

目 录

第一篇 绪 论

第一章 计量经济学的范畴、方法和发展	3
第一节 计量经济学的范畴和方法	3
第二节 计量经济学的历史和发展简评	10
第二章 随机变量、统计推断和随机过程	17
第一节 随机变量和概率分布	17
第二节 参数估计和假设检验	33
第三节 随机过程及其平稳性	46
本篇思考练习题	55

第二篇 经典回归分析

第三章 线性回归分析	59
第一节 线性回归模型及其假设	59
第二节 参数估计	62
第三节 线性回归拟合度评价、统计推断和预测	70
第四节 线性回归问题诊断和处理	78
第四章 非线性回归分析	84
第一节 非线性回归模型	84
第二节 非线性回归参数估计	86
第三节 非线性回归评价和假设检验	99
第四节 非线性回归预测	103

第五章 联立方程组模型	105
第一节 联立方程组模型及其假设	105
第二节 联立方程组模型的识别性	109
第三节 联立方程组模型的参数估计	120
本篇思考练习题	134

第三篇 时间序列计量经济学

第六章 时间序列、动态计量和非平稳性	139
第一节 时间序列分析方法	139
第二节 自回归分布滞后模型	144
第三节 平稳性和非平稳时间序列分析	151
第七章 自回归移动平均模型分析	161
第一节 自回归移动平均模型	161
第二节 自回归移动平均模型的识别	174
第三节 自回归移动平均模型的估计	184
第四节 ARMA 模型检验和预测	189
第八章 向量自回归和自回归条件异方差模型	196
第一节 向量自回归模型	196
第二节 自回归条件异方差模型	205
本篇思考练习题	209

第四篇 面板数据、特殊变量和非参数模型

第九章 面板数据模型	213
第一节 面板数据模型基础	213
第二节 固定效应模型	215
第三节 随机效应模型	218
第四节 变系数模型	222
第五节 动态模型	226
第十章 特殊因变量模型	229
第一节 离散因变量模型基础	229

第二节	二元选择模型.....	231
第三节	二元选择模型参数估计.....	234
第四节	二元选择模型设定检验.....	236
第五节	双变量与多变量 Probit 模型	238
第六节	多重选择模型.....	240
第七节	截断回归模型.....	244
第八节	审查回归模型.....	247
第九节	持续数据模型.....	251
第十一章	非参数模型.....	255
第一节	非参数模型与非参数估计基本方法.....	255
第二节	概率密度的核估计.....	262
第三节	非参数回归模型.....	266
第四节	半参数模型.....	273
	本篇思考练习题.....	278
附录一	矩阵代数相关知识.....	280
附录二	统计表.....	295
	主要参考文献.....	303

第一篇 绪 论

本篇是关于计量经济学的导论,是为后面各篇介绍计量经济分析的理论和方法所作的准备工作。本篇共分两章。第一章介绍计量经济学的范畴、方法和结构,以及计量经济分析发展的历史和动因等;第二章在假设读者具有概率论基本知识的基础上,介绍计量经济分析必需的概率统计和随机过程知识。

第一章 计量经济学的范畴、 方法和发展

本章讨论计量经济学的范畴、方法和历史发展等问题。这些问题不仅有科学哲学和学科史的意义,而且对读者更好地理解 and 掌握计量经济学的原理,学好用好计量经济分析技术也有重要的意义。

第一节 计量经济学的范畴和方法

一、计量经济学的范畴

计量经济学在现代经济学的地位越来越重要,但人们对这门学科的界定和认识却非常模糊。计量经济学教材通常这样定义这门学科:“计量经济学是运用统计方法测量经济关系的艺术和科学”;“计量经济学可以定义为这样的社会科学:它把经济理论、数学和统计推断作为工具,应用于经济现象的分析”;“计量经济 and 计量经济学两词解释为包括纯经济学和纯经济学定律的统计验证”^①。这些定义指出了计量经济学作为经济学实证分析工具的基本定性,也表明了计量经济学与数学、统计学密切相关,但却没有说清计量经济学怎样完成它的任务,也没有说明统计学、经济理论和数学三者究竟如何结合,以及计量经济学与这三者之间的区别究竟在哪里,因此并没有对计量经济学的范畴内涵作出很好的界定。

