

# 教育统计学



● 宋岭梅 孙振声  
● 湖北教育出版社



G466  
1

018071

# 教育统计学



湖北教育出版社

# 教育统计学

宋岭梅 孙振声

湖北教育出版社出版、发行  
襄樊日报印刷厂印刷

250×1168毫米 32开本 11.5印张 1插页 279,000字

1985年9月第1版 1985年9月第1次印刷

印数：1—8,000

统一书号：7306·283 定价：2.65元

## 前 言

本书是宋岭梅以其在华中师范大学教育系讲授的“教育统计学”内容为基础,经过修改补充而编写成的。初稿写成后,由湖北财经学院计统系孙振声审核定稿。一九八二年十一月本书曾先由华中师范大学铅印成册作为内部教材使用,这次出版前又作了部分修改,并增加了“非参数检验”一章,以及其它章节的部分内容。在编写修改过程中曾参考了近几年来兄弟院校编写的教育统计学、心理与教育统计学方面的有关著作。这些著作都给了我们有益的启示和帮助,谨此一并致谢。

本书着重阐述教育科学研究中常用的新统计方法,内容主要包括描述统计和推断统计两部分,各章均附有习题。在编写中力求简明易懂,联系实际,既可作为师范院校教育统计学课程的教材,也可供广大教育工作者在教学和科学研究中参考。由于教学任务紧迫,编者水平有限,因而无论在内容或编排上,都会有不少的缺点或错误,欢迎同志们指正。

编 者

1984年7月

FV103

# 目 录

<b>第一章 绪 论</b> .....	1
第一节 什么是教育统计学.....	1
第二节 教育统计学的作用.....	2
第三节 教育统计学的基本内容.....	4
第四节 几个基本概念.....	5
第五节 有关观测数值及计算的若干问题.....	9
<b>第二章 统计资料的搜集</b> .....	17
第一节 搜集资料的意义.....	17
第二节 搜集资料的途径和方法.....	18
<b>第三章 统计资料的整理</b> .....	27
第一节 整理数据资料的方法.....	27
第二节 统计表.....	42
第三节 统计图.....	47
<b>第四章 集中量数</b> .....	55
第一节 算术平均数.....	55
第二节 中位数和众数.....	65
第三节 几何平均数和调和平均数.....	72
第四节 几种集中量数的比较与应用.....	80
<b>第五章 差异量数</b> .....	84
第一节 全距和四分位差.....	85
第二节 平均差和标准差.....	90

第三节	相对差异量数	100
第四节	各种差异量数的比较与应用	103
<b>第六章</b>	<b>地位量数</b>	<b>107</b>
第一节	标准分数	107
第二节	百分位数	112
第三节	百分等级	117
<b>第七章</b>	<b>偏态与峰度</b>	<b>125</b>
第一节	动差	125
第二节	偏态	130
第三节	峰度	136
<b>第八章</b>	<b>相关与回归</b>	<b>142</b>
第一节	相关的概念	142
第二节	积差相关	146
第三节	其他相关统计方法	156
第四节	直线回归	167
<b>第九章</b>	<b>基础概率与主要理论分配</b>	<b>184</b>
第一节	基础概率	184
第二节	二项分配	189
第三节	正态分配	198
<b>第十章</b>	<b>参数估计</b>	<b>209</b>
第一节	统计推断的基本问题	209
第二节	总体平均数与总体标准差的估计	212
第三节	其它参数的估计	219
<b>第十一章</b>	<b>统计假设检验：<math>\mu</math>检验与t检验</b>	<b>222</b>

第一节	统计假设检验的一般问题	222
第二节	u 检验	228
第三节	平均数差异的 t 检验	232
第四节	比率差异的显著性检验	250
第五节	相关系数间差异的显著性检验	256
<b>第十二章</b>	<b><math>\chi^2</math> 检验</b>	<b>265</b>
第一节	$\chi^2$ 检验的基本原理	265
第二节	适合性检验	268
第三节	独立性检验	273
<b>第十三章</b>	<b>方差分析与 F 检验</b>	<b>282</b>
第一节	方差分析与 F 检验的基本原理	282
第二节	单因素方差分析	288
第三节	双因素方差分析	299
<b>第十四章</b>	<b>非参数检验</b>	<b>310</b>
第一节	符号检验法	310
第二节	符号秩次检验法	316
第三节	秩和检验法	321
第四节	中位数检验法	325
<b>附录</b>		
一、	统计用表	331
附表 1	正态曲线的面积 (P) 与 纵线 (Y)	331
附表 2	正态分布的双侧分位数 ( $u_\alpha$ ) 表	335
附表 3	由 $\rho$ 值求 r 对照表	336
附表 4	由 R 值求 r 对照表	337

