

高等财经专科学校教材

统计学原理

(第二版)

王涛 曲昭仲 主编

中国财政经济出版社

I
L
N
A
U
Y
E
U
X
I
J
G
N
O
T



高等财经专科学校教材

统 计 学 原 理

(第 二 版)

王涛 曲昭仲 主编

中国财政经济出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

统计学原理/王涛, 曲昭仲主编. - 2 版. - 北京: 中国财政经济出版社, 1998.7

高等财经专科学校教材

ISBN 7-5005-3771-9

I. 统… II. ①王…②曲… III. 统计学-高等学校: 专业学校-教材 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 09416 号

中国财政经济出版社出版

URL: <http://www.cfeph.com>

e-mail: cfeph@dr.cen.net

(版权所有 翻印必究)

社址: 北京东城大街 8 号 邮政编码: 100010

发行处电话: 64033436 经销书店电话: 64033436

北京新华书店印刷 北京新华书店经销

850×1168 毫米, 32 开 9.375 印张 221 000 字

1998 年 9 月第 2 版 1998 年 9 月北京第 1 次印刷

印数: 1-11000 定价: 11.40 元

ISBN 7-5005-3771-9/F·3458 (课)

(图书出现印装问题, 本社负责调换)

编 审 说 明

本书是全国财经类通用教材。经审阅，我们同意作为高等财经专科学校教材出版。书中不足之处，请读者批评指正。

财政部教材编审委员会

1998年3月17日

编写说明

21 世纪将是信息产业形成和迅猛发展的世纪，作为社会经济信息主体的统计信息将越来越受到人们的重视。同时，统计学作为研究事物数量规律的方法论科学，是对各种类数量资料进行调查、整理及分析的工具，是认识自然和社会的有力武器，它为经营管理、经济核算及分析提供了一系列的计量和研究的方法论学说。不论是各级领导，还是普通公民，都应该学会运用统计工具，认识身边的各类事物及其数量规律，以顺应客观规律的要求，做好自己的本职工作。

作为经济工作者，更应该掌握基本统计理论和主要统计方法，通过它来认识社会经济现象及其发展规律。更因为经济学的理论和管理学的方法大多都是建立在统计学的基础之上，所以统计学就自然成为财经管理类各专业必修的专业基础课，该课也就成为掌握经济分析方法的关键，是更好地学习后续课程中数量分析方法的保证。所以，该课程是财经管理、工程技术及社会人口等各专业的必修课，被原国家教委定为财经类各专业的核心课程。为此，本书根据我国财经类各专业的现实及市场经济的客观需要，采取了与传统教材完全不同的内容体系，并考虑到各学校不同的教学体系的要求，在目录中加 * 号的内容供教学中节选。

本书整体上分为三部分，即描述统计、推断统计和其他常用统计技术。该书尽量以通俗的语言，来讲述现代管理中经常应用的较高深的数理知识。考虑到我国传统课程体系的影响，及大多

数财经类专业开设统计类课程的深度和广度的限制，本书对基础知识、基本概念、基本方法及应用等主要内容都做了介绍。它适用于做为财经类、管理类各专业讲授统计知识的教材和经营管理工作参考书。

参加本书编写的人员如下：王涛（导论、第十章）、李健（第一、七章）、吴杨（第二、十一章）、李莎（第三、四章）、曲昭仲（第五、六章及附录）、倪天林（第八、九章）；由王涛、曲昭仲主编，王涛对全书的初稿进行了修改并总纂。因时间仓促，书中难免有不当之处，肯请广大读者给予批评指正。

编 者

1998.3.10

统计原理

目 录

·导 论·····	(1)
-----------	-------

第 一 篇 描述统计

第一章 统计数据的描述基础·····	(13)
第一节 描述统计的基本概念·····	(13)
第二节 统计资料的来源·····	(18)
第三节 统计资料的整理·····	(20)
第二章 统计综合指标·····	(33)
第一节 统计指标设计·····	(33)
第二节 平均指标的测定·····	(43)
第三节 离散指标的测定·····	(57)
第三章 动态指标及分析·····	(66)
第一节 动态水平指标·····	(66)
第二节 速度指标·····	(70)
第三节 动态数列的因素分析·····	(78)
第四章 统计指数·····	(90)
第一节 统计指数的概念与作用·····	(90)
第二节 统计指数的编制·····	(93)
第三节 指数因素分析·····	(106)

