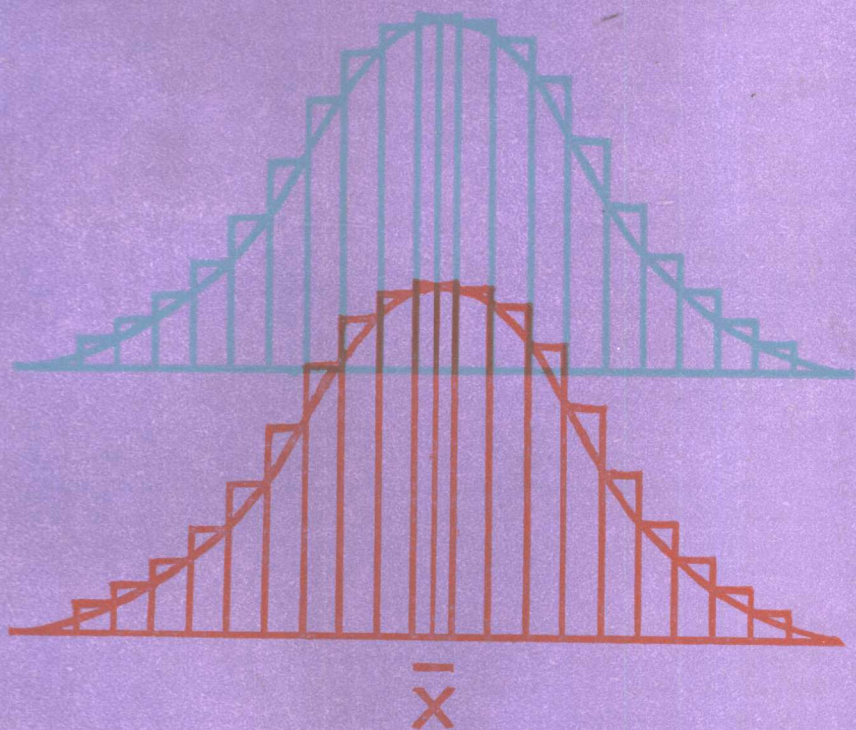


# 实用教育统计

倪正藩 编著



气象出版社

# 实用教育统计

倪正藩 编著

高等教育出版社

## 内 容 简 介

本书从体系上概括了教育统计的基本内容——描述统计和推断统计。

描述统计部分主要是通过频率(数)及累计频率(数)的图表的制作来阐明。推断统计部分重点介绍了均数、频数、相关系数的差异显著性检验。对单因素方差分析及各种非参数的显著性检验也作了必要的阐述。

由于本书偏重于实用,因此在阐明教育统计基本内容的同时,还渗透了教育科研的各种基本方法;抽样调查研究、学生成绩管理、教育实验结果分析、试卷质量统计分析以及教育效果比较分析等。

本书可供中小学教师及师范学院、教育学院的师生阅读,亦可作为在职教师的培训教材。

## 实用教育统计

倪正藩 编著

责任编辑 庞金波

高 等 出 版 社 出 版

(北京西郊白石桥路46号)

交通出版社印刷厂排版

北京顺义燕华营印刷厂印刷

新华书店总店科技发行所发行 全国各地新华书店经销

开本: 787×1092 1/32 印张: 6.5 字数: 140千字

1991年6月第一版 1991年6月第一次印刷

印数: 1—6000 定价: 3.35元

ISBN 7-5029-0551-0/G·0093

## 序

倪正藩同志所编著的《实用教育统计》书稿，我翻阅了数遍。他从调查研究入手，搜集了不少数据，经过分析思考，写成此书。该书按普及和实用的需要对教育统计学的主要内容作了扼要的叙述，并选编了大量例题。这些例题涉及抽样调查研究、试卷质量分析、学生成绩管理、实验结果检验等各个应用侧面。写得通俗、简洁、纲目清楚，难能可贵。

教育统计学是一门边缘科学。20年代我国曾有人研究过。此后关心此事的人渐少，甚至一度竟几乎无人问津。这是由于人们长期以来习惯于凭经验办事，忽视教育科学研究和教育管理研究的缘故。其实，这是一门很有实用价值的学问。从教育统计可以帮助我们了解教育的概貌，探索教育的规律，用典型的数据又可以推断教育发展的趋向。它是一门教育管理、教育研究的科学。从教人员需要知道这些常识，管理教育的干部更应熟悉其统计方法。

我希望有更多的有志之士，用各种科学的手段来研究教育、管理教育、发展教育，为我国教育改革作出贡献。倘能如此，我国教育便一定会出现百花齐放、百家争鸣、欣欣向荣的新局面。

