



新世纪高等学校教材



北京市高等教育精品教材

心理学基础课系列教材

(第4版)

现代心理与教育统计学

张厚粲 徐建平 著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

XIANDAI XINLI YU JIAOYU TONGJIXUE



新世纪高等学校教材



北京市高等教育精品教材

心理学基础课系列教材

(第4版)

现代心理与教育统计学

XIANDAI XINLI YU JIAOYU TONGJIXUE

张厚粲 徐建平 著



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

现代心理与教育统计学/张厚粲, 徐建平著. —北京:
北京师范大学出版社, 2015.5 (2016.6 重印)
ISBN 978-7-303-00039-5

I. 现… II. ①张…②徐… III. ①心理统计-高等
学校-教材②教育统计-高等学校-教材 IV. ① B841.2
② G40-051

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 04756 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com>
电子信箱 gaojiao@bnupg.com

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com
北京新街口外大街 19 号
邮政编码: 100875

印 刷: 大厂回族自治县正兴印务有限公司
经 销: 全国新华书店
开 本: 730mm×980mm 1/16
印 张: 32.25
字 数: 520 千字
版 次: 2015 年 5 月第 4 版
印 次: 2016 年 6 月第 39 次印刷
定 价: 48.00 元

策划编辑: 周雪梅 责任编辑: 周雪梅
美术编辑: 毛 佳 装帧设计: 毛 佳
责任校对: 李 菡 责任印制: 陈 涛

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

原 序

1988年,北京师范大学出版社出版了由我主编的《心理与教育统计学》,作为高等学校教学用书。该书到2002年共印刷13次,印量达46750册。十多年来,它在心理和教育专业本科生的统计课程教学中发挥了重要作用。许多大学都将它作为心理、教育专业本科生的专业教材,同时它也是许多大学报考心理学硕士的指定参考书目之一。作为编者我从中受到了极大的鼓舞。

近年来,统计科学发展很快,统计学的教学水平和手段得到了极大提高,学生对统计方法和技术的需求也在不断增长。随着社会对心理学人才需求的增加,国内许多院校开设了心理学专业,有些还成立了心理学系或心理学院,为了保证高质量的教学,建设高水平的专业教材就成为一项非常重要的任务。鉴于原《心理与教育统计学》出版时间已久,印刷错误也发现很多,经过一年多时间的反复修改,在来我校学习的徐建平副教授协助下,修正了原书稿的一些错误,对部分章节内容做了较大的调整和改写,增加了一些新内容,共同完成了目前这本《现代心理与教育统计学》。

本书的编写体例遵照心理与教育统计学这一学科的基本结构和内容,同时,与时俱进,吸收了统计学发展的新成果,增加了少量计算机应用技术,试图为学习者提供一本脉络清晰的关于心理与教育统计学的基础教材。内容方面每章前面都增加了“教学目标”和“学习重点”,每章的后面都有一个“小结”,并提供了进一步延伸性读物、使用EXCEL和SPSS软件进行统计分析的一些技巧和

提示、在线资源网址、复习与思考题等。部分章节中还附加了一些与章节内容相关的资料卡。希望这本书的出版,能够为我国心理统计教学提供最基本的教学材料,为心理学人才的培养做出应有的贡献。

本书的撰写获准北京市教委高等教育精品教材建设项目立项,并得到了北京市教委研究经费支持(项目编号:2002-01-04-038),在此表示感谢。在撰写过程中,由于时间关系,没有请前书的两位副主编参加,但他们的贡献仍继续发挥着作用,深表谢意。同时,也感谢北京师范大学出版社及其副编审仇春兰为本书的出版所付出的辛劳。

限于我们的水平与精力,书中肯定还存在着一些不足或错误,望读者不吝指正。

张厚粲

二〇〇三年七月于北师大英东楼

第三版序

《现代心理与教育统计学》第一版 2003 年出版。2004 年 4 月,该书参加第六届全国高校出版社优秀畅销书评选活动,获二等奖。同年,该书第二版出版。台湾心理出版社股份有限公司购买了第二版的版权,于 2007 年以繁体字在台湾出版。

