

常用教育与心理统计方法

● 李仲澹 编著

● 中南工业大学出版社 ●

常用教育 与心理统计方法

李仲涟 编著

中南工业大学出版社

1986长沙

0550

常用教育与心理统计方法

李仲涟 编著

责任编辑 梅敦诗 何彩章

中南工业大学出版社出版发行

湖南省广播电视厅印刷厂印刷

湖南省新华书店经销

开本: 787×1062 1/32 印张: 7.875 字数: 183.7千字

1987年1月第一次版 1987年1月第一次印刷

印数: 0001——9000

ISBN 7-81020-001-1/G·001

统一书号: 7442·021

定价: 1.30元

前 言

当前，教育科学研究已逐渐地由单纯的定性研究发展到定性与定量分析研究相结合的阶段了。要对教育现象进行定量的科学研究，就必须借助于统计学这一工具。系统学习统计学的有关理论和方法，需要花费很多精力和较长的时间，这对于工作繁忙的许多教育工作者来说，的确有一些具体困难，这就在一定程度上阻碍了教育科学研究工作的开展和普及，因而也影响了教育质量的提高。因此，许多中小学教育工作者希望有一本通俗的关于教育统计学的书。为了适应这种需要，并推动教育科学研究的开展，我们把多年来教学和科研的实践经验加以具体化、浅显化，编写了这本重在实用的参考书。

为了便于从事教育实际工作的同志业余自学，本书着重介绍了常用统计方法。介绍时以列举实例为主。在介绍某种方法时，又着重介绍直观原理，把注意力和精神贯注在计算、运用和解释上，不作数理统计理论上的推导。因而，使具有高中文化程度的同志可以看懂，并会在实际工作中运用。

由于笔者水平有限，书中缺点错误在所难免，恳切希望读者批评指正。

李仲涟

1986年6月

目 录

第一章	绪论	
第一节	统计方法在教育研究中的作用·····	(1)
第二节	教育统计方法的分类·····	(3)
第三节	几个统计术语的解释·····	(5)
第四节	统计常用符号及数的处理·····	(9)
第二章	教育统计资料的搜集和整理	
第一节	教育统计资料的搜集·····	(13)
第二节	教育统计资料的整理·····	(21)
第三章	平均数、标准差和方差	
第一节	平均数·····	(30)
第二节	标准差和方差·····	(37)
第四章	相对地位量数和相对差异系数	
第一节	百分等级·····	(46)
第二节	标准分数·····	(55)
第三节	相对差异系数·····	(60)
第五章	两列变量的相关系数	
第一节	相关及相关系数概述·····	(63)
第二节	积差相关·····	(71)
第三节	等级相关·····	(77)
第四节	点二列相关、二列相关与 ϕ 相关·····	(82)
第六章	由样本值估计总体	

第一节	基本概念·····	(89)
第二节	均数的区间估计·····	(94)
第三节	其他统计数的区间估计·····	(99)
第七章	差数的显著性检验	
第一节	基本概念·····	(103)
第二节	均数差异的显著性检验·····	(107)
第三节	标准差之差的显著性检验·····	(118)
第四节	比例差异的显著性检验·····	(122)
第八章	单因子方差分析和F检验	
第一节	方差分析·····	(129)
第二节	F检验·····	(133)
第三节	F检验后对各平均数的相互比较·····	(137)
第四节	方差齐性检验·····	(145)
第九章	属性资料的分析——χ^2检验	
第一节	χ^2 与 χ^2 检验·····	(149)
第二节	适合性检验·····	(151)
第三节	独立性检验·····	(160)
第四节	χ^2 检验的其他要点·····	(165)
第十章	几种非参数检验法	
第一节	符号检验法·····	(171)
第二节	符号等级检验法·····	(176)
第三节	等级和检验法·····	(180)
第四节	中位数检验法·····	(183)
第十一章	教育、心理测量工具(测验)的分析	
第一节	信度分析·····	(188)
第二节	效度分析·····	(199)