第二篇 推断统计

第五章 推断统计基础	(115)
第一节 抽样推断的基本概念.....	(115)
第二节 大样本统计量的分布律.....	(127)
第三节 小样本统计量的分布律*	(133)
第六章 统计估计	(139)
第一节 点估计法.....	(139)
第二节 一个总体均值的区间估计.....	(145)
第三节 其他主要参数的区间估计*	(153)
第七章 统计假设检验	(160)
第一节 假设检验原理.....	(160)
第二节 常用参数的假设检验*	(164)
第三节 假设检验的应用.....	(175)
第八章 统计抽样技术	(180)
第一节 抽样设计的有关问题.....	(180)
第二节 抽样组织方式.....	(183)
第三节 样本容量的确定.....	(192)

第三篇 其他常用统计技术

第九章 统计相关与回归分析	(196)
第一节 相关分析的意义.....	(196)
第二节 一元线性分析.....	(200)
第三节 多元线性分析*	(206)
第四节 非线性分析*	(211)

第十章 统计预测	(216)
第一节 统计预测及程序.....	(216)
第二节 预测模型的统计处理技术*	(221)
第三节 统计预测方法的应用.....	(233)
第十一章 统计决策	(238)
第一节 统计决策概述.....	(238)
第二节 统计决策原则.....	(241)
第三节 统计决策技术.....	(250)
附录一 概率论常识	(260)
附录二 常用统计表	(272)
附录三 书中字符的含义	(286)

导 论

一、“统计”的词义

在我们日常生活中,人们经常使用“统计”一词。该词的含义一般包括如下三个方面:一是统计工作,即对事物数量特征的有关资料进行搜集、整理和分析的活动过程;二是统计资料,即统计工作的对象和成果;三是统计科学,即对统计工作及统计资料规律进行总结和理论概括的系统学说。统计一词的英文为“statistics”,它也有两种含义:即单数表示统计学,复数表示统计数据。可见,统计一词用于不同的场合,其含义也是不同的。但不论何时何地,只要提到统计,人们总是要把它与总计、差异比较、大量的数据分析联系起来,这说明数量性、总体性及相关性是统计学的基本特性。世界上的各类现象的发展变化规律,都表现为质与量的辩证统一,要认识其客观存在的规律性,就必须认识其质与量的辩证关系,认识其数量关系的特征及度的界限,这一切都离不开统计,所以说随着社会的进步、经济的发展,统计学对我们来说将越来越重要。也正因为如此,统计学才成为20世纪发展最迅速的学科之一。同时,在科技进步的今天,统计学更需要不断地充实和完善。

二、统计学发展简史

任何科学都有其萌芽、发展和成熟的过程,统计学也是如

此。人类文明的开始就有了统计活动，即统计工作有着数千年的历史。在这数千年的统计活动中，人们对统计规律的认识逐渐加深，并不断总结规范为统计学。而统计学成为系统和独立的科学只有 300 多年的历史。按统计方法及特征的历史演变顺序，一般可将统计学的发展史分为三个阶段。

（一）古典统计学的萌芽时期（17 世纪 70 年代至 19 世纪初期）

17 世纪中叶欧洲各国相继进入资本主义工场手工业的经济迅速发展阶段，但是某些国家的封建制度尚未解体，这时的欧洲处于思想活跃的社会变革时期。为了适应各国经济发展的不同需要，欧洲各国不约而同地从不同领域开始了统计学的奠基工作，并相继形成了统计学的三大来源，即政治算术学派、国势学派和应用概率理论，这三大来源到 19 世纪初都基本上形成了各自的理论体系，并为近代统计学奠定了理论基础，所以称 17 世纪中叶至 19 世纪初为古典统计学的萌芽时期。

