



科學技術發展基金

F | D | C | T

科研資助項目成果集 2024

ISSN 2518-9131





科學技術發展基金
F | D | C | T

科研資助項目成果集 2024

科學技術發展基金科研資助項目成果集2024

出版：科學技術發展基金

排版設計：狄安設計

出版日期：2025 年 10 月

ISSN 2518-9131

科學技術發展基金

地址：澳門殷皇子大馬路 43-53A 澳門廣場 8 樓 C 座

電話：(853) 2878 8777

傳真：(853) 2878 8776

電郵：info@fdct.gov.mo

網址：www.fdct.gov.mo

科技基金資助簡介

科學技術發展基金是根據澳門特別行政區經第 1/2021 號行政法規修改第 14/2004 號行政法規而設立，受澳門特別行政區經濟財政司司長監督。科學技術發展基金旨在配合澳門特別行政區科技發展政策的目標，對有助於提升澳門特別行政區的科研實力、創新能力及競爭力的各類項目提供資助。為著配合其宗旨，特別資助下列項目：

1. 有助普及和深化科技知識的項目；
2. 有助企業提高生產力和加強競爭力的項目；
3. 有助產業發展的研發、推廣、創新項目；
4. 有助推動研發成果轉化的科研項目；
5. 有助推動對外科技合作的項目；
6. 推動對社會經濟發展屬優先的科技轉移的項目；
7. 專利申請。

科技基金對每一項用於項目、運作或特定開支的資助，為期不超過五年。同時，科技基金的資助對象如下：

1. 澳門特別行政區的公立高等院校或公立醫療機構；
2. 在澳門特別行政區依法設立的私立高等院校；
3. 除上述第 2 項所指的資助對象外，其他在澳門特別行政區依法設立的私人實體；
4. 澳門特別行政區以外的公共部門或實體，又或依當地法律設立的私人實體；
5. 自然人。

目錄

第一章 一般科研項目

■▶ 信號的解饒 Fourier 展開的理論研究及應用.....	14
■▶ 用於低功耗寬頻應用之過採樣調製器模數轉換芯片之研究.....	20
■▶ 判別型模糊受限玻爾茲曼機的設計及其應用.....	24
■▶ 嫦娥三號就位巡視探測光學資料處理、分析與應用.....	30
■▶ 基於多源遙感數據集成的火星高精度形貌製圖與表面礦物反演研究.....	33
■▶ 面向細胞操作的觸覺力反饋機器人微操作系統研製.....	38
■▶ 面向智能物聯網的機電設備健康監控與預測.....	47
■▶ 面向新生物醫學成像數據去噪的魯棒稀疏學習算法.....	52
■▶ 冕環及暗條的振盪模式研究.....	57
■▶ 三元網絡信息實體感知與知識圖譜構建.....	60
■▶ 人臉識別中的活體檢測技術研究.....	67
■▶ 超密集網絡的關鍵技術研究.....	71
■▶ 心臟 X 光影響與 CT 影像分割方法關鍵技術研究.....	79
■▶ 利用結腸類器官移植入系統剖析腸微生物態在腸癌逐步發展過程中的因果關係及其機理.....	81
■▶ 集成不同源生物數據集的大數據分析智能學習方法研究.....	85
■▶ 基於 Schatten 範數約束的最小方差資產組合的研究.....	90
■▶ 組蛋白甲基化酶 SMYD3 抑制劑的設計合成、抑制血管衰老作用及其分子機制研究.....	93
■▶ 用於物聯網無線通訊應用的極低功耗相位量化器及電源管理系統的研發和實現.....	98
■▶ 跨通道圖像噪聲建模、快速算法及其應用.....	102
■▶ 面向澳門與葡語國家智慧旅遊平台及相關的語音識別系統.....	111
■▶ 環境散射通信鏈路自適應傳輸和信號檢測技術研究.....	115
■▶ 共價鍵藥物的雙刃劍：基於 3D nanoLC-MS 的低豐度蛋白檢測、機理研究和中藥活性物質 的發現.....	120
■▶ 幾類具有尖峰孤立子解的多分量 Camassa-Holm 類型系統的柯西問題研究.....	126
■▶ 全純尖形式所對應的 Hecke 特徵值在素變數上的變號問題.....	131
■▶ 無線分布式網絡下的中心控制方案研究.....	134
■▶ 基於顆粒污泥的 RAS 海產養殖廢水線上處理及典型抗生素的降解控制.....	139
■▶ 一類守恆分數階偏微分方程的預條件共軛梯度法.....	146

再生核 Hilbert 空間的自適應 Fourier 分解 (AFD) 理論及應用	152
火星磁場地圖及其科學解釋、內部結構與熱演化.....	159
月球高能粒子環境研究與地球弓激波高能粒子到達月球預報.....	161
基於超奈奎斯特速率傳輸的非正交大規模多天線系統設計.....	164
氣態巨行星的內部結構、物質成分、以及表面緯向風分佈.....	173
完備流形上的 Caffarelli-Kohn-Nirenberg 不等式、Hardy-Rellich 不等式以及 Heisenberg-Pauli-Weyl 不等式.....	176
基於區塊鏈與人工智能的資訊內容分發和媒體社交平台激勵機制關鍵技術研究.....	179
嚴格工藝約束下半導體芯片製造組合設備最優調度和控制.....	181
基於多細微性與三支決策暨複雜資料分析與知識獲取研究技術研究.....	190
能源互聯網框架與分層能源樞紐系統的研究.....	195
泥水盾構掌子面的護壁技術研究.....	199
物聯網中無線信息與能量傳輸關鍵技術研究與優化設計.....	203
促進鈣鈦礦基太陽能電池商業化的鉛回收.....	209
高熒光量子效率近紅外發光碳納米點的研製及其在生物成像中的應用研究.....	216
用於高效電解水的分級多孔石墨烯氣凝膠負載過渡金屬單原子催化劑的研究.....	227
應用於 5G 毫米波頻段收發器的低相噪寬頻振盪器與頻率綜合器.....	243
社交媒體數據流的在線事件檢測與智能分層聚類技術.....	247
BRCA1, FGFR2 及其相關信號誘導的三陰性乳腺癌 (TNBC) 的鑑定和治療研究.....	253
數字微流控上精確的大量程皮升樣品傳遞.....	257
研究天文館之天文導賞互動.....	259
快充高容量負極材料儲鋰過程的原位機理研究.....	266
分佈式系統中任務 - 資源調度的表示與強化學習演算法及其系統實現	272
時滯系統的穩定性分析 - 矩陣不等式方法	293
基於聚光式太陽熱能的熱電發電系統.....	299
環紅矮星宜居帶的理論研究.....	302
朗道 - 利夫希茲 - 吉爾伯特方程的數值方法研究及應用	304
鋅指蛋白 PATZ1 調控人類胚胎幹細胞多能性和抑制腫瘤細胞生長的分子機制研究	308
機器學習識別分類雙體小行星.....	312
幾類分數階偏微分方程的初值問題和反問題的研究.....	315
基於區塊鏈的公平數據處理方案研究與驗證.....	319
小型撞擊坑作為一種新的測量行星工具：多學科方法.....	322

■► 應用靶向定量蛋白質組學精準分析不同疾病相關的 chemerin 蛋白亞型及篩選驗證治療多囊 卵巢綜合症的中藥活性成分.....	325
■► 優化的多針孔準值器以改善腦部的單光子發射電腦斷層掃描.....	331
■► 室溫高鋰離子電導率固態電解質的理性設計及其在固態全電池的應用研究.....	336
■► 高效率大功率密度大電壓轉換比的混合型 DC-DC 轉換器	340
■► 應用於物聯網通信的多功能微帶天線關鍵技術研究.....	346
■► 基於網絡藥理學對豨薟草新型倍半萜 Leocarpinolid B 治療類風濕性關節炎的藥理學和生物 藥劑學評價.....	356
■► 工程化自體來源單核細胞重塑再生免疫微環境促進糖尿病創傷癒合.....	363
■► 靶向人腸道菌 β - 葡萄糖醛酸苷酶抑制緩解抗癌藥伊立替康對結直腸癌病人的腸毒性	368
■► 基於語言學先驗知識指導的自關注神經機器翻譯模型.....	372
■► 基於 MXenes 電催化氮氣生成氨氣	377
■► NFkappaB 和致癌蛋白質 Bcl3 在基因轉錄調控中的分子機制研究.....	387
■► AMPK-TET2-PAX7 軸調控骨骼肌生成：治療癌症誘發的肌肉萎縮的新方法	390
■► 用於新興物聯網系統用的超低功耗物理反複製技術電路研究與開發.....	393
■► 應用於物聯網的超低功耗模擬邊緣計算人工智能芯片.....	398
■► Cul3 作為肝腫瘤抑制因數和藥物敏感性調節因數的功能研究.....	400
■► 警報素 Ap4A 增強氨基糖苷類抗生素殺菌效力的分子機制研究.....	403
■► 金屬有機聚合物納米熒光探針用於活細胞內甲醛檢測.....	408
■► 基於協作通信的無線傳感網路能量優化研究.....	415
■► 機器學習的信息安全與隱私研究.....	417
■► 澳門健康妊娠婦女在孕早、中、晚期甲狀腺激素水平的參考值的研究.....	422
■► 中國 Takotsubo 綜合症優化診斷與治療注冊研究	425
■► 治療炎症性腸病的薑類中藥類外泌體的開發.....	429
■► 脂類基質調節人類多能幹細胞代謝和多能性的分子機制.....	432
■► 搭載可重構腫瘤微環境三萜類中藥活性成分的“納米航母”實現腦膠質瘤的聯合治療	437
■► 青蒿素及其衍生物對神經細胞免於急性缺血性損傷的保護作用及分子機制研究.....	443
■► 選擇性自噬與神經退行性疾病：從分子機制探討到中藥小分子選擇性自噬調控劑的發現.....	448
■► CD47 免疫檢查點共抑制因子及其天然產物抑制劑研究	452
■► 孤立子微波脈衝對超導量子比特的測量與操縱.....	456
■► 環境污染物雙酚 A 影響內耳發育以及聽覺失調的作用機制	460
■► 智慧園區綜合能源系統運行優化關鍵技術研究.....	463

■► 使用聚合物阻垢劑以及阻垢劑納米材料用於無機鹽水垢控制的機理分析.....	470
■► 應用於高端腦神經研究的實時閉環光基因遺傳法腦神經控制系統的集成設計.....	475
■► 應用於多核 CPU 的電源管理系統研究.....	481
■► ORVIS- 用於淺水介入的海洋航行器.....	484
■► 基於熒光納米銅簇 / 金屬有機框架納米酶複合傳感體系的構建及其在有機磷農藥殘留快速 檢測的應用.....	489
■► 面向斑馬魚幼蟲自動化顯微注射的新型機器人系統研發.....	494
■► 過度金屬氮化物 / 碳化物在電催化中的應用.....	502
■► 木星振動及其激發機制研究.....	513
■► 小分子串聯親和技術靶向獲取天然別構劑治療冠心病的研究.....	516
■► 基於生物多組學大數據分析的加權映射深度學習方法診斷複雜疾病亞型研究.....	520
■► 土壤中鉻的有效形態、植物毒性及其預測模型研究.....	525
■► 基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算資源優化管理關鍵技術研究.....	530
■► 層狀過渡金屬硫族化合物的納米電子學及原子尺度下的機理與改性.....	540
■► 組織蛋白酶 B 抑制劑用作蛋白酶體抑制劑增敏劑的研究.....	548
■► 基於細胞膜固相垂釣技術探討六神丸調節 SM-Cer/Sph-S1P 代謝通路抑制流感病毒性炎症 的藥效成分及作用機制.....	552
■► 下一代無線通信系統中 Polar 編碼的設計和優化.....	555
■► 增強現實中的關鍵技術研究.....	557
■► 基於高效的 DNA 修復酶調節劑篩選技術探究新型疾病治療策略.....	560
■► 益母草鹼對血液粘滯度、血小板粘附和炎症的改善作用以及分子機制的研究.....	567
■► 複雜運營環境下橋樑結構時變隨機動力特性識別演算法及其長期演化機制研究.....	570
■► 硝基酚類化合物在大氣水相光解中人源及海洋氣溶膠無機鹽的影響.....	576
■► 基於數字孿生概念的智慧能源物聯網資訊物理系統自動化防護技術研究.....	582
■► 電動汽車動態無線供電系統關鍵控制技術研究.....	585
■► 一階段穩健高維均值向量控制圖設計.....	593
■► 基於遙感數據的月球火星地表特徵識別和對比分析.....	596
■► 核衰變與行星物理.....	600
■► 構造與火山相互作用機制研究：對月球物質成分分佈和熱演化的啟示.....	605
■► 數據與知識混合平行驅動的智能區塊鏈理論、技術與應用驗證.....	612
■► 嫦娥四號巡視探測光學資料處理、分析與應用.....	619
■► 面向第三代區塊鏈的智慧合約機制研究與原型實現.....	622

■► 溴結構域和額外終端域家族分子 (BET) 可作為 SMAD4 缺失的結直腸癌精準治療靶點.....	626
■► 智慧反射面輔助的新型毫米波無線通信系統性能分析與優化.....	629
■► 隕石的矽酸鹽中部份元素的溶入原因和機理.....	636
■► 新型石墨烯 / 鐵電 PMN-PT 混合體系的合成、表徵及其應變效應研究.....	639
■► 自由脂肪酸受體 4 抗血管外周組織炎症反應研究.....	643
■► 澳門電力負荷預測系統開發與應用.....	645
■► 基於多模諧振結構的先進超高頻識別標籤和閱讀器研究及其工業應用.....	648
■► GaN 輔助式混合結構 DC-DC 轉換器晶片研究與開發.....	654
■► 機器學習技術在澳門風暴潮預測中的應用可行性.....	659
■► 矩陣交換子的範數不等式.....	662
■► 餘甘子歐洲藥典質量標準研究.....	664
■► 應用氮摻雜三維石墨烯材料脫鹽和去除微污染物的性能及機理研究.....	668
■► 基於代謝螢光體的成像與光譜發展糖尿病的早期診斷技術.....	672
■► MYPT1 磷酸化糖脂代謝和細胞骨架的時空網絡調控前列腺癌的機制研究.....	677
■► 智能省電安全物聯網 Wi-Fi 無線網關.....	681
■► 白腐真菌降解雙酚 A 等環境內分泌干擾素的技術研究.....	685
■► 近鄰搜索驅動的自適應隨機測試方法研究.....	688
■► 三維多人姿態估計研究.....	692
■► 陶瓷材料在公共室內建築空間中的音質優化研究.....	697
■► 嶺南傳統建築裝飾中的嵌瓷工藝更新研究.....	700
■► 關於聚焦型太陽能熱電複合收集器的納米流強化冷卻的亞連續網格波爾茲曼優化的研究.....	702
■► 基於缺陷接地結構的橫向濾波及負群組延遲生成技術的微波氮化鎵位移傳感器之研究.....	706
■► 開發一種創新、低成本和免除同位素標記的蛋白內標用於質譜定量檢測.....	710
■► 衛星對月定標關鍵技術研究.....	714
■► 收合式太陽能雙軸跟蹤發電設備.....	717

第二章 聯合資助項目

■► 近紅外二區光聲探針用於成像引導腦膠質瘤精準手術的研究.....	722
■► 可控式與參與式感知網絡的聯合設計及其在智慧旅遊中的應用.....	728
■► 惡性腫瘤發生發展中關鍵表觀遺傳與轉錄調控因子的蛋白質修飾及其功能.....	735
■► 海洋混凝土結構鋼筋鏽蝕與協同防護機制研究.....	738
■► 難降解化工廢水催化氧化關鍵技術研究及應用.....	743

■▶ 面向大型固定儲能系統的普魯士藍基鈉離子電池材料和器件研發.....	749
■▶ 黃芪三七配伍治療糖尿病腎病的循證評價及作用機制研究.....	752
■▶ 近海海域立體邊緣計算網絡關鍵技術研究.....	756
■▶ 鈣鈦礦量子點表面工程及其高性能光電器件.....	771
■▶ 高性能碳點電致發光材料與器件.....	777
■▶ 新型 S1P1 調節劑治療特發性肺纖維化的創新藥物研究	784
■▶ 間充質幹細胞通過 mTOR 調控狼瘡脂代謝對 T 細胞作用的機制研究	790
■▶ 基於直流配電的淨零能耗建築綜合能源管控與能效提升技術研究.....	795
■▶ 新型低維磁電耦合器件材料設計製備.....	798
■▶ 自步標注學習研究及其在生物醫學大數據上的應用.....	806
■▶ 基於深度學習的漢葡機器翻譯方法研究.....	812
■▶ 類人視覺的開放學習理論與方法.....	820
■▶ 珠江口區域多尺度強天氣過程的動力學及預測研究.....	826
■▶ “天鵝”颱風後澳門應急決策體系優化的基礎問題研究	829
■▶ 毫米波採樣超高速數模轉換器晶片關鍵技術研究.....	833
■▶ 毛囊誘導細胞：分子微環境和製備研究.....	839
■▶ 基於視頻時空信息建模的人臉結構化分析.....	845
■▶ 決策過程中的腦電網絡機制、預測及干預模型研究.....	849
■▶ 超導和量子磁體的中子及同步輻射研究.....	857
■▶ 回填海洋土水環境下深埋海底沉管隧道滲流和耐久性能研究.....	873
■▶ 染色體 11q13 區段擴增介導食道鱗癌對 PD-1 抗體耐藥的機制研究	876
■▶ 星載紅外成像目標檢測與識別技術研究.....	880
■▶ 城市軌道交通動車組高壓電纜服役性能智能化測評技術研究.....	888
■▶ 可穿戴電子產品電源用軟包鋰離子電池關鍵技術的研發.....	896
■▶ 基於無人機自組網的地質災害應急通信與監測預警技術研發.....	900
■▶ 高效率室內空氣全淨化關鍵核心技術與器件研發及產業化.....	904
■▶ 基於創傷大數據的院前智能急救系統關鍵技術研發及應用.....	911
■▶ 時空協同智慧旅遊關鍵技術研究與應用示範.....	914
■▶ 基於炔丙基半胱氨酸納米粒與功能性糖載體修飾吸入粉霧劑技術的肺部給藥治療肺炎研究.....	918
■▶ 新型冠狀病毒及其他呼吸道疾病病原篩查集成化核酸即時檢測系統.....	921
■▶ 化學 1 類創新藥物 MN-08 治療肺動脈高壓的臨床 I 期及作用機理研究.....	924
■▶ 新一代船載固態導航雷達的研發與產業化.....	928

■▶ 中藥新藥“玉蝴蝶祛斑膏”的質量標準提升及臨床研究.....	932
■▶ 中藥中農藥及重金屬殘留的快速檢測關鍵技術研發.....	935
■▶ 城市軌道交通隧道運營安全智能監測關鍵技術與系統研發及應用.....	940
■▶ 神經退行性疾病藥物的研發與產業化.....	943
■▶ 電子圍網複雜場景目標檢測跟蹤智能技術研究及應用.....	946

第三章 專項資助項目

■▶ 類風濕關節炎精準診斷新方法和治療新策略研究.....	954
■▶ 澳門及周邊地區幾種高發腫瘤的生物庫的建立及癌症精準醫療研究.....	961
■▶ 抗神經退行性病的天然小分子化合物 PD-001 的研發.....	988
■▶ 中藥國際標準研究與制訂.....	998
■▶ 於三維視覺感知與柔順力控的機器人智能作業系統研發.....	1008
■▶ 基於持續學習的群智能理論及方法.....	1022
■▶ 編程中國.....	1035
■▶ 電子免停車收費系統芯片的研究及開發.....	1041
■▶ 即時資訊探測系統.....	1046
■▶ 娛樂場財務管理系統 V2.0 的設計與實現.....	1050
■▶ 車載機器人賦能汽車智能座艙.....	1053
■▶ 高能鋅空氣電池的開發與應用.....	1065
■▶ 智慧城市的重要組件 — 智慧管網軟件系統的研發.....	1071
■▶ 食品中常見細菌實時螢光定量 PCR 檢測方法的建立.....	1074
■▶ 商幫雲端電子商務開店平台.....	1076
■▶ 智慧環保城市車位及充電樁預約、室內外導航、車位元查找綜合管理系統.....	1078
■▶ 手術智能氣腹機系統產學研項目.....	1080
■▶ 智能跨境物流訂單管理系統.....	1084
■▶ 設計一種配合噬糖酶轉化麥芽啤酒渣為無糖貓砂的一體生產流水線.....	1086
■▶ 新型旋流固液分離器.....	1091
■▶ 一種基於智能手術氣腹機的新型泄氣技術產學研項目.....	1095
■▶ ESG 商業能耗分析、預測與節能研發.....	1098
■▶ 中成藥標準提升二次開發.....	1103
■▶ 建築物安全監測的智能光纖傳感器研發.....	1107
■▶ 基於深度學習和多機械臂協作的垃圾分揀系統.....	1110

■▶ 基於低濃度二氧化氮的新型氣調保鮮包裝的應用研究.....	1113
■▶ 小型機器人動態面控制理論與應用研究.....	1115
■▶ 基於深度學習的實時籌碼盤監管系統.....	1117
■▶ 新型高速雙段厭氧耦合（APAI）污水處理工藝.....	1121
■▶ 面向電化學葡萄糖氧化反應的單原子位點催化劑的合成與機理研究.....	1126
■▶ 基於風險地圖 RM 的澳門文化遺產監測預警技術應用研究	1130
■▶ 澳門國際機場車輛駕駛專業培訓虛擬現實場景的研究與開發.....	1133
■▶ 魔芋葡甘聚糖酸脂的合成及其生物醫學應用.....	1135
■▶ 基於 MQTT 技術在長者公寓優化	1138
■▶ 校園細菌分佈檢測與分析.....	1142
■▶ 基於 python 的新型無人船操作系統.....	1144

第四章 專利資助項目

■▶ 一種麥克納姆輪車（實用新型專利申請）	1148
■▶ 一種空氣質量檢測無人機（實用新型專利申請）	1150
■▶ 爬行動物養殖箱（實用新型專利申請）	1152
■▶ 一種防漏易拉罐（實用新型專利申請）	1153
■▶ 一種水面垃圾清理系統（實用新型專利申請）	1154
■▶ 聰明盲人手杖（實用新型專利申請）	1155
■▶ 嬰兒踢被子警報器（實用新型專利）	1156
■▶ 一種提防書包過重的提醒裝置（實用新型專利）	1157
■▶ 一種無線供電裝置（實用新型專利申請）	1158
■▶ 基於月面探索的樣本取樣車實作（實用新型專利申請）	1160
■▶ 三合一折疊板（實用新型專利申請）	1161
■▶ 智慧牧場（實用新型專利申請）	1162
■▶ 一種具有祛污功能的馬桶（實用新型專利申請）	1163
■▶ 急難救災支援無人機（實用新型專利申請）	1164
■▶ 壁掛式移動工具車（實用新型專利申請）	1165

第一章 一般科研項目

信號的解繞Fourier展開的理論研究及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
079/2016/A2	澳門大學	張立明	信號的解繞 Fourier 展開的理論研究及應用

項目摘要

1. 研究背景

自適應分解是澳門大學錢濤教授提出的新的信號分解理論，此項目是對自適應分解研究的進一步深化及可應用化研究。美國 Yale 大學 Coifman 領導的優秀研究團隊於 2015 年在網上首次刊發類似研究的文章，並披露早在 2000 年該團隊已經開展過類似的研究，當時僅以博士論文形式面世。澳大團隊與 Yale 大學各自獨立地發現瞭解繞 Fourier 展開（分解）的方法，並認為該種方法在若干種同類方法之中為最優及值得深究。項目的目的是對解繞分解進行進一步的理論研究，包括指數收斂階的條件與證明、解繞的高維推廣、以及在幾個重要應用方向上、包括生物醫學信號刻畫（心電及腦電信號的特徵提取），語音辨識及音樂分類、質料鑒別、控制論（系統辨識）等領域的決定性的應用。

2. 研究目標

解繞分解收斂之快速性已經實驗證實，但未經理論證明。項目的研究目標之一是證明，或加適當條件後證明，解繞分解具有快如指數階的收斂速度，抑或證明其反面，以及什麼原因導致不具有如此快速的收斂速度。目標之二是高維理論。由於圖像理論的需要，以及高維系統辨識的需要，及高維理論與一維相比的相異特徵（Blaschke 乘積的不存在性等），高維解繞理論具有廣泛的興趣及應用。目標之三是解析正頻率快速分解的應用，其中對解繞分解需要研發演算法，使之有很貼切的自適應性，以達到快速逼近及特徵提取之目的。

3. 簡介研究工作的主要進展

根據上述 3 個研究目標，具體研究工作進展如下：

- 1) 在信號可解析延拓越過邊界的假設下確實證明了指數階的收斂 (Sciences in China 2020)。
- 2) 在高維情況下 Blaschke 乘積的理論還不健全。目前只能做到 partial unwinding（偏解繞）。Partial unwinding 效果已達甚佳，相應的文章發表在 IEEE 權威雜誌上 (IEEE Trans Image Proc, 2019)，其在圖像加密中的應用發表在 Signal Processing 上。
- 3) 對於解析正頻率分解的演算法有關鍵性的突破，相應的文章發表在國際一流雜誌上 (Applied and Computational Harmonic Analysis, 2019)。

4. 研究成果與應用

研究成果累計 29 項，包括 23 篇已發表的 SCI 期刊論文、1 篇專著章節及 3 篇會議論文，1 篇在進行最後 minor revision 的 SCI 期刊論文，和 1 項專利申請。

5. 進一步工作

函數是多變數，而函數值是矩陣的理論還沒有完成。這個工作是與國際數學家 D. Alpay, I. Sabadini, F. Colombo 在幾年前就開始的，在理論證明上尚有一點至今無法突破。

非哈代空間（非穩定系統）相當於 Blaschke 乘積的函數理論是存在的，但是尚未有效地應用於相應的系統辨識及圖像處理理論。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

在多變數矩陣值函數情況下目前存在有定義 Blaschke 乘積的方法，但是難於證明所定義的函數具有所需要（在證明收斂時）的性質。另一個證明路線，是證明相應的 TM 系統是再生核正交化的結果。這個證明還沒有完成。

一般再生核 Hilbert 空間的 n - 最佳逼近存在性證明尚未完成。

Hardy 空間 n - 最佳逼近的數學演算法尚未完成。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	A novel Blaschke unwinding adaptive Fourier decomposition based signal compression algorithm with application on ECG signals.	Chunyu Tan, Liming Zhang, and Hau-tieng Wu	IEEE journal of biomedical and health informatics, 23.2 (2018): 672-682.	SCI
Journal Paper	2D Partial Unwinding-A Novel Non-Linear Phase Decomposition of Images	Yanting Li, Liming Zhang, and Tao Qian	IEEE Transactions on Image Processing 28.10 (2019): 4762-4773.	SCI
Journal Paper	Two-dimensional Frequency-Domain System Identification	Xiaoyin Wang, Tao Qian, Iengtak Leong, and You Gao	IEEE Transaction on Automatic Control, 65.2 (2019), 577-590.	SCI
Journal Paper	Time frequency transform involving nonlinear modulation and frequency-varying dilation	Qiuhui Chen, Luoqing Li, and Tao Qian	Complex Variables and Elliptic Equations, 2019, 1-14.	SCI
Journal Paper	A novel 2D partial unwinding adaptive Fourier decomposition method with application to frequency domain system identification	Yanting Li, and Tao Qian	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 42.9 (2019), 3123-3135.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	Spectral of rational orthonormal systems	Qiuhui Chen, Pei Dang, and Tao Qian	Science China (mathematics), 62.10 (2019), 1961-1976.	SCI
Journal Paper	Fourier Spectrum Characterizations of Clifford H^p Spaces on R^n for $1 \leq p < \infty$	Pei Dang, Weixiong Mai, and Tao Qian	Complex Analysis and Operator Theory, 14.2 (2020), 1-15.	SCI
Journal Paper	A novel Fourier theory on non-linear phase and applications	Tao Qian	Advances in Mathematics, 47.3 (2018): 321-347.	SCI
Journal Paper	Rational approximation in Hardy spaces on strips	Weixiong Mai, and Tao Qian	Complex Variables and Elliptic Equations, 63.12 (2018), 1721-1738.	SCI
Journal Paper	Fast algorithm of adaptive Fourier series, Mathematical Methods in the Applied Sciences	You Gao, Min Ku, and Tao Qian	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 41.7 (2018), 2654-2663.	SCI
Journal Paper	Aveiro method in reproducing kernel Hilbert spaces under complete dictionary	Weixiong Mai, and Tao Qian	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 40.18 (2017), 7240-7254.	SCI
Journal Paper	Reconstruction of analytic signal in Sobolev space by framelet sampling approximation	Youfa Li, and Tao Qian	Applicable Analysis, 97.2 (2018), 194-209.	SCI
Journal Paper	Fast basis search for adaptive Fourier decomposition	Ze Wang, Feng Wan, Chi Man Wong, and Tao Qian	EURASIP Journal on Advances in Signal Processing, 74.1 (2018)	SCI
Journal Paper	Fourier Spectrum Characterizations of Hardy Spaces H^p on Tubes for $0 < p < 1$	Guantie Deng, Haichou Li, and Tao Qian	Complex Analysis and Operator Theory, 13.6 (2019): 2605-2625.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper	Paley--Wiener type theorem for analytic functions in tubular domains	Guan-Tie Deng, Yun Huang, and Tao Qian	Journal of Mathematical Analysis and Applications, 480 (2019), 123367.	SCI
Journal Paper	A unified hypothesis generation framework for multi-structure model fitting	Lai, T., Wang, H., Yan, Y., & Zhang, L.	Neurocomputing, 222 (2017), 144-154.	SCI
Journal Paper	Multi-stage Feature Pyramid Stereo Network based Disparity Estimation Approach for Two to Three-dimensional Video Conversion.	Pan, B., Zhang, L., & Wang, H.	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, (2020), DOI: 10.1109/TCSVT.2020.3014053	SCI
Journal Paper	Robust visual tracking via spatio-temporal adaptive and channel selective correlation filters	Liang, Y., Liu, Y., Yan, Y., Zhang, L., & Wang, H.	Pattern Recognition, (2020), 107738	SCI
Journal Paper	Content-Adaptive Image Encryption with Partial Unwinding Decomposition.	Wu, Y., Zhang, L., Qian, T., Liu, X., & Xie, Q.	Signal Processing, (2020), 107911.	SCI
Journal Paper	AFD-based ILC designs in frequency domain for linear discrete-time systems	Wen-Yuan Fu , Xiao-Dong Li & Tao Qian	International Journal of Systems Science, (2020), https://www.tandfonline.com/loi/tsys20	SCI
Journal Paper	Multi-Stream Siamese and Faster Region-based Convolutional Neural Network for Real-Time Object Tracking	Y. Liu, L. Zhang, Y. Yan, H. Wang.	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, (2020), 10.1109/TITS.2020.3006927	SCI
Accepted Journal Paper	Functional Feature Extraction for Hyperspectral Image Classification with Adaptive Rational Function Approximation	Zhijing Ye, Tao Qian, Liming Zhang, Lei Dai, Hong Li, Jon Atli Benediktsson	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Accepted Journal Paper	A Novel Feature Representation Approach for Single-Lead Heartbeat Classification based on Adaptive Fourier Decomposition	Chunyu Tan, Liming Zhang, Hau-tieng Wu, Tao Qian	International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing	SCI
Book Chapter	A theory on non-constant frequency decompositions and applications	Qihui Chen, Tao Qian, and Lihui Tan	Advancements in Complex Analysis, (2020), 1-37.	-
Conference Paper	A new supervised learning approach: statistical adaptive Fourier decomposition (SAFD)	Tan, C., Zhang, L., & Qian, T.	International Conference on Neural Information Processing (2019), pp. 397-404. Springer, Cham.	-
Conference Paper	A novel ECG data compression method based on adaptive Fourier decomposition	Chunyu Tan, and Liming Zhang,	Proceedings Volume 10613, 2017 International Conference on Robotics and Machine Vision; 106130F (2017) https://doi.org/10.1117/12.2299967	-
Conference Paper	A Novel Text Encryption Algorithm based on Core Adaptive Fourier Decomposition	Lei Dai, Zhijing Ye, Liming Zhang, and Tao Qian	2019 2nd International Conference on Algorithms, Computing and Artificial Intelligence, 2019, 491-497.	-
Under minor revision	MIMO frequency domain system identification using matrix-valued orthonormal functions	Tao Qian, Xiaoyin Wang, Liming Zhang	Automatica	SCI
Patent	一種心電特徵提取方法、心拍識別方法及裝置	Tao Qian, Liming Zhang, Tan Chunyu	中國專利	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種心電特徵提取方法、心拍識別方法及裝置		
成果特點	本申請實施例提供一種心電特徵提取方法、心拍識別方法及裝置。該方法包括：獲取待處理心電信號，並對待處理心電信號進行預處理，獲得待處理心電信號對應的至少一個第一心拍資訊；分別對每一個第一心拍資訊進行自適應傅裡葉分解，獲得每個第一心拍資訊對應的第一時頻表示；根據每個第一心拍資訊對應的第一時頻表示提取對應的第一瞬時頻率特徵。裝置用於執行上述方法。本申請實施例通過自適應傅裡葉分解的方法能夠提取得到的特徵均具備代表性，能夠較好的反映第一心拍資訊的類型，且無冗餘的無用的特徵，因此，其計算工作量較小。		
技術成熟度	中等		
應用範圍	家用心電儀		
投產條件和預期經濟效益	-		
合作方式	-		

聯系地址	澳門大學科技學院		
聯 系 人	張立明	電話	(853) 8822 8467
網址	-	傳真	(853) 8822 8822

用於低功耗寬頻應用之過採樣調製器模數轉換芯片之研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
076/2017/A2	澳門大學	冼世榮	用於低功耗寬頻應用之過採樣調製器模數轉換芯片之研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著科技發展對寬帶通信需求的不斷擴展，特別強調在高速數據轉換的需求上，這轉化為對蜂窩基站接收機內的模數轉換器（Analog-to-Digital Converter, ADC）的更高帶寬要求。多輸入多輸出（Multi-In-Multi-Out, MIMO）系統的快速發展也推動了單個封裝中多個 ADC 存在的必要性。然而，為了能在移動設備中更能延長電池壽命，業界對 ADC 的功耗需求不斷持續的產生了限制。特別是對於物聯網應用（Internet of Things, IoT）來說，隨著越來越多的大量的設備聯合在一起，這個市場正不斷迅速增長中。我們現在正在目睹前所未有規模的信息，服務，設備和人員的動態相互關聯，其中一些信息是寬帶的，特別是與視頻或成像相關的信息。數字互動正在協調並產生綜合的環境體驗，並重寫傳統的被連接的定義。為了實現這樣的無處不在的設備環境，這需要非常低功率的電子芯片器件操作，並且使得數據採集前端設計非常具有挑戰性。此外，在 ADC 中實現更好的抗噪聲性能可提高其動態範圍（Dynamic Range, DR），從而簡化了接收端鏈，進一步降低了系統成本。因此，儘管增加了帶寬，但是在這樣的系統中的 ADC 必須提供足夠的動態範圍 DR 並且還要求實現更好的功率效率利用。

2. 研究目標

本項目使用過採樣 Δ - Σ 調製器來僅將信號頻帶的覆蓋帶寬部分數字化，而不是使用奈奎斯特 ADC 完全數字整個化奈奎斯特帶寬，並利用過採樣噪聲整形實現低功率的中 - 高分辨率 ADC 的有效實現。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目集中研發使用過採樣式 Δ - Σ 調製器的數據轉換器實現，利用高階噪聲整形僅數字化所需帶寬，以在移動通訊和物聯網應用中有限的功耗預算來提高其分辨率。根據目標應用，本項目將研究幾種可行的實現方法，以達到實現該應用規格的最佳策略。根據目標應用的特性，我們提出了以下兩個子項目研究方向：

- 1) 寬頻連續時間 (Continuous-Time) Δ - Σ 調製器
- 2) 時間交錯型 Δ Σ 調製器

4. 研究成果與應用

設計應用於寬帶 LTE-A 標準的帶寬達 50MHz 的連續時間多級噪聲整形 Δ - Σ 調製器模數轉換芯片電路，在 CMOS 工藝 (28nm) 上流片驗證，並完成測試；

- 1) 設計應用於低功耗醫療用物聯網及影像成像數據轉換電路芯片，以及應用於數字電視廣播的帶通可調式數據轉換電路芯片。其帶寬 5MHz，以時間交錯型間 D-S 調制器模數轉換芯片實現，在 CMOS 工藝 (28nm) 上流片驗證，並完成測試；
- 2) 在高水準學術期刊及國際會議（屬於 SCI 或 EI 檢索）上發表 5 篇高質量論文。
- 3) 培養博士生 3 名和碩士生 2 名。

5. 進一步工作

考慮將未發表部分的研究成果進一步發表更多論文，以及尋求與產業的合作與成果轉移。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 論期刊 論文	A 76.6-dB-SNDR 50-MHz-BW 29.2-mW Multi-Bit CT Sturdy MASH With DAC Non- Linearity Tolerance	Liang Qi; Ankesh Jain; Dongyang Jiang; Sai- Weng Sin; Rui P. Martins; Maurits Ortmanns	published in IEEE Journal of Solid- State Circuits 2020	SCI, EI, Scopus IEEEExplore
2. 會議論文 及 成品芯片	A 76.6dB-SNDR 50MHz- BW 29.2mW Noise- Coupling-Assisted CT Sturdy MASH Delta Sigma Modulator with 1.5b/4b Quantizers in 28nm CMOS	Liang Qi; Ankesh Jain; Dongyang Jiang; Sai- Weng Sin; Rui P. Martins; Maurits Ortmanns	published in IEEE International Solid- State Circuits Conference (ISSCC) 2019	WoS, EI, Scopus IEEEExplore
3. 會議論文 及 成品芯片	A 5MHz-BW, 86.1dB- SNDR 4X Time- Interleaved 2nd-Order $\Delta\Sigma$ Modulator with Digital Feedforward Extrapolation in 28nm CMOS	Dongyang Jiang; Liang Qi; Sai- Weng Sin; Franco Maloberti; R. P. Martins	published in IEEE Symposium on VLSI Circuits (VLSI) 2020	WoS, EI, Scopus IEEEExplore
4. 會議論文	Multibit Sturdy MASH $\Delta\Sigma$ Modulator with Error- shaped Segmented DACs for Wideband Low-power Applications	Liang Qi; Sai- Weng Sin; Rui Paulo Martins	published in 2019 IEEE 13th International Conference on ASIC (ASICON)	WoS, EI, Scopus IEEEExplore

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
5. 期刊論文 及 成品芯片	Time-Interleaved 2nd-order $\Delta\Sigma$ Modulator Achieving 5 MHz Bandwidth and 86.1dB SNDR Using Digital Feedforward Extrapolation	Dongyang Jiang; Liang Qi; Sai-Weng Sin; Franco Maloberti; R. P. Martins	Under review, in IEEE Journal of Solid-State Circuits	SCI, EI, Scopus IEEEExplore
6. 獎項	Multibit Sturdy MASH $\Delta\Sigma$ Modulator with Error-shaped Segmented DACs for Wideband Low-power Applications	Liang Qi; Sai-Weng Sin; Rui Paulo Martins	Best Student Paper Award in 2019 IEEE 13th International Conference on ASIC (ASICON)	-
7. 獎項	應用於新興系統具前沿能效的數據及電源轉換集成電路設計	Chi-Hang Chan; Yan Zhu; Yan Lu; Sai-Weng Sin; Rui Paulo Martins	2020 年度澳門技術發明獎二等獎	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	2	-

技術成果名稱	寬頻連續時間 (Continuous-Time) Δ - Σ 調製器		
成果特點	對於極寬帶無線通訊應用，我們提出了具有多級噪聲整形 (Multi-Stage Noise-Shaping) 的連續時間 Σ - Δ 調製器來實現穩定的高階噪聲整形。本項目同時研究多級之間的匹配要求，考慮運算放大器和元件不匹配的容錯量要求進行研究，以避免第一級量化噪聲洩漏。我們提出在第一個環路中實現的一階噪聲耦合，使 $(1-z^{-1})E_{q1}$ (E_{q1} 為第一級的量化噪聲) 成為第二個環路的輸入而不是 E_{q1} 的輸入。本子項目已完成 28nm 芯片測量結果展現出在 50MHz 帶寬下達到 76.6dB 之信噪失真比，其功耗為 29mW。		
技術成熟度	TRL4 - 形成單元並驗證：形成了功能性單元並證明可行，功能性單元檢測或運行測試結果或有關證明。		
應用範圍	寬帶無線通訊應用。		
投產條件和預期經濟效益	可跟企業談論進一步合作。		
合作方式	顧問諮詢形式，合作研發，技術轉移。		

技術成果名稱	時間交錯型 $\Delta\Sigma$ 調製器		
成果特點	本項目提出的創新在於將數字前饋概念演變為時間交織型 (TI) 結構。數字前饋去除了量化器前面的模擬加法器，從而也簡化模擬器件及達到功率節省。此外，數字前饋所需要的額外輔助量化器的原始缺點在此 TI 計劃方案中不再是一個問題，因 TI 結構本身固有亦需要並行量化器，提出的結構充分利用了 TI 結構和數字前饋的優勢。 本子項目已完成 28nm 芯片測量結果展現出在 5MHz 帶寬下達到 86.1dB 之信噪失真比，其功耗為 23mW。		
技術成熟度	TRL4 - 形成單元並驗證：形成了功能性單元並證明可行，功能性單元檢測或運行測試結果或有關證明。		
應用範圍	傳感器 / 物聯網信號採集應用。		
投產條件和預期經濟效益	可跟企業談論進一步合作。		
合作方式	顧問諮詢形式，合作研發，技術轉移。		

聯系地址	N21-3007 科研大樓，澳門大學氹仔大學大馬路		
聯 系 人	冼世榮	電話	(853) 8822 8795
網址	http://www.amsv.um.edu.mo/	傳真	-

判別型模糊受限玻爾茲曼機的設計及其應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0079/2017/A2	澳門大學	陳俊龍	判別型模糊受限玻爾茲曼機的設計及其應用

項目摘要

1. 研究背景

項目團隊在 2016 年首次提出模糊受限波茲曼機並將其應用於分類問題上，模糊受限玻爾茲曼機在圖像重構和學習精度上都要優於傳統受限玻爾茲曼機，並且當訓練資料包含雜訊時，項目團隊所提出的模糊受限玻爾茲曼機表現得更加的穩定。在此基礎上，項目團隊繼續深入對模糊受限玻爾茲曼機進行了研究，希望提出幾種性能更優秀的模糊受限玻爾茲曼機模型來解決更為廣泛和複雜的問題，並採用模糊受限玻爾茲曼機來構建幾種模糊深度模型，進而利用這些模糊深度模型來解決一些實際生產和生活中的問題。

2. 研究目標

主要研究目標有四個：

- 1) 將把原來的二值型模糊受限玻爾茲曼機（其可見層輸入為 0 或者 1）擴展為高斯型模糊受限玻爾茲曼機（其可見層的輸入可以是任意實數），這樣能更好的處理黑白和彩色圖像。
- 2) 將提出判別型模糊受限玻爾茲曼機來完成各種分類或識別任務。該判別型模糊受限玻爾茲曼機包括了可見層是二值和高斯型兩種模型，分別對應訓練資料是 0-1 型和連續數值型。
- 3) 將利用前面提出的模糊受限玻爾茲曼機及其各種擴展模型來建立模糊深度模型，主要包括模糊深度置信網路和模糊深度玻爾茲曼機。該模糊深度模型能保持模糊玻爾茲曼機的各種優勢，並能更好的學習訓練資料的抽象特徵。最後，將把上述模型應用於實際問題，例如：人臉識別，圖像識別等。
- 4) 建立基於模糊集的其他模糊神經網路，獲得更高的精度和更好的可解釋性。

3. 簡介研究工作的主要進展

截止目前，主要研究進展如下：

- 1) 提出了高斯型模糊受限波茲曼機及其訓練演算法；
- 2) 提出了判別型模糊受限波茲曼機及其訓練演算法，並將其應用於包含了各種帶雜訊和模糊資訊的數位元、人臉和文本識別和分類中；
- 3) 建立了基於前述提出的各種模糊受限波茲曼機的模糊深度置信網路，並將其應用於 3D 物體識別以及場景分類等實際問題中。
- 4) 建立了模糊寬度學習系統，在保證精度的同時其訓練速度更快，具有更好的可解釋性。

4. 研究成果與應用

受本項目資助發表相關期刊論文 25 篇、會議論文 8 篇，主要成果都發表於本專業領域的頂級期刊《IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems》、《IEEE Transactions on Fuzzy Systems》、《IEEE Transactions on Cybernetics》等權威 SCI 源刊上。該專案研究成果屬於本領域內首次提出，受到廣泛關注，國內外有大量學者跟進並提出了很多基本項目團隊成果的模型和應用。

5. 進一步工作

本項目中主要考慮了基於對稱模糊集的模糊受限波茲曼機，下一步工作可以考慮建立非對稱模糊集的模糊受限波茲曼機，也可以考慮區間值模糊集、二型模糊集、畢達哥拉斯模糊集等在模糊受限波茲曼機中的應用。另外，本專案主要在理論上建立模型和分析性能，以後可以專注於它們更廣泛的實際應用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Generative and discriminative fuzzy restricted boltzmann machine learning for text and image classification	C. L. Philip Chen; Shuang Feng;	IEEE Transactions on Cybernetics, vol. 50, no. 5, pp. 2237-2248, May 2020.	SCI
2. 期刊論文	A Fuzzy Deep Model Based on Fuzzy Restricted Boltzmann Machines for High-Dimensional Data Classification	Shuang Feng; C. L. Philip Chen and Chunyang Zhang; IEEE Transactions on Fuzzy	Systems, vol. 28, no. 7, pp. 1344-1355, July 2020.	SCI
3. 期刊論文	Fuzzy broad learning system: A novel neuro-fuzzy model for regression and classification	Shuang Feng; C. L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Cybernetics, 2019 , 50(2) : 414-424.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4. 期刊論文	On the Accuracy-complexity Trade-off of Fuzzy Broad Learning System	Shuang Feng; C. L. Philip Chen; Lili Xu and Zhulin Liu;	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Early Access.	SCI
5. 期刊論文	Event-Triggered Adaptive Control of Saturated Nonlinear Systems With Time-Varying Partial State Constraints	Lijie Wang; C. L. Philip Chen; Hongyi Li;	IEEE Transactions on Cybernetics, vol. 50, no. 4, pp. 1485-1497, April 2020.	SCI
6. 期刊論文	Finite-time filter decentralized control for nonstrict-feedback nonlinear large-scale systems	Shuai Sui; Shaocheng Tong; C. L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol.26, no.6, pp.3289-3300, Dec. 2018.	SCI
7. 期刊論文	Automatic Leader-Follower Persistent Formation Generation With Minimum Agent-Movement in Various Switching Topologies	Dengxiu Yu; C. L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Cybernetics, vol. 50, no. 4, pp. 1569-1581, April 2020.	SCI
8. 期刊論文	Discriminative graph regularized broad learning system for image recognition	Junwei Jin; Zhulin Liu; C. L. Philip Chen	Science China Information Sciences, 61(11): 112209, 2018	SCI
9. 期刊論文	Regularized Robust Broad Learning System for Uncertain Data Modeling	Junwei Jin; C. L. Philip Chen;	Neurocomputing, 2018 , 322(17) : 58-69.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
10. 期刊論文	Adaptive Fuzzy Dynamic Surface Control of Nonlinear Constrained Systems With Unknown Virtual Control Coefficients	Lijie Wang; C. L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 28, no. 8, pp. 1737- 1747, Aug. 2020	SCI
11. 期刊論文	Finite-Time Adaptive Quantized Control of Stochastic Nonlinear Systems With Input Quantization: A Broad Learning System Based Identification Method	Shuai Sui; C. L. Philip Chen; Shaocheng Tong; Shuang Feng;	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 67, no. 10, pp. 8555- 8565, Oct. 2020	SCI
12. 期刊論文	Neural network filtering control design for non- triangular structure switched nonlinear systems in finite-time	Shuai Sui; C. L. Philip Chen; Shaocheng Tong;	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol.30, no.7, pp.2153-2162, Jul. 2019.	SCI
13. 期刊論文	Fuzzy Adaptive finite- time control design for non-triangular stochastic nonlinear systems	Shuai Sui; C. L. Philip Chen; Shaocheng Tong;	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 27, no. 1, pp. 172- 184, Jan. 2019.	SCI
14. 期刊論文	Adaptive output- feedback finite- time stabilisation of stochastic non- linear systems with application to a two- stage chemical reactor	Shuai Sui; C. L. Philip Chen;	IET Control Theory and Applications, vol.13, no.4, pp.534- 542, 05.03.2019.	SCI
15. 期刊論文	Moving Cast Shadows Segmentation Using Illumination Invariant Feature	Bingshu Wang; Yong Zhao; C. L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Multimedia, vol. 22, no. 9, pp. 2221-2233, Sept. 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
16. 期刊論文	Force sensorless admittance control with neural learning for robots with actuator saturation	Guangzhu Peng; Chenguang Yang; Wei He; C. L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 67, no. 4, pp. 313–3148, April 2020	SCI
17. 期刊論文	Nonlinear system identification using a simplified Fuzzy Broad Learning System: Stability analysis and a comparative study	Shuang Feng; C. L. Philip Chen;	Neurocomputing, 2019, 337: 274-286.	SCI
18. 期刊論文	Universal Approximation Capability of Broad Learning System and Its Structural Variations	C. L. Philip Chen; Zhulin Liu; Shuang Feng;	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, 2019 , 30(4) : 1191-1204.	SCI
19. 期刊論文	A novel adaptive NN prescribed performance control for stochastic nonlinear systems	Shuai Sui; C. L. Philip Chen; Shaocheng Tong;	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Early Access.	SCI
20. 期刊論文	Event-trigger-based finite-time fuzzy adaptive control for stochastic nonlinear system with unmodeled dynamics	Shuai Sui; C. L. Philip Chen; Shaocheng Tong;	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, Early Access.	SCI
21. 期刊論文	Reduced-Order Observer-Based Dynamic Event-Triggered Adaptive NN Control for Stochastic Nonlinear Systems Subject to Unknown Input Saturation	Lijie Wang; C.L. Philip Chen;	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, Early Access.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
22. 期刊論文	Deep fuzzy clustering-a representation learning approach	Qiyang Feng; Long Chen; C. L. Philip Chen; Li Guo;	IEEE Transactions on Fuzzy Systems, vol. 28, no. 7, pp. 1420-1433, July 2020.	SCI
23. 期刊論文	Broad Graph-Based Non-Negative Robust Continuous Clustering	Qiyang Feng; C. L. Philip Chen; Long Chen;	IEEE Access, vol. 8, pp. 121693-121704, 2020.	SCI
24. 期刊論文	A Novel Convolutional Variation of Broad Learning System for Alzheimer's Disease Diagnosis by Using MRI Images	Ruizhi Han; C.L. Philip Chen; Zhulin Liu;	IEEE Access, vol. 8, pp. 214646-214657, 2020	SCI
25. 期刊論文	Random-Positioned License Plate Recognition using Broad Learning System and Convolutional Network	C. L. Philip Chen; Bingshu Wang;	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems; Early Access.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

嫦娥三號就位巡視探測光學資料處理、分析與應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0103/2017/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	吳昀昭	嫦娥三號就位巡視探測光學資料處理、分析與應用

項目摘要

1. 研究背景

“嫦娥三號”是我國首次在地外天體著陸的探測器，獲得的原位探測資料十分寶貴。著陸區是從未採樣、年輕的玄武岩，記錄了月球晚期演化的資訊，極具研究價值。“玉兔”月球車搭載的可見光近紅外光譜儀（VNIS）實現了首次在月面測試光譜，全景相機（PCAM）獲得了從近 0° 相角至近 160° 相角的大量多角度觀測數據。這些資料都是過去所沒有的，十分值得開展深入研究，一方面產生新的科學成果，深化對月球的認識，另一方面也促進我國探月成果產出。

2. 研究目標

深入處理“玉兔”月球車 VNIS 和 PCAM 兩個載荷獲得的原位探測光學資料，產生高品質的絕對反射光譜。對資料開展詳細解譯與科學應用，獲得絕對反射率、太空風化、光度模型、物質成分等多項科學成果，促進我國自主探月資料的應用，深化對月球的認識。

3. 簡介研究工作的主要進展

儘管“玉兔”月球車只獲得了四條光譜，獲得了多個新發現，其中不少成果改變了傳統觀點。

專案共計在 EPSL、GRL、AJ、RAA、JGR、Icarus 等刊物發表 6 篇 SCI，產生了高精度校正的原位光譜，獲得了著陸區物質成分，揭示了新的太空風化光譜效應並建立了新的太空風化模型等原創性成果，超額完成了預期任務。

4. 研究成果與應用

- 1) 揭示了月壤存在表皮極強風化層，富含納米鐵，是過去 Apollo 樣品未發現的；
- 2) 風化使得月壤光譜變藍，改變了傳統愛紅的觀點，該發現對於修正月球 TiO₂ 含量反演模型具有指導作用；
- 3) 首次獲得了微尺度月壤熱輻射特徵，實測溫度比理論模型溫度高，揭示了月壤微顆粒粗糙面對於月球溫度具有顯著的影響；
- 4) 著陸區為光譜獨特、年輕的玄武岩，富含橄欖石，與過去美國 Apollo 和前蘇聯 Lunar 採樣區不同；
- 5) 著陸區附近發現了約 50Ma 以來的十分年輕的構造活動，對於重新認識月球的地質活躍程度具有重要意義；

- 6) 月球的反射率十分穩定可用於地球衛星定標，然而月球的絕對亮度存在爭議，嫦娥三號搭載了在軌定標器，獲得了絕對反射率，並提出嫦娥三號著陸點為新的月球定標點，比過去已有的定標點年輕，地形更為平坦，更適合作為定標點。

上述研究成果應用廣泛，可用於衛星定標、月球採樣、月球溫度研究等。

5. 進一步工作

嫦娥四號是嫦娥三號的備份，二者的載荷相同。嫦娥四號是世界上首個在月球背面著陸的探測器，已在月背開展巡視探測兩年，獲得了大量資料，仍在巡視探測。擬利用嫦娥四號原位光譜資料繼續開展月球原位光學研究，獲得月背的地質特徵等。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	The absolute reflectance and new calibration site of the Moon	吳昀昭	Astronomical Journal, 155, 213-231, 2018.04	SCI
期刊論文	Spectroscopic observations of the Moon at the lunar surface	吳昀昭	Earth and Planetary Science Letters, 484, 145-153, 2018.02	SCI
期刊論文	Geology, tectonism and composition of the northwest Imbrium region	吳昀昭	Icarus, 303, 67-90, 2018.03	SCI
期刊論文	The thickness and volume of young basalts within Mare Imbrium	吳昀昭	Journal of Geophysical Research Planets, 123, 630-645, 2018.02	SCI
期刊論文	Mineralogy of northern nearside mare basalts	王振超， 吳昀昭	Research in Astronomy and Astrophysics, 19(4), 52, 2018.09	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Space weathering of the Moon from in situ detection	吳胸昭， 王振超	Research in Astronomy and Astrophysics, 19(4),51,2019	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於多源遙感數據集成的火星高精度形貌製圖 與表面礦物反演研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0131/2017/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	邱凱昌	基於多源遙感數據集成的火星高精度形貌製圖與表面礦物反演研究

項目摘要

1. 研究背景

值我國嫦娥工程 4 和 5 號以及火星天問一號探測任務即將實施之際，依託國家月球與行星科學國家重點實驗室，澳門科技大學，開展了對月球、火星資料預處理和科學應用研究，為我國後續開展月球與火星探測任務獲取的科學資料分析與應用提供技術支援和有效驗證。

2. 研究目標

綜合利用國際上多個火星探測任務獲取的遙感數據，研究多源數據集成的幾何和光譜資訊處理模型，建立多源遙感影像定位定姿、形貌製圖、表面礦物反演的新方法和新技術，提高定位、製圖和反演的精度，並在典型區域開展綜合實驗驗證和科學應用研究。在火星遙感數據的高精度集成處理方法技術和綜合應用方面取得創新性成果，同時為我國火星探測數據的處理和科學應用奠定技術基礎。

3. 簡介研究工作的主要進展

製作了我國火星任務兩個預選著陸區（克裡斯平原和伊西底斯平原）5.0m/pixel 高解析度 CTX 正射影像拼圖，以此為底圖開展了壁壘撞擊坑形貌製圖和定年研究工作，開展了雅丹形貌製圖和統計分析工作；基於多源遙感影像，開展影像特徵匹配、立體影像稠密匹配、影像與 DEM 匹配等技術研究，研製了基於物方 SGM 的多視影像稠密匹配和三維製圖技術。

基於輻射傳輸模型，通過光譜正演將礦物非線性混合光譜解混問題轉換到線性空間求解，採用多端元混合光譜分解模型進行光譜反演，正演和反演相結合實現基於高光譜數據的火星表面礦物豐度反演。為了驗證所研究的光譜解混和礦物定量反演方法，同時也為了支持正在執行的嫦娥四號任務，用玉兔二號獲取的高光譜數據進行了礦物反演應用研究。

4. 研究成果與應用

發表國際 SCI 論文 16 篇。培養博士研究生 3 名，博士後 2 名。

5. 進一步工作

嫦娥和天問一號著陸區形貌製圖和礦物定量反演方法技術研究；研究區形貌和礦物成分製圖及綜合科學應用研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A Study about the Temporal Constraints on the Martian Yardangs' Development in Medusae Fossae Formation	Jia Liu, Zongyu Yue, Kaichang, Di, Sheng Gou, Shengli Niu	火星雅丹地貌形成年齡及演化	SCI
期刊論文	Mapping and spatial statistical analysis of Mars Yardangs Jia Liu, Kaichang, Di,	Sheng Gou, Zongyu Yue, Bin, Liu, Jing Xiao, Zhaoqin Liu	火星雅丹地貌製圖和空間分析	SCI
期刊論文	Diverse Polygonal Patterned Grounds in the Northern Eridania Basin, Mars: Possible Origins and Implications	Yanan Dang, Feng Zhang, Jiannan Zhao, Jiang Wang, Yi Xu, Ting Huang, Long Xiao	火星上幹鹽湖多邊形地貌成因機制研究	SCI
期刊論文	Comparative study between rivers in Tarim Basin in northwest China and Evros Vallis on Mars	Sheng Gou, Zongyu Yue, Kaichang Di, Yi Xu	火星上典型區域河流對比分析	SCI
期刊論文	Absolute model age of lunar Finsen crater and geologic implications	Sheng Gou, Zongyu Yue, Kaichang Di, Zhanchuan Cai, Zhaoqin Liu, Shengli Niu	嫦娥 4 號著陸區芬森撞擊坑年齡和地質分析	SCI
期刊論文	Geologically Old but Freshly Exposed Rock Fragments Encountered by Yutu-2 Rover	Sheng Gou, Zongyu Yue, Kaichang Di, Roberto Bugiolacchi, Wenhui Wan, Meiping Yang, Lejia Ye	嫦娥 4 號月球表面巡視車揭露新鮮出露的古老岩石	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Impact melt breccia and surrounding regolith measured by Chang'e-4 rover	Sheng Gou, Zongyu Yue, Kaichang Di, Jia Wang, Wenhui Wan, Zhaoqin Liu, Bin Liu, Man Peng, Yexin Wang, Zhiping He, Rui Xu	嫦娥 4 號著陸區撞擊熔融角礫和月壤測量分析	SCI
期刊論文	Forsteritic olivine and magnesium-rich orthopyroxene materials measured by Chang'e-4 rover	Sheng Gou, Kaichang Di, Zongyu Yue, Zhaoqin Liu, Zhiping He, Rui Xu, Bin Liu, Man Peng, Wenhui Wan, Yexin Wang, Jianzhong Liu	嫦娥 4 號測量到的鎂質橄欖石和富鎂斜方輝石礦物分析	SCI
期刊論文	In situ spectral measurements of space weathering by Chang'e-4 rover	Sheng Gou, Zongyu Yue, Kaichang Di, Wenhui Wan, Zhaoqin Liu, Bin Liu, Man Peng, Yexin Wang, Zhiping He, Rui Xu	嫦娥 4 號著陸區空間風化效應的光譜測量	SCI
期刊論文	Lunar deep materials observed by Chang'e-4 rover	Sheng Gou, Kaichang Di, Zongyu Yue, Zhaoqin Liu, Zhiping He, Rui Xu, Honglei Lin, Bin Liu, Man Peng, Wenhui Wan, Yexin Wang, Jianzhong Liu	嫦娥 4 號著陸區深部物質分析	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Topographic Evolution of Von Kármán Crater Revealed by the Lunar Rover Yutu-2	Kaichang Di, Meng Zhu, Zongyu Yue, Yangting Lin, Wenhui Wan, Zhaoqin Liu, Sheng Gou, Bin Liu, Man Peng, Yexin Wang, Shengli Niu, Jinhai Zhang, Jian Li, Jianfeng Xie, Luhua Xi, Jianfeng Yang, Bin Xue	嫦娥 4 號著陸區馮卡門撞擊坑地形演化分析	SCI
期刊論文	A catalogue of impact craters larger than 200 m and surface age analysis in the Chang'e-5 landing area	Mengna Jia, Zongyu Yue, Kaichang, Di, Bin Liu, Jianzhong Liu, Gregory Michael	嫦娥 5 號著陸區撞擊坑定年分析	SCI
期刊論文	A large long-lived central-vent volcano in the Gardner region: Implications for the volcanic history of the nearside of the Moon	Qian Huang, Jiannan Zhao, Xianmin Wang, Taimao Wang, Feng Zhang, Le Qiao, Yuchao Chen, Denggao Qiu, Yazhou Yang, Long Xiao	Gardner 盾狀火山對月球正面火山活動演化歷史的啓示與分析	SCI
期刊論文	Ring-Moat Dome Structures (RMDs) in the Lunar Maria: Statistical, Compositional, and Morphological Characterization and Assessment of Theories of Origin	Feng Zhang, James W. Head, Christian Wohler, Roberto Bugiolacchi, Lionel Wilson, Alexander T. Basilevsky, Arne Grumpe, Yong L. Zou	月海地區環形凹陷穹丘的統計、成分和形貌特徵分析和成因機制研究	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A theoretical model for the formation of Ring Moat Dome Structures: Products of second boiling in lunar basaltic lava flows	Lionel Wilson, James W. Head, Feng Zhang	月海地區環形凹陷穹丘的理論模型	SCI
期刊論文	The lunar mare ring-moat dome structure (RMDS) age conundrum: Contemporaneous with Imbrian-aged host lava flows or emplaced in the Copernican?	Zhang, F., Head, J. W., Wöhler, C., Basilevsky, A. T., Wilson, L., Xie, M. et al.	發現月球上可能存在 10 億年內年輕火山作用	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

面向細胞操作的觸覺力反饋機器人微操作系統研製

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
179/2017/A3	澳門大學	徐青松	面向細胞操作的觸覺力反饋 機器人微操作系統研製

項目摘要

1. 研究背景

機器人微操作系統通過對機器人進行驅動、傳感與控制，用以完成對微納米尺度物體的定位、夾取、裝配等精密操作。該項目研製基於觸覺力反饋的微操作系統，其集成微機器人、驅動與傳感、人機交互、自動控制等，並提供關鍵技術支援，可以充分運用操作人員的判斷知識和機器人自動化的優勢，借助觸覺反饋操作手柄提供的臨場感，實現對微小物體的精確操作與感知。

2. 研究目標

具體研究目標如下：

- 1) 設計並分析一種新型的結構緊湊、靜態平衡的柔性機構作為觸覺力反饋操作器，以提升觸覺操作的真實性。
- 2) 設計並分析一種新型的面向生物細胞操作的微夾鉗，以實現生物細胞等物體的夾取以及有效釋放等操作。
- 3) 加工製作出基於觸覺力反饋的細胞微操作系統樣機，設計出高效的觸覺反饋控制器，對生物細胞操作進行實驗驗證。

研究成果可為機器人微操作系統的集成優化設計、開發和應用提供核心技術支撐。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 新型靜態平衡柔性機構的設計與分析研究：基於項目組在柔性機構方面的前期研究基礎，提出一種多維靜態平衡柔性機構的設計方法，以實現在空間三個方向上的靈巧操作。通過將具有正、負剛度的柔性機構並聯連接以實現靜態平衡功能。該專案設計新型的三維平動、運動解耦、空間並聯柔性機構。專案對機構進行了參數優化設計，以達到工作空間大、結構緊湊等性能，並進行類比分析及實驗驗證等方面的研究工作。
- 2) 新型壓電驅動微夾鉗的設計與分析研究：該專案提出一種新型基於高頻振動的柔性微夾鉗。採用壓電陶瓷驅動器同時實現了對微小物體的夾取操作與釋放操作。微夾鉗採用柔性並聯機構構型，可達到結構緊湊、夾取位移大等優點。另外，對微夾鉗的雙臂分別控制，其安裝間隙可調，可實現對不同大小物體的夾取操作。該專案對所設計的微夾鉗進行了理論建模、優化設計、模擬分析與驗證等方面的研究工作。
- 3) 基於觸覺力反饋的微操作系統樣機的製作與應用研究：項目製作主 - 從式觸覺力反饋微操作系統樣機，以驗證其操作靈活、真實性高等性能。主動操作手柄採用可反向驅動的音圈電機

驅動器，從動操作器採用壓阻式位移和力感測器以實現微操作器的觸覺力反饋。採用位移和力感測器用以對微操作樣機進行系統標定。該專案通過對系統進行動力學建模、系統辨識等方面的研究，設計出觸覺控制器，以進一步提高微操作系統的透明性與穩定性。將控制演算法進行電腦實現，以採用微操作系統對細胞進行分離、測試等操作實驗驗證。

4. 研究成果與應用

- 1) 培養 4 名博士研究生與 9 名碩士研究生。
- 2) 製作出 1 個基於觸覺力反饋的微操作系統樣機。
- 3) 發表 18 篇 SCI 期刊論文、14 篇國際會議論文與 1 篇書籍章節。

5. 進一步工作

相關專利在申請中，期望能夠進一步擴展觸覺力反饋機器人微操作系統的實際應用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1 期刊論文	Design and Development of a Teleoperated Robotic Microinjection System With Haptic Feedback	K. Feng, Qingsong Xu, and L. M. Tam	IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 6, no. 3, pp. 6092–6099, 2021	SCI/EI
2 期刊論文	Design of a New XY Flexure Micropositioning Stage With Large Hollow Platform	H. Zhang, Z.H. Wu, and Qingsong Xu	Actuators, vol. 9, no. 3, pp. 65, 2020	SCI/EI
3 期刊論文	Design and Testing of a New Dual-Axial Underfloor Piezoelectric Energy Harvester	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Sensors and Actuators A: Physical, vol. 303, pp. 111858, 2020	SCI/EI
4 期刊論文	Design of a Novel Two-Directional Piezoelectric Energy Harvester with Permanent Magnets and Multi-Stage Force Amplifier	S. Wen, Z.H. Wu, and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Ultrasonics, Ferroelectrics, and Frequency Control, vol. 67, no. 4, pp. 840-849, 2020	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
5 期刊論文	Design, Fabrication, and Testing of a Novel 3-DOF Energy Harvester With Single Piezoelectric Stack	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Journal of Mechanical Design, Transactions of the ASME, vol. 142, no. 6. pp. 063303, 2020	SCI/EI
6 期刊論文	Design of a New Piezoelectric Energy Harvesting Handrail With Vibration and Force Excitations	Z. Li, Qingsong Xu, and L. M. Tam	IEEE Access, vol. 7, pp. 151449-151458, 2019	SCI/EI
7 期刊論文	Design and Development of a New 3-DOF Active-Type Constant-Force Compliant Parallel Stage	X. Zhang and Qingsong Xu	Mechanism and Machine Theory, vol. 140, pp. 654-665, 2019	SCI/EI
8 期刊論文	Force-Sensing Robotic Microinjection System for Automated Multi-Cell Injection with Consistent Quality	Z. Nan, Qingsong Xu, Y. Zhang, and W. Ge	IEEE Access, vol. 7, pp. 55543-55553, 2019	SCI/EI
9 期刊論文	Design and Testing of a New Force-Sensing Cell Microinjector Based on Soft Flexure Mechanism	Y. Wei and Qingsong Xu	IEEE Sensors Journal, vol. 19, no. 15, pp. 6012-6019, 2019	SCI/EI
10 期刊論文	Design of a Novel Piezoelectric Energy Harvester Based on Integrated Multi-Stage Force Amplification Frame	S. Wen and Qingsong Xu	IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 24, no. 3, pp. 1228-1237, 2019	SCI/EI
11 期刊論文	A Survey of Force-Assisted Robotic Cell Microinjection Technologies,” IEEE Transactions on Automation Science and Engineering	Y. Wei and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 16, no. 2, pp. 931-945, Aril 2019	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
12 期刊論文	Design, Fabrication, and Testing of a New Compact Piezo-Driven Flexure Stage for Vertical Micro/Nano-Positioning	Z.Y. Wu and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 16, no. 2, pp. 908-918, 2019	SCI/EI
13 期刊論文	Design and Testing of a Novel 2-DOF Compound Constant-Force Parallel Gripper	X. Zhang and Qingsong Xu	Precision Engineering, vol. 122, pp. 139-151, 2019	SCI/EI
14 期刊論文	Design and Optimization of a New Compliant Rotary Positioning Stage with Constant Output Torque	P. Wang, S. Yang, and Qingsong Xu	International Journal of Precision Engineering and Manufacturing, vol. 19, no. 12, pp. 1843-1850, 2018	SCI/EI
15 期刊論文	Design, Analysis and Testing of a New Compliant Compound Constant-Force Mechanism	X. Zhang, G. Wang, and Qingsong Xu	Actuators, vol. 7, no. 4, pp. 65, doi: 10.3390/act7040065, 2018	SCI/EI
16 期刊論文	Design and testing of a novel bidirectional energy harvester with single piezoelectric stack	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 122, pp. 139-151, 2019	SCI/EI
17 期刊論文	Design and analysis of a 2-DOF compliant gripper with constant-force flexure mechanism	X. Zhang and Qingsong Xu	Journal of Micro-Bio Robotics, vol. 15, no. 1, pp. 31-42, 2019	SCI/EI
18 期刊論文	Design and Fabrication of a New Dual-Arm Soft Robotic Manipulator	Y. Wang and Qingsong Xu	Actuators, vol. 8, no. 1, pp. 5, doi: 10.3390/act8010005, 2019	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
19 會議論文	Design, Modeling, and Optimization of a Novel Asymmetrical Piezoelectrically Actuated Microgripper	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of the ASME 2021 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/ CIE 2021), Online, August 17-20, 2021	EI
20 會議論文	Design and Testing of a New Cell Microinjector Based on Small-Stiffness Mechanism	Y. Wei and Qingsong Xu	Proceedings of 2019 IEEE Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2019), Macau, China, November 3-8, 2019	EI
21 會議論文	Design and Analysis of a Novel Active Constant- Force XYZ Parallel Stage	X. Zhang and Qingsong Xu	Proceedings of The 4th International Conference on Manipulation, Automation and Robotics at Small Scales (MARSS2019), Helsinki, Finland, July 1-5, 2019	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
22 會議論文	Design and Testing of a New Compliant Parallel-Kinematic Constant-Force End-Effector	X. Zhang and Qingsong Xu	Proceedings of The 4th International Conference on Manipulation, Automation and Robotics at Small Scales (MARSS2019), Helsinki, Finland, July 1-5, 2019	EI
23 會議論文	Design of a New Wrist Rehabilitation Robot Based on Soft Fluidic Muscle	Y. Wang and Qingsong Xu	Proceedings of IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2019), Hong Kong, China, July 8-12, 2019	EI
24 會議論文	Design and Optimization of a New 3-DOF Energy Harvester With Single Piezoelectric Stack	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Proceedings of IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2019), Hong Kong, China, July 8-12, 2019	EI
25 會議論文	Design of a New Rotary Micropositioning Stage Driven by Piezoelectric Actuator	H. Zhang and Qingsong Xu	Proceedings of the 19th IEEE International Conference on Nanotechnology (IEEE-NANO 2019), Macau SAR, China, July 22-26, 2019	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
26 會議論文	Design and Testing of a New High-Order Integral Terminal Sliding Mode Controller	Z. Nan, Qingsong Xu, and S. Li	Proceedings of The 38th Chinese Control Conference (CCC 2019), Guangzhou, China, July 27-30, 2019	EI
27 會議論文	Design and Fabrication of a New Cell Microinjector Driven by Dielectric Elastomer Actuator	Y. Wei and Qingsong Xu	Proceedings of The 9th Annual IEEE International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (IEEE-CYBER 2019), Suzhou, China, July 29-August 2, 2019	EI
28 會議論文	Neural Networks-Based Model Predictive Control for Precision Motion Control of a Micropositioning System	Y. Yan and Qingsong Xu	Proceedings of 2019 IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics (RCAR 2019), Irkutsk, Russia, August 4-9, 2019	EI
29 會議論文	Design and Analysis of a New 3-DOF Active-Type Constant-Force Compliant Parallel Stage	X. Zhang and Qingsong Xu	Proceedings of 2019 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2019), Macau, China, November 3-8, 2019	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
30 會議論文	Design and Testing of a New Cell Microinjector with Embedded Soft Force Sensor	Y. Wei and Qingsong Xu	Proceedings of 2019 International Conference on Robotics and Automation (ICRA 2019), Montreal, Canada, May 20-24, 2019	EI
31 會議論文	Design of a Novel Piezo-Driven XYZ Compliant Parallel Micro/Nano-Positioning Stage	Z.Y. Wu and Qingsong Xu	Proceedings of 2018 IEEE Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2018), Kuala Lumpur, Malaysia, December 12-15, 2018	EI
32 會議論文	Design and Testing of a New Energy Harvester with Single Piezo-Stack for Pull and Push Input	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Proceedings of 2018 IEEE International Conference on Information and Automation (ICIA 2018), Fujian, China, August 11-13, 2018	EI
33 書籍章節	Neural Networks-Based PID Precision Motion Control of a Piezo-Actuated Microinjector	Y. Yan and Qingsong Xu	Lecture Notes in Computer Science, vol. 11745, ISBN: 978-3-030-27528-0, pp. 407-418	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	9	-

研究結果	樣品	成品	產品
	5	-	-

技術成果名稱	觸覺力反饋機器人微操作系統
成果特點	該項目研製出基於觸覺力反饋的微操作系統，其集成微機器人、驅動與傳感、人機交互、自動控制等關鍵技術，可以充分運用操作人員的判斷知識和機器人自動化的優勢，借助觸覺反饋操作手柄提供的臨場感，實現對微小物體的精確操作與感知。
技術成熟度	已製作出觸覺力反饋的微操作系統樣機，並針對斑馬魚卵細胞進行操作實驗驗證。
應用範圍	生物細胞顯微注射、微操作、微裝配等。
投產條件和預期經濟效益	需要資金投入，批量生產後可廣泛應用於醫院、科研院所、生物醫藥企業等。
合作方式	技術轉讓或聯合生產，具體合作方式可商議。

聯系地址	澳門大學科技學院機電工程系		
聯系人	徐青松	電話	(853) 8822 4278
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/qsxu/	傳真	(853) 8822 2426

面向智能物聯網的機電設備健康監控與預測

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
194/2017/A3	澳門大學	楊志新	面向智能物聯網的機電設備健康監控與預測

項目摘要

1. 研究背景

機電設備，如水泵，隧道通風機，電力設備及電梯等，是支撐社會發展和城市平穩運行的重要元素。防止關鍵裝備的意外損壞是必須研究的關鍵問題。本項目以通用型機電設備為研究對象，構建物聯網環境下的機電設備健康智能監控平臺。通過對機電設備內部的實時運行狀態信號通過傳感器採集，分析多維即時狀態數據以提取有效特徵，進而利用人工智能技術對目標系統的狀態進行故障識別和壽命預測，並且將工況在設備間進行互傳，最終實現對機械裝置群的分佈式診斷和狀態預測分析。

2. 研究目標

本項目有 3 個研究目標：

- 目標 1：研究處理週期性、非平穩多維狀態信號的新型信號分析和特徵提取技術。
- 目標 2：研究基於人工智能技術中多分類器融合的，自適應模式識別與狀態預測新方法。
- 目標 3：開發基於物聯網技術，對設備進行健康評估和剩餘壽命預測。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目的研究工作在以下四方面取得重要進展：

- 1) 信號獲取及特徵提取。根據機組狀態信號的特點，選取合適的信號傳感器，構建信號測量模型；針對週期性非平穩信號，採用可變量模態分解的方法進行信號分解；在頻譜維建立特徵與典型故障的映射模型。
- 2) 基於多個平行架構的機器學習網絡的特徵學習和併發故障診斷技術。採用改進的超限學習機網絡對提取的故障特徵進行智慧分類。通過回歸故障數量，自適應地分類挑選出多故障標籤，最終達到多故障識別分類的效果。
- 3) 基於物聯網技術的信號傳輸，設備定位與設備狀態資訊管理技術。通過研究系統的工作模式和數據流程，對系統各功能模組進行設計和劃分，確定出各個模塊的功能，實現多機電系統的智能互聯。
- 4) 機器設備健康評估和剩餘壽命預測。採用譜峭度對分解的特徵進行選擇，對設備的健康狀態進行評估，基於物聯網技術的信號傳輸，進行剩餘壽命預測。

4. 研究成果與應用

在理論方面，提出了機器設備信號獲取及特徵提取新技術，研究了特徵學習和併發故障診斷技術，開發了健康評估和剩餘壽命預測。相關成果在領域內頂級學術刊物發表。

在應用開發方面，針對機電設備狀態感知信號類型單一、數量不足、難以動態採集的困難，將項目研究成果進行應用性開發，實現開發了一種新穎的便攜式聲振聯合機電設備健康狀況智能監測裝備。可對多種機電故障進行高精度、高可靠性、實時智能診斷監測。

5. 進一步工作

在本項目關於面向智能物聯網的機電設備健康監控與預測研究的基礎上，未來將進一步開展符合澳門智慧城市支撐設備安全運維所需，聚焦分佈式異構設備的智能維護與決策開展研究，計劃開展三項創新性研究：

- 1) 提出基於智能機器人的動態多能域信息完備獲取與融合方法；
- 2) 建立裝備運行狀態的多能域數字孿生模型，並構建廣義特徵指標集；
- 3) 通過研究基於模型與數據聯合驅動的設備安全狀態監測與壽命預測算法，進而提出備件管理，優化運行等智能維護決策方法。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	2019 全國挑戰杯一等獎	胡致遠 (指導老師： 楊志新)	2019 全國挑戰杯一等獎（澳門唯一的一等獎）	全國獎
期刊論文	Novel paralleled extreme learning machine networks for fault diagnosis of wind turbine drivetrain.	Wang, X.B., Yang, Z.X., Wong, P.K., Deng, C.	Memetic Computing. (2018). DOI: 10.1007/s12293-018-0277-2.	SCIE, Q2
期刊論文	An improved solution for deformation simulation of nonorthotropic geometric models.	Wei Cao, Zhixin Yang, Xiaohua Ren, Luan Lyu, Bob Zhang, Yanci Zhang, Enhua Wu.	Computer Animation and Virtual Worlds, 2019; e1915. https://doi.org/10.1002/cav.1915 .	SCI, Q4
期刊論文	Urban Acoustic Classification based on Deep Feature Transfer Learning	Dai, H.Z., Cao, J.W., Wang, J. Z., and Yang, Z.X.	Journal of the Franklin Institute, Vol 357, Issue 1, pp. 667-686, Jan 2020.	SCIE, Q1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A new learning paradigm for random vector functional-link network	Zhang, P.-B., Yang, Z.-X.*	RVFL+, Neural Networks, Vol. 122, (2020), Pp 94-105. ISSN 0893-6080, Feb. 2020.	SCIE, Q1
期刊論文	A Novel Prognostic Approach for RUL Estimation with Evolving Joint Prediction of Continuous and Discrete States.	Bao, R.J. Rong H.J. Yang, Z.X. Chen, B.D.	IEEE Transactions on Industrial Informatics. vol. 15, no. 9, pp. 5089-5098, Sep. 2019.	SCIE, Q1
期刊論文	Design of Reconfigurable Planar Micro-Positioning Stages Based on Function Modules.	Ding, B., Yang, Z.X., Zhang, G., Xiao, X.	IEEE ACCESS, 2019, Vol. 7, pp 15102-15112.	SCIE, Q1
期刊論文	An ELM-Embedded Deep Learning Based Intelligent Recognition System for Computer Numeric Control Machine Tools	Luo, L., Yang, Z.X*, Tang, L., and Zhang, K	IEEE Access, vol. 8, pp. 24616-24629, 2020.	SCIE, Q1
期刊論文	Higher-order potentials for video object segmentation in bilateral space.	Hao, C.Y., Chen, Y.D., Yang, Z.X.*, Wu, E.H	Neurocomputing. Vol. 401, pp. 28-35.	SCIE, Q1
期刊論文	Improving Semantic Analysis on Point Clouds via Auxiliary Supervision of Local Geometric Priors.	Tang, L.L., Chen, K., Wu, C., Hong, Y., Jia, K., Yang, Z.X*	IEEE Transactions on Cybernetics, 12(1):1-11.	SCIE, Q1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A New Testing Method for the Dielectric Response of Oil-immersed Transformer	Wang, D.Y., Zhou, L.J., Yang, Z.-X.*, Cui, Y. Wang, L., Jiang, J., Guo, L.,	IEEE Transactions on Industrial Electronics, Vol. 67, no.12, pp. 10833-10843. 2020.	SCIE, Q1
期刊論文	A new nonlocal means based framework for mixed noise removal	Jiang, J. L., Yang, K., Yang, J., Yang, Z.X.*, Chen, Y.D., Luo, L.	Neurocomputing, Vol 431, 2021, Pages 57-68, ISSN 0925-2312	SCIE, Q1
期刊論文	A phase estimation algorithm for quantum speed-up multi-party computing.	Yu, W., Feng, H., Xu, Y., Yin, N., Chen, Y., Yang, Z.X.*	CMC-Computers, Materials & Continua, vol. 67, no.1, pp. 241-252, 2021.	SCIE, Q2
期刊論文	Online Equivalent Degradation Indicator Calculation for Remaining Charging-discharging Cycle Determination of Lithium-ion Batteries.	Yang, Z., Yu, G., Zhao, J., Wong, P. K., & Wang, X.	IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2021.	SCIE, Q1

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	4	3

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	便攜式聲振耦合機電設備健康狀況智能監測儀
成果特點	• 機電設備多種故障智能診斷監測； • 基於多源異構信號，集成了振動、音頻等信號的降噪、特徵提取、人工智能健康分類等模塊； • 便攜式、方便開展現場監測； • 高精度、高可靠性、實時進行機電設備健康狀況監測。
技術成熟度	成熟度較高；已經生成出樣機。
應用範圍	各種機電設備的健康診斷和智能運行維護，包括樓宇機電系統、電力設備、電梯等。
投產條件和預期經濟效益	初步具備投產條件
合作方式	-

聯系地址	澳門大學		
聯系人	楊志新	電話	(853) 8822 4456
網址	www.um.edu.mo	傳真	(853) 8822 2430

面向新生物醫學成像數據去噪的魯棒稀疏學習算法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
196/2017/A3	澳門大學	陳龍	面向新生物醫學成像數據去噪的魯棒稀疏學習算法

項目摘要

1. 研究背景

隨著新的生物醫學成像技術的不斷湧現和生物醫學圖像的廣泛應用，人們對圖像質量的追求亦越來越高。但圖像在獲取、傳輸及存儲的過程中總是不可避免的會受到噪聲的污染。在不改變成像設備的基礎上，有效地在各種新生物醫學成像數據中剔除噪聲並保留有益的細節信息已經成為急需解決的問題。針對這個問題，本項目的研究目標是以加權的魯棒稀疏表達模型的信任賦值為基本處理手段開發一類魯棒的新生物醫學圖像去噪方法，進而推進後續基於各種新型成像手段的生物醫學分析與研究。

2. 研究目標

總目標是開發一類魯棒的新生物醫學圖像去噪方法。

3. 簡介研究工作的主要進展

為達到研究目標，我們在如下 4 個方向進行了深入研究：

- 1) 針對各種生物醫學圖像，基於 VST 變換的近似效率，對噪聲圖像進行信任度賦值。
此項工作進展順利，我們針對多種噪聲污染的圖像，研究了 VST 帶來的效果，設計了比較合理的信任度賦值。相應的去噪聲方法已經獲得。
- 2) 構建一種可以處理帶信任度圖像的魯棒稀疏表達建模框架。
此項工作進展順利，我們對一般稀疏表達的魯棒性進行了分析，發現稀疏表示中的負值係數缺少物理意義並且會抑制通過係數發現子空間的能力。所以我們設計了非負表示模型。我們進一步研究了數據的流形結構對非負模型的改進並已經找到優化此模型的算法。為了對模型優化有好的算法，我們考慮了非凸的目標函數的近似，獲得較好效果。
- 3) 基於 VST 和相應的信任度分配，利用 2) 中提出的稀疏表達模型，構造一類新的去噪聲算法。
集成 VST 和低秩張量的方法，我們開發了一個針對泊松噪聲的去噪聲算法，實驗結果效果極佳。針對譜類成像數據，我們開發了一種 ALM 方法獲得較好的去噪聲效果。針對高光譜數據，我們研究了新的基於稀疏特徵的噪聲模型，並開發了相應處理方法。基於圖塊聚類的方法，我們開發了新的 MR 圖像去噪聲方法。
- 4) 在實際的各種新型生物與醫學成像數據上測試 3) 中構造的算法。
我們從合作者處收集到多種類型生物與醫學成像數據，現在已經包括有光譜成像，熒光成像，MR 成像。我們幫助合作者處理了部分數據，驗證了一些本項目開發的去噪聲算法。

研究成果與應用

基於前面的研究進展，我們有 3 大成果，其相應的算法實現已經完成，並可以為生物醫學圖像使用人員實際應用：

- 1) 針對泊松類噪聲的處理算法；
- 2) 針對 MR 數據的去噪聲方法及其相關圖像塊的非監督聚類算法；
- 3) 針對光譜類數據的去噪聲算法。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Robust Nonconvex Nonnegative Low-rank Representation.	Zhao, Yin-Ping, Xiliang Lu, Long Chen, Jinyu Tian, and CL Philip Chen.	In 2019 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY), pp. 226-231. IEEE, 2019.	EI Google Scholar Citation: 1
會議論文	Tensor Decomposition for Poisson Image Denoising	Wei, Huiqin, Long Chen, and Lili Xu	In 2019 International Conference on Fuzzy Theory and Its Applications (iFUZZY), pp. 226-231. IEEE, 2019.	EI Google Scholar Citation: 1
會議論文	MR Image Denoising by FGMM Clustering of Image Patches	Zhaoyin Shi, Long Chen	In: Peng Y., Hu SM., Gabbouj M., Zhou K., Elad M., Xu K. (eds) Image and Graphics. ICIG 2021. Lecture Notes in Computer Science, vol 12889. Springer, Cham.	EI
期刊論文	Integrating guided filter into fuzzy clustering for noisy image segmentation	Guo, Li, Long Chen, CL Philip Chen, and Jin Zhou	Digital Signal Processing 83 (2018): 235-248.	SCI Google Scholar Citation: 37

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Membership Affinity Lasso for Fuzzy Clustering	Guo, Li, Long Chen, Xiliang Lu, and CL Philip Chen	IEEE Transactions on Fuzzy Systems 28, no. 2 (2019): 294-307.	SCI Google Scholar Citation: 8
期刊論文	Deep Fuzzy Clustering—A Representation Learning Approach	Feng, Qiying, Long Chen, CL Philip Chen, and Li Guo	IEEE Transactions on Fuzzy Systems 28, no. 7 (2020): 1420-1433.	SCI Google Scholar Citation: 11
期刊論文	Multifocus image fusion with enhanced linear spectral clustering and fast depth map estimation	Duan, Junwei, Long Chen, and CL Philip Chen	Neurocomputing 318 (2018): 43-54	SCI Google Scholar Citation: 10
期刊論文	Laplacian regularized nonnegative representation for clustering and dimensionality reduction	Zhao, Yin-Ping, Long Chen, and CL Philip Chen	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology 31, no. 1 (2020): 1-14	SCI Google Scholar Citation: 7
期刊論文	Tensor-based robust principal component analysis with locality preserving graph and frontal slice sparsity for hyperspectral image classification	Wang, Yingxu, Tianjun Li, Long Chen, Yufeng Yu, Yinpeng Zhao, and Jin Zhou	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing (2021). doi: 10.1109/TGRS.2021.3093582.	SCI Google Scholar Citation: 1
期刊論文	An Alternating Direction Minimization based denoising method for extracted ion chromatogram	Li, Tianjun, Long Chen, and Xiliang Lu.	Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems 206 (2020): 104138.	SCI Google Scholar Citation: N/A

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Multiple kernel fuzzy clustering with unsupervised random forests kernel and matrix-induced regularization	Zhao, Yin-Ping, Long Chen, Min Gan, and CL Philip Chen	IEEE Access 7 (2018): 3967-3979.	SCI Google Scholar Citation: 8
期刊論文	Stable gold graphitic nanocapsule doped hydrogels for efficient photothermal antibacterial applications	Xu, Ming-Lu, Lu-Yao Guan, Sheng-Kai Li, Long Chen, and Zhuo Chen	Chemical Communications 55, no. 37 (2019): 5359-5362.	SCI Google Scholar Citation: 20
期刊論文	Versatile metal graphitic nanocapsules for SERS bioanalysis	Li, Shengkai, Jiamei Xu, Shen Wang, Xin Xia, Long Chen, and Zhuo Chen.	Chinese Chemical Letters 30, no. 9 (2019): 1581-1592.	SCI Google Scholar Citation: 11
期刊論文	Quality control of imbalanced mass spectra from isotopic labeling experiments	Li, Tianjun, Long Chen, and Min Gan	BMC bioinformatics 20, no. 1 (2019): 549..	SCI Google Scholar Citation: 2
期刊論文	Recent Advances in Multifunctional Graphitic Nanocapsules for Raman Detection, Imaging, and Therapy	Liu, Zhangkun, Shengkai Li, Xin Xia, Zhaotian Zhu, Long Chen, and Zhuo Chen.	Small Methods 4, no. 4 (2020): 1900440	SCI Google Scholar Citation: 5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Versatile Graphene-Isolated AuAg-Nanocrystal for Multiphase Analysis and Multimodal Cellular Raman Imaging.	Li, Shengkai, Zhaotian Zhu, Xinqi Cai, Minghui Song, Shen Wang, Qing Hao, Long Chen, and Zhuo Chen.	Chinese Journal of Chemistry 39, no. 6 (2021): 1491-1497.	SCI Google Scholar Citation: N/A
期刊論文	In Situ Gastric pH Imaging with Hydrogel Capsule Isolated Paramagnetic Metallo-albumin Complexes.	Xu, Yiting, Yanxia Yang, Zhiwei Yin, Xinqi Cai, Xin Xia, Michael J. Donovan, Long Chen, Zhuo Chen, and Weihong Tan	Analytical chemistry 93, no. 14 (2021): 5939-5946.	SCI Google Scholar Citation: N/A
期刊論文	. In situ pepsin-assisted needle assembly of magnetic-graphitic-nanocapsules for enhanced gastric retention and mucus penetration.	Xinqi Cai, Yiting Xu, Lina Zhao, Jiamei Xu, Shengkai Li, Chaoqi Wen, Xin Xia, Qian Dong, Xiaoxiao Hu, Xiaofeng Wang, Long Chen, Zhuo Chen, Weihong Tan	Nano Today 36 (2021): 101032	SCI Google Scholar Citation: 5

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

冕環及暗條的振盪模式研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
275/2017/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	許敖敖	冕環及暗條的振盪模式研究

項目摘要

1. 研究背景

太陽大氣中普遍存在各種形式的 MHD 波和振盪，比如冕環振盪和暗條振盪。對這些現象的多波段觀測研究有助於理解它們的觸發機制、回復力和衰減機制。此外，由於日冕磁場強度較弱，難以直接測量。結合觀測特性（如周期、衰減時標）和冕震學為間接診斷日冕磁場強度和冕環內部結構提供了有力的工具。國內外空間和地面太陽望遠鏡積累的多波段、高分辨率觀測資料為深入研究冕環和暗條振盪提供了新的契機。

2. 研究目標

本項目擬對冕環和暗條振盪的觀測特徵（振幅、周期、衰減時標）進行研究，確認其振盪模式（橫向或縱向），加深對觸發機制、回復力和衰減機制的理解。尤其要對無衰減振盪進行研究。結合觀測特徵和冕震學理論對冕環和暗條的磁場強度進行估算。此外，還將結合流體力學數值模擬對觀測現象進行再現和解釋，為預測太陽爆發活動提供一定的指導，為太陽望遠鏡科學目標的制定提供一定的依據。

3. 簡介研究工作的主要進展

觀測到暗條縱向振盪期間振幅被兩個約束耀斑依次增強的過程。數值模擬很好地再現了該過程，表明耀斑與暗條的相互作用不僅顯著增強暗條振盪的振幅，而且顯著延長振盪的持續時間達 10 個小時以上。

觀測到兩個同源環形耀斑分別觸發了冕環的小幅度（310-510 千米）無衰減振盪和大幅度（1250-1280 千米）有衰減振盪。橫向振盪都屬快的扭曲模。無衰減振盪周期接近 2 分鐘，而有衰減振盪周期（70-117 秒）在各個波段不同。衰減時標（147-315 秒）隨周期線性增加。

4. 研究成果與應用

在本項目的資助下，在國際天文學頂級期刊共發表和接收 18 篇文章，加深了人們對冕環振盪觸發機制和日冕能量平衡的理解，進一步驗證了連續的驅動源對（冕環和日珥）振盪幅度的放大效應。利用暗條振盪周期對支撐暗條磁場的幾何位型（曲率半徑）進行了估算；利用冕環振盪周期對冕環磁場強度進行了估算，利用衰減時標對冕環內部結構（密度不均勻層）進行了分析。

5. 進一步工作

今後將尋找更多的典型事件進行深入分析和統計研究，爭取對無衰減振盪的觸發機制和能量來源有清晰的認識。深入研究日珥振盪與爆發的關係，對太陽爆發活動和空間天氣預報提供一定的參考價值。加強三維 MHD 數值模擬在日珥振盪和冕環振盪的應用，以實際觀測條件為輸入參數（初始條件、邊界條件），更加真實地重現觀測現象，加深對觀測現象的理解，提高預報能力。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Observations of a Quasi-periodic Pulsation in the Coronal Loop and Microwave Flux during a Solar Preflare Phase	Dong Li, Ying Li, Lei Lu, Qingmin Zhang, Zongjun Ning, and Sergey Anfinogentov	The Astrophysical Journal Letters, 893:L17 (6pp), 2020 April 10	已發表
期刊論文	Does a Solar Filament Barb Always Correspond to a Prominence Foot?	Y. Ouyang, P. F. Chen, S. Q. Fan, B. Li, and A. A. Xu	The Astrophysical Journal, 894:64 (6pp), 2020 May 1	已發表
期刊論文	Remote coronal dimmings related to a circular-ribbon flare	Q. M. Zhang and R. S. Zheng	Astronomy & Astrophysics, 633, A142 (2020)	已發表
期刊論文	Longitudinal filament oscillations enhanced by two C-class flares	Q. M. Zhang, J. H. Guo, K. V. Tam, and A. A. Xu	Astronomy & Astrophysics, 635, A132 (2020)	已發表
期刊論文	Transverse coronal loop oscillations excited by homologous circular-ribbon flares	Q. M. Zhang, J. Dai, Z. Xu, D. Li, L. Lu, K. V. Tam, and A. A. Xu	Astronomy & Astrophysics, 638, A32 (2020)	已發表

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Simultaneous transverse oscillations of a coronal loop and a filament excited by a circular-ribbon flare	Q. M. Zhang	Astronomy & Astrophysics, 642, A159 (2020)	已發表
期刊論文	Transverse oscillation of a coronal loop induced by a flare-related jet	J. Dai ¹ , Q. M. Zhang, Y. N. Su ¹ , and H. S. Ji	Astronomy & Astrophysics, 646, A12 (2021)	已發表
期刊論文	Energy partition in a confined flare with an extreme-ultraviolet late phase	Q. M. Zhang, J. X. Cheng, Y. Dai, K. V. Tam, and A. A. Xu	Astronomy & Astrophysics, March 21, 2020	已發表
期刊論文	Some interesting topics provoked by the solar filament research in the past decade	Peng-Fei Chen, Ao-Ao Xu, and Ming-De Ding	Research in Astronomy and Astrophysics, 2020 Vol. 20 No. 10, 166(14pp)	已發表

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

三元網絡信息實體感知與知識圖譜構建

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0007/2018/A1	澳門大學	鞏志國	三元網絡信息實體感知 與知識圖譜構建

項目摘要

1. 研究背景

人機物三元體是智慧城市技術的最基本的要素，對其的感知，識別，理解，與融合是信息技術發展必須解決好的任務。在此基礎上，才可以構建城市的知識圖譜。該項目首先研究智慧城市相關的各類實體的感知技術與方法；進而對城市知識圖譜的自動化技術進行研究；最後探討利用這些技術實現智慧城市應用的路線。

2. 研究目標

研究目標包括：（1）人機物傳感器的設計；（2）多源數據的深度融合技術；（3）大規模人機物關係的建立；（3）人機物三元組的特徵提取技術；（4）知識圖譜的動態生成技術。

3. 簡介研究工作的主要進展

雖然項目的執行期間遇到疫情的嚴重影響，總體而言技術研發的進展順利，完成了各項目標。完成了對物理環境以及設備環境的物理感知設計，網絡通訊的感知，以及社交媒體的感知；利用數據挖掘技術，識別數據中的人機物的特徵，抽取事件描述的主要特徵 Who, What, Where, How。並對抽取的機構進行融合；在融合的基礎上，動態構造智慧城市的知識圖譜，該知識圖譜可以支持各類智慧城市應用開發。

4. 研究成果與應用

該項目的研究產生了 27 篇研究論文，其中大部分論文刊登在國際一流雜誌上（CCF-A, CCF-B, Q1, Q2）以及頂級國際會議上（CCF-A, CCF-B）。我們也在研究的基礎上針對澳門的智慧城市應用開發了幾個應用服務。

5. 進一步工作

進一步研究以智慧城市為目標的各類傳感器設備，大數據的融合技術，以及數據處理技術。將研究結果更深入的應用的澳門。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	dhCM: Dynamic and Hierarchical Event Categorization and Discovery for Social Media Stream	Jinjin Guo, Zhiguo Gong, Longbing Cao	ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, Vol. 12, No. 5, Article 57. Publication date: September 2021.	SCI
2. 期刊論文	A Deep Neural Network for Crossing-City POI Recommendations	Dicaho Li, Zhiguo Gong	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	SCI
3. 期刊論文	CRL: Collaborative Representation Learning by Coordinating Topic Modeling and Network Embeddings	Junyang Chen; Zhiguo Gong; Wei Wang; Weiwen Liu; Xiao Dong	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (In Press)	SCI
4. 期刊論文	Recurrent Coupled Topic Modeling over Sequential Documents	Jinjin Guo, Longbing Cao, Zhiguo Gong	ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD) , 16(1): 8:1-8:32 (2022)	SCI
5. 會議論文	Distantly Supervised Relation Extraction using Multi-Layer Revision Network and Confidence-based Multi-Instance Learning	Xiangyu Lin, Tianyi Liu, Weijia Jia, Zhiguo Gong	EMNLP (1) 2021: 165-174	CCF-B, EI
6. 會議論文	Zero-shot Node Classification with Decomposed Graph Prototype Network	Zheng Wang, Jialong Wang, Yuchen Guo, Zhiguo Gong:	KDD 2021: 1769-1779	CCF-A, EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
7. 期刊論文	Federated Service Chaining: Architecture and Challenges	Lin Cui, Fung Po Tso, Weijia Jia	IEEE Communications Magazine 58(3): 47-53 (2020)	SCI
8. 期刊論文	An Intelligent Edge-Computing-Based Method to Counter Coupling Problems in Cyber-Physical Systems	Tian Wang, Yuzhu Liang, Yi Yang, Guangquan Xu, Hao Peng, Anfeng Liu, Weijia Jia	IEEE Network 34(3): 16-22 (2020)	SCI
9. 期刊論文	WiFind: Driver Fatigue Detection with Fine-Grained Wi-Fi Signal Features	Weijia Jia, Hongjian Peng, Na Ruan, Zhiqing Tang, Wei Zhao	IEEE Trans. Big Data 6(2): 269-282 (2020)	SCI
10. 期刊論文	MTES: An Intelligent Trust Evaluation Scheme in Sensor-Cloud-Enabled Industrial Internet of Things	Tian Wang, Hao Luo, Weijia Jia, Anfeng Liu, Mande Xie	IEEE Trans. Ind. Informatics 16(3): 2054-2062 (2020)	SCI
11. 期刊論文	Bidirectional Prediction-Based Underwater Data Collection Protocol for End-Edge-Cloud Orchestrated System	Tian Wang, Dan Zhao, Shaobin Cai, Weijia Jia, Anfeng Liu	IEEE Trans. Ind. Informatics 16(7): 4791-4799 (2020)	SCI
12. 期刊論文	Latency Optimization for Cellular Assisted Mobile Edge Computing via Non-Orthogonal Multiple Access	Liping Qian, Yuan Wu, Jinyuan Ouyang, Zhiguo Shi, Bin Lin, Weijia Jia:	IEEE Trans. Veh. Technol. 69(5): 5494-5507 (2020)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
13. 會議論文	UAV Placement Optimization for Internet of Medical Things	Chaogang Tang, Chunsheng Zhu, Xianglin Wei, Joel J. P. C. Rodrigues, Mohsen Guizani, Weijia Jia:	IWCMC 2020: 752-757	EI
14. 會議論文	Attention-Based Aggregation Graph Networks for Knowledge Graph Information Transfer	Ming Zhao, Weijia Jia, Yusheng Huang	PAKDD (2) 2020: 542-554	EI
15. 期刊論文	Energy Efficient Data Collection in Large-Scale Internet of Things via Computation Offloading	Guorui Li, Jingsha He, Sancheng Peng, Weijia Jia, Cong Wang, Jianwei Niu, Shui Yu	IEEE Internet Things J. 6(3): 4176-4187 (2019)	SCI
16. 期刊論文	Coupling resource management based on fog computing in smart city systems	Tian Wang, Yuzhu Liang, Weijia Jia, Muhammad Arif, Anfeng Liu, Mande Xie	J. Netw. Comput. Appl. 135: 11-19 (2019)	SCI
17. 期刊論文	Enabling Heterogeneous Network Function Chaining	Lin Cui, Fung Po Tso, Song Guo, Weijia Jia, Kaimin Wei, and Wei Zhao	IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems 30 (4), 842-854, 2019. (0007/2018/A1--CCF A)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
18. 期刊論文	Time-sync Video Tag Extraction Using Semantic Association Graph	Wenmain Yang, Kun Wang, Na Ruan, Wenyuan Gao, Weijia Jia*, Wei Zhao, Nan Liu, and Yunyong Zhang	ACM Trans on Knowledge Discover and Data, 2019 (accepted). (0007/2018/A1--CCF B)	SCI
19. 期刊論文	MTES: An intelligent Trust Evaluation Scheme in Sensor-Cloud enabled Industrial Internet of Things	T Wang, H Luo, W Jia, A Liu, M Xie	IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019 (0007/2018/A1 – CCF B)	SCI
20. 期刊論文	Fog-based Computing and Storage Offloading for Data Synchronization in IoT	Tian Wang; Zhou, Jiyuan; Liu, Anfeng; Bhuiyan, Md Zakirul Alam; Wang, Guojun; Jia, Weijia	IEEE Internet of Things Journal (accepted) (0007/2018/A1 – CCF B)	SCI
21. 會議論文	Legal Judgment Prediction via Multi-Perspective Bi-Feedback Network	Wenmian Yang, Weijia Jia*, Xiaojie Zhou, Yutao Luo	IJCAI 2019. (0007/2018/A1 – CCF A)	EI
22. 會議論文	Improving Abstractive Document Summarization with Salient Information Modeling	Yongjian You, Weijia Jia, Tianyi Liu, Wenmian Yang	Proceedings of the 57th Conference of the Association for Computational Linguistics (ACL), July 2019. 2132-2141. (0007/2018/A1 – CCF A)	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
23. 會議論文	Multi-labeled Relation Extraction with Attentive Capsule Network	Xinsong Zhang, Pengshui Li, Weijia Jia*, Hai Zhao	AAAI, 2019. (0007/2018/A1 – CCF A)	EI
24. 會議論文	GAN Driven Semi-distant Supervision for Relation Extraction	Pengshuai Li, Xinsong Zhang, Weijia Jia*, and Hai Zhao	The North American Chapter of the Association for Computational Linguistics, NAACL 2019, Minneapolis, Minnesota, June 2 - June 7, 2019. (0007/2018/A1 – CCF B)	EI
25. 會議論文	Herding Effect based Attention for Personalized Time-Sync Video Recommendation	Wenmian Yang, Wenyuan Gao, Xiaojie Zhou, Weijia Jia*, Shaohua Zhang, Yutao Luo	IEEE Intern Conference on Multimedia and Expo (ICME), July 8-12, 2019, Shanghai, China. (0007/2018/A1 – CCF B)	EI
26. 會議論文	Neural Relation Extraction via Inner-Sentence Noise Reduction and Transfer Learning	Tianyi Liu, Xinsong Zhang, Wanhao Zhou and Weijia Jia	Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP), October 31–November 4, 2018, Brussels, Belgium. (0007/2018/A1 – CCF B)	EI
27. 會議論文	A Dynamic Resource Overbooking Mechanism in Fog Computing	Fuming Zhang, Zhiqing Tang, Mingcheng Chen, Xiaojie Zhou, Weijia Jia	2018 IEEE 15th International Conference on Mobile Ad Hoc and Sensor Systems (MASS), 2018, pp 89 – 97. (0007/2018/A1 – CCF C)	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	10	-

研究結果	樣品	成品	產品
	27（算法）	-	-

技術成果名稱	三元網絡信息實體感知技術		
成果特點	三元網絡信息感知算法可以用於環境感知，網絡感知，和社交網絡感知。可以對感知的信息進行識別以及集成。適合於智慧城市應用中感知技術的設計與實現。		
技術成熟度	TRL4：算法已經通過實驗室驗證和測試。結果顯示可達到計劃或模型系統要求的性能指標，優於當前國際現金技術。		
應用範圍	物理環境感知，設備狀態感知。		
投產條件和預期經濟效益	可以應用於任何需要的工程。可節省人工對環境的監視，以及對設備的監視。		
合作方式	科研合作		

聯系地址	澳門大學智慧城市物聯網國家重點實驗室		
聯系人	鞏志國	電話	(853) 8822 4962
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/fstzgg/	傳真	(853) 8822 2426

人臉識別中的活體檢測技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0025/2018/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	李子青	人臉識別中的活體檢測技術研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著大數據和深度學習技術發展，人臉識別在授權類應用中得到廣泛應用。然而，人臉識別的授權類應用會受到假體人臉攻擊的風險，如去年網曝某寶 App 和今年央視 315 晚會爆出的人臉識別漏洞，受到產業界和民間的廣泛關注。

2. 研究目標

本課題擬開展對抗人臉假體攻擊的核心技術和人臉防偽系統的構建研究，使人臉識別系統具備“三防”功能（防靜態圖片，防動態視頻，防 3D 面具），實現可信的人臉識別。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目研究無約束（無需人工配合）的人臉活體檢測關鍵技術。在關鍵技術問題上，針對不同光譜的數據以及真實場景樣本多樣性，研究多模態人臉防偽模型、基於 3D 點雲的活體檢測模型、以及對抗學習輔助的人臉防偽模型；在應用上，開發一個基於多模態（包括可見光、紅外線以及深度信息）的人臉防偽框架和應用系統。

本項目從以下幾個方面展開了研究：

- 1) 深度學習全域優化逼近算法研究：針對基於梯度算法優化深度神經網絡模型存在梯度不穩定及網絡層數加深導致的退化問題，研究深度神經網絡結構設計、代價函數和啓動函數的凸性和優化算法，提高防偽模型的表達能力和泛化能力。

先前存在的算法依賴專家設計的網絡結構，通常表現出次優的性能。我們首次提出基於 NAS 搜索的最優網絡結構。同時，我們解決 2 個挑戰性問題：（1）特定的攻擊樣本獲取條件導致算法泛化性能不佳；（2）特定的攻擊類型導致算法泛化性能不佳。為了解決這些問題，我們提出一個新穎的空間搜索方案基於空間差分卷積與池化操作。最後，我們發布一個大規模的 3D 面具數據集 -CASIA-SURF 3DMask，用於跨數據集 / 跨攻擊類型的測試。

- 2) 基於多模態人臉活體檢測算法研究：針對攻擊樣本的拍攝環境、材質以及攻擊類型存在多樣性，研究基於可見光、紅外線和深度信息深度網絡模型的多模態特徵共享和融合方法，充分挖掘不同數據源豐富性和互補性信息，提高模型的識別性能。

我們提出一個基於“擠壓和激發”的多模態融合方法，該方法使用“Squeeze-and-Excitation”分支，通過明確建模不同模態卷積通道之間的相互依賴性，增強不同模態特徵的表徵能力。同時，該方法通過特徵重加權來選擇信息量更大的通道特徵，同時抑制每個模態中不太有用

的特徵。在多個多模態數據集實驗中，相比於直接融合，我們提出的“Squeeze and excitation”融合均取得最佳性能。

- 3) 基於 3D 點雲的人臉活體檢測算法研究：針對照片或視頻缺乏深度信息以及人臉模具缺乏光滑的紋理，研究人臉數據的三維特性紋理信息、曲率、形變和光滑度，構建基於 3D 點雲的人臉活體檢測模型，提高模型的準確性。

先前一些算法通過估計人臉中的深度信息或者 rPPG 信息來分辨樣本的真偽。而這些算法通常採用額外的模型來提前生成深度標籤或者心率曲線標籤，造成算法性能依賴預先訓練的額外模型。我們提出一個新穎的三維點雲網絡（3DPC-Net）。它是一個編碼器 - 解碼器網絡，可將人臉標籤信息的生成與人臉防偽任務在一個統一的框架中完成。在多個數據集上驗證了我們算法相比於先前相關算法的優越性。

- 4) 基於對抗生成網絡（GAN）虛擬樣本生成算法研究：針對真實場景的假體類型較多而難以獲取所有情況的訓練樣本，研究基於 GAN 生成虛擬樣本，豐富樣本的數量與類型，防止產生過擬合，提升模型的泛化性能。

雖然不同攻擊樣本的攻擊線索在 RGB 光譜中很難檢測到，但在近紅外光譜中卻很明顯。但實際部署場景中的人臉防偽系統通常只配對了 RGB 傳感器。因此，如何借助近紅外樣本中的線索輔助 RGB 樣本的真偽判定是一個有意義的課題。我們提出一個跨模態輔助（CMA）框架，由模態轉換網絡（MT-Net）和模態輔助網絡（MA-Net）組成，用於提升 RGB 人臉防偽系統的性能。其中，MT 網絡旨在將輸入從一種模態（即 RGB）映射到另一種模態（即 NIR）。MA 網絡重點關注如何將映射後的模態（即目標模態）和 RGB 模態（即源模態）結合起來訓練人臉防偽模型。

- 5) 多模態人臉活體檢測數據庫：基於深度網絡的框架需要足夠多不同類型的人臉活體、假體樣本。本項目擬基於可見光和 3D 攝像機的近紅外圖像以及深度信息的人臉防偽研究。防偽樣本的類型包括：照片、視頻和面具（紙質或塑料）。環境因素包括：室內、半室外和室外。已經有相關文獻證明人臉膚色影響人臉識別系統的性能。我們驗證該問題在人臉防偽任務中依然存在。我們收集一個大規模的多種族人臉防偽數據集 -CASIA-SURF CeFA。具體來說，參與採集的人員共 1607 個（來自 3 個種族），每個樣本包含 3 個模態，同時包含 2D 與 3D 攻擊類型。為了充分探究數據集的特點與人臉防偽任務中的熱點，我們定了 5 種測試協議，分別評測算法在種族，模態，攻擊類型等變化因素下的泛化性能。

4. 研究成果與應用

該項目成員中科院自動化所萬軍副研究員基於本項目研究，聯合馬上消費金融進行人臉隱私安全研究，成果應用於馬上消費金融放貸業務中，我們的算法水平比馬上消費金融提供的基準算法好很多。

5. 進一步工作

繼續深入探索人臉防偽核心問題，研發更加魯棒的人臉防偽算法。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Face Anti-spoofing via Adversarial Cross-modality Translation	劉阿建， 李子青， 萬軍，梁延研	IEEE Transactions on Information Forensics & Security	SCI
論文	Cross-ethnicity Face Anti-spoofing Recognition Challenge: A Review	劉阿建， 李子青， 萬軍，梁延研	IET Biometrics	SCI
論文	Attention based Pedestrian Attribute Analysis	李子青，萬軍	IEEE Transactions on Image Processing	SCI
論文	CASIA-SURF CeFA: A Benchmark for Multi-modal Cross-ethnicity Face Anti-spoofing	劉阿建， 李子青，萬軍	WACV 2021	-
論文	3DPC-Net: 3D Point Cloud Network for Face Anti-spoofing	劉阿建， 李子青，萬軍	IJCB 2020	-
論文	Multi-modal Face Anti-spoofing Attack Detection Challenge at CVPR2019	劉阿建， 李子青，萬軍	CVPR Workshop, 2019	-
論文	A Dataset and Benchmark for Large-scale Multi-modal Face Anti-spoofing	劉阿建， 李子青，萬軍	CVPR 2019	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	5	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	帶活體檢測的人臉識別系統		
成果特點	本系統是帶防偽功能的人臉識別系統，在人臉識別應用中可以對各種攻擊手段（偽造人臉數據）如照片、視頻和塑膠面具進行精確檢測，從而保證人臉識別的安全性。		
技術成熟度	T7		
應用範圍	本項目用於需要高精確性、高安全性的需活體檢測的人臉核驗場景，如金融、精準消費等行業。		
投產條件和預期經濟效益	-		
合作方式	-		

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學 A206 室		
聯系人	梁延研	電話	(853) 8897 1997
網址	-	傳真	-

超密集網絡的關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0026/2018/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	鄭澤峰	超密集網絡的關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

近年來各種無線設備和各種移動應用的迅猛發展給無線系統帶來了挑戰。據《思科可視網絡指數：全球移動信息流程量預測更新，2016-2021 年》報導，從 2016 年到 2021 年，信息流程量將增加 8 倍。另一方面，由於物聯網 (IoT)、智慧城市應用、網絡物理系統 (CPS) 技術的擴散，到 2024 年，機器對機器 (M2M) 通信的數量預計將達到 20 億。為迎合日益增長的需求，流動網絡營辦商必須增加網絡容量及改善服務質素，同時維持營運成本不會有顯著增加。

傳統的解決方案主要集中在提高頻譜效率增長的信息需求。然而，單一的提高頻譜效率並不能滿足日益增長的需求，頻寬消耗應用和時間關鍵應用。因此，為了提高下一代通信系統的性能，網絡密實化勢在必行。我們現在正經歷著從同構網絡到異質網絡的範式轉變，而網絡密度將是另一種從異質網絡到超密集網絡 (UDN) 的進化。

為了填補這一研究空白，在這一研究項目中，我們主要建立並驗證超密集型無線網絡的性能分析模型。同時，我們還分析研究了超密集型無線網絡性能瓶頸，資源優化策略和性能優化方法。

2. 研究目標

在這一研究項目中，我們主要關注超密集網絡的關鍵技術。特別的，我們的研究項目期望達到以下目標：

- 1) 建立並驗證超密集型無線網絡的性能分析模型；
- 2) 分析超密集型無線網絡的性能瓶頸；
- 3) 設計超密集型無線網絡的資源分配策略；
- 4) 提出並驗證超密集型無線網絡的性能優化方法。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們這一研究項目取得了重要的研究進展。這些研究進展主要體現在以下四個方面：

- 1) 超密集型無線網絡的性能建模；
- 2) 超密集型無線網絡的性能瓶頸分析；
- 3) 超密集型無線網絡的資源優化策略研究；
- 4) 超密集型無線網絡的性能提高研究。

4. 研究成果與應用

我們的研究結果一方面具有一定的理論創新性 (一些理論模型是我們原創性提出)，另一方面我們提出的超密集網絡的關鍵技術也具有一定的應用創新性。我們相信這些結果未來可以進一步用於實際場景，包括大規模物聯網 (Internet-of-Things)、基於感知技術的智慧城市 (Sensing-based Smart City) 等。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際期刊	Big Data Analytics for Large Scale Wireless Networks: Challenges and Opportunities	Hong-Ning Dai, Raymond Chi-Wing Wong, Hao Wang, Zibin Zheng, Athanasios V. Vasilakos	ACM Computing Surveys, vol. 52, no. 5, Oct. 2019	SCI
國際期刊	Blockchain for Internet of Things: A Survey	Hong-Ning Dai, Zibin Zheng, Yan Zhang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 2, pp.2 2188-2204, Apr. 2019	SCI
國際期刊	Connectivity of Underlay Cognitive Radio Networks with Directional Antennas	Qiu Wang, Hong-Ning Dai, Orestis Georgiou, Zhiguo Shi and Wei Zhang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 67, no. 8, pp. 7003-7017, Aug. 2018	SCI
國際期刊	On Connectivity of UAV-assisted Data Acquisition for Underwater Internet of Things	Qubeijian Wang, Hong-Ning Dai, Qiu Wang, Mahendra K. Shukla, Wei Zhang, and Carlos Guedes, Soares	IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, no. 6, pp. 5371-5385, Jun. 2020	SCI
國際期刊	Wide-Attention and Deep-Composite Model for Traffic Flow Prediction in Transportation Cyber-Physical Systems	Junhao Zhou, Hong-Ning Dai, Hao Wang, Tian Wang	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 5, pp. 3431-3440, May 2021	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際期刊	Convergence of Blockchain and Edge Computing for Secure and Scalable IIoT Critical Infrastructures in Industry 4.0	Yulei Wu, Hong-Ning Dai, and Hao Wang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 4, pp. 2300-2317, 2020	SCI
國際期刊	Blockchain-based Privacy Preservation for 5G-enabled Drone Communications	Yulei Wu, Hong-Ning Dai, Hao Wang, Kim-Kwang Raymond Choo	IEEE Network, vol. 35, no. 1, pp. 50-66, Jan-Feb. 2021	SCI
國際期刊	Wireless Powering Internet of Things with UAVs: Challenges and Opportunities	Yalin Liu, Hong-Ning Dai, Qubeijian Wang, Muhammad Imran, and Nadra Guizani	IEEE Network	SCI
國際期刊	Blockchain Based Mobile Crowd Sensing in Industrial Systems	Junqin Huang, Linghe Kong, Hong-Ning Dai, Weiping Ding, Long Cheng, Guihai Chen, Xi Jin, Peng Zeng	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 10, pp. 6553-6563, Oct. 2020	SCI
國際期刊	A Hybrid Computing Solution and Resource Scheduling Strategy for Edge Computing in Smart Manufacturing	Xiaomin Li, Jiafu Wan, Hong-Ning Dai, Muhammad Imran, Min Xia, and Antonio Celesti	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 15, no. 7, pp. 4225-4234, July 2019	SCI
國際期刊	Lightweight Searchable Encryption Protocol for Industrial Internet of Things	Ke Zhang, Jiahuan Long, Xiaofen Wang, Hong-Ning Dai, Kaitai Liang, Muhammad Imran	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 6, pp. 4248-4259, June 2021	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際期刊	Deep and Embedded Learning Approach for Traffic Flow Prediction in Urban Informatics	Zibin Zheng, Yatao Yang, Jiahao Liu, Hong-Ning Dai, Yan Zhang	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 20, no. 10, pp. 3927-3939, Oct. 2019	SCI
國際期刊	TVG-Streaming: Learning User Behaviors for QoE-Optimized 360-Degree Video Streaming	Miao Hu, Jiawen Chen, Di Wu, Yipeng Zhou, Yi Wang and Hong-Ning Dai	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 31, no. 10, pp. 4107-4120, Oct. 2021	SCI
國際期刊	Artificial noise aided scheme to secure UAV-assisted Internet of Things with wireless power transfer	Qubeijian Wang, Hong-Ning Dai, Xuran Li, Mahendra K.Shukla, and Muhmmad Imranc	Computer Communications, vol. 164, pp. 1-12, Dec. 2020	SCI
國際期刊	Securing Internet of Medical Things with Friendly-jamming schemes	Xuran Li, Hong-Ning Dai, Qubeijian Wang, Muhammad Imran, Dengwang Li, and Muhammad Ali Imran	Computer Communications, vol. 160, pp. 431-442, June 2020	SCI
國際期刊	UAV-enabled Data Acquisition Scheme With Directional Wireless Energy Transfer for Internet of Things	Yalin Liu, Hong-Ning Dai, Hao Wang, Muhammad Imran, Xiaofen Wang, and Muhammad Shoaib	Computer Communications, vol. 155, pp. 184-196, Apr. 2020	SCI
國際期刊	Unmanned Aerial Vehicle for Internet of Everything: Opportunities and Challenges	Yalin Liu, Hong-Ning Dai, Qubeijian Wang, Mahendra K. Shukla, and Muhammad Imran	Computer Communications, vol. 155, pp. 66-83, Apr. 2020	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際期刊	Lightweight Convolution Neural Networks for Mobile Edge Computing in Transportation Cyber Physical Systems	Junhao Zhou, Hong-Ning Dai, Hao Wang	ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, vol. 10, no. 6, Dec. 2019	SCI
國際期刊	Big Data Analytics for Manufacturing Internet of Things: Opportunities, Challenges and Enabling Technologies	H.-N. Dai, H. Wang, G. Xu, J. Wan, and M. Imran	Enterprise Information Systems, vol. 14, no. 9-10, pp. 1279-1303, Nov. 2020	SCI
國際期刊	SCTSC: A Semi-centralized Traffic Signal Control Mode with Attribute-based Blockchain in IoVs	Lichen Cheng, Jiqiang Liu, Guangquan Xu, Zonghua Zhang, Hao Wang, Hong-Ning Dai, Yulei Wu, Wei Wang	IEEE Transactions on Computational Social Systems, vol. 6, no. 6, pp. 1373-1385, 2019	SCI
國際期刊	UAV-enabled Friendly Jamming Scheme to Secure Industrial Internet of Things	Qubeijian Wang, Hong-Ning Dai, Hao Wang, Guangquan Xu, Arun Kumar Sangaiah	Journal of Communications and Networks, vol. 21, no. 5, pp. 481-490, Oct. 2019	SCI
國際會議	Connectivity Analysis of UAV-To-Satellite Communications in Non-Terrestrial Networks	Yalin Liu, Hong-Ning Dai, and Ning Zhang	2021 IEEE Global Communications Conference (GlobeCom), Madrid, Spain, virtual conference, 7-11 December 2021	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
國際會議	Ear in the Sky: Terrestrial Mobile Jamming to Prevent Aerial Eavesdropping	Qubeijian Wang, Yalin Liu, Hong-Ning Dai, Muhammad Imran, and Nidal Nasser	2021 IEEE Global Communications Conference (GlobeCom), Madrid, Spain, virtual conference, 7-11 December 2021	EI
國際會議	Ground-to-UAV Communication Network: Stochastic Geometry-based Performance Analysis	Yalin Liu, Hong- Ning Dai, Muhammad Imran, and Nidal Nasser	IEEE International Conference on Communications (ICC), Montreal, QC, Canada, 2021	EI
國際會議	Communication- Efficient Federated Learning in UAV- enabled IoV: A Joint Auction-Coalition Approach	Jer Shyuan Ng, Wei Yang Bryan Lim, Hong-Ning Dai, Zehui Xiong, Jianqiang Huang, Dusit Niyato, Xian-Sheng Hua, Cyril Leung, and Chunyan Miao	IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM), Taipei, Taiwan, 2020	EI
國際會議	Exploring Self- attention Mechanism of Deep Learning in Cloud Intrusion Detection	Chenmao Lu, Hong- Ning Dai, Junhao Zhou, and Hao Wang	International Conference on Cloud Computing, Qufu, China, 2020	EI
國際會議	On UAV-assisted data acquisition for underwater IoT in aquaculture surveillance	Qubeijian Wang, Hong-Ning Dai, Qiu Wang, Mahendra K. Shukla	The 5th International Conference on Maritime Technology and Engineering (MARTECH 2020), Lisbon, Portugal, 2020	

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際會議	Connectivity of underwater cognitive acoustic networks under spectrum constraint	Qiu Wang, Hong-Ning Dai, Hao Wang, Qubeijian Wang	the Thirteenth ACM International Conference on Underwater Networks & Systems (WUWNet 18). Shenzhen, China, 2018.	EI
國際會議	A novel anti-eavesdropping scheme in wireless networks: Fri-uj	Wang, Qubeijian	the 2019 International Conference on Embedded Wireless Systems and Networks (EWSN). Beijing, China, 2019.	EI
國際會議	Poster: UAV-enabled Data Acquisition Scheme with Directional Wireless Energy Transfer	Yalin Liu, Hong-Ning Dai, Yuyang Pend, Hao Wang	the 2019 International Conference on Embedded Wireless Systems and Networks (EWSN). Beijing, China, 2019.	EI
國際會議	When Friendly Jamming Meets Wireless Energy Transfer	Qi Sun, Hong-Ning Dai, Qiu Wang, Xuran Li, Hao Wang	IEEE International Conference on Green Computing and Communications 2018, Halifax, Canada	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際會議	Connectivity of Underwater Cognitive Acoustic Networks under Spectrum Constraint	Qiu Wang, Hong-Ning Dai, Hao Wang, Qubeijian Wang	The 13th ACM International Conference on Underwater Networks & Systems, Shenzhen, China, 2018	EI
國際會議	An Efficient Greedy Algorithm for Wideband Spectrum Sensing for Cognitive Radio Networks	Wajeeha Nasar, Abdur Rahman Maud, Hao Wang, Hong-Ning Dai	IEEE International Conference on Green Computing and Communications 2018, Halifax, Canada	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

心臟X光影響與CT影像分割方法關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0009/2018/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	田小林	心臟 X 光影響與 CT 影像 分割方法關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

心血管疾病已成為全世界發病率和死亡率最高的疾病之一，嚴重威脅著人類的健康。對心血管疾病的早期定量診斷和後期精準治療對控制人體疾病風險，延長人類預期壽命有著非常關鍵的作用。隨著醫學成像技術的不斷發展，醫學影像已經廣泛應用到臨床診斷與治療方案制定中。醫生通過這些影像可以獲得患者體內的各種組織和生理結構資訊等。這些成像技術的發展不但極大地增加了人們對於正常和病變人體組織解剖學結構的認知，也越來越在醫學診斷和治療計劃中扮演著至關重要的角色。其中 X 光胸片和 CT 影像檢查更是醫院影像診斷的常規檢查項目。研究表明，有關求診者身體狀況的大量資訊可以從 X 光和 CT 影像中得到提示和顯現。

由於 X 光成像成本低、速度快、可靠性高等特點使其一直是常規的身體檢查手段，但由於人體組織的複雜性以及 X 光成像散射和機器噪音等的影響，通過感測器直接採集得到的 X 光醫學圖像具有信噪比低、對比度低等缺點。因此，鏡湖醫院心內科臨床醫生找到我們，提出將心臟 CT 成像和 X 光成像進行多模態圖像融合的要求，使醫生在手術時可以更加直觀、更加清晰地觀察心臟內部結構等，進而可以進行定性和定量的診斷和治療。而作為多模態圖像融合的前提基礎，本項目應鏡湖醫院心內科醫生要求立項，對胸部 X 光影像中心臟的自動提取以及心臟 CT 序列影像的自動分割進行研究。

2. 研究目標

本項目擬對不同源多模態心臟醫學圖像（X 光與 CT 心臟影像）完成圖像自動去噪、增強、分割乃至提取臨床感興趣區域各項參數的相關智慧演算法及關鍵技術的研發與實現。

心內科醫生的終極目標是希望利用現有影像處理與模式識別、計算機視覺與機器學習等人工智慧技術，實現不同源多模態心臟醫學圖像的去噪、增強、分割、配准、融合、顯示等功能，研發實現可有效輔助心內科醫生完成心臟介入手術的智慧系統；本項目即為完成該任務的第一步。

本項目將研發具有自主知識產權的不同源的心臟醫學影像的分割演算法，以打破國外相關行業壟斷，服務國內醫學圖像在診斷和治療中的臨床應用。

3. 簡介研究工作的主要進展

在澳門科技基金的資助下，本項目開展了不同源多模態心臟醫學圖像的去噪、增強、分割的相關智慧演算法及關鍵技術的研究；研發不同源多模態心臟醫學圖像的自動去噪、增強、分割演算法。

本項目根據人類視覺系統對圖像理解的方式與特點，針對心臟特有的解剖結構和 X 光與 CT 心臟影像的各自特點，研究實現了以下相關智慧演算法：

- 1) 不同源多模態心臟醫學影像（X 光與 CT 心臟影像）的去噪和增強處理提出了用常規及神經網路深度學習方法對 X 光與 CT 影像去噪增強處理，克服了圖像分割中因噪音大而影響分割結果等問題，採用了殘差網路和 U 型網路相結合的方式，去噪增強的結果成功提升了 X 光與 CT 心臟影像分割的準確率。
- 2) 針對胸部 X 光影像中心臟的自動提取提出幾種新演算法，分割效果滿意。
- 3) 針對 CT 序列醫學圖像中心臟位置及其內部構造的自動分割關鍵技術提出幾種新的設想，實驗證明新演算法達到預期分割效果。

4. 研究成果與應用

依託本項目研究成果已申請發明專利 2 項，發表 SCI 期刊論文 1 篇，國際學術會議論文 7 篇，其中 EI 已檢索 2 篇，SCI 已檢索 1 篇，待檢索 4 篇。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	An Adaptive Generative Adversarial Network for Cardiac Segmentation from X-ray Chest Radiographs[J]. Applied ences	Xiaochang Wu, Xiaolin Tian	Applied Sciences, 2020, 10(15):5032.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

利用結腸類器官移植入系統剖析腸微生物態在腸癌逐步發展過程中的因果關係及其機理

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0054/2018/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	吳強	利用結腸類器官移植入系統剖析腸微生物態在腸癌逐步發展過程中的因果關係及其機理

項目摘要

1. 研究背景

導致結腸癌的發生是多因素的動態的過程也受制於環境因數，個體癌症易感性的差異，以及結腸上皮累積的體細胞變化等牽的影響。近年腸微生態 (GM) 及其代謝物的發現與研究，大大改變了科學家早期定下的結直腸癌形成的路向網絡。數以萬億計的微生物生活在共生關係的高等生物的腸道中。共生腸道微生物對其宿主的整體健康作出重大貢獻。除了抵抗外來有害的細菌，腸道微生物群及其代謝產物，通過複雜的機制調節宿主的新陳代謝和免疫系統。然而，越來越多的證據指出，失衡的腸道菌群在肥胖，糖尿病，炎症性腸病，過敏性疾病，類風濕性關節炎，自閉症和癌症的病變起重要的作用。在這些與腸微生態相關疾病中，許多研究更是集中在其對 CRC 進展中所扮演的角色。近期發現腸菌可通過破壞 DNA，分泌癌基因代謝物，及促發炎症因數以導致或促進癌症的病變。一般 CRC 患者具有較低的腸菌多樣性和較少的有益細菌豐富度。此外，一些細菌物種已被確定可促進 CRC 的發生。這些常見的細菌中包括一些梭桿菌屬，牛鏈球菌，脆弱擬桿菌，消化鏈球菌屬，卟啉單胞菌屬。

2. 研究目標

- 1) 利用可調控的結腸類器官系統以闡明腸微生態與 CRC 形成與發展的因果關係。
- 2) 利用可調控的結腸類器官系統剖析絞股藍皂苷在抗癌、防癌機制與腸微生態互動的因果關係症預防特性。

3. 簡介研究工作的主要進展

建立區內首個類器官培養實驗室。這研究項目的首要工作是建立區內首個類器官培養實驗室。啟步之初，Scott Lowe 教授實驗室，美國紐約 Memorial Sloan-Kettering Cancer Center, (MSKCC) 提供三種代表 CRC 不同癌變表型的結腸類器官系列，包括 shAPC; shAPC/KrasG12D 和 shAPC/KrasG12D/p53R172H- 分別代表 CRC 的腺瘤，腺癌，轉移期。所有三組結腸類器官培養都具有可以通過 tet-on/tet-off 系統調節的 Apc (shApc) 表達。我們順利從我合作團隊美國 Memorial Sloan-Kettering Cancer Center (SKCI)，New York, Prof. Scott Lowe 及 Dr. Paul Romessa 獲得了 38 種具有不同基因組成，代表不同期腸癌的結腸癌類器官。這批類器官成功在 2019 年 5 月分成功運到澳門並成功繁殖。2019 年 12 月，Romessa 博士訪問了我校實驗室，並與我的團隊就類器官研究進行了技術交流。

類器官植入受體小鼠模型。由於三組結腸類器官是經多重細胞及基因組合而成，形成複雜的基因組合，因此，作為類器官植入受體小鼠需有吻合的基因組合才能避免 **implant rejection**。我們合作方也為我方準備所需小鼠模型，以解決類器官的基因構成與受體宿主之間的相容性問題。在 2019 年 12 月中開始辦理一連串美國，香港，澳門各部門小鼠通關手續，2020 年 2 月完成所有程式，不幸正遇上 Covid-19 pandemic，所有 air cargo 港澳停航，因此，我們等待的小鼠也因此落空。為此，我們與合作方了調整，改用欠理想的結腸類器官系列但可用 C57BL/6J 小鼠作為結腸類器官移植的受體。同時為要確實給予腸道菌群 (GM) 與 CRC 的因果關係第一線清晰的答案，我們同時啟動實驗方案，所得研究數據為 GM-CRC 的因果關係提出有力證明。

4. 研究成果與應用

建立區內首個類器官培養及實驗室及類器官植入受體小鼠模型。

5. 進一步工作

我們在嗜試採用新型裸鼠作為植入受體，而可用原計劃類器官，它們除了具有 **tet-on/tet-off** 系統調節的 **Apc** 表達，同時帶有 **GFP** 螢光，可用以測視植入類器官的生長，對檢視整個實驗過程非常有幫助。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1 期刊論文	Adaptogenic flower buds exert cancer preventive effects by enhancing the SCFA-producers, strengthening the epithelial tight junction complex and immune responses	Wenrui Xia, Imran Khan, Xiao-ang Li, Guoxin Huang, Zhiling Yu, Wai Kit Leong, Ruixuan Han, Leung Tsun Ho, & W.L. Wendy Hsiao	SCI Pharmacological Research 159(2020): 104809	17
2 期刊論文	Correlation of gut microbial composition to development Kawasaki disease vasculitis in children	Imran Khan, Xiao-ang Li, Betty Yuen-Kwan Law, Ka In U, Bao Quan Pan, Cheng Lei, W.L. Wendy Hsiao	SCI Future Microbiology 8 (2020): 591-600.	7
3 期刊論文	Patchouli essential oil and its derived compounds revealed prebiotic-like effects in C57BL/6J mice	W.K. Leong, G. Huang, I. Khan, W. Xia, Y. Li, Y. Liu, X. Li, R. Han, Z. Su, W.L. W. Hsiao	SCI Front. Pharmacol 10 (2019): 1229.	16

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
4 期刊論文	Lycium berry polysaccharides strengthen the health of the mice via modulation of the gut microbiota	Wenrui Xia, Imran Khan, Xiaoang Li, Wai Kit Leong, Lin Yin, Lu Su, Xiqing Bian, Jiyan Su, Guoxin Huang & W.L. Wendy Hsiao	SCI ECAM 2020	4
5 期刊論文	Traditional Patchouli Essential Oil modulates the host's immune responses and gut microbiota and exhibits potent anti-cancer effects in Apc ^{Min/+} mice	Waikit Leong, Guoxin Huang, Weilin Liao, Wenrui Xia, Xiaoang Li, Ziren Su, Liang Liu, Qiang Wu, Vincent Kam Wai Wong, Betty Yuen Kwan Law, Chenglai Xia, Xiaoling Guo, Imran Khan and W.L. Wendy Hsiao	SCI Pharmacological Research (2022):106082	1
6 期刊論文	Kaempferol acts on bile acid signaling and gut microbiota to attenuate the tumor burden in ApcMin/+ mice	Xiaoyan Li, Imran Khan, Guoxin Huang, Yiyang Lu, Liping Wang, Yuanyuan Liu, Linlin Lu, W.L. Wendy Hsiao, Zhongqiu Liu	SCI European Journal of Pharmacology 918 (2022):174773	0
7 期刊論文	The prebiotics and anti-fatigue effects of hyaluronan	Guoxin Huang, Lu Su, Ni Zhang, Ruixuan Han, Wai Kit Leong, Xiaoang Li, Xuecong Ren, W.L. Wendy Hsiao	SCI Frontiers in Nutrition 9 (2022)	0
8 期刊論文	Poria cocos polysaccharides exert prebiotic function to attenuate the adverse effects and improve the therapeutic outcome of 5-FU in Apc ^{Min/+} mice	Lin Yin, Guoxin Huang, Imran Khan, Lu Su, Wenrui Xia, Betty Yuen Kwan Law, Vincent Kam Wai Wong, Qiang Wu, Jingyi Wang, Wai Kit Leong, W.L. Wendy Hsiao	SCI Chinese Medicine Manuscript accepted	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
9 期刊論文	Bifidobacterium animalis: the missing link for the cancer-preventive effect of Gynostemma pentaphyllum	Weilin Liao, Imran Khan, Guoxin Huang, Shengshuang Chen, Liang Liu, Wai Kit Leong, Xiao Ang Li, Jianlin Wu & W. L. Wendy Hsiao	SCI Gut microbes 13 (2021): 1847629	14
10 期刊論文	硫酸鹽還原菌與腸道疾病相關性的研究進展	黃國鑫，王婧怡，鄭伊琳，李慶南，蘇冀彥，蕭文鸞	微生物學通報 49(7): 2789-2804	0
11 期刊論文	中藥 - 腸道菌群互作與宿主自身代謝免疫穩態相關性的研究進展	殷琳，夏文睿，黃國鑫，蕭文鸞	中草藥 53 (8): 2526-2538	0
12 專利	Use of herbal saponins to regulate gut microflora	W.L. Wendy Hsiao	US 10, 456, 436 B2	
13 期刊論文 (與其他 課題組、 外單位合 作項目)	Adjuvant herbal therapy for targeting susceptibility genes to Kawasaki disease: An overview of epidemiology, pathogenesis, diagnosis and pharmacological treatment of Kawasaki disease	Bin Tang, Hang Hong Lo, Cheng Lei, Ka In U, Wen-Luan Wendy Hsiao, Xiaoling Guo, Jun Bai, Vincent Kam-Wai Wong, Betty Yuen-Kwan Law	SCI Phytomedicine 70(2020): 153208	9

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

集成不同源生物數據集的大數據分析 智能學習方法研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0055/2018/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	梁勇	集成不同源生物數據集的大數據 分析智能學習方法研究

項目摘要

1. 研究背景

利用智能學習方法分析多源異構生物多組學大數據，探索疾病新分子靶標和藥物作用新機理，已經成為突破現有生命科學發展瓶頸，產生原創性、原理性發現的重要技術手段。生命科學研究正在發生面向數據密集型的第四科學範式的深刻變革。但是，基因組學等高通量生物多組學大數據的高維度、小樣本、高噪音、無 / 弱標註、多批次等問題，使得傳統的計算機和統計方法面臨嚴峻挑戰，甚至失效。利用人工智能技術和機器學習方法整合分析多源異構生物大數據，已經成為智慧健康和智慧醫療的重大研究方向。

2. 研究目標

本研究針對生物醫學大數據的特徵和重大難點，研發一系列關鍵機器學習理論、方法和技術：本項目的第一個主要研究內容是根據生物多組學數據的特點，構造一系列數據集成機器學習方法，有效解決生物多組學大數據的高維度、小樣本、高噪音、無 / 弱標註、多批次等問題等問題。本項目的第二個主要研究內容是利用上述機器學習方法，分析生物多組學大數據，嘗試解決疾病篩查、預後評估和新藥研發等應用問題。

3. 簡介研究工作的主要進展

本研究提出了多種集成多源異構生物資料集的大資料分析智慧學習方法，包括多視圖自步學習資料集成機器學習方法，自步學習非負矩陣分解集成機器學習方法，深度網路集成機器學習方法等。在利用這些方法集成分析多源異構生物資料，嘗試尋找新的可靠診斷或靶向治療生物標誌物，預測腫瘤藥物的敏感性，預測藥物的血腦屏障通透性，識別藥物 - 靶點相互作用 (DTI) 等方面都取得良好的測試效果。

4. 研究成果與應用

本項目共發表 SCI 期刊論文 9 篇；獲得 2 項美國發明專利授權；培養博士研究生 3 名，碩士研究生 1 名。相關成果論文在《IEEE Transactions on Cybernetics》（影響因子：11.488，在 Control and Systems Engineering 研究領域的 260 本 SCI 期刊中，排名第 1），《Expert Systems with Applications》（影響因子：6.954，在 Engineering 研究領域的 297 本 SCI 期刊中，排名第 5），《International Journal of Intelligent Systems》（影響因子：8.097，在 Computer Science, Artificial Intelligence 研究領域的 227 本 SCI 期刊中，排名第 11）等世界知名期刊發表，另 6 篇論文也均在 SCI 索引排名 Q1 區間的期刊上發表。

人工智能（Artificial Intelligence，AI）是引領新一輪科技革命和產業變革的戰略性技術。分析生物醫藥大數據是機器學習最重要的應用場景之一，據統計醫藥行業佔人工智能應用市場規模的 1/5。生物多組學大數據分析已經成為數學、信息科學與生命科學等多學科複合交叉發展的一個極具挑戰性的問題。但是目前這方面的實際任務往往非常複雜，該類技術仍在快速發展過程中，還沒有產生很大的經濟效益。但該類技術的潛在經濟效益巨大，如本項目提出的技術在疾病篩查、預後評估和新藥研發等應用問題具有良好的應用前景。電子信息、生物醫藥、中醫藥、大健康等科技創新領域都是澳門和橫琴深度合作區重點發展的方向，本項目的研究成果對澳門和橫琴深度合作區有著巨大的潛在經濟效益。

5. 進一步工作

- 基於網絡藥理學整合生物醫學大數據，採用機器學習方法構建藥物激活和抑制作用機制預測模型；
- 整合生物多組學等多源異構大數據，構建發現疾病 - 基因 - 藥物相互關係的高性能機器學習方法，設計實現參變量交叉迭代的梯度優化算法；
- 設計藥物活性機器學習定量預測方法，提高藥物活性的預測精度並在中藥中進行應用；
- 利用已建立機器學習系統，進行中醫藥“病 - 證 - 方”結合的實例研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	SPLSN: An efficient tool for survival analysis and biomarker selection	Hai-Hui Huang, Xin-Dong Peng, Yong Liang	International Journal of Intelligent Systems, 36:5845–5865 (2021)	SCI
論文	SMSPL: Robust Multimodal Approach to Integrative Analysis of Multiomics Data	Ziyi Yang , Naiqi Wu , Yong Liang, Hui Zhang , and Yanqiong Ren	IEEE Transactions on Cybernetics, DOI: 10.1109/TCYB. 2020.3006240	SCI
論文	Meta-Analysis Based on Nonconvex Regularization	Hui Zhang, Shoujiang Li, Hai Zhang, Ziyi Yang, Yanqiong Ren, Yong Liang, Xia Yongliang	Scientific Reports, (10), 5755 (2020)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Beyond the limitation of targeted therapy: improve the application of targeted drugs combining genomic data with machine learning.	Miao, R., Chen, H. H., Dang, Q. I., Xia, L. Y., Yang, Z. Y., He, M. F., ... & Yong Liang	Pharmacological Research, 159, 104932. (2020).	SCI
論文	An integrative analysis system of gene expression using self-paced learning and SCAD-Net	Huang, H. H., & Yong Liang	Expert Systems with Applications, 135, 102-112. (2019).	SCI
論文	MSPL: Multimodal self-paced learning for multi-omics feature selection and data integration.	Yang, Z. Y., Xia, L. Y., Zhang, H., & Yong Liang	IEEE Access, 7, 170513-170524 (2019).	SCI
論文	Multi-view based integrative analysis of gene expression data for identifying biomarkers	Yang, Z. Y., Liu, X. Y., Shu, J., Zhang, H., Ren, Y. Q., Xu, Z. B., & Yong Liang	Scientific reports, 9(1), 1-15. (2019).	SCI
論文	Improved prediction of drug-target interactions using self-paced learning with collaborative matrix factorization	Xia, L. Y., Yang, Z. Y., Zhang, H., & Yong Liang	Journal of chemical information and modeling, 59(7), 3340-3351(2019).	SCI
論文	Improved classification of blood-brain-barrier drugs using deep learning	Miao, R., Xia, L. Y., Chen, H. H., Huang, H. H., & Yong Liang	Scientific reports, 9(1), 1-11(2019).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	Method and system for determining an association of biological feature with medical condition	Yong Liang, Huang Hai-Hui, Liu Xiao-Ying	United States	US 10,515,724 B2
專利	System and method for determining an association of biological feature with a medical conditions	Yong Liang, Huang Hai-Hui, Liu Xiao-Ying	United States	US 10,438,699 B2
專利	System and method for determining an association of at least one biological feature with a medical condition	Yong Liang, Chai Hua, Xiao-Ying Liu	United States	US 10,192,642 B2

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	分析多源異構生物醫學大數據人工智能方法		
成果特點	疾病治療是一個非常複雜的生理和病理過程，涉及到多基因、多通路、多途徑的生物分子相互作用。同時，基因多態性是導致藥物治療效果和不良反應存在巨大個體化差異的重要原因。隨著基因組學等多種生物組學高通量技術的快速發展，不同層次多組學數據的獲取及分析技術應運而生，與複雜疾病相關的各種組學數據（基因組拷貝數變異、基因突變、甲基化數據、表觀基因組以及轉錄組、蛋白質組、代謝組數據）正在快速積累。通過整合多組學數據，以及藥物、化學、臨床和環境等多源異構數據，系統地分析疾病發生發展機制，確定最佳藥物靶點，選擇最適合藥物種類及劑量，從而提高用藥的有效性和安全性，並減少藥物治療的費用和風險，是精準醫學的關鍵要求和重要發展方向，將為疾病的診斷、個性化治療和臨床精準用藥提供重要指導作用。 生物多組學大數據分析的一個重要挑戰在於挖掘隱藏在數以百萬計的大規模多源異構數據背後，具有潛在應用價值的藥物、疾病和生物分子（如基因）之間的聯繫，以及藥物激活與抑制、藥物活性定量分析等，從而揭示特定的疾病發生發展以及藥物治療的生物學過程和分子機制。因此建立整合多源異構生物大數據的分析理論和方法對於這一問題的解決至關重要。 人工智能（AI）技術近年來取得突破性的進展，在諸多領域均獲得了非常好的應用效果。隨著各種生物醫藥數據的積累，人工智能和大數據分析方法在創新藥物研發和複雜疾病診治等方面的應用潛力巨大，其中機器學習方法在多組學數據整合分析中被廣泛使用，已成為極具可行性的探索藥物激活和抑制作用機制、藥物-疾病-基因相互作用關係和藥物活性定量分析的重要工具。 澳門中醫藥產業的發展是推動澳門經濟適度多元化的重要支撐。多年來，以中藥質量研究國家重點實驗室為龍頭的中醫藥研究取得了豐碩的成果，包括圍繞多種複雜疾病積累了豐富的生物多組學、藥物化學和中醫藥臨床大數據。本項目將人工智能和大數據分析的前沿技術引入中醫藥“病-證-方”相結合的創新研究模式，助力澳門中醫藥研究的發展。		
技術成熟度	實驗結果表明，對於各種公開可用的數據集的測試結果，我們的方法均取得了令人滿意的效果。		
應用範圍	機器學習技術研發、生物醫學大數據分析。		
投產條件和預期經濟效益	對數據分析的準確性有所提高，可以對文件系統和互聯網中的數據分析有準確性的提高並帶來一定的經濟效益。		
合作方式	技術轉讓		

聯系地址	澳門氹仔成都街豪景花園 29 座 24D		
聯系人	梁勇	電話	(853) 6386 9506
網址	-	傳真	-

基於Schatten範數約束的最小方差資產組合的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0064/2018/A2	澳門大學	舒連傑	基於 Schatten 範數約束的最小方差資產組合的研究

項目摘要

1. 研究背景

最小方差資產組合模型（minimum variance portfolio, MVP）對金融機構投資決策有重要的實際意義。但是受到協方差矩陣估計誤差的影響，該模型在權重配置上依然是不穩定的，尤其是當資產個數較多時。本課題研究在資產回報協方差矩陣有估計誤差時的資產組合優化問題。考慮到樣本協方差矩陣特徵值通常會過度發散（大特徵值被高估而小特徵值被低估），本研究提出一種對樣本特徵值進行壓縮來修正對協方差逆矩陣的估計新方法。

2. 研究目標

本專案以採用對樣本特徵值進行約束來減少協方差矩陣估計誤差為目標。為計算簡單，本專案提出通過加入 Schatten-q 範數對樣本特徵值進行約束的方法。通過特徵值分解將協方差逆矩陣分解為特徵值和特徵向量，估計受約束的特徵值，最後計算出改進的協方差逆矩陣。

3. 簡介研究工作的主要進展

本專案在下面三個方面展開具體拓展工作：(1) 提出利用 Schatten-q 範數對樣本特徵值進行壓縮來修正對協方差逆矩陣的估計；(2) 在該框架下，研究傳統方法同新方法之間的聯繫。一些傳統的改進模型會變成特例，如 Ledoit and Wolf (2004) 的收縮模型，DeMiguel et al. (2009) 的含有 L2 範數的模型；(3) 實證分析：比較新方法在樣本外風險，夏普比率，和交易成本方面會優於傳統資產組合模型。

4. 研究成果與應用

本專案提出了一種基於 Schatten-q 範數對樣本特徵值進行壓縮來修正對協方差逆矩陣的估計新方法。該方法優點包括（一）容易求解，大大縮短計算時間；（二）提高了協方差估計的穩定性；（三）能減少樣本外風險。

所提出的方法代表了一類新的資產組合優化方法，它實現起來計算量較少而且可適用於資產數目較多的情況，因此該專案提出的方法在實踐投資組合優化中具有廣泛的適用性。

5. 進一步工作

把研究結果主要考慮月度資產資料（靜態），沒考慮到資料的自相關性。進一步工作將把研究方法拓展到動態資料（每日資產資料）。探討在動態資料情況下的資產組合優化新方法。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Phase I Analysis of High-dimensional Covariance Matrices Based on Sparse Leading Eigenvalues	Fan, J., Shu, L., Yang, A., and Li, Y.	Journal of Quality Technology, https://doi.org/10.1080/00224065.2020.1746212 , 2020	1
期刊論文	Improving Portfolio Performance by Alleviating Over-dispersion of Eigenvalues	Shi, F., Shu, L., Yang, A., and He, F.	Journal of Financial and Quantitative Analysis, 2020, 55, 2700–2731.	5
期刊論文	High-Dimensional Index Tracking based on the Adaptive Elastic Net	Shu, L., Shi, F., and Tian, G.	Quantitative Finance, 2020, 1513–1530.	3
期刊論文	A Bayesian Approach to Diagnosing Covariance Matrix Shifts	Wang, B., Xu, F., and Shu, L.	Quality & Reliability Engineering International, 36, 736-752, 2020.	3
期刊論文	Wind Turbine Fault Diagnosis Based on Gaussian Process Classifiers Applied to Operational Data	Li, Y., Liu, S., and Shu, L.,	Renewable Energy, 2019, 134, 357-366.	34
期刊論文	A Distribution-free Control Chart for Monitoring High-dimensional Processes based on Interpoint Distance	Shu, L., and Fan, J.	Naval Research Logistics, 2018, 65, 317-330.	4

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	A Distribution-Free Control Chart for Monitoring High-Dimensional Processes	Shu, L.	The International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management, Macau, 2019.	-
會議論文	A Sparse Leading-Eigenvalue-Driven Control Chart for Phase I Analysis of High-dimensional Covariance Matrices	Shu, L.	The 5 th International Conference on the Interface between Statistics and Engineering (ICISE), Seoul, Korea, 2019.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

組蛋白甲基化酶 SMYD3 抑制劑的設計合成、抑制血管衰老作用及其分子機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0067/2018/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	朱依諄	組蛋白甲基化酶 SMYD3 抑制劑的設計合成、抑制血管衰老作用及其分子機制研究

項目摘要

1. 研究背景

組蛋白修飾近年來成為表觀遺傳學領域的研究熱點，它是指通過對組蛋白特定殘基進行翻譯後修飾，如甲基化、乙醯化和磷酸化等，調控染色體的結構、調節基因的轉錄啟動和抑制等，其中組蛋白的甲基化是組蛋白修飾的一個重要方式。組蛋白甲基化的功能主要體現在異染色質形成、基因印記、X 染色體失活和轉錄調控方面。目前已經發現和證實有大概 700 多種含 SET[Su(var)3-9, Enhancer-of-zeste, Trithorax] 結構域的組蛋白甲基轉移酶，其中人源的就有 100 多種，它們參與了異染色質形成、基因印記、X 染色體失活、染色體重塑、免疫生物學效應和轉錄調控等多種生理功能。組蛋白甲基化酶的異常與多種人類疾病如肝癌等腫瘤、風濕等炎性疾病、喉軟骨軟化病等特殊疾病的發生密切相關。

SMYD3 (SET and MYND domain containing 3) 是近年來發現的一種具有組蛋白甲基化功能的蛋白，它能夠使染色體組蛋白 (H3K4 等) 發生二甲基化或三甲基化，造成染色體空間結構變化，改變轉錄複合物的緊湊程度和開放程度，對基因轉錄發揮調控作用，從而影響下游癌基因、細胞週期調控基因、信號轉導相關基因、細胞核激素受體、粘附相關基因等，能夠抑制腫瘤細胞凋亡、促進細胞增殖及侵襲、擴散。多項研究證實 SMYD3 在肝癌、結腸癌、乳腺癌等癌細胞中高表達，而在相應正常組織中表達量較低甚至檢測不到 3，SMYD3 基因沉默的實驗觀察到明顯的腫瘤細胞生長抑制、凋亡增加。因此，SMYD3 可能成為新的抗腫瘤藥物作用靶點。

2. 研究目標

- 1) 合成一系列 SMYD3 小分子抑制劑，以血管緊張素 II (Ang II) 誘導的大鼠主動脈內皮細胞和注射 Ang II 的小鼠主動脈大血管為實驗模型；
- 2) 闡明全新的擁有自主智慧財產權的 SMYD3 小分子抑制劑抗血管衰老的作用及其分子機制，以期得到高效、低毒、有選擇性的 SMYD3 小分子抑制劑，為防止血管細胞衰老和血管衰老相關疾病提供新的策略和潛在的治療藥物。

3. 簡介研究工作的主要進展

以吡啶酮和腺苷為主體結構，設計、合成一系列 SMYD3 小分子抑制劑，選取合適的細胞和動物模型，研究其抑制血管衰老作用和機制，以期得到高效、低毒、有選擇性的 SMYD3 小分子抑制劑。主要研究內容如下：

- 1) SMYD3 小分子抑制劑的設計合成。
- 2) SMYD3 小分子抑制劑抑制血管細胞衰老作用。
- 3) SMYD3 小分子抑制劑抑制血管衰老作用。
- 4) 基因測序研究 SMYD3 小分子抑制劑抑制血管衰老作用的分子機制。

4. 研究成果與應用

- 1) 合成得到高效、低毒、有選擇性的 SMYD3 小分子抑制劑，闡明小分子抑制劑抑制血管衰老作用及其機制，為其臨床應用，以及以 SMYD3 為作用靶點的藥物分子設計提供重要的實驗和科學依據。
- 2) 研究成果將主要以論文發表，預計在國際相關領域頗有影響力的 SCI 期刊上發表論文 5-8 篇 (IF>5)，在國際相關領域較有影響力的 SCI 期刊上發表論文 3-5 篇 (IF>7)。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
文章	Hydrogen sulfide protects against DSS-induced colitis by inhibiting NLRP3 inflammasome	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Hydrogen sulfide stabilizes atherosclerotic plaques in apolipoprotein E knockout mice	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Recent progress in the development of potential drugs against SARS-CoV-2	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	A novel dendritic mesoporous silica based sustained hydrogen sulfide donor for the alleviation of adjuvant-induced inflammation in rats	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Hydrogen Sulfide: a Novel Immunoinflammatory Regulator in Rheumatoid Arthritis	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
文章	Histone methyltransferase Smyd3 is a new regulator for vascular senescence	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCIE
文章	Leonurine affected homocysteine-methionine metabolism based on metabolomics and gut microbiota studies of clinical trial samples	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	NAV2 positively modulates inflammatory response of fibroblast-like synoviocytes through activating Wnt/ β -catenin signaling pathway in rheumatoid arthritis	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	S-Propargyl-Cysteine Remodels the Gut Microbiota to Alleviate Rheumatoid Arthritis by Regulating Bile Acid Metabolism	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Advances in the Protective Mechanism of NO, H ₂ S, and H ₂ in Myocardial Ischemic Injury	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Targeting Epigenetic Mechanisms in Vascular Aging	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Potential Anionic Substances Binding to Platelet Factor 4 in Vaccine-Induced Thrombotic Thrombocytopenia of ChAdOx1-S Vaccine for SARS-CoV-2	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
文章	Epigenetics and Vascular Senescence–Potential New Therapeutic Targets?	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Regional Heterogeneity of Perivascular Adipose Tissue: Morphology, Origin, and Secretome	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Short-Term Oral Administration of Mesoporous Silica Nanoparticles Potentially Induced Colon Inflammation in Rats Through Alteration of Gut Microbiota	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	The Anti-Inflammation and Anti-Nociception Effect of Ketoprofen in Rats Could Be Strengthened Through Co-Delivery of a H ₂ S Donor, S-PropargylCysteine	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	The Two-Way Switch Role of ACE2 in the Treatment of Novel Coronavirus Pneumonia and Underlying Comorbidities	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Recombinant human ACE2: potential therapeutics of SARSCoV-2 infection and its complication	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	Neuron navigator 2 is a novel mediator of rheumatoid arthritis	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
文章	Fra-1 plays a critical role in angiotensin II-induced vascular senescence	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI
文章	The Cardioprotective Effect of Leonurine in Hearts	Yi zhun zhu	包括在本項目中	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

用於物聯網無線通訊應用的極低功耗相位量化器 及電源管理系統的研發和實現

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0068/2018/A2	澳門大學	陳知行	用於物聯網無線通訊應用的極低功耗相位 量化器及電源管理系統的研發和實現

項目摘要

1. 研究背景

智能手機在當今世界幾乎無處不在，對我們的日常生活產生重大影響，在發達國家和發展中國家尤其如此。可以看出，由於隨著芯片技術的進步，電路越來越小型化，無線域通訊在過去的幾十年裡得到了迅速的發展。當今電子產品中進行的大多數信號處理都在數字域中進行，因此具有更大的抗噪能力。此外，它還能夠使用各種數字處理技術，這些技術已經發展到滿足處理需求，並在實現上優於模擬系統。對於進一步的研究方向，隨著無線通訊和嵌入式系統技術的進步，人們對物聯網 (IoT) 領域越來越感興趣，讓我們周圍的所有設備都能進行通訊。此類技術尤為重要，是實現智慧城市的基礎。在此類應用中，所有設備都必須緊湊、低功耗且可靠，以通過能量收集方法在物聯網應用中實現便攜式/嵌入式目的。對於低功率無線應用，數字通訊文獻提出了調製方案，例如相移鍵控 (PSK) 和頻移鍵控 (FSK)，它們的變體例如 BPSK、QPSK 等是節能的。與幅度調製對應物 (ASK) 相比，它們還提供更好的信噪比 (SNR) 和低誤碼率 (BER)。實際上，3G 和 2G 移動通訊中的調製方案、碼分多址 (CDMA) 和全球移動應用系統分別使用了相位和頻率調製方案。

除了低功耗，物聯網應用設備的一個重要方面是可靠性。考慮到有數百到數千個 IoT 設備相互通訊，干擾問題可能很嚴重。此外，物聯網設備、來自其他電子設備（如手機）和牆內電源線的干擾也很重要。這種干擾通常通過電源引腳從焊接到芯片注入到器件中。由於複雜的工作環境，它們的頻率可以從 60Hz 到幾千兆赫。眾所周知，傳統的幅度域 ADC 通常需要非常乾淨和穩定的電源電壓，尤其是當 ADC 分辨率高達 8 位時。儘管 Ph-QTZ 可以放寬這種要求，但由於適用於這種低功率場景的電路解決方案數量有限，因此干擾仍然非常顯著。在這個項目中，我們還將探索物聯網應用中無線接收器電源管理的低功耗解決方案。

2. 研究目標

物聯網是全球公認的趨勢，它正以極快的速度獲得普及。在物聯網應用中的設備通常是便攜式並由電池或能量採集型式供電。因此，高能源效率成為物聯網中所有技術的基本要求。藍牙，特別是低功耗藍牙 (BLE)，作為在這些應用中以低功耗發送信息技術而被廣泛應用。BLE 只需要少量頻繁地發送或接收數據，導致其發射功率 (0.01 至 10mW) 低於標準藍牙 1 類設備和 3 類。這項目的研究目標主要針對用於物聯網系統的接收後端電路的低功耗和高抗干擾性進行研究並提出創新解決方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

調頻中 I-Q 調製在用於調製和解調的基帶處理的容易性方面具有優勢。對於基於 IQ 信號表示的解

調器，通常使用幅度 ADC，並處理數字 I 和 Q 信號以執行符號推理。然而，使用幅度 ADC 有幾個缺點。首先，它需要兩個 ADC，其中一個用於 I 通道，另一個用於 Q 通道。其次，由於需要從幅度域中提取相位信息，所以需要高分辨率的幅度 ADC，這在 ADC 設計上造成不必要的開銷。相位量化器利用相位數字化的相位 / 頻率調製信號的特定性質，直接比較 I 和 Q 信號從而減少額外開銷，但傳統相位量化器其高功耗特性不合性物聯網應用。再者，聯網應用對電路抗干擾性有嚴格要求，傳統高功耗相位量化器對干擾也非常敏感。這研究內容包括低功耗相位量化器及其電源管理電路的設計。

4. 研究成果與應用

研究成果主要為高水平刊物所認可，列舉如下。這些出版物還導致兩名碩士生和一名博士生畢業。研究結果對下一代有線和無線通訊系統很有用。

5. 進一步工作

該項目的下一步是將該項目開發的技術轉化為工業。有幾家公司與我們取得了聯繫，並對我們的研究成果表示了興趣。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	A 0.6-V 13-bit 20-MS/s Two-Step TDC-Assisted SAR ADC With PVT Tracking and Speed-Enhanced Techniques	M. Zhang, C. Chan, Y. Zhu and R. P. Martins	IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 54, NO. 12, DECEMBER 2019	19
Journal Paper	A 40-MHz Bandwidth 75-dB SNDR Partial-Interleaving SAR-Assisted Noise-Shaping Pipeline ADC	Y. Song, Y. Zhu, C. -H. Chan and R. P. Martins	IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 56, NO. 6, JUNE 2021	13
Journal Paper	Background Offset Calibration for Comparator Based on Temperature Drift Profile	X. Li, C. -H. Chan, Q. Zhang, Y. Zhu and R. P. Martins	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—II: EXPRESS BRIEFS, VOL. 66, NO. 10, OCTOBER 2019	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	A Calibration-Free Ring-Oscillator PLL With Gain Tracking Achieving 9% Jitter Variation Over PVT	X. Yang, C. -H. Chan, Y. Zhu and R. P. Martins	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-I: REGULAR PAPERS, VOL. 67, NO. 11, NOVEMBER 2020	2
Journal Paper	A 4-b 7- μ W Phase Domain ADC With Time Domain Reference Generation for Low-Power FSK/PSK Demodulation	X. Lei, C. -H. Chan, Y. Zhu and R. P. Martins	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS-I: REGULAR PAPERS, VOL. 66, NO. 9, SEPTEMBER 2019	2
Conference Paper	A 20GS/s 8b Time-Interleaved Time-Domain ADC with Input-Independent Background Timing Skew Calibration	M. Zhang, Y. Zhu, C. -H. Chan and R. P. Martins	2021 Symposium on VLSI Circuits Digest of Technical Papers	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	6	-

技術成果名稱	用於物聯網無線通訊應用的極低功耗相位量化器
成果特點	極低功耗
技術成熟度	TRL4
應用範圍	物聯網無線通訊
投產條件和預期經濟效益	>200 萬
合作方式	Licensing

聯系地址	澳門大學科研大樓北二十一座 3 樓 3003 室 模擬與混合信號超大規模集成電路國家重點實驗室		
聯系人	Bin Zhou	電話	(853) 8822 8829
網址	http://www.amsv.um.edu.mo/people/category/4	傳真	-

跨通道圖像噪聲建模、快速算法及其應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
077/2018/A2	澳門大學	周建濤	跨通道圖像噪聲建模、快速算法及其應用

項目摘要

1. 研究背景

在諸多應用中，獲取的圖像信號受各種噪聲源污染。對噪聲的分析與建模一直以來是圖像處理研究中非常重要的科學問題。在圖像恢復、圖像分割、多媒體取證等領域具有廣泛應用價值。然而，現有的噪聲分析和模型大多基於單一通道（即單一光譜段），忽略了通道間的相關性。導致在多通道圖像信號（如彩色圖像、多光譜圖像）處理時，效果不甚理想。

2. 研究目標

本項目旨在研究跨通道噪聲建模、模型參數估計、算法性能優化等科學問題。並探討在多通道圖像去噪、分割、增強等領域的應用。為此，研究兩類跨通道噪聲模型：噪聲與信號獨立模型，及噪聲與信號相關模型。在噪聲建模、參數快速估計等關鍵領域做前瞻性研究。研究成果將大幅提高多通道圖像處理性能和效率。

3. 簡介研究工作的主要進展

主要研究內容包含五點：1）與信號獨立的跨通道噪聲分析與建模；2）與信號相關的跨通道噪聲分析與建模；3）基於圖像直方圖指導的噪聲模型參數快速估計；4）基於深度神經網絡的噪聲模型參數快速估計；5）跨通道噪聲分析在彩色圖像、高光譜圖像去噪和超像素分割中的應用。

主要設計思路和研究方案如下：首先考慮與信號獨立的跨信道噪聲，利用多維高斯模型建模。在選取的弱紋理區域，進行多維高斯模型協方差參數的最大似然估計。其次，將信號獨立噪聲模型推廣到信號相關噪聲模型，提出局部自適應多維高斯模型。針對高強度紋理區域，特別考慮到樣本數量較少，採用最大後驗概率框架估計。此外，為提高計算效率，方便部署在移動平臺，研究兩種加速算法：一、使用圖像直方圖作為指導，加速弱紋理區域的選取；二、使用深度神經網絡進行參數快速估計。最後，為驗證所提出噪聲模型的實用性，將其應用在多種圖像處理（如彩色圖像去噪、分割）問題中。

4. 研究成果與應用

發表高水平論文 36 篇，其中期刊論文 22 篇，會議論文 8 篇。期刊論文絕大多數發表於頂級 IEEE/ACM Trans，會議論文亦含多篇計算機視覺的頂級會議 CVPR 論文。開發的噪聲建模與去噪算法在圖像即時增強領域具有潛在應用價值。

5. 進一步工作

將進一步研究噪聲建模與去噪算法，尤其是非獨立同分佈噪聲的建模和應用，對於算法在實際中的應用具有至關重要的作用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
1. 期刊論文	Relation construction for aspect-level sentiment classification	J. D. Zeng, T. Y. Liu, W. J. Jia, and J. T. Zhou	Information Sciences, vol. 586, pp. 209-223, 2022.	SCI
2. 期刊論文	Privacy Leakage of SIFT Features via Deep Generative Model based Image Reconstruction	H. W. Wu and J. T. Zhou	IEEE Trans. on Information Forensics & Security (T-IFS), vol. 16, pp. 2973-2985, 2021.	SCI
3. 期刊論文	Robust High-Capacity Watermarking Over Online Social Network Shared Images	W. W. Sun, J. T. Zhou, Y. M. Li, M. Cheng, and J. She	IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology (T-CSVT), vol. 31, no. 3, pp. 1208-1221, 2021.	SCI
4. 期刊論文	Hyperspectral Image Super-Resolution via Deep Progressive Zero-Centric Residual Learning	Z. Y. Zhu, J. H. Hou, J. Chen, H. Q. Zeng, and J. T. Zhou	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 30, pp. 1423-1438, 2021.	SCI
5. 期刊論文	Triply Complementary Priors for Image Restoration	Z. Zha, B. Wen, X. Yuan, J. T. Zhou, J. Zhou and C. Zhu	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 30, pp. 5819-5834, 2021.	SCI
6. 期刊論文	Optimal Pre-Filtering for Improving Facebook Shared Images	W. W. Sun, J. T. Zhou, L. Dong, J. Y. Tian and J. Liu	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 30, pp. 6292-6306, 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
7. 期刊論文	Learning a Deep Agent to Predict Head Movement in 360-Degree Images	Y. C. Zhu, G. T. Zhai, X. K. Min, and J. T. Zhou	ACM Trans. on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM), vol. 16, no. 4, Article 130, pp. 1-23, 2021.	SCI
8. 期刊論文	Denoising in the Dark: Privacy-Preserving Deep Neural Network Based Image Denoising	Y. F. Zheng, H. Y. Duan, X. T. Tang, C. Wang, and J. T. Zhou	IEEE Trans. on Dependable and Secure Computing (T-DSC), vol. 18, no. 3, pp. 1267-1275, 2021.	SCI
9. 期刊論文	Multi-windowed vertex-frequency analysis for signals on undirected graphs	X. W. Zheng, C. M. Zou, L. Dong, and J. T. Zhou	Computer Communications, vol. 172, pp. 35-44, 2021.	SCI
10. 期刊論文	Fine-grained Question-Answer sentiment classification with hierarchical graph attention network	J. D. Zeng, T. Y. Liu, W. J. Jia, J. T. Zhou	Neurocomputing, vol. 457, pp. 214-224, 2021.	SCI
11. 期刊論文	Image Restoration via Simultaneous Nonlocal Self-Similarity Priors	Z. Y. Zha, X. Yuan, J. T. Zhou, C. Zhu, and B. H. Wen	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 8561-8576, 2020.	SCI
12. 期刊論文	Group Sparsity Residual Constraint With Non-Local Priors for Image Restoration	Z. Y. Zha, X. Yuan, B. H. Wen, J. T. Zhou, and C. Zhu	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 8960-8975, 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
13. 期刊論文	Study of Subjective and Objective Quality Assessment of Audio-Visual Signals	X. K. Min, G. T. Zhai, J. T. Zhou, M.C. Q. Farias, and A.C. Bovik	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 6054-6068, 2020.	SCI
14. 期刊論文	Image Restoration Using Joint Patch-Group Based Sparse Representation	Z. Y. Zha, X. Yuan, B. H. Wen, J. C. Zhang, J. T. Zhou, and C. Zhu	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 7735-7750, 2020.	SCI
15. 期刊論文	A New Polyphase Down-Sampling-Based Multiple Description Image Coding	S.Y. Zhu, Z.Y. He, X.D. Meng, J.T. Zhou, Y.F. Guo, and B. Zeng	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 5596-5611, 2020.	SCI
16. 期刊論文	From Rank Estimation to Rank Approximation: Rank Residual Constraint for Image Restoration	Z. Y. Zha, X. Yuan, B. H. Wen, J. T. Zhou, J. C. Zhang, and C. Zhu	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 3254-3269, 2020.	SCI
17. 期刊論文	A Benchmark for Sparse Coding: When Group Sparsity Meets Rank Minimization	Z. Y. Zha, X. Yuan, B. H. Wen, J. T. Zhou, J. C. Zhang, and C. Zhu	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 5094-5109, 2020.	SCI
18. 期刊論文	The Prediction of Saliency Map for Head and Eye Movements in 360 Degree Images	Y. C. Zhu, G. T. Zhai, X. K. Min, and J. T. Zhou	IEEE Trans. on Multimedia (T-MM), vol. 22, no. 9, pp. 2331-2344, 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
19. 期刊論文	First Steps Toward Concealing the Traces Left by Reversible Image Data Hiding	L. Dong, J. T. Zhou, D. Q. Yan, and R. D. Wang	IEEE Trans. on Circuits and Systems II: Express Briefs (T-CASII), vol. 67, no. 5, pp. 951-955, 2020.	SCI
20. 期刊論文	Privacy-Preserving distributed deep learning based on secret sharing	J. Duan, J. T. Zhou, and Y. M. Li	Information Sciences, vol. 527, pp. 108-127, 2020.	SCI
21. 期刊論文	Secure and Verifiable Outsourcing of Large-Scale Nonnegative Matrix Factorization (NMF)	Jia Duan, Jiantao Zhou, Yuanman Li	IEEE Trans. Serv. Comput. 14(6): 1940-1953 (2021)	SCI
22. 期刊論文	A Metric for Light Field Reconstruction, Compression, and Display Quality Evaluation	X. K. Min, J. T. Zhou, G. T. Zhai, P. L. Callet, X. K. Yang, X. P. Guan	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 3790-3804, 2020.	SCI
23. 期刊論文	A Multimodal Saliency Model for Videos With High Audio-Visual Correspondence	X. K. Min, G. T. Zhai, J. T. Zhou, X. P. Zhang, X. K. Yang, X. P. Guan	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 29, pp. 3805-3819, 2020.	SCI
24. 期刊論文	Content-Adaptive Noise Estimation for Color Images with Cross-Channel Noise Modeling	L. Dong, J. T. Zhou, and Y. Y. Tang	IEEE Trans. on Image Process. (T-IP), vol. 28, no. 8, pp. 4161-4176, 2019.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
25. 期刊論文	Detecting Online Counterfeit-goods Seller using Connection Discovery	M. Cheung, J. She, W.W. Sun, and J. T. Zhou	ACM Trans. on Multimedia Computing, Communications, and Applications (TOMM), vol. 15, no. 2, 35:1-35:16, 2019.	SCI
26. 期刊論文	Quality Evaluation of Image Dehazing Methods Using Synthetic Hazy Images	X. K. Min, G. T. Zhai, K. Gu, Y. C. Zhu, J. T. Zhou, G. D. Guo, X. K. Yang, X. P. Guan, W. J. Zhang	IEEE Trans. on Multimedia (T-MM), vol. 21, no. 9, pp. 2319-2333, 2019.	SCI
27. 期刊論文	A Framework of Adaptive Multiscale Wavelet Decomposition for Signals on Undirected Graphs	X. W. Zheng, Y. Y. Tang, and J. T. Zhou	IEEE Trans. on Signal Proc. (T-SP), vol. 67, no. 7, pp. 1696-1711, 2019.	SCI
28. 期刊論文	Efficiently and securely outsourcing compressed sensing reconstruction to a cloud	Y.S. Zhang, Y. Xiang, Y. Zhang, L.X. Yang, J. T. Zhou	Inf. Sci., vol. 496, pp. 150-160, 2019.	SCI
29. 會議論文	GIID-NET: Generalizable Image Inpainting Detection Network	H. W. Wu and J. T. Zhou	In Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP-21), pp. 3867-3871, 2021.	ISTP

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
30. 會議論文	Probabilistic Selective Encryption of Convolutional Neural Networks for Hierarchical Services	J. Y. Tian, J. T. Zhou, and J. Duan	In Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR-21), pp.2205-2214, 2021.	ISTP
31. 會議論文	Detecting Adversarial Examples from Sensitivity Inconsistency of Spatial-Transform Domain	J. Y. Tian, J. T. Zhou, Y.M. Li and J. Duan	In Proceedings of AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-21), pp. 9877-9885, pp. 2021.	ISTP
32. 會議論文	Temporal Pyramid Network for Pedestrian Trajectory Prediction with Multi-Supervision	R. Q. Liang, Y.M. Li , X. Li, Y. Tang, J. T. Zhou and W. B. Zou	In Proceedings of AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-21), pp. 2029-2037, 2021.	ISTP
33. 會議論文	Robust Subspace Clustering with Independent and Piecewise Identically Distributed Noise Modeling	Y.M. Li, J. T. Zhou, X.W. Zheng, J.Y. Tian, Y.Y. Tang	In Proceedings of IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR-19), pp. 8712-8721, 2019	ISTP
34. 會議論文	A Comparative Study for the Nuclear Norms Minimization Methods	Z.Y. Zha, B. H. Wen, J.C. Zhang, J. T. Zhou, C. Zhu	In Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP-19), pp.2050-2054, 2019	ISTP

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
35. 會議論文	Simultaneous Nonlocal Self-Similarity Prior for Image Denoising	Z.Y. Zha, X. Yuan, B. H. Wen, J.C. Zhang, J. T. Zhou, C. Zhu	In Proceedings of IEEE International Conference on Image Processing (ICIP-19), pp. 1119-1123, 2019.	ISTP
36. 會議論文	Image Reconstruction from Local Descriptors Using Conditional Adversarial Networks	H.W. Wu, J. T. Zhou, and Y.M. Li	In Proceedings of APSIPA Annual Summit and Conference (ASC-19), pp. 1773-1779, 2019.	ISTP

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	Denoising in the Dark: Privacy-Preserving Deep Neural Network-Based Image Denoising		
成果特點	Large volumes of images are being exponentially generated today, which poses high demands on the services of storage, processing, and management. To handle the explosive image growth, a natural choice nowadays is cloud computing. However, coming with the cloud-based image services is acute data privacy concerns, which has to be well addressed. In this paper, we present a secure cloud-based image service framework, which allows privacy-preserving and effective image denoising on the cloud side to produce high-quality image content, a key for assuring the quality of various image-centric applications. We resort to state-of-the-art image denoising techniques based on deep neural networks (DNNs), and show how to uniquely bridge cryptographic techniques (like lightweight secret sharing and garbled circuits) and image denoising in depth to support privacy-preserving DNN based image denoising services on the cloud. By design, the image content and the DNN model are all kept private along the whole cloud-based service flow. Our extensive empirical evaluation shows that our security design is able to achieve denoising quality comparable to that in plaintext, with high cost efficiency on the local side and practically affordable cost on the cloud side.		
技術成熟度	We have a prototype of this invention, demonstrating that this technique can be integrated into a privacy-preserving denoising system to train a deep denoising network without explicitly accessing the training data.		
應用範圍	1) Hospitals with privacy-sensitive data who have the denoising requirements 2) Government agencies who have the denoising requirements without accessing the user data.		
投產條件和預期經濟效益	This technique can be integrated into a privacy-preserving denoising system to train a deep denoising network without explicitly accessing the training data.		
合作方式	技術轉讓		

聯系地址	Rm 4089, E11, Faculty of Science and Technology, University of Macau		
聯系人	周建濤	電話	(853) 8822 4495
網址	https://www.fst.um.edu.mo/personal/jtzhou/	傳真	(853) 8822 2426

面向澳門與葡語國家智慧旅遊平台及相關的語音識別系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0082/2018/A2	澳門理工大學	蔡嘉靜	面向澳門與葡語國家智慧旅遊平台及相關的語音識別系統

項目摘要

1. 研究背景

根據澳門特別行政區 2016-2020 年五年發展規劃，澳門政府未來發展定位是建設世界旅遊休閒中心，和擴闊中國與葡語國家商貿合作服務平台。最新的澳門特別行政區 2021-2025 五年規劃也強調繼續推進世界旅遊休閒中心建設使其內涵更加豐富，並繼續對中國與葡語國家商貿合作服務平台功能進一步擴展。葡語作為澳門的其中一種官方語言，在澳門有著重要作用。本項目緊貼跟隨澳門發展定位，打造一個面向澳門與葡語國家的語音識別系統和智慧旅遊平台。在實際的項目進行中，把中文以及葡文語音識別加入到本項目研發的手機應用程式“MPU 中葡智旅平台”中。用戶可以選擇語言，以迎合來自中國內地以及葡語國家的遊客需求。

2. 研究目標

本項目為應用型研究，要實現的主要目標是建立面向澳門與葡語系國家運用語音識別系統的智慧旅遊平台，其中主要實現以下幾個重點研究方向：

- 1) 研發中葡雙語語音與語義識別引擎，為本項目提供核心語音識別功能。
- 2) 以澳門理工大學“中葡通”APP 為基礎，結合澳門旅遊，為用戶提供一個良好的中葡雙語環境界面，並打破學習葡語界限。
- 3) 採用人工智能，大數據挖掘等前沿技術生成專業旅遊大數據平台。
- 4) 研究智能旅遊排程算法，根據用戶偏好和選擇，自動生成旅遊行程。
- 5) 整合各個功能模塊，結合葡語語音識別系統，研發出一個智慧旅遊的手機應用程式，以下簡稱“APP”。

3. 簡介研究工作的主要進展

在項目進行中，我們遇到了新型冠狀病毒肺炎疫情導致有些工作受阻，特別是合作方因為疫情導致公司人力資源不足，最終我們努力克服了這些困難，改由參與本項目的組員和新增成員分擔研究工作，按照最初的研究目標完成了項目。

- 1) 針對葡語語音識別自主收集了語音識別數據，並搭建了基於深度學習的葡語語音識別引擎，可以針對澳門旅遊的範疇進行準確的語音識別，並與本項目開發的手機應用程式“MPU 中葡智旅平台”結合，實現語音識別、進行內容查找和功能導航。
- 2) 將澳門理工大學獨立開發的“中葡通 Diz lá!” 相關內容整合到“MPU 中葡智旅平台”。我們通過把中葡雙語現有的資料、板塊和數據庫等資料進行遷移並整合到“MPU 中葡智旅平台”APP 的獨立板塊中。

- 3) 優化了資料庫和演算法。對資料庫進行了資料欄位的擴充，在前期搭建數據結構框架的基礎上，根據澳門旅遊主要景點、美食、住宿、購物和娛樂等 POI，形成澳門景點庫以及住宿信息庫。這些數據為“MPU 中葡智旅平台”APP 提供了內容支持。
- 4) 智慧旅遊排程，我們採用了用戶可定制化的旅遊排程算法，用戶可以選擇天數，旅遊時間和景點偏好等參數，由系統自動生成最優化旅遊路線排程。我們採用了基因算法，可以滿足一系列限制性參數如旅遊日數，花費，每日開始結束時間等偏好，自動生成滿足一系列限制性參數的最優旅遊路線，使得路線更平滑並減少交叉。同時減少景點間的交通時間和景點等待時間。
- 5) 開發完成了“MPU 中葡智旅平台”APP 及後台管理軟件。APP 支持 iOS 及 Android 雙平台，後台採用網頁式圖形化管理頁面，使得後期系統維護變得更加方便。

4. 研究成果與應用

我們在項目中針對相關的研究重點一共發表了 3 篇國際學術會議論文及 1 篇期刊論文。

5. 進一步工作

可以進一步研究語音識別，通過採集更多語音資料擴大葡語語音識別範圍，並應用到其他語音識別應用中。

“MPU 中葡智旅平台”APP 可以進一步通過用戶實際使用反饋進行優化和更新。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Scopus Conference Paper	Automatic Speech Recognition for Portuguese with Small Data Set	Yapeng Wang, Ruize Jia, Chan Tong Lam, Ka Cheng Choi, Koon Kei Ng, Xu Yang and Sio Kei Im	Studies in Computational Intelligence, 1003 SCI, pp.1-13 21st IEEE/ACIS International Conference on Computer and Information Science (ICIS 2021-fall), Oct 13-15, 2021	-
ACM Conference Paper	Exact Transient Analysis on LRU Cache Startup for Internet of Things	Angus K.Y. Wong, Alan K.H. Yeung, Ka Cheng Choi, Philip Lei and Chan Tong Lam	The 9th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City (ICIT 2021), Dec 22-25, 2021, pp. 310-315	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
ACM Conference Paper	An Open Tourism Mobile Platform with Personalized Route Planning and Voice Recognition	Yapeng Wang, Chan Tong Lam, Ka Cheng Choi, Benjamin Ng, Siu Ka Meng, Philip Lei and Xu Yang	The 9th International Conference on Information Technology: IoT and Smart City (ICIT 2021), Dec 22-25, 2021, pp. 337-345	-
Scopus Journal Paper	Genetic Algorithm For Tourism Route Planning Considering Time Constrains	Ka Cheng Choi, Sha Li, Chan Tong Lam, Angus Wong, Philip Lei, Benjamin Ng and Ka-Meng Siu	International Journal of Engineering Trends and Technology. 70(1). 171-179, Jan 2022	-
智慧旅遊手機應用程式平台	“MPU 中葡智旅平台”	Yapeng Wang, Ka-Cheng Choi, Philip Lei, and Siu Ka Meng	此手機應用程式完成： 1) 理論研究成果 葡語語音識別算法 優化智能排程算法 2) 實驗研究成果： 葡語語音識別系統 專業旅遊數據庫 此程式提供了中葡雙語語音識別功能，可以透過語音操控及進行搜索。另有中葡通模塊，可以輕鬆學習與旅遊相關的葡語，也提供各類景點數據及智慧旅遊排程，根據用戶偏好和選擇自動生成旅遊行程。	-
使用手冊	“MPU 中葡智旅平台”使用手冊	Yapeng Wang, Ka-Cheng Choi, Philip Lei, and Siu Ka Meng	向手機應用程式使用者介紹“MPU 中葡智旅平台”的安裝和使用方法。	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
演示影片	“MPU 中葡智旅平台” 操作演示影片 (後台操作演示和 手機 APP 演示)	Yapeng Wang, Ka-Cheng Choi, Philip Lei, and Siu Ka Meng	向手機應用程式使用者 演示 “MPU 中葡智旅平 台”APP 內的系統基本 功能、實際操作及介面 功能資訊。	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	2	10

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

環境散射通信鏈路自適應傳輸和信號檢測技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0014/2018/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	李東	環境散射通信鏈路自適應傳輸 和信號檢測技術研究

項目摘要

1. 研究背景

近年來，反向散射通信技術的飛速發展使得低成本低功耗物聯網設備成為可能。反向散射通信設備不需要固定電池，可從接收射頻信號中收集能量實現啟動；然後根據資訊比特切換天線阻抗，進而改變反散信號的幅度和相位，實現資訊傳輸 Error! Reference source not found.。相比於傳統主動式通信設備，反向散射通信設備擺脫了電池的束縛，設備成本和功耗得意大幅下降，因此其在物聯網中應用前景廣泛。

2. 研究目標

- 1) 分析探明造成當前環境散射通信速率受限的原因；
- 2) 考察接收機完美已知通道資訊場景，建立高速率環境散射通信信號檢測理論；
- 3) 考察接收機未知通道資訊場景，研究更具有普適性的高速率環境散射通信信號檢測理論。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 提出基於頻移的無干擾傳輸機制。
- 2) 提出混合主動發射與被動散射相結合的傳輸機制。

4. 研究成果與應用

在無線通信領域權威期刊上發表了 17 篇 SCI 期刊論文和 2 篇 EI 會議論文。

5. 進一步工作

在原有工作基礎上，繼續研究新型的適用於無線接入網絡的優化系統配置，同時研究適用於下一代無線通信和物聯網通信提供綠色環保的低功耗傳輸解決方案。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Linear Canonical Wigner Distribution of Noisy LFM Signals via Multiobjective Optimization Analysis Involving Variance-SNR	Z. Zhang, D. Li (李東), Y. Chen, and J, Zhang	accepted by IEEE Communications Letters	SCI
期刊論文	Hybrid Active and Passive Antenna Selection for Backscatter-Assisted MISO Systems	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Communications, vol. 68, no. 11, pp. 7258-7269, Nov. 2020.	SCI
期刊論文	Backscatter Communication Powered by Selective Relaying	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 11, pp. 14037- 14042, Nov. 2020	SCI
期刊論文	Ergodic Capacity of Intelligent Reflecting Surface-Assisted Communication Systems with Phase Errors	D. Li (李東)	IEEE Communications Letters, vol. 24, no. 8, pp. 1646-1650, Aug. 2020	SCI
期刊論文	Fairness-Based Multiuser Scheduling for Ambient Backscatter Communication Systems	D. Li (李東)	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 9, no. 8, pp. 1150- 1154, Aug. 2020	SCI
期刊論文	A Novel Framework of Three-Hierarchical Offloading Optimization for MEC in Industrial IoT Networks	Z. Zhao, R. Zhao, J. Xia, X. Lei, D. Li (李東), Y. Chau, and L. Fan	IEEE Transactions on Industrial Informatics, Special Section on Social and Cognitive Mobile Computing in Industrial Internet of Things, vol. 16, no. 8, pp. 5424-5434, August 2020	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Backscatter Communication via Harvest-Then-Transmit Relaying	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 6, pp. 6843-6847, June 2020	SCI
期刊論文	Optimal Linear Cooperation for Signal Classification in Cognitive Communication Networks	Y. Ma, Z. Quan, D. Li (李東), S. Zhang, X. Li, Z. Feng, and Z. Ding	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 19, no. 5, pp. 3144-3155, May 2020	SCI
期刊論文	Two Birds with One Stone Exploiting Decode-and-Forward Relaying for Opportunistic Ambient Backscattering	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Communications, vol. 68, no. 3, pp. 1405-1416, March 2020	SCI
期刊論文	Adaptive Mode Selection for Backscatter-Assisted Communication Systems with Opportunistic SIC	D. Li (李東), H. Zhang, and L. Fan	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 2, pp. 2327-2331, February 2020	SCI
期刊論文	When Distributed Switch-and-Stay Combining Meets Buffer in IoT Relaying Networks	D. Deng, J. Xiao, Y. Yan, L. Fan, D. Li (李東), and H. Zhu	Physical Communications, vol. 38, pp. 1-9, February 2020.	SCI
期刊論文	Capacity of Backscatter Communication with Frequency Shift over Rician Fading Channels	D. Li (李東)	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 8, no. 6, pp. 1639-1643, December, 2019.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Price-Based Bandwidth Allocation for Backscatter Communication with Individual Bandwidth Constraints	D. Li (李東) and Y.-C. Liang	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 18, no. 11, pp. 5170-5180, November, 2019	SCI
期刊論文	Capacity of Backscatter Communication Systems with Tag Selection	D. Li (李東), W. Peng, and F. Hu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 10, pp. 11031-11034, October, 2019	SCI
期刊論文	Minimizing Misclassification for Cooperative Spectrum Sensing using M-ary Hypothesis Testing	Y. Ma, Z. Quan, D. Li (李東), and B. Zhang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 8, pp. 8210-8215, August, 2019	SCI
期刊論文	Multipoint Wireless Information and Power Transfer to Maximize Sum-Throughput in WBAN with Energy Harvesting	H. Liu, F. Hu, S. Qu, Z. Li, and D. Li (李東)	IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 4, pp. 7069-7078, August, 2019.	SCI
期刊論文	On Hybrid Pilot for Channel Estimation in Massive MIMO Uplink	J. Li, C. Yuen, D. Li, H. Zhang and X. Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 7, pp. 6670-6685, July, 2019	SCI
會議論文	Tag Selection for Backscatter Communication in Classified Wireless Body Area Networks	Z. Lin, F. Hu, D. Li (李東), and Z. Han	Proceedings of 2020 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC 2020), pp. 1-6, Seoul, South Korea, April 6-9, 2020.	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Optimal Resource Allocation in Point-to-Point Wireless Body Area Network with Backscatter Communication	Z. Lin, F. Hu, and D. Li (李東)	Proceedings of the 2020 IEEE International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2020), pp. 780-784, Hawaii, USA, February 17-20, 2020	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	帶有能量收集再發射功能的環境反射通信技術		
成果特點	能量收集再發射和環境反射通信都無需電池，通過吸收和反射周圍電磁波來達到通信的目的，因此該混合技術可極大降低系統的功率損耗，適用於低功耗的物聯網通信。		
技術成熟度	能量收集再發射技術和環境反射通信還停留在理論研究方面，市場上應用需要更加完善該技術。		
應用範圍	可應用於物聯網通信，可取代傳統的 RFID 技術。		
投產條件和預期經濟效益	能量收集再發射技術和環境反射通信的硬件成本並不高，可適用於物聯網通信。		
合作方式	技術轉讓、合作開發		

聯系地址	氹仔偉龍馬路澳門科技大學 A207		
聯系人	李東	電話	(853) 8897 2920
網址	-	傳真	-

共價鍵藥物的雙刃劍：基於3D nanoLC-MS的低豐度蛋白檢測、機理研究和中藥活性物質的發現

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0090/2018/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	李娜	共價鍵藥物的雙刃劍：基於 3D nanoLC-MS 的低豐度蛋白檢測、機理研究和中藥活性物質的發現

項目摘要

1. 研究背景

共價藥物通過共價鍵與靶蛋白結合發揮療效，因此具有高效的特點；但是脫靶修飾會導致毒副反應的發生，其作用就似一把雙刃劍。若能在藥物開發的初期採用有效的方法對共價鍵修飾蛋白質的能力及特異性進行測定，即可提高高效低毒藥物開發的成功率。但是現有的方法通常通過連接 tag“吊”出蛋白質，不過，tag 的加入會改變藥物的結構，進而影響其在體內反應的真實性；而且，現在的藥物通常具有複雜的結構，存在多種官能團，除了藥物設計時引入的共價鍵結合基團外，其他基團也可能對蛋白質產生非特異性的修飾；連接 tag 的基團也可能是潛在的反應活性位點；此外，針對每種藥物的不同，都需要掌握以上資訊的基礎上進行 tag 的設計和引入，在藥物研發的初始階段也是非常不現實的。因此，本課題建立了一系列的 LC-MS 分析方法，希望能在藥物開發的早期評價其對蛋白質修飾的能力，用於新藥的發現及闡明藥物既有活性又有毒性的機制。

2. 研究目標

- 1) 建立一套快速的包括體內外藥物或其代謝產物對蛋白質共價鍵修飾的分析方法，尤其是針對體內低峰度被修飾蛋白質檢測的 3D nanoLC-MS 方法，用於評價化合物對靶蛋白的結合能力及選擇性；
- 2) 採用上述分析方法，對中藥成分進行常見的、成藥性較難的藥物靶點的活性和毒性評價，找到潛在活性好、毒性低的先導化合物；
- 3) 闡明藥物既有活性又有毒性的機理。

3. 簡介研究工作的主要進展

(1) 建立了一系列基於 LC-MS 的蛋白質組學分析方法；(2) 應用上述方法評價了一系列化合物對於蛋白質的結合能力及選擇性；(3) 應用上述方法評價了共價鍵藥物體內藥代動力學和藥效學的特徵，解釋了其高效的作用機制；(4) 應用上述方法鑒定了對靶點蛋白質進行修飾的化合物，發現了潛在的生物活性成分；(5) 應用上述方法鑒定了常見中藥成分修飾的蛋白質靶點，解釋了毒性作用機制；(6) 在此基礎上，綜述了基於 LC-MS 的蛋白質組學方法在新藥開發中的應用。

4. 研究成果與應用

發表 SCI 論文 10 篇（影響因數大於 10 的 3 篇），核心期刊論文 1 篇，申請中國專利 1 項。

近十年來，共價鍵藥物的開發成為解決一些“難以成藥”靶點（如 KRAS）的良策，在新冠藥物的開發中也佔有一席之地，隨著共價鍵藥物在臨床上越來越多的使用，體內藥代動力學和藥效學特徵卻依舊沿用傳統的非共價藥物的模式。本課題研究開發的“一種共價藥物及其代謝產物的藥代動力學分析方法”彌補了這方面的不足，有著廣泛的應用前景。

5. 進一步工作

本課題初步建立了一種基於 LC-QQQ-MS 的共價鍵藥物快速篩選的方法，後續將繼續進行完善，並對中藥成分進行篩選，以期發現新的潛在的共價鍵抑制劑。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Dual roles of drug or its metabolite-protein conjugate: cutting-edge strategy of drug discovery using shotgun proteomics	SL Gong, XL Hu, SS Chen, BQ Sun, N Li*, JL Wu*	Med Res Rev 2022, 42, 1704	0
期刊論文	Covalent protein modification: an unignorable factor for bisphenol A induced hepatotoxicity	XL Hu, JL Wu*, W Miao, F Long, HD Pan, T Peng, XJ Yao, N Li*	Environ Sci Technol 2022, 56, 9536	1
期刊論文	Quantification of Osimertinib and Metabolite-Protein Modification Reveals its High Potency and Long Duration of Effects on Target Organ	SL Gong, Y Zhuo, SS Chen, XL Hu, XX Fan, JL Wu*, N Li*	Chem Res Toxicol 2021, 34(11), 2309	1
期刊論文	Hepatotoxic evaluation of toosendanin via biomarker quantification and pathway mapping of large-scale chemical proteomics	Y Zhuo, YD Zhang, M Li, HY Wu, SL Gong, XL Hu, Y Fu, XZ Shen, BQ Sun, JL Wu*, N Li*	Food Chem Toxicol 2021, 153, 112257	3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Characterization of covalent protein modification by triclosan in vivo and in vitro via three-dimensional liquid chromatography-mass spectrometry: New insight into its adverse effects	MX Liu, N Li*, YD Zhang, ZY Zheng, Y Zhuo, BQ Sun, LP Bai, MM Zhang, MQ Guo, JL Wu*	Environ Int 2020, 136, 105423	5
期刊論文	New limonoids from the fruits of Melia toosendan and their autophagic activities	GY Yan, J Li, SS Chen, Y Liu, JL Wu, XM Zhu,* N Li*	Phytochem Lett 2020, 35, 15	6
期刊論文	Hypoglycemic and hypolipidemic effects of Moringa oleifera leaves and their functional chemical constituents	GL Chen, YB Xu, JL Wu, N Li, MQ Guo	Food Chem 2020, 333, 127478	24
期刊論文	Screening for natural inhibitors of human topoisomerases from medicinal plants with bio-affinity ultrafiltration and LC-MS	MX Fan, GL Chen, BQ Sun, JL Wu, N Li, S.D. Sarker, L Nahar, MQ Guo	Phytochem Rev 2020, 19, 1231	8
期刊論文	Advances in MS Based Strategies for Probing Ligand-Target Interactions: Focus on Soft Ionization Mass Spectrometric Techniques	GL Chen, MX Fan, Y Liu, BQ Sun, MX Liu, JL Wu, N Li, MQ Guo	Frontiers Chem 2019, 7, 703	11

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Enrichment and analysis of quaternary alkaloids from Zanthoxylum simulans using weak cation exchange solid-phase extraction coupled with LC-MS	M Fan, Y Tian, G Chen, SD Sarker, L Nahar, JL Wu, N Li, MQ Guo	Phytochem Anal 2019, 30, 727	8
期刊論文	尺寸排阻 - 反相液相色譜 - 質譜聯用技術在大鼠腎臟翻譯後修飾蛋白質鑒定中的應用	李健民，卓越，張毅達，李娜，伍建 *	色譜 2021, 39, 87	0
專利	一種共價藥物及其代謝產物的藥代動力學分析方法	李娜，伍建林，宮詩林	中國專利 202111219004.5	-
會議論文	New insight into toxicity mechanism of emerging contaminants using 3D nano LC-MS proteomics	N Li	中國中西部地區第七屆色譜學術交流會暨儀器展覽會（廣西桂林）	-
會議論文	Characterization of Covalent Protein Modification by Triclosan Antibiotic in vivo and in vitro via Three-Dimensional Liquid Chromatography-Mass Spectrometry: New Insight into Its Adverse Effects	MX Liu, N Li, JL Wu	第十屆全國藥物分析大會	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	In-Depth Annotation Strategy of Saturated Hydroxy Fatty Acids Based on Their Chromatographic Retention Behaviors and MS Fragmentation Patterns	QF Zhu, N An, JL Wu, YQ Feng	第十屆全國藥物分析大會	-
會議論文	Molecular Mechanism Investigation on Drug-induced Hepatotoxicity	Y Zhuo, XJ Yan, N Li	8th Asia-Oceania Mass Spectrometry Conference (Macau)	-
會議論文	Multi-omics analysis to assess the potential idiosyncratic adverse drug reactions	XL Hu, XQ Bian, JL Wu, N Li*	第一屆化學生物學研究生前沿論壇（北京）	-
會議論文	潛在肝毒性環境污染物的篩查及其機制研究	李娜	第十屆全國環境化學大會（天津）	-
會議論文	潛在有毒物質的評估方法	李娜，伍建林，劉梅仙	第四屆極地及高山地區持久性有毒污染物（PTS）學術研討會（西藏山南）	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	7	0

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種共價藥物及其代謝產物的藥代動力學分析方法		
成果特點	近年來共價鍵藥物發展迅速，具有藥效強、持續時間久、所需劑量少等優點。然而，其特殊的共價作用機制使共價鍵藥物的藥代動力學與非共價鍵藥物具有不同的特點，目前仍然缺少針對共價鍵藥物的藥代動力學檢測方法。本發明開發了針對共價鍵藥物及其代謝物的共價作用特點的定量檢測策略，可以應用於共價鍵藥物的藥代動力學研究，在共價藥物的開發、應用、臨床監測等方面具有應用前景。		
技術成熟度	TRL7		
應用範圍	共價鍵藥物的藥代動力學研究、共價藥物的開發、應用、臨床監測等。		
投產條件和預期經濟效益	-		
合作方式	-		

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學		
聯系人	李娜	電話	(853) 8897 2405
網址	www.must.edu.mo	傳真	(853) 2882 5886

幾類具有尖峰孤立子解的多分量Camassa-Holm 類型系統的柯西問題研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0091/2018/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	殷朝陽	幾類具有尖峰孤立子解的多分量 Camassa-Holm 類型系統的柯西問 題研究

項目摘要

1. 研究背景

非線性偏微分方程所研究的核心數學問題來自於流體力學，是關於粘性流體的 Navier-Stokes 方程和理想流體的 Euler 方程的解的性態研究，Euler 方程在淺水波領域會產生波破裂現象。波的破裂問題一直是淺水波領域長期滯留的問題，發現一個能同時描述孤立子和波破裂現象的淺水波方程是非常有意義和重要的。Camassa-Holm (CH) 方程是 Euler 方程在淺水波領域的逼近模型，也是新近發現的，且能同時描述孤立子和波破裂現象的重要可積淺水波方程，近年來，得到了廣泛的關注和研究。

本項目擬研究與 CH 方程有關的幾類具有尖峰孤立子解（能描述孤立子和波破裂現象）的多分量 Camassa-Holm 類型系統的柯西問題進行廣泛和深入的研究，具體研究這幾類多分量系統的柯西問題在 Sobolev 空間和 Besov 空間中的局部適定性，強解的爆破和整體存在性，整體弱解的存在性和唯一性，守恆弱解和耗散弱解的存在性和半群性質，以及尖峰孤立子解和扭結弱解的軌道穩定性。本項目的所做的研究，有助於我們從帶有多分量，高次非線性項，和扭結弱解的數學角度對孤立子和波破裂現象加以深刻描述和刻劃。因此本項目的研究有重要的理論和實際意義。

2. 研究目標

- 1) 希望能在多分量 Camassa-Holm 系統 (1) - (6) 的柯西問題在臨界 Sobolev 空間和 Besov 空間中的局部適定性，強解的爆破和整體存在性，整體弱解的存在性和唯一性，守恆弱解和耗散弱解的存在性和半群性質，以及尖峰孤立子解和扭結弱解的軌道穩定性的研究上，取得更多突破和新進展，並獲得更多深刻的新成果。
- 2) 在 SCI 類數學核心期刊發表 10 篇或以上高水準的學術論文。
- 3) 培養博士研究生 1-2 名。

3. 簡介研究工作的主要進展

對照本項目的執行計劃和預期研究成果，我們已順利地完成了本項目的研究內容和研究目標，超額完成了本項目預定在 SCI 類數學核心期刊發表 10 篇或以上高水準的學術論文的研究計劃和研究成果。本項目從 2019 年 1 月 7 日立項開始至目前截止，我們關於多分量 Camassa-Holm 淺水波系統，如一個高維 Camassa-Holm 淺水波系統，一個帶有高階慣性算子的兩個分量的淺水波系統，一個帶

旋轉的兩個分量 Camassa-Holm 淺水波系統；關於一個修正的 Camassa-Holm 系統，一個帶有立方和平方非線性項的 Camassa-Holm 類型方程，一個廣義 Degasperis-Procesi 方程，一個色散 Hunter-Saxton 方程和一個廣義 Novikov 方程及其相關的一些新的數學模型的研究上都取得了較大的創新，突破和進展，截止目前已在此類 SCI 數學核心刊物正式發表論文 25 篇和線上發表論文 3 篇，共計發表 SCI 類論文 28 篇，超過預定計劃 SCI 類論文 18 篇。主要研究成果發表在高水準的 SCI 類重要的數學核心刊物：Adv. Math. (1 篇)，JFA (1 篇)，JDE (5 篇)，AML (1 篇)，NA-RWA (1 篇) 等刊物上，表明本項目的所取得的科研成果達到了國際先進水準。總之，本項目研究工作總體進展順利，經費的開支嚴格按照合同書的金費預算執行，本項目總體完成情況很好。

4. 研究成果與應用

我們關於多分量 Camassa-Holm 淺水波系統，如一個高維 Camassa-Holm 淺水波系統，一個帶有高階慣性算子的兩個分量的淺水波系統，一個帶旋轉的兩個分量 Camassa-Holm 淺水波系統；關於一個修正的 Camassa-Holm 系統，一個帶有立方和平方非線性項的 Camassa-Holm 類型方程，一個廣義 Degasperis-Procesi 方程，一個色散 Hunter-Saxton 方程和一個廣義 Novikov 方程及其相關的一些新的數學模型的研究在國內外起步比較早，我們的研究成果也比較廣泛和深入。我們在此方面發表的文章已多次被美國、英國、德國、瑞典、挪威、奧地利、義大利、法國、愛爾蘭、加拿大，澳大利亞，保加利亞、羅馬尼亞等多個國家的數學工作者所引用，並在我們的結果上得到了新的結果。

本項目的研究課題主要是數學基礎理論方面的研究，所獲取得科研成果主要是以國外 SCI 類期刊論文的形式公開發表。目前本項目所取得的科研成果轉化和應用情況還沒有，希望本項目所取得的科研成果今後能有更多的轉化和應用。

5. 進一步工作

近年來，我們關於 Camassa-Holm 類型方程和多分量 Camassa-Holm 淺水波系統，如一個高維 Camassa-Holm 淺水波系統，一個帶有高階慣性算子的兩個分量的淺水波系統，一個帶旋轉的兩個分量 Camassa-Holm 淺水波系統；關於一個修正的 Camassa-Holm 系統，一個帶有立方和平方非線性項的 Camassa-Holm 類型方程，一個廣義 Degasperis-Procesi 方程，一個色散 Hunter-Saxton 方程和一個廣義 Novikov 方程及其相關的一些新的數學模型的研究的研究目前處於國際領先水準。今後，我們希望能對高維和多分量 Camassa-Holm 類型系統及其相關的幾個新的數學模型的初邊值問題的局部適定性，強解的爆破和整體存在性，弱解的存在性和唯一性，守恆弱解和耗散弱解的存在和唯一性等問題進行廣泛和深入的研究，並希望能在 SCI 類國內外數學類核心刊物發表論文多篇。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 1	The L2 decay for the 2D co-rotation FENE dumbbell model of polymeric flows	Wei Luo, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Advance in Mathathematics , 343, 522–537, (2019).	SCI 收錄
期刊論文 4	The global Gevrey regularity and analyticity of a two-component shallow water system with higher-order inertia operators	Huijun He, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Journal of Differential Equations, 267, 2531-2559, (2019).	SCI 收錄
期刊論文 5	Local well-posedness and blow-up phenomena of the generalized short pulse equation	Yingying Guo, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Journal of Mathematical Physics 60 , 041505: 1-12, (2019).	SCI 收錄
期刊論文 6	Blow-up phenomena and local well-posedness for a generalized Camassa-Holm equation with cubic nonlinearity	Min Li, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Journal of Mathematical Analysis and Applications , 478 , 604-624, (2019).	SCI 收錄
期刊論文 8	The rotational speed limit and the blow-up phenomena of the rotation 2-component Camassa-Holm system	Yingying Guo, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Monatshefte für Mathematik, 190, 301-332, (2019).	SCI 收錄
期刊論文 10	Blow-up phenomena, ill-posedness and peakon solutions for the periodic Euler-Poincaré equations ,	Wei Luo, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Journal of Differential Equations, 268, 1307–1325, (2020).	SCI 收錄
期刊論文 12	Global existence for the periodic dispersive Hunter–Saxton equation,	Weikui Ye, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Monatshefte für Mathematik , 191:2 , 267-278, (2020).	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 15	Blow-up phenomena and local well-posedness for a generalized Camassa–Holm equation in the critical Besov space	Xi Tu, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Monatshefte für Mathematik , 191, (801-829, 2020.	SCI 收錄
期刊論文 17	On the Cauchy problem for a modified Camassa–Holm equation	Zhaonan Luo , Zhijun Qiao , Zhaoyang Yin (通訊作者)	Monatshefte für Mathematik , 193, 857-877, (2020) .	SCI 收錄
期刊論文 20	Globally conservative solutions for the modified Camassa-Holm (MOCH) equation	Zhaonan Luo (通訊作者) , Zhijun Qiao, Zhaoyang Yin	Journal of Mathematical Physics, 62:9, 091506: 1-12, (2021).	SCI 收錄
期刊論文 21	Vanishing viscosity limit to the FENE dumbbell model of polymeric flows	Zhaonan Luo (通訊作者) , Wei Luo, Zhaoyang Yin	Journal of Differential Equations, 304, 467–490, (2021).	SCI 收錄
期刊論文 22	Asymptotic behavior of solution for functional equations with Stepanov forcing terms	Zhong-Hua Wu	Advances in Mathematical Physics , 2021, 4412527: 1-9, (2021).	SCI 收錄
期刊論文 24	The existence of global weak solutions for a generalized Camassa-Holm equation	Xi Tu, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Applicable Analysis , 101:3, 810-823, (2022).	SCI 收錄
期刊論文 25	Global existence and blow-up phenomena for the Hunter-Saxton equation on the line,	Weikui Ye, (通訊作者) Zhaoyang Yin	Journal of Mathematical Fluid Mechanics, 24:1, Paper No. 25, 14 pp, (2022).	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 26	On the Cauchy problem for a Camassa-Holm type equation with cubic and quartic nonlinearities	Wenjie Deng, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Monatshefte für Mathematik , https://doi.org/10.1007/s00605-021-01584-y , 線上發表。	SCI 收錄
期刊論文 28	Global conservative solution for a dissipative Camassa-Holm type equation with cubic and quartic nonlinearities	Wenjie Deng, Zhaoyang Yin (通訊作者)	Applicable Analysis, DOI: 10.1080/00036811.2022.2027379 , 線上發表。	SCI 收錄

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

全純尖形式所對應的Hecke特徵值在素變數上的變號問題

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0095/2018/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	肖玄玄	全純尖形式所對應的 Hecke 特徵值在素變數上的變號問題

項目摘要

1. 研究背景

L-函數是現代解析數論中的重要分支之一。Selberg 引入了 Selberg 類的概念，通過 Selberg 類，我們可以將算術和幾何與 L-函數建立一種聯系。因此通過研究 L-函數的零點分佈問題以及它的 Fourier 系數的估計對於當代數學的發展有著重要的作用。通過對 Fourier 系數卷積和的研究，我們可以將它應用到 L-函數在臨界帶的極值問題以及亞凸界問題上面。

模群上尖形式有兩種，全純尖形式和 Maass 尖形式。近四十年，關於尖形式 Fourier 係數的估計及其分佈得到了一系列具有影響力的結果。對於全純尖形式，Ramanujan 猜想，Sato-Tate 猜想都已經得到解決，分別由 Deligne 和 Barnet-Lamb, Geraghty, Harris & Taylor 證明。但是，對於 Maass 尖形式，這兩個猜想至今懸而未決。此外，尖形式 Fourier 係數的卷積和也有了很大的發展。Jutila 利用譜理論研究了 Fourier 係數的卷積和，Sarnak 考慮了均值意義下的卷積和並得到了 Rankin-Selberg L-函數的亞凸性估計。Lau, Liu & Ye 得到了關於權的最優結果。另一種形式的卷積和就是 Titchmarsh 除數問題及其在自守形式中的呈現。1930 年，Titchmarsh 提出了以他名字命名的除數問題。最後，對於整變量 Fourier 係數的變號問題，Lau, Liu & Wu 及其合作者等得到了一系列結果。

2. 研究目標

通過對 $GL(2)$ 上 Fourier 系數的學習，我們可以得到關於自守函數的素數定理。進而我們希望可以通過自守函數對數函數的截斷逼近來研究它的一個差值分佈問題。

通過對 $GL(2)$ 上全純尖形式 Fourier 系數卷積公式的建立，我們希望得到自守函數在臨界帶關於它的輻角函數的一些條件和無條件結果。1946 年，Selberg 得到了 Riemann zeta 函數關於它的輻角函數在短區間上面的均值結果。借鑒該思想，我們期望可以得到全純尖形式下自守 L 函數的一個類似結果。

除了對自守函數的研究，我們還研究了經典 Dirichlet L-函數相關問題。通過構造一些特殊的震盪因數以及利用 Dirichlet 特徵的正交性，我們希望可以得到它在臨界帶上的一個極值下界。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們解決了自守函數分佈問題過程當中涉及到 Fourier 系數上界估計的一些計算障礙。然後我們還克服了全純尖形式下的 Fourier 系數卷積公式構造的困難，將輻角函數的結果從經典的 Riemann

ζ 函數推廣到了 $GL(2)$ 上的全純尖形式。對於 Dirichlet L- 函數的研究，我們巧妙的利用特徵的正交性以及第 n 個素數的上界等其它一些算數函數性質，克服了計算過程中遇到的一些困難。

4. 研究成果與應用

我們將 Lamzouri, Lester 和 Radziwiłł 對於 Riemann ζ 函數的差值分佈結果推廣到了自守函數。我們還將 Riemann ζ 函數的輻角函數結果和短 Selberg 關於輻角函數在短區間上面的均值問題推廣到了自守函數的全純尖形式。

通過對 Dirichlet L- 函數的極值下界研究，我們還可以將此過程方法應用到非負 Dirichlet 系數的 Selberg 類問題當中。

5. 進一步工作

此專案的研究成果都是對於 $GL(2)$ 上的自守形式成立的。而專案中的方法也適用於高階的自守形式及其對應的自守 L 函數。所以，我們的下一步工作將對高階自守形式進行研究。將現有工作進行推廣。同時，現有方法也有其不足之處。例如，在震盪因數的設計之中，我們借用了前人的設計方案。也許對於我們的情況，震盪因數可以設計的更為適用。所以，下一步，我們也將對該問題做進一步研究。希望可以得到更好的下界。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
科學論文	Discrepancy bounds for distribution of automorphic L-functions	Xuanxuan Xiao, Shuai Zhai	Lithuanian Mathematical Journal	-
科學論文	Estimates of the argument function of automorphic L-functions for $GL(2)$	Qiyu Yang	Lithuanian Mathematical Journal	-
科學論文	Moments of the argument of automorphic L-functions for GL_m	Hengcai Tang, Qiyu Yang	Frontiers of Mathematics in China	-
科學論文	A note on large values of $L(\sigma, \chi)$	Xuanxuan Xiao Qiyu Yang	Bulletin of the Australian Mathematical Society	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
科學論文	Error term of the mean value theorem for binary Egyptian fractions	Xuanxuan Xiao Wenguang Zhai	Open Mathematics	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

無線分布式網絡下的中心控制方案研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0098/2018/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	馮麗	無線分布式網絡下的 中心控制方案研究

項目摘要

1. 研究背景

WiFi 網路技術憑藉其高速率、易部署、費用低、分佈式以及高擴展性的特點，被廣泛的應用在不同的場景下。當前的 WiFi 網路技術已經從支持傳統單純的數據傳輸，發展出支持各種各樣高帶寬、低延時的新型網路應用（包括 VoWiFi、增強現實 AR、虛擬實境 VR）以及支持連接各種低功耗物理設備的 IoT 技術等等，伴隨而來的是基於 WiFi 技術的終端和 AP（無線訪問點設備）數量爆發式增長。根據思科可視化網路指數（Visual Networking Index）預測，到 2021 年，商業場景下的 WiFi 網路數量將由 2016 年的 8500 萬個增長到 5.262 億個 [1]。這將導致 WiFi 網路及其各種應用密集部署，從而造成網路擁塞、系統性能低下、信道間干擾嚴重等各種問題。另外，這些部署常常是漸進式地、保持向前兼容（即新技術與以前的技術兼容）。因此，在不改變現有協議及設備的前提下，如何控制、管理這些數量眾多的分佈式 WiFi 網路以及解決各種網路問題（比如，負載不均衡、服務品質 QoS 低下）是一個巨大的挑戰。

2. 研究目標

提出 Wi-Fib（WiFi-Fibbing）技術：一種在不改變現有無線網路的情況下，對網路進行管理控制的技術。其能在改善無線網路性能的同時，提供更靈活、更細膩的無線資源分配，以滿足多元的應用需求。

3. 簡介研究工作的主要進展

提出一個無線分布式網絡的中心控制框架；該框架引入一個獨立的設備，能够在不改變現有協議和設備的情況下，對網路中的所有 STA（station）進行信道接入層面的控制。然後，在該框架下，優化中心控制策略使系統吞吐量最大化。

我們藉用硬盤扇區的思想對密集網絡的整個覆蓋範圍進行扇區化，從而提出一種 Wi-Fi 扇區（Wi-Sector）設計，從根本上解決衝突問題。使用 Wi-Sector，接入點 (AP) 首先使所有節點靜音，然後依次激活每個扇區。由於每個扇區只包含少量節點，Wi-Sector 可以大大減少競爭衝突，顯著提高密集網絡的系統吞吐量。廣泛的仿真驗證了我們的 Wi-Sector 設計非常有效。考慮基於信道競爭機制的無線網絡場景下，實現在僅增加一個獨立 WFC 的情況下提供細粒度 QoS 需求辨識與客制化的 QoS 調度，解決傳統無線網絡環境下需要網絡設備協作或協議修改才可實現 QoS 保障且粒度較粗的問題。

4. 研究成果與應用

- 搭建 Wi-Fib 仿真模擬平台 1 個；

- 在國內外重要期刊和主流會議上發表 5 篇的高品質論文，其中 SCI/EI 檢索的國際刊物 3 篇；
- 已提交一項專利申請；
- 培養博士生 4 名，碩士生 2 名

5. 進一步工作

預期能夠基於已搭建的仿真平台繼續對 Wi-Fib 技術做更進一步的研究；積極聯繫實體公司實現技術落地。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 1	Design and Analysis of a Distributed and Demand-Based Backscatter MAC Protocol for Internet of Things Networks	Zhijie Ma, Li Feng, Fangxin Xu	IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL, VOL. 6, NO. 1, FEBRUARY 2019	SCI
期刊論文 2	Supporting Asymmetric Transmission for Full-Duplex Smart-Home Networks	Zhijie Ma, Li Feng, Zhimin Wang	IEEE Access, VOLUME 7, 2019	SCI
期刊論文 3	Who Will Come: Predicting Freshman Registration Based on Decision Tree	Lei Yang, Li Feng, Liwei Tian, Hongning Dai	CMC-Computers, Materials & Continua, vol.65, no.2, pp.1825- 1836, 2020	SCI
期刊論文 4	Identifying Game Processes Based on Private Working Sets	Jinfeng Li, Li Feng, Longqing Zhang, Honging Dai, Lei Yang, Liwei Tian	CMC-Computers, Materials & Continua, vol.65, no.1, pp.639-651, 2020	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 5	CEDAR: A Cost-effective Crowdsensing System for Detecting and Localizing Drones	Guang Yang, Xiufang Shi, Li Feng, Shibo He, Zhiguo Shi, Jimin Chen	IEEE Transactions on Mobile Computing, Volume: 19, Issue: 9, Sept. 1 2020	SCI
期刊論文 6	How Much Benefit Can Dynamic Frequency Scaling Bring to WiFi?	Zhimin Wang, Qinglin Zhao, Li Feng, Fangxin Xu	IEEE Transactions on Mobile Computing, Volume: 20, Issue: 3, MARCH 2021	SCI
期刊論文 7	Enabling Sector Scheduling for 5G-CPE Dense Networks	Jie Yang, Li Feng, Tong Jin, Hong Liang, Fangxin Xu, Liwei Tian	Security and Communication Networks, Volume 2020, Article ID 6684681, 18 pages	SCI
期刊論文 8	Modeling the Impact of the MoreData Parameter for Wireless Power-Saving Protocols	Li Feng, Qinglin Zhao, Zhiguo Shi, Zhenni Li, Yong Liang	IEEE TRANSACTIONS ON GREEN COMMUNICATIONS AND NETWORKING, VOL. 4, NO. 4, DECEMBER 2020	SCI
期刊論文 9	Predicting impact of Hitchhike on coexisted heterogeneous IoT networks	Li Feng, Yi Liu, Jianlan Guo, Yuqiang Chen	Applied Soft Computing, 110, 2021	SCI
會議論文 1	A Novel SDN Design to Support SIC for WiFi Networks	Jie Yang, Li Feng, Hong Liang, Tong Jin, Fangxin Xu	The 4th International Conference on Computer and Communication Systems, 2019, Singapore.	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文 2	Packet-Level and Physical-Level Cross-Technology Communications: A Brief Introduction	Liwen Qiu, Qinglin Zhao, Lianbo Zhang, Shumin Yao, Jing Zhao, Li Feng	Fourth International conference on Smart Trends in Computing and Communications (Smartcom 2020), Jan 24-25, Thailand.	EI
會議論文 3	Fork Probability Analysis of PoUW Consensus Mechanism	Zhijie Ma, Qinglin Zhao, Jianwen Yuan, Xiaobo Zhou, Li Feng	2020 IEEE International Conference on Smart Internet of Things (SmartIoT), 14–16 August 2020 Beijing, China	EI
會議論文 4	Wi-Sector - A Novel Sector-based WiFi scheduling	Jie Yang, Li Feng, Hong Liang, Tong Jin, Fangxin Xu	The International Conference on Cyberspace Data and Intelligence 2020 (CyberDI 2020), Dec. 10-12, 2020, Online.	-
會議論文 5	A Novel Delay-FIFS VM Allocation in Cloud-Computing	Hong Liang, Li Feng, Fangxin Xu	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-
會議論文 6	A Novel Broker Design for Edge Computing	Hong Liang, Li Feng, Fangxin Xu	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-
會議論文 7	A Novel User-Broker-Rack Architecture for Delay-FIFS Methods	Hong Liang, Li Feng, Jie Yang	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文 8	Survey on QoS Support for Wireless Full-Duplex	Hong Liang, Li Feng	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-
會議論文 9	A Two-Stage Contention Protocol for Full-Duplex Wireless LANs	Hong Liang, Li Feng	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-
會議論文 10	Impact of Hitchhike on Frame Synchronization for Wireless Networks	Hong Liang, Li Feng	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-
會議論文 11	Impact of Hitchhike on Coarse Frequency Synchronization for Wireless Networks	Li Feng, Hong Liang	International Conference on Social Science and Computing Informatics, April 27-28, 2021	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於顆粒污泥的RAS海產養殖廢水線上處理 及典型抗生素的降解控制

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0104/2018/A3	澳門大學	郝天偉	基於顆粒污泥的 RAS 海產養殖廢水線上處理及典型抗生素的降解控制

項目摘要

1. 研究背景

中國是世界水產養殖大國。目前，我國的水產養殖模式以開放式養殖為主，這導致生產過程中消毒劑和抗生素被濫用，這對環境和消費者健康造成了極大的隱患。循環養殖模式是水產養殖諸多模式中工業化程度最高的一種生產模式，主要採用好氧生物處理或生物濾池技術對循環水進行處理和回用，但這些技術存在硝態氮及亞硝氮積累、污泥產量大、堵塞嚴重及處理效果不穩等問題。顆粒污泥因其緊湊的層狀結構、良好的沉降性及抗高負荷衝擊等特性被視為替代傳統生物廢水處理的革新工藝之一。鑒於其特性，本項目將建立基於顆粒污泥海產養殖廢水在線處理系統，並對海產養殖中典型抗生素在顆粒污泥系統內代謝去除進行研究。

2. 研究目標

- 1) 快速構建在低有機碳廢水中可持續穩定運行的顆粒物污泥在線廢水處理系統；
- 2) 實現海產養殖廢水中典型抗生素（四環素）、碳、氮、磷的同步高效處理。在工程層面對顆粒污泥長期運行的穩定性及養殖典型抗生素去除代謝進行全面評估；在科學問題上，在分子層面揭示功能菌群在抗生素代謝去除過程中的作用，建立抗生素、碳、氮、磷、硫協同代謝的定量描述模型，為海產養殖廢水在線處理系統快速啟動、穩定運行提供理論指導和科學依據。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 前期耗時六個月成功培養出耐高鹽高硫顆粒污泥，對反應器的各項指標進行檢測；
- 2) 反應器穩定運行四個月後，開始投加抗生素，進行批量的抗生素吸附實驗，研究高鹽度顆粒污泥對不同濃度抗生素的吸附和降解，探索抗生素的去除機理；
- 3) 進一步研究系統微生物與典型抗生素的去除機理，在不同抗生素濃度下，顆粒污泥中微生物種群的演變、穩定分佈情況及表達性功能菌群的鑒定；
- 4) 根據以上實驗，建立了典型抗生素系統內協同代謝模型，進一步解釋了顆粒污泥對抗生素去除機理的影響，以及探索最優系統的建立與重建。

4. 研究成果與應用

- 開發顆粒污泥快速培養系統

在高鹽高硫廢水（含鹽量 3%，硫酸根 2300 ppm）中可實現顆粒污泥的快速培養，平均粒徑最大可到達 400 μm ， $\text{SVI}_5/\text{SVI}_{30}$ 低至 1.08，總氮、總磷、COD 去除率分別可達 60%、82%、95%。

- 建立抗生素（四環素）在顆粒污泥系統中分子級別的協同代謝模型
在顆粒污泥系統中，四環素主要通過吸附和降解去除，去除率達 85.3%，其中吸附去除佔 80% 以上；
- 到目前為止期刊論文已發表 12 篇。

5. 進一步工作

正在申請 2 項中國專利。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

該研究結果表面顆粒污泥適用於對於海產養殖廢水處理，特別是對抗生素的降解去除。研究結果收到同化的廣泛關注。目前正與中國科學院廣東省微生物研究所合作開展技術繼續開發與應用。

結果類型	結果名稱	結果名稱	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal paper	Emerging electrochemistry-based process for sludge treatment and resources recovery: A review	Qian Zeng, Hao Huang, Guanghao Chen, Yukai Tan, Tianwei Hao	Water Research, 209: 117939. 2022	SCI
2. Journal paper	Biogenic sulfide for azo dye decolorization from textile dyeing wastewater	Qian Zeng, Yu Wang, Feixiang Zan, Samir Kumar Khanal, Tianwei Hao	Chemosphere 283: 131158.2021	SCI
3. Journal paper	Investigating the response of electrogenic metabolism to salinity in saline wastewater treatment for optimal energy output via microbial fuel cells	Yihang Xiao, Sen Lin, Tianwei Hao	Science of The Total Environment, 783: 147092. 2021	SCI

結果類型	結果名稱	結果名稱	結果說明	結果被引用或收錄情況
4. Journal paper	Comparative metabolic modeling of multiple sulfate-reducing prokaryotes reveals versatile energy conservation mechanisms	Wentao Tang, Tianwei Hao, Guanghao Chen	Biotechnology & Bioengineering (doi: 10.1002/bit.27787)	SCI
5. Journal paper	CaCO ₃ coated nanoscale zero-valent iron (nZVI) for the removal of chromium(VI) in aqueous solution	Yujun Cheng, Haoran Dong, Tianwei Hao	Separation and Purification Technology, 257, 117967. 2021	SCI
6. Journal paper	A “Seawater-in-Sludge” approach for capacitive biochar production via the alkaline and alkaline earth metals activation	Xiling Li, Tianwei Hao, Yuxin Tang, Guanghao Chen	Frontiers of Environmental Science & Engineering 15(1), 2021	SCI
7. Journal paper	Insights into the role of concentration polarization on the membrane fouling and cleaning during the aerobic granular sludge filtration process	Wenxiang Zhang, Tianwei Hao	Science of The Total Environment, 7, 151871. 2021	SCI
8. Journal paper	Can a compact biological system be used for real hydraulic fracturing wastewater treatment?	Guangsheng Qian, Pu Liu, Li Wei, Hamish Mackey, Tianwei Hao	Science of The Total Environment, 10: 121524. 2021	SCI
9. Journal paper	A novel approach for rapidly measuring volatile fatty acids in anaerobic process	Feixiang Zan, Qian Zenga, Kun Chi, Tianwei Hao, George A.Ekamac	Water Research, 182: 115960. 2020	SCI

結果類型	結果名稱	結果名稱	結果說明	結果被引用 或收錄情況
10. Journal paper	Pin-point denitrification for groundwater purification without direct chemical dosing: Demonstration of a two-chamber sulfide-driven denitrifying microbial electrochemical system	Sen Lin, Tianwei Hao, Xiling Li, Yihang Xiao, Guanghao Chen	Water Research, 182: 115918. 2020	SCI
11. Journal paper	Electrochemical pretreatment for stabilization of waste activated sludge: Simultaneously enhancing dewaterability, inactivating pathogens and mitigating hydrogen sulfide	Qian Zeng, Feixiang Zan, Tianwei Hao, Basanta Kumar Biswal, Sen Lin, Mark CM van Loosdrecht, Guanghao Chen	Water Research, 166, 115035. 2019	SCI
12. Journal paper	Elucidating pyrolysis behaviour of activated sludge in granular and flocculent form: Reaction kinetics and mechanism	Xiling Li, Sen Lin, Tianwei Hao, Samir Kumar Khanal, Guanghao Chen	Water Research, 162, 409-419. 2019	SCI
13. Conference Paper	Efficient Treatment of refractory industrial organics using a multistage anoxic/aerobic membrane bioreactor	Guangsheng Qian, Tianwei Hao	Summit Forum of National Organic Solid Waste Treatment and Resource Utilization	-

結果類型	結果名稱	結果名稱	結果說明	結果被引用或收錄情況
14. Conference Paper	Characterizing Macau Household Food Waste and Optimizing Its Energy Recovery through Anaerobic Digestion	Tianwei Hao	International Conference on Biotechnology for Resource Efficiency, Energy, Environment, Chemicals and Health (BREECH 2021)	-
15. Conference Paper	Microbial niche differentiation regulating energy recovery during anaerobic digestion treating low carbon/nitrogen ratio substrates	Yihang Xiao, Tianwei Hao	第十四屆海峽兩岸暨港澳固體廢物管理論壇	-
16. Conference Paper	活性污泥中新型水泥基自修復凝膠：類海藻酸鹽胞外多糖	Cong Zhang, Tianwei Hao	第十四屆海峽兩岸暨港澳固體廢物管理論壇	-
17. Conference Paper	The Role of Bicarbonate in Anaerobic Digestion of Low C/N Ratio Substrate with High Ammonia Nitrogen Concentration	Yihang Xiao, Tianwei Hao	IWA World Water Congress & Exhibition	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	2	-

技術成果名稱	一種高效去除海產養殖廢水中四環素的處理方法
成果特點	(1) 一種高效去除海產養殖廢水中四環素的處理方法，其特徵在於，所述裝置主要包括自動進出水系統，自動曝氣系統及有效體積為 1.1 L（內徑 50 mm，高 1000 mm）的顆粒污泥序批式反應器。利用蠕動泵將海產養殖廢水抽取進入顆粒污泥系統；曝氣頭在系統底部，進出水利用時控開關控制。 (2) 根據權利要求 1 所述的一種高效去除海產養殖廢水中四環素的處理方法，其特徵在於包括如下步驟： (a) 系統操作步驟：進料階段（10 分鐘）、厭氧階段（60 分鐘）、好氧階段（145 分鐘）、沈降階段（5 分鐘）、傾析階段（10 分鐘）和靜置階段（10 分鐘）； (b) 接種污泥濃度初始濃度在大約 2600 mg/L，水力停留時間為 8 小時； (c) 污泥馴化階段，海鹽濃度按照 5、10、15、20、25、30 和 35 的比例逐步提高投加到系統；進水 COD 和氨氮濃度分別為 400 和 15 mg/L； (d) 顆粒污泥馴化成熟階段，顆粒污泥濃度維持在 1300-2500 mg/L，污泥體積指數維持在 41.5-68 mL/g，污泥粒徑為 0.8-2.5 mm。此時，進水四環素濃度為 300 µg/L，COD 和氨氮濃度分別為 60 和 8 mg/L。 (3) 根據權利要求 1 所述的一種高效去除海產養殖廢水中四環素的處理方法，該系統可以穩定運行 200 多天。穩定時期，四環素的平均去除效率為 85.3%。 (4) 四環素的去除可以分為吸附和生物降解。利用顆粒污泥去除四環素其吸附性能可達到 0.158 mg/g，生物降解性能可達到 0.0359 mg/g。
技術成熟度	本技術已長期連續運行用於去除四環素，四環素去除率可穩定達到 85% 以上，其吸附性能可達到 0.158 mg/g，生物降解性能可達到 0.0359 mg/g。
應用範圍	可應用與水產養殖業
投產條件和預期經濟效益	NA
合作方式	合作開發、合資生產

技術成果名稱	從活性污泥中提取一種新型水泥基自修復凝膠的方法		
成果特點	一種從活性污泥中提取新型水泥基自修復凝膠的方法，主要是技術為： 1) 類海藻酸鈉提取步驟包含消化 - 酸凝 - 中和 - 析出 消化：在活性污泥加入一定量的 Na_2CO_3 溶液在 70°C 條件下進行消化 2h，此過程將活性污泥中的海藻酸鹽轉移至溶液中，之後過濾得海藻酸鹽溶液。 酸凝：將過濾後的濾液緩緩加入稀鹽酸，直至 pH 調至 1~2，海藻酸即凝結成酸凝塊，離心得酸凝塊。 中和：常溫下，緩緩加入 Na_2CO_3 溶液溶解酸凝塊，直至 pH 為 7.5，中和完成。 析出：往中和後的溶液中加入一定量濃度為 95% 的乙醇，使乙醇濃度達到 20%，析出白色沈澱，最後經過濾、乾燥、粉碎即可得到類海藻酸鈉產品。 本技術採用酸凝酸化法直接從活性污泥提取類海藻酸鹽，產率達到 71.1mg/g (VSS)，海藻酸提取後的污泥殘渣仍可用於發酵產甲烷； 2) 混凝土自修復過程： 將提取的類海藻酸鈉與水泥混合（質量百分數 0.5%），按照 GB/T 17671-1999 方法製成混凝土模塊，在相對濕度 $95\pm 5\%$，溫度 $20\pm 2^\circ\text{C}$ 條件下養護 28 天。利用混凝土抗折強度試驗機使混凝土模塊形成 10~120μm 的裂縫，將混凝土置於純水環境中觀察裂縫的自修復情況。 當混凝土裂縫寬度為 10μm 時，添加類海藻酸鹽的混凝土 28d 內的裂縫的自修復率達到 78.8%，與純混凝土相比，提高 87.6%，強度修復率為 40.4%，提高 27.4%；當混凝土裂縫寬度為 120μm 時，添加類海藻酸鹽的混凝土 28d 內的裂縫的自修復率達到 86.5%，與純混凝土相比，提高 332.5%。		
技術成熟度	本技術已應用於混凝土的自修復實驗，能達到良好的修復效果。		
應用範圍	可應用於固廢處理行業和建材行業		
投產條件和預期經濟效益	-		
合作方式	合作開發、合資生產		

聯系地址	澳門氹仔大學大馬路澳門大學 E11 科技學院		
聯系人	郝天偉	電話	(853) 8822 4945
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/twhao/	傳真	(853) 8822 2426

一類守恆分數階偏微分方程的預條件共軛梯度法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0118/2018/A3	澳門大學	孫海衛	一類守恆分數階偏微分方程的預條件共軛梯度法

項目摘要

1. 研究背景

在本專案中，我們研究了一類分數階擴散方程的守恆初邊值問題：

$$\frac{\partial u(x, t)}{\partial t} + {}_{x_L}^C D_x^\alpha \left(d_+(x, t) {}_{x_L}^{RL} D_{x_R}^\alpha u(x, t) \right) + {}_{x_R}^{RL} D_{x_R}^\beta \left(d_+(x, t) {}_{x_L}^C D_x^\beta u(x, t) \right) = f(x, t), \quad (1)$$

$$(x, t) \in (x_L, x_R) \times (0, T)$$

$$u(x_L, t) = u_L(t), u(x_R, t) = u_R(t), 0 \leq t \leq T,$$

$$u(x, 0) = u_0(x), x \in (x_L, x_R),$$

這裡 $1/2 < \alpha, \beta < 1$, $f(x, t)$ 是源項，擴散係數滿足 $d_\pm(x, t) \geq 0$ 。這裡 ${}_{x_L}^C D_{x_R}^\alpha u(x, t)$ 和

${}_{x_L}^C D_x^\beta u(x, t)$ 定義如下：

$$\begin{aligned} {}_{x_L}^C D_x^\gamma u(x) &= \frac{1}{\Gamma(1-\gamma)} \int_{x_L}^x \frac{u'(\xi)}{(x-\xi)^\gamma} d\xi, \\ {}_x^C D_{x_R}^\gamma u(x) &= \frac{-1}{\Gamma(1-\gamma)} \int_x^{x_R} \frac{u'(\xi)}{(\xi-x)^\gamma} d\xi, \end{aligned}$$

${}_{x_L}^{RL} D_x^\beta u(x, t)$ 和 ${}_x^{RL} D_{x_R}^\alpha u(x, t)$ 定義如下：

$$\begin{aligned} {}_{x_L}^{RL} D_x^\gamma u(x) &= \frac{1}{\Gamma(1-\gamma)} \frac{d}{dx} \int_{x_L}^x \frac{u(\xi)}{(x-\xi)^\gamma} d\xi, \\ {}_x^{RL} D_{x_R}^\gamma u(x) &= \frac{-1}{\Gamma(1-\gamma)} \frac{d}{dx} \int_x^{x_R} \frac{u(\xi)}{(\xi-x)^\gamma} d\xi. \end{aligned}$$

分數階導數的非局部性質用於描述現實世界中的非正常擴散現象。它在生物、金融、影像處理、和物理等多個學科領域有著廣泛的應用。最近，一類守恆分數階擴散方程得到很好的應用研究，其描述如下：

$${}_x \partial_1^\gamma (d_+(x) {}_{-1} \partial_x^\gamma u(x)) + {}_{-1} \partial_x^\gamma (d_-(x) {}_x \partial_1^\gamma u(x)).$$

這類守恆分數階微分運算元來源於分數階的 Sturm-Liouville 問題。它能夠保證所有的特徵根和特徵向量是實的。類似的均衡中心分數階導數也被研究。

普通的單邊分數階擴散方程如下：

$$\begin{cases} \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} - d_+(x,t) {}^{RL}D_x^\gamma u(x) - d_-(x,t) {}^{RL}D_{x_R}^\gamma u(x) = f(x,t), \\ x \in (x_L, x_R), \quad t \in (0, T], \\ u(x_L, t) = u(x_R, t) = 0, \quad 0 \leq t \leq T, \\ u(x, 0) = u_0(x), \quad x \in [x_L, x_R], \end{cases} \quad (2)$$

我們注意到（2）並不能夠保證運算元的對稱性和非負性，因此沒有半群性質。因此在數學上是不完美的。目前，絕大多數的數值理論都是研究（2）。因此，對守恆分數階擴散方程的研究迫在眉睫。

與傳統的分數階擴散方程（2）不一樣，離散後，雙邊守恆分數階擴散方程（1）將不再是簡單的托普里茲矩陣，而是兩個三角托普里茲矩陣相乘後的和。這種結構給數值計算帶來大的困難。因此，研究本課題有重大的理論意義和應用意義。

2. 研究目標

在本項目中，我們將研究用預條件共軛梯度法求解被有限差分或者有限體積等離散後的守恆分數階擴散方程的數值解。

3. 簡介研究工作的主要進展

在這三年裡，我們基本上完成了本專案並達到了預期目標。首先，我們提出了一種對角線平均的迴圈預處理運算元求解一類守恆分數階擴散方程（1），對於擴散係數變化不大的情況下，取得很好的效果，見成果文獻 3.

然後，我們繼續研究，設計了一種迴圈近似逆的預處理子，對於擴散係數變化很大的守恆分數階擴散方程效果明顯，比簡單取平均的迴圈預處理運算元更加有效果；見成果文獻 13.

接著，我們提出利用有限體積法來研究這類守恆分數階擴散方程。用有限體積法比有限差分法優越的地方是，它能夠保證離散後的線性相同是對稱的，而傳統的有限差分法不能夠保證這一點。進一步，我們對離散後的正定對稱擬托普里茲線性系統提出了一種迴圈 - 帶狀相結合的預處理方法來提高收斂速度，效果非常的好；見成果文獻 6.

