



格致方法·定量研究系列 吴晓刚 主编

# LISREL方法： 多元回归中的交互作用

[美] 詹姆斯·杰卡德 (James Jaccard) 著  
崔凯万 (Choi K. Wan)

李忠路 译 周穆之 校

- ★ 革新研究理念
- ★ 丰富研究工具
- ★ 最权威、最前沿的定量研究方法指南

格致出版社 上海人民出版社

65

格致方法·定量研究系列 吴晓刚 主编

# LISREL 方法： 多元回归中的交互作用

[美] 詹姆斯·杰卡德 (James Jaccard) 著  
崔凯万 (Choi K. Wan) 译  
李忠路 译 周穆之 校



SAGE Publications, Inc.

格致出版社 上海人民出版社

## 图书在版编目(CIP)数据

LISREL 方法:多元回归中的交互作用/(美)詹姆斯·杰卡德,(美)崔凯万著;李忠路译.—上海:格致出版社:上海人民出版社,2018.2  
(格致方法·定量研究系列)  
ISBN 978-7-5432-2629-6

I. ①L… II. ①詹… ②崔… ③李… III. ①多元回归分析-研究 IV. ①0212.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 010717 号

责任编辑 贺俊逸

格致方法·定量研究系列

## LISREL 方法:多元回归中的交互作用

[美]詹姆斯·杰卡德 著  
崔凯万  
李忠路 译 周穆之 校

出版 世纪出版股份有限公司 格致出版社  
世纪出版集团 上海人民出版社  
(200001 上海福建中路 193 号 www.ewen.co)



编辑部热线 021-63914988  
市场部热线 021-63914081  
www.hibooks.cn

发行 上海世纪出版股份有限公司发行中心

印刷 浙江临安曙光印务有限公司  
开本 920×1168 1/32  
印张 6.75  
字数 112,000  
版次 2018年2月第1版  
印次 2018年2月第1次印刷

ISBN 978-7-5432-2629-6/C·188

定价:35.00 元

## 出版说明

---

由香港科技大学社会科学部吴晓刚教授主编的“格致方法·定量研究系列”丛书,精选了世界著名的 SAGE 出版社定量社会科学研究丛书,翻译成中文,起初集结成八册,于 2011 年出版。这套丛书自出版以来,受到广大读者特别是年轻一代社会科学工作者的热烈欢迎。为了给广大读者提供更多的方便和选择,该丛书经过修订和校正,于 2012 年以单行本的形式再次出版发行,共 37 本。我们衷心感谢广大读者的支持和建议。

随着与 SAGE 出版社合作的进一步深化,我们又从丛书中精选了三十多个品种,译成中文,以飨读者。丛书新增品种涵盖了更多的定量研究方法。我们希望本丛书单行本的继续出版能为推动国内社会科学定量研究的教学和研究作出一点贡献。

# 总序

---

2003年,我赴港工作,在香港科技大学社会科学部教授研究生的两门核心定量方法课程。香港科技大学社会科学部自创建以来,非常重视社会科学研究方法论的训练。我开设的第一门课“社会科学里的统计学”(Statistics for Social Science)为所有研究型硕士生和博士生的必修课,而第二门课“社会科学中的定量分析”为博士生的必修课(事实上,大部分硕士生修完第一门课后都会继续选修第二门课)。我在讲授这两门课的时候,根据社会科学研究生的数理基础比较薄弱的特点,尽量避免复杂的数学公式推导,而用具体的例子,结合语言和图形,帮助学生理解统计的基本概念和模型。课程的重点放在如何应用定量分析模型研究社会实际问题上,即社会研究者主要为定量统计方法的“消费者”而非“生产者”。作为“消费者”,学完这些课程后,我们一方面能够读懂、欣赏和评价别人在同行评议的刊物上发表的定量研究的文章;另一方面,也能在自己的研究中运用这些成熟的方法论技术。

上述两门课的内容,尽管在线性回归模型的内容上有少

量重复,但各有侧重。“社会科学里的统计学”从介绍最基本的社会研究方法论和统计学原理开始,到多元线性回归模型结束,内容涵盖了描述性统计的基本方法、统计推论的原理、假设检验、列联表分析、方差和协方差分析、简单线性回归模型、多元线性回归模型,以及线性回归模型的假设和模型诊断。“社会科学中的定量分析”则介绍在经典线性回归模型的假设不成立的情况下的一些模型和方法,将重点放在因变量为定类数据的分析模型上,包括两分类的 logistic 回归模型、多分类 logistic 回归模型、定序 logistic 回归模型、条件 logistic 回归模型、多维列联表的对数线性和对数乘积模型、有关删节数据的模型、纵贯数据的分析模型,包括追踪研究和事件史的分析方法。这些模型在社会科学研究中有着更加广泛的应用。

