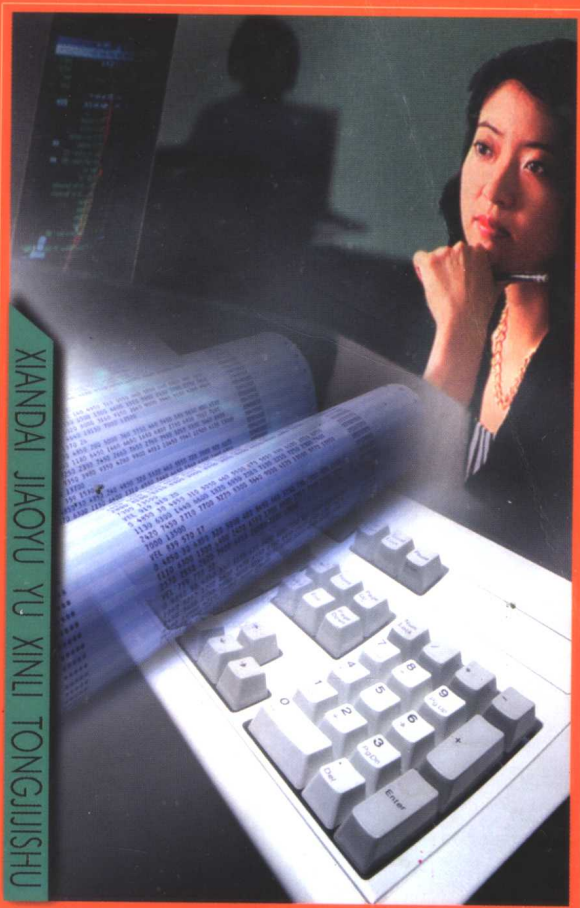


当代教育新理论丛书

现代教育与心理统计技术

江苏教育出版社

温忠麟 邢最智 编著



XIANDAI JIAOYU YU XINLI TONGJISHU

现代教育 与心理统计技术

温忠麟 邢最智 编著

江苏教育出版社

现代教育与心理统计技术

温忠麟、邢最智 编著
责任编辑 金 玲

出版发行：江苏教育出版社
(南京市马家街 31 号，邮政编码：210009)

网 址：<http://www.edu-publisher.com>

经 销：江苏省新华书店

照 排：南京展望照排印刷有限公司

印 刷：启 东 市 印 刷 厂

(启东市人民中路 545 号，邮政编码：226200)

开本 850 × 1168 毫米 1/32 印张 11.75 插页 4 字数 283 000

2001 年 10 月第 1 版 2001 年 10 月第 1 次印刷

印数 1 - 3200 册

ISBN 7-5343-4312-7

G · 4007

定价：17.90 元

江苏教育版图书若有印刷装订错误，可向承印厂调换

苏教版图书邮购一律免收邮费。邮购电话：025 - 3211774，邮购地址：南京市马家街 31 号，江苏教育出版社发行科。盗版举报电话：025 - 3300420、3303538 提供盗版线索者我社给予奖励。

序

当代教育新理论丛书

近年来,我国的教育理论研究取得了长足的发展,不少出版社陆续出版了一批各具特色的教育理论著作,初步形成了“百花齐放,百家争鸣”的良好局面。为进一步推进我国教育理论研究,繁荣教育理论著述,促进教育事业的健康发展,并为此提供一些切实可行的理论依据,江苏教育出版社决定出版一套以爬梳整理、分析研究当代教育新理论为主题的“当代教育新理论”丛书,这是一件令人欣慰和鼓舞的事。

这套丛书以“面向现代化,面向世界,面向未来”为指导思想,以“新”为基本出发点,以教育新学科、新论点为主要内容,力求反映当前世界教育理论的研究方向,有益于我们开阔视野,启迪思路,对我国当前教育改革和发展的一些亟待解决的问题也有所思考和回答。各本著述力求相对成熟,自成体系。

我们编纂这套丛书,希望能反映目前国内外教育理论方面的最新研究成果,并能联系我国教育改革的实际,体现中国特色。我们还希望这套丛书既能体现严谨学风,具有较高的学术性,又有生动、活泼的文风,具有较强的可读性。这些愿望是否能变成现实,待这套丛书陆续出版后,敬请专家和广大读者加以评说。