倪正藩同志所做的工作是很有意义的。

史绍熙

一九九〇年一月二十五日

## 前 言

本书是编者于1985年为常州教育学院教育管理专业开设“教育统计学”课程而编写的教材，并根据几年来的使用情况作了多次修改。

本书的特点是密切联系中小学教育和教学的实际，透过大量实例，阐明有关教育统计的原理及方法，从而使读者获得初步的掌握及运用，具有较强的实用性。编者的意图是在实用中展开，在实用中掌握，在实用中提高。本书的各章都配有习题（书后并附习题解答），还附编了计算器使用方法，为初学者学习和使用统计的知识及方法提供了方便，是一本教育统计入门的普及教材。

本书于1985年内部印成后，深得读者欢迎，被江苏省教育科学研究所选为全省教育科研知识普及教材，被全国各地的教育学院、教师进修学校、中等师范学校选为教师职业培训的教材。

由于编者水平有限，舛谬之处难免，恳请批评与指正。最后谨向刘佛年、史绍熙两位校长为本书题字及作序表示衷心感谢。

1990年3月

# 目 录

## 序

## 前言

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| 第一章 绪论                | ( 1 ) |
| §1.1 教育统计概论           | ( 1 ) |
| §1.2 几个预备知识           | ( 4 ) |
| 第二章 分布表与分布图           | ( 9 ) |
| §2.1 频数分布与频率分布        | ( 9 ) |
| §2.2 累计频数及频率分布        | (15)  |
| 第三章 平均数与标准差           | (19)  |
| §3.1 算术平均数            | (19)  |
| §3.2 标准差              | (20)  |
| 第四章 推断统计              | (45)  |
| §4.1 参数估计             | (45)  |
| §4.2 均数差异显著性检验        | (54)  |
| §4.3 频数差异显著性检验        | (71)  |
| §4.4 单因素方差分析          | (91)  |
| §4.5 非参数检验            | (100) |
| §4.6 相关系数             | (111) |
| 第五章 教育统计应用实例——试卷的统计分析 | (134) |
| 练习题解答                 | (153) |
| 附表一 随机数表              | (176) |
| 附表二 正态曲线下 $Z$ 为正值概率   | (181) |
| 附表三 $t$ 值表            | (183) |

|      |                                       |       |
|------|---------------------------------------|-------|
| 附表四  | $\chi^2$ 的数值表 .....                   | (184) |
| 附表五  | F值表 .....                             | (186) |
| 附表六  | 符号检验表 .....                           | (194) |
| 附表七  | 秩和检验表 .....                           | (195) |
| 附表八  | 威尔柯克斯符号-秩数值表 .....                    | (196) |
| 附表九  | r值和Z值的转换表 .....                       | (197) |
| 附表十  | 积差相关系数(r)显著性临界值 .....                 | (198) |
| 附表十一 | 采用费拉南根方法估计二列相关系数 $r_b$ 的数<br>据表 ..... | (199) |
| 参考文献 | .....                                 | (200) |

# 第一章 绪 论

## §1.1 教育统计概论

### 一、教育统计——用统计方法研究教育规律的一门学科



教育统计学

教育统计是将教育调查、实验所得的数据进行整理、计算、绘图（表）、分析、判断，从而获得结论的一门学科。

列宁指出：统计是认识事物最有效的手段。因此用统计方法研究教育学问题是必然趋势。

它的特点是：

1. 从局部推导整体。这是统计的主导思想。研究与掌握客观世界的统计规律——分布，并根据这些规律从局部推出整体，要使这个局部能代表整体，局部的获得就必须随机抽取。例如我们往往从抽取部分试卷的平均分数来估计全市（县）的平均分数。这里的估计是根据统计规律的估计，抽取的部分试卷是随机抽取（不能只在重点学校中抽取），否



则，取得的局部就失去了代表全市（县）整体的意义。

2. 定量处理。这是统计的主要研究方法。马克思说过“一种科学只有用了数学方法才能得到完善”。教育（学）问题进行量化以后，用数学方法处理，从而获得科学的结论，促进教育改革与教育（学）事业的发展，才能扭转那种妨碍我国教育（学）事业发展的，所谓观点加例子的纯经验型的局面。

例如评价一张试卷的质量，就是要通过它的效度、信度、难度、区分度等四项数据指标来评价。同样，对一种教学方法的评价或一位教师工作的评价，或一个学校的教育质量的评价，也都要通过具体的数据进行分析与评定，这就是常说的“用数据说话”。

