

统计学

TONGJIXUE

侯 峰 主编



中国商业出版社

统 计 学

主 编 侯 峰
副主编 王国定
任建智
宋 安

中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学/侯峰主编. —北京:中国商业出版社,1998.8
ISBN 7-5044-3407-8

I. 统… I. 侯… II. 统计学 N.C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(98)第 20335 号

责任编辑 刘毕林

中国商业出版社出版发行
(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

中国石油报社印刷厂印刷

850×1168 毫米 32开 14.25印张 362千字

1998年8月第1版 1998年8月第1次印刷

定价:24.00元

(如有印装质量问题可更换)

前 言

统计方法是认识社会、管理国家的重要工具,统计信息是社会经济信息的主体,为国家实施宏观管理和调控,制定政策和计划提供重要的事实依据。因此统计工作是我国现代化建设中一项基础工作,各行各业的业务活动都离不开统计。在当代,能否掌握和精通统计理论与方法已经成为衡量一个管理人员、科学研究人员素质高低的重要标准。

本书较为全面、系统地阐述了统计的基本理论和方象,既为进一步学习专业统计学提供必要的基础知识,也为学习其他专业课程提供数量分析的手段。在编写上力求通俗易懂,简明扼要,着重应用,便于自学。本书既适合作财经院校各专业统计学教材,也可供政府机关、企事业单位统计工作人员阅读。

本书编写分工是:侯峰编写第一、九章,王国定编写第二、六、八章,任建智编写第三、四章,宋安编写第五、七章,兰新梅编写第十章。

由于作者水平有限,书中存在的不足之处,敬请读者批评指正。

编者

1998年3月于太原

目 录

第一章 总论	1
第一节 统计学的产生和发展.....	1
第二节 统计学的研究对象.....	9
第三节 统计学的基本方法	12
第四节 统计学中的若干基本概念	16
第五节 统计指标体系及其设计	22
第六节 统计学与其他科学的关系	33
第二章 统计调查与资料整理	35
第一节 统计调查的意义和种类	35
第二节 统计调查方案	41
第三节 统计调查的组织方式	47
第四节 资料整理	56
第五节 统计分组	60
第六节 次数分布和分布数列	74
第七节 统计表	81
第三章 统计指标	86
第一节 统计指标的基本问题	86
第二节 总量指标	88
第三节 相对指标	92
第四节 平均指标.....	103
第五节 变异指标.....	122
第六节 动态指标.....	136
第四章 概率论的基本概念	163
第一节 随机试验与随机事件.....	163

第二节	概率的定义	166
第三节	条件概率	172
第四节	独立性	178
第五章	抽样分布	181
第一节	随机变量及其分布	181
第二节	随机变量的数学特征	204
第三节	抽样分布	211
第六章	抽样调查	229
第一节	抽样调查的一般问题	229
第二节	抽样误差和抽样估计	236
第三节	抽样方式	251
第四节	抽样方案	263
第五节	抽样误差的应用	268
第七章	假设检验	280
第一节	假设检验的基本思想和步骤	280
第二节	参数假设检验	287
第三节	总体分布的 χ^2 检验	301
第八章	相关与回归分析	306
第一节	相关分析的一般问题	306
第二节	简单直线相关分析	312
第三节	回归分析与一元线性回归	320
第四节	非线性回归	329
第五节	多元线性回归	335
第九章	时间数列分析	340
第一节	时间数列分析概述	340
第二节	长期趋势的测定	343
第三节	季节变动的测定	366
第十章	统计指数	377
第一节	统计指数的基本内容	377

第二节	综合指数.....	382
第三节	平均数指数.....	391
第四节	平均指标指数.....	398
第五节	指数体系与因素分析法.....	405
第六节	常用的几种总指数.....	423
附录一	随机数字表.....	434
附录二	标准正态分布函数表.....	436
附录三	t 分布临界表	439
附录四	F 分布上侧临界值表	441
附录五	χ^2 分布临界值表	445