作为心理学专业心理统计课程教材,作为研究生入学全国统一考试心理学专业基础综合考试考生选用的复习参考书,此书目前用者甚众。随着读者群的不断扩大,使用者,包括教师和学生,给我们提供了许多宝贵意见,经出版社提议,我们对此书再次作了修订:

(一) 勘校修正错误。广泛听取各方建议,全面改正书中各类错误,并修订了一些使用不准确的术语,改写了部分内容。如将“测定系数”改为“决定系数”,“阶层分析法”改为“层次回归分析法”,“差异显著”改为“差异具有统计学意义”等。

(二) 补充阅读资料。用近些年来出版的英文影印版以及翻译的一些国外统计类经典图书,替换了每章后的“进一步阅读资料”中列举的论文以及出版年代已久的图书。这些书籍主要有《行为科学中的统计学入门》(*Robert R. Pagano*, 第 6 版,影印版,中国统计出版社,2002)、《心理统计》(*Richard P. Runyon* 等,第 9 版,英文版,人民邮电出版社,2004)、《行为科学统计学入门》(*Judith A. McLaughlin*, 中文版,江苏教育出版社,2005)、《心理统计》(*Arthur Aron* 等,第 4 版,影印版,世界图书出版公司,2006)。借用这些资料作为对教材主干内容的补充,

目的是引导学习者自觉地研习心理统计外文版教材,尝试双语学习,了解学科进展,拓展学术视野。

(三)更新在线资源。目前,国内相关网络资源建设滞后,数量和内容比较有限,网址经常变化,这无疑影响了网络学习资源优势和作用的发挥。为此,我们补充、更新了网络资源。随着高等教育课程资源的建设和不断积累,构建内容丰富、跨界共享的心理统计优质教学资源网络平台,意义重大。

(四)完善参考文献。筛选更新了书后主要参考文献。这些文献,不仅仅是写作过程中参考资料的简单罗列。如果读者对心理统计很感兴趣,建议大家能够充分利用这个文献目录,仔细研读,以训练提高自己的统计技能和水平。

不断推出精品教材,是国内高等教育本科教学质量和水平提高的标志之一。因此,教学人员一定要及时总结教学经验,推陈出新,努力编著内容充实、体例合理、结构科学,并且能够反映目前学科发展趋势的新教材。同时,也要积极主动地借鉴和使用国外的同类教材。由于受精力限制,并为了保持学科教学内容的相对稳定性,这次修订没有改动知识模块和体例结构。对诸如“统计检验力”这些在国外基础统计教材中已经专章介绍的内容,也未能做更详细的讲解。我们希望今后能够有机会完成这些目标。

为了帮助学习者掌握本书内容,应读者要求,依据第三版,我们编写了《〈现代心理与教育统计学〉学习指导》一书,作为教学辅导材料,由北京师范大学出版社同期出版。

张厚粲

于北京师范大学英东楼

2008年9月写于从教60周年之际

目 录

第一章 绪 论 /1

- 第一节 统计方法在心理和教育科学研究中的作用 1
- 第二节 心理与教育统计学的内容 ... 7
- 第三节 心理与教育统计学的发展 10
- 第四节 心理与教育统计基础概念 16
- 小 结 21

第二章 统计图表 /24

- 第一节 数据的初步整理 24
- 第二节 次数分布表 30
- 第三节 次数分布图 39
- 第四节 其他类型的统计图表 43
- 小 结 50

第三章 集中量数 /54

- 第一节 算术平均数 54
- 第二节 中数与众数 61
- 第三节 其他集中量数 67
- 小 结 76

第四章 差异量数 /80

第一节	全距与百分位差	80
第二节	平均差、方差与标准差	85
第三节	标准差的应用	93
第四节	差异量数的选用	101
小 结	.....	104

第五章 相关关系 /107

第一节	相关、相关系数与散点图	107
第二节	积差相关	112
第三节	等级相关	122
第四节	质与量相关	134
第五节	品质相关	141
第六节	相关系数的选用与解释	145
小 结	.....	150