我们相信,这套丛书对促进我国的教育事业和教育科学研究的健康发展,将会产生积极的影响。

刘佛年

1990年7月于华东师范大学

前 言

教育与心理统计,作为统计学与教育学、心理学相互融合而成的交叉学科,自 20 世纪 80 年代以来在我国有了长足的发展。越来越多的教育和心理工作者学习统计知识,广泛地应用于实际,并出版了许多不同层次的教育与心理统计著作和教科书,其中不乏有影响的作品。不过由于种种原因,到目前为止,我国的教育与心理统计著述主要以手工计算(包括使用函数计算器)为出发点,内容选取难免受到数值计算和结果展示的限制,各种统计表及其使用方法成为必不可少的、也是容易引起混淆的内容(不同的统计表往往有不同的用法);有的书出于计算的考虑用不少篇幅来推导统计公式的变换简化,或者对容易计算的特殊情形不厌其烦地一一介绍,而忽略了实际应用中一些非常有用的内容。

统计分析的直接对象是数据,而统计仅仅为我们提供了处理和分析数据的方法,方法和应用之间还有一个数据计算的环节。如果靠手工计算,能处理的数据量很小,而工作量往往大得令人却步,从而大大限制了统计的应用。不解决计算的问题,统计方法就成了无水之舟,根本无法行驶。随着计算机的普及和统计软件的完善。社会科学统计软件包(SPSS)已逐渐流行,中文 Excel(Microsoft Office 办公系列软件之一)更是普及,统计计算的问题应该说可以解决了。然而,如何使用这些软件又成了新的问题。书店有许多教人使用中文 Excel 的教科书,但难于找到介绍如何进行统计操作的内容,更不用说解读统计结果了。至于介绍 SPSS 的书籍,多数是从使用手册



翻译或编译过来的,厚厚的一本书流水账似的介绍了 SPSS 的几乎所有的功能,普通的读者难于从中掌握想要做的统计分析应该如何操作,结果又如何解释。

在多年的教学和研究工作中,我们深深地体会到,当代的教育与心理统计方法不能离开统计软件,时代呼唤以统计软件为计算工具的教育与心理统计方法和技术。为此我们以本书作为尝试,将当今在教育与心理研究中常用的统计方法结合 SPSS 以及中文 Excel 进行介绍,着重阐述各种统计方法的背景、思想和原理,将教育和心理研究中的实际问题作为应用例子,给出所论统计方法的 SPSS 以及中文 Excel 的操作步骤,对输出结果进行“翻译”和解释,目的是使读者学以致用,让统计真正成为教育与心理研究的有力工具。

本书和传统的教育与心理统计学相比,无论是内容还是形式都有很大的不同,主要有以下几个特点:

1. 理论上侧重统计思想和统计原理,不拘泥于数学证明。没有为手工计算而化简的公式推导,涉及的数学式都是为了建立统计模型,说明统计量的意义,揭示统计知识之间的联系。

2. 不为计算上的考虑讨论特殊情形的处理。例如,关于总体均值的显著性检验,不分大样本、小样本,不分已知方差、未知方差,全部采用 t 检验。这样做不仅内容简洁,而且更贴近实际情况。

3. 注重统计量之间、统计概念之间乃至统计方法之间的联系,尽可能集中、统一处理。例如将点二列相关系数归结为皮尔逊相关系数进行计算和检验,指出点二列相关系数显著性检验与相应的二分总体的均值差异显著性检验等价;又如,将主成份分析的思想在提取因子的主成份法中介绍,然后反过来通过因子得分去计算主成份,从而在很少的篇幅内解决

了主成份分析的讨论,如果没有统计软件是不能这样做的。

4. 对于许多统计方法,一元情形和多元情形是很不一样的,但二元情形和多元情形不仅在统计原理上,而且在统计软件的操作上都是一样的。所以我们在讨论多元的时候,根据实际情况,或者讨论二元情形以类推,或者直接讨论多元情形(判别分析例外,分两总体和多总体的判别)。

5. 介绍了许多在应用上有重要意义的统计量和统计方法,这些内容在基于手工计算的书中因计算量大而割舍。如回归分析中有关残差的检验,方差分析中各种多重比较方法,判别分析中判别函数的显著性检验等等。

6. 由于统计软件的使用,不需要传统的统计表,因而本书没有统计表及其用法的内容,取而代之的是对计算机输出结果作出判断的说明。

7. 用案例方式给出 SPSS 以及中文 Excel 操作步骤和结果解释。对于一种统计方法,原始数据如何编排、变量如何定义、主要有哪些操作,看一个例子就清楚了,同时也在合适的地方注明如果要作其他分析应当如何操作。经验告诉我们,这种案例方式对软件学习和实际应用都非常有用。

