

高等财经院校试用教材

经济计量学

A decorative white floral border with symmetrical scrollwork and leaf patterns, framing the title '经济计量学'.

中国商业出版社

高等财经院校试用教材

经济计量学

陈鹤琴

*

中国商业出版社出版发行
新华书店总店科技发行所经销
河北省阜城县印刷厂印刷

*

850×1168毫米32开 17.25印张 460千字
1989年7月第1版 1989年7月第1次印刷
定价：4.75元

ISBN 7-5044-0287-7/F·177

编 审 说 明

本书是为高等财经院校管理专业编写的系列教材之一，也可作为商业工作者学习参考书。

本书由北京商学院陈鹤琴同志编写，并经中国科学技术大学研究生院侯定丕副教授、北京大学秦宛顺副教授审阅。

书中如有不妥之处，欢迎读者批评指正。

中华人民共和国商业部教材编审委员会

一九八七年十月

序

本书的目的有二：（1）全面而系统地向我国读者介绍现代经济计量学的主要内容；（2）为高等院校财经、管理类专业的经济计量学课程提供一本内容广泛的教学参考书。因此，本书内容力求全面，除传统内容外，还包括了许多目前国内已出版的同类书（包括翻译出版的在内）中未见或少见的重要新材料。例如，对短期经济预测十分重要的时间序列分析，采用轻度有偏估计量来消除多重共线性影响的主成分分析和岭回归分析，以及允许利用样本外信息的贝叶斯回归分析等内容，在本书中都作了相当详细的介绍。因此，本书既反映了经济计量学的传统内容，也反映了这门科学的最新发展。

为使本书适用于教学目的，作者努力使本书能体现下列特点：（1）材料的安排尽量系统连贯，符合这门科学内在的逻辑，避免生硬的拼凑。（2）叙述方法力求理论严谨而又深入浅出，既有必要的数学推导，又有充分的文字解释，做到科学性与通俗性相结合。（3）对每一个重要概念，都从经济学和统计学两个方面作出说明，在可能的情况下还通过图形进行直观的说明，使初学者能够充分理解这些概念的确切含意。（4）对每一种计算方法，都安排了适当数量的例题，以帮助读者理解并掌握有关的运算技巧。（5）本书绝大部分内容所涉及的数学工具不超出财经院校和综合大学经济系本科生数学知识的范围。

本书如作为教材使用，内容可分成两类：第一、二、四、八、九章属于基本内容，第三、五、六、七章属于较深入的内容。基本内容可作为财经院校和综合大学经济系一个学期的经济计量学课程的教材，较深入的内容可作为财经院校研究生和理工科经济管理专业本科生的教材。书中凡是内容比较专门或数学比较艰深

的章节，都在相应标题前打了*号，这部分内容在教学中可以不用或根据具体情况选用。

侯文超同志、丁仰参同志曾阅读过本书部分手稿，并提出了许多重要的改进意见，谨此致谢。

作者

1987年12月

目 录

绪论	(1)
§ 1 概述	(1)
§ 2 什么是经济计量学?	(2)
§ 3 经济计量学的研究目的	(2)
§ 4 经济计量学的研究方法	(3)
1. 经济计量模型的制定	(4)
2. 模型参数的估计	(5)
3. 经济计量模型的检验	(5)
4. 经济计量模型的应用——经济预测	(5)
第一章 一元线性回归分析	(7)
§ 1 一元线性回归模型及其基本假定	(7)
§ 2 回归参数的最小平方估计	(12)
§ 3 参数估计量的统计性质	(15)
1. 线性	(15)
2. 无偏性	(16)
3. 最佳性	(17)
§ 4 参数估计量的抽样分布及 σ_u^2 的估计量	(21)
§ 5 回归参数的区间估计和显著性检验	(24)
1. $\hat{\alpha}$ 、 $\hat{\beta}$ 方差的估计量	(24)
2. α 和 β 的置信区间	(25)
3. α 和 β 的显著性检验	(25)
§ 6 拟合优度和相关系数	(27)
§ 7 一元回归分析的具体步骤和分析结果的表示方法	(33)
1. 回归分析结果的表示方法	(33)
2. 一元回归分析的计算步骤	(34)
3. 例	(35)
§ 8 与常数项 α 有关的问题	(37)
1. 常数项 α 一般不能抛弃	(37)
2. $\hat{\alpha}$ 作为常数项的估计值不可信赖	(39)