第一章 总 论

第一节 统计学的产生和发展

一、统计学是统计实践活动的理论概括

任何一门科学的建立都是先由实践活动的产生、发展,而后才形成。早在四五千年前,为了适应当时社会经济发展的需要,就开始了各种各样的统计实践活动。据《尚书》记载,公元前 2000 多年前,在我国所进行的天文观察和居民生活条件调查中,就有“四极”调查点的选择和年月日“二分二至”等的划分。公元前 300 年,我国已有全国范围的人口调查登记制度,在秦穆公时期,商鞅变法,在其调查研究中明确提出:“强国知十三数,欲强国,不知十三数,地虽利,民虽众,国愈弱至削。”在古代埃及、希腊和罗马的历史上,也有许多类似国情国力的记载。

统计学的产生则是近 300 年的事情。17 世纪到 18 世纪欧洲资本主义上升时期,统计实践活动为适应经济发展的需要,有了很大的发展。在许多国家,人口、工业等普查已经成为一种制度,对于工业、商业、交通、海关、物价、外贸等的统计,也已经成为经常化。从 19 世纪中叶之后,概率论方法在社会经济中被广泛地应用了。此间,经过许多统计科学研究者探索和努力,统计学作为一门科学逐渐地形成了。

二、各种统计学派简介

(一)国势学派

国势学派是伴随着德国的兴盛产生的、公元 962 年,由德意志国王奥索一世(Otho I 912—973)所建立的“神圣罗马帝国”,从

13 世纪末叶起便陷入四分五裂的局面。普鲁士的兴起,给德意志国家的统一带来了希望。1653 年,弗雷德里克·威廉(Fred-erick Wiuiam 1620~1688)取得容克地主的支持,建立起一支常备军,对内推行中央集权制,对外扩张版图。在他统治时期,开凿运河,修建道路、桥梁,实行统一币制,保护工商业,促进了资本主义的发展。弗雷德里克一世(Frederick I, 1657—1713)于 1688 年即位后,继续奉行扩张政策。1740 年,弗雷德里克二世(Frederick II, 1712—1788)即位,在他的统治期间,普鲁士的军事统治和对外扩张政策得到空前加强,当时军队已有 20 余万人,军费占国家全部开支的五分之四,1770 年夺取了奥地利的西里西亚,到 1772 年占有领土已达 194 000 平方公里。他统治期间,改革司法,开凿运河,开设银行,推行重商主义政策,保护工商业。这些措施,在客观上有利于资本主义的发展,也为后来德意志帝国的统一奠定了基础。通过研究国势学派的历史背景,可以看到 17、18 世纪的德国,实行了自上而下的改革。通过王权战争统一德国的道路是德国富强的必经之路,同时为政府统计工作的发展及统计学的产生、发展奠定了基础。到 18 世纪中叶,欧洲各国,特别是普鲁士政府统计工作的发展和政府统计资料的公布,引起了许多学者的极大兴趣,出现了许多统计学家。他们对统计学的产生和发展做出了巨大贡献。

国势学派的奠基人是康令(Hermann Conring, 1606—1681),他是一位学识渊博的人,对医学、经济学史、法学等颇有研究,从统计学史角度来看,他主要是为国势学派奠定了基础。1730 年由其弟子戈贝尔(J. W. Goebel)整理出版了《康令政治法律讲义》六卷本,其中第四卷即是《国势学》。康令的国势学说主要包括三个方面。

第一方面,国势学的研究目的。他研究国势学的目的是为了满足政治活动家的需要。因为当时国内外都处于急剧动荡之中,治理国家需要具备国内外的必要知识。在《国势学》第一章第四节里,他曾通过医学与身体健康的关系来说明国势学与国家管理的关系。

在他看来,国势学是为政治活动家提供必要知识的一门学问,是为国家管理服务的。

第二方面,国势学的研究对象。就范围来说,虽规定为“当代世界各国”,但实际上仍以欧洲主要国家为主。从内容来说,包括领土、人口、财政、军事、政治和法律制度等方面。他对与财政收入和军事力量有直接关系的人口作了比较深入的研究。比如,在调查形式上,他把人口分为自然的、经济的和社会的;在国家整体上,他谈到人口的性别、年龄、职业、社会地位、兵役、教育等情况,以及人口比率、人口过剩和人口不足等问题。

