

STATISTICS

统计学

王琪延 张卫红 主编



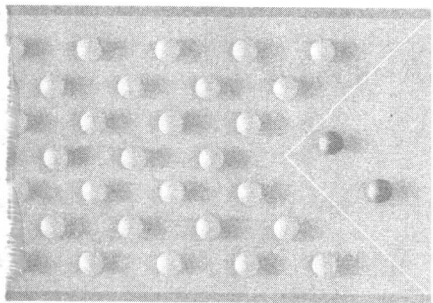
STATISTICS

统计学

第 1 版 第 1 次印刷



清华大学出版社



统计学

STATISTICS

■ 王琪延 张卫红 主编



中国市场出版社
China Market Press

图书在版编目 (CIP) 数据

统计学 / 王琪延, 张卫红主编. —北京: 中国市场出版社, 2007. 7

ISBN 978 - 7 - 5092 - 0233 - 3

I. 统… II. ①王…②张… III. 统计学 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 101989 号

书 名: 统计学

主 编: 王琪延 张卫红

责任编辑: 郭 佳

出版发行: 中国市场出版社

地 址: 北京市西城区月坛北小街 2 号院 3 号楼 (100837)

电 话: 编辑部 (010) 68033692 读者服务部 (010) 68022950

发行部 (010) 68021338 68020340 68053489

68024335 68033577 68033539

经 销: 新华书店

印 刷: 河北省高碑店市鑫宏源印刷厂

规 格: 880 × 1230 毫米 1/32 15 印张 415 千字

版 本: 2007 年 7 月第 1 版

印 次: 2007 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978 - 7 - 5092 - 0233 - 3

定 价: 35.00 元

前 言

统计学从产生至今已有三百年的历史。从历史上看,统计学大致可以分为两大学派,即数理统计学派和社会经济统计学派。派别不同,其科学内容和体系也各异。长期以来,二者互不承认对方,但是有一点是共同的,那就是在历史的发展过程中,双方都吸取对方的精华。本书就此提出了融和论的观点,认为随着社会经济的发展,两派有融和的趋势,形成一门独立的同其他科学相区别的统计学。融和并非简单地结合,而是有机地配合。融和将给统计学的发展带来新的生机,特别是计算机的普及,给融和后的统计学在各个领域的应用开创了新的天地。本书从这一视角出发安排全书章节。书中列举了大量的实例,阐述了一些实际操作问题,这将有助于读者理解理论及提高应用能力。

本书可作为高等院校各类经济管理、社会学、科学技术管理等专业学生学习统计学的教科书,也可作为有关管理部门干部培训的参考教材。

本书编写分工为:第一、二、三章以及附录1由王琪延编写,刘丹对于附录1进行了内容更新工作;第四、七、九章以及附录2由张卫红编写;第五章由吴海建编写;第六章由郭茜编写;第八章由庄菁编写。附录3由吴海建、郭茜、庄菁共同完成。

全书由王琪延负责框架设计和总纂工作,由王琪延、张卫红任主编。李晓芳为本书做了大量的资料收集和文字修改工作。

本书参阅引用了国内外学者的著作,在书中列出了出处。但是,由于各种原因,未能与部分作者取得联系,请多多谅解。在此,向所有被参阅引用的著作者深表谢意。

由于本书作者的知识水平和实践经验有限,错误或疏漏之处在所难免,欢迎广大读者批评指正,参与讨论。

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 统计学的产生和发展	(1)
第二节 统计学研究的对象	(9)
第三节 统计学的基本方法	(10)
第四节 统计学中的几个概念	(15)
第二章 统计调查论	(18)
第一节 统计调查的意义和要求	(18)
第二节 统计调查体系与调查方法	(20)
第三节 统计报表	(25)
第四节 专门调查	(29)
第五节 统计调查资料的检查	(35)
第六节 统计调查方案	(37)
第三章 统计资料论	(41)
第一节 统计资料的性质和作用	(41)
第二节 统计资料的汇总	(45)
第三节 统计资料的分组	(53)
第四节 统计图表的表现形式	(75)
第四章 综合指标法	(96)
第一节 总量指标	(96)
第二节 相对指标	(100)
第三节 平均指标	(116)
第四节 变异指标	(141)
第五节 偏度与峰度指标	(157)

第五章 时间数列分析	(164)
第一节 时间数列的概述	(164)
第二节 水平分析法	(167)
第三节 速度分析法	(177)
第四节 趋势分析法	(184)
第五节 季节变动分析与不规则变动	(190)
第六章 统计指数法	(203)
第一节 统计指数概论	(203)
第二节 综合指数	(208)
第三节 加权平均指数	(214)
第四节 指数体系	(219)
第五节 平均指标动态分析	(222)
第七章 抽样法	(227)
第一节 抽样法概述	(227)
第二节 纯随机抽样	(238)
第三节 分层抽样	(248)
第四节 等距抽样	(256)
第五节 整群抽样	(261)
第六节 多阶段抽样	(270)
第八章 相关与回归分析	(275)
第一节 相关关系的概念和种类	(275)
第二节 相关图和相关系数	(278)
第三节 一元线性回归分析	(292)
第四节 一元非线性相关与回归分析	(304)
第五节 多元线性相关与回归分析	(315)
第九章 假设检验	(329)
第一节 假设检验的基本思想	(329)
第二节 总体均值的假设检验	(334)
第三节 总体成数的假设检验	(345)

