

21世纪高校心理学教材

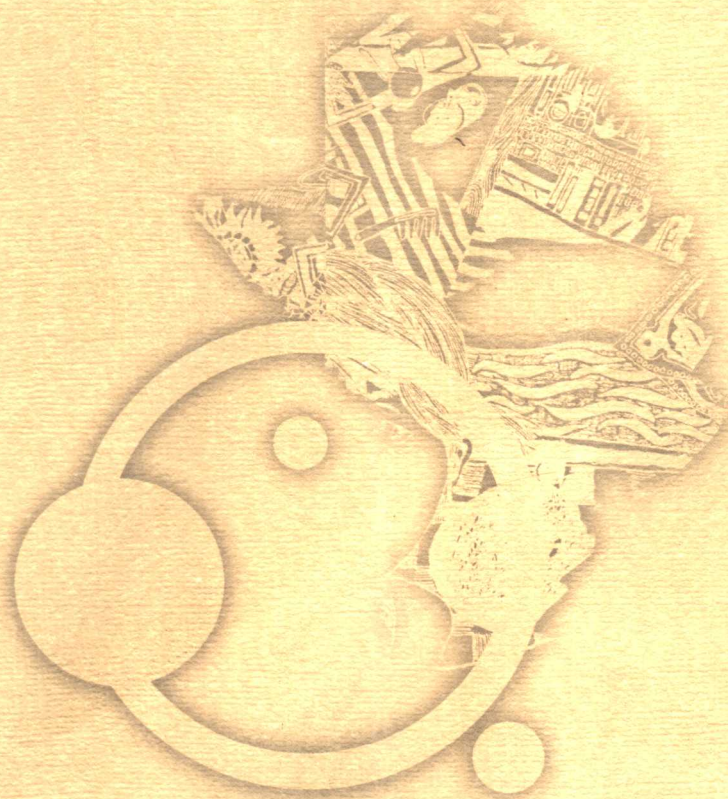
心理与教育统计

◎ 温忠麟

著

广东高等教育出版社

心理与教育统计



21世纪高校心理学教材



心理与教育统计

◎ 温忠麟

著

广东高等教育出版社·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

心理与教育统计/温忠麟著. —广州: 广东高等教育出版社, 2006. 9
(21 世纪高校心理学丛书)
ISBN 7 - 5361 - 3408 - 8

I. 心… II. 温… III. 心理统计: 教育统计 - 高等学校 - 教材
IV. G40 - 051

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 108713 号

广东高等教育出版社出版发行

(地址: 广州市天河区林和西横路 邮编: 510500)

佛山市浩文彩色印刷有限公司印刷

开本: 787 mm × 960 mm 1/16 印张: 21.75 字数: 345 千字

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 8 000 册

定价: 32.00 元

本书所用例子的数据可到本社网址

[www. gdgjs. com. cn/down](http://www.gdgjs.com.cn/down) 下载

21 世纪高校心理学教材

编 委 会

主 任（排名不分先后）：

陈烜之（香港中文大学心理系讲座教授，前系主任）

莫 雷（华南师范大学心理学教授，副校长，中国心理学会副理事长）

杨治良（华东师范大学心理系教授，前系主任，中国心理学会副理事长）

王 垒（北京大学心理系教授，前系主任，教育部高等学校心理学教学指导委员会主任）

委 员（按姓氏笔画排序）：

马剑虹（浙江大学心理与行为科学系教授，系副主任）

叶浩生（南京师范大学心理研究所教授，所长）

乐国安（南开大学社会心理学系教授，系主任）

朱 滢（北京大学心理系教授，前系主任）

孙时进（复旦大学心理研究中心教授，主任）

张 卫（华南师范大学心理系教授）

郑 雪（华南师范大学教育心理系教授，系主任）

罗冠中（香港考试局研究部总监，华南师范大学心理应用研究中心教授）

温忠麟（华南师范大学心理系教授）

韩世辉（北京大学心理系教授，系主任）

内容提要

本书介绍了当今心理和教育研究中主要的统计方法，内容包括：描述统计（样本的数字特征和统计图表），概率基础知识，随机变量及其分布，参数点估计和区间估计，参数假设检验、分布检验、变量独立性检验，各种变量的相关分析，测量信度，一元和多元回归分析，单因素、多因素方差分析和重复测量方差分析，一元和多元 Logistic 回归分析，因子分析。着重讨论了统计思想和统计原理、应用实例、SPSS for Windows 操作方法、结果解释和表述。附有 SPSS for Windows 操作入门知识和中文 Excel 统计分析与操作。