第三方面,国势学的研究方法。康令的研究方法,采用的是记述和比较的方法。他不仅记述事实,而且试图通过比较来探索国家盛衰的因果关系。他按照亚里士多德的“四因说”,将国家重要因素分为以下四项。①质料因素,包括土地和人口;②形式因素,包括政治制度和行政制度;③动力因素,包括财政收入和军事力量;④目的因素,包括国家的目的和实现国家目的的措施。

18世纪中叶,是国势学派发展的中期,也是极盛时期,其最有代表性的人物是阿亨瓦尔(Gottfried Achenwell,1719—1772)。阿亨瓦尔的统计学说包括以下四个部分。第一部分,统计学的定义。他把统计学定义为“国家显著事项学”。在他看来,统计学是关于国家基本制度的学问,一个国家显著事项的整体,也包括与国家安宁福祉有关的事物以及如何兴利除弊等。第二部分,统计学的研究目的。他认为统计学的研究目的,一方面是为从政者提供必要的有关国家管理的知识;另一方面通过各国国势的比较探索国家盛衰的因果关系及作为统治者兴利除弊的借鉴。他说“统计学为国家显著事项之结晶体;所谓显著事项者,即由此科学,可知国家理乱兴亡之迹”。第三部分,统计学的研究对象。从他给统计学所下定义里可以看出统计学的研究对象是:国家显著事项,亦即与国家富强有关的诸般事项。而且,他对“国家显著事项”的范围还做了进一步的规定。首先,他限定考察的确需要的事项,只选择足以说明整个国

家组织的最重要的东西——它的职能和优缺点；其次，他限定统计学只处理现时的问题，不处理过去的问题。总之，研究的对象从内容上说，是“国家显著事项”，从时间上说，是“现时的”。第四部分，统计学的研究方法。他沿着康令开拓的道路，采用了形式逻辑的比较法和文字记述的方法。比如在记述西班牙、葡萄牙物产时，只说：“西班牙以羊毛为主，产数甚多，葡萄牙酒类亦多，其品之劣者，用以制造火酒”。另一方面，他还提出推理的一般根据，那就是“哲人的经验”和“历史的事实”。

（二）政治算术学派

17 世纪初，英国伦敦已经成为欧洲科学技术活动的中心，商品经济获得了空前的发展。英国政府对英国的人口和经济统计数字有控制地加以公布，这使政治算术学派从一开始就具有了通过公布的数字进行间接计算的可能。由于英国和德国的历史背景不同，所以产生了不同的观点，形成了不同的学派。

“政治算术学派”的创始人是约翰·格朗特(1620—1674)和威廉·配弟(1623—1687)。他们经历了第一次英荷战争(1652—1654)、斯图亚特王朝复辟(1660)、第二次英荷战争(1665—1667)和第三次英荷战争(1672—1674)等几个时代。他们从事学术活动，主要是在斯图亚特王朝统治时期(1660—1688)。威廉·配弟所著《政治算术》一书的撰写时间，大概是在 1671—1676 年之间。这一时期是查理二世时代的中期，也是第三次英荷战争前后，正是国际关系变化的重大时期。在此之前，荷兰是英国主要的敌对国，在此之后，法国又成了英国的主要的敌对国。同时英国连续出现多次严重的瘟疫，如在 1592 年、1603 年、1625 年、1665 年。每次瘟疫中，都有大量居民死亡。在这种内忧外患之际，英格兰人对国家的现状和前途有无限的忧虑，广泛地流行着一种悲观论调：“在海军力量的竞赛方面，荷兰人正紧紧地追赶在我们的后面，而法国人则正要迅速地超过英、荷两国，看来他们是既富有又强盛”，甚而惊叹“英国的教会和国家正面临着和产业所遭到的同样的危险”。威廉·配

