

高等学校心理学
精品教材系列

应用心理 统计学

刘红云 骆方◎著

Applied Statistics
for
Psychology

提高

应用统计方法
的能力



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

高等学校心理学
精品教材系列

应用心理 统计学

刘红云 骆方◎著

Applied Statistics
for
Psychology

提高

应用统计方法
的能力



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
北京师范大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

应用心理统计学 / 刘红云, 骆方著. —北京: 北京师范大学出版社, 2015. 7

(高等学校心理学精品教材系列)

ISBN 978-7-303-16649-7

I. ①应… II. ①刘…②骆… III. ①心理统计—应用心理学—高等学校—教材 IV. ①B841.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 129163 号

营销中心电话 010-58802181 58805532
北师大出版社高等教育分社网 <http://gaojiao.bnup.com>
电子信箱 gaojiao@bnupg.com

YINGYONG XINLI TONGJIXUE

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京中印联印务有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 170 mm × 230 mm

印张: 30

字数: 654 千字

版次: 2015 年 7 月第 1 版

印次: 2015 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 49.00 元

策划编辑: 何 琳 责任编辑: 何 琳
美术编辑: 焦 丽 装帧设计: 焦 丽
责任校对: 李 茵 责任印制: 陈 涛

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

前 言

《应用心理统计学》是应北京师范大学出版社的邀请，为高等院校心理学、教育学、社会学等专业编写的教材。在本书的编写过程中，一方面借鉴了国内外已有的成果，另一方面结合了在北京师范大学心理学院多年从事心理统计学课程教学的经验。我们力图使本教材有一些特色和新意，更加突出其应用性，使其更能满足在社会科学领域的研究和应用中统计知识的需求。

本书在内容体系的设计上不仅强调学生具备基本的统计思想、掌握基本的统计方法的重要性，还更加强调对学生应用统计方法分析和解决行为和社会科学中实际问题的能力培养。在本教材的编写过程中，我们根据社会科学类专业特点，努力贯彻“学以致用”的原则，尽可能做到结构合理、概念明确、条理分明、深入浅出。除十分必要外，本书不作数学推导与证明，着重通过实例讲述统计思想，培养和提高学生应用统计方法的能力。本书还结合目前论文发表中对统计结果报告的要求，单独用一章的内容较为全面地介绍了效应量和统计检验力的意义和计算方法。

为了便于师生教学互动，提高学生学习的兴趣和学习效率，我们在统计与计算机的结合、教材体例的选择等方面也作了一些尝试。本书采用最常见的通用统计软件 SPSS 作为实现统计计算和分析的工具。在有关章节中结合实例讲述 SPSS 在各种统计分析中的具体应用。通过理论讲解和计算机软件操作相结合，培养学生的实际动手能力。在教材体例上，本书各章开篇大多采用问题导入的写法，章末附有本章小结，对有关教学内容和计算公式作扼要的总结，章后的练习题可以帮助学生掌握有关概念和计算方法，便于学生自我检查。

本书的具体成书过程，是由我和骆方老师的团队历时三载共同完成的。我和骆方负责全书框架的设计、章节的确定、修改和定稿，我的硕士生刘玥、李美娟、王玥、张玉、刘源先后担任我们心理统计课程的助教，在整理讲义和参考国

2 应用心理统计学

内外大量文献的基础上形成各个部分的初稿。具体执笔情况是：张玉负责第一部分，刘源负责第二部分，刘玥负责第三部分，李美娟负责第四部分，王玥负责第五部分(这部分在后期的审校中删除)。在初稿完成后，我和骆方老师的研究生陈楠、刘欢、宋晓娟、刘亚南作为第一批读者认真地校读了本书，减少了书中的错误和疏漏。同时，我们所教授的历届北京师范大学心理学院的同学在学习过程中的问题和疑惑也为本书的写作积累了宝贵的经验，真诚感谢以上同学！

