

$AD\bar{R}\bar{X}M_T \Sigma \hat{X}\hat{Y}b_{YX}V$



心理与教育统计

张厚粲 孟庆茂 著 甘肃人民出版社

心 理 与 教 育 统 计

张厚粲 孟庆茂

甘 肃 人 民 大 学 出 版 社

内 容 简 介

心理与教育统计是探讨如何以统计的方法研究心理与教育领域内各种问题的一门学问,是数理统计方法在心理和教育方面的应用。本书是以编者在北京师范大学教育系心理专业开设《心理与教育统计》课程的讲授提纲为基础,经多次修改而成的。内容主要包括描述统计和推论统计的基本原理和方法。全书共分十二章,并附有参考文献和图表。

本教材除供高等师范院校教育系与心理系教学之用外,还可以作为心理学与教育领域的科研工作者和业余爱好者的自学参考读物。

前 言

本书是以编者在北京师范大学教育系心理专业开设“心理与教育统计”课程的讲授提纲为基础经过修改而成的。内容主要包括描述统计和推论统计。我们主观上希望能做到简明扼要，理论联系实际，既能解决当前教材缺乏的急需，也可供广大心理学及教育工作者在开展科学研究工作中参考使用。本书于一九八〇年五月作为内部教材印刷后，试用过一段。这次出版前又作了部分修改，主要是在“其他几种相关统计方法”一章，增加了品质相关、质量相关和等级相关的部分内容，章节顺序也作了相应的变动。但由于水平所限，书中谬误与欠妥之处一定仍然很多，为了今后进一步修改，诚恳地希望读者给予批评和指正。

编者在从事“心理与教育统计”的教学过程中，曾得到已故统计学专家薛鸿志教授的热心指导和北京师范学院郝德元教授的帮助，谨此致谢。

编 者

一九八一年二月于北京师范大学

目 录

第一章 绪论	(1)
第二章 数据的初步整理	(10)
第一节 数据的特点和种类	(10)
第二节 数据的统计分类	(15)
第三节 统计表	(19)
第四节 统计图	(25)
第五节 次数分配表和次数分配图	(34)
附录	(48)
第三章 集中量数	(52)
第一节 算术平均数	(53)
第二节 中数	(61)
第三节 众数	(65)
第四节 平均数、中数、众数三者的 关系及其特点	(67)
第五节 其他几种平均数	(70)
第四章 差异量数	(74)
第一节 常用的差异量数	(75)
第二节 标准差的应用	(87)
第五章 相关与回归	(96)
第一节 相关的概念	(96)
第二节 相关系数的计算	(102)

第三节	直线回归	(118)
第六章	理论次数分配	(132)
第一节	统计推论的几个基本概念	(132)
第二节	概率和二项分配	(136)
第三节	正态分配	(142)
第四节	t 分配	(155)
第七章	总体参数的估计与标准误差	(159)
第一节	总体平均数的估计	(159)
第二节	总体其他统计数的估计	(166)
第三节	相关系数和回归值的标准误	(171)
第八章	差异的显著性考验	(184)
第一节	平均数的差异的显著性考验	(184)
第二节	比例差异的显著性考验	(203)
第三节	相关系数之间差异的显著性考验	(207)
第九章	χ^2 考验	(209)
第一节	χ^2 和 χ^2 分配	(209)
第二节	χ^2 考验方法的应用	(216)
第十章	变异数分析	(233)
第一节	变异数分析的意义和计算方法	(233)
第二节	变异数分析与 F 考验	(243)
第三节	各平均数之间的相互比较	(247)
第十一章	非参数考验	(258)
第一节	符号检验法	(258)
第二节	添号秩次检验法	(264)
第三节	秩和检验法	(268)

第四节	中数检验法	(270)
第五节	单因素等级变异数分析	(272)
第六节	双因素变异数分析	(275)
第十二章	其他几种相关统计方法	(277)
第一节	等级相关	(277)
第二节	品质相关	(289)
第三节	质量相关	(300)
参考文献		(309)
附录表		(310)

