

国家教育部推荐教材

S T A T I S T I C S

统计学

(第二版)



高等学校经济与管理类核心课程教材

徐国祥 主编

S
T
A
T
I
S
T
I
C
S



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

国家教育部推荐教材

S T A T I S T I C S

统计学

(第二版)



高等学校经济与管理类核心课程教材

S
T
A
T
I
S
T
I
C
S

徐国祥 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

图书在版编目(CIP)数据

统计学/徐国祥主编. — 2版. — 北京:高等教育出版社,2004.7

高等学校经济与管理类核心课程教材

ISBN 7-04-014792-0

I. 统... II. 徐... III. 统计学—高等学校—教材
IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 061179 号

责任编辑 刘悦珍 封面设计 王 峥 责任印制 潘文瑞

书 名 统计学(第二版)

主 编 徐国祥

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市西城区德外大街 4 号

邮政编码 100011

总 机 010-82028899

传 真 021-56965341

购书热线 010-64054588

021-56964871

免费咨询 800-810-0598

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

<http://www.hepsh.com>

排 版 南京理工排版校对公司

印 刷 宜兴市德胜印刷有限公司

版 次 2000 年 7 月第 1 版

2004 年 8 月第 2 版

开 本 787×960 1/16

印 次 2004 年 8 月第 1 次

印 张 28.75

印 数 1—5097

字 数 543 000

定 价 35.50 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

出版说明

高等教育出版社和上海社会科学院出版社于2000年组织国内知名教授和专家编写出版的“高等学校经济与管理专业系列教材”，自推出以来以其内容成熟、体系创新和适用性宽等特点，受到广大高等院校师生们的一致好评。

为了适应我国加入世界贸易组织以及经济发展的需要，反映课程改革的最新成果，促进课程内容的更新，我社组织编写出版一套“高等学校经济与管理类核心课程教材”。这套教材部分为新编；部分是从原有的“高等学校经济与管理专业系列教材”中遴选，根据普通本科院校经济和管理专业的教学特点，对其内容和体例作了进一步的补充修改，再版而成。

新教材具有以下几个特点：

第一，获奖、规划教材荟萃。本套教材有多本被列为“国家教育部推荐教材”、普通高等院校“十五”国家级规划教材、“高等教育百门精品课程教材”，并有多种获得全国普通高等院校优秀教材二等奖和省、部级优秀教材奖。所有这些都是对本套教材内在质量和适用性的充分肯定。

第二，体系构架完整，内容精心编排。本套教材基本上涵盖了经济和管理类所有的核心课程，作为系列教材，在编写时注重每门课程内容的各自独立性及其相互衔接；编写体例上增设“专栏”等项目，用“专栏”中的案例、资料等内容丰富和延伸了理论阐述；书后新增“专业术语中英文索引”，以适应我国加入世界贸易组织后，培养既懂英语又懂经济的人才的需求。

第三，内容既经典成熟，又反映学科发展新成果。本套教材是由复旦大学、上海财经大学、华东师范大学、华东政法大学、华东理工大学、上海大学等单位的博士生导师和学科带头人在原有多本获奖教材的基础上，广泛吸收广大师生的合理建议，进行新编、再版，教材内容既有经典成熟的理论又吸收和反映了近几年的相关理论研究成果，具有较高的学术水平。

为了更好地为教学服务，我社将在本套教材的基础上，组织教师培训和教学研讨活动，通过与教师的互动以及扩大和补充辅助性教学资源，增进学科建设信息的交流，推动学科建设，提高教学质量，进而把教材的改革和建设推向一个新的水平。

本套新编、再版教材的出版，对于优化和改革高等教育中经济和管理人才的

培养模式、进一步提高经济和管理专业的教学质量、丰富学生的经济和管理知识,以及增强学生毕业后的社会适应能力等都具有一定的积极意义。对于本套教材存在的缺点和不足,敬请专家、学者和读者们批评指正。

