


社会科学量化研究方法系列



张厚粲先生作序推荐

结构方程模型 的原理与应用

邱皓政 林碧芳 著

 中国轻工业出版社

第 2 版 (9110) 目錄列於封底

社会科学量化研究方法系列

结构方程模型 的原理与应用

邱皓政 林碧芳 著

初版于 1998 年 11 月 1 日出版
ISBN 7-111-02500-0 定价 28.00 元

本书由邱皓政、林碧芳合著，由邱皓政主编。本书共分 10 章，主要介绍结构方程模型的基本原理、估计方法、模型检验、模型修正、模型应用等。本书可作为高等院校统计学、社会学、心理学、教育学、管理学等专业的教材，也可供从事相关研究的学者参考。

 中国轻工业出版社

0751017 09609

图书在版编目 (CIP) 数据

结构方程模型的原理与应用 / 邱皓政, 林碧芳著. —

北京: 中国轻工业出版社, 2009.2

(社会科学量化研究方法系列)

ISBN 978-7-5019-6725-4

I. 结… II. ①邱…②林… III. 社会科学—统计
模型: 线性模型—研究 IV. C32

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 181843 号

总策划: 石 铁

策划编辑: 徐 玥

责任编辑: 徐 玥

责任终审: 孟寿萱

责任监印: 吴维斌

出版发行: 中国轻工业出版社 (北京东长安街 6 号, 邮编: 100740)

印 刷: 北京天竺颖华印刷厂

经 销: 各地新华书店

版 次: 2009 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 787 × 1000 1/16 印张: 29

字 数: 450 千字

书 号: ISBN 978-7-5019-6725-4/C · 021 定价: 52.00 元

咨询电话: 010-65595090 65262933

读者服务部邮购热线电话: 010-65595091 65241695 传真: 85111730

发行电话: 010-65128898 传真: 85113293

网 址: <http://www.chlip.com.cn>

E-mail: club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部 (邮购) 联系调换

81034J6X101ZYW

■ 推荐序

统计方法的进步,在计算机技术发达的今天尤其神速,新的理论与方法不断被提出。这不但丰富了统计科学本身,更扩展了社会科学等应用研究者的视野。一些基于不同原因而无法跟随当代技术与与时俱进的研究者们,则逐渐落后于创新的步伐,逐渐退出学术的舞台。与其说这是社会进化发展的一种现实,不如说是整个学术界得以蜕变跃进的关键契机。

就我在大学讲台授课以来的一甲子光阴中,确实见证了这个变迁的脉络。从统计学来说,从最简单的次数分布表与百分比,到平均数的 t 检验与实验方法所依据的方差分析,一直到多元变量的因素分析与回归分析,这些方法与技术虽已逐渐成为国内高校教材中的标准课题,但更高级的统计模型原理与技术也应纳入学生学习的范围。另外就测验领域来说,传统以经典测量理论所发展出来的测验编制技术,也逐渐扩展得更精细、更宏观(如项目反应理论、结构方程模型等)。尤其是 20 世纪 70 年代所发展出来的结构方程模型,到今天已经是一套完整的统计模式,能够整合潜变量的界定与测量,分析复杂变量结构,处理多重抽样结构数据,可以有效解决研究者面对不同研究课题的多样性需求,从而被视为一门统计方法学,在过去几十年间独领风骚。关于结构方程模型的原理与应用,邱皓政教授的书中有详细的说明。近年来,结构方程模型结合非线性模型与多层次模型的概念,正向着更一般化的方向发展。

在教育与管理领域进行的研究,除了面对潜变量测量与分析之外,另一个现实是研究者所面对的总体带有层级结构,例如教育系统中的学生-教师-学校-省市-国家,管理研究中的员工-主管-部门-公司-地区-产业,因此研究者在规划研究课题时,就必须具备多层次数据分析的思维与设计,注意样本的独立性假设是否成立。善用这种模型的研究者,将可以从同一批数据中有更多的发现,有兴趣的读者可以在温福星教授的著作中得到这方面的详细说明。

