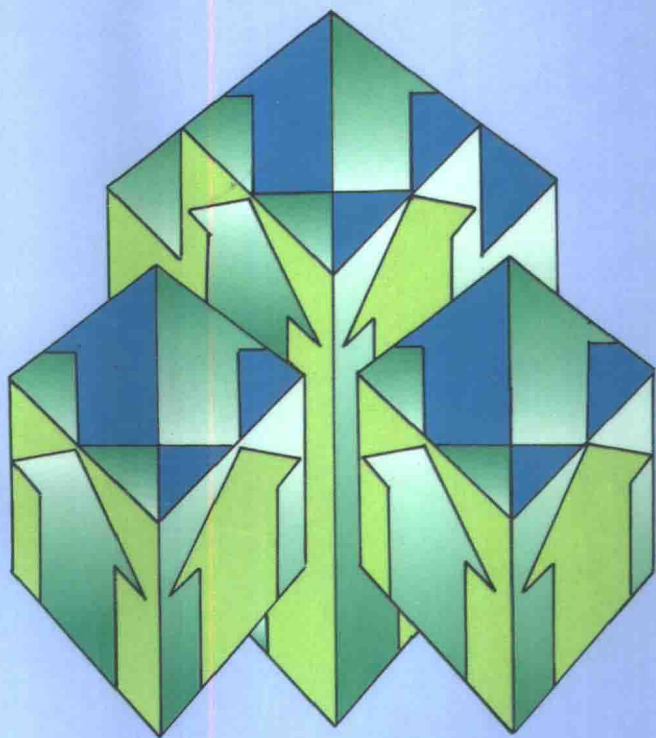


现代统计学

XIAN DAI TONG JI XUE

主 编 林 洪 罗良清



经济管理出版社

现代统计学

主 编 林 洪 罗良清

副主编 魏和清 刘小瑜 漆莉莉 晓 斌

经济管理出版社

责任编辑 卢小生

版式设计 王宇航

责任校对 孟赤平

现代统计学

主 编 林 洪 罗良清

副主编 魏和清 刘小瑜 漆莉莉 晓 斌

出版:经济管理出版社

(北京市新街口六条红园胡同8号 邮编:100035)

发行:经济管理出版社总发行 全国各地新华书店经销

印刷:北京市通县觅子店印刷厂

850×1168 毫米 1/32 11.5 印张 322 千字

1996 年 12 月第 1 版 1996 年 12 月北京第 1 次印刷

印数:1—6000 册

ISBN7 - 80118 - 385 - 1/F·365

定价:14.80 元

·版权所有 翻印必究·

(凡购本社图书,如有印装错误,由本社发行部负责调换。

地址:北京阜外月坛北小街2号 邮编:100836)

前 言

在1992年11月1日正式颁布实施的中华人民共和国《学科分类与代码》中,统计学与管理学、经济学等学科一起,同列为一级学科。同时,国内又有了“大统计学”的观点提法和讨论,形成了近年来少有的统计界各学会和各学派日趋密切的相互交流、促进、融合的浓郁学术氛围。这些都为重新构筑、完善和发展统计学学科理论方法体系提供了一个难得的、十分重要的契机。

作为长期从事统计理论研究的群体,我们愿在充分借鉴汲取国内外同行相关成果的基础上,以多年的潜心研究和积累,为新统计学学科体系的构造与完善尽绵薄之力。故聚集体智慧,力足在实用,着笔于出新,将这部新作奉献给广大读者。

本书重新构造了统计基本理论体系,全书体现了如下特点:
(1)按统计认识过程而非统计工作过程构建理论体系;(2)按历史和逻辑的线索展开方法内容;(3)将理论思考与实证分析联为一体,叙述力求精练、缜密。本书是对现代统计理论方法的一次探索和创新,适合统计教学科研人员参考和提供给各专业学生及对统计学感兴趣的读者使用。

