

华东师范大学精品教材建设专项基金资助项目



心理统计学

XINLI TONGJIXUE

(第三版)

邵志芳 著



中国轻工业出版社

全国百佳图书出版单位

华东师范大学精品教材建设专项基金资助项目

心理统计学

(第三版)

邵志芳 著



 中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

心理统计学: 第3版/邵志芳著. —北京: 中国
轻工业出版社, 2017.1

ISBN 978-7-5184-1129-0

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(2016)第231285号

总策划: 石 铁

策划编辑: 孙蔚雯

责任终审: 滕炎福

责任编辑: 孙蔚雯

责任监印: 刘志颖

出版发行: 中国轻工业出版社(北京东长安街6号, 邮编: 100740)

印刷: 三河市恒彩印务有限公司

经 销: 各地新华书店

版 次: 2017年1月第3版第1次印刷

开 本: 787×1092 1/16 印张: 30.00

字 数: 280千字

书 号: ISBN 978-7-5184-1129-0 定价: 76.00元

读者服务部邮购热线电话: 400-698-1619 010-65125990 传真: 010-65181109

发行电话: 010-65128898 传真: 010-85113293

网 址: <http://www.wqedu.com>

电子信箱: 1012305542@qq.com

如发现图书残缺请直接与我社读者服务部(邮购)联系调换

161060Y2X301ZBW

致读者

亲爱的读者：

2009年，中国轻工业出版社“万千心理”出版了拙作《心理统计学》。在不到3年的时间里，这本书受到广泛的欢迎，许多师生给了我热情的鼓励和有益的建议。2012年，在“万千心理”的支持下，本书第二版问世。在第二版的修订过程中，我又从多位长期从事心理统计学教学的老师那里获得了许多教益，他们分别是南京师范大学邓铸老师、东北师范大学王景英老师、原西南大学凤四海老师和首都师范大学方平老师。在这里，再次表示感谢！

一转眼，又是3年过去了。2016年上半年，本书入选了华东师范大学精品教材建设专项项目，这意味着要对本书进行一次新的修订，意味着本书又向着成为精品的目标迈进了一步。

本书前两版的特色

本书前两版的编写和修订原则是以学生为中心，顺应学习的规律。对每一节课，教师都应该根据学生特点设置明确具体的教学目标、脉络清楚的内容体系和灵活多变的实践情境。

课堂上要做到的，在教材中就应该得到充分的体现。故本书的前两版都力求做到以下三点：

第一，明确具体的教学目标——在学习每一章的具体内容之前，要为学习者构建一个目标系统。为此，本书从第5章开始，每一章都以该章能解决什么样的实际问题开头。读者看了这个开头，就可以知道，对于搜集到的数据，统计学家会提出什么样的问题。等学完这一章，再回过头来看开头这些问题，想想自己能否回答这些问题。如果读者看到问题就能说出应当采取何种方法解答，知道运用这些方法时需要注意些什么，学习的目标基本上就达到了。

第二，脉络清楚的内容体系——教学需要脉络清楚、循序渐进地呈现内容。本书对课程内容的编排以理清心理统计学的内容体系为原则，着重体现知识之间的联系，并将其与现实生活中的统计性思考相对照。这样做的根本目的同样是帮助学生弄清何问题适合用何种统计学方法求解。为了帮助读者更顺畅地阅读和使用本书，在各章开头都有“本章提要”，告知这一章的主旨和重点内容，说明该章能解决什么样的问题；各章最后又将重要的术语和原理（附英文）加以总结，以便查阅。本书还特意在一些重点、难点处增加了些方块贴士，它们有的是解释性的（帮助理解原理），有的是提示性的（联系前后内容，帮助记忆和思考），有的是警示性的（避免粗心造成的忽视和混淆），还有的是启发性的（阐述统计思想）。

第三，灵活多变的实践情境——帮助学习者掌握各种变式情形。心理统计学的实践性很强，只有不断地运用，才能熟练而灵活地掌握。为此，本书收录了大量例题和习题，并为部分习题提供了参考答案（以方便自学者）。熟悉了这些例题和习题，今后遇到实际问题时，即使一时不能准确选择统计分析方法，至少也可以凭借对题目的熟悉感选出可能找到解法的大致章节。

