

世纪经济学系列教材

计量经济学

Econometrics

赵国庆 主编

中国人民大学出版社



21 世纪经济学系列教材

计量经济学

主 编 赵国庆
(中国人民大学)

编写者 沈氏鸣
(中国人民大学)

何 耀
(武汉大学)

朱保华
(上海财经大学)

童光荣
(武汉大学)

张晓桐
(南开大学)

中国人民大学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

计量经济学/赵国庆主编.
北京:中国人民大学出版社,2001
21世纪经济学系列教材

ISBN 7-300-03586-8/F·1079

- I. 计…
- II. 赵…
- III. 计量经济学-高等学校-教材
- IV. F224.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 47171 号

21 世纪经济学系列教材

计量经济学

主 编 赵国庆

出版发行:中国人民大学出版社
(北京中关村大街 31 号 邮编 100080)
邮购部:62515351 门市部:62514148
总编室:62511242 出版部:62511239
E-mail:rendafx@public3.bta.net.cn

经 销:新华书店
印 刷:涿州市星河印刷厂

开本:787×980 毫米 1/16 印张:19.75
2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷
字数:358 000

定价:24.00 元
(图书出现印装问题,本社负责调换)

21 世纪经济学系列教材

学术顾问 (按姓氏笔画为序):

卫兴华 宋 涛 陈 共 吴大琨
吴易风 胡 钧 胡乃武 高鸿业
高成兴 黄 达 阎达五

主 编:

杜厚文 林 岗

编 委 (按姓氏笔画为序):

韦 伟 李子奈 邱华炳 舒 元
杨瑞龙 周立群 周茂荣 易丹辉
洪银兴 姚开建 高德步 高培勇
徐茂魁 黄卫平 黄泰岩 彭 刚



总序

“21世纪经济学系列教材”在中国人民大学经济学院及相关财经院系广大教师的共同努力下终于逐步推出。这是中国人民大学经济学院建院以来的重要成果之一，也是国家教育部中国人民大学经济学理论人才培养基地的重要成果。

中国人民大学经济学院最早成立于1988年，由著名经济学家黄达任首任院长。1998年经济学院进行了调整，下设经济学系、国际经济系、经济研究所以及中国改革与发展研究院。中国人民大学经济学院的前身可以追溯到1951年创办的中国人民大学经济学系。建国初期，经济学系曾为我国培养了大批马克思主义经济理论人才和经济工作者，更重要的是，在改革开放时期，为推进社会主义市场经济理论做出了积极的贡献。经济学院重建以后，在理论创新、教学改革、队伍建设等方面都取得了辉煌的成就。1991—1998年，经济学院共承担国家社会科学基金科研项目55项，获得国家和省部级科研奖31项。1998年，经过严格评审，中国人民大学经济学院被教育部确定为国家经济学理论人才培养基地。

经济学院在经济学教材建设方面做出了重要的贡献。早在五六十年代和改革开放初期，《政治经济学概论》、《政治经济学简明教程》、《〈资本论〉典故注释》、《帝国主义政治经济学》、《经济学说史》、《中国近代经济史》等，就曾作为我国高校经济学专业的权威性教材，影响了几代经济学子。近些年来，经济学院又出版了《政治经济学》、《社会主义市场经济通论》、《现代西方经济学》、《发展经济学》、《世界经济》、《国际经济学》、《国际贸易教程》等教材，以及研究生教材

