

格致方法·定量研究系列 吴晓刚 主编



多层次模型

[美] 道格拉斯·A.卢克 (Douglas A.Luke) 著
郑冰岛 译

- ★ 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

格致方法·定量研究系列 吴晓刚 主编

多层次模型

[美] 道格拉斯·A.卢克(Douglas A.Luke) 著
郑冰岛 译

SAGE Publications, Inc.

格致出版社 上海人民出版社

图书在版编目(CIP)数据

多层次模型/(美)卢克(Luke, D. A.)著;郑冰岛
译. —上海:格致出版社:上海人民出版社, 2012
(格致方法·定量研究系列)
ISBN 978-7-5432-2132-1

I. ①多… II. ①卢… ②郑… III. ①递归论-研究
IV. ①0141.3

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 133869 号

责任编辑 顾悦

格致方法·定量研究系列

多层次模型

[美]道格拉斯·A. 卢克 著
郑冰岛 译

出版 世纪出版集团 格致出版社
www.ewen.cc www.hibooks.cn
上海人民出版社
(200001 上海福建中路193号24层)



编辑部热线 021-63914988
市场部热线 021-63914081

发行 世纪出版集团发行中心
印刷 浙江临安曙光印务有限公司
开本 920×1168 毫米 1/32
印张 3.5
字数 63,000
版次 2012年7月第1版
印次 2012年7月第1次印刷
ISBN 978-7-5432-2132-1/C·80
定价 15.00 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中的 35 种,翻译成中文,集结成八册,于 2011 年出版。这八册书分别是:《线性回归分析基础》、《高级回归分析》、《广义线性模型》、《纵贯数据分析》、《因果关系模型》、《社会科学中的数理基础及应用》、《数据分析方法五种》和《列表数据分析》。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欢迎,他们针对丛书的内容和翻译都提出了很多中肯的建议。我们对此表示衷心的感谢。

基于读者的热烈反馈,同时也为了向广大读者提供更多的方便和选择,我们将该丛书以单行本的形式再次出版发行。在此过程中,主编和译者对已出版的书做了必要的修订和校正,还新增加了两个品种。此外,曾东林、许多多、范新光、李忠路协助主编参加了校订。今后我们将继续与 SAGE 出版社合作,陆续推出新的品种。我们希望本丛书单行本的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

往事如烟，光阴如梭。转眼间，出国已然十年有余。1996年赴美留学，最初选择的主攻方向是比较历史社会学，研究的兴趣是中国的制度变迁问题。以我以前在国内所受的学术训练，基本是看不上定量研究的。一方面，我们倾向于研究大问题，不喜欢纠缠于细枝末节。国内一位老师的话给我的印象很深，大致是说：如果你看到一堵墙就要倒了，还用得着纠缠于那堵墙的倾斜角度究竟是几度吗？所以，很多研究都是大而化之，只要说得通即可。另一方面，国内（十年前）的统计教学，总的来说与社会研究中的实际问题是相脱节的。结果是，很多原先对定量研究感兴趣的学生在学完统计之后，依旧无从下手，逐渐失去了对定量研究的兴趣。

我所就读的美国加州大学洛杉矶分校社会学系，在定量研究方面有着系统的博士训练课程。不论研究兴趣是定量还是定性的，所有的研究生第一年的头两个学期必须修两门中级统计课，最后一个学期的系列课程则是简单介绍线性回归以外的其他统计方法，是选修课。希望进一步学习定量研

究方法的可以在第二年修读另外一个三学期的系列课程,其中头两门课叫“调查数据分析”,第三门叫“研究设计”。除此以外,还有如“定类数据分析”、“人口学方法与技术”、“事件史分析”、“多层线性模型”等专门课程供学生选修。该学校的统计系、心理系、教育系、经济系也有一批蜚声国际的学者,提供不同的、更加专业化的课程供学生选修。2001年完成博士学业之后,我又受安德鲁·梅隆基金会资助,在世界定量社会科学研究的重镇密歇根大学从事两年的博士后研究,其间旁听谢宇教授为博士生讲授的统计课程,并参与该校社会研究院(Institute for Social Research)定量社会研究方法项目的一些讨论会,受益良多。

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,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”(Statistics for Social Science)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,这两本书拖了四年多还没有完成。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。中山大学马骏教授向格致出版社何元龙社长推荐了这套书,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港台地区的二十几位研究生参与了这项工程，他们目前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。

