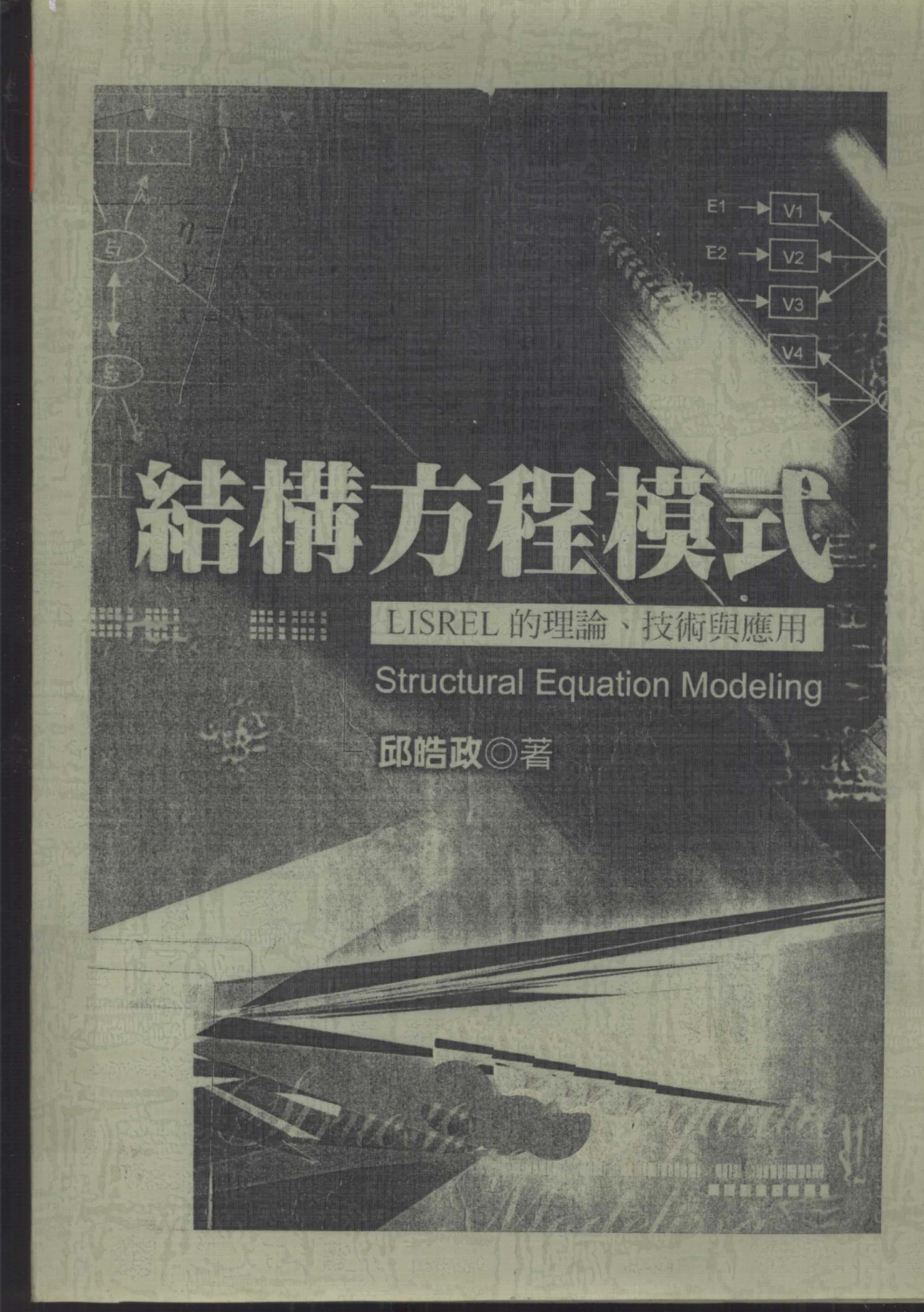




結構方程模式

LISREL 的理論、技術與應用

Structural Equation Modeling

邱皓政◎著

結構方程模式

LISREL的理論、技術與應用

PRINCIPLES AND PRACTICE OF STRUCTURAL EQUATION MODELING WITH LISREL

邱皓政/著

雙葉書廊
YEH YEH BOOK GALLERY

雙葉書廊有限公司 發行

簡序

近年來，不論在教育與心理統計學以及心理測驗學界，有關結構方程模式的討論與應用越來越多，顯見這是一個相當活潑而且有發展潛力的領域。在國外，結構方程模式已經發展形成一門課程，甚至於成為重要期刊接受的研究方法典範；然而，在國內則還沒有非常深入與積極的推廣，大學校院中，只有台大、師大、輔大等少數幾個學校開設專門課程來介紹結構方程模式，以致結構方程模式還停留在個別研究者的研究工具與零星討論的階段。我個人從測驗與統計學研究者的角度來看，非常樂見邱教授這本書的出版，相信對於結構方程模式在台灣的研究發展，會有相當大的助益。

多年前，我有一個機會主持第三屆兩岸心理與教育測驗學術研討會的一場論文發表會，當時邱博士即以結構方程模式的應用為題，進行了一場非常令人印象深刻的報告。