第三节	难度分析.....	(203)
第四节	区分度分析.....	(206)
第十二章	实验设计	
第一节	实验和实验设计的意义.....	(211)
第二节	实验设计的基本内容.....	(213)
第三节	教育实验设计的类型.....	(221)
附录	统计用表.....	(226)

第一章 绪 论

第一节 统计方法在教育科学

研究中的作用

统计方法是认识社会和自然现象的数量特征的重要工具。正确的统计分析能帮助我们正确认识事物客观存在的规律性。我们做任何工作都必须掌握基本情况，做到胸中有数，才能有的放矢地开展工作。教育工作和教育科学研究工作也不例外。无论是教师或教育行政管理人员，要做到胸中有数，不仅在日常工作中要认真做好记录，有计划地进行调查、实验研究、搜集资料、积累资料，而且要学会统计方法，并运用它来处理教育方面的数量资料，才能以简驭繁，去粗取精，由表及里，揭示教育工作的客观规律。例如一位教师对教材教法的研究，对学生身心发展规律和特点的研究，以及进行各种教育测量，考察评比学生的成绩等等都需要运用统计学知识。再如一个教育行政管理人员要了解教育事业发展的规模和速度，要掌握人力、物力、财力，要提高自己的工作的科学性等等，都必须在充分占有数据的基础上，运用统计方法去进行科学分析和说明，从而掌握其一般发展趋势，探索出规律性的东西，才能有所发现，有所前进。还有现在国内外许多教育方面的研究都运用统计学原理和方法，采用统计的专门术语来描述和分析研究成果，如不了解统计

的基础知识，就无法阅读和评价有关教育研究文献，就不能从中吸取间接经验。若进行教育科学研究，则教育统计尤为不可缺少的工具。从事科学研究，首先要搞实验设计，而实验设计是以掌握统计理论为前提的。同时，也只有掌握了统计理论，才能正确处理实验数据。例如要分析、比较实验结果，就离不开集中量数、差异量数的应用；要确定现象之间的相关情况，则非相关之方法不可；要对实验结果进行分析、推论，希望获得正确的结论，不掌握推论统计的原理和方法，更无法进行。所以要在教育研究方面，有所发现，有所前进，决定的因素很多，而教育统计方法的运用，是其中一个很重要的因素。可以说离开统计方法，就不能完成科学的教育。

那种“统计无用”的观点是错误的。例如有人认为只凭常识或数字的表面值就可以看出实验研究各组间的差别，不需要什么统计处理。这种不考虑抽样误差的判断往往是错误的。当实验数据多，而且两组间的差距相当大时，凭常识判断和统计处理的结论可能是一致的；但如果实验数据少，特别是两组差别不太大的情况下，不考虑机遇问题，仅凭常识判断下结论，就难免发生错误。我们看到许多实验研究报告，大多数正确地运用统计方法，全面地分析资料，作出的结论是有说服力的。但也有仅凭数字的表面值而下结论的，一经统计处理，所得结论恰恰相反。这说明科学研究需要正确的统计方法处理，只有正确地运用统计方法，帮助我们正确认识客观事物，阐明事物的客观规律，从而把感性认识提高到理性认识，用于指导实践。

但是，统计也不是万能的，它只有助于阐明规律，而不

能改变事物的本来面目去“创造规律”。如果在进行科学实验以前，不作周密考虑，不将实验设计好，搜集的资料是杂乱的、不全面的，而希望用统计方法来予以弥补，实际上，统计方法对这种情况是无能为力的。或者只凭主观愿望出发，滥用或乱用统计方法去凑合预定的结论，是违背辩证唯物论，玩弄数字的行为，也是非常错误的。教育统计和其他统计一样，只能阐明规律，而不能“创造规律”，只有在唯物辩证法思想指导下，有计划地搜集资料，正确合理地整理资料、分析资料，才能得出符合客观规律的结论，才能用于实践，为实践服务。