本书适合心理学、教育学和其他社会科学各专业的本科生作为教材使用，也可供心理或教育研究人员和其他领域的统计工作者参考。

总 序

由于社会的迫切需要，最近十余年我国心理学专业的学生和从业人员数量急剧增长，专门的心理学系和研究机构也从 20 世纪 80 年代末的十余个（所）发展到当前的百余个（所），不论在政治、经济、文化、教育、体育、管理、健康服务、社区服务、危机处理等领域，还是在学校、企业、医院、行政、司法、军队等部门都发挥着巨大的功能，放射出耀眼的光芒。而从学科内部来看，当前不论国外还是国内的心理学研究均在迅速发展，各种新的理论和思想此起彼伏，各种新的研究、技术和方法不断涌现，使心理学各个领域在宏观的行为层面以及微观的脑基础层面都取得了丰富的新成果与长足进步，从而使心理学的面貌发生了极大的改变。

因此，为了反映当前国内外心理学各个领域的变化与发展，进一步深化高等院校心理学教学改革，加强心理学专业学生的理论素养以及能更好地培养适应新时期社会需要的实用技能与能力，促进我国心理学学科的进一步发展和建设，我们组织国内外心理学各领域有影响的专家、学者编写了这套反映当前心理学科发展和成果的“21 世纪高校心理学教材”，其中包括《普通心理学》、《实验心理学》、《认知心理学》、《心理与教育统计》、《心理与教育测量》、《教育心理学》、《发展心理学》、《社会心理学》、《管理心理学》、《心理咨询与治疗》、《人格心理学》、《认知神经科学》、《西方心理学理论与流派》、《心理学研究方法》14 部。

我们在编写本套教材时力图体现以下四个特色：

第一，科学性与实用性的结合。一方面，在内容的选择上，既确保知识的科学性、正确性，注重科学研究、科学数据对心理现象的说明作用，强调理性对感性的超越，同时，也注重科学原理对日常经验、生活事实的解释作用，体现教材内容对“活生生”社会、生活实际的实用性。另一方面，在材料的组织上，注意处理好学科科学性和教材科学性的关系，既强调学科体系的科学性、系统性、完整性，同时也从有利于学生学习的角度出发，注重学科的基本结构，注意把握学科体系与教材体系的关系，突出有利于学生学习与掌握的实用性。

第二，前沿性与经典性的结合。虽然科学的心理学从冯特、詹姆斯等人

到现在也不过只有一百二十余年的历史，但在这短短的一百二十余年中，心理学家们已从事过数不胜数的研究，获得了无法计量的数据和结果，生产了无法遍读的宏论或微言。因此，作为主要面向大学生的教材，我们需要，也只能在科学性、系统性的原则指导下，突出各领域的经典性研究、经典性方法与核心概念和原理，用经典或权威的研究、数据阐述学者们的核心思想与代表性研究。而由于最近十余年心理学界的研究和思想都正在和已经发生了巨大的变化，因此，本套教材在继承历史的基础上，更希望面向现在和未来，强调尽可能多地吸收和反映当前各学科领域的最新成果和进展，力图做到前沿与经典、历史与现在甚至未来相结合。

