

JIAOYU TONGJIXUE

教

育统计学

广东省中小学教师继续教育中心组织编写



广东高等教育出版社

中
小
学
教
师
继
续
教

051

材

中小学教师继续教育教材

教育统计学

主 编 林英典

副主编 沈振佳

广东高等教育出版社

· 广州 ·

图书在版编目(CIP)数据

教育统计学/林英典主编. —广州: 广东高等教育出版社, 2000.10

中小学教师继续教育教材

ISBN 7-5361-2496-1

I. 教… II. 林… III. 教育统计-师资培训-教材 IV. G40-051

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 33570 号

出版发行: 广东高等教育出版社

地址: 广州市广州大道北广州体院 20 幢

邮码: 510076

电话: (020)87553335

印 刷: 江门新华印刷厂

开 本: 850 毫米 × 1168 毫米 1/32

印 张: 7

字 数: 180 千

版 次: 2000 年 10 月第 1 版 2004 年 1 月第 5 次印刷

印 数: 21 001 - 24 000 册

定 价: 10.00 元

前 言

当迅速发展的社会要求学校教育要适应它的前进步伐的时候，如何使学校管理水平从经验型提高到科学型就成了突出的问题。科学的管理依赖科学的方法。现代管理方法中一个重要方法是量化的方法。量化方法是以数字或数学语言对客观现象作出描述，使人们对事物有较精确的了解，从量的关系上把握质的规定性，了解事物的客观规律性，从而为管理提供科学依据。学校管理中不管是学校行政管理者还是教师，都会接触到不少量化的问题，例如如何考察学生学习水平、教师教学水平；如何衡量学校教育、教学质量的高低；如何考察不同班级、不同学校之间某方面水平或程度的差异；如何找出影响学生行为、学校工作的因素以及比较这些教育、教学水平。因此，学校行政管理者 and 教师熟悉和掌握一些有关教育统计的知识和方法是大有必要的。

为了适应目前教师继续教育的需要，我们编写了此书。编著者根据自己多年在本学科上的教学经验，精选了其中一些最基本的概念、理论和应用较广的方法作深入浅出的介绍。编著者遵循既保证科学知识的系统性，又考虑其在学校教育、教学工作中的实用性的原则，力图在有限的篇幅里，容纳最需要的内容。为了便于读者更好地掌握本书的内容，各章最后还附有本章小结、注意及一定数量的习题。

由于水平所限，书中定有不当或错误之处，望读者批评指正。

编者著

2000年8月

目
录

- (1) 第一章 绪论
- (1) 第一节 教育统计学概述
- (12) 第二节 教育统计学的作用
- (15) 第三节 教育统计学的基本概念
- (21) 第二章 数据的整理
- (22) 第一节 数据的一般概述
- (24) 第二节 次数分布表和次数分布图
- (33) 第三章 集中量数
- (34) 第一节 算术平均数
- (36) 第二节 中位数和众数
- (40) 第三节 几何平均数与调和平均数
- (42) 第四节 几种集中量数的特点与应用
- (47) 第四章 差异量数
- (48) 第一节 全距与平均差
- (49) 第二节 方差和标准差
- (52) 第三节 四种差异量数的特点与应用
- (54) 第四节 标准差的应用
- (61) 第五章 相关与回归

- (61) 第一节 相关的一般概述
- (63) 第二节 积差相关
- (67) 第三节 等级相关和点双列相关
- (72) 第四节 回归
- (87) **第六章 参数估计**
- (87) 第一节 概率基础
- (93) 第二节 二项分布
- (101) 第三节 正态分布
- (109) 第四节 总体平均数的区间估计
- (115) 第五节 总体百分数的区间估计
- (119) **第七章 统计假设检验**
- (119) 第一节 统计假设检验的基本问题
- (124) 第二节 平均数差异的显著性检验
- (133) 第三节 比例差异的显著性检验
- (137) 第四节 单总体相关系数的显著性检验
- (140) 第五节 χ^2 检验
- (155) **附：电子计算器的使用方法**
- (160) 附表 I 随机数码表
- (178) 附表 II 正态分布表
- (184) 附表 III t 值表
- (187) 附表 IV χ^2 值表
- (189) 附表 V 积差相关系数界值表
- (195) 附表 VI 等级相关系数界值表
- (198) 附表 VII r 值的 Z 转换表
- (201) 附表 VIII F 值表