4. 研究成果與應用

我們總共發表了 21 篇論文，全部發表在國際刊物上並且被 SCI 收錄，其中絕大多數都是 Q1 的分類雜誌。

5. 進一步工作

本項目只是對其中一類跟時間有關係的守恆分數階線性擴散方程進行了研究。對於非線性的問題還沒有涉獵。另外，對於變階問題也是剛剛起步。還有進一步研究的空間。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 1	Chaotic behaviors of one-dimensional wave equations with van der Pol boundary conditions containing a source term	Z. Chen, Y. Huang, H. Sun, and T. Zhou	International Journal of Bifurcation and Chaos, Vol. 30(15), pp.3050227, 2020.	SCIE
期刊論文 2	A preconditioned fast finite difference scheme for space-fractional diffusion equations in convex domains	N. Du, H. Sun, and H. Wang	Computational and Applied Mathematics, Vol. 38 (1), UNSP 14, 2019	SCIE
期刊論文 3	Circulant preconditioners for a kind of spatial fractional diffusion equations	Z. Fang, M. Ng, and H. Sun	Numerical Algorithms, Vol. 82, pp.729—747, 2019.	SCIE
期刊論文 4	A fast method for variable-order Caputo fractional derivative with applications to time-fractional diffusion equations	Z. Fang, H. Sun, and H. Wang	Computers and Mathematics with Applications, Vol. 80, pp. 1443—1458, 2020.	SCIE
期刊論文 5	An approximate inverse preconditioner for spatial fractional diffusion equations with piecewise continuous coefficients	Z. Fang, H. Sun, and H. Wei	International Journal of Computer Mathematics, Vol. 97(3), pp. 523—545, 2020.	SCIE
期刊論文 6	Preconditioning for Symmetric Positive Definite Systems in Balanced Fractional Diffusion Equations	Z. Fang, X. Lin, M. Ng, and H. Sun	Numerische Mathematik, Vol.147, pp.651—677, 2021.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 7	Fast implicit difference schemes for time-space fractional diffusion equations with the integral fractional Laplacian	X. Gu, H. Sun, Y. Zhang, and Y. Zhao	Mathematical Methods and Applied Science, Vol. 44 (1), 441-463, 2021	SCIE
期刊論文 8	An implicit difference scheme for time-fractional diffusion equations with a time-invariant type variable order	X. Gu, H. Sun, Y. Zhao, and X. Zheng	Applied Mathematics Letters, Vol. 120, 107270, 2021.	SCIE
期刊論文 9	A preconditioner based on sine transform for two-dimensional semi-linear Riesz space fractional diffusion equations in convex domains	X. Huang and H. Sun	Applied Numerical Mathematics, Vol. 169, pp.289—302, 2021.	SCIE
期刊論文 10	An Efficient Second-Order Convergent Scheme for One-Side Space Fractional Diffusion Equations with Variable Coefficients	X. Lin, P. Lyu, M. Ng, H. Sun, and S. Vong	Communications on Applied Mathematics and Computation, Vol. 2, pp. 215–239, 2020.	ESCI
期刊論文 11	Splitting preconditioning based on sine transform for time-dependent Riesz space fractional diffusion equations	X. Lu, Z. Fang, and H. Sun	Journal of Applied Mathematics and Computing, Vol. 66 (1), pp. 673—700, 2021.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 12	A fast algorithm for the variable-order spatial fractional advection-diffusion equation,	H. Pang and H. Sun	Journal of Scientific Computing, Vol. 87(1), article 15, 2021.	SCIE
期刊論文 13	Circulant-based approximate inverse preconditioners for a class of fractional diffusion equations	H. Pang, H. Qin, H. Sun, and T. Ma	Computers and Mathematics with Applications, Vol. 85, pp. 18—29, 2021.	SCIE
期刊論文 14	MEASURE-THEORETIC INVARIANCE ENTROPY FOR CONTROL SYSTEMS	T. Wang, Y. Huang, and H. Sun	SIAM Journal on Control and Optimization, Vol. 57, pp. 310—333, 2019.	SCIE
期刊論文 15	A two-step inexact Newton-Chebyshev-like method for inverse eigenvalue problems	C. Wen, X. Chen, and H. Sun	Linear Algebra and its Applications, 585, pp. 241—262, 2020.	SCIE
期刊論文 16	A spatially sixth-order hybrid L1-CCD method for solving time fractional Schrodinger equations	C. Zhang, J. Jin*, H. Sun, and Q. Sheng	Applications of Mathematics, Vol. 66(2), pp. 213—232, 2021.	SCIE
期刊論文 17	A linearized three-point combined compact difference method with weighted approximation for nonlinear time fractional Klein-Gordon equations	C. Zhang, J. Jin*, H. Sun,	East Asian Journal on Applied Mathematics, Vol. 11 (3), pp.604—617, 2021.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 18	Numerical solution for multi-dimensional Riesz fractional nonlinear reaction–diffusion equation by exponential Runge–Kutta method	L. Zhang and H. Sun	Journal of Applied Mathematics and Computing, Vol. 62, pp. 449–472, 2020.	SCIE
期刊論文 19	A three-level finite difference method with preconditioning technique for two-dimensional nonlinear fractional complex Ginzburg-Landau equations	Q. Zhang, L. Zhang, and H. Sun	Journal of Computational and Applied Mathematics, Vol. 389, 113355, 2021.	SCIE
期刊論文 20	A fast compact difference method for two-dimensional nonlinear space-fractional complex Ginzburg-Landau equations,	L. Zhang, Q. Zhang, and H. Sun	Journal of Computational Mathematics, Vol. 39 (5), pp. 697–721, 2021.	SCIE
期刊論文 21	Exponential Runge-Kutta Method for Two-Dimensional Nonlinear Fractional Complex Ginzburg-Landau Equations	L. Zhang, Q. Zhang, and H. Sun	JOURNAL OF SCIENTIFIC COMPUTING, Vol. 83 (3), pp. 449–472, article 59, 2020.	SCIE

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

再生核Hilbert空間的自適應Fourier分解 (AFD) 理論及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0123/2018/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	錢濤	再生核 Hilbert 空間的自適應 Fourier 分解 (AFD) 理論及應用

項目摘要

1. 研究背景

自 2012 本研究組基於經典 Hardy 空間及其 Szego 核創立了自適應 Fourier 分解 (AFD) 方法。為了將 AFD 推廣到非經典的 Hardy 空間，我們在這個專案之前創立了 POAFD 方法，適用高維空間，特別是在乘積字典的概念下用於圖像處理等實用領域。與海外數學家合作我們也將該方法推廣至各種區域中及矩陣值的信號，具有廣泛的應用潛力。

2. 研究目標

本項目的目標包括繼續開拓我們原創性的方法到更加廣闊的信號空間，特別是具有再生核的 Hilbert 空間。具體所作的，包括兩類極端情況。一個是盡量廣泛，這時我們在空間中盡量假設少的條件，使得用最少的條件推出有用的結果包括演算法。另外一個，就是很具體及特別的系統中，不滿足通常系統所滿足的條件，也希望建立有意義及可應用的理論。例如，定義域是多複變數及超複變數 (Clifford, 四元數，八元數)，而值域更是上述區域的代數拓廣，包括矩陣值函數。另外的，就是實施所建立理論的應用。

3. 簡介研究工作的主要進展

研究工作進展順利。AFD 理論被成功地開拓到各種抽象的及具體而複雜的系統中，包括一般的 Hilbert 空間及線性算子，多複變數空間，矩陣值以及難度加大計算複雜的 n 個參數同時優化的理論及演算法。

4. 研究成果與應用

最值得慶賀的理論結果與應用包括：

- 1) H-H_k 理論的建立。
- 2) n 最佳逼近存在性的廣泛結果的技巧證明。
- 3) 隨機 AFD 理論的建立及對於隨機過程與隨機場的應用。
- 4) 粒篩法的建立。
- 5) 對控制論及系統辨識的應用。
- 6) 對圖像處理的應用。

5. 進一步工作

- 1) 對平穩過程所適合的空間類及其中 AFD 的研究。
- 2) 對於 H-H_k 像再生核空間分層結構的研究及其中的 AFD。
- 3) 解決偽逆或廣義逆的分層再生核空間方法等。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper	On Monogenic Reproducing Kernel Hilbert Spaces of the Paley–Wiener Type.	Dang, P., Mai, W. & Qian, T	Adv. Appl. Clifford Algebras 32, 50, 2022. https://doi.org/10.1007/s00006-022-01240-0 .	SCI
Journal Paper	The Poisson kernel and the Fourier transform of the slice monogenic Cauchy kernels.	F. Colombo, A. De Martino, T. Qian, I. Sabadini	Journal of Mathematical Analysis and Applications, 512(1), 126115, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2022.126115 .	SCI
Journal Paper	Riemann Boundary Value Problems for Monogenic Functions on the Hyperplane.	Dang, P., Du, J. & Qian, T	Adv. Appl. Clifford Algebras 32, 29, 2022. https://doi.org/10.1007/s00006-022-01209-z .	SCI
Journal Paper	Positive-instantaneous frequency and approximation.	Qian, T	Front. Math. China 17, 337–371, 2022. https://doi.org/10.1007/s11464-022-1014-1 .	SCI
Journal Paper	Sparse representations of random signals.	T. Qian	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 45(8): 4210-4230, 2022.	SCI
Journal Paper	Data-driven ILC algorithms using AFD in frequency domain for unknown linear discrete-time systems.	Wen-Yuan Fu, Xiao-Dong Li, Tao Qian	Journal of the Franklin Institute, 359(6): 2445-2462, 2022. https://doi.org/10.1016/j.jfranklin.2022.02.006 .	SCI
Journal Paper	Granular sieving algorithm for selecting best n parameters.	T. Qian et al	45(12): 7495-7509, 2022 .	SCI
Journal Paper	Best kernel approximation in Bergman spaces.	Wei Qu, Tao Qian, Haichou Li, Kehe Zhu	Applied Mathematics and Computation, 416,126749, 2022.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper	Regularity of Fractional Heat Semigroup Associated with Schrödinger Operators.	Li P, Qian T, Wang Z, Zhang C	Fractal and Fractional, 6(2):112, 2022.	SCI
Journal Paper	Adaptive rational approximation in Bergman space on bounded symmetric domain.	Hio Tong Wu, Ieng Tak Leong, Tao Qian	Journal of Mathematical Analysis and Applications, 50(1): 125591, 2022, https://doi.org/10.1016/j.jmaa.2021.125591 .	SCI
Journal Paper	The Fourier type expansions on tubes.	Weixiong Mai & Tao Qian	Complex Variables and Elliptic Equations, 67:2, 433-461, DOI: 10.1080/17476933.2020.1833868.	SCI
Journal Paper	Adaptive Fourier Decomposition for Multi-Channel Signal Analysis.	Wang Z, Wong C M, Rosa A, Qian T	IEEE Transactions on Signal Processing, 70: 903-918, 2022.	SCI
Journal Paper	System identification of hammerstein models by using backward shift algorithm.	Mi W, Qian T	Applied Mathematics and Computation, 413: 126620, 2022.	SCI
Journal Paper	Weak pre-orthogonal adaptive Fourier decomposition in Bergman spaces of pseudoconvex domains.	Wu H T, Leong I T, Qian T	Complex Variables and Elliptic Equations, 1-10, 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper	A class of iterative greedy algorithms related to Blaschke product.	Qian T, Tan L, Chen J	Science China Mathematics, 64(12): 2703-2718, 2021.	SCI
Journal Paper	Sparse representation of approximation to identity.	Qu W, Chui C K, Deng G T, et al	Analysis and Applications, 1-23, 2021.	SCI
Journal Paper	Analytic phase retrieval based on intensity measurements.	Qu W, Qian T, Deng G, et al.	Acta Mathematica Scientia, 41(6): 2123-2135, 2021.	SCI
Journal Paper	MIMO frequency domain system identification using matrix-valued orthonormal functions.	Qian T, Wang X, Zhang L	Automatica, 133: 109882, 2021.	SCI
Journal Paper	A stochastic sparse representation: n-best approximation to random signals and computation.	Qu W, Qian T, Deng G T	Applied and Computational Harmonic Analysis, 55: 185-198, 2021.	SCI
Journal Paper	Statistical n-Best AFD-Based Sparse Representation for ECG Biometric Identification.	Tan C, Zhang L, Qian T, et al	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 70: 1-13, 2021.	SCI
Journal Paper	Linkages between the international crude oil market and the Chinese stock market: A BEKK-GARCH-AFD approach.	Xie Q, Liu R, Qian T, et al	Energy Economics, 102: 105484, 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper	Reproducing kernels of some weighted Bergman spaces.	Deng G T, Huang Y, Qian T	The Journal of Geometric Analysis, 31(10): 9527-9550, 2021.	SCI
Journal Paper	A novel feature representation approach for single-lead heartbeat classification based on adaptive Fourier decomposition.	Tan C, Zhang L, Wu H T, et al	International Journal of Wavelets, Multiresolution and Information Processing, 19(05): 2150010, 2021.	SCI
Journal Paper	Pseudohyperbolic distance and n-best rational approximation in H^2 space.	Wang Y B, Qian T	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 44(11): 8497-8504, 2021.	SCI
Journal Paper	Content-adaptive image encryption with partial unwinding decomposition.	Wu Y, Zhang L, Qian T, et al	Signal Processing, 181: 107911, 2021.	SCI
Journal Paper	Uniform generalizations of Fueter's theorem.	Dong B, Qian T	Annali di Matematica Pura ed Applicata (1923-), 200(1): 229-251, 2021.	SCI
Journal Paper	Functional Feature Extraction for Hyperspectral Image Classification With Adaptive Rational Function Approximation.	Ye Z, Qian T, Zhang L, et al	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 59(9): 7680-7694, 2021.	SCI
Journal Paper	AFD-based ILC designs in frequency domain for linear discrete-time systems.	Fu W Y, Li X D, Qian T	International Journal of Systems Science, 51(16): 3393-3407, 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper	Time–frequency transform involving nonlinear modulation and frequency-varying dilation.	Chen Q, Li L, Qian T	Complex Variables and Elliptic Equations, 65(11): 1800-1813, 2020.	SCI
Journal Paper	The Dual Elements of Function Sets and Fefferman–Stein Decomposition of Triebel–Lizorkin Functions via Wavelets.	Yang Q, Qian T	Computational Methods and Function Theory, 20(2): 185-216, 2020.	SCI
Journal Paper	Fourier spectrum of Clifford H-P spaces on $\mathbb{R}^{-(n+1)}$ for $1 \leq p \leq \infty$.	Dang P, Mai W, Qian T	JOURNAL OF MATHEMATICAL ANALYSIS AND APPLICATIONS, 2020, 483(1).	SCI
Journal Paper	Reproducing kernel sparse representations in relation to operator equations.	Qian T	Complex Analysis and Operator Theory, 14(2): 1-15, 2020.	SCI
Book Chapter	A theory on non-constant frequency decompositions and applications.	Chen Q, Qian T, Tan L	Advancements in Complex Analysis. Springer, Cham, 1-37, 2020.	-
Conference Paper	A Novel Text Encryption Algorithm based on Core Adaptive Fourier Decomposition.	Dai L, Ye Z, Zhang L, et al	Proceedings of the 2019 2nd International Conference on Algorithms, Computing and Artificial Intelligence, 491-497, 2019.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Conference Paper	A New Supervised Learning Approach: Statistical Adaptive Fourier Decomposition (SAFD).	Tan, C., Zhang, L., Qian, T	In: Gedeon, T., Wong, K., Lee, M. (eds) Neural Information Processing. ICONIP 2019. Communications in Computer and Information Science, vol 1143. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-36802-9_42 .	-
Journal Paper	Spectra of rational orthonormal systems.	Chen, Q., Dang, P. & Qian, T	Sci. China Math. 62, 1961–1976, 2019. https://doi.org/10.1007/s11425-016-9433-4	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

火星磁場地圖及其科學解釋、內部結構與熱演化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0001/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	張可可	火星磁場地圖及其科學解釋、 內部結構與熱演化

項目摘要

1. 研究背景

近二十年前，美國宇航局（NASA）火星全球探索飛船（Mars Global Surveyor, MGS）對火星的磁場進行了系統的測量。2020 年 7 月中國將發射火星探索飛船在軌道和地面上對火星磁場進行系統測量，這將是人類第一次在火星地面上進行磁場測量。磁場是行星飛船最容易且最能精確測量的物理量，火星磁場的顯著特徵是其南北球非對稱性（Martian Dichotomy）：火星南半球存在較強小尺度的磁異常，而北半球幾乎沒有磁場存在。火星體積比地球小，因而其冷卻速度較快，這為我們研究地球的未來演化提供了難得的參考依據。

2. 研究目標

本項目聯合中國火星飛船磁場探測項目兩位首席科學家（張鐵籠教授，軌道磁場探測專案首席科學家；杜愛民教授，地面磁場探測項目首席科學家）以及行星磁場理論科學家（David Gubbins 教授，英國皇家科學院院士，行星磁場反演方法與理論專家；張可可教授，行星熱對流及磁場起源與演化理論專家），利用中國火星飛船磁場探測數據，對火星磁場進行深入系統的研究，擬構建一個全新的火星全球磁場圖，深入理解火星岩石圈的磁化性質，建立一個新的火星內部發電機模型，重新認識火星的熱演化史及其早期發電機的性質與原始磁場。

3. 簡介研究工作的主要進展

利用中國火星飛船所測量的火星磁場數據，本項目研究工作進展主要包含以下四個方面：

- 1) 研究了反演方法中的誤差估計，同時結合火星岩石圈磁異常的起源對火星全球磁場模型進行了分析。
- 2) 確定了火星上層的磁化強度。建立了不同偶極子位置 and 不同地殼厚度的火星岩石圈磁化模型，並研究了物理上合理的候選磁化強度的可見和不可見部分，並將可見部分反演的磁場與現有火星磁場模型進行比較。
- 3) 計算了火星內部不同層的局部絕熱梯度和熔點梯度，利用來自 GMS 的現有火星數據建立了火星核心熱通量的合理模式。
- 4) 發現可能對行星磁場的發電機和長期變化具有重要意義的一種火核局部對流。

4. 研究成果與應用

- 1) 有關國際 SCI 期刊上共發表 SCI 學術期刊論文 6 篇；
- 2) 培養行星領域的博士後 5 名，博士生 7 名，組建一個具有一定實力的火星磁場研究團隊；

- 3) 在有關主要行星國際會議上，例如 AGU 與 DPS，報告我們此火星項目相關研究成果；
- 4) 利用中國火星飛船探測數據，建立一個全新的國際參考火星磁場模型；
- 5) 利用中國火星飛船探測數據及新的火星磁場反演方法，建立火星全球岩石圈磁化模型；
- 6) 建立一個新的、接近真實的火星熱演化史；
- 7) 建立一個新的對流驅動火星發電機模型，能解釋火星磁場觀測現象。

5. 進一步工作

- 1) 基於天問一號以及祝融號的新的地磁數據持續更新與改進火星磁場和磁化模型；
- 2) 對火星發電機進行數值模擬。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Localized convection in rotating spheres that undergo weak precession.	Lam, K., Kong, D. and K. Zhang	Geophysical and Astrophysical Fluid Dynamics, 2021, 115.3: 280-296.	SCI
2. 期刊論文	Interpreting the Equatorially Antisymmetric Gravitational Field of Saturn Measured by the Cassini Grand Finale.	Qin, S., Kong, D., Zhang, K., Schubert, G. Huang, Y	The Astrophysical Journal, 2020, DO-10.3847/1538-4357/ab6a9a	SCI
3. 期刊論文	Parallel finite volume simulation of the spherical shell dynamo with pseudo-vacuum magnetic boundary conditions	L Yin, et al., K. Zhang.	JOURNAL OF COMPUTATIONAL PHYSICS, 451, 2022	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	12	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

月球高能粒子環境研究與地球弓激波高能粒子 到達月球預報

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0002/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	徐曉軍	月球高能粒子環境研究與地球弓激 波高能粒子到達月球預報

項目摘要

1. 研究背景

在我們之前，國內外還沒有系統性地對月球的高能粒子環境進行研究。月球是距離地球最近的大型天體，既沒有全球性的磁場也沒有大氣，目前處於星體演化的晚期階段，其本身具有重要的科研價值。同時，月球還是我們人類進入深空的跳板，月球的超高真空環境相對於地面的實驗室環境而言能更好地保存來自於外太空的各種樣品免受地球物質的污染。在月球建立實驗室和科學研究基地變得越來越有必要。總而言之，無論是從太空探索的角度還是從經濟發展的角度，將來月球上的人類活動會越來越多。因而，對月球環境的研究顯得尤為重要和迫切。其中，月球的高能粒子環境研究的比較少，比較難以預測，相對而言更難以防護。

2. 研究目標

- 1) 地球磁層對太陽高能粒子和銀河宇宙射線的遮罩作用。
- 2) 月球本體對太陽高能粒子和銀河宇宙射線的遮罩作用。
- 3) 高能粒子到達地球磁尾和磁鞘區月球軌道的情況。
- 4) 預報地球弓激波高能粒子到達月球軌道的情況。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們對月球的空間環境和高能粒子環境開展了研究。此外，作為已結題的項目的後續工作，我們還對金星火星的空間環境開展了大量的研究。最後，我們開發出來了一個粗略的預報弓激波高能粒子到達月球軌道的程式，準確度和便捷性還有待完善。

4. 研究成果與應用

我們發表了 12 篇論文，其中 11 篇國際 SCI 論文，一篇 web of science 收錄的新創期刊論文（暫無影響因數），這些都是理論研究成果，暫無應用價值。

5. 進一步工作

因嫦娥四號 LND 探測器獲得的資料不夠理想，將來繼續展開月球表面高能粒子的探測研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	ARTEMIS Observations of Well-structured Lunar Wake in Subsonic Plasma Flow	徐曉軍，徐佳瑩，常清，徐麒，王晶等	發表在期刊 Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	Rapid Refilling of the Lunar Wake under Transonic Plasma Flow ARTEMIS Observations	徐曉軍，徐佳瑩，常清，徐麒，王晶等	發表在期刊 Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	The Demagnetization of the Venusian Ionosphere Under Nearly Flow-aligned Interplanetary Magnetic Fields	常清，徐曉*，徐麒，王晶，徐佳瑩等	發表在期刊 Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	The Solar Wind Parker Spiral Angle Distributions and Variations at 1 au	常清，徐曉*，徐麒，王晶，徐佳瑩等	發表在期刊 Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	The Relaxation of Reconnected Open Magnetic Field Lines in the Earth's Magnetosphere	徐佳瑩，徐曉軍，王晶，常清，徐麒等	發表在期刊 Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	The Nonrelaxation of Magnetic Field Lines in Solar Wind Magnetic Reconnection Exhausts	徐佳瑩，徐曉軍，王晶，常清，徐麒等	發表在期刊 Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	Evidence for Plasma heating at Thin Current sheets in the solar wind	周梓露，徐曉軍，徐麒，王晶等	發表在期刊 Astrophysical Journal Letters	SCI
期刊論文	PSP Observations of a Slow Shock Pair Bounding a Large-Scale Plasmoid-Macro Magnetic Hole	周梓露，徐曉軍，徐麒，王晶等	發表在期刊 Geophysical Research Letters	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	The Venus Express observation of Venus' induced magnetosphere boundary at solar maximum	徐麒，徐曉軍，常清，徐佳瑩，王晶等	發表在期刊 ASTRONOMY & ASTROPHYSICS	SCI
期刊論文	An ICME impact on the Martian hydrogen corona	徐麒，徐曉軍，常清，徐佳瑩，王晶等	發表在期刊 Earth and Planetary Physics	新期刊 Web of Science 收錄
期刊論文	MAVEN Observations of Magnetic Reconnection at Martian Induced Magnetopause	王晶，俞江，徐曉軍等	發表在期刊 Geophysical Research Letters	SCI
期刊論文	MAVEN Observations of the Kelvin-Helmholtz Instability Developing at the ionosphere of Mars	王星，徐曉軍，葉煜東，王晶等	發表在期刊 Geophysical Research Letters	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	5	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於超奈奎斯特速率傳輸的非正交大規模 多天線系統設計

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0003/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	李東	基於超奈奎斯特速率傳輸的非正 交大規模多天線系統設計

項目摘要

1. 研究背景

基於超奈奎斯特（faster-than-Nyquist, FTN）基帶調製解調的非正交傳輸方案近幾年來受到了國內外學者的廣泛關注。FTN 技術源於上世紀 70 年代，由 Bell 實驗室 Maro 博士提出，其核心思想是通過信號發送端以超過 Nyquist 採樣速率進行調製，從而提升信號傳輸過程中的能量 - 頻譜效率。與傳統的正交傳輸模式相比，時頻域 FTN 非正交傳輸模式在無損解碼信息的前提下，可以提供超過 30%~100% 的信道容量，具有極大的優越性。然而，時頻域 FTN 非正交傳輸也帶來了一系列的衍生問題，例如時域 FTN 基帶調製解調導致符號間串擾（Inter-Symbol-Interference, ISI），而頻域 FTN 帶來子信道（載波）間干擾（Inter-Carrier-Interference, ICI），導致現有物理層基於正交傳輸模型的接發機設計，如基帶數據解調，信道估計及均衡、導頻設計及時頻同步等方案均無法直接適用於上述非正交傳輸模式。

2. 研究目標

- 1) 建立非正交多天線系統與邊緣計算相結合的通信模型和資源分配算法設計實現。
- 2) 建立非正交反向通信傳輸模型和抗干擾算法仿真實現。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 提出基於 FTN 的頻移無干擾傳輸機制。
- 2) 提出基於 FTN 的混合主動發射與被動散射相結合的傳輸機制。

4. 研究成果與應用

在無線通信領域權威期刊上發表了 34 篇高水平 SCI 期刊論文。

5. 進一步工作

在原有工作基礎上，繼續研究基於 FTN 的適用於無線接入網絡的優化系統配置，同時研究適用於下一代無線通信和物聯網通信提供綠色環保的低功耗傳輸解決方案。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Energy-Efficient Beamforming Design for 5G Heterogeneous Industrial IoT Networks with Phase and Distortion Noises	Y. Xu, H. Xie, D. Li (李東), and R. Q. Hu	accepted by IEEE Transactions on Industrial Informatics	SCI
期刊論文	Rethinking Sustainable Sensing in Agricultural Internet of Things: From Power Supply Perspective	Y. Liu, D. Li (李東), B. Du, L. Shu and G. Han	accepted by IEEE Wireless Communications, 2022.	SCI
期刊論文	Extended Space Index Modulation	F. Huang and D. Li (李東)	IEEE Wireless Communication Letters, vol. 11, no. 6, pp. 1171-1175, June 2022.	SCI
期刊論文	Max-Min Energy-Efficient Optimization for Cognitive Heterogeneous Networks with Spectrum Sensing Errors and Channel Uncertainties	Y. Xu, M. Yang, Y. Yang, Y. Ye, R. Q. Hu and D. Li (李東)	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 6, pp. 1113-1117, June 2022.	SCI
期刊論文	How Many Reflecting Elements are Needed for Energy- and Spectral-Efficient Intelligent Reflecting Surface-Assisted Communication	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 2, pp. 1320-1331, February 2022.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Resource Allocation for Secure SWIPT-enabled D2D Communications with Alpha Fairness	Y. Xu, B. Gu, D. Li (李東), Z. Yang, C. Huang and K.-K. Wong	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 1, pp. 1101-1106, January 2022.	SCI
期刊論文	Convolutional Auto-Encoder-Based Feedback Compression for Intelligent Reflecting Surface-Assisted Wireless Systems	X. Yu, D. Li (李東), Y. Xu and Y.-C. Liang	IEEE Communications Letters, vol. 26, no. 1, pp. 89-93, January 2022.	SCI
期刊論文	Outage-Constrained Energy Efficiency Maximization for RIS-Assisted WPCNs	Z. Gao, Y. Xu, Q. Wang, Q. Wu and D. Li (李東)	IEEE Communications Letters, vol. 25, no. 10, pp. 3370-3374, October 2021.	SCI
期刊論文	Robust Energy-Efficient Optimization for Secure Wireless-Powered Backscatter Communications with A Non-linear EH Model	Y. Xu, B. Gu and D. Li (李東)	IEEE Communications Letters, vol. 25, no. 10, pp. 3209-3213, October 2021.	SCI
期刊論文	Green MEC Networks Design under UAV Attack: A Deep Reinforcement Learning Approach	R. Zhao, J. Xia, Z. Zhao, L. Fan and D. Li (李東)	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 3, pp. 1248-1258, September 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Physical Layer Security of Cognitive Ambient Backscatter Communications for Green Internet-of-Things	X. Li, Y. Zheng, W. U. Khan, M. Zeng, D. Li (李東), G. K. Ragesh and L. Li	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, Special Issue on Green Internet of Things: Challenges and Future Opportunities, vol. 5, no. 3, pp. 1066-1076, September 2021.	SCI
期刊論文	Performance Analysis of Short-Packet Communications with Incremental Relaying	M. Fan, D. Li (李東), H. Zhang, L. Fang, and I. Trigui	Computer Communications, vol. 177, pp. 51-56, September 2021.	SCI
期刊論文	Sharper N-D Heisenberg's Uncertainty Principle	Z. Zhang, X. Shi, A. Wu, and D. Li (李東)	IEEE Signal Processing Letters, vol. 28, pp. 1665-1669, August 2021.	SCI
期刊論文	Delay Minimization in Wireless Powered Mobile Edge Computing With Hybrid BackCom and AT	Y. Ye, L. Shi, X. Chu, D. Li (李東), and G. Lu	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 10, no. 7, pp. 1532-1536, July 2021.	SCI
期刊論文	Fairness-Aware Multiuser Scheduling for Finite-Resolution Intelligent Reflecting Surface-Assisted Communication	D. Li (李東)	IEEE Communications Letters, vol. 25, no. 7, pp. 2395-2397, July 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Joint Computation Offloading and Radio Resource Allocation in MEC-based Wireless-Powered Backscatter Communication Networks	Y. Xu, B. Gu, R. Q. Hu, D. Li (李東) and H. Zhang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no. 6, pp. 6200-6205, June 2021.	SCI
期刊論文	Dynamic Offloading for Multiuser Muti-CAP MEC Networks: A Deep Reinforcement Learning Approach	C. Li, J. Xia, F. Liu, D. Li (李東), L. Fan, G. K. Karagiannidis and A. Nallanathan	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no. 3, pp. 2922-2927, March 2021.	SCI
期刊論文	Linear Canonical Wigner Distribution of Noisy LFM Signals via Multiobjective Optimization Analysis Involving Variance-SNR	Z. Zhang, D. Li (李東), Y. Chen, and J. Zhang	IEEE Communications Letters, vol. 25, no. 2, pp. 546-550, February 2021.	SCI
期刊論文	Hybrid Active and Passive Antenna Selection for Backscatter-Assisted MISO Systems	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Communications, vol. 68, no. 11, pp. 7258-7269, November 2020.	SCI
期刊論文	Backscatter Communication Powered by Selective Relaying	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 11, pp. 14037-14042, November 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Ergodic Capacity of Intelligent Reflecting Surface-Assisted Communication Systems with Phase Errors	D. Li (李東)	IEEE Communications Letters, vol. 24, no. 8, pp. 1646-1650, August 2020.	SCI
期刊論文	Fairness-Based Multiuser Scheduling for Ambient Backscatter Communication Systems	D. Li (李東)	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 9, no. 8, pp. 1150-1154, August, 2020.	SCI
期刊論文	A Novel Framework of Three-Hierarchical Offloading Optimization for MEC in Industrial IoT Networks	Z. Zhao, R. Zhao, J. Xia, X. Lei, D. Li (李東), Y. Chau and L. Fan	IEEE Transactions on Industrial Informatics, Special Section on Social and Cognitive Mobile Computing in Industrial Internet of Things, vol. 16, no. 8, pp. 5424-5434, August 2020.	SCI
期刊論文	Backscatter Communication via Harvest-Then-Transmit Relaying	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 6, pp. 6843-6847, June 2020.	SCI
期刊論文	Optimal Linear Cooperation for Signal Classification in Cognitive Communication Networks	Y. Ma, Z. Quan, D. Li (李東), S. Zhang, X. Li, Z. Feng and Z. Ding	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 19, no. 5, pp. 3144-3155, May 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Two Birds with One Stone: Exploiting Decode-and-Forward Relaying for Opportunistic Ambient Backscattering	D. Li (李東)	IEEE Transactions on Communications, vol. 68, no. 3, pp. 1405-1416, March 2020.	SCI
期刊論文	When Distributed Switch-and-Stay Combining Meets Buffer in IoT Relaying Networks	D. Deng, J. Xiao, Y. Yan, L. Fan, D. Li (李東) and H. Zhu	Physical Communications, vol. 38, pp. 1-9, February 2020.	SCI
期刊論文	Adaptive Mode Selection for Backscatter-Assisted Communication Systems with Opportunistic SIC	D. Li (李東), H. Zhang, and L. Fang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 2, pp. 2327-2331, February 2020.	SCI
期刊論文	Capacity of Backscatter Communication with Frequency Shift in Rician Fading Channels	D. Li (李東)	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 8, no. 6, pp. 1639-1643, December 2019.	SCI
期刊論文	Price-Based Bandwidth Allocation for Backscatter Communication with Bandwidth Constraints	D. Li (李東) and Y.-C. Liang	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 18, no. 11, pp. 5170-5180, November 2019.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Capacity of Backscatter Communication Systems with Tag Selection	D. Li (李東), W. Peng and F. Hu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 10, pp. 10311-10314, October 2019.	SCI
期刊論文	Minimizing Misclassification for Cooperative Spectrum Sensing using M-ary Hypothesis Testing	Y. Ma, Z. Quan, D. Li (李東) and J. Zhang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 8, pp. 8210-8215, August 2019.	SCI
期刊論文	Multi-Point Wireless Information and Power Transfer to Maximize Sum-Throughput in WBAN with Energy Harvesting	F. Hu, H. Liu, S. Qu, Z. Li and D. Li (李東)	IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 4, pp. 7069-7078, August 2019.	SCI
期刊論文	On Hybrid Pilot for Channel Estimation in Massive MIMO Uplink	J. Li, C. Yuen, D. Li (李東), H. Zhang and X. Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 68, no. 7, pp. 6670-6685, July 2019.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	基於 FTN 的帶有能量收集再發射功能的環境反射通信技術
成果特點	能量收集再發射和環境反射通信都無需電池，通過吸收和反射周圍電磁波來達到通信的目的，因此該混合技術可極大降低系統的功率損耗，適用於低功耗的物聯網通信。
技術成熟度	基於 FTN 的能量收集再發射技術和環境反射通信還停留在理論研究方面，市場上應用需要更加完善該技術。
應用範圍	可應用於物聯網通信，可取代傳統的 RFID 技術。
投產條件和預期經濟效益	能量收集再發射技術和環境反射通信的硬件成本並不高，可適用於物聯網通信。
合作方式	技術轉讓、合作開發

聯系地址	氹仔偉龍馬路澳門科技大學 A207		
聯系人	李東	電話	(853) 8897 2920
網址	-	傳真	-

氣態巨行星的內部結構、物質成分、以及表面緯向風分佈

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0005/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	倪冬冬	氣態巨行星的內部結構、物質成分、以及表面緯向風分佈

項目摘要

1. 研究背景

深空探測相對容易獲得的資料是行星的外部磁場、大氣參數以及與行星重力場直接相關的探測器軌道參數等，因為這些資料的獲得大多數情況下不需要探測器著落到行星表面。如何利用已有的有關行星磁場、大氣和重力場等探測資料去研究行星內部結構及物質物理狀態、物質成分以及動力學過程等行星科學問題是目前國際行星物理界的熱點。氣態巨行星大氣和重力場的數據比類地行星稀少，而且探測任務時間間隔比較長；正在進行的朱諾號（Juno, NASA）和剛剛結束的凱西尼號（Cassini, NASA）任務掀起了研究氣態巨行星（木星和土星）的新高潮。

2. 研究目標

本項目擬緊密結合最新的探測資料，研究氣態巨行星的內部結構、物質成分以及表面緯向風分佈，主要包含兩方面的工作：一是建立氣態巨行星的內部模型，根據探測的大氣、磁場和重力場的資料，對其內部結構和物質成分給予合理的描述；引入新的約束內部結構的條件，提高內部模型的預言能力，揭示其中的關鍵物理因素和機制；二是研究氣態巨行星表面快速的緯向風，分析重力場異常與緯向風結構的關聯，反演出緯向風的縱向結構，理解表面緯向風的形成和維持機制。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 我們建立了木星和土星的四層內部結構模型，基於 Juno 和 Cassini Grand Finale 任務的重力場數據，約束了木星和土星內部結構和物質成分。研究成果在國際期刊上發表 2 篇 SCI 論文。
- 2) 我們從基本物理原理出發，提取了巨行星內部物質的狀態方程，分析了其中的微觀物理機制。相關成果在國際期刊上發表 2 篇論文。
- 3) 我們基於淺流體理論，首次探索了木星在分子氫區域的緯向環流深度，並基於 Cassini Grand Finale 任務高精度探測數據，研究了土星內部流體動力學運動以及由此產生的可觀測重力場信號。研究成果在國際期刊上發表 3 篇 SCI 論文。
- 4) 我們基於行星三層內部結構模型和混合密度網路方法，設計和訓練了機器學習模型，可快速預言岩石行星的內部結構和性質。相關成果在國際期刊上發表 1 篇 SCI 論文。

4. 研究成果與應用

研究成果包括：建立了氣態巨行星的內部模型和大氣動力學模型，研究了木星和土星內部質量和重元素分佈的情況，探索了木星和土星表面緯向風結構。中國計劃於 2030 年左右進行木星系探測，

這些研究成果有助於關鍵科學問題的提出，對中國木星系探測的科學定位具有重要的參考價值，同時對瞭解巨行星和太陽系的形成具有指導作用。

5. 進一步工作

在前期工作的基礎上，擬進一步開展氣態巨行星的內部結構研究，著重研究巨行星系的潮汐效應、巨行星內部稀釋核區的大小、以及約束巨行星內部結構的新途徑。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Understanding Jupiter's deep interior: the effect of a dilute core	Dongdong Ni	Astronomy & Astrophysics 632, A76 (2019 年 12 月正式發表)	SCI
期刊論文	Signature of helium rain and dilute cores in Jupiter's interior from empirical equations of state	Dongdong Ni	Earth and Planetary Physics 4, 1-9 (2020 年 2 月正式發表)	ISTP
期刊論文	Effects of nuclear collective vibrations on the α -decay fine structure of vibrational nuclei with $A \sim 220$	Dongdong Ni and Zhongzhou Ren	Physical Review C 101, 044308 (2020 年 4 月正式發表)	SCI
期刊論文	Understanding Saturn's interior from the Cassini Grand Finale gravity measurements	Dongdong Ni	Astronomy & Astrophysics 639, A10 (2020 年 7 月 1 日正式發表)	SCI
期刊論文	Possible approach to detecting the mysterious Saturnian convective dynamo through gravitational sounding	Shanhong Liu, Dali Kong, and Jianguo Yan	Astronomy & Astrophysics 644, A48 (2020 年 12 月正式發表)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Depth of Jupiter's Zonal Flow under the "Shallow-wind" Assumption	Wenbo Li, Dali Kong, Keke Zhang, and Yongxin Pan	The Astrophysical Journal 897, 85 (2020 年 7 月正式發表)	SCI
期刊論文	Machine learning techniques in studies of the interior structure of rocky exoplanets	Yong Zhao and Dongdong Ni	Astronomy & Astrophysics 650, A177 (2021 年 6 月正式發表)	SCI
期刊論文	Rapidly rotating self-gravitating Boussinesq fluid: A nonspherical model of motionless stable stratification	Dali Kong	Physical Review Fluids 7, 074803 (2022 年 7 月正式發表)	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

完備流形上的Caffarelli-Kohn-Nirenberg不等式、Hardy-Rellich不等式以及Heisenberg-Pauli-Weyl不等式

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0006/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	黨培	完備流形上的 Caffarelli-Kohn-Nirenberg 不等式、Hardy-Rellich 不等式以及 Heisenberg-Pauli-Weyl 不等式

項目摘要

1. 研究背景

CKN 不等式的研究最初起源於三維空間中的不可壓縮 Navier-Stokes 方程弱解問題 [Caff1]。關於 Navier-Stokes 方程性態研究是流體力學裡面的核心數學問題之一。Hardy 不等式以及測不準原理是 CKN 不等式的兩個臨界形式。不僅如此，經典 Hardy、Rellich 不等式以及 HPW 不等式在很多問題中都有個很重要的角色，如譜論、調和分析、偏微分方程、幾何以及量子力學。正是由於這些不等式本身固有的重要性，關於這些問題已產生大量豐富的工作，特別是在 Euclidean 空間中的研究。近幾年，人們開始關注這些問題在黎曼流形方面的發展，而且已經產生一些結果。申請人前期在 Euclidean 空間關於測不準原理已經有一些較好的研究成果，通過這個項目的開展，團隊基於前期在測不準原理方面的工作獲得 CKN 不等式以及測不準原理方面一些新的研究成果。

2. 研究目標

本項目主要研究具有一定幾何假定的完備黎曼流形上的 CKN 不等式，Hardy, Rellich 型不等式以及測不準原理，具體地團隊從以下五個方面考慮：

- 1) 提出具有一定幾何假定黎曼流形上的 CKN 不等式形式；
- 2) 得到具有一定幾何假定的非黎曼流形上的 CKN 不等式，Hardy、Rellich 型不等式以及測不準原理的更強形式；
- 3) 在 Clifford 代數的框架下首次提出球面上的 CKN 不等式，並且得到其上 Hardy、Rellich 型不等式以及測不準原理的更強形式；
- 4) Cartan-Hadamard 流形上的 CKN 不等式，Hardy, Rellich 型不等式以及測不準原理的更強形式；
- 5) 共形圓盤模型下的雙曲空間上的 Hardy, Rellich 型不等式以及測不準原理的更強形式。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 對於復值以及向量值的函數，團隊提出一個類似經典相位導數的概念，在這個基礎之上，團隊得到了復值函數以及向量值函數的更強的 CKN 不等式，並得到了相應的 Hardy, Rellich 不等式；
- 2) 借助於團隊新定義的廣義導函數形式，團隊進一步推廣球面上的複值函數以及向量值函數的測不準原理；

- 3) 在 Clifford 代數框架下，團隊首次提出了球面上 CKN 不等式的形式，並且給出了給出了 CKN 不等式的超強形式；同時考慮了球面 $S^n, n \geq 2$ 的測不準原理；
- 4) 在 Clifford 代數框架下，團隊發展了 Paley-Wiener 型的再生核 Hilbert 空間的快速逼近問題；
- 5) 團隊用機械求積的方法得到雙 Hilbert 變換的一個有效數值計算方法，並且對比了 Matlab 自帶的 Hilbert 計算結果，團隊的方法在處理函數值比較大的時候有明顯優勢；
- 6) 通過錢濤教授小組提出的弱預正交自適應分解方法，團隊研究了具有三點邊界條件的二階線性邊值問題的解析解以及數值解；
- 7) 研究了高維空間中 Clifford 值的 Hardy 空間中的函數的 Fourier 譜刻畫，這方面的工作發展了調和分析學家 Alan McIntosh 的相關工作，而且在 Clifford 框架下給出了 Stein, Weiss 的共軛調和系統的推廣。

4. 研究成果與應用

本項目的研究成果是以論文的形式發表出來的，到現在為止，與本項目內容相關的論文已發表 6 篇，另外還有 1 篇已投稿。

5. 進一步工作

團隊接下來的重點將放在隨機信號方面，特別是隨機信號時頻分析這一部分，考慮其測不準原理、Fourier 變換，Wigner 分佈等相關工作。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	On Monogenic Reproducing Kernel Hilbert Spaces of the Paley-Wiener Type	Pei Dang, Weixiong Mai, Tao Qian	Advances in Applied Clifford Algebras, 2022, 32(4): 1-29.	SCI
期刊論文	Riemann Boundary Value Problems for Monogenic Functions on the Hyperplane	Pei Dang, Jinyuan Du, Tao Qian	Advances in Applied Clifford Algebras, 2, article number: 29 (2022)	SCI
期刊論文	Reproducing Kernel Representation of the Solution of Second Order Linear Three-point Boundary Value Problem	Hongfang Bai, Ieng Tak Leong, Pei Dang	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 10.1002/mma.8443, 2022.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Effective numerical evaluation of the double Hilbert transform	Xiaoyun Sun, Pei Dang, Ieng Tak Leong, Min Ku	Mathematical Methods in the Applied Sciences, vol. 43, no. 7, pp. 4086-4106, 15 May 2020	SCI
期刊論文	A remark on Riesz bases of subspaces in Hardy spaces	Pei Dang, Weixiong Mai	Complex Variables and Elliptic Equations, vol. 65, no. 11, pp. 1950-1961, November 1 2020.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於區塊鏈與人工智能的資訊內容分發和媒體社交平台激勵機制關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0015/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	林志軍	基於區塊鏈與人工智能的資訊內容分發 和媒體社交平台激勵機制關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

項目旨在研究基於區塊鏈與人工智能的內容分發策略與機制中的關鍵技術，改變傳統的社交媒體中的商業模式，實現用戶有價值的行為應得到相應的回報的內容分發機制，可作為澳門或大灣區實施智慧旅遊、社會治理和金融科技的應用場景探索，以及提供可行的技術解決方案。

2. 研究目標

項目將根據社交媒體作為全球信息與知識傳播的主要力量而具有扁平化、多元化、大眾化、實時性及靈活性等特點，探索如何其依靠用戶創造的各種數據如文字、圖片、視頻等創作內容，設計開發區塊鏈應用情景和技術支持，使社交平臺具有商業價值並依靠用戶和關聯行業商家的參與貢獻而實現收益，包含用戶從自己創作的作品中獲得實質性的經濟回報，促進體驗式、互動式智慧旅遊的普及和社交媒體治理機制的完善。

3. 簡介研究工作的主要進展

研發了基於區塊鏈的 Token 發行機制及激勵機制的 app【紅茶路線】：

對特定社交體系商業化運作所需代用幣（Token）總量及發行機制的研究：平臺中 Token 總量的設置依據的目標應定為幣值的穩定而不是幣值的暴增，在幣值穩定甚至略微通脹的情況下，能夠刺激用戶更多的使用 Token 進行既定商業化生態內的借貸、消費、投資行為，從而增強社交平臺和經濟體的活性。

在 app【紅茶路線】中初步實驗了基於人工智能的推薦系統：

（1）信息內容的分類。

基於信息內容對文本有效分類，是實現精確推薦的必要基礎，也是構建推薦系統後，解決冷啟動的最佳解決方案。本項目擬針對基於數據挖掘和深度學習的文本內容分類算法展開研究。

（2）針對用戶興趣的個性化推薦。

在這部分研究中，擬針對基於協同過濾的針對用戶興趣的個性化推薦系統展開研究，實現內容的精確推薦和分發。

4. 研究成果與應用

項目組從 0 到 1 研發了 app【紅茶路線】，並迭代了 1.0 和 2.0 兩個版本，並成功上架到 google play、apple store 等主流應用市場。

app【紅茶路線】作為區塊鏈賦能的旅遊目的地體驗服務平臺，以亞太地區漫遊城市（遊客旅行節奏緩慢、無嚴格旅行計劃、強調體驗和互動、環保意識強城市步行系統及公共交通系統發達便捷、富有特色人文資源或自然資源）為運營核心，專注自由行遊客在旅遊目的地決策引導，並通過一鍵生成路線和打卡挖礦兩大任務點，實現非旅遊熱區商鋪柔性引流。

5. 進一步工作

app【紅茶路線】進一步研發，並爭取升級新版本的迭代，已經向 FDCT 申請新的項目【基於區塊鏈的遊客打卡引導和商鋪引流的元宇宙系統應用研究】，努力將 app【紅茶路線】3.0 版本作為首個澳門元宇宙應用程式，有很大的里程碑意義。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	《區塊鏈技術在遊客打卡引導和旅遊區商鋪引流的應用》	徐勁飛	《中國高新科技》2021 年 04 期，61-62 頁	《中國高新科技》
期刊論文	Stem the Tide of Economic Recession in COVID-19 pandemic on Tourism- An Evidence from Macao	徐勁飛	待發表	-
學位論文	基於網絡旅遊社交媒體用戶生成內容的旅遊目的地推薦系統	王鐸霖	澳門科技大學商學院管理學碩士學位論文	-
期刊論文	A Destination Recommendation System: Supporting Tourists' Decision-making based on User-generated Content	徐勁飛、王鐸霖	待發表	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

嚴格工藝約束下半導體芯片製造組合設備 最優調度和控制

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0017/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	伍乃騏	嚴格工藝約束下半導體芯片製造組合設備最優調度和控制

項目摘要

1. 研究背景

半導體芯片製造是國民經濟的核心產業，對國家的科技競爭力和安全具有深遠的影響，其技術水準是一個國家科技水準的關鍵指標之一。發展半導體芯片製造，提高和趕超半導體芯片製造世界先進水準是國家和大灣區的發展戰略，也是大灣區科技創新的重要環節。半導體芯片製造的上游是晶圓製造，其關鍵設備是組合設備 (Cluster tools)。半導體製造組合設備控制器研發涉及到當前調度和控制優化的研究前沿，也是我們國家遇到的一項卡脖子技術，本項目的研究目標在於攻克其中的一些關鍵技術。

高端半導體芯片製造屬於高精密製造，製造過程中需要滿足很多嚴格的工藝要求和約束，包括：1) 嚴格地晶圓駐留時間約束，2) 多品種同時加工，3) 在設備不停機的條件下週期地對加工腔進行清洗。先前的研究儘管取得了重要的進展，但基本上只針對其中部分約束和要求而開展，對實際應用存在差距。本研究試圖根據實際應用需求，將它們綜合考慮，開展研究和探索。擬在通過面向資源 Petri 網 (resource-oriented Petri nets, ROPN) 建模的基礎上，應用本項目組先前創建的基於控制理論的方法 (control-theory-based method, CTBM) 進行研究和探索。

2. 研究目標

- 揭示所研究問題的行為機理，以便充分理解問題的本質；
- 由於所研究的問題存在潛在死鎖，且解的可行性成為關鍵，本項目要建立解決此類調度和控制問題的系統方法論；
- 對所有研究的子問題給出有效的解決方法，從而給出整個問題的解決方案；
- 提出的理論和方法將在實際對象中進行驗證。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 應用 ROPN 建模和 CTBM 方法，研究了同時加工多種品種晶圓、具有嚴格晶圓駐留時間約束、加工腔需要間隙地在不停機條件下清洗的組合設備調度和控制問題，建立了一套新的調度和控制方法。
- 在同時加工多品種晶圓的環境下，死鎖問題是一個重要的問題，本研究對這一重要問題提出了有效的解決方案。

- 應用 ROPN 建模和 CTBM 方法，通過可行調度的存在性分析，建立了相應的條件，從而研究出有效的問題求解方法，並證明其他學者廣泛使用的最早就緒任務最早執行的策略不僅不是最優的，同時容易導致不可行解。
- 對於晶圓駐留時間約束，現有的研究僅研究如何使約束滿足，本項目進一步研究它的優化問題，為此可進一步保證加工質量。
- 提出了虛擬晶圓實現加工腔清洗的新方法。
- 由於本研究在理論上和方法上的重要突破，解決了計算複雜性的難題，項目組基於實際應用的需求，進行了應用和開發研究，解決了一些應用問題。特別是，基於所獲得的結果，成功地為企業研發出全自動清洗機的控制器，並已經在高端晶圓生產線上運行，獲得了很好的效果。

4. 研究成果與應用

- 發表了 32 篇 SCI 索引期刊論文。其中影響因數大於 5.0 的論文 19 篇。
- 發表了 6 篇國際會議論文，均被 ISTP 索引。
- 在 2020 年 IEEE International Conference on Automation Science and Engineering 的一篇論文獲得優秀學生論文提名。
- 在 2021 年 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control 的一篇論文獲優秀應用論文獎。
- 獲得 3 項美國發明專利授權。
- 培養了博士 5 名、博士後 2 名、內地青年學者 1 名、碩士 2 名。
- 與企業合作，應用研究的成果，成功地開發了應用於 8-12 寸晶圓製造的全自動清洗機控制器。因此，實現了成果應用，解決了一項國家卡脖子的問題。

5. 進一步工作

- 研發高端半導體芯片製造裝備是國家的重大發展戰略，也是粵澳深合區重要領域。為達此目的，其中有大量科學問題需要研究。項目組將已有成果作為基礎，在高端半導體芯片製造裝備控制器方面，繼續進行深入研究。
- 大力開展成果轉化工作，將已獲得的成果實現轉化，幫助高端半導體芯片製造裝備企業開發出更多、更高水準的控制器。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Multiobjective scheduling of dual-blade robotic cells in wafer fabrication	喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics: Systems, vol. 50, no. 12, 5015-5023, Dec. 2020.	SCI
期刊論文	Efficient approach to failure response of process module in dual-arm cluster tools with wafer residency time constraints	喬岩、張思維、伍乃騏等	IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics: Systems, vol. 51, no. 3, 1612-1629, Mar. 2021.	SCI
期刊論文	Decision on maximal permissiveness of linear constraints via structural analysis of a subclass of Petri nets	伍乃騏等	IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics: Systems, vol. 51, no. 7, 4347-4358, Jul. 2021.	SCI
期刊論文	Closing-down optimization for single-arm cluster tools subject to wafer residency time constraints	喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Systems, Man, & Cybernetics: Systems, vol. 51, no. 11, 6792-6807, Nov. 2021.	SCI
期刊論文	Optimal integrated schedule of entire process of dual-blade multi-cluster tools from start-up to close-down	喬岩、伍乃騏等	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, vol. 6, no. 2, 553-565, Mar. 2019.	SCI
期刊論文	Post-processing time-aware optimal scheduling of single robotic cluster tools	喬岩、伍乃騏等	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, vol. 7, no. 2, 597-605, Feb. 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Performance evaluation of public bus transportation by using DEA models and Shannon's entropy: an example from a company in a large city of China	劉子誠、喬岩、伍乃騏等	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, vol. 8, no. 4, 779-795, Apr. 2021.	SCI
期刊論文	Reducing wafer delay time by robot idle time regulation for single-arm cluster tools	喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, online, vol. 18, no. 4, 1653-1667, Oct. 2021.	SCI
期刊論文	An efficient binary integer programming model for residency time-constrained cluster tools with chamber cleaning requirements	喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, early access, DOI: 10.1109/TASE.2021.3122576.	SCI
期刊論文	Robust deadlock control for automated manufacturing systems based on elementary siphon theory	伍乃騏等	Information Sciences, vol. 510, 165-182, 2020.	SCI
期刊論文	Optimal Petri net supervisor synthesis for forbidden state problems using marking mask	伍乃騏等	Information Sciences, vol. 505, 183-197, Dec. 2019.	SCI
期刊論文	Data-driven approach to optimal control of ACC systems and layout design in large rooms with thermal comfort consideration by using PSO	喬岩、伍乃騏等	Journal of Cleaner Production, vol. 236, Article 117578, Nov. 2019.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Many-objective optimization for scheduling of crude oil operations based on NSGA-III with consideration of energy efficiency	伍乃騏等	Swarm and Evolutionary Computation, vol. 57, Paper NO. 100714, Jun. 2020.	SCI
期刊論文	Passenger-oriented Traffic Management Integrating Perimeter Control and Regional Bus Service Frequency Setting Using 3D-pMFD	陳賽飛、伍乃騏、喬岩等	Transportation Research Part C, vol. 135, Article 103529, Jan. 2022.	SCI
期刊論文	An efficient fault diagnosis approach based on integer linear programming for labeled Petri nets	伍乃騏等	IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 66, no. 5, 2393-2398, May 2021.	SCI
期刊論文	Digital twin based real-time production logistics synchronization system in a multi-level computing architecture	潘楊華、伍乃騏等	Journal of Manufacturing Systems, vol. 58, Part B, 246-260, Jan. 2021.	SCI
期刊論文	Wafer reflectance prediction for complex etching process based on K-Means clustering and neural network	喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Semiconductor Manufacturing, vol. 34, no. 2, 207-216, May 2021.	SCI
期刊論文	Short-term traffic flow forecasting using ensemble approach based on deep belief networks	伍乃騏、喬岩等	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 1, 404-417, Jan. 2022.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Route choice behavior modeling for emergency evacuation and efficiency analysis based on type-II fuzzy theory	陳賽飛、喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, online, DOI: 10.1109/TITS.2021.3064085.	SCI
期刊論文	Optimally scheduling dual-arm multi-cluster tools to process two wafer types	伍乃騏等	IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 7, no. 3, 5920-5927, Jul. 2022.	SCI
期刊論文	A Petri net-based heuristic algorithm for short-term vehicle scheduling in a vehicle inspection system	伍乃騏等	IEEE Access, vol. 7, no. 1, 138442-138460, Dec. 2019.	SCI
期刊論文	Robust deadlock control for automated manufacturing systems based on the max-controllability of siphons	伍乃騏等	IEEE Access, vol. 7, no. 1, 88579-88591, Dec. 2019.	SCI
期刊論文	A comparative study on contract recommendation model: using Macao mobile phone datasets	伍乃騏等	IEEE Access, vol. 8, no. 1, 39747-39757, Feb. 2020.	SCI
期刊論文	On Multiplexity-aware Influence Spread in Social Networks	伍乃騏等	IEEE Access, vol. 8, no. 1, 106705-106713, Dec. 2020.	SCI
期刊論文	Fault diagnosis of backward conflict-free Petri nets by generalized markings	伍乃騏等	IEEE Access, vol. 8, 154871-154880, Sep. 2020.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Modeling and control for deadlock-free operation of single-arm cluster tools with concurrently processing multiple wafer types via Petri net	盧艷君、喬岩、伍乃騏等	IEEE Access, vol. 9, 70868-70883, May 2021.	SCI
期刊論文	Urban traffic light control considering capacity difference between public bus and private vehicles	劉子誠、伍乃騏等	IEEE Access, vol. 9, 142664-142680, Oct. 2021.	SCI
期刊論文	A scientometric review of researches on traffic forecasting in Transportation	伍乃騏、喬岩等	IET Intelligent Transport Systems, vol. 15, no. 1, 1-16, Jan. 2021.	SCI
期刊論文	Scheduling of single-arm cluster tools with residency time constraints and chamber cleaning operations	李傑、喬岩、張思維、伍乃騏等	Applied Sciences, vol. 11, Paper No 9193, Oct. 2021.	SCI
期刊論文	Solving last-mile logistics problem in spatiotemporal crowdsourcing via role awareness with adaptive clustering	黃寶瑩、喬岩、伍乃騏等	IEEE Transactions on Computational Social Systems, vol. 8, no. 3, 668-681, Jun. 2021.	ESCI
期刊論文	(Digital Twin) Wafer sojourn time fluctuation analysis for time-constrained dual-arm multi-cluster tools with activity time variation	伍乃騏等	International Journal of Computer Integrated Manufacturing, vol. 34, nos. 7-8, 1-17, Feb. 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Digital-twin-driven production logistics synchronization system for vehicle routing problems with pick-up and delivery in industrial park	潘楊華、伍乃騏等	International Journal of Computer Integrated Manufacturing, vol. 34, nos. 7-8, 814-824, Feb. 2020.	SCI
國際會議論文	Robot waiting time analysis and its impact on wafer delay time of single-arm cluster tools	喬岩、伍乃騏等	15th IFAC Workshop on Discrete Event Systems, 384-389, Rio de Janeiro, Brazil, November 11-13, 2020.	ISTP
國際會議論文	Bi-modal Traffic Management Integrating Perimeter Control and Regional Bus Service Frequency Setting	陳賽飛、伍乃騏等	Proceedings of 2020 16th IEEE International Conference on Automation Science and Engineering (CASE), 254-259, Aug. 20-21, 2020.	ISTP
國際會議論文	A Virtual Wafer-based Scheduling Method for Dual-arm Cluster Tools with Chamber Cleaning Requirements	喬岩、張思維、伍乃騏等	Proceedings of 2021 IEEE 18th International Conference on Networking, Sensing and Control, Xiamen, China, Nov. 2021.	ISTP
國際會議論文	Minimization of Product Transportation and Temporary Storage Costs for Home Appliances Manufacturing Factories	陳賽飛、喬岩、張思維、伍乃騏	Proceedings of 2021 IEEE 18th International Conference on Networking, Sensing and Control, Xiamen, China, Nov. 2021.	ISTP

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際會議論文	A Partitioning Algorithm for Bi-modal Road Networks	陳賽飛、喬岩、張思維、伍乃騏	Proceedings of 2021 IEEE 18th International Conference on Networking, Sensing and Control, Xiamen, China, Nov. 2021.	ISTP
授權專利	Multi-cluster tool system and a method of controlling a multi-tool cluster system	伍乃騏等	US Patent 10,520,914 B2, Application No. 15/268,851, Granted Dec. 31, 2019.	-
授權專利	Cluster tool apparatus and a method of controlling a cluster tool apparatus	伍乃騏、喬岩等	US Patent 10,643,873 B2, Application No. 15/263,615, Granted May 5, 2020.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於多細微性與三支決策暨複雜資料分析 與知識獲取研究技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0019/2019/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	曾祥財	基於多細微性與三支決策暨複雜資料分析與知識獲取研究技術研究

項目摘要

1. 研究背景

In recent years, granular computing researchers have been dedicated to big data mining research. One study designed an attribute reduction method based on sample selection under big data environment; one used the MapReduce technology to study knowledge acquisition methods under big data environment; one proposed a computing method for global approximate reduction with interval-valued multi-decision tables under big data environment. By combining the granular computing and MapReduce technology, our research group has studied parallel attribute reduction algorithms under big data environment, hierarchical rough set attribute reduction algorithms, and knowledge acquisition methods at different levels. These research results mainly deal with simple data from a single-granularity perspective, and have laid a foundation for multi-granularity decision research of complex data. On the other hand, the studies on the three-way decision theory have attracted extensive attention from scholars across the globe. Each year, symposiums are held, and relevant academic monographs and special issues are published. For international and domestic conferences, the International Conference on Rough Sets and Knowledge Technology (RSKT) has held seminars on Three-way decision for eight consecutive sessions. The joint meeting of Chinese Conference on Rough Sets and Soft Computing (CRSSC), Chinese Conference on Web Intelligence (CWI), and Chinese Conference on Granular Computing (CGrC), referred to as CRSSC-CWI-CGrC, has been held on Three-way decision for six consecutive sessions. Based on information granulation, it is possible to obtain the granulation level suitable for problem solving from the complex data, which will greatly reduce massiveness and complexity of the problem in hand; based on local learning, it is possible to obtain local decision knowledge from multi-perspectives at multi-levels; based on the Three-way decision approach, it is possible to conduct overall decision in a more accurate manner.

2. 研究目標

本課題以多種複雜資料集為研究物件，以粒計算與三支決策等為工具，圍繞如何對複雜資料進行資訊粒化，如何在保證全域精度的前提下快速挖掘局部決策知識，如何利用多細微性動態聚合策略來融合局部知識進行精準決策等關鍵問題，著重研究“大資料 → 大知識 → 大智慧”的轉化。所涉及的問題是數學與資訊科學交叉領域的熱點問題，解決這些問題不但能夠豐富和發展粒計算、知識獲取與資訊融合理論，為多源複雜資料集的資料採擷及不確定性分析提供新的理論和方法，而且對決策管理、市場預測、醫療診斷以及軍事國防等其他科學領域也有重要的應用價值。

3. 簡介研究工作的主要進展

From the perspective of the uncertainty and multi-source heterogeneity of complex data, this project has performed an in-depth study on the subset selection and information granulation for multi-source data, multi-granularity knowledge acquisition and multi-granularity three-way decision-making, using multi-granularity analysis methods and three-way decision-making theories.

The research work is listed in the following four parts:

1) Subset selection and information granularity for multi-source data

For diversified data sources, data encapsulation technology is used to check data integrity and data consistency, and a subset selection mechanism for complex data is designed. Dempster–Shafer theory (DST) is employed to analyze conflicts between heterogeneous data and to build an integration model for multi-source heterogeneous data. Knowledge ontology, cloud model and fuzzy clustering analyses are used to automatically generate a general-concept hierarchical tree. According to privacy protection requirements, the uncertainty of information granular layers is studied, and an information granulation model is constructed. Finally, an appropriate granularity level is selected for complex data granulation model evaluation.

2) Multi-granularity parallel knowledge acquisition

Considering the large scale and complex structure of complex data, data correlation analyses and data task parallel strategies are used to realize the multi-granularity splitting of large-scale data (horizontal division and vertical division). The multi-level and multi-perspective in granular computing are used for attribute importance parallel representation and multi-granularity feature selection. MapReduce technology is used to build a multi-granularity parallel knowledge acquisition algorithm, and to realize a multi-granularity parallel knowledge acquisition system on open source cloud computing platforms like Hadoop and Spark.

3) Multi-granularity dynamic knowledge acquisition

Considering the dynamics of complex data, using uncertainty measures such as information entropy and object unidentifiability, dynamic representations of attribute importance are designed, and the key features of object flows are dynamically updated. The appropriate granularity level is calculated, and information granules are dynamically aggregated and decomposed. Lastly, multi-granularity knowledge are dynamically updated in a multi-level and multi-perspective manner using MapReduce technology.

4) Multi-granularity three-way decision-making for complex data

For the multi-granularity local knowledge mined after parallel or dynamic knowledge acquisition of complex data, uncertainty analyses for multi-granularity knowledge are conducted. Multi-granularity knowledge conflict analyses are performed using knowledge maps. Multi-granularity dynamic aggregation strategies are studied to explore multi-granularity three-way decision theories. Finally, decision utility evaluation is performed on complex data granulation models, multi-granularity knowledge acquisition and multi-granularity three-way decision making.

4. 研究成果與應用

Five important research results are obtained after completion of this project. They are listed as follows:

- 1) We had constructed algorithms for automatic acquisition of multi-source heterogeneous uncertain data sets under massive data;
- 2) We had constructed a granulation method for multi-source heterogeneous data from the perspective of granular computing;
- 3) We had implemented a multi-granularity knowledge acquisition model for complex data;
- 4) We had developed a novel theory for Multi-granularity three-way decision-making in complex datasets;
- 5) Several high quality academic papers had been published in international journals and conference proceedings, and we had trained up and recruited five PhD students.

5. 進一步工作

We would further do research in multi-source fuzzy information systems and formal contexts by combining deep learning technique with our developed models.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Fast and robust attribute reduction based on the separability in fuzzy decision systemsneighborhood rough set	Meng Hu, Eric C.C. Tsang, Yanting Guo, and Weihua Xu	Provides an algorithm to do attribute reduction	35
Journal paper	A novel approach to attribute reduction based on weighted neighborhood rough sets	Meng Hu, Eric C.C. Tsang, Yanting Guo, Degang Chen, and Weihua Xu	Based on weighted neighborhood rogh sets to do attribute reduction	40
Journal paper	Attribute reduction based on overlap degree and k-nearest-neighbor rough sets in decision information systems.	Meng Hu, Eric C.C. Tsang, Yanting Guo, and Weihua Xu	Using overlap degree to do attribute reduction	6

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	A novel approach to concept-cognitive learning in interval-valued formal contexts: a granular computing viewpoint	Meng Hu, Eric C.C. Tsang, Yanting Guo, Qingshuo Zhang, Degang Chen, and Weihua Xu	Concept-cognitive learning in interval-valued formal contexts for granular computing	2
Journal paper	Incremental updating approximations for double-quantitative decision-theoretic rough sets with the variation of objects	Yanting Guo, Eric C.C. Tsang, Meng Hu, Xuxin Lin	Update approximates for double-quantitative decision-theoretic rough sets	23
Journal paper	Distance metric learning with local multiple kernel embedding	Qingshuo Zhang, Eric C.C. Tsang, Qiang He, and Meng Hu	Metric learning with local multiple kernel functions	54
Journal paper	Feature selection based on min-redundancy and max-consistency	Yanting Guo, Meng Hu, Eric C.C. Tsang, Degang Chen, and Weihua Xu	Feature selection using min-redundancy and max-consistency	0
Journal paper	A robust approach to attribute reduction based on double fuzzy consistency measure	YantingGuo, MengHu, XizhaoWang, Eric C.C.Tsang, DegangChen, WeihuaXu	Use double fuzzy consistency measure to do attribute reduction	0
Journal paper	Incremental concept-cognitive learning approach for concept classification oriented to weighted fuzzy concepts	Chengling Zhang, Eric C.C. Tsang, Weihua Xu, Yidong Lin, Lanzhen Yang,	Use incremental concept-cognitive learning approach for concept classification	Just accepted

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Fast Attribute Reduction Based on Neighborhood Separability	Yanting Guo, Xi-Zhao Wang, Degang Chen, Meng Hu and Eric C.C. Tsang	Use neighborhood separability to do attribute reduction	Submitted to IEEE Trans on SMC: system
Journal paper	Attribute reduction based on neighborhood constrained fuzzy rough sets for tumor classification	Yanting Guo, Meng Hu, Xi-Zhao Wang, Eric C.C. Tsang, Yong Liang	Applied fuzzy rough sets for tumor classification	Submitted to Expert Systems with Application
Journal paper	Ensemble of kernel extreme learning machine based elimination optimization for multi-label classification	Qingshuo Zhang, Eric C. C. Tsang, Qiang He, Yanting Guo	Applied extreme learning machine to multi-label classification	submitted to Knowledge Base Systems

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

能源互聯網框架與分層能源樞紐系統的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0026/2019/A1	澳門大學	黃民聰	能源互聯網框架與分層能源樞紐系統的研究

項目摘要

1. 研究背景

本項目旨在研究智慧能源物聯網的智慧電網的能源框架結構的共性問題，支持智慧電網城市發展上的需要，以國際上於 2011 年提出的“未來可再生能源交付與管理系統”(FREEDM) 為基礎，研究其存在的關鍵性框架問題。

2. 研究目標

研究智慧電網的能源框架結構的共性問題，期望提出較有效的改善方案；同時，基於更新方案的基礎上，提出能源樞紐系統（即能源路由器）的電力控制運籌電力電子系統，能源樞紐系統在不同的層面上有不同需要下的聯動效果，研究分層式聯動的能源樞紐作考慮，並針對性地對能源路由器的結構、控制及其功能。最後，引入“彈性”的結構改善及控制方法等對以上的能源框架結構及能源路由器作出相應的研究，以改善其可靠性及緊急時的應用需要。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) 設備層面的研究：

提出了新的並聯型的三埠電能路由器的結構、控制及其功能實現，基於並聯模式接入不同的應用研究（如雙向無線電動車充放電、電能質量補償、交直能流控制、太陽能聯接系統等），實現系統在不同的層面上的聯動。研究設備以低運行損耗下進行（1）電能質量優化、（2）有功的產生與注入電力系統、（3）設備的交流與直流間的能流控制、（4）無線充電與電動車的配合運行、（5）進行與變壓器的整合研究、（6）結合太陽能運行問題。

2) 系統層面的研究

能源框架結構的共性問題，以雲、霧、端概念的框架方案，引入到能源框架結構以設定分層式的能源路由器的各層上的需要，解決分工、分時，提高系統效率及可靠度。研究表明以本研究提出的三埠電能路由器以雲、霧、端框架相對集中式以固態變壓器為能源路由器的，無論在設備及系統上的可靠度都較高。而雲、霧、端概念的框架及緊急時的柔韌運行的研究文章，正在整理中，日後發表。

4. 研究成果與應用

發表了 10 篇 SCI Q1 文章，兩個專利（一個美國及一個中國的）正在進行申請。

5. 進一步工作

需要把雲、霧、端概念的框架及緊急時的柔韌運行的研究文章整理、模擬，才進行發表。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文 1	Design, Control and Comparative Analysis of an LCLC Coupling Hybrid Active Power Filter	Zeng Xiang , Ying Pang, Lei Wang, Chi-Kong Wong, Chi-Seng Lam, Man-Chung Wong	IET Power Electronics, Vol. 13, Issue 6, pp. 1207-1217, 2020.	17
論文 2	A Wireless Vehicle to Grid to Home Power Interface with an Adaptive DC Link	Lei Wang, Udaya K. Madawala, Man-Chung Wong	IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics, vol. 9, no. 2, pp. 2373-2383, April 2021.	18
論文 3	A Single-Stage Dynamically-Compensated IPT Converter with Unity-Power-Factor and Constant-Output-Voltage under Varying Coupling Condition	Chi Shing Wong, Y. P. Chan, Lingling Cao, Lei Wang, K. H. Loo, M. C. Wong	IEEE Transactions on Power Electronics, , vol. 35, no. 10, pp. 10121-10136, Oct. 2020	9
論文 4	Operation and Control of a Hybrid Coupled Interlinking Converter for Hybrid AC/LVDC Microgrids	Lei Wang, Xiaofan Fu, Man-Chung Wong Wong	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 68, no. 8, pp. 7104-7114, Aug. 2021	21
論文 5	Assessment of Active and Hybrid Power Filters Under Space Vector Modulation	M. -C. Wong, Y. Pang, Z. Xiang, L. Wang and C. -S. Lam	IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 36, no. 3, pp. 2947-2963, March 2021	10

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文 6	A Selective Power Droop Control for Hybrid Interlinking Converter in AC/LVDC Microgrid	L. Wang, M. -C. Wong, X. Zhou, Z. He, Q. Xu and L. Zhou,	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 68, no. 10, pp. 9046-9057, Oct. 2021	7
論文 7	A New Topology of Three-Port Power Hub Converter with Power Quality Compensation for Remote Area Residential Power Supply	L. Wang, Y. Pang, M. -C. W. Wong, Q. Xu, X. Zhou and Z. He	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 68, no. 11, pp. 10336-10348, Nov. 2021	3
論文 8	A Fusion Topology of Higher Efficiency and Lower Capacity Hybrid Parallel Multi-Converters for Power Quality Compensation	Ying Pang; Zeng Xiang; Ziyi Bai; Lei Wang; Chi-Kong Wong; Chi-Seng Lam; Fujun Ma; Man-Chung Wong	IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 37, no. 5, pp. 5957-5969, May 2022	1
論文 9	A Capacitive-Coupling Winding Tap Injection DSTATCOM Integrated with Distribution Transformer for Balance and Unbalance Operations	Bai Ziyi; Ying Pang; Zeng Xiang; Chi-Kong Wong; Lei Wang; Chi-Seng Lam; Man-Chung Wong	IEEE Transactions on Industrial Electronics (Accepted in 2022)	-
論文 10	A Residential Miniboost Photovoltaic Inverter with Maximum Power Point Operation and Power Quality Compensation	Zeng Xiang; Ying Pang; Ziyi Bai; Lei Wang; Chi-Kong Wong; Wai-Hei Choi; Chi-Seng Lam; Man-Chung Wong	IEEE Transactions on Industrial Electronics (Accepted in 2022)	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利 1	Parallel Multi-Converter and Capacity Design Method Therefor	Man-Chung Wong (黃民聰), Ying Pang (龐營)	US Invention (In application) UM Reference No.: UMPT438-2022	-
專利 2	並聯變流器的控制方法、系統、裝置及控制器	Man-Chung Wong (黃民聰), Ying Pang (龐營)	China Invention (In application) UM Reference No.: UMPT447-2022	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

泥水盾構掌子面的護壁技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0035/2019/A1	澳門大學	周萬歡	泥水盾構掌子面的護壁技術研究

項目摘要

1. 研究背景

為緩解城市用地緊張、交通擁堵等問題，開發和利用地下空間迫在眉睫，隧道成為應對上述問題的重要途徑。盾構法以其效率高、擾動小、作業安全等優點，已被廣泛應用於地鐵、越江跨海隧道的修建，其中，地表沉降控制和掌子面穩定性是盾構隧道施工過程中的關鍵問題。泥水盾構採用加壓泥漿主動支護的模式維持掌子面穩定性，常被應用在高水壓、自穩能力差、高滲透性的土層（如砂土、卵石土）中掘進。泥漿的主要成分為水和膨潤土，主要作用是在掌子面形成一層低滲透性泥膜，以達到傳遞支護力並阻止進一步的泥漿流失。然而，目前對這一支護過程的理解仍然不足，尚有諸多問題極待解決：泥漿入滲過程中土體孔壓的變化規律；泥膜的形成機理以及有效支護力的傳遞機制；泥漿性質對入滲行為的影響；不同粒徑土層中泥漿的入滲規律；以及改性泥漿（摻砂、聚合物、鹽）的滲透特性等。科學地回答這些問題對於維持泥水盾構隧道掌子面穩定，保障隧道安全、高效掘進，具有重要實際意義。

2. 研究目標

- 1) 採用入滲試驗獲得不同性質泥漿在不同粒徑砂土中入滲時的壓力、排水量等數據，分析其對應的入滲行為規律，並結合微觀試驗分析泥膜形成機理；
- 2) 構建描述泥漿在飽和砂土中入滲的數學模型，通過有限差分法求解泥漿入滲過程中的壓力、滲透係數等參數；
- 3) 基於現場孔壓監測數據，利用機器學習演算法，得到描述不同工況下盾構前方土體中孔壓時空分佈的模型。

3. 簡介研究工作的主要進展

室內飽和砂土泥漿滲透模型試驗平臺已經搭建完成，其中主要包括：改進的泥漿入滲裝置、壓力自動控制系統、孔壓監測、排水量監測以及數據採集系統；完成不同濃度膨潤土泥漿在不同粒徑的飽和砂土中的入滲試驗，撰寫成稿，並發表；完成聚合物改良後膨潤土泥漿在飽和砂土中的入滲試驗，同時提出了考慮泥漿粘度的滲透模型，分別撰寫成稿後發表；完成摻砂膨潤土泥漿在高滲透性砂土中的入滲試驗，並結合微觀試驗揭示了泥膜形成機理，成果已撰寫成文並投稿；完成考慮海水侵入影響下膨潤土泥漿性質變化及其在飽和砂土中入滲規律的研究，成果已撰寫成文並投稿；基於泥水盾構掘進實測數據，利用機器學習演算法，得到了盾構前方土體孔壓實時預測模型，成果已發表。

4. 研究成果與應用

論文總計 12 篇。其中，已發表期刊論文（SCI）6 篇，待發表 2 篇，會議論文 4 篇。

5. 進一步工作

- 1) 結合壓濾試驗，進一步評價不同條件下形成泥膜的滲透特性；
- 2) 利用計算流體與離散元耦合的數值方法，從顆粒尺度揭示泥漿在砂土介質中的顆粒遷移規律及泥膜形態。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal paper	Effects of sand and slurry characteristics on pressure infiltration of bentonite slurry into sand	Tao Xu, Wan-Huan Zhou, Adam Bezuijen, Su Qin	Géotechnique, 2022, 1-34.	SCI/EI
2. Journal paper	Effect of Viscosity on Slurry Infiltration in Granular Media	Zhao Lu, Wan-Huan Zhou, Zhen-Yu Yin	International Journal of Geomechanics, 2022, 22(9): 04022138.	SCI/EI
3. Journal paper	Intelligent Prediction of Multi-Factor-Oriented Ground Settlement During TBM Tunneling in Soft Soil	Zhi Ding, Lin-Shuang Zhao, Wan-Huan Zhou, Bezuijen Adam	Frontiers in Built Environment, 2022, 8: 848158.	SCI/EI
4. Journal paper	Metaheuristic model for the interface shear strength between granular soil and structure considering surface morphology	Wei-Bin Chen, Wan-Huan Zhou, Łukasz Sadowski, Zhen-Yu Yin	Computers and Geotechnics, 2021, 135: 104141.	SCI/EI
5. Journal paper	Inundation risk assessment of metro system using AHP and TFN-AHP in Shenzhen	Hai-Min Lyu, Wan-Huan Zhou, Shui-Long Shen, An-Nan Zhou	Sustainable Cities and Society, 2020, 56: 102103.	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
6. Journal paper	Experimental Investigation of Water Flow through Vesicular Fractures in Volcanic Rock	Xiao-Ming Liu, Ben-Liang Yang, Lin-Shuang Zhao, Wan-Huan Zhou	International Journal of Geomechanics, 2020, 20(10): 04020170.	SCI/EI
7. Journal paper	Infiltration behaviour and microstructure of filter cake from sand-modified bentonite slurry	Su Qin, Tao Xu, Wan-Huan Zhou	Transportation Geotechnics, Submitted on 29/08/2022	SCI/EI
8. Journal paper	Effects of seawater on infiltration behaviour of bentonite slurry into sand	Su Qin, Wan-Huan Zhou, Tao Xu	Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering, Submitted on 18/05/2022	SCI/EI
9. Conference paper	Sealing behaviour and morphological features of filter cake from sand-modified bentonite slurry	Su Qin, Wan-Huan Zhou, Tao Xu	In Proceedings of The 25th Annual Conference of HKSTAM 2022 The 17th Jiangsu–Hong Kong Forum on Mechanics and Its Application (p. 21).	-
10. Conference paper	Modelling ground response to TBM tunnelling with active face support	Tao Xu, Wan-Huan Zhou, Bezuijen Adam	In Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground (pp. 727-731).	-
11. Conference paper	Face stability of slurry shield-driven tunnel in an aquifer	Tao Xu, Wan-Huan Zhou, Bezuijen Adam	In Geotechnical Aspects of Underground Construction in Soft Ground (pp. 467-474).	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
12. Conference paper	Estimation model of excess pore water pressure in front of a TBM in saturated sand	Su Qin, Wan-Huan Zhou, Zhi-Liang Cheng, Tao Xu	In Proceedings of The 24th Annual Conference of HKSTAM 2020 The 16th Shanghai– Hong Kong Forum on Mechanics and Its Application.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	11	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

物聯網中無線信息與能量傳輸關鍵技術 研究與優化設計

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0036/2019/A1	澳門大學	馬少丹	物聯網中無線信息與能量傳輸關鍵技術研究與優化設計

項目摘要

1. 研究背景

無線通信與互聯網實現了資訊的高效傳輸與共用，極大地改變了人們的生產、生活方式。物聯網 (Internet of Things, IoT) 通過融合智慧感知、自動識別、異構通信、普適計算、人工智慧等先進資訊技術，推動互聯網從虛擬網絡空間向物理空間進一步延伸和擴展，引領世界進入萬物智慧互聯的發展新階段。隨著智慧城市、智慧產業、智慧家居、傳統行業資訊化等方面大量創新性應用方案的產生，物聯網技術在各行各業應用滲透率不斷加速。

IoT 應用系統通常構建於由海量分散式部署的傳感器節點組成的網絡之上，為保證海量分散式傳感器節點的穩定工作，長期穩定的能量供給至關重要。現有 IoT 傳感器節點主要通過有源線纜供電與電池供電兩種方式進行供電。然而，有源線纜供電方式部署成本較高、可擴展性差，電池供電方式的使用與維護成本較高，兩種方式均有一定的應用局限性，為傳感器節點設計低成本、可擴展、易安裝、方便維護的供電方案顯得極為迫切。近期的研究結果表明，無線資訊與能量同傳 (Simultaneous Wireless Information and Power Transfer, SWIPT) 技術既能滿足 IoT 系統中傳感器節點的能量供應，也能實現資訊的有效傳輸，是解決 IoT 系統中傳感器節點供電與資訊傳輸問題的有效手段之一。

此外，設計合理的方案提高 IoT 系統的能量效率，以應對當今世界正面臨著日益嚴峻的能源問題和環境問題同樣至關重要。同時，如何提高物聯網通信的可靠性，以滿足各行業的應用、業務對物聯網數據通信提出的不同要求，是另一極待解決的重要研究問題。

綜上所述，探索傳感器節點有效、便捷的能量供給方式，提高系統的能量效率和通信可靠性是 IoT 系統廣泛應用的基礎和研究重點。為此，本項目從解決 IoT 系統中傳感器節點供電難題出發，依託 5G 蜂窩網絡架構特點，擬對 SWIPT-IoT 系統展開研究，提出一種高效的資訊與能量同傳方案，為 IoT 系統中的傳感器節點提供持續穩定的能量供給；同時，針對所提出的方案進行完備的理論分析與優化設計，有效的提升系統的能量效率和通信可靠性。通過本項目的研究，力求在 IoT 供電與通信領域提出新的解決方案，取得理論研究和應用技術的創新成果，同時為 5G 和未來無線網絡能量供給與高能效、高可靠性數據通信設計提供重要參考。

2. 研究目標

物聯網作為資訊技術革命引領者和智慧城市建設必不可少的關鍵技術，被逐漸應用於社會各個領域。為物聯網中海量傳感器節點提供便捷穩定的供電並提升系統的能量效率與通信的可靠性這一

需求十分迫切。為此，本項目針對現有資訊與能量傳輸技術的局限性，通過結合多天線與全雙工技術，研究一種物聯網適用的新型無線資訊與能量同傳技術。具體包括：

- 1) 從理論上分析該系統的可達容量與通信性能；
- 2) 針對兩類常見應用場景進行系統優化設計，即滿足容量需求的能量效率最大化和滿足能量採集效率的通信性能最優化設計；
- 3) 通過模擬與原型驗證系統有效性和實際性能。

通過上述研究，我們期待取得一系列理論和關鍵技術成果，為物聯網應用提供高能量效率與高可靠性的解決方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目針對三個主要的研究內容：“系統可達容量與通信可靠性分析”、“滿足海量物聯需求的系統能量效率優化機制研究”、“滿足能量採集效率的通信可靠性優化機制研究”與模擬與原型驗證展開研究，項目按照原計劃順利進行。第一年度，項目組對無線能量與資訊傳輸系統容量與迫零線性接收機展開詳細的理論研究，為完成整個項目提供了重要的理論支撐。第二年度，項目組在早前系統容量理論研究基礎上，分別以系統傳輸速率最大化、安全容量最大化為目標對系統進行優化設計；基於矩陣函數單調特性和 Majorization Theory，提出了一種通用的矩陣優化設計方法，適用於多種以不同通信性能指標為目標的矩陣優化設計問題；此外，項目組還基於 NI USRP（通用軟件無線電設備）搭建了兩天線的能量傳輸驗證平臺。第三年度，項目組進一步完成了系統可靠性分析的研究，以此為目標對系統收發機進行優化設計，並在原型驗證平臺上系統性地驗證了本項目的理論研究成果。

4. 研究成果與應用

在本項目的支援下，項目組在高質量的國際期刊上發表 18 篇期刊論文，在國際性會議上發表 4 篇會議論文。其中，絕大部分期刊文章發表在高影響因數的本領域權威 SCI 期刊上（例如：IEEE Transactions on Wireless Communications，影響因數 8.346；IEEE Transactions on Signal Processing，影響因數 4.875；IEEE Internet of Things Journal，影響因數 10.238；IEEE Transactions on Communications，影響因數 6.166；IEEE Transactions on Vehicular Technology，影響因數 6.239）。

在本項目支持下，項目組申請了 1 項國家發明專利，培養 3 名博士與 2 名碩士（已畢業）。其中兩名博士畢業生於高等院校任教學職位，一名博士畢業生與一名碩士畢業生於知名科技企業任（高級）工程師，一名碩士畢業生於澳大繼續攻讀博士學位。

5. 進一步工作

通過本項目，項目組已基本實現物聯網中無線資訊與能量傳輸關鍵技術研究與優化設計。而以目前物聯網系統的發展趨勢來看，未來不僅需要融合資訊與能量傳輸，還需考慮計算與感知技術，項目組將延續現有工作致力於實現通信 - 感知 - 計算 - 能量融合的物聯網系統。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A Framework for Hardware Impairments Aware Multi-Antenna Transceiver Design in IoT Systems via Majorization-Minimization	Shiqi Gong, Jintao Wang, Xin Zhao, Shaodan Ma, and Chengwen Xing	accepted by IEEE Internet of Things Journal, 2022	SCI
期刊論文	Block Error Rate Analysis of Short-Packet Mobile-to-Mobile Communications Over Correlated Cascaded Fading Channels	Zheng Shi, Huan Zhang, Hong Wang, Yaru Fu, Guanghua Yang, Xinrong Ye, and Shaodan Ma	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 4, pp. 4087-4101, April 2022	SCI
期刊論文	Joint Transceiver Optimization for IRS-Aided MIMO Communications	Xin Zhao, Kaizhe Xu, IEEE, Shaodan Ma, Shiqi Gong, Guanghua Yang, and Chengwen Xing	IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 5, pp. 3467-3482, May 2022	SCI
期刊論文	Throughput Maximization for Asynchronous RIS-Aided Hybrid Powered Communication Networks	Shiqi Gong, Shaodan Ma, Ziyi Yang, Chengwen Xing, and Jianping An	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 21, no. 6, pp. 4114-4132, June 2022	SCI
期刊論文	Statistically Robust Transceiver Design for Multi-RIS Assisted Multi-User MIMO Systems	Kaizhe Xu, Shiqi Gong, Miao Cui, Guangchi Zhang, and Shaodan Ma	IEEE Communications Letters, vol. 26(6), pp. 1428-1432, June 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Massive MIMO Empowered Wireless Powered Sensor Networks: An Optimal Design With Statistical CSI	Chengzhi Ma, Huan Zhang, Xi Yang, and Shaodan Ma	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 10, pp. 2105-2109, Oct. 2022	SCI
期刊論文	Outage Analysis of Reconfigurable Intelligent Surface Aided MIMO Communications with Statistical CSI	Zheng Shi, Hong Wang, Yaru Fu, Guanghua Yang, Shaodan Ma, and Feifei Gao	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 21, no. 2, pp. 823-839, Feb. 2022	SCI
期刊論文	Hybrid Channel Estimation for UPA-Assisted Millimeter-Wave Massive MIMO IoT Systems	Xianda Wu, Xi Yang, Shaodan Ma, Binggui Zhou, and Guanghua Yang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 4, pp. 2829-2842, 15 Feb.15, 2022	SCI
期刊論文	Unified IRS-Aided MIMO Transceiver Designs via Majorization Theory	Shiqi Gong, Chengwen Xing, Xin Zhao, Shaodan Ma, and Jianping An	IEEE Transactions on Signal Processing, vol.69, pp. 3016-3032, 2021	SCI
期刊論文	Large System Achievable Rate Analysis of RIS-Assisted MIMO Wireless Communication with Statistical CSIT	Jun Zhang, Jie Liu, Shaodan Ma, Chao-Kai Wen and Shi Jin	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 20, no. 9, pp. 5572-5585, Sept. 2021	SCI
期刊論文	Matrix-Monotonic Optimization – Part II: Multi-Variable Optimization	Chengwen Xing, Shuai Wang, Sheng Chen, Shaodan Ma, H. Vincent Poor and Lajos Hanzo,	IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 69, pp. 179-194, 2021	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Matrix-Monotonic Optimization – Part I: Single-Variable Optimization	Chengwen Xing, Shuai Wang, Sheng Chen, Shaodan Ma, H. Vincent Poor and Lajos Hanzo	IEEE Transactions on Signal Processing, vol. 69, pp. 738-754, 2021	SCI
期刊論文	Asymptotic Outage Analysis of Spatially Correlated Rayleigh MIMO Channels	Guanghua Yang, Huan Zhang, Zheng Shi, Shaodan Ma and Hong Wang	IEEE Transactions on Broadcasting, vol. 67(1), pp. 263- 278, Mar. 2021	SCI
期刊論文	Rate Maximization of Wireless Powered Cognitive Massive MIMO Systems	Huan Zhang, Junjuan Feng, Zheng Shi, Shaodan Ma and Guanghua Yang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8(7), pp. 5632- 5644, April 1, 2021	SCI
期刊論文	Tensor-Based Low-Complexity Channel Estimation for mmWave Massive MIMO-OTFS Systems	Xianda Wu, Shaodan Ma and Xi Yang	Journal of Communications and Information Networks, vol. 5(3), pp. 324-334, Sep. 2020	EI
期刊論文	Multi-Antenna Aided Secrecy Beamforming Optimization for Wirelessly Powered HetNets	Shiqi Gong, Shaodan Ma, Chengwen Xing, Yonghui Li and Lajos Hanzo	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 19(8), pp. 5261-5277, Aug. 2020	SCI
期刊論文	Large System Analysis of Downlink MISO-NOMA System via Regularized Zero-Forcing Precoding with Imperfect CSIT	Jun Zhang, Yongxu Zhu, Shaodan Ma and Kai-Kit Wong,	IEEE Communications Letters, vol. 24(11), pp. 2454-2458, Nov. 2020	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Zero-Forcing Based Downlink Virtual MIMO-NOMA Communications in IoT Networks	Zheng Shi, Hong Wang, Yaru Fu, Guanghua Yang, Shaodan Ma, Fen Hou and Theodoros A. Tsiftsis	IEEE Internet of Things Journal, vol.7(4), pp. 2716-2737, April 2020	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

促進鈣鈦礦基太陽能電池商業化的鉛回收

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0038/2019/A1	澳門大學	吳嘉偉	促進鈣鈦礦基太陽能電池商業化的鉛回收

項目摘要

1. 研究背景

以 MAPbI₃ 為代表的有機無機雜化鈣鈦礦材料，以高電光轉換效率、低成本等優勢在光伏應用中展現出良好前景。然而，鈣鈦礦光伏器件中有毒的鉛元素對環境的污染是其走向應用必須面對的首要現實問題。儘管人們已經努力尋找其他元素來替代鉛，但無鉛鈣鈦礦的光伏器件都表現出較差的光伏性能和較差的穩定性。因此，要讓含鉛鈣鈦礦光伏器件走入能源市場，迫切地需要一種有效的策略來回收廢棄太陽能電池中的鉛。然而，現有的鉛回收策略需要在高溫下進行，而且過程複雜，不僅成本效益低，而且還可能對環境造成潛在的二次污染。本項目旨在開發一種新的鈣鈦礦回收策略，既可高效回收光伏器件中有毒的鉛元素，同時亦可以回收並再利用昂貴的透明導電基板。

2. 研究目標

基於我們前期發現的胺類物質與雜化鈣鈦礦間的可逆反應，本項目擬開發一種鈣鈦礦回收再利用方法，通過研究不同胺類物質和鈣鈦礦間的反應機理，高選擇性地液化太陽能電池中的鈣鈦礦層，以固液分離的方式實現鈣鈦礦材料與透明導電基板的回收與再利用；優化鈣鈦礦再結晶過程，用於光伏器件的重新製造，實現含鉛材料及導電基板的高效再利用。本項目的實施將徹底打消人們鈣鈦礦材料鉛污染的顧慮，並進一步降低鈣鈦礦光伏器件成本，為其未來的商業化鋪平道路。

3. 簡介研究工作的主要進展

1. 深入研究了各種烷基胺與 MAPbI₃ 的反應機理，發現丁胺是溶解太陽能電池常用的各類鈣鈦礦的最佳試劑。
2. 開發了基於 MAPbI₃ 的太陽能電池器件，其光電轉換效率 ~18%，作為評估回收策略有效性的具代表性的標準樣品。
3. 開發了一種基於丁胺的含鉛鈣鈦礦太陽能電池的閉環回收策略，可以在 70°C 或以下進行。回收的鉛化合物和透明導電基板隨後用於製造新的太陽能電池，其功率轉換效率與用全新材料製造的太陽能電池接近相同。
4. 研究了烷基胺對 NiOx/ITO 透明基板的影響。發現烷基胺處理的基板可以增強太陽能電池的性能。
5. 額外工作 – 探索鈣鈦礦在其他光電應用，包括光電探測和鐳射中的潛力。

4. 研究成果與應用

1. 項目中開發的閉環回收策略可以有效回收太陽能電池中 98.9% 以上的鉛，並利用回收的鉛以

及導電透明基板製造全新的太陽能電池，其光電轉換效率可以超過 18%，略高於以新鮮材料來製造的相同太陽能電池結構。我們預期此回收策略可以應用在其他鈣鈦礦的光電器件，例如光探測器、發光器件等。

- 2. 在烷基胺對 NiOx/ITO 透明基板影響的研究中，發現烷基胺不僅可以鈍化 NiOx 的表面缺陷，而且可以提高沉積在其上的鈣鈦礦薄膜的質量。這兩種效應改善鈣鈦礦和 NiOx 介面上的電荷傳輸，從而增強太陽能電池的效能。這種烷基胺處理有望應用於任何需要使用透明導電基板的器件，例如量子點發光二極管、電致變色器件等。
- 3. 在額外工作中，我們探索了各種類型的鈣鈦礦材料應用在各種光電應用中：
 - (1) 開發出可用於弱光光電探測和微鐳射的鈣鈦礦微線結構；
 - (2) 開發了 CsPbBr₃ 微板結構光電探測器，其探測靈敏度可通過電壓來控制；
 - (3) 開發了一種 2D 材料 / 鈣鈦礦混合光電探測器，可用作雙波長光通訊；
 - (4) 開發了鈣鈦礦的異質結構光電探測器，用於雙波長探測。

上述結果表明本項目中開發的回收方法，可以具有成本效益地回收鉛和昂貴的透明基板，促進鈣鈦礦太陽能電池的實際和可持續的商業化。鈣鈦礦基光電探測器的探索可以成為未來新型多波長光電探測器發展的開創性工作，在成像、化學檢測等方面具有巨大的應用潛力。

5. 進一步工作

- 1) 到目前為止，回收策略已在基於 MAPbI₃ 的太陽能電池上取得初步成功。但是商用的鈣鈦礦成分會比 MAPbI₃ 更為複雜，包含更多的元素 / 分子。因此，下一步需要測試基於丁胺的回收策略應用於複雜的鈣鈦礦材料體系的效能。
- 2) 回收策略只在小樣品（~ 25 x 25 x 1.1 mm³）上進行測試。因此，下一步需要測試該策略的可擴展性，從而評估其商業實用性。
- 3) 需要進一步探索鈣鈦礦與二維材料等其他材料的集成，以探索多波長光電探測等新型光電應用的可能性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Publication	Photosensitive Dielectric 2D Perovskite Based Photodetector for Dual Wavelength Demultiplexing	BS Qiao, SY Wang, ZH Zhang, ZD Lian, ZY Zheng, ZP Wei, L Li, KW Ng, SP Wang, ZB Liu	Advanced Materials 35 (21), 2300632, 2023	Published

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Publication	Crystalline phosphides/ amorphous oxides composite for energy- saving hydrogen production assisted by efficient urea oxidation reaction	L Qiao, A Zhu, D Liu, J Feng, Y Chen, M Chen, P Zhou, L Yin, R Wu, K W Ng, H Pan	Chemical Engineering Journal 454, 140380, 2023	Published
Publication	Ultraviolet photodetector based on RbCu ₂ I ₃ microwire	HX An, BS Qiao, ZH Zhang, ZD Lian, Z Wei, XS Li, QG Zeng, B Wang,	Nanotechnology 34 (14), 145402, 2023	Published
Publication	Highly Stable CsPbBr ₃ Perovskite Nanocrystals Encapsulated in Metal- Organic Frameworks for White Light- Emitting Diodes	ZD Lian, B Wang, ZS Wu, H Lin, SS Yan, JL Li, K Zhang, QG Zeng, JC Xu,	ACS Applied Nano Materials 6 (3), 1808-1816, 2023	Published
Publication	A Photo-Switchable Rectifier Based on MAPbBr ₃ -MAPbCl ₃ Halide Perovskite Heterostructure for Dual- Wavelength Optical Communications	Y Zhao, YAN Shan-Shan, Q Bao-Shi, L Zhen-Dong, Z Wei, FCC Ling, HChen, S Su, K W Ng, Shuang- Peng Wang	J. Mater. Chem. C, 2023, 11, 11697-11704	Published
Publication	Ultrasensitive Perovskite Photodetector for Filter-Free Color Single-Pixel Imaging	Z Zhang, P Zheng, SS Yan, BS Qiao, KW Ng, HC Liu, SP Wang, Z Wei	Advanced Optical Materials 11 (2), 2201847	Published

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Publication	Tunable interstitial anionic electrons in layered MXenes	B Li, H Bai, S Shen, KW Ng, H Pan	Journal of Physics: Condensed Matter 51 (3), 034001, 2022	Published
Publication	Enhanced Optoelectronic Performance Induced by Ion Migration in Lead-Free CsCu ₂ I ₃ Single-Crystal Microrods	SS Yan, YC Kong, ZH Zhang, ZS Wu, ZD Lian, YP Zhao, SC Su, L Li, SP Wang, KW Ng	ACS Applied Materials & Interfaces 14 (44), 49975-49985, 2022	Published
Publication	Extraordinarily Stable Aqueous Electrochromic Battery Based on Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ and Hybrid Al ³⁺ /Zn ²⁺ Electrolyte	Z Wu, Z Lian, S Yan, J Li, J Xu, S Chen, Z Tang, SP Wang, KW Ng	ACS nano 16 (8), 13199-13210, 2022	Published
Publication	One-step synthesized single component white emitting carbon microspheres for lighting	W Liu, KW Ng, H Lin, Z Lian, S Su, S Wang	Journal of Luminescence 242, 118606, 2022	Published
Publication	Observation and Suppression of Stacking Interface States in Sandwich-Structured Quantum Dot Light-Emitting Diodes	JY Dong, KW Ng, YM Song, JL Li, YC Kong, MW Wang, JC Xu, L Li, S Chen, ZK Tang, SP Wang	ACS Applied Materials & Interfaces 13 (47), 56630-56637, 2021	Published

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Publication	Efficiency Improvement of Quantum Dot Light-Emitting Diodes via Thermal Damage Suppression with HATCN	RJ Liu, JY Dong, MW Wang, QL Yuan, WY Ji, JC Xu, WW Liu, SC Su, KW Ng, ZK Tang, SP Wang	ACS Applied Materials & Interfaces 13 (41), 49058-49065, 2021	Published
Publication	Stable and Efficient Blue-Emitting CsPbBr ₃ Nanoplatelets with Potassium Bromide Surface Passivation	H Lin, Q Wei, KW Ng, JY Dong, JL Li, WW Liu, SS Yan, S Chen, GC Xing, X. Tang, Z. Tang, S. Wang	Small 17 (43), 2101359, 2021	Published
Publication	Robust Ultralong Lead Halide Perovskite Microwire Lasers	S. Yan, K. Wang, G. Xing, J. Xu, S. Su, Z. Tang, S. Wang, K. W. Ng	ACS Applied Materials & Interfaces 13 (32), 38458-38466, 2021	Published
Publication	Stable UV-Pumped White Light-Emitting Diodes Based on Anthracene-Coated CsCu ₂ I ₃	W. Liu, K. W. Ng, H. Lin, Z. Dai, J. Xu, S. Su, Z. Tang, S. Wang	The Journal of Physical Chemistry C 125 (23), 13076-13083, 2021	Published
Publication	Close-loop recycling of perovskite solar cells through dissolution-recrystallization of perovskite by butylamine	X. Feng, Q. Guo, J. Xiu, Z. Ying, K. W. Ng, L. Huang, S. Wang, H. Pan, Z. Tang, Z. He	Cell Reports Physical Science, Volume 2, Issue 2, 24 February 2021, 100341	Published

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Publication	Design of 2D materials – $\text{MSi}_2\text{C}_x\text{N}_{4-x}$ ($M = \text{Cr, Mo, and W}$; $x = 1$ and 2) – with tunable electronic and magnetic properties	B. Li, J. Geng, H. Ai, Y. Kong, H. Bai, K. H. Lo, K. W. Ng, Y. Kawazoe and Hui Pan	Nanoscale, 2021, 13, 8038-8048	Published
Publication	Freestanding $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbBr}_3$ single-crystal microwires for optoelectronic applications synthesized with a predefined lattice framework	S. Yan, Y. Ma, Y. Kong, J. Jiang, X. Xie, S. Su, Z. Tang a, L. Shen, S. Wang and K. W. Ng	J. Mater. Chem. C, 2021, 9, 4771-4781	Published
Publication	Ab initio design of a new family of 2D materials: transition metal carbon nitrogen compounds (MCNs)	J. Geng, Keyu An, I. Chan b, H. Ai, K. H. Lo, K. W. Ng, Y. Kawazoe and H. Pan	J. Mater. Chem. C, 2021, 9, 4748-4756	Published
Publication	Solvent Effects on the Interface and Film Integrity of Solution-Processed ZnO Electron Transfer Layers for Quantum Dot Light-Emitting Diodes	J. Dong, W. Ji, S. Wang, Q. Yuan, Y. Kong, S. C. Su, K. W. Ng*, and Z. Tang	ACS Appl. Electron. Mater. 2020, 2, 4, 1074–1080	Published
Publication	Investigation on the role of amines in the liquefaction and recrystallization process of MAPbI_3 perovskite	X. Feng, K. W. Ng, S. P. Wang, W. Chen, Z. Zhang, W. Chen, Y. Zhao, B. Tu, Z. Kang Tang, H. Pan, Z. He	Journal of Materials Chemistry A 8 (27), 13585-13593, 2020	Published

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Publication	Dialkylamines Driven Two-Step Recovery of NiOx/ITO Substrates for High-Reproducibility Recycling of Perovskite Solar Cells	X. Feng, S. Wang, Q. Guo, Y. Zhu, J. Xiu, L. Huang, Z. Tang, and Z. He*	J. Phys. Chem. Lett. 2021, 12, 19, 4735–4741	Published
Conference Paper	Extraordinarily Stable Aqueous Electrochromic Battery Based on $\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$ and Hybrid $\text{Al}^{3+}/\text{Zn}^{2+}$ Electrolyte	Zhisheng Wu, Zhendong Lian, Shuang-Peng Wang and Kar Wei Ng	International Conference on Optoelectronic Materials, Technology and Application 2022, March 2023, Fuzhou, China	Presented

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	2

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

高熒光量子效率近紅外發光碳納米點的研製 及其在生物成像中的應用研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0040/2019/A1	澳門大學	曲松楠	高熒光量子效率近紅外發光碳納米點的研製及其在生物成像中的應用研究

項目摘要

1. 研究背景

相比於可見光，生物組織對近紅外光（700–1700 nm）的吸收和散射明顯減弱，在近紅外區進行活體螢光成像可以有效提高組織穿透深度並降低自螢光干擾，對活體螢光成像的臨床應用具有重要意義。與其他熒光材料相比，碳基納米點具有尺寸小、發光性能優異、水溶性好、生物相容性高、光穩定性好、低成本、易修飾等諸多優點，在生物醫療領域展現了獨有的優勢和應用前景。

2. 研究目標

開發具有高熒光量子效率近紅外發光碳納米點，並對碳基納米點進行表面修飾和鈍化，進一步調控發光帶隙及發光效率，探究其發光動力學過程及能帶調控機理，最終將其應用於生物成像研究。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 通過對碳基納米點表面的修飾及碳納米點內核的有效剝離，製備出具有增強近紅外發光特性的碳納米點，實現了在 808nm 激發下的熱活化上轉換發光，並通過結構和光譜對其組成和光物理性質進行的表徵研究。相關研究成果發表於國際知名期刊《Small》。
- 2) 提出聚合物功能化修飾碳納米點的通用策略，修飾後的碳納米點紅色發光效率大大提高，同時改變碳納米點的表面電荷，從而在紅色熒光區域實現清晰的細胞成像。相關研究成果發表於國際知名期刊《Chinese Chemical Letters》。
- 3) 通過一步法合成的高效純紅光碳納米點，並將其與牛血清白蛋白複合得到具有增強的多光子熒光的碳納米點-蛋白質複合物，用於小鼠耳部雙光子血管造影及腫瘤成像。相關研究成果發表於國際知名期刊《Light: Science & Applications》。
- 4) 通過熔合大共軛分子策略，成功開發出世界上首例水溶液中的吸收峰和發光峰均位於近紅外波段的碳納米點，並通過上述 2) 的策略，在碳納米點表面修飾上聚合物層，實現碳納米點的創紀錄的近紅外發光量子效率。該碳納米點最終作為近紅外造影劑，成功應用於與小鼠耳部雙光子血管造影及小鼠腹部活體成像。相關研究成果發表於國際知名期刊《Advanced Science》。
- 5) 深入研究以檸檬酸和甲醯胺為原料合成的紅光碳納米點的激發態動力學過程，證實該碳納米點的發光中心可分別歸因於碳核中 sp^2 域和表面含氧官能團。相關研究成果發表於國際知名期刊《Small》。

4. 研究成果與應用

發表國際論文 20 篇，其中 SCI 收錄論文 19 篇，影響因子大於 10 的 SCI 論文 9 篇，影響因數大於 6 的 SCI 論文 16 篇。開發的數例紅光 / 近紅外發光碳納米點成功應用於生物成像研究。

5. 進一步工作

目前，在水溶液中可實現近紅外高效發光的碳納米點還鮮有報道。基於此，在進一步的工作中，我們預期開發一系列能運用與生物成像的高效近紅外發光碳納米點。同時，通過探究碳納米點的能帶調控策略，進一步開發發射波長更長的近紅外碳納米點，以滿足先進生物成像的需要，進一步實現產業化，走上市場，服務社會。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況

碳納米點在生物成像領域具有重大的應用前景，目前仍處在初步階段，需要後續不斷的深入研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Thermally Activated Upconversion Near-Infrared Photoluminescence from Carbon Dots Synthesized via Microwave Assisted Exfoliation	曲松楠，李迪	Small, 15 (50), 1905050, 2019.	SCI 收錄
期刊論文	Microwave-assisted in situ large scale synthesis of a carbon dots@g-C ₃ N ₄ composite phosphor for white light-emitting devices	曲松楠，孟李	Mater. Chem. Front., 4, 517-523, 2020.	SCI 收錄
期刊論文	A co-crystallization induced surface modification strategy with cyanuric acid modulates the bandgap emission of carbon dots	曲松楠，周正傑	Nanoscale, 12, 10987-10993, 2020.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Carbon Dots for Intracellular pH Sensing with Fluorescence Lifetime Imaging Microscopy	曲松楠，黃茂佳	Nanomaterials, 10(4), 604, 2020.	SCI 收錄
期刊論文	Morphology Control of Luminescent Carbon Nanomaterials: From Dots to Rolls and Belts	曲松楠，梁桃	ACS Nano, 15, 1, 1579–1586, 2021.	SCI 收錄
期刊論文	Enhanced Near-Infrared Emission from Carbon Dots by Surface Deprotonation	曲松楠，劉恩山	J. Phys. Chem. Lett., 12, 1, 604–611, 2021.	SCI 收錄
期刊論文	Time-Dependent Phosphorescence Colors from Carbon Dots for Advanced Dynamic Information Encryption	曲松楠，李奇軍	Adv. Mater., 33, 2006781, 2021.	SCI 收錄
期刊論文	Aluminum-Based Surface Polymerization on Carbon Dots with Aggregation-Enhanced Luminescence	曲松楠，趙允洋	J. Phys. Chem. Lett., 12, 19, 4530–4536, 2021.	SCI 收錄
期刊論文	Optical Properties of Carbon Dots in the Deep-Red to Near-Infrared Region Are Attractive for Biomedical Applications	曲松楠，李迪	Small, 17, 2102325, 2021.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Generating long-wavelength absorption bands with enhanced deep red fluorescence and photothermal performance in fused carbon dots aggregates	曲松楠，吳君	Aggregate, 2, e139, 2021.	SCI 收錄
期刊論文	Constructing virus-like SiO _x /CeO ₂ /VO _x nanozymes for 1064 nm light-triggered mild-temperature photothermal therapy and nanozyme catalytic therapy	楊飄萍，曲松楠，楊丹	Nanoscale, 14, 361-372, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	Enhancing the Electron Transport, Quantum Yield, and Catalytic Performance of Carbonized Polymer Dots via Mn-O Bridges	陳葉青，曲松楠，黃潔	Small, 18, 2106863, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	One step synthesis of efficient red emissive carbon dots and their bovine serum albumin composites with enhanced multi-photon fluorescence for in vivo bioimaging	曲松楠，張蕙琦	Light Sci Appl 11, 113, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	Solution-processable carbon dots with efficient solid-state red/near-infrared emission	曲松楠，李迪	J. Colloid Interface Sci., 613, 547-553, 2022.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Toward Strong Near-Infrared Absorption/Emission from Carbon Dots in Aqueous Media through Solvothermal Fusion of Large Conjugated Perylene Derivatives with Post-Surface Engineering	曲松楠，劉鈺鵬	Adv. Sci., 9, 2202283, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	Rational preparation of anti-water phosphorescent carbon-dots and flake C ₃ N ₄ composites through microwave-heating method for multiple data encryption	曲松楠，鮑鑫	J. Lumin., 248, 118928, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	Polyetherimide functionalized carbon dots with enhanced red emission in aqueous solution for bioimaging	曲松楠，王黎明	Chin. Chem. Lett., 33(8), 4111-4115, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	Surface ionization-induced tunable dynamic phosphorescence colors from carbon dots on paper for dynamic multimode encryption	曲松楠，李奇軍	Carbon, 195, 191-198, 2022.	SCI 收錄
期刊論文	Assignment of Core and Surface States in Multicolor-Emissive Carbon Dots	曲松楠，張博涵	Small, 2204158, 2022.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Ultra-strong phosphorescence with 48% quantum yield from grinding treated thermal annealed carbon dots and boric acid composite	曲松楠，李奇軍	SmartMat, 3(2), 260-268, 2022.	6 times cited (Web of Science)
專利	近紅外碳點及其製備方法和應用	曲松楠，劉鈺鵬	中國，發明專利，CN114921245A，申請中 2022.04.28	N/A
專利	一種紅光發射碳納米點、其製備方法及應用	曲松楠，張蕙琦	中國，發明專利，CN114477140A，申請中 2022.03.02	N/A
專利	一種熔合碳點、製備方法及其應用	曲松楠，吳君	中國，發明專利，CN113403068A，申請中 2021.06.16	N/A
專利	近紅外吸收碳量子點、其製備方法及其應用	曲松楠，李迪	中國，發明專利，CN113372908A，申請中 2021.06.07	N/A
專利	一種鋁功能化的熒光碳點及其製備方法和應用	曲松楠，趙允洋	中國，發明專利，CN113150778A，申請中 2021.06.07	N/A
專利	碳納米卷及其製備方法和應用以及碳納米帶	曲松楠，湯子康，梁桃	中國，發明專利，CN111606319B，已授權 2021.08.13	N/A
專利	加密墨水、防偽加密方法和多重加密系統及應用	曲松楠，湯子康，梁桃	中國，發明專利，CN111704828A，申請中 2020.06.18	N/A
其他	碳納米點光譜調控及應用探索	曲松楠	中國材料大會 2021 特邀報告	N/A

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
其他	Aluminum-Based Surface Polymerization on Carbon Dots with Aggregation-Enhanced Luminescence	曲松楠，趙允洋	中國材料大會 2021 壁報展示	N/A
其他	碳納米點光譜調控及應用研究	曲松楠	第八屆全國摻雜納米材料發光性質學術會議 特邀報告	N/A
其他	Enhanced Near-Infrared Emission from Carbon Dots by Surface Deprotonation	曲松楠，劉恩山	第八屆全國摻雜納米材料發光性質學術會議 壁報展示	N/A

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	12	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	4	-	-

技術成果名稱	近紅外碳點及其製備方法和應用
成果特點	該項成果為世界首例在水溶液中具有高效的近紅外吸光 / 發光發射的碳納米點。其原料成本低廉，合成工藝簡便，重複性優異，產品性質穩定。
技術成熟度	與其他同類碳納米點熒光材料產品相比，該碳納米點光學性能優異，達到領先水準，暫無同類替代品。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產，且在實驗室成功驗證了其應用於小鼠動物模型的耳部雙光子血管造影和活體成像。技術成熟度達到 TRL3 水準。
應用範圍	小鼠耳部雙光子近紅外熒光血管造影，小鼠活體近紅外成像等。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	合作開發

技術成果名稱	一種紅光發射碳納米點、其製備方法及應用
成果特點	該項成果實現了首次基於碳納米點應用於哺乳動物的雙光子成像。該碳納米點與牛血清白蛋白複合能極大增強紅光發射效率。其原料成本低廉，一步法合成，重複性優異，產品性質穩定。
技術成熟度	與其他同類碳納米點熒光材料產品相比，該碳納米點光學性能優異，達到先進水準，同類替代品較少。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產，且在實驗室成功驗證了其應用於小鼠動物模型的耳部雙光子血管造影和腫瘤成像。技術成熟度達到 TRL3 水準。
應用範圍	小鼠耳部雙光子熒光血管造影，小鼠活體腫瘤成像等。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	合作開發

技術成果名稱	一種熔合碳點、製備方法及其應用
成果特點	採用微波法制得小尺寸的原料碳點，微波法具有耗時短、溶劑無毒和能耗低的特點，制得的原料碳點具有豐富的表面基團。該熔合碳點具有增強的近紅外發射中心，同時也具有優異的光熱轉換性能，結構和光學性質穩定。熔合碳點的製備方法簡單易行，且價格低廉，易於大規模批量製備，在光熱轉化材料、光熱治療、熒光成像等領域具有很好的應用前景。
技術成熟度	與其他同類碳納米點熒光材料產品相比，該碳納米點光學性能優異，達到先進水準，同類替代品較少。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產，且在實驗室成功驗證了其應用於小鼠腫瘤模型光熱治療。技術成熟度達到 TRL3 水準。
應用範圍	小鼠腫瘤光熱治療，光熱轉換試劑等。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	合作開發

技術成果名稱	近紅外吸收碳量子點、其製備方法及其應用
成果特點	該方法製備得到的近紅外吸收碳量子點能夠改善現有技術中的碳量子點在近紅外吸收發射效果差的問題。
技術成熟度	與其他同類碳納米點熒光材料產品相比，該碳納米點光學、光熱性能優異，達到先進水準，同類替代品較少。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產，且在實驗室成功驗證了其應用於小鼠動物模型的成像機及光熱轉換實驗的驗證。技術成熟度達到 TRL3 水準。
應用範圍	小鼠活體成像，光熱試劑等。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	合作開發

技術成果名稱	一種鋁功能化的熒光碳點及其製備方法和應用
成果特點	該項成果實現了以多羥基多羧基化合物和含氮化合物為碳的前驅體、鋁鹽為修飾劑，由一步微波加熱反應原料水溶液至溶劑全部蒸乾，製備得到表面鋁功能化的熒光碳點。本發明提供的鋁功能化的熒光碳點，在紫外到藍光波段激發下，均可以發出明亮的綠色熒光而不需任何分散基質，具有高的質量產率和熒光量子效率、光穩定性好、合成方法簡單快速、製備過程環境友好等優點。其原料成本低廉，一步法合成，重複性優異，產品性質穩定。
技術成熟度	與其他同類碳納米點熒光材料產品相比，該碳納米點光學性能優異，達到先進水準，同類替代品較少。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產，且在實驗室成功驗證了其應用於發光二極管。技術成熟度達到 TRL3 水準。
應用範圍	發光二極管，照明器件等。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	合作開發

技術成果名稱	碳納米卷及其製備方法和應用以及碳納米帶
成果特點	該項成果實現了通過將碳納米點進行溶劑熱反應，碳納米點表面的活性位點（羥基、羧基、氨基、羰基等）在非質子極性溶劑中的粒子間發生脫水熔合生長，最終捲取成納米卷，進而提供了一種製備碳納米卷的新方法，該碳納米卷相對於碳納米點具有近紅外吸收、近紅外發光的特性，同時也具有良好的光熱轉換性能。該製備方法簡單，價格低廉，易於大規模批量製備，在光熱轉化材料、光熱治療、藥物載體等領域具有很好的應用前景。其原料成本低廉，一步法合成，重複性優異，產品性質穩定。
技術成熟度	與其他同類碳納米熒光材料產品相比，該碳納米卷光熱性能優異，達到先進水準，同類替代品較少。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產。技術成熟度達到 TRL3 水準。
應用範圍	光熱試劑，藥物載體等。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	合作開發

技術成果名稱	加密墨水、防偽加密方法和多重加密系統及應用		
成果特點	該加密墨水包括墨水溶劑和碳納米粒子，碳納米粒子在 400nm ~ 660nm 波長的光照下的具有激發波長依賴的螢光發光特性，且碳納米粒子的表面具有多個羥基、羧基、氨基、羰基官能團的一種或多種，在外加能量的持續作用下，碳納米粒子在 600nm ~ 670nm 波長的光照下的近紅外發光特性減弱。該墨水經過一定能量強度以上的光照後，通過光熱特性，使其自身結構產生脫水反應，導致其近紅外螢光發射大幅衰減。將其書寫或列印到紙上，可表現出強的近紅外發光，經過一定能量強度以上的光照後，其書寫或列印的近紅外螢光資訊衰減消失，可應用於資訊儲存、防偽和加密等領域。		
技術成熟度	與其他同類碳納米點熒光材料產品相比，該碳納米點光學性能優異，達到先進水準，同類替代品較少。該成果的工藝流程穩定，可重複性高。在實驗室條件下可實現克級產品的生產，實現了信息加密應用。技術成熟度達到 TRL3 水準。		
應用範圍	信息存儲，加密墨水等。		
投產條件和預期經濟效益	-		
合作方式	合作開發		

聯系地址	澳門氹仔大學大馬路澳門大學科研大樓北二十三座 4004 室		
聯系人	曲松楠	電話	-
網址	-	傳真	-

用於高效電解水的分級多孔石墨烯氣凝膠負載過渡金屬單原子催化劑的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0041/2019/A1	澳門大學	許冠南	用於高效電解水的分級多孔石墨烯氣凝膠負載過渡金屬單原子催化劑的研究

項目摘要

1. 研究背景

過度使用化石燃料導致的氣候變化促使人們探索新的碳中和可再生能源。氢能作為化石能源替代品之一，因其高能量密度、可持續性和清潔性而備受關注。使用可再生能源（如太陽能和風能）電解水產氫為大規模製氫提供了一種有力途徑。與酸性水分解技術相比，鹼性水分解技術可以減少電解液對金屬基電極材料的損害，並且由於鹼性工作環境較溫和，可以增加可用電催化劑的種類。因此，對鹼性電解槽的研究已成為能量轉換領域的熱點。到目前為止，鉑基材料由於其較高活性仍然是鹼性電解液電催化析氫反應（HER）的基準催化劑。然而，其稀缺性和高昂的價格嚴重阻礙了它們的廣泛應用。為了降低成本，設計在鹼性介質中具有可比擬活性的無鉑催化劑勢在必行。單原子催化劑（SACs）因其優越的催化活性和價格低廉而表現出重要的基礎研究和高效電解水的潛在應用價值。目前單原子催化劑所面臨的主要挑戰是：過渡金屬 SAC 的負載量過低（質量百分濃度小於 1%），難以滿足實際水電解應用的要求；缺乏簡易、大規模合成單原子催化劑的製造工藝；金屬前驅體的非均勻分佈而導致原子團聚耦合，甚至形成較大的團簇，以至催化劑失活等。本研究的意義在於過缺陷工程策略在分級多孔石墨烯氣凝膠上設計可精確調控的氮、磷、硫配位點，並採用簡單的濕化學法和高溫退火實現分級多孔石墨烯氣凝膠上多種金屬前驅體原子的均勻分佈及高負載量 > 1 wt%、低過電位 < 0.1 V、高往返效率 > 99% 等特性。

2. 研究目標

在本項目中，將重點探索單原子金屬前驅體的均勻分散，抑制其在反應的過程中的遷移和團聚，是合成高催化活性、高穩定性和高選擇性單原子催化劑的前提。具備合適孔徑及孔密度的分級多孔石墨烯氣凝膠（HPGA）不但可以增加氮、磷、硫的摻雜量，也可以增強氮、磷、硫與金屬原子的相互作用，從而提高金屬原子的穩定性及負載量；因此合成優異的載體材料是本研究項目的先決條件。具體地，本研究可分為以下三部分：1）深入研究分級多孔石墨烯氣凝膠（HPGA）的合成方法，理解並優化實驗條件，從而得到孔徑及密度可調、高比表面積的 HPGA。對得到的多孔 HPGA 通過透射電子顯微鏡（TEM），氮吸附比表面分析（BET）等進行表徵。2）研究如何提高 HPGA 表面的單原子負載量。通過改變實驗條件，包括嘗試不同金屬前驅體的種類和濃度、溶液的 pH 值、合成溫度等，得到具有高負載量的單原子催化劑。單原子的負載量通過 X 射線光電子能譜分析（XPS）和電感耦合等離子體原子發射光譜法（ICP-AES）進行表徵。3）結合化學可控合成、形貌組成表徵與電化學研究，揭示 HPGA 作為載體和其中氮、硫、磷的含量對單原子分散以及負載量的影響。同時，理解摻雜分級多孔石墨烯氣凝膠對催化劑活性、穩定性以及選擇性

等的影響。為了更好地闡述這一過程，將通過 DFT 計算解釋 NSP-HPGA 負載的單原子催化劑（M-SACs@NSP-HPGA; M = Ni, Co, Fe, Cu, Mo）在催化反應中活性的來源、單原子位點的電子性質及其動力學過程。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們通過四個方面對其進行研究：1）金屬原子催化劑的合成機理，達到對雙金屬磷化物可控合成的目的；2）探討雙金屬原子結構催化劑的合成工藝條件與比表面積、結晶度、電導率及電催化性能之間的作用關係，探尋最優的合成工藝；3）研究原子金屬催化劑的比表面積、雙金屬元素的比含量和碳元素的百分含量對其電催化性、導電性、結構穩定性以及材料可循環性的影響；4）研究不同形貌結構雙金屬原子催化劑的基本特性，探討各形貌結構對其性能的影響，並通過對析氫反應和氧析出的催化作用、電池極化、催化劑穩定性、輸出功率密度、以及循環壽命等方面來評估其作為鹼性水分解技術電池電極材料的性能。

4. 研究成果與應用

項目中所開發的金屬原子催化劑材料作為新一代鹼性水分解技術電池催化電極，具有較好的穩定性，離子傳輸性和持久性導致儲能行業的新突破。成果更具體地展示如下：

- 更深層次以及瞭解我們新開發的金屬原子催化劑材料；
- 對金屬原子催化劑材料材料的架構 - 組成 - 電化學性能的相互關係進行機理解釋；
- 開發出具有高能量密度和功率密度、高倍率性能以及鹼性水分解技術；
- 發表 32 篇高水準的文章，9 篇中國專利等。

5. 進一步工作

尋求產業合作，以便將技術許可給中國的動力電池公司。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Recent advances in the interface design of solid-state electrolytes for solid-state energy storage devices	Xiaolong Xu,abc Kwan San Hui, ORCID logo *b Kwun Nam Hui, ORCID logo *c Hao Wang ORCID logo *a and Jingbing Liua	Materials Horizons, 7 1246-1278 (2020)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Eco-Friendly Synthesis of Self-Supported N-Doped Sb ₂ S ₃ -Carbon Fibers with High Atom Utilization and Zero Discharge for Commercial Full Lithium-Ion Batteries	Hong Yin, Kwan San Hui, Xun Zhao, Shiliang Mei, Xiaowei Lv*, Kwun Nam Hui* and Jun Chen*	ACS Applied Energy Materials, 3, 6897-6906 (2020)	SCI
Journal paper	Unveiling the Origin of Catalytic Sites of Pt Nanoparticles Decorated on Oxygen-Deficient Vanadium-Doped Cobalt Hydroxide Nanosheet for Hybrid Sodium–Air Batteries	Yao Kang, Shuo Wang, Yanyu Liu, Kwan San Hui*, Haifeng Li, Kar Wei Ng, Feng Liang*, Jianxin Geng, Xiaoting Hong, Wei Zhou*, and Kwun Nam Hui*	ACS Applied Energy Materials, 3, 7464-7473 (2020)	SCI
Journal paper	Supercapacitor performance of porous nickel cobaltite nanosheets	Xin Chen, Rui Xie, Hui Li, F. Jaber, F. Musharavati, E. Zalnezhad, S. Bae, K. S. Hui and K. N. Hui	Scientific Reports, 10, 18956 (2020)	SCI
Journal paper	Heteroatomic Interface Engineering of MOF-Derived Metal-Embedded P- and N-Codoped Zn Node Porous Polyhedral Carbon with Enhanced Sodium-Ion Storage	Siqi Zhu, Hong Yin, Yatong Wang, Kwan San Hui*, Xi-Lin Wu, Wenjie Mai, Xiaoting Hong, Fuming Chen*, and Kwun Nam Hui*	ACS Applied Energy Materials, 3, 8892-8902 (2020)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Integrating PtNi nanoparticles on NiFe layered double hydroxide nanosheets as a bifunctional catalyst for hybrid sodium–air batteries	Xueqing Yu, Yao Kang, Shuo Wang, Kwan San Hui, Kwun Nam Hui*, Huajun Zhao, Jianding Li, Bo Li, Jincheng Xu, Liang Chen*, Huaiyu Shao*	Journal of Materials Chemistry A, 8, 16355-16365 (2020)	SCI
Journal paper	High-Throughput Screening of Nitrogen-Coordinated Bimetal Catalysts for Multielectron Reduction of CO ₂ to CH ₄ with High Selectivity and Low Limiting Potential	Shuo Wang, Lei Li*, Jing Li, Chengzong Yuan, Yao Kang, Kwan San Hui*, Jintao Zhang, Feng Bin, Xi Fan, Fuming Chen*, Kwun Nam Hui*	Journal of Physical Chemistry C, 125, 7155-7165 (2021)	SCI
Journal paper	Recent progress in metal–organic framework/graphene-derived materials for energy storage and conversion: design, preparation, and application	Kaixi Wang, Kwun Nam Hui, Kwan San Hui, Shaojun Peng* and Yuxi Xu*	Chemical Science, 12, 5737-5766 (2021)	SCI
Journal paper	Defect-Free MoS ₂ -Flakes/Amorphous-Carbon Hybrid as an Advanced Anode for Lithium-Ion Batteries	Duc Anh Dinh, Tuan Loi Nguyen, Tran Viet Cuong, Kwan San Hui, Trung Hieu Bui, Shuxing Wu, Kwun Nam Hui	Energy & Fuels, 35, 3459-3468 (2021)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Sub-Nanometer Pt Clusters on Defective NiFe LDH Nanosheets as Trifunctional Electrocatalysts for Water Splitting and Rechargeable Hybrid Sodium–Air Batteries	Xueqing Yu, Junpo Guo, Bo Li, Jincheng Xu, Peng Gao, Kwan San Hui, Kwun Nam* Hui, Huaiyu Shao*	ACS Applied Materials & Interfaces, 13, 26891-26903 (2021)	SCI
Journal paper	Iron-modulated nickel cobalt phosphide embedded in carbon to boost power density of hybrid sodium–air battery	Yao Kang, Shuo Wang, Siqi Zhu, Haixing Gao, Kwan San Hui*, Cheng-Zong Yuan, Hong Yin, Feng Bin, Xi-Lin Wu, Wenjie Mai, Ling Zhu, Maocong Hu, Feng Liang*, Fuming Chen*, Kwun Nam Hui*	Applied Catalysis B: Environmental, 285, 119786 (2021)	SCI
Journal paper	[Fe (CN) 6] vacancy-boosting oxygen evolution activity of Co-based Prussian blue analogues for hybrid sodium-air battery	Yao Kang, Shuo Wang, KS Hui, H-F Li, Feng Liang, X-L Wu, Qiuju Zhang, Wei Zhou, Liang Chen, Fuming Chen, Kwun Nam Hui	Materials Today Energy, 20, 100572 (2021)	SCI
Journal paper	Engineering strategies for low-cost and high-power density aluminum-ion batteries	Xiaolong Xu, Kwan San Hui, Kwun Nam Hui, Jianxing Shen, Guowei Zhou, Jinhua Liu, Yucheng Sun	Chemical Engineering Journal, 418, 129385 (2021)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Regulating Intrinsic Electronic Structures of Transition-Metal-Based Catalysts and the Potential Applications for Electrocatalytic Water Splitting	Cheng-Zong Yuan, Kwan San Hui, Hong Yin, Siqu Zhu, Jintao Zhang, Xi-Lin Wu, Xiaoting Hong, Wei Zhou, Xi Fan, Feng Bin, Fuming Chen, Kwun Nam Hui	ACS Materials Letters, 3, 752-780 (2021)	SCI
Journal paper	Recent Progress in Binder-free Electrodes Synthesis for Electrochemical Energy Storage Application	Kaixiang Shen, Shengli Zhai, Shaofeng Wang, Qiang Ru, Xianhua Hou, K.S. Hui, K.N. Hui* and Fuming Chen*	Batteries & Supercaps, 4, 860-880 (2021).	SCI
Journal paper	Electrocatalytic desalination with CO ₂ reduction and O ₂ evolution	Kaixiang Shen, Qiang Wei, Xin Wang, Qiang Ru, Xianhua Hou, Guannan Wang, Kwan San Hui, Jiadong Shen, Kwun Nam Hui, Fuming Chen	Nanoscale, 13, 12157 (2021)	SCI
Journal paper	Comparative study of MCe _{0.75} Zr _{0.25} O _y (M = Cu, Mn, Fe) catalysts for selective reduction of NO by CO: Activity and reaction pathways	Junyao He, Running Kang, Xiaolin Wei, Junqin Huang, Feng Bin, Kwun Nam Hui, Kwan San Hui, Dongyin Wu	Carbon Resources Conversion 4, 205–213 (2021)	Not SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Computational Screening of Single Atoms Anchored on Defective Mo ₂ CO ₂ MXene Nanosheet as Efficient Electrocatalysts for the Synthesis of Ammonia	Shuo Wang, Lei Li, Kwan San Hui, Feng Bin, Wei Zhou, Xi Fan, E. Zalnezhad, Jing Li, Kwun Nam Hui	Advanced Engineering Materials, 2100405 (2021)	SCI
Journal paper	Metal Phosphides Embedded with In Situ-Formed Metal Phosphate Impurities as Buffer Materials for High-Performance Potassium-Ion Batteries	Shunping Ji, Chunyan Song, Junfeng Li, Kwan San Hui, Wenjun Deng, Shuo Wang, Haifeng Li, Duc Anh Dinh, Xi Fan, Shuxing Wu, Jintao Zhang, Fuming Chen, Zongping Shao, Kwun Nam Hui	Advanced Energy Materials, 2101413 (2021)	SCI
Journal paper	Stable and efficient self-sustained photoelectrochemical desalination based on CdS QDs/BiVO ₄ heterostructure	Mengjun liang, Jiancong Zhang, Karthick Ramalingam, Qiang Wei, Kwan San Hui, Su Htike Aung, Kwun Nam Hui, Fuming Chen	Chemical Engineering Journal, 429, 132168 (2022)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Zeolitic Imidazolate Framework-Derived Co-Fe@NC for Rechargeable Hybrid Sodium–Air Battery with a Low Voltage Gap and Long Cycle Life	Haixing Gao, Siqi Zhu, Yao Kang, Duc Anh Dinh, Kwan San Hui, Feng Bin, Xi Fan, Fuming Chen, Azhar Mahmood, Jianxin Geng, Weng-Chon Max Cheong, and Kwun Nam Hui	ACS Applied Energy Materials, 5, 1662–1671 (2022)	SCI
Journal paper	Surface reconstruction establishing Mott–Schottky heterojunction and built-in space- charging effect accelerating oxygen evolution reaction	Yao Kang, Shuo Wang, Kwan San Hui, Shuxing Wu, Duc Anh Dinh, Xi Fan, Feng Bin, Fuming Chen, Jianxin Geng, Weng-Chon (Max) Cheong, Kwun Nam Hui	Nano Research, 15,2952–2960 (2022)	SCI
Journal paper	Cobalt phosphosulfide nanoparticles encapsulated into heteroatom-doped carbon as bifunctional electrocatalyst for Znair battery	Xiaolong Xu, Shuo Wang, Shiquan Guo, Kwan San Hui, Jiameng Ma, Duc Anh Dinh, Kwun Nam Hui, Hao Wang, Lipeng Zhang, Guowei Zhou	Advanced Powder Materials, 1, 100027 (2022)	Non SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	In situ tailored strategy to remove capping agents from copper sulfide for building better lithium–sulfur batteries†	Yuwei Zhao, Donghai Wu, Tingting Tang, Chongguang Lyu, Junfeng Li, Shunping Ji, Cheng-zong Yuan, Kwan San Hui, Chenyang Zha, Kwun Nam Hui, Houyang Chen	Journal of Materials Chemistry A, 10, 4015 (2022)	SCI
Journal paper	Recent Development and Applications of Advanced Materials via Direct Ink Writing	Alpha Chi Him Tsang, Jintao Zhang, Kwun Nam Hui, Kwan San Hui, and Haibao Huang	Advanced Materials Technology, 2101358 (2022)	Non SCI
Journal paper	Electrodeposition of a dendrite-free 3D Al anode for improving cycling of an aluminum–graphite battery	Junfeng Li, Kwan San Hui, Shunping Ji, Chenyang Zha, Chengzong Yuan, Shuxing Wu, Feng Bin, Xi Fan, Fuming Chen, Zongping Shao, Kwun Nam Hui	Carbon Energy, 4, 155–169 (2022)	SCI
Journal paper	Synergistically boosting the elementary reactions over multiheterogeneous ordered macroporous Mo ₂ C/NC-Ru for highly efficient alkaline hydrogen evolution	Kaixi Wang, Shuo Wang, Kwan San Hui, Haixing Gao, Duc Anh Dinh, Chengzong Yuan, Chenyang Zha, Zongping Shao, Zikang Tang, Kwun Nam Hui	Carbon Energy, 4, 856–866 (2022)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	High-throughput identification of highly active and selective single-atom catalysts for electrochemical ammonia synthesis through nitrate reduction	Shuo Wang, Haixing Gao, Lei Li, Kwan San Hui, Duc Anh Dinh, Shuxing Wu, Sachin Kumar, Fuming Chen, Zongping Shao, Kwun Nam Hui	Nano Energy, 100, 1075172 (2022)	SCI
Journal paper	Stabilizing anionic redox processes in electrospun NiS ₂ -based cathode towards durable aluminum-ion batteries	Junfeng Li, Kwan San Hui, Yunshan Zheng, Shunping Ji, Kaixi Wang, Chenyang Zha, Duc Anh Dinh, Xi Fan, Fuming Chen, Zongping Shao, Kwun Nam Hui	Chemical Engineering Journal, 450, 138237 (2022)	SCI
Journal paper	Dynamic Reversible Evolution of Solid Electrolyte Interface in Nonflammable Triethyl Phosphate Electrolyte Enabling Safe and Stable Potassium-Ion Batteries	Shunping Ji, Jielei Li, Junfeng Li, Chunyan Song, Shuo Wang, Kexuan Wang, Kwan San Hui, Chenyang Zha, Yunshan Zheng, Duc Anh Dinh, Shi Chen, Jintao Zhang, Wenjie Mai, Zikang Tang, Zongping Shao, Kwun Nam Hui	Advanced Functional Materials, 2200771 (2022)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Rechargeable Batteries: Regulating Electronic and Ionic Transports for High Electrochemical Performance	Xiaolong Xu, Xiuxiu Zhao, Kwan San Hui, Duc Anh Dinh, Kwun Nam Hui	Advanced Materials Technology, 7, 2101107 (2022)	Non SCI
Journal paper	High-Performance Photoelectrochemical Desalination Based on the Dye-Sensitized Bi ₂ O ₃ Anode	Jiancong Zhang, Xing Wang, Mengjun Liang, Minxian Han, Jinhong Dai, Qiang Wei, Than Zaw Oo, Su Htike Aung, Kwun Nam Hui, Fuming Chen	ACS Applied Materials Interfaces, 14, 33024–33031 (2022)	SCI
Patent	SiNC 催化劑及其製備方法與應用	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN202110684019.2, 2021.06.21	n/a
Patent	氧還原激活劑、其製備工藝、電池正極、其製備工藝及電池	K.N. Hui	China, Patent application, CN202011110174.5, 2020.10.16	n/a
Patent	鋅鋁空氣電池模具	K.N. Hui	China, Design Patent, CN2021030416546.1, 2021.07.05	n/a
Patent	ZIF-67 沸石咪唑酯骨架基複合電催化劑及其製備方法、鋅空氣電池正極和鋅空氣電池	K. N. Hui, 徐小龍	China, Patent application, CN201911148577.6, 2019.11.21	n/a

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Patent	空氣電極材料、其製備方法、空氣電極和空氣電池	K. N. Hui, 邵懷宇, 于雪晴	China, Patent application, CN202010158894.2, 2020.03.09	n/a
Patent	電極材料及其製備方法和應用、鈉 - 空氣電池	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN202010518080.5, 2020.06.09	n/a
Patent	一種電極、其製備方法和包含該電極的鈉 - 空氣電池	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN 202010518801.2, 2020.06.09	n/a
Patent	電極材料及其製備方法和應用以及組裝電解水裝置	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN202110213236.3, 2021.02.25	n/a
Patent	複合電極材料及其製備方法和應用	K. N. Hui, 王凱熙	China, Patent application, CN20211603008.88	n/a

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	氧還原啟動劑、其製備工藝、電池正極、其製備工藝及電池
成果特點	本發明提供了一種氧還原催化劑的製備工藝，該工藝操作簡單，原料便宜，製備得到的氧還原催化劑活性高。本發明是這樣實現的：本發明實施例提供一種氧還原催化劑的製備工藝，包括利用溶劑熱法製備鐵氮碳前驅體，而後對所述鐵氮碳前驅體進行退火處理形成單原子鐵石墨烯共摻雜碳氧還原催化劑。
技術成熟度	TRL4
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司

技術成果名稱	鋅鋁空氣電池模具
成果特點	與現有技術相比，本發明設置了可拆卸的進氣通道和可拆卸的出氣通道，並在進氣通道下端設計了均勻分佈的水準出氣口，不僅有利於徹底排出氣腔中在電池組裝過程中引入的氫氣、減緩電池工作過程中電解液的揮發，而且便於準確地對電池充放電過程中的產物及氣體進行在線分析；此外，由於氣體通道可拆卸結構的設計，該模具適用於不同氣體流動狀態下的多用途測試。本鋅空氣電池模具組裝方便、調整靈活、實用性廣。
技術成熟度	TRL4
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司

技術成果名稱	ZIF-67 沸石咪唑酯骨架基複合電催化劑及其製備方法、鋅空氣電池正極和鋅空氣電池
成果特點	鋅空氣電池是一種以空氣中的氧氣為正極活性物質，金屬鋅為負極活性物質的電池，其開路電壓約為 1.4 ~ 1.5 V。鋅空氣電池具有比能量大，放電電壓平穩，正極活性物質空氣來源無限，價廉等優勢。然而，貴金屬電催化劑的高成本和非貴金屬電催化劑的緩慢氧化還原動力學仍然是鋅空氣電池實施的瓶頸（Advanced Energy Materials, 2019, 9, 1803867）。因此，尋找具有高動力學和低成本的非貴金屬雙功能電催化劑對鋅空氣電池的實際應用非常重要（Applied Catalysis B: Environmental, 2018, 220, 88-97）。具體而言，涉及一種 ZIF-67 沸石咪唑酯骨架基複合電催化劑及其製備方法、鋅空氣電池正極和鋅空氣電池。
技術成熟度	TRL4
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司

技術成果名稱	空氣電極材料、其製備方法、空氣電極和空氣電池
成果特點	與現有技術相比，本發明涉及電化學領域，具體而言，涉及一種空氣電極材料、其製備方法、空氣電極和空氣電池。空氣電極材料包括集流體和負載於所述集流體的層狀金屬氫氧化物 - 貴金屬複合物催化劑。通過採用層狀金屬氫氧化物 - 貴金屬複合物催化劑使得空氣電極材料同時具有優異的電催化 ORR 和 OER 活性，繼而可以顯著減少了電池充放電極化，提高了電池的迴圈效率和穩定性。
技術成熟度	TRL4
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司

技術成果名稱	一種電極材料、其製備方法和包含該電極材料的鈉 – 空氣電池
成果特點	與現有技術相比，本公開提供了一種基於原位生長碳包覆的鎳鈷鐵磷化物空氣電極，並使用水系電解液的混合系鈉空氣電池。空氣電極包括原位生長碳包覆的鎳鈷鐵磷化物空氣電極，水系電解液包括一定組成和比例的鹼和鈉鹽，使用該電極能有效的提高電池的放電平臺、能量密度和放電容量，能一定程度的提供較高的電導率並降低電池的內阻，同時，該電極能有效地減少電解液對電極的腐蝕，從而提高電池的性能，對混合系鈉空氣電池的商業化具有重要的意義。
技術成熟度	TRL4
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司

技術成果名稱	一種電極、其製備方法和包含該電極的鈉 – 空氣電池
成果特點	與現有技術相比，本發明的提供了一種基於缺陷 CoV 水滑石結構複合電極的混合系鈉空氣電池。空氣電極包括超薄的缺陷 CoV 水滑石結構基體和負載的鉑納米顆粒，水系電解液包括一定組成和比例的鹼和鈉鹽，使用該電極能有效的提高電池的放電平臺、能量密度和放電容量，能一定程度的提供較高的電導率並降低電池的內阻，同時，該電極能有效地減少電解液對電極的腐蝕，從而提高電池的性能，對混合系鈉空氣電池的商業化具有重要的意義。
技術成熟度	TRL4
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司

技術成果名稱	用於電解水產氫的複合電極材料及其製備方法		
成果特點	本發明公開了一種電極材料及其製備方法和應用以及組裝電解水裝置，該電極材料包括電極基體以及位於電極基體表面的電催化劑，電催化劑為氮摻雜的鈷氟氧化物。以氮摻雜的鈷氟氧化物為電催化劑的電極材料在作為正極和負極時，在鹼性及中性電解液中均具有良好的析氫和析氧活性，且穩定性良好，即可高效地實現全解水，推動了電催化分解水朝著更大電流密度更低外加電勢的實用化方向發展。		
技術成熟度	TRL4		
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。		
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。		
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司		

技術成果名稱	用於電解水產氫的複合電極材料及其製備方法		
成果特點	本發明涉及無機納米複合材料技術領域，具體而言，涉及用於電解水產氫的複合電極材料及其製備方法。用於電解水產氫的複合電極材料包括碳化鈎 - 氮摻雜的碳骨架以及負載於所述碳化鈎 - 氮摻雜的碳骨架的過渡金屬納米簇。該複合電極材料可以為電催化產氫過程中氫氣的析出提供連續的路徑，有利於氫氣的快速析出。		
技術成熟度	TRL4		
應用範圍	固定式儲能源、低成本電子產品、應急能源站。		
投產條件和預期經濟效益	項目產品產業化後，多種周邊產品將融入客戶的綠色生活社會產品中。		
合作方式	技術轉讓給感興趣的公司		

聯系地址	-		
聯系人	Hui Kwun Nam	電話	(853) 6395 6528
網址	-	傳真	(853) 8822 2426

應用於5G毫米波頻段收發器的低相噪寬頻振盪器 與頻率綜合器

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0044/2019/A1	澳門大學	殷俊	應用於 5G 毫米波頻段收發器的低相噪寬頻振盪器與頻率綜合器

項目摘要

1. 研究背景

5G 通訊技術所提供的高速即時通訊和低延遲網路連接能力將帶來移動通訊，自動駕駛，智慧城市等領域的深刻變革。目前世界主要國家和地區都發佈了自己的 5G 頻譜規劃。其中採用毫米波頻段來提高通訊系統的頻寬正成為下一步研究的熱點。在 5G 毫米波收發器中，本振 (LO) 信號的相位噪聲成為制約數據傳輸速率的一個重要瓶頸。因此產生低相噪本振信號的壓控振盪器與頻率綜合器晶片一直是研究的熱點方向。

2. 研究目標

本專案致力於研發基於 CMOS 工藝的具有極低相位噪聲的壓控振盪器和頻率綜合器晶片。通過本專案的研究，將極大地降低現有的本振產生電路的相位噪聲，以滿足 5G 毫米波頻段 (28GHz) 未來對更高數據傳輸速率的要求。

本專案的預期研究成果包括：

- 1) 應用於 5G 毫米波頻段的低相噪 CMOS 壓控振盪器與頻率綜合器晶片。
- 2) 在高水準的 IEEE/IEE 學術期刊上發表 4 篇論文，在高水準的國際會議上發表 2 篇論文。
- 3) 申請美國或中國發明專利 2 項。
- 4) 課題組培養博士生 3 名，碩士生 1 名。

3. 簡介研究工作的主要進展

本專案實施期間研發了一系列相應的電路技術來提高 CMOS 振盪器和頻率綜合器的相位噪聲與雜散性能：

- 1) 研發了平衡式雙核心逆 F 類 (Class-F-1) 壓控振盪器以降低諧波振盪器在毫米波頻段下的相位噪聲。
- 2) 研發了基於電流模式三次諧波提取技術的毫米波頻率產生器，將 20GHz 的諧波振盪器輸出信號倍頻至 60GHz，使得本振信號覆蓋更寬的毫米波頻段，同時所提出的源柵反饋結構能有效地降低振盪器的相位噪聲。
- 3) 研發了基於粗粒時數轉換器 (Coarse-TDC) 和細粒數時轉換器 (Fine-DTC) 的數字鎖相環。通過減少 DTC 的輸入範圍和對 Coarse-TDC 的非線性進行校準，降低了小數分頻鎖相環的抖動與雜散。

- 4) 研發了基於高增益參考採樣鑒相器 (Reference-Sampling-PD) 的參考時鐘倍頻環路，通過採用無源開關電容電壓倍乘器，可以在提高鑒相器增益的同時，維持大捕獲範圍，從在抑制電荷泵引起的帶內噪聲與減少環路濾波器面積的同時獲得很快的頻率跟蹤能力。
- 5) 對多種採用級聯延遲單元的 DTC 的非線性進行了分析。研發了具有亞皮秒精度的 DTC 非線性測試系統，可以對理論分析進行試驗驗證。

4. 研究成果與應用

本專案實現的研究成果包括：

- 1) 研發了 7 款低相位噪聲，低抖動與低雜散的 CMOS 振盪器與鎖相環晶片原型。
- 2) 發表期刊論文 4 篇 (IEEE JSSC 1 篇，IEEE TCAS-I 2 篇，IEEE TCAS-II 1 篇)，發表國際會議論文 3 篇 (ISSCC 1 篇，A-SSCC 1 篇，ESSCIRC 1 篇)。
- 3) 已申請中國發明專利 2 項 (均進入實質審查階段)。
- 4) 課題組培養博士生 3 名，碩士生 2 名。

本專案所研發的具有自主知識產權的電路技術和晶片原型可以被應用於構建高性能振盪器和鎖相環的知識產權 (IP) 核，為高速無線與有線通訊系統提供低抖動、低雜散的本振與時鐘信號。

5. 進一步工作

- 1) 基於本專案所研發的電路技術、晶片原型以及所申請的專利開發高性能振盪器和鎖相環的知識產權 (IP) 核，實現研究成果的商用轉化。
- 2) 基於本專案所研發的電路技術，所搭建的針對高性能本振和時鐘產生電路的軟硬體模擬，驗證與測試平臺，以及所培養的人才，繼續進行高性能片上頻率源的研發。未來側重的方向將主要包括 (1) 研發進一步降低振盪器與鎖相環的相位噪聲與抖動的高能效電路技術；(2) 研發工作於更高頻率 (亞太赫茲和太赫茲) 的本振和時鐘產生電路。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	A Single-Pin Antenna Interface RF Front End Using a Single-MOS DCO-PA and a Push-Pull LNA	Kai Xu, Jun Yin	IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC), vol. 55, no. 8, pp. 2055-2068, Aug. 2020. [JSSC is the flagship journal in the IEEE solid-state-circuit society]	9 citations (From Google scholar)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	A 529- μ W Fractional-N All-Digital PLL Using TDC Gain Auto-Calibration and an Inverse-Class-F DCO in 65-nm CMOS	Peng Chen, Xi Meng, Jun Yin	IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers (TCAS-I), vol. 69, no. 1, pp. 51-63, Jan. 2022. [TCAS-I is the flagship journal in the IEEE circuits and systems society]	5 citations (From Google scholar)
Journal Paper	Mismatch Analysis of DTCs with an Improved BIST-TDC in 28nm CMOS	Peng Chen, Jun Yin	IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers (TCAS-I), vol. 69, no. 1, pp. 196-206, Jan. 2021. [TCAS-I is the flagship journal in the IEEE circuits and systems society]	2 citations (From Google scholar)
Journal Paper	A 600- μ m ² Ring-VCO-Based Hybrid PLL Using a 30- μ W Charge-Sharing Integrator in 28-nm CMOS	Shiheng Yang, Jun Yin	IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs (TCAS-II), vol. 68, no. 9, pp. 3108-3112, Sep. 2021.	2 citations (From Google scholar)

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	7	-

技術成果名稱	高性能壓控振盪器晶片知識產權核（IP）		
成果特點	1) 頻率調諧範圍：15.22-18.23GHz 2) 低相位噪聲：-114.2dBc/Hz@1MHz（15.22GHz） -135.9dBc/Hz@10MHz（15.22GHz） -113.9dBc/Hz@1MHz（18.23GHz） -135.8dBc/Hz@10MHz（18.23GHz） 低功耗：18.05-19.67mW @ 0.9V V_{DD}		
技術成熟度	經過 28nm CMOS 工藝投片驗證		
應用範圍	可作為 IP 集成到採用先進 CMOS 製造工藝的鎖相環、時鐘產生電路、有線與無線收發機等系統晶片		
投產條件和預期經濟效益	出售振盪器 IP 所帶來收益		
合作方式	技術轉讓、合作開發		

聯系地址	澳門大學大馬路澳門大學 N21 研發大樓 4027 室		
聯系人	殷俊	電話	(853) 8822 4407
網址	https://www.fst.um.edu.mo/personal/junyin/	傳真	(853) 8822 2441

社交媒體數據流的在線事件檢測與智能分層聚類技術

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0045/2019/A1	澳門大學	鞏志國	社交媒體數據流的在線事件檢測與智能分層聚類技術

項目摘要

1. 研究背景

社交媒體數據是非常重要的數據資源，代表了人們在日常生活，工作，以及交往中的數字化形式。人們在社交活動中的行為體現了人類智能的數字化。挖掘分析社交媒體數據中的智慧對推動數據科學以及人工智慧的基礎研究具有非常重要的意義。進一步，研究的結果可以直接推廣到應用領域，為提升當今社會的數字化經濟起到關鍵性的作用。

2. 研究目標

社交媒體數據量巨大，例如，據 2018 年的統計，微信已經達到 10 億多用戶。這些用戶每天產生大量數據，其記載了這些用戶在時間空間與地理空間中的各式各樣的活動以及他們之間的交互。該研究項目旨在提出針對這種時空大數據的，能夠適應數據不斷增長的理解與分析技術，包括：

（1）數據流關聯性模型研究，（2）事件層次聚類模型的設計與實現，以及（3）跨區域時空數據的遷移技術。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) 數據流關聯性模型研究

提出並實現了社交媒體時空數據中蘊含事件之間的時序關聯性挖掘技術。在演算法的實現中，數據流被分割成等長度的數據分片。利用迪利克雷過程模型化每個分片中的事件，這樣事件的個數可以根據數據的分佈自動確定。我們利用馬爾可夫鏈技術，關聯相鄰分片中的事件時序關係。而其實現利用了貝塔分佈模型。

2) 事件層次聚類模型

項目提出並實現了具有動態增長學習能力的層次化模型。該模型利用迪利克雷嵌套演算法，把事件模型化為自頂向下的產生式過程。每一層的節點是由其父節點根據迪利克雷過程自動產生。隨著數據的增加，層次模型可以動態增加新的層次以及新的節點。更為重要的是，該演算法體現了知識結構與數據增長之間的關係，對開放世界中的數據挖掘與分析具有重要的意義。

3) 跨區域時空數據的遷移技術

社交媒體時空數據是由用戶產生的，代表了每個用戶的生活以及工作‘軌跡’。為了更好的服務於用戶，場所推薦代表了典型的時空數據的智能化應用。該項目提出並實現了跨城市場所推薦的遷移學習技術。

4. 研究成果與應用

研究過程中，該項目著重考慮演算法在不同場景中的應用，尤其針對澳門的時空數據研究了幾個不同的應用系統。包括：

澳門旅遊景點的發現和個性化推薦系統。

澳門飲食特色地點個性化推薦系統。

基於澳門路口攝像頭的數據增值服務系統。

澳門巴士到站預報系統。

5. 進一步工作

幾個演算法的改進：在演算法的實現中加入更現代的技術元素，包括圖神經網絡技術以及元學習技術。

多元異構數據：增加演算法對多元異構數據的處理能力，充分發揮大數據的特性。

應用服務：進一步推進演算法的典型化應用服務。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	IRLM: Inductive Representation Learning Model for Personalized POI Recommendation	Junyang Chen; Mengzhu Wang; Haodi Zhang; Zhenghua Xu; Xueliang Li; Zhiguo Gong; Kaishun Wu; Victor C. M. Leung	IEEE Transactions on Computational Social Systems (Early Access Article)	SCI
期刊論文	Adversarial Caching Training: Unsupervised Inductive Network Representation Learning on Large-Scale Graphs	Junyang Chen; Zhiguo Gong; Wei Wang; Cong Wang; Zhenghua Xu; Jianming Lv; Xueliang Li; Kaishun Wu; Weiwen Liu	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (Early Access Article)	SCI
期刊論文	Attentive differential convolutional neural networks for crowd flow prediction	Jiqian Mo, Zhiguo Gong, Junyang Chen	Knowl. Based Syst. 258: 110006 (2022)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	dhCM: Dynamic and Hierarchical Event Categorization and Discovery for Social Media Stream	Jinjin Guo, Zhiguo Gong, Longbing Cao	ACM Transactions on Intelligent Systems and Technology, Vol. 12, No. 5, Article 57. Publication date: September 2021.	SCI
期刊論文	A Deep Neural Network for Crossing-City POI Recommendations	Dicaho Li, Zhiguo Gong	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	SCI
期刊論文	CRL: Collaborative Representation Learning by Coordinating Topic Modeling and Network Embeddings	Junyang Chen; Zhiguo Gong; Wei Wang; Weiwen Liu; Xiao Dong	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems (In Press)	SCI
期刊論文	Recurrent Coupled Topic Modeling over Sequential Documents	Jinjin Guo, Longbing Cao, Zhiguo Gong	ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data (TKDD), 16(1): 8:1-8:32 (2022)	SCI
期刊論文	CRL: Collaborative Representation Learning by Coordinating Topic Modeling and Network Embeddings	Junyang Chen, Zhiguo Gong, Wei Wang, Weiwen Liu, Xiao Dong	IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst. 33(8): 3765-3777 (2022)	SCI
期刊論文	A nonparametric model for online topic discovery with word embeddings	Junyang Chen, Zhiguo Gong, Weiwen Liu	Inf. Sci. 504: 32-47 (2019)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	HNS: Hierarchical negative sampling for network representation learning	Junyang Chen, Zhiguo Gong, Wei Wang, Weiwen Liu	Inf. Sci. 542: 343-356 (2021)	SCI
期刊論文	GraphLSHC: Towards large scale spectral hypergraph clustering	Yiyang Yang, Sucheng Deng, Juan Lu, Yuhong Li, Zhiguo Gong, Leong Hou U, Zhifeng Hao	Inf. Sci. 544: 117-134 (2021)	SCI
期刊論文	QuickDSC: Clustering by Quick Density Subgraph Estimation	Xichen Zheng, Chengsen Ren, Yiyang Yang, Zhiguo Gong, Xiang Chen, Zhifeng Hao	Inf. Sci. 581: 403-427 (2021)	SCI
期刊論文	Venue Topic Model-enhanced Joint Graph Modelling for Citation Recommendation in Scholarly Big Data	Wei Wang, Zhiguo Gong, Jing Ren, Feng Xia, Zhihan Lv, Wei Wei	ACM Trans. Asian Low Resour. Lang. Inf. Process. 20(1): 4:1-4:15 (2021)	SCI
期刊論文	Vehicle Trajectory Clustering Based on Dynamic Representation Learning of Internet of Vehicles	Wei Wang, Feng Xia, Hansong Nie, Zhikui Chen, Zhiguo Gong, Xiangjie Kong, Wei Wei	IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 22(6): 3567-3576 (2021)	SCI
期刊論文	An Attention-Based Deep Learning Framework for Trip Destination Prediction of Sharing Bike	Wei Wang, Xiaofeng Zhao, Zhiguo Gong, Zhikui Chen, Ning Zhang, Wei Wei	IEEE Trans. Intell. Transp. Syst. 22(7): 4601-4610 (2021)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	TAM: Targeted Analysis Model With Reinforcement Learning on Short Texts.	Junyang Chen, Zhiguo Gong, Wei Wang, Weiwen Liu, Ming Yang, Cong Wang	IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst. 32(6): 2772-2781 (2021)	SCI
期刊論文	A Dirichlet process biterm-based mixture model for short text stream clustering	Junyang Chen, Zhiguo Gong, Weiwen Liu	Appl. Intell. 50(5): 1609-1619 (2020)	SCI
期刊論文	Geography-Aware Inductive Matrix Completion for Personalized Point-of-Interest Recommendation in Smart Cities	Wei Wang, Junyang Chen, Jinzhong Wang, Junxin Chen, Zhiguo Gong	IEEE Internet Things J. 7(5): 4361-4370 (2020)	SCI
期刊論文	Realizing the Potential of Internet of Things for Smart Tourism with 5G and AI.	Wei Wang, Neeraj Kumar, Junxin Chen, Zhiguo Gong, Xiangjie Kong, Wei Wei, Honghao Gao	IEEE Netw. 34(6): 295-301 (2020)	SCI
期刊論文	A Deep Transfer Learning Solution for Food Material Recognition Using Electronic Scales	Guangyi Xiao, Qi Wu, Hao Chen, Da Cao, Jingzhi Guo, Zhiguo Gong	IEEE Trans. Ind. Informatics 16(4): 2290-2300 (2020)	SCI
期刊論文	Trust-Enhanced Collaborative Filtering for Personalized Point of Interests Recommendation.	Wei Wang, Junyang Chen, Jinzhong Wang, Junxin Chen, Jinquan Liu, Zhiguo Gong	IEEE Trans. Ind. Informatics 16(9): 6124-6132 (2020)	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	17	7	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	社交媒體數據中事件的分層聚類與識別演算法		
成果特點	該技術是分析社交媒體數據流中包含的事件，可以自動識別和分層聚類。分類結構可以隨數據量的增加而自動向廣度和深度兩個方向不斷增長。知識樹又進一步作為新事件的識別演算法的先驗。可以自動跟蹤和分析媒體數據流。		
技術成熟度	TRL4：演算法已經通過實驗室驗證和測試。結果顯示可達到計劃或模型系統要求的性能指標，優於當前國際先進技術。		
應用範圍	社交媒體數據在線分析，時空數據分析。		
投產條件和預期經濟效益	可應用於需要對社交媒體數據進行分析的任何產業。自動跟蹤事件的發生與演變過程。		
合作方式	科研合作		

聯系地址	澳門大學智慧城市物聯網國家重點實驗室		
聯系人	鞏志國	電話	(853) 8822 4962
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/fstzgg/	傳真	(853) 8822 2426

BRCA1, FGFR2及其相關信號誘導的三陰性乳腺癌（TNBC）的鑑定和治療研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0048/2019/A1	澳門大學	鄧初夏	BRCA1, FGFR2 及其相關信號誘導的三陰性乳腺癌（TNBC）的鑑定和治療研究

項目摘要

1. 研究背景

三陰性乳腺癌（TNBC）屬最難治乳腺癌之一。最近的研究表明，TNBC 具有高度異質性，根據其基因表達特徵可進一步分為至少 6 種亞型，且各亞型與某些腫瘤抑制因數的失活，如乳腺癌相關基因 -1（BRCA1），以及癌基因的啟動，如成纖維細胞生長因數受體 2（FGFR2），具有一定的相關性。但這些基因表達的變化與誘導 TNBC 形成之間的因果關係尚缺乏證據。我們目前研究表明，BRCA1 缺陷並不直接誘發腫瘤形成，而是導致遺傳不穩定，生長缺陷和細胞凋亡；包括腫瘤抑制因數 P53 在內的幾種基因的失活可以抑制與 BRCA1 缺陷相關的致死率並加速腫瘤發生。我們在 BRCA1 缺陷突變小鼠中進行了基於睡美人（Sleeping Beauty, SB）轉座子的遺傳篩選的初步並發現許多候選基因的表達變化可加速了腫瘤發生。我們的初步數據顯示 FGF/FGFR2 的啟動可誘導 TNBC 形成。我們假設儘管 BRCA1 缺陷可作為 TNBC 的起始因數，但仍需一些促進因數以加速 TNBC 形成。這些因數的各種組合可能對 TNBC 亞型的誘導具有不同的作用。為我們將研究是否可以通過某個基因或一組基因的啟動或失活而誘導產生 TNBC，並對不同亞類的 TNBC 開展藥敏實驗以製定治療方案。

2. 研究目標

1. 鑑定加速 BRCA1 相關腫瘤發生和 TNBC 形成的候選基因；
2. 研究 FGF/FGFR2 信號通路誘導腫瘤發生和 TNBC 形成的機制；
3. 通過實驗誘導產生多種 TNBC 亞型並用於 TNBC 特異性治療藥物的開發；
4. 關鍵 TNBC 誘導者基因的機理研究。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) 喚醒睡美人殺死三陰性乳腺癌

乳腺癌易感基因 BRCA1 是重要的抑癌基因，該基因突變攜帶者發生三陰性乳腺癌的風險較高。由於三陰性乳腺癌對臨床現有靶向藥物無效，故其治療相當困難。

轉座子又稱可移動基因、跳躍基因，是可在基因組內插入和切離並能改變自身位置的 DNA 序列。“睡美人”轉座系統是轉座子超家族的成員，已經失活了一千多萬年，利用生物資訊學的方法對其進行分子重建，可以喚醒其轉座活性。近年來對“睡美人”轉座子系統的轉座

效率和轉座機理進行的研究，已證明“睡美人”轉座子對基因篩選、轉基因及基因治療等領域具有廣闊的應用前景。

該研究利用 BRCA1 基因缺陷小鼠的“睡美人”轉座子系統篩選出 169 種癌症驅動基因。其中，單次跨膜受體編碼基因 NOTCH1 通過促進乳腺正常上皮細胞 → 腫瘤間質細胞轉化 EMT、調節腫瘤細胞有絲分裂週期，能夠加速三陰性乳腺癌的生長。NOTCH1 被啟動以後，通過啟動絲氨酸 / 蘇氨酸蛋白激酶 ATR → 檢查點激酶 CHK1 信號傳導通路，恢復腫瘤細胞 DNA 合成期 S → DNA 合成後期 G2 和 DNA 合成後期 G2 → 分裂期 M 的檢查點，從而抑制 BRCA1 基因缺陷引起的有絲分裂災變（有絲分裂期細胞死亡）。

2020 年 6 月 26 日，英國《自然》旗下《自然通訊》線上發表這一研究報告，利用“睡美人”轉座子系統探討了三陰性乳腺癌的靶向治療方法。

2) 深入探討了 FGFR2 驅動的三陰性乳腺癌的作用機制以及免疫療法

FGFR2 是介導約 22 種成纖維細胞生長因數 (FGFs) 信號的四種膜結合受體酪氨酸激酶 (RTKs) 之一。FGFR2 的基因突變可以啟動 FGFR2 的下游信號通路，例如，PI3K-AKT, MAPK，及 mTOR 信號通路等。但是 FGFR2 能否驅動乳腺癌的形成呢？抱著好奇的心態，鄧教授團隊首先利用 Cre/Loxp 系統在只在乳腺組織中特異性的啟動 Fgfr2，隨後通過多種技術手段分析小鼠乳腺的發育狀況，比如 Fgfr2 突變型小鼠乳腺增生、幹細胞增加；隨著時間的推移，一年到一年半左右逐漸發現小鼠乳腺有腫瘤的發生，這就意味著 FGFR2 轉基因小鼠可以驅動乳腺腫瘤的形成。乳腺腫瘤通常有四種不同的分子分型，分別是 Luminal A 型、Luminal B 型、HER-2 過表達型和三陰性型，那麼 Fgfr2 驅動的乳腺腫瘤又是什麼類型呢？鄧教授團隊從基因組測序到免疫染色系統的分析 Fgfr2 腫瘤的資訊，最終發現一半左右的腫瘤是三陰性型。至此，Fgfr2 突變促進三陰性乳腺癌的小鼠模型便已經建立。有了小鼠模型，如何治療呢？如何更好的為臨床提供有價值的治療方案，加速人類攻克癌症的進程，是我們的終極目的。需要達到理想治療效果，闡述其致病機理必不可少。鄧教授團隊以早期乳腺基因組資訊為線索，揭示 Fgfr2 腫瘤的發生可能與上皮細胞的分化、增殖、炎症反應、MAPK 級聯反應、趨化因數等過程相關。並進一步在體內體外實驗驗證發現 FGFR2-S252W 突變啟動 FGFR2/STAT3/MAPK 通路促進三陰性乳腺癌的形成；抑制轉錄因數 YY1 來調控 BRCA1 的功能；促進炎症因數的釋放，調控免疫檢查點 PD-L1 的表達。

最後，鄧教授團隊利用三維腫瘤切片技術，成功開發出靶向 Fgfr2 聯合免疫療法精準治療三陰性乳腺癌。相關結果發表在 Advanced Sciences 上。

4. 研究成果與應用

研究成果：利用三維腫瘤切片技術，靶向 Fgfr2 聯合免疫療法精準治療三陰性乳腺癌。但目前僅是源自小鼠的腫瘤，以實際運用尚有距離。

5. 進一步工作

需測試人 TNBC 腫瘤樣本。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 論文	NOTCH1 Activation Compensates BRCA1 Deficiency and Promotes Triple Negative Breast Cancer Formation.	Kai Miao, Josh Haipeng Lei, Xiaoling Xu, Chu-Xia Deng.	Appraisal by 蓮花時報 —— “澳大防止乳 腺癌轉移研究 取得大突破” http://www. lotustimes. com.mo/index_ slideshow/2434	37
2. 論文	Activation of FGFR2 Signaling Suppresses BRCA1 and Drives Triple-Negative Mammary Tumorigenesis that Is Sensitive to Immunotherapy	Josh Haipeng Lei, Mi-Hye Lee, Kai Miao, Xiaoling Xu, and Chu-Xia Deng*	-	5
3. 論文	Enhanced protein damage clearance induces broad drug resistance in multi-type of cancers revealed by an evolution drug resistant model and genome-wide siRNA screening	Fangyuan Shao, Xueying Lyu, Kai Miao, Lisi Xie, Haitao Wang, Hao Xiao, Jie Li, Qiang Chen, Renbo Ding, Ping Chen, Fuqiang Xing, Xu Zhang, Guang-Hui Luo, Wenli Zhu, Gregory Cheng, Ng Wai Lon, Scott E. Martin, Guanyu Wang, Guokai Chen, Yunlu Dai, Chu-Xia Deng	-	4

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
4. 論文	Molecular Landscape and Subtype-Specific Therapeutic Response of Nasopharyngeal Carcinoma Revealed by Integrative Pharmacogenomics for Precision Oncology	Ren-Bo Ding, Ping Chen, Barani Kumar Rajendran, Xueying Lyu, Haitao Wang, Jiaolin Bao, Jianming Zeng, Wenhui Hao, Heng Sun, Ada Hang-Heng Wong, Monica Valecha, Eun Ju Yang, Sek Man Su, Tak Kan Choi, Shuiming Liu, Kin Iong Chan, Ling-Lin Yang, Jingbo Wu, Kai Miao, Qiang Chen, Joong-Sup Shim, Xiaoling Xu, and Chu-Xia Deng	-	13
5. 論文	Patient-derived organoids can guide personalized-therapies for patients with advanced breast cancer	Chen P, Zhang X, Ding R, Yang L, Lyu X, Zeng J, Lei JH, Wang L, Bi J, Shao N, Shu D, Wu B, Wu J, Yang Z, Wang H, Wang B, Xiong K, Lu Y, Fu S, Choi TK, Lon NW, Zhang A, Tang D, Quan Y, Meng Y, Miao K, Sun H, Zhao M, Bao J, Zhang L, Xu X, Shi Y, Lin Y, Chu-Xia Deng.	-	12

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

數字微流控上精確的大量程皮升樣品傳遞

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0053/2019/A1	澳門大學	賈艷偉	數字微流控上精確的大量程皮升樣品傳遞

項目摘要

1. 研究背景

微流控技術的發展為生物化學和生物醫學提供了一種新的操作平台，可以實現樣品使用的微量化、設備空間的極小化以及高通量反應同步進行。然而，由於在微流控平臺上的樣品準備流程大大不同於傳統的生化實驗準備過程，二十年過去了，微流控在日常生化實驗室中的普及遠遠低於預期，大多數生化實驗仍然使用微量移液器在微孔板或微管中進行，反應液的加樣體積只能控制在 0.1 μL 到 1 mL 之間。無法實現更小的液體加樣。

2. 研究目標

本研究致力於研發一種皮升量級的液體加樣技術，利用數字微流控平臺，實現 pL 到 nL 範圍的液體加樣，體積控制範圍可達 10000 倍，並通過集成智慧化的圖像識別和電子控制，從而實現液體的實時精準加樣控制，並檢驗其在生物醫學中的應用。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 本項目研究了數字微流控系統中皮升樣品的添加技術的各項控制參數；
- 開發了一套基於熒光強度判定樣品添加量的技術；
- 開發了一套軟件系統來調節各項參數以控制樣品的大量程添加；
- 測試了此技術用於精確定量核酸檢測；
- 驗證了技術用於生物醫學的可行性。

4. 研究成果與應用

- 本項目的成果發表在多個國際知名期刊上，其中兩篇被選為微流控期間雜誌 Lab on a Chip 當期的內封面文章或外封底文章重點報到；
- 本項目研發的技術已在核酸檢測中得到實際應用的驗證；
- 本技術用於癌症藥物篩選也在另一項 FDCT 與廣東省科技廳的合作項目中得到驗證。

5. 進一步工作

我們將進一步研發更簡單的樣品添加測量技術，以推進整個系統實現全自動化樣品添加，用於精準醫療的體外檢測。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	SARS-CoV-2 RNA detection with duplex-specific nuclease signal amplification	M. Q. Liu, H. R. Li, Y. W. Jia*, P. I. Mak and R. P. Martins	Micromachines, 12, 197, 2021	2
期刊論文	Turning on/off satellite droplet ejection for flexible sample delivery on digital microfluidics	H. R. Li, R. Shen, Y. W. Jia*, P. I. Mak, R. P. Martins	Lab on a Chip, 20, 3709-3719, 2020	4
期刊論文	A novel and robust single-cell trapping method on digital microfluidics	J. Zhai, H. R. Li, A. H. H. Wong, C. Dong, S. H. Yi, Y. W. Jia*, P. I. Mak, C. X. Deng and R. P. Martins	Bio-protocol, 10(19): e3769, 2020	3
期刊論文	Clip to release on amplification (CRoA): a novel enhancer for DNA amplification on and off microfluidics	R. Shen, Y. W. Jia*, P. I. Mak, and R. P. Martins	Lab on a Chip, 20, 1928-1938, 2020	2
期刊論文	Microfluidic immobilized enzyme reactors for continuous biocatalysis	Y. J. Zhu, Q. M. Chen, L. Y. Shao, Y. W. Jia, and X. M. Zhang	Reaction Chemistry and Engineering, 5, 9-32, 2020	53

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	10	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

研究天文館之天文導賞互動

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0054/2019/A1	澳門大學	Ricardo Moutinho Rodrigues da Silva	研究天文館之天文導賞互動

項目摘要

1. 研究背景

在這個項目中，我們進行了結構化互動的分析，即導覽博物館、參觀天文臺、使用望遠鏡觀測天空以及天文館的節目。我們所採用的研究方法是民族學方法論和會話分析（即使用視頻 / 音頻記錄真實事件）。這種方法使我們能夠精細地識別出互動中的核心元素，這些元素有助於指導員和訪客在天文學推廣活動中溝通所觀察到的現象。這在天文教育——STEM 教育中的一個重要子領域，尚屬首次。

2. 研究目標

- 更好地理解 and 描述天文教育活動（其結構、表述和互動）；
- 研究嚮導使用的策略和方法；
- 描述天文學非正式教育在不同環境中的特點；
- 利用獲得的新知識，對活動進行評估，並培訓參與天文學教育的專業人士。

3. 研究進展

- 聯繫並獲得批准從葡萄牙的合作機構收集數據：
 - 科英布拉大學地球物理和天文台
 - 里斯本大學自然歷史與科學博物館
 - Via Lactea 教育公司
 - Estremoz 科學中心
 - Constância 科學中心
- 聯繫並獲得當地合作機構的批准：
 - 澳門天文學會（MAS）
 - 澳門科學館
- 已經完成 100% 的數據收集（錄製）、處理、分類、組織和轉錄（約 60 小時的錄音）。
- 這一步驟包括：
 - 1) 一個篩選過程，以識別錄音中最重要和最突出的部分；
 - 2) 篩選過程為撰寫和發表論文制定了計劃。

4. 研究成果和應用

- 20 篇作品已發表 / 已被接受；
- 2 篇會議論文已提交；
- 7 篇作品正在審核 / 準備中；
- 聘請了一位在視頻分析和科學教育領域具有豐富國際經驗的博士後研究員，培訓了 5 名碩士研究生和 3 名博士研究生。

在我們的出版物中，我們已為提高在天文學推廣活動（如博物館導覽、天空觀測以及天文館活動）中使用視頻和音頻指引及其他遠程設備提出了建議。這在後新冠時期尤其重要。

5. 未來工作

我們仍有許多正在準備或審核中的作品。此外，我們的數據庫中還有材料等待進一步分析。這將使我們在未來幾年內準備更多的出版物。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Periodicity and change: Talking about time inside the planetarium dome	Marques, J. B. V.; Carlin, A. P; Moutinho, R.	Science Education (ISSN 1098-237X), 2021, v. 105, 1252-1284, https://doi.org/10.1002/sce.21681	1
Journal paper	Seeing by proxy: A detailed analysis of an educational interaction at the telescope	Marques, J. B. V.; Carlin, A. P; Moutinho, R.	Revista Brasileira de Ensino de Física (ISSN: 0100-0683), 2020, v. 42, e20190354 https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2019-0354	6
Journal paper	Seeing by proxy: Specifying professional vision.	Carlin, A. P; Marques, J. B. V.; Moutinho, R.	Learning, Culture and Social Interaction (ISSN: 2210-6561), 2021, v.30, 100532, DOI: https://doi.org/10.1016/j.lcsi.2021.100532	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Teaching and learning moments as subjectively problematic: Foundational assumptions and methodological entailments	Carlin, A. P.; Moutinho, R.	Educational Philosophy and Theory (ISSN: 0013-1857), 2020, v.54, 48-60. DOI: https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1848536	1
Journal paper	Visually informed accounts: instructed achievements during planetarium visits and sky observations	Moutinho, R.; Carlin, A. P.; Marques, J. B. V.	Visual Communication (ISSN: 1470-3572), 2022, online first, DOI 10.1177/14703572221130441	0
Journal paper	A guided tour in the Geophysical and Astronomical Observatory of the University of Coimbra: setting-specific practices in an informal educational environment	Marques, J. B. V.; Carlin, A. P.; Moutinho, R.	Educational Studies (ISSN: 0305-5698), 2022, online first. https://doi.org/10.1080/03055698.2022.2049594	1
Journal paper	COVID-19 precautions for public astronomy education sessions	Carlin, A. P.; Marques, J. B. V.; Moutinho, R.	Physics Education (ISSN: 0031-9120), 2021, v.56, https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac152a	0
Journal paper	The dynamic layering of relational pairs in L2 classrooms: The inextricable relationship between sequential and categorial analysis	Moutinho, R.	Pragmatics (ISSN: 1018-2101), 2019, v. 29(4): 571-594, DOI: https://doi.org/10.1075/prag.17047.mou	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Learning moments as inspectable phenomena of inquiry in a second language classroom	Moutinho, R.; Carlin, A. P.	Problems of Education in the 21 st Century (ISSN: 1822-7864), 2021, v. 79(1): 80-103. DOI: https://doi.org/10.33225/pec/21.79.80	1
Journal paper	Contando histórias: categorização de pertencimento e instruções-em-ação em um curso de PLA	Morelo, B; Moutinho, R.	Revista Brasileira de Linguística Aplicada (ISSN: 1676-0786), 2021, v. 21(1): 155-195. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/1984-6398202116044	0
Journal paper	The pervasive control of a puppet: Teacher and students negotiating power in a foreign language class	Moutinho, R.	Linguistics Journal (ISSN: 1718-2301), 2021, 14(2): 157-184. Available at: https://bit.ly/2OP6o06	0
Journal paper	The use of utterance particles as assessment resources in Cantonese conversation	Moutinho, R & Lao, Weng I	East Asian Pragmatics (ISSN: 2055-7752), 2019, v. 4(2): 191-215. DOI: https://doi.org/10.1558/eap.37219	0
Journal paper	De-classrooming: Moving learning out of the classroom	Carlin, A. P.	PRISM: Casting new light on Learning, Theory and Practice (ISSN: 2514-5347), 2020, v. 3(1): 68-80. DOI: https://doi.org/10.24377/prism.ljmu.0301202	5
Journal paper	The intricacies and overlaps of Lebenswelt and Spielwelt during an instructed match of Counter Strike: GO	Brincher, S.; Moutinho, R.	Ethnographic Studies (ISSN: 1366-4964), v.18: 238-262. DOI: http://doi.org/10.5281/zenodo.5805426	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Book chapter	Investigating Learning Moments in Astronomical Observatories Using Video-recorded Data	Carlin, A. P; Marques, J. B. V.; Moutinho, R.	SAGE Research Methods Cases. ISBN 9781529757989: London: SAGE, 2021. DOI: https://dx.doi.org/10.4135/9781529757989 (publisher indexed in Web of Science)	0
Book chapter	Sacks and the study of the local organization of second language lessons	Moutinho, R.	On Sacks: Materials, Methods and Inspirations (ed. by R. Smith, R. Fitzgerald, and W. Housley). ISBN: 9780429024849. London: Routledge, 2021. pp.172-181 DOI: https://doi.org/10.4324/9780429024849 (publisher indexed in Web of Science)	2
Book chapter	Sacks' plenum: The inscription of social orders	Carlin, A. P.	On Sacks: Materials, Methods and Inspirations (ed. by R. Smith, R. Fitzgerald, and W. Housley). ISBN: 9780429024849. London: Routledge, 2021. pp.32-46 DOI: https://doi.org/10.4324/9780429024849 (publisher indexed in Web of Science)	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Conference paper	Time inside the Dome: how astronomical time is depicted and communicated in planetarium sessions	Marques, J. B. V.; Carlin, A. P; Gomes, M.; Moutinho, R.	16 th International Public Communication Science and Technology Conference (PCST 2020+1), Aberdeen, Scotland: 24-27 May 2021.	0
Conference paper	The logical grammar of 'data': indexical properties and analysts' achievements	Moutinho, R.	International Conference of the Institute of Advanced Studies in Humanities and Social Sciences, Macau: 5-7 May 2021.	0
Book chapter	Goffman and Garfinkel: Sociologists of the Information Order	Carlin, A. P.	International Handbook of Goffman Studies (ed. by M. H. Jacobsen and G. W. H. Smith). London: Routledge. Accepted for publication. ISBN 9780367750718 (publisher indexed in Web of Science)	n/a
Book chapter	Lay and Professional Inquiry: Multimodal Analysis	Carlin, A. P.; Slack, R. S.; Moutinho, R.	Handbook of Ethnomethodology (ed. by A. P. Carlin; A. Dennis; K. N. Jenkins; O. Lindwall; M. Mair). London: Routledge. Accepted for publication. (publisher indexed in Web of Science)	n/a

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Book chapter	Public Space and Visible Poverty: Research Fields without Exit	Carlin, A. P.	Leaving the Field: Methodological Insights from Ethnographic Exits (ed. by R. J. Smith & S. Delamont). Manchester: Manchester University Press. Accepted for publication. (publisher indexed in Web of Science)	n/a
Award	Incentive Award Scheme for Outstanding Academic Staff 2019/2020	Moutinho, R.	Award given by my faculty based on my academic production in the year 2019/2020.	n/a

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	5	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

快充高容量負極材料儲鋰過程的原位機理研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0057/2019/A1	澳門大學	陳石	快充高容量負極材料儲鋰過程的原位機理研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著電池在移動設備中的廣泛運用，下一代高性能鋰離子電池的開發的主要目標集中在提高電池的能量密度和快充性能上。為此新型負極材料和正極材料的發展備受關注。在負極材料上，石墨負極是最常用的商業化負極材料，但是其具有較低的儲鋰能力（約 372mAh g^{-1} ）和較差的鋰離子傳導能力（ $10^{-7} \sim 10^{-11} \text{cm}^2 \text{s}^{-1}$ ），限制了鋰離子電池的理論容量和快充性能。新型負極材料中，鈦酸鋰負極具有較優異的快充性能（6C），但其理論容量（ 175mAh g^{-1} ）和整體能量密度（ $< 90 \text{Wh kg}^{-1}$ ）遠低於石墨負極；矽負極具有極高的比容量（ 3600mAh g^{-1} ），但是極大的體積膨脹率（320%）導致循環壽命差，庫倫效率低。在我們之前的研究中發現二氧化鈦（ $\text{TiO}_2(\text{B})$ ）具有極高的快充性能（ $< 3 \text{min}$, 8.4A/g ），並擁有穩定的循環壽命（10000 次）和較高的容量（ 114mAh g^{-1} ），是下一代負極材料的理想選擇之一。但是現有二氧化鈦負極依然面對兩大問題。第一、二氧化鈦負極的快充機理還缺乏探索，現有機理依然局限在宏觀層次上，快充的電化學機理還未明確，限制了其快充性能的進一步提高。第二、二氧化鈦負極的單電子儲鋰過程限制了其理論儲量，需要在其基礎上開發多電子儲鋰的負極材料，實現高快充和高性能並進的鋰離子電池負極。

2. 研究目標

以二氧化鈦材料為基礎，結合其他材料設計並製備高理論容量的複合型負極材料。通過原位測量手段闡明負極材料表面的電化學反應的微觀過程，確立快充過程的電化學機理。通過調整二氧化鈦材料的微觀三維結構，製備超長二氧化鈦納米管，確立材料結構和表面組分對電化學反應的熱力學和動力學過程的影響機製。通過熱力學和動力學理論模擬，預測電極材料中的快充反應和相變的過程。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本項目支援下，我們成功製備出一種碳包覆矽材料並沉積於二氧化鈦納米管負極上，獲得 1510mAh g^{-1} 的負極容量。由於二氧化鈦納米管的三維堆疊為矽材料的體積膨脹提供足夠的空間，在 1600 圈循環中僅產生 6.6% 的體積膨脹，並實現 95% 的容量保持率。在快充機理的研究中，我們通過調控層狀二氧化鈦 $\text{TiO}_2(\text{B})$ 和金紅石相二氧化鈦的比例，可以同時增強材料的電子導體和離子導體性質，降低脫嵌鋰過程中的電阻，實現在 12A g^{-1} 的快充條件下實現三倍容量的提升，達到 131.5mAh g^{-1} 。

4. 研究成果與應用

在本項目支持下，共發表 SCI 期刊論文 12 篇（預計 8-12 篇），其中 8 篇影響因數大於 10，並有

兩篇論文成為 SCI 高被引論文；申請中國發明專利 1 項（計劃申請 1-3 項）；資助和部分資助培養博士生和研究助理 14 名（計劃申請培養 3 名）。

5. 進一步工作

項目計劃工作已全部完成，後期將開展實用化運用方向的研究工作。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Correlating the Peukert's Constant with Phase Composition of Electrode Materials in Fast Lithiation Processes	Yanyan Zhang, Yuxin Tang*, Jiyang Deng, Wan Ru Leow, Huarong Xia, Zhiqiang Zhu, Zhisheng Lv, Jiaqi Wei, Wenlong Li, Clas Persson, Oleksandr I. Malyi, Markus Antonietti, and Xiaodong Chen	ACS Materials Letters, 1, 519-25, (2019)	SCI, 38
期刊論文	A "Pdms-in-Water" Emulsion Enables Mechanochemically Robust Superhydrophobic Surfaces with Self-Healing Nature	Mingzheng Ge, Chunyan Cao, Fanghua Liang, Rong Liu, Yu Zhang, Wei Zhang, Tianxue Zhu, Bo Yi, Yuxin Tang*, and Yuekun Lai	Nanoscale Horizons, 5, 65-73 (2020)	SCI, 122 (highly cited paper)
期刊論文	Emerging Polyanionic and Organic Compounds for High Energy Density, Non-Aqueous Potassium-Ion Batteries	Mingzhe Chen, Qiannan Liu, Yanyan Zhang, Guichuan Xing, Shu-Lei Chou, and Yuxin Tang*	Journal of Materials Chemistry A, 8, 16061-16080 (2020)	SCI, 27

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Constructing Mechanochemical Durable and Self-Healing Superhydrophobic Surfaces	Chengjiao Zhang, Fanghua Liang, Wei Zhang, Hui Liu, Mingzheng Ge, Yanyan Zhang, Jiamu Dai, Hailou Wang, Guichuan Xing, Yuekun Lai, and Yuxin Tang*	ACS Omega, 5, 986-94 (2020)	SCI, 46
期刊論文	Reducing Oxygen Evolution Reaction Overpotential in Cobalt-Based Electrocatalysts Via Optimizing the “Microparticles-in-Spider Web” Electrode Configurations	Qi Guo, Jiajun Mao, Jianying Huang, Zixi Wang, Yanyan Zhang, Jun Hu, Jianing Dong, Sanjayan Sathasivam, Yan Zhao, Guichuan Xing, Hui Pan, Yuekun Lai, and Yuxin Tang*	Small, 16, 1907029 (2020)	SCI,29
期刊論文	Building High Power Density of Sodium-Ion Batteries: Importance of Multidimensional Diffusion Pathways in Cathode Materials	Mingzhe Chen, Yanyan Zhang, Guichuan Xing, and Yuxin Tang*	Frontiers in Chemistry, 8, 152 (2020)	SCI,21
期刊論文	Elementary Models of the “Flux Driven Anti-Ripening” During Nanobelt Growth	Andriy Gusak, Yaroslav Huriev, Oleksandr I. Malyi, and Yuxin Tang*	Physical Chemistry Chemical Physics, 22, 9740-48, (2020)	SCI, 1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Mechanically Reinforced Localized Structure Design to Stabilize Solid-Electrolyte Interface of the Compositized Electrode of Si Nanoparticles and TiO ₂ Nanotubes	Mingzheng Ge, Yuxin Tang*, Oleksandr I. Malyi, Yanyan Zhang, Zhiqiang Zhu, Zhisheng Lv, Xiang Ge, Huarong Xia, Jianying Huang, Yuekun Lai, and Xiaodong Chen	Small, 16, 2002094 (2020)	SCI, 34
期刊論文	Direct coherent multi-ink printing of fabric supercapacitors	Jingxin Zhao*, Hongyu Lu*, Yan Zhang*, Shixiong Yu*, Oleksandr I. Malyi, Xiaoxin Zhao, Litong Wang, Huibo Wang, Jianhong Peng, Xifei Li, Yanyan Zhang, Shi Chen, Hui Pan, Guichuan Xing, Conghua Lu, Yuxin Tang, and Xiaodong Chen	Science Advances, 2021, 7 (3), eabd6978 (2021)	SCI, 67
期刊論文	Electrochemical energy storage devices working in extreme conditions	Mingzhe Chen, Yanyan Zhang, Guichuan Xing, Shu-Lei Chou, and Yuxin Tang	Energy & Environmental Science (2021), DOI: 10.1039/D1EE00271F	SCI, 61 (high cited paper)
期刊論文	Nature-inspired materials and designs for flexible lithium-ion batteries	Heng Li, Huibo Wang, Dan Chan, Zhu Xu, Kexuan Wang, Mingzheng Ge, Yanyan Zhang*, Shi Chen*, Yuxin Tang*	Carbon Energy 2022, 1-23	SCI, 3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Emerging photo-integrated rechargeable aqueous zinc-ion batteries and capacitors towards direct solar energy conversion and storage	Kexuan Wang, heng Li*, Zhu Xu, Huibo Wang, Mingzheng Ge, Yanyan Zhang, Shi Chen*, Yuxin Tang*	Carbon Neutralization, Accepted	SCI, 0
專利	石墨烯量子點的應用以及鋅離子電池電解液和鋅離子電池	Shi Chen, Zhu Xu et al.	中國發明專利，申請號 202210927369.1，申請中，03/08/2022	n/a

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	14	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	石墨烯量子點的應用以及鋅離子電池電解液和鋅離子電池		
成果特點	本發明公開了一種石墨烯量子點的應用以及鋅離子電池電解液和鋅離子電池。該應用具體為表面具有含氮，硫，氧的電負性基團的石墨烯量子點作為鋅離子電池的電解液添加劑的應用。該石墨烯量子點作為電解液添加劑可以在電解液溶液中吸附鋅離子，均勻地共沉積在負極表面，接著誘導鋅離子沿平行於電極表面的 (002) 晶面優先沉積，從根本上抑制了鋅枝晶的形成。此外，石墨烯量子點品質輕，不影響電池的能量密度，性能穩定，不產生副反應，可在充放電過程中循環利用，達到長時間的性能改善。該電解液中添加有該石墨烯量子點的水系鋅離子電池可以持續點亮 LED 陣列，在高能量密度的鋅離子電池領域具備良好前景。		
技術成熟度	本發明中所涉及的石墨烯量子點的製備工藝簡單，規模化生產難度小，性能優異，在相關配套資源的支持下，可快速實現轉化生產，具有較好的產業化實用性。		
應用範圍	本發明屬於能源材料領域，適用於鋅離子電池的負極材料提升。		
投產條件和預期經濟效益	投產條件中，產品應用範圍限於鋅離子電池，預期經濟效益中。		
合作方式	專利轉讓、技術合作		

聯系地址	澳門氹仔大學大馬路澳門大學 N23-3033		
聯系人	陳石	電話	(853) 8822 4294
網址	https://iapme.um.edu.mo/	傳真	(853) 8822 2454

分佈式系統中任務-資源調度的表示與強化學習演算法及其系統實現

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0060/2019/A1	澳門大學	吳遠	分佈式系統中任務 - 資源調度的表示與強化學習演算法及其系統實現

項目摘要

1. 項目研究情況

伴隨著 5G/B5G 通信網路技術不斷發展、大規模分佈式網路與智慧終端機設備獲得越來越廣泛使用，大量的計算通信任務密集且時延敏感的業務與應用應運而生，例如虛擬與增強現實、智慧製造、數字孿生等大量新興應用。如何針對各類異構分佈式網路中大量智慧終端機設備通信與計算任務多樣化的服務需求，設計實現高效、可靠的任務與資源調度機製成為近年來無線網路領域重點研究方向。這需要我們對不同類型（通信、計算）服務需求以及大量不同智慧設備的資源特徵進行準確的建模與分析。針對這一挑戰，本項目重點研究在複雜分散式網路中的任務 - 資源優化調度方法，本項目旨在設計高效準確的任務、計算與通信資源的表徵與建模方法，對任務執行時延、能耗實現精準建模，進而設計相應的任務調度與通信計算資源優化分配方案並綜合採用圖表徵、強化學習、優化的技術手段獲得優化任務調度與資源配置方案。本項目已經順利完成預定研究目標。本項目具體完成的研究成果包括以下 5 個方面。

- 1) 分佈式系統架構下的表示學習機制。本項目提出了高效演算法利用任務環境向量資訊獲得相應的計算節點任務與資源的表徵向量；進而完成針對邊緣計算向量表示強化學習決策演算法設計；同時針對在訓練樣本稀疏條件下，設計基於元學習與遷移學習的任務調度與資源方法。
- 2) 分佈式邊緣網路任務 - 通信與計算資源協同調度機制。針對分佈式網路中有限的通信資源，提出基於非正交多址接入傳輸的計算任務遷移傳輸方案，並分別從主動頻譜共用、異構多接入混合傳輸、以及邊 - 雲協同資源調度等角度提出相應的計算任務遷移調度與通信 - 計算資源配置方法。
- 3) 面向數據安全的任務 - 資源調度方法。針對分佈式中的竊聽攻擊問題，本項目提出面向數據安全保護的任務 - 通信與計算資源優化調度方法。本項目提出基於非正交多址接入傳輸的主動“幹擾”機制，並分別從非正交多址輔助安全計算卸載、合作計算卸載的無人機輔助安全中繼傳輸、以及自驅動保密聯邦學習等角度設計相應的數據安全任務調度與通信計算資源配置方法。
- 4) 分佈式學習框架下的任務 - 資源協同調度方法。分佈式機器學習與模型協同訓練是將在未來無線網路服務關鍵作用，為此本項目研究分佈式聯邦學習本地、全域訓練任務協同優化以及相應的資源優化調度方案。本項目分別從無線能量數據協同傳輸、基於無人機群組網輔

助的分佈式學習任務、以及任務 - 資源調度效率性能優化的角度設計相應分佈式機器學習模型訓練任務（包括本地 - 全域模型訓練任務）調度以及相應的通信計算資源配置方法。

- 5) 邊緣異構算力融合原型系統。本項目設計並實現了邊緣異構算力融合原型系統，該原型系統該系統由軟件定義無線電設備 USRP-N310 作為底層通信傳輸設備，2 台 Dell 主機、2 台 Dell 工作站以及 2 個聯想 Think Station 工作站搭建為服務器集群，NVIDIA 邊緣計算設備 Jetson AGX Xavier、Jetson TX2、Jetson Nano 作為分散式邊緣計算節點，Raspberry Pi 4B 物聯網模組作為終端環境感知與數據採集模塊組。該原型系統可以處理大量的邊緣卸載計算任務以及一些複雜的影像處理任務，並通過對邊緣節點計算資源、虛擬化以及任務動態調度與計算資源動態分配，從而實現滿足分散式網路中大量計算任務需求的動態調度與資源靈活配置機制。

2. 研究成果與應用

本項目完成了所有計劃研究內容並按計劃取得預期成果。項目發表高水準期刊論文 64 篇，其中 JCR 索引 1、2 區期刊論文 63 篇；國際會議論文 24；完成學術專著 1 部；申請發明專利 3 項。多項研究成果獲得國際、地區學術獎勵，包括國際會議 2022 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC'2022), 2022 The International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC'2022), 以及 IWCMC'2021 三項國際大會最佳論文獎、浙江省通信學會科學技術獎一等獎、第 5 屆“長風杯”全國大學生大數據分析與挖掘競賽華南賽區二等獎。

在人才培養方面：課題組培養博士研究生 9 人次；碩士研究生 8 人次；博士後研究員 2 人次。本項目積極參與國際學術交流、參加國際會議並作大會報告向同行介紹本項目研究成果，共計 14 人次參加各類國際學術會議。本項目研究月與國內外高水準研究團隊保持緊密科研合作，包括加拿大滑鐵盧大學沈學民教授（IEEE Fellow）、新加坡科學技術與設計大學 Tony Quek 教授（IEEE Fellow）等。本項目針對分散式網路任務 - 資源調度方法研究具有較好的方法論意義，可被用在具有相同特性的工程設計領域。此外，本項目實現的邊緣異構算力融合原型系統可被用於不同任務調度與資源演算法的服務性能驗證。

3. 進一步工作

未來無線網路服務與應用正快速向感知、通信、與計算一體化服務融合方向快速發展，以數字孿生、元宇宙為代表新興的業務需要對服務環境與狀態進行即時感知、分析理解、即時演進。例如在數字孿生服務中，不僅需要對實體網路環境資訊進行即時採集而且需具備孿生演進的能力。因此在本項目成果基礎上，項目負責人將進一步深入研究在未來通信服務中的面向通感算一體化的多樣化任務協同融合與異構網路資源（包括感知資源、通信資源與計算資源）的協同分配，並以元宇宙服務作為典型應用進行系統驗證與服務演示。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
1. 期刊論文	Mystique: A Fine-Grained and Transparent Congestion Control Enforcement Scheme	Y. Zhang, L. Cui, F. P. Tso, Q. Guan, W. Jia and J. Zhou	IEEE Transactions on Network and Service Management, vol. 16, no. 4, pp. 1869-1883, Dec. 2019	0
2. 期刊論文	MTES: An Intelligent Trust Evaluation Scheme in Sensor-Cloud-Enabled Industrial Internet of Things	T. Wang, H. Luo, W. Jia, A. Liu and M. Xie	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 3, pp. 2054-2062, March 2020	139
3. 期刊論文	Federated Service Chaining: Architecture and Challenges	L. Cui, F. P. Tso and W. Jia	IEEE Communications Magazine, vol. 58, no. 3, pp. 47-53, March 2020	13
4. 期刊論文	Latency Optimization for Cellular assisted Mobile Edge Computing via Non-orthogonal Multiple Access	L. Qian, Yuan Wu, J. Ouyang, Z. Shi, B. Lin, and W. Jia	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 5, pp. 5494-5507, May 2020	19
5. 期刊論文	An intelligent Edge-computing-based Method to Counter Coupling Problems in Cyber-physical Systems	Wang, Y. Liang, Y. Yang, G. Xu, H. Peng, A. Liu and W. Jia	IEEE Network, vol. 34, no. 3, pp. 16-22, May/June 2020	43
6. 期刊論文	Bidirectional Prediction-Based Underwater Data Collection Protocol for End-Edge-Cloud Orchestrated System	T. Wang, D. Zhao, S. Cai, W. Jia and A. Liu	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 16, no. 7, pp. 4791-4799, July 2020	71

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
7. 期刊論文	A Cyclic Game for Service-Oriented Resource Allocation in Edge Computing	S. Ma, S. Guo, K. Wang, W. Jia and M. Guo	IEEE Transactions on Services Computing, vol. 13, no. 4, pp. 723-734, 1 July-Aug. 2020	15
8. 期刊論文	Image Restoration via Simultaneous Nonlocal Self-Similarity Priors	Z. Zha, X. Yuan, J. Zhou, C. Zhu and B. Wen	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 8561-8576, Aug. 2020	49
9. 期刊論文	Group Sparsity Residual Constraint With Non-Local Priors for Image Restoration	Z. Zha, X. Yuan, B. Wen, J. Zhou and C. Zhu	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 29, pp. 8960-8975, Sept. 2020	41
10. 期刊論文	Resource Allocation Scheme for Community-Based Fog Computing Based on Reputation Mechanism	K. Gu, L. Tang, J. Jiang and W. Jia	IEEE Transactions on Computational Social Systems, vol. 7, no. 5, pp. 1246-1263, Oct. 2020	3
11. 期刊論文	Deep Learning Empowered Traffic Offloading in Intelligent Software Defined Cellular V2X Networks	B. Fan, Z. He, Yuan Wu, J. He, Y. Chen, and L. Jiang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 11, pp. 13328-13340, Nov. 2020	12
12. 期刊論文	Learning driven NOMA assisted Vehicular Edge Computing via underlay Spectrum Sharing	L. Qian, Yuan Wu, N. Yu, F. Jiang, H. Zhou, and T. Quek	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no.1, pp. 977-992, Jan. 2021.	19

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
13. 期刊論文	Quick Convex Hull-Based Rendezvous Planning for Delay-Harsh Mobile Data Gathering in Disjoint Sensor Networks	X. Liu, T. Wang, W. Jia, A. Liu and K. Chi	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, vol. 51, no. 6, pp. 3844-3854, June 2021	43
14. 期刊論文	NOMA assisted Multi-task Multi-access Mobile Edge Computing via Deep Reinforcement Learning for Industrial Internet of Things	L. Qian, Yuan Wu, F. Jiang, N. Yu, W. Lu and B. Lin	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 8, pp. 5688-5698, Aug. 2021	55
15. 期刊論文	Meta-Learning based Computation Offloading for Dynamic Mobile Edge Computing Networks	L. Huang, L. Zhang, S. Yang, L. Qian, and Yuan Wu	IEEE Communications Letters, pp. 1568-1572, vol. 25, no. 5, May 2021	13
16. 期刊論文	Visualizing Deep Learning-based Radio Modulation Classifier	L. Huang, Y. Zhang, W. Pan, J. Chen, L. Qian, and Yuan Wu	IEEE Transactions on Cognitive Communications and Networking, pp. 47-58, vol. 7, no. 1, Mar. 2021	17
17. 期刊論文	Distributed Charging-Record Management for Electric Vehicle Networks via Blockchain	L. Qian, Yuan Wu, X. Xu, B. Ji, Z. Shi, and W. Jia	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 4, pp. 2150-2162, Feb. 2021	8
18. 期刊論文	Energy-Efficient UAV enabled Data Collection via Wireless Charging: A Reinforcement Learning Approach	S. Fu, Y. Tang, Yuan Wu, N. Zhang, H. Gu, C. Chen, and M. Liu	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 2, pp. 10209-10219, June 2021	34

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
19. 期刊論文	Latency Optimization for Computation Offloading with Hybrid NOMA-OMA Transmission	L. Liu, B. Sun, Yuan Wu, and D.H.K. Tsang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 8, pp. 6677-6691, April 2021	13
20. 期刊論文	Privacy Leakage of SIFT Features via Deep Generative Model based Image Reconstruction	H. Wu and J. Zhou	IEEE Transactions on Information Forensics and Security, vol. 16, pp. 2973-2985, April 2021	7
21. 期刊論文	Multi-windowed Vertex-frequency Analysis for Signals on Undirected Graphs	Zheng X, Zou C, Dong L, et al.	Computer Communications, vol. 172, pp. 35-44, April 2021	0
22. 期刊論文	Triply Complementary Priors for Image Restoration	Z. Zha, B. Wen, X. Yuan, J. T. Zhou, J. Zhou and C. Zhu	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 30, pp. 5819-5834, June 2021	13
23. 期刊論文	Secrecy based Energy-Efficient Mobile Edge Computing via Cooperative Non-orthogonal Multiple Access Transmission	L. Qian, W. Wu, W. Lu, Yuan Wu, B. Lin, and T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Communications, vol. 69, no. 7, pp. 4659-4677, July 2021	14
24. 期刊論文	Optimal Pre-Filtering for Improving Facebook Shared Images	W. Sun, J. Zhou, L. Dong, J. Tian and J. Liu	IEEE Transactions on Image Processing, vol. 30, pp. 6292-6306, July 2021	2
25. 期刊論文	Learning Driven Resource Allocation and SIC Ordering in EH Relay Aided NB-IoT Networks	L. Qian, C. Yang, H. Han, Y. Wu and L. Meng	IEEE Communications Letters, vol. 25, no. 8, pp. 2619-2623, Aug. 2021	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
26. 期刊論文	FedParking: A Federated Learning based Parking Space Estimation with Parked Vehicle assisted Edge Computing	X. Huang, P. Li, R. Yu, Yuan Wu, K. Xie, and S. Xie	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no. 9, pp. 9355-9368, Sept. 2021	20
27. 期刊論文	Fine-grained Question-Answer Sentiment Classification with Hierarchical Graph Attention Network	J. Zeng, T. Liu, W. Jia, J. Zhou	Neurocomputing, vol. 457, pp. 214-224, Oct. 2021	2
28. 期刊論文	Energy-Efficient UAV Assisted Secure Relay Transmission via Cooperative Computation Offloading	T. Wang, Y. Li, and Yuan Wu	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 4, pp. 1669-1683, Dec. 2021	11
29. 期刊論文	A Stable AI-based Binary and Multiple Class Heart Disease Prediction Model for IoMT	X. Yuan, J. Chen, K. Zhang, Yuan Wu, and T. Yang	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 3, pp. 2032-2040, March 2022	5
30. 期刊論文	Trajectory and Resource Optimization in OFDM based UAV-Powered IoT Network	W. Lu, P. Si, H. Han, Z. Liu, Yuan Wu, and Y. Gong	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 3, pp. 1259-1270, Sept. 2021	6
31. 期刊論文	Digital Twin Empowered Mobile Edge Computing for Intelligent Vehicular Lane-Changing	B. Fan, Y. Wu, Z. He, Y. Chen, T. Quek, C.-Z. Xu	IEEE Network, vol. 35, no. 6, pp. 194-201, Nov./Dec. 2021	15

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
32. 期刊論文	Dynamic Admission Control and Resource Allocation for Mobile Edge Computing Enabled Small Cell Network	J. Huang, B. Lv, Yuan Wu, Y. Chen, and X. Shen	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 2, pp. 1964-1973, Feb. 2022	33
33. 期刊論文	Relation Construction for Aspect-level Sentiment Classification	J. Zeng, T. Liu, W. Jia, J. Zhou	Information Sciences, vol. 586, pp. 209-223, March 2022	1
34. 期刊論文	IID-Net: Image Inpainting Detection Network via Neural Architecture Search and Attention	H. Wu and J. Zhou	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 32, no. 3, pp. 1172-1185, March 2022	12
35. 期刊論文	Digital Twin Envisioned Secure Air-Ground Integrated Networks: A Blockchain based Approach	M. Dai, T. Wang, Y. Li, Yuan Wu, L. Qian, and Z. Su	IEEE Internet of Things Magazine, vol. 5, no. 1, pp. 96-103, March 2022	1
36. 期刊論文	Resource and Trajectory Optimization for Secure Communications in Dual-UAV-MEC Systems	L. Wu, Y. Ding, Y. Gao, S. Hu, Yuan Wu, Z. Nan, and Y. Gong	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 4, pp. 2704-2713, April 2022	41
37. 期刊論文	Delay Minimization for Intelligent Reflecting Surface Assisted Federated Learning	N. Huang, T. Wang, Yuan Wu, S. Bi, L. Qian and B. Lin	China Communications, vol. 19, no. 4, pp. 216-229, April 2022	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
38. 期刊論文	Non-orthogonal Multiple Access assisted Federated Learning via Wireless Power Transfer: A Cost-Efficient Approach	Yuan Wu, Y. Song, T. Wang, L. Qian, and T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 4, pp. 2853-2869, April 2022	14
39. 期刊論文	Constrained Multi-Objective Optimization for UAV-Enabled Mobile Edge Computing: Offloading Optimization and Path Planning	C. Peng, X. Huang, Yuan Wu, and J. Kang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 4, pp. 861-865, April 2022	2
40. 期刊論文	Throughput Maximization for Active Intelligent Reflecting Surface Aided Wireless Powered Communications	P. Zeng, D. Qiao, Q. Wu, and Yuan Wu	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 5, pp. 992-996, May 2022	6
41. 期刊論文	Efficient Multi-Vehicle Task Offloading for Mobile Edge Computing in 6G Networks	Y. Chen, F. Zhao, X. Chen, and Yuan Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 5, pp. 4584-4595, May 2022	21
42. 期刊論文	Temporal Pyramid Network With Spatial-Temporal Attention for Pedestrian Trajectory Prediction	Y. Li, R. Liang, W. Wei, W. Wang, J. Zhou and X. Li	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 9, no. 3, pp. 1006-1019, 1 May-June 2022	19

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
43. 期刊論文	Representation and Reinforcement Learning for Task Scheduling in Edge Computing	Z. Tang, W. Jia, X. Zhou, W. Yang and Y. You	IEEE Transactions on Big Data, vol. 8, no. 3, pp. 795-808, 1 June 2022	6
44. 期刊論文	Optimal Dynamic Spectrum Allocation assisted Latency Minimization for Multi-User Mobile Edge Computing	Y. Li, Yuan Wu, W. Jia	Digital Communications and Networks (JCR-Q1), vol. 8, no. 3, pp. 247-256, June 2022	1
45. 期刊論文	Data-Driven Coordinated Charging for Electric Vehicles with Continuous Charging Rates: A Deep Policy Gradient Approach	Y. Jiang, Q. Ye, B. Sun, Yuan Wu, and D.H.K. Tsang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 14, pp. 12395-12412, July 15, 2022	1
46. 期刊論文	Non-Orthogonal Multiple Access Assisted Secure Computation Offloading via Cooperative Jamming	Yuan Wu, G. Ji, T. Wang, L. Qian, B. Lin, and X.S. Shen	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 7, pp. 7751-7768, July 2022	3
47. 期刊論文	Deep Reinforcement Learning based Incentive Mechanism Design for Platoon Autonomous Driving with Social Effect	B. Li, K. Xie, X. Huang, Yuan Wu, S. Xie	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 7, pp. 7719-7729, July 2022	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
48. 期刊論文	UAV Assisted Traffic Offloading in Air Ground Integrated Networks with Mixed User Traffic	B. Fan, L. Jiang, Y. Chen, Y. Zhang, and Yuan Wu	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no 8, pp. 12601-12611, Aug. 2022	2
49. 期刊論文	Distributed Offloading in Overlapping Areas of Mobile Edge Computing for Internet of Things	J. Huang, M. Wang, Yuan Wu, Y. Chen, and X. Shen	IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 15, pp. 13837-13847, Aug. 2022	7
50. 期刊論文	Simultaneous Wireless Information and Power Transfer assisted Federated Learning via Non-orthogonal Multiple Access	Yuan Wu, Y. Song, T. Wang, M. Dai, and T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 6, no. 3, pp. 1846-1861, Sept. 2022	2
51. 期刊論文	Deep Generative Model for Image Inpainting With Local Binary Pattern Learning and Spatial Attention	H. Wu, J. Zhou and Y. Li	IEEE Transactions on Multimedia, vol. 24, pp. 4016-4027, Sept. 2022	9
52. 期刊論文	Weighted Error Entropy-Based Information Theoretic Learning for Robust Subspace Representation	Y. Li, J. Zhou, J. Tian, X. Zheng and Y. Y. Tang	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 33, no. 9, pp. 4228-4242, Sept. 2022	11
53. 期刊論文	A Hybrid Structural Sparsification Error Model for Image Restoration	Z. Zha, B. Wen, X. Yuan, J. Zhou, C. Zhu and A. C. Kot	IEEE Transactions on Neural Networks and Learning Systems, vol. 33, no. 9, pp. 4451-4465, Sept. 2022	19

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
54. 期刊論文	Hybrid NOMA-FDMA Assisted Dual Computation Offloading: A Latency Minimization Approach	Y. Li, Yuan Wu, M. Dai, B. Lin, W. Jia, X.S. Shen	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 9, no. 5, pp. 3345-3360, Sept.-Oct. 2022	1
55. 期刊論文	UAV-assisted Multi-access Computation Offloading via Hybrid NOMA and FDMA in Marine Networks	M. Dai, Yuan Wu, L. Qian, Z. Su, B. Lin, and N. Chen	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, Sept. 2022, DOI:10.1109/TNSE.2022.3205303.	0
56. 期刊論文	Dynamic User-Scheduling and Power Allocation for SWIPT Aided Federated Learning: A Deep Learning Approach	Y. Li, Yuan Wu, Y. Song, L. Qian, W. Jia	IEEE Transactions on Mobile Computing, Aug 2022, DOI: 10.1109/TMC.2022.3201622.	0
57. 期刊論文	Joint Multi-domain Resource Allocation and Trajectory Optimization in UAV assisted Maritime IoT Networks	L. Qian, H. Zhang, Q. Wang, Y. Wu, and B. Lin	IEEE Internet of Things Journal, Aug 2022 DOI:10.1109/JIOT.2022.3201017.	0
58. 期刊論文	Ubiquitous Control Over Heterogeneous Vehicles: A Digital Twin Empowered Edge AI Approach	B. Fan, Z. Su, Y. Chen, Yuan Wu, C-Z. Xu, and T. Q.S. Quek	IEEE Wireless Communications, Aug 2022, DOI: 10.1109/MWC.012.2100587.	0
59. 期刊論文	Integrated Sensing and Communication Assisted Mobile Edge Computing: An Energy-Efficient Design via Intelligent Reflecting Surface	N. Huang, T. Wang, Yuan Wu, Q. Wu, and T.Q.S. Quek	IEEE Wireless Communications Letters, July 2022. DOI:10.1109/LWC.2022.3193706.	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
60. 期刊論文	Secure Transmission for Multi-UAV-Assisted Mobile Edge Computing Based on Reinforcement Learning	W. Lu, Y. Mo, Y. Feng, Y. Gao, N. Zhao, Y. Wu, and A. Nallanathan	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, June 2022. DOI:10.1109/TNSE.2022.3185130.	4
61. 期刊論文	Decentralized Energy Management for Wireless Power Transfer Assisted Platoon Autonomous Driving: A Leader-to-Follower Approach	W. Zhong, X. Huang, Yuan Wu, R. Yu, and J. Kang	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, March 2022, DOI: 10.1109/TGCN.2022.3164967.	0
62. 期刊論文	Incentivizing Semi-Supervised Vehicular Federated Learning: A Multi-Dimensional Contract Approach with Bounded Rationality	D. Ye, X. Huang, Yuan Wu, R. Yu	IEEE Internet of Things Journal, Mar. 2022, DOI:10.1109/JIOT.2022.3161551.	1
63. 期刊論文	Secrecy driven Federated Learning via Cooperative Jamming: An Approach of Latency Minimization	T. Wang, Y. Li, Yuan Wu, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, March 2022, DOI:10.1109/TETC.2022.3159282.	3
64. 期刊論文	Energy-Efficient Multi-access Mobile Edge Computing with Secrecy Provisioning	L. Qian, Yuan Wu, N. Yu, F. Jiang, and W. Jia	IEEE Transactions on Mobile Computing, March 2021. DOI: 10.1109/TMC.2021.3068902.	0
65. 會議論文	Secure Computation Offloading via Cooperative Jamming in Marine IoT Networks	L. Qian, M. Li, X. Dong, Yuan Wu, and X. Yang	外地, 口頭報告, IEEE Global Communications Conference (GLOBECOM 2022), December 4 - 8, 2022	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
66. 會議論文	Two-tier Multi-access Partial Computation Offloading via NOMA: A Hybrid Deep Learning Approach for Energy Minimization	Y. Li, Yuan Wu, S. Bi, L. Qian, T.Q.S. Quek, and Z. Shi	外地, 口頭報告, The 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC'2022), Shenzhen, Aug 11-12, 2022	0
67. 會議論文	Joint Resource Allocation and Scheduling for Wireless Power Transfer Aided Federated Learning	Y. Song, G. Ji, M. Dai, Yuan Wu, L. Qian, and B. Lin	外地, 口頭報告, The 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC'2022), Shenzhen, Aug 11-12, 2022	0
68. 會議論文	Non-Orthogonal Multiple Access Assisted Secure Dual-UAV Mobile Edge Computing Networks	G. Ji, M. Dai, Yuan Wu, L. Qian, and Z. Su	外地, 口頭報告, The 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC'2022), Shenzhen, Aug 11-12, 2022	0
69. 會議論文	Dynamic Task Division and Allocation in Mobile Edge Computing Systems: A Latency Oriented Approach via Deep Q-Learning Network	P. Tan, Y. Li, M. Dai, and Yuan Wu	外地, 口頭報告, 2022 IEEE 23rd International Conference on High Performance Switching and Routing (HPSR'2022), June 6-8, 2022	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
70. 會議論文	Joint Parking and Power Management for Electric Vehicle Edge Computing: A Bilevel Optimization Approach	X. Huang, W. Zhong, J. Nie, J. Kang, Z. Xiong, Yuan Wu, and M. Guizani	外地，口頭報告， The International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC'2022), May 30-June 3, 2022	0
71. 會議論文	Intelligent Sensing and Communication assisted Pedestrians Recognition in Vehicular Networks: An Effective Throughput Maximization Approach	D. Yao, M. Hui, T. Wang, Yuan Wu, and Z. Su	外地，口頭報告， 2022 IEEE INFOCOM Workshop: PerAI-6G 2022: Pervasive Network Intelligence for 6G Networks, May 2-5, 2022	0
72. 會議論文	Secrecy Capacity Maximization for UAV Aided NOMA Communication Networks	L. Qian. W. Zhang, H. Zhang, Yuan Wu, and X. Yang	外地，口頭報告， 2022 IEEE International Conference on Communications (ICC2022), 16-20 May 2022	0
73. 會議論文	GIID-NET: Generalizable Image Inpainting Detection Network	H. Wu and J. Zhou	外地，口頭報告， 2021 IEEE International Conference on Image Processing (ICIP), pp. 3867-3871, sept. 2021	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
74. 會議論文	Energy Optimization for NOMA assisted Federated Learning with Secrecy Provisioning	T. Wang, X. Huang, Y. Song, Y. Wu, L. Qian, and B. Lin	外地, 口頭報告, IEEE CIC International Conference on Communications in China (ICCC2021), 28–30 July 2021	1
75. 會議論文	Probabilistic Selective Encryption of Convolutional Neural Networks for Hierarchical Services	J. Y. Tian, J. T. Zhou, and J. Duan	外地, 口頭報告, IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR-21), pp. 2205–2214, June 2021	4
76. 會議論文	Non-orthogonal Multiple Access assisted Federated Learning for UAV Swarms: An Approach of Latency Minimization	Y. Song, T. Wang, Yuan Wu, L. Qian, and Z. Shi	外地, 口頭報告, The 17th International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC2021), 2021	5
77. 會議論文	Optimal Channel Sharing assisted Multi-user Computation Offloading via NOMA	T. Wang, Y. Li, Y. Wu, L. Qian, B. Lin, and W. Jia	外地, 口頭報告, IEEE International Workshop on Intelligent Cloud Computing and Networking. (ICCN'2021), May 10, 2021	0
78. 會議論文	Defending against Contagious Attacks on a Network with Resource Reallocation	R. Bai, H. Lin, X. Yang, X. Wu, M. Li, W. Jia	外地, 口頭報告, The AAAI Conference on Artificial Intelligence, vol. 35, no. 6, pp. 5135–5142, May 2021	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
79. 會議論文	Detecting Adversarial Examples from Sensitivity Inconsistency of Spatial-Transform Domain	J. Y. Tian, J. T. Zhou, Y.M. Li and J. Duan	外地，口頭報告， The AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-21), vol. 35, no. 11, pp. 9877-9885, Feb. 2021	13
80. 會議論文	Dynamic Spectrum Allocation Enabled Multi-user Latency Minimization in Mobile Edge Computing	Y. Li, Y. Wu, and W. Jia	外地，口頭報告， The 16th International Conference on Mobility, Sensing and Networking (MSN 2020), Dec. 17 – 19, 2020	0
81. 會議論文	Non-orthogonal Multiple Access assisted Mobile Edge Computing via Device-to-Device Communications	Y. Wu, L. Qian, J. Ouyang, W. Lu, B. Lin, and Z. Shi	外地，口頭報告， The 2020 IEEE 92nd Vehicular Technology Conference, VTC2020-Fall, Oct. 4-7, 2020	1
82. 會議論文	Optimal Power Allocation for Secure Non-orthogonal Multiple Access Transmission	W. Lu, W. Wu, L. Qian, Y. Wu, N. Yu, and L. Huang	外地，口頭報告， The 2020 IEEE 92nd Vehicular Technology Conference, VTC2020-Fall, Oct. 4-7, 2020	1
83. 會議論文	Dependent task offloading for Multiple Jobs in Edge Computing	Z. Tang, J. Lou, F. Zhang, and W. Jia	外地，口頭報告， The 29th International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN2020), PP. 1-9, Aug. 2020	7

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
84. 會議論文	Revenue-Sharing Based Computation-Resource Allocation for Mobile Blockchain	Y. Wu, X. Xu, L. Qian, B. Ji, Z. Shi, and W. Jia	外地, 口頭報告, IEEE Conference on Computer Communications Workshops (INFOCOM WKSHPs), pp. 56-61, July 2020	6
85. 會議論文	UAV Placement Optimization for Internet of Medical Things	C. Tang, C. Zhu, X. Wei, J. Rodrigues, M. Guizani, and W. Jia	外地, 口頭報告, 2020 International Wireless Communications and Mobile Computing (IWCMC), pp. 752-757, June 2020	4
86. 會議論文	Attention-based Aggregation Graph Networks for Knowledge Graph Information Transfer	M. Zhao, W. Jia, and Y. Huang	外地, 口頭報告, 2019 15th Pacific-Asia Conference on Knowledge Discovery and Data Mining, pp. 542-554 May 2020	10
87. 會議論文	Online Joint Scheduling of Delay-sensitive and Computation-oriented Tasks in Edge Computing	F. Zhang, Z. Tang, J. Lou, and W. Jia	外地, 口頭報告, 2019 15th International Conference on Mobile Ad-Hoc and Sensor Networks (MSN), pp. 303-308 Dec. 2019	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
88. 會議論文	Interactive Variance Attention based Online Spoiler Detection for Time-Sync Comments	W. Yang, W. Jia, W. Gao, X. Zhou, and Y. Luo	外地, 口頭報告, The 28th ACM International Conference on Information and Knowledge Management (CIKM'19). Association for Computing Machinery, Nov. 2019	4
專利	邊緣計算中基於容器層依賴關係的在線學習型調度方法	Jia, Z. Tang, P. Shen	CN, G06F 9/455, 202110808603.4, 申請中, July 16, 2021	不適合
專利	一種邊緣計算中服務功能鏈放置的強化學習方法	W. Jia, S. Zhang, and P. Shen	CN, G06F 9/48, 202110925129.3, 申請中, Aug 12, 2021	不適合
專利	一種邊緣計算容器分配和層下載排序體系結構及其方法	W. Jia, J. Lou, Z. Tang, and P. Shen	CN, G06F 9/455, 202110808605.3, 申請中, Jul 16, 2021	不適合
獲獎	浙江省通信學會科學技術獎	Yuan Wu	Zhejiang Communication Society, Jan.2020, Scientific Progress Award, 1st Prize.	不適合
獲獎	WOCC 2022 Charles Kao Best Paper Award	Y. Li, Yuan Wu, S.Bi, L.Qian, T. Quek, C. Xu, and Z.Shi	WOCC 2022 Organizing Committees, Aug. 2022, Best Paper Award.	不適合

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	IWCMC 2022 Best Paper Award	X. Huang, W. Zhong, J. Nie, J. Kang, Z. Xiong, Yuan Wu, and M. Guizani	IWCMC 2021 Organizing Committees, Jun. 2021, Best Paper Award.	不適合
獲獎	IWCMC 2021 Best Paper Award	Y. Song, T. Wang, Yuan Wu, L. Qian, and Z. Shi	IWCMC 2021 Organizing Committees, Jun. 2021, Best Paper Award.	不適合
獲獎	The 5th “Changfeng Cup” National College Contest in Big Data Analysis and Mining	J. Wang, Y. Zhong, T. Ke, S. Liu, and Yuan Wu	Chinese Institute of Electronics, Sep. 2021, Second Prize in Hong Kong, Macau and Taiwan.	不適合

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	8	5

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	邊緣計算網路中任務與資源調度方法		
成果特點	該項成果旨在提高邊緣計算網路中計算節點資源使用效率使用並有效降低任務完成時間。該成果通過對邊緣計算網路中每個節點的系統負載和計算資源進行監控；同時根據任務的類型和資料量，利用深度強化學習中的 DQN 演算法優化任務調度和計算資源配置策略，解決了多工部署中的節點選擇和計算資源配置不合理導致的系統吞吐率低、單個節點負載過高導致的任務計算資源不足等問題，降低了任務執行時間，提高系統資源利用率。		
技術成熟度	TL1		
應用範圍	邊緣計算、雲計算的軟硬體系統。		
投產條件和預期經濟效益	該項成果預期在邊緣計算系統與雲計算系統中將具有較好的實用價值。		
合作方式	技術轉讓、合作開發。		

聯系地址	澳門大學智慧城市物聯網國家重點實驗室		
聯系人	吳遠	電話	(853) 8822 4395
網址	-	傳真	(853) 8822 2426

時滯系統的穩定性分析 - 矩陣不等式方法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0005/2019/A	澳門大學	黃錫榮	時滯系統的穩定性分析 - 矩陣不等式方法

項目摘要

1. 研究背景

本項目研究時滯系統的穩定性。由於數據在大型網絡上傳遞需時並必然會導致訊息的延遲，所以此項目之研究能應用於網絡控制上。眾所周知，時滯一般會引起系統的不穩定性。因此對此類系統的穩定性分析在理論和實際上都非常重要。

2. 研究目標

本項目專注於時滯系統的穩定性定性分析，例如限時穩定性及指數穩定性等。在我們先前的工作中，我們研究了一些矩陣及積分不等式。透過這些不等式，我們導出了某類時滯系統能達到指數穩定的判別準則。基於這些工作的經驗，我們繼續對更廣泛的時滯系統，例如與網絡控制相關的系統，分析限時穩定性及指數穩定性等性質。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們的分析手法是 Lyapunov 方法。主要研究手段是建立新的帶權積分 (累和) 矩陣不等式。當對 Lyapunov–Krasovskii 泛函求導後，我們一般要估計一些與系統狀態相關的矩陣積分項。粗略地說，透過比較精確的不等式來做估計便能夠推導出保守性較小的穩定性判別準則。

4. 研究成果與應用

我們對不同的時滯系統證明瞭不同的矩陣不等式並構造出新的 Lyapunov–Krasovskii 泛函從而推導出一些新的穩定性準則。這些準則以線性不等式的形式表示，並能透過 Matlab LMI (linear matrix inequality) 工具箱檢測。除此以外，基於我們以往對分數階方程的研究以及分數階導數可視作以帶權積分來定義的事實，我們亦研究了一些帶分數階系統的數值方法的穩定性。這些結果被總結為論文並發表在一些高排名的期刊上。

5. 進一步工作

基於這個項目的結果，我們將繼續研究具有變時滯的系統。值得指出的是，當我們的新不等式應用於變時滯問題時，我們必須開發新的分析技術。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
1. Journal paper	Finite-time stability for discrete-time systems with time-varying delay and nonlinear perturbations by weighted inequalities	Chenyang Shi, Seak Weng Vong	Journal of the Franklin Institute 357 (1), 294-313	8
2. Journal paper	High accuracy error estimates of a Galerkin FEM for nonlinear time fractional diffusion equation	Jincheng Ren, Dongyang Shi, Seakweng Vong	Numerical Methods for Partial Differential Equations, Volume36, Issue2, 284-301	10
3. Journal paper	On convergence of the modulus-based matrix splitting iteration method for horizontal linear complementarity problems of H^+ -matrices	Hua Zheng, Seakweng Vong	Applied Mathematics and Computation 369, 124890	22
4. Journal paper	An efficient numerical method for q-fractional differential equations	Pin Lyu, Seakweng Vong	Applied Mathematics Letters 103, 106156	3
5. Journal paper	An iteration method for nonlinear complementarity problems	Hua Zheng, Wen Li, Seakweng Vong	Journal of Computational and Applied Mathematics 372, 112681	6
6. Journal paper	A new preconditioned SOR method for solving multi-linear systems with an M-tensor	Dongdong Liu, Wen Li, Seakweng Vong	Calcolo 57 (2)	7

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
7. Journal paper	An efficient second-order convergent scheme for one-side space fractional diffusion equations with variable coefficients	Xue-lei Lin, Pin Lyu, MK Ng, Hai-Wei Sun, Seakweng Vong	Communications on Applied Mathematics and Computation 2 (2), 215-239	
8. Journal paper	Multilinear PageRank: Uniqueness, error bound and perturbation analysis	W Li, D Liu, SeakWeng Vong, M Xiao	Applied Numerical Mathematics, Volume 156, October 2020, Pages 584-607	3
9. Journal paper	Exponential synchronization of coupled inertial neural networks with mixed delays via weighted integral inequalities	SeakWeng Vong, C Shi, Z Yao	International Journal of Robust and Nonlinear Control, 30 (17), 7341-7354	6
10. Journal paper	Scaled consensus for coupled harmonic oscillators via sampled position data	Z Yao, Seak Weng Vong	IET Control Theory & Applications, 14 (18), 2776-2783	2
11. Journal paper	A two-step modulus- based matrix splitting iteration method for horizontal linear complementarity problems	Hua Zheng, Seakweng Vong	Numerical Algorithms 86, 1791-1810	12
12. Journal paper	A fast linearized numerical method for nonlinear time-fractional diffusion equations	P. Lyu, SeakWeng Vong	Numerical Algorithms 87 (1), 381-408	5
13. Journal paper	On worst-case condition numbers of a multiple nonzero finite generalized singular value	X. Chen, SeakWeng Vong	Linear Algebra and its Applications 616, 1-18	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
14. Journal paper	Exponential stability of time delay systems based on intermediate polynomial-based weighted functions	X. Ge, C. Shi, SeakWeng Vong	Applied Mathematics Letters 116, 107055	1
15. Journal paper	On the modulus-based successive overrelaxation iteration method for horizontal linear complementarity problems arising from hydrodynamic lubrication	H. Zheng, SeakWeng Vong	Applied Mathematics and Computation 402, 126165	3
16. Journal paper	Free-weighting-matrix inequality for exponential stability for neural networks with time-varying delay	C. Shi, K. Hoi, S. Vong	Neurocomputing 466, 221-228	2
17. Journal paper	Second-Order and Nonuniform Time-Stepping Schemes for Time Fractional Evolution Equations with Time-Space Dependent Coefficients	P. Lyu, S. Vong	Journal of Scientific Computing (2021) 89:49	3
18. Journal paper	Improved Inexact Alternating Direction Methods for a Class of Nonlinear Complementarity Problems	J He, H Zheng, S Vong	EAST ASIAN JOURNAL ON APPLIED MATHEMATICS 12 (1), 125-144	1
19. Journal paper	Some new results on the consensus of coupled harmonic oscillators with impulsive control	Z Yao, S Vong	International Journal of Robust and Nonlinear Control 32 (4), 1960-1972	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
20. Journal paper	Mathematical analysis and numerical methods for Caputo-Hadamard fractional diffusion-wave equations	C Ou, D Cen, S Vong, Z Wang	Applied Numerical Mathematics 177, 34-57	8
21. Journal paper	A delay-variation-dependent stability criterion for discrete-time systems via a bivariate quadratic function negative-determination lemma	X Ge, K Hoi, S Vong	Journal of the Franklin Institute 359 (2022) 4976–4996	0
22. Journal paper	A second-order scheme with nonuniform time grids for Caputo-Hadamard fractional sub-diffusion equations	Z Wang, C Ou, S Vong	Journal of Computational and Applied Mathematics, 114448	2
23. Journal paper	A Two-Step Iteration Method for Vertical Linear Complementarity Problems	Y Song, H Zheng, X Lu, SW Vong	Symmetry 14 (9), 1882	0
24. Journal paper	A new kind of modulus-based matrix splitting methods for vertical linear complementarity problems	J He, SW Vong	Applied Mathematics Letters 134, 108344	0
25. Journal paper	Fast modulus-based matrix splitting iteration methods for implicit complementarity problems	J He, S Vong	Applied Numerical Mathematics 182, 28-41	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
26. Journal paper	Modulus-based matrix splitting iteration methods with new splitting scheme for horizontal implicit complementarity problems	J He, H Zheng, S Vong	Linear and Multilinear Algebra, to appear	0
27. Journal paper	Two inertial-type algorithms for solving the split feasibility problem	Z Yao, S Vong	Optimization, to appear	0
28. Journal paper	High-order leader following consensus for multi-agent systems via intermittent sampled position data control	S Vong, Z Yao	European Journal of Control, 100739	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於聚光式太陽熱能的熱電發電系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0065/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	李曉東	基於聚光式太陽熱能的 熱電發電系統

項目摘要

1. 研究背景

本項目旨在研究利用南方充足日照條件，探索使用導熱流體儲能，然後藉助熱電半導體進行發電，隨後使用電力電子技術進行能量存儲與分配。

2. 研究目標

設計並構建聚光系統，實驗測試聚光系統的性能，評估陽光跟蹤算法，分析熱電發電機的熱電轉化過程的特徵、效率，構建熱電模塊化的電氣輸出模型，優化熱電能量採集變換器最大功率點跟蹤控制策略，研究儲能和配電的變換器的拓撲與控制技術，對光熱電系統進行整合穩定性分析，仿真和全系統實驗測試，評估性能。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 搭建了一個導熱油儲能的熱電發電實驗平臺，已測試了單體和模塊組合的熱電半導體的外電氣特徵，對於基於 buck-boost 的變換器在動態溫差下的功率跟蹤控制進行了分析研究。
- 對於雙向儲能變換器的拓撲和控制技術做了深入研究：提出一種基於平均電壓電壓匹配的邊界控制策略，同時具有軟開關相位補償；提出了基於諧振軌跡預測法的負載跳變下的瞬態控制方案；提出了兩種設計控制方案以實施恒壓和恒流充電的過程式控制。
- 對於單向配電變換器的拓撲和控制技術做了深入研究：提出了一種在寬電壓寬功率下的零反向功率控制策略，同時保證全範圍軟開關運行；使用可開關電容技術實現可調參數的諧振槽電路，在恒頻率下取得零反向功率和最小化諧振電流，從而提升轉換效率。

4. 研究成果與應用

項目已經發表 SCI 國際雜誌論文 5 篇，EI 國際會議 3 篇，培養博士 2 人，碩士 3 人。在用於儲能和電能分配的電力電子變換器的拓撲和控制策略。

5. 進一步工作

未來仍有一名博士生跟在繼續關於熱電系統的系統優化控制的研究工作，預期最少有 1 篇 SCI 國際雜誌論文。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Operation of a semi dual-bridge resonant converter with a tunable resonant tank	S. Zhou, Y. Gong, X. Li, S. Hu, H. Chen	AEU - International Journal of Electronics and Communications, (2022): 152641	SCI
期刊論文	Unified Boundary Control With Phase Shift compensation for Dual Bridge Series Resonant DC-DC Converter	G. Chen, X. Li, S. Zhou,	IEEE ACCESS, vol.8, p. 131137 - 131149, 2020	SCI
期刊論文	Modulation of a Semi dual-Active-Bridge Resonant Converter with Soft-Switching and Zero Backflow Power,	S. Zhou X. Li, H. Wang, P. Huang	IET Power Electronics, 15 (6), 515-530,2022,DOI: 10.1049/pel2.12246	SCI
期刊論文	Transient Modulation for the Step-Load-Change Process in a Dual-Bridge Series Resonant Converter	Hui Xu , S. Zhou , X. Li , H. Chen and S. Hu	Electronics 2022, 11, 822. https://doi.org/10.3390/electronics11050822	SCI
期刊論文	Constant-current, constant-voltage operation of a dual-bridge resonant converter: control, design and experimental results	J. Wu, X. Li, S. Zhou S. Hu, H. Chen	Applied Sciences 2021, 11, 12143. https://doi.org/10.3390/app112412143	SCI
會議論文	An Optimal Modulation for a Semi Dual-Bridge Resonant Converter with a SCC-based Tunable Tank”,	S. Zhou, Y. Gong, X. Li, S. Hu,	IEEE 30th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Kyoto, Japan, June, 2021	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Voltage Balanced Control for a Hybrid Dual Bridge Series Resonant Converter	G. Chen, Y. Gong, X. Li, S. Hu	IEEE 30th International Symposium on Industrial Electronics (ISIE), Kyoto, Japan, June, 2021	EI
會議論文	Fast Transient Modulation of a Dual-Bridge Series Resonant Converter	H. Xu, S. Zhou, X. Li, H. Chen, S. Hu,	the 47th Annual Conference of IEEE Industrial Electronics (IECON), Toronto, Canada, Oct.13-16, 2021	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

環紅矮星宜居帶的理論研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0068/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	周劍超	環紅矮星宜居帶的理論研究

項目摘要

1. 研究背景

系外行星宜居性研究是國際科學界主流方向之一。紅矮星周圍的宜居行星被國際科學界認為是通往發現宜居系外行星和系外生命的“快車道”。系外行星宜居性研究是典型的交叉型研究，以往澳門科學工作者未在系外行星研究領域開展過工作。本項目利用 3 維 GCM 模式和全球 WRF/MPAS 天氣模式結合大氣化學模式研究行星宜居性問題。本項目的特色是結合氣候模式和光化學模式研究紅矮星行星宜居性。

2. 研究目標

這個研究的主要目標是要瞭解環紅矮星類地行星大氣中的水汽和雲的空間分佈如何影響紅矮星宜居帶，以及環紅矮星類地行星的大氣化學過程如何影響紅矮星宜居帶。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 三維大氣環流模式 (GCM) 應用於環繞紅矮星運行的類地行星的氣候模擬：
我們應用 GCM4 模式的改進版本 ExoCAM 和 MPAS 模式進行了氣候類比研究。結果表明：
(1) MPAS 模擬實驗具有更溫暖、更濕潤的氣候特徵，晝夜兩側溫差較小；(2) MPAS 的表面風場表現出明顯的渦旋特徵，而 ExoCAM 的風場以晝側輻合、夜側輻散為主；(3) ExoCAM 的大氣環流為快速旋轉模式，而 MPAS 為 Rhines 旋轉模式；(4) MPAS 的水汽可以輸送到更高的高度，從而影響平流層水汽含量；(5) 由於環流模式的轉變，MPAS 的雲覆蓋區域更大，有更多的雲水和雲冰含量，產生了更強的雲輻射效應。
- 2) 環紅矮星的類地行星宜居帶失控溫室效應極限的研究：
利用更新後的三維大氣環流模式 MPAS, 我們對環紅矮星的類地行星的宜居帶的內邊界進行了研究。我們發現相比於此前的研究，失控溫室效應極限可以處於離恆星更加近的位置。我們還發現從宜居態發展到失控溫室效應狀態的轉變並不是那麼迅速。對於圍繞 3000K 恆星的行星，也存在著潮濕溫室態這一種中間狀態。我們對宜居案例的氣候的分析發現對流雲在維持氣候穩定中發揮著重要作用，因此在進行相關研究時應當盡量使用更準確的雲參數化方案。我們對向失控溫室狀態的轉變的分析中發現平流層中的水氣含量有很大影響。

4. 研究成果與應用

- 這個項目已發表了 5 篇 SCIE 論文。
- 通過這研究計劃我們亦培養了六名碩士研究生 / 博士生，及兩位博士後研究員。
- 三維大氣環流模式的對比和行星內邊界的研究幫助我們瞭解那些物理過程對類地行星氣候模擬的影響比較大，及有助改進目前在開發的 MPAS 大氣模式。

5. 進一步工作

未來的研究將會進一步改進已發展用於模擬系外行星氣候的 3 維全球大氣模式 MPAS，特別是一些物理參數化過程如邊界層過程和雲的微物理過程。亦會進一步以 MPAS 模式去研究環紅矮星氣候變化的因素。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Simulation of dust activities in the southern high latitudes of Mars	K. C. Chow, J. Xiao, Y. M. Wang	Planetary and Space Science, v217, 105492.	SCIE
期刊論文	Urbanization Effects on Surface Wind in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area Using a Fan-Sector Method	D. Xia, H. Nie, L. Sun, J. Wang, K. C. Chow, K. L. Chan, D. Wang	International Journal of Environmental Research and Public Health, v19(6), 3194	SCIE
期刊論文	Determining the Age for the Red Giants KIC 9145955 and KIC 9970396 by Gravity-dominated Mixed Modes	X. Y. Zhang, T. Cai, Y. Li, T. Wu	The Astrophysical Journal, v931, 64	SCIE
期刊論文	Characteristics of dust devils in two pre-selected landing regions of the Tianwen-1 mission – comparing observations and predictions by numerical model	Wang, Yemeng., K. C. Chow, J. Xiao, Y. Xu	Remote Sensing, v14(9), 2117	SCIE
期刊論文	The Effect of Model Resolution on the Vertical and Temporal Variation in the Simulated Martian Climate	Y. W. Zhou., K. C. Chow, J. Xiao	Atmosphere, v13(10), 1736.	SCIE

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

朗道-利夫希茲-吉爾伯特方程的數值方法研究及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0070/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	楊蕾	朗道 - 利夫希茲 - 吉爾伯特方程的 數值方法研究及應用

項目摘要

1. 研究背景

隨著社會和科技的高速發展，對資訊存儲設備的性能提出了越來越高的要求。磁斯格明子是未來存儲器件的理想資訊載體，近年來受到了學術界和工業界的高度關注。理論物理學家從微磁學的理论出發，對磁斯格明子進行了大量的研究。在這一研究領域中，科學計算正在發揮著重要作用。在擁有準確數學模型及高精度數值演算法的前提下，科學計算模擬能夠彌補理論及實驗手段的欠缺，幫助我們更好的理解及掌握磁斯格明子的形成機制及運動規律，從而達到對其精確的控制。

2. 研究目標

本項目針對完整的微磁學模型即含有 DM 相互作用的 Landau-Lifshitz-Gilbert (LLG) 方程展開高效高精度數值演算法的研究，設計數值方法框架及程式實現，並使用微擾理論的方法和高性能數值計算對磁斯格明子的存在機制、穩定性，以及 DM 相互作用和其他有效場之間的關係進行分析和研究。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 高效高精度數值演算法的研究：
該研究內容是整個項目的重要部分之一，目前我們已經針對項目中的難點退磁場的快速計算和 LLG 偏微分方程系統分別提出了高效高精度的數值演算法，部分成果已經發表在高質量 SCI 期刊上。
- 數值方法框架及程式實現：
在該項目中，對提出的高效高精度演算法搭建了三維計算框架，在數據結構上進行了分析和重建，並用 C++ 完成了框架的基礎實現，可以針對複雜區域的微磁學模型進行高效的數值模擬，部分成果已經發表在高質量 SCI 期刊上。
- 對模型進行理論分析
該部分內容主要針對磁材料和新型存儲設備領域中熱點問題磁斯格明子展開分析和研究，目前部分結果已經發表在高質量 SCI 期刊上。

4. 研究成果與應用

- 在高質量的計算數學或計算物理相關的 SCI 期刊上發表 7 篇高質量的學術論文，其中有 5 篇發表在 JCR 分區中為 Q1 的期刊，其中一篇為前 10%；1 篇高質量會議論文；
- 實現微磁學模型問題中的部分問題的高效高質量數值演算法的建立和分析；

- 微磁學中熱點問題的理論分析和數值模擬的部分工作進展順利；
- 目前的數值模擬框架已經初步建立，可以在微磁學等相關領域的一些應用問題中開展數值模擬模擬的工作。

5. 進一步工作

本項目成員將針對磁斯格明子基態問題，基於其靜態和動力學微磁模型展開高效高質量數值方法的研究，進一步完善在本項目中開發的微磁學數值計算框架，打造適用於磁斯格明子的微磁數值模擬平臺；同時通過靜態數學模型對磁斯格明子在多種磁材料結構中的存在機制、基態構型和其穩定性進行深入分析和探索。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A Modified Spectral Gradient Projection Method for Solving Non-linear Monotone Equations with Convex Constraints and Its Application	L. Zheng, L. Yang, Y. Liang	IEEE Access, 92677-92686, Vol. 8, 2020	15
期刊論文	An Implicit Solver for the Time-Dependent Kohn-Sham Equation	L. Yang, Y. Shen, Z. Hu and G. Hu	Numerical Mathematics: Theory, Methods and Applications, Vol. 14, No. 1, pp. 261-284, 2021	2
期刊論文	FETD Study of the Wave Propagation in Chiral Metamaterials	L. Yang, F. Liu and W. Yang	Advances in Applied Mathematics and Mechanics, Vol. 13, No. 1, pp. 191-202, February 2021	0
期刊論文	A Spin-Wave Solution to the Landau-Lifshitz-Gilbert Equation	J. Chen, Z. Sun, Y. Wang and L. Yang	Communications in Mathematical Sciences, Vol. 19, No. 1, pp. 193-204, March 2021.	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A framework of the finite element solution of the Landau-Lifshitz-Gilbert equation on tetrahedral meshes	L. Yang, J. Chen, and G. Hu	Journal of Computational Physics, Vol. 431, 110142, 15 April 2021	1
期刊論文	SAV Finite Element Method for the Peng-Robinson Equation of State with Dynamic Boundary Conditions	C. Yao, Z. Du and L. Yang	Adv. Appl. Math. Mech. DOI: 10.4208/aamm.OA-2021-0216, Jul. 29 2022	0
期刊論文	A Second-Order Semi-Implicit Method for the Inertial Landau-Lifshitz-Gilbert Equation	P. Li, L. Yang, J. Lan, R. Du and J. Chen	Numer. Math. Theor. Meth. Appl., doi:10.4208/nmtma.OA-2022-0080, Nov. 29 2022	1
會議論文	Brain Tumor Segmentation Based on CBAM-TransUNet	X. Chen, L. Yang	MWSSH '22: Proceedings of the 1st ACM Workshop on Mobile and Wireless Sensing for Smart Healthcare, October 2022, Pages 33–38	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	4	8

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	軟件 AFEMAG
成果特點	目前模擬軟件正在研發中，預期本項目末期能夠進行微磁複雜系統的數值模擬。
技術成熟度	TRL2 已具備完整基礎數值框架，且計算程式已能夠處理微磁領域標準測試問題。
應用範圍	高校、科研機構、存儲設備研發的廠商，及軟件公司
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	-

聯系地址	澳門科技大學 A313		
聯 系 人	楊蕾	電話	(853) 8897 2045
網址	-	傳真	-

鋅指蛋白PATZ1調控人類胚胎幹細胞多能性和抑制腫瘤細胞生長的分子機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0072/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	吳強	鋅指蛋白 PATZ1 調控人類胚胎幹細胞多能性和抑制腫瘤細胞生長的分子機制研究

項目摘要

1. 研究背景

POZ/BTB and AT-hook-containing zinc finger protein 1 (PATZ1)是具有多重功能的鋅指蛋白轉錄因數。但 PATZ1 如何調控人類胚胎幹細胞的多能性尚無報道。並且現有研究對其在腫瘤生長中的作用還處在零散和開始階段。我們的前期工作研究已經表明 PATZ1 與幹細胞多能性密切相關並且是一個能夠抑制肝癌細胞生長和細胞分裂的關鍵蛋白。因此 PATZ1 在肝癌細胞中極有可能是一個新的抑癌基因，這將有利於開發出有別於傳統肝癌治療方法的策略。

2. 研究目標

為此我們計劃深入剖析 PATZ1 在人類胚胎幹細胞和腫瘤細胞中的全基因組的靶基因，明晰 PATZ1 調控人類胚胎幹細胞多能性的分子機制，辨識 PATZ1 調控幹細胞和腫瘤細胞增殖的關鍵因數相關信號通路。項目的完成會清晰揭示 PATZ1 在胚胎幹細胞和腫瘤細胞中生物學功能。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們的 PATZ1 ChIP-seq 和基因表達微陣列分析表明 PATZ1 與癌症特徵和細胞增殖密切相關。PATZ1 通過直接調節肝細胞癌細胞中的 CDKN1B (p27) 來調節細胞增殖。我們進一步發現 PATZ1 耗盡導致集落形成率增加、Ki-67 表達升高和更多的 S 期進入。我們證明 PATZ1 是 p53 的合作夥伴，而 p53 對 CDKN1B 調控至關重要。

另一方面，我們鑑定了 PATZ1 為 hESC 多能性的關鍵調節因數。我們發現 PATZ1 的耗盡導致主要多能性基因的表達減少和 hESC 中細胞生長的顯著減速。我們還表明 PATZ1 與 OCT4 和 NANOG 的啟動子和增強子區域結合，以促進 hESC 的多能性。我們確定 PATZ1 是 hESC 代謝穩態的關鍵介質，因為 PATZ1 對於促進糖酵解和維持必要的線粒體功能以在 hESC 中進行調節至關重要。因此，我們的研究證實 PATZ1 不僅是參與維持 ES 細胞身份的必需轉錄因數，而且還是 hESC 代謝中不可或缺的調節因數。

4. 研究成果與應用

我們的研究為 PATZ1 在肝癌進展中的抑製作用提供了新的機制見解，同時證實了 PATZ1 不僅是參與維持胚胎幹細胞特徵的必需轉錄因數，而且還是胚胎幹細胞代謝中不可或缺的調節因數。

5. 進一步工作

1. 闡明 PATZ1 聯合表觀遺傳機制調節幹細胞特性及腫瘤增殖的作用。
2. 明細 PATZ1 基因敲除對胚胎幹細胞多能性的影響。
3. 探索 PATZ1 在不同的細胞環境中有不同調控功能的內在機制。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Immunomodulatory Mechanisms of Mesenchymal Stem Cells and Their Potential Clinical Applications	Wu Qiang	Int J Mol Sci Review	SCI
論文	Epigenetic Alterations under Oxidative Stress in Stem Cells.	Wu Qiang	Oxid Med Cell Longev. Review	SCI
論文	The Divergent Pluripotent States in Mouse and Human Cells	Wu Qiang	Genes Review	SCI
論文	NR2F2 Regulates Cell Proliferation and Immunomodulation in Whartons' Jelly Stem Cells	Wu Qiang	Genes Review	SCI
論文	Jmjd6 regulates ES cell homeostasis and enhances reprogramming efficiency	Wu Qiang	Heliyon Research article	SCI
論文	Decoding Lung Cancer at Single-Cell Level	Wu Qiang	Frontiers in Immunology Review	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Recent development of small-molecular inhibitors against Clostridioides difficile infection	Wu Qiang	Bioorganic Chemistry Review	SCI
論文	Targeting Clostridioides difficile: New uses for old drugs	Wu Qiang	Drug Discovery Today Review	SCI
論文	Inhibitors of Bacterial Extracellular Vesicles	Wu Qiang	Front Microbiol. Review	SCI
論文	Histone modifications in neurodifferentiation of embryonic stem cells.	Wu Qiang	Heliyon	SCI
論文	PATZ1 (MAZR) Co-occupies Genomic Sites With p53 and Inhibits Liver Cancer Cell Proliferation via Regulating p27	Wu Qiang	Front Cell Dev Biol. Research article	SCI
論文	A Small-Molecule Inhibitor of the Anthranilyl-CoA Synthetase PqsA for the Treatment of Multidrug-Resistant Pseudomonas aeruginosa	Wang Hong	Microbiol Spectr. Research article	SCI
論文	Design and Synthesis of Dual EZH2/BRD4 Inhibitors to Target Solid Tumors.	Wen Shijun	JOURNAL OF MEDICINAL CHEMISTRY Article	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	IKK β mediates homeostatic function in inflammation <i>via</i> competitively phosphorylating AMPK and I κ B α	Li Ting	Acta Pharm Sin B. Article	SCI
論文	Traditional Patchouli essential oil modulates the host's immune responses and gut microbiota and exhibits potent anti-cancer effects in Apc ^{Min/+} mice.	Wendy Hsiao	Pharmacol Res	SCI
論文	Poria cocos polysaccharides exert prebiotic function to attenuate the adverse effects and improve the therapeutic outcome of 5-FU in Apc ^{Min/+} mice.	Wendy Hsiao	Chin Med	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	2	0

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

機器學習識別分類雙體小行星

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0073/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	盧曉平	機器學習識別分類雙體小行星

項目摘要

1. 研究背景

小行星是目前國內外行星科學研究的熱點，我國小行星探測器已經列上日程，還有行星防禦計劃等。國際上，美國 2022 年 9 月實施了撞擊雙體小行星的 DART 計劃，來研究空間大尺度下的撞擊試驗，為日後建立近地天體防禦做準備。雙體小行星佔近地天體的 16%，其形狀物理特性都非常重要，其基於測光數據的反演是該領域研究的熱點與難點。

2. 研究目標

開展雙體小行星的模擬演算法研究，基於團隊提出的 Cellinoid 形狀模型研究雙體目標的遮擋以及公轉效應，研究一套雙體的光度生成程式；基於雙體小行星的光變數據以及模擬數據，應用機器學習演算法進行分類預測，實現對光變曲線的精確分類，進而從測光數據來預測潛在可能的雙體目標。

3. 簡介研究工作的主要進展

完成了雙體小行星的模型研究，並開發了基於雙體目標的光度生成程式，可以根據雙體小行星形狀以及地球、太陽等位置數據來計算目標的亮度特徵。也開發了基於 OpenGL 的雙體演示程式，可以動態實時地展示雙體小行星不同角度的自轉與公轉狀態，並同步生成光變曲線。

對真實雙體光變數據以及模擬光變數據的混合數據集提出了層級判別約束能量最小化演算法來從光變數據自動分類檢測識別雙體小行星，實現了 AUC 平均性能 0.7 的識別準確率，相比同類型演算法達到了 SOTA 級別。

4. 研究成果與應用

雙體小行星光度模擬程式可以用來展示雙體目標的實時運轉以及預測未來的光變特徵，並用來從測光數據反演雙體小行星的自轉週期、軸向、形狀大小等物理特徵；基於光變數據的雙體小行星分類檢測演算法可以用來對測光數據進行分析，進行雙體潛在目標的預測。

5. 進一步工作

基於已有的雙體小行星光度模擬程式，開展對於美國雙體小行星撞擊計劃的目標雙體小行星 Dimorphos 與 Didymos 進行形狀、自轉週期、自轉軸等物理特徵的分析預測，來檢驗模型的準確性以及對比真實雙體小行星的物理特徵。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Neighboring Discriminant Component Analysis for Asteroid Spectrum Classification	Tan Guo,Xiao-Ping Lu,Yong-Xiong Zhang, Keping Yu	Remote Sensing, 13, 3306, 2021	SCI
期刊論文	Spectral deconvolution analysis on Olivine-Orthopyroxene mixtures with simulated space weathering modifications	Hui-Jie Han, Xiao-Ping Lu, Te Jiang, Chih-Hao Hsia, Ya-Zhou Yang, Peng-Fei Zhang, Hao Zhang	Research in Astronomy and Astrophysics, 21,5,2021	SCI
期刊論文	BGLS-based method of estimating the rotational periods of asteroids	Yan-Qiong Ren, Xiao-Ping Lu, Yong Liang	Research in Astronomy and Astrophysics, 21,7,2021	SCI
期刊論文	On the MAOR method for a class of hydrodynamic lubrication problems	Hua Zheng, Xuping Zhang, Xiaoping Lu	Applied Mathematics Letters,121, 107521, 2021	SCI
期刊論文	Integration of Light Curve Brightness Information and Layered Discriminative Constrained Energy Minimization for Automatic Binary Asteroid Detection	Tan Guo, Xiao-Ping Lu, Keping Yu, Yong-Xiong Zhang, Wei Wei	IEEE Transactions on Aerospace and Electronic Systems,online, 2022,9.30	SCI
期刊論文	A Two-Step Iteration Method for Vertical Linear Complementarity Problems	Yunlin Song, Hua Zheng, Xiaoping Lu, Seak-Weng Vong	Symmetry, 14,1882, 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Modulus-based synchronous multisplitting iteration methods for large sparse vertical linear complementarity problems	Hua Zheng, Yongxiong Zhang, Xiaoping Lu, Seakweng Vong	Numerical Algorithms, online, 2022,11.07	SCI
期刊論文	A two-step parallel iteration method for large sparse horizontal linear complementarity problems	Yongxiong Zhang, Hua Zheng, Seakweng Vong, Xiaoping Lu	Applied Mathematics and Computation, 438,127609, 2023	SCI
期刊論文	Neighboring Discriminant Component Analysis for Asteroid Spectrum Classification	Tan Guo, Xiao-Ping Lu, Yong-Xiong Zhang, Keping Yu	Remote Sensing, 13, 3306, 2021	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

幾類分數階偏微分方程的初值問題和反問題的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0074/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	周勇	幾類分數階偏微分方程的 初值問題和反問題的研究

項目摘要

1. 研究背景

分數階微積分非常適合刻畫現實世界中具有記憶和遺傳性質的材料和過程，實踐證明，這些問題的許多數學模型是用分數階微分方程來描述的。近年來的理論分析與試驗數據均已表明，經典的擴散方程不能準確地描述分形多孔介質、分形晶格以及某些不純介質中的擴散現象（稱之為反常擴散）。由於分數階導數具有很好的記憶特性，人們發現時間分數階擴散方程是刻畫這種現象的有效模型，它可以用來模擬分形介質中的反常擴散。但與整數階的情形相比，它更複雜，而且相應的理論研究更具挑戰性。

2. 研究目標

系統地分析具有分數階導數的廣義二階流體的非線性 Rayleigh-Stokes 問題，研究分數階擴散方程和波動方程初值問題和反問題，在選定的課題上取得實質性進展，得到一些有原創性的研究結果，促進分數階偏微分方程理論的發展；在國際知名數學、物理雜誌發表高質量的研究論文；以此項目為依託，培養博士研究生，逐步建立微分方程研究團隊，加強學術交流，擴大學術影響。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目系統地研究了分數階 Rayleigh-Stokes 方程、擴散方程、波動方程的初值問題和反問題，建立了適定性、正則性的理論結果；進一步研究了分數發展方程適度解的存在性、吸引性、穩定性、週期性和控制理論，以及分數隨機微分方程和模糊變分問題。本項目研究工作按計劃執行順利，獲得了豐富的研究成果，完成情況很好。

4. 研究成果與應用

本項目從 2019 年 8 月立項至 2021 年 9 月結題。我們以澳門科技大學為第一作者單位完成學術專著一部，在德國 De Gruyter 出版社出版；在著名數學期刊 Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, A. 等 SCI 國際雜誌上發表學術論文 18 篇，超過預定的計劃。項目負責人周勇 2019-2021 年連續三年入選全球高被引科學家。

本項目所獲成果受到國際上學術同行的廣泛關注和引用，並且引發了許多後續研究，促進了分數階偏微分方程理論的發展。

5. 進一步工作

近年來，我們關於分數階微分方程的理論研究始終處於國際研究前沿。我們計劃在本項目研究工作的基礎上，對於具有強烈物理背景的分佈階偏微分方程的適定性、正則性進行深入系統的研究，並對分數階偏微分方程模型的數值模擬和應用進行探討。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專著	Theory of Fractional Evolution Equations	Yong Zhou Bashir Ahmad Ahmed Alsaedi	德國 De Gruyter 出版社 2021 (978-3-11-076918-0)	/
期刊論文 [1]	Regularized solution approximation of a fractional pseudo- parabolic problem with a nonlinear source term and random data	Nguyen H. Can Yong Zhou N. H.Tuan Tran N. Thach	Chaos, Solitons and Fractals, 136 (2020), 109847.	SCI 收錄
期刊論文 [2]	Well-posedness of an initial value problem for fractional diffusion equation with Caputo– Fabrizio derivative	Nguyen H. Tuan Yong Zhou	Journal of Computational and Applied Mathematics, 375(2020), 112811.	SCI 收錄
期刊論文 [3]	A Mollification Regularization Method for the Inverse Source Problem for a Time Fractional Diffusion Equation	Le Dinh Long Yong Zhou Tran Thanh Binh Nguyen Can	Mathematics, 7(11) (2019), 1048.	SCI 收錄
期刊論文 [4]	Identifying inverse source for fractional diffusion equation with Riemann– Liouville derivative	Nguyen H. Tuan Yong Zhou Nguyen H. Can	Computational and Applied Mathematics, 39(2) (2020): 75.	SCI 收錄
期刊論文 [5]	On a backward problem for nonlinear time fractional wave equations	Jai Wei He Yong Zhou	Proceedings of the Royal Society of Edinburgh: Section A Mathematics, 2021, 1-24. doi:10.1017/prm.2021.70	SCI 收錄
期刊論文 [6]	On a backward problem for two-dimensional time fractional wave equation with discrete random data	Nguyen H. Tuan Ngoc T. Tran Yong Zhou	Evolution Equations and Control Theory, 9(2020), 561-579.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 [7]	Well-posedness and regularity for fractional damped wave equations	Yong Zhou Jia Wei He	Monatshefte für Mathematik, 194(2) (2021), 425-458.	SCI 收錄
期刊論文 [8]	An approximate solution for a nonlinear biharmonic equation with discrete random data	Nguyen H. Tuan, Yong Zhou Tran N. Thach Nguyen H. Can	Journal of Computational and Applied Mathematics, 371(2020), 112711.	SCI 收錄
期刊論文 [9]	The nonlinear Rayleigh-Stokes problem with Riemann-Liouville fractional derivative	Yong Zhou Jing Na Wang	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 44(2021), 2431-2438.	SCI 收錄
期刊論文 [10]	Existence and regularity of inverse problem for the nonlinear fractional Rayleigh-Stokes equations	Ngoc T. Bao Luc N. Hoang, Au Vo Van Huy Y. Nguyen Yong Zhou	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 44(2021), 2532-2558.	SCI 收錄
期刊論文 [11]	Existence and regularization of solutions for nonlinear fractional Rayleigh-Stokes problem with finial condition	Jing Na Wang Yong Zhou Jia Wei He	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 44(2021), 13493-13508.	SCI 收錄
期刊論文 [12]	New results on controllability of fractional evolution systems with order $\alpha \in (1,2)$	Yong Zhou Jia Wei He	Evolution Equations and Control Theory, 10(2021), 491-509.	SCI 收錄
期刊論文 [13]	Stability analysis for discrete time abstract fractional differential equations,	Jia Wei He Yong Zhou,	Fractional Calculus and Applied Analysis, 24(2021), 307-323.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 [14]	Existence and Ulam stability for implicit fractional q-difference equations	Said Abbas M. Benchohra, Nadjet Laledj Yong Zhou	Advances in Difference Equations, 2019(2019):480.	SCI 收錄
期刊論文 [15]	Second order semilinear Volterra-type integro-differential equations with non-instantaneous impulses	M. Benchohra N. Rezoug Bessem Samet Yong Zhou	Mathematics, 7(2019), 1134.	SCI 收錄
期刊論文 [16]	Coupled implicit Caputo fractional q-difference systems	Said Abbas M. Benchohra, Bessem Samet Yong Zhou,	Advances in Difference Equations, (2019) 2019:527.	SCI 收錄
期刊論文 [17]	Regularized solution of a Cauchy problem for stochastic elliptic equation	T.N. Huy L.V.C. Hoan Yong Zhou T.N. Thach	Mathematical Methods in the Applied Sciences, 2020;1-10. doi. org/10.1002/mma.6519	SCI 收錄
期刊論文 [18]	A new class of strong mixed vector GQVIP- generalized quasi- variational inequality problems in fuzzy environment with regularized gap functions based error bounds	Nguyen V. Hung Vo Minh Tam Yong Zhou	Journal of Computational and Applied Mathematics, 381(2021), 113055.	SCI 收錄

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於區塊鏈的公平數據處理方案研究與驗證

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0076/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	趙慶林	基於區塊鏈的公平數據 處理方案研究與驗證

項目摘要

1. 研究背景

目前，在數據中心中廣泛使用的資料處理架構大多基於主 / 從模型，即主節點連接著若干個從節點，採用中心控制的方式對各個從節點進行任務調度和資源配置等管理工作。但其存在如下缺點：

- 1) 主 / 從模型使系統存在性能瓶頸和單點故障；
- 2) 因按任務的峰值需求分配資源，導致計算資源利用率低；
- 3) 隨資料量的增長需不斷投入新的計算資源，導致使用維護成本高。

去中心化的資料處理架構是解決上述問題的一個可行手段。而區塊鏈則是一種被認為極具潛力滿足上述計算需求的全新計算範式。在區塊鏈網路中，沒有中心控制節點的存在，參與維護區塊鏈的礦工間無從屬關係，它們共同平等地維護整個區塊鏈網路。然而，大多數區塊鏈採用的 PoW（Proof of Work）共識機制讓其中大部分計算資源被浪費於除競爭發布新區塊外毫無用途的 Hash 碰撞（即挖礦）上，造成了巨大的計算資源和能源的浪費。

2. 研究目標

本項目改造基於 PoW 之區塊鏈，設計通用的資料處理架構，並在此基礎上，以公平的任務處理為目標，分別設計調度器的任務調度與分發機制和礦工的任務選擇及處理策略，最終解決基於主 / 從模型的資料處理架構的性能瓶頸，提升資料處理效率，同時降低維護和運營成本。進一步，開發所提方案的原型系統，以對所提架構和機制進行測試與驗證。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目具體針對以下三個研究內容：PoW 共識參數與區塊鏈網路輸送量和安全的關係建模；基於區塊鏈的去中心化資料處理架構與公平任務調度機制設計；基於區塊鏈的公平數據處理方案原型系統的開發與驗證，分別考慮網路延遲和批量抽獎，分析 PoW 的分叉概率，建立安全性模型。然後，考慮礦工分別處於飽和 / 非飽和狀態，研究共識參數與交易輸送量和安全性之間的關係，並建立分析模型，尋找能同時最大化輸送量與安全性的 PoW 共識參數等。進一步的介紹請參閱“研究工作主要進展和所取得的最終成果”。

4. 研究成果與應用

目前，本項目已取得如下研究成果：

- 1) 開發了基於區塊鏈的公平數據處理的原型系統 1 個；

- 2) 發表了 5 篇 SCI 期刊論文，所有的文章均發表在該領域內國際權威期刊：IEEE Transactions on Network Science and Engineering 和 IEEE Transactions on Vehicular Technology 上；
- 3) 發表了 7 篇國際會議論文；
- 4) 申請了兩個中國專利。

5. 進一步工作

在進一步的工作中，團隊將考慮將相關成果用於解決現有主從架構下的資料處理所面臨的問題，在降低性能瓶頸的同時，能夠降低運營成本。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	How Much Benefit Can Dynamic Frequency Scaling Bring to WiFi?	Zhimin Wang, Qinglin Zhao, Li Feng, and Fangxin Xu	IEEE TRANSACTIONS ON MOBILE COMPUTING, VOL. 20, NO. 3, MARCH 2021	SCI
期刊論文	SatOpt Partition: Dividing Throughput-Stability Region for IEEE 802.11 DCF Networks	Qinglin Zhao, Li Feng, Lian Zhao, Zhenni Li, and Yong Liang	IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 69, NO. 9, SEPTEMBER 2020	SCI
期刊論文	A Blockchain-Based Decentralized Framework for Fair Data Processing	Guangcheng Li, Qinglin Zhao, Yu Wang, Fellow, IEEE, Tie Qiu, Kan Xie, and Li Feng	IEEE TRANSACTIONS ON NETWORK SCIENCE AND ENGINEERING, VOL. 8, NO. 3, JULY-SEPTEMBER 2021	SCI
期刊論文	Modeling the Impact of the MoreData Parameter for Wireless Power-Saving Protocols	Li Feng, Qinglin Zhao, Zhiguo Shi, Zhenni Li and Yong Liang	IEEE TRANSACTIONS ON GREEN COMMUNICATIONS AND NETWORKING, VOL. 4, NO. 4, DECEMBER 2020	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Data-Driven RF Transmit Power Calibration for Wireless Communication Systems	Lianghui Xie, Osama Elnahas, Qinglin Zhao, and Zhi Quan	IEEE WIRELESS COMMUNICATIONS LETTERS, VOL. 9, NO. 5, MAY 2020	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	10	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

小型撞擊坑作為一種新的測量行星工具:多學科方法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0079/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	Roberto Bugiolacchi	小型撞擊坑作為一種新的測量 行星工具：多學科方法

項目摘要

1. Research Background

The formation of planetary bodies is a balance between destructive and constructive forces, mostly driven by gravity. At the beginning of a star system, the debris leftover from the formation of the star, orbiting it as a disk made of mineral debris and ices (volatiles), accrete into larger and larger discrete bodies forming first planetesimals, then small planets and finally ‘fully grown’ planets. This process is not one-directional: the gravitational ‘attraction’ between bodies, leading to their formation through accumulation, can be highly destructive, or even catastrophic (like the small planet that collided with a young Earth to form our moon). Now that the Solar System has become a “quieter place”, the collision of these larger planets with the billions of debris is still occurring. On airless bodies such as the Moon and Mercury, the scars of these countless hits are survived by impact craters.

