

# 心理统计学

XINLITONGJIXUE

©邵志芳 著



图序在附录 (CIP) 数据

高等学校心理学专业基础课程教材

心理学专业

2009.10

(心理学专业基础课程教材)

ISBN 978-7-201-2013-4

# 心理统计学

邵志芳 著

责任编辑：邵志芳

总编辑：邵志芳

责任校对：邵志芳

封面设计：邵志芳

出版发行：中国轻工业出版社（北京东长安街16号 邮编：100101）

社址：中国轻工业出版社

社址：中国轻工业出版社

发行：010-62128898 传真：010-62128898

开本：210×140 1/16 印张：25.00

定价：28.00元

ISBN 978-7-201-2013-4 定价：28.00元

客服电话：010-62128898 010-62128898

客服电话：010-62128898 010-62128898

客服电话：010-62128898 010-62128898

客服电话：010-62128898 010-62128898

客服电话：010-62128898 010-62128898

 中国轻工业出版社

978720120134

## 图书在版编目 (CIP) 数据

心理统计学 / 邵志芳著. —北京: 中国轻工业出版社,  
2009.10

(高等学校心理学专业基础课程教材)

ISBN 978-7-5019-7012-4

I. 心… II. 邵… III. 心理统计—高等学校—教材

IV. B841.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第110166号

总策划: 石铁

策划编辑: 高小菁

责任编辑: 徐玥 高小菁

责任终审: 孟寿萱

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: 中国电影出版社印刷厂

经销: 各地新华书店

版次: 2009年10月第1版第1次印刷

开本: 740×1050 1/16 印张: 25.00

字数: 260千字

书号: ISBN 978-7-5019-7012-4 定价: 45.00元

咨询电话: 010-65595090 65262933

读者服务部邮购热线电话: 010-65595091 65241695 传真: 85111730

发行电话: 010-65128898 传真: 85113293

网址: <http://www.wqedu.com>

电子信箱: [wanqianbook@163.com](mailto:wanqianbook@163.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  
90319J6X101ZBW

# 致读者

亲爱的读者：您手中的这本《心理统计学》是专门为广大心理学专业本科生编写的专业主干课教材之一。众所周知，心理统计学是心理学专业最重要也是最难学的一门基础课。无论是授课的老师，还是听课的学生，都需打起十二万分的精神，“同仇敌忾”地忙碌一个学期，方能略有感悟。说实话，要为这门课程写一本教材，真是需要一点勇气的。因此，当策划编辑高小菁向我发出编写本书的邀请时，我一则以喜，一则以惧。喜的是能与同行分享感悟，惧的是没有十足的把握。

好在我积累了十余年心理统计课的教学经验，给本科生、专升本、研究生和心理咨询师学员等各类学生讲过不下数十遍相同的内容。我知道这门课难在哪里，哪些内容容易让学生疑惑，什么地方连老师都可能把自己说糊涂。反复的体会使我逐渐懂得怎么把统计学里面的重点和难点说清楚。我的感受是，统计学不是我们之前熟悉的数学，它的思想方法与学生长期接受的数学训练大相径庭。

于是，我尝试着用别样的风格来演绎心理统计学，而如何讲解那些难点也成了兴趣盎然的教研课题。最终，我发现（读者也必将发现），统计学“源于生活，高于生活”。不仅它的基本思想源于生活，它犯的错误也和我们日常生活中的决策失误

遥相呼应。学习统计学不仅可以帮助未来的工作，还可以成为对生活的一种感悟，这倒是始料未及的收获。想到这里，更是有了将自己的思考与同行和同学们共享的愿望。

其实，在五年前，我就在当时心理系领导的督促下，编写了一本《心理与教育统计学》，交予上海科学普及出版社出版了。那本书虽然称不上尽善尽美，但幸运的是，仍得到了读者们的很多支持和鼓励，以及许多极有价值的意见和建议。这本书就是在上述基础上进一步完善，写出来的，其特点如下：

### 关于内容

与五年前那本统计学教材相比，本书内容有一定的精简。由于从2007年开始，心理学硕士生入学考试改为统考，有了一本考研大纲，为内容的选择提供了重要依据，故在细细琢磨大纲之后，精简了一些过于艰难或罕用的内容。

不过，我没有把这本书写得过于简要。一个人永远不要仅以今天的社会要求设计自己的未来。如果仅仅满足于现在的考研大纲，将来几乎肯定是不够用的。从近年来的文献看，有些在基础教材中较少提及的术语已经频频出现，例如统计功效、效应度等。本书增加了一些这方面的知识点。

