

经·济·与·管·理·类·统·计·学·系·列·教·材

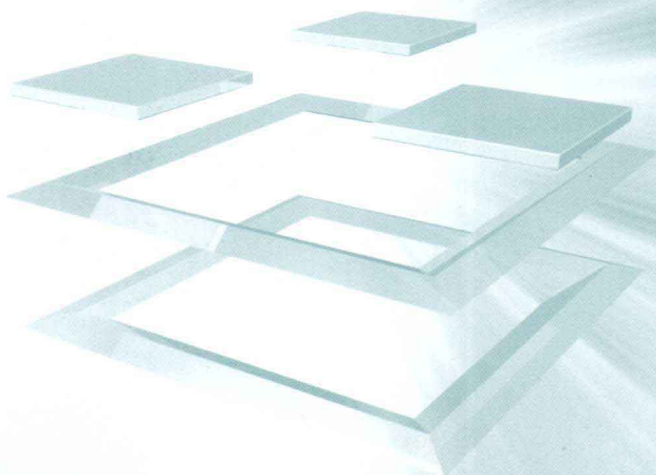
教育部高等学校统计学专业
教学指导分委员会推荐用书



数理统计学

主 编 张润楚

副主编 林 路 杨贵军 朱建平



科学出版社

www.sciencep.com

经·济·与·管·理·类·统·计·学·系·列·教·材

教育部高等学校统计学
教学指导分委员会推荐用书



数理统计学

主 编 张润楚

副主编 林 路 杨贵军 朱建平

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是教育部高等学校统计学教学指导分委员会推荐教材。本书从我国经济、管理类各专业教学的实际出发,以统计思想为主线,坚持“少而精”的原则,深入浅出地介绍统计学发展至今的一些基本知识,包含了一些常用的统计思想、理论和方法,主要内容包括:总体、样本、统计量的概念,常用分布,点估计理论,假设检验理论,区间估计,线性模型以及统计决策理论和贝叶斯推断等。本书强调统计学的基本思想以及和理论方法的有机结合,并通过实例体现数理统计学的丰富内容和启示读者如何应用统计学的理论和方法。

本书可作为经济、管理类各专业本科生、研究生的教材和教学参考书,也适合于自学数理统计学的读者阅读。

图书在版编目(CIP)数据

数理统计学/张润楚主编. —北京: 科学出版社, 2010

经济与管理类统计学系列教材

ISBN 978-7-03-029305-3

I. ①数… II. ①张… III. ①数理统计-高等学校-教材 IV. ①O212

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010) 第 205007 号

责任编辑: 林 建 / 责任校对: 陈玉凤

责任印制: 张克忠 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

明辉印装有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2010 年 12 月第 一 版 开本: B5(720 × 1000)

2010 年 12 月第一次印刷 印张: 13 3/4

印数: 1—4 000 字数: 270 000

定价: 25.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

经济与管理类统计学系列教材编委会

主任

曾五一 教育部高等学校统计学专业教学指导分委员会委员、厦门大学教授、博导

委员 (按姓氏笔画排序)

王艳明 山东工商学院教授

王振龙 教育部高等学校统计学专业教学指导分委员会委员、西安财经学院教授

朱建平 厦门大学教授、博导

刘 洪 中南财经政法大学教授

刘建平 暨南大学教授

许 鹏 湖南大学教授

李金昌 浙江工商大学教授、博导

李宝瑜 山西财经大学教授、博导

杨 灿 厦门大学教授、博导

肖红叶 天津财经大学教授、博导

张润楚 教育部高等学校统计学专业教学指导分委员会委员、南开大学教授、博导

茆诗松 华东师范大学教授、博导

杭 斌 山西财经大学教授、博导

罗良清 江西财经大学教授

周恒彤 天津财经大学教授、博导

庞 皓 教育部高等学校经济学教学指导委员会副主任、西南财经大学教授、博导

郑 明 教育部高等学校统计学专业教学指导分委员会委员、复旦大学教授、博导

徐国祥 上海财经大学教授、博导

蒋 萍 东北财经大学教授、博导

雷钦礼 暨南大学教授、博导

黎 实 西南财经大学教授、博导

总序

统计学是有关如何测定、收集和分析反映客观总体数量的数据,以便给出正确认识的方法论科学。随着社会经济的发展和科学技术的进步,统计应用的领域越来越广,统计已经成为人们认识世界不可或缺的重要工具。