On the Moon, these craters are visible by the naked eye (from Earth), but the whole surface is pitted down to the micrometre scale. However, due to erosive processes, while large, km-sized craters can survive on the lunar surface for billions of years, meter-sized (and smaller) have a much shorter lifespan in the order of millions of years, which is considered “young” in a geological context. Their life expectancy is due to relatively uniform factors, such as the continuous bombardment of the lunar surface by impacting bodies of all sizes and radiation, but their survival rate is also dictated by the characteristics of the target materials. At the simplest, if a target is ‘rocky’, or more cohesive, the crater will last longer than the equivalent on ‘softer’ lunar soil. Given that the lunar globe is bombarded on a statistical level by the same amount of debris of all sizes everywhere (‘size-frequency distribution’), then producing maps of these small craters could reveal differences between areas, thus informing us on the characteristics of unexplored lunar, and potentially other planetary surfaces. However, marking small craters in the order of millions of units is beyond the time and resources of any scientific enterprise, thus the development of reliable automated approaches is necessary.

This is what the aim of this project is.

2. Research Objectives

This project aims at addressing each weakness towards the production of reliable distribution maps by targeting every aspect of the research, led by an expert in each field, starting from A] building of a new theoretical model of crater evolution (Shape Modelling), using it to B] train our automated (Deep Learning) recognition and to C] construct innovative and exclusive craters distribution maps (Mapping).

Innovations will be introduced at each stage and the potential for publication in a wide range of science fields is very high.

3. Progress of the Research

The pandemic has stopped one of the key parts and funding of the project, i.e., the travelling, conferences, and the exchange of students between our laboratory and the German institutions. However, the remote exchange has been pursued and it has been very productive, given the circumstances.

On the Macao side, the project attracted much interest from other students of AI technologies, who made good (unpaid) contributions. These were supervised by Prof. Leung, a specialist in AI, who developed and refined the methodology of “crater detection by supervised learning” which is delivering better than expected results. The master’s student has found an excellent job position in the field on the mainland. The methodology continues to be refined and more publications are under review or in progress. The foundation of these applications has been presented at prestigious software development conferences (as listed).

The German side of the project supervised and promoted by Prof. Wöhler has been even more successful. The methodology for crater dating was published for the first time in Bugiolacchi & Wöhler (2020) (Icarus) and then applied ‘in full’ in Qian et al., (2021) (GRL), both relatively high-impact factor journals in the field of planetary sciences (and referencing this project’s grant number). These two papers have already achieved 16 citations (in a narrow field of research, it has to be stressed).

4. Research Deliverables and Applications

The PhD student, Chengxue Lao, has applied a DeepMoon methodology that has already produced very encouraging results and it is nearly ending its training phase. Automated crater counting is a deceptively simple application in recognizing “circles”; however, since craters are only recognizable when the illumination conditions produce shadows, the algorithm has to interpret the size of the “circles” (diameter rims) from a complex dark and bright pattern that varies according to many factors. A proficient software code could then be applied to ‘real life’ tasks such as automated cancer cell spotting during analysis.

5. Further Work

The Pandemic has resulted in at least a year’s worth of work being delayed. However, people involved in the project are still working on the original remit and will continue to do so.

Indeed, we entered now the ‘phase-3’ of the project, which included the application of the successful methodology into a practical project. This is due to occur within the next year or so and produce at least a couple of new publications co-authored with our German colleagues.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Paper	First look by the Yutu-2 rover at the deep subsurface structure at the lunar farside	Bugiolacchi R.	Nature Communications 11, 9 July 2020	40
Paper	Small craters population as a useful geological investigative tool: Apollo 17 region as a case study	Bugiolacchi R.	Icarus 350, 1 Nov. 2020	3
Paper	Copernican-aged (<200 Ma) Impact Ejecta at the Chang'e-5 Landing Site: Statistical Evidence from Crater Morphology, Morphometry and Degradation Models.	Bugiolacchi R.	Geophysical Research Letters 48, e2021GL095341	14
Paper	A Complex Paleo-Surface revealed by the Yutu-2 Rover at the Lunar Farside	Roberto Bugiolacchi	Geophysical Research Letters, 48, e2021GL095133	4
Paper	On improving the performance of glitch classification for gravitational wave detection by using generative adversarial networks	Leung, P.A.	Monthly Notices of the Royal Astronomical Society 2022, v. 515 n. 3, p. 4606-4621	NA
Paper	The Moon in the Microwave: Shedding new light on the lunar farside	Bugiolacchi R.	JGR-Planets 127, e2021JE007039	1

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

應用靶向定量蛋白質組學精準分析不同疾病相關的 chemerin蛋白亞型及篩選驗證治療多囊卵巢 綜合症的中藥活性成分

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0082/2019/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	姜志宏	應用靶向定量蛋白質組學精準分析 不同疾病相關的 chemerin 蛋白亞 型及篩選驗證治療多囊卵巢綜合 症的中藥活性成分

項目摘要

1. 研究背景

不斷發展的現代分析儀器與檢測方法為臨床診斷與樣品檢驗提供了最先進的技術支援，基於 LC/MS 的靶向定量蛋白質組學，因其精準高效專屬，已逐漸成為生物標誌蛋白定性定量分析的權威策略。Chemerin 是一類與自身免疫性疾病和代謝性疾病都有密切關係的脂肪因數，其不同蛋白亞型的生理病理活性差異巨大，當前主流的生物檢測手段既無法區分具體的亞型，也不能保證定量結果的準確性。鑒於 chemerin 重要的生物意義以及當前分析手段的不足，開發一種更低成本、更高效率、更為精準的 LC-MS 方法用於分析檢測不同生物樣本中的 chemerin，將不僅僅是基礎分析方法的改進，對於臨床疾病診斷與治療更具有實際指導意義。我們在預試驗時檢測到了包括全新亞型在內的 chemerin 蛋白各亞型專屬肽段信號，預示了該技術的良好應用前景。在本項目中將對多囊卵巢綜合症（PCOS）、類風濕性關節炎（RA）等疾病開展研究，收集患者血液、卵泡液、關節滑膜液等臨床樣本進行前處理，優化樣品的酶解與富集等工藝參數之後，藉助 LC/MS 建立 chemerin 蛋白的靶向定量液質聯用分析方法，並開展方法學考察，明確相關疾病的具體生物標誌蛋白亞型，輔助臨床預判與診療。作為傳統意義上的脂肪因數，chemerin 向來被視為 PCOS 疾病的重要臨床檢測指標之一：chemerin 具有調節脂質代謝的功能，而相應的 PCOS 具有脂質代謝紊亂的特徵；chemerin 具有促進脂肪細胞增殖和分化的功能，而相應的 PCOS 往往伴隨有肥胖症狀；chemerin 具有促進炎症反應的活性，而 PCOS 具有慢性炎症反應過程；這些都對應地提示了 PCOS 發生和發展過程中很可能有 chemerin 的參與。由此，本項目構建 PCOS 大鼠模型，採用不同藥物及中藥成分幹預治療，檢測 chemerin 各亞型水準隨著疾病狀態的變化情況，篩選治療 PCOS 的中藥有效成份，驗證 PCOS 相關的生物標誌物，探討治療作用機制與通路。

2. 研究目標

- 1) 建立並完善包括樣品前處理工藝在內的 chemerin 蛋白靶向定量分析液質聯用方法，以多囊卵巢綜合症、類風濕性關節炎等不同疾病患者為研究對象，對血液、卵泡液、關節滑膜液等樣本進行精準檢測，以獲得不同疾病狀態下 chemerin 蛋白的具體亞型信息。
- 2) 通過統計學分析並運用生物檢測手段輔助驗證，明確與不同疾病相關的 chemerin 具體生物標誌物亞型，輔助臨床診斷與治療。

- 3) 構建 PCOS 大鼠模型，分別檢測對照組與各治療組 chemerin 亞型的變化，結合經典病理生化指標考察，篩選治療 PCOS 的中藥活性成分，驗證生物標誌物，推測作用機理。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 建立了基於 MRM 模式的靶向定性定量 chemerin 蛋白亞型的液質聯用分析方法，並完成方法學驗證，將所建立的分析方法應用於不同疾病患者（PCOS、RA）的不同體液（血清、卵泡液、關節滑液）分析中，共檢測到 chemerin 六種亞型分別為 chemerin-153Q、chemerin-154F、chemerin-155A、chemerin-156F、chemerin-157S 和 chemerin-158K。在這些亞型中，153Q 作為一種新的天然異構體被首次發現。統計分析結果表明，與對照組相比，在 PCOS 疾病組卵泡液和血清樣本中 chemerin-156F 和 chemerin-157S 亞型含量均顯著性增加（ $P < 0.01$ ），由此推測 chemerin-156F 和 chemerin-157S 可作為多囊卵巢綜合症的診斷生物標誌物。同樣我們亦發現 chemerin-155A、chemerin-156F 和 chemerin-157S 在 RA 患者和健康人中具有顯著性差異（分別為 $P < 0.05$ 、0.001 和 0.05），可用於識別該疾病。
- 2) 基於建立的 PCOS 大鼠模型，同時建立了靶向定性定量分析大鼠血清樣本中 chemerin 蛋白各亞型的液質聯用方法，在動物體內水準驗證與 PCOS 疾病診治相關的 chemerin 蛋白亞型（chemerin-157S, chemerin-156F）。
- 3) 基於建立的 PCOS 大鼠模型，首次對金膽粉（JDF）、熊膽粉（XDF）以及不同類型的膽汁酸類成分開展 PCOS 藥效研究，為拓寬其臨床應用範圍提供科學依據。通過考察體重、卵巢指數、子宮指數、卵巢組織病理學分析、激素類指標生化檢測以及 chemerin 蛋白各亞型的質譜定量分析，結果表明除了甘氨酸去氧膽酸（GDCA）、熊去氧膽酸（UDCA）、牛磺熊去氧膽酸（TUDCA）已報導具有治療 PCOS 的藥效之外，還發現 JDF、XDF、牛磺去氧膽酸（TDCA）和甘氨酸熊去氧膽酸（GUDCA）均可通過改善 PCOS 大鼠卵巢病理狀態，改善性激素內環境以及 chemerin-157S 亞型水準對 PCOS 大鼠產生藥效作用。法尼醇 X 受體（FXR）參與控制膽汁酸（BA）合成和肝腸迴圈，通過調節肝臟和腸道菌群介導的 BA 代謝和腸道神經醯胺合成，同時 chemerin 作為 FXR 在肝臟中的新靶基因，FXR 抑制劑可減弱 chemerin mRNA 的表達，抑制 FXR 信號可以減少肥胖、胰島素抵抗和脂肪肝疾病。由此推測，JDF、XDF 及其膽汁酸類成分能夠顯著擾動大鼠體內的膽汁酸池，可能通過膽汁酸-FXR-chemerin 通路起到改善 PCOS 的作用。

4. 研究成果與應用

- 1) 本項目已發表 SCI 期刊論文共 3 篇，最高 1 篇文章的影響因數為 10.18；正在撰寫 1 篇 SCI 研究論文：
 - (1) Chemerin isoform analysis in human biofluids using an LC/MRM-MS-based targeted proteomics approach with stable isotope-labeled standard. Anal Chim Acta. 2020, 1139:79-87. (IF 6.911)
 - (2) Amide Derivatives of Ginkgolide B and Their Inhibitory Effects on PAF-Induced Platelet Aggregation. ACS Omega. 2021, 6(35):22497-22503. (IF 4.132)

- (3) A tRNA-derived fragment of ginseng protects heart against ischemia/reperfusion injury via targeting the lncRNA MIAT/VEGFA pathway. Mol Ther Nucleic Acids. 2022, 29:672-688. (IF 10.183)
 - (4) The therapeutical effects of 6 cholic acids from “Xiongdan” on PCOS and the relationship with chemerin (Pharmacological Research, to be submitted).
- 2) 應邀在上海 2018 藥物相互作用與臨床合理用藥精準分析國際研討會做大會報告“多囊卵巢綜合症的 Chemerin 新亞型生物標誌物”
 - 3) 正在申請 2 項中國專利；
 - 4) 人材培養：2 名博士後研究人員、3 名博士研究生參與此項目，分別負責樣本前處理方法優化、液質聯用檢測方法的建立、數據分析、動物實驗及相關病理指標檢測，在此過程中，3 位研究生的實驗操作技能、數據分析及結果闡述等方面獲得了較大的提高，已具備一定的獨立開展實驗的能力。

5. 進一步工作

- 1) 整理已有數據，完成文章的投稿；
- 2) 進一步實驗驗證：膽汁酸類成分通過膽汁酸-FXR-chemerin 起到改善 PCOS 的作用機制。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Chemerin isoform analysis in human biofluids using an LC/MRM-MS-based targeted proteomics approach with stable isotope-labeled standard	Hao Huang, Tian-Tian Tong, Lee-Fong Yau, Jing-Rong Wang, Mao-Hua Lai, Chun-Ren Zhang, Xiao-Hui Wen, Shu-Na Li, Kun-Yin Li, Jian-Qiao Liu, Hong-Xia Ma, Benjamin K Tsang, Zhi-Hong Jiang	Analytica Chimica Acta	7
期刊論文	Amide Derivatives of Ginkgolide B and Their Inhibitory Effects on PAF-Induced Platelet Aggregation	Qiang Shang, Xiaobo Zhou, Ming-Rong Yang, Jing-Guang Lu, Yu Pan, Guo-Yuan Zhu, Zhi-Hong Jiang	ACS Omega	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A tRNA-derived fragment of ginseng protects heart against ischemia/reperfusion injury via targeting the lncRNA MIAT/VEGFA pathway	Kua Hu, Tong-Meng Yan, Kai-Yue Cao, Fang Li, Xiao-Rong Ma, Qiong Lai, Jin-Cheng Liu, Yu Pan, Jun-Ping Kou, Zhi-Hong Jiang	Molecular Therapy-Nucleic Acids	0
期刊論文	The therapeutical effects of 6 cholic acids from “Xiongdan” on PCOS and the relationship with chemerin	Tian-Tian Tong, Lee-Fong Yau, Hao Huang, Zhi-Hong Jiang	Pharmacological Research (to be submitted)	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	0	0

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	Chemerin 蛋白亞型用作多囊卵巢綜合症的診斷標誌物
成果特點	多囊卵巢綜合症 (PCOS) 是一種生殖障礙和代謝紊亂綜合症，病因複雜，機制不明確，在育齡婦女群體中發病率較高，且其症狀往往伴隨著多個方面的病理生理特徵改變，涉及遺傳、內分泌、糖脂代謝、蛋白質代謝及卵巢局部調控因素等變化，是婦科及內分泌領域研究的熱點和難點問題。臨床上為了降低漏診、誤診的發生率，先後提出了 3 個診斷標準：NIH、Rotterdam 和 AES 標準。當前我國及本澳臨床診斷 PCOS 主要基於 Rotterdam 標準，同時加入了超聲波診斷及臨床高雄激素表現等準則輔助診斷。Chemerin 向來被視為 PCOS 疾病的重要臨床檢測指標之一，chemerin 蛋白在人體內分佈廣泛又與多種疾病密切相關，其所含蛋白亞型的生理活性差異巨大，而當前主要檢測手段還局限於以抗體粗略識別部分肽段為原理的生物方法如 Western Blot、商品化 ELISA kit 等，此類方法不僅無法識別 chemerin 具體亞型，定量檢測結果也差異極大。諸多研究已證明，不同的 chemerin 蛋白亞型生理活性迥異，157S 被視為具有最強生物活性，而人工重組的 156F 活性次之，163S 與 158K 活性大幅降低，155A 與 154F 則並無任何生理活性。鑒於 chemerin 生物意義以及當前分析手段的不足，開發一種更低成本、更高效率、更為精準的 LC-MS 方法，用以分析檢測不同生物樣本中的 chemerin 亞型，不僅僅是分析方法上的改進，基於此方法開發的檢測技術對於臨床疾病診斷與治療更具有實際指導意義。 本項目組前期開發出一種精準分析檢測臨床樣本中 chemerin 蛋白各亞型的方法，且發現了與 PCOS 疾病相關的 2 個 chemerin 蛋白亞型生物標誌物。此兩個生物標誌物（chemerin-157S, chemerin-156F）不僅在臨床樣本中能區分 PCOS 患者與健康人，且在動物體內水準也得到了驗證，表明其是一類極有潛力的診斷標誌物。
技術成熟度	近年來，基於 MRM 靶向蛋白質組技術所建立的分析方法在識別重大疾病標誌物方面有影響廣泛的應用與報導。雖有學者利用 MALDI-TOF 蛋白分析技術檢測 chemerin，但受儀器本身屬性所限，大多並未進行定量分析，或者重現性和精密度都不理想。本項目組開發 chemerin 各亞型專屬的 MRM 靶向定性與定量液質聯用檢測分析方法，合成對應的非放射性重同位素標記肽，作為內標物加入到不同樣本中根據質譜峰面積比進行絕對定量，同時完成方法學考察，並將此方法應用於大量臨床樣本（PCOS 患者和健康人）的 chemerin 亞型分析，篩選到了兩個兩個重要的生物標誌物，以期可輔助臨床診斷與治療。
應用範圍	對於已知序列的蛋白質而言，開發基於 MRM 的特定分析方法，用於量化複雜樣品中特定的蛋白質或任何亞型，具有其它方法所不可比擬的優勢，這在同時檢測多個蛋白或者其亞型時尤其顯著。利用本項目所建立的 MRM 靶向蛋白的 LC-MS 檢測方法，用以分析不同生物樣本中的 chemerin 乃至其他類似生物標誌蛋白；精準確認生物標誌物，輔助臨床預防與診療。
投產條件和預期經濟效益	待定
合作方式	技術轉讓或聯合生產，具體合作方式可商議。

技術成果名稱	不同類型膽汁酸成分作為製備治療 PCOS 藥物的應用及藥物製劑		
成果特點	現階段臨床上用於治療 PCOS 的藥物使用方案眾多，但療效評價不一，其機制則完全未知。臨床常用對症治療藥物包括①高雄激素血症治療；②胰島素抵抗治療；③調整月經週期；④促排卵治療。對於 PCOS 的治療，西藥具有明確的療效，但存在不良反應及多種併發症，臨床應用受到一定的限制；而中藥在預防 PCOS 併發症的發生、發展方面有一定的優勢，因此中藥也越來越多地被應用於 PCOS 的治療中。Chemerin 作為一種在 PCOS 患者體內異常表達的脂肪因數，極可能成為 PCOS 新的治療靶點。膽汁酸是一類由肝臟合成分泌、腸道菌群代謝產生的固醇類物質，具有調節糖、脂、能量代謝的生物學效應。迴圈膽汁酸譜紊亂被報導與病態肥胖、2 型糖尿病、非酒精性脂肪性肝病等代謝性疾病的發生發展密切相關。本項目首次對不同類型的膽汁酸開展 PCOS 藥效研究，為拓寬其臨床應用範圍提供科學依據。基於前期 PCOS 臨床樣本中 chemerin 蛋白各亞型的質譜分析，發現了與 PCOS 顯著相關的具體 chemerin 亞型。通過建立 PCOS 大鼠模型，在動物體內水準驗證與 PCOS 疾病診治相關的 chemerin 蛋白亞型（chemerin-157S, chemerin-156F）；同時基於建立的 PCOS 大鼠模型給予藥物幹預，篩選出具有確切療效的膽汁酸成份，驗證其作用機理之後開發現代製劑，是治療 PCOS 的最優解決策略。		
技術成熟度	藥理實驗中構造 PCOS 大鼠的模型採用的策略以激素造模為主，常規包括丙酸睾丸酮、脫氫表雄甾酮（DHEA）、雙氫辜酮（DHT）、雌激素、孕激素聯合人絨毛膜促性腺激素（HCG）、孕激素聯合胰島素、來曲唑（Letrozole）造模等，其中以 DHEA 較常見，但從蛋白質水準考慮，來曲唑造模法模型大鼠病理生理特徵最為接近於人類 PCOS 特徵。以具體蛋白亞型為靶標線索，探究不同膽汁酸幹預治療 PCOS 的機制與通路。基於建立 PCOS 大鼠模型，通過考察體重、卵巢指數、子宮指數、卵巢組織病理學分析、激素類指標生化檢測以及 chemerin 蛋白各亞型的質譜定量分析；從 8 個膽汁酸單體中篩選出能夠有效改善 PCOS 症狀的治療藥物。實驗結果表明 GDCA、TDCA、UDCA、GUDCA 和 TUDCA 均可通過改善 PCOS 大鼠卵巢病理狀態，改善性激素內環境以及 chemerin-157S 亞型水準對 PCOS 大鼠產生藥效作用。		
應用範圍	本項目基於構建多囊卵巢綜合症大鼠模型並採用不同藥物干預治療，結合前述精準分析檢測技術，不僅可驗證與 PCOS 發病及治療相關的 chemerin 亞型生物標誌物，還可以從相關中藥化合物庫中挖掘出可調控 chemerin 水平，進而改善 PCOS 症狀、起到治療效果的天然有效成分，為中藥治療 PCOS 提供更完善的科學依據。		
投產條件和預期經濟效益	待定		
合作方式	技術轉讓或聯合生產，具體合作方式可商議。		
聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路，澳門科技大學 H 座 835 室		
聯系人	姜志宏	電話	(853) 8897 2777
網址	https://scholar.must.edu.mo/scholar/100223	傳真	(853) 2882 5886

優化的多針孔準值器以改善腦部的單光子發射電腦斷層掃描

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0091/2019/A2	澳門大學	莫昇萍	優化的多針孔準值器以改善腦部的單光子發射電腦斷層掃描

項目摘要

1. 研究背景

神經系統疾病是目前導致全球人民殘疾和死亡的主要原因之一。其中兩種最常見的腦部神經系統疾病分別是阿爾茨海默病 (AD) 和帕金森病 (PD)。隨著人口老齡化趨勢的增長，AD 和 PD 患者數逐年增加，對各國造成重大負擔。就 AD 而言，2018 年全球估計有 5000 萬人患病，到 2050 年這一數字預計將增加兩倍。至於 PD，2016 年全球約有 610 萬人患病，造成 320 萬殘疾和廿多萬人死亡。澳門作為平均壽命最長的地區之一，也正面臨 AD 與 PD 的挑戰。

到目前為止，這兩種腦部疾病都沒有治癒的方法，最有效的治療方法是早期干預。對 AD 及 PD 的早期診斷主要是通過核磁共振成像 (MRI)、正電子發射斷層掃描 (PET) 和單光子發射電腦斷層掃描 (SPECT) 進行。相較於 MRI 與 PET，SPECT 檢測價格更便宜且其使用的放射性同位素半衰期更久，更易獲取。但是用於腦部 SPECT 的傳統低能高解析度 (LEHR) 平行孔準值器檢測效率與空間解析度均較低，導致了較長的採集時間，圖像品質尚待提升。與平行孔準值器相比，扇形光束準值器與針孔準值器對於較小視野 (field-of-view, FOV) 能提高解析度與檢測效率的權衡。其中針孔準值器可以使投影在三個維度均放大，與扇形光束準值器相比能進一步提高成像性能。另外，多針孔 (multi-pinhole, MPH) 準值器可以透過多個針孔同時產生多個投影來共用探測器，與單針孔和平行孔準值器相比，能更進一步提高系統的靈敏度和解析度。

在此之前，我們基於 FDCT 基金 (079/2011/A3) 成功設計並構建了用於高性能臨床心臟和臨床前成像的多功能 MPH 準值器。該準值器成功安裝在 GE-Infinia 鷹眼 SPECT 掃描器上，顯示出優於傳統 LEHR 準值器的性能。人腦研究是國內外研究熱點，而且澳門大學成立了認知與腦科學研究中心，成為澳門研究人腦功能的領先機構。憑藉以往豐富的 MPH 成像研究經驗，我們的研究團隊旨在開發和評估一套基於臨床常用 SPECT/CT 掃描器的腦部 MPH 準值器，以提升目前臨床腦 SPECT 的效能。

2. 研究目標

- 1) 基於理論計算設計並優化兩套腦部 SPECT 多針孔準值器（通用模式 (MPGP) 和高解析度模式 (MPHR)）；
- 2) 用分析和蒙特卡羅模擬 (MCS) 的方法對兩套準值器進行評估；
- 3) 使用多準則決策方法 PROMETHEE 對兩套準值器系統與現有的腦部掃描器系統的設計進行比較；
- 4) 組裝系統並使用假體驗證其性能。

3. 簡介研究工作的主要進展

經過三年的研究，項目對以上問題的解決方法取得了一些實質性的進展，具體表現為：

- 1) 設計並優化了兩套腦部 SPECT 的多針孔準值器，其中 MPGP 具有較高的靈敏度，適用於較大的 FOV 任務如 AD 成像。而 MPHR 具有較高的解析度，適用於較小的 FOV 任務如 PD 成像。
- 2) 分別使用了分析和 MCS 的方法對兩套準值器進行評估。結果表明，在不同投影數下，針孔準值器不同的孔數對圖像品質有影響，隨著投影數的減少，需要更多的針孔達到最好的性能。基於臨床需求，九針孔被我們選擇作為最優的針孔數，MPGP 的孔徑稍大於 MPHR。
- 3) 使用 PROMETHEE 的方法對我們設計的兩套針孔準值器與現有的腦部掃描器系統的設計進行了比較，結果表明我們設計的準值器具有相對更好的性能。
- 4) 成功生產九針孔 MPGP 準值器兩個，九針孔 MPHR 準值器兩個，安裝於 GE-Infinia 鷹眼雙探頭 SPECT 掃描器上，並進行了初步假體測試，展視了與模擬實驗相符的靈敏度與空間解析度。

4. 研究成果與應用

本項目的設計與研究成果已發表於 4 篇國際論文上，另有 5 篇會議論文和兩套多針孔準值器樣品，成果在數個頂級國際會議上發表，並榮獲了 1 個青年研究家獎和兩個會議學生資助，一個澳門科學技術獎自然科學獎三等獎。培育了一位博士後，兩位博士生和兩位碩士生。

5. 進一步工作

應用此設計於臨床 PD 與 AD 病人並驗證其效果。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Respiratory Impacts on Static and Respiratory gated 99mTc-MAA SPECT/CT for Liver Radioembolization- a Simulation Study	Lu ZL, Chen GF, Lyu YQ, Chen Y* and Mok GSP*	Medical Physics, 2022 August; 49(8): 5330-5339	SCI
2. 期刊論文	The Effects of Mismatch between SPECT and CT Images on Quantitative Activity Estimation – A Simulation Study	Lyu YQ, Chen GF, Lu ZL, Chen Y* and Mok GSP*	Zeitschrift fuer Medizinische Physik, 2022, in press	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
3. 期刊論文	Evaluation of Different CT Maps for Attenuation Correction and Segmentation in Static ^{99m} Tc-MAA SPECT/CT for ⁹⁰ Y Radioembolization Treatment Planning – a Simulation Study	Lu ZL, Chen GF, Lin KH, Wu TH and Mok GSP*	Medical Physics, 2021 July;48(7):3842-3851	SCI
4. 期刊論文	The Clinical Utilities of Multi-pinhole SPECT	Ozsahin I, Chen L Konik A, King MA, Beekman FJ and GSP MOK*	Quantitative Imaging in Medicine and Surgery, 2020;10(10):2006-2029	SCI
5. 會議論文	Performance Evaluation of Different Detector Positions in Multi-pinhole Brain SPECT with Limited Angular Views	Huang WB and Mok GSP	Online, poster presentation at 13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology, Kyoto, Japan, September 7 – 11, 2022 (Hybrid)	NA
6. 會議論文	Development of a Digital Brain Phantom Population for Radionuclide Imaging Research in Parkinson Disease	Huang WB and Mok GSP	Online, poster presentation at 2022 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Milano, Italy, November 5 – 12, 2022 (Hybrid)	EI
7. 會議論文	Investigations of Pinhole Numbers and Projection Views in Multi-pinhole Brain SPECT	Huang WB and Mok GSP	Online, poster presentation at 2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, October 16 – 23, 2021 (Virtual)	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
8. 會議論文	BoXPECT: High Sensitivity Multi-Pinhole Brain SPECT	Ozsahin I, Ozsahin DU, Makarov PA, Onyebuchi C and Mok GSP	Online, poster presentation at 2020 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, October 31 – November 7, 2020, Boston, USA (Virtual)	EI
9. 會議論文	Performance Evaluation of Adaptive Multi-Pinhole Collimators for SPECT	Ozsahin I and Mok GSP	Poster presentation at 2019 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, October 26 – November 2, 2019, Manchester, UK	EI
10. 獲獎	Performance Evaluation of Different Detector Positions in Multi-pinhole Brain SPECT with Limited Angular Views	Huang WB	13th Congress of the World Federation of Nuclear Medicine and Biology, Kyoto, Japan, September 7 – 11, 2022 (Hybrid), Young Investigator Award	NA
11. 獲獎	Development of a Digital Brain Phantom Population for Radionuclide Imaging Research in Parkinson Disease	Huang WB	2022 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, Milano, Italy, November 5 – 12, 2022 (Hybrid), Trainee Grant Award	NA
12. 獲獎	Investigations of Pinhole Numbers and Projection Views in Multi-pinhole Brain SPECT	Huang WB	2021 IEEE Nuclear Science Symposium and Medical Imaging Conference, October 16 – 23, 2021 (Virtual), Trainee Grant Award	NA

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
13. 獲獎	核醫學物理研究及其於精準醫學的應用	Mok GSP	澳門科學技術發展基金 (FDCT), 2020 年 6 月 22 日 , 澳門科學技術獎 , 自然科學獎三等獎	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	2	-	-

室溫高鋰離子電導率固態電解質的理性設計及其在固態全電池的應用研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0092/2019/A2	澳門大學	劉宏超	室溫高鋰離子電導率固態電解質的理性設計及其在固態全電池的應用研究

項目摘要

1. 研究背景

為應對大型儲能領域、電動汽車及便攜式電子設備的迅猛發展，開發高效、安全、高功率和能量密度的新型電池勢在必行。在目前所有已商業化儲能器件中，鋰離子電池由於其較高的能量密度 ($> 150 \text{ Wh/kg}$)、優異的循環穩定性、自放電率低和較好的安全性能而備受關注。目前商業化鋰離子電池的電解質採用的是液態有機電解質，一般由高濃度鋰鹽和有機溶劑組成，因此電池在使用過程中會存在安全隱患。相對於液態電解液，固態電解質能夠解決液態電解質所存在的副反應、洩露、腐蝕問題，並能抑制鋰枝晶，從而顯著得改善電池的使用壽命，可從根本上解決電池使用過程中的安全問題。同時，固態電解質不揮發，一般均為不易燃燒的非液態材料，在高的溫度、電壓和電流條件下也表現出非常好的耐受性，使電池具有很好的安全性能。此外，固態電解質材料具有很寬的電壓視窗，這為提高鋰離子電池能量密度提供了重要途徑。另外，固態電解質一般對水汽不敏感，能夠在空氣中保持較好的電化學穩定性，可大大降低電解液及電池儲存帶來的成本。因此，發展固態電解質及全固態電池對提高目前鋰離子電池安全性能、能量及功率密度及循環性能至關重要，極具非常重要的科學意義和實際應用價值。

2. 研究目標

目前固態鋰電池主要存在固態電解質離子導電率低、與電極材料固固介面阻抗大的科學難題，嚴重製約了其大規模實際應用。因此，本項目研究目的是通過固態電解質設計，解決固態電解質在室溫下存在離子電導率低和電極介面相容性差的問題，研究固態電解質的組成對鋰離子電導率、介面阻抗及鋰電池性能影響規律，揭示複合電解質中離子傳輸機制及電極介面穩定性，為設計高性能全固態電池提供技術支撐和理論基礎，以滿足我國對新能源汽車動力電池對高能量密度、高安全鋰電池的迫切需求。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 完成了複合固態電解質結構調控與可控合成，合成了一系列離子電導可調同時具有不同離子導電機理的複合固態電解質。
- 2) 研究了不同離子電導和複合固態電解質結構之間的構效關係，提出了原位雙功能改善電極電解質介面及離子電導行為新範式，完成了複合固態電解質內離子傳導機制及電極介面行為研究。

- 3) 提出了物理場調控鋰離子沉積方向的策略，得到了高能量密度高安全的金屬鋰負極，完成了三維離子導電網絡保護固態鋰金屬負極策略研究。

4. 研究成果與應用

- 1) 能源器件：高離子導電率的固態電解質 ($\geq 5 \times 10^{-4} \text{ S/cm}$)，基於此獲得高能量密度且循環穩定的全固態鋰電池，其循環壽命超過 150 次 (性能保持率 80%)。
- 2) 理論方法：揭示固態電解質組成與運行溫度區間對固態電解質離子導電率和介面阻抗變化的影響規律，提出電解質的導電率與介面優化機制。
- 3) 論文專利：在國際材料化學權威期刊發表論文 11 篇 (IF>10 的 7 篇)，申請專利 1 件。
- 4) 人才培養：培養博士生 5 名和博士後 1 名。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Recent Development on Surface-interface Chemistry of All-solid-state Lithium Batteries	湯育欣	Chemical Journal of Chinese Universities 42(4), 1005-1016 (2021).	SCI 論文
期刊論文	Interfacial Reinforcement Structure Design towards Ultrastable Lithium Storage in MoS ₂ -based Compositated Electrode	劉宏超， 湯育欣	Chemical Engineering Journal 416, 129094 (2021).	SCI 論文
期刊論文	Designing Advanced Vanadium-Based Materials to Achieve Electrochemically Active Multielectron Reactions in Sodium/Potassium-Ion Batteries	湯育欣	Advanced Energy Materials 10(42), 2002244 (2020).	SCI 論文
期刊論文	A Cation and Anion Dual Doping Strategy for the Elevation of Titanium Redox Potential for High-Power Sodium-Ion Batteries	湯育欣	Angewandte Chemie International Edition 132(29), 12174-12181 (2020).	SCI 論文

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Commercialization-Driven Electrodes Design for Lithium Batteries: Basic Guidance, Opportunities, and Perspectives	劉宏超， 湯育欣	Small 17(43), 2102233 (2021).	SCI 論文
期刊論文	Thermal-Responsive and Fire-Resistant Materials for High-Safety Lithium-Ion Batteries	湯育欣	Small 17(43), 2103679 (2021).	SCI 論文
期刊論文	In situ growth of ZnO/Ag ₂ O heterostructures on PVDF nanofibers as efficient visible-light-driven photocatalysts	劉宏超	Ceramics International 48(19), 27379-27387 (2022).	SCI 論文
期刊論文	Bimetallic-MOF-Derived Zn _x Co _{3-x} O ₄ /Carbon Nanofiber Composites Sorbents for High-Temperature Coal Gas Desulfurization	劉宏超	Environmental Science & Technology 56(23), 17288-17297 (2022).	SCI 論文
期刊論文	Rational construction of ZnO/CuS heterostructures-modified PVDF nanofiber photocatalysts with enhanced photocatalytic activity	劉宏超	RSC Advances 12, 34107-34116 (2022).	SCI 論文
期刊論文	Rational design of electrospun nanofibers for gas purification: Principles, opportunities, and challenges	湯育欣	Chemical Engineering Journal, 446,137099 (2022).	SCI 論文

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Temperature-dependent synthesis of SnO ₂ or Sn embedded in hollow porous carbon nanofibers toward customized lithium-ion batteries	劉宏超， 湯育欣	Science China Materials, 1-11 (2023).	SCI 論文
發明專利	複合固態電解質膜及其製備方法和應用及鋰離子電池	劉宏超， 湯育欣	專利申請號： 202211602913.1	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

高效率高功率密度大電壓轉換比的混合型DC-DC轉換器

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0093/2019/A2	澳門大學	路延	高效率高功率密度大電壓轉換比的混合型 DC-DC 轉換器

項目摘要

1. 研究背景

隨著雲計算、大數據、物聯網、人工智慧等新應用的興起，數據中心的服務器和通信網絡的能耗已經達到了驚人的水準。當水滴彙聚成河流，當弱電集聚成強電，資訊和通信行業的碳排放已經佔全球總排放量的 2%，和航空業相當。同時，隨著邊緣計算變得越來越普及，無人駕駛、無人機的實時視頻處理都需要安培（A）級別的電流供給。手機終端的 AI 加速晶片也給電池供電的設備的續航能力帶來了挑戰。在日益增加的功率和電流需求下，傳統的電源管理架構已經很難應對現有需求。

2. 研究目標

本項目對現有電源管理的轉換架構進行深入研究與對比，從根本上研究功率損耗的機理，通過發明新的 DC-DC 轉換架構來解決上述的大電壓轉換比、大輸出電流、高功率密度、低電壓晶體管承受高電壓等電源管理晶片設計中的核心問題。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本項目的支援下，項目團隊設計並採用商用 CMOS 集成電路工藝製程流片、硬體測試了 8 款新型功率轉換器晶片，超額完成了項目初期制定的目標。我們提出的新型功率轉換器設計在能量轉換效率晶片功率密度的綜合指標上達到了世界領先的水準，相關成果已多次發表在集成電路設計領域的頂級期刊 JSSC（固態電路期刊）和頂級會議 ISSCC（固態電路國際會議）上。

4. 研究成果與應用

本項目的主要成果與應用包括：

- 1) 一款應用於 AMOLED 顯示屏驅動的多路電壓輸出的新型混合型 DC-DC 架構，通過懸浮負電壓輸出端，實現了正電壓輸出端的超低紋波，適用於高品質顯示器。
- 2) 針對智慧手機手錶等應用，提出了一款新型架構開關電容串並聯電感的 DC-DC 架構，實現了能量轉換效率晶片功率密度的綜合指標上的領先。
- 3) 針對智能設備雙向無線快充，提出了三款混合架構的可重構的接收端降壓、發射端升壓的雙向無線充電能量收發晶片，可提升手機反向無線充電的功率和效率。

5. 進一步工作

本課題組在此高效率高功率密度功率轉換器的方向上，希望繼續往高集成的方向研究，特別是芯粒（Chiplet）和 3D 堆疊封裝的出現使得集成電路的設計有了更多的可能。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	A Single-Stage Dual-Output Regulating Rectifier With Hysteretic Current-Wave Modulation	Jie Lin, Yan Lu, Chenchang Zhan, Rui, P. Martins	IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 56, no. 9, pp. 2770–2780, Sep. 2021, doi: 10.1109/JSSC.2021.3071221.	SCI, EI
期刊論文	A 6.78-MHz Single-Stage Wireless Power Receiver with Ultra-Fast Transient Response Using Hysteretic Control and Multi-Level Current-Wave Modulation	Jie Lin, Chenchang Zhan, Yan Lu, Rui, P. Martins	IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 36, no. 9, pp. 9918–9926, Sep. 2021, doi: 10.1109/TPEL.2021.3062400.	SCI, EI
期刊論文	A Hybrid Single-Inductor Bipolar-Output DC–DC Converter With Floating Negative Output for AMOLED Displays	Fangyu Mao, Yan Lu, Edoardo Bonizzoni, F. Boera, Mo Huang, Franco Maloberti, and Rui P. Martins	IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 56, no. 9, pp. 2760–2769, Sep. 2021, doi: 10.1109/JSSC.2021.3062092.	SCI, EI
期刊論文	A 3-Phase Resonant Switched-Capacitor Converter for Data Center 48-V Rack Power Distribution	Chuang Wang, Yan Lu, Nan Sun, and Rui P. Martins	IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, vol. 68, no. 6, pp. 2714–2724, Jun. 2021	SCI, EI
期刊論文	A Highly-Integrated 3-Phase 4:1 Resonant Switched-Capacitor Converter with Parasitic Loss Reduction and Fast Pre-Charge Startup	Chuang Wang, Yan Lu, and R. P. Martins	IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 68, no. 7, pp. 2608–2612, Jul. 2021, doi: 10.1109/TCSII.2021.3060188.	SCI, EI
期刊論文	A Two-Phase Three-Level Buck Converter With Cross-Connected Flying Capacitors for Inductor Current Balancing	C. Wang, Y. Lu, M. Huang, and R. P. Martins	IEEE Transactions on Power Electronics, vol. 36, no. 12, pp. 13855–13866, Dec. 2021, doi: 10.1109/TPEL.2021.3084218.	SCI, EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A Reconfigurable Single-Stage Asymmetrical Full-Wave Step-Down Rectifier for Bidirectional Device-to-Device Wireless Fast Charging	F. Mao, Y. Lu, and R. P. Martins	EEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 57, no. 6, pp. 1888–1898, Jun. 2022, doi: 10.1109/JSSC.2022.3149921.	SCI, EI
期刊論文	An SC-Parallel-Inductor Hybrid Buck Converter With Reduced Inductor Voltage and Current	G. Cai, Y. Lu, and R. P. Martins	IEEE Journal of Solid-State Circuits, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1109/JSSC.2022.3213835.	SCI, EI
期刊論文	A Two-Phase Three-Level Buck DC–DC Converter With X-Connected Flying Capacitors for Current Balancing	Chuang Wang, Yan Lu, Mo Huang, and R. P. Martins	IEEE Solid-State Circuits Letters, vol. 3, pp. 442–445, 2020	ESCI, EI
會議論文	A Power-Efficient Hybrid Single-Inductor Bipolar-Output DC-DC Converter with Floating Negative Output for AMOLED Displays	Fangyu Mao, Yan Lu, Edoardo Bonizzoni, F. Boera, Mo Huang, Franco Maloberti, and Rui P. Martins	2020 IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC), Mar. 2020, pp. 1–4.	EI
會議論文	A Battery-Input Sub-1V Output 92.9% Peak Efficiency 0.3A/mm ² Current Density Hybrid SC-Parallel-Inductor Buck Converter with Reduced Inductor Current in 65nm CMOS	G. Cai, Y. Lu, and R. Martins	2022 IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC), Feb. 2022, vol. 65, pp. 312–314. doi: 10.1109/ISSCC42614.2022.9731576.	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	A 27W D2D Wireless Power Transfer System with Compact Single-Stage Regulated Class-E Architecture and Adaptive ZVS Control	X. Ma, Y. Lu, and W.-H. Ki	2022 IEEE International Solid- State Circuits Conference (ISSCC), Feb. 2022, vol. 65, pp. 1–3. doi: 10.1109/ISSCC42614.2022.9731724.	EI
會議論文	All Rivers Flow to the Sea: A High Power Density Wireless Power Receiver with Split-Dual-Path Rectification and Hybrid-Quad-Path Step-Down Conversion	Z. Lin, Y. Lu, F. Mao, C. Wang, and R. P. Martins	2022 IEEE Custom Integrated Circuits Conference (CICC), Apr. 2022, pp. 1–2. doi: 10.1109/CICC53496.2022.9772824.	EI
會議論文	Design of Diode-Connected and Cross-Connected CMOS Rectifiers with Adaptive Tuning for RF Energy Harvesting	X. Li, Y. Lu, and R. P. Martins	2021 IEEE Asia Pacific Conference on Circuit and Systems (APCCAS), Nov. 2021, pp. 141–144. doi: 10.1109/APCCAS51387.2021.9687776.	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	8	-	-

技術成果名稱	應用於 AMOLED 顯示屏驅動的多路電壓輸出的新型混合型 DC-DC 架構
成果特點	AMOLED 顯示器對正電源電壓敏感。因為 AMOLED 的驅動由電流源供電，正電壓的紋波會影響電流源的柵源極電壓 VGS，會顯著影響電流大小，所以正電壓紋波會造成螢幕閃爍。而負電源電壓只影響電流源的源漏極電壓 VDS，對電流影響可以忽略。 本項目提出了一種新型的混合型 DC-DC 轉換架構。通過懸浮負電壓輸出端的設計，可將正電壓上的紋波轉移到負電壓上去。從而實現了正電壓輸出端的超低紋波，適用於高品質顯示器。架構中的飛電容 CFLY 可以減少開關功率管上的電壓差，減少功率管電壓壓力，從而可以使用更低壓的功率晶體管，實現能量轉換效率的提升。
技術成熟度	TRL4：在商業 CMOS 工藝製程下，樣品硬體測試驗證成功。
應用範圍	AMOLED 顯示屏驅動晶片
投產條件和預期經濟效益	針對公司需求合作進行二次開發。可廣泛應用於各類電子設備中，如智能手機、平板、智能手錶等。
合作方式	IP 授權、合作二次開發

技術成果名稱	一款新型架構開關電容串並聯電感的 DC-DC 架構
成果特點	通過利用一個開關電容和電感串聯，減少電感兩端電壓差，並通過一個開關電容和電感並聯，減少電感上的電流值，從而很好地降低了對功率電感的需求，可以採用一個很小的功率電感，大大減少了功率轉換器的體積。
技術成熟度	TRL4：在商業 CMOS 工藝製程下，樣品硬體測試驗證成功。
應用範圍	便攜式、小型化智慧電子設備
投產條件和預期經濟效益	針對公司需求合作進行二次開發。可廣泛應用於各類電子設備中，如智能手機、平板、智能手錶等。
合作方式	IP 授權、合作二次開發



技術成果名稱	單級可重構的帶電壓調製的雙向無線充電收發晶片
成果特點	針對智能設備雙向無線快充，提出了三款混合架構的可重構的接收端降壓、發射端升壓的雙向無線充電能量收發晶片，可提升手機反向無線充電的功率和效率。
技術成熟度	TRL4：在商業 CMOS 工藝製程下，樣品硬體測試驗證成功。
應用範圍	手機及智能設備間的雙向無線充電。便攜式、小型化智慧電子設備。
投產條件和預期經濟效益	針對公司需求合作進行二次開發。可廣泛應用於各類電子設備中，如智能手機、平板、智能手錶等。
合作方式	IP 授權、合作二次開發

聯系地址	中國澳門 氹仔 大學大馬路 澳門大學 N21 座 3014 房		
聯系人	路延	電話	(853)8822 4408
網址	https://ime.um.edu.mo/people/yanlu/	傳真	-

應用於物聯網通信的多功能微帶天線關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0095/2019/A2	澳門大學	祝雷	應用於物聯網通信的多功能微帶天線關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著物聯網通信系統的飛速發展，迫切需求其具備定位、遙控、電子對抗等高精性能。而天線作為通信系統的關鍵部件，其性能直接決定了通信設備的傳輸速率和範圍。為了增強設備的通信效率和範圍，天線需具備寬頻、多頻、高增益、多極化等多功能特性。相較於其它天線，微帶天線具備天然的超低剖面優勢。因此，本項目擬展開對小型化多功能微帶天線的設計與研究。

2. 研究目標

- 1) 揭示微帶天線的多模輻射方向圖調控機理。
- 2) 提出微帶天線的超低剖面、高增益、寬頻 / 多頻、多極化特性的實現方法。
- 3) 實現多種高性能微帶天線的設計。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 在新型微帶天線的設計方面，首先基於腔模理論和傳輸線理論模型的分析，確立了應用於不同場景下具有各式工作特性的平面天線設計方向。其次，針對不同的應用場景對天線的需求，建立了模式選擇、增益提升、波束控制、極化綜合等理論方法，提供了有效的新型微帶天線設計方案體系。最終，本項目研製並實現了一系列高性能天線，如高定向性、低剖面的圓極化天線，超寬帶諧波抑制的全向天線，波束可調的頻率掃描天線等，極大豐富了在物聯網通信中的高性能天線設計方案。
- 2) 在高性能頻率選擇結構的設計方面，基於多模式理論以及濾波綜合方法，建立了一套寬頻、多頻頻選表面綜合設計方法，並實現多款寬頻、雙帶頻率選擇表面，為提升天線的輻射性能並應對複雜的天線應用環境，提供了理論與技術方法。
- 3) 在平面電路的設計方面，對應用於物聯網通信天線饋電網絡中的多種關鍵器件進行了深入研究，提出多款高性能器件設計方案，實現了具有濾波特性的寬帶移相器和功分器，寬帶的帶阻濾波器等，這一系列器件極大提升了天線系統的工作性能。

4. 研究成果與應用

本項目基於設計多功能、高性能平面天線的目標，截止目前共發表期刊論文 48 篇、會議論文 4 篇，其中有 26 篇發表在行業頂級期刊 IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques (TMTT) 和 IEEE Transactions on Antennas and Propagation (TAP) 上。

5. 進一步工作

本項目接下來將繼續圍繞微帶天線多功能設計的目標，進一步實現具有多種高性能的天線設計方案。此外，本項目將聚焦天線工作模式可調、功能可切換的研究上，結合高性能頻率選擇表面的工作基礎，實現微帶天線輻射及散射特性的智慧調節，為下一代移動與物聯網通信提供有效的理論基礎和設計方案。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Dual-Band Circular Polarizers With Versatile Polarization Conversions Based on Aperture-Coupled Patch Resonators	Jin-Ming Xie	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 7, pp. 5584-5596, July 2022	SCI/EI
2. 期刊論文	A Fully Packaged Bandpass Filter on Stripline Patch Resonator With Wide Upper Stopband	Feng Huang	IEEE Microwave and Wireless Components Letters (in press)	SCI/EI
3. 期刊論文	Theory and design of quasi-lumped-element wideband filtering phase shifters	Yun-Peng Lyu	International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 32, no. 9, e23257, May, 2022.	SCI/EI
4. 期刊論文	Design Approach for a Dual-Band Circularly Polarized Slot Antenna With Flexible Frequency Ratio and Similar In-Band Gain	Yanhui Xu	IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 21, no. 5, pp. 1037-1041, May 2022.	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
5. 期刊論文	A Compact Narrow-Width Endfire Leaky Wave Antenna on Coplanar Stripline	Junbing Duan	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 4, pp. 3011-3016, April 2022	SCI/EI
6. 期刊論文	Wideband Balanced Filters With Intrinsic Common-Mode Suppression on Coplanar Stripline-Based Multimode Resonators	Zhao-An Ouyang	IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers, vol. 69, no. 6, pp. 2263-2275, June 2022	SCI/EI
7. 期刊論文	Design of Low-Profile Compact MIMO Antenna on a Single Radiating Patch Using Simple and Systematic Characteristic Modes Method	Jiang-Feng Lin	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 3, pp. 1612-1622, March 2022	SCI/EI
8. 期刊論文	Compact EH ₀ -Mode Microstrip Leaky-Wave Antenna With Enhanced Gain in Broadside	Hui-Dong Li	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 3, pp. 1837-1845, March 2022	SCI/EI
9. 期刊論文	Compact and High-Order On-Chip Wideband Bandpass Filters on Multimode Resonator in Integrated Passive Device Technology	Yun-Peng Lyu	IEEE Electron Device Letters, vol. 43, no. 2, pp. 196-199, Feb. 2022	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
10. 期刊論文	Synthesis Design of Dual-Band Differential Phase Shifters With Independent Filtering Passbands and Predetermined Phase Shifts	Lei-Lei Qiu	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 69, no. 2, pp. 1791-1799, Feb. 2022	SCI/EI
11. 期刊論文	Numerical Short-Open-Load (SOL) Calibration Technique for Accurate Extraction of Electrically-Small Planar/Non-Planar Microstrip-Line Circuits	Junbing Duan	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 70, no. 4, pp. 2067-2076, April 2022	SCI/EI
12. 期刊論文	Low-Profile High-Directivity Dual-Beam Circularly Polarized Antennas Under Operation of Two Odd Modes	Jiang-Feng Lin	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 1, pp. 6-16, Jan. 2022	SCI/EI
13. 期刊論文	Dual-Band Dual-Mode Patch Antenna With High-Gain and Wide-Beam Radiations in Two Respective Bands	Zhong-Xun Liu	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 12, pp. 8058-8068, Dec. 2021	SCI/EI
14. 期刊論文	A New Miniaturized Broadband Multiway and Polyphase Differential Phase Shifter on Single-Layer PCB Substrate	Yun-Peng Lyu	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 12, pp. 5305-5316, Dec. 2021	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
15. 期刊論文	Design of adjustable-dual-beam and constant-polarization antenna by odd mode of coupled-patch in central symmetry	Jiang-Feng Lin	International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 32, no. 1, e22949, Oct, 2021	SCI/EI
16. 期刊論文	A Low-Profile Decoupling Structure for Mutual Coupling Suppression in MIMO Patch Antenna	Tianqi Pei	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 10, pp. 6145-6153, Oct. 2021	SCI/EI
17. 期刊論文	An EH ₀ -Mode Microstrip Leaky Wave Antenna on Differentially Excited Coupled Line for Transversal Single-Beam Radiation	Junbing Duan	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 10, pp. 6941-6946, Oct. 2021	SCI/EI
18. 期刊論文	Wideband Butler Matrix Based on Dual-Layer HMSIW for Enhanced Miniaturization	Lei-Lei Qiu	IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 32, no. 1, pp. 25-28, Jan. 2022	SCI/EI
19. 期刊論文	Wideband Balanced-to-Balanced Microstrip-to-Coplanar Strip Transitions With Intrinsic Common-Mode Suppression	Zhao-An Ouyang	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 8, pp. 3726-3736, Aug. 2021	SCI/EI
20. 期刊論文	Wideband Balanced Filters With Intrinsic Common-Mode Suppression Using Coplanar Strip Double-Sided Shunt-Stub Structures	Zhao-An Ouyang	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 8, pp. 3770-3782, Aug. 2021	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
21. 期刊論文	Synthesis Design of Filtering Differential Phase Shifters of Independently Suppressed Harmonics	Lei-Lei Qiu	IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 68, no. 8, pp. 2760-2764, Aug. 2021	SCI/EI
22. 期刊論文	A Generalized Synthesis Technique for High-Order and Wideband 3-D Frequency-Selective Structures With Chebyshev Functions	Hanxuan Li	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 7, pp. 3936-3944, July 2021	SCI/EI
23. 期刊論文	A folded higher-mode slot antenna with enhanced bandwidth and radiation pattern reshaping	Yanhui Xu	International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 31, no. 9, e22777, Sep, 2021	SCI/EI
24. 期刊論文	A transversal single-beam EH ₀ -mode microstrip leaky-wave antenna on coupled microstrip lines under differential operation	Jun-Bing Duan	IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 20, no. 4, pp. 592-596, Apr. 2021	SCI/EI
25. 期刊論文	Dual-band filtering differential phase shifter using cascaded wideband phase shifter and bandstop network with two same phase shifts	Lei-Lei Qiu	IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 31, no. 3, pp. 261-264, Mar. 2021	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
26. 期刊論文	Low-profile high-directivity circularly-polarized differential-fed patch antenna with characteristic modes analysis	Jiang-Feng Lin	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 2, pp. 723-733, Feb. 2021	SCI/EI
27. 期刊論文	An EH ₀ -mode microstrip leaky-wave antenna with transversal single beam via periodical loading of shorting pins and U-shaped slots	Jun-Bing Duan	IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 19, no. 12, pp. 2187-2191, Dec. 2020	SCI/EI
28. 期刊論文	Single-layer dual-mode microstrip antenna with no feeding network for pattern diversity application	Hui Deng	IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 19, no. 12, pp. 2442-2471, Dec. 2020	SCI/EI
29. 期刊論文	Wideband phase shifters with miniaturized size on multiple series and shunt resonators: proposal and synthetic design	Yun-Peng Lyu	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 68, no. 12, pp. 5221-5234, Dec. 2020	SCI/EI
30. 期刊論文	A Compact Omnidirectional Patch Antenna With Ultrawideband Harmonic Suppression	Zhong-Xun Liu	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 68, no. 11, pp. 7640-7645, Nov. 2020	SCI/EI
31. 期刊論文	Wideband bandstop filters based on wideband 180° phase shifters	Lei-Lei Qiu	IET Microwaves Antennas and Propagation, vol. 14: 1662-1670, Sep. 2020	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
32. 期刊論文	Wideband Bandpass Frequency-Selective Structures on Stacked Slotline Resonators: Proposal and Synthetic Design	Hanxuan Li	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 68, no. 10, pp. 7068-7078, Oct. 2020	SCI/EI
33. 期刊論文	Proposal of coplanar stripline series stub structure for wideband bandpass filters	Zhao-An Ouyang	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 68, no. 8, pp. 3397-3407, Aug. 2020	SCI/EI
34. 期刊論文	Design of dual-band filtering power dividers with designable port-to-port isolation network	Yun Liu	International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, e22717, Apr. 2021	SCI/EI
35. 期刊論文	Designs of planar pattern manipulation surfaces using patch resonating elements loading with dual-polarized slots for multi-user systems	Tian-Xi Feng	International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 32, no. 10, e22717, Oct. 2022	SCI/EI
36. 期刊論文	Design of n-Way Wideband Filtering Power Dividers With Good Port-Port Isolation	Yun Liu	IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 69, no. 7, pp. 3298-3306, July 2021	SCI/EI
37. 期刊論文	A Dual-Band Dual-Circularly-Polarized Slot Antenna with Stable In-Band Gain and Reduced Frequency Ratio Under Triple Resonance	Yanhui Xu	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2022 (in press)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
38. 期刊論文	A Unified Synthesis Method for Series-Fed Networks Under Equal/ Unequal Distributions with Bandwidth Enhancement	Yun-Peng Lyu	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2022 (in press)	SCI/EI
39. 期刊論文	Synthesis Design of Bandpass Frequency Selective Surface With Multiple Transmission Zeros Using Slotline Structures	Wanping Zhang	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2022 (in press)	SCI/EI
40. 期刊論文	Dual-Frequency Microstrip Leaky-Wave Antenna for High-Gain Broadside Radiation	Hui-Dong Li	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 8, pp. 6560-6570, Aug. 2022	SCI/EI
41. 期刊論文	3-D Pattern Modulation Surfaces Using Short-Circuited Slotline Structure: Proposal, Design, and Implementation	Tian-Xi Feng	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2022 (in press)	SCI/EI
42. 期刊論文	High-Order Bandpass Polarization Rotator Based on Aperture-Coupled Patch Resonators	Jin-Ming Xie	IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 20, no. 9, pp. 1809-1813, Sept. 2021	SCI/EI
43. 期刊論文	Single- and dual-band high-order bandpass frequency selective surfaces based on aperture-coupled dual-mode patch resonators	Jin-Ming Xie	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 69, no. 4, pp. 2164-2141, Apr. 2021	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
44. 期刊論文	A compact omnidirectional patch antenna with ultra-wideband harmonic suppression	Zhong-Xun Liu	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 68, no. 11, pp. 7640-7645, Nov. 2020	SCI/EI
45. 期刊論文	Microstrip-line EH1/EH2-mode leaky-wave antennas with backward-to-forward scanning	Peng-Fei Zhang	IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, vol. 19, no. 12, pp. 2363-2367, Dec. 2020	SCI/EI
46. 期刊論文	Wideband filtering differential phase shifter with enhanced harmonic suppression	Lei-Lei Qiu	IEEE Microwave and Wireless Components Letters, vol. 31, no. 5, pp. 445-448, May 2021	SCI/EI
47. 期刊論文	Coplanar waveguide-serially-connected coplanar strip dual stub structure for wideband bandpass filters	Zhao-An Ouyang	International Journal of RF and Microwave Computer-Aided Engineering, vol. 31, no. 4, e22571, Apr. 2021	SCI/EI
48. 期刊論文	High-order bandpass frequency selective surface based on aperture-coupled patch resonators under dual resonance	Jin-Ming Xie	Electronics Letters, vol. 56, no. 25, pp. 1409-1411, Dec. 2020	SCI/EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	12	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	48	-	-

基於網絡藥理學對豨薟草新型倍半萜 Leocarpinolide B 治療類風濕性關節炎的藥理學和生物藥劑學評價

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0096/2019/A2	澳門大學	余華	基於網絡藥理學對豨薟草新型倍半萜 Leocarpinolide B 治療類風濕性關節炎的藥理學和生物藥劑學評價

項目摘要

1. 研究背景

Leocarpinolide B (LB) 為本課題組從傳統抗炎中藥豨薟草中分離得到的一個新型倍半萜類化合物，其抗炎活性超過豨薟草中國藥典質控指標成分奇壬醇 (Kirenol) 的 20 倍以上。作為豨薟草中的一個高效的抗炎活性成分，LB 不僅有望發展成為豨薟草質量控制的特異性指標成分，也具有開發成為治療類風濕關節炎 (RA) 新藥的潛力。

2. 研究目標

本項目結合植物化學、分析化學、網絡藥理學、細胞藥理學、分子生物學、動物藥效學、生物藥劑學等多個學科的研究方法，系統研究了：1) LB 體外抗炎活性及作用機制；2) LB 治療 RA 的潛在蛋白靶點；3) LB 體內 RA 的有效性；4) LB 的主要生物藥劑學特徵。為進一步完善豨薟草質量標準以及開發以 LB 為主要成分的治療 RA 的新藥提供研究基礎和實驗數據。

3. 研究工作主要進展簡介

本項目的執行期為 3 年 (2019.09.15-2022.09.15)，從製備工藝、細胞藥效、動物藥效及生物藥劑學等方面對 LB 治療 RA 的前景進行了綜合評估。主要取得了以下研究成果：

- 1) 完成了高純度 LB 製備方法的優化。
採用本研究建立的“低溫超聲萃取 - 液液萃取 - 矽膠柱分離 - 製備液相純化”的製備工藝，實現了高純度 LB 樣品快速、穩定的製備。
- 2) 完成了 LB 治療類風濕關節炎的細胞藥效學評價。
在各類與 RA 疾病相關的細胞 (包括小鼠 / 人源巨噬細胞以及人源關節滑膜細胞) 上建立相應的炎症模型，驗證了 LB 治療 RA 的有效性；揭示了 LB 通過多途徑 (抗炎、抗氧、抗細胞異常增殖) 作用於巨噬細胞及關節滑膜細胞治療 RA 的效應。
- 3) 完成了 LB 治療 RA 作用機制的預測及實驗驗證。
結合網絡藥理學及轉錄組學 (RNA 測序) 的研究方法，篩選出與 LB 治療 RA 關係最為密切重要蛋白靶點及上調基因。通過細胞實驗的驗證，闡明瞭 LB 通過調控抗炎、抗氧化等相關通路中關鍵蛋白與其治療 RA 的潛在分子機制，並證明瞭 Keap1 蛋白作為重要的蛋白靶點在 LB 治療 RA 中的關鍵作用。

4) 完成了 LB 治療 RA 的動物藥效學評價。

在 RA 小鼠模型上評價 LB 治療 RA 的有效性。研究結果表明，口服 LB 顯著降低 RA 小鼠血清及關節肌肉組織中炎症相關因數的水準，並一定程度上矯正了 RA 導致的 T 淋巴細胞表達失衡。結合影像學及病理學的分析，觀察到 LB 顯著改善 RA 導致小鼠踝關節、趾關節中滑膜、軟骨及骨的病理改變。LB 對 Nrf2 信號通路相及下游相關抗炎及抗氧化蛋白的調節作用，是 LB 發揮 RA 治療的關鍵機制。

5) 完成了 LB 主要生物藥劑學特徵的評價。結合體內外模型的分析，LB 的胃腸道吸收受到外排轉運蛋白的調控，可能影響其口服生物利用度。此外，LB 具有較強的紅細胞 / 血漿蛋白結合率，並在體內發生快速變化。

4. 研究成果與應用

本項目建立了 LB 的製備方法，完成了其治療類風濕關節炎的有效性及生物藥劑學特徵的系統的評價，為 LB 作為稀莨草質量控制的評價指標及以 LB 為先導化合物的新藥研發奠定了基礎。

項目執行期間，共發表了 SCI 研究論文 6 篇；申請中國發明專利 1 項；參加學術會議 8 人次；培養碩士生（7 人）、博士生（5 人）、研究助理（7 人）及博士後（2 人）。

5. 進一步工作

以治療 RA 活性為導向，針對 LB 理化特性及成藥性的不足之處，對其結構進行改造和優化，開發系列新型候選藥物分子，為發展具有自主知識產權的抗 RA 新藥物奠定基礎。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Leocarpinolide B attenuates LPS-induced inflammation on RAW264.7 macrophages by mediating NF-κB and Nrf2 pathways	Linghu KG, Ma QS, Zhao GD, Xiong W, Lin L, Zhang QW, Bian Z, Wang Y, Yu H	European Journal of Pharmacology, 2020 Feb 5; 868: 172854.	SCI ; 引用次數：9
期刊論文	Siegesbeckia orientalis L. extract alleviated the collagen type II-induced arthritis through inhibiting multi-targets-mediated synovial hyperplasia and inflammation	Linghu KG†, Xiong SH†, Zhao GD, Zhang T, Xiong W, Zhao M, Shen XC, Xu W, Bian Z, Wang Y, Yu H	Frontiers in Pharmacology. 2020 Aug 28; 11: 547913.	SCI ; 引用次數：4

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	<i>Sigesbeckia glabrescens</i> Makino extract attenuated the collagen-induced arthritis through inhibiting the synovial hyperplasia and inflammation	Ma QS†, Linghu KG†, Zhang T, Zhao GD, Xiong W, Xiong SH, Zhao M, Xu W, Yu J, Yu H	Chinese Medicine, 2020 Aug 27; 15: 91.	SCI ; 引用次數 : 0
期刊論文	Brij-functionalized chitosan nanocarrier system enhances the intestinal permeability of P-glycoprotein substrate-like drugs	Xiong W, Xiong SH, Chen QL, Linghu KG, Zhao GD, Chu JMT, Wong GTC, Li J, Hu YJ, Wang YT, Yu H	Carbohydrate Polymers. 2021 Aug 15; 266: 118112.	SCI ; 引用次數 : 4
期刊論文	<i>Sigesbeckia orientalis</i> L. Derived Active Fraction Ameliorates Perioperative Neurocognitive Disorders Through Alleviating Hippocampal Neuroinflammation	Chu JMT†, Abulimiti A†, Wong BSH, Zhao GD, Xiong SH, Zhao MM, Wang Y, Chen Y, Wang J, Zhang Y, Chang RCC, Yu H, Wong GTC	Frontiers in Pharmacology. 2022 Mar 17; 13:846631.	SCI ; 引用次數 : 3
期刊論文	Anti-inflammatory/anti-oxidant properties and the UPLC-QTOF/MS-based metabolomics discrimination of three yellow camellia species	Zhao M, Linghu KG, Xiao L, Hua T, Zhao G, Chen Q, Xiong S, Shen L, Yu J, Hou X, Hao E, Du Z, Deng J, Bai G, Chen X, Li L, Li P, Yu H	Food Research International. 2022 Oct; 160:111628.	SCI ; 引用次數 : 0
專利申請	一種倍半萜類化合物的新的應用	余華，王一濤，令狐克剛，趙冠丁	中國發明專利，申請中。申請日期：2019.10.11	n/a

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
學術會議	Sigesbeckia glabrescens Makino extract attenuated the collagen-induced arthritis through inhibiting the synovial hyperplasia and inflammation	Ma QS, Linghu KG, Zhang T, Zhao GD, Xiong W, Xiong SH, Zhao MM, Xu W, Yu J, Yu H.	外地， 口頭報告， 4 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 30/11-05/12, 2020.	n/a
學術會議	Sigesbeckia orientalis L. extract alleviated the collagen type II-induced arthritis through inhibiting multi-targets-mediated synovial hyperplasia and inflammation	Linghu KG, Xiong SH, Zhao GD, Zhang T, Xiong W, Zhao MM, Shen XC, Xu W, Bian ZX, Wang YT, Yu H.	外地，口頭報告 (博士生報告)， 4 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 30/11-05/12, 2020.	n/a
學術會議	Interaction of combined glycyrrhizic acid on the pharmacokinetics and liver toxicity of methotrexate	Xiong SH, Xiong W, Linghu KG, Liang HS, Chen QL, Xu W, Huang RY, Xu W, Yu H.	外地，口頭報告 (碩士生報告)， 4 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 30/11-05/12, 2020.	n/a
學術會議	Structural characterization and discrimination of three yellow camellia species with UPLC-QTOF-MS/MS based metabolomics and their anti-inflammatory/anti-oxidant activities on RAW264.7 cells	Zhao MM, Linghu KG, Zhao GD, Xiong SH, Ma QS, Chen QL, Hua TY, Yu JY, Shen LY, Hou XT, Du ZC, Deng JG, Chen XJ, LI P, Yu H.	外地，口頭報告 (博士生報告)， 4 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 30/11-05/12, 2020.	n/a

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
學術會議	澤接枝殼聚糖共聚物多途徑提高小檗堍口服胃腸道吸收	熊煒，熊世航， 陳綺玲，趙冠丁， 王一濤，余華	外地，邀請報告， 2020 年海峽兩岸 暨港澳生物材料與 組織再生青年科 學家學術會議。 13-16/11/2020	n/a
學術會議	The “whole ingredients extract” of Radix Astragali improves the symptoms of dextran sulfate sodium-induced ulcerative colitis in mice through systemic immunomodulation	Linghu KG, Ma QS, Xiong SH, Zhao MM, Chen QL, Xu Wen, Chen MW, Zhang JY, Xu Wei, Yu H.	外地， 口頭報告， 6 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 05-13/08, 2022 (Online); 07-09/08, 2022 (On site)	n/a
學術會議	Leocarpinolide B attenuated the collagen type II-induced rheumatoid arthritis via regulating Keap1/Nrf2 signal pathway in mice	Linghu KG, Zhao GD, Zhang T, Xiong SH, Ma QS, Yu H.	外地，口頭報告， 6 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 05-13/08, 2022 (Online); 07-09/08, 2022 (On site)	n/a
學術會議	GC-MS-based metabolomics and anti-inflammatory investigations to characterize the quality of essential oils from Bupleuri chinense DC. and B. scorzonifolium Willd.	Zhao MM, Xiao LX, Linghu KG, Zhao GD, Chen QL, Shen LY, Yu JY, Parsa D, Ma QS, Xiong SH, Zhang JM, Yu H.	外地，口頭報告 (博士生報告)， 6 th International Symposium on Phytochemicals in Medicine and Food. 05-13/08, 2022 (Online); 07-09/08, 2022 (On site)	n/a

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	Sigesbeckia orientalis L. extract alleviated the collagen type II-induced arthritis through inhibiting multi-targets-mediated synovial hyperplasia and inflammation	Linghu KG, Xiong SH, Zhao GD, Zhang T, Xiong W, Zhao MM, Shen XC, Xu W, Bian ZX, Wang YT, Yu H.	授獎機構：International Association of Dietetic Nutrition & Safety. 授獎時間：05/12, 2020。 獎勵名稱：最佳博士生論壇獎（令狐克剛）	n/a
獲獎	Interaction of combined glycyrrhizic acid on the pharmacokinetics and liver toxicity of methotrexate	Xiong SH, Xiong W, Linghu KG, Liang HS, Chen QL, Xu W, Huang RY, Xu W, Yu H.	授獎機構：International Association of Dietetic Nutrition & Safety. 授獎時間：05/12, 2020。 獎勵名稱：最佳碩士生報告獎（熊世航）	n/a

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	9	5

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	新型抗炎抑制劑 LB 在製備抗炎藥物中的應用
成果特點	LB 作為抗炎抑制劑的新用途，及其在製備抗炎藥物中的應用。該抑制劑能夠有效抑制 LPS 誘導所致的一氧化氮 (NO) 和前列腺素 (PGE2) 的釋放，抑制細胞因子 IL-6，TNF- α 及 MCP-1 的分泌以及活性氧 ROS 的產生。同時，其也可以抑制 NF- κ B 信號通路及下游蛋白 iNOS 和 COX-2 的表達，並抑制了啟動蛋白 AP-1(p-c-Jun) 的核移位，使得其具有良好的抑制炎症的效果，起到了良好的炎症抑制作用。
技術成熟度	在炎症細胞模型上，完成了對 LB 抗炎的藥效學評價及藥理作用機制的探討；在類風濕關節炎的動物模型上，完成了 LB 治療類風關的藥效學評價。 目前基本達到 TRL3 技術成熟度（構想驗證關鍵應用或概念證明的確立：確認應用的關鍵領域研究，初步實驗量測驗證個別技術成分的分析預測）。
應用範圍	作為新型抗炎抑制劑，LB 適用於類風濕關節炎等炎症性疾病的治療，可進一步用於抗炎新藥及新製劑的開發。
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	專利轉讓，技術合作。

聯系地址	澳門大學中華醫藥研究院		
聯系人	余華	電話	(853) 8822 8540
網址	https://sklqrcm.um.edu.mo/hua-yu/	傳真	(853) 2884 1358

工程化自體來源單核細胞重塑再生免疫微環境 促進糖尿病創傷癒合

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0097/2019/A2	澳門大學	王春明	工程化自體來源單核細胞重塑再生免疫微環境促進糖尿病創傷癒合

項目摘要

1. 研究背景

現有傷口治療方法可以有效修復正常傷口，但是對於像糖尿病導致的癒合困難的慢性傷口作用有限。糖尿病傷口無法癒合的一個重要生物學障礙是：啟動癒合的早期巨噬細胞無法像在正常傷口中那樣轉變為促修復表型，從而導致多方面細胞功能障礙。目前尚不清楚哪種類型的免疫細胞最適合輸送到傷口環境以糾正局部免疫生態微環境。所以尋找合適的治療方法，來糾正糖尿病傷口的局部免疫生態微環境，進行創傷修復和皮膚再生，具有重要的學術意義和臨床應用前景。

2. 研究目標

本研究針對糖尿病傷口的獨特病理機制，擬在體外誘導出一種自體，非腫瘤來源的修復型單核細胞，其具有抑炎和促進修復的功能，可以調控創傷局部的免疫細胞表型與活性，從而促進創傷癒合與組織修復。本研究的目標是 1) 將自體單核細胞誘導為特定表型、2) 表型鑒定、3) 體外傷口癒合功能的驗證 4) 體內促進糖尿病創面癒合驗證。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目按照研究計劃如期完成，取得了豐富詳實的成果。

第一，我們受腫瘤相關巨噬細胞 (TAM) 在腫瘤發展過程中產生大量免疫抑制和增殖因數的啟發，探索了用 TAM 的條件培養基 (TAMs-CM) 培養小鼠骨髓來源的巨噬細胞製備 TAM 培養的巨噬細胞 (TAMEM) 的條件。

第二，為了評估 TAMEM 的表型，我們使用批量 RNA 測序 (RNA-seq) 和高通量單細胞 RNA 測序 (scRNA-seq)，分析 TAMEM 與 M2/M1/M0 巨噬細胞之間的異同，發現 TAMEM 表現出獨特的促修復和抗炎表型。並通過比較 TAM 和 TAMEM 的 scRNA-seq 資料發現 TAMEM 部分概括了 TAM 的修復特徵。

第三，使用多種生物學方法驗證 TAMEM 在體外細胞模型中多方面促癒合的功能。流式細胞術分析、IF 染色和 RT-qPCR 實驗結果表明 TAMEM 通過旁分泌信號解決炎症。Matrigel 測定、劃痕實驗、qPCR、蛋白質印跡和 IF 染色實驗表明 TAMEM 刺激血管生成和成纖維細胞生長，具有促癒合的功能。

第四，進一步驗證 TAMEM 在體內促進糖尿病傷口癒合的能力。使用生物材料支架將 TAMEM 輸送到傷口創面，從各個方面評估了治療結果。組織學染色 (H&E)、Masson 三色染色、流式細胞術、

RT-qPCR 實驗結果表明 TAMEM 解決糖尿病傷口的炎症，促進肉芽組織增厚，膠原蛋白沉積，重建血管系統，有效促進糖尿病小鼠模型中創面的修復。

第五，用重組蛋白混合物替代 TAM，在不使用任何腫瘤衍生細胞的情況下將正常巨噬細胞訓練成修復性 TAMEM^C。我們分別在不同的人和鼠組中進行了誘導，通過實驗驗證了 TAMEM^C 和 TAMEM 之間的相似性，可以調節局部免疫平衡，恢復正常脈管系統，具有促進傷口癒合的修復作用。

4. 研究成果與應用

綜上所述，本研究獲得了一種新的自體，非腫瘤來源的修復型巨噬細胞 TAMEM，它和 TAM 在調節炎症消退和組織再生的基因方面表現出相似的表達模式。並基於 TAMs-CM 的組成，獲得了由 9 個因數誘導而成 TAMEM-C，其具有促進皮膚傷口癒合，重建有組織的脈管系統的功能，且製備過程沒有使用腫瘤成分，具有再生醫學的高轉化潛力。

5. 進一步工作

基於本專案順利的進展和良好的結果，本課題正在設計誘導出一種類似 TAMEM-C 但不完全相同的免疫細胞，希望在保持 TAMEM-C 精華功能的前提下，減少使用的蛋白因數，獲得一種可以使用更少但更關鍵蛋白因數誘導出的仍具有傷口癒合組織修復功能的細胞。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Tumor-associated macrophages-educated reparative macrophages promote diabetic wound healing	Ruoyu Mu , Chuming Wang*	EMBO Mol Med. 2022 Dec 21:e16671	SCI
2. 期刊論文	Reprogramming the immune niche for skin tissue regeneration - From cellular mechanisms to biomaterials applications	Ruoyu Mu , Chuming Wang*	Adv Drug Deliv Rev. 2022 Jun;185:114-298	SCI
3. 期刊論文	A “Bridge-Building” Glycan Scaffold Mimicking Microbial Invasion for In Situ Endothelialization	Ruoyu Mu , Yuhan Zhang , Chuming Wang*	Adv Mater. 2021 Oct;33(42):e2103490.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
4. 期刊論文	Delivering Antisense Oligonucleotides across the Blood-Brain Barrier by Tumor Cell-Derived Small Apoptotic Bodies	Yulian Wang , Chunming Wang, Lei Dong	Adv Sci (Weinh). 2021 May 4;8(13): 2004929.	SCI
5. 期刊論文	Smectite promotes probiotic biofilm formation in the gut for cancer immunotherapy	Congwei Han , Chuming Wang	Cell Rep. 2021 Feb 9;34(6):108-706	SCI
6. 期刊論文	Dedifferentiation: inspiration for devising engineering strategies for regenerative medicine	Yongchang Yao, Chunming Wang	NPJ Regen Med. 2020 Jul 31;5:14.	SCI
7. 期刊論文	Transforming the spleen into a liver-like organ in vivo	Lintao Wang, Chunming Wang	Sci Adv. 2020 Jun 10;6(24):eaaz9974.	SCI
8. 期刊論文	High-salt diet inhibits tumour growth in mice via regulating myeloid-derived suppressor cell differentiation	Wei He , Chunming Wang	Nat Commun. 2020 Apr 7;11(1):1732.	SCI
9. 期刊論文	Destructing biofilms by cationic dextran through phase transition	Yurong Li, Chunming Wang, Lei Dong	Carbohydr Polym. 2022 Mar 1;279:118778	SCI
10. 期刊論文	A phase-transfer catalyst-based nanoreactor for accelerated hydrogen sulfide bio-imaging	Panfei Xing, Chunming Wang	Nanoscale. 2021 Nov 25;13(45):19049-19055	SCI
11. 期刊論文	Biomaterial-based physical regulation of macrophage behaviour	Huiqun Zhou, Chunming Wang	J Mater Chem B. 2021 May 5;9(17):3608-3621.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
12. 期刊論文	A method to measure the denatured proteins in the corona of nanoparticles based on the specific adsorption of Hsp90ab1	Shang Liu, Chunming Wang, Lei Dong	Nanoscale. 2020 Aug 7;12(29):15857- 15868.	SCI
13. 專利	修復型巨噬細胞、培養液及其應用	Chunming Wang, Ruoyu Mu, Zhe Zhang	China Invention, 202110918004.8, 11-Aug-21	-
14. 專利	一種誘導劑、巨噬細胞及其應用	Chunming Wang, Ruoyu Mu, Zhe Zhang	China Invention, 202110947887.5, 18-Aug-21	-
15. 獲獎	2022 年度澳門特區研究生科技獎	Ruoyu Mu	澳門科技技術發展基金， 16-Nov-22，澳門特別行政區研究生科技研發獎，地區級	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	2	-

技術成果名稱	修復型巨噬細胞、培養液及其應用
成果特點	• 一種細胞治療的方法，可促進難癒合創傷的癒合修復。 • 已申請中國專利。 • 發表國際頂刊 EMBO 論文，得到廣泛報導。 • 符合澳門經濟多元化方針及澳門重點發展產業方向。 • 可與各種與醫藥、保健、金融相關的企業；醫院和診所合作。 • 將開展臨床試驗，開發細胞治療產品，前景廣闊。
技術成熟度	• 已使用人來源細胞驗證功效。 • 已使用轉基因動物糖尿病模型驗證。
應用範圍	可用於外科醫學；整形醫學；糖尿病護理；美容。
投產條件和預期經濟效益	面談
合作方式	面談

聯系地址	澳門大學 N22-6011		
聯系人	王春明	電話	(853) 8822 4696
網址	https://sklqrcm.um.edu.mo/chun-ming-wang/	傳真	-

靶向人腸道菌 β -葡萄糖醛酸苷酶抑制緩解抗癌藥伊利替康對結直腸癌病人的腸毒性

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0098/2019/A2	澳門大學	燕茹	靶向人腸道菌 β -葡萄糖醛酸苷酶抑制緩解抗癌藥伊利替康對結直腸癌病人的腸毒性

項目摘要

1. 研究背景

作為世界範圍內第三大癌症死因，近年來，結直腸癌 (CRC) 在年輕人中的發病率和死亡率也呈上升趨勢。伊利替康 (IRT) 是 CRC 的一線治療藥物，但腸道菌 β -葡萄糖醛酸酶 (GUSs) 將其代謝物 SN-38G 代謝啟動產生 SN-38 而導致 30-40% 的患者發生嚴重腹瀉，是 IRT 臨床劑量強化的限制因素。

2. 研究目標

有必要分析不同 CRC 患者代謝 SN-38G 去葡萄糖醛酸化的能力差異，鑒別與不同 SN-38G 代謝型密切相關的微生物及代謝酶標籤，在此基礎上，探索能實現對 IRT 增效減毒的特異性干預策略。

3. 簡介研究工作的主要進展

本研究首先分析了 90 例 CRC 患者糞菌代謝 SN-38G 的能力，確認 CRC 患者存在三種 SN-38G 代謝型，即快 (EM, 25/90)、慢 (PM, 27/90) 和中度 (MM, 38/90) 代謝型；隨後通過糞菌移植 (FMT) 研究，發現接受 EM 糞菌的假無菌小鼠 (Pseudo germ-free, PGF) 出現不同程度的死亡，與移植了 PM 糞菌的 PGF 小鼠相比，其體重降低及腸道損傷更嚴重、腹瀉指數更高，並伴隨更高的腸組織 SN-38 的蓄積水準以及糞菌 GUS 活性；進一步通過宏基因組測序發現 CRC 患者中 SN-38G 的 EM 和 PM 代謝型的腸道微生物組成有顯著差異，EM 患者的 α 多樣性更高；此外，對 FMT 研究中不同組動物在經抗生素處理、FMT 以及給予 IRT 後其糞菌組成進行 16S rRNA 測序分析，發現接受 EM 和 PM 各組 (EMM 組和 PMM 組) 動物糞菌的 α 多樣性沒有顯著差別，但菌群結構變化不同，EMM 組 Campilobacterota 門豐度較高，而 Actinobacteriota, Proteobacteria 和 Verrucomicrobiota 門在 PMM 中顯著富集；體外代謝研究顯示，CRC 患者中多個顯著增加的 GUS 表達菌及其重組表達的 GUS 蛋白均可催化 SN-38G 的去葡萄糖醛酸反應，釋放 SN-38，通過分子對接分析，初步發現了影響 SN-38G-GUS 蛋白互作的多個結構因素；最後，採用基於人混合腸道菌蛋白的 GUS 抑制劑篩選結合分子對接預測，發現中藥桑白皮中的多個 Diels-Alder 加合物成分能有效抑制 EM 患者糞菌對 SN-38G 的代謝啟動，其中代表性化合物 SGG 經口服後能顯著緩解 IRT 對健康動物的腸毒性，其作用優於陽性對照藥阿莫沙平。

4. 研究成果與應用

研究證實，CRC 患者糞菌存在不同的 SN-38G 代謝型，FMT 可使 PGF 動物獲得 EM 或 PM 的代謝表型，而使用廣譜的腸道菌 GUS 抑制劑能有效抑制 EM 糞菌對 SN-38G 的去葡萄糖醛酸化，並在

體內緩解 IRT 腸毒性，以上研究發現表明，腸道菌 GUSs 對 SN-38G 的不同代謝型是造成 CRC 患者對 IRT 腸毒性（遲髮型腹瀉）存在顯著個體差異的重要原因；體內體外抑制研究的結果支持 GUS 抑制是實現 IRT 或類似機制引起的藥物不良反應的有效策略。

相關研究成果已發表論文 6 篇，包括 SCI 論文 3 篇（影響因數均 >5），國際 / 全國會議論文 8 篇，會議報告 7 人次，會議獎勵 1 人次；先後有 6 名博士生、7 名碩士生、1 名研究助理、1 名本科生參與該課題的研究工作。

5. 進一步工作

本項目研究的實驗工作已全部完成，主要研究目標已經達到，CRC 患者腸道菌群的宏基因組分析以及 FMT 實驗中不同組動物的腸道菌 16S rRNA 測序數據分析還在進行中。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Inhibition and structure-activity relationship of dietary flavones against three Loop 1 human gut microbial β -glucuronidases.	Panpan Wang, Rongrong Wu, Yifei Jia, Puipui Tang, Qingwen Zhang, Yafan Wang, Ru Yan	International Journal of Biological Macromolecules. Sep 9, 2022 online. 2022;220: 1532-1544	SCI
期刊論文	Discovery of a naturally occurring broad-spectrum inhibitor against gut bacterial β -glucuronidases from Ginkgo biloba.	Yue Bai; Lu Chen; Panpan Wang, Yu-Qiang Tang; Da-Chang Wu; Cui-Li Zhang; Qi Zhou; Ru Yan, Jie Hou	Food & Function. 2021,12(22): 11190-11201.	SCI
期刊論文	Human gut bacterial β -glucuronidase inhibition: An emerging approach to manage medication therapy[J].	Panpan Wang , Yifei Jia, Rongrong Wu, Zhiqiang Chen, Ru Yan	Biochemical Pharmacology, 2021, 190114566.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	腸道菌群代謝藥物研究進展	Jia Yifei, Wang Panpan, Chen Yijia, Yan Ru	藥學進展 Progress In Pharmaceutical Sciences 2020,44 (2):83-99.	-
期刊論文	腸道菌群 β- 葡萄糖醛酸甘酶 與中草藥的互作關 係研究進展	陳智強，湯帥， 張暢煊，李婷， 陳宏綺，燕茹	藥學學報 2022. DOI: 10.16438/ j.0513-4870.2022- 1091	-
期刊論文	靶向抑制腸道菌 β- 葡萄糖醛酸甘酶精 準調控腫瘤化療	吳蓉蓉、陳智強、 賈翼菲、陳宏綺、 王盼盼、燕茹	中國臨床藥理學 與治療學雜誌 2021;26(8): 964-974.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	8	1

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	來源於桑屬植物的 DA 加合物在製備 β -G 抑制劑中的應用（中國專利申請公開號 CN 114796194 A）
成果特點	本發明採用混合人糞菌總蛋白和 / 或組合 GUS- 表達菌株和 / 或純化 GUS 蛋白的三合一（3-in-1）BGUS 活性導向的抑制劑篩選策略，從來源於桑屬植物的中藥桑白皮提取物中分離篩選出一系列能較好抑制人 BGUSs 的 DA 加合物類成分，其中代表性化合物 SGG 證實在體內能有效緩解伊利替康引起的小鼠腸毒性，在體外、體內模型上均顯示廣譜的 BGUSs 抑制特點，同時抑制腸上皮細胞轉運子 OATP2B1 對 SN-38 的攝取，這種廣譜 BGUSs 抑制以及雙環節（SN-38 腸道產生和重攝取）阻斷的作用特點使其較以單一 GUS 酶（如大腸桿菌 GUS）篩選的抑制劑具有更大的優越性和臨床應用潛力。
技術成熟度	本技術成果已建立成熟有效的以活性為導向的 BGUSs 抑制劑篩選系統；具備完善的從中藥材桑白皮中提取，分離，純化和鑒定 DA 加合物的技術流程；已分離純化獲得 5 個對 BGUSs 具有廣譜抑制活性的 DA 類化合物；在體外、體內、分子對接等水準完成對代表性化合物 SGG 的廣譜 BGUSs 抑制作用評估，在動物模型上成功阻斷伊利替康的腸毒性。上述一系列篩選、評估技術具有易操作，可重複，成本低的特點，已達到技術成熟度 TRL3 的標準。
應用範圍	腸道菌 BGUSs 抑制劑用於治療和 / 或預防該酶介導的去葡萄糖醛酸化產物在腸道積累導致的不良反應或疾病。不良反應包括藥源性腹瀉和 / 或非甾體類抗炎藥相關性腸病（如服用伊利替康、瑞戈非尼等抗癌藥引起的腹瀉、雙氯芬酸鈉、吲哚美辛、布洛芬和酮洛芬中的至少一種非甾體類抗炎藥引起的腸病）或疾病如結直腸癌、乳腺癌等。
投產條件和預期經濟效益	常規藥物實驗室即可開展 DA 化合物分離和基於三合一 BGUSs 廣譜抑制劑篩選體系的工作；廣譜抑制劑（DA 化合物）具有廣泛的臨床應用價值，後續研究可申請臨床實驗，最終產生新藥用於改善用藥及疾病治療。
合作方式	技術轉讓或合作開發

聯系地址	中國澳門氹仔大學大馬路澳門大學		
聯系人	燕茹	電話	(853) 8822 4682
網址	https://sklqrcm.um.edu.mo/ru-yan/	電郵	ruyan@um.edu.mo

基於語言學先驗知識指導的自關注神經機器翻譯模型

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0101/2019/A2	澳門大學	黃輝	基於語言學先驗知識指導的自關注神經機器翻譯模型

項目摘要

1. 研究背景

目前，機器翻譯研究的主要方法是基於神經網絡深度學習方法，其中，自關注神經網路架構是當前主要的神經機器翻譯模型，通過使用注意力機制建模句子內部的依存關係，在機器翻譯應用中取得了出色的效果。然而，自關注網路機器翻譯模型仍然缺乏語言學先驗知識的指導，限制了其翻譯性能的進一步提高。本項目針對神經網路的黑盒屬性，難以量化自關注網路對於不同語言學特徵的學習能力，從分析模型架構學習能力、探究模型訓練策略、以及評估模型的翻譯能力等三個方面展開研究：1) 分析自注意力模型各個組成部分對不同語言特徵的學習能力，設計相關檢測的子任務來挖掘不同子空間特徵之間的資訊交互；2) 從模型訓練的角度，分析模型不同階段的訓練狀態，設計相關的訓練策略，量化數據難易程度標準，以及度量模型的訓練能力，提升模型的學習效率；3) 針對目前翻譯系統評測方法的不足，從評測方法以及評測數據層面，考慮新的評測係數並引入評測演算法，提升模型翻譯能力的評估效果。基於以上研究成果，構建基於自關注神經網路架構的中葡機器翻譯系統平臺。本項目研究的基於自關注神經網路模型為機器翻譯提供了理論和技術基礎，研究成果在國際頂級的學術期刊和學術會議發表了相關的學術論文，為未來基於自關注神經網路方法的機器翻譯提供重要的參考和借鑑。同時，所研究的技術成果以及構建的中葡機器翻譯平臺向學術界、企業和大眾公開使用與共用。

2. 研究目標

本項目的研究目標有以下幾個方面：

- 1) 模型架構的學習能力：分析自注意力模型各個組成部分對不同語言特徵的學習能力，設計相關檢測的子任務來挖掘不同子空間特徵之間的資訊交互。首先，研究細微性語言學特徵探測方法，設計針對不同語言學特徵的探索方法，以量化不同語言學特徵對機器翻譯品質的影響；針對自關注網路所缺乏的語言學特徵，研究先驗知識指導偏量以修正注意力權重分佈的方法，同時保持原模型並行計算的優勢；研究基於自關注網路多頭機制的資訊融合方法，以改進多頭自關注模型的資訊交互和抽取能力。
- 2) 翻譯模型的訓練效率：從整體翻譯模型的訓練角度，研究基於課程學習的夢想訓練框架與演算法；首先，定義訓練數據的難易程度，設計數據不同難度的度量方法，以及課程內容的劃分與調度策略；研究模型不確定性和模型置信度的計算方法，來衡量模型的學習週期和模型學習的停止條件；同時，研究和設計不同適合機器翻譯任務的課程學習架構和策略，目的是改善翻譯模型的訓練效率以及改善模型的翻譯性能。
- 3) 模型翻譯質量的評估：目前的機器翻譯質量評測方法還是停留在文本級別的匹配，沒法充分地反映機器翻譯結果的好壞，針對此問題，本項目研究新的翻譯質量評估方法，分別由評測

演算法以及測試數據兩個層面進行重新思考翻譯質量的評測。參考人類考試的做法，將研究引入細顆細微性的翻譯難度係數到系統評測演算法，更好地反映翻譯系統的翻譯能力。

3. 簡介研究工作的主要進展

根據研究計劃，本項目的研究工作已經順利完成，以下將說明研究工作的進展情況：

- 1) 首先，全面調研了國內外基於深度學習機器翻譯技術的狀況、當前方法的優缺點和存在的問題。詳細分析了自關注神經網路架構的神經機器翻譯模型和存在的問題，在此基礎上，分別設計了相關的研究策略。
- 2) 對模型的網絡架構和學習方法進行了深入探索和研究，並取得了大量的成果：1) 首先，從語言學角度出發，設計了多個不同任務的分類器來檢測和驗證模型對不同語言資訊的學習能力，如詞法、詞序（句法）、短語等信息；2) 在此基礎上，提出了使用相應的策略來指導模型的學習方式，更好地捕捉詞與上下文的依存關係，在預測詞與詞之間的關聯關係的同時，動態地修正關注詞的權重分佈，提高模型整體翻譯能力；3) 構建不同的編碼網絡結構來提取句子的局部和全域資訊，同時嘗試各種資訊融合方法，在解碼時動態地權衡使用局部和全域資訊；4) 基於 Multi-head Attention 機制和 Multi-view 的學習策略，強化模型在對句子編碼時關注句的不同資訊，包括：上下文資訊、句子的前綴和後綴資訊、短語資訊、詞序資訊等，設計新的學習演算法來指導模型的學習。
- 3) 針對機器翻譯模型學習過程的優化，提出了基於詞向量範數的機器翻譯課程學習方法。合理地安排模型的學習課程能避免模型過早的陷入局部最優值，提升模型的訓練效率與最終性能。主要由兩方面來優化整體模型的學習效率，並提出了：1) 基於詞向量範數的句子難易度評價准則；2) 基於詞向量範數的模型學習策略；3) 基於詞向量範數的句子權重方法；4) 基於不確定性的課程學習框架；5) 基於自步學習的模型學習策略；以及 6) 提出元 — 課程學習框架並用於跨領域的機器翻譯任務。實驗結果表明我們的方法在模型效果與訓練加速上都顯著優於已有方法。
- 4) 對於機器翻譯系統性能的評估方法，針對目前評測方法的不足，引入句子翻譯的難度係數，由原來只考慮整個句子為對象的做法，細化到以詞為單位檢測方法，並引入基於詞層次的翻譯難度作為其評測要素，實現更細細微性的來評估翻譯系統之間的翻譯能力，並提出了：1) 基於翻譯難度的機器翻譯評測演算法；2) 從評測參考數據的角度，篩選從具有代表性（價值）的測試數據，來更好地區分各個翻譯系統之間的差異；以及 3) 針對多樣評測情景的機器翻譯質量估計統一框架（UniTE）。
- 5) 在以上研究成果的基礎上，整合上述所開發的模型和訓練演算法，改善了線上的中葡機器翻譯系統。

4. 研究成果與應用

- 1) 分析了目前最流行的神經機器翻譯模型與其性能，設計了多種檢驗模型對不同資訊學習能力的方法，提出改善翻譯模型的結構、訓練框架和訓練演算法；
- 2) 開發了多種基於課程學習框架來提升翻譯模型的學習效率和模型的翻譯能力；

- 3) 提出基於難度的機器翻譯系統性能評估算法，更細細微性地來考慮翻譯句子的難易程度來區分翻譯系統的能力，創建了 70 個有價值的測試數據集；
- 4) 搭建了基於互聯網的在線中葡、葡中機器翻譯系統，並免費對外開放（<http://nlp2ct.cis.um.edu.mo/NMT/>）；
- 5) 同時，在本項目的支援下完成研究論文共 23 篇，其中正式發表的重要（被 SCI 索引）期刊論文為 7 篇，國際學術會議 16 篇；
- 6) 申請專利 2 項；
- 7) 畢業博士生 2 名、碩士研究生 5 名、本科生 5 名；
- 8) 參加國際重要的機器翻譯評測 WMT2021，獲得了 5 個第一和 2 個第二；以及在今年的 WMT2022，獲得了 1 個第一和 2 個第二的好成績。

5. 進一步工作

基於本項目的研究工作和基礎，項目組將聯合蘇州大學一起申請由國家自然科學基金與澳門科學技術發展基金聯合資助科研項目，針對以漢語為核心的低資源語言機器翻譯，進一步研究以澳門常用語言之間的翻譯，包括粵語－漢語、葡語－漢語、以及英語－漢語的翻譯，該項目是與蘇州大學計算機科學與技術學院、人類語言技術研究所共同承擔，進一步研究《以漢語為核心的低資源語言機器翻譯技術》。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Knowledge Modeling via Contextualized Representations for LSTM-based Personalized Exercise Recommendation	Huo, Yujia, Derek F. Wong, Lionel M. Ni, Lidia S. Chao, and Jing Zhang	Information Sciences, 523 (2020): 266-278	34
期刊論文	HeTROPY: Explainable Learning Diagnostics Via Heterogeneous Maximum-Entropy and Multi-Spatial Knowledge Representation	Huo, Yujia, Derek F. Wong, Lionel M. Ni, Lidia S. Chao, and Jing Zhang	Knowledge-Based Systems, 207 (2020): 1-10	7
期刊論文	Learning cognitive embedding using signed knowledge interaction graph	Huo, Yujia, Derek F. Wong, Lionel M. Ni, Lidia S. Chao, Jing Zhang, and Xin Zuo	Knowledge-Based Systems (2021): 107327	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Exploiting Translation Model for Parallel Corpus Mining	Chongman Leong, Xuebo Liu, Derek F. Wong, Lidia S. Chao	IEEE/ACM Trans. Audio, Speech & Language Processing, 29 (2021): 2829-2839	1
期刊論文	Context-Aware Self-Attention Networks for Natural Language Processing	Yang, Baosong, Longyue Wang, Derek F. Wong, Shuming Shi, and Zhaopeng Tu	Neurocomputing 458 (2021) 157-169	9
期刊論文	Challenges of Neural Machine Translation for Short Texts.	Yu Wan, Baosong Yang, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, Liang Yao, Haibo Zhang, and Boxing Chen	Computational Linguistics (Mar. 2022), pp. 1-21	1
期刊論文	Multi-view self-attention networks	Mingzhou Xu, Baosong Yang, Derek F. Wong, and Lidia S. Chao	Knowledge-Based Systems 241 (2022), p. 108268	1

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	5	5

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	-

技術成果名稱	中、葡、英機器翻譯系統		
成果特點	基礎功能 - 提供快速、高質量的葡中機器翻譯服務。 - 支持中葡、葡中、中英、英中互譯。 特色功能 - 支持交互式翻譯，用戶可以使用先驗知識干預譯文生成。 - 開放的 API 開發接口，可以將中、葡、英翻譯系統內嵌到用戶的工作流程中。 - 系統自身增量式學習，翻譯質量不斷提高。		
技術成熟度	目前技術成熟度已經到達 TRL 5 級，系統正樣已經形成，對外開放測試使用，在實際環境下性能得到驗證。		
應用範圍	個人客戶級別翻譯服務 - 網頁 Web 端在線翻譯服務。 - PC 端線上線下翻譯服務軟件。 - 手機移動端線上線下翻譯服務 APP。 - 政府及企業級別翻譯服務。 - 批量文檔翻譯服務，如產品手冊的批量翻譯。 - 輔助翻譯服務，如翻譯公司譯員使用的輔助機器翻譯系統。 - 法律、公告、文獻等特定領域內容提供針對性助譯服務。		
投產條件和預期經濟效益	投產條件 - 用於訓練翻譯模型的中葡、中英雙語語料。 - 用於模型訓練與提供翻譯服務的多台帶有 GPU 的服務器及相關設備。 - 熟悉服務器運行與維護的技術人員。 - 熟悉機器學習與神經網絡機器翻譯領域的架構維護與更新人員。 預期經濟效益 - 產品需求：語言障礙一直是不同國家不同地區的個人、企業及政府交流的阻礙，而使用漢語與葡萄牙語的合計 15 億人口也因此成為了本產品的潛在客戶。從個人出境旅游、學習以及生活所用的手機翻譯 APP，到商貿貨品、企業產品的海量文本翻譯，再到政府間文獻、法律的助譯服務，都離不開高性能的機器翻譯產品的支持。 - 直接經濟效益：中葡英機器翻譯系統將直接減少現有中、葡、英雙語專業翻譯任務中的人力成本，同時可根據產品級別收取相應服務費，廣告費等獲取直接價值。 - 間接經濟效益：中葡機器翻譯系統可以方便漢語與葡萄牙語語系國家及地區之間的交流，間接促進相應地區經濟文化科學的發展。同時也為經濟全球化以及中國“一帶一路”戰略的實施提供助力。		
合作方式	技術轉讓、合作開發		

聯系地址	澳門大學科技學院 E11-4042		
聯系人	黃輝	電話	(853) 8822 4478
網址	https://www.fst.um.edu.mo/personal/derek-wong/	傳真	(853) 8822 2426

基於MXenes電催化氮氣生成氨氣

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0102/2019/A2	澳門大學	潘暉	基於 MXenes 電催化氮氣生成氨氣

項目摘要

1. 研究背景

氨 (NH_3) 是農業、工業等多種行業的重要化學物質。水 / 廢水處理、製造、製冷系統、化學工程、橡膠工業等。它不僅用於植物生長和生產肥料、染料、炸藥和樹脂，但也可作為具有吸引力的碳中性能量載體高能量密度和潛在的運輸燃料。氨需求量為每年以 2% 的速度穩步增長。氮分子 (N_2) 轉化為氨被稱為固氮並在工業生產中佔主導地位。項目團隊知道 N_2 約佔項目團隊大氣的 70% (70%)，但很難實現在環境條件下轉化，因為它的相對惰性和非活性特性導致從強大的三重 $\text{N}\equiv\text{N}$ 鍵，尤其是第一步質子化，需要巨大的能量。工業上，Haber-Bosch 方法是主導工藝。在非常高的溫度 (350–550 °C) 和壓力 (150–350 atm) 下，通過與氫分子反應將大氣中的氮轉化為氨，消耗大量能源 (> 世界能源供應總量的 1%) 氨的生產率 (11 ~ 15 %) 並產生 > 3 億公噸二氧化碳。考慮到氨在工業中的重要性以及現存問題，探索在溫和條件下生產 NH_3 的方法至關重要。電化學催化產氨可以有效的解決這些問題。

2. 研究目標

本項目基於實驗和計算，集中研究 MXenes (二維金屬碳化物 / 氮化物) 在電催化固氮中的應用。通過控制 MXenes 層數、邊界、參雜、缺陷、雜化及表面修飾等，優化其催化性能，實現在常溫常壓下催化氮氣生成氨氣在工業中的實際應用。

3. 簡介研究工作的主要進展

通過實驗和計算相結合，成功的設計並製備了一系列二維金屬碳化物 / 氮化物用於電催化固氮。項目團隊發現：(1) $\text{Mn-Nb}_2\text{CN}_2$ 可以實現有效的電催化固氮，過電位只有 0.51 V。 $\text{TM-Nb}_2\text{CN}_2$ 通過阻斷氫吸附和防止析氫反應，對固氮具有高選擇性。(2) Mo_3N_6 表面上的 Mo 和 N 原子都對電催化固氮具有活性，並可以通過特定的金屬原子錨定來進一步提高。(3) 曲率對二維金屬碳化物 / 氮化物電催化固氮影響很大，可以調控催化活性和選擇性。(4) 二維材料的邊界可以有效的提高電催化固氮的效率。(5) Mn 參雜的納米材料可以實現產氨率 $35 \text{ mg h}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ 和 99.5% 的法拉第效率。項目團隊的工作不僅提供了對基於二維金屬碳化物 / 氮化物材料的電催化固氮機制的基理解，而且為合理設計製備高效固氮電催化劑提供了強有力的策略。

4. 研究成果與應用

- 1) 主要成果包括：
- 2) 發表 SCI 論文 30 篇。
- 3) 申請專利 1 項。
- 4) 培養博士生、博士後及研究助理 10 人。

5. 進一步工作

設計和製備大面積催化劑電極，進一步提高效率 and 穩定性，探索產業應用的可行性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Electrocatalytic Reduction of Nitrate to Ammonia on Low-Cost Manganese-incorporated Co_3O_4 nanotubes	Hui Pan	Di Liu, Lulu Qiao, Yuyun Chen, Pengfei Zhou, Jinxian Feng, Chon Chio Leong, Kar Wei Ng, Shengjie Peng, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip and Hui Pan*, Submitted to Adv. Energy Mater.	SCI
期刊論文	Electrochemical reduction of CO_2 on single-atom catalysts anchored on N-terminated TiN (111): Low overpotential and high selectivity.	Hui Pan	Rucheng Wu, Di Liu, Jiazhong Geng, Haoyun Bai, Feifei Li, Pengfei Zhou, and Hui Pan*, App. Sur. Sci. 602, 154239 (2022).	SCI
期刊論文	In-situ generation of Ni-CoOOH through deep reconstruction for durable alkaline water electrolysis.	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Jinxian Feng, Pengfei Zhou, Lulu Qiao, Wenlin Feng, Yuyun Chen, Kar Wei Ng, Shuangpeng Wang*, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Chem. Eng. J. 443, 136432 (2022).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Design of functionalized double-metal MXenes ($M_2M'C_2T_2$: $M = Cr, Mo, M' = Ti, V$) for magnetic and catalytic applications.	Hui Pan	Jiazhong Geng, Rucheng Wu, Haoyun Bai, Iat-Neng Chan, Kar Wei Ng*, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 47, 18725-18737 (2022).	SCI
期刊論文	Wafer-Scale 2H-MoS ₂ Monolayer for High Surface-enhanced Raman Scattering Performance: Charge-Transfer Coupled with Molecule Resonance.	Hui Pan	Keyu An, Mingpeng Chen, Bingchen He, Haoqiang Ai, Wei Wang, Zhihong Zhang, Zhongbin Pan, Shi Chen, Weng Fai Ip, Kin Ho Lo, Jianwei Chai, Shijie Wang, Ming Yang*, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, Adv. Mater. Tech. 2200217 (2022).	SCI
期刊論文	Reconstruction optimization of distorted FeOOH/Ni hydroxide for enhanced oxygen evolution reaction.	Hui Pan	Jinxian Feng, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Di Liu, Yu-Yun Chen, Bingchen He, Haoyun Bai, Dong Liu, Weng Fai Ip, Shi Chen, Detao Liu, Wenlin Feng, Jun Ni, and Hui Pan*, Mater. Today Energy 27, 101005 (2022).	SCI
期刊論文	Toward Enhanced Oxygen Evolution on NaBH ₄ Treated Ba _{0.5} Sr _{0.5} Co _{0.8} Fe _{0.2} O _{3-δ} Nanofilm: Insights into the Facilitated Surface Reconstruction.	Hui Pan	Xinyu Du, Mingpeng Chen, Shiyong Shen, Pengfei Zhou, Kin Ho Lo*, and Hui Pan*, Mater. Today Energy 27, 101563 (2022).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Anodized steel: the most promising bifunctional electrocatalyst for alkaline water electrolysis in industry.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Pengda Niu, Jishan Liu, Nian Zhang, Haoyun Bai, Mingpeng Chen, Jinxian Feng, Di Liu, Litong Wang, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Yuxin Tang*, Ruidi Li*, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, Adv. Funct. Mater. 32, 2202068 (2022).	SCI
期刊論文	Dimensional Dirac Nodal Line Carbon Nitride to Anchor Single-Atom Catalyst for Oxygen Reduction Reaction.	Hui Pan	Feifei Li, Haoqiang Ai, Shiyong Shen, Jiazhong Geng, Kin Ho Lo, and Hui Pan*, ChemSusChem 15, e202102537 (2022).	SCI
期刊論文	Insightful view on the active sites of Ni/Ni _x P for hydrogen evolution reaction.	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Yuyun Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Jinxian Feng, Pengfei Zhou, Baoye Zi, Qingju Liu, Kin Ho Lo, Shi Chen, Shuangpeng Wang*, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Appl. Mater. Today 26, 101343 (2022).	SCI
期刊論文	Atomically Dispersed Heteronuclear Dual-Atom Catalysts: A New Rising Star in Atomic Catalysis.	Hui Pan	Tianwei He*, Alain R. Puente Santiago, Youchao Kong, Md Ariful Ahsan, Rafael Luque, Aijun Du, and Hui Pan*, Small 18, 2106091 (2022).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Corrosion engineering boosting bulk $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{30}\text{Co}_{10}\text{Cr}_{10}$ high-entropy alloy as high-efficient alkaline oxygen evolution reaction electrocatalyst.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Dong Liu, Yuyun Chen, Mingpeng Chen, Yunxiao Liu, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Yuxin Tang*, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, J. Mater. Sci. Tech. 109, 267-275 (2022).	SCI
期刊論文	In situ surface reconstruction on $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ leads to enhanced hydrogen evolution reaction	Hui Pan	Di Liu, Mingpeng Chen, Keyu An, Dong Liu, Yuyun Chen, Pengfei Zhou, Jielei Li, Jinxian Feng, Ye Ke, Detao Liu, Pengcheng Zhao, Chi Tat Kwok, Shi Chen, Shuangpeng Wang*, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, J. Alloys and Compounds 891, 161754 (2022).	SCI
期刊論文	Remarkable synergistic effect in cobalt-iron nitride/alloy nanosheets for robust electrochemical water splitting	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Baoye Zi, Yuyun Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Feifei Li, Pengfei Zhou, Ye Ke, Jielei Li, Kin Ho Lo, Chi Tat Kwok, Weng Fai Ip, Shi Chen, Shuangpeng Wang*, Qingju Liu and Hui Pan*, J. Energy Chem. 65, 405-414 (2022).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Unravelling the Reaction Mechanisms of N ₂ Fixation on Molybdenum Nitride: A Full DFT study from the Pristine Surface to Heteroatom Anchoring	Hui Pan	Youchao Kong, Tianwei He*, Alain R Puente Santiago, Dong Liu, Aijun Du, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, ChemSusChem (2021).	SCI
期刊論文	Graphynes as Emerging 2D-Platforms for Electronic and Energy applications: A Computational Perspective	Hui Pan and Aijun Du	Tianwei He*, You-Chao Kong, Alain Rafael Puente Santiago, Md Ariful Ahsan, Hui Pan* and Aijun Du*, Mater. Chem. Frontiers (2021).	SCI
期刊論文	The coordination of π -delocalization in g-C ₃ N ₄ for efficient photocatalytic hydrogen evolution under visible light.	Chengqun Xu and Hui Pan	Chengqun Xu*, Xiaolu Liu, Dezhi Li, Zeyuan Chen, Jiale Yang, Janjer Huang, and Hui Pan*, ACS Appl. Mater. Inter. 13, 20114–20124 (2021).	SCI
期刊論文	Tuning CO Binding Strength via Engineering Copper/Borophene Interface for Highly Efficient Conversion of CO into Ethanol.	Hui Pan and Aijun Du	Tianwei He, Cheng Tang, Alain R. Puente Santiago, Rafael Luque, Hui Pan*, and Aijun Du*. J. Mater. Chem. A (2021).	SCI
期刊論文	Synergistic electronic and morphological modulation on ternary Co _{1-x} V _x P nanoneedle arrays for hydrogen evolution reaction with large current density.	Hui Pan	Mingyang Yang, Chaoqun Shang, Feifei Li, Chen Liu*, Zhenyu Wang, Shuai Gu, Di Liu, Lujie Cao, Junjun Zhang, Zhouguang Lu*, and Hui Pan*, Science China Materials 64, 880-891(2021).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Engineering Pt and Fe Dual-Metal Single Atoms Anchored on Nitrogen-Doped Carbon with High Activity and Durability towards Oxygen Reduction Reaction for Zinc-Air Battery.	Hui Pan	Xiongwei Zhong, Shulong Ye, Jun Tang, Yuanmin Zhu, Duojie Wu, Meng Gu, Hui Pan*, and Baomin Xu*, Appl. Catal. B 286, 119891 (2021).	SCI
期刊論文	Development of Electrocatalysts for Efficient Nitrogen Reduction Reaction under Ambient Condition.	Hui Pan	Dong Liu, Mingpeng Chen, Xinyu Du, Haoqiang Ai, Kin Ho Lo, Shuangpeng Wang*, Shi Chen*, Guichuan Xing*, Xuesen Wang, and Hui Pan*, Adv. Funct. Mater. 31, 2008983 (2021).	SCI
期刊論文	MXenes: Novel Electrocatalysts for Hydrogen Production and Nitrogen Reduction.	Hui Pan	Chon Chio Leong, Yuanju Qu, Yoshiyuki Kawazoe, Sut Kam Ho, and Hui Pan*, Catal. Today 370, 2–13 (2021).	SCI
期刊論文	Theoretical Screening of Single Atoms Supported on Two-Dimensional Nb ₂ CN ₂ for Nitrogen Fixation.	Hui Pan	Youchao Kong, Di Liu, Haoqiang Ai, Kin Ho Lo, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, ACS Appl. Nano Mater. 3, 11274–11281 (2020).	SCI
期刊論文	Electronic State Optimization for Electrochemical N ₂ Reduction Reaction in Aqueous Solution.	Hui Pan	Jinxian Feng and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 8, 13896 - 13915 (2020).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Nonhydrolytic sol-gel in-situ synthesis of novel recoverable amorphous $\text{Fe}_2\text{TiO}_5/\text{C}$ hollow spheres as visible-light driven photocatalysts.	Guo Feng, and Hui Pan	Qianqian Zhao, Guo Feng*, Feng Jiang*, Shanfang Lan, Junhua Chen, Feifei Zhong, Zuzhi Huang*, Hui Pan*, Jianmin Liu, Qing Hu, and Weihui Jiang*, Mater. Design 194, 108928 (2020).	SCI
期刊論文	Substrate Strain Engineering: an efficient strategy to enhance the catalytic activity of SACs on waved graphene for e-NRR,	Hui Pan	Di Liu, Haoqiang Ai, Wan Tong Lou, Feifei Li, Kin Ho Lo, Shuang-Peng Wang* and Hui Pan*, Sustainable Energy & Fuels 4, 3773 - 3779 (2020).	SCI
期刊論文	Waved 2D Transition-Metal Disulfides for Nanodevices and Catalysis: A First-Principle Study.	Hui Pan	Youchao Kong, Haoqiang Ai, Wei Wang, Xiuhua Xie, Kin Ho Lo, Shuang-Peng Wang*, and Hui Pan*, ACS Appl. Nano Mater. 3, 2804-2812 (2020).	SCI
期刊論文	Mo incorporated Ni nanosheet as high-efficiency co-catalyst for enhancing the photocatalytic hydrogen production of $\text{g-C}_3\text{N}_4$.	Hui Pan	Rui Tong, Zhi Sun, Xina Wang, Liming Yang, Jiwei Zhai, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 45, 18912-18921 (2020).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Combined experimental and theoretical assessment on WX_y ($X=C, N, S, P$) for hydrogen evolution reaction,	Hui Pan	Rui Tong, Yuanju Qu, Qing Zhu, Xina Wang, Yunhao Lu, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, ACS Appl. Energy Mater. 3, 1082-1088 (2020).	SCI
期刊論文	Enhanced N_2 -fixation by Engineering the Edges of Two-dimensional Transition Metal Disulfides,	Hui Pan	Feifei Li, Li Chen, Hongmei Liu, Dongchao Wang, Changmin Shi* and Hui Pan*, J. Phys. Chem. C 123, 22221–22227 (2019).	SCI
期刊論文	Cobalt/Titanium Nitride@N-doped Carbon Hybrid for Enhanced Electrocatalytic Hydrogen Evolution and Supercapacitance.	Hui Pan	Qing Zhu, Lingmin Yao, Rui Tong, Dong Liu, Kar Wei Ng* and Hui Pan*, New J. Chem. 43, 14518 - 14526 (2019).	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種硝酸根還原電催化劑及其製備方法		
成果特點	本發明公開了一種電催化劑的製備方法，該製備方法包括在溶液體系中，將鈷源、錳源、尿素和氟化銨在泡沫鈷基底上進行水熱反應生成 $\text{Co}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ ； $\text{Co}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 中 x 的數值為 0.8-1.2。本發明通過採用水熱反應的方法在泡沫鈷基底上製備了尖晶石礦 $\text{Co}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 納米管，該製備方法簡單、製備成本低，可以在工業上大規模應用。並且本發明首次通過對金屬比例的調控，製備得到的 $\text{Co}_x\text{Mn}_2\text{O}_4$ 具有高催化活性以及高選擇性，能夠在大電流下穩定高效的進行硝酸根還原。		
技術成熟度	TRL2		
應用範圍	氨肥生產、環境治理		
投產條件和預期經濟效益	NA		
合作方式	NA		

聯系地址	澳門大學科研大樓 N23-4003		
聯系人	潘暉	電話	(853) 8822 4427
網址	https://iapme.um.edu.mo/staff/academic-staff/pan-hui/	傳真	(853) 8822 2454

NFkappaB和致癌蛋白質Bcl3在基因轉錄調控中的分子機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0104/2019/A2	澳門大學	王雅凡	NFkappaB 和致癌蛋白質 Bcl3 在基因轉錄調控中的分子機制研究

項目摘要

1. 研究背景

核因數 kappaB (NFkB) 是廣泛存在於真核細胞內的關鍵核轉錄因數，它通過調控先天與獲得性免疫、炎症、細胞存活與增殖而對免疫系統具有至關重要的作用。NFkB 介導的信號傳導通路受到多種機制調控，因此有關 NFkB 的活性如何被調控仍是極具挑戰的研究領域。本項目結合結構生物學、生物化學、細胞及分子生物學等方法研究：1) 致癌蛋白質 Bcl3：NFkB 與多種 kB DNA 複合物的結構，從而深入研究 Bcl3：NFkB 調控基因轉錄的動態機制；2) 研究 Bcl3 在細胞中對 NFkB p52 同源二聚體形成的作用以及下游基因的調節功能。預期研究成果將為設計針對 NFkB 的藥物及闡明轉錄因數調控基因轉錄的普遍機制提供理論基礎。

2. 研究目標

目標 1: 解析 Bcl3:p52:DNA 多重複合物與不同 DNA 的三維結構以及相應的結合參數。在此目標中，我們研究 Bcl3:p52:DNA 三元複合物在不同的響應元件上形成時構象會有什麼不同。我們運用生物物理學，結構生物學來進行研究。

目標 2: 闡明 Bcl3 在細胞中對 NF kappa B 家族 p52 同源二聚體形成中的作用以及對下游靶基因的調節功能。在目標 2 中，我們使用生物化學和細胞生物學方法來研究細胞中 Bcl3 的表達是否會影響不同 NF-kappaB 二聚體的形成；以及它是否會進一步影響這些二聚體在細胞中的定位和對下游基因表達的調控。

3. 簡介研究工作的主要進展

自從 Bcl3 被發現以來就一直被認為是通過結合 NF-kappaB p50 和 p52 同源二聚體來啟動轉錄的，因為 Bcl3 為 p50 和 p52 提供了轉錄啟動結構域 (TAD)。然而，在細胞中，NF-kappaB p52 是由其前體蛋白質 p100 通過其 C 端區域降解而形成的。此過程被稱為非經典 NF-kappaB 信號傳導。這是細胞中受到嚴格調節的一個信號通路，需要特定的啟動刺激。目前，大部分研究顯示 p100 C 端降解後形成的 p52 與 RelB 結合成 p52：RelB 異源二聚體；並調節淋巴器官形成和 B 細胞成熟的特異性靶基因。然而，除了 p52：RelB 異源二聚體之外，此前並不清楚 p52 同源二聚體在細胞中何時或在何種特定條件下才會形成。在本項目中，我們通過雙分子熒光互補技術 (BiFC) 分析顯示 Bcl3 增強了細胞中較弱的 p52 同源二聚體的形成；並證實了這是一種僅針對 p52 和 Bcl3 而不包括其他 NF-kappaB 家族成員的獨特機制。在多種癌症中，此 p52 同源二聚體及 Bcl3 複合物都有較高的表達量，例如：乳腺癌、腦膠質瘤、卵巢癌等。

此外，我們還解析了 p52 同源二聚體和不同 DNA 序列複合物的 X 光晶體 3D 結構。其中包括第一個 NF-kappaB 二聚體與以 G/C 為中心的 κ B DNA 雙鏈結合的複合物結構，顯示出顯著加寬的小溝 (~ 7.7 Å)。迄今為止所有已知的 NF-kappaB 與 A/T 為中心的 DNA 複合物結構所表現出的特徵是，NF-kappaB 二聚體與以 A/T 為中心的 κ B DNA 具有較窄的小溝 (~ 3.8 Å)。這揭示了 DNA 的形狀在轉錄控制中的重要作用。運用熱力學和動力學，我們還進一步分析了 p52 和不同 DNA 序列結合的熱動力特徵。

4. 研究成果與應用

NF-kappaB p100/p52 與 Bcl3 作為 NF-kappaB 和 IkappaB 家族中僅有的兩個腫瘤相關蛋白，其信號通路的研究對免疫疾病和癌症尤為重要。細胞中，核轉錄是通過調節轉錄因數與其特定的 DNA 反應元件之間的結合來調節的。本項目通過原子層面的精細分子結構展示了 DNA 雙鏈結構在與核轉錄因數結合時的可塑性，從而達到最高最有效的基因表達。另外，Bcl3 可從多個方面影響基因調控，例如：影響 NF-kappaB 家族不同成員二聚體的形成，其細胞內分佈情況，以及與 DNA 結合的親和性和穩定性，或招募其它附加轉錄因數來精準的達到基因調控等。

此研究為基因轉錄調控機制提供了嶄新的視野。此前的研究主要著重於研究核轉錄因數與其特異靶基因結合親和力，本項目首次結合熱、動力學來研究 NF-kappaB 與其特定的 DNA 反應元件之間結合特徵。我們認為本項目所取得的機制原理還將可能廣泛應用於其它轉錄因數調控系統。

5. 進一步工作

我們將結合生物化學和結構生物學對 Bcl3:p52:p52:DNA 多重複合物的結構進行進一步的研究和解析；從而此多重複合物的特異性以及它們對基因調控的機制達到更全面的瞭解。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Origin of the functional distinctiveness of NF- κ B/p52	Vivien Wang	Frontiers in Cell and Developmental Biology. 2021 Nov 23;9:764164. doi: 10.3389/fcell.2021.764164.	SCI
Journal paper	Atypical IkB Bcl3 enhances the generation of NF- κ B p52 homodimer	Wenfei Pan, Limei Deng, Vivien Wang	Frontiers in Cell and Developmental Biology. 2022 Aug 5;10:930619. doi: 10.3389/fcell.2022.930619.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Structures of NF- κ B p52 homodimer-DNA complexes rationalize binding mechanisms and transcription activation	Vladimir Meshcheryakov, Wenfei Pan, Vivien Wang	eLife under second round of review, pre-print on BioRxiv (https://www.biorxiv.org/content/10.1101/2022.05.03.490500v1.abstract)	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

AMPK-TET2-PAX7 軸調控骨骼肌生成：治療癌症誘發的肌肉萎縮的新方法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0107/2019/A2	澳門大學	李剛	AMPK-TET2-PAX7 軸調控骨骼肌生成：治療癌症誘發的肌肉萎縮的新方法

項目摘要

1. 研究背景

AMP 依賴的蛋白激酶（AMPK）作為細胞的核心能量傳感器，調節包括能量穩態，胚胎生長發育以及糖尿病，肥胖，炎症和癌症等人類疾病的發展。TET 介導的 5-mC 氧化參與細胞的 DNA 去甲基化，進而調控細胞的表觀遺傳景觀。我們的前期研究發現，AMPK 可在 S97 位磷酸化 TET2，該位點的磷酸化的可導致 TET2 同 14-3-3 蛋白的結合，進而增強 TET2 的穩定性。以 C2C12 骨骼肌生成為模型，我們發現 C2C12 中 AMPK 缺失可導致肌管階段的全域 5-hmC 水準降低，嚴重的細胞分化缺陷，和 Pax7 表達的完全喪失。在此基礎上我們提出了 AMPK-TET2-PAX7 軸調控骨骼肌生成的假說。

2. 研究目標

本課題是上述研究的延伸：Pax7 是骨骼肌幹細胞（MuSCs）的標誌物和主轉錄因數，目前關於 Pax7 的轉錄調控知之甚少，之前報導的 Pax7 增強子主要介導神經而不是骨骼肌幹細胞的表達。在研究 AMPK 如何通過磷酸化 TET2 調控 Pax7 在 C2C12 中的表達的過程中，我們發現了一個調控 Pax7 表達的長約 7kb 的增強子，在 AMPK 的缺失細胞中此增強子的甲基化程度升高，在野生型 C2C12 細胞中敲除此增強子可導致 Pax7 的基因表達降低。本申請將進一步研究 AMPK-TET2-PAX7 軸調控骨骼肌生成的詳細機理，用基因敲除模型驗證 Pax7 的增強子是否介導 Pax7 在骨骼肌幹細胞中的特異表達，檢驗 AMPK 的啟動劑是否在治療腫瘤的同時可治療腫瘤引起的肌肉萎縮，為發展 AMPK 治療腫瘤提供理論基礎。

3. 簡介研究工作的主要進展

本研究通過 CRISPR-Cas9 介導的基因敲除發現 PAX7 作為肌肉乾細胞的主要轉錄因數，主要受著 TET2 調控，不受 TET1 和 TET3 調控。通過 CRISPR-Cas9 介導的基因敲進證明 AMPK 催化的 TET2 磷酸化對於 Pax7 的表達至關重要。通過熒光素酶報告實驗及 CRISPR-Cas9 介導的基因敲除確定了 Pax7 內含子 7 中的增強子的關鍵區域。通過染色體構象捕獲 (3C) 實驗證明 Pax7 的內含子內的增強子同其啟動子區域有物理結合，並發現來自內含子 7 的增強子 RNA (eRNA) 支持 Pax7 的轉錄。通過 CRISPR / dCas9 表觀遺傳編輯的方法操控 DNA 甲基化狀態，證明 Pax7 內含子 4 記憶體在一個 Pax7 兼性調控元件。通過 CRISPR / Cas9 介導的方法成功製備敲除 Pax7 增強子的小鼠。對該基因敲除小鼠進行了表型鑑定，發現純合子基因敲除小鼠可存活，但毛髮稀少，某些純合子小鼠在胚胎期死亡。從敲除 Pax7 增強子的小鼠中分離了肌肉成纖維細胞，通過 RT-PCR 確認了敲除此增強子可導致 Pax7 的表達降低，證明該增強子確實可以調控 Pax7 的表達。建立了體

外肌肉萎縮的模型，研究了 honokiol hexafluoro，二甲雙胍對 AMPK 的啟動作用，及其對肌肉萎縮的阻斷作用。使用 CRISPR-Cas9 介導的基因編輯在 C2C12 細胞中敲除了 AMPK $\alpha 1$ 和 $\alpha 2$ ，在此基礎上通過定量磷酸化蛋白質組方法確定了多個高置信度的新型 AMPK 底物。

4. 研究成果與應用

在本課題的支持下，已發表論文三篇，另外三篇正在撰寫中。本研究的結果對使用 AMPK 的啟動劑用於腫瘤引起的肌肉萎縮的治療具有指導意義。

5. 進一步工作

以藥物操縱 AMPK 的活性用於腫瘤的預防與治療具有重要的應用前景，但 AMPK 的可以磷酸化多種蛋白，對細胞的生命活動有多重作用，對相應的作用機制也不十分清楚。在本課題的支持下，我們已經識別多種位於細胞核內的 AMPK 的新型底物，我們將對此類底物做進一步驗證，研究其作用機制，為開發新的癌症的預防和治療方法提供基礎。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	EZH2 overexpression dampens tumor-suppressive signals via an EGR1 silencer to drive breast tumorigenesis.	Guan X, Deng H, Choi UL, Li Z, Yang Y, Zeng J, Liu Y, Zhang X, Li G*.	Oncogene. 2020 Nov;39(48): 7127-7141. doi: 10.1038/s41388-020-01484-9.	SCI (been cited by 6 times, Current Hematologic Malignancy Reports; Cancer Gene Therapy; Journal of Extracellular Vesicles; Ebiomedicine; Metabolic Brain Disease; Biomedicine & Pharmacotherapy; Cancer Management and Research)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
2. 期刊論文	Post-translational modifications of PRC2: signals directing its activity.	Yang Y and Li G*	Epigenetics Chromatin. 2020 Oct 31;13(1):47. doi: 10.1186/s13072-020-00369-1.	SCI (been cited by 16 times, Molecular Cell, Frontiers in Genetics; Frontier in Immunology; Molecular and Cellular Biology; Life-Basel; American Journal of Physiology-Cell Physiology; Archives of Public Health; Cells (2); Epigenomes; Trends in Plant Science; Sciences Advances; Scientific Reports; Nature Communications; International Journal of Molecular Sciences; International Journal of Biological Sciences)
3. 期刊論文	CTCF acetylation at lysine 20 is required for the early cardiac mesoderm differentiation of embryonic stem cells.	Gong S, Hu G, Guo R, Zhang J, Yang Y, Ji B, Li G, Yao H.	Cell Regen. 2022 Sep 19;11(1):34. doi: 10.1186/s13619-022-00131-w.	Scopus, SCImago, Pubmed (new Springer journal)

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	10	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

用於新興物聯網系統用的超低功耗物理 反複製技術電路研究與開發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0108/2019/A2	澳門大學	諸嫣	用於新興物聯網系統用的超低功耗物理反複製技術電路研究與開發

項目摘要

1. 研究背景

硬體安全已成為片上系統 (SoC) 重要考慮因素，為防止與我們日常行為相關的潛在攻擊，包括在金融、銀行、醫療保健等領域的交易依賴於機密數據交換，其交易的可靠性和安全性尤為重要。安全服務的前提可以由建立共用密鑰和相應的所有權組成，通常稱為信任的根源。一旦建立了信任根，它的安全屬性就可以通過整個信任鏈傳播。圖 1 給出了一個簡化和典型的 SoC 嵌入式安全系統的架構。安全處理器和密碼引擎旨在通過加密演算法對純文本進行加密，例如高級加密標準 (AES)。安全密鑰管理塊是設計用於生成和存儲密鑰。整個安全的可靠性系統在一定程度上依賴於密鑰的保密性。整體如果攻擊者可以提取存儲在密鑰管理塊。傳統做法上，提供這種安全資料傳輸的最佳解決方案是通過移動平臺中的密鑰或身份驗證源，將密鑰放在非易失性電可擦可編程只讀存儲器 (EEPROM) 或電池支援的靜態隨機存取存儲器 (SRAM)。這個解決方案在面積和功耗方面昂貴。此外，這種非易失性內存 (NVM) 容易受到侵入性攻擊。針對此類攻擊的保護將引入額外成本。物理不可克隆函數 (PUF) 有望實現硬體安全用於低成本密鑰存儲和設備身份驗證應用。不像傳統的基於 NVM，PUF 利用固有的晶片製造過程中的隨機工藝變化，以產生隨機的、獨特的和不可預測的數字響應，以建立信任根。由於無法從外部控制組件的工藝變化，因此即使對手可以訪問所有設計數據庫，也無法複製每個 PUF 晶片。此外，由於 PUF 的機密資訊存儲在隨機失配的晶體管中，因此與傳統的基於 NVM 的解決方案相比，PUF 不易受到逆向工程和探測攻擊。

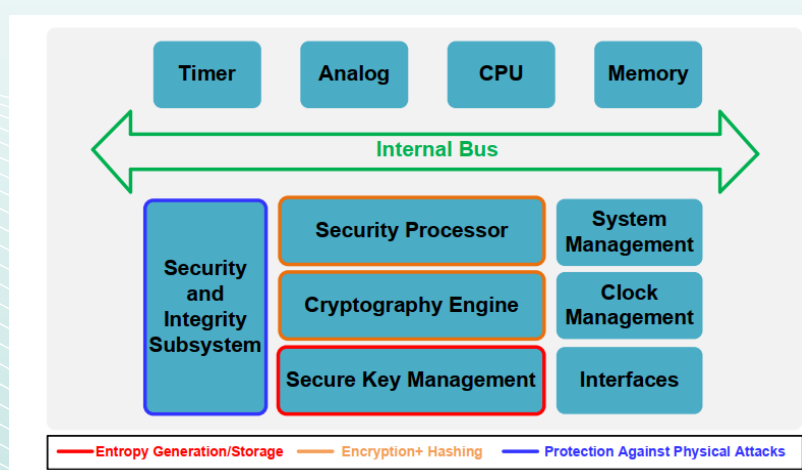


圖 1 簡化和典型的 SoC 嵌入式安全系統的架構

2. 研究目標

PUF 的設計要求如下：

	Target
Technology	65nm
Type	Comparator
Number of CRPs	$\sim 3.7 \times 10^{19}$
BER in worst case	3%
Power(uW)/Energy(pJ/bit)	2.3/18.4
VDD range	$\pm 10\%$
Temperature range	-20-80°C
Post-attack security(prediction error on 10^4 CRPs)	50%

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目以兩個實際設計為主，均通過了流片和測試驗證。在第一年，首先根據項目指標要求進行分析調研，確定有潛力實現提出設計指標的 PUF 的架構。在第一個設計中團隊提出了一種基於動態放大閾下電流陣列 (DA-SCA) 的低誤碼率 (BER) 強 PUF，該方法採用基於單元偏置的挑戰 - 響應對 (CRP) 濾波方法。基於此 PUF 架構，在第二年進行了版圖的繪製，流片和測試。測試結果表明 DA-SCA 的高度非線性亞閾值特性確保了對機器學習 (ML) 攻擊的強大彈性，同時實現了低功耗和較小面積的設計優點。該 PUF 主要性能基本達到了設計指標，功耗優於初定的設計指標。同時，該創新成果發表在固態電路頂級期刊 TCAS-I 上，表明此 PUF 獲得了學術界認可。

另一方面，在第一年研究基礎上，團隊又設計了一款基於熵源預選的強 PUF (ESPPUF)。通過所提出的熵源預選方案，團隊將首先通過前端選擇工作將 ESP-PUF 的輸入挑戰位轉換為熵選擇信號。然後熵選擇信號作為開機指示器隨機選擇後端熵源生成原始回應。利用這種預選方案，團隊可以實現超低功耗和強大的機器學習攻擊彈性。此外，團隊提出了一種基於混淆的保護機制，以進一步保護熵源的根 CRP，並增強對 ML 攻擊的彈性。它採用 65nm CMOS LP 技術製造，在最壞情況下的平均 BER 為 5.83%。建議的 CRP 過濾方法可以將最壞情況下的誤碼率抑制在 $< 6.7 \times 10^{-6}$ ，具有很高的穩定性。在對 100 萬個 CRP 樣本進行訓練後，所採用的 ML 演算法的預測準確率仍然約為 50%，證實了所提出的 ESP-PUF 具有很強的彈性。

該設計在第二年完成流片，並在第三年完成測試，結果表明該 PUF 性能全面在誤碼率和功耗大幅超越了原定的設計指標。此研究也發表在頂級會議 VLSI 和頂級期刊 JSSC 上，獲得了國際同行的充分認可。以下將主要設計的兩款 ADC 的性能總結如下：

	目標	設計一	設計二
Technology	65nm	65nm	65nm
Type	Comparator	DA-SCA	ESPPUF
Number of CRPs	$\sim 3.7 \times 10^{19}$	$\sim 1.8 \times 10^{19}$	$\sim 1.8 \times 10^{19}$
BER in worst case	3%	0.04%	$< 6.7 \times 10^{-6}$
Power(uW)/Energy(pJ/bit)	2.3/18.4	1.2/9.6	0.24/0.46
VDD range	$\pm 10\%$	$\pm 9\%$	$\pm 12\%$
Temperature range	-20-80°C	-20-80°C	-25-125°C
Post-attack security (prediction error on 10^4 CRPs)	50%	50%	50%

4. 研究成果與應用

該項目設計的強 PUF 有望用於物聯網系統設備身份驗證和密鑰存儲。不同於傳統的非易失性存儲器密鑰存儲方案，矽晶 PUF 利用晶片製造過程中器件的隨機率以實現其關鍵特性，即唯一、不可預測性和不可克隆性。此類屬性也使其難以預測，從而更安全地抵禦軟件和硬體攻擊。基於容量挑戰 - 響應對 (CRP) 空間透視圖，PUF 可大致分為兩類：弱 PUF 和強 PUF。弱 PUF 僅支持有限數量的隨數量線性或多項式增長的 CRP 挑戰，而強 PUF 的 CRP 在有限的時間範圍內可以擴大以指數方式測量完全不可行 CRP 的空間。從應用上劃分，弱 PUF 更適合密鑰生成，因其誤碼率超低，可存儲在輕量級系統中；而強 PUF 通常用於設備身份驗證，尤其是在資源受限的物聯網系統中，由於它們幾乎無限的 CRP 空間而無需額外專用保護。該項目的研究成果發表在固態電路頂級會議和期刊上發表，包括 SCI 期刊論文 2 篇，分別為該領域期刊 TCAS-I；2 篇會議論文，其中兩篇於國際頂級會議 ISSCC 上發表。同時，該項目還全方位訓練了學生的電路分析、設計和測試能力，培養了優秀的集成電路人才，有兩名博士後發表了高水準的論文，並有多名博士和碩士研究生參與設計。該項目研究內容符合工業界的發展需求，不僅解決了實際應用中存在的瓶頸性問題，同時也具有產業化的前景。

5. 進一步工作

由於晶體管中仍然存在許多非理想效應，例如噪聲、老化、以及工藝中的載流子遷移率和閾值電壓的變化下的漂移、電源電壓和溫度隨環境、系統等因素干擾變化。因此，失配的極性會有一定的概率翻轉，這就是最終響應的 BER。因此，如果應用場景不允許出現錯誤，那就需要更穩定方案或錯誤校正碼 (ECC) 技術必須在晶片上實現。兩者都會降低 PUFs 在與其他加密方案對比中的優勢。因此，需要投入很大一部分工作有效抑制 BER。由於所提出的強 PUF 技術在物聯網系統中應用具有可觀的產業化前景，因此後續還需要不斷完善 ECC 電路、提升穩定性、設計電源抗干擾電路等，以實現產品化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
IEEE Transactions on Circuits and Systems I	A 0.04% BER Strong PUF With Cell-Bias-Based CRPs Filtering and Background Offset Calibration	Jiahao Liu	文章提出了一種低誤碼率基於動態放大亞閾值的強 PUF 電流陣列 (DA-SCA) 與基於單元偏置的挑戰 - 響應對 (CRP) 過濾方法。採用 65nm CMOS LP 技術製造，64 位 DA-SCA PUF 顯示平均 BER 為 4.7% 在 -20 到 80° 的溫度範圍內的最壞情況下和 ±10% 的電源變化。此外，建議基於單元偏置的 CRPs 濾波方法顯著抑制 BER 為 0.04%，同時僅丟棄 9.5% 的 CRP。這提議的 PUF 的功耗僅為 2.4μW 在 125Kb/s 時，它佔用 0.024mm ² ，包括片上校準電路。	In IEEE: 3 In Google: 6
IEEE Symposium on VLSI Circuits	A 10.4mW 50MHz-BW 80dB-DR Single-Opamp Third-Order CTSDM with SABELD-Merged Integrator and 3-Stage Opamp	Kai Xing	文章介紹了一種由 ELD-SAB-Merged 啓用的寬帶和高能效單環三階 TSDM 積分器和一個三級運算放大器。團隊只使用一個運算放大器來完成 SAB 中的 ELD 補償結構體。在採用 PSQ 技術和一階 NSSAR 的同時，28nm 原型實現了 74.4dB SNDR 50MHz BW，消耗 10.4mW，171.2dB FoMS。	In IEEE: 2 In Google: 3
IEEE Transactions on Circuits and Systems I	A 0.04% BER Strong PUF With Cell-Bias-Based CRPs Filtering and Background Offset Calibration	Jiahao Liu	文章提出了一種低誤碼率基於動態放大亞閾值的強 PUF 電流陣列 (DA-SCA) 與基於單元偏置的挑戰 - 響應對 (CRP) 過濾方法。採用 65nm CMOS LP 技術製造，64 位 DA-SCA PUF 顯示平均 BER 為 4.7% 在 -20 到 80° 的溫度範圍內的最壞情況下和 ±10% 的電源變化。此外，建議基於單元偏置的 CRPs 濾波方法顯著抑制 BER 為 0.04%，同時僅丟棄 9.5% 的 CRP。這提議的 PUF 的功耗僅為 2.4μW 在 125Kb/s 時，它佔用 0.024mm ² ，包括片上校準電路。	In IEEE: 3 In Google: 6

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	1) 基於單元偏置的 0.04% BER 強 PUF CRP 過濾及背景偏移校準 2) 基於熵源預選的高效強 PUF		
成果特點	在兩項成果中，團隊提出了兩種低功耗、低誤碼率的強 PUF。由於結構簡單，其佔用芯片面積相對較小，這對於工業界具有極大的吸引力，可以有效降低製造成本。另一方面，由於該結構具有較高的穩定性和對 ML 有高彈力，這也是工業界一直追求的設計目標。因此，本成果在實現既定的性能指標基礎上，非常符合產業化的設計要求，具有技術轉移的前景。		
技術成熟度	兩項成果都經過了實際的流片和測試，測試結果真實可靠，並且每項成果均隨機挑選了若干顆芯片，其測試結果顯示芯片的性能穩定，表現了較高的可靠性。		
應用範圍	物聯網系統設備身份驗證和密鑰存儲		
投產條件和預期經濟效益	可尋找感興趣的企業投資 預期經濟效益在 200 萬元以上		
合作方式	可以企業牽頭，學校輔助開發		

聯系地址	中國澳門氹仔大學大馬路澳門大學 N21 科研大樓北二十一座 3 樓模擬與混合信號超大規模集成電路國家重點實驗室 4023C 室		
聯系人	諸媽	電話	(853) 8822 4018
網址	-	傳真	-

應用於物聯網的超低功耗模擬邊緣計算人工智能芯片

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0110/2019/A2	澳門大學	阮家輝	應用於物聯網的超低功耗模擬邊緣計算人工智能芯片

項目摘要

1. 研究背景

邊緣人工智慧 (AI) 運算可用於物聯網 (IoT) 架構及應用，傳統的雲端 AI 需要從邊緣節點往雲端上傳大量原始數據以作運算，大大增加邊緣端的功耗。邊緣 AI 運算先以少量運算判斷原始數據是否有必要作運算，把無用的資料排除掉，而僅處理有意義但比例較少的資料，從而降低系統的功耗。

本項目擬提出低功耗語音喚醒 (Voice activity detection, VAD)，此系統用於具有語音辨識功能的系統。對輸入的聲音判斷是否含有人聲，從而決定是否開啟後方功耗較大的語音識別功能。近年在固態電路領域的頂會 International Solid State Circuit Conference (ISSCC) 上，2018 年，Colombia University 曾提出功耗為 1mW 的 VAD ASIC，該作使用濾波器組及 integrate-and-fire 電路作為語音特徵提取，後面以二元神經網絡作為分類器。濾波器組用於模仿在語音領域所廣泛使用的 Mel-scale frequency cepstrum coefficient (MFCC) 的功能，然而低頻的主動濾波器組的功耗及面積都不理想。2019 年 Michigan University 提出的 VAD 功耗低至 142nW，此研究使用了分時的混頻特徵提取，來減少功耗和面積，然而其 VAD 的判別延時高至 512ms，使其難以合乎真實應用場景的需求。

2. 研究目標

本項目擬開發新型被動模擬神經網作為 VAD 的運算電路，從而減低功耗和面積。此電路利用開關電容電路作運算電路，從而排除面積和功耗皆不理想的主動放大器。另外，也提出對神經網絡的低精度量化方式，在不降低 VAD 辨識正確率之下，縮小神經網絡的模型大小，並減少單次運算的複雜度。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目提出了時域卷積神經網絡 (TD-CNN) 作特徵提取，其被動開關電容電路大大降低功耗至 107nW。在模型的量化過程，我們利用了開關電容電路的特性提出了稀疏感知運算 (Sparsity Aware Computation, SAC) 及稀疏化量化 (Sparsified Quantization, SQ) 使 TD-CNN 的權重精度低至 3-bit 便能達至在傳統量化方式 7-bit 的辨識正確率。

4. 研究成果與應用

此研究項目在 28 納米的工藝上設計了一顆晶片並成功量測，成果發表於 ISSCC 2022，及此領域的頂刊 Journal of Solid State Circuit (JSSC) 上。

5. 進一步工作

以此研究目的為中心，我們開展了相關的研究，針對不同架構的神經網絡的加速運算，透過改變運算次序、模型量化、提升單次運算效率等方式，提升神經網絡加速器的能效。提出的方法以FPGA驗證，成果發表於 Transaction on Circuits and Systems II (T-CAS II) 與 Asian Solid State Circuit Conference (ASSCC)。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊	An FPGA-Based Energy-Efficient Reconfigurable Depthwise Separable Convolution Accelerator for Image Recognition	Ka-Fai Un (PI)	IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, vol. 69, no. 10, pp. 4003-4007, Oct. 2022	-
期刊	A 108-nW 0.8-mm ² Analog Voice Activity Detector Featuring a Time-Domain CNN With Sparsity-Aware Computation and Sparsified Quantization in 28-nm CMOS	Ka-Fai Un (PI)	IEEE Journal of Solid-State Circuits, 2022 (Accepted)	-
期刊	An FPGA-Based Transformer Accelerator Using Output Block Stationary Dataflow for Object Recognition Applications	Ka-Fai Un (PI)	IEEE Transactions on Circuits and Systems II: Express Briefs, 2022 (Accepted)	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

Cul3作為肝腫瘤抑制因數和藥物敏感性 調節因數的功能研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0112/2019/A2	澳門大學	鄧初夏	Cul3 作為肝腫瘤抑制因數和藥物 敏感性調節因數的功能研究

項目摘要

1. 研究背景

膽管癌 (Cholangiocarcinoma, CC) 起源於膽管上皮細胞的異常分化和增殖，約佔總肝癌病例的 15%。與肝細胞癌 (hepatocellular carcinoma, HCC) 相比，CC 的預後較差，中位生存率在診斷後不到 1 年。我們的前期工作表明一些抑癌基因 (Tumor suppressor gene, TSG)，如 Cul3, Smad4 和 Pten 等與 CC 密切相關，並建立了有效的細胞和動物模型。在此我們將繼續研究 Cul3, Smad4 和 Pten 在 CC 發生和發展中的機理，以及對微環境的調節作用，並尋找有效的治療方法。

2. 研究目標

- 1) 研究 Cul3 作為主要的 TSG 與 Smad4 和 Pten 在 CC 發生和發展中的機理；
- 2) 在 CC 發生發展過程中腫瘤免疫微環境的作用；
- 3) 研究 Cul3 作為 CC 的藥物敏感調節劑的作用。我們的長期目標是為 CC 這種致命的疾病開發有效的治療方法。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) Cullin3 缺陷塑造腫瘤微環境和促進肝臟特異性 Smad4/Pten 中的膽管癌突變小鼠
我們在肝臟特異性 Smad4/Pten 敲除中進行了全基因組 CRISPR-Cas9 篩選小鼠 (Smad4^{co/co} ; Pten^{co/co} ; Alb-Cre，縮寫為 SPC)，鑒定出 15 個推定的抑癌基因，包括 Cullin3 (Cul3)，其缺乏會增加 Nrf2 和 Cyclin D1 的蛋白質水準，從而加速膽管細胞擴張導致 CC 的啟動。同時，Cul3 缺乏也增加了在基質細胞中分泌 Cxcl9 以吸引 T 細胞浸潤，並增加雙調蛋白的產生 (Areg) 由 Nrf2 介導，旁分泌誘導肝臟炎症，並促進以細胞毒活性為代價耗盡 PD1^{high} CD8 T 細胞，從而允許 CC 進展。我們證明抗 PD1/PD-L1 阻斷劑可抑制 CC 生長，並且結合使用可增強效果。

索拉非尼選自類器官介導的藥物敏感試驗。該模型可以進一步鑒定更多肝癌抑制因數，研究分子機制，開發有效治療藥物策略。

- 2) 基因工程小鼠各種基因突變揭示肝內膽管癌的不同藥物反應和信號通路
我們對 Trp53、Fbxw7、Inpp11、Tgfr2 或 Cul3 突變形成的 CC 進行了轉錄組測序，發現多種受體酪氨酸激酶 (如 VEGFR 和 FGFR) 被啟動，主要上調 PI3K 通路以誘導細胞增殖。在 Cul3、Fbxw7、Inpp11、Tgfr2 和 Trp53 突變細胞中，細胞代謝、炎症反應、apelin 信號、

有絲分裂紡錘體、核糖體生物合成和核質轉運通路也分別被啟動。我們進一步檢查了 FDA 批准的治療肝癌的藥物，並在攜帶這些基因突變的類器官中進行了高通量藥物篩選。發現了不同的藥物反應和有前途的藥物療法，包括化學療法和針對 CC 的靶向藥物。

4. 研究成果與應用

建立了多種由 Trp53、Fbxw7、Inpp1、Tgfr2 或 Cul3 與 Smad4/Pten 突變導致的肝 CC 模型。這些模型可用於進一步篩選抗肝癌的靶向藥物，和開發新的治療方法。

5. 進一步工作

需測試人肝腫瘤樣本。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

缺乏人肝腫瘤樣本，目前已經在橫琴建立起實驗室，以便開展進一步工作。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1 論文	Cullin3 deficiency shapes tumor microenvironment and promotes cholangiocarcinoma in liver-specific Smad4/Pten mutant mice.	Ming Zhao, Yingyao Quan, Jianming Zeng, Xueying Lyu, Haitao Wang, Josh Haipeng Lei, Yangyang Feng, Jun Xu, Qiang Chen, Heng Sun, Xiaoling Xu, Ligong Lu, Chu-Xia Deng	-	0
2 論文	Accelerating precision anti-cancer therapy by time-lapse and label-free 3D tumor slice culture platform	Fuqiang Xing, Yu-Cheng Liu, Shigao Huang, Xueying Lyu, Sek Man Su, Un In Chan, Pei-Chun Wu, Yinghan Yan, Nana Ai, Jianjie Li, Ming Zhao, Barani Kumar Rajendran, Jianlin Liu, Fangyuan Shao, Heng Sun, Tak Kan Choi, Wenli Zhu, Guanghui Luo, Shuiming Liu, De Li Xu, Kin Long Chan, Qi Zhao, Kai Miao, Kathy Qian Luo, Wei Ge, Xiaoling Xu, Guanyu Wang, Tzu-Ming Liu, Chu-Xia Deng.	-	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
3 論文	Recent advances in organotypic tissue slice cultures for anticancer drug development	He L, Deng CX	-	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

警報素 Ap4A 增強氨基糖苷類抗生素殺菌效力的分子機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0113/2019/A2	澳門大學	代雲路	警報素 Ap4A 增強氨基糖苷類抗生素殺菌效力的分子機制研究

項目摘要

1. 研究背景

氨基糖苷類抗生素是一類具有氨基糖與氨基環醇結構的抗生素，通過干擾細菌蛋白質合成而發揮抗菌作用。由於這一類抗生素對耐藥性細菌具有較高的活性，因此氨基糖苷類抗生素在臨床上治療細菌性傳染病具有良好的應用前景。然而，高劑量的氨基糖苷類抗生素產生嚴重的腎毒性和耳毒性，因此極大的限制了它在臨床上的使用。雖然降低臨床給藥劑量可以減少其毒性，但藥物的有效性會大幅減弱，同時仍需考慮低劑量是否會產生細菌的耐藥性。那麼，能否找到一種通過提高氨基糖苷類抗生素殺菌效力，來降低其在臨床上的有效濃度，從而減少其毒性的方法？我們近期的研究發現，氨基糖苷類抗生素在細菌中能夠誘導產生 Ap4A，而 Ap4A 能極大增強抗生素的殺菌效果。另外，產生這一效果的詳細分子機制還不清楚。因此，本項目旨在解決氨基糖苷類抗生素的強毒性這一關鍵問題，擬通過研究 Ap4A 增強氨基糖苷類抗生素殺菌效力的深層次分子機制，降低抗生素在臨床上的給藥劑量，從而達到減少其毒性並恢復其臨床大規模使用的目的。

2. 研究目標

氨基糖苷類抗生素通過使細菌產生錯誤折疊蛋白質導致其死亡。我們研究發現細菌能使用 DnaK 對錯誤折疊的蛋白質進行隔離，形成錯誤折疊蛋白質隔離體，從而提高細菌對抗生素的耐受作用。同時這一類抗生素殺菌時會誘導細菌產生 Ap4A，Ap4A 能夠提高該類抗生素殺菌活性。進一步研究表明，Ap4A 能夠抑制錯誤折疊蛋白質隔離體的形成及 DnaK 的活性，提示 Ap4A 可能通過抑制 DnaK 對錯誤折疊蛋白質的隔離功能來提高抗生素的殺菌效力。本研究目標是闡明 Ap4A 提高抗生素殺菌活性的詳細分子機制，探討通過誘導 Ap4A 高表達來提高氨基糖苷類抗生素殺菌效力的可行性，為尋找降低氨基糖苷類抗生素毒性的新方法提供科學依據。

3. 簡介研究工作的主要進展

通過蛋白質印跡實驗分析證明 Ap4A 的升高降低了錯誤折疊蛋白質聚集的水準。

通過螢光素酶系統研究證明 Ap4A 與 DnaK 相互作用並抑制錯誤折疊蛋白的活性。

通過生化實驗表明，Ap4A 抑制 DnaK 的活性。

建立 Ap4A 濃度、錯誤折疊蛋白螯合和細菌死亡三者的關係，證明 Ap4A 濃度升高與低水準的蛋白質隔離和高水準的細菌死亡相關。

4. 研究成果與應用

這項研究的主要成果是提供了一種降低氨基糖苷類抗生素強毒性的方法，從而使這類抗生素重新用於治療耐藥性細菌感染。本專案研究成果包括發表 16 篇期刊文章以及培養相關人才等。

5. 進一步工作

積極推進項目進一步可行的臨床研究，以及發展研究成果的產業化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal paper	The Genetic Variant of SARS-CoV-2: Would it matter for Controlling the Devastating Pandemic?	Shuxin Guo, Kefang Liu, Jun Zheng	International Journal of Biological Sciences, 2021, 17(6): 1476-1485	SCI
2. Journal paper	Integrated Co-functional Network Analysis on the Resistance and Virulence Features in Acinetobacter baumannii	Ruiqiang Xie, Ningyi Shao, Jun Zheng	Frontiers in microbiology, 2020, 11: 598380	SCI
3. Journal paper	Organism dual RNA-seq reveals the importance of BarA/UvrY in Vibrio parahaemolyticus virulence	Wenwen Zhang, Ruiqiang Xie, Xiaohua Douglas Zhang, Leo Tsz On Lee, Hongjie Zhang, Menghua Yang, Bo Peng, Jun Zheng	The FASEB Journal, 2020, 34: 7561-7577	SCI
4. Journal paper	SARS-CoV-2: an Emerging Coronavirus that Causes a Global Threat	Jun Zheng	International Journal of Biological Sciences, 2020, 16(10): 1678-1685	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
5. Journal paper	Non-walled spherical <i>Acinetobacter baumannii</i> is an important type of persister upon β -lactam antibiotic treatment	Jin Zou, Si-Hoi Kou, Ruiqiang Xie, Michael S. VanNieuwenhze, Jiuxin Qu, Bo Peng, Jun Zheng	Emerging Microbes & Infections, 2020, 9: 1, 1149-1159	SCI
6. Journal paper	A platinum@polymer-catechol nanobroker enables radio-immunotherapy for crippling melanoma tumorigenesis, angiogenesis, and radioresistance	Wenxi Li, Jie Yan, HaoTian, Bei Li, Guohao Wang, Wei Sang, Zhan Zhang, Xuanjun Zhang, Yunlu Dai	Bioactive Materials, 2023, 22, 34-46	SCI
7. Journal paper	An ultrasound activable metal-phenolic network nano-antibiotics for in vivo on-site infection therapy	Chang Lu, Ye Tian, Hao Tian, Bei Li, Bo Peng, Jun Zheng, Yunlu Dai	Science China Materials, 2022, https://doi.org/10.1007/s40843-022-2125-1	SCI
8. Journal paper	A Two-Step Flexible Ultrasound Strategy to Enhance Tumor Radiotherapy via Metal-Phenolic Network Nanoplatfrom	Ye Tian, Wei Sang, Hao Tian, Lisi Xie, Guohao Wang, Zhan Zhang, Wenxi Li, Yunlu Dai	Advanced Functional Materials, 2022, 32, 2205690	SCI
9. Journal paper	Manganese-phenolic nanoadjuvant combines sonodynamic therapy with cGAS-STING activation for enhanced cancer immunotherapy	Hao Tian, Guohao Wang, Wei Sang, Lisi Xie, Zhan Zhang, Wenxi Li, Jie Yan, Ye Tian, Jie Li, Bei Li, Yunlu Dai	Nano Today, 2022, 43, 101405	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
10. Journal paper	A “three musketeers” tactic for inclining interferon- γ as a comrade-in- arm to reinforce the synergistic- tumoricidal therapy	Wenxi Li, Lisi Xie, Yi Ju, Zhan Zhang, Bei Li, Jie Li, Wei Sang, Guohao Wang, Hao Tian, Yunlu Dai	Nano Research, 2022, 15, 3458-3470	SCI
11. Journal paper	Sanguinarine synergistically potentiates aminoglycoside- mediated bacterial killing	Chang Lu, Nian Zhang, Sihoi Kou, Liangliang Gao, Bo Peng, Yunlu Dai, Jun Zheng	Microbial Biotechnology, 2022, 15(7), 2055-2070	SCI
12. Journal paper	A Triple-Kill Strategy for Tumor Eradication Reinforced by Metal- Phenolic Network Nanopumps	Wei Sang, Zhan Zhang, Guohao Wang, Lisi Xie, Jie Li, Wenxi Li, Hao Tian, Yunlu Dai	Advanced Functional Materials, 2022, 32, 2113168	SCI
13. Journal paper	Engineering Radiosensitizer- Based Metal- Phenolic Networks Potentiate STING Pathway Activation for Advanced Radiotherapy	Jie Yan, Guohao Wang, Lisi Xie, Hao Tian, Jie Li, Bei Li, Wei Sang, Wenxi Li, Zhan Zhang, Yunlu Dai	Advanced Materials, 2022, 34, 2105783	SCI
14. Journal paper	Phototheranostic Metal-Phenolic Networks with Antiexosomal PD-L1 Enhanced Ferroptosis for Synergistic Immunotherapy	Lisi Xie, Jie Li, Guohao Wang, Wei Sang, Mengze Xu, Wenxi Li, Jie Yan, Bei Li, Zhan Zhang, Qi Zhao, Zhen Yuan, Quli Fan, and Yunlu Dai	Journal of the American Chemical Society, 2022, 144, 2, 787-797	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
15. Journal paper	Reactive Oxygen Species Scavenging Nanomedicine for the Treatment of Ischemic Heart Disease	Zhan Zhang, Rinkoo Dalan, Zhenyu Hu, Jiong-Wei Wang, Nicholas WS Chew, Kian-Keong Poh, Ru-San Tan, Tuck Wah Soong, Yunlu Dai, Lei Ye, Xiaoyuan Chen	Advanced Materials, 2022, 34, 2202169	SCI
16. Journal paper	A Metal-Phenolic Nanosensitizer Performs Hydrogen Sulfide-Reprogrammed Oxygen Metabolism for Cancer Radiotherapy Intensification and Immunogenicity	Jie Li, Lisi Xie, Wei Sang, Wenxi Li, Guohao Wang, Jie Yan, Zhan Zhang, Hao Tian, Quli Fan, Yunlu Dai	Angewandte Chemie International Edition, 2022, 61, e202200830	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	10	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

金屬有機聚合物納米熒光探針用於活細胞內甲醛檢測

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0114/2019/A2	澳門大學	張宣軍	金屬有機聚合物納米熒光探針用於活細胞內甲醛檢測

項目摘要

1. 研究背景

甲醛是最簡單的醛類化合物廣泛應用於工業材料加工、傢俱製作、房屋裝修、物品防腐等，但同時也造成比較嚴重的室內污染，影響人們生活和健康。甲醛為國家明文規定的禁止在食品中使用的添加劑，但甲醛已被不良商家廣泛用於發泡水產品、蔬菜防腐，或直接加到麵食和豆製品中。目前已經確認甲醛可引起很多疾病但是甲醛與這些疾病的發病關係和機理並不清晰。雖然甲醛只是一個小分子活性中間物，其在生物過程中的作用非常複雜。準確檢測甲醛濃度變化對病理研究和疾病診斷具有重要意義。但是目前還未有商業化的甲醛熒光探針，因此開發有效監測甲醛濃度的實用型探針和傳感器有著重要的科技發展需求和市場經濟價值。

2. 研究目標

探索新方法合成高亮度的新型金屬有機納米顆粒，並以此為平臺製備對甲醛敏感響應的納米傳感器，應用在活細胞內甲醛濃度檢測，在分子層面上為生物過程研究提供有用信息。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們按計劃設計合成了一系列小分子熒光探針和基於 MOF 的納米傳感器，可有效檢測甲醛的濃度變化。首先，我們合成了能靈敏響應甲醛的分子探針，該探針能可逆檢測 SO_2 和甲醛，使其在生物醫學研究方面極具前景（生物體內 SO_2 和甲醛存在動態平衡），探針檢測 SO_2 後熒光由紅色變為綠色，繼續與甲醛作用後能可逆實現綠色熒光。另外，我們將分子探針與納米通道結合，製備了一系列能靈敏檢測小分子的實用型傳感器。比如我們將帶有氨基的羧酸與氧化鋁納米通道作用，原位製備了 MOF 膜，當氨基與甲醛作用形成席夫鹼，改變納米通道內表面的電荷，從而大大影響穿膜離子電流變化，起到準確檢測的效果。這個過程同時可以通過熒光進行跟蹤。實驗結果顯示新研發的分子探針和基於 MOF 的傳感器效果優良，成功實現了對甲醛準確檢測的目標。

4. 研究成果與應用

新開發的熒光探針成功用於活細胞內甲醛濃度檢測，以及與 SO_2 動態可逆檢測。納米傳感器成功用於檢測添加於食品的甲醛防腐劑。

5. 進一步工作

繼續優化探針，將波長擴展到近紅外區，適合更廣泛的生物醫學研究；將納米探針或納米傳感器的成本進一步優化，促進產品的轉化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Rational Construction of a Mitochondria-targeted Reversible Fluorescent Probe with Intramolecular FRET for Ratiometric Monitoring of Sulfur Dioxide and Formaldehyde. Biosensors 2022, 12, 715.	J. Lyu, C. Wang, X. Zhang* (corresponding and last author)	設計合成了對甲醛和 SO ₂ 高靈敏度的熒光探針，用於檢測細胞內甲醛和 SO ₂ 水準。	SCI
SCI 論文	Rational Design of Oxazolidine-Based Red Fluorescent pH Probe for Simultaneous Imaging Two Subcellular Organelles, Biosensors 2022, 12, 696.	C. Wang, H. Fu, J. Tan, X. Zhang* (corresponding author)	設計合成了對酸鹼度靈敏響應並能同時定位到兩個細胞器的熒光探針，成功用於亞細胞成像。	SCI
SCI 論文	Aquaporin-Inspired CPs/AAO Nanochannels for the Effective Detection of HCHO: Importance of a Hydrophilic/Hydrophobic Janus Device for High-Performance Sensing. Nano Letters 2022, 22, 3793–3800.	D. Zhang, X. Zhang* (corresponding and last author),	受細胞水通道蛋白結構的啟發，通過自組裝方法製備了異質納米通道，並揭示了親疏水“兩面神結構”如何影響傳感器的檢測性能，實現了在很寬的濃度範圍內（100 pM-1 mM）高效靈敏檢測甲醛。該新型傳感器可對生活環境中甲醛污染和食品防腐劑進行快速定量檢測，相關研究成果在甲醛檢測領域備受矚目，並在澳門大學官網進行宣傳報導。	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Confining fluorescent probe in nanochannels to construct reusable nanosensor for ion current and fluorescence dual-gating, <i>Nanomaterials</i> 2022, 12, 1468.	D. Zhang, C. Wang, C. Wu, X. Zhang* (corresponding and last author)	將熒光探針通過共價鍵修飾到納米通道表面，實現了對重金屬汞離子的熒光—電流雙模式的靈敏檢測。	SCI
SCI 論文	Halogen Bridged Binuclear Iridium (III) Complexes with Enhanced Photodynamic Therapeutic Effective in Mitochondria, <i>J. Mater. Chem-B</i> , 2022, 10, 6307–6314.	J. Lyu, D. Liu, C. Wang, Z. Zhang, X. Zhang* (corresponding and last author)	我們在按計劃開發產品的過程中，設計合成了雙核 Ir 配合物，研究其發光性質，並意外發現具有良好的抗癌活性，隨後我們將其進一步修飾，定位到線粒體中，大大提升了殺腫瘤細胞的能力。	SCI
SCI 論文	Harvesting Mechanical Energy for Hydrogen Generation by Piezoelectric Metal–Organic Frameworks, <i>Mater. Horiz.</i> 2022, 9, 1978–1983.	S. Zhao, M. Liu, Y. Zhang, Z. Zhao, Q. Zhang, Z. Mu, Y. Long, Y. Jiang, Y. Liu, J. Zhang, S. Li,* X. Zhang* (co-corresponding author), Z. Zhang*	在開發基於 MOF 的納米探針過程中，發現了一系列 MOF 具有壓電產氫的效果，非常有希望用於壓電氫氣治療。	SCI
SCI 論文	Targeting Acidogenic Metabolism by Engineering Self-Catalytic siRNA Nanocarriers/ Nanocatalysts for Amplified Tumor Apoptosis/Ferroptosis. <i>Nano Today</i> , 2022, 46, 101623.	L. Zhou, W. Feng, H. Huang, S. Huang, Q. Chen* (corresponding author), X. Zhang* (corresponding author), Y. Chen* (corresponding author)	開發了基於 MOF 的納米醫藥，通過工程自催化 siRNA 納米載體 / 納米催化劑靶向產酸代謝以增強腫瘤細胞凋亡 / 鐵死亡。	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Circularly Polarized Luminescent 4,4'-Bicarbazole Scaffold and the Use for Construction of Reaction-based Chiroptical Probes. Dyes and Pigments 2022, 198,109969.	J. Gong, R. Huang, Z. Zhao, B. Z. Tang, X. Zhang* (corresponding author)	開發了一系列通過圓偏振光響應的分子探針，並詳細研究了結構與活性之間的關係，實驗結果有望指導圓偏振光活性的產品設計。	SCI
SCI 論文	Coordination-Based Circularly Polarized Luminescence Emitters: Design Strategy and Application in Sensing, Coord. Chem. Review. 2022, 453, 214329.	J. Gong, X. Zhang* (corresponding author)	系統全面地綜述了基於配合物型的圓偏振光活性的分子材料，重點討論了合成策略和在檢測方面的應用，為圓偏振光探針的開發提供了重要參考意義。	SCI
SCI 論文	A facile strategy for the ion current and fluorescence dual-lock in detection: naphthalic anhydride azide (NAA)-modified biomimetic nanochannel sensor towards H ₂ S, Chemosensors 2021, 9, 298.	I Wu, D. Zhang, X. Zhang* (Corresponding author)	開發了納米通道傳感器，通過熒光和電流雙模式檢測 H ₂ S。	SCI
SCI 論文	Iodization-enhanced fluorescence and circularly polarized luminescence for dual-readout probe design, Sensors and Actuators B: Chem. 2021, 347, 130610.	J. Gong, R. Huang, C. Wang, Z. Zhao, B. Z. Tang, X. Zhang* (corresponding author)	開發了基於圓偏振光響應的分子探針，用於熒光和偏振光雙模式的靈敏檢測，本工作還詳細研究了構效關係，為進一步開發產品提供了重要的參考意義。	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Coordination-based molecular nanomaterials for biomedically relevant applications. Coord. Chem. Rev. 2021, 438, 213752.	C. Wang, W. Wang, J. Tan, X. Zhang* (Corresponding author), D. Yuan* (Corresponding author), H.-C. Zhou* (Corresponding author),	提出分子納米材料新概念，對分子納米材料在檢測和生物醫學領域的應用進行了系統的總結和評論，對未來的發展提出了新的思路和觀點。	SCI
SCI 論文	Bioinspired Solid-State Nanochannels Sensor: From Ionic Current Signals, Current and Fluorescence Dual Signals to Faraday Current Signals, Small, 2021, 2100495.	D. Zhang, X. Zhang* (Corresponding author)	對納米通道傳感器進行系統評論，提出了新型熒光 - 電流雙信號納米通道傳感器，有望大大提升檢測的準確性和靈敏度。	SCI
SCI 論文	Tailorable Membrane-Penetrating Nanoplatfor for Highly Efficient Organelle-Specific Localization, Small 2021, 2101440.	X. Zhang, C. Wang, G. Feng, J. Jiang, J. Hu, A. Rietz, C. Brommesson, X. Zhang* (Corresponding author), Y. Ma, K. Roberg, F. Zhang, H.-M. Shen, K. Uvdal, Z. Hu,*	探索開發了多功能熒光納米探針，能靈敏響應酸鹼度及其它分子。該探針成功用於細胞自噬過程的研究。後面計劃繼續應用到活細胞內甲醛的檢測。	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Structure-reactivity relationship of probes based on H ₂ S-mediated reductive cleavage of C=C bond, New J. Chem. 2020, 44, 11667--11677	C. Wang, J. Tan, X. Zhang* (corresponding author)	我們首次發現 H ₂ S 還原性切斷 C=C 雙鍵，並詳細地研究了機理，用於活細胞內 H ₂ S 的檢測。H ₂ S 是其他信號分子，與很多細胞生物過程密切相關，這些探針有望用於研究細胞內氧化還原有關的反應，包括甲醛的產生及活性等。	SCI
SCI 論文	Aggregation-Induced Emission-Active Tetraphenylethylene Derivatives Containing Arylimidazole Unit for Reversible Mechano-fluorochromism and Selective Detection of Picric Acid. Dyes and Pigments 2020, 181, 108574	S. Zhang, Y. Huang, L. Kong, X. Zhang (corresponding author),* J. Yang*	探索合成了聚集態發光的納米探針，該發光平台有望用於靈敏檢測各類分析物。	SCI
SCI 論文	Cobalt-enhanced Mass Transfer and Catalytic Production of Sulfate Radicals in MOF-derived CeO ₂ /Co ₃ O ₄ Nanoflowers for Efficient Removal of Antibiotics, Small 2021 2101393	S. Zhao, Y. Long, Y. Su, S. Wang, Z. Zhang*, X. Zhang* (Corresponding author)	探索合成了納米催化劑，用於催化降解污染物和抗生素。該納米催化劑應用廣泛，我們計劃將其應用到甲醛的快速降解。	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	“Ratiometric pH sensing by FRET-based hybrid semiconducting polymer dots in living cells” Nanotechnology 2021, 32,245502.	Z. Ding, X. Dou, C. Wang, G. Feng, J. Xie,* X. Zhang* (Corresponding author)	探索開發了多功能熒光納米探針，能靈敏響應活細胞內酸鹼度。後面計劃繼續將該體系擴展到活細胞內甲醛的檢測。	SCI
SCI 論文	Ratiometric ATP Detection on Gliding Microtubules Based on Bioorthogonal Fluorescence Ligation, Sensors and Actuators B: Chem. 2019, 301, 127090	G. Feng, B. Zhang, S. Wang, Z. Ding, G. Li, X. Zhang* (corresponding author),	探索開發了多功能熒光探針，能靈敏響應 ATP。後面計劃繼續將該體系擴展到活細胞內 ATP 的檢測。	SCI
SCI 論文	Nano-reactors for Chemical Synthesis and biomedical Applications, Chem. Asian J. 2019, 14, 3240-3250	H. Zhou, J. Tan, X. Zhang* (corresponding author),	對納米反應器的設計及在生物醫學應用進行了深入的綜述。	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	16	12	-

基於協作通信的無線傳感網路能量優化研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0013/2019/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	彭宇陽	基於協作通信的無線傳感網路 能量優化研究

項目摘要

1. 研究背景

在無線傳感網路中，傳感節點的能量供應通常是有電池來提供。長時間的使用會使電池電量較快耗盡，在一些特定的傳感環境中，頻繁更換傳感節點電池並不現實。

2. 研究目標

- 1) 提出新型協作傳輸方案，降低傳感網路整體能量消耗及提高資訊傳輸的靈活性。
- 2) 在新型傳輸方案下，提出特定的優化控制策略，達到增加傳感網路節點電池使用壽命，提高傳輸效率的效果。

3. 簡介研究工作的主要進展

已提出一種解決無線傳感網路能耗問題的新型協作傳輸方案。
已發表 5 篇 SCI 文章及 1 篇國際會議文章。

4. 研究成果與應用

提出了一種用於無線傳感網路的新型協作通信方案及其相關的能量優化控制策略。

5. 進一步工作

繼續探索其它降低能耗及提高資訊傳輸的靈活性的方案。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	A Hybrid Energy Efficient Cooperative Transmission Scheme in Multi-hop Wireless Sensor Networks	Yuyang Peng, Jun Li, and Xue-Qin Jiang	IEEJ Trans. Elect. Electron. Eng., vol. 15, no. 5, pp. 771- 772, May. 2020.	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Low Complexity Detection for Index Modulation Multiple Access	Jun Li, Qiang Li, Shuping Dang, Miaowen Wen, Xue-Qin Jiang, and Yuyang Peng	IEEE Wireless Commun. Lett., vol. 9, no. 7, pp. 943-947, July. 2020.	25
期刊論文	Secrecy Enhancing for Space Shift Keying Based Communication Systems	Zhentaο Huang, Yuyang Peng, Jun Li, and Xue-Qin Jiang	IEEJ Trans. Elect. Electron. Eng., vol. 15, no. 11, pp. 1702-1704, Nov. 2020.	3
期刊論文	Generalized Quadrature Spatial Modulation and Its Application to Vehicular Networks With NOMA	Jun Li, Shuping Dang, Yier Yan, Yuyang Peng, Saba Al-Rubaye, and Antonios Tsourdos,	IEEE Trans. Intell. Transp. Syst., vol. 22, no. 7, pp. 4030-4039, 2021.	8
期刊論文	Secrecy Enhancing of SSK Systems for IoT Applications in Smart Cities	Zhentaο Huang, Yuyang Peng, Jun Li, Fei Tong, Konglin Zhu, and Limei Peng	IEEE Internet Things J., vol. 8, no. 8, pp. 6385-6392, 2021.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

機器學習的信息安全與隱私研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0019/2019/A	澳門大學	潘治文	機器學習的信息安全與隱私研究

項目摘要

1. 研究背景

Deep neural network (DNN) models lead to a dramatic improvement in computer vision, natural language processing and audio tasks. With the deepening of the research in specific domains, researchers paid their attention to the robustness of classifiers against adversarial samples. Many research works reveal that in the image classification domain, DNN classification models are easily fooled by adversarial examples crafted by adversarial attack strategies. By adding carefully crafted perturbations into clean images, DNNs misclassify the generated images into wrong labels. It is called adversarial attack. Fooling DNN models into misclassifying, adversarial perturbations should have enough strength so that perturbations can make the original images approach decision boundaries between different classes in latent space, and make the representations of the adversarial examples in latent space have more corresponding and similar features apart from the original class. Images approach decision boundaries between different classes in latent space, and make the representations of the adversarial examples in latent space have more corresponding and similar features apart from the original class. In this project, we propose adversarial attack algorithms with adaptive gradient search for single and ensemble DNN models. Our proposed algorithms seek decision boundaries between classes in latent space by integrating preceding gradients and adjusting gradient accumulation steps adaptively to avoid local minima.

2. 研究目標

- To propose several adaptive adversarial attack methods for single and ensemble deep neural models in the image domain.
- To propose an effective metric to qualify the strength of crafted adversarial perturbation.
- To study different kinds of adversarial attack methods based on optimization and random strategies.

3. 簡介研究工作的主要進展

In general, we have followed the research plan to study, implement and propose several adaptive adversarial attack methods for single and ensemble deep neural models in the image/audio domain. We have studied and proposed some formulation to calculate the intensity of adversarial perturbations. Adversarial samples crafted by our proposed methods get lower perturbation strength than the state-of-the-art gradient-based attack methods. We have studied the existing adversarial attack methods based on gradient and the knowledge of ensemble, we have implemented and developed some adversarial attack algorithms for single and ensemble networks to improve the robustness of deep neural models in deep learning.

4. 研究成果與應用

The results of the proposed schemes have been published in many peer-reviewed international journal and conference papers. Finally, we have the following papers published:

- 16 SCI-indexed Journal papers.
- 8 Conference papers.

5. 進一步工作

Based on the results of this project, we will explore applying the existing methods in multimedia security and continue the current research works in our new FDCT project 0087/2020/A2 “Research on Privacy-sensitive Objects Pixelation in Multimedia Streaming”.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal Paper	Fooling Deep Neural Detection Networks with Adaptive Object-oriented Adversarial Perturbation	Y. Xiao, C.-M. Pun and B. Liu	Pattern Recognition, 115(7), pp. 1-16, 2021.	-
2. Journal Paper	Improving adversarial attacks on deep neural networks via constricted gradient-based perturbations	Y. Xiao and C.-M. Pun	Information Sciences, 571(9), pp. 104-132, 2021.	-
3. Journal Paper	Adversarial example generation with adaptive gradient search for single and ensemble deep neural network	Y. Xiao, C.-M. Pun and B. Liu	Information Sciences, 528(8), pp. 147-167, 2020.	-
4. Journal Paper	Crafting adversarial example with adaptive root mean square gradient on deep neural networks	Y. Xiao, C.-M. Pun and B. Liu	Neurocomputing, 389(5), pp. 179-195, 2020.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
5. Conference Paper	Adversarial Image Attacks Using Multi-Sample and Most-Likely Ensemble Methods	X. Du and C.-M. Pun	Proceedings of the 28th ACM International Conference on Multimedia (MM), 2020.	-
6. Conference Paper	A Unified Framework for Detecting Audio Adversarial Examples	X. Du, C.-M. Pun and Z. Zhang	Proceedings of the 28th ACM International Conference on Multimedia (MM), 2020.	-
7. Journal Paper	Audio Replay Spoof Attack Detection by Joint Segment-Based Linear Filter Bank Feature Extraction and Attention-Enhanced DenseNet-BiLSTM Network	L. Huang and C.-M. Pun	IEEE/ACM Transactions on Audio, Speech, and Language Processing (TASLP), 28(6), pp. 1813 - 1825, 2020.	-
8. Journal Paper	An End-to-End Dense-InceptionNet for Image Copy-Move Forgery Detection	J.-L. Zhong and C.-M. Pun	IEEE Transactions on Information Forensics and Security (TIFS), 15(1), pp. 2134 - 2146, 2020.	-
9. Journal Paper	Improving the Harmony of the Composite Image by Spatial-Separated Attention Module	X. Cun and C.-M. Pun	IEEE Transactions on Image Processing (TIP), 29(2), pp. 4759 - 4771, 2020.	-
10. Journal Paper	Deep and Ordinal Ensemble Learning for Human Age Estimation From Facial Images	J.-C. Xie and C.-M. Pun	IEEE Transactions on Information Forensics and Security (TIFS), 15(1), pp. 2361 - 2374, 2020.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
11. Journal Paper	Personal Privacy Protection via Irrelevant Faces Tracking and Pixelation in Video Live Streaming	J. Zhou and C.-M. Pun	IEEE Transactions on Information Forensics and Security (TIFS), 16, pp. 1088 - 1103, 2021.	-
12. Journal Paper	Nonnegative self-representation with a fixed rank constraint for subspace clustering	G. Zhong and C.-M. Pun	Information Sciences, 518(5), pp. 127-141, 2020.	-
13. Journal Paper	Exposing splicing forgery in realistic scenes using deep fusion network	B. Liu and C.-M. Pun	Information Sciences, 526(7), pp. 133-150, 2020.	-
14. Journal Paper	Dense moment feature index and best match algorithms for video copy-move forgery detection	J.-L. Zhong, C.-M. Pun, and Y.-F. Gan	Information Sciences, 537(10), pp. 184-202, 2020.	-
15. Journal Paper	Subspace clustering by simultaneously feature selection and similarity learning	G. Zhong and C.-M. Pun	Knowledge-Based Systems, 193(4), pp. 1-10, 2020.	-
16. Journal Paper	Locating splicing forgery by adaptive-SVD noise estimation and vicinity noise descriptor	B. Liu and C.-M. Pun	Neurocomputing, 387(4), pp. 172-187, 2020.	-
17. Journal Paper	Revisiting Nyström extension for hypergraph clustering	G. Zhong and C.-M. Pun	Neurocomputing, 403(8), pp. 247-256, 2020.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
18. Journal Paper	RPCA-Induced Self-Representation for Subspace Clustering	G. Zhong and C.-M. Pun	Neurocomputing, 437(5), pp. 249-260, 2021.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

澳門健康妊娠婦女在孕早、中、晚期甲狀腺激素水平的參考值的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0115/2019/A3	鏡湖醫院慈善會	蔡嘉慧	澳門健康妊娠婦女在孕早、中、晚期甲狀腺激素水平的參考值的研究

項目摘要

1. 研究背景

甲狀腺疾病影響約 5% 的普通人群，主要影響女性為主。懷孕期間，在碘充足的國家甲狀腺會增大 10%，而在碘缺乏的地區會增大 20%-40%。甲狀腺激素、甲狀腺素（T4）和三碘甲狀腺原氨酸（T3）的產生增加近 50%，同時每日碘需求量也增加 50%。懷孕期間甲狀腺功能障礙很常見，患病率為 2-4%。甲亢的患病率約為 0.1- 0.4%，亞臨床甲亢約 3.3%，甲減約 0.3%，亞臨床甲減可達到 2.5% 以上，甲狀腺結節約 3-21%。

正常妊娠期，甲狀腺發生一系列生理變化，以提供足夠的甲狀腺素。正常的甲狀腺功能對胎兒發育至關重要，因為胎兒甲狀腺在 20 周後才可產生甲狀腺素。20 周前胎兒生長發育所需的甲狀腺素均由母親提供。妊娠合併甲狀腺功能異常是高危妊娠的一種，對母親及新生兒均有大量不良影響，包括流產、早產、宮內發育遲緩、胎盤早剝、子癇前期，子癇、產後出血、貧血及影響新生兒智力等。妊娠期甲狀腺功能異常，需要在孕期進行治療。

一項大型前瞻性隊列研究表明，左旋甲狀腺素治療對亞臨床甲狀腺功能減退症孕婦的兒童神經發育結局有潛在的有害影響。由於缺乏特定的臨床症狀，亞臨床甲狀腺功能減退症必須通過血清 TSH 濃度來定義。因此，TSH 的參考範圍對於診斷和治療非常重要。由於種族、碘攝入量、體重指數以及檢測方法的差異，故此不同人群的甲狀腺功能參考範室有所不同。基於以上原因，內分泌協會、美國甲狀腺協會 (ATA) 和歐洲甲狀腺協會均建議各中心建立屬於自己的孕婦相關甲狀腺激素水準參考值。

2. 研究目標

建立澳門健康妊娠婦女早、中、晚孕期 TSH、FT3、FT4 的參考值。

3. 簡介研究工作的主要進展

通過本次研究，已收集 166 位澳門健康妊娠婦女在妊娠早、中、晚期 TSH、FT4、FT3 的數據，並計算出屬於本地人群的參考值。

4. 研究成果與應用

本研究發現澳門健康妊娠婦女在孕早期和孕中期血清 TSH 參考值的上限遠高 2011 年 ATA 指引建議 2.5mIU/L 和 3.0mIU/L。此外，本研究的孕期血清 TSH 參考值上限又低於 ATA 2017 指南提出的

4mIU/L。以上結果表明簡單使用全球統一的數值不適合多有地區，即使從相似人群和母體碘狀態相同但使用不同的實驗室測定方法，所獲得的妊娠期血清 TSH 的孕期特異性參考範圍也是不同的。現建立屬於本地區、本地人群的參考值可減少漏診或過度診斷，此研究的臨床實用性高。

5. 進一步工作

由於本研究的數據只有澳門居住 >10 年的中國人，澳門同時有大量土生葡人居住，由於飲食習慣差別比較大，建議進行土生葡人的檢測，比較與本地中國人的數據，同時建議土生葡人妊娠期甲狀腺素的參考值。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Trimester-specific Reference Intervals of Thyroid Function in Healthy Pregnant Women in Macau	蔡嘉慧， 梁海琪	International Journal of Engineering Research & Science Volume- & Issue-5, PP: 06-14, May, 2022	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	澳門健康妊娠婦女在孕早、中、晚期甲狀腺激素水平的參考值
成果特點	妊娠期間甲狀腺功能障礙很常見，患病率為 2-4%。妊娠合併甲狀腺功能異常是高危妊娠的一種，對母親及新生兒均有大量不良影響，包括流產，早產、宮內發育遲緩、胎盤早剝、子癰前期、子癰、產後出血、貧血及影響新生兒智力、運動遲緩等。孕婦患病後的症狀不明顯，往往需要通過定期驗血檢查明確，故需要有健康人群的參考值作對比，藉以減少漏診及過度診斷。甲狀腺激素水平受碘攝取量、飲食習慣、體型、地區、種族、檢測方法、檢測機器的影響，故需要看行設立屬於本地區同一族群的參考值。本研究取得屬於澳門健康妊娠中國婦女在孕早、中、晚期甲狀腺激素水平的參考值。
技術成熟度	本參考數據可由本院婦產科與新生兒科合作試用於臨床。試用期間收集孕婦及新生兒與妊娠期甲狀腺功能障礙疾病相關不良預後的數據與以往對比。對比使用以往參考值與使用新參考值 1 年的數據，不良預後增減情況，藉以評估長期應用的可行性。
應用範圍	所有在澳門送鏡湖醫院進行甲狀腺激素水平檢測的產前檢查醫療機構
投產條件和預期經濟效益	降低漏診和誤診，減少不必要的用藥，改善孕婦及新生兒的不良預後，大大減少家庭及社會的經濟壓力。
合作方式	-

聯系地址	澳門鏡湖醫院		
聯系人	蔡嘉慧	電話	(853) 8295 0601
網址	www.kwh.org.mo	傳真	-

中國 Takotsubo 綜合症優化診斷與治療註冊研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0117/2019/A3	鏡湖醫院慈善會	鍾桃娟	中國 Takotsubo 綜合症優化診斷與治療註冊研究

項目摘要

1. 研究背景

Takotsubo 綜合症 (Takotsubo syndrome, TTS) 由日本學者 Sato 等於 1990 年首次報導。TTS 是一種由心理或生理應激所誘發，以急性可逆性左心功能不全為主要表現的一組臨床症候群。我國以個案報導為主，分析顯示臨床醫生對於 TTS 認識明顯不足 - 易誤診為急性冠狀動脈綜合症 (ACS)、急性心肌炎等 - 造成不良後果。目前我國 TTS 確切的發病率尚不清楚。國外研究顯示，1%~2% 疑似 ACS 患者最終被診斷為 TTS。因此 - 推測 TTS 實際發病人群可能比報導的病例還多。TTS 迄今存在問題包括：(1) 確切的病因和病理生理機制尚未闡明現有的學說、假設均缺乏深入基礎研究、標準動物模型及缺乏大規模前瞻性臨床資料支持。(2) 儘管美國、日本、義大利等國家提出了多個版本的 TTS 診斷標準 - 但迄今尚無統一診斷標準。目前最新建議僅反映了專家意見的共識，而且未納入先進影像學 TTS 的特徵性診斷標準。(3) 雖然冠狀動脈 CTA 和造影 (CAG) 仍然是排除冠狀動脈狹窄的必須檢查項目，但如何快速且準確地進行 TTS 早期診斷仍然面臨諸多挑戰。(4) 無標準、規範化治療方案。(5) TTS 患者長期預後的資料有限。(6) 臨床醫生對 TTS 的診治水平有待提高。

2. 研究目標

回顧性分析我國 TTS 患者的誘因、臨床特點、誤診率和治療現況。構建中國首個 TTS 研究隊列、建立資料庫，通過多中心、前瞻性、隊列註冊研究，分析 TTS 患者的流行病學與臨床特徵。探討本研究與國際註冊研究的 TTS 共性與差異，優化我國 TTS 的診斷標準及治療策略。為制定我國 TTS 的指南或共識提供高級別循證醫學證據。

3. 簡介研究工作的主要進展

2020 年 04 月 23 日獲 FDCT 批准後正式開展研究，2021 年 5 月 10 遞交第一年度報告，2022 年 5 月 20 日遞交第二年度報告，2023 年 5 月 15 日進行了結題評審，2023 年 05 月 23 日結束研究。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	回顧性研究	分析我國 TTS 患者臨床特點和治療現況。	100%
2	前瞻性註冊研究	構建中國首個 TTS 隊列註冊研究，分析臨床特徵和預後，優化 TTS 的診斷標準及治療策略。	100%

4. 研究成果與應用

1) 第一部份：回顧性分析

131 篇文獻中的 160 例中國 TTS 患者以女性為主 (85.6%) > 發病年齡較輕 (58.3 ± 14.7 歲)，重症者較為多見 (30.0%)，早期誤診率極高 (96.9%) - 臨床上以藥物治療為主。

應用：通過不同管道進行學術講座和交流、宣傳，提高臨床醫生對 TTS 的認識和診治水準，減少誤診。

2) 第二部份：前瞻性的隊列研究

3 年共納入 209 例 TTS 患者。我們對 10 家醫院共 112 例 TTS 患者進行分析和隨訪。發現仍以女性為主 (72.3%) > 接近一半 (49.1%) 的女性患者小於 50 歲。軀體誘因更為常見 (57.7%)。0 受體阻滯劑應用增多 (佔 35.7%)» 30 天隨訪 MACCE 發生率為 16.7% - 死亡率為 14.8%。長期隨訪 MACCE 發生率為 13.9% / 患者 / 年 - 死亡率為 12.8% / 患者 / 年。軀體誘因、呼吸困難、心動過速、低血壓和中腔型是院內併發症的獨立危險因素。心動過速和肌鈣蛋白升高是與長期 MACCE 增加獨立相關，而 ST 段抬高和使用 β 受體阻滯劑與長期 MACCE 減少獨立相關。入院時心動過速 (心率大於 100 次 / 分) 的 TTS 患者長期 MACCE 發生率明顯升高。

應用：通過對中國首個 Takotsubo 註冊研究入組 TTS 患者的分析 - 其臨床特點有助於進一步制定中國人群的個體化治療策略。 β 受體阻滯劑有改善這些患者預後的潛力 - 具有重要的臨床價值，但需要更進一步的擴大研究樣本。在臨床醫生對 TTS 的認識和處理能力方面得到明顯提高 - 使病人受益，同時通過科普宣傳使得社會價值得到體現。

5. 進一步工作

- 1) 繼續收集回顧性和前瞻性資料，盡可能收集更多病例。
- 2) 應用 β 受體阻滯劑治療進行前瞻性、對照研究。
- 3) 進行基因、兒茶酚胺水準檢測等 - 總結中國人 TTS 的差異性。
- 4) 在國內外主要期刊繼續發表重要研究成果。
- 5) 將來舉行一次較大型的 TTS 學術交流會議。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
臨床研究	中國 Takotsubo 綜合症病例的匯總分析	盧正烽， 鍾桃娟	《中華心血管病》 雜誌 2022, 50(4): 375-385	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
臨床研究	中國 Takotsubo 綜合症國人數據與歐洲對比分析	盧正烽， 鍾桃娟	《澳門鏡湖醫學》 雜誌 . 2019, 19(1): 24-27.	-
臨床研究	Takotsubo 綜合症患者 住院死亡危險 因素	蒙媛麗， 韋育林	中山大學學報 (醫學科 學版). 2023,44 (1):122-130	-
病例報導	Type transition and mitral regurgitation of mid. ventricular Takotsubo in a single course	Cunxue Pan, Tou Kun Chong	Polish Heart Journal	-
臨床研究	Clinical Characteristics and Outcome Correlates of Chinese Patients with Takotsubo Syndrome: Results from the First Chinese Takotsubo Syndrome Registry.	Tou Kun Chong, Jian Chen	International Journal of Cardiology	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	中國 Takotsubo 綜合症優化診斷與治療注冊研究一註冊平台		
成果特點	1. 已構建我國首個 TTS 研究隊列，建立注冊平臺，錄入 TTS 患者臨床資料。登錄網址：http://www.nextedc.cn/ 2. 可以支援微信掃碼與帳號密碼登錄。 3. 醫生及協作中心負責人由 PI 決定名單後加入。 4. 醫生可以將新患者的入組；患者入組後此患者會自動綁定中心編號和醫生資訊，其他醫生無權操作此患者。 5. 醫生可以將複製相應的連結發送給他人填寫。 6. 由監察員定期審查錄入的資料 - 保質保量（真實性、準確性、完整性），以及解答錄入時遇到的問題。		
技術成熟度	已在臨床應用。		
應用範圍	面向全國醫院及醫務人員，錄入 TTS 病例。		
投產條件和預期經濟效益	通過多中心、前瞻性中國 Takotsubo 註冊研究，擴大病例數，進一步分析我國 TTS 患者的臨床特徵及預後，以期優化我國乃至國際 TTS 的診斷標準及治療策略，為制定我國 TTS 的指南或共識提供高級別的循證醫學證據。		
合作方式	簽署合作協議書		

聯系地址	澳門鏡湖醫院心血管內科		
聯系人	鍾桃娟	電話	(853) 6667 6199
網址	-	傳真	-

治療炎症性腸病的薑類中藥類外泌體的開發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0023/2019/A	澳門大學	王勝鵬	治療炎症性腸病的薑類中藥類外泌體的開發

項目摘要

1. 研究背景

潰瘍性結腸炎是一種特發的慢性腸道炎症，可累及整個結腸。近年來，其發病率仍在不斷增加，且無有效治療藥物，給全球衛生系統和經濟帶來極大的負擔。近年來，外泌體用於多種疾病的治療受到越來越多的關注和研究。然而，由於有限的動物和細胞來源、極低的產率和不可避免的免疫原性問題，其臨床轉化存在諸多障礙。因此，開發療效顯著、天然來源、提取簡便、安全穩定和經濟實惠的外泌體用於潰瘍性結腸炎的治療迫在眉睫。

2. 研究目標

項目以藥食兩用薑類中藥為研究對象，對其新鮮藥材用含有的天然類外泌體進行提取工藝考察和成分解析，評價其體內外安全性和靶向性，進而探究其治療炎症性腸病的療效及機制，以期開發出一種安全有效、廉價易得的治療炎症性腸病口服創新制劑，為中醫藥治療炎症性腸病的創新藥物開發提供一種全新的思路。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 製備安全穩定薑黃外泌體：採用差速和密度梯度離心方法從新鮮薑黃中提取外泌體，其大小均勻、理化穩定、產量較高、體內外安全性良好，具有良好的應用前景。
- 2) 驗證薑黃外泌體治療效果：薑黃外泌體可靶向聚集在炎症結腸部位，並在急性和慢性潰瘍性結腸炎小鼠模型上均表現出良好的治療效果。
- 3) 深入挖掘薑黃外泌體機制：從修復受損的腸道粘膜屏障、調節失衡的腸道菌群和異常的腸道免疫微環境（腸道巨噬細胞的極化）三個方面闡明瞭薑黃外泌體的抗結腸炎機制。

4. 研究成果與應用

- 1) 學術成果：發表學術論文 7 篇（IF>10 的 3 篇），申請發明專利 1 項；
- 2) 人才培養：培養 1 名博士研究生、1 名碩士研究生、2 名研究助理；
- 3) 學術交流：應邀參加 2022 中國細胞外囊泡大會，並做主題報告；
- 4) 科技獎勵：入選中華中醫藥學會青年托舉工程計劃（港澳第一位）。

5. 進一步工作

利用現有的研究基礎，後續將繼續從薑科植物乃至其他科植物中篩選有效的抗炎外泌體，用於氧化應激類炎症性疾病的治療和機制探索。同時，探索相關成果的進一步產業轉化研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Turmeric-derived nanovesicles as novel nanobiologics for targeted therapy of ulcerative colitis	高彩芳、王一濤、王勝鵬等	Theranostics. 2022, 12(12):5596-5614	SCI
論文	Dietary supplement Rhodiola crenulata extract alleviates dextran sulfate sodium-induced colitis in mice through anti-inflammation, mediating gut barrier integrity and reshaping gut microbiome	陶宏迅、王勝鵬等	Food & Function. 2021, 12(7):3142-3158	SCI
論文	West meets east: open up a dialogue on phytomedicine	李秀珠、陳偉傑、王勝鵬等	Chinese Medicine. 2021, 16(1):57.	SCI
論文	Active targeted drug delivery strategy for treatment of inflammatory bowel disease: Opportunities and emerging strategies	劉鵬、王勝鵬、王一濤等	Acta Pharmaceutica Sinica B. 2020, in press	SCI
論文	Natural Polyphenols for Cancer Therapy: What Have We Ignored?	王勝鵬等	Trends in Food Science and Technology. 2020, 101:151-164	SCI
論文	Characterization of chemical composition and prebiotic effect of a dietary medicinal plant <i>Penthorum chinense</i> Pursh	王勝鵬等	Food Chemistry. 2020, 319:126568.	SCI
論文	Bilirubin nanomedicine for the treatment of reactive oxygen species (ROS)-mediated diseases	陳哲傑、王勝鵬、王一濤等	Molecular Pharmaceutics. 2020, 17(7):2260-2274.	SCI
專利	一種薑多糖及其制備方法與應用	王一濤、王勝鵬、郝薇	202110912418.X	中國發明專利

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	姜多糖		
成果特點	本項目開發一種姜多糖及其製備方法與應用，其製備方法簡單、易操作、成本低，可實現產業化，能維持潰瘍性結腸炎小鼠的體重、降低疾病活動指數、增加結腸長度、降低結腸組織炎症因子水平，具有緩解結腸炎的作用。		
N/ 技術成熟度	TRL3		
應用範圍	可製備成緩解腸道炎症的健康食品或藥物。		
投產條件和預期經濟效益	尚需進一步系統臨床前研究。		
合作方式	合作研發，產品開發上市後的利潤共享。		

聯系地址	澳門氹仔大學大馬路澳門大學科研大樓（N22）		
聯系人	王勝鵬	電話	(853) 8822 8559
網址	https://sklqrcm.um.edu.mo/sheng-peng-wang/	傳真	(853) 2882 1358

脂類基質調節人類多能幹細胞代謝和多能性的分子機制

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0123/2019/A3	澳門大學	陳國凱	脂類基質調節人類多能幹細胞代謝和多能性的分子機制

項目摘要

1. 研究背景

多能幹細胞可以分化成各種具有醫療潛力的細胞種類，幹細胞分化生產方法對細胞的應用前景至關重要。代謝平衡對於乾細胞存活，自我更新和分化至關重要，人類多能幹細胞氧化磷酸化具有與眾不同特性，但是人們對產生這種差異分子機理，特別是脂類代謝機理所知甚少。課題著重研究脂類基質對人類多能幹細胞的調控機制，以圖揭示新的機理，並開發更有效的幹細胞的培養條件。

2. 研究目標

- 1) 通過代謝表型鑑定脂類基質 Albumax 和脂類濃縮液對乾細胞代謝的功能組分；
- 2) 建立 Seahorse 分析方法用於研究外源信號調控對乾細胞調節的機理；驗證脂類基質如果通過信號傳導或代謝平衡對乾細胞代謝和多能性的調節機理。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 揭示溶血磷脂能全面影響幹細胞代謝，基因表達和表觀修飾，並導致一種可逆的細胞狀態；揭示細胞的脂類原生合成水準不影響細胞幹性，開發了新的脂類輔劑用於細胞培養；
- 2) 揭示甲狀腺素對幹細胞培養的作用，開發了甲狀腺素的細胞培養應用；
- 3) 揭示了胰島素通過 PI3K/GSK3 通路對幹細胞呼吸的調節；
- 4) 開發了內胚層間充質幹細胞的分化方法；
- 5) 揭示了 PKC 通路對中胚層和胚外組織命運決定的關鍵作用；
- 6) 揭示了維生素 B3 在細胞分化中的調控機理。

4. 研究成果與應用

- 1) 發表 10 篇論文，3 篇在修改中，3 篇在準備；
- 2) 6 個專利在申請中；
- 3) 參加 5 次國際會議。

5. 進一步工作

- 1) 推動脂類在細胞培養中的應用；
- 2) 推動甲狀腺素在皮膚 / 心肌分化和成熟的應用；
- 3) 對動細胞培養技術的改進。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Definitive Endodermal Cells Supply an in vitro Source of Mesenchymal Stem/Stromal Cells. Communications Biology 6, Article number: 476 (2023)	Zhang Y, Chen G. et al	Demonstrate endoderm as a new source for MSC induction from hPSC	0
論文	Protein Kinase C Modulation Determines the Mesoderm/ Extraembryonic Fate Under BMP4 Induction From Human Pluripotent Stem Cells	Godoy-Pareyo, Chen G. et al	Demonstrate PKC as a key in lineage specification	1
論文	Nicotinamide promotes pancreatic differentiation through the dual inhibition of CK1 and ROCK kinases in human embryonic stem cells. Stem Cell Res Ther. 2021 Jun 25;12(1):362.	Zhang Y, Chen G. et al	Reveal nicotinamide as a kinase inhibitor in pancreatic differentiation	16
論文	Insulin Promotes Mitochondrial Respiration and Survival through PI3K/AKT/ GSK3 Pathway in Human Embryonic Stem Cells. Stem Cell Reports. 2020 Dec 8;15(6):1362-1376.	Ren Z, Chen G. et al	Reveal insulin function in metabolic regulation	13
論文	Protocol for intracellular and extracellular metabolite detection in human embryonic stem cells. STAR Protoc. 2021 Aug 12; 2(3):100740.	Xu F, Chen G, et al	Establish methods to analyze key metabolites in stem cell culutre	3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Regulation of energy metabolism in human pluripotent stem cells. Cell Mol Life Sci. 2021 Dec; 78(24):8097-8108.	Liu W, Chen G, et al	Summarize the molecular mechanism in metabolic regulation	2
論文	Nicotinamide promotes cardiomyocyte derivation and survival through kinase inhibition in human pluripotent stem cells. Cell Death Disease, 2021 Nov 29; 12(12):1119.	Meng Y, Chen G, et al	Develop new protocol in cardiac differentiation and maintenance	1
論文	Lysophosphatidic acid shifts metabolic and transcriptional landscapes to induce a distinct cellular state in human pluripotent stem cells. Cell Rep. 2021 Nov 30;37(9):110063.	Xu F, Chen G, et al	Identify critical lipid regulator in stem cell biology	9
論文	Insulin Directs Dichotomous Translational Regulation to Control Human Pluripotent Stem Cell Survival, Proliferation and Pluripotency. Int J Biol Sci. 2022 May 16; 18(9): 3562-3575.	Zhou X, Chen G, et al	Reveal novel survival mechanism by Insulin, and establish a novel cellular state	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Thyroid hormone enhances stem cell maintenance and promotes lineage-specific differentiation in human embryonic stem cells. Stem Cell Res Ther. 2022 Mar 21; 13(1):120.	Deng C, Chen G, et al	Discovery thyroid hormone's molecular regulation on stem cells	1
專利	一種誘導幹細胞逐步分化形成角質細胞的方法 UMPT168-2018	Chen G, Zhong H	皮膚分化方法	-
專利	通過 IGF/ 胰島素通路調節 hPSC 分化方向的方法及應用 UMPT167-2018	Chen G, Yang Y	心肌分化方法	-
專利	ERK5 激酶及其抑制劑在幹細胞分化中的應用 UMPT166-2018	Chen G, Song C	心肌分化方法	-
專利	氯離子阻斷劑誘導幹細胞分化成心肌細胞的方法及心肌細胞與其應用 UMPT279-2020	Chen G, Meng Y	心肌分化方法	-
專利	誘導幹細胞往心肌細胞方向分化及心肌細胞傳代與純化的方法及藥劑 UMPT280-2020	Chen G, Meng Y	心肌分化方法	-
專利	一種誘導幹細胞分化成中胚層譜系或滋養細胞譜系的方法及藥物 UMPT281-2020_CN	Chen G, Godoy Parejo C, Zhang Y	中胚層誘導新方法	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種誘導幹細胞分化成中胚層譜系或滋養細胞譜系的方法及藥物 UMPT281-2020_PCT	Chen G, Godoy Parejo C, Zhang Y	中胚層誘導 新方法	-
專利	一種脂類物質添加劑及其應用 UMPT290-2020_PCT	Chen G, Xu F	培養基添加劑 開發	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	1	1

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

搭載可重構腫瘤微環境三萜類中藥活性成分的 “納米航母”實現腦膠質瘤的聯合治療

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0124/2019/A3	澳門大學	陳美婉	搭載可重構腫瘤微環境三萜類中藥活性成分的“納米航母”實現腦膠質瘤的聯合治療

項目摘要

1. 研究背景

腦膠質瘤（Glioma）是最常見的原發性惡性腦腫瘤，其惡性程度高、侵襲性強、死亡率高，已成為世界公認的難題。尋找高效低毒的治療策略，提高抗癌藥物的血腦屏障透過率和腦膠質瘤的靶向性，清除殘餘腫瘤病灶，對改善腦膠質瘤的臨床療效具有重要的意義。同時，聯合多種治療策略通過多靶點、多途徑抑制腫瘤發生、增殖、遷移與復發，已成為腦膠質瘤治療的重要趨勢。

本項目擬在課題組對中藥活性成分及納米藥物遞送系統多年的研究工作基礎上，將具有化療與免疫治療作用的中藥活性成分裝載於可靶向腦部腫瘤的納米載體中，利用化療藥物進行治療的同時逆轉免疫抑制腫瘤微環境，發揮殺傷腦膠質瘤細胞，為腦膠質瘤的靶向治療提供新思路。

2. 研究目標

本項目擬基於具有良好生物安全性的聚氨基酸載體，構建腫瘤微環境調控的“納米航母”，搭載化療藥物和具有免疫微環境調控作用的IDO抑制劑及促小神經膠質細胞M1型極化的三萜類中藥活性成分，實現腦膠質瘤免疫治療與化療的聯合治療。該納米載體可透過血腦屏障並靶向腫瘤，同時促進藥物向腫瘤組織深層遞送和可控釋放；IDO抑制劑及促小神經膠質細胞M1型極化藥物可通過多途徑有效克服腫瘤的免疫耐受，清除化療後殘餘腫瘤，顯著提高抗癌效果。在此基礎上，深入研究化療與免疫抑制性腫瘤微環境調控間的協同機制，為腦膠質瘤的靶向治療提供新思路。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們研究團隊從多個途徑探索基於喜樹碱等天然活性成分與納米遞送系統的聯合提升腦膠質瘤治療效果。首先，針對喜樹碱等天然活性成分在臨床應用中水溶性低、生物利用度低、非靶向遞送及副作用大等不足，研究團隊對喜樹碱進行化學結構修飾並利用納米遞送系統實現藥物的腫瘤靶向遞送從而提高治療效果。其次，針對傳統化療療效有限、易產生腫瘤轉移及復發的不足，研究團隊充分利用新興的免疫治療策略，結合天然活性成分在腫瘤免疫微環境調節方面的優勢，構建高效的免疫聯合治療平臺，抑制腫瘤生長並防止腫瘤轉移及復發。在此基礎上，團隊構建了基於喜樹碱的化療免疫聯合治療平臺，優化納米遞送系統實現高效跨血腦屏障藥物遞送的同時，利用喜樹碱在腫瘤治療中的優勢，並聯合薑黃素逆轉其對腫瘤免疫微環境的不良影響，實現高效的腦膠質瘤治療。其後，針對腫瘤治療效果檢測的需求及傳統治療手段的不足，一方面，我們利用近紅外二區成像的優勢構建了高效的診療一體化平臺，另一方面，我們積極探索非凋亡性細胞死亡如鐵死亡在腫瘤治療策略之中的應用，為新型腦膠質瘤治療藥物的開發提供了夯實的理論與實踐

基礎。此外，研究團隊利用該研究中獲得的豐富的藥物開發及納米技術優化技術及經驗，並將其應用於其他疾病如風濕性關節炎治療策略的優化。相關成果以會議論文、期刊論文形式公開發表，並申請專利。

4. 研究成果與應用

通過實施本項目，課題獲得了一系列科研成果，並培養了多名人才。發表與在投稿學術論文（SCI）共 16 篇；申請專利 1 個。培養碩士研究生 4 名，博士研究生 2 名，博士後研究員 1 名。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Amplified cancer immunotherapy of PD-L1 blockade by sequential tumor microenvironment reshaping and DC maturation	P Hua†, D Jiang†, ZP Guo†, HY Tian, XS Chen, MW Chen*.	Chemical Engineering Journal, 2023, 453, 1, 139795.	SCI
期刊論文	Linear-like polypeptide-based micelle with pH-sensitive detachable PEG to deliver dimeric camptothecin for cancer therapy	KH Wong †, ZP Guo†, D Jianga, XZ Zhou, LZ Lin b, DG Zhao, MW Chen*	Asian Journal of Pharmaceutical Sciences, 2023, 18(1): 100773.	SCI
期刊論文	Polymeric nano-system for macrophage reprogramming and intracellular MRSA eradication	YJ Yu, JH Yan, QW Chen, JY Qiao, SY Peng, H Cheng, MW Chen*, XZ Zhang*.	Journal of Controlled Release, 2023, 353, 591-610.	SCI
期刊論文	A LRET Nanoplatform Consisting of Lanthanide and Amorphous Manganese Oxide for NIR_II Luminescence Lifetime Imaging of Tumor Redox Status	MY Zhao, HJ Zhuang, HX Zhang, BH Li, J Ming, XY Chen*, MW Chen*	Angewandte Chemie International Edition, 2022, 61(47): e202209592.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Reactive oxygen species activated by mitochondria-specific camptothecin prodrug for enhanced chemotherapy	ZP Guo, ZA Wang, RF Liang, HY Tian*, XS Chen,2 MW Chen*	Bosnian Journal of Basic Medical Sciences, 2022, 22(6): 934.	SCI
期刊論文	An ultrasensitive fluorescent breath ammonia sensor for noninvasive diagnosis of chronic kidney disease and helicobacter pylori infection	GJ Song, D Jiang, JC Wu, XZ Sun, MY Deng, L Wang, CX Hao, JY Shi, HT Liu, YQ Tian*, MW Chen*.	Chemical Engineering Journal, 2022, 440: 135979	SCI
期刊論文	Development of Nanoscale Drug Delivery Systems of Dihydroartemisinin for Cancer Therapy: A Review	KH Wong†, DL Yang†, SS Chen†, CW He, MW Chen*.	Asian Journal of Pharmaceutical Sciences, 2022, 17(4), 475-490	SCI
期刊論文	USP15 in Cancer and Other Diseases: From Diverse Functionsto Therapeutic Targets	YC Li†, SW Cai†, YB Shu, MW Chen, Z Shi*.	Biomedicines, 2022, 10(2): 474	SCI
期刊論文	Non-apoptotic cell death-based cancer therapy: molecular mechanism, pharmacological modulators, and nanomedicine	X Wang, P Hua, CW He, MW Chen*.	Acta Pharmaceutica Sinica B, 2022, 12(9), 3567-3593	SCI
期刊論文	Glioma-targeted multifunctional nanoparticles to co-deliver camptothecin and curcumin for enhanced chemo-immunotherapy	ZA Wang†, X Wang†, H Yu, MW Chen*.	Biomaterials Science, 2022, 10, 1292-1303	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	ROS-responsive fluorinated polyethyleneimine vector to co-deliver shMTHFD2 and shGPX4 plasmids induces ferroptosis and apoptosis for cancer therapy	SLX Yang†, KH Wong†, P Hua†, CW He, H Yu, D Shao, Z Shi, MW Chen*.	Acta Biomaterialia, 2022, 140, 492-505	SCI
期刊論文	ROS-responsive dexamethasone micelles normalize the tumor microenvironment enhancing hypericin in cancer photodynamic therapy	RF Liang†, KH Wong†, Y Yang*, YR Duan, MW Chen*.	Biomaterials Science, 2022, 10, 1018-1025	SCI
期刊論文	Perfluorocarbon loaded fluorinated covalent organic polymers with effective sonosensitization and tumor hypoxia relief enable synergistic sonodynamic-immunotherapy	ZJ Yang, DL Tao, WZ Zhong, Z Liu, LZ Feng*, MW Chen*.	Biomaterials, 2022, 280:121250.	SCI
期刊論文	Optical Imaging in the Second Near Infrared Window for Vascular Bioimaging	ZA Wang†, X Wang†, JB Wan, FJ Xu, NN Zhao, MW Chen*.	Small, 2021, 17(43): 2103780	SCI
期刊論文	In Situ Transformable Nanoplatfroms with Supramolecular Cross-Linking Triggered Complementary Function for Enhanced Cancer Photodynamic Therapy	MY Zhao, HJ Zhuang, BH Li, MW Chen*, XY Chen*.	Advanced Materials, 2023, 35(20), 2209944.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Carrier-Free Nanodrug Based on Co-Assembly of Methylprednisolone Dimer and Rutin for Combined Treatment of Spinal Cord Injury	H Wang, F Lin, Y Wu, W Guo, XS Chen, CS Xiao, MW Chen*.	ACS Nano, 2023, 17(13), 12176-12187.	SCI
專利	一種利用氟化聚乙烯亞胺遞送過表達 SLC31A1 和 FDX1 質粒的基因藥物在人腎透明細胞癌誘發銅死亡的應用	陳美婉、李恩澤、鐘文釗	申請中， 申請號： 202310473885.6	N/A

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種靶向腦膠質瘤的多功能納米體系用於共遞送喜樹碱和姜黃素增強化學免疫聯合治療
成果特點	構建了基於脂化色胺的神經類似物修飾脂質體 (NTs-LIP) 用於聯合遞送 CPT 和薑黃素 (CUR)，改善膠質瘤的化學免疫治療效果。該脂質體利用 Tryp 修飾提高了 CPT 和 CUR 跨血腦屏障傳遞效率及癌細胞攝取。CPT 在脂質體被細胞攝取後，發揮抑制細胞增殖的作用；薑黃素下調由 CPT 引起的 PD-L1 表達升高，從而防止 T 細胞失活，並通過抑制吲哚胺 2, 3- 雙加氧酶 (IDO) 活性降低調節性 T 細胞 (Treg 細胞) 對 T 細胞的抑制能力，進一步逆轉腫瘤免疫抑制性微環境，協同增強化學免疫治療效果。
技術成熟度	該技術已經過細胞實驗驗證其腫瘤微環境調節能力、良好的生物相容性及高效腫瘤生長抑制，技術經過反復驗證可靠，具備發展潛力，處於技術成長期。
應用範圍	應用到腫瘤治療中，可參考我們已經發表基於腦靶向納米載藥體系的文章，其實驗數據證明研究成果具有強腫瘤抑製及腫瘤免疫微環境調節潛力 (Biomaterials Science, 2022, 10(5): 1292-1303)。
投產條件和預期經濟效益	做好知識產權保護與佈局，尋求相關醫學合作，預期可應用於臨床。
合作方式	合作開發

聯系地址	澳門大學中華醫藥研究院		
聯系人	陳美婉	電話	(853)88224675
網址	https://sklqrcm.um.edu.mo/mei-wan-chen/	傳真	-

青蒿素及其衍生物對神經細胞免於急性缺血性損傷的保護作用及分子機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0127/2019/A3	澳門大學	鄭文華	青蒿素及其衍生物對神經細胞免於急性缺血性損傷的保護作用及分子機制研究

項目摘要

1. 研究背景

腦卒中是局灶性神經功能缺損和血管源性中樞神經系統損傷的總稱，是我國成年人群致死、致殘的首位病因，具有發病率高、致殘率高、死亡率高和復發率高的特點，給家庭及社會造成沉重的負擔。然而目前卒中的治療手段有限，整體治療效果欠佳，迫切需要開發更有效的卒中預防和治療方法。神經保護不同於針對腦血管系統的凝塊去除療法（血栓溶解劑、血管內手術），它直接作用於腦實質的細胞，通過影響急性缺血性腦卒中的信號傳導途徑和最小化卒中後的病理過程阻斷神經元死亡級聯，促進腦部神經細胞存活，減少梗塞面積，改善患者的神經功能。

青蒿素是從一種傳統中藥黃花蒿中提取得到的一種倍半萜內酯類化合物，目前已研製出了一系列衍生物並用於瘧疾的治療之中，其中蒿甲醚便是青蒿素醚類衍生物的一種。青蒿素及其衍生物蒿甲醚是在臨床上使用的一線抗瘧藥，其發現拯救了數百萬人的生命，在臨床上應用時毒性低，一般無不良反應，且易通過血腦屏障。青蒿素還具有顯著抗炎，抗菌、抗病毒、抗腫瘤以及免疫調節作用，說明它們是多靶點治療藥物，其藥理作用應用前景廣泛。神經保護藥物的研發是我們團隊的主要研究方向及工作重點。我們在前期使用中藥有效成份庫篩選神經保護藥物時，發現青蒿素具有很好的神經保護作用。因此，研究青蒿素及其衍生物蒿甲醚對神經細胞的保護 / 治療腦中風的作用具有重要意義。

2. 研究目標

完成青蒿素及其衍生物作為潛在的腦卒中治療用藥研究。

具體目標為：

- 1) 在 PC12 細胞和原代培養皮層神經元建立糖氧剝奪誘導損傷細胞模型。
- 2) 在 C57 小鼠，SD 大鼠上建立中動脈阻塞（MCAO）和雙側頸動脈閉塞等腦卒中的動物模型。
- 3) 利用這些細胞和動物模型，從細胞活性、細胞毒性、氧化應激、細胞凋亡、自噬等多方面分析青蒿素及其衍生物對腦卒中的神經保護作用，並進一步探明其分子機制。

3. 簡介研究工作的主要進展

完成了既定研究目標。已在上述細胞模型和動物模型中證明瞭青蒿素及其衍生物對腦卒中有顯著的神經保護作用，並較深入地闡明瞭其作用的機制。

4. 研究成果與應用

在該項目基金的支持下，我們的研究取得了很好的進展，並順利完成了既定研究目標，發表了 15 篇高品質的文章，申請了 1 個專利，培養了 4 名博士生 / 博士後，組織學生 20 多次參加會議，彙報相關成果，並獲得多個獎項。

5. 進一步工作

進一步工作將考慮進行臨床試驗，爭取最後能將其應用於臨床，讓病人獲益。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Pharmacological therapies and drug development targeting SARS-CoV-2 infection	Jiang, Yizhou; Zheng, Wenhua	ADVANCED DRUG DELIVERY REVIEWS; Vol.173; Page439-460; JUN, 2021	SCI
Journal paper	Artemisinin protects motoneurons against axotomy-induced apoptosis through activation of the PKA-Akt signaling pathway and promotes neural stem/progenitor cells differentiation into NeuN(+) neurons	Liu, Linlin; Zheng, Wenhua	PHARMACOLOGICAL RESEARCH; Vol.159; SEP, 2020	SCI
Journal paper	Dopamine D1-and D2-like receptors oppositely regulate lifespan via a dietary restriction mechanism in <i>Caenorhabditis elegans</i>	Jiang, Yizhou; Zheng, Wenhua	BMC BIOLOGY; Vol.20; MAR 23, 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Artemisinin Reverses Glucocorticoid-Induced Injury in Bone Marrow-Derived Mesenchymal Stem Cells through Regulation of ERK1/2-CREB Signaling Pathway	Fang, Jiankang; Zheng, Wenhua	OXIDATIVE MEDICINE AND CELLULAR LONGEVITY; Vol.2021; SEP 17, 2021	SCI
Journal paper	Artemether confers neuroprotection on cerebral ischemic injury through stimulation of the Erk1/2-P90rsk-CREB signaling pathway	Li, Shuai; Zheng, Wenhua	REDOX BIOLOGY; Vol.46; OCT, 2021	SCI
Journal paper	Cytokine storm in COVID-19: from viral infection to immune responses, diagnosis and therapy	Jiang, Yizhou; Wenhua Zheng	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL SCIENCES; Vol.18; Page459-472; 2022	SCI
Journal paper	Exosomes derived from human placental mesenchymal stem cells enhanced the recovery of spinal cord injury by activating endogenous neurogenesis	Zhou, Wenshu; Zheng, Wenhua	STEM CELL RESEARCH & THERAPY; Vol.12; MAR 12, 2021	SCI
Journal paper	Artemisinin Attenuates Amyloid-Induced Brain Inflammation and Memory Impairments by Modulating TLR4/NF-kappa B Signaling	Zhao, Xia; Zheng, Wenhua	INTERNATIONAL JOURNAL OF MOLECULAR SCIENCES; Vol.23; JUN, 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Protective Mechanism of Berberine on Human Retinal Pigment Epithelial Cells against Apoptosis Induced by Hydrogen Peroxide via the Stimulation of Autophagy	Li, Shuai; Zheng, Wenhua	OXIDATIVE MEDICINE AND CELLULAR LONGEVITY; Vol.2021; AUG 13, 2021	SCI
Journal paper	Research Progress on Neuroprotection of Insulin-like Growth Factor-1 towards Glutamate-Induced Neurotoxicity	Ge, Lijun; Zheng, Wenhua	CELLS; Vol.11; FEB, 2022	SCI
Journal paper	Artemisinin attenuated ischemic stroke induced cell apoptosis through activation of ERK1/2/CREB/BCL-2 signaling pathway in vitro and in vivo	Peng, Tangming; Zheng, Wenhua	INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL SCIENCES; Vol.18; Page4578-4594; 2022	SCI
Journal paper	The role of FOXOs and autophagy in cancer and metastasis- Implications in therapeutic development	Farhan, Mohd; Zheng, Wenhua	MEDICINAL RESEARCH REVIEWS; Vol.40; Page2089-2113; NOV, 2020	SCI
Journal paper	Current Progress on Neuroprotection Induced by Artemisia, Ginseng, Astragalus, and Ginkgo Traditional Chinese Medicines for the Therapy of Alzheimer's Disease	Li, Qin; Zheng, Wenhua	OXIDATIVE MEDICINE AND CELLULAR LONGEVITY; Vol.2022; JUN 14, 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Patent	青蒿素及其衍生物在製備 CHAT 活性增強劑中的應用	鄭文華, 趙霞	中國專利	國家專利網

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	0	2

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

選擇性自噬與神經退行性疾病：從分子機制探討到中藥小分子選擇性自噬調控劑的發現

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0128/2019/A3	澳門大學	路嘉宏	選擇性自噬與神經退行性疾病：從分子機制探討到中藥小分子選擇性自噬調控劑的發現

項目摘要

1. 研究背景

神經退行性疾病是一類以進行性神經細胞丟失為特徵的老年相關性疾病。目前尚無有效方法延緩疾病的進程。自噬是一種保守的細胞降解和質控系統，對於維持神經細胞的存活和減緩衰老至關重要。選擇性自噬是指通過受體蛋白靶向性降解底物如衰老細胞器，蛋白聚集體等的自噬過程。目前對於選擇性自噬在神經退行性疾病發生過程中的作用和分子機制尚未闡明。而尋找選擇性自噬調控劑來改善神經退行性疾病病程的嘗試也才剛起步。

2. 研究目標

本課題的研究目標是通過先進的技術手段和實驗模型系統探討選擇性自噬的分子機制及其在神經退行性疾病中的作用，以及篩選中藥來源的選擇性自噬調控劑並評估其神經保護活性。

3. 簡介研究工作的主要進展

本專案的主要進展包括以下兩方面：

- 1) 中藥小分子線粒體自噬調控劑的篩選及其對阿爾茲海默病模型的改善作用。
我們通過機器學習輔助的藥物篩選，成功從中藥小分子化合物中篩選出兩個線粒體自噬調控劑山奈酚和丹葉大黃素。通過線蟲和小鼠 AD 模型，我們系統闡明瞭山奈酚和丹葉大黃素通過誘導線粒體自噬改善認知和記憶功能的活性。
- 2) 新的內質網自噬調控蛋白的發現及其在內質網應激和阿爾茲海默病模型中的作用。
我們通過定量蛋白質組學技術，發現一個與內質網應激相關新的 LC3 相互作用蛋白 SSR4。通過生物化學和細胞生物學技術手段，我們確認 SSR4 是一個新的內質網自噬調控蛋白。並在 AD 小鼠模型中證明 SSR4 緩解內質網應激改善 AD 表型的作用。

4. 研究成果與應用

我們的研究發現了新的中藥小分子線粒體自噬調控劑，有進一步開發成功能食品或藥物的潛力。新發現的內質網自噬調控蛋白則擴展了對內質網自噬新調控機制及其在神經退行性疾病發生過程中的作用的認識。相關文章發表在 Nature Biomedical Engineering, Autophagy 等雜誌。並申請了中國專利一項。

5. 進一步工作

我們計劃進一步解析線粒體自噬調控劑山奈酚和丹葉大黃素的作用機制和靶點，並推進其開發成為緩解神經退行性疾病的功能食品或藥品。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Corynoxine B targets at HMGB1/2 to enhance autophagy for α -synuclein clearance in fly and rodent models of Parkinson's disease	Zhu Q, Song J, Chen JY, Yuan Z, Liu L, Xie LM, Liao Q, Ye RD, Chen X, Yan Y, Tan J, Heng Tan CS, Li M, Lu JH	Acta Pharm Sin B. 2023 Jun;13(6):2701-2714	0
期刊論文	Chemical mitophagy modulators: Drug development strategies and novel regulatory mechanisms	Dong Y, Zhuang XX, Wang YT, Tan J, Feng D, Li M, Zhong Q, Song Z, Shen HM, Fang EF, Lu JH	Pharmacol Res. 2023 Jun 20;194:106835	0
期刊論文	Disease-Modifying Activity of Huperzine A on Alzheimer's Disease: Evidence from Preclinical Studies on Rodent Models	Yan YP, Chen JY, Lu JH	Int J Mol Sci. 2022 Dec 3;23(23):15238	2
期刊論文	α -mangostin derivative 4e as a PDE4 inhibitor promote proteasomal degradation of alpha-synuclein in Parkinson's disease models through PKA activation	Chen JY, Zhu Q, Cai CZ, Luo HB, Lu JH	Phytomedicine. 2022 Jul;101:154125	2
期刊論文	Chaperone-Mediated Autophagy in Neurodegenerative Diseases: Molecular Mechanisms and Pharmacological Opportunities	Wang YT, Lu JH	Cells. 2022 Jul 20;11(14):2250	11

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Targeting chaperone-mediated autophagy for Parkinson's disease therapy	Wang YT, Lu JH	Neural Regen Res. 2023 Aug;18(8):1723-1724	1
期刊論文	Can We Use Ginkgo biloba Extract to Treat Alzheimer's Disease? Lessons from Preclinical and Clinical Studies	Xie L, Zhu Q, Lu JH	Cells. 2022 Jan 29;11(3):479	11
期刊論文	A synergized machine learning plus cross-species wet-lab validation approach identifies neuronal mitophagy inducers inhibiting Alzheimer disease	Ai R, Zhuang XX, Anisimov A, Lu JH, Fang EF	Autophagy. 2022 Apr;18(4):939-941	2
期刊論文	Amelioration of Alzheimer's disease pathology by mitophagy inducers identified via machine learning and a cross-species workflow	Xie C, Zhuang XX, Niu Z, Ai R, Lautrup S, Zheng S, Jiang Y, Han R, Gupta TS, Cao S, Lagartos-Donate MJ, Cai CZ, Xie LM, Caponio D, Wang WW, Schmauck-Medina T, Zhang J, Wang HL, Lou G, Xiao X, Zheng W, Palikaras K, Yang G, Caldwell KA, Caldwell GA, Shen HM, Nilsen H, Lu JH, Fang EF	Nat Biomed Eng. 2022 Jan;6(1):76-93	85

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	丹葉大黃素在製備用於治療或改善神經退行性疾病的藥物中的應用	澳門大學，方飛，英國阿拉丁健康科技有限公司	中國 專利申請號 202110432373.6	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

CD47免疫檢查點共抑制因子及其天然產物抑制劑研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0129/2019/A3	澳門大學	陸金健	CD47 免疫檢查點共抑制因子及其天然產物抑制劑研究

項目摘要

1. 研究背景

CD47 是巨噬細胞吞噬相關最重要的免疫檢查點之一，靶向 CD47 是重新啟動巨噬細胞吞噬作用的關鍵步驟，但近期研究發現，在某些類型的腫瘤上單用 CD47 抗體並不能顯著增強巨噬細胞的吞噬功能，說明腫瘤細胞中可能還存在一些和 CD47 功能類似的共抑制因數。發現並研究這些共抑制因數，通過篩選獲得共抑制因數的抑制劑並與 CD47 抗體聯用將提升誘導巨噬細胞吞噬功能，增強其抗腫瘤作用。

2. 研究目標

本研究擬採用 CRISPR-Cas9 全基因組敲除文庫篩選獲得與抑制 CD47 具有增效作用的 CD47 共抑制因數，進一步對抑制共抑制因數的增效作用進行驗證並探索其機制；之後構建藥效篩選體系並通過小分子化合物庫的篩選獲得相應的候選化合物。

3. 簡介研究工作的主要進展

構建了 CRISPR-Cas9 全基因組敲除文庫，並基於該文庫進一步建立並優化了共抑制因數篩選模型。發現了包括 PDCD10、GSTK1 等近 20 個潛在的 CD47 的共抑制因數，進一步驗證發現敲低 GSTK1 後和 CD47 抗體聯用有增效作用。基於研究發現構建了靶向 GSTK1 的 siRNA 納米脂質體（LNPs），證實了 siGSTK1-LNPs 對 CD47 抗體的吞噬增強作用。對靶向 CD47 的聯合策略進行系統總結，構建了可全面評價巨噬細胞吞噬作用的篩選模型。通過 FDA 化合物庫和天然產物小分子化合物庫的篩選發現了奧希替尼及另一小分子化合物 A（專利準備中）對 CD47 抗體的聯合增效作用。

4. 研究成果與應用

在本項目的支持下，已發表 SCI 論文 10 篇，參與學術會議 5 次；培養博士後 2 名，博士研究生 6 名，碩士研究生 3 名，研究助理 3 名。

5. 進一步工作

在多種荷瘤小鼠模型中評價化合物 A 和 CD47 抗體的聯合抗腫瘤作用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Building on the backbone of CD47-based therapy in cancer: Combination strategies, mechanisms, and future perspectives	Zi-Han Ye, Wei-Bang Yu, Mu-Yang Huang, Jun Chen, Jin-Jian Lu*	Acta Pharmaceutica Sinica B. 2023 Apr;13(4): 1467-1487.	SCI
2. 期刊論文	c-MYC-mediated TRIB3/P62 ⁺ aggresomes accumulation triggers paraptosis upon the combination of everolimus and ginsenoside Rh2	Min-Xia Su, Yu-Lian Xu, Xiao-Ming Jiang, Mu-Yang Huang, Le-Le Zhang, Luo-Wei Yuan, Xiao-Huang Xu, Qi Zhu, Jian-Li Gao, Jia-Hong Lu, Xiuping Chen, Ming-Qing Huang, Yitao Wang, Jin-Jian Lu*	Acta Pharmaceutica Sinica B. 2022 Mar;12(3): 1240-1253.	SCI
3. 期刊論文	CD47 blockade improves the therapeutic effect of osimertinib in non-small cell lung cancer	Wei-Bang Yu, Yu-Chi Chen, Can-Yu Huang, Zi-Han Ye, Wei Shi, Hong Zhu, Jia-Jie Shi, Jun Chen, Jin-Jian Lu*	Frontiers of Medicine. 2023 Feb;17(1): 105-118.	SCI
4. 期刊論文	The development of small-molecule inhibitors targeting CD47	Wei-Bang Yu, Zi-Han Ye, Xiuping Chen, Jia-Jie Shi*, Jin-Jian Lu*	Drug Discovery Today. 2021 Feb; 26(2). 561-568.	SCI
5. 期刊論文	Regulation of CD47 expression in cancer cells	Can-Yu Huang, Zi-Han Ye, Mu-Yang Huang, Jin-Jian Lu*	Translational Oncology. 2020 Dec; 13(12). 100862,	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
6. 期刊論文	Regulation of CD47 expression by interferon-gamma in cancer cells	Zi-Han Ye, Xiao-Ming Jiang, Mu-Yang Huang, Yu-Lian Xu, Yu-Chi Chen, Luo-Wei Yuan, Can-Yu Huang, Wei-Bang Yu, Xiuping Chen, Jin-Jian Lu*	Translational Oncology. 2021 Sep;14(9): 101162.	SCI
7. 期刊論文	Progress of CD47 immune checkpoint blockade agents in anticancer therapy: a hematotoxic perspective	Yu-Chi Chen, Wei Shi, Jia-Jie Shi*, Jin-Jian Lu*	Journal of Cancer Research and Clinical Oncology. 2022 Jan;148(1): 1-14.	SCI
8. 期刊論文	Myricetin inhibits interferon- γ -induced PD-L1 and IDO1 expression in lung cancer cells	Yu-Chi Chen, Xin-Ling He, Lu Qi, Wei Shi, Luo-Wei Yuan, Mu-Yang Huang, Yu-Lian Xu, Xiuping Chen, Lei Gu, Le-Le Zhang, Jin-Jian Lu*	Biochemical Pharmacology. 2022 Mar; 197:114940.	SCI
9. 期刊論文	Identification of AHS1 as a Potential Therapeutic Target for Breast Cancer: Bioinformatics Analysis and In Vitro Studies	Wei Shi, Lu Qi, Xiong-Bin You, Yu-Chi Chen, Yu-Lian Xu, Wei-Bang Yu, Mu-Yang Huang, Hong Zhao*, Jin-Jian Lu*	Current Cancer Drug Targets. 2022; 22(2): 142-152.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
10. 期刊論文	Glutathione peroxidase 8 expression on cancer cells and cancer-associated fibroblasts facilitates lung cancer metastasis	Yu-Lian Xu, Luo-Wei Yuan, Xiao-Ming Jiang, Min-Xia Su, Mu-Yang Huang, Yu-Chi Chen, Le-Le Zhang, Xiuping Chen, Hong Zhu, Jin-Jian Lu*	MEDCOMM. 2022 Aug 10; 3(3): e152.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	> 500	-	-

孤立子微波脈衝對超導量子比特的測量與操縱

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0130/2019/A3	澳門大學	殷灝	孤立子微波脈衝對超導量子比特的測量與操縱
項目摘要			
1. 研究背景 從早年的數理模型，到完整的電路量子電動力學，到實現超導電路的量子邏輯門，到基於超導電路的光學理論，再到最近的量子演算法實現，超導電路的研究在 20 年間發展了較完善的理論模型和系統的實驗方案。我們過往也成功實現了超導電路內的光子信號放大和集合 Lamb 移動的測量。這些研究成果都表明了超導電路一直是熱門的研究對象，並且是最有可能實現實用量子計算的平臺，擁有良好的研究前景。 不過，這些關於量子光學和量子演算法的工作並沒有解決超導電路上量子退相干問題和態測量問題。實現量子計算操作的兩個瓶頸就是受環境影響，不可避免的退相干，以及量子態測量的複雜性。本項目有別於現有的解決方案，其創新在於利用孤立子脈衝與超導量子比特特殊的相互作用過程，來發展能消除退相干和簡化態測量的控制方案。 2. 研究目標 超導量子比特電路（以下簡稱“超導電路”）是最近十幾年間發展的一種可用於實現量子計算的固態電路系統。超導電路內量子計算的操作一般依賴於外部輸入電路的方脈衝或高斯脈衝實現量子邏輯門來完成，但是不能實現例如延長相干時長等更複雜、但也是量子計算必需的操縱。在最近的研究裏，我們證明瞭孤立子型微波脈衝能控制超導量子比特的弛豫，延長有效相干時長，說明瞭孤立子脈衝潛在的操縱能力。 我們以這些研究為基礎和啓發，在本項目裏研究孤立子脈衝與超導量子比特更廣義的相互作用效應，探討操縱量子比特的更加特殊、更為有效、更多樣化方案的實現。並且，通過對比相互作用前後孤立子脈衝的變化，實現量子態的便捷測量。 3. 簡介研究工作的主要進展 針對申請書設計的研究內容，我們完成了對孤立子與超導量子比特相互作用模型化這個主要目標。特別是孤立子退相干操縱方面，發展了較完整的理論，推導了退相干過程中孤立子演化的麥克斯韋-主方程聯立方程，並得到解析解。這個分析理論為往後對超導量子比特進行基於孤立子波的控制提供了基礎。 在實驗上，我們與上海微系統研究所和深圳國際量子研究院合作研發相關的超導電路晶片樣品，也取得了基本的實驗數據，正在進行數據整合，撰寫論文。 4. 研究成果與應用 如上一點所述，我們的主要研究成果（Y.B. Gao et al. New J. Phys. 22, 103041 (2020);Y.B. Gao et al.			