第三，国际化与本土化的结合。科学的心理学起源于欧洲，成长和壮大于北美，直到今天，欧美心理学仍在当今国际心理学界占据着主导地位。但中国国内外的华人心理学工作者在过去的近百年中，也在学习和借鉴西方心理学研究成果的基础上探索着自己的生存和发展之路，取得了不少重要和有影响的成果，尤其最近十余年，随着我国社会、民众对心理学的需要和重视，中国以及华人心理学工作者更是取得了不少令国际同仁刮目相看的新成就。因此，本套教材一方面注重较全面反映国际心理学各领域研究和发展的轨迹、前沿，同时也尽可能结合中国（华人）心理学界的研究与成果，注意反映中国及华人社会特有的心理现象与特点。

第四，学术性与易读性的结合。作为主要面向 21 世纪新时代大学生的教材，在编写过程中，我们既注重专业教材的学术性和科学性，同时也尽量顾及当代人学习和阅读的心理特点，不论在内容编选还是在写作风格、编排体例上，均强调教材的易读性、生动性和形象性，力图做到学术性与易读性的结合，希望使这套教材能成为一套教师认为好用、学生认为好学的专业教材。

本套教材作者来自国内外二十余所大学知名的心理学系或研究机构。各书的主编或著者大多是国内相关领域较有影响的专家和学者，在各自的领域从事过相当长时间的研究和高校教学工作，不少人先前编写的相应教材都是国内最有影响的教材，而其他作者也大多都在各自相应领域学有精专、有着相当丰富的高校教材编写经验。因此，我们期盼，在大家的精诚合作与努力下，这套教材将能以其独特、新颖的个性被社会悦纳，为我国心理学人才的培养和心理学事业的发展做出一定的贡献。

21 世纪高校心理学教材编委会
2004 年 8 月

前 言

诸多的心理、教育或社会统计教科书，无论是中文还是英文版本，大致可分为两类。一类是传统的以使用公式手算（包括使用计算器）为基本平台编写，优点是理论性比较强，讲解细致，适合传统教学和考试。但内容选取受到数值计算和结果展示的限制，不少篇幅用来推导统计公式的变换简化，或者对容易计算的特殊情形不厌其烦地一一介绍，而实际应用中一些非常有用的内容，则因计算工具的限制而忽略，统计方法的涵盖面过窄。虽然有的修订版增加了统计软件的使用，但内容体系和结构框架并没有根本改变。另一类是新近以统计软件为平台编写的，但侧重点往往放在软件的操作方面，统计理论比较薄弱，对统计背景的介绍和结果的解释过于粗略。

笔者和合作者在多年教学实践的基础上，出版了《现代教育与心理统计技术》（江苏教育出版 2001 年出版，2004 年改成新世纪版），该书以统计软件 SPSS 为平台、以统计方法为主线，将统计理论和统计软件有机地结合在一起，被多所大学心理或教育专业选作研究生教材或指定参考书，2002 年 7 月 11 日《中国教育报》曾发表书评，评价该书的特色。但该书起点高，如果用于本科教学，需要补充不少基础知识，部分内容则超出本科的要求。所以，我一直希望写一本类似风格但适合本科生使用的教材。

本书用了 6 章的篇幅讨论了统计的基本概念、样本的数字特征和统计图表、概率基本知识、随机变量及其分布等。后面 6 章在介绍统计量及其分布、参数估计和假设检验的基本知识后，根据不同变量类型之间的关系论述统计方法：回归分析（自变量和因变量都是连续变量），方差分析（自变量是类别变量、因变量是连续变量），Logistic 回归（自变量是连续变量、因变量是类别变量）和因子分析（自变量是潜变量，因变量是显变量）。

本科生的统计教材，既要有应用的功能，也要有应考（研究生考试）的功能，本书尽可能兼顾了这两种功能：

1. 理论上侧重统计思想、原理和方法，不拘泥于数学证明。涉及的数学式子主要是为了建立统计模型，说明统计量的意义，揭示统计知识之间的联系。但有些可能在考试中需要的公式，还是做了推演，或者在正文中出现，或者在习题中作为练习。

2. 不为计算上的考虑讨论特殊情形的处理。例如,关于总体均值的显著性检验,不分大样本、小样本,不分已知方差、未知方差,全部采用 t 检验。这样做不仅内容简洁,易于学习和使用,而且更切合实际情况。在应用中,已知方差的情形可以说是没有的。至于大样本的 Z 检验,不过是为了简单起见,作为 t 检验的近似而已。但是,为了概括检验的统计原理和满足考试的需要,对各种特殊情形做了总结并列出了检验统计量的公式。

