

# 统 计 学

21世纪高等学校经济类管理类核心课程系列教材

◆ 中国金融出版社

21 世纪高等学校经济类管理类核心课程系列教材

# 统 计 学

主 编 曾五一  
副主编 朱建平

 中国金融出版社

责任编辑：古炳鸿

责任校对：刘 明

责任印制：丁淮宾

## 图书在版编目 (CIP) 数据

统计学 (Tongjixue) / 曾五一主编. — 北京: 中国金融出版社, 2006.3

(21 世纪高等学校经济类管理类核心课程系列教材)

ISBN 7 - 5049 - 3932 - 3

I. 统… II. 曾… III. 统计学—高等学校—教材 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 002650 号

出版

发行

**中国金融出版社**

社址 北京市广安门外小红庙南里 3 号

市场开发部 (010) 63272190, 66070804 (传真)

网上书店 <http://www.chinafph.com> (010) 63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010) 66070833, 82672183

邮编 100055

经销 新华书店

印刷 保利达印刷有限公司

尺寸 169 毫米 × 239 毫米

印张 24

字数 484 千

版次 2006 年 3 月第 1 版

印次 2006 年 3 月第 1 次印刷

印数 1—5000

定价 30.00 元

如出现印装错误本社负责调换

# 出版说明

统 计 学

---

随着教学改革的深入和实践领域的不断发展,推出内容充实、体系更新、紧跟时代步伐的教材精品已成为教学界、理论界和出版界的共识。中国金融出版社在“建设精品教材”的思路指引下,继成功推出“21 世纪高等学校金融学系列教材”之后,经过对高等院校学科发展变化、课程设置的深入调查和充分酝酿,推出了面貌全新的“21 世纪高等学校经济类管理类核心课程系列教材”。

“21 世纪高等学校经济类管理类核心课程系列教材”旨在适应新世纪对教学的新要求和学生学习方式变化的新需要,在原有教材的基础上有所突破和创新。具体来讲,系列教材将突出以下四个特点:第一,恰当处理教材的学术性和适用性的关系,既注意及时纳入那些较为成熟的、得到公认的理论成果,也适当考虑学生的水平和层次,突出实践性,实现理论知识与实践发展的充分结合。第二,借鉴国内外优秀教材的特点,改变以往教材生硬、死板的面孔,尽可能以丰富的案例来突出知识的实用性,增强可读性,并在编写体例上有所创新。第三,在课后练习方面有所创新,改变传统问答题的形式和死记硬背的答题方式,力争使题型活泼多变,知识生动实用,提高学生运用理论知识解决实际问题的能力。第四,除文字教材外,进一步开发教学课件,部分教材提供容量较大的题库,形成立体化教材,既便于教师备课和学生掌握重点,也便于学生自测和教师考核。

精品教材需要高水平的作者。为落实该套教材的策划思路,中国金融出版社在较高层次上遴选作者队伍。系列教材的主编主要以相应学科的重点学科院校为主(侧重于财经类院校),邀请年富力强、视野开阔的中青年教授担任主编,由主编联合相关院校,组织人员编写。这些作者既有深厚的理论功底,又有丰富的教学实践;既有开放性的创新思维,又有良好的文字能力。这些特点较好地保证了该套教材的编写质量。

“21 世纪高等学校经济类管理类核心课程系列教材”首期计划推出 9 种:经济学、金融学、财政学、统计学、管理学、国际贸易、会计学、计量经济学、发展经济学。本系列教材以经济类管理类的本科生为主要读者,为学生进一步开展专业方向的学习奠定基础,其他门类学科的学生也可选用。

## 2 统计学

广大师生在使用中对该系列教材有何意见和建议, 请与中国金融出版社教材编辑部联系。联系方式: E-mail: [jiaocaibu@chinafph.com](mailto:jiaocaibu@chinafph.com); 或登录中国金融出版社网址: <http://www.chinafph.com>。

