

统计学原理

TONGJIXUE YUANLI

◆ 白鸿钧 主编 ◆

厦门大学出版社

统计学原理

TONGJIXUE YUANLI

◆ 白鸿钧 主编 ◆

厦 门 大 学 出 版 社

SCJ19/05

图书在版编目(CIP)数据

统计学原理/白鸿钧主编. —厦门:厦门大学出版社, 2004. 6
ISBN 7-5615-2096-4

I. 统… II. 白… III. 统计学-高等学校-教材 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 063050 号

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门大学 邮编:361005)

<http://www.xmupress.com>

xmup@public.xm.fj.cn

三明地质印刷厂印刷

(地址:三明市富兴路 15 号 邮编:365001)

2003 年 8 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 次印刷

开本:850×1168 1/32 印张:9.75 插页:2

字数:250 千字 印数:2 200-6 200 册

定价:20.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

编者的话

统计是认识客观世界的重要手段,它为国家制定政策、计划,进行宏观调控及企业经营决策,加强业务管理,提供信息、咨询、监督等多功能的服务。一直以来,统计工作是我国现代化建设的一项基础的、重要的工作。随着知识经济和网络时代的到来,无论是国家宏观管理和企业生产经济管理,还是自然领域、社会领域的科学研究,甚至于人们的日常生活,信息需求量均日益增多,信息处理技术更加复杂。作为信息技术支柱的统计方法,越来越广泛地应用于各个领域。为此,国家已经确定以普查为基础、以抽样调查为主体、多种调查结合的统计调查体系,相应地进行了统计体制的重大改革。另外,近年来,由于独立的统计学科逐步形成,涵盖自然科学与社会科学的大统计思想,不仅提高了统计学的学科地位,而且也有利于统计学科间的融合、借鉴,更促进了统计学的进一步发展。基于上述原因,作为高校经济类、管理类等专业基础核心课程的统计学,其内容、体系客观上要求适应改革的需要,顺应时代的要求,也就进行相应的充实与调整。

统计学是既适用于自然领域,又适用于社会领域的一门认识方法论科学,其研究对象都是具体的客观事物,都具有总体性、数量性和客观性等特点,因此,在认识方法上具有一定的同一性。为了提高统计对客观现实尤其是对不确定现象规律性的认识能力,社会经济统计应该尽可能运用数理统计方法来解决社会经济现象中的实际问题。但是,也应注意到社会经济统计毕竟不是数理统计,烦琐的数学运算、证明并非社会经济统计的主要内容。同时,由于社会经济现象的复杂性,社会经济统计除了应运用数理方法外,还应有自己独特的分析方法。所

以,本书在体系内容上作了如下安排:第一部分包括一、二两章,主要安排统计的一般问题和数据的搜集、整理与显示;第二部分包括三、四两章,主要是现象总体的分布特征描述,介绍现象总体所共有的主要分布形式及其分布的两个重要特征值;第三部分包括五、六、七三章,主要是统计推断的内容,有抽样推断、假设检验和相关与回归问题,研究一般统计方法在社会经济领域的应用;第四部分包括八、九、十三章,主要是社会经济现象总体的指标描述,有统计指数、时间序列分析和统计预测,讨论社会经济统计所特有的问题。如此安排既考虑了统计学中具有共性的研究方法,也兼顾了社会经济统计中具有个性的分析方法。

本书为经济类、管理类专业的统计学科教学用书,强调打好基础,重在应用。在编写过程中,内容上注重专业理论知识的科学性、系统性和实用性,强调理论联系实际,注意学生实践能力的培养,尽可能使教材能够反映当前信息时代统计学科的新知识、新特点,并以最新的实例说明有关理论和方法的应用场合、适应条件。写法上力求概念准确,层次分明,重点突出,简明扼要,深入浅出,通俗易懂。

参加本书编写的有:白鸿钧(第一、二、四章),章一华(第五、六、七章),吴开微(第三、八章),谢军(第九、十章)。由白鸿钧担任主编,负责全书内容体系安排和总纂定稿。

