

# 第 1 章

## 导 论

### 本章学习的目的

(1)了解计量经济学的起源和发展;(2)了解计量经济学的学科性质与内容体系,掌握计量经济学的基本概念;(3)掌握计量经济模型的研究步骤。

计量经济学是用定量的方法研究经济活动规律及其应用的科学,是经济学与统计学、数学相结合的产物。计量经济学作为经济学的一个分支学科,经过 80 多年,尤其是近 40 年的发展,形成了广泛的内容体系。随着一些发达国家对计量经济学的成功应用以及计算机的广泛普及使用,大量复杂的计量经济模型得以建立和应用,使这门学科得到了快速发展。

为了让初学者顺利进入计量经济学这个新的学科领域,本章先对这门学科的历史沿革、专用名词和基本概念作简要介绍。本章主要阐述计量经济学的基本问题,通过本章的学习,可以知道什么是计量经济学,明确计量经济学研究的对象及其与相关学科的关系,了解计量经济学的基本概念与内容体系、计量经济学的研究步骤。

## 1.1 计量经济学概述

计量经济学(econometrics)这个词是 1926 年由挪威经济学家与统计学家、1969 年第一届诺贝尔经济学奖获得者弗里希(R. Frisch)按照生物计量学(biometrics)一词的结构仿造出来的。弗里希是计量经济学的主要开拓者和奠基人。计量经济学的本意是指“经济度量”,以揭示经济活动中客观存在的数量关系为主要内容,研究经济现象和经济关系的计量方法。Econometrics 中文译名有两种:计量经济学与经济计量学。“经济计量学”是由英文“econometrics”直译得到的,它强调该学科的主要内容是经济计量的方法,是估计、检验和应用计量经济模型。“计量经济学”则强调它是一门经济学科,强调它的经济学内涵与外延,故本书以此为名。但实际上,翻开两类不同名称的出版物,就会发现其内容并无区别。但也有学者认为,计量经济学与经济计量学这两种不同的表述反映了计量经济学有两个主要的研究内容:一是计量经济学方法的理论研究,称为理论计量经济学;二是将这些理论广泛应用于实际的经济活动中,称为应用计量经济学。本书介于两者之间,偏重于应用计量经济学。

### 1.1.1 计量经济学的产生与发展

经济学与自然科学的一个最大不同之处就是无法建立实验室,无法创造出其他因素不变的理想环境。自然科学中的变量常遵循函数关系,但对于经济问题却没有函数关系可言,只能建立统计模型。尽管这样,随着计量经济学的产生,人们借助数学、统计学知识分析和预测经济问题。虽然只有几十年的时间,却超过了经济学数百年积累起来的文字分析水平。

计量经济学的发展可分为三个时期:20世纪20—40年代;20世纪50—70年代;20世纪80年代至今。

#### 1. 20世纪20—40年代

计量经济学起源于对经济问题的定量研究,是社会经济发展到一定阶段的客观需要。正是人们从数量方面探寻经济活动规律的不懈努力,才促进了这门学科的形成与发展。人们很早就探索用定量的方法研究经济现象。早在17世纪英国经济学家、统计学家威廉·配第(W. Petty)在《政治算术》一书中就运用统计方法研究社会经济问题。以后的相当一段时期,经济学家们力图运用数学方法研究经济活动,用数学语言和公式去表达经济范畴和经济规律。19世纪欧洲主要国家先后进入资本主义社会,工业化大生产的出现,经济活动规模不断扩大,需要人们对经济问题作更精确深入的分析、解释与判断。这是计量经济学诞生的社会基础。到20世纪初,数学、统计学理论日趋完善为计量经济学的创立奠定了理论基础。

计量经济研究的基本工具——最小二乘法最早由德国数学家高斯(C. F. Gauss)于1794年首次提出,1821年提出正态分布理论,1829年提供了最小二乘法优于其他方法的证明。1886年英国统计学家加尔顿(F. Galton)提出“回归”和“相关”概念。1896年皮尔逊(K. Pearson)提出相关系数计算公式。1908年戈塞特(W. S. Gosset)提出 $t$ 检验、小样本理论,被认为是推断统计学的里程碑。20世纪20年代英国统计学家费歇尔(I. Fisher)提出抽样分布理论,美籍波兰学者奈曼(J. D. Neyman)提出假设检验理论。至此,数理统计的理论框架基本形成。这时,人们自然想到要用这些知识解释、分析、研究经济问题,从而诞生了计量经济学。“计量经济学”(econometrics)一词首先由挪威经济学家弗里希(R. Frisch)仿照生物计量学(biometrics)一词于1926年提出。美国经济学家穆尔(H. L. Moore)在其1929年出版的《综合经济学》一书中运用计量经济模型描述了经济周期、工资率变化与商品需求等经济现象的数量关系。这为计量经济学作为一门独立学科的诞生奠定了基础。1930年由弗里希、丁伯根(J. Tinbergen)和费歇尔(I. Fisher)等人发起在美国成立了国际计量经济学会。这个学会当时的宗旨是“为了促进经济理论在与统计学和数学的结合中发展”。从1933年起,该学会出版了会刊——《计量经济学》(*Econometrica*)杂志,标志着计量经济学作为一个独立的学科正式诞生。目前它仍是计量经济学界最权威的杂志。弗里希在发刊词中所阐明的关于计量经济学的定义,至今仍被大多数学者所接受。

计量经济学正式创立之后,发展十分迅速。首先是爆发于1929—1933年的世界性经济大萧条使计量经济学从一开始就成为一个十分活跃的领域。为走出大萧条的困境,许多政府部门广泛应用计量经济学的理论与方法进行市场研究、经济预测、政策分析等;不少企业

应用计量经济学的理论与方法对个别产品的供给、需求、价格等进行经济分析。正是在这样的背景下,1934年,弗里希出版了其经典著作《运用完全回归体系的统计合流分析》,将计量经济分析技术向前推进了一大步;1935年,丁伯根建立了第一个计量经济学应用模型——用于分析荷兰经济的宏观经济模型,开创了计量经济学从以研究微观经济模型为主转向建立宏观经济模型的新阶段;1936年,凯恩斯(J. M. Keynes)出版了《就业、利息和货币通论》一书,提出了国民收入的需求决定理论,为联立方程计量经济模型的建立提供了理论依据;哈罗德(R. F. Harrod)、罗宾逊(J. Robinson)、萨缪尔森(P. A. Samuelson)、克莱因(L. Klein)等对凯恩斯理论的继承和发展,极大地推动了宏观计量经济学理论、方法与应用的发展。

20世纪30年代计量经济学研究对象主要是个别生产者、消费者、家庭、厂商等,基本上属于微观分析范畴。第二次世界大战后,计算机的发展与应用对计量经济学的研究起到了巨大的推动作用。从40年代起,计量经济学研究从微观经济领域逐步扩大至宏观经济领域,处理总量数据,如国民消费、国民收入、投资等。但模型基本上属于单一方程形式。此后,伴随着社会经济发展对计量经济分析需求的不断增加、经济理论的不断发展和数据可得性的不断改善、计算机技术和计量分析软件的广泛应用,计量经济学一直保持快速发展的态势。

## 2. 20世纪50—70年代

计量经济学研究经历了从简单到复杂,从单一方程模型到联立方程模型的变化过程。1950年以库普曼(T. C. Koopman)发表论文《动态经济模型的统计推断》《线性联立经济关系的估计》等为标志,计量经济学理论进入联立方程模型时代。进入20世纪50年代,人们开始用联立方程模型描述一个国家整体的宏观经济活动。比较著名的是克莱因的美国经济波动模型(1921—1941年,1950年)和美国宏观经济模型(1928—1950年,1955年),后者包括20个方程。联立方程模型的应用是计量经济学发展的第二个里程碑。

20世纪70年代是联立方程模型发展最辉煌的时期。进入70年代西方国家致力于更大规模的宏观经济模型研究。从建立国内宏观经济模型发展到建立国际的大型计量经济模型,研究国际经济波动的影响,国际经济发展战略可能引起的各种后果,以及制定、评价长期的经济政策。最著名的联立方程模型是联合国的“连接计划”(Link Project)。这一时期最有代表性的学者是美国经济学家克莱因教授,他于1980年获得诺贝尔经济学奖。

## 3. 20世纪80年代至今

20世纪70年代以前的建模技术是以“经济时间序列是平稳的”这一前提设计的,而战后多数国家的宏观经济变量均呈非平稳特征。这些问题的存在会直接影响计量经济模型参数估计的准确性,所以在利用联立方程模型对非平稳经济变量进行预测时常常失效。从20世纪70年代开始,宏观经济变量的非平稳性问题以及虚假回归问题越来越引起学者的注意。

格兰杰-纽博尔德(Granger-Newbold)于1974年首先提出虚假回归问题,引起了计量经济学界的关注。博克斯-詹金斯(Box-Jenkins)1970年出版《时间序列分析:预测与控制》一书,为在经济领域应用时间序列模型奠定了理论基础。时间序列模型是一种全新的方法,它是依靠经济变量本身的外推机制建立模型。由于时间序列模型妥善地解决了变量的非平稳性问题,人们发现耗费许多财力、人力建立的计量经济模型有时竟不如一个简单的时