对计量经济学的范畴认识模糊,对于学好和用好这门学科非常不利。作为现代经济学最有活力的分支领域,计量经济学包含丰富的理论、模型和分析方法,而且还在不断发展,就像一座充满生机的庞大森林。缺乏对计量

^① 弗里希(Frisch)1928年与熊彼特等的一份谈话录。

经济学范畴结构的必要了解,就很容易在学习和应用这门学科时迷失方向,犯只见树木不见森林的错误,很难真正学好这门学科。因此在学习计量经济学之前,形成对这门学科的范畴内涵的比较准确的认识,有非常重要的意义。

总体上,计量经济学的研究对象是经济问题,目的是揭示、验证和利用经济规律,因此是一门经济学科。计量经济学的根本特征是利用经济数据研究、检验和利用经济规律。因为经济数据是经济经验的数量记录,因此计量经济分析根本上属于科学研究方法中的经验归纳法,是数量形式的经验归纳法研究。这是计量经济分析最根本的方法论特征,也是计量经济学与运用演绎推理法的数理经济学,以及非数量的定性分析经济理论的根本区别。

当然,仅有上述特征仍然不能准确界定计量经济学,因为统计学、经济统计等学科也用经济数据研究经济问题。为了解决计量经济学范畴界定的问题,阐明计量经济学与统计学等的区别,我们讨论下面这个改编自Hendry的掷骰子问题:

如果连续抛掷100次同一个骰子,其中出现20次6,问下一次抛掷时出现6的可能性多大?

这个问题看起来很简单,但却能够非常形象地反映计量经济学分析的本质,对阐明计量经济分析方法论特征非常有用。说这个问题简单,是因为有概率论知识或大多数有一般常识的人都可以给出答案 $\frac{1}{6}$ 。因为一枚普通的六个面分别表示1~6的均质正六面体的骰子,在没有作弊的公正投掷时,每次投掷六个面出现的机会应该相同,符合古典概型的定义,因此不管前面的试验结果,下一次投掷时包括6在内的任何一个面(数字)出现的概率都是 $\frac{1}{6}$ 。这实际上是一个概率论问题。

仔细分析上述预测方法可以发现,其根据是人们相信所掷骰子是一枚普通的六个面分别表示1~6的均质正六面体,每次投掷是独立的,不会使不同面出现的概率存在差异,因此掷骰子问题符合古典概型的定义^①。当有足够的信心相信上述理论根据时,上述预测无疑是很合理的。这时候前

^① 事实上即使骰子是四面体或其他形状,只要有确定的形状和可以计算出各面出现的概率,就都可以用类似的概率论方法进行预测。

100 次试验出现 20 次 6 可以看作支持这种判断的一个证据(用概率论方法可验证),但对预测本身却是无关信息。

从数学的角度讲,上述预测分析的根本特征是,分析对象属于生成结果的概率结构(模型形式),以及影响生成结果的概率参数都是已知情况下的预测。经济活动中这样的问题也是很常见的。例如,已知规则、中签率的股票发行,或其他经济资源、机会的分配等,就是这种概率结构和参数都已知的预测问题。这种问题都只是概率论的问题,而不是计量经济学问题。

但是,运用概率论方法进行预测的基础并不总是可靠的。在上述掷骰子问题中,骰子有可能被人做了手脚,形状不完全是正六面体,质地可能不是均质的,或者投掷方法有问题,都可能导致各个面出现的机会不同。若前 100 次投掷出现 6 的次数达到 40、50 次以上,或者反过来只有 5、6 次,你也许更容易想到这些可能性。如果考虑到这样的可能性,那么掷骰子预测问题就不再是简单的概率论问题,不能用古典概型的方法进行预测。我们分下面几种可能的情况讨论。

第一种情况是仍然可以肯定骰子是每面分别表示 1~6 的六面体,但各面是否均质不能肯定。例如骰子被人做了手脚,形状不完全是正六面体或不均质。这从概率论的角度就是属于概率结构已知,但参数未知的情况。这种情况下无法直接用概率论方法进行预测,但可以利用已有的信息,即前面 100 次抛掷中观测到 20 次 6 的结果进行推测。例如,可以把试验中出现 6 的频率作为每次投掷出现 6 的概率的估计(这有抽样估计和中心极限定理提供根据),因此可以预测下一次投掷出现 6 的概率为 $\frac{20}{100} = 0.2$ 。当然,也可以根据连续出现同一个数字的可能性,奇数、偶数的可能性(如先确定下一次出现偶数的概率,再分析偶数中 6 出现的概率)等进行推测。此外,可能还有许多种利用已有信息,科学或不那么科学的估计推测方式和规则。

