

高等学校教学用书

心理与教育统计学

主 编

张 厚 粲

编 者

孟庆茂 冯伯麟

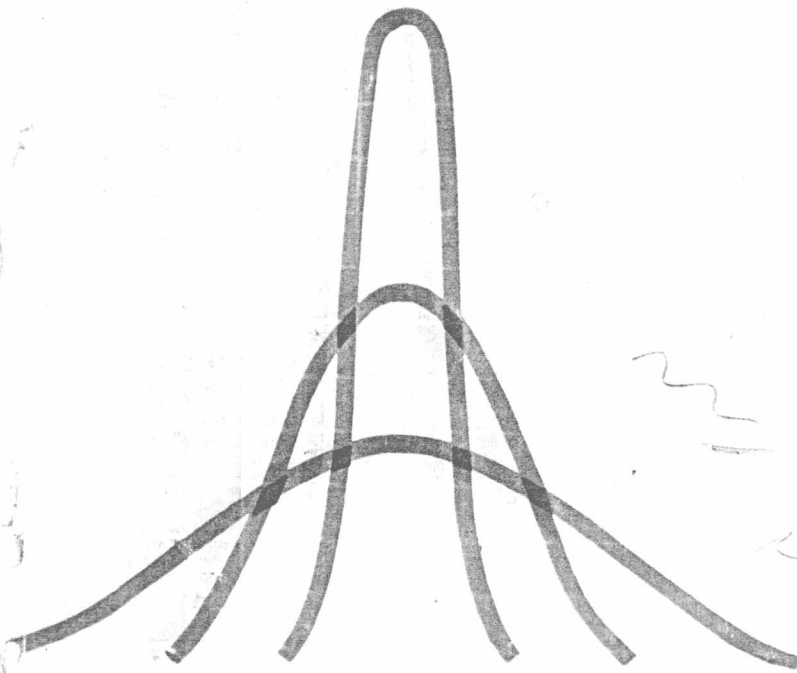
北京师范大学出版社

高等学校教学用书

理论与教育统计学

张厚粲

北京师范大学出版社



G466/014

H312.014

150

高等学校教学用书

心理与教育统计学

学院
在
学重

主 编

张 厚 燊

编 者

孟庆茂 冯伯麟

北京师范大学出版社

前 言

本书是根据国家教委1985年武汉文科教材会议的推荐，为高等院校心理系、教育系有关专业编写的必修课教材。

在几年的教学实践中，我们深深感到，心理与教育统计学的教学重点应放在统计思想的培养和科研能力的训练上，这样可以使学生学完这门课以后在实际研究中能够正确地选择、运用统计方法。因此，本书突出每一种统计方法的适用条件及不同方法之间的区别与联系。对于公式的推导及具体计算未作为重点来阐述。本书在介绍平均数、标准差及相关系数等统计量的基本计算公式的同时，虽然对于它们在次数分布表中的计算以及一些简便算法、经验公式也适当加以介绍，目的仅在于帮助学生更好地理解这些统计量。在计算机、计算器日益普及的今天，这些简便计算方法已无多大实用价值。所以这部分内容可以略讲或不讲。从我国心理与教育科研水平的发展可以看到，多元统计方法越来越受到重视，因而在方差分析、回归分析两章中介绍了多元统计的初步知识，目的在于促进学生对多元统计的进一步学习。此外，为了适应心理与教育测量以及各种调查研究的实际需要，本书将抽样设计基础单独列为一章。

本书共十二章，是按照72学时安排的。如果只讲授54学时，第一章第二、三节略讲或安排学生自学；第二章第三节、第五章第五节、第九章第四节、第十章第五节及第十二章可略去。本书是在《心理与教育统计》(张厚粲、孟庆茂著)一书的基础上写的。绪论、第1、2、3、4、5、6、10章，由孟同志编写；第7、8、9、11、12章由冯伯麟同志编写。张

厚察审阅、修改了全书并定稿。
囿于编者的学识与水平，书中不妥之处在所难免，恳请各位
使用本教材的老师、同学及各界读者批评指正。

编者

1986年10月

目 录

第一章	统计方法在心理和教育科学研究中的作用	(1)
第一节	统计方法在心理和教育科学研究中的作用	(1)
第二节	心理与教育统计学的内容	(5)
第三节	心理与教育统计学的发展	(8)
第四节	学习心理与教育统计学应注意的问题	(12)
第五节	几个概念和符号	(16)
	思考题与习题	(20)
第二章	数据的初步整理——统计图表的制定	(23)
第一节	数据的统计分类	(23)
第二节	统计表	(27)
第三节	统计图	(31)
第四节	次数分布表与次数分布图	(38)
	思考题与习题	(54)
第三章	集中趋势的度量	(55)
第一节	算术平均数	(55)
第二节	中数与众数	(63)
第三节	其他集中量数	(72)
	思考题与习题	(83)
第四章	离散趋势的度量	(85)
第一节	方差与标准差	(86)
第二节	其他差异量数	(102)
	思考题与习题	(106)

第四章 相关分析	(108)
第一节 相关系数.....	(108)
第二节 积差相关.....	(110)
第三节 等级相关.....	(123)
第四节 质与量相关.....	(141)
思考题与习题.....	(149)
第五章 概率与概率分布	(152)
第一节 概率的一些基本概念.....	(152)
第二节 正态分布.....	(157)
第三节 二项分布.....	(175)
第四节 样本分布.....	(185)
思考题与习题.....	(199)
第六章 总体参数的估计	(202)
第一节 点估计、区间估计与标准误.....	(202)
第二节 总体平均数的估计.....	(210)
第三节 标准差与方差的区间估计.....	(216)
第四节 相关系数的区间估计.....	(221)
思考题与习题.....	(227)
第七章 假设检验	(228)
第一节 假设检验的基本问题.....	(228)
第二节 平均数的显著性检验.....	(236)
第三节 平均数差异的显著性检验.....	(242)
第四节 方差的差异检验.....	(255)
第五节 相关系数的显著性检验.....	(261)
思考题与习题.....	(268)
第八章 方差分析	(270)
第一节 方差分析的原理及其基本过程.....	(270)
第二节 完全随机设计的方差分析.....	(280)

