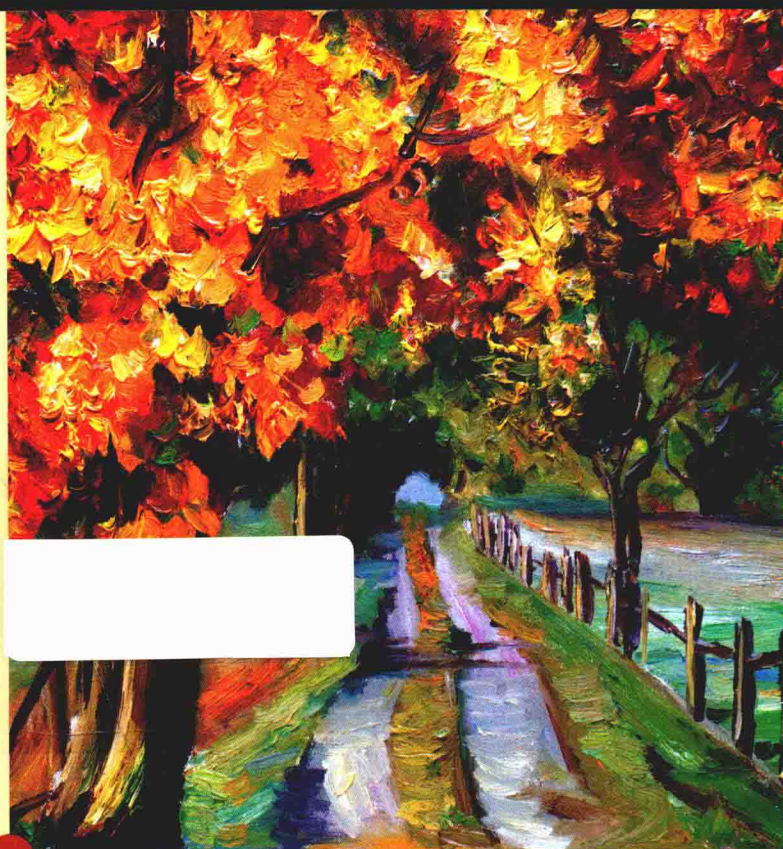


(原书第 4 版)

应用计量经济学

时间序列分析

Applied Econometric: Time Series (4th Edition)



[美] 沃尔特·恩德斯 (Walter Enders) 著
亚拉巴马大学
杜江 袁景安 译



机械工业出版社
China Machine Press

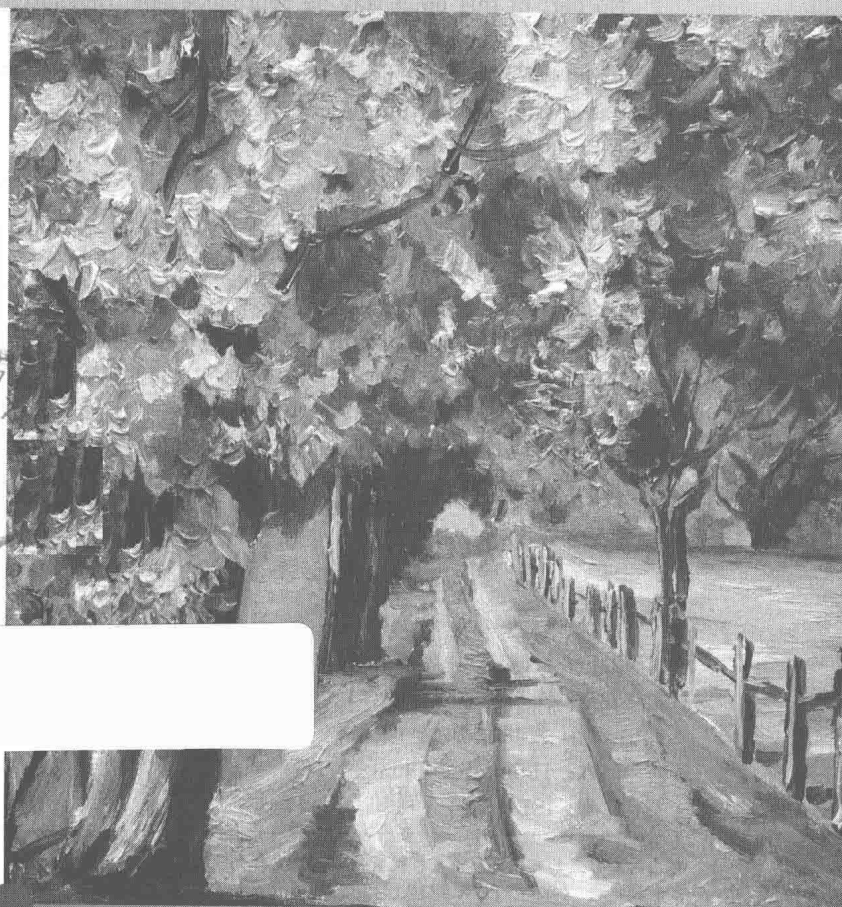
经济教材译丛

(原书第 4 版)

