

XINLI YU JIAOYU TONGJIXUE

心理与教育统计学

©陈国英 编著



四川大学出版社

心理与教育统计学

陈国英 编著

四川大学出版社

责任编辑：张振芳
责任校对：李旭华
封面设计：原谋设计工作室
责任印制：杨丽贤

图书在版编目 (CIP) 数据

心理与教育统计学 / 陈国英编著. —成都：四川大学出版社，2006.9

ISBN 7-5614-3522-3

I. 心... II. 陈... III. ①心理统计②教育统计
IV. ①B841.2②G40-051

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 106182 号

书名 心理与教育统计学

作 者 陈国英 编著
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
印 刷 郫县犀浦印刷厂
成品尺寸 148 mm×210 mm
印 张 11.5
字 数 289 千字
版 次 2006 年 9 月第 1 版
印 次 2006 年 9 月第 1 次印刷
印 数 0 001~1 500 册
定 价 26.00 元

◆ 读者邮购本书,请与本社发行科
联系。电话:85408408/85401670/
85408023 邮政编码:610065

◆ 本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。

◆ 网址:www.scupress.com.cn

版权所有◆侵权必究

前言

心理与教育统计学是运用数理统计原理和方法研究和解决心理与教育问题的一门科学。马克思曾经说过，“一门科学只有成功地运用数学时，才算达到真正完善的地步。”这充分说明了定量研究在学科发展中的重要性。尽管定性研究是科学研究的重要方法，但是完全离开定量基础的定性研究会造成偏重思辨、忽略实证的结果，不利于心理与教育研究的健康发展。所以，心理与教育统计学的意义和作用是不言自明的。

心理与教育研究的目的，在于发现隐藏在心理与教育现象背后的规律。在心理与教育领域，很多现象都是随机的，如学生的成绩、实验的成效、学生的智力结构、个性特点、兴趣爱好等。它们都受许多复杂因素的影响，其统计结果也就带有一定的偶然性。心理与教育研究的重要内容之一，就是揭示蕴含在这些偶然现象之中的必然规律。而怎样从随机的、偶然的现象中发现规律，正是心理与教育统计学的研究对象和心理与教育统计学的主要价值之所在。

能否科学地运用数理统计原理和方法，是决定心理与教育研究本身科学性和研究结论正确性、可推广性的重要因素。因此，心理与教育统计学作为一门学科的重要任务，就是使心理与教育科学研究者掌握数理统计、推论的原理和方法。在多年的工作中，笔者深切地感受到，缺乏必备的心理与教育统计学知识，是研究者不愿意进行定量研究的重要原因。尽管现在有了社会科学统计软件包(SPSS 11.0)，但在实际研究工作中，很多研究者都缺乏系统的心理与教育统计学知识；有的研究者即使有一定的基础，但在

实践中运用较少。对于他们而言,如何将统计学的原理应用于工作实际,如何根据统计结果揭示教育现象、总结教育规律,仍然是一个重要问题。基于此,笔者积二十余年教学和科研经验编写此书,旨在为心理与教育研究工作者运用统计学原理和方法解决实际问题提供一些帮助。本书在编写中注意了以下几点:

1. 在体系上,仍然按照心理与教育统计学的基本构架安排内容,使全书具有较为完整的学科体系,保证了较强的系统性。

2. 在内容上,以心理与教育统计学基本原理和方法为主线,重点阐述统计原理在心理与教育研究中的实际作用,各种统计方法的应用条件和范围,比较各种方法的优缺点,强调了实用性。

3. 在理论与实践的沟通上,每一章都有相关统计学方法的运用实例,并结合已发表的研究报告,分析各类统计结果所显示的实际含义,注重运用基本原理解释统计结果,突出了实效性。

希望此书的出版能为广大心理与教育研究者提供力所能及的帮助,为心理与教育研究的科学化略尽绵薄之力。

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 统计的理论和方法在心理与教育研究中的作用	(1)
第二节 心理与教育统计的类型	(5)
第三节 心理与教育统计数据分类及基本概念	(7)
第二章 数据资料的搜集和整理	(13)
第一节 数据的搜集和初步整理	(13)
第二节 统计图表在心理与教育科学研究中的应用	(24)
第三章 数据分布的特征量数	(41)
第一节 集中量数	(41)
第二节 差异量数	(56)
第三节 地位量数	(68)
第四节 统计特征数在心理与教育研究中的选用	(75)
第四章 统计指标的相关分析	(97)
第一节 相关的统计学意义	(97)
第二节 相关分析的方法	(102)
第三节 相关分析在心理与教育研究中的应用	(121)
第五章 统计推断的基础及原理	(131)
第一节 概率及其分布	(131)
第二节 抽样与抽样分布	(153)