第三节 随机区组设计的方差分析.....	(287)
第四节 各个平均数之间的比较.....	(292)
第五节 多因素方差分析简介.....	(296)
思考题与习题.....	(305)
第九章 回归分析	(308)
第一节 一元线性回归.....	(308)
第二节 一元线性回归方程的检验与评价.....	(314)
第三节 一元线性回归方程的应用.....	(323)
第四节 多元线性回归.....	(329)
思考题与习题.....	(339)
第十章 计数数据的分析方法	(341)
第一节 比率或百分数的统计分析.....	(342)
第二节 实计数的分析—— χ^2 检验法概述.....	(356)
第三节 配合度检验.....	(358)
第四节 独立性检验与品质相关.....	(372)
第五节 数据合并及相关源的分析.....	(393)
思考题与习题.....	(409)
第十一章 非参数检验方法	(415)
第一节 两独立样本的差异显著性检验.....	(415)
第二节 相关样本的差异显著性检验.....	(420)
第三节 等级方差分析.....	(426)
思考题与习题.....	(432)
第十二章 抽样设计基础	(434)
第一节 抽样设计的意义和原则.....	(434)
第二节 几种重要的随机抽样方法.....	(437)
第三节 样本容量的确定.....	(450)
思考题与习题.....	(464)
参考文献	(464)

习题参考答案.....(465)

统计用表.....(468)

附表1 正态分布表(曲线下的面积).....(468)

附表2 t值表.....(472)

附表3 F值表(双侧检验).....(474)

附表4 F值表(单侧检验).....(478)

附表5 F_{max} 的临界值(哈特莱方差齐性检验).....(486)

附表6 q分布的临界值.....(487)

附表7 积差相关系数(r)显著性临界值.....(488)

附表8 相关系数r值的Zr转换表.....(489)

附表9 斯皮尔曼等级相关系数显著性临界值.....(490)

附表10 肯德尔W系数显著性临界值.....(491)

附表11 复相关系数显著性临界值.....(492)

附表12 χ^2 分布数值表.....(494)

附表13 二项分布上下置信界限.....(496)

附表14 秩和检验表.....(498)

附表15 符号检验表.....(499)

附表16 符号等级检验表.....(500)

附表17 H检验表.....(501)

附表18 弗里德曼双向等级方差分析 χ^2 r值表.....(503)

附表19 一万个随机数字表.....(505)

附表20 由样本平均数估计总体平均数时所需样本容量n.....(513)

附表21 由样本比率估计总体比率时所需样本容量n.....(515)

附表22 两个样本平均数的差异显著性检验所需样本容量
 $n(=n_1=n_2)$(517)

附表23 样本比率差异检验时所需样本容量 $n(=n_1=n_2)$(519)

附表24 \checkmark 比率的反正弦转换表.....(522)

附表25 相关系数显著性检验所需样本容量N.....(523)

绪 论

第一节 统计方法在心理和教育科学研究中的作用

一、心理和教育科学研究数据的随机性质

在心理和教育科学领域中,大量研究工作是通过科学实验或调查进行的,研究工作者必须对所欲研究的事物进行观察或通过一定的手段进行测量,然后将观察和测量的结果用一定的数量化方式加以表示,如果观察和测量的结果可靠、准确,那么,这些数据就能够在一定程度上反映出研究对象的特征,但是这些数据所提供的信息,并不一目了然。在科学研究中搜集到的这些数据都是以一个个分散的数字形式出现的。即便使用同一种测量工具,观测同一事物,只要是进行多次,那么所获得的数据就不会完全相同。虽然可能有相同的数据,但数量很少。随着测量工具的完善和精确,数据的这种随机性变化就更明显。数据的这种特点,称为变异性。例如,人们对同一年级或同一年龄儿童甚至对同一个人进行同一学科的学业成绩考试,或对同一个心理特点进行评量等等,只要观察多人或多次,所得到的数据,总不会全然相同,这些数据总是在一定的范围内变化的。造成数据上下波动的原因,出自观测过程中一些偶然的不可控制的因素——随机因素。随机因素使测量产生的误差称作随机误差或偶然误差。由于这种随机误差的存在,使得在相同条件下观测的结果常常不只一个,并且事前无法确定,这是客观世界存在的一种普遍现象,人们称这类现象为随机现象。在教育心理科学的各类研究中,被观测的对象不是客观事物,而是人的各种心理现象,其随机误差

更大，不仅包括由客观上一些偶然因素引起的测量误差，也包括由实验者和被试者主观上一些不可控制的偶然因素造成的测量误差，它们往往表现在主试，被试，实验情境，主观与客观相互作用的结果上，这些偶然因素十分复杂，远比单纯对物的观测中所造成的偶然误差复杂得多，因而也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，数据的波动范围也更大。尽管如此，随着实验观测次数的增加，这些变异性很大的数据总会呈现出一定的规定性，它总是围绕着一一定的值上下波动。就某一实验的某一次观测而言，其结果受随机误差的影响，数值是不能事先确定的，因此称它为一种变量。但通过大量的观测，可以揭示出这一随机现象的规律性。在心理与教育科学实验或调查中所获得的数据，具有随机变量的性质，即具有变异性与规律性的特点。如何通过这一些纷繁的数据，找出其所反映的事物的特征，就成了心理和教育科学实验中一个很重要的问题。

