

21 世纪高等院校公共课精品教材

江西省高等学校精品课程教材

计量经济学

陶长琪等 编著

 东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press



21世纪高等院校公共课精品教材

江西省高等学校精品课程教材

计量经济学

陶长琪等 编著



东北财经大学出版社
Dongbei University of Finance & Economics Press

大连

© 陶长琪 2011

图书在版编目 (CIP) 数据

计量经济学 / 陶长琪编著. —大连: 东北财经大学出版社, 2011. 2
(21 世纪高等院校公共课精品教材)
ISBN 978 - 7 - 5654 - 0276 - 0

I. 计… II. 陶… 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 (2011) 第 017767 号

东北财经大学出版社出版
(大连市黑石礁尖山街 217 号 邮政编码 116025)
教学支持: (0411) 84710309
营 销 部: (0411) 84710711
总 编 室: (0411) 84710523
网 址: <http://www.dufep.cn>
读者信箱: dufep@dufe.edu.cn

大连图腾彩色印刷有限公司印刷 东北财经大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm × 260mm 字数: 485 千字 印张: 20 3/4
2011 年 2 月第 1 版 2011 年 2 月第 1 次印刷

责任编辑: 孙 平 责任校对: 毛 杰
封面设计: 冀贵收 版式设计: 钟福建

ISBN 978 - 7 - 5654 - 0276 - 0

定价: 33.00 元

前言

计量经济学是现代经济分析最主要的分析工具之一，在经济学实证研究中不可或缺，也是经济和管理类专业的核心课程。

计量经济学是以一定的经济理论和统计资料为基础，运用数学、统计学方法与电脑技术，以建立经济计量模型为主要手段，定量分析研究具有随机性特征的经济变量关系。

计量经济学内容丰富，体系庞大，包含众多的理论、模型和分析技术。由于本书主要是为经济和管理类专业本科生同名课程编写的教材，因此在内容选择方面侧重介绍基本原理，以经典线性回归分析及其扩展为核心，对计量经济分析的基本思想、模型、方法和内在联系等做了比较深入细致的介绍。同时，对一些本科教材中做过初步介绍的计量经济学专题，如时间序列模型、面板数据模型等，进行更全面和更深入的讨论，目的是使硕士研究生（本书也适合作为部分研究生教学用书）对于当前计量经济学的上述重点研究和应用领域的前沿发展有较全面和深入的了解，能够将这些研究成果应用于自己的研究工作。

为了避免增加读者学习的难度，本书努力避免使用过多的数学语言和推导，尽量增加文字说明和举例解释。以计量经济分析软件 EViews 的教学支持软件，本书教学内容中始终贯穿 EViews 的具体使用，以方便教师和学生掌握计量经济学的基本理论和方法，掌握计量经济方法的实际应用。为了给教师选择教学内容留下较大的空间和余地，本书尽量控制基本内容和保持体系的开放性。教师可以在本书的基础上，自由增减教学内容，如增加特殊变量和数据的计量分析等。

全书共分 12 章。第 1 章，绪论，主要介绍计量经济学的研究内容和研究步骤，以及相关知识的进展。第 2 章，统计基础知识，系统复习概率论与数理统计基础知识，为计量经济学的学习打下基础。第 3 章，一元线性回归模型，理解并掌握在经典假定下一元线性回归模型的估计、检验原理和方法。第 4 章，多元线性回归模型，介绍多元线性回归模型的基本假设、估计方法以及检验程序。第 5 章，异方差性，掌握检验异方差性的几种方法，以及出现异方差性的解决方法。第 6 章，自相关性，掌握自相关的基本理论与方法，能够独立解决模型中的自相关问题。第 7 章，多重共线性，掌握检验多重共线性的几种方法，以及多重共线性的解决方法。第 8 章，特殊变量，了解虚拟变量的含义和包含虚拟变量的回归模型的设定、参数的经济学解释，理解随机解释变量的概念及存在随机解释变量时的估计性质，知悉经济活动中的滞后现象，了解滞后效应产生的原因，理解分布滞后模型与自回归模型的区别与联系。第 9 章，联立方程模型，掌握联立方程模型的基本理论和方法，能够根据本章的知识来解决相关的问题。第 10 章，非线性方程模型，了解非线性回归模型的分类与转化；了解二元离散选择模型的分类及经济应用背景，尤其是变量受限问题；掌握二元 Logistic、二元 Probit、二元 Tobit 离散选择模型的一般形式、估计原理，