第三节	统计推断的原理	(171)
第六章	假设检验	(177)
第一节	假设检验的基本问题	(177)
第二节	平均数的显著性检验	(183)
第三节	其他总体参数差异的显著性检验	(198)
第四节	假设检验在心理与教育研究中的应用	(214)
第七章	方差分析	(221)
第一节	方差分析的基本原理	(221)
第二节	心理与教育实验中的方差分析	(232)
第八章	χ^2 检验	(251)
第一节	χ^2 检验的基本原理	(251)
第二节	适合性检验	(255)
第三节	独立性检验	(261)
第四节	同质性检验与数据的合并	(269)
第五节	χ^2 检验在心理与教育研究中的选用	(276)
第九章	回归分析	(281)
第一节	回归分析的原理	(281)
第二节	一元线性回归的显著性检验	(290)
第三节	多元线性回归分析	(298)
第四节	回归方程在心理与教育研究中的应用	(307)
附表	(315)
参考文献	(359)
后记	(363)

第一章 绪 论

在心理与教育科学研究中,经常要接触大量具有随机性质的数字资料,如何整理这些数字资料,并充分利用所提供的信息,探索其中的规律,得出科学的结论,是心理与教育科研工作者必须解决的重要问题。在心理与教育科学研究中,心理与教育统计就是处理这些随机数据的一种研究方法和技术。本章将概述心理与教育统计的基本思想,分析其方法学的性质,介绍统计原理和方法在心理与教育研究和实际工作中的意义,简释心理与教育统计的基本概念,大致描绘出这门学科的内容轮廓。

第一节 统计的理论和方法在 心理与教育研究中的作用

一、定义与性质

心理与教育统计学是专门研究如何运用统计学的原理和方法,搜集、整理、分析、比较心理与教育科学研究中获得的随机性数据资料,并根据这些数据传递的信息进行科学推论,找出心理与教育活动规律的一门学科。

统计学大致分为理论统计(theoretical statistics)和应用统计(applied statistics)两大部分,前者侧重统计理论与方法的数理证明,后者侧重统计理论与方法在实践中的应用。心理与教育统计属于应用统计的范畴,是应用统计的一个分支。

作为一门应用统计学科,心理与教育统计与数理统计之间既有

联系,又不完全相同。科学研究中所获得的各种数据,大都具有随机性质。数理统计就是要分析这些随机变量的规律性,其理论基础是专门研究随机现象的科学——概率论,侧重于基本原理与方法的数学证明。心理与教育领域也包含大量的随机现象。因此,研究心理和教育现象的规律,也必须借助数理统计的某些原理和方法。不同的是,心理与教育统计是把数理统计的原理和方法作为一种工具引入心理和教育现象的研究中,强调各种统计方法在不同的心理和教育研究中应用的条件和范围,以及对统计计算结果的解释,一般不做公式的推导和理论上的证明。因此可以说,数理统计与心理与教育统计二者之间是理论与实践的关系。心理与教育统计学是数理统计与心理学、教育学交叉结合的产物,是心理与教育科学研究中广泛应用的、最基本的一种定量化的研究工具。

二、心理与教育研究中数据资料的特点

在心理与教育领域中,大量的研究工作是通过调查、实验来进行的,研究者必须对所要研究的事物进行观察或通过一定的手段进行测量,然后将观察测量的结果用数字形式表示出来。这些数据通常具有以下特点:

(一) 数据的离散性

数据的离散性是指搜集的数据通常是以一个个分散的、有一定间隔的数字形式出现。事实上,在科学研究中,无论采用什么样的观测手段和方法,由于事物在所观测属性上表现的数量差异性和观测结果取值精确度等因素影响,观测得到的数据总是或大或小地表现出离散性。

(二) 数据的变异性

数据的变异性是指研究获得的数据总是在一定范围内以变化的形式出现,很少有绝对相同的数据不断出现。即便使用同一种测量工具观测同一事物,只要是进行多次观测,所获得的数据

