



暨南大学经济管理实验中心实验教材

计量经济学模型 及R语言应用

Econometric Models and
the Application of R Language

王斌会 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

经济管理国家实验教学示范中心 共同资助
经济管理省级实验教学示范中心



暨南大学经济管理实验中心实验教材

计量经济学模型 及R语言应用

Econometric Models and
the Application of R Language

王斌会 编著



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

中国·北京



暨南大学出版社
JINAN UNIVERSITY PRESS

中国·广州

图书在版编目 (CIP) 数据

计量经济学模型及 R 语言应用/王斌会编著. —广州:暨南大学出版社, 2015. 5

(暨南大学经济管理实验中心实验教材)

ISBN 978 - 7 - 5668 - 1382 - 4

I. ①计… II. ①王… III. ①程序语言—程序设计—应用—计量经济学—经济模型—高等学校—教材 IV. ①F224. 0 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 071098 号

出版发行:暨南大学出版社

地 址:中国广州暨南大学

电 话:总编室 (8620) 85221601

营销部 (8620) 85225284 85228291 85228292 (邮购)

传 真:(8620) 85221583 (办公室) 85223774 (营销部)

邮 编:510630

网 址:<http://www.jnupress.com> <http://press.jnu.edu.cn>

排 版:广州联图广告有限公司

印 刷:广东广州日报传媒股份有限公司印务分公司

开 本:787mm × 1092mm 1/16

印 张:15

字 数:374 千

版 次:2015 年 5 月第 1 版

印 次:2015 年 5 月第 1 次

定 价:32.00 元

(暨大版图书如有印装质量问题,请与出版社总编室联系调换)

“暨南大学经济管理实验中心实验教材” 丛书编委会

编委会主任委员：胡 军

编委会副主任委员：宋献中

编委会委员(按姓氏笔画排序)：

王斌会 王惠芬 左小德 叶文晖 刘少波 汤胤

孙 彧 李广明 范 纯 郑少智 胡鑫明 侯雅文

黄微平 章 牧 梁 云 谢贤芬 谭 跃

项目负责人：谭 跃

项目策划人：王斌会

总序

百年沧桑，弦歌不辍；巍巍暨南，展焕新颜。暨南大学自1906年创办以来，始终秉承“宏教泽而系侨情”的办学宗旨，注重以中华民族优秀的传统道德文化培养造就人才。“始有暨南，便有商科”，最初设立的商科便因兼具理论与实用的“暨南特色”而享誉海内外。经过一百多年的发展，商科已分化出经济管理学科中的许多门类，各门类分工明确而细化，又交叉融合，近年来屡屡在学科发展上有突破和创新，尤为可喜的是暨南大学经济管理实验教学中心于2012年荣获国家级实验教学示范中心项目。这是我校继2008年获批媒体实验教学中心之后，再次获得国家级实验教学示范中心项目，是教育部“质量工程”重要建设项目之一，也是质量工程中含金量较高、获批难度较大的一个项目。这些项目是高等学校实验教学研究和改革的基地，引领着全国高等学校实验教学改革的方向。

暨南大学经济管理实验教学中心（以下简称“中心”）依托产业经济学和金融学2个国家级重点学科，3个一级学科博士学位点，拥有一支以珠江学者、教学名师和知名专家带头人组成的优秀教学团队，其中“会计学教学团队”被评为国家级教学团队。中心包括金融模拟、会计模拟、ERP实验、电子商务模拟、行为分析、经济统计与分析、财税管理与分析、酒店管理等18个实验室。中心师资力量雄厚，副高级以上教师占总人数的75%，承担全校22个本科专业以及研究生、博士生相关课程的实验、实训、实习等教学任务。

中心继承和发扬暨南大学经济管理教育重视实际操作、强化能力培养的优良传统，紧贴经管发展的现实需求，全面开展“虚拟仿真实验+校企合作实践”模式的实践教学形式改革，注重能力培养与社会需求相结合的教学内容改革。实验是教学不可或缺的一个重要组成部分，作为理论教学的基础和延伸，中心始终坚持“强化基础、重视实践、个性培养与创新能力紧密结合”的实验教学理念，逐步构建理论教学、实验教学、课外实践等多维互动、整体提升的创新实验教学体系，以培养未来华商领袖为己任，着力培养具有创新能力的复合型经管专业人才，为建设成为“具有浓厚华人华侨特色，享誉海内外的‘高端、优质、创新’复合型经济管理人才培养基地”而努力。在中心全体教职员工的共同努力下，中心工作取得了显著成效，比如，开设的“财务学原理”、“基础会计学”被评为国家级精品课程，工商管理类和经济学类专业被评为国家级特色专业，中心申报的教学成果项目于2010年获广东省教学成果奖一等奖等。