那時邱教授剛從美國學成返台服務，是一個非常具有活力的年輕學者，他所研究的題目與領域，也非常具有啟發性與發展性，我非常期待他有更進一步的表現，為台灣的測驗與統計學界注入一股新的生命力。這幾年間，陸續看到他的研究作品出現在期刊與學術會議上，也有專書出版，衷心頗為這位年輕人感到高興。以目前國內學術界的生態來看，每一位教授都十分忙碌，而邱博士目前又擔任中國心理學會秘書長一職，教學、研究與行政工作必然相當繁重，仍能持續不斷的進行研究與著述，實在是相當不簡單。現在又看到他完成了這本質量兼具的專門著作，更是肯定他的用心與毅力。因此，特別樂於為他寫序，除了鼓勵他的表現，更期望他能夠再接再厲，為學術界帶來更多的貢獻。

個人長期從事測驗與統計領域的研究工作，在大學研究所所講授的科目，也都與心理測驗及統計學有關，深深的感受到這些知識與技術的實用性與重要性，也深切了解學生學習的心態，以及這些科目在研究教

簡 明 目 錄

簡序

林序

自序

第一篇 概 說

第一章 結構方程模式概說

第二章 結構方程模式的資料準備

第二篇 基本原理

第三章 模式界定與辨識

第四章 參數估計

第五章 模型評鑑與修飾

第三篇 分析技術

第六章 LISREL 的概念與技術

第七章 SIMPLIS 的概念與技術

第八章 結構方程模式的操作

第四篇 應用典範

第九章 因素分析 (含範例一至三)

第十章 路徑分析 (含範例四至六)

第十一章 多樣本結構方程模式 (含範例七至八)

第十二章 平均數結構分析 (含範例九至十一)