Quan. Inf. Proc. 19, 1-13 (2020)；詳見成果列表）包括超導電路上孤子 - 量子位相互作用的分析。基本上，我們發現通過量子比特傳播的孤子的包絡和相位遵循某些正交關係。這些關係考慮了熱環境引起的退相干效應。當孤子條件合適時，量子比特在孤子傳播過程中經歷無退相干和無吸收演化。換句話說，我們已經證明，可以利用孤子形狀的微波脈衝來控制量子比特，使其可以有效地與熱環境解耦。

這一發現對量子計算具有重要意義，它能擺脫退相干效應限制量子器件長期運行的限制。具體來說，量子比特的相干時長 T_1 、 T_2 都在微秒量級，而量子門操作時常在百納秒量級，若要重複施加量子門操作來完成量子演算法，需要更長的秒級的有效操作時間。所以，我們的工作等於證明瞭孤子微波對量子比特帶來的操縱意義，可以延長相干時間。

5. 進一步工作

圍繞超導量子位相關工作，我們還發現了一種改善量子比特譜線寬的新方法（Y. Zhang et al. Phys. Rev. A 102, 013710 (2020)）。該方法基於傳統的拉姆齊兩段共振檢測方法，用於縮窄線寬的條件下測定天然原子的躍遷頻率。我們將這種方法改遷到來量子比特這種固態人造原子上，證明瞭通過多段脈衝諧振，檢測到的量子位線寬可以改善 20% 至 30%。

另外，我們還研究了通過異步激發多個超導量子比特來生成分佈式糾纏（T. Huan et al. Front. Phys. 17, 42504 (2021)）。研究的是通過電路中的公共空腔諧振器激發三個超導量子比特的最佳方法，使得它們之間能夠以時間可控的方式最大程度地產生分佈式糾纏。我們發現，當允許量子比特 - 諧振器耦合變化時，通過增加其中一個量子比特的最大耦合強度，其峰值單調增強。

結果類型	結果類型	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Cobalt sulfide nanoparticles restricted in 3D hollow cobalt tungstate nitrogen-doped carbon frameworks incubating stable interfaces for Li-ion storage	Yun Zheng, Yang Xu, Junpo Guo, Jianding Li, Jingjun Shen, Yan Guo, Xiaozhi Bao, Yike Huang, Qi Zhang, Jincheng Xu, Jue Wu, Hou Ian, Huaiyu Shao,	Electrochimica Acta, 431, pp.141134, August 2022	SCI/EI
Journal paper	Design of metal-organic frameworks for improving pseudo-solid-state magnesium-ion electrolytes: Open metal sites, isorecticular expansion, and framework topology.	Yun Zheng; Junpo Guo; De Ning; Yike Huang; Wen Lei; Jing Li; Jianding Li; Götz Schuck; Jingjun Shen; Yan Guo; Qi Zhang; Hao Tian; Hou Ian; Huaiyu Shao	Journal of Materials Science & Technology, 144, pp.15-27, 2023	SCI/EI

結果類型	結果類型	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Computing Shor's algorithmic steps with interference patterns of classical light.	Wei Wang, Ziyang You, Shuangpeng Wang, Zikang Tang, and Hou Ian	Scientific Reports 12, no. 1, pp. 21157, 2022	SCI/EI
Journal paper	Enhancing robustness of noisy qutrit teleportation with Markovian memory	Ruiqing Xu, Rigui Zhou, Yaochong Li, Shexiang Jiang, and Hou Ian	EPJ Quantum Technology 9, no. 1, pp. 1-17, 2022	SCI/EI
Journal paper	Topological spin textures of antiskyrmionic crystals in two-dimensional antiferromagnets	Zhaosen Liu, Hou Ian, Yaowen Liu c	Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 561, pp.169515, 2022	SCI/EI
Journal paper	Ultra-wideband terahertz circulator with a ferrite-sphere filled triangle photonic crystal	Yong Wang, Dengguo Zhang , Biaogang Xu , Wenlong He , Hou Ian	Materials Science and Engineering: B, 277, pp.115603, 2022.	SCI/EI
Journal paper	Wideband Microwave Photonic Circulator Using Two Asymmetric Partial-Height Triangle Ferrites.	Yong Wang, Biaogang Xu, Wenlong He and Hou Ian	Materials 15, no. 19, pp.6689, 2022	SCI/EI
Journal paper	Advanced sensitivity amplification strategies for voltammetric immunosensors of tumor marker: State of the art	Yun Zheng, Jianding Li, Bingpu Zhou, Hou Ian, Huaiyu Shao	Biosensors and Bioelectronics, 178, pp.113021, 2021	SCI/EI
Journal paper	Compact photonic- crystals based isolator using Ni-Zn gyromagnetic ferrite posts	Yong Wang, Biaogang Xu, Dengguo Zhang, Wenlong He, and Hou Ian	Applied Sciences 11, no. 13, pp.6177, 2021	SCI

結果類型	結果類型	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Distributed entanglement generation from asynchronously excited qubits.	Tiantian Huan, Rigui Zhou, Hou Ian	Frontiers of Physics, 17, pp.1-7, 2022	SCI/EI
Journal paper	Measurement of classical entanglement using interference fringes	Ziyang You, Yanxiang Wang, Zikang Tang, and Hou Ian	J. Opt. Soc. Am. B 38, pp. 1798-1805, 2021	SCI/EI
Journal paper	Pulse-qubit interaction in a superconducting circuit under linearly dissipative environment	Yibo Gao, Shijie Jin, Yan Zhang, Hou Ian	Quantum Information Processing, 19, pp.1-13, 2020	SCI/EI
Journal paper	Ramsey-like spectroscopy of superconducting qubits with dispersive evolution	Yan Zhang, Tiantian Huan, Rigui Zhou, and Hou Ian	Physical Review A 102, no. 1, pp. 013710, 2020	SCI/EI
Journal paper	Synchronization of two cavity-coupled qubits measured by entanglement.	Tiantian Huan, Rigui Zhou, and Hou Ian	Scientific Reports 10, no. 1, pp.12975, 2020	SCI
Journal paper	Propagation and ramification of a solitary pulse through an environmentally coupled qubit	Yibo Gao, Shijie Jin, and Hou Ian	New Journal of Physics 22, no. 10 (2020): 103041.	SCI/EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

環境污染物雙酚 A 影響內耳發育以及聽覺失調的作用機制

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0132/2019/A3	澳門大學	葛偉	環境污染物雙酚 A 影響內耳發育以及聽覺失調的作用機制

項目摘要

1. 研究背景

聽覺失調或喪失是臨床常見疾病。導致聽覺障礙的因素很多，除了遺傳因素和正常衰老之外，許多外在因素都可導致聽覺功能下降或喪失，包括噪音、感染和環境污染等。許多環境污染物已被證明可以誘發聽覺失調，包括常見的多氯聯苯、二噁英和滴滴涕等。最近有報導指出，雙酚 A 也可能具有耳毒活性。這些研究引起了很大關注，主要因為雙酚 A 是塑膠工業的重要原材料，每年都有大量的雙酚 A 流入環境，對人類和動物的影響很大。我們最近用斑馬魚為模型，也證明瞭雙酚 A 可以影響胚胎期耳石的發育。

在證明雙酚 A 對耳石發育的干擾和影響之後，我們感興趣的問題是，雙酚 A 是如何作用的？這是本項研究的核心問題和目標。

我們將採用目前被廣泛用於生物學和生物醫學的基因組編輯技術，逐一敲除和雌激素作用有關的信號傳遞通路，從而分析雙酚 A 的作用效應，以得知雙酚 A 的作用機制。除此之外，我們還將重點研究三個和內耳耳石發育相關的基因，分別控制耳石發育的不同階段和時間點。利用第二代測序技術，我們還將系統研究內耳的轉錄組以及對雙酚 A 的反應，從而可以全面完整地認識雙酚 A 對內耳發育的影響及其作用機制。

2. 研究目標

本研究的目標包括：（1）建立雌激素受體突變體，包括核受體、膜受體以及雌激素相關受體；（2）研究在各個受體突變的情況下，雙酚 A 的作用是否仍然存在，從而得知何種受體參與了雙酚 A 誘導內耳耳石發育紊亂的過程；（3）研究三種直接參與耳石發育的重要基因（Otog，Tecta 和 Stm）及其對雙酚 A 的反應；（4）雙酚 A 對內耳轉錄組的影響。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目的研究基本完成甚至超額完成了既定的目標，除了參與耳石發育的目標基因有所調整，原計劃的研究對象包括 Otog，Tecta 和 Stm，之後根據轉錄組分析數據改為 otop1 和 Stm。

4. 研究成果與應用

本項研究不僅驗證了環境污染物雙酚 A（BPA）對內耳發育的影響，而且深入探討了其作用機理，首次提出並證明瞭 BPA 干擾內耳耳石發育的表觀遺傳學機制，對 BPA 毒理學研究具有重要的意義。

5. 進一步工作

該項目的主要目標基本甚至超額完成，接下來的主要任務是完成有關論文的發表，目前已經有一篇直接相關投稿到環境科學的頂級期刊 Environmental Science & Technology (EST) : Genetic and epigenetic evidence for non-estrogenic disruption of otolith development by bisphenol A in zebrafish。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Estrogenic and non-estrogenic effects of Bisphenol A and its action mechanism in the zebrafish model: An overview of the past two decades of work	Yuan, M., Chen, S., Zeng, C., Fan, Y., *Ge, W. and *Chen, W.	Environmental International (2023) 176. DOI: 10.1016/j.envint.2023.107976.	N/A
Journal paper	Loss of growth differentiation factor 9 causes an arrest of early folliculogenesis in zebrafish – a novel insight into its action mechanism	Chen, W., Zhai, Y., Zhu, B., Wu, K., Fan, Y., Zhou, X., Liu, L. and *Ge, W.	PLoS Genetics (2022) 18:e1010318	2
Journal paper	Genetic analysis of activin/inhibin β subunits in zebrafish development and reproduction	Zhao, C., Zhai, Y., Geng, R., Wu, K., Song, W., Ai, N. and *Ge, W.	PLoS Genetics (2022) 18:e1010523.	6
Journal paper	Loss of Nobox prevents ovarian differentiation from juvenile ovaries in zebrafish	Qin, M., Xie, Q., Wu, K., Zhou, X. and *Ge, W.	Biology of Reproduction (2022) 106:1254-1266; doi: 10.1093/biolre/ioac036.	7

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Disruption of epidermal growth factor receptor (EGFR) but not EGF blocks follicle activation in zebrafish ovary	Song, Y., Chen, W., Zhu, B. and *Ge, W.	Frontiers in Cell and Developmental Biology (2022) 9:750888. doi: 10.3389/fcell.2021.750888.	9
Journal paper	Leptin and its signaling are not involved in zebrafish puberty onset	Hu, Z., Ai, N., Chen, W., Wong, Q.W.-L. and *Ge, W.	Biology of Reproduction (2022) doi: 10.1093/biolre/ioac005.	4
Journal paper	Decabromodiphenyl ether-induced PRKACA hypermethylation contributed to glycolipid metabolism disorder via regulating PKA/ AMPK pathway in Rat and L-02 Cells	Zhu, Y., Jing, L., Li, X., Zhou, G., Zhang, Y., Sang, Y., Gao, L., Liu, S., Shi, Z., Sun, Z., *Ge, W. and *Zhou, X.	Environmental Toxicology and Pharmacology (2022) 103808. doi: 10.1016/j.etap.2022.103808.	1

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

智慧園區綜合能源系統運行優化關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0137/2019/A3	澳門大學	張洪財	智慧園區綜合能源系統運行優化關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

智慧園區綜合能源系統是智慧城市綜合能源系統的核心組成部分，智慧園區是開展智慧城市應用示範的理想試驗田。以綜合度假村、商業園區、科技產業園區等為代表的城市園區是現代城市最重要組成部分和用能主體，因而是智慧城市建設、推動智慧能源應用的重點對象。智慧園區能源系統相對獨立，規模適中，智慧城市綜合能源系統的主要模塊均在其中有所體現，因而是開展智慧綜合能源系統研究、工程示範的重要突破口和理想試驗田。

2. 研究目標

本項目聚焦智慧城市的核心——“智慧園區”，以實現不同能源模式良性互動、提高能源利用效率、推動清潔能源消納、保障能源系統安全為目標，開展電、氣、冷、熱綜合能源系統運行優化關鍵技術研究，在用能需求預測與系統建模、穩態場景下的自適應運行優化、災害場景下的應急運行優化等方面，開展交叉學科的創新性研究。

3. 研究工作的主要進展

本項目開展智慧園區綜合能源系統運行優化關鍵技術研究，項目按照原計劃完成研究任務。其中具體包括：1) 提出綜合能源系統用能需求特性分析與預測方法，為項目後續研究提供模型基礎；2) 針對穩態場景下，研究綜合能源系統運行優化關鍵技術研究，提出智慧園區綜合能源系統（包括電氣化交通系統、區域供冷系統、多能耦合系統等）日常情況下的運行優化策略，以提高綜合能源系統運行效率、降低用能資費、促進清潔能源消納；3) 針對颱風災害場景下，提出智慧園區綜合能源系統在還欠運行優化策略及災害後應急控制策略，以提高綜合能源系統的抗災能力，保障能源系統安全。

4. 研究成果與應用

本項目基於智慧園區綜合能源系統基礎建模、日常運行優化、及災害場景應急優化三個方面的研究，獲得了以下研究成果：發表SCI論文10篇，EI論文12篇，申請國家發明專利3項，獲得國際、國家級或地區級學術獎勵4項，培養博士、碩士及學士共計16人次，項目完成基於機器學習的電力系統負荷預測演算法包、含冰蓄冷系統的區域供冷系統運行優化演算法包。相關研究成果已應用於南方電網與國家電投集團，並取得了良好的效果。

5. 進一步工作

本項目下一步將基於智慧園區綜合能源系統基礎建模、日常運行優化、及災害場景應急優化三個方面的研究成果，在實際配電網、區域製冷系統、多能耦合園區等不同系統的日常運行、災害下的應急運行兩種工況下中開展應用試驗，測試並驗證上述研究成果的有效性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Novel deep supervised ML models with feature selection approach for large-scale utilities and buildings short and medium-term load requirement forecasts	Tanveer Ahmad , 張洪財	Energy, vol. 209, p. 118477, 2020	SCI 索引 引用 11 次
期刊論文	Demand response for industrial micro-grid considering photovoltaic power uncertainty and battery operational cost	黃超，張洪財， 宋永華	IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 12, no. 4, pp. 3043-3055, July 2021.	SCI 索引 引用 14 次
期刊論文	Fast Wasserstein-distance-based distributionally robust chance-constrained power dispatch for multi-zone HVAC systems	陳戈，張洪財， 惠紅勛，宋永華	IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 12, no. 5, pp. 4016-4028, 2021.	SCI 索引 引用 4 次
期刊論文	Time-efficient strategic power dispatch for district cooling systems considering the spatial-temporal evolution of cooling load uncertainties	陳戈，顏彪， 張洪財， 張冬冬，宋永華	CSEE Journal of Power and Energy Systems, vol. 8, no. 5, pp. 1457-1467, 2022.	SCI 索引 引用 3 次
期刊論文	Strategical district cooling system operation with accurate spatiotemporal consumption modeling	顏彪，陳戈， 張洪財，黃民聰	Energy and Buildings, vol. 247, pp. 111165, September 2021.	SCI 索引 引用 1 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	An Optimized Design of Residential Integrated Energy System Considering the Power-to-Gas Technology with Multi-Functional Characteristics	D. Zhang, H. Zhu, H. Zhang, H. H. Goh, H. Liu, T. Wu	Energy, vol. 238, pp. 121774, January 2022.	SCI 索引 引用 3 次
期刊論文	Scheduling thermostatically controlled loads to provide regulation capacity based on a learning-based optimal power flow model	G. Chen, H. Zhang, H. Hui, N. Dai, and Y. Song	IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 12, no. 4, pp. 2459-2470, 2021.	SCI 索引 引用 3 次
期刊論文	Impact of COVID-19 on Urban Energy Consumption of the Commercial Tourism City	D. Zhang, H. Li, H. Zhu, H. Zhang, H. H. Goh, M. C. Wong, and T. Wu	Sustainable Cities and Society, vol. 73, pp. 103133, October 2021.	SCI 索引 引用 14 次
期刊論文	Multi-objective Optimization for Smart Integrated Energy System Considering Demand Responses and Dynamic Prices	D. Zhang, H. Zhu, H. Zhang, H. H. Goh, H. Liu, and T. Wu	IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 13, no. 2, pp. 1100-1112, 2022.	SCI 索引 引用 2 次
期刊論文	Mixed Deep Reinforcement Learning Considering Discrete-Continuous Hybrid Action Space for Smart Home Energy Management	C. Huang, H. Zhang, L. Wang, X. Luo, and Y. Song	Journal of Modern Power Systems and Clean Energy, vol. 10, no. 3, pp. 743-754, 2022.	SCI 索引 引用 1 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文	Optimal power dispatch for district cooling system considering cooling water transport delay	陳戈，顏彪， 張洪財，宋永華	口頭報告，Asia-Pacific Power Energy Eng. Conf. APPEEC, Sep 3–7, 2020.	EI 索引 引用 1 次
會議論文	Analysis of Multiple Droop Control Strategies in DC Microgrid	孔令明， Hongsheng Jiao	口頭報告，2020 12th IEEE PES Asia-Pacific Power and Energy Engineering Conference (APPEEC).	EI 索引
會議論文	Topology-free optimal power dispatch for distribution network considering security constraints and flexible building thermal inertia	陳戈，張洪財， 戴寧怡，宋永華	口頭報告，2021 IEEE PES General Meeting (PESGM), 2021	EI 索引
會議論文	Optimal Power Scheduling of Data Centers with Deferrable Computation Requests	鄒斌，張洪財， 陳戈	口頭報告，the 5th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Oct 2021.	EI 索引
會議論文	Robust Transmission Expansion Planning Considering Massive N-1 Contingencies with High Proportion of Renewable Energy	劉盾盾， 張洪財，宋永華	口頭報告，the 5th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Oct 2021.	EI 索引
會議論文	Anticipatory Control of Flexible Loads for System Resilience Enhancement Facing Accidental Outages	惠紅勛， 楊起帆，戴寧怡， 張洪財，丁一，宋永華	口頭報告，2021 International conference on Power System Technology, December. 2021.	EI 索引

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Chance-constrained DC Optimal Power Flow with Non-Gaussian Distributed Uncertainties	陳戈，張洪財，宋永華	口頭報告，2022 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Denver, CO, USA, 2022	EI 索引
會議論文	Frequency Regulation Capacity Offering of District Cooling System Based on Reinforcement Learning	餘佩佩，惠紅勛，張洪財，黃超，宋永華	口頭報告，2022 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Denver, CO, USA, 2022	EI 索引
會議論文	Risk Assessment of Offshore Wind Farm Outages Under Typhoon Conditions	劉彥期，惠紅勛，張洪財，高亮	口頭報告，2022 IEEE Power & Energy Society General Meeting (PESGM), Denver, CO, USA, 2022	EI 索引
會議論文	Consumer Baseline Load Estimation in Demand Response: A Generative Adversarial Networks Approach	王臻懿，張洪財	口頭報告，6th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Chengdu, China, Oct 2022.	EI 索引
會議論文	Smoothing Tie-line Power for Microgrids by Controlling District Cooling System based on Soft Actor-Critic Reinforcement Learning	餘佩佩，張洪財，宋永華	口頭報告，6th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Chengdu, China, Oct 2022.	EI 索引

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Spatial-temporal Scheduling of Commercial EVs for System Restoration of a Damaged Power-transportation Coupled Network	孔令明，張洪財，戴寧怡	口頭報告，6th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2), Chengdu, China, Oct 2022.	EI 索引
國際學術獎	第 6 屆能源互聯網與能源系統集成國際會議 6th IEEE Conference on Energy Internet and Energy System Integration (EI2) 最佳論文獎	王臻懿，張洪財	第 6 屆能源互聯網與能源系統集成國際會議，2022，最佳論文獎	-
國家級學術獎	“中國第二屆電力調度 AI 應用大賽”二等獎和唯一創新獎	餘佩佩、鄒斌、宋永華、張洪財	中國第二屆電力調度 AI 應用大賽，2021，二等獎、創新獎	-
地區性學術獎	2021X-Game 上海新能源汽車大數據競賽優秀獎、最佳導師獎	孔令明、張晉曦、張洪財	2021X-Game 上海新能源汽車大數據競賽，2021，優秀獎	-
地區性學術獎	2022 澳門自然科學二等獎	宋永華、黃民聰、張洪財、戴寧怡、劉景榮	澳門特區政府，2022，自然科學獎，二等獎	-
發明專利	一種空調負荷可調節能力量化評估方法及裝置	惠紅勛、餘佩佩、張洪財、宋永華、劉盾盾	中國國家發明專利，申請號 202210236289.1，申請時間 2022 年 3 月	-
發明專利	出力預測方法、裝置、電子設備及存儲介質	餘佩佩、王臻懿、惠紅勛、宋永華、張洪財、劉盾盾	中國國家發明專利，申請號 202210235417.0，申請時間 2022 年 3 月	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
發明專利	一種電力系統靜態安全的評估方法及裝置	劉盾盾、張洪財	中國國家發明專利， ZL202210296142.1， 2022 年 11 月	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	11	4	1

研究結果	樣品	成品	產品
	1	1	-

使用聚合物阻垢劑以及阻垢劑納米材料用於無機鹽水垢控制的機理分析

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0141/2019/A3	澳門大學	張平	使用聚合物阻垢劑以及阻垢劑納米材料用於無機鹽水垢控制的機理分析
項目摘要			
1. Research Background Mineral scale (hereafter referred to as “scale”) is the hard crystalline inorganic solid precipitated from water phase. Scale formation and deposition is a ubiquitous phenomenon in natural environment and in our daily life. However, uncontrolled scale deposition can lead to severe operational issues in industrial operations and hence a significant financial loss. Scale inhibitors are water-soluble chemicals that prevent or retard the nucleation and/or crystal growth of inorganic scales. The key function of a scale inhibitor is to prevent deposition of scales from aqueous phase. With these considerations, the applicant proposed a novel attach-and-release scale control strategy for pipe flow operations. However, the existing studies on chemical inhibitor attachment and release from tube reactor surface are inadequate and it is unknown of how to effectively attach the inhibitor to the surface of the pipe materials. The applicant is the first scholar to report the synthesis and laboratory testing of scale inhibitor nanomaterials (SINM). One objective of this proposed study is to carry out systematic laboratory investigations to understand the inhibitory mechanism of inhibitors as well as the interactions of polymeric inhibitors with mineral scale particles. Another objective of this proposed study is to understand the mechanism of the attachment and release behaviors of polymeric scale inhibitors to evaluate the feasibility of this scale control strategy. This project studies the inhibition mechanism of polymeric inhibitor and attachment and release behavior of both polymeric inhibitors and polymer-based SINMs for pipeline scale control. The findings of this study can provide the needed scientific insights and valuable technical support for mineral scale control in various industrial processes including heating and cooling, water purification, desalination, to name a few. 2. Research Objectives (1) Carry out systematic laboratory investigations to clarify the inhibitory mechanism of polymeric inhibitors as well as the interactions of polymeric inhibitors with mineral scale particles; (2) Understand the mechanism of the attachment and release behaviors of polymeric scale inhibitors to evaluate the feasibility of this scale control strategy; (3) Elucidate the mechanism of the attachment and release behaviors of polymer-based SINMs to evaluate the feasibility of this scale control strategy by adopting SINMs; and (4) Determine the key physicochemical impact factors of polymeric inhibitor and SINMs via machine learning based computational methods and build mathematical models for predictions.			

3. Progress of the Research

- (1) Conducted experimental investigations to clarify the inhibitory mechanism of common scale inhibitors as well as the interactions of inhibitors with sulfate mineral scale;
- (2) Evaluated the attachment and release behaviors of scale inhibitors;
- (3) Completed the computational study of investigating the key physicochemical impact factors of inhibitor and via machine learning based computational methods;
- (4) Adopted multiple methods to prepare SINMs with different functionalities;
- (5) Systematically reviewed the composition, control strategies and mechanisms of polymeric inhibitors and sulfate scaling threats.

4. Research Deliverables and Applications

- (1) Clarified the inhibitory mechanism of common scale inhibitors as well as the interactions of inhibitors with sulfate mineral scale;
- (2) Understood the attachment and release behaviors of scale inhibitors;
- (3) Prepared multiple novel SINMs with different functionalities;
- (4) Completed the review of the composition, control strategies and mechanisms of polymeric inhibitors and sulfate scaling threats;
- (5) Published high-impact SCI journal of 9;
- (6) Graduated 1 PhD student and 8 MS students.

5. Further Work

Upon the successful completion of this project, the plan was to actually adopt the methods and knowhow from this FDCT project and utilized the SINMs for membrane scaling control towards the objectives of preparing a novel SINM-embedded membrane for long-term scaling control. The proposal of research work was approved by FDCT in December 2023 with the project code of FDCT/0033/2022/A1. This project work is currently ongoing.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Publication	Ruan, G., Kan, A.T., Tomson, M.B., Zhang, P.* (2020). Facile one-pot synthesis of metal- phosphonate colloidal scale inhibitor: Synthesis and laboratory evaluation. Fuel, 282, 118855	Ping Zhang*	Developed a facile method to prepare polymeric inhibitor colloidal material	10
Journal Publication	Zhang, P.* Review of synthesis and evaluation of inhibitor nanomaterials for mineral scale control. Front. Chem., 19 November 2020.	Ping Zhang*	Review of the synthesis and evaluation of inhibitor nanomaterials for mineral scale control.	12
Journal Publication	Ruan, G., Liu, Y., Kan, A.T., Tomson, M.B., Zhang, P.* Sodium chloride (halite) mineral scale threat assessment and scale inhibitor evaluation by two common jar test based methods. Journal of Water Process Engineering, 2021, 43, 102241.	Ping Zhang*	Utilized two jar test methods to evaluate halite scale threats	6
Journal Publication	Liu, Y., Dai, Z.*, Kan, A.T., Tomson, M.B., Zhang, P.* Investigation of sorptive interaction between phosphonate inhibitor and barium sulfate for scale control. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2021, 208B, 109425	Ping Zhang*	Studied interaction of inhibitor with mineral materials	9

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Publication	Qiu, Y., Zhang, Z., Zhang, T.*, Zhang, P.*. Sulfide modifies physicochemical properties and mercury adsorption of microplastics. Science of the Total Environment, 2022, 848, 157802	Ping Zhang*	Investigated the adsorption behavior of microplastics to mercury	5
Journal Publication	Liu Y., Zhang, P.* Review of phosphorus-based polymers for mineral scale and corrosion control. Polymers, 2022, 14, 2673.	Ping Zhang*	Review of polymeric chemicals for scaling and control	9
Journal Publication	Liu, Y., Kan, A.T., Tomson, M.B., Zhang, P.* Interactions of common scale inhibitors and formation mineral (calcium carbonate): Sorption and transportability investigations under equilibrium and dynamic conditions. Journal of Petroleum Science and Engineering, 2022, 110696.	Ping Zhang*	Attachment and release behavior of inhibitors with mineral materials	8
Journal Publication	Cao, Z., Hu, Y.*, Zhao, H., Cao, C., Zhang, P.* Sulfate mineral scaling: From fundamental mechanisms to control strategies. Water Research, 2022, 118945.	Ping Zhang*	Investigation of the mechanism and control strategies of sulfate scale	4

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Publication	Wang, H., Dong, H., Liu, X.* , Zhang, P.* Preparation and laboratory testing of polymeric scale inhibitor colloidal materials for mineral scale control. Polymers, 2022, 14, 4240.	Ping Zhang*	Preparation of a novel polymeric inhibitor based colloidal material for mineral scale control	1
Patent	環保型納米流體阻垢劑及其製備方法和應用	劉憲斌； 崔澤；張平	Patent of preparing surfactant-assisted polymeric inhibitor nanomaterials	N.A.
Patent	一種阻垢劑緩釋珠、製備方法和應用	張平；黃沖	Patent of preparing controlled-release inhibitor bead material	N.A.
Patent	無磷納米阻垢劑及其製備方法	劉憲斌； 王漢極；張平	Patent of preparing polymeric inhibitor capsule nanomaterials	N.A.

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	8	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

應用於高端腦神經研究的實時閉環光基因遺傳法腦神經控制系統的集成設計

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0144/2019/A3	澳門大學	潘少恆	應用於高端腦神經研究的實時閉環光基因遺傳法腦神經控制系統的集成設計

項目摘要

1. 研究背景

近年來，人工智慧技術的發展非常迅速並取得了許多驚人的成果。然而，目前的人工智慧技術在高級決策方面的能力仍然相當有限，需要大量的科學和工程學等方面的研究及發展，使其適應高度動態的日常生活應用。在人工智慧技術日臻完善的同時，基礎神經科學的研究成果為人工智慧技術提供了許多有用的知識，例如：深度神經網絡的架構就是源自於對視覺皮層的直接模仿。因此，對腦科學的探索是未來人工智慧技術發展的重要推動力之一。

經過多年來的努力，人類對於腦科學的基礎單元——神經元已經有十分充足的理解，然而，對於大腦的高階功能，如認知、情緒、以及記憶等，卻需要研究神經元之間的交互作用以及神經元之間的資訊編號等問題，需要同時對大量的神經元進行觀測，這對現時的腦科學常用的電生理學工具提出了新的要求及挑戰，因此，我們團隊集中於使用先進的工程學技術，包括電子學，及生物醫學工程技術，解決現時腦科學研究上所遇到的困難，而本項目正是為了這個目標，為大量的神經元進行觀測及調控提供合適及高效的方案。

2. 研究目標

本研究通過應用微電子技術開發當今最前沿的光基因遺傳法 (Optogenetics) 為主的實時腦神經閉環控制系統 (CLONC System)。為現今的腦神經科學研究，提供實時、小型化、及低功耗系統，以便在小型動物（如小鼠）上，進行高端、精細、以及精確的控制。以推動腦神經科學研究的發展，向高層次的腦神經系統（如認知系統、記憶系統等）方面的研究前進。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本研究中，我們團隊設計了一個高效的，準確的腦神經動作電位分類（SPIKE SORTING）晶片模組，該模組的設計基於我們研究團隊開發的 Graph Entwork Multichannel (GEMSort) 演算法，以減低多通道微電極的重複神經元訊號，並同時加入團隊特殊的硬體加速技術等，在保證分類準確性的同時，仍然能夠提供實時分類，按照估算，晶片最大的分類能力為 1Mspike/sec，系統的延時為 3 微秒，同時可對 16 根電極擷取的神經元訊號進行實時分類。為了達到盡量適合各類型的腦科學應用，我們的設計的晶片有著比較高的效能，估算功耗為 146mW，晶片面積為 0.26 平方毫米。另一方面，在腦神經系統解碼方面，我們應用新一代的類神經網絡，找出大腦中對各類型的氣味的存儲方式，在理論上，我們首次為氣味在大腦中以時間及空間分佈的方式存放提供了有力的依據，這種時空兼具的方式，保障了大腦對氣味變化的敏感度，亦能保障檢測的高效運作。除了理論上的進展以外，我們也利用光基因遺傳法在以白鼠為主的動物實驗上進行驗證，並得到跟理論

上相吻合的結果。這些的結果，對解開氣味在大腦中的處理方法的科學問題，提供了重要的依據。同時，在應用上，對於電子鼻及相關傳感器的研發，以及人工智慧於各種類型的識別，有著相當重要的影響。

4. 研究成果與應用

本研究計劃中，我們成功設計了片高效的腦神經分類晶片，晶片的分類準確性高達 90%(應用通用數據庫為測試對象)，設計輸送量為每秒鐘處理 1M 個神經元訊號，系統延時為 3 微秒，晶片的面積 0.26 平方毫米 (TSMC60 納米制程)。同時，在腦神經系統解碼方面，我們應用新一代的類神經網絡，在動物嗅覺的研究中，成功地找出在氣味在嗅球中的空間分佈情況，該結果並在動物實驗中得到驗證，對解開氣味在大腦中的處理方法的科學問題，提供了重要的依據。

- 國際期刊論文 13 篇 (SCI) ;
- 國際會議論文 5 篇 ;
- 已建立與世界級醫學機構良好研究合作關係雙互裨益，這種寶貴的研究合作關係預計將持續下去。
- 培育二名博士和三名碩士研究生 (其中一名博士生將於 2023 年 7 月份取得博士學位) 。

5.進一步工作

在將來，基於本研究項目的成果，研究團隊將一步優化晶片架構，擴展晶片的處理能力至更大規模的多通道電極採集系統，同時，亦將引入高效的數據壓縮功能，以解決多電極採集時大量數據傳輸的問題。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Article	Single-channel Selection for EEG-based Emotion Recognition Using Brain Rhythm Sequencing	Jia Wen Li, Shovan Barma, Peng Un Mak, Fei Chen, Cheng Li, Ming Tao Li, Mang I Vai, Sio Hang Pun	IEEE Journal of Biomedical and Health Informatics, vol. 26, no. 6, pp. 2493-2503, June 2022	SCIE(Q1), cited by 6
Journal Article	An Improved Static Membrane Deflection Analysis for Collapse Mode CMUT Fabricated by Sacrificial Release Method	Wang, JiuJiang; Liu, Xin; Yu, YuanYu; Cheng, Ching-Hsiang; Lei, Kin Fong; Mak, Peng Un; Vai, Mang I; Pun, Sio Hang;	IEEE Sensors Journal, vol. 23, no. 3, pp. 2364-2374, 1 Feb.1, 2023	SCIE(Q1), cited by 0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Article	A review on analytical modeling for collapse mode capacitive micromachined ultrasonic transducer of the collapse voltage and the static membrane deflections	JiuJiang Wang, Xin Liu, YuanYu Yu, Yao Li, ChingHsiang Cheng, Shuang Zhang, PengUn Mak, MangI Vai, SioHang Pun	Micromachines 2021, 12, 714.	SCIE(Q2), cited by 6
Journal Article	Predicting the Influence of Axon Myelination on Sound Localization Precision Using a Spiking Neural Network Model of Auditory Brainstem	Ben-Zheng Li, Sio Hang Pun, Mang I Vai, Tim C Lei, Achim Klug	Front Neurosci. 2022 Mar 14;16:84098	SCIE(Q2), cited by 7
Journal Article	Emotion Recognition Based on EEG Brain Rhythm Sequencing Technique	Jia Wen Li; Shovan Barma; Sio Hang Pun; Mang I. Vai; Peng Un Mak	IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, vol. 15, no. 1, pp. 163-174, March 2023,	SCIE(Q2), cite by 1
Journal Article	A Time-Frequency Measurement and Evaluation Approach for Body Channel Characteristics in Galvanic Coupling Intrabody Communication	Ziliang Wei, Yangrong Wen, Yueming Gao, Mingjing Yang, Jiejie Yang, Sio Hang Pun, Mang I Vai and Min Du	Sensors 2021, 21(2), 348;	SCIE(Q2), cite by 2
Journal Article	Parallel architecture to accelerate superparamagnetic clustering algorithm	Pan Ke Wang, Chang Hao Chen, Sio Hang Pun, Baijun Zhang, Peng Un Mak, Mang I. Vai, Tim C. Lei	Electron. Lett., 56: 701-704.2020	SCIE(Q4), cite by 4

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Article	Influence of the Surface Material and Illumination upon the Performance of a Microelectrode/Electrolyte Interface in Optogenetics	Shen, Junyu; Xu, Yanyan; Xiao, Zhengwen; Liu, Yuebo; Liu, Honghui; Wang, Fengge; Yao, Wanqing; Yan, Zhaokun; Zhang, Minjie; Wu, Zhisheng;	Micromachines 2021, 12(9), 1061	SCIE(Q2), cited by 2
Journal Article	Use of Supporting Post Width to Increase the CMUT's Resonant Frequency	Wang, Jiujiang; Pun, Sio Hang; Yu, Yuanyu; Liu, Yihe; Cheng, Ching-Hsiang; Lei, Kin Fong; Zhang, Shuang; Mak, Peng Un; Vai, Mang I;	IEEE Access, vol. 10, pp. 59219-59227, 2022	SCIE(Q2), cited by 2
Journal Article	A Variable-Volume Heart Model for Galvanic Coupling-Based Conductive Intracardiac Communication	Liu, Yiming; Gao, Yueming; Chen, Liting; Liu, Tao; Yang, Jiejie; Pun, Siohang; Vai, Mangi; Du, Min;	Sensors (Basel). 2022 Jun 12;22(12):4455	SCIE(Q2), cited by 0
Journal Article	Automatic Detection Pipeline for Accessing the Motor Severity of Parkinson's Disease in Finger Tapping and Postural Stability	Yang, Ning; Liu, De-Feng; Liu, Tao; Han, Tianyuan; Zhang, Pingyue; Xu, Xuenan; Lou, Siyu; Liu, Huan-Guang; Yang, An-Chao; Dong, Cheng; Sio Hang Pun	IEEE Access, vol. 10, pp. 66961-66973, 2022	SCIE(Q2), cited by 0
Journal Article	Double-Sided Sapphire Optrodes with Conductive Shielding Layers to Reduce Optogenetic Stimulation Artifacts	Shen, Junyu; Xu, Yanyan; Xiao, Zhengwen; Liu, Yuebo; Liu, Honghui; Wang, Fengge; Yan, Chaokun; Wang, Liyang; Chen, Changhao; Wu, Zhisheng; Sio Hang Pun	Micromachines (Basel). 2022 Oct 27;13(11):1836	SCIE(Q2), cited by 0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Article	Modulating Individual Alpha Frequency through Short-Term Neurofeedback for Cognitive Enhancement in Healthy Young Adults	Li, Ben-Zheng; Nan, Wenya; Pun, Sio Hang; Vai, Mang I; Rosa, Agostinho; Wan, Feng;	Brain Sci. 2023, 13, 926	SCIE(Q3), cited by 0
Conference Paper	A real-time correlational combination algorithm to improve SNR for multi-channel neural recordings	Liyang Wang, Sio-Hang Pun, Peng Un Mak, Achim Klug, Bai-Jun Zhang, Mang I Vai, Tim C Lei	2021 IEEE Asia Pacific Conference on Circuit and Systems (APCCAS), Penang, Malaysia, 2021, pp. 213-216,	-
Conference Paper	Axonal Conduction Delay Shapes the Precision of the Spatial Hearing in A Spiking Neural Network Model of Auditory Brainstem	Ben-Zheng Li, Sio Hang Pun, Mang I Vai, Achim Klug, Tim C Lei	2021 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Mexico, 2021, pp. 4238-4241	Conference Paper
Conference Paper	EEG-based Emotion Recognition Using Similarity Measure of Brain Rhythm Sequencing	Jia Wen Li, Shovan Barma, Sio Hang Pun, Fei Chen, Cheng Li, Ming Tao Li, Pan Ke Wang, Mang I Vai, Peng Un Mak	2021 43rd Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine & Biology Society (EMBC), Mexico, 2021, pp. 31-34,	Conference Paper

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Conference Paper	Brain Rhythm Sequencing and Its Application for EEG-based Emotion Recognition	Li, Jia Wen; Barma, Shovan; Pun, Sio Hang; Vai, Mang I; Wan, Feng; Liu, Wai Sun; Mak, Peng Un;	2021 IEEE International Conference on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications (CIVEMSA)	Conference Paper
Conference Abstract	A Spiking Neuronal Network Model of the Auditory Brainstem for Sound Localization	B.-Z. LI, S. PUN, M. VAI, T. C. LEI, A. KLUG	Neuroscience 2021	-
Conference Abstract	Sound Localization Deficits and Abnormal Auditory Brainstem Responses in a Computational Model of Fragile X Syndrome	B.-Z. LI, S. PUN, M. VAI, T. C. LEI, A. KLUG	Neuroscience 2022	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

應用於多核 CPU 的電源管理系統研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0145/2019/A3	澳門大學	黃沫	應用於多核 CPU 的電源管理系統研究

項目摘要

1. 研究背景

如今，處理器的計算能力以指數的形式增長，伴隨而來的是功耗，電源質量等方面的諸多問題。為了獲得更優的功耗，多核技術和多電壓域的細細微性供電是目前常用的手段。然而，這樣的供電需要多個集成的穩壓電源，因此對每個穩壓電源的效率和尺寸（面積 / 體積）都提出了很高的要求；其次，處理器的工作電流跳變也越來越大，如果電源管理電路不能快速的對這些電流跳變響應（也即是實現快速的負載響應），處理器的供電電壓將經歷一個明顯的下衝，導致處理器終端、重啟等一系列操作；此外，處理器及其多個外部器件（如 DRAM 等）需多路供電，這些供電通常是來自一個較高的電壓軌，傳統供電是通過多級轉換，串聯的級間效率導致源頭的效率較低，處理器供電的發熱嚴重，因此需要研究新的拓撲架構，能滿足從較高的電壓軌直接、高效率、高功率密度的轉換到處理器電壓軌的多路輸出 DC-DC 轉換器。

2. 研究目標

- 1) 適用於多核 CPU 和多電壓域細細微性供電的小尺寸、高效率的片上穩壓技術；
- 2) 適用於多核 CPU 的快速負載響應技術；
- 3) 適用於多核 CPU 的高效率、高變比、高功率密度的多輸出 DC-DC 轉換器。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 研究並提出了適用於多核 CPU 的 DC-DC 轉換器快速響應架構和控制方法，成果發表在國際集成電路領域最高等級會議 IEEE ISSCC 2022 上；
- 2) 開創性研究，並首次提出了適用於多核 CPU 的多路混合型 DC-DC 轉換器，成果發表在 IEEE ISSCC 2023 上；
- 3) 研究並提出了適用於多核 CPU 的連續變比開關電容（switched capacitor, SC）轉換器，成果發表在 IEEE ISSCC 2023 上。

4. 研究成果與應用

- 1) 本項目共完成 4 顆晶片的設計。
- 2) 本項目共發表 SCI 期刊論文 7 篇（包括集成電路設計領域旗艦期刊 JSSC 1 篇），以及會議論文 3 篇（即上述有“晶片奧林匹克”之稱的 ISSCC）。
- 3) 於 2020 年、2022 年、2023 年獲邀請參加內地集成電路設計最高等級的學術會議 ICAC 並做報告 4 次；項目執行期間共獲邀學術報告 14 次。

- 4) 代表性成果“適用於多核 CPU 的 DC-DC 轉換器快速響應架構和控制方法”，獲得了包括華為在內的多家企業的認可，以及本工作發表後的首個 ISSCC 會議中 6 個其他工作的引用和高度評價。
- 5) 代表性成果“高效率、高變比、高功率密度的多輸出 DC-DC 轉換器”在 2023 年 ISSCC 上獲得了很高的認可度：在 2023 ISSCC power session 所有論文中（投稿 85 篇，錄用 27 篇）評分第一，同時被邀請投稿至集成電路設計的旗艦期刊 JSSC。
- 6) 我們是中國首個研究連續變比 SC 轉換器的團隊。代表性成“適用於多核 CPU 的連續變比 SC 轉換器”剛發表，隨即多家企業對此表達出濃厚的興趣。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A Hybrid Boost Converter With Cross-Connected Flying Capacitors	M. Huang, Y. Lu, T. Hu, and R. P. Martins	發表在集成電路領域最高等級期刊 IEEE JSSC 上	13
期刊論文	A 2.4-GHz CMOS Differential Class-DE Rectifier with Coupled Inductors	T. Hu, M. Huang*, Y. Lu, X. Y. Zhang, F. Maloberti, and R. P. Martins	發表在電力電子領域最高頂級期刊 IEEE TPE 上	4
期刊論文	A Capacitor-Cross-Connected Boost Converter With Duty Cycle < 0.5 Control for Extended Conversion-Ratio and Soft Start-Up	T. Hu, M. Huang*, Y. Lu, and R. P. Martin	發表在電路與系統領域最高頂級期刊 IEEE TCAS-1 上	1
期刊論文	RF Rectifiers With Wide Incident Angle of Incoming Waves Based on Rat-Race Couplers	J. Liu, M. Huang*, Y. Lu, and R. P. Martins	發表在頂級期刊 IEEE TMTT 上	5
期刊論文	A Comparative Study of Digital Low Dropout Regulators	M. Huang, Y. Lu, and R. P. Martins	發表在內地集成電路領域最高等級期刊 JoS	9

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Adaptive Maximum Power Point Tracking With Model-Based Negative Feedback Control and Improved V-f Model	Y. Wang, M. Huang*, P. Luo, Y. Lu and R. P. Martins	發表在 電路與系統領域 期刊 IEEE TCAS-2 上	2
期刊論文	A 23-pW NMOS-Only Voltage Reference With Optimum Body Selection for Process Compensation	K. Yu, Y. Zhou, S. Li and M. Huang	發表在 電路與系統領域 期刊 IEEE TCAS-2 上	3
會議論文	A 4A 12-to-1 Flying Capacitor Cross-Connected DC-DC Converter with Inserted D>0.5 Control Achieving >2×Transient Inductor Current Slew Rate and 0.73× Theoretical Minimum Output Undershoot of DSD	T. Hu, M. Huang*, Y. Lu, and R. P. Martins	發表在集成電路領域最高等級 會議 IEEE ISSCC 上	10
會議論文	A 12V-1V Quad-Output Switched-Capacitor Buck Converter with Shared DC Capacitors Achieving 90.4% Peak Efficiency and 48mA/mm ³ Power Density at 85% Efficiency	T. Hu, M. Huang*, Y. Lu, and R. P. Martins	發表在集成電路領域最高等級會議 IEEE ISSCC 上	1
會議論文	A Continuously Scalable-Conversion-Ratio SC Converter with Reconfigurable VCF Step for High Efficiency over an Extended VCR Range	Y. Wang, M. Huang*, Y. Lu, and R. P. Martins	發表在集成電路領域最高等級會議 IEEE ISSCC 上	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	5	-
研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

ORVIS-用於淺水介入的海洋航行器

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0146/2019/A3	澳門大學	SILVESTRE CARLOS	ORVIS- 用於淺水介入的海洋航行器

項目摘要

1. Research Background

ORVIS project consisted on a wide set of very different research and technological developments integrated in a single project. In summary, functional prototype underwater vehicle development, underwater vehicle navigation and mapping techniques, all kind of perceptual capabilities, non-linear sensor-based control algorithms and multisensory based navigation, were jointly developed and integrated to achieve a common goal: the progress beyond the state-of-the-art in terms low cost shallow water autonomous bathymetric and inspection tools.

2. Research Objectives

The purpose of this cutting edge research project was to set out advanced solutions to the development of shallow water intervention tools that can be employed, in Macau waters for accurate shallow water bathymetry, inspection of underwater structures, studies of marine biodiversity, assessment of the human impact on the marine environment, detection and localization of toxic spills, etc. The key outcomes of this research effort are fourfold: i) to conceive, develop, and test a Remotely Operated Vehicle, ORVIS ROV, and an Autonomous Underwater Vehicle, ORVIS AUV, for shallow water operations based on off-the-shelf affordable components; ii) to develop algorithms for high accuracy bathymetry and seabed mapping based on affordable multibeam imaging and doppler velocity log sonars; iii) to develop novel nonlinear trajectory tracking and path following controllers with bottom following and obstacle avoidance capabilities for marine vehicles to allow them to perform accurate bathymetry with full seabed coverage of the target areas in the presence of unexpected static or even dynamic obstacles; iv) to develop fault detection and isolation techniques as applied to marine vehicles, exploring new sensor, actuator or vehicle configurations.

3. Progress of the Research

A series of theoretical advances were proposed as to lay the foundations for the design of guidance and control strategies for underwater navigation in unknown environments using the latest results from Optimization, Machine Learning, Control, and Advance decision techniques from Artificial Intelligence. Besides the ROV and AUV development the scientific objectives underlying this approach were to:

- 1) develop new sensor fusion learning algorithms, to combine Doppler Velocity Log, Multibeam Imaging Sonar, and Inertial Measurement Unit data to obtain accurate shallow water bathymetry;
- 2) develop nonlinear state and output feedback control strategies for marine vehicles (ROVs and AUVs);
- 3) explore new sensor, actuator and vehicle configuration arrangements to develop accurate control strategies for marine vehicle systems as to maximize a given mission performance index.

This is a fundamental step towards the development of shallow water intervention tools that can be employed, in Macau waters carrying out missions like:

- 1) accurate shallow water bathymetry;
- 2) inspection of underwater structures;
- 3) studies of marine biodiversity;
- 4) assessment of the human impact on the marine environment; and
- 5) detection and localization of toxic spills.

This project boosted the development of advanced, high performance, nonlinear control algorithms for underwater vehicles, underwater navigation solutions, that will improve the current level of autonomy of Remotely Operated Vehicles and Autonomous Underwater Vehicles. Their real time onboard implementation make the ORVIS AUV and ROV autonomous platforms with enormous potential for carrying out shallow water bathymetry and inspection missions. Equipped with onboard advanced sensing devices and robust vehicle and mission control systems, these vehicles can:

- 1) be easily launched by a single person from a small support boat;
- 2) ORVIS ROV under the operator control - use the multi-sensor suite for underwater structures inspection tasks in shallow water;
- 3) ORVIS AUV in autonomous mode and with appropriate onboard fail safety and redundancy mechanisms - use the multi-sensor suite for accurate bathymetry missions in shallow water;
- 4) being safely recovered by a single operator to a small support boat.

4. Research Deliverables and Applications

This project entailed the conception and development of a Remotely Operated Vehicle (ROV) and an Autonomous Underwater Vehicle (AUV) for shallow water intervention as well as advanced algorithms for control, obstacle avoidance; and fault detection and isolation that will allow for the use of these vehicles in actual missions at the sea. More specifically, two platforms were developed:

- A Remotely Operated Vehicle (ORVIS ROV) based on a low cost off-the-shelf solution that was purchased, instrumented, and adapted to the project. The objective of this platform was to serve as testbed and support platform for the development of the Autonomous Underwater Vehicle (ORVIS AUV). Currently, this ROV is fully instrumented and ready to be used in shallow water inspection tasks.
- A prototype Autonomous Underwater Vehicle named ORVIS AUV for Shallow Water Bathymetric missions. The ORVIS AUV is equipped with a multi-sensor suite, which consists of a Multibeam Imaging Sonar, a Doppler Velocity Log, and also equipped with a set of basic navigation sensors: Inertial Measurement Unit, GPS Unit, Depth Pressure Sensor, Sonar Altimeter.

5. Further Work

The experience acquired from the design, construction and instrumentation of the ORVIS AUV will pave the way for future development of more advanced underwater vehicles, namely intervention AUVs equipped with manipulation capabilities, that will be able to carrying more sophisticated sensing equipment, and autonomously perform a set of simple intervention task thus providing end-users with safe and versatile intervention sensing platforms supporting a multitude of underwater missions in the fields of maintenance of underwater infrastructures, remote sensing, inspection, monitoring, surveying, mapping and imaging.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Design and Experimental Validation of a Nonlinear Controller for Underactuated Surface Vessels	SCORE Lab. University of Macau	A novel nonlinear controller for underactuated surface vessels with future application to underwater vehicles.	13
Journal paper	Distributed controller design and performance optimization for discrete-time linear systems	SCORE Lab. University of Macau	A novel technique for the design and performance optimization of controllers for discrete-time linear systems	10
Journal paper	Attitude, body-fixed Earth rotation rate, and sensor bias estimation using single observations of direction of gravitational field	SCORE Lab. University of Macau	A novel attitude estimation technique for underwater and surface vehicles that relies on the measurements of the Earth gravitic field.	3
Journal paper	On the Robustness of Nominally Well-Posed Event-Triggered Controllers	SCORE Lab. University of Macau	A novel technique for the design of Event-Triggered Controllers with application to ocean vehicles	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Decentralized Navigation Systems for Bearing-based Position and Velocity Estimation in Tiered Formations	SCORE Lab. University of Macau	A novel technique for the design of decentralized navigation systems for bearing-based position and velocity estimation.	2
Journal	A Recursive Algorithm for Secure Filtering for Two-Dimensional State-Saturated Systems under Network-based Deception Attacks,	SCORE Lab. University of Macau	A novel recursive algorithm for secure filtering for two-dimensional state-saturated systems.	5
Journal paper	Discrete-time distributed Kalman filter design for networks of interconnected systems with linear time-varying dynamics	SCORE Lab. University of Macau	A novel discrete-time distributed Kalman filter design technique.	5
Journal paper	Earth Velocity and Rigid-Body Attitude Estimation on $SO(3)$ Using Biased Measurements	SCORE Lab. University of Macau	A novel technique for the design attitude estimation using biased measurements.	1
Journal paper	Decentralized control and state estimation of linear time-periodic systems	SCORE Lab. University of Macau	A novel technique for the design of decentralized control and state estimation of linear time-periodic systems.	2
Journal paper	Recursive locally minimum-variance filtering for two-dimensional systems: When dynamic quantization effect meets random sensor failure	SCORE Lab. University of Macau	A novel recursive filtering in two-dimensional systems with random sensor failures and dynamic quantizations, which are governed by a known random variable.	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Cooperative decentralized navigation algorithms based on bearing measurements for arbitrary measurement topologies	SCORE Lab. University of Macau	This work presents and compares various cooperative navigation solutions for autonomous underwater vehicle formations using depth sensors and bearing measurements.	-
Journal paper	Nonlinear Backstepping Controller for an Underactuated ASV with Model Parametric Uncertainty: Design and Experimental Validation	SCORE Lab. University of Macau	This article presents a novel control law for an autonomous surface vehicle's path-following, using a Lyapunov-based backstepping technique.	-
Journal paper	Discrete-time Kalman filter for heave motion estimation, Ocean Engineering,	SCORE Lab. University of Macau	This work presents a framework for estimating the heave motion of a platform using biased accelerometer measurements..	-
Journal paper	A Discrete-Time Reputation-Based Resilient Consensus Algorithm for Synchronous or Asynchronous Communications	SCORE Lab. University of Macau	A novel a reputation-based consensus algorithm for managing resilient consensus among agents, even when some are attacked.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	2

研究結果	樣品	成品	產品
	3	-	-

基於熒光納米銅簇 / 金屬有機框架納米酶複合傳感體系的構建及其在有機磷農藥殘留快速檢測的應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0147/2019/A3	澳門大學	李鵬	基於熒光納米銅簇 / 金屬有機框架納米酶複合傳感體系的構建及其在有機磷農藥殘留快速檢測的應用

項目摘要

1. 研究目標

本項目擬在前期研究工作基礎上，針對傳統生物酶類農藥殘留檢測方法檢測成本高、環境適應性差且易受干擾等問題，合成製備新型 MOFs 納米酶替代生物酶反應，實現特異性識別，同時藉助聚集誘導增強熒光銅簇探針，增強檢測方法靈敏度，實現農藥殘留的痕量檢測。本研究將集成 MOFs 納米酶、聚集誘導增強、熒光探針多技術優勢，開發抗干擾能力強、靈敏度高、可大規模製備的快速檢測體系和平臺，應用於中藥材和食品中有機磷類農藥殘留的快速分析檢測。

2. 研究工作主要進展

本項目在執行期內已按照項目要求及合同要求，完成所有指標任務。

- 合成並製備了 UIO66、Ce-BDC 和雙功能 Ce-BDC-MOFs 三種類型的 MOFs 材料。通過優化，合成的三種 MOFs 對有機磷農藥——甲基對氧磷均表現出良好特異性和降解活性，並成功應用於螢光快速檢測方法的開發中。
- 成功開發並合成製備了 AIE 型金屬銅簇螢光探針。聯合碳納米量子點成功提升為具有更高檢測穩定性的比率型螢光探針。利用此體系，開發了比率型金屬團簇 - 碳量子點探針應用於福美雙和百草枯的超靈敏檢測中。聯合 MOFs 納米酶 Ce-BDC 後，成功建立了有機磷農藥——甲基對氧磷的比率型螢光檢測方法。該方法已成功在人參，薏仁和環境水樣中被驗證其檢測能力。
- 成功構建了鈹 - 有機配體 - 碳納米量子點螢光複合物。利用此多信號螢光探針，開發了兩步法檢測有機磷農藥和重金屬離子鎳的雙通道檢測方法。可以通過螢光和視覺檢測對兩種污染物進行快速定量。借助智慧手機的色素讀取能力，成功建立了針對甲基對氧磷和鎳離子的手機輔助視覺檢測方法。
- 通過調整有機配體和金屬鹽比例，在高有機溶劑比例下首次開發具有催化和螢光雙功能的鈹基 MOFs 材料 Ce-BDC-MOFs。此材料已成功開發應用到有機磷農藥的檢測中並完成了系統構建。

3. 研究成果與應用

執行期內發表 SCI 研究論文 10 篇，其中 9 篇為 JCR 高水準 Q1 分區學術論文，刊登在 Small、Chemical Engineering Journal、Journal of Hazardous Materials、Journal of advanced research 和

Biosensors and Bioelectronics 等國際著名期刊。研究期間申請發明專利 3 項，培養博士及博士後 5 名，碩士 2 名。

4. 進一步工作

在此項目中，項目組研製出了多種具有特異性的納米酶以及強 AIE 特徵的金屬簇螢光探針。後期將進行更多方法學驗證，以證實其檢測體系的各種特性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Electrochemical detection of methyl-paraoxon based on bifunctional nanozyme with catalytic activity and signal amplification effect	Yuzhou Sun, Jinchao Wei, Jian Zou, Zehua Cheng, Zhongming Huang, Liqiang Gu, Zhangfeng Zhong, Shengliang Li, Yitao Wang, Peng Li	Journal of Pharmaceutical Analysis, 11, 5, 653-660, 2020	SCI
期刊論文	Emerging core-shell nanostructures for surface-enhanced Raman scattering (SERS) detection of pesticide residues	Ting Wang, Shuangpeng Wang, Zehua Cheng, Jinchao Wei, Lele Yang, Zhangfeng Zhong, Hao Hua, Yitao Wang, Bingpu Zhou, Peng Li	Chemical Engineering Journal, 424, 130323, 2021	SCI
期刊論文	Aligned Millineedle Arrays for Solar Power Seawater Desalination with Site-Specific Salt Formation	Zhongming Huang, Jinchao Wei, Yingpeng Wan, Peng Li, Jie Yu, Jiayi Dong, Shuangpeng Wang, Shengliang Li, and Chun-Sing Lee	Small, 17, 43, 2101487, 2021	SCI
期刊論文	Conjugated Polymers: Optical Toolbox for Bioimaging and Cancer Therapy	Jinchao Wei, Ying Liu, Jie Yu, Ling Chen, Mai Luo, Lele Yang, Peng Li, Shengliang Li, Xiao-Hong Zhang	Small, 17, 43, 2103127, 2021	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Hyperoside attenuates non-alcoholic fatty liver disease in rats via cholesterol metabolism and bile acid metabolism	Songsong Wang, Feiya Sheng, Liang Zou, Jianbo Xia, Peng Li	Journal of advanced research, 34, 109-122, 2021	SCI
期刊論文	Chemical characterization of flavonoids and alkaloids in safflower (Carthamus tinctorius L.) by comprehensive two-dimensional hydrophilic interaction chromatography coupled with hybrid linear ion trap Orbitrap mass spectrometry	Songsong Wang, Jiliang Cao, Jiagang Deng, Xiaotao Hou, Erwei Hao, Lei Zhang, Hua Yu, Peng Li	Food Chemistry: X, 12, 100143, 2021	SCI
期刊論文	Integrating metabolomic data with machine learning approach for discovery of Q-markers from Jinqi Jiangtang preparation against type 2 diabetes	Lele Yang, Yan Xue, Jinchao Wei, Qi Dai, Peng Li	Chinese Medicine, 16, 30, 2021	SCI
期刊論文	The Herbal Constituents in An-Gong-Niu-Huang Wan (AGNH) Protect against Cinnabar- and Realgar-Induced Hepatorenal Toxicity and Accumulations of Mercury and Arsenic in Mice	Songsong Wang, Xiao Xiao, Ao Li, Peng Li	Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 5566078, 2021	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Copper ions assisted fluorescent detection of some dithiocarbamates based on nickel nanocluster with aggregation-induced emission enhancement behavior	Zehua Cheng, Liqiang Gu, Yunyang Zhao, Lele Yang, Ling Chen, Ting Wang, Mai Luo, Jinchao Wei, Peng Li	Journal of Hazardous Materials, 424, 15, 127555, 2022	SCI
期刊論文	Semi-wrapped gold nanoparticles for surface-enhanced Raman scattering detection	Ting Wang, Bing Ji, Zehua Cheng, Ling Chen, Mai Luo, Jinchao Wei, Yuefei Wang, Liang Zou, Yuanzhe Liang, Bingpu Zhou, Peng Li	Biosensors and Bioelectronics, 228, 115191, 2023	SCI
專利	膜載體斑點免疫滲濾測定噬蟲嘧的試劑盒及其使用方法	李鵬、崔錫平、魏金超、盧健、鐘章鋒、王一濤	中國專利（申請中，2022.11.28）	發明專利
專利	納米複合材料及其製備方法和應用	李鵬、顧立強、孫譽洲	中國專利（申請中，2022.11.28）	發明專利
專利	螢光金屬納米團簇及其製備方法和應用	李鵬、程澤華、魏金超	中國專利（已授權，2021.7.2）	發明專利

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	螢光金屬納米團簇及其製備方法和應用		
成果特點	本研究成果是指一種螢光金屬納米團簇。該螢光金屬納米團簇包括鎳金屬納米結構和谷胱甘酳配體，谷胱甘酳配體通過化學鍵附著於鎳金屬納米結構上，其螢光最大激發波長為 380nm，最大發射波長為 445nm，具有在溶劑中的聚集誘導螢光增強的光學特性。其製備方法簡便，易操作，成本低，綠色溫和，並且該螢光金屬納米團簇能夠作為螢光探針被 DTC 類有機化合物螢光淬滅，因此，其能夠對 DTC 類有機化合物進行快速、靈敏且高特異性的識別。在環境水樣和中藥材農殘污染物的檢測中有潛在的應用價值。		
技術成熟度	該技術在項目執行期內，已經經歷過了系統方法學的實驗驗證，具有良好的檢測穩定性，重複性，選擇性和抗干擾性。在真實樣品中，包括了環境樣品和中藥材樣品中，金屬團簇仍可抵禦複雜基質帶來的干擾效應，仍可以針對 DTC 類化合物進行了準確的檢測。該成果已經提交國家專利局進行發明專利保護申請，並已獲授權。		
應用範圍	其主要應用於中藥材安全性品質控制，農藥殘留在環境水樣監測以及其他涉及福美雙或其他 DTC 類化合物污染鑒別場景中。		
投產條件和預期經濟效益	完成大批量生產工藝設計，建造和調試。保證金屬團簇探針生產的穩定性和一致性。在此基礎上，再利用大批量生產的產品進行二次系統的方法學實驗驗證以確保產品有效性。由於國家政府以及普通民眾均愈發關注食品安全問題，尤其是農藥殘留對人類健康的影響，此產品將具有相當潛力在快檢市場中。年銷售額在 5,000,000 MOP 以上。		
合作方式	技術入股合作開發		

聯系地址	中國澳門氹仔大學大馬路澳門大學		
聯系人	李鵬	電話	(853) 8822 4874
網址	https://sklqrcm.um.edu.mo/peng-li/	傳真	(853) 2884 1358

面向斑馬魚幼蟲自動化顯微注射的新型機器人系統研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0153/2019/A3	澳門大學	徐青松	面向斑馬魚幼蟲自動化顯微注射的新型機器人系統研發

項目摘要

1. 研究背景

斑馬魚已成為各種生物醫學研究的有用實驗動物模型。常規基因操作，例如基因敲除、移植和感染，依賴於使用毛細管將遺傳物質顯微注射到單個斑馬魚胚胎或幼蟲中。通常，此類操作是一項費力的技術，需要特定的技能和專業知識操縱員。為了提高當前顯微注射技術的精度和通量，各種機器人顯微操作裝置已開發出來。然而，大多數可用的顯微操作系統被用於具有規則球形的細胞樣物體的顯微注射，例如斑馬魚胚胎。很少有裝置可以直接用於斑馬魚幼蟲的顯微注射。顯微注射斑馬魚幼蟲的發育過程涉及將異物輸送到幼蟲的各種組織中，例如心臟、靜脈、耳囊等。目前，這種操作是由熟練的操作員使用顯微鏡下的微量移液器和毛狀對準工具。但人為操作效率低、成功率低、重複性低。與胚胎顯微注射相比，幼蟲顯微注射更具挑戰性且更依賴於操作技能。在斑馬魚幼蟲顯微注射自動化系統的開發方面只進行了少量工作。截止目前，尚無可用於斑馬魚幼蟲顯微注射的自動化機器人系統。

2. 研究目標

針對現有斑馬魚幼蟲顯微注射人工作業的局限性以及自動化幼魚顯微注射工具的缺乏，該項目研製一種新型機器人微作業系統，適用於斑馬魚幼蟲的高精度、高通量、高一致性自動化顯微注射。具體研究目標如下：

- 1) 設計並分析新型微定位平臺機構與用於斑馬魚幼魚固定的培養皿，並實現微注射器的自動定位。
- 2) 設計並分析新型帶有力感測器的微注射器，用於斑馬魚幼蟲組織的精確、安全、自動刺穿。
- 3) 設計用於斑馬魚幼蟲自動化顯微注射的機器人微注射系統的力 / 位移控制器，加工製造出微注射機器人系統原型樣機並進行實驗驗證。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 新型柔性精密定位與微力傳感注射器的設計與實現：基於柔性機構設計，提出精密微定位機構的設計方法，並將其應用於微力傳感注射器的機構設計，構建小剛度柔性運動機構，並提高微力傳感器靈敏度，實現對所設計的微注射器進行理論建模、優化設計、模擬分析、樣機構建與實驗驗證等研究。
- 2) 新型自動化批量幼魚顯微注射機器人系統構建與控制：面向批量幼魚高通量注射應用，通過集成微定位平臺、力傳感微穿刺器、斑馬魚幼魚固定培養皿、視覺伺服精密運動控制器等裝置，首次提出用於斑馬魚幼魚的自動化機器人顯微注射系統，設計並實現多軸聯動微操作系統的魯棒控制演算法。

- 3) 顯微注射機器人系統的微注射實驗研究：採用人工智慧演算法，實現對斑馬魚幼魚注射部位的精準圖像識別。標定機器人微注射系統的性能參數，通過對所構建的三種自動化機器人顯微注射系統與人工作業進行比較實驗研究，揭示其操作優勢與應用前景。

4. 研究成果與應用

- 1) 培養 9 名博士研究生與 9 名碩士研究生。
- 2) 製作出 3 個應用於斑馬魚幼魚的高通量自動化顯微注射機器人系統樣機。
- 3) 發表 16 篇 SCI/EI 期刊論文、7 篇國際會議論文與 1 篇書籍章節，獲得國際會議最佳論文入圍獎 1 項。

5. 進一步工作

作為後續工作，期望能夠進一步提高該自動化顯微注射機器人系統的注射速度與成活率。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1 期刊論文	Design and Testing of a New Microinjector With Capacitive Force Sensor for Biological Microinjection	Y. Wei, Q. Zhou, Z. Chi, B. Ji, B. Zhou, and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, doi: 10.1109/TASE.2023.3240459, (in press).	SCI/EI
2 期刊論文	Design of a High-Throughput Robotic Batch Microinjection System for Zebrafish Larvae Based on Image Potential Energy	Z. Chi, Qingsong Xu, N. Ai, and W. Ge	IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 28, no. 3, pp. 1315-1325, 2023.	SCI/EI
3 期刊論文	Design of a Magnetic Soft Inchworm Millirobot Based on Pre-strained Elastomer with Microcilia	Y. Wei, Z. Wu, Z. Dai, B. Zhou, and Qingsong Xu	Biomimetics, vol. 8, no. 1, pp. 22, 2023	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4 期刊論文	Design and Testing of a Hollow Continuum Magnetic Millirobot with Multimodal Motion	Y. Chen, Z. Xu, and Qingsong Xu	Actuators, vol. 11, no. 10, pp. 269, 2022	SCI/EI
5 期刊論文	Collective Behaviors of Magnetic Microparticle Swarm: From Dexterous Tentacles to Reconfigurable Carpets	Z. Xu and Qingsong Xu	ACS Nano, vol. 16, no. 9, pp. 13728-13739, 2022	SCI/EI
6 期刊論文	Design and Testing of a New Piezoelectric-Actuated Symmetric Compliant Microgripper	Z. Lyu and Qingsong Xu	Actuators, vol. 11, no. 3, pp. 77, 2022	SCI/EI
7 期刊論文	Magnetic Mobile Microrobots for Upstream and Downstream Navigation in Biofluids with Variable Flow Rate	Z.H. Wu, Y. Zhang, N. Ai, H. Chen, W. Ge, and Qingsong Xu	Advanced Intelligent Systems, vol. 4, no. 7, pp. 2100266, July 2022	SCI/EI
8 期刊論文	Novel Design of a Piezoelectrically Actuated Compliant Microgripper with High Area-Usage Efficiency	Z. Lyu and Qingsong Xu	Precision Engineering, vol. 76, pp. 1-11, July 2022	SCI/EI
9 期刊論文	Design and development of a novel piezoelectrically actuated asymmetrical flexible microgripper	Z. Lyu, Z.H. Wu, and Qingsong Xu	Mechanism and Machine Theory, vol. 171, pp. 104736, May 2022	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
10 期刊論文	Design and Implementation of an Automatic Batch Microinjection System for Zebrafish Larvae	Z. Chi, Qingsong Xu, N. Ai, and W. Ge	IEEE Robotics and Automation Letters, vol. 7, no. 2, pp. 1848-1855, April 2022	SCI/EI
11 期刊論文	Design and Development of a New Rotating Electromagnetic Field Generation System for Driving Microrobots	Z.H. Wu, Y. Zhang, Z. Chi, and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Magnetics, vol. 58, no. 1, pp. 5500108, January 2022	SCI/EI
12 期刊論文	Design and Development of an Automatic Microinjection System for High-Throughput Injection of Zebrafish Larvae	Z. Chi, Qingsong Xu, N. Ai, and W. Ge	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 19, no. 4, pp. 3409-3418, October 2022	SCI/EI
13 期刊論文	Recent design and development of piezoelectric-actuated compliant microgrippers: A review	Z. Lyu and Qingsong Xu	Sensors and Actuators: A. Physical, vol. 331, pp. 113002, November 2021	SCI/EI
14 期刊論文	Disturbance Estimation-Based Robust Model Predictive Position Tracking Control for Magnetic Levitation System	J. Wang, L. Chen, and Qingsong Xu	IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 27, no. 1, pp. 81-92, February 2022	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
15 期刊論文	Design and Testing of a New Force-Sensing Cell Microinjector Based on Small- Stiffness Compliant Mechanism	Y. Wei and Qingsong Xu	IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, vol. 26, no. 2, pp. 818- 829, April 2021	SCI/EI
16 期刊論文	Design and Analysis of a New Compliant Microgripper with Two Working Modes	Z. Lyu and Qingsong Xu	The Romanian Journal of Technical Sciences. Applied Mechanics, vol. 67, no. 1, pp. 79-96, February 2022	EI
17 會議論文	Structure Design of a Novel Bistable Vibration Energy Harvester Dedicated to Gravity Direction	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Proceedings of The 46rd Annual Conference of IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2020), Singapore, October 18-22, 2020	EI
18 會議論文	Design of a New Piezoelectrically Actuated Compliant Microgripper With High Area Usage Efficiency	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of the ASME 2021 International Design Engineering Technical Conferences & Computers and Information in Engineering Conference (IDETC/ CIE 2021), Online, August 17-20, 2021	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
19 會議論文	Design and Testing of an Automated Microinjection System for Batch Injection of Zebrafish Larvae	Z. Chi, Qingsong Xu, N. Ai, and W. Ge	Proceedings of The 2021 IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics (IEEE RCAR 2021), Xining, Qinghai, China, July 15-19, 2021	EI
20 會議論文	Design and Testing of a Rotational Magnetic System for Helical Swimmer in Circular Duct Environment	Y. Zhang, Z.H. Wu, Z. Chi, and Qingsong Xu	Proceedings of The 6th IEEE International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), Chongqing, China, July 3-5, 2021	EI
21 會議論文	Design of a Movable Rotating Magnetic Field Actuation System for Target Delivery in 3-D Vascular Model	Y. Chen and Qingsong Xu	Proceedings of The 2022 IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics (IEEE RCAR 2022), Guiyang, China, July 17-22, 2022	EI
22 會議論文	Design and Testing of a Novel Multi-Functional Hollow Continuum Magnetic Microrobot	Y. Chen, Z. Xu, and Qingsong Xu	Proceedings of 2022 IEEE Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2022), Xishuangbanna, China, December 5-9, 2022	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
23 會議論文	Design and Fabrication of a Flexible Wearable Interface for Human-Robot Interaction	K. Feng and Qingsong Xu	Proceedings of The 9th IEEEJ International Workshop on Sensing, Actuation, Motion Control, and Optimization 2023 (SAMCON 2023), Nanjing, China, March 24-26, 2023	EI
24 書籍章節	Robotic Cell Injection with Force Sensing and Control	Y. Wei and Qingsong Xu	Robotics for Cell Manipulation and Characterization, C. Dai, G. Shan, Y. Sun, Eds., Elsevier, 2023, ISBN: 978-0-323-95213-2, pp. 19-46	24 書籍章節
25 獲獎	Design of a Movable Rotating Magnetic Field Actuation System for Target Delivery in 3-D Vascular Model	Y. Chen and Qingsong Xu	Best Paper in Robotics Award Finalist by IEEE RCAR 2022	
26 期刊論文	Multiple Cilia-like Swarms Enable Efficient Microrobot Deployment and Execution	Z. Xu, Z.H. Wu, M. Yuan, H. Chen, W. Ge, and Qingsong Xu	Cell Reports Physical Science, vol. 4, no. 3, pp. 101329, March 2023	SCI/EI
27 期刊論文	Design and Optimization of a New Alternating Electromagnetic-Field-Generation System for an Inverted Microscope	Z.H. Wu, Z. Xu, and Qingsong Xu	Micromachines	SCI/EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	9	-

研究結果	樣品	成品	產品
	3	-	-

技術成果名稱	顯微注射機器人系統		
成果特點	針對現有斑馬魚幼蟲顯微注射人工作業的局限性以及自動化幼魚顯微注射工具的缺乏，該成果提供一種新型顯微注射機器人系統，適用於斑馬魚幼蟲的高精度、高通量、高一致性自動化顯微注射。		
技術成熟度	已研製出三種微注射機器人系統樣機，並通過批量幼魚自動化顯微注射測試，以及幼魚成活率檢測等。		
應用範圍	該產品可應用於高校、企業、科研院所等，可大大節省人工成本，提高微注射工作效率。		
投產條件和預期經濟效益	需要資金投入，批量生產後可代替人工完成斑馬魚幼魚等生物體自動化顯微注射操作； 每件產品估計帶來收益 30-50 萬元，年銷售額 300-500 萬元。		
合作方式	技術轉讓或聯合生產，具體合作方式可商議。		

聯系地址	澳門大學科技學院機電工程系		
聯系人	徐青松	電話	(853) 8822 4278
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/qsxu/	傳真	(853) 8822 2426

過度金屬氮化物/碳化物在電催化中的應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0154/2019/A3	澳門大學	潘暉	過度金屬氮化物 / 碳化物在電催化中的應用

項目摘要

1. 研究背景

氫能作為一種清潔、高效、可持續的可再生能源，被視為 21 世紀最具發展潛力的二次能源。但是，氫氣在現階段的生產主要依賴於天然氣重整和煤炭氣化技術，消耗大量的化石燃料，同時排放出大量二氧化碳，從而造成環境污染和全球變暖等一系列問題。為了進一步發揮氫氣本身作為高效清潔能源的優勢，實現零碳排放，發展環境友好的製氫技術刻不容緩。電解水製氫技術由於低污染、產率快、工藝簡單、產氫純度高，且可以利用可再生能源，從而成為人們發展綠色氫能的首選。目前，水電解制氫的瓶頸環節在於成本和壽命。關鍵在於設計和製備高效、穩定的催化劑。

2. 研究目標

- 1) 通過理論設計和模擬，優化過度金屬碳 / 氮化物組元組分 (MXy) 比例參數，闡明物相結構、相介面及幾何結構對電催化性能的影響，為提高電催化效率和改善材料與結構穩定性奠定理論、技術基礎。
- 2) 基於優化理論分析所得到的參數，實現可控製備具有特定微結構的 MXy 電極材料，使其電催化劑的性能接近甚至超越 Pt，在 10 mA/cm² 過電勢小於 40 mV，在 100 mA/cm² 過電勢小於 150 mV，Tafel，斜率小於 40 mV/dec⁻¹，常溫選環 10000 周過電勢保持率 95% 以上，1000 小時穩定測試效率維持 85% 以上。
- 3) 實現替代鉑催化劑在工業催化產氫中的應用。

3. 簡介研究工作的主要進展

通過理論模擬和實驗相結合，設計和製備了一系列用於電解水的催化劑。在理論上，闡明材料組分、晶體結構、表面介面、電解液及幾何結構對電催化性能的影響，揭示了電解水的動力學過程，提出了在介面電解水的新機制。在實驗上，製備了多種電解水的催化劑，完成了既定技術指標。實現了廉價非貴金屬催化劑在工業條件下的電催化分解水性能優於 Pt。

4. 研究成果與應用

- 1) 培養博士生 4 名，發表論文 25 篇，申請專利 3 項。參加多次線上會議、籌辦兩個國際會議。
- 2) 開發了鐵基多金屬化合物的廉價電催化劑，降低成本、提高壽命，有望解決水電解制氫的瓶頸環節。
- 3) 提出了一種快速、簡易製備大面積催化劑的新方法。

5. 進一步工作

- 1) 設計開發基於多金屬化合物的廉價電催化劑水電解制氫器件，到達小規模生產。與企業合作，實現產業化。
- 2) 優化多金屬化合物的電催化劑的性能，實現產品的更新，進一步提高電解水器件性能。
- 3) 與企業合作，到達大規模生產，為國家清潔能源戰略方針服務。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Nanocrystalline CoO _x glass for highly-efficient alkaline hydrogen evolution reaction.	Hui Pan	Jinxian Feng, Lulu Qiao, Pengfei Zhou, Haoyun Bai, Chunfa Liu, Chon Chio Leong, Yu-Yun Chen, Weng Fai Ip, Jun Ni, and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 11, 316-329 (2023).	被 SCI 收錄，已被引用 2 次
論文	Iron-incorporated Defective Graphite by in-situ Electrochemical Oxidization for Oxygen Evolution Reaction.	Hui Pan	Jinxian Feng, Xiongwei Zhong, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Lulu Qiao, Haoyun Bai, Dong Liu, Di Liu, Yu-Yun Chen, Weng Fai Ip, Shi Chen, Jun Ni, Detao Liu, and Hui Pan, J. Power Sources 561, 232700 (2023).	被 SCI 收錄
論文	Recent Progress on bulk Fe-based alloy for industrial alkaline water electrolysis.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Haoyun Bai, Jinxian Feng, Di Liu, Lulu Qiao, Chunfa Liu, Shuang-Peng Wang*, and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 11, 1551 - 1574 (2023).	被 SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Crystalline phosphides/ amorphous oxides composite for energy- saving hydrogen production assisted by efficient urea oxidation reaction.	Hui Pan	Lulu Qiao, Anquan Zhu, Di Liu, Jinxian Feng, Yuyun Chen, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Lihong Yin, Rucheng Wu, Kar Wei Ng*, and Hui Pan*, Chem. Eng. J 454, 140380 (2023).	被 SCI 收錄， 已被引用 2 次
論文	Anodized AlCoCrFeNi high- entropy alloy for alkaline water electrolysis with ultra- high performance.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Po Kee Wong, Pengda Niu, Mingpeng Chen, Chi Tat Kwok, Yuxin Tang, Ruidi Li, Shuangpeng Wang, and Hui Pan*, Sci. China Mater. 66, 1033-1041 (2023).	被 SCI 收錄， 已被引用 1 次
論文	In-situ generation of Ni-CoOOH through deep reconstruction for durable alkaline water electrolysis.	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Jinxian Feng, Pengfei Zhou, Lulu Qiao, Wenlin Feng, Yuyun Chen, Kar Wei Ng, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Chem. Eng. J. 443, 136432 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 14 次
論文	Reconstruction optimization of distorted FeOOH/ Ni hydroxide for enhanced oxygen evolution reaction.	Hui Pan	Jinxian Feng, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Di Liu, Yu-Yun Chen, Bingchen He, Haoyun Bai, Dong Liu, Weng Fai Ip, Shi Chen, Detao Liu, Wenlin Feng, Jun Ni, and Hui Pan*, Mater. Today Energy 27, 101005 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 11 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Toward Enhanced Oxygen Evolution on NaBH ₄ Treated Ba _{0.5} Sr _{0.5} Co _{0.8} Fe _{0.2} O _{3-δ} Nanofilm: Insights into the Facilitated Surface Reconstruction.	Hui Pan	Xinyu Du, Mingpeng Chen, Shiyong Shen, Pengfei Zhou, Kin Ho Lo, and Hui Pan*, Mater. Today Energy 27, 101563 (2022).	被 SCI 收錄，已被引用 4 次
論文	Anodized steel: the most promising bifunctional electrocatalyst for alkaline water electrolysis in industry.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Pengda Niu, Jishan Liu, Nian Zhang, Haoyun Bai, Mingpeng Chen, Jinxian Feng, Di Liu, Litong Wang, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Yuxin Tang, Ruidi Li, Shuangpeng Wang, and Hui Pan*, Adv. Funct. Mater. 32, 2202068 (2022)	被 SCI 收錄，已被引用 20 次
論文	M ₄ B ₆ X ₆ as a New Family of High-Efficient Electrocatalysts: The Role of Surface Reconstruction in Water Oxidization.	Hui Pan	Haoyun Bai, Shiyong Shen, Feifei Li, Jiazhong Geng, Wenlin Feng, Hongchao Liu, Weng Fai Ip, Yunhao Lu, and Hui Pan*, ChemSusChem 15, e202200280 (2022).	被 SCI 收錄，已被引用 2 次
論文	Insightful view on the active sites of Ni/Ni _x P for hydrogen evolution reaction.	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Yuyun Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Jinxian Feng, Pengfei Zhou, Baoye Zi, Qingju Liu, Kin Ho Lo, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Appl. Mater. Today 26, 101343 (2022).	被 SCI 收錄，已被引用 8 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	An enhanced oxygen evolution reaction on 2D CoOOH via strain engineering: an insightful view from spin state transition	Hui Pan	F Li, H Ai, D Liu, KH Lo, H Pan Journal of Materials Chemistry A 9, 17749-17759 (2021)	被 SCI 收錄， 已被引用 53 次
論文	Ferroelectricity coexisted with p-orbital ferromagnetism and metallicity in two-dimensional metal oxynitrides	Hui Pan	Haoqiang Ai, Feifei Li, Haoyun Bai, Dong Liu, Kin Ho Lo*, Shengyuan A. Yang, Yoshiyuki Kawazoe, and Hui Pan*, NPJ Comput. Mater. 8, 60 (2022)	被 SCI 收錄， 已被引用 14 次
論文	Atomically Dispersed Heteronuclear Dual-Atom Catalysts: A New Rising Star in Atomic Catalysis.	Rafael Luque, Aijun Du, and Hui Pan	Tianwei He*, Alain R. Puente Santiago, Youchao Kong, Md Ariful Ahsan, Rafael Luque,* Aijun Du,* and Hui Pan*, Small 18, 2106091 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 42 次
論文	Corrosion engineering boosting bulk $\text{Fe}_{50}\text{Mn}_{30}\text{Co}_{10}\text{Cr}_{10}$ high-entropy alloy as high-efficient alkaline oxygen evolution reaction electrocatalyst.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Dong Liu, Yuyun Chen, Mingpeng Chen, Yunxiao Liu, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Yuxin Tang, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, J. Mater. Sci. Tech. 109, 267-275 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 10 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	In situ surface reconstruction on $\text{LaCoO}_{3-\delta}$ leads to enhanced hydrogen evolution reaction.	Hui Pan	Di Liu, Mingpeng Chen, Keyu An, Dong Liu, Yuyun Chen, Pengfei Zhou, Jielei Li, Jinxian Feng, Ye Ke, Detao Liu, Pengcheng Zhao, Chi Tat Kwok, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, J. Alloys and Compounds 891, 161754 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 11 次
論文	Remarkable synergistic effect in cobalt-iron nitride/ alloy nanosheets for robust electrochemical water splitting.	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Baoye Zi, Yuyun Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Feifei Li, Pengfei Zhou, Ye Ke, Jielei Li, Kin Ho Lo, Chi Tat Kwok, Weng Fai Ip, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Qingju Liu and Hui Pan*, J. Energy Chem. 65, 405-414 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 50 次
論文	Development of perovskite oxide-based electrocatalysts for oxygen evolution reaction.	Hui Pan	Dong Liu, Pengfei Zhou, Haoyun Bai, Haoqiang Ai, Xinyu Du, Mingpeng Chen, Di Liu, Weng Fai Ip, Kin Ho Lo, Chi Tat Kwok, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Guichuan Xing, Xuesen Wang, and Hui Pan*, Small 17, 2101605 (2021). (Cover page article)	被 SCI 收錄， 已被引用 54 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Surface reconstruction on silver nanoparticles decorated trimetallic hydroxide nanosheets to generate highly active oxygen-deficient (oxy) hydroxide layer for high-efficient water oxidation.	Hui Pan	Xinyu Du, Junling Guo, Mingpeng Chen, Weng-Chon Cheong, Yuyun Chen, Dong Liu, Shi Chen, Xuesen Wang, Kin Ho Lo, Jin-Song Hu, and Hui Pan*, Chem. Eng. J 425, 131662 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 17 次
論文	Tuning CO Binding Strength via Engineering Copper/Borophene Interface for Highly Efficient Conversion of CO into Ethanol.	Hui Pan and Aijun Du	Tianwei He, Cheng Tang, Alain R. Puente Santiago, Rafael Luque, Hui Pan*, and Aijun Du*. J. Mater. Chem. A 9, 13192-13199 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 11 次
論文	Synergistic Carbon and Hydrogen Reactions in Electrochemical Reduction of CO ₂ to Liquid Fuels.	Hui Pan	Jinxian Feng, Jun Ni and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 9, 10546 - 10561 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 12 次
論文	Multi-phase Heterostructure of CoNiP/Co _x P for Enhanced Hydrogen Evolution Under Alkaline and Seawater Conditions by Promoting H ₂ O Dissociation.	Hui Pan	Dong Liu, Haoqiang Ai, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Bowen Li, Di Liu, Xinyu Du, Kin Ho Lo, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang, Shi Chen, Guichuan Xing, Jinsong Hu, and Hui Pan*, Small 17, 2007557 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 66 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Quaternary-Metal Phosphide as Electrocatalyst for Efficient Hydrogen Evolution Reaction in Alkaline Solution.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Dong Liu, Zhaorui Wen, Mingpeng Chen, Qingju Liu, Ye Ke, Shengwen Li, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Shuangpeng Wang, Yuxin Tang, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 46, 18878-18886 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 7 次
論文	Single transition metal atom catalysts on Ti_2CN_2 for efficient CO_2 reduction reaction.	Hui Pan	Feifei Li, Haoqiang Ai, Changmin Shi, Kin Ho Lo, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 46, 12886-12896 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 31 次
論文	Synergistic electronic and morphological modulation on ternary $Co_{1-x}V_xP$ nanoneedle arrays for hydrogen evolution reaction with large current density.	Chen Liu, Zhouguang Lu and Hui Pan	Mingyang Yang, Chaoqun Shang, Feifei Li, Chen Liu*, Zhenyu Wang, Shuai Gu, Di Liu, Lujie Cao, Junjun Zhang, Zhouguang Lu*, and Hui Pan*, Science China Materials 64, 880-891(2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 16 次
論文	Engineering Pt and Fe Dual-Metal Single Atoms Anchored on Nitrogen-Doped Carbon with High Activity and Durability towards Oxygen Reduction Reaction for Zinc-Air Battery.	Hui Pan and Baomin Xu	Xiongwei Zhong, Shulong Ye, Jun Tang, Yuanmin Zhu, Duojie Wu, Meng Gu, Hui Pan*, and Baomin Xu*, Appl. Catal. B 286, 119891 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 80 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Design of Phosphorus-Functionalized MXenes for Highly Efficient Hydrogen Evolution Reaction.	Hui Pan	Youchao Kong, Shanshan Yan, Jinxian Feng, Shuangpeng Wang, and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 9, 597-606 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 17 次
論文	MXenes: Novel Electrocatalysts for Hydrogen Production and Nitrogen Reduction.	Hui Pan	Chon Chio Leong, Yuanju Qu, Yoshiyuki Kawazoe, Sut Kam Ho, and Hui Pan*, Catal. Today 370, 2-13 (2021).	被 SCI 收錄， 已被引用 17 次
論文	Surface Reconstruction and Phase Transition on Vanadium-Cobalt-Iron Trimetal Nitrides to Form Active Oxyhydroxide for Enhanced Electrocatalytic Water Oxidation.	Hui Pan	Dong Liu, Haoqiang Ai, Jielei Li, Mingliang Fang, Mingpeng Chen, Di Liu, Xinyu Du, Pengfei Zhou, Feifei Li, Kin Ho Lo, Yuxin Tang, Shi Chen, Lei Wang, Guichuan Xing, and Hui Pan*, Adv. Energy Mater. 10, 2002464 (2020). (Cover page article)	被 SCI 收錄， 已被引用 154 次
論文	Two-Dimensional Layered Materials: High-Efficient Electrocatalysts for Hydrogen Evolution Reaction.	Hui Pan	Qing Zhu, Yuanju Qu, Detao Liu, Kai Wei Ng, and Hui Pan*, ACS Appl. Nano Mater. 3, 6270-6296 (2020).	被 SCI 收錄， 已被引用 56 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	PLD-fabricated perovskite oxide nanofilm as efficient electrocatalyst with highly enhanced water oxidation performance.	Hui Pan	Xinyu Du, Haoqiang Ai, Mingpeng Chen, Dong Liu, Shi Chen, Xuesen Wang, Kin Ho Lo* and Hui Pan*, Appl. Catal. B 272, 119046 (2020).	被 SCI 收錄，已被引用 29 次
論文	Design of Novel pentagonal 2D transitional-metal sulphide monolayers for Hydrogen Evolution Reaction.	Hui Pan	Kin Long Ao, Yangfan Shao, Iat Neng Chan, Xingqiang Shi, Yoshiyuki Kawazoe, Ming Yang, Kar Wei Ng and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 45, 16201-16209 (2020).	被 SCI 收錄，已被引用 23 次

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	1	3

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種不銹鋼基催化劑及其製備方法與應用
成果特點	本發明公開了一種不銹鋼基催化劑及其製備方法與應用，屬於電解技術領域。該不銹鋼基催化劑由不銹鋼在含 NaCl 的溶液中進行陽極氧化後而得。通過採用含 NaCl 的溶液對不銹鋼進行陽極氧化，可增加不銹鋼的催化活性，暴露更多的活性位點。相應的陽極氧化方法簡單，易操作。將所得 5 的不銹鋼基催化劑用作全解水的有效雙功能電催化劑，可在大電流密度下具有優異的活性和良好的耐久性，其在電池電壓僅為 2.83V 和 3.72V 時可實現 500mA/cm ² 和 1000 mA/cm ² 的高效鹼性電解水，並且迴圈 1000 圈極化曲線之後，其性能不但沒有衰減，反而有稍微增長的趨勢，在工業化電解水制氫的中具有良好的應用前景。
技術成熟度	TRL 3
應用範圍	電解水制綠氫
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	-

聯系地址	澳門大學研發大樓 N23，4003 室		
聯系人	潘暉	電話	(853) 8822 4427
網址	https://iapme.um.edu.mo/staff/academic-staff/pan-hui/	傳真	(853) 8822 2454

木星振動及其激發機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0156/2019/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	蔡濤	木星振動及其激發機制研究

項目摘要

1. 研究背景

木星內部結構尚未完全清楚，其內部固態核層、金屬氫層、分子氫層之間的具體邊界位置尚未確定，同時其內部元素豐度分佈情況也存在不確定性。雖然 Juno 探測器提供的引力場和磁場資料對瞭解木星內部結構提供了不少資訊，但是並沒有完全解決關於木星內部結構的以上問題。這個項目擬用星震方法進一步完善對木星內部結構的瞭解。

2. 研究目標

木星內部結構尚未完全清楚，其內部固態核層、金屬氫層、分子氫層之間的具體邊界位置尚未確定，同時其內部元素豐度分佈情況也存在不確定性。雖然 Juno 探測器提供的引力場和磁場資料對瞭解木星內部結構提供了不少資訊，但是並沒有完全解決關於木星內部結構的以上問題。這個項目擬用星震方法進一步完善對木星內部結構的瞭解，主要研究目標有：（1）基於星震正演方法的木星內部結構研究；（2）基於對流振動耦合模型的木星表面振動激發機制研究；（3）基於局部三維數值模擬的木星表面振動研究。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 本專案在星震正演方法的探測木星內部結構方面取得了一些進展。我們通過星震頻率分析模型研究了兩顆紅巨星的內部結構，發現混合 g 模式對預測氦核大小以及對流超射區大小有重要的限制作用。待未來我國木星地面望遠鏡有觀測數據後，該模型可以直接運用於木星內部結構分析。
- 2) 我們開發了計算快速旋轉對流耦合的本征模振動頻率計算模型，通過該模型我們研究了木星內部遠程對流超射現象，結果表明只有順行風才能出現遠程對流，隨著旋轉效應的增強，在低緯度地區對流超射距離減少，而在高緯度地區對流超射距離先減少後增加。
- 3) 我們建立了木星內部重力波與慣性波的透射模型，發現在木星中的稀釋核，通過傳播共振和穿隧共振機制，重力波和慣性波幾乎能無損耗的穿透這種多重對流輻射的交替結構。同時我們建立了對流耦合的木星表面磁流體赤道波模型，該模型給出了磁場強度對赤道波的約束。
- 4) 我們通過三維數值模擬複現了木星大紅斑與木星極地渦旋，發現它們都可以由旋轉熱對流產生，給出了它們形成所需的判定條件，基於該判定條件，推斷出它們可能有一個非常深的根。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	發表論文不少於 4 篇	該項目已經發表論文 8 篇，其中在 Astrophysical Journal 發表論文 5 篇，在 Journal of Fluid Mechanics 發表論文 2 篇，在 Planetary Science Journal 發表 1 篇。	100%

4. 研究成果與應用

本項目為基礎科學研究，無研究成果應用情況。

5. 進一步工作

目前我國擬在冷湖建立行星觀測望遠鏡，通過該望遠鏡可以得到木星更多的振動頻率，我們擬將我們的模型結合觀測數據對木星內部結構做出更為準確的估計。同時我們擬建立木星大氣渦旋的理論振動分析模型，並結合數值模擬與觀測數據進一步分析大氣中的渦旋和急流中的波動現象。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Determining the Age and the Convective Core Overshooting for Two Red Giants KIC 9145955 and KIC 9970396 by the Gravity-Dominated Mixed Modes	Zhang X.Y., Cai T., Li Y., Wu T.	The Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	Spontaneous Generated Convective Anticyclones in Low Latitude - A Model for the Great Red Spot	Cai T., Chan K.L., Chow K.C.	The Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	Large-scale Vortices in Rapidly Rotating Rayleigh-Bénard Convection at Small Prandtl Number	Cai T.	The Astrophysical Journal	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Convectively Coupled Equatorial Trapped Waves in Stars and Planets	Cai T., Yu C., Wei X.	The Astrophysical Journal	SCI
期刊論文	Inertial and Gravity Wave Transmissions near Radiative-convective Boundaries	Cai T., Yu C., Wei X.	Journal of Fluid Mechanics	SCI
期刊論文	Enhancement of Wave Transmission in Multiple Radiative and Convective Zones	Cai T., Yu C., Wei X.	Journal of Fluid Mechanics	SCI
期刊論文	Deep, Closely Packed, Long-Lived Cyclones on Jupiter's Poles	Cai T., Chan K.L., Hans G.	The Planetary Science Journal	ESCI
期刊論文	Penetrative Convection for Rotating Boussinesq Flow in Tilted F-planes	Cai T.	The Astrophysical Journal	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	5	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

小分子串聯親和技術靶向獲取天然別構劑治療冠心病的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0157/2019/A3	澳門科技大學	羅培	小分子串聯親和技術靶向獲取天然別構劑治療冠心病的研究

項目摘要

1. 研究背景

中藥多成分協同增效已成為共識，其臨床治療中的獨特優勢也是現代研究的熱點，但目前主要以“多靶點作用”來解釋仍有極大的侷限和不足，故極需以全新的角度重新思考。目前單味中藥或複方中藥的藥效成分評價與活性化合物篩選研究策略仍主要沿用單成分化學藥物的評價體系，忽視了多種化學成分與藥效靶標蛋白結合後，因蛋白柔性導致的靶點結構微調及其遠端調控通訊信號通路的改變，從而人為制約了中藥多成分的多點微調、協同增效優勢特色的發揮。因此，有必要在研究思想和技術手段上進行基礎探索研究，用於闡釋中藥多成分協同增效的創新機理。本專案提出了新的科學假說：中藥中存在大量的天然別構調節劑，其作用於靶標蛋白後通過別構調節效應誘導靶標活性位點的構象變化，使其更有利於與活性成分（靶點的正構配體/底物）的結合，從而在整體上表現為多成分協同增效。

2. 研究目標

- 1) 通過構建基於靶標蛋白介導的小分子串聯親和分析體系，以此驗證這一“已知活性化合物（正構配體）- 靶標蛋白 - 未知別構調節劑（別構配體）”的科學假說，解釋中藥複雜成分協同增效的現象，尋找其協同作用的新機制及途徑。不但有望從蛋白別構調節角度闡釋中藥多成分協同增效機理，還可從一個全新的角度指引新型天然別構調節藥物的開發。
- 2) 以黃芪為例，選取黃芪甲苷和毛蕊異黃酮苷為正構成分，將其固定化後，分別親和吸附 GPR30、HIF-1 α 和 PTP1B 等不同類型的靶標，然後通過該靶標再從黃芪及其方劑中親和吸附其它小分子，經 LC/MS 分析推測被吸附小分子的結構，並在其指引下分離獲得，通過這些化合物的協同藥效驗證及底物複合物晶體解析，發現正構配體的別構調節劑。可以從一個全新的角度闡釋黃芪多成分抗冠心病的分子機理，並為高效低毒的中藥別構藥物研發開闢一條新途徑。

3. 簡介研究工作的主要進展

項目自 2020 年 6 月啟動，基本依計劃進展執行，並依申報書所述已全部完成下述清單成果。36 個月實施期間遇到新冠疫情等現實阻滯，在國際交流等方面有所調整，並在後續中補充說明。

- 1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之 成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	擬從蛋白別構調節 角度闡釋中藥多成 分協同增效機理， 有助於中藥活性物 質基礎的闡明和臨 床的合理用藥，形 成具有原創性的天 然別構調節中藥新 藥研發新模式。	項目成果形成了一種別構機制中藥小分子創新藥物 研發新技術，可供藥物研發信息化和智能化產品開 發公司應用於創新藥物開發新方法，有助於促進澳 門中藥新藥開發及產業化落地。	已完成達 成 100%
2	擬培養博士研究生 1 名，培養碩士研 究生 2 名	目前已培養研究生情況：培養博士研究生 2 名（在 讀 1 名，畢業 1 名），培養碩士研究生 3 名（在讀 3 名） 姓名：馬昊（學號 2009853UCT20-0015），已於 2020 年 9 月入讀澳門科技大學中醫藥學院中藥學碩 士專業，現正順利開展科研學習。 姓名：李展華（學號 2109853Z-CT20-0022），已於 2021 年 9 月入讀澳門科技大學中醫藥學院 中藥學 碩士專業，現正順利開展科研學習。 姓名：王甜甜（學號 2109853E-PP30-0016），已於 2021 年 9 月入讀澳門科技大學藥學院藥學博士專 業，現正順利開展科研學習。 姓名：葉琪（學號 2220019205），已於 2022 年 9 月入讀澳門科技大學中醫藥學院中醫學碩士專業， 現正順利開展科研學習。 姓名：吳尤嬌（學號 1809853X-CT30-0012），已 於 2022 年 3 月畢業澳門科技大學中醫藥學院中藥學 博士專業，現已入職廣西中醫藥大學。	已超額完 成達成
3	擬發表高質量中英 文學術論文 4-6 篇	目前已發表 SCI 論文 7 篇，澳門科技大學中藥質量 研究國家重點實驗室均為第一發表機構；項目負責 人羅培博士均為通訊作者或共用通訊作者；澳門科 學技術發展基金項目編號 0157/2019/A3 為 7 份發表 成果致謝資助科研經費來源；列表詳見後。	已超額完 成達成
4	擬申請中國發明專 利 2~3 項或國際專 利 1-2 項	已完成中國發明專利一項（CN112538521A），專利 事務所已受理並提交第二項。	已完成達 成 100%

4. 研究成果與應用

研究成果基於中醫整體觀思維，直接建立“已知活性化合物(正構配體)→靶標蛋白→未知天然別構調節劑(別構配體)”的研究方法。這一探索天然別構調節劑的方法及其拓展，有可能成為闡明中藥多成分作用機制和發現活性化合物(特別是協同增效減毒成分)的一個新途徑。並且在中藥活性小分子上常表現為明顯的協同增效與減毒作用，為別構調節機制可應用成為藥物開發新策略提供了實踐支撐。有鑑於此，項目成果應用的著眼點為：如果能夠在中藥小分子研發初期，先利用所開發所選定的別構配體「標靶分子」，來快速篩選出有機會的「候選藥物分子」，不但能縮減前期研發的時間及成本並顯著降低可能的藥害風險，提升藥物開發的成功率。

5. 進一步工作

- 1) 優化評價已獲得的活性小分子，進行系統性新藥成藥性考察及市場開發價值評估，擬參與澳門產業化創新項目申報及中國新藥創製重點項目申報。
- 2) 發表研究論文3篇（現正投稿一份，撰寫中2份），申請中國專利1份（已完成資料整理），參加國內學術交流會議受邀報告1人次（2023年11月於上海）；
- 3) 進一步對比活性評價，別構調節劑的確認與多成分協同增效機制的闡釋；
- 4) 推動成果產業化，並將研究技術應用於業界研究平臺增加轉化率。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Surface hydrolysis-designed AuNPs-zwitterionic-glucose as a novel tool for targeting macrophage visualization and delivery into infarcted hearts.	共十位作者，羅培副教授為第十作者及通訊作者	Journal of Controlled Release, 2023 Apr;356:678-690	0
SCI 論文	Basing on the machine learning model to analyse the coronary calcification score and the coronary flow reserve score to evaluate the degree of coronary artery stenosis.	共七位作者，羅培副教授為第七作者及通訊作者	Computers in Biology and Medicine, 2023 Jun 2;163:107130.	0
SCI 論文	Role of simulated in vitro gastrointestinal digestion on biotransformation and bioactivity of astragalosides from Radix Astragali.	共七位作者，羅培副教授為第七作者及通訊作者	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2023 Volume 231, 5 July	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Elucidation of the binding mechanism of astragaloside IV derivative with human serum albumin and its cardiotoxicity in zebrafish embryos.	共八位作者，羅培副教授為第八作者及通訊作者	Frontiers in Pharmacology. 2022 Sep 23;13:987882	1
SCI 論文	Application of serum exosomal hypoxia-inducible factor-1 alpha (HIF-1 α) as potential circulating biomarker for bacterial peritonitis.	共十一位作者，羅培副教授為第十一作者及通訊作者	Bioengineered. 2022 Feb;13(2):1975-1987	2
SCI 論文	Oligosaccharides from Polygonatum Cyrtoneura Hua: Structural characterization and treatment of LPS-induced peritonitis in mice.	共十位作者，羅培副教授為第十作者及通訊作者	Carbohydrate Polymers. 2021 Mar 1; 255:117392	20
SCI 論文	Astragaloside IV Derivative (LS-102) Alleviated Myocardial Ischemia Reperfusion Injury by Inhibiting Drp1Ser616 Phosphorylation-Mediated Mitochondrial Fission.	共八位作者，羅培副教授為第八作者及通訊作者	Frontiers in Pharmacology. 2020 Sep 17;11:1083	16
專利	中國發明專利一項 CN112538521A	申請人 澳門科技大學	申請日 2020.12.09 發明人： 王乾龍、羅培、 青琳森、 劉蘭聰、楊藝、 陳肖依、周華	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	3	3

研究結果	樣品	成品	產品
	2	1	-

基於生物多組學大數據分析的加權映射深度學習方法診斷複雜疾病亞型研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0158/2019/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	梁勇	基於生物多組學大數據分析的加權映射深度學習方法診斷複雜疾病亞型研究

項目摘要

1. 研究背景

本項目將利用多種數據整合方法生成小樣本數據的多模態，研究如何既能增加樣本數量，又能強化有效資訊的表達，提升大數據中價值密度的方法。針對多模態數據集，研究使用自步學習等演算法訓練機器學習模型，從而利用模型對樣本的多個模態進行置信度標註的方法。篩選置信度高的樣本模態構建訓練數據集，結合正則化理論，研究選擇生物標記物和精煉學習模型的方法。研究將所開發的技術應用於中藥質量研究國家重點實驗室的數據集，以及肝癌相關的基因表達數據集。

2. 研究目標

研究基於生物多組學大數據融合與集成分析的加權映射深度學習方法，並用於預測和診斷複雜疾病亞型。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目已經獲得以下的成果：

序號	簡介原計劃的研究內容	簡介本年研究工作進展
1	現有的不同數據整合方法具有各自的優勢，本項目將利用多種數據整合方法生成小樣本數據的多模態，研究如何既能增加樣本數量，又能強化有效資訊的表達，提升大數據中價值密度的方法。	已按原計劃進行，提出新型基於多種數據整合方法生成小樣本數據的多模態，增加樣本數量，強化有效資訊，提升大數據價值密度的模型與演算法。相關成果已發表 SCI 論文。
2	針對多模態數據集，研究使用大數據 ADMM 演算法訓練機器學習模型，從而利用模型對樣本的多個模態進行置信度標註的方法。	已按原計劃進行，提出新型分析生物大數據的 ADMM 演算法機器學習模型，利用模型對樣本多個模態分析進行置信度標註。相關成果已發表 SCI 期刊。

3	篩選置信度高的樣本模態構建訓練數據集，結合自步學習和正則化理論，研究選擇生物標記物和精煉學習模型的方法。	已按原計劃進行，提出新型結合自步學習和正則化理論，研究選擇生物標記物和精煉學習模型的方法。相關成果已發表 SCI 期刊。
4	研究將所開發的技術應用於中藥質量研究國家重點實驗室的數據集，以及肝癌相關的基因表達數據集。	已按原計劃進行，已完成將所開發的技術應用於肝癌相關的基因表達數據集分析，成果已發表 SCI 論文。

4. 研究成果與應用

研究成果可以應用到各類生物多組學數據融合與集成分析。

5. 進一步工作

- 1) 在現有生物多組學大數據分析的基礎上，繼續創新，完善模型，提升性能，實現在更多更複雜場景下的應用。
- 2) 生物大數據（高階張量）稀疏性定義，表達研究與應用。
- 3) 生物大數據張量特徵提取的研究及在新藥研發上的應用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	SLNL: A novel method for gene selection and phenotype classification	Huang, H., Wu, N., Liang, Y., Peng, X., & Shu, J	International Journal of Intelligent Systems, 37(9), 6283-6304. (2022).	SCI
期刊論文	Multi-view unsupervised feature selection with tensor low-rank minimization	Yuan, H., Li, J., Liang, Y., & Tang, Y. Y.	Neurocomputing, 487, 75-85. (2022)	SCI
期刊論文	A novel meta-analysis based on data augmentation and elastic data shared lasso regularization for gene expression	Huang, H. H., Rao, H., Miao, R., & Liang, Y.	BMC bioinformatics, 23(10), 353. (2022)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Incentive-Driven Information Sharing in Leasing Based on a Consortium Blockchain and Evolutionary Game.	Cheng, H., Li, J., Lu, J., Lo, S. L., & Xiang, Z.	Journal of Theoretical and Applied Electronic Commerce Research, 18(1), 206-236. (2023).	SCI
期刊論文	Dynamic Meta-data Network Sparse PCA for Cancer Subtype Biomarker Screening	Miao, R., Dong, X., Liu, X. Y., Lo, S. L., Mei, X. Y., Dang, Q., ... & Liang, Y.	Frontiers in Genetics, 13, 869906. (2022).	SCI
期刊論文	Improved deep learning model based on self-paced learning for multiscale short-term electricity load forecasting	Li, M., Xie, X., & Zhang, D.	Sustainability, 14(1), 188. (2021)	SCI
期刊論文	UMLF-COVID: an unsupervised meta-learning model specifically designed to identify X-ray images of COVID-19 patients	Miao, R., Dong, X., Xie, S. L., Liang, Y., & Lo, S. L.	BMC medical imaging, 21(1), 1-16. (2021).	SCI
期刊論文	A multiscale electricity price forecasting model based on tensor fusion and deep learning	Xie, X., Li, M., & Zhang, D.	Energies, 14(21), 7333. (2021)	SCI
期刊論文	A Genotype-Based Ensemble Classifier System for Non-Small-Cell Lung Cancer	Ren, Y., Yang, Z. Y., Zhang, H., Liang, Y., Huang, H. H., & Chai, H	IEEE Access, 8, 128509-128518. (2020)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	BGLS-based method of estimating the rotational periods of asteroids	Ren, Y. Q., Lu, X. P., & Liang, Y.	Research in Astronomy and Astrophysics, 21(7), 166(2021).	SCI
期刊論文	Integrating molecular interactions and gene expression to identify biomarkers and network modules of chronic obstructive pulmonary disease	Huang, H. H., & Liang, Y.	Technology and Health Care, 30(1), 135-142. (2022)	SCI
期刊論文	Cancer classification and biomarker selection via a penalized logsum network-based logistic regression model	Zhou, Z., Huang, H., & Liang, Y.	Technology and Health Care, 29(1), 287-295. (2021)	SCI
期刊論文	Penalized logistic regression based on L1/2 penalty for high-dimensional DNA methylation data.	Jiang, H. K., & Liang, Y.	Technology and Health Care, 28(1), 161-171. (2020).	SCI
期刊論文	Integrating molecular interactions and gene expression to identify biomarkers to predict response to tumor necrosis factor inhibitor therapies in rheumatoid arthritis patients	He, M. F., Liang, Y., & Huang, H. H.	Technology and Health Care, 30(1), 451-457. (2022)	SCI
期刊論文	SW-Net: A novel few-shot learning approach for disease subtype prediction	Ji. Y. H., Liang. Y., Yang, Z. Y., & Ai, N.	Biocell 47(3):569-579. (2023)	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	基於流均勻熵切片法的動作分割		
成果特點	本項目將利用多種數據整合方法生成小樣本數據的多模態，研究如何既能增加樣本數量，又能強化有效信息的表達，提升大數據中價值密度的方法。針對多模態數據集，研究使用自步學習等算法訓練機器學習模型，從而利用模型對樣本的多個模態進行置信度標註的方法。篩選置信度高的樣本模態構建訓練數據集，結合正則化理論，研究選擇生物標記物和精煉學習模型的方法。		
技術成熟度	研究所開發的技術應用於中藥質量研究國家重點實驗室的數據集，以及肝癌相關的基因表達數據集。實驗結果表明，對於各種公開數據集（包括 DAVISdata 資料集，UCF Sports 資料集和 KTH 資料集）的多組學集成，我們的方法均取得了令人滿意的效果。		
應用範圍	生物多組學數據集成、生物標誌物選擇		
投產條件和預期經濟效益	對生物多組學數據分析性能有所提高，可以對生物多組學數據集成和生物標誌物選擇提高準確性的，並帶來一定的經濟效益。		
合作方式	技術轉讓		

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學 A 座二樓 210 室		
聯系人	羅少龍	電話	(853) 8897 1924
網址	http://www.must.edu.mo/en/fi-en/staff	傳真	(853) 2882 3280

土壤中鉻的有效形態、植物毒性及其預測模型研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0159/2019/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	馬義兵	土壤中鉻的有效形態、植物毒性及其預測模型研究

項目摘要

1. 研究背景

鉻 (Cr) 是化學價態比較多的一種元素，在澳門乃至粵港澳大灣區土壤鉻污染的問題也不容忽視。在土壤環境中鉻主要以 Cr(III) 和 Cr(VI) 形態存在，這兩種形式的 Cr 具有不同的化學性質和植物毒理學特徵，大部分國家都對它們進行了分類管理，國際癌症研究機構 (IARC) 已經將 Cr(VI) 化合物定為 A 類致癌物。在土壤 - 植物體系中，Cr(III) 和 Cr(VI) 在土壤中的吸附和生物有效性、向地上部分的吸收和轉移以及植物體內的毒性等方面都有很大差異。一般來說，Cr(VI) 的毒性相對較大，對植物根莖葉的生長都有很大的影響。而 Cr(III) 對於土壤植物並不是必須元素，過量的 Cr(III) 也會對植物產生毒害作用，並且在一定條件下，Cr(III) 與 Cr(VI) 可以發生相互轉化。因此，土壤中 Cr 的有效形態、植物毒性極大的受到土壤性質的影響，其與植物毒性的數量關係的也不明確，且現行的土壤中鉻的環境質量標準是以總量為基礎的，而土壤中鉻的生物毒害不僅與土壤中鉻含量有關，還與土壤性質和鉻存在形態有更為密切的關係，僅僅根據土壤鉻總量是不能對其生物毒性進行預測的。因此，研究土壤中鉻的有效形態與植物毒性的關係是為土壤中鉻的風險評價提供科學理論支撐。

2. 研究目標

- 1) 利用現代分析技術結合生物毒害測試，優化土壤有效態鉻的浸提方法，以期提出簡便易用的土壤中鉻的有效態測試方法；
- 2) 構建普遍適用的土壤中鉻的植物毒性的歸趨性生物毒害模型，尤其是土壤中鉻的生物配體模型，為歸一化不同性質土壤的生物毒害指標，土壤鉻生態風險閾值的制定提供有效的手段。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 確定了土壤中鉻植物毒性對 Cr(VI) 的大麥毒性閾值的劑量 - 效應關係及主控因數
以我國多種具有代表性的土壤為研究對象，通過外源添加 Cr(VI) 進行大麥根伸長毒性測試，以瞭解土壤理化性質包括半數效應抑制濃度 (EC_{50}) 和 10% 效應抑制濃度 (EC_{10}) 的影響。結果表明，土壤理化性質對 Cr(VI) 的植物毒性有顯著影響，鐵、鋁氧化物含量、pH 值和土壤有機碳含量是影響土壤 Cr(VI) 對大麥毒性的最重要因數。進一步研究了 Cr(VI) 在不同土壤中的老化過程及主控因數，Cr(VI) 在土壤中的轉化過程符合以下經驗方程： $ECr(VI)(\%) = (85.30 + 1.93 Fe + 30.17 \log OM - 6.90 pH) \times [1 - \exp(0.35t) \times \operatorname{erfc} \sqrt{0.35t}]$ 式中， $ECr(VI)$ 為 Cr(VI) 轉化率，%；Fe 為土壤總鐵含量 $g \cdot kg^{-1}$ ；OM 為土壤有機質含量， $g \cdot kg^{-1}$ ；t 為 Cr(VI) 進入土壤的時間，d；erfc 為誤差函數。

- 2) 建立了優化的土壤有效態鉻的浸提方法
採用多種具有代表性的土壤外源添加 Cr(VI) 和 Cr(III) 的植物毒性進行分析，對比樹脂 Chelex 100，DOWEX M4195 和其他化學浸提方法，結果表明樹脂提取態能夠很好的反應植物毒性劑量效應關係。擴展獨立作用模型 (e-IA) 能夠很好的描述在特定土壤中植物毒性劑量效應關係。
- 3) 建立土壤鉻固液分配預測模型一個
通過外源添加 Cr(VI) 的方法，及化學分析技術測定不同性質土壤孔隙水中鉻的形態和含量，利用多元回歸分析發現 pH、土壤有機質和陽離子交換量影響了其固液分配係數，建立了經驗方程。
- 4) 推導了土壤 Cr(VI) 的生態風險閾值
通過收集文獻中的共 13 種植物的毒性數據，結合轉化模型計算得到對應污染時間下土壤中全量及有效態 Cr(VI) 濃度、通過種間外推方法得到種間互用組合模式、結合歸一化方法利用最適累積分佈函數推導對土壤中 5% 植物產生毒害的全量及有效態 Cr(VI) 濃度值 (即 HC₅ 及 HC₅-ava 值)，而後基於土壤性質提出全量及有效態 Cr(VI) 閾值的量化表達。

4. 研究成果與應用

根據研究結果中土壤中鉻生物毒性的主控因素和鉻在土壤中的固液分配係數，通過調節 pH 並選擇經濟高效的含有機質和鐵礦的鈍化材料，開發性能優良的鈍化劑產品。產品擬用於農田土壤六價鉻污染，六價鉻工業廠地土壤污染等領域，對控制大灣區及全國土壤鉻污染有積極的促進作用。

根據研究結果中 Cr(VI) 和 Cr(III) 混合毒性劑量效應關係，以及推導的土壤 Cr(VI) 的生態閾值，可為編制我國土壤 Cr(VI) 的土壤環境標準提供科學依據。

進一步工作

摸清 Cr(III) 和 Cr(VI) 在土壤中的毒性劑量效應關係，建立合適的毒性當量模型，建立標準化的土壤 Cr 環境標準。

明確土壤中鉻生物毒性的主控因素和鉻在土壤中的固液分配係數，開發鈍化材料和風險評價體系，實現產業化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Identification and quantification of the combined phytotoxicity of one element with various valences: Cr(III) and Cr(VI) for barley root elongation as an example	Chen Linheng, Wu Yang, Ma Yibing, et al.	Journal of Hazardous Materials, 430, 128430,2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Accumulation of Cr in different vegetables and derivation of soil Cr threshold using the species sensitivity distribution method	Yu Xuezheng, Li Helian, Yang Qian, Sun Zongquan, Ma Yibing	Ecotoxicology and Environmental Safety 258 (2023) 114993	SCI
期刊論文	Effects of aging and reduction processes on Cr toxicity to wheat root elongation in Cr(VI) spiked soils	Yang Yang, Peng Yemian, Ma Yibing, Li Fangbai, Liu Tongxu, et al.	Environmental Pollution, 296, 118784, 2022	SCI
期刊論文	A simple method to determine the sampling numbers in decision-making units with unknown variations of soil cadmium	Huang Yajie, Li Jumei, Ma Yibing, Li Fangbai, et al.	Environmental Monitoring and Assessment, 193(9), 552, 2022	SCI
期刊論文	Integrating bioavailability and aging in the criteria derivation of cadmium for the safe production of rice in paddy soils	Li Lijun, Jiang Bao, Ma Yibing, et al.	Ecotoxicology and Environmental Safety, 219, 112356, 2022	SCI
期刊論文	A field study of vertical mobility and relative bioavailability of Cu and Ni in calcareous soil	Zhao Rui, Li Jumei, Ma Yibing, et al.	Environmental Pollutant and Bioavailability, 32(1): 121-130, 2020	SCI
期刊論文	Cadmium in Rice Is Affected by Fertilizer-Borne Chloride and Sulfate Anions: Long-Term Field Versus Pot Experiments	Hussain Babar, Ma Yibing, Li Jumei, et al.	Processes 2022, 10, 1253	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Linking atmospheric emission and deposition to accumulation of soil cadmium in the Middle-Lower Yangtze Plain, China	Tang Lili, Fu Bomin, Wu Yang, Ma Yibing et al.	Journal of integrative agriculture, (accepted)	SCI
期刊論文	Derivation and validation of soil total and extractable cadmium criteria for safe vegetable production	Li Lijun, Li Kun, Li Jumei, Ma Yibing et al.	Journal of Integrative Agriculture 2023, 22(7): 2–13	SCI
期刊論文	土壤外源鉍的作物毒性響應及富集差異研究	徐國豪, 劉英豪, 馬義兵, 李合蓮等	農業環境科學學報, 2023, 42(2): 284-290.	-
期刊論文	小麥對土壤鉍富集和轉運的品種差異性研究	王彥蘇, 李士偉, 於學臻, 李合蓮, 馬義兵	農業環境科學學報, 41(01), 2022.	-
期刊論文	我國典型農田土壤中Cr(VI)的老化過程及主控因數	牟祖廷, 張延一, 馬義兵, 李士偉, 李合蓮, 韓雪梅	農業環境科學學報, 40(01):62-73, 2021	-
期刊論文	土壤理化性質對外源六價鉍植物毒性的影響	馬虹, 王學東, 李金瓶, 馬義兵	生態毒理學報, 2021, 16(4): 224-232	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	9	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	鉻的土壤環境質量標準
成果特點	提出了結合土壤 pH 值和有機質（OM）的連續或情景標準進行風險評估，為制定 Cr(VI) 環境品質標準和土壤 Cr 生態風險評估提供了可靠的科學支持。
技術成熟度	TPL 1
應用範圍	標準
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	-

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路		
聯系人	馬義兵	電話	(853) 8897 2926
網址	-	傳真	-

基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算資源優化 管理關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0162/2019/A3	澳門大學	吳遠	基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算資源優化管理關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著物聯網、5G/6G 通信網絡技術不斷發展，以自動駕駛、虛擬與增強現實為代表的大量通信與計算資源密集型服務不斷湧現對網絡運行造成極大壓力。多接入邊緣計算（Multi-access Mobile Edge Computing）被認為是未來無線網絡服務中實現大量低時延、高計算密集度業務的關鍵技術之一。在多接入邊緣系統中，算力受限邊緣計算設備通過無線傳輸方式將計算任務遷移傳輸至多個邊緣計算服務器實現分散式並行計算處理，從而有效降低計算密集型服務的任務執行時延。同時，多址邊緣計算具備靈活調整和分配計算資源的能力，可以根據任務的特性和要求，動態配給各邊緣計算服務器算力資源，實現對網絡資源的高效利用。為進一步提高多接入邊緣計算中的計算任務數據遷移傳輸效率，非正交多址接入 (Nonorthogonal Multiple Access) 提供了一種高頻譜效率的多路並行傳輸方案。作為一種新型多址接入技術，非正交多址接入傳輸允許多個無線設備同頻同時進行數據傳輸並在接收端通過連續干擾消除方式進行數據解碼，從而極大地提高頻譜效率和系統可容納通信設備數量。在邊緣計算網絡中，通過使用非正交多址接入傳輸技術，單個邊緣計算用戶（設備）可以同時將計算任務並行遷移傳輸至多個邊緣計算服務器進行處理；同時多個邊緣計算用戶（設備）也可以同時進行計算任務遷移傳輸。通過合理的非正交多址接入傳輸時間、功率優化，從而滿足不同設備的數據遷移傳輸需求、優化邊緣計算系統整體性能。

2. 研究目標

本項目旨在研究基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算資源優化管理關鍵技術，從而提高邊緣計算系統的整體性能與資源使用效率。具體而言，針對資源受限無線設備執行資源消耗密集型業務需求，本項目提出了通過對多址接入計算遷移策略、非正交傳輸策略、以及計算資源配置進行聯合優化，從而在滿足設備時延、功耗、能耗等多維度約束條件下實現無線設備完成其計算的代價最小化。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目已經順利完成預定研究目標。本項目具體完成的研究成果包括以下 4 個方面：

- 1) 提出基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算的資源優化管理方案：項目分別針對單個邊緣計算設備、多個邊緣計算設備的計算任務遷移目標，提出相應的多址接入計算遷移策略、非正交傳輸策略、以及計算資源配置的聯合優化方案，從而在滿足時延、功耗、能耗約束條件下，實現無線設備時延代價與計算資源使用代價總和最小化。

- 2) 提出面向數據安全傳輸的非正交多址接入傳輸多接入邊緣計算資源優化管理方案。針對竊聽攻擊特性，以資訊論數學模型為依據，首次提出了計算任務遷移傳輸數據量、無線傳輸資源分配、以及數據保密程度之間的量化關係模型。以此模型為基礎，分別提出針對單個、多個邊緣計算用戶的數據安全多接入計算遷移方案，並進一步利用非正交多址接入傳輸特性提出相應主動干擾抑制機制提升計算任務遷移傳輸安全性。
- 3) 針對邊緣計算網絡能量受限特徵，提出基於主動能量採集與無線攜能傳輸的多址接入邊緣計算的資源優化管理方案。針對主動能量採集、無線攜能傳輸特性，本項目提出基於能量調度管理、多接入計算任務、計算任務遷移傳輸以及算力資源的聯合優化方案，從而在滿足時延、功耗、以及能耗溢出概率約束條件下，實現系統能耗與任務執行時延整體性能優化。
- 4) 設計並實現一個邊緣計算服務原型系統。該系統具備包括 NVIDIA Jetson AGX Xavier、Jetson TX2 和 Jetson Nano 在內的算力、能量資源異構邊緣計算節點。該系統可以實現靈活的計算任務調度、以及不同節點之間的算力分配，從而實現包括模型訓練、邊緣推斷識別跟蹤等多種計算密集型邊緣計算服務。利用該原型系統，本項目設計並實現了基於邊緣智能輔助的運動示教系統。該系統使用深度攝像頭採集用戶運動的圖像數據和深度數據，並對運動對象的骨骼數據和深度數據進行結合構建其 3D 動作姿勢、並以此為依據對用戶動作進行識別與輔助引導。實現功能包括：動作識別、分析與運動引導等多個功能。

4. 研究成果與應用

本項目完成了所有計劃研究內容並按計劃取得預期成果。項目發表包括 SCI 索引、JCR1、2 區高水準期刊論文 38 篇，國際會議論文 15 篇；完成學術專著 1 部；申請發明專利 2 項。多項研究成果獲得國際、地區學術獎勵，獲得包括 2023 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC'2023)，2022 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC'2022)，2022 The 10th IEEE International Conference on Smart City and Informatization (IEEE iSCI 2022)，2021 The International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC'2021) 在內的 4 個國際會議大會最佳論文獎、2022 Cross Strait Radio Science and Wireless Technology Conference 大會會議論文一等獎、以及 2020 年浙江省通信學會科學技術獎一等獎、2021 年第 5 屆“長風杯”全國大學生大數據分析與挖掘競賽華南賽區二等獎等榮譽。

在人才培養方面：課題組培養博士研究生 10 人次；碩士研究生 8 人次；博士後研究員 2 人次。本項目積極參與國際學術交流、參加國際會議並作大會報告向同行介紹本項目研究成果，共計 10 人次參加各類國際學術會議。本項目研究月與國內外高水準研究團隊保持緊密科研合作，包括加拿大滑鐵盧大學沈學民教授（IEEE Fellow）、新加坡南洋理工大學的 Dusit Niyato（IEEE Fellow）教授團隊、新加坡科技設計大學的 Tony Quek（IEEE Fellow）教授團隊等。本項目研究成果將為未來的邊緣計算網絡服務於應用提供了理論基礎和技術支援，為下一代物聯網和 5G/6G 中計算密集型時延敏感型業務提供重要支撐。同時，本項目實現的多接入邊緣計算原型系統與基於邊緣智慧的運動示教系統也具有較好的實際應用價值。

5. 進一步工作

隨著物聯網、人工智慧與網絡通信技術的快速發展，未來邊緣計算與邊緣智慧網絡將進一步向通信、感知與計算一體化網絡形態快速演進。因此，在本項目研究成果基礎上，項目負責人將進一步深入研究面向未來多樣化、沉浸式網絡服務的通信、感知與計算一體化關鍵技術，探索與之相應的高效可靠數據通信、智慧多模態資訊感知融合、以及邊雲協同算力調度的聯合優化管理機制。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
1. 期刊論文	Joint Task Scheduling and Energy Management for Heterogeneous Mobile Edge Computing with Hybrid Energy	Y. Chen, Y. Zhang, Yuan Wu, L. Qi, X. Chen, and X. Shen	IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, no. 9, pp. 8419-8429, Sept. 2020.	36
2. 期刊論文	Learning driven NOMA assisted Vehicular Edge Computing via underlay Spectrum Sharing	L. Qian, Yuan Wu, N. Yu, F. Jiang, H. Zhou, T. Quek	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no.1, pp. 977-992, Jan. 2021	30
3. 期刊論文	NOMA assisted Multi-task Multi-access Mobile Edge Computing via Deep Reinforcement Learning for Industrial Internet of Things	L. Qian, Yuan Wu, F. Jiang, N. Yu, W. Lu, B. Lin	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 8, pp. 5688-5698, Aug. 2021	87
4. 期刊論文	Meta-Learning based Computation Offloading for Dynamic Mobile Edge Computing Networks	L. Huang, L. Zhang, S. Yang, L. Qian, Yuan Wu	IEEE Communications Letters, pp. 1568-1572, vol. 25, no. 5, May 2021	18
5. 期刊論文	Deep Reinforcement Learning based Dynamic Resource Management for Mobile Edge Computing in Industrial Internet of Things	Y. Chen, Z. Liu, Y. Zhang, Yuan Wu, X. Chen, L. Zhao	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 7, pp. 4925-4934, July 2021	101
6. 期刊論文	Latency Optimization for Computation Offloading with Hybrid NOMA-OMA Transmission	L. Liu, B. Sun, Yuan Wu, D.H.K. Tsang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 8, pp. 6677-6691, April 2021	14

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
7. 期刊論文	Secrecy based Energy-Efficient Mobile Edge Computing via Cooperative Non-orthogonal Multiple Access Transmission	L. Qian, W. Wu, W. Lu, Yuan Wu (corresponding author), B. Lin, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Communications, vol. 69, no. 7, pp. 4659-4677, July 2021	24
8. 期刊論文	Energy-Efficient UAV Assisted Secure Relay Transmission via Cooperative Computation Offloading	T. Wang, Y. Li, Yuan Wu (corresponding author)	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 4, pp. 1669-1683, Dec. 2021	22
9. 期刊論文	Dynamic Admission Control and Resource Allocation for Mobile Edge Computing Enabled Small Cell Network	J. Huang, B. Lv, Yuan Wu, Y. Chen, X. Shen	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 2, pp. 1964-1973, Feb. 2022	43
10. 期刊論文	Non-orthogonal Multiple Access assisted Federated Learning via Wireless Power Transfer: A Cost-Efficient Approach	Yuan Wu, Y. Song, T. Wang, L. Qian, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 4, pp. 2853-2869, April 2022	55
11. 期刊論文	Constrained Multi-Objective Optimization for UAV-Enabled Mobile Edge Computing: Offloading Optimization and Path Planning	C. Peng, X. Huang, Yuan Wu, J. Kang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 4, pp. 861-865, April 2022	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
12. 期刊論文	Efficient Multi-Vehicle Task Offloading for Mobile Edge Computing in 6G Networks	Y. Chen, F. Zhao, X. Chen, Yuan Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 5, pp. 4584-4595, May 2022	46
13. 期刊論文	Optimal Dynamic Spectrum Allocation assisted Latency Minimization for Multi-User Mobile Edge Computing	Y. Li, Yuan Wu, W. Jia	Digital Communications and Networks, vol. 8, no. 3, pp. 247-256, June 2022	6
14. 期刊論文	Non-Orthogonal Multiple Access Assisted Secure Computation Offloading via Cooperative Jamming	Yuan Wu, G. Ji, T. Wang, L. Qian, B. Lin, X.S. Shen	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 7, pp. 7751-7768, July 2022	18
15. 期刊論文	Privacy-preserving incentive mechanism for platoon assisted vehicular edge computing with deep reinforcement learning	X. Huang, Y. Zhong, Yuan Wu, P. Li, R. Yu	China Communications, vol. 19, no. 7, pp. 294-309, July 2022	0
16. 期刊論文	Distributed Offloading in Overlapping Areas of Mobile Edge Computing for Internet of Things	J. Huang, M. Wang, Yuan Wu, Y. Chen, X. Shen	IEEE Internet of Things Journals, vol. 9, no. 15, pp. 13837-13847, Aug. 2022	22
17. 期刊論文	Hybrid NOMA-FDMA Assisted Dual Computation Offloading: A Latency Minimization Approach	Y. Li, Yuan Wu (corresponding author), M. Dai, B. Lin, W. Jia, X.S. Shen	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 9, no. 5, pp. 3345-3360, Sept.-Oct. 2022	6

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
18. 期刊論文	Performance Analysis of Mobile Cloud Computing with Bursty Demand: A Tandem Queue Model	B. Sun, Y. Jiang, Yuan Wu, Q. Ye, D.H.K. Tsang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 9, pp. 9951-9966, Sept. 2022	0
19. 期刊論文	Simultaneous Wireless Information and Power Transfer assisted Federated Learning via Non-orthogonal Multiple Access	Yuan Wu, Y. Song, T. Wang, M. Dai, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 6, no. 3, pp. 1846-1861, Sept. 2022	6
20. 期刊論文	Integrated Sensing and Communication Assisted Mobile Edge Computing: An Energy-Efficient Design via Intelligent Reflecting Surface	N. Huang, T. Wang, Yuan Wu, Q. Wu, T.Q.S. Quek	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 10, pp. 2085-2089, Oct. 2022.	8
21. 期刊論文	Secrecy driven Federated Learning via Cooperative Jamming: An Approach of Latency Minimization	T. Wang, Y. Li, Yuan Wu, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Emerging Topics in Computing, vol. 10, no. 4, pp. 1687-1703, Oct.-Dec. 2022	13
22. 期刊論文	Alternative Optimization for Secrecy Throughput Maximization in UAV-aided NOMA Networks	L. Qian, W. Zhang, Q. Wang, Yuan Wu, X. Yang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 12, pp. 2580-2584, Dec. 2022	3
23. 期刊論文	Joint Multi-domain Resource Allocation and Trajectory Optimization in UAV assisted Maritime IoT Networks	L. Qian, H. Zhang, Q. Wang, Yuan Wu, B. Lin	IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 1, pp. 539-552, Jan. 2023	12

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
24. 期刊論文	UAV-assisted Multi-access Computation Offloading via Hybrid NOMA and FDMA in Marine Networks	M. Dai, Yuan Wu, L. Qian, Z. Su, B. Lin, N. Chen	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 10, no. 1, pp. 113-127, Jan.-Feb. 2023	8
25. 期刊論文	Energy-Efficient Multi-access Mobile Edge Computing with Secrecy Provisioning	L. Qian, Yuan Wu, N. Yu, F. Jiang, W. Jia	IEEE Transactions on Mobile Computing, vol. 22, no. 1, pp. 237 - 252, Jan. 2023	5
26. 期刊論文	Secure Transmission for Multi-UAV-Assisted Mobile Edge Computing Based on Reinforcement Learning	W. Lu, Y. Mo, Y. Feng, Y. Gao, N. Zhao, Y. Wu, A. Nallanathan	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 10, no. 3, pp. 1270-1282, May-June 2023	31
27. 期刊論文	Energy-Efficient Wireless Federated Learning: A Secrecy oriented Design via Sequential Artificial Jamming	T. Wang, N. Huang, Yuan Wu, T. Q. S. Quek	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 5, pp. 6412-6427, May 2023	0
28. 期刊論文	Secure Computation Offloading for Marine IoT: An Energy-Efficient Design via Cooperative Jamming	M. Li, L. Qian, B. Lin, Yuan Wu, X. Yang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 5, pp. 6518-6531, May 2023	0
29. 期刊論文	Latency Oriented Secure Wireless Federated Learning: A Channel-Sharing Approach with Artificial Jamming	T. Wang, N. Huang, Yuan Wu, J. Gao, T. Q.S. Quek	IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 11, pp. 9675-9689, June 2023	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
30. 期刊論文	Energy Efficient Joint Computation Offloading and Service Caching for Mobile Edge Computing: A Deep Reinforcement Learning Approach	H. Zhou, Z. Zhang, Yuan Wu, M. Dong, V.C.M. Leung	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 7, no. 2, pp. 950-961, June 2023	4
31. 期刊論文	NOMA Assisted Two-Tier VR Content Transmission: A Tile-based Approach for QoE Optimization	Y. Li, C. Dou, Yuan Wu, W. Jia, R. Lu	IEEE Transactions on Mobile Computing, DOI: 10.1109/TMC.2023.3280739x	0
32. 期刊論文	Unmanned Aerial Vehicle aided Integrated Sensing and Computation with Mobile Edge Computing	N. Huang, C. Dou, Yuan Wu, L. Qian B. Lin, H. Zhou	IEEE Internet of Things Journal, DOI: 10.1109/IIOT.2023.3270332	0
33. 期刊論文	Incentive Oriented Two-Tier Task Offloading Scheme in Marine Edge Computing Networks: A Hybrid Stackelberg-Auction Game Approach	M. Dai, Z. Luo, Yuan Wu, L. Qian, B. Lin, Z. Su	IEEE Transactions on Wireless Communications, DOI: 10.1109/TWC.2023.3264607	0
34. 期刊論文	Energy-Efficient Hybrid NOMA-FDMA Assisted Distributed Two-Tier Edge-Cloudlet Multi-access Computation Offloading	C. Dou, N. Huang, Yuan Wu, T. Q.S. Quek	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, DOI: 10.1109/TGCN.2023.3248609	0
35. 期刊論文	Task-Efficiency Oriented V2X Communications: Digital Twin Meets Mobile Edge Computing	G. Cai, B. Fan, Y. Dong, T. Li, Yuan Wu, Y. Zhang	IEEE Wireless Communications, DOI: 10.1109/MWC.012.2200465	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
36. 期刊論文	IRS Assisted NOMA Aided Mobile Edge Computing with Queue Stability: Heterogeneous Multi-Agent Reinforcement Learning	J. Yu, Y. Li, X. Liu, B. Sun, Yuan Wu, D. H.K. Tsang	IEEE Transactions on Wireless Communications, DOI: 10.1109/TWC.2022.3224291	2
37. 期刊論文	SWIPT-Empowered Sustainable Wireless Federated Learning: Paradigms, Challenges, and Solutions	Yuan Wu, M. Dai, L. Qian, S. Zhou, T. Q.S. Quek, D.W.K. Ng	IEEE Network, DOI: 10.1109/MNET.128.2200344	0
38. 期刊論文	Ubiquitous Control Over Heterogeneous Vehicles: A Digital Twin Empowered Edge AI Approach	B. Fan, Z. Su, Y. Chen, Yuan Wu, C-Z. Xu, T. Q.S. Quek	IEEE Wireless Communications, vol. 30, no. 1, pp. 166-173, February 2023	10

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	10	8	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算資源優化管理關鍵技術
成果特點	項目旨在研究基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算資源優化管理關鍵技術，從而提高邊緣計算系統的整體性能與資源使用效率。針對資源受限無線設備執行資源消耗密集型業務需求，本項目提出了基於非正交傳輸的多址接入邊緣計算的資源優化管理方案。通過對多址接入計算遷移策略、非正交傳輸策略、以及計算資源配置進行聯合優化，從而在滿足設備時延、功耗、能耗等多維度約束條件下實現無線設備完成其計算的代價最小化。項目實現基於多接入邊緣計算的感通算一體化平台。
技術成熟度	TL1
應用範圍	物聯網、邊緣計算與邊緣智能應用。
投產條件和預期經濟效益	該項成果預期在物聯網與基於邊緣智能服務與應用中具有較好效益。
合作方式	技術轉讓、合作開發

聯系地址	澳門大學智慧城市物聯網國家重點實驗室		
聯系人	吳遠	電話	(853) 8822 4395
網址	https://www.fst.um.edu.mo/personal/yuanwu/	傳真	(853) 8822 2426

層狀過渡金屬硫族化合物的納米電子學 及原子尺度下的機理與改性

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0163/2019/A3	澳門大學	蔡永青	層狀過渡金屬硫族化合物的納米電子學及原子尺度下的機理與改性

項目摘要

1. 研究背景

層狀過渡金屬硫族化合物具有一系列非常奇特的物理現象如半導體 - 金屬結構相變轉變和穀電子自由度等，它的局域 d 電子有著很大的電子關聯相互作用，具有很廣泛的納米電子學應用前景，以二硫化鉬為代表的該系列材料是近十年內的材料物理化學領域的研究熱點，其層間電子關聯耦合作用賦予了其獨特的隨層數變化而導致的電子結構變化，在光電子能源、電子器件與量子調製方面被公認具有廣泛的前景。

2. 研究目標

本項目的研究目標是闡明層狀過渡金屬硫族化合物的結構 - 電子性質關聯機制，分析其電子和聲的相互作用及散射機制，有助於提高納米電子器件的載流子遷移率以及掌握熱管理機制。此外，通過分析層狀過渡金屬硫族化合物的缺陷熱力學和動力學行為，進而篩選若干具有實際應用價值的具有高穩定性的材料，通過模擬預測局域的電子缺陷態，挖掘其催化活性。

3. 簡介研究工作的主要進展

主要研究進展包括：1) 過渡金屬硫族化合物中電子 - 聲子相互作用，理論模擬過渡金屬硫族化合物的電子結構與熱電轉換，為高性能熱電轉換應用提供了鋪墊。2) 過渡金屬硫族化合物複合介面設計用於儲能和太陽能電池應用，該系列研究設計了高性能鋰電池負極材料，解決了太陽能電池的一個被長期困擾的瓶頸問題，即於光生電子 - 空穴對在介面初的湮滅問題，本研究通過構建 Z- 型能帶排列的異質結介面，提高光電轉換效率。3) 缺陷調製的高性能催化劑材料與新型自旋電子器件材料，包括高通量計算設計氮還原反應 (NRR) 催化材料，通過構建自插層過渡金屬硫族化合物體系的自組裝磁性異質結用於自旋電子器件應用。

4. 研究成果與應用

1. 建立層狀過渡金屬硫族化合物中電子輸運和熱導的理論預測手段；2. 建立應變對過渡金屬硫族化合物的電子結構的作用關係；3. 闡明層狀金屬硫族化合物中缺陷的動力學行為及其電子結構，並預測其潛在的化學催化活性；4. 提出層狀金屬硫族化合物中缺陷的鈍化途徑及其化學修飾工程。5. 發表 SCI 論文 33 篇，包括 Nature Communications, Advanced Functional Materials 等著名期刊。培養博士生 5 名，博士後研究助理 1 名。

5. 進一步工作

後續工作進一步圍繞納米材料的原子尺度的機理以及針對物理化學性質的具體應用展開針對性研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Substitutional doped GeSe: tunable oxidative states with strain engineering	Zheng Shu, and Yongqing Cai,	J. Mater. Chem. C 8, 13655-13667 (2020)	SCI/EI
Journal paper	Activation of phosphorene-like two-dimensional GeSe for efficient electrocatalytic nitrogen reduction via states filtering of Ru	Zheng Shu, and Yongqing Cai	J. Mater. Chem. A 9, 16056-16064 (2021)	SCI/EI
Journal paper	Deep surface passivation for efficient and hydrophobic perovskite solar cells	Junmin Xia, Chao Liang, Shiliang Mei, Hao Gu, Bingchen He, Zhipeng Zhang, Tanghao Liu, Kaiyang Wang, Sisi Wang, Shi Chen, Yongqing Cai and Guichuan Xing,	J. Mater. Chem. A, 9, 2919-2927 (2021)	SCI/EI
Journal paper	Highly modulated dual semimetal and semiconducting γ -GeSe with strain engineering	Changmeng Huan, Pu Wang, Binghan He, Yongqing Cai, and Qingqing Ke	2D Materials 9 045014 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Strong edge stress in molecularly thin organic–inorganic hybrid Ruddlesden–Popper perovskites and modulations of their edge electronic properties	Devesh R. Kripalani, Yongqing Cai, Jun Lou, and Kun Zhou	ACS Nano 16, 1, 261–270 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Two-dimensional heterostructure of MoS ₂ /BA ₂ PbI ₄ 2D Ruddlesden–Popper perovskite with an S Scheme alignment for solar cells: A first-principles study	Junmin Xia, Chao Liang, Hao Gu, Shiliang Mei, Yongqing Cai, and Guichuan Xing	ACS Appl. Electron. Mater. 4, 1939–1948 (2022)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	First-principles study of the phonon lifetime and low lattice thermal conductivity of monolayer γ -GeSe: A comparative study	Bowen Wang, Xuefei Yan, Xiangyue Cui, and Yongqing Cai	ACS Appl. Nano Mater. 5, 15441–15448 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Flatten the Li-ion activation in perfectly lattice-matched MXene and 1T-MoS ₂ heterostructures via chemical functionalization	Qiye Guan, Hejin Yan, Yongqing Cai	Adv. Mater. Interfaces, 2101838 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Self-intercalated magnetic heterostructures in 2D chromium telluride	Kangdi Niu, Guotao Qiu, Chuanshou Wang, Daiyue Li, Yutao Niu, Songge Li, Lixing Kang, Yongqing Cai, Mengjiao Han, Junhao Lin	Adv. Funct. Mater. 2208528 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Effects of defect on work function and energy alignment of PbI ₂ : Implications for solar cell applications	Hongfei Chen, Hejin Yan, Yongqing Cai	Chem. Mater. 34, 1020–1029 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Strongly modulated exfoliation and functionalization of MXenes with rationally designed groups in polymer: A Theoretical Study	Qiye Guan, Hejin Yan, and Yongqing Cai	Chem. Mater. 34, 9414 (2022)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Size and stoichiometric dependence of thermal conductivities of $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$: A molecular dynamics study	Bowen Wang, Xuefei Yan, Hejin Yan, and Yongqing Cai	Comput. Mater. Sci. 207, 111321 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Fast intercalation of lithium in semi-metallic γ -GeSe nanosheet: A new group-IV monochalcogenide for lithium-Ion battery application	Zheng Shu, Xiangyue Cui, Bowen Wang, Hejin Yan, and Yongqing Cai	Chem Sus Chem, 15, e202200564 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Low-energy intralayer phonon assisted carrier recombination in Z-scheme van der Waals heterostructures for photocatalysis	Hejin Yan, Qiye Guan, Hongfei Chen, Xiangyue Cui, Zheng Shu, Dan Liang, Bowen Wang and Yongqing Cai	J. Mater. Chem. A 10, 23744 - 23750 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Mutual modulation via charge transfer and unpaired electrons of catalytic sites for the superior intrinsic activity of N_2 reduction: from high-throughput computation assisted with a machine learning perspective	Zheng Shu, Hejin Yan, Hongfei Chen, Yongqing Cai	J. Mater. Chem. A 10, 5470-5478 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Oxygen deficient α - MoO_3 with promoted adsorption and state-quenching of H_2O for gas sensor: A DFT Study	Changmeng Huan, Pu Wang, Binghan He, Yongqing Cai, and Qingqing Ke	J. Mater. Chem. C 10, 1839-1849 (2022)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Versatile van der Waals heterostructures of γ -GeSe with h-BN/graphene/MoS ₂	Changmeng Huan, Pu Wang, Bingtao Liu, Binghan He, Yongqing Cai, and Qingqing Ke	J. Mater. Chem. C 10, 10995-11004 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Manipulation of band alignment in two-dimensional vertical WSe ₂ /BA ₂ PbI ₄ Ruddlesden–Popper perovskite heterojunctions via defect engineering	Junmin Xia, Hao Gu, Chao Liang, Yongqing Cai, and Guichuan Xing	J. Phys. Chem. Lett. 13, 4579–4588 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Efficient passivation of surface defects by Lewis base in lead-free tin-based perovskite solar cells	Hejin Yan, Bowen Wang, Xuefei Yan, Qiye Guan, Hongfei Chen, Zheng Shu, Dawei Wen, and Yongqing Cai	Mater. Today Energy 27, 101038 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Electronic and optical properties of Janus black arsenic-phosphorus AsP quantum dots under magnetic field	Xuefei Yan, Qingqing Ke, and Yongqing Cai	Nanotechnology 33, 265001 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Strong reduction of thermal conductivity of WSe ₂ with introduction of atomic defects	Bowen Wang, Xuefei Yan, Hejin Yan, Yongqing Cai,	Nanotechnology 33, 275706 (2022)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Unlocking surface octahedral tilt in two-dimensional Ruddlesden-Popper perovskites	Yan Shao, Wei Gao, Hejin Yan, Runlai Li, Ibrahim Abdelwahab, Xiao Chi, Lukas Rogée, Lyuchao Zhuang, Wei Fu, Shu Ping Lau, Siu Fung Yu, Yongqing Cai, Kian Ping Loh, and Kai Leng	Nat. Commun. 13, 138 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Highly tunable and strongly bound exciton in MoSi ₂ N ₄ via strain engineering	Dan Liang, Shi Xu, Pengfei Lu, and Yongqing Cai	Phys. Rev. B 105, 195302 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Phonon anharmonicity and thermal conductivity of two-dimensional van der Waals materials: A review	Xuefei Yan, Bowen Wang, Yulong Hai, Devesh R. Kripalani, Qingqing Ke, and Yongqing Cai	Sci. China: Phys. Mech. Astron. 65, 117004 (2022)	SCI/EI
Journal paper	Phononic transport in 1T'-MoTe ₂ : Anisotropic structure with an isotropic lattice thermal conductivity	Xiangyue Cui, Xuefei Yan, Bowen Wang, and Yongqing Cai	Appl. Surf. Sci. 608, 155238 (2023)	SCI/EI
Journal paper	High-performance thermoelectric monolayer γ -GeSe and its group-IV monochalcogenide isostructural family	Zheng Shu, Bowen Wang, Xiangyue Cui, Xuefei Yan, Hejin Yan, Huaxian Jia, and Yongqing Cai	Chem. Eng. J. 454, 140242 (2023)	SCI/EI
Journal paper	Thickness-dependent catalytic activity of hydrogen evolution based on single atomic catalyst of Pt above MXene	Zheng Shu, and Yongqing Cai	J. Phys.: Condens. Matter 35, 204001 (2023)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Structural screening of phosphorus sulfur ternary hydride PSH6 with a high-temperature superconductivity at 130 Gpa	Yu-Long Hai, He-Jin Yan, and Yong-Qing Cai	Front. Phys. 18, 23303 (2023)	SCI/EI
Journal paper	Abnormal behavior of preferred formation of the cationic vacancies from the interior in a γ -GeSe monolayer with the stereo-chemical antibonding lone-pair state	Changmeng Huan, Yongqing Cai, Devesh R. Kripalani, Kun Zhou, and Qingqing Ke	Nanoscale Horiz. 8, 404-411 (2023)	SCI/EI
Journal paper	Pressure driven rotational isomerism in 2D hybrid perovskites	Tingting Yin, Hejin Yan, Ibrahim Abdelwahab, Yulia Lekina, Xujie Lü, Wenge Yang, Handong Sun, Kai Leng, Yongqing Cai, Ze Xiang Shen, and Kian Ping Loh	Nat. Commu. 14, 411 (2023)	SCI/EI
Journal paper	Flexomagnetic noncollinear state with a plumb line shape spin configuration in edged two-dimensional magnetic CrI3	Guotao Qiu, Zongjin Li, Kun Zhou, and Yongqing Cai	npj Quantum Mater. 8, 15 (2023)	SCI/EI
Journal paper	High-throughput screening of heterogeneous transition metal dual-atom catalysts by synergistic effect for nitrate reduction to ammonia	Zheng Shu, Hongfei Chen, Xing Liu, Huaxian Jia, Hejin Yan, Yongqing Cai	Adv. Funct. Mater. 2301493 (2023)	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	A direct Z-scheme PtS ₂ /arsenene van der Waals heterostructure with high photocatalytic water splitting efficiency	Kai Ren, Wencheng Tang, Minglei Sun, Yongqing Cai, Yuan Cheng, and Gang Zhang	Nanoscale 12, 17281-17289 (2020)	SCI/EI
Award	High-throughput Materials Informatics	Yongqing Cai	The National Science Fund for Excellent Young Scholars (Hong Kong & Macau)	n/a

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	1

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

組織蛋白酶B抑制劑用作蛋白酶體抑制劑增敏劑的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0168/2019/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	竺曉鳴	組織蛋白酶 B 抑制劑用作蛋白酶體抑制劑增敏劑的研究

項目摘要

1. 研究背景

腫瘤依賴於旺盛的蛋白質合成和降解。蛋白酶體抑制劑硼替佐米已經被批准用於多發性骨髓瘤和套細胞淋巴瘤的治療，然而由於其毒副作用、耐藥以及對實體瘤缺乏顯著療效限制了其臨床應用。組織蛋白酶是細胞溶酶體內的多種蛋白酶，對細胞的活化、增殖和代謝具有重要影響。Cathepsin B 與多種實體腫瘤的生長、侵襲密切相關。本研究將系統驗證 cathepsin B 作為蛋白酶體抑制劑化療增敏的靶點，考察 cathepsin B 抑制劑與硼替佐米聯用後對細胞內蛋白降解的調控作用以及協同抗腫瘤效應，並進一步探索新型 cathepsin B 抑制劑。

2. 研究目標

本研究將系統驗證 cathepsin B 作為蛋白酶體抑制劑化療增敏的靶點，考察 cathepsin B 抑制劑與硼替佐米聯用後對細胞內蛋白降解的調控作用以及協同抗腫瘤效應，並進一步探索新型 cathepsin B 抑制劑。

3. 簡介研究工作的主要進展

本研究發現了一種蛋白酶體抑制劑增敏的新策略。包括 cathepsin B 在內的自噬抑制劑能很好地提高蛋白酶體抑制劑的體內外抗腫瘤活性。主要進展包括：(1) cathepsin B 靶點確證；(2) cathepsin B 抑制劑與蛋白酶體抑制劑聯用的增敏機制；(3) 新型蛋白酶體抑制劑增敏劑 Toosendanin (TSN), TiN, CaP 等的發現以及活性評價；(4) 動物模型中 TiN 的抗腫瘤和抗腫瘤轉移以及 CaP 的肝癌治療作用評價。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	組織蛋白酶 B 靶點確證	已經鑒定完成	已完成
2	發現組織蛋白酶 B 的抑制劑	已經發現 Toosendanin、TiN 等多個抑制劑	已完成
3	發表高水準 SCI 研究論文	已經發表 5 篇高水準 SCI 收錄論文	已完成
4	參加學術會議，發表會議論文	參加線上會議，並提交會議論文	已完成

5	申請相關專利	目前正在撰寫和修改專利	即將提交完成
6	培養研究生	培養 8 名博士生和 2 名碩士生	已完成

4. 研究成果與應用

(1) 通過本課題研究，我們認識了 cathepsin B 在腫瘤生長和轉移以及蛋白酶體抑制劑耐藥中的重要性，為今後的藥物開發和臨床腫瘤治療提供了重要理論依據。(2) 我們發現了活性物質 Toosendanin、TiN、CaP、ZrO₂，並在體外實驗中驗證了其與蛋白酶體抑制劑聯用的抗腫瘤效果。(3) 在動物實驗中驗證了抗腫瘤以及抗腫瘤轉移的活性，為今後的應用奠定了基礎。

5. 進一步工作

後續工作包括：(1) 對前期篩選的其它多個抑制劑開展體內外活性研究；(2) 尋找合作者，爭取獲得企業的支持與合作。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Autophagy inhibitors for cancer therapy: Small molecules and nanomedicines	竺曉鳴、陳建麗、吳宣、尹丹、賈曉慧、陳序、顧澤昀	Pharmacology & Therapeutics, 2023,108485	SCI 收錄
期刊論文	Chemo-Phototherapy with Carfilzomib-Encapsulated TiN Nanoshells Suppressing Tumor Growth and Lymphatic Metastasis	竺曉鳴、吳宣、徐燕能、陳建麗、李婕、袁罡、賈曉慧、顧澤昀	Small, 2022, 18(29): 2200522.	SCI 收錄
期刊論文	Autophagy-Targeted Calcium Phosphate Nanoparticles Enable Transarterial Chemoembolization for Enhanced Cancer Therapy	竺曉鳴、袁罡、陳建麗、賈曉慧、徐燕能、吳宣、顧澤昀等	ACS Applied Materials & Interfaces, 2023, 15(9): 11431-11443.	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Codelivery of vorinostat and chloroquine by autophagy-inhibitory hollow ZrO ₂ nanoshells for synergistic combination chemotherapy	竺曉鳴、陳建麗、賈曉慧、徐燕能、吳宣、袁罡、顧澤昀	Chemical Engineering Journal, 2023, 471, 144740	SCI 收錄
期刊論文	Development of a Hepatic VX2 carcinoma model in rabbits using an improved minimally invasive method and evaluation with imaging examinations	竺曉鳴、袁罡、徐燕能等	Journal of Cancer Research and Therapeutics, 2022, 18(7): 1973-1980.	SCI 收錄
期刊論文	Compound Taxus chinensis Capsule Combined with Chemotherapy for Non-Small-Cell Lung Cancer: A PRISMA-Compliant Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials	李可帥、吳其標、竺曉鳴	Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine, 2021, 9535061.	SCI 收錄 (2021)

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	2	6

研究結果	樣品	成品	產品
	2	-	-

技術成果名稱	蛋白酶體抑制劑增敏劑的開發
成果特點	本項目探索 cathepsin B 抑制劑作為蛋白酶體抑制劑增敏劑用於提高其對實體腫瘤的活性。我們發現了 Toosendanin、TiN 等具有顯著的抑制 cathepsin B 活性，當其與蛋白酶體抑制劑卡非佐米聯用時甚至對部分實體腫瘤具有抑制效應。這兩者聯用也可以局部使用抑制腫瘤的轉移。因此該抑制劑有望今後用於腫瘤治療輔助治療藥物。
技術成熟度	TLR5 已經完成體外和體內動物實驗驗證。
應用範圍	抗腫瘤治療
投產條件和預期經濟效益	待定
合作方式	合作開發

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學 i0-113		
聯系人	竺曉鳴	電話	(853) 8897 2753
網址	https://www.must.edu.mo/images/SKL	傳真	(853) 2882 5886

基於細胞膜固相垂釣技術探討六神丸調節 SM-Cer/Sph-S1P代謝通路抑制流感病毒性炎症的 藥效成分及作用機制

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0172/2019/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	楊子峰	基於細胞膜固相垂釣技術探討六神丸調節 SM-Cer/Sph-S1P 代謝通路抑制流感病毒性炎症的藥效成分及作用機制

項目摘要

1. 研究背景

流感對人民生命健康和社會經濟發展構成的嚴重威脅，特別是感染中後期的過度炎症反應是致死的重要原因，但目前的臨床藥物始終難以抑制複雜的炎症信號傳導級聯反應，在治療流感病毒感染中後期病人方面存在局限性。六神丸作為吳門醫派溫病學清熱解毒名方，在治療熱病引起的炎症性疾病療效顯著。現代藥理研究也表明其具有抗炎、抗病毒、免疫調節等作用。申請人前期研究也證實六神丸具有抑制流感病毒在細胞中的增殖，並對流感病毒感染誘導產生宿主過度炎症具有調控作用，可全病程改善流感病毒誘導炎症小鼠肺損傷，但深入作用機制有待進一步考察。另外，六神丸作為國家絕密配方，其化學成分無法使用經典的分析方法如 HPLC、UV 等技術進行分析檢測，導致六神丸的基礎研究滯後，其活性成分一直不堪清楚，無法對藥物進行有效的品質控制，其有效性和安全性難以得到保障，很大程度的限制了六神丸在高水準上的深度開發。因此，對六神丸治療流感病毒作用機制及其有效成分的深入研究有利於其臨床開發應用。

2. 研究目標

應用先進理念及前沿技術研究六神丸的抗病毒理論與抗病毒藥物研究方法，進一步闡釋六神丸抗流感病毒感染性炎症作用機制，揭示其活性物質基礎及質控標準，並對其有效活性成分的抗病毒藥效作用機制進行探討，闡釋六神丸“清熱解毒”的科學內涵，為六神丸的深層開發及現代抗病毒性炎症中藥新藥創制提供科學依據。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 以小鼠為研究物件，研究發現六神丸能顯著抑制流感病毒不同感染時間小鼠的肺指數及肺病毒，並能顯著改善流感病毒感染誘導的肺組織炎症損傷，且隨著時間的延長，其改善作用越明顯，具有全病程抑制病毒感染誘導的炎症作用。
- 2) 以 A549 細胞固相化實驗，並通過網路藥理學綜合解析六神丸活性成分。研究分析發現，沙蟾毒精、遠華蟾毒精、華蟾酥毒基、膽紅素、膽酸、蟾毒它靈、華蟾毒它靈、蟾毒靈等 8 個化合物或為六神丸抗流感病毒的活性成分。
- 3) 通過代謝組學分析發現六神丸能夠調控流感病毒感染後的代謝物及相關代謝通路紊亂，通過 KEGG 資料庫分析發現，鞘磷脂類代謝等代謝通路或為六神丸治療流感病毒感染誘導宿主炎

症紊亂的關鍵作用通路。聯合網路藥理學分析發現，鞘磷脂通路中的鞘氨醇激酶 1（SPHK1）可能是六神丸干預流感病毒關鍵靶點之一，且華蟾素（Cinobufotalin）是 SPHK1 關鍵的活性調節成分。

- 4) 構建 A549 和 BEAS-2B 體外細胞及小鼠感染模型，利用分子生物學技術探討六神丸治療流感病毒感染潛在作用機制，體內外結果顯示，六神丸能顯著降低流感病毒誘導的鞘磷脂代謝通路中關鍵蛋白 ASMase、SPHK1 的 mRNA 和蛋白表達和 Cer 代謝物的表達，並且六神丸能夠顯著降低炎症因數的過多表達。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	發表研究論文 3-6 篇，其中 SCI 論文 3 篇	發表研究論文 4 篇，其中 SCI 論文 4 篇	100%

4. 研究成果與應用

本專案發表了 4 篇研究論文，助力六神丸進入多個中國內地治療流感病毒感染診療指南，助力其產業化。

5. 進一步工作

完善六神丸治療流感病毒作用機制及潛在的活性物質成分研究，進一步在治療流感與細菌共感染模型方面進行深入研究，推進六神丸治療流感相關性疾病的內地及澳門基礎與臨床研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Liu Shen capsule shows antiviral and anti-inflammatory abilities against novel coronavirus SARS-CoV-2 via suppression of NF-κB signaling pathway	Qinhai Ma, Weiqi Pan, Runfeng Li, Bin Liu, Chufang Li, Yuqi Xie, Zhoulang Wang, Jin Zhao, Haiming Jiang, Jicheng Huang, Yongxia Shi, Jun Dai, Kui Zheng, Xiaobo Li, Zifeng Yang.	Pharmacological Research, 2020, 8(158) :104850.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Phillyrin (KD-1) exerts anti-viral and anti-inflammatory activities against novel coronavirus (SARS-CoV-2) and human coronavirus 229E (HCoV-229E) by suppressing the nuclear factor kappa B (NF-κB) signaling pathway	Qinhai Ma, Runfeng Li, Weiqi Pan, Wenbo Huang, Bin Liu, Yuqi Xie, Zhoulang Wang, Chufang Li, Haiming Jiang, Jicheng Huang, Yongxia Shi, Jun Dai, Kui Zheng, Xiaobo Li, Min Hui, Li Fu, Zifeng Yang	Phytomedicine. 2020 Nov; 78: 153296.	SCI
期刊論文	Efficacy and safety of ReDuNing injection as a treatment for COVID-19 and its inhibitory effect against SARS-CoV-2	Qinhai Ma, Yuqi Xie, Zhoulang Wang, Biao Lei, Ruihan Chen, Bin Liu, Haiming Jiang, Yutao Wang, Qingquan Liu, Zifeng Yang	J Ethnopharmacol. 2021 Oct 28; 279: 114367.	SCI
期刊論文	Investigating the effects of Liushen Capsules on the metabolome of seasonal influenza: A randomized clinical trial	Qinhai Ma, Ruihan Chen, Biao Lei, Feng Ye, Zhengtu Li, Yangqing Zhan, Bin Liu, Zifeng Yang	Front Pharmacol. 2022 ; 11;13:968182.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

下一代無線通信系統中Polar編碼的設計和優化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0028/2019/A	澳門理工大學	吳冠祺	下一代無線通信系統中 Polar 編碼的設計和優化

項目摘要

1. 研究背景

5G 通信系統和物聯網 (IoT) 是智能城市的兩個不可或缺的組成部分，它們倡導無線技術和機器智能技術的融合。由於智慧城市的需求不斷增長，無線技術將發揮關鍵作用。因此，無線技術必須優化，其中頻譜效率 (如數據速率) 優化對未來無線系統的成功至關重要。最近在 5G 系統中，多種突破性的空中接口技術已被利用，如極化編碼 (Polar Code)，來實現頻譜效率這一目標；然而，這是通信系統標準第一次使用極化編碼，因此極化編碼還有進一步改進的空間。

2. 研究目標

這個項目的目標是開發適用於下一代無線系統 (如 6G 和無線物聯網網絡) 的極化編碼 (Polar Code)。這項目將側重於在未來無線系統中部署優越的編碼和多路復用技術。具體而言，主要目標如下：

- 1) 增強極化編碼 (Polar Code) 在單載波系統 (如 SC-FDMA) 和麵對多徑衰落通道 (multipath fading channel) 的能力；
- 2) 極化編碼 (Polar Code), NOMA 和 MIMO 的聯合優化 (考慮具有 / 不具有限字母星座的極性碼)；
- 3) 基於連續干擾消除法和反覆運算均衡，開發極化編碼的低複雜度解碼方法。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 團隊利用遺傳演算法 (Genetic Algorithm) 為 SC-FDMA 和 OFDM 系統開發了一種新的極化碼構造方法。對所提出的方法進行微調以提高其在單載波系統 (如 SC-FDMA) 和麵對多徑衰落通道 (multipath fading channel) 的能力。它優於現存基於 SC-FDMA 和 OFDM 的極化碼，因為它是為特定的解碼方法和 SC-FDMA/OFDM 系統以及相關的硬體損耗現象設計的。這項工作已經完成。
- 2) 團隊開發了一種基於聯合功率和速率分配的雙用戶多址通道 (NOMA) 的新極化編碼方案。推導出了一個極化編碼理論框架，並進行了模擬以評估此類系統的性能。它優於現存的雙用戶編碼方案。這項工作已經完成。
- 3) 針對干擾消除和低複雜度解碼方法，團隊研究基於以順序反饋等化器 (adaptive decision feedback equalizer) 的 polar code 解碼方法，專門用於快於奈奎斯特系統 (faster-than-Nyquist) 中。通過模擬結果，團隊確定未來改進的方法，及如何應用在 6G 和無線物聯網網絡中。

4. 研究成果與應用

- 1) 團隊利用遺傳演算法 (Genetic Algorithm) 為 SC-FDMA 和 OFDM 系統開發了一種新的極化碼構造方法，成果已發表在兩篇 SCOPUS 索引的會議論文中。
- 2) 開發了兩種雙用戶多址通道 (NOMA) 的新極化編碼，成果已發表在 SCI (Q1) 期刊中及一篇 SCOPUS 索引的會議論文中。
- 3) 基於快於奈奎斯特系統 (Faster-Than-Nyquist) 的 polar code 解碼方法，成果已發表在 SCOPUS 索引的會議論文中。

5. 進一步工作

下一步團隊將考慮應用以上結果在 6G 無線網絡及機器類網絡中，特別是基於快於奈奎斯特系統 (Faster-Than-Nyquist) 的 polar code 設計方法，這是因為它現在被視為 6G 的主要支持技術之一。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	A New Two-User Binary Polar Coded Multiple Access Scheme with Power and Rate Allocation	Benjamin K. Ng, Chan-Tong Lam	IEEE Wireless Communications Letters, 2021, 10(10), pp. 2299-2303.	SCIE、EI、Scopus

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	1	3

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

增強現實中的關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0004/2020/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	梁延研	增強現實中的關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

增強現實技術，是一種將真實世界資訊和虛擬世界資訊“無縫”集成的新技術，包含了多媒體、三維建模、實時視頻顯示及控制、多傳感器融合、實時跟蹤、場景融合等新技術與新手段。它把原本在現實世界的一定時間空間範圍內很難體驗到的實體信息通過計算機等科學技術，模擬後再添加，將虛擬的資訊應用到真實世界，被人類感官所感知，從而達到超越現實的感官體驗。

2. 研究目標

針對增強現實中的多視角三維物體重建和三維物體 6D 姿態估計、人體 / 人臉關鍵點定位和運動估計、雲端與邊緣端協同計算的混合計算三個方面的關鍵技術展開研究：

- 1) 設計出一套對三維物體進行精確多視角重建和 6D 姿態估計的系統方案，使用戶可以通過智慧設備對現實世界中的大型 3D 物體進行識別和 6D 姿態估計，在提高準確率的同時，滿足系統對實時性、魯棒性、內存消耗等性能方面的要求。
- 2) 通過體 / 人臉關鍵點定位和運動估計，系統可以根據用戶的身體姿體語言或手勢輸入而呈現不同的內容。
- 3) 構建一個基於雲端與邊緣端協同的按需自適應加速深度學習模型推理的優化框架，通過深度學習模型分割與模型高效輕量化設計實現加速，更友好地服務於一些實時應用場景。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 提出基於相似特徵聚合的注意力機制和長程關聯的組注意力機制，用於多視角三維物體重建和三維物體 6D 姿態估計，相關兩篇論文發表在 Pattern Recognition (SCI Impact Factor 為 8.0，JCR Q1) 和 ICCV 2023 上。
- 2) 提出基於神經架構搜索的超網空間優化的人臉關鍵點定位技術，和多尺度特徵挖掘的人臉關鍵點技術，兩篇相關論文分別發表在 Sensors (SCI Impact Factor 為 3.8，JCR Q2) 和 Mathematics (SCI Impact Factor 為 2.9，JCR Q1)。
- 3) 提出統一的多模態解耦和多階段重耦合框架，用於精確的估計人體手部運動狀態，兩篇論文發表在 CVPR 2022 和 IEEE TPAMI (SCI Impact Factor 為 23.8，JCR Q1) 上。

4. 研究成果與應用

構建了一個以高性能、高可用、可伸縮、可擴展的雲端與邊緣端協同計算的混合計算框架和多人在線增強現實應用示範系統。

5. 進一步工作

擬進一步增強現實中的關鍵科學問題，如多模態特徵融合和表示、複雜場景下的三維物體特徵和人體特徵模式識別問題和通用學習問題等展開研究，並繼續推進項目成果的產業化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	GARNet: Global-Aware Multi-View 3D Reconstruction Network and the Cost-Performance Tradeoff	梁延研， 朱震威， 楊儷瑩， 林旭新	Pattern Recognition	SCI 收錄， 被引 3 次
期刊論文	A Unified Multimodal De-and Re-Coupling Framework for RGB-D Motion Recognition	梁延研， 周本加，萬軍	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	SCI 收錄， 被引 3 次
期刊論文	SD-HRNet: Slimming and Distilling High-Resolution Network for Efficient Face Alignment	梁延研， 林旭新	Sensors	SCI 收錄， 被引 2 次
期刊論文	Region-Aware Deep Feature-Fused Network for Robust Facial Landmark Localization	梁延研， 林旭新	Mathematics	SCI 收錄

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	12	4	1

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	基於移動端的增強現實應用系統
成果特點	結合基於位置的服務（Location Based Service，LBS）開發的多人增強現實應用系統，可方便接入到其他想要提升增強現實體驗和實現基於 LBS 社交系統的傳統應用中去，將線上虛擬世界和線下真實世界打通，創造新的應用模式，提升應用的用戶體驗。
技術成熟度	TRL 8
應用範圍	旅遊、社交、在線互動娛樂。
投產條件和預期經濟效益	可至今投產
合作方式	技術授權，合作開發

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學 A206 室		
聯系人	梁延研	電話	(853) 8897 1997
網址	-	傳真	-

基於高效的DNA修復酶調節劑篩選技術 探究新型疾病治療策略

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0007/2020/A1	澳門大學	梁重恒	基於高效的 DNA 修復酶調節劑篩選技術探究新型疾病治療策略

項目摘要

1. 研究背景

DNA 損傷的廣泛存在為新型 DNA 修復酶調節劑在加強癌症及炎症治療中的應用奠定基礎。DNA 損傷普遍存在於所有生物細胞中，直接影響人體基因組的穩定性，並可能引起癌症及發育異常。DNA 修復酶通過修復機制使受損 DNA 恢復結構，DNA 修復過程極為複雜。越來越多證據顯示，DNA 修復途徑在抗癌藥物耐藥和炎症發病機制中扮演重要角色。其中錯配修復和核苷酸切除修復障礙被證明在癌症中可能導致不同程度的耐藥性表型。DNA 損傷會導致炎症性反應，如若修復受損形成負反饋，導致炎症加劇。因此，有效調節 DNA 修復酶活性是降低抗癌藥物耐藥性和炎症性疾病的有效策略，特別是針對 DNA 損傷和修復的療法。這為開發新一代 DNA 修復酶靶向藥物及其在抗癌及抗炎治療中的應用奠定了基礎。

2. 研究目標

研究新型高通量篩選 DNA 修復酶調節劑的篩選平臺，從 FDA 批准藥物數據庫進行大規模篩選合適的 DNA 修復酶調節劑，從而發現新的疾病治療藥物。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 建立了包括尿嘧啶 DNA 糖基化酶 (UDG)、3- 烷基腺嘌呤 DNA 糖基化酶 (AAG)、8- 氧代鳥嘌呤 DNA 糖基化酶 -1 (OGG1) DNA 修復酶的調節劑篩選平臺，該篩選平臺具有高通量篩選、信噪比高、穩定、成本低等優勢；
- 2) 基於優化的發光篩選平臺從 FDA 批准藥物庫中篩選出 UDG、AAG、OGG1 抑制劑；
- 3) 在不同細胞模型和動物模型中探究 DNA 修復酶抑制劑對與疾病治療的應用，其中發現 UDG 抑制劑可用於提高 5- 氟尿嘧啶 (5-FU) 對前列腺癌細胞的治療效果，對臨床普遍存在的 5-FU 耐藥提供一種解決思路；AAG 抑制劑與替莫唑胺 (TMZ) 對膠質母細胞瘤的共同處理相較於單藥效果有很大提高，也表明癌症治療中對於耐藥型同時採用 DNA 調節劑處理會有更好的治療效果；此外，我們研究發現在動物模型中，OGG1 的抑制可以有效的緩解關節炎，並且提高現有藥物的治療效果。

4. 研究成果與應用

- 1) 我們已經成功建立多種 DNA 修復相關酶調節劑的熒光篩選平臺；
- 2) 成功從 FDA 已批准藥物庫中發掘出三種可“老藥新用”的藥物；
- 3) 對於發現的藥物我們已建立通過多種疾病模型探究，確認其新的治療疾病和治療思路；
- 4) 共發表 27 篇文章，其中 25 篇為 SCI 收錄論文（影響因數分佈：8 篇 > 10；10 > 13 篇 > 5）；
- 5) 一項中國專利正在申請中（China Invention Application No.: 202310523940.8，申請中）。

5. 進一步工作

對於篩選得到的藥物進行結構修飾，進行靶點與藥物的構效分析，在不影響現有靶點結合形成下進行過渡金屬修飾，使其可以自身產生熒光並應用於組內現時正在申請開發的競爭性成像藥物篩選平臺，提高篩選活性和準確度。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	A combination therapy for rheumatoid arthritis using drugs ENT and MTX	Leung CH, Wong KW, Ma DL, Li GD, Wang LN, Wu C	中國專利 申請號： 202310523940.8 申請中	-
期刊論文 1	A switch-on affinity-based iridium(III) conjugate probe for imaging mitochondrial glutathione S-transferase in breast cancer cells	Wang L, Liu JQ, Chen F, Li GD, Wang J, Chan D, Wong CY, Wang WH* and Leung CH (Corresponding author)*	Bioconjug Chem, 2023 (In press).	-
期刊論文 2	A cell-impermeable luminogenic probe for near-infrared imaging of prostate-specific membrane antigen in prostate cancer microenvironments	Yang XF, Nao SC, Lin CK, Kong LT, Wang J, Ko NC, Liu JB, Ma DL, Leung CH (Corresponding author)* and Wang WH*	Eur J Med Chem, 2023, 259:115659.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 3	A robust luminescent assay for screening alkyladenine DNA glycosylase inhibitors to overcome DNA repair and temozolomide drug resistance	Song YQ, Li GD, Niu D, Chen F, Jing SZ, Vincent Wong KW, Wang WH* and Leung CH (Corresponding author)*	J Pharm Anal, 2023, 13(5):514-522.	-
期刊論文 4	Strategies for Developing Cancer Theranostics Approaches	Wang ZK, Wang WH*, and Leung CH (Corresponding author)*	Recent Pat Anti-canc, 2023.	-
期刊論文 5	Synthesis and luminescence monitoring of iridium(III) complex-functionalized gold nanoparticles and their application for determination of gold (III) ions	Wang WH, Liu JH, Kong LT, Wang L, Niu D, Wang J, and Leung CH (Corresponding author)*	Mikrochim Acta, 2023, 190, 171.	1 (https://doi.org/10.1007/s00604-023-05762-7)
期刊論文 6	Development of a dual targeting scaffold of SET7/MLL inhibitor for castration-resistant prostate cancer treatment	Li GD, Huang Q, Wong KW, Wang WH* and Leung CH (Corresponding author)*	Genes Dis, 2023, 10(6):2260-2262.	-
期刊論文 7	The role and prospect of lysine-specific demethylases in cancer chemoresistance	Song YQ, Yang GJ*, Ma DL, Wang WH* and Leung CH (Corresponding author)*	Med Res Rev, 2023, 43(5):1438-1469.	2 (https://doi.org/10.1002/med.21955)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 8	Imaging mitochondrial palladium species in living cells with a NIR iridium(III) complex	Liu JQ, Wang XL, Wang J*, Leung CH (Corresponding author)* and Wang WH*	Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc, 2023, 288, 122188.	-
期刊論文 9	Development of a sensitive luminescent probe to uncover new BRD4 inhibitors in living cells	Song YQ, Wu KJ, Zhang ZM, Liu TM, Ko NC, Zhu WG, Ma DL*, Wang WH* and Leung CH (Corresponding author)*.	Chem Eng J, 2023, 463:142356.	3 (https://doi.org/10.1016/j.ccej.2023.142356)
期刊論文 10	Computational Strategies for PROTAC Drug Discovery	Wu J, Wang WH*, and Leung CH (Corresponding author)*	Acta Mater Med, 2023, 2(1): 42-54.	-
期刊論文 11	Dehydroeburicoic Acid, a Dual Inhibitor against Oxidative Stress in Alcoholic Liver Disease	Cheng SS, Kuang Y, Li GD, Wu J, Ko NC, Wang WH, Ma DL*, Ye M* and Leung CH (Corresponding author)*	Pharmaceutics, 2022, 16(1):14.	-
期刊論文 12	A labile iridium(III) complex-based luminogenic probe for the ratiometric detection of dithiocarbamate compounds in living system	Lin CK, Wang XL, Nao SC, Wang J, Liu JB*, Ma DL, Zhu WG, Leung CH (Corresponding author)* and Wang WH*	Sens Actuators B Chem, 2022, 378:133133.	-
期刊論文 13	Interference reduction isothermal nucleic acid amplification strategy for COVID-19 variant detection	Li GD, Ko CN, Wang ZK, Chen F, Wang WH*, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*.	Sens Actuators B Chem, 2022, 377:133006.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 14	Affinity-based luminescent iridium(III) complexes for the detection of disease-related proteins	Wang WH*, Liu JH, Nao SC, Ma DL, Wang J*, and Leung CH (Corresponding author)*	Inorganics, 2022, 10(11), 178.	1 (https://doi.org/10.3390/inorganics10110178)
期刊論文 15	Development of an orally bioavailable selective inhibitor of the menin-MLL	Zhong HJ, Wang WH, Zhou W, Liang JX, Cheng YC*, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Genes Dis, 2022, 10(5):1735-1738.	1 (https://doi.org/10.3390/inorganics10110178)
期刊論文 16	Homocysteine-targeting compounds as a new treatment strategy for diabetic wounds via histone methyltransferase SET7/9 inhibition	Li GD, Li D, Wu C, Li SN, Chen F, Li P, Ko CN, Wang WH, Li MY, Lin LG*, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Exp Mol Med, 2022, 54, 988-998	6 (https://doi.org/10.1038/s12276-022-00804-1)
期刊論文 17	Identification of a cytosine-based EED-EZH2 protein-protein interaction inhibitor against metastasis in triple-negative breast cancer cells	Cheng SS, Yang GJ, Wang WH, Song YQ, Ko CN, Han QB, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Acta Materia Medica, 2022, 1, 197-211.	7 (https://doi.org/10.15212/AMM-2022-0006)
期刊論文 18	Interference reduction biosensing strategy for highly sensitive microRNA detection	Chen F, Li GD, Wu C, Wang L, Ko CN, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Anal Chem, 2022, 94, 10, 4513–4521.	5 (https://doi.org/10.1021/acs.analchem.2c00138)
期刊論文 19	A Rapid and Label-Free DNA-based Interference Reduction Nucleic Acid Amplification Strategy for Viral RNA Detection	Chen F, Li GD, Wu C, Wang WH, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Biosens Bioelectron, 2021, 198, 113829.	12 (https://doi.org/10.1016/j.bios.2021.113829)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 20	A Review on the Emerging Roles of Pyruvate Kinase M2 in Anti-leukemia Therapy	Yang GJ, Wu J, Leung CH (Corresponding author)*, Ma DL* and Chen J*	Int J Biol Macromol, 2021, 193, 1499-1506.	10 (https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.10.213)
期刊論文 21	Inhibition of the CDK9–cyclin T1 protein–protein interaction as a new approach against triple-negative breast cancer	Cheng SS, Qu YQ, Wu J, Yang GJ, Liu H, Wang WH, Huang Q, Chen F, Li GD, Wong CY, Vincent Wong KW*, Ma DL*, and Leung CH (Corresponding author)*	Acta Pharm Sin B, 2021,12, 1390-1405.	26 (https://doi.org/10.1016/j.apsb.2021.10.024)
期刊論文 22	Pharmacological inhibition of KDM5A for cancer treatment	Yang GJ, Wu J, Miao L, Zhu MH, Zhou QJ, Lu XJ, Lu JF, Leung CH (Corresponding author)*, Ma DL*, and Chen J*	Eur J Med Chem, 2021, 226, 113855.	19 (https://doi.org/10.1016/j.ejmech.2021.113855)
期刊論文 23	A bioactive ligand-conjugated iridium(III) metal-based complex as a Keap1–Nrf2 protein–protein interaction inhibitor against acetaminophen-induced acute liver injury	Li GD, Liu H, Feng RB, Kang TS, Wang WH, Ko CN, Wong CY, Ye M, Ma DL*, Wan JB* and Leung CH (Corresponding author)*	Redox Biol, 2021, 48, 102129.	18 (https://doi.org/10.1016/j.redox.2021.102129)
期刊論文 24	An optimized BRD4 inhibitor effectively eliminates NF-κB-driven triple-negative breast cancer cells	Yang GJ, Song YQ, Wang WH, Han QB*, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Bioorg Chem, 2021, 114, 105158.	21 (https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2021.105158)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 25	Application of metal-organic framework for the adsorption and detection of food contamination	Wu KJ, Wu C, Fang M, Ding BB, Liu PP, Zhou MX, Gong ZY*, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Trends Analyt Chem, 2021, 143, 116384.	22 (https://doi.org/10.1016/j.trac.2021.116384)
期刊論文 26	Discovery of a tetrahydroisoquinoline-based CDK9-cyclin T1 protein-protein interaction inhibitor as an anti-proliferative and anti-migration agent against triple-negative breast cancer cells	Cheng SS, Yang GJ, Wang WH, Ma DL* and Leung CH (Corresponding author)*	Genes Dis, 2021, 9, 6, 1674-1688.	15 (https://doi.org/10.1016/j.gendis.2021.06.005)
期刊論文 27	Drug screening strategies using metal-based luminescent probes	Li GD, Wu C, Ma DL*, and Leung CH (Corresponding author)*	Trends Analyt Chem, 2021, 139, 116270.	12 (https://doi.org/10.1016/j.trac.2021.116270)

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	5	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

益母草鹼對血液粘滯度、血小板粘附和炎症的改善作用以及分子機制的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0011/2020/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	曾凡一	益母草鹼對血液粘滯度、血小板粘附和炎症的改善作用以及分子機制的研究

項目摘要

1. 研究背景

利用高脂動物模型對益母草鹼與降脂陽性藥阿托伐他汀、抗血小板藥物普拉格雷以及抗炎、抗凝陽性藥阿司匹林進行降脂、凝血、血液流變學和抗炎等藥效學評價。

建立體外細胞高脂和炎症模型，篩選益母草鹼作用下發生顯著性變化的相關蛋白（TF、TNF- α 、ILs、NF- κ B、PARs、PPARs 和 PFs 家族等）和修飾位點，利用功能阻斷 / 缺失與功能啟動 / 獲取技術或方法，同時從細胞和動物水準對篩選結果進行考察，確認具體蛋白及其亞型對高脂血症和炎症的改善作用。

同時觀察血管內皮細胞對血小板巨核細胞的分泌功能影響、血管內皮細胞與肝臟細胞之間相互影響以及它們對脂質代謝、凝血 - 抗凝系統和炎症反應的影響。

圍繞益母草鹼可以調控的蛋白及可能機制展開研究，探究益母草鹼調節脂質代謝、改善血液流變學、抗凝作用和抗炎的具體途徑和分子機制。

2. 研究目標

隨著社會老齡化和城市化進程加快，居民不健康生活方式流行以及心血管病危險因素普遍暴露。中國心血管病負擔日漸加重，已成為重大公共衛生問題，防治心血管病刻不容緩。益母草鹼是從傳統中藥益母草中提取的活性單體，研究發現其具有明顯的心血管保護作用。本專案擬通過探究益母草鹼對高脂狀態下多器官組織的協同降脂作用、凝血 - 抗凝系統調控作用、血液流變學的改善作用和抗炎作用及機制，進一步揭示益母草鹼發揮心血管保護作用的靶點及分子機制。為將其合理開發成為心血管保護新藥提供紮實的臨床前研究，並為研發新藥物提供方向和思路。此外，本專案立足於澳門，同時拓展與國內高校（復旦，上交大）協作，為澳門及本區域培養此領域優秀人才。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們研究集中在類風濕性關節炎（RA）的分子機制，特別關注胱硫醚 γ -裂解酶（CSE）和組蛋白去甲基化酶 JMJD3 在 RA 發病過程中的作用。研究發現，這兩種酶在 RA 中顯著增加，其中 CSE 對成纖維樣滑膜細胞（FLS）的炎症反應有負向調節作用，主要歸因於 JMJD3 的抑制。此外，我們的研究還表明，神經元導航器 2（NAV2）在 RA 患者中的表達顯著增加，其與 TNF- α 干預相關，

並進一步啟動 Wnt/ β -catenin 信號通路，提示 NAV2 是 RA 嚴重程度的潛在調節因數。通過研究 PPAR α 激動劑在冠心病和其他心血管疾病中的潛在作用。臨床試驗表明，PPAR α 激動劑能夠降低冠心病的發病率，並通過改善脂質代謝來影響心血管健康。特別是，PPAR α 通過促進脂肪酸的攝入和 β - 氧化，降低血漿中的甘油三酯和低密度脂蛋白，同時增加高密度脂蛋白。這些發現為心血管疾病的預防和治療提供了新的策略。為了開發能夠改善血液粘滯度、血小板粘附和炎症的新藥，我們採用了計算方法來引導藥物設計，包括靶點識別、先導化合物的尋找和優化、藥代動力學和毒理學性質的預測。通過這些方法，我們已經識別並開發了數個新型化合物，如微管蛋白聚合抑制劑、PARP-1 抑制劑和 HDAC-1-3 抑制劑，它們在癌症治療中展示了潛力。此外，我們還探索了針對阿爾茨海默病和抗結核治療的新型抑制劑。本研究項目的成果不僅提供了對 RA 發病機制的新的新見解，而且還推動了針對心血管疾病和癌症等重大疾病的藥物。

4. 研究成果與應用

本研究項目在多個領域取得了創新性的科學成果。本專案對類風濕性關節炎（RA）的分子機制進行了深入研究，揭示了 NAV2 在 RA 中的關鍵作用及其潛在的調控機制，為 RA 的病理學理解提供了新的視角。本研究在心血管疾病領域的研究，特別是對 PPAR α 激動劑的作用機理的探索，為治療心血管疾病提供了新的策略。這些成果不僅提升了我們對這些疾病的基礎理解，也為未來的臨床應用打下了堅實的基礎。本研究還促進了多種新藥的設計和開發。在益母草城的基礎上，我們設計了一系列新型化合物，用於改善血液粘滯度、血小板粘附和炎症，這些化合物在預臨床模型中展示了良好的效果。特別是，我們開發的微管蛋白聚合抑制劑、PARP-1 抑制劑、HDAC-1-3 抑制劑等，在癌症治療領域顯示了潛在的應用價值。此外，我們還識別了一系列針對阿爾茨海默病和抗結核治療的新型抑制劑，這些成果有望轉化為臨床應用，為相關疾病的治療提供新的方案除了直接的藥物開發外，本項目的研究成果還促進了相關技術的轉化和應用。我們利用計算方法指導藥物設計，不僅加速了新藥發現的過程，也提高了藥物設計的精確性和效率。這些技術的應用，為藥物研發領域帶來了新的變革，特別是在藥物靶點識別、藥效團的優化等方面。此外，我們的研究還支持了一系列科學論文和專著的發表，推動了學術交流和知識傳播，進一步提升了這一領域的科學影響力和社會認知度。我們認為本項目的研究成果將在藥物研發、臨床治療及生物醫學研究領域產生深遠影響。特別是對於類風濕性關節炎和心血管疾病的治療，我們的發現有望開闢新的治療途徑。同時，我們的研究方法和技術平臺也將為其他疾病的研究提供借鑒和支援。我們期待著這些成果在未來的臨床試驗中得到驗證，並最終惠及廣大患者。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Neuron navigator 2 is a novel mediator of rheumatoid arthritis.	Ran Wang, Meng Li, Qian Ding, Jianghong Cai, Yue Yu, Xinhua Liu, Jianchun Mao and Yi Zhun Zhu*.	學術論文	SCIE 收錄，引用數：0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	NAV2 positively modulates inflammatory response of fibroblast-like synoviocytes through activating Wnt/ β -catenin signaling pathway in rheumatoid arthritis.	Ran Wang, Meng Li, Weijun Wu, Yuanye Qiu, Wei Hu, Zhaoyi Li, ZhouWang, Yue Yu, Junyi Liao, Wuyi Sun, Jianchun Mao, Yi Zhun Zhu*.	學術論文	SCIE 收錄，引用數：0
論文	Leonurine affected homocysteine-methionine metabolism based on metabolomics and gut microbiota studies of clinical trial samples.	Junyi Liao, Rinkiko Suguro, Xia Zhao, Yue Yu, Yimin Cui, Yi Zhun Zhu*.	學術論文	SCIE 收錄，引用數：3
論文	SMYD2-mediated TRAF2 methylation promotes the NF- κ B signaling pathways in inflammatory diseases.	Weijun Wu, Jinghuan Wang, Chenxi Xiao, Zhenghua Su, Haibi Su, Wen Zhong, Jianchun Mao, Xinhua Liu, Yi Zhun Zhu*.	學術論文	SCIE 收錄，引用數：3

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

複雜運營環境下橋樑結構時變隨機動力特性識別演算法及其長期演化機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0017/2020/A1	澳門大學	顏王吉	複雜運營環境下橋樑結構時變隨機動力特性識別演算法及其長期演化機制研究

項目摘要

1. 研究背景

動力特性（頻率、振型和阻尼比等）是反映結構性態最直接的指標之一，是研究結構健康監測和安全評估的重要基礎。本專案緊密圍繞結構健康監測領域尚未完全解決的問題，依託 Benchmark 模型的長期監測資料，以考慮測試 / 建模誤差和複雜運營環境對橋樑動力特性的影響為突破口，對結構時變動力特性隨機識別演算法及其長期演化機理展開深入研究。通過探索橋樑結構動力特性的識別、演化、預測及應用，專案旨在為提高結構動力分析精度提供科學基礎，為區分監測動力指標的損傷和非損傷因素提供理論依據，為基於動力特性的結構狀態評估提供技術支撐。

2. 研究目標

基於上述研究背景，本項目解決的關鍵科學問題包括：(1) 處於複雜環境下的橋樑工程結構，本質上屬於時變結構系統。同時，受到測試 / 建模誤差的影響，識別出來的結構模態參數本身具有不可精確控制的隨機性。因而，識別橋樑結構的時變參數及其相應的不確定性具有重要的意義，是本項目的關鍵科學問題之一。(2) 受複雜運營條件的影響，結構動力特性會產生明顯的變異。因此，篩選出與動力特性強相關的環境影響因素，並建立動力特性與多源耦合環境因素之間的概率函數關係，預測任意運營環境下結構的動力特性，揭示動力特性的長期演化規律，是本項目的又一關鍵科學問題。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目的主要工作進展概述如下：(1) 解析地推導出了多元複數域分佈概率模型，用以表徵結構振動信號小波變換係數的統計特性；基於貝葉斯系統識別理論和上述概率模型，通過構建結構時變動力特性極大似然函數，建立了多元複數域分佈概率模型驅動的貝葉斯時變參數識別演算法，並用於量化特徵參數的不確定性。(2) 引入了 Maximum Information Coefficient 係數度量溫度、濕度和風速等環境因素對頻率等參數變異的影響程度，篩選出了影響結構頻率的強相關性環境因素；基於高斯過程學習方法，建立了結構關鍵動力指標與環境參數之間的非線性概率函數關係，預測了任意實測運營環境參數下模態頻率的概率分佈，明確了由多源環境因素引起的模態頻率變異的可能變異置信區間，為區別損傷導致的變異提供了更加科學的閾值範圍。(3) 將未知可能損傷狀態與健康狀態動力特性概率分佈間的概率距離作為指標，採採用高斯混合模型聚類和分層聚類兩種方法對從原始測量資料中提取的損傷指標進行聚類分析，從而識別結構損傷帶來的異常。(4) 基於 Benchmark 長期健康監測資料，對上述理論研究的可行性進行了驗證。結果表明，所

提出方法可以高效地實現結構動力監測指標的精細識別和不確定性量化，可以實現動力特性與多環境因素非線性函數關係概率表徵並預測任意環境條件下的動力監測指標，同時在 Benchmark 監測資料集上表現出良好的異常檢測效果。

4. 研究成果與應用

- 1) 此研究項目提出了橋樑結構隨機動力特性識別演算法，並揭示了時變動力特性的長期演化機制，並提出新的機器學習方法將其應用於結構異常檢測；
- 2) 在本領域著名國際期刊發表 SCI 收錄論文 20 篇，獲批動力特性識別軟體著作權 1 部，初步完成了貝葉斯系統識別專著初稿；
- 3) 建立了一支高素質的研究隊伍，依託項目培養博士研究生 2 名，博士後 2 名，碩士生 3 名；
- 4) 項目負責人獲得歐洲結構動力學青年學者獎（首位獲得該獎的華人青年學者）、中國振動工程學會科技獎和全國學術會議青年學者優秀報告獎等榮譽；
- 5) 在國內外重要會議做分會場邀請報告 3 次，擔任分會場主席 3 次。

5. 進一步工作

在下一步的計劃中，申請人將進一步提升複雜運營環境下橋樑結構時變隨機動力特性識別演算法及其長期演化機制分析的不確定性量化分析效率和精度，豐富模態參數識別軟件的功能；同時，將方法應用於實際工程結構動力特性識別，發現演算法在工程應用中存在的潛在問題以及可供拓展的方向，並作相應改進，提升技術成熟度。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Active learning aided Bayesian nonparametric general regression for model updating using modal data	Wenjing Zhang, Ka-Veng Yuen and Wangji Yan	Mechanical Systems and Signal Processing, 204, pp. 110830, September 2023	SCI
2. 期刊論文	Transmissibility-based damage detection with hierarchical clustering enhanced by multivariate probabilistic distance accommodating uncertainty and correlation	Linfeng Mei, Wangji Yan, Ka-Veng Yuen, Weixin Ren, Michael Beer	Mechanical Systems and Signal Processing, 202, pp.110702, August 2023	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
3. 期刊論文	Quantification of statistical error in the estimate of strain power spectral density transmissibility for operational strain modal analysis	Qian Sun, Wangji Yan, Weixin Ren, Linbo Cao and Haiyi Wu	Structural Control and Health Monitoring, August 2023	SCI
4. 期刊論文	Automated operational modal analysis of bell towers subjected to narrowband input	Qian Sun, Carlo Rainieri, Weixin Ren, Wangji Yan and Giavanni Fabbrocino	Structures, no. 54, pp. 78-88, May 2023	SCI
5. 期刊論文	A transfer matrix method-based closed-form solution of sensitivities of dynamic properties and FRF for multi-span pipes under complex boundary conditions	Zechao Wang, Wangji Yan, Ka- Veng Yuen	Mechanical Systems and Signal Processing, 198, pp.110428, May 2023	SCI
6. 期刊論文	An analytically tractable solution for hierarchical Bayesian model updating with variational inference scheme	Xinyu Jia, Wangji Yan, Costas Papadimitriou, and Ka-Veng Yuen	Mechanical Systems and Signal Processing, 189, pp.110060, January 2023	SCI
7. 期刊論文	Efficient inner-outer decoupling scheme for non-probabilistic model updating with high dimensional model representation and Chebyshev approximation	Jiang Mo, Wangji Yan, Ka-Veng Yuen, and Michael Beer	Mechanical Systems and Signal Processing 188, pp.110040, December 2022	SCI
8. 期刊論文	Bayesian nonparametric general regression with adaptive kernel bandwidth and its application to seismic attenuation	Ka-Veng Yuen, Wenjing Zhang, and Wangji Yan	Advanced Engineering Informatics, 55, pp.101859, December 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
9. 期刊論文	A hierarchical Bayesian framework embedded with an improved orthogonal series expansion for Gaussian processes and fields identification	Menghao Ping, Xinyu Jia, Costas Papadimitriou, Xu Han, Chao Jiang, and Wangji Yan	Mechanical Systems and Signal Processing, 187, pp. 109933, November 2022	SCI
10. 期刊論文	Structural novelty detection based on Laplace asymptotic expansion of the Bhattacharyya distance of transmissibility function and Bayesian resampling scheme	Linfeng Mei, Wangji Yan, Ka-Veng Yuen, Michael Beer	Journal of Sound and Vibration, 540, pp.117277, September 2022	SCI
11. 期刊論文	A statistical influence line identification method using Bayesian regularization and a polynomial interpolating function	Zhiwei Chen, Long Zhao, Wangji Yan, Ka-Veng Yuen and Chen Wu	Structural Control and Health Monitoring, 29, pp. e3080, August 2022	SCI
12. 期刊論文	Fully automated natural frequency identification based on deep-learning-enhanced computer vision and power spectral density transmissibility	Zhiwei Chen, Xuzhi Ruan, Kuiming Liu, Wangji Yan, jiantao Liu and Daicheng Ye	Advance in Structural Engineering, vol. 25, no. 13, pp.2722-2737, June 2022	SCIE
13. 期刊論文	Monitoring gross vehicle weight with a probabilistic and influence line-free bridge weight-in-motion scheme based on a transmissibility-like index	Wangji Yan, Tengteng Hao, Ka-Veng Yuen, Costas Papadimitriou	Mechanical Systems and Signal Processing, 177, pp.109133, April 2022	SCI
14. 期刊論文	Bayesian inference for the dynamic properties of long-span bridges under vortex-induced vibration with Scanlan's model and dense optical flow scheme	Wangji Yan, Zhouquan Feng, Wen Yang, Ka-Veng Yuen	Mechanical Systems and Signal Processing, 174, pp.109078, April 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
15. 期刊論文	A model-driven scheme to compensate the strain-based non-intrusive dynamic pressure measurement for hydraulic pipe	Zechao Wang, Mingyao Liu, Wangji Yan, Han Song, Zude Zhou, Ka-Veng Yuen, Qin Wei, Shing Shin Cheng	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 70, pp. 1011112, November 2021	SCIE
16. 期刊論文	Analytical investigation into error propagation of power spectral density transmissibility (PSDT) based on coherence function	Qian Sun, Wangji Yan, and Weixin Ren	Journal of Sound and Vibration, 514, pp. 116429, August 2021	SCI
17. 期刊論文	Two-Stage automated operational modal analysis based on power spectrum density transmissibility and support vector machines	Zhiwei Chen, Kuiming Liu, Wangji Yan, Weixin Ren	International Journal of Stability and Dynamics, vol. 21, no.05, pp.2150068, May 2021	SCIE
18. 期刊論文	Structural anomaly detection based on probabilistic distance measures of transmissibility function and statistical threshold selection scheme	Wangji Yan, Dimitrios Chronopoulos, Ka-Veng Yuen, Yichen Zhu	Mechanical Systems and Signal Processing, 162, pp.108009, May 2021	SCI
19. 期刊論文	Vectorization and distributed parallelization of Bayesian model updating based on a multivariate complex-valued probabilistic model	Wangji Yan, Shize Cao, Weixin Ren, Ka-Veng Yuen, Dan Li and Lambros Katafygiotis	Mechanical Systems and Signal Processing, 156, pp.107615, February 2021	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
20. 期刊論文	Non-probabilistic uncertainty quantification for dynamic characterization functions using complex ratio interval arithmetic operation of multidimensional parallelepiped model	Mengyun Zhao, Wangji Yan, Ka-Veng Yuen, Micheal Beer	Mechanical Systems and Signal Processing, 156, pp.107559, February 2021	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	6	3

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

硝基酚類化合物在大氣水相光解中人源 及海洋氣溶膠無機鹽的影響

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0019/2020/A1	澳門大學	黎永傑	硝基酚類化合物在大氣水相光解中人源 及海洋氣溶膠無機鹽的影響

項目摘要

1. 研究背景

大氣中硝基酚類化合物既可來自燃燒排放，也可通過有機（苯系物）和無機（氮氧化物）污染物的化學反應生成，對氣候和空氣能見度有影響；同時，硝基酚類化合物光解能生成 HONO 等反應活性物質，影響大氣氧化能力。目前，國際上有不少關於硝基酚類光解的研究，但多數只關注氣相光解，對於現實大氣中硝基酚類化合物（及其它有機物）與多種無機鹽（來自海洋或人為排放）共存時的水相光解研究較少。這導致了目前大氣氣溶膠水相反應相關的反應速率和活性物質產率等基礎資料缺乏，直接影響了大氣模擬的準確性。

2. 研究目標

- 1) 量化硝基酚類化合物光解在各種無機鹽存在下反應速率的變化。
- 2) 定量測定硝基酚類化合物光解產生 HONO 和單態氧的能力及無機鹽的影響。
- 3) 厘清硝基酚類化合物光解所涉及的激發態及其機理。

3. 簡介研究工作的主要進展

在實驗室研究方面，完成了硝基酚等多種吸光有機物與硝酸鹽共存的光解模擬實驗，包括：

- 1) 研究了硝酸鹽對甲氧基酚和硝基酚光解的影響。
- 2) 研究了香草酸對硝酸鹽光解產生 HONO 的作用。
- 3) 研究了硝酸銨對苯酚類有機物的光化學影響，以及硝基酚等含氮化合物的生成機理。
- 4) 研究了己二醛在硝酸鹽存在時的光化學反應機理。
- 5) 研究了苯與甲苯的 OH 及 NO_x 氧化反應，以及硝基酚等含氮化合物的生成機理。
- 6) 研究了硝酸鹽對香蘭素光解的影響。
- 7) 研究了生物質燃料燒條的產物類型，確定了包含硝基酚的多種棕碳的光學特性。

在外場觀測研究方面，調查了大氣常見污染物濃度，並分析了硝基酚等含氮有機物的生成機理及影響因素，包括：

- 1) 調查了大氣硝化酚類污染物濃度，並結合模型評估了硝化酚產生活性氧的能力。
- 2) 結合觀測數據與機器學歷方法，研究了大氣有機氣溶膠的來源及影響因。
- 3) 採用無人機測量了大氣中黑碳和臭氧的垂直分佈濃度。
- 4) 結合大氣採樣與實驗室分析，研究了大氣 PM_{2.5} 的氧化潛能與成分之間的關係。
- 5) 監測了大氣中氣態含氧有機分子及其前體物，NO_x 濃度。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	-Results will be submitted to international conferences such as American Association of Aerosol Research (AAAR) annual conference, American Geophysical Union (AGU), and European Aerosol Conference (EAC) etc. to disseminate the research results.	基本完成	60%
2	-3-4 manuscripts will be submitted to internationally renowned journals for publications.	超額完成	100%
3	-2-4 graduate students will be trained, strengthening the human resources of air quality research in both Macau and beyond.	超額完成	100%

4. 研究成果與應用

- 本項目產出 SCI 論文 12 篇，會議論文 2 篇。
- 培養博士研究生 3 名，碩士研究生 2 名，本科生（FYP）4 名。
- 主要研究成果包括：
 - 1) 獲得了硝基酚類等多種有機物在無機鹽影響下的反應速率常數，為完善大氣化學模型提供數據支撐；
 - 2) 確定了硝基酚類有機物光解的 HONO 產率，為完善大氣氧化模型預測提供新參數；
 - 3) 瞭解了硝基酚類等多種有機物與硝酸鹽共存時光解的主要產物，吸光性能變化及光敏原理。

5. 進一步工作

繼續總結數據，以及論文發表與成果匯報。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Decay Kinetics and Absorption Changes of Methoxyphenols and Nitrophenols during Nitrate-Mediated Aqueous Photochemical Oxidation at 254 and 313 nm	Wang, Y.; Huang, W.; Tian, L.; Wang, Y.; Li, F.; Huang, D. D.; Zhang, R.; Go Mabato, B. R.; Huang, R.-J.; Chen, Q.; Ge, X.; Du, L.; Ma, Y. G.; Gen, M.; Hoi, K. I.; Mok, K. M.; Yu, J. Z.; Chan, C. K.; Li, X.; Li, Y. J.*	ACS Earth and Space Chemistry 2022, 6, (4), 1115-112 ; 比較硝基酚和甲氧基酚類物質的光解過程的差異，為深入瞭解這兩類酚類物質水相光解過程生成二次有機氣溶膠的貢獻。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 3 次
2. 期刊論文	Enhanced Nitrite Production from the Aqueous Photolysis of Nitrate in the Presence of Vanillic Acid and Implications for the Roles of Light-Absorbing Organics	Wang, Y.; Huang, D. D.; Huang, W.; Liu, B.; Chen, Q.; Huang, R.; Gen, M.; Mabato, B. R. G.; Chan, C. K.; Li, X.; Hao, T.; Tan, Y.; Hoi, K. I.; Mok, K. M.; Li, Y. J.* Environ. Sci. Technol 2021, 55, (23), 15694-15704.	吸光有機物對硝酸鹽光解產生亞硝酸鹽的作用。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 10 次
3. 期刊論文	Comparison of aqueous secondary organic aerosol (aqSOA) product distributions from guaiacol oxidation by non-phenolic and phenolic methoxybenzaldehydes as photosensitizers in the absence and presence of ammonium nitrate.	Mabato, B. R. G.; Li, Y. J.; Huang, D. D.; Wang, Y.; Chan, C. K.*	Atmos. Chem. Phys. 2023, 23, (4), 2859-2875. 硝酸鹽及有機光敏劑共同作用下有機物氧化產生二次有機氣溶膠的成分特徵	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 0 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4. 期刊論文	Photochemical Reactions of Glyoxal during Particulate Ammonium Nitrate Photolysis: Brown Carbon Formation, Enhanced Glyoxal Decay, and Organic Phase Formation. Environ. Sci. Technol. 2022, 56, (3), 1605-1614.	Zhang, R.; Gen, M.; Liang, Z.; Li, Y. J.; Chan, C. K.*,	Environ. Sci. Technol. 2022, 56, (3), 1605-1614. 大氣顆粒物中無機和有機成分的光解對棕色碳生成的作用。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 16 次
5. 期刊論文	Highly oxygenated organic molecules produced by the oxidation of benzene and toluene in a wide range of OH exposure and NOx conditions.	Cheng, X.; Chen, Q*.; Li, Y. J.; Zheng, Y.; Liao, K.; Huang, G.,	Atmos. Chem. Phys. 2021, 21, (15), 12005-12019.	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 14 次
6. 期刊論文	Aqueous secondary organic aerosol formation from the direct photosensitized oxidation of vanillin in the absence and presence of ammonium nitrate	Mabato, B. R. G.; Lyu, Y.; Ji, Y.; Li, Y. J.; Huang, D. D.; Li, X.; Nah, T.; Lam, C. H.; Chan, C. K.*,	Atmos. Chem. Phys. 2022, 22, (1), 273-293. 大氣有機物在硝酸鹽存在下光解生產二次有機氣溶膠。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 18 次
7. 期刊論文	Chromophoric Fingerprinting of Brown Carbon from Residential Biomass Burning.	Huang, R.-J.*; Yang, L.; Shen, J.; Yuan, W.; Gong, Y.; Ni, H.; Duan, J.; Yan, J.; Huang, H.; You, Q.; Li, Y. J.,	Environ. Sci. Technol. Lett. 2022, 9, (2), 102-111. 生物質燃燒排放的棕色碳的分子組分。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 10 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
8. 期刊論文	Secondary Production of Gaseous Nitrated Phenols in Polluted Urban Environments	Cheng, X., Chen, Q.*, Li, Y.J., Huang, G., Liu, Y., Lu, S., Zheng, Y., Qiu, W., Lu, K., Qiu, X., Bianchi, F., Yan, C., Yuan, B., Shao, M., Wang, Z., Canagaratna, M.R., Zhu, T., Wu, Y., Zeng, L.	Environ. Sci. Technol. 55, 4410-4419. 城區中硝基酚累吸光有機物的檢測及形成機製。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 24 次
9. 期刊論文	Vertical profiling of black carbon and ozone using a multicopter unmanned aerial vehicle (UAV) in urban Shenzhen of South China	Wu, C.*, Liu, B., Wu, D., Yang, H.L., Mao, X., Tan, J., Liang, Y., Sun, J.Y., Xia, R., Sun, J.R., He, G.W., Li, M., Deng, T., Zhou, Z., Li, Y.J.*	Sci. Total Environ. 2022, 801, 149689. 無人機測量大氣中吸光成分的垂直分佈廓線	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 23 次
10. 期刊論文	Assessing the Nonlinear Effect of Atmospheric Variables on Primary and Oxygenated Organic Aerosol Concentration Using Machine Learning.	Qin, Y., Ye, J., Ohno, P., Liu, P., Wang, J., Fu, P., Zhou, L., Li, Y.J., Martin, S.T., Chan, C.K.,	2022. ACS Earth Space Chem. 6, 1059-1066. 機器學習方法在大氣顆粒物成分預測中的應用。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 6 次
11. 期刊論文	The association of chemical composition particularly the heavy metals with the oxidative potential of ambient PM2.5 in a megacity (Guangzhou) of southern China.	Yu, Y., Cheng, P., Li, Y.J., Gu, J., Gong, Y., Han, B., Yang, W., Sun, J., Wu, C., Song, W., Li, M.,	2022. Environmental research, 113489. 城區顆粒物氧化潛勢的測量。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 5 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
12. 期刊論文	Enigma of Urban Gaseous Oxygenated Organic Molecules: Precursor Type, Role of NO(x), and Degree of Oxygenation.	Tian, L., Huang, D.D., Li, Y.J., Yan, C., Nie, W., Wang, Z., Wang, Q., Qiao, L., Zhou, M., Zhu, S., Liu, Y., Guo, Y., Qiao, X., Zheng, P., Jing, S., Lou, S., Wang, H., Huang, C.,	2023. Environ. Sci. Technol. 57, 64-75. 城區高氧化態有機物的形成機理。	SCI 收錄 ; Web of Science 被引 24 次
13. 會議論文	Enhanced Nitrite Production from Aqueous Photolysis of Nitrate in the Presence of Vanillic Acid	Yalin Wanga, Dan Dan Huangb, Masao Genc, Chak K. Chand, Ka In Hoia, Kai Meng Moka, Yong Jie Lia,*	Asian Aerosol Conference, 2021	-
14. 期刊論文	Vertical Profiling of Black Carbon and Ozone by Using Unmanned Aerial Vehicle at Two Mountain Sites in Subtropical South China	Ben LIU1,2, Jia Yin SUN3, Tianjiao JIA4, Cheng WU3, Qi CHEN4, Jinyuan XIN5 and Yong Jie LI1*	Asian Aerosol Conference, 2021	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於數字孿生概念的智慧能源物聯網資訊物理系統 自動化防護技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0022/2020/A1	澳門大學	劉景榮	基於數字孿生概念的智慧能源物聯網資訊物理系統自動化防護技術研究

項目摘要

1. 研究背景

本研究項目旨在通過數字孿生的概念，實現智慧能源物聯網的資訊物理系統多尺度融合，研究利用數字建模、數據多層次推理等先進技術，通過在線監控、數據雙向傳輸、系統及元件全生命週期檢測等手段，達到綜合能源系統實時模擬、危機源頭分類及辨識、風險評估、快速偵錯排錯、優化保護等有利智慧能源物聯網系統發展的自動化防護效果。本研究能探討有效降低智慧能源物聯網系統防護時間及成本的技術，採用資訊物理系統虛實影射的原理，分析元件老化、數據異常、天然波動、駭客攻擊等不穩定因素對系統造成的風險，聚焦源頭，維持能源系統供應穩定性，清除故障成因，優化系統自動化防護策略，減少系統異常運行的情況，提高智慧能源物聯網的安全及可靠性。

2. 研究目標

本項目目標為研究資訊物理系統融合，結合資訊物理系統建模、數據推動推理、動態博弈理論等技術，建立智慧能源物聯網的數字孿生模型，形成物理世界的虛擬影射，為智慧能源物聯網的資訊物理系統提供系統模擬、在線監控及故障診斷、精確系統狀態預測及靈活控制、達到全方位多角度的自動化防護效果。

3. 簡介研究工作的主要進展

在系統模擬上，項目先對現時智慧能源物聯網數字孿生系統的研究情況，當中包括智慧感知、海量數據特徵提取及降維技術等進行基礎調研，並探討採樣頻率對針對不同目標的數字孿生系統影響；同時在智慧感知、特徵提取及數據降維技術的基礎上，通過能源大數據奇異點的處理，不確定性建模等方法，提出適用於智慧能源物聯網使用的多元回歸演算法，使其研究成果更貼合實際情況及落地場景，尤其在資訊數據和物理參數不全的情況下，相比傳統演算法能使模型準確率提升最少 30%，實現利用數字孿生概念進行系統模擬的目標。

在線監控及故障診斷方面，項目智慧物聯網的危機進行分類，也瞭解智慧物聯網中不同環節中可能出現的攻擊和危害，並掌握如貝葉斯及新型的神經網絡技術因果推理及分類中的應用；利用新型神經網絡進行精準危害分類，再進一步研究危機評估與分析的技術，一方面利用能源大數據視覺化進行數據挖掘，精簡海量數據，準確定位危機情況，並抽取能源數據特徵，以人工智慧及機器學習技術進行分類；另一方面分析不同的人工智慧推理和因果判定技術，利用結合貝葉斯網絡與深度學習的人工智慧演算法，以判別不同對智慧能源物聯網能造成危害事件的發生機率。項目

同時進行了風險評估研究，預測不同危機對目標智慧能源系統的影響，滲入後果判斷加權值，算出新的危機風險指標。有關的在線診斷準確率比傳統方法提高最少 25%。

在精確系統狀態預測及靈活防護控制方面，項目對可靈活調配的資源及有效進行防護的控制方法進行了更深入的研究。先對可使用的靈活資源和可行策略進行分類和分析，並對不同類型的攻擊 / 異常可行性應對方法進行初步的瞭解，並模擬整個攻擊者和防護者的對抗過程，通過不同的演算，設定好邊際條件和具體目標，判斷優化適合的防護策略，對智慧能源物聯網資訊物理系統進行防護。

在全方位多角度自動化防護方面，項目已擬訂好從數據感知、故障診斷及安全防護的自動化框架，並已搭建相應的實驗平臺，用以對本項目所提出的智慧能源物聯網安全防護技術進行驗證和測試。實驗平臺的規劃亦已初步完成，指標的訂定以及功能也在進入最後整理中，即將展開相關的工作。

4. 研究成果與應用

本項目於本年度共培養 2 名碩士生、4 名博士生；已發表 2 篇 SCI 期刊，及 3 篇 EI 國際研討會文章。

同時項目負責人亦獲邀參與學術講座及交流：

- 2022 年 7 月 1 日，項目負責人劉景榮獲中國礦業大學邀請，進行題目為「智慧能源資訊物理系統導論與安全防護技術」的線上演講；約有 300 名觀眾。
- 2021 年 11 月 27 日，項目負責人劉景榮獲英國工程技術學會香港分部 (IET HK) 邀請，於 “IET Wireless Symposium: Next Generation Networks and Applications Embracing Smart City” 進行線上演講，題目為 “Smart Energy and Internet of Things: Development and Challenges”；約有 150 名觀眾。
- 2021 年 7 月，項目負責人劉景榮受澳門大學校友會邀請，於第十屆人工智慧與智慧城市進程研討會進行演講，內容為“讓能源智慧起來：能源物聯網的發展與技術”；約 100 名觀眾。

5. 進一步工作

基於目前的研究基礎及成果，已開展重點研發計劃中有關綜合能源安全防護的子課題，同時也擬開展有關綜合能源，尤其在多能源形態耦合與高比例電力電子融合的能源系統中的資訊物理安全風險分析、可靠度評估及韌性提升的研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊	Wasserstein Adversarial Learning for Identification of Power Quality Disturbances with Incomplete Data	Guangxu Feng, Keng-Weng Lao	IEEE Transactions on Industrial Informatics	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊	Error Modeling and Anomaly Detection of Smart Electricity Meter Using TSVD+L Method	Lidan Chen, Keng-Weng Lao	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement	SCI
會議	A Modified Data-driven Power Flow Model for Power Estimation with Incomplete Bus Data	Zheng Xing, Keng-Weng Lao	2022 12th International Conference on Power, Energy and Electrical Engineering	EI
會議	A Zeno-Free Distributed Self-Triggered Secondary Control Scheme for Islanded Microgrids	Yulin Chen, Keng-Weng Lao	2022 IEEE IAS Industrial and Commercial Power System Asia	EI
會議	Real-time harmonic contribution evaluation considering multiple dynamic customers	Shaohua Yang, Lao Keng-Weng	CSEE Journal of Power and Energy Systems	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

電動汽車動態無線供電系統關鍵控制技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0028/2020/A1	澳門大學	林智聲	電動汽車動態無線供電系統關鍵控制技術研究

項目摘要

1. 研究背景

零排放、由蓄電池供電的電動汽車是世界公認的緩解能源短缺和環境污染的有效策略，各國政府均鼓勵並支持大力發展電動汽車。受動力電池容量的限制，目前電動汽車的續駛里程較短，充電時間長，成為製約電動汽車發展及應用的主要瓶頸之一。電動汽車是減少環境污染和構建未來智慧交通的重要途徑，通過磁場耦合的動態無線供電系統可為移動中的電動汽車實時提供能量，解決目前儲能電池續航里程短、成本高、體積大等問題。但由於動態“邊走邊充”，磁場耦合線圈不可避免存在偏移，電池狀態不定，亦對電網造成功率波動的影響，目前的電動汽車動態無線充電 (Electric Vehicle-Dynamic Wireless Power Transfer, EV-DWPT) 控制技術難以實現高效、穩定、可靠地傳輸功率。

2. 研究目標

目前的電動汽車動態無線充電 (Electric Vehicle-Dynamic Wireless Power Transfer, EV-DWPT) 是“邊走邊充”，磁場耦合線圈不可避免存在偏移，電池狀態不定，亦對電網造成功率波動的影響，目前的電動汽車動態無線充電控制技術難以實現高效、穩定、可靠地傳輸功率。本項目將系統研究針對 EV-DWPT 系統各項關鍵控制技術，實現 1) 對輸出側的功率穩定調節；2) 最大程度提高及保持系統的最大傳輸效率；3) 降低對輸入側電網的影響以及波動問題，促進 EV-DWPT 向著市場化、產業化方向發展。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目針對難以實現高效、穩定的電動汽車動態無線充電技術展開研究，開展了電動汽車的鋰電池不同充電方式的研究，相應提出了多種的功率調節以及最大傳輸效率保持的新型控制技術，進一步提升充電的表現，進而提高能量利用率。結合磁耦合器的優化設計研究，為無線功率傳輸 (WPT) 變換器帶來了抗偏移能力，同時，提出了相關自動遏制無線充電器發射線圈中待機電流引起的磁場暴露的方法。團隊亦已經將核心技術植入目前市場份額同樣巨大並且對無線充電技術有更迫切需求的智慧設備，將所研發的控制策略技術、磁耦合器優化設計方案在小型電動卡丁車、倉儲中使用的自動導引車、帶有動態無線供電系統的倉儲物流沙盤模型，以及電動電單車中應用，其驗證了技術的可行性及有效性。

另外，開展了 EV-DWPT 系統功率隨機波動問題的原理研究，並針對其產生的波動問題，提出了多個電能質量調節的並網逆變器控制器，可有效消除無功功率波動以及諧波功率問題。隨住電動汽車基數增大，充電需求亦增多，能源的開發面臨短缺問題，因而探討可再生能源 (RESs) 並入

電網的方案也是 EV-DWPT 系統中的必不可少的環節，項目亦開展了建築 / 水上整合太陽能與無線供電的研究，提出既能實現太陽能裝置的最大功率輸入追蹤同時保持最大傳輸效率的關鍵控制技術。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	搭建澳門地區首個 EV-DWPT 實驗平臺，對各項關鍵控制技術進行驗證和對系統性能進行測試，及用於演示和教育；	開展了電動汽車的鋰電池不同充電方式的研究，相應提出了多種的功率調節以及最大傳輸效率保持的新型控制技術，進一步提升充電的表現，進而提高能量利用率。結合磁耦合器的優化設計研究，為 WPT 變換器帶來了抗偏移能力，同時，提出了相關自動遏制無線充電器發射線圈中待機電流引起的磁場暴露的方法。團隊亦已經將核心技術植入目前市場份額同樣巨大並且對無線充電技術有更迫切需求的智慧設備，將所研發的控制策略技術、磁耦合器優化設計方案在小型電動卡丁車、倉儲中使用的自動導引車、帶有動態無線供電系統的倉儲物流沙盤模型，以及電動電單車中應用，其驗證了技術的可行性及有效性。它們亦在多個展覽展出向公眾演示和教育無線充電技術。	100%
2	在頂級學術期刊或者國際會議（屬於 SCI 或 EI 檢索）上發表 10 篇高質量論文，申請 2-3 項發明專利；	本項目共獲授權 1 項美國及 1 項中國發明專利，現申請 6 項中國發明專利中，國際期刊論文 15 篇，國際會議論文 17 篇，SCI 收錄 14 篇，EI 收錄 32 篇，其中 JCR-Q1 11 篇，JCR-Q2 3 篇。獲頒 4 個國際獎項 / 榮譽，4 個國家級獎項，19 個本地或地區性獎項。	100%
3	課題組培養博士生 1 名、碩士生 2 名和本科生 1 名。	共有 9 位博士研究生、7 位碩士研究生及 7 位本科學生參與本項目的研究工作，其中一位博士生獲頒 2022 澳門科學技術獎勵 - 博士研究生科技研發獎，一位博士生獲頒 2022 年度中國大學生自強之星獎學金，一位碩士生獲頒 2022 澳門科學技術獎勵 - 碩士研究生科技研發獎，一位本科直博士生獲頒第十三屆中國青少年科技創新獎及澳門特別行政區功績獎狀，多位研究生及本科學生的畢業論文都得到很高的評價。	100%

4	期望可以與工業界開展把本項目研究成果進行產業化。	根據電動電單車業界的資訊，目前電動電單車充電需要自備體積相當大的充電器而導致很多車型無法安置頭盔，而換電方式令用戶感到繁瑣及費力，並且由於換電櫃的佈局投入成本問題導致替換的電池不足，另外，部分地區（如澳門）法規要求換電櫃只能進行替換電而不能對電池充電，導致後期需要人工幫電池充電，各種的使用不適合令電動電單車更為迫切需求高效簡便的無線供電系統，項目為了拓展項目研究的無線供電技術的應用面，為澳門本地銷售的兩輛電動電單車進行高效無線供電系統的改裝，並根據其充電特性設計出 PLC 充電保護裝置，其充電效率相當接近 90%，充電速度亦媲美原有有線充電器，有望代替傳統的充電方式。 另外，與澳門自來水股份有限公司簽署合作框架協議，將與其共同長期開展無線供電系統在供水運營業務中的設備、工具的試用以及共同推動無線供電系統的普及化與實際應用。	90%

4. 研究成果與應用

本項目共獲授權 1 項美國及 1 項中國發明專利，現申請 6 項中國發明專利中，國際期刊論文 15 篇，國際會議論文 17 篇，SCI 收錄 14 篇，EI 收錄 32 篇，其中 JCR-Q1 11 篇，JCR-Q2 3 篇。獲頒 4 個國際獎項 / 榮譽，4 個國家級獎項，19 個本地或地區性獎項。共有 9 位博士研究生、7 位碩士研究生及 7 位本科學生參與本項目的研究工作，其中一位博士生獲頒 2022 澳門科學技術獎勵 - 博士研究生科技研發獎，一位博士生獲頒 2022 年度中國大學生自強之星獎學金，一位碩士生獲頒 2022 澳門科學技術獎勵 - 碩士研究生科技研發獎，一位本科直博士生獲頒第十三屆中國青少年科技創新獎及澳門特別行政區功績獎狀，多位研究生及本科學生的畢業論文都得到很高的評價。

5. 進一步工作

團隊往後將所研發的無線電能傳輸技術與更多的行業結合，真正將研究成果實驗產業化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	Optimal Bivariate Control Strategy of Multi-Stage Constant Current Charging for IPT-Based Wireless Electric Vehicle Charging	Io-Wa Iam, Zhaoyi Ding, Chi-Fong Ieong, Chi-Seng Lam, Rui P. Martins, Pui-In Mak	IEEE Transactions on Transportation Electrification (TTE), Accepted with Early Access, 2023	SCI, EI, IEEExplore
Journal Paper	A Constant-Power and Optimal-Transfer-Efficiency Wireless Inductive Power Transfer Converter for Battery Charger	Io-Wa Iam, Chio-Kuan Choi, Chi-Seng Lam, Pui-In Mak, Rui P. Martins	IEEE Transactions on Industrial Electronics (TIE), vol. 71, no. 1, pp. 450 – 461, 2023	SCI, EI, IEEExplore
Journal Paper	Autonomous Containment of Field Exposure for Roadway Wireless Electric Vehicle Charger	Yang Yang, Jingyu Wang, Zhicong Huang, Io-Wa Iam, Chi-Seng Lam	IEEE Transactions on Transportation Electrification (TTE), vol. 9, no. 3, pp. 4121-4131, 2023	SCI, EI, IEEExplore
Journal Paper	Observer based Second-Order Sliding Mode Current Controller for Thyristor-Controlled LC-Coupling Hybrid Active Power Filter	Cheng Gong, Wai-Kit Sou, Chi-Seng Lam	IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics (JESTPE), vol. 11, no. 04, pp. 4377 - 4392, 2023	SCI, EI, IEEExplore
Journal Paper	Collaborative Distributed Voltage Quality Control of Active Distribution Network with Pure and Hybrid Active Power Filters	Cheng Gong, Zheyuan Cheng, Wai-Kit Sou, Chi-Seng Lam, Mo-Yuen Chow	IEEE Transactions on Power Delivery (TPWD), vol. 38, no. 4, pp. 2326 - 2337, 2023	SCI, EI, IEEExplore

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	Reinforcement Learning based Sliding Mode Control for A Hybrid STATCOM	Cheng Gong, Wai-Kit Sou, Chi-Seng Lam	IEEE Transactions on Power Electronics (TPEL), vol. 38, no. 6, pp. 6795 - 6800, 2023	SCI, EI, IEEEExplore
Journal Paper	A Flexible Rooftop Photovoltaic-Inductive Wireless Power Transfer System for Low-Voltage DC Grid	Io-Wa Lam, Zhaoyi Ding, Zhicong Huang, Chi-Seng Lam, Rui P. Martins, Pui-In Mak	IEEE Access, vol. 11, pp. 51117 - 51132, 2023	SCI, EI, IEEEExplore
Journal Paper	Finite-Set Model Predictive Control for Hybrid Active Power Filter	Wai-Kit Sou, Pak-Ian Chan, Cheng Gong, Chi-Seng Lam	IEEE Transactions on Industrial Electronics (TIE), vol. 70, no. 1, pp. 52-64, 2023	SCI, EI, IEEEExplore
Journal Paper	Linear Quadratic Regulator Optimal Control with Integral Action (LQRIC) for LC-Coupling Hybrid Active Power Filter	Qian-Rong Hong, Pak-Ian Chan, Wai-Kit Sou, Cheng Gong and Chi-Seng Lam	Applied Sciences, vol. 12, no. 19, 9772, pp.1-17, 2022	SCI
Journal Paper	Improved Model Predictive Control with Signal Correction Technique of LC-Coupling Hybrid Active Power Filter	Pak-Ian Chan, Wai-Kit Sou, Chi-Seng Lam	IEEE Journal of Emerging and Selected Topics in Power Electronics (JESTPE), vol. 10, no. 4, pp. 4650-4664, 2022	SCI, EI, IEEEExplore

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper	Analysis and Design of Three-Coil Coupler for Inductive Power Transfer System with Automatic Seamless CC-to-CV Charging Capability	Hai Xua, Zhenwei Huang, Yang Yang, Zhicong Huang, Io-Wa Iam, Chi-Seng Lam	IEEE Access, vol. 10, pp. 10139-10148, 2022	SCI, EI, IEEEExplore
Journal Paper	Analysis, Design and Implementation of Multi-Quasi-Proportional-Resonant Controller for Thyristor-Controlled LC-Coupling Hybrid Active Power Filter (TCLC-HAPF)	Wai-Kit Sou, Chi-Wa Chao, Cheng Gong, Chi-Seng Lam, Chi-Kong Wong	IEEE Transactions on Industrial Electronics (TIE), vol. 69, no. 1, pp. 29-40, 2022	SCI, EI, IEEEExplore
Journal Paper	H_{∞} Optimal Control Design of Static Var Compensator Coupling Hybrid Active Power Filter Based On Harmonic State-Space Modeling	Cheng Gong, Wai-Kit Sou, Chi-Seng Lam	CPSS Transactions on Power Electronics and Applications, vol. 6, no. 3, pp. 227-234, 2021	EI
Journal Paper	Design and Analysis of Vector Proportional-Integral Current Controller for LC-Coupling Hybrid Active Power Filter with Minimum DC-Link Voltage	Cheng Gong, Wai-Kit Sou, Chi-Seng Lam	IEEE Transactions on Power Electronics (TPEL), vol. 36, no. 8, pp. 9041 – 9056, 2021	SCI, EI, IEEEExplore
Journal Paper	Effects of Parasitic Resistances on II-Source Impedance Networks	Chi-Fong Ieong, Chio-Hong Leong, Xiangfei Kong, Chi-Kong Wong, Chi-Seng Lam	IEEE Access, vol. 10, pp. 10139-10148, 2021	SCI, EI, IEEEExplore

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	7	7

研究結果	樣品	成品	產品
	6	-	-

技術成果名稱	基於無線電能傳輸的具備抗偏移能力的恆功率高效控制技術
成果特點	(1) 設計能讓汽車得到快速的恆功率充電方式，較傳統的恆流充電方式相比，最大程度提升電路的輸出功率，如圖 2 所示，此實驗有助於汽車快速充電的技術研發。 (2) 即使在磁耦合器不對準的情況下，控制系統也能穩定輸出恆定功率給設備高效充電，證明即便汽車在動態的情況下，所研發系統都能確保汽車得到高效充電。 (3) 另外一方面，設計亦能提供有效的寬電壓範圍輸出，因而具備高兼容性之特性，此特性已通過實驗驗證。此特性為後期無線電能傳輸模塊化提供可能性，為不同的汽車提供充電服務，有利於汽車動態無線電能傳輸技術的推進。
技術成熟度	TRL4：原型組件或製程的實驗測試或驗證：原型組件及（或）製程的設計、開發及實驗室等相關環境的測試或驗證。結果顯示可達到計劃或模型系統要求的性能指標。
應用範圍	為一些交通工具和商業設備提供恆功率高效充電技術，交通工具包括：電動汽車、電動電單車、電動滑板車等；商業設備包括：自動導引車、電動卡丁車、醫療機器人等。

