

世纪统计学系列教材

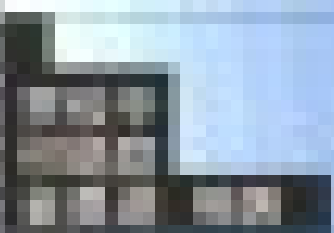
教育部推荐教材  
第四届全国统计局优秀统计教材

贾俊平  
何晓群  
金勇进 编著

# 统计学

中国人民大学出版社

中国统计出版社



# 统计科学

统计科学

教育部推荐教材  
第四届国家统计局优秀统计教材

21 世纪统计学系列教材

# 统 计 学

贾俊平 何晓群 金勇进 编著

中国人民大学出版社

**图书在版编目(CIP)数据**

统计学/贾俊平 编著.  
北京:中国人民大学出版社, 2000.  
21世纪统计学系列教材

ISBN 7-300-03589-2/F·1082

I. 统…  
II. ①贾…②何…③金…  
III. 统计学-教材  
IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 45323 号

**教育部推荐教材**

**第四届国家统计局优秀统计教材**

21世纪统计学系列教材

**统计学**

贾俊平 何晓群 金勇进 编著

---

出版发行:中国人民大学出版社  
(北京中关村大街31号 邮编100080)  
邮购部:62515351 门市部:62514148  
总编室:62511242 出版部:62511239  
E-mail:rendafx@public3.bta.net.cn

经 销:新华书店  
印 刷:北京鑫丰华彩印有限公司

---

开本:787×980毫米 1/16 印张:25  
2000年9月第1版 2003年2月第7次印刷  
字数:459 000

---

定价:38.00元  
(图书出现印装问题,本社负责调换)

## 《21 世纪统计学系列教材》编委会

**编委会主任** 易丹辉

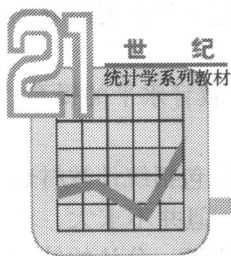
**编委会委员** (按姓氏笔画为序)

尹德光 冯士雍 张尧庭

陈希孺 吴喜之 赵彦云

柯惠新 袁 卫 倪加勋

顾 岚 袁寿庄 耿 直



## 总 序

改革开放以来，高等统计教育有了很大的发展。随着课程设置的不断调整，有不少教材出版，同时也翻译引进了一些国外优秀教材。作为培养我国统计专门人才的摇篮，中国人民大学统计学系自 1952 年创建以来，走过了风风雨雨，一直坚持着理论与应用相结合的办学方向，培养能够理论联系实际、解决实际问题的高层次人才。随着新知识经济和网络时代的到来，我们在教学科研的实践中，深切地感受到，无论是自然科学领域、社会科学领域的研究，还是国家宏观管理和企业生产经营管理，甚至人们的日常生活，信息需求量日益增多，信息处理技术更加复杂，作为信息技术支柱的统计方法，越来越广泛地应用于各个领域。

面对新的形势，我们一直在思索，课程设置、教材选择、教学方式等怎样才能使学生适应社会经济发展的客观需要。在反复酝酿、不断尝试的基础上，我们决定与统计学界的同仁，共同编写、出版一套面向 21 世纪的统计学系列教材。

这套系列教材聘请了中科院院士、中国科技大学陈希孺教授，上海财经大学数量经济研究院张尧庭教授，中国科学院数学与系统科学研究所冯士雍研究员等作为编委。他们长期任中国人民大学的兼职教授，一直关心、支持着统计学系的学科建设和应用统计的发展。中国人民大学应用统计科学研究中心 2000 年已成为国家级研究基地，这些专家是首批专职或兼职研究人员。这一开放性研究基地

的运作，将有利于提升我国应用统计科学研究的水平，也必将进一步促进高等统计教育的发展。

这套教材是我们奉献给新世纪的，希望它能促进应用统计教育水平的提高。这套教材力求体现以下特点：

第一，在教材选择上，主要面向经济类统计学专业。选材既包括统计教材也包括风险管理与精算方面的教材。尽管名为统计学系列教材，但并不求大、求全，而是力求精选。对于目前已有的内容较为成熟、适合教学需要、公认的较好的教材，并未列入本次出版计划。

第二，每部教材的内容和写作，注意广泛吸收国内外优秀教材的成果。教材力求简明易懂、内容系统和实用，注重对统计方法思想的阐述，并结合大量实际数据和实例说明统计方法的特点及应用条件。