了解二元离散选择模型与一般模型的异同。第 11 章，时间序列分析，掌握时间序列相关概念、时间序列数据模型、时间序列数据模型常见分类，以及时间序列数据的识别、估计和检验；熟练掌握单位根检验与协整分析的原理。第 12 章，面板数据模型与应用，掌握面板数据概念、面板数据模型及其分类、面板数据模型的判断和设定检验；熟练掌握固定效应模型与随机效应模型选择的 Hausman 检验原理。

本教材的分工如下：陶长琪负责编写第 2、3、4、5 章，徐晔负责编写第 6、7、8、9 章，万建香负责编写第 10、12 章，朱永军负责编写第 1、11 章，最后由陶长琪负责总纂。

本教材的主要特点是深入浅出，语言通俗，结构紧凑且连贯性强。本书既适合作为经济和管理类专业本科生学习计量经济学课程的基本教材，同时也可以作为经济工作者和没有计量经济学基础的经济管理类研究生的入门教材，还可以作为经济管理部门、金融业技术分析人员的计量经济学自学教材或参考书。当然，限于作者水平，本书仍然难免会有缺点和错误，恳请使用本书的教师和读者不吝赐教，以便进一步改进。

编写组

2011 年 1 月

目 录

第1章 绪论	1
学习目标	1
1.1 计量经济学的定义	1
1.2 计量经济学的发展简史	2
1.3 计量经济学的概率方法	4
1.4 计量经济学模型	5
1.5 理论计量经济学与应用计量经济学	5
1.6 应用计量经济学的研究步骤	6
本章小结	7
习题	7
第2章 统计基础知识	8
学习目标	8
2.1 数据特征数	8
2.2 总体特征数的点估计与区间估计	21
2.3 参数估计	24
2.4 假设检验	28
2.5 经济指数	30
本章小结	34
习题	35
第3章 一元线性回归模型（经典假定下）	37
学习目标	37
3.1 回归分析概述	37
3.2 一元线性回归的总体回归方程与样本回归方程	38
3.3 一元线性回归模型的参数估计（经典假定下）	42
3.4 一元线性回归模型的统计检验	48
3.5 一元线性回归模型的预测	53
3.6 案例分析	55
本章小结	61
习题	61
第4章 多元线性回归模型	64
学习目标	64
4.1 多元线性回归模型及假定	64

4.2	多元线性回归模型的参数估计	66
4.3	多元线性回归模型的统计检验	72
4.4	多元线性回归模型的置信区间	78
4.5	受约束回归	81
4.6	案例分析	88
	本章小结	94
	习题	94
第5章	异方差性	98
	学习目标	98
5.1	异方差的概念	98
5.2	异方差的后果	99
5.3	异方差的检验	101
5.4	异方差的修正	104
	本章小结	111
	习题	112
第6章	自相关性	115
	学习目标	115
6.1	自相关性的基本知识	115
6.2	自相关性产生的原因与后果	116
6.3	自相关性的检验	118
6.4	自相关性的解决方法	121
6.5	自相关系数的估计	123
6.6	案例分析	124
	本章小结	129
	习题	129
第7章	多重共线性	132
	学习目标	132
7.1	多重共线性的产生及后果	133
7.2	多重共线性的检验	135
7.3	多重共线性的处理	139
	本章小结	142
	习题	143
第8章	特殊变量	145
	学习目标	145
8.1	虚拟变量	145
8.2	随机解释变量	154
8.3	滞后变量	162
	本章小结	171
	习题	172
第9章	联立方程模型	175
	学习目标	175