高等教育出版社

2004年4月

再 版 前 言

本书第一版出版后,经过教学实践的检验,得到了教师和学生们的的一致好评,被评为中华人民共和国教育部推荐教材,并获上海汽车工业教育基金会优秀著作二等奖和上海财经大学优秀教材一等奖。经过几年的教学实践,我们对本书第一版各章节作了进一步的增删、修改,并重新编写了第十一章和第十二章,在第四章中增加了新的内容。同时,在有关章节中增加了 MINITAB 在统计中的应用,因此,本书第二版内容比第一版更丰富和完善。

本书所论述的统计学,是专指统计学原理。统计学原理所研究的是关于统计学的基本理论、基本原则和基本统计方法。这些方法既可用于对社会现象的数量方面的研究,也可用于对自然现象的数量方面的研究,它是各种应用统计学的共同基础。统计学是高等院校经济、管理、工程、统计等专业必须开设的专业基础课之一。本书可供高等院校上述专业的教学和 MBA 学生使用,也可作为函授教材及各类从事经济管理工作的专业人员的培训和自学教材。

本书具有以下几个方面的特点:

1. 从理论上讲,统计学可分为描述统计和推断统计两部分内容。本书在阐述描述统计的同时,尤其强调了推断统计的理论、方法及其应用。这是因为随着我国社会主义市场经济体制的建立,经济和管理现象日益复杂,在市场情况瞬息万变的环境中,有许多事情要求对不肯定的事物做出决策,因而就必须在不完全观察资料的基础上对所关心的指标做出可靠的推断。而推断统计正是处理这类问题的有效工具。因此,强调推断统计,是市场经济发展的必然要求。读者掌握推断统计的基本知识,是刻不容缓的。为此,我们在阐述描述统计的基本内容的同时,增加了概率、概率分布、抽样分布、参数估计、假设检验和非参数统计等内容。

2. 本书是按一个完整统计过程中的各个顺序着手编写的。一个完整的统计过程包括对统计资料的搜集、整理、归纳、分析,并借助这些资料进行推断和决策。其中概率、概率分布和抽样分布是实现描述统计过渡到推断统计的桥梁。这些内容加入的好处可使本书的整体框架更严密,统计工作顺序与数学逻辑结合得更紧密,统计思想表现得更清晰,对有关内容的理论和方法可阐述得更具体、更深刻。同时,也为我们讲明各种方法在各个领域(尤其是经济、管理、工程领域)中的应用

条件和特点提供了极其有利的条件,使读者不但知其然,而且知其所以然。因此,本书具有较强的科学性、完整性和逻辑性。

3. 本书力求强调统计思想,摒弃了一些不必要的数学证明和公式推导,做到通俗易懂、由浅入深、由表及里。在对各种具体方法作必要的阐述之后,都配有具体案例说明其应用过程,并以图形和表格的形式从直观上和逻辑上进行解释,便于读者理解,有利于教师教学。同时,在一些计算复杂的内容中给出了计算机的运算结果。每章结束后附有小结和思考与练习,并提供了部分练习的参考答案。因此,本书具有较强的实用性和可操作性。另外,为了方便教师上课,本书配有 PowerPoint 教学课件,教师可到高等教育出版社的有关网站(网址:www.hepsh.com)去下载。

4. 为了使“统计学”这门课程适应现代化发展的需要,我们在有关章节中编写了 MINITAB 在统计中应用的内容。这使那些原本无法用手工完成的计算工作成为一件轻而易举的事情。强调计算机在统计学中的应用,正是本书的特色之一。不过考虑到学时数限制和各校硬件设施情况,建议把这部分做为选学或学生自学内容。

本书由上海财经大学统计学系徐国祥主编,负责全书整体框架和编写大纲的设计以及全书的修改、总纂和定稿工作。本书第一~十、十三章由徐国祥编写;第十一、十二章由徐国祥、常宁编写。有关章节后面的 MINITAB 的应用由常宁编写。

在本书的编写过程中,我们参考了许多国内外的统计学著作和论文,在本书的附录中列出了参考文献,若有遗漏,万望见谅。由于我们的水平有限,本书中难免有不尽如人意之处,恳切希望广大教师和读者提出宝贵意见。

编 者

2004 年 7 月于上海财经大学

第一版前言

随着我国经济体制改革的深入和社会主义市场经济体制的建立,统计体制也在进行着相应的调整,以适应形势发展的要求。据此,对过去主要为计划经济服务的统计学(即社会经济统计学原理)的教学内容也需作相应的变动,使其满足社会主义市场经济发展的需要。这是我们编写此书的出发点。

