

统计学

数学新坐标丛书

王 慧
编著

STATISTICS



电子科技大学出版社

数学新坐标丛书

统 计 学

王 慧 编著

电子科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

统计学/王慧编著. —成都:电子科技大学出版社, 2000. 3

ISBN 7-81065-377-6

I. 统... II. 王... III. 统计学 IV. C8

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 19052 号

统 计 学

王 慧 编著

出 版:电子科技大学出版社(成都建设北路二段四号)

责任编辑:周清芳

发 行:电子科技大学出版社

印 刷:北京市朝教印刷厂

开 本:850mm×1168mm 1/32 印张:11 字数:300 千字

版 次:2000 年 6 月第一版

印 次:2005 年 10 月第二次印刷

书 号:ISBN 7-81065-377-6/C·5

定 价:27.50 元

■ 版权所有 侵权必究 ■

◆ 本书如有缺页、破损、装订错误,请寄回印刷厂调换。

前 言

统计学是一门应用性很强的学科,是研究不确定性现象数量规律性的方法论科学,也是对客观现象进行定量分析的重要工具。在现实生活中,大至国家宏观决策,小到人们日常生活,都离不开统计的应用。

本书是根据国家教育部及经济院校开设《统计学》核心课程的要求,为经济学和管理学门类各专业编写的。本书试图将社会经济统计的内容与数理统计方法有机地融为一体,使之成为广泛适用于自然科学及社会科学领域的方法论科学。在内容体系上,描述统计与推断统计并举,同时增加了常用统计软件的功能、特点等内容,以强化现代统计分析的教学;叙述上深入浅出,文字简练,通俗易懂,力求从实际问题入手、利用实际数据阐明各统计方法的基本思想和原理;实用性强,为加深对统计学原理和方法的理解,每章末配有习题供读者选做。与此同时,由于在书中系统而又扼要地介绍了概率论的基础知识,因而本书也可以成为尚未系统学过概率论的广大统计工作者和经济管理人员学习统计理论的选读教材。

全书由十一章组成,内容上大体可分为五部分:一、描述统计(第二、三章);二、推断统计(第四、五、六章);三、实用统计方法(第七、八、九章);四、国民经济核算基础知识(第十章);五、统计软件简介(第十一章)。

本书是高等院校财经类各专业《统计学》课程的必修教材,同时也可作为各类专业学习统计学的选读教材,对于统计学专业、应用数学专业的学生及实际工作部门的经济管理人员也具有广泛的

参考价值,也可以作为自学考试的参考用书。

本书在编写和出版过程中,参阅了大量的文献资料,得到了许多前辈、老师和朋友们的帮助和支持,在此一并表示感谢。

由于本人水平有限,书中难免有错误或疏漏之处,诚恳希望同行及读者不吝赐教,批评指正,将不胜感激。

王 慧

目 录

第一章 总论	(1)
第一节 统计学的产生和发展	(1)
第二节 统计的职能作用与统计方法	(4)
第三节 统计学的分类	(9)
第四节 统计学与其他学科的关系	(11)
习 题	(15)
第二章 统计数据的搜集与整理	(16)
第一节 统计数据的搜集	(16)
第二节 统计数据的整理	(22)
习 题	(29)
第三章 统计数据的描述	(31)
第一节 统计指标	(31)
第二节 总量指标和相对指标	(36)
第三节 集中趋势的计量	(40)
第四节 离散程度的计量	(49)
习 题	(56)
第四章 概率与概率分布	(60)
第一节 随机事件与概率	(60)
第二节 随机变量及其分布	(68)
第三节 大数定理与中心极限定理	(87)

