

11

新世纪心理与心理健康教育文库
Xinshiji Xinli Yu Xinlijiankangjiaoyu Wenku

心理统计学

Xinli Tongjixue

邵志芳 ◆ 著

Shao Zhifang

开明出版社

11

新世纪心理与心理健康教育文库
Xinshiji Xinli Yu Xinlijiankangjiaoyu Wenku

心理统计学

Xinli Tongjixue

邵志芳 ◆ 著

Shao Zhifang

开明出版社

图书在版编目(CIP)数据

心理统计学 / 邵志芳著. - 北京: 开明出版社, 2012. 10

(新世纪心理与心理健康教育文库)

ISBN 978 - 7 - 5131 - 0242 - 1

I. ①心… II. ①邵… III. ①心理统计 IV. ①B841.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 119643 号

责任编辑: 吴晨紫 范英 刘智娜 王桢

书 名: 心理统计学

出品人: 焦向英

出 版: 开明出版社

(北京海淀区西三环北路 25 号 邮编 100089)

经 销: 全国新华书店

印 刷: 保定市中国画美凯印刷有限公司

开 本: 700 × 1000 1/16

印 张: 8.75

字 数: 134 千字

版 次: 2012 年 10 月 北京第 1 版

印 次: 2012 年 10 月 北京第 1 次印刷

定 价: 26.00 元

印刷、装订质量问题, 出版社负责调换货 联系电话: (010)88817647

新世纪心理与心理健康教育文库

编 委 会

总 主 编 郑日昌

副总主编 沈 政 郭德俊 桑 标 王希永

编 委 会 (按姓氏笔画排列)

王 昕	王小明	王成彪	王建平
牛 勇	邓丽芳	叶浩生	田万生
朱新秤	任 菁	任 俊	刘视湘
刘翔平	刘惠军	许 燕	孙大强
杜毓贞	杨 波	杨忠健	汪凤炎
沈 政	张 驰	张大均	张志杰
陈永胜	陈安涛	邵志芳	庞爱莲
郑日昌	郑晓江	孟沛欣	赵世明
赵军燕	俞国良	殷恒婵	郭秀艳
郭德俊	桑 标	黄 蓓	崔丽娟
梁宁建	梁执群	董 妍	程正方
雷 雳	燕国材	魏义梅	

总序

Sequence

早在上个世纪 70 年代就有专家预言：21 世纪是心理学的世纪。21 世纪人类所面临的最大挑战，不是其他，而是心理困惑和心理问题。

进入新世纪，我国社会主义物质文明、政治文明、精神文明建设不断加强，综合国力大幅度提高，人民生活显著改善。同时，我们也要看到，我国已进入改革发展的关键时期，经济体制深刻变革，社会结构深刻变动，利益格局深刻调整，思想观念深刻变化。这种空前的社会变革，给我国发展进步带来巨大活力，也必然带来这样那样的矛盾和问题。例如，城乡、区域经济社会发展很不平衡；就业、收入分配、社会保障、教育、医疗、住房等方面关系群众切身利益的问题比较突出；一些社会成员诚信缺失、道德失范；一些领域的腐败现象比较严重等。这些矛盾和问题让人们感到心理困惑，时刻冲击着人们的心理承受能力。

2006 年，中共中央《关于构建社会主义和谐社会若干重大问题的决定》明确指出：我们必须坚持以人为本。要注重促进人的心理和谐，加强人文关怀和心理疏导，引导人们正确对待自己、他人和社会，正确对待困难、挫折和荣誉。要加强心理健康教育 and 保健，塑造自尊自信、理性平和、积极向上的社会心态。心理和谐是构建和谐社会的心理基础和重要标志。胡锦涛同志指出：“科学发展观，第一要义是发展，核心是以人为本。”以人为本就必须重视人、尊重人、关心人、爱护人，就必须重视人的心理发展。加强心理健康教育和心理保健，不断提高人们的心理素质，帮助人们形成积极心理品质，为和谐社会建设奠定和谐的心理基础已经成为举国上下的共识。