第四节 总体方差的假设检验	(350)
附录 1 统计管理体制研究	(356)
第一节 国外统计管理体制的类型	(356)
第二节 主要国家统计管理体制和组织机构比较	(361)
第三节 我国的统计管理体制及其改革	(367)
附录 2 社会经济统计指标体系	(381)
第一节 国民经济核算体系	(381)
第二节 社会经济统计指标	(409)
附录 3 Excel 应用	(430)
附录 4-1 随机数字表	(459)
附录 4-2 正态分布概率表	(464)
主要参考书目	(467)

第一章 总 论

第一节 统计学的产生和发展

一、统计学是长期统计实践活动的经验总结 and 理论概括

统计实践活动先于统计学的产生，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。如，据《尚书》记载，公元前 2000 多年前，在我国所进行的天文观测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，我国已有全国规模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、希腊和罗马的历史中，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。从 17 世纪到 18 世纪欧洲资本主义上升时期，为适应生产发展的需要，统计实践活动有了很大的发展。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、价格、外贸等的统计，也已经趋于经常化。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的努力，统计学作为一门科学逐渐地形成了。

二、历史条件、研究领域的不同，产生了不同的学派

（一）国势学派的形成和发展

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 年选侯弗雷德里克·威廉 (Frederick William, 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, 1740 年夺取了奥地利的西里西亚, 到 1772 年占有领土已达 19.4 万平方公里。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作出了巨大贡献。

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, 从统计学史的角度来看, 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》(Staatenkunde)。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不同政治活动家的需要。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。总之，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有比较深入的研究。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，他还谈到人口的性别、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（*Causa Materialis*），包括土地和人口；②形式因素（*Causa Formalis*），包括政治制度和行政制度；③动力因素（*Causa Efficiens*），包括财政收入和军事力量；④目的因素（*Causa Finalis*），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，也是其极盛时期，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（*Statistik*）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）政治算术学派的形成和发展

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·配第（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）等几个时期。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·配第所著《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，法国又成了英国主要的敌对国。同时英国连续出现过多次严重的瘟疫，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、性别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·配弟在统计学上的主要贡献包括两个方面：第一，在统计理论方法方面。配弟在《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的。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，配弟在《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。配弟在统计方法上作出了杰出的贡献，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，揭示出一系列的统计规律，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）数理统计学学派的形成和发展

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——新兴资产阶级。其中一部分人凭借掠夺、压榨得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，使数理统计学学派进一步发展。

在数理统计学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的继往开来的人物。

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》（1835 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、价格、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像物体的重心,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,劳动者或被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——他认为犯罪或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幅框架，其所谓社会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、经济、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。国势学派由施洛兹到瓦波斯日益衰微。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。这一论说的发展，标志着两派争论的结束。之后的社会经济统计学派及社会经济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，而数理统计学则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 统计学研究的对象

从统计学的产生和发展历史看，对什么是统计学的理解虽然有很大差异，但是有许多统计方法是共同的，如调查或试验，统计整理、统计分组，对比分析和时间序列分析等方法。既然如此，我们可以进一步探究统计学的研究对象到底是什么，以及如何进行表述。

关于统计学的对象及性质问题的争论已经延续了几百年，现在还在继续争论。争论的焦点仍是仅有一门统计学还是有两门统计学的问题。数理统计学派认为，并不存在独立的社会经济统计学，只有数理统计学才是唯一的科学的统计学。数理统计学可以广泛地应用于自然技术界和社会经济领域，是一门通用的方法论科学。对社会经济现象的数量研究，是数理统计在社会经济领域中的应用。而社会经济统计学派认为，数理统计学和社会经济统计学是并存的两门不同且独立的统计学，它们有各自不同的研究对象、研究内容和研究方法，它们都产生于实践并对实践有一定的指导作用。在社会经济统计学派内部也存在着两种不同的观点：一种观点认为统计学是一门实在性科学，是以大量社会经济现象的数量方面为研究对象的社会科学，其目的是寻找社会经济发展规律在具体地点、时间、条件下的数量表现；另一种观点认为，社会经济统计学不是实质性科学，而是一门方法论科学，它是对社会经济现象数量方面进行调查研究的方法论科学。本书的观点，认为统计学的研究对象是关于统计调查、统计数理、统计分析的