投產條件和預期經濟效益	當涉及投產條件時，需要考慮以下幾個關鍵方面： (1) 硬體優化：與工業專業人士合作，對設備的工藝、元件使用和佈局進行優化。他們的專業意見將有助於提高設備的性能和效率。 (2) 設備升級：如果您計劃將接收裝置嵌入設備以進行升級改造，您需要對生產線進行相應的改動。這可能需要一些時間和資源投入，但這樣做將使您的設備變得更加現代化和高效。 (3) 法律法規：如果您計劃對交通工具進行改造，您需要深入瞭解不同地區的法律法規，並確保與之相符合。這將有助於確保您的設備符合相關標準和法規要求。 通過與專業人士合作，並深入瞭解相關領域的要求和規定，您將能夠滿足投產條件，並確保設備的順利投產和運行。 預計這項技術將帶來以下經濟效益： 商業設備方面： (1) 快速高效的充電條件將縮短設備的充電時間，提高工作效率。 (2) 無需人工介入的充電過程將節省人力成本。 (3) 自動化程度高的補能方式將減少設備閒置時間，增加生產效率。 交通工具方面： (1) 快速高效的充電將提供更好的充電體驗，加快電池充電速度，並減少充電時產生的不必要發熱問題。 (2) 無接觸充電技術將促進人們對無線充電的接受程度，推動電動交通工具的普及。 (3) 電動交通工具的普及將有助於實現碳中和目標，減少對傳統燃油的依賴，降低環境污染。 綜上所述，這項技術的快速高效補能方式將為商業設備和交通工具帶來許多經濟效益，包括提高工作效率、節省成本和推動可持續發展。
合作方式	商業模式可為 B2B 和 B2C，B2B 具體為向合適嵌入此成果的交通工具和商業設備廠商提供現成的無線充電系統的接收置，或將該系統接收裝置的設計授權予廠商，以供其進行深度定制設計；B2C 具體為面向客戶銷售恆功率高效充電接收裝置，客戶可在經銷商處進行該裝置的安裝。

聯系地址	澳門大學科研大樓北二十一座 (N21)3 樓 模擬與混合信號超大規模集成電路國家重點實驗室		
聯 系 人	林智聲	電話	(853) 8822 4417
網址	https://ime.um.edu.mo/people/cslam/	傳真	(853) 8822 2441

一階段穩健高維均值向量控制圖設計

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0033/2020/A1	澳門大學	舒連傑	一階段穩健高維均值向量控制圖設計

項目摘要

1. 研究背景

由於傳感和資料獲取技術的迅速發展，高維過程的監測越來越受到重視。在統計過程式控制中，一階段分析主要任務是評估過程穩定性，除掉失控點，估計過程在受控狀況下的基準參數。一階段分析對於獲得第二階段監測的可靠參數至關重要，低效的一階段分析不能對基準參數提供可靠的估計。本課題研究一階段中對高維過程均值向量的監測分析。主要著手點是修正現有假設檢驗統計量需要依賴稀疏或非稀疏結構假設，通過估計變數偏移方向，使新假設檢驗量不依賴於稀疏結構假設。

2. 研究目標

本專案研究目標係提出一種性能更好的控制圖來實現一階段中對高維過程均值向量的監測。考慮到在生產實際當中，發生偏移變數個數很少知道。本研究提出了一種定向似然比的穩健高維均值兩樣本檢驗方法。該方法的基本思想是首先估計向量發生偏移的方向，再利用定向似然比建立檢驗量。所提出控制圖不需要對偏移變數個數作出稀疏或非稀疏假設，因此更具一般性，應用範圍更廣。

3. 簡介研究工作的主要進展

本專案在下面三個方面展開具體拓展工作：（1）提出了一種定向似然比的穩健高維均值兩樣本檢驗方法；（2）在該框架下，建立第一階段分析控制圖；（3）控制圖設計及性能的比較：討論控制圖設計參數的選取及比較控制圖在變點彈出靈敏度及準確度方面會優於傳統控制圖。

4. 研究成果與應用

本專案提出了一種基於定向似然比的高維一階段分析新控制圖。該方法優點包括（一）不需要依賴稀疏或非稀疏結構假設，更具一般性，應用範圍更廣；（二）提高了變點監測的靈敏度及準確度。該研究成果也將應用在實際製造工業中，對品質控制及改進有重要的現實意義及廣泛的適用性。

5. 進一步工作

研究結果主要考慮一階段分析，沒考慮第二階段實時監測。進一步工作將把研究方法拓展到第二階段實時監測，探討在第二階段實時監測的性能。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Wind Turbine Fault Diagnosis based on Transfer Learning and Convolutional Autoencoder with Small-scale Data	Li, Y., Jiang, W., Zhang, G., and Shu, L.	Renewable Energy, 2021, 171, 103-115.	75
期刊論文	A Fault Diagnosis Method for Wind Turbines with Limited Labeled Data based on Balanced Joint Adaptive Network	Zhang, G., Li, Y., Jiang, W., Shu, L.	Neurocomputing, 2022, 481: 133-153.	14
期刊論文	A Generalized Exponentially Weighted Moving Average Control Chart for Monitoring Autocorrelated Vectors	Wang, B., He, Z., and Shu, L.	Communications in Statistics - Simulation and Computation, 2023, 52(6): 2559-2577.	1
期刊論文	A Change-point Method for Phase I Analysis of High-dimensional Processes with Sparse Mean Shifts	Huang, W., Li, Y., Shu, L., and Wang, L.	Naval Research Logistics, 2023, 70(3), 261-273	1
期刊論文	A Robust Glasso Approach to Portfolio Selection in High Dimensions	Ding, W., Shu, L., and Gu, X.	Journal of Empirical Finance, 2023, 70, 22-37.	1
期刊論文	An Enhanced Factor Model for Portfolio Selection in High Dimensions	Shi, F., Shu, L., and Gu, X.	Journal of Financial Econometrics, 2022 https://doi.org/10.1093/jjfinec/nbac029	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	An Adaptive Weighted Component Test for High-Dimensional Means	Qu, Y., Shu, L., and Xu, J.	Statistica Sinica, 2022, doi:10.5705/ss.202022.0143	0
期刊論文	Joint Diagnosis of High-dimensional Process Mean and Covariance Matrix based on Bayesian Model Selection	Xu, F., Shu, L., Li, Y., and Wang, B.	Technometrics, 2023, 1-15 https://doi.org/10.1080/00401706.2023.2182366	0
會議論文	Phase I Monitoring Method for Sparse Mean Shifts in High Dimension	Huang, W., Shu, L., Li, Y., and Wang, L.	The International Conference on Statistics, Data Analytics and Big Data Technology, Qingdao, 2023.	-
會議論文	High-dimensional portfolio selection through a robust Glasso approach	Shu, L.	The 14th International Conference on Management, Economics and Humanities, Copenhagen, Denmark, 2023	-
會議論文	A cellwise-type robust principal component analysis	Shu, L., Liu, Y. and Su, Y.	The 6th International Conference on Computers in Management and Business, Macau, 2023	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於遙感數據的月球火星地表特徵識別和對比分析

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0038/2020/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	田小林	基於遙感數據的月球火星地表特徵識別和對比分析

項目摘要

1. 研究背景

國務院《2016 中國的航太》白皮書指出未來五年將“通過月球探測工程的實施，開展月表形貌探測和地質勘察，... 深化對月球成因和演化的認知”並“實施中國首次火星探測任務”。根據白皮書規劃的航太強國發展願景，本項目擬根據比較行星學原理，運用圖像處理與模式識別、特別是近年蓬勃發展的人工智慧深度學習技術，綜合月球與火星多載荷衛星資料，研發實現不同載荷遙感數據的智慧處理演算法。

2. 研究目標

具體研究目標包括月球或火星不同載荷遙感數據間的自動配准、月球與火星典型地表形貌特徵的自動提取與比較分析；並擬借助反射光譜學的相關知識，反演月球表面典型區和火星表面相似區礦物含量、分佈特徵等，為月球與火星典型地形地貌單元的識別提供進一步佐證。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) 研究月球與火星多載荷探測數據的自動配准演算法

為保證圖像轉換的空間一致性，進而保證基於圖像轉換的月球火星多載荷遙感圖像配准方法的準確性，本項目提出了基於空間資訊一致的全監督、半監督和無監督圖像轉換模型，用於多載荷遙感圖像配准，並探索了多載荷遙感圖像配准的新範式。實驗結果表明，提出的三種模型均比 SOTA 模型更適用於多載荷遙感圖像配准。

2) 研究月球與火星地表特徵典型區域的特徵自動提取與比較分析演算法

為研究人工智慧深度學習演算法對月球與火星不同地形特徵的識別效果，本項目收集製作了多個與月球與火星地表典型區域不同地形樣本的不同數據集以分析典型區域特定地形的形態特徵與分佈規律等；目前已初步完成的包括月球與火星的撞擊坑、線性結構，月球火山穹窿與火星泥火山等數據集。在完成的數據集準備的基礎上項目組按計劃對不同類型的地形樣本開展了自動提取等檢測演算法的研究，在比較分析了相關深度學習演算法後分別對不同地形樣本的自動提取提出了改進模型；實驗結果表明本項目提出的多個與月球與火星地表特徵典型區域的特徵自動提取相關的改進模型均獲得設計預期的滿意效果。

3) 研究月球表面典型區域、火星表面相似區礦物含量的反演與結果分析

火星含水礦物資訊的提取對探明火星水環境及地質演變過程有重大意義。本項目主要開展了以下研究：利用火星高光譜數據 CRISM，使用 Summary parameter 與動態孔徑因數分析與目標轉換（Dynamic aperture factor analysis target transformation，簡稱 DAFATT）兩種方法，對

ExoMars 火星計劃候選著陸點之一的 Mawrth Vallis 區域進行了含水礦物——蛇紋石分佈情況研究。以上兩種方法得到的蛇紋石分佈情況具有良好的一致性。輝石是月殼中含量最豐富也是最常見的一種造岩礦物，在變質岩以及火成岩中廣泛分佈。對於月球礦物，本項目主要利用月球多光譜數據 Clementine，使用礦物反演模型，反演得到了 Apollo17 登月區輝石含量分佈圖。

4. 研究成果與應用

- 1) 研究月球與火星多載荷探測數據的自動配准演算法。
- 2) 研究月球與火星地表特徵典型區域的特徵自動提取與比較分析演算法。
- 3) 研究月球表面典型區域、火星表面相似區礦物含量的反演與結果分析：

本項目利用火星高光譜數據 CRISM，使用 Summary parameter 與 DAFATT 兩種方法進行火星含水礦物——蛇紋石的識別，準確獲得蛇紋石的分佈位置。蛇紋石的存在暗示著火星過去的熱液環境，將其分佈結果應用於人類辨析火星是否存在過宜居環境的研究，將具有重要的推動意義。同時，利用月球多光譜數據 Clementine，使用礦物反演模型對月球礦物輝石進行月壤成熟過程以及月殼演化歷史的深入研究提供重要資訊。相關研究結果擬投稿的 SCI 期刊論文正在撰寫中。

5. 進一步工作

- 1) 研究月球與火星多載荷探測數據的自動配准演算法

通過本項目的研究，基於全監督、無監督和半監督圖像轉換模型的多載荷遙感圖像配准範式的可行性已得到驗證。但圖像轉換的質量仍有進一步提升的空間，例如在無監督條件下的圖像轉換仍然難以用於多載荷遙感圖像配准。然而現有的大量未標注的多載荷遙感圖像僅是被保存，目前尚未被利用。2023 年以來，基礎大模型以及生成式 AI 模型的井噴式發布，大大提升了無監督條件下的圖像轉換質量。因此本項目進一步工作將基於基礎大模型以及生成式 AI 模型，進一步提升基於圖像轉換的多載荷遙感圖像配准的精確度，爭取構建基於零樣本圖像轉換的多載荷遙感圖像配准模型。

- 2) 研究月球與火星地表特徵典型區域的特徵自動提取與比較分析演算法

月球與火星撞擊坑：本項目已研發針對月球火星撞擊坑目標檢測的智慧演算法，達到預期的自動提取效果；但對撞擊坑類型的細分檢測演算法仍需進一步研究與改善，包括準確率的提升與演算法的完善等。項目今後的工作包括進一步收集製作用於撞擊坑細分類的數據集，改進完善已有演算法對撞擊坑細分類的檢測能力；在研究撞擊坑細分類的基礎上探究比較月球與火星典型區域撞擊坑是否存在形態特徵或分佈上的異同，分析其可能原因以為今後進一步的科學發現奠定研究基礎。

- 3) 月球穹窿：目前本項目已初步完成基於深度學習的月球穹窿識別研究，效果滿意。將來會對已提出的演算法進一步優化，同時擬利用不同源的多種載荷的月球數據對穹窿進行識別、佐證。我們期待優化後的模型可對穹窿識別獲得更高的準確率，同時爭取在月球表面發現更多的潛在穹窿，為今後月球地質演化等研究提供更可靠依據。

火星泥火山：本項目設計並實現了一種高效的火星泥火山目標識別演算法。將來的研究工作會進一步優化提出的火星泥火山特徵提取方法以提高該目標識別演算法的性能，並通過實驗驗證所研發演算法的有效性。會進一步評估已研發演算法在實際火星探測任務中的應用價值，進一步利用所開發的目標識別演算法分析火星泥火山的分佈規律，為火星地質研究提供新的視角；研究火星泥火山與地下水資源之間的關係，為火星水資源探索提供重要線索。

月球與火星線性結構：我們將從目標識別階段進入目標檢測階段，擬使用語義分割和目標檢測的結果進行圖像融合的方式進一步精準識別線性結構並計算其相關的地理參數。

4) 研究月球表面典型區域、火星表面相似區礦物含量的反演與結果分析

深度學習已經被證實是一個強大的特徵提取工具，將深度學習應用於高光譜數據的分類，已顯示出較好的性能。本項目擬進一步將深度學習技術引入到高光譜礦物分析中，以期從高光譜數據中獲得更為關鍵的資訊，保證有更多的礦物光譜資訊被保留下來，以獲得更精細的礦物資訊與分佈圖。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	K-Means Clustering Guided Generative Adversarial Networks for SAR-Optical Image Matching	Du Wenliang; Tian Xiaolin	IEEE Access, vol. 8, pp. 217554-217572, December, 2020,	SCI
期刊論文	Exploring the Potential of Unsupervised Image Synthesis for SAR-Optical Image Matching	Du Wenliang; Tian Xiaolin	IEEE Access, vol. 9, pp. 71022-71033, 2021	SCI
期刊論文	A Semi-Supervised Image-to-Image Translation Framework for SAR-Optical Image Matching	Du Wenliang; Tian Xiaolin	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, vol. 19, 4516305, November 2022.	SCI
期刊論文	Frequency roughness analysis in image processing and game design	Li, Jiaqi	Journal of Intelligent Information Systems (2021).	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A New Lunar Dome Detection Method Based on Improved YOLOv7	Tian Yunxiang; Tian Xiaolin	Sensors, Volume23 Issue19, 2023	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

核衰變與行星物理

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0048/2020/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	倪冬冬	核衰變與行星物理

項目摘要

1. 研究背景

宇宙中可見物質質量的 73% 以氫原子的形式存在，25% 以氦原子的形式存在，剩下大約 2% 則以其他元素（比氫氦重）的形式存在。氫和氦元素，在宇宙誕生初期就形成了，它們是太陽和氣態巨行星（木星和土星）的重要組成部分，氫氦高溫高壓下的狀態方程對認識太陽和氣態巨行星的內部結構與形成機制有著非常重要的作用。比鐵更重的元素（即超鐵元素）雖然豐度很小，但卻是組成類地行星和人類必不可少的重要部分，研究超鐵元素的起源是探索生命起源過程中不可或缺的一個環節；爆發性天體事件（如原初核合成、新星、X 射線暴及超新星等）中的核合成是超鐵元素起源的一個關鍵過程，是當前核天體物理研究的熱點和具有挑戰性的課題，涉及到大量遠離穩定線奇特核的結構、反應和衰變特性。

2. 研究目標

遠離穩定線原子核衰變性質是研究核天體物理學中宇宙演化和元素核合成過程的重要輸入量之一，氫氦高壓狀態方程是研究氣態巨行星內部結構和動力學過程的重要輸入量之一。本項目主要包含兩方面的工作：一是建立遠離穩定線原子核衰變的理論模型，研究爆發性天體事件中關鍵的核衰變，瞭解其對宇宙中元素豐度分佈和核合成過程時間尺度的影響；二是第一性原理計算氣態巨行星內部氫氦高壓狀態方程，建立氫氦狀態方程數據庫，瞭解其對巨行星內部結構和動力學過程的影響。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 在遠離穩定性奇特核研究方面，我們圍繞 β 衰變、 α 衰變以及雙質子放射性進一步發展了質子-中子准粒子無規相近似模型、R 矩陣理論和半微觀結團模型、以及密度依賴結團模型，系統研究了奇特核衰變性質，為研究天體核合成過程提供了重要核子物理數據。研究成果在國內外期刊正式發表論文 4 篇。
- 2) 在超出標準模型的新物理模型研究方面，我們探索了中子與中性粒子可能存在的混合現象，該現象破壞重子數守恆，能夠為正反物質不對稱提供合理的解釋；我們還探索了中子星內部雙中子衰變為雙惰性反中微子，其有可能是暗物質的候選者，可以通過分析雙星系統軌道週期的變化速率，約束超出標準模型的新物理粒子的質量。相關成果在國際期刊上正式發表 SCI 論文 2 篇。
- 3) 我們基於行星內部結構模型和混合密度網路機器學習方法，設計和訓練了多個機器學習模型，可快速預言岩石行星和氣態巨行星的內部結構和性質。相關成果在國際期刊上正式發表 SCI 論文 3 篇。

4) 中國探月工程和探火工程的重要科學目標之一就是水冰探測，我們緊密圍繞國家深空探測重大任務，開展地外環境水冰和水合物的理論研究。我們結合水蒸氣擴散模型和土壤表層熱模型，對火星北半球中低緯度區域地下季節性水冰開展研究，著重研究了火星季節性變化的大氣對地下水冰的影響；同時我們還基於火星土壤熱模型和機器學習模型，設計和訓練了多個機器學習模型，實現了火星土壤熱慣量的快速獲取。火星高緯度地區的表層土壤及冰層下很可能存在大量的水合物，冰衛星水冰殼層下面也很可能存在水合物層。相較於實驗研究，分子動力學模擬具有更好的時空解析度，且能夠更加方便地設置星際極端熱力學條件，觀察粒子的微觀行為。為此，我們通過長時間大規模的分子動力學模擬研究了甲烷 -1 甲基呱啶 (MPD) 二元體系下 sH 水合物的生長機制，系統分析了溫度、壓力、以及 MPD 濃度對 sH 型水合物生長速率的影響。研究成果在國外期刊正式發表 SCI 論文 6 篇。

4. 研究成果與應用

研究成果包括：遠離穩定綫奇特核衰變模型、超出標準模型的新物理模型、火星環境下水汽擴散模型和土壤熱模型、火星北半球地下水冰原位熱採模擬、地外環境下水合物的分子動力學模擬體系、以及係外行星內部結構的機器學習預測模型。

5. 進一步工作

在前期工作的基礎上，擬進一步開展地外環境水資源原位開採機制研究和系外行星宜居性研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Machine learning techniques in studies of the interior structure of rocky exoplanets	Yong Zhao, Dongdong Ni	Astronomy & Astrophysics 650, A177 (2021 年 6 月正式發表)	SCI
期刊論文	Understanding the interior structure of gaseous giant exoplanets with machine learning techniques	Yong Zhao, Dongdong Ni	Astronomy & Astrophysics 658, A201 (2022 年 2 月正式發表)	SCI
期刊論文	Quantitative correlation of refractory elemental abundances between rocky exoplanets and their host stars	Zibo Liu, Dongdong Ni	Astronomy & Astrophysics 674, A137 (2023 年 6 月正式發表)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Machine-learning Inferences of the Interior Structure of Rocky Exoplanets from Bulk Observational Constraints	Yong Zhao, Dongdong Ni, Zibo Liu	The Astrophysical Journal Supplement Series 269, 1 (2023 年 11 月正式發表)	SCI
期刊論文	Investigation on in- situ water ice recovery considering energy efficiency at the lunar south pole	Hongqing Song, Jie Zhang, Dongdong Ni, Yueqiang Sun, Yongchun Zheng, Jue Kou, Xianguo Zhang, Zhengyi Li	Applied Energy 298, 117136 (2021 年 6 月正式發表)	SCI
期刊論文	Revealing the growth mechanism of sH hydrate by molecular simulations.	Mingmin Zhang, Zhengcai Zhang, Dongdong Ni	Journal of Molecular Liquids 363, 119873 (2022 年 7 月正式 發表)	SCI
期刊論文	Evaluating the gas storage capacity of 1,3-dioxolane– hydrogen binary hydrates via molecular simulations	Mingmin Zhang, Dongdong Ni	Journal of Molecular Liquids 393, 123542 (2024 年 1 月正式發表)	SCI
期刊論文	What makes 1,3-dioxolane an efficient sII hydrate former?	Mingmin Zhang, Dongdong Ni, Zhengcai Zhang	Fuel 334, 126714 (2023 年 2 月正式 發表)	SCI
期刊論文	Neutron-neutral particle mixing and its observable consequences	Yongliang Hao, Dongdong Ni	Physical Review D 106, 115028 (2022 年 12 月正式發表)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Dineutron decay into sterile antineutrinos in neutron stars and its observable consequences	Yongliang Hao, Dongdong Ni	Physical Review D 107, 035026 (2023 年 2 月正式發表)	SCI
期刊論文	Modeling the distribution of subsurface seasonal water ice with varying atmospheric conditions at northern low to midlatitudes on Mars	Hongqing Song, Jie Zhang, Yang Liu, Yueqiang Sun, Dongdong Ni	Icarus 389, 115262 (2023 年 1 月正式 發表)	SCI
期刊論文	Constraining the thermal inertia of Mars utilizing machine learning techniques	Hongqing Song, Jie Zhang, Shuyi Du, Dongdong Ni, Yang Liu, Yueqiang Sun	MNRAS 522, 1697 (2023 年 4 月正式 發表)	SCI
期刊論文	Investigation of in situ thermal mining of shallow excess ice at Martian northern midlatitudes	Hongqing Song, Jie Zhang, Yang Liu, Yueqiang Sun, Dongdong Ni	Advances in Space Research 72, 4997 (2023 年 12 月正式 發表)	SCI
期刊論文	Thermophysical properties of the regolith on the lunar far side revealed by the in situ temperature probing of the Chang'E-4 mission	Xiao Xiao, Shuoran Yu, Jun Huang, He Zhang, Youwei Zhang, Long Xiao	National Science Review 9, nwac175 (2022 年 8 月正式發表)	SCI
期刊論文	Dynamic evolution of changbaishan volcanism in Northeast China illuminated by machine learning	Yong Zhao, Yigang Zhang, Dongdong Ni	Frontiers in Earth Science 10, 1084213 (2023 年 1 月正式發表)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Research on two-proton radioactivity in density- dependent cluster model	Ziyi Yuan, Dong Bai, Zhen Wang, Zhongzhou Ren, Dongdong Ni	Sci. China-Phys. Mech. Astron. 66, 222012 (2023 年 2 月正式 發表)	SCI
期刊論文	β -decay Properties of Waiting-point Nuclei in an Improved pn-QRPA Model	Qiyu ZHENG, Dongdong NI, Dong BAI, Zhongzhou REN	Nuclear Physics Review, 38, 361 (2021 年 12 月正式 發表)	CSCD

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

構造與火山相互作用機制研究： 對月球物質成分分佈和熱演化的啟示

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0049/2020/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	張鋒	構造與火山相互作用機制研究：對月球物質成分分佈和熱演化的啟示

項目摘要

1. 研究背景

天體殼層加熱和冷卻引起的收縮和擴張運動在許多天體表面（包括類地行星、大部分衛星和小行星）形成了最基本的變形構造單元：褶皺和斷裂（圖 1-1；Greeley, 1994）。瞭解這些構造的形態特徵、演化及形成機制是研究類地行星及其他固態天體形成和演化的重要基礎（劉德良等，2009）。岩漿與火山作用也是類地行星及某些固態衛星上（如月球）重要的內部地質過程，對塑造行星表面地形地貌起著十分重要的作用。岩漿和火山作用為類地行星內外物質和能量傳輸和轉移的一種有效方式（Moore et al., 2017; Uenzelmann-Neben, 2013），加速了內部冷卻過程，在熔岩結晶分異和重力作用驅使下形成了不同的圈層結構，是行星成形和後期演化，甚至產生宜居性環境的重要驅動力。對行星表面火山地貌的研究可以幫助我們更好的理解行星內部岩漿系統的地球物理化學特性、火山噴發機制、噴發類型及其產物和噴發歷史。因此，對火山地貌及其成因有關過程的認識是研究行星成分和熱演化的必要條件。

岩漿作用和構造作用（大型錯斷往往伴隨地震）往往緊密相連，因而，行星表面的火山地貌不是隨機分佈的，而是與構造特徵分佈存在著特定的聯繫（Özacar et al., 2010）。它們的空間分佈特徵反映了岩漿作用和內部過程的相互作用歷史，比如地球內部的岩漿作用由於受到板塊構造的控制，從而造成絕大多數的火山地貌往往分佈於離散或聚合板塊的交界處（Lowman et al., 1999）。

包括月球在內的太陽系內的固體天體在早期的歷史中大都發生過廣泛強烈的構造和火山活動。小天體撞擊、火山噴發和地球上生命的出現與演化息息相關（Keller, 2005, 2014; Keller et al., 2009; Morgan et al., 2004; White and Saunders, 2005; Font et al., 2016）。因此，岩漿、火山作用與構造作用的相互關係是開展本研究的基礎和內容。固體行星演化進程中，伴隨著不斷冷卻，岩漿房內岩漿的結晶分異會釋放揮發分，不斷釋放的揮發分集聚產生的超壓作用於上覆岩層，當此壓強超過上覆岩層的重力壓強和屈服強度時，熔岩就破殼而出，引起火山噴發事件（Head and Wilson, 2017; Wilson and Head, 2017）。因此，殼層較薄弱處容易引起幔層深處減壓熔融，產生大量岩漿並導致火山噴發事件。如果構造活動產生的張性斷裂如果延伸到岩漿房，導致岩漿房內的揮發分瞬間轉移和釋放，在大量揮發分的驅使下也會引起岩漿遷移和火山噴發事件，此時，張性斷裂可能為岩漿遷移和火山噴發提供通道。對地球上地震與火山噴發之間相關性的監測結果已經證實了這一點（Eggert and Walter, 2009），此外，月球上月海玄武岩的分佈與深層月震之間的相關性也說明瞭月球內部構造活動與岩漿作用之間存在著相互作用（圖 1-2，Qin et al., 2012）。

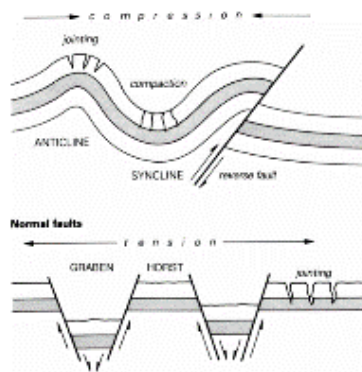


圖 1-1 擠壓和拉伸應力引起的構造變形（引自 Greeley, 1994）

對於單板塊的月球來說，古老的月殼表面佈滿了大大小小的撞擊坑，同時說明早期月球擁有一個較厚的岩石圈。因此，月球表面以垂向構造特徵為主（Melosh, 1978; Solomon and Head, 1979），包括地塹（Graben）和皺脊（Wrinkle ridge）。地塹是張性構造，與岩石圈的橫向擴張和內部岩牆的形成（岩漿在線性裂隙中的侵入和上升）有關（e.g., Golombek and McGill, 1983; Head and Wilson, 1993; Klimczak, 2014）。與張性裂隙和地塹有關的火山機構和噴發物在月海地區（玄武質火山物質填充到大型盆地內部形成的火山平原）和大型撞擊坑內部均有發生（Head and Wilson, 2017），主要發生於撞擊構造的邊緣地帶（分佈有大量張性構造，Head and Wilson, 1992）。月球上與盆地形成和演化有關的地塹主要形成於 36 億年之前，大撞擊事件之後，在全域分佈上大致以盆地為中心呈現環繞或輻射分佈（Lucchitta and Watkins, 1978）。而皺脊是固體天體表面普遍存在的一種擠壓應力引起的構造特徵，它們的形成與盆地內部火山物質的載入和全球性冷凝收縮引起的橫向擠壓力有關，解譯為逆沖斷層，但在空間展布上呈現多種複雜的組合形態（e.g., Plescia and Golombek, 1986; Sharpton and Head, 1988; Watters, 1988; Schultz, 2000; Mueller and Golombek, 2004）。月球演化後期（晚期大轟炸之後，約 38 億年以來；Gomes et al., 2005），全球性收縮產生的擠壓性構造預示著月球內部的熱狀態逐漸萎縮，熔融源區向深部轉移。此時由於冷卻而體積收縮產生的擠壓應力主導岩石圈的應力狀態，熔岩上升並發生火山噴發的難度也隨之增大，直至火山噴發的通道被完全關閉（e.g., Solomon, 1978; Solomon and Head, 1979, 1980; Head and Wilson, 2017）。因此，月球上的火山噴發事件主要發生於 30 億年之前（e.g., Hiesinger et al., 2011），此後月球全球性收縮一直持續到現在（Watters et al., 2010; 2015）。

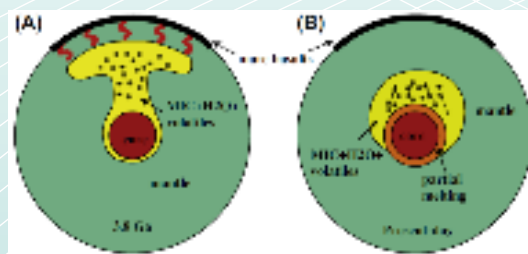


圖 1-2 38 億年之前 (A) 和現如今 (B) 月球內部結構和狀態示意圖（Qin et al., 2012）。MIC 代表富鈦鐵礦堆積岩和橄欖石 - 斜方輝石的混合物，是在岩漿洋事件之

後富含鈦鐵礦堆積岩由於重力翻轉而在富含橄欖石 - 斜方輝石的月幔中下沉過程中形成的 (Shearer et al., 2006)。MIC 富含放射性元素、水和其它揮發分。(A) 中早期 MIC 形成的地幔柱上升到近月殼引起的減壓熔融形成了早期月海玄武岩。隨著月球的不斷冷卻，相對高密度的 MIC 發生下沉退回到月幔深處，如圖 (B) 所示，也是深層月震的主要發源地 (星號)，可能與含水等揮發分對局部物質的弱化有關 (Frohlich and Nakamura, 2009)。— MIC 部分熔融區仍存在於月核與月幔之間 (Nakamura, 2005 ; Nakada and Karato, 2012 ; Zhang et al., 2017)，部分熱源來自於潮汐加熱 (Harada et al., 2014, 2016)。

月海皺脊主要形成於月海玄武岩加載之後，因為它們主要分佈於月海地區且巨型月脊（長度達 300 千米，寬度 20 千米，高度 0.5 千米）通常貫穿切割多個不同年齡的玄武岩單元，以至個別月脊延伸到月陸高地 (Wilhelms, 1987)。我們近期的研究 (Zhang et al., 2016) 發現了坐落於月脊上的一個大型火山口 (圖 1-3)，儘管月球上的火山口由於受到眾多撞擊構造的影響難以識別。此火山口直徑略大於 3 公里，其北面出露有扇形玄武岩堆積，且火山口附近可以看到其陡峭的側翼斷崖。我們推測該火山口應該形成於月脊之後，否則逆沖斷層活動會切割火山口，而我們所看到的是形態保存完好的火山口。那麼，由此引出一個需要解決的問題：火山噴發常與橫向拉伸構造相關，受擠壓應力控制的逆沖構造為何會誘發火山噴發？因此本研究旨在開展月球上月脊與火山構造、地貌的相關性研究，力求解決擠壓構造區產生火山噴發的機制問題。

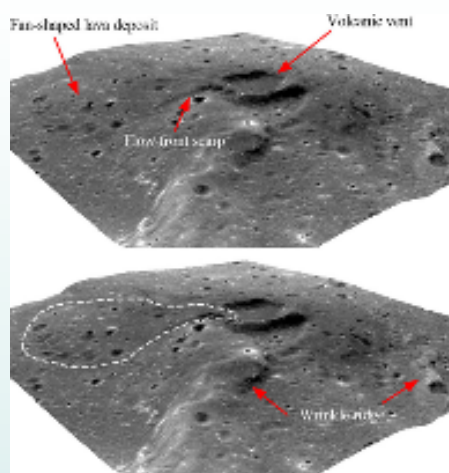


圖 1-3 火山口與月脊的空間分佈關係圖 (Zhang et al., 2016)，底圖為 Kaguya 地形相機影像圖 (~10 m/pixel) 疊加於其獲取的 DEM 數據。下圖將火山口附近的噴發堆積物用白色虛線標出。

大規模火山噴發主要發生於月球膨脹擴張的月球演化早期，大碰撞事件、放射性元素輻射生熱、潮汐加熱和太陽照射等為其提供了熱源。但隨著時間推移，為月球提供熱源的各個因素逐漸減弱，以至後期收縮擠壓佔據主導地位，岩漿源區逐漸轉移到更深的下月幔。月脊是象徵月球冷卻收縮的構造特徵，此地質背景下，研究岩漿與火山作用的發生和運作機制，對深入理解月球內部岩漿與大地構造系統相互作用關係和隨時空的演化規律以及月球熱演化歷史有重要意義。

2. 研究目標

基於國際多源遙感數據，結合大地構造特徵和岩漿與火山作用的發生和發展機制，以地球上構造地質特徵和火山噴發相互作用的知識積累與背景作為條件約束，採用比較行星學的方法，研究月球上以月脊為代表的擠壓性構造與岩漿、火山系統的相互作用機制，以此增強對月球上火山噴發機制和熱演化的認識，為未來建立月球基地和科學考察站提供科學參考。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 月脊與火山地貌的時空關係研究；
研究月脊的大小和分佈；圍繞月脊一定距離範圍內（緩衝區分析），識別不同火山構造和地貌特徵，並定量分析火山地貌的三維特徵，確定火山地貌與月脊的空間分佈關係。
- 2) 研究與月脊形成有關的構造地質學原理；
月脊要素識別、分析和解譯，並將一系列構造要素與斷層要素相結合，建立模型，探究與月脊形成有關的構造地質學原理。開展與月脊形成有關的熱演化研究；系統調研斷層構造在不同地質背景下的發生、發展和運作機制，以及在表面的反饋表現形式，並建立與之有關的地貌劃分標準。
- 3) 火山噴發機制研究；
開展以地球火山地貌為參照的比較行星學研究，建立一一對應關係，並比較其異同，確定引起差異的原因；通過調研地球上相似地質事件的成因，闡明月球上此類事件發生的影響因素存在哪些異同，地層關係分析。分析與月脊形成有關的火山機構和地貌，判斷其噴發類型和階段。
- 4) 構造與岩漿、火山系統的相互作用機制研究。
建立理論模型，闡述與月脊形成有關的構造 - 火山相互作用機制。月脊、撞擊構造和岩漿、火山相互作用與地質時間的結合，可以解決月球熱演化過程中的重要問題，比如月脊的形成與火山噴發事件的先後關係。

4. 研究成果與應用

- 1) 實現月球全球範圍內月脊與多種火山地貌的相關性分析，確定有關構造活動與火山噴發之間的相互作用機制；
- 2) 建立構造 - 岩漿、火山作用的理論模型，加深對月球成分分佈和熱演化歷史的認識；
- 3) 發表 13 篇 SCI 期刊論文；
- 4) 培養碩士研究生 2 名，博士研究生 6 名，博士後 3 名。

5. 進一步工作

繼續研究晚期火山噴發成因機制。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Evidence for structural control of mare volcanism in lunar compressional tectonic settings	Feng Zhang, Alberto Pizzi, Trishit Ruj , Goro Komatsu, An Yin, Yanan Dang, Yang Liu & Yongliao Zou	Nature Communications, 2023.05.08,doi: doi.org/10.1038/s41467-023-38615-1	SCI
期刊論文	Rock abundance and evolution of the shallow stratum on Chang'e-4 landing site unveiled by lunar penetrating radar data	L Zhang, Y Xu, R Bugiolacchi, B Hu, C Liu, J Lai, Z Zeng, Z Huo	Earth and Planetary Science Letters 564, 116912 , 2021/6/15	SCI
期刊論文	Diverse Polygonal Patterned Grounds in the Northern Eridania Basin, Mars: Possible Origins and Implications	Y Dang, F Zhang, J Zhao, J Wang, Y Xu, T Huang, L Xiao	Journal of Geophysical Research: Planets 125 (12), e2020JE006647, 2020.12	SCI
期刊論文	The Lunar Mare Ring-Moat Dome Structure (RMDS) Age Conundrum: Contemporaneous with Imbrian-Aged Host Lava Flows or Emplaced in the Copernican?	F. Zhang, J. Head, C. Wohler, A. Basilevsky, L. Wilson, M. Xie, R. Bugiolacchi, T. Wilhelm, S. Althoff, Y. Zou	Journal of Geophysical Research: Planets 126, e2021JE006880, 2021.08	SCI
期刊論文	Layered Ejecta Craters in the Candidate Landing Areas of China's First Mars Mission (Tianwen-1): Implications for Subsurface Volatile Concentrations	S. Niu, F. Zhang, K. Di, S. Gou, Z. Yue	Journal of Geophysical Research: Planets 127, e2021JE007089, 2022.04	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Thicknesses of Mare Basalts in the Chang'E-5 Landing Region: Implications for the Late-stage Volcanism on the Moon	J. Du, W. Fa, S. Gong, Y. Liu, L. Qiao, Y. Tai, F. Zhang, Y. Zou	Journal of Geophysical Research: Planets 127, 2022.09	SCI
期刊論文	Sub-surface stratification and dielectric permittivity distribution at the Chang'E-4 landing site revealed by the lunar penetrating radar	Ruonan Chen, Yi Xu, Minggang Xie, Ling Zhang, Shengli Niu and Roberto Bugiolacchi	Astronomy & Astrophysics, Volume 664, August 2022	SCI
期刊論文	A Recalibration Model Based on the Statistical Regression Analysis Method to Align the Microwave Data of Chang'E-1 and Chang'E-2	Fan Yang, Guo-Ping Hu, Kwing Lam Chan, Ken-Tao Tsang, Yong-Chun Zheng, Yi Xu, Lu Heng Sunny Yu	期刊 IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing 卷號 60 頁碼範圍 1-11 , 2021/11	SCI
期刊論文	A Complex Paleo-Surface Revealed by the Yutu-2 Rover at the Lunar Farside	Jialong Lai, Yi Xu, Roberto Bugiolacchi, Hon Kuan Wong, Luyuan Xu, Xunyu Zhang, Ling Zhang, Xiaoping Zhang, Long Xiao, Bin Liu, Kaichang Di	Geophysical Research Letters , 卷號 48 , 期號 20 , 頁碼範圍 e2021GL095133 , 2021/10	SCI
期刊論文	Dielectric Properties of Lunar Materials at the Chang'e-4 Landing Site	Jialong Lai, Feifei Cui, Yi Xu, Chaofei Liu and Ling Zhang	Remote Sens. 2021, 13(20), 4056 , 2021/10/11	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Comparative Study of the Geomorphological Characteristics of Valley Networks between Mars and the Qaidam Basin	Lu Chen, Yi Xu, Bo Li	Remote Sensing 卷號 13， 期號 21， 頁碼範圍 4471，2021/11	SCI
期刊論文	Calculation of dielectric constant, loss property and scattering characteristics from the future martian GPR data	Ling Zhang, Yi Xu, Rui Chen, Hon Kuan Wong, Jialong Lai, Xindong Meng, Ruonan Chen, Zhaoafa Zeng, Xuan Feng, Cai Liu	2022/7/9 期刊 Icarus 頁碼範圍 115181	SCI
期刊論文	Extensive Lunar Surface Disturbance at the Chang'e-5 Mission Landing Site: Implications for Future Lunar Base Design and Construction	Le Qiao, Marcel Hess, Luyuan Xu, Christian Wöhler, James W. Head, Jian Chen, Yiran Wang, Roberto Bugiolacchi, Ayang Xiao, Feng Zhang, and Zongcheng Ling	Journal of Geophysical Research: Planets, 13 JUN 2023	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

數據與知識混合平行驅動的智能區塊鏈理論、 技術與應用驗證

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0050/2020/A1	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	王飛躍	數據與知識混合平行驅動的智能 區塊鏈理論、技術與應用驗證

項目摘要

1. 研究背景

目前，區塊鏈還存在“不可能三角”問題，即難以實現“效率 - 去中心化治理 - 安全”的聯合優化，成為區塊鏈發展極需解決的“卡脖子”問題。因此，極需將人工智慧技術引入區塊鏈系統的治理過程，構建智能區塊鏈，輔助解決區塊鏈在實際應用中面臨的各種困境和難題。針對智慧區塊鏈的研究不僅有助於解決現有區塊鏈生態系統面臨的現實困境，而且有助於區塊鏈未來在虛擬經濟、社會管理等各個領域的深度參與和廣泛運用。因此，針對智慧區塊鏈的研究具有顯著的現實意義。

2. 研究目標

總體目標是把人工智慧的數據解析、知識推理和智慧決策能力引入到區塊鏈系統的效能優化、調度治理和安全防禦等過程中，實現自適應學習與優化的智慧區塊鏈，並在企業資訊化場景中進行示範應用與驗證。具體目標為：建立一套具有原創性的平行智慧區塊鏈理論體系，研發一套基於平行智能的智能區塊鏈原型系統，並面向企業資訊化場景，實現智慧區塊鏈理論方法與平臺的示範應用與驗證。

3. 簡介研究工作的主要進展

在區塊鏈系統的數據與知識獲取方面，提出了基於多區塊鏈的數據安全交互模型及相應的數據定價機制、基於聯邦數據的多來源數據可信融合方法，實現高效的知識獲取。在區塊鏈跨域大群體建模研究，針對多個領域區塊鏈系統進行跨域大規模整體建模，提出基於分佈式自治組織（DAO）的分佈式自主科學 DeSci 六層體系結構模型、DeSci 元交易市場及平行科研院所框架、基於真自治組織（TAO）的智能期刊評審與出版協議結構、去中心化交通 DeCAST 架構和運營流程、加密貨幣市場 DAG-BLOCK 架構和細分市場結構。其中，全球關於的 DeSci 主要研究成果，均源自於本項目。在區塊鏈智慧組件構建及配置方面，提出了去中心化人工智慧協作的學習市場架構，設計了融合人工智慧技術與演算法的可插拔智慧組件，構建了面向去中心化治理的智慧組件庫，並提出其靈捷配置方法。針對數據與知識混合驅動的智慧區塊鏈的自主學習、雙向引導與平行決策，提出面向區塊鏈與 DAO 和 TAO 的平行管理與治理方法，實現區塊鏈系統的雙向引導平行決策。在面向企業去中心化可信服務場景的智慧區塊鏈平臺體系與應用驗證方面：提出智慧化管理操作系統（MOS），開發智慧區塊鏈系統 CasCAD2，提出基於區塊鏈的企業平行管理模式，並以某初創科技企業關鍵績效指標管理為例開展了應用驗證。

4. 研究成果與應用

探索並建立了智慧區塊鏈中數據與知識的混合平行驅動機理，形成了原創性的平行智能區塊鏈理論體系，提出基於人工智慧的關鍵理論模型、核心技術、演算法。將理論成功應用於企業資訊化領域，構建了計算機輔助動態設計複雜自適應系統（CasCAD2）平臺，並在可信服務場景中進行了應用驗證。

5. 進一步工作

智慧區塊鏈是 DeSci、人工智慧驅動的科學 (AI4S)、下一代互聯網 Web3.0 等的重要技術基礎，有助於構建知識生產、管理與決策生成的分佈式協作生態。下一步將延續本項目工作，開展這些前沿領域的理論、技術與方法等研究，並在智慧期刊的出版與同行評審、平行科學與平行科研院所等應用場景進行應用探索。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Learning Markets: An AI Collaboration Framework Based on Blockchain and Smart Contracts	王飛躍	IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 16, pp. 14273- 14286, 15 Aug.15, 2022	SCI
期刊論文	Multi-Blockchain Based Data Trading Markets with Novel Pricing Mechanisms	王飛躍	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 10(12): 2222-2232, September 2023	SCI
期刊論文	Can Digital Intelligence and Cyber Physical Social Systems Achieve Global Food Security and Sustainability?	王飛躍	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 10 (11): 2070-2080, September 2023	SCI
期刊論文	The Metaverse of Mind: Perspectives on DeSci for DeEco and DeSoc	王飛躍	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 9(12): 2043- 2046, December 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Can ChatGPT Boost Artistic Creation: The Need of Imaginative Intelligence for Parallel Art	王飛躍	IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica, 1(4): 835-838, April 2023	SCI
期刊論文	Fast and Progressive Misbehavior Detection in Internet of Vehicles Based on Broad Learning and Incremental Learning Systems	王飛躍	IEEE Internet of Things Journal, 9(6): 4788-4798, March 2022	SCI
期刊論文	Parallel Transportation in TransVerse: From Foundation Models to DeCAST	王飛躍	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, early access, September 2023	SCI
期刊論文	A Novel Approach for Predictable Governance of Decentralized Autonomous Organization based on Parallel Intelligence	丁文文	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 53 (5): 3092-3103, May 2023	SCI
期刊論文	A New Architecture and Mechanism for Decentralized Science Meta markets	丁文文	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 53 (9): 5321-5330, May 2023	SCI
期刊論文	Web3-Based Decentralized Autonomous Organizations and Operations: Architectures, Models, and Mechanisms	丁文文	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems 53(4): 2073-2082, December 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Logistics 5.0: From Intelligent Networks to Sustainable Ecosystems	王飛躍	IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, 8(7): 3771-3774, July 2023	SCI
期刊論文	The Future of Management: DAO to Smart Organizations and Intelligent Operations	王飛躍	IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 53 (6): 3389-3399, December 2022	SCI
期刊論文	A novel framework of collaborative early warning for COVID- 19 based on blockchain and smart contracts	王飛躍	Information Sciences, 570: 124- 143, September 2021	SCI
期刊論文	Artificial Identification: a novel privacy framework for federated learning based on blockchain	王飛躍	IEEE Transactions on Computational Social Systems, early access, February 2023	SCI
期刊論文	Blockchain-Based Crypto Management for Reliable Real-Time Decision-Making	王飛躍	IEEE Transactions on Computational Social Systems, early access, September 2022	SCI
期刊論文	DeSci Based on Web3 and DAO: A Comprehensive Overview and Reference Model	丁文文	IEEE Transactions on Computational Social Systems, 9 (5): pp.1563- 1573, October, 2022	SCI
期刊論文	Federated Control: A Trustable Control Framework for Large-scale Cyber-physical Systems	王飛躍	IEEE Transactions on Industrial Informatics	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	The DAO to DeSci: AI for Free, Fair, and Responsibility Sensitive Sciences	王飛躍	IEEE Intelligent Systems, 37 (2): 16-22, March 2022	SCI
期刊論文	Metaverses and DeMetaverses: From Digital Twins in CPS to Parallel Intelligence in CPSS	王飛躍	IEEE Intelligent Systems, 37 (4): 97-102, July 2022	SCI
期刊論文	From features engineering to scenarios engineering for trustworthy AI: I&I, C&C, and V&V	王飛躍	IEEE Intelligent Systems, 37 (4): 18-26, July 2022	SCI
期刊論文	BlockNet: Beyond reliable spatial Digital Twins to Parallel Metaverse	王飛躍	Patterns, 3(5), May 2022	SCI
期刊論文	DAG-BLOCK: A Novel Architecture for Scaling Blockchain-Enabled Cryptocurrencies	王飛躍	IEEE Transactions on Computational Social Systems, early access, December 2022	SCI
期刊論文	From cadCAD to casCAD2: A Mechanism Validation and Verification System for Decentralized Autonomous Organizations Based on Parallel Intelligence	梁小龍	IEEE Transactions on Computational Social Systems, early access, July 2023	SCI
期刊論文	A Novel DAO-based Parallel Enterprise Management Framework in Web3 Era	王飛躍	IEEE Transactions on Computational Social Systems, early access, January 2023	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	DeCAST in TransVerse for Parallel ITS and Smart Cities: Three Decades and Beyonds	王飛躍	IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine, 14 (6): 6-17, November 2022	SCI
期刊論文	基於 Web3 的去中心化自治組織與運營新框架	王飛躍	自動化學報, 49(5): 985-998, 2023 年 5 月	EI
期刊論文	加密管理：一種基於區塊鏈的新型組織管理模式	王飛躍	智能科學與技術學報, 4(2): 145-156, 2022 年 6 月	Scopus
期刊論文	分散式自主科學 (DeSci)：科學多樣可持續性發展的新範式	王飛躍	中國科學院院刊, 38(10):1501-1509, 2023 年 10 月	CSSCI
期刊論文	聯邦控制：面向資訊安全和權益保護的分佈式控制方法	朱靜	自動化學報, 47(8): 1912-1920, 2021 年 6 月	EI
期刊論文	基於聯盟鏈的電力物資採購數據共用激勵機制	王飛躍	中國電力, 55(3): 87-96, 2022 年 3 月	Scopus
期刊論文	NFT：基於區塊鏈的非同質化通證及其應用	王飛躍	智能科學與技術學報, 3(2): 234-242, 2021 年 6 月	Scopus
期刊論文	平行科研院所：從數字化轉型到智能化變革	梁小龍	智能科學與技術學報, 5(2): 212-221, 2023 年 6 月	Scopus

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	5	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	計算機輔助動態設計複雜自適應系統 CasCAD2		
成果特點	計算機輔助動態設計複雜自適應系統 CasCAD2 是面向智慧區塊鏈去中心化治理機制的設計、建模、驗證和實驗而開發的，能夠為基於區塊鏈的去中心化組織提供計算實驗服務，輔助企業 / 組織設計者和管理者制定機制與決策。系統內置多種智能組件，可以在無需編碼的情況下在預設場景下進行計算實驗。系統 整體採用低耦合的方式組織各個模組，並採用多種方式記錄運行時資料和運行後資料，方便使用者進行擴展和二次開發。系統主要包括人工系統模組、計算實驗模組、分析展示模組和數據存儲模組。系統具體功能包括： 1) 鏈上智能決策機制建模：利用人工組件和智能體技術實現對不同治理機制的插件式建模。 2) 智能決策機制的計算實驗方法：將人工系統放置在不同環境下進行計算實現，用來評估和驗證智能決策機制。 3) 計算實驗場景選擇：利用計算實驗場景搜索算法遍歷機制可能會面臨的不同環境，篩選出對機制評估有參考價值的計算實驗場景，從中獲得啟發或引導。 4) 智能決策機制評估方法：有效性評估和魯棒性評估等評估指標與方法。 5) 企業信息化場景的可信管理支持：包括數據管理、決策支持、事件預測等相關的智能決策邏輯的建模與實驗。		
技術成熟度	TRL4，已確定系統研發模式，完成系統研發並展開驗證分析。		
應用範圍	企業信息化決策場景		
投產條件和預期經濟效益	還需開展大規模應用測試才能投入市場。如能成功投入市場，預期將大幅降低 企業可信服務場景管理決策的風險和成本，同時提高其效率和收益。		
合作方式	技術許可、技術轉讓、產學研合作		

聯系地址	中國澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學智能科學與系統聯合實驗室		
聯系人	宋平	電話	(853) 6891 5606
網址	-	傳真	-

嫦娥四號巡視探測光學資料處理、分析與應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0090/2020/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	吳昀昭	嫦娥四號巡視探測光學資料 處理、分析與應用

項目摘要

1. 研究背景

2019 年 1 月 3 日，我國嫦娥四號成功著陸在月球背面的馮·卡門撞擊坑內，實現了人類探測器首次在月球背面軟著陸。區域地質上著陸區隸屬於南極 - 艾特肯盆地 (South Pole-Aitken Basin, 簡稱 SPA 盆地)。SPA 盆地是月球上已明確識別的最古老、最大、最深的盆地，記錄了月球深部以及撞擊熔融體的資訊，極具研究價值。“玉兔二號”月球車搭載的可見光近紅外光譜儀 (VNIS) 首次在月球背面測量原位光譜。極有必要對“玉兔二號”巡視探測數據開展綜合分析、深入處理與資訊提取，充分挖掘其科學價值，促進嫦娥四號科學成果產出。

2. 研究目標

對嫦娥四號 VNIS 光學巡視探測資料開展深入分析、處理與輻射校正，產生光譜連續的高品質資料。對精校正的 VNIS 資料開展詳細的資訊提取與資料採擷，解決礦物光譜反演多解性問題，結合地球化學熱力學模型，獲得物質成分、熱輻射、月球岩漿洋演化等多項科學成果，促進我國自主探月資料的應用，深化對月球的認識。

3. 簡介研究工作的主要進展

- (1) 通過對數據進行各種預處理與校正，產生了高品質校正的月面原位光譜，可供用戶使用。
- (2) 獲得了著陸區礦物組成，成果發表在歐洲月球科學會議 (European Lunar symposium)。
- (3) 獲得了月表微尺度溫度以及熱輻射特性。成果發表在國際頂級刊物 Geophysical Research Letters。
- (4) 建立了嫦娥四號著陸區年代序列及對 SPA 撞擊盆地的意義，成果發表在行星科學專業期刊 Icarus。

4. 研究成果與應用

本研究對嫦娥四號數據的深入處理和分析提高了數據的可用性，加深了對月球紅外光譜數據處理和利用的認識。數據的處理校正水準是我國遙感應用水準提高的薄弱環節，本研究建立的數據處理關鍵技術具有十分廣闊的應用前景，對探測數據處理及科學成果產出具有重要作用，對於我國後續載荷研製亦具有重要借鑒意義。此外，本項目獲得的月球背面的物質成分、物質的年齡對於月球科學研究具有借鑒意義。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Heating of carbonaceous materials: Insights into the effects of thermal metamorphism on spectral properties of carbonaceous chondrites and asteroids	A-Chen Duan, Yun-Zhao Wu, Edward A Cloutis, etc	Meteoritics & Planetary Science, 2021	SCI
期刊論文	Seamless maps of major elements of the Moon: Results from high-resolution geostationary satellite	Yu Lu, Yun-Zhao Wu, Cui Li, etc	Research in Astronomy and Astrophysics, 2021	SCI
期刊論文	Unveiling the Secrets of the Midinfrared (3-5 μm) Moon	Yun-Zhao Wu, Qi Jin, Cui Li, etc	Geophysical Research Letters, 2021	EI/SCI
期刊論文	Chang'E-4 Rover Spectra Revealing Micro-scale Surface Thermophysical Properties of the Moon	Yun-Zhao, Wu, Ekkehard Kuhrt, Matthias Grott, etc	Geophysical Research Letters, 2021	EI/SCI
期刊論文	Chronological sequence of Chang'E-4 landing zone within Von Karman crater	Yu Lu, Yun-Zhao Wu, Gregory G Michael, etc	Icarus, 2021	SCI
期刊論文	Spectrophotometry of the lunar regolith using the Chang'E-3 Panoramic Camera (PCAM)	Tian-Yi Xu, Bruce Hapke, Xiao-Ping Zhang, Yun-Zhao. Wu, Xiao- Peng Lu.	Astronomy & Astrophysics, 2022	SCI
期刊論文	Chang'E-4 Measurements of Lunar Surface Temperatures: Thermal Conductivity of The Near Surface Regolith	Wen-Chao Zheng, Guo-Ping Hu, Yun-Zhao Wu, Qi Jin, Zhengmei Li, Li Feng.	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2023	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Mineral compositions of Chang'E-4 landing region from Yutu-2 rover's traverse	Peng-Yue Wang, Tian-Yi Xu, Yan-Zhao Li, Yun-Zhao Wu	外地，壁報展示，European lunar symposium, 2023	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

面向第三代區塊鏈的智慧合約機制研究與原型實現

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0062/2020/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	趙慶林	面向第三代區塊鏈的智慧合約機制 研究與原型實現

項目摘要

1. 研究背景

區塊鏈自 2008 年被 Satoshi Nakamoto 提出後，得到了迅速的發展，眾多應用和改進方案被提出。其中，以 Ethereum[1] 為首的第二代區塊鏈，在第一代區塊鏈（如：Bitcoin[2]）之基礎上，支持了智能合約，極大地擴展了區塊鏈的應用場景。但是，由於第一、二代區塊鏈均採用鏈式結構，且基於 PoW 或類 PoW 的共識機制，導致它們存在以下幾個缺點：1). 吞吐量低；2). 可擴展性差；3). 需要挖礦；4). 交易手續費高；5). 礦池挖礦引起的中心化問題。

為克服這些缺點，以 Tangle[3] 為代表的第三代區塊鏈應運而生。從實際意義上講，第三代區塊鏈已經不再是傳統意義上的區塊「鏈」，它們已經擺脫了傳統鏈式結構的束縛，而是採用諸如 DAG（Directed acyclic graph，有向無環圖）的結構，這使得它們超越了普通區塊鏈架構所帶來的上述限制。

[1] G. Wood and V. Buterin, "Ethereum: A Secure Decentralised Generalised Transaction Ledger," Ethereum Proj. Yellow Pap., 2014, doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

[2] S. Nakamoto, "Bitcoin: A peer-to-peer electronic cash system," Manubot, 2019.

[3] S. Popov, "The tangle," cit., p. 131, 2016.

2. 研究目標

類似於第二代區塊鏈 Ethereum 對第一代區塊鏈 Bitcoin 的革命性創新，我們基於眾多區塊鏈及 TEE（可信執行環境）開源項目，研究如何在面向物聯網的第三代區塊鏈——Tangle——上支持智慧合約。相比於前兩代區塊鏈，Tangle 具有：擴展性高、輸送量大、無手續費、無需挖礦等優點。但因其數據結構和共識機制的創新，導致以往的智慧合約方案不能在其上使用。為此，我們研究在繼承 Tangle 這些優點的情況下，設計智慧合約的部署、調用、執行與驗證協議，以及用於創建安全合約程式的 SDK（軟體開發套件）。進一步，開發所提方案的原型系統，以對所提協議和設計進行測試與驗證。

3. 簡介研究工作的主要進展

我們在項目申請書中提出了三個研究內容：

- 1) Tangle 上支援智慧合約的協定研究；
- 2) 面向 Tangle 的智慧合約 SDK 設計；
- 3) 支援智慧合約的 Tangle 原型系統開發與驗證。

目前，針對研究內容 1) 和 2)，我們進展順利。基於現有的 Tangle 資料結構，我們設計 Tangle 上智慧合約的部署機制；在此基礎之上，提出一種基於等值交換的運行機制（即令合約調用者付出與之需求相若的工作量），該機制令智慧合約的執行無需手續費，同時防止惡意合約程式；此外，我們提出了提出一種“on-Tangle”SC 協議，稱為基於等價交換的智能合約（EESC）。該協議在 Tangle 核心上運行，以應對 SC 的執行和驗證通常要求交易費作為激勵獎勵這一挑戰。EESC 將交易處理規則擴展到 SC，從而保持了 Tangle 免手續費、免挖礦的優勢。在 EESC 中，用戶在提交自己的 SC 之前應該驗證其他用戶的 SC。驗證這些現有 SC 的工作量比驗證新提交的 SC 的工作量更大。大量的仿真驗證了 EESC 快速高效，能夠很好地實現我們的目標。

針對研究內容 3)，基於 Tangle 開源項目，我們開發並驗證了支援智慧合約的 Tangle 原型系統，該原型系統包含智慧合約的部署、調用、執行、驗證協議，以及創建智慧合約所需的 SDK，並就我們的原型系統申請了軟件著作權 1 項。

4. 研究成果與應用

- 1) 已搭建支持智慧合約的 Tangle 原型系統 1 個；
- 2) 已實現 Tangle 智能合約 SDK 的原型；
- 3) 在國內外重要期刊和主流會議上發表 6 篇的高品質期刊論文和 2 篇國際會議論文，全部被 SCI/EI 檢索；申請中國專利 2 項，目前已獲得申請號。
- 4) 已申請軟件著作權 1 項；
- 5) 已培養博士生 4 名，碩士生 2 名。

5. 進一步工作

預期能夠基於已搭建的 Tangle 原型系統繼續對區塊鏈技術做更進一步的研究；積極聯繫實體公司實現技術落地。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 1	Edge mining resources allocation among normal and gap blockchains using game theory	Jianwen Yuan, Qinglin Zhao, Jianqing Li, Zhiming Cai, Yu-Teng Chang	The Journal of Supercomputing, Vol. 78, 9934– 9951, 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 2	Multi-relay Assisted Computation Offloading for Multi-access Edge Computing Systems with Energy Harvesting	Molin Li, Xiaobo Zhou, Tie Qiu, Qinglin Zhao, and Keqiu Li	IEEE Transactions on Vehicular Technology, 70(10), 10941-10956, 2021	SCI
期刊論文 3	A Blockchain-Based Decentralized Framework for Fair Data Processing	Guangcheng Li, Qinglin Zhao, Yu Wang, Tie Qiu, Kan Xie, Li Feng	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, 8(3), 2302-2315, 2021	SCI
期刊論文 4	Backoff Entropy: Predicting Presaturation Peak for IEEE 802.11 DCF Networks	Qinglin Zhao, Li Feng, Lian Zhao, Kan Xie and Yong Liang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, 71(2), 1901-1912, 2022	SCI
期刊論文 5	A Rate-and-Trust-Based Node Selection Model for Block Transmission in Blockchain Networks	Peiyun Zhang, Yanhao Tao, Qinglin Zhao, Mengchu Zhou	IEEE Internet of Things Journal, 10(2), 1605-1616, 2022	SCI
期刊論文 6	Performance analysis of PoUW consensus mechanism: Fork probability and throughput	Qinglin Zhao, Xianqing Tai, Jianwen Yuan, Jie Xu, Li Feng	Peer-to-Peer Networking and Applications, 15, 1126-1138, 2022	SCI
會議論文 1	An On-Chain Smart Contract Protocol for Tangle	Guangcheng Li, Qinglin Zhao, Mengchu Zhou, Hong Liang	2022 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC), Shanghai, China	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文 2	Performance Modeling of Tags-to-WiFi Transmissions for Contention-based WiFi Backscatter Networks	Yulei Wang, Qinglin Zhao, Shumin Yao, Li Feng, Hong Liang	2022 IEEE International Conference on Networking, Sensing and Control (ICNSC), Shanghai, China	EI
專利 1	一種在 Tangle 區塊鏈系統上支援智慧合約協定的方法	趙慶林	申請號： 2021106357775	-
專利 2	基於 LSTM 的區塊鏈全網計算能力預測方法和裝置、存儲介質	趙慶林	申請號： 2020115401908	-
軟件著作權登記	Tangle 智能合約 SDK 軟件 V1.0	趙慶林，梁轟，李光程，馮麗	登記號： 2023SR0454522	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

溴結構域和額外終端域家族分子(BET)可作為SMAD4缺失的結直腸癌精準治療靶點

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0107/2020/A	澳門大學	沈仲燮	溴結構域和額外終端域家族分子 (BET) 可作為 SMAD4 缺失的結直腸癌精準治療靶點

項目摘要

1. 研究背景

SMAD4 基因在結直腸癌中高頻突變，它在結直腸癌的發展和治療反應中發揮著重要的腫瘤抑制作用。因此，在結直腸癌的治療中，突變的 SMAD4 可以被開發為藥物治療靶點。本課題的目的在於發現 SMAD4 缺失的結直腸癌的精準治療靶點。我們初步研究發現通過抑制一種能解讀表觀遺傳密碼蛋白 BET，可以和 SMAD4 缺失的結直腸癌產生協同致死作用。在本課題中，我們將通過體外和體內實驗確認 BET 是 SMAD4 突變的結直腸癌的協同致死靶點。我們將闡明 SMAD4 和 BET 的協同致死作用的機制以優化治療靶點和預測潛在有害的副作用。

2. 研究目標

研究目的 1：通過體外和體內實驗確定 BET 抑制劑可作為 SMAD4 缺失的結直腸癌精準抗癌藥物。
研究目的 2：闡明 SMAD4 和 BET 協同致死的作用機制。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) 體外驗證 SMAD4 合成致死夥伴 BET

我們測試了包括 BRD2、BRD3 和 BRD4 在內的三個 BET 異構體 siRNA，發現異構體 BRD2 和 BRD4 與 SMAD4 存在合成致死關係。該結果證實 BRD2 和 BRD4 是結直腸癌細胞中可操縱的 SMAD4 合成致死靶點。我們進一步利用兩對 SMAD4 等基因結直腸癌細胞對、6 種結直腸癌細胞系和具有不同 SMAD4 背景的 4 種胰腺癌細胞系，對 SMAD4-BET 合成致死效果的廣泛適用性進行了研究。在所有測試的 SMAD4 缺陷型癌細胞系中，BET 抑制劑均顯示出合成致死效果，證實了合成致死在癌症精準醫學中的廣泛適用性。

2) 體內驗證 SMAD4-BET 合成致死效果

對於體內驗證，我們利用 SMAD4 等基因結直腸癌細胞對構建了兩種腫瘤異種移植小鼠模型。兩種劑量的 BET 抑制劑 OTX-015 (10 mg/kg 和 20 mg/kg) 在 HCT116 模型和 DLD1 模型中均對 SMAD4 缺陷的結直腸癌異種移植展示出顯著的抗腫瘤作用。這些數據證實 BET 抑制劑與 SMAD4 缺失在體內存在合成致死效果。

3) 闡明 SMAD4-BET 合成致死相互作用機制

對於機制研究，我們用 BET 抑制劑處理結直腸癌細胞，並分析了細胞週期變化及調控細胞週期進程的部分關鍵組分。我們首先發現 SMAD4 是 MYC 的轉錄製因數，而 MYC 反過來抑

制結直腸癌細胞中的 p21 轉錄。由於 SMAD4 缺陷細胞失去對 MYC 的製劑能力，從而導致 SMAD4 缺陷細胞高度依賴於 MYC 致癌信號來存活。BET 抑製劑顯著降低 MYC 水準並恢復 SMAD4 缺陷細胞中的 p21 表達，從而通過誘導 G1 細胞週期停滯使細胞選擇性生長停滯。MYC 的異位過表達或 p21 的沉默可以挽救 SMAD4 缺陷細胞中 BET 抑製劑誘導的生長停滯。本研究闡明瞭 SMAD4 和 BET 在結直腸癌細胞中的合成致死機制。

4. 研究成果與應用

該項目在結直腸癌細胞中成功驗證了腫瘤抑製因數 SMAD4 與表觀遺傳閱讀器域 BET 之間的合成致死關係，並揭示了其合成致死機制。基於該研究，我們發表了 3 篇 SCI 論文，包括 *Oncogene* (5-yr IF: 9.273)、*Exp Mol Med* (5-yr IF: 11.587) 和 *J Antibiotics* (5-yr IF: 3.066)，此外培養博士研究生 1 名。BET 抑製劑作為抗腫瘤藥物在多種癌症的臨床試驗中得到廣泛研究，我們的研究將為 BET 抑製劑應用於 SMAD4 缺陷型結直腸癌患者的精準醫療提供科學依據。該研究成果可進一步應用於其他類型的 SMAD4 缺失型癌症的精準醫學，如胰腺癌。

5. 進一步工作

SMAD4 是多種不同類型癌症中眾所周知的腫瘤抑制因數，包括胰腺癌、結直腸癌、膽管癌和肺癌。我們將在其他類型的 SMAD4 缺失型癌症中測試和應用 SMAD4 與 BET 抑製劑之間的合成致死性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal	Aurora kinase A, a synthetic lethality target for precision cancer medicine	Pui Kei Mou, Eun Ju Yang, Changxiang Shi, Guowen Ren, Shishi Tao, Joong Sup Shim	Experimental and Molecular Medicine. 2021 May 28, DOI: 10.1038/s12276-021-00635-6	20
Journal	Natural products targeting cancer cell dependency	Changxiang Shi, Eun Ju Yang, Shishi Tao, Guowen Ren, Pui Kei Mou, Joong Sup Shim	Journal of Antibiotics. 2021 Jun 23. DOI: 10.1038/s41429-021-00438-x.	4

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal	Aurora kinase A inhibition induces synthetic lethality in SMAD4-deficient colorectal cancer cells via spindle assembly checkpoint activation.	Changxiang Shi, Shishi Tao, Guowen Ren, Eun Ju Yang, Xiaodong Shu, Pui Kei Mou, Yifan Liu, Yongjun Dang, Xiaoling Xu & Joong Sup Shim	Oncogene 41, 2734–2748 (2022).	1

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

智慧反射面輔助的新型毫米波無線通信系統 性能分析與優化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0108/2020/A	澳門大學	武慶慶	智慧反射面輔助的新型毫米波無線通信系統性能分析與優化

項目摘要

1. 研究背景

隨著第五代移動通信（5G）在全球範圍內部署的展開，學術界和工業界已經開始聚焦於未來第六代移動通信（6G）的研究。6G 旨在實現比 5G 系統更高的吞吐率、更高的能效，更廣泛的連結、以及更高的可靠性和更低的時延。其中，毫米波技術，可進一步挖掘更高頻段的資源，以解決通信系統頻譜資源短缺的問題，可顯著提升網路的通信容量，因此被視為面向於 5G 典型應用場景——移動寬頻增強的一項關鍵使能技術。然而，高頻段通信存在著嚴重的路徑損耗，為了補償路徑損耗，通常需要部署大量的有源節點或者配置更多的天線。然而部署大量的天線，會極大的增加系統功耗、硬體成本以及信號處理的複雜度。為了克服該技術挑戰，迫切需要開發新技術，以較低的成本、複雜度和能耗實現未來通信網路的持續增長。

智慧反射面技術，可以實現對無線傳播環境的智慧控制，為解決上述問題提供了一個重要的技術方案，已成為 6G 系統一項關鍵的候選技術。典型的智能反射面是由大量低成本、無源的反射單元構成的平面，每個反射元都可以獨立地控制入射信號的幅度 / 相位變化。通過在無線網路密集部署智慧反射面並智慧協調其反射，可以靈活地控制發射機與接收機之間的無線通道，以實現期望的信號傳播環境，從而提供了一種從根本上解決無線通道衰落問題的新方法。因此本項目聚焦於智慧反射面輔助的毫米波無線通訊系統，利用智能反射面的相位調控以補償毫米波通信嚴重的路徑損耗問題，以期實現無線通訊網路輸送量與可靠性的巨大飛躍。

2. 研究目標

建立一個統一的 IRS 毫米波通信的理論分析模型，進而分析上下行通信系統的容量和能效性能，以及各種系統參數的影響；

建立 IRS 毫米波通信的信號處理優化模型，遠近場通道模型，優化主被動波束賦形。

3. 簡介研究工作的主要進展

從性能分析角度，定量刻畫了智慧反射面賦能通信系統的極限性能增益以及反射單元的低精度相位量化損失。

從性能優化角度，挖掘了 IRS 能夠輔助通信的多個應用，並對各種典型應用進行了聯合的波束賦形、功率控制、頻寬分配，人干擾控制，時間分配等優化，設計了多個基於半正定規劃、懲罰函數，深度學習的高效演算法。

4. 研究成果與應用

本項目為大規模部署智慧反射面實現熱點覆蓋提供了理論依據，為業界評估實際系統中智慧反射面性能提供了重要參考，對提升下一代通信系統的網路容量以及物聯網應用具有重要理論價值。

5. 進一步工作

基於本專案的當前工作，可考慮結合當前學術界湧現的新型的智慧反射面架構（比如主動式智能反射面），進一步挖掘反射單元所提供的幅度增益，以提升系統性能。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Intelligent reflecting surface aided wireless communications: A tutorial	Wu, Q., Zhang, S., Zheng, B., You, C., & Zhang, R.	IEEE Transactions on Communications	Citation : 217 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	IRS-Aided WPCNs: A New Optimization Framework for Dynamic IRS Beamforming	Q. Wu, X. Zhou, W. Chen, J. Li and X. Zhang	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 4 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	IRS-Assisted Wireless Powered NOMA: Do We Really Need Different Phase Shifts in DL and UL	Q. Wu, X. Zhou and R. Schober	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 18 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Intelligent Reflecting Surface-Aided Wireless Energy and Information Transmission: An Overview	Q. Wu, X. Guan and R. Zhang	Proceedings of the IEEE	Citation : 5 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	A Comprehensive Overview on 5G-and-Beyond Networks With UAVs: From Communications to Sensing and Intelligence	Q. Wu, J. Xu, Y. Zeng, D.W.K. Ng, N. Al-Dhahir, R. Schober	IEEE Journal on Selected Areas in Communications	Citation : 12 JCI QUARTILE: Q1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Joint Dynamic Passive Beamforming and Resource Allocation for IRS-Aided Full-Duplex WPCN	M. Hua and Q. Wu	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 4 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	A Novel Wireless Communication Paradigm for Intelligent Reflecting Surface Based Symbiotic Radio Systems	M. Hua, Q. Wu, L. Yang, R. Schober and H. V. Poor	IEEE Transactions on Signal Processing	Citation : 1 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Power-Efficient Passive Beamforming and Resource Allocation for IRS-Aided WPCNs	M. Hua, Q. Wu and H. V. Poor	IEEE Transactions on Communications	Citation : 0 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	UAV-Assisted Intelligent Reflecting Surface Symbiotic Radio System	M. Hua, L. Yang, Q. Wu, C. Pan, C. Li and A. L. Swindlehurst	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 21 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Energy-Efficient Resource Allocation and Antenna Selection for IRS-Assisted Multicell Downlink Networks	A. Rezaei, A. Khalili, J. Jalali, H. Shafiei and Q. Wu	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 1 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	A Path to Smart Radio Environments: An Industrial Viewpoint on Reconfigurable Intelligent Surfaces	R. Liu, Q. Wu, M. Di Renzo, Y. Yuan	IEEE Wireless Communications	Citation : 0 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Robust Max-Min Energy Efficiency for RIS-Aided HetNets With Distortion Noises	Y. Xu, H. Xie, Q. Wu, C. Huang, C. Yuen	IEEE Transactions on Communications	Citation : 3 JCI QUARTILE: Q1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Joint Sensor Selection, Beamforming and Phase Control in Reconfigurable Intelligent Surface Aided IoT Fusion Networks	Y. Zhou, Y. Liu, M. Li, Q. Wu, H. Wang	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 0 JCI QUARTILE: Q
期刊論文	Offset Learning Based Channel Estimation for Intelligent Reflecting Surface-Assisted Indoor Communication	Z. Chen, J. Tang, X.Y. Zhang, Q. Wu, et al	IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing	Citation: 2 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Joint Trajectory Design and Resource Allocation for IRS-Assisted UAV Communications With Wireless Energy Harvesting	Z. Liu, S. Zhao, Q. Wu, Y. Yang, X. Guan	IEEE Communications Letters	Citation: 2 JCI QUARTILE: Q2
期刊論文	Securing NOMA Networks by Exploiting Intelligent Reflecting Surface	Z. Zhang, J. Chen, Q. Wu, Y. Liu, L. Lv, X. Su	IEEE Transactions on Communications	Citation : 4 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Anchor-Assisted Channel Estimation for Intelligent Reflecting Surface Aided Multiuser Communication	X. Guan, Q. Wu, R. Zhang	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 3 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Task Offloading in Hybrid Intelligent Reflecting Surface and Massive MIMO Relay Networks	K. Wang, Y. Zhou, Q. Wu, W. Chen, Y. Yang	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 1 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Joint Beamforming Design and Power Splitting Optimization in IRS-Assisted SWIPT NOMA Networks	Z. Li, W. Chen, Q. Wu, K. Wang, J. Li	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 8 JCI QUARTILE: Q1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Covert Communication in Intelligent Reflecting Surface-Assisted NOMA Systems: Design, Analysis, and Optimization	L. Lv, Q. Wu, Z. Li, Z. Ding, N. Al-Dhahir, J. Chen	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 5 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Cooperative UAV Enabled Relaying Systems: Joint Trajectory and Transmit Power Optimization	G. Zhang, X. Ou, M. Cui, Q. Wu, S. Ma, W. Chen	IEEE Transactions on Green Communications and Networking	Citation : 0 JCI QUARTILE: Q2
期刊論文	UAV-Enabled Relay Communication Under Malicious Jamming: Joint Trajectory and Transmit Power Optimization	Y. Wu, W. Yang, X. Guan, Q. Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology	Citation : 1 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Throughput Maximization for IRS-Assisted Wireless Powered Hybrid NOMA and TDMA	D. Zhang, Q. Wu, M. Cui, G. Zhang, D. Niyato	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 5 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	ADMM based Channel Estimation for RISs aided Millimeter Wave Communications	H. Liu, J. Zhang, Q. Wu, H. Xiao, B. Ai	IEEE Communications Letters	Citation : 5 JCI QUARTILE: Q2
期刊論文	Intelligent Reflecting Surface (IRS)-Aided Covert Wireless Communications With Delay Constrain	X. Zhou, S. Yan, Q. Wu, F. Shu, D.W.K. Ng	IEEE Transactions on Wireless Communications	Citation : 14 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Energy Efficiency Maximization for IRS-Assisted Uplink Systems: Joint Resource Allocation and Beamforming Design	M. Forouzanmehr, S. Akhlaghi, A. Khalili, Q. Wu	IEEE Communications Letters	Citation : 3 JCI QUARTILE: Q2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Energy Minimization for IRS-Aided WPCNs With Non-Linear Energy Harvesting Model	P. Zeng, Q. Wu, D. Qiao	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 2 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Outage-Constrained Energy Efficiency Maximization for RIS-Assisted WPCNs	Z. Gao, Y. Xu, Q. Wang, Q. Wu, D. Li	IEEE Communications Letters	Citation : 3 JCI QUARTILE: Q2
期刊論文	UAV Swarm Communication Under Malicious Jamming: Joint Trajectory and Clustering Design	Y. Wu, X. Guan, W. Yang, Q. Wu	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 2 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Mitigating the Doubly Near-Far Effect in UAV-Enabled WPCN	H. Tang, Q. Wu, W. Chen, J. Wang, B. L.	IEEE Transactions on Vehicular Technology	Citation : 0 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Vertical Beamforming in Intelligent Reflecting Surface-Aided Cognitive Radio Networks	S.F. Zamanian, S.M. Razavizadeh, Q. Wu	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 1 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Intelligent Reflecting Surface Based Passive Information Transmission: A Symbol-Level Precoding Approach	R. Liu, M. Li, Q. Liu, A.L. Swindlehurst, Q. Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology	Citation : 1 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Max-Min Fair Energy-Efficient Beamforming Design for Intelligent Reflecting Surface-Aided SWIPT Systems With Non-Linear Energy Harvesting Mode	S. Zargari, A. Khalili, Q. Wu, M.R. Mili, D.W.K. Ng	IEEE Transactions on Vehicular Technology	Citation : 17 JCI QUARTILE: Q1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Intelligent Reflecting Surface Enhanced Wideband MIMO-OFDM Communications: From Practical Model to Reflection Optimization	H. Li, W. Cai, Y. Liu, M. Li, Q. Liu, Q. Wu	IEEE Transactions on Communications	Citation : 5 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Intelligent Reflecting Surface Enhanced D2D Cooperative Computing	S. Mao, X. Chu, Q. Wu, L. Liu, J. Feng	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 4 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Multi-Objective Resource Allocation for IRS-Aided SWIPT	A. Khalili, S. Zargari, Q. Wu, D.W.K. Ng, R. Zhang	IEEE Wireless Communications Letters	Citation : 17 JCI QUARTILE: Q1
期刊論文	Exploiting Amplitude Control in Intelligent Reflecting Surface Aided Wireless Communication With Imperfect CSI	M.M. Zhao, Q. Wu, M.J. Zhao, R. Zhang	IEEE Transactions on Communications	Citation : 17 JCI QUARTILE: Q1

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

隕石的矽酸鹽中部份元素的溶入原因和機理

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0111/2020/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	鄧志培	隕石的矽酸鹽中部份元素的溶入原因和機理

項目摘要

1. 研究背景

在太陽系中發生過行星分異過程的各行星中，都很可能像地球一樣蘊藏著各種豐富的礦產資源，可以為人類日後發展建立地外基地等提供了資源，也可以補充地球所缺乏的珍貴資源。矽酸鹽等礦物作為地球及月球內部物質和能量遷移的重要載體，在行星演化過程中扮演了重要角色，其輸運性質和熱力學性質決定了岩漿洋的化學演化和熱演化過程。對不同礦物如隕石中矽酸鹽類晶體可能存在的結構增加瞭解，必然會對解釋行星的內部構造、物質組成、動力學演化過程等有所幫助。

2. 研究目標

本項目會從隕石樣品中獲取矽酸鹽的結構及元素，從用第一性原理計算獲得不同結構下的物理性質。對不同行星和月球樣本進行相關研究並建模，為今後構建行星礦物的組成模型提供了更準確的熱力學約束，進而增加對太陽系天體演化的歷史的認識。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本項目中，測量部份隕石中矽酸鹽的岩相學特徵及年份，對月球隕石及火星隕石進行了岩相學分析。

對最近在火星隕石中發現的具有荷蘭石型結構的 $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$ 和具有荷蘭石型結構的 KAlSi_3O_8 晶體進行建模，發現了兩個高壓穩定相。鈦鐵礦型、 LiNbO_3 型和 GdFeO_3 型的穩定結構和彈性性質進行研究。發現 FeTiO_3 的三個相在高壓下都表現出各向異性的壓縮行為，其中一個結構觀察到 b 軸的異常壓縮行為，該發現可能對解釋月球地震數據有實際意義。

同時，我們研究了鹼土金屬氰化物 $\text{A}(\text{CN})_2$ ($\text{A}=\text{Be}, \text{Mg}, \text{Ca}, \text{Sr}$ 和 Ba) 的六種結構 (P-43m , P42nm , R3m , P21/c , R-3m and C2/m)。並得到在 0GPa 時不同結構的穩定性。我們還進一步計算了其他結構在高壓下的穩定性，計算得出 $\text{Ca}(\text{CN})_2$ 和 $\text{Sr}(\text{CN})_2$ 兩個高壓相。

在最後，我們利用晶體卷積神經網絡 CGCNN，發現了兩個穩定的結構 Cmcm 6 的 $\text{Al}(\text{CN})_2$ 和 R3m 的 $\text{Si}(\text{CN})_2$ 。結果指出尚有不少可能存在的含碳氮結構的晶體未被發現。當中部份晶體可能會因行星內部的氮 / 碳循環而存在於行星內部，而且發現了人工智慧技術中的晶體卷積神經網絡 CGCNN 對晶體探索技術的潛力。

4. 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	國際 SCI 論文 2-4 篇	已發表 2 篇國際 SCI 論文，還有一篇將近完成	已達成
2	國際會議摘要 2-4 篇	已發表國際會議摘要 3 篇，1 篇在投	已達成
3	兩次科普講座	已舉辦兩次科普講座	已達成

5. 研究成果與應用

以不同元素溶入的矽酸鹽，如含鐵斜長石或含氮尖晶橄欖石為代表計算狀態方程和熱力學性質我們利用第一性原理計算對 Hollandite-KAlSi₃O₈、CaAl₂Si₂O₈ 及 FeTiO₃ 進行建模研究，對它們的晶體結構和一些電子性質包括能帶結構、態密度以及聲子譜進行分析。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Petrology and geochemistry of lunar feldspathic meteorite Northwest Africa 11111: Insights into the lithology of the lunar farside highlands	Xiaohui FU , Haijun CAO , Jian CHEN, Xuting HOU, Zongcheng LING, Lin XU, Yongliao ZOU, Chipui TANG, and Weibiao HSU	Meteoritics & Planetary Science, 56(10) 1829-1856. 2021/08	2
期刊論文	First-Principles Calculations with Six Structures of Alkaline Earth Metal Cyanide A(CN) ₂ (A = Be, Mg, Ca, Sr, and Ba): Structural, Electrical, and Phonon Properties. ACS Omega 8.3 (2023): 2973-2981.	Pakkin LEONG, Toshimori SEKINE, Kuanvai TAM, Soki TAM, Chipui TANG	ACS Omega, 8(3) 2973–2981. 2023/01	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	MINERALOGICAL AND PETROLOGICAL STUDY OF NORTHWEST AFRICA 14127 SHERGOTTITE: IMPLICATIONS FOR MINERALOGICAL DIVERSITY OF POIKILITIC SHERGOTTITES.	S. Yamazaki ¹ , T. Mikouchi, C. P. Tang,	外地, 壁報展示, The 53rd Lunar and Planetary Science Conference, 2022 March	-
會議論文	CRYSTALLIZATION OF POIKILITIC SHERGOTTITES AS DEDUCED FROM TEXTURAL AND MINERAL COMPOSITIONAL DIVERSITIES OF SEVEN SAMPLES.	S. Yamazaki, T. Mikouchi, C. P. Tang	外地, 口頭報告, The 13th Symposium on Polar Science, 2022 November	-
會議論文	STRUCTURAL STABILITY AND ELECTRONIC BAND STRUCTURE STUDY OF F(CN) ₂ BY FIRST-PRINCIPLES CALCULATIONS.	S. I Tam, P. K. Leong, W. H. Leong, K. T. U, C. P. Tang	外地, 壁報展示, The 63rd High Pressure Conference of Japan, 2022 December	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

新型石墨烯/鐵電PMN-PT混合體系的合成、 表徵及其應變效應研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0106/2020/A3	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	陳勇	新型石墨烯 / 鐵電 PMN-PT 混合體系的合成、表徵及其應變效應研究

項目摘要

1. 研究背景

石墨烯是一種具有獨特性質的二維材料，其由一層厚度為一個碳原子的單層碳原子網絡組成。石墨烯在光學、電子和機械性能等方面都具有出色的性能，包括高電導率、高強度和高透明度等。在過去的研究中，石墨烯被展望為未來光學和電子設備的理想材料。然而，如何精確控制石墨烯的生長並保持其優越性能，仍然是一個重要的科學挑戰。此外，PMN-PT（鉛鎂鉍鈦氧鹽）是一種具有高介電常數和厚度換能效應的鐵電材料，被廣泛用作壓電器件的基板。然而，PMN-PT 與石墨烯之間的相互作用以及其對石墨烯性能的影響尚未被完全理解。因此，本研究計劃的目的是在 PMN-PT 基板上合成製備高品質或旋轉雙層石墨烯，並全面研究這些新合成電子裝置的應變效應，以期提供更清晰的機制理解，並推進石墨烯在光學和電子裝置中的應用。

2. 研究目標

這項研究計劃的目的是在鐵電 PMN-PT 基板上合成製備高品質或旋轉雙層石墨烯，並全面研究這些新合成電子裝置的應變效應。期望這項工作將揭示更清楚的機制，闡明石墨烯如何與 PMN-PT 互動，以及在 PMN-PT 基板上生長的高品質或旋轉雙層石墨烯是否展現出更好的性能，以潛在地作為未來光學和電子裝置中的新型多功能電子材料及新型智慧材料。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本研究計劃的主要進展中，我們首先在鐵電 PMN-PT 基板上成功地合成製備了高品質或旋轉雙層石墨烯。通過調整生長條件，我們能夠精確控制石墨烯的層數和旋轉角度，進一步提高了製備的雙層石墨烯的品質。隨後，我們全面研究了這些新合成電子裝置的應變效應。我們的實驗數據表明，石墨烯在 PMN-PT 基板上的應變可透過基板的壓電效應進行調控，從而調整其電子性能。這一結果為我們理解石墨烯如何與 PMN-PT 互動提供了新的視角。最後，我們對 PMN-PT 基板上生長的高品質或旋轉雙層石墨烯的性能進行了系統的測試。我們的實驗結果表明，與在其他基板上生長的石墨烯相比，我們的樣品顯示出更好的電子性能，證明瞭我們的研究策略的有效性。

總的來說，本研究計劃的主要進展為理解石墨烯如何與 PMN-PT 相互作用，以及如何在 PMN-PT 基板上生長高品質或旋轉雙層石墨烯提供了重要的實驗數據和理論依據。這一工作將有助於推動石墨烯在光學和電子設備中的應用。

4. 研究成果與應用

這項研究的重要成果是我們在 PMN-PT 基板上成功地合成了高品質或旋轉雙層石墨烯。這一成果對於控制石墨烯的物理性質具有重要的意義，從而可以實現其在多種電子裝置中的應用。此外，我們全面研究了新合成的電子裝置的應變效應，並揭示了其與 PMN-PT 基板的相互作用。這一成果為石墨烯的應變工程提供了新的理論基礎，並為其在電子和光學設備中的應用開辟了新的可能。最後，我們發現在 PMN-PT 基板上生長的高品質或旋轉雙層石墨烯具有優越的電子性能。這一成果確定了 PMN-PT 作為石墨烯基板的潛力，並將有助於推動石墨烯在未來電子設備中的應用。總的來說，本研究的成果不僅為理解石墨烯如何與 PMN-PT 相互作用提供了重要的實驗數據和理論依據，還為石墨烯在光學和電子設備中的應用提供了新的可能。

5. 進一步工作

雖然我們已經取得了一些重要的初步成果，但仍需要進一步的研究來加深我們對於石墨烯和 PMN-PT 互動的理解，並更好地利用這種新材料的潛力。

- 1) 更深入的理論研究：
- 我們需要進行更詳細的理論研究，以理解石墨烯與 PMN-PT 的相互作用，以及這種相互作用如何影響石墨烯的電子性能。
- 2) 優化製備過程：
- 我們將繼續優化石烯在 PMN-PT 基板上的製備過程，以提高其品質並改善其性能。這可能包括尋找新的生長條件，以及研究如何更有效地控制石墨烯的旋轉角度和層數。
- 3) 應用開發：
- 我們將進一步研究石墨烯在各種實際應用中的可能性，包括其在光學和電子裝置中的應用，以及可能的多功能性。
- 4) 廣泛合作：
- 我們將尋求與其他研究團隊的合作，以充分利用各方的專業知識和資源，共同推進石墨烯和 PMN-PT 的研究和應用。

通過這些進一步的工作，我們期望能夠推動石墨烯和 PMN-PT 的研究，並推動這些材料在光學和電子設備中的應用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Application of artificial intelligence in material analysis	Y. Qi ^{#,*} , D. Hu [#] , Y. Jiang, X. Chen, M. A. Sadi, Y. Liang, Z. Wu, and Y. P. Chen [*]	Advanced Optical Materials, 2023, 2203104.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Observation of electric hysteresis, polarization oscillation, and pyroelectricity in nonferroelectric p – n heterojunctions	Yucheng Jiang, Xinglong Ma, Lin Wang, Jinlei Zhang, Zhichao Wang, Run Zhao, Guozhen Liu, Yang Li, Cheng Zhang, Chunlan Ma, Yaping Qi, Lin Wu, Ju Gao	PHYSICAL REVIEW LETTERS 130, 196801 (2023)	SCIE
期刊論文	Strain engineering on 2D materials-tunable electrical, electrochemical, magnetic, and optical properties	Y. Qi ^{#,*} , M. A. Sadi [#] , D. Hu, X. Chen, Y. Jiang*, M. Zheng, Z. Wu, Y.P. Chen*.	Advanced Materials, 2023, 2205714.	SCIE
期刊論文	Tunable-Wavelength Photoluminescence of a Flexible Transition Metal Doped Oxide Phosphor Thin Film	Z. Dong, J. Shen, F. Zhang, Y. Qi, Y. Zhang, G. Bai*, Z. Wu*, and D. Li*,	Applied Physics Letters 122, 132908 (2023).	SCIE
期刊論文	Combined Raman spectroscopy and magnetotransport measurements in disordered graphene: correlating Raman D band and weak localization features	I. Childres [#] , Y. Qi ^{#,*} , M.A. Sadi, J.F. Ribeiro, H. Cao, Y.P. Chen*.	Coatings, 12: 1137.	SCIE
期刊論文	Giant bipolar unidirectional photomagnetoresistance	Y. Jiang*, A. He, K. Luo, J. Zhang, G. Liu, R. Zhao, Q. Zhang, Z. Wang, C. Zhao, L. Wang, Y. Qi, J. Gao, K.P. Loh, A.T.S. Wee, C.W. Qiu.	PNAS, 119: e2115939119	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Straintronic effect on electronic transport and metal–insulator transition in correlated metal films by electric field	M. Zheng*, P. Guan, Y. Qi, L. Guo.	Applied Physics Letters, 2022, 120: 161603.	SCIE
期刊論文	Bias-tunable persistent photoconductivity for photoelectric memory in Van der Waals heterojunctions of black phosphorus/2D electron gas on SrTiO ₃	X. Ma, L. Wang, G. Huang, S. Gong, Y. Qi, J. Zhang, R. Zhao, Y. Li, G. Liu, C. Ma, J. Gao, Y. Jiang*.	Applied Physics Letters, 2022, 120: 061107.	SCIE

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

自由脂肪酸受體4抗血管外周組織炎症反應研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0123/2020/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	李欣志	自由脂肪酸受體 4 抗血管外周 組織炎症反應研究

項目摘要

1. 研究背景

大量的研究表明血管性炎症反應對心血管疾病的發生發展起決定性促進作用。自 1970 年代以來，關於不飽和脂肪酸如 DHA 和 EPA 對心血管保護作用研究的文獻很多，但其機制、劑量和療效尚存爭議。近年來發現啟動不飽和脂肪酸受體（如 FFAR4）有助於抑制血管炎性反應，這為臨床治療血管炎症相關的系列疾病提供新思路。

2. 研究目標

本項目以肥胖過程中的中心環節——脂肪組織慢性低水準炎症反應為切入點，旨在明確炎症和肥胖過程中血管外周脂肪組織（PVAT）的自由脂肪酸受體 FFAR4 的表達和功能改變，闡明其生物學特徵，進一步明確 FFAR4 啟動後減輕血管炎症反應、改善血管功能的作用機制，從而為 FFAR4 激動劑的發現提供理論依據。

3. 簡介研究工作的主要進展

完成 PVAT 中 FFAR4 的特異表達模式以及炎症反應和肥胖對 FFAR4 的影響；研究不同炎症誘導因素對小鼠脂肪細胞株（3T3-L1）和巨噬細胞株（RAW264.7）中 FFAR4 表達的影響；完成內源性不飽和脂肪酸抑制微小動脈和小靜脈血管損傷研究；採用 PVAT 移植方法研究 PVAT 中 FFAR4 介導的體內抗炎活性，重點關注 FFAR4 激動劑信號傳遞和作用，以及下游血管內膜增生、血管功能異常的調節，為 FFAR4 的治療血管炎症提供佐證。

4. 研究成果與應用

本項目順利完成既定目標，明確了炎症反應過程中 PVAT 的 FFAR4 的表達和功能改變；發現有效調控 FFAR4 受體活性的抗血管炎症機制，為臨床治療血管炎症性疾病提供新思路。可量化的研究成果包括發表論文 2 篇，另有 1 篇研究論文也處於準備之中。完成項目報告書一份。

5. 進一步工作

將剩餘數據整理完成，再發表 1 篇研究論文；保證目前在讀研究生完成該項課題，順利畢業，升入高級學府深造或就業；利用此靶點機制，深入探索可能的 FFAR4 受體激動劑和抗血管炎症作用，申請後續基礎應用課題研究。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

本單位動物訂購管道不通暢、動物房飼養面積不足，實驗場地受限，不利於項目順利開展；受疫情等影響，國際會議計劃取消；另外疫情一定程度上導致物流不通暢，延緩了該課題進一步深入研究的推進。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Regional Heterogeneity of Perivascular Adipose Tissue: Morphology, Origin, and Secretome. Front. Pharmacol. 12:697720. doi: 10.3389/fphar.2021.697720	Li, X. (李欣志), Ma Z (馬中原) and Zhu YZ (朱依諄)	本文從形態學、脂肪組織的起源和分泌介質等三個不同側面闡述了血管外周脂肪的異質性，進一步深入分析了血管外周脂肪異質性與血管炎症反應的關係。	SCIE, 被引 8 次 (Google scholar, 2023.6.3)
論文	Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids Intake and Blood Pressure: A Dose-Response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Journal of the American Heart Association 2022;11:e025071. PMID: 35647665	Zhang X, Ritonja JA, Zhou N, Chen BE, Li X (李欣志，通信作者)。	該研究總結 71 個臨床研究總計 4973 名病例，利用隨機效應一階立方回歸模型 (random-effects 1-stage cubic spline regression model) 發現，大約 2.6g/天 ω 3 脂肪酸 (例如 DHA 和 EPA) 能夠明顯降低血壓，從而降低心血管疾病的發生率。	SCIE, 被引 15 次 (Google scholar, 2023.6.3)

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

澳門電力負荷預測系統開發與應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0007/2021/A1	遠光資訊技術（澳門）有限公司	林倩婷	澳門電力負荷預測系統開發與應用

項目摘要

1. 研究背景

澳門電力股份有限公司為了對澳門社會發展做出貢獻努力，向澳門社會提供有重大經濟效益和社會效益的產品和服務，提出建設澳門電力負荷預測系統，為後期電網運行、工程安排以及電網規劃等方面提供數據基礎。

2. 研究目標

建設澳門電力負荷預測系統，根據澳門地區實際用電及工程項目等情況進行負荷預測模型庫創建，目前整體預測內容包括月度負荷預測、月內負荷預測、十年負荷預測、月度最大負荷預測、月內最大負荷預測、十年最大負荷預測。希望達到的目的有：

- 1) 電網運行方面，中期負荷預測供用電需求資訊以進行儲備（油、氣等），制定最經濟及最優化的調度計劃，合理安排相關發電機組的啟停，其發電量能得到充分利用，保持電網運行的安全穩定性，減少不必要的儲備容量，保障社會的正常生產和生活，有效地降低發電成本；
- 2) 工程安排方面，負荷預測結果用作電網潮流計算，在檢修電力設備下確保電網安全運作提供全澳市民電力需求，並確保工程人員在安全情況下實施；
- 3) 電網規劃方面，負荷預測顯示全澳未來地區性的用電分佈及瓶頸，供決策未來各種電力設施建設，如變電站、電纜、發電廠等的規格容量、地點和時間，或是電網的增容和改建，確保電網健康發展滿足用電需求。

3. 簡介研究工作的主要進展

目前已完成整個負荷預測系統的建設，新增 M2- 環比計算、一元回歸、多元回歸以及大數據 **starking** 集成學習模型演算法來進行負荷預測，並且簡化預測步驟，方便業務人員使用並進行實時預測。完成統計分析的建設及完善，以便業務人員瞭解歷史實際負荷情況以及各模型演算法的預測精度情況，為後續負荷預測值調整及提交提供數據基礎。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	月度負荷的絕對百份比誤差小於 2.5%	2022 年 11 月份絕對百分比偏差 1.38% ; 12 月份絕對百分比偏差 0.77% ; 2023 年 1 月絕對百份比偏差 0.64% , 2 月份絕對百分比偏差 1.51% ; 3 月份絕對百分比偏差 0.36% ; 4 月份絕對百分比偏差 0.18% ; 5 月份絕對百分比偏差 0.41% ; 6 月份絕對百分比偏差 2.59% ; 7 月份絕對百分比偏差 1.67% ; 8 月份絕對百分比偏差 3.38% 。 9 月份絕對百分比偏差 0.22% 。 	82%
2	年度的絕對百份比誤差小於 2%	當前 2022 年的年度絕對百份比誤差為 1.44% , 2023 年的年度絕對百份比誤差為 1.12% 	100%
3	擬新申請發明專利 3 項	1. 一種改進的 stacking 月度負荷極值預測方法及裝置 —— 申請編號 : I/001797(582) 2. 一種基於 ai 的電力現貨交易決策模型生成的方法 —— 申請編號 : I/001798(129) 3. 一種基於智慧能源合約技術的能量塊電力交易方式 —— 申請編號 : I/001799(805)	100%

4. 研究成果與應用

運用了大數據演算法，進行月度負荷預測、月內負荷預測、十年負荷預測、月度最大負荷預測、月內最大負荷預測、十年最大負荷預測。

5. 進一步工作

預測模型優化：優化電網電力電量預測現有模型，不斷提升預測精度和預測能力，能夠適應不同的業務需求。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

2023 年 8 月負荷預測偏差值相對偏高的主要原因有，入境遊客數量增幅大，七月為入境遊客數量為 2759544，八月入境遊客數量為 3221691，增幅為 16.75%，此未可控原因導致負荷預測結果偏差較高。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種改進的 stacking 月度負荷極值預測方法及裝置	李棟等	申請編號： I/001797(582) 申請日期：2023/11/6	-
專利	一種基於 ai 的電力現貨交易決策模型生成的方法	帥小沖等	申請編號： I/001798(129) 申請日期：2023/11/6	-
專利	一種基於智慧能源合約技術的能量塊電力交易方式	吳輝等	申請編號： I/001799(805) 申請日期：2023/11/6	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

基於多模諧振結構的先進超高頻識別標籤 和閱讀器研究及其工業應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0011/2021/A1	澳門大學	譚錦榮	基於多模諧振結構的先進超高頻識別標籤和閱讀器研究及其工業應用

項目摘要

1. 研究背景

無線射頻識別（RFID）技術在近年來快速發展，廣泛應用於物流、供應鏈管理、資產追蹤等領域。然而，RFID 系統在特定環境中仍面臨一些挑戰，如金屬物體的影響、天線饋電網絡的設計和性能優化等問題。因此，對 RFID 標籤和閱讀器天線饋電網絡的可行性及設計進行深入研究和優化，具有重要意義。本研究旨在探索多模諧振結構、橫向結構、單阻抗變壓器、高軸向比頻寬和高輻射增益天線等技術在 RFID 應用中的潛在優勢和性能改進，以提高 RFID 系統的效能和適用性，推動無線通信和感測技術的進一步發展。透過這些研究成果，有望實現更可靠、高效、智慧的 RFID 應用，並為物流管理和智慧製造等領域帶來新的創新應用和發展機遇。

2. 研究目標

本項目致力於解決傳統 RFID 標籤及讀寫器製備存在的使用性、性能及工業應用等問題，研究 RFID 電子標籤及其相關的饋電及天線設計等關鍵技術，以實現 RFID 標籤的低成本、小型化、多功能及智慧化，促進 RFID 系統的工業應用與發展。

3. 簡介研究工作的主要進展

研究工作取得了積極的進展，已經完成了一些設計並進行了詳細的性能測試。
研究工作主要進展如下：

- 多模諧振結構在 RFID 標籤和閱讀器天線饋電網絡方面的設計。
- 橫向結構在標籤和閱讀器天線饋電網絡方面的設計。
- 單阻抗變壓器在標籤和閱讀器天線饋電網絡方面的設計。
- 高軸向比頻寬和高輻射增益天線設計小型化設計。
- 金屬表面用抗金屬標籤設計。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	天線 / 標籤模型 2-3 款	已完成 1 款閱讀器天線，2 款超高頻識別標籤	100%
2	發表 SCI 論文 2-4 篇	已發表 5 篇 SCI 收錄論文，1 篇 EI 收錄論文，6 篇國際會議論文	100%
3	培養 2 名博士後，2 名博士研究生。	已培養 2 名本科生，2 名碩士生，3 名博士生，及 1 名博士後	100%

4. 研究成果與應用

- RFID 標籤與閱讀器天線饋電網絡設計：
研究團隊成功設計了一種 920 MHz 超高頻 (UHF) RFID 標籤，採用多模諧振結構中的階梯式阻抗諧振器和缺陷微帶結構，並在金屬物體上實現高達 6.4 dBi 的天線增益。這將有助於 RFID 系統在金屬環境下的穩定運行和高效通信。
- 橫向結構與單阻抗變壓器：
研究與測試了橫向結構和單阻抗變壓器在標籤和閱讀器天線饋電網絡中的可行性。這些技術的研究將有助於優化天線性能和簡化天線設計，提高 RFID 系統的可靠性和適用性。
- 高軸向比頻寬和高輻射增益天線：
通過緊湊的圓極化縫隙天線設計，實現了較寬的工作帶寬，適用於通用 UHF RFID 閱讀器應用。這將為 RFID 應用提供更靈活的天線選擇，同時保持較高的通信效能。
- 太陽能光伏系統結構健康監測：
通過使用了基於電磁感應的 RFID 傳感器技術，應用於現代智能建築，以檢測結構的狀態。這項技術提供了經濟有效的解決方案，有助於太陽能系統的監測和維護，特別適用於具有世界文化遺產重要性的地區，如澳門。

5. 進一步工作

- 繼續多模諧振結構在 RFID 標籤和閱讀器天線的設計及優化，探討其它模諧振結構在 RFID 的使用方式，以提高天線的帶寬性能及降低尺寸。
- 將橫向結構應用在 RFID 標籤和閱讀器天線饋電網絡上。
- 各 RFID 標籤和閱讀器天線的原型設計，製作及測試。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Filtering Angular Displacement Sensor Based on Transversal Section With Parallel-Coupled-Line Path and U-Shaped Coupled Slotline	Chi-Hou Chio; Kam-Weng Tam; Roberto Gómez-García	IEEE Sensors Journal. 22(2). 1218-1226, 2022 年 1 月	SCIE, EI
期刊論文	A Conversionless Angular Displacement Antenna Sensor Node Based on Microstrip Cross-Shaped Matching Network With Rotational Stub for RFID Applications	Jie-Zhao Zheng; Jian-Li Jiao; Hong-Xu Zhu; Wen-Hai Zhang; Chi-Hou Chio; Cheng Teng; Kam-Weng Tam	IEEE Journal of Radio Frequency Identification. 6. 361-367, 2022 年	ESCI, EI
期刊論文	Analysis of Multimode Circular Cross-Shaped Resonator With Asymmetric Via and Its Application to Microwave Angular Displacement Sensor	Cheng Teng; Chi-Hou Chio; Kam-Weng Tam; Pui-Yi Lau	IEEE Microwave and Wireless Technology Letters, vol. 33, no. 5, pp. 607-610, May 2023	-
期刊論文	Design of Microstrip Transversal Signal-Interference Circuit With Large Group Delay	Chi-Hou Chio; Kam-Weng Tam; Roberto Gómez-García; Guan-Long Huang; Sai-Wai Wong; Huawei Lin; Cheng Teng	IEEE Microwave and Wireless Technology Letters, vol. 33, no. 1, pp. 90-93	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	High-Selectivity FA-FA-Based Frequency Selective Surfaces Using Magneto-electronic Dipole Antennas	Huawei Lin; Yin Li; Sai-Wai Wong; Kam Weng Tam; Baiyang Liu; Lei Zhu	IEEE Transactions on Antennas and Propagation, vol. 70, no. 11, pp. 10669-10677	SCIE, EI
期刊論文	Microwave Angular Displacement Sensor with Wideband Matching and Impedance Transforming	Hong-Xu Zhu, Pedro Cheong, Kam-Weng Tam, Chi-Hou Chio, Cheng Teng, Wen- Hai Zhang, Kong Ngai	Electronics Letters, 59: e12880, 2023	SCIE, EI
會議論文	A Diffraction Experiment Kit with an Arduino based Programmable Rotational Sample Platform	Miguel Gomes Da Costa; Oi-Tai Tai; Hong-Lam Chu; Chi-Hou Chio; Kam-Weng Tam	2022 IEEE International Conference on Teaching, Assessment and Learning for Engineering (TALE), Hung Hom, Hong Kong, 2022, pp. 779-782	-
會議論文	A Frequency Selective Surface with Wide Passband and Lower-Rejection Band Based on Magneto-Electric Dipole Antennas	Huawei Lin; Yin Li; Sai-Wai Wong; Baiyang Liu; Shahid Iqbal; Cheng Teng; Kam Weng Tam	2022 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes for RF and THz Applications (IMWS-AMP), Guangzhou, China, 2022, pp. 1-3	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文	Group-Delay- Based Angular- Displacement Microwave Sensor Using Transversal Signal-Interference Principle	Chi-Hou Chio; Roberto Gómez- García; Kam-Weng Tam; HuaWei Lin; Cheng Teng; WenHai Zhang	2022 IEEE MTT-S International Microwave Workshop Series on Advanced Materials and Processes for RF and THz Applications (IMWS-AMP), Guangzhou, China, 2022, pp. 1-3	-
會議論文	A UHF RFID Tag Antenna Sensor Using Stepped Impedance Defected Microstrip Structure and Its Application to Metallic Auxiliary Axle Counter of Train Detection	Wai-Son Kuan; Chi-Hou Chio; Kam-Weng Tam; HuaWei Lin; Paulo Olavo Lima Neves Oliveira; Lwena Susana Benrós Delgado	2022 IEEE 12th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID- TA), Cagliari, Italy, 2022, pp. 128-130	-
會議論文	3d Printed RFID Sensor Based Structural Health Monitoring For Distributed Solar Photovoltaic	Paulo Olavo Lima Neves Oliveira; Lwena Susana Benrós Delgado; Kam-Weng Tam; Chi-Hou Chio; Wai-Son Kuan; Huawei Lin; Cheng Teng; Ngai Kong; Eng-Hock Lim	2022 IEEE 12th International Conference on RFID Technology and Applications (RFID- TA), Cagliari, Italy, 2022, pp. 131-134	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	A Simultaneous Obstacle and Inclination Detection for Macao World Heritage District Photovoltaic Systems Based on GIS and UHF RFID	Oi Tai Tai; Kam Weng Tam; Iok Fong Lam	2022 10th International Conference on Smart Grid (icSmartGrid), Istanbul, Turkey, 2022, pp. 58-60	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	1	2

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

GaN輔助式混合結構DC-DC轉換器晶片研究與開發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0034/2021/A1	澳門大學	江洋	GaN 輔助式混合結構 DC-DC 轉換器晶片研究與開發

項目摘要

1. 研究背景

隨著人工智慧、大數據、雲計算、智慧工業控制等技術的高速發展，數據中心及終端智慧系統已經成為互聯網和智慧生活的核心樞紐，處理和存儲大規模信息服務數據。然而，此類應用對電能的需求巨大，同時也對二氧化碳排放產生負面影響，會帶來能源需求的急劇上升和環境問題的壓力。電源轉換系統在上述應用中起著關鍵作用，將電網的高電壓轉換為適用於設備的低電壓。然而，目前的此類電源轉換器晶片在處理高電壓、大電流、低電壓輸出方面存在性能或實施上的限制，如轉換效率、體積、設計/使用複雜度等問題。新型材料如氮化鎵高電子遷移率晶體管（GaN HEMT）以及混合式（hybrid）拓撲結構已經在 DC-DC 轉換器晶片的設計中得到應用，但針對特定的點負載（Point of Load, PoL）轉換器晶片，如 12~48V 的輸入轉換到小於 5V 的低電壓輸出，仍存在技術不足。市場上還缺乏高效、低成本的 PoL 轉換器，因此需要開發新的技術和產品。

為了解決這一問題，本研究項目從兩個關鍵層面著手。首先，通過設計 GaN 開關輔助的 hybrid 結構，充分利用 GaN 器件和 hybrid 拓撲結構的優點，以實現高效、高變比的電能轉換，同時減少系統體積和複雜度。其次，本項目將研究如何將 GaN 開關用於高耐壓位置，同時使用 Si MOSFET 在低壓高電流位置，以降低成本、增加集成度，充分發揮 GaN 器件和 Si MOSFET 的優勢互補性。

綜上所述，本研究項目的背景在於解決集成電源轉換器系統在高效、低成本、低電壓大電流輸出方面的性能瓶頸，特別是面向 12~48V 的集成 PoL 轉換器，通過優化拓撲結構和合理應用新型半導體器件，以實現更高效、更緊湊、更經濟的電源轉換系統。

2. 研究目標

本項目的研究目標是應對 48V 以下供電應用中高集成度、高變壓比、大電流輸出 PoL DC-DC 轉換器技術方面的挑戰，特別是在新一代低壓直流標準下，為低壓電子系統晶片組塊提供高能效和低成本的集成電源轉換器解決方案。項目的關注點在於解決現有集成電源技術在高變壓比和大電流輸出方面的限制。研究將集中在多個關鍵領域，包括轉換器結構、負載調節反饋環路控制、功率開關驅動、功率器件集成等，以提出新型混合式拓撲結構，同時相容高性能 GaN 開關的輔助，從而顯著提高轉換器的性能，簡化設計複雜度，降低成本，增加方案的靈活性，為未來相關應用提供高效、經濟的電源轉換解決方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

本研究在項目開展的週期內進展情況良好，申請時擬定的研究目標均已順利達成。

成果方面，到項目截止日期，項目工作已完成多項新技術的研發及驗證，相關學術論文均已成功發表，部分技術也已完成專利申請的提交。人才培養方面，本項目通過資助參與研究工作的在校全職學生，並為其提供科研資源和平臺，到項目截止之日，已完成 7 名碩士生和 2 名博士生的培養，其中 5 人已畢業取得碩士學位。所培養學生獲得 ISSCC 的 STGA 獎、IEEE APCCAS 最佳論文提名獎、以及澳門 FDCT 的研究生獎。

技術創新方面，在項目開展期內，項目課題組已完成多項面向 12V/24V/48V 電壓的新型混合式架構電源轉換器拓撲設計技術，以及 GaN 功率開關驅動電路設計技術。研究工作中所完成的新型拓撲設計利用開關電容結構成功改善了功率級內部的傳導損耗和開關損耗，同時有效減少了功率元件的尺寸，同步提升了轉換效率及功率密度；所研發的新型 GaN 驅動技術也成功實現整體硬體集成度的提升。設計所實現的性能指標均達到國際領先水準，發表 8 篇 SCI 論文及 7 篇 EI 論文，其中包括晶片設計頂會 ISSCC、頂級期刊 JSSC、半導體頂會 VLSI Symposium、電路與系統頂刊 TCAS-I、電力電子學頂刊 TPEL 等，並有 7 項技術發明專利正在申請中。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	完成 2 次流片及測試	已完成流片工 6 次	300%
2	可演示的原型機晶片	全部原型機晶片均測試成功	100%
3	發表不少於 4 篇 SCI、EI 論文	共發表論文 SCI、EI 論文 15 篇	375%
4	培養 2 名研究生	共培養已畢業碩士生 5 人	250%
5	申請 1-2 份中國專利	已提交項目相關的中國專利申請 7 件	350%

4. 研究成果與應用

項目研究所產生的成果主要為電源轉換器及功率開關驅動電路的創新設計技術。根據性能指標和對應的應用場景，可分為以下四類：

- 1) 面向 12V/24V/48V 直流總線的高降壓 PoL 轉換器技術。此部分研究取得了三項新型拓撲技術的研發成果。其中兩項已通過流片測試驗證，發表於專業領域頂級期刊。另一項技術經模擬驗證，也已在國際會議上發表。所提出技術通過將多級降壓開關電容單元與傳統電感型功率級結構進行融合，形成新型基於多路徑式混合型拓撲架構，從拓撲理論層面實現了電感損耗降低、開關損耗降低、整體體積縮小等性能優化，更適合在高電壓輸入、大電流輸出下實現更高轉換效率及更大功率密度。可應用於高性能計算、工業電子系統、電動汽車電子系統的供電方案中。
- 2) 面向 5V 以內輸入電壓的高效率、高密度、高動態開關電源轉換器技術。此部分研究共提出四項基於開關電容的創新結構設計，其中三項技術已完成流片及測試，相關論文已發表在 IC

設計的頂刊及頂會上。所提出技術通過利用新型開關電容 / 混合架構拓撲，實現電源模塊的小型化、低損耗，改善了系統的電源壽命以及發熱問題。研究工作為單芯鋰電池或 5V 以內低壓直流總線供電下的 SoC 晶片提供了電源解決方案。適用於高性能智慧可攜式設備。

- 3) GaN 功率開關驅動技術。本項目通過前沿技術調研與分析，已掌握當前主流先進 GaN 驅動的技術脈絡，探索總結出各類技術的特點，以及尚存的技術不足，並總結了不同性能側重下的關鍵設計考慮因素。相關成果已發表於電路與系統頂級期刊，可為該技術領域的科學研究及工程設計工作提供具有前沿性的參考和指導。此外，本項目還研發了一種利用 GaN 實現的 48V 降壓轉換器，可實現寬變比範圍及低損耗特性，該設計已在國際會議上發表，設計技術可用於新一代車載、消費電子設備的 USB3.1 供電場景。
- 4) 轉換器電壓調整率及輸出電磁干擾（EMI）改善技術。本研究針對混合架構拓撲中存在的在輸入瞬變下對輸出的耦合效應，以及由於拓撲中的硬充電操作對輸出電壓造成的 EMI 影響，進行了精確建模分析，並提出了三種不同的控制技術，可有效改善電壓調整率，以及降低輸出 EMI 的噪聲譜。上述工作的 SCI/EI 論文已經發表。此方面的研究成果可用於噪聲敏感型系統的供電。

5. 進一步工作

在本項目週期結束後，課題組會繼續在相關方向上做更進一步的技術探索和方案研究，針對轉換器在更具的實際應用場景下可能存在的穩定性、可靠性問題開展探究，為項目研究所產出的拓撲及驅動電路技術提供更貼近於實際應用的配套硬體。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Arithmetic Progression Switched-Capacitor DC-DC Converter Topology With Soft VCR Transitions and Quasi-Symmetric Two-Phase Charge Delivery	Yang Jiang	IEEE Journal of Solid-State Circuits, vol. 57, no. 10, pp. 2919-2933, Oct. 2022, doi: 10.1109/JSSC.2022.3167704.	SCI
期刊論文	A 12/24 V-Input HV-LV-Separated Hybrid SC PoL Converter with 355 mW/mm ³ Power Density at 3 A Load Current and 15.2 mm ³ Power Passives	Xiongjie Zhang, Yang Jiang	IEEE Transactions on Power Electronics, Early Access, doi: 10.1109/TPEL.2023.3314287.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A 10.5 W, 93% Efficient Dual-Path Hybrid (DPH)-Based DC–DC Converter Incorporating a Continuous-Current-Input Switched-Capacitor Stage and Enhanced IL Reduction for 12 V/24 V Inputs	Qiaobo Ma, Yang Jiang	IEEE Transactions on Circuits and Systems I-Regular Papers, Early Access, doi: 10.1109/TCSI.2023.3320745.	SCI
期刊論文	Floating-Domain Integrated GaN Driver Techniques for DC–DC Converters: A Review	Xuchu Mu, Yang Jiang	IEEE Transactions on Circuits and Systems I-Regular Papers, vol. 70, no. 9, pp. 3790-3805, Sept. 2023, doi: 10.1109/TCSI.2023.3288871.	SCI
期刊論文	Miniaturized Energy Harvesting Systems Using Switched-Capacitor DC–DC Converters	Man-Kay Law/ Yang Jiang	IEEE Transactions on Circuits and Systems II-Express Briefs, vol. 69, no. 6, pp. 2629-2634, June 2022, doi: 10.1109/TCSII.2022.3168307.	SCI
期刊論文	Line-transient enhancement techniques for multi-path hybrid DC–DC converter with <1% output overshoot/undershoot	Huihua Li, Yang Jiang	Electronics Letters, Volume58, Issue25, Pages 952-956, December 2022, doi: 10.1049/ell2.12634.	SCI
期刊論文	Automatic power-stage partitioning method for reconfigurable SC DC-DC converters with reduced power-cell redundancy	Xuchu Mu, Yang Jiang	Electronics Letters, Volume 58, Issue 25, Pages 957-962, December 2022, doi: 10.1049/ell2.12646	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A multi-path switched-capacitor-inductor hybrid DC-DC converter with reduced inductor loss and extended voltage conversion range	Qiaobo Ma, Yang Jiang	IEICE Electronics Express, Volume 18 Issue 22 Pages 20210405, 2021, doi: 10.1587/elex.18.20210405.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	6	-	-

機器學習技術在澳門風暴潮預測中的應用可行性

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0009/2021/A	澳門大學	施華斌	機器學習技術在澳門風暴潮預測中的應用可行性

項目摘要

1. 研究背景

颱風及其引發的風暴潮對澳門及粵港澳大灣區社會經濟發展和城市公共安全已構成了嚴重威脅，研發風暴潮預報技術對澳門防災減災工作具有重要意義。

風暴潮預報主要有動力學數值預報和經驗統計預報。動力學數值預報存在空間解析度低、計算量大、時效性差、初始場依賴等問題，而經驗統計預報物理意義弱、精度有限。機器學習技術在風暴潮預報中已有初步應用，但大多沒有挖掘風暴潮數據的時序關聯性，存在動力過程不清、誤差較大等問題。

2. 研究目標

本項目基於颱風風暴潮物理過程的力學分析和數值模擬厘清風暴增水影響因數，針對風暴潮過程的強非線性和時序性，研究適用於澳門風暴潮預報的機器學習技術，構建高精度的風暴潮機器學習模型，為澳門防災減災提供實用技術。

3. 簡介研究工作的主要進展

項目工作的詳細論述可參見附件《機器學習技術在澳門風暴潮預測中的應用可行性》，主要進展包括三個方面：

- 1) 厘清了風暴增水的影響因數
基於風暴潮動力過程分析和數值模擬的研究，確定了十三個風暴增水的影響因數作為機器學習模型的輸入。考慮空間與時間尺度的差異性對影響因數分類，定量分析了各因數在風暴增水中的權重。
- 2) 對比了多類型機器學習技術在風暴潮預報中的有效性
基於多層感知機（ANN-MLP）、長短期記憶人工神經網絡（LSTM）、寬度學習系統（BLS）構建了三類風暴潮機器學習預報模型，對比分析了三類模型的風暴潮預報精度。
- 3) 構建了高精度的澳門近海短時風暴潮機器學習預報模型
選用 LSTM 技術構建澳門近海風暴潮機器學習預報模型，進行 1、2、3、6、12、18、24、30、36 小時不同時效預報。通過數據分類處理和優化環境因數影響時長提高模型精度。已構建的模型能夠實現 6 小時時效的短時風暴潮高精度預報。

4. 研究成果與應用

項目研究成果包括颱風風暴潮 LSTM 模型一套、《機器學習技術在澳門風暴潮預測中的應用可行

性》研究報告一份、相關領域國內外主流學術期刊上發表代表性論文 4 篇（另有一篇在投審稿中）。項目成果得到諸多同行認可，團隊成員在第一屆“全國海洋數值預報與智慧預報研討會”上獲得“優秀報告獎”。

項目期間與澳門地球物理暨氣象局建立了緊密的聯繫，在風暴潮預報方面開展了切實合作。2023 年 7 月在颱風“泰利”期間，項目團隊應用機器學習模型和數值模型同步開展了風暴潮即時預報，為氣象局提供防災諮詢。

5. 進一步工作

團隊後續將繼續深入三個方面研究：

- 1) 應用機器學習模型實現 24 小時以上的長時效風暴潮高精度預報；
- 2) 研究資料缺失情形下機器學習模型的優化；
- 3) 開展颱風期間澳門近海風暴潮潮位和波浪的協同觀測，持續補充資料。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Mechanisms analysis on the mitigation of harbor resonance by periodic undulating topography	Junliang Gao, Huabin Shi, Jun Zang, Yingyi Liu	Ocean Engineering, 281, 114923, August 2023	SCI 收錄，被引 6 次
期刊論文	Translational momentum of deformable submarine landslides off a slope	Xiafei Guan, Huabin Shi	Journal of Fluid Mechanics, 960, A23, April 2023	SCI 收錄，被引 1 次
期刊論文	$\mu(J)$ -Rheology-based depth-averaged dynamic model for roll waves in granular-fluid avalanches	Jianbo Fei, Huabin Shi, Yuxin Jie, Bingyin Zhang	Applied Mathematical Modelling, 119, 763-781, July 2023	SCI 收錄
期刊論文	Study on wave loads during steady-state gap resonance with free heave motion of floating structure	Junliang Gao, Shukai Gong, Zhiwei He, Huabin Shi, Jun Zang, Tao Zou, Xu Bai	Journal of Marine Science and Engineering, 11, 448, February 2023	SCI 收錄，被引 1 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	第一屆“全國海洋數值預報與智慧預報研討會”優秀報告獎	王羽佳（項目負責人指導的博士生，項目負責人為報告第二作者）	國家海洋環境預報中心，2023年5月，第一屆“全國海洋數值預報與智慧預報研討會”優秀報告獎	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	2

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

矩陣交換子的範數不等式

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0013/2021/A	澳門大學	鄭智文	矩陣交換子的範數不等式

項目摘要

1. 研究背景

此項目主要是對矩陣交換子的範數不等式進行研究。在 2005 年，Böttcher 與 Wenzel 提出了一個被稱為 Böttcher-Wenzel 猜想的問題，內容是關於矩陣交換子的 Frobenius 範數的上界。三年後，在 2008 年，出現了第一個證明，並在其後的兩年間，出現了三個不同的證明，且把結果推廣至複方陣。在 2010 年，Wenzel 與 Audenaert 提出以 Schatten 範數來考慮上述結果的推廣。這正是此項目的主要研究課題。在項目進行其間，有學者提出不同的推廣方向，這些問題亦會被考慮。

2. 研究目標

對矩陣交換子的 Schatten 範數的上界問題得到新的結果。

3. 簡介研究工作的主要進展

成功對矩陣交換子的 Schatten 範數的上界問題得出新的結果，當中包括對矩陣交換子的運算元範數上界得出一個完整的結果。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	對矩陣交換子的 Schatten 範數的上界問題得到新的結果，並在 SCI 學術期刊發表。	已對矩陣交換子運算元範數不等式得出了一個新的結果，並已在 SCI 期刊發表。	60%

4. 研究成果與應用

對矩陣交換子運算元範數不等式得出了一個新的結果，並已在 SCI 期刊發表。

5. 進一步工作

可對其他範數考慮交換子範數不等式，如近期有學者提出的加權 Frobenius 範數。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Sharp bounds for the operator norm of commutator	鄭智文、許家亮	Filomat 37:27, 9183-9195, 2023.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

餘甘子歐洲藥典質量標準研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0016/2021/A	澳門大學	陳肖家	餘甘子歐洲藥典質量標準研究

項目摘要

1. 研究背景

中藥是中國古代科學的瑰寶，是我國擁有自主知識產權、具有極大自主創新潛力的少數產業之一，也是戰略性新興產業。中藥國際化是中藥發展戰略中艱巨困難卻富有意義的一步，而中藥質量標準恰恰是制約中藥國際化的關鍵因素，在推進中藥國際化的進程中，中藥標準引領國際需先行，通過構建完善的中藥質量標準體系，讓中藥在歐美市場以藥品的形式獲得國際認可。歐洲藥典是歐洲藥品質量控制的法定標準，由歐洲藥品質量管理局（European Directorate for the Quality Control of Medicine, EDQM）負責起草和出版。申請人於 2015 年與 EDQM 共同合作開展了中藥麥冬歐洲藥典標準的研究。該研究的工作質量受到 EDQM 的高度評價，提交的草案於 2018 年通過 EDQM 的審議進入歐洲藥典，並於 2019 年 7 月 1 日正式生效。在此基礎上，我們提出制訂中藥餘甘子的歐洲藥典標準。

2. 研究目標

本項目採用薄層色譜 - 生物自顯影技術篩選餘甘子活性成分，選擇藥效確切的質量標誌物作為質控指標，利用一測多評法建立餘甘子多指標含量測定方法。在上述研究的基礎上，起草餘甘子歐洲藥典質量標準並向歐洲藥品質量管理局（EDQM）遞交草案，為餘甘子健康產品進入歐洲市場奠定基礎。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目結合薄層色譜 - 生物自顯影技術和一測多評法，對餘甘子的質控指標和質控方法進行研究，以建立中藥餘甘子歐洲藥典質量標準。具體包括：

- （1）採用薄層色譜 - 生物自顯影技術篩選餘甘子活性成分作為質量標誌物；
- （2）利用一測多評法建立餘甘子多指標含量測定方法；
- （3）餘甘子的薄層色譜鑒別；
- （4）水分、總灰分、酸不溶性灰分檢查；
- （5）鞣質含量測定；
- （6）起草並提交餘甘子歐洲藥典質量標準草案。

4. 研究成果與應用

共發表論文 9 篇，會議論文 1 篇，起草餘甘子歐洲藥典質量標準草案。培養博士生 1 名、碩士生 3 名。

5. 進一步工作

針對 EDQM 和歐盟各成員國專家提出的意見，進一步修改和完善餘甘子歐洲藥典質量標準草案。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Key quality factors for Chinese herbal medicines entering the EU market	Wang M, Yao PF, Sun PY, Liang W, Chen XJ	Chinese Medicine. 2022, 17(1): 29	SCI
期刊論文	Chemical Comparison of Monk Fruit Products Processed by Different Drying Methods Using High-Performance Thin-Layer Chromatography Combined with Chemometric Analysis	Hong HJ, Yang Q, Liu Q, Leong F, Chen XJ	Frontiers in Nutrition. 2022, 9: 887992.	SCI
期刊論文	Cell metabolomics study on the anticancer effects of Ophiopogon japonicus against lung cancer cells using UHPLC/Q-TOF-MS analysis	Liu Q, Shen JM, Hong HJ, Yang Q, Liu W, Guan Z, Wang YT, Chen XJ	Frontiers in Pharmacology. 2022, 13: 1017830	SCI
期刊論文	Efficient Sustained-Release Nanoparticle Delivery System Protects Nigral Neurons in a Toxin Model of Parkinson's Disease	Wang Q, Ma R, Liu PX, Cheng GW, Yang Q, Chen XJ, Wu ZF, Yuan DS, Chen TK	Pharmaceutics. 2022, 14(8): 1731	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Robust boron nanoplatform provokes potent tumoricidal activities via inhibiting heat shock protein	Zhao YY, Liu N, Liu PX, Fan TJ, Ma R, Hong HJ, Chen XJ, Xie ZJ, Zhang H, Wang Q, Chen TK	Asian Journal of Pharmaceutical Sciences. 2022, 17(5): 728-740	SCI
期刊論文	Brain-Targeted Biomimetic Nanodecoys with Neuroprotective Effects for Precise of Parkinson's Disease	Liu Y, Luo JS, Liu YJ, Liu W, Yu GT, Huang YT, Yang Y, Chen XJ, Chen TK.	ACS Central Science. 2022, 8(9): 1336-1349	SCI
期刊論文	Anti-Parkinsonian Therapy: Strategies for Crossing the Blood-Brain Barrier and Nano-Biological Effects of Nanomaterials	Cheng GW, Liu YJ, Ma R, Cheng GP, Guan YC, Chen XJ, Wu ZF, Chen TK	Nano-Micro Letters. 2022, 14(1): 105	SCI
期刊論文	Nanoparticles for co-delivery of paclitaxel and curcumin to overcome chemoresistance against breast cancer	Lin XP, Wang Q, Du S, Guan YC, Qiu JM, Chen XJ, Yuan DS, Chen TK	Journal of Drug Delivery Science and Technology. 2023, 79: 104050	SCI
期刊論文	“Swiss Army Knife” black phosphorus-based nanodelivery platform for synergistic antiparkinsonian therapy via remodeling the brain microenvironment	Cheng GW, Li ZJ, Liu YJ, Ma R, Chen XJ, Liu W, Song YF, Zhang Ym Yu GT, Wu ZF, Chen TK	Journal of Controlled Release. 2023, 353: 752-766	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Cell metabolomics study on the anticancer effects of <i>Ophiopogon japonicus</i> against lung cancer cells using UHPLC/Q-TOF-MS analysis	Liu Q, Shen JM, Hong HJ, Yang Q, Liu W, Guan Z, Wang YT, Chen XJ	本地，壁報展示，The 8th Macau Symposium on Biomedical Sciences，2022 年 10 月 14-15 日	n/a
標準草案	Emblic Leaf flower fruit	Chen XJ, Wang SP, Yao PF, Zhang JM, Geng Z, Yang FQ	Draft monograph of European Pharmacopoeia	n/a

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

應用氮摻雜三維石墨烯材料脫鹽和去除微污染物的性能及機理研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0023/2021/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	吳洋	應用氮摻雜三維石墨烯材料脫鹽和去除微污染物的性能及機理研究

項目摘要

1. 研究背景

根據《聯合國世界水資源發展報告》，到 2050 年只有大約 60 億人有足夠的清潔水，這導致地表水和地下水的進一步開發，加速了水資源的枯竭。此外，隨著含水層的縮小，沿海地區的鹽入侵將非常劇烈。利用海水和微咸水的脫鹽技術是平衡淡水資源稀缺和水需求急劇增加的有效方法。然而，海水淡化僅為生活在沿海地區的世界人口的大約 1% 提供了海水。因此，尋求低能耗、操作簡單的海水淡化技術是擺脫當前困境的關鍵。技術更為先進且具有更高性價比的電容去離子技術（Capacitive deionization, CDI）成為了研究熱點。相比傳統的活性炭電極材料，三維石墨烯材料具有更高的比表面積、良好的導電性能以及更強的機械性能等優良特性，是未來研究以及應用的新型納米材料。

2. 研究目標

本項目是通過丙烯醯胺聚合反應協助合成三維氮摻雜石墨烯材料，並將其應用於電容去離子脫鹽技術和有機微污染物去除及降解技術的研究，為水資源安全做技術儲備。改進並開發一條穩定、成本較低且能應用於大規模生產的三維氮摻雜還原氧化石墨烯的合成製備路線；利用上述合成製備的石墨烯材料構建穩定的電容器模型以適用於各類水體的淨化技術；將電容器模型應用於電容除鹽過程以及水體中有機微污染物的吸附及降解去除過程，實現並優化高效的脫鹽和微污染物的去除性能；解析脫鹽和有機微污染去除過程中材料表面機制以及水體中分子化學過程。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 開發一條穩定、成本較低且能應用於大規模生產的三維氮摻雜還原氧化石墨烯的合成製備路線

通過改進的 Hummer 法製備表面含有大量含氧官能團的氧化石墨，還原氧化石墨烯和丙烯醯胺通過接枝方式連接，形成的氮摻雜骨架還原氧化石墨烯氣凝膠（NFGA）具有三維結構，其元素含量百分比 C 為 50-70%，N 為 5-10%，O 為 30-40%。

氮摻雜骨架還原氧化石墨烯氣凝膠（NFGA）具有優良的電化學性能，NFGA 電極的比電容，通過對 CV 曲線下的面積進行積分，計算得出 $235.3 \text{ F} \cdot \text{g}^{-1}$ 。在不同電流密度下對 NFGA 電極進行的 CP 測試顯示，在 1、2、5 和 $10 \text{ A} \cdot \text{g}^{-1}$ 的電流密度下，比容量分別為 48.889、42.389、36.389 和 $30.278 \text{ mAh} \cdot \text{g}^{-1}$ 。

2) 利用合成製備的石墨烯材料構建穩定的電容器模型實現脫鹽性能

改性氮摻雜三維還原氧化石墨烯電極由上述的改性氮摻雜三維還原氧化石墨烯材料與聚偏二氟乙烯、導電乙炔黑按質量比 85 : 10 : 5 混合，加入適量 N- 甲基吡咯烷酮混合調成漿料，塗敷於鈦片表面且控制改性氮摻雜三維還原氧化石墨烯材料的比例為 4 mg/cm²，置於 40°C、真空度低於 10 Pa 的真空乾燥箱中乾燥 24 h 後製成。利用 NFGA 電極構建的電容器最佳使用電壓為 1.2V，它在不損壞電極的情況下實現了最大脫鹽能力，其脫鹽能力為 25.76 mg·g⁻¹。

3) 利用負載的碳氮材料 (Fe₃O₄@NC) 微污染物的去除

合成介孔材料 Fe₃O₄@NC 應用於電化學去除微污染物技術，在催化過硫酸鹽 (PMS 和 PDS) 體系中，能產生大量活性自由基，對測試抗生素類污染物 (卡馬西平) 有很好的去除效果，其降解速率約是普通碳材料的兩倍以上。

4) 利用量子化學計算解釋了氮摻雜脫鹽過程中材料表面機制

通過密度泛函理論 (DFT) 計算來評估不同類型氮摻雜對材料吸附的影響。Na⁺ 在石墨氮、氧化氮、吡啶氮和吡咯氮的吸附位點上的吸附能分別為 -0.96、-1.16、-1.35 和 -1.46 eV。這些值顯著低於石墨烯表面的吸附能 (-0.95 eV)，表明四種氮摻雜石墨烯對 Na⁺ 離子表現出優異的吸附能力。結果表明，氮摻雜的三維石墨烯有利於脫鹽過程中離子吸附。

4. 研究成果與應用

根據研究結果中開發一條穩定、成本較低且能應用於大規模生產的三維氮摻雜還原氧化石墨烯的合成製備路線，並成功應用在電容器中，能夠實現快速脫鹽。本研究成果已向中國內地申請發明專利。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Spatio-Temporal Patterns and the Fluxes of Regional Nutrient Pollution in the Pearl River Basin, China	Wu, Yang; Sun, Chengqian et al.	Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 31, No. 5 (2022), 1-12	SCI
期刊論文	The Characteristics of Net Anthropogenic Nitrogen and Phosphorus Inputs (NANI/NAPI) and TN/TP Export Fluxes in the Guangdong Section of the Pearl River (Zhujiang) Basin	Sun, Chengqian; Wu, Yang et al.	Sustainability, Vol. 14, No. 23, (2022), 16166	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Tangyuan-like structure N-doped C shell Fe0 as an efficient catalyst for organic degradation in groundwater: N-Fe synergistic strengthening effect, and activation mechanism	Cheng, Zian; Ma, Zhifei; Wu, Yang et al	Applied Surface Science, Vol. 631, (2023), 157552	SCI
期刊論文	Preparation of high- performance nitrogen- doped three-dimensional framework graphene material for efficient capacitive deionization and evaluating the different types of nitrogen doping	Jing, Le; Lu, yingyi; Wu, Yang et al	Desalination (under Review)	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	7	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	可電吸附脫鹽的改性氮摻雜三維還原氧化石墨烯材料及其應用方法		
成果特點	要解決的技術問題是克服現有技術的不足，旨在最大化利用石墨烯材料的物理化學結構優勢，通過接枝自支撐的方式製備出具有納米結構的三維宏觀產品，開發新式易於合成的吸附材料。具體地，提供一種可電吸附脫鹽的改性氮摻雜三維還原氧化石墨烯材料，其具備快速高效的電吸附去除效果及優秀的循環再生性能，可以通過電吸附的方式實現對水體中氯化鈉的吸附，且易於脫附再生，利於循環回收，延長納米材料的使用壽命。		
技術成熟度	TRL2		
應用範圍	脫鹽技術 / 海水淡化。		
投產條件和預期經濟效益	規模試驗合格，節能。 無經濟預期		
合作方式	專利轉移		

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學		
聯系人	吳洋	電話	(853) 6866 6499
網址	-	傳真	-

基於代謝螢光體的成像與光譜發展糖尿病的早期診斷技術

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0026/2021/A	澳門大學	劉子銘	基於代謝螢光體的成像與光譜發展 糖尿病的早期診斷技術

項目摘要

1. 研究背景

2014 年，全球糖尿病患病率上升到 8.5%。預計到 2040 年，糖尿病將影響約 6.42 億人，估計衛生支出為 8020 億美元，是全球重要的公共衛生問題。人體研究表明，胰島素抵抗早於葡萄糖水平升高，中間可相差 10 年。現行針對胰島素抗性的檢測均具有侵入性高與費時的缺點，難以進行經常性的監測。因此，開發一種無標記快速診斷胰島素抵抗的方法，幫助代謝監測與預防糖尿病，有其必要性。

2. 研究目標

本項目擬基於菸鹼醯胺腺嘌呤二核苷酸 (NADH)/ 黃素腺嘌呤二核苷酸 (FAD)/ 脂褐素 (Lipofuscin) 三種代謝螢光體的多光子螢光與螢光壽命影像，鑑別糖尿病小鼠的脂肪細胞耗氧與巨噬細胞啟動狀態，建立胰島素抗性的代謝光學組織病理，發展低侵入性、無標定的胰島素抗性診斷方法。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 建立高脂與高糖高脂的糖尿病小鼠模型
飼養高脂或高糖高脂飼料一個月左右，小鼠出現胰島素抵抗症狀；飼養四個月左右，出現血糖異常。
- 2) 確認脂肪組織中的巨噬細胞皆具有內生性的脂褐素 (lipofuscin) 紅螢光
通過 1040 nm 雙光子激發，巨噬細胞標定有 GFP 的轉基因小鼠 (C57BL/6J-c2J-LysM-GFP 種系) 皮下和臟器脂肪組織內的巨噬細胞皆帶有特徵的脂褐素紅螢光。
- 3) 用 NAD(P)H/FAD 多光子影像鑑定第二型糖尿病脂肪組織的代謝病理
已確認小鼠臟器脂肪組織內的脂肪細胞 FAD / (NAD(P)H + FAD) 螢光強度比值可以區分小鼠有無胰島素抵抗症狀，同時 FAD / (NAD(P)H + FAD) 螢光強度比值也可區分巨噬細胞 M1 和 M2 表型。
- 4) 以 NAD(P)H 的螢光壽命成像鑑定第二型糖尿病脂肪組織的代謝病理
已確認 NAD(P)H 的 α_1 與 τ_2 螢光壽命參數可以分辨巨噬細胞代謝表型和活化狀態以及脂肪細胞的糖代謝狀態。最後運用主要成分分析法 (PCA)，組合代謝螢光參數，實施健康、糖尿病前期、以及糖尿病晚期的鑑別診斷。

4. 研究成果與應用

- 研究已成功開發基於螢光體影像與光譜的無標定胰島素抗性檢測技術，可以鑑別診斷先期

糖尿病與晚期糖尿病，相關成果已發表在 *Theranostics* 13 (11), 3550-3567 (2023)。其中巨噬細胞無標定成像與定量技術，正在申請中國與全球專利。

- 已發表 9 篇 SCI 文章，其中 6 篇影響因數大於 5。
- 相關技術可應用於糖尿病早期胰島素抗性症狀的篩檢，在定點照護檢驗 (POCT) 場所協助健康管理，防止進入不可逆的晚期第二型糖尿病。

5. 進一步工作

完成計劃後，仍需要 2 年的產業化橋接計劃，製作脂肪代謝偵測雛型機，讓這套光學代謝病理診斷方法，能透過微創光纖，以低侵入的方式，量測脂肪組織的 NADH/FAD/ 脂褐素螢光，讓產品製造合規進入市場。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Plasmon Resonant Two-Photon Luminescence Inducing Photosensitization and Nonlinear Optical Microscopy In Vivo by Near-Infrared Excitation of Au Nanoparticles	L.-Z. Guo, C.-H. Wu, M.-F. Tsai, F.-Y. Cheng, V. Shanmugam, Z.-U. Tsai, Z. Zhang, T.-M. Liu*, and C.-S. Yeh*	Appl. Sci. (2021). 11(22), 10875	0
期刊論文	Noninvasive Assessment of Liver Function Reserve with Fluorescent Dosimetry of Indocyanine Green	P.-C. Wu, L.-Z. Guo, S. Yu, N. Zeng, Y.-C. Liu, J. Yu, Z. Zhang, K. Lu, L. Sun, C. Wang, Y.-H. Chang, Y.-L. Lu, Y.-F. Shen, S. Tai, Y.-H. Chuang, J.-A. A. Ho, K.-W. Huang, Y.-M. Wu, and T.-M. Liu*	Biomed. Opt. Express (2022). 13, 1995-2005	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Mouse strain and charge dependent vessel permeability of nanoparticles at the lower size limit	H. Chen, Y.-C. Liu, Z. Zhang, M. Li, L. Du, P.-C. Wu, W.-H. Chong, F. Ren, W. Zheng*, T.-M. Liu*	Frontiers in Chemistry (2022) 10, 944556	1
期刊論文	A universal strategy for the fabrication of single-photon and multiphoton NIR nanoparticles by loading organic dyes into water-soluble polymer nanosponges	L.-X. Yang, Y.-C. Liu, C.-H. Cho, Y.-R. Chen, C.-S. Yang, Y.-L. Lu, Z. Zhang, Y.-T. Tsai, Y.-C. Chin, J. Yu, H.-M. Pan, W.-R. Jiang, Z.-C. Chia, W.-S. Huang, Y.-L. Chiu, C.-K. Sun, Y.-T. Huang, L.-M. Chen, K.-T. Wong, H.-M. Huang, C.-H. Chen*, Y. J. Chang*, C.-C. Huang*, and T.-M. Liu*	Journal of Nanobiotechnology (2022) 20, 311	2
期刊論文	Boundary-Preserved Deep Denoising of Stochastic Resonance Enhanced Multiphoton Images	S.-Y. Niu, L.-Z. Guo, Y. Li, Z. Zhang, T.-D. Wang, K.-C. Liu, Y.-J. Li, Y. Tsao, and T.-M. Liu*	IEEE Journal of Translational Engineering in Health and Medicine (2022) 10, 1-12	0
期刊論文	Toward Strong Near-infrared Absorption/Emission from Carbon Dots in Aqueous Media through Solvothermal Fusion of Large Conjugated Perylene Derivatives with Post-Surface Engineering	Y. Liu, J. H. Lei, G. Wang, Z. Zhang, J. Wu, B. Zhang, H. Zhang, E. Liu, L. Wang, T.-M. Liu, G. Xing, C. Deng, Z. Tang, S. Qu*	Advanced Science (2022) 9, 2202283	32

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Fluorescence intensity and lifetime imaging of lipofuscin-like autofluorescence for label-free predicting clinical drug response in cancer	Y. Yan, F. Xing, J. Cao, Y. Hu, L. Li, Z. Gao, H. Jia, K. Miao, F. Shao, C.-X. Deng*, K.-Q. Luo*, L.-T.-O. Lee*, & T.-M. Liu*	Redox Biology (2023). 59, 102578	1
期刊論文	Plasma riboflavin fluorescence as a diagnostic marker of mesenteric ischemia-reperfusion injury in rats	X. Wu, L.-Z. Guo, Y.-H. Liu, Y.-C. Liu, P.-L. Yang, Y.-S. Leung, H.-C. Tai*, T.-D. Wang, J. C.-W. Lin, C.-L. Lai*, Y.-H. Chuang*, C.-H. Lin, P.-T. Chou*, I.-R. Lai*, T.-M. Liu*	Thrombosis Research (2023). 223, 146-154	1
期刊論文	Label-free optical metabolic imaging of adipose tissues for prediabetes diagnosis	L. Chen, G. Qin, Y. Liu, M. Li, Y. Li, L. Guo, L. Du, W. Zheng, P. Wu, Y.-H. Chuang, X. Wang*, T.-D. Wang*, J.-A. A. Ho*, T.-M. Liu*	Theranostics (2023). 13, 3550-3567	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	1. 巨噬細胞無標定成像與定量技術 2. 基於螢光體影像與光譜的無標定胰島素抗性檢測技術		
成果特點	1. 基於巨噬細胞特有的脂褐素紅螢光實現無標定成像與光譜定量。脂褐素紅螢光可以用 450-500 nm 激光激發，以高靈敏度光電倍增管，或是高靈敏度成像 CCD 像機，收在 600-650 nm 的紅螢光波段。 2. 基於內生性代謝螢光體的螢光強度與螢光壽命，進行胰島素抗性的組織代謝判讀，螢光體包括但不限於 NADH, FAD/ 脂褐素 / 膽紅素 / 紫質，脂褐素螢光可用於影像指引，區分巨噬細胞與其他組織細胞，將 NADH/FAD 所報導的免疫激活與組織細胞能量代謝區分開來。		
技術成熟度	TRL 4，原型組件或製程的實驗測試或驗證： 本項目以多光子螢光壽命顯微成像系統作為原型組件，確認激發波長與功率條件、開發分析算法、及完成糖尿病動物模型的臨床前驗證，結果顯示脂肪組織的代謝螢光空間分布與參數，可以鑑別診斷早期糖尿病與晚期糖尿病。		
應用範圍	相關技術可用於糖尿病早期胰島素抗性症狀的篩檢，在定點照護檢驗 (POCT) 場所協助健康管理，可以搭配營養師、供餐機構、私人保險機構，提出全方位的健康管理解決方案，防止進入不可逆的晚期第二型糖尿病。		
投產條件和預期經濟效益	仍需要 2 年的產業化橋接計劃，製作脂肪代謝偵測雛型機，讓這套光學代謝病理診斷方法，能透過微創光纖，以低侵入的方式，量測脂肪組織的 NADH/FAD/ 脂褐素螢光，讓產品製造合規進入市場。		
合作方式	本項目的成果轉化預計走技術與專利授權的商業模式。生物醫學產品需要通路、醫院、保險等各種資源的整合，學研機構通常沒辦法獨力完成，因此技術走到某個產品化的程度，通常以授權或是授權加開發的合作方式。		

聯系地址	氹仔大學大馬路澳門大學健康科學學院 (E12) 3024 室		
聯系人	劉子銘	電話	(853) 8822 4693
網址	-	傳真	-

MYPT1 磷酸化糖脂代謝和細胞骨架的 時空網絡調控前列腺癌的機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0031/2021/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	鍾惟德	MYPT1 磷酸化糖脂代謝和細胞骨架 的時空網絡調控前列腺癌的機制研究

項目摘要

1. 研究背景

前列腺癌是男性泌尿生殖系統最常見的腫瘤，在男性相關癌癥中其發病率和死亡率分別位居第二和第五。我國男性由於各種風險因素的增加，尤其老年人群的前列腺癌發病率相對較高。在接受去勢治療後，大多患者最終都不可避免地進入“耐藥階段”，稱為去勢抵抗性前列腺癌（CRPC），治療效果欠佳，預後不良。並且 PD-1/PD-L1 抑制劑等最新的免疫治療方案對前列腺癌的治療效果有限，臨床上急需新的治療策略和思路。

2. 研究目標

腫瘤代謝重編程是目前腫瘤研究的熱點，是腫瘤細胞獨特代謝特徵（Warburg Effect）的調控機制。腫瘤在增殖、遷移及侵襲的過程中需要快速消耗能量及脂質，這是一個涉及生物能量代謝、生物合成的復雜調控網絡。腫瘤代謝重編程對單個糖代謝通路的研究目前尚未有臨床應用級別的突破進展，可能從大代謝的角度進行研究，採用聯合研究的方案有望為前列腺癌 CRPC 治療困境帶來新曙光。

3. 研究成果與應用

已經遞交兩份與本項目相關發明專利審查。

4. 進一步工作

繼續整理實驗數據，用與後續的論文發表、專利申報。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Development and validation of a tobacco smoking-related index for predicting overall survival and immunotherapy response in bladder cancer ; Environ Sci Pollut Res Int	鍾惟德	Environ Sci Pollut Res Int. 2023 Jun;30(26):68701-68715. doi: 10.1007/s11356-023-27132-9. Epub 2023 May 2. PMID: 37129813.	SCI
期刊論文	過表達肌球蛋白磷酸酶靶亞基 1 對前列腺癌細胞遷移侵襲能力的影響；中華實驗外科雜誌	鍾惟德	中華實驗外科雜誌，出版日期：2023 -04 -08 · DOI：10.3760/cma.j.cn421213-20220914-01294	中國
期刊論文	Identification and verification of an ALYREF-involved 5-methylcytosine based signature for stratification of prostate cancer patients and prediction of clinical outcome and response to therapies ; Discov Oncol	鍾惟德	Discov Oncol. 2023 May 8;14(1):62. doi: 10.1007/s12672-023-00671-w. PMID: 37155024; PMCID: PMC10167087.	SCI
期刊論文	Acetyl-CoA carboxylase 1 depletion suppresses de novo fatty acid synthesis and mitochondrial β -oxidation in castration-resistant prostate cancer cells ; J Biol Chem	鍾惟德	J Biol Chem. 2023 Jan; 299(1):102720. doi: 10.1016/j.jbc.2022.102720. Epub 2022 Nov 19. PMID: 36410440; PMCID: PMC9771725.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A prognostic signature consisting of N6-methyladenosine modified mRNAs demonstrates clinical potential in prediction of biochemical recurrence and guidance on precision therapy in prostate cancer ; Transl Oncol	鍾惟德	Transl Oncol. 2023 Jul;33:101670. doi: 10.1016/j.tranon.2023.101670. Epub 2023 Apr 13. PMID: 37060728; PMCID: PMC10130690.	SCI
期刊論文	Metformin escape in prostate cancer by activating the PTGR1 transcriptional program through a novel super-enhancer ; Signal Transduct Target Ther	鍾惟德	Signal Transduct Target Ther. 2023 Aug 16;8(1):303. doi: 10.1038/s41392-023-01516-2. PMID: 37582751; PMCID: PMC10427640.	SCI
期刊論文	Identification and validation of a signature involving voltage-gated chloride ion channel genes for prediction of prostate cancer recurrence ; Front Endocrinol (Lausanne)	鍾惟德	Front Endocrinol (Lausanne). 2022 Sep 30;13:1001634. doi: 10.3389/fendo.2022.1001634. PMID: 36246902; PMCID: PMC9561150.	SCI
期刊論文	Identification and experimental validation of a tumor-infiltrating lymphocytes-related long noncoding RNA signature for prognosis of clear cell renal cell carcinoma ; Front Immunol	鍾惟德	Front Immunol. 2022 Nov 24;13:1046790. doi: 10.3389/fimmu.2022.1046790. PMID: 36505457; PMCID: PMC9730408.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利申請	評價吸煙者指數的方法及其在膀胱癌治療和評估中的應用	鍾惟德	受理書編號 2023101380435	專利
專利申請	一種碳 - 銅金屬有機框架納米複合材料及其製備方法和應用	鍾惟德	受理書編號： 2022112749097	專利

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

智能省電安全物聯網 Wi-Fi 無線網關

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0034/2021/A	奧創智能科技有限公司	何子鋒	智能省電安全物聯網 Wi-Fi 無線網關

項目摘要

1. 研究背景

至 2020 年為止，全球約有 100 億個物聯網 (IoT) 設備，而到 2025 年會倍增一倍。這些設備當中約 25% 是透過 Wi-Fi 做連接，其中也有超過一半是帶電池的設備 / 感應器 (約 12.5 億個)。而這些物聯網設備往往連上一般的無線網路網關、路由器 (Wi-Fi Access Point Gateway, Router)，由此衍生的問題是耗電和網絡安全被駭客 (Hacker) 攻擊。

目前市售的家用或商用的 Wi-Fi 無線網關沒有針對 Wi-Fi IoT 設備提供一個省電安全的接入服務。

2. 研究目標

針對 Wi-Fi IoT 設備開發家用和商用省電又安全物聯網的 Wi-Fi 無線網關。

3. 簡介研究工作的主要進展

完成所有目標，內容分成下面幾個部份：

- 1) [平台建立] 在公司原有代碼庫上支持高通 IPQ6018 (Wi-Fi6) 平台，其中有 Linux Kernel, Drivers 等移植工作。已完成。
- 2) [省電] 實作 Xnet ToolKit Linux Kernel 模塊，用作 DHCP 包的截取和加長 DHCP Lease Time 時間。已完成，達到原來想要的效果。另，已申請中國專利，也同時委託廣州三環專利商標代理有限公司珠海分公司申請軟件著作權。
- 3) [安全] 實作防止 DDOS 攻擊，做到對平台保護。已完成，達到預期的效果。

4. 研究成果與應用

應用在公司的 Wireless AP 產品上。有跟中國台灣上市公司談技術合作。

- 1) 能減少 IoT 設備 Wake Up (電池用電時間跟次數) 的 Access Point 及 Demo。分影片及實物。研究成果如 1.3 內所述，達到開題時的 ”平台 + 省電 + 安全” 目標。在光碟有更詳細視頻說明。在目錄 ”Demo_Video” 內的視頻。
- 2) 會申請至少一項中國專利。已在 2022 年 3 月份交件，專利名稱為 ”一種減少用戶終端地址續約頻率方法”，專利號為 ”202210289359.X”。目前在實審狀態。
- 3) 會申請中國的軟件著作權。 ”商務通軟件 v1.0” (file: UIC_ 軟著 _ 商務通軟件 v1.0-2022-0902.doc)，已在 2022 年 11 月申請。
- 4) 目前估計在 2023 年銷售額會在 30 萬 ~40 萬左右。目前已送樣機給兩家公司做測試。

5. 進一步工作

- 1) 跟南京郵電大學 物聯網研究院在目前基礎上合作，一起申報 2023 年國家重點研發計劃等專案。
- 2) 推廣 Xnet Software Kit 給中國台灣路由器 ODM 廠商。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種減少使用者終端位址續約頻率方法	何子鋒	2022 年 3 月 23 日已受理，專利號：202210289359.X	N/A
電腦軟體著作權	商務通軟體 V1.0	何子鋒，余建樂	2022 年 11 月	N/A
產品	IOT AP AX1800	何子鋒，余建樂，劉國輝	1. 於 2022 年 8 月出售 2 台樣機 2. 推廣給深圳東科，中國台灣康全電信等公司。	N/A

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	2	-	-

技術成果名稱	智能省電安全物聯網 Wi-Fi 無線網關
成果特點	至 2020 年為止，全球約有 100 億個物聯網 (IoT) 設備，而到 2025 年會倍增一倍。這些設備當中約 25% 是透過 Wi-Fi 做連接，其中也有超過一半是帶電池的設備 / 感應器 (約 12.5 億個)。而這些物聯網設備往往連上一般的無線網路網關、路由器 (Wi-Fi Access Point Gateway, Router)，由此衍生的問題是耗電和網絡安全被駭客 (Hacker) 攻擊。 目前市售的家用或商用的 Wi-Fi 無線網關沒有針對 Wi-Fi IoT 設備提供一個省電安全的接入服務，成果特點是完成開發“智能省電安全物聯網 Wi-Fi 無線網關”。 產品如下圖，本項目主要的工作在軟件上，我們目前軟件是支持高通 Wi-Fi 6 IPQ6018 平台；移植到其他平台也是可行的。 
技術成熟度	樣機已完成。 技術成熟度為 TLR4
應用範圍	1. 中小型的辦公室 2. 教室、酒店、娛樂場所、餐廳、小型辦公室
投產條件和預期經濟效益	面議。增加 Wi-Fi 無線網關的賣點。
合作方式	整機 ODM 代工、軟件 ODM 代工、軟件模塊銷售、軟件授權。

技術成果名稱	Linux 內核 Packet 攔截與修改內容技術。		
成果特點	A. 軟件部份 (可以單獨出售) 我們建立了獨立 Driver 模塊 “XNET”，它能攔截、判別、修改來自不同網路介面 (interface) 的包 (packet)，再對它們做分類、分析、複製到一個或多個 interface 上或丟棄。 主要是在 Linux kernel 4.x 內中加入 Hook Functions，和自我建立的 xnet.ko driver。 B. 硬件部份 下圖為 IPQ6018 WiFi 6 AX1800 AP/ 路由器， 具備我們開發的功能。 		
技術成熟度	技術成熟度為 TLR4		
應用範圍	網路通訊產品。		
投產條件和預期經濟效益	可少量跟中國台灣或深圳代工廠買中性機，改 firmware 出售。GP 約 150%。		
合作方式	整機 ODM 代工、軟件 ODM 代工、軟件模塊銷售、軟件授權。		

聯系地址	澳門得勝馬路 24 號 1B		
聯系人	何子鋒	電話	(853) 6347 8982
網址	-	傳真	-

白腐真菌降解雙酚A等環境內分泌干擾素的技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0042/2021/A	永光環保科技（澳門）有限公司	黃萬鏗	白腐真菌降解雙酚 A 等環境內分泌干擾素的技術研究

項目摘要

1. 研究背景

環境內分泌干擾物，又稱環境激素，是指可通過干擾生物或人體內保持自身平衡和調節發育過程天然激素的合成、分泌、運輸、結合、反應和代謝等過程從而對生物或人體的生殖、神經和免疫系統等的功能產生影響的外源性化學物質，是目前影響環境水質污染的重點問題之一。

降解環境激素的方法包括生物法、化學法及物理法，化學法其製備成本高，穩定性也有待提高，物理吸附的方法工藝成本高且吸附效果有限。而生物降解法是一種製備耗費低、綠色高效、不易產生二次污染的降解方法。

2. 研究目標

本項目目標通過不附加額外複雜工藝，研究白腐真菌培養粗酶液以降環境激素的高效、綠色及便捷條件，解決目前環境水質內分泌干擾物的污染問題。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目首先利用分子對接模擬技術研究 *Trametes versicolor* 漆酶對雙酚 A 化合物作用的可能性，然後用 *Trametes versicolor* 漆酶對雙酚 A 等環境激素進行降解研究，但因為此酶價格昂貴，所以本實驗室運用正交試驗設計方法優化 *Trametes versicolor* 菌的培養條件，在最佳產漆酶條件下大量培養該菌並製備漆酶粗酶液，最後通過單因素試驗以及響應面試驗和統計分析結果研究出利用漆酶粗酶液直接降解雙酚 A 等環境激素的最優條件，並研究其降解產物。實驗室研究階段得出條件後進行實際水質環境激素污染調查，設計工藝製造相關生化產品應用於水質環境激素的處理應用。

4. 研究成果與應用

1. 獲得培養白腐真菌產高活性漆酶的最優條件。
2. 驗證白腐真菌漆酶降解雙酚 A 等環境激素的可行性及最優降解條件。
3. 研發生物產品實際應用於解決環境激素污染問題及申請相關專利。

5. 進一步工作

實現利用白腐真菌產漆酶的理論方法，試驗優化得到白腐真菌所產漆酶粗酶液的最佳培養環境條件，以及降解雙酚類化合物等環境內分泌干擾物的最優條件，為生物法處理有害污染物提供了理論依據和實驗方法。實驗室研究分析得出降解的可行性後，結合目前受內環境分泌干擾物的水質污染情況，研究開發應用於實際中的生化產品，為環境水質保護措施做出貢獻。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	20	5	-

技術成果名稱	降解環境或工業排放廢水中雙酚 A 的生物技術
成果特點	本小組所研究課題的成果是一套完整的綠色生物方法技術，通過不附加額外複雜工藝，研究白腐真菌培養粗酶液以降解環境激素的高效、綠色及便捷條件，解決目前環境水質內分泌干擾物的污染問題。該技術方法得到以下成果： 1) 通過分子對接獲得漆酶降解雙酚類環境激素的理論基礎依據； 2) <i>Trametes versicolor</i> 漆酶純酶對雙酚 A 和雙酚 E 進行降解試驗，得出對雙酚 A 與雙酚 E 的降解率分別高達 98.82% 與 94.17%； 3) <i>Trametes versicolor</i> 漆酶純酶對不同濃度底物降解進行動力學研究，得出酶促反應動力學資料； 4) 測試 <i>Trametes versicolor</i> 漆酶純酶降解雙酚 A 體系產物，得出降解反應後無產生二次污染； 5) 利用培養 <i>Trametes versicolor</i> 白腐真菌培養出產品漆酶粗酶液，其活性高達 800U/L 以上； 6) 利用培養 <i>Trametes versicolor</i> 漆酶粗酶液與雙酚 A 和雙酚 E 進行降解研究，得到對雙酚 A 的優化條件為：反應體系 pH 5.18、反應溫度 50°C，底物濃度 5 mg/L，對雙酚 E 為：反應體系 pH 5.29、反應溫度 50°C，底物濃度 5 mg/L。反應 3 h 後的降解率分別為 99.13% 與 96.78%。

技術成熟度	本項目首先利用分子對接模擬技術研究 <i>Trametes versicolor</i> 漆酶對雙酚 A 化合物作用的可能性，然後用 <i>Trametes versicolor</i> 漆酶對雙酚 A 等環境激素進行降解研究，但因為此酶價格昂貴，所以本實驗室運用正交試驗設計方法優化 <i>Trametes versicolor</i> 菌的培養條件，在最佳產漆酶條件下大量培養該菌並製備漆酶粗酶液，最後通過單因素試驗以及響應面試驗和統計分析結果研究出利用漆酶粗酶液直接降解雙酚 A 等環境激素的最優條件，並研究其降解產物。實驗室研究階段得出條件後進行實際水質環境激素污染調查，設計工藝製造相關生化物產品應用於水質環境激素的處理應用。 本項目採用的生物降解法最大的優勢在於其對環境的影響極小。與物理和化學方法不同，生物降解法在處理廢棄物時，不產生有害的副產品和有害氣體，如廢氣和廢水。由於其不需要大量的能源和特殊的設備，因此其操作和維護成本相對較低。此外，生物降解過程在自然環境下進行，不需要額外的能源或化學物質，從而減少了碳排放和對環境的壓力。本專案通過優化微生物培養環境條件和降解條件等參數，提高了生物降解法的降解效率。		
應用範圍	本項目所得到的技術成果，可實際應用於城市自來水公司、各類製造工廠和環境雨水等排放廢水處理，同時按照本專案培養白腐真菌產漆酶的培養配方和條件，可製造生產高活性漆酶的綠色生物產品。		
投產條件和預期經濟效益	可與生物科技公司或生化研究中心合作，利用其完整龐大及成熟的生產鏈，通過發酵罐按照本項目研究成果的技術方法進行大批培養白腐真菌產漆酶粗酶液。能夠獲得的經濟效益如下： 直接經濟效益：減少環境污染、降低治理成本等方面。有效利用白腐真菌漆酶降解雙酚 A，可以大大降低環境治理的成本，提高經濟效益。 間接經濟效益：對人類健康的保障、生態環境的改善等方面。雙酚 A 對人體的生殖系統、神經系統等都有一定的影響，通過降解雙酚 A 可以減少人類疾病的發生，提高人民健康水準，間接創造經濟效益。		
合作方式	合作開發或技術轉讓		

聯系地址	澳門高利亞海軍上將大馬路 41 號激成工業中心第 3 期 5 樓 W 座 (D)		
聯系人	黃萬鏗	電話	(853) 6228 8618
網址	-	傳真	(853) 2841 0168

近鄰搜索驅動的自適應隨機測試方法研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0046/2021/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	黃如兵	近鄰搜索驅動的自適應隨機測試 方法研究

項目摘要

1. 研究背景

自適應隨機測試（Adaptive Random Testing, ART）提高了隨機測試（Random Testing, RT）檢測錯誤的有效性，但其仍然存在兩大挑戰阻礙了自適應隨機測試的應用：1）時間開銷大，選擇測試用例的時間遠遠大於測試用例的執行時間；2）高維有效性問題，即隨著輸入域維度的提高，自適應隨機測試的有效性逐漸降低；3）邊界效應嚴重，即位於邊界的測試用例被選擇的概率更高。

2. 研究目標

本項目嘗試從近鄰搜索的角度，利用不同技術克服和解決自適應隨機測試的不足，以提高自適應隨機測試的測試性能。為了研究近鄰搜索驅動的高效自適應隨機測試方法，本項目擬研究四個主要內容：一是基於數據相似性劃分的自適應隨機測試方法，其中包含兩個次要內容，首先是基於分而治之的最近鄰自適應隨機測試演算法，其次是基於聚類的自適應隨機測試演算法；二是基於局部敏感雜湊的自適應隨機測試方法；三是基於過濾機制的自適應隨機測試方法；四是開發部署自適應隨機測試平臺軟件系統，實現測試流程的自動化。

3. 簡介研究工作的主要進展

研究內容一基於已執行測試用例的蘊涵信息，通過抽取已執行測試用例的空間資訊，將測試用例按照數據相似性度進行劃分，在進行距離計算時，只比較與候選測試用例相似性較高的子集；研究內容二是基於局部敏感雜湊方法，對已執行測試用例索引，從而減少為每個候選測試用例查找最近已執行測試用例的時間開銷；而研究內容三是嘗試提出滿足候選測試用例近鄰的臨界條件，在查找最近鄰的過程中，對測試用例集進行預處理，將不滿足條件的已執行測試用例進行剔除，減少距離比較的次數。研究內容四是在上述三個研究內容的基礎上形成最終的軟件原型系統。

上述四個研究內容均已完成，分別完成了演算法設計與複雜度分析，以及進行代碼實現，並最終集成到軟件原型系統中。

4. 研究成果與應用

1) 研究成果主要包括：

- (1) 提出了基於最近鄰與分而治之的自適應隨機測試方法；
- (2) 提出了基於有利點劃分與約束多維輸入域空間的自適應隨機測試方法；

(3) 提出了基於可拓展局部敏感雜湊數據索引的自適應隨機測試方法；

(4) 提出了基於過濾機制的自適應隨機測試方法；

(5) 設計並開發了一個近鄰搜索驅動的自適應隨機測試平臺軟件系統。

2) 主要應用：

所提出的方法以及對應的平臺軟件系統能夠用來進行數值領域的自適應隨機測試用例的生成，相比傳統的方法，在保證測試性能的同時，能夠有效地降低時間開銷。

5. 進一步工作

在後續的工作中，將從數值型程式轉向非數值型程式，通過對測試用例的表徵與推薦方法研究，以及測試用例相似性度量的定義與推薦方法研究，來實現非數值程式（包括複雜軟件系統）的自適應測試。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際期刊	VPP-ART: An efficient implementation of fixed-size-candidate-set adaptive random testing using vantage point partitioning	黃如兵	論文被 IEEE Transactions on Reliability 錄用	SCI、EI
國際期刊	Dissimilarity-based Test Case Prioritization through Data Fusion	黃如兵	論文被 Software: Practice and Engineering 錄用	SCI、EI
國際會議	Extended abstract of candidate test set reduction for adaptive random testing: An overheads reduction technique	黃如兵	論文被 SANER 2023 錄用	EI
國際會議	Summary of SWFC-ART: A Cost-effective Approach for Fixed-Size-Candidate-Set Adaptive Random Testing through Small World Graphs	黃如兵	論文被 ICST 2022 錄用	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	1	3

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	近鄰搜索驅動的自適應隨機測試平臺軟件系統
成果特點	該成果是一款集成了多種自適應隨機測試用例生成算法的程序。研究人員可以選擇任意一種算法生成測試用例，並將測試用例、錯誤用例和運行記錄保存在本地數據庫中。此外，該平臺還具有可視化展示運行結果的功能，能夠自動生成圖表，展示運行所需時間和運行次數數據，方便研究人員對比多種生成算法之間的性能差別。同時平臺採用了一種分層架構，將不同的功能模塊分成了不同的層次，從而提高了代碼的可維護性和可擴展性。考慮到平臺設計的輕量化和穩定性的平衡，使用 H2 數據庫作為平臺的本地數據庫來存儲實驗數據。並考慮到平臺用戶群體以及功能需求，要求系統界面設計一致並簡潔明瞭、易於導航、易於拓展。
技術成熟度	技術成果的技術水平：上述的研究成果均已達到了 TRL6 的技術成熟度，即均已經形成了對應的原型子系統。具體地，這些原型系統以自動化的方式執行整個測試過程。系統包含了被測程序的測試配置，變異測試與分析、測試用例生成、數據分析與可視化。最終通過一系列實驗，驗證了系統的有效性與可行性。接著，研究將上述的原型子系統進行集成構建了近鄰搜索驅動的自適應隨機測試平臺軟件系統。 工藝流程、配套資源：平臺軟件使用前後端分離的設計方法，後端技術主要用於實現各個算法邏輯的集成，提升系統整體的可拓展性和可維護性。前端技術用於表示層設計，將後端邏輯與整個測試用例生成、執行與測試結果反饋等關鍵步驟進行可視化輸出，便於測試人員或研究人員進行操作。資源配套包含前端技術棧（Vue web 框架等）、後端技術棧（Java）、數據庫與數據訪問技術（H2 數據庫、SQL 語法），除了上述的相關軟件資源，本系統的部署不需要配置過高的硬件資源支持。 技術生命周期：目前系統已經集成了研究目標中定義的各種近鄰搜索驅動的自適應隨機測試算法，可供相關研究人員或測試人員進行測試用例的生成。針對的進一步拓展與更新，系統運用相關設計模式預留了相關配置接口，可為日後系統的升級進行服務。 研究人員可以選擇任意一種算法用於多樣性的生成測試用例，並將生成的測試用例、錯誤用例從上述角度分析，研究所提出的相關研究成果具有一定的產業化實用程度。

應用範圍	1) 技術成果可應用的實際產品： 技術成果主要面向軟件產品，軟件產品開發上市後，依據客戶需求需要對其軟件產品線中測試用例生成進行算法適配。由於軟件產品線中存在的缺陷往往是由於連續輸入導致的，通過近鄰搜索驅動自適應隨機測試算法生成更為多樣性的測試用例，有助於儘早發現軟件產品中的缺陷或漏洞。 2) 技術成果可應用的技術： 技術成果是對自適應隨機測試領域的進一步拓展，從近鄰搜索的角度提升了算法效能，同時可生成多樣性更高的測試用例，從而提升了基於多樣性測試的軟件測試領域的相關技術。 3) 項目成果實際應用領域： 項目成果面向中小型軟件企業的產品測試用例設計及測試過程。大型軟件企業的軟件產品在開發過程中伴隨著較為成熟的測試用例設計實現等流程，而中小型企業通常不具備專業的軟件測試團隊，通常利用第三方資源進行測試。
投產條件和預期經濟效益	投產條件：該平臺軟件系統技術已完成算法設計、集成開發和測試工作。緊接著，需要進行進一步的市場調研等工作，針對不同的中小型企業提供個性化的定制與配置服務，從而需要一定的配置時間，最終轉化為高適配的產品。 可能帶來的經濟效益：如果針對各軟件企業進行服務，預計沒年可服務 10 家中小型企業，每件產品預計帶來收益 MOP 200,000 左右，則一年的銷售量為 MOP 2,000,000 左右。
合作方式	技術轉讓

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學創新工程學院 - 計算機科學與工程學院		
聯系人	黃如兵	電話	(853) 6288 5342
網址	-	傳真	-

三維多人姿態估計研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0049/2021/A	澳門大學	潘治文	三維多人姿態估計研究

項目摘要

1. 研究背景

With the rapid development of data science and artificial intelligence, 3D human pose estimation based on the monocular image has made significant progress. It only needs to obtain an RGB image through any camera, mobile phone, etc., and estimate the corresponding 3D human pose. It is widely used in advanced human-computer interaction, animation production, security monitoring, sports training, and self-driving, which has enormous academic value and broad application prospects. Similar to most single-person 3D pose estimation work, multi-person cases also aim to improve the accuracy of each person's 3D pose and robustness to outdoor scenes. However, the absolute location of humans in the camera coordinate space is also a crucial problem to be solved. In most practical application scenarios, it is necessary to estimate the multi-person pose simultaneously. In this project, we propose several novel methods to estimate the absolute locations of multi-persons in the camera coordinate space from a monocular image, which comprehensively considers the combination of the target human, other people, and background features in a single image. Our proposed framework adopts the method of focusing from the global perspective to the individual and designs the human front-back and far-near relationship module and the Skeleton-guided Multi-person Repulsion (SMR) module, respectively. The Parallel Stacked Hourglass structure is proposed to strengthen the synchronization training effect of human pose and absolute location. Our proposed methods can achieve better performance than other state-of-the-art methods for absolute human localization on several publicly available datasets.

2. 研究目標

- To propose several 3D multi-person pose estimation methods with deep learning.
- To propose an effective method for human relative depth estimation.
- To study different kinds of related machine learning algorithms and deep neural networks.

3. 簡介研究工作的主要進展

In general, we have followed the research plan to propose several 3D multi-person pose estimation methods with deep learning. We have followed the research plan to propose an effective method for human relative depth estimation. This method has been adopted in our proposed 3D human localization method. We have improved this method for other 3D multi-person pose estimation and generation methods. We have studied many different kinds of machine learning and clustering algorithms and deep neural networks, and have applied them in pose estimation and other computer vision applications. Details are described in section 2 and our publications.

4. 研究成果與應用

The results of the proposed schemes have been published in many peer-reviewed international journal and conference papers. Finally, we have the following papers published:

- 11 SCI-indexed Journal papers.
- 9 Conference papers.
- 1 China Patent.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal Paper	Self-taught Multi-view Spectral Clustering	G. Zhong and C.-M. Pun	Pattern Recognition, 138, 109349, 2023.	SCI
2. Journal Paper	Simultaneous Laplacian Embedding and Subspace Clustering for Incomplete Multi-view Data	G. Zhong and C.-M. Pun	Knowledge-Based Systems, 262(2), 110244, 2023.	SCI
3. Journal Paper	Deep Self-Learning based Dynamic Secret Key Generation for Novel Secure and Efficient Hashing Algorithm	F. Ullah and C.-M. Pun	Information Sciences, 629, pp. 488-501, 2023.	SCI
4. Journal Paper	An artificial bee colony algorithm with a balance strategy for wireless sensor network	S. Zhu, C.-M. Pun, H. Zhu, S. Li, X. Huang and H. Gao	Applied Soft Computing, 136, 110083, 2023.	SCI
5. Journal Paper	Improved Normalized Cut for Multi-view Clustering	G. Zhong and C.-M. Pun	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (TPAMI), 44(12), pp. 10244-10251, 2022.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
6. Journal Paper	Learning ordinal constraint binary codes for fast similarity search	Z. Zhang and C.-M. Pun	Information Processing & Management, 59(3), pp. 1-18, 2022.	SCI
7. Journal Paper	Action Recognition Framework in Traffic Scene for Autonomous Driving System	F. Xu, F. Xu, J. Xie, C.-M. Pun, H. Lu, and H. Gao	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems (TITS), 23(11), pp. 22301-22311, 2022.	SCI
8. Journal Paper	Monocular Robust 3D Human Localization by Global and Body-parts Depth Awareness	H. Li and C.-M. Pun	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT), 32(11), pp.7692-7705, 2022.	SCI
9. Journal Paper	Local Learning-based Multi-task Clustering	G. Zhong and C.-M. Pun	Knowledge-Based Systems, 255(11), 109798, 2022.	SCI
10. Journal Paper	Implicit and Explicit Feature Purification for Age-invariant Facial Representation Learning	J.-C. Xie, C.-M. Pun and K.-M. Lam	IEEE Transactions on Information Forensics and Security (TIFS), 17, pp. 399-412, 2022.	SCI
11. Journal Paper	Temporal Relation Inference Network for Multi-modal Speech Emotion Recognition	G.-N. Dong, C.-M. Pun and Z. Zhang	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology (TCSVT), 32(9), pp. 6472-6485, 2022.	SCI
12. Conference Paper	A Large-Scale Film Style Dataset for Learning Multi-frequency Driven Film Enhancement	Z. Li, X. Chen, S. Wang, C.-M. Pun	Proceedings of the 32nd International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI), 2023	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
13. Conference Paper	Explicit Visual Prompting for Low-Level Structure Segmentations	W. Liu, X. Shen, C.-M. Pun and X. Cun	Proceedings of the IEEE/CVF Computer Vision and Pattern Recognition Conference (CVPR), 2023.	SCI
14. Conference Paper	ShaDocNet: Learning Spatial-Aware Tokens in Transformer for Document Shadow Removal	X. Chen, X. Cun, C.-M. Pun and S. Wang	Proceedings of the 48th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2023.	SCI
15. Conference Paper	Boosting Face Recognition Performance with Synthetic Data and Limited Real Data	W. Wang, L. Zhang, C.-M. Pun and J. Xie	Proceedings of the 48th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2023.	SCI
16. Conference Paper	Locality Preserving Multiview Graph Hashing for Large Scale Remote Sensing Image Search	W. Li, G. Zhong, X. Lu and C.-M. Pun	Proceedings of the 48th IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), 2023.	SCI
17. Conference Paper	CEE-Net: Complementary End-to-End Network for 3D Human Pose Generation and Estimation	H. Li and C.-M. Pun	Proceedings of the 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI), 2023.	SCI
18. Conference Paper	CoordFill: Efficient High-Resolution Image Inpainting via Parameterized Coordinate Querying	W. Liu, X. Cun, C.-M. Pun, M. Xia, Y. Zhang, and J. Wang	Proceedings of the 37th AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI), 2023.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
19. Conference Paper	Spatial-Separated Curve Rendering Network for Efficient and High-Resolution Image Harmonization	J. Liang, X. Cun, C.-M. Pun, J. Wang	Proceedings of the 17th European Conference on Computer Vision (ECCV), 2022.	SCI
20. Conference Paper	Hybrid-Spatial Transformer for Image Captioning	J. Zheng and C.-M. Pun	Proceedings of the 5th International Conference on Control and Computer Vision, 2022.	SCI
21. Patent	姿態資料生成方法、裝置、電子設備及存儲介質	李昊倫，潘治文	中國專利，CN115272469A, 2022-11-01.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

陶瓷材料在公共室內建築空間中的音質優化研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0055/2021/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	張曦之	陶瓷材料在公共室內建築空間中的 音質優化研究

項目摘要

1. 研究情況：

本研究主要通過對基本陶瓷材料的吸音效果測試，探索陶瓷藝術在公共建築空間的裝飾上除了具有建築材料的特性，還具有優化音質的效果功能。但在製作陶瓷材料樣本的時候發現多孔陶瓷由於其吸水性會對基材造成更大壓力而引起社會公共安全隱患，同時其吸水性有利於細菌繁殖而對公眾健康造成威脅，因此開發具有疏水抗菌性能的吸聲多孔陶瓷具有重要意義。本專案以泡沫作為燒結範本，通過調改變陶瓷漿料（由二氧化矽、三氧化二鋁、氧化鉀、氧化鈉、水構成）品質調控多孔陶瓷孔結構，再通過甲氧基水解縮合過程對燒結的陶瓷進行氟化處理以提供低表面能，得到兼具吸聲、疏水和抗菌性能的多孔陶瓷。

2. 研究成果與應用：

該研究對 10 個多孔陶瓷材料有效樣品進行聲音測試，測試資料表明：漿料用量的增加使得陶瓷結構更加緊密，降低了孔徑和氣孔率，但氣孔率的降低同時削減了吸聲效果，最大吸聲係數高達 0.92。在粗糙的陶瓷表面進行氟化處理，使多孔陶瓷具有防水功能，使其能在水面漂浮，並顯示銀鏡現象。此外，由於防水性能降低了陶瓷表面與細菌懸浮液之間的接觸面積，再加上親脂性氟連段可以破壞細菌結構，使其抗菌率超過 95%。因此，本項研究工作為開發多功能陶瓷提供了一種簡易方法，而且這些實用功能使得多孔陶瓷在吸聲降噪領域具有更好應用前景。

通過該研究發表國際會議論文 2 篇，國際發明專利一項，完成學術論文 2 篇，1 篇錄用，1 篇在投。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
International invention patent	METHOD FOR PREPARING POROUS CERAMIC	XiZhi Zhang	Invention of a porous foam ceramic	patent number 2033277 Patent authorization time : 2023/6/21

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Conference paper(EI)	Research on Influence of Photogrammetry in Digital High Precision Modeling Technology on Production Efficiency of Ceramic Enterprises	X.Z.Zhang, T.Han, K.H.Wen	2023 IEEE 6th Eurasian Conference on Educational Innovation (ECEI) Date of Conference: 03-05 February 2023 Date Added to IEEE Xplore: 24 April 2023	-
Conference paper(EI)	Volcanic Rock Material and Interior Space Acoustic Quality Control for Learning Space	W.Zhang, X.Z.Zhang, K.H.Wen.	2022 IEEE 4th Eurasia Conference on IOT, Communication and Engineering (ECICE) Date of Conference: 03-05 February 2023 Date Added to IEEE Xplore: 20 February 2023	-
SCI journal article	Examination of the Use of VR Combined with Internet Technology to Enhance the Experience of Sound Art in the Treatment of Anxiety Disorders	X.Z. Zhang, H.Ding, Y.Xi.Xie.	ISSN 1607-9264-Journal of Internet Technology- Vol. 25 No. 1, January 31 2024	0
SCI journal article	Preparation of multifunctional ceramic foams for sound-absorbing, waterproof, and antibacterial applications	X.Z, Zhang, X.Z. Chen, W.C. Min, G.W Liang, W. Zhang, S.H.Yao, X.M.Zhong.	ISSN: 2046-2069 RSC Advances 2024,14,1009 Published on 02 January 2024	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal article	Acoustic Quality of Volcanic Rock Material for Interior Space Control and Design: Evidence from Teaching Space	Wei Zhang, XiZhi Zhang, Kuo-Hsun Wen	ISSN: 2959-0078(Print), 2959-0086(Online) Frequency: Quarterly JDSSI 2023, 1(3-4), 56-83; https://doi.org/10.59528/ms.jdssi2023.1231a13 - December 31, 2023	Crossref ResearchGate Google Scholar Semantic Scholar Dimensions ResearchBib WorldCat Scilit OpenAlex

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	10	-	-

嶺南傳統建築裝飾中的嵌瓷工藝更新研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0056/2021/A	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	王曉曉	嶺南傳統建築裝飾中的嵌瓷 工藝更新研究

項目摘要

1. 研究背景

嵌瓷是嶺南地區一種獨特的民族建築裝飾工藝。其用料做法是先以灰塑造型為底坯，根據各種形式的要求，利用特質饒剪、砂輪、粗鉗等工具將各色胎薄質脆的低溫釉彩瓷器（如碗、盤等）製成相應的瓷片作表面裝飾，嵌貼出各種圖像裝飾於建築表面。因此嵌瓷作品形象生動，歷久而不變形不褪色。

儘管嵌瓷匠人千百年傳承下來的工藝細膩精巧，但通常過於依賴個人經驗和水準，在嵌瓷工藝應用上的靈活性受到很大限制。特別是對當前許多嶺南地區的嵌瓷工藝傳承人而言，目前的嵌瓷製作工藝存在耗時長、用料選擇難、製作方法單一，傳統工藝面臨著後繼無人的險境。說明瞭我們對嵌瓷這一非物質文化遺產保護的不足，也說明我們對於嵌瓷工藝的研究仍有很大空間，具有強烈的現實需要。

2. 研究目標

該項目的主要研究目標是設計開發出一種或幾種新的嵌瓷的製作方法，增強嵌瓷粘合劑的性能，更好地繼承和發展現有的嵌瓷工藝。嵌瓷在原有基礎上製作更加方便、留存更加持久、造型更加多元、用途更加廣泛，可以在傳統建築裝飾中，甚至現代建築、室內裝飾中廣泛使用並傳播。

3. 簡介研究工作的主要進展

該項目以嶺南地區一種獨特的民族建築裝飾工藝（嵌瓷）為主要研究對象，基於嶺南地區傳統建築裝飾發展現狀，進行粵港澳大灣區建設規劃背景下的傳統工藝更新研究。通過對澳門、珠海、潮州、汕頭等地區的實地調查研究，從工藝研究、材料研究、造型研究、建築裝飾原型研究、建築裝飾應用研究和產業化研究等不同層次與領域的研究分析嵌瓷的特性，其工作方案貫穿嵌瓷現有材料工藝分析工作、實驗室模擬及數位化設計與分析工作、原型設計生產與測試工作以及工藝更新後建築裝飾示範應用的四個階段。該研究課題可以為傳統匠人、學者以及有關設計師的傳統建築裝飾工藝更新工作提供依據，輔助匠人、學者與設計師使用更加科學的手段對傳統建築裝飾工藝進行改良，促進嵌瓷工藝的傳承與發展，進一步指導嶺南地區尤其是澳門地區其他傳統建築裝飾的保護與更新實踐。

- 1) 田野調查：多次進行田野調查，收集了大量圖像、音頻資料，形成較為完善的田野調查筆記。
- 2) 研究生培養：培養設計學、建築學、美術學相關碩士、博士研究生三名。
- 3) 實驗：完成粘結劑更新階段性實驗，為今後進一步對嵌瓷工藝的更新研究提供了基礎。
- 4) 論文：發表與該項目相關的高水準期刊論文 5 篇。
- 5) 專利：一項發明專利授權、一項實用新型專利授權。

4. 研究成果與應用

為探究粘結劑的物相、成分、微觀形貌、粘結性能，對乾燥、研磨處理過後的原料粉末進行 X 射線衍射，獲得了原料的成分和物相資訊。此後根據結構影響物化性質這一關係，又對粘結劑樣品進行相關測試，DSC、SEM、EDS 等，進一步確認了材料的熱力學行為、微觀形貌和元素分佈，由此團隊得到了材料微觀下的狀態，分析其粘接行為是類似混凝土模型的作用（紅糖相當於粘著劑，貝灰有效成分為填充物），這些分析測試對團隊深入瞭解和調控該型粘結劑提供科學指導。為進一步探究二者成分對其結構影響，製備了不同紅糖比例的粘結劑並測試，測試結果表明紅糖組分的提高，粘結劑的拉伸強度和抗裂性大幅提高，同時也會導致碳酸鈣和氫氧化鈣的晶格變小，由此導致材料更加緻密，粘結性能提升，但紅糖比例過高會導致原料易被微生物分解，加速失效過程。

5. 進一步工作

對此往後的研究重心將是找到最佳配比或嘗試添加其他環保、成本低廉、原料豐富的材料等手段以提高粘結劑物化性能和服役壽命。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	嶺南傳統建築裝飾中嵌瓷的工藝特點及藝術特徵研究	李彥昱， 殷健強，王曉曉 （通訊作者）	工業設計，18 （5），134-136， 2022 年 5 月	-
期刊論文	鄉村振興戰略下非物質文化遺產發展研究 - 以潮汕嵌瓷為例	殷健強，李彥昱， 林迎傑，王曉曉 （通訊作者）	北京城市學院學 報，172（6），38- 43，2022 年 12 月	-
期刊論文	非物質文化遺產的市場化探究 - 以嵌瓷藝術為例	殷健強，李彥昱， 林迎傑，王曉曉 （通訊作者）	美與時代，34 （5），1-5，2022 年 5 月	-
期刊論文	嶺南傳統建築裝飾中嵌瓷工藝更新初探	王曉曉，葉健雄， 陳瑞，楊盛安， 李彥昱（通訊作者）	石材：已錄用	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	1	-

關於聚焦型太陽能熱電複合收集器的納米流強化冷卻的亞連續網格波爾茲曼優化的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0063/2021/A	澳門大學	栗燕	關於聚焦型太陽能熱電複合收集器的納米流強化冷卻的亞連續網格波爾茲曼優化的研究

項目摘要

1. 研究背景

本項目主要解決納米流冷卻的聚焦型太陽能收集器的優化設計問題。相關文獻集中在納米流體濃度對基礎導熱率和流體粘度的分散研究，納米顆粒大小從連續力學到非連續力學和熱學全域範圍的研究尚缺。從基礎物理到實際太陽能電熱收集器的全面實際參數研究更是缺乏。

2. 研究目標

建立實驗資料為基礎的數據庫，開發新的亞連續型納米流動和傳熱模型的網格波爾茲曼演算法。然後結合神經元網程式全域搜尋，找到最優多維參數組。並比較最優和偏離最優參數的物理場，得到物理機理。該專案開發的軟體不但能得到最優的設計和運行參數組，而且能提供實地物理條件限制下的納米流冷卻的聚焦型電熱太陽能接收器最優設計。

3. 簡介研究工作的主要進展

通過澳門大學橫琴校區實地環境的的測量，建立聚焦型電熱太陽能接收器的數據庫。根據實際測量數據，物理分類輸入參數（輻射強度，聚焦倍率，流量，納米顆粒濃度，納米顆粒尺寸）和輸出參數（換熱係數，熱流量，摩擦阻力，能耗，接收器效率）。標準化輸入輸出物理參數組，數字化處理。建立亞連續力學為基礎的混合對流的流熱場的無量綱波爾茲曼模型，模擬聚焦型電熱太陽能接收器的整個動態過程。模型不但包括納米流體的顆粒濃度，大小的影響。通過全參數範圍控制參數模擬，得到熱流場的分佈狀況。分析實驗和數值數據庫，結合物理亞連續無量綱波爾茲曼計算和神經元系統的隨機排序反覆運算優化。定義新的多目標結合的優先順序加權化的目標函數，獲得目標函數的多參數的全域分佈。反向推出局部和全域最優參數。比較最優和偏離最優參數下的物理場，最優參數和最優目標函數，揭示物理機理。得到最優的設計運行參數，實地條件下最優設計。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	建立基於太陽輻射量的聚焦太陽能電熱收集器的標準數據庫。	標準數據庫基本完成。	95%

2	基於亞連續無量綱波爾茲曼的納米流耦合流熱標準計算軟件一套。	非分離納米流耦合流熱多相流體的複合計算軟件已經完成。更高階納米顆粒與流體分離在研發中。	95%
3	發表 3 篇傳熱化工和能源方面的一區論文。	已發表 5 篇一區和 2 篇二區傳熱化工和能源方面的論文以及專著書籍一章。	100%

4. 研究成果與應用

本項目開發的軟件提供納米流冷卻聚焦型電熱太陽能接收器優化的設計工具。不同的類型的幾何，材料，冷媒，納米顆粒濃度，納米顆粒尺寸的設計可以定量綜合計算比較。最優和偏離最優的參數組設計將同時提供物理機理的比較。實際現場運行限制條件下的目標函數的最優解對應的參數將被推薦用於納米流冷卻聚焦型電熱太陽能接收器設計和運行。

5. 進一步工作

加入可再生能源系統和傳統能源系統的二氧化碳減排比較模組，實現進一步量化評估系統的節能減排效果。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal Paper	A sub-continuous lattice Boltzmann simulation for nanofluid cooling of concentrated photovoltaic thermal receivers	Y. Su, P. Sui, J.H. Davidson	Renewable Energy 184 (2022) 712-726	SCI/EI
2. Journal Paper	Effects of Knudsen numbers on natural convection patterns of nanofluids with a sub-continuous lattice Boltzmann model	P. Sui, Y. Su, V. Sin, J.H. Davidson	Int. J. of Heat and Mass Transfer 187 (2022) 122541	SCI/EI
3. Journal Paper	A new hybrid model for power forecasting of a wind farm using spatial-temporal correlations	S.K. Wen, Y.T. Li, Y. Su	Renewable Energy 198 (2022) 155-168	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4. Journal Paper	Adaptive short-term wind power forecasting with concept drifts	Y. Li, Z. Wu, Y. Su	Renewable Energy 217 (2023) 119146	SCI/EI
5. Journal Paper	Dynamic balance of the mesoscale repulsion and attraction with varying surface tension and interaction coefficients on two-phase flow patterns simulated by an improved non- dimensional lattice Boltzmann model	Y. Su	European Journal of Mechanics-B/Fluids 99 (2023) 173-186	SCI/EI
6. Journal Paper	Natural Convective Nanofluid Flows Immersed in Oscillating Magnetic Fields Simulated by a Sub- Continuous Lattice Boltzmann Model	P. Sui, Y. Su L.Y. Sun	ASME J. Heat Mass Transfer 146 (2024) 011401	SCI/EI
7. Journal Paper	Mesoscale multi- component energy density transport for natural convective microchip cooling with solid- liquid-gas phase changes	Y. Su	Applied Thermal Engineering 236 (2024) 121808	SCI/EI
8. Book Chapter	Mesoscopic scale simulations of heat transport in porous structures (Book Chapter 4) Advances in Heat Transfer	Y. Su	Advances in Heat Transfer (2023) 121-209.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	11	0

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	亞連續納米流體冷卻格子波爾茲曼優化軟體		
成果特點	基於各種類型的幾何形狀、材料、冷卻劑、納米顆粒濃度、納米顆粒尺寸的不同設計定量比較其效率和成本。最佳參數和偏離最佳參數的設計物理機制比較。在實際現場實際條件設計的約束下，根據目標函數的最高值推薦最佳設計運行參數。		
技術成熟度	TRL4		
應用範圍	該軟體將為工業應用的 CPV-T 太陽能接收器的納米流體冷卻提供優化設計工具。		
投產條件和預期經濟效益	為新使用者改進使用者友好的介面。 執照費：4000MOP/ 用戶 / 年； 8000MOP/ 用戶 / 十年更新版。		
合作方式	待議		

聯系地址	E11-G027, Solar Energy Laboratory, FST building, University of Macau		
聯系人	Su, Yan	電話	(853) 8822 8466
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/yansu/	傳真	(853) 8822 2426

基於缺陷接地結構的橫向濾波及負群組延遲生成技術的微波氮化鎵位移傳感器之研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0074/2021/A	澳門大學	蔡偉華	基於缺陷接地結構的橫向濾波及負群組延遲生成技術的微波氮化鎵位移傳感器之研究

項目摘要

1. 研究背景

傳感器涉及國民經濟各個領域，是國民經濟的基礎性、戰略性產業之一，直接關係到經濟、國防和社會安全。如今，傳感器已廣泛應用於環境傳感，安全，健康，結構完整性，智能家居和智慧城市等領域。隨著我們世界之間的聯繫越來越緊密，傳感器起著將物理領域集成到網絡空間中的基本作用。在過去的幾十年中，傳感器的出現從根本上改變了傳感器技術。通過消除傳統傳感器的電線，無線傳感器價格低廉且易於安裝，這使得在大面積且高密度的情況下分佈傳感器成為現實。它由兩個子系統組成，即無線傳感器和無線接收器。無線傳感器負責將感應信息編碼為可以通過天線無線傳輸的射頻（RF）信號。傳統上，天線僅用作無線傳感器的通信設備。然而，最近的發展已經擴展了用於感測的天線的作用。這新技術及其操作原理，應用示例和未來方向有需要進行深入討論研究。

另一方，面微波傳感器可同時提供高靈敏度、高動態範圍和高解析度。使其對感應應用具有吸引力。微波傳感器基於電磁傳感原理，即物理變數是根據 RF/ 微波信號特性的變化來測量的。近年來，無線感測器與 RFID（射頻識別）集成的趨勢是，通過電磁原理可以實現感測和識別能力的結合。基於諧振器和傳輸線的微波傳感器是通常通過共振頻率、相位和 / 或共振結構品質因數的變化來實現感測的設備。微波傳感器已多種感測功能，例如位移感測器、有機組織分析感測器、微流體介電特徵、裂紋檢測或厚度測量。不過，由於在微波傳感器的感測器中需要通過監測傳輸或反射係數來感知物理量。原型通常由向量網路分析儀（VNA）進行測量，該分析儀是一種多功能但昂貴且體積大的設備。相比之下，在實用感測器中，連接到被動感測結構的進給和讀出電路應由低成本電路和元件實現。否則，建議的感測解決方案根本不可視為低成本感測器系統。

2. 研究目標

此項目提出的不同的方法及電路，目的通過新電路結構，從而設計位移傳感器。並且利用不同微波電路及其特性，提出及設計不用基於昂貴且體積大的向量網路分析儀（VNA）的測量系統。從而降低測量電路的設計難題和成本。

3. 簡介研究工作的主要進展

研究工作的目的是提出及設計不用基於昂貴且體積大的向量網路分析儀（VNA）的測量方法及電路。基中有提出利用橫向結構濾波技術的及負群延遲生成技術來檢測傳感器輸出。在研究過程中用到不同的微波信號接收機，包括基於微波多端口網絡的一些微波信號接收機。它有寬頻及低功

耗，低互調失真的射性。因此本研究集中研究基於微波多端口網絡作為微波傳感器輸出信號的處理，經其處理的輸出信號可以一般模數取樣並進行數字處理，大幅減低對高頻儀器如向量網路分析儀的依賴。最終提出用於微波傳感器測量系統的電路及方法。另外，為展示所提出的方法，一類基於互補開環諧振器的可重定位微波傳感器亦在研究中提出並用於角度位移傳感器的應用，結合上述提出的多端口網路電路及方法，驗證測量角度位移傳感器的功能。最後，雖然並不是原本項目的，但基於新提出的互補開環諧振器技術延伸，一個多層結構的微液滴傳感器亦在研究中被提出，基於其角度位移特性，使得可提升該傳感器感測液滴特性時的維度。結合卷積神經網路（Convolutional Neural Networks, CNN）的深度學習方法，使這角度位移傳感器可應用於針對微液滴的液體種類以及濃度作感測及分析判斷。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	提出及設計不用基於昂貴且體積大的向量網路分析儀（VNA）的測量系統	提出利用微波多端口網絡 (multi-port network) 對角度位移傳感器的輸出信號的處理，處理的輸出信號可以一般模數取樣並進行數字處理，大幅減低對高頻儀器如向量網路分析儀的依賴。	100%
2	通過新電路結構，從而設計位移傳感器	提出基於互補開環諧振器的可重定位微波液滴傳感器	100%
3	針對微液滴的液體種類以及濃度作感測的微液滴傳感器	雖然並不是原本項目的，一個多層結構的微液滴傳感器被提出，結合卷積神經網路（Convolutional Neural Networks, CNN）的深度學習方法，達到用於針對微液滴的液體種類以及濃度作感測及分析判斷。	100%

4. 研究成果與應用

傳統的測量方法大部分是依賴於用向量網路分析儀直接對上述元件的反射參數 (S_{11}) 作測量，觀測這此參數在不同旋轉角度時反射參數零點之變化並和已知基準作比較，從而判斷角度轉變的大小或方向。本研究基於以微波多端口網絡 (multi-port network) 中的六埠相關器為核心，整合工作在 2.4 GHz 鎖相環的微波信號處理器。目的對角度位移傳感器的反射信號進行降頻處理。其中實驗中的角度位移傳感器是互補雙分裂環共振器 (Complementary Split Ring Resonator, CSRR) 並作為六埠相關器的高頻端負載。

通過六埠相關器，由鎖相環所生成的 2.4 GHz 信號被以一定的相位傳送到 CSRR 角度位移傳感器，基於傳感器不同旋轉角度，反射信號隨之改變，但頻率仍保持在這 2.4 GHz 並以一定固定相關相位傳送至圖中上下的 4 個端口，由於六埠相關器的特定相位設計，這 4 個端口的信號是 2 對差分信號。這些信號會由 4 個二極管進行檢測，相當於進行了降頻操作成基頻。最後低頻的基頻差分信號可以經濟高效的模數器 (ADC) 採樣成數字信號及處理。成功消除相關傳感器測量應用對向量網路分析儀的依賴。

另一方面，在研究過程中，由於需要用到不同微波角度傳感器，由此引出一些基於 Split-Ring Resonator 的結構，並提出了 Reoriented Complementary Split-Ring Resonator (RCSRR) 結構。並設計了一個多層結構的微液滴傳感器。利用這一個多層結構的微液滴傳感器，提出了通過引入角度旋轉來提升測量結果維度，並結合 CNN 深度學習方式來對不同液體及其濃度的測量辨識。

5. 進一步工作

本項目利用微波六埠相關器對微波角度感測器作測量，以及上述提出液體種類及濃度辨識的方法均是原創。關於六埠相關器的測量應用，可以嘗試擴展至不同物理量的感測。另外針對液體種類及濃度辨識的創新應用，液滴傳感器的工藝結構有進一步提升空間，並通過加強 CNN 結合其它算法來對結果的精確度提升。最後，由於實驗架構的複雜性，可進一步利用本項目提出以微波六埠相關器對測量信號處理，建立簡化的液體分析檢測測量平台。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
系統原型	利用微波六埠相關器對角度位移傳感器測量平台原型	蔡偉華	實驗測試	-
元件原型	基於互補開環諧振器的可重定位微波液滴傳感器	蔡偉華	結合新測試方式應用於實驗	-
測試方法	基於重定位微波液滴傳感器及 CNN 網絡的液體種類及濃度測量辨識	蔡偉華	實驗驗證	-
期刊論文	Pedro Cheong, Chufan Yang, Yijun Ye, and Wai-Wa Choi, “Microwave Microfluidic Liquid Classification and Concentration Detection with RCSRR Rotor”, IEEE Sensor Journal. (Under Review)	蔡偉華	-	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Yijun Ye, Pedro Cheong, and Wai-Wa Choi, “Effect of Static Reflector in Vital Sign Radar Sensing System,” in Proc. 2022 Asia-Pacific Microwave Conference, (APMC), 2020, pp. 563 – 565, 29 Nov. – 2 Dec, 2022, Yokohama, Japan.	蔡偉華	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	3	2

研究結果	樣品	成品	產品
	-	2	-

開發一種創新、低成本和免除同位素標記的 蛋白內標用於質譜定量檢測

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0096/2021/A	澳門大學	潘全威	開發一種創新、低成本和免除同位素標記的蛋白內標用於質譜定量檢測

項目摘要

1. 研究背景

為目標蛋白進行絕對定量在生物醫學研究是一門不可或缺的範疇，利用質譜 (MS) 進行定量是近年科研的大趨勢，然而此技術依賴穩定同位素標記 (Stable Isotope Labeled, SIL) 來製備內標物，可惜同位素價格高昂，加上 SIL 蛋白只能由細菌株來表達生產，由細菌株生產出來的蛋白和由人類細胞生產出來的在翻譯後修飾上始終不同，影響了它們作為內標物進行定量時的準確度。

本項目旨在開發一個免除同位素標記的創新技術來製備蛋白內標，並能應用在質譜定量上。我們把這技術名為“質量成分重排”(Mass Component Rearrangement, MCR)，簡單來說，就是把蛋白特徵肽內其中兩個氨基酸的位置相互對調來構成 MCR 肽，基於對調氨基酸位置不會影響整條肽段的質量，卻因為氨基酸排序的改變使到在 MS / MS 分析時釋放出有區分性的離子碎片，情況就有如使用了同位素標記一樣，最後通過比對 MCR 肽和特徵肽相對應的區分性離子碎片的面積便可做到目標蛋白的定量。

2. 研究目標

我們在本項目共有 2 項主要工作重點：

- 1) 以人類轉鐵蛋白作為模型蛋白，開發一套具體的 MCR 蛋白設計及製作流程。
- 2) 檢視 MCR 肽和 MCR 蛋白作為內標物在質譜定量方面的準確度、重現性和靈敏度，以及與傳統免疫測定技術比較，以評估 MCR 作為一種嶄新的內標物製作技術的發展潛能。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目為期 18 個月，由 2022 年 1 月 3 日正式開始執行，現時，各項工作重點已完成。在項目的第一階段，我們先為人類轉鐵蛋白 3 條最常見的特徵肽設計了一系列 MCR 肽 (超過 10000 條)，然後通過計算機分析去篩選出理想的 MCR 肽，篩選原則包括 1) 和原特徵肽擁有相同液相保留時間、2) 在 MS/MS 分析時釋放出有分性的離子碎片、3) 離子碎片不會受到人類蛋白的干擾及 4) 對整個蛋白沒有結構上的影響四方面來進行，最後我們選出 3 條 MCR 肽，分別為 MCR1 (EGYFGYTGAYR)、MCR2 (SAIPSDGPSVVCVK) 及 MCR3 (CTLSFELCSSATR)，MCR1 及 MCR2 是最理想的 MCR 肽，它們是由 2 個擁有相似側鏈的氨基酸位置對調 (F <-> Y 及 A <-> V)，並完全通過四個篩選原則，MCR3 並未通過第 4 篩選原則 (對蛋白結構沒有影響)，我們希望透過 MCR3 作為對照實驗，以檢視改變了局部氨基酸環境對製成的 MCR 蛋白在定量方面的影響。這 3 條

MCR 肽亦順利通過質譜液相分析的驗證，結果顯示它們和計算機預測一樣和原特徵肽段擁有高度一致的液相保留時間，並且在經過 MS/MS 碎裂後亦能釋放出區分性的離子片段。最後我們把這 3 條 MCR 肽利用人類 HEK293 細胞系統成功生產成 MCR 轉鐵蛋白。

在項目的第二階段，我們目標評估 MCR 肽和 MCR 蛋白作為內標物在質譜定量方面的表現，結果顯示 MCR 蛋白展現了高度的準確性 (相對誤差 <2.5%)、重現性 (相對誤差 <5%) 和靈敏度 (測量最低濃度為 0.74 ng/uL)，用在實際測量人類血漿樣本時，亦達到和傳統免疫測定得到的數據高度相似 (相關性 $r = 0.918$)，證明 MCR 蛋白技術有實際的應用價值。

現時，我們正在為所得到的研究結果發表文獻及申請技術專利。

4. 研究成果與應用

由於傳統免疫測定依賴抗體，導致一些生物醫學研究因為缺乏抗體而無法為新型蛋白進行絕對定量。利用質譜技術是現時對定量新型蛋白的大趨勢，而此技術必須使用穩定同位素標記製備內標物，由於穩定同位素價格高昂，市面上一個帶有同位素標記的 SIL 蛋白，僅僅 10 微克的售價需至少 2、3 千美元，針對為新型蛋白製造的 SIL 蛋白成本更高。

本項目開發了一套 MCR 蛋白的設計及製造流程，可以應用於製造任何蛋白包括新型蛋白，由於不需使用同位素標記，成本可大幅降低十倍以上，這個低成本的優勢有利 MCR 推廣及應用，並為蛋白絕對定量的方法提供多一種技術。

5. 進一步工作

近年有不同研究證明晚期糖基化終產物 (AGE) 及其相關的組蛋白 (Histone) 與癌症、糖尿病、動脈粥樣硬化和阿爾茨海默病有關，我們組的博士研究生馬文棟正研究在乳腺癌細胞上提取的 AGE 相關產物 N ϵ -(羧甲基)賴氨酸 (CML) 及 N ϵ -(羧乙基)賴氨酸 (CEL) 在組蛋白上的修飾，並希望使用 MCR 技術對這些組蛋白 H2 及 H3 在進行絕對定量，相關結果可進一步證明 MCR 技術可以應用於不同蛋白的絕對定量。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
成品	-	潘全威	MCR 製作蛋白內標服務 本產品服務透過嶄新 MCR 技術來製作蛋白內標，可替代現時依賴穩定同位素標記的技術，設計製作的 MCR 蛋白內標可應用在質譜檢測定量工作上，包括一些現時還未開發抗體的新型蛋白，亦適合於檢測生物樣品，例如人類血清、尿液、細胞組織等等。 主要應用行業包括那些需要恆常進行蛋白定量工作例如生物醫學研究和醫療科技等範疇。 使用穩定同位素標記是現時製作蛋白內標的唯一方法，市面上一個帶有同位素標記的 SIL 蛋白，僅僅 10 微克的售價需至少 2、3 千美元，本項目提出的 MCR 技術，由於免除使用穩定同位素標記，製作成本粗略估計可減低 5 至 10 倍或以上，這對澳門社會以至全世界在定量蛋白的工作上提供了一個低成本方案。 ● 低廉價格突顯市場競爭優勢：本項目提出的 MCR 技術方案由於不需要使用穩定同位素標記，製作蛋白內標的成本可比市場現時銷售同位素標記的降低 5 – 10 倍，增加產品的競爭優勢。 ● 產品擁有獨特性：本項目製作的 MCR 蛋白可以透過人類細胞系統表達生產，而現時市場上銷售的同位素標記的蛋白則無法做到這點，我們的產品對於那些希望定量人類蛋白的顧客會有吸引力。	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Pitfalls and solutions in mass spectrometry-based identification of protein glycation	馬文棟	在第 11 屆亞洲大洋洲人類蛋白質組聯合組織（AOHUPO）和第 7 屆亞洲大洋洲農業蛋白質組組織（AOAPO）聯合會議（7 th -11 th May 2023, 新加坡）進行特邀口頭報告（Young Scientist Forum, 7 th May 2023）及壁報展示	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	-

衛星對月定標關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0109/2021/A2	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	吳昀昭	衛星對月定標關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

定標是衛星資料可靠應用的關鍵。傳統的野外場地定標以及交叉定標都受地球大氣的影響。月球無大氣，反射率穩定，光譜曲線平滑，是衛星在軌定標的良好光源。高分四號與吉林一號已開展了大量週期性對月觀測，揭示了過去未知的定標問題，例如一些譜段存在抖動，且各波段存在不同程度的雜散光。這些說明需要重新進行定標，以提高資料可用性。

2. 研究目標

本課題擬深入分析這兩顆衛星對月觀測資料，開展在軌定標研究，獲得絕對輻射定標係數，提升衛星的可用性。利用絕對定標產品研究月球輻射度隨月相變化規律，建立大氣層外月球輻照度模型，獲得月球光度參數。本研究是我國衛星定標領域的創新性嘗試，有助於為今後國內外其他衛星的對月定標提供技術積累與模型支撐。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 建立了月球圖像幾何資訊計算、預處理與絕對輻射定標方法。提交申請專利一項：一種基於月球的衛星光學遙感器輻射定標方法（目前尚未授權）。
- 2) 成功對高分四號衛星進行了在軌輻射定標，提升了高分四號數據可用性。
- 3) 成功對吉林一號衛星進行了高精度定標，提升了吉林一號數據可用性。成果發表在 *IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing* (Su et al., 2023)。
- 4) 利用定標數據建立了月球盤面積分與盤面可分辨光度模型，獲得了月球幾何反照率、邦德反照率、相積分、光度函數等。成果發表在 *Icarus*(Xu et al., 2023)。

上述工作首次實現了基於月球為輻射源的衛星在軌輻射定標，具有原創性，獲得了「高分專項衛星應用優秀成果二等獎」以及「中國遙感優秀成果二等獎」。

4. 研究成果與應用

本研究建立了基於月球輻射源的衛星在軌輻射定標方法，為高分四號衛星和吉林一號衛星產生了高精度的輻射定標係數，實現了衛星對月定標，提高了衛星的可用性。進一步利用對月定標數據建立了大氣層外月球輻射模型。總之，本研究建立的數據處理與定標技術具有十分廣闊的應用前景，對探測數據精準量化及科學成果產出具有重要作用，對於我國後續載荷研製亦具有重要借鑒意義。

5. 進一步工作

本研究可在以下方面進行拓展：

- 1) 基於月球的穩定性，今後可利用月球對更多衛星、空間望遠鏡及其他探測任務儀器進行絕對輻射定標。
- 2) 擴展定標採用的對象，利用恆星等其他天體對衛星和儀器進行輻射定標。
- 3) 對衛星觀測月全食數據開展分析，揭示月全食期間的光度與熱變化特性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Spectrophotometry of the lunar regolith using the Chang'E-3 Panoramic Camera (PCAM)	Tian-Yi Xu, Bruce Hapke, Xiao-Ping Zhang, Yun-Zhao. Wu*	Astronomy & Astrophysics, 2022	SCI
期刊論文	Disk-integrated and disk-resolved photometry of the Moon with GaoFen-4 space observations	Tianyi Xu, Wei Cai, Min Shu, Xiaoping Zhang, Peng Yun-Zhao. Wu*	Icarus, 2023	SCI
期刊論文	Absolute radiometric calibration of PMS2 onboard Jilin-1 GP02 satellite using the Moon	Min Shu, Tianyi Xu, Lin Yan, Wei Cai, Yun-Zhao. Wu*	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2023	EI/SCI
期刊論文	Visible and near-infrared spectral results of Chang'E-5 surficial and subsurface soils	Yun-Zhao. Wu*, Yimin Chai, Yu Lu, Xuejiao Chen,	Astronomy & Astrophysics, 2024	EI/SCI
期刊論文	Chang'E-4 Measurements of Lunar Surface Temperatures: Thermal Conductivity of The Near Surface Regolith	Wenchao Zheng, Guoping Hu, Yun-Zhao. Wu, Qi Jin, Zhengmei Li, and Li Feng	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2023	EI/SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	基於月球的 吉林壹號衛星在軌輻 射定標研究	胡柯，杜文亮， 解延浩，楊松， 舒敏，吳昀昭 *	中國空間科學技術	-
會議論文	Multiwavelength Observations of the Lunar Eclipse on January 21, 2019 from Space.	Min Shu, Shibo Wen, Wei Cai, Tianyi Xu, Yun- Zhao. Wu*	55 th LPSC, 2024, Houston, USA	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

收合式太陽能雙軸跟蹤發電設備

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0018/2022/A	逸豐科技有限公司	張景桑	收合式太陽能雙軸跟蹤發電設備

項目摘要

1. 研究背景

太陽能是已知的最原始的清潔能源，具有非常廣闊的利用前景。太陽能的發展與利用一直是新能源發展的重要方向，也是世界各國大力研究與應用的重點。如何更有效地提高太陽能裝置的有效利用率，始終是人們關心和研究的課題。本項目就是圍繞這一課題展開。

由於人們對化石能源的依賴導致我們的環境問題變得越來越嚴重。雖然目前化石能源仍然是人們所使用的主要能源，但是化石能源的儲量在不斷的減少，同時由化石能源所帶來的環境問題也嚴重影響這人類社會的可持續發展。由燃燒化石能源等燃料產生的環境問題如霧霾等也嚴重影響著人類的正常生活。人類的發展使我們的生活變得更美好，也給我們自己帶來了問題。資源問題與環境問題都嚴重威脅著人類的生存和發展。隨著資源與環境問題的日益劇增人們更加強強烈的意識到發展新能源的重要性，尤其是對太陽能技術的開發與利用。由於我們對太陽能的利用率相對較低，如何提高太陽能的利用率成為我們研究的重點和難點。

目前主要利用光伏電池板進行發電的裝置大部分是固定的，本研究的主要研究內容是雙軸太陽能追蹤系統，利用太陽能板的旋轉提高光伏發電的效率。通過對幾種主要的追蹤方式進行分析，確定了本研究採用視日運動軌跡追蹤模式對太陽光進行追蹤。本研究利用太陽方位計算器計算出太陽的位置，單片機把太陽角度值轉化為控制信號從而驅動直流電機旋轉。

本研究對系統的硬件、軟件以及轉動部分進行設計，硬件部分主要包括：控制部分、驅動部分、通信部分、輔助電路等；軟件部分主要包括太陽方位計算器、主程序和追蹤模式的子程序。

目前市場上的太陽能裝置多為固定式，但是，在實際應用中隨著季節的不同和同一天內，太陽能板受太陽照射的角度不同，太陽能發電是不同的。在太陽照射角度過大時，太陽能光電轉化效率明顯下降，使單位太陽能板的經濟效益較低。為了解決這一問題，利用自動控制技術構成的跟蹤系統，使太陽能板始終能垂直對準太陽光線，可極大地提高太陽能光電轉化效率，提高單位太陽能板的生產效率。根據有關研究文獻，在一個照射日內全天垂直照射比固定傾斜照射，太陽能板的效率可提高 37% 左右。

2. 研究目標

本研究以太陽能自動跟蹤為主要目標，運用低成本的單片機為控制核心，價格低廉的直流電機為動力源，設計一種太陽能電池板自動跟蹤控制系統。利用一種新型的以 STM32 單片機為控制核心的太陽光自動跟蹤系統設計方案。該系統通過 GPS 模塊獲取時間和當地經緯度參數、然後運用天文算法計算出太陽的位置，即高度角和方位角信息，從而驅動跟蹤裝置隨太陽的軌跡變化而變化，最大限度接受太陽幅射，提高光伏組件的光電轉化效率。

1) 太陽能自動跟蹤系統設計

本研究的系統框圖如下所示，由跟蹤傳動機構、控制器及電路、太陽能發電系統及電源系統所構成。

2) 機械機構的設計

機械結構是為實現太陽能電池板的旋轉，根據跟蹤系統的需要，採用雙軸跟蹤系統，實現太陽能電池板可以在兩個方向上轉動。

3) 自動跟蹤控制程序系統

控制系統是實現控制電機旋轉並保證旋轉的可靠有效性，以單片機作為系統的核心，根據太陽能自動跟蹤傳感器採集的信號，控制電機轉動，改變太陽能電池板的方向，從而使太陽能電池板的感光面與太陽光線保持垂直，系統程序是完成追蹤控制系統硬件功能，實現系統的自動控制的必要條件。通過對系統功能分析及硬件的實現，採用模塊化程序設計，進行系統程序設計及調試。

同時，本研究系統設計有自動復位的功能，當然，在每一天日落黃昏後，太陽能已經沒有，跟蹤系統沒必要繼續跟蹤，因此系統將按原來的跟蹤路線再回到起始點。第二天，太陽出來時候，太陽光線跟蹤系統又從起始位置重新開始進行新一輪的跟蹤。

3. 簡介研究工作的主要進展

序	期間	研究內容
1	第一階段	結構部份：太陽能轉動機構設計仿真、購置各控制元件 電路部份：太陽能光伏板設計與仿真、生產、檢測成品質量，周邊電路及各傳感器搭建 軟件部份：相關單片機開發、完成各數據接口通訊
2	第二階段	結構部份：加工及組裝各設計零件、完成跟蹤模塊結構部份 電路部份：完成跟蹤部份電氣元件的安裝及線路連接 軟件部份：跟蹤模塊數學建模、電機驅動、編碼器、各傳感器聯調
3	第三階段	結構部份：底座加工及組裝設計零件、完成固定支架結構部份 電路部份：完成太陽能板各部件的安裝及線路連接 軟件部份：GPS 數據解析及處理、跟蹤系統算法調試
4	第四階段	結構部份：完成組裝太陽能板支架及其餘結構部份 電路部份：完成各電源、電池、變壓器及其它線路連接 軟件部份：電機驅動及 PID 算法調整、寄存器數據調用、中斷程序調試
5	第五階段	結構部份：檢測及維護各結構部份 電路部份：檢測太陽能板發電量、電流、直流電壓等主要指標 軟件部份：手動、日間、夜間、保護模式調試、程序除錯
6	收尾階段	發電數據整理、資料比對、完成項目研究

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	申請機構外觀專利	TRL4	申請中
2	申請太陽能跟蹤系統實用型專利	TRL4	申請中
3	可收合式小型光伏設備樣機	TRL4	完成
4	機械零件加工圖、電路設計圖、電路圖、原理圖	TRL4	完成
5	包括程序代碼、操作文件	TRL4	完成

4. 研究成果與應用

開發出能自動收合的太陽能雙軸跟蹤發電設備，於實際應用中可以對儲能電池進行擴容，以滿足用電需求；

對於較偏遠的地方架設電纜費用較高等地方進行放置，以達到提供電力。

推動城市建設綠色能源，樣機便於運輸，可在各個位置展示，普及大眾對綠色能源的認識。

5. 進一步工作

可對葉片中的太陽能板進行排佈優化，提高發電量及縮小設備體積。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 專利	高效型太陽能發電優化系統	張景燊	申請中	-
2. 專利	旋轉收合式太陽能傳動結構	張景燊	申請中	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	-

技術成果名稱	雙軸步進電機控制技術		
成果特點	雙軸步進電機控制技術是一種用於控制具有兩個獨立旋轉軸的步進電機的技術。步進電機是一種特殊的馬達，它們可以按照一定的步長進行旋轉運動，並且可以精確地控制位置和速度。使用雙軸步進電機控制技術，可以實現複雜的運動控制，例如二維平面運動、同步運動等。		
技術成熟度	TRL8		
應用範圍	雙軸步進電機控制技術可應用於以下相關領域： 1. CNC 機床：雙軸步進電機控制技術常用於數控（Computer Numerical Control）機床，例如銑床、車床和雷射切割機等。它們可以實現精確的位置控制和運動軌跡控制，使機床能夠進行自動化加工。 2. 3D 列印：在 3D 列印機中，雙軸步進電機控制技術用於控制打印頭或平台的運動。它們可以實現精確的位置控制，使打印過程能夠按照預定的軌跡進行。 3. 機器人技術：可以用於控制機器人的關節，實現精確的運動和姿態控制。這在工業機器人、服務機器人和協作機器人等領域中都非常重要。 4. 自動化設備：在自動化設備中，雙軸步進電機控制技術可用於控制各種運動部件，例如輸送帶、機械手臂和自動包裝機等。這些設備需要精確的位置和速度控制，以實現高效的生產和自動化運作。 5. 精密儀器：在需要高精度控制的精密儀器中，雙軸步進電機控制技術也被廣泛應用。例如光學儀器、顯微鏡、定位台等。步進電機可以提供穩定的運動和微調能力，以實現精確的測量和定位。		
投產條件和預期經濟效益	-		
合作方式	技術轉讓、合作開發、合資生產		

聯系地址	澳門南灣大馬路 371 號京澳大廈 23 樓		
聯系人	張景榮	電話	(853) 6337 6633
網址	-	傳真	-

第二章 聯合資助項目

近紅外二區光聲探針用於成像引導腦膠質瘤精準手術的研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
019/2017/AMJ	澳門大學	張宣軍	近紅外二區光聲探針用於成像引導腦膠質瘤精準手術的研究

項目摘要

1. 研究背景

腦膠質瘤是一種嚴重危害人類健康的中樞神經系統重大腦疾病。但膠質瘤侵襲性的生物特性，呈“蟹足樣”局部浸潤並在原發灶周圍形成多個“微腫瘤”，致使腫瘤邊界不清，手術難以徹底切除，術後易於復發。因此，迫切需要發展高靈敏成像引導手術治療的方法和技術，輔助手術師精準判定腦膠質瘤的邊界，準確切除病灶，保留正常腦組織保留正常腦組織，減少腦功能損傷。

2. 研究目標

通過製備近紅外光聲探針，高效跨越血腦屏障，特異性結合腦膠質瘤細胞，實現人腦膠質瘤原位移植小鼠模型的近紅外二區光聲成像、腫瘤影像學邊界檢測、成像引導精準手術治療。

3. 簡介研究工作的主要進展

項目進展非常順利，我們首先成功設計合成了一系列近紅外熒光和光聲探針並詳細地進行了表徵和性質測試。結果表明小分子探針和納米探針在近紅外區都有很強的吸收，而且能順利穿越血腦壁障，保證了在光聲影像方面的應用。我們和合作方進行密切合作，將探針用於活體小鼠腦部成像。腫瘤的識別主要依賴於探針對內部微環境（包括標誌物、疾病相關的分子、離子等濃度）的響應。該系列新研發的探針，不僅用於檢測腦部的微環境（比如銅/鐵離子和活性過氧化物），而且用於腦膠質瘤的清晰成像、邊界識別、影像引導手術以及光熱治療。

4. 研究成果與應用

由於血腦壁障的阻礙作用，很多探針無法達到腦部，因此無法實現對微環境的檢測和腫瘤邊界的識別。在我們的工作中巧妙利用腦疾病藥物母體來設計合成了一系列小分子探針。老年智障藥物一般都可順利穿越血腦壁障，經過修飾改造後，新研發的探針能強力結合二價銅離子，形成自由基並在近紅外區產生很強的吸收。大量研究表面銅離子水平與腫瘤有密切關係，而銅離子富集也與老年智障症也有密切關聯。因此該工作中研發的小分子探針可以作為非常有效的分子工具應用於腦部疾病研究，比如腦部成像和藥效評估等。我們將探針注射到小鼠體內發現可以在腦部有效結合富集的二價銅離子。患病小鼠腦部光聲信號比正常小鼠強 8-9 倍，為進一步病理研究提供了重要的證據。在此基礎上，我們進一步擴展又開發了近紅外熒光探針用於小鼠腦部微環境的檢測。

由於順磁滅光效應，二價銅和三價鐵會猝滅熒光，使得腦部熒光跟踪此兩種金屬非常困難。根據大量的文獻調研，目前尚未實現對 Cu(II)/Fe(III) 的熒光成像。我們利用 Cu(II)/Fe(III) 的催化活性設計了探針通過催化作用激活熒光，首次成功實現了小鼠腦部 Cu(II)/Fe(III) 的近紅外熒光成像。

在納米探針研發方面，我們也成功製備了近紅外一區和二區強吸收的樣品，通過生物相容性好的分子進行修飾，成功穿越血腦壁障，在腦部實現清晰邊界影像，並以此引導成功切除了腫瘤，最後進行了光熱輔助治療。

5. 進一步工作

在 FDCT-MUST 聯合資助下，我們研發了一系列有效探針。我們將繼續優化分子結構，篩選出更加高效的探針，採用生物分子或細胞膜修飾納米探針提高生物相容性和穿越血腦壁障的能力。詳細論證其在腦部影像中的效果，並擴展應用到其他腦部疾病的研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal paper	Reductive cleavage of C=C bond as a new strategy for turn on dual fluorescence in effective sensing H ₂ S	C. Wang, X. Cheng, J. Tan, Z. Ding, W. Wang, D. Yuan, G. Li, H. Zhang*, X. Zhang* (corresponding author)	Chem. Sci. 2018, 9, 8369–8374. PI 為通訊作者	SCI 收錄
2. Journal paper	Activatable Small-Molecule Photoacoustic Probes that Cross Blood-Brain Barrier for Visualization of Copper(II) in Mice with Alzheimer's Disease	S. Wang, Z. Sheng*, Z. Yang, D. Hu, D. Hu, X. Long, G. Feng, Y. Liu, Z. Yuan, J. Zhang, H. Zheng, X. Zhang* (corresponding author)	Angew. Chem. Int. Ed. 2019, 58, 12415–12419. PI 為通訊作者 入選為熱點文章 (HOT paper)，並且被國際著名網站《化學觀察》亮點點評	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
3. Journal paper	Polymer Dots Compartmentalized in Liposomes as Photocatalyst for In Situ Hydrogen Therapy”,	B. Zhang, F. Wang, H. Zhou, D. Gao, Z. Yuan, C. Wu,* X. Zhang* (corresponding author)	Angew. Chem. Int. Ed. 2019, 58, 2744–2748. PI 為通訊作者。入選為 VIP 文章，並且被國際著名網站《化學觀察》亮點點評	SCI 收錄
4. Journal paper	Efficient Synthesis and Facile Functionalization of Highly Fluorescent Spiro[pyrrol-pyran],	J. Tan, C. Wang, H. K. Lao, G. Feng, G. Li, W. Wang* (corresponding author), D. Yuan, C. Wu, X. Zhang* (corresponding author)	Dyes and Pigments, 2019, 171, 107777. PI 為通訊作者	SCI 收錄
5. Journal paper	Reaction-based Chiroptical sensing of ClO ⁻ using circularly polarized luminescence via self-assembly organogel	J. Gong, M. Yu, C. Wang, J. Tan, S. Wang, S. Zhao, Z. Zhao, A. Qin, B. Tang, X. Zhang* (corresponding author)	Chem. Commun. 2019, DOI:10.1039/c9cc05245c PI 為通訊作者	SCI 收錄
6. Journal paper	Spiro[pyrrol-benzopyran] Based Probe with High Asymmetry for Chiroptical Sensing via Circular Dichroism	J. Tan, C. Wang, H. K. Lao, W. Wang* (corresponding author), G. Feng, D. Yuan, C. Wu, X. Zhang* (corresponding author)	Chem. Commun. 2019, 55, 7438-7441. PI 為通訊作者	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
7. Journal paper	Aggregation-Induced Emission-Active Tetraphenylethylene Derivatives Containing Arylimidazole Unit for Reversible Mechanofluorochromism and Selective Detection of Picric Acid.	S. Zhang, Y. Huang, L. Kong, X. Zhang* (corresponding author), Jiaxiang Yang* (corresponding author)	Dyes and Pigments, 2020, 181, 108574. PI 為通訊作者	SCI 收錄
8. Journal paper	Structure-reactivity relationship of probes based on H ₂ S-mediated reductive cleavage of C=C bond	C. Wang, J. Tan, X. Zhang* (corresponding author)	New J. Chem. 2020, 44, 11667-11677. PI 為通訊作者	SCI 收錄
9. Journal paper	Iodization-enhanced fluorescence and circularly polarized luminescence for dual-readout probe design	J. Gong, R. Huang, C. Wang, Z. Zhao, B. Z. Tang, X. Zhang* (corresponding author)	Sensors and Actuators B: Chem. 2021, 347, 130610. PI 為通訊作者	SCI 收錄
10. Journal paper	Tailorable Membrane-Penetrating Nanoplatfrom for Highly Efficient Organelle-Specific Localization	X. Zhang, C. Wang, G. Feng, J. Jiang, J. Hu, A. Rietz, C. Brommesson, X. Zhang* (Corresponding author), Y. Ma, K. Roberg, F. Zhang, H.-M. Shen, K. Uvdal, Z. Hu,*	Small 2021, 2101440. PI 為通訊作者	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
11. Journal paper	Cobalt-enhanced Mass Transfer and Catalytic Production of Sulfate Radicals in MOF-derived CeO ₂ /Co ₃ O ₄ Nanoflowers for Efficient Removal of Antibiotics	S. Zhao, Y. Long, Y. Su, S. Wang, Z. Zhang*, X. Zhang* (Corresponding author)	Small 2021, 2101393. PI 為通訊作者	SCI 收錄
12. Journal paper	Ratiometric pH sensing by FRET-based hybrid semiconducting polymer dots in living cells	Z. Ding, X. Dou, C. Wang, G. Feng, J. Xie,* X. Zhang* (Corresponding author)	Nanotechnology 2021, 32,245502 PI 為通訊作者	SCI 收錄
13. Journal paper	Bioinspired Solid-State Nanochannel Sensors: From Ionic Current Signals, Current and Fluorescence Dual Signals to Faraday Current Signals	D. Zhang, X. Zhang* (Corresponding author)	Small, 2021, 2100495. PI 為通訊作者	SCI 收錄
14. Journal paper	“Coordination-based molecular nanomaterials for biomedically relevant applications”	C. Wang, W. Wang, J. Tan, X. Zhang* (Corresponding author), D. Yuan* (Corresponding author), H.-C. Zhou* (Corresponding author)	Coord. Chem. Rev. 2021, 438, 213752. PI 為通訊作者	SCI 收錄
15. Journal paper	Design strategy of photoacoustic probes,	S. Wang, X. Zhang* (corresponding author)	ChemBioChem, 2021, 22, 308-316. PI 為通訊作者	SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
16. Conference paper	Self-assembled Semiconducting Polymer Dots for Bioimaging and Therapy	X. Zhang* (corresponding author)	2019 International Conference on Advanced Materials and Applications (AMA 2019)	International conference
17. Conference poster	Lysosome Targeted Nanoreactors for in situ Photocatalytic CO ₂ -to-CO Conversion	D. Liu, X. Zhang* (corresponding author)	7 th Macau Symposium on Biomedical Sciences (2021)	Regional Conference
18. Conference poster	An oxazolidine-switched fluorescent probe can simultaneously monitor pH of mitochondria and lysosome in living cells	C. Wang, X. Zhang* (corresponding author)	7 th Macau Symposium on Biomedical Sciences (2021)	Regional Conference

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	18	12	-

可控式與參與式感知網絡的聯合設計 及其在智慧旅遊中的應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
037/2017/AMJ	澳門大學	侯芬	可控式與參與式感知網絡的聯合設計及其在智慧旅遊中的應用

項目摘要

1. 研究背景

隨著國內經濟發展，旅遊業已經成為我國經濟的重要組成部分，澳門作為著名旅遊城市，旅遊業是其支柱產業之一，隨著旅遊人數的不斷增加，在有限的旅遊資源下，由於信息過時、信息不能及時收集或更新，資源不能有效調度，常常使得遊客旅遊體驗的滿意度往往不盡人意。如何有效收集信息，優化旅遊資源配置，對內地和澳門的經濟及旅遊業的發展都起著至關重要的作用。

一般來說，實時旅遊信息的感知與採集可以通過兩種方式來實現：可控式感知和參與式感知。可控式感知主要是利用傳統的傳感器網絡來實現。通過在固定節點安裝不同類型的專用傳感器（比如智能攝像頭、環境傳感器等）來採集周圍的物理信息。但是傳統的傳感器網絡可擴展性差，很難實現全局覆蓋，同時維護成本也比較高。另一種感知與信息採集方式是參與式感知，參與式感知是通過智能通信設備的持有者來進行實時信息的收集。在參與式感知網絡中參與者擁有很大的自主權，會根據當前面臨的具體情況（例如，信息採集收益與自身資源開銷的對比）來決定是否參與感知信息的採集、參與哪些類型感知信息的採集等等。由於參與者主要由人們生活中常見的移動智能設備所構成，隨著移動智能設備的普及，參與式網絡具有良好的擴展性、覆蓋範圍的適應性以及資源開銷的靈活性等優點；但是，參與式感知網絡的感知性能受限於參與者的數量與參與度；同時，由於參與者自主性較強，個體性能與信譽差異較大。

由此可見，可控式和參與式網絡具有各自的優缺點，通過聯合考慮兩個網絡，通過實現優勢互補，能夠實現可靠性高、可控性強、穩定及可擴展的感知網絡，完成實時數據的有效收集。

2. 研究目標

本研究工作主要是圍繞智慧旅遊中的關鍵問題進行深入研究。具體來講，主要是如何設計參與式感知的激勵機制和任務分配，以及通過聯合考慮可控式感知設計有效的算法和機制，實現更高效的實時數據和信息的獲取，同時，在給遊客提供實時有效的信息的同時，通過信息深度挖掘，結合遊客的個人偏好，提供信息預測和不同的推薦。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本項目的支持下，我們主要就以下幾個方面開展深入的研究工作：

在參與式感知網絡用戶激勵機制設計和多用戶協同策略方面，我們研究了針對不同應用的參與式感知網絡在激勵機制設計方面的各種問題展開深入研究，設計出不同的激勵機制。分析機制的特性、效率、服務質量提供等問題。討論在不同應用需求，不同感知用戶之間關聯性等場景下的激勵機制設計，提出算法，分析性能並與現有的方面進行全面的比較。

在資源分配和任務選擇方面，我們針對時延敏感的應用，提出有效的分佈式任務選擇算法。我們考慮了感知任務的位置依賴特性，將移動用戶的差異性，包括他們所處的當前位置、他們的目的地、移動速度、移動方式，以及執行感知任務的不同能力等因素。我們將問題建模成非合作的貝葉斯任務選擇博弈，我們設計出分佈式算法，通過用戶對任務的有效選擇實現系統的納什均衡，維持系統的穩定性和有效性，滿足實時數據的時延要求。

在聯合設計方面，我們考慮到可控式傳感器網絡提供的信息的差異性、位置依賴性等特點，針對參與式感知中對不同任務在數據收集上的不同要求，我們對不同任務的服務質量要求進行建模，同時考慮到用戶的移動性和不確定性，優化參與式傳感器網絡的設計，實現兩網信息互補，提高系統效率。

同時我們還研究了感知數據的提供者的雙重角色（及是信息的提供者同時也可能是信息的使用者）。通過利亞普諾夫優化（Lyapunov optimization）方法，將問題建模成一個動態過程，在感知數據收集的過程中考慮到不同用戶使用這些數據的差異性，設計優化算法來平衡用戶的這兩個角色，最大化數據採集系統的效益，同時保證數據採集系統的穩定。

在旅遊路線的推薦方面，準確預測各個景點的旅遊人數是實現智慧旅遊不可缺少的環節，我們對智慧旅遊的需求預測展開了相應的研究，我們研究在一個包含多個景點的大景區內，考慮到不同景點旅遊人數在時間上的關聯性，以及旅遊景點之間空間上的相關性，我們提出一種全連接長短期記憶模型的神經網絡，模型中以各個景點的需求為輸入，充分考慮到不同景點人數在時間和空間上的相關性，通過多重運算，參數優化等，實現對各個景點旅遊人數的準確預測。最後，我們通過珠海萬山群島的旅遊數據，對提出的算法性能進行驗證。

在資源的有效分配方面，我們對如何有效卸載進行深入研究，研究成果在國際會議 IEEE Vehicular Technology Conference 2021 上獲得唯一的最佳學生論文獎。在這個工作中，我們研究如何將資訊有效地通過 D2D 的通信方式發佈給多個終端使用者。可以用於遊客資訊、景區資訊、景點推薦資訊等的有效獲取。網路模型如圖二十一所示。在這個工作中，我們考慮到用戶不同的喜好、用戶之間的社交關係、以及用戶的移動性，通過有效的選擇卸載使用者和優化資源配置和內容存儲，實現終端使用者對資訊的有效訪問和獲取。我們也通過模擬驗證我們提出的方法的優越性能。

4. 研究成果與應用

在本項目的支持下，我們在 Spring 出版英文專著一本，在高質量的國際期刊上發表 14 篇期刊論文，在國際會議上發表 8 篇會議論文。其中，一篇會議論文榮獲 2021 年國際會議 IEEE Vehicular Technology Conference (VTC-Fall) 的最佳學生論文獎（Best Student Paper Award），是此會議唯一獲此殊榮的論文。另外，絕大部分期刊文章都發表在高影響因數的 Q1 期刊上，都屬於 SCI 檢索（例如：IEEE Transactions on Communications, 影響因數 5.151；IEEE Internet of Things Journal, 影響因數 11.215；IEEE Transactions on mobile computing, 影響因數 4.5；IEEE Transactions on Vehicular Technology, 影響因數 5.978；IEEE Transactions on Industrial Informatics, 影響因數 8.423）。培養和正在培養的碩士研究生和博士研究生共 8 名。其中一位碩士研究生畢業後繼續到加拿大滑鐵盧大學攻讀博士學位，一名博士研究生和一名碩士研究生畢業後在國內高校任教，有的研究生畢業後在工業界（如騰訊）就業。

5. 進一步工作

安全性和隱私是另一個重要的領域，我們希望在進一步的工作中將兩方面的考慮到演算法設計中。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
專著	Mobile Crowd Sensing: Incentive Mechanism Design	Fen Hou, Yingying Pei, and Jingyi Sun	ISBN 978-3-030-01023-2, 2018	
國際學術獎	Mobility-aware pre-cache and Incentive Mechanism Design for Efficient D2D Data Offloading	Yiting Luo, Chenkai Lou, Fen Hou, Hongwei Ding, and Bo Li	Best Student Paper Award in the International Conference “IEEE Vehicular Technology Conference (VTC-Fall)”, 2021	-
期刊論文 (國際性刊物)	Distributed time-sensitive task selection in mobile crowdsensing”, IEEE Transactions on Mobile Computing	Man Hon Cheung, Fen Hou, Jianwei Huang, and Richard Southwell	IEEE Transactions on Mobile Computing, Vol. 20, issue 6, pp. 2172-2185, June 2021	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Service Characteristics-Oriented Joint Optimization of Radio and Computing Resource Allocation in Mobile Edge Computing	Jie Feng, Lei Liu, Qingqi Pei, Fen Hou, Tingting Yang, and Jinsong Wu	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, issue 11, pp.9407-9421, June, 2021	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Incentive Mechanism Design for Green Mobile D2D Caching Networks	Qiming Zheng, Hangguan Shan, Fen Hou, Zhiguo Shi, and Zhaoyang Zhang	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, Early access, 2021	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Dynamic Task Offloading and Resource Allocation for Mobile Edge Computing in Dense Cloud RAN	Qi Zhang, Lin Gui, Fen Hou, Jiacheng Chen, Shichao Zhu, and Feng Tian	IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, issue 4, pp. 3282-3299, April 2020.	SCI, Scopus, Web of Science

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 (國際性刊物)	Capacity Analysis of Opportunistic Channel Bonding Over Multi-channel WLANs Under Unsaturated Traffic	Mengqi Han, Sami Khairy, Lin X. Cai, Yu Cheng, and Fen Hou	IEEE Transactions on Communications, vol. 68, issue 3, pp. 1552-1566, March 2020	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Zero-forcing based downlink virtual MIMO-NOMA communications in IoT networks	Zheng Shi, Hong Wang, Yaru Fu, Guanghua Yang, Shaodan Ma, Fen Hou, and Theodoros A. Tsiftsis	IEEE Internet of Things Journal, vol. 7, issue 4, pp. 2716-2737, April 2020	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Energy-Efficient Multi-Task Multi-access Offloading via NOMA Transmission for IoTs	Yuan Wu, Binghua Shi, Liping Qian, Fen Hou, Jiali Cai, and Xuemin Shen	IEEE Transactions on Industrial Informatics, Vol. 16, no. 7, pp. 4811-4822, July, 2020	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Leveraging Dynamic Stackelberg Pricing Game for Multi-Mode Spectrum Sharing in 5G-VANET	Bo Qian, Haibo Zhou, Ting Ma, Yunting Xu, Kai Yu, Xuemin (Sherman) Shen, and Fen Hou	IEEE Transactions on Vehicular Technology, pp. 6374-6387, vol. 69, no. 6, June 2020	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Low-Complexity Downlink Channel Estimation for Millimeter-Wave FDD Massive MIMO Systems	Xianda Wu, Guanghua Yang, Fen Hou, and Shaodan Ma	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 8, no. 4, pp. 1103-1107, August 2019.	SCI, Scopus, Web of Science

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 (國際性刊物)	A Cellular Backhaul Virtualization Market Design for Green Small-Cell Networks	Dapeng Li, Lin Gao, Xinghua Sun, Fen Hou, and Shimin Gong	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, Vol. 3, no. 2, June 2019	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Toward Collision-Free and Efficient Coordination for Automated Vehicles at Unsignalized Intersection	Bo Qian, Haibo Zhou, Feng Lyu, Jinglin Li, Ting Ma, and Fen Hou	IEEE Internet of Things Journal, vol. 6, no. 6, pp. 10408-10420, Dec. 2019	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	An Efficient Incentive Mechanism for Device-to-Device Multicast Communication in Cellular Networks	Yichao Chen, Shibo He, Fen Hou, Zhiguo Shi, and Jiming Chen	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 17, no. 12, pp.7922-7935, 2018.	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Social-aware incentive mechanism for AP based mobile data offloading	Fen Hou and Zhangyuan Xie	IEEE Access, vol. 6, pp. 49408-49417, 2018.	SCI, Scopus, Web of Science
期刊論文 (國際性刊物)	Cooperative task scheduling for computation offloading in vehicular cloud	Fei Sun, Fen Hou, Nan Cheng, Miao Wang, Haibo Zhou, Lin Gui, and Xuemin Shen	IEEE Transactions in Vehicular Technology, vol. 67, no. 11, pp. 11049-11061, 2018	SCI, Scopus, Web of Science
會議論文 (國際性會議)	Online Optimal Algorithm Design for Mobile Crowdsensing with Dual-role Users	Yanhua Pei, Guoying Zhang, Fen Hou, and Guanghua Yang	IEEE Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), 2021	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文 (國際性會議)	A Spatial-temporal Model for Tourism Demand Forecasting	Yunxuan Dong, Binggui Zhou, Guanghua Yang, Fen Hou, and Shaodan Ma	IEEE International Conference on Smart City, Hainan, China, 2021	EI
會議論文 (國際性會議)	Mobility-aware pre-cache and Incentive Mechanism Design for Efficient D2D Data Offloading	Yiting Luo, Chenkai Lou, Fen Hou, Hongwei Ding, and Bo Li	IEEE Vehicular Technology Conference (VTC-Fall), 27-30 Sept. 2021 (Best Student Paper Award)	EI
會議論文 (國際性會議)	Participatory Budget and Rate Allocation in Mobile Data Offloading	Qiming Zheng, Fen Hou, Hangguan Shan, Tom Hao Luan, and Bin Lin	IEEE International Conference on Communications, Montreal, Canada, 14-23 June 2021	EI
會議論文 (國際性會議)	On Economic Viability of Mobile Edge Caching	Changkun Jiang, Lin Gao, Tong Wang, Jingjing Luo, and Fen Hou	IEEE International Conference on Communications (ICC), Dublin, Ireland, 7-11 June, 2020.	EI
會議論文 (國際性會議)	Nondeterministic mobility based incentive mechanism for efficient data collection in crowdsensing	Guoying Zhang, Fen Hou, Lin Gao, Guanghua Yang, and Lin X. Cai	IEEE Vehicular Technology Conference Fall, British Columbia, Canada, 4-7 Oct. 2020.	EI
會議論文 (國際性會議)	A stable and fair coalition formation scheme in mobile crowd sensing	Yingying Pei, Fen Hou, and Lin X. Cai	IEEE International conference on communications (ICC), Shanghai, China, 2019	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文 (國際性會議)	A pricing strategy for D2D communication from a Prospect Theory perspective	Yichao Chen, Shibo He, and Fen Hou	IEEE Vehicular Technology Conference Spring, Kuala Lumpur, Malaysia, 28 April - 1 May, 2019.	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