本书由林洪、罗良清任主编,负责研究大纲设计;魏和清、刘小瑜、漆莉莉、晓斌任副主编,参与大纲讨论。本书的撰写分工是(以章节为序):林洪(第一章和第六章)、李志强(第二章)、漆莉莉(第三章)、魏和清(第四章和第八章)、刘小瑜(第五章和第十三章)、程振源(第七章)、罗良清(第九章、第十章和第十四章)、李海东(第十一章)、杨廷干(第十二章)、晓斌(第十五章)和蔡定萍(第十六章)。

唐保君、王学群、欧阳锋等协助进行了书稿的整理工作。全书最后由林洪修改定稿。

统计学作为一门发展中的学科,对其认识和研究也是一个渐进的、不断深化的过程,由于自身水平的限制,书中疑有不少错误,故希望读者批评指正。

编 者
1996 年 11 月

目 录

第一章 导论	(1)
§1 计数活动与统计学的产生	(1)
§2 统计的涵义和应用	(7)
§3 统计的基本方法.....	(10)
§4 量度层次和计量尺度.....	(14)
§5 统计学中的基本概念.....	(16)
本章问题	(19)
第二章 统计调查与整理	(21)
§1 统计调查方案设计.....	(21)
§2 调查方法改革与统计调查误差.....	(25)
§3 统计整理.....	(27)
§4 分布数列.....	(34)
本章问题	(36)
第三章 统计综合指标(上)	(38)
§1 总量指标与相对指标.....	(38)
§2 数值平均数.....	(40)
§3 位置平均数.....	(48)
本章问题	(52)
第四章 统计综合指标(下)	(55)
§1 离散程度指标的概念和作用.....	(55)
§2 离散程度测定.....	(56)
§3 组距数列方差与总方差分解.....	(62)
§4 偏度与峰度.....	(66)

本章问题	(71)
第五章 时间数列分析	(72)
§ 1 时间数列的概念和种类	(72)
§ 2 动态分析指标	(75)
§ 3 长期趋势与季节变动测定方法	(87)
本章问题	(98)
第六章 指数理论与方法	(102)
§ 1 指数的外延和内涵	(102)
§ 2 综合指数	(107)
§ 3 平均数指数	(115)
§ 4 平均指标指数	(122)
§ 5 因素分析	(126)
§ 6 指数数列的链接与指数平缩	(135)
本章问题	(138)
第七章 概率分布理论	(141)
§ 1 几种常用的概率分布	(142)
§ 2 随机变量的数字特征	(148)
§ 3 大数定律与中心极限定理	(151)
§ 4 抽样分布	(154)
本章问题	(160)
第八章 抽样推断方法	(161)
§ 1 抽样推断的概念	(161)
§ 2 抽样组织形式及抽样误差计算	(163)
§ 3 总体参数估计与样本容量确定	(171)
§ 4 总体参数假设检验	(177)
本章问题	(185)
第九章 相关与回归分析	(187)
§ 1 相关分析	(187)
§ 2 回归分析	(192)

§ 3 多元线性回归与复相关分析	(199)
§ 4 自相关与自回归分析	(202)
本章问题	(205)
第十章 非参数统计	(207)
§ 1 符号检验	(207)
§ 2 秩和检验	(212)
§ 3 游程检验	(216)
§ 4 等级相关系数检验	(221)
§ 5 χ^2 (卡方)检验	(225)
本章问题	(230)
第十一章 统计决策	(232)
§ 1 统计决策的一般问题	(232)
§ 2 不确定型决策	(236)
§ 3 风险型决策	(242)
§ 4 贝叶斯决策方法	(255)
本章问题	(261)
第十二章 国民经济核算概论	(265)
§ 1 国民经济核算的基本概念	(266)
§ 2 两大核算体系的回顾	(271)
§ 3 中国新国民经济核算体系的基本结构和 主要内容	(277)
本章问题	(287)
第十三章 国民经济生产条件指标与生产指标	(288)
§ 1 生产条件指标	(288)
§ 2 生产指标	(301)
本章问题	(307)
第十四章 国民经济流通、分配和使用指标	(308)
§ 1 流通指标	(308)
§ 2 分配指标	(315)