间序列模型预测能力好。于是计量经济工作者面临三个亟待解决的问题:(1)如何检验经济变量的非平稳性;(2)把时间序列模型引入经济计量分析领域;(3)进一步修改传统的计量经济模型。

迪克-福勒(Dickey-Fuller)1979年首先提出检验时间序列非平稳性(单位根)的DF检验法,之后又提出ADF检验法。菲利普斯-泊松(Phillips-Perron)1988年提出PP检验法。这是一种非参数检验方法。萨根(D. Sargan)1964年提出误差修正模型概念(最初用于研究进货量、存储问题)。亨德里-安德森(Hendry-Anderson, 1977)和戴维森(R. Davidson, 1978)的论文进一步完善了这种模型,并尝试运用这种模型解决非平稳变量的建模问题。亨德里(D. Hendry)还提出动态回归理论。1980年西姆斯(C. Sims)提出向量自回归模型(VAR),这是一种用一组内生变量作动态结构估计的联立方程模型。这种模型的特点是不以经济理论为基础,然而预测能力强。这种模型是对联立方程模型的一次革命。以上成果为协整理论的提出奠定了基础。

1987年恩格尔-格兰杰(Engle-Granger)在论文《协整与误差修正,描述、估计与检验》中正式提出协整概念。这是计量经济学发展的第三个里程碑,从而把计量经济学理论的研究又推向一个新阶段。格兰杰定理证明若干个一阶非平稳变量间若存在协整关系,那么这些变量一定存在误差修正模型表达式,反之亦成立。1988—1992年约翰森(Johansen)连续发表了四篇关于建立向量误差修正模型(VEC)的文章,进一步丰富了协整理论。

经过近40年的发展,计量经济学在研究对象、分析技术、数据利用、应用领域等多个方面均有了丰富的内涵。在研究对象方面,不仅包括单方程模型、线性模型、小型市场模型、静态模型、均衡模型等,还包括联立方程模型、非线性模型、大型宏观经济模型、动态模型、非均衡模型等;在分析技术方面,不仅包括回归分析、参数模型分析,还包括时间序列分析、非参数模型分析、离散变量与受限变量模型等专门技术;在数据利用方面,不仅包括对时间序列数据、截面数据的应用,还包括对面板数据的应用;在应用领域方面,不仅包括宏观经济、经济增长、经济管理等,还包括微观经济、就业和收入分配、企业经营等,而且发展形成了针对不同应用领域的专门计量经济学,如宏观计量经济学、微观计量经济学、金融市场计量经济学、空间计量经济学等。

计量经济学在一定程度上反映了社会化大生产对各种经济因素和经济活动进行数量分析的客观要求。经济学从定性研究向定量分析的发展,是经济学向更加精密、更加科学发展的表现。正如马克思指出的,一种科学只有在成功地运用了数学以后,才算达到了完善的地步。计量经济学中的各种计量经济方法和技术,多数是从数学和统计学中引进的,这些方法技术为研究中国经济问题提供了参考与借鉴。

### 1.1.2 计量经济学的学科性质

#### 1. 什么是计量经济学

计量经济学的奠基人弗里希1933年在《计量经济学》杂志创刊号中写下了一段话:“用数学方法探讨经济学可以从好几个方面着手,但任何一个方面都不能和计量经济学混为一

谈。计量经济学与经济统计学绝非一码事；它也不同于我们所说的一般经济理论，尽管经济理论大部分具有一定的数量特征；计量经济学也不应被视为数学应用于经济学的同义语。经验表明，统计学、经济理论和数学这三者对于真正了解现代经济生活的数量关系来说，都是必要的，但本身并非是充分条件。三者结合起来，就是力量，这种结合便构成了计量经济学。”我们不妨把这种结合称为定量化的经济学或经济学的定量化。

美国现代经济词典认为，计量经济学是用数学语言来表达经济理论，以便通过统计方法来论述这些理论的一门经济学分支。萨缪尔森、科普曼斯、斯通等三位著名经济学家在1954年计量经济学家评审委员会的报告中认为，“计量经济学可定义为，根据理论和观测的事实，运用合适的推理方法，对实际经济现象进行的数量分析”。

尽管对计量经济学定义的表述并不相同，但是可以看出，计量经济学不是对经济的一般度量，它与经济学、统计学、数学有着密切的关系。可见，计量经济学是经济学、数学和统计学相结合的一门综合性学科。具体地说，计量经济学就是在经济理论的指导下，根据实际观测的统计数据，运用数学和统计学的方法，借助于计算机技术从事经济关系与经济活动数量规律的研究，并以建立和应用计量经济模型为核心的一门经济学科。必须指出的是，这些计量经济模型是具有随机性特征的。

在这个定义中，强调以下几点：第一，计量经济学是经济学的一个分支学科，是一门应用经济学科，它是以经济现象为研究对象的；第二，计量经济学目的在于揭示经济关系与经济活动的数量规律；第三，计量经济学是经济理论、统计学、数学三者的综合；第四，计量经济学核心内容是建立和应用具有随机特征的计量经济模型。

翻开任何一本计量经济学教材，呈现在读者面前的是大量的符号和复杂的公式。但是，我们必须十分清楚，计量经济学是经济学的一个分支，是一门经济学科。计量经济学一开始就是起源于对经济问题的定量研究的需要。它研究的是如何用一整套有效的理论、方法、体系去研究经济关系，描述经济行为。

根据弗里希对计量经济学所下的定义，计量经济学是数学、统计学、经济理论这三者的有效结合，其实质是定量化的经济学，或者说是经济学的定量化。如何将经济概念定量化呢？途径之一就是科学地引入数学、统计学的方法，并使之与经济理论有效结合，形成一体，即进行计量经济研究。因此，计量经济学研究的对象是经济关系，要解决的是经济问题，它是一门经济科学。虽然，在许多计量经济学教科书中都会写道，“模型参数估计方法是计量经济学的核心内容”，但是，离开方法提出的经济背景、方法本身的经济学解释、方法应用的经济学对象，这些所谓的方法都将是一堆无用的符号。因此，作为一名初学者，在计量经济学的学习过程中，切忌埋头于一堆符号和公式之中不能自拔。无论模型的设定、参数的估计还是模型的检验，一切都应建立在对经济理论以及所研究经济现象的透彻认识的基础上，只有这样才能把握计量经济学的脉络，才能学以致用。

## 2. 计量经济学与其他相关学科的关系

计量经济学是经济理论、统计学、数学的结合，是经济学、统计学、数学的交叉学科。它与相关学科的关系如图1.1.1所示。

图 1.1.1 表明计量经济学是数理经济学、经济统计学和数理统计学的交集,而数理经济学是经济学与数学的交集,数理统计学是数学和统计学的交集,经济统计学是经济学与统计学的交集。显然,每一交集都形成了一门特定的学科,有其独立的研究对象或特点,这些特定学科彼此不能混淆或替代。

经济学着重于经济现象的定性研究,而计量经济学着重于定量方面的研究。虽然数理经济学也是着重于研究经济的定量方面,但是它不注重经济变量关系的随机特征,它是用数学形式表达经济理论,并不关心经济理论的可测性,且模型所反映的经济变量之间的关系是确定的。而计量经济学的主要特征在于利用由数理经济学提出的数学方程及实际数据来验证经济理论,模型所反映的经济变量间的关系是非确定性的、随机的相关关系。数理经济学为计量经济学提供建模依据。计量经济学对经济学的应用主要体现在以下几个方面:

第一,计量经济模型的选择和确定,包括对变量和经济模型的选择,需要经济学理论提供依据和思路;第二,计量经济分析中对经济模型的修改和调整,如改变函数形式、增减变量等,需要有经济理论的指导;第三,计量经济分析结果的解读和应用也需要经济理论的指导。

经济学与统计学结合形成了经济统计学。经济统计所关心的是描述性的统计量,着重于收集、整理并以图表的形式表达数据,并不利用所收集的数据来验证经济理论。而计量经济学则利用经济统计所提供的数据来估计经济变量之间的数量关系并加以验证。

数理统计学为各种类型数据的收集、整理与分析提供切实可靠的数学方法,是计量经济学建立计量经济模型的主要工具。但是数理统计学在研究变量之间的关系时,要求各种变量必须服从某种规律,即服从某种分布。在现实经济生活中,各经济变量很难完全满足这一假定,但又必须研究经济变量之间的关系,所以计量经济学必须在数理统计方法技术的基础上,开发出特有的分析方法技术。计量经济学与数理统计学是有严格区别的。数理统计学作为一门数学学科,它可以应用于经济领域,也可以应用于其他领域,如社会学和自然科学等。但它与经济理论、经济统计学结合而形成的计量经济学,则主要限于经济领域。计量经济学对统计学的应用,至少有两个重要方面:一是计量经济分析所采用的数据的收集与处理、参数的估计等,需要使用统计学的方法和技术来完成;二是参数估计值、模型的预测结果的可靠性,需要使用统计方法加以分析、判断。

计量经济学对数学的应用也是多方面的:首先,对非线性函数进行线性转化的方法和技巧,是数学在计量经济学中的应用;其次,任何的参数估计归根结底都是数学运算,较复杂的参数估计方法或者较复杂的模型的参数估计,更需要有相当的数学知识和数学运算能力;最后,在计量经济理论和方法的研究方面,需要用到许多的数学知识和原理。