另外，除心理和教育科学实验中经常遇到大量的数据要处理外，教育管理部门的每一位工作人员，学校的校长及其教育工作者，也会经常遇到各种各样的数据。为了更好地了解教学及教育工作的进展情况以指导工作，各级教育领导机构经常要向下级机关进行调查，接触数字资料，这些数据也有很多具有变异性与规律性的特点，因而也属于随机变量。

二、心理与教育统计是心理与教育科学研究的工具

无论是心理和教育科学的实验研究，还是教育管理工作，都要经常接触大量的具有随机性质的数字资料，如何充分利用这些数字资料所提供的信息，如何通过这一些资料找出规律性的东西，得出科学的结论，用以指导教育工作，是摆在心理和教育科学研究工作者及教育管理部门的实际工作者面前的一个很重要的问题。

心理与教育统计学是专门研究如何搜集、整理、分析在心理和教育方面由实验或调查所获得的数字资料，并如何根据这些数

字资料所传递的信息，进行科学推论找出客观规律的一门科学。它是应用数理统计学的一个分支，是心理与教育科学研究的科学工具。

如何设计心理或教育方面的实验或调查，使所搜集的资料最能反映所欲研究的问题，使数据最有意义；采用什么方法对搜集到的这些随机变量进行整理、分析，使其所反映的信息得以最大的显现，实现对实验或调查结果的科学解释，找出事物的客观规律等等，都是心理与教育统计研究的内容。心理和教育科学的发展，离不开心理与教育方面的科学实验，因为科学实验是基本的实践活动。心理和教育方面的科学实验或调查，尽管是科学的实践活动，但它总是在一定的局部范围内进行，因而心理与教育方面搜集的一些数字资料，一般总是由局部获得的，如何通过从局部得来的数据资料推论全局的情形，得出合乎规律的科学结论，只有借助心理与教育统计学所提供的科学方法才能实现，仅凭少数人的经验是不行的。可见，心理与教育统计是心理和教育方面科学研究中非常重要的不可缺少的科学工具。从局部的观测到整体的估计，从特殊到一般，从假设到实验验证，这是每一个科学工作者最常用的科学方法，而数理统计学就是研究怎样设计一个实验，如何从局部观测推论整体情况，如何从特殊情况推论一般的规律，如何对假设进行推断估计与检验，这都是数理统计学研究的领域。科学实验中所获得的各种数据，大都具有随机的性质，数理统计学就是利用数据的这种随机性质，分析其随机变量的规律性。数理统计学是作为一种适应科学方法的需要而发展起来的一种科学工具。它的理论基础是专门研究随机现象的科学——概率论。作为心理与教育统计是数理统计方法在心理和教育科学研究方面的应用。作为数理统计学，它侧重基本原理与方法的数学证明，而作为心理与教育统计学则偏重于数理统计方法如何在心理和教育科学研究中应用，因而它对各种统计方法公式的推导及理

论上的证明介绍较少，而对统计方法如何应用到具体的心理和教育方面的科学研究中，即应用的条件及如何解释统计计算的结果叙述较多。一般说来，心理与教育统计所介绍的一些方法，大都是数理统计学已确认的，但是，随着心理与教育科学研究的发展与深入，实践中会提出更多的如何处理数据的问题需要心理与教育统计学加以研究解决，这又为数理统计提供或补充了新的研究内容，可见数理统计学与心理及教育统计学二者既有密切的联系，但又不完全相同，各有其特点。数理统计与应用统计二者之间是理论与实践的关系，相辅相成，互相促进，而心理与教育统计是应用统计的一个分支。事实也证明，学过数理统计学的人，若具体处理心理与教育科研实验方面的问题，仍有很多困难，需要进一步熟悉心理与教育统计方面的内容才行。

三、学习心理与教育统计学的意义

从前面的叙述，便可明了，学习心理与教育统计学是很有意义的，归纳起来有以下几方面：首先是心理和教育科学研究的需要。作为一个科学工作者及实际工作者，要经常研读国内外有关心理和教育方面的研究报告和文献资料，而这些研究报告中大都用科学的方法——统计方法来说明、解释研究成果，可见不懂得心理与教育统计，就会看不懂他人的研究报告。另外，自己的科学实验结果也只有用科学的工具——统计学来说明、解释，才能做到科学的总结，可见统计知识的匮乏会严重影响学术交流，会有碍于心理和教育科学水平的提高，以及学科理论的发展，特别是在社会科学出现数学化、模型化、精密化这一趋势的当代，心理和教育科学研究的实验手段会得到更大发展，因此对统计方法的要求会更迫切，心理与教育方面许多问题的解决会更依赖于实验手段，而凡是实验，无论从实验的设计、控制及最后对观测数据的分析，都离不开心理与教育统计这一科学工具。

其次是科学化教育管理的需要。现代教育管理，要做到科学

化，就要及时吸取心理与教育科学及其他有关学科的研究成果。要认真总结教育教学工作的情况，要经常进行调查、研究等等，这一切，只有在科学的统计学的帮助下才能做好。例如，在调查时如何取样，如何通过局部调查的结果去估计全局的情况，以及如何解释等等。有了统计方面的协助，就可解决，有了科学的方法会使工作事半功倍，使教育管理工作效率及科学化的水平提高。

第三是科学训练的需要。统计学所使用的推理及思考问题的方法是科学研究中常用的方法，统计方法的训练也是一种科学方法的训练，学会科学地推理与思考方法，对未来从事研究工作是非常必要的。

第二节 心理与教育统计学的内容

心理与教育统计学的研究内容，可依不同的分类标志划分为不同的类别。若依研究的问题实质来划分，可将其内容划分为：一、描述一件事物的性质；二、比较两件事物之间的差异；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、取样方法等等。