对于一门新兴学问的生根发展,除了研究人员深入持续的基础研究、探索、验证外,还要能够与教育实践相结合,加以推广。因此,教材发展可以说是重要的工作。过去多年来,在邱教授积极热心地不断努力下,台湾统计方法学学会的核心成员多次来访,进行讲学、座谈与合作研究,产生了很大的影响。在课堂中,邱教授和温教授与师生的交流是面对面的,如今,邱教授《结构方程模型的原理与应用》与温教授的《阶层线性模

型的原理与应用》两本书的出版，使得知识的传递与影响更加广泛。

除了研究著说的成就，邱教授与温教授两位最值得称道之处，是能够不断保持学习与创新。每一年他们到北京来时，总能带来一些新东西、新想法或新作品，他们自己戏说是来“交作业”，但重要的是做学问的人总要不断进取，成果才能质量兼备。两位教授身上所体现的做学问的态度，是任何做学问者的必要特质。两位教授今日的成就与影响力，除了两位本身的天赋之外，更是这些特质所造就的。所以，当两位来找我为他们的著作写序时，我欣然同意。但愿我的几句话能够对他们有些许帮助，对中国年轻一代的学术发展有所启发。同时也期望他们乃至其他台湾学者有更多的优秀作品在大陆问世，为华人的学术发展做出贡献。

张厚粲

2008年11月10日

于北京师范大学

■ 自序

关于这本书，让我来说个故事。

1997年，刚回台湾教书的我参加了第二届华人心理学家会议，所报告的论文内容是把结构方程模型（Structural Equation Modeling, SEM）应用在效度的跨样本恒等性比较。犹记得会场中许多海峡两岸的知名教授云集，对于初出茅庐的我，在那种大场合当中可真是名不见经传的人微言轻。走路往往走在最后，吃饭总是躲在角落，但却落得清闲自在。

某天中午，我到餐厅晚了，连个角落的位置都没有，便硬着头皮端着盘子走到一个空位，打断旁边正在谈话的一群教授：“请问我可以坐在这里吗？”即刻我听到一句非常响亮的京片子：“当然可以”，出自一位脸上堆满和蔼笑容的教授口中。稍后不久，她转头问起我打哪里来，做什么的。我简短回答她之后，她居然说我所研究的东西对大陆与台湾都很新颖、很重要，勉励要我好好做，有空到北京来找她。我心里一方面诧异一方面高兴，觉得有人跟我一样重视结构方程模型，让我精神大振；但是惭愧的是，我并不知道她是谁，只约略听到别人称呼她“张先生”。

会后，我遇到一位上海师范大学的学生，问起她我所巧遇的“张先生”是谁，她听完我的描述后，瞪大眼睛说：“该不会是张厚粲教授吧？”我还是摸不着头脑地问她：“张厚粲是谁？”她正色道：“我们都是读她的书长大的，在测验统计领域，她是地位崇高、令人景仰的学者。”她还好奇地问我跟“张教授”是什么关系。我笑了笑，没回答她。

2001年11月，北京师范大学心理学院成立，我随同台湾辅仁大学心理系访问团拜访北师大。在欢迎餐会上，我再次坐在“张先生”身旁。这一回，我已经知道她的身份与地位，本想跟她好好畅谈SEM，没想到除了见识到张先生喝二锅头的“功力”之外，根本没有私下交谈的时间。只记得我跟她说，我写了一本SEM的书，改天给她送去，她很认真地跟我说：“小老弟，辅仁的统计测验就看你的了，大陆的发展重责大任也要你接下去。”然后，又干了一杯二锅头。

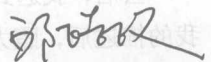
我是地道的台湾人。在1997之前完全与北京没有任何渊源，与大陆没有任何接触。但是今天我会喜欢上北京的二锅头，对大陆的统计测验界的发展非常关心，都是因为张先生。每一次与张先生谈话，都会让我热血沸腾、情绪激昂，并进而转化成具体的行动。或许是因为我以张先生的小小小辅仁师弟自居，更重要的是，我深深地被