现代统计学可以分为两大类:一类是以抽象的数量为研究对象,研究一般的收集数据、分析数据方法的理论统计学;另一类是以各个不同领域的具体数量为研究对象的应用统计学。前一类统计学具有通用方法论的理学性质,其特点是计量不计质;后一类统计学则与各不同领域的实质性学科有着非常密切的联系,是有具体对象的方法论,因而具有复合性学科和边缘学科的性质。所谓应用,既包括一般统计方法的应用,也包括各自领域实质性科学理论的应用。经济与管理统计学是以社会经济数量为对象的应用统计学。要在经济和管理领域应用统计方法,必须解决如何科学地测定经济现象即如何科学地设置指标的问题,这就离不开对有关经济现象的质的研究。要对经济和管理问题进行统计分析,也必须以有关经济和管理理论为指导。因此,经济与管理统计学的特点是在质与量的紧密联系中,研究事物的数量特征和数量表现。不仅如此,由于社会经济现象所具有的复杂性和特殊性,经济与管理统计学除了要应用一般的统计方法外,还需要研究自己独特的方法,如核算的方法、综合评价的方法,等等。

从历史和现状看,我国统计学专业的办学也有两种模式:一是强调各类统计学所具有的共性。这种模式主要培养学生掌握通用的统计方法和理论。它肯定统计学的“理学性质”,按照理学类学科的特点设置课程,概率论和各种数理统计方法等通用的统计方法论在课程中占有较大分量。其培养目标是有良好的数学基础、熟练

掌握统计学基本理论与各种方法,同时有一定的专门领域的知识,能够适应各个不同领域的统计工作和统计研究的统计人才.二是强调各类统计学的个性,对于经济与管理类统计学来说,就是强调其与经济学和管理学等其他学科的密切联系,按照经济与管理类学科的特点设置课程,除统计学本身的专业课外,经济管理类的课程占相当大的比重.其培养目标是“复合型人才”,即具有坚实的经济与管理理论功底,既懂数理统计方法又懂经济统计方法,并能熟练掌握现代计算手段的经济与管理统计人才.这种人才既是统计人才又是经济管理人才,不仅能胜任基层企事业单位和政府部门的日常统计业务,而且能从事市场调查、经济预测、信息分析和其他经济管理工作.上述两种办学模式,各有特色,同时也各有一定的社会需求.从我国的国情看,现阶段后一种模式培养的人才市场需求要更大一些.应该根据“百花齐放,百家争鸣”的方针,允许多种办学模式同时并存,由各院校根据自己的特色和市场对有关人才需求的大小,自主选择合适的办学模式.

为了更好地满足 21 世纪对统计人才的需要,无论是理学类统计学专业还是经济管理类统计学专业都有一个如何面向未来、面向世界、加强自身建设、更好地与国际接轨的问题.但是,这两类专业的培养目标不同,知识体系也有相当大的差异,难以完全统一或互相取代.2003 年 11 月,教育部高等学校统计学专业教学指导分委员会在厦门召开年会,会上各方面的专家达成共识,为了促进统计学的学科建设和发展,有必要按授予学位的不同,分别制定指导性的教学规范.2004 年 1 月,全国经济与管理类统计学专业的部分专家和学者在天津财经学院讨论了《统计学专业教学规范(授经济学学士学位)》征求意见稿,对初稿进行修改与补充,又经过教育部高等学校统计学专业教学指导分委员会研究和审定,最终形成了正式的教学规范(以下简称新规范),并已上报教育部.