上述这种概率结构,也是经济关系、规律的基本模式已知,但影响概率的具体参数未知的问题,正是传统计量经济分析研究的主要对象。例如在研究需求规律时,根据某种需求理论先设定了一个需求函数模型,然后利用经济数据,运用统计方法估计推断模型中的参数。这种以给定的有经济理论依据的理论模型为基础,以参数估计为核心的计量经济分析方法,是传统计量经济分析的主要方法,一般称为“回归分析”(regression analysis)。回归分析主要包括单方程线性回归分析、非线性回归分析和联立方程组模型

分析。其实以这种方法为主的经典计量经济分析的主要工作是设计和应用参数估计方法,更多的是应用数理统计的工作,计量经济学在这个方向的发展容易与应用数理统计学撞车,发展前途受到限制^①。这也是现代计量经济学部分扬弃这种方法,向其他方面发展的根本原因之一。

第二种情况是所掷骰子究竟是不是六面体,各面是否均质,投掷方法是否正常等都不清楚,更不用说每个数字出现的概率了。从概率论的角度,这就是概率结构和参数都不清楚的情况。这时候首先必须判断基本的概率模型,例如判断这个骰子是否是常规的形状、或者是四面体等其他形状等。只有在初步确定概率模型以后,才能进一步推断预测下一次出现6的概率。在这种情况下,仅仅有前面100次投掷出现20次6这样的信息常常是不够的,一般需要更多信息,例如前100次投掷结果的完整记录,才可能进行有效的分析预测。

这种情况其实正是计量经济分析遇到最多的。我们预测未来价格走势或GDP增长率时,常常不能肯定哪一种模型(概率结构)更加符合实际。在这种情况下,计量经济分析的首要工作是识别、选择模型,然后才是推断估计模型参数。由于对模型的识别选择不可能肯定一开始就正确,因此还必须反复检验和调整模型。时间序列ARMA模型分析(BJ方法论)、HENDRY的动态建模理论等,都是这种类型的计量经济分析。这是现代计量经济学最重要的方向,是现代计量经济分析最主要的问题。

第三种情况是骰子被做了手脚,灌了水银(这是赌博作弊的手法之一)等,这种情况下掷骰子的结果根本没有稳定的概率结构,而不是参数未知或结构未知的问题。在这种概率结构和参数不稳定的情况下,首先要考虑的是是否存在适当的预测模型和方法,以及怎样的模型可以预测的问题。这种情况下进行预测肯定更加困难,而且准确性也会更差。

这些概率结构不稳定的情况在现实经济中不仅存在,而且是很普遍的。因为社会经济是不断变化的,社会经济运行很难有一成不变的结构和规律,政策、体制及各种社会经济环境的变化,随时随地会对经济关系、经济运行的方向产生冲击。因此,计量经济分析面对的常常是这种非常复杂的问题。

^① “经典计量经济学”的名称通常指以考利斯委员会(Cowles Commission)命名的CC方法论的计量经济分析,主要指20世纪60年代前发展的以传统的线性联立方程组模型为核心、涵盖单方程线性回归分析的计量经济学,与我们所说的“传统计量经济分析”的主要差别是不包括非线性回归。

计量经济学有不同的方法处理各种不稳定性。传统计量经济分析中的简单处理方法是分段回归和结构稳定性研究,现代计量经济学中的变参数问题,时间序列分析中的协积和误差修正模型、ARIMA 等非平稳时间序列分析方法和模型,自回归条件异方差模型等,就是处理这类问题的模型和方法。

对掷骰子问题的上述分析揭示了计量经济学的基本范畴。掷骰子预测问题的各种情况中,概率结构和参数都稳定和已知的情况是概率论研究的对象,其余各种情形都是计量经济研究的对象。其中,概率结构已知但参数未知的问题是传统计量经济研究的对象,而概率结构和参数都未知,以及概率结构和参数不稳定的问题,则是现代计量经济学的研究对象。对研究对象类型的判定常常是由研究者的视角和方法决定的,因此研究对象类型的不同实际上就是研究视角或方法的不同。