教育（学）问题的统计处理，不仅能得到确切的科学结论，而且还能从这些数据中最大限度地获取我们所需要的教育（学）信息。例如在试卷的统计分析中我们根据考分的数据，不仅可以获取试卷质量的信息，还可以获取各种教育（学）情况的信息。

正因为教育统计有这样两个突出的优点，所以它在教育的各个领域已经有了广泛的应用。它的重要性也越来越被广大教育工作者所认识，将成为教育决策中一个必不可少的重要工具。正如1984年教育部“关于贯彻国务院《加强统计工作，充实统计机构的决定》的通知”中指出：

教育统计是确定教育方针、政策和制定教育事业计划的重要依据；

教育统计是监督教育方针、政策的贯彻和计划执行情况的重要手段。

教育统计是各级学校实行科学管理的重要工具。

## 二、教育统计在教育科研方法中的地位

目前我国进行教育研究的主要方法是：调查法、实验法及统计法。

教育统计不仅是对调查、实验后所得的数据进行处理的一门学科，而且也是在调查、实验前需要考虑搜集哪些数据，从而指导设计调查、实验方案的一门学科，因此没有教育统计的知识，就无法进行教育调查与实验。

教育统计也是教育测量与教育评价的基础学科。

因此教育统计是教育科研方法中的方法。

## 三、教育统计的历史与现状

19世纪初，英国的高尔顿首次应用统计方法于教育心理学，其后，许多教育家与心理学家，例如英国的皮尔逊、斯皮尔曼，美国的卡泰尔、桑代克等人在发展教育统计学上都有很大贡献。20世纪初，英、美、西欧等国已把教育统计列为师范院校的必修课程。60年代后，随着电子计算机的广泛应用，教育统计的面貌更是日新月异，展示出更加广阔的前景。

日本和苏联后来居上，教育统计学的研究蓬勃发展。苏联的赞可夫为此作了重大贡献。

我国在20年代已开始对教育统计进行研究，并有了不少译著和专著。如薛鸿志的《教育统计法》，朱君毅的《教育统计学》，王书林的《教育测验与统计》等。当时我国已把教育统计学作为高等和中等师范的必修课程。但这之后由于某些历史原因，使有关的研究工作几乎中辍，直到1979年第一次全国教育科学规划会议后才又得到发展。上海、广州、北京等地起步较早，已有很多成果。尤其在国家教委提出高考实施“标准化”改革和建立各类学校的评价和督学制度之

后用统计方法研究教育问题已是大势所趋。

教育统计的前提是教育问题的数量化——教育测量。但目前教育测量学科还很年轻，许多问题没有得到彻底解决，因此原始数据尚不够精确，即使用科学的精确的方法——统计处理，也不能获得正确的结论，这是当前教育统计的最大弊端。

为了解决这个问题，一方面发展教育测量，另一方面要开辟新的途径，例如用控制论、系统论、信息论及模糊数学方法等来研究教育问题。

## §1.2 几个预备知识

### 一、总体与样本

总体——所要研究的对象的全体。在统计中必须以大量的现象作为一个总体来研究。

样本——从总体中随机抽取出来的一部分。

总体与样本是相对的。样本中个体的数目称为样本容量( $n$ )，通常 $n \leq 30$ 为小样本， $n > 30$ 为大样本。

### 二、随机抽样

抽样必须遵循随机原则——总体中的所有个体都有同样抽出的机会。

1. 纯随机抽样：用抽签法或按随机数字表（见附表一）抽样。

2. 机械抽样（系统抽样）：用编号法抽样。

3. 分层抽样（类型抽样）：先把总体按一定标志分成不同类型或层次，然后从各种不同类型中随机抽取若干单位。

例如一年级学生共200名。其中优生80名、中等生80名、

差生40名。现要抽取优、中、差生25名。在这种情况下，应按比例40%:40%:20%在优、中、差生中随机抽取得一样本。

4.整群抽样：在总体中不是抽取个别个体，而是随机抽取整群的单位。

实际应用中应根据不同的要求采用不同的抽样方法（或者综合使用）。

由于总体中的各个个体间存在着差异，因此所得的样本与总体也有一定的差异，这个差异即是抽样误差。

### 三、独立样本与相关样本

1.独立样本——从两个无关的总体中随机抽取的样本。分属独立样本的元素是毫不相关的、独立的。例如考察学习成绩时，随机抽取两个班级，这两个班级就是两个相互独立的样本。

2.相关样本——有一定程度的相关关系的两个样本。在相关样本的抽取方式上，一个样本的抽取方式原则上决定了另一个样本的抽取方式，因此相关的两个样本，其容量总是相等的。