习 题	(89)
第五章 参数估计	(92)
第一节 样本及其分布	(92)
第二节 点估计	(99)
第三节 参数的区间估计	(109)
第四节 样本容量的确定	(120)
第五节 几种基本的抽样组织形式	(124)
习 题	(128)
第六章 参数的假设检验	(131)
第一节 假设检验的一般问题	(131)
第二节 总体均值的假设检验	(138)
第三节 总体比例的假设检验	(145)
习 题	(148)
第七章 相关与回归	(151)
第一节 简单线性相关	(151)
第二节 一元线性回归	(162)
*第三节 多元线性回归	(173)
习 题	(176)
第八章 时间序列分析	(179)
第一节 时间序列的概念与分解	(179)
第二节 长期趋势分析	(182)
第三节 季节变动分析	(190)

第四节 循环波动分析·····	(199)
第五节 时间序列的动态分析指标·····	(201)
习 题 ·····	(212)
第九章 指数 ·····	(215)
第一节 指数的概念和种类·····	(215)
第二节 简单指数·····	(218)
第三节 加权综合指数·····	(221)
第四节 加权平均数指数·····	(230)
第五节 指数体系与因素分析·····	(236)
习 题 ·····	(246)
第十章 国民经济核算概述 ·····	(250)
第一节 国民经济核算常用分类·····	(250)
第二节 国民经济核算的整体框架·····	(253)
第三节 生产总量核算·····	(265)
第四节 收入和财产总量核算·····	(277)
习 题 ·····	(283)
第十一章 统计软件简介 ·····	(287)
第一节 选用统计软件应考虑的问题·····	(287)
第二节 国际通用统计软件包简介·····	(289)
第三节 常用几种统计软件的比较·····	(299)
附录 常用统计表 ·····	(305)
表 1 二项分布表 ·····	(305)

表 2	泊松分布表	(317)
表 3	标准正态分布表	(319)
表 4	正态分布分位数表	(322)
表 5	t 分布表	(325)
表 6	χ^2 分布表	(327)
表 7	F 分布表	(330)
表 8	随机数字表	(342)
参考书目		(344)

第一章 总 论

第一节 统计学的产生和发展

一、统计学的产生

统计学是统计实践活动发展的产物。统计实践活动是随着国家的出现而产生的。古代国家为了赋税、徭役、征兵等需要,进行了人口、土地、粮食等方面的统计。然而,在前资本主义社会,受制于落后的生产力和生产关系,统计活动只是一些原始的登记和简单的计算,在广度和深度上都有很大的局限性,因而不可能产生统计学。资本主义经济的发展,拓宽了统计活动的领域,加深了统计认识的层次,提出了建立统计科学的要求;同时大量统计资料和统计实践经验的积累,也为统计科学的建立准备了条件。于是,统计理论开始形成,统计科学开始建立。随着社会的进步和科学技术的广泛应用,统计科学日趋完善,已成为现代科学体系中特别活跃、特别有成就的一门科学。

统计学形成于19世纪中叶,它的产生主要源于概率论、国势学和政治算术。

17世纪末叶英国威廉·配第(William Petty 1623-1687)的《政治算术》(1676)一书的问世,标志着统计学的产生。配第在书中用大量的数字对英、法、荷三国的经济实力进行比较,用数字、重量、尺度等定量的方法进行分析和比较,表达他的思想和观点。马克思在《资本论》中评价配第是政治经济学之父,在某种程度上也可以说是统计学的创造人。

统计学的另一个创始人是英国的约翰·格朗特(John Grantham)

1620 - 1674)。格朗特在 1662 年出版了《关于死亡表的自然观察与政治观察》。他通过大量观察的方法,研究并发现了人口与社会现象中重要的数量规律性。在研究中,格朗特不但探索了人口变化和发展的一些数量规律,而且还对伦敦市总人口数做出了较科学的估计。如果说配第是政府统计的创始人,则格朗特可被认为是人口统计的创始人。总之,从对统计学的创立而言,《关于死亡表的自然观察与政治观察》一书与《政治算术》起了同等重要的作用。他们不仅对经济学,而且对统计学的发展都具有重大的意义。他们虽未创立“统计学”之名,但所用于探索社会和经济现象的数量规律性的方法,则具有“统计学”之实。