中国金融出版社  
2004 年 4 月

# 前 言

统 计 学

统计学是研究如何测定、收集、整理、归纳和分析反映客观现象总体数量的数据,以便给出正确认识的方法论科学。现代统计学已经渗透到理、工、农、医、经济管理与各类人文社会科学领域,并由此产生许多新的交叉学科,改变了原有单一学科发展的思路,对各门科学的发展具有极大的支撑作用;反过来,这种结合又促进了统计学自身的发展。21 世纪是信息经济时代,从本质上讲,信息经济所依赖的不只是信息处理手段的先进性,更重要的是信息收集、整理的准确性,而准确的信息收集、整理离不开统计学学科的发展。因此,统计学被称为 21 世纪最有发展前途的学科之一。长期以来,统计学一直被教育部列为诸多专业的核心课程。

结合长期的统计教学实践,我们体会到只有真正理解了统计思想,才能很好地应用统计方法解决实际问题。为了让更多的社会、经济和管理工作者更好地领会统计思想,灵活地应用统计方法来认识客观世界数量规律,并指导实际工作,我们组织编写了这本适用于高等院校财经管理类各专业及其他社科类专业如社会学、法学、新闻学、政治学等专业的统计学教材。

本教材的编写力求以统计思想为主线,深入浅出地介绍各种统计方法的应用。其基本框架是:第一章为绪论,第二至第四章介绍描述统计,第五章至第八章介绍推断统计,第九章至第十二章介绍实际工作中常用的其他统计方法,附录一介绍 Excel 在统计中的应用。

本教材的特点是:

第一,注重统计思想的讲述。从实际问题入手,淡化统计方法本身的数学推导,体现统计学的实用性。

第二,应用 Excel 软件,实现统计计算。我们选用最常见的通用软件 Excel 作为计算工具,在附录中专门介绍 Excel 的应用,并与教材内容相结合实现统计计算。

第三,根据教学需要,在出版教材的同时出版配套的学习指导书,内容包括:学习目的和考核要求、课程内容要点、思考与练习、习题详解等,便于读者通过实践,加深对所学统计思想与方法的理解,提高学习兴趣和学习效率。

## 2 统计学

本教材各章的执笔人分别是：曾五一（第一、九、十一章）、朱建平（第五、六、七、八章）、陈美英（第二、三章）、庄贇（第四、十、十二章）、袁加军（附录一）。本书由曾五一担任主编、朱建平担任副主编，负责整体设计、修改、审订、总纂与定稿工作。

编写一本好的教材并不容易，尽管我们努力想奉献给读者一本满意的教材，但书中仍难免有疏漏甚至错误之处，恳请读者多提宝贵意见。

本教材的编写参阅了国内外大量有关资料，中国金融出版社的古炳鸿编辑为本书出版做了大量工作，在此一并表示深切感谢。

编 者  
2005 年 10 月

# 目 录

|    |                        |
|----|------------------------|
| 1  | <b>第一章 绪论</b>          |
| 1  | 第一节 什么是统计              |
| 1  | 一、无处不在的统计              |
| 2  | 二、关于统计的含义              |
| 3  | 三、统计研究的基本环节            |
| 4  | 第二节 统计学的种类及其性质         |
| 4  | 一、统计学的产生与发展            |
| 6  | 二、理论统计学和应用统计学          |
| 7  | 三、统计学与有关学科的联系与区别       |
| 8  | 第三节 统计学的基本概念           |
| 8  | 一、总体与总体单位              |
| 9  | 二、样本                   |
| 9  | 三、标志                   |
| 10 | 四、统计指标与指标体系            |
| 12 | <b>第二章 数据的收集、整理与显示</b> |
| 12 | 第一节 数据的收集              |
| 12 | 一、数据收集概述               |
| 16 | 二、数据收集的方法              |
| 17 | 三、统计调查的形式              |
| 21 | 四、统计调查体系               |
| 22 | 五、数据收集方案设计             |
| 24 | 六、统计数据的主要来源            |
| 24 | 第二节 数据的整理              |