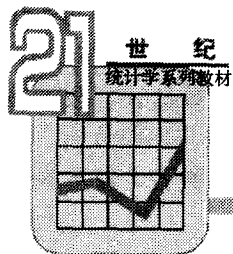
第三，强调与计算机的结合。为着力提高学生运用统计方法分析解决问题的能力，教材所涉及的统计计算，要求运用目前已有的统计软件。根据教材内容，选择使用 SAS、SPSS、TSP、STATISTICA、EViews、MINITAB、Excel 等。

感谢中国人民大学出版社的同志们，他们怀着发展我国应用统计科学的热情和提高统计教育水平的愿望，经过反复论证，使这套教材得以出版。感谢参与教材编写的同行专家、统计学系的教师。愿大家的辛勤劳动能够结出丰硕的果实。我们期待着与统计学界的同仁，共同创造应用统计辉煌的明天。

**易丹辉**

2000年8月

于中国人民大学



## 前 言

---

在人类迈进 21 世纪、面对知识经济时代的今天，我们每天对信息的需求量和处理量日益增多，作为数据处理和分析技术的统计方法也越来越广泛地应用于自然科学和社会科学研究、生产和经营管理及日常生活中，这无疑对统计教材的编写提出了更高的要求。在过去的一段时期里，我国高等财经院校的统计教材一直沿用前苏联的社会经济统计学体系。随着我国市场经济体系的建立，原有的统计学教材在内容上已不能满足社会经济发展的需要。尽管近年来高等财经院校的统计学教材在内容和体系上都有所改进，但仍存在一些不足。由于统计学是财经院校经济管理类专业的一门基础必修课程，因此编好这一教材就成了一项很有意义的工作。

构建统计学教材的内容体系，关键是要对统计学科有一个全面科学的理解和认识。我们认为，统计学是一门收集、整理和分析统计数据的方法科学，其目的是探索数据的内在数量规律性。取得统计数据是进行统计分析的基础和前提，离开了统计数据，统计方法也就失去了用武之地。如何取得较为准确的统计数据是统计学研究的内容之一。统计数据的整理是数据收集与数据分析之间的一个必要环节，是通过对统计数据的加工处理使其系统化、条理化，符合统计分析的需要。统计数据的分析是统计学的核心内容，是通过统计描述和统计推断探索数据



内在规律的过程。基于这一认识,鉴于财经院校经济管理各专业统计教学的实际需要,本教材的内容体系包括描述统计(统计数据的搜集、数据的整理与显示、数据分布特征的描述)、推断统计(概率与概率分布、抽样与参数估计、假设检验、方差分析、列联分析等)、经济管理常用的统计方法(相关与回归分析、时间序列分析、指数)等几部分。本书既可作为高等院校财经管理类各专业本科生教材,也可作为广大实际工作者的参考书。

本教材力求体现以下特点:

第一,在内容上,立足于“大统计”的角度,从统计数据出发,以统计数据的处理和分析为核心,并根据统计教学的实际需要构建本教材的内容体系。在写法上,力求简明易懂,注重于对统计方法思想的阐述,结合大量的实际数据和实例说明统计方法的特点、应用条件和适用场合。

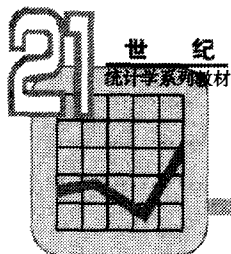
第二,强调计算机的应用。制作了与教材相配套的教学幻灯片。在大部分章的最后都给出了用 Excel 进行计算和分析的步骤,可以使学生利用相关章节学习的方法,通过计算机实现其计算和分析任务,这不仅可减轻学生的计算负担,也可以提高其运用统计方法分析和解决问题的能力。我们之所以选用 Excel 主要出于以下几点考虑:一是 Excel 较为普及,为大多数人所熟悉。尽管目前的统计软件如 SAS、SPSS、STATISTICA、MINITAB、TSP 等有更强的统计功能,但不如 Excel 普及。二是就本书所介绍的统计方法来看,Excel 中的统计功能已能够满足计算和分析的需要。三是作为 Office 的组成部分之一,Excel 能够很好地与 Office 中的其他软件结合,比如与 PowerPoint 结合制作教学幻灯片等。

作为 21 世纪统计学系列教材之一,本教材的编写得到了中国人民大学统计学系全体教师的支持和帮助。编写大纲拟定后,教材编委会及全体教师进行了广泛讨论,并进行了多次修改。袁寿庄教授、倪加勋教授、尹德光教授审阅了本书的初稿,并提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢。

