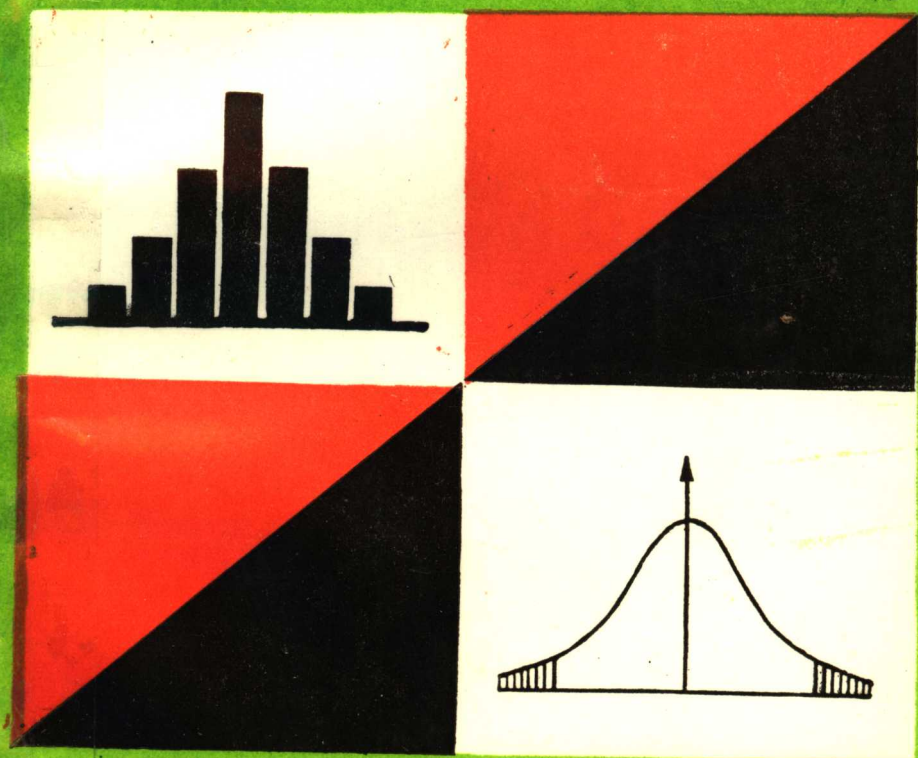


教育统计学

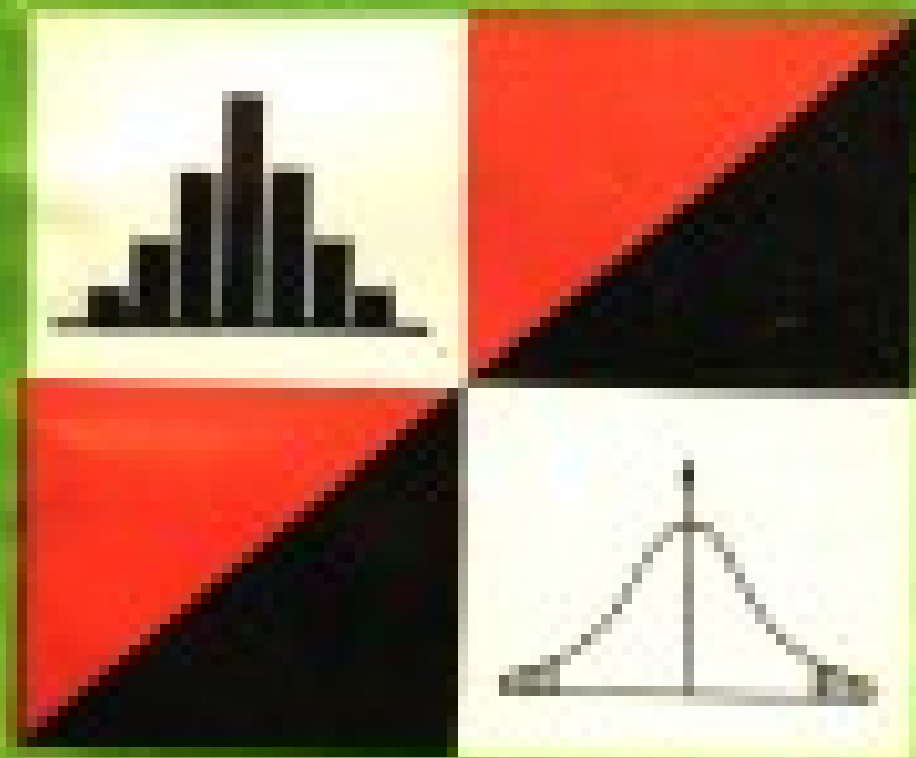
李学亮 编著



河南人民出版社

教育统计学

王竹溪 主编



河南人民出版社

教 育 统 计 学

李学亮 编著

河南人民出版社

(豫)新登字 01 号

教育统计学

编 著 李学亮

责任编辑 胡 茵

*

河南人民出版社出版发行

河南师范大学印刷厂印刷

*

850×1168 毫米 32 开本 8.625 印张 210 千字

1994 年 7 月第 1 版 1994 年 7 月第 1 次印刷

印数 1—1500

ISBN 7-215-03213-2/G·405

定 价 7.80 元

前 言

教育统计学是运用数理统计的原理和方法研究教育问题的一门应用科学。它是教育工作者必须掌握的教育科学基础知识之一。

本书是编者1985年以来为河南师范大学教育系讲授“教育统计学”课程而编写的教材，曾于1989年由该校铅印成册作内部教材使用，现经修订予以出版。本书的编写力求以辩证唯物论为指导，重视教材内容的科学性、系统性和实用性。该书着重阐述了教育统计中的描述统计和推断统计两大部分和教育科学研究中较常用的数理统计方法，内容简明扼要、通俗易懂。书后附有《函数型计算器使用方法》资料，供学习者参阅。因而，本书既可作师范院校（包括成人高教系统）教育统计学课程的教材，也可作为广大教育工作者的自学、参考用书。

在本书的编写过程中，编者广泛参阅了近年来国内出版的有关论著和教科书，并采用了其中的一些论点和资料，特在此一并致谢。

由于编者水平所限，本书的缺点或失误在所难免，欢迎专家、读者批评指正。

编 者

1993年10月于河南师范大学

目 录

第一章	绪 论	(1)
