



高等院校网络教育系列教材

Principles of Statistics
(2nd Edition)

统计学原理

(第二版)

刘桂荣◎主编



华东理工大学出版社

EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

高等院校网络教育系列教材

统计学原理(第二版)

刘桂荣 主编



华东理工大学出版社
EAST CHINA UNIVERSITY OF SCIENCE AND TECHNOLOGY PRESS

· 上海 ·

图书在版编目(CIP) 数据

统计学原理 / 刘桂荣主编. —2 版. —上海:华东理工大学出版社, 2019. 6

高等院校网络教育系列教材

ISBN 978-7-5628-5843-0

I. ①统… II. ①刘… III. ①统计学-高等学校-教材
IV. ①C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2019)第 073467 号

项目统筹 / 牛 东

责任编辑 / 赵子艳

装帧设计 / 徐 蓉

出版发行 / 华东理工大学出版社有限公司

地 址: 上海市梅陇路 130 号, 200237

电 话: 021-64250306

网 址: www.ecustpress.cn

邮 箱: zongbianban@ecustpress.cn

印 刷 / 北京虎彩文化传播有限公司

开 本 / 787mm×1092mm 1/16

印 张 / 18.25

字 数 / 444 千字

版 次 / 2010 年 8 月第 1 版

2019 年 6 月第 2 版

印 次 / 2019 年 6 月第 1 次

定 价 / 68.00 元

版权所有 侵权必究

内容提要

本书主要介绍了基本的统计思想、统计理论和统计方法,教会读者用统计思想思考问题,用统计方法解决社会实际问题,书中结合 Excel 软件进行示范,以提高读者学习统计学的兴趣和应用统计方法解决实际问题的能力。第二版中增加了实验教学的相关内容,并且更新了所有的实际案例和关于数据的内容。

本书可作为高等院校经济管理类专业的教材和参考书,也可作为统计知识爱好者和研究人员的参考书。

统计是作为认识社会和管理国家的工具而产生的,至今已有三百多年的历史。21 世纪的人类社会,是信息大爆炸的时代。不管你是否愿意,我们每天都面对大量的信息,需要大量的信息,更要在大量的信息中搜寻到对自己有用的信息。而数据信息是信息的主体,绝大多数信息都是以数据的形式存在着。现代人在工作和生活中,都要从这大量的、杂乱纷繁的数据中发掘出事物的规律,做出正确的判断,以决定合适的行动方针,人人都离不开统计。

统计学是关于数据的科学和艺术,作为数据处理和分析技术的统计方法已经越来越广泛地应用于科学研究、生产经营管理和普通人的寻常生活之中。学习统计知识、掌握统计思想、具有统计思维方式已是现代社会发展的必然趋势。因此,“统计学”已经成为我国高校经济管理类各专业的核心课。

《统计学原理》主要是介绍基本的统计思想、统计理论和统计方法,教会读者用统计思维思考问题,用统计方法解决某些社会实际问题,并结合 Excel 软件的统计分析功能,提高读者学习统计学的兴趣和应用统计方法分析解决实际问题的能力。

