

## 2. 項目簡介

(項目所屬科學技術領域、主要技術內容、授權專利情況、技術經濟指標及應用推廣情況)

以快速、高效、便捷為目標的電子自動化即時診斷系統是目前生物醫學發展的前沿科技，它的實現需要電子、工程以及生物技術等各個學科的高度綜合，從而達到即時診斷以提高病人存活率並阻止傳染病在社區內傳播，在新冠疫情全球肆虐的情況下尤為重要。傳統的核酸檢測方法需要現場提取樣品，然後人力送至中心實驗室檢測，費時費力。本項目首次利用數字微流控技術為檢測平臺，結合芯片、液滴操作、控制軟硬件以及生物化學試劑等的全方位創新，開發了便攜式快速核酸檢測數字微流控系統。本項目隸屬於精密儀器製造領域，並結合微電子與生物醫學的交叉學科。

數字微流控是一項基於電潤濕現象的微小液滴控制技術，當液滴位於一系列電極上時，會由於電潤濕現象向相鄰通電電極移動。這種液滴操作受控於外接電子驅動信號，使得基於數字微流控的檢測設備更容易實現微小化、自動化、與便攜化。在此項目中，本團隊從四個角度開發創新技術，與常規核酸檢測技術相比，將生化反應體積縮小了 20 多倍，反應時間縮短了 200 多倍，液滴操控達到了從皮升到納升 10,000 倍的量程，並且實現了便攜式、快速、特異性核酸檢測。

項目的主要創新點如下：

1. 芯片設計創新。我們首先從芯片設計入手，開創性的將數字微流控芯片與傳統管道微流控芯片製備技術結合，製作三維微結構、改變芯片表面親疏水特性、增強表面耐受性等一系列技術創新，實現了 DNA 樣品並行分析，可以在 7 秒鐘內完成 DNA 溶解曲線分析，比傳統的方法快了 250 倍。
2. 液滴操控方法。開創性的改變外接驅動電信號的電壓、頻率以及波形等實現了芯片上樣品自動混合以及大量程樣品添加。這項技術是全球首次實現芯片上 10,000 倍量程的樣品添加，且為便捷的外接電信號控制，有著傳統微流控的壓力控制無法實現的自由度。
3. 外接軟硬件控制。我們將模糊控制理論應用到數字微流控的軟件控制系統中，實現了智能化的多液滴操控，並利用調節各電極的通電時間和方式，加速液滴的移動，提高了芯片反應速度。
4. 生化反應試劑。由於超微小的反應體積，芯片上的生化反應有別於傳統反應管。我們開發出了新型的反應試劑，將 DNA 擴增的信號的強度提高了 10 倍，是迄今唯一可以實現肉眼觀察反應結果的熒光試劑。同時新型的 DNA 或 RNA 反應方法，利用特異性銀顆粒或特異性熒光探針等方法，成功解決了困擾業界已久的核酸檢測假陽性或假陰性結果。

基於本技術，我們已經申請了 14 項國際國內專利，其中 3 項已獲批，並成功由澳門大學微電子重點實驗的博士畢業生轉化，成立初創公司迪奇孚瑞生物科技有限公司 (DigiFluidic)，開發出澳門第一款基於數字微流控系統的自動化核酸檢測平臺 (VHUNTER 核酸檢測儀)。公司自 2018 年創立至今已成功融資 1200 萬澳門元，與三家單位簽訂了採購意向書，並與珠海市疾病控制中心、拱北海關技術中心、澳門水產檢測中心、以及雙螺旋基因技術有限公司合作，進行傳染病與食品安全檢測。

(字數不超過 1200 字)