修读过这些课程的香港科技大学的研究生,一直鼓励和支持我将两门课的讲稿结集出版,并帮助我将原来的英文课程讲稿译成了中文。但是,由于种种原因,这两本书拖了多年还没有完成。世界著名的出版社 SAGE 的“定量社会科学研究”丛书闻名遐迩,每本书都写得通俗易懂,与我的教学理念是相通的。当格致出版社向我提出从这套丛书中精选一批翻译,以飨中文读者时,我非常支持这个想法,因为这从某种程度上弥补了我的教科书未能出版的遗憾。

翻译是一件吃力不讨好的事。不但要有对中英文两种语言的精准把握能力,还要有对实质内容有较深的理解能力,而这套丛书涵盖的又恰恰是社会科学中技术性非常强的内容,只有语言能力是远远不能胜任的。在短短的一年时间里,我们组织了来自中国内地及香港、台湾地区的二十几位

研究生参与了这项工程,他们当时大部分是香港科技大学的硕士和博士研究生,受过严格的社会科学统计方法的训练,也有来自美国等地对定量研究感兴趣的博士研究生。他们是香港科技大学社会科学部博士研究生蒋勤、李骏、盛智明、叶华、张卓妮、郑冰岛,硕士研究生贺光烨、李兰、林毓玲、肖东亮、辛济云、於嘉、余珊珊,应用社会经济研究中心研究员李俊秀;香港大学教育学院博士研究生洪岩璧;北京大学社会学系博士研究生李丁、赵亮员;中国人民大学人口学系讲师巫锡炜;中国台湾“中央”研究院社会学所助理研究员林宗弘;南京师范大学心理学系副教授陈陈;美国北卡罗来纳大学教堂山分校社会学系博士候选人姜念涛;美国加州大学洛杉矶分校社会学系博士研究生宋曦;哈佛大学社会学系博士研究生郭茂灿和周韵。

参与这项工作的许多译者目前都已经毕业,大多成为中国内地以及香港、台湾等地区高校和研究机构定量社会科学方法教学和研究的骨干。不少译者反映,翻译工作本身也是他们学习相关定量方法的有效途径。鉴于此,当格致出版社和 SAGE 出版社决定在“格致方法·定量研究系列”丛书中推出另外一批新品种时,香港科技大学社会科学部的研究生仍然是主要力量。特别值得一提的是,香港科技大学应用社会经济研究中心与上海大学社会学院自 2012 年夏季开始,在上海(夏季)和广州南沙(冬季)联合举办《应用社会科学研究方法研修班》,至今已经成功举办三届。研修课程设计体现“化整为零、循序渐进、中文教学、学以致用”的方针,吸引了一大批有志于从事定量社会科学研究博士生和青年学者。他们中的不少人也参与了翻译和校对的工作。他们在

繁忙的学习和研究之余,历经近两年的时间,完成了三十多本新书的翻译任务,使得“格致方法·定量研究系列”丛书更加丰富和完善。他们是:东南大学社会学系副教授洪岩璧,香港科技大学社会科学部博士研究生贺光烨、李忠路、王佳、王彦蓉、许多多,硕士研究生范新光、缪佳、武玲蔚、臧晓露、曾东林,原硕士研究生李兰,密歇根大学社会学系博士研究生王骁,纽约大学社会学系博士研究生温芳琪,牛津大学社会学系研究生周穆之,上海大学社会学院博士研究生陈伟等。

陈伟、范新光、贺光烨、洪岩璧、李忠路、缪佳、王佳、武玲蔚、许多多、曾东林、周穆之,以及香港科技大学社会科学部硕士研究生陈佳莹,上海大学社会学院硕士研究生梁海祥还协助主编做了大量的审校工作。格致出版社编辑高璇不遗余力地推动本丛书的继续出版,并且在这个过程中表现出极大的耐心和高度专业精神。对他们付出的劳动,我在此致以诚挚的谢意。当然,每本书因本身内容和译者的行文风格有所差异,校对未免挂一漏万,术语的标准译法方面还有很大的改进空间。我们欢迎广大读者提出建设性的批评和建议,以便再版时修订。

