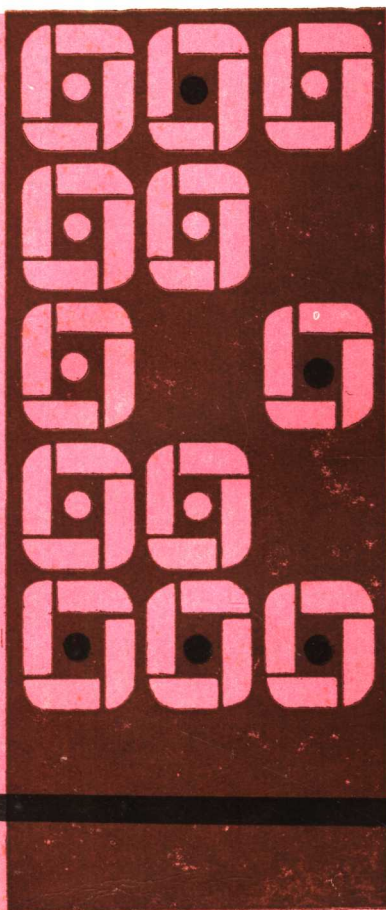


[美] Edward W. Minium 著



教育统计学

高振业 秦仲实 译



四川教育出版社

教育统计学

高振业 秦仲实 编译

四川教育出版社

一九八七·成都

责任编辑：韦其珉

封面设计：陈 卫

版面设计：王 凌

教育统计学

四川教育出版社出版 (成都盐道街三号)
四川省新华书店发行 攀枝花新华印刷厂印刷

开本 850×1168 毫米 1/32 印张 17 插页 4 字数 420 千
1987 年 12 月第一版 1987 年 12 月第一次印刷
印数：1—1,060 册

ISBN7-5408-0029-1/G·30

书号：7344·780

定价：3.74 元

前 言

统计学是科学研究的重要工具。随着科学的发展,统计学的
应用日益广泛。教育统计学先是探讨把统计学的理论和方法应用
于研究教育与心理问题的科学。原为大学教育系学生的必修课程,
后由于种种原因,长期未开。1978年全国科学大会,迎来了科学
的春天。为适应开展教育科学研究的新形势,根据高校文科教学
工作会议的精神,全国高等师范院校先后将教育统计学列入教育
系的教学计划。当时国内关于教育统计学方面的著作尚未公开出
版,资料异常缺乏,以推断统计部分为尤甚。我们曾从 Minium,
E. W: Statistical Reasoning in Psychology and Education.
书中摘译数章,供学生参考,并分送国内同行请教,受到了同志
们的鼓励,系内同志也动员我们将全书译出,作为教育统计学课程
的参考书。当时我们正在从事一项国家重点科研项目,译译工作只
好在业余时间进行,故到1983年才脱稿。系领导同志决定先作为
内部资料印出,征求各方意见。并供教育统计学教学参考。

本书的特点:第一,深入浅出,层次分明。用浅近的语言,
说明较复杂抽象的理论。对于统计概念和公式多用实例分析和图
解,使广大的教育工作者只要具备中学的数学知识,就可以了解
统计公式的意义和来龙去脉,而不是机械地套用。有些公式的
数学推导,作为附注分别列于有关各章之后,供对数学有兴趣的
读者参考。第二,内容全面,取材新颖,吸收了半世纪来统计学
上的新成就。对推断统计部分,用了较多的篇幅,作了详尽的阐
明,可以满足对教育调查、实验、测验材料进行科学分析的需要。
第三,重视读者逻辑推理能力的发展,对统计所依据的前提,都

作了详尽的阐明。对可能出现的误解或误用，也都作了仔细的分析。第四，联系实际，注重应用。由实际问题引出理论和方法，再回到应用中去。每章之后附有一定数量的习题，有些颇有启发性，不但可以检查掌握知识的情况，并能加深对统计理论的理解。由于本书有上述特点，所以，目前虽然已有数种关于教育统计学专著出版，仍愿介绍给广大教育工作者阅读参考。正如原书作者所说：同一概念或命题由不同的作者用不同的语言来解释，可使读者找到对他理解最有帮助的讲法。为了节约篇幅，在不影响全书体系和特点的条件下作了一些删节，有些参考书改用我国已出版的书以便读者查阅。原文名词术语的汉译一般依科学出版社出版的《英汉数学词汇》（第二版）。因我们水平有限，错误在所难免，希国内同道和广大读者惠于拟评指正。