随着经济和科学技术的进步，尤其是计算机技术的飞速发展，数据、模型与实验对于当代科学乃至整个社会的影响和推动作用日益显著。“暨南大学经济管理实验中心实验教材”作为国家和广东省教学示范中心的资助教材，根据经济管理类专业、学科特点，实验教材中的数据、模型和例子全部选自经济、管理等方面的内容，形成了一个能反映经济管理类院校特色的“经济管理实验”系列教材。这一特色的形成，不仅对国内经济管理实验是一个突破与创新，而且对培养经济管理类院校的应用型、创新型、复合型人



才,有着积极意义。

本系列教材在总结过去教材建设经验的基础上,结合应用型本科教育的特点,借鉴国内外的经验做法,在经济管理各专业的课程体系、课程内容,教学方法、教材编写等方面进行进一步探索和创新。

本系列教材具有五个方面的特点:第一,创新性。从培养学生的兴趣入手,以掌握方法论和创造性思维为主线,以知识、概念和理论为基石,进行总体设计,思路新颖,写作体例风格独特。第二,前瞻性。搜集了最新的数据资料和理论研究成果,使教材内容着力体现超前性、前沿性、动态性。第三,实践性。体现了实验型本科教学的专业特点,以提高学生竞争力、综合素质和社会适应能力为最终目标。第四,系统性。基础知识、学科理论和课程体系融为一体,注重基础理论与实际应用的结合。第五,可读性。突出“以学生为中心”的思想,强调学以致用,所用语言浅显易懂,并附有一定的案例分析。

“暨南大学经济管理实验中心实验教材”的建设,改变了传统课程那种仅仅依赖“一支笔,一张纸”,由教师单向传输知识的模式。它提高了学生在教学过程中的参与程度,学生的主观能动性在实验中能得到相当充分的发挥。好的实验会引起学生学习科学知识和方法的强烈兴趣,并激发他们自己去解决相关实际问题的欲望,有助于促进学生独立思考和创新意识的培养。

教材建设是课程体系和教学内容改革的核心,是进一步加强学生教学工作,深化教学改革,提高学生教育教学质量的重要措施。暨南大学经济管理实验教学中心精心组织教材编写,通过专家组评审,分批立项,每批近十种,覆盖金融模拟、会计模拟、ERP实验、电子商务模拟、行为分析、经济统计与分析、财税管理与分析、酒店管理等实验课程。这些教材符合教育改革发展趋势,反映了经济管理学科建设的新理论、新技术、新方法、新实践,在国内同类教材中较为先进。我们期望通过几年的努力,打造出一系列特色鲜明的经济管理实验教材。

暨南大学校长、教授、博士生导师
国家重点学科产业经济学带头人

2014年6月

前 言

近年来，计量经济学建模的理论和实践都有了飞速发展，也涌现了一大批相关的教材，遗憾的是有些教材缺乏技术的论述，还有一些教材则缺少实际操作应用的介绍。本教材力图在介绍计量经济学建模技术与实际操作应用的同时，采用自然的方式将两方面内容有机地结合起来，使之能够为更多学生和实际工作者所理解和接受。

计量经济学和时间序列建模的教材较多，但将两者结合起来的教材并不多。其中，有的教材侧重理论的讲述，需要读者具备较深厚的数学基础，其主要阅读对象是统计类专业的学生；有的教材则注重模型的应用，不将理论和技术细节作为重点，主要面向经济类专业的学生。本书则均衡地介绍了计量经济学的理论与应用，使之能满足更多专业方向的学生和研究者的需求。在理论方面，全书主要采用经济管理领域的实际计量经济学数据来阐述方法论。本书在给出一般性理论描述的同时，注重通过各种简单实例演绎具体的推导过程，清晰地阐释有关理论，方便读者对理论的理解。在应用方面，本书提供了基于模拟数据和真实数据的丰富例证，通过基于模拟数据的例子使读者深刻认识到时间序列的基本性质，并通过基于真实数据的例子使读者体会计量经济学模型的实际应用效果。