|    |                      |
|----|----------------------|
| 24 | 一、数据整理概述             |
| 25 | 二、统计分组               |
| 31 | 三、频数分布               |
| 35 | 第三节 数据的显示            |
| 35 | 一、统计表                |
| 38 | 二、统计图                |
| 41 | 三、统计分析报告             |
| 42 | <b>第三章 数据分布特征描述</b>  |
| 42 | 第一节 统计变量集中趋势的测定      |
| 42 | 一、测定集中趋势的意义          |
| 43 | 二、位置代表值              |
| 52 | 三、数值平均数              |
| 63 | 第二节 统计变量离散程度的测定      |
| 63 | 一、测定离散程度的意义          |
| 63 | 二、极差、四分位差和平均差        |
| 65 | 三、方差与标准差             |
| 68 | 四、离散系数与异众比率          |
| 69 | 第三节 变量分布偏度与峰度的描述     |
| 69 | 一、矩                  |
| 70 | 二、偏度                 |
| 71 | 三、峰度                 |
| 72 | <b>第四章 对比分析与指数分析</b> |
| 72 | 第一节 对比分析             |
| 72 | 一、对比分析的概念            |
| 72 | 二、相对数的计算             |
| 75 | 第二节 指数的概念和种类         |
| 75 | 一、统计指数的概念            |
| 76 | 二、统计指数的种类            |
| 78 | 三、统计指数的作用            |
| 79 | 第三节 综合指数             |
| 79 | 一、数量指标综合指数           |

|     |                 |
|-----|-----------------|
| 81  | 二、质量指标综合指数      |
| 82  | 三、其他形式的综合指数     |
| 84  | 第四节 平均指数        |
| 84  | 一、平均指数的编制原理     |
| 84  | 二、加权算术平均数指数     |
| 86  | 三、加权调和平均数指数     |
| 87  | 第五节 指数因素分析      |
| 87  | 一、指数体系的概念       |
| 87  | 二、两因素指数分析       |
| 91  | 三、多因素指数分析       |
| 94  | 第六节 几种常见的经济指数   |
| 94  | 一、工业生产指数        |
| 95  | 二、物价指数          |
| 97  | 三、股票价格指数        |
| 98  | 四、其他经济指数        |
| 100 | <b>第五章 概率基础</b> |
| 100 | 第一节 概率的基本概念     |
| 100 | 一、随机试验与随机事件     |
| 102 | 二、概率            |
| 105 | 第二节 随机变量及其分布    |
| 105 | 一、随机变量与随机分布的概念  |
| 106 | 二、概率分布的类型       |
| 110 | 三、随机变量的数字特征     |
| 115 | 第三节 几种常见的概率分布   |
| 115 | 一、离散型分布         |
| 118 | 二、连续型分布         |
| 122 | 第四节 大数定律与中心极限定理 |
| 122 | 一、大数定律          |
| 123 | 二、中心极限定理        |
| 125 | <b>第六章 参数估计</b> |
| 125 | 第一节 抽样分布        |