8. 本书以统计理论为主线,兼顾 SPSS 功能。理论与操作既紧密联系,又相对独立。这样即使将来 SPSS 的新版本作了较大调整,理论部分仍然有效,操作部分也可以参考(新版一般只会变得更加容易操作)。

9. 本书尽量使用统计的现代做法,在与传统做法出入较大时,都简单说明传统上是如何做的,以方便已有统计基础的读者作对照。

本书的公式、图、表和例子按章编号,前面数字表示章,后面数字是编号,全书引用不会混淆。考虑到读者对象不是统计理论的研究人员,书中统计结论均未标明出处,书末列出了



写作时主要的参考文献。书中引用他人的例子均注明出处。书中的例子全部经过上机运行。SPSS 的操作和结果输出以 SPSS 8.0 为准,中文 Excel 的操作和结果输出以中文 Excel 97 为准。为方便读者使用 SPSS,与 SPSS 有关的概念给出了相应的英文。书末附有专业名词索引。

本书共十章(包括附录),写作原则和编排体系由两位作者共同商定,前面三章由邢最智执笔,其余各章由温忠麟执笔,全书由温忠麟统稿。

本书的写作得到华南师范大学教科院莫雷教授、郭思乐教授的关心和鼓励,尤其是得到冯增俊教授的支持和帮助。江苏教育出版社赵明主任从写作之初就给予指导和帮助,本书责任编辑金玲女士提出了许多有益的建议,他们为本书的出版付出了辛勤的劳动。作者之一还得益于侯杰泰教授(香港中文大学)和孟庆茂教授(北京师范大学)1996年主办的统计软件研讨班。作者向他们表示衷心的感谢。

由于水平所限,本书难免有不妥甚至错误之处,恳请广大读者批评指正。

温忠麟 邢最智
华南师范大学教科院
2000年3月16日



五	多个等级变量相关程度的度量	90
六	测量的信度	93
<hr/>		
第四章	回归分析	102
一	引言	102
二	一元线性回归分析	104
三	一元回归分析 SPSS 操作例解	121
四	多元线性回归分析	128
五	多元回归分析 SPSS 操作例解	136
<hr/>		
第五章	方差分析	144
一	引言	144
二	单因素方差分析	145
三	两因素方差分析	160
四	重复测量实验设计的方差分析	174
五	多元方差分析	188
<hr/>		
第六章	因子分析	200
一	引言	200
二	因子分析的基本原理	201
三	因子分析过程	205
四	因子分析 SPSS 操作例解	212
五	主成份分析 SPSS 操作例解	222
<hr/>		
第七章	聚类分析	225

一	引言	225
二	聚类分析的基本原理	226
三	系统聚类 SPSS 操作例解	237
四	快速聚类	244
五	变量聚类	252
<hr/>		
第八章	判别分析	257
一	引言	257
二	两个总体的判别分析原理	258
三	两总体判别的 SPSS 例解	270
四	多个总体的判别	276
五	多总体判别的 SPSS 例解	282
<hr/>		
附录A	SPSS for Windows 操作入门	290
一	数据文件的建立	290
二	数据的初步处理	306
三	数据变换	317
<hr/>		
附录B	利用中文 Excel 进行统计分析	326
一	学生成绩统计	328
二	分类汇总	331
三	多维汇总	333
四	描述统计	335
五	直方图和频数分析	337
六	相关系数	338
七	假设检验	338



样的“属性或特征”。量是事物所固有的、反映事物存在与发展的量方面特性的规定性(例如规模、程度、水平、速度、关系、结构比例、效率等)。这种量方面的规定性虽是客观存在的,但它与事物不具有“直接同一性”,即同一事物的量允许在一定范围内变动,而其“质”不会改变。但是,若超出范围的界线,将发生“质变”。这就是说,事物的质与量统一于一定的“度”中。人类对事物的认识必须首先获得一定的质的认识,然后在此基础上,需要进一步去考察量,以求得对事物的“质”有更清晰、更准确的把握。这是认识的深化与精细化。只要我们对事物的量的规定性尚未达到精确程度之前,对质的认识都只能说是粗略的、不彻底的。对此,马克思鲜明地指出,一种科学只有当它达到了能够运用数学时才算真正发展了。所以,要把握教育现象和心理现象的本质和规律,必须学习事物的量与质的辩证关系,从量与质两个方面去开展研究。这也就形成了教育与心理学中的定性研究和定量研究。所谓定性研究,是探究事物的质的规定性的认识活动,主要是用逻辑思维方法,对研究资料进行思维加工,将感性认识上升到理性认识,揭示教育与心理现象的本质、规律和发展趋向;定量研究则是探究事物的量的规定性的认识活动,主要用数字、符号、图表、数学语言来表达、解释、说明教育与心理现象的数量特征、数量关系和变化规律。两者相互关联、相互促进。