如果依统计方法的功能进行分类，则统计学可分为下述三种类别，这是由于数理统计的发展历史所决定的，也是最常见的分类方法。

一、描述统计。主要研究如何整理心理与教育科学实验或调查得来的大量数据，描述一组数据的全貌，表达一件事物的性质。具体内容有：数据如何分组，如何使用各种统计表与统计图的方法去描述一组数据的分组及分布情况，如何通过一组数据计算一些特征数，简缩数据，进一步显示与描述一组数据的全貌。例如表示数据集中情况的特征数的计算与表示方法，象算术平均数、中数、众数、几何平均数、调和平均数等的计算方法与应

用。表示数据分散情况的各种特征数的计算与表示方法，象平均差、标准差、变异系数与标准分数的计算方法及如何应用等。表示一事物两种或两种以上性质之间关系情况的各种相关系数的计算及应用条件，还有描述数据分布特征的峰度及偏度系数的计算方法等等。研究这些统计方法在心理与教育科学中的应用，都属于描述统计学的内容。上述这些描述统计的方法，可用于只表示局部情形的一组数据，也可以用于全面调查或实验中所获得的表示整体情形的数据，它可使杂乱无章的数字更好地显示事物的某些特征，有助于说明问题的实质。

二、推论统计。主要研究如何通过局部数据所提供的信息，推论总体（或称全局）的情形。这个问题是统计学中较为重要的，也是应用较多的内容。心理和教育科学的实验研究，很难实现对所要研究的问题的全体逐一地进行实验观测，这里就存在如何从局部的数据估计全局的情况，如何对假设进行检验与估计，如何对影响事物变化的因素进行分析，如何对两件事物或多种事物之间的差异进行比较等等。这是推论统计这一部分所要研究的问题。这一部分所要讲述的统计方法大致包括以下一部分内容：

（一）计数资料假设检验方法。在心理和教育科学研究中，有许多事物的属性不能用一定的单位进行测量，例如，生死、男女、升学、就业、拥护、反对等等只能用具有相同属性的个体的计数来分析，这里包括常用的百分数检验方法， χ^2 检验等。

（二）假设检验的各种方法。大样本的检验方法又称为u检验法，小样本的检验方法又称为t检验法，变异数分析的方法，回归分析方法等等。

（三）总体参数特征值的估计方法一又称总体参数的估计方法。

（四）各种非参数的统计方法等等。

三、实验设计。是统计学中最近几十年才发展起来的一部分内容，它的主要目的在于研究如何科学地、经济地以及更有效地进行实验。作为一个严谨的实验研究，在实验以前就要对研究的步骤，被试的取样方法，实验条件的控制，以及对结果的统计分析方法等等作出严格的设计。

上述统计学的三个组成部分的主要内容不是截然分开的，三者之间具有密切的联系。描述统计是推论统计的基础，推论统计离不开描述统计所计算的特征数；描述统计只是对数据进行一般的分析归纳，若不进一步应用推论统计对事物做进一步的分析，有时会使统计结果失去意义，达不到统计分析的目的要求。同样，只有良好的实验设计才能使所获得的数据具有意义，进一步的统计处理才能说明问题。当然一个好的实验设计，也必须符合基本的统计方法的要求，否则，再好的设计，没有适当的统计方法处理，也是枉然。

在心理学与教育学两门科学领域中，所应用的统计方法有很多相同之处。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，但观测其结果时则必须从受教育者对知识的掌握及能力的提高方面去考察，这些就决定了二者的统计方法基本相同。但二者也有不同之处：在教育方面的研究中，大样本的统计方法应用较多，而在心理学上小样本的方法较多，在实验设计的水平上二者也有差别，教育实验中控制因素较难，采用自然实验的方式多，因而其设计水平一般属准实验设计较多，应用统计方法处理结果后，在解释上需要特别谨慎，而心理学实验，在实验室条件下进行较多，相对地较易于控制，统计处理后解释也较易进行。不过当前心理学实验为克服人工化情境，有增加准实验设计的趋势，尤其是教育心理学方面更是如此。总之，考虑到心理统计与教育统计有很多相同之处，本书采取了将二者

综合叙述,有时在举例上加以比较的方法,目的是希望这样能更有利于对各种统计方法的学习与掌握。

第三节 心理与教育统计学的发展

心理与教育统计学是数理统计学的一门应用学科。统计学大致可分为两部分:一部分为数理统计学,侧重统计理论与方法的数理证明;一部分为应用统计学,侧重统计理论与方法在各个实践领域中的应用。本书的内容主要讲述各种基本的数理统计学理论,以及这些理论在心理学与教育学方面的应用。

要了解心理与教育统计的历史,首先要对统计学的历史发展有一个大概的了解。统计作为一门科学,发展虽迟,但统计工作自古就有。早在公元前3050年古埃及时期,国王为修建金字塔征收税款,就曾对全国人口与财产做过调查统计。古希腊与罗马时期,许多国家用统计方法进行人口调查和财产登记,并且从各国统计数字的差别中研究各国的政治经济情况,曾称之为“政治算术”,后又有“国势学”之称。我国在公元前21世纪大禹治水时,划全国为九州,分田赋为九等,编制《禹贡九州篇》作为分配贡赋的依据。这些都显示了统计学的意义和作用。不过古代的统计,在记载上多用文字,少用数字,也缺乏专门的研究,因此未能成为一门独立的科学。

随着社会的发展和科学技术的进步,统计学的应用范围也日益扩大,由社会经济方面扩展到自然科学技术方面,最后形成了经济统计学与数理统计学两个系统。17世纪中期,法国数学家帕斯卡(B. Pascal)与菲尔玛(P. Fermat)在讨论解决赌博难题中,始创了概率论,为统计学的发展奠定了重要理论基础。17世纪末18世纪初瑞士数学家贝努里(James. Bernoulli, 1645—1705)论证了概率的客观存在,创立了大数定理中最早的一个定

