

结构方程建模 在语言测试中的 研究与应用

张 权 著



高等教育出版社
Higher Education Press

结构方程建模 在语言测试中的研究与应用

张 权 著



高等教育出版社
Higher Education Press

图书在版编目 (CIP) 数据

结构方程建模在语言测试中的研究与应用 / 张权著.
北京: 高等教育出版社, 2008.7
ISBN 978-7-04-024640-7

I. 结… II. 张… III. 语言-测试-研究 IV. H09

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 101589 号

策划编辑	周 龙 孙云鹏	责任编辑	孙云鹏	封面设计	张 楠
版式设计	孙 伟	责任校对	孙云鹏	责任印制	韩 刚

出版发行	高等教育出版社	购书热线	010-58581118
社 址	北京市西城区德外大街 4 号	免费咨询	800-810-0598
邮政编码	100120	网 址	http://www.hep.edu.cn
总 机	010-58581000		http://www.hep.com.cn
经 销	蓝色畅想图书发行有限公司	网上订购	http://www.landaco.com
印 刷	北京中科印刷有限公司		http://www.landaco.com.cn
		畅想教育	http://www.widedu.com
开 本	787×1092 1/16	版 次	2008 年 7 月第 1 版
印 张	11.5	印 次	2008 年 7 月第 1 次印刷
字 数	210 000	定 价	22.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24640-00

Preface

One of the most important developments in the field of language assessment over the past 30 years has been the application of increasingly sophisticated statistical models and analytic tools for helping language testing researchers better understand the nature of the abilities we want to assess, the ways in which test takers interact with assessment tasks, and how these interactions between test takers and the characteristics of assessment tasks affect their performance on language assessments. These same statistical tools can also help language testing practitioners — test developers and users — better understand the qualities of the practical language assessments they develop and use, and provide them with very helpful information for revising and improving these assessments.

Of all the statistical approaches that are at the disposal of language testing researchers and practitioners, structural equation modeling (SEM) is both the most versatile and the most powerful. Its versatility derives from the way in which it combines path analysis, a means for investigating the relationships among multiple observed variables, such as test scores, with factor analysis, which is a way to explain the correlations among a set of observed variables in terms of a smaller number of factors, or unobserved variables. SEM thus builds on the strengths of path analysis and factor analysis while addressing the major limitations of each. By including latent variables in its models, SEM effectively controls for the effects of measurement error on observed variables. It overcomes the constraint of factor analysis that all factors must be either correlated or uncorrelated, by allowing the researcher to specify a variety of relationships (e.g., directional, non-directional, bi-directional, or no relationship) among latent variables. The power of SEM derives from the way in which it enables the researcher to specify a hypothetical model, based on prior theory and research, as an explanation for the correlations among a set of observed variables, and conduct statistical tests to determine the extent to which this model provides an adequate explanation for these correlations.

Ironically, however, this versatile and powerful statistical approach is still not very widely understood or used outside a relatively small circle of language testing researchers. This book thus meets an important need in that it provides an excellent introduction and overview of SEM and its use in language testing. The contents of the book are comprehensive, including discussions of the

basic concepts of SEM, its importance and how it has been applied in language testing research in general, and its use in computerized cognitive assessment, in particular. The book also provides the reader with an in-depth of discussion of one computer program, EQS, for conducting SEM, as well as overviews of the other major SEM software programs that are available.

The author, Dr. Zhang Quan, is particularly well-qualified to discuss SEM and its applications to language testing. Dr. Zhang has had extensive experience in research and development of large-scale standardized tests of English in China. He is thus very familiar with the Chinese language testing context and the needs of Chinese language testing researchers and practitioners. He has also studied with Prof. Peter Bentler at UCLA, who is one of the world's leading authorities on SEM, and the author of the computer program, EQS, which Dr. Zhang discusses in this book.