本书的编写与出版得到北京师范大学出版社的大力支持，何琳编辑、陈红艳编辑为本书的组稿、编辑做了大量工作，在此一并表示衷心的感谢！

尽管几年来对本书的编写一直进行着各种努力和尝试，很想奉献给读者一本满意的教材，但错误和问题难免，恳请各位批评指正！

刘红云

于北京师范大学心理学院

目 录

导论 统计学入门

1

第一节 概述	1
第二节 基本术语	7
第三节 统计符号	15
SPSS 操作	19
小结	19
练习题	19

第一部分 描述统计

第一章 数据的整理

21

第一节 数据的特点与分类	21
第二节 统计表	27
第三节 统计图	37
第四节 在文献中报告图表结果	44
SPSS 操作	45
小结	46
练习题	46

第二章 集中趋势统计量

49

第一节 概述	49
第二节 平均数	50
第三节 中位数	57
第四节 众数	59
第五节 平均数、中位数和众数的比较与选择	61

第六节 在文献中报告集中趋势的测量	66
SPSS 操作	67
小结	67
练习题	68

第三章 离散趋势统计量

70

第一节 概述	70
第二节 全距和四分位差	71
第三节 方差和标准差	73
第四节 离散统计量的比较	82
第五节 在文献中报告离散趋势的测量	83
SPSS 操作	84
小结	84
练习题	85

第四章 相对位置量数

86

第一节 百分等级	86
第二节 标准分数	90
第三节 标准化分布	95
第四节 在文献中报告相对位置的测量	98
SPSS 操作	98
小结	98
练习题	99

第二部分 抽样分布与假设检验

第五章 概率与抽样分布

100

第一节 概率的基本概念	101
第二节 二项分布	105
第三节 正态分布	108
第四节 抽样分布	118
SPSS 操作	127

小结	128
练习题	128

第六章 假设检验

131

第一节 假设检验的一般原理	131
第二节 假设检验的一般过程	133
第三节 假设检验中的不确定性和误差	137
第四节 一个假设检验的例子	141
第五节 有方向的假设和单侧检验	145
第六节 假设检验的一般要素	148
SPSS 操作	150
小结	150
练习题	152

第七章 样本平均数的假设检验

154

第一节 t 统计量与 t 检验	155
第二节 单样本 t 检验的方法	159
第三节 有方向的假设和单侧检验	162
第四节 总体非正态分布的 t 检验	163
SPSS 操作	164
小结	166
练习题	167

第八章 独立样本 t 检验

168

第一节 独立测量 t 检验	168
第二节 独立测量 t 检验的使用和前提假设	172
第三节 独立测量 t 检验的方法	174
第四节 有方向的假设和单侧检验	176
第五节 在文献中报告独立测量 t 检验的结果	177
SPSS 操作	178
小结	180
练习题	181

第九章 两个相关样本的 t 检验**183**

第一节 相关样本 t 检验	183
第二节 相关样本 t 检验的使用和前提假设	185
第三节 相关样本 t 检验的方法	188
第四节 有方向的假设和单侧检验	190
第五节 文献中如何呈现重复测量 t 检验的结果	191
SPSS 操作	191
小结	193
练习题	194

第十章 效应量和统计检验力**195**

第一节 效应量的测量	196
第二节 均值检验的效应量	204
第三节 统计检验力及其影响因素	208
第四节 统计检验力的计算	213
小结	216
练习题	218

第十一章 参数估计**221**

第一节 参数估计的基本内容	221
第二节 假设检验和参数估计	226
第三节 用 t 统计量作参数估计	230
第四节 影响置信区间宽度的因素	236
SPSS 操作	237
小结	238
练习题	239

第三部分 方差分析**第十二章 方差分析概述****241**

第一节 几个例子	241
----------------	-----

第二节	方差分析的逻辑	244
第三节	方差分析的假设	251
第四节	方差分析的计算	253
小结	.....	260
练习题	.....	260

第十三章 完全随机单因素方差分析

263

第一节	完全随机单因素实验设计	263
第二节	完全随机单因素方差分析举例	265
第三节	方差分析的测量效应	272
第四节	方差分析的事后检验	274
第五节	在文献中：完全随机单因素方差分析的结果报告 ..	280
小结	.....	283
练习题	.....	284