应用计量经济学

时间序列分析

Applied Econometric: Time Series (4th Edition)



[美] 沃尔特·恩德斯 (Walter Enders) 著
亚拉巴马大学

杜江 袁景安 译

 机械工业出版社
China Machine Press

图书在版编目 (CIP) 数据

应用计量经济学: 时间序列分析 (原书第 4 版)/(美) 沃尔特·恩德斯 (Walter Enders) 著;
杜江, 袁景安译. —北京: 机械工业出版社, 2017.9

(经济教材译丛)

书名原文: Applied Econometric Time Series

ISBN 978-7-111-57847-5

I. 应… II. ①沃… ②杜… ③袁… III. 计量经济学—教材 IV. F224.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 213277 号

本书版权登记号: 图字: 01-2017-2753

Applied Econometric Time Series (4th Edition) by Walter Enders.

ISBN 978-1-118-80856-6

Copyright © 2017 by PricewaterhouseCoopers Advisory Services, LLC.

This translation published under license. Authorized translation from the English language edition, Published by John Wiley & Sons. Simplified Chinese translation copyright © 2017 by China Machine Press.

No part of this book may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including photocopying, recording or any information storage and retrieval system, without permission, in writing, from the publisher. Copies of this book sold without a Wiley sticker on the cover are unauthorized and illegal.

All rights reserved.

本书中文简体字版由 John Wiley & Sons 公司授权机械工业出版社在全球独家出版发行。

未经出版者书面许可, 不得以任何方式抄袭、复制或节录本书中的任何部分。

本书封底贴有 John Wiley & Sons 公司防伪标签, 无标签者不得销售。

沃尔特·恩德斯所著的《应用计量经济学: 时间序列分析》(原书第 4 版) 是计量经济学领域的一部经典教材, 全书自始至终贯穿由浅入深、由简单到复杂的学习过程, 运用真实的数据举例, 阐述关键概念, 不但完整、精简, 而且非常注重应用。本书通过案例阐释计量方法的实际应用, 鲜有复杂的数学公式推导。全书的主题涵盖差分方程、平稳时间序列模型、波动性建模、包含趋势的模型、多方程时间序列模型、协整与误差修正模型以及非线性时间序列模型等内容。

本书适用于高等院校经济类专业的本科生和研究生学习, 也可供经济、分析等部门的社会工作者参考。

出版发行: 机械工业出版社 (北京市西城区百万庄大街 22 号 邮政编码: 100037)