因此,计量经济学是经济理论、统计学和数学三者的综合。计量经济模型建立的过程,

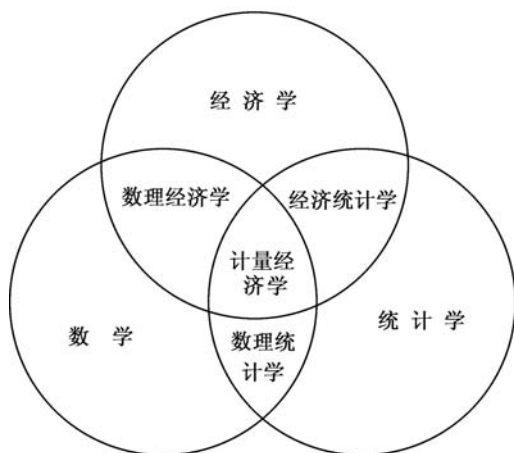


图 1.1.1 计量经济学与相关学科的关系

是综合应用经济理论、统计学、数学方法的过程。如上面所述,理论模型的设定、样本数据的收集是直接以经济理论为依据,建立在对所研究经济现象的透彻认识基础上的,而模型参数的估计和模型有效性的检验则是统计学和数学方法在具体经济研究中的具体应用。没有理论模型和样本数据,统计学和数学方法将没有发挥作用的“对象”和“原料”;反过来,没有统计学和数学所提供的方法,原料将无法成为“产品”。因此,计量经济学广泛涉及了经济学、统计学、数学这三门学科的理论、原则和方法,缺一不可。

为了说明上述内容,我们以商品市场需求的研究为例。研究某一商品市场需求  $Q$ ,经济理论中假定商品需求量取决于自身价格  $P$ 、替代商品的价格  $P_r$  和消费者的收入  $Y$ ,这就完全肯定了需求量只由三个因素决定,关系非常明确。数理经济学用线性需求函数形式表示商品需求关系:

$$Q = b_0 + b_1 P + b_2 P_r + b_3 Y \quad (1.1.1)$$

式中  $b_i (i=0,1,2,3)$  为需求函数中待定参数,表示在其他变量不变时,自变量每变化一个单位引起需求量变化的数值。

式(1.1.1)表明,方程右边只有三个因素影响需求量  $Q$  变化,除此之外,没有其他因素影响需求量。然而在实际的经济生活中绝非如此,消费者的偏好、所处地理位置,甚至天气等偶然因素,对需求量都会产生影响。虽说不是主要的,但也必须加以考虑。为此,计量经济学构建如下模型:

$$Q = b_0 + b_1 P + b_2 P_r + b_3 Y + u \quad (1.1.2)$$

在模型(1.1.2)中, $u$  是一个随机变量,它用来反映数理经济学模型中未考虑的非主要因素的影响,从而将数理经济学所描述的确定性关系转化为计量经济学中的不确定性关系。经济统计学研究的内容主要有两个方面:一是指标的设计问题,即用什么指标来反映商品需求量,如何测量消费者的收入水平等;二是各指标是如何变化的。经济统计学重点不在于测度变量之间的具体关系。虽然数理统计学可以用来研究这些变量之间的具体数量关系,但是它事先对模型中的随机误差项  $u$  做出严格的假定(这些假定将在第2章和第3章具体说明)。在现实世界中,数理统计所做的假定是很难满足的,为了揭示需求量、价格、消费者收入水平等变量之间的关系,计量经济学必须研究数理统计之外的一些模型技术与方法问题。

### 1.1.3 计量经济学的内容体系

计量经济学在经济学科中占有重要地位,已形成了庞大的内容体系,一般按研究内容、范围的不同分为不同层次或各种专门的计量经济学。

#### 1. 经典计量经济学与非经典计量经济学

经典计量经济学与非经典计量经济学的划分可从计量经济学的发展时期及其理论方法上的特征来把握。经典计量经济学一般指20世纪70年代以前发展起来的计量经济学,在理论方法上具有以下几个方面的共同特征:第一,在模型类型上,采用随机模型;第二,在模型导向上,以经济理论为导向;第三,在模型结构上,采用线性或可化为线性的模型,反映变量之间的因果关系;第四,在数据类型上,采用时间序列数据或截面数据;第五,在估

计方法上,采用最小二乘法或极大似然法。非经典计量经济学一般指20世纪70年代以后发展起来的计量经济学,也称现代计量经济学。与经典计量经济学理论方法上的几个方面的特征相对应,非经典计量经济学包括模型类型非经典计量经济学问题、模型导向非经典计量经济学问题、模型结构非经典计量经济学问题、数据类型非经典计量经济学问题、估计方法非经典计量经济学问题等方面的内容。

## 2. 理论计量经济学和应用计量经济学

计量经济学的内容可以概括为两个方面:一是它的方法论;二是它的实际应用。由此构成了计量经济学的两大部分,即理论计量经济学和应用计量经济学。理论计量经济学主要研究计量经济学的理论与方法,包括计量经济模型的数学理论基础、计量经济模型普遍应用的参数估计方法和模型检验方法,也包括特殊模型的参数估计和检验方法,侧重于理论与方法的证明和推导,需要较多地依赖数学和统计学的方法与技术,目的在于为应用计量经济学提供方法论。应用计量经济学主要运用理论计量经济学所提供的理论与方法研究特定领域的具体经济活动的数量关系,以建立与应用计量经济模型为主要内容,侧重于实际经济问题。例如生产函数、消费函数、投资函数、供求函数、劳动就业问题,等等。应用计量经济学研究的是具体的经济现象和经济关系,研究它们在数量上的联系及其变动的规律性。

## 3. 宏观计量经济学和微观计量经济学

宏观计量经济学与微观计量经济学的划分对应于宏观经济学与微观经济学的划分。宏观计量经济学主要利用计量经济学的理论与方法,建立宏观计量经济模型,分析宏观经济变量之间的数量关系。例如,通过消费函数、投资函数、国民收入恒等式建立简单宏观计量经济模型,研究国内生产总值、居民消费、投资、政府支出之间的关系。自计量经济学创立以来,宏观计量经济学一直是其主要研究领域,除经典宏观计量经济模型理论、方法以外,单位根检验、协整理论、动态计量经济学等非经典计量经济学理论、方法也是宏观计量经济学的主要研究内容。微观计量经济学是在2000年的诺贝尔经济学奖公报中才正式提出的一个新概念,公报中将微观计量经济学的内容集中于对个人、家庭和企业的经济行为进行经验分析,主要包括面板数据模型的理论方法、离散选择模型的理论方法、选择性样本模型的理论方法,这些理论方法都属于非经典计量经济学的范畴。

## 4. 广义计量经济学和狭义计量经济学

从学科角度,可以将计量经济学划分为广义计量经济学与狭义计量经济学。广义计量经济学是利用经济理论、数学和统计学定量研究经济现象的数量经济方法的统称,内容包括回归分析、时间序列分析、投入产出分析等,甚至数理经济学的内容也包括其中。西方国家许多以“Econometrics”为名的书中,往往包括了如此广泛的内容。尽管这些方法都是经济理论、统计学与数学方法的结合,但方法之间还是有区别的。

狭义计量经济学就是我们通常定义的计量经济学,主要研究经济变量之间的因果关系,采用的数学方法主要是回归分析基础上发展起来的计量经济学方法。这也是本书的主要内容。本书将要介绍的内容以经典计量经济学、宏观计量经济学、狭义计量经济学为主,是理论计量经济学与应用计量经济学的结合。

### 1.1.4 计量经济学在经济学科中的地位

一般认为,1969年诺贝尔经济学奖的设立,标志着经济学已成为一门科学。而在经济学不断科学化的过程中,计量经济学起到了特殊的作用。

这里需要考察一下现代经济学,主要是现代西方经济学的特征。现代西方经济学有许多特征,可以从不同的角度去归纳,从方法论的角度讲,主要有以下三个方面:一是越来越多地从方法论的角度去阐述和定义经济学,认为“经济学是一种思考社会问题的方法”,“经济学的主要贡献是它的分析框架”,“经济学是一套用以观察无限丰富和多变的世界的工具”,认为经济学是其他社会科学的基础,类似于物理学在自然科学中的地位。二是愈来愈重视研究方法的科学性,重实证分析,轻规范分析。认为“规范的方法显然是不科学的”,“经济学,对于规范的问题只能保持沉默”,“科学知识的占有尚不具备解决规范问题的能力,如果将价值判断引入经济理论,这种理论就不可能成为客观的科学”。这些认识显然过于偏激,甚至存在谬误。在我们看来,经济学不能完全排斥规范分析,不能完全否定价值判断。但这些观点反映出西方经济学把自己定义为一门实证的社会科学的事实。三是数学的广泛应用已成为一个普遍趋势。经济学作为一门科学,如果从亚当·斯密1776年的《国富论》算起,也只有200多年的时间,经济学研究的数学化和定量化则是经济学科学化的重要标志。当然,数学仅仅是一种工具,而不是经济学理论本身,但正是这种工具,推动了经济学理论的发展。微分学与边际理论、优化方法与最优配置理论、数理统计学与经济学的实证化就是例证。翻开任何一本经济学教科书或任何一份经济刊物,无不用数学语言阐述经济理论,用定量的方法描述、讨论人们关心的经济现实问题。许多世界一流大学的经济系在其教学计划的培养目标中,都对学生应用数学工具的能力提出明确要求。例如,多伦多大学认为,“现代经济学理论的一个显著特点是数学的广泛应用,学生必须学会用数学工具描述和发展经济学理论”;斯坦福大学认为,“教学计划的目标之一是教会学生将数学作为经济分析的一个基本工具,用数学去思考和描述经济问题和政策”。