弟正是在这样的历史背景下撰写了《政治算术》一书。这里“政治”是指政治经济学,“算术”是指统计方法。这本书运用了大量的统计资料,对英、法、荷三国的国情国力作了系统的数量对比分析,阐明英国的国际地位并不悲观,最后得出结论是:英国能够超过荷兰和法国,并指出了英国繁荣富强的道路。与此同时,格朗特也根据“死亡率公报”,以他的代表作《对死亡率公报的自然观察和政治观察》,对伦敦人口的出生率、死亡率、性比例和人口发展趋势作了分类计算和预测,也证明了没有必要悲观的论点。这本书所用具体的数量对比分析的方法,对统计学的创立,与《政治算术》起了同等重要的作用。

威廉·配第在统计上的主要贡献包括两个方面。第一,在统计理论和方法方面。配第在《政治算术》和其他一些著作中,初步阐明了统计学的研究目的、任务和对象。他在《爱尔兰的政治解剖》一书的“序言”里写道:“除了使我国安宁和富庶之外,我没有其他目的”,可见他是把“政治算术”作为探索国家富强之道的手段。他认为统计学的任务,最主要的是研究规律性,提供客观现象的数字资料。社会现象同自然现象一样,也存在着客观规律性。他把通过对统计资料的分析研究以发现社会现象中的统计规律性作为政治算术亦即统计学的任务之一。在《政治算术》中指出一国的具体情况决定一国的各项政策,而正确地反映一国的具体情况,为国家制定政策提供可靠的统计资料,正是统计学的主要任务。关于统计学的研究对象,配第在《政治算术》中写道:“在我看来,以上的讨论已经充分阐明了政治算术是什么。也就是说,了解人口、土地、资财、产业等等的真实情况的效用是什么。”换言之,他是把社会经济现象作为统计学的研究对象的。第二,在统计方法方面。配第在统计方法上做出了杰出的贡献,成功地运用计量、图表、分组、推算等方法,为近代统计学奠定了基础。

格朗特在统计学上的贡献有四个方面:第一,他通过对客观现象中的数量关系的分析,揭示出一系列的规律,如男婴出生多于女

婴,男性死亡多于女性等。第二,他批判地整理、运用统计资料,并采用各种方法进行间接计算、验证。第三,他最早用科学的方法编制出死亡率表,其目的在于查明人口的年龄构成,确定伦敦的居民人数。第四,他对伦敦的壮丁人数进行了推算。

(三)数理统计学派

14、15 世纪,西欧某些地区——特别是地中海沿岸,出现了资本主义的萌芽,兴起了一些工商业城市。那里的工场主、包办商和银行家,逐渐形成了一个新的阶级——即新兴资产阶级。其中一部分人凭借掠夺、压榨来的金钱过着花天酒地、纸醉金迷的腐朽生活。从前盛行于宫廷、为封建贵族专享的赌博游戏,这时也成为新兴资产阶级生活的组成部分。同时,随着殖民地的开拓,航海运输的频繁,保险事业得到进一步发展,而当时的保险业在极大程度上具有赌博性质。因此,无论是赌博的输赢,还是保险事业的赔赚,都促进了赌博数学和概率论的发展,从而促进了数理统计学派的发展。

18、19 世纪,用概率论研究法律、政治、道德、经济等社会问题的人日益增多,如法国启蒙思想家伏尔泰(Voltaire 1694—1778),曾于 1772 年出版《概率论用于法律问题》一书,使数理统计学派进一步发展。

在数理统计学派中贡献最大的是法国数学家拉普拉斯(Pierre Simon Laplace, 1749—1827)和比利时统计学家凯特勒(Adolphe Quelelet, 1796—1874)。

拉普拉斯在统计学上的贡献主要反映在他写的《概率论分析》(1812 年出版),在该书中阐述了几何概率论、伯努利定理、最小二乘法,并导入“拉普拉斯变换”,成了后来的希维赛德(Oliver Heaviside, 1850—1925)运算微积分的线索。因此,拉普拉斯被称为概率论继往开来的人物。