本书在编写过程中,参考了一些国内出版的教材及报刊上发表的专业论文,从中获得了许多启发教益。为此特向所有作者表示衷心感谢。

由于本书在内容上做了一些增删、体系上做了一些调整的新尝试,再加上作者的水平所限和编写时间的仓促,书中疏漏、不足乃至差错之处在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2003年5月

于集美大学

目 录

第一章 绪论	1
第一节 统计学的对象和性质	1
第二节 统计研究方法 with 统计活动过程	11
第三节 统计学的基本概念	17
第二章 统计数据的搜集、整理和显示	24
第一节 统计调查	24
第二节 统计数据的整理	36
第三节 综合指标	47
第四节 统计数据的显示	57
第三章 统计分布	64
第一节 次数分布	64
第二节 随机事件及其概率	74
第三节 概率分布	83
第四章 统计分布的数值特征	96
第一节 分布的集中趋势——数值平均数	96
第二节 分布的集中趋势——位置平均数	108
第三节 分布的离散程度	119
第四节 平均指标与变异指标的分析与应用	131
第五章 抽样推断	134
第一节 抽样推断的意义与基本概念	134
第二节 抽样分布	143
第三节 抽样估计方法	155

第四节 抽样方法·····	162
第六章 假设检验·····	172
第一节 假设检验的基本思路和假设命题·····	172
第二节 总体参数的检验·····	176
第三节 总体非参数检验·····	191
第七章 相关与回归分析·····	196
第一节 相关与回归分析的基本概念·····	196
第二节 相关分析·····	200
第三节 一元线性回归分析·····	207
第八章 统计指数·····	218
第一节 统计指数的概念与种类·····	218
第二节 综合指数的编制与应用·····	224
第三节 平均指数的编制与应用·····	233
第四节 指数体系与因素分析·····	238
第九章 时间序列分析·····	248
第一节 时间序列的种类及其编制·····	248
第二节 时间序列的水平指标·····	253
第三节 时间序列的速度指标·····	264
第四节 长期趋势分析与季节变动分析·····	272
第十章 统计预测·····	280
第一节 统计预测概述·····	280
第二节 几种常用的简单模型预测·····	284
第三节 长期趋势模型预测·····	290
第四节 回归模型预测·····	293
第五节 统计预测误差分析·····	298

第一章 绪 论

统计是社会认识的有力武器之一。统计所要认识的这个客体是一个总体现象,并且是从数量方面对其进行分析研究以达到认识目的的。本章介绍了统计的含义、研究对象和性质、研究过程以及专门的研究方法等基本理论;同时重点讨论了统计学的有关基本概念,这些都是为以后各章节的学习奠定基础。

第一节 统计学的对象和性质

一、统计的产生与发展

(一)统计实践活动的萌芽

统计是为适应人类社会的实践活动和国家管理的需要而产生,并随着社会的发展而发展起来的。

统计实践活动的起源很早。在我国,可以追溯到原始社会末,即奴隶社会初,距今已有四五千年的历史了。据历史记载,我国夏禹时代(公元前两千多年)就有人口数量的记录,当时分中国为九州,人口约有 1 355 万人,耕地约有 2 438 万顷。此后各朝代,更有田亩、户口资料的记载,并有计口授田、田亩鱼鳞册等土地调查资料和相关的计算方法等。在欧洲,古希腊、古罗马时代,统治者为了统治的需要,也已开始了人口、财产、土地占有以及军队、世袭领地等的统计工作。

不过那时的统计活动,无论是中国还是外国,都只是一些原始的登记和简单的汇总计算。一直到封建社会统计基本上仍没有超出这个范围,有也只是统计规模的大小变化而已。

(二)统计理论的形成

统计广泛、迅速地发展是在资本主义社会形成以后。在资本主义制度下,商品生产占统治地位,社会分工越来越细,生产日益社会化,促使生产力得到迅速发展,同时,交通、航运、外贸等也日趋发达。资产阶级为了追求利润,必须加强企业管理;在激烈的竞争中,要随时掌握国内外市场供求状况和价格行情;为了对外扩张,必须加强对各国国情国力的了解,这些都对统计提出了新的要求。因此统计已不再限于人口、土地、财产等内容,它逐步扩展到了更为广泛的领域,产生了诸如工业、农业、商业、外贸、银行、保险、交通、邮电、海关等专业的社会经济统计。统计一旦为生产活动、经济活动服务,其内容与方法便趋于复杂。17世纪以后,随着统计实践的进一步发展,客观上要求总结丰富的实践经验,使之上升为理论,并进一步指导实践。当时,出现了一些不同主张的统计理论著作,开始形成不同的统计学派。