附表 5	t 值表	338
附表 6	积差相关系数 (r) 显著性临界值表	339
附表 7	非希尔—Z数值 ( $Z_t$ ) 表	340
附表 8	$\chi^2$ 值表	341
附表 9	F 值表	342
附表 10	符号检验表	350
附表 11	符号秩次检验表	351
附表 12	秩和检验表	352
附表 13	随机数字表	353
二、主要参考书目		355



# 第一章 绪 论

## 第一节 什么是教育统计学

研究教育统计学，首先要了解教育统计学的性质。

教育统计学是以辩证唯物论的思想为指导，研究教育现象中数据资料的搜集、整理、分析和推断，以便从中找出规律的科学，是数理统计在研究教育现象中的应用。

数理统计是数学的一个分支，它着重于研究如何搜集、整理从调查或实验中得到的数据资料，并根据这些资料进行分析和推断的原理和方法。数理统计是科学研究必须具备的科学方法。由于它能够从局部的数据资料进行统计归纳与统计推断以认识总体，因而在许多科学中获得广泛的应用。它应用于卫生研究称为卫生统计学，应用于体育研究称为体育统计学，应用于生物研究称为生物统计学……。

要认识客观事物，必须研究它的质和量两个方面。由于任何事物都是质和量的统一，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，通过数量认识事物，是我们认识事的本质不可忽视的重要方面。研究事物的数量，是把握事物质量的前提和基础。对教育现象数量方面的分析研究，可以使我們更准确、更深刻地把握其性质、特征及其变化规律。在教育现象的研究中，无论是进行教育调查，或是作实验，被调查和实验的人数总是有限的。例如：学生学习成绩的比较，新旧教学方法的实验，学生能力与智力发展情况的研究等等。从这些调查或实验中，会搜集到许多数据资料，要运用从局部调查和实验中得到的

数据资料认识教育现象，发现教育规律，就必须对这些数据资料加以整理、分析和推断。这就需要应用数理统计的原理和方法来研究教育现象中的问题，并把这二者结合起来，从而得出合乎科学的结论。由此可见，教育统计学就是探讨如何用数理统计的原理和方法研究教育现象数量方面的一门学科。

## 第二节 教育统计学的作用

教育统计是认识教育现象的有力武器，是教育行政工作科学化的有效工具，是进行教育研究不可缺少的科学方法，也是教师进行教学质量分析的重要手段。我国于1978年把教育统计学重新列为高等师范院校教育专业的必修课程，是一个重要的改革。它对开展教育科学研究，提高教育工作质量，普及教育统计知识和方法，发展我国教育科学，都将产生深远的影响。

从事教育工作的同志都应该学习教育统计学，具体说来，它有以下几点作用：

- 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。毛泽东同志在《党委的工作方法》一文中指出：要“胸中有‘数’。这是说，对情况和问题一定要注意到它们的数量方面，要有基本事物的数量的分析。”还说：“我们有许多同志至今不懂得注意事物的数量方面，不懂得注意基本的统计、主要的百分比，不懂得注意决定事物质量的数量界限，一切都是胸中无‘数’，结果就不能不犯错误”。

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。而运用质量与数量辩证统一规律，从数量上了解情况，进行数量分析，是探索和认识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一种反映。研究教育问题和研究其他问题一样，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及发展趋势。

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或者学校的教务工作，如教育经费的分配，人材的培养和使用的研究，课程设置与分量的规定，学生成绩评定方法的研究等等，都需要运用教育统计知识。

## 二、学习教育统计学，能够帮助教育科学研究工作者正确运用统计方法处理教育实验取得的数据，以提高科学研究质量

要发展教育事业，要建立自己的教育科学，要有所创新，摸索出社会主义条件下教学与教育规律，就必须积极开展教育实验。要搞实验，就必须讲究科学的方法，否则不可能实事求是地得出科学的结论，也不可能认识和发现新的教学与教育规律。从事教育科学研究工作，除进行定性分析外，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成果进行解释说明，才能提高科学研究的质量。

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，掌握统计知识与方法，有助于教育理论知识的丰富和提高。

### 三、掌握教育统计方法，可以帮助教师正确地比较学生学习成绩，进行教学质量分析

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，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，不能仅看其分数绝对值的多少，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和百分等级。要分析某学科两种教学方法的教学效果有无显著差异，也不能只用两者的平均分数相比，还必须进行差异的显著性检验，才能正确地说明两种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。