9.1 联立方程模型的概念	175
9.2 联立方程模型的分类	178
9.3 联立方程模型的识别	182
9.4 联立方程模型的估计	187
9.5 例题分析	194
本章小结	199
习题	200
第10章 非线性方程模型	202
学习目标	202
10.1 非线性方程模型的分类	202
10.2 二元离散选择模型	208
10.3 二元 Logistic 离散选择模型及其参数估计	211
10.4 二元 Probit 离散选择模型及其参数估计	216
10.5 二元 Tobit 离散选择模型及其参数估计	219
10.6 二元离散选择模型系数的经济含义	224
本章小结	225
习题	225
第11章 时间序列分析	230
学习目标	230
11.1 简介	230
11.2 平稳时间序列	231
11.3 单位根检验	243
11.4 协整分析	250
本章小结	255
习题	255
第12章 面板数据模型与应用	257
学习目标	257
12.1 面板数据	257
12.2 面板数据回归模型	259
12.3 混合回归模型	264
12.4 固定效应回归模型	270
12.5 随机效应回归模型	276
12.6 变系数回归模型	279
12.7 Hausman 检验	282
12.8 面板数据的单位根检验和协整检验	288
12.9 EViews 软件的相关操作	291
12.10 动态面板数据回归模型	298
本章小结	309
习题	309
参考文献	311
附录 统计分布表	312

第1章 绪 论

◆学习目标

知识目标：了解计量经济学的定义、计量经济学的简单发展史、什么是计量模型，以及模型建立的一般步骤。

技能目标：掌握计量经济学模型建立的一般步骤。

能力目标：理解计量经济学的定义、研究内容和发展历史。

计量经济学是对经济关系进行经验分析的经济学分支之一。“计量”表示度量；计量经济学主要是度量经济的关系。计量经济学运用经济理论、事实和统计理论，度量经济变量之间的关系并进行经验检验，因此在经济推理中加入了经验方面的内容。其中，经济理论体现在经济模型中；事实是通过相关数据的总结来反映的；统计理论体现在计量经济方法上。尽管计量经济学的定义偏重于经济学，但计量经济方法绝不仅限于经济学，它也适用于其他学科，特别是一些社会科学，如历史学、政治学、社会学和心理学。计量经济方法也可以应用到公共政策领域，包括健康、教育、运输、住房供给和环境保护等。作为经济管理类本科教程，计量经济学的主要目标是在应用。那么什么是计量经济学呢？我们将逐步介绍。

1.1 计量经济学的定义

计量经济学，英文名为 Econometrics，Pawel Ciompa 在 1910 年就使用过该词，不过并没有对该词作更细致的论述。关于计量经济学的定义，不同的经济学家对其有过不同的定义。不同的学者从不同的角度对其进行定义，也反映了计量经济学的不同侧重点。著名经济学家 Samuelson 等（1954）把计量经济学定义为“把数学和统计学应用于经济数据分析的学科”，反映的是一个理论经济学家的看法。著名华人计量经济学家邹至庄（1983）则把计量经济学定义为“使用统计学方法分析经济数据的艺术和科学”，反映的是一个统计学家的思维。对于统计学家而言，统计是强调思想和方法的，其次才是严谨的数学证明。

计量经济学广为大家接受的定义则是 Frisch 在首期《计量经济学》（Econometrica）中的论述：

……其主要目的应该是促进有助于理论数量方法与实证数量方法相统一的研究，促进富有建设性的严格的思考的研究，类似的思考已经主导了自然科学研究。

研究经济学的定量方法有几个方面，但单纯的任何一方面都不应与计量经济学相混淆。计量经济学与经济统计学绝非一码事；它也不同于我们所说的一般经济理论，尽管经

济理论大部分具有一定的数量特征；计量经济学也不应视为数学应用于经济学的同义语。经验表明，统计学、经济理论和数学这三者对于真正了解现代经济生活的数量关系来说都是必要的，但本身并非是充分条件。三者结合起来就是力量，这种结合便构成了计量经济学。

从 Frisch 的定义可以看出，计量经济学是统计学、经济理论和数学的一个完美结合。Frisch 的出发点实际上是强调计量经济学的应用作用，没有提到计量经济学的理论研究方法。

尽管经济管理类的大部分学生主要是希望学习应用计量经济学，但是介绍计量经济学理论研究进展或者计量经济学的发展历史对于学习一门学科还是很有帮助，尤其是对理论计量经济学有兴趣的学生。