17 世纪中叶及此后,在德国兴起的国势学派用记述的方法来研究一国的地理、人口、财政、军事、政治和法律制度等方面。18 世纪中,哥廷根大学教授阿亨瓦尔(Gottfried Achenwall, 1719 - 1772)首次提出了“统计学”(Statistics)这一名词,并定义为国家显著事项的学问,言下之意是通过这门科学,可了解国家理乱兴亡之迹。最初的“统计”只是文字记载,后来才发展出了数字和图表。

概率论的产生最早起源于对赌博中掷骰子的输赢问题的研究。意大利诗人但丁早在 15 世纪就讨论过掷三颗骰子可能出现的各种点数。16 世纪中,意大利科学家伽利略讨论了掷三颗骰子出现 10 点次数多于 9 点次数的原因。在数学家们对机会游戏研究的基础上,法国的帕斯卡尔和费马特通过通信的方式,将赌博中出现的各种具体问题,归纳为一般的概率原理,为后来概率论和统计学的发展奠定了重要的基础。到 1714 年,瑞士数学家贝努里(Jacob Bernoulli)的《推测法》问世,概率论才作为一门理论初具雏形。之后,概率的乘法运算法则、正态分布、先验概率、逆概率等理论相继问世,概率论逐渐发展起来。

将这三方面成果融为一体而创立了统计学的,是比利时统计学家阿道夫·凯特勒(Lambert Adolphe Jacques Quetelet 1796 -

1874), 他的代表作是《社会物理学》。凯特勒在统计学的发展中最重要贡献是把法国的古典概率引入统计学, 开始把作为社会科学的统计学转变为一门研究自然与社会现象规律的通用科学。在统计研究方面, 他先研究天文、气象方面的统计资料, 后又利用统计数字研究植物界和人类社会, 他以概率论作为理论基础, 用大量观察和综合平均的方法来进行研究, 从而把概率论、国势学、政治算术这些观察群体现象进行数量分析的方法, 融合为一门统计学。

二、统计学的发展

统计学的发展可大致划分为三个阶段:

第一阶段是统计学的初创阶段。从 17 世纪中叶开始到 19 世纪末, 经过 200 多年的漫长时间, 描述统计和概率论的基本内容逐渐形成, 研究的基本统计问题在于求得一套通用的数学公式来描述待研究现象的整体。

第二阶段是统计推断方法体系基本确定的阶段。从 20 世纪初“小样本 t 分布”的问世, 到 40 年代末“统计决策函数”与“序贯抽样”的提出, 在这个阶段, 估计理论、样本分布理论、方差分析、非参数统计、时间序列、随机过程等方面的研究都获得了重大进展, 推断统计迅速发展, 概率论体系也日臻完善。

第三阶段是统计方法与应用研究全面发展的阶段。从本世纪 50 年代起, 统计学受计算机、信息论等现代科学技术的影响, 新的研究领域层出不穷, 如多元统计分析、探索性数据分析、现代时间序列方法、人工智能等等。据美国学者统计, 现代统计学是以指数式加速度发展的, 新的研究分支不断增加, 统计应用的领域不断扩展。统计方法在各学科领域的应用则又进一步促进了统计方法研究的深入和发展。

这些阶段的划分只是大致的, 其发展是渐进的、错综的, 并没有明确的时间界限。

从现在统计理论研究的发展趋势看,统计理论研究的分支仍会增加,统计学将越来越具有交叉学科的性质;统计学应用的范围将更加广泛。一些过去与数字毫无联系的学科,如政治学、历史学、法学等,都已经正在并将更多地应用统计方法进行研究和分析。目前阻碍统计方法推广应用的主要是定性资料的统计分析。这类问题包括国民经济的行业、部门等分类资料;不同的政治观点、思想准则等等,如何对这些定性问题进行量化处理分析,是统计学家们正在研究的重大课题之一。探索性数据分析的应用前景也很广阔。这种方法重视数据直观的显示、原始数据中信息的提取及对特殊数据的识别和具体分析。贝叶斯统计理论研究在统计推断、预测和决策等领域将继续显示其强大的生命力,成为统计实践中十分有力的工具。