In summary, anyone who is seriously interested in research and development in the field of language testing will find this book to be an excellent source of information about the application of SEM. I am sure that this book will become a classic in China, and I have encouraged Dr. Zhang to consider translating it into English for a wider audience of language testing researchers and practitioners.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Lyle F. Bachman', followed by a long horizontal line.

Lyle F. Bachman, Professor, UCLA

25 January, 2008

前言

随着语言测试研究的深入,困扰语言测试专家们的头疼事就是考生的语言能力或语言水平不好直接、精确地进行测量。专家们发现,这其中同时存在着多重因素、多个结果的关系。除此以外,还有许多潜在变量或称潜在特质的东西在起作用,总要依据某种理论来进行推断,并且相关数据处理都要借助计算机编程加以实现。鉴于国外的同行们^①早已在使用结构方程建模的方法来弥补这传统的统计方法之不足,现特将国外这方面的研究状况以及本人在相关领域的研修成果呈以文字,以供国内同行共同探讨。

在语言测试界,国际同行^②自1981年就已开始运用结构方程建模来处理推断研究中的数据,国外许多大学应用语言学专业都将结构方程建模课程作为必修课。用于实现结构方程建模的软件LISREL和EQS等都有学生版并附有实例和数据,使用者只要具备基本的统计概念,并不要求矩阵和高等数学知识即可。在互联网上还有一个专门以结构方程为主题的在线讨论网站^③,因此普及起来很快。目前国内主要是一些考试部门在使用结构方程软件,少有学者运用结构方程建模来研究和解决语言测试研究方面的问题。从国内现有各种语言测试文献资料、书目以及国内所开的国际会议论文摘要和专题讨论来看(1985年—2007年5月21日),多数的研究兴趣还集中在信度和效度的探讨、考试反拨效应的研究或是项目反应理论中单参数模型的探讨和运用上。应该说我国语言测试研究的理论水平和方法论方面的研究并不落后于西方国家,但在实操领域及工具的使用方面基本上没有涉及国际公认的、日益更新升级的专业软件的运用,在语言测试实操体系的建立和工具的使用(确切地说动手能力)及普及程度方面相对薄弱。这样就显出了我国在语言测试研究整体结构上与国际学术界的差距。

这其中或许有两个主要原因:一是介绍国际上语言测试领域里如何使用先进工具的书籍相对匮乏,赶不上软件更新的发展;其次是国际市场相应的软件价格昂贵。这在很大程度上制约了相关研究的发展。

目前,国内其他专业和领域使用结构方程建模的情况已很常见,而在语言测试领域尚是空白。因此我们有必要静下心来,脚踏实地做些研究,

① 详见Kunnan A.J.(1998). 结构方程建模用于语言测试简介 (An Introduction to Structural Equation Modeling for Language Assessment Research) 载于*Language Testing*, 第15卷、第3期pp. 295-332(38), SAGE Publications.

② 详见Bachman (1998). 世纪之交的现代语言测试:确保我们说的话算数 (Modern Language Testing at the Turn of the Century: Assuring That What We Count Counts), 在美国应用语言学会年会上的讲话, 1998年3月17日, 西雅图, 刊于*Newsletter of the American Association for Applied Linguistics*, 第21卷、第2期 (pp.11-13)

③ 详见<http://www.gsu.edu/~mkteer/semfaq.html>, 有兴趣的读者可以免费加入。

本书正是为此目的而写。本书从介绍结构方程的基本概念入手,避开繁杂的数学模型,专题介绍结构方程建模的理论方法以及如何具体实现EQS6.1^④在当前语言测试中的使用。作者坚信:在语言测试领域,理论上的更新、方法上的改进,加之工具的升级在很大程度上能够有效地推动整个学科的发展,使我们的研究与国际接轨。同时希望通过本书的出版,在2008年杭州召开的国际语言测试研讨会(LTRC2008)后,将看到国内语言测试学者在结构方程建模方法运用研究上零的突破。

