

211

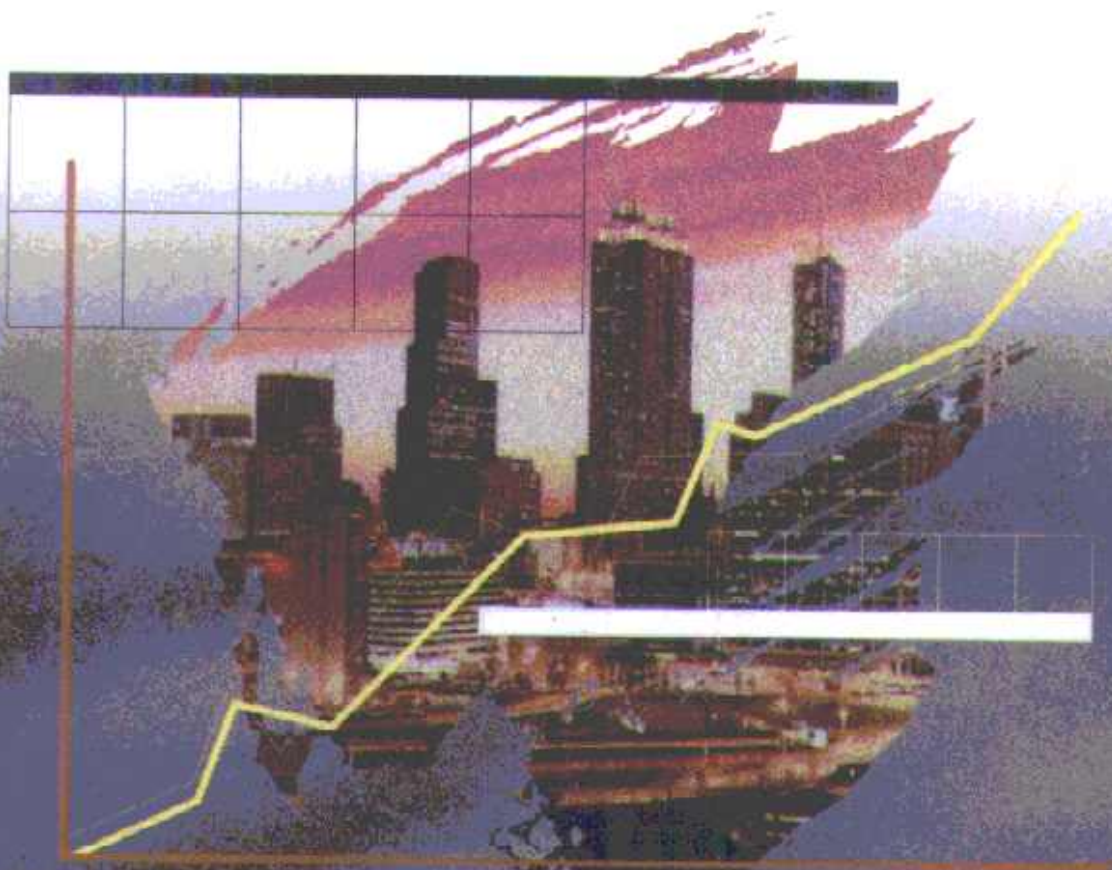
(修订本)

西南财经大学“211”工程规划教材

STATISTICS

统计学

庞皓 杨作廩 主编



西南财经大学出版社

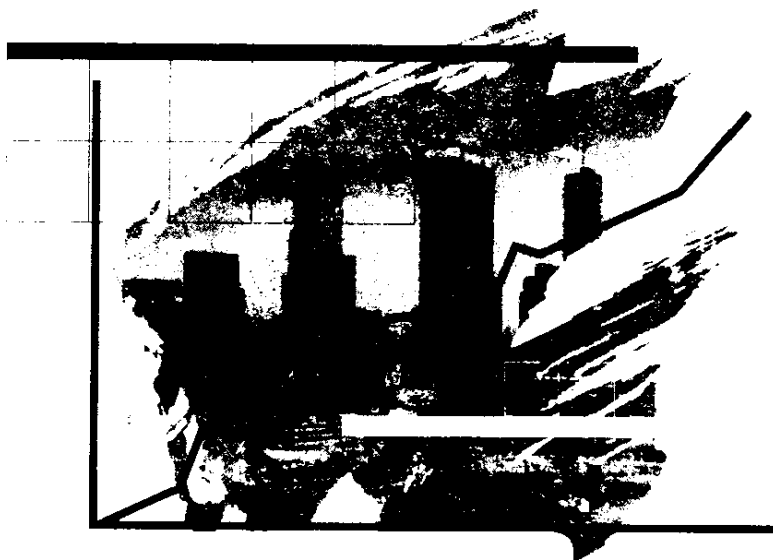
(修订本)