为了对计量经济学的定义和思想有一个更完全的了解，下一节我们来解释计量经济学的发展简史。

1.2 计量经济学的发展简史

计量经济学的发展历史研究比较少，我们下面的描述大部分来源于 Morgan (1990)，Epstein (1987)，Qin Duo (1997)。计量经济学历史的划分比较复杂，不同的学者有不同的看法，实际上计量经济学理论研究的发展都是交叉发展，所以任何严格的划分都必然存在某些不合理的地方。为了表述的方便，我们简单把其分为三个发展时期。

1.2.1 计量经济学发展的早期 (1941 前)

1930 年 12 月 29 日，在挪威奥斯陆大学弗里希教授和美国耶鲁大学费歇教授的提议下，在美国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。

计量经济学会的成立和 *Econometrica* 杂志的创刊并不意味着之前就没有经济学家采用计量经济学方法来研究经济问题。在这之前，莫尔在他的著作《综合经济学》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 (Cobb) 的协助下，经济学家道格拉斯曾做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 19 世纪德国统计学家恩格尔关于消费模式同收入水平之间关系的研究，配第的“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。不过作为一门明确的学问的开端，以创立相应的协会、创办相应的会刊作为其开端也是一个不错的选择。

从 20 世纪 30 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、国家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、国家以至整个世界的经济体系进行研究，并广泛地应用于经济预测、经济计划和政策分析。

从统计方法来看，在 20 世纪 30 年代，计量经济学研究中的主要数学方法是原来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，常采用时间序列数据，但是这些时间序列中出现的随机因素常常被发现不是相互独立的；还有，经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佳的,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20世纪40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。

从20世纪40年代起,计量经济学研究从微观向局部地区扩大,以至于整个社会的宏观经济体系,处理总体形态的数据,如国民消费、国民收入、投资、失业问题等,但模型基本上属于单一方程形式。

1.2.2 现代意义上的计量经济学形成(1941年至1970年)

1941年哈维尔莫在《计量经济学》期刊上发表了《计量经济学的概率方法》,标志着计量经济学第一次革命的到来。

计量经济学研究经历了从简单到复杂、从单一方程到联立方程的变化过程。1950年以Koopman发表论文《动态经济模型的统计推断》和Koopman-Hood发表论文《线性联立经济关系的估计》为标志,计量经济学理论进入联立方程模型时代。进入20世纪50年代,人们开始用联立方程模型描述一个国家整体的宏观经济活动,比较著名的是Klein的1950年建立的美国经济波动模型(1921—1941)和1955年建立的美国宏观经济模型(1928—1950),后者包括20个方程。联立方程模型的应用是计量经济学发展的第二个里程碑。

英国伦敦政治经济学院(LSE)于1951—1952年间开始给本科生开设计量经济学课程(以前均称为经济统计,见Gilbert(1989))。1964—1965学年,LSE开始设立一个叫经济和计量经济学的本科学士学位。

20世纪70年代是联立方程模型发展最辉煌的时代。进入20世纪70年代,西方国家致力于更大规模的宏观模型研究。从建立国内宏观模型发展到建立国际的大型计量经济模型,研究国际经济波动的影响,国际经济发展战略可能引起的各种后果,以及制定评价长期的经济政策。最著名的联立方程模型是联合国的“连接计划”(Link Project)。截止到1987年,已包括78个国家2万个方程。这一时期最有代表性的学者是Klein教授,他于1980年获诺贝尔经济学奖。

苏联在20世纪20年代也开展过这方面的研究,但到30年代就中止了。20世纪60年代中期以来,苏联及东欧一些国家开始大量编制投入产出模型并取得有益成果。

1.2.3 非经典计量经济学时代的到来(1970年至今)

20世纪70年代以前的建模技术都是以假定“经济时间序列平稳”为前提设计的。其中,统计学家Box和Jenkins于1967年出版《时间序列分析:预测与控制》一书,为时间序列在经济领域的应用奠定了理论基础。时间序列分析是一种全新的方法,它是依靠变量本身的外推机制建立模型。不过,经济学家发现多数国家的宏观经济变量均呈非平稳特征。Granger和Nebold(1974)还发现数据的非平稳性会直接影响计量经济模型参数估计的准确性,导致人们得出错误的结论,这或许也是过去经济学家利用联立方程模型对非平稳经济变量进行预测时常常失败的一个原因。从20世纪70年代开始,宏观经济变量的非平稳性问题以及虚假回归问题越来越引起人们的注意。