《西方经济学》等；此外，还翻译了包括萨缪尔森的《经济学》和斯蒂格利茨的《经济学》等著名的国外经济学教材。这些教材都在全国产生了重要的影响。

在进入 21 世纪的今天，中国人民大学经济学院及相关财经院系的中青年教师和科研人员，在老一辈经济学家的指导下，由中国人民大学理论经济学人才培养基地具体组织和策划，在总结过去教材建设经验尤其是改革开放以来经验的基础上，结合经济全球化的新形势、新格局，经过反复研究论证和精心写作，又推出了“21 世纪经济学系列教材”。这套系列教材包括《政治经济学》、《西方经济学》、《财政学》、《货币银行学》、《国际经济学》、《统计学》、《会计学》、《计量经济学》、《世界经济史》、《国际贸易教程》、《经济学说史》、《〈资本论〉解读》、《信息经济学》、《产业组织理论》、《世界经济史》、《中华人民共和国经济史》、《马克思主义经济思想史》、《产业经济学》、《当代西方经济学流派》、《国际贸易结算与信贷》等 20 多种。这套教材也是“国家经济学理论人才培养基地”的专用教材。这套系列教材作为经济学院的标志性教材和中国人民大学经济学理论人才培养基地的重要研究成果，坚持了马克思主义经济学基本理论，同时也反映了经济学理论的最新研究成果，具有基础性、通用性、创新性、前瞻性等特点。我们希望，通过这套教材的推出，进一步锻炼教师队伍，提高教学水平；同时，我们也希望通过这套教材的使用，不断探索经济学科的教学和科研的新路子，为经济学在中国的发展做出进一步的贡献。

由于我们的理论水平和对社会主义市场经济规律的认识所限，特别是随着知识经济时代的到来，我们的传统知识包括传统的经济学知识，也要不断更新，所以这套教材还会存在许多不足之处。希望通过这套教材的出版，与经济学同仁一起研究和探讨，进一步提高经济学教材的编写水平，提高经济学教学和科研质量，为经济学的发展做出新的贡献。

丛书编委会
2000 年 11 月



引 言

经济理论的数量化研究是计量经济学 (econometrics) 的目的, 包括经济模型的设计、建立、估计、检验及使用经济模型进行预测和政策评价的整个过程。随着经济的飞速发展, 统计学、经济理论、数学已成为理解现代经济中数量关系所不可缺少的条件, 计算机的日益更新和计量软件的多样化又给现代经济的数量化研究提供了强有力的工具, 这些条件的组合形成了计量经济分析的基础。

本书旨在使学生理解计量经济模型思想, 掌握常用的计量经济模型。同时研究计量经济模型在经济领域中分析问题以及辅助决策的作用和功能。本书通过各类经济问题训练学生的数量化基本技能, 提高学生数学分析水平, 尤其是培养学生对各类经济问题的研究能力及综合分析的能力。本书不仅仅是介绍计量经济学的基础理论, 而且训练学生参与计量经济模型的整个过程, 以便使学生在今后的工作中更好地运用计量经济模型的方法和技巧解决实际问题。

本书作为经济类大学本科的计量经济学课程教材, 和一般计量经济学的入门教科书相比, 内容要广泛一些。具体表现在构造变化的 F 检验、分布滞后模型、离散选择模型、受限因变量模型、面板数据分析、经济变量的单位根检验和协整性分析等内容。这些内容我们认为是大学本科计量经济学必须包括的部分。如果不使用计算机, 上述方法的运用很复杂, 但随着近年计算机和各种计量经济学软

件的发展，本书包含的上述内容，本科生完全可以接受和掌握。

本书把计量经济学的方法应用到国内外诸多经济实例，并对于估计结果在统计上给出解释的同时，对其经济涵义也进行了详细的讨论。主要包括：消费函数、菲利普斯曲线、生产函数、进口函数、Klein 模型和误差修正模型（ECM）等经济实例。

本书的编著者都是长期从事计量经济学、宏观经济学、微观经济学教学与研究的学者，他们当中大多有国外留学和讲学的经历。具体分工如下：中国人民大学沈民鸣（第一、二章），中国人民大学赵国庆（第三、四章），武汉大学何耀（第五章），上海财经大学朱保华（第六章），武汉大学童光荣（第七章），南开大学张晓桐（第八章），全书由主编赵国庆负责定稿。