### 关于体系

很多读者，尤其是出身于文科的学生，刚拿到统计学教材时，常被其繁杂的体系和“恐怖”的公式惊得目瞪口呆。其实，如果你仔细看看那些公式，就可以稍感安心：公式再“恐怖”，也就是加减乘除，最了不起的运算也不过是开方、对数而已。再看这些公式中的主角，几乎都跑不了平均数和方差。单是细细品味公式中平均数和方差的作用，就能让你对心理统计学的方法体系有一个深刻的理解。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，从而达到本课程的根本目的：弄清什么样的问题应该用什么统计学方法求解。

## 关于体例

为了帮助您更顺畅地阅读和使用本书,在各章前都有“本章提要”,告知这一章的主旨和重点内容,以便您在阅读时有一个大致的方向;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。在正文中,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)。

根据同行和同学们的建议,本书增加了大量习题,并对部分习题提供了参考答案,以便自学。此外,少数图表不避多次出现,以略免读者翻检之劳。

也有读者建议介绍常用统计软件的使用法,这固然是一个很好的建议,但是教材毕竟不是软件实用手册,前者几乎恒定不变,后者总在花样翻新,故未能采纳。在这里,我还想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。

这本书得以出版,要感谢很多人:学院领导和老师的支持;策划编辑高小菁的诚意邀请和创意策划;学生王健、赵娟、余岚、程陶、杜逸旻、徐笑含和施轶等的细致纠错;以及家人的理解和支持。

最后,我要衷心地感谢各位读者对本书的支持和关注!

邵志芳

2009年4月

于华东师范大学

# 目 录

<b>第 1 章 心理学是一门统计性科学</b> .....	<b>1</b>
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 个体、总体与样本.....	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.....	12
<b>第 2 章 数据的种类和表征</b> .....	<b>15</b>
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.....	32
练习与思考.....	33

<b>第3章</b>	<b>常用特征量</b> .....	<b>37</b>
3.1	集中量 .....	38
3.2	差异量 .....	47
3.3	地位量 .....	53
3.4	偏态量和峰态量 .....	56
	本章术语 .....	58
	练习与思考 .....	59
<b>第4章</b>	<b>概率基础</b> .....	<b>61</b>
4.1	概率 .....	62
4.2	概率的运算 .....	68
4.3	条件概率及其应用 .....	73
	本章术语 .....	78
	练习与思考 .....	79
<b>第5章</b>	<b>概率分布</b> .....	<b>81</b>
5.1	二项分布 .....	82
5.2	正态分布和 $t$ 分布 .....	90
	本章术语 .....	104
	练习与思考 .....	105
<b>第6章</b>	<b>抽样技术与样本平均数的抽样分布</b> .....	<b>107</b>
6.1	推断统计学与抽样技术 .....	108
6.2	样本平均数的抽样分布 .....	113
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 .....	145
	本章术语 .....	149
	练习与思考 .....	150
第 8 章	平均数的假设检验 .....	153
8.1	假设检验 .....	154
8.2	总体平均数的假设检验 .....	162
8.3	两总体平均数之差的假设检验 .....	169
8.4	功效函数和效应度 .....	178
	本章术语 .....	181
	练习与思考 .....	182
第 9 章	总体方差与总体比例的统计推断 .....	185
9.1	$\chi^2$ 分布与F分布 .....	186
9.2	总体方差的统计推断 .....	189
9.3	总体比例的统计推断 .....	196
	本章术语 .....	203
	练习与思考 .....	203
第 10 章	方差分析 .....	205
10.1	方差分析的基本原理 .....	206
10.2	单因素方差分析 (完全随机设计) .....	212
10.3	多因素方差分析 .....	220
	本章术语 .....	233

	练习与思考 .....	234
<b>第 11 章</b>	<b>相关分析 .....</b>	<b>237</b>
11.1	相关与相关系数 .....	238
11.2	积差相关 .....	240
11.3	等级相关 .....	251
11.4	质量相关与品质相关 .....	257
	本章术语 .....	269
	练习与思考 .....	270
<b>第 12 章</b>	<b>回归分析 .....</b>	<b>273</b>
12.1	一元线性回归模型 .....	274
12.2	一元线性回归方程的检验 .....	278
12.3	一元线性回归方程的应用 .....	286
12.4	二元线性回归模型 .....	290
	本章术语 .....	297
	练习与思考 .....	298
<b>第 13 章</b>	<b><math>\chi^2</math> 检验 .....</b>	<b>301</b>
13.1	$\chi^2$ 检验的基本概念 .....	302
13.2	单因素 $\chi^2$ 检验 .....	305
13.3	双因素 $\chi^2$ 检验 .....	311
13.4	相关样本的 $\chi^2$ 检验 .....	318
	本章术语 .....	323
	练习与思考 .....	324
<b>第 14 章</b>	<b>非参数检验 .....</b>	<b>327</b>
14.1	单样本游程检验 .....	328