第二节 教育统计方法的分类

统计方法大致可分为三类：一类是描述统计方法；一类是推论统计方法；还有一个方面是实验设计。在教育方面合理地应用这三类统计方法去研究问题，就是教育统计方法，因此教育统计方法也相应地分为三类。

一 描述统计方法

统计是适应社会生产发展和国家管理的需要而产生并发展的。早在古代社会里，就有人口、土地、兵力、居民财产等的简单数字记录。要从这些数字资料中整理出有系统、有意义的讯息，常须用到计算、测量、描述、划记和排列次序等方法。否则，只有一大堆散乱无章的数据资料，就毫无意义可言。因此，所谓描述统计的主要目的是在于使用计算等方法，将一群数据资料加以整理、摘要、简约，以便容易了解其中所含的意义和其中所传递的讯息的性质。例如教育工作者就所关心的教育现象进行调查或实验，获得大量数据之

后，就必须加以整理、简约，找出其分布特征，如集中趋势、离中趋势、相关强度等；计算出一些具有概括性的统计量，如平均数、标准差、相关系数等，作为指标，并用这些指标来描述研究对象的情况，对不同总体进行比较，作出结论。在教育工作和教育科学研究中，使用描述统计方法的机会很多，如各级教育部门要统计各级各类学校数和学生数，教师要了解全班学生的平均成绩或参差程度，要比较学生成绩的优劣等等。

二 推论统计方法

推论统计又叫抽样统计。这类统计方法主要是对资料进行分析和解释，它告诉我们在描述统计方法的基础上去推论更一般的情况。即根据一部分对象所得到的统计量，来推论较大总体的有关特征，并表明这个推论可能发生的误差。假如我们想知道全市十万中学生患近视者的百分比，又假定因为经济上和时间上的原因，我们无法全面地调查所有这些中学生，则较好的办法是从全市十万学生中随机抽取一部分学生，譬如抽取1200名，进行视力检查，然后根据所得的百分比，来推测全市中学生患近视的百分比。假定抽查的1200名学生中患近视者有240名，即20%，则我们可以猜测全市十万名中学生中有20%左右是患近视的，而且还特别指出这一猜测错误概率可能有多大。在这个例子里，这十万名中学生就是总体，而这1200名中学生是样本，象这样根据样本资料来推论总体的性质，并标明可能发生误差的统计方法，就是推论统计。在一般情况下，总体的性质往往是不知道的，因此推论统计远比描述统计重要，但推论统计必须以描述统计为基础。如果没有描述统计作基础，便无法进行推论统计的

工作。在教育工作和教育科学研究中，我们常须进行这种由已知推论未知；由样本的性质推断总体性质的推论统计。例如，从全省参加高考的学生中随机抽取男女生各若干名，分别计算其考试成绩，然后推论全部考生在考试成绩方面有无性别差异，便是一例。由于在教育方面或心理方面的研究中，所要探讨的总体性质，往往是不知道的，必须对总体进行科学推论。因此，推论统计方法在教育科学研究中，占有很重要的地位。

三 实验设计

实验设计是统计方法的另一个重要部分，是统计学最近几十年才发展起来的一部分内容。主要研究如何更合理更有效地获得观测资料，如何最正确、最经济、最有效地达到实验目的。其具体内容将在后面设专章讨论。

统计学中这三部分是相互区别又相互联系的。其中推断统计是核心，其他两部分是围绕这个核心而建立的。可以说描述统计是推论统计的前驱；实验设计是推论统计的后衍。

第三节 几个统计术语的解释

在统计方法中，有许多专门的术语，使初学者感到陌生，为了以下叙述的方便，这里先提出部分常用且重要的术语，并作解释。

一 总体与样本

凡是在某一相同性质上结合起来的许多个别事物的集体，当它成为统计研究对象时，就叫做总体。例如就七岁儿

童来说，所有七岁儿童都具有同年龄这个同质特征，是一个总体。每个七岁儿童叫做个体。但我们要研究七岁儿童的身心特征，事实上并不能将七岁儿童总体都观察到，而只能对一部分个体进行观察。这种从总体中取出部分个体的过程称为“抽样”，所抽得的部分就称为样本。在一个样本里可以含有不同的个体数。这个样本所包含的个体数目，称为样本含量。