本书可作为一个学期的课程教材，供经济、管理、统计、工程及定量社会科学等专业的学生使用，读者需要具备从基本应用统计到多元线性回归等多方面的基础知识。只要读者具备基本的高等数学知识，即可阅读本书。而要深入理解本书的理论，则需具备一定的数学与统计学知识。

书中所有的图形和数值的输出均借助于 R 语言软件，该软件可从“统计计算 R 项目”网站 (www.r-project.org) 上下载。作为一款免费软件，R 语言软件的源代码格式符合自由软件基金会《GNU 通用公共许可证》的规定，可以在 UNIX 平台及 Windows、Mac OS 等类似的操作系统上运行。

R 语言是一种数据分析、绘图的统计语言和操作环境。在国外，R 语言非常流行，主要因为它具有强大的编程功能，可被无偿使用，而且在网上提供了很多免费的程序包。而在中国，R 语言才刚刚被国人所认识，因此其在国内的使用率还不高。计量经济学模型虽然在中国的研究已较为深入，但基于 R 语言的计量经济学模型的建立和分析还不是很全面，本书着力在阐明计量经济学建模理论的前提下，以 R 语言为工具对热点问题进行实证建模分析。

R 语言是一种可用于统计计算和作图的编程语言及环境，可提供广泛的统计（例如经典的统计描述、统计推断、线性及非线性建模、多元统计分析和时间序列分析等）及绘图技术，并且具有高度的扩展性。附录 A 的“R 语言软件”，采用与本书内容相配的方式对 R 语言进行了介绍。本书作者制作了大量可用于本书的新增或增强的 R 函数，列于附录 B，读者可从本书网站 (<http://eclab.jnu.edu.cn/stat/>) 上的相关程序包中找到它们。我们还为每一章建立了 R 命令脚本文件，这也可从本书网站下载。本书中每一个方



法、模型及图表都给出了 R 代码；习题所需数据集合均有相关的文件名，如果读者使用的是 R 程序包，则其数据集合是程序包的一部分，可通过 R 命令“data()”取得。

本书所有数据集合均以文本文件的形式放在网站上，并在文件第一行标注了各自的名称。书中很多图及计算结果，使用 SAS、SPSS、S-PLUS、EViews、RATS 等软件也可以得到。

本书是按照下面的思路撰写的：

(1) 原理与方法、模拟和实例分析相结合：本书特别注意各种计量经济学模型的算法实现，使得给出的算法更有实用价值。为此，在论述算法思想时就引进易于化为计算步骤的数学式和符号，并在计算步骤中采用了 R 语言来实现。

(2) 本书在讲清各种方法的实际背景和计量经济学思想的同时，对每种方法都给出了具体的计量经济学实例，并结合 R 语言软件进行实例分析。书中的大多数实例都基于作者收集的最新实际数据。各章都提供了实现所有实验结果的 R 程序，并在附录 A 里对 R 语言软件给出了详细介绍。作为一款免费的软件，R 语言软件可提供广泛的统计和作图技术，并且具有高度扩展性，已被统计学家和计量经济学家广泛使用。另外，很多最新的理论方法的 R 实现程序还可以很方便地从网络上查找到。通过本教材的学习，读者能够快速掌握 R 语言软件的使用方法，利用既有的程序达成研究的目的。

(3) 研究如何将 R 语言的数据处理与计量经济学建模教学相结合，形成一套完整的、教学与科研相结合的、初具智能化的教学工具。在教学与科研一体化的功能上，在数据编辑、数据分析、序列绘图和系统帮助上充分体现多媒体教学的特点，故本书也可以用作计算机上机实习教材。

本书的最大特色是几乎在每一个计量经济模型和方法后面都有相应的模拟研究，使读者能更直接地理解所采用的模型和方法。

本书的内容安排吸取了国内外有关计量经济学和时间序列分析教材的特点，在章节的安排上遵循由浅入深、由简到繁的原则，对计量经济学和时间序列基础理论进行了较为详细的介绍，增加了一些最新的时间序列模型内容，同时附加了一些 R 语言时间序列运算的概念。书中的主要内容是根据作者在暨南大学多年从事计量经济学课程教学所撰写的讲稿修订而成的，许多新理论和方法还在不断完善中，限于时间，这些内容将在以后的版本中陆续加入。由于本书软件的计算结果都是以 R 语言为后台的，所以结果是可以信赖的。