第一章

绪 论

第一节 教育统计学概述

一、教育统计学的研究对象

统计学是研究统计原理和统计方法的一门学科，它包含数理统计学和应用统计学两大分支。其中，数理统计学主要以概率论为基础，对统计原理和方法给予数学证明，对统计数据

的数量关系模式加以科学解释，它是

数学的一个分支。应用统计学是数理统计原理和方法在各个领域中的应用,它与研究对象紧密相关,如数理统计的原理和方法应用到工业领域,称为工业统计学;应用到医学领域,称为医学统计学;应用到教育领域,称为教育统计学。数理统计学与应用统计学联系很紧密,一方面,数理统计学是应用统计学的理论基础;另一方面,应用统计学是数理统计学的实践和应用,它使数理统计学的内容更加丰富和完善,也为数理统计学提出了实践中需要解决的新问题。

教育统计学是把数理统计学的原理及其方法应用于研究教育问题的一门应用科学。它是研究如何收集、整理、分析由教育调查和教育实验所获得的数据资料,并以此为依据,进行科学推断,揭示教育现象所蕴含的客观规律的一门科学。

教育统计学是教育科学研究的一个重要分支。它为教育管理和教育研究提供了一种科学方法,是教育管理和教育科学研究定量分析的重要工具。它不仅有助于教育管理工作者提高管理水平,同时也有助于广大教育工作者提高教学、教育质量,更有助于实验设计的科学合理。

二、教育统计学的研究方法

教育统计学作为一门独立学科,不仅有自己的研究对象,而且也有自己的研究方法。要探究教育统计学的研究方法,首先必须明确教育统计工作的任务。教育统计学的全部研究过程包括密切联系的三个阶段,每一阶段各有其任务。为完成统计工作各阶段的任务,则有各种不同的研究方法。

(一) 教育统计学的研究过程包含三个阶段

1. 教育统计资料的收集——第一阶段

教育统计工作的成败,与教育统计资料的收集密切相关,因此,为确保统计工作的顺利进行,必须严格地收集原始资料。在收集资料的过程中必须遵循以下三条原则:

全面性原则，即统计资料必须全方位、多角度地收集，使统计资料具有代表性和典型性。

准确性原则，即统计资料必须力求具有科学性，尽可能减小误差，排除干扰，确保统计资料准确可靠。

客观性原则，即统计资料必须实事求是，不能弄虚作假，不能因主观需要而伪造数据，保证统计资料的客观和科学。

2. 教育统计资料的整理——第二阶段

教育统计工作第二阶段的内容包括用统计表和统计图对资料分组归类、检查核实原始数据和计算描述数据的特征量。教育统计资料经过这样的整理，有利于下一阶段工作的顺利进行。

3. 教育统计资料的分析和研究——第三阶段

教育统计工作最后阶段的基本任务是对已经整理的统计资料进行分析和研究。主要内容是对整理后的数据进行比较对照，分析新情况，发现新问题，揭示教育问题的规律和发展趋势，最后将分析研究资料的结果写成分析报告。

教育统计工作的三个阶段中，尽管每一阶段的任务各有侧重，而且具有一定的独立性，但三个阶段却是一个统一的整体，它们相互关联、相互渗透，不能任意割裂。因此，任何一个阶段任务完成的好坏都将影响整个统计工作的进程和质量。其中，收集资料是教育统计工作的前提和基础，整理统计资料是统计工作的关键，分析研究统计资料是统计工作的最终目的。所以，在教育统计工作中，我们应注重收集资料的准确性、全面性与客观性，整理资料的直观性、简明性和有效性，分析资料的科学性、准确性与系统性。只有这样，教育统计工作的质量才能得到保证，教育统计工作才能有效而顺利地进行。

