



计量经济学

— 理论、方法和模型

唐国兴 编著

复旦大学出版社

计 量 经 济 学

——理论、方法和模型

唐国兴 编著

复旦大学出版社

计量经济学——理论、方法和模型

唐国兴 编著

复旦大学出版社出版

(上海国权路579号)

新华书店上海发行所发行 江苏淮安印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张 12.75 字数 325,000

1988年11月第1版 1988年11月第1次印刷

印数 1—3,000

ISBN7-309-00095-1/F·022

定价 3.00元

内 容 简 介

本书介绍计量经济学的基本理论、方法及其在经济分析中的应用。全书共分七章，第一章介绍一些基本概念和简单的计量经济模型；第二、三、四章介绍了单方程线性回归模型的估计方法及其在经济定量分析中的应用；第五、六章介绍了描述经济系统的联立方程组模型的识别和估计方法；在第七章里，讨论了几种典型的宏观计量经济模型及其在应用时的一些问题。

本书可作为大专院校经济、管理类专业学生的教科书，也可供从事计量经济学研究的读者参考。

前 言

1986年9月20日,读卖新闻在“现代中国的实像”的专题下,刊登了日本著名计量经济学家马场正雄评论中国计量经济学发展的文章,他说:“从1982年中国数量经济学会创立以来,在短短的岁月中,中国的计量经济研究得到了十分惊人的发展,这不禁使人感到十分惊讶”。确实,在七、八年前,计量经济学在我国还是一门鲜为人知的学问,但现在不但有众多的部门在从事这方面的应用研究,年轻的大学生和研究生也对它抱着异常的热情。形成这种可喜局面的原因可以举出许多,但是我想根本的还是由于为实现我国社会主义经济管理的现代化而产生的迫切的需要。

三年前,当我从国外进修回来的时候,我面临的任务是要给大学生讲授计量经济学这门课,但是当时无法找到一本合适的教材。的确,在国外出色的计量经济学著作是很多的,但是原封不动地加以采用确实有许多问题。有的过于理论化,读完以后不知道如何去应用;有的内容虽然很有启发性,但毕竟同我国的实际情况不大符合,因此读后仍然不知道如何根据我国的实际情况去建立经济模型,我自己就在这样的沙漠里摸索了许久。也许正是由于这样深切的感受,我计划写一本书,它既有理论和方法的叙述,又能指出如何应用这些方法去解决实际问题;既介绍国外已经成熟的研究结果,又能反映我国目前的一些实际研究成果;既有一般理论的论述,又能指出一些较新的结论和研究方向。出于这样的考虑,这本书的副标题才被取为“理论、方法和模型”。

本书共包括七章,除第一章作为概论外,其余各章大体上分成两大部分,第二、三、四章讨论了单方程线性模型的估计和应用,而第五、六、七章讨论的是联立方程组模型的识别、估计和应用。我们特别希望读者仔细阅读本书的第四章,因为它可以帮助你了解如何把计量经济方法同经济理论相结合来定量地研究各种经济行为——正是这些描述经

济行为的方程式的有机结合,构成了复杂经济系统的计量经济模型。

阅读本书时,需要具备线性代数和数理统计的知识。对于一些比较难的章节,书中用*号作为标记,初学者可以跳过,当你进入实际研究工作时,它们也许可以作为参考。本书若作为经济或管理专业的教材,如除去打*号的内容,可以在72学时内讲完。本书附有问题和练习,用以加深对正文内容的理解。

在本书完稿之际,我难以忘怀在日本京都大学经济研究所的两年工作,在那里我不但能够利用丰富的研究资料和先进的设备,还得到了一些有经验的计量经济学家的指导。我特别要感谢森口亲司教授,在他的鼓励 and 指导下我完成了中国宏观经济计量模型的研究,也许正是这些研究成果成了本书的一部分具有特色的内容。

本书曾作为讲义,承蒙张文达、陈颖杰同志以及兄弟院校的同仁在授课时采用过并提出了宝贵的意见,在此基础上作者进行了一些修改和补充,借此机会向他们表示感谢。

复旦大学出版社对本书的出版给予了巨大的支持,在此深表谢意。由于作者涉足这一学科领域只有很短的时间,本书中的谬误和不适当之处在所难免,因此真诚地期望读者的批评和指正。