第一节	教育统计学概述	(1)
第二节	有关学习教育统计学的几点预备知识	(5)
第二章	统计资料的搜集与整理	(11)
第一节	统计资料的搜集	(11)
第二节	统计资料的整理	(17)
第三节	次数分布表和次数分布图	(25)
第三章	集中量数	(35)
第一节	算术平均数	(35)
第二节	中数和众数	(40)
第三节	几何平均数	(45)
第四节	各种集中量数的比较	(49)
第四章	差异量数	(53)
第一节	全距和平均差	(54)
第二节	方差和标准差	(58)
第三节	相对差异量数	(62)
第四节	标准分数	(64)
第五章	相关系数	(71)
第一节	相关和相关系数的概念	(71)
第二节	积差相关	(77)
第三节	等级相关和点二列相关	(83)

第六章	概率和正态分布	(90)
第一节	概率	(90)
第二节	正态分布	(95)
第三节	正态曲线理论的应用	(103)
第七章	参数估计	(108)
第一节	参数估计的意义与基本要求	(108)
第二节	参数估计的理论基础	(112)
第三节	总体平均数和总体标准差的估计	(119)
第八章	统计检验	(127)
第一节	统计检验的基本思想和一般步骤	(127)
第二节	u 检验	(135)
第三节	t 检验	(141)
第九章	χ^2 检验	(150)
第一节	χ^2 检验的基本原理	(150)
第二节	符合性检验	(154)
第三节	独立性检验	(160)
第十章	方差分析	(170)
第一节	方差分析的基本原理	(170)
第二节	两组以上平均数差异的显著性检验	(176)
第三节	F 检验后各对平均数差异的显著性检验	(184)
第四节	方差齐性检验	(189)
第十一章	回归分析	(195)
第一节	回归分析概述	(195)
第二节	一元线性回归	(197)
附 录		(213)