责任编辑: 程天祥

责任校对: 殷虹

印刷: 三河市宏图印务有限公司

版次: 2017 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

开本: 185mm×260mm 1/16

印张: 23.75

书号: ISBN 978-7-111-57847-5

定价: 79.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

客服热线: (010) 88379210 88361066

投稿热线: (010) 88379007

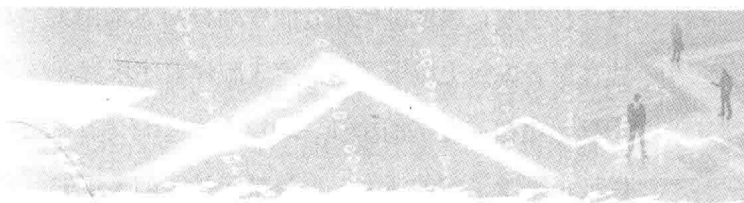
购书热线: (010) 68326294 88379649 68995259

读者信箱: hzjg@hzbook.com

版权所有·侵权必究

封底无防伪标均为盗版

本书法律顾问: 北京大成律师事务所 韩光/邹晓东



译者序

在日本广岛大学攻读硕士学位时，我就与本书第1版结缘，相伴走过了一个个寒暑。如今，我鬓已微霜，而这位“老伙计”却越发有活力。

初在日本留学时，从事计量经济学研究的人数还没有呈爆炸式的增长，因此，计量经济学相关的教材也是晦涩难懂。庆幸的是，我的指导教官选择本书第1版作为读本，我才避免了因噎废食之命运，由浅入深步入计量经济学的殿堂，有赖于它督我成长。1998年，我有幸进入秉持“海纳百川，有容乃大”校训的四川大学，在人文气息浓厚的经济学院执起了教鞭，用我所学之长播种耕耘。在之后的教学和科研中，我都参详了这位德高望重的“老伙计”，每次拜读，必有斩获。2004年10月，受国家留学基金委员会的资助，我以访问学者的身份重返广岛大学，在为期一年的访学中，又接触到了第2版，内容与时俱进，风格一如往昔。恩德斯教授讲究深入浅出，注重详细过程和步骤，强调方法的实际应用。书中的案例涉及宏观经济学、微观经济学、金融学等领域，以及作者擅长的对国际恐怖事件的研究。本着对计量经济学的热爱，虽不能开宗立派，至少也要为这门学科的传播添砖加瓦，我便萌生了将此书翻译成中文的念头。于是，在众志成城之下，第2版中文译本于2006年金秋问世。之后一年，我时常惶惑不安，唯恐弩钝之姿不堪重任，不仅没有使计量经济学中的时间序列分析在我国有所广益，反而成为计量经济学领域的害群之马。所幸读者不良反应甚少，反而偶有所得，茅塞始开。因此，在2009年第3版面世后，为加深对时间序列分析真谛的透彻理解，我想，初心不改，再次翻译并传播于众，何乐而不为呢？2011年夏天，恩德斯教授到访四川大

学经济学院，展现了他在时间序列分析方面的最新成果。我也得见这位神交已久的老师兼前辈。他在原著内封上留下了后由第3版译者序所展现的让我倍感压力也倍受鼓励的寄语。本着“驽马十驾，功在不舍”的精神，2012年的中译本出版了。对焕发青春的第4版，我的“老伙计”，我保证是秉承了你的活力，也是撸起袖子加油干的。可以说，在与“老伙计”的相伴中，我得以修正漫长而不辨方向的学术之路，辟出探窥计量经济学的门径。

时间序列分析是一种处理动态数据的方法，通过研究随机序列的规律，预测序列的走势，以解决实际问题。时间序列分析最初于自然科学大有裨益，科学工作者将所探寻事件发生的时间、频率、程度等信息记录下来，研究信息中所包含的规律，并通过探索出规律来预测未来事件的走势，解决了繁复的问题。时间序列分析作为计量经济学的一个分支，渐受学术界的重视。格兰杰（Granger）、恩格尔（Engle）和西蒙斯（Sims）等经济学家都得益于在经济时间序列方面的卓越贡献而获得诺贝尔经济学奖；顶级经济学术刊物刊登的经济、金融等诸多领域的学术论文大多采用时间序列分析方法。因此，在社会科学研究中，时间序列分析方法已经成为主流的研究方法之一。

对本书的学习虽不能帮助读者脱胎换骨，成为时间序列分析的集大成者，但能使读者将所学知识融会贯通。恩德斯先生惯用真实的案例和数据来辅助概念的学习，并且更强调实际的应用而非理论公式的推导。对于单变量序列是从1阶入手，层层递进。对于多变量时间序列也是由浅入深，循序渐进。本书所有案例都是根据理论模型设计的，且对于同一问题使用不同方法进行分析，方便读者从多角度思考。书中每种方法都有具体步骤以供读者参考，一目了然，便于自学。本书可以作为经济类、管理类以及其他学科的本科高年级及研究生学习和运用计量经济学的教材用书，同时也可作为科研工作者和实践者的参考工具。读者只要对初级计量经济学有所涉猎，就可以通过对本书的学习，逐步阅读专业期刊和从事严谨的应用研究。即使没有学过计量经济学的读者，只要稍加掌握多元回归分析的基本思想，也可直接学习本书。

迄今为止，这本书的中文译本紧跟原作的步伐，业已出至第4版了。第4版的内容在之前三个版本的基础上有所增益。新增内容涉及多变量和单变量预测的结合，多元GARCH模型的讨论，自回归分布滞后模型的定义和估计，戴维森问题和冗余参数等。本书由7章组成。第1章介绍差分方程，它是所有时间序列分析方法的理论基础。第2章介绍平稳时间序列模型，以ARMA为代表的线性随机差分方程的内容是构成时间序列经济学理论的主要部分。第3章介绍异方差条件下的时间序列处理技术，主要讲述ARCH模型的构建方法。第4章主要介绍序列是否平稳的单位根检验方法和模型的选择准则。第5章介绍多元时间序列模型，主要讲述自回归（VAR）模型的原理以及基础的VAR模型的因果关系检验、脉冲响应分析和方差分解及其他与VAR模型相关的问

题。第6章介绍协整与误差修正模型,包括协整的概念及在不同模型中的应用,考察协整变量的路径,讨论检验协整的各种方法,还涉及非平稳变量的向量误差修正模型。第7章介绍非线性时间序列模型,包括不同类型的非线性模型,讨论是否存在非线性调整的检验方法。为了巩固所学内容,每章后面都附有习题。