1. 政治算术学派。该学派产生于 17 世纪中叶的英国，主要代表人物是威廉·配第（William Petty, 1623—1687）和约翰·格朗特（Johan Graunt, 1620—1674）。英国古典政治经济学的创始人威廉·配第博士的代表作《政治算术》一书，是经济学和统计学史上的重要著作。在该书中为了给英国资产阶级鼓气，配第采用“数字、重量、尺度”等定量的分析工具，对英国和当时的主要发达国家的经济实力进行了比较分析。其所采用的方法是前所未有的，为此，他也被推举为统计学的创始人，并将其所代表的学派命名为政治算术学派。

约翰·格朗特在 1662 年发表了《关于死亡表的自然观察与政治观察》一书。书中通过大量观察发现了人口各年龄组的死亡率、性比例等重要的数量规律，并对人口总数进行了较为科学的

估计。因此，被认为是人口统计学的创始人。

德国的约翰·彼德·劳斯密尔希（Johan Peter Sussmilch, 1707—1767）深受政治算术学派的影响，并成为该学派的主要代表人物和继承者。其代表作《由人类之出生、死亡及繁殖证明在人类变动中所存在的神的秩序》（1741）一书，对大量不确定现象的比例规律进行研究。这部书虽把事物的规律性看做是神的安排，但它在某种程度上为概率论应用于人类生活奠定了基础。

政治算术学派在当时的欧洲大陆广泛传播，并逐渐形成了两大分支。即以信奉配第为主的经济统计派，和以信奉格朗特为主的人口统计派。18世纪人口统计派占主导地位，并以人口推算为其中心课题。

2. 国势学派。该学派产生于18世纪的德国，其创始人是Helmstadt大学教授海尔曼·康令（Hermann Conring, 1606—1681）博士。他于1660年把国势学从法学、史学、地理学等学科中独立出来，在大学中讲授“实际政治家所必须的知识”。后由马丁·休姆采尔（Martin Schneitzel, 1679—1747）将其更名为《政治学·统计学讲义》。其中统计学一词 statisticum 的语意来源于拉丁语系的“状态”而后转化为“国家”，可见统计学在国势学派看来是指对国家政治状况的研究。

国势学派的最重要的继承人是休姆采尔的学生高特弗瑞德·阿痕瓦尔（Gottfried Achenwall, 1719—1772），他被当时德国誉为“统计学之父”，而他自己则推崇康令为统计学之父，并在1749年确定了统计学（statistik）这一学科的名称及有关统计学的一些术语。

国势学派只是对国情的记述。未能进一步揭示社会经济现象的规律，也不研究事物的计量分析方法，只是用比较级和最高级的词汇对事物的状态进行描述。所以，人们也把它叫做记述学派

(旧学派或德国学派)，并认为国势学派有统计学之名，而无统计学之实。

3. 古典概率论的应用。古典概率论的研究虽始于 16 世纪的意大利，但 17 世纪中叶才得到一般化的解法。并在 18 世纪的法国、瑞士等国得到广泛发展，最终于 19 世纪初叶由法国数学家、统计学家拉普拉斯 (P.S.Laplace, 1749—1827) 在总结前人成果的基础上，出版了名著《概率论分析理论》一书，从而形成完整的应用理论体系。他对统计学的贡献可归纳为：(1) 总结了古典概率论研究成果，初步奠定了数理统计学的理论基础；(2) 他把大数定律作为概率论与政治算术的桥梁；(3) 提出应以自然科学的方法研究社会现象，为数理统计的产生提供了必要的理论依据。

(二) 近代统计学的形成时期 (19 世纪初至 20 世纪初)

近代统计学的主要贡献是建立和完善了统计学的理论体系，并逐渐形成了以随机现象的推断统计为主要内容的数理统计学和以传统的政治经济现象描述为主要内容的社会统计学两大学派。