一、资 料

函数型计算器使用方法.....	(213)
-----------------	-------

二、统计用表

1. 随机数码表	(229)
2. 标准正态曲线下的面积	(231)
3. t 值表	(234)
4. χ^2 值表	(238)
5. F 值表	(240)
6. F_{max} 的临界值	(256)
7. 积差相关系数显著性临界值	(258)
8. 等级相关系数显著性临界值	(265)

主要参考书目.....	(268)
-------------	-------

第一章 绪 论

第一节 教育统计学概述

一、什么是教育统计学

教育统计学是以辩证唯物论为指导，运用数理统计的原理和方法，研究教育现象中数据资料的搜集、整理、分析和推断，从而表明其特征和规律性的一门应用科学。

统计一词，在我国原有总括计算或汇总计算的意思。在现代科学术语中，通常把数据资料的搜集、整理、分析和推断等实际工作或实践活动本身称为统计（有时也把统计工作的成果即统计资料称为统计，或把一门统计科学简称为统计）。而统计学是指研究总体现象的数量表现、变化规律及应用的科学总称。统计学包括的门类主要有：（1）社会经济统计学。它以政治经济学为理论基础，研究大量社会现象的数量表现与变化规律，是一门具有综合性质的社会科学。（2）数理统计学。是以概率论为基础，根据所取得的资料，研究随机现象的数量表现与变化规律，它同时也是数学的一个分支。由于它所阐明的统计原理和方法有着普遍的意义，因而能与许多专业领域的研究结合起来，在实践中得到广泛的应用。（3）专业统计学，或称为应用统计学。是以某一专业知识为基础，把统计学的一般原理和方法，特别是数理统计的原理

和方法应用于某一专业领域的研究而形成的学科,如生物统计学、统计物理学、卫生统计学、体育统计学、心理统计学、教育统计学等。教育统计学作为一门专业统计学或应用统计学,是教育学与数理统计学相结合所形成的一门交叉学科,也是教育科学的一个有机组成部分。

辩证唯物论认为,任何事物都是质与量的统一,现实世界不存在没有数量的质量,也不存在没有质量的数量。因此,要认识客观事物,必须研究它的质和量两个方面,而研究事物的数量是认识和把握事物的本质和规律的前提和基础。教育统计学的任务在于对教育现象进行调查或实验,在占有充分的数据资料的基础上,经过数据的整理计算、统计分析和统计检验等,对所得结果给以科学的说明,即通过数量方面的研究,来揭示教育现象的特征及发展变化规律,从而指导教育实践。事实上,运用统计方法对教育现象的数量方面进行分析研究,可以使更准确而深入地把握其性质、特征及其变化规律。例如,学生学习成绩的比较,学生能力与智力发展情况的研究,某种教学方法的实验,教学经验的总结,教育教学质量和学校管理情况的检测,以及教育规划的制定等等,都需借助于教育统计方法,才能保证其科学性或提高研究结果的科学价值。

二、教育统计学的基本内容

教育统计学研究的内容,大体上可分为描述统计和推断统计两大部分。

1. 描述统计

即对通过调查和实验所搜集到的大量的、零散的数据资料进行整理、简缩,制成表图;并根据原始数据计算出统计量(如集中量数、差异量数和相关系数等),从而对有关数据资料的分布特征

或数量关系给以描述或说明。本书第二章至第五章的内容属于描述统计部分。

2. 推断统计

又称抽样统计。即在随机抽样的基础上，根据部分数据资料所提供的信息，对有关总体的性质或特征作出结论或决定。教育研究方面的调查或实验材料，多是局部的，基总体多属于未知，根据局部资料的已知统计量对其总体的特征加以推断，这就是推断统计所研究的内容。本书的第六章至第十章基本上属于推断统计的内容。