第十四章 重复测量单因素方差分析

287

第一节	重复测量单因素实验设计	287
第二节	重复测量单因素方差分析的逻辑	290
第三节	重复测量单因素方差分析的计算	293
第四节	重复测量单因素方差分析的例子	297
第五节	重复测量单因素方差分析的测量效应与 事后检验	300
第六节	在文献中：重复测量单因素方差分析的结果报告 ..	302
小结	.....	304
练习题	.....	305

第十五章 完全随机两因素方差分析

308

第一节	完全随机两因素实验设计	308
第二节	完全随机两因素方差分析的逻辑	313
第三节	完全随机两因素方差分析的计算	316
第四节	完全随机两因素方差分析的简单效应分析	322
第五节	完全随机两因素方差分析的测量效应和	

事后检验	325
第六节 在文献中：完全随机两因素方差分析的 结果报告	327
小结	331
练习题	332

第四部分 相关与非参数检验

第十六章 相关分析与检验

335

第一节 概述	335
第二节 皮尔逊相关	338
第三节 等级相关	345
第四节 二列相关和点二列相关	352
第五节 Φ 相关	354
第六节 相关系数检验力的计算	356
第七节 测量效应 r^2	356
第八节 相关的解释和应用	357
第九节 在文献中的结果报告	361
SPSS 操作	362
小结	363
练习题	364

第十七章 回归与预测

367

第一节 概述	367
第二节 简单线性回归	368
第三节 回归模型和回归系数	369
第四节 线性回归的基本假设	372
第五节 变异的分解	373
第六节 回归方程的估计标准误	376
第七节 回归方程的有效性检验	378
第八节 回归的应用	381
第九节 在文献中的结果报告	382
SPSS 操作	383

小结	384
练习题	385

第十八章 计数数据的检验

387

第一节 概述	387
第二节 二项检验	388
第三节 配合度检验	390
第四节 独立性检验	394
第五节 φ 相关和列联相关	397
第六节 χ^2 检验的事后检验	400
第七节 Cohen 的 kappa 系数	401
第八节 文献中卡方值的报告	403
SPSS 操作	404
小结	406
练习题	407

第十九章 非参数检验

409

第一节 概述	409
第二节 单样本的非参数检验	410
第三节 两独立样本的非参数检验	412
第四节 多独立样本的非参数检验	415
第五节 两相关样本的非参数检验	417
第六节 多相关样本的非参数检验	423
第七节 文献中非参数检验结果的报告	424
SPSS 操作	425
小结	431
练习题	432

主要参考文献	435
--------------	-----

附 录

436

附表 1 标准正态分布表	436
附表 2 t 分布表	440

附表 3	F_{\max} 的临界值表	442
附表 4	统计检验力表	443
附表 5	F 临界值表(单侧)	444
附表 6	F 临界值表(双侧)	448
附表 7	所需样本量表	450
附表 8	q 临界值表	453
附表 9	Z_r 转换表	454
附表 10	积差相关系数显著性临界值表	455
附表 11	斯皮尔曼等级相关系数显著性检验临界值表	456
附表 12	肯德尔 W 系数显著性临界值表	457
附表 13	二项分布临界值表	458
附表 14	卡方分布表	461
附表 15	单样本 $K-S$ 检验临界值表	463
附表 16	曼-惠特尼 U 检验临界值表	464
附表 17	符号检验表	466
附表 18	符号等级检验表	467
附表 19	弗里德曼双向等级方差分析卡方值表	468