作者

1987年6月于复旦

目 录

第一章 经济的计量分析

1.1 计量经济学的发展和现状	(1)
1.2 统计数据和经济分析	(5)
1.3 经济变量及相互关系	(6)
1.3.1 经济变量	(6)
1.3.2 指数及一些国民经济指标	(8)
1.3.3 经济变量之间的关系	(11)
1.4 经济模型	(15)
1.4.1 经济分析的数学模型	(15)
1.4.2 时间序列模型	(16)
1.4.3 因果关系和分布滞后模型	(21)
1.4.4 联立方程组模型	(24)
1.4.5 投入产出模型和经济计划	(27)
*1.4.6 均衡模型和非均衡模型	(29)
*1.4.7 最优经济增长模型	(31)
1.5 经济模型的应用	(32)
问题和练习	(34)

第二章 线性回归模型

2.1 经济变量关系的随机模型	(37)
2.1.1 经济模型中的随机误差	(37)
2.1.2 模型的定式误差	(38)
2.1.3 线性模型	(39)
2.1.4 总结——误差项的来源	(40)
2.2 两个变量的观测值之间的直线拟合	(40)
2.2.1 模型的假定	(40)
2.2.2 参数的最小二乘法估计	(44)
2.2.3 最小二乘估计的性质	(46)
2.2.4 直线拟合程度的评价	(50)
2.2.5 系数显著性的检验	(54)
2.2.6 实例分析	(56)

2.2.7 预测和预测误差	(61)
2.3 多变量回归分析	(68)
2.3.1 模型的假定	(68)
2.3.2 参数的最小二乘法估计	(69)
2.3.3 最小二乘估计的性质	(72)
2.3.4 残差及误差方差的估计	(73)
2.3.5 方差分析和决定系数	(75)
2.3.6 参数估计的分布性质	(77)
2.3.7 多元回归分析的计算过程	(79)
2.3.8 应用实例——乡镇企业生产函数	(82)
2.4 分布滞后模型和参数估计	(83)
2.4.1 分布滞后模型	(83)
2.4.2 有理函数分布滞后模型的参数估计	(87)
2.4.3 应用分布滞后模型的例	(89)
2.4.4 因果关系的检验方法	(89)
问题和练习	(92)

第三章 线性回归模型分析中的问题.....(95)

3.1 对线性回归模型假设的讨论	(95)
3.2 异常值的发现及处理	(96)
3.2.1 虚拟变量的利用	(96)
3.2.2 非正态假设下的参数估计方法	(101)
3.3 异方差问题	(103)
3.4 误差序列相关和德宾-沃特森检验	(105)
3.4.1 序列相关性	(105)
3.4.2 序列相关的德宾-沃特森检验法	(107)
3.4.3 误差序列相关模型的估计	(109)
3.5 广义最小二乘法	(114)
3.5.1 广义最小二乘法的原理	(114)
3.5.2 广义最小二乘估计的几个特例	(117)
3.6 随机解释变量	(119)
3.7 多重共线性	(121)
3.7.1 多重共线性和最小二乘估计	(121)
*3.7.2 方差扩大因子和多重共线性的检验	(126)
*3.7.3 岭回归轨迹法	(129)
*3.7.4 主分量回归方法	(134)

3.7.5 克服多重共线性的其他方法	(137)
问题和练习	(141)

第四章 回归模型的应用

4.1 市场需求预测	(144)
4.1.1 商品的需求量和价格	(144)
4.1.2 收入对需求的影响	(146)
4.1.3 影响需求的其他因素	(147)
4.1.4 用统计数据建立需求函数时的问题	(149)
4.1.5 需求函数的例	(150)
4.2 消费函数和消费结构	(152)
4.2.1 关于消费行为的各种学说	(153)
4.2.2 消费函数的类型	(155)
4.2.3 消费函数的估计	(156)
4.2.4 消费结构	(159)
4.3 固定资产投资	(167)
4.3.1 投资的构成	(167)
4.3.2 关于设备投资行为的一些学说	(168)
4.3.3 我国固定资产投资函数的估计	(173)
4.4 库存投资函数	(175)
4.4.1 经济变动和库存投资的关系	(176)
4.4.2 库存投资函数的定式	(177)
4.4.3 库存投资函数的例	(179)
4.5 国际贸易和汇率	(180)
4.5.1 国际贸易统计	(180)
4.5.2 进出口函数的基本形式和马歇尔-拉纳条件	(182)
4.5.3 进出口函数的例	(186)
*4.5.4 浮动汇率制下的汇率决定理论	(188)
4.5.5 我国进出口模型	(190)
4.6 生产函数和技术进步的测定	(194)
4.6.1 生产函数及其性质	(194)
4.6.2 柯伯-道格拉斯生产函数	(198)
4.6.3 CES 生产函数	(199)
4.6.4 技术进步	(203)
*4.6.5 生产函数研究中的一些问题	(207)
4.6.6 我国生产函数估计的实例	(216)