计量经济学从创立之日起,就显示了较强的生命力,经过20世纪四五十年代的大发展及60年代的扩展,已经在经济学科中占据重要的地位。事实上,在诺贝尔经济学奖获得者中,有一半以上是从事与计量经济研究有关的学者或经济学家。如比较著名的有:丁伯根、里昂惕夫、克莱因、斯通、哈维默、麦克法登、恩格尔、格兰杰等。正如著名计量经济学家、诺贝尔经济学奖获得者克莱因所说,“计量经济学已经在经济学科中居于最重要的地位”,“在大多数大学和学院中,计量经济学的讲授已经成为经济学课程表中最有权威的一部分”。目前,计量经济学成为经济学专业学生必须学习的核心课程,而且从初级、中级到高级。以上这些特征,决定了计量经济学在经济学中的重要地位。

## 1.2 计量经济学的基本概念

任何一门独立学科都有自己的专用术语和基本概念,计量经济学也不例外。由计量经济学的定义可知,它的基本特征是用统计学与数学方法研究客观经济系统中的经济变量关系。由此,必然涉及经济数据、变量、模型等基本概念。这些名词虽然在其他学科中也时有

出现,但在计量经济学中都有专门解释。为了有利于今后的学习,我们先对计量经济学中的几个基本概念进行简要介绍。

### 1.2.1 计量经济模型中的变量

一个计量经济模型有多种构成因素,其中许多因素在不同的时间和空间有不同的状态,会取不同的数值,这类因素称为经济变量。所谓经济变量就是用来描述经济因素数量水平的指标,如模型(1.1.2)中的 $Q$ 、 $P$ 、 $P_r$ 、 $Y$ 都是经济变量。

在计量经济学中,不同的经济变量有专门的称谓,并有相应的特定内涵。经济变量按其自身特点及其计量经济模型参数估计的需要,可以分为若干不同的类型。

#### 1. 解释变量和被解释变量

从变量的因果关系看,经济变量可分为解释变量和被解释变量。解释变量也称自变量,是用来解释作为研究对象的变量(即因变量)为什么变动、如何变动的变量。它对因变量的变动作出解释,表现为方程所描述的因果关系中的“因”。例如模型(1.1.2)中的 $P$ 、 $P_r$ 、 $Y$ 。被解释变量也称因变量,是作为研究对象的变量。它的变动是由解释变量作出解释的,表现为方程所描述的因果关系中的“果”。例如模型(1.1.2)中的商品需求量 $Q$ 。解释变量是说明因变量变动原因的变量,即因变量的影响因素。

#### 2. 内生变量和外生变量

从变量的性质看,可以把变量分为内生变量和外生变量。如果一个解释变量与随机误差项相关,则称其为内生变量。内生变量是由模型系统内部因素所决定的变量,一般表现为具有一定概率分布的随机变量。如果一个解释变量既不是随机变量,也不是内生变量,则称其为外生变量。其数值由模型系统之外其他因素所决定的变量,不受模型内部因素的影响,表现为非随机变量,在模型求解之前就已经确定,是给定的、已知的,不受模型中任何变量的影响,但影响模型中的内生变量。例如模型(1.1.2)中的 $P$ 、 $P_r$ 、 $Y$ 。在计量经济模型中,外生变量数值的变化能够影响内生变量的变化,而内生变量却不能反过来影响外生变量。

#### 3. 滞后变量与前定变量

在经济分析中,某些变量不仅受当期其他内生变量和外生变量的影响,还受前期(过去时期)一些内生变量和外生变量的影响。所谓滞后变量,是指过去时期的、对当前因变量产生影响的变量。滞后变量可分为滞后解释变量与滞后因变量两类。例如,在消费函数模型中,影响消费支出的主要因素,除了本期收入外,还取决于前期收入。滞后变量显然在模型求解之前是确定的量,因此,通常将外生变量和滞后变量合称为前定变量,意即在求解以前已经确定或需要确定的变量。

#### 4. 虚拟变量

在计量经济研究中经常发现,某些定性因素对所研究的经济变量有明显的影响,需要把它们引入计量经济模型中。这时常虚拟变量去表示这类定性因素的“非此即彼”的状态。在计量经济学中,我们把反映定性因素(或属性)变化,取值为1或0的人工变量称为虚拟变量,这将在特殊变量一章中专门讨论。由于虚拟变量是对研究对象的定性影响因素的描述(如战争、自然灾害、政治因素、政策变动等定性事实,人的性别、职务、职称、学历等定

性特征),而定性因素的影响经常存在,因此虚拟变量是计量经济模型中一种常见的变量类型。虚拟变量一般取0或1,通常以1表示某种状态发生,以0表示该种状态不发生。这样的虚拟变量也可以作为估计模型参数的数据使用。例如,在农业生产函数研究中,若设置虚拟变量表示气候环境对农业生产的影响,那么,相对于灾年,该变量取1,相对于正常年份,该变量取0。

### 1.2.2 计量经济模型中应用的数据

数据是估计计量经济模型参数的基本依据。计量经济模型中应用的数据是通过对经济变量的观察和统计得到的。数据的质量对计量经济研究的有效性有着举足轻重的影响。数据的收集与整理,则是计量经济模型建立过程中最费时费力的一项工作。要保证整个计量经济研究的有效性,必须重视数据问题。计量经济模型中应用的数据主要有以下几类。

#### 1. 时间序列数据

时间序列数据(time series data)是同一统计指标、同一统计单位(或空间)按时间顺序记录形成的数据列。时间序列数据也称为时序数据或动态序列数据,它描述的是同一统计单位(或空间)的某一指标水平在时间纵向上变化的情况。数据是按照一定的时间间隔收集的,如每日(股票)、每周(货币供给)、每月(失业率、消费价格指数)、每季(GDP)、每年(政府预算)等。时间序列数据可以是时期数据,也可以是时点数据。例如,某省1950—2003年各年末的人口是由54个时点数组成的时间序列数据,而各年的粮食产量则是由时期数组成的时间序列数据。时点数据中的每一个数据必须是同范围、同一间隔时点上的统计数据。时期数据中的每一个数据必须是同范围、同一时期长度上的统计数据。

#### 2. 截面数据

截面数据(cross sectional data)是同一统计指标,同一时间(时期或时点)按不同统计单位(或空间)记录形成的数据列。例如,同一时间不同家庭的收入和消费支出,某一年全国各省份的国内生产总值,国家统计局人口普查数据等。

时间序列数据与截面数据比较,其区别在于组成数据的排列标准不同,时间序列数据是按时间顺序排列,截面数据是按统计单位(或空间)排列。因此,截面数据不要求统计对象及其范围相同,但要求统计的时间相同。也就是说,必须是同一时间截面上的数据。与时间序列数据一样,截面数据的统计口径和计算方法也应当是可比的。例如,为了研究某一行企业产出与投入的关系,我们需要关于同一时间截面上各企业的产出 $Y$ 和劳动投入 $L$ 、资本投入 $K$ 的截面数据。这些数据的统计对象和范围显然各不相同,因为是不同企业的数据。但是,关于产出 $Y$ 和投入 $L$ 、 $K$ 的解释、统计口径和计算方法仍然要求相同,不同企业的 $Y$ 、 $L$ 、 $K$ 在统计上要求可比。

无论是时间序列数据还是截面数据,因为它们是以数据列的形式出现,因此特别要强调数据中各数据之间的可比性。这种可比性包括五个方面:(1)指标统计的空间可比(针对时间序列数据);(2)指标统计的时间可比(同一时点或同一时期);(3)指标统计的口径可比;(4)指标统计的方法可比;(5)指标统计的内容可比。

#### 3. 面板数据

面板数据(panel data),也称混合数据,是指结合了时间序列数据和截面数据特征的数

据,即在时间序列的每个时间点上取多个截面,在这些截面上同时选取样本观测值所构成的样本数据,反映了时间和空间两个维度的信息。面板数据既有时间序列数据又有截面数据。面板数据的最大特点是数据量较多,能够比较全面地反映相关经济问题,如横向和纵向的特征与规律,可以同时进行多种类型的计量经济分析,并将横向和纵向的规律进行比较印证等。因此,面板数据在计量经济研究中有较大的应用价值。例如在居民收支调查中收集的对各个固定调查户在不同时期的调查数据,又如全国各省份不同年份的经济发展状况的统计数据,这些都是面板数据。对于同一时间不同调查户的数据来说,这是截面数据;对于同一调查户不同时间的数据来说,这又是时间序列数据。