就不会完全相同。

数据变异的原因来自于观测过程中一些偶然的、不可控制的因素,称为随机因素。随机因素使测量产生的误差称为随机误差。由于这种随机误差的存在,使得在相同条件下观测到的结果常常不止一个,并且事前无法确定。这是在客观世界中存在的一种普遍现象,称为随机现象。在心理与教育科学研究中,研究的对象是人的心理和各种教育现象,不仅客观上的一些偶然因素会引起测量误差,而且实验(研究)者和被试主观上的一些不可控制的偶然因素也会造成测量误差。由于各种偶然因素十分复杂,所造成的随机误差就更大,这就使心理与教育科学研究中得到的数据具有更明显的变异性。

(三) 数据的规律性

数据的规律性是指尽管受随机因素的影响,研究获得的数据具有离散性和变异性的特点,但随着观测次数的增加,这些随机变化的数据在一定的时间和空间范围内总会呈现出一定的规律性,并可以通过大量的观察揭示出来。就某一项研究的某一次观测来说,其结果受随机误差的影响,数值不能事先确定,因此称其为变量。但通过大量的观测,可以揭示这一随机现象的规律性。正是由于数据具有规律性的特点,才使心理与教育科学研究和统计工作有了可能性。

三、统计方法在心理与教育研究中的应用

在心理与教育领域,无论是在科学研究、行政管理中,还是在日常教育工作中,都会接触到数量的问题,搜集到许多数据。对这些数据,只有经过统计整理、分析和推断,才能从中提取到有价值的信息,帮助我们发现有关心理与教育现象的规律,作为我们判断、决策的依据。在心理与教育领域中,统计方法主要应用在以下几个方面:

(一) 明确心理和教育现象的性质

任何事物都是质和量的统一。一方面,质规定着量的范围,不同质的事物具有不同的量和量的界限;另一方面,质又以一定的量作为必要的条件,它决定于量的界限。例如,说某个学生是优秀学生,这是“质”,而这种质一定要从该生的各科成绩分数、综合素质测评分数、体育达标成绩等数量方面表现出来。又如,说某人记忆力好,这也是指“质”,这种质就是从其单位时间内识记数量的多少、保持时间的长短、重现正确率等数量方面表现出来的。要从这些数量中明确性质,就必须对数量进行统计分析,计算出平均数、标准差、百分等级、标准分数等统计量,并根据这些统计量说明其性质。

(二) 探讨心理和教育现象中的关系

各种心理现象或教育现象之间都存在着相互联系、相互制约的关系。如语文成绩与英语成绩之间、道德认识与道德行为之间、人格因素与心理健康水平之间等等,都可能存在相关关系。心理与教育统计中的相关分析,可以帮助我们从心理或教育现象的数量方面去探讨两种或几种现象之间有什么样的关系以及关系的密切程度。

(三) 比较心理或教育现象间的差异

心理现象或教育现象之间的差异,可以从数量方面进行考察,但数量上的差异是否有意义、有价值,则必须经过统计分析才能确定。例如,两种不同教学方法的效果不同,两种不同水平的实验因素使实验结果不同,这些差异是由于抽样等偶然因素造成的,还是由两种教学法、两种实验因素水平的差异造成的呢?要回答这个问题,必须进行差异的显著性检验,如 t 检验、 Z 检验才能判明。

(四) 分析影响心理和教育现象变化的因素

一种心理现象或教育现象的变化,常常受多种因素影响。例

如学生成绩的高低,与教师、教材、教法、学习习惯、学习方法、家庭环境等诸多因素都有关系,但是,在这些因素中哪个因素的作用最大,哪个次之,哪个作用最小,是不能主观臆断的。要想找到真正起作用的因素,就必须用方差分析(因素分析)、 F 检验等方法。

第二节 心理与教育统计的类型

心理与教育统计的研究内容,可依不同的标准进行分类。

一、按统计方法的功能进行分类

(一) 描述统计

描述统计(descriptive statistics) 主要研究如何把心理与教育科学实验或调查得来的大量数据科学地加以整理、概括和表述。具体内容有:

第一,数据如何分组,如何使用统计图表描述一组数据的分布情况。

第二,怎样计算一组数据的特征值,简缩数据,进一步描述一组数据的全貌。如表示数据集中情况与差异情况的各种特征值的计算和表示方式等。

第三,表示一事物两种或两种以上属性间相互关系的描述及各相关系数的计算和应用条件等等。

描述统计可以使杂乱无章的数字更好地显示出事物的某些特征,有助于说明问题的实质。

(二) 推论统计

推论统计(inferential statistics) 主要研究如何利用实际获得的样本数据资料,依据数理统计提供的理论和方法,来对总体的数量特征与关系作出推论和判断。其统计方法包括以下几个

