

SERIES OF KERNEL TEXTBOOK
FOR ECONOMICS

ECONOMICS

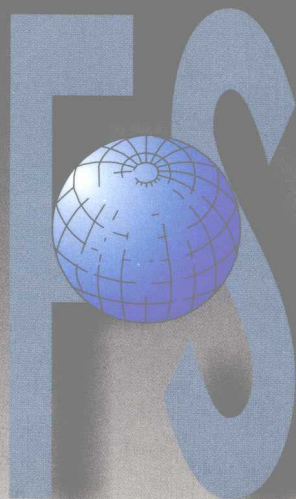
经济学核心课系列教材

统计学原理

(第二版)

主 编 周概容

副主编 张建华 王 健



SERIES OF KERNEL TEXTBOOK
FOR ECONOMICS
FUNDAMENTALS OF STATISTICS

南开大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理 / 周概容主编. —2 版. —天津:南开大学出版社, 2004. 12

(经济学核心课系列教材)

ISBN 7-310-01315-8

I. 统... II. 周... 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 031912 号

版权所有 侵权必究

南开大学出版社出版发行

出版人:肖占鹏

地址:天津市南开区卫津路 94 号 邮政编码:300071

营销部电话:(022)23508339 23500755

营销部传真:(022)23508542 邮购部电话:(022)23502200

*

河北省迁安市鑫丰印刷有限公司印刷

全国各地新华书店经销

*

2004 年 12 月第 2 版 2004 年 12 月第 6 次印刷

880×1230 毫米 32 开本 14.125 印张 400 千字

定价:21.00 元

如遇图书印装质量问题,请与本社营销部联系调换,电话:(022)23507125

内 容 提 要

本书是天津市教委立项的重点教材,参照原国家教委颁发的高等学校财经类专业核心课程“统计学”教学大纲编写而成。本书共九章,内容包括统计学的基本概念和范畴,统计与推断统计的基本原理和方法:统计数据的搜集和整理,统计分布和统计数据的数字特征,统计估计和检验的原理与方法,变量关系的统计分析方法,时间数列和统计指数。每章配有相应的习题。书后附录中分别给出了常见统计名词解释、软件系统 Excel 统计应用示例、常用统计数值表和习题答案。最后是参考书目和名词索引。本书一方面保留了“社会经济统计学原理”的基本内容,同时也较系统地充实了统计推断的内容。在叙述风格、术语、数学符号等方面力求统一。

本书是高等学校经济和工商管理类专业本科核心课程——统计学的教材,也可作为相关专业研究生的教学参考书,还可供从事经济工作的人员和各级管理人员参考使用。

前 言

统计学是搜集、描述和分析数据,并根据所得数据资料进行推断的一门科学.大量统计数据所反映出来的规律性,称作统计规律性,统计学就是研究统计规律性的科学.长期以来,在我国存在两门相互独立的统计学——数理统计学和社会经济统计学,分别隶属于数学学科和经济学学科.20世纪80年代以来,建立包括数理统计学和社会经济统计学在内的“大统计学”,逐步成为我国统计学界的共识.1992年11月国家技术监督局正式批准将“统计学”上升为一级学科,国家颁布的学科分类标准已将“统计学”单列为一级学科,这是中国统计学学科建设的的一个重要里程碑.

统计学原理,包括描述统计和推断统计的理论和方法,是阐述统计学的基本概念,研究统计的一般理论和方法的学科.统计学的理论和方法,既适用于社会经济现象,也适用于自然现象,既适用于科学技术,也适用于生产和管理.对于经济分析和现代化管理而言,统计学是不可缺少的重要工具.对于社会学、心理学、政治学等众多领域,统计学也是不可缺少的工具.在我国统计教学中,长期并存两门讲述统计学原理的课程:社会经济统计学原理和数理统计(或概率统计).传统的社会经济统计学原理,实际上以描述统计为主要内容;数理统计则以推断统计为核心内容,较少涉及描述统计的内容.20世纪80年代社会经济统计学原理开始更多地增加了某些统计推断方法.20世纪90年代两门“统计学原理”成为我国高等学校经济和管理类专业的必修课程,两门课程的内容也相互渗透和交叉.

