

1.1 计量经济学

计量经济学(econometrics)是一门运用概率统计方法对经济变量之间的(因果)关系进行定量分析的学科,它以揭示经济活动中客观存在的数量关系为主要研究内容。“计量经济学”一词是首届诺贝尔经济学奖得主拉格纳·弗里希(Ragnar Frisch)1926年仿照生物计量学(biometrics)提出的。弗里希等经济学家于1930年12月29日发起成立世界计量经济学会,并于1933年创办了会刊 *Econometrica*,标志着计量经济学作为一门独立学科正式诞生。

弗里希在 *Econometrica* 创刊词中提出:“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。”

总的来说,计量经济学是经济理论、统计学与数学相结合的一门综合性学科。计量经济学的研究方法论主张以经济理论为基础,运用数学和统计学的方法,以经济数据为依据,通过建立数学模型来量化揭示经济规则和经济关系。经济学主要研究不确定性条件下的资源配置问题。因为不确定性的存在,经济知识和经济信息对人们作出决策具有重要的指导价值。经济学的主要任务之一是理解经济现象之间的关系,从而得到一些经济规律和经济信息,指导经济行为。随着人们对经济信息需求的广度和深度的提高,定量的经济分析越来越重要。

1.2 计量经济学的学科发展

自计量经济学于20世纪30年代初诞生以来,这门学科就显示出了旺盛的生命力,经过了20世纪40—50年代的发展、60年代的扩张、70年代的反思和80年代末以来的新发展。1969年,首届诺贝尔经济学奖被授予弗里希和简·丁伯根(Jan Tinbergen),以纪念两位学者为计量经济学作出的巨大贡献。诺贝尔经济学奖获得者劳伦斯·克莱因(Lawrence Klein)指出,“计量经济学已经在经济学科中居于最重要的地位”,“在大多数大学中,计量经济学已成为经济学课程表中最有权威的一部分”。1970年获得诺贝尔经济学奖的经济学家

保罗·萨缪尔森(Paul Samuelson)说,“第二次世界大战后的经济学是计量经济学的时代”,并提出:“计量经济学可以定义为实际经济现象的数量分析。这种分析基于理论与观测的并行发展,而理论与观测又是通过适当的推断方法得以联系。”随着 20 世纪 70 年代以来计算机技术的飞速发展,计量经济学的发展和应用到了一个全新的阶段;同时,近 10 余年来,计量经济学与大数据、统计机器学习交叉融合,迸发出新的生命力。

计量经济学作为一种研究方法,已被广泛使用于经济学、金融学、社会学、人口学、管理学、教育学等诸多学科领域。以管理学为例,管理学本身就是一门同时具备科学属性和艺术属性的学科,人们处理管理问题时,单纯的定性答案已经不能满足科学研究和社会实践的需要,定量的分析成为必然。比如说,我们研究员工薪酬与其受教育程度、工作经验、行业等变量之间的关系,或者需要对企业投资风险进行评估,又或者研究企业效率与薪酬差距的关系,这些问题既是学界研究的热点,也是公司管理实践必不可少的重要一环,而它们的解决与计量经济模型紧密相连。

在我国,计量经济学研究方法已经成为经济理论研究与经济分析的主流方法。据统计,从 1984 年到 2020 年发表在《经济研究》上的近 6 000 篇论文,应用计量经济学方法的论文占比逐年上升。1984 年为 0,1998 年为 11%,然后迅速提升,2006 年为 53%,2010 年为 63%,2015 年为 73%,2020 年为 77%,其他经济类刊物也基本如此。^{①②} 学术期刊界对计量方法的重视进一步促进了我国计量经济学的发展,使我国的计量经济学学科在国际上处于前列。

但是,计量经济学及其研究方法也引发了广泛的争议。造成争议的一个很重要的原因是学界对计量方法的误解和错用,忽视了计量经济方法的局限性。这些问题的本质是对计量经济模型及其建模过程的方法论基础缺乏深入理解,致使在研究中随意设定模型,造成模型的不当设定;或者对模型估计检验环节的理论假设不加考察,造成估计与检验结果不可靠。而引起上述问题的一个重要原因是:计量经济学的理论方法常常依赖于高深的数学,这在一定程度上造成计量经济学理论方法不易理解,特别是一些数学基础较薄弱的初学者,难以直观地理解计量模型理论方法的精髓。

因此,本书的宗旨是将计量经济学理论方法以易读、易操作的语言和 Stata 模拟实验可视化地呈现给读者,从而使初学者不借助数学语言就能很好地理解计量经济学理论方法的思路与精髓,进而为解决因计量经济学理论认识不清引起的误用、滥用问题作出些许贡献。但笔者强调,数学对计量经济学仍然是十分重要和必要的。