理—贝努里定理。1733年,莫瓦佛尔(A. De Moivre)推导出一个重要公式,即后来所说的“正态曲线”,以后他又提出概率的乘法运算法则,推动了概率论的发展。到19世纪初期,拉普拉斯(Pierre Simon de Laplace, 1749~1827)阐明了正态分布理论,用概率测量误差,论证观察值平均数的意义,高斯(K. F. Gauss, 1775~1855)首次提出正态分布曲线;普阿松(S. D. Poisson, 1781~1840)积极推广贝努里定理,提出“大数定理”这一术语等等,大量数学家为概率论的发展作出了贡献,这个时期的概率论称为古典概率论。

数理统计学的奠基人是比利时的统计学家凯特勒(Lambert Adolphe Jacques Quetelet, 1796~1874),他首先提出要把统计学与数学中的概率论相结合,以概率论为理论基础确立统计研究方法。1867年德国的韦特斯坦(T. Wittstein)第一次提出“数理统计”一词,以后又发展为数理统计学派。数理统计的发展又经历了两个阶段:描述统计学与推论统计学。描述统计学产生于20世纪20年代之前,以高尔顿(F. Galton)和皮尔逊(K. Pearson)为代表。推论统计学产生于20年代之后,以费舍(R. A. Fisher)为代表。这两个阶段是渐进发展的,在时间上并无明显的分界。

高尔顿在生物学、优生学、心理学的研究中努力探索简化数据的途径和方法,提出了中位数、百分位数、四分差、相关与回归等描述统计学的重要概念。皮尔逊发表了频率(频数比)曲线的理论,提出直线相关系数的计算方法, χ^2 检验法,并将相关与回归理论扩展到许多领域,为大样本理论奠定了基础,在统计学的发展中作出了重要贡献。皮尔逊曾对从样本得出关于总体的抽样理论和方法进行过研究,尽管他本人对推论统计学抱有成见,但他的贡献,为推论统计的发展,准备了一定的条件,推论统计的先驱者推高赛特(William Sealy Gosset, 1876~1937, 英

国人)他有感于大样本理论的限制,开始建立小样本理论。1908年他以“学生”(Student)笔名提出了t分布,从而开辟了在本样本数目小的情况下进行统计推论的新途径,同时他还对相关系数的抽样分布,平均误差及标准误差的计算方法都进行过有成效的研究。推断统计的创始人是费舍(R. A. Fisher, 1890~1962, 英国人),他将皮尔逊及高赛特的工作发扬光大,对t分布给出理论论证,最先提出F分布的理论(后经斯奈勒进一步命名为F分布),首倡“实验设计”,提出了随机化的概念,建立了点估计与区间估计的统计理论,确立了推论统计,1925年,他出版了《研究工作用统计方法》一书,是一部数理统计名著,对促进推论统计的发展影响很大。1938年他与亚茨(C. F. Yates)合编《供生物、农业与医学研究用统计表》,1956年出版了《统计方法与科学推论》。二次大战以后,非参数的方法、序贯分析、随机过程的研究、小样本分布(已有几十种之多)这些都逐渐被认识和应用。而且随着一元统计方法的逐步完善与拓宽,多元统计的理论与方法也正被应用到实际研究中去。数理统计已形成了许多的分支应用学科。为工农业生产及科学研究的应用开辟了广阔前景。同时,实践的发展又为数理统计的发展提出了很多新的研究课题。

心理与教育统计工作作为数理统计的一门应用学科,基本上随着数理统计的发展而发展的。但也有个别情况与数理统计发展配合并进。例如,因素分析源出于心理学, χ^2 理论来自社会科学的研究。可见理论与应用是互相影响而推进的。应用统计方法于心理学的研究始于英国的高尔顿,他把高斯的误差理论推广到人类行为的测量中,首创回归原理,其后被皮尔逊将相关系数及 χ^2 检验等应用于心理与教育上。同时期英国的心理学家斯皮尔曼(Spearman)对心理统计的发展作了很多工作,延伸了相关系数的概念,导出等级相关系数的计算方法。1904年,又提出因素

分析的思想,用统计方法解决心理实验结果的处理,如处理恒定刺激法实验结果的斯皮尔曼方法,就是应用分组数据平均数的计算方法的思想。20世纪初,统计学的研究多集中于欧洲各国,当时很多从事心理学研究的人,都在他们的研究中应用了统计方法。后传入美国,在心理与教育统计上有较大贡献的美国心理学家有卡特尔(Gattell),桑代克(Thorndike),瑟斯顿(L. L. Thurstone)等人。1904年,桑代克出版《心理与社会测量》一书,极力提倡以心理学与统计学为工具而研究教育学,推广用统计方法研究心理与教育方面的实验结果。本世纪20年代,瑟斯顿等对因素分析在心理学研究中的广泛应用作了很多工作。30年代有心理与教育统计的专著出版,高等院校有关学科开设了心理与教育统计课程,40年代较普遍地应用统计方法研究心理与教育问题,当时这方面的教材就讲了小样本理论、实验设计、方差分析、回归分析等主要内容。

在我国,一些统计方法是在辛亥革命以后随着欧美各国的科学技术成就一起被介绍进来的。20年代以后曾有不少关于心理与教育统计方面的译著和专著出版发行,如薛鸿志著《教育统计法》(1925年),周调阳著《教育统计学》(1925年),朱君毅著《教育统计学》(1930年),沈有乾著《教育统计学讲话》(1946年),《实验设计与统计方法》(1947年),艾伟著《高级统计学》(1933年),王书林著《教育测验与统计》(1935年),《心理与教育测量》(1935年)等。翻译的作品有麦柯尔(McCall)的《教育实验法》(薛鸿志1925年译),瑟斯顿(Thurstone)的《教育统计学纲要》(朱君毅1933年译),葛雷德(Garrett)的《心理与教育之统计法》(朱君毅1934年译)等。当时的教育统计、心理测量与统计都作为高等和中等师范的必修课程,一大批学者从事这门课程的讲授工作,因而心理与教育统计得到一定程度的普及和应用。不幸的是,50年代以后大部分院校停开了