1. 国势学派,也叫记述学派。17世纪中叶,德国学者康令于1660年首次在不伦瑞克城的西尔姆斯特大学讲授《国势学》课程。康令(H. Conring, 1606—1681)在其《国势学》中利用记述的方法,记载了国家的领土、人口、财政、军事、政治和法律等方面的显著事项,从而论述国家的重要形势。康令的研究方式颇受当时一些学者的欢迎,许多人因此在各大学相继开设此课,成为康令的后继者。此后,阿亨瓦尔(G. Ahenwall, 1719—1772)于1749年发表的《近代欧洲各国国势学概论》,不仅在序言中首次使用“统计学”(Statistics)一词,而且搜集了大量实际资料,分门别类地记述了国情国力的系统知识。阿亨瓦尔把他的国势学定为实际政治学,说它叙述的是国家最高政策关系的总体,他认为这是政治活动家、法律

学者、世界形势分析家们,乃至官僚、君主们所应具备的知识。阿亨瓦尔对国势学的理论发展作出了贡献。

2. 政治算术学派。也是在17世纪中叶,英国资产阶级为巩固其统治地位,对内镇压爱尔兰人民的起义,对外与两个敌对国——法国和荷兰争夺海上霸权,同时也为了管理国家、发展经济,迫切需要了解国内外经济状况。在这一背景之下,威廉·配第(W. Petty, 1623—1687)写了其代表作《政治算术》一书。在这本著作中,他以数字资料为基础,用计量和比较的方法,从整体上分析英、法、荷三国的经济、军事实力及其内在潜力。《政治算术》主张用数字、重量和尺度来论述人口、土地、资本等的真实情况,反对受主观因素左右思维的影响。威廉·配第的这种理论和方法对统计学的形成和发展有着深远的影响。马克思给了他很高的评价,称他为“政治经济学之父”,在某种程度上也可以说他是统计学的创始人。

3. 数理统计学派。数理统计学派产生于19世纪中叶,当时概率论已有相当基础,比利时的数学家、物理学家和统计学家凯特勒(L. A. J. Quetelet, 1796—1874)把作为数学的一个分支的概率论与统计学相结合,主张用研究自然科学的方法研究社会现象。首次用大数定律论证了错综复杂的社会现象中看似偶然却隐含着必然的规律性;把正态分布应用于统计学中,提出了误差理论,较好地解决了统计数据处理和计算的问题。由于凯特勒在统计学中引入了概率论,使得统计学有了质的飞跃,为数理统计学的形成和发展奠定了基础。

4. 社会统计学派。这个学派是19世纪后期在德国兴起的。主要代表人物有克尼斯、梅尔、恩格尔等。他们认为统计学是一门独立的社会科学,是用数值解说大量社会现象总体的。由于社会现象纷繁复杂,必须对其进行大量观察,分析、研究其内在联系,才能揭示出社会现象的规律性,这样既融合了政治算术学派与国势学派的观点,又强调了社会调查,也研究了社会现象,为德国社会统计

学派的发展指明了方向。

5. 社会经济统计学派。这个学派是 20 世纪四五十年代在前苏联兴起的学派,其主要代表人物有斯特鲁米林、廖佐夫等。该学派以辩证唯物主义和历史唯物主义及马克思主义政治经济学为理论基础,对大量社会经济现象从数量方面进行研究。这个学派在实践中,曾经为社会主义国家高度集中的计划经济服务,在统计分组和指数理论方面有较高的造诣。