§ 3 使用指标	(319)
本章问题	(325)
第十五章 国民经济综合评价分析方法	(326)
§ 1 国民经济综合评价分析概述	(326)
§ 2 综合评价分析的一般方法	(328)
§ 3 模糊数学在统计综合评判中的应用	(332)
本章问题	(337)
第十六章 统计工作的组织与管理	(340)
§ 1 统计工作的组织	(340)
§ 2 统计工作的管理体制	(342)
§ 3 统计的法制	(347)
本章问题	(352)
附表 1 正态分布面积表	(353)
附表 2 t 分布表	(355)
附表 3 F 分布临界值表	(357)

第一章 导 论

当今世界,人们在社会、经济、科技等各个领域都感受到信息的作用和影响。统计已经成为了广泛应用于经营管理、社会和自然科学等领域的一门独立的方法论学科。步入统计的世界,人们将会得到许多实用、有趣的东西。同时,又会提出不少问题:比如,统计是什么?它有什么作用?为什么用商品零售物价指数可以反映社会零售商品价格总水平变动?为什么在衡量社会和国民经济发展水平、速度以及比较其构成和相互关系时,要频繁地使用诸如国民生产总值(GNP)、国内生产总值(GDP)等统计指标?为什么只调查少数人的人均收入就可以了解一地、一省乃至全国的人均收入?等等。这些问题都需要由统计学来回答。

我们从何处步入统计学的殿堂呢?德国的斯勒兹(A. L. V. Schölzer, 1735—1809 年)曾经说过:“统计是动态的历史,历史是静态的统计。”这说明统计学的产生与发展是和人类的文明历史、社会进步紧密相联的。

如果循着计数——统计——统计学这条历史的、逻辑的线索去追溯和探求,这会有助于读者把握统计的产生和发展、统计的特征和方法、统计计量和统计基本概念等内容。

§ 1 计数活动与统计学的产生

一、人类的计数和统计活动

(一)人类的计数活动

据考证,数字概念的形成远在文字出现之前。伴随着计数方法的产生、计量单位和度量衡的使用,尤其是生产力发展和劳动交往的增多,产生了对计数和计数活动的要求。原始社会人类的计

数,主要通过以下形式实现:(1)以人类灵巧的十个手指充当计数的天然工具;(2)利用石子、贝壳、小木棍等自然物作为算筹进行计数;(3)利用绳索的颜色、长短、粗细及在绳索上打结的多少来表现和记载数字;(4)在树木、石头、泥坯等上面进行刻痕划线来表现和计算数字。

人类最初的计数活动,主要表现在对人们的剩余劳动成果或其视线所及的劳动对象加以清点和计量。这就决定了计数本身只是一种零散的、无组织的、非经常性的和范围有限的个人活动。当社会生产力发展到一定阶段,人类的计数活动就变得越来越频繁、普遍和复杂了。随着人类社会组织机构的建立与健全,开始逐渐地出现了一种满足全社会需要、目标一致的计数活动。它是一种具有总体性特点的计数活动,目的是为了获得对人类社会所关切的有关人口、经济、自然等方面内容的总的认识。特别是在国家出现之后,统治者为了实现国家的职能,需要进行征兵和课税,于是开始普遍地对国家的人口、财产、土地等方面进行清点计数。尽管这些活动与每个个人并无直接的关系,但统治者利用其权力仍将其强制地转变为一种国家活动。于是,一种具有特定目的、特定程序和一定组织形式的总体计数活动——统计便开始出现了。

(二)人类的统计活动

从公元前 21 世纪夏禹立国开始,中国的统计活动就被明显地作为奴隶制国家的治国手段。《史记》记载,“禹平水土,定九州,计民数。”意思是说,夏禹立国后就勘定国土面积,统计民口数量。据考证,夏禹时代所统计的人口和土地的数字,被刻在当时作为国家政权标志的九鼎上,称为“铸九鼎”。统计活动在人类历史上的重要性和权威性,由此也可见一斑。作为治国的手段和管理的工具,统计活动在世界范围内也相继产生和开展起来。例如,公元前 4—3 世纪,埃及托勒密王朝为了稳定国库收入,对王室土地和其它各类土地及产品都进行过统计;公元前 2030 年,古犹太进行过人口统计;在公元前 933 年,为了增加赋税和劳役,犹太王所罗门