本书的撰写得到了暨南大学统计学系老师侯雅文、谢贤芬和研究生王志坚、李雄英、梁淇俊、何卫平、李燕京、祝雨露、陈晓丹、周丽年、谭利平、伦婉晴、陈贤滨等人的大力协助，在此深表感谢！

由于作者水平有限，书中难免有错误和不足之处，恳请读者批评指正！

王斌会

2015 年 3 月于暨南园

目 录

总 序	1
前 言	1
1 引 论	1
1.1 计量经济学概述	1
1.1.1 计量经济学简介	1
1.1.2 计量经济学的发展	2
1.1.3 计量经济学方法	3
1.2 计量经济学内容与建模技术	4
1.2.1 计量经济学的内容体系	4
1.2.2 计量经济学的建模技术	6
1.2.3 计量经济学的建模步骤	8
1.3 计量经济学数据的处理	8
1.3.1 计量经济学数据的类型	8
1.3.2 计量经济学数据的收集	9
1.3.3 计量经济学软件的使用	12
1.4 R 语言在计量经济学中的应用	14
1.4.1 R 语言的编程环境	14
1.4.2 R 语言的快速应用	17
练习题	27
2 经典回归分析模型	29
2.1 线性回归分析模型	29
2.1.1 单变量线性回归分析简介	29
2.1.2 多变量线性回归模型建立	38
2.1.3 多变量线性回归模型检验	41



2.1.4	建立有用的回归分析模型	44
2.2	线性相关分析模型	53
[△] 2.2.1	简单线性相关	53
2.2.2	偏相关分析模型	57
2.2.3	复相关分析模型	60
2.3	含虚拟变量回归模型	61
2.3.1	虚拟变量及其作用	61
2.3.2	虚拟变量的设置方式	62
2.3.3	虚拟变量的特殊应用	63
2.4	非线性回归分析模型	66
2.4.1	单变量非线性回归分析模型	66
2.4.2	多变量非线性回归分析模型	76
2.4.3	生产函数、弹性分析及贡献率	80
	练习题	86
3	非典型回归分析模型	91
3.1	回归分析模型的诊断	91
3.1.1	回归诊断的概念	91
3.1.2	残差的正态性检验	93
3.1.3	模型的影响分析	94
3.1.4	变量的共线性诊断	98
3.2	误差的异方差检验与建模	103
3.2.1	异方差的概念及其来源	103
3.2.2	异方差的影响及其检验	105
3.2.3	异方差模型的处理方法	109
3.3	误差的相关性及其检验	112
3.3.1	误差的相关性概念	112
3.3.2	误差自相关性检验	112
3.3.3	误差的相关性处理方法	114

3.3.4 滞后算子函数及其应用	116
练习题	117
4 经典时间序列模型	123
4.1 时间序列的基本概念	123
4.1.1 时间序列的含义	123
4.1.2 时间序列的相关性	124
4.1.3 序列自相关性判别	126
4.2 时间序列自回归 AR 模型	128
4.2.1 AR 模型的平稳性条件	128
4.2.2 AR 模型的自相关函数	130
4.2.3 AR 模型的估计与识别	131
4.3 时间序列移动平均 MA 模型	140
4.3.1 MA 模型的基本形式	140
4.3.2 MA 模型的阶数确定	141
4.3.3 MA 模型的参数估计	142
4.4 自回归移动平均 ARMA 模型	145
4.4.1 ARMA 模型的概念	145
4.4.2 ARMA 模型的相关分析	145
4.4.3 ARMA 模型的统计推断	148
4.5 分布滞后与自回归模型	153
4.5.1 滞后效应与滞后变量模型	154
4.5.2 分布滞后模型的参数估计	155
4.5.3 自回归模型及其估计	160
练习题	165
5 扩展时间序列模型	168
5.1 非平稳时间序列模型	168
5.1.1 时间序列的非平稳性	168
5.1.2 时间序列的差分技术	170