描述统计和推断统计这两个部分是紧密联系着的。从统计学发展的历史来看，先有描述统计，随着数理统计的发展，在描述统计的基础上建立了推断统计。推断统计的发展使得描述统计的内容更加丰富，并能更好地发挥它的作用。在实际统计工作中，如果没有描述统计作基础，推断统计也无法进行。但推断统计在现代教育统计学中占有更突出的重要地位。

三、教育工作者学习教育统计学的意义

教育工作者，包括教师和教育行政人员，如同必须学习教育学、心理学那样，也应当学习教育统计学的知识。这是因为：

第一，教育统计是党和政府了解教育情况、制定教育政策、指导教育工作，使教育行政工作科学化的有效工具。

教育统计是认识教育现象的有力武器。因为，我们要发展教育事业，办好学校，提高教育质量，必须按照教育的客观规律办事，而按照质量与数量的辩证统一规律，从数量上了解情况，进行定量分析，是探索和认识教育客观规律的有效方法。任何事物都是发展变化的，而数据正是事物发展变化的反映。研究教育问题和研究其它问题一样，都必须进行调查，搜集大量的数据进行

统计分析,这样才能更好地认识教育现象的发展规律和发展趋势。

教育行政工作的内容是极为广泛的,无论从事一般的教育行政管理工作或学校的教务工作,如教育经费的分配,人材的培养和使用的研究,课程的设置及安排,学生成绩评定方法的研究等等,都需要运用教育统计学知识。

第二,学习教育统计学,能够帮助教育科学研究者正确运用统计方法处理教育实验数据,以提高科研质量。

要发展教育事业,必须积极开展教育科学研究。在教育科学的实验研究中,除定性分析外,还必须进行定量分析。教育统计中有很多分析实验数据的方法。无论是进行实验设计,还是开展教育实验研究,都需要掌握统计知识和方法。只有运用统计方法对实验研究的结果进行解释说明,才能提高科学研究的质量。此外,当前国内外教育和心理方面的研究报告和专著,多是采用科学的统计方法,采用统计的专门术语来分析和解释研究成果的。所以,掌握统计知识和方法,有助于教育理论知识的丰富和提高。

第三,掌握教育统计方法,可以帮助教师正确的比较学生的学习成绩,进行教育质量分析。

为了研究学生学习能力和智力的发展情况,为了研究教学改革的实际效果等,教师需要经常对学生的学习成绩进行比较,对教学质量进行分析。要比较学生的学习成绩,不能仅凭原始分数值的多少,还必须考察其在全体学生中所处的地位,这就要计算标准分数等。而要分析某学科不同教学方法的教学效果,也不能只用平均分数进行比较,还必须进行差异的显著性检验,才能正确地说明不同教学方法的教学效果是否真有差别。总之,教学工作需要教师掌握和运用各种教育统计方法。

第四,学习教育统计学有助于培养学生的逻辑思维能力和实事求是的科学态度。

教育统计学具有严密的逻辑系统,可以锻炼人们科学的思维

能力，学会科学的推理与思考方法。同时，无论是从零乱资料中找出基本特征，还是从已知的事实推断未知的总体特征，找出内在规律，都需要从实际出发，对客观事物进行去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的工作，用科学方法来研究客观存在的教育现象。因此，学习教育统计学不仅能帮助学生掌握科学的研究方法，而且还可以培养他们实事求是地对待一切事物的唯物主义态度。这对于已从事教育工作的同志来说，也是非常必要的。

第二节 有关学习教育统计学的几点预备知识

一、有关观测数值的一些概念和术语

1. 数据和数列

在统计学上，把观察、测量客观事物所获得的数值称为数据。数据通常具有以下几个特性：(1) 离散性。即数据总是以一个个分散的数字形式出现的；(2) 变异性。即数据总是在一定的空间和时间范围内变动着，从而表现出差异；(3) 规律性。即观测数值虽然在一定的范围内变动着，但这种变动并非杂乱无章、不可捉摸，而是在一定的范围内又表现出规律性。数据的规律性往往不能直接辨认出来，需要通过统计整理、分析或检验才能显现出来。