数据的真实可靠性是决定计量经济学研究的有效性和价值的重要因素。由于社会经济活动无法用控制实验的方法进行,历史数据受种种因素(如统计工作开展的时间、统计人员的水平和责任心、统计方法和数据加工处理方法的变化等)的影响往往残缺不全或存在一定的偏差,采集真实可靠、数量充足的经济数据并不是一件容易的事情。这一点在进行计量经济研究时必须加以注意,因为不同的计量经济模型、不同的研究对数据有不同的要求。

计量经济学研究对经济数据的要求随着研究方法和目标的不同而不同,因此收集到的经济数据往往不能直接使用,必须先进行加工处理。虽然对经济数据的加工处理是有意义的和必要的,但毕竟具有一定的主观性,可能导致人为的偏差或其他问题。例如,对时间序列数据的季节调整和平滑处理,可能引起自相关问题。因此,对经济数据的加工处理必须注意经济意义,避免影响整个研究的有效性。

### 1.2.3 参数及其估计准则

在计量经济模型中,每一个特定方程的解释变量(包含内生变量和外生变量)的系数称为变量参数,即模型中表示变量之间关系的常系数。它将各种变量连接在模型中,具体说明解释变量对因变量的影响程度。因为每一解释变量的参数都有特定的经济含义,故将它们称为经济参数。不同的解释变量的参数经济含义各不相同,有的表示边际值,有的表示弹性,等等,但在特定情况下,某些外生解释变量的参数也可以根据政策法规或经验人为确定。

计量经济模型中的参数一般是未知的,需要根据样本信息去加以估计。由于抽样波动的存在,加之估计方法及所确定的估计式不一定那么完备,所得到的参数估计值与总体参数的真实值并不一致,这就要求得到的参数估计值应尽可能地接近总体参数的真实值。不过,在理论计量经济学中并不侧重于研究参数估计值本身,而是主要论述所导出的参数估计式是否符合一定的准则。通常选择参数估计式时应参照无偏性、最小方差性、一致性等准则。

### 1.2.4 计量经济模型

模型是对现实的描述与模拟。建立模型的目的在于对真实现象进行解释、预测和控制。在科学研究中使用着各种各样的模型。不同的学科、领域所使用的模型的形式与结构

也不尽相同。对现实的各种不同的描述和模拟方法,就构成了各种不同的模型,例如,语义模型(也称逻辑模型)、物理模型、几何模型、数学模型和计算机模拟模型等。语义模型是用语言来描述现实,例如,对供给不足下的生产活动,我们可以用“产出量是由资本、劳动、技术等投入要素决定的,在一般情况下,随着各种投入要素的增加,产出量也随之增加,但要素的边际产出是递减的”来描述。物理模型是用简化的实物来描述现实,例如,一栋楼房的模型,一架飞机的模型。几何模型是用图形来描述现实,例如,一个零部件的加工图。计算机模拟模型是随着计算机技术而发展起来的一种描述现实的方法,在经济研究中有广泛的应用,例如人工神经网络技术就是一种计算机模拟技术。数学模型是用数学语言描述现实,也是一种重要的模型方法,由于它能够揭示现实活动中的数量关系,所以具有特殊重要性。

经济模型是指对经济现象或过程的一种数学模拟,即经济现象的表示或模仿,如投入产出模型、最优化模型等。每一种经济假说都可以看作一个经济模型。根据所采用数学方法的不同,对经济活动揭示的程度不同,构成各类不同的经济数学模型。在这里,我们着重区分数理经济模型和计量经济模型。数理经济模型揭示经济活动中各个因素之间的理论关系,用确定性的数学方程加以描述。计量经济模型揭示经济活动中各个因素之间的定量关系,是用随机性的数学方程加以描述的。

#### 1. 计量经济模型的形式及其构成要素

什么是计量经济模型?简单地说,计量经济模型是为了研究分析某个系统中经济变量之间的数量关系而采用的随机代数模型,是以数学形式对客观经济现象所作的描述和概括。计量经济学方法及其应用,都是围绕建立、估计、检验和运用计量经济模型这一核心进行的。人们可以通过各种各样的模型来揭示和阐明自然现象和社会经济现象的本质与发展规律。例如,产出是由资本、劳动、技术等投入要素决定的。在一般情况下,随着各种投入要素的增加,产出量也随之增加,但要素的边际产出是递减的。对于生产活动中的这种变量关系,可以用如下随机数学方程来描述:

$$Y_t = A L_t^\alpha K_t^\beta e^{u_t} \quad (1.2.1)$$

或者:

$$\ln Y_t = \ln A + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t + u_t \quad (1.2.2)$$

式中:  $Y_t$  代表产出,  $A$  表示技术水平,  $K_t$  表示资本投入,  $L_t$  表示劳动投入,  $u_t$  为随机误差项,  $\alpha, \beta$  为待定参数。式(1.2.2)就是一个计量经济模型的理论形式。

计量经济模型有多种形式,根据研究的对象和内容不同,计量经济模型有微观计量经济模型和宏观计量经济模型。微观计量经济模型主要描述微观主体经济活动中的变量之间的关系,如生产函数模型、需求函数模型等。宏观计量经济模型则研究宏观经济活动中主要变量间的相互依存关系,如发达市场经济国家模型、发展中国家模型、中央计划经济国家模型等。根据表现形式不同,计量经济模型有些是单一方程模型,如式(1.2.2)生产函数模型;有些是联立方程模型,例如克莱因战争间模型包括3个随机方程、3个恒等式,共有6个方程:

$$(1) \text{ 消费函数: } CS_t = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + \alpha_2 P_{t-1} + \alpha_3 (W_{1t} + W_{2t}) + u_{1t} \quad (1.2.3)$$

$$(2) \text{ 投资函数: } I_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 P_{t-1} + \beta_3 K_{t-1} + u_{2t} \quad (1.2.4)$$

$$(3) \text{ 工资函数: } W_{1t} = \gamma_0 + \gamma_1(Y_t + T_t - W_{2t}) + \gamma_2(Y_{t-1} + T_{t-1} - W_{2t-1}) + \gamma_3t + u_{3t} \quad (1.2.5)$$

$$(4) \text{ 国民收入: } Y_t = CS_t + I_t + G_t - T_t \quad (1.2.6)$$

$$(5) \text{ 利润: } P_t = Y_t - W_{1t} - W_{2t} \quad (1.2.7)$$

$$(6) \text{ 资本存量: } K_t = I_t + K_{t-1} \quad (1.2.8)$$

式中:  $CS_t$  为私人消费,  $I_t$  为净投资,  $W_{1t}$  为私人部门工资,  $Y_t$  为国民收入(税后),  $P_t$  为利润,  $K_t$  为资本存量,  $T_t$  为税收,  $W_{2t}$  为公共部门工资,  $G_t$  为政府非工资支出,  $t$  为时间, 代表技术进步。

一个计量经济模型由哪些部分构成? 从式(1.2.2)至式(1.2.5)可以看出, 一个计量经济模型由四个部分构成, 即变量、参数、随机误差项和方程式。

计量经济模型的一般表达式为

$$Y = f(X, b, u) \quad (1.2.9)$$

模型(1.2.9)中包含因变量或被解释变量  $Y$ 、自变量或解释变量  $X$ 、参数  $b$  和随机误差项  $u$  及方程的形式  $f(\cdot)$  等五个要素。  $Y$ 、 $X$ 、 $b$ 、 $u$  也可以是向量形式。

随机误差项  $u$  是一个随机变量, 用于表示模型中尚未包含的影响因素对因变量的影响, 其具体内容将在第2章中介绍。

参数  $b$  是模型中表示变量之间数量关系的常系数, 它将各种经济变量连接在计量经济模型之中, 具体说明解释变量对因变量的影响程度。在未经实际资料估计之前, 参数是未知的。对模型参数进行有效的估计是计量经济学研究的主要内容之一。

方程的形式  $f(\cdot)$  就是将计量经济模型的变量、参数和随机误差项联系在一起的数学表达式, 如线性形式和非线性形式、单一方程模型形式和联立方程模型形式。

式(1.2.2)至式(1.2.5)是计量经济模型的理论形式, 是对经济变量关系的理论描述。如果以中国1978—2015年间总产出(用国内生产总值GDP度量, 单位为亿元), 劳动投入(用从业人员度量, 单位为万人), 以及资本投入(用资本形成总额度量, 单位为亿元)的数据为样本, 可以得到如下回归结果(见第3章例3.4.1):

$$\ln \hat{Y} = -7.6309 + 0.9167 \ln L + 0.8430 \ln K \quad (1.2.10)$$

这就是实证的计量经济模型。这一模型揭示了这个特定问题中资本、劳动与产出量之间的定量关系。根据式(1.2.10), 我们可以知道: 斜率系数0.9167表示产出对劳动投入的弹性, 即在资本投入保持不变的条件下, 劳动投入每提高一个百分点, 产出将平均提高0.9167%。类似地, 在劳动投入保持不变的条件下, 资本投入每提高一个百分点, 产出将平均提高0.8430%。如果将两个弹性系数相加, 我们将得到一个重要的经济参数——规模报酬参数。如果两个弹性系数之和为1, 则称规模报酬不变; 如果两个弹性系数之和大于1, 则称规模报酬递增; 如果两个弹性系数之和小于1, 则称规模报酬递减。在本例中, 两个弹性系数之和为1.7597, 表明中国经济增长的特征是规模报酬递增。