在本书的翻译过程中,得到了很多人士的帮助,有相识的,也有未谋面的,在此一并表示感谢。他们有:我的指导老师前川功一教授、赵昌文教授;我的学生韩旭、雷超、李丹丽、李恒、李倩、谢志超、杨文溥、易瑾、张宏波;还有我的师弟,国务院发展研究中心的朱鸿鸣副研究员。需要提及的是,机械工业出版社的杨晓莉和程天祥编辑付出了大量心血,我的家人给予了很大支持,我也要在此表示感谢。本书的译者袁景安是恩德斯教授的弟子,对原作的理解深刻,也在此表示谢意。在我使用本书的教学过程中,蒲贞子、宋跃刚、吴耀国、杨文溥等都提出了宝贵意见,特表示感谢。

本书翻译的具体分工如下:前言,杜江、袁景安、唐雨虹;第1章,杜江、袁景安、唐雨虹、许倩;第2章,杜江、张伟科、马一心、曾明;第3章,杜江、袁景安、马一心、谢正娟;第4章,杜江、许倩、闫美如、刘诗园;第5章,杜江、闫美如、王胜斌;第6章,杜江、袁景安、董晓晗、张伟科;第7章,杜江、谢正娟、董晓晗。杜江、袁景安负责校对全书,杜江负责审定和最后的统稿。

翻译是译者用自己的语言对原作进行的再加工。尽管我们与作者恩德斯有许多沟通和交流,袁景安也是恩德斯的得意门生,由于译者的专业能力和语言水平所限,书中可能也会出现不尽如人意的地方。由此对读者造成的困扰,我们深感抱歉,欢迎读者加以斧正。我的联系方式为 dujiang@scu.edu.cn。

杜江

2017年夏于四川大学经济学院

作译者简介

作者简介



沃尔特·恩德斯 (Walter Enders) 美国亚拉巴马大学经济与金融学院教授, 1975 年获得纽约哥伦比亚大学经济学博士学位。恩德斯教授在许多期刊上发表过大量的富有建树的研究论文, 这些期刊包括:《经济与统计评论》(*Review of Economics and*

Statistics), 《经济学季刊》(*Quarterly Journal of Economics*), 《国际经济杂志》(*Journal of International Economics*), 《美国经济评论》(*American Economic Review*), 《美国商务与经济统计》(*Journal of Business and Economics Statistics*), 《美国政治科学评论》(*American Political Science Review*)。

恩德斯教授与托德·桑德勒 (Todd Sandler) 曾因预防核战的行为研究而获得美国国家科学院的 ESTES 奖。在这个奖项的评语中提到, “……认知与行为科学任何领域的基础研究, 运用规范分析或实证分析, 或两者最佳的有机结合的方法, 增强了我们对核战危机的认识”。美国国家科学院颁发这个奖项用以表彰他们“用博弈论和时间序列分析的方法所做的共同研究, 刻画了国际恐怖主义分子的袭击对防御性反制措施的响应具有周期性和易变性的特征”。

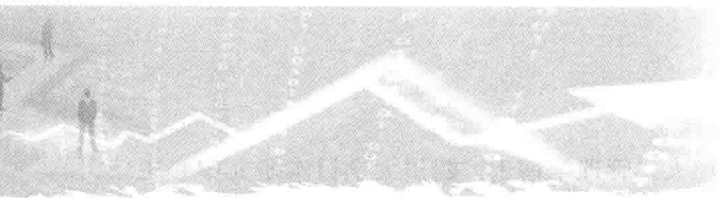
译者简介



杜江 男，甘肃敦煌人，管理学博士，四川大学日本研究中心主任，四川大学经济学院教授、博士生导师，日本广岛大学访问学者。主要致力于时间序列分析、金融工程、金融统计、公司金融和世界经济等领域的教学与研究。译著有：《应用计量经济学：时间序列分析》（第2版），《应用计量经济学：时间序列分析》（第3版），《应用计量经济学》（第6版），《应用计量经济学》（第7版），《经济预测原理》（第4版），《非线性经济时间序列的建模》《价值理论——对经济均衡的公理分析》。出版教材：《计量经济学及其应用》《计量经济学及其应用》（第2版）。国内外期刊发表论文40余篇。主持和参与国家社科基金、国家自然科学基金多项。获得四川省级科技进步一等奖和社科二等奖等。



袁景安 经济学博士，西南财经大学经济与管理研究院副教授，博士生导师。主要致力于时间序列分析、国际金融领域的研究。



前言

在开始撰写本书第1版时，我的初衷是写一本有关宏观计量经济学时间序列分析的教材。幸运的是，不少同事劝我扩大视野，拓宽内容。应用微观经济学家已经掌握了时间序列分析方法，政治学科类期刊也更注重定量研究。在之前的版本中，案例都来自宏观经济学、农业经济学、国际金融领域，还有来自我和托德·桑德勒一同对国内及跨国恐怖主义的研究。读者会发现，书中的应用实例既有宏观经济学方面的，也有微观经济学方面的，并且二者的应用比例适当。