促进人的心理和谐需要有科学心理学指引，加强心理健康教育需要有合适的教材。近年来，国内虽然也陆续出版了一些心理学或心理健康教育方面的图书，但不够系统，缺乏总体规划。正因为如此，我们组织了一批心理学专家、学者，编写了这套反映我国心理学发展及

心理健康教育理论成果的“新世纪心理与心理健康教育文库”。

“新世纪心理与心理健康教育文库”具有系统性。文库参照心理学学科体系和我国现实需要，分为基础理论、应用理论和技术与实践三个系列。

“新世纪心理与心理健康教育文库”具有权威性。文库是国家出版基金资助项目；文库撰稿人的选择面向全国，每一本图书都由该领域的专家学者撰稿；文库的统稿工作由国内权威心理学家和心理健康教育专家负责完成。

“新世纪心理与心理健康教育文库”具有前沿性。文库在全国范围选聘心理学和心理健康教育领域的专家学者撰稿，既可以吸收心理学与心理健康教育的权威理论和最新研究成果，也可以保证所选内容资料贴近时代、贴近生活、贴近实际。

“新世纪心理与心理健康教育文库”具有实用性。文库在强调系统性、理论性、科学性的同时，更加强调实用性。力求做到理论联系实际，给出的理论实用，给出的技术可行，给出的方法可操作。

“新世纪心理与心理健康教育文库”理论性、实用性、资料性、工具性兼备，是心理学与心理健康教育的“百科全书”。它可以作为从事心理与心理健康教育工作的管理者和研究者的参考书、工具书；可以作为心理健康教育教师继续学习、自我提高的自修图书；可以作为心理健康教育教师的培训用书；可以作为师范院校心理与心理健康教育专业的教材或参考书。

我们相信，“新世纪心理与心理健康教育文库”对于从事心理与心理健康教育工作的人士会有所帮助；对于我国的心理与心理健康教育工作会起到推动促进作用；对于促进人的心理和谐、促进社会心理和谐会发挥一定作用。

我们希望，这套文库能够得到广大心理与心理健康教育工作者的认可、接纳。

郑日昌
于京师园

前言

Preface

心理统计学是学习和研究心理学的必备工具。无论哪一所大学的心理学系，都把心理统计学列为最重要的专业基础课之一。因此，对于从事心理健康教育工作的教师和相关研究人员，基本的心理统计学知识和技能是绝对必需的，它至少有三个方面的用处。

第一，学好心理统计学，是学习心理测量（心理测验）的前提。从事心理健康教育的老师，经常会接触到各种心理测量工具，例如智力测验、人格量表等。要掌握这些测量工具，都需要修读专门的心理测量课程。而心理测量的基础就是心理统计学。心理测量中的正态分布、标准分、超常、低常、信度、效度等概念都是统计学概念。

第二，学好心理统计学，也便于理解心理学论文和科研报告。心理健康教育的理论和方法都是在不断地完善和发展的，要了解学科新进展，免不了要阅读一些论文和报告。心理学论文中经常会出现 t 检验、 χ^2 检验、方差分析、相关分析、回归分析等统计处理方法，如果没有相应的知识背景，就难以准确地理解。相反，如果有一些统计学常识，不仅容易理解他人的文章，便于学术交流，而且也可以就感兴趣的问题，自己设计研究，并用合理的统计方法验证自己的假设。

第三，统计学与我们的社会生活也有着密不可分的联系。我们经常会看到、听到各种统计数字，有的来源于权威部门（例如国家统计局），有的来自于各种调查机构，还有更多的是来源于各种课题组和学者。学习一些统计学常识，正确地看待和解读这些统计数字，也将有助于我们了解社会。

很多人，尤其是以前学习文科，现在转向心理咨询、心理健康教育的朋友，之前也许根本没想到还有这么一门必修课。他们在初次看到心理统计学中那些稀奇古怪的符号和公式的时候，难免信心不足。其实，心理统计学是统计学在心理学领域的应用，教学上不要求精通其数学原理，只要求理解统计学的思想方法，学会根据实际问题的已知条件去寻找合适的统计处理方法。本书作为一本入门教材，其中的

