

应用数量经济学

胡祖光 编著

中国商业出版社

应用数量经济学

中国商业出版社

应用数量经济学

胡祖光 编著

*

中国商业出版社出版发行

杭州商学院印刷厂印刷

*

787×1092毫米 32开9.7印张 220千字

1988年7月第1版 1988年7月第1次印刷

印数: 1—2000册 定价: 2.40元

ISBN 7—5044—0095—5/F·50

前 言

在当代经济研究和实际工作中应用高等数学进行定量分析，不仅是普遍的趋势，而且形成了一门新的学科——数量经济学。作为一门学科，数量经济学并不是经济学与数学的糅合，它有自己的研究对象、方法和理论。因此，学习数量经济学可以使我们借鉴前人的研究成果，学习他们运用数学研究和解决经济问题的方法，并在此基础上进一步创造性地丰富和发展数量经济学。编写本书旨在抛砖引玉，并为高等院校经济管理类专业提供一本适合需要的教学用书。

全书共十四章，前九章系统地论述了数量经济学的理论和把理论应用于实际的模型建立问题；后五章讨论了模型参数估计的有关问题。本书编写过程中，力求体现以下特点：

●不把论述集中在冗长的推导上，而重在数学结论的经济意义解释上，使初具高等数学知识的人也可阅读；

●问题的分析密切联系我国当前经济改革实际，使读者阅后有一种现实感；

●叙述注意科学性和通俗性，内容由浅入深，注意吸收最新研究成果；

●应用性强，书中介绍的方法除少数采用虚拟数据进行计算外，大多数方法都配用以实际数据进行计算的例子，得到的结果也具有实际意义；

●常用的名词都配有对应的英文，以便读者在阅读此书后能掌握数量经济学的常用英文词汇。

本书是经过两年教学实践后全面修改写成的。书稿曾经杭州商学院钱尚玮副教授审阅，提出了宝贵的意见，特此表示衷心感谢。本书内容虽然几经推敲，但不足之处难免，敬请读者批评指正。

胡 祖 光

1987年6月

目 录

第一章 绪论	(1)
第一节 数量经济学及其研究对象.....	(1)
第二节 数量经济学和数理经济学、计量经济学 的关系.....	(7)
第三节 我国数量经济学的发展历史和现状.....	(10)
第二章 边际分析和弹性分析	(13)
第一节 边际分析和边际收益递减律.....	(13)
第二节 边际分析在资源配置中的应用.....	(18)
第三节 弹性及其在盈利分析中的应用.....	(24)
第三章 消费结构和收入分配	(31)
第一节 我国居民消费结构分析.....	(31)
第二节 收入分配的洛仑茨曲线.....	(36)
第三节 基尼系数及其计算公式.....	(41)
第四节 基尼系数在中国的应用.....	(44)
第四章 消费者行为分析	(48)
第一节 基数效用论和序数效用论.....	(48)
第二节 无差异曲线和边际替代率.....	(53)
第三节 无差异分析.....	(57)

第四节	帕累托最优及其在对外贸易中的应用·····	(64)
第五章	需求分析 ·····	(72)
第一节	需求函数系统的性质·····	(72)
第二节	Slutsky 定理及其经济意义·····	(74)
第三节	线性支出系统·····	(79)
第四节	扩展的线性支出系统及其在中国的应用···	(84)
第六章	生产者行为分析 ·····	(94)
第一节	生产函数·····	(94)
第二节	等产量曲线和等成本线·····	(101)
第三节	生产可能性边界和等收益线·····	(105)
第四节	替代弹性和CES生产函数·····	(109)
第五节	生产函数的一些派生函数·····	(112)
第六节	西方边际生产力分配理论的数学批判·····	(120)
第七章	技术进步和全要素生产率 ·····	(129)
第一节	外延的扩大再生产和内涵的扩大再生产···	(130)
第二节	技术进步测度模型的比较研究·····	(133)
第三节	技术进步测度的一种新模型·····	(138)
第四节	中国工业经济增长因素分析·····	(144)
第五节	全要素生产率·····	(149)
第六节	Divisia 指数和 Hulten 定理·····	(154)
第八章	投入产出分析 ·····	(170)
第一节	投入产出表和投入产出模型·····	(170)
第二节	马克思两大部类理论的投入产出表达·····	(175)

