

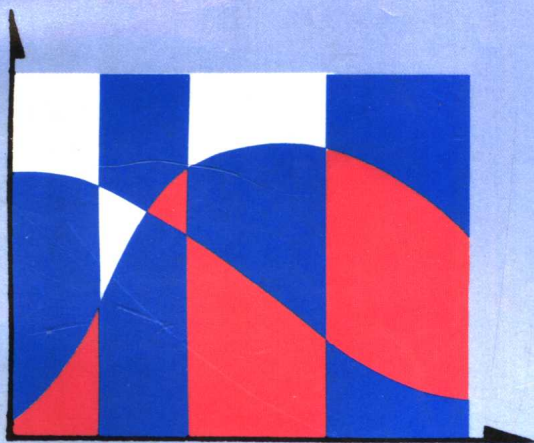
高等财经院校试用教材

刘汉良 ● 主编

统计学教程

TONGJIXUE

GAO CHENG



上海财经大学出版社

高等财经院校试用教材

统 计 学 教 程(修订本)

刘汉良 主编

上海财经大学出版社

统计学教程(修订本)

刘汉良 主编

上海财经大学出版社出版

(上海市中山北一路 369 号 邮编:200083)

新华书店上海发行所发行 上海第二教育学院印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 14.625 字数 407 千

1997 年 8 月第 2 版 1999 年 3 月第 3 次印刷

印数 16 001—22 000

ISBN7-81049-007-9/O·00

定价:19.00 元

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院校试用教材出版。书中不足之处,请读者批评指正。

财政部教材编审委员会
一九九八年三月五日

前 言

统计学是国家教委规定的财经类专业 10 门核心课程之一。为适应这门课程的各类教学需要,曾经出版了多种版本的统计学教材。特别是自 80 年代后期以来,随着我国经济体制改革不断深入和统计体制的变化,以及统计学术界对一些基本理论问题的反思和重新认识,统计学教材也面临着革故鼎新的任务,出现了一些新的版本。这些版本的教材在引进概率论和数理统计方法,努力使社会经济统计学同应用数理统计学结合方面跨出了可喜的一步,作出了颇有启迪的探索。斗转星移,虽然只有几年时间,但是,无论我国经济体制的全面改革或者是高等学校教学实践和学科体系的建设,都发生了很大变化,学生的基础和教学目标也比以往更高。这些新的变化和情况,迫切要求有一种新的教本以满足日常教学大量用书的需要。本教程就是顺应这一需要,在原来作为《上海财经大学丛书》的《统计学》(郑德如主编)和《社会经济统计学原理》(马家善、罗国梁主编)的基础上,组织修改编写的。

本教程编写的指导思想是:根据邓小平同志的建设有中国特色的社会主义理论,坚持以马克思主义为指导,从社会主义市场经济体制建设和同国际统计实践接轨的需要出发,系统阐述现代统计科学的基本理论和方法知识。内容包括:统计调查的组织技术、统计资料整理的方法原则、社会经济统计指标的理论与应用、概率论基础和统计推断、统计指数、时间数列和统计决策等。目的是通过本课程的教学,使学生掌握系统的统计学基础知识,能够适应市场经济问题的实证分析和经济管理的需要。全书按照历史与逻辑相统一的原则,以统计实践过程为经,以统计理论和方法为纬而组成一个较为完整的体系。

本教程的主要特点:

(一)力求反映我国 80 年代改革开放以来,统计学界关于统计学

的性质、研究对象等一系列根本问题的共识,注意吸收本学科新的、比较成熟的研究成果,反映社会主义市场经济体制的社会背景和有关的理论概念,具有时代的气息。

(二)全书内容包括描述统计和推断统计。特别考虑到市场经济条件下,对统计信息的需求越来越大,信息资源的采集和分析越来越复杂的特点,并顺应国际统计科学发展的趋势,本教材扩展了推断统计的内容,力求把数理统计方法同社会经济统计紧密结合起来,贯穿始终,以期使目前非统计专业学生的《数理统计》和《统计学》两门课程逐步统一,从根本上解决两门课程内容重复和理论脱离实际、方法脱离对象的弊端。