导论 统计学入门

统计学知识存在于每一个人的生活与工作当中。在日常生活与工作中，到处都是充满数字的资料，如中国青少年研究中心 2011 年发布的《中国少年儿童十年发展状况研究报告(1999—2010 年)》中指出，“2010 年调查显示，在学习日，中小学生平均睡眠 7 小时 37 分钟，比国家规定最低时间(9 小时)少了 1 小时 24 分钟，比 2005 年减少了 1 小时 22 分钟，中小学生睡眠时间低于国家规定时间(9 小时以上)的比例达 78.1%，比 2005 年增加了 32.4%”。而科学研究报告中的统计，不仅采用平均数、比例和概率等来描述研究结果，还要使用各种统计检验方法得出能够推而广之的研究结论。例如，冯伯麟(1999)曾提到，女教师在工作满意度的各个因素上得分均略低于男教师，但经检验这种差异并不显著。^① 所以，学习统计学是读懂一份科研报告以及进行一项科学研究的关键，尤其对社会或行为科学领域而言。

第一节 概述

先从统计学的概念、分类以及发展历程说起。

统计学的意义

- 统计的思维方法，就像读和写的的能力一样，有一天会成为效率公民的必备能力。——[英] 威尔斯
- 没有统计，其他科学可以存在，但是很渺小……
- 统计就和柴、米、油、盐、酱、醋、茶一样，存在的时候并不是很突出，一旦不见了，人生就是黑白的了。
- 统计学是生活中的一把钥匙，哪里有数据，哪里就有统计！

一、统计学的定义

简单地说，统计是用来分析数据的，就是从数据中找出有用的信息并得出结论。统计是有关数据的科学。数据是由有内容的数字组成，只有 8.5 这个数字不

^① 冯伯麟. 教师工作满意及其影响因素的研究. 教育研究, 1999, (2): 42—50

能说明什么，如果这个数字是从一个新生婴儿的母亲那里得知的，且代表着孩子的出生体重，那么这就是一个有效的数据。单个的数据来源于个体，来源于多个个体的数据是一组数据。乍看去很多数据有些烦琐，但是再多的数据也可以通过一些统计方法组织起来，从而变得有条理、可解释。

假如下面是一个心理学班中部分学生的期末花名册：

表 0-1 心理学班中部分学生的期末花名册

学号	姓名	期中成绩	期末成绩	总成绩
...
05	张敏	90	76	82
06	李霞	79	71	74
07	王杰	93	84	88
08	赵娜	90	73	80
09	马腾	85	77	80
...

注：总成绩 = 期中成绩 × 40% + 期末成绩 × 60%。

从上述表中，可以看到每个学生都有三个成绩，也就是说有三个数据描述了同一个学生在某门课上的表现。

个体(individual)就是一组数据描述的对象，它可以是人，也可以是动物。
测量(measurement)是利用适当的工具对个体的某些属性赋予数据的过程。
统计量(statistic)是基于某些个体的观测值而重新计算出来的新的值。

在上述例子中，个体就是一个个学生，每个学生一行；每一列描述每个学生在某些属性上的特征，可以看出，这些学生的总成绩各有高低。另外，并非所有的信息都是数值，例如表 0-1 中的“学号”变量和“姓名”变量，用来表明个体的唯一性。对于这种非数值型的信息，在统计处理时可以用计数和百分比来度量，比如，总成绩在 85 分以上的百分比。

学生成绩是通过考试测量得到的，例如表 0-1 中的期中成绩和期末成绩。但总成绩并不是直接测量得到的，而是通过一个先定的计算公式得到的，可以说总成绩就是一个统计量。类似的统计量还有表 0-1 中五名学生的平均总成绩，某个城市的年平均犯罪率，等等。统计量就像把数据浓缩一样，能够扼要地说明数据的整体意义。

思考题

1. 数据是怎么来的?
2. 数据的来源可靠吗? 怎样分辨数据是好是坏?