根据新规范的设计,经济管理类统计学专业应开设的统计学专业主干课程包括以下 10 门:① 统计学导论;② 数理统计学;③ 应用多元统计分析;④ 应用时间序列分析;⑤ 应用抽样技术;⑥ 计量经济学;⑦ 国民经济统计学;⑧ 企业经营统计学;⑨ 证券投资分析;⑩ 货币与金融统计学.为了进一步提高统计教材的质量,更好地满足 21 世纪培养经济管理类统计人才的需要,我们成立了经济与管理类统计学系列教材编委会,组织全国高校同行分工协作,根据新规范设计的课程体系和教学内容,编辑出版一套经济与管理类统计学系列教材.本系列教材比较适合作为高等院校经济与管理类统计学专业的教材,其中《统计学导论》和《计量经济学》还可作为一般经济与管理类专业的核心课程教材.

参加本系列教材建设的有厦门大学、西南财经大学、天津财经大学、上海财经大学、浙江工商大学、山西财经大学、湖南大学、西安财经学院、南开大学、东北财经大学、中南财经政法大学、暨南大学、华东师范大学、江西财经大学、山东工商学院、复旦大学等 10 多所院校的教师.本系列教材实行主编负责制,担任主编和

主审的老师都是曾经主编和出版过相关统计教材的国内知名教授,不仅具有在第一线教学的经验,而且对相关学科的发展趋势和学科前沿也比较熟悉。本系列教材的编写,力求体现以下特点:

(一) 与时俱进,构建与培养目标相适应的教学内容体系。

教材建设的关键在于构建与培养目标相适应的教学内容体系。为此,要根据时代的发展,不断补充和引进新的教学内容。作为 21 世纪经济管理类统计专业的教材,不能只是简单地向理学类统计专业的教学内容靠拢,而应该根据自身的特点,努力贯彻“少而精”和“学以致用”的原则。在大胆吸收国外优秀教材特点的基础上,对原有的体系重新进行整理和完善,既适当增加一些在经济社会分析中有良好应用前景的数理统计理论与方法的内容,又适当增补经济社会统计方面的最新进展,同时删除过时的和不再适用的内容,尽可能做到既反映本门学科的先进水平,又比较简明易懂,便于教学。

(二) 统筹兼顾,防止低水平重复,发挥系列教材的整体功能。适应未来需要的经济管理类统计人才必须掌握多方面的知识和能力,各种知识是相互联系的,各门课程在内容上难免有所交叉。为了提高学习的效率,更好地发挥系列教材的整体功能,在编写本系列教材的过程中,我们做了必要的协调和适当的分工,尽可能做到统筹兼顾,防止低水平重复。同时,本系列教材采用相同的版式、体例和统一规范的学术用语。

(三) 与计算机结合,培养学生的动手能力。为了提高学生运用统计方法解决实际问题的能力,本系列教材的编写注意与计算机的紧密结合。本系列教材中统计方法类的教材均根据教材的内容,结合常用的计算机统计软件,并给出相应的案例和数据,从而使学生不仅可以从中学习统计学理论和方法,而且可以实际上机操作,培养实际动手的能力。

(四) 编写体例新颖,提高学生学习的兴趣和效率。

为了便于师生教学互动,提高学生学习的兴趣和学习效率,本系列教材在编写体例上也做了一些新的尝试。各章开篇有内容要点和教学要求提示,章末附有小结,对有关教学内容和计算公式作扼要的总结。教材中尽可能使用本国的真实数据作为案例。各教材的“思考与练习”部分不设一般常见的名词解释型的简答题和论述题,而是通过判断题、选择题、计算题和有趣味的思考题,来帮助学生掌握有关概念和计算方法。为便于学生自学,同时又为其留有独立思考和独立完成作业的余地,各教材均给出编号为奇数的习题的详解。

(五) 配套出版教学课件和光盘,便于教师组织教学。

本系列教材在出版纸质出版物的同时配套出版相应的光盘。内容包括:用 PowerPoint 制作的教学课件,教材中有关案例的数据,常用的统计表,编号为奇数的习题的详解等。

经济与管理类统计学专业系列教材的建设是一个复杂艰巨的系统工程,完成这一工程需要全国统计教育工作者的共同努力.感谢参与本系列教材编写的全国各高校的专家和学者,感谢为本系列教材的出版提供帮助的科学出版社的领导和编辑.衷心祝愿大家的辛勤劳动能够结出丰硕的果实,能够为我国统计学的普及和提高做出更大的贡献.