(三)注重本学科基本原理、基础知识的阐述和基本技能的训练,并针对财经类专业的特点,着重阐明方法思想,教材正文中一般不作公式推导,有关的内容作为附录单列在书末供教师 and 学员参考。

(四)注意把理论体系的严密性同教学上由浅入深、循序渐进的连贯性统一起来,努力反映长期教学实践的经验,在内容编排、概念阐述、图表配备、例题选择、附表的应用等方面都能符合课程教学法的要求,章前有提要,章末有小结,并附思考题和练习题。

本教程以财经类专业本科学生为主要对象,专科学生使用本教程时,部分章节扩展应用和难度较大的内容可以略而不讲。此外,本教程也可供统计工作者和企业管理人员自学参考。本教程设计课时为每周4课时,一学期18周共72课时,为课堂讲授时间。

本教程由刘汉良主编,负责全书整体结构的设计、全书总纂和定稿。各章编写分工如下:第一、二、六、八、九章,刘汉良;第三章,朱建中;第四、五章,王学民;第七、十章,徐国祥。孙允午同志参与编写了部分练习题;林洁同志编写了计算机应用实例。本书初稿承蒙郑菊生教授审阅;编写过程中,得到上海财经大学统计学系各位同仁的热情支持和帮助,谨此一并致以谢意。

编 者

1995年4月

目 录

第一章 绪 论	(1)
第一节 统计学的产生与发展	(1)
第二节 统计学的性质和特点	(7)
第三节 统计学中几个重要的基本概念	(11)
第四节 统计测定的层次	(17)
小 结	(20)
思考与练习	(21)
第二章 统计调查与整理	(22)
第一节 统计调查的组织方式(一)	(22)
第二节 统计调查的组织方式(二) ——抽样调查	(27)
第三节 调查方案设计	(35)
第四节 统计分组和变量数列	(38)
第五节 统计表与统计图	(48)
小 结	(57)
思考与练习	(58)
第三章 综合指标	(60)
第一节 总量指标	(60)
第二节 相对指标	(65)
第三节 平均指标	(70)
第四节 标志变异指标	(86)
第五节 标准差的应用	(92)
小 结	(98)

思考与练习	(100)
第四章 概率基础	(105)
第一节 概率	(106)
第二节 概率分布	(118)
第三节 二项分布及其他常见的离散型分布	(123)
第四节 正态分布及其他常见的连续型分布	(129)
小 结	(141)
思考与练习	(143)
第五章 参数估计和假设检验	(146)
第一节 抽样分布	(146)
第二节 参数估计	(161)
第三节 分层抽样、整群抽样和等距抽样的估计	(177)
第四节 假设检验的基本原理	(184)
第五节 几种常见的假设检验	(190)
小 结	(199)
思考与练习	(202)
第六章 相关与回归	(205)
第一节 相关的概念和二元概率分布	(205)
第二节 简单线性相关	(211)
第三节 一元线性回归模型	(218)
第四节 多元线性回归模型	(233)
第五节 非线性回归模型	(247)
小 结	(249)
思考与练习	(251)
第七章 非参数统计	(256)
第一节 χ^2 检验	(256)

第二节	成对比较检验	(264)
第三节	曼-惠特尼 U 检验	(269)
第四节	游程检验	(273)
第五节	等级相关检验	(276)
小 结		(279)
思考与练习		(280)
第八章	时间数列	(283)
第一节	时间数列的种类和编制方法	(283)
第二节	动态分析指标	(289)
第三节	时间数列的测定(一) ——长期趋势的测定	(299)
第四节	时间数列的测定(二) ——季节变动、循环变动和剩余变动的 测定	(309)
第五节	时间数列预测方法	(315)
小 结		(326)
思考与练习		(327)
第九章	指数	(330)
第一节	指数的概念和种类	(330)
第二节	综合指数	(332)
第三节	平均数指数和总平均数指数	(340)
第四节	指数因素分析	(346)
第五节	指数的应用	(353)
小 结		(363)
思考与练习		(364)
第十章	统计决策	(367)
第一节	统计决策的一般问题	(367)