|     |                        |
|-----|------------------------|
| 125 | 一、抽样的基本概念              |
| 126 | 二、抽样分布                 |
| 130 | 第二节 点估计与估计量的评价标准       |
| 130 | 一、点估计                  |
| 132 | 二、估计量的优良标准             |
| 134 | 第三节 简单随机抽样的区间估计        |
| 135 | 一、总体均值的置信区间            |
| 137 | 二、总体成数的置信区间            |
| 138 | 三、两个总体均值及两个总体成数之差的置信区间 |
| 142 | 四、样本容量的确定              |
| 144 | 第四节 复杂随机抽样的区间估计        |
| 144 | 一、分层抽样的估计              |
| 146 | 二、等距抽样的估计              |
| 148 | 三、整群抽样的估计              |
| 150 | 四、多阶段抽样的估计             |
| 153 | <b>第七章 假设检验</b>        |
| 153 | 第一节 假设检验的基本原理          |
| 153 | 一、假设检验的基本原理            |
| 154 | 二、假设检验的规则与两类错误         |
| 157 | 三、检验功效                 |
| 158 | 第二节 总体参数假设检验           |
| 158 | 一、总体均值的假设检验            |
| 162 | 二、两个总体均值之差的检验          |
| 164 | 三、总体成数的假设检验            |
| 165 | 四、正态总体方差的假设检验          |
| 167 | 五、两个正态总体方差比的检验         |
| 169 | 第三节 非参数检验              |
| 169 | 一、非参数检验概述              |
| 169 | 二、 $\chi^2$ 检验         |
| 172 | 三、符号检验                 |
| 175 | 四、秩和检验                 |
| 177 | 五、游程检验                 |

|     |                    |
|-----|--------------------|
| 178 | 六、等级相关             |
| 180 | <b>第八章 方差分析</b>    |
| 180 | 第一节 方差分析方法引导       |
| 180 | 一、方差分析问题的提出        |
| 182 | 二、方差分析的基本原理        |
| 182 | 第二节 单因素方差分析        |
| 182 | 一、单因素条件下的平方和分解公式   |
| 184 | 二、因素作用显著性的检验       |
| 186 | 三、应注意的问题           |
| 186 | 第三节 双因素方差分析        |
| 187 | 一、无交互作用的双因素方差分析    |
| 191 | 二、有交互作用的双因素方差分析    |
| 195 | <b>第九章 相关与回归分析</b> |
| 195 | 第一节 相关与回归分析的基本概念   |
| 195 | 一、函数关系与相关关系        |
| 196 | 二、相关关系的种类          |
| 196 | 三、相关分析与回归分析        |
| 197 | 四、相关图              |
| 198 | 第二节 简单线性相关与回归分析    |
| 198 | 一、相关系数及其检验         |
| 201 | 二、标准的一元线性回归模型      |
| 203 | 三、一元线性回归模型的估计      |
| 208 | 四、一元线性回归模型的检验      |
| 212 | 五、一元线性回归模型预测       |
| 215 | 第三节 多元线性相关与回归分析    |
| 215 | 一、标准的多元线性回归模型      |
| 216 | 二、多元线性回归模型的估计      |
| 219 | 三、多元线性回归模型的检验和预测   |
| 223 | 四、复相关系数和偏相关系数      |
| 226 | 第四节 非线性相关与回归分析     |
| 226 | 一、非线性回归分析的意义       |

|     |                        |
|-----|------------------------|
| 226 | 二、非线性函数形式的确定           |
| 229 | 三、非线性回归模型估计            |
| 230 | 四、相关指数                 |
| 231 | <b>第十章 时间序列分析</b>      |
| 231 | <b>第一节 时间序列分析概述</b>    |
| 231 | 一、时间序列的概念              |
| 232 | 二、时间序列的种类              |
| 233 | 三、时间序列的编制方法            |
| 234 | <b>第二节 时间序列的分析指标</b>   |
| 234 | 一、时间序列分析的水平指标          |
| 241 | 二、时间序列分析的速度指标          |
| 246 | 三、水平分析和速度分析的结合与应用      |
| 247 | <b>第三节 长期趋势的测定</b>     |
| 247 | 一、时间序列的构成与分解           |
| 248 | 二、长期趋势的测定方法            |
| 254 | <b>第四节 季节变动和循环波动测定</b> |
| 254 | 一、季节变动的测定方法            |
| 256 | 二、循环变动的测定方法            |
| 263 | 三、随机变动的测定方法            |
| 264 | <b>第五节 时间序列预测方法</b>    |
| 264 | 一、趋势外推法                |
| 264 | 二、自回归预测法               |
| 264 | 三、移动平均预测法和指数平滑法        |
| 271 | <b>第十一章 统计决策</b>       |
| 271 | <b>第一节 统计决策的基本概念</b>   |
| 271 | 一、什么是统计决策              |
| 272 | 二、统计决策的基本步骤            |
| 273 | 三、收益矩阵表                |
| 275 | <b>第二节 完全不确定型决策</b>    |
| 275 | 一、完全不确定型决策的准则          |
| 277 | 二、各种准则的特点和适用场合         |