本教材各章执笔人是:贾俊平(第一、二、三、四、十一、十二章及各章后的附录)、何晓群(第五、六、十章)、金勇进(第七、八、九章)。全书由贾俊平任主编,负责全书大纲的设计、书稿的组织和编纂。尽管几年来我们对统计学教材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,但仍有可能达不到各方面的要求。书中的不当或疏漏之处在所难免,恳请同行和读者提出宝贵意见。

贾俊平

2000 年 7 月于中国人民大学



# 目 录

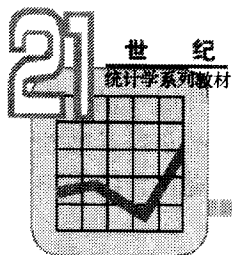
---

第一章 绪 论	1
第一节 统计与统计学	1
第二节 统计学的分科	4
第三节 统计学与其他学科的关系	6
第四节 统计学的产生和发展	7
习 题	10
第二章 统计数据的搜集	11
第一节 数据的计量与类型	11
第二节 统计数据的来源	16
第三节 调查方案设计	22
第四节 统计数据的质量	25
习 题	26
第三章 统计数据的整理与显示	27
第一节 数据的预处理	27

第二节	品质数据的整理与显示 .....	29
第三节	数值型数据的整理与显示 .....	34
第四节	统计表 .....	51
习 题	.....	53
附 录	用 Excel 作频数分布表和图形 .....	55
<b>第四章</b>	<b>数据分布特征的测度 .....</b>	<b>59</b>
第一节	集中趋势的测度 .....	59
第二节	离散程度的测度 .....	72
第三节	偏态与峰度的测度 .....	81
习 题	.....	84
附 录	用 Excel 计算描述统计量 .....	87
<b>第五章</b>	<b>概率与概率分布 .....</b>	<b>89</b>
第一节	概率基础 .....	89
第二节	随机变量及其分布 .....	99
习 题	.....	119
附 录	用 Excel 计算分布的概率 .....	121
<b>第六章</b>	<b>抽样与参数估计.....</b>	<b>123</b>
第一节	抽样与抽样分布.....	123
第二节	参数估计基本方法.....	131
第三节	总体均值和总体比例的区间估计.....	139
第四节	两个总体均值及两个总体比例之差的估计.....	145
第五节	正态总体方差及两正态总体方差比的区间估计.....	149
习 题	.....	152
附 录	用 Excel 求置信区间 .....	153
<b>第七章</b>	<b>假设检验.....</b>	<b>156</b>
第一节	假设检验的一般问题.....	156
第二节	一个正态总体的参数检验.....	163
第三节	两个正态总体的参数检验.....	168
第四节	假设检验中的其他问题.....	175

习 题	180
附 录 用 Excel 进行假设检验	182
<b>第八章 方差分析</b>	186
第一节 方差分析的基本问题	187
第二节 单因素方差分析	190
第三节 双因素方差分析	199
习 题	203
附 录 用 Excel 进行方差分析	205
<b>第九章 列联分析</b>	208
第一节 列联表	208
第二节 $\chi^2$ 分布与 $\chi^2$ 检验	211
第三节 列联表中的相关测量	217
第四节 列联分析中应注意的问题	221
习 题	224
附 录 用 Excel 进行 $\chi^2$ 检验	225
<b>第十章 相关与回归分析</b>	227
第一节 变量间的相关关系	227
第二节 一元线性回归	234
第三节 多元线性回归	244
第四节 可化为线性回归的曲线回归	258
习 题	263
附 录 用 Excel 进行相关与回归分析	265
<b>第十一章 时间序列分析</b>	268
第一节 时间序列的对比分析	268
第二节 长期趋势分析	278
第三节 季节变动分析	295
第四节 循环波动分析	302
习 题	304
附 录 用 Excel 进行季节变动分析	307

<b>第十二章 指数</b> .....	309
第一节 指数编制的基本问题.....	309
第二节 加权指数.....	312
第三节 指数体系.....	319
第四节 几种常用的价格指数.....	324
第五节 多指标综合评价指数.....	330
习 题.....	336
<b>附录一 习题参考答案</b> .....	339
<b>附录二 常用统计表</b> .....	348
表 1 二项分布表 .....	348
表 2 泊松分布表 .....	360
表 3 标准正态分布表 .....	362
表 4 正态分布分位数表 .....	365
表 5 $t$ 分布表 .....	368
表 6 $\chi^2$ 分布表 .....	370
表 7 $F$ 分布表 .....	373
表 8 多重比较中的 $q$ 表.....	385
表 9 相关系数 $\rho=0$ 的临界值表 .....	387
<b>参考书目</b> .....	388