本书专论结构方程建模在语言测试中的运用,但不可能解决语言测试研究方法中可能遇到的所有问题。本书作者不准备占用篇幅重复探讨结构方程建模的指导思想,因为读者可以在斯韦尔·怀特^⑤(Sewell Wright:1921)的最早读本里找到经典的路径分析形式的因果模型,或者在Peter M. Bentler^⑥教授(1986)的专著里获得对结构方程建模的最全面的论述。本书也不准备再去追溯结构方程建模发展的历史过程,因为人所共知,在《心理测量》杂志50周年刊庆之际, Peter M. Bentler教授勾画出了当今结构方程建模方法飞速发展的最乐观局势,在Austin和Wolfe(1991)和Tremblay和Gardner(1996)的文献综述^⑦中汇集有600份之多有关结构方程建模在各个学科里的研究和运用的详实史料,在Randall E. Schumacker和Richard G. Lomax的专著^⑧第二版中也可查阅到结构方程模型的历史由来。因此,本书着重介绍语言测试研究领域里的结构方程建模的具体方法和技术细节,以及当前国外最新和最常用的实现结构方程建模的EQS6软件系统,力求突出实用性。从而以最有效的方式将国外的新技术、新方法介绍给国内测试界同行。

本书第一章为引言,从现阶段的考试分数报告切入,对结构方程建模在语言测试界的重要性做了明确介绍,从语言测试角度使国内读者快速理解结构方程中的基本概念、结构方程建模的步骤、结构方程模型的特点及使用的好处。在重点介绍用于结构方程建模最新应用软件EQS6系统的同时,还对国内外在使用中的其他同类软件做了简单介绍,并给出获得这些软件的途径。让读者了解目前结构方程模型应用的总体概况。

第二章专题介绍国外正在使用的最新EQS6.1系统的功能与用途,工作机制、详细的使用方法,包括EQS数据文件、图形文件、指令文件、输出文

④ 详见最新Peter M. Bentler (2007) EQS6 Structural Equations Program Manual, Multivariate Software, Inc. UCLA, LA, USA.

⑤ 斯韦尔·怀特(Sewell Wright),美国芝加哥大学的人口生物学家。

⑥ Peter M. Bentler教授,美国加州大学洛杉矶分校(UCLA)心理学系主任, EQS的开发者。

⑦ 详见Austin和Wolfe(1991)和Tremblay和Gardner(1996)的文献综述。

⑧ 详见Randall E. Schumacker和Richard G. Lomax(2004), (pp.4-6). A Beginner's Guide to Structural Equation Modeling. (2nd Edition) Lawrence Erlbaum Association, Inc.

件。本章核心部分是将EQS所用的22个指令以及在这些指令下工作的各关键词做了详细解释并给出例子，针对国内学者尤其是人文学科用户的特点，对每个例子中的格式均作了说明，旨在让读者能参照所给实例逐步学会使用EQS6.1来解决各自的涉及语言测试的研究问题。本章节有些段落专业性较强，主要考虑到读者中很多是考试的组织者和管理者，更有命题人员和常年教授统计分析的行家，他们很想评论一下运用结构方程建模的方法来改进语言测试研究问题的作用和意义。这些章节段落一般读者可以不看，照样可以使用EQS建模，就像医院引进了一台进口的CT，没有必要要求每个医生一定要知道CT的工作原理和成像技术的细节，但是只要能看懂CT结果报告，就能对症下药。本章结束部分对如何使用EQS6.1建模给出了具体的步骤。应当指出这些实例和评价都是在实际学习和运用中的总结，凝结了编者大量心血和经验。本章节的内容可以视作目前使用EQS6最新版本的汉语精华手册，相信只要有一点数理背景同时对结构方程感兴趣的用户都会很快掌握。

第三章为了达到抛砖引玉的目的，作者不仅特别介绍了国外同行专家运用结构方程来解决语言测试问题的实例，而且还将自己运用结构方程来解决语言测试研究的课题拿出来与读者一起讨论。这是作者近年来实际运用的总结。其中结构方程建模思想、数据格式及编程都经过有关专家推敲，凝结了作者多年来的心血和经验。本章节内容给出使用EQS6.1系统的完整实例和详解，包括建模过程、实施建模、输出结果文件以及对结果文件各个部分的注解。