背景

本书适合于有一定多元回归分析知识背景的读者。我假定读者了解并会应用普通最小二乘法。我所有的学生都熟悉相关性和协方差的概念，他们都知道如何在回归中使用 t 检验和 F 检验。我会使用一些术语，但不解释它们的含义，如均方误差、显著性水平、无偏估计。本书用两章来讨论多元时间序列分析方法。为了理解和学好这些章节，读者需要知道如何用矩阵代数对方程组求解。第1章是差分方程，它是本书的基石。按照我的经验，在掌握回归分析知识的基础上，又通过对本书的学习，学生就足以阅读专业期刊，也会达到从事严谨的应用研究的水平。然而，仍有一位不幸的读者，给我来信写道：“我的文章全都是按照您所讲的来写的，但投稿论文仍然没被采用，退稿了。”

书中叙述的一些方法需要程序处理。估计结构向量自回归模型 VAR

需要有足够容量的软件包来运算矩阵。蒙特卡洛算法需要大量的运算处理。估计非线性模型需要用软件包，这个软件包要含有对非线性最小二乘法 and 最大似然估计的运行程序。完全由菜单驱动的软件包无法估计每一种时间序列模型。正如我对学生所讲的，当一个时间序列模型的处理程序出现在计量经济学软件包的名单中时，它已经不新鲜了。为了更好地从书中汲取知识，你应该运用如 EViews、RATS、MATLAB、R、STATA、SAS、GAUSS 等软件。

我在书名中使用“应用”二字是非常真诚的。之所以用它，是因为我相信归纳教学法。归纳教学方法是先举简单的例子，从简单的情形出发，然后以此逐步构建更一般、更复杂的模型或过程。本书提供了每个归纳过程的详细实例，按照由简单到复杂的基本思想，每个例子都有分步骤的总结。学习方法只有一种，那就是实践，“行而学”。每章的正文部分都有大量已经解决的问题。还有，每章最后的“习题”尤其重要。你学习的例子和练习越多越好。

第 4 版的创新

我深思熟虑，非常谨慎地权衡了本书的完整性与简练性。在决定书中新引入的内容时，我非常愿意倾听，重视教师和学生传来的电子邮件。为了避免原稿过于冗长，我在补充手册（Supplementary Manual）中介绍了很多新论题。在第 2 章新增内容中，讨论了组合多种单变量预测的问题，其目的是降低总体预测误差的方差。第 3 章通过介绍波动性脉冲响应函数扩展了多元 GARCH 模型的讨论。据此，波动性扩散就要用类似于向量自回归（VAR）模型中的脉冲响应的方法计算。很多读者问及了关于自回归分布滞后模型（autoregressive distributed lag model, ADL）的问题。因此，我重写了第 5 章前面一部分，说明了定义和估计自回归分布滞后模型的合适方法。这些新的内容补充完善了第 6 章中关于在协整系统中使用自回归分布滞后模型的内容。第 7 章讨论了在原假设下的不明冗余参数的所谓的戴维斯问题（Davies problem）。在这一章，还用 Bai-Perron 方法讨论了多个内生突变（例如，潜在的突变发生于未知的时间）的问题。另外，由于突变可以很久才表现出来，在该章也论述了估计有逻辑突变的模型的过程。

有些内容放到了第 4 版的主页（网站）上，如参考文献、注释和统计表。要获取这些内容，请参考 Wiley.com/College/Enders 或访问 time-series.net。

新增内容

因为需要将一些论题放在本书之外，我准备了一本补充手册。这本手册包含了我认为比较重要（或有趣）的内容，但并不是对所有读者都是如此。书中会提示读者查看补充手册以寻求更多

关于论题的信息。

为了帮助读者编程，我编著了一本 RATS 编程手册 (Programming Manual)。当然，我没有办法取得每个平台的指南。多数程序设计者都应该能将 RATS 语言的程序转变为他们自己软件包的语言。

还有一本教师手册供给使用本书的教师。该手册包含了所有数学问题的答案。还包含了一些程序，能运行出书中所示结果和在习题中所列示的模型。手册中的版本适用于 EViews、RATS、SAS 和 STATA。

我还为每一章准备了 PPT。幻灯片中的内容都来自我上课使用的素材。因此，PPT 中强调的内容是我比较重视的。另外，部分幻灯片有扩展内容。

Wiley 使所有采用本书的教师都能获得这些手册。补充手册和编程手册的不同版本都能从 Wiley 或我的私人网站：www.time-series.net 下载。编程手册还能在 ESTIMA 网下载，网址是：www.estima.com。

即使尽我所能，毫无疑问，书中也会出现错误。如果以前三个版本为鉴，那就是出现的错误很多。因此，我会在我的网站上持续更新错误和更正单，网址是：www.time-series.net。