3. 强调了统计结果的解释和表述。对每种统计方法,都有例子说明在写作论文或调查报告时应当如何报告统计结果,如何做出结论并给予解释。

4. 注重统计量之间、统计概念之间乃至统计方法之间的联系,尽可能集中、统一处理。例如将点二列相关系数归结为皮尔逊相关系数进行计算和检验,指出点二列相关系数显著性检验与相应的二分总体的均值差异显著性检验等价。

5. 介绍了许多在应用上有重要意义的统计量和统计方法,这些内容在基于手工计算的书中因计算量大而割舍。如回归分析中有关残差的检验,方差分析中各种多重比较方法等等。

6. 由于统计软件的使用,不需要传统的统计表。计算机统计结果本身就可以做出统计判决(估计和检验),本书给出了如何看计算机输出结果做出判决的详细说明。此外,本书也介绍了如何使用统计软件的函数功能产生统计表值。

7. 用案例方式给出 SPSS 操作步骤和结果解释。对于一种统计方法,原始数据如何编排,变量如何定义,主要有哪些操作,看一个例子就清楚了。同时,也在合适的地方注明如果要做其他分析应当如何操作。经验告诉我们,这种案例方式对软件学习和实际应用都非常有用。

8. 以 SPSS 为平台来建构统计内容框架,以统计方法为主线,兼顾 SPSS 功能。这是本书与 SPSS 使用手册或其同类书(以 SPSS 功能为主线)的主要差别。统计理论与软件功能既紧密联系,又相对独立。

9. 尽量使用统计的现代做法。例如,使用显著性概率进行检验,而传统上是使用临界值进行检验。在与传统做法出入较大时,都简单说明传统上是如何做的,以方便已有统计基础的读者作对照。

10. 本书的写作参考了多种优秀的中英文社科类统计教材和数理统计教材(见书末参考文献),博采众家之长。但本书不是译、编之作,从内容到文句,都有自己的特色。例题和习题全部都有心理或教育研究的实际背景,大多数都是新编的。

本书的例题、公式、图和表按章编号，前面数字表示章，后面数字是编号，全书引用都不会混淆。为方便读者使用 SPSS，与 SPSS 有关的概念给出了相应的英文。书末附有名词索引。

本书的写作得到华南师范大学副校长莫雷教授的关心和鼓励，得到了香港考试及评核局秘书长 Peter W. Hill 博士和研究发展部总监罗冠中博士的支持。广东高等教育出版社庞小娟女士为本书的出版付出了辛勤的劳动。香港中文大学教育学院博士生陈启山和华南师范大学教育科学学院研究生余洁玉协助修订了两个附录。在此一并向他们表示衷心的感谢。

虽然本书写作时力求概念、方法、表述和解释符合专业规范，但由于水平所限，本书难免有不妥甚至错误之处，恳请广大读者批评指正。

温忠麟

2006 年 1 月 28 日

目 录

引言	(1)
第一章 变量与数据	(4)
第一节 被试与变量	(4)
第二节 变量类型	(10)
第二章 频数分析	(14)
第一节 类别变量的频数分析	(14)
第二节 连续变量的频数分析	(16)
第三节 频数分析的 SPSS 例解	(18)
第三章 样本的数字特征	(25)
第一节 数据分布的集中趋势	(25)
第二节 数据分布的离散程度	(29)
第三节 数据分布的形状	(32)
第四节 标准分及其在分布中的位置	(34)
第五节 计算样本数字特征的 SPSS 例解	(35)
第四章 统计图	(40)
第一节 条形图	(40)
第二节 线形图	(44)
第三节 时序图	(46)
第四节 饼图	(48)
第五节 散点图	(49)
第六节 箱型图	(50)
第七节 茎叶图	(52)
第八节 直方图和多边图	(54)
第五章 概率基本知识	(61)
第一节 事件及其运算	(61)
第二节 概率	(66)
第三节 概率的性质和运算	(69)
第四节 全概率公式和概率树	(72)