本书是天津市教委立项的重点教材,面向高等学校经济和工商管理类专业本科,参照原国家教委颁发的高等学校财经类专业核心课程“统计学”教学大纲编写而成.考虑到我国统计教学的现状,在编写本书时,我们一方面保留了“社会经济统计学原理”的传统内容,同时也较系统地充实了统计推断的内容.在叙述风格、术语、数学符号等方面力求统一,并与两门“统计学原理”的习惯相一致.阅读本书时,假定读者已

经学过概率论的基本内容.为适应没有学过或不熟悉概率论有关内容的读者的需要,书中在相应的章节简要地介绍了事件的概率、随机变量的概率分布和数字特征等有关内容.本书的选材、例证和论述均侧重于统计学的一般原理与方法在社会、经济和管理中的应用.

本书共九章,内容包括统计学的基本概念和范畴,描述统计与推断统计的基本原理和方法.第一章主要介绍统计学的最基本概念和范畴;第二、三、四章介绍统计数据的搜集、整理和描述的基本方法,统计分布和统计数据的数字特征;第五、六、七章讲述统计推断的基本原理和方法——统计估计、统计检验的原理和方法,以及变量关系的统计分析方法;第八章和第九章讲述在经济分析中有重要应用的时间数列分析方法和统计指数方法.每章配有相应的习题.书后附录中,给出了国民经济统计中常见的统计名词解释,以及常用统计数值表、习题答案.最后是参考书目和名词索引.

本书是高等学校经济和工商管理类专业本科核心课程——统计学的教材,内容可以根据学时的多少进行取舍.打有星号“*”的地方,表示初学可以不读.本书亦可做相关专业研究生的教学参考书,或供从事经济工作的人员和各级管理人员参考使用.

全书由张建华和王健主笔并担任副主编,由周概容担任主编,负责全书的总纂、审核与定稿.此外,硕士研究生鞠英利、季红栋和赵煜等也参加了编写工作.

编 者

1999年5月于南开大学

第二版前言

本书自 1999 年出版以来,得到同行专家和广大读者的认可,已经 5 次印刷. 这是修订的第二版,保持了第一版的框架和结构.

本书的第二版与第一版相比有如下变化:(1) 改正了第一版的贻误之处和印刷错误;(2) 在保持第一版的框架和结构的情况下,对个别内容进行了调整和加工;(3) 更新了部分例题和练习题,新增了部分练习题(主要是选择题);(4) 更新和补充了部分参考文献;(5) 增加了软件系统 Excel 的统计应用的示例.

本书一定还有许多不足和需要改进之处,恳请读者批评指正.

编 者

2004 年 1 月于南开大学

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 什么是统计	1
1.1.1 统计的含义	1
1.1.2 统计学原理	3
§ 1.2 统计学的基本概念和范畴	4
1.2.1 总体、个体和标志	4
1.2.2 统计指标和指标体系	9
§ 1.3 统计指标的基本类型	10
1.3.1 总量指标	11
1.3.2 相对指标	12
1.3.3 平均指标	15
§ 1.4 样本和统计量	15
1.4.1 样本和样本值	16
1.4.2 统计量	16
习题 1	17
第二章 统计数据的搜集和整理	23
§ 2.1 统计调查	23
2.1.1 统计调查的一般概念	23
2.1.2 统计调查的种类	24
2.1.3 抽样调查	25
2.1.4 基本抽样方法	29
2.1.5 调查误差	36
2.1.6 试验、观测和抽样	37
§ 2.2 统计数据的整理	38
2.2.1 统计整理的一般方法	38
2.2.2 统计分组	39

2.2.3 排序	43
2.2.4 统计汇总	43
§ 2.3 统计图	44
2.3.1 统计图的尺度	45
2.3.2 总量型统计图	46
2.3.3 频率型统计图	51
习题 2	51
第三章 统计分布	56
§ 3.1 频率和概率	56
3.1.1 事件的频率	56
3.1.2 事件的概率	58
3.1.3 频率与概率的关系	59
§ 3.2 频率分布	59
3.2.1 一元频率分布	60
3.2.2 联合频率分布(列联表)	68
§ 3.3 概率分布	70
3.3.1 概率分布的种类	70
3.3.2 常见离散型概率分布	72
3.3.3 常见连续型概率分布	76
3.3.4 统计推断常用的三个概率分布	82
3.3.5 联合概率分布	85
习题 3	87
第四章 统计数据的数字特征	89
§ 4.1 统计数据的位置特征	89
4.1.1 累积平均数	90
4.1.2 结构平均数	95
4.1.3 连续型频率分布的平均数	99
§ 4.2 统计数据的散布特征	101