心理与教育统计课程，虽有个别院校，个别教师坚持讲授，一部分心理学工作者坚持应用，但没能受到支持和鼓励。由于心理与教育统计不被重视，严重地影响了心理与教育科学实验研究的开展与提高，及至“文革”中，心理学遭受批判，心理统计也就更无人问津了。粉碎“四人帮”以后，尤其是在党的十一届三中全会以后，科学事业蓬勃兴旺起来，心理与教育统计学也得到了新生和发展。

第四节 学习心理与教育

统计学应注意的问题

一、学习心理与教育统计学要注意以下几个问题

首先，在学习心理与教育统计学时，必须要克服畏难情绪，很多人认为统计学是很深奥的一门课程，未学之前有怯意，这会影响学习的积极性。心理与教育统计学主要偏重于应用，对公式的原理及推导一般不做或少做数学证明，因而在学习时，只需要简单的数学计算，加上严密的逻辑推理，所用数学计算知识并不复杂，通常是一般的代数运算。对于一些用到较复杂数学方法的内容，我们也尽量介绍一些由简单计算可以替代的方法。这样，不论是文科，还是理科的学生，只要有中学的数学知识就具备了学好心理与教育统计学的前提。当然，为了能更好地理解各种统计方法的原理，如果能有高等数学的训练显然会收到更好的效果。

第二，在学习时要注意重点掌握各种统计方法使用的条件。心理与教育统计学中所介绍的各种统计方法，都是在一定的理论假设的条件下推导而来的，因此我们在学习时必须注意各种统计方法的原假设是什么。这个原假设就是统计方法应用的条件，比如t检验的公式，是在总体为正态分布，方差相等的假设

下推导出来的，因此在应用时，我们必须注意所要处理的实验数据其总体分布及方差的情况要满足上述条件。另外，对同一个问题可以有不同的方法及计算公式去表示，究竟用哪个方法更贴切，这也是需要在学习时应予注意的问题。比如，同样是描述数据的集中情况，却可以用平均数、中数、众数等的公式或方法，究竟选哪一个更好，这就需要在学学习时能注意到各种方法所适应的情况。

第三，要进行一定的练习，在学习心理与教育统计时，理解所讲授的内容，记忆一些公式，并不困难，但若能较好地运用这些知识，却并不容易。当然能做到较好地应用是一个较复杂的问题，但解决这个问题的第一步是要做适当的练习，完成一定的作业，这一点很重要。如果能直接应用所学的统计方法于研究的实际问题中去，则效果会更好。

二、在应用心理与教育统计的各种方法时要切记以下几点：

(一) 克服“统计无用”与“统计万能”的思想，要注意科研道德，应用统计方法于心理与教育科学研究时，必须以辩证唯物论为指导思想，以心理学与教育学的科学理论为基础，具有正确的观点与思想方法，才能使统计学发挥它应有的作用。

有些人在心理和教育科学研究中只凭主观经验判断，仅凭数字的表面值就得出实验研究各组间的差异，例如5%大于4%等等。这种没有考虑到抽样误差问题的主观判断往往是错误的。但有时，当两个数字表面值相差很大时，这种主观经验判断也可能正确，但这只是一种偶然可能，并不是科学的方法。通常的情况是：凭表面值判断有差别，而经过统计处理后其差异并不明显。因此，在实际应用中一定要克服“统计无用”的思想，如果能正确地使用统计方法，可以帮助我们正确地认识客观事物，阐明事物的规律性，对于指导心理与教育实践有很大好处。但统计也不是万能的，它不能改变事物的本来面目，把“规律”创造出来。有的人在进行研

究时,事先没有想到统计处理,而在实验研究之后,把不符合统计要求的杂乱无章的数据硬性用统计方法处理,想以此弥补实验研究的不足,这是不对的。更有甚者,只从主观愿望出发,滥用统计方法去凑合预定的结论,这是在玩弄统计游戏,是一种违背唯物辩证法,缺少科研道德,玷污统计学声誉的不良行为,是每一个真正的科学工作者所反对的。

心理与教育统计学只是心理与教育科学研究的科学工具,它本身并不决定一项科研实验的价值,一项科研实验水平的高低,一要看你所研究的问题本身是否有价值。二是在心理与教育科学研究领域是否具有理论与实践的意义,要看在实验中对实验控制得怎样,是否有无关变量混入。作为测量反应变量的指标是否准确、可靠,也就是说你所使用的数字是否有意义。如果这一点不能保证,再好的统计方法也无济于事。第三,才是看是否正确地应用了分析实验数据的统计方法,一项高水平的研究没有科学的方法就不能将其高水平显现出来。同样,低劣的实验研究,再好的统计方法也不能将其研究水平提高。因此,在实验研究时,应把重点放在研究问题的提出及实验设计上,应用统计方法只是为了更好地分析、总结实验研究的成果,而不能用一些统计术语装璜一下低劣的研究,更不能用统计方法去凑和自己的主观臆断,如不遵守统计学上处理数据的原则,而是随心所欲地挑选能够说明自己主观臆断的数据,甚至编造一些数据,这完全违背实事求是的原则,是缺乏起码科研道德的行为,是从事心理与教育科学研究的人最忌讳的。

(二) 需认真分析要处理的实验数据,正确地选用统计方法,防止乱用统计。

至于一项实验研究结果要用何种统计方法去分析,在确定统计方法之前,要对实验数据进行认真的分析。这里,首先要分析一下实验设计是否合理,即所获得的数据是否适合用统计方法去