本书所论述的统计学,是专指统计学原理。统计学原理所研究的是关于统计学的基本理论、基本原则和基本统计方法。这些方法既可用于对社会现象的数量方面的研究,也可用于对自然现象的数量方面的研究,它是各种应用统计学的共同基础。统计学是高等院校经济、管理、工程、统计等专业必须开设的专业基础课之一。本书可供高等院校上述专业的教学使用,也可作为函授教材及各类从事经济管理工作的专业人员的培训和自学教材。

与过去计划经济体制下的《统计学原理》相比,本书具有以下几个方面的特点:

1. 从理论上讲,统计学可分为描述统计和推断统计两部分内容。计划经济体制下的《统计学原理》主要强调描述统计。本书在阐述描述统计的同时,尤其强调了推断统计的理论、方法及其应用。这是因为随着我国社会主义市场经济体制的建立,经济和管理现象日益复杂,在市场情况瞬息万变的环境中,有许多事情要求对不肯定的事物作出决策,因而就必须在不完全观察资料的基础上对所关心的指标作出可靠的推断。而推断统计正是处理这类问题的有效工具。因此,强调推断统计,是市场经济发展的必然要求。读者掌握推断统计的基本知识,是刻不容缓的。为此,我们在阐述描述统计的基本内容的同时,增加了概率、概率分布、抽样分布、参数估计、假设检验和非参数统计等内容。

2. 本书是按一个完整统计过程中的各个顺序着手编写的。一个完整的统计过程包括对统计资料的搜集、整理、归纳、分析,并借助这些资料进行推断和决策。其中概率、概率分布和抽样分布是实现描述统计过渡到推断统计的桥梁。这些内容加入的好处可使本书的整体框架更严密,统计工作顺序与数学逻辑结合得更紧密,统计思想表现得更清晰,对有关内容的理论和方法可阐述得更具体、更深刻。同时,也为我们讲明各种方法在各个领域(尤其是经济、管理、工程领域)中的应用条件和特点提供了极其有利的条件,使读者不但知其然,而且知其所以然。因此,

本书具有较强的科学性、完整性和逻辑性。

3. 本书力求强调统计思想,摒弃了一些不必要的数学证明和公式推导,做到通俗易懂,由浅入深,由表及里。在对各种具体方法作必要的阐述之后,都配有具体案例说明其应用过程,并以图形和表格的形式从直观上和逻辑上进行解释,便于读者理解,有利于教师教学。同时,在一些计算复杂的内容中给出了计算机的运算结果。每章结束后附有小结和思考与练习。因此,本书具有较强的实用性和可操作性。

本书由上海财经大学统计学系徐国祥教授主编,负责全书整体框架和编写大纲的设计以及全书的修改、总纂和定稿工作。本书第一~十、十三章由徐国祥教授编写;第十一、十二章由虞定伟副教授编写。

在本书的编写过程中,我们参考了许多国内外的统计学著作和论文,在本书的附录中列出了参考文献,若有遗漏,万望见谅。由于我们的水平有限,加上时间紧迫,本书中难免有不尽如人意之处,恳切希望广大教师和读者提出宝贵意见。

编 者

于上海财经大学

<h1>目 录</h1>	
第 1 章 总 论	1
第一节 统计学的产生和发展	1
第二节 统计学的研究对象和研究方法	5
第三节 统计学的要素和内容	7
第四节 MINITAB 的介绍	11
本章小结	18
思考与练习	18
第 2 章 统计资料的搜集和整理	19
第一节 统计调查	19
第二节 统计分组	23
第三节 频数分布	26
第四节 统计汇总方法和统计表	33
本章小结	36
思考与练习	37
第 3 章 集中趋势和离散趋势	38
第一节 集中趋势的测度	38
第二节 离散趋势的测度	48
本章小结	55
思考与练习	56
第 4 章 相对指标和指数	60
第一节 相对指标	60
第二节 指数的概念和分类	65
第三节 总指数的编制方法	67
第四节 我国物价指数的编制和应用	74
第五节 指数因素分析法的评价、改进及其应用	80
本章小结	93
思考与练习	94
第 5 章 概 率	98