同样, 利用美国在两次世界大战之间, 即1920—1941年的年度数据为样本, 估计理论模型(1.2.3)~(1.2.5)可以得到如下回归结果(见第10章案例分析2: 克莱因战争间模型):

$$\widehat{CS}_t = 16.4769 + 0.0680P_t + 0.1804P_{t-1} + 0.8056(W_{1t} + W_{2t}) \quad (1.2.11)$$

$$\hat{I}_t = 15.3105 + 0.3114P_t + 0.4775P_{t-1} - 0.1353K_{t-1} \quad (1.2.12)$$

$$\hat{W}_{1t} = 1.4393 + 0.4729(Y_t + T_t - W_{2t}) + 0.1049(Y_{t-1} + T_{t-1} - W_{2t-1}) + 0.3058t \quad (1.2.13)$$

式(1.2.11)表明:工资每增加1美元,消费将平均增加0.81美元;现期利润的边际消费倾向为0.068,而前期利润的边际消费倾向为0.1804。由此可知现期工资收入是影响消费的一个重要因素。以同样的方式,也可以对投资函数和工资函数进行经济分析。

计量经济分析就是通过这样的计量经济模型来实现的,计量经济研究的核心内容也就是要获得式(1.2.10)至式(1.2.13)这样的计量经济模型。

## 2. 计量经济模型的特点

与其他经济模型相比,计量经济模型有如下特点:

(1) 经验性。即计量经济模型是对各种经济变量之间的关系在经济理论的指导下进行试验估算,使经济理论具有经验内容,对经济行为进行经验观察,使经济分析具有经验基础。

(2) 随机性。即计量经济模型所反映的经济活动(或经济现象)是随机的,同时把随机误差(包括观察误差、修改误差、估算误差或计算误差等)作为其必要的因素。

(3) 动态性。即计量经济模型具有较长的时间跨度。具体地说,它是一种动态的外推模型,含有不同时期的经济变量。它把过去的经济行为和现在的经济行为联系起来,并对根据现在的经济行为推断分析(预测)未来时期的经济行为起到了桥梁的作用。

建立或选择适当的计量经济模型,对于计量经济学研究具有十分重要的意义。因为模型选择的好坏,在很大程度上决定了分析结果的质量和值,而且对分析工作的难度也有很大的影响。建立或选择计量经济模型,总体上应该从实际问题出发,以相关经济理论为基础。因为不同的模型适合不同的研究目的和需要,时间序列模型比较适合于作短期预测;单方程模型可以进行长期规律的研究;对于经济结构的分析,特别是动态分析,联立方程模型比较有效。而且,模型的种类和规模应根据研究的经济问题的要求确定。对于要求比较低的计量经济学研究,就应选择比较简单的时间序列模型或单方程模型。而且变量的个数不需要太多、函数的形式不需要太复杂,因为方程个数越多、变量个数越多、方程形式越复杂,模型就越复杂,研究分析的难度就越大,并且研究分析的效果也不一定好。

## 1.3 建立与应用计量经济模型的主要步骤

计量经济学是以问题为导向、以模型为核心的,因此利用计量经济学的理论、方法研究现实经济问题也是围绕模型展开的,一般包括五个步骤:理论模型的设定、样本数据的收集、模型参数的估计、模型的检验、模型的应用。

### 1.3.1 理论模型的设定

计量经济学方法,就是定量分析经济现象中各因素之间数量关系的方法。因此,首先根据经济理论分析所研究的经济现象,找出经济现象间的因果关系及相互间的联系,把问

题作为因变量(或被解释变量)、影响问题的主要因素作为自变量(或解释变量)、非主要因素归入随机误差项。变量数量不要求太多,只选取有重要影响的变量。例如,一种商品的需求量受到多种因素的影响,商品自身价格、消费者收入水平、替代商品价格等;投资取决于利率;消费取决于收入;产出取决于要素投入量;等等。其次,按照它们之间的行为关系,选择适当的数学形式描述这些变量之间的关系,一般用一组数学上彼此独立、互不矛盾、完整有解的方程组表示。

设定一个合理的计量经济模型,应当注意以下几个方面:

### 1. 要有科学的理论依据

设定模型之前必须对所研究的经济现象的相互关系作出科学的理论分析,尽可能使模型真实地反映经济现象实际的依存关系。对国外的计量经济模型,特别要注意结合中国的实际加以分析,不能简单地生搬硬套。

### 2. 模型要选择适当的数学形式

模型的数学形式可以是单一方程,也可以是联立方程,每一个方程可以表现为线性形式也可以表现为非线性形式。这要根据研究的目的、所研究的经济问题的复杂程度以及对数据资料的掌握情况来决定。

模型函数形式的设定,首先,可以直接采用经济学已有的函数形式。例如,对生产问题的研究可直接利用生产函数方程  $Y_t = AL_t^\alpha K_t^\beta e^{u_t}$ ,对消费问题的研究可直接利用消费函数方程  $C_t = a_0 + a_1 Y_t + u_t$ ;其次,可以根据实践经验或已有研究经验设定。例如,经验表明某特定消费品的年销售量主要受人口数量的影响,如果销售量的增长速度与人口增长速度大致相等,则可将该特定消费品的年销售量与人口数量的关系设定为一元线性函数形式;最后,也可以根据样本观察数据反映出来的变量之间的关系设定。例如,可先利用变量的样本观察数据绘制被解释变量与解释变量之间关系的散点图,根据散点图反映出来的被解释变量与解释变量之间的关系,设定模型的函数形式。对于其他事先无法确定模型函数形式的情况,可采用各种可能的函数形式进行模拟,选择模拟结果最好的函数形式。在实际建立模型的过程中,应根据所研究现象相互关系的性质,通过对实际统计资料的试验和分析,经过反复比较,选择尽可能合理的模型。

### 3. 方程中的变量要具有可观测性

因为只有可观测的变量才可能取得实际的统计数据,才可能对模型中的参数作出适当的估计。没有样本观察数据的支持,就得不到模型的参数估计值,进一步的研究也将无法展开。

设定模型是计量经济研究的关键步骤,建立模型既是一门科学,也是一门艺术。好的模型,要依靠丰富的专业知识和适当的方法,更要依靠对建模实践的不断总结。

## 1.3.2 样本数据的收集

建立理论模型之后,应该根据模型中变量的含义、口径,收集并整理样本数据。计量经济研究中常用的数据有:时间序列数据、截面数据和面板数据。例如式(1.2.10)估计所使用的中国1978—2015年间总产出、劳动投入、资本投入的数据,式(1.2.11)至式(1.2.13)估计所使用的美国在两次世界大战之间,即1920—1941年的年度数据都属于时间序列数据。

数据是建立计量经济模型的基本原料,样本数据质量直接关系到模型的质量。

样本数据质量的好坏与样本数据的完整性、准确性、可比性和一致性有密切关系。所谓完整性是指经济数据作为系统状态和其外部环境的数量描述必须是完整的。样本数据百分之百的完整无缺是难以达到的,但对于少数遗失数据,可以采用科学方法人为地补充,以达到相对完整。所谓数据的准确性,一是它必须准确反映研究对象的状态,二是它必须是模型中所要求的数据。数据的可比性问题就是通常所说的数据统计口径必须是一致的。所谓一致性是指样本数据的来源与被估计母体应属于同一个母体。

### 1.3.3 模型参数的估计

模型参数的估计是计量经济模型的核心。在建立理论模型并收集整理了符合模型要求的样本数据后,就可以选择适当的方法估计模型,得到模型参数的估计量。参数是计量经济模型中表现经济变量相互依存程度的因素,通常参数在模型中是一个相对稳定的量。在利用计量经济模型研究的经济现象的总体中,参数一般来说是未知的。由于随机误差项的存在,我们不可能精确地去计算参数的数值。我们能够获得的往往只是所研究总体的若干样本的观测值,如何通过样本观测数据正确地估计总体模型的参数,这是计量经济模型的核心内容。经过实际估计所得出的参数数值称为参数的估计值,用一定的方法获得参数估计过程的公式,称为参数的估计式,只要将变量的样本观测值直接代入估计式,即可得到参数的估计值。模型参数的估计过程是一个纯技术的过程,包括对模型进行识别(就联立方程模型而言)、变量之间的相互关系的研究、估计方法的选择、计算机软件的使用等方面。

估计模型中参数的方法有很多种。对于单一方程模型,常用的方法有普通最小二乘法、极大似然估计法、广义最小二乘法、工具变量法等。对于联立方程模型,常用的方法有间接最小二乘法、二阶段最小二乘法和三阶段最小二乘法等。对这些方法我们将在以后的章节中具体介绍。

### 1.3.4 模型的检验

当模型中的参数被估计以后,应当说就初步完成了建模的过程,但是这样的模型还不能直接加以应用。首先,这是因为我们在设定模型时,对所研究的经济现象的规律性可能认识并不充分,所依据的经济理论对研究对象也许还不能作出正确的解释和说明,或者虽然经济理论是正确的,但可能我们对问题的认识只是从某些局部出发,或者只是考察了某些特殊的样本,以局部去说明全局的变化规律,可能会导致偏差。其次,我们用以估计参数的统计数据或其他信息可能并不十分可靠,或者是较多地采用了经济突变时期的数据,不能真实代表所研究的经济关系,也可能由于样本容量太小,所估计的参数只是抽样的某种偶然结果。此外,我们所建立的模型,所用的方法、统计数据,还可能违反计量经济模型的基本假定,这时也会得出不合适的结论。