IV 结构方程模型的原理与应用

她的风范所吸引、被她的思想所折服。从 2004 年开始，不论我再忙，每年都会来到北京，与北师大学生聊聊、与中国科学院师生交流或到北师大珠海分校、清华大学与北京大学拜访。

科学是逻辑理性明晰的，感情却是隐晦细腻绵密的；这两样，却都是这本书出版的基础。1992 年，我被 SEM 吸引而到美国攻读学位。这套技术果真丰富了我的学术生命，让我能在台湾的学术领域占有一席之地，但让它产生深远意义的更是在大陆这片土地。我永远无法忘记，那年第一次在北师大图书馆的三天 SEM 讲座，台下几百张年轻人认真学习的面庞，以及他们眼中所绽放的光彩。张先生那样的忙碌，却亲自主持我与学生的座谈。让一位来自遥远南方的读书人，不会畏惧北方的风雪冰寒，追求真理真知的力量，源源不绝。

1997 年，在香港中文大学餐厅的一番对话引我踏进一个崭新的世界，坐拥一个开阔的天地。过去多年来张先生对我说过许多话，我未必一一记得；但是我一直知道不要懈怠自己，也不要妄自菲薄。体育界有西方的奥林匹克精神，学术界更有中国自古以来的文人志气，这都要靠我们一代一代坚持传递下去。我尽一己之力，不但丰富了自己，更丰富了知识分子所共有的历史生命。这一本书最终能够在大陆出版，再一次地履行我心中的承诺，也算是那一回餐厅里知遇之恩的回报，更是新旅程的开始。让我们一起面对挑战，也一起享受路上的风光气象。



张志元台湾

2008 年 8 月

万千心理图书目录

| 代号 | 书名 | 译者 | 定价 |
|----------------|--------------------------|--------|-------|
| 心理学导读系列 | | | |
| X572 | 心理学导论——思想与行为的认识之路 (第11版) | 郑钢 等译 | 98.00 |
| X602 | 心理资本——打造人的竞争优势 | 李超平 译 | 32.00 |
| X594 | 心理学与个人成长 | 胡佩诚 等译 | 42.00 |
| X352 | 人格心理学 (第六版) | 陈会昌 等译 | 48.00 |
| X408 | 发展心理学 (第六版) | 邹泓 等译 | 75.00 |
| X300 | 教育心理学 | 张厚粲 译 | 60.00 |
| X620 | 职业心理学——平衡你的工作与生活 (第七版) | 姚翔 等译 | 58.00 |
| X567 | 生理心理学 (第六版) | 苏彦捷 等译 | 60.00 |
| Q568 | 性与生活——走近人类性科学 | 甄宏丽 等译 | 59.00 |
| X338 | 工业与组织心理学 (第八版) | 时勘 等译 | 42.00 |
| X531 | 社会心理学 (第五版·中文第二版) | 侯玉波 等译 | 58.00 |
| X501 | 异常心理学 (第四版) | 杨霞 等译 | 80.00 |
| X583 | 媒介心理学 | 相德宝 译 | 42.00 |
| X595 | 儿童绘画心理学 | 李甦 译 | 50.00 |
| X601 | 积极心理学 | 郑雪 等译校 | 34.00 |
| X633 | 调查研究手册 | 王彦 译 | 36.00 |
| X618 | 质性研究设计 | 陈浪 译 | 14.00 |
| X622 | 态度与行为——理论、测量与研究 | 何清华 等译 | 22.00 |
| X447 | 心理学批判性思维 | 李小平 等译 | 26.00 |
| X448 | 临床心理学 (第六版) | 丛中 等译 | 60.00 |
| X454 | 实用心理评估 | 张厚粲 编著 | 24.00 |
| X466 | 认知心理学 (第三版) | 杨炳钧 等译 | 55.00 |
| X467 | 情绪心理学 (第五版) | 王力 等译 | 36.00 |
| X468 | 心理学研究手册 | 周晓林 等译 | 40.00 |
| X469 | 健康心理学 (第四版) | 胡佩诚 等译 | 65.00 |
| X470 | 实验心理学教程——勘破心理世界的侦探 | 郭秀艳 等译 | 40.00 |
| X339 | 实验心理学——通过实例入门 | 张奇 等译 | 28.00 |
| X479 | 学会提问——批判性思维指南 | 赵玉芳 等译 | 18.00 |
| X353 | 问题解决心理学 | 张奇 等译 | 20.00 |
| X409 | 与“众”不同的心理学 | 范照 等译 | 20.00 |
| X307 | 改变心理学的40项研究 | 白学军 等译 | 26.00 |