(二) 教育现象定量分析的范围

总的来说,凡具有量方面差异、又能有效运用量化方法的教育与心理现象或问题,均可开展定量研究。例如,为了解研究对象的数量特征、水平、规模、比例、发展变化规律,揭示对

象之间的差异或关联程度,进行检验假设、评估、预测、分类等等,均需要开展定量研究。

具体地从教育与心理现象探究的过程来说,定量分析的范围至少包括有:

1. 描述现状.为了发现问题,必须对研究对象开展有效的测量、观察、调查等.这可以是静态的,也可以是动态的.搜集到的资料有定量的,也有定性的.定量资料(数据)当然需要定量方法来处理与分析,而有些定性资料也可以经过“量化”转变为数据资料来进行分析。

2. 探索规律.任何学科研究都离不开科学探索,在科学探索中需要运用概括、归纳、比较、分类、分析、综合等思维方法.这其中处处存在着定量分析的可能性与必要性.例如分类问题,为探讨全国九年义务教育在实施中遇到的“标准的统一性”和“地区的差异性”的矛盾和解决矛盾的对策时,国内有学者运用统计中的聚类方法把全国划分为几个不同地区,分别研究其特点,并给出实施义务教育的对策。

3. 因果分析.各种教育与心理现象之间普遍存在这样那样的关系,因果关系则是人们十分关注的方面.凡关系必存在于变化中,而变化又不可不重视量方面的变化.于是,定量的关系研究、探求数量上的因果律是定量研究的重要内容。

4. 验证假设.由定性分析获得的初步认识,往往可以形成研究假设.“假设”是对问题的猜想性的解释,它是需要经过科学验证的.这就需要我们开展各种实验研究,于是在实验的设计与实验数据的分析中不可缺少地要运用定量分析。

5. 测量与评价.对于教育过程与成果需要开展测量与评价活动,例如用于教学过程的诊断、教学效果的评定.教育测



量与评价已成为教育研究中的一个方向.同样,在心理研究中应用定量方法而形成了心理测量技术.

6. 决策与预测.教育决策涉及到过程控制、功能优化或要素组合极大化.若只停留在定性分析水平上,就只有抽象的原则,而难以开展实效的操作.预测的方法很多,其中不可缺少的是对历史资料进行趋势模型的拟合和预测.

总之,教育和心理现象中定量分析的内容十分丰富.特别是系统科学和计算机技术等被广泛地用于教育和心理研究以来,定量分析的路子越来越宽广.

(三) 统计方法在教育 and 心理研究中的运用

教育和心理现象中的数量关系与空间形式是异常复杂的,就变量讲,有的变量是确定性的,其取值具有可控性,故可用精确数学方法进行研究;有的变量是不确定的,这又分多种情况,其中随机量和模糊量在教育中大量存在.这就需要运用数理统计和模糊数学方法.就系统过程来讲,有黑箱系统、灰色系统、白色系统,尤其大量存在的是前者.这要求我们用相应有效的量化方法进行分析.

特别我们看到,教育和心理研究中的大量因素或变量界定不清晰、关联性复杂多变,造成定量分析中“难界定、难控制、难测量、难比较、难归因”.于是人们更多地通过收集大样本资料,使用统计方法寻求集体性规律.于是统计方法在教育 and 心理研究中要比其他定量分析方法应用更加广泛.而且,大多数统计方法都有深厚的数学基础,理论和算法相当完善,尤其是计算机统计软件的流行,使统计方法能成为教育和心理研究的实用工具.

二 教育与心理统计的现代发展

任何一门学科的产生、存在和发展,完全取决于社会发展与科技进步对它的需求.教育与心理统计当然不例外.在我国自20世纪80年代以来,伴随改革的潮流和教育的发展,教育与心理统计在自身建设与实践应用上都取得了长足进步.