1.3 计量经济学中的因果关系与相关关系

任何科学从一定意义来说,本质都是关于“预测”的科学,实验方法和数学方法被视为现代科学的两种主要研究方法。但是,由于实验数据的缺乏,计量经济学常常不足以确定经济变量之间的因果关系,大多数实证分析的目的正是探究变量之间的因果关系(即 X 是否导致 Y),而非相关关系。

相关关系与因果关系有什么区别呢?我们可以以一个非常简单的例子来确定:当你透过灰蒙蒙的窗户看到街上的人们带伞,可以判断今天下雨。这种由“人们带伞”得出的“今天

① 刘丽艳. 计量经济学涵义及其性质研究[D]. 大连: 东北财经大学, 2012.

② 《经济研究》2012—2020 年的数据来源于中国知网和笔者手工统计。

下雨”的结论只是相关关系,因为我们都知道,“人们带伞”并不导致“下雨”。进一步地,如果基于该相关关系作出政策建议,如我们基于“带伞”与“下雨”关系的观察,建议当地百姓通过“带伞”以期待“下雨”,毫无疑问这是很荒谬的,我们可以从常识判断这一政策的明显缺陷。但是,如果这一情景出现在企业,将“带伞”变成“研发”,将“下雨”换为“利润”,我们观察到“研发”和“利润”之间存在正相关关系,于是我们给企业的建议是“加大研发以换得高利润”,这看起来合理得多。可是,本质上它的逻辑与“建议带伞以期待下雨”一样!因此,如果研究的目的是“预测”问题,则相关关系往往就有不错的预测能力。然而,基于相关关系的政策建议往往十分不可靠。

通常来说,如果要研究变量之间的因果关系,计量分析则必须建立在经济理论的基础之上。然而,某些时候即使有理论基础,因果关系依然难以分辨,因为可能存在“逆向因果关系”或“双向因果关系”,或者存在遗漏变量混淆了变量之间的关系。如图 1.1 所示,如果将 $X \rightarrow Y$ 视为因果关系,那么 $Y \rightarrow X$ 就是逆向因果关系。比如说,居民消费的增长可能促进国民经济增长,但是国民经济增长也能促进居民消费的增长,这种情况就称为“双向因果关系”或“逆向因果关系”。进一步假设,在研究变量 X 和 Y 的关系时,第三个变量(Z)同时影响这两个变量(X, Y),但 Z 并未被考虑,这就可能导致变量 X 和 Y 关系的扭曲,即遗漏变量偏误。例如,某人从很小的时候开始观察自己的身高,他发现随着自己的身高越来越高(X),自己的父母越来越老(Y),因此推断自己长高是父母变老的原因,这里其实忽略了第三个因素,即时间。总体而言,计量经济学中的回归模型结合适当的理论和假设,有助于推断因果关系。

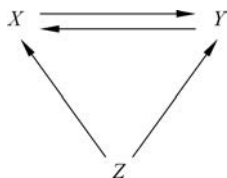


图 1.1 可能的因果关系

1.4 计量经济模型

计量经济学将经济系统看成随机过程(系统),将经济现象(经济数据)看成随机过程的实现。对经济系统的分析被转化为对随机过程[即数据生成过程(data generating process, DGP)]建模。因此,计量经济模型必然是一个概率模型。通常,通过参数化数据生成过程,问题被进一步简化为以经济数据为基础估计模型参数,再以此为基础做统计推断、政策评估、经济现象理解、经济理论检验,或进行经济预测。可以说,几乎所有的计量经济模型都是建立在一定的假设和简化之上。

那么,到底什么是模型呢?本书认为,模型是对现实本质的抽象和描述。用不同的方法进行抽象和描述就形成了不同的模型,如物理模型、数学模型等。用数学方法描述现实经济活动的本质,就形成经济数学模型。经济数学模型主要包括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因素之间的理论关系,用确定性的数学方法加以描述。例如,根据生产理论,生产要素与产出之间的关系可以用生产函数来描述:

$$Q = AK^{\alpha}L^{\beta} \quad (1.1)$$

其中, Q 为产出; A 、 K 和 L 分别为技术、资本和劳动; α 和 β 为未知参数。因此,上述生产函数虽描述了经济变量之间的理论关系,但并不能揭示定量关系。同时,上述模型还没有考虑经济生产活动中的不确定性因素,而计量经济模型是一个概率模型,可以更好地接近现实、描述经济关系。例如,我们应该考虑到生产活动不仅受技术、资本和劳动的影响,还受随