第一节	基本概念	98
第二节	概率的定义	101
第三节	概率的基本运算法则	103
第四节	全概率公式和贝叶斯定理	111
	本章小结	117
	思考与练习	118
第6章	概率分布	120
第一节	随机变量及其概率分布的基本问题	121
第二节	三种常用的离散型随机变量的概率分布	133
第三节	正态分布	146
	本章小结	156
	思考与练习	157
第7章	抽样和抽样分布	159
第一节	抽样及抽样中的几个基本概念	159
第二节	随机抽样设计	162
第三节	样本平均数的抽样分布	167
第四节	2个样本平均数之差的抽样分布	176
第五节	样本比率的抽样分布	179
第六节	2个样本比率之差的抽样分布	181
第七节	t 分布、 χ^2 分布和 F 分布	183
	本章小结	187
	思考与练习	188
第8章	参数估计	190
第一节	参数估计概述	190
第二节	总体平均数的区间估计	193
第三节	2个总体平均数之差的区间估计	197
第四节	总体比率和2个总体比率之差的区间估计	201
第五节	样本容量的确定	204
第六节	正态总体方差和2个正态总体方差比的区间估计	206
第七节	MINITAB在参数估计中的应用	209
	本章小结	212
	思考与练习	212
第9章	假设检验	214

第一节 假设检验的基本问题	214
第二节 总体平均数的假设检验	220
第三节 2个总体平均数之差的假设检验	224
第四节 总体比率的假设检验	228
第五节 总体方差的假设检验	232
本章小结	235
思考与练习	236
第 10 章 非参数统计	238
第一节 χ^2 检验	239
第二节 成对比较检验	245
第三节 曼-惠特尼 U 检验	249
第四节 游程检验	253
第五节 等级相关检验	255
本章小结	257
思考与练习	259
第 11 章 相关分析与回归分析	262
第一节 相关分析	262
第二节 一元线性回归分析	267
第三节 多元线性回归分析	278
第四节 非线性回归分析	287
第五节 应用回归预测时应注意的问题	292
第六节 MINITAB 在回归分析中的应用	294
本章小结	302
思考与练习	303
第 12 章 时间序列分析和预测	306
第一节 时间序列分解法	306
第二节 时间序列趋势外推法	313
第三节 时间序列自回归预测法	332
第四节 MINITAB 在时间序列分析中的应用	336
本章小结	342
思考与练习	343
第 13 章 统计决策	347
第一节 统计决策的一般问题	347

第二节	风险型决策方法	353
第三节	贝叶斯决策方法	372
第四节	不确定型决策方法	381
	本章小结	396
	思考与练习	397
附 录	400
附表 1	二项累积分布函数的一部分数值表	400
附表 2	二项概率分布的一部分数值表	406
附表 3	泊松累积分布的一部分数值表	414
附表 4	正态分布的密度函数表	419
附表 5	正态分布的分布函数表	420
附表 6	随机数表	421
附表 7	t 分布表	422
附表 8	χ^2 分布表	423
附表 9	F 分布表	425
附表 10	威尔科克森 T 值	434
附表 11	曼-惠特尼检验, U 的临界值	435
附表 12	游程检验中的 r 的临界值表	436
附表 13	相关系数检验表	438
部分练习参考答案	440
参考文献	446

第 1 章

总 论

人类的统计实践是随着记数活动而产生的。因此,对统计发展的历史可追溯到远古的原始社会。但是,能使人类的统计实践上升到理论予以概括总结的程度,即成为一门系统的科学——统计学,却是近代的事情,距今只有 300 多年的短暂历史。回顾一下统计科学的渊源及其发展过程,对于我们了解统计学的研究对象和性质,学习统计学的理论和方法,以及提高我们的统计实践和理论水平,都是十分必要的。

第一节 统计学的产生和发展

最早的统计是作为国家重要事项的记录,比如,从约公元前 21 世纪夏王朝开始,中国的统计不仅详细记录重大历史活动成果,而且明显地被新兴的奴隶制国家用作治国的手段;又如,在古代埃及、希腊和罗马的历史中,也有关于国情国力的记载。统