5.1.3	时间序列的非平稳性检验	172
5.1.4	非平稳时间序列模型的建立	177
5.2	协整与误差修正模型	183
5.2.1	协整的定义和检验	183
5.2.2	误差修正模型 (ECM) 原理	189
5.2.3	格兰杰因果关系检验	191
5.2.4	协整和 ECM 的实证分析	194
*5.3	异方差时间序列模型	201
5.3.1	ARCH 模型	202
5.3.2	GARCH 模型	207
5.3.3	实证分析	210
5.4	时间序列模型的诊断与评价	220
5.4.1	时间序列模型的诊断	220
5.4.2	时间序列模型的优劣评价	220
5.4.3	基于预测的评价方法	221
	练习题	222
附录 A	R 语言软件	225
附录 B	R 语言函数	228
	参考文献	231

1 引 论

1.1 计量经济学概述

1.1.1 计量经济学简介

1. 计量经济学的起源

计量经济学 (Econometrics) 又被称作经济计量学, 是经济学的一个重要分支。它是在经济理论的指导下, 通过数学和统计学的方法对经济关系进行分析, 以寻求经济现象所具有的数量关系与规律的一门学科。“计量经济学”一词最早是由挪威经济学家弗瑞希 (Ragner Frisch) 在 1926 年模仿“生物计量学” (Biometrics) 提出来的。计量经济学作为一门学科则是由弗瑞希和荷兰经济学家丁伯根 (Jan. Tinbergen) 创立的。由于在创建计量经济学和宏观经济模型理论方法方面的研究取得了成就, 他们二人于 1969 年获得了首届诺贝尔经济学奖。1930 年 12 月 29 日国际计量经济学学会在美国俄亥俄州克利夫兰成立, 创办人包括弗瑞希、霍特林 (Harold Hotelling)、门格 (Karl Menger)、鲁斯 (C. F. Roos)、熊彼特 (Joseph Schumpeter)、舒尔茨 (Henry Schultz)、休哈特 (Walter A. Shewhart) 和维纳 (Norbert Wiener) 等一些经济学家、统计学家和数学家。该会会章明确指出, 计量经济学学会是利用统计学和数学以求得经济理论进展的国际学会。1933 年弗瑞希在计量经济学杂志 *Econometrica* 的创刊词中对计量经济学的方法和内容作了以下的描述: 经济的数量研究包括几个方面, 其中任何一个方面就其本身来说都不应该与计量经济学混为一谈; 计量经济学与统计经济学绝不相同, 同时它也不同于一般的经济理论。尽管经济理论大部分具有明确的数量特性, 计量经济学也不应被视为数学应用于经济学的同义语。

2. 计量经济学的定义

(1) 一般定义: 计量经济学是以经济理论和经济数据的事实为依据, 运用数学和统计学的方法, 通过建立数学模型来研究经济数量关系和规律的一门经济学学科。

(2) 弗瑞希作出的定义: 计量经济学是统计学、经济学和数学的结合。

(3) 萨谬尔森 (Paul A. Samuelson) 作出的定义: 计量经济学是一门根据理论和观测的事实, 运用合适的推理方法使之联系起来同时加以推导, 并对实际经济现象进行数量分析的学科。

(4) 美国《现代经济词典》中的定义: 计量经济学是一门用数学语言来表达经济理论, 以便通过统计方法来论述这些理论的经济学的分支学科。

不管何种定义, 均体现出计量经济学与经济理论、统计学、数学有关系。经验表明, 统计学、经济理论和数学三者对于人们真正了解现代经济生活中的数量关系来说, 都是有必要的, 任何一方的单独使用都是不充分的, 只有三者的结合才是强有力的工具, 正是这种结合构成了计量经济学, 也就是说, 计量经济学是经济学、数学和统计学三者的