许多数据经过分类，将同类数据依照某种法则排列起来，称为数列。在教育统计中，常见的数列有：(1) 时间数列。即按照数据出现的时间先后顺序排列起来的数列；(2) 空间数列。即按照数据所属的空间次序排列的数列。如学生人数按照地区或学校、班次加以排列；(3) 数量数列。即按照统计事项数量的大小而排列的数列；(4) 品质数列。即按照统计事项的性质或等级而

排列的数列。如学生的操行步甲、乙、丙、丁排列等。

2. 变量

数据具有变异性表明,统计学研究的对象是一种变异现象,亦即在获得具体的观测结果之前,它是一个可以取不同数值的量。这种在一定条件下,可以出现不同数值的事物或现象,称为变量。一旦某个值被取定,则称这个值为变量的一个观测值,也就是具体数据。例如学生的年龄、身高、体重及学习分数等,都可称为变量。而20岁、63公斤、1.74米、95分等,则是数据。与变量相对应的数值是常量或常数,常量是一种保持不变的数值,如圆周率 π 等。

变量依其相互关系,可分为自变量与因变量。设 X 和 Y 为两个变量,当 X 值发生变动时,都有一个对应的 Y 值在变动,则称 X 为自变量, Y 为因变量。

变量依其性质的不同,可分为数量变量和品质变量。数量变量是指按照事物数量的大小多少顺序加以排列的变量。如学生的考试成绩分数就是数量变量。品质变量又叫称名变量,是指那些表明事物在属性、类别或等级上不同的变量。如学生按性别分为男和女,学习能力可分为一、二、三、四等级,品行可分为优、良、中、差等。

变量又可分为连续变量和不连续变量。连续变量的数值变动是连续而不间断的,即在其任意两个数值之间可以想象出有无限个数介于中间。如体重50公斤与51公斤之间可以有无限个大于50公斤而小于51公斤的数值。一般来说,通过测量得到的数据属于连续变量。它可以是整数,也可以是小数值。如人的身高、体重数,学生的成绩分数等。不连续变量又称为离散型变量,其数值之间是不连续的,通常是整数值。通过计数获得的数据大多属不连续变量。如学校数,人口数等。

3. 数的实限

对于连续变量来说,既然其数值是连续而不间断的,那么如何确定它的数值界限呢?这就是所谓数的实限问题。为此,统计学上规定:(1)任何一个连续变量数值都有其下限和上限;(2)一个数值的下限是指这个数减去它的最后一个数位的半个单位的值,上限则是指这个数加上它的最后一个数位的半个单位的值;(3)一个数的实限是指等于和大于该数的下限,而小于其上限的那些点的值。依照上述规定,连续变量“5”这个数的下限是4.5,上限是5.5;其实限应理解为是 $4.5-5.49999\cdots$,但在书写时可写作 $4.5-5.5$ 。同样,“1.8”这个数的下限是1.75,上限是1.85;其实限应理解为是 $1.75-1.849999\cdots$,其书写形式是 $1.75-1.85$ 。其他任何数值可依此类推。

4. 数的约整与舍入

在数的运算过程中或运算的结果,常常会遇到数值的准确度位数超出了实际需要,这时应去掉多余位数的数字,使该数值既保留其准确度,又可减少计算的繁难。例如学生的考试分数,一般可准确到小数点后一位或两位,如果运算的结果超出了所要求的位数,可采用四舍五入的方法舍入不必要的尾数,使其化为约整值。这种处理方法称为数的约整或简化。舍入尾数时通常按下述规则处理:当需要舍入的数字大于5时,将前一位数字加1;若其小于5时,则前一位数字保持不变。若所要舍入的数字只是一个数码5时,则前一位数字为奇数时应加1;前一位数字为偶数时应保持不变。例如76.554,可逐次约整为76.55;76.6;77等。59.65001,保留一位小数应为59.7,取其整数应为60;而81.0499,保留一位小数应为81.0,取其整数应为81。又如23.35保留一位小数应为23.4,而56.45保留一位小数应为56.4。