我们希望本丛书的持续出版,能为进一步提升国内社会科学定量教学和研究水平作出一点贡献。

吴晓刚

于香港九龙清水湾



# 序

---

处理复杂性的能力是衡量方法进步的一项重要指标。我们所观察到的世界是由许多错综复杂的变量组成的。为了理解它,研究者或许首先会求助于多元回归(普通最小二乘法,OLS),因为它可以在统计控制下分析独立效应。教科书中最常见的三变量模型为:

$$Y = a + bX + cZ + e \quad [1]$$

其中 $Y$ 表示因变量, $X$ 和 $Z$ 表示自变量, $a$ 为截距, $b$ 和 $c$ 为斜率, $e$ 是误差项。

方程[1]所隐含的一个基本假设是 $X$ 对 $Y$ 的影响与 $Z$ 的取值无关。但是现实世界要比这复杂得多。具体来说, $X$ 对 $Y$ 的影响是否取决于 $Z$ 值,如果“是”,那么就存在交互作用,这表示一个乘积项应该被包括在内,如方程[2]所示:

$$Y = a + bX + cZ + d(X \times Z) + e \quad [2]$$

杰卡德、图里西和万等在《多元回归中的交互作用》中已经将交互作用引入了传统的多元回归分析中。本书通过运用整合了潜变量分析和 LISREL 估计的结构方程模型 (structural equation modeling, SEM) 将交互作用分析向前推进了几步。更为重要的是,在结构方程模型的框架下,OLS 分析中忽略的两个重要条件(多指标和测量误差)得到了很好的处理。(关于 SEM、LISREL 及潜变量分析的背景知识请参考本丛书中的《验证性因子分析》《协方差结构模型》及《潜变量对数线性模型》等书。)

杰卡德和万博士详细阐明了 LISREL 计算程序及其在结构方程模型中的应用。这是一个可以被输入 8 个不同矩阵的模型。由于运用的是 LISREL 软件的最新版本(第八版),本书的例子和展示对读者很有帮助。此外,作者还强调了关键点,例如,如何选择基准变量来定义潜变量矩阵,并且提供一个关于 LISREL 模型拟合度指标的有价值的比较讨论,包括经常会用到的卡方检验。关于这一检验,他们令其“反向地”逻辑清晰,即如果模型的卡方检验统计不显著,则表明模型的拟合比较好。这一特殊的关于交互作用的卡方检验包含“两步”:第一步,拟合不是强制的(如允许斜率在不同的组中有变化);第二步,拟合是强制的(如限定斜率在不同的组中相等)。通过比较两个模型的结果,来检验是否非强制(含有交互作用)模型的拟合度更好。如果交互作用存在,其规模(IES)能够作为第二步卡

方的减少被测量出来。

和多元回归类似,由于所有变量都是连续的,LISREL模型也可以包含乘积项。作者还对SEM(包含多指标和测量误差)与普通最小二乘法进行了比较。他们认为这两种方法各有利弊:当在高测量信度、样本规模较小,而且变量不服从多元正态分布时,OLS的估计更好。显然,这些条件通常是无法满足的,在这种情况下,SEM满足了研究者运用更高级、更符合现实的模型来分析交互作用的愿望。

迈克尔·S.刘易斯-贝克

# 前言

---

本书是《多元回归中的交互作用》(Jaccard, Turrisi & Wan, *Interaction Effects in Multiple Regression*)的姐妹篇。在本书中,我们向读者介绍 LISREL 计算程序以及其如何应用在回归模型中含有多个指标的交互作用分析中。本书假定读者已经熟悉了我们前一部著作,但是我们不假定 LISREL 和结构方程模型的先验知识。对结构方程模型有限了解的读者可以查阅其他著作以熟悉这些模型检验会涉及的复杂问题(如 Bollen, 1989; Bollen & Long, 1993; Loehlin, 1987)。

由于本书是教学导向的,这或许会令技术导向的读者感到失望。我们的目标是向读者介绍一般的分析策略以期他/她能够对这些分析方法有个总体的把握。本书的目标读者是那些已经熟悉了传统多元回归的应用型研究者。本书并不期望成为一本结构方程模型的教科书。由于篇

幅有限,我们无法深入讨论经验丰富的研究者提出的诸多问题。我们的做法是基于目前的文献尽可能地向读者推荐一些相关的参考材料。因为有些问题还在研究中,有时候这种处理也是非常困难的。与其置之不理,在意识到将来的研究或许会改变我们现有的推荐的前提下,我们仍决定从实践的角度向读者推荐我们“认为最好的”文献。