§ 9 条件预测	(41)
1. $E(y_f)$ 的置信区间	(42)
2. y_f 的预测区间	(44)
3. 对 $E(y_f)$ 置信区间和 y_f 预测区间有影响的几个因素	(45)
4. 例	(46)
§ 10 无条件预测和线性趋势模型	(48)
§ 11 无条件预测的误差问题	(52)
§ 12 回归模型的各种函数形式	(53)
1. 双对数模型	(53)
2. 半对数模型	(54)
3. 倒数变换模型	(55)
第二章 多元线性回归分析	(59)
§ 1 多元线性回归模型及其基本假定	(59)
§ 2 回归参数的最小平方估计	(61)
1. 二元回归的情形	(61)
2. k 元回归的情形 ($k > 2$)	(64)
§ 3 最小平方估计量的统计性质	(66)
1. 线性	(66)
2. 无偏性	(66)
3. 最佳性	(67)
§ 4 二元模型中参数估计量的方差表达式	(69)
§ 5 k ($k > 2$) 元回归模型中参数估计量的方差表达式	(70)
§ 6 随机项方差的无偏估计量	(73)
§ 7 回归参数的置信区间和显著性检验	(77)
1. 参数估计量的抽样分布和方差估计量	(77)
2. 回归参数的置信区间	(78)
3. 回归参数的显著性检验	(78)
§ 8 拟合优度和修正拟合优度	(79)
1. 多元回归分析中的拟合优度	(79)
2. 修正拟合优度	(82)
§ 9 多元线性回归模型的整体显著性检验	(84)
§ 10 多元线性回归分析举例	(88)
§ 11 预测问题	(98)
1. 因变量期望 $E(y_f)$ 的预测 (二元回归)	(98)
2. 因变量特殊值 y_f 的预测	(101)

3. 向任意个自变量情形的推广	(101)
* § 12 偏相关系数及其意义	(104)
§ 13 多元非线性模型的线性化问题	(109)
1. 可线性化模型的处理方法	(110)
2. 不可线性化模型的处理方法	(111)
3. 例	(114)
4. 非线性样本回归便程的评价问题	(118)
5. 非线性预测问题	(118)
第三章 矩阵代数在线性回归分析中的应用	(120)
§ 1 矩阵代数基本知识的简单回顾	(120)
1. 定义	(120)
2. 基本运算法则	(122)
§ 2 k 元线性回归模型及其基本假定	(123)
§ 3 参数的最小平方估计	(131)
§ 4 参数估计量的统计性质	(132)
1. 线性	(132)
2. 无偏性	(133)
3. $\hat{\beta}$ 的方差——协方差矩阵	(133)
4. $\hat{\beta}$ 的最佳性	(133)
§ 5 单个参数的区间估计和显著性检验	(139)
§ 6 拟合优度和相关矩阵	(140)
1. 拟合优度尺 ²	(140)
2. 相关矩阵	(141)
§ 7 预测	(141)
§ 8 用自变量偏差 x 和因变量偏差 y 表示的回归分析公式	(143)
1. 回归方程和参数估计量	(144)
2. $\hat{\beta}$ 的方差——协方差矩阵	(146)
3. 总平方和分解公式及拟合优度表达式	(148)
§ 9 例	(150)
§ 10 $E(y_f)$ 的置信区间和 y_f 的预测区间	(158)
第四章 经典回归基本假定的破坏	(161)
§ 1 关于假定 1、2、5 的进一步说明	(161)
§ 2 自相关	(167)
1. 什么是自相关	(167)

2. 引起自相关的原因	(169)
3. 自相关强度的量度——自相关系数	(170)
§ 3 自相关所造成的后果	(172)
1. 自相关不影响OLS估计量的线性和无偏性	(172)
2. 自相关使OLS估计量失去最佳性	(172)
3. 自相关对参数显著性检验的影响	(176)
4. 自相关对OLS估计线的拟合优度的影响	(177)
§ 4 自相关的诊断: 杜宾——沃森检验法	(178)
§ 5 消除自相关影响的方法 (ρ 已知的情形)	(184)
§ 6 消除自相关影响的方法 (ρ 未知的情形)	(187)
1. 通过 d 统计量估计 ρ	(187)
2. 用迭代法估计 ρ	(187)
§ 7 存在自相关时的预测问题	(197)
§ 8 异方差性	(202)
§ 9 异方差性的后果	(205)
1. 线性和无偏性	(205)
2. 最佳性	(206)
§ 10 异方差性的诊断和异方差结构的确定	(209)
1. 残差图判断法	(209)
2. 斯皮尔曼等级相关检验法	(210)
3. 戈特菲尔德——奎恩特检验法	(213)
4. 帕克——格莱泽检验法	(214)
§ 11 异方差性的处理方法	(216)
* § 12 自相关问题的矩阵解法	(222)
1. 一阶线性自相关假定下的协方差矩阵	(222)
2. 参数的广义最小平方估计	(223)
* § 13 异方差问题的矩阵解法	(228)
1. 参数的广义最小平方估计	(229)
2. 随机项方差的估计	(231)
§ 14 多重共线性	(232)
1. 完全多重共线性	(233)
2. 不完全多重共线性	(233)
§ 15 多重共线性的后果	(235)
§ 16 多重共线性的诊断	(240)
1. 不显著系数法	(240)
2. 相关矩阵法	(241)