当然，这不是在鼓励读者做大量的习题。相反，在认真完成了适量的习题后，更需要读者自身的统计实践。其实，无论是在生活还是工作中，只要你是一个有心人，就可以搜集到各种数据。针对这些数据，选用合适的统计方法加以分析，把分析结果与老师、同学、同事和朋友们分享。假以时日，你就会喜欢上统计学这门学科，并且逐渐能够灵活运用。

本书第三版的修订原则

本次在保留前两版特色的基础上，根据以下原则进行了修订：

- (1) 配合课堂教学改革，将其编写成“课前便于自学理解、课中便于练习讨论、课后便于检索使用”的教材。
- (2) 兼顾不同类型和学习能力的学生，兼顾读者的不同需要（如考研复习、使用

SPSS 等软件、毕业论文数据处理等)。增补近年来使用得越来越多的统计分析方法,例如,偏相关分析、虚拟变量、logistic 回归等。

(3) 加强教材的教学性特征。进一步优化各章原有的内容提要、导读问题、复杂概念辨析、易错之处提醒、各种方法之间的联系、实际生活中的统计学、术语、实习题等内容;附录中还首次加入了 3 份自测试卷,供学习者检验学习效果。

(4) 内容分层:将教学内容分为基础内容、拓展内容(正文中的方框内容和带有“★”号的章节)、统计软件使用和论文写作中的统计分析结果报告方式(归入附录四),便于使用者选择教学内容。

在课时紧张的情况下,可以精简部分内容,例如条件概率、功效函数、关于总体比例的假设检验、多列相关、品质相关、偏相关分析、虚拟变量、logistic 回归、科克伦 Q 检验、单样本游程检验、柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫检验等。但是,建议不要整章或大面积地删减。例如,如果整个略去“非参数检验”,学生将来遇到计量水平低的数据时,可能连思考的方向都没有,或者用错了统计方法也意识不到。

关于统计软件,特别提醒一下初学者:在完整掌握统计学基本理论体系之前,最好不要对软件形成依赖,否则很容易在复杂的数据面前选错统计方法。其实,在扎实掌握基本原理、了解相关术语的英文表述之后,学习统计软件的效率极高,几乎可以无师自通。

最后,再次衷心地感谢各位读者对本书的支持和关注。尤其是感谢我的学生王健、赵娟、余岚、程陶、杜逸旻、徐笑含、张盈琤和彭晓琴等在本书成书过程中的细致纠错,以及家人的支持。

邵志芳

2016 年 5 月 1 日

于华东师范大学

目 录

第 1 章	心理学是一门统计性科学	1
1.1	心理现象是随机现象	2
1.2	描述统计学与推断统计学	5
1.3	统计学的基本概念	7
1.4	心理统计学的基本内容和学习方法	9
	本章术语	11
	练习与思考	13
第 2 章	数据的种类和表征	15
2.1	数据与数据的水平	16
2.2	次数分布表	20
2.3	次数分布图	25
2.4	多变量图示法	29
	本章术语	33
	练习与思考	34
第 3 章	常用特征量	37
3.1	集中量	38

3.2 差异量	46
3.3 地位量	51
3.4 偏态量和峰态量	54
本章术语	57
练习与思考	58

第4章 概率基础 61

4.1 概率	62
4.2 概率的运算	68
4.3 条件概率及其应用	72
本章术语	77
练习与思考	78

第5章 概率分布 81

5.1 二项分布	83
5.2 正态分布和 t 分布	91
5.3 t 分布、泊松分布与指数分布	102
本章术语	106
练习与思考	107

第6章 抽样技术与样本平均数的抽样分布 109

6.1 抽样技术与统计推断	111
6.2 样本平均数的抽样分布	116
6.3 两个样本平均数之差的抽样分布	125
本章术语	131
练习与思考	132

第7章 平均数的参数估计 133

7.1 参数估计	134
7.2 总体平均数的参数估计	139



7.3 两总体平均数之差的参数估计	144
本章术语	148
练习与思考	149
第8章 平均数的假设检验	151
8.1 假设检验	153
8.2 总体平均数的假设检验	161
8.3 两总体平均数之差的假设检验	167
8.4 功效函数和效应量	176
本章术语	180
练习与思考	181
第9章 总体方差与总体比例的统计推断	183
9.1 χ^2 分布与F分布	185
9.2 总体方差的统计推断	188
9.3 总体比例的统计推断	195
本章术语	201
练习与思考	201
第10章 方差分析	203
10.1 方差分析的基本原理	205
10.2 单因素方差分析(完全随机设计)	211
10.3 多因素方差分析	220
本章术语	233
练习与思考	235
第11章 相关分析	239
11.1 相关与相关系数	241
11.2 积差相关	243
11.3 等级相关	253

