姓名： 鄭少為

學歷：

University of Michigan/Statistics/Ph.D

現職及經歷：

清華大學統計所副教授(2007/2-)

中研院統計科學所副研究員(2006/1-2007/1)

中研院統計科學所助研究員(1999/8-2006/1)

University of Michigan/Department of Statistics and Department of Mechanical Engineer and Applied Mechanics/Post-doctor (1999/2-1999/7)

著作名稱：

1. S.-W. Cheng, and K. Q. Ye (2004), "Geometric Isomorphism and Minimum Aberration for Factorial Designs with Quantitative Factors," *Annals of Statistics*, 32, No. 5, pp. 2168-2185.

2. S.-W. Cheng, W. Li, and K. Q. Ye (2004), "Blocked Nonregular Two-level Factorial Designs", *Technometrics*, 46, No. 3, pp.269-279. (Chosen for the *Technometrics* Invited Session at the Fall Technical Conference in Roanoke, VA, 2004)

中文簡介：

因子設計(factorial design)廣被使用在各種工業、農業或科學實驗中。在因子設計裡，每個因子皆有幾個事前選定的實驗設定，稱之為水平(level)。而根據因子本身所具有的特性，又可將因子區分為量型因子（quantitative factor，比如溫度或壓力）以及質型因子（qualitative factor，比如材質或機器）。這兩類因子的主要差異在於量型因子的不同水平之間，存在著大小順序，而質型因子則無。

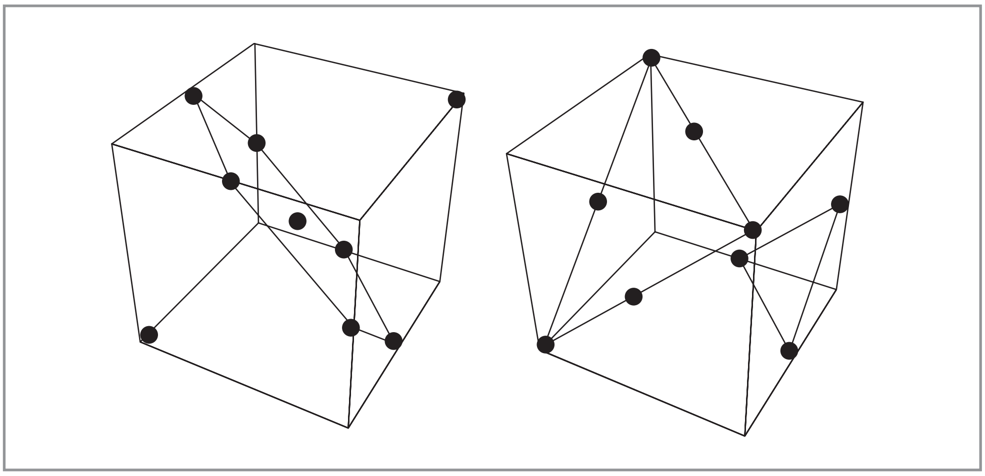
針對不同類型的因子，統計分析的目的也大不相同。對質型因子，主要的分析目的

在於了解不同的水平之間是否有處理差異(treatment difference)存在，故常使用變異數分析或多重比較法；而對量型因子，則常使用迴歸分析來建構一個連續型的多項式模型以供預測或統計推論。雖然在分析上，處理這兩類因子早已使用不同的處理方式，但在因子設計的數學架構上，卻一直沒有適用於量型因子的工具出現，這使得量型因子設計的理論探討，在許多方面都不易推展。

舉例來說，圖一中的兩個因子設計，若水平之間沒有大小順序存在時，由組合的觀點，這兩個設計可視為具有相同的結構（簡稱為組合同構）。然而，由幾何觀點來看，這兩組點集合在三維空間中的分布具有不同的幾何結構，故對量型因子而言，這兩個設計是不同的。造成這種差異的主要原因，是因為量型因子的水平之間存在著大小順序，故我們不可像在處理質型因子設計時任意將兩個水平互換，而必須考慮設計的幾何結構。由此觀點出發，我們在[1]內提出幾何同構的概念：若一個設計在允許行互換及水平順序反轉這些運算下，可等同於另一個設計，則我們稱它們為幾何同構。幾何同構比組合同構更適合用來區別量型因子設計。