3. 法勒——格洛柏检验法	(243)
§ 17 消除多重共线性的传统方法	(246)
1. 不作处理	(246)
2. 收集补充数据	(246)
3. 利用补充信息	(247)
4. 将时间序列与横断面数据结合	(247)
5. 对所有变量作滞后差分变换	(248)
6. 将共线变量之一摒弃	(249)
第五章 经济计量学中的某些特殊技巧	(251)
§ 1 主成分分析	(251)
1. 标准化变量和正交变量	(251)
2. 正交模型	(253)
3. 系数矩阵 α 和 $\tilde{\beta}$ 的估计	(255)
4. 多重共线性的诊断和处理	(256)
§ 2 用主成分分析消除自变量之间依赖关系的实例	(258)
1. 求主成分	(259)
2. 作主成分回归	(261)
§ 3 岭回归理论	(267)
1. 岭回归的一般概念	(267)
2. 与岭估计量有关的某些关系和 P 值的确定	(269)
3. 多重共线性的岭诊断法	(272)
§ 4 用岭回归方法分析多重共线性的实例	(274)
§ 5 贝叶斯估计的一般概念	(278)
1. 贝叶斯估计同经典估计的主要区别	(278)
2. 贝叶斯公式	(279)
3. 损失函数和贝叶斯估计量	(280)
§ 6 样本分布、验前分布和验后分布的确定	(282)
1. 样本密度函数	(282)
2. 验前密度函数	(284)
3. 验后密度函数	(288)
§ 7 最佳贝叶斯估计量的确定, 分析举例	(290)
§ 8 质变量的定量表示——虚拟变量	(296)
§ 9 虚拟变量作为自变量的应用	(297)
1. 自变量集合中只含虚拟变量的情形	(297)
2. 自变量集合中既含量变量又含虚拟变量的情形	(300)
§ 10 虚拟变量作为因变量的应用——线性概率模型	(305)

1. 因变量为虚拟变量的回归模型	(305)
2. 线性概率模型的估计方法	(307)
3. 线性概率模型的应用实例	(310)
* § 11 非线性概率模型	(312)
1. 逻辑模型	(312)
2. 逻辑模型的估计方法	(314)
第六章 单方程模型中的其它问题	(322)
§ 1 计量误差及其后果	(322)
1. 因变量的计算误差	(323)
2. 自变量的计量误差	(325)
§ 2 克服计量误差困难的方法	(325)
1. 逆最小平方法	(326)
2. 汰特二组法	(326)
3. 巴特利特三组法	(326)
4. 加权回归法	(327)
5. 工具变量法	(330)
§ 3 利用组合数据估计回归参数的方法	(332)
§ 4 模型的定型偏倚	(337)
1. 遗漏重要自变量的情形	(338)
2. 模型包含不相干自变量的情形	(340)
§ 5 分布滞后模型和自回归模型	(342)
1. 经济现象中的滞后效应	(342)
2. 短期效应和长期效应	(343)
3. 分布滞后模型的估计问题	(346)
§ 6 柯克估计法	(347)
§ 7 阿尔蒙估计法	(350)
§ 8 自回归模型	(358)
1. 适应性期望模型	(359)
2. 部分调整模型	(360)
§ 9 自回归模型的估计问题	(363)
1. 普通最小平方法	(364)
2. 关于D-W检验法的适用性问题	(366)
3. 自相关的 h 检验法	(369)
4. 广义最小平方法	(370)
第七章 时间序列分析和预测	(372)
§ 1 时间序列的数学模型及其一般性质	(73)