曾五一

2006 年 1 月于厦门

前言

数理统计学是经济和管理类学科共用的一门基础课程。人们在学这门课的时候,大概都会不时地提出一个问题:到底什么是统计学?对这个问题不同的人可能会有不同的回答。

目前,一个能被大家普遍接受的想法是,统计学是一门研究如何收集、整理和分析数据的科学。但要仔细考究,这个定义可能还有些不足。因为按照该定义,这门科学的研究对象是数据,而对如何收集、整理和分析数据并没有加任何限制,似乎可以随意地进行,这门科学好像有点随意性。然而,作为一门科学,它有明确的目标和目的,并不是随意的。例如,物理学是研究物质结构、物质相互作用和运动规律的科学,而化学则是一门研究物质的性质、组成、结构、变化以及物质间相互作用关系的科学。这两门科学都是研究物质的,只是在研究层面上有所不同。还有生物学、医学、社会学、经济学等都有具体的现实研究对象。可是,如果抽象地谈数据,其本身并不能作为一个具体目标来研究,因为这里说的数据只有和具体观测的对象相结合时才有意义。因此,如上的统计学定义抽象地把数据当成研究对象似乎有些让人难以理解。所以,我们有必要对统计学的研究对象和具体目标做进一步的说明。

在张润楚等翻译的《试验应用统计》^①的译者序中,对统计学有以下的描述:

现在越来越多的人意识到统计学是人类认知世界的三门重要公共基础科学之一,即除了哲学、数学(这里主要指纯数学)之外,就是统计学。哲学是通过对世界(客观或主观)总的看法和思维逻辑方式的研究来认知世界的,数学是通过对世界(客观或主观想象)的空间和形态(包括存在于现

^① Box G P, Hunter J S, Hunter W G. 试验应用统计 —— 设计、创新的发现。张润楚等译。北京:机械工业出版社, 2009。

实或思维可能想象的数量、符号、图形等)的逻辑关系的研究来认知世界的,而统计学则是通过对世界(客观或主观)的观察,即通过观察世界发生的现象而得到各种形态的信息、数据资料(包括被动得到的或者主动设计收集而得到的)来认知世界的,包括研究如何观察和收集信息、数据以及对得到的数据如何进行分析的方法.这三门公共基础科学既各自具有一定的独立性,又相互联系和相互支撑,哲学和数学更具有综合指导性,统计学要用到前两者的思维方法和知识,但又为前两者的研究提供参考或依据,而且它们的理论和方法都要通过时间和实践来检验.这里实践的含义可能各自有所不同,例如,哲学的理论要得到各类其他科学的验证(包括实际的检验),数学要经得起思维逻辑严密性推敲或者在其他科学领域应用的有效性来检验,而统计学则更多地要得到实际的直接检验.要提高人们的科学素养和认知能力,这三者看来都是不可缺的.

虽然这个描述可能到目前还没有得到大家的一致认同,但是我们认为这个描述比前面的定义更为合适,它更深刻、更能揭示这门学科不同于其他两门共用学科的实质,因为它把上述第二段开始关于统计学定义所述的研究内容赋予了从观察世界来认知世界的宗旨和目标.有了这个宗旨和目标,才能知道这门科学的建立是为了什么,从而能更好地对这门科学的研究建立起用以衡量其研究内容和得到结果好坏的客观标准.我们对统计学中研究的任何一种收集、整理和分析数据的理论和方法,应以对要认知的真实世界的接近程度和认知效率来判断其好坏,当然这里所说的接近程度和认知效率也需要研究.

为了更深入理解上面对统计学的描述,我们来看它的共用性、基础性以及它和数学的关系与区别.先说它的共用性和基础性.就现在的事实看,有各种门类具有具体研究对象的统计学,如生物统计学、医学统计学、经济统计学、工业统计学、农业统计学、教育统计学、统计物理、统计化学,以致量子统计学等.如此看来,这些分支学科都是以统计学为基础,有点类似于以纯粹数学为基础出现各式各样的应用数学分支一样,如计算数学、运筹学、经济数学、计算化学、数学物理等都是以纯粹数学为基础的分支学科.可见,各门研究真实世界具体对象的学科都会用到统计学,因为它们都要通过观察来认识各自的具体对象,而统计学是提供如何通过观察来认知世界的通用理论和方法.

