



博
學



复旦博学

21世纪经济管理类研究生教材

高级 计量经济学

GAOJI JILIANG JINGJIXUE

谢识予 朱弘鑫 编著

复旦大学出版社



复旦博学

21世纪经济管理类研究生教材

高级 计量经济学

谢识予 朱弘鑫 编著

GAOJI JILIANG JINGJIXUE

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级计量经济学/谢识予等编著. —上海:复旦大学出版社,
2005.5

(复旦博学·21世纪经济管理类研究生教材)

ISBN 7-309-04443-6

I. 高… II. ①谢…②朱… III. 计量经济学 IV. F224.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第027246号

高级计量经济学

谢识予 朱弘鑫 编著

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路579号 邮编 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65109143(邮购)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

责任编辑 李 华

总 编 辑 高若海

出 品 人 贺圣遂

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787×960 1/16

印 张 19.5 插页 2

字 数 340 千

版 次 2005年5月第一版第一次印刷

印 数 1—6 000

书 号 ISBN 7-309-04443-6/F·982

定 价 29.00 元

如有印装质量问题,请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 提 要

本书是为经济和管理类专业硕士、博士生编写的计量经济学教材。全书共分为四篇，第一篇绪论的两章分别介绍计量经济学的范畴、方法、历史，和随机变量、统计推断及随机过程的准备知识；第二篇经典回归分析分三章介绍线性回归分析、非线性回归分析和联立方程组模型；第三篇是时间序列数据计量经济分析专题，介绍时间序列计量经济分析的一般原理、分布滞后模型、自回归移动平均模型、向量自回归和自回归条件异方差模型等；第四篇介绍面板数据、离散选择和非参数模型等，还有特殊数据、变量和估计方法的计量经济专题。

为了让读者对计量经济学有较好的总体把握，和能更加有效地应用计量经济分析方法，本教材特别重视对计量经济学范畴、结构、方法论，以及各种计量经济模型内在联系和区别的分析。为了方便读者阅读和提高读者的阅读效率，本教材尽量控制运用数学工具的难度和范围，尽可能用通俗易懂的方法进行表述。

**In celebration of
the 100th anniversary of Fudan University**

(1905-2005)

献给复旦大学一百周年校庆

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”;“计量经济和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学的研究对象。其中,概率结构已知但参数未知的问题是传统计量经济学的研究对象;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