因此,在得到模型参数的估计量后,可以说一个计量经济模型已经初步建立起来了。但是,它能否客观地揭示所研究的经济现象中诸因素之间的关系,能否付诸应用,还需要通过检验才能决定。比如在得到了估计式(1.2.10)、式(1.2.11)至式(1.2.13)后,还要按照

一系列标准评价其可靠性和精度,只有模型通过了检验,才可以付诸应用,即用于经济预测、结构分析或政策评价等。如果不能通过检验,则必须重新修正模型。

模型的检验就是对估计的模型参数进行检验。所谓检验就是对参数估计值加以评定,确定它们在理论上是否有意义,在统计上是否显著,只有通过检验的模型才能用于实际,所以模型检验也是重要的一环。

对计量经济模型的检验,主要从以下几方面进行:

### 1. 经济意义检验

经济意义检验(经济合理性检验)是对模型参数估计值的符号、大小、相互关系在经济意义上的合理性所做的检验,主要是将模型参数的估计值与事先设定的模型参数取值范围进行比较,看其是否与预期值(或理论值)相符。例如,对于简单的消费函数模型  $C_t = a_0 + a_1 Y_t + u_t$ ,其中  $Y_t$  为居民的收入,  $C_t$  为居民的消费支出,  $a_1$  为边际消费倾向,且  $0 < a_1 < 1$ ,经济合理性检验就是对求得的参数估计值  $\hat{a}_1$  的正负号及其大小进行判断,如果  $0 < \hat{a}_1 < 1$ ,则其经济意义合理,否则参数估计值就没有意义。模型中的变量和参数都有特定的经济意义,经济理论通常对这些变量以及参数的符号和取值范围作出了理论说明。如果所估计的模型与经济理论相符,说明我们所观测的事实证实了这种理论;如果所估计的模型与经济理论不相符,应设法从模型设定、估计方法、统计数据等方面找出不相符的原因,并采取必要的修正措施,否则参数估计值视为不可靠。例如,式(1.2.10)中  $\ln L$ 、 $\ln K$  前的参数分别表示的是劳动和资本的产出弹性。因此,它们都应该为正,否则模型在经济意义上不合理。

只有当模型中的参数估计量通过经济意义的检验,方可进行下一步检验。模型参数估计量的经济意义检验是一项最基本的检验,经济意义不合理,不管其他方面的质量多么高,模型也是没有实际价值的。

### 2. 统计推断检验

模型的参数是用变量的观测值估计的,为了检验参数估计值是否为抽样的偶然结果,需要运用数理统计中的统计推断方法,对模型及参数的统计可靠性作出说明。统计推断检验就是利用数理统计学中的统计推断方法对模型参数估计结果的可靠性进行的检验。统计推断检验通过计算一系列统计量以及对这些统计量的分析,从不同侧面论证模型变量选择、函数形式确定、参数估计的科学性和可靠性。通常最广泛应用的统计推断检验准则有拟合优度检验、单个变量的显著性检验和整个回归模型的显著性检验等,分别采用  $R^2$ 、 $t$ 、 $F$  作为检验统计量。统计推断检验有时也称为一级检验。

通过样本决定系数,可以测度解释变量对被解释变量变动的解释能力,从而推断模型函数形式的正确性;通过计算  $F$  值,可以估计解释变量的参数同时为零的可能性大小,进而推断解释变量的选择在总体上是否正确;通过计算  $t$  值,可以测定每一解释变量参数估计值分别为零的可能性大小,从而确定每一个解释变量选择的正确性。如果决定系数的值接近于 1、 $F$  值与  $t$  值均大于一定显著水平的临界值,则模型统计推断检验可以通过,否则,应该对模型进行修正。

### 3. 计量经济检验

计量经济检验是针对计量经济模型的基本假设展开的。因为计量经济模型是建立在若干基本假设的前提之下的,不满足基本假设的模型,会使通常的计量经济方法失去效用,使参数估计量的性质得不到保证,使模型失去应用价值。计量经济检验,是从参数估计的

条件上证明所建立的模型是否成立。目的在于判断所采用的计量经济方法是否令人满意,计量经济方法的假设条件是否得到满足,从而确定统计检验的可靠性。计量经济检验一般包括异方差性检验、自相关性检验、多重共线性检验等。

计量经济模型的参数估计方法有多种,每一种方法的应用都有相当严格的假设条件。当某一方法应用的条件得到满足时,应用该方法估计的模型参数才具有无偏性、有效性和一致性的特征。否则,参数估计值就有可能提供虚假信息,并不代表真实参数。计量经济检验的主要内容,在于判定随机误差项是否存在异方差性、自相关性,解释变量是否为随机变量或内生变量,解释变量之间是否存在多重共线性。凡经过检验证明这些问题不存在,则表明模型参数估计的基本条件得到满足,参数估计值是可信的。如果经检验发现随机误差项存在异方差性、自相关性问题,解释变量中存在随机变量或内生变量,解释变量之间线性相关程度高,则表明模型参数估计的基本条件不具备,需要应用一定的方法对原模型进行修正。计量经济检验有时也称为二级检验。

#### 4. 模型预测检验

模型预测检验主要检验模型参数估计量的稳定性以及相对样本容量变化时的灵敏度,以确定所建立的模型是否可以用于样本观测值以外的范围,即模型的所谓超样本特性检验。它主要包括以下两个方面的检验:(1)换一组样本数据重新估计模型参数,将新得到的参数估计值与原来的参数估计值进行比较,检验二者之间差异的显著性。(2)将所建立的模型用于样本以外的实际预测,将得到的预测值与实际值进行比较,检验二者之间差异的显著性。

模型的稳定性检验,是通过分析样本容量变化对模型参数估计值的影响,判断模型稳定性的高低。具体做法是,将原来估计模型参数的样本数据增加(或减少)1~2个观测数据,对模型参数进行重新估计,将新估计的模型与原估计的模型进行对比。如果参数的符号未发生变化、数值的大小也未发生大的改变,则表明原估计的模型比较稳定,可靠性较高。如果参数(部分或全部)的符号发生了改变、数值的大小差异也较大,则表明原估计的模型不稳定,可靠性较低。模型不稳定往往与变量选择、函数形式选择不恰当紧密相关,对于不稳定的模型不能应用,应当找出产生原因,对原来的模型加以修正。预测检验是将估计了参数的模型用于实际经济活动的预测,然后将模型预测的结果与经济运行的实际对比,以此检验模型的有效性。具体做法是将样本范围内和实际已经发生的样本范围外的解释变量的观测值代入模型,计算出被解释变量的理论值,再将计算出的被解释变量的理论值与实际发生值进行比较。如果理论值与实际值差异较小,就表明模型对实际经济系统的代表功能较强,应用价值较大;如果理论值与实际值差异较大,则说明模型不能有效模拟实际经济系统的运行规律,应用价值较小,应予以舍弃。预测检验包括拟合值检验、内插检验、外推检验等。

### 1.3.5 模型的应用

经过检验的模型,一般认为是对客观经济活动的一个较好的模拟,是比较可靠的,可以应用于经济分析。计量经济模型的应用大体可以概括为四个方面:结构分析、经济预测、政策评价、检验与发展经济理论。

### 1. 结构分析

经济学中的结构分析就是利用已经建立的模型对经济变量之间的相互关系作出分析,主要分析经济变量或结构参数的变化对整个经济系统的影响。比如,分析当其他条件不变时,模型体系中的解释变量发生一定的变动,对被解释变量的影响程度。结构分析不同于人们通常所说的,诸如产业结构、产品结构、消费结构、投资结构中的结构分析,它研究的是当一个变量或几个变量发生变化时,对其他变量乃至整个经济系统产生什么样的影响。常用的经济结构分析方法有乘数分析、弹性分析与比较静力分析等。

乘数是经济学中一个重要概念,是某一变量变动一个单位时引起另一变量变动程度的度量。它直接度量经济系统中变量之间的相互影响,经常被用来研究外生变量的变化对内生变量的影响,对于实现经济系统的调控有重要作用。乘数也可以从计量经济模型中很方便地求得。例如,在研究某地区商品需求时,最终建立的商品需求函数模型为  $\hat{Q} = 58.62 - 12.65P + 6.23P_r + 2.35Y$ ,运用这个模型所做的结构分析是:一般商品需求理论认为,商品的需求量与其价格反方向变化,与替代商品的价格同向变化,与消费者的收入水平同向变化。估计的商品需求函数模型中各参数正负号恰好说明了这一点。也就是说,此模型验证了上述理论。商品需求量与各变量的具体数量关系体现于模型中各变量的回归系数。我们可以说在其他因素不变的情况下,该商品的价格每提高一个单位,则商品的平均需求量将减少 12.65 个单位;替代商品的价格每增加一个单位,则该商品的平均需求量将增加 6.23 个单位;消费者的收入水平每提高一单位,则该商品的平均需求量将增加 2.35 个单位。