再说它与数学的关系和区别.目前有不少人把统计学归为应用数学类,这不能说没有道理,因为现代统计学大量地用到数学.但从统计学发展历史、统计学的原理、思想体系和方法来看,它并不源于数学,它是源于对真实世界的观察,用观察得到的各种形态的信息来推断世界和认知世界的思考,这点与数学认知世界的思维方式和特点有很大差别.数学研究数量、图形和符号的形式逻辑,无须直接依赖对真实世界的观察.统计学却是直接依赖对世界的观察,即使其推断理论的推导要用到

形式逻辑. 数学在统计学研究中起着重要的作用, 特别是在必要的时候用数学才能更好和更深入地描述和表达好它的原理、思想体系和方法, 使其具有严密性和可靠性. 因而, 数学促进着统计学的发展. 但大量的统计推断思想和理论都不是出于数学, 例如, 现在的统计假设检验思想、贝叶斯 (Bayes) 统计推断方法、统计决策理论, 还有在试验设计和模型分析中的效应稀疏原则等, 都不是来自数学. 统计学的许多思想还源于其他学科, 如生物学、经济学、社会学、天文学以及哲学, 即统计学思想还源于观察世界得到知识的其他学科, 并将其他学科如何信息处理的方法进行科学的归纳和总结, 使之成为一般方法.

和数学一样, 统计学思想理论和方法也应用十分广泛, 几乎被用到所有学科, 甚至包括纯粹数学在内. 例如, 大家都知道一个著名的哥德巴赫猜想, 即任何大于 6 的偶数都可以表示为两个质数的和. 这个猜想的由来可以说是来自观察 (统计学思想方法的核心), 哥德巴赫在教数学中发现 6 是两个质数 3 与 3 的和, 8 是两质数 3 与 5 的和等, 即遇到的偶数都有这个结果, 但当时又不能证明, 从而产生了这个猜想, 将这个问题作为一个纯粹数学问题来研究, 试图证明这个结论. 用统计学的话来说, 这个猜想就是一个统计推断, 而用纯粹数学的语言说, 这只是个猜想. 统计学意义上的推断不需要严格的数学证明, 然而数学意义上的猜想是需要严格证明的. 我们还可以举出纯粹数学研究中用到这种朴素统计思想的许多其他例子. 在数学研究的范畴内, 所有的结论要么正确、要么错误, 只有严格证明的结论才能算是正确的, 而直接以真实世界为研究对象的共用科学统计学, 面对的大千世界不仅庞大无比而且变化不止, 为了认知它也要不断地做出某些结论或得出某些结果, 但这些结论或结果, 无论是以前得到的还是以后我们试图要得到的, 可能都是或者绝大多数是对真实世界的近似, 或者说被已有的事实所证实, 却不是在数学意义上严格证明出来的. 其实, 虽然现代统计学形成得较晚, 在人类知识的发展历史上, 是先有统计学思想还是先有数学, 还难以定论, 或许是同时交替发展的.

在认知世界过程中, 绝大多数结论或结果是通过观察和分析得到的, 无须或无法得到严格的数学证明. 而且在认知世界的过程中, 即便是在科学的推断方法中会用到严格的数学证明, 用科学的推断比起用严格的数学证明要更多更广. 人类获取知识也是用统计学方法, 从观察到认识, 再观察到进一步认识, 循环不止. 统计学的任务就是为人们提供这类从观察得到信息来认知世界的一般理论和方法.

在著名统计学家 C. R. Rao 所写的著作 *Statistics and Truth* (1989, International Co-operative Publishing House, USA) 的前言中说:

I would like to share with you my thoughts on the subject. It is said:

All knowledge is, in the final analysis, history.

All sciences are, in the abstract, mathematics.

I venture to add:

All methods of acquiring knowledge are statistics.