西南财经大学“211”工程规划教材

STATISTICS

统计学

庞皓 杨作康 主编



西南财经大学出版社

前 言

本书是根据西南财经大学“211 工程”教材建设规划,为经济学类和管理学类各专业编写的作为专业基础课的《统计学》教材。在本书的编写中,我们按照教育部对经济和管理类专业调整的要求,遵照面向 21 世纪教学内容和课程体系改革的精神,认真总结了多年的教学经验,对传统的《社会经济统计学原理》和《数理统计学》等课程进行了改革的探索。中国高等教育的改革要求进一步拓宽专业口径,加强基础课程,注重能力与素质的培养。由于总学时的限制,经济和管理类各专业不可能开设更多的统计学课程。作为各专业的基础课,这本《统计学》包括了描述统计和推断统计的基本内容,还包括了经济统计中国内生产总值统计的主要内容,目的是使学生具备基本的统计思想,掌握基本的统计方法,培养应用统计方法分析经济和管理中实际问题的能力。为了避免课程间教学内容的重复,《统计学》是在已经学习过概率论的基础上开设的课程,所以本书未讨论概率分布及其特征,在坚持统计学基本理论、基本方法完整体系的前提下,对描述统计部分的内容作了较多精减,并包括了数理统计学的基本内容。在编写中,我们力图贯彻少而精的原则,坚持学以致用,理论联系实际,努力作到概念明确、层次分明、条理清晰、深入浅出。为了便于教学中使用,每一章都列出了“学习要点”及“思考题与作业题”。本书具有较强的实用性,适合于经济和管理类各专业作为专业基础课的教材,也适合于

经济管理工作者作为学习统计学的入门书。

承担本书编写任务的是：庞皓(第一章)；周光大(第二章)；周惠彬(第三章、第六章)；王青华(第四章)；谢小燕(第五章)；徐浪(第七章)；王芸(第八章第一、二、三节)；杨作康(第八章第四节)；向蓉美(第九章)。庞皓、杨作康任主编，负责全书的总纂和定稿。

本书编写过程中，我校数学教研室的倪训芳、谢明文、孙西芄等老师参加了大纲的修改讨论；向蓉美、谢小燕对有关章节作了适当修改；李载卿、史代敏参加了多次讨论，并提供了许多宝贵意见；西南财经大学教务处的同志为本书的出版给予了关心和支持，在此我们对他们深表衷心的感谢。

《统计学》教学内容的改革还在不断深化，本书难免存在缺点和错误，敬请广大读者批评指正。

编者

1998年6月

再版前言

《统计学》出版以后,受到读者的欢迎,并被许多学校选作经济、管理类各专业的核心课程教材。为了使这本教材更为完善,更加适应教学的需要,我们在保持原书特色的前提下,认真总结了教学实践经验,组织原作者对本书作了修订。这次修订主要表现在以下几个方面:

1.为了使推断统计的基本理论和方法更为完善,将原书“第六章假检验”改为“第五章假设检验与方差分析”,删去了在非统计专业较少讲授的对两个总体的假设检验的内容,补充了基本的方差分析的内容。

2.为了便于没有学习过概率论的读者阅读,补充了“第三章概率与概率分布”,介绍概率分布及其特征的基本知识。对于已经学习过概率论的读者,本章可以略去。

3.为了统计学方法的应用与计算机有效地结合起来,提高学生通过计算机运用统计方法的能力,我们在各章都补充了统计方法在 *Excel* 上的实现,并且要求尽量运用 *Excel* 软件在计算机上完成各章的习题。

4.为了使相关知识更为连贯,更有利于教学安排,这次修订中将“动态分析法”改为“时间数列分析”,并将“统计指数与综合评价”和“时间数列分析”调整到了“相关与回归分析”之后。