有机结合。

3. 计量经济学的分类

计量经济学按内容可分为理论计量经济学和应用计量经济学。理论计量经济学主要适合于人们研究测算计量经济学模型所设定的经济关系式的统计方法及其性质,如广泛使用的最小二乘法及其性质。除此之外,它还适合人们运用广泛的数学知识去研究一些特殊模型的估计与检验方法。而应用计量经济学则以建立和应用计量经济学模型为主要内容,也就是在一定的经济理论的指导下,先设定计量经济学模型,然后根据统计数据,运用理论计量经济学中的有关方法来进行实际应用的研究。理论计量经济学主要涉及以下几个方面的内容:最小二乘法、最大似然法、统计显著性检验、方差分析、回归分析、时间序列分析、模式识别、主因素分析、贝叶斯推断、误差修正协整等。应用计量经济学主要应用于以下三个方面:一是对经济结构进行分析,即通过应用计量经济学模型对经济变量之间的关系作出定量的测度;二是对未来发展进行预测,即通过应用计量经济学模型来预测实际观察数据以外的某些变量在未来一段时间内的变化情况;三是进行经济政策评价,即通过模型仿真各种经济政策的执行效果,以便对不同的政策方案进行比较和选择。伴随着计算机技术和统计分析技术的不断发展,应用计量经济学在经济学研究领域内正发挥着越来越重要的作用。

1.1.2 计量经济学的发展

综上所述,计量经济学是经济学、统计学和数学三者的结合体,并以经济理论为指导,以统计事实为依据,以数学运算为方法,以计算机技术为手段,研究经济数量关系和经济数量规律及其应用,并以建立和应用计量经济学模型为核心的一门经济学学科。

1. 计量经济学在国外的发展

19世纪末至20世纪30年代计量经济学在欧洲兴起。第一届诺贝尔经济学奖得主、挪威经济学家弗瑞希于1926年首次提出“计量经济学”,并建立了第一个研究经济周期理论的计量模型,成为计量经济学的奠基人。

20世纪四五十年代,美国计量经济学大师克莱因(Lawrence Klein)利用美国1921—1941年的数据建立了第一个宏观计量经济学模型,这是计量经济学发展史上的一项开创性工作。第二次世界大战后各国政府和企业的决策者为了了解经济发展的趋势,而去获得决策的定量依据,从而促使计量经济学模型在预测方面作出了贡献。20世纪80年代以来,由于信息产业的发展 and 计算机技术的进步与普及,在西方出现了经济学上经验研究的热潮。计量经济理论和技术得到了快速发展,其应用与研究范围更加广泛,内容更加深入。如今它已形成了一个庞大的学科体系,为现代经济学的发展奠定了良好的基础。

在时间序列方面,伯克斯(George E. P. Box)和詹金斯(Gwilym Jenkins)的时间序列ARIMA模型实际上是主要运用于单变量、同方差方面的线性模型。随着对各个领域时间序列的深入研究,人们发现该经典模型在理论和应用上都还存在着许多局限性。近30年来,统计学家纷纷转向异方差、多变量和非线性方面的时间序列分析方法的研究,并取得了突破性的进展。

在异方差方面,美国统计学家、计量经济学家恩格尔(Robert F. Engle)在1982年提出了自回归条件异方差模型(ARCH),用以研究英国通货膨胀率的建模问题。为了进

一步放宽 ARCH 模型的约束条件, 伯勒斯列夫 (Tim Bollerslev) 在 1986 年提出了广义自回归条件异方差模型 (GARCH)。随后内尔森 (D. B. Nelson) 等人又提出了指数广义自回归条件异方差模型 (EGARCH)、方差无穷广义自回归条件异方差模型 (IGARCH) 和依均值广义自回归条件异方差模型 (GARCH - M) 等限制条件更为宽松的异方差模型, 这些异方差模型是对经典的 ARIMA 模型很好的补充。较之传统的方差齐性模型, 在刻画金融市场风险的变化过程方面, 它更为精确。

在多变量方面, 伯克斯和詹金斯在 *Time Series Analysis Forecasting and Control* 一书中研究过平稳多变量序列的建模, 伯克斯和刁锦寰 (George C. Tiao) 在 1970 年左右讨论过带干扰变量的时间序列分析。这些研究实际上是把对随机事件的横向研究和纵向研究有机结合在一起, 提高了对随机事件分析和预测的精度。1987 年, 英国统计学家、计量经济学家格兰杰 (Clive Granger) 提出了协整理论 (cointegration), 进一步为多变量时间序列建模松绑。有了协整的概念之后, 在多变量时间序列建模过程中, “变量是平稳的” 不再是必须条件了, 而只要求它们的某种线性组合平稳。协整观念的提出极大地促进了多变量时间序列分析方法的发展。