这位统计学家特别强调获得知识的全部方法是统计学。

于是,由以上分析,我们有理由把统计学定义为一门研究如何有效地通过对世界的观察得到信息(各种形态的数据资料)来认知世界,包括如何收集、整理和分析数据以及进行推断的通用科学。

如此看来,将这样一门用途如此之广、作用如此之大的共用科学看成一门独立科学,一点也不为过。所以,我们不能因为统计学用到数学,就说它就是依附于数学的一门应用数学。统计学在认知世界方面有其独特的重要地位,需要独立地不断创新和发展。统计学的发展要充分利用数学,但又不应仅从数学出发来考虑问题或过多地依赖数学,因为这样做会局限这门科学的发展。我们应该把它作为一门独立的科学来研究和应用,给予这门科学以应有的重视,以加速对世界的认知和使人类更好地服务于世界和在能力所及范围内协调世界。

本书介绍的是统计学发展到现今的一些基本知识,由于介绍的这些知识多数是用数学的形式来表达的,所以我们也称之为数理统计学。本书包含了现有一些常用的统计思想、理论和方法。当然这里的内容不能说是统计学基础的全部,只能说是部分,或者说一些常用部分,主要有总体、样本、统计量的概念,常用分布,点估计理论,假设检验理论,区间估计,线性模型以及贝叶斯推断等。

虽然统计学的思想在人类中产生历史很长,但现代统计学形成的历史还不长,因而在一定意义上可以说,现有的已经写出来的统计学知识还只是统计学发展的初级阶段,还需要人们不断地去丰富和发展新的统计学思想和理论方法,不排除包括挖掘人类知识库中包含统计学的那部分,如从《易经》中挖掘。也许这也是上述定义给我们的一点启示。

本书是由张润楚、林路、杨贵军、朱建平四人分工合作完成的。第1、2章由林路撰写,第3、4章由杨贵军撰写,第5、6章由朱建平撰写,然后由林路和张润楚负责全书的审阅和协调统一。陈强博士为书稿编辑和形成CTX文件做了大量工作,李锋博士为第1、2章编写了习题,赵胜利校阅了书稿,科学出版社林建编辑对本书的出版给予了有力支持,我们在此一并表示感谢。由于作者的学识水平和教学经验所限,书中难免存在不足之处,恳请读者批评指正。

张润楚 南开大学 东北师范大学
林路 山东大学
朱建平 厦门大学
杨贵军 天津财经大学

2010年6月



总序

前言

第 1 章 基本知识	1
1.1 数据描述	1
1.2 总体、样本、统计量	3
1.2.1 总体	3
1.2.2 样本	3
1.2.3 统计量	5
1.3 一些常用分布	6
1.3.1 离散型分布和连续型分布	6
1.3.2 正态分布	9
1.3.3 χ^2 -分布、 t -分布和 F -分布	12
1.3.4 Gamma-分布与 Beta-分布	15
1.3.5 指数型分布族	16
1.4 统计量与抽样分布	18
1.4.1 矩统计量	18
1.4.2 次序统计量	19
1.5 统计量的充分性和完全性	22
1.5.1 充分统计量	22

1.5.2	充分性因子分解判定定理	24
1.5.3	统计量的完全性	26
1.6	习题	28
第 2 章	点估计	31
2.1	估计方法	31
2.1.1	参数估计问题	31
2.1.2	矩估计方法	32
2.1.3	极大似然估计法	34
2.1.4	估计量的比较	36
2.2	无偏估计	39
2.2.1	有效估计	40
2.2.2	一致最小方差无偏估计	44
2.2.3	U -统计量	46
2.3	估计量的渐近性质	48
2.3.1	相合性	48
2.3.2	渐近正态性	49
2.3.3	极大似然估计的渐近性质	52
2.4	习题	54
第 3 章	假设检验	57
3.1	基本概念	57
3.1.1	假设检验问题	57
3.1.2	两类错误和功效函数	60
3.2	一致最大功效检验	63
3.2.1	Neyman-Pearson(奈曼-皮尔逊) 引理	63
3.2.2	单调似然比分布族与单侧检验	67
3.3	正态分布参数的假设检验	70
3.3.1	一个正态总体的参数检验	70
3.3.2	两个正态总体的参数检验	74
3.4	几种常用的非参数检验	75
3.4.1	符号检验	76
3.4.2	秩和检验	80
3.5	χ^2 拟合优度检验	81