Granger-Newbold于1974年首先提出虚假回归问题,引起了计量经济学界极大的注

意。其后的一段时间内，计量经济工作者则致力于解决如下三个问题：（1）如何检验经济变量的非平稳性；（2）把时间序列模型引入计量经济分析领域；（3）进一步修改传统的计量经济模型。

Dickey-Fuller 于 1979 年首先提出检验时间序列非平稳性（单位根）的 DF 检验法，1981 年又提出 ADF 检验法（Dickey 是 Fuller 的学生）。耶鲁大学著名计量经济学家 Phillips 和他的学生 Perron 于 1988 年提出 PP 检验法，Phillips 在其后同其学生极大地推进了单位根检验的研究。

经济时间序列大部分数据是非平稳的，导致学者对传统回归方法的怀疑，那么对经济时间序列进行回归分析是否还有意义呢？Engler 和 Granger（1987）给出了解决这个问题的正确方法，他们首次提出了协整的概念，并给出了一个误差修正模型的表示，这在很大程度上消除了应用人员对回归的顾虑。1988—1992 年，Johansen（丹麦）连续发表了 4 篇关于建立向量误差修正模型（VEC）的文章，进一步丰富了协整理论，也极大推进了时间序列的研究和发展。

上面提到的误差修正模型，其实早在 1964 年就由 Sargan 提出，最初主要用于研究进货量、存储问题。Hendry-Anderson（1977）和 Davidson（1978）的论文进一步完善了这种模型，并尝试用这种模型解决非平稳变量的建模问题。Hendry 还提出了动态回归理论。1980 年 Sims 提出向量自回归模型（VAR）。这是一种用一组内生变量作动态结构估计的联立模型。这种模型的特点是不以经济理论为基础，然而预测能力强。这种模型是对联立方程模型的一次革命。以上成果为协整理论的提出奠定了基础。

在时间序列非平稳性研究取得很大进展的同时，20 世纪 80 年代，White（1980）提出了异方差检验的一个简便方法，称为 White 检验；1982 年 Engle（1982）在一篇应用性文献中提出了条件异方差自回归模型，Engle 因此获得了诺贝尔经济学奖。同年 Hansen（1982）也给出了 GMM 的一个大样本理论结果，从而为动态经济学的经验分析提供了理论基础，Hansen 因此获得了 2009 年的诺贝尔经济学奖提名，遗憾的是并没有获奖。

在近 20 年的计量经济学研究的发展过程中，新的思想方法并不多见，大部分是在原有理论的基础上对其进行扩展研究，如把单位根检验理论从单方程扩展到多方程，扩展到协整理论，扩展到面板数据中；误差的独立同分布假设逐渐扩展到相依平稳的情况等等。

1.3 计量经济学的概率方法

现代计量经济学的研究方法由 1989 年诺贝尔经济学奖获得者 Haavelmo 提出，即计量经济学的概率方法。Haavelmo 认为数量经济模型必定是一个概率模型。确定性模型很难和观测到的经济数量有一致性，所以不能采用确定性模型来描述非确定性的数据。经济模型中如何引进随机性成分，显然把误差成分简单地加到确定性模型上是不合适的。一旦我们承认经济模型是一个概率模型，自然，最好的量化、估计、推断经济的方法是借助于数理统计学相关知识。

结构模型最接近 Haavelmo 的思想。当一个概率经济模型设定好了，我们就可以在假设模型为正确设定的情况下进行数量分析。结构模型的典型分析方法包括以似然函数为基础的分析方法，如极大似然方法和贝叶斯估计方法。

当然，也有不少学者批评把结构模型假设为正确设定的，认为正确的观点是把模型看

成是经济事实的一个抽象或者近似。

1.4 计量经济学模型

模型是指对诸如时间序列或过程等实际现象的一种表示。用模型表示现象是为了解释、预测和控制现象。有时实际体系被称为“现实世界体系”，目的是强调实际体系与代表它的模型之间的区别。