明确了计量经济学的范畴以后,计量经济学与数学和统计学的区别及联系也就比较清楚了。计量经济学与数学、统计学在研究对象、方法等方面都有差别。事实上,数学和统计学正是为各种计量分析的建模、参数估计和检验推断等提供必要的理论支持和工具。

二、计量经济学的基本方法

对掷骰子问题的讨论在揭示计量经济学范畴的同时,也揭示了计量经济分析的基本方法论。一类是针对上述概率结构已知但参数未知的情况,利用概率统计方法进行参数估计和预测等。这一类方法是计量经济分析的传统方法,或者说传统计量经济分析方法,也是经典计量经济学的核心方法论。另一类则是针对前述概率结构和参数都未知,或者概率结构和参数都不稳定的情况,进行建模、推断和分析预测。这一类更多的是计量经济学的现代方法,或者说是现代计量经济分析方法,是时间序列分析的核心方法论。这里分别对两类计量经济分析基本方法作简略的说明。

(一) 传统计量经济分析方法

传统计量经济分析方法把计量经济问题看作概率结构已知但参数未知的问题,建立包含未知参数的随机变量模型,以这些模型为基础进行分析和预测。传统计量经济分析模型的本质是经济变量之间的因果关系或交互作用关系,方法论基础是经济变量之间存在稳定和可识别的内在联系,可以用统计学的多元分析方法等进行分析,并作为经济预测等的依据。这种计量经济分析的方法也称为“回归分析”,或者由考利斯委员会总结的“CC 方法

论”,主要包括经典线性回归、联立方程组模型分析,以及后发展的非线性回归分析。

建立作为分析基础的模型是传统计量经济回归分析的首要步骤。因为传统计量经济分析的模型代表特定的经济变量关系,反映特定方面的经济结构,因此传统回归分析方法也可称为“结构模型法”。正因为这种特点,传统计量经济分析模型的建立一般需要理论根据,也需要现实性的依据,而且常常要利用数理经济学方法推导出来。这一点与现代计量经济分析有明显区别。

计量经济分析处理的变量都是随机变量,传统计量经济分析模型就是已知形式而未知参数的随机变量模型。因此,传统计量经济分析的核心步骤是推断估计模型的参数,相当于随机变量的总体分布特征,该工作也称为“参数估计”。计量经济模型参数估计的基础是相关变量的统计或观测数据,它们相当于随机变量总体抽取的样本,本质上是经济规律的作用结果。参数估计常用的方法有最小二乘法、最大似然法、矩方法及其各种扩展等。

由于理论模型和分析方法可能存在问题,模型的具体形式也需要选择确定,因此对模型的评价和检验推断是计量经济分析的必要步骤。模型评价通常需要构造特定指标,如决定系数等拟合度指标。检验推断则是利用随机变量、参数估计量的概率分布,对参数取值和模型结构等进行推断分析。既可以是一般的统计推断检验,也可以建立一些专门的检验方法,包括临界指标和判断法则,或者图形判断方法等。这种推断分析还可扩展到对相关经济理论的检验。

计量经济分析的根本目的是研究经济规律,并应用它们进行相关预测或政策分析等,而预测又是其中最重要的应用分析内容。计量经济预测分析包括点预测和区间预测,预测的理论根据是经济规律的稳定性,预测的方法也是统计推断方法,包括期望和条件期望预测等。

传统计量经济分析方法思路清晰,分析方法和工具比较容易掌握,而且对截面数据和时间序列两类数据都适用,长期以来一直是计量经济学的基本方法。但传统计量经济分析方法也有问题。由于人类经济行为和社会经济环境的复杂性,经济规律其实是复杂多变的,很难存在真正稳定不变的经济规律,因此传统计量经济分析方法的理论基础存在一定的疑问。传统计量经济分析方法在经济预测等现实中的应用,特别是在宏观经济发展预测中的表现也并不是很理想的。这些问题促使人们对传统计量经济分析方法

的有效性产生动摇,促使人们对计量经济分析的方法论作更多的思考和探索,从而推动了现代计量经济分析方法的发展。现代计量经济分析的许多方法和模型的产生和发展,其实都与克服传统计量经济分析方法论的相关困难有关。

