

結構方程模式軟體 Amos

之簡介及其在測驗編製上之應用 *Graphics & Basic*

*An Introduction to Amos and Its Uses in Scale Development:
Graphics & Basic*

考選部政務次長

郭生玉◎推薦

李茂能◎著



心理出版社

**結構方程模式軟體
Amos 之簡介
及其在測驗編製上之應用：
Graphics & Basic**

**An Introduction to Amos
and Its Uses in Scale Development :
Graphics & Basic**

李茂能 著

國家圖書館出版品預行編目資料

結構方程模式軟體 Amos 之簡介及其在測驗編製上之應用

—Graphics & Basic / 李茂能著. --初版.--

臺北市：心理, 2006 (民 95)

面：公分.-- (教育研究；32)

參考書目：面

含索引

ISBN 978-957-702-961-4 (平裝附光碟片)

1.社會科學—統計方法 2.統計—電腦程式

501.28

95020742

教育研究 32 結構方程模式軟體 Amos 之簡介
及其在測驗編製上之應用—Graphics & Basic

作 者：李茂能

執行編輯：李 晶

總 編 輯：林敬堯

發 行 人：洪有義

出 版 者：心理出版社股份有限公司

社 址：台北市和平東路一段 180 號 7 樓

總 機：(02) 23671490 傳 真：(02) 23671457

郵 撥：19293172 心理出版社股份有限公司

電子信箱：psychoco@ms15.hinet.net

網 址：www.psy.com.tw