很多人都提出了对原稿排版、风格、清晰度的改进意见。我收到了大量读者的电子邮件，指出了书中的错误，并提出了关于书中论述的建议。我很感谢指出错误让我不断挑战的学生。尤其是 Karl Boulware、Pin Chung、Selahattin Dibooglu、HyeJin Lee、Jing Li、Eric Olson、Ling Shao、Jingan Yuan。Pierre Siklos 和 Mark Wohar 基于第 2 版的修订章节提出了非常重要的意见。我从 Barry Falk 和 Junsoo Lee 处学到了很多关于时间序列的知识，因此，特别提及并感谢他们。也要感谢我的妻子 Linda 在我生病时支持我（特别是在我写作原稿时）。

就在写第 3 版的前言时，我得知 Clive Granger 永远地离开了我们。我在明尼苏达大学休假的前几个月，得到了一次赴加州大学圣迭戈分校参加研讨的机会。那时，我正在研究迭代模型，根本就没有想过要成为一名应用计量经济学家。然而，当我初次遇见 Clive 时，他说：“在冬天，这里会比明尼苏达暖和 100 度（华氏），为什么不在这里休假呢？”于是，我改变了计划，决定留在加州大学圣迭戈分校，与众多数理经济学研究者共事。幸运的是，我碰巧完整地听了他的一节课（和 Robert Engle 共同教学），从此，深深地爱上了计量经济学的时间序列分析。我知道，告诉大家他的课如何改变了我的职业生涯，这会使他高兴的，也寄托着对他深深的哀思。他和 Robert Engle 以一种很重要的方式，影响并且引领了书中所使用的方法。