(二) 现代计量经济分析方法

以概率结构和参数都未知或者不稳定的问题为研究对象的计量经济分析方法,就是“现代计量经济分析方法”。现代计量经济分析方法研究的既可以是经济变量之间的关系,也可以是一个经济变量本身的动态变化规律。由于概率结构未知和不稳定的问题主要是与时间序列数据相关,因此现代计量经济分析主要分析时间序列数据,某种意义上就是时间序列分析。总体上,现代计量经济分析更强调或重视的是计量模型概率分布方面的性质和特征,而不是因果关系和经济结构,因此现代计量经济分析方法又称为“概率模型法”。

概率模型法的核心是识别生成时间序列的概率结构,并根据概率结构进行分析预测等。概率结构和参数都未知,甚至不稳定给分析方法留下了很大自由度。现代计量经济分析通常把时间序列数据看作是随机过程所产生的,概率结构的变化和不稳定,则理解成是不同随机过程或随机过程非平稳引起的。Box 和 Jenkins 的自回归移动平均模型和向量自回归模型等,就是以一系列基本的单变量平稳随机过程模型,或者多元平稳时间序列模型为基础,识别时间序列数据背后的概率结构和估计参数,并进行预测和控制等的平稳时间序列计量经济分析方法。平稳性检验、单积、协积、误差修正模型,以及自回归求积移动平均模型(ARIMA)等非平稳时间序列分析方法,则是针对概率结构和参数不稳定问题的分析方法。

现代计量经济时间序列分析的首要问题是模型识别,也就是判断识别所考察的数据是哪种随机过程生成的。识别模型的主要依据是数据特征而不是经济理论,时间序列过程的自相关函数、平稳性、单整阶数等是模型识别的重要根据。事实上,自回归滑动平均模型、向量自回归模型、自回归条件异方差模型和因果性检验,本身都既是模型分析的方法,又是建模和模型识别的方法。Hendry 反复交替运用数据和理论进行建模的动态建模理论和方法,则是专门的现代计量经济分析建模的思想和理论。

建立初步模型以后,还要进行参数估计和推断分析。现代计量经济分析参数估计和推断检验的方法与传统计量经济分析相似,但也有一定区别。例如,由于时间序列模型随机解释变量问题比较严重,因此较多采用最大似

然估计,ARMA模型的自相关函数本身可以用来进行参数估计,模型的推断检验除了确定模型及其参数的显著性等以外,还包括对自回归和移动平均阶数的选择确定等。

现代计量经济时间序列分析最主要的应用是预测。时间序列模型通常是动态模型,可进行多步动态预测是时间序列模型分析的重要特征。

因为现代计量经济时间序列分析重视数据而不重视理论,因此常被指责为“缺乏理论的计量”。但时间序列分析在应用中的效果却常常比单方程回归和联立方程组模型更好,因此时间序列分析方法越来越受到重视,在金融、宏观计量分析等领域正在取代传统的线性回归和联立方程组模型,成为主流分析方法。

除了传统和现代两类计量经济学基本方法论以外,现代计量经济分析还有许多针对特殊对象、问题的分析方法,或者其他特殊的方法论,如离散选择模型、面板数据分析、受限应变量分析方法和非参数分析等。这些方法中的多数是传统计量经济分析方法的扩展,我们将在相应的地方加以介绍。

第二节 计量经济学的历史和发展简评

一、计量经济学的产生

计量经济学的产生是社会经济和经济学发展的必然结果。资本主义大生产方式出现之前,人类的生产和分配常常是由权力地位而不是市场力量决定,经济活动的规模也很小,既缺乏认识经济规律的主观要求,也缺乏进行深入的经济学研究的客观条件。因此,虽然古希腊学者已经有了很丰富的经济学思想,甚至有了对享乐主义的计算和边际效用的思想,但古代学者对经济问题的研究大多只是在直接观察经济现象的基础上,对基本概念和公理的抽象归纳和简单推理演绎分析,不可能有严密的数量经济分析,计量经济学不可能在那种情况下产生。

对经济问题进行科学分析的需要和可能,与资本主义大生产方式的产生和发展密切相关。16、17世纪资本主义大生产方式的产生和发展,使得经济活动的规模和范围不断扩大,复杂程度不断提高,政府对经济活动管理的意愿和难度也有了很大的提高,对经济研究的要求也必然随之提高。这个时期发展起来的古典经济学,开始用笛卡儿主义社会机械学和几何学的

