

S t a t i s t i c s

统计学

汪新宇 杨仲山 肖于波 马宝珠 / 编著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

统 计 学

编著 汪新宇 杨仲山
肖于波 马宝珠
主审 马树才



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

统计学/汪新宇等编著. —北京: 中国经济出版社, 2007. 7
ISBN 978-7-5017-8097-6

I. 统… II. 汪… III. 统计学 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 074602 号

统计学

出版发行: 中国经济出版社

网 址: www.economyph.com

责任编辑: 李煜萍 (电话: 010-68359421,

电子邮箱: pkulyp@163.com)

责任印制: 张江虹

经 销: 各地新华书店

承 印: 北京市地矿印刷厂

开 本: A5

印 张: 11.625

字 数: 300 千字

版 次: 2007 年 7 月第 1 版

印 次: 2007 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-5017-8097-6/F · 7096

定 价: 26.00 元

版权所有 盗版必究 举报电话: 68359418 68319282

服务热线: 68344225 68369586 68346406 68309176

前 言

本书是《统计学》教学用书。统计学是国家教育部规定的财经类专业 10 门核心课程之一。为了适应和谐社会的要求、适应现代高等教育发展方向,调整统计学的教学内容和体系,我们结合多年教学经验和心得,根据国家教育部认定统计学为一级学科的结果及近年来统计学的最新变化,参考了“九五”期间统计学学科概况和国外统计学学科研究概况,针对国内统计学学科研究的实际和在复杂的市场经济形势下,统计信息需求越来越大的状况,编写此书。

本书坚持以马克思主义为指导,从社会主义市场经济体制建设的需要出发,注重统计基础理论与实践相结合,系统而又通俗地阐述现代统计科学的基本理论和方法知识。全书以统计实践过程、统计理论和方法组成一个较为完整的体系,吸收本学科新的、比较成熟的研究成果,顺应国际统计科学发展的趋势,扩展统计学的内容,把数理统计方法同社会经济统计紧密结合,注重基本原理、基础知识的阐述和基本技能的训练,并针对经济管理各专业的特点,着重阐明思想方法。在章节结构安排、概念关系阐述、图形表格选取、案例习题讲解、附表附录应用等方面全面围绕教学需要展开。各章之前有引导案例、提要和学习目的,各章末尾有小结、思考题和练习题。

本书适用于经济管理类专业本科生教学使用,也可作为研究生参考教材。前期课程为概率论。专科生教学可以略去部分内容

或跳过有关的公式计算和证明, 仅仅阅读结论及文字叙述的内容, 并不影响对本书宗旨的理解。为了加强统计学的实用性, 附录中编排了计算机的应用实例, 介绍了基于软件的统计建模及计算方法, 目的是使学生掌握系统的统计学基础知识, 适应经济管理问题实证分析的需要, 可以快速完成传统手工计算、计算器等很难完成的计算工作。

本书在内容上包括: 统计基本概念、统计调查与整理、综合指标、统计推断、相关回归分析、时间序列、统计指数、统计决策等。全书内容既有描述统计又有推断统计, 教材正文中一般不作大量公式推导, 有关的内容作为附录单列在书末供教师和学生参考。

本书各章编写分工如下: 第1章, 杨仲山(东北财经大学教授、博士)、肖于波(沈阳化工学院)。第2章 2.3节、2.4节, 第3章 3.3节、3.4节, 汪新宇(沈阳化工学院)、杨仲山。第2章 2.1节、2.2节, 第4章马宝珠(沈阳化工学院教授)。第5章、第6章, 汪新宇。第7章 7.1节、7.2节、7.3节, 杨仲山。第3章 3.1节、3.2节, 肖于波。第7章 7.4节、7.5节, 第8章 8.1节, 马宝珠。第8章 8.2节、8.3节耿晓兰(沈阳化工学院)。统计法规等附录, 肖于波。统计用表及各章习题, 汪新宇。全书由汪新宇进行统稿; 肖于波担任法律顾问; 马树才(辽宁大学教授、博士生导师)担任主审, 对全书内容进行统一审定与最终核准。由于编者水平所限, 疏漏之处敬请读者批评指正。