第四章列出EQS6.1用户参照使用的例子，有现成的程序，输入有关数据即可运算结果；有细节方面的常识，如将EQS图形文件转换成WORD文件的方法，简单实用；又如，使用做图工具找出异常散点的方法使研究者单击鼠标对自己的数据状况一目了然，等等。

附录一至四分别给出结构方程建模的输出结果文件、数据格式、有关结构方程建模的基本概念和英汉对照结构方程常用术语以及缩写语表，以帮助读者进一步加强理解和动手能力。这部分主要为研究者设计，考虑到读者中很多人可能是单纯文科类学者，对用于结构方程建模的基本概念不熟悉，建议先看附录部分内容，以帮助理解。专业人士可以略过。

结束语中，作者讨论了语言测试界运用结构方程建模方法来解决语言测试研究问题的前景，并强调我国学者要想保持语言测试研究的理论水平和方法论与西方国家同步，就有必要更新武器、推广和普及先进的工具。从这个意义上讲，运用结构方程建模方法对促进我国语言测试今后的发展会起到积极的推动作用。

总之，世界已进入一个高科技时代，一切都要求科学性、系统性、国

际性。这对语言测试界无疑提出了更高的要求。笔者认为将来的考试要使全社会认可,使考生信服,教师信任、同行间无可挑剔、行政部门绝对放心,决非一张试卷、一页答题纸、一组阅卷人、一个原始分就能打发众人的了。因此,对于中国语言测试界,我们更不能认为这些都还是“天方夜谭”,可以我行我素,而毫无紧迫感。如果我们现在还不是这样地提出问题 and 认识问题,我们无疑将落后一个时代!

在本书即将付印之际,我首先要感谢国家留学基金委为我提供资助,使我博士以后能在美国ETS进修期间收集反馈信息进一步充实我的理论研究。我还要感谢加州大学洛杉矶分校(UCLA)应用语言学系主任Lyle F. Bachman教授为我在UCLA访问期间所提供的良好的研究环境和学术指导,使我由对LISREL的兴趣转为对EQS的专研,最终选用EQS。Bachman教授为本书所写的序是对我学术上的鼓励。感谢南加州大学Antony John Kunnan教授为我提供了他的所有与结构方程有关的研究论文及出处,并鼓励我将Lyle指导的有关语言测试应用结构方程建模的所有研究介绍到中国。感谢加州大学洛杉矶分校(UCLA)心理学系Peter Bentler教授的毒品滥用研究中心主任Eric Wu在最新版本EQS6.1上给予的技术指导,感谢美国Multivariate Software公司向我提供EQS6免费下载信息。感谢美国伊阿华大学应用语言学系Carol A. Chapelle教授给我机会使我能在美国第五次TSLI国际研讨会上将本书部分内容作全文介绍。当然,我更要感谢南方医科大学党委批准了我充足的时间在美国完成本书的撰写,并给予了不懈的精神鼓励。感谢高等教育出版社真诚支持,使我能将在国外研究的最新成果第一时间介绍给国内读者。在此我还要特别说明,本书内容也是我本人获得的广东省新世纪教学考试项目的重要部分。

