

王欽秀編著

計量經濟學

廣東高等教育出版社

责任编辑：白 洋
蒋 春 桥

计 量 经 济 学

王钦秀 编著

*

广东高等教育出版社出版发行

广州军区司令部印刷厂印刷

787×1092毫米 32开本14.8125印张 332千字

1989年9月第1版 1989年9月第1次印刷

印数0001—1800册

ISBN 7—5361—0265—8 / F · 27 定价3.00元

序 言

编写本书的目的是帮助读者理解和应用计量经济学，因此，全书对计量经济学的基本内容有平衡的介绍，从基本理论模型到模型假定的违反，到模型的修正以及应用上的工具都作了适当的论述；对于一般理论的引导及统计特征的论证，论理严谨、繁简适宜；在叙述上解说详明、文字流畅。为了帮助读者进一步掌握理论方法，每个类型模型皆付有实例演算。

全书共十三章另加一附录。第一章绪论，简述了计量经济学的产生、研究步骤、内容及作用；第二章至第三章，在一组严格的假定条件下，讨论了“标准线性回归模型”的参数估计、显著性检验以及回归预测，这是计量经济学的基础；第四章，在较弱的条件下讨论了非线性回归模型，在全书中起着承上启下的作用；第五章至第十一章，就标准线性回归模型假设条件的违反及模型修正以及计量经济学应用上的工具，进行了适当的论述，这是实际工作中经常遇到的一些问题；第十二章至第十三章，研究了经济系统中经济变量之间错综复杂关系的联立方程模型，讨论了它的建模过程、识别条件以及参数估计的各种方法，这是解决现实经济问题的重要手段。附录，除统计表外，还给出多维正态分布、矩阵微分运算等补充知识。

本书在编写过程中，始终得到美国内华达大学经济学教

授朱诗凡先生的大力支持和鼓励。出版前，曾得到多位专家、教授审评并提出宝贵的修改意见。他们是武汉大学许俊千教授，华中理工大学林少宫教授，北京大学秦宛顺副教授和暨南大学黄念诚副教授。广东教育出版社的同志们为本书的出版提供了最大的帮助。在此一一致以衷心的感谢。

王钦秀

1989年6月于广州

目 录

第一章 绪论	(1)
§ 1.1 计量经济学的产生和发展	(2)
§ 1.2 计量经济学的研究对象和特点	(4)
§ 1.3 计量经济学的内容和研究步骤	(9)
§ 1.4 计量经济学的作用	(11)
习题	(13)
第二章 标准的简单线性回归模型	(14)
§ 2.1 模型的建立	(14)
§ 2.2 参数估计——最小平方方法	(19)
§ 2.3 最小平方方法估计量的代数特性	(24)
§ 2.4 最小平方方法估计量的统计特性	(27)
§ 2.5 决定系数	(40)
§ 2.6 显著性检验和置信区间	(44)
§ 2.7 预测	(55)
§ 2.8 计算实例	(72)
习题	(76)
第三章 标准的多元线性回归模型	(77)
§ 3.1 模型的建立	(77)
§ 3.2 参数的最小平方估计	(79)
§ 3.3 偏相关系数及复决定系数	(84)
§ 3.4 显著性检验	(92)
§ 3.5 预测	(95)

§ 3.6	非线性关系可化为线性关系举例	(97)
§ 3.7	数据标准化与计算方法	(101)
§ 3.8	计算实例	(111)
习 题		(118)
第四章 一般化线性回归模型		(120)
§ 4.1	一般化最小平方法	(121)
§ 4.2	最小平方法的转换形式	(127)
§ 4.3	一般化最小平方法预测问题	(129)
习 题		(133)
第五章 异方差性		(135)
§ 5.1	异方差存在的合理性	(136)
§ 5.2	异方差所引起的后果	(137)
§ 5.3	异方差的检验	(147)
§ 5.4	异方差的解决方法	(151)
§ 5.5	计算实例	(153)
习 题		(159)
第六章 自相关性		(162)
§ 6.1	自相关假定的合理性	(163)
§ 6.2	一阶自回归模式	(164)
§ 6.3	自相关所引起的后果	(168)
§ 6.4	自相关的检验	(178)
§ 6.5	自相关的解决方法	(182)
§ 6.6	自相关系数的估计方法	(186)
§ 6.7	自相关模型预测	(192)
§ 6.8	计算实例	(193)
习 题		(197)
第七章 多重共线性		(200)