| | | | |
|-----------|---------------------------|--------|---------|
| X053 | 犯罪行为心理学 | 吴宗宪 等译 | 50.00 |
| X046 | 三种心理学——弗洛伊德、斯金纳和罗杰斯的心理学理论 | 石 林 等译 | 13.00 |
| X047 | 弗兰克尔：意义与人生 | 常晓玲 等译 | 18.00 |
| X515 | 现代英汉—汉英心理学词汇（修订版） | 张厚粲 等编 | 35.00 |
| X058 | 互联网心理学 | 谢 影 等译 | 16.00 |
| X164 | 现代精神分析“圣经”——客体关系与自体心理学 | 贾晓明 等译 | 16.00 |
| 心理学导读系列合计 | | | 1516.00 |

心理咨询治疗系列

| | | | |
|------|----------------------|---------|-------|
| X332 | 行为矫正——原理与方法（第三版） | 石 林 等译 | 50.00 |
| X340 | 心理障碍临床手册（第三版） | 刘兴华 等译 | 78.00 |
| X631 | 心理诊断和治疗手册——给心理治疗师的指南 | 卢 宁 等译校 | 62.00 |
| X634 | 心理治疗师培训教程 | 刘 盈 等译 | 40.00 |
| X453 | 临床心理督导纲要（第三版） | 王择青 等译 | 56.00 |
| X343 | 心理咨询师的问诊策略(第五版) | 张建新 等译 | 80.00 |
| X486 | 抑郁情绪调节手册 | 汤 臻 等译 | 38.00 |
| X344 | 危机干预与创伤治疗方案 | 梁 军 译 | 24.00 |
| X345 | 心理咨询与治疗的理论及实践（第七版） | 石 林 等译 | 40.00 |
| X346 | 心理咨询与治疗经典案例（第六版） | 石 林 等译 | 30.00 |
| X612 | 儿童心理测验——更好地理解孩子 | 傅 莉 等译 | 28.00 |
| X626 | 儿童青少年临床访谈技术 | 徐 洁 译 | 30.00 |
| X632 | 儿童游戏——在游戏中成长 | 谭 晨 译 | 30.00 |
| X625 | 脑锁——如何摆脱强迫症 | 谢际春 等译 | 30.00 |
| X587 | 自我催眠 | 方 新 译 | 15.00 |
| X588 | 解读自杀心理 | 聂 晶 译 | 32.00 |
| X605 | 日益亲近 | 童慧琦 译 | 36.00 |
| X333 | 精神分析案例解析 | 钟 慧 等译 | 24.00 |
| X347 | 家庭治疗技术 | 方晓义 等译 | 24.00 |
| X412 | 家庭治疗基础 | 林丹华 等译 | 39.00 |
| X348 | 人格障碍的认知治疗 | 翟书涛 等译 | 32.00 |
| X377 | 团体心理治疗——理论与实践 | 李 鸣 等译 | 45.00 |
| X371 | 认知治疗技术——从业者指南 | 张黎黎 等译 | 40.00 |
| X406 | 精神分析导论 | 施琪嘉 主译 | 16.00 |