公式虽然很多，但是涉及的数学知识并不高深（绝大多数运算无非是加减乘除和开根号之类），读者只要能够耐心细致地研读教材，理解原理，尤其注意弄懂例题，那么，即使把中学数学忘得只剩下初中程度，也完全可以掌握。

还有一点要说明，心理统计学作为一门心理学的分支学科，它自身也在迅速发展。近几十年来，多元分析方法运用得越来越广泛。但是，万变不离其宗，学好了统计学的基础知识，今后如果有需要，高级统计也不难掌握。

在本书的写作过程中，我的研究生张盈琤作为第一位读者，从内容到文字方面都提出了许多宝贵的建议。希望本书出版后，能得到更多热心读者的关心和建议。

邵志芳

目 录

Contents

第一章 绪论	1
第一节 统计学的研究对象——随机现象	1
第二节 统计学的基本内容和重要意义	3
第二章 数据的水平和统计图表	7
第一节 数据的水平	7
第二节 次数分布表	9
第三节 次数分布图和多变量图示法	11
第三章 常用特征量	16
第一节 集中量	16
第二节 差异量	19
第三节 其他特征量	23
第四章 概率与概率分布	26
第一节 概率	26
第二节 二项分布	31
第三节 正态分布	33
第五章 推断统计的基本原理	38
第一节 抽样分布	38
第二节 参数估计	42
第三节 假设检验	46
第六章 关于总体平均数的推断统计	52
第一节 单个总体平均数的推断统计	52
第二节 独立样本情况下的 t 检验	57

第三节	相关样本情况下的 t 检验	60
第七章	总体方差及比例的推断统计	63
第一节	χ^2 分布与 F 分布	63
第二节	关于总体方差的统计推断	65
第三节	关于总体比例的统计推断	69
第八章	方差分析	72
第一节	方差分析的基本原理	72
第二节	完全随机设计的方差分析	76
第三节	随机区组设计的方差分析	83
第九章	相关与回归	86
第一节	相关分析	86
第二节	回归分析	92
第十章	非参数检验	99
第一节	χ^2 检验	99
第二节	其他非参数检验	104
附表	统计用表	110
附表 1	标准正态分布表	110
附表 2	t 分布表	113
附表 3	χ^2 分布表	117
附表 4	F 分布表	119
附表 5	F_{max} 值表	127
附表 6	曼-惠特尼 U 检验表	128
附表 7	符号检验表	129
附表 8	符号秩次检验表	130

第一章 绪 论

【本章提要】

心理活动受到众多因素的影响，其结果往往是无法精确预测的随机现象。统计学正是研究随机现象的数量规律的一门数学分支。随机试验、随机事件、随机变量都是研究随机现象时运用的术语。统计学分为数理统计学和应用统计学，前者提供数学原理，后者研究这些原理在各个领域的应用。心理统计学就是统计学在心理学中的应用。统计学还分为描述统计学和推断统计学，后者已经成为现代统计学的主干内容。推断统计学涉及三个基本概念：个体、总体和样本。个体给出观察值，总体给出参数，样本给出统计量。推断统计学的任务就是根据样本信息（统计量）推断总体的信息（参数）。

【学习重点】

1. 随机现象的特点与统计学的任务
2. 总体、个体和样本之间的关系，参数和统计量之间的关系
3. 心理统计学的主要内容

【重要术语】

统计学 确定现象 随机现象 随机试验 随机事件 随机变量 数理统计学
应用统计学 心理统计学 描述统计学 推断统计学 总体 个体 样本
样本容量 统计量 参数

第一节 统计学的研究对象——随机现象

一、随机现象与统计学

（一）确定现象与随机现象

在科学家眼里，万事万物表现出的各种现象可以分为两类——确定现象和随机现象。确定现象是能够根据有限的已知条件准确预测的现象，随机现象则是在相同已知条件下仍不能准确预测的现象。