駐美代表：Lisa Wu tel: 973 546-5845 fax: 973 546-7651

登 記 證：局版北市業字第 1372 號

電腦排版：亞帛電腦製作有限公司

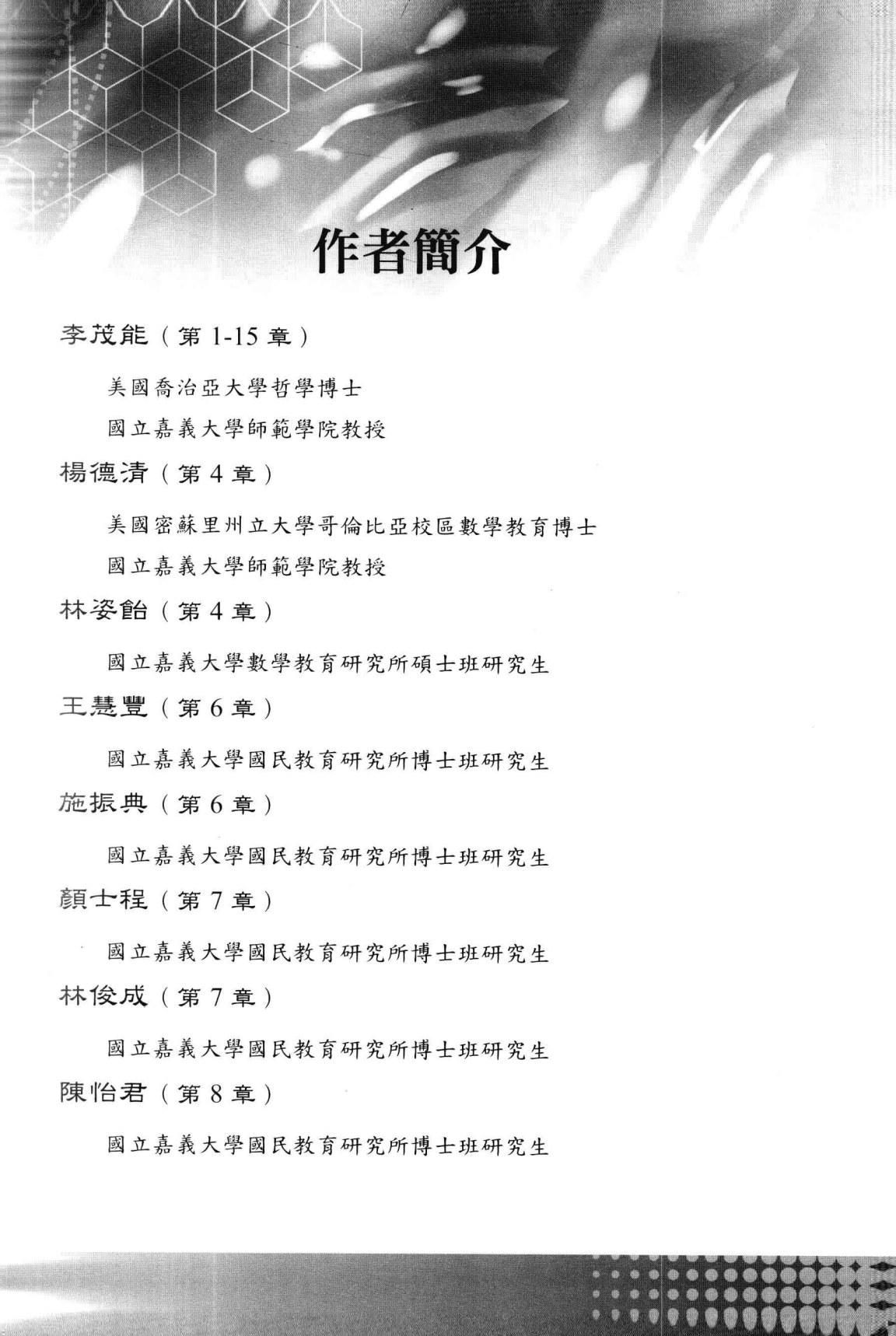
印 刷 者：中茂分色製版印刷事業股份有限公司

初版一刷：2006 年 11 月

初版二刷：2007 年 9 月

定價：新台幣 500 元【附光碟】 ■有著作權・侵害必究■

ISBN 978-957-702-961-4



作者簡介

李茂能（第 1-15 章）

美國喬治亞大學哲學博士

國立嘉義大學師範學院教授

楊德清（第 4 章）

美國密蘇里州立大學哥倫比亞校區數學教育博士

國立嘉義大學師範學院教授

林姿飴（第 4 章）

國立嘉義大學數學教育研究所碩士班研究生

王慧豐（第 6 章）

國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生

施振典（第 6 章）

國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生

顏士程（第 7 章）

國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生

林俊成（第 7 章）

國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生

陳怡君（第 8 章）

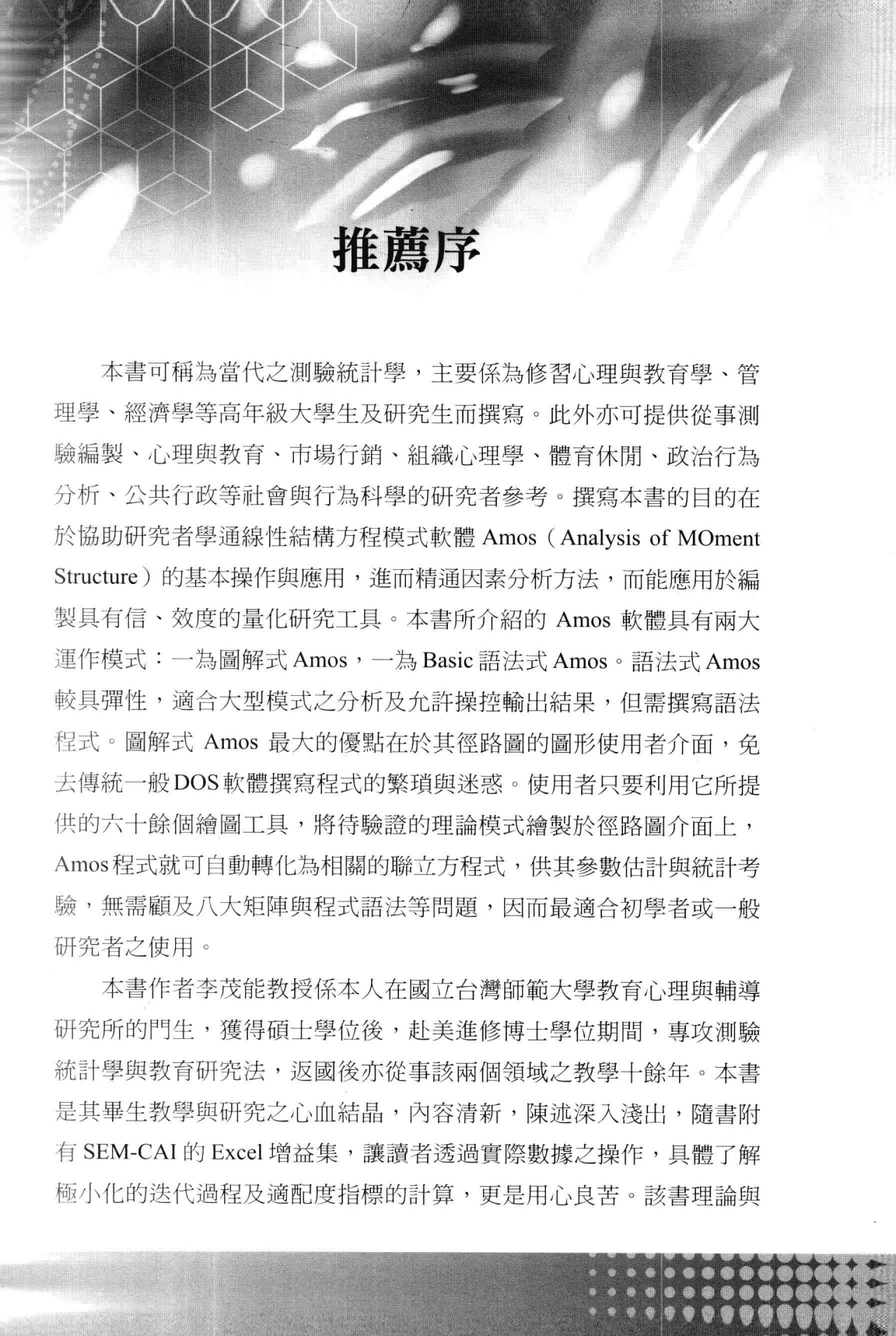
國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生