这次修订除了由原作者对每一章作了修改以外,各章补充的

*** 统计学**

Excel 部分由贾栩编写,补充的第三章由周惠彬编写。

《统计学》编写组

1999年9月

第一章 总 论

第一节 什么是统计

一、统计学的含义

“统计”作为社会生活中经常使用的名词具有多重含义,一般泛指统计实践活动和统计学,有时也指统计资料或统计数据。统计实践活动是人们为了说明所研究对象的某种数量特征和规律性,对社会、政治、经济、自然现象的数量进行搜集、整理和分析的活动过程。例如,对农产品产量的统计、对人口数量与结构的统计。统计最早应用于社会经济问题的研究,运用实际数据描述和分析社会经济现象的状况和变化,是认识社会经济规律的重要方法。

在人类历史上,统计实践活动已有很久远的历史,可以说自从有了国家,便开始了统计实践活动。据历史记载,中国夏禹时代(公元前两千多年)就有人口数量的记载,为了赋税、徭役和兵役的需要,历代都有田亩和户口的记录。在古代巴比伦、埃及和罗马帝国也就有了人口和资源数量的详细记录。到中世纪,西欧各国都有人口、军队、领地、职业、财产的统计。

统计资料是指通过统计实践活动所取得的能够说明所研究对

象某种数量特征的数据。例如一个国家的国内生产总值数据,说明全国的社会生产规模;一个地区居民的人均消费支出,说明该地区居民的生活水平。统计实践活动与统计资料是统计活动过程与统计活动成果的关系。

统计学是研究总体一定条件下的数量特征及其规律性的方法论学科,统计活动与统计学是实践与理论的关系。

在当前的社会生活中,我们经常会遇到用数据描述和分析社会经济现象的情况。例如,在每年公布的《政府工作报告》中,总是要列举大量的数据说明国民经济的发展状况;政府为了掌握全国的人口数量和状况,要定期举行全国的人口普查;为了监督商品的质量,质量检查部门经常从市场上抽取部分商品加以检验,并通过媒介公布其合格率。由此可见,不论过去是否学习过统计学,我们事实上早已经接触到了统计问题。

运用统计方法去研究的问题十分广泛,可以是某种社会现象,如全国各民族人口的分布状况;可以是某种经济现象,如全省居民的年平均收入;也可以是某种自然现象,如一个地区地震发生的频率和强度;等等。

运用统计方法研究的对象有一些共同的特点:

1. 数量性

统计总是与所研究对象的数量特征相联系的。一切事物都有质和量两个方面,从质和量的辩证统一中研究现象的数量特征,从数量上认识事物的性质和规律性,这是统计研究的基本特点。统计运用科学的方法去搜集、整理、分析反映现象特征的数据,并通过特有的统计指标表明现象的规模、水平、速度、比例及其变动规律,为人们的行动决策提供依据。统计研究的不是抽象的数量,而是同所研究现象内容性质密切联系的具体数量。例如研究“工业产品产量”,就必须明确什么是工业产品;要研究“失业人口”,就必须事先

明确怎样去界定失业。统计研究的是有特定内容的具体的数量,这是和数学的不同之处。

2. 总体性

统计研究的总是由同类事物构成的群体现象的数量特征,这种群体也称为总体。单个事物的数量一般可以直接测定,例如了解一个职工的月工资,只要查工资表就可知道,一般不需要运用统计方法。所以单一个体的数量特征不是统计研究的对象。而一个公司全体职工的月平均工资,就需要用统计方法才能确定。统计总是针对一定的总体,反映总体的数量特征。总体由许多同类个体组成,各个个体的数量特征由于受多种因素的影响具有差异性,正是要从这种差异中去描述或推断总体的特征或规律,才产生了统计学。如果总体中各个个体的某种数量特征不存在差异,假如已知一个公司中每个职工的月工资完全相同,只需随意了解其中一个职工的月工资,也就知道了其他职工的工资水平,在这种情况下也不需要用统计方法。许多现象的数量规律性要在总体中才能体现出来,这种规律性是作用于特定总体的内在因素决定的。而个体现象的具体数量特征是内在因素与其他众多偶然因素共同作用而形成的,作用于个体的偶然性只有在总体中才能在一定程度上被中和或抵消。能反映现象本质的由内因决定的总体规律性,只有在总体层次上才能被认识。例如,个别商品的价格由于多种因素的影响,在一定时期可能有升有降,而社会商品价格总水平的变动,是该时期经济规律和经济政策作用的结果。虽然在研究总体数量特征时我们需要对个体的特征进行观测,但是统计研究的目的是总体不是个体。从对参差不齐的个体数量特征的观测入手,运用科学的方法获得表现总体一般特征的综合数量,这才是统计的基本特征。