(三) 中国的统计学

解放前在我国,有社会统计学派和数理统计学派。新中国成立后,大量引进社会经济统计学,同时还照搬了前苏联的一套统计组织体制,为我国实行高度集中的计划经济发挥了重要的作用,取得了较大的成绩。但在我国,统计学仍存在着缺乏活力、发展缓慢的弱点。1978 年党的十一届三中全会以来,随着我国计划经济向社会主义市场经济转轨,统计学术领域出现了生动活泼的崭新局面,进入了全面改革的新时期。随着科学技术的迅猛发展,社会生产发生了巨大变化,促使我国现代统计学出现了新的分化与组合,广泛地应用于自然科学与社会科学各个领域的研究中,成为社会生活中不可缺少的工具。随着我国改革开放政策的深入贯彻执行及《统计法》的实施,统计作为社会信息的主体,有其光辉的发展前景,将为我国社会主义现代化建设做出重要的贡献。

(四) 统计学的发展趋势

1. 统计理论和方法不断完善

随着统计应用范围的扩大和要求的提高,对自然界、社会界各种纷繁复杂现象的数量表现和数量关系,都要求有比较完备的理论和方法去进行研究,从而使统计学得到不断充实和完善,不断发展和提高。

2. 计算机及其软件的应用加速了统计的计算速度

当今世界计算机及其软件广泛应用于统计研究与统计分析工

作中,从而大大地减少了统计工作中的人工操作,提高了工作效率;对于各种复杂疑难问题,都可以通过计算机来解决,为统计学开拓了广阔的前景。

二、统计的含义

直到 18 世纪末,《英格兰统计记事》的首任主编辛克来才将英语“statistic”作为德语“statistik”的译文传入英国,并赋予统计以新的内容,即用数字作为语言来表述事物。此后这个词很快就流传到世界各国。

在现实生活中,提到“统计”一词时常有不同的理解,比如,“据统计”,一般是指统计资料;“我不是搞统计的”,一般即指统计工作;“我学过统计”,一般是指统计科学。所以,统计有三种含义,即统计工作、统计资料和统计科学。

统计工作即统计实践,是指根据科学的方法从事统计资料的搜集、整理、分析研究和提供各种统计资料和统计咨询意见的活动的总称。统计工作的成果是统计资料。

统计资料是统计工作活动过程所获得的各种有关数字资料以及与之相联系的其他资料的总称。它的表现形式为各种统计表、统计图、统计报告、统计公报、统计年鉴及其他有关的统计数字信息载体等;其内容是反映社会经济现象的规模、水平、速度、结构和比例关系等信息的数字和文字资料。

统计科学即统计理论,是指统计工作实践的理论概括和科学总结。它以社会经济现象总体的数量方面为研究领域,以研究和阐明统计调查、整理和分析统计资料的理论与方法为内容,是一门独立的科学。

统计工作、统计资料和统计科学有着密切联系。统计工作的成果是统计资料,包括最初的调查资料、次级资料以及经过加工整理和分析研究而形成的周密系统的资料。统计科学是统计工作实践

经验的理论概括和科学总结,它来源于统计实践,又高于统计实践,反过来又指导统计实践。

三、统计学的研究对象与性质

(一)统计学的研究对象

经过长期的发展,统计学已成为一门独立的社会科学,有着自己的研究对象和相应的研究方法,建立了完整的理论体系。一般地说,统计学的研究对象是包括社会现象和自然现象等在内的客观事实的数量特征及数量关系。这是统计所要认识的客体,只有明确了研究对象,才可能根据它的性质、特点确定相应的研究方法,利用它的数量方面反映其结构、比例及速度等状况,以达到认识其规律性的目的。

统计所研究的是大量的社会现象和自然现象的数量方面,其根本特征是要在质与量的辩证统一中去研究其数量方面。辩证唯物论告诉我们,无论是社会现象还是自然现象,都具有质量辩证关系。因此统计要研究事物的存在和发展,并掌握其发展规律性,不能仅限于对事物的纯量统计,而应该同时研究质量互变的界限,研究引起质变的量的积累程度。另外统计所研究的客体,是具有一定具体内容或经济意义的客观事物,其各方面的数量表现都是非抽象的数字,所以在研究其量的问题时,必须对其赋予质的规定,在定性认识的基础上进行定量分析,进而达到对现象质的认识。统计所研究的量均为综合数量。由于统计所研究的对象是总体现象,总体是由许多个体组成的,所以,反映总体的量也就必然是由个体的数据综合而成的。另外,一切分析对比所得到的相对数或平均数也都具有综合的特点。