第一章 绪 论

一、什么是心理与教育统计

心理与教育统计是探讨如何以统计的方法研究心理与教育领域内各种问题的一门学问，是数理统计方法在心理和教育方面的应用。

数理统计是数学的一个分支，是近百年来随着数学及其他科学的发展而逐渐发展起来的一门科学。它所研究的问题是如何搜集、整理、分析由实验或调查所得到的数字资料，以及根据这些资料所传递的信息进行科学推论的原理和方法。数理统计是一种科学的方法，是从事科学研究所不可缺少的一种科学工具。由于它所研究的从局部观察去推论整体的方法有着普遍的意义，因此它能与各种具体的研究结合起来，在实践中得到广泛的应用。它应用到生物研究中称为生物统计，应用到工业生产中称为工业统计，等等。教育方面和心理学上有许多问题必须依靠实验或调查才能解决，而实验或调查的人数又总是有限的，要想从局部得来的资料推论整体的情形，得出合乎科学的结论，那就必须应用科学的统计方法。如何在心理与教育方面应用数理统计已确认的一部分方法，这就是心理与教育统计，即本书所要讲述的内容。

说到这里可能有人会问：心理与教育上所使用的统计方法是完全一样的吗？回答是：基本上相同。所谓基本上相同，就意味着稍有不同之处。一般说来教育方面直接研究的对象人数较多，统计方法多采用大样本的方法，而在心理学方面一般实验人数较

少，使用小样本的机会较多；再有心理学上感知觉方面实验室的实验多些，各种变量的变化影响较大，实验设计要求更为严谨、周密，对统计的方法的要求更多一些。除此之外，教育上与心理上所应用的统计方法就大致相同了。国外有一些“心理统计”“教育统计”两个方面分述的专著，它们不过是把各自研究的领域阐述得更为详尽一些而已。由于心理科学与教育科学在很多方面有着密切的联系，这就决定着二者所应用的统计方法基本上相同。

二、学习心理与教育统计的重要意义

研究心理学与教育的人都应该学习统计学。首先，是学习学科理论和进行科学研究的需要。为了学习和从事心理科学与教育方面的研究，一方面要经常研读国内外的研究报告和有关文献，另一方面要将自己的研究成果加以总结和发表。只有科学工作者们在各研究领域间彼此不断地交流研究成果、沟通学术思想，方才能够互相促进、共同提高，使我国的教育科学、心理科学较快地追上现代化、科学化的步伐。而现在国内外的多数研究，都使用科学的方法——统计方法来说明、解释研究成果，如果我们不懂得心理与教育统计的术语及其所代表的统计过程和意义，我们就不能从中取得间接经验。同时自己的有些研究成果如不用科学的统计方法加以解释，也难提高这些研究成果的科学价值，从中总结出有用的规律，更无法传达自己的发现了。这些都必然影响心理科学与教育科学在社会主义现代化建设中发挥应有的作用。

其次，实际教育工作需要统计学。教育实际中无论行政管理还是教务工作，要想提高自己工作的科学性，就必须应用科学的统计方法，如教育行政效率的研究，教育经费的分配，课程分量的规定，考查成绩方法的研究，学生成绩的比较等等都要用到统计。在课堂教学和思想教育方面进行各种教育和心理测量，

比较各种教学和教育方法，也都要有统计方法协助才能解决。举一个简单的例子：为了了解中学生视力近视的情况，假若客观条件不允许对全市50万中学生做全面的普查，那么我们可以随机地抽取1000—2000人做一个调查，然后应用统计方法，通过这一部分人估计全市50万中学生的患病率，指出估计在多大范围内可靠等等，并据此制定预防及治疗措施。如没有统计方法协助，必须进行全面普查，那要动用多大的人力、物力，浪费多少时间呢！有了统计方法的协助，就能够使我们的教育管理工作更加科学化、现代化。