进行了人口和财产调查。此外,在古波斯、古印度、古希腊和古罗马等古代文明国家有关国情国力的调查也相继展开。从统计活动的内容来看,人类最初的统计活动,多涉及有关人口、财富和军事等方面的国情国力。历史发展到封建社会,统计活动及其成果已具规模。同时,也萌发和发展了有关计数与国情调查的思想,例如管仲的《七法篇》;毕达哥拉斯的计数研究;亚里士多德的城邦理论;范蠡的经济循环预测;商鞅的“强国知十三数”和韩非的“参伍”分析法等,不一而足。其中最有影响的是商鞅的“强国知十三数”。所谓“十三数”,是指一个国家的基本国情国力,应该包括十三个方面的数字资料。《商君书》载:“欲强国,不知国十三数,地虽利,民虽众,国愈弱至削。”生产力的发展、生产方式的进步和国家管理的客观需要,活跃了人类的统计思想,刺激了新的、科学的统计方法的出现和应用,由此促进了统计活动的发展,也为从理论上对统计加以系统概括和总结提供了必要的准备。

二、统计学的产生与发展

与长达数千年的统计活动相比较,统计学作为一门独立的学科,不过是数百年前的事情。原始和封建的社会生产关系,限制了人们对统计活动认识的升华。在资本主义生产关系确立以后,为了适应生产力发展和国家管理的要求,产生了统计学这门独立学科。一般认为,统计学的产生与发展有三个影响源泉:即英国的政治算术、德国的国势学和法国的概率统计。

(一)英国的政治算术

1662年,伦敦商人格朗特(J. Graunt 1620—1674年)出版了《关于死亡表的自然和政治的观察》一书,这是一本关于人口数量变动规律以及如何处理人口统计资料方法的专著。书中的观点及其影响,使其成为政治算术学派的创始人之一。人们一般认为,政治算术学派的主要代表人物,当推英国经济学家配第(W. Petty 1623—1687年),其代表作《政治算术》(1676年完稿,1690年出版)的问世,成为统计学诞生的标志。《政治算术》是针对英国与法

国、荷兰的国情,运用大量实际统计资料,进行三国国力的对比,得出英国整体国力强于法、荷两国的结论。配第崇尚对事物数量方面的研究,采取比较分析的实证方法,反对空泛和主观想象。他的利用数字、重量和尺度来说话的方法,为统计学的创立奠定了基础。对此,马克思称“配第创造《政治算术》,即一般所说的统计。”(《马克思恩格斯全集》第20卷,第255页)统计在历史上,长期处在对事物的记述阶段。直到《政治算术》问世,人们才有意识地对事物的数量方面进行对比分析,并在研究事物数量及关系的同时,还摸索和发展了如何表现和说明事物数量各种关系的方法。配第的政治算术为人们所接受和发展,在欧洲大陆出现了一批政治算术学者,出了大量研究成果,形成了一大学术派别,称为“政治算术学派”。由于政治算术一直未采用“统计学”这一科学命名,故人们又将其称为有实无名的统计学。

(二)德国的国势学

国势学的创始人是德国西尔姆斯特(Helmstedt)大学教授康令(H. Conring 1606—1681年)和哥廷根(Gottingen)大学教授阿亨瓦尔(G. Achenwall 1719—1772年)。康令在大学开设了一门新课程“Staatenkunde”,原意是对各个国家情况的比较叙述,实际上是一门以文字记述和比较为主的反映各国国情国力的学问。康令把对国情的一般叙述变成一种系统学问的研究,引起了许多学者的兴趣。因此,有关国势学的研究在德国很快流行起来,形成一大学术派别,称为“国势学派”,亦称“记述学派”。阿亨瓦尔则继承和发展了康令的思想,他认为,凡是能左右国家繁荣富强的事项,可称为是“国家显著事项”,国家显著事项的总和,就构成这个国家的内容。而国势学就是研究一国或数国显著事项的学问,“即关于国家组织、人口、军队、领土、财产、地面和地下资源等事实的学问”。他还为“国势学”创造了一个新的德文词汇“Statistik”,即“统计学”,1787年,英国博士齐默尔曼(E. A. W. Zimmerman)根据语音,把Statistik译成英语Statistic,后经英国爵士辛克莱(J. Sinclair