方面:

第一,如何对假设进行检验。

第二,如何对影响事物变化的因素进行分析。

第三,如何对两种事物或多种事物之间的差异进行比较等等。

推论统计的理论和原理包括抽样理论、估计理论和统计检验原理。推论统计可使人们能更好地认识心理与教育现象的内在特征、结构关系,更好地探索规律,有效地预测和调控,是我们特别应予以重视和把握的。

(三) 实验设计

实验设计(experimental design)主要研究如何科学地、经济地、有效地进行实验。其中包括怎样抽取实验样本,抽取多大的样本方能达到实验的精确度;提出什么假设;应该操纵哪些自变量去引起因变量的变化;控制哪些无关变量以减少实验的误差;如何安排实验步骤,怎样观察和记录实验过程,用什么统计方法处理实验结果等等。

二、按照心理与教育统计研究的问题实质来划分

(一) 描述一件事物的性质

(二) 比较两事件之间的差异

(三) 分析影响事物变化的因素

(四) 一件事物两种不同属性之间的相互关系

(五) 抽取样本的方法

在心理科学与教育科学这两门学科领域中,应用统计的原理和方法有许多相同之处。因为二者的研究对象都是人,教育现象在很多情况下要通过人的心理现象去观察和分析。例如,研究不同教学方法的效果,这是教育现象,但观测结果时必须从学生对知识的掌握和能力的提高方面去考察,这就决定了二者的统计方

法基本相同。但二者也有不同之处：在教育研究中，大样本的方法应用较多，而在心理学的研究中小样本的方法应用较多；在实验设计上，教育实验中对各种因素的控制较难，采用自然实验、准实验设计较多，对统计结果的解释需特别谨慎，而心理实验中采用的实验室实验较多，对各种变量的控制相对较容易，对统计结果的解释也较容易。由于心理统计与教育统计有许多共同之处，因此本书将二者综合起来叙述有利于进行科学研究。

第三节 心理与教育统计数据 的分类及基本概念

一、心理与教育统计数据的分类

对研究数据进行分类，了解数据类型和水平，选用恰当的统计方法至关重要。因为不同类型的数据，适用的统计方法不同，也就是说各种统计方法各有其适宜的数据水平。根据不同的分类标准，可以将心理与教育科学研究中的数据划分为不同的类型。

(一) 从数据的来源划分，可把数据分为计数数据和测量数据。计数数据(count data)是指计算个数或次数获得的数据，适用于一般属性的调查。如人口数、学校数、学生数、一分钟内的呼吸次数等观测数据都是计数数据。它具有独立的分类单位，一般取整数形式。

测量数据(measurement data)是指借助一定的测量工具或测量标准而获得的数据。如身高、体重、成绩分数、感觉阈限值等均属测量数据。

(二) 根据数据所反映的变量的性质，可把数据分为称名变量数据、顺序变量数据、等距变量数据和比率变量数据四种类型

称名数据(nominal data)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。它具有独立的分类单位,其数值一般取整数形式,只计算个数,并不说明事物之间差异的大小,比如性别、颜色类别、人口数、学校数、被试对某一事物的态度(赞成、反对、没有意见)等等,它们只能用具有相同属性的个体数目来统计。在教育和心理类调查研究中,有关被试属性的调查资料,大多属于这类数据。

顺序数据(ordinal data)是指可以就事物某种属性的多少或大小,按次序将各个事物加以排列后获得的数据资料。顺序数据具有等级性和次序性的特点。如心理测验结果常用“拾点量表”或“玖点量表”来表示测验得分高低等级顺序,学校常采用“五级记分制”来评定学生的学习成绩。在心理与教育研究中,各种评定等级、喜爱程度、品质等级、能力等级、兴趣等级等,均属此类数据。这种数据不具有相等单位,也没有绝对零点,只能排出一个顺序,不能指出相互间的差别大小,因此只能进行顺序递推运算。例如甲得98分,乙得87分,丙得95分,这三人的名次分别是甲第一、丙第二、乙第三,但甲与排名第二的丙之间的差距并不等于丙与排名第三的乙之间的差距。也就是说,这类数据不能进行加减乘除运算(代数运算)。