凯特勒的统计学说主要包括五个部分。第一,统计理论。他所著的《论人类》(1895 年)、《概率论书简》(1846 年)、《社会制度》

(1848年)和《社会物质学》(1868年)等书中,概括了统计学的理论。他把统计学定义为探索社会现象规律的一门学问,在对象上不仅包括社会静态事宜,更重要的是包括动态事宜;其方法是对性质相同的事物进行大量观察。第二,统计学和大量观察法的数学基础。他所说的数理主要是指概率论。他通过对天文、气象、人口、婚姻、经济、物价、犯罪等问题的研究,证明概率论是完全适用于社会现象的。即任何现象通过大量观察都可以发现规律,并且会有误差。第三,“社会物理”理论。他的《社会物理学》一书,就是用物理学的理论和方法来研究和解释社会现象,而且他直言不讳地说统计学就是社会物理学。第四,“平均人”理论。凯特勒在其《论人类》中写道:“我这里所研究的人,他在社会中的存在就象物体的重心,亦即那些社会因素围绕着波动的平均数”。这种典型化、抽象化了的人,在他看来是美的象征,具备平均人各种品质的人,将显示伟大、美丽和善良的品质。第五,“犯罪”理论。凯特勒不仅把自然规律性推及一般的社会现象,也推及人的犯罪现象。他在研究犯罪现象时还概括出一些统计规律。如:①年龄、性别与犯罪的关系——犯罪年龄以25岁左右为最多,其后则渐减。男性犯刑事罪者比女性多4倍。女性易犯罪的时期是30岁左右。②季节与犯罪的关系——夏季多人身方面的犯罪,冬季多财物方面的犯罪。③气候、人种与犯罪的关系——南方的国民多人身方面的犯罪,渐近北方则逐渐增加财物方面的犯罪。意大利杀人案件16倍于英国、9倍于比利时、5倍于法国。④职业与犯罪的关系——自由职业者多人身方面的犯罪,劳动者或雇佣者多财物方面的犯罪。⑤国民教育与犯罪的关系——他认为二者之间的关系不大,主张将“教育”与“训育分开”。识字与否只能断定犯罪能力的大小,不能证明国民教育普及可以减少犯罪。⑥贫穷与犯罪的关系——他认为二者之间的关系不大,根据统计资料证明,贫穷地区的犯罪人数不及人口稠密的工业区的犯罪人数多。因此,犯罪与富裕有关。⑦意志与犯罪的关系——他认为犯罪与不犯罪与人的意志无关。

凯特勒对统计学的主要贡献包括两方面。第一,统计理论方面。他把自然科学的研究精神和研究方法应用到研究社会现象中来。他为社会统计学勾勒出一副框架,其所谓物理学就是社会统计学。他发展了大量观察法并为数理统计学奠定了基础。第二,统计实践方面。在国情普查方面,他扩大了统计范围,改进了统计调查方法。在促进国际间学术交流方面,他做了大量工作。在人口统计方面,他把人口变动原因分为自然原因和干扰(社会、政治、道德等)原因。

(四)各学派的变迁与融和趋势

19 世纪初到 19 世纪中叶,随着社会经济统计实践的发展进程以及社会科学的发展和分工,统计学作为一门对社会经济现象进行数量对比分析的方法论科学,已被人们所接受。国势学派由施洛滋到瓦波斯日益衰微。政治算术学派则由韦伯斯特到富克斯得到进一步发展,而且由单纯的人口统计向保险统计、卫生统计等多方面发展。国势学派和政治算术学派之间的关于谁是统计学的争论,终告平息。德国一位经济学家和统计学家克尼斯(1821—1898)于 1850 年发表了论文《独立科学的统计学》,论文中提出了国势学和统计学的科学分工问题,“国家学”作为“国势学”的科学命名,“统计学”作为“政治算术”的科学命名。这一论述的发展,标志着两派争论的结束。之后的社会经济统计学派及社会统计学在一定意义上,可以说是“政治算术学派”及“政治算术”的继续。

19 世纪 50 年代,克尼斯将国势学派的图表派、比较派与政治算术学派的方法论进一步结合,形成了近代意义上的社会经济统计学。60 年代,凯特勒又进一步将国势学、政治算术、概率论的科学方法结合,形成近代应用数理统计学。