二、统计学的产生与发展

统计实践的发展,必然导致统计科学的产生。但与人们的统计活动实践相比,统计学产生的历史并不算长,至今只有三百多年。统计学(Statistics)这一名词最早来自欧洲,17世纪中叶德国的海尔门·康令创立了“国势学”,用文字记述国家的地理、历史、政治组织、社会制度、商业和军事力量。1749年国势学派的主要代表阿亨瓦尔在《近代欧洲各国国势学论》一书中,首次提出了统计学这一名词,有人称他为统计学之父。统计学的另一来源是英国的政治算术学派,英国人威廉·配第所著《政治算术》一书用大量的数字对英、法、荷三国的经济实力进行了比较,英国的约翰·格朗特的《对死亡率公报的自然和政治观察》一书,对英国社会经济情况的数量关系作了分析。这都被认为是统计学的创始。马克思曾对威廉·配第给予了很高的评价,认为他“在某种程度上也可以说是统计学的创始人”。由此可见,统计学最早是由国家管理的需要对社会经济状况的数量描述而产生的。

统计学的进一步发展与数学的一个分支——概率论的产生与发展分不开。由于赌博、航海、保险等事业的兴起,在对具有偶然性质的现象进行的研究中,发现这些偶然现象从个别看似乎没有什么规律,但通过大量观察又可以发现其具有一定的规律性。许多数学家从大量偶然现象中寻找其规律性逐步形成了概率论。比利时统计学家凯特勒(1796—1874)把概率论的原理引进统计学,运用大数定律证明社会现象的发展并非偶然,而是具有内在规律性。概率论引入统计学后,使统计方法发生了重大的飞跃。以后在各个领域都创立了许多有效的统计方法,如生物遗传学上的相关回归方法,人口学上的抽样方法,逐步形成以推断统计方法为中心,建立在概率论基础上的数理统计学。数理统计学的产生使统计方法、

特别是统计推断方法发生了重大变化,不仅极大地丰富了统计方法体系,也使统计方法具有了更为严谨的数学基础。

三、统计学的类型

统计学按照研究的领域和研究的重点不同,可以分为许多类型和分支,有的是研究统计一般理论和方法的理论统计学,还有的是研究运用于某一特定领域统计问题的各种应用统计学,例如国民经济统计学、人口统计学、卫生统计学。理论统计学最基本的可分为描述统计学和推断统计学。

描述统计学研究如何对客观现象的数量特征进行计量、观测、概括和表述,这是整个统计学的基础。在客观世界中,有的现象的数量特征比较直观,计量方法比较简单,可以直接加以观测和描述。例如一个学校的学生人数或学习成绩。而有的现象,特别是一些社会经济现象相当复杂,其数量特征就不是那么容易去描述。例如,对一个国家居民生活水平的描述,对通货膨胀程度的描述;又如更为复杂的对整个国民经济运行状况的描述。对这类问题的描述涉及许多方面,需要结合所研究现象的实质,确定一些能够反映现象数量特征的范畴,这种范畴在统计学中称为统计指标。由于一个统计指标只能说明某一个方面的问题,或者同一个方面的问题可能用多种统计指标去说明,因此确定各种统计指标时需要对现象进行深入的研究,并且要运用一些特定的统计方法。有的现象需要运用若干个相互联系的统计指标去反映所研究问题的各个侧面,这些相互联系的统计指标形成一定的统计指标体系。对整个国民经济运行的描述,更要求建立国民经济核算体系去规范有关的概念、分类和指标,规范各种数据的搜集方法和数据的处理方式,并规范数据的描述形式。因为统计学研究的领域十分广泛,各种现象的数量特征又有不同的性质和特点,正确地运用统计方法描述

现象的数量特征,是需要专门研究的复杂问题。

推断统计学是研究如何根据部分数据去推论总体数量特征的方法。由于客观条件的限制,有时我们并不是对现象的所有单位都可以直接调查与观测,有时可能从观测成本考虑,我们没有必要对构成总体的所有单位都一一进行观测。例如检验所生产的灯泡的使用寿命,就不可能将所有的产品都用于检验;又如研究全国人口的年龄结构和婚姻状况,就没有必要对全国每一个人都进行调查。这种情况下,通常是采用抽取部分样本进行观测,依此为基础对总体的数量特征作出推断。由于样本只是总体的一部分,样本所包含的总体信息并不完备,而且样本是随机抽取出来的,用样本去推断总体会出现一定误差,推断的结论是否可靠也不确定。推断统计学是根据概率论的原理对推断所产生的不确定性加以度量,研究用样本对总体特征作出更加可靠推断的方法。