第三节	中国工农业两部门投入产出模型及其应用	(179)
第九章	静态分析和动态分析及其应用	(186)
第一节	静态分析、比较静态分析和动态分析	(186)
第二节	一阶差分方程的解法	(193)
第三节	二阶差分方程的解法	(200)
第四节	蛛网理论和自由市场新模型	(204)
第十章	单一方程的参数估计	(209)
第一节	预备知识	(209)
第二节	一元线性回归分析	(212)
第三节	多元线性回归分析	(218)
第四节	非线性函数的线性化	(221)
第五节	加权最小二乘法	(223)
第六节	数据分类和虚拟变量	(229)
第十一章	最小二乘估计的性质和统计检验	(235)
第一节	高斯——马尔可夫定理和最小二乘相容性 定理	(235)
第二节	判定系数	(240)
第三节	参数估计值的显著性检验	(246)
第四节	线性回归分析例解	(249)
第十二章	线性回归分析中的几个问题	(254)
第一节	自相关	(254)
第二节	异方差性	(260)
第三节	多重共线性	(263)

第四节	广义最小二乘法·····	(265)
第五节	设定误差·····	(268)
第十三章	联立方程及其识别·····	(271)
第一节	联立方程·····	(271)
第二节	联立方程的结构式和简约式·····	(274)
第三节	联立方程的识别·····	(277)
第十四章	联立方程的参数估计·····	(282)
第一节	间接最小二乘法·····	(282)
第二节	二阶段最小二乘法·····	(285)
第三节	工具变量法·····	(289)
第四节	K级估计式和三阶段最小二乘法·····	(298)
第五节	中国国民收入及消费计量模型·····	(299)

第一章 绪 论

第一节 数量经济学及其研究对象

“数量经济学 (Quantitative Economics) 是运用经济数学模型方法, 研究经济数量关系及其变化规律的一门新学科。它是社会科学与自然科学相结合的边缘性学科, 是为提高经济计划、管理、预测、决策的现代化水平服务的应用学科。”^①

我们研究数量经济学, 首先要明确它在经济科学中的地位。“数量经济学在经济科学体系中的地位, 相当于数学在所有科学中的地位。”^②众所周知, 数学的最大特点是演绎, 也即从一些假定出发, 经过一步一步严密的逻辑推理, 最后得到一些结论或计算结果。数量经济学也具有这样的特征。所不同的只是数学中的逻辑推理得以进行的前提假定可以毫无实际背景, 而数量经济学则应当从有一定实际背景的假定出发, 通过逻辑推理, 得到有实际意义或至少对实际有参考意义的结论来。下面我们举一个例子。

设有一家生产黄酒的工厂, 每年生产黄酒 X 吨。生产这些

①刘树成: “数量经济学”, 《数量经济技术经济资料》, 1985年第9期。

②乌家培, 《数量经济学若干问题》, 辽宁人民出版社1985年版, 第105页。

黄酒所需的年总成本（包括原料、工人工资、机器折旧、工厂保险等）是 C ，而工厂的年总产值为 G 。显然 C 与 G 都是产量 X 的函数： $C = C(x)$ ， $G = G(x)$ 。又设每生产 1 吨黄酒，国家税收为 t 元。这样，这家工厂纳税后的年净利润为 $\pi(x, t) = G(x) - C(x) - t \cdot X$ 。这里要注意的是， X 一定是 t 的函数： $X = X(t)$ ，因为税率的变动势必会影响产量。现在要问：当国家提高税率 t 时，产量 X 将如何变化？对此，我们将通过数学分析而给出回答。

不论税率 t 如何变动，当 t 确定后，最终产量必定是这样的产量 X ：在 X 处，税后净利润为极大。

$$\text{即 } \frac{\partial \pi(x, t)}{\partial X} = 0 \quad \frac{\partial^2 \pi(x, t)}{\partial X^2} < 0$$

但 $\pi(x, t) = G(x) - C(x) - t \cdot X$ ，故上二式即

$$\frac{dG(x)}{dX} - \frac{dC(x)}{dX} - t = 0 \quad (1.1 \sim 1)$$

$$\frac{d^2 G(x)}{dX^2} - \frac{d^2 C(x)}{dX^2} < 0 \quad (1.1 \sim 2)$$

(1.1—1) 式两边对 t 求导，得

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{dG(x)}{dX} \right) - \frac{d}{dt} \left(\frac{dC(x)}{dX} \right) - 1 = 0$$

注意到 X 是 t 的函数： $X = X(t)$ ，由求导的连锁法则，上式即

$$\begin{aligned} \frac{d}{dX} \left(\frac{dG(x)}{dX} \right) \cdot \frac{dX}{dt} - \frac{d}{dX} \left(\frac{dC(x)}{dX} \right) \\ \cdot \frac{dX}{dt} = 1 \end{aligned}$$

$$\therefore \frac{dX}{dt} = \frac{1}{\frac{d^2 G(x)}{dX^2} - \frac{d^2 C(x)}{dX^2}}$$