張茂源 (第 8 章)

國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生

張哲彰 (第 9 章)

國立嘉義大學國民教育研究所博士班研究生



推薦序

本書可稱為當代之測驗統計學，主要係為修習心理與教育學、管理學、經濟學等高年級大學生及研究生而撰寫。此外亦可提供從事測驗編製、心理與教育、市場行銷、組織心理學、體育休閒、政治行為分析、公共行政等社會與行為科學的研究者參考。撰寫本書的目的在於協助研究者學通線性結構方程模式軟體 Amos (Analysis of MOment Structure) 的基本操作與應用，進而精通因素分析方法，而能應用於編製具有信、效度的量化研究工具。本書所介紹的 Amos 軟體具有兩大運作模式：一為圖解式 Amos，一為 Basic 語法式 Amos。語法式 Amos 較具彈性，適合大型模式之分析及允許操控輸出結果，但需撰寫語法程式。圖解式 Amos 最大的優點在於其徑路圖的圖形使用者介面，免去傳統一般 DOS 軟體撰寫程式的繁瑣與迷惑。使用者只要利用它所提供的六十餘個繪圖工具，將待驗證的理論模式繪製於徑路圖介面上，Amos 程式就可自動轉化為相關的聯立方程式，供其參數估計與統計考驗，無需顧及八大矩陣與程式語法等問題，因而最適合初學者或一般研究者之使用。

本書作者李茂能教授係本人在國立台灣師範大學教育心理與輔導研究所的門生，獲得碩士學位後，赴美進修博士學位期間，專攻測驗統計學與教育研究法，返國後亦從事該兩個領域之教學十餘年。本書是其畢生教學與研究之心血結晶，內容清新，陳述深入淺出，隨書附有 SEM-CAI 的 Excel 增益集，讓讀者透過實際數據之操作，具體了解極小化的迭代過程及適配度指標的計算，更是用心良苦。該書理論與