早期的社会经济统计学派和数理统计学派在对统计学的认识上差异很大,争论十分激烈。社会经济统计学派认为统计学是一门社会科学,其研究对象是社会现象具体的数量规律,而数理统计学却认为统计学的研究对象是认识客观现象数量规律的方法,这些

方法既可以应用于对社会经济现象的研究,也适用于自然现象的研究,因而是通用的方法。社会进入 20 世纪以后,随着数理统计方法在社会实践中广泛应用,以及社会经济统计学派逐渐接受了统计学属于方法论科学的观点,两个学派有逐渐融和的趋势。在此也并不排斥学派之间、学派内部的争论以及这种争论的持久性。本书正是从“融和论”角度出发而组成的新的结构体系。

第二节 统计学的研究对象

一、统计的含义

在我们的日常生活中,各行各业都离不开统计。听报告,看报纸,乃至日常交谈都经常出现统计这个词儿。那么什么是统计呢?有人说,统计就是数字;有人说,统计是调查研究活动;也有人认为,统计是一门科学等等。上述说法实际上都只是从一个侧面看问题,所以都不全面。我们认为统计有三方面含义。

说统计就是数字,这并不确切。虽然统计离不开数字,但不等于数字就是统计。例如数学、会计都是从事数字计算的。如果就统计的成果来说,通过统计活动取得反映社会经济实际状况和变化过程的数字资料称为统计资料。统计资料亦即统计信息,它集中、全面、综合地反映国民经济和社会发展的现象和过程。统计信息是社会经济信息的主体,是国家制定政策和计划,科学地管理国民经济的重要依据。统计的第一种含义是各项统计资料的总称。

说统计是调查研究活动,那是就统计实践或统计工作而言的。为了准确、及时取得各项统计信息,由专门的机构对社会、政治、经济文化等现象的数量方面进行搜集、整理和分析工作。这种对社会现象的数量和情况调查研究活动过程也称为统计,这是统计的第二种含义。

统计工作和统计资料的关系是过程和成果的关系。统计工作过程,包括统计设计、统计调查、整理和分析,都要服从统计资料成

果的要求,而统计工作组织的恰当与否又直接影响着统计资料的成果,离开统计工作也就谈不上统计资料。

说统计是一门科学,那是指统计学是一门独立的社会科学。它根据自己的研究对象系统地阐述统计的理论和方法,这是统计的第三种含义。

统计学和统计工作的关系是理论与实践的关系。统计理论来源于统计实践,它是统计工作经验的总结和概括。反过来统计理论又是指导统计工作的原则和方法。从历史发展来看,统计学是统计工作发展到一定阶段的产物。统计工作的产生和发展已经有几千年的历史,而统计学的出现只是近两三百年的事情。

二、统计学的研究对象

统计是研究大量社会经济现象的数量方面,即研究社会经济现象的数量表现和数量关系。通过这个对象的研究,以认识社会发展规律的具体表现。统计学是指导统计工作的理论和方法,所以统计学和统计工作的研究对象是一致的。它们都以大量社会经济现象的数量方面作为自己的研究对象。

在社会中,任何事物、任何现象和过程都有质和量的两个方面。社会经济现象的数量关系是我们认识现实生活的重要方面。例如,人口数量及其构成运动,自然资源数量及其利用状况,社会生产和建设的规模和速度,城乡人民物质文化生活水平和差距,各类学校和文化设施的数目,以及政治生活现象的数量变化等等,这些都是社会经济现象的数量和数量关系,构成了我们对社会的基本认识。在社会主义现代化建设中,如果不能准确、及时、全面、系统地掌握这些数量及其消长变化的信息,那就不可能有正确的计划 and 政策,不可能加强经济管理和经济研究,也就不可能加速社会主义现代化建设。

统计研究社会经济现象的数量方面,具体来说,就是通过统计所特有的统计指标和指标体系来表明这些现象的规模、水平、速度、比例和效益等等,以反映社会经济发展规律在一定时间、地点