本书的编著过程中始终得到中国人民大学和中国人民大学出版社的关心与支持，本书的编辑也为本书的出版付出了辛勤的劳动，在此表示由衷的感谢。

本书中的一些经济实例引自国家“211”工程项目“中国宏观经济运行模拟和分析系统”，在此向国家信息中心预测部和“211”工程项目组表示感谢。

本书作为大学本科经济学类核心课程《计量经济学》教材的一个尝试，还存在着不少不足之处，恳请各位专家和读者指正。

赵国庆

2000年6月



目 录

引言	(1)
第一章 一元线性回归分析基础	(1)
第一节 模型的假定	(1)
第二节 参数的最小二乘估计	(8)
第三节 最小二乘估计量的性质	(16)
第四节 系数的显著性检验	(23)
第五节 预测和预测区间	(37)
第二章 多元线性回归分析	(46)
第一节 模型的假定	(46)
第二节 参数的最小二乘估计	(50)
第三节 最小二乘估计量的性质	(54)
第四节 参数估计式的分布特性与检验	(58)
第五节 多重共线性	(81)
第六节 预测	(88)

第三章 模型中误差项假定的诸问题	(97)
第一节 广义最小二乘估计	(97)
第二节 序列相关	(100)
第三节 异方差性	(113)
第四章 线性模型的扩展	(124)
第一节 模型的类型与变换	(124)
第二节 特殊变量的使用	(128)
第三节 构造变化的检验	(133)
第四节 分布滞后模型	(136)
第五章 联立方程组模型的估计	(153)
第一节 概述	(153)
第二节 模型的结构式与简化式	(157)
第三节 模型的识别问题	(161)
第四节 模型识别的条件	(166)
第五节 联立方程组模型的估计方法	(169)
第六节 模型的应用与检验	(178)
第七节 计算实例与方法评价	(180)
第六章 估计方法的扩展	(187)
第一节 离散选择模型	(187)
第二节 受限因变量模型	(197)
第三节 面板数据	(205)
第七章 时间序列分析基础	(213)
第一节 时间序列的基本概念	(213)
第二节 自回归模型	(216)
第三节 滑动平均模型	(226)
第四节 自回归滑动平均模型	(232)
第五节 时间序列模型预测	(244)
第六节 时间序列的应用	(249)

第八章 非平稳经济变量分析	(257)
第一节 非平稳时间序列与虚假回归	(257)
第二节 单位根检验	(262)
第三节 经济变量的协整性	(272)
第四节 误差修正模型	(277)
附表 统计表	(290)
参考文献	(301)



第一章

一元线性回归分析基础

计量经济学是一门从数量方面研究在物质资料的生产、分配、交换、消费等经济活动中，各种经济变量变化规律的应用学科。

在经济活动中，人们往往不满足于对各种经济活动规律只作出定性的回答，还希望对经济活动规律作出定量分析。例如，施肥量与农作物产量有什么关系？货币投放量与物价指数有什么关系？银行存贷款利息率与股票价格和国民经济增长率有什么关系？世界各国的汇率发生变化，对我国的国际贸易和国内生产会造成什么影响？等等。对于这些问题作出定量回答，需要借助计量经济学的分析方法。可以说统计学、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，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。

第一节 模型的假定

社会经济活动可以用某些经济变量形式表示，例如，投资额、产量、销售量、价格、利润、利息率、股票价格、国内生产总值、人均国民生产总值等等。

在生产、分配、交换和消费过程中，各种生产要素、产品等，无论是以实物形态出现，还是以货币形态表示，最终总要表现为一定的数量。对经济问题的研究，不仅要分析该问题的基本性质，也需要对经济变量之间的数量关系进行具体分析。常用的分析方法有回归分析、相关分析、方差分析等方法。这些分析方法各有特点，其中应用最广泛的是回归分析。相关分析和方差分析本身虽然可以独立进行某些方面的数量分析，但是在大多数情况下，则是和回归分析结合在一起，进行综合分析，并且作为回归分析方法的补充分析方法。