最后,本书的出版将始终让我铭记我爱人和女儿在美期间对我生活上无微不至的关怀以及长期以来给予我工作和科研上的坚定支持。

作者

2006年12月于美国洛杉矶

作者电子信箱: gzjohnzh@gmail.com

作者个人网页: <http://johnzhangquan.googlepages.com>

目 录

第一章 结构方程模型简介	1
1. 引言: 现阶段的考试分数报告	2
2. 结构方程模型在语言测试界的重要性	2
3. 从语言测试角度理解结构方程中的基本概念	3
3.1 结构方程模型 / 协方差结构模型	3
3.2 潜在变量与观测变量	4
3.3 自变量与因变量	4
3.4 潜在因变量与观测因变量	4
3.5 潜在自变量与观测自变量	4
3.6 自由度及其计算方法	5
3.7 验证性因子分析	5
3.8 路径图的图示规则	5
3.9 递归与非递归模型路径图	6
3.10 固定参数、自由参数、约束参数	6
4. 结构方程模型的构成	7
4.1 测量模型	7
4.2 结构模型	8
4.3 测量模型与结构模型的关系	8
5. 结构方程建模中的参数估算	10
6. 结构方程建模中的拟合指数	11
7. 非正定问题	12
8. 不收敛问题	12
9. 残余值的含义	12
10. 异常数据和缺失数据的处理	13
10.1 异常数据	13
10.2 缺失数据	13
10.3 缺失数据的处理	13
11. 结构方程建模的步骤	14
11.1 模型构建 (Model Specification)	14

11.2 模型识别 (Model Identification)	15
11.3 模型估计 (Model Estimation)	16
11.4 模型拟合 (Testing Model Fit)	16
11.5 模型重构 (Model Re-Specification)	18
12. 结构方程模型的特点及使用的好处	18
13. 结构方程建模应用软件简介	19
13.1 EQS应用软件	19
13.2 Amos应用软件	20
13.3 Mplus应用软件	20
13.4 LISREL应用软件	20
13.5 STATISTICA应用软件	20
14. 本章小结	21

第二章 EQS6.1系统介绍 23

1. 何为EQS?	24
2. EQS的功能和用途	24
3. EQS的工作机制	25
4. EQS的使用方法	25
4.1 EQS的数据文件	25
4.2 EQS的图形文件	26
4.3 EQS的指令文件	26
4.4 EQS的输出文件	28
5. EQS各指令的功能及用法	30
5.1 /TITLE (Optional) 标题指令	30
5.2 /SPECIFICATIONS 规格指令	31
5.3 /LABELS (Optional) 标记指令	33
5.4 /EQUATIONS 方程指令	33
5.5 /VARIANCES方差指令	34
5.6 /COVARIANCES协方差指令	35
5.7 /MODEL (Optional) 模型指令	36
5.8 /RELIABILITY (Optional) 信度指令	38
5.9 /CONSTRAINTS (Optional) 制约指令	38
5.10 /INEQUALITIES (Optional) 不等式指令	40
5.11 /MATRIX (Optional) 矩阵指令	40
5.12 /STANDARD DEVIATIONS (Optional) 标准差指令	41
5.13 /MEANS (Optional) 均值指令	42

5.14 /TECHNICAL (Optional) 技术指令	42
5.15 /PRINT (Optional) 打印指令	44
5.16 /LMTEST (Optional) 拉格朗日乘子检验指令	45
5.17 用于多样本分析的LM检验	48
5.18 /WTEST (Optional) Wald 检验指令	49
5.19 用于多样本分析的W-检验	52
5.20 /SIMULATION (Optional) Wald 模拟指令	52
5.21 /OUTPUT (Optional) Wald 输出指令	58
5.22 /SAVE (Optional) Wald 存盘指令	59
5.23 /DEFINE (Optional) Wald 定义指令	60
5.24 /END (Optional) Wald 结束指令	60
6. EQS的建模步骤	60
6.1 前期分析	61
6.2 建模过程	62
6.3 实施建模	62
6.4 查看结果	63
7. 本章小结	65
第三章 结构方程建模在语言测试中的研究与应用	67
1. 国外同行专家应用实例	68
2. Bachman 的潜在变量研究方法	68
2.1 Bachman 的实验分组情况	68
2.2 Bachman 所研究的问题	69
2.3 Bachman 实验中的变量确定	69
2.4 Bachman 实验中的评分方法、实施步骤和数据分析	70
2.5 Bachman 实验中的模型评估标准	71
2.6 Bachman 实验研究的意义	72
3. Kunnan 结构方程的应用实例	73
3.1 Kunnan 的应试者特征的测量模型	73
3.2 Kunnan 的测试行为的测量模型	74
3.3 Kunnan 的应试者特征与测试行为的结构模型一	76
3.4 Kunnan 的应试者特征与测试行为的结构模型二	77
4. Purpura 的结构方程建模的方法	78
4.1 Purpura 所研究的问题	78
4.2 Purpura 的实验方法	79
4.3 Purpura 的实验步骤与分析	80