确定现象之所以能够准确预测，是因为它们受到简单的因果关系的制约。例如，在一个标准大气压下，纯水在 0°C 时一定会结冰；氢气在氧气中燃烧总是生

成水；如果知道某天体的运行规律，科学家可以精确地计算出它何年何月甚至几点几分运行到何处。

随机现象并非完全不能预测，而是难以精确预测。这是因为影响它们的因素极其众多，其中有些规律尚未被人们认识到，或虽然已经被认识到，但是无法在预测时全部考虑进去，因而以有限的原因无法精确预测其结果。换句话说，在相同的条件下进行多次试验或观察，会得到不同的结果。随机现象普遍存在于自然界和社会生活中。心理现象就是一种随机现象。

这么一来，随机现象岂不是没有规律可循了？不是。随机现象的特点是，就个别试验或观察的结果看是不确定的，是杂乱无章的，但是将大量个别结果综合起来看，却可以得到一定的数量规律性。例如，新生儿的性别比例，就个别时间段而言参差不齐，但是长期的观察和计算发现，新生婴儿的男女比例大约是14:13，男婴略多。这说明，在经过大量观察之后，我们可以了解某种随机现象对应的多种结果出现的可能性（概率）分别有多大。

（二）统计学与心理统计学

统计学是研究概率的一门数学分支，它研究的是随机现象的数量规律性。

统计学包括数理统计学和应用统计学两大分支。数理统计学以概率论为基础，阐明统计学的数学原理，推导和证明有关的数学公式。数理统计学为各个应用学科提供适用的数学工具和方法。应用统计学是数理统计学理论在各个学科领域中的应用。统计学早已广泛地应用于物理学、天文学、生物学、医学、社会学等领域，产生了各种应用统计学科，其中也包括应用于心理学领域的心理统计学。

二、随机试验、随机事件与随机变量

对于确定现象进行的试验总可以得到唯一确定的结果。简单的物理学实验、化学实验莫不如此。而对于随机现象进行的试验或观察，由于可以得到不同的结果且无法预知，故称为随机试验。具体来说，只要在相同的条件下重复进行试验，每次试验可能观察到不同的结果，而究竟会产生何种结果是不能事先确定的，这样的试验就可以称为随机试验。

随机试验的每一个可能结果称为一个随机事件。随机事件往往用大写拉丁字母 A, B, C, \dots 表示。由所有可能发生的试验结果所构成的集合称为基本空间，记为 Ω 。

以抛硬币为例。如果我们在相同的条件下反复抛硬币，由于只知道试验的结果要么正面朝上，要么反面朝上，但是不能事先确定哪一面朝上，所以可以判定，这就是随机试验。而正面朝上和反面朝上这两个可能结果就是随机事件。这

时,基本空间就是: $\Omega = \{ \text{正面朝上, 反面朝上} \}$ 。

如果某个学业测验的满分为100分,用整数打分,则测验成绩的可能结果就是0分,1分,2分, \dots ,100分。基本空间表示为: $\Omega = \{0, 1, 2, \dots, 99, 100\}$ 。

如果把不同的随机事件看做是某个变量在试验中随机取得的不同的值,这个变量就是随机变量。随机变量的取值可以是质的不同,如硬币抛出后正面朝上和反面朝上,也可以是量的不同,如测验的得分。

第二节 统计学的基本内容和重要意义

一、统计学的基本概念

(一) 个体、总体与样本

科学研究总希望找到普遍规律。例如,想了解学生的心理健康状况,总希望能得到每个学生的测试数据。但是,很多情况下,我们不可能(也没有必要)获取全体学生的数据,只要获得部分学生的数据,就可以见微知著。这里,全体学生(的数据)就是总体,部分学生(的数据)就是样本,而组成总体或样本的每个学生(的数据)就是个体。用统计学的语言来说就是:个体是我们所研究的随机现象的载体,是原始数据的所在,它具有我们感兴趣的某种特性(如心理健康水平),是组成总体的基本单位;总体是具有这些特性的个体的总和;样本是从总体中抽取的作为观测对象的一部分个体。

根据总体包含的个体数目是否有限,可以将总体分为有限总体和无限总体。当我们要研究某城市应届大学毕业生的心理健康状况时,该城市所有的应届毕业生就构成了一个有限总体。而当我们要研究大学生的心理健康状况时,从理论上讲,历届大学生都应该成为观察对象,这就是一个无限总体。就算只对一个学生进行测量,如果我们在理论上想象对他进行无数次的测量,则测量得到的一切可能结果,也形成一个无限总体,只不过这时的个体不是学生,而是测量所得的值——观察值。