第三，心理学与教育方面的实验研究需要统计学。教育方面和心理学上，有许多问题必须依靠实验才能解决。虽然研究者的兴趣是想了解总体的情况，但限于各种条件，这些实验常常只能抽选一部分被试进行，然后利用统计方法，对总体加以推论，为了使推论合理，作法简便，实验应如何设计，被试如何选择？被试的数目多少？实验的步骤如何安排？实验结果如何整理和说明等等，都需要有统计学的知识和技能才能完成。

第四，科学训练上的需要。在统计学中所使用的推理及思考方法，实际上也是科学研究中常用的方法。因此，统计方法的训练，也是一种科学方法的训练，学会进行科学地推理与思考方法，掌握统计计算技术，对于进行研究工作是有很大帮助的，尤其对于即将走上工作岗位的青年学生更为重要。

鉴于以上所述几点，可以说学习心理与教育统计对于心理和教育工作者来说有着重要的意义。

三、统计学的分类

统计学大体可分为描述统计、推论统计和实验设计三大类。

描述统计：主要研究如何整理实验或调查得来的大量数据，

找出这些数据的分布特征，计算集中趋势、离中趋势或相关系数等等，也就是计算出一些有代表性的统计数字，将大量的数据简缩，使其中所传递的信息得到清晰的显现。实际教育情境中使用描述统计的机会很多。

推论统计：是在描述统计的基础上，利用数据所传递的信息，通过局部去对全体的情形加以推断。在心理与教育方面，所讨论的全体大都属未知，如何通过实验或调查得来的已知情况去推断未知，就是推论统计的主要内容。

实验设计：是统计学最近几十年才发展起来的一部分内容，它的主要目的，在于考验实验设计中所列的自变量和因变量之间的关系。在一个较严谨的实验研究里，实验者要改变自变量以观察其对因变量产生的影响。为了正确认识二者之间的关系，在实验研究之前，研究人员必须对于研究的步骤，被试的选择，操纵控制的因素，提出的假设，观察的内容，审慎地进行计算与安排，只有经过科学的实验设计，才能使实验工作计划得最正确、最经济、最有效地达到实验目的。

本书内容着重于实验结果的数据处理方法，包括描述统计和推论统计，关于实验设计部分未及多叙。读者在需要这方面内容时，可自行查阅有关的书籍，因为有了一定的统计知识，也就不难领会它的内容。

统计学中这三部分内容不是截然分开，而是互相有关联的。我国解放前的教育统计书籍主要只写了描述统计的内容，这是因统计学本身的发展水平所限，当时推论统计的应用还不够系统所造成的。如果以为教育统计只是搜集些数据，画一些图表，使用一些百分数、平均数、平均差、相关系数之类的统计数字，那就完全错了。殊不知数理统计近百年来随着数学及其他科学的发

展，本身已获得了长足的进步，心理与教育统计必然也随着数理统计的发展而日渐丰富。关于这一点，了解一下统计学的发展简史，就可更加清楚了。

四、心理与教育统计的发展

要了解心理与教育统计的发展，须从数理统计的历史说起。

“统计学”最初的发展与国家普查人口、征收税金有关。公元前三〇五〇年埃及因修金字塔而普查人口和财产；公元前二二五〇年夏禹治水，曾分九州分配贡赋；古希腊与罗马及欧洲各国，用统计方法考查及表示各国的政治情况。当时，统计尚未成为真正的科学，“统计学”一词也非今天的含义。

随着社会的发展与对统计方法的需要，十七世纪中叶，帕斯卡（Pascal）和佛曼（Fermat）始创概率论，其中包含着很多对统计和实验工作者有用的资料，为统计学的发展提供了一定的基础。

在数理统计的发展中，正态曲线或称误差的正态曲线的推导出来，是件很重要的事情。一七三三年代毛弗尔（De Moivre）最初发现常态曲线，只不过当时并没有得到应用，因为直到一九二四年皮尔逊（Karl Pearson 1857—1936）才从图书馆发现了代毛弗尔的论文。一八〇九年至一八二六年数学家高斯（Gauss）阐述观测值的误差理论时也导出了常态曲线，这一发现有力地推动了统计方法的进步。