雖然定義出幾何同構，但傳統實驗設計裡常用的數學架構，比如群論(group theory)或編碼論(coding theory)，皆只適用於質型因子。為了處理量型因子設計，我們必須發展新的數學架構。在[1]內，我們使用了一個最近剛出現的數學工具－指標函數－來處理量型因子設計。一個設計 A 的指標函數是一個由設計空間 D 映射至非負整數的函數。對每一個 D 內的設計點，這個函數的值為該點在 A 內出現的次數。精采的是，當我們使用多項式來表示該函數時，此多項式的係數攜帶著設計 A 的諸多性質，比如多項式項的係數大小與效應之間別名(aliasing)的程度習習相關，故指標函數這個數學架構除了可被使用在探討幾何同構之外，也可被應用來比較設計的優劣。

在因子設計裡，常用minimum aberration（以下簡稱為MA）準則來評定設計的優劣。原始的 MA 準則是利用群論發展出來的，故僅適用於質型因子設計。在[1]中，我



圖一：組合同構但幾何不同構之設計。

們藉由指標函數，對具有三水平以上的因子設計定義出適用於量化因子設計的MA準則，其與質型因子設計的MA準則之主要不同處，在於質型因子設計的別名與其所牽涉的因子個數相關，而量型因子設計的別名，則與指標函數中相對應的多項式項次數有關。

指標函數除了適用在量化因子設計的理論發展上，它也可扮演正規設計理論與不正規設計理論之間的橋樑。在實驗設計上，正規設計指的是實驗點彼此間滿足一個群(group)或體(field)的結構的設計。因為有此代數結構當基石，在正規設計上可以發展出很漂亮完美的數學理論。而不正規設計（例如直交表）雖然具有實驗次數較有彈性等好的性質，但與目前對正規設計的瞭解相比，非正規設計仍有很多性質不被瞭解，而造成這個情況的主要原因之一，便源自於非正規設計上沒有類似正規設計的代數結構。

若將一個正規設計用指標函數來表示，則其群的結構會顯示在具有非零係數的多項式項上，更精確的說，這些多項式項的索引(index)會形成一個群，並且這些多項式項的係數絕對值皆為1。因為指標函數對正規設計與不正規設計一體適用，而不像群的結構僅存在於正規設計中，故原本在正規設計上發展出來的一些代數概念（如定義對比子群、別名關係、字長等），便可藉由指標函數將其推廣到不正規設計上。而許多正規設計中原本藉由群論發展出來的定理，亦可藉由指標函數這座橋樑，在不正規設計上發展相對應的理論。我們在理解這個觀念後，便於[2]中將其應用在區集設計上。藉由將不正規設計的指標函數中，具有非零係數的多項式項視為類似正規設計中的字(word)，且將每個多項式項的係數絕對值視為該字所造成的別名程度，我們便可定義出解析度及字長型態，來比較不同的區集設計何者為優何者為劣。

這些研究主要是以指標函數為主軸，來處理以往實驗設計的數學架構無法處理得好的問題。在量化因子設計以及不正規設計上，我們皆可發現指標函數是比群論更適合的工具。目前指標函數的發展，尚在起步階段，在可見的將來，其應會成為實驗設計一個很有潛力的研究領域。

評審簡評：

鄭少為先生畢業至今短短七年間，已在工業統計之重要的研究領域（實驗設計）展現卓越獨立研究能力，並有顯著重要的成果，理論與應用並俱，同時也展現與其他學者之共同合作研究成績，備受此領域之同儕一致肯定，並在國際學術界受到重視，表現傑出。

鄭教授最重要而具體的學術貢獻包含對因子實驗及部份因子實驗提出了一個突破傳統並開創新局的“指示函數方法”(indicator function approach)，此方法奠定了一個整合理論的架構，而使得傳統的實驗設計可以推廣至量化的因子，同時對兩個水準非一般性的實驗提供一個最佳曲集的抉擇法，進而對三個水準的因子實驗有更一般化的結果。此整合的理論的架構並使得許多的實驗設計準則可以涵蓋更複雜的設計。可以預見此理論必廣為引用且有深遠影響。並且此理論將可應用至工業品管實驗之設計分析，因而研究成果也具應用價值。