第六章 概率分布 /155

第一节	概率的基本概念	155
第二节	正态分布	161
第三节	二项分布	176
第四节	样本分布	182
小 结	.....	191

第七章 参数估计 /196

第一节	点估计、区间估计与标准误	196
第二节	总体平均数的估计	201
第三节	标准差与方差的区间估计	205
第四节	相关系数的区间估计	210
第五节	比率及比率差异的区间估计	214
小 结	.....	218

第八章 假设检验 /222

第一节	假设检验的原理	222
第二节	平均数的显著性检验	231
第三节	平均数差异的显著性检验	235
第四节	方差的差异检验	244
第五节	相关系数的显著性检验	248
第六节	比率的显著性检验	253
小 结	.....	259

第九章 方差分析 /263

第一节	方差分析的基本原理及步骤	263
第二节	完全随机设计的方差分析	272
第三节	随机区组设计的方差分析	279
第四节	事后检验	285
小 结	.....	288

第十章 χ^2 检验 /292

第一节	χ^2 检验的原理	292
第二节	配合度检验	297
第三节	独立性检验	307
第四节	同质性检验与数据的合并	318
第五节	相关源的分析	328
小 结	.....	334

第十一章 非参数检验 /339

第一节	非参数检验的基本概念与特点	339
第二节	两个独立样本的非参数检验方法	341
第三节	配对样本的非参数检验方法	346
第四节	等级方差分析	351
小 结	.....	355

第十二章 线性回归 /360

第一节	线性回归模型的建立方法	360
第二节	回归模型的检验与估计	367
第三节	回归方程的应用	373
小结		379

第十三章 多变量统计分析简介 /382

第一节	多因素方差分析	382
第二节	多重线性回归	391
第三节	因子分析	400
小结		407

第十四章 抽样原理及方法 /412

第一节	抽样的意义和原则	412
第二节	几种重要的随机抽样方法	416
第三节	样本容量的确定	427
小结		437

主要参考文献 /440

附录 /449

第一章 绪论

【教学目标】了解心理与教育统计的定义、发展历史、研究内容、选择使用统计方法的步骤；理解统计数据的基本类型，心理与教育统计的一些基本概念。

【学习重点】心理与教育统计的研究内容；选择使用统计方法的基本步骤；统计数据的基本类型；心理与教育统计的基本概念。

在调查、实验等不同类型的心理与教育科学研究中，经常要接触大量具有随机性质的数字资料。如何整理这些数字资料，充分利用其所提供的信息，探索其中的规律，得出科学的结论，这是摆在心理和教育科学研究工作者面前的一个重要问题。在心理与教育科学研究中，心理与教育统计就是处理这些随机数据的一组研究方法和技术。本章主要介绍心理与教育统计的定义、历史、内容，一些基本概念和学习心理与教育统计应该注意的一些主要问题。

第一节 统计方法在心理和教育科学研究中的作用

一、心理与教育统计的定义与性质

心理与教育统计学是专门研究如何运用统计学原理和方法，搜集、整理、分析心理与教育科学研究中获得的随机性数据资料，并根据这些数据资料传递的信息，进行科学推论找出心理与教育活动规律的一门学科。具体讲，就是在心理与教育研究中，通过调查、实验、测量等手段有意地获取一些数据，并将得到的数据按统计学原理和步骤加以整理、计算、绘制图表、分析、判断、推理，最后得出结论的一种研究方法。

统计学大致分为理论统计学(theoretical statistics)和应用统计学(applied statistics)两部分。前者侧重统计理论与方法的数理证明，后者侧重统计理论与方法在各个实践领域中的应用。心理与教育统计学属于应用统计学范畴，是应用统计学的一个分支。类似的还有生物统计、社会统计、医学统计、人口统计、经济统计等。