本书编译是在原教育系主任刘兆吉同志亲切关怀下进行的，并得到系内各领导的支持，唐宗富同志帮助绘制插图、谨致以衷心的感谢。

编译者

1985年10月

于西南师大教育系

目 录

前 言

第一章	绪论	(1)
第二章	初步的概念	(11)
第三章	频数分布	(21)
第四章	图示法	(37)
第五章	集中量数	(53)
第六章	差异量数	(69)
第七章	正态曲线	(93)
第八章	导出分数	(110)
第九章	相关	(128)
第十章	影响相关系数的因素	(149)
第十一章	回归和预测	(160)
第十二章	相关和回归的解释	(180)
第十三章	统计推断的基础	(200)
第十四章	统计推断的基础 (续)	(217)
第十五章	关于单一平均数的假设检验: 正态曲线模型	(235)
第十六章	假设检验续论	(254)
第十七章	关于两个平均数的假设检验: 正态曲线模型	(271)
第十八章	μ 和 $\mu_X - \mu_Y$ 的估计	(296)
第十九章	关于平均数的推断与 t 分布	(313)
第二十章	关于皮尔逊相关系数的推断	(337)
第二十一章	实验设计的若干方面	(349)
第二十二章	基本的方差分析	(377)

第二十三章 关于频数的推断.....	(419)》
第二十四章 几种常用的秩次统计量.....	(444)》
附录一 练习答案.....	(463)》
附录二 统计符号表及常用统计表.....	(492)》

第一章 绪 论

1.1 描述统计

某校一位生物学教师接收了一班新生，她希望既不由于低估他们的程度而使他们感觉厌烦，也不因为过高估计他们的水平而使他们感觉茫然。为此首先认真研究学生的情况，了解学生原来的知识基础，他们彼此间程度差异的大小，以及关于个别学生的材料，知道哪些学生需要在最初几周给以特别帮助？哪些学生会提出特别的问题？这样可使她的教学方法适合学生的需要。

假设有一份全国通用的生物学知识测验。分植物学知识和动物学知识两部分。第一堂课就对学生进行测试，根据每个学生的答对题数，可以大体上了解到学生的程度。这样，当然对她是有好处的，但是如果她会使用统计方法，对解决她要研究的问题，可能帮助更大一些。

假使教师能从学校研究处或从测验手册上，了解到教育条件相似的学生们，在这一测验上的成绩，她就可以知道学生B的动物学分数高于90%的同级学生，而只有15%的学生低于学生S。

一班学生，各人有各人的分数，太多了不容易很快就记得住，需要有一种简单的办法来表现这班学生的知识水平，那就需要求全班学生在总测验中各分测验上的平均分数。然后拿来和同级其他学生的成绩进行比较。通过比较可以知道，全班在植物学方面接近期望的水平，在动物学方面的成绩则属优等。再研究班内的差异问题，可以看到最高分数和最低分数的学生相差不大。

在上述实例中，教师所使用的技术都是描述统计的一部分。这种工具有助于描述学生成绩的水平和一致的程度，并同已知的相似团体的成绩作比较。在这点上，对教师进行教学是有帮助的。这是描述统计的主要作用的一个实例。为描述有关材料的特点提供方便而有意义的技术。

1.2 推断统计

选民对待废除死刑的态度如何？民意测验家不可能征求到全体公民的答案，只能得到一部分公民的回答。根据所得的部分公民的答案来估计公民的态度。这样估计的结果，和任何估计一样，容易发生误差。但如果作为研究对象的选民是按照统计原则选择的，那就能够知道误差在什么样的限度以内。

应用统计学的第二个分支叫做推断统计，它的目的在于根据对一部分观察对象所研究的结果，来推断存在于观察对象总体的情况，统计学的这一分支也叫做抽样统计。

推断统计的另一用途是评价一项实验的结果。假设有位研究人员要研究“某种药物能否影响学习速度”这一问题，随机地选了每组25人的两个组，对其中的一组用了药物，一组不用。除了用药这一因素外，两组的学习任务和其他条件都一样。从研究结果看来，两组的平均学习成绩有5分之差。