第二节 风险型决策方法	(371)
第三节 贝叶斯决策方法	(383)
第四节 完全不确定型决策方法	(392)
小 结	(399)
思考与练习	(400)

附 录

一、练习题参考答案	(403)
二、计算机在统计中的应用实例	(407)
三、数学补遗(部分公式证明)	(421)
四、统计用表	(426)
1. 随机数字表	(427)
2. 正态分布双侧临界值表	(428)
3. 正态分布函数 $N(0, 1)$ 的数值表	(429)
4. t 分布临界值表	(431)
5. F 分布上侧临界值表	(432)
6. 累积二项分布数值表	(434)
7. 累积泊松分布数值表	(442)
8. χ^2 分布临界值表	(444)
9. 威尔科克森 T 值表	(446)
10. 曼-惠特尼检验 U 的临界值表	(447)
11. 检验相关系数 $\rho=0$ 的临界值(r_x)表	(448)
12. 游程检验表 $[P(V \leq \alpha) H_0 \text{ 为真}]$	(449)
13. r (简单相关系数)值表	(451)
14. Z 与 r 的对应值表	(452)
五、主要参考书目	(453)

第一章 绪 论

第一节 统计学的产生与发展

什么是统计？通常所说的统计有三种涵义：统计工作、统计资料和统计学。统计工作是人们对客观事物数量方面进行调查研究的认识活动，包括数据资料的搜集、整理和分析等；统计资料是统计工作的成果，包括调查得到的经过整理具有信息价值的各种统计数据和分析报告；统计学则是一门关于研究客观事物数量方面和数量关系的方法论科学。统计学是统计工作实践经验的理论概括，同时，它又反过来从理论和方法上指导统计工作，推动统计工作不断发展。两者是理论与实践的辩证统一的关系。

统计起源很早。它是随着社会生产的发展和适应国家管理的需要而产生和发展起来的。在原始社会里，人类最初的一般计数活动，蕴藏着统计萌芽。随着奴隶制国家的产生，统治阶级为了对内统治和对外战争，需要征兵征税，开始了人口、土地和财产的统计。中国从公元前 1 000 多年的夏朝开始就有人口、土地等方面的统计。例如分中国为九州，人口 1 355 万人，土地约 2 438 万顷。在差不多同一时期的古希腊、罗马的奴隶制国家里，也有人口、财产和世袭领地的统计。当时生产力水平很低，统计仅处于初级阶段。

封建社会，统计已略具规模。封建君主和精明的政治家日益意识到统计对于治国强邦的重要作用。例如我国战国时期的商鞅（约公元前 390～前 338）就提出，要使国家强盛必须知道“境内仓、口（府）之数，壮男、壮女之数，老、弱之数，官士之数，以言说取食者之数，利民之数，马、牛、刍、藁之数”等所谓“十三数”。至秦汉，已有地方田亩和户口的记录；唐宋则有计口授田、田亩鱼鳞册等土地调查和计算；到明清，又建立了经常的人口登记和保甲制度；等等。

到了封建社会末期,特别是进入资本主义社会以后,社会生产力迅速发展,社会分工愈益精细,交通、航运、贸易日趋发达,国际市场逐步形成。其时,不仅政府需要有包括人口、土地、财富、赋税和军事等方面国情国力的统计,各类企业主、商人为了经营管理和争夺市场,也需要各种商业情报和市场信息,统计逐步扩展到工业、农业、贸易、银行、保险、交通、邮电、海关等部门,并且出现了专业的统计机构和研究组织。统计逐步成为社会分工中的一个独立部门和专业。

正是在这样的历史条件下,统计学应运而生。从17世纪下半叶开始,欧洲出现了一些统计理论著述,并逐步形成不同的学派。从统计学的产生和发展过程来看,可以把统计学大致分为古典统计学、近代统计学和现代统计学三个时期。