计实践经过漫长的历史长河,尤其是经过封建社会末期经济的发展,客观上需要从理论上加以概括和总结。从统计学的产生和发展过程来看,可以把统计学划分为 3 个时期:统计学的萌芽期、统计学的近代期和统计学的现代期。

一、统计学的萌芽期

统计学的萌芽期始于 17 世纪中叶至 18 世纪中、末叶,当时主要有国势学派和政治算术学派。

(一) 国势学派

统计学的萌芽最初在当时欧洲经济发展较快的意大利孕育良久,但最终却在 17 世纪的德国首先破土成芽。这个时期的代表人物是康令(H. Conring)、阿亨瓦尔(G. Achenwall)和斯廖采尔等。他们在大学中开设了一门新课程,最初叫做“国势学”。我们把从事这方面研究的德国学者称为国势学派。他们所做的工作主要是对国家重要事项的记录,因此又被称为记述学派。这些记录记载着关于国家组织、人口、军队、领土、居民职业以及资源财产等事项,几乎完全偏重于品质的解释,而忽视了量的分析。严格地说,这一学派的研究对象和研究方法都不符合统计学的要求,只是登记了一些记述性材料,藉以说明管理国家的方法。

当然,国势学派对统计学的创立和发展还是作了不少贡献的:首先,国势学派为统计学这门新兴的学科起了一个至今仍为世界公认的名词“统计学”(statistics),并提出了至今仍为统计学者所采用的一些术语,如“统计数字资料”、“数字对比”等。国势学派建立的最重要的概念就是“显著事项”,它事实上是建立统计指标和使统计对象数量化的重要前提;其次,国势学派在研究各国的显著事项时,主要是系统地运用对比的方法来研究各国实力和强弱,统计图表实际上也是“对比”思想的形象化的产物。

(二) 政治算术学派

统计理论在英国与德国几乎同时产生,由于两国的社会背景、经济水平和思想渊源的不同,其统计理论亦各具特色。在英国,当时从事统计研究的人被称为政治算术学派。虽然政治算术学派与国势学派的研究,都与各国的国情、国力这一内容有关,但国势学派主要采用文字记述的方法,而政治算术学派则采用数量分析的方法。因此,从严格意义上来说,政治算术学派作为统计学的开端更为合适。17 世纪的英国学者威廉·配第(W. Petty)在他所著的《政治算术》一书中,对当时的英国、荷兰、法国之间的“国富和力量”进行数量上的计算和比较,做了前人没有做过的从数量方面来研究社会经济现象的工作。正是在这个意义上,马克思称配第是“政治经济学之父,在某种程度上也可以说是统计学的创始人”。

配第的朋友约翰·格朗特(J. Graunt),当时也从事了 50 多年来伦敦市人口

出生和死亡的计算工作,写出了第一本关于人口统计的著作。从此,统计的含义从记述转变为专指“量”的方面来说明国家的重要事项。这就为统计学作为一种从数量方面认识事物的科学方法,开辟了广阔的发展前景。

政治算术学派在统计发展史上有着重要的地位。首先,它并不满足于社会经济现象的数量登记、列表、汇总、记述等传统的统计过程,而是进而要求把这些统计资料加以全面系统地总结,并从中提炼出某些理论原则。这个学派在搜集资料方面,较明确地提出了大量观察法、典型调查、定期调查等思想;在处理资料方面,较为广泛地运用了分类、制表及各种指标来浓缩与显现数量资料的内含信息。其次,政治算术学派第一次有意识地运用可度量的方法,力求把自己的论证建筑在具体的、有说服力的数字上面,依靠数量的观察来解释与说明社会经济生活。然而,政治算术学派在很大程度上毕竟还处于统计核算的初创阶段,它只能从简单的、粗略的算术方法来对社会经济现象进行计量和比较。

二、统计学的近代期

统计学的近代期始于18世纪末至19世纪末,在这时期的统计学主要有数理统计学派和社会统计学派。

(一) 数理统计学派

最初的统计方法是随着社会政治和经济的需要而初步得到发展的,直到概率论被引进之后,才逐渐形成一门成熟的科学。在统计发展史上,最初卓有成效地把古典概率论引进统计学领域的,是法国的天文学家、数学家、统计学家拉普拉斯(P. S. Laplace)。他发展了对核率论的研究,推广了概率论在统计中的运用,明确了统计学的大数定律,并进行了大样本推断的尝试。