然而两组间的这些差异，仍然有可能受随机选择中偶然因素的影响，尽管两组所接受的处理相同。摆在实验者面前的问题是观察到的差异是否在期望的差异限度以内。如果符合一定的前提条件，统计理论可以提供回答这一问题的基础。如果实验者发现他所得的5分之差大于计算出来的机会误差，就可以推断有其他因素在起作用。如果实验程序的检验表明，差异的产生除实验因素以外别无可解释的原因，就可以断定药物是起作用的因素。

1.3 相关和预测

实验已证明：父母和子女间的智力有相关，但不完全。我们可以料想班上最聪明的儿童他们的父母也聪明，但不能料想他们必然是班上儿童所有家长中的最聪明者。我们能否更确切地说明这种关系的范围吗？

一个工业公司的人事处对应征的雇员进行了一次能力倾向测验。测验分数和未来业务熟练的水平真正有相关吗？有多少？如果有相关，那么单按测验分数录用的人员在业务上可望成功的占多大的百分比？和不用测验录用人员所发生的情况比较起来又怎么样？

这类问题就是要研究两种（或以上）因素间相互关系的存在和程度，并探索根据某人在一种因素中所处地位的知识预测它在另一种因素中所处地位的可能性。这种分析非常令人发生兴趣，所以统计技术上要用相当大的篇幅来讨论它。由于这两个问题既重要而又各具特点，因此在这里分别作了解释。然而这两个问题都既有描述统计的问题又有推断统计的问题。

1.4 统计工作者的种类

从事统计工作者可分为四类：（1）为了读懂专业领域内的研究报告；（2）用统计方法处理自己研究的问题；（3）专业统计人员；（4）数理统计学家。前两种人的主要兴趣在各自的学科内容，统计只是对自己研究问题所搜集的有关证据进行组织和解释的一种辅助手段。这类人中间有生物学家，教育家，心理学家，工程师，人口普查者，药物研究者，地理学家，农学家，物理学家，人事干部，议会议员，商人，城市管理人；所有这些人都觉得统

计对他们有帮助。这些人可以称之为业余统计工作者。他们的统计学知识有多有少，可以从新手到专家。

其次是专业统计工作者，这些人在前些年是在大学数学系受过训练的，近年来可能是统计学系毕业的。在统计理论和有关的数学方面受有比较广泛的训练。这种统计工作者在研究过程中起“中间人”的作用，他们帮助研究实质性问题的人们，寻求和应用统计模式，用以检查有关研究问题的结论。专业统计工作者的长处是具有统计理论和一般应用方法的专门知识。不过在应用领域缺乏专门知识，也是个缺陷。

以上前三种人的共同点，在于他们的主要兴趣是应用统计学。但其后二者也可能对统计理论确有兴趣并能作出贡献。数理统计学家的主要兴趣是理论统计和概率论。

1.5 这本书是为哪些人写的？

顾名思义，这本书是属于应用统计学的，是供未来的业余统计工作者阅读的。其目的是给将来用统计方法进行研究的人们，和需要懂得使用统计语言表述其重要特征的研究工具（如测验）的那些人们以帮助。

本书还照顾到在研究工作中有机会运用统计程序的人们。这方面的知识会帮助他们把初步的问题变成更为集中的研究计划，帮助他们对证据进行批判的思考，帮助他们用更省时省力的方法进行有意义的研究。

一些将来要求助于专业统计工作者的人们，会觉得这些统计学的教育能使他们懂得什么时候需要专家帮助，并用便于处理和解释的方式，形成问题，同专家们联系。

1.6 应用统计学的任务

应用统计学是一种工具,一个调查研究者提出研究问题之后。可以借助统计程序寻求方便而有意义的方法,去组织他检查按照研究问题所搜集的材料。统计程序只提供统计的答案,它本身不提供实质性的答案。它会表示一种观点,表示一定性质的观点。选择统计技术必须选择能鲜明的表现观点的技术,并且还要牢记它的限制。因此必须了解各种统计的特点,要解释数据,统计知识是必要的,但还不够。研究统计分析的结果,必须把与研究题目特别有关的诸多因素考虑在内,然后作实质性的结论。

因此,统计程序的运用往往是中间步骤。研究工作的典型步骤是:

1. 提出实质性的问题并确定问题的焦点,然后制定取得论据的计划。实质性的问题是一种学科领域的真实问题。假设有两组学生学习外语词汇;一组每天学习两小时学习4天,另一组每天学习半小时学习16天。两组学习时间总数相等,但是保持的分量是否相等呢?这一步包括选择学习材料、研究对象(学生)和测量保持的量表。