目 录

译者序

作译者简介

前言

第1章 差分方程 1

本章学习目标 1

导论 1

1.1 时间序列模型 1

1.2 差分方程及求解方法 5

1.3 迭代法求解方程 7

1.4 备选方法 11

1.5 蛛网模型 14

1.6 解齐次差分方程 17

1.7 求确定性过程的特解 25

1.8 待定系数法 27

1.9 滞后算子 31

1.10 总结 33

习题 34

第2章 平稳时间序列模型 36

本章学习目标 36

2.1 随机差分方程模型 36

2.2 自回归移动平均 ARMA 模型 38

2.3 平稳性 39

2.4 ARMA(p, q) 模型的平稳性
限制 42

2.5 自相关函数 46

2.6 偏自相关函数 50

2.7 平稳序列的样本自相关 52

2.8 Box-Jenkins 模型筛选方法 59

2.9 预测性质 62

2.10 利率差模型 68

2.11 季节性模型 75

2.12 参数稳定性和结构变化 80

2.13 组合预测 84

2.14 总结 87

习题 88

第3章 波动性建模 93

本章学习目标 93

3.1 定式化的经济时间序列 93

3.2 ARCH 和 GARCH 过程 97

3.3 通货膨胀的 ARCH 和 GARCH
估计 103

3.4 GARCH 模型的三个例子 105

3.5 风险的 GARCH 模型 111

3.6 ARCH-M 模型 112

3.7 ARCH 过程的其他性质 114

3.8 GARCH 模型的最大似然估计 119

3.9 其他条件方差模型 121

3.10 估计纽约证券交易所 100 指数 124

3.11 多元 GARCH 模型 129

3.12 波动的脉冲响应 133

3.13 总结 135

习题 136

第4章 包含趋势的模型 140

本章学习目标 140

4.1 确定性趋势和随机趋势 140

4.2 去除趋势 146

4.3 单位根与回归残差 151

4.4 蒙特卡洛方法 154

4.5 DF 检验 159

4.6 DF 检验实例 161

4.7 扩展的 DF 检验 165

4.8 结构性变化 174

4.9 有效性与确定性回归变量 180

4.10 有效性更好的检验 182

4.11 Panel 单位根检验 186

4.12 趋势和单变量分解 189

4.13 总结 195

习题 196

第5章 多方程时间序列模型 199

本章学习目标 199

5.1 干扰分析 200

5.2 传递函数模型 205

5.3 估计传递函数 213

5.4 结构性多元估计的约束 216

5.5 向量自回归 (VAR) 介绍 219

5.6 估计和识别 223

5.7 脉冲响应函数 227

5.8 假设检验 233

5.9 简单的 VAR 实例：美国与国际恐怖事件 238

5.10 结构性 VAR 241

5.11 结构性分解实例 244

5.12 过度识别系统 248

5.13 Blanchard 和 Quah 分解 251

5.14 实例：分解实际汇率与名义汇率变动 255

5.15 总结 258

习题 259

第6章 协整与误差修正模型 264

本章学习目标 264

6.1 单整变量的线性组合 264

6.2 协整与共同趋势 270

6.3 协整与误差修正模型 271

6.4 协整检验：Engle-Granger 检验方法 277

6.5 协整检验：Engle-Granger 检验方法演示 280

6.6 协整和购买力平价理论 283

6.7 特征根、秩与协整 286

6.8 假设检验 291

6.9 Johansen 协整检验方法 298

6.10 误差修正和 ADL 检验 301

6.11 三种方法的比较 303

6.12 总结 306

习题 306

第7章 非线性时间序列模型	311
本章学习目标	311
7.1 线性与非线性调整	311
7.2 ARMA 模型的简单扩展	313
7.3 非线性检验	316
7.4 门限自回归 (TAR) 模型	321
7.5 TAR 的扩展形式	325
7.6 三个门限模型	330
7.7 平滑转换模型	335
7.8 其他状态转换模型	340
7.9 平滑转换自回归 (STAR) 模型 的估计	343
7.10 一般化的脉冲响应及其 预测	346
7.11 单位根与非线性	352
7.12 更多内源性结构阶	355
7.13 总结	361
习题	362



第1章

差分方程

本章学习目标

1. 阐述随机差分方程如何用来预测,说明该方程如何产生于熟悉的经济模型。
2. 阐述解差分方程的含义。
3. 阐述如何用迭代求解随机差分方程。
4. 阐述如何求差分方程的齐次解。
5. 阐述求齐次解的过程。
6. 阐述如何求高阶差分方程的齐次解。
7. 阐述如何求确定的差分方程的特解。
8. 阐述如何用待定系数法求随机差分方程的特解。
9. 阐述如何用滞后因子求随机差分方程的特解。

导论

本书各章中讨论的所有时间序列分析方法都以差分方程理论为基础。可以说,时间序列计量经济学就是有关含随机成分的差分方程的估计。通常,将时间序列分析用于预测变量的时间路径。由于序列的可预测成分能够外推至未来的时期,因此,揭示序列的动态路径可以极大地提高预测效果。随着人们对动态经济学的兴趣日益增加,时间序列计量经济学已经重新受到重视。于是,从动态经济模型中很自然地产生了随机差分方程。经过合理估计的方程可以用于解释经济数据和进行假设检验。



1.1 时间序列模型

当代时间序列计量经济学家所面临的任务是建立相对简单的模型,使它能够用于对经济的预测、解释和假设检验。这一挑战与日俱增。时间序列分析最初主要是作为预测的辅助工具,因

此，经济学家创造了一套方法，可将序列分解成趋势性、季节性、周期性和无规则性成分。趋势性成分表现为序列的长时间内的动态，周期性成分则代表了序列有规则的周期性变动。无规则成分则是随机的，而计量经济学家所要做的就是估算和预测这个随机的无规则成分。

假设我们已经观察到了如图 1-1a 所示的 50 个样本数值，并有兴趣预测后面的取值。应用后面几章讨论的时间序列分析方法，可以把这个序列分解成图 1-1b 所示的趋势性成分、季节性成分和无规则成分。正如我们所看到的，趋势成分改变了序列的均值，而季节性成分则呈现出规则的周期模式，每过 12 个时间单位就出现一次峰值。实际上，趋势性成分和季节性成分并非图中所示的经过简化的确定性函数。现代观点认为，序列的趋势性成分、季节性成分和无规则成分中都包含了随机因素。眼下，明智的做法是抛开这些复杂的情况，这样，对第 51 期及以后的趋势性成分和季节性成分的预测会变得简单易行。