编 者

2007年7月

目 录

CONTENTS

第 1 章 统计是什么?	1
1.1 为什么要学习统计学?	2
1.1.1 文明的记录——古典统计学	3
1.1.2 文明的发展与发展的文明——近代统计学	5
1.1.3 历史与文化的硕果——现代统计学	7
1.2 统计学是什么?	8
1.2.1 统计与统计学的涵义	8
1.2.2 统计学的基本概念	10
1.2.3 统计要素	18
1.2.4 统计学的内容	19
1.3 怎样学习统计学?	20
1.3.1 统计学的研究方法	20
1.3.2 统计学的研究过程	23
1.4 总体的多样性——统计测量的类型	24
1.4.1 定类测量	25
1.4.2 定序测量	26
1.4.3 定距测量	27
1.4.4 定比测量	27

本章小结及思考与练习	29
第2章 认识总体的起点——调查与整理	31
2.1 怎样获得数据——统计调查的组织方式	32
2.1.1 普查	33
2.1.2 统计报表制度	34
2.1.3 重点调查	36
2.1.4 典型调查	36
2.1.5 抽样调查的特点和应用范围	38
2.2 行动之前的考虑与准备——调查方案设计	45
2.2.1 调查方案的主要内容	45
2.2.2 调查表与问卷设计	47
2.3 数据的浓缩与提炼——统计整理	49
2.3.1 统计分组的概念和作用	49
2.3.2 分组标志的选择与分组形式	50
2.3.3 频数分布	52
2.3.4 变量数列的编制	53
2.4 包装精美的数据产品——统计表与统计图	59
2.4.1 统计表	59
2.4.2 统计图	64
2.4.3 常见的几种频数分布规律——分布函数	67
本章小结及思考与练习	71
第3章 描述已知总体的状态——综合指标法	76
3.1 总体的基本状态——综合指标与指标体系	77
3.1.1 统计指标和指标体系	77
3.1.2 总体的外部描述——总量指标	80

3.1.3 总体的内部描述——相对指标·····	82
3.2 总体的分布中心与代表——平均指标·····	86
3.2.1 全体变量值的代表——算术平均数·····	88
3.2.2 一种变形——调和平均数·····	91
3.2.3 过程变量值的代表——几何平均数·····	93
3.2.4 顺序变量值的代表——中位数与 N分位数·····	95
3.2.5 多数变量值的代表——众数·····	100
3.2.6 平均数之间的关系·····	102
3.3 总体内部的差异与分散度——标志变异指标·····	103
3.3.1 标志变异指标的概念·····	103
3.3.2 几种常用的变异指标——极差、 四分位差和平均差·····	104
3.3.3 差异的代表——标准差和方差·····	105
3.3.4 变异系数·····	109
3.4 集中趋势与离散趋势综合运用案例·····	110
3.4.1 六西格玛的涵义·····	111
3.4.2 分布偏度和分布峰度·····	113
3.4.3 标准分·····	115
本章小结及思考与练习·····	117

第4章 推断未知总体的状态——参数估计和

假设检验·····	121
4.1 推断的依据——样本的分布律·····	122
4.1.1 什么是抽样?·····	122
4.1.2 统计量的分布律·····	126
4.2 参数估计·····	130