2. 计量经济学在我国的发展情况

我国计量经济学的研究始于 20 世纪 50 年代末, 但真正步入快速发展却是在改革开放之后。我国在 1979 年成立了数量经济研究会和数量经济研究所, 1982 年召开了第一届数量经济学会, 从此, 计量经济方法在我国得到了广泛应用。近年来, 人们又利用计量经济学模型研究经济周期波动、国际贸易、汇率变化、生产率与经济增长方式转变等。目前, 我国计量经济学已形成庞大的教学、研究和应用体系。

1.1.3 计量经济学方法

早期的时间序列分析都是通过直观的数据比较或绘图观测, 寻找序列中蕴涵的发展规律, 这种分析方法被称为描述性时间序列分析。在天文、物理、海洋学等自然科学领域, 这种简单的描述性时间序列分析方法也常常能使人们发现意想不到的规律。描述性时间序列分析方法具有操作简单、直观和有效的特点, 直到现在一直被人们广泛使用, 它通常是人们进行时间序列统计分析的第一步。

随着研究领域的不断拓展, 人们发现单纯的描述性时间序列分析有很大的局限性。在金融、保险、法律、人口、心理学等社会科学研究领域, 随机变量的发展通常会呈现出非常强的随机性, 想通过对序列简单的观察和描述, 总结出随机变量发展变化的规律, 并准确预测出它们将来的走势通常都是非常困难的。为了更准确地估计随机序列发展变化的规律, 从 20 世纪 20 年代开始, 学术界利用数理统计学原理分析时间序列。研究的重心从表面现象的总结转移到分析包括序列值在内的相关关系上, 由此开辟了一门应用统计学科——时间序列分析学科。

纵观时间序列分析方法的发展历史, 我们可以将时间序列分析方法分为两大类:

1. 时域分析方法

时域分析方法主要是从序列自相关的角度揭示时间序列的发展规律。相对于谱分析方法, 它具有理论基础扎实、操作步骤规范、分析结果易于解释的优点。目前, 它已广泛应用于自然科学和社会科学的各个领域, 成为时间序列分析的主流方法。

时域分析方法的基本思想源于事件的发展通常都具有一定的惯性。这种惯性用统计



的语言来描述就是序列值之间存在着一定的相关关系，而且这种相关关系具有某种统计规律。分析的重点就是寻找这种规律，并拟合出适当的数学模型来描述这种规律，进而利用这个拟合模型来预测序列未来的走势。

时域分析方法具有相对固定的分析模式，通常都遵循如下分析步骤：

- (1) 第一步，考察观测值序列的特征；
- (2) 第二步，根据序列的特征选择适当的拟合模型；
- (3) 第三步，根据序列的观测数据确定模型的口径；
- (4) 第四步，模型检验，优化模型；
- (5) 第五步，利用拟合好的模型来推断序列其他的统计性质或预测序列未来的发展。

时域分析方法的产生最早可以追溯到 1927 年，英国统计学家尤尔 (Udng Yule) 提出自回归模型 (autoregressive, AR)。不久之后，英国数学家、天文学家沃克 (G. T. Walker) 在分析印度大气规律时使用了移动平均模型 (moving average, MA) 和自回归移动平均模型 (autoregressive moving average, ARMA)，这些模型奠定了时间序列时域分析方法的基础。

1970 年，美国统计学家伯克斯和英国统计学家詹金斯联合出版了 *Time Series Analysis Forecasting and Control* 一书。在书中，伯克斯和詹金斯在总结前人研究的基础上，系统地阐述了对差分自回归移动平均模型 (autoregressive integrated moving average, ARIMA) 的识别、估计、检验及预测的原理与方法。这些知识现在被称为经典时间序列分析方法，是时域分析方法的核心内容。

2. 频域分析方法

频域分析方法也被称为“频谱分析”或“谱分析”方法。早期的频域分析方法假设任何一种无趋势的时间序列都可以分解成若干个不同频率的周期波动，借助富里埃分析，从频率的角度揭示了时间序列的规律，后来又借助了傅里叶变换，用正弦、余弦项之和来逼近某个函数。20 世纪 60 年代，伯克 (J. P. Burg) 在分析地震信号时提出最大熵谱估计理论，该理论克服了传统谱分析所固有的分辨率不高、频率泄漏等缺点，使谱分析进入一个新阶段，我们称之为现代谱分析阶段。