4.2.1 极差	102
4.2.2 方差和标准差	102
4.2.3 平均离差和平均差	104
4.2.4 变异系数	106
§ 4.3 统计数据的矩和形态特征	107
4.3.1 矩	109
4.3.2 偏度	109
4.3.3 峰度	110
§ 4.4 统计数据的联合特征	112
§ 4.5 总体的数字特征	114
4.5.1 总体的位置特征	114
4.5.2 总体的散布特征	117
4.5.3 总体的矩	118
4.5.4 总体的联合数字特征	118
4.5.5 常见分布的数字特征	119
§ 4.6 样本特征和抽样分布	120
4.6.1 样本数字特征	120
4.6.2 正态总体抽样分布	121
4.6.3 极限抽样分布	124
习题 4	125

第五章 统计推断——估计	131
§ 5.1 统计估计的基本概念	131
5.1.1 估计问题的提法	131
5.1.2 未知参数的点估计	132
5.1.3 未知参数的区间估计	135
5.1.4 抽样误差	137
§ 5.2 简单随机抽样估计方法	138
5.2.1 简单随机样本	138
5.2.2 总体均值的估计	140

5.2.3 总体比率的估计	143
§ 5.3 分层随机抽样估计方法*	147
5.3.1 分层随机样本	147
5.3.2 总体均值的估计	150
5.3.3 总体比率 p 的估计	154
§ 5.4 整群抽样估计方法*	156
5.4.1 整群随机样本	156
5.4.2 总体均值的估计	159
5.4.3 比率的估计	160
§ 5.5 等距抽样估计方法*	161
5.5.1 等距抽样的样本	161
5.5.2 总体均值的点估计	162
习题 5	162

第六章 统计推断——检验	167
§ 6.1 统计检验的基本概念和原理	167
6.1.1 统计假设的概念和类型	167
6.1.2 统计假设检验	169
6.1.3 统计检验的两类错误*	172
§ 6.2 参数假设的检验	173
6.2.1 一个正态总体参数的检验	174
6.2.2 两个正态总体参数的检验	177
6.2.3 比率的检验	182
§ 6.3 非参数假设的检验	185
6.3.1 分布拟合检验	185
6.3.2 独立性的检验	192
6.3.3 样本齐一性的检验	195
6.3.4 其他非参数检验方法	198
习题 6	203

第七章 相关分析和回归分析	210
§ 7.1 变量间的关系	210
7.1.1 变量间的三种关系	210
7.1.2 统计相依关系的分析方法	212
§ 7.2 相关分析	213
7.2.1 简单相关分析	213
7.2.2 偏相关分析	217
7.2.3 复相关分析	222
7.2.4 等级相关分析*	224
§ 7.3 回归分析	227
7.3.1 一元线性回归分析	228
7.3.2 多元线性回归分析*	239
7.3.3 非线性回归分析*	250
习题 7	255
第八章 时间数列的统计分析	263
§ 8.1 时间数列的概念	263
8.1.1 时间数列的基本概念	263
8.1.2 时间数列的分解	266
8.1.3 时间数列分析	268
§ 8.2 时间数列的数字特征	269
8.2.1 发展水平和平均发展水平	269
8.2.2 增长量和平均增长量	276
8.2.3 速度和平均速度	276
§ 8.3 长期趋势的统计分析	282
8.3.1 时距扩大法	282
8.3.2 移动平均法	284
8.3.3 最小二乘法(最小平方法)	287
§ 8.4 季节变动分析*	293
8.4.1 同期平均法	293

