



新世纪高等学校教材



北京市高等教育精品教材

心理学系列教材

张厚粲 徐建平 著

现代心理与教育统计学

XIANDAI XINLI YU JIAOYU TONGJIXUE



北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

新世纪高等学校教材
北京市高等教育精品教材

心理学系列教材

现代心理与教育统计学

XIANDAI XINLI YU JIAOYU TONGJIXUE

张厚粲 徐建平 著

北京师范大学出版社
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PRESS

北京

图书在版编目(CIP)数据

现代心理与教育统计学/张厚粲,徐建平编著. —北京:北京师范大学出版社,2004: 10
ISBN 7-303-00039-9

I. 心… 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. ①B841.2②G40-051

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 04756 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京师范大学印刷厂印刷 全国新华书店经销
开本:787mm×980mm 1/16 印张:32.5 字数:533 千字

2004 年 10 月第 1 版 2005 年 3 月第 2 次印刷

印数:5 001~10 000 册 定价:45.00 元

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

目 录

1	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
8	第二节 心理与教育统计学的内容
11	第三节 心理与教育统计学的发展
16	第四节 心理与教育统计基础概念
21	小 结
22	进一步阅读资料
22	计算机统计技巧提示
22	在线资源
23	思考与练习题
24	第二章 统计图表
24	第一节 数据的初步整理
30	第二节 次数分布表
39	第三节 次数分布图
44	第四节 其他类型的统计图表
51	小 结
51	进一步阅读资料
52	计算机统计技巧提示
52	在线资源
53	思考与练习题

55	第三章 集中量数
55	第一节 算术平均数
62	第二节 中数与众数
69	第三节 其他集中量数
78	小结
78	进一步阅读资料
78	计算机统计技巧提示
79	在线资源
79	思考与练习题
81	第四章 差异量数
81	第一节 全距与百分位差
86	第二节 平均差、方差与标准差
95	第三节 标准差的应用
102	第四节 差异量数的选用
105	小结
106	进一步阅读资料
106	计算机统计技巧提示
106	在线资源
107	思考与练习题
108	第五章 相关关系
108	第一节 相关、相关系数与散点图
113	第二节 积差相关
123	第三节 等级相关
135	第四节 质与量相关

142	第五节 品质相关
147	第六节 相关系数的选用与解释
152	小结
152	进一步阅读资料
153	计算机统计技巧提示
153	在线资源
154	思考与练习题
156	第六章 概率分布
156	第一节 概率的基本概念
162	第二节 正态分布
177	第三节 二项分布
183	第四节 样本分布
192	小结
193	进一步阅读资料
193	计算机统计技巧提示
194	在线资源
194	思考与练习题
198	第七章 参数估计
198	第一节 点估计、区间估计与标准误
203	第二节 总体平均数的估计
208	第三节 标准差与方差的区间估计
212	第四节 相关系数的区间估计
216	第五节 比率及比率差异的区间估计
221	小结
222	进一步阅读资料
222	计算机统计技巧提示

222	在线资源
222	思考与练习题

224 第八章 假设检验

224	第一节 假设检验的原理
233	第二节 平均数的显著性检验
238	第三节 平均数差异的显著性检验
247	第四节 方差的差异检验
251	第五节 相关系数的显著性检验
257	第六节 比率的显著性检验
263	小结
264	进一步阅读资料
264	计算机统计技巧提示
264	在线资源
264	思考与练习题

266 第九章 方差分析

266	第一节 方差分析的基本原理及步骤
276	第二节 完全随机设计的方差分析
283	第三节 随机区组设计的方差分析
289	第四节 事后检验
292	小结
293	进一步阅读资料
293	计算机统计技巧提示
294	在线资源
294	思考与练习题

296	第十章 χ^2 检验
296	第一节 χ^2 检验的原理
301	第二节 配合度检验
311	第三节 独立性检验
322	第四节 同质性检验与数据的合并
332	第五节 相关源的分析
338	小 结
338	进一步阅读资料
339	计算机统计技巧提示
339	在线资源
339	思考与练习题
343	第十一章 非参数检验
344	第一节 非参数检验的基本概念与特点
345	第二节 两个独立样本的非参数检验方法
350	第三节 配对样本的非参数检验方法
355	第四节 等级方差分析
359	小 结
360	进一步阅读资料
360	计算机统计技巧提示
361	在线资源
362	思考与练习题
364	第十二章 线性回归
364	第一节 线性回归模型的建立方法
372	第二节 回归模型的检验与估计

主要参考文献

445

附 录

448

448

附表 1 正态分布表(曲线下的面积与纵高)

452

附表 2 t 值表

454

附表 3 F 值表(双侧检验)

458

附表 4 F 值表(单侧检验)

466

附表 5 F_{\max} 的临界值(哈特莱方差齐性检验)

467

附表 6 q 分布的临界值

468

附表 7 积差相关系数(r)显著性临界值

469

附表 8 相关系数 r 值的 Z_r 转换表

470

附表 9 斯皮尔曼等级相关系数显著性临界值

471

附表 10 肯德尔 W 系数显著性临界值

472

附表 11 复相关系数显著性临界值

474

附表 12 χ^2 分布数值表

476

附表 13 二项分布上下置信界限

478

附表 14 秩和检验表

479

附表 15 符号检验表

480

附表 16 符号等级检验表

481

附表 17 H 检验表

483

附表 18 弗里德曼双向等级方差分析 χ^2 值表

485

附表 19 一万个随机数字表

493

附表 20 由样本平均数估计总体平均数时所需样本容量 n

495

附表 21 由样本比率估计总体比率时所需样本容量 n

497 附表 22 两个样本平均数的差异显著性检验所需样本容量 $n(n=n_1=n_2)$

499

附表 23 样本比率差异检验时所需样本容量 $n(n=n_1=n_2)$

502

附表 24 $\sqrt{\text{比率}}$ 的反正弦转换表

503

附表 25 相关系数显著性检验所需样本容量 N

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(ap-

plied 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。事实也证明,学过数理统计学的人,在具体处理某一实践领域的研究数据时,虽然熟悉统计原理和方法,但缺乏专业知识内容,在统计结果的解释上,仍然有很多困难。

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

科学研究中因观测人员、观测工具、观测条件的变化而具有随机变化的现象。在心理和教育科学领域,研究获得的数据资料也具有一定随机性质。观测数据的这种特点,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做随机误差。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。在教育和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标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,以及教育管理工作中,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