2. 选择一种统计模式用以帮助组织分析所搜集的数据。这时就可以形成个统计问题。统计问题的答案可望有助于实质性问题的解决。统计问题不同于实质性问题之处,在于它常常和数据的统计性质有关,如一组量数的平均数。在上述事例中,可以问两组保持词汇平均数的差异是否有足够的大,可达到不能归因于偶然差异的程度。统计问题常有选择余地,我们要选那适于揭露实质性问题的。例如对上述问题,我们也可以问两组被试者中保持所学词数 $3/4$ 以上的人数在各组中的百分比相差多少?学习在可供选择的统计技术中如何进行选择,也是统计研究的一部分。

3. 通过运用统计程序, 得出统计上的结论。上述学习实验的结果可以得出两组保持词数的平均数相差大于机会误差的结论。此外, 统计结论和数据的统计性质有关: 在上例中用的平均数。

4. 最后, 得出实质性的结论。在上例中, 可以证明的结论是: 在所研究的情况下, 每次练习所用的时间短, 保持的要好些。然而, 这种实质性的结论部分地得自统计结论, 但其他因素也必须考虑到。上例中的实质性结论主要是根据统计结论, 但还不能完全断定学习方法上的不同是必然的可靠的因素, 除非在进行实验时排除了其他因素。因此研究者在得出实质性结论时, 除考虑统计结论外, 还要考虑实验设计的完善性。

在制订研究计划时, 第一步和第二步应该一块考虑。在研究计划中如能考虑到所用统计技术的特点, 那就可能选用更方便而经济的技术。

以上提到的是初步统计学教育的目的。统计学还有一种目的, 就是帮助人们更好地理解所提问题和问题答案中数量处理任务之间的关系。因为统计方法有个“观点”, 为了选定适合问题的分析, 必须了解它们的特点。

材料的特殊性, 能在不同的方面影响技术的选择, 甚至是在看来是已经满意地解决了的时候。如果了解了各种统计技术的特点, 就有了选择的基础。重要的假设常常在看不到的技术背后。我们必须知道这些假设是什么, 如果违反了又会怎样。

只知道统计技术的特点还不够, 还要学会“怎样做”。这不仅对工作中应用统计程序的人们是必要的, 而且对只求懂得统计语言的人们也是必要。因此在了解特点之后, 还需要了解运算过程。

1.7 关于统计学的一些怪话

关于统计学, 流传着一些怪话: 说它枯燥无味; 说它丧失个性,

因为只考虑群体而不考虑个人；说它会引人误解。另外还听人们抱怨说：统计方法支配着研究的性质；它太重数学了，除专家以外任何人都难理解。因为这指责多少有点道理，需要一一研究。

一种统计结果只是关于数据情况的表述，因此它必然是枯燥无味的，除非他对与数据有关的问题有兴趣，并认识到这些结果对问题的重要性。重要的是从数据可以得出的结论而不是数据的表述是否有趣。假如有人说某市明年秋季可望增加 851 个小学生。这个消息对你可能漠不关心。但该市的教育局长却对这个数字感到很大的兴趣，因为这个数字告诉他必须准备多少新教室和教师，以及如何调整预算。

的确，统计的叙述常常是关于一个组的而不是个人的，但决不是与研究个人无关。平均成绩就关系到个人成绩，在本章开始所举的事例中，生物学教师要掌握关于一班学生的知识，就是为了使每个学生的知识得到提高。目的就在于防止忽视个性。

他们的研究可能对个人更有意义。在教育研究法中，“标准”法和实验法部分，都得用上初步的统计知识。假设，研究的结论表明实验组的平均成绩实质上高于非实验组学生，这并不意味着每个学生会从新方法中得到好处，因为在采用新方法的一组中，学生成绩不良的可能性是存在的。但无论如何，在没有更多资料的情况下，实验结果说明：用新方法学习的人，得益的可能性较大，因此，团体的研究，常常可能转化为对个人有益。

在一所州立学院中，可以说学分总数的 80% 是获得博士的教授讲授的，也可以说有 75% 的课程是由取得同等资格的教师担任的，还可以说，这所学院有 65% 的教师有博士学位。如果有人做论文，题目是“高等教育的不良状态”，我们可以猜想在上述三个数字中他会用哪一个。如果一个打经济算盘代表纳税人的团体，企图论证吸引完全合格的教师不需要高工资，他会选择另一个数字。但是如果不幸只有一种说明问题的方法，就不会出现其他可