## 第一章

# 绪 论

## 第一节 统计与统计学

### 一、统计与统计学的含义

统计作为一种社会实践活动已有悠久的历史，可以说，自从有了国家就有了统计实践活动。最初，统计只是一种计数活动，为满足统治者管理国家的需要而搜集资料，通过统计计数弄清国家的人力、物力和财力，作为国家管理的依据。

今天，“统计”一词已被人们赋予多种含义，因此很难给出一个简单的定义。在不同场合，“统计”一词可以有不同的含义。它可以指统计数据的搜集活动，即统计工作；也可以指统计活动的结果，即统计数据；还可以指分析统计数据的方法和技术，即统计学。

统计学是随着人类社会的发展和社会管理的需要而发展起来的。随着社会管理的日趋复杂，仅仅用数字计量客观现象已不能满足社会的需要，人们试图对客观现象进行定量分析，与此相适应，研究统计计量和分析方法的统计学诞生。“政治算术学派”的创始人威廉·配第和约翰·格朗特，首先在其著作中使用统计数字和图表等来分析研究社会、经济和人口现象，这不仅为人们进一步认识社会

提供了一种新的方法和途径，也为统计学的发展奠定了基础。

目前，随着统计方法在各个领域的应用，统计学已发展成为具有多个分支学科的大家族。因此，要给统计学下一个普遍接受的定义是十分困难的。在本书中，我们对统计学做如下解释：统计学是一门收集、整理和分析统计数据的方法科学，其目的是探索数据的内在数量规律性，以达到对客观事物的科学认识。

统计数据的收集是取得统计数据的过程，是进行统计分析的基础。如何取得准确、可靠的统计数据是统计学研究的内容之一。

统计数据的整理是对统计数据的加工处理过程，目的是使统计数据系统化、条理化，符合统计分析的需要。数据整理是数据收集与数据分析之间的一个必要环节。

统计数据的分析是统计学的核心内容，是通过统计描述和统计推断的方法探索数据内在规律的过程。

可见，统计学是一门有关统计数据的科学，统计学与统计数据有着密不可分的关系。在英文中，“statistics”一词有两个含义：当它以单数名词出现时，表示作为一门科学的“统计学”；当它以复数名词出现时，表示“统计数据”或“统计资料”。从中可以看出，统计学与统计数据之间有着密不可分的关系。统计学由一套收集和处理统计数据的方法所组成，这些方法来源于对统计数据的研究，目的也在于对统计数据进行研究。离开了统计数据，统计方法就失去了用武之地，统计学也就失去了它存在的意义。而统计数据如果不用统计方法加以分析也仅仅是一堆数据而已，得不出任何有益的结论。

此外，统计数据在英文中是以复数形式出现的，这表明统计数据不是指单个的数字，而是由多个数据构成的数据集。单个的数据显然用不着统计方法进行分析，仅凭一个数据点，也不可能得出事物的规律，只有经过对同一事物进行多次观察或计量得到的大量数据，才能利用统计方法探索出内在的必然规律性。

## 二、统计数据的规律与统计方法

统计学提供了探索数据内在规律的一套方法。那么，什么是统计数据的内在数量规律性？为什么统计方法能通过对数据的分析找出其内在的数量规律性？我们用下面的几个例子来说明。

就单独的一个家庭来观察，每个家庭的新生婴儿的性别可能是男性，也可能是女性。如果不对生育人口进行任何限制，有的家庭的几个孩子可能都是男孩，而有的家庭的几个孩子也可能都是女孩。从表面上看，新生婴儿的性别比例似乎

没有什么规律可循。但如果对大量的家庭新生儿进行观察，就会发现新生儿中男孩略多于女孩，大致为每出生 100 个女孩，相应地就有 107 个男孩出生。这个性别比例 107:100 就是新生儿性别比的数量规律。古今中外这一比例都大致相同，这是由人类自然发展的内在规律所决定的。人类社会要发展，就要保持男女人数上的大致相同。尽管从新生儿来看，男性婴儿略多于女性，似乎并不平衡，但由于男性婴儿的死亡率高于女性，到了中年时，男女人数就大体相同了。进入中老年后，男性的死亡率仍然高于女性，导致男性的平均预期寿命比女性短，老年男性反而少于女性。生育人口在性别上保持大体平衡，保证了人类社会的进化和发展。对人口性别比例的研究是统计学的起源之一，也是统计方法探索的数量规律性之一。