显然,描述统计和推断统计都是统计方法论的组成部分。描述统计是统计学的基础,如果没有描述统计确定应该观测现象的什么数量特征、应该用什么方式去度量这些数量特征、怎样科学地去描述其数量特征等问题,没有描述统计提供有效的样本信息,推断统计方法就只能成为无的放矢,再高明的推断统计方法也难以得到准确的结论。同时也应看到,从样本去推断总体的特征是现代统计学的核心,没有推断统计学,就不可能使统计学方法论更为完善,也不可能使统计学建立在更为科学的基础之上。所以学习和应用统计学既要熟悉描述统计的基本理论和方法,又要掌握推断统计的基本思想和方法。

第二节 总体和样本

一、统计总体和总体单位

前面已经讨论过, 统计研究的是由同类事物构成的总体的数量特征, 统计具有总体性。统计总体是根据一定的目的要求统计所研究的全部事物的总称, 它是由客观存在的具有某种共同性质的众多个别事物构成的整体。构成统计总体基本单位的个别事物, 就是总体单位。例如, 我们研究某市工业企业的固定资产数量, 那么这个市的全部工业企业就构成一个统计总体, 该市的每一个工业企业就是构成这个统计总体的总体单位。

统计总体具有客观性、大量性、同质性、变异性、相对性等特征。

首先, 统计总体总是与某种研究目的相联系的客观存在的事物, 例如与工业企业固定资产相联系的, 是由全部工业企业形成的统计总体; 与全国人口平均年龄相联系的, 是由全国人口构成的统计总体, 它们都是与特定研究目的有关的客观事物。

其次, 统计总体总是由大量的总体单位构成, 所谓“大量”单位是相对于“个别”单位而言。各种现象的数量规律性, 要在有足够多的单位组成的总体中才能体现出来。个别单位的数量特征可能各不相同, 只有大量单位在总体中的综合, 才能表现出客观规律发生作用的结果, 也才能体现出总体的内在规律性。总体的这种内在规律性正是统计研究所要寻求的。所以, 统计总体总是由相当数量的总体单位所构成。

此外, 统计总体总是依据一定的研究目的由具有同类性质的

事物所组成。作为一个总体的各个总体单位至少在某一个方面具有相同性质的特征。总体单位的同质性是它们能够构成一个总体的基础。例如,研究一所大学某年毕业生的英语水平,其同质性指的是该大学那一年毕业的学习英语的毕业生,不是该大学毕业的学生,或不是那一年毕业的学生,或不是学习英语的毕业生,都不能构成所研究的总体。

在统计总体中,由于多种因素的影响,各总体单位的数量特征总是有差异的,统计总体内的这种差异性事物的客观属性。在同类事物总体中,不同的个体除了受某些共同因素影响外,还要受其他许多非共同因素的影响,因而显示出各自的个体差异。例如,即使在严格控制的生产条件下,所生产出来的产品其质量也会有差异。正是存在这样的差异,才需要我们运用统计方法去寻找统计总体的共同规律性。反之,如果各个总体单位的特征没有差异,只需从中随意抽取一个单位加以观测就可知道整个总体的状况,也就不需要统计了。

统计总体和总体单位的范围及规模的大小,依其研究目的不同具有相对性。总体单位的同质性是相对的,随着研究目的不同,同质性的意义也不同。例如,研究全省工业企业的发展情况,该省的每个工业企业是同质的,可以构成一个统计总体;若是要研究全省纺织工业企业的发展情况,则不仅是工业企业,而且必须是纺织工业企业才能构成同质的统计总体。

统计总体可分为有限总体和无限总体。构成一个总体的单位无论有多少,只要其数量是有限的,就称为有限总体。例如全国人口普查,尽管总体单位数量达十几亿,但它还是有限的,这是有限总体。在现实生活中,绝大多数社会经济现象都是有限总体。当总体的单位数多到无限时,这种总体称为无限总体。例如研究一个区域一段时间的平均温度,由于可以在这个区域的任意测量点观测

其温度,也可以在这段时间内的任意时点观测其温度,从理论上说这时可以有无限多个观测点和无限多种观测方法,所取得的观测值可以是无限的,这个总体可视为无限总体。

总体单位是总体数量特征的最原始的承担者,总体的数量特征通常无法通过直接观测得到,我们只能对总体单位的特征进行观测。例如全校学生的平均身高,只能对全部或部分学生的身高加以测量,然后用统计方法去测算。原始的统计数据是从总体单位那里取得的,所以正确地界定总体单位是很重要的。