(二) 教育统计资料的来源

教育统计资料的来源极其广泛。概括起来，主要有四大来源，即观察、调查、实验以及文献资料，其中主要来自于教育调查和教育实验。

1. 教育调查

教育调查是取得客观的、真实的可靠资料的一条重要途径。教育调查的方法和种类较多，就调查范围分，有全面调查和非全面调查。

全面调查即普查，它是指对全部对象加以调查，如对某地区学龄儿童身体素质的调查，对某地区的中学生心理健康的调查等，都是全面调查。全面调查有其优点，也有其不足之处。优点在于可以全面了解某种情况，结果准确、可靠；不足之处在于耗时、费力，不经济。

非全面调查即抽查，它是指从调查总体中抽选具有代表性的一部分个体进行调查，因此，非全面调查可以节省人力、财力和时间。非全面调查包括重点调查、典型调查和抽样调查，其中最常用的是抽样调查。

重点调查的调查对象在研究总体中通常所占比重较大，或比重虽不大，但在被研究现象的发展中起着重大作用。一般说来，按照调查任务的要求，凡在部分单位或少数地区能够反映所研究的项目和指标时，就可采用重点调查。在抽样调查以前，为了大致了解被调查单位的一般情况，可以进行重点调查；在抽样调查以后，为了深入了解某一单位的情况，也可以进行重点调查。可以说，重点调查是抽样调查的补充方法，二者可以结合运用。

典型调查是研究者根据需要选择一部分具有代表性的单位（或个体）进行的调查。典型调查可在较短时间内，用较少的人力、财力和物力，取得较大的效果。这种调查便于推广先进经验，树立先进人物。正因为如此，教育管理工作者

大都愿意采用这种调查方法。要搞好典型调查，关键在于选好典型。要选好典型，必须将调查对象按照某种标准分类，然后从每一类型中选出具有代表性的典型个体（或单位）。

抽样调查是指根据概率论从总体的全部单位（或全部个体）中随机抽取一部分进行调查，并根据调查结果推断（或说明）总体的特征或规律。抽样调查可以以较少的人力、财力和时间进行更全面、更深入的调查。抽样调查必须遵循抽样的随机原则，即保证被研究总体中的所有个体都有同样被抽取的机会。所以，抽样调查又可称为随机调查。

抽样调查可分为单纯随机抽样、机械抽样、分层抽样和整群抽样。

（1）单纯随机抽样

单纯随机抽样是指从调查总体中完全随机地抽取调查单位（或个体）的一种方法。单纯随机抽样必须保证总体中每个个体被抽中的机会是均等的（即抽样的随机性），并且保证在抽取一个个体之后总体内成分不变（即抽样的独立性）。

单纯随机抽样可通过抽签或随机数码表实现。抽签法是指先将总体中每一个个体都编上号码，再将每个号码写在签上，将签充分混合后，从中抽取几个签（样本的容量），与被抽到的签号相应的个体就进入样本。随机数码表法是根据随机数码表随机抽取样本的方法。随机数码表是按随机的原则编制的，每2个数字为1小组，每个区组包括25个小组，即每行5个小组，每列5个小组。根据需要，可将每个区组当作任意位数使用，从任何一项任何一个数目开始，从左到右或从上到下均可。比如，我们要从2000个学生中抽取100个学生作为样本，可先将2000个学生编号，然后从随机数码表中任意一个数字开始向任何一个方向摘取数字，以4个数字1组，共取100组。假如我们在随机数码表中的第11行第1列开始向右摘取数字：1 818, 792, 4 644, 1 716,

5 809, 7 983, …所取的这些 4 位数中, 凡大于 2 000 直至 4 000 者均减 2 000, 大于 4 000 直到 6 000 者, 均减 4 000, …, 这样使每一组数字都不大于 2 000, 即 1 818, 792, 644, 1 716, 1 809, 1 983, …。被编为这些号码的学生, 就组成我们所需要的单纯随机样本。