1. 随机过程	(373)
2. 自相关函数	(374)
3. 平稳随机过程	(375)
4. 滞后算符	(376)
§ 2 自回归过程	(377)
1. 自回归过程的平稳条件	(377)
2. 自回归过程的自相关函数	(380)
3. 自回归过程的识别和估计	(381)
§ 3 移动平均过程	(385)
1. 移动平均过程的可转换条件	(386)
2. 移动平均过程的自相关函数	(387)
§ 4 移动平均过程的识别和估计	(390)
1. 移动平均过程的识别	(391)
2. 移动平均过程的参数估计	(391)
§ 5 自回归移动平均模型	(394)
1. 自回归移动平均模型的原理	(395)
2. ARMA(P、q)的自相关函数	(396)
§ 6 自回归移动平均模型的识别和估计	(399)
1. ARMA模型的识别	(399)
2. ARMA模型的估计	(403)
§ 7 ARIMA模型和博克斯——詹金斯方法	(405)
1. 非平稳过程的差分平稳化	(405)
2. 博克斯——詹金斯方法	(408)
§ 8 以时间序列模型为基础的预测方法	(411)
1. MA过程的预测	(411)
2. ARMA过程和AR过程的预测	(416)
3. ARIMA过程的预测	(419)
§ 9 ARIMA预测值的性质	(423)
1. AR(1)过程	(423)
2. MA(1)过程	(424)
3. ARMA(1, 1)过程	(424)
4. ARIMA(1, 1, 0)过程	(425)
第八章 联立方程模型及其识别	(428)
§ 1 联立方程模型的一般概念	(428)
1. 变量之间的双向因果关系和联立方程模型	(428)
2. OLS估计法遇到的困难	(429)

3. 联立方程模型举例.....	(430)
§ 2 OLS估计量的同时方程偏倚	(434)
§ 3 联立方程模型的结构形式和约化形式, 递归模型	(436)
1. 模型的结构形式.....	(436)
2. 模型的约化形式.....	(437)
3. 递归模型.....	(439)
§ 4 同时方程模型的识别问题	(441)
1. 不可识别的情形.....	(443)
2. 正确识别的情形.....	(445)
3. 过度识别的情形.....	(446)
4. 整个模型正确识别的情形.....	(448)
§ 5 结构方程的识别规则	(449)
1. 阶识别条件.....	(450)
2. 秩识别条件.....	(453)
3. 某些实际识别规则.....	(458)
* § 6 阶识别条件和秩识别条件的证明	(459)
* § 7 识别问题和多重共线性问题	(465)
第九章 联立方程模型的估计方法	(467)
§ 1 估计方法概述	(467)
§ 2 普通最小平方法 (OLS法).....	(468)
§ 3 间接最小平方法 (ILS法)	(470)
§ 4 工具变量法 (IV法).....	(475)
§ 5 二阶段最小平方法 (2SLS法)	(478)
1. 2SLS法的基本思想.....	(478)
2. 方程正确识别时2SLS法与ILS法的等价性.....	(480)
3. 2SLS估计法举例.....	(481)
4. 2SLS估计量的统计性质.....	(482)
5. 自由度问题	(485)
6. 2SLS法的一些突出优点	(486)
* § 6 有限信息最大似然法	(487)
1. 2SLS法的局限性	(487)
2. 有限信息最小方差比法(LI/LVR法)	(489)
3. 例.....	(491)
4. LI/ML(LI/LVR)法的优缺点	(494)
* § 7 表观独立方程模型和系统估计的概念	(495)

* § 8 同时方程模型和 3SLS估计法	(502)
1. 2SLS估计	(503)
2. 广义最小平方估计(GLS估计)	(506)
* § 9 估计量样本性质的研究和估计方法的选择	(511)
1. 蒙特卡罗法的基本概念	(512)
2. 各种估计量的小样本性质	(514)
3. 估计方法的选择问题	(516)
参考书目	(516)
附录 I 几个与偏差有关的恒等式	(517)
附录 II 多元线性模型的对称性及其应用	(518)
附录 III 统计表	(519)
表 1 正态曲线下的面积	(519)
表 2 t 分布的百分位数	(519)
表 3 F 分布的百分位数	(519)
表 4 杜宾-沃特森检验的临界值表	(519)

绪 论

§ 1 概 述

经济计量学作为一门独立的科学，产生于本世纪 30 年代。半个多世纪以来，这门科学主要在资本主义国家中得到了发展，而且在理论和应用两方面都取得了长足的进步。今天的经济计量学已成为资产阶级经济学的一个重要分支，不仅理论体系相当严密，其实用价值也正在越来越广泛的范围内表现出来。早在 60 年代，北美和西欧的一些主要资本主义国家就已应用经济计量模型来进行经济预测，制定经济计划和选择经济政策。今天这种方法在资本主义国家已被广泛采用，而且应用范围从宏观经济扩展到了微观经济。值得注意的是，东欧的几个社会主义国家也都在不同程度上采用经济计量方法解决各自的经济问题。甚至长期以来一直对经济计量学持谨慎态度的苏联经济界，近年来也对这门科学发生了浓厚的兴趣。