|     |                     |
|-----|---------------------|
| 279 | 第三节 一般风险型决策         |
| 279 | 一、自然状态概率分布的估计       |
| 279 | 二、风险型决策的准则          |
| 281 | 三、利用决策树进行风险型决策      |
| 284 | 第四节 贝叶斯决策           |
| 284 | 一、什么是贝叶斯决策          |
| 285 | 二、贝叶斯公式与后验概率的估计     |
| 286 | 三、先验分析与后验分析         |
| 287 | 四、后验预分析             |
| 290 | 第十二章 统计综合评价         |
| 290 | 第一节 综合评价概述          |
| 290 | 一、统计综合评价的基本步骤       |
| 292 | 二、统计综合评价的特点         |
| 292 | 第二节 评价指标选择与数据预处理    |
| 292 | 一、评价指标的选择方法         |
| 294 | 二、数据预处理方法           |
| 302 | 第三节 评价结果的综合         |
| 302 | 一、几种常用的权重确定方法       |
| 310 | 二、评价结果的综合           |
| 316 | 附录一 Excel 在统计中的应用   |
| 316 | 第一节 Excel 简介与基本操作   |
| 316 | 一、Excel 简介          |
| 317 | 二、熟悉 Excel 工作界面     |
| 319 | 三、输入数据              |
| 320 | 四、编辑工作表             |
| 323 | 五、使用公式和函数           |
| 327 | 第二节 分析工具库与统计函数      |
| 327 | 一、分析工具              |
| 329 | 二、常用数学与统计函数简表       |
| 331 | 第三节 Excel 在描述统计中的应用 |
| 331 | 一、编制分布数列            |

|     |                                          |
|-----|------------------------------------------|
| 333 | 二、绘制统计图                                  |
| 335 | 三、计算描述统计指标                               |
| 338 | 第四节 Excel 在概率计算和统计推断中的应用                 |
| 338 | 一、概率计算                                   |
| 340 | 二、区间估计                                   |
| 341 | 三、假设检验                                   |
| 345 | 四、方差分析                                   |
| 348 | 第五节 Excel 在回归分析中的应用                      |
| 351 | 第六节 Excel 在时间序列分析中的应用                    |
| 351 | 一、长期趋势的测定                                |
| 352 | 二、季节变动与循环变动的测定                           |
| 353 | 三、时间序列模型预测                               |
| 356 | <b>附录二 常用统计表</b>                         |
| 356 | 附表 1 正态分布概率表                             |
| 359 | 附表 2 $t$ 分布临界值表                          |
| 360 | 附表 3 $\chi^2$ 分布临界值表                     |
| 362 | 附表 4 $F$ 分布临界值表                          |
| 364 | 附表 5 符号检验临界值 $S_\alpha$                  |
| 365 | 附表 6 秩和检验表                               |
| 366 | 附表 7 斯皮尔曼等级相关系数 $r_s$ 的上临界值 $r_\alpha$ 表 |
| 367 | <b>主要参考书目</b>                            |



# 第一章

## 绪 论

### 第一节 什么是统计

#### 一、无处不在的统计

以下是关于“统计”的几则信息：

2005年4月1日，笔者利用“搜狗”引擎对互联网上有关网页进行搜索，得到的结果是：包含“统计”这一词汇的网页高达34 692 925项，包含“粮食”这一词汇的网页有5 045 290项，前者是后者的6倍多。