本教材共分为八章。

第一章是绪论。介绍统计学的产生和发展、统计学的性质和特点、统计学中的基本概念和中国的政府统计制度。

第二章是数据资料的收集。介绍数据资料收集的方法、数据资料的类型、中国的统计报表制度和四种重要的专项调查的组织方式。

第三章是数据资料的整理。介绍如何把大量的数据资料进行加工处理,使数据资料系统化、条理化。本章重点介绍数据处理的技巧和方法以及数据的图形和表格展示方法。

第四章是数据资料的分析。介绍描述性统计数据的计算和应用,主要是综合指标、数据的集中趋势和离散趋势的测定。

第五章是动态数列。任何现象都是不断发展变化的,本章介绍了对现象发展进行动态水平分析、速度分析、趋势分析和季节变动分析的技巧和方法。

第六章是统计指数。介绍统计指数的种类、意义,指数分析法的应用。

第七章是随机抽样方法。介绍随机抽样调查的种类、意义、组织方式,抽样误差的计算控制,全及指标的推断,必要样本容量的确定。

第八章是相关分析与回归分析。介绍相关和回归的概念、种类,一元线性相关分析和一元线性回归分析。

本教材的特点是:(1)内容精练、语言通俗、资料翔实。本教材介绍了社会经济统计学的基本原理和统计学的入门知识,内容精练。用通俗的语言叙述统计学的概念、知识点和统计方法,易于理解和掌握。有丰富翔实的资料帮助读者理解概念、掌握要领、融会贯通。(2)密切联系实际。统计学是一门应用社会科学,只有用好统计分析技术,才能真正理解和掌握统计学。本教材提供了大量的实例,用发生在身边的事实,解释叙述统计学的概念。理论联系实际,阐述统计思想,提高读者的学习兴趣。(3)结合 Excel 软件的统计分析功能。Excel 是 Windows 环境下的电子表格系统,它操作简便,具有强大的图表功能和数据分析功能,为复杂的统计分析带来极大的便利。本教材介绍了 Excel 的基本图表功能和相关数据分析功能,使复杂枯燥的数据处理变得生动、直观、形象。

本教材可作为高等院校经济管理类各专业的教材和参考书,也可作为统计知识爱好者、统计研究工作者的修读书目。

同第一版相比,第二版教材主要有以下改动:(1)在每一章的开头,增加了“本章导言”,用简洁精练的语句概括出本章的主题内容;(2)每一章的练习题部分增加了“综合题”,以提高学生们综合运用和理解各章内容的能力;(3)更新了所有的实际案例;(4)对所有关于数据的内容做了更新,以体现统计数据的时效性。

本书的顺利完成得益于以下同仁的大力帮助和支持,他们是马艳梅、袁国华、倪坚,刘天和袁泉协助完成了本书的相关工作。笔者对他们的辛勤付出表示感谢。

本教材的编写,参考了大量的现有文献,无法逐一列出这些文献的作者姓名。在此,对这些文献作者表示深深的谢意!

由于时间和水平所限,书中存在疏漏和错误之处,敬请各位同仁、读者给予批评指正!

编者
2019 年 1 月

第一章 绪论

1

第一节 统计学的产生与发展 / 2

一、统计学的产生 / 2

二、统计学的发展 / 3

三、统计学的分科 / 5

第二节 社会经济统计学的性质和特点 / 7

一、统计的含义 / 7

二、社会经济统计学的性质 / 8

三、社会经济统计认识社会的特点 / 9

四、社会经济统计学的研究对象 / 10

第三节 社会经济统计的作用 / 11

一、社会经济统计的作用 / 11

二、统计工作的职能 / 12

三、统计工作过程 / 13

第四节 统计学中的几个基本概念 / 14

一、总体和总体单位 / 14

二、标志与变量 / 15

三、统计指标与指标体系 / 17

四、流量与存量 / 20

第五节 中国的政府统计 / 21

一、中国统计的组织体制 / 21

二、中国的统计公报制度 / 22

本章小结 / 24

重要词汇 / 25

思考题 / 25

练习题 / 25

第二章 数据资料的收集

28

- 第一节 统计数据的量化尺度和种类 / 29
 - 一、统计数据的量化尺度 / 29
 - 二、统计数据的类型 / 32
- 第二节 统计数据的收集 / 32
 - 一、统计调查的意义 / 33
 - 二、统计调查的种类 / 33
- 第三节 统计调查方案设计 / 36
 - 一、明确调查的目的 / 36
 - 二、确定调查对象、调查单位和填报单位 / 36
 - 三、明确调查项目 / 37
 - 四、确定调查时间和调查期限 / 38
 - 五、制订调查的组织实施计划 / 38
- 第四节 统计报表 / 39
 - 一、统计报表的意义和作用 / 39
 - 二、统计报表的种类 / 40
 - 三、统计报表制度的基本内容 / 41
 - 四、统计报表制度的意义和作用 / 42
- 第五节 专项调查 / 43
 - 一、普查 / 43
 - 二、重点调查 / 45
 - 三、典型调查 / 46
 - 四、抽样调查 / 47
- 第六节 次级资料的收集 / 48
- 本章小结 / 48
- 重要词汇 / 49
- 思考题 / 49
- 练习题 / 49

第三章 数据资料的整理

52

- 第一节 数据资料整理的基本问题 / 53
 - 一、数据资料的整理 / 53
 - 二、数据资料整理的基本步骤 / 53

第二节 统计分组 / 54	
一、统计分组的意义 / 54	
二、统计分组的作用 / 55	
三、统计分组的方法 / 56	
第三节 统计频数分布 / 58	
一、频数分布的概念和种类 / 58	
二、变量型频数分布的编制 / 62	
三、累计次数分布 / 65	
四、次数分布的主要类型 / 65	
第四节 统计资料的图形展示 / 68	
一、定类数据的图形展示 / 68	
二、定序数据的图形展示 / 70	
三、定距数据和定比数据的图形展示 / 72	
第五节 统计表 / 74	
一、统计表的作用 / 74	
二、统计表的结构 / 75	
三、统计表的种类 / 75	
四、编制统计表的规则 / 76	
本章小结 / 77	
重要词汇 / 77	
思考题 / 77	
练习题 / 78	
附录:学习 Excel 的基本统计功能 / 80	