4.4 Purpura 的实验结果与讨论	81
5. 国内测试界的研究现状	82
6. 作者的认知测试结构模型	83
6.1 认知反应理论的理论基础	83
6.2 认知反应理论的研究方法	84
6.3 作者认知测试模型的现实意义	92
7. 本章小结	93
第四章 用户参照使用的例子	95
1. 程序层面的例子	96
1.1 使用/SIMULATION指令的模拟程序	96
1.2 使用真实数据拟合模型的模拟程序	111
2. 数据处理方面的例子	119
2.1 将EQS图形文件转换成 WORD文件的方法	119
2.2 使用 Scatter Plot 做图工具找出异常散点的方法	120
2.3 创建方差 / 协方差矩阵的方法	121
2.4 创建新原始文件的方法	122
2.5 将 SPSS 数据文件导入EQS系统的方法	122
2.6 将 ASCII 数据文件导入EQS系统的方法	123
2.7 回归分析的方法	125
3. 本章小结	127
附录	129
附录一: 认知测试模型的输出结果文件	129
附录二: 使用真实数据, 拟合次数定在1次的原始数据格式	148
附录三: 结构方程建模基本概念问答	155
附录四: 英汉对照结构方程常用术语及缩写语表	158
参考书目	165

CHAPTER

One

第一章

结构方程建模在语言测试中的研究与应用

1

引言：现阶段的考试分数报告

目前绝大多数的考试客观题部分的题型仍沿用多项选择题且局限于光电阅卷机阅卷，主观题部分为短文写作往往是集中起来人工阅卷。多项选择题的分数报告基本上为答对一题给一分。如果几个考生答对相同的题数，就给出相同的分数；如某一考试客观题部分有85道选择题，考生答对60道题，就分别得60分，至于这些考生各自答对的60道题中，哪些是难度较高的题？哪些是难度较低的题？他们是如何答对的？是否有的题目考生根本不会做碰巧猜对的？是否有的题目其实很简单可就是考生粗心大意做错了？不会做的题目，如果给一点提示，是不是有些考生又能做对了？他们各自化了多长时间做对这些题目？他们参加考试当天各人身体状况是否都很好？等等。

这些都是当前使用这种传统的分数报告的做法完全忽略，且不想解释（也无法解释的），同时也是最容易引起考生争议、家长质疑、社会对取消考试呼声最高、考试部门最头疼的事。语言测试界的老前辈们都知道这都是纸笔考试多项选择题题型的弊端所致。然而，在过去的20年间，由于受到客观条件、考试方法的限制以及语言测试手段尚未真正科学地计算机化，对纸笔考试沿用多项选择题的分数报告方式才一直沿用至今。

应当指出：这种传统的评分方法上所存在严重缺陷都是目前语言测试研究中的最好课题，都是计算机化的认知测试所关注的重要原则。从结构方程建模方法入手，均要考虑和确定这其中的各种因子与变量之间的关系，确定并建立模型，使用EQS来得以解决，并可对问题做更深入的探讨。

2

结构方程模型在语言测试界的重要性

结构方程模型是多变量分析的重要课题。近年来在语言测试界越来越受到重视。Bachman（1998）^①在美国应用语言学学会年会上题为“世纪之交的现代语言测试：确保我们说的话算数”的讲话中，曾列举了自1981年以来国外语言测试界应用结构方程建模来研究语言测试问题的实例。剑桥大学出版社出版的《语言测试研究》（*Studies in Language Testing*）系列期刊（1993年），《语言测试》（*Language Testing*）杂志（1998年）都相