第六章 随机变量及其分布	(76)
第一节 随机变量的定义	(76)
第二节 离散型变量	(78)
第三节 二项分布	(82)
第四节 连续型变量	(86)
第五节 正态分布	(90)
第六节 χ^2 分布、 t 分布和 F 分布	(99)
第七章 参数估计和假设检验	(104)
第一节 统计量及其分布	(104)
第二节 参数估计	(108)
第三节 假设检验概述	(111)
第四节 总体均值的检验	(116)
第五节 分布检验	(125)
第八章 相关分析	(133)
第一节 相关分析概述	(133)
第二节 皮尔逊相关系数	(138)
第三节 可以用皮尔逊相关系数公式计算的相关系数	(141)
第四节 列联表分析与独立性检验	(145)
第五节 肯德尔和谐系数	(155)
第六节 测验信度	(157)
第九章 回归分析	(167)
第一节 直线回归	(167)
第二节 可线性化的曲线回归	(183)
第三节 多元回归分析	(187)
第十章 方差分析	(201)
第一节 单因素方差分析	(202)
第二节 两因素方差分析	(212)
第三节 重复测量实验设计的方差分析	(224)
第十一章 Logistic 回归	(238)
第一节 一元 Logistic 回归模型	(238)
第二节 多元 Logistic 回归模型	(249)
第十二章 因子分析	(256)
第一节 因子分析原理	(257)

第二节 因子分析过程	(260)
第三节 因子分析例解	(263)
附录 A SPSS for Windows 操作入门	(276)
第一节 变量定义与数据文件的建立	(276)
第二节 数据的初步处理	(287)
第三节 数据变换	(295)
附录 B 中文 Excel 统计分析与操作	(302)
第一节 学生成绩统计	(303)
第二节 分类汇总	(306)
第三节 多维汇总 (透视表)	(308)
第四节 描述统计	(311)
第五节 直方图和频数分析	(312)
第六节 相关系数	(313)
第七节 假设检验	(313)
第八节 回归分析	(316)
第九节 方差分析	(318)
第十节 χ^2 检验	(323)
参考文献	(326)
名词索引	(328)



引言

统计学（statistics）是关于数据的收集、整理、描述和推断（以获得有关研究对象特征及规律）的一种方法论学科。当今社会，统计已经渗透到科研、生产和生活的许多领域。心理和教育统计，是将统计学的理论和方法用于解决心理研究或教育研究中的问题而发展起来的一门交叉学科。为了解统计在心理和教育研究中的地位和作用，先看看心理和教育定量分析研究的整个过程。

心理和教育研究大致可以分为两大类：定性研究和定量研究。两者的区别主要在于研究方法和研究范式。定性研究主要是用文字来描述现象和叙述结果，目的是理解和解释现象，如心理分析主要采用定性研究。而定量研究采用比较科学的方法，通过收集数据和统计分析，借助数字和图表来呈现结果，目的是了解现象的数量特征或现象之间的关系，并做出解释或推断，如实验心理主要采用定量研究。

在选定了一个研究问题后，定量研究的主要步骤如下：

1. 文献检索与文献综述

看看所要研究的问题前人是否做过研究或者研究的进展如何，有什么结论，必要时可以对研究问题进行微调或修改。

2. 研究设计

研究设计的主要内容包括：选题依据；研究目标；研究内容；研究方法；研究步骤、进度；研究策略；预期成果；保证措施；等等。其中研究方法部分有可能需要统计知识的指导，可以借鉴文献中同类研究所用的方法。