惡性腫瘤發生發展中關鍵表觀遺傳與轉錄調控因子的蛋白質修飾及其功能

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0022/2019/AMJ	澳門大學	謝瑞瑜	惡性腫瘤發生發展中關鍵表觀遺傳與轉錄調控因子的蛋白質修飾及其功能

項目摘要

1. 研究背景

腫瘤的發生發是一個伴隨隨蛋白質修飾、表觀遺傳狀態、染色質結構、基因表達等多因素調控的過程。蛋白質翻譯後修飾（Protein Post-translational Modification, PTMs）作為蛋白質功能調節的一種重要方式，對維持蛋白質結構和功能至關重要。越來越多的臨床研究表明，PTM 檢測更能反映在特定組織和特定病理生理狀態下標誌物蛋白質的功能狀態。腫瘤細胞中一些核心表觀遺傳和轉錄調控因子的 PTM 異常，可能是導致整個表觀遺傳修飾譜和基因表達譜改變的主要原因。

2. 研究目標

本項主要圍繞“惡性腫瘤發生發展過程中關鍵表觀遺傳和轉錄調控因子的蛋白質翻譯後修飾及功能”這一關鍵科學問題展開研究，鑒定關鍵因子（包括 Twist1, BAP1, TET）的新型蛋白質修飾，揭示蛋白質修飾在全基因組表達和表觀遺傳調控方面的重要作用 and 分子機理，構建以關鍵因子蛋白質修飾為基礎的表觀遺傳調控網路，闡明相關修飾在決定腫瘤細胞命運和調控腫瘤發生發展中的生物學功能和臨床學意義，為腫瘤診斷和防治提供新策略與新靶標。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) Twist1 作為一種重要 EMT 相關轉錄因數，具有誘導細胞 EMT、促進腫瘤轉移、增強細胞幹性和化療抵抗性的功能。在腫瘤細胞獲得耐藥性過程中，Twist1 發揮了重要作用，且 Twist1 同時參與了腫瘤細胞耐藥與侵襲轉移的多重調節。根據合作方鑑定的 Twist1 蛋白 SUMO 修飾位點，成功構建 Twist1 敲除和特異位點突變的細胞株。通過全基因轉錄組和組蛋白甲基化測序分析，揭示 Twist1 的基因表達調控功能依賴於其自身 SUMO 修飾，並且 Twist1 的 SUMO 化修飾能夠增強其 H3K4me3 水準從而增強 Twist 的表達水準。發現 Twist1 蛋白 SUMO 修飾水準與病人存活率呈負相關。化療藥物順鉑能夠特異性誘導 Twist1 的 SUMO 修飾，從而增強肺癌細胞的化療抵抗性。
- 2) BAP1 是泛素羧基末端水解酶家族重要成員之一，通過去除 H2AK119 單泛素化，發揮廣泛的表觀調控功能，其功能異常與多種腫瘤發生高度相關。除基因變異外，BAP1 蛋白結構穩定與功能完整對其抑癌作用的發揮必不可少。根據合作方鑑定的 BAP1 蛋白乙醯化修飾位點，成功構建 BAP1 敲除和特異位點突變的細胞株。發現 BAP1 蛋白的乙醯化修飾影響 BAP1 蛋白的泛素化水準從而影響 BAP1 蛋白的穩定性，並且乙醯化修飾對維持 BAP1 的抑癌功能起關鍵作用。通過突變率篩查發現腫瘤患者中存在 BAP1 乙醯化修飾位點的臨床突變，在臨床肺癌患者中 BAP1 乙醯化水準有所下降。

3) 完成 TET1、TET2 和 TET3 敲除細胞株的構建。通過研究 TET1/2/3 在胰腺分化和胰腺癌中的生物學功能，結合全基因組學分析，我們發現 TET1 蛋白通過調節譜系調控元件和染色質開放程度進而介導功能性胰島細胞的分化。而 TET3 蛋白則主要通過調控轉錄因子 GATA6 的染色質可及性，參與調控胰腺上皮細胞間質化。

4. 研究成果與應用

通過研究 Twist 和 BAP1 蛋白修飾在腫瘤發展進程中的變化規律，可開發基於核心標誌物蛋白 PTMs 的臨床檢測技術，實現真正全方位的精準診療和監控。1) 我們發現由化療藥物所誘發的 Twist1 蛋白 SUMO 修飾可能是腫瘤獲得性耐藥形成的關鍵因素。因此通過干預 Twist1 蛋白 SUMO 修飾過程有望逆轉細胞對化療藥物的耐藥性，為臨床肺癌預防和治療提供新的思路和手段。2) 我們發現 BAP1 乙醯化是其抑制肺癌發生關鍵因素。因此運用位點特異性抗體對臨床樣品進行大篩查，系統性評估其潛在臨床應用價值。3) 我們發現啟動 TET3 促進癌細胞增生、遷移等的癌變過程。因此可以針對 TET 異常表達腫瘤，提出標靶下游基因的聯合用藥依據。

5. 進一步工作

建立臨床樣本的蛋白修飾（包括 SUMO 化和乙醯化等）高效檢測技術和評價體系，尤其針對列腺癌，胰腺癌和肺癌患者中 BAP1、Twist1、TET 蛋白修飾水準與臨床腫瘤的發生轉移、病理分級、預後、放化療抵抗的相關性，並根據檢測的精確度和靈敏度系統性評估其潛在臨床應用價值。例如：對 BAP1 乙醯化及其調控網路在腫瘤發生發展過程中進行體內研究。通過構建 BAP1 位點突變型條件性基因敲入小鼠模型，在動物水準檢測 BAP1 乙醯化對肺癌發生發展過程中調控作用。構建 ac-K116/120 特異抗體檢測臨床肺腺癌樣本 BAP1 乙醯化修飾水準，結合下游功能性靶標表達水準等，分析上述指標與患者病理分級、腫瘤轉移、生存預後之間的關聯性，重點分析 ac-K116/120 抗體在 IHC 檢測中的靈敏度和特異性，系統性評估其臨床應用價值，進一步發展基於 BAP1 乙醯化的臨床檢測手段。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
科研論文	TET1 dioxygenase is required for FOXA2-associated chromatin remodeling in pancreatic beta-cell differentiation	Jianfang Li, Xinwei Wu, Jie Ke, Minjung Lee, Qingping Lan, Jia Li, Jianxiu Yu, Yun Huang, De-Qiang Sun*, Ruiyu Xie*	Nat Communications. 13, 3907 (2022)	9

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
科研論文	USP7 reduces the level of nuclear DICER, impairing DNA damage response and promoting cancer progression	Xiaojia Liu, Runhui Lu, Qianqian Yang, Jianfeng He, Caihu Huang, Yingting Cao, Zihan Zhou, Jiayi Huang, Lian Li, Ran Chen, Yanli Wang, Jian Huang, Ruiyu Xie*, Xian Zhao*, Jianxiu Yu*	Molecular Oncology (2023) Oct 22. doi: 10.1002/1878-0261.13543	NA

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

海洋混凝土結構鋼筋鏽蝕與協同防護機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0024/2019/AMJ	澳門大學	張平	海洋混凝土結構鋼筋鏽蝕與協同防護機制研究

項目摘要

1. 研究背景

鋼筋混凝土作為基礎建設的重要材料，在近現代的人類社會文明、經濟發展起著舉足輕重的支撐作用。雖然近年來高性能混凝土及防護技術已有很大的發展，但隨著人類活動範圍的擴大，其服役環境也日趨嚴酷化，鋼筋在混凝土中過早腐蝕，導致結構的破壞日趨普遍化、嚴重化。因此，研究混凝土中的鋼筋材料在嚴酷海洋條件下的腐蝕行為是一個迫切的熱點科學問題。鋼筋混凝土是一個涉及多種介質離子的擴散、在介面的化學 / 電化學反應的複雜體系，不斷深入研究該體系中各種分子、離子在混凝土 / 鋼筋介面的反應是理解鋼筋混凝土腐蝕失效最重要的課題。另外，阻鏽劑向鋼筋表面的定向遷移能夠推遲生鏽時間和鏽蝕速率。最後，在本質上，矽烷浸漬層的厚度與延緩氯離子侵蝕作用是正相關的。如果提高一次浸漬的厚度和抗氯離子的滲透性，這對於減少施工次數、解約成本、縮短混凝土的施工時間、提高混凝土的性能具有重要意義。

2. 研究目標

- 1) 揭示鈍化膜成分結構與 Cl^- 敏感程度的內涵關係，製備 3 種以上改性鈍化膜， Cl^- 濃度閾值提升 2 倍以上；
- 2) 闡明插層材料 Cl^- 捕獲和阻鏽劑同步釋放機制，研製出性能最優的插層材料 / 阻鏽劑產品；
- 3) 探明混凝土微納通道浸潤性調控機理，製備憎水阻隔層厚度超過 5 mm， Cl^- 擴散係數降低 90% 以上。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 在構築類不銹鋼鈍化膜方面：研究了不同類型摻雜的“類不銹鋼鈍化膜”的形成機理：採用 FIB 對帶氧化皮鋼筋表面進行切片處理，通過 TEM 研究樣品中摻雜鎳、鉍等金屬離子的分佈規律，並探究浸漬、熱處理工藝對帶有氧化皮的鋼筋耐蝕性膜層的調控規律。開展了耐蝕性“鈍化膜”的成分結構優化探索。通過調控溶膠 - 凝膠的反應條件、金屬離子濃度等探究其對高耐蝕鈍化膜的性能影響。
- 2) 在插層材料研究方面，合成了螢光型阻鏽劑分子，合成製備了可見光激發型鐵、銅離子回應的螢光阻鏽劑分子，並將該螢光分子負載到凝膠材料中，探索螢光負載型材料對銅離子等特異性回應行為。在此基礎上，合成製備陰 / 陽離子阻鏽劑負載型水滑石，成功驗證了阻鏽劑負載與釋放功能，探究了該材料對氯離子的吸附和緩蝕劑的釋放機制以及對金屬腐蝕的防護作用機制。
- 3) 在矽烷層與自固化材料的研究方面，根據實驗結果進行數值類比，探究不同類型的有機矽烷對毛細管的浸潤行為影響規律。研究了封孔溶液的固化行為，探索了毛細管中封孔溶液的固化行為。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	揭示鈍化膜成分結構與 Cl ⁻ 敏感程度的內涵關係，製備 3 種以上改性鈍化膜	研究了不同類型摻雜的“類不銹鋼鈍化膜”的形成機理。通過調控溶膠-凝膠的反應條件、金屬離子濃度等探究其對高耐蝕鈍化膜的性能影響。	100%
2	闡明插層材料 Cl 捕獲和阻鏽劑同步釋放機制	合成了螢光型阻鏽劑分子，合成製備了可見光激發型鐵、銅離子回應的螢光阻鏽劑分子，並將該螢光分子負載到凝膠材料中，探索螢光負載型材料對銅離子等特異性回應行為。合成製備陰/陽離子阻鏽劑負載型水滑石，成功驗證了阻鏽劑負載與釋放功能，探究了該材料對氯離子的吸附和緩蝕劑的釋放機制以及對金屬腐蝕的防護作用機制。	100%
3	明混凝土微納通道浸潤性調控機理	探究不同類型的有機矽烷對毛細管的浸潤行為影響規律。研究了封孔溶液的固化行為，探索了毛細管中封孔溶液的固化行為。	100%

4. 研究成果與應用

在構築類不銹鋼鈍化膜方面，澳門大學團隊研究了鈍化膜的力學調控規律，研究其微觀區域彈性模量和表面能大小，建立微區斷裂強度與 Cl⁻ 侵蝕濃度作用關係，闡明鈍性離子對鈍化膜電化學穩定性影響的作用機制。在插層材料研究方面，澳門大學團隊探明混凝土內部阻鏽劑分子的動態分佈，建立 Cl⁻ 傳輸方向的動力學模型，闡明 Cl⁻ 捕獲和阻鏽劑分子釋放、傳輸機制。在矽烷層與自固化材料的研究方面，澳門大學團隊研究了在混凝土的微納通道中先後修飾疏水型矽烷和填充孔隙封閉型自固化材料，通過優化其潤濕性、流變學性質、密實性等，製備厚度超過 5 mm 的氯離子阻隔層。澳門大學團隊經過三年的研究，發表 SCI 論文 9 篇，一個專利在申請中。

5. 進一步工作

基於雙方在過去三年中良好的合作基礎以及已取得的令人滿意的研究成果，澳門大學張平教授與中山大學孟國哲教授計劃在 2023 年年底，申請該年度的國家科技部與澳門科技發展基金的聯合項目。考慮到前一個聯合項目的成果更加適合新建項目的腐蝕防護，因此計劃在新的聯合項目申請中，著重研究在役海洋混凝土結構鋼筋結垢的腐蝕檢測、監測、修復與維養。

合作方研究情況

1. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 在構築類不銹鋼鈍化膜方面：合成製備金屬有機框架結構的 ZIF-8 型改性溶膠凝膠，有效改善“類不銹鋼鈍化膜”的結構缺陷，探究了 pH、成膜溫度及時間等工藝參數對成膜性能影響。優化結構成分，探索了複合元素的比例、熱處理條件對鈍化膜的性能影響，同時將該鈍化膜應用在混凝土中，探究該鈍化膜的長期穩定性以及防護效果。
- 2) 在插層材料研究方面，合成了阻鏽劑釋放與氯離子捕獲型凝膠負載材料；製備了新型阻鏽劑釋放和氯離子捕獲型水凝膠材料，並研究了該材料對 Fe³⁺ 離子的回應釋放行為以及對不同濃度的模擬海水中防護作用機制。探索了新型凝膠材料對氯離子捕獲與阻鏽劑同步釋放，驗證氯離子吸附劑現象，發現了氯離子吸附效率與凝膠中阻鏽劑的吸附量的正相關性。
- 3) 在矽烷層與自固化材料的研究方面，設計篩選了 5 種以上浸潤改性樹脂，研究了孔隙尺寸、樹脂黏度與浸潤深度的關係規律。製備了混凝土模擬材料，探索浸潤改性樹脂對混凝土封孔效果的影響規律。

2. 研究成果與應用

在構築類不銹鋼鈍化膜方面，中山大學團隊研究和構築類不銹鋼鈍化膜，研究該鈍化膜的形貌和化學成分調控規律，探明其在模擬溶液中提升 Cl⁻ 敏感閾值的作用機制。在插層材料研究方面，中山大學團隊研究了控阻鏽劑 /Cl⁻ 與插層材料間的結合力，實現對腐蝕性 Cl⁻ 的靶向捕獲和阻鏽劑的同步釋放。在矽烷層與自固化材料的研究方面，中山大學團隊建立了 Cl 在微孔中的擴散滲透模型，闡明混凝土孔隙 / 矽烷 / 疏水材料 /Cl 溶液的介面性質，研究該塗層的潤濕性、密實性和厚度對 Cl⁻ 的阻隔影響規律。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Publication	Chen, S., Huang, Z., Yuan, M., Huang, G., Guo, H. *, Meng, G. *, Feng, Z. *, Zhang, P. * Trigger and response mechanisms for controlled release of corrosion inhibitors from micro/nanocontainers interpreted using endogenous and exogenous stimuli: A review. Journal of Materials Science & Technology. 2022, 125, 67-70.	Ping Zhang & Guozhe Meng	Journal Publication (JCR – Q1)	14

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Publication	Huang, G., Guo, H.*, Tang, Z., Peng, S., Liang, H., Meng, G.*, Zhang, P.*. Tough hydrophobic hydrogels for monitoring human moderate motions in both air and underwater environments. Chemistry of Materials, 2023, 35, 15, 5953–5962.	Ping Zhang & Guozhe Meng	Journal Publication (JCR – Q1)	0
Journal Publication	Cao, Z., Hu, Y.*, Zhao, H., Cao, C., Zhang, P.* Sulfate mineral scaling: From fundamental mechanisms to control strategies. Water Research, 2022, 118945.	Ping Zhang	Journal Publication (JCR – Q1)	7
Journal Publication	Huang, Z., Liu, L., Lei, B., Meng, G., Feng, Z.*, Guo, H.*, Liao, G.*, Zhang, P.* A new imidazole derivative for corrosion inhibition of Q235 carbon steel in an acid environment. Polymers, 2023, 15, 2420.	Ping Zhang & Zhiyuan Feng	Journal Publication (JCR – Q1)	4
Journal Publication	Li, J., Li, S., Chen, C, Guo, H., Lei, B., Zhang, Z., Meng, G., Feng, Z*. Dopamine self-polymerized sol-gel coating for corrosion protection of AZ31 Mg Alloy. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 2023, 666, 131283	Ping Zhang & Zhiyuan Feng	Journal Publication (JCR – Q2)	3
Journal Publication	Chen, S.*, Zheng, R., Zhang, S., Yuan, M, Guo, H., Meng, G., Zhang, P.* Effect of marine microalgae Synechococcus sp., Chlorella sp., Thalassiosira sp. on corrosion behavior of Q235 carbon steel in f/2 medium. Bioelectrochemistry, 2023, 150, 108349.	Ping Zhang	Journal Publication (JCR – Q1)	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Publication	Li, J., Li, T., Zeng, Y., Chen, C., Guo, H., Lei, B., Zhang, P., Feng, Z.*, Meng, G.* A Novel sol-gel coating via catechol/lysine polymerization for long-lasting corrosion protection of Mg Alloy AZ31. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects. 2022, 130361.	Ping Zhang & Zhiyuan Feng	Journal Publication (JCR – Q2)	3
Journal Publication	Qiu, Y., Li, Z., Zhang, T., Zhang, P.*. Predicting aqueous sorption of organic pollutants on microplastics with machine learning. Water Research, 2023, 244, 120503.	Ping Zhang	Journal Publication (JCR – Q1)	0
Journal Publication	Liu Y., Zhang, P.* Review of phosphorus-based polymers for mineral scale and corrosion control in oilfield. Polymers, 2022, 14, 2673.	Ping Zhang	Journal Publication (JCR – Q1)	11

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

難降解化工廢水催化氧化關鍵技術研究及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0033/2019/AMJ	澳門大學	葉穎暉	難降解化工廢水催化氧化關鍵技術研究及應用

項目摘要

1. 研究背景

本專案擬針對化工園區污水中的難降解有機毒物，找到核心的難降解有機物作為開發催化氧化技術的目標，為後續開發高效催化劑打下基礎。針對有機污染物催化氧化催化劑結構與性能之間的構效關係這一關鍵科學問題，以高新催化劑的開發為目標，以氧化鐵、氧化鈦、氧化鋁等過渡金屬氧化物催化劑的設計及製備為切入點，建立反應中金屬氧化物催化劑有機污染物催化氧化的定量和定性關係，為有機污染物催化氧化技術應用的可控放大和工藝優化提供理論指導。開發非均相臭氧催化氧化技術，降低 COD 含量，減緩膜污染。進一步開發生物協同臭氧催化氧化技術，促進強氧化基團的持續生成，降低臭氧投量和運行成本，滿足污水回用進水水質要求。污染物催化氧化的定量和定性關係，為有機污染物催化氧化技術應用的可控放大和工藝優化提供理論指導。開發非均相臭氧催化氧化技術，降低 COD 含量，減緩膜污染。進一步開發生物協同臭氧催化氧化技術，促進強氧化基團的持續生成，降低臭氧投量和運行成本，滿足污水回用進水水質要求。

2. 研究目標

本專案擬針對化工園區污水中的難降解有機毒物，找到核心的難降解有機物作為開發催化氧化技術的目標，為後續開發高效催化劑打下基礎。針對有機污染物催化氧化催化劑結構與性能之間的構效關係這一關鍵科學問題，以高新催化劑的開發為目標，以氧化鐵、氧化鈦、氧化鋁等過渡金屬氧化物催化劑的設計及製備為切入點，建立反應中金屬氧化物催化劑。

- 1) 建立一套針對化工園區核心難降解有機物的檢測和分析手段，並建立模型資料庫，找到核心的難降解有機物作為開發催化氧化技術的目標。
- 2) 針對核心的難降解有機物，建立過渡金屬氧化物催化劑結構與催化氧化難降解有機物性能之間的構效關係，預測並指導高效催化氧化催化劑的製備。
- 3) 篩選並製備 1~2 種對難降解物的高效催化氧化催化劑，可降解有機污染物去除率 > 90%，總氮去除率 > 85%，難降解污染物 COD、氨氮、總氮等污染物指標滿足污水回用進水要求。

3. 簡介研究工作的主要進展

團隊針對難降解有機物，開發非均相臭氧催化氧化技術，通過等體積浸漬法製備不同的過渡金屬氧化物催化劑，結合已有實驗結果及新的實驗製備和催化劑表徵手段，闡明金屬氧化物催化劑自

身性質，對金屬化合物納米材料的物理、化學和結構性質進行第一性原理研究，並探索了它們在電催化中的應用。現已應用於水催化分解產生氫氣及氧氣。

序號	研究內容	研究進展
1	核心難降解物的檢測	已完成
2	核心難降解物的建模與分析	已完成
3	催化氧化催化劑的設計	已完成
4	催化氧化催化劑的製備	已完成
5	催化氧化技術的開發	已完成
6	催化氧化技術的應用	已完成
7	催化氧化催化劑的改進及應用	已完成

4. 研究成果與應用

- 1) 以膨潤土作為一種廉價的吸附物料應用於污水處理；
- 2) 製備並測定雙金屬 ZIF 獨特的三維晶體結構作為特殊污水處理物料；
- 3) 基於鹼性環境操作下，四氧化三鈷（ $\text{Co}_3\text{O}_4\text{-Mn}_x$ ）納米管的製備；可用作硝酸根還原。

5. 進一步工作

以現時已經製備的催化劑物料測試其他類型工業污水；並測試運作條件改變對降解效果的影響。以測驗數據作進一步優化的基礎。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Comprehensive Mechanism for CO Electroreduction on DACs-anchored N-doped graphene	Di Liu, Jia Zhao, Youchao Kong, Haoqiang Ai, Haoyun Bai, Chon Chio Leong, Kin Ho Lo, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, Sen Lin, and Hui Pan	ChemPhyChem, doi.org/10.1002/cphc.202200937 (2023)	- SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Nanocrystalline CoOx glass for highly-efficient alkaline hydrogen evolution reaction	Jinxian Feng, Lulu Qiao, Pengfei Zhou, Haoyun Bai, Chunfa Liu, Chon Chio Leong, Yu-Yun Chen, Weng Fai Ip, Jun Ni and Hui Pan	J. Mater. Chem. A, 2023, 11, 316	SCI
Journal paper	Electrocatalytic Reduction of Nitrate to Ammonia on Low- Cost Manganese- incorporated Co ₃ O ₄ nanotubes	Di Liu, Lulu Qiao, Yuyun Chen, Pengfei Zhou, Jinxian Feng, Chon Chio Leong, Kar Wei Ng, Shengjie Peng, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan	Appl. Catal. B: Environmental, 324 (2023) 122293	2 (Google Scholar)
Journal paper	Advances in Spin Catalysts for Oxygen Evolution and Reduction Reaction	Haoyun Bai, Jinxian Feng, Di Liu, Pengfei Zhou, Rucheng Wu, Chi Tat Kwok, Weng Fai Ip, Wenlin Feng, Xulei Sui, Hongchao Liu, Hui Pan	Small, 2205638 (2023)	- SCI
Journal paper	M ₄ B ₆ X ₆ as a New Family of High-Efficient Electrocatalysts: The Role of Surface Reconstruction in Water Oxidization	Haoyun Bai, Shiyang Shen, Feifei Li, Jiazhong Geng, Wenlin Feng, Hongchao Liu, Weng Fai Ip, Yunhao Lu, and Hui Pan	ChemSusChem 15, e202200280 (2022) 催化劑的設計及 機理	1 (WoS)
Journal paper	Advances in oxide semiconductors for surface enhanced Raman scattering	Xuejian Du, Di Liu, Keyu An, Shouzhen Jiang, Zhixian Wei, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan	Appl. Mater. Today 29, 101563 (2022)	2 (WoS)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	Wafer-Scale 2H-MoS ₂ Monolayer for High Surface- enhanced Raman Scattering Performance: Charge-Transfer Coupled with Molecule Resonance	Keyu An, Mingpeng Chen, Bingchen He, Haoqiang Ai, Wei Wang, Zhihong Zhang, Zhongbin Pan, Shi Chen, Weng Fai Ip, Kin Ho Lo, Jianwei Chai, Shijie Wang, Ming Yang, Shuangpeng Wang, and Hui Pan	Adv. Mater. Tech. 2200217 (2022)	1 (WoS)
Journal paper	Reconstruction optimization of distorted FeOOH/ Ni hydroxide for enhanced oxygen evolution reaction	Jinxian Feng, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Di Liu, Yu-Yun Chen, Bingchen He, Haoyun Bai, Dong Liu, Weng Fai Ip, Shi Chen, Detao Liu, Wenlin Feng, Jun Ni, and Hui Pan	Mater. Today Energy 27, 101005 (2022) 催化劑的設計及 製備	6 (WoS)
Journal paper	Insightful view on the active sites of Ni/ Ni _x P for hydrogen evolution reaction	Mingpeng Chen, Di Liu, Yuyun Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Jinxian Feng, Pengfei Zhou, Baoye Zi, Qingju Liu, Kin Ho Lo, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan	Appl. Mater. Today 26, 101343 (2022)	6 (WoS)
Journal paper	In situ surface reconstruction on LaCoO _{3-δ} leads to enhanced hydrogen evolution reaction	Di Liu, Mingpeng Chen, Keyu An, Dong Liu, Yuyun Chen, Pengfei Zhou, Jielei Li, Jinxian Feng, Ye Ke, Detao Liu, Pengcheng Zhao, Chi Tat Kwok, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan	J. Alloys and Compounds 891, 161754 (2022) 催化劑的設計及 製備	6 (WoS)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Remarkable synergistic effect in cobalt-iron nitride/alloy nanosheets for robust electrochemical water splitting	Mingpeng Chen, Di Liu, Baoye Zi, Yuyun Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Feifei Li, Pengfei Zhou, Ye Ke, Jielei Li, Kin Ho Lo, Chi Tat Kwok, Weng Fai Ip, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Qingju Liu and Hui Pan	J. Energy Chem. 65, 405-414 (2022) 催化劑的設計及製備	40 (WoS)
Journal paper	Development of perovskite oxide-based electrocatalysts for oxygen evolution reaction	Dong Liu, Pengfei Zhou, Haoyun Bai, Haoqiang Ai, Xinyu Du, Mingpeng Chen, Di Liu, Weng Fai Ip, Kin Ho Lo, Chi Tat Kwok, Shi Chen, Shuangpeng Wang, Guichuan Xing, Xuesen Wang, and Hui Pan	Small 17, 2101605 (2021) 催化劑的設計及製備	36 (WoS)
Journal paper	Design of functionalized double-metal MXenes ($M_2M'C_2T_2$: $M = Cr, Mo, M' = Ti, V$) for magnetic and catalytic applications	Jiazhong Geng, Rucheng Wu, Haoyun Bai, Iat-Neng Chan, Kar Wei Ng, Weng Fai Ip, Hui Pan	International Journal of Hydrogen Energy, Volume 47, Issue 43, 19 May 2022, Pages 18725-18737	1 (WoS)
Journal paper	In-situ generation of Ni-CoOOH through deep reconstruction for durable alkaline water electrolysis	Mingpeng Chen, Di Liu, Jinxian Feng, Pengfei Zhou, Lulu Qiao, Wenlin Feng, Yuyun Chen, Kar Wei Ng, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, Hui Pan	Chemical Engineering Journal, Volume 443, 1 September 2022, 136432	5 (WoS)

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper / ESCI	A Study on Performance Evaluation of Biodiesel from Grape Seed Oil and Its Blends for Diesel Vehicles	Adebayo Fadairo, Weng Fai Ip	Vehicles 3 (4) , pp.790-806	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

面向大型固定儲能系統的普魯士藍基鈉離子電池材料和器件研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0035/2019/AMJ	澳門大學	陳斌猛	面向大型固定儲能系統的普魯士藍基鈉離子電池材料和器件研發

項目摘要

1. 研究背景

鈉離子電池的使用將會拓展電化學儲能器件在大型固定儲能系統中的應用，同時大型固定儲能系統對高性能鈉離子電池也提出了相應的要求。一方面，鈉離子電池要具有較長的迴圈壽命和高安全性，以確保其在儲能系統長期使用過程中的穩定性。另一方面，鈉離子電池也需具備優秀的倍率特性，以應對電網中調頻等操作。因此，發展低成本、高性能、長壽命和高安全性的鈉離子電池對解決我國清潔能源的消納問題至關重要。

2. 研究目標

本項目的研究目標是通過可控製備出低缺陷、高結晶度、高電子導電率的普魯士藍 / 碳複合正極材料以及高容量、可快充的鈦基負極材料，並通過正負極電極材料匹配來優化鈉離子全電池的快充、倍率性能，揭示其微觀尺度下的嵌鈉動態過程以及全電池熱力學行為變化與電池安全機制的內在聯繫，從而來構建面向大型固定儲能系統所需的低成本、高安全、高功率密度、長迴圈壽命的普魯士藍基鈉離子原型電池。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 完成了鈦基負極材料的可控製備，合成了一系列容量與電壓視窗可調同時具有不同儲鈉機制的複合鈦基負極材料；
- 2) 研究了複合鈦基負極材料的結構、組成與電壓視窗對電極材料倍率性能、迴圈性能的影響規律，完成了複合鈦基負極材料在快充下中間態或亞穩態結構的捕獲，揭示了鈉離子電池快充性能的關鍵晶體結構和嵌鈉動力學速度控制步驟；
- 3) 建立了鈉離子電池迴圈過程中熱力學行為變化與電極性能及其安全性的對應關係，提出了快充鈉電池安全性的評價方法。

4. 研究成果與應用

- 1) 理論方法：揭示了關鍵晶體結構和嵌鈉動力學控制步驟對高容量鈦基負極材料儲鈉機制的影響規律，提出了快充鈉離子電池的評價方案。
- 2) 論文專利：在國際材料化學權威期刊發表論文 9 篇 (IF>10 的 5 篇)。
- 3) 人才培養：培養博士後 3 名和研究助理 5 名。

5. 進一步工作

基於快充鈦基負極的研究，結合具有低電位平台的硬碳負極，突破鈦基負極產業化技術瓶頸，構築低電位平台的儲鈉鈦基負極材料。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 1	Commercialization-Driven Electrodes Design for Lithium Batteries: Basic Guidance, Opportunities, and Perspectives	葛明政，湯育欣	Small 2021, 17(43), 2102233	SCI 論文
期刊論文 2	Thermal-Responsive and Fire-Resistant Materials for High-Safety Lithium-Ion Batteries	王輝波，湯育欣	Small 2021, 17(43), 2103679	SCI 論文
期刊論文 3	In Operando Neutron Scattering Multiple-Scale Studies of Lithium-Ion Batteries	王輝波，湯育欣	Small 2022, 18 (19), 2107491	SCI 論文
期刊論文 4	Nature-inspired materials and designs for flexible lithium-ion batteries	王輝波，湯育欣	Carbon Energy. 2022, 4, 878–900.	SCI 論文
期刊論文 5	Revitalizing sodium-ion batteries via controllable microstructures and advanced electrolytes for hard carbon	王峰	eScience, 2023, 100181	-
期刊論文 6	Critical Review of Emerging Pre-metallization Technologies for Rechargeable Metal-Ion Batteries	李慶遠，李宗津	Small 2024, 20, 2306262	SCI 論文

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 7	Building a Stable Plateau-Type Na ₂ Ti ₃ O ₇ Anode Interface toward Advanced Sodium-Ion Batteries	陳斌猛	Energy Fuels 2024, 38, 3, 2472–2479	SCI 論文
期刊論文 8	Achieving High Initial Coulombic Efficiency and Capacity in a Surface Chemical Grafting Layer of Plateau-type Sodium Titanate	王峰，陳斌猛	ChemSusChem 2024, e202301598	SCI 論文
期刊論文 9	Ionic-conductive sodium titanate to boost sodium-ion transport kinetics of hard carbon anode in sodium-ion batteries	王峰，陳斌猛	Journal of Alloys and Compounds 2024, 173668	SCI 論文

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

黃芪三七配伍治療糖尿病腎病的循證評價 及作用機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0055/2019/AMJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	徐友華	黃芪三七配伍治療糖尿病腎病的 循證評價及作用機制研究

項目摘要

1. 研究背景

糖尿病腎病 (DN) 是糖尿病患者最主要的微血管病變之一，儘管 DKD 病理環節複雜，臨床上最早期病變卻以尿微量蛋白為特徵，顯示腎濾過屏障損傷是 DN 早期病變基礎。糖尿病狀態下腎小球血管內皮細胞 (GECs) 和足細胞損傷相互促進，該惡性循環加劇了 DN 發生發展，因此多靶點同時干預兩種細胞是抑制 DN 發展的關鍵。益氣活血是糖尿病腎病的主要治療原則；綜合前期研究，我們提出：黃芪三七配伍 (ARPN) 通過干預 GECs- 足細胞交互對話和損傷，從而有效治療 DN 蛋白尿，抑制糖尿病腎病發展。

2. 研究目標

抑制蛋白尿形成是有效控制糖尿病腎病持續進展的關鍵。我們前期研究發現黃芪三七配伍具有降血糖和降低蛋白尿作用。本項目基於腎小球血管內皮細胞 - 足細胞交互對話在蛋白尿形成中的關鍵作用，進一步探討臨床安全有效、效應成分明確且作用機理清晰的中藥配伍方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 評價 ARPN 治療腎穿刺確診的 DN 患者的臨床療效及安全性 (內地地方主導)
採用前瞻性、隨機、雙盲、安慰劑對照臨床試驗評價黃芪三七配伍對 DN(慢性腎臟病 1-2 期) 患者尿蛋白及腎功能的影響及安全性。由於疫情及內地審批延遲，目前研究尚未完全結束；其中患者預計今年底完成所有納入，明年結題。目前研究未發現明顯不良反應。
- 2) 基於“腸 - 腎”軸和“疾病 - 活性成分對話”探討 ARPN 治療 DN 的關鍵效應成分 (澳門方主導完成)
基於組織固相色譜技術，獲得潛在活性化合物十七個。在動物和細胞水平研究首批 4 個化合物並發現他們的活性作用。聯合申請中國內地專利 3 項。
- 3) 基於腎小球內皮細胞 - 足細胞交互對話揭示 ARPN 治療 DN 的作用機理 (雙方共同完成)
發現 ARPN 及其活性成分可增強腎小球血管內皮細胞、足細胞、小管上皮細胞等活性，增加腎小球濾過屏障完整性，增強線粒體功能；機制與調節腸腎軸有關。

4. 研究成果與應用

- 1) 論文
依託本課題，項目組已發表 SCI 學術論文 12 篇，正在對若干化合物繼續進行深入研究。

- 2) 專利
已申請中國專利 3 項。
- 3) 學術會議交流
參加學術會議 10 次。
- 4) 研究生培養
培養博士生 7 名、碩士生 6 名、本科生 3 名。
- 5) 本項目擬解決的關鍵問題
本項目已解決 YSHS 抗蛋白尿關鍵物質基礎、作用靶點和作用機理的問題。
- 6) 本項目技術上的創新
本項目創新性將血清藥理學和活細胞固相色譜技術進行有機結合，靶鈎化合物進行細胞和動物驗證，均顯示具有顯著治療價值，為拓展本技術應用進一步提供依據。

5. 進一步工作

本課題利用有限資金，並克服疫情不利因素影響，已取得預期研究成果。雙方課題組正在積極準備成果轉化以及後續研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Rutin alleviates EndMT by restoring Autophagy through Inhibiting HDAC1 via PI3K/AKT/mT OR pathway in diabetic kidney disease	Ruixuev Dong, Xi Zhang, Yadi Liu, Tingting Zhao, Zhongyan Sun, Peiyu Liu, Qian Xiang, Jianfeng Xiong, Xinwen Du, Xifei Yang, Dingkun Gui*, Youhua Xu*	Phytomedicine . 2023 Apr;112:154700.	SCIE [目前被引用 5 次]
論文	WDR74 facilitates TGF-β/Smad pathway Activation to promote M2 macrophage polarization and diabetic foot ulcer wound healing in mice	Kang Geng, Xiumei Ma, Zongzhe Jiang, Junling Gu, Wei Huang, Weiming Wang, Yong Xu*, Youhua Xu*	Cell Biol Toxicol . 2023 Aug;39(4):1577-1591.	SCIE [目前被引用 10 次]

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	High glucose-induced STING activation inhibits diabetic wound healing through promoting M1 polarization of macrophages	Kang Geng, Xiu Mei Ma, Zongzhe Jiang, Wei Huang, Junling Gu, Peng Wang, Lifang Luo, Youhua Xu*, Yong Xu*.	Cell Death & Discovery. 2023,9:136.	SCIE [目前被引用 4 次]
論文	Formononetin Attenuates Renal Tubular Injury and Mitochondrial Damage in Diabetic Nephropathy Partly via Regulating Sirt1/PGC-1 α Pathway	Qunwei Huang, Hongbo Chen2, Kai Yin, Yilan Shen, Kanghong Lin, Xieyi Guo, Xiang Zhang, Niansong Wang, Wenfeng Xin*, Youhua Xu*, Dingkun Gui *	Front Pharmacol. 2022 May 12;13:901234.	SCIE [目前被引用 7 次]
論文	Innate Immunity in Diabetic Wound Healing: Focus on the Mastermind Hidden in Chronic Inflammatory	Kang Geng, Xiumei Ma, Zongzhe Jiang, Wei Huang, Chenlin Gao, Yueli Pu, Lifang Luo, Youhua Xu*, Yong Xu*	Front Pharmacol. 2021 Apr 21;12:653940. doi: 10.3389/fphar.2021.653940.	SCIE [目前被引用 46 次]

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	6	3

研究結果	樣品	成品	產品
	3	1	-

技術成果名稱	抗糖尿病腎病的系列化合物		
成果特點	該系列化合物具有抗糖尿病腎病作用。動物及細胞研究均已證實該化合物 具有調節糖尿病腎病代謝，對抗糖尿病腎病蛋白尿作用。		
技術成熟度	TLR3		
應用範圍	糖尿病、糖尿病腎病		
投產條件和預期經濟效益	待定		
合作方式	合作開發、技術轉讓		

聯系地址	澳門科技大學		
聯系人	徐友華	電話	(853) 8897 2311
網址	-	傳真	-

近海海域立體邊緣計算網絡關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0066/2019/AMJ	澳門大學	吳遠	近海海域立體邊緣計算網絡關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著海洋經濟的快速發展，中國作為世界貿易與航運大國，對海洋經貿與科研的發展已進入黃金時期，制定了以新一代信息技術與海洋融合的“智慧海洋”戰略並以此作為海洋強國戰略的重要抓手。“智慧海洋”包括高端海洋裝備製造技術、海洋信息技術等多個方面，具有跨學科、跨領域融合發展特性。面向“智慧海洋”應用與服務的海洋信息網絡，以此提升對海量異構海洋信息觀測、傳輸與處理分析能力，構建起綜合立體海洋信息網絡是提升海洋強國戰略極為關鍵的要素。澳門作為粵港澳大灣區重要引擎，擁有廣闊的海域面積和海岸線，發展“智慧海洋”以及與之相關的海洋信息服務具有重要的區位優勢和經濟優勢。特別的，由於特殊地理位置，澳門極易受到各類海洋災害影響。一方面，由於近海海域船舶密度相較於遠海海域大大增加、船舶通信負荷在近海海域急速增長。特別地，近年來以智慧船舶、智慧港口等為代表的智慧化信息化技術快速發展、對海洋信息傳輸頻寬與時延提出更高的要求，由此近海海域的通信需求近年來持續呈現出急速增長趨勢。另一方面，大量“智慧海洋”應用與服務都以近海海域為重點覆蓋範圍，包括近海海洋災害預警、跟蹤以及災害過後的狀態採集分析，近海海洋環境資料獲取、存儲與傳輸、近海海域無人船導航等。因此，構建近海海域信息網絡已經成為當前海洋立體通信網絡中最为緊迫任務。

2. 研究目標

項目旨在研究面向“智慧海洋”信息服務的近海海域立體邊緣計算網路關鍵技術。邊緣計算作為一種高效的網路通信與數據計算融合模式，允許海洋智慧傳感設備等設備將其計算任務主動分流至位於網路邊緣附近的邊緣計算服務器執行，從而大大縮短計算時延、提供最為迅速的回應。為實現近海海域智慧船舶等無線設備高效數據接入與計算遷移，項目提出了近海海域立體網路模型以及相應的網路部署優化方案。在網路模型的基礎上，項目構建了海洋設備高效大規模接入方案，以及面向任務執行時延優化的計算與通信資源聯合管理方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

項目已經順利完成預定研究目標。具體完成的研究成果包括以下 5 個方面：

- 1) 提出近海海域立體邊緣計算網路建模與部署規劃：項目面向近海海域立體邊緣計算網路的複雜性和高度異構性等特點，在海量數據傳輸以及網路節點動態變化的條件下，建立靈活可靠的超網路拓撲模型，對拓撲時變特性進行精確定義與邏輯建模。在此基礎上，項目提出近海海域立體邊緣計算網路部署規劃方案。針對海洋網路的部署受到諸多限制，項目提出在浮標上安裝邊緣服務器處理近海使用者的服務請求並結合無人機的優勢，提出了無人機作為空中邊緣計算設備輔助近海海域邊緣計算網路部署優化方案。

- 2) 提出近海海域立體多層多址接入邊緣計算網絡模型：項目針對近海信息系統的需求、需要及時感知氣象、海況、航次資訊的綜合感知等，並對此進行分析、任務分解和智慧決策，從而實現高安全、高精度、高效率的海洋資訊服務、精確船隻導航、及智慧避碰決策等功能，提出近海海域邊緣計算網絡模型，旨在實現近海海域的船岸 / 船船之間的高效可靠資訊傳輸、無線頻譜資源感知，在近海網絡邊緣端實現及時的資料分析、智慧船舶交通管理。
- 3) 提出近海海域立體邊緣計算網路的大規模高效接入管理方案：項目針對多變的複雜海洋通信環境，發掘和利用所感知的無線環境資訊和網路狀態資訊，進行自我調整的最優接入通信模式選擇和無線網路資源管理，以實現更低的傳輸時延、更高的網路容量和更廣泛的網路連接。專案提出採用非正交多址接入傳輸技術實現海域通信設備高效接入與計算任務遷移。其中，非正交接入通過反覆運算干擾消滅或干擾協調等輔助技術的支援，在有限資源下引入適當的用戶間干擾，保障接入可靠性的同時提高用戶傳輸容量。同時，非正交接入技術可以根據環境、使用者和業務的變化而改變，從而實現多用戶資源分享和干擾競爭之間的平衡。
- 4) 提出近海海域立體邊緣計算網路的通信與計算資源協同管理方案：項目針對非正交傳輸過程中信道干擾，造成了在計算任務遷移策略、非正交傳輸資源配置，以及邊緣伺服器網路計算資源配置之間呈非凸性耦合關係，進而造成所建模的聯合優化問題是一個嚴格的非凸性優化問題，直接進行求解難度極大。為此，本項目分析非正交多址傳輸中傳輸時間、傳輸功率與計算遷移策略之間的內在耦合機理，並以此為基礎設計一個分層優化機制，進一步優化從而獲得相應的最優計算任務遷移策略，非正交傳輸資源配置策略，以及各個邊緣計算伺服器資源配置策略。
- 5) 設計並實現近海海域立體邊緣計算網路的實驗驗證平臺：項目完成近海海域立體邊緣計算網路的實驗驗證平臺總體架構的設計與搭建並在實際海域完成了實物測試。該平臺由岸基綜合指揮控制中心、寬頻自組織網路和邊緣計算節點三部分組成。邊緣計算節點為近海海域立體邊緣計算網路的周邊邊緣設備，包括浮標、無人船等海上基礎設施，其內部搭載了各類感測器並配備了可攜式算力單元和寬頻自組網通信單元。寬頻自組織網路由多個自組網通信設備組建，這些通信設備安裝於岸基指揮中心和各個邊緣計算節點上，可以靈活實現網路節點之間的寬頻資訊傳輸，並可根據節點的移動情況快速部署，提高了系統面對複雜環境時的組網和通信能力。岸基指揮控制中心是一套軟體平臺，可集中展示海域監管所需要的多種資訊，為海域監管者的決策提供更有效的幫助。

4. 研究成果與應用

項目完成了所有計劃研究內容並按計劃取得預期成果。項目發表包括 SCI 索引、JCR1 區、2 區高水準期刊論文 65 篇，國際會議論文 24 篇；完成學術專著 1 部。多項研究成果獲得國際、地區學術獎勵，獲得包括 2023 IEEE Wireless Communications and Networking Conference (WCNC'2023)，2022 31st Wireless and Optical Communications Conference (WOCC'2022)，2022 The International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC'2022) 以及 2021 The International Wireless Communications and Mobile Computing Conference (IWCMC'2021) 在內的 4 個國際會議大會最佳論文獎、以及 2022 Cross Strait Radio Science and Wireless Technology Conference (2022 海峽兩岸無線科學與技術會議) 大會論文一等獎。

在人才培養方面：項目培養博士研究生 10 人次，碩士研究生 8 人次，培養博士後研究員 1 人次。項目成員積極參與國際學術交流、參加國際會議並作大會報告向同行介紹本項目研究成果、超過 10 人次參加各類國際學術會議。本項目研究團隊與國內外高水準研究團隊保持緊密科研合作，包括加拿大滑鐵盧大學沈學民教授（IEEE Fellow）、新加坡南洋理工大學的 Dusit Niyato（IEEE Fellow）教授團隊、新加坡科技設計大學的 Tony Quek（IEEE Fellow）教授團隊等。項目研究成果將為利用近海海域立體邊緣計算網絡關鍵技術以實現高效率、低時延的“智慧海洋”信息服務奠定理論基礎和技術支撐。

5. 進一步工作

近年來以智慧船舶、智慧港口等為代表的智慧化信息化技術快速發展、對數據傳輸頻寬與時延提出更高的要求，由此一起近海海域的通信需求近年來持續呈現出急速增長趨勢。因此，在本項目研究成果基礎上，項目團隊將進一步深入研究針對“岸基 - 空基 - 海基”立體邊緣計算網絡模型，利用數字孿生所帶來的即時網路狀態採集、類比與演進分析能力，深入分析基於數字孿生任通信與計算分配、計算任務調度、以及任務執行時延的內在關聯模型。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	UAV-assisted Multi-access Computation Offloading via Hybrid NOMA and FDMA in Marine Networks	M. Dai, Yuan Wu, L. Qian, Z. Su, B. Lin, N. Chen	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 10, no. 1, pp. 113-127, Jan.-Feb. 2023.	16
2. 期刊論文	Latency Minimization Oriented Hybrid Offshore and Aerial based Multi-access Computation Offloading for Marine Communication Networks	M. Dai, N. Huang, Yuan Wu, L. Qian, B. Lin, Z. Su, and R. Lu	IEEE Transactions on Communications, Aug. 2023. DOI: 10.1109/TCOMM.2023.3306581.	0
3. 期刊論文	Incentive Oriented Two-Tier Task Offloading Scheme in Marine Edge Computing Networks: A Hybrid Stackelberg-Auction Game Approach	M. Dai, Z. Luo, Yuan Wu, L. Qian, B. Lin, and Z. Su	IEEE Transactions on Wireless Communications, Mar. 2023, DOI: 10.1109/TWC.2023.3264607.	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4. 期刊論文	A Survey on Integrated Sensing, Communication, and Computing Networks for Smart Oceans	M. Dai, Y. Li, P. Li, Yuan Wu, L. Qian, B. Lin, and Z. Su	Journal of Sensor and Actuator Networks, DOI:10.3390/jsan11040070, Oct. 2022.	2
5. 期刊論文	Unmanned Aerial Vehicles Assisted Wireless Networks: Advancements, Challenges, and Solutions	M. Dai, N. Huang, Yuan Wu, J. Gao, and Z. Su	IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 5, pp. 4117-4147, March 1, 2023.	7
6. 期刊論文	Secure Computation Offloading for Marine IoT: An Energy-Efficient Design via Cooperative Jamming	M. Li, L. Qian, B. Lin, Yuan Wu, and X. Yang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 5, pp. 6518-6531, May 2023.	0
7. 期刊論文	Secrecy-driven Energy Minimization in Federated Learning-assisted Marine Digital Twin Networks	L. Qian, M. Li, P. Ye, Q. Wang, B. Lin, Yuan Wu, and X. Yang	IEEE Internet of Things Journal, Aug. 2023, DOI:10.1109/JIOT.2023.3305711.	0
8. 期刊論文	Joint Multi-domain Resource Allocation and Trajectory Optimization in UAV assisted Maritime IoT Networks	L. Qian, H. Zhang, Q. Wang, Yuan Wu, B. Lin	IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 1, pp. 539-552, Jan. 2023.	12
9. 期刊論文	Energy-Efficient UAV Assisted Secure Relay Transmission via Cooperative Computation Offloading	T. Wang, Y. Li, Yuan Wu	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 4, pp. 1669-1683, Dec. 2021.	22

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
10. 期刊論文	Trajectory and Resource Optimization in OFDM based UAV-Powered IoT Network	W. Lu, P. Si, H. Han, Z. Liu, Yuan Wu, and Y. Gong	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 5, no. 3, pp. 1259-1270, Sept. 2021.	16
11. 期刊論文	Resource and Trajectory Optimization for Secure Communications in Dual-UAV-MEC Systems	L. Wu, Y. Ding, Y. Gao, S. Hu, Yuan Wu, Z. Nan, and Y. Gong	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 4, pp. 2704-2713, April 2022.	82
12. 期刊論文	Hierarchical Bandwidth Allocation for Social Community-Oriented Multicast in Space-Air-Ground Integrated Networks	Q. Xu, Z. Su, D. Fang, and Yuan Wu	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 22, no. 3, pp. 1915-1930, Mar. 2023.	1
13. 期刊論文	Secure Transmission for Multi-UAV-Assisted Mobile Edge Computing Based on Reinforcement Learning	W. Lu, Y. Mo, Y. Feng, Y. Gao, N. Zhao, Y. Wu, and A. Nallanathan	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 10, no. 3, pp. 1270-1282, May-June 2023.	43
14. 期刊論文	Digital Twin Envisioned Secure Air-Ground Integrated Networks: A Blockchain based Approach	M. Dai, T. Wang, Y. Li, Yuan Wu, L. Qian, and Z. Su	IEEE Internet of Things Magazine, vol. 5, no. 1, pp. 96-103, March 2022.	8
15. 期刊論文	Energy-Efficient UAV enabled Data Collection via Wireless Charging: A Reinforcement Learning Approach	S. Fu, Y. Tang, Yuan Wu, N. Zhang, H. Gu, C. Chen, and M. Liu	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 2, pp. 10209-10219, June 2021.	65

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
16. 期刊論文	Latency Optimization for Computation Offloading with Hybrid NOMA-OMA Transmission	L. Liu, B. Sun, Yuan Wu, D.H.K. Tsang	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 8, pp. 6677-6691, April 2021.	14
17. 期刊論文	Secrecy based Energy-Efficient Mobile Edge Computing via Cooperative Non-orthogonal Multiple Access Transmission	L. Qian, W. Wu, W. Lu, Yuan Wu, B. Lin, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Communications, vol. 69, no. 7, pp. 4659-4677, July 2021.	24
18. 期刊論文	Learning Driven Resource Allocation and SIC Ordering in EH Relay Aided NB-IoT Networks	L. Qian, C. Yang, H. Han, Yuan Wu and L. Meng	IEEE Communications Letters, vol. 25, no. 8, pp. 2619-2623, Aug. 2021.	7
19. 期刊論文	Meta-Learning based Computation Offloading for Dynamic Mobile Edge Computing Networks	L. Huang, L. Zhang, S. Yang, L. Qian, Yuan Wu	IEEE Communications Letters, pp. 1568-1572, vol. 25, no. 5, May 2021.	18
20. 期刊論文	Deep Reinforcement Learning based Dynamic Resource Management for Mobile Edge Computing in Industrial Internet of Things	Y. Chen, Z. Liu, Y. Zhang, Yuan Wu, X. Chen, L. Zhao	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 17, no. 7, pp. 4925-4934, July 2021.	101
21. 期刊論文	Dynamic Admission Control and Resource Allocation for Mobile Edge Computing Enabled Small Cell Network	J. Huang, B. Lv, Yuan Wu, Y. Chen, X. Shen	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 2, pp. 1964-1973, Feb. 2022.	43

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
22. 期刊論文	Non-Orthogonal Multiple Access Assisted Secure Computation Offloading via Cooperative Jamming	Yuan Wu, G. Ji, T. Wang, L. Qian, B. Lin, X.S. Shen	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 7, pp. 7751-7768, July 2022.	18
23. 期刊論文	Constrained Multi-Objective Optimization for UAV-Enabled Mobile Edge Computing: Offloading Optimization and Path Planning	C. Peng, X. Huang, Yuan Wu, J. Kang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 4, pp. 861-865, April 2022.	5
24. 期刊論文	Energy-Efficient Hybrid NOMA-FDMA Assisted Distributed Two-Tier Edge-Cloudlet Multi-access Computation Offloading	C. Dou, N. Huang, Yuan Wu, and T. Q.S. Quek	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 7, no. 3, pp. 1234-1249, Sept. 2023.	1
25. 期刊論文	UAV Swarm-Assisted Two-Tier Hierarchical Federated Learning	T. Wang, X. Huang, Yuan Wu, L. Qian, B. Lin, and Z. Su	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, Aug. 2023, DOI:10.1109/TNSE.2023.3311024.	0
26. 期刊論文	Networked Integration of Sensing and Communication for Extended Reality: Framework, Challenges and Solutions	N. Huang, M. Dai, Yuan Wu, L. Qian, J. Gao, and Z. Su	IEEE Network Magazine, Aug. 2023.	0
27. 期刊論文	Energy-Efficient Integrated Sensing and Communication: A Multi-access Edge Computing Design	N. Huang, C. Dou, Yuan Wu, L. Qian, and R. Lu	IEEE Wireless Communications Letters, Aug. 2023. DOI:10.1109/LWC.2023.3306433.	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
28. 期刊論文	NOMA Assisted Two-Tier VR Content Transmission: A Tile-based Approach for QoE Optimization	Y. Li, C. Dou, Yuan Wu, W. Jia, R. Lu	IEEE Transactions on Mobile Computing, May 2023, DOI: 10.1109/TMC.2023.3280739.	1
29. 期刊論文	Sensing-Efficient NOMA-aided Integrated Sensing and Communication: A Joint Sensing Scheduling and Beamforming Optimization	C. Dou, N. Huang, Yuan Wu, L. Qian, and T. Q.S. Quek	IEEE Transactions on Vehicular Technology, May 2023. DOI: 10.1109/TVT.2023.3277734.	2
30. 期刊論文	Unmanned Aerial Vehicle aided Integrated Sensing and Computation with Mobile Edge Computing	N. Huang, C. Dou, Yuan Wu, L. Qian B. Lin, and H. Zhou	IEEE Internet of Things Journal, April 2023, DOI: 10.1109/JIOT.2023.3270332.	2
31. 期刊論文	Distributed Offloading in Overlapping Areas of Mobile Edge Computing for Internet of Things	J. Huang, M. Wang, Yuan Wu, Y. Chen, X. Shen	IEEE Internet of Things Journals, vol. 9, no. 15, pp. 13837-13847, Aug. 2022.	22
32. 期刊論文	Hybrid NOMA-FDMA Assisted Dual Computation Offloading: A Latency Minimization Approach	Y. Li, Yuan Wu, M. Dai, B. Lin, W. Jia, X.S. Shen	IEEE Transactions on Network Science and Engineering, vol. 9, no. 5, pp. 3345-3360, Sept.-Oct. 2022.	6
33. 期刊論文	Performance Analysis of Mobile Cloud Computing with Bursty Demand: A Tandem Queue Model	B. Sun, Y. Jiang, Yuan Wu, Q. Ye, D.H.K. Tsang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 9, pp. 9951-9966, Sept. 2022.	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
34. 期刊論文	Latency Oriented Secure Wireless Federated Learning: A Channel-Sharing Approach with Artificial Jamming	T. Wang, N. Huang, Yuan Wu, J. Gao, and T. Q.S, Quek	IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 11, pp. 9675-9689, June 2023.	2
35. 期刊論文	ConvLSTM based Spectrum Sensing at Very Low SNR	Q. Wang, B. Su, C. Wang, L. Qian, Yuan Wu, and X. Yang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 12, no. 6, pp. 967-971, June 2023.	0
36. 期刊論文	3C Resource Sharing for Personalized Content Delivery in B5G Networks: A Contract Approach	B. Qian, T. Ma, K. Yu, Y. Xu, Yuan Wu, and H. Zhou	IEEE Internet of Things Journal, vol. 10, no. 15, pp. 13442-13457, Aug. 1, 2023.	0
37. 期刊論文	Optimal Dynamic Spectrum Allocation assisted Latency Minimization for Multi-User Mobile Edge Computing	Y. Li, Yuan Wu, W. Jia	Digital Communications and Networks, vol. 8, no. 3, pp. 247-256, June 2022.	6
38. 期刊論文	Alternative Optimization for Secrecy Throughput Maximization in UAV-aided NOMA Networks	L. Qian, W. Zhang, Q. Wang, Yuan Wu, X. Yang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 12, pp. 2580-2584, Dec. 2022.	3
39. 期刊論文	Energy-Efficient Multi-access Mobile Edge Computing with Secrecy Provisioning	L. Qian, Yuan Wu, N. Yu, F. Jiang, and W. Jia	IEEE Transactions Mobile Computing, vol. 22, no. 1, pp. 237-252, Jan. 2023.	7
40. 期刊論文	FedRelay: Federated Relay Learning for 6G Mobile Edge Intelligence	P. Li, Y. Zong, C. Zhang, Yuan Wu, R. Yu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 4, pp. 5125-5138, April 2023.	3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
41. 期刊論文	Deep Learning Empowered Traffic Offloading in Intelligent Software Defined Cellular V2X Networks	B. Fan, Z. He, Yuan Wu, J. He, Y. Chen, and L. Jiang	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 69, no. 11, pp. 13328-13340, Nov. 2020.	24
42. 期刊論文	Learning driven NOMA assisted Vehicular Edge Computing via underlay Spectrum Sharing	L. Qian, Yuan Wu, N. Yu, F. Jiang, H. Zhou, T. Quek	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 70, no.1, pp. 977-992, Jan. 2021.	30
43. 期刊論文	Distributed Charging-Record Management for Electric Vehicle Networks via Blockchain	L. Qian, Yuan Wu, X. Xu, B. Ji, Z. Shi, and W. Jia	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 4, pp. 2150-2162, Feb. 2021.	11
44. 期刊論文	Digital Twin Empowered Mobile Edge Computing for Intelligent Vehicular Lane-Changing	B. Fan, Yuan Wu, Z. He, Y. Chen, T. Quek, C.-Z. Xu	IEEE Network Magazine, vol. 35, no. 6, pp. 194-201, Nov./Dec. 2021.	48
45. 期刊論文	Delay Minimization for Intelligent Reflecting Surface Assisted Federated Learning	N. Huang, T. Wang, Yuan Wu, S. Bi, L. Qian and B. Lin	China Communications, vol. 19, no. 4, pp. 216-229, April 2022.	7
46. 期刊論文	Non-orthogonal Multiple Access assisted Federated Learning via Wireless Power Transfer: A Cost-Efficient Approach	Yuan Wu, Y. Song, T. Wang, L. Qian, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Communications, vol. 70, no. 4, pp. 2853-2869, April 2022.	55
47. 期刊論文	Efficient Multi-Vehicle Task Offloading for Mobile Edge Computing in 6G Networks	Y. Chen, F. Zhao, X. Chen, Yuan Wu	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 5, pp. 4584-4595, May 2022.	46

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
48. 期刊論文	Data-Driven Coordinated Charging for Electric Vehicles with Continuous Charging Rates: A Deep Policy Gradient Approach	Y. Jiang, Q. Ye, B. Sun, Yuan Wu, and D.H.K. Tsang	IEEE Internet of Things Journals, vol. 9, no. 14, pp. 12395-12412, July 15, 2022.	11
49. 期刊論文	Deep Reinforcement Learning based Incentive Mechanism Design for Platoon Autonomous Driving with Social Effect	B. Li, K. Xie, X. Huang, Yuan Wu, S. Xie	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 71, no. 7, pp. 7719-7729, July 2022.	2
50. 期刊論文	Privacy-preserving incentive mechanism for platoon assisted vehicular edge computing with deep reinforcement learning	X. Huang, Y. Zhong, Yuan Wu, P. Li, R. Yu	China Communications, vol. 19, no. 7, pp. 294-309, July 2022.	0
51. 期刊論文	UAV Assisted Traffic Offloading in Air Ground Integrated Networks with Mixed User Traffic	B. Fan, L. Jiang, Y. Chen, Y. Zhang, and Yuan Wu	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 23, no. 8, pp. 12601-12611, Aug. 2022.	10
52. 期刊論文	Simultaneous Wireless Information and Power Transfer assisted Federated Learning via Non-orthogonal Multiple Access	Yuan Wu, Y. Song, T. Wang, M. Dai, T.Q.S. Quek	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 6, no. 3, pp. 1846-1861, Sept. 2022.	6
53. 期刊論文	Incentivizing Semi-Supervised Vehicular Federated Learning: A Multi-Dimensional Contract Approach with Bounded Rationality	D. Ye, X. Huang, Yuan Wu, R. Yu	IEEE Internet of Things Journal, vol. 9, no. 19, pp. 18573-18588, Oct. 2022.	12

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
54. 期刊論文	Integrated Sensing and Communication Assisted Mobile Edge Computing: An Energy-Efficient Design via Intelligent Reflecting Surface	N. Huang, T. Wang, Yuan Wu, Q. Wu, T.Q.S. Quek	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 11, no. 10, pp. 2085-2089, Oct. 2022.	8
55. 期刊論文	Decentralized Energy Management for Wireless Power Transfer Assisted Platoon Autonomous Driving: A Leader-to-Follower Approach	W. Zhong, X. Huang, Yuan Wu, R. Yu, and J. Kang	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 6, no. 4, pp. 2073-2083, Dec. 2022.	2
56. 期刊論文	Wireless Federated Learning with Hybrid Local and Centralized Training: A Latency Minimization Design	N. Huang, M. Dai, Yuan Wu, T.Q.S. Quek, and X. Shen	IEEE Journal of Selected Topics in Signal Processing, vol. 17, no. 1, pp. 248-263, Jan. 2023.	4
57. 期刊論文	Ubiquitous Control Over Heterogeneous Vehicles: A Digital Twin Empowered Edge AI Approach	B. Fan, Z. Su, Y. Chen, Yuan Wu, C-Z. Xu, T. Q.S. Quek	IEEE Wireless Communications, vol. 30, no. 1, pp. 166-173, February 2023.	10
58. 期刊論文	Energy-Efficient Wireless Federated Learning: A Secrecy oriented Design via Sequential Artificial Jamming	T. Wang, N. Huang, Yuan Wu, and T. Q. S. Quek	IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 72, no. 5, pp. 6412-6427, May 2023.	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
59. 期刊論文	AnycostFL: Efficient On-Demand Federated Learning over Heterogeneous Edge Devices	P. Li, G. Cheng, X. Huang, J. Kang, R. Yu, Yuan Wu, and M. Pan	IEEE 2023 International Conference on Computer Communications (INFOCOM'2023), May 17-20, 2023, New York Area, USA	1
60. 期刊論文	Split Learning with Differential Privacy for Integrated Terrestrial and Non-Terrestrial Networks	M. Wu, G. Chen, P. Li, R. Yu, Yuan Wu, M. Pan, and R. Lu	IEEE Wireless Communications Magazine, Mar. 2023.	2
61. 期刊論文	Snowball: Energy Efficient and Accurate Federated Learning with Coarse-to-Fine Compression over Heterogeneous Wireless Edge Devices	P. Li, G. Cheng, X. Huang, J. Kang, R. Yu, Yuan Wu, M. Pan, and D. Niyato	IEEE Transactions on Wireless Communications, Feb. 2023. DOI: 10.1109/TWC.2023.3245601.	0
62. 期刊論文	Task-Efficiency Oriented V2X Communications: Digital Twin Meets Mobile Edge Computing	G. Cai, B. Fan, Y. Dong, T. Li, Yuan Wu, and Y. Zhang	IEEE Wireless Communications, Jan. 2023, DOI:10.1109/MWC.012.2200465.	2
63. 期刊論文	SWIPT-Empowered Sustainable Wireless Federated Learning: Paradigms, Challenges, and Solutions	Yuan Wu, M. Dai, L. Qian, S. Zhou, T. Q.S. Quek, and D.W.K. Ng	IEEE Network, Oct. 2022, DOI: 10.1109/MNET.128.2200344.	3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
64. 期刊論文	Operation Management of Electric Vehicle Battery Swapping and Charging Systems: A Bilevel Optimization Approach	B. Li, K. Xie, W. Zhong, X. Huang, Yuan Wu, and S. Xie	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, Sept. 2022, DOI:10.1109/TITS.2022.3211883.	5
65. 期刊論文	Dynamic User-Scheduling and Power Allocation for SWIPT Aided Federated Learning: A Deep Learning Approach	Y. Li, Yuan Wu, Y. Song, L. Qian, W. Jia	IEEE Transactions on Mobile Computing, Aug 2022, DOI: 10.1109/TMC.2022.3201622.	5

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	11	8	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	近海海域立體邊緣計算網絡關鍵技術
成果特點	本項目旨在研究面向“智慧海洋”資訊服務的近海海域立體邊緣計算網絡關鍵技術。為實現近海海域智慧船舶等無線設備高效資料接入與計算遷移，本項目提出了近海海域立體網路模型以及相應的網路部署優化方案。在網路模型的基礎上，本項目構建了海洋設備高效大規模接入方案，以及面向任務執行時延優化的計算與通信資源聯合管理方案。本專案設計並實現近海海域立體邊緣計算網路實驗驗證平臺。
技術成熟度	TL1
應用範圍	近海海域網絡、邊緣計算與邊緣智能應用。
投產條件和預期經濟效益	該項成果預期在近海海域與基於邊緣智慧服務與應用中具有較好效益。
合作方式	技術轉讓、合作開發

聯系地址	澳門大學智慧城市物聯網國家重點實驗室		
聯系人	吳遠	電話	(853) 8822 4395
網址	https://www.fst.um.edu.mo/personal/yuanwu/	傳真	(853) 8822 2426

鈣鈦礦量子點表面工程及其高性能光電器件

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0071/2019/AMJ	澳門大學	王雙鵬	鈣鈦礦量子點表面工程及其高性能光電器件

項目摘要

1. 研究背景

雜化鈣鈦礦材料具有吸收係數大、載流子擴散距離超長、載流子遷移率高、螢光量子產率高、可全光譜調諧以及增益係數高等優異的光電性能，而鈣鈦礦材料與量子點技術結合形成的鈣鈦礦量子點結合使其在太陽能光電池、光電探測器及發光二極體等領域展現出廣闊的應用潛力。但鈣鈦礦量子點薄膜穩定性較差、螢光猝滅嚴重且與其它電荷功能層不匹配的問題。

2. 研究目標

為解決上述問題，實現高效率的鈣鈦礦量子點（納米晶）光電器件，分為以下研究目標：

- 1) 成功製備具有高穩定性、高螢光量子效率，同時具備良好的電荷傳輸功能以及具備能級調控功能的鈣鈦礦量子點（納米晶）及以此為基礎的高質量薄膜材料；
- 2) 揭示剛性共軛配體對膠體鈣鈦礦量子點（納米晶）形成動力學及穩定性、載流子傳輸特性、螢光量子效率影響的規律；
- 3) 構建與量子點能級匹配的電子、空穴傳輸功能層並通過界面修飾實現載流子有效輸運，最終實現高效鈣鈦礦量子點光電器件（發光二極管、太陽能電池）。

3. 簡介研究工作的主要進展

圍繞上述目標和項目分工，取得以下進展：

- 1) 發現並觀察到三明治結構光電器件中各功能層間存在堆疊界面，驗證並抑制了其對器件的影響，厘清了相關機制；
- 2) 通過原子層沉積原理，對電荷功能層表面進行修飾，並證實表面基團可實現對能帶的有效調控，從而影響載流子輸運；
- 3) 通過對表面缺陷的抑制，成功實現了高量子產率的鈣鈦礦藍光納米片溶液，且通過螯合配體技術實現了高量子產率穩定的鈣鈦礦藍光納米片薄膜；
- 4) 基於上述進展，構建了鈣鈦礦藍光發光二極管；
- 5) 基於對鈣鈦礦材料和器件的理解，開發了具備多光譜探測能力的鈣鈦礦光電探測器。

4. 研究成果與應用

本項目開發的電荷功能材料及相關表面處理技術可應用於三明治結構的光電器件，有助於提升下

一代顯示、照明、薄膜太陽能電池及光電探測器件性能；同時也有助於對理解三明治結構光電器件中的載流子傳輸、複合、分離機制的理解。關於鈣鈦礦多光譜探測的結果可應用於可編程光電邏輯器件。

在本項目支持下，共發表論文 23 篇，其中 22 篇被 SCI 收錄，培養博士生 7 名，博士後 1 名，獲邀參加地區性及國際會議。

5. 進一步工作

雖然本項目實現了藍光發光二極管，但其表現距離顯示應用有很大差距，我們將繼續深入理解藍光量子點發光二極管的工作機制，通過優化電荷功能層與發光層間的配合，提升器件性能。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper 1	Perovskite single-pixel detector for dual-color metasurface imaging recognition in complex environment	Jia-Hao Xiong, Zhi-Hong Zhang, Shuang-Peng Wang, Hong-Chao Liu	Light: Science & Applications 12 (1), 286, 2023	SCIE
Journal Paper 2	A photo-switchable rectifier based on the MAPbBr ₃ -MAPbCl ₃ halide perovskite heterostructure for dual-wavelength optical communications	Yun-Peng Zhao, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY C 11(34), 11697, 2023	SCIE
Journal Paper 3	Ultraviolet photodetector based on RbCu ₂ I ₃ microwire	Xiang-Hong An, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	NANOTECHNOLOGY 34(12), 145402, 2023	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper 4	Photosensitive Dielectric 2D Perovskite Based Photodetector for Dual Wavelength Demultiplexing	Bao-Shi Qiao, Zhi-Bo Liu, Shuang-Peng Wang	ADVANCED MATERIALS 35(21), 2300632, 2023	SCIE
Journal Paper 5	Highly Stable CsPbBr ₃ Perovskite Nanocrystals Encapsulated in Metal-Organic Frameworks for White Light- Emitting Diodes	Zhen-Dong Lian, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	ACS APPLIED NANO MATERIALS 6(3), 1808,2023	SCIE
Journal Paper 6	Enhanced Optoelectronic Performance Induced by Ion Migration in Lead- Free CsCu ₂ I ₃ Single-Crystal Microrods	Shan-Shan Yan, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 14(44), 49975, 2022	SCIE
Journal Paper 7	Ultrasensitive Perovskite Photodetector for Filter-Free Color Single-Pixel Imaging	Zhi-Hong Zhang, Shuang-Peng Wang, Zhi-Peng Wei	ADVANCED OPTICAL MATERIALS 11(2), 2201847 2022	SCIE
Journal Paper 8	Solar Cell Efficiency Exceeding 25% through Rb-Based Perovskitoid Scaffold Stabilizing the Buried Perovskite Surface	Jin-Bo Chen, Shuang-Peng Wang, Zhao-Xin Wu	ACS ENERGY LETTERS 7(10), 3685,2022	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper 9	Stable and Efficient Blue-Emitting CsPbBr ₃ Nanoplatelets with Potassium Bromide Surface Passivation	Hao Lin, Shuang-Peng Wang, Zi-Kang Tang	SMALL 17(43), 2101359, 2021	SCIE
Journal Paper 10	Freestanding CH ₃ NH ₃ PbBr ₃ single-crystal microwires for optoelectronic applications synthesized with a predefined lattice framework	Shan-Shan Yan, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	JOURNAL OF MATERIALS CHEMISTRY C 9(14), 4771, 2021	SCIE
Journal Paper 11	Close-loop recycling of perovskite solar cells through dissolution-recrystallization of perovskite by butylamine	Xi-Yuan Feng, Bing-Zhu He, Shuang-Peng Wang	CELL REPORTS PHYSICAL SCIENCE 2(2), 100341, 2021	SCIE
Journal Paper 12	Extraordinarily Stable Aqueous Electrochromic Battery Based on Li ₄ Ti ₅ O ₁₂ and Hybrid Al ³⁺ /Zn ²⁺ Electrolyte	Zhi-Sheng Wu, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	ACS NANO 16(8), 13199, 2022	SCIE
Journal Paper 13	Observation and Suppression of Stacking Interface States in Sandwich-Structured Quantum Dot Light-Emitting Diodes	Jia-Yi DONG, Shuang-Peng Wang, Zi-Kang Tang	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES 13(47), 56630, 2021	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal Paper 14	One-step synthesized single component white emitting carbon microspheres for lighting	Wei-Wei Liu, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	JOURNAL OF LUMINESCENCE 242, 118606,2021	SCIE
Journal Paper 15	Investigation by nanosecond fiber laser for hybrid color marking and its potential application	Y.F. Xiang, G.G. Lu, Shuang-Peng Wang	OPTICS AND LASER TECHNOLOGY 147, 107553,2021	SCIE
Journal Paper 16	Efficiency Improvement of Quantum Dot Light- Emitting Diodes via Thermal Damage Suppression with HATCN	Ren-Jun Liu, Shuang-Peng Wang, Zi-Kang Tang	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES, 13(41), 49058, 2021	SCIE
Journal Paper 17	Multichannel Generations of Orbital Angular Momentum Modes with On-Demand Characteristics on a Chip	Fu, Pan, Shuang-Peng Wang, Yi-Yang Xie	ADVANCED OPTICAL MATERIALS 9(24), 2101308 2021	SCIE
Journal Paper 18	Single stain hyperspectral imaging for accurate fungal pathogens identification and quantification	Yong-Qiang Zhang, Shuang-Peng Wang, Si-Yu Liu	NANO RESEARCH 15(7), 6399,2021	SCIE
Journal Paper 19	Robust Ultralong Lead Halide Perovskite Microwire Lasers	Shan-Shan Yan, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES, 13(32), 38458, 2021	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal Paper 20	Development of Perovskite Oxide-Based Electrocatalysts for Oxygen Evolution Reaction	Dong Liu, Hui Pan, Shuang-Peng Wang	SMALL 17(43), 2101605, 2021	SCIE
Journal Paper 21	Fast Response Organic Tandem Photodetector for Visible and Near-Infrared Digital Optical Communications	Jun-Shi Liu, Shuang-Peng Wang, Liang Shen,	SMALL 17(43) 2101316, 2021	SCIE
Journal Paper 22	Stable UV-Pumped White Light-Emitting Diodes Based on Anthracene-Coated CsCu ₂ I ₃	Wei-Wei Liu, Shuang-Peng Wang, Zi-Kang Tang	JOURNAL OF PHYSICAL CHEMISTRY C 125(23), 13076, 2021	SCIE
Journal Paper 23	Hybrid plasmonic leaky-mode lasing on subwavelength scale	Shan-Shan Yan Shuang-Peng Wang , Shi-Chen Su	CHINESE OPTICS 14(2), 397, 2021	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	>50	>50	-

高性能碳點電致發光材料與器件

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0073/2019/AMJ	澳門大學	曲松楠	高性能碳點電致發光材料與器件

項目摘要

1. 研究背景

發光材料是照明 / 顯示、熒光成像、鐳射等技術發展的基礎，具有巨大的市場需求。發光碳點（CDs）作為一種新型熒光碳納米材料，被認為是可能改變未來照明世界的八種發光新材料技術之一。已報導的 CDs 在純固體薄膜體狀態下存在嚴重的聚集誘導熒光淬滅現象。Ds 固態發光器件工作的最理想方式是電致發光。碳點的電致發光器件的性能與現有電致發光器件相比存在較大的差距。制約碳點電致發光器件性能提升的主要因素有以下兩個方面：（1）碳點能級結構及載流子傳輸特性不明確，不利於科學設計和製備基於碳點的電致發光器件；（2）報導的純碳點固態薄膜存在嚴重的聚集誘導熒光淬滅，不利於實現高亮度的電致發光。目前高性能熒光 CDs 面臨的另外一個重要問題是製備方法條件苛刻，分離提純過程復雜和產品產率較低等，這極大地限制了 CDs 的進一步發展和實際應用。因此，如何宏量製備高性能熒光 CDs 是將其應用於實際生產和實現產業化的先決條件。

2. 研究目標

- 1) 發展條件相對溫和簡便、成本低和反應可控且易分離的合成策略，用於宏量製備高螢光量子產率全色發光碳點；
- 2) 揭示發光碳點的聚集誘導熒光淬滅的機制並得出解決方案，製備出固態下高效發光的碳點薄膜；
- 3) 實現基於碳點電致發光器件載流子的高效注入，闡明器件的性能衰減機制，並提供新的解決方案，獲得與工業化路徑相匹配的器件製備工藝，製備出具有高亮度、高效率、窄光譜的碳點電致發光器件。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 通過選取合適的前驅體原料和催化劑，開發了一種條件溫和簡便、成本低且可控性強的碳點合成策略，在室溫下成功實現了螢光碳點的宏量製備。當前驅體原料為鄰苯二胺和對苯二乙酸時，製備的碳點在 365nm 紫外光激發下具有明亮的黃綠色螢光，且單批次產物可達到 10 克量級。透射電鏡可以清楚看到製備的產物具有球形形貌，粒徑在 10nm 左右。螢光光譜顯示製備的碳點發射波長為 530 nm，且表現出激發非依賴性螢光發射行為。
- 2) 構建了表面支鏈化合物修飾的碳點，由 b-PEI 提供的均勻表面基團和較大空間位阻使得所製備的 P-CDs 成功克服了 ACQ 效應，並在溶液和固態下均顯示出高效的紅光和近紅外光發射。此外，該表面修飾的方法賦予了 P-CDs 良好的成膜性。我們預計應用該方法同樣可以開發其它波段發射的固態螢光碳點，基於其良好的成膜性，可以進一步探索碳點在薄膜發光器件中的應用。

- 3) 提出了一種在環境壓力下的空間限制交叉縮合方法，合成了在水溶液中光致發光量子產率 (PLQY) 高達 97.3% 的高效發光 CDs。得益於此，首次將 CDs 水溶液用作光學增益介質實現了前所未有的光泵浦綠色鐳射。此外，還利用 CDs 染色的蠶絲纖維製備了基於生物材料的高效白光發光二極體。

4. 研究成果與應用

發表 SCI 論文 17 篇，申請中國發明專利 4 項。

5. 進一步工作

從材料設計的角度開發新結構的無聚集誘導猝滅高亮度碳點，為進一步高效碳點電致發光器件提供新的材料。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1 期刊論文	Narrow-bandwidth emissive carbon dots: A rising star in the fluorescent material family	Biao Zhao, Huanyu Ma, Mengyun Zheng, Kunxiang Xu, Chao Zou, Songnan Qu, Zhan'ao Tan	Carbon Energy, 4(1): 88-114, 2022	32
2 期刊論文	Toward Strong Near-Infrared Absorption/ Emission from Carbon Dots in Aqueous Media through Solvothermal Fusion of Large Conjugated Perylene Derivatives with Post-Surface Engineering	Yupeng Liu, Josh Haipeng Lei, Gang Wang, Zhiming Zhang, Jun Wu, Bohan Zhang, Huiqi Zhang, Enshan Liu, Liming Wang, Tzu-Ming Liu, Guichuan Xing, Defang Ouyang, Chu-Xia Deng, Zikang Tang, Songnan Qu	Advanced Science, 2202283, 2022	38

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
3 期刊論文	Polyetherimide functionalized carbon dots with enhanced red emission in aqueous solution for bioimaging	Liming Wang, Bingzhe Wang, Enshan Liu, Yunyang Zhao, Bingchen He, Chunfei Wang, Guichuan Xing, Zikang Tang, Yinning Zhou, Songnan Qu	Chinese Chemical Letters, 33(8):4111-4115, 2022	5
4 期刊論文	Enhancing the Electron Transport, Quantum Yield, and Catalytic Performance of Carbonized Polymer Dots via MnO Bridges	Jie Huang, Yeqing Chen, Pengpeng Rao, Zongming Ni, Xueying Chen, Jie Zhu, Chen Li, Gaoyang Xiong, Ping Liang, Xin He, Songnan Qu, Jun Lin	Small, 18(13), 2106863, 2022	12
5 期刊論文	Ultra-strong phosphorescence with 48% quantum yield from grinding treated thermal annealed carbon dots and boric acid composite	Qijun Li, Zhenxiao Zhao, Shuai Meng, Yuchen Li, Yunyang Zhao, Bohan Zhang, Zikang Tang, Jing Tan, Songnan Qu	SmartMat, 3(2), 260-268, 2022	30
6 期刊論文	One step synthesis of efficient red emissive carbon dots and their bovine serum albumin composites with enhanced multi-photon fluorescence for in vivo bioimaging	Huiqi Zhang, Gang Wang, Zhiming Zhang, Josh Haipeng Lei, Tzu-Ming Liu, Guichuan Xing, Chu-Xia Deng, Zikang Tang, Songnan Qu	Light: Science & Applications, 11(1), 1-14, 2022	32

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
7 期刊論文	Solution-processable carbon dots with efficient solid-state red/near-infrared emission	Yanfei Qu, Xuwei Bai, Di Li, Xiaoyu Zhang, Chao Liang, Weitao Zheng, Songnan Qu	Journal of Colloid and Interface Science, 613, 547-553, 2022	15
8 期刊論文	Rational preparation of anti-water phosphorescent carbon-dots and flake C ₃ N ₄ composites through microwave-heating method for multiple data encryption	Xin Bao, Enshan Liu, Xi Yuan, Hui Wang, Haibo Li, Songnan Qu	Journal of Luminescence, 248, 118928, 2022	2
9 期刊論文	Surface ionization-induced tunable dynamic phosphorescence colors from carbon dots on paper for dynamic multimode encryption	Qijun Li, Shuai Meng, Yuchen Li, Dengke Cheng, Hailing Gu, Zhenxiao Zhao, Zikang Tang, Jing Tan, Songnan Qu	Carbon, 195, 191-198, 2022	26
10 期刊論文	Assignment of Core and Surface States in Multicolor-Emissive Carbon Dots	Bohan Zhang, Bingzhe Wang, Elena V Ushakova, Bingchen He, Guichuan Xing, Zikang Tang, Andrey L Rogach, Songnan Qu	Small, 19(31), 2204158, 2022	14
11 期刊論文	Supra-(carbon dots) with versatile morphologies and promising optical properties	Di Li, Yanfei Qu, Xiaoyu Zhang, Weitao Zheng, Andrey L Rogach, Songnan Qu	Chemical Engineering Journal, 454, 140069, 2023	7

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
12 期刊論文	Visible-light-induced strong oxidation capacity of metal-free carbon nanodots through photo-induced surface reduction for photocatalytic antibacterial and tumor therapy	Huiqi Zhang, Quansheng Cheng, Josh Haipeng Lei, Tianwei Hao, Chu-Xia Deng, Zikang Tang, Songnan Qu	Journal of Colloid and Interface Science, 644, 107-115, 2023	0
13 期刊論文	Toward Rational Design of Carbon Nanodots with High Photothermal Efficiency for Tumor Photothermal Therapy	Enshan Liu, Jun Wu, Tao Liang, Bohan Zhang, Zikang Tang, Songnan Qu	Chinese Journal of Chemistry, 41 (16), 1994-2001, 2023	2
14 期刊論文	Constructing Oxygen-related Defects in Carbon Nanodots with Janus Optical Properties: Noninvasive NIR Fluorescent Imaging and Effective Photocatalytic Therapy	Tesen Zhang, Quansheng Cheng, Josh Haipeng Lei, Bingzhe Wang, Yifu Chang, Yupeng Liu, Guichuan Xing, Chuxia Deng, Zikang Tang, Songnan Qu	Advanced Materials, 35(35), 2023, 2302705	0
15 期刊論文	Aggregation-induced color fine-tunable carbon dot phosphorescence covering from green to near-infrared for advanced information encryption	Qijun Li, Dengke Cheng, Hailing Gu, Daiqi Yang, Yuchen Li, Shuai Meng, Yunyang Zhao, Zikang Tang, YiBo Zhang, Jing Tan, Songnan Qu	Chemical Engineering Journal, 462: 142339, 2023	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
16 期刊論文	L-Arginine-Functionalized Carbon Dots with Enhanced Red Emission and Upregulated Intracellular L-Arginine Intake for Obesity Inhibition	Liming Wang, Licen Li, Bingzhe Wang, Jun Wu, Yupeng Liu, Enshan Liu, Huiqi Zhang, Bohan Zhang, Guichuan Xing, Qinglin Li, Zikang Tang, Chuxia Deng, Songnan Qu	Small, 19(2), 2206667, 2023	0
17 期刊論文	Tuning the photothermal properties of carbon dots in the deep-red to near-infrared wavelength regions for tumor therapy	Tesen Zhang, Jun Wu, Zikang Tang, Songnan Qu	Materials Chemistry Frontiers, 7 (12), 2359-2372, 2023	2
1 專利	近紅外碳點及其製備方法和應用	曲松楠，劉鈺鵬，湯子康	中國，發明專利，CN114921245A，申請中 2022.04.28	N/A
2 專利	一種紅光發射碳納米點、其製備方法及應用	曲松楠，張蕙琦，湯子康	中國，發明專利，CN114477140A，申請中 2022.03.02	N/A
3 專利	近紅外吸收碳量子點、其製備方法及其應用	曲松楠，梁桃，湯子康	中國，發明專利，CN113372908A，申請中 2021.06.07	N/A

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
4 專利	一種鋁功能化的熒光碳點及其製備方法和應用	曲松楠，趙允洋， 湯子康	中國發明專利， CN113150778A， 申請中	N/A

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	10	3	-

新型S1P1調節劑治療特發性肺纖維化的創新藥物研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0074/2019/AMJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	白麗萍	新型 S1P1 調節劑治療特發性肺纖維化的創新藥物研究

項目摘要

1. 研究背景

特發性肺纖維化（idiopathic pulmonary fibrosis, IPF）是一種原因不明的彌漫性肺病，進展迅速，死亡率高，且無特效治療藥物。研究表明，肺泡毛細血管內皮屏障完整性破壞導致的肺組織不可逆損傷，以及肺泡上皮細胞的間質轉化過程，對 IPF 的發病發展起著極其重要的作用。鞘氨醇 -1- 磷酸（sphingosine-1-phosphate, S1P）是一種具有生物活性的鞘脂類物質，通過與 5 種高親和力受體（sphingosine-1-phosphate receptors, S1PR1-5）結合在細胞遷移，血管屏障，免疫細胞運輸等過程中發揮重要作用。以鞘氨醇 -1- 磷酸 -1 型受體（S1PR1）為靶點的受體調節劑研究是目前國內外針對免疫調節劑類藥物的研究熱點。它可以通過獨特的“調節免疫細胞運輸”機制，如誘導淋巴細胞歸巢，降低循環和靶器官中的炎細胞數量。更為重要的是，S1PR1 在調節細胞骨架重排、促進血管內皮細胞屏障功能方面具有重要作用。基於研究團隊前期已取得的研究結果，認為選擇性靶向調節 S1PR1 而非 S1PR3 的激動劑有望成為治療 IPF 的有效藥物。

2. 研究目標

- 1) 鑒定特發性肺纖維化 (IPF) 的新型藥靶：闡明靶向 S1PR1 在調解免疫的同時，能夠通過保護肺泡毛細血管屏障功能從而治療 IPF 的全新作用機制。S1PR1 可以成為 IPF 治療的新靶點。（合作方完成）
- 2) 完成新型 S1PR1 間接調節劑治療 IPF 的臨床前研究：對合作方自主研發的小分子 S1PR1 間接調節劑 IMM002（目前正在開展治療銀屑病的 I 期臨床研究）治療 IPF 進行系統的臨床前研究。（合作方完成）
- 3) 開展新型 S1PR1 直接調節劑的結構設計與化學合成研究，並進行活性評價，得到候選化合物 1-2 個，並開展藥效學等評價研究。（澳門方完成）

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) S1PR1 受體直接調節劑的設計和有機合成研究
基於分子模擬和計算化學方法，採用有機合成方法已經合成了以氨基酸、磺酸、及磷酸等基團為極性區域，以奈和苯環等為芳環區域的系列 S1PR1 直接調節劑衍生物。並採用 HRMS 和 NMR 等技術對衍生物進行結構鑒定。
- 2) S1PR1 直接調節劑的體外活性篩選和候選化合物的大鼠體內降低外周血淋巴細胞的實驗研究
(1) 細胞實驗：應用高表達 S1PR1 的細胞株，通過 HTRF-IP1 法對合成的 S1PR1 調節劑進

行細胞水平的受體激動活性篩選研究。同時應用 S1PR3 高表達的細胞株，檢測化合物對 S1PR3 的激動活性。獲得了對 S1PR1 具備高選擇性，但對 S1PR3 無選擇性的候選化合物 6 個。

(2) 大鼠實驗：檢測具有 S1PR1/S1PR3 高選擇性的 6 個化合物對大鼠外周血淋巴細胞數量的影響。發現 2 個候選化合物在大鼠口服 8 小時，降低大鼠外周血淋巴細胞的效果大於 20%。其中，化合物 I12 降大鼠外周血淋巴細胞的效果最強（45%），且具有較好的劑量依賴性（ $p < 0.05$ ）。

3) 候選化合物對小鼠肺纖維化的藥效學研究

小鼠（C57BL/6J 小鼠，6-8 周，雄性）單次氣管滴注博萊黴素（BLM 2.5 mg/kg），造模後 10 天小鼠口服化合物 I12，設置 0.3，1 和 3 mg/kg 三個劑量組，持續給藥 18 天。結果如下：

- (1) 單次氣管滴注博萊黴素造模誘導了小鼠的肺功能惡化。小鼠的 Ers 指標顯著上升。Crs 及 IC 顯著下降，Rrs 無顯著變化。
- (2) 化合物 I12 各濃度均對纖維化小鼠的肺功能有明顯改善，Crs 及 IC 顯著上升，Ers 指標顯著下降，且具有劑量依賴性。
- (3) 化合物 I12 給藥組（1 和 3 mg/kg）小鼠的存活率顯著高於 BLM 組小鼠。肺病理切片的 H&E 和 Masson 染色結果顯示，化合物 I12 對 BLM 誘導的小鼠肺纖維化具有劑量依賴性的治療作用。

4) 候選化合物的藥代動力學研究

藥代動力學研究結果：大鼠口服 I12（3mg/kg）後的生物利用度為 8.74%。

4. 研究成果與應用

研究論文：已發表了 6 篇 SCI 研究論文，尚有 2 篇 SCI 研究論文待投稿中；5 篇會議論文；

專利：中國發明專利 4 項（申請中）；

人才培養：博士後 2 名，博士研究生 5 名，碩士研究生 2 名，本科生 4 名。

5. 進一步工作

完成候選化合物 I12 的成藥性評估。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
SCI 研究論文 1	Semisynthesis of novel magnolol-based Mannich base derivatives that suppress cancer cells via inducing autophagy	許婷，鄭植元， 郭勇，白麗萍	European Journal of Medicinal Chemistry 205: 112663. 2020 年 7 月	SCI, SCI 引用 15 次： Chemistry & Biodiversity, Indian Journal of Chemistry, Molecules, ChemistrySelect, 5) Chemistry of Heterocyclic Compounds 6) Arabian Journal of Chemistry, etc.
SCI 研究論文 2	Cascade C-N Bond Cleavage of Amides / Intramolecular Amination Reactions: An Atom Economical Way to α -Cabolin-4-ones	白麗萍，李艷忠	Organic Chemistry Frontiers 8: 579-583 2020 年 11 月	SCI, SCI 引用 4 次： New Journal of Chemistry, Asian Journal of Organic Chemistry, Organic Letters, Chinese Journal of Organic Chemistry
SCI 研究論文 3	Novel 1,3,4-thiadiazole/oxadiazole-linked honokiol derivatives suppress cancer via inducing PI3K/Akt/mTOR- dependent autophagy	許婷，田文月， 劉家正，劉芝 延，金晶，郭 勇，白麗萍	Bioorganic Chemistry 115: 105257. 2021 年 8 月	SCI, SCI 引用 7 次： 1) Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry, 2) Journal of Biomolecular Structure and Dynamics 3) Frontiers in Nutrition, etc.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
SCI 研究論文 4	TfOH-Catalyzed Cascade C-H/ N-H Chemo-regioselective Annulation of Indole-2-carboxamides with Benzoquinones for the Construction of Anticancer Tetracyclic Indolo[2,3-c] quinolinones	孔令凱，田文月，劉芝延，許婷，溫浩岳，陳子哈，白麗萍	Journal of Organic Chemistry 87 : 7955-7967. 2022 年 7 月	SCI, SCI 引用 2 次： European Journal of Organic Chemistry, Journal of Organic Chemistry
SCI 研究論文 5	S1PR1 serves as a viable drug target against pulmonary fibrosis by increasing the integrity of the endothelial barrier of the lung	郝夢瑤， Fu Rong, Tai Jun, 白麗萍，金晶等	Acta Pharmaceutica Sinica B 13: 1110-1127. 2023 年 10 月	SCI
SCI 研究論文 6	Oridonin inhibits inflammation of epithelial cells via dual-targeting of CD31 Keap1 to ameliorate acute lung injury	Zhao Yue, Jin Hua, Kawai Lei, 白麗萍，李婷	Frontiers in Immunology 14:1163397. 2023 年 4 月	SCI
會議論文 1	Synthesis and Pharmacodynamic Assessment of S1PR1 agonists for Treatment of Idiopathic Pulmonary Fibrosis	田文月，劉芝延，金晶， 白麗萍	中國大連， 壁報展示，中國化學會第十二屆全國化學生物學學術會議，2023 年 4 月 14-18 日	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文 2	基於新型陽離子脂質的 LNP-mRNA 新冠疫苗遞送系統研究	許婷， 姜志宏， 白麗萍	中國大連，壁報展示，中國化學會第十二屆全國化學生物學學術會議， 2023 年 4 月 14-18 日	-
會議論文 3	整合非靶向植物代謝組學及計算藥理學技術闡明中藥黃芩治療新型冠狀病毒肺炎的藥效物質基礎	劉家正， 孟潔茹， 楊子峰， 姜志宏， 白麗萍	中國大連，壁報展示，中國化學會第十二屆全國化學生物學學術會議，2023 年 4 月 14-18 日	-
會議論文 4	Novel honokiol and quinoxaline derivatives as viral entry inhibitors against SARS-CoV-2	孟潔茹，郭勇， 劉家正，許婷， 姜志宏，白麗萍	中國大連，壁報展示，中國化學會第十二屆全國化學生物學學術會議， 2023 年 4 月 14-18 日	-
會議論文 5	Anti-Fibrotic Effect of A Synthetic Alkaloid for Bleomycin-Induced Pulmonary Fibrosis	田文月， 劉芝延， 姜志宏， 白麗萍	中國成都，壁報展示，第十九屆中藥全球化聯盟會議， 2023 年 8 月 22-24 日	-
專利 1	一種三氟甲基苄醚取代的氨基酸類衍生物、其制法和用途	金晶，白麗萍， 郝夢瑤， 劉芝延，等	中國發明專利； 申請號： 202311189621.4， 申請日： 2023 年 9 月 15 日， 申請中	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利 2	一種三氟甲基環己基苄醚取代的含氮有機酸類衍生物、其制法和用途	金晶，白麗萍，郝夢瑤，劉芝延，等	中國發明專利； 申請號： 202311195997.6， 申請日： 2023 年 9 月 18 日， 申請中	-
專利 3	一種吲哚喹啉酮類化合物及其合成方法和應用	白麗萍，姜志宏，孔令凱，田文月	中國發明專利； 申請號： 202210245932.7, 申請日：2022 年 3 月 14 日。申請公佈號 CN114605407 A， 申請公佈日： 2022 年 6 月 10 日。 實審中	-
專利 4	吲哚喹啉酮類化合物在製備預防或 / 和治療肺纖維化和肺損傷疾病藥物中的應用	白麗萍，姜志宏，田文月，劉芝延	中國專利；申請號： 202311098036.3, 申請日：2023 年 8 月 31 日，申請中	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	2	4

研究結果	樣品	成品	產品
	50	-	-

間充質幹細胞通過 mTOR 調控狼瘡脂代謝 對 T 細胞作用的機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0075/2019/AMJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	于麗麗	間充質幹細胞通過 mTOR 調控狼瘡 脂代謝對 T 細胞作用的機制研究

項目摘要

1. 研究背景

自身免疫性疾病發病率僅次與心血管疾病和腫瘤，其中系統性紅斑狼瘡（SLE）被認為是最典型的自身免疫性疾病。20%-40% 確診的狼瘡患者為難治性，致死致殘率高，給家庭和社會帶來了沉重的負擔。狼瘡發病機制不明確，現有的免疫抑制劑和生物製劑如嗎替麥考酚酯、環孢素 A、他克莫司、抗 TNF α 抑制劑、利妥昔單抗等雖有一定的療效，但有嚴重不良反應，特別是致死性感染，而且價格昂貴。因此，臨床急需安全有效的新型治療策略。

間充質幹細胞（mesenchymal stem cells, MSC）呈低免疫原性，不會發生排異反應，近年來成為自身免疫性疾病的研究熱點。本項目內地方南京大學醫學院附屬鼓樓醫院首創應用異體 MSC 移植治療難治性 SLE 患者。目前已治療自身免疫病 1100 餘例，使狼瘡患者 2 年死亡率從 35% 降低為 6%，5 年死亡率從 45% 降低為 16%，為患者帶來了希望。

但是異體 MSC 的治療機制不明確，在一定程度上制約了其臨床應用。我們前期研究首次發現 SLE 患者自體骨髓來源 MSC 超微結構及功能異常，體外培養易凋亡、增殖能力下降、重要細胞因數表達下降和免疫調節功能缺陷等現象，表明 MSC 異常可能參與了 SLE 疾病的發生發展。同時，觀察到異體 MSC 移植後通過釋放可溶性因數如 IDO、TGF- β 、CCL2 等來抑制 T 細胞活化，恢復 Th17 細胞、濾泡輔助性 T 細胞與 Treg 細胞之間的平衡，同時抑制患者 T 細胞自噬並減少細胞凋亡。但 MSC 調控免疫細胞尤其是 T 細胞的具體機制尚不明確，而代謝免疫學的發展為其提供了思路。

SLE 患者和狼瘡動物模型中我們都觀察到存在脂代謝異常，並與疾病活動性相關。SLE 患者和正常人的非靶向代謝組學研究表明 ABC 轉運體，脂肪酸合成，糖鞘脂代謝，和 mTOR 信號等通路發生了顯著的變化。其中，mTOR 是代謝應激的關鍵感測器和致炎細胞系的重要介質，處於 SLE 發病過程中代謝紊亂的核心，是重要的代謝免疫靶點之一。脂代謝紊亂可導致狼瘡 MSC 功能缺陷，而糾正脂質代謝具有潛在的治療作用。我們推測異體 MSC 細胞可以通過調控代謝和相關代謝酶及轉運蛋白，來糾正患者自身 MSC 功能缺陷以及 T 細胞的異常活化，從而恢復免疫平衡，達到治療狼瘡疾病的目的。

水飛薊賓是從水飛薊黃酮萃取部分（水飛薊素）的主要有效成分，具有降脂和抗炎以及抗氧化的作用。本項目澳門方前期研究發現水飛薊賓可以成功的治療自身免疫性疾病 - 類風濕關節炎，並糾正動物模型（AIA）的脂代謝異常，包括減低脂肪酸，TC, TG, LDL 和 升高 HDL。作用機制與他對於多個脂代謝的代謝酶（LPL, G6PD, CYP7A1 和 CYP27A1）和轉運體（CD36, FABP4）以及脂代謝核受體（LXR α , PPAR γ ）相關（見研究基礎部分）。

水飛薊素可以增加 MSC 細胞的增殖，特別是增加 MSC 細胞中的穀胱甘肽，iNOS 和 COX-2。並且可能通過線粒體途徑，抑制由血清撤除引起的 MSC 凋亡。上述研究表明水飛薊素具有保護 MSC 細胞凋亡和促進其增殖的作用。此外，水飛薊素也作用於 mTOR 通路，通過體外抑制人的活化 T 淋巴細胞中的 mTOR 信號通路來抑制 T 細胞增殖。而水飛薊素的抗炎作用也是主要通過抑制 mTOR 和 NF- κ B 通路。因此，水飛薊素是具有調控代謝和免疫炎症，又兼具有保護 MSC 細胞作用，將水飛薊素與 MSC 細胞聯合使用，將達到增加狼瘡治療、減少復發的效果。

綜上所述，本項目通過靶向脂代謝組學，整合臨床和體內外狼瘡模型，分析狼瘡疾病的脂代謝異常對於免疫功能的相互作用，闡明脂代謝在 MSC 調控 SLE 免疫平衡中的作用，並創新提出中藥降脂抗炎有效成分水飛薊素聯合 MSC 治療狼瘡的新策略。

2. 研究目標

T 細胞的分化、功能和存活越來越多地被證明與代謝過程特別是脂質代謝有關。我們的前期研究發現間充質幹細胞（MSC）移植可以調控免疫細胞治療紅斑狼瘡（SLE），同時影響脂代謝。因此，本項目旨在揭示脂代謝在 MSC 調控 SLE 免疫平衡中的作用機制，並創新提出中藥降脂抗炎有效成分水飛薊素聯合 MSC 治療狼瘡的新策略。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 首先，收集 30 例系統性紅斑狼瘡（SLE）患者、30 例類風濕關節炎（RA）患者及 30 例健康對照（HC）的血清，運用代謝組學檢測血清中的各種代謝產物的水準，應用最小二乘法判別分析（PLS-DA）能有效篩選出 SLE 的差異代謝物。
- 2) 其次，首次發現 SLE 患者血清牛磺酸水準與患者疾病活動度（SLEDAI）和臨床指標的相關性，結果顯示牛磺酸與 SLEDAI、免疫球蛋白 G（IgG）、尿微量白蛋白 / 肌酐呈負相關關係，與血小板呈正相關關係。進一步研究結果顯示牛磺酸可以顯著上調 Treg，而抑制 Th17 產生。
- 3) 首次發現 SLE 患者血清色氨酸水準與患者的 SLEDAI 和臨床指標的相關性，結果發現色氨酸與 SLEDAI 負相關，犬尿氨酸（kynurenine）為色氨酸的重要代謝產物之一，犬尿氨酸 / 色氨酸與 SLEDAI 正相關，色氨酸與血沉（ESR）、尿素氮（BUN）、肌酐（Cr）、24 小時尿蛋白量均呈負相關關係。色氨酸可以同時抑制 SLE 中性粒細胞上 NCF-1 和 ROS 的表達。進一步研究結果顯示色氨酸可能通過抑制 NCF-1/ROS 通路抑制 SLE NETs 形成。
- 4) 以流式細胞術檢測 SLE 患者 T 細胞亞群 mTORC1 信號下游關鍵底物 pS6RP，發現其在 CD4⁺T 細胞、TCR $\alpha\beta$ +CD3+CD4-CD8-T 細胞（DNT）中水平明顯增高；在 R848 誘導的狼瘡模型鼠中，也檢測到脾臟或 PBMC 來源的 DNT 細胞 pS6RP 水準增高；提示 mTORC1 信號通路與 SLE 中 DNT 的異常相關。mTORC1/pS6RP 通路參與調控 DNT 細胞 IL-17 的產生。經 MSC 輸注治療後，DNT 細胞中 mTORC1 的表達明顯降低，提示調控 mTORC1 通路可能是 MSC 治療的一個新機制。
- 5) 首次證明 SB 在 MRL/lpr 狼瘡小鼠成功明顯降低肌酐水準和 IgG，同時抗核抗體水準也有下降趨勢，可能通過調控 Tfh 細胞發揮療效。

6) 在類風濕關節炎動物模型 CIA 小鼠上，首次發現 MSC 聯合 SB 延遲關節炎的發作並降低疾病程度，並改善了關節炎的嚴重程度和進展，同時調控脂代謝通路。

4. 研究成果與應用

- 1) 期刊論文
已發表 SCI 論文 7 篇。投稿中兩篇。
- 2) 人才培養
博士 2 名：張富源、胡佳欽；碩士 1 名：陳琪。

5. 進一步工作

- 1) 在本研究的平臺上，推動澳門幹細胞及其聯用中藥的研究和應用。
- 2) 本研究建立的實驗動物平臺和免疫細胞相互作用研究平臺，為進一步研究幹細胞，以及紅斑狼瘡和類風濕關節炎的發病機制和治療藥物提供了新的技術和方法。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 1	Targeting abnormal lipid metabolism of T cells for systemic lupus erythematosus treatment	Jia-Qin Hu, Yan-Hua Yan, Han Xie, Xue-Bing Feng, Wei-Hong Ge, Hua Zhou, Li-Li Yu, Ling-Yun Sun*, Y Xie*	Biomedicine & Pharmacotherapy, 2023,165, 115198.	-
期刊論文 2	A novel quantification method of lung fibrosis based on Micro-CT images developed with the optimized pulmonary fibrosis mice model induced by bleomycin.	Yang X, Huang XJ, Chen Z, Xu AL, Zhou H, Bi XL*, Yan PY*, Xie Y*	Heliyon. 2023 Feb 10;9(3):e13598	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 3	Down-regulating Nrf2 by tangeretin reverses multiple drug resistance to both chemotherapy and EGFR tyrosine kinase inhibitors in lung cancer.	Xie Y, Feng S-L, He F, Yan P-Y, Yao X-J, Fan X*, Leung EL-H*, Zhou H*.	Pharmacological Research 2022 Oct 14;106514..	-
期刊論文 4	Bile acids as regulatory molecules and potential targets in metabolic diseases.	Xie AJ, Mai CT, Zhu YZ, Liu XC, Xie Y*	Life Science. 2021 Dec 15;287:120152.	-
期刊論文 5	Novel treatment for refractory rheumatoid arthritis with total glucosides of paeony and nobiletin codelivered in a self-nanoemulsifying drug delivery system	Qu B, Wang X-L, Zheng D-C, Mai C-T, Liu Z-Q, Zhou H*, Xie Y*	Acta Pharmacologica Sinica 2022 Aug;43(8):2094-2108	-
期刊論文 6	Wutou decoction ameliorates experimental rheumatoid arthritis via regulating NF-kB and Nrf2: Integrating efficacy-oriented compatibility of traditional Chinese medicine	Xie Y, Mai C-T, Zheng D-C, He Y-F, Feng S-L, Li Y-Z, Liu C-X, Zhou H, Liu L.	Phytomedicine. 2021;153522.	-
期刊論文 7	Liver X receptors conserve the therapeutic target potential for the treatment of rheumatoid arthritis	Mai C-T, Zheng D-C, Li X-Z, Zhou H, Xie Y *	Pharmacological Research 2021 Aug;170:105747.	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 8	Silybin acts synergistically with mesenchymal stem cells to ameliorate R848-induced lupus-like disease in mice	He Y-F, HuangY-d, Mai C-T, Pan H-d, Luo H-B, Liu L, Xie Y.*	投稿中 British Journal of pharmacology	0
期刊論文 9	Resolving Challenges in Mesenchymal Stem Cell Transplantation for RA: Unraveling ICOS/ICOSL Interactions and Silybin-mediated Enhancement of Therapeutic Outcomes	Yu Chun Wang#, Shuai Ding, Han Xie , Ya Feng Wang, Gen Hong Yao, Shan Shan Liu, Hong Wei Chen, Dan Wu, Mei Ling Sun, Zi Xue Cheng, Xin Dong, Ke Yuan Chen, Ying Xie, Xin Wen, YiZhun Zhu*, Ling Yun Sun*	投稿中	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於直流配電的淨零能耗建築綜合能源管控 與能效提升技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0076/2019/AMJ	澳門大學	劉景榮	基於直流配電的淨零能耗建築綜合能源管控與能效提升技術研究

項目摘要

1. 研究背景

面對全球氣候變化的挑戰，減少溫室氣體排放和化石能源利用成為當務之急，而城市、建築領域一直以來都是能源消耗和碳排放的大戶。在節能建築的歷史演變過程中，從低能耗建築、超低能耗建築、被動式房屋、近零能耗建築到 2016 年美國國家可再生能源實驗室推出的（淨）零能耗建築，這一過程顯示了建築節能效率的不斷提高。“淨”零能耗建築是在近零能耗建築基礎上，增加了智慧電網、分散式能源等概念，並強調建築產出的能量要比能耗更多。因此，有別於其他節能建築，淨零能耗建築的特殊意義在於創造一種可以自我運作的自迴圈系統，盡可能減少對環境的破壞和對資源的依賴，並且具備應對未來極端氣候條件挑戰的能力。

對於淨零能耗建築，大多數專家學者都認為它必須滿足兩個要求：（1）是減少對能源需求的典型建築；（2）能夠利用可再生能源系統來彌補被消耗掉的能源。實現淨零能耗建築的「技術路徑」主要體現在兩個方面，一是充分降低建築用能，二是充分利用可再生能源。根據現有研究，其技術路徑主要分為四步：第一步，基於對建築負荷和相關能耗的預測，先通過「被動式」的優化設計降低建築能耗；第二步，通過採用高性能建築能源（如照明、冰箱等）系統、暖通空調系統的主動優化方式，進一步實現建築節能；第三步，使用可再生能源來滿足剩餘能源的需求；最後，通過智慧建築運營管理系統的開發，實現建築的自調試和自運行。同時，淨零能耗建築在不同使用情況下的用能通常按最大能耗來配置可再生能源的生產，在不同工況下多餘的能源就需要有較好的儲存設施來進行時間維度上的平衡，或者進行小型局域聯網，在建築群之間實現用能共用。淨零能耗建築的技術體系將為未來抵禦極端氣候、實現建築室內微氣候自迴圈提供可能。淨零能耗建築具有重要的理論研究價值，其在實際生活中的經濟效益和現實意義都日益顯著。

2. 研究目標

澳方在項目主要圍繞面向能效提升的建築綜合能源資訊物理系統建模進行研究分析，主要關注能源供應及多元用能行為特徵提取、環境感知的淨零能耗建築源-荷-儲系統資訊物理多時間尺度模型、及淨零能耗建築綜合能源系統類比技術。專案對國內外建築能源資訊物理系統分析及建模研究進行了基礎調研。

3. 研究工作的主要進展

澳方的研究主要在面向能效提升的建築綜合能源信息物理系統建模，包括特徵提取及基於環境感知的多元用能行為預測。項目對於直流建築能耗和氣候環境的原數據，經融合、清除重複的時序資料、按時序重新排列、及降取樣至每 15 分鐘等預處理步驟後，最終生成可融合數據。

項目提出使用機器學習演算法進行分析，利用 Pearson 和 Grey 關聯分析法決定與負荷和光伏關連性大的數據類型、和 K 均值聚類 (K-means Clustering) 按溫度進行負荷分類。其次，使用 K- 近鄰演算法 (K-nearest Neighbors) 把缺失資料填補，再以 LSTM 和 Transformer 等時間序列預測神經網路，實現基於使用者行為的負荷和光伏發電預測。第三，考慮到數據量不足和稀疏，利用時間序列生成對抗網路 (TimeGAN)，針對各季節的資料進行數據增廣，再按各個季節進行負荷和光伏發電預測。

4. 研究成果與應用

針對直流建築能耗資料和氣象資料的多維性，先進行資料初步分析，了解資料之間的關聯度和產生的聚類。關聯分析中，750V 負荷 (直流空調) 和太陽幅射強度與氣溫的關係較大 (Pearson 係數大於 0.5) ；聚類分析中，K 均值聚類分析把 750V 負荷 (直流空調) 與氣溫分成四群，表明外界氣溫變化時室內對空調的需求亦有所變化。

其次，負荷和光伏發電的預測中，考慮到資料呈非線性，從灰色關聯分析得出氣溫、風速和光照對負荷和光伏的關聯性大，同步把缺失的能耗數據以 K- 近鄰演算法進行插值填補，以 CNN-LSTM、BiLSTM 和 GRU 三種神經網路進行預測，並比較數據填補前後的預測誤差。結果顯示，負荷預測的均平方誤差分別下降了 2.540kW、7.403kW 和 10.132 kW，光伏發電的均平方誤差則減少了 4.722kW、6.650kW 和 6.000kW；前者以 GRU 預測精準度升幅最為明顯，後者則是 BiLSTM。

5. 進一步工作

受數據量少和稀疏影響，研究過程僅以預測未來 24 小時的負荷和光伏發電。隨著人工智慧模型的發展，基於 Transformer 的模型 (如 Informer 和 Pyraformer) 被開發和利用在中期和長期的預測當中，其低預測誤差可為淨零能耗建築帶來更準確和合適的資源調度和規劃。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊	Nonuniform Power Factor Partial Compensation for Compensating Current Reduction using Particle Swarm Optimization in Traction Power Supply System	Li Liu; Zhipeng Zhou; Ningyi Dai; Keng-Weng Lao; Yonghua Song	IEEE Transactions on Industrial Electronics	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議	A Modified Data-driven Power Flow Model for Power Estimation with Incomplete Bus Data	Zheng Xing; Keng-Weng Lao; HongJun Gao; NingYi Dai	2022 12th International Conference on Power, Energy and Electrical Engineering (CPEEE)	EI
會議	Single Bus Data-driven Power Estimation Based on Modified Linear Power Flow Model	Zheng Xing; JianHua Gong; Keng-Weng Lao; NingYi Dai,	2021 6th International Conference on Power and Renewable Energy (ICPRE)	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

新型低維磁電耦合器件材料設計製備

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0081/2019/AMJ	澳門大學	潘暉	新型低維磁電耦合器件材料設計製備
項目摘要			
1. 研究背景 具有高磁電耦合強度和高耦合溫度材料是開發下一代資訊記憶體、可調微波信號處理器、超靈敏磁電感測器、磁電換能器等的基础。但目前磁電耦合器件材料走向應用的關鍵是存在著尺寸較大、介面晶格匹配差、磁電耦合弱，和現有半導體刻蝕工藝不相容等問題，尚不能實現大規模製備，無法滿足產業化要求。而近年來在低維材料及其介面異質結髮現的鐵電，鐵磁序為磁電耦合提供了研究低維量子現象關聯的研究平臺和全新的研究方向。有希望實現高效率能源與資訊轉化，並最終製造低功耗、微型化、可調節與超快回應的電子元器件。 2. 研究目標 理解低維體系層間相互作用對異質系統或多層超晶格系統中鐵電 / 反鐵電 - 鐵磁耦合的作用，設計製備滿足實際應用要求的低維鐵電 / 反鐵電 - 鐵磁耦合材料體系。 3. 簡介研究工作的主要進展 通過理論模擬和實驗相結合，設計和製備了一系列二維可控磁電耦合器件材料。闡明本征鐵電 / 反鐵電性的二維體系中的相變過程與電子自旋極化狀態的相互關係和作用；揭示了範德瓦爾斯力在二維異質體系中對征鐵電 / 反鐵電性的相變過程與電子自旋極化的作用、對兩者耦合的影響；研究了二維異質體系、超晶格體系帶隙、電荷有序狀態和各種異質結構的關聯性，以及它們之間的耦合作用對磁電耦合性能的影響；探討了各種耦合體系用於電子輸運器件。同時，開發了本征鐵電二維體系，深入研究了多鐵介電性質及其在多功能器件中的應用。 4. 研究成果與應用 • 培養博士生 4 名，發表論文 28 篇，申請專利 2 項。參加多次線上會議、籌辦一個國際會議。 • 明確了低維體系層間範德瓦爾斯相互作用、電荷轉移、軌道雜化之間的關係，闡明這些作用對低維體系自旋極化、電荷極化及其耦合機制的影響，對鐵電序參量和鐵磁序參量的關係有深入認識，獲得影響耦合強度和居裡轉變溫度的關鍵因素。 • 開發了多種二維可控磁電耦合材料及器件。 • 提出了一種新方法用於電子自旋器件。 5. 進一步工作 • 進一步優化設計開發二維可控磁電耦合材料及器件。 • 進一步提高器件性能。 • 與企業合作，到達大規模生產。			

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文 1	Oxygen vacancy redistribution and ferroelectric polarization relaxation on epitaxial perovskite film during the electrocatalytic process.	Hui Pan	Keyu An, Zhichao Yu, Haoyun Bai, Di Liu, Lulu Qiao, Xinshuai Lv, Lianyi Shao, Jinxian Feng, Youpeng Cao, Lun Li, Zhaorui Wen, Shi Chen, Zhongbin Pan, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, Submitted.	n/a
論文 2	Co_3X_8 (X = Cl and Br): multiple phases and magnetic properties in Kagome lattice.	Hui Pan	Haoyun Bai, Zhichao Yu, Di Liu, Jinxian Feng, Weiqi Li and Hui Pan* Submitted	n/a
論文 3	LaOMS_2 (M= Ti, V, and Cr): novel crystal spin valves without contact	Hui Pan	Haoyun Bai, Di Liu, and Hui Pan*, Mater. Horizon. (2023)	被 SCI 收錄
論文 4	n-Si/SiO _x /CoO _x -Mo Photoanode for Efficient Photoelectrochemical Water Oxidation	Hui Pan	Shuyang Peng, Di Liu, Keyu An, Zhiqin Ying, Mingpeng Chen, Jinxian Feng, Kin Ho Lo*, and Hui Pan* Small (2023)	被 SCI 收錄
論文 5	Two-dimensional Janus perovskite oxynitrides as active photocatalysts for overall water splitting with ferroelectric modulation.	Hui Pan	Zhichao Yu, Bowen Li, Haoyun Bai, and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 11, 1551-1574 (2023).	被 SCI 收錄
論文 6	In-Plane Ferroelectric Monolayer TiNbX_4O and Its Application in Bulk Photovoltaic Effect.	Hui Pan	Shiying Shen, Haoqiang Ai, Yandong Ma, Haoyun Bai, Xuejian Du, Feifei Li, and Hui Pan*, Appl. Phys. Lett. 2023, 123 (5)	被 SCI 收錄

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文 7	Magnetic and Electronic Properties of 2D MSX (M = Ti, V, Co and Ni, X = Br and I).	Hui Pan	Yutong Li, Bowen Li, Haoyun Bai, Zhichao Yu, Chi Tat Kwok* and Hui Pan*, Phys. Chem. Chem. Phys. 25, 18691 - 18697 (2023).	被 SCI 收錄
論文 8	Molten-salt assisted synthesis of Polymeric Carbon Nitride-based photocatalyst for enhanced photocatalytic activity under green light irradiation.	Chengqun Xu, Hongguang Liu, and Hui Pan	Chengqun Xu*, Haiyang Liu, Dongyu Wang, Dezhi Li, Ying Zhang, Xiaolu Liu, Jingyao Huang, Shengquan Wu, Donghua Fan, Hongguang Liu*, and Hui Pan*, Appl. Catal. B 334, 122835 (2023).	被 SCI 收錄，已被引用 2 次
論文 9	In-situ/operando Raman techniques for in-depth understanding on electrocatalysis.	Hui Pan	Mingpeng Chen, Di Liu, Lulu Qiao, Pengfei Zhou, Jinxian Feng, Kar Wei Ng, Qingju Liu*, Shuangpeng Wang* and Hui Pan*, Chem. Eng. J. 461, 141939 (2023).	被 SCI 收錄，已被引用 10 次
論文 10	Advances in Spin Catalysts for Oxygen Evolution and Reduction Reactions.	Hui Pan	Haoyun Bai, Jinxian Feng, Di Liu, Pengfei Zhou, Rucheng Wu, Chi Tat Kwok, Weng Fai Ip, Wenlin Feng, Xulei Sui, Hongchao Liu*, and Hui Pan*, Small 19, 2205638 (2023).	被 SCI 收錄，已被引用 5 次
論文 11	Construction of 1D/0D CdS nanorods/Ti ₃ C ₂ QDs Schottky heterojunctions for efficient photocatalysis.	Hui Pan	Chengqun Xu*, Dezhi Li, Haiyang Liu, Dongyu Wang, Xiaolu Liu, Shiyin Lin, Yuchen Yang, Donghua Fan, and Hui Pan*, J. Environ. Chem. Eng. 11, 109191 (2023)	被 SCI 收錄，已被引用 5 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文 12	Bathocuproine: Ag Complex Functionalized Tunneling Junction for Efficient Monolithic Perovskite/TOPCon Silicon Tandem Solar Cell.	Hui Pan, Jichun Ye and Zhubing He	Zhiqin Ying, Xi Yang, Jingming Zheng, Jingsong Sun, Jingwei Xiu, Yudong Zhu, Xinlong Wang, Ying Chen, Xin Li, Jiang Sheng, Chunhui Shou, Yuheng Zeng, Hui Pan*, Jichun Ye*, Zhubing He*, Solar RRL 6, 2200793 (2022)	被 SCI 收錄，已被引用 3 次
論文 13	Molecular engineering for constructing a D-A system and enhancing delocalization in g-C ₃ N ₄ with superior photocatalytic activity.	Chengqun Xu and Hui Pan	Chengqun Xu*, Xiaolu Liu, Haiyang Liu, Dezhi Li, Yuchen Yang, Shiyin Lin, Donghua Fan and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 10, 21031-21043 (2022).	被 SCI 收錄，已被引用 5 次
論文 14	Interlayer-Incorporation of MoS ₂ (TM-MoS ₂) to achieve unique magnetic and electronic properties for spintronics.	Hui Pan	Haoyun Bai, Qingyun Wu, Haoqiang Ai, Di Liu, Jinxian Feng, Lay Kee Ang, Yunhao Lu, Ming Yang* and Hui Pan*, Adv. Electro. Mater 8. 2200209 (2022).	被 SCI 收錄，已被引用 4 次
論文 15	Advances in oxide semiconductors for surface enhanced Raman scattering.	Hui Pan	Xuejian Du, Di Liu, Keyu An, Shouzhen Jiang, Zhixian Wei, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Appl. Mater. Today 29, 101563 (2022).	被 SCI 收錄，已被引用 5 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文 16	Design of functionalized double-metal MXenes (M ₂ M'C ₂ T ₂ : M= Cr, Mo, M'= Ti, V) for magnetic and catalytic applications.	Hui Pan	Jiazhong Geng, Rucheng Wu, Haoyun Bai, Iat-Neng Chan, Kar Wei Ng*, Weng Fai Ip, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 47, 18725-18737 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 5 次
論文 17	Wafer-Scale 2H-MoS ₂ Monolayer for High Surface-enhanced Raman Scattering Performance: Charge-Transfer Coupled with Molecule Resonance.	Hui Pan	Keyu An, Mingpeng Chen, Bingchen He, Haoqiang Ai, Wei Wang, Zhihong Zhang, Zhongbin Pan, Shi Chen, Weng Fai Ip, Kin Ho Lo, Jianwei Chai, Shijie Wang, Ming Yang*, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, Adv. Mater. Tech. 2200217 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 7 次
論文 18	Ferroelectricity Co-existed with p-Orbital Ferromagnetism and Metallicity in Two-Dimensional Metal Oxynitrides.	Hui Pan	Haoqiang Ai, Feifei Li, Haoyun Bai, Dong Liu, Kin Ho Lo*, Shengyuan A. Yang, Yoshiyuki Kawazoe, and Hui Pan*, NPJ Comput. Mater. 8, 60 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 12 次
論文 19	Direct Z-scheme construction of g-C ₃ N ₄ quantum dots / TiO ₂ nanoflakes for efficient photocatalysis.	Chengqun Xu Takayoshi Sasaki and Hui Pan	Chengqun Xu*, Dezhi Li, Xiaolu Liu, Renzhi Ma, Nobuyuki Sakai, Yuchen Yang, Shiyin Lin, Jiale Yang, Hui Pan*, Janjer Huang, and Takayoshi Sasaki*, Chem. Eng. J 430, 132861 (2022).	被 SCI 收錄， 已被引用 58 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文 20	Van der Waals Antiferroelectric Magnetic Tunnel Junction: A First-Principles Study of a $\text{CrSe}_2/\text{CuInP}_2\text{S}_6/\text{CrSe}_2$ Junction.	Hui Pan and Yunhao Lu	Hua Bai, Xinyi Li, Hui Pan, Pimo He, Zhu-an Xu, and Yunhao Lu*, Appl. Mater. Interfaces 13, 60200-60208 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 7 次
論文 21	CNSi/MXene/CNSi: Unique Structure with Specific Electronic Properties for Nanodevices.	Hui Pan	Haoyun Bai, Haoqiang Ai, Bowen Li, Dong Liu, Kin Ho Lo, Kar Wei Ng, Xingqiang Shi, Yoshiyuki Kawazoe, and Hui Pan*, Small 17, 2101482 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 2 次
論文 22	Coordination of π -delocalization in $g\text{-C}_3\text{N}_4$ for efficient photocatalytic hydrogen evolution under visible light.	Chengqun Xu and Hui Pan	Chengqun Xu*, Xiaolu Liu, Dezhi Li, Zeyuan Chen, Jiale Yang, Janjer Huang, and Hui Pan*, ACS Appl. Mater Inter. 13, 20114–20124 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 28 次
論文 23	Design of 2D materials – $\text{MSi}_2\text{C}_x\text{N}_{4-x}$ ($M = \text{Cr}, \text{Mo}, \text{and W}; x = 1 \text{ and } 2$) - with tunable electronic and magnetic properties.	Hui Pan	Bowen Li, Jiazhong Geng, Haoqiang Ai, Youchao Kong, Haoyun Bai, Kin Ho Lo, Kar Wei Ng*, Yoshiyuki Kawazoe, and Hui Pan*, Nanoscale 13, 8038 - 8048 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 14 次
論文 24	Charge-transfer induced multifunctional BCP: Ag complexes for semi-transparent perovskite solar cells with a record fill-factor of 80.1%.	Hui Pan, Jichun Ye, and Zhubing He	Zhiqin Ying, Xi Yang, Jingming Zheng, Yudong Zhu, Jingwei Xiu, Wei Chen, Chunhui Shou, Jiang Sheng, Yuheng Zeng, Baojie Yan, Hui Pan*, Jichun Ye*, Zhubing He*, J. Mater. Chem. A (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 25 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文 25	ab initio design of a new family of 2D materials: transition metal carbon nitrogen compounds (MCNs).	Hui Pan	Jiazhong Geng, Keyu An, Iat-Neng Chan, Haoqiang Ai, Kin Ho Lo, Kar Wei Ng*, Yoshiyuki Kawazoe and Hui Pan*, J. Mater. Chem. C 9, 4748 - 4756 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 7 次
論文 26	Theoretical evidence of the spin-valley coupling and valley polarization in two-dimensional MoSi_2X_4 (X = N, P, and As).	Hui Pan	Haoqiang Ai, Di Liu, Jiazhong Geng, Shuangpeng Wang, Kin Ho Lo*, and Hui Pan*, Phys. Chem. Chem. Phys. 23, 3144 - 3151 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 52 次
論文 27	Substantially Improved Energy Storage Capability of Ferroelectric Thin Films for Application in High-temperature Capacitors.	Hui Pan	Zhongbin Pan, Jie Ding, Xu Hou, Songhan Shi, Lingmin Yao, Jinjun Liu, Peng Li, Jianwen Chen, Jiwei Zhai, and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 9, 9281-9290 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 21 次
論文 28	Sputtered Indium-Zinc Oxide for Buffer Layer Free Semitransparent Perovskite Photovoltaic Devices in Perovskite/Silicon 4T-Tandem Solar Cells.	Hui Pan, and Zhubing He	Zhiqin Ying, Yudong Zhu, Xiuyan Feng, Jingwei Xiu, Rui Zhang, Xuhang Ma, Yunsheng Deng, Hui Pan*, and Zhubing He*, Adv. Mater. Interfaces 8, 2001604 (2021).	被 SCI 收錄，已被引用 52 次
專利 1	High Efficiency and Stability Industrial Si-based Photoelectrochemical Materials for Water Splitting,	Hui Pan	Hui Pan, Shuyang Peng, and Kin Ho Lo, Low Cost, 11/07/2023, submitted.	Chinese patent

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利 2	A simple way to make Si-based photoelectrode with active layer for Solar-driven water splitting with high Saturation Photocurrent.	Hui Pan	Hui Pan, Rucheng Wu, and Di Liu, 31/10/2022, China Patent Application No. “202211344350.0”.	Chinese patent

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	9	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

自步標注學習研究及其在生物醫學大數據上的應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
003/2016/AFJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	梁勇	自步標注學習研究及其在 生物醫學大數據上的應用

項目摘要

1. 研究背景

隨著生物高通量技術的發展和分子多組學、藥物、化學、臨床及環境等不同層次數據的快速積累，利用人工智能技術和機器學習方法整合多源異構生物醫學大數據，系統地分析疾病發生發展機制，確定最佳分子靶標和靶向藥物，是精準醫學的重大研究方向。

2. 研究目標

本研究針對生物醫學大數據的特徵和重大難點，研發一系列關鍵機器學習理論、方法和技術。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目已經獲得以下的成果：

序號	簡介原計劃的研究內容	簡介本年研究工作進展
1	生物醫學大數據高維度、小樣本特徵	針對數據高維度、小樣本特徵，研發了 Harmonic regularization, Logsum penalty 等正則化變量選擇理論和算法，有效解決了傳統機器學習和統計方法面臨的“維數災難”和“過擬合”問題；發表 3 篇期刊論文。
2	生物醫學大數據的高噪音問題	針對數據的高噪音問題，研發了基於自步學習理論，有效提取高置信度信息優先進行模型訓練，然後逐漸增加訓練難度，過渡到在更複雜的環境下學習，以此完成對隱藏在大數據背後生理病理機制的挖掘；發表 3 篇期刊論文。
3	生物醫學大數據的無 / 弱標註問題	針對數據的無 / 弱標註問題，研發了基於半導師學習結合生存分析模型的方法和技術，有效克服了機器學習中訓練樣本嚴重不足的困難，大幅提升了數據利用率，從而獲得高質量的機器學習模型；發表 3 篇期刊論文。
4	生物醫學大數據的批次效應問題	針對數據的批次效應問題，研發了基於多視圖技術的多批次數據整合方法。它應用多種跨實驗平台數據集成方法將多個批次的數據聚合到一個新建的多視圖數據集中，並設計了強大的多視圖自步學習算法；發表 3 篇期刊論文。

5	生物醫學大數據的來源多樣和數據結構複雜各異等問題	據針對數據的來源多樣和數據結構複雜各異等問題，研發了使用協同矩陣分解方法通過整合藥物相似性、基因相似性，以及其相互關係數據，構建挖掘潛在藥物 - 基因作用機理的機器學習方法；發表 3 篇期刊論文。
6	生物醫學大數據包含大量網絡結構的特徵，如蛋白質 - 蛋白質相互作用（PPI）網絡等	針對數據包含大量網絡結構的特徵，如蛋白質 - 蛋白質相互作用（PPI）網絡等，研發了 $L_{1/2} + L_2$ penalty, $L_{1/2} + \text{Net penalty}$, Complex harmonic regularization, 及以各種生物網絡的拉普拉斯算子構造罰函數的方法，通過圖正則化技術引入更多生物網絡信息加強機器學習效果；發表 3 篇期刊論文。

4. 研究成果與應用

本研究共發表 SCI 期刊論文 18 篇；獲得 2 項美國發明專利授權；培養博士研究生 5 名，碩士研究生 2 名。同時，通過與中藥質量研究國家重點實驗室（澳門科技大學）合作，本研究成果應用的相關論文在世界著名期刊《Nature Communications》（影響因子：12.1），《Annals of the Rheumatic Diseases》（影響因子：12.5）發表，並有另一著名期刊《Nature Reviews-Rheumatology》為此成果發表“研究亮點”專題新聞。

5. 進一步工作

- 基於網絡藥理學整合生物醫學大數據，採用機器學習方法構建藥物激活和抑制作用機制預測模型；
- 整合生物多組學等多源異構大數據，構建發現疾病 - 基因 - 藥物相互關係的高性能機器學習方法，設計實現參變量交叉迭代的梯度優化算法；
- 設計藥物活性機器學習定量預測方法，提高藥物活性的預測精度並在中藥中進行應用；
- 利用已建立機器學習系統，進行中醫藥“病 - 證 - 方”結合的實例研究。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 (1)	Descriptor selection via log-sum regularization for the biological activities of chemical structure	Xia, L. Y., Wang, Y. W., Meng, D. Y., Yao, X. J., Chai, H., & Liang, Y.	International journal of molecular sciences, 2018,19(1), 30	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 (2)	Molecular pathway identification using a new L1/2 solver and biological network-constrained model	Huang, H. H., Liu, X. Y., Li, H. M., & Liang, Y. (2017).	International Journal of Data Mining and Bioinformatics, 2017, 17(3), 189-205	SCI
期刊論文 (3)	A greedy screening test strategy to accelerate solving LASSO problems with small regularization parameters	Shen, H. W., Chai, H., Xia, L. Y., Wu, S. B., Qu, W., Liang, Y., & Liu, X. T.	Soft Computing, 2019, 1-9	SCI
期刊論文 (4)	Descriptor selection improvements for quantitative structure-activity relationships	Xia, L. Y., Wang, Q. Y., Cao, Z., & Liang, Y.	International Journal of Neural Systems, 2019, 1-16. (SCI)	SCI
期刊論文 (5)	A novel Log penalty in a path seeking scheme for biomarker selection	Wang, S., Zhang, H., Chai, H., & Liang, Y.	Technology and Health Care, 2019, 27(S1), 85-93	SCI
期刊論文 (6)	Complex harmonic regularization with differential evolution in a memetic framework for biomarker selection	Wang, S., Shen, H. W., Chai, H., & Liang, Y.	PloS one, 2019, 14(2).	SCI
期刊論文 (7)	Novel regularization method for biomarker selection and cancer classification.	Liu, X. Y., Wang, S., Zhang, H., Zhang, H., Yang, Z. Y., & Liang, Y.	IEEE/ACM transactions on computational biology and bioinformatics. 2019	SCI
期刊論文 (8)	Clinical drug response prediction by using a Lq penalized network-constrained logistic regression method.	Huang, H. H., Dai, J. G., & Liang, Y.	Cellular Physiology and Biochemistry, 2018, 51(5), 2073-2084	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 (9)	A novel logistic regression model combining semi-supervised learning and active learning for disease classification	Chai, H., Liang, Y., Wang, S., & Shen, H. W	Scientific reports, 2018, 8(1), 1-10	SCI
期刊論文 (10)	The L1/2 regularization network Cox model for analysis of genomic data	Jiang, H. K., & Liang, Y.	Computers in biology and medicine, 2018, 100, 203-208	SCI
期刊論文 (11)	Robust sparse accelerated failure time model for survival analysis	Shen, H., Chai, H., Li, M., Zhou, Z., Liang, Y., Yang, Z. & Zhang, B.	Technology and Health Care, 2018, 26(S1), 55-63	SCI
期刊論文 (12)	Hybrid L1/2+ 2 method for gene selection in the Cox proportional hazards model	Huang, H. H., & Liang, Y.	Computer methods and programs in biomedicine, 2018, 164, 65-73	SCI
期刊論文 (13)	A hybrid genetic algorithm with wrapper-embedded approaches for feature selection	Liu, X. Y., Liang, Y., Wang, S., Yang, Z. Y., & Ye, H. S.	IEEE Access, 2018, 6, 22863-22874	SCI
期刊論文 (14)	PCG method with Strang's circulant preconditioner for Hermitian positive definite linear system in Riesz space fractional advection-dispersion equations.	Qu, W., Shen, H. W., & Liang, Y.	Computational and Applied Mathematics, 2018, 37(4), 4554-4569	SCI
期刊論文 (15)	A new semi-supervised learning model combined with Cox and SP-AFT models in cancer survival analysis	Chai, H., Li, Z. N., Meng, D. Y., Xia, L. Y., & Liang, Y.	Scientific reports, 2017, 7(1), 1-12	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 (16)	Robust Sparse Logistic Regression With the $L_q(0 < q < 1)$ Regularization for Feature Selection Using Gene Expression Data	Yang, Z. Y., Liang, Y., Zhang, H., Chai, H., Zhang, B., & Peng, C.	IEEE Access, 2018, 6, 68586-68595	SCI
期刊論文 (17)	Improved Prediction of Drug-Target Interactions Using Self-Paced Learning with Collaborative Matrix Factorization.	Xia, L. Y., Yang, Z. Y., Zhang, H., & Liang, Y.	Journal of chemical information and modeling, 2019, 59(7), 3340-3351	SCI
期刊論文 (18)	Approximate Message Passing Algorithm for Nonconvex Regularization	Zhang, H., Zhang, H., Liang, Y., Yang, Z. Y., & Ren, Y.	IEEE Access, 2019, 7, 9080-9090	SCI
專利	System and method for determining an association of biological feature with a medical conditions	Yong Liang. Huang Hai-Hui. Liu Xiao-Ying	US Patent 10,438,699 B2, 2019 年 10 月 8 日, (授權)	-
專利	System and method for determining an association of at least one biological feature with a medical condition	Yong Liang. Chai Hua. Liu Xiao-Ying.	US Patent 10,192,642 B2, 2019 年 1 月 29 日 (授權)	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	基於人工智能方法的生物醫學大數據分析		
成果特點	疾病治療是一個非常複雜的生理和病理過程，涉及到多基因、多通路、多途徑的生物分子相互作用。同時，基因多態性是導致藥物治療效果和不良反應存在巨大個體化差異的重要原因。隨著基因組學等多種生物組學高通量技術的快速發展，不同層次多組學數據的獲取及分析技術應運而生，與複雜疾病相關的各種組學數據（基因組拷貝數變異、基因突變、甲基化數據、表觀基因組以及轉錄組、蛋白質組、代謝組數據）正在快速積累。通過整合多組學數據，以及藥物、化學、臨床和環境等多源異構數據，系統地分析疾病發生發展機制，確定最佳藥物靶點，選擇最適合藥物種類及劑量，從而提高用藥的有效性和安全性，並減少藥物治療的費用和風險，是精準醫學的關鍵要求和重要發展方向，將為疾病的診斷、個性化治療和臨床精準用藥提供重要指導作用。 生物多組學大數據分析的一個重要挑戰在於挖掘隱藏在數以百萬計的大規模多源異構數據背後，具有潛在應用價值的藥物、疾病和生物分子（如基因）之間的聯繫，以及藥物激活與抑制、藥物活性定量分析等，從而揭示特定的疾病發生發展以及藥物治療的生物學過程和分子機制。因此建立整合多源異構生物大數據的分析理論和方法對於這一問題的解決至關重要。 人工智能（AI）技術近年來取得突破性的進展，在諸多領域均獲得了非常好的應用效果。隨著各種生物醫藥數據的積累，人工智能和大數據分析方法在創新藥物研發和複雜疾病診治等方面的應用潛力巨大，其中機器學習方法在多組學數據整合分析中被廣泛使用，已成為極具可行性的探索藥物激活和抑制作用機制、藥物-疾病-基因相互作用關係和藥物活性定量分析的重要工具。 澳門中醫藥產業的發展是推動澳門經濟適度多元化的重要支撐。多年來，以中藥質量研究國家重點實驗室為龍頭的中醫藥研究取得了豐碩的成果，包括圍繞多種複雜疾病積累了豐富的生物多組學、藥物化學和中醫藥臨床大數據。本項目將人工智能和大數據分析的前沿技術引入中醫藥“病-證-方”相結合的創新研究模式，助力澳門中醫藥研究的發展。		
技術成熟度	實驗結果表明，對於各種公開可用的數據集的測試結果，我們的方法均取得了令人滿意的效果。		
應用範圍	機器學習技術研發、生物醫學大數據分析。		
投產條件和預期經濟效益	對數據分析的準確性有所提高，可以對文件系統和互聯網中的數據分析有準確性的提高並帶來一定的經濟效益。		
合作方式	技術轉讓		

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學 N 座 5 樓 517a 室		
聯系人	梁勇	電話	(853) 8897 2034
網址	http://www.must.edu.mo/en/fi-en/staff	傳真	(853) 2882 3280

基於深度學習的漢葡機器翻譯方法研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
045/2017/AFJ	澳門大學	蕭詠然	基於深度學習的漢葡機器翻譯方法研究

項目摘要

1. 研究背景

本項目旨在研究漢葡機器翻譯，與漢英相比，漢葡機器翻譯研究面臨幾個主要的問題和挑戰：1) 雙語訓練數據匱乏：漢葡非常缺乏語言資源；2) 葡語形態變化複雜：漢語和葡語存在嚴重的詞形態不對稱現象，葡語的複雜的形態變化，導致了數據稀疏，嚴重影響翻譯效果；3) 漢葡語法結構迥異：漢葡的語法差異較大，給機器翻譯研究帶來極大的挑戰。為此，本項目擬圍繞這些問題，基於深度學習的機器翻譯方法（神經機器翻譯 -Neural Machine Translation (NMT)），從三個方面展開研究：1) 研究基於小數據的學習方法，使用單語或少量雙語語料來減輕漢葡語料匱乏的問題，提高翻譯模型性能，並構建服務於機器翻譯的大規模漢葡對齊語料資源；2) 研究基於深度學習的葡語形態（語素）信息的學習算法，和面向複雜形態語言的翻譯模型；3) 研究基於層次注意力機制（Hierarchical Attention Mechanism）的神經機器翻譯模型，通過引入句法等先驗語言知識指導模型的翻譯過程；基於上述研究成果，構建一個基於層次注意力機制的漢葡神經機器翻譯平臺，面向學術界共享資源和成果。本項目的研究為機器翻譯提供了理論和技術基礎，成果在國際頂級的學術期刊和學術會議發表了相關的論文，為未來基於低資源的機器翻譯提供參考和借鑑。同時，所構建的漢葡平行語料資源，以及開發的漢葡機器翻譯平台向學術界、企業和大眾公開使用，目前，註冊使用的用戶已超過 350 個，其中包括有來自澳門政府 45 個不同部門的用戶，訪問量已經超過 15 萬次，翻譯量達 2 千萬詞以上。

2. 研究目標

本項目的研究目標包括以下幾個方面：

- 從分析模型架構和學習算法的角度來改善低資源語言機器翻譯能力，包括設計新的模型框架和訓練算法。旨在採取半監督學習策略，利用大量的單語和雙語語料，強化模型參數的訓練，同時考慮語言資源比較豐富的第三方語言（中樞語言），來獲得最終翻譯模型所需要的參數。
- 從機器翻譯葡語詞法分析、基於細粒度語義單元的建模角度，研究基於神經機器翻譯模型新的架構，擬採取多種融入葡語詞彙形態信息策略和方案。在詞彙（數據）上，直接對葡語進行（監督或非監督）詞法分析，尋找有效的細粒度語義表示單元，如語素、亞詞等；在模型架構層面上，融入詞編碼和解碼模型，針對詞的形態信息，分別對各個詞素（如詞根、詞綴等）建模；在解碼層面上，不增加原來模型計算複雜度的情況下，引入詞形態生成模型，充分利用外部豐富的語言資源，來提高模型的翻譯能力。根據不同的任務，將設計不同模型和學習算法。
- 從語法結構和語言學信息的角度出發，研究基於結構層次注意力機制、融合先驗知識的神經翻譯模型。主要針對目前模型機制的不足，引入句子結構信息來更好地捕捉長距離依賴

能力，研究利用外部遞歸自動編碼器生成短語和句子成分分佈信息，充分考慮詞向量內部的依賴關係，自動編碼器和模型的訓練是採用流水線式策略來減輕整體模型計算的複雜度；採取基於端到端模型訓練的策略，直接把層次結構模型嵌入神經翻譯模型內，其自動編碼器將與翻譯模型聯合訓練，以達到最優效果。

3. 簡介研究工作的主要進展

根據研究計劃，本項目的研究工作已經順利完成，以下將主要說明研究工作的進展情況：

- 首先，全面調研了國內外基於深度學習機器翻譯技術的狀況、當前方法的優缺點和存在的問題。詳細分析了神經機器翻譯在處理低資源語言翻譯、詞匯量受限導致數據稀疏、以及在引入外部語言學信息（如句法結構信息）等的技術和存在的問題，在此基礎上，分別設計了相關的研究策略。
- 從複雜形態的角度出發，針對神經機器翻譯詞彙受限問題，研究了基於層次結構的解碼方法，對詞法屬性進行建模，自動學習詞的隱含（詞彙語法）信息，解決數據稀疏（語料稀缺）所導致低頻詞和未登錄詞的翻譯問題，提出新的模型框架、訓練方法和解碼算法；在此基礎上，進一步研究共享源語言和目標語的詞向量，拉近詞向量的關聯關係，提出新的網絡架構、詞向量的學習算法和翻譯方法，該工作正在申請國內發明專利。
- 從句法和語言學知識融合的角度出發，研究了引入句子語法結構的翻譯模型框架，嘗試了基於短語結構和依存結構的源語言句子編碼方式，有效捕捉句子的句法和語義信息，提高了模型的翻譯效果。本項研究成果具有創新性，翻譯效果顯著。在知識融合方面，提出了基於多源輸入的（編碼）模型，除了句子語法結構信息以外，引入更多的語言學信息等先驗知識，設計並開發了基於語言學知識指導的機器翻譯框架和訓練算法，提高了當前神經機器翻譯的翻譯效率。
- 從模型改善低資源語言機器翻譯的角度出發，在目前流行的自注意力神經網絡模型架構上，提出卷積自注意力的翻譯模型，把卷積神經網絡的機制移植到自注意力模型中，通過多頭卷積過濾的方式，增強提取不同語言特徵的能力，同時挖掘和充分利用模型本身已有的上下文信息，此外，該機制還可以靈活有效地融合外部不同的語言學知識。針對低資源語言翻譯效果欠佳和目前基於深層 Transformer 難以訓練的問題，研究並提出了一個新的機器翻譯模型架構，DeepCoder，解決上述問題，架構的訓練過程相對比於目前最好的 Transformer 架構具有更平滑的梯度流，得到了比目前最流行基於 Transformer 架構的神經機器翻譯模型更好的翻譯效果。該工作正在申請國內發明專利。
- 在以上研究成果的基礎上，整合上述所開發的模型和訓練算法，構建了一個網上中葡機器翻譯系統，並對外開放。另外，也開發了一個機助翻譯系統，提供給專業的翻譯人員測試。

4. 研究成果與應用

- 分析了目前最流行的神經機器翻譯模型與其性能，設計了多種改善的模型結構、翻譯框架和訓練算法；
- 開發了基於詞層次建模的機器翻譯模型與其訓練算法來改善低資源語言的翻譯效率，改善未登錄詞的翻譯能力；

- 提出了基於語言學知識指導的機器翻譯模型架構，開發了引入不同層次語言學知識的模型機制和訓練方法，強化了模型學習的指導能力；
- 搭建了基於互聯網的在線中葡、葡中機器翻譯系統，並免費對外開放（<http://nlp2ct.cis.um.edu.mo/NMT/>）；
- 開發了中、葡、英在線機器輔助翻譯平台，提供給專業的翻譯人員測試使用（<https://umcat.cis.um.edu.mo/>）；
- 同時，在本項目的支持下完成研究論文共 14 篇，其中正式發表的重要期刊論文為 4 篇（被 SCI 索引 3 篇、EI 索引 1 篇），參加國際學術會議 10 篇；
- 申請專利 2 項；
- 畢業博士生 2 名、碩士研究生 3 名、本科生 5 名；
- 在澳門舉辦了第一屆基於深度學習的漢葡自然語言處理學術研討會，參加出席的學者有來自清華大學、大連理工大學、昆明理工大學和澳門大學，會議主要探討了深度學習的前沿技術和研究課題。

5. 進一步工作

基於本項目的研究工作和基礎，項目組將聯合蘇州大學一起申請由國家自然科學基金與澳門科學技術發展基金聯合資助科研項目，針對以漢語為核心的低資源語言機器翻譯，進一步研究以澳門常用語言之間的翻譯，包括粵語－漢語、葡語－漢語、以及英語－漢語的翻譯，該項目是與蘇州大學計算機科學與技術學院、人類語言技術研究所共同承擔，進一步研究《以漢語為核心的低資源語言機器翻譯技術》。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種基於句法依存關係動態編碼的語句處理方法及裝置	黃輝， 楊寶嵩， 周沁	中國，發明專利， 201810966363.9，2018 （申請中）	-
專利	神經機器翻譯模型的構建方法及裝置、翻譯方法及裝置	黃輝， 劉學博， 周沁，劉洋	中國，發明專利， 201811259546.3，2018 （申請中）	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Improving Tree-Based Neural Machine Translation with Dynamic Lexicalized Dependency Encoding	Yang, Baosong, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, and Min Zhang	Knowledge-Based Systems, 188, 1–10, 2020.	5
期刊論文	Latent Attribute Based Hierarchical Decoder for Neural Machine Translation	Liu, Xuebo, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, Yang Liu	IEEE/ACM Trans. Audio, Speech & Language Processing, 27(12), 2103–2112, 2019.	1
期刊論文	Linguistic Knowledge-Aware Neural Machine Translation	Li, Qiang, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, Muhua Zhu, Tong Xiao, Jingbo Zhu, and Min Zhang	IEEE/ACM Trans. Audio, Speech & Language Processing, 26(12), 2341–2354, 2018.	14
期刊論文	Template-Driven Neural Machine Translation	Li, Qiang, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, Yaqian Han, Tong Xiao, and Jingbo Zhu	Chinese Journal of Computers, 41(17), 1–18, 2018	1
會議論文	Modeling Voting for System Combination in Machine Translation	Xuancheng Huang, Jiacheng Zhang, Zhixing Tan, Derek F. Wong, Huanbo Luan, Jingfang Xu, Maosong Sun and Yang Liu	In Proceedings of the 29th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI 2020), 3694–3701, 2020. AAAI Press. (外地，壁報展示)	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文	Leveraging Local and Global Patterns for Self-Attention Networks	Xu, Mingzhou, Derek F. Wong, Baosong Yang, Yue Zhang, and Lidia S. Chao	In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019) (pp. 3069–3075), 2019. Florence, Italy: Association for Computational Linguistics. (外地，壁報展示)	10
會議論文	Assessing the Ability of Self-Attention Networks to Learn Word Order	Yang, Baosong, Longyue Wang, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, and Zhaopeng Tu	In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019) (pp. 3069–3075), 2019. Florence, Italy: Association for Computational Linguistics. (外地，口頭報告)	15
會議論文	Shared-Private Bilingual Word Embeddings for Neural Machine Translation	Liu, Xuebo, Derek F. Wong, Yang Liu, Lidia S. Chao, Tong Xiao, and Jingbo Zhu	In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019) (pp. 3069–3075), 2019. Florence, Italy: Association for Computational Linguistics. (外地，口頭報告)	8
會議論文	Learning Deep Transformer Models for Machine Translation	Qiang Wang, Bei Li, Tong Xiao, Jingbo Zhu, Changliang Li, Derek F. Wong, and Lidia S. Chao.	In Proceedings of the 57th Annual Meeting of the Association for Computational Linguistics (ACL 2019) (pp. 3069–3075), 2019. Florence, Italy: Association for Computational Linguistics. (外地，口頭報告)	63

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文	Context-Aware Self-Attention Networks	Yang, Baosong, Jian Li, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, Xing Wang, and Zhaopeng Tu	In Proceedings of the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence (AAAI-19), 2019, AAAI. (外地，口頭報告)	30
會議論文	Convolutional Self-Attention Networks	Yang, Baosong, Longyue Wang, Derek F. Wong, Lidia S. Chao, and Zhaopeng Tu	In Proceedings of the 2019 Conference of the North American Chapter of the Association for Computational Linguistics: Human Language Technologies (NAACL-HLT 2019), 2019. Minneapolis, Minnesota: Association for Computational Linguistics. (外地，口頭報告)	37
會議論文	Modeling Localness for Self-Attention Networks	Yang, Baosong, Zhaopeng Tu, Derek F. Wong, Fandong Meng, Lidia S. Chao, and Tong Zhang	In Proceedings of the 2018 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing (EMNLP 2018) (pp. 4449–4458). Brussels, Belgium: Association for Computational Linguistics. (外地，壁報展示)	62
會議論文	UM-PCorpus: A Large Portuguese-Chinese Parallel Corpus	Chao, Lidia S., Derek F. Wong, Chi Hong Ao, and Ana Luísa Leal	In Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018). Miyazaki, Japan: European Language Resources Association (ELRA). (外地，壁報展示)	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	UM-pAligner: Neural Network- Based Parallel Sentence Identification Model	Leong, Chongman, Derek F. Wong, and Lidia S. Chao	In Proceedings of the Eleventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC 2018). Miyazaki, Japan: European Language Resources Association (ELRA). (外地，壁報展示)	7

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	3	5

研究結果	樣品	成品	產品
	1	1	-

技術成果名稱	葡中機器翻譯系統
成果特點	1) 基礎功能 • 提供快速、高質量的葡中機器翻譯服務。 • 支持中 → 葡，葡 → 中互譯。 2) 特色功能 • 支持交互式翻譯，用戶可以使用先驗知識干預譯文生成。 • 開放的 API 開發接口，可以將葡中翻譯系統內嵌到用戶的工作流程中。 • 系統自身增量式學習，翻譯質量不斷提高。
技術成熟度	目前技術成熟度已經到達 TRL 5 級，系統正樣已經形成，對外開放測試使用，在實際環境下性能得到驗證。
應用範圍	1) 個人客戶級別翻譯服務 • 網頁 Web 端在線翻譯服務。 • PC 端線上線下翻譯服務軟件。 • 手機移動端線上線下翻譯服務 APP。 2) 政府及企業級別翻譯服務 • 批量文檔翻譯服務，如產品手冊的批量翻譯。 • 輔助翻譯服務，如翻譯公司譯員使用的輔助機器翻譯系統。 • 法律、公告、文獻等特定領域內容提供針對性助譯服務。

投產條件 和預期 經濟效益	1) 投產條件 • 用於訓練翻譯模型的中葡雙語語料。 • 用於模型訓練與提供翻譯服務的多台帶有 GPU 的服務器及相關設備。 • 熟悉服務器運行與維護的技術人員。 • 熟悉機器學習與神經網絡機器翻譯領域的架構維護與更新人員。 2) 預期經濟效益 • 產品需求：語言障礙一直是不同國家不同地區的個人、企業及政府交流的阻礙，而使用漢語與葡萄牙語的合計 15 億人口也因此成為了本產品的潛在客戶。從個人出境旅游、學習以及生活所用的手機翻譯 APP，到商貿貨品、企業產品的海量文本翻譯，再到政府間文獻、法律的助譯服務，都離不開高性能的機器翻譯產品的支持。 • 直接經濟效益：中葡機器翻譯系統將直接減少現有中葡雙語專業翻譯任務中的人力成本，同時可根據產品級別收取相應服務費，廣告費等獲取直接價值。 • 間接經濟效益：中葡機器翻譯系統可以方便漢語與葡萄牙語語系國家及地區之間的交流，間接促進相應地區經濟文化科學的發展。同時也為經濟全球化以及中國“一帶一路”戰略的實施提供助力。
合作方式	技術轉讓、合作開發

聯系地址	澳門大學科技學院 E11-4010		
聯系人	黃輝	電話	(853) 8822 4478
網址	http://www.fst.umac.mo/en/staff/fstfw.html	傳真	(853) 8822 2426

類人視覺的開放學習理論與方法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0001/2018/AFJ	澳門理工大學	柯韋	類人視覺的開放學習理論與方法
項目摘要			
1. 研究背景 以深度學習為代表的新一代人工智能技術不斷取得突破，雖提升了機器學習算法性能，却被局限於給定參數的封閉靜態環境。為提升機器感知及應對環境狀態變化的能力，本項目旨在開放環境中探索新的機器學習理論方法與技術體系，構建行為可感知、態勢可理解的人工智能系統。 2. 研究目標 本項目研究了開放環境下的類腦感知機理，通過探索新的機器學習理論方法，構建了可感知行為、理解態勢的技術體系。首先，研究了開放環境中視頻內容選擇性認知機理，解決了信息盈缺等問題，並以此為依據，利用時空注意力機制，提出了基於時空模型的目標行為學習方法。同時基於對抗式學習技術，研究了隨機和模糊等條件下視覺內容的可信與魯棒感知方法。此外，利用光場技術構建了類人深度視覺三維重建方法，有效提升了深層圖像語義信息理解能力。最後，研究了跨域協同的自適應融合開放環境行為感知技術，並在澳門高密度樣本上對算法進行了驗證。在理論研究和實驗研究上，較好地完成了申請書既定的研究目標。 3. 簡介研究工作的主要進展 為提升機器感知及應對環境狀態變化的能力，本項目旨在開放環境中探索新的機器學習理論方法與技術體系，構建行為可感知、態勢可理解的人工智能系統。針對人工智能系統對城域視頻開放環境的自適應能力這一科學問題，本項目目標在於實現開放環境中海量視頻信息的可信感知與複雜視頻事件的理解。通過對類人視覺機理的分析與機器學習方法的研究，研究內容分為以下幾點開展： 1) 研究了城市開放環境中視頻內容的選擇性認知機理，探索類人視覺的選擇性認知機制，解決開放環境中視頻內容信息冗餘、缺失的問題； 2) 研究了基於時空模型的目標行為學習方法，建立時空約束下的目標運動、外觀和交互特徵提取網絡，實現目標行為特徵的在線學習與自適應表示； 3) 研究了視覺內容的可信與魯棒感知方法，通過對抗環境下的模型攻防和主觀視覺屬性預測分別提高了視覺內容感知的可信性對異常樣本的魯棒性； 4) 研究了類人深度視覺三維重建方法，利用場景及目標視覺語義，實現了單源和多源下目標的動態高精度三維重建； 5) 面向實際應用，實現跨域協同自適應融合的開放環境行為感知，考慮高密度樣本及監測環境的特點，構建公共行為分析驗證平台。			

本研究探索類人的視覺感知機理，面對開放環境中的狀態變化，通過機器學習對數據進行分析和建模，有效提升方法從視頻信息中“破譯”深層語義信息的能力。研究具有重要學術價值和廣闊應用前景。

4. 研究成果與應用

在成果表現形式方面，合作雙方共同發表學術論文 56 篇，共同完成申請或授權國家發明專利 14 項，軟件著作權 2 項，應邀發表學術會議報告 5 次。

澳門理工大學方提交年度總結報告 2 份，最終報告 1 份。發表學術論文 16 篇，其中 SCIE 學術期刊論文 7 篇及 EI 國際會議論文 9 篇。正在進行專利申請手續 1 項。

澳門理工大學方培養計算機應用技術方向的高素質博士研究生 8 名。此外，國內合作方培養高素質碩士研究生 11 名與博士研究生 8 名。（即雙方共同培養碩士研究生 11 名及博士研究生 16 名）。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Conference Paper	Deep Learning For Web Services Classification	Yilong Yang, Wei Ke, Weirui Wang, Yongxin Zhao	2019 IEEE International Conference on Web Services (ICWS), pp. 440~442, 2019.	CPCI-S : 14 Scopus : 21
Conference Paper	RM2PT: Requirements Validation Through Automatic Prototyping	Yilong Yang, Wei Ke, Xiaoshan Li	2019 IEEE 27th International Requirements Engineering Conference (RE), pp. 484~485.	CPCI-S : 2 Scopus : 4
Conference Paper	Probability κ -means Clustering for Neural Network Architecture	Ka-Hou Chan, Wei Ke, Sio-Kei Im	2019 3rd International Conference on Advances in Artificial Intelligence, ICAAI 2019, pp. 52~57.	Scopus : 1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Conference Paper	Spatio-Temporal Correlation Graph for Association Enhancement in Multi-Object Tracking	Zhijie Zhong, Hao Sheng, Yang Zhang, Yubin Wu, Jiahui Chen, Wei Ke	12th International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management, KSEM 2019, pp. 394~405.	-
Journal paper	Long-Term Tracking With Deep Tracklet Association	Yang Zhang, Hao Sheng, Yubin Wu, Shuai Wang, Weifeng Lyu, Wei Ke, Zhang Xiong	IEEE Transactions on Image Processing, 2020, Vol. 29, pp.6694~6706.	SCIE:17 Scopus:23
Journal paper	Multiplex Labeling Graph for Near- Online Tracking in Crowded Scenes	Yang Zhang, Hao Sheng, Yubin Wu, Shuai Wang, Wei Ke, Zhang Xiong	IEEE Internet of Things Journal, 2020, Vol.7(9): pp.7892~7902.	SCIE:10 Scopus:16
Conference Paper	Enhancement Spatial Transformer Networks for Text Classification	Ka-Hou Chan, Sio-Kei Im, Vai-Kei Ian, Ka-Man Chan, Wei Ke	Proceeding of 4th International Conference on Graphics and Signal Processing, ICGSP 2020, Nagoya, Virtual, Japan, 26~28 Jun. 2020. ACM International Conference Proceeding Series, 2020, pp.5~10.	Scopus:3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Conference Paper	CARU: A Content-Adaptive Recurrent Unit for the Transition of Hidden State in NLP	Ka-Hou Chan, Wei Ke, Sio-Kei Im	27th International Conference on Neural Information Processing, ICONIP 2020, Bangkok, Thailand, 18~22 Nov. 2020. Lecture Notes in Computer Science, 2020, Vol.12532 LNCS, pp.693~703.	Scopus:2
Conference Paper	Variable-Depth Convolutional Neural Network for Text Classification	Ka-Hou Chan, Sio-Kei Im, Wei Ke	27th International Conference on Neural Information Processing, ICONIP 2020, Bangkok, Thailand, 18~22 Nov. 2020. Communications in Computer and Information Science, 2020, Vol. 1333, pp.685~692.	Scopus:2
Conference Paper	VGGreNet: A Light-Weight VGGNet with Reused Convolutional Set	Ka-Hou Chan, Sio-Kei Im, Wei Ke	Proceedings - 2020 IEEE/ACM 13th International Conference on Utility and Cloud Computing, UCC 2020, UK, 7~10 Dec. 2020, pp.434~439.	Scopus:3
Journal paper	Simple Fusion of Object Detectors for Improved Performance and Faster Deployment	Chan-Tong Lam, Jose Gaspar, Wei Ke, Marcus Im	IEEE Access, 9:33235~33254, 2021.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Journal paper	A General Method for Generating Discrete Orthogonal Matrices	Ka-Hou Chan, Wei Ke, Sio-Kei Im	IEEE Access, 9:120380~120391, 2021.	SCIE
Journal paper	Multiple Classifier For Concatenate- Designed Neural Network	Ka-Hou Chan, Sio-Kei Im, Wei Ke	Neural Computing and Applications, 34(2):1359~1372, 2022.	SCIE
Journal paper	Local Perspective Based Synthesis For Vehicle Re- Identification: A Transformation State Adversarial Method	Yanbing Chen, Wei Ke, Hong Lin, Chan-Tong Lam, Kai Lv, Hao Sheng, Zhang Xiong	Journal of Visual Communication and Image Representation, Vol.83, Article no.103432, 2022.	SCIE
Conference Paper	Real-Time Traffic Monitoring And Status Detection With A Multi- Vehicle Tracking System	Lu Wang, Chan Tong Lam, K. L. Eddie Law, Benjamin Ng, Wei Ke, Marcus Im	5 th EAI International Conference, INTSYS 2021, Proceedings Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering, LNICST, 2022, pp.13~25.	-
Journal paper	Light Field Super- Resolution Using Complementary- View Feature Attention	Wei Zhang, Wei Ke, Da Yang, Hao Sheng, Zhang Xiong	Computational Visual Media, 2022 (accepted)	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
發明專利	一種基於光場的遠距離的輕量型在綫高清距離監測系統及方法	張偉 柯韋	正在進行申請	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

珠江口區域多尺度強天氣過程的動力學及預測研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0045/2018/AFJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	陳炯林	珠江口區域多尺度強天氣過程的 動力學及預測研究

項目摘要

1. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 探討珠江口周邊地區強降雨、強對流中尺度天氣過程的新觀測事實和新形成機理。
- 2) 改進影響珠江口地區的熱帶氣旋的多尺度演變、機理與預報模型。
- 3) 開發了一套創新的城市冠層湍流參數化數學模型。
- 4) 建立了珠江口區域 - 粵港澳大灣區多尺度強天氣的數值類比與預報預測技術系統。

2. 研究成果與應用

- 1) 利用地面、高空和衛星雷達等多源觀測資料以及類比資料，研究了影響珠江口及其周邊地區強降雨、強對流天氣過程的多尺度觀測特徵。
- 2) 探索了全球尺度 - 區域尺度 - 珠江口周邊地區熱帶氣旋的演變規律與結構機理，並構建了影響華南地區熱帶氣旋季節預報模型。探索了在全球氣候變暖的背景下，熱帶氣旋移動和移速變化的規律及其可能原因。
- 3) 基於自主研發的大渦類比模式，以不同建築密度城市冠層中的湍流資料為基礎，基於普朗特混合長度概念，開發了一套創新的城市冠層湍流參數化數學模型。
- 4) 珠江口區域 - 粵港澳大灣區多尺度強天氣的數值類比與預報預測技術系統
針對影響珠江口周邊地區的強天氣類型，從多尺度數值模擬與預報的角度，分析了模式同化系統的背景誤差協方差特徵，探索了不同背景場、動力降尺度和多物理參數化方案組合以及土地利用類型對珠江口周邊地區強降雨和龍卷等強天氣預報的影響，並基於集合資料對預報的影響演算法（EFSO）評估了不同觀測資料的同化對珠江口熱帶氣旋模擬效果的影響。建立了高解析度強天氣數值預報技術系統框架，發展了針對珠江口區域 - 粵港澳大灣區和南海地區的高解析度天氣數值預報技術系統。

3. 進一步工作

- 1) 利用新型觀測、理想數值模式、理論模型剖析各強迫因數的獨立貢獻和協同貢獻。
- 2) 研發我國及附近地區登陸熱帶氣旋的季節統計預報模型。

- 3) 將繼續發展該 CFD 大渦類比模式，以粵港澳大灣區城市為對象，考慮主要道路的空污染源及太陽輻射日變化的影響，研究大灣區城市的風熱環境及污染物擴散特徵。
- 4) 將利用機器學習方法，基於 CFD 大渦類比模式輸出的資料，發展城市行人風場的快速預報工具。
- 5) 揭示不同天氣形勢和地形強迫對流日變化的影響和其機理。
- 6) 分析不同天氣形勢下地形、海陸風與時空分佈特徵的關係。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Urbanization Effects on Surface Wind in the Guangdong–Hong Kong–Macao Greater Bay Area Using a Fan-Sector Method	Dong Xia, Nuiwen Nie, Lei Sun, Jing Wang, Kim-Chiu Chow, Kwing-Lam Chan, Donghai Wang	International Journal of Environmental Research and Public Health, 2022, DOI: 10.3390/ijerph19063194	-
論文	Improvement in the Estimation of Daily Net Surface Radiation in China	Mingzhong Xiao and Dongdong Kong	J. Irrigation & Drain Eng, 2021, 14(3): 04021002	Downloaded 170 times
論文	Change in the Occurrence Frequency of Landfalling and Non-Landfalling Tropical Cyclones over the Northwest Pacific	Mingzhong Xiao	J. Climate. 2021, DOI: 10.1175/JCLI-D-20-0647.1	1 citation
論文	Source of Evaporation for the Seasonal Precipitation in the Pearl River Delta, China	Mingzhong Xiao and Yuanzheng Cui	Water Resources Research 2021, doi:10.1029/2020WR-28564	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Large-scale Vortices in Rapidly Rotating Rayleigh-Benard Convection at Small Prandtl number	Tao Cai	Astrophysical Journal, 2021, DOI: 10.3847/1538-4357/ac2c68	1 citation
論文	Upward Overshooting in Turbulent Compressible Convection. III. Calibrate Parameters for One-dimensional Reynolds Stress Model	Tao Cai	Astrophysical Journal 2020, DOI: 10.3847/1538-4357/ab7203	1 citation
論文	Upward Overshooting in Turbulent Compressible Convection. II. Simulations at Large Relative Stability Parameters	Tao Cai	Astrophysical Journal, 2020, DOI: 10.3847/1538-4357/ab711c	3 citations
論文	Deep, Closely Packed, Long-lived Cyclones on Jupiter's poles	Tao Cai, Kwing L. Chan, and Hans G. Mayr	The Planetary Science Journal, 2021, Vol. 2, DOI: 10.3847/PSJ/abedbd	4 citations

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

“天鴿”颱風後澳門應急決策體系優化的基礎問題研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0049/2018/AFJ	澳門城市大學	葉桂平	“天鴿”颱風後澳門應急決策體系優化的基礎問題研究

項目摘要

1. 研究背景

本項目針對“天鴿”颱風後澳門應急管理中暴露出的相關體制、機制、法規不健全、跨部門跨地區協調聯動不通暢、預防與應急準備不充分、專業人才隊伍裝備相對薄弱等諸多問題，研究澳門應急決策體系優化的基礎科學問題，為澳門颱風災害等突發事件應急管理優化提供切實可行的科學基礎和參考，並提出構建下一代符合澳門特情的應急管理體系的設想。

2. 研究目標

項目組從符合澳門特情的颱風等突發事件應急管理颱風預防與應急過程的綜合信息集成與分析方法、颱風災害影響下綜合風險管理和韌性澳門、颱風災害跨部門協同決策理論與方法、考慮澳門行政架構的應急管理平台體系五個方面開展研究，研究所提出的一套基於澳門行政架構的應急管理決策體系結構，能夠為建立澳門突發事件決策信息平台提供參考，同時有助確立澳門應急決策相應機構及其科學運行機制，並提供相應的政策、技術和資源等保障，進而便於制定各相關實體應急管理的具體實施方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

完成澳門應急管理制度、風險感知與協同機制、決策協調機制、溝通協調機制總結研究。
完成澳門應急管理迭代更新長效機制研究。
完成澳門應急管理的決策體系結構設計。
與各團隊共同準備項目總結與結題工作。

4. 研究成果與應用

符合澳門特情的颱風等突發事件應急管理機制。
澳門特區建設安全韌性城市的路徑選擇以及建設策略。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Factors Impacting Risk Perception under Typhoon Disaster in Macao SAR, China	Yajing Shen, Shiyan Lou, Xiujuan Zhao, Kuai Peng Ip, Hui Xu, Jingwen Zhang	International Journal of Environment Research and Public Health. 17(20). 7357, 2020-10-02	4
期刊論文	A Three-Stage Hierarchical Model for An Earthquake Shelter Location-Allocation Problem: Case Study of Chaoyang District, Beijing, China	Xiujuan Zhao, Jianguo Chen, Wei Xu, Shiyan Lou, Peng Du, Hongyong Yuan, Kuai Peng Ip	Sustainability. 11(17). 4561, 2019	3
期刊論文	A comparative study of death metaphors in Han and Tibetan ethnic groups	Yu He , Fang Yin, Yiqing He, Heyong Shen , Kuaipeng Ip & Jiawei Zhang	Death Studies.1-10, 2020-11	2
期刊論文	澳門特區應對“天鵝”颱風災害的協同治理機制研究	葉桂平、王心、申麗霞	中國社會公共安全研究報告，（14），第 143-151 頁，2019 年。	0
期刊論文	“善治”視角下澳門公民參與公共危機治理的機制研究——基於“天鵝”颱風災害的思考	王心、申麗霞	當代港澳研究，（3），2019 年。	0
會議論文	新冠肺炎疫情防控下澳門特區城市治理	葉桂平、孟靜文	中國，上海。特邀報告，第十屆中國社會公共安全論壇暨“高品質新發展背景下總體國家安全觀與公共安全體系建設”學術研討會，2021 年。	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	澳門特區建設安全韌性城市路徑研究	葉桂平、孟靜文	中國，湖南。 特邀報告，第六屆中國城市治理與學科發展研討會，2020 年。	-
會議論文	澳門特別行政區完善和應對突發事件管理體系研究，華東政法大學，上海，2020 年	葉桂平、黎桉君	中國，上海。 特邀報告，第九屆中國社會公共安全論壇暨“建設新時代社會公共安全制度體系”學術研討會，2020 年。	-
會議論文	澳門特區應對“天鴿”颱風災害的協同治理機制研究	葉桂平、王心、申麗霞	中國，上海。 特邀報告，第八屆中國社會公共安全論壇暨“新時代公共安全體系與治理能力建設”學術研討會，2019 年。	-
會議論文	澳門特區政府颱風應急管理體制與實踐的探索——以“天鴿”颱風為例	葉桂平、王心、劉心宇	中國，廣州。 特邀報告，首屆公共安全與全球治理國際研討會，暨南大學，2019 年。	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	7	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

技術成果名稱	應急指揮應用系統
成果特點	面向澳門新一代應急管理系統，具有資源數據管理子系統、突發事件接報子系統、應急事件處置子系統、預警發佈子系統、一張圖決策輔助子系統等功能。系統採用先進的公共安全科技和信息化技術，建設公共安全網路，可對澳門公共安全事件進行綜合感知、處理和決策，並通過建立和健全統一指揮、功能齊全、反應靈敏、運轉高效的管理體系和應急機制，預防和應對各類公共安全突發事件，減少突發事件造成的損失。
技術成熟度	該系統所涉及的各項技術均已成熟。其中，資源數據管理子系統可實現資源信息的收集、存儲與展示；突發事件接報子系統可支持接入各部門通過 Web 端報送的信息、治安和消防局發送到中轉資料庫的信息、公眾通過電話報警的信息，同時提供接報信息快速處理功能；應急事件處置子系統可支援應急事件的創建、管理及處置輔助，為突發事件的處置提供基礎信息；預警發布子系統可實現預警信息的生成，包括預警信息待辦提醒、預警信息錄入、敏感詞過濾、預警信息編輯與狀態記錄、預警事件發布類型管理等；一張圖決策輔助子系統可提供通用 GIS 功能，其他子系統可根據業務需要來調用相應的界面服務，子系統主要功能包括基礎 GIS 功能、地圖示繪、視頻監控、專題製圖、查詢分析等。
應用範圍	系統主要應用於澳門預防和應對社會公共安全以及重大危機事件。
投產條件和預期經濟效益	應急管理系統屬於高科技信息化產品，內含多源數據模型數據庫、大數據技術運算引擎、信息集成與分析框架、應急決策模型等，投產條件成熟，具有良好的社會效益和經濟效益。
合作方式	合作開發

聯系地址	清華大學劉卿樓 1003 房間；澳門徐日昇寅公馬路澳門城市大學 A208		
聯系人	陳建國；葉桂平	電話	(+8610) 6279 2881 (853) 8590 2828
網址	http://www.tsinghua.edu.cn https://cityu.edu.mo/zh/	傳真	(+8610) 6279 2863

毫米波採樣超高速數模轉換器晶片關鍵技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0003/2019/AFJ	澳門大學	諸嫣	毫米波採樣超高速數模轉換器晶片關鍵技術研究

項目摘要

1. 研究背景

超高速模數轉換器（ADC）晶片是光通信、毫米波成像、認知雷達、儀器測量等系統的核心關鍵器件，同時也是歐美《瓦爾森協議》的核心禁運積體電路晶片。其技術及產品供應長期被國外廠家把持，並且對我國實施嚴格的出口限制，大大威脅到國家資訊基礎及安全。當前，高速光傳輸系統已經由類比時代邁入數位時代，而下一代光傳輸系統對 ADC 的技術要求也不斷提高。相干光通信可以減少長距離傳輸的光纖架設成本，因此在長距離傳輸網上成為主要應用技術。在同樣的傳輸鏈路配置下，同等串列傳輸速率的 16QAM 的 OSNR 需求比 QPSK 要高 6dB，32QAM 則要更高，傳輸距離大大受限。為了進一步減少濾波效應對光信號的影響，調製及電信號處理要求在 400G 光通信系統中採用超高速和中等精度的 ADC。在下一代光通信系統中，應用超高速 ADC 晶片可實現更高速率、更靈活、更低功耗的技術要求。通過研究超高速 ADC 晶片，對促進下一代高速光傳輸系統的發展有重大意義，同時對於樹立國家技術實力品牌，搶佔科技高地也具有重要的戰略意義。本課題針對下一代光傳輸系統，基於標準 CMOS 工藝，建立超高速低功耗 ADC 系統架構、多通道誤差建模及校準等關鍵技術、子通道 ADC、超高頻集成化時鐘模組、超高速類比前端採樣電路，並結合 SRAM 等高速集成化測試方法，研製並完成毫米波採樣 8-10 位元、>16GS/s ADC 晶片，建立針對超高速 ADC 晶片測試驗證環境，完成超高速 ADC 的系統測試、理論驗證及關鍵技術突破。

2. 研究目標

此應用需求的 ADC 的設計要求如下：

	Target Spec.
Technology	28nm
Speed	16GS/s
Resolution	7bit
Power	<100 mW
FoM	<500fJ

3. 簡介研究工作的主要進展

由於項目設計難度高，在第一年對現有發表的研究成果進行了一系列分析調研，結合我們現有的設計經驗，於 2020 年順利進行了第一次設計流片驗證。設計功耗很低，但速率和精度上還未達標。

但第一次的設計中我們驗證了幾個創新點，包括流水線 ADC 的放大和轉換並行設計，為後期的實現研究目標打下基礎。該創新的研究成果成功在固態電路最頂尖的會議 ISSCC 和期刊 JSSC 上發表。可見學術界對此項設計發明的認可度極高。

第二階段，基於之前研發設計成果，我們採用同樣的工藝，對第一個設計做了改進，目標是提高精度和頻寬，該項目在 2021 年成功測試，項目中我們提出了創新的 ADC 的構架，包括轉換器和時間交織技術等，來實現極高轉換速率的目標。此設計精度達到目標，但速度還未達到設計的目標。此研究成果在晶片奧林匹克 ISSCC 和期刊 JSSC 上發表。

第三階段，基於之前設計經驗的累積和設計中遇到問題的總結從而提高設計指標，我們於 2021 年流片並在 2022 年成功測試了第三顆晶片，該設計所達到的設計指標遠超預計的設計目標。在此設計中我們提出了時鐘抖動校準的創新點，是實現此設計優於其他同類設計的關鍵技術，同時採用時間交織技術進一步提升工作的速度。目前相關的論文正在準備中預計將在 2023 年陸續發表。

	第一階段 2020.6	第二階段 2021.3	第三階段 2022.1
Technology	28nm	28nm	28nm
Speed	3.3GS/s	10GS/s	20GS/s
Resolution	6bit	8bit	8bit
Power	<40mW	<55mW	<70mW
FoM	<100fJ	<120fJ	<200fJ

4. 研究成果與應用

該專案設計目標主要的應用場景為光通信系統。列如 DWDM 系統主要是 40G 系統，100G DWDM 系統相關標準已經制定完成，並且已經逐漸成為市場的主流選擇。隨著相干接收技術的引入，高速光傳輸向更高速率、更大容量方向發展。因此下一代的光傳輸速率會升級到 400G，以及未來的 1T。並且隨著可變 WSS 技術的發展，未來的光網路會演進到 Flex 網路。400G 光傳輸系統對 16QAM 編碼信號的採樣 ENOB 的最佳需求為 6bit 以上，低於該值將會導致採樣過程出現失真，影響系統傳輸性能。考慮到現有技術，此專案設計目標為採樣量化位元寬應該至少為 8bit, >16GS/s 的高速 ADC 應用於下一代 400G 光通信。

研究成果包括，新 ADC 構架、採樣前端設計、偏置校正演算法、高速邏輯電路設計、時鐘偏斜校準、放大轉換並行工作、時間域轉換器等。通過該專案的執行，相應的研究成果得以在一流的學術會議 / 期刊上發表，包括 SCI 期刊 6 篇，其中包括兩篇發表於該領域排名第一的期刊 JSSC；3 篇會議論文，有一篇在晶片奧林匹克 ISSCC 上發表。通過專案的研發培養優秀的人才，有三名博士、兩名碩士通過參與該項目發表了相應的論文，從而達到了畢業的條件。研究內容符合業界的實際需求且解決實際應用中的瓶頸問題，提高將來研究成果向產業轉移的可能性。

5. 進一步工作

雖然已經有 8 篇期刊或會議論文得以發表，後期還將有 1-2 篇相關論文待發表。考慮到將來產業化的可能性，周邊電路的設計配合尤為關鍵。如果將來可以結合周邊電路的集成設計，產業化的可能性極大。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
IEEE Journal of Solid-State Circuits	A Temperature-Stabilized Single-Channel 1-GS/s 60-dB SNDR SAR-Assisted Pipelined ADC With Dynamic Gm-R-Based Amplifier	Wenning Jiang	本論文提出了一種溫度穩定的單通道 12 位三級 SAR ADC 流水線級聯結構，該結構實現了 1GS/s，60dB 的 SNDR。該 ADC 級聯的三級 SAR ADC 分別為 4 位 -4 位 -6 位。其中採用了一個高線性度的跨導 - 電阻型餘差放大器，來提高效率和減少增益在不同溫度下的偏差。通過一個溫度補償電路補償溫度變化。	In IEEE: 6 In Google: 21
IEEE International Solid-State Circuits Conference	A 4× Interleaved 10GS/s 8b Time-Domain ADC with 16× Interpolation-Based Inter-Stage Gain Achieving >37.5dB SNDR at 18GHz Input	Minglei Zhang	本論文提出了基於內插的 16× 級間增益四通道八位 10GS/s 此設計整體 ADC 架構，採用了四通道時間交織的結構。每一個通道由兩級組成，16× 級間增益的實現方式為時間內插結構。輸入電容小，VTC 類似於單位增益緩衝器，可以得到穩定的精度。電壓，溫度，工藝穩定。	In IEEE: 1 In Google: 12

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
IEEE International Solid- State Circuits Conference	An 8-Bit 10-GS/s 16× Interpolation-Based Time-Domain ADC With <1.5-ps Uncalibrated Quantization Steps	Minglei Zhang	本論文提出了基於輸入相關後台偏斜校準的八通道八位 10GS/s ADC，此設計採用了八通道時間交織的結構。每一個通道由兩級組成，採用後臺時間偏斜校準技術降低不同通道的時間偏斜的問題。可以快速校準，利用輸入相關的特點，在採樣時鐘上直接提取出時間的偏移。	In IEEE: 1 In Google: 2
IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers	A 7-bit 2 GS/s time-interleaved SAR ADC with timing skew calibration based on current integrating sampler	Wenning Jiang	本論文提出了一種兩通道 7b 2GS/s 時間交錯的逐次逼近型模數轉換器。本設計達到很高的輸入帶寬，有效解析度帶寬到達第三個耐奎斯特區域。轉換器前端採用電流積分採樣器，在很低的功耗下實現單位增益緩衝器和抗混疊功能。受益於電流積分採樣的內部採樣相關性，時間交錯的誤差可以在幅度域檢測到，免去了後臺校準需要的參考通道。	In IEEE: 16 In Google: 15
IEEE International Solid- State Circuits Conference	A Single-Channel 5.5mW 3.3GS/s 6b Fully Dynamic Pipelined ADC with Post-Amplification Residue Generation	Zihao Zheng	本設計提出了單通道六位元 3.3GS/s 低功耗動態流水線式模數轉換器，此設計整體 ADC 構架採用了六級流水線構架，顯著提升了工作的速度。提出高線性度動態放大器結構，餘量放大後處理技術使得電路的轉換和放大過程並行的進行，簡化關鍵路徑過程，電路在低功耗下工作。	In IEEE: 4 In Google: 12

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
IEEE Journal of Solid-State Circuits	A 3.3-GS/s 6-b Fully Dynamic Pipelined ADC With Linearized Dynamic Amplifier	Zihao Zheng	本設計提出了單通道六位元 3.3GS/s 低功耗動態流水線式模數轉換器，此設計整體 ADC 構架採用了六級流水線構架，顯著提升了工作的速度。提出高線性度動態放大器結構，餘量放大後處理技術使得電路的轉換和放大過程並行的進行，簡化關鍵路徑過程，電路在低功耗下工作。	In IEEE: 0 In Google: 0
IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers	A Single-Opamp Third Order CT Modulator With SAB-ELD-Merged Integrator and Three-Stage Hybrid Compensation Opamp	Kai Xing	本文介紹了一種由 ELD-SAB-Merged 啟用的寬帶和高能效單環三階 CTSDM 積分器和一個三級運算放大器。只使用一個運算放大器來完成 SAB 中的 ELD 補償結構體。在採用 PSQ 技術和一階 NSSAR 的同時，28nm 原型實現了 74.4dB SNDR 50MHz BW，消耗 10.4mW，171.2dB FoMS。	In IEEE: 3 In Google: 3
IEEE Journal of Solid-State Circuits	A 20 MHz Bandwidth 79 dB SNDR SAR-Assisted Noise-Shaping Pipeline ADC With Gain and Offset Calibrations	Yanbo Zhang	本論文提出了一種噪聲傳遞函數優化的兩階逐次逼近型模數轉換器噪聲整形的結構，同時應用後太極劍增益校準技術和失調電壓校準技術處理非理想因素。級間放大器同時完成了餘量放大和誤差反饋噪聲整形的任務。採用小模數轉換器和部份時間交織的技術，顯著提升工作的速度。第二級兩組轉換器工作一個比較器，消除它們之間的失配問題。	In IEEE: 1 In Google: 2

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	11	8	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	1. 基於高線性度動態放大器和餘量放大後處理實現高速流水線工作 2. 基於內插的 16× 級間增益多通道時間域轉換器技術		
成果特點	對於第一項成果，我們提出了高線性度動態放大器，節省功耗的同時保證了很好的線性度。採用餘量放大器後處理技術，使得流水線模數轉換器的轉換和放大同時進行，顯著提高了運行的速度。 對於第二項成果，我們提出了基於內插的 16× 級間增益多通道時間域轉換器技術，採用小電容和類似緩衝器的 VTC，從而保證了很高的時間分辨率。本結構在工藝，溫度和電壓變化下仍能保證穩定的性能，凸顯結構的穩定性，具有量產的可能。同時提出了多通道時間偏斜校準技術，從採樣時鐘上直接提取出偏斜進行校準。		
技術成熟度	兩項成果都經過了實際的流片和測試，測試結果真實可靠，並且每項成果均隨機挑選了若干顆芯片，其測試結果顯示芯片的性能穩定，表現了很高的可靠性。		
應用範圍	光通信、無線通訊領域、醫療儀器設備、雷達、乙太網。		
投產條件和預期經濟效益	可尋找感興趣的企業投資 預期經濟效益 >2000 萬元		
合作方式	可以企業牽頭，學校輔助開發。		

聯系地址	澳門大學 N21 三樓模擬與混合信號超大規模集成電路國家重點實驗室 4023C 室		
聯系人	諸嫣	電話	(853) 8822 4018
網址	-	傳真	-

毛囊誘導細胞：分子微環境和製備研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0008/2019/AFJ	澳門大學	徐仁和	毛囊誘導細胞： 分子微環境和製備研究

項目摘要

1. 研究背景

皮膚是機體最大的器官，因暴露在體表，易受損傷。人皮膚受到損傷時，損失的皮膚附屬器官如毛囊、皮脂腺、汗腺等不能再生。這不但影響皮膚的外觀，還影響其諸多功能。毛囊是機體最小的器官，由上皮和間充質細胞構成。毛囊再生是實現皮膚附屬結構完整再生的關鍵。同時，由於毛囊再生易於觀察，是研究器官再生的理想模型。毛囊的再生和組織工程需要兩種主要細胞，皮膚上皮幹細胞和毛囊誘導細胞。前者的製備技術已基本解決，而後者來源少、擴增培養困難，成為制約環節。基於該領域最新研究進展和合作雙方大量的前期工作的基礎上，本專案研究（1）毛囊誘導細胞的來源和形成微環境，為改進毛囊誘導細胞分離和培養技術奠定基礎。既往研究發現成年小鼠皮膚損傷後有毛囊再生，新生毛囊中上皮細胞的來源已比較明確，但毛乳頭（DP）細胞的來源尚不清楚。我們認為毛囊再生過程中真皮間充質細胞是 DP 細胞的源頭，並探討其演變過程和關鍵調控分子。（2）從誘導性多能幹細胞（iPSC）分化形成毛囊誘導細胞的方法，建立毛囊誘導細胞的新來源。目前該領域存在的主要問題是：從 iPSC 獲得的毛囊誘導細胞的功能不足。本研究以人 iPSC-DP 細胞為主要研究物件，通過調節 iPSC-DP 細胞中的 BMP、Wnt、Shh 等重要信號通路，或通過 DP 細胞測序分析獲得的新的信號通路，建立高效 DP 製備方法，探討小鼠 DP 發育過程中的關鍵信號通路和增強人 iPSC-DP 細胞的毛囊誘導能力措施。

2. 研究目標

- 1) 探討毛囊再生過程中毛囊誘導細胞的來源與衍變（清華）；
- 2) 調控毛囊誘導細胞形成與功能的關鍵細胞成分（清華）；
- 3) 影響毛囊誘導細胞功能的關鍵微環境分子（清華）；
- 4) 探討小鼠 DP 發育過程中的關鍵信號通路（澳大）；
- 5) 人 iPSC-DP 細胞的分化方法研究（澳大）；
- 6) 增強與維持人 iPSC-DP 細胞的毛囊誘導能力研究（澳大）。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 研發了含有表皮和真皮兩種幹細胞成分的組織工程皮膚，移植到免疫缺陷鼠傷口後能性形成包含毛囊的皮膚，克服了傳統組織工程皮膚毛囊不再生的問題。
- 2) 發現了由表皮幹細胞和真皮幹細胞構建的皮膚類器官，PI3K/Akt 信號通路在該類器官毛囊形成中具有不可或缺的作用。

- 3) 證明了血小板提取物在啟動皮膚乾細胞，促進毛囊再生中的作用。
- 4) 運用多種毛囊幹細胞體內示蹤模型，闡明了不同毛囊幹細胞群對皮脂腺細胞更新的貢獻。
- 5) 通過改進可降解多孔支架材料，克服了間充質幹細胞組織工程真皮移植後支架降解過快等的問題，動物實驗證明該類真皮具有顯著的促進糖尿病傷口癒合的作用。
- 6) 探討人胚幹細胞（hESC）分化的神經脊細胞（NCC）進一步分化為皮膚前體細胞（SKP）的可能性。
- 7) 嘗試人原代 SKP 和 hESC-NCC-SKP 在小鼠誘導毛髮再生的能力。
- 8) 在 hESC 構建了一株 SOX2-tdTomato 報告細胞株，用於篩選 SKP 誘導因數。

4. 研究成果與應用

已授權專利：

- 1) 徐仁和、蔣斌、燕麗：一種常溫條件下保存和運輸幹細胞的方法及其所使用的基質。專利號：CN 107306936B。授權日期：2021/01/06。多家公司有興趣申請授權使用。
- 2) 徐仁和、楊鵬、鄭德錦、朴政友：角膜上皮細胞和角膜支架及其製備方法和應用。專利號：CN 110468094B。授權日期：2021/04/13。多家公司有興趣申請授權使用。
- 3) 徐仁和、王曉燕、蔣斌：一種用於治療皮膚損傷的幹細胞軟膏及其製備方法。專利號：201710366533.5。授權日期：2022/01/05。與愛姆斯坦生物科技公司 and 珠海市人民醫院聯合開展幹細胞球軟膏局部塗抹治療糖尿病足的臨床研究，由 FDCT2021 年重點項目資助。
- 4) Xu, R.-H., Jiang, B., and Yan, L.: Method of differentiating pluripotent stem cells into mesenchymal stem cells under 3D spheroidal culture conditions. US11098281. Date of patent: 24 Aug. 2021. 愛姆斯坦生物科技公司有興趣申請授權使用。

已申請專利：

- 1) Xu, R.-H., Jiang, B., and Li, E.: Device for preparing stem cell spheroids, method for preparing stem cell spheroids and method for preserving stem cells. Pub. No. US 2019/0345440 A1. Pub. Date: 14 Nov. 2019.
- 2) Xu, R.-H., Borkar, R.P., Zheng, D., and Li, E.: Use of mesenchymal stem cells in preparation of formulation for promoting fat transplantation. Pub. No. US 2022/0184133 A1. Pub. Date: 16 Jun. 2022.
- 3) 徐仁和、司維、楊昌坤、嚴亞萍：球體物質在製備靜脈注射計劃中的應用。國別：中國。專利申請號：2022031800434870。澳大編號：UMPT331-2021。發文日期：2022/3/18。PCT 申請號：PCT/CN2022/088276。申請日期：2022/3/17。

5. 進一步工作

- 1) 使用 SOX2-tdTomato 報告 hESC 株，篩選能促進 hESC-NCC-SKP 形成的誘導因數。
- 2) 檢測 hESC-NCC-SKP 在小鼠誘導毛髮再生的能力。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Research article	Preclinical safety evaluation and tracing of human mesenchymal stromal cell spheroids following intravenous injection into cynomolgus monkeys	Yeung, C.K., Yan, Y., Yan, L., Duan, Y., Li, E., Huang, B., Lu, K., Li, K., Zhou, M., Zhang, L., Wu, Y., Luo, K.Q., Ji, W., Xu, R.-H.*, Si, W.* (*corresponding author)	Biomaterials. 289, 121759, 2022	0
Review	Revealing the mystery of persistent smell loss in long COVID patients	Park, J.W., Wang, X., and Xu, R.-H.	Int' J. Biol. Sci. 18(12):4795-4808, 2022	1
Research article	Engineering of human mesenchymal stem cells resistant to multiple natural killer subtypes	Zheng, D., Wang, X., Zhang, Z., Li, E., Yeung, C., Borkar, R., Qin, G., Wu, Y., and Xu, R.-H.	Int' J. Biol. Sci. 18(1):426-440, 2022.	0
Research article	Mesenchymal stem cell aggregation mediated by integrin $\alpha 4$ /VCAM-1 after intrathecal transplantation in MCAO rats	Ran Y, Dong Y, Li Y, Xie J, Zeng S, Liang C, Dai W, Tang W, Wu Y*, Yu S* (*corresponding author)	Stem Cell Res. & Therapy 22;13(1):507, 2022	0
Research article	Three-dimensional cultured mesenchymal stem cells enhance repair of ischemic stroke through inhibition of microglia	Li Y, Dong Y, Ran Y, Zhang Y, Wu B, Xie J, Cao Y, Mo M, Li S, Deng H, Hao W, Yu S, Wu Y	Stem Cell Res. & Therapy 12(1):358, 2021	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
Research article	Engineered skin substitute regenerates the skin with hair follicle formation	Wang, J., Wang, X., Xie, J., Yao, B., Mo, M., Ma, D., Huang, C., Xu, R.- H., Fu, X., Tredget, E.E., and Wu, Y.	Biomedicines 9:400, 2021	2
Research article	Human ESC- derived MSCs enhance fat engraftment by promoting adipocyte reaggregation, secreting CCL2 and mobilizing macrophages	Borkar R.P., Wang X., Zheng D., Miao Z., Zhang Z., Li E., Wu, Y., and Xu R.-H.	Biomaterials. 272:120756, 2021	3
Review	COVID-19: what has been learned and to be learned about the novel coronavirus disease	Yi, Y., Lagniton, P.N.P., Ye, S., Li, E., and Xu, R.-H.	Int' J. Biol. Sci. 16(10):1753-1766, 2020	941
Research article	PI3K/AKT signaling pathway is essential for de novo hair follicle regeneration	Chen, Y., Fan, Z., Wang, X., Xu, R.- H., Wang, X., and Wu, Y.	Stem Cell Res. & Therapy 11(1):144, 2020	32
Research article	Catechol- functionalized elastin-like polypeptides as tissue adhesives	Desai, M.S., Chen, M., Hong, F.H.J., Lee, J.H., Wu, Y., and Lee, S.W.	Biomacromolecules 1 Jun. 2020	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Research article	Platelet sonicates activate hair follicle stem cells and mediate enhanced hair follicle regeneration	Zhu, M., Kong, D., Tian, R., Pang, M., Mo, M., Chen, Y., Yang, G., Liu, C.H., Lei, X., Fang, K., Cheng, B., and Wu, Y.	J. Cell. Mol. Med. 24(2):1786-1794. 2020	5
Patent	一種常溫條件下保存和運輸幹細胞的方法及其所使用的基質	徐仁和、蔣斌、燕麗	專利號：CN 107306936B。授權日期：2021/01/06	-
Patent	角膜上皮細胞和角膜支架及其製備方法和應用	徐仁和、楊鵬、鄭德錦、朴政友	專利號：CN 110468094B。授權日期：2021/04/13	-
Patent	一種用於治療皮膚損傷的幹細胞軟膏及其製備方法	徐仁和、王曉燕、蔣斌	專利號：201710366533.5。授權日期：2022/01/05	-
Patent	Method of differentiating pluripotent stem cells into mesenchymal stem cells under 3D spheroidal culture conditions	Xu, R.-H., Jiang, B., and Yan, L.	Patent #: US11098281. Date of patent: 24 Aug. 2021.	-
Patent	間充質幹細胞的生理功能的檢測方法及其應用	吳耀炯等	中國發明專利，202010805088.X	-
Patent	分離的間充質幹細胞群及應用	吳耀炯等	中國發明專利 ZL202010429374.0	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Patent	Device for preparing stem cell spheroids, method for preparing stem cell spheroids and method for preserving stem cells	Xu, R.-H., Jiang, B., and Li, E.	Pub. No. US 2019/0345440 A1. Pub. Date: 14 Nov. 2019	-
Patent	Use of mesenchymal stem cells in preparation of formulation for promoting fat transplantation	Xu, R.-H., Borkar, R.P., Zheng, D., and Li, E.	Pub. No. US 2022/0184133 A1. Pub. Date: 16 Jun. 2022	-
Patent	球體物質在製備靜脈注射計劃中的應用	徐仁和、司維、楊昌坤、嚴亞萍	專利申請號：2022031800434870。 發文日期：2022/3/18。 PCT申請號：PCT/CN2022/088276。 申請日期：2022/3/17	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

基於視頻時空信息建模的人臉結構化分析

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0010/2019/AFJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	張渡	基於視頻時空信息建模的人臉結構化分析

項目摘要

1. 研究背景

智能視頻人臉結構化分析，是指在視頻流中通過人臉檢測、跟蹤以及人臉屬性分析技術，對視頻中的人臉進行結構化描述（如年齡估計、性別和種族識別、是否戴眼鏡墨鏡等）。最近幾年，視頻人臉結構化分析技術得到越來越多的關注和應用。目前主流的研究工作是基於靜態圖像的人臉結構化分析。由於缺乏時空信息關聯，複雜場景（人臉姿態較大或遮擋情況）下人臉漏檢的情況比較嚴重，同時相鄰幀之間的人臉屬性預測結果偏差較大（如年齡估計差距相差大）。因此，針對當前面臨的諸多挑戰和遇到的瓶頸，擬研究基於視頻人臉結構化分析，通過挖掘時空上下文信息，提升人臉檢測和屬性分析的性能。

2. 研究目標

本項目擬構建一個基於視頻的人臉屬性數據庫，基於爬取到的視頻數據庫，結合人臉識別、人臉跟蹤、人臉屬性識別等自動化技術，輔助人工對視頻進行過濾及屬性標注，主要標注的人臉屬性為：年齡、性別、種族、眼鏡/墨鏡、口罩、鬍子等。其次，在該視頻人臉數據庫的基礎上，本項目擬基於視頻時空信息進行人臉檢測和屬性識別研究，實現魯棒人臉檢測和高精確度的快速的視頻人臉屬性分析兩個研究目標。進而，本項目擬針對視頻中人臉結構化這個主要任務，提出並實現若干可行的提高人臉檢測和屬性分析的深度學習網絡的效率和準確性的方案。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目圍繞視頻時空信息建模的人臉結構化分析關鍵技術問題，在人臉屬性方面，如年齡、性別、種族、人臉防偽等屬性信息分析方面進行關鍵技術攻關。在單模態特徵表示方面，從網絡結構自動搜索、有效視覺特徵學習、長尾分布的魯棒特徵學習進行系統研究，提出了靜-動中心差分網絡、注意力和解耦-重耦合的時空特徵表示、跨批次難樣本挖掘方法，提升視頻結構化分析性能（如屬性識別、年齡估計）；在多模態特徵表示方面，從多模態融合和轉換進行研究，提出了多模態網絡中間層融合策略、自適應模態融合、對抗跨模態轉換方法，極大提升結構化任務性能；在數據庫構建方面，提出了多模態跨種族人臉防偽、高仿人臉防偽數據庫，推動人臉防偽發展。

截至 2020 年 8 月 30 日，依托本項目已發表（含錄用）SCI/EI 論文 10 篇（含合作方聯合署名論文），其中包括：IEEE Trans 和 CCF A 類國際頂級期刊和會議論文 7 篇（IEEE TIP 論文 3 篇，IEEE TIFS 論文 1 篇，和 IJCAI, AACL, CVPR 論文各 1 篇），CCF C 類國際高水平會議論文 2 篇，IEEE TBIOM 2020 年度最佳論文 1 篇。在人才培養方面，培養劉阿建、于曉淵、湯家華、秦海鷗四名博士生，培養周本加、楊瑞坤、梁海倫、鄭皓文、馮梓原、馬輝六名碩士生。

4. 研究成果與應用

研發了一套人臉結構化分析設備原型系統。

5. 進一步工作

將在已有成果基礎上，進一步推進相關技術的產業化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	RVFace: Reliable Vector Guided Softmax Loss for Face Recognition	王曉波（澳門科技大學博士後）， 梁延研	IEEE Transactions on Image Processing	被引 2 次， SCI
期刊論文	Cross-Batch Hard Example Mining With Pseudo Large Batch for ID vs. Spot Face Recognition	周本加（澳門科技大學博士生）， 萬軍	IEEE Transactions on Image Processing	被引 2 次， SCI
期刊論文	Searching Multi-Rate and Multi-Modal Temporal Enhanced Networks for Gesture Recognition	周本加（澳門科技大學博士生）， 萬軍	IEEE Transactions on Image Processing	被引 22 次， SCI
期刊論文	Contrastive Context-Aware Learning for 3D High-Fidelity Mask Face Presentation Attack Detection	劉阿建（澳門科技大學博士生）， 萬軍，梁延研	IEEE Transactions on Information Forensics and Security	被引 12 次， SCI
期刊論文	Casia-surf: A large-scale multi-modal benchmark for face anti-spoofing	劉阿建（澳門科技大學博士生）， 萬軍，梁延研	IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science	被引 62 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Decoupling and Recoupling Spatiotemporal Representation for RGB-D-based Motion Recognition	周本加（澳門科技大學博士生）、萬軍、梁延研、張渡	CVPR 2022	被引 2 次
會議論文	MA-ViT: Modality-Agnostic Vision Transformers for Face Anti-Spoofing	劉阿建（澳門科技大學博士生）、梁延研	IJCAI 2022	-
會議論文	Regional Attention with Architecture-Rebuilt 3DNetwork for RGB-D Gesture Recognition	周本加（澳門科技大學博士生）、萬軍	AAAI 21	被引 8 次
會議論文	Disentangling Facial Pose and Appearance Information for Face Anti-spoofing	劉阿建（澳門科技大學博士生）、萬軍、梁延研	ICPR 2022	-
會議論文	CASIA-SURF CeFA: A Benchmark for Multi-modal Cross-ethnicity Face Anti-spoofing	劉阿建（澳門科技大學博士生）、萬軍	WACV 2021	被引 43 次

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	人臉視頻結構化分析系統
成果特點	針對輸入的視頻流，可以實時檢測人臉位置，並給出其詳細屬性，如年齡、性別、種族，以及活體情況（用於非真人活體欺詐檢測，如面具、照片、視頻等）。人臉屬性識別率和人臉活體檢測成功率均達到國際領先水平，對輸入的 1080P 的高清視頻流計算速度達到 30FPS 以上。
技術成熟度	T7
應用範圍	本項目用於需要高精確性、高安全性的智慧城市安防、旅遊、交通、零售等方面。
投產條件和預期經濟效益	可直接投產
合作方式	技術授權，合作開發

聯系地址	澳門氹仔偉龍馬路澳門科技大學 A206 室		
聯系人	梁延研	電話	(853) 8897 1997
網址	-	傳真	-

決策過程中的腦電網絡機制、預測及干預模型研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0045/2019/AFJ	澳門大學	萬峰	決策過程中的腦電網絡機制、預測及干預模型研究

項目摘要

1. 研究背景

決策是人們為了達到一定目標而設計方法、手段，然後對各種方法和手段做出評價和選擇的過程，在經濟學、人工智能、控制、人機交互等方面具有重要的應用價值。在決策過程中，尤其經濟決策時，人們並沒有完全根據“利益最大化”原則做出最優決策，亦同時受到了來自心理、情緒等因素的影響。對決策過程中涉及的神經機制的研究，有助於發展更高效的具有生物體特徵的人工智能決策、知識判別系統。決策行為不僅涉及到多個腦區，同時也涉及到這些腦區間的信息交流和相應的行為調控功能。利用有效的網絡度量方法對腦電或者功能磁共振成像數據進行處理，如大腦的拓撲結構圖即腦網絡等，可分析決策行為所對應的大腦神經機制，以深入地瞭解決策活動和其中涉及的信息處理，這將有助於開發基於生理機制的新的決策模型。基於新的決策模型，決策行為可進一步被預測，決策模型也可進一步通過對受試者決策行為的干預來驗證。

2. 研究目標

項目的研究目標是應用基於腦電的腦網絡分析方法，構造決策所對應的功能性、大尺度、動態腦網絡，研究決策信息處理不同階段的網絡交互動態，並建立基於單次腦電的動態決策行為預測模型以及干預模型。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目按照申請書中的研究內容和相關年度的研究計劃開展了相應的研究工作，主要進展包括四個方面，即“實驗設計與數據採集”：針對個體決策行為機制的探究，已經完成了最後通牒實驗和賭博實驗數據採集；“理論方法研究”：大尺度網絡及多模信息融合網絡構建的新方法、決策行為預測模型構建等；“決策機制研究”：個體決策行為的動靜態機制研究、不同群體決策行為機制及其差異研究、決策行為中的反饋評估機制、決策干預模型等；及“學術交流與人才培養”。

4. 研究成果與應用

目前為止已經在 IEEE Transactions on Biomedical Engineering, IEEE Transactions on Cybernetics, IEEE Transactions on Neural Systems & Rehabilitation Engineering, Journal of Neural Engineering, International Journal of Neural Systems, Neuroscience Bulletin, Neuroscience 等國際專業權威期刊上發表 SCI 檢索論文 24 篇，培養博士後 1 人，研究生 7 人，其中畢業博士研究生 3 人，本科生 5 人。部分研究成果準備申請專利。

5. 進一步工作

將部分研究結果整理並撰寫論文；已投稿論文等待評審意見，進行相應修改；與合作方一起，總結完善相關工作，探討研究成果申請專利與應用轉化，以及今後可能進一步研究的問題。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 1	Learning curve and dynamic brain network based on phase locking value during short time neurofeedback training	Z Wang, C Wong, W Nan, Q Tang, A Rosa, P Xu, F Wan	IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 14(3): 1282-1295, 2022.	SCI
期刊論文 2	Fusing frequency-domain features and brain connectivity features for cross-subject emotion recognition	C Chen, Z Li, F Wan, L Xu, A Bezerianos, H Wang	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 71, 1-15, 2022.	SCI
期刊論文 3	Adaptive Fourier decomposition for multi-channel signal analysis	Z Wang, C Wong, A Rosa, T Qian, F Wan	IEEE Transactions on Signal Processing, 70(1), 903-918, 2022.	SCI
期刊論文 4	Constructing time-varying directed EEG network by multivariate nonparametric dynamical Granger causality	C Yi, Y Qiu, W Chen, C Chen, Y Wang, P Li, L Yang, X Zhang, L Jiang, D Yao, F Li, P Xu	IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 30, 1412-1421, 2022.	SCI
期刊論文 5	Alpha/Theta ratio neurofeedback training for attention enhancement in normal developing children: A brief report	W Nan, M Wan, Y Jiang, X Shi, F Wan, D Cai	Applied Psychophysiology and Biofeedback, 47(3), 223-229, 2022.	SSCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 6	Stimulus-stimulus transfer based on time-frequency-joint representation in SSVEP-based BCIs	Z Wang, C Wong, A Rosa, T Qian, T-P. Jung, F Wan	IEEE Transactions on Biomedical Engineering, DOI: 10.1109/TBME.2022.3198639, Early Access, 2022.	SCI
期刊論文 7	Lifelong online learning from accumulated knowledge	C Shui, W Wang, I Hedhli, F Wan, B Wang, C Gagne	ACM Transactions on Knowledge Discovery from Data, doi.org/10.1145/3563947, 2022.	SCI
期刊論文 8	Online adaptation boosts SSVEP-based BCIs performance	C Wong, Z Wang, M Nakanishi, B Wang, A Rosa, P Chen, T-P Jung, F Wan	IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 69(6), 2018-2028, 2022.	SCI
期刊論文 9	Altered temporal variability in brain functional connectivity identified by fuzzy entropy underlines schizophrenia deficits	L Jiang, J Wang, J Dai, F Li, B Chen, R He, Y Liao, D Yao, W Dong, P Xu	Journal of Psychiatric Research, 148: 315-324, 2022.	SCI, SSCI
期刊論文 10	The decision strategies of adolescents with different emotional stabilities in the unfair situations	Y Si, L Jiang, C Yi, Q Zhang, C Li, J Yu, P Li, Q Liu, F Wan, F Li, D Yao, P Xu	Neuroscience Bulletin, 37(10), 1481-1486, 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 11	A novel method for constructing EEG large-scale cortical dynamical functional network connectivity (dFNC): WTCS	C Yi, R Yao, L Song, L Jiang, Y Si, P Li, F Li, D Yao, Y Zhang, P Xu	IEEE Transactions on Cybernetics, 52(12), 12869-12881, 2021.	SCI
期刊論文 12	SSVEP-based brain computer interface controlled soft robotic glove for post-stroke hand function rehabilitation	N Guo, X Wang, D Duanmu, X Huang, X Li, Y Fan, H Li, Y Liu, H Yeung, K To, J Gu, F Wan, Y Hu	IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 30, 1737-1744, 2022.	SCI
期刊論文 13	Decision-feedback stages revealed by hidden Markov modelling of EEG	Q Tao, Y Si, F Li, P Li, Y Li, S Zhang, F Wan, D Yao, P Xu	International Journal of Neural Systems, 31(7), 2150031, 2021	SCI
期刊論文 14	Brain network excitatory/ inhibitory imbalance is a biomarker for drug-naïve Rolandic epilepsy: A radiomics strategy	X Dai, H Liu, Y Yang, Y Wang, F Wan	Epilepsia, 62(10), 2426-2438, 2021.	SCI
期刊論文 15	Brain variability in dynamic resting-state networks identified by fuzzy entropy: a scalp EEG study	F Li, Y Li, H Zheng, L Jiang, D Gao, C Li, Y Peng, Z Cao, Y Zhang, D Yao, T Xu, T Yuan, P Xu	Journal of Neural Engineering, 18(4): 046097, 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 16	On the benefits of two dimensional metric learning	B Wang, D Wu, F Zhou, Q Lao, C Wong, C Shui, Y Zhou, F Wan	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, DOI: 10.1109/TKDE.2021.3100353, Early Access, 2021	SCI
期刊論文 17	Identification of the general anesthesia induced loss of consciousness by cross fuzzy entropy-based brain network	F Li, Y Li, H Zheng, L Jiang, D Gao, C Li, Y Peng, Z Cao, Y Zhang, D Yao, T Xu, T Yuan, P Xu	IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 29, 2281-2291, 2021.	SCI
期刊論文 18	Fatigue detection in SSVEP-BCIs based on wavelet entropy of EEG	Y Peng, C Wong, Z Wang, A Rosa, F Wan	IEEE Access, 9, 114905-114913, 2021.	SCI
期刊論文 19	Toward practical driving fatigue detection using three frontal EEG channels: a proof-of-concept study	X Liu, G Li, S Wang, H Wang, A Bezerianos, F Wan, C Li, Y Sun	Physiological Measurement, 42(4), 044003, 2021	SCI
期刊論文 20	The growing from adolescence to adulthood influences the decision strategy to unfair situations	Y Si, F Li, F Li, J Tu, C Yi, Q Tao, X Zhang, C Pei, S Gao, D Yao, P Xu	IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 13(3): 586-592, 2021.	SCI
期刊論文 21	Driving fatigue recognition with functional connectivity based on phase synchronization.	H Wang, X Liu, J Li, T Xu, A Bezerianos, Y Sun, F Wan	IEEE Transactions on Cognitive and Developmental Systems, 13(3), pp. 668-678, 2021.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 22	Altered functional connectivity in children with ADHD revealed by scalp EEG: An ERP study	C Chen, H Yang, Y Du, G Zhai, H Xiong, D Yao, P Xu, J Gong, G Yin, F Li	Neural Plasticity, 6615384, 2021.	SCI
期刊論文 23	Transferring subject-specific knowledge across stimulus frequencies in SSVEP-Based BCIs	C Wong, Z Wang, A Rosa, C Chen, T-P Jung, Y Hu, F Wan	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 18(2), 552-563, 2021	SCI
期刊論文 24	Recognition of general anesthesia-induced loss of consciousness based on the spatial pattern of the brain networks	Y Li, F Li, H Zheng, L Jiang, Y Peng, Y Zhang, D Yao, T Xu, T Yuan, P Xu	Journal of Neural Engineering, 18(3): 056039, 2021.	SCI
期刊論文 25	Common spatial pattern reformulated for regularizations in brain-computer interfaces	B Wang, CM Wong, Z Kang, F Liu, C Shui, F Wan, C Chen	IEEE Transactions on Cybernetics, 51(10), 5008-5020, 2020.	SCI
期刊論文 26	Alpha down-regulation neurofeedback training facilitates implicit motor learning and consolidation	W Nan, L Yang, F Wan, F Zhu, Y Hu	Journal of Neural Engineering, 17(2), 026014, 2020	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 27	Changes of EEG phase synchronization and EOG signals along the use of SSVEP-based BCI	Y Peng, Z Wang, C Wong, W Nan, A Rosa, P Xu, F Wan, Y Hu,	Journal of Neural Engineering, 17(4), 045006, 2020	SCI
期刊論文 28	Individual variation in alpha neurofeedback training efficacy predicts pain modulation	W Peng, Y Zhan, Y Jiang, W Nan, R Kadosh, F Wan	NeuroImage: Clinical, 28, 102454, 2020	SCI
期刊論文 29	Inter- and intra-subject transfer reduces calibration effort for high-speed SSVEP-based BCIs	C Wong, Z Wang, B Wang, K Lao, A Rosa, T-P Jung, C Chen, F Wan	IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 28(10), pp. 2123-2135, 2020.	SCI
期刊論文 30	Predicting individual decision-making responses based on single-trial EEG	Y Si, F Li, K Duan, Q Tao, C Li, Z Cao, Y Zhang, B Biswal, P Li, D Yao, P Xu	NeuroImage, 206, 116333, 2020.	SCI
期刊論文 31	Spatial filtering in SSVEP-based BCIs: Unified framework and new improvements	C Wong, B Wang, Z Wang, K Lao, A Rosa, F Wan	IEEE Transactions on Biomedical Engineering, 67(11), 3057-3072, 2020.	SCI
期刊論文 32	Fatigue evaluation using multi-scale entropy of EEG in SSVEP-based BCI	Y Peng, C Wong, Z Wang, F Wan, M Vai, P Mak, Y Hu, A Rosa	IEEE Access, 7, 108200-108210, 2019.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 33	Learning across multi-stimulus enhances target recognition methods in SSVEP-based BCIs	C Wong, F Wan, B Wang, Z Wang, W Nan, K Lao, P Mak, M Vai, A Rosa	Journal of Neural Engineering, 17, 016026, 2019.	SCI
會議論文 1	Emotion specific network with multi-dimension features in emotion recognition	G Jia, X Liu, H Wang, Y Hu, F Wan	2021 IEEE International Conf. on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, June 18-19, 2021.	EI
會議論文 2	Temporal flexibility of spatial and frequency embedded network predicts individual learning ability variation in neurofeedback training	S Liu, CM Wong, P Xu, Y Hu, F Wan	2021 IEEE International Conf. on Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, June 18-19, 2021.	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	1	5

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

超導和量子磁體的中子及同步輻射研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0051/2019/AFJ	澳門大學	李海峰	超導和量子磁體的中子及同步輻射研究

項目摘要

1. 研究背景

超導和量子磁性材料均屬於所謂強關聯電子體系，即電子和電子之間的關聯強度較大，導致電荷、自旋、軌道等自由度強烈耦合，從而產生出脫離費米液體和對稱性自發破缺範疇的性質。以高溫超導體為代表的非常規超導體與磁性有著非常密切的關係，其超導電性往往出現在反鐵磁不穩定的區域，並伴隨著諸如電荷自旋分離、能隙、條紋相、向列相、電荷密度波等複雜的量子現象。而對高溫超導體的深入研究也是人們意識到，可能存在著以量子自旋液體為代表的量子磁體，其自旋之間的關聯量子效應使其出現如分數自旋子激發、多磁子效應等奇異的性質。對量子磁體的深入研究也反過來將對我們理解非常規超導電性提供更多的幫助。

在超導和量子磁體研究中，中子散射都是一種重要而不可替代的手段。中子不帶電，具有 $1/2$ 自旋，可以和固體中未配對的電子發生磁偶極相互作用，是研究材料磁性的重要手段。具體地，它能夠幫助我們確定材料中的磁結構，磁激發，並通過研究自旋自由度與其它電子態的關聯而深入瞭解體系的微觀相互作用和基態。目前，中國已經建好了位於北京市的中國先進研究堆和位於四川省綿陽市的中物院研究堆，以及於 2018 年初驗收的位於廣東省東莞市的中國散裂源。這使得我們將在接下來的 5-10 年內迎來在中國進行中子散射研究的黃金時期。尤其是，圍繞中國散裂源，東莞市政府正在規劃廣東省材料實驗室和在不遠的將來建設繆子源及同步輻射等實驗室，形成以其為中心的輻射港珠澳大灣區乃至整個亞洲的材料研究中心。由於其特殊的地理位置，澳門也會抓住這一機遇，在材料研究領域獲得更大的提升。

2. 研究目標

1) 尋找鐵基超導體中子自旋共振峰的普適性質，探討軌道的影響。

首先，我們將繼續在各類鐵基超導體中測量中子自旋共振峰，探索其普適性。其次，我們將研究軌道對中子自旋共振峰的影響。鐵基超導體與銅基超導體一個顯著不同是，後者可以處理為一個單帶系統，而前者則是多帶的，因此也受到多個軌道的影響。在之前的一些研究中，中子自旋共振峰呈現出空間上的各向異性，可以通過自旋與軌道之間的相互作用來解釋。鐵基超導體中子自旋共振峰的普適性質是什麼？軌道自由度是如何與自旋自由度耦合，從而對中子自旋共振峰產生影響的？

2) 探索新型的 Kitaev 型量子自旋液體；研究二維隨機自旋單態。

隨機自旋單態是在一維體系中提出的一種模型，其實驗上主要表現為不存在磁有序，且比熱上存在著在磁場下的標度行為。最近，有理論提出，在二維體系中同樣可能存在這種量子態，從而可以較好地解釋很多量子自旋液體候選材料的低溫比熱、磁化率和自旋激發譜等行為。

因此，這些材料中的基態到底是量子自旋液體還是隨機自旋單態存在著較大的爭議。我們將生長出一系列新型稀土 kagome 和三角結構的材料，通過控制非磁稀土元素 La 的材料來調節體系的無序狀態。通過詳細的測量磁化率、比熱和非彈性中子散射，我們有望給出體系的基態隨無序變化的定量資訊，與相關理論進行比較，確認在二維情況下是否存在著隨機自旋單態，為進一步研究量子阻挫問題提供幫助。

3. 簡介研究工作的主要進展

在本項目中，利用極化中子測量了更多的中子自旋共振峰，探索了不同體系中軌道的影響，從而深入理解超導態中的自旋軌道耦合。實驗上發現其性質具有很強的二維特性，那麼這一特性對於自旋共振峰的影響，以及自旋軌道耦合的作用在該體系中可能非常重要。

通過詳細的測量磁化率、比熱和非彈性中子散射，我們給出體系的基態隨無序變化的定量資訊，與相關理論進行比較，確認在二維情況下是否存在著隨機自旋單態，為進一步研究量子阻挫問題提供幫助。

4. 研究成果與應用

2020-2022 年期間，獲得了 7 項授權的中國專利（2 項發明，5 項實用新型）。

圍繞一個主題“晶體生長”，涉及新材料的創新合成方法、加工工藝和關鍵設備，為科研及應用型單晶形態功能材料的製備、器件開發奠定了基礎。

單晶材料以其優異的聲、光、電、磁等功能，成為了一種應用日益廣泛的新材料。高性能單晶材料的研發突破大大促進了現代工業發展，在高新技術產業和科學研究等諸多領域具有不可替代的作用。

目前主要的工業單晶生長方法如助熔劑法、提拉法、熔解浮區法等存在很多問題：

- 1) 單晶體鉻化合物很難生長。尋找一種能夠製備出高品質鉻化合物單晶的方法，對新一代記憶體件的發展，具有重要的科學意義和潛在的工業應用價值。
- 2) 提拉法晶體生長過程容易受多方面因素干擾，如熔體的液流作用、傳動裝置的振動以及高溫下的副反應等。
- 3) 助熔劑法有一大缺點是生長晶體的尺度一般較小，大大限制了其在工業及科研上的應用。
- 4) 熔解浮區法所生長的單晶存在開裂現象。
- 5) 枝晶的生長使得電池存在極大的安全隱患。目前的研究條件很難改變促進枝晶生長的電場條件。

我們的技術發明，很好的解決了上述長期存在的問題。

專利一：釐米級鉻氧化物單晶及其製備方法和記憶體件（授權公開號：CN110904497B）

專利二：一種單晶生長爐（授權公開號：CN211522370U）

專利三：輔助單晶生長的搖擺裝置及大尺度單晶生長搖擺爐系統（授權公開號：CN211872141U）

專利四：原位退火裝置及單晶生長設備（授權公開號：CN212476954U）

專利五：研究枝晶生長的反應釜（授權公開號：CN212483788U）

5. 進一步工作

我們生長了世界上克級別的新的單晶體。該專案中我們研究了幾個具有代表性的 2 個系統。把所有單晶系統的表徵及中子散射研究全部完成是我們進一步要完成的工作。

受益於該專案所購買的設備，也會源源不斷地產出樣品，用來做科研和培養博士生。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 1	A comprehensive review on the ferroelectric orthochromates: Synthesis, property, and application	Yinghao Zhu, Kaitong Sun, Si Wu, Pengfei Zhou, Ying Fu, Junchao Xia, Hai-Feng Li	Coordination Chemistry Reviews, accepted, September 2022	SCI/SCIE
期刊論文 2	Structural evolution of single-crystal RECrO ₃ (RE= Y, Eu–Lu) orthochromates	Yinghao Zhu, Pengfei Zhou, Kaitong Sun, Hai-Feng Li	Journal of Solid State Chemistry, vol. 313, pp. 123298-8, May 2022	SCI/SCIE
期刊論文 3	Temperature-dependent structure and magnetization of YCrO ₃ compound	Qian Zhao, Ying-Hao Zhu, Si Wu, Jun-Chao Xia, Peng-Fei Zhou, Kai-Tong Sun, Hai-Feng Li	Chinese Physics B, vol. 31, no. 4, pp. 046101-7, September 2021	SCI/SCIE
期刊論文 4	Temperature-dependent structure of an intermetallic ErPd ₂ Si ₂ single crystal: a combined synchrotron and in-house X-ray diffraction study	Kaitong Sun, Yinghao Zhu, Si Wu, Junchao Xia, Pengfei Zhou, Qian Zhao, Chongde Cao, Hai-Feng Li	Powder Diffraction, vol. 37, no. 2, pp. 91-97, June 2022	SCI/SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 5	Crystal growth engineering and origin of the weak ferromagnetism in antiferromagnetic matrix of orthochromates from t-e orbital hybridization	Yinghao Zhu, Junchao Xia, Si Wu, Kaitong Sun, Yuewen Yang, Yanling Zhao, Hei Wun Kan, Yang Zhang, Ling Wang, Hui Wang, Jinghong Fang, Chaoyue Wang, Tong Wu, Yun Shi, Jianding Yu, Ruiqin Zhang, Hai-Feng Li	iScience, vol. 25, pp. 104111-23, April 2022	SCI/SCIE
期刊論文 6	Insights into the structural symmetry of YCrO ₃ from synchrotron X-ray diffraction	Qian Zhao, Kaitong Sun, Yinghao Zhu, Zirui Zhao and Hai-Feng Li	Journal of Applied Crystallography, accepted, September 2022	SCI/SCIE
期刊論文 7	Dzyaloshinskii-Moriya anisotropy effect on field-induced magnon condensation in the kagome antiferromagnet α -Cu ₃ 2.6Mg _{0.74} (OH) ₆ Br ₂	Ying Fu, Jian Chen, Jieming Sheng, Han Ge, Lianglong Huang, Cai Liu, Zhenxing Wang, Zhongwen Ouyang, Xiaobin Chen, Dapeng Yu, Shanmin Wang, Liusuo Wu, Hai-Feng Li, Le Wang, Jia-Wei Mei	Physical Review B, vol. 104, no. 24, pp. 245107-7, December 2021	SCI/SCIE
期刊論文 8	LnCu ₃ (OH) ₆ Cl ₃ (Ln= Gd, Tb, Dy): Heavy lanthanides on spin-1/2 kagome magnets	Ying Fu, Lianglong Huang, Xuefeng Zhou, Jian Chen, Xinyuan Zhang, Pengyun Chen, Shanmin Wang, Cai Liu, Dapeng Yu, Hai-Feng Li, Le Wang, Jia-Wei Mei	Chinese Physics B, vol. 30, no. 10, pp. 100601-7, August 2021	SCI/SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 9	Nano-silica doped composite polymer chitosan/poly (ethylene oxide)-based electrolyte with high electrochemical stability suitable for quasi solid-state lithium metal batteries	Shun Ai, Sayantan Mazumdar, Haifeng Li, Yongge Cao, Tao Li	Journal of Electroanalytical Chemistry, vol. 895, pp. 115464-7, June 2021	SCI/SCIE
期刊論文 10	Disorder-induced spin-liquid-like behavior in kagome-lattice compounds	Zhen Ma, Zhao-Yang Dong, Si Wu, Yinghao Zhu, Song Bao, Zhengwei Cai, Wei Wang, Yanyan Shangguan, Jinghui Wang, Kejing Ran, Dehong Yu, Guochu Deng, Richard A Mole, Hai-Feng Li, Shun-Li Yu, Jian-Xin Li, Jinsheng Wen	Physical Review B, vol. 102, no. 22, pp. 224415-11, December 2020	SCI/SCIE
期刊論文 11	Enhanced magnetocaloric effect and magnetic phase diagrams of single-crystal GdCrO ₃	Yinghao Zhu, Qian Zhao, Pengfei Zhou, Tao Li, Junchao Xia, Si Wu, Ying Fu, Kaitong Sun, Zhen Li, Zikang Tang, Yinguo Xiao, Zhenqiang Chen, and Hai-Feng Li	Physical Review B, vol. 102, no. 14, pp. 144426-10, October 2020	SCI/SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文 12	Crystalline and magnetic structures, magnetization, heat capacity, and anisotropic magnetostriction effect in a yttrium-chromium oxide	Yinghao Zhu, Ying Fu, Bao Tu, Tao Li, Jun Miao, Qian Zhao, Si Wu, Junchao Xia, Pengfei Zhou, Ashfia Huq, Wolfgang Schmide, Defang Ouyang, Zikang Tang, Zhubing He, Hai-Feng Li	Physical Review Materials, vol. 4, no. 9, pp. 094409-11, September 2020	SCIE
期刊論文 13	Erratum: High-temperature magnetism and crystallography of a YCrO_3 single crystal	Yinghao Zhu, Si Wu, Bao Tu, Shangjian Jin, Ashfia Huq, Jörg Persson, Haoshi Gao, Defang Ouyang, Zhubing He, Dao-Xin Yao, Zikang Tang, Hai-Feng Li	Physical Review B, vol. 102, no. 1, pp. 019901-1, July 2020	SCI/SCIE
期刊論文 14	Super-necking crystal growth and structural and magnetic properties of SrTb_2O_4 single crystals	Si Wu, Yinghao Zhu, Haoshi Gao, Y. Xiao, Defang Ouyang, Zhen Li, Zhenqiang Chen, Zikang Tang, and Hai-Feng Li	ACS Omega, vol. 5, no. 27, pp. 16584-16594, June 2020	SCI/SCIE
期刊論文 15	Colossal Negative Magnetoresistance Effect in a $\text{La}_{1.37}\text{Sr}_{1.63}\text{Mn}_2\text{O}_7$ Single Crystal Grown by Laser-Diode-Heated Floating-Zone Technique	Si Wu, Yinghao Zhu, Junchao Xia, Pengfei Zhou, Haiyong Ni, Hai-Feng Li	Crystals, vol. 10, no. 6, pp. 547-11, June 2020	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文 16	High-temperature magnetism and crystallography of a YCrO ₃ single crystal	Yinghao Zhu, Si Wu, Bao Tu, Shangjian Jin, Ashfia Huq, Jörg Persson, Haoshi Gao, Defang Ouyang, Zhubing He, Dao-Xin Yao, Zikang Tang, Hai-Feng Li	Physical Review B, vol. 101, no. 1, pp. 014114-14, January 2020	SCI/SCIE
期刊論文 17	Side-Chain Engineering of Donor–Acceptor Conjugated Small Molecules As Dopant-Free Hole-Transport Materials for Efficient Normal Planar Perovskite Solar Cells	Bao Tu, Yang Wang, Wei Chen, Bin Liu, Xiyuan Feng, Yudong Zhu, Kun Yang, Zheng Zhang, Yongqiang Shi, Xugang Guo, Hai-Feng Li, Zikang Tang, Aleksandra B. Djurišić, and Zhubing He	ACS Applied Materials & Interfaces, vol. 11, no. 51, pp. 48556–48563, December 2019	SCI/SCIE/EI
期刊論文 18	Noncollinear magnetic structure and anisotropic magnetoelastic coupling in cobalt pyrovanadate Co ₂ V ₂ O ₇	W. H. Ji, L. Yin, W. M. Zhu, C. M. N. Kumar, C. Li, H.-F. Li, W. T. Jin, S. Nandi, X. Sun, Y. Su, Th. Brückel, Y. Lee, B. N. Harmon, L. Ke, Z. W. Ouyang, and Y. Xiao	Physical Review B, vol. 100, no. 13, pp. 134420-9, October 2019	SCI/SCIE
專著 1	Ground and Applied-Field-Driven Magnetic States of Antiferromagnets	Hai-Feng Li, Zikang Tang	Publisher: Nova Science Publishers, Inc. Publication date: August 2019 Words: 6806	Google Patents

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利 1	一種單晶生長爐	李海峰, 夏俊超, 吳思, 朱英浩, 周鵬飛, 塗保	國別: 中國, 類別: 實用新型, 專利號: CN211522370U, 獲專利時間: Sept. 18, 2020	Google Patents
專利 2	輔助單晶生長的搖擺裝置及大尺度單晶生長搖擺爐系統	李海峰, 夏俊超, 吳思, 朱英浩, 湯子康	國別: 中國, 類別: 實用新型, 專利號: CN211872141U, 獲專利時間: Nov. 06, 2020	Google Patents
專利 3	研究枝晶生長的反應釜	李海峰, 周鵬飛, 朱英浩, 夏俊超, 吳思, 高皓詩	國別: 中國, 類別: 實用新型, 專利號: CN212483788U, 獲專利時間: Feb. 05, 2021	Google Patents
專利 4	原位退火裝置及單晶生長設備	李海峰, 吳思, 夏俊超, 朱英浩, 周鵬飛, 湯子康	國別: 中國, 類別: 實用新型, 專利號: CN212476954U, 獲專利時間: Feb. 05, 2021	Google Patents
專利 5	釐米級鉻氧化物單晶及其製備方法和記憶體件	李海峰, 朱英浩, 吳思, 湯子康	國別: 中國, 類別: 發明, 專利號: CN110904497B, 獲專利時間: June 11, 2021	Google Patents

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利 6	用於固態電解質性能測試的夾持裝置	李海峰, 周鵬飛, 孫楷橦, 趙前, 夏俊超, 吳思, 朱英浩	國別: 中國, 類別: 實用新型, 專利號: CN215066317U, 獲專利時間: Dec. 07, 2021	Google Patents
專利 7	一種 x 射線衍射儀用樣品台、其應用和 x 射線衍射儀	李海峰, 吳思, 朱英浩	國別: 中國, 類別: 發明, 專利號: CN110887856B, 獲專利時間: April 08, 2022	Google Patents

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	0	0

研究結果	樣品	成品	產品
	10	20	-

技術成果名稱	一種晶體生長爐 (A single crystal growth furnace)
成果特點	單晶材料以其優異的聲、光、電、磁等功能性能，已快速發展成為一種應用日益廣泛的新材料。高性能單晶材料的研發突破大大促進了現代工業發展，在高新技術產業和科學研究多應用領域具有不可替代的作用。 本專利的目的性在於設計了一種簡易有效的、便於操作的、可耐高壓、可抽真空的旋轉提拉爐設備，採用本設備實施提拉法生長單晶過程中，可通過增壓設備向爐腔內充入高壓氣氛（壓強 0-10 個大氣壓可調），根據生長材料具體情況設置好控溫加熱程式（溫度在室溫 -1200 攝氏度可調）及提拉旋轉速度程式（旋轉速率：0-200 轉每分鐘；提拉速率：0-150 釐米每小時；提拉高度：0-100 釐米）後按照常規提拉法實施步驟進行單晶生長。
技術成熟度	本專利所涉及的“一種適用於大尺度單晶生長的超高壓 / 真空旋轉提拉爐”採用了雙殼層結構設計，設計爐體內部由多孔保溫磚構成保溫殼層，外部設計有耐高壓不銹鋼殼層，密封採用磁密封技術。在晶體生長過程中可向爐腔內充入高壓惰性氣體如氬氣、一氧化碳、氮氣，氬氣和氫氣的混合氣體等，在高壓氣氛下 (0-10 個大氣壓) 有效抑制熔體揮發，提高晶體生長品質。本專利設計的提拉爐的第二個用途是用於真空狀態下 ($< 10^{-4}$ 帕斯卡) 提拉單晶，用於生長易於空氣或者是空氣中的水蒸氣發生反應的材料，如金屬、合金等化合物的晶體生長。本專利設計的提拉爐的另外一個優點是，在不打開提拉爐腔體的時候兒，我們依然可以不斷地繼續添加反應料，極大的提高了單晶生長的品質和效率。
應用範圍	本專利的優勢在於通過安全、簡單、有效的雙殼層設計，在內部保溫殼層和外部耐高壓不銹鋼殼層的組合作用下，可在晶體生長過程中提供可行的高壓氣氛，從而有效抑制熔體揮發，改善由於熔體揮發導致的晶體生長問題，提高晶體生長的完整性、均勻性，為工業及科研用大尺度單晶生長提高新的思路，具有重要意義。
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：可以直接投產； 預期經濟效益：用於科學儀器設備，解決該領域長期存在的問題，RMB100,000/ 個。
合作方式	技術轉讓和合作開發

技術成果名稱	輔助單晶生長的搖擺裝置及大尺度單晶生長搖擺爐系統 (Swinging apparatus for single crystal growth & a system of swinging furnace for large-scale single crystal growth)
成果特點	採用本專利方法通過助熔劑法生長單晶過程中，只需將配好的原料放入坩堝中，根據材料生長溫度工藝設置好加熱爐體控溫程式，再設置好電機驅動程式通過托盤帶動加熱爐體呈鐘擺式擺動或者沿豎直軸方向旋轉，進行單晶生長。加熱爐體可根據需要更換為馬弗爐、管式爐等各種爐體，托盤擺動幅度益控制在 0- 10° 範圍為宜。本專利的優點在於通過安全、簡單、有效的托盤擺動和旋轉設計，在不改變傳統熔劑法生長單晶爐體及生長流程的情況下，可大幅提高晶體生長尺度及成分均勻性。這一方法大幅改善了傳統助熔劑法生長單晶尺度小和成分不均勻等的缺點，為工業及科研用大尺度單晶生長提供了新的思路，具有重要意義。
技術成熟度	本專利的目的性在於設計了一種有效的、便於操作的，通過搖擺和旋轉加熱爐體促進助熔劑法生長大尺度單晶的方法，具體特點如下： 1) 整體設備支架（三腳架橫樑形），用於支撐吊起爐體； 2) 橫樑，橫樑與三腳支架組合用於吊起爐體，橫樑通過支架頂端軸承穿在支架上，使橫樑可以自由轉動； 3) 軸承，橫樑通過軸承穿在三腳支架上，使橫樑可以自由轉動； 4) 插銷結構，插銷用於切換下方承重方形框架及爐體的搖擺模式，插上插銷下方框架可以隨橫樑由電機驅動而搖擺（0-10 度，具體數值和速度可以精確調節）；拔下插銷後，下方框架可以不由電機驅動而通過手動來使其前後搖擺（0-10 度，具體數值和速度可以精確調節）；這種插銷結構還能夠使得下方的方形框架沿著豎直軸自由旋轉（0-360 度，具體速度可以精確調節）；這種結構的設計，使得下方承重框架可以電動，也可以手動搖擺和旋轉。
應用範圍	本專利的優點在於通過安全、簡單、有效的托盤擺動和旋轉設計，在不改變傳統熔劑法生長單晶爐體及生長流程的情況下，可大幅提高晶體生長尺度及成分均勻性。這一方法大幅改善了傳統助熔劑法生長單晶尺度小和成分不均勻等的缺點，為工業及科研用大尺度單晶生長提供了新的思路，具有重要意義。
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：可以直接投產； 預期經濟效益：用於科學儀器設備，解決該領域長期存在的問題，RMB22,000/ 個。
合作方式	技術轉讓和合作開發

技術成果名稱	研究枝晶生長的反應釜 (An autoclave for studying dendrite growth)
成果特點	本專利可以通過模擬電池中的半電池環境，在金屬極片上生長枝晶。相比於同步輻射成像，本專利的優勢在於可以自由且靈活的控制枝晶生長的條件，尤其是可以通過更換電極，簡易控制電場的形狀，從而觀察電場在枝晶生長過程中的具體影響，這在普通電池的充放電裝置中是難以實現的，對未來高性能電池的研究有重要的意義。
技術成熟度	本專利在反應釜體內部連接兩個可拆裝的平行電極，通過裝配不同大小、形狀的電極和調節電極間的距離，對電場的形狀、強弱進行人為的調控。電極外接釜外的直流電源，通過控制電源電壓的大小和方向，直接調控反應釜內部電場的強弱和方向。研究過程中，在平行電極的負極一側貼上製備好的金屬極片，在下方的容器盛放製備好的電解液，隨後將平行電極浸潤在電解液當中，金屬陽離子在電場促進下在極片表面不均勻沉積，隨後生成枝晶。在實驗過程中，可以通過控制沉積時間、電場強弱、電場形狀、溫度、壓力等變數，自由控制枝晶生長條件，隨後取出金屬極片，即可使用不同表徵手段進行觀察和研究。
應用範圍	本專利可以通過模擬電池中的半電池環境，在金屬極片上生長枝晶。相比於同步輻射成像，本專利的優勢在於可以自由且靈活的控制枝晶生長的條件，尤其是可以通過更換電極，簡易控制電場的形狀，從而觀察電場在枝晶生長過程中的具體影響，這在普通電池的充放電裝置中是難以實現的，對未來高性能電池的研究有重要的意義。
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：可以直接投產； 預期經濟效益：用於科學儀器設備，解決該領域長期存在的問題，RMB100,000/ 個。
合作方式	技術轉讓和合作開發

技術成果名稱	原位退火裝置及單晶生長設備 (In situ annealing equipment for single crystal growth)
成果特點	隨著科學技術的發展和人類社會的進步，單晶形態的材料已經成為一種應用日益廣泛的功能材料，這種形態的材料憑藉著自身優異的性質，無論是在器件製造還是在科學研究上，都有著不可取代的重要地位。該專利的目的性在於設計一種有效、便於操作、適用於熔解浮區爐所生長單晶原位退火的方法，在所生長晶體逐漸下降的過程中，能持續加熱並緩慢降溫，解決由於所生長晶體吸熱差造成的晶體開裂問題，對單晶材料研究領域及新型功能材料的開發意義重大。該裝置，從功能上，無論是對傳統的光學熔解浮區爐，還是對鐳射熔解浮區爐來說，都能有效的降低由於所生長單晶吸熱能力差所導致的熱應力開裂問題；從設計上，安全、簡便，不改變任何原有熔解浮區爐的設計，同時還能滿足生長易揮發單晶的苛刻實驗要求。
技術成熟度	本實用新型專利屬於一種適用於熔解浮區爐所生長單晶原位退火的方法。 該退火裝置用圓筒形電阻絲加熱爐，分成兩個半圓筒部分，兩部分通過可旋轉的卡扣連結，易於操作。該圓筒形加熱爐使用交流單相 220 V 電源加熱，功率為 3-10 千瓦，溫度範圍從室溫到 1200 攝氏度。該圓筒形加熱爐的電阻絲從上往下沿著纏繞的方向，電阻是逐漸減少的，這使得圓筒形加熱爐內部從上往下溫度是從 1200 到 200 攝氏度逐漸減少的。在單晶生長的過程中，把圓筒形加熱爐套在圖一中透明石英圓筒的外面，利用電阻絲加熱，以此來控制整個降溫過程中的溫度梯度，達到加熱爐上端與熔區的溫度梯度相銜接的目的。 這種圓筒形加熱爐置於透明石英圓筒的外面的好處是操作容易、不需要更改熔解浮區爐原有的設計，對任何直徑的透明石英圓筒都可以相應配套且連接簡單、大大降低了製造成本，而且，單晶生長過程中揮發出的材料對圓筒形加熱爐不會造成污染，對於導電材料的單晶生長，也不會造成圓筒形加熱爐的危險，比如電阻絲的短路等。圓筒形加熱爐的長度根據具體熔解浮區爐來定，一般的標準是圓筒形加熱爐的下端通過簡單螺絲固定在熔解浮區爐上，上端在熔區以下 5-10 毫米為宜。
應用範圍	該裝置，從功能上，無論是對傳統的光學熔解浮區爐，還是對鐳射熔解浮區爐來說，都能有效的降低由於所生長單晶吸熱能力差所導致的熱應力開裂問題；從設計上，安全、簡便，不改變任何原有熔解浮區爐的設計，同時還能滿足生長易揮發單晶的苛刻實驗要求。 本實用新型專利可以有效降低在生長吸熱能力差的超導材料、介電、光學和磁性單晶材料以及其它各種氧化物及金屬間化合物的單晶生長過程中開裂的問題。
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：可以直接投產； 預期經濟效益：用於科學儀器設備，解決該領域長期存在的問題，RMB5,000/ 個。
合作方式	技術轉讓和合作開發

技術成果名稱	釐米級鉻氧化物單晶及其製備方法和記憶體件 (A method of centimeter-sized single crystal growth of chromate compounds and related storage device)
成果特點	本發明涉及單晶材料的製備領域，具體而言，涉及一種釐米級鉻氧化物單晶及其製備方法和記憶體件。該製備方法包括：利用等靜壓法對鉻化合物和經過固相燒結形成的含鉻的單相多晶物質的混合物進行造型，再利用鐳射浮區法生長形成釐米級鉻氧化物單晶。通過上述方法能夠製備得到釐米級的單晶，擴大其應用範圍。
技術成熟度	本發明提供了一種釐米級鉻氧化物單晶及其製備方法和記憶體件，通過該製備方法可以製備得到高品質的大尺寸的鉻化合物單晶體，可應用於記憶體件中。本發明是這樣實現的： 本實施例提供一種釐米級鉻氧化物單晶的製備方法，包括：利用等靜壓法對鉻化合物和經過固相燒結形成的含鉻的單相多晶物質的混合物進行造型，再利用鐳射浮區法生長形成釐米級鉻氧化物單晶。 本實施例還提供一種釐米級鉻氧化物單晶，其通過上述釐米級鉻氧化物單晶的製備方法製備得到。 本實施例還提供一種記憶體件，其主要通過上述釐米級鉻氧化物單晶的製備方法製備得到的釐米級鉻氧化物單晶製備得到。
應用範圍	本發明通過利用固相燒結得到單相多晶物質，而後再利用靜水壓成型以及鐳射浮區法使得多晶物質變為單晶，且形成的單晶較大，能夠達到釐米級，而單晶生長到釐米級別方便進行中子散射來研究其晶體結構和磁學性質，大尺寸的單晶便於大規模的刻蝕電路及完成相關器件工藝的批量化生產，會大大降低器件的製作成本。
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：需要高溫鐳射浮區熔解爐；預期經濟效益：（1）用於科學研究，解決該領域長期存在的問題，\$USD500.00/克；（2）用於工業電子器件領域，\$USD1,000.00/克。
合作方式	技術轉讓和合作開發

技術成果名稱	用於固態電解質性能測試的夾持裝置 (A visual ionic conductivity measure system for solid state electrolyte with inert atmosphere protection)
成果特點	一種用於固態電解質性能測試的夾持裝置，涉及實驗儀器領域，包括封閉的殼體、加熱組件和至少一組用於夾持待測電池的夾持組件；殼體至少具有一部分用於觀察殼體內部結構和待測電池狀態的透明殼壁；加熱組件設置於殼體內；每組夾持組件包括穿過殼體，且相對於殼體伸入長度可調的一個上夾持件和一個下夾持件，上夾持件和下夾持件相對設置，殼體與每組夾持組件對應的位置處開設有操作口，夾持裝置還包括設置於操作口處用於關閉操作口的操作口蓋。進行電池性能測試時，將待測樣本置於殼體內並用夾持元件將其夾緊進行測試。該夾持裝置具有較好的密封性，可控制裝置內部氣氛；視覺化設計能避免樣本被壓碎，使用方便，能同時降低研究過程的時間成本和經濟成本。
技術成熟度	為了減少在電池測試過程中不必要的損耗，我們設計了一款可以控制氣氛、溫度、且視覺化的測試夾具。在手套箱內裝配完成後，透明石英（或者是樹脂）腔體內部充滿惰性氣體氣氛（低濕度、低氧含量），在保護氣氛下，可以對所有種類的固態電解質進行電化學測量。由於石英（樹脂）玻璃透明且可以容易的觀察到腔體內部，夾具對固態電解質和電解質兩側金屬極片的壓力效果可以通過目視控制，有效防止電解質片的壓裂、極片過度擠壓導致的短路等現象的發生。
應用範圍	我們設計了一款可以控制氣氛、溫度、且視覺化的測試夾具。在手套箱內裝配完成後，透明石英（或者是樹脂）腔體內部充滿惰性氣體氣氛（低濕度、低氧含量），在保護氣氛下，可以對所有種類的固態電解質進行電化學測量。對未來高性能電池的研究有重要的意義。
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：可以直接投產； 預期經濟效益：用於科學儀器設備，解決該領域長期存在的問題，RMB200,000/ 個。
合作方式	技術轉讓和合作開發

技術成果名稱	一種 X 射線衍射儀用樣品台、其應用和 X 射線衍射儀 (A sample holder for X-ray diffractometer, its application and X-ray diffractometer)		
成果特點	本實用新型屬於粉末 X 射線衍射儀用低背景簡易樣品台設計。本實用新型骨架由 0.2 毫米鐵絲按照 X 射線衍射儀出廠搭配的標準樣品台尺寸搭建而成，在長方形樣品台簡易骨架上面，覆蓋一層聚醯亞胺薄膜，薄膜用膠水粘在骨架上，使得兩者之間無縫粘合。本實用新型由於採用聚醯亞胺 0.05 毫米厚薄膜做 X 射線粉末衍射樣品台。相比較於傳統的玻璃基片來說，整個樣品台的測量背景，大大降低。最重要的是有效地避開了在 20-40 度衍射角範圍內極強的玻璃衍射寬峰。		
技術成熟度	本實用新型屬於粉末 X 射線衍射儀用具有極低背景的簡易樣品台的設計。 大多數 X 射線衍射儀使用的標準樣品台，是由石英玻璃製成的形狀為長方體，在長方體的一側有一垂直於長方體的長方形樣品槽，深約 0.5 mm，對於一般的粉末 XRD 測試來說普遍適用，但是它的缺點在於不適用於測量粉末量少的材料或者是薄膜材料樣品，玻璃基底會產生明顯的干擾峰（20-40 度範圍內）和極強的背景（圖 3 所示：最上面的測量線），導致測量資料的不準確以及難以定量分析。目前市場上有一種單晶矽製備的 X 射線衍射儀用樣品台，它的背景很低且產生的背景峰很少，但是製備工藝非常複雜，價格昂貴（大概 2000 人民幣每個）。本實用新型的目的是設計一個具有極低背景且沒有背景衍射峰，價格便宜，可以取代單晶矽的 X 射線衍射儀用測量樣品台。在長方體的樣品台骨架上覆上乾淨、平滑的聚醯亞胺薄膜（透 X 射線）。測試結果表明，我們製備的 X 射線衍射儀用樣品台的效果優於玻璃基底樣品台裝置，且價格低廉（大概 10 元人民幣每個）。		
應用範圍	本實用新型 X 射線衍射儀用樣品台的優勢主要是能夠實現測量極少量粉末樣品的衍射圖譜，且測量資料準確、噪音低、無干擾尖峰，對納米材料研究領域及新型功能材料的開發意義重大。		
投產條件和預期經濟效益	投產條件是：可以直接投產； 預期經濟效益：用於科學儀器設備，解決該領域長期存在的問題，RMB200/ 個。		
合作方式	技術轉讓和合作開發		

聯系地址	IAPME，澳門大學，中國澳門氹仔，大學大馬路，郵編 999078		
聯系人	李海峰	電話	(853) 6307 5422
網址	-	傳真	(853) 8822 2426

回填海洋土水環境下深埋海底沉管隧道滲流和耐久性能研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0026/2020/AFJ	澳門大學	周萬歡	回填海洋土水環境下深埋海底沉管隧道滲流和耐久性能研究

項目摘要

1. 研究背景

港珠澳海底隧道是世界上里程最長、埋深最深、建設要求最高的海底公路沉管隧道。隧道賦存於化學場、力學場和滲流場耦合作用下的複雜海洋土水環境。在此情況下，沉管結構一旦出現微裂縫會迅速加速氯鹽對其的侵蝕危害，給港珠澳大橋沉管隧道結構的耐久性帶來巨大挑戰。因此，開展受損海底沉管隧道滲流和耐久性能的相關研究，準確評估結構微裂縫對混凝土沉管結構耐久性的影響，對維護沉管隧道服役期正常運行至關重要。

2. 研究目標

- 1) 研究高腐蝕、高滲透、高水壓聯合作用對深埋海底沉管隧道結構的影響，建立化學、力學、地質和水動力環境多場耦合模型；
- 2) 提出海洋水土賦存環境下沉管隧道混凝土結構開裂損傷本構模型，揭示隧道結構在地震、颱風、沉船等極端荷載和不均勻沉降條件下產生微裂隙及其發展機理，建立極端海洋水土環境下隧道結構損傷評估方法；
- 3) 提出海洋水土環境下海底沉管隧道鋼筋混凝土結構氯鹽、硫酸鹽離子物質遷移與侵蝕的理論和物理試驗方法；建立針對多尺度裂隙 - 孔隙雙重不連續介質的多場耦合統一管道網絡模擬方法；
- 4) 提出海底沉管隧道結構耐久性量化指標和判據，為港珠澳海底沉管隧道長期安全運行提供科學依據與評價方法。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 結合地質勘察報告、設計圖紙、現場採樣、回淤監測數據等相關資料，分析計算得到港珠澳大橋沉管隧道所處的地質、海洋及荷載環境。
- 2) 提出了基於物理模型及機器學習預測隧道的沉降與變形量的方法，同時利用貝葉斯方法與瑪律科夫鏈蒙特卡羅方法進行模型選擇，提升物理模型與實際工程的契合程度，從而得到更好的沉降與變形預測。
- 3) 基於沉管隧道的長期沉降預測，結合可靠度理論從沉降角度進行沉管隧道管節的可靠性分析。為港珠澳海底沉管隧道耐久性評估提供理論支撐和科學依據。

4. 研究成果與應用

完成對港珠澳大橋沉管隧道所處地質、海洋及荷載環境的分析，整理得到三維地層分佈模型、海水生物化學物質成分及荷載分佈情況，並作為後續計算與實驗研究的基礎。

已完成整體算法的開發與調試，並使用實測沉降數據驗證了算法的可靠性。

對港珠澳大橋沉管隧道在不同極端情況下的沉降進行了預測，根據預測對隧道的可靠性進行了分析，並據此對未來的維養工作提供了建議。

5. 進一步工作

後續工作考慮將多節點梁模型改進為二維甚至三維的物理模型，並考慮不均勻回淤等情況，進一步提升沉降預測的可靠性與全面性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Enhanced elastic beam model with BADS integrated for settlement assessment of immersed tunnels	Cong Tang, Shu-Yu He, Zheng Guan, Wan-Huan Zhou, Zhen-Yu Yin	Underground Space 12, 79-88, 2023 May.	SCIE
期刊論文	A hybrid physical data informed DNN in axial displacement prediction of immersed tunnel joint	Wei Yan, Yu Yan, Ping Shen, Wan-Huan Zhou	Georisk: Assessment and Management of Risk for Engineered Systems and Geohazards 17 (1), 169-180, 2023 Feb.	SCIE
期刊論文	Settlement-based framework for long-term serviceability assessment of immersed tunnels	Cong Tang, Shu-Yu He, Wan-Huan Zhou	Reliability Engineering & System Safety 228, 108801, 2022 Sep.	SCIE
期刊論文	Analysis of spatiotemporal variations of excess pore water pressure during mechanized tunneling using genetic programming	Su Qin, Tao Xu, Zhi-Liang Cheng, Wan-Huan Zhou	Acta Geotechnica 18, 1721-1738, 2022 Oct.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Multi-perspective analysis on rainfall-induced spatial response of soil suction in a vegetated soil	Zhiliang Cheng, Wanhuan Zhou, and Chen Tian	Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering 14 (4), 1280-1291, 2022 Mar.	SCIE
期刊論文	Pedestrian danger assessment under rainstorm-induced flood disaster for an artificial island	Yan Li, Wan-Huan Zhou, Ping Shen	International Journal of Disaster Risk Reduction 78, 103133, 2022 Jun.	SCIE
期刊論文	Numerical modeling of viscous slurry infiltration in sand	Zhao Lu, Wan-Huan Zhou, Zhen-Yu Yin, Jie Yang	Computers and Geotechnics 146, 104745, 2022 Apr.	SCIE
期刊論文	Predicting Pore-Water Pressure in Front of a TBM Using a Deep Learning Approach	Su Qin, Tao Xu, Wan-Huan Zhou	International Journal of Geomechanics 21 (8), 04021140, 2021 May.	SCIE
期刊論文	Metaheuristic model for the interface shear strength between granular soil and structure considering surface morphology	Wei-Bin Chen, Wan-Huan Zhou, Łukasz Sadowski, Zhen-Yu Yin	Computers and Geotechnics 135, 104141, 2021 Apr.	SCIE

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	7	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

染色體11q13區段擴增介導食道鱗癌對PD-1抗體耐藥的機制研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0038/2020/AFJ	澳門大學	邵寧一	染色體 11q13 區段擴增介導食道鱗癌對 PD-1 抗體耐藥的機制研究

項目摘要

1. 研究背景

食道癌是全球最常見且致死率最高的惡性腫瘤之一，其主要組織學亞型包括食道鱗癌和腺癌兩種，其中食道鱗癌 (Esophageal squamous cell cancer, ESCC) 是中國及其他亞洲地區最主要的病理類型 (>90%) (Bray et al., 2018; Siegel et al., 2019)。晚期 ESCC 以藥物治療 (包括化療、靶向治療和免疫治療等) 為主，但容易發生耐藥 (Miller et al., 2016)。前期臨床研究顯示免疫檢查點抑制劑尤其是 PD-1 抗體在晚期 ESCC 的治療中取得了一定的效果，但依然面臨著有效率低、缺乏聯合治療方案等難題 (Doi et al., 2018)。生物信息學的發展為篩選潛在免疫治療響應人群提供了有力的工具。本合作項目組前期開展了 PD-1 抗體 (特瑞普利單抗) 在多瘤種治療的 I/II 期臨床研究，並前瞻性地收集了患者標本，對接受 PD-1 抗體治療的晚期 ESCC 患者的腫瘤組織進行了全外顯子組和轉錄組測序。通過結合患者治療預後數據，我們分析篩選出了能夠預測晚期 ESCC 患者對 PD-1 抗體療效的分子標誌物：染色體 11q13 區段的擴增，並定位到該區段中的腫瘤關鍵驅動基因：FGF 家族的 FGF3、FGF4 和 FGF19。深入研究和揭示 FGF 基因家族與 11q13 擴增區段其它基因如何調控 ESCC 的腫瘤免疫微環境，明確其影響 PD-1 抗體耐藥的機制，將有助於篩選潛在的對免疫治療響應的患者人群，鑒定新的抗腫瘤免疫協同治療靶點，為免疫檢查點抑制劑的精準治療和聯合治療方案提供理論依據。

2. 研究目標

- 1) 利用多組學技術明確食道鱗癌 (ESCC) 中染色體 11q13 區段擴增與腫瘤免疫微環境的具體關係。
- 2) 探索染色體 11q13 區段中的候選靶基因調控 ESCC 腫瘤免疫微環境的機制。
- 3) 明確靶向候選基因與 PD-1 抗體聯合治療染色體 11q13 區段擴增的 ESCC 的協同作用。

3. 簡介研究工作的主要進展

染色體 11q13 區段擴增對腫瘤免疫微環境的影響，探索染色體 11q13 區段中的候選靶基因調控 ESCC 腫瘤免疫微環境的機制，以及 PD-1 抗體協同治療晚期 ESCC 的臨床研究，都是關於食道鱗癌 (ESCC) 的研究。這些研究都關注腫瘤免疫微環境，並探討如何提高免疫治療的效果。

- 1) 我們通過單細胞轉錄組測序技術分析攜帶有 11q13 擴增患者的 ESCC 單細胞轉錄組，識別 PD-1 免疫治療前後腫瘤細胞克隆群體的變化，並在發生 PD-1 抵抗患者的腫瘤細胞克隆群體中發現新出現的其他免疫逃逸通路。此外，我們還發現，基線耗竭性 T 細胞的富集則有利於

免疫治療。在巨噬細胞中，Macro_CXCL5 和 RGS5 高表達的腫瘤相關成纖維細胞之間有很強的細胞間通訊，膠原生成信號增強，考慮可能由於膠原生成增多，新生異常血管增加，導致藥物遞送異常，引起進一步耐藥。

- 2) 我們還通過自測多組學數據及公共的 TCGA 腫瘤數據庫，篩選表達與擴增相關的基因，通過多名患者免疫治療前後轉錄組定位 11q13 導致免疫治療耐藥的核心基因 ANO1。
- 3) 我們發現在 PD-L1 表達低的晚期 ESCC 患者中，PD-1 抗體加化療優於單獨化療。這些研究為提高免疫治療的效果提供了新的證據。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	利用多組學技術明確食道鱗癌 (ESCC) 中染色體 11q13 區段擴增與腫瘤免疫微環境的具體關係	聯合利用多組學技術明確食道鱗癌 (ESCC) 中染色體 11q13 區段擴增與腫瘤免疫微環境的具體關係。論文正在準備中。	60%
2	探索染色體 11q13 區段中的候選靶基因調控 ESCC 腫瘤免疫微環境的機制	探索染色體 11q13 區段中的候選靶基因調控 ESCC 腫瘤免疫微環境的機制。論文處於修回待重新提交狀態。	80%
3	明確靶向候選基因與 PD-1 抗體聯合治療染色體 11q13 區段擴增的 ESCC 的協同作用	雙方合作在國際權威醫學雜誌發表 ESCC 免疫治療臨床研究成果。Clinical Benefit of First-Line Programmed Death-1 Antibody Plus Chemotherapy in Low Programmed Cell Death Ligand 1-Expressing Esophageal Squamous Cell Carcinoma: A Post Hoc Analysis of JUPITER-06 and Meta-Analysis. Journal of Clinical Oncology. 03/2023.	100%

4. 研究成果與應用

在 SCI 期刊發表了篇高水平研究論文，培養了專長於基因組學、生物信息學和癌症基因組學方面的博士生 3 名。雙方合作在國際權威醫學雜誌發表 ESCC 免疫治療臨床研究成果。Clinical Benefit of First-Line Programmed Death-1 Antibody Plus Chemotherapy in Low Programmed Cell Death Ligand 1-Expressing Esophageal Squamous Cell Carcinoma: A Post Hoc Analysis of JUPITER-06 and Meta-Analysis. Journal of Clinical Oncology. 03/2023.