14.2 两个独立样本的非参数检验 .....	330
14.3 两个相关样本的非参数检验 .....	335
14.4 秩次方差分析 .....	340
本章术语 .....	345
练习与思考 .....	346

**附录一 练习与思考答案 (部分) ..... 349**

**附录二 统计用表 ..... 355**

附表1 标准正态分布表 .....	356
附表2 $t$ 分布表 .....	359
附表3 $\chi^2$ 分布表 .....	362
附表4 $F$ 分布表 .....	364
附表5 $F_{\max}$ 值表 .....	373
附表6 $q$ 值表 .....	374
附表7 $r$ 与 $Z$ 转换表 .....	375
附表8 单样本游程检验表 .....	376
附表9 曼-惠特尼 $U$ 检验表 .....	377
附表10 柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫双样本检验表 (小样本, $K_D$ 的临界值) .....	378
附表11 柯尔莫哥洛夫-斯米尔诺夫双样本检验表 (大样本, 双侧检验, $D$ 的临界值) .....	379
附表12 符号检验表 .....	380
附表13 符号秩次检验表 .....	381
附表14 $H$ 检验表 .....	382
附表15 $\chi_r^2$ 表 .....	386

# 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干内容。

#### 本章重点

- 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，可以运用统计学方法总结出其数量规律性，所以，心理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。
- 统计学的最基本概念：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。

## 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:

- 1个标准大气压下,纯水温度降到 $0^{\circ}\text{C}$ 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,相同时间内经过的距离相同
- 生命体受到刺激后一定会有反应
- 对正常人而言,大运动量锻炼会导致大量出汗
- 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
- 今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
- 妇产科医院每天的新生儿,有时男婴多,有时女婴多
- 工厂每天产出次品的数量

.....

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“1个标准大气压下”,“纯水”,“ $0^{\circ}\text{C}$ ”),总可以得出确定的结果(“结冰”)。而随机现象则不同,它每一次观察的结果都可能不同,例如,同为上海市的7月7日,但是每

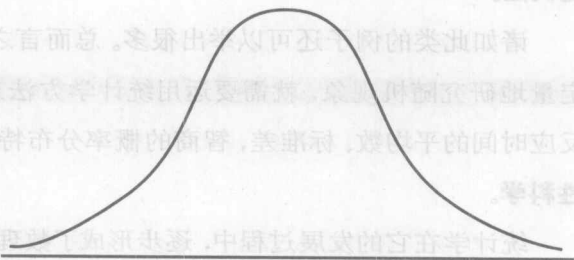
年这一天的气温都是不一样的。在因果关系十分复杂的科学领域,即使在基本条件相同的情况下,每做一次观察或试验,都可能得到不同的结果。换句话说,我们往往无法根据已知的有限原因精确地预测结果,每做一次预测,也都可能出现偏差。我们将这种无法精确预测的现象,称为**随机现象**。它的定义可以表述为:在一定的条件下,可能出现也可能不出现,或者可能这样出现也可能那样出现的一类现象。可以说,随机现象遍及自然与社会之中。

### 1.1.2 随机现象的数量规律性

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,而且有着数量上的规律性。**统计学**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,在其它条件相同的前提下,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,往往形成一个两头小、中间大、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)。



对于随机现象,虽然无法精

图1.1.1 正态分布图

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。

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。

### 1.1.3 心理学是一门统计性科学

从很大程度上说,心理现象就是随机现象。

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?你也许表示惊讶(怎么是你),也许表示高兴(我们终于又见面了),也许表示抱怨(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,记录你从灯亮到按下按钮之间的时间——反应时间。可以保证,你每一次的反应时间都是不同的,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帮助总结其数量规律性(例如反应时间的平均数、标准差,智商的概率分布特点等)。因此,心理学是一门**统计性科学**。

统计学在它的发展过程中,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多年前的夏朝就已开始进行人口统计。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、马的头数、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,那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指标的对比分析。

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、加权算术平均数、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。

### 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,不仅其地位越来越重要,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,研究如何根据样本的信息推断出样本来自的总体的相应信息,它包括参数估计和假设检验两种形式。

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被试的平均成绩,以此作为今后计算智商的标准(又称“常模”)。但是,我们不大可能对这个年龄段的全国所有被试实施测验,于是,我们随机抽取一部分被试(例如抽取800名这个年龄段的男女被试)作为样本,然后根据这些被试完成智力测验的平均成绩(样本统计量)来估计该年龄段的全国男女被试的平均成绩(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两种条件对被试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被试作为样本,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,然后比较两组被试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,但是其结论却是针对所有人的。比较的步骤是,先假设两种条件下的被试反应时间没有显著差异,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。