第十三章 結語：結構方程模式的評析與展望

範 例 目 錄

範例一：驗證性因素分析 I 《測驗工具之檢驗》

範例二：驗證性因素分析 II 《理論模型之檢驗》

範例三：驗證性因素分析 III 《高階因素效度檢驗》

範例四：路徑分析 PA-OV 《觀察變項路徑分析之應用》

範例五：路徑分析 PA-LV I 《調節模型之路徑分析》

範例六：路徑分析 PA-LV II 《中介模型之路徑分析》

範例七：多樣本模型分析 I 《因素恆等性檢驗之應用》

範例八：多樣本模型分析 II 《複核效化檢驗之應用》

範例九：平均數結構分析 I 《平均數結構驗證性因素分析》

範例十：平均數結構分析 II 《平均數結構 PA-LV 路徑分析》

範例十一：時間序列分析 《成長曲線模型分析之應用》

章 節 目 錄

第一篇 概 說

第一章 結構方程模式概說 1.1

結構方程模式的根源 1.4

心理計量根源 1.4

生物與經濟計量根源 1.7

結構方程模式概念的產生 1.8

結構方程模式的原理與特性 1.11

結構方程模式的基本原理 1.11

結構方程模式的特性 1.15

結構方程模式的基本程序 1.20

模型發展階段 1.20

估計與評鑑階段 1.23

結語 1.24

第二章 結構方程模式的資料準備 2.1

基本概念 2.3

資料整備的基本原則 2.3

結構方程模式的資料格式 2.5

遺漏值處理 2.8

遺漏資料的類型 2.9

遺漏資料的預防與處置 2.11

常態性假設 2.17

常態分配的概念 2.18

多元常態化假設 2.19

多元常態性的檢驗 2.20

非常態資料的影響與處理 2.26

線性關係假設 2.29

線性關係的概念 2.29

線性關係的檢驗 2.30

多元共線性問題 2.32

誤差獨立與等分散性假設 2.35

潛在變項的設定 2.36

潛在變項的基本概念 2.36

先驗與經驗性潛在變項 2.37

潛在變項的基本特徵 2.38

潛在變項在結構方程模式中的定義 2.42

結語 2.44

第二篇 基本原理

第三章 模式界定與辨識 3.1

模式界定的基本概念 3.3

模式界定的簡約原則 3.3

結構方程模型的基本元素 3.4

變項關係與路徑圖 3.7

SEM 模型的數學模型 3.9

參數的概念 3.15

參數的基本概念 3.15

SEM 參數的設定原則 3.16

模型辨識 3.19

整體模型辨識性 3.20

測量模型的辨識性 3.23

結構模型的辨識性 3.25

潛在變項的量尺化與辨識性 3.26

等同模型問題 3.29

等同模型現象 3.30

等同模型的處理 3.34

結語 3.35

第四章 參數估計 4.1

結構方程模式的統計基礎 4.3

變項的基本概念與特性 4.3

連續變項的統計特性 4.5

線性關係的統計原理 4.9

共變矩陣的推導原理 4.13

共變數推導定理 4.13

變異數與共變數導出矩陣 4.14

參數估計的原理 4.17

有限訊息與完全訊息技術 4.17

加權最小平方策略 4.19

主要的參數估計策略 4.21

無加權最小平方 (ULS) 法 4.21

一般化最小平方 (GLS) 法 4.22

最大概似 (ML) 法 4.23

漸近分配自由 (ADF) 法 4.25

參數估計的相關議題 4.26

參數估計與樣本數的關係 4.26

模型參數估計的疊代 4.28

非正定問題 4.29

結語 4.30

第五章 模型評鑑與修飾 5.1

模型評鑑的基本概念 5.3

測量品質與模型評鑑 5.3

模型評鑑的假設考驗 5.4

參數估計與模型評鑑 5.5

模型評鑑的方法 5.5

卡方檢驗 5.7

模型契合指標 5.10

替代指標 5.15

- 殘差分析指標 5.20
- 契合度指標的比較與運用 5.22
- 信度估計 5.25
 - 信度的意義 5.25
 - 古典測量理論的信度概念 5.26
 - SEM 的信度估計 5.27
- 模型修飾的原理與方法 5.29
 - 界定搜尋程序 5.29
 - 模型修飾的計量策略 5.32
- 結語 5.40