(2) 机械抽样

机械抽样是指按与研究问题没有直接关系的标志把总体各单位(或个体)加以排列, 依一定距离机械地抽取调查的对象。机械抽样可以通过把总体中的所有个体按一定顺序编号, 然后依固定的间隔取样。例如, 为了了解某市中学毕业班学生的英语学习情况, 假设全市毕业班学生总体有 15 000 人, 要抽取 150 人作为样本。可先将这 15 000 名学生的英语测验分数由低到高排列, 并从 1~15 000 编号, 然后按 101, 201, …号码的顺序和间隔抽取样本。

机械抽样比单纯随机抽样更能保证抽到的个体在总体中的分布比较均匀, 而单纯随机抽样比机械抽样的随机性强, 因为单纯随机抽样对上例来说, 只有 100 个可能样本: 即由第 1, 101, …号分数组成的样本, 由第 2, 102, …号分数组成的样本。至于从中取哪一个作为样本可以随机确定。

机械抽样和单纯随机抽样二者也可以结合使用。如上例中, 先按机械抽样原则在第 1, 2, …, 100 号分数中抽取 1 个, 同样在第 101, 102, …, 200 号分数中也随机抽取 1 个, 如此抽下去, 所组成的样本既可保持分布的均匀, 又扩大了各个个体随机组合的可能性。

(3) 分层抽样

分层抽样是指把总体中各个个体按照一定标志分为不同类型或层次, 然后从各类型或层次中随机抽取若干个体, 从而构成样本。将总体按照一定标准分类的基本原则是, 层内之间差异要小, 层外之间差异要大, 否则就失去分层的意

义。

例如, 要对某校 800 个学生的品德情况进行了解, 拟取 40 个学生作为样本, 即抽样比率为 $\frac{40}{800} = \frac{1}{20}$ 。那么, 可先根据一定标准将 800 个学生分成优 (160 人)、良 (320 人)、中 (240 人)、差 (80 人) 四部分, 然后从各部分中用单纯随机抽样或机械抽样的方法, 各抽取 $\frac{1}{20}$, 即从优等中抽取 $160 \times \frac{1}{20} = 8$ (人), 从良等中抽取 $320 \times \frac{1}{20} = 16$ (人), 从中等中抽取 $240 \times \frac{1}{20} = 12$ (人), 从差等中抽取 $80 \times \frac{1}{20} = 4$ (人), 组成一个样本。

(4) 整群抽样

整群抽样是指抽取的对象以某个群体为单位而不是以个体作为单位的抽样方法。这种方法的优点是便于组织, 其缺点是代表性较差, 因而也较少采用。

2. 教育实验

教育实验是指在预定的控制因子影响下, 对教育方面有关的客观事实所进行的观察和分析。

常用的实验法有单组实验、等组实验和轮组实验。

(1) 单组实验

单组实验是指向一组实验对象施加一个或数个实验因子, 然后测量其发生的变化, 借以确定实验因子的效果。

单组实验必须具备以下条件:

第一, 后一实验因子与前一实验因子不发生影响;

第二, 其他非实验因子所产生的影响在实验前后应保持一致;