建立模型是大多数学科的组成部分，因为我们研究的现实世界体系往往是极其复杂的。现实世界体系也许是在加速器上移动的电子，也许是各种市场价格的制定，或者是国民收入的决定。在这种情况下或其他情况下，现实世界现象非常复杂，以至于我们无法从中把握其本质内容。因此，只能通过简化的表达式——模型来描述现实世界。

任何模型都是现实性和可控制性之间的一种折中。模型必须是现实世界的一种理性表示，并且包含了现象主要特征的模型必须具有现实意义。另外，模型必须是可控制的；否则我们也无法从模型中得出一些无法从现实世界直接观测到的见解及结论。为了实现可控性，通常对模型进行各种精简的处理过程。显然，精简的处理过程常常使模型的现实性降低，但却是确保模型系统能够合理控制的必不可少的条件。模型总是同现实有一定的差距，所以使用者在将模型结果应用到现实世界系统中时要非常谨慎。

1.5 理论计量经济学与应用计量经济学

计量经济学的内容可以概括为两个方面：一是它的方法论；二是它的实际应用。由此构成了计量经济学的两大部分：理论计量经济学和应用计量经济学。

理论计量经济学研究如何建立合适的方法去测定由计量经济模型所确定的经济关系，目的在于为应用计量经济学提供方法论。理论计量经济学以介绍、研究计量经济学的理论、方法为主要内容，侧重于计量经济模型的数学理论基础、参数估计方法和模型检验方法，应用了广泛的数学和数理统计知识。

应用计量经济学是运用理论计量经济学提供的工具，以建立与应用计量经济模型为主要内容，侧重于实际经济问题，例如生产函数、消费函数、投资函数、供给函数、劳动就业问题等。应用计量经济学研究的是具体的经济现象和经济关系，研究它们在数量上的联系及变动的规律性。

应用计量经济学的内容主要包括微观计量经济模型和宏观计量经济模型。微观计量经济模型是对微观经济主体的经济行为的定量描述，如描述消费者需求特征的消费者需求模型，描述投入产出行为的生产者供给模型等。宏观计量经济模型是对宏观经济活动总体特征及内容结构关系的定量描述。应用计量经济学的研究目的在于进行经济结构分析、经济预测、经济政策评价、检验与发展经济理论。

20世纪30年代计量经济学初创之时，它既包含从数学的观点研究纯理论的发展，也包含进行经济关系经验估计方法的研究。目前，计量经济学主要研究后者，也就是理论经济学研究比较多。

1.6 应用计量经济学的研究步骤

1.6.1 建立理论模型

理论模型的建立主要包含三部分工作,即选择变量、确定变量之间的数学关系、拟定模型中待估计参数的数值范围。

变量的选择:首先,我们要正确理解和把握所研究的经济现象中暗含的经济学理论和经济行为规律,这是选择解释变量和被解释变量的基础,变量的选择对于要研究的对象之重要犹如物理学中研究物体运动速度时参照物的选择,参照物选择得好,则能很好地解释现象;其次,我们选择的变量应该是实际中可以获得的;最后,选择变量时也要考虑所有入选变量之间的关系,使得每一个解释变量都是没有重复信息的。

数学关系的确定:选择模型数学形式的主要依据是经济行为理论,可以借鉴数理经济学研究成果,也可以通过观察解释变量与被解释变量之间的散点图,由散点图显示的变量之间的函数关系作为理论模型的数学形式。这也是人们在建模时经常采用的方法。

待估参数的理论期望值:理论模型中的待估参数一般都具有特定的经济含义,它们的数值,要待模型估计、检验后,即经济数学模型完成后才能确定,但对于它们的数值范围,即理论期望值,可以根据它们的经济含义在开始时拟定。这一理论期望值可以用来检验模型的估计结果。

一般来说,建模是一个复杂的过程。对于统计学家而言,建模是一种艺术,所谓艺术,很大程度上追求的是美学上的观感,而对于潜在的本质本身就不是很重要。高级宏观经济学作者 David Romer 就曾指出,最好的模型就是现实本身,但是现实世界本身我们很难把握。统计学大家 Box 也说,严格来说,所有的模型都是错误的,而有些模型能够很好解释我们要研究的问题,有些模型不能。

