



全国高等院校财经类专业教材
QUAN GUO GAO DENG YUAN XIAO CAI JING LEI ZHUAN YE JIAO CAI

统计学原理

TONG JI XUE YUAN LI

安徽大学经济学院
本书编写组 合著

中国财政经济出版社

安徽大学“211工程”建设
【经济学与安徽经济发展】系列项目

统 计 学 原 理

安徽大学经济学院《统计学原理》编写组 合编

中国财政经济出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理/安徽大学经济学院《统计学原理》编写组合编.
—北京:中国财政经济出版社,2004.7
安徽大学“211工程”建设[经济学与安徽经济发展]系列项目

ISBN 7-5005-7411-8

I. 统… II. 安… 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061161号

中国财政经济出版社出版

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

E-mail: cfeph @ drc.gov.cn

(版权所有 翻印必究)

社址:北京海淀区阜成路甲28号 邮政编码:100036

发行处电话:88190406 财经书店电话:64033436

北京财经印刷厂印刷 各地新华书店经销

850×1168毫米 32开 11.875印张 282000字

2004年8月第1版 2004年8月北京第1次印刷

印数:1—5000 定价:16.60元

ISBN 7-5005-7411-8/F·6479

(图书出现印装问题,本社负责调换)

前 言

本教材是为高等学校财经类本科各专业开设《统计学原理》课程而编写。授课计划安排在54~72学时之间,一学期内可根据各专业实际需要自行取舍。

教材内容反映一门学科教学的深度和广度,明示学生在这—学科领域应达到知识水准,从而也体现出一所学校适应现代科学发展,服务于社会教育的能力和水平。

本教材力图体现以下特色:

第一,继承与积累。统计学原理这一学科领域,过去已积累了大量研究成果,其中多数仍然有效,是历史文化遗产在统计科学上的具体体现,应妥善加以保存。不能因其方法简单或其他原因而随意取消。

第二,理论与实际结合。统计学原理阐述统计科学的一般原理和方法,其中包括指导统计工作的原则和组织实施方法,具有较强的实务性。教材应力戒华而不实,空洞无物和脱离实际的学风,对各种统计方法严格筛选,去芜存真,使学生学到的知识能用到将来的实际工

作上。

第三，开拓创新。统计科学是发展的。近年来，产生了不少统计新方法、新理论，其中不乏有价值、有应用前景的内容，统计学原理作为财经类专业的一门主干课程，应博众采长，容纳吸收统计科学最新研究成果。开拓创新是为了与未来相衔接，是一种长远意义上的理论与实际结合。

第四，深入和系统。统计学是方法论科学，方法论也是理论，不宜简单化。对各种统计方法，都应深入浅出，从理论上阐述清楚；并举其源流，扩大读者视野。

学习统计学是一个循序渐进的认识过程，有其自身的规律。教材各章节之间的逻辑联系应清晰可辨，显示良好的系统性，方便教师教好、学生学好课程内容。

本教材由安徽大学经济学院统计学专业教师集体编写。参加人员有（按编写章节先后为序）：汪道明（第一章）、潘林（第二章）、杨芸（第三章）、杨俊龙（第四、五章）、黄源湘（第六章）、徐晓红（第七章）、胡本田（第八、九章）。汪道明担任全书的总纂和校订工作。

统计学的任务，是发掘整理人类有史以来积累的统计文化——统计实务、统计思想、统计理论、统计方法，加以浓缩、凝炼、阐释、归纳，使之成为能够指导现实统计活动的知识经典。我们深知责任重大，工作时不敢稍有懈怠，但受自身水平之限，疏误亦难免于万一，敬希同行专家和读者不吝指教。

编 者

2004年5月

目 录

第一章 导 论	(1)
第一节 统计学的产生和发展	(1)
第二节 统计学的概念、研究对象、性质和基本范畴	(11)
思考与练习	(20)
第二章 数据信息的采集与整理	(21)
第一节 数据信息的分类和来源	(21)
第二节 数据信息的采集	(28)
第三节 数据信息的整理	(39)
思考与练习	(58)
第三章 数据分布特征的描述	(60)
第一节 总量指标和相对指标	(60)
第二节 分布的集中趋势	(72)
第三节 分布的离散程度	(95)
第四节 分布的偏度和峰度	(105)
思考与练习	(108)