§ 7.1	多重共线性假定的合理性	(202)
§ 7.2	多重共线性所引起的后果	(203)
§ 7.3	多重共线性的检验	(213)
§ 7.4	多重共线性的解决方法	(219)
§ 7.5	计算实例	(223)
习 题		(228)
第八章 随机解释变数模型		(230)
§ 8.1	渐近分布理论	(230)
§ 8.2	随机解释变数模型	(239)
§ 8.3	非一致性及工具变数法	(242)
习 题		(246)
第九章 设定误差		(247)
§ 9.1	必要的解释变数未被考虑	(247)
§ 9.2	不必要的解释变数被考虑	(251)
§ 9.3	随机干扰项在方程关系中假设错误	(253)
§ 9.4	回归方程的数学形式假设错误	(255)
§ 9.5	解释变数本身质的变化	(256)
§ 9.6	设定误差的一些检验	(258)
习 题		(270)
第十章 虚拟变数模型		(273)
§ 10.1	简单情况	(273)
§ 10.2	一般情况	(279)
§ 10.3	克罗内克乘积 (Kronecker product)	(281)
	和参数估计	(281)
§ 10.4	消除虚拟变数的陷阱	(290)
§ 10.5	虚拟变数系数的检验	(292)
§ 10.6	计算实例	(293)

习 题	(299)
第十一章 分布滞后模型	(300)
§ 11.1 滞后外生变数	(301)
§ 11.2 滞后被解释变数	(312)
§ 11.3 参数估计	(317)
习 题	(326)
第十二章 线性联立方程的识别	(328)
§ 12.1 联立方程模型中的若干概念	(329)
§ 12.2 识别定义两种方法	(336)
§ 12.3 识别的准则	(343)
§ 12.4 应用举例	(359)
习 题	(362)
第十三章 线性联立方程参数的估计	(364)
§ 13.1 间接最小平方法	(365)
§ 13.2 工具变量法	(377)
§ 13.3 二段最小平方法	(383)
§ 13.4 三段最小平方法	(392)
§ 13.5 其他方法简介	(401)
§ 13.6 应用计量模型进行预测	(402)
习 题	(404)
附录 1	(407)
(一) 多维正态分布有关知识	(407)
(二) 显著性检验所用统计量满足分布的严格证明	(420)
附录 2 方阵的迹和矩阵的微分运算	(430)
附录 3 统计表	(436)
I. 正态分布表	(436)
II. t 一分布表	(443)

II.	χ^2 —分布表	(446)
IV.	F—分布表	(449)
V.	样本相关系数 r 的分布表	(456)
VI.	D—W检验表	(462)

第一章 绪 论

经济活动,是人类生存和发展必不可少的实践活动;经济过程,则是人类社会企求文明进步极重要的基本过程。所有经济科学就是要研究这些活动和过程中的经济关系和经济规律及其应用。随着生产和科学的不断发展,经济理论和应用水平的逐步提高,对经济现象进行研究的手段愈趋精密、先进。许许多多其它学科的成就和方法也就不可避免地借用和引入到经济学中来,从而使得经济分析更为系统、全面、深刻,经济理论的内容也日臻丰富。显而易见,人们对经济的考察,必定要在对其质的探讨的基础上进行量的分析,因此,从一开始起,数量分析就一直是经济学的一个不可缺少的方面。到了近代,统计学和数学,特别是数理统计的成熟及其在经济学科中的运用,使得为经济变量之间的依存关系的定性叙述提供定量分析成为可能和现实,用计量方法研究经济现象成为经济科学中的有力工具。于是,计量经济学的理论体系和基本方法便逐渐形成,尔后又得到了飞速发展。这样,计量经济学就作为经济理论、统计学和数学的有机结合物被孕育出来了。在近半个世纪中,由于它的基础雄厚、方法科学,适应力强,在大多数经济领域得到了广泛应用,显示出强大的生命力。然而,计量经济学毕竟是一门年青的学科,发展历史不长,有大量值得开拓的天地和极有价值的课题。一方面,它的理论还有待更加完善;另一方面,如何将它应用于实际,尤其是在社会主义条件下的应用,确确实实是我