建模在计量统计中是如此之重要,但是至今很少有文献来详细论述,并提出建模的一般准则,可见建模的复杂性。不过,对于应用经济学研究人员来说,以现有的经济理论为基础来建立相应的模型是适当的。

1.6.2 估计模型中的参数

建立模型之后,通常需要根据实际资料来估计模型中的参数。参数估计是理论计量经济学的核心内容,也可以说是一个纯技术处理过程。统计学中常见的估计方法,如最小二乘法、极大似然方法、矩估计方法,在计量经济学中依然可以使用,初等的计量经济一般以介绍简单的最小二乘法为主,中级的计量经济学则要分析最小二乘、极大似然、矩估计方法及其相应的理论结果。本书定位为中级计量经济学,我们将在其后对上述方法的原理和理论予以介绍。

1.6.3 模型的检验

在模型的参数估计量已经得到后,可以说一个计量经济学模型已经初步建立起来了。但是,它能否客观揭示所研究的经济现象中诸因素之间的关系,能否付诸应用,还要通过检验才能决定。一般来讲,计量经济学模型必须通过四级检验,即经济意义检验、统计学检验、计量经济学检验和预测检验。

经济意义检验主要检验模型参数估计量在经济意义上的合理性。主要方法是将模型参数的估计量与预先拟定的理论期望值进行比较,包括参数估计量的符号、大小、相互之间

的关系，以判断其合理性。

统计检验是由统计理论决定的，目的在于检验模型的统计学性质。通常最广泛应用的统计检验准则有拟合优度检验、变量和方程的显著性检验等。

计量经济学检验是由计量经济学理论决定的，目的在于检验模型的计量经济学性质。通常最主要的检验准则有随机误差项的序列相关检验和异方差性检验，解释变量的多重共线性检验等。

预测检验主要检验模型参数估计量的稳定性以及相对样本容量变化时的灵敏度，确定所建立的模型是否可以用于样本观测值以外的范围，即模型的所谓超样本特性。

◆本章小结

计量经济学是统计学、经济理论和数学的一个完美结合。

计量经济学经历了三个发展时期。

计量经济学科分为理论计量经济学和应用计量经济学。

应用计量经济学的研究步骤：建立理论模型、估计模型中的参数、模型的检验。

◆习题

1. 什么是计量经济学？简单分析计量经济学同统计学之间的关系。
2. 简述计量经济学发展历史。
3. 计量经济学模型检验的主要分类是什么？
4. 简述理论计量经济学和应用计量经济学之间的差异。
5. 结合计量经济学发展历史说明计量经济学将来研究的可能方向。
6. 选择一个自己感兴趣的宏观或者微观经济问题，利用计量经济建模的一般步骤，试图建立一个简单的模型，并思考应该如何实现经验分析。

第2章 统计基础知识

学习目标

知识目标：系统复习概率论与数理统计基础知识，为计量经济学的学习打下基础。

技能目标：能以有效的方式获得、整理和分析受到随机性影响的数据，并以这些数据为依据，建立有效的数学模型，去揭示所研究问题的统计规律性。

能力目标：能构建概率统计基本知识框架，理解相关概念，为计量经济学知识的学习做好知识储备。

2.1 数据特征数

2.1.1 数理统计的基本概念

总体：在数理统计中，常把被考察对象的某一个（或多个）指标的全体称为总体（或母体）。我们总是把总体看成一个具有分布的随机变量（或随机向量）。

个体：总体中的每一个单元称为个体。

总体容量：总体中所含个体的个数。

样本：我们把从总体中抽取的部分样品 $X_1, X_2, \dots, X_n$ 称为样本。样本中所含的样品数称为样本容量，一般用 n 表示。在一般情况下，总是把样本看成是 n 个相互独立的且与总体有相同分布的随机变量，这样的样本称为简单随机样本。在泛指任一次抽取的结果时， $X_1, X_2, \dots, X_n$ 表示 n 个随机变量（样本）；在具体的一个抽取之后， $x_1, x_2, \dots, x_n$ 表示 n 个具体的数值（样本值）。我们称之为样本的两重性。