等距数据(interval data)是指除了能表明量的相对大小外,还具有相等单位,但没有绝对零点的数据。如各种能力分数、智商等就属此类数据。它们只能进行加减运算,不能进行乘除运算。例如在某一能力测验中,学生A得了80分,学生B得了75分,学生C得了70分。鉴于这类数据的特点,在这个例子中,比较三个学生之间的能力分数时,可以说学生A的分数高于学生B的,学生B的分数高于学生C的,而且还可以说学生A的分数与学生B的分数之差等于学生B的分数与学生C的分数之差,因为等距数据在某个区间里具有相等单位。但由于这类数据不是从绝对零点算起的,所以不能认为在该能力测验中得零分的学生在这方面的知识、能力就为零。因此这

种数据在比较时只能用加减法,不能用乘法。

比率数据(ratio data)是指具有量的大小、相等单位和绝对零点的数据,如身高、体重、反应时、各种感觉阈值的物理量等。比率变量数据可以进行加、减、乘、除运算,允许人们用乘、除法处理数据,以便对不同个体的测量结果进行比较,作出比率性描述。例如甲乙两人体重分别为 80 kg 和 40 kg,可以说甲的体重是乙的两倍。

(三)按照数据是否具有连续性,可以把数据分为离散数据和连续数据

离散数据(discrete data)又称为不连续数据,如从事某一职业的人数、球赛比分、班级个数等。这类数据在任何两个数据点之间所取的数值的个数是有限的,一般都取整数,并且两个单位之间不能再划分细小的单位。计数数据一般都是离散数据。

连续数据(continuous data)指任意两个数据点之间都可以细分出无限多个大小不同的数值,如长度、重量、年龄、智力分数等。这类数据在理论上从最高到最低之间都可以进一步细分。连续数据的进一步细分,一是取决于测量工具(技术)所允许的精确程度,二是取决于测量值所需要的精确程度。

在心理与教育调查研究、问卷研究、访谈研究等质性研究的实际工作中,这两种数据的区分非常明显。由于这两种数据的分布规律不同,相应的制表绘图方法也不同,所使用的统计方法也有区别。

二、几个常用的基本概念

(一) 变量与随机变量

变量(variables)是指心理与教育实验、观察、调查中想要获得的数据。数据获得前用“X”表示,即为一个可以取不同数值的物体的属性或事件,其数值具有不确定性,因而称为变量。例如人的身高是人体特征的一个属性,可以取不同的数值。在心理学研

究中,自信心、价值观、兴趣、个性特征等都能成为研究的变量。一旦确定了某个值,便称这个值为某一变量的观测值(observation),也就是具体数据(data)。如某人身高 176 cm,就是指身高这一变量的观测值为 176。随机变量(random variable)是指在观测之前不能准确预料到会获得什么值的变量。随机变量一般用大写 X 或 Y 来表示。为了区分不同实验或不同测量方法得到的随机变量,有时用 X_1, \dots, X_n (X_i) 表示一系列随机变量,而用 Y_i 表示另一列随机变量,或简写为 X, Y 。

(二) 总体、样本与个体

总体(population)又称母体、全域,是指具有某种共同特征的一类事物的全体。总体的大小随研究问题的不同而不同。

个体(individual)是指构成总体的每个基本单元。在心理与教育研究中,个体有时指“人”,有时指某种实验条件下的某个反应或某个实验结果、某个数据等等。

样本(sample)是指从总体中抽取的部分个体所组成的群体。在心理和教育研究中,样本可以是实验中所选取的一组被试的实验结果,也可以是一个被试多次实验的结果等等。实验中被试的数目或一个实验观测重复的次数称做样本大小(sample size)或样本容量(capacity of sample),常用 n 来表示。一般情况下,在心理与教育统计中,把样本容量超过 30 的称为大样本,小于或等于 30 的称为小样本。样本越大对总体的代表性越好。样本数目不同,统计方法也不同。

总体中包含的个体有时是有限的,有时是无限的。有限个体的数目通常用 N 来表示。构成总体的个体不限于人或物,也可指某种心理活动,例如反应时、推理能力、学习方法、对人面部特征的识记能力、解决问题的能力、对幸福的体验等等。如果研究的对象是某区域内某些人的某种心理特点,这时总体所包含的个体是有限的;如果只是研究某种心理特点,则这一总体就是无限的。因