（1）同体前后相关样本，是对同一批对象在不同情况下（前、后）的观测所得的个体（数据）构成的两个样本。例如对一批学生观测他们的身长与体重，所得的身长样本与体重样本即是两个同体前后相关样本。

（2）等值配对相关样本，是一个样本中的所有个体同另一个样本中的具有相同特征的个体——配成对子所构成的两个样本。例如将一批学生（60名）按照成绩、态度、性别等基本相等的原则配成30个对子，每一对子的两个个体（学生）是等值的，那么把每一对子中的一个个体构成一个样本，而把另一个个体构成另一个样本，这两个样本即为等值配对的

相关样本。

## 四、数据

### 1. 特性

波动性——测量数据时，由于视觉和其它因素的限制而产生的误差为数据的波动性。

规律性——大量的观察和试验所得的数据会呈现出规律，即统计规律。

### 2. 类型

计量数据——测量得到的值，即通过计量方法所得的数据。如分数、身高、体重等。

计数数据——对属性进行计数统计，即通过计数方式所得的数据。如学生人数、错误的次数等。

### 3. 数据的上下限

由于数据的波动性，因此测得的一个数据，不是绝对精确的。例如身高172cm，它的实际表示是： $171.5\text{cm} < \text{身高} < 172.5\text{cm}$ 。171.5是172的下限，172.5是172的上限。一般地说，一个数的上下限分别是比这个数大、小半个单位的数。

附：CASIO fx—180P 计算器统计使用

CASIO fx—180P 计算器的面板如附图。从图上可见，在计算器显示屏下面，并排画着MODE和· 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9。在这些数字的上面标着一些字符。这就是计算器工作状态选择方法的说明（详见计算器说明书）。我们这里主要使用的是：

MODE · 是进入各种常规计算状态（包括随机数取得）

MODE 2 是进入双变量统计运算状态（算术平均数、标准差、相关、一元回归计算）。这时显示屏的上方显示出LR两个小字。

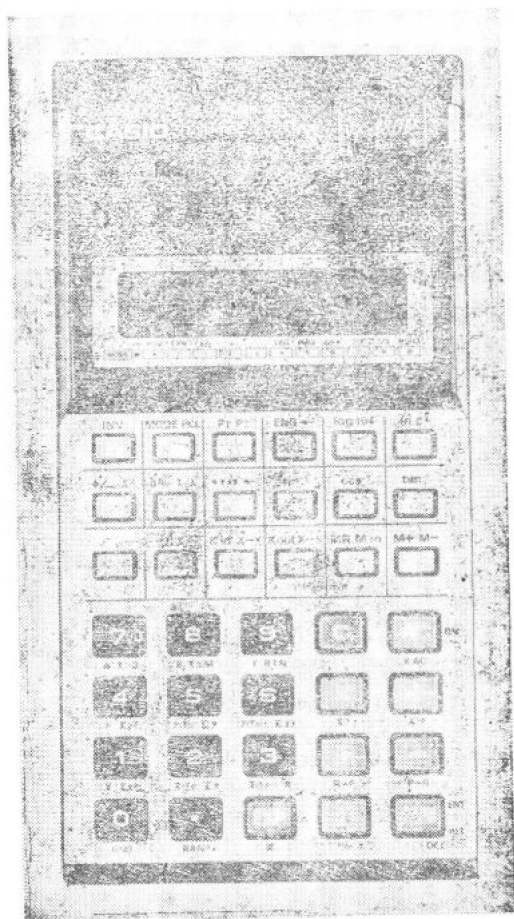
MODE 3 是进入单变量统计运算状态（算术平均数与标准差的计算）。这时显示屏的上方显示出SD两个小字。

尤其要注意的是INV键的使用，INV键是转换键，又称第二功能键，凡面板上的红色字符的功能，都要按INV键后才能执行。

例：在计算器中取得随机数的方法。

等一步按 $\boxed{\text{MODE}} \boxed{\cdot}$ ，进入随机数功能

等二步按 $\boxed{\text{INV}} \boxed{\cdot}$ ，屏幕上显示的就是一个3位的随机数，继续



按  $\boxed{INV} \boxed{\div}$ ，就不断得到 3 位的随机数。若要清除可按  $\boxed{AC}$  或  $\boxed{C}$ 。