一、一元线性回归模型

各种经济变量之间的关系，可以划分为两种类型。一类是变量之间有惟一确定的关系，即函数关系。例如， X_1, X_2, \dots, X_n 与 Y 之间的函数关系可以用隐函数形式表示为

$$F(X_1, X_2, \dots, X_n, Y) = 0 \quad (1-1)$$

也可以用显函数形式表示为

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n) \quad (1-2)$$

其中，最简单的形式为一元线性函数关系。例如，当某种商品单价 P 固定不变，这种商品的销售收入 Y 与销售的商品数量 X 之间的关系为一元线性关系，即

$$Y = PX \quad (1-3)$$

如果用 X, Y 构成的直角坐标图来表示，式 (1-3) 所表示的函数关系为一条经过坐标原点的直线。所有可能的点都在这条直线上。

经济变量之间的另一类关系，为不完全确定的相关关系。例如，家庭消费支出 Y 与家庭收入 X 之间的关系，就不是完全确定的。虽然每个家庭的收入 X 必然会影响并且制约着这个家庭的消费支出 Y ，但是消费支出 Y 还要受到其他多种因素的影响。例如，家庭人口、消费习惯、银行存款利息率、商品价格水平变化趋势等等。即使对于同一个家庭在每月收入相同的条件下，每月的消费支出也不会完全相同。这类变量之间不完全确定的关系可以表示为

$$F(X_1, X_2, \dots, X_n, Y, u) = 0 \quad (1-4)$$

或者表示为

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_n, u) \quad (1-5)$$

其中最简单的形式为一元线性回归模型

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + u \quad (1-6)$$

其中 u 包含了除家庭收入 X 之外的各种对家庭消费支出 Y 有影响的因素总和。这种不完全确定的关系，如果用 X, Y 构成的直角坐标图表示，可以表示为平

面上一系列散布点，如图 1-1 所示。

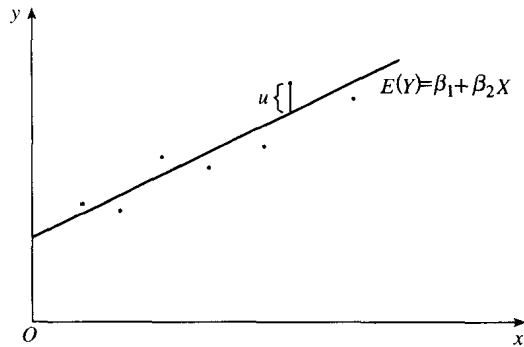


图 1-1 不完全确定的相关关系

这些点均匀分布在直线

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X \quad (1-7)$$

附近，但是不完全落在该直线上。散布点到该直线的垂直坐标距离为 u 。

因为绝大多数经济变量都受到多种其他经济变量的影响，所以变量之间有完全确定的函数关系的情况在经济问题中很少见。通常变量之间完全确定的函数关系，如式 (1-1)，不属于计量经济学讨论的范围。计量经济学只讨论变量之间不完全确定的关系，如式 (1-4) 或式 (1-5) 所表示的关系。

如式 (1-6) 所表示的关系式，称为一元线性回归模型。

“一元”是指只有一个自变量 X ，这个自变量 X 可以解释引起因变量 Y 变化的部分原因。因此， X 称为解释变量， Y 称为被解释变量， β_1 和 β_2 为参数。其中 β_1 决定了直线 $Y = \beta_1 + \beta_2 X$ 的截距， β_2 决定了该直线的斜率。参数 β_2 确定了解释变量 X 影响被解释变量 Y 的基本关系，不确定的部分由变量 u 表示。 u 称为误差项。

“线性”一词在这里有两重含义。它一方面指被解释变量 Y 与解释变量 X 之间为线性关系，即

$$\frac{\partial Y}{\partial X} = \beta_2 \quad \frac{\partial^2 Y}{\partial X^2} = 0$$