第三, 测验数据准确可靠。

单组实验的优点是简单易行, 缺点是后一实验因子易受前一实验因子的影响。

(2) 等组实验

等组实验是指在甲、乙两组条件相当的情况下，对之施行不同的实验处理的实验方法。

采用这种实验方法最关键的一点是力求各组条件相当。要做到这一点，可采取以下方法：

其一，随机取样法。把各组学生编上号码，用抽签法或随机数码表法抽取实验对象若干人；或把各组学生按姓氏笔划顺序排列抽取实验对象。

其二，测验选择法。对被试进行测验，使各组成绩尽量相当，即差异不显著。实验开始要总平均数相当，标准差也相当。

这种实验法虽然克服了单组实验的缺点，但它很难做到各组完全相当。

(3) 轮组实验

轮组实验是指将各实验因子轮换施行于各组，然后根据每一因子所产生的变化之总和确定实验效果。

假定甲组先进行集中识字实验（A 因子），然后进行分散识字实验（B 因子）。两种实验效果分别用 $C_{A甲}$ 和 $C_{B甲}$ 表示。

假定乙组先进行分散识字实验（B 因子），然后进行集中识字实验（A 因子）。两种实验效果分别用 $C_{B乙}$ 和 $C_{A乙}$ 表示。

其中，集中识字所产生的效果之总和 = $C_{A甲} + C_{A乙}$

分散识字所产生的效果之总和 = $C_{B甲} + C_{B乙}$

轮组实验的实验结果 = $(C_{A甲} + C_{A乙}) - (C_{B甲} + C_{B乙})$

轮组实验的优点是：减少了无关因子的干扰；省去了谋求各组相当的麻烦；一定程度上保证了实验结果的准确可靠。其缺点是：实验次数增多，带来了麻烦，也要花费更多的人力和时间。

（三）教育统计学的研究方法

为完成统计工作各阶段的任务，我们应当采取各种不同的研究方法。这些方法的总体就构成了教育统计学的研究方法体系。

教育统计学的研究方法主要有图表法、特征量计算法、大量观察与个案研究相结合法、统计分组法以及统计检验法等。

1. 图表法

图表法是借助几何图形或表格来表现已整理好的由教育调查和教育实验所获得的统计资料的一种方法。它有助于体现教育现象的发展趋势和特点。图表法的形式为统计图和统计表。

2. 特征量计算法

特征量计算法是用特征量（如集中量、差异量与相关量）来描述统计资料，用以综合地反映统计资料的一般情况的方法。特征量计算法也称综合指标计算法，教育统计学之所以采用这种方法，是因为教育所研究的大量现象总是通过数量综合地把它的一般特征和典型特征表现出来。

3. 大量观察与个案研究相结合法

大量观察法就是指对研究对象的全部或足够数量的个体进行调查研究，使其中非本质的偶然因素互相抵消或者削弱，借以显示研究对象总体的一般特征或规律性的东西。教育统计学之所以采用大量观察法，主要原因有两个方面：一方面，只有通过大量观察才能排除个别偶然因素对本质特征的影响，因为在大量综合研究情况下偶然因素是可以互相抵消的；另一方面，客观事物的规律是通过大量现象才可以识别的，只有通过大量观察才能认识所研究现象的总的情况和趋势。

教育统计学在研究教育问题时，除采用大量观察法外，

还必须采用个案研究法，借以了解特征现象。只有把这两种方法相结合，才能全面深入地认识教育现象的基本情况。

教育统计学所采用的大量观察与个案研究相结合法，是根据“必然性通过偶然性表现出来，一般通过个别表现出来”的原则确定的。

4. 统计分组法

统计分组法是把大量统计资料按一定标志划分为性质相同的若干部分的方法。教育统计学之所以采用统计分组法，是由教育现象的复杂性确定的。如果不用这个方法把各种不同类型的现象区别开来，就难以搞清它的特点和规律。统计分组法的任务在于区分教育现象的类型，反映教育现象的总体结构，揭示教育现象之间的内在联系和依存关系。

5. 统计检验法

统计检验法是指把教育调查和教育实验结果用数理统计方法予以处理的方法。通常的教育统计检验方法有： z （或 U ）检验、 t 检验、 F 检验和 χ^2 检验等。教育统计学之所以采用统计检验法是因为统计检验法能比较客观地解释教育调查和教育实验所获得的结果，以便科学评价。

在研究教育问题时，可根据需要选用具体方法，而且往往把上述各种方法结合运用，以便对所观察的现象从数量方面予以综合的说明和科学解释，以表明其发展趋势和规律。

三、教育统计学的研究内容

教育统计学的主要内容有描述统计、推断统计与实验设计三个部分。本书主要研究前两个部分。

（一）描述统计

描述统计的主要目的是简缩数据和归纳数据，把数据按特征分类，然后制成表格和绘成图形，使之成为易于理解的形式，并计算这些数据的特征量，以揭示这些数据在某方面