第四章 抽样调查	(113)
第一节 抽样调查中的基本概念.....	(113)
第二节 概率抽样方法.....	(121)
第三节 抽样分布.....	(140)
第四节 样本容量的确定.....	(155)
第五节 调查问卷设计.....	(159)
思考与练习.....	(165)
 第五章 参数估计和假设检验	(167)
第一节 参数估计的基本方法.....	(167)
第二节 参数假设检验的原理.....	(186)
第三节 假设检验应用.....	(196)
思考与练习.....	(217)
 第六章 相关分析和回归分析	(219)
第一节 相关分析.....	(219)
第二节 线性回归模型和参数最小二乘估计.....	(231)
第三节 模型的统计检验.....	(237)
第四节 模型预测.....	(246)
思考与练习.....	(249)
 第七章 时间序列分析	(252)
第一节 时间序列概述.....	(252)
第二节 时间序列分析指标.....	(255)
第三节 时间序列的分解分析.....	(267)
思考与练习.....	(282)

第八章 统计指数及其应用	(284)
第一节 统计指数的概念和种类	(284)
第二节 综合指数	(288)
第三节 平均指数和平均指标指数	(300)
第四节 几种常用的统计指数	(310)
第五节 指数体系和因素分析	(315)
思考与练习	(323)
第九章 统计综合分析与评价	(328)
第一节 统计综合分析概述	(328)
第二节 统计比较	(338)
第三节 统计综合评价	(344)
思考与练习	(358)
附表	
1. 二项分布临界值表	(360)
2. 正态分布概率表	(361)
3. t 分布临界值表	(365)
4. χ^2 分布临界值表	(367)
5. F 分布临界值表	(368)

第一章 导 论

第一节 统计学的产生和发展

一、统计起源于认识社会的实践活动

(一) 统计活动的萌芽和初步发展

人类社会的存在和发展离不开社会再生产，再生产是在特定的生产关系条件下，劳动者运用生产资料创造财富的过程，随着再生产规模的不断扩大，生产力也不断发展和进步，人类认识客观世界的要求也越来越高。对于客观世界的认识，包括质和量两个方面。统计就是认识客观世界数量方面的一种基本而有效的方式。

通过统计获得对客观世界数量方面的认识是显而易见的，属于常识范围的实践活动。从这个意义上说，有了人类，便有了统计。但是最初的统计是极其简单的，多是对于单个事物的计量和点数，在尚无文字的上古社会，使用的统计工具是非常原始的，如用小石子、小木棍、小竹签计数，或用绳子打结计数，还有在木、石、骨、泥板上刻线计数等方法。

对事物数量的认识，最初侧重于单个事物的计量。以后随着生产力和社会分工的发展，原始氏族社会的管理实务与经济活动日趋复杂，对单一事物的数量计算已不能满足人们全面观察和认

识事物的需要，于是逐渐产生了总体数量的观念和对总体的计量活动。如氏族公社总人口和一定时期全体氏族成员劳动的总成果这两项数字，常常需要先汇总出来，才能在氏族成员之间实行平均分配。这种带有总体性特点的计量，为统计活动的萌芽。

从原始社会进入奴隶社会后，产生了阶级，建立了国家。统治者为了巩固政权，实现国家的内外职能，需要征集兵员、征收赋税、摊派徭役，从而产生了对人口、土地及某些重要资源和财富的统计调查。进入封建社会，随着社会生产力的发展，国家管理职能不断加强，统计范围有所扩大，统计方法也逐步得到丰富。

但总的来说，封建社会虽然延续数千年，然而统计活动的范围仍较狭窄，多停留在征兵、征税及有关行政活动的记录上。一些统计方法如相对数、平均数、统计图表等，虽已得到实际运用，但没有提升到理论上加以概括，也没有从方法上作出总结。各个国家不同时期都收集了大量统计资料，多散见于当时政治、经济、社会等历史文献中，还没有专门汇编统计数字资料的出版物问世。一些杰出思想家和学者提出的统计思想和观点，同样分散在有关学术著述中，没有形成系统的统计学理论。