机因素影响。因此,可将模型(1.1)扩展为

$$Q = AK^{\alpha}L^{\beta}e^u \quad (1.2)$$

其中, u 为随机因素; e 为自然常数。对模型(1.2)两边同时取对数,得到

$$\ln Q = \ln A + \alpha \ln K + \beta \ln L + u \quad (1.3)$$

模型(1.3)即为后续章节中的多元线性回归模型。以生产活动中积累的数据样本,可以估计出模型(1.3)中的未知参数 α 和 β ,进而量化描述生产活动,进行结构分析或预测生产活动。上面的例子也充分展示了计量经济模型应以经济理论为基础;同时,也说明计量经济学是经济理论、统计学与数学三者的综合。

计量经济学建模和解决经济问题的方式,可归纳为:观察到的数据(或经济现象)→数据生成过程(经济原理或规律)→DGP 抽象为计量经济模型→使用样本估计模型近似 DGP →应用模型。

因此,计量经济模型可理解为对真实经济规律或经济数据生成过程的抽象和描述,在模型的建立过程中,不可避免地需要一定的假设和简化。这些假设和简化很大程度上就是计量经济模型的局限。在使用计量方法前,应该考察这些假设是否成立以及被违背的后果,从而判断所得研究结论的可信程度。也不难看出,在计量经济学中,以下两个课题十分重要:①计量经济模型的估计和检验的方法与理论性质;②模型设定及误设造成的后果。本书主要涉及上述两个课题。

在认识到计量经济学的特点与局限之后,计量经济学应该如何被应用在研究中?它能为研究做什么呢?计量经济模型的主要作用包括:①检验经济理论;②解释和理解经济现象;③政策评估;④预测。

1.5 计量经济分析的步骤

计量经济学是经济学的一个分支。从方法论的角度来讲,经济分析可分为规范分析和实证分析。规范分析回答“应该是什么”的问题,而实证分析回答“是什么”“会怎样”“为什么”等问题,计量经济学是开展实证分析的主要手段。使用计量经济模型分析问题主要包括以下步骤。

第一步,根据观察到的现象,提出感兴趣的问题,对该问题进行分析,探索和设计解决问题的方法。探索解决问题的方案大致包括需要哪些数据、使用什么计量经济模型。

第二步,寻找能够初步解释现象的理论,据此建立模型,主要目的是描述作为研究重点的变量之间的关系,并将所关心的问题转化为模型参数估计与检验问题。

第三步,根据问题的特点收集经验数据,并完成数据清洗整理,然后运用模型设定的计量知识,将上述模型转化为可估计的计量经济模型。

第四步,在估计计量经济模型的参数前,考察参数估计所依赖的假设是否成立。如果不成立,找出有哪些缓解或解决此问题的方法。

第五步,估计参数并进行假设检验,并考察参数估计和检验的稳健性。

第六步,模型应用。

在实际应用中,根据问题的特点,上述步骤的顺序可能略有不同。本书通过以下两个例子来更直观地展示使用计量经济模型方法做研究的过程。

例 1.1 研究问题：有哪些因素影响企业效率？

(1) 研究者提出问题：依据自身的经济管理知识判断员工薪酬差距可能影响企业效率。因此，该研究的主要变量是企业效率以及员工薪酬差距。在研究方案中，研究者需要确定如何衡量这两项变量，并初步确定计量经济模型，即根据理论知识，使用线性模型，收集数据。（思考：哪些变量能衡量企业效率？）

(2) 建立模型，将企业效率表示为 y ，员工薪酬差距表示为 x ：

$$y = \alpha + \beta x + \epsilon \quad (1.4)$$

其中， β 为待估计参数； ϵ 为随机扰动项（含其他影响企业效率的因素、测量误差等）。

因为初步设定的模型是简单线性模型，研究者需要考虑是否存在其他影响企业效率的因素、测量误差会影响未知参数的估计效果等问题。

(3) 考虑是否需要转化模型再估计。（需要计量知识）

(4) 估计未知参数需要的假设。（假设： β 与 ϵ 不相关）

(5) 关于模型参数的假设：如果 $\beta > 0$ ，表示企业效率与员工薪酬差距正相关；反之则相反。根据一些经济管理知识和生活常识，猜测：企业效率随员工薪酬差距的扩大先提高后降低。（问题：需要调整计量经济模型吗）