第四章 数据资料的分析

85

第一节 总量指标 / 86	
一、总量指标的概念和作用 / 86	
二、总量指标的分类 / 87	
三、总量指标的计量单位 / 88	
第二节 相对指标 / 89	
一、相对指标的概念和表现形式 / 89	
二、相对指标的种类和计算方法 / 90	
三、计算和运用相对指标应注意的问题 / 97	

第三节 平均指标 / 98
一、平均指标的概念、特点和作用 / 98
二、算术平均数 / 99
三、众数 / 103
四、中位数 / 105
五、各种平均指标之间的关系 / 107
第四节 标志变动指标 / 108
一、标志变动指标的概念 / 108
二、全距 / 109
三、标准差 / 109
四、离散系数 / 110
本章小结 / 111
重要词汇 / 112
思考题 / 112
练习题 / 112
附录:用 Excel 计算描述统计指标 / 116

第五章 动态数列

118

第一节 动态数列的概念、种类和编制原则 / 119
一、动态数列的概念 / 119
二、动态数列的种类 / 119
三、动态数列的编制原则 / 121
第二节 动态分析的水平指标 / 122
一、发展水平 / 122
二、平均发展水平 / 123
三、增长量 / 128
四、平均增长量 / 130
第三节 动态分析的速度指标 / 130
一、发展速度 / 130
二、增长速度 / 132
三、平均发展速度 / 133
四、平均增长速度 / 134

第四节 长期发展趋势分析 / 135	
一、动态数列的影响因素 / 135	
二、长期趋势的测定 / 135	
三、移动平均法 / 136	
四、最小平方法 / 138	
第五节 季节波动的测定 / 141	
一、季节波动的概念 / 141	
二、按月平均法 / 141	
三、移动平均趋势剔除法 / 144	
本章小结 / 147	
重要词汇 / 147	
思考题 / 148	
练习题 / 148	
附录:用 Excel 的数据分析功能计算移动平均值 / 153	

第六章 统计指数

155

第一节 指数的概念 / 156	
一、指数的概念 / 156	
二、指数的作用 / 158	
三、指数的分类 / 159	
第二节 个体指数 / 161	
一、个体数量指数 / 161	
二、个体质量指数 / 161	
第三节 综合指数 / 162	
一、综合指数的概念和特点 / 162	
二、数量指标综合指数的编制 / 164	
三、质量指标综合指数的编制 / 166	
第四节 平均数指数 / 168	
一、平均数指数的概念 / 168	
二、加权算术平均数指数 / 169	
三、加权调和平均数指数 / 170	
第五节 平均指标对比指数 / 172	

- 一、平均指标对比指数的概念 / 173
- 二、平均指标对比指数的应用 / 174
- 第六节 指数体系及因素分析法 / 175
 - 一、指数体系的概念 / 175
 - 二、总量指标的两因素指数分析法 / 176
 - 三、平均指标的因素分析法 / 178
 - 四、指数推算 / 181
- 本章小结 / 182
- 重要词汇 / 182
- 思考题 / 182
- 练习题 / 183

第七章 随机抽样方法

188

- 第一节 抽样调查的基本问题 / 189
 - 一、抽样调查的概念和特点 / 189
 - 二、抽样调查的应用范围 / 190
 - 三、抽样调查的几个基本概念 / 191
 - 四、抽样调查的理论依据 / 196
- 第二节 抽样误差 / 197
 - 一、抽样误差的概念 / 197
 - 二、抽样平均误差的意义和作用 / 198
 - 三、抽样平均误差的计算 / 198
 - 四、影响抽样平均误差的因素 / 202
 - 五、抽样极限误差 / 203
- 第三节 抽样估计 / 203
 - 一、抽样估计的概率度和可靠程度 / 203
 - 二、抽样估计的方法 / 205
 - 三、全及总体指标的推算 / 206
- 第四节 随机抽样的组织方式 / 209
 - 一、抽样调查的组织程序 / 209
 - 二、简单随机抽样 / 209
 - 三、类型抽样 / 211