另一方面也指 Y 与参数 β_1, β_2 之间为线性关系，即

$$\begin{aligned} \frac{\partial Y}{\partial \beta_1} &= 1 & \frac{\partial^2 Y}{\partial \beta_1^2} &= 0 \\ \frac{\partial Y}{\partial \beta_2} &= X & \frac{\partial^2 Y}{\partial \beta_2^2} &= 0 \end{aligned}$$

在数学分析中，“线性”一般指 Y 与 X 为线性关系。在计量经济学中，更重视被解释变量 Y 与参数 β_1, β_2 之间的线性关系。只要 Y 与 β_1, β_2 之间满足线性关系，即使 Y 与 X 不为线性关系，也可以通过线性变换，使变换后的被解释变量与解释变量之间的关系实现线性化。

“回归”一词来源于生物学。在遗传现象中，后代的遗传特征与前代的特征有关系。在前代的特征偏离该物种特征平均值的情况下，其后代的遗传特征有可能比前代偏离特征平均值更远，也有可能不如前代偏离该物种平均值那么远，后一种情况出现的概率高于前一种情况出现的概率。即后代的遗传特征有返回该物种特征平均值的倾向，从而使该物种的基本特征得以延续。人们把这种现象称为回归。在数理统计学中，“回归”通常指散布点分布在一条直线(或曲线)附近，并且越靠近该直线(或曲线)，点的分布越密集的情况。

“模型”一词通常指满足某些假设条件的方程或方程组。以前面提到的家庭收入 X 与家庭消费支出 Y 之间的关系为例，每个家庭的消费支出 Y 主要取决于该家庭的收入 X ，但是也要受到其他多种因素影响。一般来说，收入较高的家庭消费支出比较高，这类高收入家庭在消费支出方面的选择余地比较大。其中，一部分家庭选择高消费，也有一部分家庭选择比较低的消费和比较高的储蓄或投资。从统计角度来看，这类家庭的消费支出的离散性比较大，即方差比较大。对于低收入家庭来说，消费支出的选择余地就小得多了。尽管不同家庭在收入相同的情况下消费支出有差别，但是支出中的大部分用于维持必不可少的基本生活消费。这类家庭消费支出的离散性比较小，即方差比较小。

一般来说，消费支出 Y 的分布函数是多种多样的，不一定是正态分布，也不一定是相同的分布。分布函数的方差、均值都不相同，分布函数的形式也不同，如图 1-2 所示。

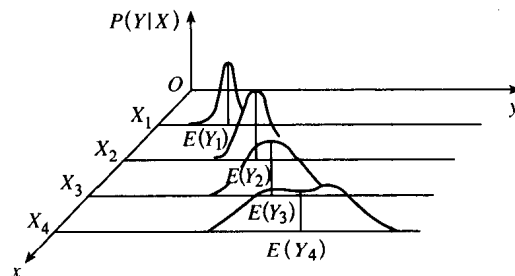


图 1-2 不同 X 对应的 Y 的一般概率分布

从图 1-2 中可以看出，家庭消费支出 Y 是家庭收入 X 的条件概率函数

$P(Y|X)$ 。这个概率函数 $P(Y|X)$ 有三个明显特征：

- (1) 对于不同的 X ，条件概率函数 $P(Y|X)$ 的分布函数形式不同。
- (2) 对于不同的 X ，条件概率函数 $P(Y|X)$ 的方差不同。
- (3) 对于不同的 X ，条件概率函数 $P(Y|X)$ 的均值 $E(Y)$ 一般不在同一条直线上。

对于这样的概率函数进行数学分析是非常困难的，目前还没有比较好的解决办法。为了简化数学分析，通常对实际情况进行抽象，作一些假设：

- (1) 假设概率函数 $P(Y|X)$ 的分布函数形式相同。例如，服从正态分布。
- (2) 假设概率函数 $P(Y|X)$ 的分布函数的方差相同。均为常数 σ_u^2 。即

$$\text{var}(Y_t) = \text{var}(u_t) = \sigma_u^2 \quad (t = 1, 2, \dots, n) \quad (1-8)$$