目前，谱分析方法主要运用于经济管理、信息工程、物理学、天文学、海洋学和气象科学等领域，是一种非常有用的纵向数据分析方法。但是由于谱分析过程一般都比较复杂，研究人员通常要具有很强的数学基础才能熟练使用它，同时它的分析结果也比较抽象，不易于进行直观解释，导致谱分析方法的使用具有很大的局限性。

本书主要研究基于时域分析方法的计量经济学模型。传统的计量经济学模型有两个重要的组成部分：线性回归模型和时间序列模型。前者侧重于研究横截面数据，后者主要研究时间序列数据。本书主要介绍这两种计量经济学模型。

1.2 计量经济学内容与建模技术

1.2.1 计量经济学的内容体系

1. 从范围讲

计量经济学包括狭义的计量经济学和广义的计量经济学。

狭义的计量经济学以揭示经济现象中的因果关系为目的，主要应用的是回归分析方

法。广义的计量经济学是利用经济理论、统计学和数学,定量研究经济现象的经济计量方法。

2. 从层次讲

可把计量经济学分为初级、中级、高级三个层次。初级计量经济学一般包括计量经济学所必需的基础数理统计知识和矩阵代数知识、经典的线性计量经济学模型理论与方法(以单一方程模型为主)、单方程模型中应用等内容。中级计量经济学以经典的线性计量经济学模型理论与方法及其应用为主要内容,包括单一方程模型和联立方程模型。在应用方面,中级计量经济学主要讨论计量经济学模型在生产、需求、消费、投资、货币需求和宏观经济系统等传统领域中的应用,注重于应用过程中实际问题的处理。在描述方法上,中级计量经济学普遍运用矩阵描述。高级计量经济学以扩展的线性模型理论与方法、非线性模型理论与方法和动态模型理论与方法,以及它们的应用为主要描述方法。

3. 从对象讲

从研究对象和侧重点的角度讲,理论计量经济学侧重于理论和方法的数学证明与推导,与数理统计联系极为密切;应用计量经济学则以建立与应用计量经济学模型为主要内容,强调应用模型的经济学和统计学基础,侧重于建立与应用模型过程中实际问题的处理。

4. 从历史讲

纵观计量经济学发展史,20世纪70年代之前发展并广泛应用的计量经济学称为经典计量经济学,其理论特征是:以经济理论为导向,建立因果分析的随机模型,模型具有明确的形式和参数,模型变量之间的关系多表现为线性关系,或者可以化为线性关系,以时间序列数据或者截面数据为样本,采用最小二乘法或者极大似然法估计模型。其应用方面的特征是:在生产、消费、投资以及宏观经济等传统的应用领域进行结构分析、政策评价、经济预测和理论检验。20世纪70年代及之后发展的计量经济学理论、方法及应用模型称为现代计量经济学,主要包括微观计量经济学、非参数计量经济学、时间序列计量经济学和动态计量经济学等。

经典计量经济学在理论方法方面的特征是:①模型类型——随机模型;②模型导向——理论导向;③模型结构——线性或者可以化为线性、因果分析、解释变量具有同等地位、模型具有明确的形式和参数;④数据类型——以时间序列数据或者截面数据为样本,被解释变量为服从正态分布的连续随机变量;⑤估计方法——仅利用样本信息,采用最小二乘法或者极大似然法估计模型。

经典计量经济学在应用方面的特征是:①应用模型的方法论基础——实证分析、经验分析、归纳;②应用模型的功能——结构分析、政策评价、经济预测、理论检验与发展;③应用模型的领域——传统的应用领域,例如生产、需求、消费、投资、货币需求以及宏观经济系统等。

非经典计量经济学一般指20世纪70年代以来发展的计量经济学理论、方法及应用模型,也称为现代计量经济学。非经典计量经济学主要包括微观计量经济学、非参数计量经济学、时间序列计量经济学和动态计量经济学等。

非经典计量经济学的内容体系包括:①模型类型非经典的计量经济学问题;②模型导向非经典的计量经济学问题;③模型结构非经典的计量经济学问题;④数据类型非经