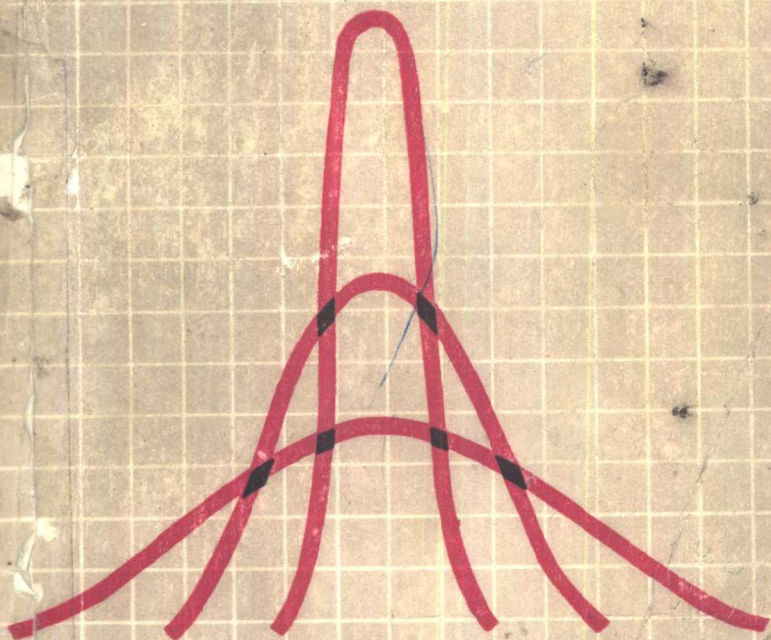


高等学校教学用书

心理与教育统计学

主编 张厚粲

北京师范大学出版社



高等学校教学用书

心理与教育统计学

主 编

张 厚 桀

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

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出版

新华书店总店科技发行所发行

西安新华印刷厂印刷

开本: 850×1168 1/32 印张: 16.75 字数: 412 千

1988 年 6 月第 1 版 1988 年 6 月第 1 次印刷

印数: 1—5 500

ISBN7—303—00039—9/G·36

定价: 2.95 元

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，建议第一章第二、三节略讲或安排学生自学；第二章第三节、第八章第五节、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)一书的基础上重新编写的。绪论、第1、2、3、4、5、6、10章，由孟庆茂同志编写；第7、8、9、11、12章由冯伯麟同志编写。张

1987/6

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

结 论	(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)
第一章 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)
第二章 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)
第三章 离中趋势的度量	(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)	(466)
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 值表	(503)
附表 19	一万个随机数字表	(506)
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	$\sqrt{\text{比率}}$ 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。在教育和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

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的等等，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

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——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，法国数学家巴斯卡(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