第三篇 分析技術

第六章 LISREL 的概念與技術 6.1

LISREL 簡介 6.3

LISREL 的功能 6.3

LISREL 的矩陣 6.4

LISREL 模型的構成 6.8

LISREL 語法 6.12

資料設定指令 6.13

模型設定指令 6.25

結果輸出設定 6.34

PRELIS 語法 6.41

PRELIS 的基本語法 6.41

PRELIS 語法的特性 6.43

第七章 SIMPLIS 的概念與技術 7.1

SIMPLIS 的基本概念 7.3

SIMPLIS 語法的輸入與輸出 7.3

SIMPLIS 語法的基本內容 7.4

SIMPLIS 語法 7.6

- 資料界定指令 7.6
- 模型設定指令 7.9
- 輸出設定指令 7.14
- SIMPLIS 分析範例 7.16

第八章 結構方程模式的操作 8.1

SEM 的分析步驟 8.3

模型發展階段 8.3

估計檢驗階段 8.4

SEM 的執行重點 8.5

模型的描述與設定 8.5

資料的準備 8.8

報表的整理與分析 8.10

替代模型的使用 8.15

SEM 的解釋與應用 8.18

因果關係的論證 8.18

SEM 分析的推論限制 8.19

SEM 分析的解釋 8.21

SEM 分析的技術問題 8.22

語法錯誤與執行錯誤 8.22

嚴重執行錯誤 8.23

第四篇 應用典範

第九章 因素分析 9.1

因素分析的基本概念 9.2

因素分析的功能 9.2

探索性與驗證性因素分析 9.3

探索性因素分析 9.4

因素與共變結構 9.5

因素抽取的原理 9.6

因素分析的條件 9.7

探索性因素分析的執行	9.8
驗證性因素分析	9.16
SEM 典範下的 CFA	9.16
潛在變項的因素分析	9.17
CFA 的基本特性	9.19
測量誤差與方法效應	9.20
單維測量與多維測量	9.22
初階模型與高階模型	9.25
驗證性因素分析的執行	9.26
結語	9.30

範例一：驗證性因素分析 I 《測驗工具之檢驗》	ex1.1
範例二：驗證性因素分析 II 《理論模型之檢驗》	ex2.1
範例三：驗證性因素分析 III 《高階因素效度檢驗》	ex3.1

第十章 路徑分析 10.1

路徑分析的基本概念	10.3
相關與因果	10.3
路徑分析的假設考驗	10.4
路徑分析的原理	10.6
模型的建立	10.6
遞迴模型與非遞迴模型	10.8
路徑圖與結構方程式	10.10
直接效果與間接效果	10.11
迴歸取向的路徑分析	10.12
迴歸取向路徑分析的步驟	10.12
直接效果、間接效果與整體效果	10.13
模型衍生相關	10.15
結構方程模式的路徑分析	10.17
PA-OV: 觀察變項的路徑分析	10.17
PA-LV: 潛在變項的路徑分析	10.21
結語	10.29