心理及教育统计学作为一门应用统计学科，与数理统计学既有密切联

系，又不完全相同。从局部的观测到整体的估计，从特殊到一般，从假设到实验验证，这是每一个科学工作者最常用的科学方法。数理统计学研究的领域包括怎样设计一个实验，如何从局部观测推论整体情况，如何从特殊情况推论一般规律，如何对假设进行推论估计与检验等等。科学实验中所获得的各种数据，大都具有随机性质，数理统计学就是要分析这种随机变量的规律性，它的理论基础是专门研究随机现象的科学——概率论，侧重于基本原理与方法的数学证明。心理与教育统计偏重于数理统计方法如何在心理和教育科学研究中的应用，因而对各种统计公式的推导及理论上的证明较少，着重介绍各种统计方法在不同的心理和教育研究中应用的条件和具体方法，及其统计计算结果的解释。一般讲，心理与教育统计介绍的方法，大都是数理统计学已确认的，但是，随着心理与教育科学研究的发展与深入，实践中会提出更多的如何处理数据的问题，需要心理与教育统计学加以研究解决，这又为数理统计提供或补充了新的研究内容。可见，数理统计与应用统计二者之间是理论与实践的关系，相辅相成，互相促进，心理与教育统计只是应用统计的一个分支。

总之，心理与教育统计是心理与教育科学研究中广泛应用的、也是最基本的一种定量化的研究工具。尤其是随着科学的发展，教育和心理科学研究中对实验方法更加重视，质性研究的资料做定量处理的需求日益增大，心理与教育统计的意义和作用就更加明显，被人们公认为心理和教育科学研究中不可缺少的思想、观念、方法和技术。

二、心理与教育科学研究数据的特点

（一）心理与教育科学研究数据与结果多用数字形式呈现

在科学研究中，搜集到的数据都是以一个个分散的数字形式出现的，离开了数字就没有统计的存在。在心理和教育科学领域中，大量研究工作是通过科学实验或调查进行的，研究工作者必须对所欲研究的事物进行观察或通过一定的手段进行测量，然后将观察和测量的结果用一定的数量化方式加以表示，即用数字方式来记录观察和实验的结果。如果观察和测量的结果可靠、准确，那么，这些数据就能够在一定程度上反映出研究对象的特征。但是这些数据所提供的信息，有时并不一目了然。

（二）心理与教育科学研究数据具有随机性和变异性

在心理和教育科学领域，因研究人员、研究工具、研究条件的变化，

研究获得的数据资料具有一定随机性质。研究数据的这种特点，称为变异性。即便使用同一种测量工具，观测同一事物，只要是进行多次，那么获得的数据就不会完全相同。随着测量工具的完善和精确，数据的这种随机性变化就更明显。例如，人们对同一年级或同一年龄儿童甚至对同一个人进行同一学科的学业测试，或对同一个心理特点进行评量、观察多次，得到的数据绝不会全然相同，这些数据总是在一定的范围内变化。

造成数据变异的原因，出自观测过程中一些偶然的不可控制的因素，称随机因素。随机因素使测量产生的误差称作随机误差。由于这种随机误差的存在，使得在相同条件下观测的结果常常不止一个，并且事前无法确定，这是客观世界存在的一种普遍现象，人们称这类现象为随机现象。在教育 and 心理科学的各类研究中，研究的对象是人的内在的各种心理现象，不仅由客观上一些偶然因素会引起测量误差，由实验者和被试主观上一些不可控制的偶然因素也会造成测量误差，这些偶然因素十分复杂，因而造成的随机误差就更大，也就使心理与教育科学研究中得到的数据具有更明显的变异性。

（三）心理与教育科学研究数据具有规律性

尽管心理与教育科学研究数据受随机因素的影响，呈现随机变化，具有一定的随机性和变异性，但随着实验观测次数的增加，这些变异性很大的数据总会呈现出一定的规律性，这种规律性可以通过大量的观察揭示出来。就某一项研究的某一次观测而言，其结果受随机误差的影响，数值是不能事先确定的，因此称它为一种变量。但通过大量的观测，可以揭示出这一随机现象的规律性。怎样从大量纷繁的随机数据中，找出其所反映的事物的特征和规律，这是心理和教育科学研究中需要解决的重要问题。