样本在统计学中具有特殊的意义。在某些情况下,抽取样本还是必需的。例如,在无限总体的情况下,在有限总体但是没有必要对全部个体进行测量的情况下,在破坏性试验的情况下,以及要顾虑研究的经济成本的情况下,都必须根据样本信息来推断总体。

样本中包含的个体数目称为样本容量,记作 n 。一般来说, $n \geq 30$ 的样本称为大样本, $n < 30$ 的样本称为小样本。样本的大小可能影响到统计运算方法的选择。

样本容量越大,从样本上得到的数字特征就越接近总体,从而越能精确地反

映总体的情况。但是，容量过大则没有必要，反而会失去降低研究成本的意义。

（二）统计量与参数

样本和总体都可以计算出诸如平均数、标准差、相关系数等数量指标。为了说明问题时方便，统计学家将样本和总体的数量指标区分开来，分别称为统计量和参数。样本上的平均数、标准差、相关系数等被称为统计量，一般用拉丁字母表示；总体上的平均数、标准差、相关系数等则被称为参数，参数一般用希腊字母表示。

二、描述统计与推断统计

统计实践古已有之，并且带有很强的国家特征。我国在距今 4000 多年前的夏朝开始就有了人口统计。在我国古代政治家商鞅的调查思想中，把反映基本国情的“十三数”（全国粮食储存数、人口数、壮年男子数、壮年女子数、老年人数、儿童人数、官吏人数、士兵人数、靠游荡混饭吃的人数、商贩人数、马的头数、牛的头数和牲口草料数）作为富国强兵的重要依据。可见这时已经有了全国规模的人口调查制度和人口按年龄、职业分组统计，有了国民经济各种数量对比分析。

早期的统计活动主要是描述性质的，其特征就是将搜集到的统计资料所含的信息用一些描述性的特征量尽可能简洁而充分地反映出来。从一个国家的人口数到该国的国内生产总值（GDP），都是对于该国情况的描述。描述统计学阐述的就是搜集资料以及提炼和描述这些资料的方法，同时，它又是后面将要提到的推断统计学的基础。

描述统计常用的特征量有集中量、差异量、地位量、相关量、偏态量和峰态量等。集中量用于反映数据的典型水平或集中趋势，包括算术平均数、加权算术平均数、几何平均数、中位数、众数等；差异量反映数据分散（参差不齐）的程度，包括全距、平均差、方差、标准差、差异系数等；地位量描述数据在全体数据中所处的地位，包括百分位数、百分等级等；偏态量和峰态量用来描述数据的分布特征。

随着统计学的不断发展，推断统计学逐渐成长起来，其地位越来越重要，目前已经成为统计学的核心部分。推断统计学的目的，就是运用概率论研究如何根据样本的信息推断出样本来自的总体的相应信息。

推断统计包括参数估计和假设检验两方面。参数估计的任务就是根据样本上得到的特征量（统计量）来估计总体的相应特征量（参数）。例如，中国人每年平均用在读书上的时间是多少？我们不大可能对所有人进行全面调查，而是只能随机抽取一部分人作为样本，根据这些人的平均阅读时间（样本统计量）来估

计全体中国人的平均阅读时间（总体参数）。

假设检验则对总体的参数或分布形态的假设作出保留或拒绝的决策。例如，我们要比较男女两性在阅读能力上的差异，同样不可能让全世界的人都来参加测验。这时我们只能抽取一部分男性作为样本 A，另抽取一部分女性作为样本 B，然后比较两个样本的平均阅读成绩有没有显著差异，从而推断对所有人而言男女两性在阅读能力上有没有差异。比较的步骤是，先假设没有显著差异，然后进行相应的统计运算，根据得到的概率，最终确定是否保留这个假设。这就是根据样本平均数之差推断总体平均数之差的假设检验。