我们都知道投掷硬币和掷骰子的游戏，随机地投掷一次硬币或骰子，出现正面、反面或某个点数是不确定的，完全是偶然的。但当我们进行多次的重复投掷，就会发现投掷一枚均匀硬币出现正面和反面的次数大体相同，即比值接近于  $1/2$ 。投掷的次数越多，就越接近于  $1/2$  这一稳定的数值。同样，在掷骰子时，出现 1 点~6 点的比例也逐渐接近于  $1/6$ 。这里的  $1/2$  和  $1/6$  就是掷硬币和掷骰子出现某一特定结果的概率，也就是投掷硬币或骰子时所呈现的数量规律性。

在进行农作物试验时，如果其他试验条件相同，我们会发现某种粮食作物的产量会随着某种肥料施肥量的增加而增加。最初增加施肥量时，产量增加较快；以后增加同样的施肥量，粮食产量的增加逐渐减少；当施肥量增加到一定数值时，产量不再增加，这时如果再增加施肥量，产量反而会减少。粮食产量与施肥量之间的这种数量关系，就是我们所要探索的数量规律性。如果能从大量的试验数据中用统计方法找出产量与施肥量之间的数量关系，就可以确定最佳的施肥量，以求得最大的效益。

上述例子说明，通过多次观察或试验得到大量的统计数据，利用统计方法是可以探索出其内在的数量规律性的。因为客观事物本身是必然性与偶然性的对立统一，必然性反映了事物的本质特征，偶然性反映了事物表现形式上的差异。如果客观事物只有必然性一个方面的特征，它的表现形式就会比较简单，我们就可以很容易地把握它的规律性。正是由于偶然性的存在，才使事物的表现形式与必然的规律性之间产生偏移，从而形成了表面形式上的千差万别，使得必然性的数量规律性被掩盖在表面的差异之中了。统计数据作为客观事物的一种数量表现，是事物必然性与偶然性共同作用的结果。偶然性使得对同一事物的多次观察得到的统计数据有差异，而必然性则隐含在统计数据本身，这正是我们要利用统计方法去寻找的。在上面的几个例子中，尽管每个新生儿的性别、每次投掷硬币或



骰子的结果、每次施肥量带来的产量增加等都是不同的、有差异的，但它们本身都存在着必然的数量规律，通过统计方法可以尽可能去掉数据所呈现的偶然性，找出统计数据中所隐含的内在规律性。

## 第二节 统计学的分科

目前，统计方法已被应用到自然科学和社会科学的众多领域，统计学也已发展成为由若干分支学科组成的学科体系。根据统计方法的构成，可将统计学分为描述统计学和推断统计学；根据统计方法研究和应用，可将统计学分为理论统计学和应用统计学。

### 一、描述统计学和推断统计学

描述统计学研究如何取得反映客观现象的数据，并通过图表形式对所收集的数据进行加工处理和显示，进而通过综合、概括与分析得出反映客观现象的规律性数量特征。其内容包括统计数据的收集方法、数据的加工处理方法、数据的显示方法、数据分布特征的概括与分析方法等。

推断统计学则是研究如何根据样本数据去推断总体数量特征的方法，它是在对样本数据进行描述的基础上，对统计总体的未知数量特征作出以概率形式表述的推断。

描述统计学和推断统计学的划分，一方面反映了统计方法发展的前后两个阶段，同时也反映了应用统计方法探索客观事物数量规律性的不同过程。从图1—1我们可以看出描述统计学和推断统计学在统计方法探索客观现象数量规律性中的地位。

由图1—1可以看到，统计研究过程的起点是统计数据，终点是探索出客观现象内在的数量规律性。在这一过程中，如果搜集到的是总体数据(如普查数据)，经过描述统计之后就可以达到认识总体数量规律性的目的；如果所获得的只是研究总体的一部分数据(样本数据)，要找到总体的数量规律性，则必须应用概率论的理论并根据样本信息对总体进行科学的推断。

显然，描述统计和推断统计是统计方法的两个组成部分。描述统计是整个统计学的基础，推断统计则是现代统计学的主要内容。在对现实问题的研究中，由于我们所获得的数据主要是样本数据，因此推断统计在现代统计学中的地位和作用越来越重要，已成为统计学的核心内容。当然，这并不等于说描述统计不重要，如果没有描述统计搜集可靠的统计数据并提供有效的样本信息，即使再科学