5. 進一步工作

兩項研究成果尚待發表，其中一項處於修回待重新提交狀態，另外一項在論文手稿準備中。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Clinical Benefit of First-Line Programmed Death-1 Antibody Plus Chemotherapy in Low Programmed Cell Death Ligand 1-Expressing Esophageal Squamous Cell Carcinoma: A Post Hoc Analysis of JUPITER- 06 and Meta-Analysis.	Wu, Hao Xiang,Pan, Yi Qian,He, Ye,Wang, Zi Xian,Guan, Wen Long,Chen, Yan Xing,Yao, Yi Chen,Shao, Ning Yi,Xu, Rui Hua,*Wang, Feng.	研究表明，在高和低 PD-L1 表達亞組中，PD-1 抗體加化療比單獨化療更顯著。	Journal of Clinical Oncology, 41(9), 1735-1746.
論文	Elevated NSD3 histone methylation activity drives squamous cell lung cancer	Yuan, Gang, Flores, Natasha M., Hausmann, Simone, Lofgren, Shane M., Kharchenko, Vladlena, Angulo-Ibanez, Maria, Sengupta, Deepanwita, Lu, Xiaoyin, Czaban, Iwona, Azhibek, Dulat, Vicent, Silvestre, Fischle,Wolfgang, Jaremko, Mariusz, Fang,Bingliang, Wistuba, Ignacio I., Chua, Katrin F., Roth, Jack A., Minna, John D., Shao, Ning-Yi, Jaremko, Łukasz, Mazur, Pawel K., Gozani,Or.	我們將在染色體 11q13 擴增區段尋找腫瘤驅動基因的方法推廣到染色體 8p11-12。	Nature

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Cervical cancer immune infiltration microenvironment identification, construction of immune scores, assisting patient prognosis and immunotherapy	Yao, Shijie, Zhao, Liyang, Chen, Siming, Wang, Hua, Gao, Yang, Shao, Ning-Yi, Dai, Mengyuan, Cai, Hongbing.	-	Frontiers in Immunology
論文	Flattening the Curve after the Initial Outbreak of Coronavirus Disease 2019: A Data-Driven Modeling Analysis for the Omicron Pandemic in China	Sun, Jiaqi, Li, Yusi, Xiao, Lin Fan, Shao, Ning-Yi, Liu, Miao.	-	Vaccines

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

星載紅外成像目標檢測與識別技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0052/2020/AFJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	蔡占川	星載紅外成像目標檢測與 識別技術研究

項目摘要

1. 研究背景

紅外遙感是星載遙感應用中的一個重要手段。具有代表性的是美國國家航空航天局（NASA）和美國地質調查局（USGS）聯合研制的 Landsat 系列地球觀測衛星。2013 年 2 月第四代衛星 Landsat 8 入軌運行，這是 Landsat 系列衛星首次加載熱紅外成像傳感器，其空間分辨率為 30 米。未來計劃於 2023 年發射的 Landsat 9 衛星攜帶的紅外相機主要用於測量地球錶面的熱紅外輻射，對固定植被數量、生物產量和脆弱生態系統邊界的變化進行評估和監測，為農業、水文管理、災害響應、科學研究和國家安全等領域提供服務。此外，“地球靜止環境業務衛星”（GOES）的第三代衛星，加載了覆蓋短波、中波和長波紅外的六個通道的紅外相機，空間分辨率為 1-2 千米，主要提供包括災害性氣象預報、監測森林草原火災和火山爆發、糧食產量環境預報和環境監測等服務。

星載紅外遙感應用中，目標和觀測量是交織在一起的，它們之間存在關聯關係。遙感應用的共同目的是實現影像解譯，即根據應用需求從遙感影像上識別目標，定性、定量地提取出目標的分佈、結構、功能等相關信息。目前的星載紅外遙感圖像解譯的全流程還基本停留在人工判讀階段，隨著遙感器空、時、譜性能的提升，隨之而來的是迅速增長的海量數據，人工判讀已很難滿足諸如突發性災害響應、目標探測等對時效性，可靠性高的業務場景。例如在檢測火災中，目標區域通常只佔整個圖像的一小部分，人工判讀很難有效並可靠地發現起火點目標，因此提高遙感圖像的目標檢測和識別能力，為智能解譯奠定更為豐富的數據基礎是當前極待解決的重大需求。

2. 研究目標

紅外熱成像目標檢測與識別技術研究是現代光電子技術領域的重要組成部分，已在眾多領域得到廣泛應用。本項目的研究目標包括：

- 1) 針對星載遙感探測應用中高分紅外圖像智能目標檢測識別面臨的紅外圖像質量差且樣本數量不足的問題，構建典型目標的大規模標注仿真數據庫，建立新的遷移學習方法預訓練網絡模型，解決小樣本的問題；
- 2) 針對目前紅外器件受物理技術限制導致圖像分辨率低的問題，建立基於時空結合的紅外圖像超分辨率重建方法及高效高精準的圖像匹配方法；
- 3) 結合人工智能發展理論、方法及趨勢，提出紅外圖像目標智能檢測與識別新技術，包括紅外圖像偽裝和隱蔽目標識別、典型海陸背景高分紅外圖像目標智能識別等技術。

3. 簡介研究工作的主要進展

序號	簡介原計劃的研究內容	簡介研究工作進展
1	建立紅外圖像目標智能檢測與識別新技術	完成了基於 BIRDSAI 紅外數據集的小目標檢測研究，項目研究進展順利。
		完成了基於 BIRDSAI 紅外數據集的大目標檢測研究，項目研究進展順利。
		完成了基於 BIRDSAI 紅外數據集的多尺度目標檢測研究，項目研究進展順利。
2	紅外圖像超分辨率重建研究	完成了基於磨光樣條的紅外圖像重建研究，項目研究進展順利。
3	圖像配准拼接研究	完成了基於自監督引導的圖像特徵表示網絡研究，項目研究進展順利。
		完成了基於緊湊函數表示的匹配模型研究，項目研究進展順利。
		完成了基於最優拼縫綫探測的高光譜圖像拼接方法研究，項目研究進展順利。
		完成了基於鄰域仿射子空間嵌入的圖像特徵匹配算法研究，項目研究進展順利。
4	信息融合研究（主要由合作方完成）	完成了基於陣列紅外圖像增強研究，項目研究進展順利。
		完成了基於融合模塊進行多尺度信息融合研究，項目研究進展順利。
		完成了基於無監督持續學習生成對抗式圖像融合網絡研究，項目研究進展順利。
		完成了基於 Transformer 的通用圖像融合框架研究，項目研究進展順利。

5	目標檢測研究 (合作方完成)	完成了高光譜圖像異常目標檢測研究，項目研究進展順利。
		完成了像素級局部對比度測量法研究，項目研究進展順利。
		完成了目標空間及語義信息獲取網絡研究，項目研究進展順利。
		完成了基於全域稀疏度加權的局部對比度測量方法研究，項目研究進展順利。
		完成了基於灰度下降和局部梯度分水嶺的小目標檢測算法研究，項目研究進展順利。

4. 擬定成果之完成情況

序	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	紅外圖像目標智能檢測與識別新技術	BIRDSAI 紅外數據集的小目標檢測研究	100%
2	紅外圖像目標智能檢測與識別新技術	基於 BIRDSAI 紅外數據集的大目標檢測研究	100%
3	紅外圖像目標智能檢測與識別新技術	基於 BIRDSAI 紅外數據集的多尺度目標檢測研究	100%
4	紅外圖像超分辨率重建研究	基於磨光樣條的紅外圖像重建研究	100%
5	圖像配准拼接研究	基於自監督引導的圖像特徵表示網絡研究	100%
6	圖像配准拼接研究	基於緊湊函數表示的匹配模型研究	100%
7	圖像配准拼接研究	基於最優拼縫綫探測的高光譜圖像拼接研究	100%

8	圖像配准拼接研究	基於鄰域仿射子空間嵌入的圖像特徵匹配研究	100%
9	信息融合研究 (主要由合作方完成)	基於陣列紅外圖像增強算法研究	100%
10	信息融合研究 (主要由合作方完成)	基於融合模塊進行多尺度信息融合研究	100%
11	信息融合研究 (主要由合作方完成)	基於無監督持續學習生成對抗式圖像融合網絡研究	100%
12	信息融合研究 (主要由合作方完成)	基於 Transformer 的通用圖像融合框架研究	100%
13	目標檢測研究 (合作方完成)	高光譜圖像異常目標檢測研究	100%
14	目標檢測研究 (合作方完成)	像素級局部對比度測量法研究	100%
15	目標檢測研究 (合作方完成)	目標空間及語義信息獲取網絡研究	100%
16	目標檢測研究 (合作方完成)	基於全域稀疏度加權的局部對比度測量研究	100%
17	目標檢測研究 (合作方完成)	基於灰度下降和局部梯度分水嶺的小目標檢測算法研究	100%

5. 研究成果與應用

本課題相關成果已被海內外學術期刊接收及發表發表高水平 SCI 檢索或 EI 檢索學術論文 34 篇。

6. 進一步工作

將對所建立的算法和軟體工具等進行進一步的優化，提高其各方面效能，擴大適用範圍，為紅外圖像目標智能檢測與識別新技術研究提供真正實用的工具和創新策略。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	CE-RetinaNet: A Channel Enhancement Method for Infrared Wildlife Detection in UAV Images	Yongle Zhang, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 61(99): 4104012, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Non-salient Object Detection Algorithm Based on Infrared Image	Zewei Ye, Zhanchuan Cai	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 20: 1-5, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Automatic SAR Ship Detection Based on Multifeature Fusion Network in Spatial and Frequency Domains	Shiyu Wang, Zhanchuan Cai, Jieyu Yuan	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 61: 4102111, 2023.	Paper Citations:2 SCI&EI
期刊論文	Object Detection in Thermal Infrared Image Based on Improved YOLOX	Ruijie Gao, Zhanchuan Cai	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 20: 1-4, 2023.	SCI&EI
期刊論文	New Insights Into the Thermophysical Behaviors of the Glushko Area Revealed by CE-2 CELMS Data	Yiyi Lin, Zhanchuan Cai, Mingwen Zhu, Yong Fan, Xiaoxi Kong, Yuyun Chen	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 20: pp. 1-5, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Microwave Thermal Radiation Analysis of King Crater on the Lunar Farside Using CE-2 MRM Data	Lianghai Wu, Zhanchuan Cai, Zhiguo Meng	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 20: pp. 1-5, 2023.	Paper Citations:1 SCI&EI
期刊論文	Microwave Thermal Emission Features of Mare Tranquillitatis Revealed by CE-2 CELMS Data	Mingwen Zhu, Zhanchuan Cai, Yiyi Lin	IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters, 20: pp. 1-5, 2023.	SCI&EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	A Novel Dense-Attention Network for Thick Cloud Removal by Reconstructing Semantic Information	Yuyun Chen, Zhanchuan Cai, Jieyu Yuan, and Lianghai Wu	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, vol. 16, pp. 2339-2351, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Salient object contour extraction based on pixel scales and hierarchical convolutional network	Xixi Yuan., Youqing Xiao, Zhanchuan Cai, Leiming Wu	Array, 17: 100270, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Dynamic Template Updating Using Spatial-temporal Information in Siamese Trackers	Yuanhui Wang, Ben Ye, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Multimedia, pp. 1-10, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Cross Domain Lifelong Learning Based on Task Similarity	Shuojin Yang, Zhanchuan. Cai	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 45(10): pp. 11612-11623, 2023.	SCI&EI
期刊論文	Duple Color Image Encryption System Based on 3-D Nonequilateral Arnold Transform for IIoT	Huiqing Huang, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Industrial Informatics, 19(7): pp. 8285-8294, 2023.	Paper Citations:2 SCI&EI
期刊論文	A Generalized Walsh System and Its Fast Algorithm	Xixi Yuan, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Signal Processing, 69: pp. 5222-5233, 2021.	Paper Citations:1 SCI&EI
期刊論文	Reversible Data Hiding Based on Dual Pairwise Prediction-Error Expansion	Wenguang He, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Image Processing, 30: pp. 5045-5055, 2021.	Paper Citations:26 SCI&EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Severity Assessment of COVID-19 Based on Feature Extraction and V-Descriptors	Ben Ye, Xixi Yuan, Zhanchuan Cai, Ting Lan	IEEE Transactions on Industrial Informatics, 17(11): pp. 7456-7467, 2021.	Paper Citations:13 SCI&EI
期刊論文	YuvConv: Multi-Scale Non-Uniform Convolution Structure Based on YUV Color Model	Youqing Xiao, Zhanchuan Cai, Xixi Yuan	IEEE Transactions on Multimedia, 23: pp. 2533-2544, 2021.	SCI&EI
期刊論文	A Novel Image Representation Method Under a Non-Standard Positional Numeral System	Ting Lan, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Multimedia, 23: pp. 1301-1315, 2021.	Paper Citations:2 SCI&EI
期刊論文	Cubic Polishing Spline-Based Algorithms for Industrial Image Processing	Fangli Sun and Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Industrial Informatics, to be published ,DOI:10.1109/TII.2023.3261892, 2023.	SCI&EI
期刊論文	UIESC: An Underwater Image Enhancement Framework via Self-attention and Contrastive Learning	Renzhang Chen, Zhanchuan Cai, and Jieyu Yuan	IEEE Transactions on Industrial Informatics, to be published , 2023, DOI: 10.1109/TII.2023.3249794.	SCI&EI
期刊論文	Progressive Domain Adaptive Network for Crater Detection	Shuojin Yang and Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 60, Art. no. 4602312, 2022.	SCI&EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	An Information Security Method Based on Optimized High-Fidelity Reversible Data Hiding	Xiaoxi Kong and Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 12, pp. 8529-8539, 2022.	SCI&EI
期刊論文	A Novel Spline Algorithm Applied to COVID-19 Computed Tomography Image Reconstruction	Ting Lan, Zhanchuan Cai, and Ben Ye	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 11, pp. 7804-7813, 2022.	Paper Citations:1 SCI&EI
期刊論文	MFFN: An Underwater Sensing Scene Image Enhancement Method Based on Multiscale Feature Fusion Network	Renzhang Chen, Zhanchuan Cai, and Wei Cao	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, vol. 60, Art. no. 4205612, 2022.	Paper Citations:12 SCI&EI
期刊論文	ICHV: A New Compression Approach for Industrial Images	Xixi Yuan and Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Industrial Informatics, vol. 18, no. 7, pp. 4427-4435, 2022.	Paper Citations:1 SCI&EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	8	3	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

城市軌道交通動車組高壓電纜服役性能智能化測評技術研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0008/2019/AGJ	澳門大學	楊志新	城市軌道交通動車組高壓電纜服役性能智能化測評技術研究

項目摘要

1. 研究背景

軌道交通是智慧城市建設的重要組成部分，亦是粵港澳大灣區經濟、社會發展的重要支撐。隨著澳門輕軌兩條在建線路（澳門輕軌海洋站至媽閣站區間、澳門輕軌石排灣線）逐步投入運營，軌道運維工作也逐步得到重視。《粵港澳大灣區城際鐵路建設規劃（2020-2030年）》明確指出：未來粵港澳大灣區將建成“一小時城軌交通圈”。動車組的供電可靠性直接決定了智慧城市軌道交通的可靠、安全運行。

如圖 1 所示，高壓電纜是動車組的關鍵高壓設備，車載供電系統中各個高壓電氣設備的連接都是由高壓電纜總成來完成的，實踐證明車載高壓電纜及其終端是最薄弱的環節，其在運行過程中會受到很多外部環境因素的考驗，比如電、熱、機械、潮濕等，這些環境因素長期作用在車載電纜絕緣上，導致電纜絕緣發生老化，其中，電、熱應力是影響電纜運行及老化狀態的關鍵因素。另外在電纜的生產和安裝過程中，不可避免地會在電纜內留下一些缺陷。

高壓電纜作為城際動車組中重要的電氣設備，其服役性能的優劣直接關係到動車組能否安全運行，因此需全面研究其服役性能演化機理與特徵，並對其服役性能狀態表徵參量和提取檢測技術開展研究，利用人工智能、物聯網技術實現粵澳間城際動車組高壓電纜服役性能智能化測評，保障其安全可靠運行。



圖 1 電纜故障圖

電纜中出現的缺陷包括：氣隙、安裝刀痕、裂紋、凸起、電極和遮罩層斷裂等。這些缺陷將引起電纜局部電場畸變，引發局部放電，在長期運行中持續的局部放電會造成絕緣劣化，最終使絕緣失效。

2. 研究目標

- 1) 通過動車組高壓電纜不同服役狀態下內部結構、材料電氣參數及機械性能參數等差異性試驗與理論建模分析，剖析動車組高壓電纜服役性能演化的機理與特徵；
- 2) 開展不同服役條件下動車組高壓電纜局部放電、頻域介電譜及超低頻等方面的實驗，對其服役性能進行準確評估和檢測，並結合智能診斷演算法提取特徵參量，並搭建視覺化的診斷平臺，對其各類參數進行記錄、收集和顯示；
- 3) 建立動車組高壓電纜健康評估模型，並基於神經網路與並聯超限學習機演算法，研究並提出基於物聯網的城市軌道交通高壓電纜服役性能智能診斷平臺，提高動車組智能化運行程度和服役可靠性。

3. 簡介研究工作的主要進展

年份	原計劃研究進展與研究內容	實際研究進展與研究內容
2020 年	□ 開展項目前期動車組高壓電纜的使用規模、出現的問題以及服役性能測評等情況的調研工作； □ 項目的整體方案制定、課題組分工，合作方確定； □ 不同服役狀態動車組高壓電纜的調研、取樣及分析； □ 動車組高壓電纜服役性能演化及材料電氣、機械性能退化的機理分析； □ 動車組高壓電纜不同服役狀態下內部熱場、電場及絕緣性能的特徵研究； □ 不同服役狀態下動車組高壓電纜聯合電熱 - 機械特性研究； □ 動車組高壓電纜不同服役條件下介電回應特性的影響研究； □ 基於智能診斷技術的城市軌道交通動車組高壓電纜服役性能的智能診斷平臺研究。	☑ 開展項目前期動車組高壓電纜的使用規模、出現的問題以及服役性能測評等情況的調研工作； ☑ 項目的整體方案制定、課題組分工，合作方確定； ☑ 不同服役狀態動車組高壓電纜的調研、取樣及分析； ☑ 動車組高壓電纜服役性能演化及材料電氣、機械性能退化的機理分析； ☑ 動車組高壓電纜不同服役狀態下內部熱場、電場及絕緣性能的特徵研究； ☑ 不同服役狀態下動車組高壓電纜聯合電熱 - 機械特性研究； ☑ 動車組高壓電纜不同服役條件下介電回應特性的影響研究； ☑ 基於智能診斷技術的城市軌道交通動車組高壓電纜服役性能的智能診斷平臺研究。

2021 年	□ 基於修正 Cole-Cole 雙弛豫模型的高維多模態信號優化分解及特徵參數提取； □ 基於無人工神經網絡和超限學習機的高壓電纜服役狀態檢測技術研究； □ 基於蛙跳演算法改進的隱瑪律可夫電纜故障定位診斷； □ 動車組高壓電纜服役狀態評估硬體裝置開發； □ 動車組高壓電纜服役狀態評估系統軟體發展； □ 動車組高壓電纜服役狀態評估硬體裝置與軟體系統的匹配調製； □ 撰寫研究報告，組織驗收材料，準備結題。	☑ 基於修正 Cole-Cole 雙弛豫模型的高維多模態信號優化分解及特徵參數提取； ☑ 基於 LRNM 和 NMF-CNN 的混合信號去噪算法； ☑ 基於多通道深度學習網絡和非迭代快速前饋神經網絡的智能識別方法； ☑ 研究一種基於 MRF 的快速有效的視頻對象分割方法； ☑ 基於多任務幾何學習網絡中局部形狀屬性的輔助幾何學習來改善語義分析； ☑ 基於無人工神經網絡和超限學習機的高壓電纜服役狀態檢測技術研究； ☑ 基於蛙跳演算法改進的隱瑪律可夫電纜故障定位診斷； ☑ 動車組高壓電纜服役狀態評估硬體裝置開發； ☑ 動車組高壓電纜服役狀態評估系統軟體發展； ☑ 動車組高壓電纜服役狀態評估硬體裝置與軟體系統的匹配調製； ☑ 撰寫研究報告，組織驗收材料，準備結題。

4. 研究成果與應用

本項目實現動車組高壓電纜的服役性能測評調研、整體方案制定。開展了電纜服役性能演化及材料電氣、機械性能退化的機理分析，特徵提取研究。同時完成了動車組高壓電纜聯合電-熱-機械特性研究，並且開展了部分應用驗證。

受該項目資助，課題組已獲發表 SCI 期刊論文 15 篇，國際會議論文 6 篇。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Improving Semantic Analysis on Point Clouds via Auxiliary Supervision of Local Geometric Priors	Tang, L.L., Chen, K., Wu, C., Hong, Y., Jia, K., Yang, Z.X	通過具有局部形狀屬性的輔助幾何學習來改善語義分析，提升動車組高壓電纜檢測圖像數據的有監督深度學習效率	IEEE Transactions on Cybernetics
期刊論文	A New Nonlocal Means based Framework for Mixed Noise Removal	Jiang, J. L., Yang, K., Yang, J., Yang, Z.X., Chen, Y.D	提出了一種新的基於非局部均值的框架 (NMF)，解決局部放電檢測噪聲分佈複雜、不能用簡單的參數模型來擬合的問題	Neurocomputing
期刊論文	Higher-order potentials for video object segmentation in bilateral space	Hao, C.Y., Chen, Y.D., Yang, Z.X., Wu, E.H.	基於雙邊網格空間 MRF 提出了一種快速有效的方法來解決視頻對象分割問題，更好地從採集的視頻及圖像中分割出高壓電纜設備	Neurocomputing
期刊論文	An ELM-Embedded Deep Learning Based Intelligent Recognition System for Computer Numeric Control Machine Tools	Luo, L., Yang, Z.X., Tang, L., Zhang, K	基於 ELM 嵌入式深度學習的計算機數控機床智能識別方法，優化動車組高壓電纜機械臂的狀態動態感知技術	IEEE Access
期刊論文	A New Testing Method for the Dielectric Response of Oil-immersed Transformer	Wang, D.Y., Zhou, L.J., Yang, Z.-X., Cui, Y. Wang, L., Jiang, J., Guo, L.	基於布穀鳥搜索優化演算法對改進介電響應法進行改進，可應用與動車組高壓電纜電氣性能測試	IEEE Transactions on Industrial Electronics

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Online Equivalent Degradation Indicator Calculation for Remaining Charging-discharging Cycle Determination of Lithium-ion Batteries	Yang, Z.X., Yu, G., Zhao, J., Wong, P. K., Wang, X.	引入 Mann-Kendall 趨勢分析生成等效劣化指標，取代了基於容量的健康狀態指標，達到了更好的剩餘充放電循環壽命預測	IEEE Transactions on Vehicular Technology
期刊論文	Fractional delay filter based repetitive control for precision tracking: Design and application to a piezoelectric nanopositioning stage	Feng, Z., Ming, M. Ling, J., Xiao, X., Yang, Z.X.	提出了一種基於分數延遲濾波器的重複控制，以實現任意週期的精確信號跟蹤，能顯著提高控制性能	Mechanical Systems and Signal Processing
期刊論文	A Method for Fans' Potential Malfunction Detection of ONAF Transformer Using Top-Oil Temperature Monitoring	Wang L, Zuo W.W, Yang Z X, Zhang JW, Cai Z.L.	利用粒子群優化演算法，提出了一種基於油液指數的變壓器風機早期故障檢測方法	IEEE Access
期刊論文	Multi-Modality Learning for Non-Rigid 3D Shape Retrieval via Structured Sparsity Regularizations	Luo L, Tang L, Liu R, Zhang, X., & Yang, Z. X.	基於多模態機器學習方法和結構稀疏正則化的變換矩陣映射，提出了一種用於非剛性三維形狀檢索的特徵學習方法	IEEE Sensors Journal
期刊論文	Fracture Patterns Design for Anisotropic Models with the Material Point Method	Cao, W., Lyu, L., Ren, X., Zhang, B., Yang, Z., Wu, E.	對於物體的彈性變形和損傷演化，提出了一種改進的相場斷裂方法，可模擬各向異性材料的動態斷裂行為	Computer Graphics Forum

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Remaining Useful Life Estimation Combining Two-Step Maximal Information Coefficient and Temporal Convolutional Network With Attention Mechanism	Jiang, Y.L., Li, C.S., Yang, Z.X., Zhao, Y.J., Wang, X.B.	提出了改進的集合經驗模態分解，通過兩步特徵選擇和基於注意機制的時間卷積網絡，提高了剩餘使用壽命預測模型的精度	IEEE Access
期刊論文	A New Adaptive Region of Interest Extraction Method for Two-Lane Detection	Chen, Y., Wong, P.K., Yang, Z.X.	使用逆透視映射，基於貝葉斯框架和似然模型進行邊緣檢測，提出了一種改進的隨機樣本一致性演算法，以提高雙車道檢測演算法的準確性和實時性	International Journal of Automotive Technology
期刊論文	Affine particle-in-cell method for two-phase liquid simulation.	Lyu, L. CAO, W., WU, E., Yang, Z.X	Virtual Reality & Intelligent Hardware, 2020,3(2): 105—117 DOI:10.1016/j.vrih.2020.12.003	Virtual Reality & Intelligent Hardware
期刊論文	A Novel Multiple Feature Based Engine Knock Detection System using Sparse Bayesian Extreme Learning Machine	Yang, Z.-X., Rong, H.-J., Wong, P.K., Angelov, P., Vong, C.M., Chiu C. W., Yang, Z.-X.	採用變分模態分解和樣本熵處理振動信號，利用多特徵學習方法和稀疏貝葉斯極限學習機，提出了一種發動機爆震智能檢測系統	Cognitive Computation
期刊論文	Concise and Effective Network for 3D Human Modeling from Orthogonal Silhouettes	Liu, B., Liu, X., Yang, Z., Wang, C.C.L	The ASME Journal of Computing and Information Science in Engineering	SCIE, Q3

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Adaptive Neural Network Observer Based PID-Backstepping Terminal Sliding Mode Control for Robot Manipulators	Xi, R., Yang, Z., & Xiao, X.	針對存在系統不確定性、外部擾動和不可測狀態的機器人，提出了一種基於單權 RBF 神經網路的狀態和擾動觀測器和基於觀測器的比例積分微分反步終端滑模控制器 (PID-BTSMC)。	2020 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM). IEEE.
會議論文	Adaptive Semi-supervise Graph Neural Network for Fault Diagnosis of Tunnel Ventilation Systems	Chen, H., Wang, X., & Yang, Z	提出了一種自我調整故障特徵波動的半監督圖神經網路 (ASGNN)。	2021 5th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS)
會議論文	CFD-based heat dissipation efficiency monitoring for radiator in different air-cooling modes	L. Wang, W. Zuo, Z.-X. Yang*, Z. Cai, P. Ma and Z. Ye	本文以油浸式變壓器的散熱器為研究物件。基於傳熱學、流體力學和能量守恆，分別建立了油 - 自然空氣 (ONAN) 和 油 - 自然空氣強迫 (ONAF) 冷卻模式的三維數值模型。	2021 5th International Conference on System Reliability and Safety (ICSRS)
會議論文	On-line Remaining Charging-discharging Cycle Prediction of Lithium-ion Batteries using Cumulative Indicator.	Luo, Z., Chen, H., Wang, XB., Yang, ZX.	本文提出構建一個累積退化指標 (CDI) 作為一個更可預測的指標。	Journal of Physics: Conference Series, Vol 2166, 012009, 2022.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Iterative Learning enhanced Integral Terminal Sliding Mode Control for Precision Motion Systems.	Feng, Z., Ling, J., Wan, F., Yang, Z.X	為了進一步提高系統在重複軌跡和擾動下的性能，提出了一種反覆運算學習增強積分終端滑模控制(IL-ITSMC)。	2021 IEEE 10th Data Driven Control and Learning Systems Conference (DDCLS), 778-783, Virtual, 14/05/2021.
會議論文	Fault Representations of Bearing Race Based on Grayscale Maps and CNN Networks	Luo, Z., Wang, X.-B., & Yang, Z.-X.	通過定子電流，利用同步重採樣和階次跟蹤技術，提出了一種改進卷積神經網絡，進行電機軸承磨損分類	2021 Springer International Publishing Mechanisms and Machine Science

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

可穿戴電子產品電源用軟包鋰離子電池關鍵技術的研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0019/2019/AGJ	澳門大學	邵懷宇	可穿戴電子產品電源用軟包鋰離子電池關鍵技術的研發

項目摘要

1. 研究背景

本項目圍繞粵港澳大灣區規劃和建設國際科技創新中心的部署，針對粵澳兩地科技創新發展需要，創新粵澳合作模式，依托申報企業在可穿戴電池研發和製造方面有很好的研發和產業化基礎，引進澳方高校的新能源儲能材料與器件技術，以此為基礎開發出新一代可穿戴電子產品電源用軟包鋰離子電池技術和產品並且實現產業化，充分發揮兩地科研力量的優勢互補，促進兩地產學研合作，在電子信息和節能環保戰略性新興產業技術上取得突破，進而提升粵澳兩地的國際競爭力，產生良好的社會和經濟效益。

2. 研究目標

通過粵港澳大灣區內企業和高校的產學研聯合體的合作，開發出具前瞻性的可穿戴設備用軟包鋰離子電池，形成創新性可穿戴設備用鋰離子電池技術方案及產品，獲得良好的社會經濟效益，培育一批本行業極具創新能力的青年科研人才和交叉團隊。希望能實現：

- 1) 可穿戴軟包鋰離子電池的體積能量密度達到 300Wh/L 以上。澳門大學主體主要進行正負極材料的開發。
- 2) 可穿戴軟包鋰離子電池 2C 充電，0.5C 放電循環壽命達到 1000 次（容量保持率 > 80%）等安全認證標準。
- 3) 研製開發出一系列圓盤狀鋰離子電池產品。
- 4) 通過項目的研發獲得新材料並申請國家發明專利或 PCT 專利，培養或引進高層次創新人才，發表高水準 SCI 論文 5 篇以上。
- 5) 企業部分本項目完成後將實現可穿戴軟包鋰離子電池的產業化生產，擴大公司的產品種類，開發新的客戶，提高公司的市場佔用率。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目目前初步嘗試了矽碳複合材料，鋰矽符合材料作為電池負極材料的研究，也考察了 ZnO, MnOx 的形貌控制對其電化學性能的影響。可穿戴聚合物鋰離子電池能量密度提升的關鍵是正負極配方的優化，提升正負極活性物質的含量，項目中通過調整配方中正負極活性物質的比例，還通過增加極片的壓實密度提升活性物質含量，使電池的能量密度得到提升。另外，縮小除活性物質外的其他體積，如採取減薄鋁塑膜的厚度、減薄集流體、隔膜厚度，將電池的封印位置寬度減少

等措施，增加極片寬度可使電池的能量密度提升。澳大這邊提交的致謝第一 FDCT 專案支持的發表文章共 8 篇。

4. 研究成果與應用

澳大開發的相關電池材料被用來進行鈕扣電池點亮具有澳大（UM）標志的 LED 鄧泡點亮等實驗室型演示活動。

5. 進一步工作

今後進一步的工作主要將是開發更高性能的鋰電子電池正負極材料，特別是探討影響材料使用過程中衰減的機理，開發具有高容量，更高穩定性能的電池電極材料。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Advanced sensitivity amplification strategies for voltametric immunosensors of tumor marker: State of the art	Yun Zheng, Jianding Li, Bingpu Zhou, Hou Ian, Huaiyu Shao	BIOSSENSORS & BIOELECTRONICS ISSN: 0956-5663 Volume: 178 Article Number: 113021 DOI: 10.1016/ j.bios.2021.113021 Published: APR 15 2021	Web of Science and scopus
期刊論文	High performance anode for sodium-ion batteries: Calcium pre-intercalated layered vanadium oxide/carbon composite	Yudie Tan, Haiyan Zhang, Shangshang Zhang, Lun Li, Zhenjiang Liu, Zhenghui Li, Junyao Shen, Huaiyu Shao	CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL ISSN: 13858947 Volume: 424 Article number: 130378 DOI: 10.1016/ j.cej.2021.130378 Published: NOV 15 2021	Web of Science and scopus

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Co/N dual hybrid strategy for superior capacity and long cyclic stability Li+/K+ storage of ZnO/N-doped carbon nanosheet framework	Jianding Li, Yun Zheng, Huaiyu Shao	JOURNAL OF ALLOYS AND COMPOUNDS ISSN:09258388 Volume: 879 Article number: 160438 DOI: 10.1016/j.jallcom.2021.160438 Published: OCT 25 2021	Web of Science and scopus
期刊論文	Design of pseudocapacitance and amorphization Co-enhanced Mn3O4/graphene sheets nanocomposites for high-performance lithium storage	Bo Li, Xiaomin Huang, Jianding Li, Huajun Zha, Xueqing Yu, Qinghao Qin, Jincheng Xu, Wen Lei, Dongyu Feng, Yonghong Deng, Jinlong Zheng, Yuncai Chen, Ning Wang, Huaiyu Shao	APPLIED SURFACE SCIENCE ISSN: 01694332 Volume: 563 Article number: 150199 DOI: 10.1016/j.apsusc.2021.150199 Published: OCT 15 2021	Web of Science and scopus
期刊論文	Sub-Nanometer Pt Clusters on Defective NiFe LDH Nanosheets as Trifunctional Electrocatalysts for Water Splitting and Rechargeable Hybrid Sodium–Air Batteries	Xueqing Yu, Junpo Guo, Bo Li, Jincheng Xu, Peng Gao, Kwan San Hui, Kwun Nam Hui, Huaiyu Shao	ACS APPLIED MATERIALS & INTERFACES ISSN: 1944-8244 Volume: 13 Issue: 23 Page: 26891-26903 DOI: 10.1021/acsami.1c03337 Published: JUN 16 2021	Web of Science and scopus

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Facile preparation of MoP/TiO ₂ composite by electrospinning method for sodium ion battery anode	Zhenjiang Liu, Haiyan Zhang, Shangshang Zhang, Jiale Yu, Shengkai Li, Huaiyu Shao, Yudie Tang, Daofeng Wen, Zhenghui Li	MATERIALS RESEARCH LETTERS ISSN:21663831 Volume 9 Issue: 9 Pages: 382 - 390 DOI:10.1080/21663831.2021.1949401 Published online: JUL 14 2021	Web of Science and scopus
期刊論文	Engineering the composition and structure of superaerophobic nanosheet array for efficient hydrogen evolution	Jingjun Shen, Bo Li, Yun Zheng, Ziyi Dai, Jielei Li, Xiaozhi Bao, Junpo Guo, Xueqing Yu, Yan Guo, Mingzheng Ge, Wen Lei*, Huaiyu Shao*	CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL ISSN: 13858947 In press.	Web of Science and scopus
期刊論文	In-situ Formed Amorphous Manganese Vanadate Encapsulating MnO via Salt-assisted Ball Milling toward 3D Hierarchical Porous Electrodes for Superior Lithium Storage	Bo Li, Jingjun Shen, Huajun Zhao, Wen Lei, Xueqing Yu, Jincheng Xu, Yuxin Tang, Haiyan Zhang, Huaiyu Shao*	CHEMICAL ENGINEERING JOURNAL ISSN: 13858947 In press.	引用 0，收錄於 Web of Science and scopus

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	100	100	-

基於無人機自組網的地質災害應急通信 與監測預警技術研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0032/2019/AGJ	澳門大學	馬少丹	基於無人機自組網的地質災害應急通信與監測預警技術研發

項目摘要

1. 研究背景

隨著資源開發與大規模工業化的不斷發展，全球極端天氣、自然災害明顯增多，嚴重威脅著人民群眾生命及財產安全。天氣狀況（天）、地質條件（地）和人類活動（人）所帶來的非預期天氣和地質環境變化更成為阻礙城鎮經濟開發和可持續發展中一個非常突出的問題。澳門位於珠江口，瀕臨南海，為颱風途經要衝及轉向地，故常遭受颱風威脅。廣東是我國自然災害群發、頻發、高發、高危害性地區之一，滑坡、崩塌、泥石流等山地災害的危害幾乎涉及廣東省所有各市縣，是廣東省最常見、分佈最廣、危害最大的災害類型。因此，澳門與廣東省均面臨著十分嚴峻的自然災害防災減災問題。為了更緊密地落實《粵港澳大灣區發展規劃綱要》以及廣東省推動建設提高自然災害防治能力九大重點工程等重要部署要求，進一步加強澳門及廣東省自然災害防治的管理、監測預警以及應急回應工作顯得異常緊迫和十分重要。

現有研究結果表明，搭載高精度測量設備的無人機能被用於高精度的地質探測與信息感知。同時，聯合設計無人機的飛行路線和通信資源分配，能顯著提高無人機無線通信系統的性能。然而，對無人機在地質災害的應急通信組網和災區監測預警應用方面的研究仍然不充分，特別是對符合實際自然災害應用場景的無人機自組網的研究還很有限，有許多難點問題仍未被解決。特別是難以滿足自然災害現場應急通信的實際需求——在自然災害等意外情況下，或者在山區、海島等無網絡覆蓋的地區，如何快速搭建能覆蓋廣泛地區、服務大數量用戶、傳輸距離遠的臨時無線通信系統，並保證用戶的通信質量。另外，在基於無人機的地質災害空地監測技術、一體化高精度監測平臺及精細化預警方面缺乏足夠的研究，無法滿足地質災害、自然災害預警、快速回應等迫切需求。極需解決的關鍵難題有：

- 1) 對回程鏈路受限情況下的研究不充分；
- 2) 對多個無人機輔助無線通信系統的研究不充分；
- 3) 當無人機同時承擔信息採集任務和信息傳輸任務時，無人機的信息採集能力和信息傳輸能力不匹配，往往導致信息傳輸能力過剩或不足的問題；
- 4) 對基於無人機的地質災害監測技術的研究還不充分。本項目針對上述不足之處展開研究工作。

2. 研究目標

本項目緊密結合澳門及廣東省的天氣災害、地質災害防治的現實需求，通過粵澳科技合作，研究構建基於無人機自組網的災害應急通信與監測預警系統，打造地質災害監測綜合信息平臺，並在

廣東省肇慶市高要區建立項目示範區，對項目研發成果進行精準示範，在無人機通信網的性能優化、無人機協同工作策略、災區應急通信、無人機遙感圖像識別、雷達地質災害監測、地質災害預警預報等方面實現突破，建設基於無人機監測的【空-地】一體化高精度地質災害及災害鏈自動化動態監測體系，實現精細化監測預警，全面提升澳門和廣東省的應急通信與地質災害監測預警水準，保障廣大群眾的生命與財產安全，為推動粵港澳大灣區發展提供有力的科學保障與支撐。

3. 簡介研究工作的主要進展

澳方團隊主要負責此合作項目的第一個子課題“無人機自組通信網的性能優化”，項目按照原計劃順利進行。在第一年度，各單位明確了各自的分工，完成無人機網絡建模，並提出一種無人機中繼系統的優化路徑與功率分配方案。在第二年度，研究團隊研究了無人機中繼數據鏈系統的吞吐量優化、信息採集、無人機與中繼無人機的協同策略。此外，研究團隊還搭建了無人機應急通信與數據採集平臺。在無人機自組通信網的性能優化方面，在本項目的支持下，研發團隊深入分析了通過 MIMO 輔助的免授權訪問實現節能的上行鏈路的超可靠低時延通信系統與 RIS 輔助的 MIMO 無線通信系統，相關理論分析可以被用於無人機基站通信系統的用戶服務質量優化與無人機中繼數據鏈系統的吞吐量優化。在此基礎上，研究團隊進一步研究了無人機中繼系統的飛行軌跡與發射功率的聯合優化，並通過聯合優化傳感器節點和無人機的發射功率和帶寬、以及兩架無人機的三維軌跡，實現無人機數據收集的任務完成時間最小化。

4. 研究成果與應用

在本項目的支持下，我們在高質量的國際期刊上發表 6 篇期刊論文，在國際性會議上發表 1 篇會議論文。其中，絕大部分期刊文章都發表在高影響因子的 SCI 期刊上（例如：IEEE Transactions on Wireless Communications, 影響因子 7.016；IEEE Internet of Things Journal, 影響因子 9.471；IEEE Wireless Communications Letters, 影響因子 4.348）。另有一篇期刊論文已提交 IEEE Internet of Things Journal，正在進行同行評審。

在本項目支持下，研究團隊共申請了 1 項專利。

項目共培養 1 名碩士研究生和 1 名博士研究生。其中 1 名碩士研究生畢業後繼續在澳門大學攻讀博士學位。

此外，澳方團隊搭建了基於無人機中繼的應急通信與監測系統，該系統作為參賽作品在 2021 年粵港澳大灣區 IT 應用系統開發大賽中獲澳門賽區優勝獎與大灣區一等獎，借此推動澳門與廣東應急通信與災害監測水準的發展，助力澳門與廣東科技產學研發展。

進一步工作

在已有工作中，我們研究了無人機自組通信網的性能優化與無人機中繼系統飛行軌跡與發射功率的聯合優化，可以提高無人機組網應用於地質災害監測中的效果。然而，無人機通信用於地質災害監測仍有一些問題需要解決或可進一步提升，例如安全通信、通信時延等，這是我們下一步的研究重點。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
1. 期刊論文	Secure Localization and Velocity Estimation in Mobile IoT Networks With Malicious Attacks	Yunfei Li; Shaodan Ma; Guanghua Yang; Kai-Kit Wong	IEEE Internet of Things Journal, vol. 8, no. 8, pp. 6878-6892, April 15, 2021, doi: 10.1109/IIOT.2020.3036849.	SCI, Web of Science 引用次數：2
2. 期刊論文	Large System Achievable Rate Analysis of RIS-Assisted MIMO Wireless Communication With Statistical CSIT	Jun Zhang; Jie Liu; Shaodan Ma; Chao-Kai Wen; Shi Jin	IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 20, no. 9, pp. 5572-5585, Sept. 2021, doi: 10.1109/TWC.2021.3068494.	SCI, Web of Science 引用次數：2
3. 期刊論文	Robust Localization With Distance-Dependent Noise and Sensor Location Uncertainty	Yunfei Li; Shaodan Ma; Guanghua Yang	IEEE Wireless Communications Letters, vol. 10, no. 9, pp. 1876-1880, Sept. 2021, doi: 10.1109/LWC.2021.3084638.	SCI
4. 期刊論文	Achieving Energy-Efficient Uplink URLLC with MIMO-Aided Grant-Free Access	Linlin Zhao; Shaoshi Yang; Xuefen Chi; Wanzhong Chen; Shaodan Ma	IEEE Transactions on Wireless Communications, doi: 10.1109/TWC.2021.3104043.	SCI
5. 期刊論文	Cooperative UAV Enabled Relaying Systems: Joint Trajectory and Transmit Power Optimization	Guangchi Zhang; Xiaoqi Ou; Miao Cui; Qingqing Wu; Shaodan Ma; Wei Chen	IEEE Transactions on Green Communications and Networking, vol. 6, no. 1, pp. 543-557, March 2022, doi: 10.1109/TGCN.2021.3108147.	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
6. 期刊論文	Throughput Maximization for Asynchronous RIS-Aided Hybrid Powered Communication Networks	Shiqi Gong, Shaodan Ma, Ziyi Yang, Chengwen Xing, and Jianping An	IEEE Transactions on Wireless Communications, doi: 10.1109/TWC.2021.3126802.	SCI
7. 會議論文	Deep Learning Based Channel Covariance Matrix Estimation with Scene Images	Weihua Xu, Feifei Gao, Jianhua Zhang, Xiaoming Tao, Ahmed Alkhateeb and Shaodan Ma	2021 IEEE/CIC International Conference on Communications in China (ICCC)	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	1	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

高效率室內空氣全淨化關鍵核心技術 與器件研發及產業化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0035/2019/AGJ	澳門大學	潘暉	高效率室內空氣全淨化關鍵核心技術與器件研發及產業化

項目摘要

1. 研究背景

近年來，隨著室內裝修量的增加，大量揮發性有機污染物（Volatile Organic Compounds，VOCs）被排放到室內環境中，不僅對室內環境造成嚴重破壞，而且對人們的健康乃至生命產生嚴重危害。大量研究表明，室內空氣污染能引起居室病症狀，其中部分有機污染物還可致癌、致畸、致突變，嚴重威脅人類健康。為降低室內空氣的健康風險，迫切需要開發高效環保的室內空氣淨化新材料及新技術。

從現有空氣淨化技術發展態勢來看，原位捕集和原位降解技術仍然在淨化空氣方面具有巨大的潛在優勢。如空氣篩檢程式從空氣中捕集微細顆粒物，新型的高活性催化材料具有在特定條件下深度全效降解所有的氣體污染物的可能性，包括甲醛、VOCs、苯系物、氮氧化物以及硫氧化物等。構建多尺度高活性微納米蜂窩結構，在常溫條件下實現原位捕集和深度降解氣態污染物，形成“捕集－吸附－分解－捕集”的模組化原位持久全效淨化關鍵技術，具有極為重要的研究開發價值和廣闊的市場前景。

2. 研究目標

本專案將依託各合作單位的優勢學科、研究與產業化平臺，多尺度微納米蜂窩結構的納米陣列，發展長壽命室內空氣全淨化關鍵核心技術及室內空氣淨化器件，在常溫下原位產生高反應活性的分子氧及羥基自由基，通過鏈式反應將氣態污染物（含極性和非極性結構特徵）降解成二氧化碳和水等，並阻斷重聚形成二次污染物和殺滅致病菌等，具有全效持久的深度淨化功能。引領我國乃至世界空氣淨化發展新方向，提升我國空氣淨化產業水準和國際市場核心競爭力。

3. 簡介研究工作的主要進展

通過和深圳市普瑞美泰環保科技有限公司及華南理工大學的合作，本項目進展順利。澳門大學設計、開發多種用於空氣中有害小分子吸附、捕集、探測、降解的新材料，並可發了大規模製備這些材料的可行性方法，以期實現工業生產及產業化。同時，我們對材料吸附、捕集、探測、降解小分子的機理進行了深入的探討，並提出有效的電荷轉移是材料在上述過程中發揮作用的關鍵，從而對新材料的可發提供了理論指導。另外，我們也研發了多種催化劑用於水分解，產生氫氣和氧氣。

4. 研究成果與應用

- 1) 開發了 $\text{TiO}_2/\text{g-C}_3\text{N}_4$ 異質結，用於降解有機分子；

- 2) 研發了基於金屬氧化物的襯底材料，用於高靈敏度原位捕集、探測有害小分子；
- 3) 製備了均勻非常高的大面積 MS_2 ($M = Mo, W$)，用於高效、長期穩定、可迴圈利用吸附、探測空氣中有害小分子；開發了製備大尺寸硫化物二維材料的方法，有望實現工業生產及產業化；
- 4) 通過理論計算和實驗相結合，深入研究了材料在吸附、捕集、探測、降解小分子過程中的作用機理，提出了理論機制，指導實驗，製備新材料，以進一步提高材料的性能，用於高效空氣淨化；
- 5) 設計和製備了多種催化劑用於水分解，產生氫氣和氧氣；
- 6) 申請專利一項，另有一項將申請；
- 7) 發表科研論文 20 篇；
- 8) 培養博士生 2 名，博士後 2 名。

5. 進一步工作

將繼續和深圳市普瑞美泰環保科技有限公司及華南理工大學合作，以期通過小試、中試，進一步完善材料的性能，把已有的科研成功產業化。同時，積極尋求其他合作可能，推廣已有的科研成果、擴大產品市場。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Patent	2D MS_2 as Surface-enhanced Raman Scattering substrate for environmental and hygeian monitoring	Hui Pan, Mingpeng Chen, Bingpu Zhou	Patent has been filled.	NA
Paper	2D materials: Excellent substrates for surface-enhanced Raman scattering (SERS) in chemical sensing and biosensing	Hui Pan	Mingpeng Chen, Dong Liu, Xinyu Du, Kin Ho Lo, Shuangpeng Wang*, Bingpu Zhou* and Hui Pan*, TrAC Trends in Analytical Chemistry 130, 115983 (2020).	21

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Paper	The coordination of π -delocalization in g-C ₃ N ₄ for efficient photocatalytic hydrogen evolution under visible light.	Hui Pan, Chengqun Xu	Chengqun Xu*, Xiaolu Liu, Dezhi Li, Zeyuan Chen, Jiale Yang, Janjer Huang, and Hui Pan*, ACS Appl. Mater. Inter. 13, 20114–20124 (2021).	5
Paper	Corrosion engineering boosting bulk Fe ₅₀ Mn ₃₀ Co ₁₀ Cr ₁₀ high-entropy alloy as high-efficient alkaline oxygen evolution reaction electrocatalyst.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Dong Liu, Yuyun Chen, Mingpeng Chen, Yunxiao Liu, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Yuxin Tang*, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, J. Mater. Sci. Tech. 109, 267-275 (2022).	0
Paper	Design of Novel pentagonal 2D transitional-metal sulphide monolayers for Hydrogen Evolution Reaction.	Hui Pan	Kin Long Ao, Yangfan Shao, Iat Neng Chan, Xingqiang Shi, Yoshiyuki Kawazoe, Ming Yang, Kar Wei Ng* and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 45, 16201-16209 (2020).	11
Paper	Development of perovskite oxide-based electrocatalysts for oxygen evolution reaction.	Hui Pan	Dong Liu, Pengfei Zhou, Haoyun Bai, Haoqiang Ai, Xinyu Du, Mingpeng Chen, Di Liu, Weng Fai Ip, Kin Ho Lo, Chi Tat Kwok, Shi Chen,* Shuangpeng Wang,* Guichuan Xing,* Xuesen Wang, and Hui Pan*, Small 17, 2101605 (2021).	5

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Paper	Direct Z-scheme construction of g-C ₃ N ₄ quantum dots / TiO ₂ nanoflakes for efficient photocatalysis	Hui Pan, Chengqun Xu, Takayoshi Sasaki	Chengqun Xu, Dezhi Li, Xiaolu Liu, Renzhi Ma, Nobuyuki Sakai, Yuchen Yang, Shiyin Lin, Jiale Yang, Hui Pan*, Janjer Huang, and Takayoshi Sasaki*, Chem. Eng. J 430, 132861 (2022).	1
Paper	Insight into adsorption mechanism of water on tricalcium silicate from first-principles calculations	Hui Pan	Yunjian Li, Haoqiang Ai, Kin Ho Lo, Youchao Kong, Hui Pan*, Zongjin Li, Cement and Concrete Research 152, 106684 (2022).	0
Paper	Mo incorporated Ni nanosheet as high-efficiency co-catalyst for enhancing the photocatalytic hydrogen production of g-C ₃ N ₄ .	Hui Pan	Rui Tong, Zhi Sun, Xina Wang, Liming Yang, Jiwei Zhai, Shuangpeng Wang*, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 45, 18912-18921 (2020).	9
Paper	Multi-phase Heterostructure of CoNiP/Co _x P for Enhanced Hydrogen Evolution Under Alkaline and Seawater Conditions by Promoting H ₂ O Dissociation.	Hui Pan	Dong Liu, Haoqiang Ai, Mingpeng Chen, Pengfei Zhou, Bowen Li, Di Liu, Xinyu Du, Kin Ho Lo, Kar-Wei Ng, Shuang-Peng Wang*, Shi Chen*, Guichuan Xing*, Jinsong Hu, and Hui Pan*, Small 17, 2007557 (2021).	16

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Paper	Pentagonal transition-metal (group X) chalcogenide monolayers: intrinsic semiconductors for photocatalysis	Hui Pan	Yuanju Qu, Chi Tat Kwok, Yangfan Shao, Xingqiang Shi, Yoshiyuki Kawazoe, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 46, 9371-9379 (2021).	9
Paper	Photocatalysis over MXene-based hybrid- Synthesis, surface chemistry, and interfacial charge kinetics	Chao Peng, Hui Pan, Hao Yu*	Chao Peng, Tao Zhou, Ping Wei, Wenkang Xu, Hui Pan, Feng Peng, Jianbo Jia, Kun Zhang, and Hao Yu*, APL Mater. 9, 070703 (2021)	3
Paper	Processing Agricultural Cornstalks toward High-Efficient Stable Bifunctional ORR/OER Electrocatalysts	Hui Pan, Detao Liu	Yinghui Li, Yuanju Qu, Chaocheng Liu, Jiedong Cui, Ke Xu, Yang Li, Haoyu Shen, Zhouguang Lu, Hui Pan, Tao Xu, and Detao Liu*, Adv. Sustainable Syst. 6, 2100343 (2022).	0
Paper	Quaternary-Metal Phosphide as Electrocatalyst for Efficient Hydrogen Evolution Reaction in Alkaline Solution.	Hui Pan	Pengfei Zhou, Dong Liu, Zhaorui Wen, Mingpeng Chen, Qingju Liu, Ye Ke, Shengwen Li, Shi Chen, Chi Tat Kwok, Shuangpeng Wang*, Yuxin Tang*, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 46, 18878-18886 (2021).	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Paper	Single transition metal atom catalysts on Ti_2CN_2 for efficient CO_2 reduction reaction.	Hui Pan	Feifei Li, Haoqiang Ai, Changmin Shi, Kin Ho Lo, and Hui Pan*, Int. J. Hydro. Energy 46, 12886-12896 (2021).	8
Paper	Synergistic Carbon and Hydrogen Reactions in Electrochemical Reduction of CO_2 to Liquid Fuels.	Hui Pan	Jinxian Feng, Jun Ni and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 9, 10546 - 10561 (2021).	5
Paper	Synergistic electronic and morphological modulation on ternary $\text{Co}_{1-x}\text{V}_x\text{P}$ nanoneedle arrays for hydrogen evolution reaction with large current density.	Hui Pan	Mingyang Yang, Chaoqun Shang, Feifei Li, Chen Liu*, Zhenyu Wang, Shuai Gu, Di Liu, Lujie Cao, Junjun Zhang, Zhouguang Lu*, and Hui Pan*, Science China Materials 64, 880-891(2021).	6
Paper	Tuning CO Binding Strength via Engineering Copper/Borophene Interface for Highly Efficient Conversion of CO into Ethanol.	Hui Pan, Aijun Du	Tianwei He, Cheng Tang, Alain R. Puente Santiago, Rafael Luque, Hui Pan*, and Aijun Du*. J. Mater. Chem. A 9, 13192-13199 (2021).	4
Paper	Two-Dimensional Layered Materials: High-Efficient Electrocatalysts for Hydrogen Evolution Reaction	Hui Pan	Qing Zhu, Yuanju Qu, Detao Liu, Kai Wei Ng*, and Hui Pan*, ACS Appl. Nano Mater. 3, 6270-6296 (2020).	19

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Paper	Two-Dimensional Materials as Novel Co-Catalysts for Efficient Solar-Driven Hydrogen Production	Hui Pan	Rui Tong, Kar Wei Ng, Xina Wang, Shuangpeng Wang*, Xuesen Wang, and Hui Pan*, J. Mater. Chem. A 8, 23202 - 23230 (2020).	32
Paper	Vertically-aligned 1T/2H-MS ₂ (M= Mo, W) nanosheets for surface-enhanced Raman scattering with long-term stability and large-scale uniformity	Hui Pan	Mingpeng Chen, Bing Ji, Ziyi Dai, Xinyu Du, Bingchen He, Ge Chen, Dong Liu, Shi Chen, Kin Ho Lo, Shuangpeng Wang*, Bingpu Zhou* and Hui Pan*, Appl. Surf. Sci. 527, 146769 (2020).	17

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於創傷大數據的院前智能急救系統關鍵技術研發及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0072/2019/AGJ	藍天資訊科技有限公司	李金瑞	基於創傷大數據的院前智能急救系統關鍵技術研發及應用

項目摘要

1. 研究背景

根據 120 急救指揮中心的數據統計分析，創傷患者佔急救患者比例約 37% 以上，排第一位。創傷病患大都來源於群體性事件，例如化工廠爆炸、火災、交通事故、打架鬥毆、自然災害等，具有難以預防、突發、大面積爆發、時間緊迫、創傷嚴重威脅生命等特性。院前急救的時間縮短一分鐘就能挽救更多患者的生命。創傷救治的難點和痛點在於需要在極短的時間內將患者從事發現場送至醫院進行急診搶救，在這個過程中需要在現場和運送途中進行施救，並在送達醫院後儘快實施急救。若在病人送達醫院之前，急診醫學科就能準確及時地掌握患者的傷情以及生命體徵等資訊，對於及時準確地制定搶救方案具有重要意義。搶救工作存在巨大的難度，急需利用新一代資訊技術與醫療急救業務的深度融合來快速交換資訊，縮短院前急救時間，為院內搶救爭取時間，提高救治率。長期以來，面對各種急診急救患者的救治需求，院前急救資訊化一直是醫療資訊化中的一個薄弱環節，甚至可以說是一個空白點。採用先進的資訊技術，特別是人工智慧、大數據、物聯網和 5G 等新一代資訊技術，以創傷大數據為基礎數據資源、創傷急救為業務流程再造樣例，建立一套高效的院前急救智能資訊服務系統，依託大數據和 5G 技術實現急診急救業務的應用創新，讓更多的患者得到及時救治，對於提高我國急診急救水準是十分必要而且緊迫的。

本項目就是基於以上所說的迫切需求，採用創傷大數據的院前智能急救系統關鍵技術，為院前急救業務研究一套智能化的應用解決方案 --ECIS。

2. 研究目標

- 1) 將大數據、人工智慧與 5G 技術相結合，建立現場急救和遠程指導資訊平臺，通過搭建院前智能急救系統，實現專家遠程指導救援，輔助指揮重大公共事件醫護人員現場處置，為危重重傷者搶救爭取時間，提高生存率，降低致殘率。
- 2) 設計開發院前調度和急診急救預案數位化管理系統，研發橫向業務協同、縱向指揮調度的急救資源調度系統，研究介面協議標準，為創傷病患到達醫院後的快速施救創造條件，為實現區域醫療急救資源的整合調度創造經驗，為構建現代化的城市應急管理體系貢獻醫療應急方案。
- 3) 具有良好的示範性，實施完成後，同步推進創傷中心建設運行，推動廣東各三甲附屬醫院實施區域醫療資源聯動，在原有臨床優勢上更進一步整合優化。

3. 研究成果與應用

2020 年已獲得軟件著作權：9 件，分別為：

1. 急診臨床資訊系統 V2.0

2. 來院患者預登記小程序軟體 V2.0
3. 卒中中心臨床資訊系統 V2.0
4. 急診預檢分診系統 V2.0
5. 急診會診資訊系統 V2.0
6. 院前急診急救資訊系統 V2.0
7. 創傷中心臨床資訊系統 V2.0
8. 危重兒童和新生兒就職中心臨床資訊系統 V2.0
9. 危重孕產婦救治中心臨床資訊系統 V2.0

以上研究成果已成功應用於如下項目當中：

- 廣州市花都區人民醫院容災備份建設採購項目；
- 廣州市花都區人民醫院打印機耗材及運維服務採購項目；
- 中國科學院南海海洋研究所項目；
- 廣州市花都區人民醫院智慧雙急系統開發項目硬件配套採購項目；
- 花都區人民醫院維保 —2020 年第一期；
- 中山大學孫逸仙紀念醫院全院無線網絡覆蓋設備採購項目所需無需網絡設備；
- 中山大學孫逸仙紀念醫院信息安全等級保護複評及信息系統安全服務。

2021 年已申請發明專利：3 件；獲得軟體著作權：3 項，分別為：

1. 一種異構虛擬資源管理系統和方法
2. 一種基於消息佇列的檔分片中斷點傳輸方法及裝置
3. 神經網路訓練方法、裝置、電子設備及存儲介質
4. 軒轅數據標注平臺 V2.0
5. 軒轅 AI+ 科研平臺系統 V1.0
6. 軒轅 AI 科學計算平臺 V1.0

以上研究成果已成功應用於如下專案當中：

- 中南大學湘雅二醫院公共衛生和重大疫情防控救治體系建設專案 - 急診資訊系統建設專案；
- 中山大學附屬第三醫院卒中中心臨床資訊系統專案；
- 南方醫科大學順德醫院卒中中心資訊系統專案；
- 中山大學孫逸仙紀念醫院一體化智慧運維服務專案；
- 廣州市中西醫結合醫院醫院資訊安全等級保護整改加固採購專案。

4. 進一步工作

《基於創傷大資料的院前智慧急救系統關鍵技術研發及應用》完成後，產品能否適應市場的需要，能否在行業中得到廣泛應用，能否為企業帶來經濟效益就成為我們急需解決的課題，於是開拓新市場，發掘新客戶，就成為了我們的首要任務。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
商業軟件	醫通 EIS	武鋼、陳統、袁慧瓊、洪曉敏、吳燕妮、葉嘉寧、謝星、黃永國、王勇澤、嚴靜東、李金瑞、戴揚波、許明珍	急診急救一體化信息平台	多家地方醫院

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

技術成果名稱	醫通 EIS		
成果特點	醫通 EIS 急診急救一體化解決方案成果特點： 1. 具備電子化：滿足上報需求 2. 信息化：節省輸入工作量 3. 體系化：相對獨立全流程		
技術成熟度	項目技術成熟度在 TRL9：系統以具備穩定的產品製作技術，並可進行技術移轉的階段，並制定不斷優化創新的計劃藍圖。		
應用範圍	醫院、衛生中心		
投產條件和預期經濟效益	投產條件：在澳門市場推廣並找到合作的醫院、衛生中心等合作機構預期經濟效益：200 萬		
合作方式	技術轉讓		

聯系地址	宋玉生廣場光輝商業中心 21 樓 F		
聯系人	李金瑞	電話	(853) 6860 3511
網址	-	傳真	-

時空協同智慧旅遊關鍵技術研究與應用示範

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0004/2020/AGJ	澳門網絡傳媒發展有限公司	江海濤	時空協同智慧旅遊關鍵技術研究與應用示範

項目摘要

1. 研究背景

在粵澳旅遊業高速發展的背景下，旅遊業成熟度與和諧度不高的問題日益凸顯；而作為解決方案的智慧旅遊仍處於初級階段。本項目以提高遊客旅遊體驗和降低遊客對本地居民影響為目標，研發時空協同智慧旅遊關鍵技術，構建遊客與本地居民交織場景下的旅遊資源時空預測模型，研發基於事理圖譜的旅遊主題模型與智能化技術，構建面向旅遊場景的智能服務系統及應用示範。項目成果將對推動粵澳地區旅遊業持續、健康、和諧發展起到重要作用。

2. 研究目標

本項目將聯合澳門網絡傳媒發展有限公司，暨南大學與北京郵電大學三方，以推動粵澳旅遊產業發並開發智慧旅遊應用示範。項目的關鍵技術目標包括：建立遊客與本地居民交織場景下的旅遊資源時空域協同理論體系；構建旅遊主題的知識與事理圖譜及推理機理與推薦模型；建立旅遊資源時空協同服務平臺並開發智慧旅遊示範應用。項目成果將推動粵澳旅遊業持續、健康展為出發點，針對目前粵澳旅遊產業發展不成熟和旅遊產業發展不和諧的關鍵性問題，以提高遊客旅遊體驗和降低遊客對本地居民影響為目標，分工協同研發旅遊資源時空協同關鍵技術，和諧發展。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目從旅遊資源時空協同建模與預測、基於事理圖譜的旅遊主題模型與智能化技術以及面向旅遊場景的智能服務提供系統三個方面對時空協同智慧旅遊關鍵技術進行了深入的研究，並開發了應用示範。項目的總體進展情況如下：

- 1) 在旅遊資源時空協同建模與預測方面，項目組提出了顯示時空聯系與隱式時空聯系相結合的旅遊資源時空建模方法，通過大數據系統性地分析了旅遊資源的重要相關因素。結合人工智能，提出多種先進的神經網絡結構（異構時空圖卷積 - 注意力網絡、全連接長短時記憶網絡等）、數據處理方法與特徵增強方法，完成了對時空旅遊需求的精準預測，並在珠海萬山群島與珠海市區旅遊需求數據集上進行了驗證；結合所建立的旅遊資源時空模型以及精準的時空旅遊需求預測結果，形成遊客與本地居民交織場景下的旅遊資源時空域協同理論體系，從而指導旅遊產業與社區、環境和諧發展。
- 2) 在基於事理圖譜的旅遊主題模型與智能化技術研究方面，完成了面向旅遊場景的旅遊知識 / 事理圖譜的構建、融合與應用，並提出了基於知識 / 事理圖譜的景區與遊覽路線推薦算法。在旅遊知識 / 事理圖譜的構建方面，項目組提出了基於機器閱讀理解的事件抽取算法，在構造問題模板上盡可能多的補充先驗標籤體系的語義信息，並通過設計多種不同的問題模板來探索其對事件抽取性能的影響；提出將句子主題語義時序關係抽取任務與事件時序關係抽取

任務通過多任務框架聯合訓練，彌補事件時序關係抽取中對跨句關係特徵缺失問題的事件時序抽取算法；提出兩種使用具有各向異性的幾何形狀對概念進行建模以豐富概念表示能力的知識表示算法（分別稱為 TransEllipsoid 和 TransCuboid），將每個概念分別投影為嵌入空間中的橢圓體和長方體，大幅提升了概念學習表示的精度。在融合旅遊知識 / 事理圖譜的旅遊景點 / 路線推薦算法方面；提出使用雙塔模型分別建模用戶表示（由 LSTM 層學習）與項目表示（由圖注意網絡學習），並基於用戶和項目的最終向量表示完成 Top-k 興趣點推薦的景點推薦算法；利用旅遊事件圖譜設計了 seq2seq 的旅遊路線推薦模型，利用圖編碼器對上下文信息建模，序列編碼器對遊客行為模式進行建模，整個訓練過程中，不需要進行複雜的特徵工程。

- 3) 在面向旅遊場景的智慧旅遊服務平臺與示範應用搭建方面，通過與旅遊時空需求預測研究和基於事理圖譜的旅遊智能化技術協同、利用用戶地理信息、用戶行為數據、業務數據和第三方應用數據等數據源信息發現用戶興趣偏好，提出了以不影響本地居民生活為基本原則的個性化旅遊智能化服務平臺，提供智能旅遊信息推薦、景點 / 路線推薦等功能，並進行典型用戶測試，達到了 TRL7 級技術就緒度。

4. 擬定成果之完成情況

- 實際申請 5 項發明專利，其中 1 項已授權。
- 實際申請 2 項外觀專利，並該 2 項均已授權。
- 實際授權 2 項軟件著作權。
- 實際形成 1 項新產品。
- 已新增不少於 10 萬新用戶、新拓展商家超過 100 家。
- 實際形成科技報告 1 份。

5. 研究成果與應用

本項目通過與旅遊時空需求預測研究和基於事理圖譜的旅遊智能化技術協同、利用用戶地理信息、用戶行為數據、業務數據和第三方應用數據等數據源信息發現用戶興趣偏好，提出了以不影響本地居民生活為基本原則的個性化旅遊智能化服務平臺，提供智能旅遊信息推薦、景點 / 路線推薦等功能，並進行典型用戶測試，達到了 TRL7 級技術就緒度。具體地，項目組完成了平臺需求分析、應用整體設計與相應技術中臺、業務中臺、票務系統、訂單系統，通過挖掘用戶興趣偏好及協同旅遊時空需求預測研究和基於事理圖譜的旅遊智能化技術，開發個性化智能景區 / 遊覽路線推薦系統。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Geometry-based Anisotropy Representation Learning of Concepts for Knowledge Graph Embedding	Jibin Yu, Chunhong Zhang, Zheng Hu, Yang Ji, Dongjun Fu and Xueyu Wang	Applied Intelligence	SCI
期刊論文	A Graph-Attention Based Spatial-Temporal Learning Framework for Tourism Demand Forecasting	Binggui Zhou, Yunxuan Dong, Guanghua Yang, Fen Hou, Zheng Hu, Suxiu Xu, and Shaodan Ma	Knowledge-Based Systems	SCI
期刊論文	Nondeterministic Mobility based Incentive Mechanism for Efficient Data Collection in Crowdsensing	Guoying Zhang, Fen Hou, Lin Gao, Guanghua Yang, Lin Cai	IEEE Internet of Things Journal	SCI
期刊論文	Wind Power Prediction Based on Multi-class Autoregressive Moving Average Model with Logistic Function	Yunxuan Dong, Shaodan Ma, Hongcai Zhang, and Guanghua Yang	Journal of Modern Power Systems and Clean Energy	SCI
期刊論文	Interpretable Temporal Attention Network for COVID-19 Forecasting	Binggui Zhou, Guanghua Yang, Zheng Shi, Shaodan Ma	Applied Soft Computing	SCI
會議論文	Cross-Sentence Temporal Relation Extraction with Relative Sentence Time	Pengyun Xie, Xinning Zhu, Chunhong Zhang, Zheng Hu, and Guanghua Yang	International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM)	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	A Spatial-temporal Model for Tourism Demand Forecasting	Yunxuan Dong, Binggui Zhou, Guanghua Yang, Fen Hou and Shaodan Ma	IEEE International Conference on Smart City (SmartCity)	EI
會議論文	A Framework of Data Fusion Through Spatio-Temporal Knowledge Graph	Xiaohan Zhang, Xinning Zhu, Jie Wu, Zheng Hu, and Chunhong Zhang	International Conference on Knowledge Science, Engineering and Management (KSEM)	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

基於炔丙基半胱氨酸納米粒與功能性糖載體修飾吸入粉霧劑技術的肺部給藥治療肺炎研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0021/2020/AGJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	朱依諄	基於炔丙基半胱氨酸納米粒與功能性糖載體修飾吸入粉霧劑技術的肺部給藥治療肺炎研究

項目摘要

1. 研究背景

2 年前我們應邀在著名雜誌 J of Alzheimer Disease 發表綜述，論證中藥是老年癡呆（AD）治療的新希望並佐證中藥（含中藥來源的單體化合物）確有非常大的治療和預防退行性疾病的前景。ZYZ-802 是本團隊通過對傳統中藥大蒜內含硫活性成分烯丙基半胱氨酸結構修飾改造得到的新型內源性 H₂S 調節劑，是擁有自主知識產權開發的 I 類新藥候選化合物（曾獲得國家重大新藥創制專項支持）。本研究將完成其長效緩釋劑和藥代動力學及藥效學研究，並從整體、器官、組織、細胞與分子和硫化氫的分子開關等多層次闡述其作用原理：抗炎免疫調節、血管新生、神經元保護和離子通道等期完成臨床前研究並申報臨床批文進入臨床研究。

2. 研究目標

- 1) 揭示 H₂S 是否是一種新型呼吸道免疫穩態的調節劑，具有顯著維持呼吸道免疫穩態作用；
- 2) 確認新型 H₂S 供體小分子炔丙基半胱氨酸治療炎症免疫炎症調節作用及機制；
- 3) 構建一種能在體內外緩慢釋放炔丙基半胱氨酸的納米粒；
- 4) 構建具有精準遞送的包載炔丙基半胱氨酸納米粒的功能性糖載體吸入粉霧劑系統，考察其對肺炎治療的增效作用；
- 5) 基於溶質遷移理論，通過調控二元糖載體組成，構建具有特定微觀結構的 DPIs 顆粒，實現其在肺部病灶的精準遞送；闡明此系統在下呼吸道定點沉積後，發生微 - 納米轉換、規避巨噬細胞，水化稀釋降低黏液粘度、定向穿透肺部黏液，精準富集肺炎部位的動態過程；
- 6) 裝載的炔丙基半胱氨酸在肺炎部位釋放後，能通過促進內源性 H₂S 的釋放，調控機體免疫反應，實現肺炎症狀的緩解。

S-Propargyl-cysteine (SPRC) 是一種內源性硫化氫 (H₂S) 供體。我們之前的研究表明，SPRC 可促進後肢缺血的血管生成抗氧化劑通過上調胱硫醚-γ 裂解酶 (CSE) 產生內源性 H₂S 的小鼠模型和大鼠心肌缺血模型的促血管生成能力，從中發現 SPRC 暗示其可能成為促進微血管重建的候選治療藥物，從而進一步支持外周血管的修復和再生神經損傷。

3. 簡介研究工作的主要進展

研究的目的是利用 SPRC 的促血管生成能力來支持周圍神經修復並探索潛在機制。我們發現 SPRC 加速損傷坐骨神經功能恢復，減輕萎縮小鼠的腓腸肌。它促進了 SC 的生存能力、生長和大鼠再生軸突的髓鞘形成和血管生成。它增強了人體臍血管內皮細胞的活力、增殖、黏附、遷移和血管形成缺氧條件下的細胞（HUVEC）。SPRC 通過促進激活 SIRT1 表達內源性 H₂S 的產生和 SIRT1 負向調節 EC 中的 Notch 信號在缺氧條件下，從而促進血管生成。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	申請發明專利 6 項，授權 1 項。	申請發明專利 3 項，準備申請發明專利 4 篇。	完成
2	發表科技論文 6 篇，SCI 論文 2 篇。	發表 SCI 3 篇，正在投稿 5 篇。	完成
3	培養碩士研究生 2-3 名，1 名博士研究生。	培養碩士研究生 2 名，2 名博士研究生。	完成
4	建立吸入製劑技術平臺，並為 2 家以上企業提供相關技術研究服務。	向廣州新濟藥業科技有限公司、依諾科技（香港）有限公司提供相關技術研究服務。	完成

4. 研究成果與應用

本研究表明 SPRC 對神經有治療作用再生和功能恢復。它促進受傷周圍神經的血管生成。SPRC 通過產生內源性 H₂S 激活 SIRT1 表達，並且 SIRT1 負向表達在 ECs 缺氧條件下調節 Notch 信號，從而促進血管生成在受傷的周圍神經中。我們的研究證實了血運重建的可行性通過藥物治療損傷周圍神經，我們的研究結果表明 SPRC 代表了一種治療周圍神經損傷的新型藥物治療方法。

SPRC 作為一種半胱氨酸類似物，在包括心腦血管疾病等多個臨床前研究模型中表現出潛在的治療作用，尤其在抗炎、抗氧化、抗纖維化等方面具有顯著的效果。但其本身仍具有不穩定、半衰期短等特性，從而限制了其進一步的成藥性。SPRC 的聚乳酸微球及納米脂質體等緩控劑型的研究，為其向臨床的轉化提供了可能，值得開展深入的後續研究。另一方面，SPRC 作為內源性氣體信號分子，在不同疾病中的具體作用機製研究仍較為有限，通過研究從而闡明其直接作用靶點和機製，將對今後以氣體信號小分子藥物的開發和應用提供新的思路和理論依據。

5. 進一步工作

進一步研究其他適應症，申請 IND。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	S-Propargyl-Cysteine Ameliorates Peripheral Nerve Injury through Microvascular Reconstruction	Yizhun Zhu	學術論文	SCIE 收錄，引用數：4
論文	STAT3-NAV2 axis as a new therapeutic target for rheumatoid arthritis via activating SSH1L/Cofilin-1 signaling pathway	Yizhun Zhu	學術論文	SCIE 收錄，引用數：4
論文	Recent updates in click and computational chemistry for drug discovery and development	Yizhun Zhu	學術論文	SCIE 收錄，引用數：1
中國專利	用於修復皮膚損傷的 H ₂ S 供體凝膠及 H ₂ S 供體凝膠製備方法	朱依諄， 陳瑤，趙曉青	發明專利	-
中國專利	內源性硫化氫緩釋製劑及其製備方法及其應用	朱依諄，余越	發明專利	-
中國專利	內源性硫化氫供體在製備治療類風濕性關節炎藥物中的用途	朱依諄，王冉	發明專利	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

新型冠狀病毒及其他呼吸道疾病病原篩查集成化核酸即時檢測系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0026/2020/AGJ	澳門大學	周冰朴	新型冠狀病毒及其他呼吸道疾病病原篩查集成化核酸即時檢測系統

項目摘要

1. 研究背景

項目實施期間全球正處於新型冠狀病毒大規模傳播的感染期，在我國形成了一種“外防輸入、內防反彈”的防控局面，同時還需面對流感等季節性疾病的高發壓力，防控任務艱鉅。由於人類感染新冠後的症狀與感染流感後的症狀相類似，導致海關、口岸、各級疾控中心、醫院等機構不能快速的在第一時間區分感染者感染了何種病毒，降低了防控的效率。因此，將新冠病毒感染與常見的呼吸道疾病精確定義，做到精準治療，同時針對境外輸入病例防止其病毒擴散，做到現場即時檢測，對實現患者分流和降低各防控單位的壓力等具有重大的科學和實際研究意義。

2. 研究目標

基於以上背景，本項目目標為構建一個呼吸道疾病的篩查平台，可以快速實現對包括新冠病毒在內的幾種常見呼吸道疾病病原的核酸快速篩查，包括核酸現場快速檢測儀，核酸檢測試劑盒以及一體化微流控芯片。能夠自動實現臨床樣本的核酸提取以及實時熒光 PCR 檢測，依靠自主研發的硅基薄膜微加熱器以及微流控芯片，可以在半小時內完成 40 個循環的核酸檢測，一個半小時內完成“樣本進、結果出”的無開蓋檢測，最快可在 20 min 內完成新冠病毒的檢測。本項目對及早發現感染者，提供預防措施具有重要意義。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 全封閉一體化微流控芯片的設計開發：以硅基微流控芯片為核心，設計微流體結構並選擇合適的材料進行芯片的表面修飾，使其能夠實現高效的核酸擴增。依據壓力驅動與毛細力驅動原理建立微流控芯片仿真模型，通過調節通道、反應腔室、儲液池等的尺寸、位置等，代入流體的粘度、濃度、密度等物理和化學參數，模擬通道內流體產生的流場，計算對應的毛細作用、流體壓力等的分佈和變化以及對檢測產生的影響，為待測液體在芯片內的驅動和反應提供較為嚴格的理論依據與指導。
- 2) 集成於芯片上的薄膜型加熱器的數值模擬及實驗驗證：在已有基礎上設計開發快速升降溫設備，用於 PCR 擴增所需的熱循環控制。通過對硅基薄膜微加熱器的熱傳導、熱耗散、熱輻射等進行微觀尺度下的數值模擬，結合微觀熱源系統及相關的物理參數設定，通過實驗驗證，進一步優化和實現最佳的芯片上熱輸運及響應功能，滿足快速升降溫需求。

4. 研究成果與應用

在項目合作過程中，澳門方主要任務是微尺度下芯片系統上流體行為的理論模型分析、實驗驗證以及芯片結構的設計與優化。具體的研究成果包括以下幾個方面：

- 1) 基於理論數值模擬結果，優化了芯片上流體系統的無開蓋“樣本進、結果出”快速檢測效果；
- 2) 結合微加熱芯片的集成設計，優化加熱、散熱模塊，完成片上系統的一體化快速檢測模型；
- 3) 開發及優化芯片製作工藝，獲取並統計相關的芯片上微結構、微流道等關鍵參數及其對器件性能的影響數據。

項目執行期間共發表 SCI 論文 5 篇，培養人才 2 名；實現相關微流控芯片優化模型及集成加熱模塊的片上系統研發，為後續相關工作的開展提供了理論依據及實驗指導。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A Superhydrophobic and Anti-corrosion Strain Sensor for Robust Underwater Applications	Ziyi Dai, Sen Ding, Ming Lei, Shunbo Li, Yi Xu, Yinning Zhou,* and Bingpu Zhou,*	Journal of Materials Chemistry A, 2021, 9, 15282-15293	36
期刊論文	Magnetized Micropillar-enabled Wearable Sensors for Touchless and Intelligent Information Communication	Qian Zhou, Bing Ji, Fengming Hu, Jianyi Luo and Bingpu Zhou,*	Nano-Micro Letters 2021, 13:197	11
期刊論文	Gradient Architecture-Enabled Capacitive Tactile Sensor with High Sensitivity and Ultrabroad Linearity Range	Bing Ji, Qian Zhou, Ming Lei, Sen Ding, Qi Song, Yibo Gao, Shunbo Li, Yi Xu, Yinning Zhou,* and Bingpu Zhou,*	Small 2021, 202103312	35
期刊論文	Mechanically Robust and Superhydrophobic Concrete based on Sacrificial Template Approach	Ziyi Dai, Hongda Guo, Qiaoxian Huang, Sen Ding, Yiteng Liu, Yibo Gao, Yinning Zhou, Guoxing Sun,* and Bingpu Zhou,*	Cement and Concrete Composites 2022, 134, 104796	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Sweeping-responsive Interface Using the Intrinsic Polarity of Magnetized Micropillars for Self-Powered and High-capacity Human-machine Interaction	Sen Ding, Mingrui Wang, Hao Yang, Fengming Hu, Ziyi Dai, Ming Lei, Qian Zhou, Dazhe Zhao, Yibo Gao, Junwen Zhong, Jianyi Luo*, and Bingpu Zhou*	Nano Energy (102) 2022, 107671	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	3	1	1

化學 1 類創新藥物 MN-08 治療肺動脈高壓的臨床 I 期及作用機理研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0035/2020/AGJ	澳門大學	許貝文	化學 1 類創新藥物 MN-08 治療肺動脈高壓的臨床 I 期及作用機理研究

項目摘要

1. 研究背景

肺動脈高壓（Pulmonary arterial hypertension, PAH）是由已知或未知原因引起肺動脈壓力升高超過一定界值的一種血流動力學和病理生理狀態，是僅次於冠心病和高血壓的第三大常見心血管疾病，是一種極度惡性疾病。有關數據顯示，PAH 患者佔全球總人口的 1%，在 65 歲以上的人群患病率高達 10%，未經治療的特發性 PAH 患者 5 年的生存率僅有 34%，因此該病也被稱為“心血管系統的惡性腫瘤”。PAH 在國外為罕見病，而國內患者眾多，根據中華慈善總會官網數據，國內目前 PAH 患者 1200 萬人。目前國內上市用於治療 PAH 的一線藥物種類少而且價格昂貴，我國 PAH 患者處於無良藥可用的局面。因此，迫切需要加大力度開發新型安全有效和我國患者用得起的治療藥物。

澳門大學許貝文教授課題組與廣州喜鵲醫藥有限公司合作承擔了廣東省粵港澳聯合創新領域專案，該專案研究治療肺動脈高壓 1 類化學新藥 MN-08 片，是團隊自主研發具有全球多個國家智慧財產權的創新藥物。其中，澳門大學許貝文教授課題組負責完成了 MN-08 治療肺動脈高壓（PAH）的分子作用機理研究，廣州喜鵲醫藥有限公司負責完成了 MN-08 治療 PAH 的臨床 I 期試驗研究，開展 MN-08 片在健康受試者中的安全性、耐受性及藥代動力學研究（I 期臨床試驗研究）。在合作協議的分工下，雙方完成了相關研究工作。

2. 研究成果與應用

澳門大學課題組項目目標為闡明 MN-08 治療肺動脈高壓（PAH）的分子作用機理研究，已完成的工作包括：1）建立 MCT 誘導的 PAH 大鼠肺動脈高壓模型中；2）評價 MN-08 改善 PAH 病理及提高大鼠的生存率的能力；3）利用 U46619 誘導的急性 PAH 大鼠的 RVSP 評價 MN-08 能否降低病理；4）評價 MN-08 抑制肺動脈重構；5）評價 MN-08 抑制 PDGF-BB 誘導的肺動脈平滑肌細胞增殖；6）評價 MN-08 可釋放 NO 擴張離體肺動脈及會否不減低外周血壓。

我們的研究成果顯示，MN-08 通過調節 NO 信號通路，提高肺血管的血流動力學性能；抑制 RhoA/Rho 和 HIF-1a/VEGF 信號通路，減少肺動脈平滑肌細胞收縮及減少肺血管內皮細胞增殖和血管新生，進而降低肺血管阻力；MN-08 抑制 PDGF-BB 誘導的肺動脈平滑肌細胞增殖，抑制肺動脈重構，從而改善 PAH 的病理表現及減緩進程。MN-08 對治療 PAH 具有潛在的應用價值，並為深入研究其作用機理提供了寶貴的參考。通過開展粵港澳創新領域科技合作研究，能夠藉助合作方良好的科研條件及在藥物作用機理研究方面的豐富經驗和技術優勢，使本專案更快更順利的推進，通過深入研究 MN-08 治療 PAH 的作用機制，以期為 MN-08 治療 PAH 提供更多的研究基礎。

合作雙方在技術、人才交流、實驗基礎設施和成果轉化方面具有鮮明的優勢互補性，為專案的順利開展提供了保障。

3. 進一步工作

基於本項目研究結果，本課題組與廣州喜鵲醫藥有限公司計劃進一步未來的合作，研究 MN-08 口服 NO 補充劑，更有望成為治療肺炎的潛在藥物。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. Journal paper	Dual-Functional MN-08 Attenuated Pulmonary Arterial Hypertension Through Vasodilation and Inhibition of Pulmonary Arterial Remodeling	Fangcheng Luo, Liangmiao Wu, Guoqing Xie, Fangfang Gao, Zhixiang Zhang, Guangying Chen, Zheng Liu, Ling Zha, Gaoxiao Zhang, Yewei Sun, Zaijun Zhang, Yuqiang Wang	Hypertension, vol. 77(5), pp. 1787-1798, Mar 2021	6
2. Journal paper	Murine Beta-Amyloid Oligomers Disrupt Endothelial Barrier Integrity and VEGFR Signaling via Activating Astrocytes to Release Deleterious Soluble Factors	Qian Yue, Xinhua Zhou, Zaijun Zhang, Pui Man Hoi	International Journal of Molecular Sciences, vol. 23(3), pp. 1878, Feb 2022	4
3. Journal paper	Canthin-6-one (CO) from <i>Picrasma quassioides</i> (D.Don) Benn. ameliorates lipopolysaccharide (LPS)-induced astrocyte activation and associated brain endothelial disruption	Qian Yue, Yunshao Xu, Ligen Lin, Pui Man Hoi	Phytomedicine, vol. 101, pp. 154108, Apr 2022	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4. Journal paper	Natural Dietary Compound Xanthohumol Regulates the Gut Microbiota and Its Metabolic Profile in a Mouse Model of Alzheimer's Disease	Wei Liu, Kaiwu He, Desheng Wu, Li Zhou, Guowei Li, Zequn Lin, Xifei Yang, Jianjun Liu, Pui Man Hoi	Molecules, vol. 27(4), pp. 35209070, 2022	8
5. Journal paper	Emerging roles of astrocytes in blood-brain barrier disruption upon amyloid-beta insults in Alzheimer's disease	Qian Yue, Pui Man Hoi	Neural Regeneration Research, vol. 18(9), pp. 1890-1902, Sep 2023	0
6. Conference Abstract (Oral Presentation)	Nitrone derivative exerted a protective effect on neuronal and vascular and mural cells	Qian Yue, Xinhua Zhou, Zaijun Zhang, Pui Man Hoi	International Conference on Medicinal and Food Plant Research & 3 Sino CPLP Symposium on Natural Products and Biodiversity Resources (2021.04.09)	0
7. Conference Abstract (Poster Presentation)	Crocins protect mouse astrocyte C8-D1A cytotoxicity induced by LPS via regulation of NF- κ B signaling pathway	Zirong Liang, Qian Yue, Pui Man Hoi	International Conference on Medicinal and Food Plant Research & 3 Sino CPLP Symposium on Natural Products and Biodiversity Resources (2021.04.09)	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
8. Conference Abstract (Invited Oral Presentation)	Discovery And Development Of New Drug From Chinese Medicines Against Vascular And Degenerative Diseases	Pui Man Hoi	7th Macau Symposium on Biomedical Sciences (2021.07.24)	0
9. Conference Abstract (Invited Oral Presentation)	Therapeutic efficacy of novel memantine nitrate in animal models	Xinhua Zhou, Liangmiao Wu, Zaijun Zhang, Xifei Yang, Pui Man Hoi	International Conference on Pharmacological Science (15.08.2021)	0

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

新一代船載固態導航雷達的研發與產業化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0036/2020/AGJ	澳門大學	陳勇	新一代船載固態導航雷達的研發與產業化

項目摘要

1. 研究背景

粵港澳地區地處沿海地帶，因此大量需求船舶交通服務（vessel traffic service, VTS）支援船舶運輸，漁業和漁政等行業。目前國內的船舶導航雷達多採用非相參的磁控管體制發射機，由於磁控管屬於真空器件，具有一定使用壽命（一般為 8000h 左右），需要定期更換，同時由於真空管的特性，使其不具備相參處理能力，頻率捷變能力，不能通過多普勒濾波實現海雜波中的運動目標提取，針對傳統導航雷達在該方面的不足，國外知名導航雷達廠家，例如，凱文·修斯、JRC、SimRad、sperry、terma 等廠家紛紛推出固態雷達，在現代船舶導航的高端需求上，採用固態全相參脈衝壓縮體制是導航雷達的發展趨勢。這樣勢必會伴隨著 VTS 系統升級，促進船舶導航雷達高精端產品的研發，帶來潛在巨大的經濟效益和社會效益。

2. 研究目標

本合作專案所研製的導航雷達，擬採用先進的固態脈衝壓縮發射制式，突破和掌握低相位雜訊、低參考雜散的頻率綜合器、海雜波背景下的小目標信號檢測以及雷達間互擾的抑制等關鍵技術，研發具有目標探測、船舶定位、航行狀態及航跡標繪等功能，具備高距離解析度、對周圍環境的電磁干擾小，抗干擾能力強等特點的新一代船載固態導航雷達產品，產品可輔助指揮員和航海人員掌握周邊海洋環境資訊及船隻航行態勢等綜合資訊，確保船舶安全駕駛。澳門合作乙方將獨立地研發低相位雜訊，低參考雜散的頻率綜合器。內地合作甲方通過與澳門合作乙方和內地合作丙方的產學研合作，開發達到國內先進水準的雷達產品，促進澳門和廣東省的雷達、船舶等產業的發展。

3. 簡介研究工作的主要進展

本專案進展順利，完成了預期研究內容。我們培養 7 位博士研究生，並完成了多款矽基晶片設計和晶片評估，取得了突破性的成果，例如，發表 10 篇高水準文章。

4. 研究成果與應用

通過本專案資助，澳門 PI 的課題組階段性地培養 7 名博士研究生，部分研究成果用於博士研究生的畢業論文。已經發 3 篇會議（1 篇 ISSCC，1 篇 ICECS，一篇 NorCAS）和 7 篇期刊（1 篇 JSSC，一篇 TCAS-I，兩篇 TCAS-II，兩篇 TVLSI，一篇 IJCTA）。

內地合作甲方海華公司已完成：(1) 項目完成固態導航雷達顯控軟體 v1.0，固態導航 PPT 顯示軟體 v1.0 兩項軟體著作權；(2) 完成固態雷達系統一套，通過協力廠商檢測；(3) 專案執行內實現新增銷售收入 1516.17 萬元，新增利稅 212.81 萬元。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊文章	High-Performance Harmonic-Rich Single-Core VCO With Multi-LC Tank: A Tutorial	Yong Chen*, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—II: EXPRESS BRIEFS	SCI
期刊文章	A 3.78-GHz Type-I Sampling PLL with a Fully-Passive KPDDoubled Master-Slave S-SPD Measuring 39.6-fsRMS Jitter, -260.2-dB FOM and -70.96-dBc Reference Spur	Yunbo Huang, Yong Chen*, Bo Zhao, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Regular Papers	SCI
期刊文章	A 3.78-GHz Type-II Sampling PLL with a Differential Parallel-Series Double-Edge S-SPD Scoring 43-fsRMS Jitter, -258.7-dB FOM and -80-dBc Reference Spur	Yunbo Huang, Yong Chen*, Bo Zhao, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE Transactions on Very Large Scale Integration Systems (TVLSI)	SCI
期刊文章	A 6-to-38Gb/s Capture-Range Bang-Bang Clock and Data Recovery Circuit with Deliberate-Current-Mismatch Frequency Detection and Interpolation-Based Multi-Phase Clock Generation	Lin Wang, Yong Chen*, Chaowei Yang, Xionghui Zhou, Mei Han, Crovetto Paolo Stefano, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	International Journal of Circuit Theory and Application	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊文章	A 3.3-GHz Integer-N Type-II Sub-Sampling PLL Using a BFSK-Suppressed Push-Pull SS-PD and a Fast-Locking FLL Achieving -82.2 -dBc REF Spur and -255 -dB FOM	Zunsong Yang, Yong Chen*, Jia Yuan, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE Transactions on Very Large Scale Integration Systems (TVLSI)	SCI
期刊文章	A Sub-0.25pJ/bit 47.6 -to-58.8Gb/s Reference-Less Single-Loop PAM-4 Bang-Bang CDR With a Deliberate-Current-Mismatch Frequency Acquisition Technique in 28nm CMOS	Xiaoteng Zhao, Yong Chen*, Lin Wang, Pui-In Mak, Franco Maloberti, and Rui P. Martins	IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC)	SCI
期刊文章	Universal Stability Criterion for Type-I Sampling Phase-Locked Loops	Yunbo Huang, Yong Chen*, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE TRANSACTIONS ON CIRCUITS AND SYSTEMS—II: EXPRESS BRIEFS	SCI
會議文章	A 28-Gb/s 13.8-mW Half-Rate Bang-Bang Clock and Data Recovery Circuit Using Return-to-Zero-Based Symmetrical Bang-Bang Phase Detector	Xinyi Ge, Yong Chen*, Lin Wang, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE Nordic Circuits and Systems Conference (NorCAS)	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議文章	A 10.8-to-37.4Gb/s Single-Loop Quarter-Rate BBCCR Without External Reference and Separate FD Featuring a Wide-Frequency-Acquisition Scheme	Lin Wang, Yong Chen*, Chaowei Yang, Xiaoteng Zhao, Pui-In Mak, Franco Maloberti, and Rui P. Martins	IEEE International Conference on Electronics, Circuits and Systems (ICECS)	EI
會議文章	An 83.3-to-104.7GHz Harmonic-Extraction VCO Incorporating Multi-Resonance, Multi-Core, and Multi-Mode (3M) Techniques Achieving -124dBc/Hz Absolute PN and 190.7dBc/Hz FoMT	Hao Guo, Yong Chen*, Yunbo Huang, Pui-In Mak, and Rui P. Martins	IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

中藥新藥“玉蝴蝶祛斑膏”的質量標準提升及臨床研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0043/2020/AGJ	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	白麗萍	中藥新藥“玉蝴蝶祛斑膏”的 質量標準提升及臨床研究

項目摘要

1. 研究背景研究

“玉蝴蝶祛斑膏”為國醫大師的臨床經驗方製成的外用複方中藥軟膏劑，由柿葉、木蝴蝶和菟絲子組方。經 30 餘年中醫臨床驗證對黃褐斑療效確切、安全無副作用，已獲中藥六類新藥臨床批件。為加快其獲批上市，彌補我國黃褐斑外用中藥製劑的市場空白，本項目開展對該製劑的質量標準提升和臨床試驗等研究。

2. 研究目標

- 1) 制定君藥柿葉藥材（藥典無收載）和製劑中間體質控標準（澳方完成）；
- 2) 為企業內部質量控制目的，提升臣藥木蝴蝶藥材的質量標準（澳方完成）；
- 3) 系統研究製劑的藥效物質基礎，建立基於藥效指標性成分的更為嚴格的製劑質量標準，系統而全面地反映產品質量（澳方完成）；
- 4) 確證製劑的臨床有效性與應用價值（企業方完成）；
- 5) 完成中試生產線建設（企業方完成）。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 玉蝴蝶祛斑方化學物質基礎研究
首次將分子網路技術與基於骨架構建的黃酮資料庫反向匹配技術相結合，實現了黃酮類已知化合物的快速鑒定與黃酮類新化合物的快速發現。構建了迄今最全面的黃酮化合物庫，用於加速黃酮類化合物的質譜鑒定。從玉蝴蝶祛斑方中鑒定了 117 個化合物，發現了 3 個新天然產物。
- 2) 活性成分導向的製劑工藝改進研究
以活性成分（山奈酚、槲皮素和黃芩素）為工藝改進的監控指標，闡明了柿葉與木蝴蝶共同煎煮可促進非活性黃酮苷類成分水解為活性黃酮苷元類成分的科學機制。三味藥材共同煎煮，不但簡化了原製備工藝，而且提升了祛黑素的藥效。
- 3) 玉蝴蝶祛斑膏藥效標誌物及質量標準提升研究
明確了黃酮苷元類成分是玉蝴蝶祛斑方中抑制黑色素形成的主要活性成分。在木蝴蝶苷 B 和黃芩苷基礎上，新增山奈酚、槲皮素和黃芩素指標性成分；同時新增抗氧化活性成分沒食子酸為指標性成分，為企業建立了新的製劑質量標準。在部頒標準上，提升了柿葉的質量標準，制定了柿葉質量標準草案。

4. 研究成果與應用

研究成果：已經發表了 5 篇 SCI 研究論文，尚有 1 篇 SCI 研究論文待投稿中；培養博士研究生 2 名，碩士研究生 2 名。

應用：本項目所建立的中藥材柿葉和製劑的質量標準將被企業方採用，進行原料藥材和製劑成品的質量控制。

5. 進一步工作

中藥藥效物質單靶點活性成分研究策略：以中藥柿葉祛斑活性成分研究為例，研究報告整理中，研究結果待發表。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	TBAI-Catalyzed Oxidative Coupling of Benzyl Ketones to Synthesize 2,3-Diaryl-1,4-Diketones in Water	白麗萍、孔令凱、孟潔茹、田文月、劉家正	ACS Omega, 7, 1380-1394, 2022	SCIE
SCI 論文	Synthesis and identification of lithocholic acid 3-sulfate as ROR γ t ligand to inhibit Th17 cell differentiation	白麗萍、肖日平	Journal of Leukocyte Biology, 1-9, 2022	SCIE
SCI 論文	Cryptolepine suppresses breast adenocarcinoma via inhibition of HIF-1 mediated glycolysis	白麗萍、鄭植元、許婷、田文月、高進	Biomedicine & Pharmacotherapy, 153, 113319, 2022	SCIE
SCI 論文	Anti-Entry Activity of Natural Flavonoids against SARS-CoV-2 by Targeting Spike RBD	白麗萍、孟潔茹、劉家正	Viruses, 15, 160, 2023	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
SCI 論文	Novel coumarin derivatives as potential tyrosinase inhibitors: Synthesis, binding analysis and biological evaluation	白麗萍	Arabian Journal of Chemistry, 16, 104724, 2023	SCIE

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	3	1

研究結果	樣品	成品	產品
	2000	2000	-

中藥中農藥及重金屬殘留的快速檢測關鍵技術研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0047/2020/AGJ	澳門大學	李鵬	中藥中農藥及重金屬殘留的快速檢測關鍵技術研發

項目摘要

1. 研究背景

近年來，我國中藥中農藥、重金屬超標被檢出的報導時有發生，阻礙了中藥國際化、現代化以及中藥邁向高品質發展的步伐。為保障消費者安全以及中藥的高品質發展，2020 版《中國藥典》最新嚴格提出了 33 種禁用農藥以及 5 種重金屬殘留的限量標準，其中主要包含有機磷、氨基甲酸酯及有機氯等農藥，和鉛、鎘、砷、汞、銅 5 種重金屬。目前，中國藥典和國家標準規定的適用於中藥中農藥殘留及重金屬的檢測方法主要是實驗室儀器方法。上述方法精密度、靈敏度高，是實驗室的确證方法。但這些設備方法耗時較長，而且為了適合上機檢測，檢測樣品還需要利用超聲、旋轉蒸發等設備經歷多次反復的提取濃縮，導致前處理過程極為繁瑣、複雜，耗費了數倍於檢測過程的時間和精力。此外，這些儀器方法龐大、昂貴、操作複雜、對人員和環境的要求高的特點，使之不適用於中藥種植源頭和流通現場的快速篩查。同時因為耗時長、成本高，儀器方法檢測的覆蓋面也比較窄。因此，為實現中藥複雜樣品中農藥殘留及重金屬的高靈敏、高特異性檢測，滿足種植源頭及流通現場的簡易準確監管，開發適合農藥及重金屬殘留檢測的螢光材料與技術，彌補現有方法的不足，是本項目研究的重點。

2. 研究目標

本項目將針對 2020 版藥典中禁用的農藥殘留和重金屬，根據項目組和相關研究機構對於中藥材風險評估結果，選取主要的中藥類別（根及根莖類、莖葉及全草類、果實及種子類）中農藥和重金屬殘留風險高的代表性中藥進行針對性研發，並將方法學拓展於三類中藥中的其它品種，力求實現方法和產品的通用性。項目將通過開發基於固相萃取的針對中藥複雜基質中農藥殘留及重金屬的樣品前處理方法，實現對中藥複雜基質的去除，以及農藥和重金屬的有效捕獲和濃縮；同時，結合傳統生物大分子識別手段及仿生識別技術結合螢光納米材料優勢，構建新型納米傳感技術和方法，有效提升中藥中農藥殘留及重金屬檢測的靈敏度和準確度。通過融合高校院所、高新技術企業及權威監管機構的“產學研用”模式，將上述新型技術轉化為快速試劑盒及配套的可攜式裝置，構建簡便、快捷的快速檢測系統，應用於中藥種植源頭及流通市場。本項目研究成果還擬進行全國範圍內中藥材質量普查，描繪我國常用中藥中的禁用農殘及重金屬的分佈形貌，為一線人員監管中藥質量安全提供有力的工具，更為中藥行業持續、有效、健康發展提供有力技術支撐。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目在執行期內已按照項目要求及合同要求，完成所有指標任務。

- 1) 本項目對中藥材中農殘和重金屬風險進行了評估，發現我國中藥材中農藥和重金屬殘留現象普遍存在，部分藥材超標率較高，需要加強對源頭產地的用藥指導、管控以及流通過程中的監督。

- 2) 進行了樣品前處理方法的開發，通過將 QUECHERS 方法原理中填料裝載至柱載體中，形成淨化柱形式，滿足了快檢中農殘及重金屬現場檢測樣品前處理快速、簡單的要求，並開發了相應的設備滿足高通量需求。
- 3) 本項目成功建立了中藥材中氟蟲腈、克百威、毒死蜱、聯苯菊酯、鉛、鎘、銅的膠體金快速檢測技術，同時還構建了基於納米酶法的 UIO66-CDs 聯合系統檢測有機磷農藥。開發出相應膠體金免疫層析產品 7 個以及中藥材中有機磷農藥甲基對氧磷快速檢測產品 1 個。

4. 研究成果與應用

執行期內發表 SCI 研究論文 4 篇，均為 JCR 高水準 Q1 分區學術論文，且多次被著名期刊 Journal of Hazardous Materials, Sensors and Actuators B: Chemical, Advances in Colloid and Interface Science, Journal of Agricultural and Food Chemistry 等引用；研究期間申請發明專利 2 項；培養博士及博士後 5 名，碩士 1 名。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Single-chain variable fragment-based immunoassay for bioactive natural products	Xiping Cui, Jian Lu, Jinchao Wei, Suqing Zhao, Yiyong Yan, Guo Yin, Bing Wang, Yunping Mu*, Peng Li*	Phytochemistry Reviews, 2023, In Press.	SCI
期刊論文	A ratiometric fluorescent sensing system for the selective and ultrasensitive detection of pesticide residues via the synergetic effects of copper nanoclusters and carbon quantum dots	Ling Chen, Jian Lu, Mai Luo, Hua Yu, Xiaojia Chen, Jinchao Wei*, Peng Li*	Food Chemistry, 2022, 379, 15, 132139	Cited: 11 SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A two-step strategy for simultaneous dual-mode detection of methyl-paraoxon and Ni (II)	Mai Luo, Ling Chen, Jinchao Wei*, Xiping Cui, Zehua Cheng, Ting Wang, Incheng Chao, Yunyang Zhao, Hao Gao, Peng Li*.	Ecotoxicology and Environmental Safety, 2022, 239, 1, 113668	Cited: 1 SCI
期刊論文	Fluorescent noble metal nanoclusters for contaminants analysis in food matrix	Ling Chen, Zehua Cheng, Mai Luo, Ting Wang, Jinchao Wei*, Yitao Wang Peng Li*	Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 2021, 1-19.	Cited: 8 SCI
專利	螢光探針材料、其製備方法及應用	李鵬、盧健	中國發明專利， 申請號： 202110773049.0	-
專利	一種檢測中藥中噁蟲嗪含量的免疫分析方法及免疫試劑盒	李鵬、崔錫平、 魏金超、盧健、 王勝鵬、王一濤	中國發明專利， 申請號： 202211554310.9	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	6	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	2	-	-

技術成果名稱	中藥材中有機磷農藥甲基對氧磷檢測產品
成果特點	利用新型金屬有機框架納米酶與螢光碳納米點快速檢測中藥材中的有機磷農藥。快速，靈敏，便捷是其突出的三個特點。區別於傳統的氣相色譜聯用質譜檢測，利用螢光手電筒或螢光光譜儀即可進行快速對甲基對氧磷進行快速定量。搭配和易瑞生物研發的前處理技術，即可完整實施從中藥材中進行有機磷農藥甲基對氧磷的定量和定性分析。
技術成熟度	本課題組對於中藥材中有機磷農藥的快速檢測技術開發已有數種已開發體系。多信號通路和多探針儲備，為中藥材中有害物質的安全性評價提供了堅實的基礎。目前，課題組在螢光納米碳點技術的合成開發上已有數個成果刊登於諸多期刊。另外，課題組對於納米酶的開發也一直視為研究重點。目前所開發的 UIO66 型金屬有機框架納米酶也是成熟的合成技術。是首次應用於有機磷甲基對氧磷的檢測領域中。經過多次重複測試和驗證，並且在真實樣品中測試回收率。證實了開發的金屬有機框架納米酶聯合螢光納米點探針系統是有效，成熟和真實的。 對於前處理體系，負責承擔的易瑞生物股份有限公司的研發主任嚴義勇博士，常年從事前處理技術開發。擁有多項前處理體系發明專利。並且多種前處理方法已投入市場，取得了較大經濟效益。
應用範圍	人參等中藥材基質，環境水樣，土壤樣品
投產條件和預期經濟效益	1) 完整的工藝設計以確保大規模合成的品質控制。 2) 多次實地考察驗證，以確保工藝合成產品能確保有效性和靈敏度，可以完成整體檢測。 3) 前處理體系驗證，複雜情況下前處理認證。 4) 外觀設計與匹配檢測試劑盒元件配套設計。 預期經濟效益：主要面對與國內外中藥材或天然藥物種植產區的監管部門和種植個體戶。預期年銷售額 2,000,000 MOP 以上。
合作方式	技術入股合作開發

技術成果名稱	一種檢測中藥中噻蟲嗪含量的免疫分析方法及免疫試劑盒		
成果特點	本技術旨在開發一種快速免疫分析噻蟲嗪的分析方法。分析方法簡單，條件要求少，應用場景廣泛。專案組開發了一種膜載體斑點免疫滲濾測定噻蟲嗪含量的試劑盒，該試劑盒中包括試紙條；試紙條包括固相載體以及包被於固相載體表面的噻蟲嗪抗原；固相載體為硝酸纖維素膜或尼龍膜。採用硝酸纖維素膜為固相載體，利用其印跡作用在其表面包被噻蟲嗪包被抗原，在靜電作用下將噻蟲嗪特異性抗體與納米金進行偶聯標記，製備得到納米金標記的噻蟲嗪抗體，在膜載體定向滲濾作用下，噻蟲嗪與噻蟲嗪包被抗原競爭性結合納米金標記的噻蟲嗪抗體，通過判斷膜上顏色的變化從而定性檢測樣本中噻蟲嗪的含量。本研究較酶聯免疫檢測法的製備成本低廉，檢測方法簡便快速，檢測成果明顯直觀，適合現場快速鑒定。		
技術成熟度	1) 開發的免疫分析試紙條，工藝簡單，成分單一，目標明確，選擇性高。有利於大規模生產開發。 2) 免疫分析方法的特異性高，靈敏度和選擇性均可觀。 3) 已開發的免疫分析方法已經過了重複性，真實樣品回收率測試。表現出良好的回收率範圍和高重複性。 4) 與易瑞生物合作的前處理技術具有相當的技術基礎。其前處理產品已開發經過實驗驗證。		
應用範圍	中藥材樣品，環境水樣，土壤樣品		
投產條件和預期經濟效益	1) 完整的工藝設計以確保大規模合成的品質控制。進行複雜基質極端條件環境測試。測試儲存條件範圍以及最優檢測環境範圍。 2) 前處理體系驗證，複雜情況下前處理認證。 3) 外觀設計與匹配檢測試劑盒元件配套設計。 預期經濟效益：主要面對與國內外中藥材或天然藥物種植產區的監管部門和種植個體戶。預期年銷售額 1,500,000 MOP 以上。		
合作方式	技術入股合作開發		

聯系地址	中國澳門氹仔大學大馬路澳門大學		
聯系人	李鵬	電話	(853) 8822 4874
網址	-	傳真	-

城市軌道交通隧道運營安全智能監測關鍵技術 與系統研發及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0057/2020/AGJ	澳門大學	周萬歡	城市軌道交通隧道運營安全智能監測關鍵技術與系統研發及應用

項目摘要

1. 研究背景

粵港澳大灣區城市群發展迅速，基礎設施建設施工活動眾多，因此在已開通運營的地鐵隧道周圍的基坑開挖，新建隧道施工等不可避免。由於粵港澳大灣區地處南方最大的沖積平原，地層泥沙深厚，土層強度低，地鐵隧道結構對變形十分敏感。在接近既有地鐵運營隧道進行施工活動，尤其是深基坑、隧道開挖等，其過程中土方卸載、降水、振動、載入等，容易導致地鐵隧道周邊地下水位變化及應力場改變，引起地鐵隧道自由位移場，導致地鐵隧道的產生傾斜、隆起、沉降、開裂等病害。

在地鐵交通運營過程中，對其隧道結構的安全情況進行監控，對於保障地鐵的安全運營、保護人員安全、指導鄰近施工活動等具有十分重要的意義。然而，目前的地鐵運營中的安全監測工作仍然以人工作業為主，存在自動化程度低、工作量大、速度慢、效率低的問題，難以開展長期、穩定、持續監測及危險預警。因此，進一步發展智慧化、資訊化程度高的地鐵交通安全運維監控技術和設備，對地鐵隧道安全進行即時監控，獲取隧道工作狀態的回饋資訊，分析隧道結構變形及劣化機理，對提高地鐵運營過程中的安全風險捕捉效率、提高事故防控能力具有重要的意義。

2. 研究目標

- 1) 基於物理模型及人工智慧方法分析隧道結構變形特徵；
- 2) 城市軌道交通隧道結構長距離高精度智慧監測技術研究；
- 3) 基於 BIM 的建築基坑及地下工程安全監測系統研究。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 本研究提出了一種基於彈性地基梁法的基坑圍護結構的智慧撓度預測方法，可用於預測基坑的撓度並量化其不確定性，為鄰近地鐵保護提供參考。
- 2) 通過分析地鐵土壓平衡盾構隧道施工專案實測資料，應用皮爾遜相關法、序列前向選擇（SFS）、序列後向選擇（SBS）和 Boruta 演算法四種方法，研究特徵選擇對預測地鐵隧道施工引起的最大地表沉降模型性能的影響。
- 3) 研發了一種雙梁互補式光纖光柵位移感測器。設計了兩對“FBG- 懸臂梁 - 楔形滑塊”結構，實現了對正負位移的獨立測量。新型位移感測器已經成功完成地鐵隧道脫空實施變形監測，表明該感測器可以有效地測量正負雙向位移。

- 4) 搭建了基於 LabVIEW 平臺的位移測量系統。該系統可以同時連接多個感測器，並且對感測器的資料進行高速採集及點對點遠距離無線傳輸。

4. 研究成果與應用

SCI 論文總計 6 篇。

聯合開展工程應用示範 2 項。

5. 進一步工作

完善智慧監測平臺、融合人工智慧分析和評估方法。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1. 期刊論文	Tunneling-induced settlement prediction using the hybrid feature selection method for feature optimization	Yang Cheng, Wan-Huan Zhou, Tao Xu	Transportation Geotechnics , Volume 36, September 2022, 100808	SCIE
2. 期刊論文	Investigation of feature contribution to shield tunneling-induced settlement using Shapley additive explanations method	KK Pabodha M Kannangara, Wanhuan Zhou, Zhi Ding, Zhehao Hong	Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, Volume 14, Issue 4, August 2022, Pages 1052-1063	SCIE
3. 期刊論文	Surface settlements induced by twin tunneling in silty sand	KK Pabodha M Kannangara, Zhi Ding, Wan-Huan Zhou	Underground Space, Volume 7, Issue 1, February 2022, Pages 58-75	SCIE
4. 期刊論文	Analysis of ground deformation induced by shield tunneling considering the effects of muck discharge and grouting	Zhi Ding, Shu-Yu He, Wan-Huan Zhou, Tao Xu, Shao-Heng He, Xiao Zhang	Transportation Geotechnics, Volume 30, September 2021, 100629	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
5. 期刊論文	A beam on elastic foundation method for predicting deflection of braced excavations considering uncertainties	Cong Tang, Shu-Yu He, Wan-Huan Zhou	International Journal for Numerical and Analytical Methods in Geomechanics, December 2022	SCIE
6. 期刊論文	Mathematical model for approximating shield tunneling-induced surface settlement via multi-gene genetic programming	Zhi-Liang Cheng, K. K. Pabodha M. Kannangara, Li-Jun Su, Wan-Huan Zhou	Acta Geotechnica, 1-18	SCIE
7. 期刊論文	綜合管廊基坑及頂管開挖對既有地鐵隧道的數值模擬分析	區穗輝，喬升訪，方恩權，周萬歡	廣東土木與建築	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	5	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	3

神經退行性疾病藥物的研發與產業化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0058/2020/AGJ	澳門大學	余華	神經退行性疾病藥物的研發與產業化

項目摘要

1. 研究背景

神經退行性疾病發病率持續增加，研製神經退行性疾病用藥有利於提高人民的生活質量，滿足民生需要，保障人民健康。近年來，我國用於治療神經退行性疾病（阿爾茨海默症）的藥物研發進展緩慢，臨床有效藥物極為有限。但隨著國內人口老齡化嚴重，以及國家對於老年群體健康重視不斷提升，將帶動國內神經退行性疾病藥物市場容量的進一步擴大。加強神經退行性疾病用藥研發及關鍵技術突破是企業、行業乃至國家層面自主創新能力的迫切需要。

2. 研究目標

本項目擬嚴格按照國家藥品研發指導原則要求，系統完成治療阿爾茨海默症（Alzheimer's disease, AD）一類創新化學藥 BYS07 臨床前研究，突破神經退行性疾病藥物研發關鍵技術，完成 BYS07 新藥臨床批件申請檔的準備；完成專利藥到期大品種鹽酸美金剛的產業化上市並實現國產替代，以質優價廉的產品提高人民生活質量，建設和諧社會。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目的執行期為 2 年（2021.03.24-2023.03.23），對 BYS07 的新藥研發和鹽酸美金剛的產業化進行了系統的研究和開發。主要取得了以下研究成果：

(1) BYS07 的新藥研發

- 1) 完成了 BSY07 原料藥的質量標準中雜質分析研究：
對 BSY07 原料藥及其加速穩定性研究的樣品進行比較分析，對原料藥的主要雜質及降解產物進行結構鑒定，為原料藥質量標準的建立和完善提供研究資料。
- 2) 完成了 BSY07 分析方法的建立：
建立了 BSY07 色譜分析方法，並對建立的分析方法進行系統的優化和方法學驗證，對 BSY07 片劑原料、中間體及成品的質量監測，為質量標準的建立和完善提供研究資料。
- 3) 協助完成了 BSY07 片劑製劑參數的分析：
採用建立的質量評價方法，對 BSY07 片劑的藥劑學參數（包括含量、含量均勻度、溶出度、硬度/脆碎度，等）進行系統評價，協助完成了 BSY07 片劑的製劑處方及製備工藝參數優化。
- 4) BSY07 的大鼠藥代動力學研究：
在大鼠動物模型上，完成了靜脈注射和灌胃口服給予 BYS07 的藥代動力學分析。

(2) 鹽酸美金剛的產業化研發

- 1) 完成了鹽酸美金剛分析方法的建立：
建立了鹽酸美金剛的色譜分析方法，並對建立的分析方法進行系統的優化和方法學驗證，對鹽酸美金剛片劑原料、中間體及成品的質量監測，為質量標準的建立和完善提供研究資料。
- 2) 協助完成了鹽酸美金剛片劑製劑參數的分析：
採用建立的質量評價方法，對鹽酸美金剛片劑的藥劑學參數（包括含量、含量均勻度、溶出度、硬度 / 脆碎度等）進行系統評價，協助完成了鹽酸美金剛片劑的製劑處方及製備工藝參數優化。

4. 研究成果與應用

項目執行期間，發表核心期刊研究論文 1 篇，SCI 研究論文 1 篇，已投稿研究論文 1 篇。

項目執行期間培養研究人員 12 人，包括：碩士生（6 人）、博士生（4 人）及研究助理（2 人）。

5. 進一步工作

基於對 BYS07 的藥效學研究結果，對 BYS07 的抗炎作用及其分子機制等新用途進行拓展性研究，為 BYS07 新適應症的臨床使用提供進一步的研究基礎。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	磷酸二酯酶 9A 抑制劑 LW33 的合成	錢日彬, 王健松, 葉海鴻, 鮑穎霞	中國新藥雜誌 . 2021, Vol. 30 No.2: 114-118.	核心期刊
期刊論文	HPLC-MS 法檢測鹽酸美金剛片中 N-(二甲基金剛烷) 甘氨酸的含量	黃引, 蔡國偉, 鐘瑩, 肖穎, 秦飛, 賴燁才, 林順權	中南藥學 . 2022, Vol. 20 No.6: 1407-1411.	核心期刊
期刊論文	UPLC 與 HPLC 測定創新藥 LW33 中有關物質的對比研究	張容華, 楊放, 鄭艾妮, 鮑穎霞, 賴燁才, 余華, 陳綺玲, 王健松	中南藥學 2022, Vol. 20 No.10 : 2379-2384.	核心期刊
期刊論文	氣相色譜法測定環戊基肼鹽酸鹽的含量	錢日彬, 王健松, 葉海鴻, 鮑穎霞	今日藥學 . 2022, Vol. 32 No.6: 448-452, 461.	核心期刊

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Comprehensive comparison on the anti-inflammation and GC-MS-based metabolomics discrimination between Bupleurichinense DC. and B. scorzonrifolium Willd	Zhao M, Xiao L, Linghu KG, Zhao G, Chen Q, Shen L, Dar P, Chen M, Hu Y, Zhang J, Yu H.	Front Pharmacol. 2022 Sep 14; 13: 1005011.	SCI ; 引用次數：1
期刊論文	Leocarpinolide B attenuates collagen type II-induced arthritis 2 by inhibiting DNA binding activity of NF-κB	Linghu KG, Zhao GD, Zhang DY, Xiong SH, Wu GP, Shen LY, Cui WQ, Zhang T, Hu YJ, Guo B, Shen XC, Yu H	Molecules. 2023, Accepted manuscript.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	1

電子圍網複雜場景目標檢測跟蹤智能技術研究及應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0068/2020/AGJ	澳門大學	鞏志國	電子圍網複雜場景目標檢測跟蹤智能技術研究及應用

項目摘要

1. 研究背景

電子圍網概念：電子圍網是利用電子信息手段輔助或代替物理隔離圍網，對物理區域內環境和對象進行有效自動化管理的手段。是利用物聯網、遙感、人工智能，數據挖掘等先進計算機技術，實現對電子圍網多源異構數據中的識別對象，以及對象之間的語義關聯性和時空關聯性進行挖掘和分析的綜合系統。

項目提出的背景及其應用價值：國函【2011】85 號文批覆，橫琴不設物理隔離圍網，代之以環島巡查及監控設施，為了落實這一要求，項目合作方承擔了電子圍網系統的設計實現與成功運行，該圍網是沿橫琴環島岸線設立總長約 53 公里的閉合的電子信息圍網，通過紅外檢測、雷達監測、無人機巡查、車載巡查、衛星定位、船舶自動識別系統（Automatic Identification System，簡稱 AIS 系統）等技術，構建的一個針對橫琴及其周邊全天候閉合式智能感知電子信息圍網系統。該圍網系統獲得廣東省科技進步一等獎。項目的實施對提升當前的電子圍網智能化，以及推廣到其它領域具有重大意義。

2. 研究目標

研究目標：本項目擬通過對圍網監控設備獲得的多源異構數據以及其它開放的相關數據源（如社交媒體數據，交通數據，通訊數據等）之間的深度融合，進行深入挖掘與分析，從而構建一個多方位及多數據源的智能管理與決策系統。研究目標包括：（1）多攝像頭目標的區域協同問題，以克服單個攝像頭視野的局限性；（2）小目標識別問題；（3）風浪環境下的目標檢測問題；（4）電子圍網異構多源數據的融合；（5）電子圍網數據的圖嵌入學習算法；（6）電子圍網時空數據的動態知識圖譜生成模型；（7）電子圍網時空數據的知識遷移技術。

項目問題創新性：電子圍網涉及到豐富多源異構數據，包括地理時空數據，海空檢測數據，遙感檢測數據，以及開放型數據資源。數據具有實時性，關聯性，概念層次性。為人工智能大數據研究提供了重要研究背景和問題。

技術創新性和挑戰：（1）根據數據的時空關聯和內容的語義相似性，用圖模型集多源異構數據為一體，極具挑戰和技術新意；（2）創新地提出了用增量學習方式動態構造圍網知識圖譜生成模型，該知識結構反過來作為新數據識別分析的先驗知識；（3）將深度遷移學習技術應用到圍網時空數據分析，並利用重復採樣技術克服遷移中遇到數據不平衡問題；（4）在圖嵌入學習中，首次提出動態生成負採樣的方法，以提高性能。這也是首創。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) 動態時空數據識別與理解模型

在線時空數據的事件識別和理解對諸多領域有著非常重要的應用，例如對緊急事件的及時識別與干預。然而，當前的識別技術不能及時理解與組織這些識別的事件。隨著數據量的增加，這些沒有關聯的事件會很難管理和使用。當前的算法不具備同時具有識別與理解功能，一般這兩個功能是分開處理的。我們提出了用於城市事件檢測與分析的層次聚類模型。該模型根據獲取的城市數據流生成一個層次化模型，該模型的葉節點是對城市事件的描述，而高層節點為事件的聚類。該算法將數據的識別與數據的理解集成在一起，實現知識的動態增長。而知識狀態又可作為進一步事件識別的先驗。代表性工作發表在期刊 ACM Trist2021。

2) 無標籤數據的分類技術

一般而言，圖模型是城市大數據的重要表示模型之一。而基於圖模型的數據分類技術對智慧城市的應用具有非常重要的意義。當前，圖神經網絡是處理圖數據的有效先進方法。但是，圖數據中經常會遇到訓練數據不平衡的問題。更進一步，甚至某些類別沒有標注數據的情況。在本研究中，我們深入研究了該問題，提出了解決該問題的圖表示學習算法。首先，我們利用外部語義空間定義對各類標籤的語義描述；然後將語義空間標籤和描述信息的關聯性遷移到圖表示的學習中。在算法的實現中，我們創新的提出了標籤語義描述的量化測量方法，該方法可以自動獲取對類別標籤的最佳描述。其次，我們提出了用於對原型圖進行分解的方法。該方法即體現了圖節點的局部關係，又體現了節點之間的組合關係。代表作發表在數據挖掘國際會議 KDD2021。

3) 關係抽取技術

遠距離監督學習被廣發應用於知識庫的創建應用中。然而，自動獲取的訓練實例經常存在大量噪音，如無關或低質的實例。進一步，遠距離監督學習的強假設導致了大量噪音語句的產生。在本研究中，我們提出了一個先進的多層修訂網絡，該網絡利用句子之間的關係有效降低了詞噪音的存在。然後，我們設計了一個平衡，可以抵抗噪音的多實例學習方法。該技術發表在 EMNLP2021。

4) 表示學習技術

網絡表示學習算法是當前研究的熱點，對大數據處理應用有非常重要的意義。當前圖神經網絡學習廣泛使用負採樣技術以加速算法的收斂並增強效果。但是，通用的負採樣技術經常基於隨機採樣或者節點的度。這樣的採樣節點很大可能與目標節點非常無關或者非常相關。更進一步，在訓練過程中，負採樣所產生的梯度會變的非常小，甚至為零。這些問題對訓練效果造成非常大的影響。在本研究中，我們提出一種對抗學習算法。為了獲取高質量負採樣，我們設計了緩存技術用於加速和增強對高質量負樣本的獲取。該工作被 TNNLS 接收。

5) 多源數據的元學習技術

根據城市時空數據的歷史變化預測未來的狀態對智慧城市應用具有重要意義。一般而言，一個城市的時空數據可能存在局部空間區域或者時間區域的稀疏性。例如，在城市交通狀態的預測中，目標城市的一個局部區域的感知器出現了故障；或者一個城市的傳感設備剛剛佈置完成。在這種情況下，就會出現局部數據的稀疏性，從而造成預測結果的準確度極大降低。為了解決這一問題，我們提出了多源數據的元學習技術，該技術可以從多個數據豐富的城市學習元知識。並進一步將元知識遷移到具有數據稀疏性的目標城市，從而提高對目標城市的預測準確性。該工作發表在 TKDE。

4. 研究成果與應用

該項目的提出是根據合作方大橫琴科技公司之前所開發的電子圍網應用系統，因此所有基礎算法研究都圍繞該應用場景展開。大橫琴公司已經將算法集成到電子圍網應用系統。對澳門大學研究團隊而言，除了將研究成果集成到電子圍網，我們以研究的先進算法為基礎開發了澳門智慧旅游服務系統。該系統現已試運行。

5. 進一步工作

在理論研究上，我們將進一步研究 (1) 動態圖的表示學習算法；(2) 零標籤數據類的學習算法；(3) 特徵細化學習算法；(4) 缺失圖的表示學習技術。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	LiteWSEC: a Lightweight Framework for Web-scale Spectral Ensemble Clustering	Geping Yang, Sucheng Deng, Can Chen, Yiyang Yang, Zhiguo Gong, Xiang Chen, Zhifeng Hao	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	SCI
期刊論文	IRLM: Inductive Representation Learning Model for Personalized POI Recommendation	Junyang Chen; Mengzhu Wang; Haodi Zhang; Zhenghua Xu; Xueliang Li; Zhiguo Gong; Kaishun Wu; Victor C. M. Leung	IEEE Transactions on Computational Social Systems	SCI
期刊論文	Evaluating Edge Credibility in Evolving Noisy Social Networks	Huan Wang; Shun Liu; Qiufen Ni; Zhiguo Gong	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	RESKM: A General Framework to Accelerate Large-Scale Spectral Clustering	G Yang, S Deng, X Chen, C Chen, Y Yang, Z Gong, Z Hao	Pattern Recognition	SCI
期刊論文	Cross-City Multi-Granular Adaptive Transfer Learning for Traffic Flow Prediction	J Mo, Z Gong	IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering	SCI
期刊論文	A Simple Yet Effective Layered Loss for Pre-Training of Network Embedding	Junyang Chen, Xueliang Li, Yuanman Li, Paul Li, Mengzhu Wang, Xiang Zhang, Zhiguo Gong, Kaishun Wu, Victor C. M. Leung	IEEE Trans. Netw. Sci. Eng.	SCI
期刊論文	Attentive differential convolutional neural networks for crowd flow prediction	Jiqian Mo, Zhiguo Gong, Junyang Chen	Knowl. Based Syst.	SCI
期刊論文	dhCM: Dynamic and Hierarchical Event Categorization and Discovery for Social Media Stream.	Jinjin Guo, Zhiguo Gong, Longbing Cao	ACM Trans. Intell. Syst. Technol.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Adversarial caching training: Unsupervised inductive network representation learning on large- scale graphs	J Chen, Z Gong, W Wang, C Wang, Z Xu, J Lv, X Li, K Wu, W Liu	IEEE Trans. Neural Networks Learn. Syst.	SCI
會議論文	GraphSR: A Data Augmentation Algorithm for Imbalanced Node Classification	Mengting Zhou and Zhiguo Gong	AAAI2023	EI, CCF-A
會議論文	LiteWSC: A Lightweight Framework for Web-Scale Spectral Clustering	Geping Yang, Sucheng Deng, Yiyang Yang, Zhiguo Gong, Xiang Chen, Zhifeng Hao	DASFAA2022	EI, CCF-B
會議論文	Multi-Aspect Embedding of Dynamic Graphs	Aimin Sun, Zhiguo Gong	CIKM2022	EI, CCF-B
會議論文	Zero-shot Node Classification with Decomposed Graph Prototype Network	Zheng Wang, Jialong Wang, Yuchen Guo, Zhiguo Gong	KDD2021	EI, CCF-A
會議論文	Distantly Supervised Relation Extraction using Multi-Layer Revision Network and Confidence- based Multi- Instance Learning	Xiangyu Lin, Tianyi Liu, Weijia Jia, Zhiguo Gong	EMNLP2021	EI, CCF-B

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Field-aware Variational Autoencoders for Billion-scale User Representation Learning	Ge Fan, Chaoyun Zhang, Junyang Chen, Paul Li, Zenglin Xu, Yingjie Li, Luyu Peng, Zhiguo Gong	ICDE2022	EI, CCF-A
會議論文	Unsupervised Feature Learning Architecture with Multi-clustering Integration RBM	Jielei Chu, member, IEEE, Hongjun Wang, Jing Liu, Zhiguo Gong, Tianrui Li	ICDE2023	EI, CCF-A

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	14	7	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	尋澳門 (macaofinder.com)
成果特點	澳門居民與游客出行服務導航系統，包括： 景點發現與導航； 停車場車位預報與導航； 巴士線路發現與到站預報； 澳門交通擁堵狀態預報服務。
技術成熟度	TRL5：技術整合原型系統在真實環境下使用。
應用範圍	面向澳門地區服務。
投產條件和預期經濟效益	足夠的雲服務與網絡服務資源。
合作方式	投資或軟件版權轉讓。

聯系地址	澳門大學科技學院		
聯系人	鞏志國	電話	(853) 8822 4962
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/fstzgg/	傳真	(853) 8822 2426

第三章 專項資助項目

類風濕關節炎精準診斷新方法和治療新策略研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0003/2019/AKP	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	劉良	類風濕關節炎精準診斷新方法和治療新策略研究

項目摘要

1. 項目研究情況

類風濕關節炎（類風關）是常見的難治性自身免疫性病，澳門高發，對社會和家庭影響重大。現類風關血清特異性生物標誌物不足，無法做到早期和精準診斷，常出現誤診、漏診和延診；藥物治療缺乏針對性，且可出現耐藥，臨床緩解率低。為此，本項目組採用多學科結合方式、集成多元創新技術，發現了類風關新型診斷及分型的血清生物標誌物，提出疾病發生新機制，初步構建了特異性糖鏈體外合成關鍵步驟；闡明類風關耐藥與臨床血清學指標的相關性，以及甲氨蝶呤耐藥的分子機制，建立克服耐藥的新策略和臨床用藥新方案；發現高效低毒的中藥活性化合物，為研發新一代治療類風關的新靶標候選藥物提供藥學資料。

對標申請書，項目預計發表 SCI 期刊論文 15 篇，目前已發表國際期刊論文 16 篇，其中 SCI 論文 15 篇，影響因子 10 分以上的 SCI 文章 6 篇，影響因子累計：133.67，投稿中 SCI 論文 5 篇，完成既定目標。對標申請書預計申請專利 10 項，由於主要研究人員工作變動，未能繼續以澳門科技大學提交專利申請，目前已授權國際專利 1 項，中國發明專利 1 項，申請中國發明專利 3 項。對標申請書需培養博士 6 名，碩士 10 名，實際培養博士後 2 名，博士生 11 名，碩士生 4 名，完成既定目標。對標申請書參加國內外學術會議 12 人次，並發表會議論文，實際參加國際會議超過 12 人次，受疫情影響，因大部分為線上會議，不能提交會議論文。此外，項目負責人獲 2022 年樹蘭醫學科學獎，主要參與人員獲得國家自然科學基金高層次青年人才項目。

(1) 子課題一（名稱：建立類風關分子診斷新技術與新方法）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況
1	發現類風關診斷及分型新型分子標誌物	已在 <i>Engineering</i> 雜誌上發表 SCI 論文 1 篇，1 篇擬準備整理投稿文章
2	闡釋發病新機制，建立治療新策略	已在 <i>Cellular & Molecular Immunology</i> , <i>Pharmacol Research</i> 等雜誌發表 SCI 論文 4 篇，目前 1 篇 SCI 論文處於 Preprint & under revision 狀態，1 篇擬準備整理投稿文章
3	類風關新型血清標誌物 IgG 聚糖鏈檢測試劑盒研究	已完成了五碳中間體、糖基供體、偶聯、乙醯化、脫保護、磺酸化、脫保護等步驟，得到了關鍵的磺酸化八糖前體，後續還有三步反應即可得到目標糖鏈

(2) 子課題二（名稱：類風濕關節炎耐藥產生機制與克服耐新方法研究）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況
1	創建類風關耐藥基因突變熱點庫，及指導個體化用藥的耐藥基因快速檢測技術平臺	已在 Genes & Diseases 雜誌發表 SCI 論文 1 篇，在投 SCI 論文 1 篇，已申請獲批 1 個國際專利
2	建立關節腔或造血細胞 ABCB5 轉運蛋白高表達的類風關動物模型	相關工作正申請中國專利 2 項
3	闡明類風關患者 p53 及 ABCB5 基因突變導致對類風關藥物產生耐藥的分子機制	已在 Current Opinion in Pharmacology 等雜誌發表 SCI 論文 2 篇，1 篇擬準備整理投稿文章

(3) 子課題三（名稱：治療類風濕關節炎中藥活性化合物或衍生物新靶標候選藥物研究）之情況：

序號	申請時擬定之成果名稱 及具體指標	成果指標之目前完成情況
1	通過結構修飾及化學合成獲得具抗關節炎作用的先導藥物或候選新藥	已在 Organic Chemistry Frontiers、Engineering 雜誌發表 SCI 論文 3 篇，正申請中國專利 1 項，1 篇擬準備整理投稿文章
2	明確新獲得的中藥活性化合物的抗關節炎藥效及機制	已在 European Journal of Medicinal Chemistry 雜誌發表 SCI 論文 1 篇，已獲中國專利 1 項
3	開展中藥活性化合物候選藥物的臨床前研究，推動候選藥物臨床轉化	已在 Pharmacol Research、Engineering 雜誌發表 SCI 論文 4 篇

2. 可進一步推展研究的工作計劃

- 1) 在前期研究基礎上，目前正在研究 IgG 糖鏈類風關早期診斷試劑盒，仍有待進一步研究開發；
- 2) 天然產物青藤鹼是一種潛在的 ABCB5 抑制劑。由於青藤鹼有生物半衰期較短等缺點，我們旨在通過有機合成修飾青藤鹼的結構，開發具有更佳藥理性質的新型衍生物。迄今為止，我們已在青藤鹼 1、4、6 和 17 位上改構合成了 30 種衍生物，其中 28 種為未報導的新型衍生物，

發現青藤鹼衍生物相比青藤碱而言，具有更強的類風濕性關節炎 MTX 耐藥逆轉效果，能夠更加顯著的治療多耐藥性類風濕性關節炎相關疾病，對於 ABCB5 介導的多耐藥性類風濕性關節炎治療或預防等相關藥物的開發提供了極好的理論依據。相關研究工作正申請中國專利 3 項，有進一步藥物開發利用的價值。

3. 項目研究情況

類風濕關節炎（類風關）是常見的難治性自身免疫性病，澳門高發，對社會和家庭影響重大。現類風關血清特異性生物標誌物不足，無法做到早期和精準診斷，常出現誤診、漏診和延診；藥物治療缺乏針對性，且可出現耐藥，臨床緩解率低。為此，本項目組採用多學科結合方式、集成多元創新技術，發現了類風關新型診斷及分型的血清生物標誌物，提出疾病發生新機制，初步構建了特異性糖鏈體外合成關鍵步驟；闡明類風關耐藥與臨床血清學指標的相關性，以及甲氨蝶呤耐藥的分子機制，建立克服耐藥的新策略和臨床用藥新方案；發現高效低毒的中藥活性化合物，為研發新一代治療類風關的新靶標候選藥物提供藥學資料。

對標申請書，項目預計發表 SCI 期刊論文 15 篇，目前已發表國際期刊論文 16 篇，其中 SCI 論文 15 篇，影響因子 10 分以上的 SCI 文章 6 篇，影響因子累計：133.67，投稿中 SCI 論文 5 篇，完成既定目標。對標申請書預計申請專利 10 項，由於主要研究人員工作變動，未能繼續以澳門科技大學提交專利申請，目前已授權國際專利 1 項，中國發明專利 1 項，申請中國發明專利 3 項。對標申請書需培養博士 6 名，碩士 10 名，實際培養博士後 2 名，博士生 11 名，碩士生 4 名，完成既定目標。對標申請書參加國內外學術會議 12 人次，並發表會議論文，實際參加國際會議超過 12 人次，受疫情影響，因大部分為線上會議，不能提交會議論文。此外，項目負責人獲 2022 年樹蘭醫學科學獎，主要參與人員獲得國家自然科學基金高層次青年人才項目。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	2022 年樹蘭醫學科學獎	劉良		
論文	Serum IgG glycan hallmarks of systemic lupus erythematosus	第一作者： 潘胡丹、王靜蓉； 通訊作者： 栗占國、劉維、 劉良	Available online 8 March 2023	Engineering
論文	Sirtuin 5 deficiency increases disease severity in rats with adjuvant-induced arthritis	第一作者： 張妮； 通訊作者： 黃錦偉、劉良	2020, 17(11): 1190-1192	Cellular & Molecular Immunology

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	IKK β increases neuropilin-2 and promotes the inhibitory function of CD9+ Bregs to control allergic diseases	第一作者： Yiyuan Wang； 通訊作者： 李婷、劉良、李曉娟	2022 Nov; 185:106517.	Pharmacological Research
論文	Self-DNA accumulation as a risk factor for accelerating the pathogenesis of rheumatoid arthritis in elderly individuals.	第一作者： Weidan Luo； 通訊作者： 劉良、羅婉君、 黃錦偉	Preprint & under revision	Nature Communications
論文	A method establishment and comparison of in vivo lung cancer model development platforms for evaluation of tumour metabolism and pharmaceutical efficacy	第一作者： 梁士亮、李潤澤； 通訊作者： 謝瑩、梁麗嫻、 姚小軍	2022 Feb;96:153831	Phytomedicine
論文	The potential development of drug-resistance in rheumatoid arthritis patients identified with p53 mutations.	第一作者： Congling Qiu； 通訊作者： 劉良、黃錦偉	Accepted	Genes & Diseases.
論文	Drug-resistance in rheumatoid arthritis: The role of p53 gene mutations, ABC family transporters and personal factors	第一作者： Kai Xi Zhang, Chi Kio Ip； 通訊作者： 劉良、黃錦偉	2020, 54:59–71.	Current Opinion in Pharmacology

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
論文	Synthetic peroxides promote apoptosis of cancer cells inhibiting of P-glycoprotein ABCB5.	第一作者： Ivan A. Yaremenko, Paolo Coghi； 通訊作者： Chairat Uthaipibull, 黃錦偉, and Alexander O. Terent'ev	2020 Jul 3;15(13): 1118-1127	ChemMedChem.
論文	The present and future synthetic strategies of structural modifications of sinomenine.	第一作者： Jerome P. L； 通訊作者： 劉良、黃錦偉	2020,7, 4089-4107.	Organic Chemistry Frontiers
論文	The correlation between decreased ornithine level and alleviation of rheumatoid arthritis patients assessed by a randomized	第一作者： Ying Shi、潘胡丹； 通訊作者： Yong-Fei Fang、 劉良	2022,9 (16): 93-99	Engineering
論文	Sinomenine protects bone from destruction to ameliorate arthritis via activating p62Thr269/Ser272-Keap1-Nrf2 feedback loop	第一作者： 廖康生； 通訊作者： 劉良、李婷	2021 Mar;135:111195	Biomedicine & Pharmacotherapy
論文	Synthesis, computational docking and biological evaluation of celastrol derivatives as dual inhibitors of SERCA and P-glycoprotein in cancer therapy.	第一作者： Paolo Coghi、 通訊作者： Thomas Efferth、 劉良、黃錦偉	2021 Nov 15;224:113676	European Journal of Medicinal Chemistry

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Elucidation of the anti-inflammatory mechanism of Er Miao San by integrative approach of network pharmacology and experimental verification	第一作者： 郭斌、趙彩萍； 通訊作者： 劉良、潘胡丹	2022 Jan;175: 106000	Pharmacological Research
論文	The Scientific Foundation of Chinese Herbal Medicine against COVID-19.	第一作者： 梁麗嫻、潘胡丹； 通訊作者： 周華、劉良	2020,10:10 (6) 1099-1107	Engineering
論文	Network pharmacological approach for elucidating the mechanisms of traditional Chinese medicine in treating COVID-19 patients	第一作者： 潘胡丹、姚小軍； 通訊作者： 梁麗嫻、劉良	2020 (159) : 105043-105043	Pharmacological Research
論文	Study on the compatibility principle of Wutou Decoction based on network pharmacology	第一作者： 王偉傑； 通訊作者： 潘胡丹、劉良	2022,5 (1) : 1-8	Digital Chinese Medicine,V
專利	Method of treating refractory Rheumatoid arthritis associated with p53 mutation	LIU, Liang, WONG, Kam Wai, LAW, Yuen Kwan, QIU, Cong Ling	Patent No.: US 10,688,105, Granted date: Jun. 23, 2020.	United States Patent

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種雷公藤紅素衍生物及其製備方法與應用	黃錦偉、劉良、保羅高爾、羅婉君、吳柏霖	授權號： CN 111848722 B, 授權公告日： 2-11-2021	中國發明專利
專利	一種耐藥性類風濕性關節炎動物模型的構建及其應用	-	申請號： 2022106485509	中國發明專利
專利	ABCB5 抑制劑在製備多耐藥性類風濕性關節炎治療藥物中的應用	-	申請號： 2022106485710	中國發明專利
專利	一種青藤碱衍生物及其製備方法	-	申請號： 202211445414.6	中國發明專利

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	13	4	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

澳門及周邊地區幾種高發腫瘤的生物庫的建立 及癌症精準醫療研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0011/2019/AKP	澳門大學	鄧初夏	澳門及周邊地區幾種高發腫瘤的生物庫的建立及癌症精準醫療研究

項目摘要

1. 研究背景

澳門是癌症的高致死地區之一。根據澳門衛生局公佈的資料，2016 年新增癌症患者和死亡病例數分別為 1,610 人和 810 人，而癌症導致的死亡佔所總死亡病例的 36%。粗發病率和死亡率分別為每 10 萬人 245 人和 111 人。澳門的 4 大癌症是肺癌（270 例）、結腸直腸癌（251 例）、女性乳腺癌（122 例）和肝癌（92 例）。此外，還有 60 例鼻咽癌（NPC），俗稱廣東癌，因其在廣東的發病率遠高於其他地區。這 5 種癌症佔澳門癌症總數約 50%（795/1610）（注：這是 2019 年申報該專項時的資料）。儘管癌症發病率和死亡率相對較高，但目前澳門的癌症研究相對薄弱。因此，對澳門癌症進行全面深入的研究，以提高澳門居民的健康水準，降低死亡率具有重要意義。為此我們（澳門大學健康科學學院、鏡湖醫院、珠海市人民醫院、中山大學腫瘤防治中心和中山大學附屬第一醫院）將以澳門及周邊地區幾種高發的惡性腫瘤為主要研究物件，以規模化的臨床樣本為基礎，採用綜合方法，包括基因組學、基因表達、蛋白質組學、表觀遺傳學、生物影像學、生物資訊學和基於 PDO 的藥物敏感性試驗等，對其進行深入研究，尋找癌症驅動因數、標記物和特徵，以及治療藥物。同時也將以嚴謹的臨床研究逐步構建基於精準醫療診療體系。

2. 研究目標

- 1) 我們將為肺癌、結直腸癌、乳腺癌、肝癌和鼻咽癌建立生物樣本庫，包括腫瘤凍存庫和活細胞庫（Biobank）；
- 2) 針對這些惡性腫瘤，採用多種生物組學以及生物大資料分析，建立基因組學、轉錄組學、蛋白組學、表觀遺傳、分子信號通道等多級水準的特徵譜；
- 3) 找出關鍵癌症驅動突變和腫瘤標記物並對其在癌症發生、發展、耐藥性、轉移及復發的應用潛能進行功能驗證；
- 4) 建立和完善癌症精準醫療研究的患者衍生的類器官（PDO）技術平臺體系，為腫瘤新藥研發和藥物篩選提供關鍵的技術支撐；
- 5) 甄別難治性癌症，並針對這些癌症，運用多組學與 PDO 藥敏試驗相結合等手段，開發出至少 5 種抗腫瘤藥物和治療體系的新型組合治療方案。

3. 簡述總體工作進展情況

項目團隊在項目進展過程中整合優勢力量、突破瓶頸、克服國外“卡脖子”技術，在核心技術研製、產品開發等方面都取得了成績。專案進展過程中，共申報專利 8 項；培養副教授、助理教授、博後、博士研究生等共計 20 餘人；發表核心論文 66 篇（其中 1 篇 IF>40；5 篇 IF 30-40；1 篇 IF 20-30；41 篇 IF 10-20；15 篇 IF 5-10；2 篇 IF <5）。

（1）子課題一（建立癌症患者隊列別難治性癌症及建立生物樣本庫）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	建立癌症患者隊列。	肺癌 (>200 例)、結直腸癌 (>200 例)、乳腺癌 (>500 例)、肝癌 (>200 例)、及鼻咽癌 (>100 例)，並正在跟蹤研究中	100%
2	腫瘤評估及治療	完成	100%
3	收集新鮮癌組織、血液及癌旁組織	已建立 1000 多個腫瘤的凍存庫	100%
4	利用 PDO 技術建活細胞庫 (Biobank)	建立 500 多株類器官株	100%

（2）子課題二（基於多種組學特徵癌症驅動因數的鑒定及精準抗癌藥物開發）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	基於基因組學和轉錄組學特徵的腫瘤驅動因數鑒定	初步鑒定出 169 個腫瘤驅動因數	100%
2	蛋白質表達譜、蛋白質修飾及代謝物變化的分析	分析情況良好	80%
3	利用 PDO 技術對常用抗癌藥物進行藥敏試驗	進行了 400 餘株 PDO 藥敏試驗	90%
4	結合多組學、藥物敏感性及臨床資訊等綜合分析獲得癌症分子特徵及與預後的相關性	進行了綜合分析	90%

(3) 子課題三（難治性癌症的機理及個性化治療方案研究）之情況：

序號	申請時擬定之成果名稱及具體指標	成果指標之目前完成情況	達成率
1	難治性癌症的分子標記物和特徵鑒定	進行了仔細的研究	80%
2	難治性癌症的腫瘤微環境 (tumor microenvironment, TME) 特徵	進行了仔細的研究	80%
3	逆轉難治性癌症耐藥性的策略	用抑制蛋白酶體來逆轉 腫瘤耐藥	90%
4	針對耐藥機制和相關驅動基因功能的研究	進行了仔細的研究	90%
5	針對新藥組合、新靶點的臨床轉化研究	進行了仔細的研究	80%

4. 研究成果與應用

發表核心論文 66 篇 (其中 1 篇 IF>40 ; 5 篇 IF 30-40; 1 篇 IF 20-30 ; 41 篇 IF 10-20 ; 15 篇 IF 5-10 ; 2 篇 IF <5)。包括下列多方面：

- 1) 多種腫瘤驅動基因，標記物及診療靶點的發現與鑒定；
Miao et al. NOTCH1, Nat Comm, 2020; Li, et al. Plekha5, Nat Comm, 2020; Lei et al. FGFR2, Adv Sci. 2021.
- 2) 克服癌症耐藥性；
Shao et al. Proten damage in drug resistance, Adv Sci. 2020; Wang et al. Theranostics, 2021.
- 3) 納米藥物遞送和腫瘤治療；
Zhang et al. Nano drug delivery, ACS Nano, 2021; Adv. Mater. 2021; Nano Today, 2022; Gut, 2022.
- 4) 腫瘤轉移及微環境；
Chen et al. Advanced Science, 2020; Xu et al. JCI 2022; Li et al. Nat Communication, 2022.
- 5) 類器官培養與藥敏試驗整合運用於個體化抗癌藥物篩選；
Ding et al. NPC, Nat Communication, 2021; Chen et al. Breast cancer 2021, Advanced Science.
- 6) 三維腫瘤切片與影像即時監測藥敏反應；
Xing, et al. Accelerating precision anti-cancer therapy by time-lapse and label-free. Theranostics, 2021.
- 7) 基因表達與單細胞 RNA-seq。
Sun et al. Theranostics 2021; Niu et al. 3D Folding Dynamics Nat Genet, 2021.

5. 可進一步推展研究的工作計劃

(1) 根據現有研究成果及未來研究規劃，我們擬設置三個課題：

課題 1：建立腫瘤凍存庫和生物樣本庫及增強個性化治療研究（為原課題 1 和 3 的合並）

- 1) 擴建患者佇列及保持跟蹤研究；
- 2) 繼續擴建幾種主要腫瘤（肺癌，乳腺癌，腸癌，肝癌，胃癌及鼻咽癌）凍存庫；(>2000 例)
- 3) 繼續擴建腫瘤類器官庫 (>1000 例)，及部分對應的正常組織類器官庫；
- 4) 繼續開展針對難治性癌症患者的個性化治療方案研究。

課題 2：基於多種組學特徵的癌症耐藥，轉移的研究及精準抗癌藥物開發（為原課題 2 的延伸）

- 1) 有針對性的基礎研究和運用研究：
進一步研究原有靶點 (Notch1, FGF/FGFR2, S100A9, ATP11b, Cul3, MRC2、PLEKHA5、ATF3, Cul5, 蛋白酶體等)；鑒定新治療靶點；研究機理和臨床運用；
如：a. 蛋白質損傷殺死細胞的機制；b. 開發和驗證高靈敏度蛋白酶體活力試劑盒；c. 尋找高效蛋白酶體抑制劑；d. 抑制腫瘤微環境形成；e. 免疫“冷-熱”的轉換；f. 空間轉錄組技術及腫瘤異質性，等；
- 2) 研究和完善多種檢測方法和診療技術。
如：可植入術後貼片和智慧水凝膠的開發，抑制腫瘤轉移和復發，並利用單細胞測序和蛋白組學技術深入研究其機制；
- 3) 加強藥敏試驗（類器官藥敏和 3 維腫瘤片系統快速檢測腫瘤是否對 ICB 敏感及增強對 ICB 敏感性）。
- 4) 配合課題 1 和 3，推動臨床運用和產業化運用研究。

課題 3：臨床運用及產業化運用研究

- 1) 運用蛋白酶體抑制劑克服耐藥性的臨床研究；
- 2) 運用 3D-TLC 研究增強 ICB 的藥物，實現腫瘤由“冷-熱”轉換；
- 3) FGFR 抑制劑與 PD1/PD-L1 結合使用對腫瘤的療效研究。

(2) 擴大合作：

- 1) 醫院（擬增加中大第五、第七附院，廣州泰和醫院，廣東省人民醫院腫瘤醫院，等）。
- 2) 與有關公司和單位合作以建立更大類器官庫，合作開展類器官培養及藥敏標準化，常規化，商業化，等研究。（目前正在與廣州創芯和廣東省類器官工程研究中心協商聯合在橫琴建生物樣本庫）。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
代表性論文 1	NOTCH1 Activation Compensates BRCA1 Deficiency and Promotes Triple Negative Breast Cancer Formation	Kai Miao, Josh Haipeng Lei, Monica Vishnu Valecha, Aiping Zhang, Jun Xu, Lijian Wang, Xueying Lyu, Si Chen, Zhengqiang Miao, Xin Zhang, Sek Man Su, Fangyuan Shao, Barani Kumar Rajendran, Jiaolin Bao, Jianming Zeng, Heng Sun, Ping Chen, Kaeling Tan, Qiang Chen, Koon Ho Wong, Xiaoling Xu, Chu-Xia Deng*	Nature Communications 11(1):3256, 2020.6	53
代表性論文 2	Enhanced protein damage clearance induces broad drug resistance in multi-type of cancers revealed by an evolution drug resistant model and genome-wide siRNA screening.	Fangyuan Shao, Xueying Lyu, Kai Miao, Lisi Xie, Haitao Wang, Hao Xiao, Jie Li, Qiang Chen, Renbo Ding, Ping Chen, Fuqiang Xing, Xu Zhang, Guang-Hui Luo, Wenli Zhu, Gregory Cheng, Ng Wai Lon, Scott E. Martin, Guanyu Wang, Guokai Chen, Yunlu Dai, Chu-Xia Deng*	Advanced Science (Weinh). 11;7(23): 2001914, 2020.10	8

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 3	Activation of FGFR2 Signaling Suppresses BRCA1 and Drives Triple- Negative Mammary Tumorigenesis that Is Sensitive to Immunotherapy	Josh Haipeng Lei ^{1,2,3} , Mi-Hye Lee ⁴ , Kai Miao ^{1,2,3} , Zebin Huang ¹ , Zhicheng Yao ⁵ , Aiping Zhang ^{1,2} , Xu Jun ^{1,2} , Ming Zhao ^{1,2} , Zenan Huang ⁶ , Xin Zhang ^{1,2} , Si Chen ^{1,2} , NG Jiaying ¹ , Yuzhao Feng ¹ , Fuqiang Xing ^{1,2} , Ping Chen ^{1,2} , Heng Sun ^{1,2,3} , Qiang Chen ^{1,2,3} , Lin Chen ⁷ , Xiaoling Xu ^{1,2,3} , and Chu-Xia Deng ^{1,2,3*}	Advanced Science (Weinh). 8(21):e2100974, 2021.11	7
代表性論文 4	A nanounit strategy reverses immune suppression of exosomal PD-L1 and is associated with enhanced ferroptosis	Guohao Wang, Lisi Xie, Bei Li, Wei Sang, Jie Yan, Jie Li, Hao Tian, Wenxi Li, Zhan Zhang, Ye Tian, Yunlu Dai*	Nature Communications, 12(1):5733, 2021, 9	60
代表性論文 5	ATP11B inhibits breast cancer metastasis in a mouse model by suppressing externalization of nonapoptotic phosphatidylserine	Xu J, Su SM, Zhang X, Chan UI, Adhav R, Shu X, Liu J, Li J, Mo L, Wang Y, An T, Lei JH, Miao K, Chu-Xia Deng*, Xu X*	Journal of Clinical Investigation. 2022 Mar 1:e149473. doi: 10.1172/JCI149473	4
代表性論文 6	S100A9-CXCL12 activation in BRCA1-Mutant Breast Cancer promotes an Immunosuppressive Microenvironment associated with Resistance to Immunotherapy	Jianjie Li, Sek Man Su, Un In Chan, Lihua Mo, Jianlin Liu, Xin Zhang, Ragini Adhav, Qiang Chen, Yuqing Wang, Tingting An, Xu Zhang, Xueying Lyu, Kai Miao, Chuxia Deng*, Xiaoling Xu *	Nature Communications 18;13(1):1481, 2022, 3	10

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 7	Molecular Landscape and Subtype-Specific Therapeutic Response of Nasopharyngeal Carcinoma Revealed by Integrative Pharmacogenomics for Precision Oncology	Ren-Bo Ding, Ping Chen, Barani Kumar Rajendran, Xueying Lyu, Haitao Wang, Jiaolin Bao, Jianming Zeng, Wenhui Hao, Heng Sun, Ada Hang-Heng Wong, Monica Valecha, Eun Ju Yang, Sek Man Su, Tak Kan Choi, Shuiming Liu, Kin Iong Chan, Ling-Lin Yang, Jingbo Wu, Kai Miao, Qiang Chen, Joong-Sup Shim, Xiaoling Xu, and Chu-Xia Deng*	Nature Communications. 24;12(1):3046, 2021.5	22
代表性論文 8	Patient-derived organoids can guide personalized-therapies for patients with advanced breast cancer	Chen P, Zhang X, Ding R, Yang L, Lyu X, Zeng J, Lei JH, Wang L, Bi J, Shao N, Shu D, Wu B, Wu J, Yang Z, Wang H, Wang B, Xiong K, Lu Y, Fu S, Choi TK, Lon NW, Zhang A, Tang D, Quan Y, Meng Y, Miao K, Sun H, Zhao M, Bao J, Zhang L, Xu X, Yanxia Shi*, Lin Yin Lin*, Chu-Xia Deng*	Advanced Science, 8(22):e2101176 2021, 11	20

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 9	Accelerating precision anti-cancer therapy by time-lapse and label-free 3D tumor slice culture platform.	Fuqiang Xing, Yu- Cheng Liu, Shigao Huang, Xueying Lyu, Sek Man Su, Un In Chan, Pei-Chun Wu, Yinghan Yan, Nana Ai, Jianjie Li, Ming Zhao, Barani Kumar Rajendran, Jianlin Liu, Fangyuan Shao, Heng Sun, Tak Kan Choi, Wenli Zhu, Guanghui Luo, Shuiming Liu, De Li Xu, Kin Long Chan, Qi Zhao, Kai Miao, Kathy Qian Luo, Wei Ge, Xiaoling Xu, Guanyu Wang, Tzu- Ming Liu*, Chu-Xia Deng*	Theranostics. 11(19):9415-9430, 2021.9	6
代表性論文 10	BRCA1 Deficiency Impairs Mitophagy and Promotes Inflammasome Activation and Mammary Tumor Metastasis	Qiang Chen*, Josh Haipeng Lei, Jiaolin Bao, Haitao Wang, Wenhui Hao, Licen Li, Cheng Peng, Takaaki Masuda, Kai Miao, Jun Xu, Xiaoling Xu, and Chu- Xia Deng*	Advanced Science 7(6):1903616, 2020,3	40

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 11	Characterization of BRCA1-deficient Premalignant Tissues and Cancers Identifies Plekha5 as a Tumor Metastasis Suppressor	Liu, J., Adhav, R., Miao, K., Su, S.M., Mo, L., Chan, U.I., Zhang, X., Xu, J., Li, J., Shu, X., Zeng, J., Zhang, X., Lyu, X., Pardeshi, L., Tan, K., Sun, H., Wong, K. H., Chu-Xia Deng*, Xu, X*	Nature Communications. 11(1):4875 2020, 9	25
代表性論文 12	Prevalence Patterns of Allergen Sensitization in Different Regions, Sexes, Ages and Seasons in Mainland China: A Four-year Multicenter	Luo W, Wang D, Zhang T, Zheng P, Leng D, Li L, Liu Y, Sun B*, Zhang XD*	Allergy 76(2):589-593, 2021, 2	18
代表性論文 13	Cisplatin prevents breast cancer metastasis through blocking early EMT and retards cancer growth together with paclitaxel	Haitao Wang, Sen Guo, Seung-Jin Kim, Fangyuan Shao, Joshua Wing Kei Ho, Kuan Un Wong, Zhengqiang Miao, Dapeng Hao, Ming Zhao, Jun Xu, Jianming Zeng, Koon Ho Wong, Lijun Di, Ada Hang-Heng Wong, Xiaoling Xu, Chu-Xia Deng*	Theranostics, 11(5):2442-2459 2021, 1	25

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 14	Upregulation of amplified in breast cancer 1 contributes to pancreatic ductal adenocarcinoma progression and vulnerability to blockage of hedgehog activation	Licen Li, Jiaolin Bao, Haitao Wang, Haipeng Lei, Cheng Peng, Jianming Zeng, Wenhui Hao, Xu Zhang, Xiaoling Xu, Chundong Yu, Chu-Xia Deng* and Qiang Chen*	Theranostics, 11(4):1672-1689, 2021, 1	6
代表性論文 15	Cullin3 deficiency shapes tumor microenvironment and promotes cholangiocarcinoma in liver-specific Smad4/Pten mutant mice	Ming Zhao, Yingyao Quan, Jianming Zeng, Xueying Lyu, Haitao Wang, Josh Haipeng Lei, Yangyang Feng, Jun Xu, Qiang Chen, Heng Sun, Xiaoling Xu, Ligong Lu, Chu-Xia Deng*	International Journal of Biological Sciences 17(15):4176-4191, 2021, 10	0
代表性論文 16	Dissecting the heterogeneity and tumorigenesis of BRCA1 deficient mammary tumors via single cell RNA sequencing	Heng Sun, Jianming Zeng, Zengqiang Miao, Kuan Cheok Lei, Chen Huang, Lingling Hu, Sek Man Su, Un In Chan, Kai Miao, Xu Zhang, Aiping Zhang, Sen Guo, Si Chen, Ya Meng, Min Deng, Wenhui Hao, Haipeng Lei, Ying Lin, Zhonglin Yang, Dongjiang Tang, Koon Ho Wong, Xiaohua Douglas Zhang, Xiaoling Xu, Chu-Xia Deng*	Theranostics 11(20): 9967-9987 2021, 10	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 17	Metal-Phenolic Network-Enabled Lactic Acid Consumption Reverses Immunosuppressive Tumor Microenvironment for Sonodynamic Therapy	Zhan Zhang, Bei Li, Lisi Xie, Wei Sang, Hao Tian, Jie Li, Guohao Wang, and Yunlu Dai*	ACS Nano, 15(10):16934- 16945, 2021, 10	41
代表性論文 18	A “three musketeers” tactic for inclining interferon- γ as a comrade-in- arm to reinforce the synergistic- tumoricidal therapy	Wenxi Li, Lisi Xie, Yi Ju, Zhan Zhang, Bei Li, Jie Li, Wei Sang, Guohao Wang, Hao Tian, Yunlu Dai*	Nano Research, 15, pages3458–3470 2021, 12	2
代表性論文 19	A metal-polyphenolic nanosystem with NIR-II fluorescence- guided combined photothermal therapy and radiotherapy	Jie Li, Wenxi Li, Lisi Xie, Wei Sang, Guohao Wang, Zhan Zhang, Bei Li, Hao Tian, Jie Yan, Ye Tian, Zhenhua Li, Quli Fan, Lin Yu, Yunlu Dai*	Chemical Communications, 57, 11473, 2021,	10
代表性論文 20	Polyphenol- Containing Nanomaterials: Synthesis, Properties, and Biomedical Applications	Yuxin Guo†, Qing Sun†, Fu-Gen Wu*, Yunlu Dai*. Xiaoyuan Chen*	Advanced Materials, 33(22):e2007356, 2021, 6	106

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 21	Phenolic immunogenic cell death nanoinducer for sensitizing tumor to PD-1 checkpoint blockade immunotherapy	Lisi Xie†, Guohao Wang†, Wei Sang, Jie Li, Zhan Zhang, Wenxi Li, Jie Yan, Qi Zhao, Yunlu Dai*	Biomaterials, 269, 120638. 2021, 2	52
代表性論文 22	Engineering a Hydrogen Sulfide-based Nanomodulator to Normalize Hyperactive Photothermal Immunogenicity for Combination Cancer Therapy	Jie Li†, Lisi Xie†, Bei Li†, Chao Yin, Guohao Wang, Wei Sang, Wenxi Li, Hao Tian, Zhan Zhang, Xuanjun Zhang, Quli Fan*, Yunlu Dai*	Advanced Materials, 33, 2008481. 2021	55
代表性論文 23	Recent Advances in Metal-Phenolic Networks for Cancer Theranostics	Zhan Zhang†, Lisi Xie†, Yi Ju, Yunlu Dai*	Small, 17(43):e2100314 2021, 10	52
代表性論文 24	Oxygen Enriched Metal-Phenolic X-Ray Nanoprocessor for Cancer Radio-Radiodynamic Therapy in Combination with Checkpoint Blockade Immunotherapy	Wei Sang†, Lisi Xie†, Guohao Wang, Jie Li, Zhan Zhang, Bei Li, Sen Guo, Chu-Xia Deng, Yunlu Dai*	Advanced Science, 8(4):2003338 2020, 12	62
代表性論文 25	Polyphenol-based Nanomedicine Evokes Immune Activation for Combination Cancer Treatment	Zhan Zhang†, Wei Sang†, Lisi Xie†, Wenxi Li, Bei Li, Jie Li, Hao Tian, Zhen Yuan, Qi Zhao, and Yunlu Dai*	Angewandte Chemie - International Edition, 60(4):1967-1975 2021, 1	65

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 26	Progress in Light-Responsive Lanthanide Nanoparticles towards Deep Tumor Theranostics	Jie Yan, Bei Li, Piaoping Yang,* Jun Lin,* Yunlu Dai*	Advanced Functional Materials, 31, 2104325 2021, 7	26
代表性論文 27	Functionalizing collagen with vessel-penetrating two-photon phosphorescence probes: A new in vivo strategy to map oxygen concentration in tumor microenvironment and tissue ischemia	Cheng-Ham Wu, Kristina S. Kisel, Muthu Kumar Thangavel, Yi-Ting Chen, Kai-Hsin Chang, Ming-Rung Tsai, Chia-Yu Chu, Yu-Fang Shen, Pei-Chun Wu, Zhiming Zhang, Tzu-Ming Liu*, Janne Jänis, Elena V. Grachova, Julia R. Shakirova, Sergey P. Tunik*, Igor O. Koshevoy*, Pi-Tai Chou*	Advanced Science, 8, 2102788, 2021, 10	4
代表性論文 28	A triple-kill strategy for tumor eradication reinforced by metal-phenolic network nanopumps	Wei Sang, Zhan Zhang, Guohao Wang, Lisi Xie, Jie Li, Wenxi Li, Hao Tian, and Yunlu Dai*	Advanced Functional Materials, DOI: 10.1002/adfm. 2021131682022, 5	7
代表性論文 29	Manganese-phenolic nanoadjuvant combines sonodynamic therapy with cGAS-STING activation for enhanced cancer immunotherapy	Hao Tian, Guohao Wang, Wei Sang, Lisi Xie, Zhan Zhang, Wenxi Li, Jie Yan, Ye Tian, Jie Li, Bei Li, Yunlu Dai*	Nano Today, 43, 101405, 2022, 4	33

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 30	Phototheranostic Metal-Phenolic Networks with Antioxosomal PD-L1 Enhanced Ferroptosis for Synergistic Immunotherapy	Lisi Xie, Jie Li, Guohao Wang, Wei Sang, Mengze Xu, Wenxi Li, Jie Yan, Bei Li, Zhan Zhang, Qi Zhao, Zhen Yuan, Quli Fan, and Yunlu Dai*	Journal of the American Chemical Society 144(2): 787-797, 2022, 1	46
代表性論文 31	Engineering radiosensitizer-based metal-phenolic networks potentiate STING pathway activation for advanced radiotherapy	Jie Yan, Guohao Wang, Lisi Xie, Hao Tian, Jie Li, Bei Li, Wei Sang, Wenxi Li, Zhan Zhang, Yunlu Dai*	Advanced Materials, 34(10):e2105783, 2022, 3	40
代表性論文 32	NIR-II-absorbing conjugated polymer-based theranostic agent for NIR-II fluorescence imaging-guided photothermal therapy acting synergistically with tumor microenvironment-responsive nitric oxide therapy	Jie Li, Lisi Xie, Wei Sang, Wenxi Li, Guohao Wang, Hao Tian, Zhan Zhang, Jianhua Liu, Quli Fan, Yunlu Dai*	ChemPhysMater Volume 1, Issue 1, 51-55 2022, 1	2
代表性論文 33	Nicotinamide promotes cardiomyocyte derivation and survival through kinase inhibition in human pluripotent stem cells	Ya Meng, Chengcheng Song, Zhili Ren, Xiaohong Li, Xiangyu Yang, Nana Ai, Yang Yang, Dongjin Wang, Meixiao Zhan, Jiaxian Wang, Chon Lok LEI, Weiwei Liu, Wei Ge, Ligong Lu* and Guokai Chen*	Cell Death and Disease 12(12):1119, 2021, 11	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 34	Nicotinamide promotes pancreatic differentiation through the dual inhibition of CK1 and ROCK kinases in human embryonic stem cells	Yumeng Zhang, Jiaqi Xu, Zhili Ren, Ya Meng, Weiwei Liu, Ligong Lu, Zhou Zhou and Guokai Chen*	Stem Cell Research and Therapy 12(1):362 2021,6	12
代表性論文 35	Regulation of energy metabolism in human pluripotent stem cells	Weiwei Liu, Guokai Chen*	Cellular and Molecular Life Sciences, 78(24):8097-8108 2021, 12	2
代表性論文 36	Susceptibility to false discovery in biomarker research using liquid chromatography-high resolution mass spectrometry based untargeted metabolomics profiling	Zhang P, Ang IL, Lam MMT, Wei R, Lei KMK, Zhou X, Lam HHN, He QY, Poon TCW*	Clinical and Translational Medicine 11(6):e469 2021, 6	4
代表性論文 37	Three-Dimensional Folding Dynamics of the <i>Xenopus tropicalis</i> genome	Niu, L., Shen, W., Shi, Z., He, N., Wan, J., Sun, J., Zhang, Y., Huang, Y., Wang, W., Fang, C., Li, J., Zheng, P., Edwin Cheung*, *Chen, Y., *Li, L., and *Hou, C	Nature Genetics 53, 1075-1087 2021, 7	21

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 38	Single-cell Analysis Reveals Androgen Receptor Regulates the ER-to-Golgi Trafficking Pathway with CREB3L2 to Drive Prostate Cancer Progression	Hu, L., Chen, X., Nirwade, N., Lim, G. M. L., Chen, Z., Tennakoon, C., Guan, P., Chan, U. I., Zhao, Z., Deng, M., Xu, X., *Sung, W. K., and Edwin Cheung*.	Oncogene, doi: 10.1038/ s41388-021-02026- 7 2021, 11	5
代表性論文 39	PD-L1 blockade liberates intrinsic antitumourigenic properties of glycolytic macrophages in hepatocellular carcinoma	Li-Gong Lu*, Zhi-Ling Zhou, Xu-Yan Wang, Bo-Yuan Liu, Jin-Ying Lu, Shuai Liu, Guang-Bo Zhang, Mei-Xiao Zhan*, Yun Chen*	Gut 71(12):2551-2560 2022, 12	10
代表性論文 40	Comparison of External Beam Radiation Therapy Modalities for Hepatocellular Carcinoma with Macrovascular Invasion: A Meta-Analysis and Systematic Review	Guanheng Wu, Guomin Huang, Jianwen Huang, Ligong Lu, Shaojun Peng, Yong Li, Wei Zhao	Frontiers in Oncology 12:829708 2022, 2	1
代表性論文 41	A Metal-Phenolic Nanosensitizer Performs Hydrogen Sulfide-Reprogrammed Oxygen Metabolism for Cancer Radiotherapy Intensification and Immunogenicity	Jie Li, Lisi Xie, Wei Sang, Wenxi Li, Guohao Wang, Jie Yan, Zhan Zhang, Hao Tian, Quli Fan, Yunlu Dai*	Angewandte Chemie - International Edition, 61(18):e202200830 2022, 4	18

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 42	Noninvasive Assessment of Liver Function Reserve with Fluorescent Dosimetry of Indocyanine Green	P.-C. Wu, L.-Z. Guo, S. Yu, N. Zeng, Y.-C. Liu, J. Yu, Z. Zhang, K. Lu, L. SUN, C. WANG, Y.-H. Chang, Y.-L. Lu, Y.-F. Shen, S. Tai, Y.-H. Chuang, J.-A. A. Ho, K.-W. Huang, Y.-M. WU, and T.-M. Liu*	Biomedical Optics Express 13(4):1995-2005 2022, 3	2
代表性論文 43	One Step Synthesis of Efficient Red Emissive Carbon Dots and Their Bovine Serum Albumin Composites with Enhanced Multi-Photon Fluorescence for in vivo Bioimaging	Zhang H, Wang G, Zhang Z, Lei JH, Liu TM, Xing G, Deng CX, Tang Z, Qu S*.	Light: Science & Applications 11(1):113 2022, 4	17
代表性論文 44	KIF17 maintains the epithelial phenotype of breast cancer cells and curbs tumour metastasis	Tianfu Li, Duanyang Zhai, Mengmeng Zhang, Runyi Ye, Xiaying Kuang, Nan Shao, Jiong Bi, Ying Lin*	Cancer Letters 548:215904 2022, 11	0
代表性論文 45	Comparison of clinicopathological characteristics and response to neoadjuvant chemotherapy between HER2-low and HER2-zero breast cancer	Shuling Zhou, Ting Liu, Xiaying Kuang, Tiantian Zhen, Huijuan Shi, Ying Lin*, Nan Shao	Breast 67:1-7 2023, 2	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 46	Toward Strong Near-Infrared Absorption/Emission from Carbon Dots in Aqueous Media through Solvothermal Fusion of Large Conjugated Perylene Derivatives with Post-Surface Engineering	Liu Y, Lei JH, Wang G, Zhang Z, Wu J, Zhang B, Zhang H, Liu E, Wang L, Liu TM, Xing G, Ouyang D, Deng CX, Tang Z*, Qu S*	Advanced Science (Weinh) 9(23):e2202283 2022, 8	16
代表性論文 47	Recent advances in organotypic tissue slice cultures for anticancer drug development	Lin He, Chuxia Deng*	International Journal of Biological Sciences 18(15):5885-5896 2022, 9	2
代表性論文 48	A hybrid hemodynamic knowledge-powered and feature reconstruction-guided scheme for breast cancer segmentation based on DCE-MRI	Tianxu Lv, YouqingWu, Yihang Wang, YuanLiu, Lihua Li, Chuxia Deng*, Xiang Pan*	MEDICAL IMAGE ANALYSIS 82:102572 2022, 11	1
代表性論文 49	Tumor heterogeneity reshapes the tumor microenvironment to influence drug resistance	Aiping Zhang, Kai Miao, Heng Sun, Chuxia Deng*	International Journal of Biological Sciences 18(7):3019-3033 2022, 4	9

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 50	Fluorescence intensity and lifetime imaging of lipofuscin-like autofluorescence for label-free predicting clinical drug response in cancer	Yinghan Yan, Fuqiang Xing, Jiayue Cao, Yiling Hu, Ling Li, Zhengyin Gao, Hao Jia, Kai Miao, Fangyuan Shao, Chu-Xia Deng*, Kathy Qian Luo*, Leo Tsz on Lee*, Tzu-Ming Liu*	Redox Biology 59:102578 2023, 2	0
代表性論文 51	Cullin-5 Deficiency Orchestrates the Tumor Microenvironment to Promote Mammary Tumor Development through CREB1-CCL2 Signaling	Si Chen, Fangyuan Shao, Jianming Zeng, Sen Guo, Lijian Wang, Heng Sun, Josh Haipeng Lei, Xueying Lyu, Shuai Gao, Qiang Chen, Kai Miao, Xiaoling Xu, Chu-Xia Deng*	Science Advances 9(3):eabq1395 2023, 1	0
代表性論文 52	A two-step flexible ultrasound strategy to enhance the tumor radiotherapy via metal-phenolic network nanoplatform	Ye Tian, Wei Sang, Hao Tian, Lisi Xie, Guohao Wang, Zhan Zhang, Wenxi Li and Yunlu Dai*	Advanced Functional Materials 32, 2205690 2022, 9	2
代表性論文 53	A platinum@polymer-catechol nanobroker enables radio-immunotherapy for crippling melanoma tumorigenesis, angiogenesis, and radioresistance	Wenxi Li, Jie Yan, Hao Tian, Bei Li, Guohao Wang, Wei Sang, Zhan Zhang, Xuanjun Zhang, Yunlu Dai*	Bioactive Materials 22:34-46 2022, 9	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 54	Engineering metal-phenolic networks for enhancing cancer therapy by tumor microenvironment modulation	Lisi Xie, Jie Li, Leyu Wang, Yunlu Dai*	Wiley Interdisciplinary Reviews- Nanomedicine and Nanobiotechnology e1864. 2022, 11	0
代表性論文 55	Reactive Oxygen Species Scavenging Nanomedicine for The Treatment of Ischemic Heart Disease	Zhan Zhang, Rinkoo Dalan, Zhenyu Hu, Jiong-Wei Wang, Nicholas WS Chew, Kian-Keong Poh, Ru-San Tan, Tuck Wah Soong, Yunlu Dai*, Lei Ye*, Xiaoyuan Chen*	Advanced Materials. 34(35):e2202169 2022, 9	20
代表性論文 56	A universal strategy for the fabrication of single-photon and multiphoton NIR nanoparticles by loading organic dyes into water-soluble polymer nanosponges	L.-X. Yang, Y.-C. Liu, C.-H. Cho, Y.-R. Chen, C.-S. Yang, Y.-L. Lu, Z. Zhang, Y.-T. Tsai, Y.-C. Chin, J. Yu, H.-M. Pan, W.-R. Jiang, Z.-C. Chia, W.-S. Huang, Y.-L. Chiu, C.-K. Sun, Y.-T. Huang, L.-M. Chen, K.-T. Wong, H.-M. Huang, C.-H. Chen*, Y. J. Chang*, C.-C. Huang*, and Tzu-Ming Liu*	Journal of Nanobiotechnology 20(1):311 2022, 7	3
代表性論文 57	Aquila: A Spatial Omics Database and Analysis Platform	Zheng, Y., Chen, Y., Ding, X., Wong, K.H., and Cheung, E*	NUCLEIC ACIDS RESEARCH 51(D1):D827-D83 . 2023, 1	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 58	A Programmable System to Methylate and Demethylate N6-Methyladenosine (m6A) on Specific Transcripts in Mammalian Cells	Chang, C., Ma, G., Cheung, E*, and Hutchins, A. P*.	JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY 298(11):102525 2022, 11	0
代表性論文 59	TRIM33 Drives Prostate Tumor Growth by Stabilizing Androgen Receptor from Skp2-Mediated Degradation	Chen, M., Lingadahalli, S., Narwade, N., Lei, K. M. K., Liu, S., Zaozu, X., Lu, Q., Tang, A. H. N., Poon, T. C. W., and Cheung, E*	EMBO Reports 23(8):e53468 . 2022 Aug	2
代表性論文 60	TRIM37 Augments AP-2 γ Transcriptional Activity and Cellular Localization via K63-linked Ubiquitination to Drive Breast Cancer Progression	Cui, G., Zhuoran Gao, Z., Chang, S., Narwade, N., Poudel, B., Lei, K.M.K., Zhang, W., Li, G., Poon, T.C.W., and Cheung, E*	International Journal of Biological Sciences 18(11):4316-4328 2022, 7	0
代表性論文 61	Pitfalls and Solutions in Mass Spectrometry-based Identification of Protein Glycation	Ma, W., Ang, I.L., Lei, K.M.K., Lam, M.M.T, Zhang P., Poon, T.C.W*	Analytical Chemistry doi: 10.1021 2023, 1	0
代表性論文 62	Insulin Directs Dichotomous Translational Regulation to Control Human Pluripotent Stem Cell Survival, Proliferation and Pluripotency	Zhou X, Ren Z, Xu J, Deng C, Zhang Z, Godoy-Parejo C, Xu F, Huang EC, Wang J, Cai Z, Liu W, Hu G, Chen G*	International Journal of Biological Sciences 18(9):3562-3575 2022, 5	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
代表性論文 63	Thyroid hormone enhances stem cell maintenance and promotes lineage-specific differentiation in human embryonic stem cells	Deng C, Zhang Z, Xu F, Xu J, Ren Z, Godoy-Parejo C, Xiao X, Liu W, Zhou Z, Chen G*	Stem Cell Research & Therapy 13(1):120 2022, 3	1
代表性論文 64	Long COVID and its Management	Ho Cheng Koc, Jing Xiao, Weiwei Liu, Yong Li, Guokai Chen*	International Journal of Biological Sciences 18(12): 4768–4780 2022, 7	26
代表性論文 65	CD155 in tumor progression and targeted therapy	Meixiao Zhan, Zhiren Zhang, Xiaoguang Zhao, Yuncong Zhang, Tianqing Liu, Ligong Lu*, Xian-Yang Li*	Cancer Letters 545:215830 2022, 10	0
代表性論文 66	WTAP Is Correlated With Unfavorable Prognosis, Tumor Cell Proliferation, and Immune Infiltration in Hepatocellular Carcinoma	Linjun Liang, Hongfa Xu, Qichao Dong, Lige Qiu, Ligong Lu, Qing Yang, Wei Zhao, Yong Li	Frontiers in Oncology 12:852000 2022, 4	1
專利申請 1	The combination therapy with anti-PD1 and Tasquinimod has great potential effect in treatment of Brca1 deficiency breast cancer with high MDSCs feature	-	UMPT405-2021	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利申請 2	一種聯合治療癌症的藥物及 S100A9-CXCL12 信號抑制劑的應用	-	202210245499.7	-
專利申請 3	一種藥物的篩選方法以及三維腫瘤切片模型的培養方法	Chuxia Deng, Tzu-Ming Liu, Fuqiang Xing, Guanyu Wang	202111114318.9	-
專利申請 4	一種緩衝液、試劑盒和蛋白酶體檢測方法	Chuxia Deng, Zonggen Peng, Fangyuan Shao, Hu Li	UMPT449-2022	-
專利申請 5	一種鑒定細胞凋亡和壞死的方法及應用	-	202210116490.6	-
專利申請 6	卡非佐米在製備治療抗藥腫瘤的藥物中的新的應用	-	202011126326.0	-
專利申請 7	基於野生型小鼠構建重度免疫缺陷模型的方法	Chuxia Deng, Kai Miao, Xiaoling Xu, Xin Zhang	UMPT400-2021	-
專利申請 8	FGFR 及其相關信號通路抑制劑在製備治療 FGFR2 突變型腫瘤的藥物中的應用	-	PCT/ CN2022/079122	-
專利申請 9	通過抗 PS 抗體與多西紫杉醇或紫杉醇聯合治療抑制非凋亡磷脂醯絲氨酸誘導的乳腺癌轉移	Xiaoling Xu	UMPT422-2021	-
國際性會議 1	類器官模型在新藥靶點方向的探索	Chuxia Deng	China Bio-Pharm Partnering Forum 2022 2022.12	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際性會議 2	中國藥理學會 表觀遺傳藥理學專 業委員會第三屆全 國學術會議 暨第七屆表觀遺傳 藥物研發學術大會 2022.12	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 3	7 th Pearl River International Academic Conference on Gastrointestinal Carcinoma 2022.12	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 4	The 3 rd Cancer and Metabolism West- Lake Forum 2022.12	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 5	TID2022 腫瘤免疫及 靶向藥物開發論壇 2022.11	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 6	第十屆腎臟病學 新進展西湖論壇 2022.9	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 7	病人來源的類器官 及其在腫瘤精準醫 學研究中的運用	Chuxia Deng	類器官藥物敏 感性檢測指導 腫瘤精準治療 臨床應用專家 共識發佈會 2022.7	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際性會議 8	2022 年廣東省 醫師協會檢驗醫師 分會年會暨 第四屆檢驗醫師 珠江論壇 2022.6	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 9	Patient Derived Organoids (PDOs) and Their Applications in Precision Oncology	Chuxia Deng	GCOG Annual Meeting cum the 7 th Clinical Trial Workshop 2022.5	-
國際性會議 10	類器官技術 & 新藥研發論壇暨 廣東省類器官工程 技術研究中心 揭牌儀式 2022.5	Chuxia Deng	-	-
國際性會議 11	類器官在腫瘤精準 診療中的意義	Chuxia Deng	廣東省醫師協會 胃腸外科醫師分 會腹膜腫瘤專業 組學術會議暨第 三屆華南結直腸 癌腹膜轉移論壇 2022.5	-
國際性會議 12	Patient Derived Organoids (PDOs) and Their Applications in Precision Oncology	Chuxia Deng	AI 生信大數據 助力生命科學 研究交流研討會 2022.3	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
國際性會議 13	腫瘤藥敏研究進展	Chuxia Deng	2021 POST-SABCS 聖安東尼奧乳腺癌國際會議會後 會暨 2021 年廣東 省醫學會乳腺癌 學青年學術研討 會 2021.12	-
國際性會議 14	人類罕見疾病小鼠 模型的構建與研究	Chuxia Deng	第一屆粵港澳大 灣區罕見病基因 治療高峰論壇 2021.11	-
國際性會議 15	Patient Derived Organoid (PDO) and its Application in Cancer Research	Chuxia Deng	2021 腫瘤研究 新模型新技術國 際研討會 2021.4	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	11	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種藥物的篩選方法以及三維腫瘤切片模型的培養方法
成果特點	利用三維腫瘤切片模型為癌症晚期患者快速篩選有效藥物
技術成熟度	TRL6
應用範圍	藥物敏感試驗，提高癌症治療效果
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	投資

聯系地址	-		
聯系人	-	電話	-
網址	-	傳真	-

抗神經退行性病的天然小分子化合物PD-001的研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0016/2019/AKP	澳門大學	李銘源	抗神經退行性病的天然小分子化合物 PD-001 的研發

項目摘要

1. 研究背景

神經退行性病是一類以影響神經系統功能的慢性疾病的統稱，此類疾病以特定神經細胞群逐漸退化死亡從而導致神經功能喪失為主要特點，包括帕金森病 (Parkinson's Disease, PD)、阿爾茲海默病 (Alzheimer's Disease, AD)、肌肉萎縮性側索硬化症 (Amyotrophic lateral sclerosis, ALS)、亨丁頓舞蹈症 (Huntington's disease, HD) 等。目前世界上發病率最高的神經退行性疾病尤以帕金森病和阿爾茲海默病為甚，此兩種疾病往往發病於中老年人群，且其病程可以綿延數年甚至十年以上，給無數家庭造成了重大的經濟以及生活負擔。開發新型抗神經退行性病如帕金森病等的藥物迫在眉睫。

2. 研究目標

在中老年人多發病種中，神經退行性病發病帕金森氏症、阿爾茲海默病等率一直呈上升趨勢。目前的治療藥物治療效果非常有限，基於假設性靶點而設計的新藥屢屢失敗。天然產物因為有傳統醫學的理論基礎及實踐基礎，因為獨特的結構和藥效機制，成為治療神經精神疾病類藥物的重要來源。在本研究中，PD-001 作為一種來自於傳統中藥益智仁的小分子化合物，已被初步證明具有神經保護作用。因此，PD-001 作為一種新型、安全、有效的小分子化合物。本研究希望通過對該小分子化合物的用於神經退行性病模型細胞或動物的化學合成、安全性評價、藥理藥效學研究，旨在開發一種新的具有抗神經退行性疾病的新藥物，推動中草藥科學化。

3. 簡述總體工作進展情況

- 1) 原料工藝生產：優化了 PD-001 的 R 構型及消旋體工藝路線，探索制定相應質量標準，使成本更低、步驟更簡化；委託有 GMP 資質的 CRO 公司進一步優化和放大合成工藝，規範生產操作、原始記錄和研究資料撰寫，獲得 5 批公斤級的原料中試樣品，為生物學、毒理學評價和分析研究提供所需要原料藥。
- 2) 製劑處方篩選及製劑工藝研究：開發及優化了 PD-001 的製劑工藝，確定合適劑型，並進行分析方法開發和穩定性研究。
- 3) 藥效學：在動物以及細胞模型上進一步研究 PD-001 的神經保護的藥效以及藥物機制，為進一步發現抗神經退行性病新的藥物作用靶點或藥物作用機制提供研究基礎；發表了 17 篇國際期刊論文。

- 4) 非臨床藥代動力學研究及臨床前安全性評價：在具有 GLP 資質的實驗室開展了藥代動力學研究以及臨床前安全性評價，探索了 PD-001 的安全有效劑量，研究 PD-001 的體內代謝行為和性質，為臨床實驗的申報與成功開展奠定基礎，為 PD-001 最終進入臨床實驗提供理論依據。
- 5) 註冊申請：完成含有 PD-001 的益智仁膠囊於美國藥物監督管理局的 NDI 認證。已向歐洲食品安全局提交關於 PD-001 的註冊申請。
- 6) 產品開發：開發並完成 GMP 生產膳食補充劑產品 ”Nephrokin”。

4. 研究成果與應用

針對來自益智仁的小分子化合物 PD-001 開展的抗神經退行性病藥效學研究和藥代動力學及安全性評價研究，以及化學合成工藝、穩定性及劑型研究，為開發其作為一種抗神經退行疾病的創新藥物提供了詳細的數據支持，奠定了理論和實踐基礎。

2023 年 5 月向歐洲食品安全局提交關於 PD-001 註冊，已進入審批程序；預計 2024 年 3 月前獲得批覆。

已完成益智仁膳食補充劑膠囊的開發及 GMP 生產，與 2022 年 6 月獲批美國食品藥物監督管理局 (FDA) 的新膳食成分 (NDI) 的認證。

5. 可進一步推展研究的工作計劃

- 1) 推進 PD-001 製劑工藝的放大和臨床批 GMP 生產；
- 2) 開展 PD-001 的 I 期臨床試驗；
- 3) 探索及驗證對其他適應症（例如膀胱過度活躍症）的作用，以擴大臨床適應症範圍。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
專利	Novel Anti-Neurodegenerative Natural Compounds Isolated From Alpiniae Oxyphyllae Fructus And Their Total Synthesis	Lee MY, Zhang ZJ, Li GH	US Patent Pub. No.: US9475749B2; Pub. Date: 25/10/2016; European Patent Pub. No.: EP2970090B1; Pub. Date: 08/05/2019; Japan Patent Pub. No.: JP6422452B2; Pub. Date: 14/11/2018; Spain Patent Pub. No.: ES2736599T3; Pub. Date: 03/01/2020; China Patent Pub. CN105431405B; Pub. Date: 01/06/2018 已授權	/
期刊論文	Anti-epileptic Kunitz-like peptides discovered in the branching coral <i>Acropora digitifera</i> through transcriptomic analysis	Chen H, Siu SWI, Wong CTT, Qiu J, Cheung AK, Lee SMY	Arch Toxicol. 2022 Sep;96(9):2589-2608.	被引用 1 次
期刊論文	Conjugation of Macrophage-Mimetic Microalgae and Liposome for Antitumor Sonodynamic Immunotherapy via Hypoxia Alleviation and Autophagy Inhibition	Gao, C, Kwong, CHT, Wang, QF, Kam, H, Xie, BB, Lee, SMY, Chen, GS, Wang, RB	ACS nano. 2023, 17(4): 4034-4049.	被引用 2 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Macrocyclic-Surfaced Polymer Nanocapsules: An Emerging Paradigm for Biomedical Applications	Wang, ZY, Sun, C, Wang, RB	Bioconjugate Chemistry. 2022, 33(12): 2254-2261.	被引用 1 次
期刊論文	A Neuropeptide Y/F-like Polypeptide Derived from the Transcriptome of Turbinaria peltata Suppresses LPS-Induced Astrocytic Inflammation	Chen Q, Liang Z, Yue Q, Wang X, Siu SWI, Pui-Man Hoi M, Lee SM*	J Nat Prod. 2022 Jun 24;85(6):1569-1580.	被引用 2 次
期刊論文	TRPV1 Modulator Ameliorates Alzheimer-Like Amyloid-beta Neuropathology via Akt/Gsk3 beta-Mediated Nrf2 Activation in the Neuro-2a/APP Cell Model	Wang, XF, Bian, YQ, Wong, CTT, Lu, JH, Lee SM*	Oxidative Medicine and Cellular Longevity. 2022 Aug.	被引用 1 次
期刊論文	Brain Ventricular Microinjections of Lipopolysaccharide into Larval Zebrafish to Assess Neuroinflammation and Neurotoxicity	He Y, Lee SM*	JoVE (Journal of Visualized Experiments). 2022 (186): e64313.	/

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Putative Factors Interfering Cell Cycle Re-Entry in Alzheimer's Disease: An Omics Study with Differential Expression Meta-Analytics and Co-Expression Profiling	Yuen SC, Lee SM, Leung SW.	J Alzheimers Dis. 2022;85(3):1373-1398	被引用 3 次
期刊論文	Supramolecular biomaterials for bio-imaging and imaging-guided therapy	Xie, BB, Ding, YF, hui, MJ, Yue, LD, Gao, C, Wyman, IW, Wang, RB	European Journal of Nuclear Medicine and Molecular Imaging. 2022 Nov. 49(4): 1200-1210	被引用 13 次
期刊論文	Supramolecular nanomedicine for selective cancer therapy via sequential responsiveness to reactive oxygen species and glutathione	Sun, C, Wang, ZY, Wang, ZY, Yue, LD, Cheng, Q, Ye, Z, Zhang, QW, Wang, RB	Biomaterials Science. 2021, 9(4): 1355-1362.	被引用 6 次
期刊論文	Forchlorfenuron (CPPU) causes disorganization of the cytoskeleton and dysfunction of human umbilical vein endothelial cells, and abnormal vascular development in zebrafish embryos	Gong GY, Kam HT, Tse YC, Giesy JP, Seto SW, Lee SM*	Environmental Pollution. 2021 Feb 15;271:115791.	被引用 2 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Oxyphylla A ameliorates cognitive deficits and alleviates neuropathology via the Akt-GSK3 β and Nrf2-Keap1-HO-1 pathways in vitro and in vivo murine models of Alzheimer's disease	Bian Y, Chen Y, Wang X, Cui G, Ung COL, Lu JH, Cong W, Tang B, Lee SM*	J Adv Res. 2021 Sep 8;34:1-12	被引用 22 次
期刊論文	Determination of Oxyphylla A Enantiomers in the Fruits of Alpinia oxyphylla by a Chiral High-Performance Liquid Chromatography-Multiple Reaction Monitoring-Mass Spectrometry Method and Comparison of Their In Vivo Biological Activities.	Chen Y, Li G, Law HCH, Chen H, Lee SM*.	J Agric Food Chem. 2020 Oct 7;68(40):11170-11181	被引用 1 次
期刊論文	Supramolecular Induction of Mitochondrial Aggregation and Fusion	Sun, C, Wang, ZY, Yue, LD, Huang, QX, Cheng, Q, Wang, RB	Journal of the American Chemical Society. 2020 Oct 142(39): 16523-16527.	被引用 71 次
期刊論文	In Vivo Screening of Xanthones from Garcinia oligantha Identified Oliganthin H as a Novel Natural Inhibitor of Convulsions.	Gong G, Chen H, Kam H, Chan G, Tang YX, Wu M, Tan H, Tse YC, Xu HX, Lee SM*	J Nat Prod. 2020 Dec 24;83(12):3706-3716.	被引用 4 次

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Role of oxidative stress in clofazimine-induced cardiac dysfunction in a zebrafish model.	Phoebe C.I. Ng, Judy Y.W. Chan, Ross K.K. Leung, J. Li, Z. Ren, Anthony W.H. Chan, Y. Xu, S.S. Lee, R. Wang, Xia Ji, Jun Zheng, Denise P.C. Chan, W.W. Yew, Simon M.Y. Lee*.	Biomedicine & Pharmacotherapy, 2020 Dec; 132.	被引用 0 次
期刊論文	The Chromosome Level Genome and Genome-wide Association Study for the Agronomic Traits of Panax Notoginseng	Fan G, Liu X, Sun S, Shi C, Du X, Han K, Yang B, Fu Y, Liu M, Seim I, Zhang H, Xu Q, Wang J, Su X, Shao L, Zhu Y, Shao Y, Zhao Y, Wong AK, Zhuang D, Chen W, Zhang G, Yang H, Xu X, Tsui SK, Liu X, Lee SM	iScience. 2020 Sep 8;23(9):101538	被引用 4 次
期刊論文	Toxic Peptide From Palythoa caribaeorum Acting on the TRPV1 Channel Prevents Pentylentetrazol-Induced Epilepsy in Zebrafish Larvae	Xiufen Wang, Qiwen Liao, Hanbin Chen, Guiyi Gong, Shirley Weng In Siu, Qian Chen, Hiotong Kam, Carolina Oi Lam Ung , Kwok-Kuen Cheung , Gandhi Rádis-Baptista, Clarence Tsun Ting Wong 6 and Simon Ming-Yuen Lee	Front. Pharmacol., 01 December 2021	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
特邀報告 (外地)	Restoration of mitochondrial bioenergetics and activation of proteasome mediated degradation of α -synuclein mutant as new targets for neuroprotection	Simon Ming-Yuen Lee	The 19TH CHINESE BIOPHYSICS CONGRESS. 23-26 July 2021. An Hui, China.	-
特邀報告 (外地)	Restoration of mitochondrial bioenergetics and activation of proteasome mediated degradation of α -synuclein mutant as new targets for neuroprotection	Simon Ming-Yuen Lee	International Conference on Aging Research in Chinese Medicine: Musculoskeletal and Neurological Degeneration and Repair (ICARCM). 23 July 2021. Hong Kong, China. (Online)	-
特邀報告 (外地)	Discovery and mechanism study of Neuroprotective Drugs	Simon Ming-Yuen Lee	International Symposium on Research Advancement in Global Health (ISRAGH). 12 July 2021. Saint Aubin, France. (Online)	-
特邀報告 (外地)	The Importance of Development Cooperation with China in the Health Global System	Simon Ming-Yuen Lee	Health and Wellbeing Silk Road Conference 27, May 2021. Aveiro, Portugal. (Online)	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
特邀報告 (本地)	Strategies for discovery and development of new drug and food supplement from Chinese medicines against cerebrovascular and neurodegenerative diseases	Simon Ming-Yuen Lee	The International Conference on Medicinal and Food Plant Research & 3rd Sino-CPLP Symposium on Natural Products and Biodiversity Resources. 9&10, Apr 2021. Macau, China.	-
會議論文	The discovery of novel Kunitz-Type peptide from <i>Porites lutea</i> by combining in silico transcriptome mining and virtual screening	Qian Chen, Simon Ming-Yuen Lee *	The 19TH CHINESE BIOPHYSICS CONGRESS. 23-26 July 2021. An Hui, China.	-
會議論文	Robustine suppresses lipopolysaccharide-stimulated inflammatory responses in RAW 264.7 macrophage and zebrafish larvae	Xue Jiang, Yulin He, Yanchen, Benqin Tang, Hiotong Kam, Yaqi Bian, Xiufen Wang, Simon Ming-Yuen Lee*	The International Conference on Medicinal and Food Plant Research & 3rd Sino-CPLP Symposium on Natural Products and Biodiversity Resources. 9&10, Apr 2021. Macau, China.	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	12	9	-
研究結果	樣品	成品	產品
	1	1	1

技術成果名稱	抗神經退行性病的天然小分子化合物 PD-001（新藥）		
成果特點	PD-001 是從中藥益智仁提取分離的全新酚酸類化合物，世界上未有任何報導，項目團隊擁有完全自主知識產權。同時項目團隊首次完成對該化合物的全合成，創新其工藝生產路線。藥效 結果顯示 PD-001 具有良好的神經保護效果。藥代動力學及毒性實驗結果表明 PD-001 體內吸收快，生物利用度高，可透過血腦屏障，且無明顯毒性。因此，PD-001 作為一種新型、安全、有效的小分子化合物，有望被開發作為一種抗神經退行疾病的創新藥物。		
技術成熟度	TRL6		
應用範圍	醫藥（神經退行性病的預防和治療）		
投產條件和預期經濟效益	根據上市地區而定		
合作方式	授權使用或其他方式待溝通確認		

聯系地址	澳門大學中華醫藥研究院		
聯系人	李銘源	電話	(853) 6617 7651
網址	-	傳真	-

中藥國際標準研究與制訂

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱															
0017/2019/AKP	澳門大學	李紹平	中藥國際標準研究與制訂															
項目摘要																		
1. 研究背景 習近平總書記曾明確指出：“誰制定標準，誰就擁有話語權；誰掌握標準，誰就佔據制高點”。建立中藥國際標準，是打破國際技術壁壘、突破國際化瓶頸，擁有中藥標準話語權的歷史性戰略任務，具有重要意義。有計劃、有步驟地配合國家所需、發揮澳門所長，以科技創新推進澳門經濟適度多元化發展，促進中醫藥和大健康產業發展，助力粵港澳大灣區國際科技創新中心建設，為建設創新型國家貢獻力量。 2. 研究目標 (1) 新增 3 種以上中藥《美國藥典》標準； (1) 提出候選中藥及天然藥物的有害殘留物的檢測方法及限度的《美國藥典》標準草案。 3. 簡述總體工作進展情況 (1) 已完成 7 種藥材的共 13 個系列質量標準的研究內容，已提交 5 個中藥《美國藥典》標準草案至美國藥典委員會； (2) 已完成人工蟲草菌粉及高良薑的有害殘留物的檢測方法及限度的《美國藥典》標準草案的提出； (3) 培訓博士後和博、碩士生 17 人； (4) 已發表 SCI 論文 28 篇，中文核心期刊論文 4 篇，申請中國專利 2 項，授權 1 項。 (1)子課題一（名稱：蟲草類美國藥典標準研究）之情況 <table><tr><th>序號</th><th>申請時擬定之成果名稱</th><th>成果指標之目前完成情況</th></tr><tr><td>1</td><td>不同藥材樣品收集</td><td>已完成</td></tr><tr><td>2</td><td>鑒別研究</td><td>已完成</td></tr><tr><td>3</td><td>檢查檢測</td><td>已完成</td></tr><tr><td>4</td><td>定量測定</td><td>已完成</td></tr></table>				序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	1	不同藥材樣品收集	已完成	2	鑒別研究	已完成	3	檢查檢測	已完成	4	定量測定	已完成
序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況																
1	不同藥材樣品收集	已完成																
2	鑒別研究	已完成																
3	檢查檢測	已完成																
4	定量測定	已完成																

(2) 子課題二（名稱：廣藿香高良姜美國藥典質量標準研究）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況
1	不同藥材樣品收集	已完成
2	鑒別研究	已完成
3	檢查檢測	已完成
4	定量測定	已完成

(3) 子課題三（名稱：鐵皮石斛天麻美國藥典質量標準研究）之情況：

序號	申請時擬定之成果名稱及具體指標	成果指標之目前完成情況
1	不同藥材樣品收集	已完成
2	鑒別研究	已完成
3	檢查檢測	已完成
4	定量測定	已完成

4. 研究成果與應用

已提交 5 個中藥《美國藥典》標準草案至美國藥典委員會，並完成相應有害殘留物的檢測方法及限度的《美國藥典》標準草案的提出；

對相關產品提升國內市場、開拓國際市場將具有極大推動作用，奠定粵港澳大灣區尤其是澳門在中藥國際標準制定中重要地位，具有顯著的社會效益，並具有巨大潛在經濟效益。

5. 可進一步推展研究的工作計劃

跟進標準審評意見，完善標準研究內容，並最終通過美國藥典委員會審核接受。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況

建議持續支持中藥國際標準研究與制訂，擴大澳門在此領域的國際影響。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Comparison of volatile compounds in different parts of fresh <i>Amomum villosum</i> Lour. from different geographical areas using cryogenic grinding combined HS-SPME-GC-MS	Ling-Xiao Chen, Yun-Feng Lai, Wei-Xiong Zhang, Jing Cai, Hao Hu, Ying Wang, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	Chinese Medicine 15 (2020) 97-108 (q1)	10
期刊論文	Synergistic immunomodulatory effect of complex polysaccharides from seven herbs and their major active fractions	Yong Deng, Jing Xie, Zhen Luo, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	International Journal of Biological Macromolecules 165 (2020) 530-541 (q1)	11
期刊論文	Ganoderma spore powder contains little triterpenoids	Mei-Ting Liu, Ling-Xiao Chen, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	Chinese Medicine 15 (2020) 111-118 (q1)	4
期刊論文	Quality evaluation of <i>Salvia miltiorrhiza</i> from different geographical origins in China based on qualitative and quantitative saccharide mapping and chemometrics	Bao-Jie Zhu, Zhu-Yun Yan, Liang Hong, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 191 (2020) 113583 (q2)	8
期刊論文	Effects of extraction methods on immunology activity and chemical profiles of <i>Lycium barbarum</i> polysaccharides	Wei Hao, Shen-Fei Wang, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 185 (2020) 113219 (q2)	25

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Fast saccharide mapping method for quality consistency evaluation of commercial xylooligosaccharides collected in China	Yong Deng, Cun-Wu Chen, Ling-Xiao Chen, Bang-Xing Han, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	Journal of Pharmaceutical Analysis 11(3) (2021) 284-291 (q1)	2
期刊論文	Application of smartphone in detection of thin-layer chromatography: Case of salvia miltiorrhiza	Mei-Ting Liu, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	Journal of Chromatography A 1637 (2021) 461826 (q1)	2
期刊論文	Mass spectrometry for structural elucidation and sequencing of carbohydrates	Jun-Qiao Wang, Jing Zhao*, Shao-Ping Nie, Ming-Yong Xie, Shao-Ping Li*	TrAC Trends in Analytical Chemistry 144 (2021) 116436. (q1)	10
期刊論文	Recent applications of magnetic solid phase extraction in sample preparation for phytochemical analysis	Shi-Jun Yin, Jing Zhao*, Feng-Qing Yang*	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 192 (2021) 113675 (q1)	23
期刊論文	Adsorbed hollow fiber immobilized tyrosinase for the screening of enzyme inhibitors from Pueraria lobata extract	Cong-Peng Zhao, Shi-Jun Yin, Guo-Ying Chen, Yuan Wang, Hua Chen, Jing Zhao*, Feng- Qing Yang*	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 193 (2021) 113743 (q1)	9
期刊論文	Identification and determination of fructooligosaccharides in snow chrysanthemum (Coreopsis tinctoria nutt.)	Ling-Xiao Chen, De-Jun Hu, Wen- Fei Xu, Shao- Ping Li*, Jing Zhao*	World Journal of Traditional Chinese Medicine 7(1) (2021) (q1)	2

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Effects of steam on polysaccharides from Polygonatum cyrtonema based on saccharide mapping analysis and pharmacological activity assays	Zhe-Rui Chen, Bao-Jie Zhu, Zhi-Xin Chen, Wen Cao, Jun-Qiao Wang, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	Chinese Medicine 17(1) (2022) 97 (q1)	2
期刊論文	Quality Evaluation of Ophiopogon japonicus from Two Authentic Geographical Origins in China Based on Physicochemical and Pharmacological Properties of Their Polysaccharides	Zhe-Rui Chen, Bao-Jie Zhu, Xin Peng, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	Biomolecules, 12 (10) (2022) 1491 (q1)	1
期刊論文	A quantitative method for polysaccharides based on endo-enzymatic released specific oligosaccharides: A case of Lentinus edodes	Yong Deng, Ling-Xiao Chen, Bao-Jie Zhu, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	International Journal of Biological Macromolecules 205 (2022) 15-22 (q1)	2
期刊論文	Quantitative estimation of enzymatic released specific oligosaccharides from Hericium erinaceus polysaccharides using CE-LIF	Yong Deng, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	Journal of Pharmaceutical Analysis (2022) (q1)	0
期刊論文	Long-Lived Second Near-Infrared Luminescent Probes: An Emerging Role in Time-Resolved Luminescence Bioimaging and Biosensing	Rui-Bing Feng, Guo-Dong Li, Chung-Nga Ko, Zhang Zhang, Jian-Bo Wan*, Qing-Wen Zhang*	Small Structures (2022) 2200131. (q2)	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Reducing systemic absorption and macrophages clearance of genistein by lipid-coated nanocrystals for pulmonary delivery	Yuan He, Chang Liu, Run Han, Ying-Min Liang, Judith Choi Wo Mak, Ying-Hao Zhu, Hai-Feng Li, Ying Zheng*	Chinese Chemical Letters 34 (2022) 107484 (q1)	28
期刊論文	Predicting for anti-(mutant) SARS-CoV-2 and anti-inflammation compounds of Lianhua Qingwen Capsules in treating COVID-19	Liang Hong, Min He, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	Chinese Medicine 17(1) (2022) 84 (q1)	0
期刊論文	Rapid profiling strategy for oligosaccharides and polysaccharides by MALDI TOF mass spectrometry	Jun-Qiao Wang, Jing Zhao*, Shao-Ping Nie, Ming-Yong Xie, Shao-Ping Li*	Food Hydrocolloids 124 (2022) (q1)	7
期刊論文	Polysaccharides, Next Potential Agent for the Treatment of Epilepsy?	Xue-Min Xie, You-Liang Wu, Hai-Tao Xie, Hai-Yan Wang, Xiao-Jing Zhang, Jia-Bin Yu, Shao-Fang Zhu, Jing Zhao*, Li-Sen Sui*, Shao-Ping Li*	Front Pharmacol 13 (2022) 790136 (q1)	1

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Visualization of host-guest interactions driven bioorthogonal homing effects at the single cell level in vivo	Meng Xu, Jin-Song Tao, Zheng-Jie Wei, Qian Cheng, Hong-Mei Yang, Simon Ming-Yuen Lee, Kathy Qian Luo, Wei Ge, Rui-Bing Wang*, Ying Zheng*	Nano Today 43 (2022) (q1)	0
期刊論文	Cyclodextrin-Derived ROS-Generating Nanomedicine with pH-Modulated Degradability to Enhance Tumor Ferroptosis Therapy and Chemotherapy	Meng Xu, Hai-Dong Zha, Run Han, Ya-Xin Cheng, Jia-Mao Chen, Lu-Dan Yue, Rui-Bing Wang*, Ying Zheng*	Small 18(20) (2022) e2200330 (q1)	3
期刊論文	Effects of Boiling and Steaming on the Carbohydrates of Sweet Corn	Wen-Xia Zhang, Bao-Jie Zhu, Holly Childs, Monica Whent, Liang-Li Yu, Pamela R. Pehrsson, Jing Zhao*, Xian-Li Wu*, Shao-Ping Li*	ACS Food Science & Technology 2(5) (2022) 951-960 (q2)	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Comparison for quantification of eight components in <i>Alpinia officinarum</i> Hance by using high-performance liquid chromatography coupled with diode array detector and charged aerosol detector with individual and substitute reference compound,	Cheng Wang, In-Cheng Chao, You Qin, Wan-Xin Zhang, Jing Zhao*, Qing-Wen Zhang*, Shao-Ping Li*	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 210 (2022) 114545 (q1)	1
期刊論文	Quality evaluation of <i>Lycium barbarum</i> L. fruits from different regions in China based on 2-O-β-D-glucopyranosyl-L-ascorbic acid	Bao-Jie Zhu, Wan-Xin Zhang, You Qin, Jing Zhao*, Shao-Ping Li*	Journal of Food Composition and Analysis 109 (2022) 104512 (q1)	1
期刊論文	MALDI mass spectrometry in food carbohydrates analysis: A review of recent researches	Jun-Qiao Wang, Jing Zhao*, Shao-Ping Nie*, Ming-Yong Xie, Shao-Ping Li*	Food Chemistry 399 (2023) 133968 (q1)	0
期刊論文	Matrix Assisted Laser Desorption Ionization-Tandem Time-of-Flight-Mass Spectrometry (MALDI-TOF/TOF-MS) Characterization of Oligosaccharides: Structural Identification and Differentiation	Jun-Qiao Wang, Jing Zhao*, Shao-Ping Nie, Ming-Yong Xie, Shao-Ping Li*	Analytical Letters (2023) 1-20 (q1)	0

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Characterization and immunological activity of polysaccharides from two types of <i>Dendrobium devonianum</i> with different appearance	Wen Cao, Bao-Jie Zhu, Xuan Zhang, Ju-Run Zhao, Shao-Ping Li*, Jing Zhao*	Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 223 (2023) 115146 (q1)	0
期刊論文	毛細管電泳在中藥糖類成分分析中的研究進展	劉美廷， 趙靜*， 李紹平*	藥物分析雜誌 40(10) (2020) 1727-1735	4
期刊論文	基於智慧手機檢測在食品安全中的應用	劉美廷， 李紹*， 趙靜*	分析測試學報 41(05) (2021) 777-784	3
期刊論文	發酵蟲草菌粉及產品指紋圖譜建立及多指標成分分析	曹穩，洪亮， 楊明， 李紹平*， 趙靜*	色譜 39(9) (2021) 1006	期刊論文
期刊論文	基於雙波長融合 HPLC 圖譜的銀屑病外用方中 7 種活性成分定量分析	洪亮，陳海明， 盧傳堅， 李紹*，趙靜*	藥物分析雜誌 42(01) (2022) 127-132	期刊論文
專利	一種基於智慧手機的成分檢測分析方法	趙靜，李紹平， 劉美廷	中國，發明專利，專利號： CN111562341A， 2020	專利
專利	一種分析用便攜手機拍照裝置	趙靜，李紹平， 劉美廷	中國，實用新型專利，專利號： CN212134604U， 2020	專利
獲獎	2020 年度河北省科學技術進步二等獎	李德強，楊秀嶺，趙靜， 錢正明， 鄭旭光， 段坤峰	河北省石家莊市科技局，2020 年， 河北省科學技術進步獎，二等獎	獲獎

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	2022 年中醫藥防治疑難疾病國際會議南粵研究生菁英論壇	洪亮， 謝學敏， 謝海濤， 趙靜， 隋立森， 李紹平	廣州中醫藥大學， 2022 年，南粵研究生菁英論壇， 一等獎	獲獎
獲獎	2022 《中國藥學雜誌》 島津杯第十五屆優秀論文評選交流會	朱寶傑， 趙靜， 李紹平	中國藥學雜誌社， 2022 年，島津杯第十五屆優秀論文獎，三等獎	獲獎

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	10	7	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

於三維視覺感知與柔順力控的機器人智能作業系統研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0022/2019/AKP	澳門大學	徐青松	基於三維視覺感知與柔順力控的 機器人智能作業系統研發

項目摘要

1. 研究背景

當前，隨著用戶需求越來越多樣化，產品更新換代越來越快，個性化定制時代已經來臨，小批量多樣化的生產模式代替大批量生產製造成為大勢所趨。將機器視覺與力覺感知技術引入到工業環境中，可以極大地提高工業機器人的智能化和自動化，提高機器人對環境作用力的感知與控制能力成為機器人在工業製造領域極待解決的關鍵問題之一。本項目面向機器人柔性定制作業，研發機器人三維視覺感知與柔順力控關鍵技術與核心部件，具有重要的研究意義和工業應用價值。本項目研究結果對促進機器人作業系統的智能水平，以科技創新推進澳門經濟適度多元化發展，助力粵港澳大灣區國際科技創新中心建設具有重要意義。

2. 研究目標

本項目以發展新一代機器人三維引導與柔順力控系統為目標，瞄準視覺 / 力覺感知機器人的典型應用需求，研製具有自主知識產權的核心部件。具體研究目標如下：

- 1) 研製主動式力控柔性末端執行器，適用於裝配、打磨等作業。性能指標如下，力控範圍：0-100N 可調，力控分辨率： $\leq 0.2\text{N}$ ，力控精度： $\leq 0.5\text{N}$ ，力控響應時間： $\leq 30\text{ms}$ ，位置調整範圍： $\geq 20\text{mm}$ 。
- 2) 研發車間級 3D 視覺傳感器，適用工廠車間的現場環境。工作距離：0.5m-3m，測量範圍： $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，精度：1.5m 深度時 0.8mm。
- 3) 研發融合多源視覺測量數據的三維零件識別與定位軟件，支持工廠複雜環境下散亂零件的健壯識別與定位。
- 4) 研發機器人 3D 視覺引導平臺軟件，支持 3D 視覺傳感器控制，機器人手眼標定、3D 零件識別與定位，機器人運動學仿真、軌迹規劃與編程等，可兼容 3 種以上的機器人品牌。
- 5) 申請發明專利 3 項；發表學術論文 5 篇以上。
- 6) 培養博士生 2 名、碩士生 4 名。
- 7) 實現 10 套以上的企業應用。

3. 簡述總體工作進展情況

子課題一：已構建基於 ABB、UR 等機械臂的工業機械人本體平臺，研製了一種柔性常力末端執行器機構與一種機器人末端柔性抓手，並進行了優化設計、仿真分析與原型製造，自主開發出六維力傳感器，實現了機器人柔順力控。

子課題二：進行了 3D 視覺感測器硬體設計，研究了高動態範圍鐳射掃描測量技術、光度攝影測量技術、高精度機器人手眼標定演算法和基於 TSDF 融合模型的三維物體重建技術，研發了三維視覺傳感器以及三維零件識別與定位軟件。

子課題三：研發了機器人 3D 視覺引導平臺軟件，支持 3D 視覺傳感器控制，機器人手眼標定、3D 零件識別與定位，機器人運動學仿真、軌迹規劃與編程等任務，兼容 ABB，Funuc，Kuka 和 Jaka 四個品牌的機器人，進行高端製造應用推廣。

(1) 子課題一（名稱：機器人柔順力控制關鍵技術研發）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	力控柔性末端執行器：研製主動式力控柔性末端執行器，適用於裝配、打磨等作業。性能指標如下，力控範圍：0-100N 可調，力控分辨率： $\leq 0.2\text{N}$ ，力控精度： $\leq 0.5\text{N}$ ，力控響應時間： $\leq 30\text{ms}$ ，位置調整範圍： $\geq 20\text{mm}$	研製出主動式力控柔性末端執行器，力控範圍：0-100N 可調，力控分辨率： 0.03N ，力控精度： 0.25N ，力控響應時間： 24ms ，位置調整範圍： $\geq 20\text{mm}$	100%
2	申請發明專利 1 項；發表學術論文 2 篇以上	申請發明專利 2 項，發表論文 15 篇	100%

(2) 子課題二（名稱：機器人三維視覺感知核心部件研發）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	3D 視覺感測器：研發車間級 3D 視覺傳感器，適用工廠車間的現場環境。工作距離：0.5m-3m，測量範圍： $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，精度： 1.5m 深度時 0.8mm	研製出 3D 視覺傳感器，性能滿足項目任務書指標要求，工作距離：0.5m-3m，測量範圍： $1\text{m} \times 1\text{m} \times 1.5\text{m}$ ，精度（ 1.5m 深度時）： $\leq 0.8\text{mm}$	100%
2	申請發明專利 1 項；發表學術論文 2 篇以上	申請發明專利 2 項，發表論文 15 篇	100%

(3) 子課題三（名稱：機器人智能作業系統應用研究）之情況：

序號	申請時擬定之成果名稱及具體指標	成果指標之目前完成情況	達成率
1	機器人 3D 視覺引導平臺軟件：研發機器人 3D 視覺引導平臺軟件，支持 3D 視覺傳感器控制，機器人手眼標定、3D 零件識別與定位，機器人運動學仿真、軌迹規劃與編程等，可兼容 3 種以上的機器人品牌	研發出機器人 3D 視覺引導平臺軟件，經上海市軟件評測中心有限公司測試，具有項目任務書中規定的各項功能，可兼容 ABB，Funuc，Kuka 和 Jaka 等 4 種機器人品牌	100%
2	申請發明專利 1 項；發表學術論文 2 篇以上	申請發明專利 2 項，發表論文 10 篇	100%

4. 研究成果與應用

子課題一：已製作力控末端執行器樣品 2 個，已申請發明專利 2 個，發表論文 15 篇。

子課題二：已製作三維視覺傳感器樣品 1 個，已申請發明專利 2 個，發表論文 15 篇。

子課題三：用機器人作業系統進行了平面、曲面零件表面拋光打磨、裝配、散亂零件自動識別與抓放、自動化上下料、銑削加工、焊接等應用實驗研究；已申請發明專利 2 個，發表論文 10 篇。

5. 可進一步推展研究的工作計劃

對照項目申請書提出的項目完成形式和考核指標，本項目已提前完成各項任務。項目進一步工作包括：

對所研發的機器人系統進行進一步應用推廣。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1 期刊論文	Design of a New Bio-Inspired Dual-Axis Compliant Micromanipulator with Millimeter Strokes	Z. Lyu and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Robotics, doi: 10.1109/TRO.2022.3192778, (in press).	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
2 期刊論文	Design of a Compliant Vertical Micropositioning Stage Based on Lamina Emergent Mechanisms	Z. Lyu, Qingsong Xu, and Limin Zhu	IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, doi: 10.1109/TMECH.2023.3235336, (in press).	SCI/EI
3 期刊論文	Design and Development of a Dexterous Bilateral Robotic Microinjection System Based on Haptic Feedback	K. Feng, Qingsong Xu, and Lap Mou Tam	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, doi: 10.1109/TASE.2022.3182409, (in press).	SCI/EI
4 期刊論文	Design and Optimization of a New Alternating Electromagnetic-Field-Generation System for an Inverted Microscope	Z.H. Wu, Z. Xu, and Qingsong Xu	Micromachines, vol. 13, no. 4, pp. 542, 2022	SCI/EI
5 期刊論文	Design and Autonomous Navigation of a New Indoor Disinfection Robot Based on Disinfection Modeling	I. Chio, K. Ruan, Z. Wu, K. I. Wong, Lap Mou Tam, and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 20, no. 1, pp. 649-661, 2023	SCI/EI
6 期刊論文	Design and Development of a New Piezoelectric-Actuated Biaxial Compliant Microgripper With Long Strokes	Z. Lyu, Qingsong Xu, and Limin Zhu	IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, vol. 20, no. 1, pp. 206-217, January 2023.	SCI/EI
7 期刊論文	Design of a New Passive End-Effector Based on Constant-Force Mechanism for Robotic Polishing	Y. Wei and Qingsong Xu	Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, vol. 74, pp. 102278, 2022	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
8 期刊論文	A Survey on Techniques and Applications of Window-Cleaning Robots	Z. Li, Qingsong Xu, and Lap Mou Tam	IEEE Access, vol. 9, pp. 111518-111532, 2021	SCI/EI
9 期刊論文	Smart Cleaner: A New Autonomous Indoor Disinfection Robot for Combating the COVID-19 Pandemic	K. Ruan, Z.H. Wu and Qingsong Xu	Robotics, vol. 10, no. 3, pp. 87, 2021	ESCI/EI
10 期刊論文	Design and Testing of a Soft Parallel Robot Based on Pneumatic Artificial Muscles for Wrist Rehabilitation	Y. Wang and Qingsong Xu	Scientific Reports, vol. 11, no. 1273, pp. 1-11, 2021	SCI/EI
11 期刊論文	Design and Development of a Novel Two-Directional Energy Harvester With Single Piezoelectric Stack	Z.H. Wu and Qingsong Xu	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 68, no. 2, pp. 1290-1298, 2021	SCI/EI
12 期刊論文	A Maxwell-Slip Based Hysteresis Model for Nonlinear Stiffness Compliant Actuators	Weihai Chen, L. Zhou, J. Wang, Z. Zhao, W. Chen, and S. Bai	IEEE Transactions on Industrial Electronics, vol. 29, no. 11, pp. 11510-11520, 2022	SCI/EI
13 期刊論文	Learning from Images: A Distillation Learning Framework for Event Cameras, IEEE Transactions on Image Processing	Y. Deng, H. Chen, H. Chen, You-Fu Li	IEEE Transactions on Image Processing, Vol. 30, pp. 4919-4931, 2021	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
14 期刊論文	MVF-Net: A Multi-view Fusion Network for Event-based Object Classification	Y. Deng, H. Chen, H. Chen, You-Fu Li	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 32, no. 12, pp. 8275-8284, 2022	SCI/EI
15 期刊論文	A Review of Recent Advances in Robotic Cell Microinjection	C. Zhi, Qingsong Xu, and LiMin Zhu	IEEE Access, vol. 8, pp. 8520-8532, 2020	SCI/EI
16 期刊論文	Design of a Structure-Based Bistable Piezoelectric Energy Harvester for Scavenging Vibration Energy in Gravity Direction	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Mechanical Systems and Signal Processing, vol. 162, pp. 108043, 2022,	SCI/EI
17 期刊論文	Deep Joint Demosaicing and High Dynamic Range Imaging Within a Single Shot	Y. Xu, Z. Liu, X. Wu, Weihai Chen, C. Wen, Z. Li	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology, vol. 32, no. 7, pp. 4255-4270, Jul 2022	SCI/EI
18 期刊論文	Lower limb exoskeleton parasitic force modeling and minimizing with an adaptive trajectory controller	L. Zhou, Weihai Chen, S. Bai, J. Wang, Z. Zhao, X. Zhao, X. Yu	Mechanism and Machine Theory, vol. 170, no. 18104731, pp. 1-18, Apr 2022	SCI/EI
19 期刊論文	MLP-BP: A novel framework for cuffless blood pressure measurement with PPG and ECG signals based on MLP-Mixer neural networks	B. Huang, Weihai Chen, C.-L. Lin, C.-F. Juang, J. Wang	Biomedical Signal Processing and Control, vol. 73, no. 11103404, pp. 1-11, Mar 2022	SCI/EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
20 期刊論文	Synchronous analyses between electroencephalogram and surface electromyogram based on motor imagery and motor execution	Y. Zhang, Weihai Chen, C.-L. Lin, Z. Pei, J. Chen, D. Wang	Review of Scientific Instruments, vol. 93, no. 11, pp. 14115114, Nov 2022,	SCI/EI
21 會議論文	Precision Tracking Control of Piezoelectric - Driven Motion System Based on Enhanced ADRC	J. Wang and Qingsong Xu	Proceedings of the 39th Chinese Control Conference (CCC 2020), Shenyang, China, July 27-29, 2020	EI
22 會議論文	Design of a New Soft Robot Hand for Grasping and Sorting Operation	Y. Wang and Qingsong Xu	Proceedings of The 10th Annual IEEE International Conference on CYBER Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems (IEEE-CYBER 2020), Xi'an, China, October 10-14, 2020	EI
23 會議論文	Design and Analysis of a Piezoelectric - Actuated Symmetric Compliant Microgripper	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of the 33rd Chinese Control and Decision Conference (CCDC 2021), Kunming, China, May 22-24, 2021	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
24 會議論文	Design and Testing of a New Cell Microinjector by Combining Positive-Stiffness with Negative-Stiffness Mechanisms	Y. Wei and Qingsong Xu	Proceedings of The 5th IEEE/IFToMM International Conference on Reconfigurable Mechanisms and Robots (ReMAR 2021), Toronto, Canada, August 12-14, 2021	EI
25 會議論文	Design and Analysis of a New Compliant Microgripper with Two Working Modes	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of 2021 IEEE International Conference on Manipulation, Manufacturing and Measurement on the Nanoscale (3M-NANO 2021), Xi'an, China, August 2-6, 2021	EI
26 會議論文	Design of a New Structure-Based Bistable Vibration Energy Harvester With More Adjustability	Z.H. Wu and Qingsong Xu	Proceedings of IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM 2021), Online, July 12-16, 2021	EI
27 會議論文	Design and Development of a New Autonomous Disinfection Robot Combating COVID-19 Pandemic	K. Ruan, Z.H. Wu, I. Chio, Y. Zhang, and Qingsong Xu	Proceedings of The 6th IEEE International Conference on Advanced Robotics and Mechatronics (ICARM), Chongqing, China, July 3-5, 2021	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
28 會議論文	Design and Analysis of a Piezoelectric-Actuated Biaxial Asymmetrical Compliant Micromanipulator	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of The 47th Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society (IECON 2021), Toronto, Canada, October 13-16, 2021	EI
29 會議論文	Design of a New Robot End-Effector Based on Compliant Constant-Force Mechanism	Y. Wei and Qingsong Xu	Proceedings of 2021 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS 2021), Prague, Czech Republic, September 27-October 1, 2021	EI
30 會議論文	Research on data acquisition system of six-dimensional force sensor	J. Liu, Y. Lu, Z. Liu, and Weihai Chen	Proceedings of 2021 IEEE 16th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2021, pp. 311-316, doi: 10.1109/ICIEA51954.2021.9516362.	EI
31 會議論文	Adaptive gait generation based on pose graph optimization for Lower-limb Rehabilitation Exoskeleton Robot	X. Wu, D. Guo, J. Wang, J. Zhang, and Weihai Chen	Proceedings of 2021 IEEE 16th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2021, pp. 1501-1506, doi: 10.1109/ICIEA51954.2021.9516173	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
32 會議論文	An Adaptive Control Approach of Body Weight Support System for Lower Limb Exoskeleton Based on Trajectory Feedforward	X. Wu, Z. Xu, J. Wang, J. Zhang, and Weihai Chen	Proceedings of 2021 IEEE 16th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2021, pp. 1960-1965, doi: 10.1109/ICIEA51954.2021.9516306	EI
33 會議論文	Design and Optimization of Human-Machine Interaction Wearable Device for Lower Limb Rehabilitation Exoskeleton	Y. Zhang, J. Wang, Weihai Chen, J. Zhang, and Z. Chen	Proceedings of 2021 IEEE 16th Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA), 2021, pp. 2101-2106, doi: 10.1109/ICIEA51954.2021.9516326	EI
34 會議論文	Design and Analysis of a New Compliant Monolithic Motion Reverser	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of 2022 IFToMM China International Conference on Mechanism and Machine Science & Engineering (CCMMS 2022), Yantai, China, July 30-August 1, 2022	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
35 會議論文	Design of a Compliant Vertical Micropositioning Stage Inspired by Lamina Emergent Mechanism	Z. Lyu and Qingsong Xu	Proceedings of International Conference on Manipulation, Automation and Robotics at Small Scales 2022 (MARSS 2022), Toronto, Canada, July 25-29, 2022	EI
36 會議論文	Design and Steering Control of a New Magnetic-Actuated Multi-Segment Robotic Catheter	Z. Li and Qingsong Xu	Proceedings of 2022 IEEE Conference on Robotics and Biomimetics (ROBIO 2022), Xishuangbanna, China, December 5-9, 2022	EI
37 會議論文	Robotic Grasping of Target Objects Based on Semi-Automated Annotation Approach with RGB-D Camera	H. Deng, Y. Wei, and Qingsong Xu	Proceedings of The 17th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA 2022), Chengdu, China, 16-19 December, 2022	EI
38 會議論文	Design of a New Soft Phalanx with Suction Effect and Adjustable Constrained Stiffness	X. Wang and Qingsong Xu	Proceedings of The 17th International Conference on Control, Automation, Robotics and Vision (ICARCV 2022), Singapore, December 11-13, 2022	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
39 會議論文	Event Tubelet Compressor: Generating Compact Representations for Event-Based Action Recognition	B. Xie, Y. Deng, Z. Shao, H. Liu, Qingsong Xu, and Youfu Li	Proceedings of the 2022 7th IEEE International Conference on Control, Robotics and Cybernetics, Zhanjiang, China, 2022, pp. 12-16	EI
40 會議論文	Affinity Relation-aware Fine-grained Bird Image Recognition for Robot Vision Tracking via Transformers	H. Liu, C. Zhang, B. Xie, T. Liu, Qingsong Xu, and Youfu Li	Proceedings of the 2022 IEEE International Conference on Robotics and Biomimetics, Xishuangbanna, China, 2022, pp. 662-667	EI
41 專利	一種可重構機械手	徐青松，王賢樞	中國發明專利，申請號：202211430086.2	-
42 專利	一種恒力拋光機構及拋光設備	徐青松，魏玉章	中國發明專利，申請號：202110364728.2	-
43 專利	基於圓球逆透視投影的單位姿三維結構光標定系統及方法	朱利民，尹小怡，任明俊	中國發明專利，申請號：202110720192.3	-
44 專利	一種基於顯微立體偏折束技術的超精密測量裝置	朱利民，侯潤州，任明俊，劉嘉宇	中國發明專利，申請號：202110834145.1	-
45 專利	一種柔性運動平臺	徐青松，呂澤奎	中國發明專利，申請號：202310048276.6	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
46 專利	一種柔性微夾持器	徐青松， 呂澤奎	中國實用新型專利， 專利號： ZL202121565938.X	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	7	11	-