但由 (1.1~2), 上式分母 $\frac{d^2 G(x)}{dx^2} - \frac{d^2 C(x)}{dX^2} < 0$

$$\therefore \frac{dX}{dt} < 0$$

这说明当税率 t 增加时, 产量 X 有变小的趋势; 反之, 当税率 t 减少时, 产量 X 有增加的趋势。

这样, 我们以数学为工具解决了看来似乎属于厂长心理状态的问题。当然, 上述分析还只是定性的而不是定量的。但要作定量分析也不难。事实上, 只要知道这个工厂的 $C(x)$ 与

$$G(x), \text{ 则 (1.1~1) 式 } \frac{\partial G(x)}{\partial X} - \frac{\partial C(x)}{\partial X} - t = 0$$

就确定了 t 与 X 的具体函数, 从而能进行定量分析。

对数量经济学, 需要指出两种不正确的观点。

一种观点是低估数量经济学作用的观点。这种观点认为, 数量经济学是只研究定量问题的。这种观点可能与数量经济学的名字有关。根据这种观点, 进行定性分析还是要依靠传统的非数学方法, 而只是到了要定量计算时, 数量经济学才有用武之地。这种观点是错误的。因为即使是数学, 也不是一门仅仅研究定量关系的学科。例如, 数学中的单调有界数列的极限存在定理, 罗尔中值定理, 多项式必有根的代数基本定理等等都是数学中的定性理论。同样, 数量经济学也不是仅研究定量关系的, 例如, 前面的例子就是一个定性的例子, 因为它只告诉我们提高税收后, 黄酒的生产数量将减少, 而没有告诉我们具体的黄酒生产数量。

另一种观点是高估数量经济学作用的观点。虽然认为依靠数量经济学就能解决一切定性和定量问题的“数量经济学万能论”者很少, 但是, 过于迷信数量经济模型的人还是不少的。

例如，现在有的同志主张建立一个庞大的价格数学模型，解出有关国计民生的重要产品的价格，并以此为依据来进行价格改革。这种想法就是过于迷信经济数学模型所致。事实上，由于计算机容量，资料等限制，再大的数学模型也只能是对实际的一个粗糙的近似。至少就目前情况而言，这样解出的价格，对我们的参考价值是有限的，它不能成为价格改革的依据。与此相比，国内外市场上处于均衡状态的 market 价格的参考价值反而要大得多。

在指出了上述两种错误观点后，我们就会自然而然地认识以下两个重要性。

首先是经济工作者学习数量经济学的重要性。现在有些经济工作者，由于缺乏数学素养，往往忽视定量研究，这样，他们的研究成果就缺乏对现实经济生活的直接指导意义，并且也在一定程度上影响了他们研究的深度。例如，影子价格这一概念，对不懂线性规划理论的人是很难说清楚的。数量经济学已证明，影子价格是与资源的最优配置联系在一起的，并且在完全竞争的条件下，均衡的市场价格就是影子价格。因此，对一些对国计民生影响不大的小商品，应当让价格完全放开，让生产者自由竞争，这样才能使资源达到最优配置。对这一点，不懂线性规划和影子价格理论的人就很难有如此深刻的认识。

其次是数量经济工作者学习经济理论和了解经济现状的重要性。现在搞数量经济学的同志，很大一部分是从原来的数学、工程等研究领域转过来的。这些同志往往对数学的严密的逻辑体系，优美的结果比较欣赏，而对经济理论和经济现状的研究则往往不够。例如，有些同志根据“完全竞争下的市场均衡价格是最优价格”这一原理，主张把所有价格都完全放开，让所有物价在自由竞争的波动中去达到均衡，从而达到资源的最

优配置。但这是一种不切实际的想法。任何具有实际经验的人都知道,如果把重要的原料材的价格一下子完全放开,让它们在振荡中达到平衡,由此导致的连锁反应将使国民经济产生很大的振荡,甚至会引起国民经济的崩溃。因此,数量经济工作者要注意研究经济理论和经济现状,而不能躲在数学的象牙塔中做文章。特别要注意避免这样一种现象:在文章中大量引入不必要的数学符号,人为地把原来并不复杂的问题搞的很复杂。这种现象就是马克思曾经批评过的“把普通的观念,翻译成学究式的文字”^①的现象。著名经济学家于光远在《数量经济技术经济研究》杂志创刊号中曾经告诫我们要防止“浅入深出”,也即把一个原来很简单的问题用数学公式装饰得非常复杂的现象。这一告诫是非常中肯的。

数量经济学的研究对象是非常广泛的,从宏观到微观,从生产到消费,从需求到供给,到处都有一系列问题需要定量研究。为了使读者对数量经济学的研究内容有一个具体的了解,下面列出1980年10月在合肥召开的中国数量经济学会第二届年会的征文题目。虽然这些题目远不能囊括数量经济学研究的全部内容(那次讨论的内容以宏观经济模型为主),但我们还是可以从中窥豹。