三、心理统计学内容的重要性

心理统计学是统计学运用于心理学领域所产生的一个应用统计学分支，它既有严密的逻辑体系，同时又针对应用上的需要选择和编排内容。本书讲述以下内容：

数据的水平和统计图表。本书首先介绍数据的分类及其特点，如何判断统计资料的数据水平，以及如何将统计资料整理成次数分布，制作次数分布表和次数分布图。

特征量。本书将介绍一些基本的特征量，包括集中量、差异量、地位量、偏态量和峰态量等，在“相关分析”一节还将集中介绍相关量的计算及其意义。以上内容正是描述统计学的基本内容。

概率与概率分布。统计学是建立在概率论基础上的。本书对概率论的基础知识，包括概率的性质与运算、条件概率等，进行了简明扼要的阐述，并详细阐述了常用的概率分布（二项分布和正态分布）及其应用。

推断统计的基本原理（抽样分布、参数估计和假设检验）。推断统计的基础是抽样分布，参数估计和参数假设检验都是建立在它的基础上的。本书将介绍总体平均数、两总体平均数之差、总体比例、两总体比例之差、总体方差、两总体方差之比的抽样分布、参数估计与假设检验。

方差分析。当根据多个样本进行多个平均数的显著性检验的时候，就需要方差分析。本书将介绍方差分析的两种基本形式：单因素方差分析和多因素方差分析。

相关分析与回归分析。相关分析和回归分析探讨的是变量之间的相互联系，如数学和语文成绩之间、智商和反应时之间有没有关联，以及如何建立回归方程等。本书将介绍心理学研究中常用的积差相关、等级相关、质量相关、一元线性回归、多元线性回归等内容。

非参数检验。非参数检验是在数据水平比较初级、总体分布情况不明等情况下

采用的统计检验方法。本书将介绍包括 χ^2 检验在内的各种常用的非参数检验方法。

心理现象的影响因素众多，是典型的随机现象，需要强有力的统计分析手段。统计学不仅可以帮助我们更清楚、更透彻地揭示心理现象的特点和本质，而且能够指导我们进行心理学研究，采集合适的、可以进行统计分析的数据。

统计学并不难学。读者只要具备中学数学的基本知识和技能，基本上就可以掌握心理统计学的基础内容。学习时，不要死记硬背公式，而是要全面、完整地掌握本书的内容体系，重点要掌握各种分析方法的适用条件，以及各种方法之间的内在联系。

【问题与思考】

1. 什么是统计学？什么是心理统计学？后者有哪些主要内容？
2. 举出一些确定现象和随机现象的例子。

第二章 数据的水平和统计图表

【本章提要】

随机变量可以根据其数学特性分为不同的水平。根据其能否连续取值，可以将其分为间断型随机变量和连续型随机变量；根据其所能进行的数学运算的水平，还可以将其分为称名量表、顺序量表、等距量表和比率量表。称名量表水平的数据之间不能进行任何数学运算，顺序量表水平的数据之间可以进行比较运算，等距量表水平允许加减运算，比率量表允许乘除运算。本章还将介绍次数、相对次数、累积次数、累积相对次数等概念，介绍次数分布表、次数分布图的应用，以及多变量情况下采用的散点图、轮廓图和雷达图等图示法。

【学习重点】

1. 随机变量的分类
2. 称名量表、顺序量表、等距量表和比率量表的含义和特征
3. 次数分布表和次数分布图
4. 多变量图示方法

【重要术语】

间断型随机变量 连续型随机变量 称名量表 顺序量表 等距量表
比率量表 次数分布 相对次数 累积次数 累积相对次数 散点图 轮廓图
雷达图

第一节 数据的水平

一、间断变量与连续变量

根据随机变量能否连续取值，可以将其分为间断型随机变量和连续型随机变量。

间断型随机变量（以下简称为间断变量）的取值是不连续的（相邻的两个取值之间不能再取中间值，不能无限细分）。所有取值的数目往往是有限的，可以一一列举。这种变量又称为离散型随机变量。最常见的间断变量就是人数。说到人数的时候，我们总是讲整数，如1个人，2个人，100个人等，但是不能讲