範例四：路徑分析 PA-OV 《觀察變項路徑分析之應用》 ex4.1

範例五：路徑分析 PA-LV I 《調節模型之路徑分析》 ex5.1

範例六：路徑分析 PA-LV II 《中介模型之路徑分析》 ex6.1

第十一章 多樣本結構方程模式 11.1

多樣本分析的原理 11.3

多樣本結構方程式 11.3

多樣本模型分析的估計原理 11.4

多樣本參數估計 11.5

恆等性分析的概念 11.7

測量恆等性的意義 11.7

恆等性檢驗的內容 11.8

測量恆等性的檢驗方法 11.9

SEM 取向與 IRT 取向的恆等性檢驗 11.10

恆等性檢驗的策略 11.11

共變矩陣恆等性檢驗 11.11

因素恆等性檢驗 11.12

其他參數恆等性檢驗 11.13

複核效化檢驗的概念與方法 11.14

複核效化的意義 11.15

複核效化的 SEM 分析 11.16

複核效化評估指數 11.18

結語 11.14

範例七：多樣本模型分析 I 《因素恆等性檢驗之應用》 ex7.1

範例八：多樣本模型分析 II 《複核效化檢驗之應用》 ex8.1

第十二章 平均數結構分析 12.1

平均數結構分析的原理 12.3

基本數學原理 12.3

平均數結構分析的契合函數 12.5

平均數結構的分析技術 12.6

LISREL 的矩陣概念 12.6

平均數結構分析的辨識性 12.7

MIMIC 模式檢驗 12.8

成長曲線分析 12.9

成長曲線分析的層次 12.10

成長曲線函數 12.11

共變矩陣的導出 12.12

結語 12.15

範例九：平均數結構分析 I 《平均數結構驗證性因素分析》 ex9.1

範例十：平均數結構分析 II 《平均數結構 PA-LV 路徑分析》 ex10.1

範例十一：時間序列分析《成長曲線模型分析之應用》 ex11.1

第十三章 結構方程模式的評析與展望 13.1

結構方程模式：統計革命的第三波 13.2

英雄造時勢：SEM 的崛起 13.2

統計學的第三波革命 13.3

SEM 發展路上的石頭 13.4

正確運用 SEM 的相關議題 13.6

SEM 運用的三個關鍵議題 13.6

SEM 的決策建議 13.8

SEM 操作的常見疏失 13.9

結語：SEM 的展望 12.12

參考文獻

索引

英文

中文

第 1 篇 概 論

第一章 結構方程模式概說

第二章 結構方程模式的資料準備

第一章

結構方程模式概說

結構方程模式的根源 1.4

心理計量學根源 1.4

生物與經濟計量學根源 1.7

結構方程模式的出現 1.8

結構方程模式的原理與特性 1.11

結構方程模式的基本原理 1.11

結構方程模式的特性 1.15

結構方程模式的基本程序 1.20

模型發展階段 1.20

估計與評鑑階段 1.23

結語 1.24

結構方程模式 (Structural Equation Modeling, 簡稱 SEM) 是一門基於統計分析技術的研究方法學 (statistical methodology), 用以處理複雜的多變量研究數據的探究與分析。一般而言, 結構方程模式被歸類於高等統計學, 屬於多變量統計 (multivariate statistics) 的一環¹, 但是由於結構方程模式有效整合了統計學的兩大主流技術「因素分析」與「路徑分析」, 同時應用範圍相當廣泛, 因此在瑞士籍的統計學者 Karl Jöreskog 於 1970 年代提出相關的概念, 並首先發展分析工具 LISREL 軟體之後, 有關結構方程模式的原理討論與技術發展便蔚為風潮, 普遍成為社會與行為科學研究者必備的專門知識之一。

從發展歷史來看, 結構方程模式的起源甚早, 但其核心概念在 1970 年代初期才被相關學者專家提出, 到了 1980 年代末期即有快速的發展。基本上, 結構方程模式的概念與 70 年代主要高等統計技術的發展 (如因素分析) 有著相當密切的關係, 隨著電腦的普及與功能的不斷提升, 一些學者 (如 Jöreskog, 1973; Keesing, 1972; Wiley, 1973) 將因素分析、路徑分析等統計概念整合, 結合電腦的分析技術, 提出了結構方程模式的初步概念, 可以說是結構方程模式的先驅者。而後 Jöreskog 與其同事 Sörbom 進一步發展矩陣模式的分析技術來處理共變結構的分析問題, 提出測量模型與結構模型的概念, 並納入其 LISREL 之中, 積極的促成了結構方程模式的發展。

到了今天, 關於結構方程模式的專門著作如雨後春筍般的出現, 分析軟體亦不斷開發更新, 目前坊間已經有數套專門應用於結構方程模式分析的套裝軟體, 例如 LISREL (Jöreskog & Sörbom, 1989, 1996)、EQS (Bentler, 1985, 1995)、AMOS (Arbuckle, 1997)、MPLUS

¹ 美國心理學會於 2000 年所出版的多變量統計讀本 (*Reading and Understanding More Multivariate Statistics*) 中, 有兩個專門章節在介紹 SEM; 此外, 由 Tabachnick 與 Fidell 所撰寫的多變量分析的經典著作 *Using Multivariate Statistics*, 於第四版 (2001) 亦以專章詳細介紹 SEM 的原理與應用。