11.4 质量相关与品质相关	259
11.5 复相关分析与偏相关分析*	269
本章术语	273
练习与思考	274

第12章 回归分析277

12.1 一元线性回归模型	278
12.2 一元线性回归方程的检验	282
12.3 一元线性回归方程的应用	290
12.4 二元与多元线性回归模型	294
12.5 非线性回归模型*	302
12.6 含定性自变量的回归分析——虚拟变量*	305
12.7 Logistic回归*	308
本章术语	313
练习与思考	314

第13章 χ^2 检验317

13.1 χ^2 检验的基本概念	319
13.2 单因素 χ^2 检验	322
13.3 双因素 χ^2 检验	327
13.4 相关样本的 χ^2 检验	335
本章术语	341
练习与思考	342

第14章 非参数检验345

14.1 单样本游程检验*	347
14.2 两个独立样本的非参数检验	349
14.3 两个相关样本的非参数检验	354
14.4 秩次方差分析	359
本章术语	364

练习与思考	364
-------------	-----

第15章 多元分析初步367

15.1 基本知识	369
15.2 聚类分析*	373
15.3 判别分析	378
15.4 探索性因素分析	381
15.5 结构方程建模	386
本章术语	391
练习与思考	392

附录一 自测试卷393

A卷	393
B卷	401
C卷	408

附录二 部分习题答案417

附录三 统计用表423

附录四 统计软件与论文写作457

统计软件用法	457
论文写法	459

参考书目463

第 1 章

心理学是一门统计性科学

本章提要

本章主旨

心理学研究的对象是随机现象，其定量分析的基本手段是统计学；统计学包括描述统计学和推断统计学，后者是现代统计学的主要内容。

本章要点

- 随机现象有别于确定现象，需要统计学来研究其数量规律性。
- 心理现象是一种随机现象，需运用统计学方法总结其数量规律性，所以心理学离不开统计学，是一门统计性科学。
- 统计学分为描述统计学和推断统计学，前者研究各种特征量和概率分布，后者研究如何根据样本信息推断总体情况。
- 统计学的基本概念：随机变量、个体、总体、样本、统计量和参数。
- 心理统计学为心理学中不同类型的问题提供对应的统计分析方法。

导读问题

- 心理学为什么是一门统计性科学?
- “统计一下来宾人数”中的“统计”是不是现代统计学研究的主要内容?
- 从统计学角度说明,为什么人们对同一个人往往有不同的评价?
- 要学好心理统计学,需要做哪些事情?

1.1 心理现象是随机现象

1.1.1 什么是随机现象

我们平时遇到的各种现象,可以分为确定现象和随机现象。下面列出这两种现象的一些例子,读者可以加以比较,体会一下两者的差别。

确定现象:

- 在1个标准大气压下,纯水温度降到 0°C 时会结冰。
- 定量的氢气在氧气中燃烧生成定量的水。
- 种豆得豆,种瓜得瓜。
- 匀速直线运动的物体在相同时间内经过的距离相同。
- 生命体受到刺激后一定有反应。
- 对正常人而言,大运动量锻炼会导致大量出汗。
- 在计件工资制度下,员工可以精确计算自己的收入。

.....

随机现象:

- 上海市每年7月7日的气温
- 每年长江汇入大海的总水量
- 播种等量的种子所得的收成
- 上班路上花的时间
- 同样难度的卷子,有时考得好,有时考得差
- 在妇产科医院每天出生的新生儿中,有时男婴多,有时女婴多
- 工厂每天产出的次品,有时多些,有时少些

.....