（四）心理与教育科学研究的目的是通过部分数据来推测总体特征

统计学的研究目标是总体而不是个别事件，这是一切统计的共性。比如，研究儿童智慧的发展，其对象可能是某一学校，某一班组或某一年龄组的几个儿童，但研究的目标则是这些对象所能代表的全体，这样得到的结论才有普遍意义。在实际研究中，由于人、财、物、时间等因素限制，不可能对某一心理属性或教育现象的全体进行研究，只能研究有一定代表性的部分对象，但最终的目标是希望通过这些部分数据，对所要研究的全部心理属性或教育现象做出有效可靠的推论。例如，在学业成就测验中，想了解某地市所有小学生的平均成绩，通常是抽取部分学生的平均成绩，

来推论该地市所有小学生的平均成绩。心理和教育方面的科学实验或调查，总是在一定局部范围内进行，研究观测的数字资料一般总是由局部获得的，如何通过从局部得来的数据资料推论全局的情形，得出合乎规律的科学结论，只有借助心理与教育统计学提供的科学方法才能实现。

另外，除心理和教育科学实验中经常遇到大量的数据要处理外，教育管理人员也会经常遇到各种各样的数据。为了更好地了解教学及教育工作的进展情况以指导工作，各级教育领导机构常常要向下级机关进行调查，接触数字资料，这些数据也有很多具有变异性与规律性的特点。总之，在心理与教育科学实验或调查中，以及教育管理中，所获得的数据都具有变异性与规律性的特点。

三、学习心理与教育统计应注意的事项

(一) 学习心理与教育统计学要注意的几个问题

心理与教育统计是心理与教育科学研究中重要的研究工具。它使用的推理及思考问题的方法，对心理与教育科学研究有着十分重要的方法学价值。学会并熟练地掌握各种心理与教育统计方法，有利于开展心理与教育科学研究，阅读、撰写专业性研究报告和论文；有利于教育管理的科学化，提高教育管理工作效率及水平；有利于训练和提高学习者的科学素养，形成科学的统计思想和方法。因此，对学习来说，学习心理与教育统计对未来从事研究工作非常必要，有着非常重要的意义和价值，但要注意下面一些问题。

第一，在学习心理与教育统计学时，必须要克服畏难情绪。很多人认为统计学是很深奥的一门课程，未学之前有怯意，这会影响学习的积极性。心理与教育统计学偏重于应用，对公式的原理及推导一般不做或少做数学证明，所用数学计算知识并不复杂，因而在学习时，只需要简单的数学计算，通常是一般的代数运算，加上严密的逻辑推理。对于一些用到较复杂数学方法的内容，我们也尽量介绍一些由简单计算可以替代的方法。这样，不论是文科，还是理科的学生，只要有中学数学知识就具备了学好心理与教育统计学的前提。当然，为了能更好地理解各种统计方法的原理，如果能有高等数学的训练显然会收到更好的效果。

第二，在学习时要注意重点掌握各种统计方法使用的条件。心理与教育统计学中介绍的各种统计方法，都是在一定理论假设条件下推导而来的，因此，在学习心理与教育统计学中介绍的各种统计方法时，必须注意各种

统计方法的原假设是什么，这个原假设就是统计方法应用的条件。另外，对同一个问题可以有不同的方法及计算公式去表示，究竟用哪个方法更贴切，这也是需要在学习时应予注意的问题。

第三，要做一定的练习。在学习心理与教育统计时，理解所讲授的内容，记忆一些公式，并不困难，但若能较好地运用这些知识，却并不容易。当然能做到较好地应用是一个较复杂的问题，但解决这个问题的第一步是要做适当的练习，完成一定的作业，这一点很重要。如果能直接应用所学的统计方法于研究的实际问题中去，则效果会更好。