关于每一位译者的学术背景，书中相关部分都有简单的介绍。尽管每本书因本身内容和译者的行文风格有所差异，校对也未免挂一漏万，术语的标准译法方面还有很大的改进空间，但所有的参与者都做了最大的努力，在繁忙的学习和研究之余，在不到一年的时间内，完成了三十五本书、超过百万字的翻译任务。李骏、叶华、张卓妮、贺光烨、宋曦、於嘉、郑冰岛和林宗弘除了承担自己的翻译任务之外，还在初稿校对方面付出了大量的劳动。香港科技大学霍英东南沙研究院的工作人员曾东林，协助我通读了全稿，在此

我也致以诚挚的谢意。有些作者,如香港科技大学黄善国教授、美国约翰·霍普金斯大学郝令昕教授,也参与了审校工作。

我们希望本丛书的出版,能为建设国内社会科学定量研究的扎实学风作出一点贡献。

吴晓刚

于香港九龙清水湾

序

在研究人类行为的模型中,“情境”具有非同寻常的重要性。个体行为受到多个层次自变量的影响,可以是微观层面的,也可以是宏观层面的。例如,某投票者对候选人捐赠的竞选资金是个体特征(投票者的收入和教育)与群体特征(投票者的社区或其所在的专业机构)的共同函数。在该情况下,研究者可以估计一个 OLS 模型, $V = a + bI + cS + dN + eP + u$ 。其中, V 、 I 和 S 分别表示个体层面的捐赠值、收入以及教育; N 和 P 则分别表示群体层面的社区和专业机构特征; b 和 c 分别为个体效应参数; d 和 e 为群体效应参数; u 为误差项。这是一种有效的估计方法,在 Iversen 的《情境分析》一书中,对此方法有详尽的讨论。

但出现多层次效应时,OLS 的经典假设却很难满足。特别是当个体存在于相同群体中时,“不相关的误差项”的假设几乎不可能成立。本书采用最大似然方法估计多层次模型来解决这一问题。多层次模型还有一些其他的名称,如分层线性模型、随机系数模型、混合效应模型,并且它可以使用单个方程,亦可运用联列方程的形式。而 Luke 博士关注单个

回归形式方程的二层到三层模型。通过讨论国会成员对烟草工业的投票行为这一例子, Luke 博士解释了个体层面及集体层面特征共同作用于同一函数的情况, 为二层模型提供了最大似然估计(MLE)方法, 并且对模型的拟合优度指标进行了详细的阐释, 包括离差、赤池信息准则(AIC)和贝叶斯信息准则(BIC)等。

本书还对该技术的使用进行了扩展讨论。例如讲述离散变量和非正态分布变量的一般分层线性模型(GHLM); 又如使用健康调查数据讨论不同时点嵌套于同一个体的纵向数据分析, 其中受访者在多个时间点上接受访谈, 且不同个体间数据的缺失情况有很大差异。这类情况在标准的重复测量多变量方差分析(MANOVA)中很难处理, 但使用多层次模型即可解决这一问题。纵向数据中常见的自相关问题也得到了讨论。由于多层次模型的设计和分析方法都处在日新月异的进展之中, 因而本书还介绍了一系列新的应用软件, 主要是现在流行的两个专业软件包——HLM 和 R/S-Plus。同时, 本书还介绍了一些更普遍的程序, 如 SAS 和 SPSS。若研究者希望阅读一些以平实的语言对多层次模型进行分析的著作, 本书即其中具有代表性的一本。

迈克尔·S. 刘易斯-贝克

目 录

序	1
第 1 章 为什么使用多层次模型	1
第 1 节 多层次模型的理论依据	6
第 2 节 多层次模型的统计依据	8
第 3 节 本书内容简介	10
第 2 章 基本多层次模型	13
第 1 节 基本二层模型	14
第 2 节 建立与测量多层次模型	19
第 3 章 基本多层次模型的扩展	57
第 1 节 广义多层次模型	58
第 2 节 三层模型	64
第 3 节 分层纵向数据:嵌套于个体的时点	69
附录	79
参考文献	84
译名对照表	89

第 **1** 章

为什么使用多层次模型

在考虑社会与健康科学所关注的几乎所有现象时,我们都应该注重事件情境的重要性。例如,社会环境的紧张可能影响个体的情绪;药物对心理状态的改善受使用者所处社会结构的影响;早期童年发展与一系列环境条件相关,如饮食习惯、环境刺激、环境污染、与母亲的关系等;青少年危险行为和他们所处的成人世界的结构化行为有关系;孩子的教育成果会被课堂、学校以及教学体制所制约。

以上都是个体行为受到社会环境影响的例子。实际上,情境的作用远不止这些。例如,婚姻关系中离婚的选择与宗教和文化背景显著相关;组织氛围影响群体选择;医疗机构利润受卫生维护组织(HMO)返款政策的强烈影响。