更多信息请登录：www.wqedu.com

* 本目录定价如有错误或变动，以实际出书定价为准。

联系地址：北京市朝内大街124号 万千心理（邮编：100010） 咨询电话：010-65595090, 65595091

目 录

| | |
|------------------|-----|
| 第一章 结构方程模型概说 | 1 |
| 第一节 结构方程模型的特性 | 3 |
| 第二节 结构方程模型的执行 | 10 |
| 第三节 SEM 的执行重点 | 14 |
| 第四节 结 语 | 24 |
| 第二章 结构方程模型的组成 | 27 |
| 第一节 结构方程模型的变量 | 28 |
| 第二节 结构方程模型的参数 | 31 |
| 第三节 模型界定 | 39 |
| 第三章 参数估计与识别问题 | 43 |
| 第一节 模型识别问题 | 44 |
| 第二节 参数估计 | 52 |
| 第三节 参数估计策略 | 56 |
| 第四节 参数估计的相关议题 | 64 |
| 第四章 模型拟合评鉴 | 69 |
| 第一节 模型评鉴的基本概念 | 70 |
| 第二节 模型评鉴的方法 | 73 |
| 第三节 结 语 | 89 |
| 第五章 验证性因素分析与模型修饰 | 91 |
| 第一节 验证性因素分析原理 | 92 |
| 第二节 测量模型的内部拟合检验 | 99 |
| 第三节 验证性因素分析的实例 | 108 |

VI 结构方程模型的原理与应用

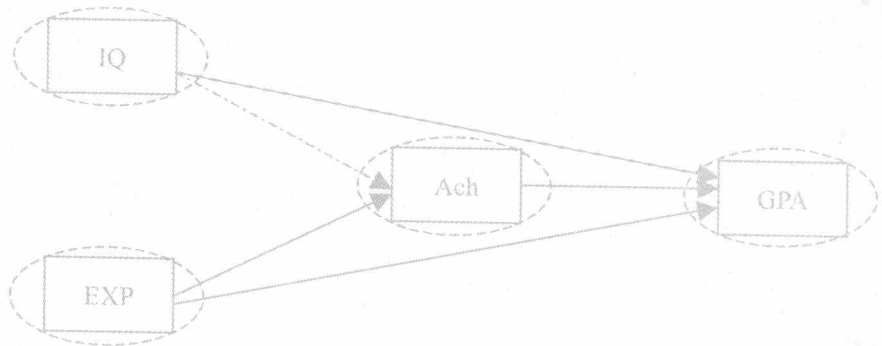
| | | |
|------------|----------------------|------------|
| 第四节 | 验证性因素分析的模型修饰 | 141 |
| 第五节 | AMOS 的验证性因素分析 | 155 |
| 第六节 | Mplus 的验证性因素分析 | 165 |
| 第七节 | 结 语 | 170 |
| 第六章 | 高阶验证性因素分析 | 171 |
| 第一节 | 高阶验证性因素分析的概念 | 173 |
| 第二节 | 高阶验证性因素分析的实例 | 176 |
| 第三节 | AMOS 的高阶验证性因素分析 | 190 |
| 第四节 | Mplus 的高阶验证性因素分析 | 194 |
| 第七章 | 路径分析 | 197 |
| 第一节 | 路径分析的基本概念 | 198 |
| 第二节 | 路径分析的模型界定与识别 | 204 |
| 第三节 | LISREL 的路径分析 | 221 |
| 第四节 | AMOS 的路径分析 | 245 |
| 第五节 | Mplus 的路径分析 | 251 |
| 第六节 | 结 语 | 255 |
| 第八章 | 结构方程模型：统合模型分析 | 257 |
| 第一节 | 统合模型的基本概念 | 258 |
| 第二节 | 统合模型的分析步骤 | 263 |
| 第三节 | 变量组合与聚合 | 265 |
| 第四节 | LISREL 的统合模型分析 | 269 |
| 第五节 | AMOS 的统合模型分析 | 289 |
| 第六节 | Mplus 的统合模型分析 | 293 |
| 第七节 | 结 语 | 297 |
| 第九章 | 多样本结构方程模型 | 299 |
| 第一节 | 多样本分析的概念 | 300 |
| 第二节 | 多样本分析的统计原理 | 305 |
| 第三节 | 多样本分析：测量恒等性检验 | 311 |