4.2.1	参数估计原理	130
4.2.2	总体均值的区间估计	134
4.2.3	总体方差的区间估计	140
4.2.4	均值之差的区间估计	141
4.2.5	样本容量的确定	145
4.2.6	抽样设计	147
4.3	假设检验	151
4.3.1	假设检验的基本思想	151
4.3.2	假设检验规则与两类错误	152
4.3.3	纳假概率的计算	155
4.3.4	假设检验的一般步骤	156
4.3.5	假设检验与置信区间的关系	157
4.3.6	几种常见的假设检验	157
4.4	方差分析	163
4.4.1	方差分析的基本概念	163
4.4.2	单因素方差分析	165
4.4.3	不考虑交互作用的两因素方差分析	167
	本章小结及思考与练习	171
第5章	推断总体的相互影响——相关与回归	177
5.1	基本概念	178
5.1.1	相关关系的概念	179
5.1.2	相关关系的种类	179
5.2	相关分析	181
5.2.1	协方差	181
5.2.2	相关系数	182
5.2.3	相关系数的显著性检验	185

5.3 一元线性回归分析	185
5.3.1 回归概述	185
5.3.2 一元线性回归模型	186
5.3.3 估计标准偏差与判定系数	191
5.3.4 一元线性回归方程的显著性	195
5.3.5 回归方程的应用	199
5.4 多元线性回归模型	202
5.4.1 多元线性回归模型	203
5.4.2 多元线性回归方程的拟合优度检验	205
5.4.3 多元线性回归方程的显著性	207
5.4.4 多元回归模型中的相关分析	209
5.4.5 应用多元回归方程进行估计	213
5.5 曲线回归模型	215
本章小结及思考与练习	218
第6章 预测总体的变化——时间序列	222
6.1 时间序列的种类和编制方法	223
6.1.1 时间序列的种类	223
6.1.2 编制时间序列的方法	224
6.2 动态分析指标	225
6.2.1 动态分析的水平指标	225
6.2.2 动态分析的速度指标	230
6.3 时间序列的因素分解与测定	234
6.3.1 时间序列的构成与分解	234
6.3.2 长期趋势的测定	236
6.3.3 季节变动的测定	243
6.3.4 循环波动的测定	247

6.3.5 随机影响的测定	249
6.4 时间序列预测方法	250
6.4.1 趋势外推法	250
6.4.2 移动平均和指数平滑法	254
本章小结及思考与练习	258
第7章 复合总体的变动——指数分析	266
7.1 指数的概念和种类	267
7.1.1 指数的概念和作用	267
7.1.2 指数的种类	268
7.2 综合指数与指数体系	269
7.2.1 数量指标综合指数	269
7.2.2 质量指标综合指数	272
7.2.3 综合指数的其他算法	274
7.3 加权平均指数和平均指标指数	275
7.3.1 加权平均指数	275
7.3.2 平均指标指数	279
7.4 因素分析	280
7.4.1 两因素分析	280
7.4.2 多因素分析	283
7.5 几种常见的经济指数	286
7.5.1 居民消费价格指数	286
7.5.2 股票价格指数	292
7.5.3 工业品出厂价格指数	295
7.5.4 固定资产投资价格指数	296
7.5.5 房地产价格指数	297
本章小结及思考与练习	297

第 8 章 对总体的判断和选择——统计决策	305
8.1 统计决策	306
8.1.1 统计决策的基本概念	306
8.1.2 决策的原则	307
8.1.3 决策的步骤	307
8.2 先验决策	308
8.2.1 风险决策和损益矩阵	308
8.2.2 以期望值为标准的决策方法	310
8.2.3 最大可能决策标准	312
8.2.4 决策树	313
8.3 后验决策	318
8.3.1 概念和步骤	318
8.3.2 后验决策分析	318
附录 1 统计用表	322
附录 2 专项调查与社会调查	336
附录 3 统计学常用函数的 EXCEL 算法介绍	351
参考书目	357
后 记	359

第 1 章

统计是什么?