3. 前期研究

前期研究相当于正式研究的彩排，仅对少量的被试（被试通常是参与实验或被访问、调查的人）进行观测，看看被试是否理解指导语、研究程

序能否依次进行并按时完成、测量工具是否合适等等。如果发现问题,要对研究设计进行修改。

4. 收集数据

收集数据就是正式接触被试,进行测验、调查或实验,获取有关变量在被试上的取值。

5. 数据登录和整理

将实验或调查得到的数据输入计算机。通常需要对数据进行整理,如将数据理顺、分类、排序;编写摘要、注释;编码、计数;数据转换。其中有些工作可能要在数据登录前进行。

6. 统计分析

根据所要研究的问题,用适当的统计方法对数据进行统计分析,通常要使用计算机统计软件来做。

7. 解释统计结果

统计结果(特别是运行统计软件所得到的结果)并不能直接回答所研究的问题。此时,需要对统计结果进行翻译、解释,才能对所研究的问题做出解答。

8. 呈现结果,得出结论

研究者自己能理解和解释统计结果是不够的,还要用一定的方式在论文或研究报告中呈现统计结果和研究结论,以便交流研究成果。

上述4~7步都属于统计的范畴,而其他步骤,即使没有直接应用统计知识,也离不开统计知识的指导。

由此可见,统计在心理和教育的定量研究中占有非常重要的地位,是定量研究的不可缺少的重要环节。统计的作用是通过收集、整理和分析数据,获得数据中隐含的信息,了解研究对象的数量特征、关系和规律性,对研究问题或现象做出合理的解释或推断。

经验告诉我们,没有统计软件的支持,统计知识往往停留在理论层面的阐述和少量数据的简单示范,难以真正应用到实践中。本书以SPSS为平台来编写,首次接触SPSS的读者最好先浏览一遍本书附录的SPSS入门知识。SPSS是Statistics Package for Social Sciences(社会科学统计软件包)的缩写,是社会科学研究人员首选的统计软件,也是目前世界上最流行的统计软件之一。SPSS兼有数据管理、统计分析、统计绘图和统计报表功能,广泛用于心理、教育、管理、市场、人口、保险等等研究领域,也用于产品质量控制、人事档案管理和日常统计报表等。

本书在编排上以统计知识为主线，兼顾 SPSS 功能，把统计原理、应用实例、SPSS 操作和结果解释有机地结合在一起。目的是让读者学以致用，让统计真正成为心理和教育研究的有力工具。

在本书的一般行文中，变量名和通常文献中的一样用斜体，有大小写之分，多个变量同名时用下标区分。但在 SPSS 中，变量名不分大小写，不用下标，一律用正体。在 SPSS 中定义变量时，不论输入大写还是小写，在数据窗口将显示小写，而在输出结果中则显示大写。如变量名，在 SPSS 中可分别输入“X1”和“X2”，或者“x1”和“x2”。在数据窗口显示小写“x1”和“x2”，在结果输出中则显示大写“X1”和“X2”。我们在例子中为 SPSS 准备数据时，或者直接看 SPSS 输出结果时，使用“X1”和“X2”；而引用结果时，还是使用变量名 X_1 ， X_2 。可以在 SPSS 中使用中文作为变量名。



第一章

变量与数据

本章介绍统计的若干基本概念，包括总体、样本、样品、变量及其编码、变量类型和数据测量级别等。这些基本概念是学习和应用统计知识的起点。

第一节 被试与变量

一、总体与样本

研究对象的全体称为总体（population），组成总体的基本单元称为个体。总体包含的个体数目可以是有限的，称为有限总体；也可以是无限的，称为无限总体。即使是有限总体，通常也难以将总体中的个体逐一进行观测，而采用抽样观测，即从总体中抽出一部分个体进行观测。被抽到的个体称为样品（case），在心理和教育研究中，通常将样品称为被试（subject）。样品的全体称为样本（sample），样本所含的样品个数称为样本容量（sample size），通常用 n （或 N ）表示。

用集合论的概念来说，总体是研究对象的全体组成的集合，个体是集合的元素。样本是总体的一个子集，其中的元素就是样品（如图 1-1 所示）。

例如，要研究一个城市的中学生体质状况，则该市全体中学生是一个总体。如果抽取该市 3 所中学共 905 个学生进行了体检，则这些参加体检的学生全体组成一个样本，样本容量是 905。