四、等距抽样 / 212
五、整群抽样 / 213
第五节 必要样本容量的确定 / 214
一、必要样本容量的含义 / 214
二、简单随机抽样的必要样本容量 / 215
本章小结 / 218
重要词汇 / 218
思考题 / 218
练习题 / 219

第八章 相关分析与回归分析

223

第一节 相关分析 / 224
一、现象之间的关系 / 224
二、相关关系的特点 / 225
三、相关关系的种类 / 226
四、相关分析的主要内容 / 228
第二节 简单线性相关分析 / 229
一、线性相关关系的判定 / 229
二、线性相关系数 / 231
三、线性相关系数的性质和应用 / 233
第三节 简单线性回归分析 / 234
一、回归分析的概念 / 234
二、相关分析与回归分析的关系 / 235
三、一元线性回归分析 / 235
四、回归系数的计算 / 236
五、估计标准误差 / 237
六、判定系数 / 238
七、相关系数 r 和估计标准误差 S_y 的关系 / 239
八、相关系数 r 与回归系数 $\hat{b}$ 的关系 / 240
九、回归方程的应用 / 240
第四节 多元线性回归分析 / 242
一、多元线性回归模型 / 242

- 二、多元回归估计标准误差 / 243
- 三、复相关系数 / 243
- 第五节 可线性化的曲线回归 / 245
 - 一、二次曲线(抛物线) / 246
 - 二、指数曲线 / 246
 - 三、幂函数曲线 / 247
 - 四、双曲线 / 247
 - 五、对数函数曲线 / 248
 - 六、多项式回归 / 249
- 本章小结 / 251
- 重要词汇 / 251
- 思考题 / 251
- 练习题 / 251
- 附录 8-1:应用 Excel 计算相关系数 / 255
- 附录 8-2:应用 Excel 计算回归系数 / 257

参考答案	259
参考文献	277

第一章

绪论

本章导言

世上无处不数据

2018年12月26日,星期三。上海市松江区的温度是 $6\sim 10^{\circ}\text{C}$,下午2:00时的降水概率是90%,下午11:00时的降水概率是50%。

2018年12月26日,北京时间14:00,上证综指(代码,000001)为2 496.17,上证A股指数(代码,000002)为2 613.95,上证B股指数(代码,000001)为270.47。

中国大陆人口钟显示,大陆地区的总人口数是1 397 334 380人。

美元兑人民币汇率的中间价是6.884 5。

上海期货交易所,2019年1月份交割的铜期货合约的开盘价是47 940元,最高价是48 080元,最低价是47 850元。

日本的汽车设计师,在设计汽车驾驶员的座椅时,考虑了驾驶员的性别、身高、体重、手臂长度、腿长以及驾驶行为习惯等,将之数据化,并植入座椅的设计之中。如果是驾驶员本人驾驶汽车,汽车可以发动并正常行驶,如果不是驾驶员本人驾驶汽车,发动机会自动熄火,已达到汽车防盗功能。

计算机技术和科技的发展,拓展了“数据”的内涵和外延,使得数据无处不在、无时不有。“大数据”已成为一门科学,收集数据,分析数据,提炼出数据中的有用信息,发现数据之中隐藏的规律,可以作为加强管理、制订计划和规划,用于决策和预测的依据。

统计学是“关于数据的科学”,人人都要有统计思维,人人都必须学习统计学。

学习目标

1. 了解统计学的产生和发展。
2. 知道“统计”这个名词的三种含义。

3. 了解三个重要的统计学流派。
4. 掌握统计学的研究对象及其特点。
5. 熟练掌握统计学中的八个基本概念。

第一节 统计学的产生与发展

一、统计学的产生

统计学(Statistics)作为一门方法论的应用社会学科,至今已有三百多年的历史。同任何一门学科的发展规律一样,必须先有社会需求,有广大劳动人民积极参与的社会实践活动,然后才有对社会实践活动的经验总结和理论概括,这种关于社会实践活动的经验总结,在实践中不断得到丰富和完善,上升到理论高度,最后发展成一门学科,再用于更好地指导社会实践活动。即理论来源于社会实践活动,反过来再用于指导社会实践。

统计的社会实践活动最早产生于还没有文字的原始社会。原始社会是人类社会发展历史中的第一个阶段,人们过着部落群居的简单生活,共同劳作,共同分享劳动成果。在进行劳动成果的记录和分配时,群居生活的部落首领必须知道本部落的人数和待分配的各种食物和劳动成果,这就需要知道事物“量”的特征。