| | | |
|----------------|--------------------|------------|
| 第四节 | AMOS 的多样本分析 | 324 |
| 第五节 | Mplus 的多样本分析 | 332 |
| 第六节 | 多样本分析: 复核效化检验 | 335 |
| 第七节 | 结 语 | 344 |
| 第十章 | 平均数结构分析 | 345 |
| 第一节 | 平均数结构分析的原理 | 346 |
| 第二节 | 平均数结构的分析技术 | 349 |
| 第三节 | 平均数结构分析: 测量模式 | 351 |
| 第四节 | 平均数结构分析: 统合模型 | 369 |
| 第五节 | 结 语 | 389 |
| 第十一章 | 结构方程模型的正确运用 | 391 |
| 第一节 | 正确运用 SEM 的相关议题 | 392 |
| 第二节 | SEM 的解释与应用 | 395 |
| 第三节 | 结语: SEM 的展望 | 398 |
| 附录一 | LISREL 语法 | 401 |
| 附录二 | SIMPLIS 语法 | 421 |
| 附录三 | LISREL 常见问题 | 431 |
| 附录四 | SEM 操作常见疏失检核表 | 435 |
| 参考文献 | | 437 |
| 中文部分 | | 437 |
| 英文部分 | | 437 |
| 英汉术语对照表 | | 449 |

如果回顾过去的一个世纪中，影响社会科学和教育领域的一个最重要的思想就是非
线性回归分析 (regression analysis) 的发展 (Spearman, 1904)。非线性的
提出心理学的结构方程模型分析，开启了在变量测量上的一个新时代。
Wright 自 1918 年开创，将回归分析扩展到多变量分析，正式回归分析
就提升到对路径模型的分析。一百多年来，非线性的回归分析在两个重要领域

第一章 结构方程模型概说

的 SEM 模型进行修正。变量测量模型 (Measurement Model) 的修正，
因此被归为多变量统计 (multivariate statistics) 的一部分 (Jöreskog, 1973)。提
出最大似然估计的 SEM 分析概念，并发展出 LISREL 软件来进行复杂的计算程序
之后，SEM 已成为社会科学和教育领域研究中的一个统计方法。
(Byrne, 1994)。现在，SEM 不仅拥有专门的期刊《结构方程模型》(Structural
Equation Modeling)，还有专门的软件，SEM 的研究也成为一个国际性研
SEMINET，一个由 70 多个国家与地区有近 1500 位学者专家联合而成的国际性研
究社群。



在 1990 年出版的《Reading and Understanding Multivariate Statistics》中，作者
在介绍 SEM 时，由 Tabachnick 和 Fidell 所著的《多元统计分析》(Using Multivariate Statistics)
于第四版 (2001) 正式更名为《结构方程模型》。
SEMINET 成立于 1997 年 2 月，是一个由美国阿
拉巴马大学 SEMNET 研究中心发起的虚拟组织，并以电子邮件传递消息。有关该组织的信息
http://www.gsu.edu/~mltchessman/ind.html 网页提供相关资讯或电子邮件。

2 结构方程模型的原理与应用

如果问过去的一个世纪中,影响社会科学研究最大的统计方法是什么,想必非因素分析(factor analysis)与回归分析(regression analysis)莫属。1904年,Spearman提出了心理特质的潜在结构因素分析模型,开启了潜在变量模型的大门。另一方面,Wright则自1918年开始,将回归分析扩大到多重联立方程式的估计,正式将回归分析提升到路径模型的层次。一百年来,潜在变量模型与路径分析这两个重量级的量化范式各拥其主,蓬勃发展,但却始终没有交集。直到20世纪70年代,Jöreskog(1973)利用数学矩阵的观念将两种范式巧妙整合,开创了一个崭新的量化研究范式,正式宣告结构方程模型(SEM)的时代来临。