们急待解决的大问题。毫无疑问，计量经济学是一门较有前途的学科，发展余地极大。对这门学科的深刻理解、完整掌握、深入研究和灵活运用都很有可能给它带来创造性的贡献。

这里将对计量经济学进行一般性的介绍，使我们对它有一个概貌性的了解。

§ 1.1 计量经济学的产生和发展

用数量方法研究经济现象的历史可以上溯到很远的古代。早在公元前三千年左右，巴比伦人和埃及人就用他们简单的算术和代数知识来管理国家和教会事务，兑换商品和钱币，确定给劳役者的报酬，计算复利和税额，分配收获的粮食，划分土地和遗产。据有文字的资料记载，我国殷商时代已开始登记人口和土地，按照人口计算贡赋和徭役。而经济学从它开始产生起，就在某种程度在运用数学的概念、公式、模型和计算方法。早期如威廉·配第在《政治算术》一书中，及F·恩格尔（1857）所研究的不同收入情况下的消费形态的差异，K·马克思对社会再生产过程的分析，H·L·莫尔（1914）所探讨的需求分析，列宁对资本主义市场的科学图式及Cobb—Durglas提出的生产函数等等，都是直接地采用了数学计量方法。但用现在的观点来看，这些早期的探索性、独创性的工作都只是对计量经济学的产生起了促进作用。

经济的发展，经济研究的深化，使计量经济学的产生成为必然的现实。在大量的计量经济理论和方法都已被提出和应用的基础上，1926年，挪威经济学家弗里希（R. Frisch）模仿生物计量学（Biometrics）一词而提出了计量经济学这

个名称。计量经济学作为一门独立的学科而立于经济科学之林中，是以1930年12月底计量经济学会在美国成立及1933年开始定期出版《计量经济学》杂志为标志的。

由于国家垄断资本主义的发展和资产阶级国家对经济生活干预的加强，这些客观的现实，促使西方一些计量经济学家在这一方面作了大量工作。在三十年代，H·舒尔兹在消费理讨及市场行为方面的研究，P·道格拉斯对边际生产力的探讨，J·丁伯根在景气循环方面的创见等都为计量经济学开拓了新的领域。R·弗里希以统计学和经济理论为基础来测度需求弹性、边际生产力以及总体经济安定性，更是贡献卓著。在四十年代，学者们都致力于经济理论的模型化和数学化的研究，如T·哈威勒莫和A·瓦尔德将统计推论加以充分应用，使计量经济学迈进了新的境界。T·C库尔曼，J·马夏克及Cowles委员会都对经济问题的数量化颇有建树。在五十年代，H·泰尔提出的二阶段最小平方方法独占鳌头。六十年代，学者们发表了有关分布滞后的新处理方法，物理学中光谱分析也被应用于计量经济学。同时，还解决了有关非线性模型存在的一些老问题。电子计算机的使用，使大量复杂的计量经济模型得以建立和运用，从而促进了计量经济学的理论及应用发展。

七十年代以来，计量经济学的发展又进入了一个新的阶段。新的理论如联立方程组内数列相关所产生的误差和预测误差的确定，非线性体系的解决等等都在蕴酿之中，预计不久的将来会有较大的突破。应用上，一些计量经济学家尝试着将探讨中间产品需求的投入产出分析与研究最终产品需求的计量模型用于说明宏观经济现象，而1940年至1965年，计量经济学的重点在微观经济。已建立起多方程动态计量

模型——许多国家的宏观计量经济模型系统。现在区域性计量模型（如美、加模型，西欧共同体能源模型）已取得初步进展。有的学者正在试图建立全球性计量模型。总之而言，这一学科方兴未艾。