思想方法分析经济问题,建立了包括简单模型分析的基础经济理论,经济学开始向精确科学的方向发展。部分古典学者更进一步尝试用数量分析方法研究经济问题。例如,配第 1676 年的《政治算术》和奎纳 1758 年的《经济表》,就是简单的数量经济分析。古典学者的这些工作与真正的计量经济学也许还有很大差别,但事实上已经有了计量经济分析的思想雏形。

19 世纪以来,随着资本主义经济的进一步发展,生产分工的复杂程度进一步加深,市场范围进一步扩大,国际国内的经济竞争越来越激烈,管理经济的难度进一步加大。这进一步提高了人们认识经济规律的愿望,推动了利用微积分等数学工具的边际分析、均衡分析的数理经济分析方法的产生和发展。数学和概率统计理论技术的发展及其在自然科学中成功应用的影响、经济数据可得性的不断提高、会计学和国民经济核算技术的发展等,则推动了数量经济分析方法的产生。

一般认为,计量经济学起源于法国数理经济学和英国统计学的结合。20 世纪初,挪威的弗里希(R. Frisch)、法国的弗朗索瓦·迪维西亚、美国学者阿尔文·费歇尔、亨利·穆尔和亨利·舒尔茨(需求曲线研究)、保罗·道格拉斯和数学家柯布(生产函数研究)等,结合数理经济学和统计学的方法,利用经济数据进行经济分析和检验经济理论。这些学者的工作,为计量经济学的最终产生做了重要的准备。不过计量经济学的这些先驱学者使用的分析方法和工具差别较大,也缺乏研究的基本规范。这些问题影响了他们的工作效率和相互交流,对这种经济分析新方法的发展和更好地发挥作用有很大的不利影响。

1926 年前后,挪威奥斯陆大学的弗里希教授、美国耶鲁大学的欧文·费歇尔教授,以及法国的弗朗索瓦·迪维西亚等先驱学者,看到了上述问题,认识到建立一个国际性学术组织协调数量经济学的研究,进行更好的国际学术交流的必要性。经过反复交流和磋商,接受了弗里希于 1926 年提出的“计量经济学”(econometrics)作为学科名称,1930 年 12 月 29 日在美国俄亥俄州克里夫兰成立了计量经济学会,费歇尔当选为第一任主席。计量经济学会创办的《计量经济学》(*Econometrica*)杂志,则于 1933 年正式出版发行。这些事件基本标志着计量经济学作为一门学科的正式诞生。

二、计量经济学的发展

计量经济学创立以后的发展速度非常快。计量经济学之前的经济学,

模糊、抽象和不精确,理论和结论大多似是而非,甚至有诡辩术的坏名声。计量经济学把科学的研究方法引进经济学,提高了经济学的精确性和科学性,对经济学的发展起了非常重要的作用。这使得计量经济学开始受到重视,并且随着社会经济的发展和人们对经济分析要求的提高,重视程度也不断提高。

当然,弗里希等创立的早期计量经济学是比较粗糙的,既缺乏严密的理论基础,也没有形成系统的分析方法和技术,与后来建立在严格的概率统计理论基础上的经典计量经济分析有明显差距。早期计量经济学的问题正是它进一步发展的动力,计量经济学正是在克服解决这些问题的过程中不断发展成长的。计量经济学的发展也有外部力量的推动,包括经济数据可得性和质量的提高、数学和统计学的进步等。此外,计量经济学的早期发展与考利斯委员会(Cowles Commission)也有不可分割的联系。

考利斯委员会是 Cowles 先生于 1932 年出资成立,以促进经济学理论和数学和统计学关系的科学研究与发展为宗旨的经济研究机构。考利斯委员会资助创办了《计量经济学》(*Econometrica*)杂志,还资助、组织了包括哈威尔莫(Haavelmo)、Koopmans、Arrow、Debreu、克莱因(Klein)、Markowitz、Modigliani、Simon 等在内的许多计量经济学家对包括计量经济学基本方法论和学科规范在内的许多重要课题进行系统研究。考利斯委员会资助、组织的这些研究工作,奠定了计量经济分析的概率方法基础,对计量经济模型的设定、识别、估计和检验方法等进行研究,引进了假设检验技术,建立了联立方程组模型的理论,提出了极大似然估计、间接最小二乘法、有限信息和完全信息最大似然估计的技术^①。这些工作形成了经典计量经济分析的完备框架和精确的计量经济分析方法论,这种计量经济分析规范称为“CC 方法论”。