能性。应该记住一句话：“数字不会说谎，但有说谎的数字”。显然在了解统计程序的性质时，还要注意查明其具体使用的条件。统计的误用是个重要问题，必须十分注意。

有人抱怨：统计程序支配研究的性质。的确，有些研究者偏向于考虑哪种方法较客观较容易测量，而不考虑哪种方法有意义。但统计学不是罪犯，它只是工具，问题在于研究者的态度。要牢记，重要的是问题，我们要研究的问题应该是重要问题。

要说统计学是属于数学的，只有专家才能懂得，这个话也不一定真实。统计的领域相当广泛，远远超出了本书的范围。初等统计学上有些命题是由复杂的数学推导出来的。然而只要掌握普通算术和中学代数的基本原理，就可以了解本书所讲的统计程序和逻辑。只有少数问题要依靠相信。如果我们知道所做的假设是什么，在假设不能满足时会出现什么，我们的态度就会坚定。

1.8 关于学习统计学的几点意见

统计学难学吗？也难也不难，一般说来，学怎样做，要求计算准确，不特别困难，但要弄清事物的原因，则有不同程度的困难。

阅读和理解统计书籍的速度，因人而异，因材料而异。当然不能希望阅读统计学教科书和读小说一样，也不能和读历史教科书一样。统计学书籍中有些部分可以读得快些，有些部分则要求集中注意仔细读。读得不快，决不能认为就是笨，因为需要一定的“吸收时间”。统计推理的逻辑对大多数人来说是一种新的思想方法，却要求形成习惯，不习惯，阅读和理解就快不了。

另外，学生常常担心数学方面的困难。这一点，上一节已经部分地讲清楚了。普通算术和熟悉方程式的性质是必要的。要理解影响计算所得计量的事物的性质，最低限度要了解方程式的意

义和计算方法。每章之末附有练习。有些章末，还附有数学注释，供熟悉代数的学生参考，目的在于帮助他们掌握统计技术的意义。

如果有些观念还不很明白，就毫不犹豫地查阅水平相同的其他教科书，不用花多少时间就可以查到对理解有帮助的讲法。教师也可以做些提示。须知同一学科的不同语言，可以增长见识。

初等统计学是种具有阶梯形性质的课程。前一步所学的是以后学习的基础。因此必须坚持不间断。有一点不明白就应该求助于图书馆或教师，不要拖延。有些人认为不明白的问题到后来自然就明白了，这种想法危险性较大，在材料彼此间不是相互依存的情况下，尤其危险。那就和隔着梯阶爬梯子一样。临时抱佛脚，从来不会成功，至少统计学是如此。学习统计学的成功，有赖于经常努力工作。能这样，那么考试时就不用花多少时间复习了。

要经常花些精力来“看大局”，这是很值得的。首先在计算方面可以得到好处，看看计算的结果是否有意义。如果一组量数中大多数是60多，70多，而算出来的平均数是53。那就不能不怀疑。要记住“眼球是统计工作者最有力的工具”。第二，一个已知的观念常常可以应用于不同的情况，要把正在学的和早先学过的技术联系起来，就会觉得统计学不是互不相关的各别技术的堆集，而是很有意义的学习，这样学习也就容易了。

最后，要把统计工具和实际问题联系起来。经常设想一个自己特别感兴趣的问题，考虑一下，哪种方法适合自己心里所设计的措施。如能动脑筋，扩大眼界，统计学将是一门令人感兴趣的学科，是一门与实际相联系的学科。

练 习

1. 一个实验者可以“戴”两顶“帽子”：一是学科专家，

一是统计学家。在下列情况下是先戴第一顶呢？还是第二顶呢？还是两顶同时戴呢？(a)想起了一个问题；(b)把问题变成统计问题；(c)得出结论：实验组和控制组的平均成绩确有差异；(d)决定由实验因素所产生的差异对平均成绩的差异是否负有责任；(e)把这一研究结果和已往的研究联系起来。

2. 关于一般人结论，在什么意义上对具体个人有意义？在什么意义上对具体个人没有意义？

3. 说明 1.7 节所给的三个不同的百分比，可能有那些差异？

4. 某甲为一种特殊统计工具的性能所迷，想找一个可以允许他用这种工具的论文题目。他的热情是不是摆错了地方？试加以说明。