在诺贝尔经济学获奖者中，2/3以上的研究成果与统计和定量分析有关。因此，著名经济学家萨缪尔森在其经典的教科书《经济学》12版中特别提到，“在许多与经济学有关的学科中，统计学是特别重要的”。

美国杜邦公司的总经理理查德曾经指出，“现代公司在许多方面是根据统计来行事的。”<sup>①</sup>

1981年，首届国际《红楼梦》研讨会在美国召开，威斯康星大学的陈炳藻独树一帜，宣读了题为《从词汇上的统计论〈红楼梦〉作者的问题》的论文。他从字、词出现频率入手，通过计算机进行统计分析，对《红楼梦》后40回系高鹗所作这一流行看法提出异议，认为120回均系曹雪芹所作。

美国总统布什的年薪已经达到40万美元，在各国元首中名列首位，但根据美国《工作等级年鉴》一书的排名，总统一职并未进入最好工作之列。根据该书的统计，在美国，工作环境最好的是统计学家。<sup>②</sup>

由以上几则信息可知，统计已经渗透到社会经济活动和科学研究的方方面面

① 转引自《马夸德谈统计学家的重要作用》，载《统计教育》，1994（3）。

② 转引自2002年3月7日《扬子晚报》。

面，统计无处不在，并且正在发挥越来越重要的作用。那么，究竟何为统计？如何开展统计学研究？作为一门科学的统计学与其他学科有何区别与联系？这些正是本章所要介绍的主要内容。

## 二、关于统计的含义

在日常生活中，人们对于“统计”这一术语常常有不同的理解。例如，企业每年要“统计”产品的产量和产值，这是将其作为一种工作来看待；了解股票的交易状况要看有关成交额和股票指数“统计”，这时又是将其作为数据来运用；而学生们所说的我们正在学习“统计”，则是指一门科学即统计学。

那么究竟何为统计，这里有必要给出一个比较准确的科学定义。所谓统计，就是人们认识客观世界总体数量变动关系和变动规律的活动的总称，是人们认识客观世界的一种有力工具。统计的研究对象具有以下特点：

1. 数量性。这是统计研究对象的基本特点。常言说：“数字是统计的语言”，指的正是这个意思。但并不是任何一种数量都可以作为统计对象，统计数据总是客观事物量的反映，统计定量认识必须建立在对客观事物定性认识的基础上。

2. 总体性。统计的数量研究是对现象总体中各单位普遍存在的事实进行大量观察和综合分析，以得出反映现象总体的数量特征。例如，进行城镇居民家计调查，需要对具体的居民家庭进行调查，但是其目的并不在于了解个别居民家庭的生活状况，而是要反映一个国家、一个城市的居民收入水平、收入分配、消费水平、消费结构等。

3. 变异性。统计研究同类现象总体的数量特征，它的前提是总体各单位的特征表现存在着差异，而且这些差异并不是事先可以预知的。例如，各种股票的价格和成交量每天不同，这才需要对其进行统计，并编制股票指数等指标。如果说总体各单位的变异表现出个别现象的特殊性和偶然性，那么对现象总体的数量研究则是通过大量观察，从各单位的变异中归纳概括出它们的共同特征，显示出现象的普遍性和必然性。

统计作为一种社会实践活动已有悠久的历史。据历史记载，我国在西周朝代就已建立了统计报告制度。在英文中，统计为 statistics，它与“国家”为同一词根。可以说，自从有了国家，就有统计实践活动。最初，统计只是为统治者了解国家情况和管理国家提供数量依据。随着社会经济和科技的发展以及统计学自身的进步，统计的应用领域不断扩大。现在，统计不仅被用于经济管理领域，而且在其他许多领域也得到广泛应用。

人们通过统计实践活动所得到的反映客观现象数量的数据即统计数据。统计数据既是统计工作的成果，也是进一步进行统计分析的材料。

统计学是在统计实践的基础上产生并逐步发展起来的一门科学。它研究如何