CC 方法论在其直接或隐含假设成立的条件下是科学的,奠定了经典计量经济学的基础,对经典计量经济分析的发展起了决定性的作用。正是在 CC 方法论的推动下,传统计量经济分析从小型的市场均衡模型发展到大型的宏观经济模型,从一国模型发展到多国联网的 LINK 计划,从线性回

^① 其中关键的计量经济分析概率方法基础和假设检验技术集中了统计学家和计量经济学家的智慧,但主要是哈威尔莫总结完成的(1943 年,“联立方程组模型的蕴涵”)。

归分析发展到非线性回归分析^①。而且 CC 方法论对现代计量经济学的发展也有深远影响,因为现代计量经济学中的许多内容是通过 CC 方法论的改进和发展而产生发展的。

考利斯委员会还做了许多计量经济学的应用研究,如 Klein 运用 CC 方法论建立了功能强大的美国宏观经济模型等。事实上,参与考利斯委员会研究计划的许多学者后来大多成了诺贝尔经济学奖得主。

虽然以 CC 方法论为基础的经典计量经济分析具有比较完备的理论体系,对计量经济学发展成现代经济学的重要学科起了重要的作用,但其理论基础也有明显的缺陷。因为 CC 方法论显含或隐含的假设与现实情况有明显差距,这正是经典计量经济分析后来受到广泛批评的主要原因。20 世纪 70 年代石油危机时期开始,运用经典计量经济分析方法所做的预测在关键时候总是犯错误,使得人们对经典计量经济分析方法的有效性和理论基础产生了怀疑,其中受到最大质疑的就是 CC 方法论的现实性基础问题。对 CC 方法论的质疑使以这种方法论为基础的经典计量经济分析开始走下坡路,但却促进了现代计量经济分析方法,特别是时间序列分析方法的发展。

时间序列分析是经典计量经济分析方法以后计量经济学最重要的进展。时间序列分析并不是指全部运用时间序列数据的计量经济分析,而是指方法论方面与传统计量经济学有相当差别的一系列分析方法,包括平稳时间序列分析和非平稳时间序列分析。时间序列分析技术建立在统计学、随机过程理论的基础上。Norbert Wiener 和 Andrei Kolmogorov 在 20 世纪 40 年代就提出了时间序列分析的基本理论。但时间序列分析最初的应用主要是在工程领域,而不是经济学领域,时间序列分析方法受到计量经济学家的重视,是在 20 世纪 70 年代传统计量分析方法受到比较严重的质疑后开始的。

平稳时间序列分析的发展很大程度上归功于 Box 和 Jenkins 提出的“BJ 方法论”。在经典著作《时间序列分析:预测和控制》(1976)中,Box 和 Jenkins 提出了以一系列自回归移动平均随机过程模型(ARMA)为基础,分析时间序列数据的特征和进行经济预测分析的可行方法,包括建模、估

^① 因为非线性回归参数估计和统计推断比较困难,因此经典计量回归分析很少考虑非线性回归,直到计算机技术和计量软件的发展克服了非线性回归的计算困难,同时非线性回归的统计推断方法也得到了解决,非线性回归分析才得到重视。

计、检验和预测控制等步骤,这种时间序列数据分析方法被称为“BJ 方法论”。1980 年,Sims 进一步把单个时间序列的 ARMA 模型发展到多个时间序列的向量自回归模型(VAR),也与对 CC 方法论和联立方程组模型结构方程约束条件合理性的反思有关。BJ 方法论虽然在理论方面不如传统计量经济分析的 CC 方法论严密,但却更加实用和有效,预测效果也常常更好。这使得以 BJ 方法论为核心的时间序列分析越来越受到重视。