我国是世界上最早开展统计活动的国家之一，在古文献和史籍上有大量记载。我国古代思想家对统计活动亦十分重视，通过观察、实践和研究，提出了不少有价值的统计思想。春秋战国时期著名政治家和思想家管仲、商鞅、荀况等就是其中杰出的代表。他们把统计活动的重要性提到关系国家生死存亡和个人事业成败的高度来认识，留下了许多精辟的格言。“不明于计数而欲举大事，犹无舟楫而欲经于水险也”（管仲）；“欲强国，不知十三数，地虽利，民虽众，国愈弱，至削”（商鞅）；“知者明于事，达于数”（荀况）。尤其是管仲，不仅给统计的地位以高度评价，而且是我国古代最早的统计实践者，他提出统计的定义就是“计

数”，统计的性质属于方法论，并在其著述中多次运用统计指标、统计分组、统计调查提纲、统计推算，乃至时间数列、指数等方法，分析各种社会经济问题，得出许多重要的结论。我国古代著名学术典籍《管子》一书，不仅记录了他在治理国家，繁荣经济方面的思想和主张，还记载了他在统计学领域取得的成就。管仲的统计思想和统计实践，比后来被誉为“统计学创始人”的英国学者威廉·配第早 2400 余年。

（二）资本主义生产的跨越式发展使统计成为独立的社会分工

16~17 世纪的欧洲，各国先后进入工场手工业时代，工业、商业、交通和通信都得到迅速发展，国内外市场的激烈竞争，引起对统计信息的更多需求。仅仅依赖政府提供一些征税、征兵和人口统计数字，已远远不能满足经济和社会发展的要求，从而促使统计活动向社会经济的众多领域扩展。至 18 世纪，各主要资本主义国家相继完成工业革命，现代化大生产使社会分工日益精细，统计得到广泛运用，并逐步形成工业、农业、商业、交通、邮电、海关、银行、保险等等专业分支，统计开始成为一种独立的社会分工，官方和民间统计机构纷纷建立，统计活动和统计从业人员随之增多，统计学术思想和统计研究活动也开始起步，竟至出现所谓 19 世纪 30 年代的“统计狂热时代”，社会统计、科技统计、环境统计等分支应运而生，统计活动的范围几乎涵盖社会生活的所有领域，统计方法也在实践中得到不断地改进和完善。

为了满足国家和社会管理各方面对统计数据资料的迫切需要，各国政府纷纷建立独立的统计专业机构，制定统计法规，将统计职能从政府综合机构中分离出来，强化了统计工作的地位和

作用，促进了统计活动的发展。据记载，美国早在 1790 年就开始进行现代意义上的人口普查，之后每 10 年举办一次，并用法律形式将其规定下来。英、法、德等国随之效仿，实行定期的人口普查制度。其他如农业普查、工业普查、商业普查、物价调查等，也相继在各国开展。

（三）统计方法和统计信息处理手段的完善，大大提高了统计的认识能力

统计是认识客观世界数量方面的实践活动，它通过收集和分析数据来实现其预定目的。概率论和其他数学方法的引入，使统计方法出现了崭新的面貌。20 世纪 30 年代，随机抽样方法已为各国普遍采用，不仅解决了大量社会经济现象描述上的难题，而且在分析、研究和探索现象的规律性方面也卓有成效。建立经济模型，模拟现实经济关系和运行规律，预测现象的发展变化趋势，都离不开现代统计方法。20 世纪 50 年代，国民经济账户体系以及投入产出分析方法全面推广运用，使统计认识社会的能力又前进了一大步。

内容广泛的大量统计数据，要求先进的技术手段加以处理。20 世纪后半叶以来，随着电子计算机技术、网络技术和通讯技术不断进步，大大缩短了不同地区之间的时空距离，改进了统计收集、整理、分析、存储、检索、传输以及出版各个环节的技术手段，提高了统计数据处理效率和准确性，为运用复杂的数学方法进行统计分析和统计预测提供了可能，使统计信息的利用和开发程度大幅提高。今天，统计已广泛应用于社会经济的众多领域，发挥着重要的作用。