3.5.1	分布函数的拟和优度检验	81
3.5.2	独立性检验	83
3.6	正态性检验	85
3.6.1	小样本的 W 检验	85
3.6.2	大样本的 D 检验	86
3.7	习题	88
第 4 章	区间估计	93
4.1	基本概念	93
4.2	区间估计的方法	94
4.2.1	枢轴量	94
4.2.2	总体均值的置信区间	96
4.2.3	两个总体均值之差的置信区间	99
4.2.4	总体方差的置信区间	102
4.2.5	两个总体方差比的置信区间	105
4.2.6	比率 p 的置信区间	109
4.3	习题	111
第 5 章	线性统计模型初步	114
5.1	线性模型的描述	114
5.2	单因子方差分析	117
5.2.1	问题的提出	117
5.2.2	单因素方差分析的统计模型	119
5.2.3	检验方法	121
5.2.4	重复数相同的方差分析	125
5.2.5	多重比较	127
5.3	两因子方差分析	131
5.3.1	非重复试验的两因子方差分析	132
5.3.2	重复试验的两因子方差分析	138
5.4	一元线性回归	146
5.4.1	一元线性回归模型	147
5.4.2	相关性与回归	148
5.4.3	回归系数的最小二乘估计	153
5.4.4	回归方程的显著性检验	156

5.5 多自变量线性回归	158
5.5.1 数据的描述及模型	159
5.5.2 相关性与回归	161
5.5.3 回归系数的解释、估计及性质	162
5.5.4 线性回归模型的假设检验	169
5.5.5 回归诊断和变量选择	172
5.6 习题	176
第 6 章 统计决策理论与贝叶斯推断	179
6.1 统计决策理论	179
6.1.1 决策问题	179
6.1.2 损失函数	181
6.1.3 决策函数	182
6.1.4 风险函数	183
6.1.5 最小最大估计	185
6.2 贝叶斯估计	187
6.2.1 先验分布	188
6.2.2 贝叶斯风险	190
6.2.3 后验分布	191
6.2.4 最小后验风险准则	196
6.3 习题	200
参考文献	202

第 1 章

基本知识

1.1 数据描述

在本书的前言中,我们对什么是统计学、统计学研究的对象、统计学和数学的关系与区别等问题给了一个概括的阐述.既然统计学是通过对真实世界的观察来认识世界,那么首先我们需要对观察得到的信息(这里我们称之为数据)作一简单描述.

在实际中,我们观察或考察一个研究对象获得数据(也称收集数据)的方式主要有两种:一种是直接地收集到要观察对象的有关数据,另一种是对要观察的对象通过人为地设计某种试验进行观察或者设计某种方案进行抽样而得到数据.它们的区别在于,前者是观察者处在被动的地位,他们只是对所感兴趣的事物,记录下“自然而然”发生的结果,而不企图改变他们所观测到的事物.而后者则是试验者处在主动的地位,在试验中,可在一定范围内自由地控制某些因素,以考察这些因素对其他因素的影响,在“抽样”中,可按观察者某种要求,得到具有代表性的样本.试验设计和抽样调查是统计学中专门研究的课题,有专门著作讨论,由于版面的限制,本书没有涉及.在经济和金融中涉及的数据,主要属于第一种,即直接收集到的数据.如股票价格波动的观测数据就是一个典型的例子,它的波动不会因研究需要而改变.而在工业设计试验中,得到数据大都来自试验,属于第二种数据——试验数据.

从性质上分析,统计数据可以有定量和定性两种.定量数据有大小的概念,如股票价格、产品的个数、人体身高和体重等都是定量数据;而定性数据则没有大小之分,它只表示研究对象的某种特征,如人的性别、产品的种类等,人们可以用数据来描述它们(如用数“1”表示男性,“-1”表示女性),但这样的数据是不能比较大小的(如不能说“1”大于“-1”).对于定量数据,又习惯地分为连续型和离散型两种.如以上提到的人体的身高,从理论上说它的取值范围可以是一个区间(如区间 $(0, \infty)$),习惯上称它是连续型的;而如上提到的产品的个数,它的取值范围是离