弹性也是经济学中一个比较重要的概念,是某一变量的相对变化引起另一变量的相对变化的度量,即变量的变化率之比。在经济研究中,除了需要研究经济系统中变量绝对量之间的关系,还要掌握变量的相对变化所带来的相互影响,即弹性分析,以掌握经济活动的数量规律。例如,对于 C-D 生产函数  $Y_t = AL_t^\alpha K_t^\beta e^{u_t}$ ,或  $\ln Y_t = \ln A + \alpha \ln L_t + \beta \ln K_t + u_t$ ,如果以中国 1978—2015 年国内生产总值、劳动投入、资本投入的数据为样本,就可以得到中国 C-D 生产函数的估计式:  $\ln \hat{Y} = -7.6309 + 0.9167 \ln L + 0.8430 \ln K$ 。斜率系数 0.9167 为产出对劳动投入的弹性,表示劳动投入每提高 1% 时,产出将提高 0.9167%。类似地,斜率系数 0.843 为产出对资本投入的弹性,表示资本投入每提高 1%,产出将提高 0.843%。

比较静力分析,是比较经济系统的不同平衡位置之间的联系,探索经济系统从一个平衡点到另一个平衡点时变量的变化,研究系统中某个变量或参数的变化对另外变量或参数的影响。显然,弹性分析和乘数分析都是比较静力分析的形式。计量经济模型为比较静力分析提供了一个基础,没有定量描述变量之间关系的、包含变量和参数的计量经济模型,比较静力分析将无从着手。

### 2. 经济预测

经济预测就是运用已建立起来的计量经济模型对被解释变量的未来值作出预测或推算。这种预测可以是提供被解释变量未来的一个可能取值,即点预测;也可以是提供被解释变量未来取值的一个可能范围,即区间预测。经济预测可以是对被解释变量在未来时期状态的动态预测,也可以是对被解释变量在不同空间状况的空间预测。

### 3. 政策评价

政策评价是将经济目标作为被解释变量,将经济政策作为解释变量,利用计量经济模

型对各种可供选择的经济政策方案的实施后果进行模拟测算,从中选择较好的政策方案。政策的优劣对经济发展有较大影响,在多种可供选择的政策中择其优者加以实施,是经济管理者的任务。计量经济模型的一大应用就是政策评价,政策评价也称为政策分析或政策模拟。所谓政策评价,就是利用估计好的计量经济模型在许多不同政策方案之间进行选择。计量经济模型用于政策评价,主要有三种方法:

(1) 工具-目标法。给定经济目标,即给定被解释变量的取值,通过对模型求解,确定解释变量的取值,即确定具体的经济政策方案。

(2) 政策模拟。将各种不同的政策方案代入模型,计算各自的目标值,通过对目标值的比较决定经济政策方案的取舍。

(3) 最优控制方法。将计量经济模型与最优化方法结合起来,选择使目标达到最优的政策或政策组合。

例如,设被解释变量为  $y$ ,是经济目标变量,解释变量为  $x$ ,是可控变量。利用模型评价政策效果时,可从三个角度进行:

第一,提供备选方案。给定可控变量  $x$  的各种组合方案,依据模型,求出  $y$  的各种可能结果。比较各种结果的优劣,决定取舍,为决策提供备选方案。如给定商品的不同价格  $x$ ,根据模型计算出各种可能的销售量  $y$ 。

第二,灵敏度分析。若选定了两个基准方案,并假定可控变量为  $x_0$  (为简化符号,假定只有一个可控变量),由模型计算出的目标变量值为  $y_0$ 。要分析的问题是:当可控变量受到某种冲击时,基准方案会发生什么变化。

第三,给定目标变量  $y$  的预期值,即希望达到的效果,利用模型,求出可控变量  $x$  的值。

从宏观经济领域到微观经济领域均存在政策评价的问题。经济政策具有不可试验性。当然,有时在采取某项政策前,在局部范围内先进行试验,然后推行,但即使如此,在局部可行的,在全局并不一定可行。这就使政策评价显得尤其重要。经济数学模型可以起到“经济运行实验室”的作用。尤其是计量经济模型,揭示了经济系统中变量之间的相互联系,将经济目标作为被解释变量,经济政策作为解释变量,可以很方便地评价各种不同的政策对目标的影响。

#### 4. 检验和发展经济理论

检验经济理论,就是按照经济理论设定理论模型,利用实际经济数据对模型进行参数估计和检验,得出经济理论是否与客观经济事实相符的结论。发展经济理论,就是针对某一经济活动设定各种可能的模型,利用实际经济数据对各种模型进行参数估计和检验,从中发现与实际经济数据拟合最好的模型。

实践是检验真理的唯一标准。任何经济学理论,只有当它成功地解释了过去,才能为人们所接受。计量经济模型提供了一种检验经济理论的方法。从建立计量经济模型的步骤中不难发现,一个成功的模型,必须很好地拟合样本数据,而样本数据则是已经发生的经济活动的客观再现,所以在模型中表现出来的经济活动的数量关系,则是经济活动所遵循的经济规律,即理论的客观再现。于是,就提出了计量经济模型的两方面功能:一是按照某种经济理论(可以是已有的理论,也可以是构建的新观念)去建立模型,然后用实际的样本数据去估计模型,如果得到的结果能够验证建模所依据的经济理论,表示模型很好地拟合了经济社会中变量间的关系,经济社会活动从统计上看遵循这一经济规律,表明已有的经

济理论在此情形下是有效的,或者为所发展的新理论假说提供了实证依据。如果不能得到验证,表示利用此样本不能检验该假说是否有效,或者表明这种理论是错误的。这就是检验理论。二是用表现已经发生的经济活动的样本数据去拟合各种模型,拟合最好的模型所表现出来的数量关系,则是经济活动所遵循的经济规律,即理论。这就是发现和发展理论。计量经济模型为检验和发展经济理论提供了一种行之有效的方法,其实证作用已得到越来越多的学者和实际工作者的认同。事实上,现代许多重要的经济思想或经济理论,都是经过计量经济模型的实证研究,才被广泛接受的。

每一步的具体问题的研究,尤其是模型估计、模型检验和应用是本书研究的重点。以上五个步骤如图 1.3.1 所示。

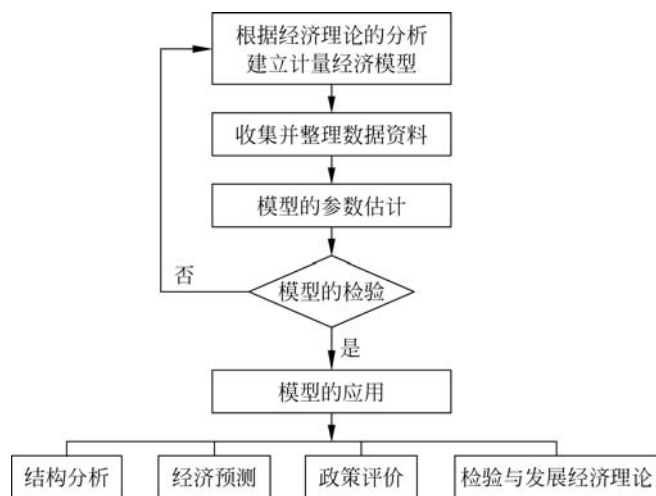


图 1.3.1 建立与应用计量经济模型的主要步骤

经过上述各个环节的不断修正和完善,一个符合需要的计量经济模型就建立起来了,就可以将该模型应用于预定的研究目的。计量经济学就是上述各个环节的系统的理论、原则和方法。



即测即练 1.1



即测即练 1.2

## 习 题

- (1) 什么是计量经济学? 它与经济学、统计学和数学的关系是怎样的?
- (2) 计量经济模型一般由哪些要素组成?
- (3) 计量经济学中应用的数据是怎样进行分类的? 试分别举出时间序列数据、截面数据和面板数据实例。
- (4) 建立计量经济模型的主要步骤有哪些? 计量经济模型主要应用在哪几个方面? 结

合一个具体经济实例加以说明。

(5) 计量经济模型的检验包括几个方面? 其具体含义是什么?

(6) 以下设定的计量经济模型是否合理? 为什么?

①  $GDP = a + \sum_{i=1}^3 b_i \cdot GDP_i + u$ , 其中,  $GDP_i (i=1, 2, 3)$  是第一产业、第二产业、第三产业增加值,  $u$  为随机误差项。

②  $S = a + b \cdot R + u$ , 其中,  $S, R$  分别为农村居民储蓄存款和城镇居民可支配收入总额,  $u$  为随机误差项。

③ 财政收入 =  $f$  (财政支出) +  $u$ ,  $u$  为随机误差项。

④  $Q = f(L, K, X_1, X_2, u)$ , 其中,  $Q$  是煤炭产量,  $L, K$  分别是煤炭行业职工人数和固定资产原值,  $X_1, X_2$  分别是发电量和钢铁产量,  $u$  为随机误差项。

(7) 指出下列模型中的错误, 并说明理由。

①  $\hat{C} = 180 + 1.2Y$ , 其中,  $C, Y$  分别是城镇居民消费支出和可支配收入。

②  $\ln \hat{Y} = 1.15 + 1.62 \ln K - 0.28 \ln L$ , 其中,  $Y, K, L$  分别是工业总产值、工业生产固定资产价值和职工人数。