4.7 物价和工资	(218)
4.7.1 物价变动的决定因素	(218)
4.7.2 我国物价指数变动的分析	(221)
*4.7.3 货币供给量和价格水平	(228)
*4.7.4 菲利普斯曲线和工资率	(231)
4.8 劳动力需求和就业	(232)
4.8.1 影响劳动力需求的因素	(232)
4.8.2 就业人数的估计	(234)
问题和练习	(236)

第五章 联立方程组模型

5.1 引言	(239)
5.2 联立方程组模型的假设	(240)
5.2.1 联立方程组模型及其简约型	(240)
5.2.2 对联立方程组模型的假定	(244)
5.3 可识别的条件	(245)
5.3.1 可识别的条件	(245)
5.3.2 过度可识别及其判别	(248)
5.3.3 考虑对方差矩阵约束时的可识别性	(256)
5.4 递归模型	(258)
问题和练习	(262)

第六章 联立方程组模型的估计

6.1 结构式系数的一致性估计	(264)
6.1.1 一般最小二乘法估计及其问题	(264)
6.1.2 递归模型的最小二乘法估计	(266)
6.1.3 工具变量法	(266)
6.2 间接最小二乘法	(272)
6.2.1 简约式模型的参数估计	(272)
6.2.2 间接最小二乘法估计及其性质	(273)
6.2.3 间接最小二乘法和工具变量法的关系	(275)
6.3 二阶段最小二乘法	(279)
6.3.1 二阶段最小二乘法的原理	(279)
6.3.2 二阶段最小二乘估计的性质	(282)
6.4 有限信息最大似然估计	(289)

6.4.1 模型信息的利用	(289)
6.4.2 有限信息最大似然估计	(291)
6.4.3 有限信息最大似然估计的性质	(297)
6.5 k 类估计	(301)
6.5.1 k 类估计的定义	(301)
6.5.2 k 类估计的渐近性质	(303)
*6.5.3 k 类估计的小样本性质	(305)
*6.5.4 大型计量经济模型参数估计中的若干问题	(306)
6.6 系统估计方法	(309)
6.6.1 三阶段最小二乘法	(309)
6.6.2 完全信息最大似然估计法	(316)
附录 A 矩阵函数的导数	(319)
附录 B 有限信息最大似然估计的推导	(322)
问题和练习	(328)

第七章 宏观计量经济模型

7.1 前言	(331)
7.2 宏观经济变量	(335)
7.2.1 物质产品平衡表体系中的宏观经济变量	(335)
7.2.2 国民经济核算体系中的宏观经济变量	(337)
7.3 小型宏观经济模型的实例	(338)
7.3.1 克莱因模型及其参数估计	(338)
7.3.2 模型的部分检验、整体检验和最终检验	(342)
7.3.3 最终型方程及其应用	(347)
*7.4 需求决定的宏观计量经济模型	(349)
7.4.1 国民生产总值的计算	(349)
7.4.2 日本中期宏观经济模型	(351)
*7.5 中国宏观经济模型	(361)
7.5.1 概况	(361)
7.5.2 模型的结构	(363)
7.5.3 模型的方程式体系	(365)
7.5.4 中国经济计量模型变量一览表	(378)
7.6 计量经济模型的求解	(381)
7.6.1 高斯-塞德尔方法	(382)
7.6.2 用计量经济模型进行模拟或预测时的求解方法	(385)

附录 C 统计表	(387)
表 1 标准正态分布表	(387)
表 2 t —分布表	(388)
表 3 德宾-沃特森检验表	(389)

第一章 经济的计量分析

1.1 计量经济学的发展和现状

1930年12月29日，在挪威奥斯陆大学费里希(R. Frisch)教授和美国耶鲁大学费歇(I. Fischer)教授的提议下，在美国克利富兰召开的美国经济学会和统计学会的联合大会上成立了计量经济学会。1933年1月，该学会又创刊了 *Econometrica* 杂志，这两件事可以说是计量经济学成为一门学科的重要标志。

在计量经济学会章程的第一条中，明确地指出了：“计量经济学会是应用统计学和数学来促进经济理论发展的国际性学会。”后来，费里希又在 *Econometrica* 的创刊辞中这样指出：“用数学方法处理经济学可以有多种形式，其中任何单独的一种都不等同于计量经济学。计量经济学不等同于统计学，计量经济学也不等同于我们称之为的一般经济理论(即使这种理论的大部分具有定量的特点)，当然，计量经济学也不是数学在经济学中的应用的同义词。不用说，统计学、经济理论和数学是理解现代经济生活中的数量关系所不可缺少的必要条件，但是作为充分条件的是这三者的结合，这三者的结合就构成了计量经济学”。