尽管有其他的用于结构方程模型分析的统计包,我们之所以选择 LISREL 程序是因为它的广泛应用,而且其最新的版本(LISREL 8.12)还允许参数的非线性限定。这些限定正是诸多交互作用分析形式的核心。LISREL 的主要竞争者 EQS 目前还没有拥有这个能力,虽然 CALIS(包含在 SAS 中)和诸如 COSAN 的程序拥有了这个能力,但我们认为它们的操作比起 LISREL 不是很友好。

此外,CALIS 和 COSAN 并不允许本书所强调的多组间比较分析。因为 SIMPLIS 语言最近不允许非线性限定,本书使用标准的 LISREL 软件以取代在更早 LISREL 中的 SIMPLIS 语言。尽管我们教授的程序操作还不够充分,有些地方会显得冗余,但是我们认为这符合教学的目的,也比较方便读者理解。当读者更加熟悉 LISREL 之后,可以采用比较简单的程序。

正如我们前一部著作,本书的分析仅限于首要预测变量和基准变量都实际上是连续的交互作用分析(当然调节变量可以是定性的或者定量的)。当所有的解释变量都是

定性的(并且因变量为连续变量时),就回到了传统的方差或者多元方差分析。关于此类情况下结构方程模型应用的讨论,请参考肯尼(Kenny, 1979)、屈内尔(Kuhnel, 1988)、布雷和马克斯韦尔 Bray & Maxwell, 1985)以及科尔、马克斯韦尔、阿维和萨拉斯(Cole, Maxwell, Arvey & Salas, 1993)。

许多同事对本书的初稿给予了非常中肯的反馈。我们在此感谢大卫·布林伯格(David Brinberg)、卡罗尔·卡尔森(Carol Carlson)和约翰·林奇(John Lynch)的有益评论,以及两名匿名评阅人为提升书稿提供了极佳的建议。我们还要特别感谢本丛书的主编迈克尔·刘易斯-贝克(Michael Lweis-Beck),他对本书和前著的出版给予了极大的支持和帮助。

# 目录

---

序	1
前言	1
<b>第 1 章 导论</b>	<b>1</b>
第 1 节 测量误差的类型	5
第 2 节 用潜变量来呈现测量误差	9
第 3 节 相关误差与无关误差	13
第 4 节 测量的精确性	14
第 5 节 多指标模型分析: LISREL 导论	15
第 6 节 用线性方程来表示路径图	33
第 7 节 多元回归与结构方程分析的统计假定	35
<b>第 2 章 定性调节变量</b>	<b>39</b>
第 1 节 嵌套拟合优度策略	42
第 2 节 三向交互作用	51
第 3 节 多于两组的三向交互作用	55
第 4 节 交互作用的大小	60
第 5 节 标准化系数与非标准化系数	62
第 6 节 不同测量结果的普遍性	64
第 7 节 第 1 步中的模型拟合	69
第 8 节 主作用和交互作用	70

第 9 节	协方差矩阵等同性检验	72
第 10 节	探索性的组间比较	73
第 11 节	与传统多元回归分析的比较	74
<b>第 3 章</b>	<b>重复测量与纵贯设计</b>	<b>77</b>
第 1 节	嵌套模型拟合优度检验	82
第 2 节	多于两次重复测量的交互作用分析	83
第 3 节	三向交互作用	87
第 4 节	多于两组的三向交互作用	90
第 5 节	交互作用的大小	91
第 6 节	不同测量结果的普遍性	92
第 7 节	与传统多元回归分析的比较	93
<b>第 4 章</b>	<b>乘积项的使用</b>	<b>95</b>
第 1 节	LISREL 中额外的矩阵	97
第 2 节	乘积项分析的统计限定	100
第 3 节	估计问题	103
第 4 节	程序策略	105
第 5 节	三向交互作用	111
第 6 节	交互作用的大小	114
第 7 节	不同测量结果的普遍性	115
第 8 节	对中	116
第 9 节	多个乘积项	118
第 10 节	连续变量的复杂交互	119
第 11 节	连续调节变量与定性预测的乘积项	120
第 12 节	与传统多元回归分析的比较	121
第 13 节	其他方法	123



第 5 章 一般的考虑	125
第 1 节 获得多指标	127
第 2 节 关于样本规模的决定	131
第 3 节 多元正态分布	138
第 4 节 缺失数据	143
第 5 节 拟合指标	148
第 6 节 协变量及单一指标	150
第 7 节 一些注意事项	151
附录 1: 拟合优度指标	153
附录 2: 例子中使用的数据集	171
注释	178
参考文献	179
译名对照表	187