1. 数理统计学派。19 世纪前半叶，资本主义制度在欧洲许多国家已经成熟，机械唯物论的世界观和自然科学的成果，已否定了所谓的神的秩序，证实了世界存在着自然规律，这为数理统计的建立创造了充分条件。

凯特勒博士 (比利时, Lambert Adolphe Jacques Quetelet, 1796—1874) 深受拉普拉斯的影响，在其《社会物理学》中将概率论引入统计学。认为概率论是适于政治及道德科学中以观察与计数为基础的方法。他以此方法对自然现象和社会现象的规律性进行观察，并认为要促进科学的发展，就必须更多地应用数学。他的统计学著作有 56 种之多，按其贡献可以认为他是古典统计学的完成者，近代统计学的先驱，也是数理统计学派的奠基人；

同时，他还是第一届国际统计会议（1853 年）的召集人，因此，他被称为“近代统计学之父”。

2. 社会统计学派。社会统计学派产生于 19 世纪后半叶的德国。因德国的资本主义产生较晚，所以为之服务的社会统计学派较英国的政治算术学派晚了近半个世纪。但由于当时数理统计学尚未充分发展，社会统计学派便在欧洲大陆占有优势地位，并向世界各国广泛传播。该学派的创始人是克尼斯（K.G.A.Knies, 1821—1898），他认为统计学是一门独立的具有政治算术内容的社会科学。另一位有影响的创始人是乔治·逢·梅尔（Georg von Mayr, 1841—1925），他把统计学作为实质性研究的社会科学，并认为统计学是以社会集团的规律性为其独立的研究对象，以大量观察法为其特殊的研究方法，初步建立了社会统计的学科体系。

社会统计学派的主要代表人物是厄恩斯特·恩格尔（Christian Lorenz Ernst Engel, 1841—1896），他通过工人家庭生活费用调查发现“恩格尔法则”，并用一定消费单位“凯特”表示整个家庭的消费能力等。

（三）现代统计学的发展时期（20 世纪初到现在）

1. 欧美数理统计学。自 19 世纪末叶以来，欧洲自然科学飞跃发展，促进了数理统计学的发展。进化论和能量守恒定律的出现促进了描述统计的完善，是描述统计学派发展的顶峰。20 世纪 20 年代以后，在细胞学的发展推动下，统计学迈进了推断统计的新阶段，到 50 年代这一段是推断统计学派发展最迅速的时期。这期间有影响的理论和大师很多，如世纪初的戈赛特（英 William Sealy Gosset, 1876—1937）的 T 分布理论；20 年代费喧（英 R.A.Fisher, 1890—1962）的 F 分布理论；30 年代的尼曼（波兰 Jerzy Splawa Neyman, 1894—1981）等人的假设检验理论

及置信区间估计等理论；40年代的瓦尔德（美 A. Wasld, 1902—1950）等学者的统计决策理论、多元分布理论等。到了50年代，经过几代大师的努力，推断统计的基本框架已经建成，并逐渐成为20世纪的主流统计学。

20世纪中期至今的几十年中，是统计学全面发展的阶段。由于受计算机和新兴科学的影响，统计学越来越依赖于计算技术，成为数量分析的方法论科学。这一时期统计学的研究和应用范围越来越广，使得人们在现代统计学史中很难找到权威性的代表人物。当今的统计学家只能限制在有限的专业领域内从事某方面的研究，这是现代统计学的主要特点。如科克伦（W. G. Cochran, 1909—1980）的实验设计理论、安得森（Th. W. Anderson）的复变数分析等等。

2. 东方社会经济统计学。十月革命胜利后，苏联的大多数统计学家受社会统计学派的影响，主张统计学是一门实质性的社会科学。1954年3月，由苏联科学院、中央统计局、教育部联合召开了统计科学讨论会，并把统计学定义为：统计学是在质与量的密切联系中研究大量社会现象的数量方面，研究社会发展规律在具体地点及时间条件下的数量表现的社会科学。这一定义对我国及东欧的社会主义国家的影响都很大，在这些国家中形成了以马克思政治经济学为理论基础的社会经济统计学派。该学派是在反虚无论、反消亡论、反万能科学论和反数学形式主义中形成的，并以物质产品为核算范围，建立了物质产品平衡表核算体系（即MPS）。直到1993年以后，该核算体系才逐渐被改革掉，但该学派的影响至今还很大。