(6) 估计参数，做假设检验。（验证猜测）

(7) 模型应用，如评估某企业的员工薪酬差距是否合理等。

例 1.2 研究问题：有哪些因素影响企业员工薪酬？

(1) 研究者根据理论及经验，分析影响薪酬的可能因素，初步考察教育、经验、年龄、父母所受教育、IQ（智商）等因素对薪酬的影响。

(2) 集中考虑教育对薪酬的影响。

(3) 设定计量经济模型：

$$\text{wage} = \beta_0 + \beta_1 \text{educ} + \beta_2 \text{exper} + \beta_3 \text{age} + \beta_4 \text{feduc} + \beta_5 \text{meduc} + \beta_6 \text{IQ} + \epsilon \quad (1.5)$$

其中，educ 为受教育程度；exper 为经验；age 为年龄；feduc 为父亲受教育程度；meduc 为母亲受教育程度。

(4) 根据需要进行数据收集，主要可采用的方法有抽样调查、统计局网站、数据库等。

(5) 研究者根据已有文献考虑是否需要转化数据，如取对数（因为某些经济数据取对数后更加符合计量经济模型的假设）等。

(6) 根据研究问题与设计的研究方法，考虑估计参数时需要什么假设。比如说：①假如研究者考察教育对薪酬的效果，可考虑 $\beta_2 = 0$ 是否成立；②要研究 IQ 对薪酬的效应是否为正，可考虑 $\beta_6 > 0$ 。

(7) 估计参数，做假设检验。

(8) 根据结果应用模型，为企业提供政策建议，如企业能够使用该模型考虑对不同员工的薪酬怎么定价等。

从上述两个例子可以看出，计量经济模型方法的应用是在理论支撑与数据的基础上，设定模型并进行相应检验的。

1.6 计量经济学发展简史

20 世纪 30 年代，以弗里希为代表的经济学家致力于研究单方程计量经济模型，试图为

整个经济体系建模并预测经济变量。

20 世纪 40 年代到 50 年代,学者们将注意力转向研究联立方程模型,试图使用大型方程组预测经济变量,解释经济波动和评估经济政策。两位学者因为这方面的贡献获得诺贝尔经济学奖:华西里·里昂惕夫(Wassily Leontief)于 1973 年获奖,克莱因于 1980 年获奖。

20 世纪 60 年代到 70 年代,学者们开始考虑在联立方程模型中加入动态效应,即通过加入滞后项对一个变量的本期与上一期的关系建模,最著名的模型之一是向量自回归模型。克里斯托弗·西姆斯(Christopher Sims)和托马斯·萨金特(Thomas Sargent)在 2011 年因这方面的贡献获得诺贝尔经济学奖。与此同时,另一批学者开始考虑如何检验模型设定是否正确的问题,如参数稳定性检验、异方差检验、模型误设检验等。

20 世纪 80 年代以来,简单的单方程自回归模型,其预测效果便经常远超大型方程组,这宣告了时间序列计量经济学的诞生。此外,经典回归分析暗含一个重要假设,即数据是平稳的。有学者曾经使用计算机模拟出一组随机数序列,然后将这组随机数与股票指数进行简单的计量分析,发现经典理论的计量分析结果是:两者的关系是显著的。而现实中的经济数据往往是不平稳的,传统方法因此面临巨大挑战。1973 年石油危机的预测问题使传统方法受到进一步挑战。克莱夫·格兰杰(Clive Granger)等通过蒙特卡洛实验证明单位根是伪回归问题的主要根源,进而提出协整理念,将计量建模理论与方法推向了一个新里程。同时,这一时期,单位根检验以及结构突变等问题受到计量经济学学者的广泛关注。此外,非线性模型在这一时期也受到广泛关注,如 ARCH 模型(自回归条件异方差模型),该模型将波动率定义为条件标准差,可以用来解释金融股票价格的波动。金融市场上资产价格变化通常会出现波动率聚集效应,这可以使用 ARCH 模型或者 GRACH(广义 ARCH)模型进行研究。另一个著名的非线性模型是门槛模型,门槛自回归、门槛回归以及面板门槛模型等模型理论得到了广泛研究,并被应用于经济管理等各个学科。

近年来,计量经济学理论方法研究的趋势和特征可以概括为以下几点。

- (1) 随着计算机技术的发展,随机模拟、随机抽样等被广泛应用于计量经济学。
- (2) 随着数据可用性的增强,面板模型正越来越广泛地被使用。
- (3) 非参数方法快速发展(依赖于计算机运算速度)。
- (4) 贝叶斯方法与计量经济模型进一步结合。
- (5) 计量经济学与机器学习、大数据交叉融合。