二、统计学的形成和演化

科学是对实践的经验总结，反过来又成为指导实践活动的工具。统计自不例外，作为实践活动，统计经历了漫长的岁月，积累了不少有效的方法和经验，逐步形成一门科学。

（一）统计学的产生——政治算术学派和国势学派

政治算术学派产生于 17 世纪中期的英国，主要代表人物是配第（Petty，1623～1687）。配第是古典政治经济学创始人之一，著述颇丰。《政治算术》是他写的一本小册子。写作的背景是当时欧洲群雄并起，随着资本主义经济蓬勃发展，竞相对外扩张，形成英国、法国、荷兰等老牌殖民帝国争霸的局面。作为资格最老，完成资产阶级革命最早的英国，一部分中上层人士倍感压力和不安，甚至产生悲观失望的情绪。《政治算术》就是为批驳当时的悲观论调而写，论证英国的现有实力和未来潜力，均非法国和荷兰所能比拟，因而大可不必为前景担忧。这本书并不是讲述统计学的著作，也没有“统计”这类字眼出现，但使用了一种在今天十分普通，而在当时却没有人尝试过的研究方法，这就是总量对比分析法。配第将三国的经济、资源、财富、军事力量的数据并排列出，进行直接比较、分析并得出最终结论。用配第自己的话来讲，就是“用数字、重量和尺度来表达自己的问题。”由此可见，配第的《政治算术》一书，是用数量分析的方法揭示客观现象的数量关系，十分有说服力，引起当时学术界的强烈反响，给予很高评价，不少人效仿这种研究方式，逐渐形成一种学术风格。

配第所使用的数量比较分析方法，恰是后来统计学最基本的方法之一，于是有人便将配第与统计学联系起来，将其主张“用

数字说话”的思想和所运用的比较分析方法归结为统计学发展史上的一个学派，名曰“政治算术学派”。马克思十分推崇配第的“政治算术”思想，他说：“配第创造‘政治算术’即一般所说的统计，”^①认为配第“在某种程度上可以说是统计学的创始人。”^②

国势学派产生于德国，又称记述学派，在17~18世纪的欧洲尤为盛行。当时正值欧洲封建制度走向没落时期，由于美洲大陆的发现，海外殖民地不断扩展，促使各国统治者更加重视欧洲乃至世界的政治经济情况，以便进行国力比较，作为采取重大决策的依据。德国是欧洲传统上较保守的国家，经济和政治都落后于英、荷、法国，这种不利局面也促使德国知识界进行反思，加紧了对各国实际情况的研究。德国国势学派的主要代表人物是康令(Conring, 1606~1681)和阿亨瓦尔(Achenwall, 1719~1772)，两人都是大学教授，康令在他所任教的学校开了一门名曰“国势学”的课程，专门讲述世界各国的“显著事项”。内容涉及历史、行政、司法、艺术、宗教以及风土人情等各个方面，相当于今天大学的“综合知识讲座”，是一种集历史、地理、法律和政治常识在内的混合学科，康令认为这门课很重要，是“实际政治家所必须的知识”。他的讲授方式是纯文字性表述，丝毫没有现代统计学所说的“数量描述”和“数量推断”的内容。据说这门课很受学生欢迎，许多大学也相继开设。有了这门课，也就有了这门学派。阿亨瓦尔是国势学派的主要继承人，由于他发表了两部有影响的学术著作：《欧洲各国国势学概论》和《近代欧洲各国国势学论》，而被德国学界誉为“统计学之父”。我们今天常常难以理解，为什么一门丝毫没有统计学内容的课程被称作“统

① 《马克思恩格斯选集》第三卷，人民出版社1972年版，273页。

② 《马克思恩格斯全集》第23卷，人民出版社1972年版，302页。

计学”，而且成为统计学发展史上一个重要的派别。那是因为我们站在今天的统计学定义上提出的质疑，倘若时光倒流到 300 多年前，人们并未对统计学的概念形成共识，一切尚在探索研究阶段，提出各种不同的观点和定义是十分自然的。何况即使在今天，统计学的定义并未获得完全的共识。

从今天看来，国势学对现代统计学仅有的贡献是 Statistik 这个德文单词，它是 1749 年阿亨瓦尔在《近代欧洲各国国势学论》一书中首先使用的，原意为“国情学”或“国势学”，这也是后代学者将其称为“国势学派”的由来。尽管后来国势学派的理论观点不能代表统计学，但这个德文单词 Statistik（英文为 Statistic）却被保留下来，一直沿用至今。只是其词义由原来的“国情学”或“国势学”，被改为“统计学”，赋予了完全不同的含义。