一、古典统计学时期

这是指17世纪中叶至18世纪中叶统计学萌芽时期。当时有记述学派和政治算术学派两大学派。

(一)记述学派

记述学派又称国势学派,产生于18世纪的德国。所谓国势学就是以文字记述国家显著事项的学说。由于当时德国许多大学设有国势学这门课程,故国势学派亦称德意志大学教授派。其主要代表人物为康令(H. Coning, 1606~1681)和阿痕瓦尔(G. Achenwall, 1719~1772)。

最早讲授国势学的是康令,他第一个在德国赫尔莫斯达德大学讲授《欧洲最近国势学》,奠定了国势学的基础。

阿痕瓦尔在哥丁根大学开设“国家学”课程,其主要著作是《欧洲各国国势学概论》,书中讲述“一国或多数国家的显著事项”,主要是用对比分析的方法研究关于国家组织、人口、军队、领土、财产等国情国力,比较各国实力的强弱,为德国的君主政体服务。这个学派在进行国势比较分析中,偏重事物性质的解释,而不注重数量分析。实际上,国势学派研究的是历史学的组成部分,属于实质性的社会科学。这个学派被统计史学家称为有其名而无其实,因为“统计学”学科的名词便是由阿痕瓦尔首先提出的;此外,这个学派还广泛应用了“统

计数字资料”、“数字对比”等统计术语和对比的方法,为后人所继承,沿用至今。

随着资本主义市场经济的发展,对事物量的计算和分析显得越来越重要。该学派后来发生了分裂,分化出表式学派,并逐渐发展为政府统计。

(二)政治算术学派

政治算术学派产生于17世纪中叶的英国,创始人是威廉·配第(W. Petty, 1623~1687),其代表作是《政治算术》一书。在这部著作中,他以数字资料为基础,用计算和对比的方法对英、法、荷的实力进行了比较,论证了英国称雄世界的条件和地位。尤为重要的是他所采用的独特的方法,即“对于人口、土地、资本、产业的真实情况的表述方法”。他主张一切论述都用数字、重量和尺度来进行,只重视“诉诸感觉的”即经验上的论证,反对受主观因素左右的思辩的议论。他还提出了用图表形式概括数字资料的理论和方法。这种理论和方法对后来统计学的形成发展有深远的影响。马克思称他为“政治经济学之父,在某种程度上也可以说是统计学的创始人”。

政治算术学派的另一个代表人物是约翰·格朗特(J. Graunt, 1620~1674)。17世纪上半叶,英国多次发生严重的瘟疫,政府定期公布有关人口出生和死亡的数字。约翰·格朗特利用这些资料研究并发表了《关于死亡表的自然和政治的观察》的论著,首次提出通过大量观察,可以发现新生儿性别比例具有稳定性和不同死因的比例等人口规律;并且第一次编制了初具规模的“生命表”,对年龄别死亡率与人口寿命作了分析,从而引起了普遍的关注,使他的名字彪炳于史册。

政治算术学派用计量方法即大量观察法、分类法以及对比法综合研究社会经济问题,具有开创性的意义。尽管当时还未采用统计学之名,却已有统计学之实了。

二、近代统计学时期

18世纪末到19世纪末的一百多年中,统计学有了很大发展,又形成了许多学派,其中主要是数理统计学派和社会统计学派。

(一)数理统计学派

数理统计学派产生于 19 世纪中叶,它是在概率论已有相当发展的基础上,把概率论引进统计学而形成的。其奠基人是比利时物理学家和统计学家凯特勒(A.Quetelet,1796~1874),代表作有《论人类》、《概率论书简》和《社会物理学》等。