8.4.2 趋势剔除法	296
§ 8.5 时间数列的预测	299
8.5.1 统计预测的一般问题	299
8.5.2 时间数列预测法	300
习题 8	303
第九章 统计指数和因素分析	309
§ 9.1 统计指数的概念和种类	309
9.1.1 统计指数的概念	309
9.1.2 统计指数的种类	310
9.1.3 总指数的基本形式	313
§ 9.2 总指数的综合指数形式	313
9.2.1 综合指数的基本公式	314
9.2.2 同度量因素	316
9.2.3 综合指数的其他形式	318
§ 9.3 总指数的平均指数形式	319
9.3.1 平均指数作为综合指数的变形	320
9.3.2 固定权数平均指数	322
9.3.3 平均指数和综合指数的关系	324
§ 9.4 平均指标指数	325
9.4.1 平均指标指数的概念	325
9.4.2 平均指标指数的形式和种类	326
§ 9.5 指数数列	329
§ 9.6 指数体系与因素分析	331
9.6.1 指数体系和因素分析的概念	331
9.6.2 总量指标变动的因素分析	333
9.6.3 平均指标指数因素分析	339
习题 9	341
附 录	348

一、统计中的常用名词和术语	348
二、软件系统 Excel 的统计应用示例	362
Excel 1 基本操作和统计函数	362
Excel 2 用 Excel 作频数分布和统计图	366
Excel 3 用 Excel 计算描述统计量	370
Excel 4 用 Excel 计算概率分布	373
Excel 5 用 Excel 求置信区间	378
Excel 6 用 Excel 进行假设检验	382
Excel 7 用 Excel 进行相关与回归分析	388
Excel 8 用 Excel 进行时间序列分析	390
三、习题答案	393
四、常用统计数值表	403
附表 1 标准正态分布函数 $\Phi(x)$ 值	403
附表 2 均匀随机数	404
附表 3 标准正态随机数	405
附表 4 标准正态分布双侧分位数 u_α	406
附表 5 χ^2 分布上侧概率 $p = \mathbf{P}\{\chi^2 \geq c\}$ 值表	407
附表 6 χ^2 分布上侧分位数 $\chi_{\alpha, v}^2$	408
附表 7 t 分布双侧分位数 $t_{\alpha, v}$	410
附表 8 F 分布上侧分位数 $F_\alpha(f_1, f_2)$	411
附表 9 样本相关系数的临界值 $r_{\alpha, v} \mathbf{P}\{ r \geq r_{\alpha, v}\} = \alpha$	416
附表 10 样本复相关系数 $R_{1(2 \dots m)}$ 的临界值 $R_\alpha(m, v) (v = n - m) \mathbf{P}\{R \geq R_2\} = \alpha = 0.05$	417
附表 11 费歇耳变换 z 和相关系数 r 的换算表	419
附表 12 斯皮尔曼等级相关系数 r_s 的上临界值 $r_{\alpha, n} \mathbf{P}\{r_s \geq r_{\alpha, n}\} \leq \alpha^*$	420
附表 13 正态总体之修正样本标准差 S 的数学期望和标准差的系数	421
附表 14 正态总体之样本极差 R_n 的数学期望和标准差的系数	421

附表 15	符号检验临界值 $S_{a,N} \mathbf{P}\{S \leq S_{a,N}\} \leq \alpha$	422
附表 16	正态概率纸	423
参考书目		424
名词索引		427

第一章 绪 论

统计学是搜集、整理、描述和分析关于研究对象的数据资料,并根据所得数据资料进行推断的一门科学.大量统计数据所反映出来的规律性称作统计规律性,统计学就是研究统计规律性的科学.统计学原理阐述统计学的基本概念,研究统计的一般原理、理论和方法.这些原理和方法,既适用于社会经济现象也适用于自然现象,既适用于科学技术也适用于生产和管理.

本章讲述统计的含义、一般性质和特点,阐明统计学的基本概念和范畴(统计总体、个体、统计标志、统计指标、样本和统计量).

§ 1.1 什么是统计

这一节首先在最一般的意义上阐述统计的含义,然后就统计学原理的对象和内容作简要说明,最后介绍统计学及其分支的内容.

1.1.1 统计的含义

统计一词有如下三种含义:统计资料、统计工作和统计科学.

1. 统计资料 亦称**统计数据**,它是通过大量实际观测取得或根据一定要求搜集的,反映事物、现象的数据资料,既包括原始资料,也包括经过整理的资料.统计资料是统计工作的基础,这是因为统计就是利用统计数据所提供的信息进行决策和推断的.与其他资料(包括某些数据资料)相比,统计资料具有三个主要特点:数量性、大量性和具体性.