實務兼重，文字與圖形併用，對於初學者或研究者在使用 Amos 統計軟體時，必能豁然了解而順利熟悉 SEM 的應用；尤其本書對 SEM 在測驗編製上之運用，引例貼切，解說詳盡，對於量化研究工具之試題分析及信、效度考驗的介紹，亦有非常嶄新的新知與先進的做法，研讀本書當能快速與國際最新學術接軌。此書之問世，相信當能嘉惠我國學子，引領他們快速進入 SEM 的學術殿堂，也必能為測驗工具的編製方法，踏入新的里程碑做出積極的貢獻，故樂為之序。

郭生玉 謹識

於考選部政務次長室

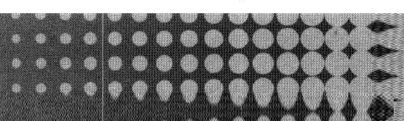
2006 年 3 月 20 日



自序

線性結構方程模式（SEM）的主要特色，在於能同時處理指標測量與因果結構的問題，尤其對於測量工具編製更具有獨特之貢獻：不僅可以估計測量誤差及處理誤差相關之問題外，尚可用以檢驗測量工具之信、效度。SEM可謂新世紀測驗統計學的主流，心理計量學因而精進至另一新紀元。

近年來，我國的高等教育蓬勃發展，尤其是研究生之博、碩士論文之量更是快速成長。但優秀量化論文之寫作，必須仰賴高品質測驗工具或量表，方能捕捉到待研究變項的重要資訊，也才能蒐集到具有高信、效度之原始資料（Hinkin, 1995; Noar, 2003），否則再高深的統計方法亦會導致偏差的研究結果與結論。有鑒於統計軟體（SAS、SPSS、AMOS、LISREL、MPLUS、BMDP等）之普及與視窗化，使得過去被視為高深莫測的數理統計方法亦隨之普及至人文社會科學的政治學、經濟學、心理學、管理學、醫學、公共行政、教育學等領域。因之，許多非數理領域的研究生得以輕易利用探索式或驗證性因素分析去進行測驗編製及信、效度之考驗；但在測驗的編製過程、統計方法的應用，及報表的解釋上，卻常遭遇到不少困惑與疑點，當中有些迷思一代傳一代，因而累積了一些不必要之誤用與誤解。筆者在一些研究生的口試中，就不乏「垃圾進，垃圾出」的例子。有些研究生甚至恐懼到祈禱論文口試中，最好不要被問到因素分析的問題。有鑒於此，筆者乃將多年來的教學與研究心得加以系統整理，並請修習量化



研究專題與多變項統計的王慧豐、施振典、顏士程、林俊成、陳怡君、張茂源、張哲彰，及林姿飴等研究生共襄盛舉，日以繼夜寫稿、討論與修稿，合力催生一本能授業（知其然）、也能解惑（知其所以然）的測驗統計書籍，以早日與大家分享我們的成果。

本書主要內容為結構方程模式軟體 Amos 的基本操作與因素分析在測驗編製上的應用。鑒於測驗編製者或研究生在理論及實際運用上的需要，乃將焦點大半放在測統基本概念之意義及其在測驗編製之應用上。每一個測統基本概念均會以淺顯之文字敘述之，非有必要不詳導數學公式；至於測驗編製之應用實務，則以嘉義大學數學教育研究所所長楊德清與筆者主導的數常識（number sense）量表為實例，逐一介紹探索式（exploratory）及驗證性（confirmatory）因素分析的相關理論、操作步驟及方法（含試題項目分析，信、效度考驗的新技術）、並詳細解說電腦報表內容及其在測驗編製上之用途與意義。因將本書定位為 Amos 之實務手冊與測驗編製之應用，相關之理論將盡可能迴避詰屈聱牙的統計術語，朝向口語化與圖像化，並選用生手最易入門的 SEM 統計分析軟體 Amos 做為分析測驗資料與統計分析之媒介。至於測驗統計上常見之困惑、未解難題或爭論性議題，亦會在相關章節細說原委，並提出可能解決之道。因此，研讀此書只須具備粗淺之高中數學知識及些許耐心，當能心領神會，享受駕馭 Amos（Graphic & Basic）的快感，而邁入因素分析在測驗編製與信、效度考驗之新境界。研讀本書當能加速引導您進入 SEM 的學術殿堂及熟悉測驗編製的實務，筆者深信不管任何領域之初學者只要有耐心與信心，當能減輕您對於 SEM 的恐懼、縮短 SEM 摸索的黑暗期，及釐清您在測驗編製應用上的大部分困惑。