1754—1835 年)的大力推广,“统计学”一词陆续为英语世界和其他语种国家所接受。这些国家翻译的“统计学”,从字音或字形上十分接近 Statistic。19 世纪后半叶,“统计学”传到日本,日本学者根据意思采用汉字“统计学”来表示,后者又传到中国。国势学对国家显著事项的研究,着重于文字比较和记载,其叙述很少涉及数量方面的观察,只是采用一些笼统的形容词来说明,如“人口稠密”、“土地广阔”等等,未把对事物的数量对比分析作为自己的基本特征。它对统计学的产生和发展的影响,主要是体现在其学名和其研究对象(即国家显著事项)上。因此,国势学也被人们称为是有名无实的统计学。

(三)概率论与数理统计

概率论的出现,是以两位法国数学家帕斯卡(B. Pascal 1623—1662 年)和费马(P. D. Fermat 1601—1665 年)通信解决赌博中的“得点问题”(Problem of points)作为标志的。两位学者将赌博中断赌金分配问题的解法总结为一种通则。因此,吸引了众多学者把赌博的数理讨论推向深入,逐步建立了严谨科学的概率、数学期望等重要概念及运算法则,逐步从随机性游戏分析发展成一门方法论。而瑞典数学家贝努利(J. Bernoulli 1654—1705 年)的卓越研究成果——“贝努利大数法则”,第一次用数学公式的形式来刻画事物必然性与偶然性之间的辨证关系,它是在概率论与统计学之间起着重要桥梁作用的“大数定律”的最初形式。此后,在 D. Moivre, Buffon, D. Bernolli, Bayes, Legendre 等众多学者努力下,概率理论日趋成熟,而集大成者是法国数学家、统计学家拉普拉斯(P. S. Laplace 1749—1827 年)。正是他们的不懈努力,建立了中心极限定理等一系列概念和法则。在概率论的基础上,以样本概率分布数理分析为发端的数理统计在 F. Galton, K. Person, F. Edgeworth 等学者的研究和推动下得以形成和发展。概率论与数理统计的创造者和发展者们,将他们在解答诸如赌博等特殊问题中所研究出来的有效法则和方法一般化、条理化,并在将其与统计

学融合,使之逐渐形成适用于自然科学、社会科学的统计方法论的过程中,做出了重大贡献。

凯特勒(L. A. J. Quetelet 1796—1874 年)生于比利时的甘特(Ghent),大学毕业后从事数学工作,他先后被政府派往巴黎和伦敦学习。对古典概率和政治算术的耳濡目染,给他以后的统计事业带来了十分深远的影响。19 世纪中叶,主要是凯特勒将概率论与数理统计引入于统计的各个领域,通过大量观察和计算平均数的方法,对天文、气象、物理尤其是社会现象进行规律性的研究。他在探索人类自身规律的过程中,运用概率理论,提出了独特的“平均人”思想,进而把整个统计学的理论构筑在大数定律的基础上,形成和确立了统计学是一门对客观现象数量方面进行研究的通用方法论学科的观点,也对解决政治算术学派、国势学派以及其他学术派别在统计学科属性上的纷争施加了重大影响。凯特勒将统计学的三个主要源泉:英国的政治算术、德国的国势学、法国的概率统计加以融合、统一,形成和发展了近代意义的统计学。“即不只是政治算术,而是在原理和方法上初具规模,变成了通用的统计学。”(杨坚白:《统计学理论研究》,北京出版社 1983 年版,第 68 页)他提出和发展的关于统计学是应用于任何事物数量研究的最一般方法的思想,几乎左右了统计发展的趋向。

(四)现代统计学的发展趋势

从 19 世纪中叶开始,统计学已步入现代统计学阶段。现代统计学无论是在理论方法还是在应用范围上都有了极大发展,在自然科学和社会科学各个领域的研究和应用上,统计学都已成为不可缺少的工具,它主要表现出以下特征:

1. 统计理论和方法不断得到完善和深化。随着应用范围的扩大和要求的提高,统计学自身进行了完善和深化,对于确定性的或非确定性的、连续的或离散的、线性的或非线性的客观事物的数量表现,现在基本上都有了较为完备的理论和方法去加以研究,同时还在继续发展一些新的统计方法。

2. 计算机的使用和统计软件的问世强化了统计计算手段。国外开发了一系列统计软件如 SPSS、SAS、IMSL、GB-STAT 等,我国也开发研制了多种实用的统计软件。计算机和统计软件的使用大大减轻了统计计算和分析的工作量。并且那些复杂的难以从理论上证明的新的统计方法,也可以通过计算机进行模拟论证。统计手段的强化,为统计应用开拓了广阔的前景,两者形成了互为促进的良性循环。

3. 通用方法论科学的属性更加突出。统计学的发展是一个风风雨雨的进程,到今天已进入了一个“久分必合”的通用方法论时期。摒弃各种学派之争,求同存异,建立独立的、通用的统计方法论学科,已是历史的必然。1992 年 11 月 1 日,我国国家技术监督局发布《学科分类与代码》的国家标准,将统计学与数学、管理学、经济学等同列为一级学科予以公布,这给统计学发展提供了一个新的契机,统计理论界和统计部门可尽力把握这一机遇,共同开创统计学的光明未来。

§ 2 统计的涵义和应用

一、“统计”的涵义

统计学的英文名词有单、复数之分,单数名词的统计学是表示一门科学,复数名词的统计学是表示统计资料或数据。汉语“统计”一词的涵义包括三个方面的内容,即统计工作、统计资料和统计学。统计工作是指对客观事物总体数量方面进行计量、核算和分析的活动及过程;统计资料是统计工作的成果,表现为对客观事物总体数量方面加以反映和说明的各种数据;统计学则是对统计工作及其成果的理论概括和总结。三者紧密相连,体现出一种工作与成果、实践与理论的关系。

二、统计的职能

统计的职能是收集、整理和提供信息。统计信息是信息主体,与其他信息相比较,统计信息具有数量性和总体性两个重要特征。

统计信息的数量性特征,表明统计是从数量方面来认识和反映客观事物的。例如,要认识社会经济现象,就需要从现象的规模、水平、速度、比例等数量方面进行计量和研究,就需要用绝对数、相对数和平均数进行比较和分析。通俗一点讲,统计信息要“用数字、重量和尺度来说话”。

统计信息的总体性特征,表明统计反映和研究的是客观事物总体数量方面,而不是其个体数量表现。统计虽然是从收集、整理个体事实开始,但它总是以事物总体数量方面作为研究和反映的对象。即统计是借助于将个体事实过渡到总体数量表现,来获得综合指标以反映和表现客观事物的。例如,通过对城镇居民家庭收支抽样调查,得到 1994 年全国城镇居民人均年收入为 3179 元,这个数据不是用来说明个别城镇居民的具体收入情况,而是要反映全国城镇居民收入的一般水平。个别单位的具体数量表现存在着差异,但就其同类单位的总体来说,由于偶然和次要因素影响所带来的数量差异会相互抵消掉,从而显现出事物的总体数量规律。所以,其数量表现又具有相对稳定性。统计反映和研究客观事物总体数量方面,也不排除认识个别的、具体的现象,但这种认识只是为了丰富总体数量方面的内容,而不是其他。

就政府统计职能而言,除了上述信息职能外,还有咨询和监督两种职能。因此,统计的信息、咨询和监督并称为统计的三大职能。咨询职能是指利用已经掌握的统计信息,用科学的分析方法和技术,深入开展综合分析和专题研究,为科学决策和管理提供各种咨询建议 and 对策方案。监督职能是指根据统计调查和分析的结果,及时准确地从总体上反映经济、社会和科技的运行状况,并对其实行全面系统的定量检查、监督和预警,以促使国民经济按照客观规律的要求,持续、稳定、协调地发展。统计三大职能是相互联系、相辅相成的,信息职能是保证咨询和监督职能有效发挥的基础,咨询职能是信息职能的延伸和深化,而监督职能则体现了前两个职能在外延和内涵上的拓展。