引导案例:

很多人在思考:前人留给我们的最宝贵的财富是什么?我们将留给后人什么财富?经济学家认为是资源;科学家认为是技术;考古学家认为是文物……统计学家的答案则是:认识事物并测量事物关系的方法。人们认识世界万物的过程是艰辛而快乐的,从宗教到科学走过了数千年。统计测量出现不过数百年,对于许多人来说则是刚刚开始。

试回答如下问题:(1)连续掷一枚正常的骰子,前十次都出现六点,第十一次出现六点的概率是 $1/6^1$ 还是 $1/6^{11}$?^① (2)人类可持续发展的条件之一是“保持新生婴儿的性别比例最优”,那么,这个最优比例是不是“1:1”呢?^② (3)分别佩戴红、黄、蓝色镜片的三个正常人能否正确评价出一张“白”纸的颜色呢?^③ 从历史上看,研究掷骰子的起源产生了《概率论》;研究人口性别比例是《统计学》起源之一;而多指标综合评价则是现代统计学的重要内容之一。

① 答案是前者,因为后者代表的是“连续十一次出现六点的概率”。

② 很多人第一次的回答是肯定的,而答案是否定的。

③ “总体”可能同时具有多个特征,需要多个指标才能全面反映。单指标测量如同透过单色镜视物一般,是产生偏差和失真的根源之一。详见第 3 章。

本章学习目标：

1. 了解为什么要学习统计学。
2. 掌握统计学的基本概念、构成要素。
3. 熟悉统计学的研究对象和研究方法。
4. 掌握统计学的内容、统计研究过程。
5. 掌握统计测量有哪些层次并能够举例说明。

1.1 为什么要学习统计学？

谈到统计，许多人都会联想到国内生产总值 GDP、居民消费价格指数等等许多国家统计数字、图形和表格。实际上，从十七世纪以来，统计就已经超出国家统计的范畴，进入数理、生物、人文、工程等领域，形成大量的交叉学科，如经济计量学、管理计量学、心理统计学、生物计量学、数理统计学、统计力学、统计语言学等等。甚至日常生活工作中，也处处可见统计的踪迹：人们在市场买菜对价格的询问、对天气变化情况的咨询、民意调查、上市公司的业绩评估、体育项目的技术统计等等。统计作为一种方法一直在帮助我们用科学的视角看待自然界及人类社会，具有深远的影响。现今，网络信息极度发达的社会使我们生存在一个处处充满着统计的世界，统计越是发达的行业就越具有影响力；使用统计越深入的人和公司就越具有成长潜力；数据挖掘已经成为 2006 年最前沿、最有价值的商务技术；技术统计成为体育项目最重要的工作之一……可是，并非所有的人都能真正了解究竟什么是统计。“不识庐山真面目，只缘身在此山中”，正是现今社会对统计的真实写照。

翻开古今中外史册，我们发现：一个国家、民族乃至整个人类的兴衰都能通过统计甚至统计的兴衰来鉴证。从某种意义上来说

说,人类历史的精华浓缩成了人类的统计史。最久远的统计可追溯到原始社会——随着远古时代人们记数活动的开始,统计实践便产生了。我国最早的统计资料源于国家重要事项的记录,从公元前 21 世纪夏禹立国开始,不仅详细记录重大历史活动成果,而且将统计用作统治手段;古代埃及、希腊和罗马也有关于国情国力的详尽记载。统计的发展一直都伴随着文明产生和文化发源。可以说,统计学是从历史对文明的记载中产生,逐渐发展形成的一门科学。统计实践上升为理论——统计学,在欧美地区是近代的事情,距今约有 300 年的历史。从统计的产生和发展过程来看,大致划分为三个时期:古典统计学、近代统计学和现代统计学。

1.1.1 文明的记录——古典统计学

1. 国势学派

中国古代关于国情的统计描述与十七世纪德国的国势学派是很相似的,但前者较后者早了近四千年。中国的统计方法、统计思想及统计工作,可以上溯到四千多年前的夏王朝。《尚书·禹贡》把当时的中国分为九州,分别叙述了各地的物产、交通、植物特征等情况,又依照土质不同,按照复合分组的方式把田地及贡赋分为九等,这些统计方法都是当时最先进的方法,甚至到现在还在沿用。就是从那时起,中国开始了几千年的天朝大国之路。