（二）应用心理与教育统计方法时要切记的要点

在应用心理与教育统计的各种方法时，要切记以下几点：

1. 克服“统计无用”与“统计万能”的思想，注意科研道德

应用统计方法于心理与教育科学研究时，必须以辩证唯物论为指导思想，以心理学与教育学的科学理论为基础，具有正确的观点与思想方法，才能使统计学发挥它应有的作用。有些人在心理和教育科学研究中只凭主观经验判断，仅凭数字的表面值就得出实验研究各组间的差异，当两个数字表面值相差很大时，这种主观经验判断也可能正确，但这只是一种偶然可能，并不是科学的方法。大多数情况下，表面值可能有差别，而经过统计处理后其差异并不明显。因此在统计方法的应用中一定要克服“统计无用”的思想，如果能正确地使用统计方法，可以帮助我们正确地认识客观事物，阐明事物的规律性，对于指导心理与教育实践有很大好处。

统计也不是万能的，它不能改变事物的本来面目，把“规律”创造出来。心理与教育统计学只是心理与教育科学研究的科学工具，它本身并不决定一项科研实验的价值。一项心理与教育科学研究水平的高低，取决于多种因素。如研究问题本身是否有价值、研究问题在心理与教育领域的理论与实践意义、研究过程中对实验变量控制的程度和反映变量观测的准确可靠程度、分析实验数据的统计方法是否恰当正确，等等，心理与教育统计方法只是决定研究水平的其中一个因素。低劣的实验研究，再好的统计方法也不能将其研究水平提高。因此，在研究中，应把重点放在研究问题的提出及研究设计上，应用统计方法只是为了更好地分析、总结研究的成果，而不能用一些统计术语掩饰低劣的研究，更不能用统计方法去凑合自己的主观臆断。

在应用心理与教育统计的各种方法时，要注意科研道德，切忌只凭主观经验判断，仅凭数字的表面值就得出研究结论。也要避免在研究设计中，

事先没有考虑统计处理，在实验研究之后硬性套用统计方法，以此弥补实验研究不足的情形出现。更不能从研究预期的主观结果出发，不遵守统计学上处理数据的原则，随心所欲地挑选能够说明自己主观臆断的数据，或修改编造研究数据，用统计方法去迎合期望的结论，这是一种完全违背实事求是原则、严重违背科学研究规范和缺乏起码科研道德的行为，从事心理与教育科学研究的人应注意避免，并规范自己的研究行为。

【资料卡 1-1】

有争议的伯特事件

这是一起有关篡改统计数据的事件。它发生在英国，是与智力遗传性研究有关。这一工作由心理学界第一位获得爵士称号的人、著名心理学家伯特(Cyril Burt, 1883—1971)主持。其工作曾引起很大的争议。他在20世纪50年代到60年代初发表了一系列文章，指出以智商IQ测验为度量的智能是高度遗传的，并且与社会阶层有关。这一结论为教育界的权威们接受并成为制定某些教育方针的基础。但是，在1976年和1977年，他的工作受到了公开批评，人们指责他伪造数据来支持自己的假说。大部分批评者们认为，根据现代统计方法的调查，伯特的数据是不能公正地被接受的，因而他的结论也是不能得到证明的。但是，人们对于伯特究竟是蓄意作伪，还是由于无意识的偏见抑或粗心大意所犯的错误，并没有弄清楚。

长期以来，关于伯特是否捏造数据支持他的双生子研究这一事件存在争议。1994年，美国心理学家多尔夫曼(D. D. Dorfman)重新审慎地研究了全部问题。得出的结论是：可以肯定伯特编造了一些数字作为观察资料提出，目的是为了支持自己的结论。斯卡(S. Scarr)认为有充足的证据表明伯特使用了欺骗性的数据来支持他的观点。莱斯利·赫恩休(Leslie Hearnshaw)，一位受人尊重的心理史学家，在他出版的《伯特传记》中称，伯特欺骗性的数据是由于受其他一些因素的影响：心理疾病、助手的错误、童年时期的影响等。但是这一说法缺少足够的证据。他的结论来自于一些不完整的记录、不确实的记载以及同事的回忆资料。但当他的书出版后，伯特被认为是一个真正的骗子。

由于赫恩休的研究，伯特事件似乎有了最终结论。但是心理学家昭森(Robert B. Joynton)和社会学家弗莱彻(Ronald Fletcher)并不同意。他们两人提出，对伯特的指责并不能证实是真实的。弗莱彻和昭森翻阅了伯特的