十九世纪初叶，还有一些科学上的发现也是在统计方法协助下得出的，但当时统计方法并没有受到重视。到十九世纪中期以后由于数学及其他科学发展的需要，寻求科学的方法论显然就成为必要的了。生物学家达尔文（1809—1882）孟德尔（1866）在生物学研究中对数理统计作出了贡献。高尔顿（F Galton, 1822—

1911) 为研究人类智力及体力的遗传, 首创了回归线的原理。皮尔逊一八九六年在高尔顿的支持下首创直线相关系数 r 的用法, 一九〇〇年又根据 χ^2 分配(χ^2 分配是一八七六年赫尔玛(Helment)导出的)明确系统地阐明了配合适度检定法, 至今这些方法都在统计中广泛应用。他几乎用了近半个世纪的时间从事数理统计的研究, 为数理统计的发展作出了很多很大贡献, 他创办了统计学校, 培养了不少这些方面的人材, 推动了数理统计的应用与研究。皮尔逊的学生高赛特(W.S.Gosset 1876—1937)于一九〇八年以笔名 Student 发表了 t 分配及其有效检定法, 致使小样本的统计方法得以发展, 成为今天应用得非常广泛的统计方法之一。

英国数学家费舍(R.A.Fisher, 1890—1962)受皮尔逊与 Student 的影响, 在数理统计上也作出了大量而重要的贡献, 于一九一五年导出线性相关系数 r 的抽样分配, 一九二一年导出 r 的 z 分配, 一九二四年推广常态分配、 t 分配及 χ^2 分配至 z 分配, 一九二五年左右出版《研究工作者用数理统计方法》一书, 使变异的分析系统化, 至使数理统计成为一门科学的方法。费舍和他的学生对于数理统计方法在许多学科中得到应用, 尤其在农业科学、生物学和遗传学中应用, 起了很大的作用。后来, 纽曼(J.Neyman 1894—)和E.S.皮尔逊(E.S.Pearson 1895—)在一九三六和一九三八年提出了统计假设的理论, 这更推动了很多研究工作, 得到广泛应用。此外, 瓦尔德(A.Wald 1902—1950)的《序贯分析》《统计判决函数》, 也被认为是数理统计发展中的重大成就。

从数理统计的发展情况可以看出: 数理统计成为一门科学乃是近百年的事, 它是为解决科学研究中提出的各种问题而发展起

来的，同时，数理统计的发展，又促进了各个科学领域中研究上的进步。数理统计的发展是否到此止步了呢？不是的。根据当代一些数理统计学家的看法（如A.M.Mood, F. A. Graybill）由于统计推论在某些方面还不够有力，至今还有许多十分重要的实验设计和统计推论的问题未曾解决，因而，科学研究中一种要求创造更完善的统计理论的愿望广泛存在，可以预见，数理统计将随着实践中提出更多的新问题，随着现代科学技术的进步而向前发展。

了解了数理统计的发展以后，我们再来看看心理与教育统计的历史情况。

应用统计方法于心理学上，始于英国的高尔顿，他是一位生物学家和心理学家，他为个体差异的测量奠定了基础。他把高斯的误差理论推广应用到人类行为的测量中，他首创回归原理。把在对人类个体进行测量时搜集到的大量数据进行统计处理。他用统计方法研制智力测验，由于高尔顿用统计方法对心理学实验结果进行处理，使他的研究更加科学，因而被认为是科学的心理学的创始人之一。

其后，皮尔逊也努力将他统计上的发现应用于心理与教育上去。如相关系数 r ，及 χ^2 考验等，至今仍然是心理与教育统计上的重要方法。

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。他在心理实验中应用统计方法，如心理物理法的次数法中今天仍用他所应用的统计方法处理实验结果，他在心理学研究中，延伸了相关系数的概念，导出等级相关系数的计算方法。一九三〇年，他又应用因素分析于心理问题的研究中。二十世纪初，统计学的研究多集中于欧洲各国，统计方法广为流