样本容量：样本中所含个体的个数称为样本容量。

特征数：用于描述一组数据（总体或样本）特征的数值称为特征数。

事件：在随机试验中，可能出现也可能不出现，而在大量重复试验中具有某种规律性的事件叫做随机事件，简称事件。比如，在抛掷一枚均匀硬币的试验中，“正面向上”是一个随机事件，可用 $A = \{\text{正面向上}\}$ 表示。

概率：如果在 n 次试验中（或 n 个观察值中），事件 A 出现了 m 次，假定试验的次数 n 足够多，那么，事件 A 发生的概率 $P(A)$ 就等于 m/n 。

随机变量：设 $\Omega = \{\omega\}$ 为随机试验的样本空间，对于每一个样本点 $\omega \in \Omega$ ，有一个实数 $X = X(\omega)$ 与之相对应，这样，就得到一个定义在 Ω 上的单值实函数 $X = X(\omega)$ ，且对任何一个实数 x ， $\{\omega \mid X(\omega) \leq x, \omega \in \Omega\}$ 是随机事件，称 $X(\omega)$ 为随机变量。

下面介绍累计求和算子。累计求和算子是对连续累加运算的简化表示，将在本书中频

繁使用。

累计求和算子：对于 T 个观测值， $\{x_1, x_2, \dots, x_T\}$ ，累计求和可以简化地表示为：

$$x_1 + x_2 + \dots + x_T = \sum_{i=1}^T x_i$$

式中， $\sum(\cdot)$ 称为累计求和算子，用大写希腊字母 Σ 表示。 Σ 的下标 $t=1$ 和上标 T 表示 x_t 从 x_1 累计加至 x_T 。

累计求和算子的运算规则有以下几个方面：

(1) 观测值倍数的累加和等于观测值累加和的倍数。

$$\sum_{i=1}^T kx_i = k \sum_{i=1}^T x_i$$

式中， k 是常数； x_i 是观测值。

(2) 两组观测值相应求和(或差)的累加和等于它们分别求累加和后再相加(或相减)。

$$\sum_{i=1}^T (x_i \pm y_i) = \sum_{i=1}^T x_i \pm \sum_{i=1}^T y_i$$

(3) T 个常数 k 求和等于该常数 k 与 T 的乘积。

$$\sum_{i=1}^T k = kT$$

式中， k 是常数。

(4) 用双下标表示的 $T \times T$ 个观测值的累加和可以用双重累加和符号表示为：

$$\begin{aligned} & (x_{11} + x_{12} + \dots + x_{1T}) + (x_{21} + x_{22} + \dots + x_{2T}) + \dots + (x_{T1} + x_{T2} + \dots + x_{TT}) \\ &= \sum_{i=1}^T (x_{i1} + x_{i2} + \dots + x_{iT}) = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T x_{ij} \end{aligned}$$

(5) 两组观测值相应求和的双重累加和等于它们各自双重累加和的和。

$$\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T (x_{ij} + y_{ij}) = \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T x_{ij} + \sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T y_{ij}$$

(6) 两组不同单下标观测值积的双重累计求和等于它们各自累计求和的乘积。

$$\sum_{i=1}^T \sum_{j=1}^T x_i y_j = \left(\sum_{i=1}^T x_i \right) \left(\sum_{j=1}^T y_j \right)$$

2.1.2 画图

分析经济数据的一个直观的方法就是画图。通过画图可以初步分析经济数据的基本特征。图的种类很多，这里主要介绍三种图形：直方图、折线图和散点图。

(1) 直方图

直方图分频数直方图和频率直方图两类。直方图用横轴表示观测值，并把横轴分成若干个区间(每个区间的宽度称为组距)；用纵轴表示落在相应区间内的观测值频数(个数)或频率，并用矩形(长方形)表示组频数或组频率。

画直方图的步骤是先依据原始数据大小排序，然后制作分组数据频数(频率)分布表，然后按频数(频率)分布表画图。下面用例2—1说明这个过程。

例2—1 20个新生儿体重值(克)数据见表2—1，画出20个新生儿体重值的频数(频率)直方图。