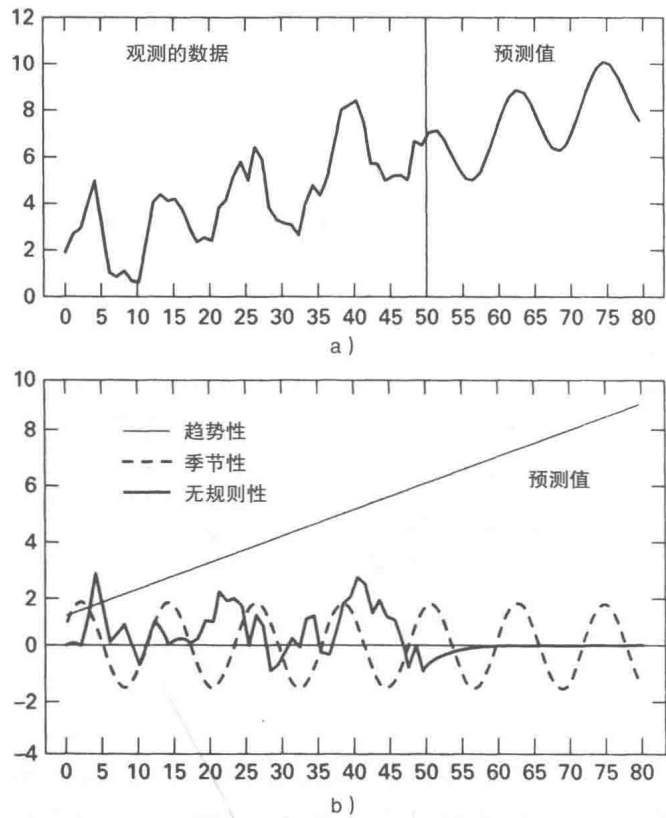


图 1-1 假设的时间序列

注意，对于无规则成分，即使缺乏定义良好的模型，在某种程度上仍是可以预测的。如果我们仔细查看图形，就不难发现，正负值是交替出现的；任一期出现一个较大值，随后都会跟着出现另一个较大值。于是，短期预测可以利用无规则成分的这一正相关性的特征。但在整个期间，无规则成分却表现出向零收敛的趋势。如图 1-1b 所示，第 50 期以后的无规则成分的预测值迅速递减，趋近于零。而图 1-1a 所示的整个预测值，实质上是每一成分的预测值的总和。

进行上述预测的一般方法是要寻找一个推动随机过程的运动方程，并使用该方程预测后面的结果。令 y_t 表示第 t 期的数据点取值；如果使用这一记号，则在图 1-1 的例子中，就假设我们观察到了 y_1 到 y_{50} 的取值。对于 $t=1$ 到 50，用来构建序列 y_t 的各成分的运动方程为

趋势性: $T_t = 1 + 0.1t$

季节性: $S_t = 1.6\sin\left(\frac{t\pi}{6}\right)$

无规则: $I_t = 0.7I_{t-1} + \varepsilon_t$

式中 T_t ——第 t 期的趋势性成分取值;

S_t ——第 t 期的季节性成分取值;

I_t ——第 t 期的无规则成分值;

ε_t ——第 t 期的纯随机扰动项。

因此,第 t 期的无规则成分就等于上一期无规则成分的 70% 再加一个随机扰动项。

上面三个方程都是差分方程(difference equation)。通常形式下,差分方程将变量表示为该变量滞后值、时间和其他变量的函数。其中,趋势成分和季节成分都是时间的函数,而无规则成分则是它的滞后值和随机变量 ε_t 的函数。介绍这组方程意在说明,时间序列计量经济学研究的是含随机成分的差分方程的估计。时间序列计量经济学家可能估计单变量序列的特征,或者估计由许多相互依存的不同变量序列构成的向量的特征。本书对单变量和多变量预测方法都有介绍。第 2 章讲述如何估计序列的无规则成分。第 3 章讨论当数据表现出周期性波动和稳定时,如何对方差进行估计。第 4 章讨论趋势估计,问题集中在趋势是确定性的还是随机性的。第 5 章讨论向量随机差分方程的特征。第 6 章则是有关多变量模型中的趋势估计。第 7 章介绍包括非线性时间序列模型在内的全新发展研究领域。

尽管预测一直是时间序列分析的重点,但随着动态经济学的重要性日益增加,时间序列分析有了新的用武之地。许多经济理论都被自然地表示为随机差分方程。更重要的是,许多模型都暗示着关键经济变量的时间路径具有可检验性。请考虑以下四个例子。

1. 随机游走假设。在最简单的随机游走模型中,认为股价的逐日变动量服从均值为 0 的特征。毕竟,如果大家都知道在第 t 天买入股票,在第 $t+1$ 天按期望的价格卖出,就可获得资本利得,那么,有效的投机将会推动当前股价上涨。同样,没有人愿意持有预期价格将会下跌的股票。从数学形式上看,模型认定股价的变动应当满足随机差分方程

$$y_{t+1} = y_t + \varepsilon_{t+1}$$

或者

$$\Delta y_{t+1} = \varepsilon_{t+1}$$

式中, y_t 为第 t 天的股票价格的对数; ε_{t+1} 为期望值为零的随机干扰项。

现在考虑更为一般形式的随机差分方程

$$\Delta y_{t+1} = \alpha_0 + \alpha_1 y_t + \varepsilon_{t+1}$$

随机游走假设要求满足可检验的约束条件: $\alpha_0 = \alpha_1 = 0$ 。拒绝这个约束条件就等于拒绝随机游走的理论。假设第 t 期的信息已知时,随机游走理论也要求 ε_{t+1} 的均值等于零;如果能够证明 ε_{t+1} 是可预测的,则随机游走假设无效。第 2 章到第 4 章将再次讨论如何恰当地估计单方程模型。

2. 诱导方程和结构方程。将差分方程组拆分成独立的单方程模型很有用处。为说明其中的关键问题,考虑具有随机形式的萨缪尔森(1939)经典模型

$$y_t = c_t + i_t \quad (1-1)$$

$$c_t = \alpha y_{t-1} + \varepsilon_{ct} \quad 0 < \alpha < 1 \quad (1-2)$$

$$i_t = \beta(c_t - c_{t-1}) + \varepsilon_{it} \quad \beta > 0 \quad (1-3)$$