社会主义国家的计量经济学家对这门学科的发展也作出了贡献。早在二十年代，在苏联曾开展过计量经济学的研究。1939年，康特洛维奇教授首先提出线性规划理论。二次世界大战后，社会主义国家的经济学研究，尤其是经济数学理论的成果对计量经济学的发展产生了重大的影响。如波兰经济学家奥斯特·兰格就是一位极有造诣、在国际上占有较高学术地位的计量经济学家。

在我国，五十年代，老一辈经济学家也十分重视对计量经济学的探讨和研究，并取得一定成绩。六十年代后期起，由于种种原因，被迫中断，直到1978年才恢复生机。目前，全国设有中国数量经济研究学会，指导、协调全国性的研究工作。有关科研机关和高等院校也十分重视这一领域的理论研究和实际应用。可以说，包括台湾省的一些专家、学者在内，我国在这一领域，已有一批数量可观的队伍，但毕竟起步晚，成果有限。随着我国经济向前发展，国家重视智力开发，可以预见，在不久的将来，我国也将对这一学科的发展作出应有的贡献。

§ 1.2 计量经济学的研究对象和特点

计量经济学是一门以经济理论为前提，依据统计资料，利用现代数学方法和计算技术，在考察经济活动的数量表现、数量特征、数量变化和数量关系的基础上研究经济现象、分析经济过程、探讨经济规律并将所得的计量结果应用

于实际经济活动的学科。它侧重于使经济理论具有数量的概念，使一般的经济表述能具体地用经济变量和经济关系式给出，使经济上各因素的依存关系统一于计量经济模型之中。马克思认为：“一种科学只有在成功地运用数学时，才算达到了真正完善的地步。”计量经济学正是在经济研究较为充分地利用了数学的概念、原理和方法，对统计资料进行测定、分析和综合整理而得出深刻反映具体经济关系的数量化结论，为人们认识、掌握和利用经济规律提供了定量的依据，从这个意义上说，计量经济学属于高级经济分析的范畴，是进行经济研究的有效且有力的工具。

计量经济学研究的对象是发生于经济生活中，反映经济现象本质和面貌，而用统计方法测定的经济数量表现特征和经济数量的关系。因而，计量经济学的客体是经济现象，它要研究的是经济生活中的具体数量规律。离开了经济现象的统计资料，计量经济学便失去了其自身的意义，脱离了经济理论，计量经济学便成了无源之水，无本之木。这就是说，计量经济学的研究范围几乎和所有经济学一样广泛。

计量经济学以经济理论、经济统计和数学方法及计算技术为其理论基础。它与这些学科的联系和区别究竟如何？下面分别加以说明。

1. 计量经济学与经济理论和数理经济学

经济理论和数理经济学是计量经济学的理论基础，它们对经济关系质的研究是计量经济学进行量的分析的前提和条件。不要经济理论，计量经济模型不过是堆砌在一起的空洞的数学符号和式子，毫无价值。但是，经济理论无法代替计量经济学。因为前者一般是以文字表示的方法来研究经济规律，而后者试图借助于各种具体数量关系以统计方式描绘经

济规律。例如，政治经济学分析再生产过程中消费资料与生产资料两者增长率之间的关系，至多只能说明哪个稍高的问题，而计量经济学则要试图测定或估计出这种关系在一定经济条件下的数量特征：各为多少。经济理论是主体，它精确地作出关于经济行为和经济关系的抽象结论，而计量经济学则利用统计资料将其数量化，具体化，并加以检验。

数理经济学通过数学符号阐述经济理论，它与经济理论之间并没有本质区别，两者都用精确的形式表述各种经济关系，它们都不考虑影响经济关系发生随机变化的随机因素，而且也不为经济关系的参数提供数值。数理经济学为计量经济学方法的应用开辟出道路，确定一个大致的方向。这两门学科共通之处，都用数学关系式来表示经济关系，但数理经济学具有一般性和假定的精确性，排斥了不确定性，而计量经济学则具体地针对某一问题研究使在经济理论和数理经济学中所假定的精确行为模式中产生离差的那些随机扰动，同时，从统计资料中计算出关系式中的参数值，提供关于模型的检验指标和置信度。从下面的例子中，我们能得到明确的说明。