1.7 计量经济学学科的内容体系

本书面向初学者,致力于配合计算机模拟,以可视化的形式呈现计量经济模型的建模思想、参数估计理论和假设检验方法,以期更加直观地让读者了解并使用计量经济模型。本书主要涵盖经典单方程计量经济学模型理论方法、经典面板数据模型、经典时间序列模型,虽然未对模型背后的数学加以深究,但本书的部分内容可能属于高级计量经济学,甚至超越高级计量经济学的范畴,这一内容组织不同于大部分教科书,我们相信深究前沿计量经济模型演化的逻辑对于灵活使用模型和培养创新能力具有重要意义。

为了解计量经济学学科的整体内容框架,本节从不同的角度分别对计量经济学的内容体系进行简单介绍和梳理。

1.7.1 初级计量经济学、中级计量经济学、高级计量经济学

初级计量经济学以计量经济学的数理统计学基础知识和经典的线性单方程模型理论与方法为主要内容；中级计量经济学以用矩阵描述的经典的线性单方程模型理论与方法、经典的线性联立方程模型理论与方法，以及传统的应用模型为主要内容；高级计量经济学以现代计量经济学模型理论、方法与应用为主要内容。

1.7.2 经典计量经济学、非经典计量经济学

经典计量经济学一般是指 20 世纪 70 年代以前发展并广泛应用的计量经济学。它以经济理论为导向，以揭示经济现象中的因果关系为目的，以线性随机方程为理论形式，以应用回归分析方法为主。经典计量经济学由弗里希创立，哈维尔莫 (Trygve Haavelmo) 建立了概率论基础，克莱因成为其理论与应用的集大成者。

经典计量经济学在理论和方法上的特征是：以随机模型为主，理论导向，模型结构为线性或者可以转化为线性，主要用来进行因果分析，其解释变量具有同等地位，模型具有明确的形式和参数；在数据层面，主要以时间序列数据或者截面数据为样本，被解释变量为服从正态分布的连续随机变量；在估计方法层面，仅利用样本信息，采用最小二乘方法或者最大似然方法估计模型。

经典计量经济学在应用方面的特征是：应用模型方法论的基础是实证分析、经验分析、归纳；应用模型的功能主要为结构分析、政策评价、经济预测、理论检验与发展；应用模型的领域主要包括传统的应用领域如生产、需求、消费、投资、货币需求以及宏观经济等。

非经典(现代)计量经济学一般是指 20 世纪 70 年代以来发展的计量经济学理论、方法及应用模型，主要包括微观计量经济学、非参数计量经济学、时间序列计量经济学和动态计量经济学等。

本书以经典计量经济学为主，适当引入一些简单、应用较多的非经典计量经济学理论方法，然后引入面板数据计量经济学，最后讨论一些常用的时间序列模型。以上述结构设计本书内容框架的原因如下：①从理论方法的角度来看，经典计量经济学理论方法是非经典计量经济学理论方法的基础；为了更好地达到应用计量经济学进行研究的目的，从经典模型开始学习是必要的。②从应用的角度来看，经典计量经济学模型在管理类问题的研究中更加重要，而现代计量经济学在宏观经济、金融领域的应用广泛。③随着数据可用性的增强，面板数据(panel data)的分析近年来越来越重要。

1.7.3 微观计量经济学、宏观计量经济学

微观计量经济学于 2000 年诺贝尔经济学奖公报中正式提出。其内容集中于“对个人和家庭的经济行为进行经验分析”，“微观计量经济学的原材料是微观数据”，微观数据表现为截面数据和面板数据。

宏观计量经济学名称由来已久，但是它的主要内容和研究方向发生了变化，主要有经典宏观计量经济学和现代宏观计量经济学两大类。经典宏观计量经济学主要利用计量经济学理论方法，建立宏观经济模型，对宏观经济进行分析、评价和预测。而现代宏观计量经济学的主要研究方向是单位根检验、协整理论以及动态计量经济学。

1.7.4 横截面数据、时间序列、面板数据

横截面数据是每个个体在特定时间点上的数据。这一数据类型在经济学中应用广泛,尤其是在劳动经济学、卫生经济学、城市经济学等领域。比如说,所有城市在 2013 年的地区生产总值。在用于因果分析的经典计量经济学模型中,横截面数据是应用最多的一类数据。

时间序列由一个变量或几个变量在一段时间内的观测值组成。比如说,中国 1949—2013 年的 GDP(国内生产总值)。

面板数据是若干个横截面数据的组合,比较多的情况是横截面上的样本点数目多于横截面数目。在计量经济模型中利用面板数据是近些年来计量经济学研究中最活跃的一个领域,这是因为面板数据为计量经济模型的理论方法研究提供了一个更为丰富的环境,更重要的是它更加贴近现实。比如说,世界上所有国家 1949—2013 年的 GDP 数据就是一组面板数据。