处理,正确的数量化是应用统计方法的起步,如果对数量化的过程及其意义没有了解,将一些不着边际的数据加以统计处理是毫无意义的,二要分析实验数据的类型,一般地讲,实验数据按由什么观测方法得来,可划分为两大类,一类是计数数据,是指计算个数的数据,一般属性的调查获得的是此类数据,它具有独立的分类单位,如人口数、学校数、男、女数等等,一般都取整数的形式。另一类数据是借助于一定的测量工具或一定的测量标准而获得的,如身高、体重、成绩分数、能力测验分数、各种感觉阈,等等,测量数据按其是否等距和有绝对零,又可细分为下述三种测量水平:①有相等单位又有绝对零的数据称为比率变量,如身高、体重、反应时、各种感觉阈值的物理量②有相等单位,但无绝对零的数据,称为等距变量,如温度、各种能力分数、智商等③既无相等单位,也无绝对零的数据称为顺序变量,如等级评定、喜爱程度、品质等级、能力等级等,只能排出一个顺序,不能指出其间的差别大小。数据的种类不同所使用的统计方法不同,也就是说各种统计方法各有其适宜的数据水平。例如,计数数据一般常用属性统计的方法如百分比率的检验方法、 χ^2 检验等,测量数据中的比率及等距变量,常用t检验及方差分析等,顺序变量常用等级相关、等级变异数分析等,多属非参数的方法。

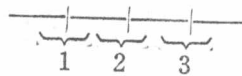
实验数据按其是否具有连续性可划分为连续变量及离散变量,连续变量的变化也是可无限增加,它的单位可以划得很细微,细微的程度能达到只可想象而不能看见的程度,离散变量的数字形式一般是取整数,两个单位之间不能再划分细小单位。一般计数数据大都是离散变量。连续变量与离散变量其分布规律不同,各种表列及图示方法不同,所使用的其他统计方法也有区别。综上所述,对实验数据进行分类,了解其测量水平,对选用恰当的统计方法是至关重要的。三要分析数据的分布规律,总体

方差的情况，这一点将要在各章中讲述。只有做到对数据分析正确，才能选用正确的统计方法或在统计计算中正确地选用统计方法。至于如何能做到这一点，在统计学的各章中要分别详细介绍。

第五节 几个概念和符号

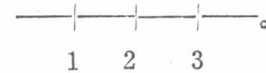
一、随机变量

在相同条件下进行的实验或观察，其可能结果不止一个，事先无法确定，这类现象称为随机现象。随机现象的各种结果总是可以用一定的数量来表现，而且表现为实验结果数值的不确定性，因而称为变量。这种变量受随机因素的影响，呈现随机变化，具有偶然性的一面，但也具有规律性的一面。通过大量的实验或观察，这种规律性可以揭示出来。我们把这种具有变化规律的变量称为随机变量。本书一般用大写的 X 或 Y ……表示随机变量。为了表示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 …… X_n 或 X_i 表示一系列随机变量，而用 Y_i 表示另一系列随机变量，或简写为 X ， Y 。作为连续的随机变量，所用的数值，只是表示该连续变量的中央点，是数轴上的一段距离，

 例如连续随机变量的1是表示0.5~1.499

……，2是从1.5~2.499……3是指2.5~3.499……，一个随机变量不管写成整数或小数，它实际是用一个单位的中央点表示在它以上和以下各有一段距离。例如：50秒，实际代表49.5秒~50.499…秒，50.5秒实际是代表50.45~50.5499秒……，这也就是说，在观测时凡是时间在50.45~50.5499秒之间的数，我们都记为50.5秒。

在心理与教育统计中也有特殊的情况，如年龄的表示，一般5岁是指5岁开始到5岁11个月又30天，即从4周岁至5周岁生

日纪念之间，年龄的数值不是代表中间点，而是指开始点。计数数据一般属于离散的随机变量，用以表示离散的随机变量的数值是表示数轴上的一点：.

1 2 3

二、总体、样本、个体

总体（又称母体），样本与个体是统计学中常用的名词。必须对这些名词有深刻的理解，这样有助于对一些统计公式的掌握与应用。

总体是指具有某种特征的一类事物的全体又称母体，构成总体的每个基本单元称为个体。从总体中抽取的一部分个体，称为总体的一个样本。

总体是某一类所欲研究的对象的全体，总体的大小，随所研究的问题而变，总体包含的个体有时是有限的，有时又是无限的，有限个体的数目常用 N 表示，构成总体的个体不限于指人或物，也可指心理活动，例如反应时间，推理能力，学习方法等等。如果研究的对象是某单位某些人的某一心理特点，这时总体所包含的个体是有限的，如果只是研究某一心理特点，则这一总体就是无限的。因为某一心理特点可在这个单位的人测得，也可在另外单位那里测得。古代人、当代人、未来的人都可测得，因而这个总体就是无限的。总体本身的大小，有限还是无限，这要依所研究问题的推理范围而定，同时总体与样本也可以互相转换变化，例如某校三年级学生，可作为该校学生的一个样本，同时也可当作本校现在三年级的总体。同时也是该校所有三年级学生的一个样本（所有的三年级包括过去的、现在的、以及未来的）。总体的性质是由组成总体的各个体的性质而定，所以要了解总体的性质，必须对每一个个体进行观测，这是最好的办法，但是在实际上这是不可能的。一般情况下，心理与教育研究中的总体常为无限总体，因此若对总体中所有的个体加以观测实为不可能。比如研

究7岁儿童的反应时间,中国的,外国的,古代的,现代的,将来的,这是无法一一观测的,不管你投入多少人力物力也办不到,这只能通过对一部分个体进行观测,然后对总体加以推论。因此,一般情况下,在心理与教育科学研究中,只能通过样本对总体进行研究。