统计研究对象的特点,归纳起来有以下三个方面:

1. 总体性。统计研究对象不是个体事物的数量方面,而是由许多个体所构成的总体的数量方面。例如,劳动生产率统计,不是

研究某个人具体的劳动效率。统计研究对象的总体性这个特点,是由社会经济现象的性质和统计研究的目的决定的。由于社会经济现象错综复杂,各个个体现象所处的条件不同,它们既受共同因素的影响,又受某些个别的、偶然的因素影响。因此,个体事物的数量特征和变动趋势是难以说明社会经济现象总体的本质和规律的。只有以社会经济现象的总体为研究对象,即以构成总体的全部或足够多数的个体现象为研究对象,才能消除偶然因素的影响,正确地显示出社会经济现象的本质和规律性。

2. 数量性。统计的研究对象是社会现象与自然现象的数量方面,包括这些总体现象的规模、水平、速度,现象间的数量关系,以及决定现象质与量辩证关系的数量界限。统计研究对象的数量性,是统计区别于其他调查研究活动的根本特点。必须指出,统计对总体现象数量方面的认识是定量认识,但必须以定性认识为基础,要和定性认识结合起来,在质与量的辩证统一中去研究其数量问题,必须遵循定性——定量——定性这一科学的认识规律。

3. 客观性。统计的数量是客观事物的反映,它表明客观现象在具体时间、地点,在具体条件作用下,实际已经达到的水平和程度。统计数量的客观性在于它显示客观事物独立存在于外部世界的实际情况,不是主观意志所能转移的。统计资料虽然是经过人们有意识的调查、整理、汇总、加工的结果,但它是主观对客观认识的能动作用,是从事物的外部联系探讨事物的内在联系,从事物的表面现象认识事物固有的实质,使人们的认识更加深刻、全面,并不能改变它的客观性。统计资料的客观性是统计质量的基础。统计工作必须发扬实事求是的精神,从大量事实出发,按照事物的本来面目研究事实、分析事实、认识事实。保持统计资料的客观性,维护统计资料的客观性,是每个公民的神圣职责。

(二)统计学的性质

统计学是一门认识社会现象、自然现象总体数量特征的方法

论科学。它以大量观察为基础,以平均数为中心,通过统计总体,为揭示数量关系的大数规律提供一系列的统计分析方法。这个方法论包括对现象总体的认识方法,指导统计活动的原理、原则及统计全过程所应用的分析计算及组织方法等,它构成统计学的科学体系,属于社会科学的方法论学科。

对统计学的性质可从以下几方面加以说明:

1. 方法论科学适应统计工作实际的发展需要

统计学根据统计工作实际的需要,从理论上阐述如何进行统计设计、统计调查、统计整理与统计分析,提供研究现象总体数量方面的原理、原则和方式、方法。它是在统计工作长期实践的基础上,在历史发展过程中不断总结、不断提高、逐渐形成并日臻完善的。统计科学技术曾发生过两次革命性变革:第一次是概率论从纯粹的数学发展为数理统计和抽样调查技术并应用于统计工作实践,引起了统计调查技术的革命性变革;第二次是在社会经济统计方面,由于国民经济核算体系的研制成功和电子计算机在统计工作中的广泛运用,引起了统计设计方法、统计调查方法、统计分析方法与信息处理技术的革命性变革。两次变革都推动了社会经济的巨大发展。当前,我国现代化建设的形势迫切需要我国统计科学提供更多的科学理论、统计方法及方法论,以适应市场经济体制下统计工作发展的需要。

2. 统计方法从描述向推断与预测方向发展

描述就是指对统计总体资料进行调查、整理、加工、汇总、编表制表,计算相对数、平均数、指数、标准差等指标,并对收集的资料进行分析对比。这些活动都是对已知的社会现象进行描述,是反映社会现象的数量特征与数量关系的统计方法。随着社会主义市场经济体制的发展,要求统计对大量未知的数量进行推断、估算、预测。而对未知的客观现象之数量进行推断的方法,是从已知推断未知,从局部推断全部。因而描述这一统计方法已经难以解决社会现