### 四、学习教育统计学有助于培养学生逻辑思维能力与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，使之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，或者是从已知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，对客观事实进行去粗取精、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，这对于从事教育工作的同志来说，也是非常必要的。

## 第三节 教育统计学的基本内容

教育统计学，主要包括**描述统计**和**推断统计**两大部分。

### 一、描述统计

描述统计主要是将调查和实验所获得的大量数据，通过整理

计算出集中量数、差异量数、地位量数或相关系数等等，把零乱无序的数据简缩成清晰而易于理解的形式，用数字和图表描述出来，使研究者一目了然，便于进一步作分析、综合工作，这就是描述统计的内容。本书从第二章到第八章讲的是描述统计的内容。

## 二、推断统计

推断统计是依据描述统计从部分单位获得的数据信息，对其总体进行推断。教育研究方面的调查和实验材料，多是局部的，其总体多属于未知，根据局部已知的统计量去对其总体的特征加以推断，并推断其总体特征的可靠性，这就是推断统计研究的内容。本书第九章以后各章都属于推断统计的内容。

描述统计与推断统计有着非常密切的联系。从统计学发展的历史来看，先是描述统计，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为丰富，并能更好地发挥它的作用。由于有描述统计工作，对数据资料进行整理，计算出平均数、标准差等，在此基础上就可以进行统计推断。

## 第四节 几个基本概念

### 一、总体、个体与样本

总体、个体与样本是统计学中常用的名词。由研究任务决定的研究对象的全体称为总体。而个体则为构成总体的每一单位。总体包含的个体一般都很多，包含有限个体的总体称为有限总体，如某校学生的期终数学考试成绩等；包含无限个体的总体称为无限总体，如反应时间、识记效果等。总体的性质由其中各个体的性质决定，因此，要对总体作出合乎实际的数量估计，必须对它的个体进行观测。如果能够对总体中的每个个体都进行一番考察，

那当然是再好不过的了。但是，那样做不仅工作量过大，而且，有时是不允许且不必要的。例如要对湖北省六岁儿童的身高、体重进行测量，工作量就很大；此外有的实验要在实验室里进行，如果对总体中每个个体都进行实验，有时会影响被试的学习和休息。又如要研究我国六岁儿童的识记效果，对全部六岁儿童进行测试，事实上是不可能的。因此，只能在总体中抽出一部分个体，作为观察或实验的对象。为了调查总体的性质而从总体中抽出的一部分单位，在统计学中称为样本，样本所包含的个体数称为样本容量。如为了研究七岁儿童识记汉字的能力，从某地区小学中抽出七岁儿童150人，这150名儿童就是一个样本，也可以说是容量为150人的样本。

总体和样本在统计学中是非常重要的概念。因为教育统计学所研究的核心问题，就是要从样本推断总体。如何根据样本作出对总体的种种假设，再进行检验，从而对总体作出推断，这正是教育统计的重要内容。为了使样本能够推断总体，样本就必须具有代表性，即总体的本质特点，都应在样本中反映出来，这样才可能由样本推断总体。为了保证样本具有代表性，抽样必须遵循“随机化”的原则。关于抽样的随机性问题将在第二章详细说明。

样本可以分为大样本与小样本，依据研究和实验的要求和条件加以选择确定。一般以样本容量在30以上的( $n \geq 30$ )称为大样本，在30以下的( $n < 30$ )称为小样本。样本如过于小，则易于失去代表性，有时个别数值的变化就会对整个统计结果发生重大影响。采用的样本不同，统计推断所用的方法也不完全相同。

## 二、统计量和参数

根据样本的实际资料计算出的数据，能够说明其集中趋势、离散程度、相关系数等特征，这种直接从样本计算得到的能代表

上述各项特征的各种量数，统计学中称为统计量，例如：平均数( $\bar{X}$ )、标准差( $s$ )、相关系数( $r$ )等。而根据已知的统计量推断得到的总体各种量数称为参数，如总体平均数、总体标准差、总体相关系数等，它们的特定表示符号分别为 $\mu$ 、 $\sigma$ 和 $\rho$ 。参数一般不易获得，只能根据代表总体的样本求出统计量后，再用统计量去估计参数，这正是推断统计经常要进行的工作。