1. 理论问题

- (1)《资本论》的数量分析对中国宏观经济模型的指导意义
- (2)中国宏观经济模型的若干理论问题
- (3)社会主义经济规律及其作用的数量分析

^①马克思:《剩余价值学说史》第2卷,三联书店1957年版,第568页。

- (4) 社会主义再生产的数学分析
- (5) 社会主义经济机制的数学分析
- (6) 社会主义收入分配的数量分析
- (7) 积累和消费之间的最优比例
- (8) 投资及其效果的数量分析
- (9) 社会主义消费函数研究
- (10) 社会主义生产函数研究
- (11) 宏观经济变量及其分类研究
- (12) 乘数原理与加速原理及其相互作用的剖析
- (13) 最优增长定理剖析

2. 方法论问题

- (1) 中国宏观经济模型合理构造的设想
- (2) 中国宏观经济计量模型
- (3) 宏观经济计量模型的优化问题
- (4) 宏观经济效益模型
- (5) 宏观经济非线性模型
- (6) 动态投入产出模型
- (7) 随机投入产出模型
- (8) 投入产出模型与数学规划的结合问题
- (9) 最优控制在宏观经济模型中的应用
- (10) 宏观经济各种模型的结合问题
- (11) 中国经济模型体系初探
- (12) 宏观经济模型的参数处理
- (13) 宏观经济模型的价格问题
- (14) 宏观经济模型的数据来源及其处理
- (15) 应用蒙特卡洛法评价参数
- (16) 多级最优系统问题

第二节 数量经济学和数理经济学、 计量经济学的关系

任何研究数量经济学的人，都不可避免地要回答这样的问题：数量经济学和西方的数理经济学（Mathematical Economics）、计量经济学（经济计量学）（Econometrics）有什么关系？

乌家培同志指出：“数量经济学有相当于经济计量学的经验计量部分，还有相当于数理经济学的理论方法部分。”^①这是对它们之间的相互关系的正确概括。

下面我们首先来看一下什么是数理经济学。美国一本很畅销的数理经济学教科书《数理经济学的基本方法》的作者阿尔法·蒋（蒋中一）在书的第一章中写道：“数理经济学是经济分析的一种方法。在数理经济学中，经济学家利用数学符号来说明他的问题，并援引已知的数学定理来帮助他的说理。”他还说：“由于数理经济学只是一种经济分析的方法，它不应当、也没有和经济分析的非数理方法有任何根本差别。任何理论分析的目的，不论其方法如何，总是从一些给定的假定或假设出发，经过推理，得到一些结论或定理。数理经济学和所谓的‘叙述经济学’的主要差别在于下述事实：在数理经济学中，假定和结论是用数学符号而不是用语言、用方程而不是用句子来叙述的。并且，不同于语言逻辑推理，数学定理经常出现在

^①乌家培：《数量经济学若干问题》，辽宁人民出版社1985年版，第91页。

推理过程中。因为符号和语言实际上是等价的，因此无论选哪一种都没有关系。但是，无可辩驳的是，符号在演绎推理中使用更方便，使证明更具简洁性和推理性。”^①

上述这段话基本上是正确的，但是，我们也必须指出一点值得注意之处。

我们认为，用符号表达的、采用数学推理方法的经济学并不能完全代替用语言叙述为主的经济学。事实上，经济学中有些问题根本不是一个数学问题，数学推理在那里无用武之地。例如，马克思主义经济学认为，在资本主义社会里，存在着资本家对工人创造的剩余价值的剥削，而资产阶级经济学家却认为，劳动供给者获得工资，土地供给者获得地租，资本供给者获得利息（现代西方经济学又加上：企业家才能的供给者获得利润），是天经地义的，只有当垄断存在时才存在着垄断者对全社会的剥削。显然，这里争论的问题不再是数学问题。退一步说，即使一切经济问题都能用数学推理方法加以说明，还是存在着对数学推理过程得以进行的前提假定的争论。因为任何数学模型都不可能是客观经济现实的“摄像”，而只能是“画像”，而“画像”是否精确地反映了客观现实是不能用数学来证明的。

自从1776年亚当·斯密的巨著《国富论》问世到现在，经济学的发展已有200多年的历史。在这200多年间，经济学之所以纷争迭起，百家争鸣，其原因就是因为经济学并不是能完全用数学来解决问题的。

①Alpha C. Chiang:《Fundamental Methods of Mathematical Economics》，Mc Graw—Hill, Second Edition, pp3—4.