中国的统计虽然产生很早,但是一直停留在古典统计学的阶段。中国自秦汉以来形成了封建的大一统国家,结束了春秋战国时期群雄并立的局面,几千年间再没有从横向作国力、国情比较的压力。由于当时的统计同自然科学、社会科学的发展联系较少,古代中国统计学始终没有形成一个系统的学科。政府的科举制度对统计的发展并无明显的促进作用,只是靠民间自发研究来维系统计的存在和应用。统计有如一条流入沙漠的河流,慢慢地消亡了。清人孟森在其译作《统计通论》中写道:“吾统计之传

者，已四千余年于兹。孰知吾国学术，有退无进，即以统计论，方今稍耳其名……观西人之勤于此者三百年，日本之急起而直追者亦四十年。以如是一日不可少之学。而吾士大夫犹梦梦，可哀也。”从此后人只知有欧美统计史而不知有中国统计史，中国的大国地位亦日益衰落，而欧美各国及日本却走向了统计兴国之路，从此拉开了旧中国百年屈辱的序幕。

17 世纪的欧洲，由于经济发展产生了统计学。代表人物是德国的康令 (H. Corning)、阿亨瓦尔 (G. Achenwall) 等。他们在大学中开设了一门新课程，叫做“国势学”。后人称为国势学派。国势学派为统计学这门新兴的学科提供了世界公认的名词“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。主要工作是对国家重要事项的记录，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，偏重于事件的叙述，而忽视量的分析。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；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。严格地说，这一学派的研究对象和研究方法不完全符合现代统计学的要求，只是登记了一些记叙性材料，借以说明管理国家的方法，因此又被称为记述学派。

2. 政治算术学派

十六世纪，正是欧洲英、法、荷、德诸强争雄的时代。欧洲各国皆有危机之感，迫切想要了解本国与他国的政治、社会情况及经济、军事实力的比较。在已进入资本主义的英国产生了威廉·配第、约翰·格朗特这样的统计学大师及以他们为代表的政治算术学派，在当时尚处于封建社会的德国也产生了近代统计学中的国势学派及其代表人物康令和阿亨瓦尔。政治算术学派与国势学派的研究都与各国的国情、国力有关，国势学派主要采用文字记叙的方法，而政治算术学派则采用数量分

析的方法。

从严格意义上来说,政治算术学派作为欧美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,为国家统治者提供决策依据。从数量方面来研究社会经济现象总体,在这个意义上,西方学者认为威廉·配第是统计学的创始人。配第的朋友约翰·格朗特(J. Graunt),通过对伦敦市50多年的人口出生和死亡资料的计算,写出了第一本关于人口统计的著作,说明当时“瘟疫”带来的死亡人数只不过比正常情况下的死亡人数略多,没有必要恐慌。从此,统计的含义从记述转变为专指从“数量”方面来说明国情的重要事项。这为统计学作为一种从数量方面认识事物总体的科学方法,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。它涉及到数量登记、列表、汇总、记述等过程,要求把统计经验加以全面系统地总结并提炼出理论原则;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、制表及指标来显现与深入挖掘数量资料的内涵信息。政治算术学派开创了运用对比分析方法,力求把论证建立在具体的数字上,依靠数字来解释与说明社会经济生活。如果说国势学派提供了统计学的名称和基本内容,那么政治算术学派则提供了现代统计学的实质——方法论。在威廉·配第的时代,中外统计的发展已拉开了距离,各循自身的轨迹发展——旧中国的统计日见衰落,而西欧的统计却日新月异。

1.1.2 文明的发展与发展的文明——近代统计学

统计学在记录文明的过程中成长、发展,同时也促进着文明的发展,加速了历史的文明进程。从18世纪末至19世纪末,统计学的作用主要通过数理统计学派和社会统计学派得以完整的体现。