概括言之,统计学的发展在理论方面对现代数学理论的依赖愈来愈深,在数据处理和计算手段上对计算机硬件及软件技术的发展依赖愈来愈多,在应用方面其范围则不断扩大,研究的对象从无穷大到无穷小,并非言过其实。

第二节 统计的职能作用与统计方法

一、统计学的概念

统计学是一门对群体现象收集、整理、描述、显示和分析统计数据的科学,其目的是探索数据内在的数量规律性。

这个定义包含了统计学的三个特点:

第一,统计学的研究对象是群体现象。

统计学有两个基本概念:总体和样本。总体指客观存在的研究对象的集合;样本指来自总体的部分对象的集合。统计学的研究对象就是这些集合而不是组成这些集合的一个个元素或个体。

如果要知道一个人的身高,通过测量就可得知。而若要知道一群人的身高,就需要汇总、平均,采用一定的统计方法。若期望通过少量的样本信息了解总体,就需要抽样调查、估计检验,进行统计分析推论。虽然总体或样本的信息都表现在一个个元素或个体上,研究总体不能脱离个体,但统计学研究的不是个体现象,而是通过个体所载有的信息来研究、说明群体现象。

第二,统计学所探索的是群体现象数量表现的内在规律性。

(1)数量性。统计学的英文是“Statistics”。这个英文名词有两个含义:当它以单数名词出现时,表示作为一门科学的“统计学”;当它以复数名词出现时,表示“统计资料”或“统计数据”。显然,由其英文名词复数的特征我们知道“统计数据”不是指个别的单个数据,而是指同类的较为大量的数据。因为单个数据在没有其它数据进行比较时,是说明不了什么问题的。

作为单数的统计学和作为复数的统计数据在英文中都用同一名词,其间显示有密切的关系。统计学是由收集、整理、描述、显示和分析统计数据的方法组成的,这些方法来源于对统计数据的研究,目的也在于对统计数据的研究。离开了统计数据,统计方法乃至统计学就失去了它存在的意义。数字是统计的语言,统计学研究群体现象的特征,总是用数字来计量、说明的。例如,统计学所探索的某人口群体的性别特征表现为不同性别的人口数量、比例;民族特征为各民族人口数量、所占比例等。

(2)规律性。统计学研究的是个体之间存在数量差异的群体现象。如果一群人身高都相同是用不着统计的。然而现实中群体现象总是由许多数量特征各异的个体组成,而这些千差万别的个体数量特征下却又掩盖着群体现象的某一数量规律性。例如,就每一家庭的新生儿的性别而言,在出生前是很难确定的,可能是男孩,也可能是女孩。但如果对大量的新生儿的性别进行观察,就会发现男女比例约为 107:100,这个比例就是新生儿这个群体性别

特征的数量规律,是由人类和社会发展内在规律所决定的,古今中外大都如此。又如,掷硬币或骰子,谁都知道随机地掷一次是无法确定结果的,即每一次抛掷结果各异,但如果我们反复地不断地掷,当抛掷次数足够多时就会发现规律,即硬币出现正面或反面、骰子出现任一点数的机会都是均等的,这就是掷硬币和骰子的数量规律。

第三,统计学研究的是对群体现象数量特征进行计量描述和分析推论的方法。

统计计量描述指收集、整理、计算并显示说明客观群体现象特征的统计数据资料;统计分析推论指通过随机抽样的样本特征对总体的特征进行推论。统计学研究的是科学地进行计量描述和分析推论的方法,即如何才能够准确、真实地收集到所需要的数据,如何科学地对这些数据进行分类、归总、进一步计算,如何在允许的误差范围内用样本数据推断总体数量特征等等。

二、统计的职能作用

统计的信息、咨询和监督职能共同构成了统计的整体功能。

统计的信息职能,是指统计具有一整套科学统一的统计指标体系和统计调查方法,能够灵敏地、系统地为决策和管理采集、处理、传递、存储和提供大量综合反映客观事物总体数量特征的社会经济信息。