凯特勒师承法国数学家、统计学家拉普拉斯(P.S.Laplace,1794~1827),主张用研究自然科学的方法研究社会现象。他正式把概率论引进统计学,使统计学进入一个新的阶段;他最先用大数定律论证了社会生活现象纷繁复杂变化不定的偶然性中存在着规律性,并且提出了误差理论,用来解决统计上的准确性问题。在学科性质问题上,他明确地认为统计学是一门既研究社会现象又研究自然现象的独立的方法论科学。饶有趣味的是他运用自己的理论和方法提出了“平均人”的概念,塑造了一个具有平均身高、平均体重、平均智力和道德品质的人物“模特”,宣称统计的任务就是关于“平均人”的比较研究。如果社会所有的人同平均人没有差异,社会矛盾就会趋于缓和。

凯特勒混淆自然现象和社会现象的本质界限,用自然规律来解释诸如犯罪、道德等社会问题,作出一些机械论的、庸俗化的解释,这是他的历史的局限性。但是,他把概率论同统计结合起来,毕竟为后来数理统计学的形成与发展奠定了基础。

随着社会生产的发展和自然科学技术的进步,统计研究的领域不断扩大,概率论方法的运用也日益增多并渐趋成熟。到 19 世纪末,数理统计学就从统计学中分离出来,自成一派。由于它主要是在英美等国发展起来的,故又称英美数理统计学派。

(二)社会统计学派

19 世纪后半叶,正当英美数理统计学派开始发展的时候,在欧洲又兴起了社会统计学派。

社会统计学派以德国为中心,由德国大学教授克尼斯(K.G.A.Knies, 1821~1898)首创,主要代表人物有恩格尔(C.L.E.Engel, 1821~1896)以及梅尔(G.V.Mayr, 1841~1925)等

人。他们认为统计学是一门社会科学,是研究社会现象变动原因和规律性的实质性科学,以此同数理统计学派的通用方法论相对立。社会统计学派认为统计学研究的是社会总体而不是个别的社会现象;而且,由于社会现象的复杂性和整体性,必须对总体进行大量观察和分析,研究其内在联系,才能揭示社会现象的规律。这是社会统计学派的“实质性科学”的显著特点。从学术渊源上看,他们融合了记述学派和政治算术学派的观点,又继承和发扬了凯特勒强调研究社会现象的传统,把政府统计与社会调查结合起来形成自己的特点。德国的社会统计学派在国际统计学界占有一定的地位,对日本等国的统计学界都有一定影响。

社会经济的发展,要求统计学提供更多的统计方法;社会科学本身不断地向细分化和定量化发展,也要求统计学能提供更有的调查整理、分析资料的方法。因此,社会统计学派也日益重视方法论的研究,出现了从实质性科学向方法论转化的趋势。但是,社会统计学派仍然强调在统计研究中必须以事物的质为前提和认识事物的重要性,这同数理统计学的计量不计质是有根本区别的。

三、现代统计学时期

这是指 20 世纪初迄至今日的统计学发展时期。这一时期是科学技术迅猛发展,社会生产发生巨大变化,人类社会经历了两次世界大战,国际政治风云几番突变的时期。统计科学在这一时期也出现了新的分化和组合。

这一时期,数理统计学由于同自然科学、工程技术科学紧密结合,被广泛应用而获得迅速发展,进入了鼎盛时期。首先,它在随机抽样的基础上建立了推断统计的理论和方法。所谓推断统计,也即通过随机样本来推断总体数量特征的方法。这种方法导源于英国数学家哥塞特(N.S.Gosset,1876~1936)的小样本 t -分布理论。其后由费希尔(R.A.Fisher,1890~1962)加以充实,并由波兰统计学家尼曼(J.Neyman,1894~?)以及 E.S.毕尔生等人进一步发展,建立了统计假设理论。后来,美国统计学家瓦尔德(A.Wald,1902~1952)又将统计学中的估计和假设理论加以归纳,创立了“决策理论”;美国的威

尔克斯 (S.S.Wilks, 1906~1964), 英国的威沙特 (J.Wishart, 1898~1956) 等统计学家对样本分布理论又加以充实和发展; 美国的科克伦 (W.G.Cochran, 1909~1980) 等在 1957 年又提出了实验设计的理论和方法, 进一步拓宽了统计学的范围。