行，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。

二十世纪初，统计学始传入美国，在教育与心理统计上贡献较大的有卡泰尔（Cattell）桑代克（Thorndike）等人。卡泰尔早年留学欧洲，深受高尔顿和冯特（Wundt）的影响，回美后努力以统计的方法研究心理问题而涉及教育。桑代克是卡泰尔的学生，他长于心理学与统计学，他极力提倡以心理学与统计学为工具而研究教育学，使教育科学化。他于一九〇四年著《心理与社会的测量》一书，可算作教育统计的第一本专著。他把用统计方法处理心理与教育实验结果的报告搜集成卷出版，以推广统计方法。以后桑代克的学生凯利（Kelley）等人专门研究心理与教育统计，都有这方面的专著出版。此时，美国的高等院校都设有心理与教育统计课程，普及统计方法。四十年代以后欧美各国已比较普遍地应用数理统计方法研究心理与教育问题、当时这方面的教材就比较系统地讲述了小样本理论，实验设计，方差分析，回归分析等主要内容。而最近一、二十年，由于电子计算机的广泛应用，多因素的实验设计和统计方法的普及与应用也已成为可能。

我国的心理与教育统计，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到我国的。二十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》（一九二五年），周调阳著《教育统计学》（一九二五年），朱君毅著《教育统计学》（一九三〇年），沈有乾著《教育统计学讲话》（一九四六年），《实验设计与统计方法》（一九四七年），艾伟著《高级统计学》（一九三三年），王书林著《教育测验与统计》（一九三五年）等。翻译的作品有麦柯尔（McCall）的《教育实验法》（薛鸿志一九二五年译），瑟斯

顿 (Thurstone) 的《教育统计学纲要》(朱君毅一九二八年译), 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, 五十年代以后, 由于全盘苏化的影响, 学校中的教育统计课程停开了, 在一般的教育研究中也不予应用, 致使教育统计逐渐被荒疏。至于心理统计, 虽然由于心理学工作者的坚持, 在研究工作中没有全部废弃, 但是学校中课程停开, 对于它的应用也没有受到支持和鼓励。后期心理学本身遭受批判, 心理统计自然地也就更无人问津了。

粉碎了“四人帮”, 我国的科学事业蓬勃兴旺起来, 心理与教育统计也恢复了新生。虽然长期的停顿造成了我们与世界先进水平之间有很大差距, 但是, 只要我们有志于教育和心理科学现代化的同志们, 齐心协力, 艰苦奋斗, 一定会在不远的将来, 赶上先进的行列, 使心理和教育统计这一科学方法, 在实现祖国现代化建设的过程中发挥应有的作用。

第二章 数据的初步整理

在教育与心理学领域内，科学工作者为开展研究和进行科学实验，都要对事物进行观察和测量，简称为观测。而观测的结果，大多用数字形式来表示，这些数字就是数据。如表明学生学习成绩优劣的分数，表明感觉阈（ y_u ）限的重量数、频率数……，表明反应潜伏期的时间数等。

在科学研究中，我们经常接触许许多多的数据，这些数据能够为我们研究的问题提供很有用的信息，帮助我们认识事物间的内在规律，了解各事物之间的关系，预测其今后的发展趋势等。因此，这些数据是十分宝贵的。但是，这些数据所提供的情报和信息，并不是一目了然的，必须对大量数据进行认真地、科学地整理和分析以后，通过统计检验，才能使我们得到可靠的结论。

本章主要介绍数据的初步整理方法，使我们了解数据应如何整理。为此，还介绍数据的特点，以及其他一些有关的知识，以帮助我们认识和整理数据。

第一节 数据的特点和种类

要整理科学实验中大量的数据，首先必须了解数据有些什么特点。数据的第一个特点是离散性，教育与心理学的科学研究中，通过实验和观测会得到许许多多的数据，而这些数据都是以一个个分散的数字形式出现的，尽管这些数据是大量的，但却总是有限的。数据的第二个特点是波动性，又称变异性。就是说观