### 三、 误差

样本是总体中的部分单位，因观测或实验的条件不同，测试者与被试者的情况不同，以及抽取的样本不同，当利用样本的各种统计量去推断总体的状况时，必然会产生误差。统计学中所说的误差，一般指测得值与真值之差，以及样本统计量与总体参数之差。误差主要可分为以下三类：

#### (一) 系统误差

在观测实验过程中，由于实验条件不同，或主试者对实验要求与指标不够明确，实验时掌握过宽或过严，因而使观察结果出现有倾向性的偏大或偏小，或用不同的教学方法，不同的被试等，由此而取得的数据出现服从确定规律误差，这些都称作系统误差。系统误差影响资料的正确性，它会引起某种方向的有偏估计。实验设计不周密或不采用随机取样，也会产生这种情况，例如：调查中学生的数学水平，假若样本只来自城市重点中学，会得出偏高的估计；若样本仅来自偏远山区中学，会得出偏低的估计，这都属于系统误差。系统误差应力求避免，如已发生要尽力查明原因，创造条件，加以排除。

#### (二) 过失误差

在收集资料过程中，由于过失造成的错误，如测错、记错、传错、仪器失灵等错误，使调查或实验出现明显的误差称为过失误差。这些错误应在整理资料过程中鉴别舍弃，避免统计工作得

出错误的结论。

### (三) 随机误差

又称偶然误差。产生这种误差一般有两种情况。一种是由实验中的一些偶然因素引起而又不易控制的误差。如实验儿童的注意广度，可以产生观测时实验者的主观和客观上的不可控制的偶然因素引起的测量误差，同时也可能产生被试的一些偶然的不可控制的因素造成的误差。这种误差产生的原因极为复杂，但其存在却是绝对的。另一种是随机抽样中产生的误差。不论用何种抽样方法，从总体中抽取样本进行研究，都不会与总体的结果完全一致。即使在抽样过程中执行随机原则非常严格，随机抽取一个或几个样本，根据样本计算出来的平均数 ( $\bar{X}$ )，也不会与总体平均数 ( $\mu$ ) 完全相等。这些样本不能完全代表总体，这是由于个体之间存在差异造成的。如在同一地区的小学中随机抽取七岁男童50人的样本，算得他们的平均体重为25.2公斤，再随机抽取一个50人的样本，平均体重为24.6公斤，再抽取几个样本求得的平均体重都不会刚好等于该地区小学七岁男童的真实平均体重（总体参数），这是由于男童之间总是有胖有瘦，这些个体差异是客观存在的、不可避免的。这种由于抽样而引起的样本指标（统计量）与总体指标（参数）之间的差异，就叫做随机抽样误差。

样本与样本间有差别，样本与总体间也有差别，但样本来自同一总体，它们又有明显的一致性，随着实验观测次数的增加，或随机抽取更多的样本，随机误差的变化会呈现一定的规律性，它总是围绕着被观测的真正值（严格地说，真值是无法观测到的）波动。因而随机误差可以用概率规律加以推算，它不影响对总体情况所作估计或推断的可信程度。教育统计要研究这种规律，认识并掌握这种规律，就可以用样本统计量去推断总体。



## 第五节 有关观测数值及计算的若干问题

统计学所研究的问题,均与数字有关,无论是调查或实验,都需要对事物进行观察和测量,观察和测量所获得的数值,统计学中称为数据,统计方法就是研究如何处理数据的方法。为了便于了解以后各章所述及数据的种种问题,所以先介绍有关观测数值及其计算的几个问题。

### 一、 变量

在调查和实验研究中,通过观察和测量可以得到各种不同的数据,也就是可以取得各种不同的量。这些数据之间往往有差别,其中有的量在运动中不起变化,即保持一定的数值,这种量叫做常量(或常数);但另外一些量,在不同的时间、不同的条件下,都可能发生变化,即可取不同的数值,这种量叫做变量(或变数)。变量常常用字母 $X$ 、 $Y$ 等表示。变量有下列三个特性:

#### (一) 离散性

从观察和测量中可以获得大量的数据,这些数据都是以一个个分散的数字形式出现的,我们称它为离散性。这是数据的第一个特性。

#### (二) 波动性, 又称变异性

通过观测所获得的数据,尽管在同样条件下采用相同的测试方法,其结果多不相同。例如,测验同一班级学生的数学成绩,只要进行多次,得到的分数就不会完全一样。即使从中任选一个学生重复测验,每次得的分数也不会完全相同。这就是说,数据总是有波动的。随着测量工具的日趋精密,数据的差异将会更加明显。