可以看到,确定现象的特点是只要知道一些必要的已知条件(例如“在1个标准大气压下”、“纯水”、“0℃”),总可以得出确定的结果(“结冰”)。而随机现象则不同,每一次观察的结果都可能不同,例如,虽然都是上海市的7月7日,但是每年7月7日的气温都是不一样的。

在因果关系十分复杂的科学领域,即使在基本条件相同的情况下,每做一次观察或试验,都可能得到不同的结果。这意味着,我们往往无法根据已知的有限条件精确地预测结果,每做一次预测,也都可能出现偏差。我们将这种无法精确预测的现象,称为**随机现象**。它的定义可以表述为:在一定的条件下,可能出现也可能不出现,或者可能这样出现也可能那样出现的一类现象。

随机现象之所以存在,是因为人类在预测此类现象时无法穷尽影响其发生和发展的全部原因(或因素)。从这个意义上讲,任何现象都多多少少带有一定的随机性,完全确定的现象是很少的。就算是确定现象,如果进一步预测其具体情况,也可能变成随机现象。例如,“种瓜得瓜”可以算作确定现象,但是种瓜之后能收获多大的瓜,就不确定了。可以说,随机现象遍及自然与社会之中。

1.1.2 随机现象的数量规律性

这样一来,随机现象岂不成了“听天由命”的代名词?表面上看,随机现象如此变化无常,似乎是没有规律可循的。但是,在数学家看来,它们不仅有规律可循,而且有数量上的规律性。而**统计学就是研究随机现象的数量规律性的应用数学分支**。

要总结出随机现象的数量规律性,就需要大量试验和观察。不论是自然界中的还是社会生活中的随机现象,都有一个共同特点:个别试验或观察的结果总是不确定的、杂乱无章的,但是将大量个别结果综合起来,却可以得到比较稳定的数量规律性。例如,医院每天都有婴儿出生,而且每天的性别比例都不同,但是长期的观察和计算发现,新生儿的男女比例大约是106:100。这个比例就是数量规律性的体现。还有,虽然每天上下班在路上用的时间都不一样,但是可以计算出一个平均数;虽然我们不知道某个勤奋的学生下一次的考试成绩,但是可以断言,在其他条件相同的前提下,他取得好成绩的可能性(概率)比懒惰者更大。这里的平均数和概率也是数量规律性的指标。

此外,概率的分布也是数量规律性的表现形式。例如,学生的考试成绩,往往呈两头少、中间多、左右对称的正态分布,即高分和低分者少,中等分数者众多(见图1.1.1)。

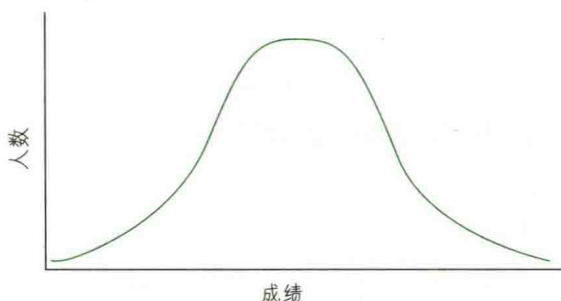


图 1.1.1 正态分布图

统计学建立在大量试验和观察的基础上，这就是大数定理的由来。大数定理又称大数法则：虽然每次观察结果可能都不同（偶然性），但是大量重复观察的结果可以形成稳定的数量特征（必然性）。大数定理对认识随机现象具有普遍的指导意义，是统计学的理论基石。

对于随机现象，虽然无法精确预测其结果，但是我们可以通过计算，判断它出现的概率有多大，不出现的概率有多大；或者这样出现的概率有多大，那样出现的概率有多大。用概率来说话，这就是统计学家的工作。

1.1.3 心理学为什么需要统计学

心理现象在很大程度上就是随机现象。

当你与一位老朋友久别重逢，你的第一句话会表达怎样的情感？你也许会表示惊讶（“怎么是你？”），也许会表示高兴（“我们终于又见面了！”），也许会表示抱怨（“怎么这么多年杳无音讯？”），等等。究竟先说哪一句，恐怕是随机的。

如果请你随口说出一种水果的名称，你会说哪一种？很多人会说“苹果”，因为它是水果中最典型、最常提到的样例。但是，不是每个人都会说“苹果”，有些人会说“梨子”，有些人会说“葡萄”、“橘子”等，这也是一种随机现象。