资本主义世界的周期性经济危机，迫使许多资本主义国家的政府从多方面干预经济，以求得经济的稳定发展。为了有效地实行这种干预政策，需要有一种能用来对大量经济数据进行科学分析，并从中得出规律性认识的有效工具，经济计量学正是顺应这种干预政策的需要而发展起来的。这门科学的许多内容，尤其是方法论方面的内容，对于社会主义经济科学来说具有重要借鉴作用。此外，经济计量学的出现，标志着经济科学的发展已从定性描述阶段进入了定量分析阶段，这对任何一门科学来说都堪称是一个飞跃。因此，经济计量学引起包括社会主义国家在内的各国学术界的普遍兴趣，是十分自然的事。

§ 2 什么是经济计量学?

什么是经济计量学? 简单说来, 经济计量学是利用实际经济数据对经济关系作出定量估计的科学。“计量”一词的含义主要就是指对经济关系进行定量估计。为了实现这种计量, 我们需要数理经济学、经济统计学和数理统计学三方面的知识。事实上, 经济计量学就是在这三门科学的基础上发展起来的边缘科学。

所谓数理经济, 是指用数学语言陈述的经济理论, 它是建立经济计量模型的依据或出发点。数理统计提供了估计模型参数时所用的统计技巧, 而经济统计则为这种估计提供必需的经济数据。经济计量学正是通过这种参数估计, 开辟了赋予经济理论以经验内容的渠道, 从而把抽象的、只能对经济现象作定性描述的经济理论, 转变成了一种具体的、能对经济现象进行定量分析的有力工具。

§ 3 经济计量学的研究目的

经济计量模型建立之后, 可用于三种目的: (1) 结构分析。所谓结构分析, 就是用实际数据来检验模型制定得是否正确。由于经济计量模型是以经济理论为依据制定的, 所以这也相当于检验某一特定经济理论是否正确。如果检验结果证明模型是正确的, 则不仅证明了经济理论的正确性, 模型本身也就有了实用价值。如果检验结果发现模型有问题, 则可根据检验中所得到的信息对模型进行修改或采用新模型, 然后再检验。这样往复循环, 直至模型符合实际情况时为止。(2) 经济变量未来值的预测。预测是行动的基础, 对一家企业来说, 下期销售量的预测值将决定下期的原材料购买量和设备、劳力的安排。(3) 经济参数的估计。有些经济参数十分重要, 如能估计出来, 将有助于经济问题的分析和经济政策的决定。例如, 经济理论告诉我们: 在消费者

收入水平保持不变的条件下，一种商品的需求量与此种商品的价格有关，价格升高则需求量减少，价格降低则需求量增大。由此出发可以证明，如某种商品的需求对价格的弹性（需求变动率与价格变动率之比）的绝对值小于1，则将此种商品降价会使销售部门的收入减少，提价能使收入增加；如需求弹性的绝对值大于1，则情况正相反，提价将导致收入减少，降价才能使收入增加。可见估计出需求对价格的弹性的大小，对于价格政策的制定具有十分重要的意义。然而这个参数可用典型的经济计量方法估计出来。事实上，只要利用有关数据估计出需求模型中与价格相联系的参数，便可估计出需求对价格的弹性的大小。

上述三个目的是相互联系的，进行结构分析从理论上说是为了验证经济理论中的假定是否成立，从实用方面说则是为了得出正确的经济计量模型。只有建立了正确的模型之后，才能利用这个模型准确而又可靠地估计经济参数和进行经济预测。

§ 4 经济计量学的研究方法

本节以消费问题为例，来说明经济计量学的研究方法。消费理论认为，消费随收入的增加而增加，但增加得比收入慢。把这一经济思想用数学表示出来，便是数理经济中的消费函数。以 C 代表消费， Y 代表收入，由于 Y 的数值决定了 C 的数值，所以 C 是 Y 的函数：

$$C = f(Y) \quad (5.1)$$

(5.1) 式称为消费函数。 C 随 Y 的增加而增加这一点表明， C 是 Y 的递增函数，即有 $\frac{dC}{dY} > 0$ ；但 C 增长得又比 Y 慢，所以又有

$\frac{dC}{dY} < 1$ ，消费函数的这两个性质可合并如下：

$$0 < \frac{dC}{dY} < 1 \quad (5.2)$$