随着资本主义经济的发展,逐步形成近代文化高度发达的一个突出标志,就是统计事业走向昌盛。正是由于比利时统计学家、数学家、天文学家凯特勒(A. Quetelet)的努力,才完成了统计学和概率论的结合。从此,统计学才开始进入更为丰富发展的新阶段。国际统计学界有人称凯特勒为“统计学之父”,就在于他发现了大量现象的统计规律性和创造了大量的统计方法。凯特勒把统计学发展中的3个主要源泉,即德国的国势学派、英国的政治算术派和意大利、法国的古典概率派加以统一、改造并融合成具有近代意义的统计学,促使统计学向新的境界发展。可以说,凯特勒是古典统计学的完成者,又是近代统计学的先驱者,在统计发展史上具有承上启下、继往开来的地位。

同时,凯特勒也是数理统计学派的奠基人,因为数理统计就是在概率论的基础上发展起来的。随着统计学的发展,对概率论的运用逐步增加,同时自然科学的迅速发展和技术不断进步更对数理统计的方法有进一步的要求。这样,数理统

计学就从统计学中分离出来自成一派。它从 19 世纪末以来逐步形成,由于它主要由英美等国发展起来,故又称英美数理统计学派。

(二) 社会统计学派

自凯特勒后,统计学的发展开始变得丰富而复杂起来。由于在社会领域和自然领域统计学被运用的对象不同,统计学的发展呈现出不同的方向和特色。19 世纪后半叶,正当致力于自然领域研究的英美数理统计学派刚开始发展的时候,在德国却兴起了与之迥然异趣的社会统计学派。这个学派是近代各种统计学派中比较独特的一派。由于它在理论上比政治算术派更加完善,在时间上比数理统计学派提前成熟,因此它很快流行起来,对整个世界统计学界影响较大,流传较广,直至今日。

社会统计学派由德国大学教授尼斯(K. G. A. Knies)首创,主要代表人物为恩格尔(C. L. E. Engel)和梅尔(G. V. Mayr)。他们认为,统计学的研究对象是社会现象,目的在于明确社会现象内部的联系和相互关系;统计方法应当包括社会统计调查中资料的搜集、整理,以及对其分析研究。他们认为,在社会统计中,全面调查,包括人口普查和工农业调查,居于重要地位;以概率论为根据的抽样调查,在一定的范围内具有实际意义和作用。

三、统计学的现代期

统计学的现代期为自 20 世纪初到现在的数理统计时期。自 20 世纪 20 年代以来,数理统计学发展的主流从描述统计学转向推断统计学。如 19 世纪和 20 世纪初的统计学教科书中主要描述统计学中的一些基本概念、资料的搜集、资料的整理、资料的图示和资料的分析等,后来逐步增加概率论和推断统计的内容。直到 20 世纪 30 年代,R·费希尔的推断统计学才促使数理统计进入现代范畴。

现在,数理统计学的丰富程度完全可以独立成为一门宏大的学科,但它还不可能完全代替一般统计方法论。传统的统计方法虽然比较简单,但在实际统计工作中运用的频率仍然极大,正如四则运算与高等数学的关系一样。不仅如此,数理统计学主要涉及资料的分析 and 推断方面,而统计学还包括各种统计调查、统计工作制度和核算体系的方法理论、统计学与各专业相结合的一般方法理论等。由于统计学比数理统计在内容上更为广泛,因此,数理统计学相对于统计学来说不是一门并列的学科,而是统计学的重要组成部分。

从世界范围看,自 20 世纪 60 年代以后,统计学的发展有 3 个明显的趋势:第一,随着数学的发展,统计学依赖和吸收数学营养的程度越来越迅速;第二,向其他学科领域渗透,或者说,以统计学为基础的边缘学科不断形成;第三,随着应用的日益广泛和深入,特别是借助电子计算机后,统计学所发挥的功效越益增强。

由统计发展史说明,统计学是从设置指标研究社会经济现象的数量开始的,