时间序列分析的另一个方面是非平稳时间序列分析。事实上,传统计量经济分析的 CC 方法论受到质疑的重要原因之一,是对时间序列数据的平稳性要求在现实中难以满足,Granger 于 1974 年提出了伪回归(spurious regression)问题,进一步揭示了非平稳时间序列对经典计量经济分析的有效性的破坏作用。这个问题要求检验时间序列数据的平稳性,分析非平稳时间序列的影响,以及建立以非平稳时间序列为基础的分析方法等,推动了非平稳时间序列分析方法的产生和发展。迪基(Dickey)于 1976 年首先提出了时间序列非平稳与单位根的问题,1979 年与富勒(Fuller)一起提出了检验时间序列平稳性的单位根的迪基—富勒检验(Dickey—Fuller test)和扩展迪基—富勒检验(Augmented Dickey—Fuller test)。1988 年,菲利普斯(Phillips)和配隆(Perron)又提出了单位根的菲利普斯—配隆检验(Phillips—Perron test)。1983 年,Granger 又提出了协积性概念,与 Engle 一起提出了协积性检验(1987)。Sargan 于 1964 年首先提出,Hendry 和 Anderson (1977)、Davidson (1978)等进一步完善,与协积理论密切相关的误差修正模型(error correction model, ECM)。此外,平稳时间序列的 ARMA 模型也发展到了非平稳时间序列的自回归求积移动平均模型(ARIMA)。

时间序列分析另一个非常重要的模型是恩格尔(Engle, 1982、1983)提出的自回归条件异方差模型(ARCH)。经典线性回归分析通常认为,时间序列数据更容易存在误差序列相关而不是异方差问题。但等许多学者在分析通货膨胀、汇率、股票价格等金融时间序列的预测问题时,都发现时间序列模型扰动方差的稳定性比通常认为的要差,时间序列数据也存在异方差问题。为此,恩格尔提出了这种 ARCH 模型,研究时间序列数据的异方差问题。由于时间序列数据的异方差主要对应变量的波动性而不是趋势,因此 ARCH 模型主要的作用是(金融市场的)风险分析和控制,而不是预测。

对 CC 方法论的反思还推动了非参数分析方法的产生和发展。CC 方

方法论的特征之一是以预先设定的参数模型为基础。这种方法虽然能够对计量分析带来便利,但如果设定的初始模型是错误的,那么不仅分析结论无效,而且对模型的否定和修正等也会受错误设定的初始模型的影响,因此这种方法对计量经济分析的有效性有一种隐患。这方面的反思促使人们开始考虑脱离预先设定参数模型的计量经济分析,推动了非参数分析方法、半参数分析方法的产生和发展。非参数分析与非参数统计有很大关系,非参数分析和半参数分析的实质是对概率分布比较弱的设定,非参数分析的关键主要是一些非参数估计方法。

除了从CC方法论到BJ方法论、从经典计量经济分析到现代时间序列分析、从参数模型分析到非参数分析等计量经济分析方法论发展以外,近几十年计量经济学还有其他方面的不少进展。

首先,计量经济分析利用的数据类型,从截面数据、时间序列数据发展到面板数据。多数计量经济分析要么用时间序列数据进行分析,要么用截面数据进行分析,这两种数据都是一维的信息载体,信息的容量比较有效,而且数据数量本身也比较小。面板数据则是一种容量大得多的二维信息载体。面板数据的运用突破了原来计量经济分析对经济数据信息利用方面的局限性和低效率,开拓了丰富得多的信息源泉,也为计量经济分析技术的发展开拓了更广阔的空间和潜力。

其次,微观计量、离散选择和受限变量等的发展,是对宏观计量经济分析的重要补充。现代信息技术、互联网等的发展,使得截面数据的统计调查有了更大的可能和降低了成本。政府等对相关问题的研究,如就业、消费特征等的关注也有重要作用。此外,行为经济学的发展也使得微观计量分析受到更大的重视。2000年,诺贝尔经济学奖得主就是因为微观计量经济分析方面的开创性、奠基性工作而获此殊荣的。

在应用领域方面,从宏观计量扩展到微观计量,从经济增长到就业和收入分配,从经济管理扩展到企业经营。因为不同领域适用的计量经济分析有不同的特点,如宏观问题通常需要用多方程回归模型进行分析,金融领域的问题则用非平稳时间序列分析比较有效。故针对不同领域的专门计量经济学,如宏观计量经济分析和金融市场计量经济学等,有了很大的发展。计量经济学的多方面发展,特别是计量经济学应用的发展,与最近几十年以来计算机技术的迅速提高和计量软件的广泛应用,从而提高了人们处理数据的能力也有很大的关系。