本書前面章節主在簡介 SEM 的理論基礎、Amos Graphics 的基本

操作方法、Amos Basic 的基本程式設計、項目分析與因素分析在測驗編製上之用途；中間的部分以 SEM 測量模式為探討之核心，其主要探討的核心為 SEM 在測驗信、效度考驗上之實務與應用；本書後半部章節則在探討 SEM 的重要議題及新知：諸如樣本大小、基本假設、多群組分析、模式界定搜尋、漏失值處理、適配度指標、多層次因素分析與常用術語：諸如難度因子、原因指標、效果指標、標準化估計值、特殊膨脹因子等。

本書為秉持盡真、盡善與盡美之理想，資料蒐集、撰寫及潤稿過程歷經兩年，期間深感眼力與體力的逐漸耗損，但盼這些犧牲可以換得些許學術價值。在本書完成之際，要特別感謝過去提攜我學術成長的台師大英語系的陳須姬老師，台師大教心系暨輔研所的郭生玉、林清山、盧欽銘、陳榮華、吳武典、簡茂發、路君約等老師，尤其郭生玉老師的即時提拔與不時鼓勵，更是令我銘感於心，美國喬治亞大學（University of Georgia）教心系的 Olejnik 博士、Huberty 博士、Bashaw 博士、Wisnabaker 博士與心理系的 Lautenschlager 博士等教授在測驗、統計與研究法專業上之啟迪，讓我受益匪淺。筆者端賴這些國內外師長的恩典與專業領航，方能進德修業與時俱進，殷望本書能彰顯師恩，光大其專業。此外，亦要感謝 Amos 作者 James L. Arbuckle 經由 E-mail 的協助與慨允，解決了一些 Amos 使用上之盲點及讓 Amos 學生版軟體能隨書發行。最後，更要感激多年來為了經營一個溫暖的家，默默耕耘與付出的內人麗雲女士，願將本書誕生的喜悅與之共享。

本書經修習多變項統計的數教所研究生江秉叡、葉俊谷，國教所研究生魏錫森與教政所研究生吳麗華同學的仔細研讀及校對，但因 SEM 學術浩瀚無邊，筆者常感才學不深及力有未逮之處，思慮亦恐不周，倘尚有內容疏漏或偏誤之處，亦盼海內、外方家同好不吝斧正，

並藉此拋磚引玉，期待更多的專業學者投入心理計量學之研究，繼續解決目前測驗編製上未解的迷惑與難題，以利提升我國量化研究之品質。

李茂能 謹識

於嘉義大學

2006 年春

目 錄

CHAPTER

1

結構方程模式的理論 / 李茂能 1

- 一、理論模式的界定 3
- 二、理論模式的辨識 4
- 三、模式的估計 8
- 四、模式的考驗、發展、評鑑與修正 18

CHAPTER

2

Amos 之簡介與基本操作方法 / 李茂能 ... 23

- 一、Amos Graphics 的簡介與操作 24
- 二、Amos 5.0 Basic 的簡介與操作 47
- 三、Amos 6.0 的 VB.NET 程式設計 63
- 四、Amos 報表之格式設定與主要內容 64

CHAPTER

3

探索式因素分析與項目分析 / 李茂能 67

- 一、探索式因素分析的理論基礎 69
- 二、探索式因素分析前的資料準備工作 73
- 三、輸入矩陣之型態 78
- 四、因素個數的決定 80
- 五、因素轉軸的方法 84
- 六、因素解釋度與有用性 89
- 七、因素命名 89
- 八、因素負荷量的顯著臨界值 91
- 九、探索式因素分析在測驗編製上的用途 92