政治算术学派和国势学派并存近 200 年，它们的共同之处是都主张统计学是一门研究社会现象的科学。《政治算术》写的是三个国家的经济、资源、财富和军事情况，《近代欧洲各国国势学论》写的是各国包括历史、行政、司法、艺术、宗教及风土人情在内的百科知识。都属于社会科学研究范畴，后来的统计学研究者将这两个学派并称为社会统计学派。两个学派所不同的是，政治算术学派重在数量比较分析，使用的方法虽然十分简单，但直到今天，仍然是统计学的基本方法之一，称其为统计学的开端是完全站得住脚的。国势学派则是徒有统计学虚名，纯文字性记述的方法与今天统计学的方法格格不入，当然不能视为统计学的起源，仅仅是统计学发展史上曾经产生过一定影响的派别。

（二）统计学的新领域——数理统计学派

19 世纪中叶，比利时学者凯特勒（Quetelet, 1796 ~ 1874）

把概率论引入统计学，开辟了统计学的新领域，引起许多人的研究兴趣，逐渐形成一门新的学科。1867年，有人将其定名为数理统计学，随之产生了数理统计学派，同时向原来主张统计学仅是研究社会现象数量特征的观点提出质疑，引发了又一次关于统计学定义和性质的历史大讨论。

数理统计学派认为，统计学就是数理统计学，是研究包括社会现象和自然现象在内的一切现象数量特征的方法论科学。认为统计学研究从数据资料开始，这些数据资料来自于自然科学观察和试验的记录和公开的社会经济统计资料。统计学要做的，是运用统计学的特有方法，如概率分布、抽样推断、假设检验、相关与回归等，对大量数据资料进行分析，以揭示所研究现象的特征和规律。至于数据资料通过何种办法和途径取得？如何保证数据资料的真实性和可靠性？则不属于统计学的研究范围。因而，所谓社会统计学是根本不存在的。社会统计学用的一些方法，至多是数理统计学在研究社会现象时的应用而已。

数理统计学派的上述观点很快占得上风。这是因为数理统计学以数学发展的前沿为基础，不仅应用于自然科学实践十分有效，还不断向社会科学领域扩展，被证明同样是有效的。至20世纪初，数理统计学完全确立了优势地位。具体表现为统计学教科书全是介绍数理统计学的一套方法体系，原有的社会统计内容荡然无存。另外，统计学术刊物发表的研究成果，也是数理统计占压倒优势。到后来，人们不再区分数理统计学和社会统计学，而是直接称呼统计学，当然，这是指数理统计学。

（三）统计学在社会主义国家计划经济条件下的一段历程——苏联统计理论

1917年，俄国爆发十月革命，建立了人类历史上第一个无产

阶级社会主义政权，20 世纪 20 年代，斯大林在列宁去世后担负起国家的领导责任，开始进行大规模经济建设，计划经济是社会主义的一大标志，生产、流通、分配和消费，整个社会再生产都在高度集中统一的计划指导下进行，要求统计工作部门提供关于社会和经济发展的准确而全面的数据资料，为制定计划服务。为此，统计机构作为政府的一个部门得到加强，统计工作作为计划工作的基础和前提受到重视。生产资料公有制是社会主义制度在当时条件下的根本特征，国有化和集体化使所有的企业成为政府的附属物，担负起政府工作的基层职能，企业统计成为整个国家统计工作的组成环节，其职责便是按时、准确、全面地向上一级统计机关报送统计数据。来自基层企业的大量统计数据经过层层汇总，形成各级地方直至全国的社会和经济发展情况数据，同时为地方政府和中央政府制定和检查计划、进行经济管理和决策服务。

高度集中统一的计划经济，必然要求统计工作建立全国统一的统计制度，实行统一的分类标准、指标体系、报送程序和表式，以便对收集上来的原始数据进行汇总整理和分析。于是，定期全面统计报表制度应运而生，成为前苏联及以后各社会主义国家收集统计资料的主要组织形式。应当承认，在特定的政治制度和特定的经济体制下，这种收集统计资料的方式是行之有效的，满足了那段时期国家管理经济和社会的需要。在当时经济和社会管理高度集中统一，一切都按计划行事的条件下，如果不用全面统计报表制度，反而采用今天广泛使用的抽样方法来收集资料数据，那只会适得其反，使本可以获得的精确结果变成近似值。

20 世纪 30 年代，前苏联也曾进行过关于统计学概念的争论。作为苏联前身的俄罗斯，数理统计学派本是居于主导地位的，此后却陷入长期受批判的逆境之中。由于政治的介入，社会