如果一个心理学实验要求你看到红灯亮时尽快按下一个按钮，并记录你从灯亮到按下按钮之间的反应时间。你每一次的反应时间肯定都是不同的——有时快，有时慢，是随机的。

如果对一个人进行多次智力测验，尽管这个人的各方面情况在短期内没有发生显著的变化，但是每次测得的智商也可能不同。所以心理测验的结果也有很大的随机性。

诸如此类的例子还可以举出很多。总而言之，心理现象是一种随机现象，要定量地研究随机现象，就需要运用统计学方法来总结其数量规律性（例如，反应时间的平



均数和标准差, 智商的概率分布特点等)。因此, 心理学需要统计学, 它是一门统计性科学。

统计学在其发展过程中, 逐步形成了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, 从而为各个学科的研究者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的应用。现在, 应用统计学已经在物理学、天文学、生物学、医学、社会学等众多学科领域广泛“落户”, 这其中也包括心理学领域的应用统计学分支——心理统计学。

1.2 描述统计学与推断统计学

1.2.1 描述统计学

人类最早的“结绳记事”就是一种原始的统计活动。后来, 统计学带上了很强的国家特征, 因为要维护对国家的统治, 统治者就必须通过统计了解和掌握本国的自然资源和人力物力等要素情况。统计学在我国更是有着悠久的历史, 距今 4000 多年前的夏朝就开始进行人口统计了。我国古代政治家商鞅把“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、马的匹数、牛的头数和牲口草料数)作为反映基本国情的数量指标。可见, 这时已经有了全国规模的人口调查制度, 而且已经对人口按照年龄、职业等进行分组统计, 甚至有了国民经济各种数量的对比分析。

人类一开始的统计活动主要是描述性质的, 就是将搜集到的统计资料所包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。例如, 一个国家的人口总数就是最简单的特征量。如果细分, 还可以分别计算男性与女性人口数、各年龄阶段人口数、各行业从业者人数等。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。

■ 集中量描述数据的典型水平或集中趋势, 包括算术平均数、加权平均数、几何平均数、中位数、众数等。

- 差异量描述数据分散（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（百分位）等。
- 相关量描述两个或多个变量之间的关联程度，包括积差相关系数、等级相关系数、质与量的相关系数和品质相关系数等。
- 偏态量和峰态量用来描述数据的分布特征——偏离正态的程度和高低宽窄的程度。

1.2.2 推断统计学

大约在 20 世纪 20 年代之前，统计学的主要内容还是描述统计学。后来，推断统计学逐渐发展起来，其地位越来越重要，而且在内容上也占有越来越大的比重，成为统计学的主干部分。**推断统计学就是运用概率论研究如何根据样本信息推断样本来自的总体的相应信息**，它包括参数估计和假设检验这两种形式（分别详见第 7 章和第 8 章）。

描述统计学中提到的所有特征量都可以分为样本的和总体的。**参数估计**就是根据样本的特征量（统计量）来估计总体的相应特征量（参数）。例如，在编制智力测验时，需要了解各年龄阶段男女人口的平均成绩，以此作为今后计算智商的标准（又称“常模”）。但是，我们不大可能对全国所有人实施测验，于是，我们随机抽取一部分参试者（例如，每个年龄段抽取 800 名男女参试者）作为样本，然后根据这些参试者完成智力测验的平均成绩（样本统计量）来估计各年龄段的全国男女人口的平均成绩（总体参数）。

假设检验则是对总体的参数或分布形态的假设做出保留或拒绝的决策。例如，我们要考察 A、B 两种条件对参试者的反应时间有无显著影响，但是不可能让全世界的人都来参加实验。这时我们可以抽取两组参试者作为样本，一组在 A 条件下进行操作，另一组在 B 条件下完成相同的任务，然后比较两组参试者的平均反应时间有没有显著差异。虽然只有很少一部分人参加了我们的实验，但是其结论是针对所有人的。比较的步骤是，先假设两种条件下的参试者的反应时间没有显著差异，再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。

将描述统计学与推断统计学结合起来，就可以清晰地看到统计学其实可以被看作一个研究过程：**以系统的方式搜集和整理资料，进而根据这些资料做出与总体相关的决策。**