3. 统计学的发展趋势。现代主流统计学有四个明显趋势：（1）随着现代数学的发展，更广泛地应用数学方法；（2）统计学与其他新科学新理论的结合，不断产生新的边缘科学或新的统计

分支；(3) 借助电子计算机，使大量数理方法得以普及应用，并成为实证分析的主要工具；(4) 统计的作用，从描述向推断、预测及决策方向发展。

三、统计学的性质

(一) 统计学的性质演变

在统计学的发展过程中，各流派对统计学本质的认识，在不同的国家和不同时期是有明显区别的。300 多年来，各流派在不断争论并不断融合的进程中，共同促进了统计学的发展和完善。

在统计学发展的早期，统计方法的应用主要在社会、经济、人口、生物等领域，同时，也形成了不同领域的应用统计学派。各学派的争议及融合不断地推动了统计方法及学说的发展，并不断产生新的统计学派。在这历史的进程中，“政治算术”与“国势学派”之间的争论最为激烈，即统计学是社会政治经济的计量工具，还是反映社会经济政治状况的学说。这种争论持续了一个多世纪，国势学派才逐渐独立出去，形成国家学或称之为国势学。从国势学派的性质看，它不研究社会经济现象的规律性，也不研究记述或列表的原理和方法，只是把统计学作为社会科学来对待。在政治算术学派的影响下，从国势学派中分离出了表式学派，并进一步统一到政治算术的思想下。所以，政治算术的发展才成为社会统计学派的真正源头，即在古典统计思想中政治算术学派与国势学派的长期争论及融合，为近代社会统计学的产生奠定了基础。

在统计学发展近期（特别是 1882 年以后），在社会统计学派内部对统计学性质和职能展开了“实质性科学”与“方法论科学”的争论，即统计学是研究事物本质规律的科学，还是研究数量处理方法的科学。这种争论使社会统计学派分裂为旧派和新派

两种社会统计学派。20 世纪 30 年代以前认为统计学是实质性科学的旧派在国际上占优势。20 世纪 30 年代以后受数理统计学派的影响，方法论的思想已占主导地位。所以，这种争论最终演变为社会统计学派与数理统计学派之争。

在概率论等科学理论的影响下，统计学作为数学的独立分支是以数理统计为主线发展的，即所谓的数理统计学派。该学派在 20 世纪得到了迅速发展，从大样本向小样本，从描述向推断逐步得以完善，并广泛地应用于自然科学和社会科学的各个方面。同时，在现代统计学派间的争论和融合中，已表现出数理统计从数学、经济学等学科中逐渐分离出来的趋势。

从统计学的发展史中我们可以看出，每一历史阶段的争论结果，都是对统计学性质的进一步确定和完善，因此现代统计学的性质可归纳为如下几个方面：

1. 统计学是方法论科学，而不是实质性科学。即它研究的是事物普遍存在的数量关系的计量和数量分析的方法，并通过数量分析来认识特定事物的内在规律性，但不是研究规律本身。

2. 统计学的应用范围不仅限于社会科学，也不只限于自然科学。由于其方法来自于社会科学也来自于自然科学，所以它可以用于社会现象也可以用于自然现象，即统计学是一种通用的方法论科学。同时统计学也不是依附于实质性科学而存在的方法论，它是独立的方法论科学。

3. 统计学的研究对象既包括确定性现象的总体数量关系，也包括随机现象的总体数量关系，即统计学是研究各类事物总体数据的方法论科学。

（二）统计学的定义

从统计学性质的演变过程可以看出，（统计学是为探索事物数量所反映的客观规律性，而对事物总体的大量数据进行收集、整