经济理论中假定某一商品的需求量取决于它的价格，与其有关的商品的价格，消费者的收入和消费偏好，这就完全肯定了需求量只由以上四个因素决定，关系十分明确。数理经济学中可用线性需求函数形式来表示对此商品的需求关系：

$$Q = b_0 + b_1 P_1 + b_2 P_2 + b_3 Y + b_4 t$$

其中：Q：某一特定商品的需求量

P_1 ：该商品的价格

P_2 ：与其有关的其它商品的综合价格

Y : 消费者收入

t : 消费者的消费偏好

b_i : ($i = 0, 1, 2, 3, 4$) 需求函数中的待定参数。

上式表明, 当且仅当方程右边的四个因素中某些发生变化时, 需求量 Q 也跟着变化, 再也没, 有其它因素可以影响消费需求了。然而, 实际经济生活中远非如此, 人类由于各种其它社会因素影响而不太稳定的行为很有可能导致在上述四个因素不变的情况下, 某商品的需求量发生一定幅度的变化。这并不是经济理论大错百出, 只是说它只考虑了主要因素而忽略了随机影响。在计量经济学中, 把“其它”因素的影响是通过在经济关系式中引进一个具有明确特征的随机变数来加以考虑。于是, 用计量经济学来研究需求函数时, 其形式是:

$$Q = b_0 + b_1 P_1 + b_2 P_2 + b_3 Y + b_4 t + u$$

其中 u 表示影响需求量的随机因素, 称随机干扰项。这个 u 的意义极大, 它将数理经济学中的精确式和计量经济学中的随机式区别开来。数理经济学至多能确定所有 b_i 的符号和大致变化范围, 而计量经济则可估算出 b_i 在一定经济条件下的具体数值, 因而, 计量经济模型实用性和适用性更强一些。

2. 计量经济学与统计学

计量经济学的许多问题是采用统计研究和统计方法去解决的。它所涉及的主要内容是社会经济统计学和数理统计学。前者为计量经济学提供有关事实的资料, 如所收集记录的经验数据, 图表等, 使它能够测定将那些研究中的数量联系在一起的数量联系的规律。后者则从方法论方面(如参数估计、统计检验等)为计量经济学作出贡献。有关某一问题的计量经

经济学方法可以不变，但在不同历史条件下研究有关的那些数量的统计数字则是各不相同的。缺少统计学的资料和方法，计量经济学便失去了加工的材料和加工的工具，一切工作都无从着手了。

计量经济学与经济统计学有深刻的区别，前者要使一定的理论性的规律具体化，而后者只是要完整、及时、准确地给出统计资料，并描述它们在整个观测期间的发展趋势，或者推测各种经济数量之间的关系，它只着重于对经济的叙述性，而各种经济变量的变化很难真正加以定量说明，也不测量估算经济关系参数。计量经济学就是要处理这些经济统计不能解决的问题。可见两者在内容、方法、作用等方面存在着较大的差异。

数理统计学论述各种统计测量方法，它是在实验室控制实验的基础上发展起来的，偏重于纯粹的数学推导，往往在其结论中先定了一些严格的条件和假定，若不满足这些条件或假定，对其结论和方法的运用只能是徒劳无功的，有时甚至是错误的。然而，经济关系中的各种经验数据难以在实验条件下提供，比如说谁也无法让价格、消费偏好等其它因素不变而仅只考虑需求量 Q 和收入 Y 的变化关系，并试图找出中间的统计规律，因为收入本身跟价格、消费偏好是紧密联系在一起，人类的经济行为就是这样缺乏可实验性，因而数理统计学中的一些假定和条件也只能是粗略地满足。另一方面，数理统计学的结果（如某种经济的或其它的结论），并不能自身就说明问题，而计量经济学则能用通过数理统计学方法得出的结果（如参数估计值、统计检查值等）来检验经济理论，解释经济现象，说明经济关系，进行经济模拟和预测等。