统计的咨询职能,是指利用已经掌握的、丰富的统计信息资源,运用科学的分析方法和先进的技术手段,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可供选择的咨询建议与对策方案。

统计的监督职能,是根据统计调查和统计分析,及时、准确地从总体上反映经济、社会、科技的运行状态,并对其实行全面的、系统的定量检查、评价、监测和预警,以促使国民经济活动按照宏观

决策预定的轨道运行。

统计的这三种职能是相辅相承的关系。统计的信息职能,是保证统计的咨询和监督职能得以有效发挥的基本前提,统计的咨询职能,是统计信息职能的延续和深化。统计的监督职能,是在信息、咨询职能基础上的进一步拓展。在信息职能的基础上,根据需要又开发形成了咨询和监督职能。咨询和监督职能的进一步发展会对原始信息在涉及的领域、包含的内容上提出更高的要求,促使原始信息不论在数量上还是在质量上也都有进一步的发展,而这又会使信息职能建立在一个更完善的基础之上,提供更加丰富的、具有普遍指导意义的信息。

从某项经济活动决策所发挥的作用看,信息职能的作用在决策形成前,提供描述该项经济活动内外部环境的当前实际状况的信息;咨询职能的作用则是对当前实际状况的信息进行分析和预测,向决策部门提出如何开展经济活动的建议和方案;建议和方案若被决策部门采纳并下达执行,监督职能就运用监测、预警、评价指标体系等手段对决策的执行过程进行跟踪。将执行过程是否偏离原计划轨道的信息反馈给决策部门,使决策部门得以做出调整或支持原执行过程的指令,保证决策正确完成,达到既定目标。

三、统计学的研究方法

不同的对象需要用不同的方法去研究,研究对象对于研究方法具有决定作用。但是,一定对象的研究方法却不一定是唯一的。所以,一门学科一般应该从对象与方法两方面去界定。

这里所讲的只是统计学的最基本的研究方法,如大量观察法、综合分析法、统计分组法和归纳推断法等。

1. 大量观察法

大量观察法是指统计学在研究问题时,通过对总体现象中的全部或足够数量的个体进行观察,来达到认识总体数量特征和规

律性的目的。大量观察法符合一般存在于个别之中这一哲学原理,并有其概率论上的依据。概率论的有关定理证明,在观察过程中,每一次所得到的结果,因偶然性的原因而各不相同,但大量重复观察结果的平均数却会逼近于一个定值。例如,当观察个别或少数家庭的婴儿出生情况时,生男生女是偶然的。但当观察的家庭足够多时,新生婴儿的男女性比例就逼近于 107:100 这一稳定的数值。可见,在构成总体的许多个别事物之间存在着共性和数量上的规律性,而这种规律性只有通过大量观察才能获得。

2. 综合分析法

所谓综合,是指把大量观察所得到的资料,加工成各种综合指标,以反映总体的一般数量特征。综合对统计研究有极为重要的意义。对大量原始数据进行整理汇总,计算出各种综合指标,就可以测度现象在具体时间、地点条件下所达到的规模、水平、比例和速度,也可以描述总体各单位变量分布的集中趋势和离散程度。常用的综合指标有总量指标、相对指标、平均指标等。所谓分析,是指对综合指标进行分解和对比分析,以研究总体的差异和数量关系。统计分组法在统计分析中居于重要的地位。常用的统计分析方法还有动态趋势分析法、因素影响分析法、相关与回归分析法、综合平衡分析法等等。

3. 统计分组法

统计分组法首先是逻辑分类方法在统计中的应用,因此,它需要满足形式逻辑有关分类的要求。但是,与一般逻辑分类相比,统计分组又有它自己的特点:第一,由于对象的复杂性,使得统计分组往往需要建立在高于形式逻辑的辩证分析基础之上。例如,对于国民经济的行业分类等。第二,由于统计认识的数量性,统计分组须满足研究概率分布的需要。

由不同角度分组所形成的分类体系,是研究国民经济结构的基础。并且,统计分组和综合指标两种方法有着必须重视的内在