上述所有例子的共同点在于,某一个高层次特征的存在或其发生过程影响着低层次特征的存在或发生。由于概念是建构于不同层次的,因此概念间的关系也发生在多层次之间,从而需要特殊的分析工具才能加以估计。这就是本书的主题。

尽管情境如此重要,但那些并不能解决多层次数据与理论问题的分析工具却常被运用于健康与社会科学研究中。在研究发展的早期阶段,这是由于多层次分析工具的缺失造

成的。然而在多层次模型已经相当完善的今天,研究者却继续使用着简单化的单一层次模型。

社会科学中某些传统的认识论或许可以解释这种现象。首先是实证主义研究传统的广泛影响,即便是在多年以前,科学哲学已经认识到实证主义并不足以建立生物、健康以及社会科学的研究框架,我们却倾向于追随实证主义传统来进行研究设计和分析。例如在研究中,我们会控制实验条件、使用控制组和对照组以及在模型中控制协变量的影响以提供更准确的统计推论,但在测量和估计超个体层面的环境性因素时,我们却面临非常严重的局限。

实证主义在处理科学问题时最为有效,因其面对的大多是封闭体系中的问题。这类封闭体系中的行为常常可以用少数几个变量来预测,比如行星的位移可用其质量和速度来估计。健康与社会科学处理的是更为复杂的开放体系中的问题,其中外部环境因素常常无法被控制、限定或去除,从而使能够测量和分析环境因素的多层次模型显得尤为重要。

让我们来看一个医学模型的例子。它以简化的视角来看待健康,将疾病视为可被药物刺激而修正的一种身体缺陷,但现代流行病学则试图确定疾病的风险因素。以心血管疾病为例,现代流行病学通过一系列有力的研究设计(如控制组研究)和分析工具(如对相对患病风险的 logistic 回归)来确定重要的患病风险因素,包括基因体质、身体状况(高血压)、行为习惯(吸烟、运动)、文化背景(种族)和环境(医疗条件)。然而,虽然这些因素明显作用于不同层面,但它们却总是于个体层面被测量(比如通过调查),并且各个不同层面的因素发生作用的机制也很少被关注。比如,缺乏运动是个体

选择造成的,还是由于社区生态导致个体在社区内缺乏运动条件造成的?

尽管如此,在行为、健康和社会科学中,多层次模型却正在获得越来越多的关注和使用。在美国国立卫生研究院2000年的报告《走向多层次分析:健康研究中社会和文化维度的进步与前景》(行为及社会科学研究办公室,2000)中,这份关于新议题的报告提出了两个研究目标:一是扩展与健康相关的社会科学研究;二是将社会科学研究整合进跨学科的、多层次的健康研究中。为了实现这两个目标,报告提出了以下建议:

支持发展高质量的社会科学方法。这方面的挑战包括:群体、网络、邻里、社区层次的测量;纵向数据研究方法的发展;整合不同量化与质化研究的多层次研究设计以及数据搜集和分析方法的改进。

表1.1以烟草控制为例,这份报告展示了各个分析层次之间的相互影响,并以此构建概念框架。烟草控制研究关注从基因到社会文化、政治的各个层面。尽管可以将研究局限

表 1.1 健康研究的不同层次:以烟草控制为例

分析层次	示例:烟草控制研究
文化/政治	测量烟草税对人口吸烟比例的影响
社会/环境	测量家庭与同辈影响在青少年吸烟行为中的相对重要性
行为/心理	设计有效的吸烟预防与禁止项目
器 官	防止吸烟者体内肿瘤的形成
细 胞	尼古丁摄入的新陈代谢研究
分子/基因	尼古丁依赖的基因研究

于任何一个层面,但大多数重要的研究会关注各个层面之间的联系。例如,在了解各种基因的尼古丁依赖的基础上,我们可以对各基因类型进行恰当的预防性干预。

2003年美国国家科学院医学研究所关于公众健康的报告更清楚地反映了多层次因素的相互依赖性和层级化特征。图1.1展现了健康决定因素的社会生态模型。该报告强调,公共健康专家以及研究者必须理解和应用社会生态学路径,以期成功地改善国家整体的健康状况。

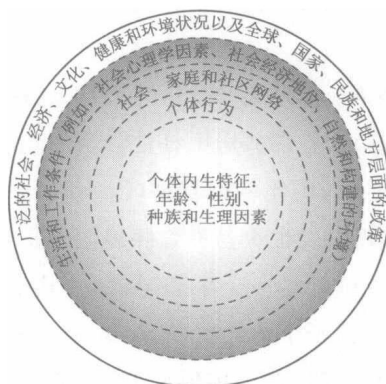


图 1.1 影响健康的决定因素的多层次索引图