象间复杂的数量关系及对未来作出评估与推断。当前由于经济关系、社会关系包括的随机因素大量增加,社会现象、经济现象之间关系的不确定性增强等原因,更加需要并促使推断这一统计方法的发展与应用。

3. 具有多科性的统计方法论

统计学作为一门方法论科学,被广泛地应用于研究社会和自然界的各个方面,并发展成为有着许多分支学科的方法论科学,使得统计学发展成为一门多科性的学科家族。而以其研究对象为标志进行分类,统计学方法论可概括为两大部分,即:

(1) 理论统计学。理论统计学把研究对象一般化、抽象化,以概率论为基础,从纯理论的角度,对统计方法加以推导论证,中心的内容是统计推断问题,实质是以归纳方法研究随机变量的一般规律。例如统计分布理论,统计估计与假设检验理论,相关与回归分析、方差分析、时间序列分析、随机过程理论等等。这些方法不论是对自然现象还是对社会现象的随机变量都是适用的。

(2) 应用统计学。应用统计学是从所研究的领域或专门问题出发,视研究对象的性质采用适当的指标体系和统计方法,以解决所需研究的问题。本教材以社会经济现象总体为其研究对象。

社会经济统计学根据统计工作的实际需要,以社会再生产理论为依据,研究社会的生产、流通、交换、分配各环节的经济运行和社会发展情况,从理论上阐述统计调查、统计整理以及统计分析等内容,并提供研究社会经济现象总体数量方面的原理、原则和方式方法等。社会经济统计学是我国应用最广泛的应用统计学。它是一门有特定研究对象的方法论科学。在知识经济和信息时代,社会经济统计学具有十分广阔的前景。

理论统计学与应用统计学的区别首先表现在,理论统计学是以方法为中心建立统计方法论体系,并利用各种方法阐明所能解决的相应问题。而应用统计学则是以问题为中心,建立专门的统计

指标体系,并结合各种问题阐述其解决的相应方法,这时统计方法论只具有专业的意义,未必具有普遍的意义。其次,理论统计学从事**随机变量的数量分析**,而应用统计学不仅从事数量分析,还需要质量分析。它总是先从现象的质量分析中获得需要考察的指标,建立指标体系,然后开展调查研究,处理数据,归纳结果,再结合现象的质量分析,得出符合实际情况的结论,作为行动决策的依据。所以应用统计学需要有关的专业实质性科学的理论作指导,它通常具有边缘交叉学科的性质。在统计科学发展的道路上,理论统计学和应用统计学总是互相促进共同提高的。理论统计的研究为应用统计的数量分析提供方法,大大提高分析的认识能力,而应用统计对统计方法的实际应用又会开拓理论统计的研究领域。

四、统计学的理论基础

马克思主义哲学和政治经济学是统计学的理论基础。马克思主义哲学——辩证唯物主义和历史唯物主义是唯一科学的世界观、方法论。辩证唯物主义揭示了自然界、人类社会和思维发展的最一般规律。它所阐明的关于实践和认识的辩证观点,关于实践是人类认识的基础,实践是检验真理的唯一标准等科学原理和如何正确认识世界的基本原理和方法,如矛盾对立统一观点,质和量的辩证关系,事物普遍联系和相互制约的观点,关于矛盾斗争推动事物发展的原理,等等,对统计发挥认识工具的作用,都具有极为重要的指导意义。历史唯物主义是辩证唯物主义在社会历史领域中的运用,它所阐明的关于生产力和生产关系、经济基础和上层建筑的辩证关系等,对统计特别是社会经济统计,同样具有重要的指导意义;只有在马克思主义哲学的指导下,统计的描述、分析、推断才能避免主观性及片面性,才能如实反映客观事物的本来面貌。马克思主义政治经济学是研究经济关系及其发展规律的科学,对统计学研究有着重要的指导意义。统计学只有以政治经济学为理论基