对于统计学的定义,从科学研究的角度看,统计学包含对数据的组织、描述和解释并引出结论、做出整体推断的一系列程序。从科学研究中的信息收集开始,就要想明白数据该如何呈现与组织。

心理学(或是其他领域)的研究也包括收集信息这一过程。例如,对于玩暴力游戏是否会影响青少年的行为这一问题,首先需要收集关于青少年行为的信息。当研究者完成了收集信息的工作后,他们的代表性成果——很多测量结果,例如, IQ 分数、人格测验、同伴关系等就会以文字或表格的方式呈现出来。统计学的角色就是帮助研究者理解这些信息。更重要的是,统计服务于两个主要目标:

(1)统计是用来组织和总结信息的,所以,研究者可以看到在研究中发生了什么,所研究的群体有怎样的特征等,同时可以与其他人交流研究结果。

(2)统计通过对得到的数据进行分析来判断哪些结论是合理的,从而帮助研究者回答想要研究的主要问题。

统计学指的是一套组织、总结和解释信息的数学过程。

统计过程帮助研究者确定信息或观测值,是以一种准确、丰富的方式呈现和解释的。从宏观上来看,统计帮助研究者从混乱中找出规律。另外,统计为整个科学团体提供了一套标准的技术来相互辨认和理解。因此,一个研究者和其他研究者所用的统计方法是相似的,这样一来,研究者就可以通过完整地理解所进行的一系列过程和研究结果的意义来准确地解释数据分析。

二、统计学的分类

大致地,统计学可以分为数理统计学和应用统计学。

数理统计学是以概率论为基础,对反映事物特征的数量关系进行抽象,概括出数据统计分析的模型、一般原理和方法。它侧重于统计理论与方法的数理证明。应用统计学侧重于将统计理论与方法应用在各个实践领域中。统计学的应用领域非常广泛,具体的领域如下面的框中所示。

actuarial work 保险统计	epidemiology 流行病学	medical diagnosis 医学诊断
agriculture 农业	finance 金融	meteorology 气象学
animal science 动物学	fisheries research 水产业研究	military science 军事科学
anthropology 人类学	gambling 赌博	ophthalmology 眼科学
archaeology 考古学	genetics 遗传学	pharmaceutics 制药学
auditing 审计学	geography 地理学	physics 物理学
crystallography 晶体学	geology 地质学	political science 政治学
demography 人口统计学	historical research 历史研究	psychology 心理学
dentistry 牙医学	human genetics 人类遗传学	quality control 质量控制
ecology 生态学	hydrology 水文学	religious studies 宗教研究
econometrics 经济计量学	industry 工业	sociology 社会学
education 教育学	linguistics 语言学	survey sampling 调查抽样
election forecasting & projection 选举预测和策划	literature 文学	taxonomy 分类学
engineering 工程	management science 管理科学	weather modification 气象改善
	marketing 市场营销学	……

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，这是每一个科学研究者最常用的科学思维。作为一门应用统计学科，行为科学统计以理论统计为基础，运用数理统计研究中已经证实的方法和结论来解决行为科学领域中的问题，它着重介绍各种统计方法在具体问题中的应用条件与具体计算、结果解释等。如果只学过数理统计、熟悉统计原理和方法，但没有相应实践领域的专业知识，在对结果进行解释时还是有些困难的。

三、统计学的发展历程

统计学作为一门科学始于 19 世纪，但统计工作自古就有。统计实践萌芽于奴隶社会的形成过程中，早期的统计是从计量人口、土地、粮食、税收和军队等数量开始的。根据历史记载，我国早在公元前两千年的夏禹时代，便有人口数字的记载。春秋战国时代，开始建立各级政府逐级上报统计数字的“上计制度”。齐国的鲁仲曾说：“不明于计数，而欲举大事，尤无舟楫而经于水险也。”可见，统计实践的需要也促进了统计学的发展。

最早出现的统计实践都与治理国家的需要有关。在拉丁语系中，statistic 与 state 出于同一语源。直到 1749 年，德国统计学中的国事学派仍把统计学定义为“国家显著事实的记载”。英国数学家威廉·配第(William Petty, 1623—1687)认为需要建立中央统计部及相应部门为统计人口的有关状况来收集一些数据，其中应包括出生、死亡、婚姻、收入、教育和商业等方面的统计数据。在 1690 年出版的代表作《政治算术》中，他运用了数字、重量、尺度等进行数量对比分析的方法