在科学研究中，研究者手头上所掌握的资料，经常只是总体的一小部分，只是一个样本。但科学研究的目的，不能满足于依据一个样本所得到的结果，而期望知道总体的情况。如何正确地从样本来推测总体，这是推论统计所要解决的问题。

二 变量

在教育、心理调查研究中，我们常遇到各种量，例如身高、体重、颜色、智商、年龄、性别、教学方法、态度和职业等等，这种种不同的量，均为变量，因为它们在不同时间、不同条件下都可以发生变化，可依不同的值出现或改变。如身高，每个人高矮不同，有的是150公分，有的是152公分，还有的是160公分……。显示身高这一属性可依不同的值出现。颜色有红、橙、黄、绿、蓝、靛、紫等不同的改变。性别有男女的变化。正由于观测数据具有变异这一特点，所以在统计学中把它叫做变量。与变量相反的名词是常量。常量是在一定范围内不会改变其数值的一种变量，如圆周率 π 就是一种常量，因为它总是近似地等于3.1416，它的值是不会改变的。

最常见的变量分类方法有下列几种：

1、自变量和因变量 变量依其相互间的关系可分为自变量和因变量。在一个实验中，实验者所操弄的变量叫做自变量，因自变量之变化而发生改变的变量叫因变量。假使我们要研究不同教学法对学生学习成绩的影响，则教学法是自变量，因为这是实验者所操弄的，他可以决定选择讲演法和自学辅导法两种，也可以选择自学辅导法、编序教学法和启发式教学法三种。然后观察它们对学生学习成绩的影响。这时学习成绩便是因变量，因为教学法不同，成绩的高低便有所不同。两种变量之间的关系可以表示为 $y = f(x)$ ，即 y 为 x 的函数，在这函数式中， y 称为因变量， x 为自变量。如果两变量的函数关系为已知，就可以从自变量 x ，求出相应的因变量 y 。

2、连续变量与间断变量 变量依其值的不同，可分为连续变量和间断变量。连续变量是指在量尺上任何两点之间都可以加以细分，可能取得无限多大小不同的数值，在教育特质或心理特质方面有许多这样的变量，例如时间、身高、体重、智商、测验分数等均属之。以身高来说，可以为167公分，也可以为166.9公分，也可以为156.26公分，在某一范围内任何的值均可以出现。连续变量既然是连续不断的，那么在连续变量的系列上的任何一个值，应视为一段距离，而不是一个点。例如某儿童的身高为130公分，是代表129.5公分至130.5公分之间的任何一个数值，也就是这二者之间的一段距离。故连续变量，如130公分，只是一个近似值。间断变量又称离散变量或非连续变量，是一种只能取特殊值而不能取任何值的变量，它代表一个点，而不是一段距离。例如每个班的学生数，选举票数等均属之。班上的学

生数，可能是50个、51个……。但不可能是49.5个或51.5个，在50和52之间，只可能有一个整数51，而不可能再有其他整数。所以间断数是精确数。

3、名义变量、次序变量、等距变量和比率变量 变量依其性质，根据史蒂文斯 (S. S. Stevens) 的分法，又可分为四种：

(1) 名义变量，名义变量又叫名称变量，它只说明某一事物与其他事物在属性上的不同，或类别上的差异，不说明事物与事物之间差异的大小。例如运动员的背号，学生的学号，学生的性别，衣服的颜色，教学方法等变量均属于名义变量。在这些例子里，我们只给不同属性、不同类别的事物的不同名称，这些名称何者排在前面，何者排在后面，无关紧要。所以，名义变量又称类别变量。