教育与心理统计实为教育统计与心理统计的合称,如今教育问题的研究与心理问题的研究关系密切,对教育教学问题的深层次的微观研究,常常离不开心理学研究,故而统计方法经常运用于既包含教育问题、又包含心理问题的场合.例如,考试理论研究所运用的因子分析,既涉及到可观察的学生行为结果的知识测量,又涉及到不可观察的学生潜在心理特质(Trait)的测量.此外,教育研究可用的统计方法在心理研究中也基本可用,于是国内外不少专著将两者合一为“教育与心理统计”,本书亦属此列.

作为一门应用统计学来说,教育与心理统计的发展既离不开统计学自身的发展,也离不开教育学或心理学的发展.不断改进和完善的统计方法和算法使教育与心理统计的发展成为可能;现实教育和心理研究中提出的日新月异的问题是教育与心理统计发展的动力.于是在讨论教育与心理统计的现代发展时,暂时将教育统计与心理统计分开,以教育统计为例讨论一门应用统计学的现代发展.

(一) 正确认识教育统计在相关学科体系中的位置

一门学科之所以能区别于其他学科,首先取决于它特有



的学科性质.国内不少专著认为,教育统计是数理统计与教育相互融合而成的交叉学科,是将数理统计的原理与方法用于教育现象进行定量分析的一门学科.

我们认为,教育统计学科的存在意义是通过对教育现象总体进行定量分析,以“量的规定性”去认识“质的规定性”.若将学科方法囿于数理统计,无疑大大限制了学科的发展.为了全面认识教育统计的学科性质,我们可以从学科分类的角度,对与之关联的学科的现代发展作些探讨.这个探讨的出发点是:教育统计是对教育现象进行定量分析的统计学与教育学相互融合的交叉学科.

1. 在统计学科体系中,教育统计属于应用统计学的一个分支.

统计学在今日的地位越来越重要,根据1992年11月1日国家颁布的中华人民共和国的《学科分类与代码》,如今统计学既不属于经济学,也不属于数学,统计学正式被列为国家一级学科.统计学地位的上升充分体现了现代社会发展与科技进步对它的需求越来越大,它的内容范围因此而有所发展.

什么是统计学?这是至今仍有争议的问题.建国以来,我国统计学界存在两大学派:政治算术学派和数理统计学派.于是存在两大统计劲旅:社会经济统计学和数理统计学.前者是从数量方面研究社会、经济现象,并从质与量的联系与互变中获得有关现象的整体性认识的科学,它具有社会性、数量性和整体性的特征.后者则是以概率论为其理论基础,以大量随机现象的观测或试验为对象,研究如何有效地获取样本、提取信息,并对随机现象的统计规律(例如分布、参数、相关性等)进行推断的科学,它具有随机性、大量性、数量性和整体性特征.

这两门科学有共性也有差异性.社会经济统计善于处理社会性的、非随机性的总体;而数理统计则只善于处理随机性的总体,它的严格假设与严密的数学推理先天地形成了应用上的局限性.教育属于社会性、人文性极强的领域,我们遇到的并不都是随机现象,而且常常难以重复观测或重复实验.因而,教育研究中运用的统计不应当局限于任何一门统计中,倒是应当考虑在“大统计”的框架下来理解教育统计.

所谓“大统计”框架下较公认的统计学定义是:统计学是关于研究对象(必须是由大量具有某方面同质的个体组成的总体)的具有代表性的数据的收集、整理、描述和分析,进而获得有关总体特征及规律认识的一种方法论科学.它的基本特征是总体性和数量性.

在“大统计”的框架下,统计学为一级学科,其属下分为四个二级学科:(1)统计史学;(2)理论统计学;(3)应用统计学;(4)统计学其他学科(例如统计计算机软件、统计信息网络、统计法等).

教育统计可归于“应用统计学”属下的一个支系,它是从统计宝库中优效地择取一切可适用的方法来解决教育数据的搜集与分析的科学.

2. 在教育学科体系中,教育统计属于教育科学研究法中的一个分支.

教育学是研究教育现象、揭示教育规律的科学,属一级学科.教育学发展至今已繁衍为门类众多的学科群,其中“教育学原理”是其属下的二级学科,而教育科学研究法又是教育学原理的一个分支.作为方法论科学的教育统计是教育科学研究法属下的一个子系,它是统计认识在教育领域中的具体体