但是，计量经济学会的成立和 *Econometrica* 杂志的创刊并不意味着计量经济学是突然产生的。在这之前，莫尔(H. L. Moore)在他的著作《综合经济学》(*Synthetic Economics*, 1929)中已发表了关于经济周期、工资决定以及某些商品的需求的研究。此外，在数学家柯伯(C. W. Cobb)的协助下，经济学家道格拉斯(P. H. Douglas)曾作过关于产出同投入要素之间关系的一系列著名研究。这些都可以认为是计量经济学研究的先驱。如果再追溯上去，则十九世纪德国统计学

家恩格尔(E. Engel, 1821—1896)关于消费模式同收入水平之间关系的研究,配第(W. Petty, 1623—1687)的“政治算术”等,从其着眼点和方法论来看,都可以看成是计量经济学。但是作为一门明确的学问的开端的,可以认为是本世纪三十年代初的上述两件事。

从三十年代以后,计量经济学得到了很大的发展,其研究范围从供需函数、生产函数、消费函数等经济理论中的基础概念扩展到价格、工资、金融、国际贸易和国际收支等领域,进一步发展到了用一组方程式来对一个地区、国家、以至于整个世界的经济体系进行研究,并广泛地应用于济经预测、经济计划和政策分析。

计量经济学的研究和应用之所以得到迅速的发展,可以从经济理论,统计方法和计算技术的发展这几方面来加以说明。

长期以来,经济学家非常关心主要经济指标之间的关系。为了预测经济发展的动向,美国哈佛经济研究会曾对 50 多个与经济状况密切相关的统计指标进行了筛选和处理,最后选定了 17 项指标并把它们分类组合,得到了三个指标组合。A 组主要与股票市场有关,其平均值的曲线称为投机曲线;B 组主要与商品交易市场有关,称为商情曲线;C 组与金融市场有关,称为货币曲线。经研究发现,B 组指标同经济景气与否具有一致性,A 组具有先行性,而 C 组具有滞后性,从而利用它们可以预测经济的变动趋势,这就是 1919 年 1 月发表在《经济统计评论》(The Review of Economic Statistics)杂志上的著名的哈佛景气指数,其主要研究者是帕森斯(W. M. Persons)。

哈佛景气指数曾提前几个月成功地预测了美国 1919 年的经济繁荣和 1920 年经济的急骤下降,并准确地预测了 1920 年经济危机将在 1922 年 4 月间复苏。但是对 1929 年从华尔街美国金融市场股票暴跌开始的大危机却作了相反的预测,从而这种方法被批判为“没有理论的计量”,这促使人们深入研究根据经济理论来测定经济指标之间的数量关系的方法。

应用经济指标之间的数量关系来描述一个经济系统,或称之为计量经济模型的研究的开拓者是荷兰经济学家丁伯根(J. Tinbergen),

他的 *An Econometric Approach to Business Cycle Problem* (1937) 及 *Statistical Testing of Business Cycle Theories* (1939) 可以说是最早的宏观计量经济模型研究。丁伯根的美国模型中有 5 个恒等式、11 个先验决定式和 32 个随机方程式。在其中有 6 个关于消费和其他最终需求的方程式, 5 个关于供给和价格形成的方程式, 10 个关于货币金融的方程式, 11 个关于收入形成的方程式, 这样的模型, 即使在现在看来, 也是具有相当规模的模型。当然, 从他所使用的统计方法和经济理论来说, 还处于初级阶段。丁伯根的努力可以说是用计量经济模型来说明经济周期学说的一种新的尝试, 但更重要的是他以其独特的才能探索了利用统计数据来测定经济指标之间关系的方法。

1936 年凯恩斯所建立的宏观经济学说是计量经济学得以迅速发展的重要动力。现在一般认为克莱因 (L. R. Klein) 等根据凯恩斯经济理论建立的美国经济模型^① 是宏观计量经济模型的原型, 目前西方国家的绝大部分计量经济模型都是按照克莱因的思路建立的。

当然, 要建立宏观经济模型, 离不开瓦尔拉 (L. Walras) 的一般均衡理论, 离不开由库兹涅茨 (S. Kuznets) 开创研究的国民收入统计方法, 将这些重要的研究成果实际应用到建立模型时, 凯恩斯的宏观经济分析无疑起着重要的作用。

1959 年 10 月, 新设的诺贝尔经济学奖授与了费里希和丁伯根, 表彰的理由是他们“开发了经济过程分析的动态模型, 并使之实用化。”