就方法层面来说,结构方程模型是一门基于统计分析技术的研究方法学(statistical methodology),可用来处理复杂的多变量研究数据的探究与分析。重要的是SEM能够同时进行潜在变量的估计与复杂自变量/因变量预测模型的参数估计,也因此被归为多变量统计(multivariate statistics)的一环¹。自从Jöreskog(1973)提出最大似似参数估计的SEM分析概念,并发展出LISREL软件来进行繁复的计算程序之后,SEM已成为当今社会与行为科学计量研究中最重要的一個统计方法范式(Byrne, 1994)。到现在,SEM不仅拥有专属的期刊《结构方程模型》(*Structural Equation Modeling*)、多种专门的统计软件,SEM的研究者也结成一个网络社群SEMNET,一个由70余个国家与地区将近1500位学者专家所结合而成的虚拟化研究社群²。

¹美国心理学会于2000年所出版的《Reading and Understanding More Multivariate Statistics》中,有两个专门章节在介绍SEM;此外,由Tabachnick与Fidell所撰写的多变量分析的经典著作《Using Multivariate Statistics》,于第四版(2001)亦以专章详细介绍SEM的原理与应用。

²SEMNET全名为The Structural Equation Modeling Discussion Network,成立于1993年2月,是一个由美国阿拉巴马大学Seebeck计算机中心所支持成立的虚拟网络社群,并以电子邮件传递讯息。有兴趣的读者可以至<http://www.gsu.edu/~mkteer/semnet.html>网页浏览相关讯息或订阅电子报。

第一节 结构方程模型的特性

一、外显与潜在变量

SEM 一个重要的特性是能够对抽象的构念 (construct) 进行估计与检定。社会与行为研究经常必须处理一些抽象的概念,例如我们想知道“你幸福吗?”。此时,针对抽象的概念,我们必须给予一个操作化的定义,以便能够透过该程序得到具体的数据,用以反映不同个体在该概念上的强度。此时,我们所具体进行测量的变量称为外显变量 (manifest variable)、观察变量 (observed variable) 或测量变量 (measured variable)。这些可以直接获得数据的变量,若是受到同一个潜在构念的影响,则会具有共同性,反映在变量之间的共变关系上。如果针对这些变量之间的共同性加以估计,得到的一个能够反映该潜在构念的强度的数据,称之为潜在变量 (latent variable)。

在研究中具体用来获得潜在变量的策略,最典型的代表是因素分析¹ (factor analysis)。因素分析系利用一组测量同一个构念的观察变量来估计背后的潜在变量。传统因素分析针对于观察变量的背后具有哪几个潜在变量以及潜在变量与观察变量之间的关系为何。它无法事前预知,直到数据搜集完成之后,进行变量间的共变关系分析,抽取出最适当的因素,确立一个最佳的因素结构模型,将潜在变量加以命名。此一程序所进行的因素分析,得到的潜在因素即是一种经验性的潜在变量,因而被称之为探索性因素分析。

相对之下,在结构方程模型之中,潜在变量的概念与内涵是基于理论的推导,且潜在变量与观察变量的关系是在资料搜集完成之前即事先提出的假设性概念。然后透过实际所搜集的数据,分析比对假设模型与观察到的数据之间的差异性,决定研究者对于潜在变量所提出的假设性看法是否恰当。以此种模式进行的因素分析称为验证性因素分析,也即是一种先验性、事前的潜在变量定义模式。