由于每次得到的都是一个 3 位的随机数，因此只能用于编号 1000 以内的随机抽样。

如果要用于编号 100 以内的随机抽样，那么只要在计算器中取得的 3 位随机数中任取 2 位即可。

## 练 习 一

1. 什么是教育统计学？学习教育统计学有什么重要意义？它与教育调查和实验有什么关系？

2. 举例说明下列概念：总体，样本，大小样本。

3. 在 500 个个体组成的总体中，用随机数表及计算器抽取  $n = 10$ 、20 的样本？

4. 比较纯随机抽样，机械抽样，分层抽样，整群抽样的区别。

5. 什么是相关样本？并各举一例说明同体前后相关样本与等值配对相关样本。

6. 求出下列各数的上、下限：

(1) 68；(2) 6.8；(3) 6.80。

7. 什么是计量数据？什么是计数数据？各举 3 例说明之。

## 第二章 分布表与分布图

教育统计学的内容可分为两大部分：描述统计学和推断统计学。

本章仅就频数、频率分布问题来阐明描述统计的有关内容。

1. 数据整理——归类、分组
2. 制统计表
3. 绘统计图——条形直方图、圆（扇）形图、曲线图
4. 分析评述

### §2.1 频数分布与频率分布

频数分布是指一群数中每一数值（或一组数值）所出现次数的分布情况。它在描述统计中至关重要。表2.1 是某校157名学生高考某科分数：

表2.1 157名考生的某科成绩

|      |      |      |      |      |      |    |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| 41.5 | 29.5 | 40.5 | 23.5 | 34.5 | 39.5 | 31 | 20.5 | 32.5 | 26   | 33   |
| 24   | 36   | 14.5 | 25   | 32   | 34.5 | 42 | 37   | 45   | 31   | 31   |
| 31   | 44.5 | 29.5 | 50.5 | 39   | 55   | 57 | 34   | 49.5 | 31.5 | 30   |
| 36   | 18   | 27   | 29.5 | 27   | 43.5 | 39 | 37.5 | 15   | 33   | 36.5 |
| 52.5 | 24   | 53   | 35   | 45.5 | 29.5 | 16 | 39.5 | 42.5 | 41.5 | 50.5 |
| 32.5 | 46.5 | 30.5 | 26   | 30.5 | 21.5 | 64 | 68   | 58   | 56   | 37.5 |
| 47.5 | 38   | 34.5 | 43.5 | 37   | 57   | 43 | 36.5 | 24   | 18.5 | 42.5 |
| 33.5 | 29.5 | 27.5 | 42   | 20   | 15.5 | 26 | 37.5 | 28.5 | 26.5 | 40.5 |



续表

|      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 18   | 12.5 | 13   | 27.5 | 24.5 | 19.5 | 39   | 37.5 | 49.5 | 19   | 28.5 |
| 37.5 | 11.5 | 32.5 | 35   | 47.5 | 41.5 | 50.5 | 23.5 | 28   | 13.5 | 26   |
| 11   | 12   | 42.5 | 36.5 | 39.5 | 24   | 33.5 | 45.5 | 59.5 | 38   | 42.5 |
| 35.5 | 13   | 42.5 | 47.5 | 38.5 | 46.5 | 40   | 39.5 | 59.5 | 37.5 | 44.5 |
| 35   | 56.5 | 59.5 | 42.5 | 50.5 | 37.5 | 24   | 39.5 | 46.5 | 27.5 | 45   |
| 42.5 | 31   | 43.5 | 41.5 | 38.5 | 36   | 48.5 | 36   | 37.5 | 36.5 | 44.5 |
| 10.5 | 37   | 23   |      |      |      |      |      |      |      |      |

### 一、分组——按分数段（组限）统计

1. 求全距  $R = \text{最大值} - \text{最小值} = 68 - 10.5 = 57.5$ 。

2. 定组数  $N$ 。

若个体数  $n \geq 50$ ，定  $10 \leq N \leq 20$

$n < 50$ ，定  $N = 5、6$

现在  $n = 157$ ，定  $N = 12$

3. 定组距  $i = R/N = 57.5/12 \approx 4.8 \approx 5$ （取精确到个位的过剩近似值）组数和组距要综合起来考虑。若一开始定的组数是13，那么这时的组距是  $\frac{57.5}{13} \approx 4.4$ ，第一不能取不足近似值

4，因为13个组距合起来是52，比全距57.5少了5.5，所以这样的分组不能把全距充满，将出现了一些分数段无法统计的情况。第二也不能取过剩近似值5，因为这时这时13个组距合起来是65，比全距57.5又多了7.5，所以这样的分组，将出现人次为0的空组，造成了浪费。因此我们一般使组距的十分位数字大于5，才取它的过剩近似值定为统计的组距。

4. 定组限（分数段的上、下限）、分组。

从最低组定起，它的组限：

左限应取最小分的精确到个位的不足近似值。本例最小分是10.5，故左限为10，而组距  $i = 5$ ，故右限为  $10 + 4 = 14$ 。