个体是构成总体的一个单元,在心理与教育研究中,有时是指“人”,有时是指某种实验条件下的某一个反应,或指每一个实验结果、每一个数据等等,有时又叫做一个随机事件或样本点。这样,总体又被称作样本空间。样本是由总体的一部分构成的,在心理与教育研究中,样本可以是实验中所选取的一组被试的实验结果,或一个被试的多次结果等等。有时把样本又称作样本点的某个集合。实验中被试的数目,或一个观测重复的次数,被称作样本的大小,有时又称作样本容量,样本大小常用 n 表示。一般情况下,在心理与教育统计学中,将个体数目超过30的样本称为大样本,等于或小于30的样本称为小样本。样本越大,对总体的代表性就愈强,样本小时,个别数值的变化会对整个统计结果发生重大影响。因此,样本不同,统计方法也不同。心理与教育科学的实验研究总是通过样本进行的,而且样本具有一定的代表性,在一定的程度上能反映总体的情况,如果采用随机取样,还可通过样本推论总体情况。另外,样本也是变化的,在一定情况下亦可转变为总体,这都需要依实际的研究而定。

三、次数、频率和概率

(一) 次数。在一项研究中,我们对随机现象进行观察试验,在一定条件下,本质不同的事情可能出现,也可能不出现,这种事情称为随机事件,简称为事件。次数是指某一事件在某一类别中出现的数目,又称为频数,一般用符号 f 表示。例如在某一反应时实验观测中,表示反应时的时间数,可能有不同的数

值,其中反应时为180毫秒这一事件在整个反应时测定中出现的数目就称为次数。再例如一个班通过某测验时,成绩为90分的共有几个,这便是90分这一事件出现的次数。

(二) 频率。又称相对次数,即某一事件的次数被总的事件数目除,亦即某一数据出现的次数被这一组数据数目的总数除。频率常用比例来表达,有时也用百分数表示。

(三) 概率又称机率或然率,常用符号 P 表示。是指某事件在无限的观测中所能预料的相对出现的次数。换一句话说,就是某一事物或某种情况在某一总体中出现的比率。概率常用比例表示。如果把出现或发生具有性质 A 的情况称为 A 事件,事件 A 出现的次数为 m ,总的事件次数为 n ,那么概率 $P(A) = \frac{m}{n}$,这是概率的古典定义,只能在有限的总体中应用。例如事件 A —男生的次数为75,总的事件次数 n 为100,则男生的概率 $P(A) = \frac{75}{100} = .75$ 。再如100人的考试分数中得90分以上者是35,那么得90分以上者的概率 $P(A) = \frac{35}{100} = .35$,上述计算概率的公式称为古典概率定义,它应用于有限总体的情形。如果总体为无限总体,无限的观测哪有终结之时?只能用某事件出现的频率来表示,当观测次数充分大时,频率稳定地在概率 P 附近波动,故可用频率作为概率的估计值, $P(A) = \frac{f}{N} = P$ 这是概率的统计定义。由上述可知,概率有的可知,有的不可知,但可用有限观察得到的某事件的频率作为估计值。如果知道了某事件的概率,就可知道该事件在实验中出现的可能性,因此概率又是反映某一事件发生可能性大小的量。

四、统计量与参数

统计量又称统计特征数,是根据科研实验所获得的一组观

测值计算出来的一些量数，它可以描述一组数据的情况，如描述一组数据集中情况的统计量称为平均数，用符号 \bar{X} 或 \bar{Y} 表示（不只这一种，还有其他的表示）。表示一组数据散布情况的统计量称为标准差，用符号S或SD表示（也不只这一种），表示对某一事物的两种特性的观察有无一致性情况的统计量称为相关系数，用符号r表示，表示某一事物两种特性之间数量关系的统计量称为回归系数，用符号 b_{XY} 或 b_{YX} 表示等等，统计量还有许多。

参数又称总体参数，是指描述一个总体情况的一些统计指标，如反映总体集中情况的统计指标称为总体平均数或期望值，用符号 μ 表示。反映总体分散情况的统计指标称为标准差，用 σ 表示，有时也常用方差 σ^2 表示，表示某一事物两特性总体之间关系的统计指标称为相关系数，用符号 ρ 表示，表示两特性之间数量关系的统计指标为回归系数，用符号 β 表示，等等。从上面所述可见，统计量是描述一组数据情况的统计指标，二者所用名称基本相同，但符号是不一样的，学习时要注意符号的区别，另外还有一层意思，当已知某一总体参数时，该总体所有数据—随机变量的分布特点，也意味着已知，总体分布常可用一定的数学表达式—分布函数表示，决定这个分布函数的主要参变量—就是总体参数。总体参数与统计量之间还有一定的关系。从数值计算上讲，当总体的大小已知并与实验观测的总次数相同时，这时统计量与总体参数是指的同一个统计指标，当总体为无限时，统计量与总体参数不同，但统计量可在某种程度上作为总体参数的估计值，究竟如何估计，公式有何不同，这是心理与教育统计学所要讲述的内容之一。

思考题与习题

1. 什么叫随机变量？心理与教育科学实验所获得的数据是否属于随机变量？
2. 何谓心理与教育统计学？学习它有何意义？

3. 学习与应用心理与教育统计学要注意哪些问题？
4. 怎样理解总体、样本与个体？
5. 何谓次数、频率及概率？
6. 何谓统计量与参数？二者有何区别？有何关系？
7. 下述一些数据，哪些是测量数据？哪些是计数数据？其数值意味着什么？

- | | | |
|-----------|------------|-----------|
| a. 17.0公斤 | b. 89.85厘米 | c. 199.2秒 |
| d. 17人 | e. 25本 | f. 93.5分 |