¹因素分析又可译为因子分析,其中的因素 (factor) 也可译为因子,表示潜在变量或构念。

二、变量关系的探究

社会及行为科学研究的变量关系，通常并不是单纯的一个变量的推论或两变量关系的讨论，而是涉及一组变量之间关系的讨论。这一组变量除了存在有数学的、表面上的关系外，可能还存有潜在的因果性 (causality) 或阶层性 (hierarchy)。例如一项对于学业表现的研究，最常用的解释变量为智力。然而，研究者可能会考虑到除了智力因素外，学生先前学习经验 (Exp) 亦会影响学生学业表现 (GPA)。而先前学习经验的影响，还可能基于成就动机 (Ach) 的中介作用间接影响到学业成就。从上述概念中，可以得到如下的研究等式：

$$GPA = a \times IQ + b \times Exp + c \times Ach + e_1 \quad (1.1)$$

$$Ach = d \times Exp + e_2 \quad (1.2)$$

方程式 1.1 与 1.2 陈述了智商、学习经验、成就动机与学业表现四个变量相互影响作用的途径，也就是变量的结构性关系。若以图形表示，方程式 1.1 与 1.2 可绘制成图 1.1 的路径图 (path diagram)。

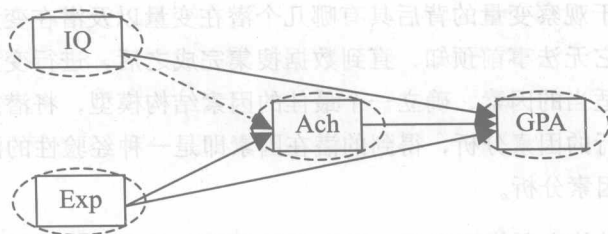


图 1.1 四个变量的假设关系

图 1.1 当中的实线反映了公式 1.1 与 1.2 的关系，但是由 IQ→Ach 的关系并未在两个方程式中定义，因此在图 1.1 当中不应该标示出来，而仅以虚线表示。但是如果过去的文献或理论认为智力会影响成就动机，那么 IQ→Ach 即必须加以检验，而在图 1.1 当中改以实线表示。换言之，如果研究者调整变量之间的假设关系或扩增研究变量，所需

检验的变量间关系将更为复杂, 想要获得支持研究正当性的理论基础与逻辑推理的愿望也就更为殷切。

此外, 如果再把潜在变量的观念加以考虑, 也就是将图 1.1 当中的各个变量改以椭圆形外框表示, 每一个潜在变量由一组观察变量所萃取得出, 整个模型即成为一个典型的 SEM 模型。在社会与行为科学领域所探究的变量结构性关系, 大多是由一群无法直接观察与测量的抽象命题或构念所组成。此时必须先针对这些构念的定义运用验证性因素分析来确认每一个构念内在结构的适切性, 然后进一步检验潜在变量间的结构关系。此点也是 SEM 的主要长处之一 (Bollen, 1989)。

总之, 不论是变量因果关系的证明或构念内在结构的确认, 均有赖于事前研究变量的性质与内容的厘清; 并清楚描述变量的假设性关系, 藉由研究者提出具体的结构性关系的假设命题, 寻求统计上的检证来确认。整个过程即是结构方程模型。

三、模型比较分析

SEM 的另一个特征是模组化分析的应用。利用先前所讨论的假设检验与结构化验证功能, 结构方程模型可以将一系列的研究假设同时结构成一个有意义的假设模型 (hypothetical model), 然后经由统计的程序对于此一模型进行检证。不同的模型之间, 则可进行竞争比较。

在社会与行为科学的研究中, 往往相同的一组变量会因为理论观点的不同, 对于变量之间的假设关系亦会有不同的主张。因此, 研究者可以基于不同的理论与假设前提, 发展出不同的替代模型 (alternative model), 进行模式间的竞争比较。此一利用假设模型进行统计检证的优点, 大大改善了传统路径分析在多组回归等式进行同时估计的限制, 也提高了分析的应用广度。

Jöreskog 与 Sörbom (1996) 指出 SEM 的模组化应用策略有三个层次: 第一是单纯的验证 (confirmatory), 也就是针对单一的先验假设模型, 评估其适切性, 称为验证型研究; 第二是模型的产生 (model generation), 其程序是先设定一个起始模型, 再与实际观察数据进行比较之后, 进行必要的修正, 反复进行估计的程序以得到最佳拟合的模型, 称为产生型研究; 第三是替代模型的竞争比较, 以决定何者最能反