研究結果	樣品	成品	產品
	2	-	-

技術成果名稱	機器人恒力末端執行器
成果特點	本成果為一種機器人恒力拋光機構及拋光設備，涉及機械加工技術領域。該恒力拋光機構包括驅動件、恒力傳動組件和拋光件，所述恒力傳動組件包括基座以及與所述基座連接的恒力機構，所述驅動件通過所述恒力機構與所述拋光件連接，以帶動所述拋光件轉動，且所述恒力機構的作用力方向與垂直於所述拋光件的拋光面所在方向一致。能够簡化機械機構，提高力的控制精度，並提升加工效率。
技術成熟度	已研製出恒力末端執行器樣機，並通過應用性能測試。
應用範圍	該產品可應用於澳門及大灣區的工業製造領域，也可應用於汽車表面拋光打蠟，飛機、輕軌表面維護等澳門本地領域，可大大節省人工成本，提高工作效率。產品覆蓋地區包括澳門、大灣區、長三角、北京等中國地區。
投產條件和預期經濟效益	需要資金投入，批量生產後可廣泛應用於平面或曲面零件拋光打磨，也可用於汽車、輕軌、飛機等裝備的表面維護等； 每件產品估計帶來收益 10-20 萬元，年銷售額 200-500 萬元。
合作方式	技術轉讓或聯合生產，具體合作方式可商議。

技術成果名稱	機器人柔性抓手		
成果特點	本成果為一種可重構柔性機械手，包括：伺服驅動模塊和與伺服驅動模塊連接的氣動驅動器模塊，以及設置在氣動驅動器模塊上的欠驅動手指，欠驅動手指和氣動驅動器模塊轉動連接。調節遠指端旋轉關節和近指端旋轉關節的旋轉剛度實現欠驅動方式抓取或者解耦單獨控制各旋轉關節的位置，欠驅動自適應能力和全驅動的操縱性可以應對多樣的通用服務場景任務。		
技術成熟度	已研製出一種柔性抓手樣機，並通過多物品抓取測試。		
應用範圍	該產品可應用於超市、食品店、社區中心、家庭等澳門本地社會，可大大節省人工成本，提高工作效率。產品覆蓋地區包括澳門、大灣區、長三角、北京等中國地區。		
投產條件和預期經濟效益	需要資金投入，批量生產後可代替人工完成食品、水果、蔬菜等日常用品抓取與分類等； 每件產品估計帶來收益 10-20 萬元，年銷售額 200-500 萬元。		
合作方式	技術轉讓或聯合生產，具體合作方式可商議。		

聯系地址	澳門大學科技學院機電工程系		
聯系人	徐青松	電話	(853) 8822 4278
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/qsxu/	傳真	(853)8822 2426

基於持續學習的群智能理論及方法

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0025/2019/AKP	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	張渡	基於持續學習的群智能理論及方法

項目摘要

1. 研究背景

隨著信息技術的高速發展，「智能」已經成為一種新的生活方式和社會潮流，無人駕駛汽車、數字機器人、智能家居設備等智能科技產品已經來到我們身邊，提升著我們的生活質量。不難窺見：在不遠的將來，人類與持續學習系統將無間協作，共同促進人類生活水平提高和社會經濟發展。

2. 研究目標

本項目的研究目標包括：

- 1) STEP 持續學習研究，包括：將影響任務性能的知識缺陷定義及分類為學習動機；開發基於學習動機的啟發式信息及學習算法；提出並建立任務知識的分享機制；定義持續學習範式（任務增量，樣本增量，標籤增量，模態增量）；有效檢測持續學習系統任務性能的提升；充分利用標記 / 自標記 / 無標記數據來優化任務知識；持續學習系統的收斂性驗證；基於 STEP 概念的系統開發方法論。
- 2) 群智能研究，包括：建立基於持續學習的群智能系統；探索通過高效地表達知識的方法以提高群智能進化的效率；研究智能體之間網絡拓撲結構進行自動搜索的方法，對智能體間的合作與競爭關係進行建模，並研究知識分享的機制和對應的最優策略；設計合適的優化目標函數，實現群智能的訓練和進化；開發一個通用的支持群智能的開發雲平臺，並在其基礎上構建具有代表性的應用示範。

3. 簡述總體工作進展情況

- 1) 針對持續學習過程中所需的學習動機及知識缺陷與性能之間的因果關係，為獲得更精確和完善的知識表示以揭示現存系統的知識缺陷，建立了針對複雜視覺感知信號的高效表示理論框架，提出了多任務和多尺度特徵學習以獲得知識表示的新方法，用於構建持續學習所需的動機和更合適的學習算法。
- 2) 提供了一個可基於動機而採用不同學習算法來持續改善知識缺陷從而達到性能改進的 STEP（S: 學習動機；T: 任務；E: 經驗；P: 性能指標）持續學習框架，並將上述兩點研究成果應用於 STEP 持續學習框架內，建立起知識缺陷與問題解算性能之間的因果關係，提出了“動機 —— 學習 —— 知識完善 —— 性能改進”的漸進持續學習過程。

- 3) 建立了基於持續學習的群智能系統。建立了多模態學習和知識融合的基本方法和機制，拓展了知識的來源和維度，提高了群智能學習和進化的效率；提出了知識分享的機制和對應的最優策略，成功設計合適的優化目標函數，實現了知識在智能體之間分享以及智能體的差異化學習和群智能的訓練和進化；開發了一個通用的支持群智能的開發雲平臺，並在其基礎上構建具有代表性的應用示範。

(1) 子課題一（名稱：持續學習理論及方法）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	持續學習機器在撞擊坑監測數據庫上識別的準確率	識別率：95%，召回率 80%	100%
2	基於持續學習的醫學圖像增強	增強後識別率：99.16% 增強後敏感度：98.74%	100%
3	持續機器學習技術在遙感影像數據集下超分辨率復原增強效果	4x 復原 PSNR 26 SSIM 0.75 2x 復原 PSNR 32 SSIM 0.93	100%

(2) 子課題二（名稱：群智能理論及方法）之情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	群智能在缺陷質檢數據庫（Apple iMacBook Keyboard）下識別準確率	漏檢率 0.5% 誤檢率 2.3% 推理速度 1s/ 幅（圖片尺寸大於 3000*4000）	100%
2	群智能在缺陷質檢數據庫（汽車發動機橡膠油封器件）下識別準確率	漏檢率 0.7% 誤檢率 2.5% 推理速度 1s/ 幅（圖片尺寸大於 3000*4000）	100%
3	群智能在缺失高維數據集聚類 (clustering) 應用	準確性 86% 純度 89%	100%

4. 研究成果與應用

本項目的主要成果包括：專著 1 本，國際會議 / 期刊論文 60 篇，包括 AAAI、IJCAI、CVPR、IEEE TPAMI、IEEE TIP、IEEE TIFS、IEEE TITS、IEEE TMM、IEEE TII、IEEE TGRS 等，培養博士研究生 15 名（6 人已獲得學位）和碩士研究生 24 名（16 人已獲得學位）。

其中，項目的關鍵成果應用於智能制造中的產品外觀質檢領域，開發了外觀質檢機產品，採用機械臂控制兩個 4K 高清工業相機，通過自主編程可實現對載板物體的多角度拍攝，配合自主研發的智能化軟件系統，可以精準高效地對目標物體進行區域定位、尺寸測量和缺陷檢測。

5. 可進一步推展研究的工作計劃

在理論上，進一步探索自主開放學習和多智能體協助學習的理論；在應用上，將已有應用成果進一步完善，使其可推廣至更廣闊的領域。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Deep Reinforcement Learning for Internet of Things: A Comprehensive Survey	Wuhui Chen, Hong-Ning Dai	IEEE Communications Surveys & Tutorials	SCI
期刊論文	A Unified Multimodal De- and Re-coupling Framework for RGB-D Motion Recognition	Benjia Zhou, Jun Wan, Yanyan Liang	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	SCI
期刊論文	Cross Domain Lifelong Learning Based on Tasks Similarity	Shuojin Yang, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence (Minor Revision)	SCI
期刊論文	NAS-FAS: Static-Dynamic Central Difference Network Search for Face Anti-spoofing	Zitong Yu, Jun Wan	IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	ChaLearn Looking at People: IsoGD and ConGD Large-scale RGB-D Gesture Recognition	Jun Wan, Stan Z. Li	IEEE Transactions on Cybernetics	SCI
期刊論文	Artificial-Intelligence-Driven Customized Manufacturing Factory: Key Technologies, Applications, and Challenges	Jiafu Wan, Hong-Ning Dai	Proceedings of the IEEE	SCI
期刊論文	Cascaded Split-and-Aggregate Learning with Feature Recombination for Pedestrian Attribute Recognition	Yang Yang, Jun Wan	International Journal of Computer Vision	SCI
期刊論文	CR-Net: A Deep Classification-Regression Network for Multimodal Apparent Personality Analysis	Yunan Li, Jun Wan	International Journal of Computer Vision	SCI
期刊論文	Efficient Reconstruction of Industrial Images Using Optimized HMK Splines	Ting Lan, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Industrial Informatics	SCI
期刊論文	SpoVis: Decision Support System for Site Selection of Sports Facilities in Digital Twinning Cities	Ke Zhang, Hong-Ning Dai	IEEE Transactions on Industrial Informatics	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Wide-Attention and Deep-Composite Model for Traffic Flow Prediction in Transportation Cyber-Physical Systems	Junhao Zhou, Hong-Ning Dai	IEEE Transactions on Industrial Informatics	SCI
期刊論文	Local Self-Expression Subspace Learning Network for Motion Capture Data	Guiyu Xia, Peng Xue, Huaijiang Sun, Yubao Sun, Du Zhang, and Qingshan Liu	IEEE Transactions on Image Processing	SCI
期刊論文	Rvface: Reliable vector guided softmax loss for face recognition	Xiaobo Wang, Yanyan Liang	IEEE Transactions on Image Processing	SCI
期刊論文	Searching Multi-Rate and Multi-Modal Temporal Enhanced Networks for Gesture Recognition	Zitong Yu, Jun Wan	IEEE Transactions on Image Processing	SCI
期刊論文	Compacting Deep Neural Networks for Internet of Things: Methods and Applications	Ke Zhang, Hong-Ning Dai	IEEE Internet of Things Journal	SCI
期刊論文	Frequency Feature Pyramid Network With Global-Local Consistency Loss for Crowd-and-Vehicle Counting in Congested Scenes	Xiaoyuan Yu, Yanyan Liang	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Joint Auction-Coalition Formation Framework for Communication-Efficient Federated Learning in UAV-Enabled Internet of Vehicles	Jer Shyuan Ng, Hong-Ning Dai	IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems	SCI
期刊論文	An attention-based category-aware GRU model for the next POI recommendation	Yuwen Liu, Hong-Ning Dai	International Journal of Intelligent Systems	SCI
期刊論文	Likelihood-Constrained Coupled Space Learning for Motion Synthesis	Guiyu Xia, P. Xue, Du Zhang and Q. Liu	Information Sciences	SCI
期刊論文	Multi-Scale Non-Uniform Convolution Structure Based on YUV Color Model	Youqing Xiao, Zhanchuan Cai, Xixi Yuan	IEEE Transactions on Multimedia, 10.1109/ TMM.2020.3013352	SCI
期刊論文	High-Resolution Feature Pyramid Network for Automatic Crater Detection on Mars	Shuojin Yang, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2021 doi: 10.1109/ TGRS.2021.3104925	SCI
期刊論文	Progressive Domain Adaptive Network for Crater Detection	Shuojin Yang, Zhanchuan Cai	IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2022, doi: 10.1109/ TGRS.2022.3215741	SCI
期刊論文	Automatic SAR Ship Detection Based on Multi-Feature Fusion Network in Spatial and Frequency Domain (Major revision)	Shiyu Wang, Zhanchuan Cai and Jieyu Yuan	IEEE TRANSACTIONS ON GEOSCIENCE AND REMOTE SENSING	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Face Anti-Spoofing via Adversarial Cross- Modality Translation	Ajian Liu, Jun Wan, Yanyan Liang	IEEE Transactions on Information Forensics and Security	SCI
期刊論文	Keyframe-Editable Real-time Motion Synthesis	Guiyu Xia, P. Xue, Du Zhang and Q. Liu	IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology	SCI
期刊論文	Lunar Crater Detection on Digital Elevation Model: A Complete Workflow Using Deep Learning and Its Application	Xuxin Lin, Yanyan Liang	Remote Sensing	SCI
期刊論文	A Novel Dense- Attention Network for Thick Cloud Removal by Reconstructing Semantic Information	Yuyun Chen, Jieyu Yuan, Lianghai Wu Zhanchuan Cai	IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing, 2023, doi: 10.1109/ JSTARS. 2023.3236384	SCI
期刊論文	Improving Temporal Event Scheduling through STEP Perpetual Learning	Jiahua Tang, Du Zhang, X. Sun and H. Qin	Sustainability	SCI
期刊論文	SD-HRNet: Slimming and Distilling High- Resolution Network for Efficient Face Alignment	Xuxin Lin, Yanyan Liang	Sensors	SCI
期刊論文	Complementary Deep and Shallow Learning with Boosting for Public Transportation Safety	Shengda Luo, Alex Po Leung	Sensors	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	DAMNet: A Dual Adjacent Indexing and Multi-Deraining Network for Real-Time Image Deraining	Penghui Zhao, Yanyan Liang	Fractal and Fractional	SCI
期刊論文	A Perpetual Learning Algorithm that Incrementally Improves Performance with Deliberation	Haiou Qin and Du Zhang	IEEE Access	SCI
期刊論文	Semi-supervised Training of Transformer and Causal Dilated Convolution Network with Applications to Topic Classification	Jinxiang Zeng, Du Zhang, Zhiyi Li, and Xiaolin Li	Applied Sciences	SCI
期刊論文	Enhancing Bitcoin Price Fluctuation Prediction Using Attentive LSTM and Embedding Network	Yang Li, Hong-Ning Dai	Applied Sciences	SCI
期刊論文	A Real-Time Ship Detector via a Common Camera	Penghui Zhao, Yanyan Liang	Journal of Marine Science and Engineering	SCI
期刊論文	Cross-ethnicity face anti-spoofing recognition challenge: A review	Ajian Liu, Jun Wan, Yanyan Liang	IET Biometrics	SCI
期刊論文	CoroTrans-CL: A Novel Transformer-based Continual Deep Learning Model for Image Recognition of Coronavirus Infections	Boyuan Wang, Du Zhang and Zonggui Tian	Electronics	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	Bridging the Last-Mile Gap in Network Security via Generating Intrusion-Specific Detection Patterns through Machine Learning	Xibin Sun, Du Zhang, Haiou Qin, and Jiahua Tang	Security and Communication Networks	SCI
期刊論文	Peer Incentive Reinforcement Learning for Cooperative Multi-Agent Games	Tianle Zhang, Zhiqiang Pu	IEEE Transactions on Games	SCI
期刊論文	Cognition-Driven Multi-Agent Policy Learning Framework for Promoting Cooperation	Zhiqiang Pu, Huimu Wang	IEEE Transactions on Games	SCI
期刊論文	XBlock-ETH: Extracting and Exploring Blockchain Data From Ethereum	Peilin Zheng, Hong-Ning Dai	IEEE Open Journal of the Computer Society	SCI
期刊論文	Adaptive Cross-Fusion Learning for Multi-modal Gesture Recognition	Benjia Zhou, Jun Wan, Yanyan Liang,	Virtual Reality & Intelligent Hardware	EI
期刊論文	CASIA-SURF: A Large-scale Multi-modal Benchmark for Face Anti-spoofing	Shifeng Zhang, Jun Wan	IEEE Transactions on Biometrics, Behavior, and Identity Science	EI
會議論文	Modality-Agnostic Vision Transformers for Face Anti-Spoofing	Ajian Liu, Yanyan Liang	the International Joint Conference on Artificial Intelligence	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
會議論文	Mixture Uniform Distribution Modeling and Asymmetric Mix Distillation for Class Incremental Learning	Sunyuan Qiang, Jun Wan, Yanyan Liang	AAAI Conference on Artificial Intelligence	EI
會議論文	Disentangling Facial Pose and Appearance Information for Face Anti-spoofing	Ajian Liu, Yanyan Liang	IEEE International Conference on Pattern Recognition	EI
會議論文	Decoupling and Recoupling Spatiotemporal Representation for RGB-D-based Motion Recognition	Benjia Zhou, Jun Wan, Yanyan Liang,	IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition	EI
會議論文	3D High-Fidelity Mask Face Presentation Attack Detection Challenge	Ajian Liu, Jun Wan	IEEE International Conference on Computer Vision Workshop	EI
會議論文	Regional Attention with Architecture-Rebuilt 3D Network for RGB-D Gesture Recognition	Benjia Zhou, Jun Wan	AAAI Conference on Artificial Intelligence	EI
會議論文	3DPC-Net: 3D Point Cloud Network for Face Anti-spoofing	Xuan Li, Jun Wan	IEEE International Joint Conference on Biometrics	EI
會議論文	Relation-Aware Pedestrian Attribute Recognition with Graph Convolutional Networks	Zichang Tan, Jun Wan	AAAI Conference on Artificial Intelligence	EI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
會議論文	Concentration Network for Reinforcement Learning of Large-Scale Multi-Agent Systems	Qingxu Fu, Zhiqiang Pu	AAAI Conference on Artificial Intelligence	EI
會議論文	Hierarchical Cooperative Swarm Policy Learning with Role Emergence	Tianle Zhang, Zhiqiang Pu	IEEE Symposium Series on Computational Intelligence	EI
會議論文	Multi-target Coverage with Connectivity Maintenance Using Improved Harmony Search Algorithm	Peng Lan, Zhiqiang Pu	China Automation Congress	EI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	15	24	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	一種域自適應撞擊坑檢測方法、系統、裝置及存儲介質
成果特點	本發明的實施例提供了一種域自適應撞擊坑檢測方法，包括：獲取任務樣本；利用特徵金字塔網絡，對任務樣本進行特徵提取，獲得特徵圖；對特徵圖進行線性變換，通過漸進域自適應網絡獲得中間子空間特徵；利用區域推薦網絡，分別對中間子空間特徵和第二特徵圖進行分析，獲得中間邊界框檢測結果和目標域邊界框檢測結果；利用加權實例級對齊網絡，對中間邊界框檢測結果和目標域邊界框檢測結果進行相似度加權，得到目標檢測結果。
技術成熟度	7
應用範圍	影像處理技術領域
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	-

技術成果名稱	一種跨域持續學習方法、系統、裝置及存儲介質
成果特點	本發明實施例提供了一種跨域持續學習方法、系統、裝置及存儲介質，能夠有效提升跨領域任務的學習性能。所述任務樣本包括目標任務的任務樣本和知識庫的任務樣本；根據所述任務樣本，基於跨域三元組網絡進行訓練分析，獲得相似性特徵；其中，所述跨域三元組網絡包括共享權重的三元組和自注意力模塊；利用空間注意力網絡，對所述相似性特徵進行分析，獲得所述目標任務的分類結果；當學習新任務時，通過聯合損失函數作，對所述跨域三元組網絡進行網絡訓練。
技術成熟度	7
應用範圍	影像處理技術領域
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	-

技術成果名稱	一種圖像處理方法及裝置
成果特點	提供了一種圖像處理方法，包括：對原始圖像進行全局增強和全局去噪，得到第一目標圖像；對該第一目標圖像中預先設定的目標前景區域進行局部增強，得到第二目標圖像；對該第二目標圖像中預先設定的目標背景區域進行局部去噪，得到第三目標圖像；根據該原始圖像和該第三目標圖像對原始神經網絡進行訓練，得到最優神經網絡；根據該最優神經網絡，對待測圖像進行處理。
技術成熟度	7
應用範圍	圖像處理領域
投產條件和預期經濟效益	-
合作方式	-

聯系地址	中國澳門特別行政區氹仔偉龍馬路澳門科技大學		
聯系人	蔡占川	電話	(853) 8897 2329
網址	zccai@must.edu.mo	傳真	(853) 8897 2329

編程中國

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
004/2017/AIR	奇寶科技有限公司	唐一	編程中國

項目摘要

企業的發展概況

1. 2018年(開發)

組件本地團隊，開展開發工作：

由本項目核心團隊 3 名成員 +1 名策劃展開開發工作，2020 年再增加 1 名美術成員。

2. 2019年(開發+落地)

1) 本澳項目落地情況

- 先後與 2 家學校進行教學工作，但未能最終轉化為可持續的教學（商業操作）。
- 因與本地教育機構合作的創始人失去聯繫，所以未能按上年報告中所述如期順利開展合作。

2) 灣區項目落地情況

- 在本澳落地效果未如理想情況下，將落地商業化的工作轉戰灣區，並與開發工作同時進行。
- 在內地較為順利的運營操作下，本項目所開發的課程已完整地在一所學校運作一個學期。
- 同時完善了對學校、培訓機構的合作流程以及課程體系、硬件供應、師資培訓的操作。

3) 會員中心構思和搭建（實地瀏覽 <https://bit.ly/3iUSnbc>）

- 經過對在澳和灣區的營運和總結過程中所發生的問題，整合出了一個大灣區奇寶教育智能實訓中心的運營方案以及加盟體系，並計劃在 2020 年進行招商工作。

3. 2020年(異地開發)

1) 疫情下的開發安排

- 由於疫情下通關的不便，因此核心人員都分散在各地各自開發，項目的開發進度受到一定影響。
- 經過討論，預計在填寫結題報告時，以項目完成進度在計劃中的 70% 以上為目標（目前是 73%）。

2) 項目結題後的後續計劃

- 完成幼稚園課程的開發，課時設置在 2 年內。
- 設計、製作和生產奇寶品牌的 3D 打印機。
- 建立奇寶完善的流水線硬件生產線。
- 保持與學校和機構的聯繫，望正常的復課後能繼續安排到校的授課（商業運作）。
- 維持樂觀心態對外進行本項目的招商和加盟的工作。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

- 項目實際開發次序
兒童創客課程 > 兒童 3D 打印課程 > 兒童編程課程 > 商城分銷系統 > 其他未實現的內容。
- 兒童編程課程開發進度
14 項需要開發的內容總完成度在 25%。
- 兒童創客課程開發進度
9 項需要開發的內容總完成度在 72%。
- 兒童 3D 打印課程開發進度
3 項需要開發的內容總完成度達 100%，比原計劃製作多 40% 內容。
- 其他內容開發進度
2 項需要開發的內容總完成度在 50%，剩下的 50% 逐步更新完成。

2. 項目創新點

- 課程的應用年齡範圍
目前已完成開發的課程內容可以覆蓋 7-17 歲的青少年，尚還在開發幼稚園的內容，開發完成後，整個課程的應用年齡範圍會輻射到 5-17 歲。
- 兒童編程
已實現透過獨立的網上智能學習系統讓學生單獨完成學習，並注入學習檢測系統方便老師跟進學生進度和學習效果（使用流程請看附件奇寶教育智能學習系統）。
- 兒童創客
在 PCB 板上已經改進出更好的網紋工藝，並且製作出一個專門支持樂高的套殼，並為該套殼分別申請實用新型和外觀專利，課程上的設計也實現了從易到難且系統化的學習流程。
- 兒童 3D 打印
已經實現出系統化的設計模型到實物打印的課程，並結合創客類課程進行跨學科學習。
- 課程的結合創新性
本項目目前整合的 3 個課程，在市面上還沒有類似的競品，大多是單打獨鬥的內容。那是不是整合了課程就代表一定好？是的，而且以我們核心團隊所累積的開發經驗，這樣的整合更適合往科技人才的培養方向前進，而非單純的興趣培養。
- 課程的可持續性
課程目前的課時量在可持續方面已經有 2 年的，加上將會完成的幼稚園大概 2 年的課時，預計會有 4 年的課時持續性學習，未來亦會持續開發課程增加課時，使課時量能滿足不同年齡的學習。

- 課程的可延伸性
透過在本項目的課程學習，學生最終能夠拓展延伸或銜接到其他相關 STEAM 類科目學習，或編程類語言的開發學習。
- 課程的跨學科性
我們除了把常規性的科技科學的技術性知識規劃在課程中，還包含小學到初中的數學知識及物理知識，另外也包含美術方面的平面設計以及工業設計知識，真正把課程做到“STEAM”所提出的跨學科學習。
- 課程的社會認可性
本項目的課程認證方面由 SGS 替換為在國內的華南師範大學兒童發展培養中心認證並頒發學生學習課時和技能等級證書以及相關的師資培訓證書。
- 課程與灣區的融合體現
我們更設置了但凡參與本項目課程學習的學生，可以在每半年或 1 年參與 1 次到灣區做科技交流活動的機會，目的是親身體驗灣區另外 7 市的風光面貌、人情風土。並參與科技技術交流，認識彼此，為日後的“往灣區發展”埋下種子。

3. 簡介研發工作的主要進展

- 課程開發部分
因編程課程的開發技術人員一直沒有找到，因此編程課的開發進度不太理想只有 25%。
- 課程課件開發部分
兒童編程、兒童創客、兒童 3D 打印 3 個課程的相關教學文件和課件全部已經完成。
- 硬件開發部分
兒童創客連帶 2 年課時的核心硬件開發進度為 91%，新模塊的開發進度為 83%，剩餘未開發的模塊將會結合後續開發的課程陸續完成。
- 流水線生產部分 (SMT 過程查看 <https://bit.ly/2E6VjT3>)
透過 SMT 線，完成硬件部分的流水式生產，做到以自己為主導的硬件供應鏈。
- 學生學習課程系統
我們開發了一個線上智能學習系統可以提供給學生在回家後依然能繼續觀看老師課堂教學的內容，並且也方便老師跟進學生的學生課後的學習進度。
- 課程及硬件產品在線銷售系統
原已製作出一個獨立的課程、教具的商城分銷系統，但是由於技術不夠硬，有不少問題暫時技術上解決不了，因此暫時用第三方平台代替實現，待技術過關後再繼續完成屬於自己的商城及分銷系統。

4. 項目成果的商業價值與應用

- 對項目落地地方的未來科技人才供給和就業
一個城市的發展離不開人才，未來的城市發展更離不開科技人才的支持，城市的升級建設

或對外招商投資，關鍵的也是各種人才。籍者本項目對科技人才的培養，希望能為城市建設提供足夠的科技人才。

在本澳，未來的傳統行業和老店轉營或者說多元產業發展，要實現非單一行業發展，是需要有足夠的科技人才才能實現，我們也不能只靠輸入外勞來實現這一目標，必須自給自足，本項目正朝著這個方向一直前進中。

- 拉動地方經濟
在推動整個項目落地的過程中，我們預計會直接推動教育行業下垂直的科技教育領域發展，直接或間接拉動上萬人的就業，為社會產生億級的經濟效益。
- 師資認證
對於參與授課的老師和學習本課程學生，本項目將會出具由國內華南師範大學兒童發展培養中心的學時證書、技能等級證書、崗位能力證書。
- 實訓中心
結合灣區發展，本項目亦為落地的城市透過合作伙伴開設名為“粵港澳大灣區奇寶智能實訓中心”的基地，為學習學生提供交流和實操場地，相當於青少年的“創客基地”或“創客中心”，打通港澳學生與灣區的教育。

5. 進一步工作

- 項目及產品的持續性研發
開發完成針對幼稚園學習的課程，完善從幼稚園到初中的課程學習內容，繼續開發剩餘未完成的模塊。
開發奇寶品牌的 3D 打印機，完善整個項目的硬件產品系列和供應鏈。
完整線上的智能學習系統（目前為測試狀態）。
電機和主控板的模具生產。
- 項目營運（線上 + 線下）
完成線上智能學習系統，為線下學生提供線上補充學習。
在目前疫情防空常態化的情況下，繼續與學校對接嘗試進入學校授課。
- 灣區融合
待此次疫情過後或恢復正常的通關來往，組織本項目下的學生繼續進行灣區交流活動。
- 專利申請
因會安排開發剩餘的電子模塊與奇寶品牌的 3D 打印機，故預計會再增加 1~2 項的專利申請保護。
- 實訓中心
完善現有的實訓中心外內在設計打造和加盟體系的流程並再次開展招商工作。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專著	兒童編程 — 懂編程的孩子更聰明	唐一	出版社： 北京清華大學出版社 出版時間： 2019 年 4 月	-
專著	夢想起航	崔世平	出版社： 澳門文化公所廣東經濟 出版社有限公司 出版時間： 2020 年 7 月	-
專利	編程教具電子模 (LX3)	馮榮發、唐一	專利國別：中國 類別：外觀 專利號： 2020301979256 申請中：2020 年 4 月	-
專利	編程教具電子模 (LX4)	馮榮發、唐一	專利國別：中國 類別：外觀 專利號： 2020301972774 申請中：2020 年 4 月	-
專利	一種線路板夾持 用便於放置的塑 料外殼	馮榮發、唐一	專利國別：中國 類別：實用新型 專利號： 2020205723455 申請中：2020 年 4 月	-
應用	科技特長生培訓 體系	唐一、馮榮發	地區：廣東深圳 學校：深圳麗中小學 內容：一學期的課程	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	18	-	685

技術成果名稱	科技特長生培訓體系		
成果特點	1) 配合國家發展政策，培養科技創新創造人才，從智能時代的科技基礎教育為切入點，圍繞三個技術課程 (兒童編程 +3D 工藝 + 電子工程) 和兩個領導課程 (項目管理 + 項目路演)，提升孩子的綜合能力，教學高度結合“創造 + 創業”模式，培養未來科技領袖。 2) 對項目落地地方的未來科技人才供給和就業。 3) 為參與本項目的師資進行教學認證、學生則提供學習能力評級認證。 4) 為當地學習學生提供交流和實操場地的“粵港澳大灣區奇寶智能實訓中心”。 5) 線上智能學習系統可以提供給學生在回家後依然能繼續觀看老師課堂教學的內容，並且也方便老師跟進學生的學生課後的學習進度。		
技術成熟度	1) 所有關鍵技術，核心軟硬體均屬於自主研發，相容市面上大部分產品的同時，擁有絕對的主導權和專利知識產權。 2) 擁有自主的 SMT 流水式生產線，完全主導的硬件供應鏈。 3) 課程目前的課時量在可持續方面已經有 2 年（加上將會完成的幼稚園大概 2 年的課時，將會有 4 年的課時持續性學習）。		
應用範圍	• 幼稚園 (K1-K3) 5-7 歲 • 小學 (P1-P6) 7-12 歲 • 中學 (F1-F3) 12-15 歲 適用於以上教育階段的校本課程以及興趣班課堂。		
投產條件和預期經濟效益	投產條件：硬件最小下單量 —100 套 (4 周生產時間)(1 套 30 種模塊零件)。		
合作方式	課程合作、實訓中心合作建設、灣區城市自由閒置地方資源激活、課後興趣班合作、學校課程合作。 加盟 (我們不收取合作夥伴任何加盟費，利潤的產生主要在二個方面，學生的課程分成費和硬體費用)。		

聯系地址	澳門馬濟時總督大馬路 29 號雙鑽 3 樓 B		
聯系人	唐一	電話	(853) 6390 8562
網址	-	傳真	-

電子免停車收費系統芯片的研究及開發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
008/2017/AIR	澳門先進科技有限公司	余樹鵬	電子免停車收費系統芯片的研究及開發

項目摘要

企業的發展概況

澳門先進科技有限公司，於 2015 年 9 月在澳門註冊成立。澳門先進是一家專注於無線物聯網芯片研發的頂尖科技創業型公司。主要業務範圍包括各無線物聯網系統單芯片的開發與銷售，同時提供客制化設計服務的芯片公司。技術優勢在無線收發器、微處理器 MCU（Microcontroller Unit）芯片的豐富產品設計經驗與整合能力。

由 2015 年成立至今，在團隊建構、產品技術研發及市場開拓上，透過公司團隊對技術的深化與 FDCT 精準的協助支持方案，獲得實質上的成長，並冀望以一步一腳印的方式，往成為頂尖的 IC 設計公司目標邁進。

在團隊建構上，我們已招募多位優秀的工程師加入我們的研發團隊，除了從國內、外延攬在當地從事芯片開發工作多年之專業人士回澳外，亦聘請研究所畢業生加入，以深化技術能力及本地人才培養；在技術研發上，本公司已成功開發多個 IC 電路，例如本項目之 ETC 單芯片、ADC 電路、藍芽電路等，加深了公司的技術競爭力；同時，本公司開發之產品，在市場上獲得兩岸四地及歐洲的客戶的認同，進行了多個產品的落地開發，包括本案之 ETC、ADC、Ultra Low Power IP 以及藍芽等。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

公司透過已掌握射頻以及 MCU 兩項關鍵技術，組織專業研發團隊綜合 5.8G 射頻和超低功耗 MCU 的 OBU 車載單元單晶片。此單元單晶片 (SoC) 可以應用在國內的高速公路電子不停車收費系統 (ETC) 的車用機上，成為智慧城市及智慧交通不可或缺的車用載體與周邊系統的通訊媒介。

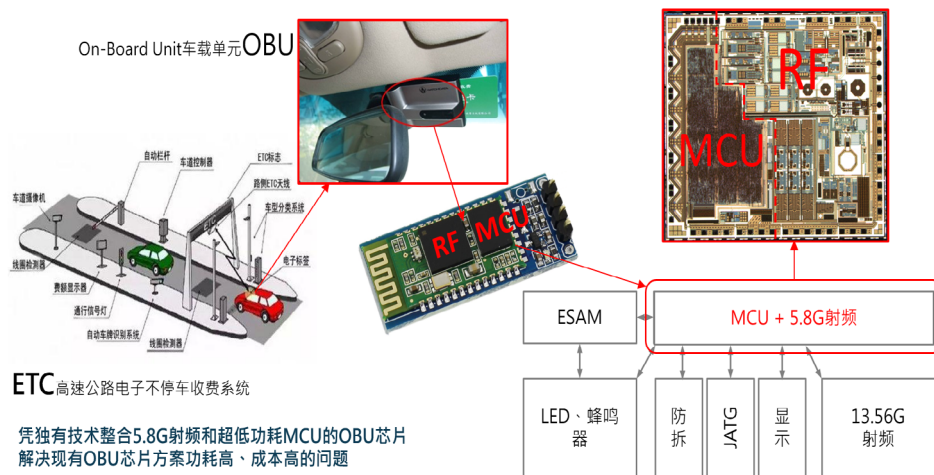


圖 1 產品示意圖

2. 項目創新點

- (1) 單芯片整合 5.8G 射頻 +MCU。
- (2) 實現超低功耗待機喚醒接收器設計，待機電流比市面產品減少 ~38%。
- (3) 低功耗微處理器設計，待機功耗達世界一流大廠水準。
- (4) 整合電源管理電路，給兩顆 ESAM 芯片供電，減少外部元件。
- (5) 嵌入式軟件優化，EFlash 從市面方案的 64K 減少致 32K，減少芯片成本。
- (6) 提出以澳門為國際智慧城市示範平台，與澳門科技大學合作探討該車載通信系統在智慧市場中的可行應用。
- (7) 智慧電源管理，各電路模塊單元分時動態供電，低功耗電路設計保證產品的使用壽命。

簡介研發工作的主要進展

本項目之 ETC 單芯片研發工作主要項目如下，目前已按計劃完成全部的工作：

- 射頻與模擬電路設計
- 基帶與數字電路設計
- 微處理器周邊電路設計
- 硬體系統整合設計
- 嵌入式軟件開發與設計
- 系統穩定性測試
- 延伸應用探討

1. 項目成果的商業價值與應用

本項目產品是高速公路電子不停車收費系統 (ETC) 中車載單元 OBU (On-Board Unit) 中的系統單芯片，即車主放在車輛擋風玻璃上的收發器。車輛路過收費系統時，車上的 OBU 會接收到路上收費

點 RSU (Road-Side Unit) 所發出訊號，相互識別建立連接後 RSU 對車輛進行電子收費。期望改變內地 ETC 系統中，低功耗微 MCU 大部分依賴進口的局面，促進國內電子免停車收費應用的推廣和普及，具有重要的環保、產業和市場價值。

2. 進一步工作

ETC 項目之產品開發階段已完成，進一步的工作為市場推廣。目前本公司已與國內及歐洲之 ETC 系統方案商展開商業合作，共同之目標是將本項目之 ETC 芯片，應用在國內及歐洲之 ETC 系統中。同時，智慧城市及智慧交通亦是未來城市發展的大趨勢，透過 ETC 機上盒將車輛或交通工具轉變為智慧載具，市場發展之潛力與可應用場景豐富，亦是本公司愈深入發展與探討的市場區塊。因此，除了商業市場推廣外，本公司將計劃進一步與澳門科技大學及澳門大學合作，以其在智慧都市方面的研究成果為基礎，建立團隊支持方案開發以增加公司的產值，並提升市場應用的掌握也是未來開發自有物聯網晶片的關鍵競爭力。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
應用產品	電子免停車收費系統芯片	余澍鵬	開發之 ETC 芯片，經第三方驗證，已符合國家相關標準與指標，可投片生產。	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

技術成果名稱	電子免停車收費系統芯片的研究及開發
成果特點	一、主要用途和功能 本產品是高速公路電子不停車收費系統 (ETC) 中車載單元里的系統單芯片，其系統可記錄車輛經過的監測點和行駛時間，並自動收費，實現高速公路收費的自動化、電子化、信息化，並且更環保。 二、解決的主要問題 1. 解決傳統多芯片方案價格高的問題。 2. 改善傳統無線芯片待機功耗過高的問題。 3. 解決傳統模組體積過大的問題。使用本芯片可減少外部元件，縮小產品體積。 4. 擺脫我國芯片長期進口的局面，實現車載芯片產品國產化。
技術成熟度	關鍵技術及創新點 1. 單芯片集成無線收發器和微處理器； 2. 實現超低功耗待機； 3. 低功耗微處理器設計； 4. 整合電源管理電路； 5. 優化嵌入式軟件； 本產品利用上述關鍵技術，研發出體積更小，功能更豐富，整體性能極大優化的 ETC 芯片產品。 此產品經第三方認證，在性能、功能等方面，符合國家標準要求，並達到性能指標。
應用範圍	• 智慧交通 ▪ 高速公路免停車收費 ▪ 智慧交通流量管理 ▪ 公共交通工具管理與排班 ▪ 的士派班與監管 • 智慧城市 ▪ 智慧加油 ▪ 智慧停車平台管理 ▪ 智慧路邊停車格管理與收費 ▪ 智慧停車場引導 ▪ 智慧免下車取餐點餐 ▪ 智慧免下車洗車服務 ▪ 智慧免下車購物、外賣系統

投產條件和預期經濟效益	本項目開發之 ETC 芯片，經第三方驗證，已符合國家相關標準與指標，可投片生產。目前與客戶規劃小量樣品出貨，確認市場反應及芯片穩定度。 基於價格 1.5 美元售價預測（現有產品售價的 65~50%），目標是在 2020 年末小量試產出貨，以單芯片在成本和性能上的優勢，目標三年市場佔有率為 30% 以上，預測銷貨毛利達 395 萬美元。
合作方式	- 與下游廠商、平台商等系統廠合作，由澳門先進銷售芯片予系統廠商，系統廠將芯片整合進系統後，賣給從事 ETC 銷售之公司或者 ETC 之使用者。 - 與歐洲之 ETC 系統商合作，將本項目之 ETC 調整為符合歐洲標準之芯片，並導入歐洲市場。 - 部分設計專利可授權予合作芯片開發廠商，用於開發非與本公司競爭之產品。

聯系地址	澳門美副將大馬路 48 號萬基工業大廈 6 樓		
聯 系 人	余澍鵬	電話	(853) 6235 2351
網址	www.madvtec.com	傳真	-

即時資訊探測系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
033/2017/AIR	高丁佳有限公司	吳少利 / 劉冠儋	即時資訊探測系統

項目摘要

企業的發展概況

Since inception in 2014, Coding Guys Limited has been focusing on providing technical solutions in Macau, for Macau and by Macau. Experience accumulated in all these years inspired us to develop our product/service that would have advanced our operation to the next level. With the help of FDCT, we were finally able to deploy the idea and implement our plan. Unfortunately, due to technological, economic and pandemic upsets in the past year, it has become extremely difficult to promote the product or even sustain the operation.

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

We hypothesise that by systematically collecting data from targeted sources, we can be aware of everything that is happening in the neighbourhood. Our research is to develop a system that allows users to gain comprehensive awareness of their surroundings. Our system will collect data from local sources, process them, and allow users to easily find out about what is happening around them.

Through our system, users can easily find out what is happening around them with precision. The key is geographical and timing precision. These are the two crucial factors that distinguish our idea from existing alternatives.

Our overall system design concept is relatively simple; the biggest challenge is how to maintain accurate and timely updates. Unlike search engines that cover every piece of information, we focus specifically on information that comes from local organisations, such as restaurants, retail shops, the Government and charity group. Not only will this confine our target to a manageable size, it also gives us a good reference for geographical pinpoint. We then systematically and continually crawl information from these specific sources, analyse them and display relevant findings according to user's needs.

2. 項目創新點

Search engines (e.g. Google) are very resourceful and provide a lot of information, but they are not geographically specific or highly time sensitive. Also, search engines are good for searching for static information, such as shop address and review, but they are not good at returning updates from each shop. While organisations have become accustomed to posting updates in social media, it is difficult to search for information on those sites. They are also not designed for geographical search. The third similar alternative

is online map. While they provide precise geographical navigation ability, information provided is not dynamic or concurrent.

Our project attempts to merge all the positive attributes from the platforms described above to form a better system that allows users to easily access concurrent activities and objects in their proximity.

3. 簡介研發工作的主要進展

Technical development within our ability has been successful. We have developed a core system that can crawl data, analyse the data and allow third-party apps (such as our mobile APP) to access and display that information.

Our crawlers could support Facebook, Twitter, OpenRice, Yelp, TripAdvisor, but Instagram and Weibo have become temporarily obsolete. The Neural Network Training model can determine whether a post fits into one of the five categories (game, shop, leisure, food and info) with over 91% accuracy. Website, mobile APPs and ChatBots can also assess our data through the API service.

4. 項目成果的商業價值與應用

Even during the R&D period, we have already been contacting various potential partners to sell our service. We had negotiated and collaborated with agents in the gaming industry, MICE and tourism. Our social media analysis report could help businesses to benchmark against competitors and improve their online presence and strategies. Unfortunately, due to the economic downturn since 2019 third quarter, we had not been able to finalise any deal.

We tried to collaborate with Arts Buzz, an organisation in the art industry. We wanted to apply our social media system to focus specifically on the industry, and display such information for users interested in local Macau arts and culture news. We deployed a prototype APP into Macau Design Centre in November 2018. Unfortunately, due to budget issues, it did not generate any monetary gain. (<https://www.facebook.com/artsbuzz/posts/719962881704044>)

We also attempted to apply for the Cultural Fund (Fundo das Industrias Culturais) in March 2019 using this collaboration. We believed that this platform about local Macau arts and culture organisations would be convenient for users to learn about such news. Unfortunately, we did not get approved.

We have a Facebook page with almost 500 followers and created a website, mobile APPs and ChatBot. Unfortunately, due to the civil unrest in Hong Kong since June 2019, social media was flooded with political sensitive content. Even an originally unpolitical page, such as food or retail, would post something controversial subtly or explicitly. It is beyond our scope and ability to filter out this type of info at this stage. To avoid potential legal liability, we had to bring our system offline from the public.

5. 進一步工作

We will resume this project when there are substantial changes in the operating environment.

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

Technical – Increasing concern over data privacy and stricter limitations on data parsing

Economic – It has become increasingly hard to find buyers for our services and more costly to operate

Political – some content we gathered have become very politically sensitive and controversial

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
應用	Social Media content curation system	Coding Guys Limited	It provides two distinguished features. The first is collection and re-distribution of social media information. Through API service, our users can query updated information based on specific theme, such as food/restaurants in Macau or shopping goods in Hong Kong. In addition to simply providing curated information to the public, another use-case is to embed this system into another application/platform. For example, we attempted to collaborate with Arts Buzz, a tour guide mobile APP system for exhibitions. Our system can enrich the usability of the APP. Instead of just using the APP on-site, users can also get updated information about arts and exhibitions on a day-to-day basis. Another application is integration with chatbot, such as Line. The second feature can provide statistics and analysis on social media accounts. This can help companies in the gaming industry or any other competitive fields that heavily engage in online marketing. We had provided such reports to agents in the gaming industry, and travel and tourism.	

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	-

技術成果名稱	Social Media Content Distribution System		
成果特點	Our system can systematically collect information from social media and re-distribute them with customisable category and ranking. There are two advantages. Firstly, we can curate information in a specific way, for example, we can show information only related to food. Secondly, we can provide statistics and historical data for analysis. The advantage of the first function is that it allows viewers to handily review posts in a specific theme from a variety of sources. The second function allows companies to review statistics of various pages for benchmarking and improving marketing strategies.		
技術成熟度	With increasingly stringent API rate limit and privacy measures, it has become more difficult to collect data. Originally, we planned to cover an extensive number of pages to build a comprehensive database. However, the cost of operation has risen by at least six times. It is no longer economical to do so. We now provide the service on a on-demand basis. Based on client's budget and project purpose, we can set specific pages for our system to process.		
應用範圍	Our solution can be at least applied in two ways. The first function is an excellent supplement to existing platforms. For example, we tried to collaborate with Arts Buzz, a tour guide mobile APP system for exhibitions. Our system can enrich the usability of the APP. Instead of just using the APP on-site, users can also get updated information about arts and exhibitions on a day-to-day basis. Second feature can help companies in the gaming industry or any other competitive fields that heavily engage in online marketing.		
投產條件和預期經濟效益	It depends on the coverage required and basic service can start at a few thousand MOP per month.		
合作方式	It can be a combination of partnership or monthly fee.		

聯系地址	Coding Guys Limited		
聯系人	Michael Lau	電話	(853) 6282 6510
網址	www.coding-guys.com	傳真	-

娛樂場財務管理系統V2.0的設計與實現

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
066/2017/AIR	超群科技集團有限公司	劉超榮	娛樂場財務管理系統 V2.0 的設計與實現

項目摘要

企業的發展概況

- 1) 由於近期冠狀病毒疫情的影響，各行各業都受到不同程度的影響，即使這樣我們超群科技集團有限公司仍然堅挺發展，順利完成項目的研發，並且將成果推出市場並且得到不錯的反應。
- 2) 項目的研發已順利完成這一年度的預期研究內容，包括 APP 查數客戶端，總財務系統性能測試，邀請娛樂場試用產品，整理項目研究成果，撰寫相關報告等。
- 3) 項目的研發成果已經得到市場的肯定，目前柬埔寨有約 10 間娛樂場使用了財務管理系統 V2.0（部分因疫情原因已關閉），不久將來相信可以應用到規模更大的澳門區域的娛樂場。

項目研發內容簡介

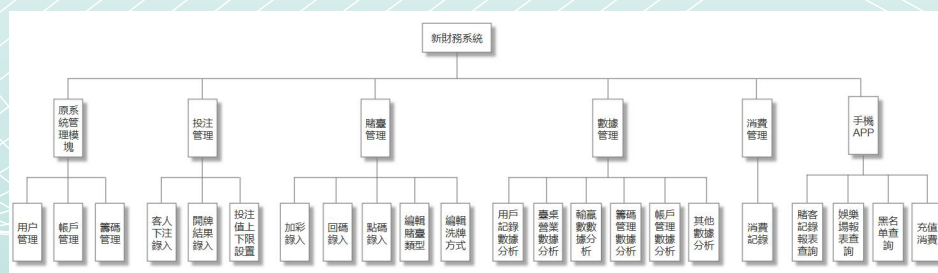
1. 項目總體研發方案

本項目結合已有娛樂場財務管理系統 V1.0 版本的使用現狀以及娛樂場財務管理方面的新需求，同時對國外著名的娛樂場財務管理系統進行對標研究，在此基礎上設計娛樂場財務管理系統的升級版 V2.0。

升級版 V2.0 的具體創新點具體反映在系統框架設計和功能模塊內容方面，其適用範圍更廣，即從原來只適用於貴賓廳財務管理升級到同時適用於中場的財務管理系統，技術上也將達到甚至超過對標財務系統的水平，且根據目標市場的娛樂場需求開發更多新穎、獨特的功能，但價格僅為國外同類產品的三分之一，從而提高娛樂場的財務管理水平和經營效益。

財務管理系統 V2.0 將增加投注管理模塊、賭臺管理模塊、消費管理模塊，原數據管理模塊也將進行升級。所有模塊的適用區域也從 V1.0 只適用於貴賓廳升級為同時適用於貴賓廳和中場。

另外，將同時開發配套之手機 APP，分為客戶信息查詢模塊、娛樂場資訊模塊、黑名單功能模塊、娛樂場消費模塊等。目前暫時擬定的系統功能模塊如圖 1 所示：



2. 項目創新點

- (1) 在現有娛樂場財務管理軟件系統 V1.0 版本基礎上開發其 V2.0 升級版。
- (2) V1.0 系統只針對貴賓廳，V2.0 系統適用於貴賓廳和中場，可將客戶資料、消費管理、帳戶管理、業務管理、賭枱管理、客人投注管理等綜合到一起，實現娛樂場管理一體化、數字化的管理模式，提升娛樂場的財務管理效率。
- (3) 開發手機 APP，為客戶更方便、更智能查詢權限範圍內的娛樂場統計信息結果，同時對娛樂場提供的消費項目通過網上支付，為娛樂場提供更多的智慧服務。
- (4) V2.0 系統針對客戶博彩消費行為產生的海量數據進行統計，自動生成分析數據。

3. 簡介研發工作的主要進展

APP 查數客戶端我們主要對應研發了安卓，IOS，手機網頁，電腦網頁等端的客戶端，迎合使用不同操作系統的客戶，總財務系統性能測試，系統通過人機模擬暴力測試，通過模擬 10 萬會員同時在線測試並生成報表。

邀請娛樂場試用產品，通過真實用戶使用，客戶反饋都比較滿意，在柬埔寨有超過 10 間娛樂場都使用了這套 V2.0 系統，雖然初期都有不少 BUG 出現，但都被我們一一攻破，前期出現的問題越多，對我們後面發展更有利。

4. 項目成果的商業價值與應用

財務管理系統 V2.0 系統在柬埔寨大力發展博彩行業期間大放異彩，得到不少客戶的青睞，在短短 1 年半已經有了 10 多間娛樂場在使用，我們更加懂得東南亞國家客戶的需求，功能上的開發都是迎合東南亞國家，所以相信不久將來我們市場會更加大的。

5. 進一步工作

我們現如今的工作就是鞏固在東南亞國家的地位，繼續擴大市場，維護好現有客戶，下一步就是進軍更高端的澳門甚至拉斯維加斯市場。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
應用	娛樂場財務管理系統 V2.0	劉超榮， 周創欽、安彥	用於娛樂場賭枱記賬，數據分析，積分記錄，賬房會員數據記錄等功能	目前已用於澳門，菲律賓，柬埔寨，越南，緬甸娛樂場

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

技術成果名稱	娛樂場財務管理系統 V2.0		
成果特點	該系統用於娛樂場貴賓廳和中場，可將客戶資料、消費管理、賬戶管理、業務管理、賭枱管理、客人投注管理綜合到一體，實現娛樂場管理一體化、數字化的管理模式，提升娛樂場的財務管理效率。		
技術成熟度	目前已用於澳門，菲律賓，柬埔寨，越南，緬甸娛樂場		
應用範圍	娛樂場 / 博彩業貴賓廳和中場		
投產條件和預期經濟效益	目前已有專門的研發團隊，預期每年能創造 500 萬以上銷售額。		
合作方式	合作開發		

聯系地址	澳門宋玉生廣場誠豐商業中心 5 樓 B		
聯系人	劉先生	電話	(853) 2850 8193
網址	-	傳真	(853) 2857 5206

車載機器人賦能汽車智能座艙

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0014/2018/AIR	安信通科技（澳門）有限公司	韓子天	車載機器人賦能汽車智能座艙

項目摘要

1. 研究背景

近五年來，服務機器人產業經歷了場景摸索階段，在技術局限和實際投資成效的雙重壓力下，對不同機器人服務場景創新進行了大浪淘沙，不少場景的機器人得以生存與持續發展，這其中包括：物流機器人、銀行客服機器人、園區安防機器人、送餐機器人、車載智能機器人等。

車載智能機器人是運用於車載智能座艙場景的一種服務機器人，屬社交機器人、個人交互機器人，主要提供駕駛輔助信息、提升人機交互能力，具有擬人化以及一定程度自主交互能力的機器人。智能車載機器人是智網聯能汽車內關鍵的人機交互中樞和擬人化交互入口，市場上為數不多的幾款同類產品只能被動人機交互，功能不多，欠缺自學習能力。

車載智能機器人的出現豐富了機器人的實際應用場景。車載機器人的任務明確，提升人車的交互體驗，提升智能座艙的整體智能化水平。且由於汽車座艙是獨立封閉空間，語音交互效果較佳。車載智能機器人屬於 HRI（人 - 機器人交互）領域，越來越受到產學研界的重視，已經實現上車的車載機器人案例給學術界和工業界帶來很多啟發，未來在擬人化、自主交互、無人駕駛座艙的新交互方式這幾方面都值得開展前瞻研究。

2. 研究目標

- 1) 車機中控完成場景感知，車載機器人控制器完成行為管理、動作決策、表情及動作輸出。
- 2) 製作車載機器人的技術架構方案。
- 3) 與車廠合作，完成車載機器人的實車路演。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 完成了前裝款智能車載機器人的定義、搭建、研發和製造，獲廣汽、綠馳、星河智聯等多家大型汽車主機廠訂單，合計超過人民幣 500 萬元。
- 2) 完成了多款樣機的試製，實現了與多款實車的集成測試。
- 3) 完成了車載語音智能算法的研發和優化，針對汽車座艙內因斷網或用戶語言習慣特殊等造成語音服務時常中斷的問題，提出並實現本地 NLP+ 在線 NLP 語料自定義技術方案，與科大訊飛、騰訊語音實現對接，所實現的語音智能系統，主要問答不需要在線，可不受網絡連接影響，具有動態語料擴展能力。
- 4) 完成了車載視覺智能系統的功能性開發，所研製的車載機器人可完成人臉識別、情緒識別等功能。

- 5) 針對車端硬件算力有限，主流 AI 算法無法直接運行的問題，基於寬度學習系統開發出車規級低功耗前端智能算法，實現前端智能。
- 6) 研究實現了駕駛員習慣學習算法和智能場景引擎，增強了車載機器人的主動交互能力，使得車載機器人具備更擬人化的人機交互能力。
- 7) 發佈了國內第一個有關智能汽車車載智能機器人技術發展的白皮書《車載智能機器人技術白皮書》。
- 8) 本項目佈局專利 51 項，其中發明專利 25 件、實用新型 22 件、外觀 4 件，另有軟件著作權 2 件。榮獲 2021 年粵港澳大灣區高價值專利佈局大賽決賽優秀獎。
- 9) 培養了多名智能車載人機交互領域的博士研究生。
- 10) 參與了近 10 場大型學術交流活動，大力推動了車載機器人在學術界和工業界的研究熱度。

4. 研究成果與應用

基於本課題前期的研究開發，形成了較為成熟的一項對外業務服務：即針對主機廠的車載機器人技術開發服務，具體是面向各大主機廠提供的前裝量產車載機器人定制化服務，具有智能化水平高、用戶體驗好、人機交互體驗提升顯著等特點。目前，安信通已經與廣汽研究院、綠馳汽車、星河智聯汽車科技有限公司等企業形成具體的業務合同。

本項產品服務可提供前裝、後裝車載機器人產品開發方案，包括外觀設計、結構設計、MCU 開發、核心算法開發、軟件開發、樣件製造、上車調測、量產供貨等一系列技術服務；搭載獨有的駕駛習慣學習算法，基於寬度學習系統，持續學習車主行為，可支持定制不少於 50 個習慣學習場景構建，具備人性化情感交互和千人千面能力；能夠針對車載場景，增加本地定制化離線 NLP，語義解析更準確和人性化；支持 200 種以上車載場景的識別和功能應用；能夠基於人臉識別實現不同用戶的差異化交互，可識別表情、動作、語音的多模態情感計算能力，是一款車內的智能情感交互機器人；具備語音車控，音樂隨動，安全提醒，日程提醒等基本功能，並與導航、音樂等生態音樂對接，具備良好的擴展功能。

5. 進一步工作

- 1) 展開對後裝車載機器人研發，基於 Tesla Model 3 車型，開發出一款後裝型車載機器人樣機；
- 2) 基於前期已經形成的車載機器人研究成果，針對人機交互進行評估測試和優化，包括實車的驗證評測和實驗室驗證評測，進一步優化其性能和體驗，加快產品的量產商用；
- 3) 執行和推動與星河智聯、廣汽研究院之間的產品開發合作，並實現產品的實車安裝及上路測試；
- 4) 出版電子工業出版社約稿的書籍《智能車載機器人交互設計與開發》。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種車載機器人	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201922193894.1， 已授權， 授權公告日：2021.1.15	-
專利	車用滅火器智能存放裝置及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921710226.5， 已授權， 授權公告日：2020.10.2	-
專利	吸頂式車載機器人 (A 暫)	韓子天等	中國專利， 外觀專利，專利號： CN202030167076.X 已授權， 授權公告日： 2020.10.27	-
專利	車用安全錘放置裝置及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921719354.6， 已授權， 授權公告日：2020.7.10	-
專利	汽車及其安裝貼膜式顯示系統	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921747833.9， 已授權， 授權公告日：2020.7.10	-
專利	車載生命安全監測系統及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921741850.1， 已授權， 授權公告日：2020.7.10	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種三自由度活動底座及智能交互設備	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921261217.2， 已授權， 授權公告日：2020.6.9	-
專利	一種車內攝像裝置及車載機器人	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921159974.9， 已授權， 授權公告日：2020.6.9	-
專利	一種語音編輯方法及裝置	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911425567.2， 審查中， 受理日期：2020.1.3	-
專利	車載健康管理設備	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920307655.1， 已授權， 授權公告日：2020.4.28	-
專利	一種車輛功能的展示方法及系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911006848.4， 審查中， 受理日期：2019.10.22	-
專利	車載語音輔助互動方法及其裝置	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911243573.6， 審查中， 受理日期：2019.12.7	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種語音功能的控制交互方法及系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911006097.6， 審查中， 受理日期：2019.10.22	-
專利	一種車輛中的車載設備登錄管理方法及裝置	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911006020.9， 審查中， 受理日期：2019.10.22	-
專利	吸頂式車載智能交互裝置	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920788909.6， 已授權， 授權公告日：2020.3.24	-
專利	一種車載設備的音樂隨動控制方法及系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911006099.5， 審查中， 受理日期：2019.10.22	-
專利	一種寬度學習算法的人車交互習慣學習方法及系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201911006101.9， 審查中， 受理日期：2019.10.22	-
專利	一種可擴展智能交互設備	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921367357.8， 已授權， 授權公告日：2020.2.28	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
專利	車載機器人及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920368110.1， 已授權， 授權公告日：2020.2.7	-
專利	一種遠光燈控制 電路	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920368008.1， 已授權， 授權公告日：2020.2.7	-
專利	車載取證報警裝置	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920307696.0， 已授權， 授權公告日：2020.2.7	-
專利	車內雙光路攝像裝 置及車載機器人	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201921028303.9， 已授權， 授權公告日：2020.2.7	-
專利	車用滅火器有效期 監管方法、計算機 裝置及計算機可讀 存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910959872.3， 審查中， 受理日期：2019.10.10	-
專利	一種可隱藏的 車載智能機器人	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920185759.X， 已授權， 授權公告日：2020.1.24	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	車載智能設備吸盤底座	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920185757.0， 已授權， 授權公告日：2020.1.17	-
專利	語音識別危險駕駛方法、計算機裝置及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910953824.3， 審查中， 受理日期：2019.10.9	-
專利	一種本地新增語料的語音處理方法及系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910861559.6， 審查中， 受理日期：2019.9.12	-
專利	一種車內補光攝錄裝置及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920253447.8， 已授權， 授權公告日：2019.7.31	-
專利	基於車載機器人的駕車接載方法、計算機裝置及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910647421.6， 審查中， 受理日期：2019.7.17	-
專利	一種駕駛中語音通訊的方法、計算機裝置及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910669737.5， 審查中， 受理日期：2019.7.24	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	智能汽車人機互動系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910457094.8， 審查中， 受理日期：2019.5.29	-
專利	分體式車載智能設備及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201920286739.1， 已授權， 授權公告日：2019.10.1	-
專利	基於車載機器人的代駕呼叫方法、計算機裝置及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910606089.9， 審查中， 受理日期：2019.7.5	-
專利	一種對車載機器人內傳輸的數據進行加密的方法、計算機裝置以及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910452134.X， 審查中， 受理日期：2019.5.28	-
專利	一種車載機器人控制汽車遠近光燈的方法、計算機裝置以及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910399415.3， 審查中， 受理日期：2019.5.14	-
專利	一種車載機器人與乘客互動的方法、計算機裝置以及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910166255.8， 審查中，受理日期： 2019.3.5	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	車載機器人自然語言處理方法、計算機裝置及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910218733.5， 審查中， 受理日期：2019.5.14	-
專利	一種車載機器人主動交互的方法、計算機裝置以及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910166214.9， 審查中， 受理日期：2019.3.6	-
專利	車載機器人自然語言自學習方法、計算機裝置及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910218707.2， 審查中， 受理日期：2019.6.28	-
專利	一種遠光燈的調節方法、計算機裝置以及計算機可讀存儲介質	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910218001.6， 審查中， 受理日期：2019.6.18	-
專利	車內智能補光人臉識別裝置及其控制方法	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910147190.2， 審查中， 受理日期：2019.3.12	-
專利	車載智能健康管理設備及其控制方法	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910183066.1， 審查中， 受理日期：2019.3.12	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	車載取證報警裝置及其控制方法	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201910183060.4， 審查中， 受理日期：2019.3.12	-
專利	車載機器人（設計二）	韓子天等	中國專利， 外觀，專利號： CN201830286596.5， 已授權， 授權公告日：2019.5.7	-
專利	車載機器人（設計三）	韓子天等	中國專利， 外觀，專利號： CN201830286597.X， 已授權， 授權公告日：2019.5.7	-
專利	車載機器人（設計一）	韓子天等	中國專利， 外觀，專利號： CN201830287053.5， 已授權， 授權公告日：2019.5.7	-
專利	一種帶有控制按鍵的方向盤套	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201821008032.6， 已授權， 授權公告日：2019.3.29	-
專利	一種汽車安全開門系統	韓子天等	中國專利， 發明，專利號： CN201821007999.2， 審查中， 申請日期 2018.6.27	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種手扶微控汽車方向盤及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201821007999.2， 已授權， 授權公告日：2019.3.19	-
專利	一種手扶微控汽車方向盤及汽車	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201821008010.X， 已授權， 授權公告日：2019.3.19	-
專利	車載安全工具監控系統及監控方法	韓子天等	中國專利， 實用新型，專利號： CN201821008063.1， 審查中， 受理日期：2018.6.27	-
軟著	車載智能設備的CAN 總線網絡接入系統 V1.0	韓子天等	軟件著作權， 登記編號 2019SR0495046	-
軟著	汽車智能設備CAN 總線診斷信號收發系統 V1.0	韓子天等	軟件著作權， 登記編號 2019SR0495056	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	2	0	0

研究結果	樣品	成品	產品
	5	4	-

技術成果名稱	智能車載機器人		
成果特點	(1) 採用車規級實體硬件結構設計，可具備 1 至 3 個自由度的動作能力，擬人化表情動畫能力，在線、離線協同的語音交互能力。 (2) 具備語音、表情、動作融合的多模態情感表達能力，並專門定義了車載機器人的數百種車內場景行為，帶來靈動的情感交互體驗。 (3) 集成有基於寬度學習的車規級低功耗前端智能算法，在本地有限算力的硬件上即可實現人工智能自學習功能，可連續的在本地硬件上學習記憶用戶的駕駛習慣，預判並主動幫助駕駛員進行車控車設、語料新增、情感識別交互等任務執行，提升智能化駕乘體驗。 (4) 車載機器人具備多種硬件、造型、結構和系統設計，能夠根據主機廠的個性化需求定制，並貼合整車的設計，可靈活的選擇其在車內搭載的位置，並能很好利用中樞位置，實現更多的創新功能。		
技術成熟度	已完成量產前驗證		
應用範圍	應用於汽車智能座艙的娛樂和控制場景，適用於汽車電子行業。		
投產條件和預期經濟效益	投產條件：中試生產車間、自動化生產線建設完成，生產質檢人員齊備，獲得 2 個以上主流汽車主機廠量產訂單。 預期經濟效益：產品設計產能為年 10 萬台，假如 2023 年開始實現量產，2024 年開始年產銷量達到 50000 台，參考同類產品價格，每台售價 1500 元，量產成本約 700 元 / 台，年毛利潤可達人民幣 4000 萬元。		
合作方式	項目股權融資		

聯系地址	澳門北京街 230-246 號金融中心 11 樓 L 座		
聯系人	劉子鵠	電話	(853) 6868 1046
網址	www.singou.mo	傳真	-

高能鋅空氣電池的開發與應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0021/2019/AIR	澳萊特能源科技有限公司	李靖	高能鋅空氣電池的開發與應用

項目摘要

企業的發展概況

澳萊特能源科技有限公司是一家新能源科技企業，以澳門大學物理材料研究院的博士團隊為技術核心，以澳門政府資金和澳門大學優秀的科研資源支持為後盾，專注於研發更安全、更高能的新型電池材料，並不斷設計和製造更環保的新型電池；配以經驗豐富的市場管理團隊，提供從新型材料研發、產品設計、電池分析檢測一整套解決方案，致力於讓人們可以廉價，安全，廣泛的使用新能源電池。總體上按照實驗計劃。針對鋅空氣電池目前存在的在充放電過程中動力學緩等問題，通過從原子 / 分子水準設計、製備高催化特性催化劑 (5 項中國專利被授予)，已經開發新的材料合成方法，精準控制催化劑活性組分和催化活性位元點，從而實現目標反應的高效轉化，提高鋅空氣電池在充放電過程中的動力學速率，提高能量效率。我們正在尋找中國公司大規模生產所開發的催化劑。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

- 1) 研發了高效率，低成本催化劑。
- 2) 對電池負極重新設計。
- 3) 根據鋅空氣電池特性對電池模具進行重新設計並申請了相關專利。

2. 項目創新點

- 1) 開發新的材料合成方法，精準控制催化劑活性組分和催化活性位元點。
鋅空氣電池在充放電過程中的氧析出和氧還原反應的動力學緩慢、過電勢高、能量效率低等，使其大規模的商業化應用受到阻礙，因此希望通過從原子 / 分子水準設計、製備高催化特性催化劑，開發新的材料合成方法，精準控制催化劑活性組分和催化活性位元點，從而實現目標反應的高效轉化，提高鋅空氣電池在充放電過程中的動力學速率，降低過電勢，提高能量效率。
- 2) 單原子電催化劑的宏量製備，單原子催化劑材料應用於鋅 - 空氣電池。
傳統金屬空氣電池正極製備過程中使用粘結劑所帶來的催化劑脫落、機械穩定性差、電極損壞、電子傳導能力降低、電極重量增加等一系列問題而對金屬空氣電池的性能產生較大的影響，針對這個問題，我們通過在基底上的直接生長形成電極的方法來提高電池的性能。

3) 鋅空氣電池模具重新設計。

根據鋅空氣電池的一些特點，如可迴圈性差，鋅空氣電池負極副產物沉積等問題。為了克服此類缺陷，並提升鋅空氣電池的應用特性，我們將對鋅空氣電池模具重新設計。一方面改善電池本身的缺陷，另一方面提升電池的使用特性。

3. 簡介研發工作的主要進展

- 1) 選擇適當的含有多種元素的有機分子（如含有 S，P，Se，N 等）作為多功能配體，發展幾種簡單的適合大規模生產的方法精確製備非貴金屬單原子氧還原反應催化劑（如 $M-N/C$ ， $M-M'O_x$ ， $M-M'P_x$ ），並且通過優化前驅體或者金屬源，製備不同結構的單原子催化劑，進而提高催化劑材料的 ORR 反應的活性和穩定性。
- 2) 利用同步輻射光源技術確定單原子催化劑活性位點類型、活性位點濃度、催化反應中心和活性位點在材料本體中存在形式及其周圍化學環境等，獲取並總結催化劑活性位點結構與電催化活性之間的規律，指導未來新型納米催化劑的發展和進步。
- 3) 利用 DFT 計算，在原子、分子尺度上研究 ORR 反應機理，探索活性位點，模擬反應的動力學和熱力學過程，繪製出反應過程中的自由能變化趨勢圖，以及不同的電子轉移步驟的自由能變化，理論上解釋催化劑結構與催化劑性能之間的構-效關係，最後繪製材料種類、結構跟性能的之間火山圖，為催化劑的發展提供理論指導。
- 4) 發展並且完善組裝鋅-空氣電池的方法和技術，把得到的高效穩定單原子催化劑材料，組裝成實際的鋅-空氣電池器件，測試鋅-空氣電池的性能和穩定性，為單原子材料的應用和鋅-空氣電池的發展進步提供實驗基礎和指導。

4. 項目成果的商業價值與應用

鋅空氣電池成本低、環境友好、安全性能高等優勢受到廣泛關注，理論能量密度 1350 kWh kg^{-1} ，為下一代最有希望的新能源電池之一。據國際市場諮詢公司 Market Research 預計，2021 年，全球金屬空氣電池市場價值約為 4.66 億美元，主要用於提供儲能解決方案；到 2028 年，該市場價值將達到 11.73 億美元，2021 ~ 2028 年預測期內的複合增長率為 13.2%。我們團隊開發了高性能碳原子基 ORR 催化劑，可廣泛應用於助聽器電池、儲能電池等各類型金屬空氣電池；同時擁有自主設計產權的產品，具有生產條件簡單，易投產，易裝配等特點，展現出潛在的商業應用前景，如何高效廉價製取單原子碳基催化劑是實現其廣泛應用的關鍵大步。

- 1) 本項目發展簡單有效的製備方法，宏量製備單原子催化劑，基於各種表徵手段，對製備的單原子催化劑進行結構分析，研究單原子的結構與氧還原性能之間的內在關係，豐富單原子材料的製備方法，為單原子材料在催化領域的發展提供理論指導。開發的專利可能會授權給銷售金屬-空氣電池催化劑的公司。
- 2) 我們設置製備一些列鋅-空氣電池的模具，以及防水透氣層，這類成果已經申請 7 項相關專利，促進鋅-空氣電池產業化發展。我們會在政府政策和廣東方企業的配合下，批量生產鋅-空氣電池組件，積極推進其產業化進程。

5. 進一步工作

由於本專案產品技術先進、性能優異，現有的實驗室範圍生產能力不能滿足市場需求，進一步提高本專案產品的產業化規模，形成大批量生產，是勢在必行的。考慮到單原子催化劑量產過程的性能保證，我們將探索不同合成方法以製備大規模高性能單原子碳基催化劑用於實驗研究和商業應用。我們正在與一家中國公司進行催化劑的大規模生產。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	Unveiling the Origin of Catalytic Sites of Pt Nanoparticles Decorated on Oxygen-Deficient Vanadium-Doped Cobalt Hydroxide Nanosheet for Hybrid Sodium–Air Batteries	Yao Kang, Shuo Wang, Yanyu Liu, Kwan San Hui*, Haifeng Li, Kar Wei Ng, Feng Liang*, Jianxin Geng, Xiaoting Hong, Wei Zhou*, and Kwun Nam Hui*	ACS Applied Energy Materials, 3, 7464-7473 (2020)	SCI
Journal paper	Integrating PtNi nanoparticles on NiFe layered double hydroxide nanosheets as a bifunctional catalyst for hybrid sodium–air batteries	Xueqing Yu, Yao Kang, Shuo Wang, Kwan San Hui, Kwun Nam Hui*, Huajun Zhao, Jianding Li, Bo Li, Jincheng Xu, Liang Chen*, Huaiyu Shao*	Journal of Materials Chemistry A, 8, 16355-16365 (2020)	SCI
Journal paper	Iron-modulated nickel cobalt phosphide embedded in carbon to boost power density of hybrid sodium–air battery	Yao Kang, Shuo Wang, Siqu Zhu, Haixing Gao, Kwan San Hui*, Cheng-Zong Yuan, Hong Yin, Feng Bin, Xi-Lin Wu, Wenjie Mai, Ling Zhu, Maocong Hu, Feng Liang*, Fuming Chen*, Kwun Nam Hui*	Applied Catalysis B: Environmental, 285, 119786 (2021)	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal paper	[Fe (CN) 6] vacancy-boosting oxygen evolution activity of Co-based Prussian blue analogues for hybrid sodium-air battery	Yao Kang, Shuo Wang, KS Hui, H-F Li, Feng Liang, X-L Wu, Qiuju Zhang, Wei Zhou, Liang Chen, Fuming Chen, Kwun Nam Hui*	Materials Today Energy, 20, 100572 (2021)	SCI
Journal paper	Zeolitic Imidazolate Framework-Derived Co-Fe@NC for Rechargeable Hybrid Sodium-Air Battery with a Low Voltage Gap and Long Cycle Life	Haixing Gao, Siqu Zhu, Yao Kang, Duc Anh Dinh, Kwan San Hui, Feng Bin, Xi Fan, Fuming Chen, Azhar Mahmood, Jianxin Geng, Weng-Chon Max Cheong, and Kwun Nam Hui*	ACS Applied Energy Materials, 5, 1662–1671 (2022)	SCI
Journal paper	Cobalt phosphosulfide nanoparticles encapsulated into heteroatom-doped carbon as bifunctional electrocatalyst for Znair battery	Xiaolong Xu, Shuo Wang, Shiquan Guo, Kwan San Hui, Jiameng Ma, Duc Anh Dinh, Kwun Nam Hui*, Hao Wang, Lipeng Zhang, Guowei Zhou	Advanced Powder Materials, 1, 100027 (2022)	Non SCI
Patent	SiNC 催化劑及其製備方法與應用	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN202010518080.5, 2021.06.21	-
Patent	氧還原激活劑、其製備工藝、電池正極、其製備工藝及電池	K.N. Hui	China, Patent application, CN202011110174.5, 2020.10.16	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Patent	鋅鋁空氣電池模具	K.N. Hui, 朱思齊	China, Design Patent, CN201930561752.9, 2019.10.15	-
Patent	ZIF-67 沸石咪唑酯 骨架基複合電催化 劑及其製備方法、 鋅空氣電池正極和 鋅空氣電池	K. N. Hui, 徐小龍	China, Patent application, CN201911148577.6, 2019.11.21	-
Patent	空氣電極材料、其 製備方法、空氣電 極和空氣電池	K. N. Hui, 邵懷宇, 于雪晴	China, Patent application, CN202010158894.2, 2020.03.09	-
Patent	一種電極材料、其 製備方法和包含該 電極材料的鈉-空 氣電池	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN202010518080.5, 2020.06.06	-
Patent	一種電極、其製備 方法和包含該電極 的鈉-空氣電池	K. N. Hui, 康瑤	China, Patent application, CN202010518801.2, 2020.06.09	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	新型複合空氣陰極的開發及其在金屬 - 空氣電池中的應用		
成果特點	金屬 - 空氣電池的正極活性物質是純氧或空氣中的氧氣，氧的還原是一個復雜的 4 電子反應過程，交換電流密度小、可逆性小、過電位高，因此，氧還原反應過程是影響電池性能的重要因素。項目通過「離子修飾技術」和「納米級缺陷技術」製備核心催化劑，並完成雙功能催化劑配方開發及適配性選擇性透氧膜設計，並在單體電池應用上解決了電極材料催化效率低和穩定性差等問題，獲得較高性能表現。核心單原子碳基材料催化效率高、穩定無毒、成本低、可大規模生產。		
技術成熟度	完成各功能部件開發，形成產品初樣。合成了高效氧還原反應 (ORR) 功能的催化劑；設計並利用 3D 打印技術製備鋅 - 空氣電池模具；將催化劑應用於空氣電極，並組裝鋅 - 空氣電池初樣。如應用“離子修飾”和“納米級缺陷”技術已經製備了一系列新型的催化劑，在 0.1 M KOH 電解液中，催化 ORR 反應的起始電勢略低於商業 Pt/C，而極限電流與 Pt/C 一致；催化析氧反應 (OER) 的性能明顯優於商業 Pt/C。在模擬使用環境條件下完成產品初樣的功能、性能試驗或仿真驗證。在電池測試系統中系統全面分析鋅 - 空氣電池的放電電壓 / 電池容量 / 能量密度等性質；然後將鋅 - 空氣電池堆在風扇和燈模擬測試其性能。技術成熟度 (Technology Readiness Level, TRL)：_____5_____ 階段		
應用範圍	可廣泛應用於助聽器電池、儲能電池等各類型金屬空氣電池		
投產條件和預期經濟效益	投產條件：吸引投資 500 萬； 經濟效益：估計新增銷售收入 50 萬元 (生產後) 1. 對橫琴市領域人才隊伍建設的帶動作用 2. 對橫琴市研發平台建設的帶動作用 3. 對橫琴市產業發展的帶動作用		
合作方式	合作方式：x 技術轉讓 X 合作開發 x 合資生產		

聯系地址	澳門氹仔大學大馬路澳門大學協同創新研究所創新中心，N1 座一樓 1010 室		
聯系人	許冠南	電話	(853) 6395 6528
網址	-	傳真	(853) 8822 2426

智慧城市的重要組件—智慧管網軟件系統的研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0002/2021/AIR	萬訊電腦科技有限公司	黃永存	智慧城市的重要組件 — 智慧管網軟件系統的研發

項目摘要

企業的發展概況

通過成功研發智慧管網軟體，我們成功進入了智慧城市領域，並與深圳日海新能源科技有限公司等企業建立合作，為公司業務發展指明了新方向。項目提高了技術團隊的技術標準，團隊成員的技能得到提升，加深了跨部門和跨企業的合作，強化了與合作夥伴的關係，預期帶來可觀的投資回報。這全面提升了公司的市場地位和員工的能力。

1. 項目研發內容簡介：

- 1) 利用物聯網技術實時獲取各類網線運行情況。根據實際各類網線（給水、雨水、燃氣、電力和通訊）的傳感器實時採集數據指標進行數據化管理各類網線，一旦遇到異常數據，系統會根據設定的告警閾值產生告警通知，方便運維人員及時發現並進行處理。
- 2) 採用 GIS 地圖技術展示各類管線佈局情況，通過不同顏色和圖標圖形化展示各類網線具體情況，更加直觀便捷地監控網線的運行情況。
- 3) 採用 ThreejsWeb3D 技術引擎將管網的邏輯數據進行變生展示，根據不同類型數據建立 3D 數據模型，在 web3D 變生界面中更加逼近顯示劇情情況展示各類網線運行情況。並且在 3D 變生界面用，可以通過縮放、移動、旋轉等操作查詢不同管線具體位置、運行狀況等。

2. 智慧管網系統目前主要進展完成的功能如下：

- 1) 管線精確定位模組：通過 GIS 技術在地圖上展示管線及電子標識器等具體位置。包括所屬區域、所屬道路、所屬單位、安裝部門、開始時間、結束時間等信息。
- 2) 管線 3D 變生數據化展示：根據入庫管線資源進行三維模型在 3D 管線界面中，並且能夠在界面上進行縮放、移動、旋轉及查看告警。
- 3) 管線、電子標識及傳感器等資源數據管理。
- 4) 告警及消息通知：通過配置管線各種指標閾值產生告警，並通過短信方式通知客戶。
- 5) 系統管理：包括用戶管理、角色管理、日誌管理。

3. 項目成果的商業價值與應用

目前各類管線管理相對獨立，信息不能共享，一旦出現問題，管理人員很難迅速定位問題進行處理。智慧管網系統通過整合管理探測技術、傳感器技術、管線標識等互聯網技術構建精確精細、敏捷高效、全方位、全時段覆蓋的官網管理新模式，打破地下各類管線信息共享的壁壘，形成地下管線“一張圖”。拓展地下管線信息與相關部門、企業之間的信息管理，當出現問題後，可以更加高效、迅速、準確的故障具體位置，避免更多的人力財力損失。

- 城市管線即時安全監管：提供給政府城管部門即時監測城市地下管線運行狀態，當地下管線發生故障或存在潛在風險時，系統會第一時間發出警報（通過聲光和短信），在事故應急及預防上提供預警。
- 城市規劃提供依據：當城市需要鋪設新的地下管線時，可以通過系統查詢該地現有管線佈局，透過管道集中式管理，有效防止“挖爆管”等危及市民生命財產安全的惡性事件和“馬路拉鍊”等不良現象的重複發生，也能減少人力物力的消耗，進而提升效率。

4. 系統需要進一步優化和拓展：

- 系統優化與完善：1）優化及完善 3D 可視化呈現效果及系統回應速度。2）優化及完善感應器故障報警及故障消除端到端回應速度。
- 系統上線運行及驗收：部署系統上線運行環境：系統全程端到端運行環境的測試及部署，感應器 -> 網路通信 —— 雲平台 --> 應用軟體呈現。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
合作協議	智慧機房能源管理平台	MEGA， 泰思通軟體	在智慧管網軟體平台進行客戶化定制開發，完成“智慧機房能耗管理系統”，通過各種感應器，採集機房溫濕度、耗電量等資訊。進行能耗資訊的採集、存儲、預警急呈現，並應用人工智慧技術，進行用電量的控制，減少用電量。	被深圳日海新能源科技有限公司應用於深圳電信、東莞電信、珠海電信。
項目合同	智慧機房平台、機房環境監控	MEGA， 泰思通軟體	基於本應用軟體平台的客戶化定制軟體“智慧機房”、“機房環境監控系統”已經成功應用於江蘇電信、江西電信、湖南電信，2022 年、2023 年合同金額超過 500 萬元。	中國大陸、香港和澳門的智慧城市和智慧機房的智慧監控。

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	1

技術成果名稱	智慧管網軟體 [簡稱 :TS-SCC-IPNMS]V1.0		
成果特點	通過此科技發展基金資助專案，我們開發完成了“智慧城市組件 - 智慧管網軟體”，並於 2023 年 6 月申且獲得了國家版權局頒發的軟體著作權證書。 成果特點： 1) 一站式服務平台：根據智慧城市框架設計理念，成功開發了一套智慧管網軟體系統 – 實現城市地下管網“全方位、一體化”的智慧運營監控：從即時採集管網資料到建立管網資料模型，再到感知地下管網狀態及 3D 可視化呈現管網運營監測。 2) 軟硬體整合：成功應用電子標識與感知技術，感知地下管網的地理位置及地下管網的運行狀態。 3) 端到端監控：應用物聯網技術，將地下管網感知態勢上傳到雲端管網平台進行分析與處理。 4) 系統數位化、可視化：應用電子地圖與 3D 可視化技術，圖形化呈現地下管網的佈局和運行狀態，並通過聲光報警，顯示潛在安全隱患和管線故障。		
技術成熟度	本系統具有較好的成熟度，應用了目前新穎而且熱門成熟技術：物聯網感知技術、4G/5G 傳輸技術、3D 可視化圖建設模型和呈現技術。		
應用範圍	1) 可以應用城市管網監控領域。 2) 可以應用企業機房環境監控領域。 3) 可以應用基於感知技術的智能能耗管理領域。		
投產條件和預期經濟效益	1) 已經具備投入到商用領域。 2) 預期經濟效益至上千萬元。		
合作方式	與泰思通軟體（上海）有限公司合作開發		

聯系地址	-		
聯系人	-	電話	-
網址	-	傳真	-

食品中常見細菌實時螢光定量PCR檢測方法的建立

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0008/2021/AIR	環科監控檢測有限公司	崔天佑	食品中常見細菌實時螢光定量PCR 檢測方法的建立

項目摘要

1. 研究目標

本項目的研究目標是：參考國際方法，制定一種基於 PCR（聚合 鏈式反應）原理的食品微生物快速檢測方法。通過針對食品中常見致病微生物（如：霉菌、沙門氏菌、金黃葡萄球菌、大腸桿菌、軍團菌等）的 PCR 檢測方法。研究對比實時 PCR 和傳統方法在食品微生物檢測中的應用情況，根據食品樣品的不同，尋找通用的引物和探針，一次實時螢光擴增同時檢測幾種細菌。驗證方法的特異性和靈敏度，最終建立一種食品微生物快速檢測的實時螢光 PCR 的定量標準方法。為企業改進生產工藝，隨時監控產品安全提供解決方法依據和解決方案。

2. 簡介研究工作的主要回顧：

第一階段（2022.1）購買儀器和耗材，實驗室準備，並對研究方法進行充分論證；

第二階段（2022.3）研究方案專家評審及確認；

第三階段（2022.4-8）按研究方案對樣品進行充分試驗；

第四階段（2022.9-2023.10）組織實驗室間的結果比對及確認對比結果；

第五階段（2023.10-11）實驗室結果數據分析；

第六階段（2023.12-2024.01）報告撰寫，形成標準方法。檢測系統投入應用。

成果之完成情況：

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	實時螢光 PCR 檢測食品中致病菌的檢測系統 1 套。	PCR 檢測系統由核酸提取儀和實時螢光 PCR 組成，目前該系統已經組建完成。環科實驗人員已在該系統上對涉及 28 個澳門本地特色食品樣本進行 PCR 方法進行驗證實驗。實驗室達到預期效果。	100%
2	建立一種符合澳門地區的食品中微生物快速檢測標準方法。	目前處理於實驗階段，現時已撰寫內部使用的標準方法（待後續驗證實驗完成後將更新可供轉化的標準方法）。	100%

3. 研究成果與應用

1. 實時螢光 PCR 檢測食品中致病菌的檢測系統 1 套。
2. 建立一種符合澳門地區的食品中微生物快速檢測標準方法。
3. 下一步的應用情況：

時間成本的顯著減少在實驗室環境中的應用：

傳統檢測方法需要 3-7 天，現成果 PCR 方法只需 12-18 小時，因此實驗室工作流程需進行調整，特別需體現於質量體系，以大幅提升效率和節省了大量的時間成本。對於每個樣本節省的時間，可使實驗室能處理更多的樣本，或者讓科研人員將時間投入到其他研究和開發工作上。

檢測成本在食品生產行業的降低：

開始投入使用市現時 45 家聯動食品生產廠提供本研究檢測服務，為每家食品廠每月需要檢測的 3-6 個樣本重新規劃檢測計劃。

減少食品安全處理成本的影響：

針對檢測時間而延誤導致的食品安全問題如產品召回 / 政府處罰等情況制定檢測服務。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

商幫雲端電子商務開店平台

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0010/2021/AIR	創明有限公司	楊碩明	商幫雲端電子商務開店平台

項目摘要

1. 項目總體研發方案

商幫雲端電子商務開店平台（下簡稱“本項目”）是這次研發改良的新系統版本，已配備好的基本網店功能，我們從消費者體驗、產品功能、物流配送、付款方式、優惠推廣及商戶管理六大方面上進行優化研發，其中包括加入更多方便的功能如產品 Hashtag、本地代收服務對接、多種付款貨幣、分銷連結、直播推廣等。

2. 項目創新點

直播營銷購物：消費者可以同時觀看直播及購物，此功能的創新點在於結合直播與網店購物的體驗，讓消費者可以同時觀看直播介紹產品及在網店進行購物。

商戶後台手機 APP：商戶後台改為支援以手機 APP 的方式操作，將網頁式的商戶後台帶到手機 APP 上，商戶隨時隨地都可以透過手機的方式管理網店、接收新訂單通知及處理訂單。

分銷連結：分銷連結功能是一個網路創新的分銷概念，透過網店獲得收入的不止是商戶，只要是與商戶協商好的任何宣傳單位或個體，都可透過分銷連結功能為商戶宣傳及賺取收入。

技術創新點：全由 SaaS 軟件即搭建而成的系統，澳門在以往是沒有一個網店是使用這一個技術所構建的，加上透過使用函數計算及容器技術實現高併發交易業務，更有效降低運作成本及提高系統安全及可靠性。

3. 簡介研發工作的主要進展

項目計劃的研發工作已完成，開發好的系統已放於投產環境中，我們目前正在為系統加入更多樣的功能，務求為商戶帶來更佳的产品體驗。同時我們亦正與不同合作商聯絡，尋求合作的機會，把合作及宣傳推廣做好。

4. 項目成果的商業價值與應用

本項目為商戶帶來易於使用、安全穩定及創新的網店，由於網店全由 SaaS 軟件即搭建而成，既能提高網店的處理能力亦能提高網店的安全及可靠性，而功能方面如上述介紹，更能為商戶的顧客提供流暢及優質的購物體驗，顧客在網店完成的所有訂單都可以隨時登入查看；不論在用途、功能、安全、可用性及可靠性上都能帶來保證。本項目的商業模式為訂閱模式，對於商戶來說訂閱模式的收費方式清晰易明，同時需要考量的因素亦相對減少，讓商戶專注於其產品及服務上。

5. 進一步工作

商幫雲端電子商務開店平台已完成並放到投產環境，任何系統都必須有維護及更新等的操作，目前正在進行及進一步的工作：

1. 完善運行環境的建置及加強監測；
2. 為投產環境的網店進行檢測及微調；
3. 為系統加入天多功能；
4. 與合作商尋求更多合作機會；
5. 發佈及市場推廣。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

在系統功能上，本項目除了支援以澳門元作為交易貨幣外，還支援以美元作為交易貨幣，我們已與澳門本地的金融機構完成了美元作為交易貨幣的線上收單服務的支付網關對接及測試，只需等待金融機構正式開放該線上收單服務，便能在實際的投產環境中為商戶開通。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

智慧環保城市車位及充電樁預約、室內外導航、 車位元查找綜合管理系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0014/2021/AIR	泓睿工程有限公司	黃皓研	智慧環保城市車位及充電樁預約、室內外導航、車位元查找綜合管理系統

項目摘要

1. 項目總體研發方案

為解決車主停車難問題，幫助停車場提升運營效益，幫助交通部門實現對全市停車場泊車情況有效監管，本專案基於 NB-lot 及藍牙 5.2，開展對智慧停車系統平臺研發，包括以下系統硬體設備研發：

- 1) 車位頂部感應器
- 2) 車位地鎖感應器
- 3) 車位地擋感應器
- 4) 車道控制器

通過無線通信技術、移動終端技術、GIS 技術等綜合應用於城市停車位的採集、管理、查詢、預訂與導航服務，實現停車位資源的實時更新、查詢、預訂與導航服務一體化，實現停車位資源利用率的最大化、停車場利潤的最大化和車主停車服務的最優化。基於以上感應器的串聯，以車道控制器串聯，通過對車位不同的硬體搭配，檢測車位是否有車輛停泊，將感應信號推送到後端，並根據配置的 LED 燈按 1 對 1 或 1 對多顯示區域是否有空位，節省電量同時節省設備安裝成本；該套系統主要解決問題包括：車位感應器的監測、地鎖感應器檢測以及地擋感應器檢測，通過組合串聯的形式，以多種維度同時對車位監控，防止數據錯漏，軟件部分則通過部署在車道上的藍牙型號，通過以 SVG 的圖層為平面撐，通過演算法再 SVG 圖層中顯示路線規劃及分佈。

基礎研究已基本完成，並通過採購集成充電器，可快速為停車場統一充電。

2. 項目創新點

- 1) 基於 NB-lot、藍牙、Wifi、4G、5G 的聯網模組，適應各種複雜條件下的網絡情況，可無縫對接。
- 2) 環保性：設備基於環保材料製作，符合環保創新理念。
- 3) 該套系統應用通過鑽孔即可完成安裝，同時不需要施工，停車場可一晚上完成全部安置，為業主節省工程改造成本，節省時間。
- 4) 設備採用磷酸電池，一次充電設備或地擋可至少使用一年起，減少人員維護及用電成本。

- 5) 系統支援澳門主流主流線上方式，包括 MPay、微信、支付寶、中銀、工銀等。可幫助停車場實現“預約、停車、找車、支付”全鏈條停車場便捷管理（考慮到目前使用微信小程序，只開了微信支付）。

3. 簡介研發工作的主要進展

- 1) 目前已完成設備的開模、研發、測試、驗證，設備功能已完成。接下來的計劃，會協商一家停車場進行設備安裝驗證，確保在複雜多變的環境中現有設備滿足要求。原計劃有因疫情延後，目前在加緊測驗。
- 2) 已完成設計之功能，包括基礎資料、停車場資料、設備管理、導航查看、電池電量、車位報表等；此外需對接預約平台的內容；
- 3) 預約平台已搭建，包括對應地圖軟件、支付系統、預約規則、預約表等，因涉及到 MPay 支付，持續驗證微信小程序可以發起支付；
- 4) 已對接收費系統（科拓），根據預約費及停車費，發起支付後並將結果同步到系統，之後計劃對接其它澳門主流收費系統，對接後即可使用預約產品。
- 5) 基於現有的停車數據進行數據分析，目前數據不足，後續接入停車場數量足夠時進行分析，用於提供分析 API（可按要求定制）；
- 6) 已灝景峰停車場安裝，真車調試設備及驗證中。

4. 進一步工作

- 1) 停車場基礎導航已能實現，針對導航功能需進行持續優化，提供聲音導航功能等；
- 2) 增加多個停車場，增加停車場樓層，進一步提升導航能力。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
			-

研究結果	樣品	成品	產品
	10	5	5

手術智能氣腹機系統產學研項目

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0018/2021/AIR	萬利來(集團)有限公司	曾琦	手術智能氣腹機系統產學研項目

項目摘要

企業的發展概況

萬利來(集團)有限公司長期從事於健康醫療設備產品的研發拓展，是一家集研產銷一體的實業型公司。成立於 2015 年，公司擁有自己的研發和營銷團隊，以及廣泛的網絡關係，並與國內外高新醫療科技公司合作，攜手研發、生產的高新科技“SCANMED 等離子雙極電切電凝系統”設備，產品擁有自己的“發明專利”，榮獲中國國家科技部“國家火炬計劃項目證書”，科技部和廣東省“高新技術產品認證書”，通過有“UL”、“CE”“SGS”等國際認證，公司多次參加國際專業醫療設備展會，以及澳門特區政府組織的高新博覽會，反映良好。目前，中國國內已有 500 多家醫院使用“SCANMED”設備，獲得眾多醫生、專家們的贊欣，市場效益非常理想。目前，公司增強與國內外企業、商賈攜手合作，共同拓展東南亞以及葡語國家，南美洲地區市場，進一步宣傳、推廣具有澳門特色的 SCANMED 智慧醫療設備產品，造福廣大市民大眾。項目團隊成員一直在醫療領域工作熟悉 ISO13485 醫療器械品質體系流程運行和 ISO14971 標準的風險管理，並由醫學、儀器、動力學等各方面專家作為核心技術領人。團隊具有很高執行力，可以針對需求制定合理的方案全面高效的按照科學的項目管理流程實施項目。公司長期與多位醫療臨床專家、醫療器械研發專家建立合作關係，並且與澳門精準醫學學會陳培斌醫生，王沐、劉春曉等多位專家將作為項目負責人加入項目團隊直接領導項目的研究開發工作。萬利來集團參加 2017 年巴西 HOSTIPAL 的醫療器械展會，並且得到澳門貿促局會展鼓勵計劃的支持下，拜訪巴西聖保羅商會 MARAO 會長，並進行相關技術交流，2018 年並參與菲律賓及柬埔寨的國際醫學合作論壇活動。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

手術智慧氣腹機系統主要由二氧化碳控壓裝置、二氧化碳流速控制裝置、測壓裝置、二氧化碳加熱裝置、過濾裝置、顯示控制裝置組成。通過上述方案，實現了更安全更快速的維持氣腹功能，並實現了煙霧的濾除。

2. 項目創新點

- 1) 將不同流速氣體實現加熱到 37 攝氏度左右；
採用內部加熱，外加外螺旋加熱絲進行加熱。先通過內部加熱器，對溫度進行預熱至室溫，再通過外部加熱絲，使溫度加熱到 37 攝氏度，此時由於螺旋狀的加熱絲，確保管內空氣溫度為 37 攝氏度。外面加熱管道材質均為耐高溫材料，每條管道能進行高溫高壓滅菌 20 次，並帶有溫控裝置，使溫度不會超過 37 攝氏度。

2) 氣腹加循環排煙模式，可實現快速氣腹，並不至於氣腹波動；

- a) 在氣腹過程中，引入迴圈排煙，使在排除煙霧時，氣體不會快速洩露，腹部不會快速塌陷，氣腹不會波動。
- b) 充氣採用 PID 演算法，各類濾波演算法，使氣腹測出的壓力更加穩定，充氣時，不會突然造成腹壓過大。
- c) 置有自動排氣，當氣壓過大，會進行自動排氣；
- d) 採用多個壓力監測，確保充氣過程監測氣壓更加穩定；
- e) 氣源端採用自主設計穩壓閥，對氣壓進行實時調壓，使氣源穩定。

3. 簡介研發工作的主要進展

手術智慧氣腹機系統產學研項目設備，目前已完成全部設計開發工作，並且，團隊已經完成編寫 3 個專利申請工作，項目設備已經取得第三方安規檢驗認證及正辦理國內二類醫療器械註冊證，可進一步將產品進入市場推廣及銷售。

4. 項目成果的商業價值與應用

手術智能氣腹機系統是腹腔鏡微創手術不可缺少的設備。粵澳大灣區及泛珠三角區域醫院有 2000 多家，每家醫院需要的腹腔鏡手術設備約：3-5 台。預計每台氣腹系統設備售價為人民幣 30 萬元左右。加之，配套耗材的使用，具有過億元的市場消費容積。

手術智慧氣腹機系統在大灣區生產，整體成本節省，價格只是歐美日德國家的同類型設備的三分之一左右。目前，項目產品已進入了升級與轉化量產階段，產品進入市場後，透過在澳門作銷售結算及市場推廣中心，發揮澳門及粵澳深度合作區的平台優勢，為拓展葡語系國家，以及非洲國家市場，並且，配合產學研項目的合作，促進澳門大健康產業的發展目標。

在外科手術時向腹腔內注入二氧化碳氣體，建立並維持氣腹，提供手術操作和視野的空間，智能氣腹機系統在手術過程中，起到循環過濾煙霧作用，改善手術視野。循環過濾煙霧在保持氣腹壓力的同時，避免因二氧化碳和煙霧排放到手術室，造成手術室污染和人員的交叉感染。醫生可以在這個空間靈活使用各種器械進行手術，不會損傷有關臟器，患者體溫過低，流速較高時，可對氣體進行加熱到體溫，使患者體溫可保持正常。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種氣腹機及其溫度控制方法	萬浩光，曾琦	項目專利成果：一種氣腹機及其溫度控制方法	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	一種氣腹機壓力控制方法，裝置和可儲存介質	萬浩光，曾琦	項目專利成果：一種氣腹機壓力控制方法，裝置和可儲存介質	-
專利	一種氣腹機	萬浩光，曾琦	項目專利成果：一種氣腹機	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	手術智能氣腹機系統設備		
成果特點	在外科手術時向腹腔內注入二氧化碳氣體，建立並維持氣腹，提供手術操作和視野的空間，手術智能氣腹機系統在手術過程中，起到循環過濾煙霧作用，改善手術視野。循環過濾煙霧在保持氣腹壓力的同時，避免因二氧化碳和煙霧排放到手術室，造成手術室污染和人員的交叉感染。醫生可以在這個空間靈活使用各種器械進行手術，不會損傷有關臟器，患者體溫過低，流速較高時，可對氣體進行加熱到體溫，使患者體溫可保持正常。		
技術成熟度	TRL7：納入商品設計的實際系統 / 製程完成，並試驗合格。(準商品試驗) 「手術智能氣腹機系統」設備，已經完成第三方認證測試，正在申辦國內醫療器械註冊證，該設備已進入升級轉化及量產階段，樣機，已在國內多家醫院進行測試益效顯著反映良好。希望可以配合基金支持下，進一步拓展本地醫院設備測試及技術交流工作。		
應用範圍	腔內微創外科手術具有創傷小，患者痛苦小，術後恢復快等優點，因此在各級醫院迅速普及。手術智能氣腹設備是腔鏡手術系統中的重要組成部分，其作用是建立人工氣腹，通過氣腹機的加壓與充氣使人體內的腹壁與臟器分開，為醫生開展手術提供足夠的操作空間。		
投產條件和預期經濟效益	手術智能氣腹機系統是腹腔鏡微創手術不可缺少的設備。粵澳大灣區及泛珠三角區域醫院有 2000 多家，每家醫院需要的腹腔鏡手術設備約：3-5 台。預計每台氣腹系統設備售價為 30 萬元左右。加之，配套耗材的使用，具有過億元的市場消費容積。 手術智慧氣腹機系統在大灣區生產，整體成本節省，價格只是歐美日德國家的同類型設備的三分之一左右。目前，項目產品已進入了升級與轉化量產階段，產品進入市場後，透過在澳門作銷售結算及市場推廣中心，發揮澳門及粵澳深度合作區的平台優勢，為拓展葡語系國家，以及非洲國家市場，並且，配合產學研項目的合作，促進澳門大健康產業的發展目標。 「手術智慧氣腹機系統」設備，醫院手術設備配套銷售價：預計每台 MOP30 萬。以及與醫院合作或租賃形式，設備耗材價：每支 MOP3000-4500 元。 市場行銷預測：市場銷售計劃： 第一年：15-25 台，第二年：30-50 台，第三年：60-100 台。 配合手術氣腹機設備耗材的消費，預測每年收入可達 1500-2500 萬元左右，項目收益分析：60%。		
合作方式	設備可作銷售及合作計劃		

聯系地址	澳門羅神父街 45 號時代工業大廈 1 樓 A2 室		
聯系人	萬生	電話	(853) 2852 6649
網址	-	傳真	-

智能跨境物流訂單管理系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0010/2022/AMR	想送物流有限公司	余偉成	智能跨境物流訂單管理系統

項目摘要

企業的發展概況

項目研發期內，想送物流有限公司持續良好發展及經營，擴大了業務的客群多樣性，並與多家全國級企業建立業務關係，在關務及承運領域上落實了新的突破。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

- 1) 目標確定：實現多源關聯複雜訂單的統一化管理、智慧化轉換；
- 2) 方案設計：根據業務需求，制定出合理的方案；
- 3) 系統開發：根據業務類型逐一進行模組開發；
- 4) 測試用例：設計測試方案，而後對系統的功能、流程、安全等進行測試；
- 5) 部署上線：將系統部署至企業進行系統的應用；
- 6) 後期運維：根據實際情況對系統進行調整和維護。

2. 項目創新點

- 複雜訂單的統一化管理：
以客戶訂單為起始點，對全流程的各類訂單進行統一化、集中化、精準化管理。
- 複雜訂單的智能化分撥：
依據對跨境電商各類訂單的轉換條件和轉換類型的梳理，構建跨境電商各類訂單的轉換圖譜，確定各個轉換節點的條件與類型，實現訂單的自動化轉換，提升訂單管理的效率。

3. 簡介研發工作的主要進展

本研究目前已經完成，整體研發工作主要分為現場調研及需求分析階段，方案制定及理論驗證階段，系統開發及測試用例階段，漏洞修復及系統上線階段四個階段來實現本項目的落地實施。

4. 項目成果的商業價值與應用

本專案系統的成果應用，可以實現各類關聯訂單的一體化管理，極大的解決了各類訂單資料不統一的問題，進而使得訂單管理更加簡單、資料更加一致、轉換更加智慧。扁平化、歸一化的模式，說明企業極大加快了訂單流轉速度，促進了業務操作的流暢性，提高了企業的運作效率。

5. 進一步工作

專案組將收集員工的使用意見，而後進行問題匯總和分析，找到本系統的不足之處，進而對其進行更深層次的流程梳理、過程精簡，提高系統操作的簡便性和全面性。

合作方研究情況

1. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 通過對跨境電商各個部門所有訂單的資料進行梳理，確定不同訂單之間的關係以及各個陣列欄位之間的關係，得到滿足各類訂單的統一化的字段，進而構建智能跨境物流訂單管理系統的譜系；在此基礎上，根據不同訂單、不同許可權所需的數據進行相關信息的分級、分類、分權提取，並且進行相關訂單的關聯；最終實現數據的扁平化、精簡化、分享化的處理，實現各類訂單的統一管理。
- 2) 通過訂單譜系進行梳理，找到訂單管理的關鍵轉撥點，並統計該節點的轉換條件和轉換類型，進而形成自動化、智慧化的管控平臺，實現業務全流程中各類訂單的自動觸發和轉換，提升訂單流轉速度、縮短業務完成時間。

2. 合作方研究成果對此項目所起的重要作用

合作方主要完成所有訂單資料的梳理和關係矩陣的構建，是選了訂單資料的統一化管理，並且構架了訂單譜系。而後基於訂單譜系，確定了各類訂單的轉換條件和轉換類型，進而實現訂單的自動化轉換。以上內容為本系統的核心內容，對本專案的開展起著決定性的作用。

3. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

項目所支撐的業務，具有高度多變，節奏快速的特點，需求適配度的市場緊貼度高，進行持續式的進行節點的優化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
系統	跨境物流訂單管理系統	想送物流有限公司， 珠海藍天白云信息科技有限公司	跨境物流，物流，電商物流，訂單履約	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	1

設計一種配合噬糖酶轉化麥芽啤酒渣為無糖貓砂的一體生產流水線

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0011/2022/AMR	澳門寵物紀元有限公司	譚佩詩	設計一種配合噬糖酶轉化麥芽啤酒渣為無糖貓砂的一體生產流水線

項目摘要

企業的發展概況

澳門寵物紀元有限公司於 2021 年在澳門成立，總共經過了兩年半的發展，探索將啤酒產業的麥芽渣轉化為貓砂產品的可能性。在將近大半年研究實驗下成功研發出麥芽貓砂的產品原型，並經歷了一年多產品產業化及改良的準備。目前正在為麥芽貓砂產品正式投放市場做好準備。

項目研發內容簡介

本項目主要研究如何利用啤酒行業的廢棄麥芽渣作為植物基底，製成能吸水、結團的環保可食用麥芽貓砂。本項目的研究源起於希望解決幾個目前市面上面對的問題。

1. 項目總體研發方案

- 1) 為啤酒產業的廢棄麥芽渣提供全新的高效益解決方案，為啤酒行業延長下游產業鏈，深挖麥芽渣的經濟價值。
- 2) 特別依據麥芽渣的物理及化學特性，研究出獨一無二的最合適製成貓砂的配方比例。
- 3) 特別適配麥芽渣的特性，實驗探索出特製化的高效生產流程指標。

2. 項目創新點

本項目主要研究如何利用啤酒行業的廢棄麥芽渣作為植物基底，製成能吸水、結團的環保可食用麥芽貓砂。本項目的研究源起於希望解決幾個目前市面上面對的問題：

- 1) 啤酒糟的資源浪費及帶來的環境問題：
澳門本土的啤酒廠釀酒所產生的大量麥芽渣難以被本土下游產業消耗，每次釀酒會造成大量麥芽的廢棄，對當地環境衛生、垃圾填埋機構帶來壓力。相較之下，內地的啤酒廠產生的麥芽渣即便有其市場需求以及較為成熟的銷售體系，但是其售賣價格十分低，其殘餘價值未能夠被完全發掘。本項目對於解決啤酒產業麥芽渣所引發的環境與資源浪費問題提供具有高經濟效益解決方式與思路。
- 2) 植物類貓砂的成本問題：
目前植物類貓砂行業裡的主流產品為豆腐貓砂，豆腐貓砂的火熱需求，令豆腐貓砂的主要生產原材料——豆渣的價格一路水漲船高，並處於長期供不應求的狀態。導致引發了一系列的

市場不良現象，例如豆腐貓砂因為生產成本問題而營利空間被大幅壓縮，為了降低貓砂生產成本，在貓砂裡加入劣質的石粉、木粉；大量豆腐貓砂廠因為購買不到豆渣而導致無法生產而面臨倒閉等等。所以植物類貓砂急需要一種新型優質材料作為基底替代豆渣。

3) 植物類貓砂易變質：

在現有貓砂市場中，植物纖維作為基底的貓砂具有豐富的營養成分，因此容易滋生蟲害，在潮濕環境或儲存不當的情況下亦會滋生黴菌，對家居環境、寵物及主人的健康帶來極大的負面影響。本項目之麥芽貓砂在生產過程中經過去糖處理，盡可能減少植物類貓砂惹蟲生菌的負面特性。

3. 簡介研發工作的主要進展

本項目已完成麥芽貓砂的實驗室研發階段，得到從麥芽回收、處理，到生產成貓砂的最佳工藝流程，以及生產配方。亦曾已在澳門進行小批量銷售、申請相關發明專利、獲數個大獎、接受相關媒體採訪。

4. 項目成果的商業價值與應用

相關研究成果，將會應用在啤酒行業的麥芽回收，以及麥芽貓砂的規模化生產當中，為植物貓砂行業帶來創新性的新型產品。

5. 進一步工作

本項目已完成麥芽貓砂的實驗室研發階段，下一步將會將實驗數據與成果，應用到實際規模化與標準化生產當中。本團隊將會與目前的豆腐貓砂生產廠商合作，把相關實驗數據投入到大型機械當中，調試生產流程與工藝，使其能適配麥芽貓砂的生產。另外，本團隊亦會尋求與其他大型酒廠的合作，以得到穩定的麥芽渣供應。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A method of converting Brewer Spent Grain (BSG) to commercial cat litter which is ready for mass production	Fu, Haoming; Wang, Chenghao; Man, Kwanyee; TANG YU MING; Wong, Sengfat	This paper explores and improves the method of converting BSG to commercial cat litter, exams the product performance and quality of the BSG cat litter preparing for mass production.	即將出版：The Hong Kong Institution of Engineers (HKIE)； 獲獎信息： Control, Automation & Instrumentation Paper Award 2022/2023 Working Professional Outstanding Award

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
專利	發明創造名稱： 一種貓砂及其製備方法	申請人： 澳門寵物紀元有限公司 發明人：付昊明，譚佩詩，唐敏，王正浩，何斐	獲准專利國別： 中國 類別：發明專利 申請號： 202311074402.1 申請日期： 2023 年 8 月 24 日 (申請中)	N.A.
商標	BioPeTech	權利人： 澳門寵物紀元有限公司	種類：一般商標 Marca geral 註冊編號： N/202382 註冊日期： 2023 年 3 月 9 日	N.A.
獲獎	獎勵名稱：2023 年第十三屆‘挑戰杯’中國大學生創業計劃競賽 — 銀獎	澳門寵物紀元有限公司	比賽主辦單位： 共青團中央、教育部、人力資源社會保障部、中國科協、全國學聯、北京市人民政府授獎 時間：2023 年 3 月	N.A.
獲獎	獎勵名稱： 2023 年第八屆‘中銀盃’百萬獎金澳門區創業大賽 — 銀獎	澳門寵物紀元有限公司	授獎機構： 澳門大學、澳門大學協同創新研究院 授獎時間： 2023 年 5 月 18 日	N.A.
獲獎	獎勵名稱： 2023 年蘇港澳青年創新創業大賽 — 二等獎	澳門寵物紀元有限公司	授獎機構： 蘇港澳聯盟秘書處 授獎時間： 2023 年 10 月 14 日	N.A.
獲獎	獎勵名稱： 2023 年廣州科技創新創業比賽港澳台賽 — 優勝獎	澳門寵物紀元有限公司	比賽主辦單位： 廣州市科學技術局 授獎時間： 2023 年 9 月 28 日	N.A.

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
獲獎	獎勵名稱： 2023 年前海粵 港澳台青年創 新創業大賽 — 分賽區銀獎， 推送獎	澳門寵物紀元 有限公司	比賽主辦單位： 澳中致遠、澳門科 學技術協進會 授獎時間： 2023 年 7 月 5 日	N.A.
獲獎	獎勵名稱： 2023 年中國國 際大學生創新 大賽 — 銅獎	澳門寵物紀元 有限公司	比賽主辦單位： 教育局 授獎時間： 2023 年 12 月 6 日	N.A.
媒體報道	麥芽貓砂的研 發曾被多家媒 體的節目或新 聞進行報道	澳門寵物紀元 有限公司	媒體：澳門廣播電 視股份有限公司 TDM、 廣州南沙創享、澳 門企業社會責任及 經濟多元專題實 錄、濠江日報、澳 門日報、澳門大學 微信公眾號	N.A.

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	1	2

研究結果	樣品	成品	產品
	-	1	1

技術成果名稱	設計一種配合噬糖酶轉化麥芽啤酒渣為無糖貓砂的一體生產流水線		
成果特點	本團隊的核心產品麥芽貓砂為以啤酒產業之廢棄麥芽渣作為主要植物基底，混合澱粉類物質及可食用瓜爾膠製作成的具備吸水、結團和除臭功能的寵物墊料，是貓在居家或室內生活時排泄的必需品。 同時，貓砂的優秀屬性使其能夠用作諸如倉鼠、幼犬、馬匹等寵物的生物墊料。		
技術成熟度	TRL8： 本項目已完成麥芽貓砂的實驗室研發階段，實現啤酒麥芽渣回收，轉化為麥芽貓砂，並進行小批量試售。 下一步將會將實驗數據與成果，應用到實際規模化與標準化生產當中。本團隊將會與目前的豆腐貓砂生產廠商合作，把相關實驗數據投入到大型機械當中，調試生產流程與工藝，使其能適配麥芽貓砂的生產。另外，本團隊亦會尋求與其他大型酒廠的合作，以得到穩定的麥芽渣供應。		
應用範圍	工業啤酒行業；精釀啤酒行業；寵物用品行業		
投產條件和預期經濟效益	本團隊致力於環保貓砂的研發，根據市場特性以及發展條件，前中期將著重於港澳以及海外寵物市場，以親民價格打入中高端貓砂市場，待確立品牌形象及驗證商業模式後，中後期則以內地寵物市場為主，以高品質，環保和健康為核心價值及優勢快速搶佔內地市場。 目標客戶基於年輕貓砂消費者呈現爆炸性增長，以及多數寵物用品消費者對於環保健康理念的增長，本團隊預期以近年大受歡迎的簡約風格包裝及高品質中價格的貓砂搶佔新型貓砂客戶群，將本團隊環保健康及愛貓的理念打入目標客戶群。		
合作方式	啤酒麥芽渣回收；產品合作研發；貓砂零售		

聯系地址	澳門鴨涌巷信廉花園 3 樓 O 座		
聯系人	譚佩詩	電話	(853) 6825 1382
網址	https://www.biopetech.net/	傳真	-

新型旋流固液分離器

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0013/2022/AMR	湯氏兄弟電子產業有限公司	湯樹燦	新型旋流固液分離器

項目摘要

企業的發展概況

湯氏兄弟電子產業有限公司於 2004 年因應 CEPA 在澳門成立，此之前於上世紀七十年代以湯氏兄弟公司在澳門服務，主要從事節能電力系統，太陽能供電系統，LED 照明、顯示屏、亮化、路燈工程，機電及通訊工程。包括中壓供電系統，照明系統，冷氣系統，低壓控制系統，電腦系統，光纖系統，電話系統，消防系統，門禁系統，會場音響系統等。2004 年由本公司向經濟廳遞交資料申請在澳生產電漿電視及液晶電視，2008 年參與北京敬業電工集團、台灣玉晶光電股份有限公司在北京市和平西路 60 盞路燈工程（現仍在服務中）。

湯氏兄弟電子產業有限公司，提供最新的優質產品及工程施工業務，旗下擁有專業、豐富經驗的技術員，是一支高優良及高效率的工作團隊，加上憑優質專業的工作經驗，在售後服務上也秉承以客戶為先的態度、靈活而機動性強，並以人為本，經多年為各區客戶奔馳服務，留給良好印象，這也是本公司在社會服務上的驕傲。

近年本公司響應世界倡導節能減排、降耗環保的號召，致力與國內廠家共同發展太陽能發電站、漁菜共生及相關項目。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

本項目主要旨在解決澳門目前路面上雨水渠入口堵塞，導致長期淤塞或每逢大雨都形成水淹的問題。引致雨水溝渠淤塞的主因是街道上的垃圾，主要成份為幼沙、樹葉、飲品及食品的小包裝物、果皮紙屑等污物，傳統上的處理方法是利用柵格加上不同階段的沉積井，但柵格過密或過疏都會引致淤塞，雖然清除這些淤塞是不難解決，機械或人手皆可，但這需大量人手配合，如採用自動化，經濟上的負擔也不少，也可能需要能源推動及設備維護等問題。並且，根據垃圾種類形態的不同，不僅增大了清理的難理，更是令清理的事機難以計算。這是一個嚴重的環境問題，長期困擾著許多城鎮的發展，也對居民的生活做成不便，甚至經濟上的損失。

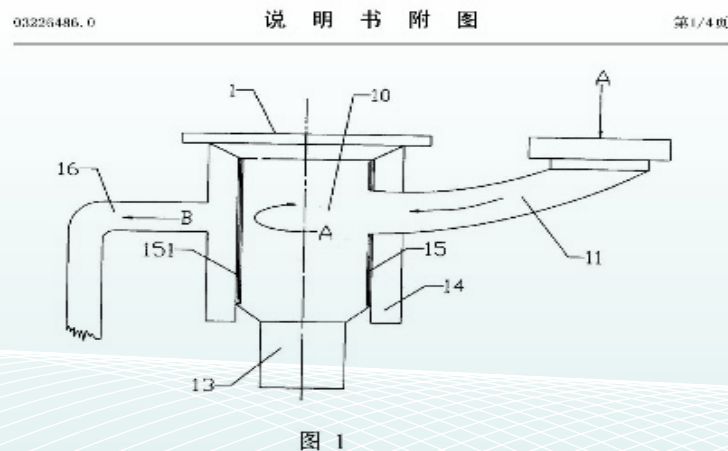
針對此一痛點，本項目計劃與澳門大學進行合作，以其規範的實驗室設備，對流量、壓差、污染物大小等各變數之間的互動關係的掌握及計算，設計出適用於不同街道，不同降雨量地區的不同大小型號的旋流淨水固液分離器，減輕路面因雨水渠堵塞的情況。

在過去，本司已完成旋流淨水固液分離器的實驗室原型，並對其進行了測試，證明了其使用效能與價值。但在實際現實使用場景中，渠口的大小以及形態差異、雨水量的變化，導致旋流淨水固

液分離器未能適用於所有街道與場景，使其一直未能準備好投身現實路面上進行使用。本司以過去的實驗室原型為基礎，透過本項目研究，利用系統化的數據設計一套可適用於不同場景的旋流淨水固液分離器，藉此完成固液分離器的落地與實際應用。

2. 項目創新點

濾網式旋流固液分離器一直以來已被廣泛應用於分離水中的較重物質，其利用圓柱型濾網作井壁，在旋流時，較輕的物質走在週邊，較重的物質留在軸心區域的原理。如果是分段式處理，每次處理其特定容量的污水，其效果是尚可接受。但在不定流量及不間斷流量的情況下（如下暴雨），其效果便不能滿足要求及造成大面積水淹。利用旋流把較重的粒子螺旋型推向軸心，沒帶粒子的淨水是由軸心向週邊直線擴射的方向流向網外，粒子經過分隔壁的網格時的方向與淨水流出的方向B是呈 90° 的，當淨水流出的力度小於粒子正切經過分隔壁的網格時的力度（與旋流速，即入水速度成正比）時，粒子不會穿過網格，最終流向軸心。但當入水速度不高時（如下小雨），其引致的旋流速度也不高，當兩者力度相當時，粒子便有流過網格的機會，比網眼小的粒子會減弱過濾效果，比網眼大的粒子會卡著造成堵塞。本研發項目要解決的技術問題在於，針對現有技術的不足，提供一種旋流固液分離器，能有效分離污水或雨水中的較大粒子，而且具有結構簡單、製造成本低、使用時不需耗能、不易堵塞及便於推廣等特點。



3. 簡介研發工作的主要進展

- 1) 目前對旋流淨水固液分離器的原型設計上進行了升級，以改變其刀片部份的機械結構，物理性增強了固液分離器的耐用性，有效延長了產品的使用壽命，以及延長了其維修周期，減低維修及折舊成本。
- 2) 已將升級版本的旋流淨水固液分離器，根據實際渠口的工程數據，設計了適配於現實場景使用的固液分離器，並與器械製造商完成長時間、仔細、緊密的溝通配合，根據設計圖紙把產品樣版製作出來。

- 3) 已對升級版本、以及適配實際應用場景的旋流淨水固液分離器樣版收集環境及模擬數據，以不同渠口的深度、寬度、入水速度、入水量、入水口位置、入水口形狀、去水速度、去水量、去水口位置、去水口形狀；不同的垃圾種類、形態、投放頻率、堆積程度作為變量，模擬固液分離器於不同雨量以及路面環境中使用的情況，證明了產品在不同的模擬情況下都具有良好的性能表現。
- 4) 已將旋流淨水固液分離器安裝於澳門大學鄭裕彤書院的雨水渠內，實際應用近半年的時間，並在每次下雨對其進行觀察，以及收集使用數據，證明了產品在實際的使用情況下具有良好的性能表現。

4. 項目成果的商業價值與應用

本項目的主要客戶對象為本澳的市政署或是環境保護局或相關部門，旨在協助解決澳門長期以來的雨水渠堵塞、排水速度慢、水淹等一系列問題。除了完成澳門本地企業的社會義務，利用企業的科技知識盡一份綿力改善澳門社區環境，為高生活品質智慧城市提供一塊拼圖外；本項目還擁有優質的商業價值，低廉的製造成本、維護成本、營行成本，不需要動能驅動、巨大的使用收益、簡單直觀的商業模式等一系列優點，打造了極高性價比的產品特質。

另外，本旋流淨水固液分離器更可延伸應用到有機養殖業的漁菜共生系統、及污水處理廠的前過濾等等場景，擁有優良的發展潛力與空間，以同一技術，帶動多行業的技術發展。

5. 進一步工作

本公司未來將會利用本次的研究成果，對旋流淨水固液分離器進行實用新型的專利注冊，並將產品生產落地，計劃優先向澳門市政署或是環境保護局等政府部門進行推銷。

假設每個旋流固液分離器處理 100 平方米的降雨面積，澳門的上空等於澳門的陸地面積，一般城市的路面天台有建斜頂的建築物面積約佔 20%，即有超過六萬個潛在需求，每年 1% 的市佔增長是 600 個，完成量產化之後，每個售價為 3,000 元的旋流固液分離器，可達 500 元的利潤，是 300,000 元 / 年的潛在收益，另外，香港是澳門的三十倍，整個大灣區更是努力的目標。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	新型旋流固液分離器
成果特點	旋流固液分離器應用於分離水中的較重物質，減低幼沙、樹葉、飲品及食品的小包裝物、果皮紙屑等污物堆積於雨水渠而造成排水不良的問題。將其安裝於馬路邊的雨水渠，可以協助緩解溝渠的長期淤塞或每逢大雨都形成水淹的情況。
技術成熟度	TRL 8： 本項目已完成旋流固液分離器的實驗室原型設計，把樣版製作出來，並已對其進行極端環境模擬測驗、實際現實場景應用測試等，過程中對樣版進行相關數據收集，目前實驗室原型已滿足實際使用的產品性能需求。在樣版製作的過程中，亦已經對產品量產及落地的資訊進行深入調研，目前旋流固液分離器已滿足量產化與正式投入市場的所有需求。
應用範圍	主要應用於城市路面雨水渠，故對接方 / 採購方主要為管理城市路面狀況的政府部門，市政署、環境保護局等等。而本產品，亦可應用於漁菜共生系統、及污水處理廠的前過濾等等場景。
投產條件和預期經濟效益	假設每個旋流固液分離器處理 100 平方米的降雨面積，澳門的上空等於澳門的陸地面積，一般城市的路面天台有建斜頂的建築物面積約佔 20%，即有超過六萬個潛在需求，每年 1% 的市佔增長是 600 個，完成量產化之後，每個售價為 3,000 元的旋流固液分離器，可達 500 元的利潤，是 300,000 元 / 年的潛在收益，另外，香港是澳門的三十倍，整個大灣區更是努力的目標。
合作方式	向我方採購旋流固液分離器，我方除了產品本身，還提供配套的客製化需求配合、指導安裝等服務。

聯系地址	澳門草堆街 21 號地下		
聯系人	湯樹燦	電話	(853) 6626 6016
網址	-	傳真	-

一種基於智能手術氣腹機的新型泄氣技術產學研項目

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0001/2023/AMR	萬利來（集團）有限公司	萬浩光	一種基於智能手術氣腹機的新型泄氣技術產學研項目

項目摘要

1. 企業的發展概況

萬利來（集團）有限公司致力於智慧醫療設備項目研發及產學研銷發展，長期從事大健康醫療設備產品的自主研發及集研產銷一體的實業型企業。成立於 2015 年，公司擁有自主研發和營銷團隊，以及廣泛的網絡關係，並與國內外高新醫療科技公司合作，攜手研發、生產的高新科技“SIMAI Medical”等離子雙極“電切電凝系統”設備，產品擁有自主的“發明專利”，並榮獲中國國家科技部“國家火炬計劃項目證書”，科技部和廣東省“高新技術產品認證書”，通過有“UL”、“CE”“SGS”等國際認證，公司多次參加國際專業醫療設備展會，以及澳門特區政府組織的高新博覽會，反映良好。目前，中國國內已有 500 多家醫院使用“SIMAI Medical”智慧醫療設備，獲得眾多醫生、專家們的贊欣，市場效益非常理想。目前，公司增強與國內外企業、商賈攜手合作，共同拓展東南亞以及葡語系國家，南美洲地區市場，進一步宣傳推廣具有澳門特色的“SIMAI Medical”產品，造福廣大市民大眾。項目團隊成員一直在醫療領域工作熟悉 ISO13485 醫療器械品質體系流程運行和 ISO14971 標準的風險管理，並由醫學、儀器、動力學等各方面專家作為核心技術領人。團隊具有很高執行力，可以針對需求制定合理的方案全面高效的按照科學的項目管理流程實施項目。公司長期與多位醫療臨床專家、醫療器械研發專家建立合作關係，並且與澳門精準醫學學會陳培斌醫生、王沐、劉春曉等多位專家將作為項目負責人加入項目團隊直接領導項目的研究開發工作。

2. 項目研發內容簡介

1) 項目總體研發方案

以腹內氣體特性為控制對象建立控制過程模型，基於手術智能氣腹機系統的氣腹功能，調用設備內置的傳感器，測量術前建立氣腹的充氣氣體總量，和術前醫生選擇的打氣模式為成人模式或嬰幼兒模式、以及術前患者的腹內氣壓等信息，建立手術氣腹數據檔案，根據數據檔案信息，定製患者的術後排氣服務方案，包括排氣總量、排氣時間、排氣檔位等。

控制輸入端包括氣腹數據檔案、溫度信息、氣壓信息、元器件狀態等，經過中端控制器後，輸出為電磁閥開關動作指令、電機驅動動作、醫生手術結束撤離手術器件指令、元器件故障提示等多維度的執行動作，實現系統實時動態監測和調控。

基於現用氣體循環裝置實現泄氣功能，可以在不增加現有設備的體積的基礎上，充分調用現用的內置元器件。在手術結束後，用戶通過觸摸屏啟動“泄氣”動作，設備調用手術氣腹數據檔案來定製患者

的術後排氣方案。當到達術後排氣量等於充氣氣體總量這個標準後，設備停止泄氣。同時為提供腹內壓力保護，防止腹內壓力出現較大負壓而引發不適，設備將根據每位患者自身的做手術前的腹內壓力來確定手術後的腹內壓力，從而為患者提供最舒適的術後腹內壓力，充氣流量、壓力的調整和波動誤差範圍參照中華人民共和國醫藥行業標準 YY 0843-2011。

設備現有的循環排煙功能可以實現抽氣量等於排氣量，抽氣速度等於排氣速度，抽氣速度由術前醫護人員輸入的患者類型決定。在打開泄氣功能後，通過現有的循環排煙功能的一體式密封大流量氣體循環處理裝置，可以實現泄氣量等於從腹內抽取的氣體質量，實現了抽、泄動作的氣量穩定。並且通過現有的一體式密封大流量氣體循環處理裝置可以實現泄氣過程的密封和廢氣淨化。泄出的氣體用醫用廢氣收集袋收集，至此實現全過程氣體密封無交叉感染的排放和收集。泄氣完成後，設備自動關閉現有的一體式密封大流量氣體循環處理裝置的驅動電機，停止泄氣動作。同時發出聲音和顯示信號提醒醫生撤離手術管針和取走一次性醫療耗材。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	一種基於智能手術氣腹機的新型泄氣技術產學研項目		
成果特點	在外科手術時向腹腔內注入二氧化碳氣體，建立並維持氣腹，提供手術操作和視野的空間，手術智能氣腹機系統在手術過程中，起到循環過濾煙霧作用，改善手術視野。循環過濾煙霧在保持氣腹壓力的同時，避免因二氧化碳和煙霧排放到手術室，以及手術結束時，結合氣體循環裝置與智慧泄氣功能系統，避免患者造成手術室污染和人員的交叉感染。醫生可以在這個空間靈活使用各種器械進行手術，不會損傷有關臟器，患者體溫過低，流速較高時，可對氣體進行加熱到體溫，使患者體溫可保持正常。		
技術成熟度	TRL7：納入商品設計的實際系統 / 製程完成，並試驗合格。(準商品試驗) 「手術智能氣腹機系統」設備，已經完成第三方認證測試，正在申辦國內醫療器械註冊證，該設備已進入升級轉化及量產階段，樣機，已在國內多家醫院進行測試益效顯著反映良好。希望可以配合基金支持下，進一步拓展本地醫院設備測試及技術交流工作。		
應用範圍	腔內微創外科手術具有創傷小，患者痛苦小，術後恢復快等優點，因此在各級醫院迅速普及。手術智能氣腹設備是腔鏡手術系統中的重要組成部分，其作用是建立人工氣腹，通過氣腹機的加壓與充氣使人體內的腹壁與臟器分開，為醫生開展手術提供足夠的操作空間。		
投產條件和預期經濟效益	手術智能氣腹機系統是腹腔鏡微創手術不可缺少的設備。粵澳大灣區及泛珠三角區域醫院有 2000 多家，每家醫院需要的腹腔鏡手術設備約：3-5 台。預計每台氣腹系統設備售價為 30 萬元左右。加之，配套耗材的使用，具有過億元的市場消費容積。手術智慧氣腹機系統在大灣區生產，整體成本節省，價格只是歐美日德國家的同類型設備的三分之一左右。目前，項目產品已進入了升級與轉化量產階段，產品進入市場後，透過在澳門作銷售結算及市場推廣中心，發揮澳門及粵澳深度合作區的平台優勢，為拓展葡語系國家，以及非洲國家市場，並且，配合產學研項目的合作，促進澳門大健康產業的發展目標。 「手術智慧氣腹機系統」設備，醫院手術設備配套銷售價：預計每台 MOP30 萬。以及與醫院合作或租賃形式，設備耗材價：每支 MOP3000-4500 元。 市場行銷預測：市場銷售計劃： 第一年：15-25 台，第二年：30-50 台，第三年：60-100 台。配合手術氣腹機設備耗材的消費，預測每年收入可達 1500-2500 萬元左右，項目收益分析：60%。		
合作方式	設備可作銷售及合作計劃		

聯系地址	澳門羅神父街 45 號時代工業大廈 1 樓 A2 室		
聯系人	萬先生	電話	(853) 2852 6649
網址	-	傳真	-

ESG商業能耗分析、預測與節能研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0003/2023/AMR	置傲一人有限公司	李翊豪	ESG 商業能耗分析、 預測與節能研發
項目摘要			
企業的發展概況 置傲一人有限公司一直以來都注重技術創新和環保意識，並在這些方面取得了不俗的成績。公司通過引進先進的科技和優秀的人才，不斷推出創新產品和技術解決方案，為客戶提供更加綠色、環保的產品和服務。 在 ESG 方面，公司致力於開發全面的 ESG 框架，並推動其智能化發展。公司積極參與社區公益和慈善活動，關心和支持弱勢群體和環境保護。 公司的主營業務主要包括環保低碳科技、創新設計和智能化管理三大方面。公司主導產品包括高效節能空調系統、智能照明產品、智慧城市解決方案等。同時，公司還提供個性化定制設計和技術解決方案，以滿足不同客戶的需求。 總的來說，置傲一人有限公司是一家以創新設計和環保低碳科技為主導，開發 ESG 框架並推動其智能化發展的企業。公司的產品和服務涵蓋廣泛，包括環保低碳科技、創新設計和智能化管理等方面，並且通過智能化技術和綠色環保的理念，為客戶提供更加優質、綠色、可持續的產品和服務。 項目研發內容簡介 1. 項目總體研發方案 生產型企業的能耗分析存在較大的挑戰。雖然生產過程不盡相同，但是用能現象存在類似之處，以製藥行業為例： 首先，藥品的生產過程對環境要求和過程控制要求嚴格，其能耗主要集中在淨化空調系統、蒸汽和鍋爐系統、製冷系統、空壓系統等，涉及水、電、冷、壓縮空氣、蒸汽等多品類能源使用，用能成本較高。 其次，對於製劑企業而言，不同的劑型對能源的使用差異很大；原料藥因生產工藝不同，用能需求存在較大差異，並且需要對空壓系統進行精細化調控。如果疏忽對工藝用能數據的分析，使需供不匹配，易造成用能水平偏高。 再次，多種能源使用的高複雜性，能源數據缺乏可視化集中的統計，缺乏完整、客觀的能源消耗數據報表，無法做到能源的精細化管理。 最後，因淨化系統和製冷系統運行過程複雜，蒸汽使用的週期性、間斷性，用電負荷波動大，設備狀態和運行情況無法實時評估，管控難度大，維保不及時，影響藥品質量。			

本項目希望能確定一套針對藥廠的電耗分析指標。在此基礎上，希望開發針對能源設備的機器算法模型，精準分析製冷、蒸汽系統運行數據，智能推送運行優化策略和建議，幫助提高系統運行效率和能源管理水平，挖掘節能提效空間。同時，通過持續的技術和生態服務，幫助企業落地節能改造服務，帶來可觀的節能收益。

首先，實現電耗數據的在線採集，可視化管理，解決人工抄表效率低、不及時、易出錯等問題。

其次，實時監控制劑車間的淨化空調系統、製冷系統、蒸汽系統等關鍵能源設備運行情況，診斷運行參數和指標情況，實現智能預警，及時發現故障異常，嚴格保證車間環境符合 ESG 報告要求。

最後，通過標準物聯方案手段實現能源設備和系統的互聯互通，獲取多種能源使用數據，實現能源成本的在線管理，並且實現生產過程能源的可視化，幫助企業從拍腦袋式的決策轉變為基於數據的科學決策。

2. 項目創新點

這個項目有以下創新：

- 1) 對各單位能源使用可實現分類計量、瞬時計量、累積計量，並可通過報表管理功能，總覽全廠能源信息，同時也可進行縱向及橫向對比，進行能源成本控制。
- 2) 可視化監測設備的運行狀態和運行數據，智能診斷設備異常，使企業的運維模式從“被動搶修”變為“主動運維”。

3. 項目成果的商業價值與應用

- 1) 目標市場與客戶群：

生產型企業的能耗非常大，以製藥工業為例，其潔淨空調系統的單位面積運行能耗為常規公共建築的數倍。以製藥行業為例：製藥廠房潔淨空調系統的特殊性在於其對室內環境的要求除了滿足溫濕度參數外，還須滿足氣流組織、潔淨度、壓差控制等參數的要求。在滿足生產環境要求的前提下，如何降低能耗、節約資源、降低生產成本，成為了目前市場的主要需求。

- 2) 市場競爭優勢：

本項目可以做到以下三方面的創新：

- (1) 生產過程電力使用的實時監控。
- (2) 單一部門的電耗數據監測和分析。
- (3) 能源使用預測。目前本項目已經在一家大型工廠開始測試，並實現了對整個工作的電力能耗和蒸汽使用能耗的實施監控與分析，而且可以提供簡單的優化方案。

- 3) 產業化的可能性：

智慧能源系統涵蓋電網、熱網、氣網等網絡集合，是一種多源協同、多能互補的能源系統，嵌入物理信息深度融合的通信網絡，擁有多方參與、合作共贏的商業環境，具有廣泛互聯、智能互動、多能互補、開放協同等特徵。智慧能源系統搭建在能源互聯互融、信息開放共享的基礎上，以信息通信網絡和雲平臺為核心基礎，物理網絡間有能量流與信息流的雙向流

動，在能源與信息共享交互平臺的支持下，實現能源生產和消費管理、能源交易、交互響應、優化調控等基本能源業務功能，同時，為能源系統外提供數據服務、公共服務、決策支撐、產業孵化、示範應用、宣傳交流等附加應用服務。以製藥企業為例，在行業規模擴張的背景下，製藥廠房潔淨空調系統實際的能耗數據對揭示目前系統真實運行中的送風量冗餘、新風量、冷熱源能耗、冷熱抵消等問題具有重要意義。通過能耗數據的有效分析，才能給出潔淨空調系統的節能環節、節能空間和節能措施。

4) 商業模式：

技術諮詢服務，比如：多元能源結構體系、能源供給體系、節能減排管理平臺、碳中和技術服務體系。

多元能源結構體系：傳統化石能源（煤、油、氣）的逐步替代、光伏、風電、地熱、生物質、氫能、儲能。

能源供給體系：集中供熱（蒸汽、熱水）、集中供冷、供電。

節能減排管理平臺：供能管理、廢棄物綜合治理、具體節能減排技術項目。

碳中和技術服務體系：CCUS、碳資產開發管理、碳資產交易、綠電服務、虛擬電廠。

4. 進一步工作

過往城市藍綠藻初型固碳裝置研發和本次延續 ESG 商業能耗分析、預測與節能研發，是為了提高城市的可持續性和節能效率。在研究結束後，我們需要進一步深入研究以下方面，才能達到選擇的最終交付核心成果：

- 1) 優化城市藍綠藻固碳裝置的設計與配置：需要進一步研究裝置的設計和配置，以提高二氧化碳吸收和固碳效率，並根據不同市場需度進行優化。
- 2) 應用城市藍綠藻固碳裝置於城市建設與規劃：我們需要進一步研究如何將城市藍綠藻固碳裝置應用到城市建設與規劃中，以實現城市的綠色化和可持續發展。
- 3) 推廣應用：需要推廣城市藍綠藻固碳裝置技術，促進其在城市建設中的應用，以實現城市的綠色化。
- 4) 研究新的節能技術促進企業使用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
系統產品	ESG 商業能耗分析、預測與節能研發	李豪翊 (項目負責人)、 庄詩婷 (研究助理)、 曾甄媚 (研究助理)、 姚旻均 (第三方公司)、 劉懿德 (科技大學)	即時採集數據進行分析，能源預測，優化設備和耗能，從而控制能源成本，提供節能建議與實施。	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

技術成果名稱	ESG 商業能耗分析、預測與節能研發原型模型		
成果特點	基於老舊藥業廠房設備能耗可視化監控系統		
技術成熟度	TRL6		
應用範圍	藥業廠房和大型商業機構		
投產條件和預期經濟效益	投產條件 技術成熟度： 1. 項目目前的技術成熟度（TRL）已達到 TRL6，即原型製作整合的試驗性系統在真實環境下使用。 2. 預計在投產前需進一步達到 TRL8，確保實際系統在真實環境下成功運作，並準備好正式商品佈建工作。 設備和基礎設施： 1. 需要完善設備安裝和數據收集系統。 2. 確保現場監督系統和能源數據監測系統的穩定運行。 人員培訓： 1. 對相關操作人員進行充分的調試和培訓，確保其能夠熟練操作並維護系統。 預期的經濟效益 節能效益： 1. 通過智能化的能源管理和優化策略，能顯著降低企業的能源消耗。 2. 以製藥工業為例，預計可提高系統運行效率，節省大量能源成本。 運維成本降低： 1. 通過智能診斷和預警系統，減少設備故障和搶修次數，降低運維成本。 市場潛力： 1. 目標市場主要為生產型企業，特別是能耗大的行業如製藥工業。 2. 預計該產品在市場上有廣泛的應用前景，能為企業帶來顯著的經濟效益。 環保效益： 1. 通過節能減排，提升企業的環保形象，符合 ESG 框架要求，進一步提升企業的社會責任和市場競爭力。		
合作方式	投資，合作研發		

聯系地址	澳門馬濟時總督大馬路 29 號雙鑽 3 樓 B		
聯 系 人	李翊豪	電話	(853) 6313 2399
網址	www.coresda.com	傳真	-

中成藥標準提升二次開發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0004/2023/AMR	澳門芝寶健康科技有限公司	倪靜云	中成藥標準提升二次開發

項目摘要

企業的發展概況

澳門芝寶健康科技有限公司為澳門大學創新中心孵化企業，在橫琴粵澳合作中醫藥科技產業園內設立了珠海橫琴澳葉健康科技有限公司（以下簡稱 澳葉健康）專注於中醫藥及大健康產品研發和轉化。公司通過自主研發和產學研合作，開發大健康產品及治療藥物。目前已申請專利 14 項，授權 8 項，於內地及澳門已上市大健康產品 16 個。

項目研發內容簡介

1. 項目總體研發方案

對產品中多基原藥材進行調研考察，明確處方中多基原中藥材基原，明確中藥飲片炮製工藝。針對產品提取部分，通過考察提取加水量、靜置時間等，明確最佳提取工藝參數。因處方未明確凡士林種類，因此分別對黃、白凡士林進行考察，考察二者對產品性狀的影響。產品原工藝混合溫度過高，生產工時及耗能過高，通過調整產品製劑混合溫度、時間等優化製劑工藝。原標準缺乏定量及定性檢測指標，不利於產品質量控制，通過方法學研究制定產品鑒別及含量檢測方法。按照優化後的工藝進行中試放大生產，產品送檢第三方檢測機構，同時與市售原研產品進行對比及進行穩定性考察。

2. 項目創新點

創灼膏是作為傳統的中藥外用膏劑，主要用於治療燒傷、創傷等疾病。針對創灼膏的二次開發，通過提取製備工藝優化和質量標準提高，可以進一步提高其治療效果和品質。同時，提高藥物穩定性可以減少藥物不良反應的發生，提高患者的用藥體驗。

3. 簡介研發工作的主要進展

完成立項調研與評估，並制定完整的項目開發方案。查閱相關文獻資料，調查處方中中藥資源信息，對產品中多基原藥材進行調研考察，經實驗室專家鑒定並確定地榆、郁金、蒼朮等中藥材基原，明確中藥飲片炮製工藝。針對產品提取及製劑工藝不合理部分進行工藝優化，開展正交試驗，篩選出最佳提取加水量及靜置時間。通過對文獻資料及產品資料分析黃、白凡士林的差異，分別對黃、白凡士林進行考察，結果顯示，黃、白凡士林製備出的產品性狀有所差異，黃凡士林製備的產品性狀與原研製劑更接近，因而確定採用黃凡士林輔料。通過查閱文獻資料調查分析溫度對創灼膏產品製劑成型影響，將溫度由 200°C 以上調整至 100°C 左右，考察結果表明溫度降低後能顯著節約生產工時與能耗，對產品製劑成型無顯著影響。原標準缺乏定量及定性檢測指標，不利於產

品質控制，通過方法學研究結果顯示，虎杖成分鑒別及 1，4- 二 [4-(葡萄糖氧) 苄基]-2- 異丁基蘋果酸酯 (C₃₄H₄₆O₁₇) 含量檢測方法專屬性強、耐用性好，根據研究結果制定了產品鑒別及含量檢測方法。按照優化後的工藝進行中試放大生產，產品經第三方檢測機構檢測合格。研究結果顯示，中試產品除含量略低於原研產品，其餘各項指標均無顯著差異。中試產品經穩定性考察，在第 0、1、2、3、6 個月分別進行相關指標檢測，各項指標均無顯著變化。

4. 項目成果的商業價值與應用

創灼膏，用於燒傷、凍瘡、褥瘡、手術後創口感染、慢性濕疹及常見瘡癤患者的症狀緩解及治療，大量研究資料表明創灼膏具有較高的臨床價值。創灼膏的目標市場主要有理療機構、家庭護理等。

5. 進一步工作

根據藥監局的藥品註冊要求，待本澳生產廠家增加相應設備後完成註冊批產品的生產、檢驗，並根據註冊要求完成產品註冊資料整理和提交等。

合作方研究情況

1. 簡介研究工作的主要進展

對採購的中藥材地榆、鬱金、蒼朮等進行基原鑒定，固定藥材基原分別為地榆 *Sanguisorba officinalis* L. 的乾燥根、溫郁金 *Curcuma wenyujin* Y. H. Chen et C. Ling 的乾燥塊根、茅蒼術 *Atractylodes lancea* (Thunb.) DC. 的乾燥根莖。通過考察加水量、靜置時間等，確定最佳提取工藝參數。考察黃凡士林與白凡士林輔料對產品性狀的影響，考察結果顯示黃凡士林製備產品性狀更接近原研產品。調整產品製劑混合溫度由 200°C 以上調整至 100°C 左右，降低了生產工時。原標準缺乏定量及定性檢測指標，不利於產品質量控制，通過方法學研究結果顯示，虎杖成分鑒別及 1，4- 二 [4-(葡萄糖氧) 苄基]-2- 異丁基蘋果酸酯 (C₃₄H₄₆O₁₇) 含量檢測方法專屬性強、耐用性好，根據研究結果制定了產品鑒別及含量檢測方法。按照優化後的工藝進行中試放大生產，產品經協力廠商檢測機構檢測合格。研究結果顯示，中試產品除含量略低於原研產品，其餘各項指標均無顯著差異。中試產品經穩定性考察，在第 0、1、2、3、6 個月分別進行相關指標檢測，各項指標均無顯著變化。

2. 合作方研究成果對此項目所起的重要作用

南方醫科大學研究人員對創灼膏進行了細緻的研究，開發出的虎杖成分鑒別方法，及 1，4- 二 [4-(葡萄糖氧) 苄基]-2- 異丁基蘋果酸酯 (C₃₄H₄₆O₁₇) 含量檢測方法，檢測方法專屬性強、耐用性好，提升了產品質量標準，對項目進展起到關鍵作用。

3. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

按照預先計劃，擬開發 2 個含量檢測方法，經過考察，完成了 1，4- 二 [4-(葡萄糖氧) 苄基]-2- 異丁基蘋果酸酯 (C₃₄H₄₆O₁₇) 的檢測方法開發，檢測方法通過了驗證。

煨石膏作為方中主藥，具有收濕，生肌，斂瘡，止血的功效，擬使用滴定法對煨石膏的主要成分 CaSO_4 進行含量測定，以控制創灼膏的品質。但與專家探討後明確，因配方中還含有甘石膏粉、煨爐甘石等含有 CaSO_4 ，以煨石膏作為質控指標不合理，建議按照適應症替換為止痛作用的延胡索。藥典中延胡索的質控特徵性成分是延胡索乙素。本項目對延胡索乙素的含量測定方法進行了詳盡的研究，建立了檢測方法並進行了樣品中延胡索乙素的含量測定。最終研究數據表明，延胡索乙素在產品中含量較低，僅為 $9.02\mu\text{g/ml}$ ，且穩定性較差，檢測準確性容易出現較大波動和偏差。分析原因，主要是根據中國藥典，延胡索藥材中延胡索乙素的含量不得低於 0.040% ，由於延胡索藥材在整個處方中的用量僅佔 3.6% ，因此延胡索乙素含量太低，故建議不將其納入最終產品的質量控制標準的指標。

經與澳門藥監局溝通，依據澳門中成藥註冊法規和對同名同方藥的註冊要求，需在本澳或者橫琴完成註冊批的生產，因創灼膏的生產工藝特殊性，澳門或者橫琴的製藥廠暫無其中用於熔化和保溫的配套相關設備，如按原開發工藝，需待製藥廠增加設備後才能進行生產；如果變更工藝以適配現有設備，需要等藥監局明確申報類別和補充實驗，才能進行最終報批的中試生產。因此，本項目調整預算和方案，暫未在澳門完成大批量的多批次中試生產，而是在內地進行了中試並檢驗合格，等明確註冊報批要求後再進行澳門的正式生產，本次預算中的相關中試費用沒有按照預算使用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
質量控制	質量標準提升	倪靜雲	通過質量研究，開發出鑒別及含量檢測方法，該方法應用於創灼膏可以很好控制產品質量	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	1	-

技術成果名稱	創灼膏的製備工藝和質量標準
成果特點	原創灼膏執行標準為部頒標準，產品製劑製備工藝不合理，且無鑒別及含量檢測項，不利於控制產品質量。經過研究開發，優化了製劑製備工藝，並建立了創灼膏鑒別及含量檢測方法，該檢測方法經過方法學考察證實，檢測方法準確度高。可用於創灼膏的質量控制，有利於產品質量控制。
技術成熟度	當前技術成熟度達到 TRL7，原型在現實環境下驗證、改進，形成真實成品，成品經協力廠商檢測機構廣東省科學院測試分析研究所（中國廣州分析測試中心）檢測通過。
應用範圍	作為產品檢測執行標準，可以很好地控制產品質量。
投產條件和預期經濟效益	待創灼膏產品按照澳門藥監局要求進行生產中試研究及註冊申請，獲得藥品上市許可後，可進行產品生產銷售，預計前三年營業額分別達到 31.92 萬、63.84 萬、95.76 萬元澳門元。
合作方式	技術轉讓、合作開發、合資生產等

聯系地址	澳門氹仔明德大馬路 澳門大學聚賢樓一樓 1010 室		
聯系人	倪靜雲	電話	(853) 6679 5266
網址	-	傳真	-

建築物安全監測的智能光纖傳感器研發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0025/2020/ASC	澳門大學	周萬歡	建築物安全監測的智能光纖傳感器研發

項目摘要

1. 研究背景

城市建築安全監測是智慧城市物理基礎設施建設的重要部分，識別和量化城市建築壽命週期內可能發生的任何損壞或劣化狀態，可以減少建築結構破壞發生後再維修所消耗的巨額成本。澳門作為世界文化遺產著名城市，舊城區古建築林立，氹仔新城區高層建築高度密集，開展城市重點建築安全監測是構建澳門智慧城市的前提與保障。

現有的自動監測系統大多採用基於電磁效應和電容效應原理的感測器，這種弱電感測器的輸出信號容易受到電磁信號的干擾且不能遠距離傳輸。光纖光柵具有耐腐蝕、抗電磁干擾、可遠距離傳輸等優點，基於光纖光柵的感測器可以解決傳統感測器存在的問題，有效地應用於建築物結構健康監測中。但現有的光纖光柵感測器仍存在許多核心技術問題需要解決：如感測器的感知原理和構型的合理設計問題、感測器內部光柵封裝可靠方法等問題。為此，本項目擬面向建築等工程的長期安全監測的需求，研發常用光纖光柵傳感技術，形成一批高性能傳感器成品，並示範應用。

2. 研究目標

- 1) 根據光纖光柵元件的特點、建築物的結構與安裝要求等，構建應變、位移、溫度、傾斜、振動等物理量感知原理與感知構型，設計出各種物理量的傳感彈性基體；
- 2) 掌握光纖光柵與傳感基體之間可靠封裝的磨拋、清潔、固化等核心封裝技藝，傳感器的溫度補償方法、波長信息處理方法等，為感測器高精度測量奠定基礎；
- 3) 基於上述感知方法、封裝技術、溫補技術，研製出高性能光纖光柵感測器實物，包括光纖光柵應變感測器、位移感測器、溫度感測器、軸力感測器、傾斜感測器等，並建立監測示範設施，形成一套基於光纖光柵傳感的智慧監測系統雛形。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 提出了五類物理量的光纖光柵感知方法和構型構思；基於 Solidworks 三維設計軟體，開展了光纖光柵應變、位移、溫度、傾斜、軸力、錨杆測力感測器的三維構型設計，並基於光纖光柵完成了感測器製造、數值分析和全面性能測試，測試結果符合建築物監測的精度與穩定性要求。
- 2) 探索了不同磨拋工藝，不同膠黏劑、不同固化條件下的光纖光柵粘貼效果，得到了重要的測試參數，研究結果可為光纖光柵感測器的性能提升提供技術參考。
- 3) 研發出的部分傳感器原型得到權威機構的測試認證，並在港珠澳大橋、澳門銀河、澳大 N21 科研大樓等工程中實踐應用，取得良好效益。

4. 研究成果與應用

- 1) 研發的光纖光柵位移傳感器在港珠澳大橋工程得到應用。在人工島行車隧道管廊內開展了光纖光柵傳感器安裝與測試，完成了兩個接縫處、四個光纖光柵三維位移感測器的監測工作，傳感器有效的監測到了接縫的長期變形情況。
- 2) 研發的光纖光柵傳感監測技術，成功應用於澳門銀河四期的結構健康監測中，採用光纖光柵溫度感測器、光纖光柵位移感測器、光纖光柵軸力感測器等對混凝土溫度、高支模支撐杆的軸力、變形等關鍵安全參數實施監測預警中，取得了良好效果。
- 3) 採用研發的光纖光柵位移感測器、光纖光柵溫度感測器、分散式感溫光纜、分散式振動光纜對澳門大學 N21 科研大樓進行結構伸縮縫變形、結構溫度、結構振動等重要參數進行即時監測，並將監測結果傳輸到 Bim 模型進行智慧監測展示。

5. 進一步工作

後續將進一步優化傳感器功能，根據工程應用的反饋效果和問題，改進提高傳感器性能，並開展更多類物理量的光纖光柵感測器研發，開發基於動態參數的結構健康監測方法，形成結構監測預警及穩定性計算體系。後續結合實際監測資料與數值模擬，對建築物變形等回應資訊進行資料採擷，對建築物的潛在風險進行科學預測。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	A FBG Inclinator for Simultaneous Measurement of Horizontal Deformation and Sudden Deformation	Yongxing Guo, Li Xiong, Wanhuan Zhou	IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, 2021, 70:1-10.	SCIE
期刊論文	A Fiber Bragg Grating Sensor for Positive and Negative Displacement Measurement	Yongxing Guo, Wanhuan Zhou, Li Xiong	IEEE Sensors Journal, 2021, 21(19): 21564-21571	SCIE
期刊論文	Fiber Bragg Grating Based Three-Axis Vibration Sensor	Li Xiong, Yongxing Guo, Wanhuan Zhou	IEEE Sensors Journal, 2021, 21(22): 25749-21757	SCIE

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Multivariate modeling of soil suction response to various rainfall by multi-gene genetic programming	Zhiliang Cheng, Shuaidong Yang, Wanhuan Zhou	Acta Geotechnica (2021) 16:3601–3616	SCIE
期刊論文	Metaheuristic model for the interface shear strength between granular soil and structure considering surface morphology	Wei-Bin Chen, Wan-Huan Zhou, Łukasz Sadowski, Zhen-Yu Yin	Computers and Geotechnics 135, 104141	SCIE

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	5	-	-

基於深度學習和多機械臂協作的垃圾分揀系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0003/2021/ITP	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	白麗平	基於深度學習和多機械臂協作的垃圾分揀系統

項目摘要

1. 研究背景

隨著我國對垃圾分類問題關注度日益上升，對垃圾處理需求量增大，根據調研發現針對垃圾處理效率太低的問題，還未提出了較為完整的智能垃圾分揀系統的設計理論及方法，尤其在針對複雜環境下的目標分類檢測技術、視覺辨識技術與工業機械臂協同控制技術方面缺乏深入研究，同時機械臂與分類系統的協同工作方面也有很多問題需要解決，因此，為解決此問題我們搭建一套能在社區回收站針對沿海地區生活垃圾進行首級分揀的小型智能系統從而滿足垃圾分類智能化的市場需求。

2. 研究目標

- 1) 建立具有地域特點的垃圾分類智能模型。針對廣東沿海垃圾特點，建立相應數據集；並通過遷移學習，嘗試提出一種結合預訓練模型參數和新數據集的 ResNet / DenseNet 模型，使其能在準確率、處理速度、記憶體使用量上均能適應垃圾分揀終端的部署要求，又能在垃圾分類訓練集不足的情況下，仍有較強的泛化能力。
- 2) 針對社區小型設備對檢測網路進行輕量化處理。通過加入關係網絡和對比學習等方法將現有神經網路模型輕量化後部署在資源受限的即時嵌入式系統，同時滿足嚴格的運行時限要求和受限的 SWaP(size,weight,and power) 要求。
- 3) 搭建小型多機械臂垃圾分揀系統。通過垃圾分類智能模型與協同控制系統的相結合，開發具有圖像採集、目標識別、軌跡分析、位置捕捉、自動抓取等功能的小型多機械臂系統，使垃圾在社區回收站等待壓縮垃圾車收取前進行首級分揀成為可能。

3. 簡介研究工作的主要進展

針對垃圾分類模型與機械臂協同工作的控制，我們取得了以下相關工作進展：

- 1) 針對廣東沿海垃圾特點，建立專屬資料庫，並在準確率、處理速度、記憶體使用量上優於傳統方式，又具較強的泛化能力。
- 2) 提高系統性協同性特點，實施兩階段訓練網絡 YOLO+ 主幹網路替換，搭建了基於深度學習的目標檢測演算法模型，通過有監督學習，可以自行提取待檢測垃圾圖像中的特徵。
- 3) 搭載 ROS 操控系統，對機械臂末端的多種拾取終端進行適配，克服了同時對於不同類型和大小的物品抓取的難題。

- 4) 採用智能化控制系統與節能控制技術，可以實現設備的遠程監控和管理的同時有效地降低能源消耗。

4. 研究成果與應用

- 1) 發表並擬發表 7 篇 SCI、EI 索引期刊論文，其中 5 篇已經正式發表，另外 2 篇已經投稿且在評閱中。其中 1 篇發表在 JCR 排名 Q1 的刊物。
- 2) 兩項中國專利正在申請中。

5. 進一步工作

- 1) 由於模型具有較高泛化性，可以為其他類型垃圾如工業垃圾，醫療垃圾的分類處理提供理論參考及快速的應用。
- 2) 將智能垃圾分類設備納入企業的產品線中與企業合作開發智能垃圾分類設備，擴大智能垃圾分類設備的應用範圍。
- 3) 基於系統的泛化性實現快速複製推廣，在粵港澳大灣區各個垃圾站實現應用。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	An Efficient Scheduling Method for Single-Arm Cluster Tools With Multifunctional Process Modules	X.W. Qing, J. Li, Y. Qiao, L. P. Bai, B. Y. Huang, N. Q. Wu	IEEE TRANSACTIONS ON SYSTEMS MAN CYBERNETICS-SYSTEMS, Vol. 53, no.6, 3270-3283, 2023.	SCI
期刊論文	Multi-factor indicator of THIC intelligent lighting system with BP neural network	L. Q. Zhang, L. P. Bai, X. W. Zhang, L. Yang, L. W. Tian, Y. H. Zhang	The Journal of Supercomputing, Vol. 78, no.8, 10757-10771, 2022.	SCI
期刊論文	Md-Pred: A Multidimensional Hybrid Prediction Model Based on Machine Learning for Hotel Booking Cancellation Prediction	X. Y. Tian, B. Q. Pan, L. P. Bai, D. Y. Mo	International Journal of Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Vol. 37, no.5, 2051009, 2023.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Development of Fault Detection Systems: The Hadoop Ecosystem Implementation	H. C. Fu, Y. Qiao, L. P. Bai, N. Q. Wu, B. Liu, Y. F. He	IEEE Robotics & Automation magazine, 30 (2) , pp.22-33, 2023.	SCI
會議論文	An Adaptive Method for Flexible Configurations of Single-Arm Cluster Tools: Modeling and Scheduling	W. Q. Xiong, Y. Qiao, L. P. Bai, B. Y. Huang, N. Q. Wu, S. W. Zhang	2022 IEEE 18th International Conference on Automation August 20-24, 2022. Mexico City, Mexico	EI
論文	TBM Disc Cutter Wear Prediction Using Stratal Slicing and IPSO-LSTM in Mixed Weathered Granite Stratum	Deyun Mo, Liping Bai,*, Weiran Huang, Naiqi Wu,*, Liyao Lu	Tunnelling and Underground Space Technology, In review.	SCI
論文	Intelligent Garbage Detection and Classification Model Based on Lightweight YOLOv7	Xinyuan Tian, Liping Bai, Deyun Mo	Neural Computing & Applications, In review.	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	2	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於低濃度二氧化氯的新型氣調保鮮包裝的應用研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0004/2021/ITP	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	鍾恬	基於低濃度二氧化氯的新型氣調保鮮包裝的應用研究

項目摘要

1. 研究背景

二氧化氯（ClO₂）是聯合國世界衛生組織（WHO）確認的安全、高效、廣譜的殺菌劑。2004 年，美國食品藥品管理局（FDA）將 ClO₂（水溶液）批准為果蔬殺菌劑，批准其用於肉製品廠、家禽加工廠的微生物控制，農產品、水果、蔬菜等的消毒。然而，在目前的環境衛生與食品保鮮領域，國內外的通用做法均是採用 ClO₂ 的水溶液形式。原因是受制於製備、保存、運輸以及濃度控制等方面的諸多限制，氣態 ClO₂ 的應用仍處於較為初級的階段，國內外相關的研究成果亦不多見。現有的研究僅限於發現了 ClO₂ 在控制部分微生物及引發的食品污染與腐敗方面的實際效果，以及從細胞水平揭示了其作用機理，但是在氣態 ClO₂ 的微生物耐受性、殺菌效率及商業化殺菌標準等方面仍缺乏系統研究。

2. 研究目標

作為氣態 ClO₂ 氣調保鮮包裝技術的理論基礎，我們期望通過本項目，建立一套完整的 ClO₂ 耐受性的曲線方程及其參數體系，並開發出一套基於氣態 ClO₂ 控釋熏蒸系統的綠色保鮮包裝技術（ClO₂-MAP）。

3. 研究工作的主要進展及成果

- 1) 對二氧化氯在食品保鮮領域的應用研究進行了綜述
相關論文已投稿至食品領域頂級期刊 *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Q1, IF=15.7)，目前處於修改階段，預計近期發表。
- 2) 成功製備二氧化氯氣調保鮮包裝的氣源緩釋供給材料——二氧化氯 / 環糊精包合物
團隊在本研究中開發了多種製備方法，包括：飽和環糊精溶液共沉澱法，飽和氣體溶液共沉澱法，固液混合揉捏等。同時，團隊研究了 α 、 β 、 γ 三種環糊精的封裝可能性，發現目前通過常規手段只能成功製備 α 環糊精包合物，另外兩種無法製備的機理需要進一步探究。
- 3) 成功搭建二氧化氯熏蒸滅菌裝置
根據項目計劃書中設想的 ClO₂ 控釋循環熏蒸系統示意圖，團隊升級成了可供同時進行三組平行實驗的二氧化氯熏蒸處理裝置。裝置具備一個氣體發生裝置及三個相同的熏蒸處理腔體，簡稱“一拖三”。基於以上優點，目前已申報中國實用新型專利。
- 4) 順利完成 ClO₂ 熏蒸離體（in vitro）和活體（in vivo）抑菌效能驗證測試
團隊選取常見的食源性致腐真菌根霉及黑曲霉菌進行馬鈴薯葡萄糖瓊脂培養基 PDA 接種，並接受不同濃度及時間梯度的 ClO₂ 熏蒸處理，以驗證其離體和活體抑菌效果。

4. 研究成果與應用

- 1) 已製備氣源緩釋供給材料 —— 二氧化氯 / 環糊精包合物。
- 2) 已申報中國實用新型專利：一種二氧化氯熏蒸滅菌裝置。

5. 進一步工作

- 1) 相關研究論文的陸續發表。
- 2) 二氧化氯 / 環糊精包合物的工藝優化。
- 3) ClO₂ 熏蒸食品的食用安全性評估。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
期刊論文	Mechanism and application of fermentation to remove beany flavor from plant-based meat analogs: A mini review	A Tao, T Zhong	Frontiers in Microbiology	SCI
期刊論文	Generation, mechanisms, kinetics, and effects of gaseous chlorine dioxide in food preservation	Y Zhang, T Zhong	Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	2	-

小型機器人動態面控制理論與應用研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0010/2021/ITP	培華中學	趙起超	小型機器人動態面控制理論與應用研究

項目摘要

研究工作簡介

對幾類典型小型機器人系統如行走機器人、搬運機器人、飛行機器人等，進行神經網絡自適應動態面控制演算法的研究，1) 在增強穩定性的前提下，簡化目前已有演算法，力爭以較簡單的方式保證其可穩定、準確的工作運行；2) 基於簡單、有效、應用性強的原則，自行研究設計控制演算法。1) 和 2) 最終的目標都是要增加研究成果的實用性和可推廣性，服務於教育和教學。

基於以上，學生或教學人員可以應用本項目研究的各類機器人進行實訓和實驗，進而提升實操技能和驗證理論的正確性。最終使本項目研究成果能用於教育、教學領域，並為市場化做好準備。

本項目首先擬採用調查方法，對目前教育教學用機器人常用形式如行走、搬運、飛行等進行調研，同時對教育型機器人控制過程中存在的問題進行歸納。而後，使用數學方法，基於已廣泛應用於工業機器人和科研機器人控制的反推控制理論，對小型機器人控制進行穩定性、快速性、準確性研究與設計。並通過使用動態面控制理論，解決反推控制目前機器人控制存在的問題。通過模擬驗證的方法，對提出的解決方案進行計算機仿真驗證。

對經過仿真驗證的控制算法，通過實證方法，對小型機器人基於動態面控制理論方案進行實驗驗證，以確保提出的理論方法的實效性。並且，將各形式的小型機器人進行整合，構建實驗、實訓平臺。為學生提供技能實訓項目，讓學生理論學習和技能訓練相輔相成。由於動態面控制可以簡化反推控制方案，保證系統的動態特性和準確性，因此，其在工程中應用有一定優勢。通過仿真加實驗的方式驗證平臺上各類機器人可穩定有效工作後，可將研究成果服務於教育、教學。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Stability Improvement for Medical Robotics	趙起超, Et al.	將論文成果進一步應用到其他類型機器人控制，提升控制效果	-

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Improvement of Position Tracking Accuracy for Robotic Surgery	趙起超, Et al.	將論文成果進一步應用到其他類型機器人控制，提升控制效果	-
論文	Adaptive Neural Network Tracking Control of Flexible-joint Robots with Guaranteed L Tracking Performance	趙起超, Et al.	將論文成果進一步應用到其他類型機器人控制，提升控制效果	-
樣機	行走機器人樣機	趙起超, Et al.	可以用於編程語言的教學、助老助殘服務	-
樣機	機械臂	趙起超, Et al.	可以用於編程語言、機械傳動機構、物理課程的教學和實驗使用	-
樣機	四旋翼無人機	趙起超, Et al.	可用於算法驗證、編程語言、無人機飛行操控技術的教學與實驗	-
專著	機器人作業系統 ROS 原理與應用	趙起超、陳浩、許葦、李春	待出版	-
專著	基於單片機技術的智能小車製作教程	趙起超、陳浩、許葦、李春	待出版	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	1	10
研究結果	樣品	成品	產品
	3	-	-

基於深度學習的實時籌碼盤監管系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0013/2021/ITP	澳門科技大學基金會 - 澳門科技大學	劉新	基於深度學習的實時籌碼盤監管系統

項目摘要

1. 研究背景

澳門博彩業是澳門特區極其重要的支柱產業之一，截至2018年底，澳門共有幸運博彩娛樂場41間、賭枱數6,588臺、角子機16,059個。經歷了百年的沉澱與發展，如今澳門已與美國拉斯維加斯、美國大西洋城以及摩納哥蒙特卡洛並稱世界四大賭城。

但是當前博彩娛樂場的監管系統依然依靠人力進行監管，耗費了大量時間且讓單桌項目翻牌率跟不上時效，博彩娛樂場還需花費大量的人力物力通過監控等手段來監管賭枱是否存在作弊現象，遏制了整體博彩娛樂場經濟效益的提升。同時，遊客通過籌碼桌下注後，荷官將人工計算籌碼並通過遊戲勝負進行賠付，而這一過程對於博彩娛樂場而言並不是完全透明的。即博彩娛樂場不知道每一桌賭枱的實時盈虧情況，只能事後進行清點。因此需要一套能提升整體效率的智慧籌碼盤監管系統。

近年來，深度學習逐漸成為人工智慧領域的研究熱點和主流發展方向。深度學習是由多個神經元組成的計算模型，是一種學習具有多個抽象層次數據表示的機器學習技術。深度學習代表了機器學習和人工智慧研究的主要發展方向，給機器學習和計算機視覺等領域帶來了革命性的進步。

當前，人工智慧技術在計算機視覺和自然語言處理等領域取得突破，使人工智慧迎來了新一輪的爆炸式發展。深入學習是這些突破的關鍵。其中，基於深度卷積網絡的圖像分類技術已經超過了人眼的精度，基於深度神經網絡的語音識別技術已經達到了95%的精度，基於深度神經網絡的機器翻譯技術已經接近了人類的平均翻譯水準。隨著精度的迅速提高，計算機視覺和自然語言處理已經進入產業化階段，並帶動了新興產業的興起。

與傳統的機器學習演算法相比，深度學習技術有兩個優點。首先，深度學習技術可以隨著數據規模的增加不斷提高其性能，而傳統的機器學習演算法很難利用海量數據來不斷提高其性能。第二，深度學習技術可以直接從數據中提取特徵，減少了為每個問題設計特徵提取器的工作量，而傳統的機器學習演算法需要手工提取特徵。因此，深度學習已經成為大數據時代的熱門技術。學術界和產業界對深度學習進行了大量的研究和實踐。在這種背景下，博彩娛樂場籌碼桌一直存在的24小時實時監督問題，即時清算籌碼，清點遊戲盈虧的問題將有望通過深度學習演算法得到解決。基於此，本項目設計了一套基於深度學習演算法的實時監控籌碼盤的智能系統。

2. 研究目標

1) 研究賭場籌碼桌的目標檢測演算法

為能夠實時返回籌碼桌上不同區域所對應的圖像坐標位置，本項目採用了目標檢測技術來區

分圖像中的每個地方各自對應賭桌中的哪塊區域。在賭場的籌碼桌上，會有非常多的區域劃分，例如百家樂一桌會有莊家和閑家兩塊區域，每個區域又會有多個遊客對應的下注區域，且籌碼盤上各類區域有不同的外觀、形狀和姿態，加上成像時光照、遮擋等因素的干擾，因此目標檢測這些區域的圖像坐標位置是本項目研究的難點之一。

2) 研究籌碼的實例分割演算法

為能夠定位各個區域的籌碼位置並返回籌碼的個數，本項目採用了籌碼的實例分割演算法。實例分割是深度學習中目標檢測一個非常重要的分支，目標檢測（Object detection）不僅需要提供圖像中物體的類別，還需要提供物體的位置（bounding box）。語義分割（Semantic segmentation）需要預測出輸入圖像的每一個圖元點屬於哪一類的標籤。實例分割（instance segmentation）在語義分割的基礎上，還需要區分出同一類不同的個體。由於在實際的籌碼桌上，可能會有不同數額的籌碼堆疊在一起，因此計劃採用區分度最高的實例分割演算法。

3) 研究多個攝像頭返回圖像的 3D 空間建模演算法

為能夠解決籌碼之間的相互遮擋問題，本項目採用了 3D 空間建模演算法。“3D 建模”通俗來講就是利用數學模型來虛擬三維空間並構建出具有三維數據的模型。由於實際的籌碼擺放方式呈堆疊狀。因此從單一的視角可能存在遮擋的問題，所以對於同一個籌碼桌，需要利用不同角度的對攝像頭返回的圖像進行空間重構，從而能夠還原籌碼在 3D 空間中最精準的位置。

4) 研究閉環訓練系統的搭建

為瞭解決籌碼桌樣本不足的問題，本項目研究了如何建立閉環訓練系統，使計算機自動隨機生成無限的訓練樣本，解決因樣本不足而導致準確率上不去的問題，從而得到超高精度的實例分割模型。閉環訓練系統是當今最前沿的訓練技術之一，是採用數學模型對需要識別的物體進行建模，通過代碼以各個角度和位置隨機生成和擺放物體，並加入大量的數據增強方法（馬賽克增強，旋轉，對比度，縮放等）從而通過機器隨機生成無限量的打標數據，這樣就可以由生成器不斷生成新的隨機數據交由模型進行訓練，再通過模型判別新生成的數據和真實標籤進行對比，並加入測試表現不佳的生成數據，從而形成閉環系統。

5) 研究自主搭建黑盒（由 GPU 組成的硬體）

為了獲取攝像頭的圖像並進行籌碼的自動清算，完成黑盒和後台服務器的通信，從而使得賭場能夠實時準確的知道每一桌的盈虧情況，本項目搭建了一款由 GPU 組成的硬體黑盒。

3. 簡介研究工作的主要進展

本項目已順利地完成了基於深度學習的實時籌碼盤監管系統的研究。並以此擴展，研究了（1）賭場籌碼桌的目標檢測演算法；（2）籌碼的實例分割演算法；（3）3D 空間建模演算法；（4）閉環訓練系統的搭建；（5）自主黑盒搭建。

針對於（1）子課題，本項目完成並設計了一款籌碼桌的目標檢測演算法，內嵌於（5）黑盒硬體進行交付。

針對於（2）子課題，本項目完成並設計了一款籌碼的實例分割演算法，內嵌於（5）黑盒硬體進行交付。

針對於（3）子課題，本項目完成並設計了一款 3D 空間建模演算法，內嵌於（5）黑盒硬體進行交付。

針對於（4）子課題，本項目完成了一套閉環訓練系統，為（1）（2）（3）提供系統層面的支撐。

針對於（5）子課題，本項目以 Nvidia Jetson orin 為基礎框架，在其基礎上搭建了一款黑盒硬體，為（1）（2）（3）提供硬體層面的支撐。

各項子課題研究得到了滿意的結果，並發表相關SCI文章4篇(其中Q1共3篇)，書籍一本（Springer 出版）。同時，本項目完成了關於圖像，視頻處理的等相關文章，擬或已投稿共計 6 篇。

4. 研究成果與應用

成果的應用：成果可用於信號處理等相關領域。

5. 進一步工作：

對產品演算法進行反覆運算升級，按照客戶（娛樂場）需求進行功能定制。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
書籍	Matrix and operator equations and applications	X · Liu, Y. Zhang,	Springer, 2023, ISBN 978-3-031-25385-0.	SCI
期刊論文	Some solutions to a third-order quaternion tensor equation,	X.H. Li, X. Liu, J. Jiang and J. Sun,	AIMS Mathematics, (2023) 8(11): 27725-27741.	SCI
期刊論文	Least-squares solutions of the generalized reduced biquaternion matrix equations	Y. Tian, X. Liu*, Y. Zhang,	Filomat 37: 3 (2023) 836-870.	SCI
期刊論文	Matrix equation’s reflexive and anti-reflexive solutions over Quaternions	X. Liu, Kaiqi Wen, and Y. Zhang,	Symmetry (2023) 15: 40.	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
期刊論文	(R, S)-(Skew) Symmetric Solutions to Matrix Equation $AXB = C$ over Quaternions.	Liao, R.; Liu, X.; Long, S.; Zhang, Y.	Mathematics (2024), 12, 323. https://doi.org/10.3390/math12020323	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	4	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	6	5	-

新型高速雙段厭氧耦合 (APAI) 污水處理工藝

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0020/2021/ITP	澳門大學	郝天偉	新型高速雙段厭氧耦合 (APAI) 污水處理工藝

項目摘要

1. 研究背景

污水處理廠日常運營中的一系列問題嚴重制約我國污水處理事業的發展，包括高能耗，除氮能力不足，產生大量污泥的問題。基於傳統好氧生物污水處理工藝的技術改造難以系統性的解決上述問題。此外，若考慮反硝化脫氮（以 C-N 循環為基礎）的電子轉移問題，反硝化過程往往需要投加大量的碳源（如甲醇、乙酸）來維持異養反硝化作用。因此，在市政污水處理中需要改變傳統的 C-N 電子循環路徑，開發新工藝。本課題提出一種污水處理新工藝：以厭氧發酵膜生物反應器和短程硝化 - 厭氧氨氧化耦合工藝，實現低能耗、低污泥產率、深度脫氮、高效有機物去除和能源回收。

2. 研究目標

針對市政污水處理能耗高、產泥率高、脫氮能力不足等問題，提出厭氧膜生物反應器 (AnMBR) 耦合短程硝化 - 厭氧氨氧化 (PNA) 新型工藝 (APAI)，從根本上改變傳統碳 - 氮電子循環路徑。在 AnMBR 中通過微 / 厭氧調控電子流動路徑，將有機污染物轉化為甲烷，實現能源回收和污泥減量；在 PNA 中利用微生物代謝產物 (FA 和 FNA) 原位消除亞硝氮氧化菌，富集氨氧化菌 (AOB) 和厭氧氨氧化菌 (AnAOB) 實現氨氮高效去除。研究重點考察有機物高效生物轉化及系統穩定性調控；AOB/AnAOB 調控及富集；APAI 體系穩定運行及分子生物學機理。APAI 處理工藝可實現低能耗、低污泥產率、深度脫氮、高效有機物去除和能源回收。

3. 簡介研究工作的主要進展

1) AnMBR 高效轉化有機物的調控機制與能源化評估。構建 AnMBR 反應器，評估不同進料模式和有機負荷情況下，有機物去除效率和途徑。並解析厭氧消化中水解、酸化和甲烷化的效率和識別限速步驟。在長期運行中，研究操作條件包括 SRT、HRT、鹽度、硫酸鹽濃度、生物質濃度、反沖洗對有機物處理效能和膜污染的影響。並通過改變膜元件操作方式，控制膜污染。2) 一體式短程硝化 / 厭氧氨氧化 (PNA) 低能耗高效脫氮調控機制。構建 PNA 系統，以 AnMBR 出水為厭氧氨氧化的進水，研究進水有機物與氨氮比例、pH、溶解氧、HRT、SRT、生物質濃度對 PNA 啟動和長期運行的影響。通過抑制 NOB，實現 AOB 和 AnAOB 的原位平衡生長。並評估系統的脫氮路徑，優化系統操作條件。3) APAI 系統啟動及微生物分子生物學機制。耦合 AnMBR 和 PNA 處理單元，構建長期穩定運行的 APAI 系統。研究其快速啟動策略和長期穩定運行控制。通過分子生物學手段，對 APAI 系統的微生物結構、多樣性、菌群演替、污染物關鍵微生物進行解析。揭示微生物分子生物學機制在 APAI 系統中的重要作用。

4. 研究成果與應用

- 開發 AnMBR-PN/A 系統高效處理含鹽城市生活污水。
- 通過 AnMBR 反應器去除硫酸鹽和有機物，並回收甲烷；通過 PN/A 反應器去除含氮無機物，最終實現污水的達標排放。
- 到目前為止期刊論文發表 9 篇。
- 申請 1 項中國專利。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
1.Journal paper	From liquid to solid: A novel approach for utilizing sulfate reduction effluent through phase transition — Effluent-induced nanoscale zerovalent iron sulfidation	Yujun Cheng, Haoran Dong, Tianwei Hao	Bioresource Technology Volume 385, 129440, October 2023	SCI
2.Journal paper	Biopolymer recovery from waste activated sludge toward self-healing mortar crack	Cong Zhang, Peng Hu, Qing Liu, Zeyu Lu, Benyi Cao, Yuxin Tang, Tianwei Hao	Science of The Total Environment Volume 858, Part 3, 160107, February 2023	SCI
3.Journal paper	Physicochemical changes in microplastics and formation of DBPs under ozonation	Tianwei Hao, Manhong Miao, Tong Wang, Yihang Xiao, Bingqing Yu, Min Zhang, Xiaoyu Ning, Yao Li	Chemosphere, Volume 327, 138488, June 2023	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
4.Journal paper	Achieving tetracycline removal enhancement with granules in marine matrices: Performance, adaptation, and mechanism studies	Tianwei Hao, Jingyi Shao, Peng Hu, Sunita Varjani, Guangsheng Qian	Bioresource Technology, Volume 371, 128590, March 2023	SCI
5.Journal paper	Effects of chlorination on microplastics pollution: Physicochemical transformation and chromium adsorption	Manhong Miao, Bingqing Yu, Xuhua Cheng, Tianwei Hao, Yuanyuan Dou, Min Zhang, Yao Li	Environmental Pollution Volume 323, 121254, April 2023	SCI
6.Journal paper	Adaptive response mechanisms of granular and flocculent sulfate-reducing sludge toward acidic multi-metal-laden wastewater	Tianwei Hao	Water Research Volume 226, 119227, November 2022	SCI
7.Journal paper	Microbial behaviours inside alternating anaerobic-anoxic environment of a sulfur cycle-driven EBPR system: A metagenomic investigation	Tianwei Hao, Qingshan Lin, Jie Ma, Wentao Tang, Yihang Xiao, Gang Guo	Environmental Research, Volume 212, Part C, 113373, September 2022	SCI
8.Journal paper	Removal of tetracycline by aerobic granular sludge from marine aquaculture wastewater: A molecular dynamics investigation	Peng Hu, Jingyi Shao, Guangsheng Qian, Adeyemi S. Adeleye, Tianwei Hao	Bioresource Technology, Volume 355, 127286, July 2022	SCI

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
9.Journal paper	Transiting from the inhibited steady-state to the steady-state through the ammonium bicarbonate mediation in the anaerobic digestion of low-C/N-ratio food wastes	Tianwei Hao, Yihang Xiao, Sunita Varjani	Bioresource Technology, Volume 351, 127046, May 2022	SCI
10.Patent	含鹽城市污水處理方法和系統	郝天偉，吳子范，孫怡寧，寄博華	Chinese patent	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	1	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

技術成果名稱	含鹽城市污水處理方法和系統		
成果特點	目前濱海城市生活污水平均含鹽量為 1.2 g/L，42% 以上的工業廢水皆含有幾百 - 幾千毫克鹽。含鹽污水對水生生態環境、人類健康、經濟發展有不同程度的影響。目前處理含鹽廢水的方法如化學沉澱法、離子交換法、反滲透均基於物理或化學處理過程，需消耗大量試劑和能量導致處理成本高昂。而生物處理法具有處理效果好，運行成本低廉，不會造成二次污染等優點。該成果提供一種基於厭氧膜生物反應器和一體式厭氧氨氧化反應器的高硫城市污水處理方法和系統。該方法實現了污水中有機質、硫酸鹽和總氮的高效去除。具體步驟如下： （1）將含鹽城市污水通入至 AnMBR 系統中經處理後得到第一中間污水，該污水中硫和有機物濃度顯著降低。有機物經 AnMBR 處理轉化為甲烷，可被回收利用； （2）對第一中間污水曝氣降低污水中污染物含量後進入 PN/A 系統； （3）PN/A 經微曝氣處理，約 50% 銨態氮氧化為亞硝態氮後通過厭氧氨氧化反應途徑轉化為氮氣，從而實現總氮的高效去除。		
技術成熟度	該系統已經長期穩定運行 300 天以上，被證實有良好的污染物（硫、碳、氮）去除能力和甲烷回收潛能。下一步可擴大該系統進行中試規模驗證，進一步優化完善該系統和工藝。		
應用範圍	該系統適用於處理普通市政廢水和高鹽高硫市政廢水和部分工業廢水（消化液等）城市污水並將有機物資源化為甲烷以回收利用。也為後續中試規模實驗設計和運行提供數據參考。		
投產條件和預期經濟效益	該系統待方法規模測試後，可投入市場；該系統可應用在所有含硫城市污水處理中。		
合作方式	合作開發、合資生產		

聯系地址	澳門氹仔大學大馬路澳門大學 E11 科技學院		
聯系人	郝天偉	電話	(853) 8822 4945
網址	https://www.fst.um.edu.mo/people/twhao/	傳真	(853) 8822 2426

面向電化學葡萄糖氧化反應的單原子位點催化劑的合成與機理研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0032/2021/ITP	澳門大學	葉穎暉	面向電化學葡萄糖氧化反應的單原子位點催化劑的合成與機理研究

項目摘要

1. 研究背景

葡萄糖廣泛存在與人體和食品 / 飲料中，通過測量電化學葡萄糖氧化反應中產生的電信號，可以確定人體血液、組織液、水果或飲品中的葡萄糖濃度，在人體健康、食品檢測領域已被廣泛應用，開發新型催化劑對拓展上述反應的使用場景十分重要。

除此以外，葡萄糖氧化反應是葡萄糖燃料電池與生物質轉化的核心反應之一，開發新型電化學葡萄糖氧化反應催化劑對能源與化工生產也具有潛在應用意義。

2. 研究目標

- 1) 發展基於碳材料、金屬或金屬氧化物納米結構為載體的單原子位點催化劑（SASC），實現非酶電化學葡萄糖氧化反應（GOR）；
- 2) 測定 SASC 上 GOR 的產物分佈；
- 3) 探明 SASC 上催化活性金屬的分散形式、電子結構、配位環境與載體種類對葡萄糖氧化產物分佈與反應機理的影響，根據催化劑結構與反應產物建立構效關係；
- 4) 設計高效 GOR 催化劑，開發具有應用前景的葡萄糖電化學傳感材料。

3. 簡介研究工作的主要進展

糖尿病是一種長期血糖濃度異常升高的嚴重代謝性疾病，可能導致嚴重的併發症，如腎衰竭、失明和心臟病。為了快速、準確監測血糖，需要研發高效的感測器。傳統的葡萄糖檢測方法採用電化學酶生物傳感，但由於酶的不穩定性，容易受外部環境（如 pH 和溫度）的影響。因此，基於非酶奈米材料的電化學感測器，如金屬、金屬氧化物和氫氧化物，得到了廣泛發展。然而，大多數奈米材料的催化活性和選擇性較差，限制了它們的實際應用。由於奈米材料的複雜結構和成分，研究催化位點並瞭解催化劑的特性在原子尺度上變得非常困難。因此，迫切需要開發具有明確活性中心的高效電催化劑的新一代電化學非酶葡萄糖感測器。

單原子催化劑採用分散在固體載體上的金屬原子作為明確的催化活性中心，這一特性使催化性能和活性位元點結構之間的關係更加清晰。然而，常常被忽略的是單原子和載體之間的協同催化效應。此外，具有高活性和金屬原子 100% 利用率的單原子催化劑在多種催化應用中具有廣闊前景，特別是在電催化方面。然而，關於單原子催化劑在電化學生物傳感中的報導較少，尤其是據我們所知，還沒有關於電化學非酶葡萄糖傳感的研究。

為了開發電化學非酶葡萄糖傳感中的單原子催化劑，並瞭解單原子與其支撐物之間的協同催化機制，我們設計了 Mo/NG（NG = 氮摻雜石墨烯）用於電化學非酶葡萄糖傳感。通過像差校正高角度暗場掃描透射電子顯微鏡（AC-HAADF-STEM）和擴展 X 射線吸收精細結構（EXAFS）的證實，Mo 單原子被分散在載體上。Mo/NG 在電化學非酶葡萄糖傳感中表現出高靈敏度、優異的選擇性、短回應時間和高穩定性。通過實驗結果和密度泛函理論（DFT）計算，詳細研究了 Mo/NG 之間的協同催化機制，解釋了 Mo/NG 感測器的卓越傳感性能。

1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	發現具有 GOR 活性的 SASC，為 GOR 研究提供新的研究材料和平台。	設計並合成了 Mo/NG（NG = 氮摻雜石墨烯），一種具有單原子催化活性中心的複合材料。	完成
2	確定 SASC 催化 GOR 的產物分佈，並與傳統 GOR 催化劑的產物進行對比，突顯 SASC 在 GOR 上活性、選擇性的獨特優勢。	驗證了 Mo/NG 作為電催化劑在葡萄糖檢測中的顯著優勢。	完成
3	明確 SASC 上 GOR 的反應機理與構效關係，並與傳統 GOR 的已有機理進行比對，提出新的 GOR 機理。	提出的 Mo/NG 電化學非酶葡萄糖感測器不僅在性能上表現優異，而且在機制研究和生物相容性方面也有了深入的探索。	完成

4. 研究成果與應用

電化學非酶感測中的傳統奈米材料由於其複雜的尺寸、表面和成分依賴性催化特性以及低活性位點密度而面臨巨大挑戰。在這項工作中，我們設計了負載在氮摻雜石墨烯上的單原子 Mo (Mo/NG)，作為構建基於電化學非酶的單原子催化劑的第一個例子。葡萄糖感測器。所得的 (Mo/NG) 表現出低陽極峰值電位和對葡萄糖的高靈敏度該催化劑也對幾種重要的干擾物表現出優異的選擇性、短響應時間和超高穩定性。實驗和密度泛函理論（DFT）計算結果表明，(MoNG) 性能的提高可歸因於單原子 Mo 活性中心及其周圍原子上葡萄糖的結合強度更強，結合通過添加 高導電 NG，實現快速電子轉移。這項研究揭示了 SAC 在電化學非酶感測領域的應用。

5. 進一步工作

對 Mo/NG 的合成方法進行最佳化，以提高單原子分散度和載體的性能。這可能涉及改進合成條件、探索新的催化劑合成策略，以及優化後處理步驟。

進一步深入了解 Mo/NG 之間的協同催化機制，可能需要採用更先進的表徵技術，如原位光譜學或電化學技術，以即時監測催化反應中的活性位點變化和反應機制。

針對電化學非酵素葡萄糖傳感器的性能，可透過調整催化劑的成分、結構和比例，以及優化載體材料的性質，來提高感測器的靈敏度、選擇性、響應速度和穩定性。

將研究成果撰寫成科學論文，並提交到國際期刊上，以分享和傳播研究的最新進展，並為同領域的研究者提供參考。

透過以上措施，可以進一步推動該研究領域的發展，提高電化學非酵素葡萄糖感測器的性能，並最終將其應用於實際生活和醫療領域。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

催化劑合成優化：目前合成方法可能需要更多優化，以確保單原子的均勻分散和催化劑的高效性。對合成方法進行深入研究，考慮不同參數的影響，以提高單原子催化劑的均勻性和穩定性。機制研究深化：儘管已經研究了 Mo/NG 的協同催化機制，但需要更深入的實驗和理論研究，採用更先進的表徵技術，如原位光譜學或電化學技術，以即時監測催化反應中的活性位點變化和反應機制，以全面理解其在葡萄糖感測中的作用機理。感測器性能提升：儘管 Mo/NG 表現出良好的性能，但仍可通過進一步優化催化劑的結構、成分和載體材料的性質來提高感測器的性能，例如提高靈敏度、選擇性和穩定性。通過調整催化劑成分和結構，以及優化載體材料，實現對感測器性能全面的系統性優化。

實際應用驗證：將電化學非酶葡萄糖感測器應用於實際樣品中，驗證其在真實條件下的性能和準確性。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal article	Topological defect and sp^3/sp^2 carbon interface derived from ZIF-8 with linker vacancies for oxygen reduction reaction	Haixing Gao, Shuo Wang, Weng-Chon Cheong, Kaixi Wang, Huifang Xu, Aijian Huang, Junguo Ma, Jiazhan Li, Weng-Fai Ip, Kwan San Hui, Duc Anh Dinh, Xi Fan, Feng Bin, Fuming Chen, Kwun Nam Hui	Carbon 203 (2023) 76-87	9

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
Journal article	Fundamentally Manipulating the Electronic Structure of Polar Bifunctional Catalysts for Lithium-Sulfur Batteries: Heterojunction Design Versus Doping Engineering	Huifang Xu, Qingbin Jiang, Zheng Shu, Kwan San Hui, Shuo Wang, Yunshan Zheng, Xiaolu Liu, Huixian Xie, Weng-Fai Ip, Chenyang Zha, Yongqing Cai, Kwun Nam Hui	Advanced Science	-
Journal article	Rational design of cocatalyst for highly improved ammonia production from photoelectrochemical nitrate reduction	Di Liu, Shuyang Peng, Lulu Qiao, Haoyun Bai, Keyu An, Chunfa Liu, Mingpeng Chen, Kin Ho Lo, Kar Wei Ng, Shengjie Peng, Shuangpeng Wang, Weng Fai Ip, Hui Pan	Applied Catalysis B: Environment and Energy	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於風險地圖RM的澳門文化遺產監測預警 技術應用研究

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0039/2021/ITP	澳門城市大學	黃廣	基於風險地圖 RM 的澳門文化遺產監測預警技術應用研究

項目摘要

1. 研究背景

隨著近年來全球環境惡化，極端氣候、大氣污染等現象的頻發導致世界各文化遺產遭受嚴重的損壞，文化遺產的保護不容樂觀。澳門位於嶺南沿海地區，濕熱環境和風暴潮等自然危險一直以來影響著澳門，加之澳門歷史城區老舊建築連綿、基礎設施老化、災害防禦體系薄弱等因素，使得澳門文化遺產面臨著巨大的海洋風險。在大量的不確定風險因素條件下對澳門文化遺產進行合理保護發展顯得尤為重要。如何科學地對澳門地區文化遺產風險性進行評估，對文化遺產長久地保護和遺產經濟的可持續發展具有重要的借鑒價值。因此，本次研究首次基於澳門文化遺產現狀和文獻基礎，探索適用於澳門本土文化遺產的風險概念及特徵，並以遺產風險地圖和相關理論研究為基礎，按照“壓力-狀態-響應”三個維度構建澳門文化遺產風險地圖系統構建，結合 GIS 技術實現文化遺產風險數位化、視覺化的運用。並針對文化遺產高脆弱性地區運用 ABC 遺產風險管理法進行深入分析，探討在各海洋風險影響下文化遺產的建築結構、建築材質等變化。最終提出相關保護措施和應急建議，並嘗試設計一套合理的文化遺產運行管理機制。

2. 研究目標

以澳門文化遺產為研究物件，在風險識別的基礎上，融合多學科交叉創新機制，利用風險評估方法，科學全面地認識文化遺產面臨的各類風險因素，分析不同風險因素對文物造成的破壞程度，最終初步構建澳門地區遺產風險地圖系統。

3. 簡介研究工作的主要進展

序	期間	研究內容
1	2022.01-2022.04	相關資料的資料、資料收集整理，通過實驗室的儀器設備，對選取的澳門文化遺產點進行環境資料、監測分析資料的收集，著手建立 RM 系統框架。
2	2022.05-2022.08	通過實驗室的儀器設備，對選取的澳門文化遺產點進行環境資料、監測分析資料的收集，基於 GIS 系統的 RM 系統框架基本完成，並導入相關資料。

3	2022.09-2022.12	通過實驗室的儀器設備，對選取的澳門文化遺產點進行環境資料、監測分析資料的收集，基本完成 RM 系統的構建。
4	2023.01-2023.04	完善資料收集，RM 系統的初步運行。
5	2023.05-2023.08	實驗室類比，選取地區的 RM 系統類比運行。
6	2023.09-2023.12	項目結題及基於風險地圖 RM 的澳門文化遺產監測預警技術應用。

4. 研究成果與應用

產品名稱：澳門文化遺產風險地圖 RM 系統

功能：包含自然災害風險、人為破壞風險、文物自身損毀風險三大模塊的風險地圖模型，完成實驗室模擬測試，選取測試區域進行驗證測試，進行區域風險量化評估，以防止文化遺產發生不可逆轉的破壞。

在實驗室完成基本功能的驗證過程，現在正在尋求產業化。

5. 進一步工作

本項目將澳門文化遺產作為是研究對象，從澳門文化遺產本身所處的環境出發，總體分析了澳門文化遺產風險因素，並初步構建了澳門文化遺產風險系統，還有很多問題極待解決，後續將繼續融合建築學、文物學、統計學、建築病理學、氣象學等多個學科內容，開展一下研究工作。

- 1) 後續研究將使用科學儀器對澳門文化遺產對象樣本內部與外部大氣環境進行數據監測，以此數據作為文化遺產風險評估標準參考，可提高風險數據運算的精確程度。
- 2) 後續研究針對澳門特區政府對於重視澳門文化遺產的修繕方式以及評估方式進行研究，同時結合文化遺產保護理論中的方式與修復程度相關理論與研究進行對比，從而找出澳門文化遺產的最佳修繕程度與修繕方式。
- 3) 結合本研究數據對路氹地區文化遺產進行長期研究，根據個風險值變化對比特定時間內澳門文化遺產的發育情況及環境變化帶來的病害變化。
- 4) 後續繼續完善澳門文化遺產對由大氣環境所產生的病害後由於人為不當修復而產生的次生病害納入研究範圍。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
論文	Evaluation on Site Selection of Urban Renewal Projects from the Perspective of Space Benefit: Macau Special Administrative Region as an Example	黃廣	SCI 論文	SCI
論文	Crystal structure of poly[di- μ 2-aqua-aqua-nitrato- κ 2O,O'-(μ 3-2-nitroisophthalato- κ 4O,O':O":O''') barium(II)natrium(II)] monohydrate, C ₈ H ₁₁ BaN ₂ NaO ₁₃	黃廣	SCI 論文	SCI
論文	The crystal structure of poly[(1,10-phenanthroline- κ 2 N,N')-(μ 4-2-chlorobenzene-1,3-dicarboxylato- κ 5 O:O':O":O''') cadmium(II)] monohydrate, C ₂₀ H ₁₃ CdClN ₂ O ₅	黃廣	SCI 論文	SCI
論文	The crystal structure of catena-poly[(1,10-phenanthroline- κ 2 N,N')-(μ 3-2-hydroxybenzene-1,3-dicarboxylato- κ 5 O,O':O",O":O''') cadmium(II)], C ₂₀ H ₁₂ CdN ₂ O ₅	黃廣	SCI 論文	SCI
論文	Crystal structure of catena-poly[qua-(μ 2-2-aminoisophthalat- κ 3 O,O':O'') (1,10-phenanthroline- κ 2 N,N') manganese(II)] C ₂₀ H ₁₅ MnN ₃ O ₅	黃廣	SCI 論文	SCI

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	6	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

澳門國際機場車輛駕駛專業培訓虛擬現實場景的研究與開發

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0044/2021/ITP	澳門城市大學	周家賢	澳門國際機場車輛駕駛專業培訓 虛擬現實場景的研究與開發

項目摘要

1. 研究背景

在現代航空領域，車輛的使用早已成為一種規範。車輛的類型從地面客運車輛，如班車，到多用途車輛，如貨車，再到具有更專業功能的車輛，如飛機牽引、加油等。鑒於專業設備的數量和價值，以及確保所有設備處於良好狀態的關鍵性，在駕駛車輛時的任何錯誤不僅會造成重大的經濟損失，還可能損害飛機或重要部件和設備的完整性，造成安全問題，這可能進一步導致航班延誤和進一步的經濟損失 (Hubbard et al., 2020)。因此，車輛駕駛員必須充分了解周圍的環境，並絕對集中精力，對可能發生的任何事件作出快速反應。目前，被允許在機場操作車輛的駕駛員不僅必須擁有他們擬駕駛的同等級別車輛的有效駕駛執照，而且他們還必須熟悉機場的培訓材料並通過由多項選題組成的機場車輛駕駛考試。

目前的機場駕駛培訓和考試方法還有待改進，因為目前的方法不要求操作者在實際環境中接受駕駛培訓。它也無法測試操作員對事件的反應能力 (Shah, Dey, Lovett, & Kapoor, 2018)。對於將要駕駛特種車輛的操作人員來說，他們只有在獲得許可後才能熟悉車輛的控制，導致在實際環境中犯錯誤的風險更高。

然而，由於所涉及的風險和空域的交通量，目前很難安排現場培訓和考試。隨著虛擬現實 (VR) 技術的出現，該技術可以被用來重現機場環境的駕駛體驗，包含最細微的細節 (Salomão, Golçalves, Vieira, & Romeiro, 2021)。它還允許培訓人員和考試人員在培訓程序和考試中預設事件，以評估操作員對各種類型事件的反應能力，而不會對機場的實際運作造成任何干擾 (Park, Park, & Kim, 2019)。

2. 研究目標

根據項目組的能力，研究和開發一個使用 VR 技術的模擬解決方案，以高度逼真的水平重現機場車輛駕駛體驗，用於專業培訓。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 硬件方面，確定執行裝置、音頻和視頻輸出裝置的位置，以最大限度地提高模擬器駕駛體驗的真實性。
- 2) 軟件方面，設計開發包含動態放置數字資產的能力的系統，並根據模擬和用戶的輸入，從模擬器硬件中實時獲得駕駛員信息。

4. 研究成果與應用

項目成果主要分為兩部分：

- 1) 與項目研究主題一致的學術論文投稿一篇。
- 2) 設計開發仿真軟件，提供機場環境的培訓、考試場景。

5. 進一步工作

由於論文投稿具有一定週期性，目前還在審稿階段，後續會繼續做好修改審稿意見，發表學術論文的相關工作。

6. 簡要說明存在的問題、建議及其他需要說明的情況(倘有)

設計開發的機場環境培訓模擬器還在測試階段，後續會視實際情況調試修改。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
學術論文	A systematic review of virtual reality technology applications to airport operations: Trends, application areas, benefits and effectiveness	項目組成員	審稿中	N/A
模擬仿真系統	A Virtual reality training programme for the Macau International airport	項目組成員	測試中	N/A

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	3	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	1	-	-

魔芋葡甘聚糖酸脂的合成及其生物醫學應用

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0007/2022/ITP	粵華英文中學	岑奕豪	魔芋葡甘聚糖酸脂的合成及其生物醫學應用

項目摘要

1. 研究背景

在經濟高度發展的社會中，人口老化是一項難以避免的難題。根據統計暨普查局公佈《2021 澳門人口普查詳細結果》報告，澳門人口老化情況持續，年齡在 65 歲及以上的人口比十年前大幅增加逾一倍，至 82,812 人，佔總人口 12.1%，老化指數更上升 23.0 個百分點至 83.7%。人口老化除了帶來經濟結構上改變外，老年人口更面對著不同健康問題，如糖尿病、心血管疾病、癌症等。這些老年病帶來慢性皮膚潰瘍、身體組織喪失功能、骨質疏鬆、免疫力低下為老年人口帶來漫長痛苦。科學界一直致力於研究具備生物功能的新穎生醫材料，包括創傷療合、組織再生和調節免疫力等，去解決人口老化所帶來的健康問題。

魔芋在中國西南地區，如四川、雲貴有多年栽種歷史，自古便是中國古書中的藥草之一，具有很高的食用價值和藥用功效。魔芋含有的大量的葡甘聚糖 (glucomannan) 是一種可再生天然高分子資源。葡甘聚糖主要由甘露糖和葡萄糖以 β -1 $\rightarrow$ 4 糖苷鍵以摩爾比為 1.6:1 的高分子量多糖，結構上存在著許多羥基，可使其進行化學修飾來製備衍生物。這些葡甘聚糖衍生物在生物醫藥、材料科學、食品科學等領域都有重要用途。

本項目冀望在本校導師的指導和澳大王春明教授課題組協作下，讓本校學生參與前沿生物醫學材料研究，設計和優化葡甘聚糖的酰化反應，合成不同的葡甘聚糖酸脂並製成納米纖維；根據細胞在材料上的活性，探討葡甘聚糖酸酯在傷口療合、組織再生等生物醫學應用，以解決人口老化帶來的健康問題。

2. 研究目標

- 1) 利用 TFAA 酰化反應合成不同葡甘聚糖酸酯，如乙酰化、癸酰化等。
- 2) 控制反應時間合成不同取代度的葡甘聚糖酸酯。
- 3) 透過靜電紡絲法將不同葡甘聚糖酸酯材料製作納米纖維。
- 4) 測試培養不同細胞在葡甘聚糖酸酯材料上的活性。
- 5) 歸納葡甘聚糖酸酯在生物醫學上應用。
- 6) 激發本澳學生對生物醫學、中醫藥科研的興趣，和培育學生具有科學探究精神。
- 7) 通過與澳大中華醫藥研究院王春明教授課題組協作，加強本澳中學與高等學院的學術交流。

3. 簡介研究工作的主要進展

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	合成不同酰化和取代度的葡甘聚糖酸酯，並優化反應條件	成功利用 TFAA 酰化反應合成不同葡甘聚糖酸酯，並對當中的試量用量、反應時間、純化操作等條件作出優化微調	100%
2	把各種葡甘聚糖酸酯透過靜電紡絲法製成納米纖維材料	成功把各種葡甘聚糖酸酯材料，如 GMAc、GMDe、GMLa 透過靜電紡絲法製成納米纖維材料，並且針對個別材料調整過程中溶液濃度、溫度、濕度和時間	100%
3	利用上述材料作細胞培養，並測試其在葡甘聚糖酸酯上的粘附親和度	已經在各種葡甘聚糖酸酯材料，如 GMAc、GMDe、GMLa 養殖與傷口癒合有關係免疫細胞，並進行檢測粘附親和度和增殖率	100%
4.	探討出葡甘聚糖酸酯在傷口療合、組織再生、免疫治療等生物醫學應用	GMAc 在 F929 成纖維細胞有卓越粘附和增殖表現，初步總結出 GMAc 納米纖維有助皮膚組織再生，在傷口愈合上可作為潛在新穎生物材料	40%

4. 研究成果與應用

本計劃初步得出 GMAc 等納米纖維有助皮膚組織再生，在傷口愈合上可作為潛在新穎生物材料，如糖尿病足上的皮膚潰瘍等慢性皮膚傷口。本計劃中，即使程度遠超中學知識水平，學生們仍認真耐心認識前沿中醫藥科研、化學合成和生物材料的知識，提高了他們對化學和生物醫學的求知興趣，且鼓勵他們日後就讀相關領域專業。同時，透過本計劃加強了本澳中學與澳門大學的學術交流和合作，此舉有助推動本澳中學科普發展，亦能為本澳成為大灣區“國際科技創新中心”培養未來科創人才。

5. 進一步工作

- 優化葡甘聚糖酸酯結構：進一步研究葡甘聚糖酸酯的化學結構，探索其對傷口愈合的影響。通過調整結構，優化材料的生物相容性、降解速率和生物活性，以提高其在組織工程中的應用效果。
- 材料結合生物因子：將葡甘聚糖酸酯與生物因子結合，如生長因子、細胞外基質成分等，以提供更多的生物信號和細胞相互作用。這有助於模擬自然組織的微環境，促進組織再生和傷口癒合。

- 開發三維組織工程支架：基於葡甘聚糖酸酯，開發具有三維結構和細胞支持能力的組織工程支架。這種支架可以提供細胞黏附的表面，為細胞提供適當的機械支撐，同時具有良好的生物相容性和生物降解性。這樣的支架有助於重建受損組織的結構和功能。
- 細胞移植和幹細胞治療：探索將葡甘聚糖酸酯應用於細胞移植和幹細胞治療的領域。這包括葡甘聚糖酸酯作為細胞載體或幹細胞培養基質，用於增加細胞存活率、促進細胞分化和增殖，以實現組織再生和傷口修復。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	9

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於MQTT技術在長者公寓優化

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0019/2022/ITP	粵華中文中學	鄭啟亮	基於 MQTT 技術在長者公寓優化

1. 研究背景

澳門特區政府正式公佈《澳門特別行政區經濟和社會發展第二個五年規劃（2021-2025 年）》。當中提到推行「長者公寓先導計劃」將引入智慧養老、智能家居及無障礙環境等管理模式與運作配置。擬以長者公寓為試點引入智慧養老和智能家居設備，澳門進入高齡化人口時代，為了方便長者起居生活，將科技融入結合退休社區，將會是未來安老服務的大趨勢。故本項目會利用 MQTT 的物聯網技術上的優勢，實行 MQTT 協議的對接，設計許多不同的設備控制模塊，作為智能長者公寓的應用方案，而 MQTT 服務器能跨平台部署，對硬件要求很低。其輕量化、自由度高及穩定可靠的特點也很適合作為中轉服務器，對低成本來構造智能公寓是極佳的選擇。

2. 研究目標

本項目以 MQTT 為主要通訊技術，為了使其不局限於家中的局域網，因為公寓的使用對象不只有長者，還有管理者及長者親屬，本項目對長者的安全作最優化的考慮，長者隨著年齡老化，身體機能下降退化，老人失智症患者急速增加，是極需快速解決的社會問題。失智老人發生走失問題，有如大海撈針般的困難，除了趕緊通報警察局協助，也全力動員身邊所人幫忙協尋，此時若有適合需求的協尋裝置產品，將會使這協尋動作事半功倍，本系統中，樹莓派通過創建 WiFi 熱點供其他模塊接入，以搭建本地局域網。此外，樹莓派作為所有模塊的數據匯集、轉發中心，可以對接收到的數據進行處理，從而在樹莓派上添加各模塊數據顯示、語音播報、異常報警等相關功能，令長者公寓的管理者可通過傳感器與系統進行交互，手機 App 通過對傳感器進行識別，進而通過遠程服務器向樹莓派發送命令，或直接接入家中局域網，向樹莓派發送命令。有關環境感測器提供老人居住環境的便利及安全，遇有意外事故能夠緊急提供協助與醫療照護等。

語音識別技術及影相識別來提升使用者的體驗，長者大多數不太清楚如何使用電子產品，所以使用考慮為長者公寓的管理者及長者親屬對長者的目前情況來設計，會有一個針對長者生活習慣來提升他們對生活在公寓上的滿足感，用於老年人健康照護的另外一種常用感測器是視訊感測器，有許多研究工作說明利用攝影機裝置在環境中，以輔助進行各種生活上的應用。希望透過此系統加強照護效果，讓使用者能夠立刻獲得消息與觀看即時畫面。使用者出門在外時，可以看到家中的情況，倘若老人跌倒了，系統會自動拍照並透過 WECHAT 等通訊軟體通知家屬，讓家屬可以依照情況做處理；家中有人時，也會聽到喇叭發出的提示聲，使家裡的人注意到老人跌倒了。使用者可以透過 APP 瀏覽 WebCam 畫面，觀看家中老人的狀況。在老人方面，身上攜帶了三軸感測器，可以判斷老人是否因為一些意外而跌倒，在偵測到跌倒發生時，並且自走車會播放求救警告訊息，引起鄰居注意，使老人的狀況提早被人發現。

掌握長者個人化的生活模式，在這階段可透過收集到的數據進行類神經網路機器學習，了解長者的生活模式，利用物聯網進行大數據的收集和分析，可以提供合適的照顧，再者，照顧者可由數據庫中的資訊，提供不同的長者遊戲來減緩長者機能下降的問題，透過運動、認知及多感官刺激：將失智復健活動設計成為有趣的數位玩具及提供個人化的服務，在這個階段是提升照護品質、減輕照護者負擔，並藉由照護需求帶動產業發展。

3. 簡介研究工作的主要進展

在澳門，隨著人口老齡化的挑戰，本項目致力於為長者公寓打造一套全面的智能系統。這系統與物業管理系統、醫療管理系統以及其他配套設施結合，旨在從身體、心靈和精神層面為長者提供更全面的照護。為了達到智能系統的本土化，本項目分三個階段進行研究，並已獲得初步成果。

第一階段，本項目專注於利用基於 MQTT 技術的系統來提升中小型照護機構的工作效率。通過融合軟件和硬件技術，本項目開發出了一整套智能系統，使 LED 燈帶按照不同的工作情況進行適當的醒目提示來提升機構員工工作效率。

第二階段，我們開發了一個以 OpenCV 和機械手臂技術為支撐的智能藥物分類系統，這一系統通過智能藥箱為病患提供創新且自動化的藥物管理方案。這項技術能有效支持藥物的準確分配和管理，進一步提升照護質量。

第三階段，我們響應老齡化社會對高質量照護服務的需求，開發了「老有所衣」系統。這套系統基於北斗衛星定位和 MQTT 技術，不僅提高了照護機構的管理效率，還可以作為一種有效的外出求救工具。這是對照護機構工作的一大創新，有助於緩解護理人員與老年人口不平衡的比例壓力。

以上三個階段的研究工作為澳門的長者照護機構提供了一套全方位的智能解決方案，使得護理服務更加高效、個性化並易於管理。

4. 研究成果與應用

本次項目最少要求參與 2 個創新比賽，現共有參與了 5 個創新比賽，其成果如下：

基於 MQTT 技術提升中小企業辦公效率系統 — 以提升長者的照顧機構的工作效率為主要目的，利用軟件及硬件技術，結合形成智能系統。軟件方面，會利用了 Node-RED、MQTT、ESP-32 及 Google Calendar 來進行配合。智能系統利用 Google Calendar 的同步功能，在拿到共享連結後，MQTT Server 就可以接收到來自日曆的資料。MQTT 是一個網絡協定，裡面一共只有三個角色，包括發佈者、伺服器及訂閱者，由 Google Calendar 來扮演發佈者 (Publisher) 的角色，發佈者發送訊息到特定主題，它可以發佈日曆中的時間和工作內容上傳到伺服器 (MQTT Server)，它的作用是記錄訊息，然後再發佈到訂閱者 (Subscriber)，即 Node-RED(瀏覽器介面的開發工具)，它在接收到有關的資訊後，便可以傳送資料來觸發無線傳輸板 (ESP-32)，使 LED 燈帶按照不同的工作情況進行適當的醒目提示來提升員工工作效率。

利用 OpenCV 和機械手臂實現的病患智慧藥物分類系統 — 智慧藥物分類系統結合了 OpenCV 和機械手臂的先進技術，為病患提供了一種創新且自動化的藥物管理方案。這個系統的核心在於它能夠在正確的時間準確地分發指定的藥物，大大幫助那些可能因年紀或疾病而難以記住服藥時間，或者需要定期服用多種藥物的病患。藉助於攝影機的視覺識別能力，此系統可以識別不同的藥物，包括它們的形狀、顏色和標籤。這項功能不僅提高了服藥的準確性，還有助於預防藥物錯誤的發生，確保每位病患獲得正確的治療。另一項重要功能是藥物庫存管理。系統可以追蹤藥盒中剩餘藥物的數量，並在某種藥物即將耗盡時提醒使用者或照護人員進行補充。這不僅減少了患者可能面臨的健康風險，也增加了藥物供應的連續性和可靠性。此外，這一系統能夠根據使用者的行為模式進行調整，優化藥物分發的時間和方式。機械手臂和攝影機的協同工作使系統能夠學習並適應使用者的需求，從而提供更個性化的服務，這一系統支持遠端監控和支援功能，使醫療專業團

隊能夠通過連接的攝影機和機械手臂對病患進行遠程查看。這意味著如果有任何問題出現，比如病患沒有按時取藥，醫療團隊可以及時介入，提供幫助和支持。這種智慧藥物分類系統代表著醫療科技領域的一技術突破，它不僅提高了藥物管理的準確性和便捷性，還增強了對病患的關懷和支持，無論是在家中還是遠程管理方面都顯示出巨大的潛力。

老有所依基於北斗衛星和 MQTT 技術作品方案 — 隨著人口老齡化的趨勢日益加劇，照顧機構面臨著前所未有的壓力。護理人員與老年人口的比例失衡，使得提供高質量的護理服務變得日益困難。在這樣的背景開發了一項創新的技術解決方案，旨在提高照顧機構的管理效率，並作為一種有效的外出求救工具。此項目特別適用於復康中心、老人院、社會福利機構和醫院等場所。本系統結合了北斗衛星定位模塊、MQTT 通訊協議、ESP32 微控制器、OLED 顯示屏以及心率傳感模組。通過這些模組，我們可以實時收集和監測老年人的位置和健康數據，並通過 MQTT 協議將數據傳輸到中央服務器進行記錄和分析，然後這些信息能夠即時傳達給照護人員的電腦。為了提高系統的便攜性和實用性，我們設計了它可以輕鬆安裝在各種衣物上。當系統檢測到異常數據，例如心率異常，它會立即通知照護人員採取緊急措施，這樣的即時回應可以在關鍵時刻拯救生命。此外，若有老人在外出時走失，他們的裝置上的 OLED 屏幕會顯示一個二維碼，任何發現他們的人都能掃描該二維碼，獲得與照顧機構聯繫的方式，從而迅速幫助他們回到安全的地方。另一方面，北斗衛星定位模塊則能提供精確的位置信息，確保即使在走失的情況下，老人也能被快速定位並找回。系統的另一大優勢是能夠通過 MQTT 協議進行集中監控，這意味著照護人員可以同時監控多位老人的健康狀況，這大大提高了效率，減少了逐一檢查帶來的時間和人力消耗。總而言之，這一系統為照顧機構提供了一種革命性的方法，以更少的人力資源提供高效和質量化的照顧服務，並且確保了老年人即使在遇到緊急情況時也能獲得快速的幫助。

「星」路尋店 — 本項目致力於運用北斗衛星導航系統和 HTML 技術，打造一個專為長者及其照料者定制的網上導航平台。隨著澳門經濟的迅猛發展，老齡化社會的問題日益凸顯，長者需要更多的支持和便利服務來維持他們的生活品質。該網站考慮到長者在尋找針對特定健康條件的產品和服務時可能遇到的困難，將提供一個易於使用的平台，幫助他們定位到最適合的健康診所、休閒中心和特殊護理服務店鋪，並提供如何到達這些地點的清晰指示。網站界面將特別為長者設計，包括易於閱讀的字體大小、高對比度的顏色選擇和簡潔的導航路徑，以減少使用中的困難。配合北斗衛星的精準定位功能，長者可以輕鬆找到他們需要的服務，無論是最接近的醫療中心還是社區活動。此外，網站亦將提供關於健康飲食、適合的運動課程和社交活動的信息，幫助長者保持良好的身心狀態。為了應對緊急情況，我們將在網站上設置一個一鍵求助系統，使長者能在需要時迅速聯繫到家人或緊急服務。同時，網站會根據長者的地理位置和個人偏好，提供個性化的商店和服務推薦。我們也特別注意到，網站的響應式設計將保證在各種設備上均能提供良好的用戶體驗，考慮到長者可能更習慣於使用特定的設備如平板電腦。通過這一專門的網上平台，長者的生活自主性將得到提升，他們對社區資源的接觸和利用將更加頻繁，這不僅能鼓勵他們積極參與社交和健康活動，還能改善其整體的生活質量，為澳門的長者及其家庭帶來實質的好處。

濠鏡藝廊數位藝術館 — 當今科技的迅速發展為長者服務帶來了新的機遇。特別是在文化藝術領域，科技與傳統的融合為長者創造了更加豐富且易於存取的體驗。這一趨勢不僅促進了文化創意產業的發展，更提升了長者的生活質量。對於長者而言，保持與文化藝術的連結對於他們的身心健康至關重要。傳統文化不僅是他們共同記憶的一部分，也是他們身份和歷史的重要標識。在這樣的背景下，我們可以利用數位化技術將傳統藝術形式轉化為更易於存取和分享的格式，如將民間故

事或傳統音樂錄製成數位音檔，使得長者可以在家中即享受到這些文化遺產。這些科技手段不僅幫助保存傳統藝術，還為長者提供了重溫舊日記憶的途徑。隨著數位工具和社交平台的普及，長者也能夠更輕鬆地接觸和參與當代的文化藝術活動。這樣的參與可以通過觀看線上舞台劇、參加虛擬美術館的導覽或是透過視訊技術參與文化工作坊等形式進行。這不僅滿足了長者對於文化生活的渴望，還激發了他們的創造力和社交互動，從而提高了他們的生活質量。為了更好地服務於長者，可以建立一個專門的文化資料庫，收集與長者相關的文化藝術資源。這些資源可以包括數位化的畫作、音樂、戲劇和文學作品，並且考慮到長者的特殊需求進行選取和整合。這樣的資料庫不僅便於長者存取，還可以作為照護人員與長者進行互動和交流的工具，透過文化內容促進情感聯結和心靈慰藉。透過將科技與文化藝術的結合，我們不僅在保存和傳承文化遺產方面發揮了重要作用，還為長者提供了一個更加豐富和多元的文化生活空間。這樣的進步不僅促進了文化產業的創新發展，更重要的是提高了長者的生活質量，為他們的晚年生活帶來了更多的快樂和滿足。

5. 進一步工作

為了推進澳門在科學研究與技術發展領域的進步，本項目致力於達到技術成熟度水平（TRL7），這意味著將已經開發的系統或製程整合到商品設計中，且經過實際測試並符合預期的性能。這一發展策略將與澳門的長遠發展目標保持一致，以期對澳門社會產生最大的正面影響。本項目的成果將持續發展，並特別強調三個主要方面的協同合作：產業界的需求和支持、學術機構的研究和創新能力、以及研究機構的技術轉移和商業化專業知識。透過加強這三方的合作，本項目將促進澳門在文化藝術與科技融合方面的人才培育，並透過實際應用來檢驗和精煉相關技術，從而確保研究成果能夠為澳門社會帶來切實的益處。在推進澳門科研發展的同時，我們將特別關注長者服務領域中文化藝術的應用，確保科技創新能夠提升長者的生活質量，並在保存和傳播澳門豐富的文化遺產方面發揮作用。這將包括開發符合長者需求的數位化工具和平台，以及設計易於使用的介面，讓長者能夠無障礙地享受文化資源。本項目將著眼於實際成效，並通過與澳門的產業界、學術界和研究界的緊密合作，不斷推動創新，培育未來人才，並最終實現對澳門社會的積極貢獻。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	6

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

校園細菌分佈檢測與分析

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0031/2022/ITP	澳門坊眾學校	陳素媚	校園細菌分佈檢測與分析

項目摘要

1. 研究背景

校園細菌研究背景旨在瞭解校園環境中細菌的情況，評估與學生健康相關的風險，並提供相關的教育和科普資訊，以促進學生的健康與學習。主要涉及以下幾個方面：

- 1) 學生健康與疾病：初高中學生的健康是學校關注的重要問題之一。校園環境中的細菌可能與學生的健康狀況有關。例如，某些細菌可能引起呼吸道感染、腸胃炎等疾病。因此需調查校園環境中的細菌種類和分佈，以評估是否存在對學生健康有潛在風險的細菌。
- 2) 衛生設施與衛生習慣：初高中學校通常集體使用食堂、廁所、電腦等設施，這些設施可能成為細菌生長和傳播的場所。對這些設施中的細菌數量進行調查，以評估衛生狀況並提出改進建議。此外，研究還可以關注學生的衛生習慣，如洗手頻率和使用衛生紙的情況，以瞭解這些習慣對細菌傳播的影響。
- 3) 教育與科普：初高中校園細菌研究也可以成為教育和科普的一個議題。通過細菌研究，學生可以瞭解微生物的影響及重要性，以及如何保持個人和環境衛生。這有助於培養學生的科學素養和健康意識。

2. 研究目標

大氣是環境品質評價的重要因素，而在人流密集地方場所，空氣環境也自然有所不同。如學校，對學生來說像家一般，較長時間停留在此，因此監測和改善學校主要活動區域的空氣品質有著重要的意義；由於學生在校經常接觸到各類物品及設備，而課室內的值日工作一般由學生完成，可能存在衛生風險。本文運用微生物研究法對校園空氣中細菌總數及兩種常見致病金黃葡萄球菌和大腸菌群進行測定，旨在瞭解校園的空氣品質及環境潔淨度，並根據實驗結果提出一些建設性意見供參考。

3. 簡介研究工作的主要進展

得出校園不同功能室（課室、電腦室、實驗室、操場、廁所等）細菌總數的多寡，及這些功能室是否受到不同程度的金黃葡萄球菌和大腸菌群污染；能得出教師或學生常接觸的物品（課桌、鍵盤、水龍頭、門把手、牆壁、運動器械、圖書館書籍、飲水機、話筒等）細菌總數的多寡，及這些物品是否受大腸菌群污染。基於以上結果，為校園的衛生清潔及學生值日提出針對性的建議，保障校內人員的健康。

4. 研究成果與應用

本研究完成校園內各場所空氣細菌總數的比較，得出不同場所的污染情況，結果反映空氣細菌總數最多的場所分別是廁所、多功能室和羽毛球場；另外完成不同物品表面大腸菌群數及金黃葡萄球菌數的比較，得出不同物品的污染情況。表面大腸菌群數最多的物品分別是飲水機按鈕、水龍頭和門把手。表面金黃葡萄球菌數最多的物品分別是廁所水龍頭、圖書館書籍、飲水機按鈕及學生枱面。

5. 進一步工作

- 1) 期盼能否在課間有條件增加一些設備有效減少致病菌。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
-	-	-	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於python的新型無人船操作系統

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0032/2022/ITP	澳門坊眾學校	賴儉飛	基於 python 的新型無人船操作系統

項目摘要

1. 研究背景

無人艇用於海面環境監測、海難搜尋救助、通航秩序輔助管理、海洋權益保護等方面具有廣闊的應用前景，尤其是對於沿海沿江複雜水域具有明顯的戰略發展意義。隨著我國海洋開發活動不斷加強、海上航運和海上生產活動日益繁忙，海難事故多發，使得落難人員的搜救問題日益嚴峻。以現有相關技術為基礎，開發無人駕駛船控制平台已成為目前國際上的發展趨勢。

2. 研究目標

- 1) 程式編寫：研究基於 python 的無人船操作系統，python 強大的數據處理能力和數據可視化能力帶來簡便的人機操作界面、海況船況的可視化、豐富的擴展功能。
- 2) 硬件製作：設計和製作小型的防翻覆無人船，具有高生存能力。

3. 簡介研究工作的主要進展

- 1) 設計了多個無人船體模型，在小型實驗中不斷改進中，製作了2個複合材料的真實尺寸船體。
- 2) 改進了舊款的無人船載電腦結構，變得尺寸更小、整合度更高，調整程序使運行正常。
 - a: PWM 信號驅動板的製作；
 - b: AIS 模塊的製作；
 - c: 傾角和加速度模塊的製作；
 - d: 改進了外型 and 整合；
- 3) 基於 python 的無人船操作軟件，在人機界面有效性上得以提高。
 - a: 改進了視頻傳輸方式和接收程序，提高了幀率和降低了延遲；
 - b: 改進了界面的操作，簡化了界面；
 - c: 為 GPS 導航系統提供了空間。

(1) 擬定成果之完成情況

序號	申請時擬定之成果名稱	成果指標之目前完成情況	達成率
1	模型：製作成新型無人船船體大約 2~4 個。	目前完成無人船體 2 個； 重新設計中有 1 個。	100%
2	軟件：基於 python 的無人船操作系統 1~2 代，第一代是視像、海況、船況的半手動型操作界面。第二代是帶海圖巡航功能的半自動型操作界面。	完成無人船操作系統 1 代。 第二代包含自動巡航功能開發中。	100%
3	開始試點巡航，進行功能開發。	2023 年 11 月完成試航。	100%
4	申請無人船操作系統的澳門或內地專利 1~2 項。	實用新型專利《一種防傾覆船體的設計》已經提交申請。	100%

4. 研究成果與應用

- 1) 設計了五邊形截面新型無人船船體，經過軟件模擬、小型實驗、真實尺寸建造。
- 2) 移植性高的無人船控制內核，可適應不同船體和功能而擴展。
- 3) 基於 python 的無人船操作軟件。

5. 進一步工作

- 1) 船體構造仍然有很大改進空間，製作一體式的多功能天線支架。
- 2) 無人船船載電腦的程式改進。
- 3) 無人船操作軟件的改造，自動導航問題的解決。

結果類型	結果名稱及技術成熟度 (TRL)	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
2 個無人船體	1. 五邊形截面新型無人船船體 TRL6 2. 新型無人船載電腦 TRL4	賴儉飛	設計了五邊形截面新型無人船船體，經過軟件模擬、小型實驗、真實尺寸建造。移植性高的無人船控制內核，可適應不同船體和功能而擴展。	-

結果類型	結果名稱及技術成熟度(TRL)	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
軟件	3. 基於 python 的無人船操作軟件 TRL4	賴儉飛	同上	-
專利	一種無人船防傾結構	賴儉飛	-	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	2

研究結果	樣品	成品	產品
	2	-	-

第四章 專利資助項目

一種麥克納姆輪車（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0006/2020/APT	培正中學	林建源	一種麥克納姆輪車 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

為了解決背景技術中存在的現有問題，本實用新型提供一種麥克納姆輪車，具有對周圍物體的距離感應，防撞的避障功能，而且還有負載重量的報警功能，通過移動終端進行連接控制的多功能智慧化。

本實用新型採用以下的技術方案：

一種麥克納姆輪車，包括底盤，以及通過懸掛系統連接在所述底盤下的麥克納姆輪，還包括有避障感測器、控制器、報警模組和通信模組，所述避障感測器、報警模組、通信模組均與所述控制器電性連接，所述避障感測器固定安裝在所述底盤側面的四周，與周圍物體的距離感應進行自動避讓。

本實用新型的有益效果如下：

1. 本實用新型利用麥克納姆輪能全方位自由運動的特性，避免了小車運行工作空間受限的缺陷；
2. 通過避障感測器在運動過程中對周圍物體感應進行自動避讓的功能，提高安全性又避免了小車損害。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型專利	一種麥克納姆輪車	何柏炘	202021218620.X	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

一種空氣質量檢測無人機（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0010/2020/APT	培正中學	袁國展	一種空氣質量檢測無人機 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

為了克服現有技術的上述缺陷，本實用新型的實施例提供一種空氣品質檢測無人機，通過扇葉轉動帶動本實用新型上升至需要檢測的空氣高度上，並通過 PM 2.5 檢測器對空氣檢測後通過藍牙將空氣質量數據發送至手機，並通過氣泵工作將空氣泵入氣球中，方便對高空中空氣的收集，從而達到即時檢測空氣質量數據與隨時獲取空氣樣本的效果，便於後期對空氣品質進行分析和優化，以解決上述背景技術中提出的問題。

為實現上述目的，本實用新型提供如下技術方案：一種空氣品質檢測無人機，包括連接殼，所述連接殼上固定設有多個支撐杆，所述支撐杆端部固定設有馬達，所述馬達上固定設有扇葉，所述連接殼頂部固定設有氣泵，所述氣泵上固定設有氣管，所述氣管一端套接設有氣球，所述氣管上固定設有止回閥，所述連接殼內側固定設有電池，所述連接殼底部固定設有懸浮粒子檢測模組；所述懸浮粒子檢測模組包括 Arduino Uno，所述 Arduino Uno 連接端設有藍牙、繼電器和 PM 2.5 檢測器；所述電池用於對整個系統進行供電；所述 Arduino Uno 用於對整個系統的資料進行分析計算；所述藍牙用於與手機端的無線資料傳輸；所述繼電器用於控制電路；所述 PM 2.5 檢測器用於檢測空氣。

本實用新型的技術效果和優點：

通過扇葉轉動帶動本實用新型上升至需要檢測的空氣高度上，並通過 PM 2.5 檢測器對空氣檢測後通過藍牙將空氣質量數據發送至手機，並通過氣泵工作將空氣泵入氣球中，方便對高空中空氣的收集，從而達到即時檢測空氣質量數據與隨時獲取空氣樣本的效果，便於後期對空氣品質進行分析和優化。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
實用新型	一種空氣質量檢測無人機	龔詩雅 關文字 譚暉亞	CN 213921527 U	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

爬行動物養殖箱（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0014/2020/APT	澳門培正中學	袁國展	爬行動物養殖箱 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型公開了一種爬行動物養殖箱，包括養殖箱體、繼電器、水泵、控制器、溫度感測器和濕度感測器，水泵與繼電器連接，溫度感測器、濕度感測器、繼電器和暖燈分別與控制器連接；控制器包括 wifi 模組，wifi 模組用於連接移動終端；溫度感測器和濕度感測器分別設於養殖箱體內，水泵用於提供水源；本實用新型可通過移動終端對爬行動物養殖箱的溫度和濕度進行檢測並進行控制，可隨時保證養殖箱的溫度和濕度，進而保證爬行動物的生活環境。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	爬行動物養殖箱	曾政熙	ZL201920694206.7	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

一種防漏易拉罐（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0015/2020/APT	澳門培正中學	高泳詩	一種防漏易拉罐 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型涉及易拉罐技術領域，公開了一種防漏易拉罐，包括罐體以及設於罐體上的罐蓋，所述罐蓋上設有第一開口以及與第一開口密封連接的封口部，所述封口部的一端連接有拉環，所述罐蓋的中央設有通孔，所述通孔中穿設有連接軸，所述連接軸能夠相對罐蓋轉動，所述連接軸的一端設本易拉罐配有密封片，這樣在使用時，拉掉密封口部之後，轉動連接軸，使密封片覆蓋第一開口，第一開口就被封住，飲料不容易灑出，便於攜帶，也可以防止灰塵落入罐體內部，安全衛生。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
實用新型	一種防漏易拉罐	王丹怡	ZL201920548323.2	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

一種水面垃圾清理系統（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0029/2020/APT	培正中學	袁國展	一種水面垃圾清理系統 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型公開一種水面垃圾清理系統，該系統包括垃圾清理船以及智慧終端機，垃圾清理船包括船體、船頭以及船尾，船體的外側分別設有浮力材料，船尾包括一可拆卸後板，船尾下方安裝有快艇電機馬達，船體的一側還設置有穩定塊，船體內側設有隔板，隔板將船體分隔成動力艙和垃圾艙，垃圾艙內設有垃圾存放裝置，動力艙內設置有驅動電機、垃圾抓升裝置、主控制板，主控制板包括控制晶片、溫度檢測模組、電機控制模組、信號接收模組、狀態指示模組和工作電源模組。本實用新型可以實現水面垃圾打撈自動化，能夠大大提高垃圾清理效率。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	一種水面垃圾清理系統	胡樂軒	ZL 2020 2 1274673.3	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

聰明盲人手杖（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0033/2020/APT	培正中學	馬耀幹	聰明盲人手杖 (實用新型專利申請)
項目摘要			
研究工作簡介 本實用新型的旨在於提供一種多功能盲人手杖，該多功能盲人手杖可以利用信號發射探測和反射控制的原理，將探測到障礙物的情況用語音及時的提示，從而可以給盲人的出行帶來使用上的便利，提高了盲人出行的安全性和便捷性，並且功能豐富，智能化程度高，攜帶方便。 本實用新型提供的多功能盲人手杖為可伸縮式，攜帶方便，並且通過在手杖中間設有彈性緩衝材料，能夠有效的緩解在敲擊過程中對手部的衝擊力；測距感應器組用來探測前、下、左、右四個方位前方是否存在障礙物，並且通過警示報警器提示盲人，擴大了盲人的探測範圍；傳感器的上方設有索帶膠粒，用戶可以通過手指觸摸來感受索帶膠粒以便於清楚各個部件的功能作用；手柄上設置有 LED 燈，該 LED 燈在夜晚時發出閃爍的燈光，以便於外人能夠發現燈光來源從而規避危險。所以，本實用新型提供的多功能盲人手杖能夠使盲人能夠及時規避危險，為盲人提供了方便，實用性強，功能豐富，智能化程度高，攜帶方便。			

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
中國實用新型專利	一種多功能盲人手杖及其通訊定位系統	蔡家悠	ZL202021237945.2	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

嬰兒踢被子警報器（實用新型專利）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0034/2020/APT	培正中學	馬耀幹	嬰兒踢被子警報器 （實用新型專利）

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型包括感光器件、控制器、電源及報警裝置，所述感光器件靠近嬰兒肩部的位置設置，所述感光器件、報警裝置和電源分別與所述控制器連接，所述控制器包括 AD 轉換模組、DA 轉換模組、放大器和控制晶片，所述 AD 轉換模組的輸入端與所述感光器件連接、輸出端與所述控制晶片連接；所述 DA 轉換模組的輸入端與所述控制晶片連接、輸出端與所述放大器的輸入端連接；所述放大器的輸出端與所述報警裝置連接。當嬰兒睡覺時，將本實用新型的感光器件設於靠近嬰兒肩部的位置，控制器和報警裝置可設置於床上或床沿或床頭櫃或床架或可固定控制器和蜂鳴器的位置，給嬰兒蓋上被子或毯子，被子或毯子覆蓋住感光器件，當嬰兒踢被子時，被子被踢開，無法覆蓋感光器件，感光器件感應到光，感應器件接收到的光信號傳送至 AD 轉換模組，AD 轉換模組將接收到的光信號轉換成數位信號傳送給控制晶片，控制晶片接收到 AD 轉換模組發出的數位信號後進行處理，處理完成後向 DA 轉換模組發出指令，DA 轉換模組接收到控制晶片發出的指令後，將數位信號轉換成類比信號發送給放大器，放大器將接收到的類比信號放大後發送給報警裝置，報警裝置即發出警報，以提醒嬰兒父母或嬰兒的照料者。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
中國實用新型專利	嬰兒踢被子報警裝置	周清礫、 林蔚璇	ZL202021218056.1	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

一種提防書包過重的提醒裝置（實用新型專利）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0036/2020/APT	培正中學	陳少婷	一種提防書包過重的提醒裝置 (實用新型專利)
項目摘要			
研究工作簡介 通過便捷安裝提醒機構將本實用安裝在書包肩帶上，結構簡單，可快速進行安裝和拆卸，適用於各種各樣的書包，整體使得本實用新型便於安裝和拆卸，同時能夠根據自身體重進行重量上限的調整，使用起來十分方便；通過薄膜壓力傳感器檢測到壓力，並將壓力信號轉化為電信號傳遞給可編程 PLC，重量達到預設的重量上限時，可編程 PLC 開啓警報器，警報器發出警報，提醒書包重量超出上限，並且可通過充電接口對蓄電池進行充電，蓄電池為本實用提供電能。			

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
中國實用新型專利	一種提防書包過重的提醒裝置	伍行知、原天樂	ZL201920741029.3	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

一種無線供電裝置（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0048/2020/APT	培正中學	吳穎祺	一種無線供電裝置 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

1. 技術領域

本實用新型屬於無線供電技術領域，具體涉及一種無線供電裝置。

2. 背景技術

目前，家用的小功率電器為 20W 以下的電器，使用者可通過無線供電裝置對小功率電器進行供電。

中國發明專利申請 CN108923509A 公開了一種無線充電發射電路及無線充電接收電路，中國發明專利申請 CN105871076A 公開了一種近距離無線電能傳輸裝置，該兩件專利申請均未公開發射線圈與接收線圈的定位裝置，造成使用者使用不便。

3. 實用新型內容

本實用新型的主要目的是提供一種便於使用的無線供電裝置。

為實現上述的主要目的，本實用新型提供的無線供電裝置包括發射線圈與接收線圈，無線供電裝置包括至少兩個承載裝置，發射線圈與接收線圈分別佈置於一個承載裝置；承載裝置包括活動架、固定件、連接件和定位元件，活動架包括相互連接的動圓軸與托架部，托架部包括至少兩個架體，架體沿動圓軸的周向相對佈置；固定件包括相互連接的基台與中空的定圓軸，動圓軸套接於定圓軸；連接件包括容納孔與一對夾臂，位於一對夾臂之間的開口連通容納孔，動圓軸穿過容納孔，夾臂設置有螺紋通孔，連接件連接活動架與固定件；定位組件穿過螺紋通孔。

由上述方案可見，發射線圈定位於一個承載裝置，接收線圈定位於另一個承載裝置，便於使用者使用無線供電裝置。

托架部包括連杆與主體，連杆連接主體與架體。每個架體包括兩塊架板與一個托口，托口位於兩塊架板之間。容納孔內設置有階梯部，階梯部的底面抵接於定圓軸的端面，階梯部的側面抵接於動圓軸的側面。定位組件包括螺栓與螺母。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
實用新型	一種無線供電裝置	齊振安	ZL 202020771984.4	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

基於月面探索的樣本取樣車實作（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0049/2020/APT	澳門培正中學	郭俊傑	基於月面探索的樣本取樣車實作 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型涉及月球探索設備技術領域，尤其涉及一種月球探索取樣車，包括：主體；移動組件，設置在主體上，包括滾動車輪以及驅動滾動車輪轉動的驅動電機；其中，滾動車輪包括輪輻以及沿周向分佈在輪輻外緣的若干個自由滾組，自由滾組的軸心線與輪輻的軸心線空間交錯；本實用新型的月球探索取樣車採用的移動元件包括滾動車輪和驅動電機，該滾動車輪包括輪輻以及沿周向分佈在輪輻外緣的若干個自由滾組，該自由滾組的軸心線與輪輻的軸心線空間交錯，不僅能夠增強自由滾組的抓地力，而且提升該月球探索取樣車的通過性，適應不同環境的要求。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用 或收錄情況
實用新型	一種月球探索取樣車	劉銘燁	ZL202020930661.5	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

三合一折疊板（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0050/2020/APT	澳門培正中學	余麗君	三合一折疊板 (實用新型專利申請)
項目摘要			
研究工作簡介 本實用新型涉及一種三合一折疊板，包括呈盒狀並且頂部敞開的主體，主體上相鄰的兩個側面通過軟質材料連接，底面由軟質材料製成，側面由硬質板製成並且可沿自身的對角線折疊，主體的上端設置有提手，主體的上端面可相對下端面旋轉至側面沿自身對角線折疊形成桌椅狀；本實用新型在不使用時可以折疊成板狀便於收納和運輸，在使用時主體的上端面相對下端面旋轉一定角度成盒狀，通過提手提起該盒狀主體可以作為袋子使用，主體的上端面相對下端面繼續旋轉至側面沿自身對角線折疊成桌椅狀，作為桌子使用時可以放置書本、畫板、筆記型電腦等，作為椅子時可以供小朋友休息使用；結構簡單方便攜帶，用途廣。			

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	一種三合一折疊板	梁雅一；盧咏珈	ZL202021053558.3	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

智慧牧場（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0051/2020/APT	澳門培正中學	陳健鴻	智慧牧場 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型公開了一種智慧牧場，具體涉及牧場技術領域，包括畜牧機構，所述畜牧機構後端固定有通風機構，所述畜牧機構頂端設有雨水收集機構，所述通風機構頂端固定有供電機構；所述畜牧機構包括三個畜牧房；所述雨水收集機構包括蓄水箱，所述蓄水箱底端設有管道，三個所述畜牧房內壁上均固定有分支管；所述供電機構包括存放間，所述存放間頂端固定有兩個立板，兩個所述立板之間設有轉軸，所述轉軸上設有兩個支撐板，兩個所述支撐板頂端固定有光伏板。本實用新型便於對畜牧房內部通風散熱，實現對雨水收集以及利用太陽發電，節約成本，且方便調節光伏板角度，有效提高太陽能利用率。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	一種自動清理糞便的牧場	李彥一；陳君揚	ZL202023220476.6	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

一種具有祛污功能的馬桶（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0052/2020/APT	澳門培正中學	陳健鴻	一種具有祛污功能的馬桶 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

一種具有祛污功能的馬桶，包括設置自動感應上水系統的馬桶本體，馬桶本體的上部設有坐廁台，其中：坐廁台配置有污漬處理裝置，污漬處理裝置包括坐廁型框架墊，坐廁型框架墊的背面設有溫度感應器、濕度感應器、主控制器、清洗裝置和發熱裝置，溫度感測器和濕度感應器與主控制器電連接，主控制器與清洗裝置和發熱裝置電連接。本實用新型提供的具有祛污功能的馬桶，解決了現有技術中由於夜晚光線不足導致的如廁時，在坐廁臺上殘留小便污漬的技術問題，達到了及時清洗馬桶的坐廁臺上的污漬，保證良好的環境衛生的技術效果。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	一種便於處理污漬的馬桶	梁靖怡	ZL202022740980.2	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

急難救災支援無人機（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0055/2020/APT	澳門培正中學	吳穎祺	急難救災支援無人機 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

一種急難救災支援無人機，其包括四軸飛行器，安裝在四軸飛行器上的小型計算器，四軸飛行器還配置捕獲攝像機，捕獲攝像機與小型計算機電路連接，小型計算器與控制中心主機資料連接。本實用新型提供的急難救災支援無人機，解決了傳統的救災方式存在的風險大、救援不及時等技術問題，達到了降低救援隊員所需承擔的風險，提高救援的效率，同時還提高受害者的存活率的技術效果。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	一種急難救災支援無人機	陳鎧之；方聆雪；劉泓智；吳穎祺	ZL202020766632.X	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-

壁掛式移動工具車（實用新型專利申請）

檔案編號	申請實體	項目負責人	項目名稱
0056/2020/APT	澳門培正中學	郭俊傑	壁掛式移動工具車 (實用新型專利申請)

項目摘要

研究工作簡介

本實用新型提供一種壁掛式移動工具車，包括呈正方形或者長方形的水準設置的面板，所述面板周邊具有向上延伸的封邊，在所述面板上放置有工具箱，在所述面板的其中一側的封邊兩側均設置有豎向的第一連接杆，兩個第一連接杆互相平行，所述第一連接杆的一端連接於所述面板的其中一側的封邊，所述第一連接杆的另一端通過旋轉元件連接第二連接杆，兩個第二連接杆互相平行，兩個第二連接杆之間連接有掛杆，所述掛杆與所述第二連接杆垂直，所述掛杆的側邊具有掛鉤部。採用本實用新型提供的壁掛式移動工具車，具有如下優點：節省空間，使用方便。

結果類型	結果名稱	主要完成者	結果說明	結果被引用或收錄情況
實用新型	一種壁掛式移動工具車	鄧景恒；鮑翰林	ZL202020770671.7	-

人才培養數目	博士或以上	碩士	學士或以下
	-	-	-

研究結果	樣品	成品	產品
	-	-	-



科學技術發展基金

地址：澳門殷皇子大馬路43-53A澳門廣場8樓C座

電話：(853) 2878 8777

傳真：(853) 2878 8776

電郵：info@fdct.gov.mo

網址：www.fdct.gov.mo