二、样本

统计研究的目的是确定总体的数量特征,但是有时构成总体的单位数很多,不可能或不必要对每个总体单位的数量特征逐一加以调查。这时通常是以某种方式从总体中抽取一部分单位作为总体的代表加以研究,一般把这种从总体中抽取的部分单位所组成的整体,称为该总体的样本。

样本是统计学中非常重要的概念。样本既然是从总体中以某种方式抽取出来的,构成样本的每个单位本来就都是构成该总体的总体单位,它们具有与总体同质的数量特征,整个样本也具有和总体相类似的数量特征。一个样本的单位数可多可少,抽取的方式也各种各样,对于既定的总体来说,不同方式抽取的样本可能多种多样,所以样本具有随机性。

样本只是总体的代表,抽取样本的目的是要由样本的特征去推断总体的特征。可是样本只是总体的一部分,抽取的样本及获得的样本数量特征具有随机性,由样本去推断总体的特征总是存在一定的代表性误差。如何科学地从总体中抽取样本,怎样控制样本对总体的代表性误差,这是推断统计学研究的主要问题。

第三节 统计学的应用领域

一、统计学与经济学

统计学最初产生于对经济现象的研究,至今社会经济问题仍然是统计学最重要的研究领域。统计学在经济领域的应用形成了经济统计学。经济学在研究经济现象及其发展变化的规律性时,除了要作规范性的理论分析以外,离不开对现实经济活动的实际研究。经济学家只有从对现实经济活动的运行条件、运行过程和运行结果的数量分析中,才能得出真正符合客观实际的规律性结论。社会经济现象是人类参与的活动,其影响因素异常复杂。对社会经济现象规律性的认识,不可能像研究物理化学现象那样能够在严格控制的条件下在实验室中去反复实验,我们只能被动地对实际的经济关系和经济活动的运行情况观测,在这一点上,经济学家所面对的问题很类似于气象学家和地震学家。因此,无论是宏观经济学研究还是微观经济学分析,都需要大量的运用统计学方法,通过各种调查去搜集实际的经济统计数据,并分析其数量规律性。可以说经济统计学是经济学研究不可或缺的一种基本手段。

同时必须强调,运用统计学方法研究经济问题离不开经济学理论的指导。这主要表现在经济总体的数量特征是以经济学确定的经济范畴去界定的,经济关系的数量联系要以经济学理论确定的经济关系为基础,经济发展趋势的数量分析要以经济学阐明的经济规律性为依据。例如经济统计学要分别按生产法、收入法和支出法去计算国内生产总值,就必须先从经济理论上明确国内生产总值的生产主体和生产过程,必须从理论上划分国内生产总值的

价值构成,并且要科学地确定中间产品和最终产品的界线,及其国内生产总值的使用去向。当然,我们强调经济统计学以经济学为指导,并不是要简单地照搬或重复经济理论的概念和结论,经济统计学在研究社会经济问题时,为了定量地描述其数量特征,必须将经济理论概念转换为统计范畴,并且要运用统计方法作出科学的分析,这往往会面临许多非常复杂的问题。例如,在研究通货膨胀问题时,就要决定用什么数量指标才能正确地去描述通货膨胀;在研究社会总需求与社会总供给的平衡时,就要先确定用什么方式定量地描述社会总需求和社会总供给的数量;要研究对比世界各国经济发展水平,就要确定用什么方式和什么数量指标真实地衡量各国的经济发展状况,而且还要研究应该采用什么样的综合评价方法,这一切都要涉及很多复杂的问题。

经济统计学在经济理论的指导下观测与研究现实经济现象的数量特征的同时,又反过来在对经济理论提出的命题和结论加以验证。运用统计学所得到的数量结论不一定与先验经济理论完全符合,这就会给经济理论提出新的研究课题。如果经过反复观测分析,确认所运用的统计方法是科学的,所获取的统计数据是真实可靠的,所得到的统计结论是符合经济现象的客观实际的,假如我们得到的统计结论与经济学理论的结论基本一致,这就为经济学理论的正确性提供了证据;假如反复所得统计结论都与经济学的理论结论不一致,这时或许就应该修改不符合客观实际的经济学理论了。所以经济统计学还是不断充实、完善和发展经济学理论的重要手段。

二、统计学与经济管理

经济管理通常划分为对整个国民经济的宏观经济管理和对企业经营活动的管理,后者有时也称为对微观经济活动的管理。无论