事实上,任何事物都同时具有“量”和“质”两个方面的特征,而“量”的特征是对现象最直观的描述,最具有说服力。人们对任何现象的认识可以先从“量”上面进行认识和把握。在没有文字和数字用以表示事物“量”的特征时,古人非常聪明,想象出了比较形象和直观的表达方式,即在石块上刻出某种符号或者在绳子上打结以表达事物的“量”,这样就出现了“结绳计数”和“刻石计数”。如《周易正义》中写到原始社会:“事大,大结其绳;事小,小结其绳;结之多少,随物众寡”,这就是人们对社会现象进行的简单的记录和计量活动,于是产生了最早的统计萌芽。由此可见,统计产生于人们对客观现象进行“记录”或“计量”的现实需求。

随着人类社会的发展,人们的社会实践活动日益丰富,社会生产关系和生产力得到了极大的发展,人类社会随之进入奴隶社会和封建社会。原始社会的部落首领发展成奴隶社会的奴隶主和封建社会的封建主,奴隶主和封建主们为了加强自己的统治、管理和扩大自己的势力,开始了对人口、土地和财产的基本记录和计量,统计已应用于管理活动,统计实践活动的内容更加丰富。

随着社会的发展,国家为了加强对内统治和对外防御战争,需要进行征兵、征税等,因而统计已成为一项国家管理工具。例如,早在四千多年前的中国夏禹王朝,为了治国治水的需要,曾进行初步的国情统计,查明当时中国有人口约 1 355 万人,土地约 2 431

万顷,并将全国分为九州。约公元前 3000 年,埃及为了建造金字塔,在全国对人口、财产进行过统计。

这个时期的统计活动,范围比较狭窄,仅限于对人口、土地、财产等重要社会财富的记录和计量,统计活动是人类社会生产实践活动的附加活动,统计工作仅仅是生产者的附加职能,社会分工中还没有出现专职的统计工作人员,更没有专业的统计研究机构发布各种统计数据信息。这种情况是由当时的社会生产力和生产关系的发展程度决定的。

重要知识点:统计萌芽于原始社会对生产活动的计数、记录或计量活动,是作为认识工具和管理工具产生的。

二、统计学的发展

统计活动产生于人类的社会实践活动,统计活动的理论经验在社会实践活动中经过总结、提炼和升华,发展成统计学。统计学是随着人类社会的发展和管理的需要而发展起来的,是需求导向的结果。统计取得广泛迅速的发展是在资本主义社会。资本主义社会的社会分工更加细化,生产力得到快速发展,生产关系更加复杂,资本家追求利润最大化的动机更强。社会对情报、信息和统计数据的需求日益增长。统计已不限于人口、土地、财产等社会财富范围,它逐步扩展到更为广泛的领域,如贸易、交通运输、工业生产、商业流通、银行、保险、劳动、就业等。社会的发展客观上需要有专业机构来收集社会生产、社会生活等各个方面的数据信息,对之进行加工处理和分析,并且公开发布。由于社会对信息需求的增长,统计最终成为一种专门的社会职业,从生产者的附加职能中分离出来,形成了各种专业的社会经济统计。在 1830—1849 年,欧洲各国相继成立了统计机关和统计研究机构。1853 年,在布鲁塞尔举办了首届国际统计会议(International Statistical Congress),这种有组织的国际统计会议逐渐发展成目前的国际统计学会(International Statistical Institution)。此外,17 世纪之后,在统计学的发展历史上出现了几个比较重要的统计学流派,主要如下。

政治算术学派。政治算术学派产生于 17 世纪中叶的英国,主要代表人物是英国著名的古典经济学家威廉·配第(William Petty, 1623—1687)和约翰·格朗特(John Graunt, 1620—1674)。16 世纪末到 17 世纪初,英国发生了几次鼠疫大流行,伦敦市民对出生、死亡、结婚、洗礼等含有大量数字的报告变得关心起来。约翰·格朗特根据寺院提供的关于死亡和洗礼的资料,编制了世界上第一张“死亡率”统计表,并出版了《对死亡表的自然观察和政治观察》。威廉·配第继承和发展了格朗特的研究工作,根据对人口、土地、财政、经济等各方面的大量观察,完成了《政治算术》(1690)一书。这里的“政治”是指“政治经济学”,“算术”是指统计方法。在他的著作中,配第第一次运用数字、重量、尺度等计量和比较的方法,运用大量的统计资料,将英国的国力与法国、意大利、荷兰等欧洲国家进行了比较研究,提出了一套在当时来说较为系统的数量对比分析方法,用于对社