CHAPTER

4

測驗編製實例解說：

數常識量表的編製 / 林姿鈞、楊德清、李茂能

107

一、測驗編製流程	107
二、研究動機	111
三、研究目的	112
四、線上電腦化評量工具編製之流程	113
五、第一階段——建立理論基礎、擬題與預試	114
六、第二階段——試題的項目分析	120
七、第三階段——全量表之探索式因素分析	126

CHAPTER

5

驗證性因素分析與測驗效度之考驗 / 李茂能

137

一、驗證性因素分析的理論基礎	137
二、驗證性因素分析模式之基本假設	141
三、驗證性因素分析模式之兩個主要矩陣 Φ 與 Θ	142
四、驗證性因素分析之量尺未確定性的處理方法	143
五、建構信度與抽取變異比	144
六、測量模式之修正	145
七、驗證性因素分析的主要用途	148

CHAPTER

6

理論建構的因素效度考驗：

一階 CFA 模式 / 王慧豐、施振典、李茂能

157

一、研究假設	157
二、Amos Graphics 徑路圖繪製與操作方法	161
三、Amos 報表分析	170
四、Amos Basic 程式設計	199

CHAPTER

7

測驗分數的因素效度考驗：

一階 CFA 模式 / 顏士程、林俊成、李茂能 203

- 一、研究假設 203
- 二、Amos Graphics 之操作與徑路圖之繪製 204
- 三、Amos 報表之解釋 212
- 四、Amos Basic 之操作與程式撰寫 226

CHAPTER

8

測驗分數的因素效度考驗：

二階 CFA 模式 / 陳怡君、張茂源、李茂能 229

- 一、研究假設 230
- 二、Amos Graphics 徑路圖之繪製與操作 230
- 三、Amos 報表之解釋 237
- 四、Amos Basic 程式撰寫與操作 251
- 五、四因素模式之修正方法 253
- 六、模式評估 258
- 七、參數釋放之 Amos Basic 程式撰寫 261
- 八、結 語 263

CHAPTER

9

測量工具因素結構之不變性檢驗

/ 張哲彰、李茂能

..... 265

- 一、多群體不變性考驗之基本概念 266
- 二、Amos Graphics 徑路圖之繪製與操作 268
- 三、Amos 報表分析與解釋 280
- 四、Amos Basic 程式撰寫與操作 286
- 五、結 語 291

CHAPTER

10

Amos 5.0/6.0 新增功能與特色 / 李茂能 293

- 一、模式界定搜尋 294
- 二、模式實驗室 302

三、多群組分析與不變性考驗	304
四、多群組分析實例操作與解釋	312
五、即時統計教練	321
六、Amos Basic 控制指令的即時提示	322

CHAPTER

11

Amos 適配度指標之意義與解釋 / 李茂能 325

一、絕對適配指標	326
二、增值／相對適配指標	329
三、精簡適配指標	330
四、影響模式適配性之因素	331
五、模式適配度指標之選擇與限制	332

CHAPTER

12

其他重要 Amos 議題 / 李茂能 337

一、樣本大小	337
二、常態分配考驗與測量量尺屬性	338
三、潛在變項的測量單位	346
四、Greek 字母發音及意義	346
五、Amos 處理漏失值方法	348
六、Amos 處理非線性資料及交互作用的方法	349

CHAPTER

13

SEM 專有名詞釋義 / 李茂能 353

一、SEM 與 SEM 之父	353
二、模式之辨識性	354
三、因素或因子	355
四、因素結構負荷量	356
五、因素組型負荷量	356
六、難度因子	358
七、原因指標	358
八、效果指標	359
九、特殊灌水因素	360
十、標準化估計值	361

十一、多層次因素分析	363
十二、非正定矩陣	371

CHAPTER

14**結 語** / 李茂能 **373**

CHAPTER

15**Amos 常見問題** / 李茂能 **377**

附錄一	385
附錄二	390
附錄三	393
附錄四	395
附錄五	398
附錄六	399
附錄七	406
參考書目	407
索引	417

