



二．項目簡介

(項目所屬科學技術領域、主要研究內容、發現點、科學價值、同行引用及評價等內容。)

所屬科學技術領域：數學（函數逼近論）、計算機圖形學。

本項目在重要需求驅動下開展，驅動的問題：（1）長期以來，信號處理中的 Gibbs 現象不能徹底消除，嚴重影響信息處理質量；（2）在計算機輔助幾何造型領域，已有通行的表達方式不是整體進行，因而難于對研究對象作出全域特徵分析；（3）信號處理領域沒見到三角域上的正交變換研究。有需要，但有本質性困難；（4）需要自主創建實驗平臺，檢驗理論結果的真確性。

進一步說明如下：

本項研究的 k 次 U -系統與 V -系統，是一類新的非連續正交函數。當 $k=0$ 的情形，分別恰為經典的 Walsh 函數與 Haar 函數。 k 次 U 、 V -系統中包含各種具有不同層次可微性的分片多項式，這是與 Walsh 及 Haar 系統、Fourier 系統及連續小波系統的關鍵區別所在。

新結果（發現點）：【1】給出 U 、 V -系統完整的、構造性的定義；對正交性、完備性、收斂性、遞歸性、多分辨性、再生性給出了理論證明。**科學價值：**為數學中的函數逼近理論增添有獨特實用價值的、嚴格可靠的工具；【2】對廣泛的（含強間斷、弱間斷，或間斷與連續及光滑混合在一起）信號處理問題，採用 U 、 V -系統，可以做到消除 Gibbs 現象。**科學價值：**為長久以來不能消除 Gibbs 現象障礙的問題提供一種有效解決途徑；【3】幾何信息中，對分離、穿插、重疊等複雜組合幾何群組，借助 U 、 V -系統，能够做到整體正交表達。**科學價值：**整體正交表達的實現，給複雜幾何群組的全域特徵提取建立了頻譜分析的基礎；【4】由于幾何造型以三角面片為主流實用工具，那麼三角域上構造 U -系統與 V -系統的新結果，其**科學價值**在于：為實現巨量幾何信息頻譜分析提供了具體算法；【5】針對巨量數據背景各種不同類型模型，完成了大量實驗檢測。**科學價值：**認識到此前未被研究的“群組”對象問題，可以運用 U 、 V -系統的途徑予以解決，因此堅信 U 、 V -系統理論研究對某些重要應用領域必定有所作為；【6】在普通微機環境下，獨立建立了自己的實驗平臺。其功能達到三角面片數目為百萬數量級。**科學價值：**通過實踐檢驗，發現 U 、 V -系統確實有趣又有用。

同行評價：專著《非連續正交函數》被“中國科學院科學出版基金資助出版”（2011 年 11 月）。此前，有推薦出書的 2 份評價信：

（1）北京大學數學學院教授張恭慶院士：

“... U 、 V -系統是本書作者們自己建立的一類新的非連續正交函數系...，使頻譜分析工具可以進入計算幾何學，因為可以消除 Gibbs 現象，完成幾何信息的精確重構（而這是已有的連續性正交函數所做不到的，在理論上有重要的創新意義...提供新的工具，有十分明確的實用價值與廣泛的應用前景...”（詳見“四、第三方評價”）

（2）北京應用物理與計算數學研究所教授郭柏靈院士：

“學術思想新穎： U -系統與 V -系統...使頻譜分析方法進入計算幾何學。具有很高的學術價值...具有前景看好的實用價值：...為複雜三維造型提供整體特徵分析、進而為幾何圖組分類及模式識別等問題，提供新的工具...我非常支持...強烈建議中科院出版基金予以資助。”（詳見“四、第三方評價”）

(字數不超過 1200 字)