从统计方法来看, 在三十年代, 计量经济学研究中的主要数学方法是来自自然科学中用于数据分析的最小二乘法。当然, 这种方法现在仍然是最常用的工具之一。但是, 由于经济数据的特殊性, 所以还必须研究一些更加科学的方法。比如说, 在经济分析中, 常采用时间序列, 但这些时间序列中出现的随机因素常常发现不是相互独立的; 还有, 经

① 参阅: Klein, L. R., "Economic Fluctuations in the United States: 1921—1941", 1950 和 L. R. Klein 及 A. S. Goldberger, "An Econometric Model of the United States: 1929—1952", North-Holland, 1955.

济变量之间往往互为因果关系，经济系统通常只能用一组方程式来描述。在这样一些情况下，人们发现传统的最小二乘法估计并不是最好的，甚至在样本足够多时，参数的估计值也不接近于真实值。正是由于这些原因，从四十年代起，主要是针对经济模型中误差的序列相关性和联立方程组模型的参数估计，产生了许多计量经济学中所特有的统计方法，如二阶段最小二乘法，有限信息最大似然估计法，三阶段最小二乘法等等。

计算技术的发展无疑是计量经济学研究能如此广泛的一个重要原因。五十年代初克莱因建立的模型只有 15 个方程式，为了进行参数估计和模拟化去了两年的时间。而现在，由克莱因主持的世界联结计划 (Project LINK) 中，包括九十多个国家的模型和庞大的世界贸易矩阵，方程式达二万多个，但是在宾夕法尼亚大学的联结计划中心的计算机上作一次世界经济预测计算，只要几分钟的时间。因此，计算机速度的提高和功能的完善，大量专用软件的开发使用，有力地促进了计量经济学的发展。

如前所述，计量经济学的产生和发展有其特殊的背景和动力，但是其应用范围已不仅仅限于资本主义经济分析，波兰与匈牙利两个国家于六十年代初就进行宏观计量经济模型的试编工作，目的在于研究它在社会主义计划工作中的应用^①。目前世界上大概有一百几十个国家编制了不同类型的宏观经济模型，其中绝大多数是宏观计量经济模型，像美国已经编制了一百多个宏观计量经济模型。这些模型主要用于经济预测、经济计划 and 政策分析。

在我国，计量经济学的研究始于五十年代末，1979 年我国正式成立了数量经济研究会，并于 1982 年在西安召开了全国第一届数量经济学年会。从那以后，计量经济学被广泛应用并取得了不少成果，全国规模和区域性的计量经济模型相继产生，给国民经济管理的现代化提供了一种有用的工具。

① 乌家培，《数量经济学若干问题》，129—146，辽宁人民出版社，1985。

1.2 统计数据和经济分析

计量经济学与数理经济学是有所不同的,因为后者着重于对经济学原理的数学表达和分析,而前者则侧重于利用现实的经济统计数据对经济过程作数量分析和对经济学原理的实证分析,因此计量经济学研究离不开经济统计数据。

经济统计数据大体上有两类,一类是截面统计数据,另一类是时间序列统计数据。

截面统计数据是在同一时点对不同个体的某个经济特征的观测,这种数据的典型就是家计调查或住户调查。比如对某个城市按一定的抽样原理选定500户家庭,1986年1月份这500户家庭的收入就构成一个收入的截面统计数据,类似地,这些家庭在这个月中的食品支出也是一个截面统计数据。家计调查中有许多项目,如人口、住房面积、户主职业,还有收入、各种消费支出、储蓄存款、耐用消费品拥有量等等,利用家计调查的各项截面数据资料,可以分析不同收入阶层对各种消费品的需求,即所谓消费结构。消费结构的模型可以用来预测收入水平提高后各种消费品的需求量。比如说,随着收入水平的提高,主食的消费会相对减少,副食、外出用餐的支出会相应增加;商品性的支出会相对减少,非商品性的支出,如文化娱乐、交通、通讯的支出构成会相应增加。这种变化的定量测定和预测无疑对于制订投资和生产计划,对于制订合理的产业结构是十分有用的。

时间序列统计数据是经济指标的观测值按时间先后的顺序排列的一组数据。如果把全国所有家庭的收入合计起来,就是“个人收入”这样一个经济指标,把该指标历年的统计值排列起来,就得到个人收入的时间序列。用同样的方法可以得到历年各项消费品的家计支出的时间序列数据。利用这些时间序列数据,我们也可以分析各种消费品的需求同收入之间的定量关系。

用时间序列数据进行分析得到的结果同用截面数据得到的结果有