60 年代以后数理统计学的发展有三个明显的趋势: (1) 随着数学的发展, 数理统计学越来越广泛地应用数学方法。(2) 出现了数理统计学的新分支和以数理统计为基础的边缘学科, 新分支如抽样理论、非参数统计、多变量分析和时间序列分析等; 边缘学科如经济计量学、工程统计学、天文统计学等。(3) 数理统计学的应用日益广泛而深入, 尤其是借助电子计算机后, 它所能发挥的作用也愈益明显。由于数理统计学发展很快, 在国际统计学术领域中地位大大提高, 因此, 数理统计学派成为现代统计学的主流派。

这一时期, 以社会现象为研究对象的社会统计学依然在许多国家存在, 并且有所发展, 其基本趋势是由实质性科学向方法论转变。如二次大战后社会统计学派的重要人物德国法兰克福大学教授弗拉斯卡姆波 (P.Flaskamper, 1886~?), 他吸收了英国数理统计学派的通用方法论, 把自然科学中的方法应用于社会现象的研究。但是, 总的来看, 社会统计学发展比较缓慢, 这不仅是因为社会现象本身更为复杂, 而且作为社会科学它还受到社会政治变故的影响。

特别应该指出的是, 这一时期, 由于俄国十月社会主义革命胜利, 在苏联以及二次大战后的其他社会主义国家逐步建立和发展起来的社会经济统计学。社会经济统计学是以辩证唯物主义和历史唯物主义以及马克思主义政治经济学作为理论指导的, 其学说渊源自古典统计学和凯特勒确立的近代统计学, 而且深受德国社会统计学派的影响。社会经济统计学在它产生后的半个多世纪里, 实践上曾经为社会主义国家高度集中的计划经济服务, 在理论上如分组理论、指数理论等也有不少建树, 被认为是统计学史上又一次质的飞跃。但是, 由于二次大战后国际上的冷战局面和意识形态上的对立, 使苏联等社会主义国家的社会经济统计学不能及时汲取世界各国统计学发展的最新成果, 按照科学自身发展的规律不断进步; 特别是

1954年苏联统计科学会议以决议的武断方式来解决学术上的争议,绝对地排斥数理统计学,否认统计学的方法论意义,这就更加扼杀了社会经济统计学发展的生机。

旧中国的统计十分落后,人数不多的统计学者也主要受英美数理统计学派的影响。新中国成立后,输入了苏联的社会经济统计学,并基本上照搬了他们的一套组织体制。在先前的高度集中的计划经济体制下,统计工作曾经发挥了重要作用,取得了很大成绩。但同时由于受到苏联1954年统计科学会议的影响,统计学的发展也缺乏生机,进步迟缓。进入80年代之后,随着中国由原先的高度集中的计划经济体制向社会主义市场经济体制转轨,统计也进入了全面改革的现代化的新时期。统计科学工作者总结本国的丰富的历史经验,同时努力兼收并蓄世界各国统计科学发展的先进成果,正在努力建设一门既符合世界统计科学发展总趋势,又服务于具有中国特色的社会主义建设事业的现代统计学。

第二节 统计学的性质和特点

从上述统计学的发展史来看,统计学是从研究社会经济现象开始的,经过300余年的演变与发展,统计学趋于成熟,成为一门研究客观事物数量方面的独立的方法论科学。从研究对象、方法核心和学科体系上来看,统计学有以下三个重要特点:

(一)它是研究客观事物总体数量方面的方法论科学

任何事物都是质和量的统一,事物的变化也是由量的渐变达到一定程度后才引起质的根本变化的。因此,我们对客观事物的认识,如果只有一般质的认识而不知其量的方面,那就是不全面、不深刻、不具体的。正因为如此,毛泽东说:“胸中有‘数’。这是说对情况和问题一定要注意到它们的数量方面,要有基本的数量分析。”任何科学都是人类对客观世界认识的结晶。早在一百多年前,马克思就指出:一种科学只有当它达到了能够成功地运用数学时,才算真正发展了。这就是说,科学本身的发展程度也决定于它对客观世界数量方