数量性 严格意义下的统计资料都是数据资料,主要是指经整理和加工由原始数据得到的统计数据资料,包括由统计数据计算出来的数字特征,以及由统计数据编制的统计表、统计图和统计分析报告等。

大量性 指统计资料是通过对大量同类现象进行观测所取得的结果,或对同一现象大量重复观测所取得的数据资料,而不是反映个别现象的个别数据。例如,个别历史事实的记载、个别的会计数据、某人的验血结果、个别学生的考试成绩……虽然也是数据资料,但不具备上面所说的大量性,因而不是统计数据。

具体性 指统计数据是已有事实的记载,而不是拟议中的数据。例如,计划数据、质量标准或技术规范……尽管也是数据资料,甚至也具有大量性,但并不是统计数据。

2. 统计工作 统计数据的搜集、整理和描述,以及根据经过整理的统计资料进行统计推断的全过程,就是统计工作。

统计数据的搜集、整理和统计推断是统计工作的三个阶段。原始数据包含用于推断的有用信息,但是只有经过按统计推断的要求加工和整理的数,才能显示和提供有用信息。统计工作最根本的任务就是通过对统计数据的分析和研究,对研究对象的性质、特征和规律性作出描述和推断。统计工作不但需要相关的理论和运用科学的方法,而且要求统计工作人员具有丰富的经验和准确的直觉判断力,以及娴熟地运用各种统计方法的技巧,因此人们认为统计工作也是一门艺术。

3. 统计科学 亦称**统计学**,指研究或论述统计工作一般理论和一般方法的科学。统计学按内容可分为描述统计(descriptive statistics)和推断统计(inferential statistics)。

描述统计 描述统计研究和论述统计数据的搜集、整理和描述的一般原理和方法。统计数据的搜集是通过统计试验或观测实现的。试验(experiment)是在人为的条件下考察所产生的结果,是自然科学研究的重要手段;观测(observation)是原原本本地确认和记录客观存在的事实。对社会经济现象的观测又称为统计调查,它分为全面调查(普查、全面统计报表……见第二章)和非全面调查(抽样调查、机遇调查……见第二、六章),其中抽样调查方法是最完善和最科学的非全面调查方

法,已成为统计学的重要分支.统计数据的整理,在于使数据系统化、条理化,以提取其中可用于推断的信息,其主要方法包括统计分组和汇总、排序、建立频率分布、计算统计数据的各种数字特征,有时还可编制表示和描述统计数据的统计表或统计图.描述统计是推断统计的基础,实用性强,在统计工作中经常使用,其中许多工作都可以在计算机上完成.

推断统计 推断统计研究和论述根据统计资料作出统计推断(决策)的一般理论和方法.统计推断就是对研究对象(事物、现象或过程)的特征、性质、相互关系、发展趋势和规律性作出推测、预示和判断,是统计学的核心内容.它可以区分为随机数据(如由随机抽样取得的数据)的推断和根据非随机数据(如由全面调查取得的数据)的推断;前者是数理统计的核心内容,有系统的理论和完善的科学方法;后者则多是基于统计数据的定性推断.

需要指出,描述统计和推断统计的划分不是绝对的.一方面,描述统计为统计推断(决策)提供统计信息,而且描述统计中也时常包含统计推断的内容;另一方面,描述统计的许多原理和方法来源于统计推断的一定要求.尽管如此,对二者进行划分是有益的,甚至在逻辑上是必要的.

1.1.2 统计学原理

顾名思义,统计学原理指统计学的一般原理、理论和方法,它包括描述统计和推断统计的原理、理论和方法.其原理和方法适用于统计所涉及的一切现象或领域,既适用于社会经济领域,同时也适用于自然现象,既适用于科学和技术,同时也适用于生产和管理.

在我国统计教学中,长期并存两门讲述统计学原理的课程:“社会经济统计学原理”和“数理统计”(或“概率统计”).传统的“社会经济统计学原理”,实际上以描述统计为主要内容,而“数理统计”则以推断统计为核心内容.自20世纪80年代以来,社会经济统计学原理更多地增加了某些统计推断方法.自20世纪90年代,概率统计已成为我国高等学校经济和管理门类各专业的必修课,两门统计学原理课程的内容也