① 详见本书前言注释

继刊登介绍运用结构方程建模方法研究语言测试问题的文章。美国ETS使用结构方程建模方法解决各类考试问题的研究项目很多^②。2006年年底国内测试界也已意识到结构方程建模方法在语言测试研究中的重要性，并邀请国外同行主旨发言^④介绍运用结构方程建模方法来修正考试评估中存在的风险问题。2007年6月在西班牙、巴塞罗那举行的LTRC2007语言测试国际研讨会^③期间，主办方特别邀请有关专家开办为期两天的结构方程专题实习班，2008年6月在杭州举行的LTRC2008语言测试国际研讨会期间，主办方又邀请有关专家开办讲座介绍使用结构方程建模的潜在成长建模技术^⑤，以此普及和推广结构方程建模方法在语言测试研究中的应用。可以说，结构方程建模在语言测试界所建立起来的学术地位和研究方法已经成熟，勿容置疑。



从语言测试角度理解结构方程中的基本概念

众所周知，困扰语言测试专家们的头疼事就是语言能力或语言水平不能直接、精确地进行测量。在结构方程建模中，这种变量称为潜在变量（Latent Variable）。长期以来，都是使用外显指标（Observable Indicator），如用考试分数来间接测量这个潜在变量的。其实，专家们都清楚，一个一次性的考试分数是不可能完全说明考生语言能力或水平的。换句话说，传统的数理统计方法是不能很好地刻画出语言能力这个潜在变量的。现在我们可以用到结构方程建模方法来同时处理潜在变量和外显指标了，但不是手工计算而是要借助像EQS6这类专用软件在计算机上加以实现（详见本书第三、四章）。为了便于语言测试研究者和感兴趣的读者了解和学会使用结构方程建模的方法，本章节将使用最通俗的语言对目前正在使用的涉及结构方程的概念和术语作较详细地说明并附英文对照。

3.1

结构方程模型 / 协方差结构模型

通俗地讲，结构方程模型（Structural Equation Model）现在一般都缩

- ② 在<http://www.ets.org>上查阅，可获得更多的信息资料。
- ③ 在<http://www.iltaonline.com/ltrc07/index.htm>上查阅，可获得更多的信息资料。
- ④ 在<http://www.gdufs.edu.cn>上查阅，可获得具体的信息。
- ⑤ 原文为*An Introduction to Latent Growth Modeling Techniques Using SEM Workshop 1 at LTRC 2008, Hangzhou, China*

写为SEM，也可以理解是多元回归（Multiple Regression）/ 路径分析（Path Analysis）和因子分析（Factor Analysis）为一体的数学模型。其最大的特点就是基于变量的协方差矩阵（Covariance Matrix）来分析多种变量之间的关系，因此在一个结构方程模型里可以同时涉及潜在因变量、观测因变量、潜在自变量、观测自变量所形成交错复杂关系的分析。结构方程分析也称为协方差结构分析（Covariance Structure Analysis）。

3.2 潜在变量与观测变量

在结构方程建模中，潜在变量（Latent Variable）为不可直接测量的非观测变量（Unobserved Variable），通常都要使用多个外显或可观测的指标间接推算；观测变量（Observable Variable）一般指从一组测试或测量中直接获得的原始数据，又称为指标。

3.3 自变量与因变量

在结构方程建模中，自变量（Independent Variable）指能影响模型中其他变量，同时不被模型中变量影响的变量，又称外源变量。因变量（Dependent Variable）为被模型中其他变量影响与结果有关的变量，又称为内生变量。

3.4 潜在因变量与观测因变量

在结构方程建模中，潜在因变量（也称内生潜在变量）不可直接测量，但使用多个观测因变量可以间接推算，而观测因变量（也称内生观察变量）指的是从测试或测量中直接获得的原始数据。

3.5 潜在自变量与观测自变量

在结构方程建模中，潜在自变量（也称外源潜在变量）不可直接测量，但使用多个观测自变量可以间接推算，而观测自变量（也称外源观察变量）指的是从测试或测量中直接获得的原始数据。