(2) 次序变量，次序变量又叫顺序变量，是指可以就事物的某一属性的多少或大小按次序将各事物加以排列的变量。例如在各种比赛中，我们用第一名、第二名和第三名等来冠以参加比赛者，以区分其比赛成绩的好坏次序。语文教师评作文成绩时打甲、乙、丙、丁，也是一种次序变量。这类变量，我们不但从赋予名称来区别各事物之间的不同，而且排出他们在某一特质方面的多少或大小次序。它与名义变量的主要区别在于它有“方向次序”存在。但它不具有相等单位（也不具有绝对零度）。

(3) 等距变量，等距变量是指除了可以说出名称和排列大小次序以外，还可以算出差别的大小，也具有相等单位的变量。例如温度、明暗、音强等属之。如星期一的温度为 10°C ，星期二为 15°C ，星期三为 20°C ，则我们不但可以

说星期三的温度高于星期二，星期二的温度高于星期一，而且还可以说星期三与星期二气温之差，等于星期二与星期一气温之差。其单位“度”是相等的，但没有绝对零点，其零度不是绝对零点，即不是自然原点，而只是一个相对的数值，因而不能作比率性陈述。

(4) 比率变量，比率变量是指除了可以说出名称、排出次序、算出差距和有相等单位之外，还具有绝对零点，可作比率性陈述。例如身高、体重都是比率变量。如果一个成年人的身高是176厘米，一个儿童的身高为88厘米，我们说，这个成年人的身高为那个儿童身高的两倍，是完全正确的。在心理学领域里，真正属于比率变量的并不多。但有时在感觉方面的实验中，把全听不到声音时的音量定为零，在学习方面的实验中，把全引不起反应时的刺激定为零，也可以使用比率变量。

除以上几种分类方法外，还有人把变量分为量的变量和质的变量两大类。前四种变量中，名义变量和次序变量属于质的变量，而等距变量和比率变量属于量的变量。

第四节 统计常用符号及数的处理

教育统计方法须用各种符号，对数据进行各种处理。因此，在探讨各种统计方法以前，先要介绍常用符号的意义和用法，说明统计学上的数和处理方法的特点。

一 常用符号的意义和用法

在统计方法中，符号较多，加之统计学著作者使用的统计符号常是不一致的，致使初学者感到混淆不清。本书所用

符号，先后一致，这里将本书最常出现的符号意义和用法说明如下：

A、在描述统计里，我们常用英文字母来代表某些量数。英文字母系列中较前面的字母A、B、C、D……或a、b、c、d……代表常数。较后面的字母，例如X、Y、Z或x、y、z则常用来代表变量。

B、在推论统计里，我们常用英文字母代表样本的统计数，例如平均数以 $\bar{X}$ 来代表，标准差以S来代表。但是，我们却常以希腊字母代表总体的性质，例如平均数以 μ 来代表，标准差以 σ 来代表。

若X变量有N个变数，我们就分别以 $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ 来代表。习惯上，我们用 X_i 来代表自 X_1 到 X_n 间的任何一个变量。X右下的小字i，叫足标。在这里 $i = 1, 2, 3 \dots n$ 。

我们用希腊字母 Σ 来代表“数的总和”。例如 $X_1, X_2, X_3 \dots X_n$ 的总和，可以表示为：

$$\sum_{i=1}^n X_i = X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n$$

如果计算总和的起迄点十分清楚，通常可以把 Σ 上下面的小记号省掉，只写 ΣX_i ，甚至只写 Σx 。

其他符号在各章出现时，再予以介绍。

二 统计上的数及其处理

1、数的特点 教育统计上所研究的数字都来自实际，无论是观测的数还是计算得来的数，几乎都是近似值，它不可能达到绝对的精确。统计上数的误差有的可以相抵，有的不可相抵。若观测某方面的特质所产生的误差有正有负，则