- (3) 对于不同的 X ， Y 的均值 $E(Y)$ 在同一条直线上。即

$$E(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 X_t \quad (t = 1, 2, \dots, n) \quad (1-9)$$

这个假设是满足一元线性回归要求的。

满足这些假设条件的 Y 的概率分布函数可以用图 1-3 表示。

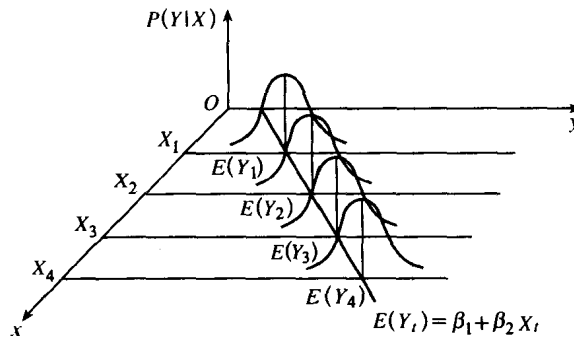


图 1-3 满足经典假设条件的 Y 的概率分布

二、误差项的性质

与精密数学中的函数关系相比，回归模型式 (1-4)，式 (1-5)，式 (1-6) 中的显著特点是多了误差项 u 。误差项 u 包含了丰富的内容。产生误差项的原因主要有以下几方面：

1. 忽略掉的影响因素造成的误差

在一般情况下，每一个经济变量通常要受到多种因素的影响。但是为了简化分析，突出主要矛盾，在构造回归模型时，通常只选取最重要的解释变量与被解释变量构成回归模型，将次要的影响因素忽略掉。这些忽略的影响因素对被解释

变量 Y 的影响就归入了误差项 u 。以家庭消费支出问题为例。家庭消费支出 Y 要受家庭收入、家庭人口、消费习惯、存款利息率、商品价格水平变化趋势等多种因素影响。如果家庭收入 X 能够解释家庭消费支出 Y 的变化原因的大部分，就可以忽略其他影响因素。这些次要影响因素对 Y 的影响总和都进入了误差项 u 。

2. 模型关系不准确造成的误差

在一般情况下，解释变量与被解释变量之间的关系是比较复杂的非线性关系。在构造模型时，为了简化模型，用线性模型代替了非线性关系，或者用简单的非线性模型代替了复杂的非线性关系，造成了模型关系不准确的误差。在很多情况下，由于人们对经济规律的认识与客观经济规律本身不完全一致，也会造成模型关系不准确的误差。

3. 变量观察值的计量误差

由于测量工具的精确度和测量方法不正确的问题，使得观察值与真实值不完全一致，造成误差。

4. 随机误差

对以上三种误差，总可以通过改变模型形式，改进测量设备和技术来减小相应的误差。但是经济变量本身受很多随机因素影响，不具有确定性和重复性。同时，社会经济问题涉及人的思维和行动，也涉及各阶级、各阶层的物质利益。人的行为具有很多不确定因素。由此造成的误差是随机的，随机误差无法减小，这些随机误差也归入误差项 u 中。

总之，误差项的存在是计量经济学模型的特点，是计量经济学模型与精密数学中完全确定的函数关系的主要区别。计量经济学中遇到的各种困难问题几乎都是由误差项 u 的存在造成的。计量经济学中的多种估计、检验、预测等分析方法，也是针对不同性质的误差项 u 引入的。

三、经典假设条件

经典的一元线性回归模型

$$Y_t = \beta_1 + \beta_2 X_t + u_t \quad (t = 1, 2, \dots, n) \quad (1-10)$$

通常要满足五个假设条件：

假设 1 误差项 u_t 的数学期望（均值）为零，即

$$E(u_t) = 0 \quad (t = 1, 2, \dots, n) \quad (1-11)$$

假设 2 不同的误差项 u_t 和 u_s 之间互相独立，即