5. 近似值的计算

在资料搜集的过程中,通过对事物的仔细点算所取得的数值

属精确数。而通过测量取得的数值，由于受测量工具和测量技术的限制，往往只是一种接近真值的近似值。在统计计算中，多为测量得到的数值或经过简化、舍入的数值，因而计算的结果也多为近似值。为描述一个数的近似值的精确程度，得使用“准确数字”和“有效数字”的概念或术语。如果一个数误差不大于某数字的半个单位，则从左到右，从第一个不为零的数字起，到这一位数字止，每一个数字都称为“准确数字”。这个数称为准确到这一位数字的近似数。若一近似数准确到它的末位数字，则称它为“有效数”，它的每一位准确数字，即为“有效数字”。例如 0.00995 的近似值若准确到小数点后二位、三位或四位，即分别为 0.01、0.010、0.0100，则它们都是“有效数”，其有效数字分别为 1（一位）、10（二位）和 100（三位）。同样，如 0.2、0.06 和 0.007 都是只有一位有效数字，而 9.0、0.80 和 0.0050 则都有 2 位有效数字，余类推。

为保持必要的准确度，避免误差增值，有关近似值的计算，应遵循以下法则：

(1) 近似数相加或相减时，计算结果应保留的小数位数，与原来近似数中小数位数最小的那个相同。

例如： $362.2 + 18.225 + 5.3062 = 385.7$ （而非 385.7312）

$362.2 - 18.245 = 344.0$ （而非 343.955）

(2) 两个近似数相乘或相除时，计算结果中应保留的有效数字的位数，与原来近似数中有效数字较少的那个相同。

例如： $21.58 \times 1.3 = 28$ （而非 28.054）

$1.6 \div 472.4 = 0.0034$ （而非 0.003387）

(3) 近似数乘方或开方时，计算结果中应保留的有效数字的位数，不能多于原来近似数的位数。

例如： $2.55^2 = 6.50$ （而非 6.5025）

$\sqrt{159.56} = 12.632$ （而非 12.6317）

二、有关推断统计的几个常用概念

1. 总体与样本

在统计学上,把所要研究的对象的全体称为统计总体,简称总体。总体是由一个个单位所构成的,构成总体的各个单位称为个体。例如研究全校学生的情况,则全校学生就是总体,其中每一个学生是总体的单位,即个体。而若要研究某校学生的期末数学考试成绩,则该校全体学生的期末数学考试分数就是总体,其中每个学生的期末数学考试分数是个体。由此可见,总体的范围取决于研究的任务和要求。此外,依据总体所包含的个体数是否有限量,可分为有限总体和无限总体。包含有限个体的总体称为有限总体,如上述两例即是。包含无限个体的总体称为无限总体,如测量人的反应时间、识记效果等。

总体的性质是由其中各个个体的性质所决定的。因此,要对总体作出合乎实际的估计,必须对其个体进行观测。但需要研究的总体的单位数量往往是很大的,甚至是无限量的。因此,在统计工作中,通常是抽取其中的一部分单位(个体)加以研究。这种为研究总体的需要而从总体中抽出的一部分单位的集合,在统计学上称为样本。样本所包含的单位(个体)数称为样本的容量。例如:为了研究我国七岁儿童识记汉字的能力,可以从某些地区抽取七岁儿童 150 人,这 150 人就是一个样本。为了分析比较的需要,从总体中可以抽取一个样本,也可以抽取多个样本。此外,样本又有大样本与小样本之分。一般把样本容量在 30 以上的($n \geq 30$)称为大样本,在 30 以下的($n < 30$)为小样本。样本的大小是根据研究和实验的要求和条件而确定的。

2. 统计量与参数

在统计学上,把从样本数据计算得到的能反映其集中趋势、离