

Applied Econometric Time Series

Second Edition

应用计量经济学

时间序列分析 (第2版)

[美] 沃尔特·恩德斯 (Walter Enders) 著
杜江 谢志超 译



高等教育出版社

Applied Econometric Time Series
Second Edition

应用计量经济学

时间序列分析 (第二版)

詹姆斯·H·格林 (James H. Green) 著
陈强、陈永贵 译

本书是
James H. Green
教授多年
教学经验的
结晶，是
应用计量经
济学领域的
经典之作。



约翰·威立出版公司



Applied Econometric Time Series

Second Edition

应用计量经济学

时间序列分析 (第2版)

[美] 沃尔特·恩德斯 (Walter Enders) 著

杜江 谢志超 译

 高等教育出版社

图字: 01-2005-5575 号

Applied Econometric Time Series, Second Edition / Walter Enders

Copyright © 2004 by John Wiley & Sons, Inc. All Rights reserved. This translation published under license.

图书在版编目(CIP)数据

应用计量经济学: 时间序列分析(第2版)/(美)恩德斯(Enders, W.)著: 杜江, 谢志超译. —2版. —北京: 高等教育出版社, 2006. 6

书名原文: Applied Econometric Time Series

ISBN 7-04-019397-3

I. 应... II. ①恩... ②杜... ③谢... III. ①计量经济学②时间序列分析 IV. ①F224.0②O211.61

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 043140 号

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街 4 号
邮政编码 100011
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京市南方印刷厂

开 本 787×1092 1/16
印 张 29.25
字 数 590 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 1999 年 10 月第 1 版
2006 年 6 月第 2 版
印 次 2006 年 6 月第 1 次印刷
定 价 39.00 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 19397-00



内容简介

本书共7章。第1章主要讲述差分方程。第2章主要讨论平稳时间序列模型的建模以及预测等。第3章讨论不同形式的ARCH模型。第4章着重讨论序列的单位根检验方法。第5章讨论多元时间序列模型,主要阐述向量自回归(VAR)分析方法,包括脉冲响应函数、方差分解等。第6章讨论协整的检验方法和误差修正模型。第7章主要讨论非线性时间序列模型。本书在每一章中都以简单的例子入手,逐步推广到较为复杂的模型,并提供了详尽的步骤和说明。为了巩固和消化内容,每章还提供了练习。

本书是以掌握多元回归分析的读者为对象而设计的,适合作为经济学、金融学、统计学等专业本科高年级学生和研究生教材。

作者简介

沃尔特·恩德斯(Walter Enders),美国亚拉巴马州立大学的经济学教授,1975年他获得纽约哥伦比亚大学经济学博士学位。恩德斯博士最近的研究集中于时间序列模型在经济学和金融领域的发展与运用。他已经在许多期刊上发表了多篇论文,这些期刊包括:*Review of Economy and Statistics*, *Quarterly Journal of Economics*, *Journal of International Economics*, *American Economic Review*(美国经济协会主办), *Journal of Business and Economic Statistics*(美国统计协会主办)以及 *The American Political Science Review*(美国政治科学协会主办)。他现担任国际经济学领域的三种期刊的正式编辑,以及乌克兰政府的政策顾问。他还因防止核战争方面的行为科学研究,与托德·森德勒(Todd Sandler)分享了美国国家科学院的 ESTES 奖。该奖项的认定中提到,“…认知与行为科学领域的基础研究,运用规范分析或实证方法,或两者的最佳结合,加深了我们对有关核战危机的认识。”国家科学院授予他们该奖项是因为他们“…对跨国恐怖活动的共同研究,即运用博弈论和时间序列分析证明了恐怖袭击对防御性反制措施的响应具有循环性和易变性的特征。”

译者序

时间序列分析主要是从经济领域的研究中发展起来的。迄今为止,像 Granger 和 Engle 等经济学家都是因在经济时间序列分析方面作出了卓越贡献而获得诺贝尔经济学奖。目前,国内外许多优秀期刊所刊登的有关经济、金融等诸多方面的论文均采用时间序列的分析方法。正如作者讲的那样,经济学中包括了许多时间序列的方法,甚至诸如政治经济学等其他社会科学也日趋定量化。

我最初接触这本书的第 1 版是在日本广岛大学留学的时候。后来在教学和科研活动中,有意识地参考这本书的内容。2004 年 10 月至 2005 年 9 月,受国家留学基金委员会的资助,我在广岛大学做访问学者。在此期间,又重新阅读了 2004 年出版的本书的第二版。尽管新版加入了新的内容,但原版的风貌没有改变。本书浅显易懂,案例涉及了宏观经济学、微观经济学、农业经济学、金融学等各个领域以及作者非常擅长的对跨国恐怖事件的研究,对扩大视野和掌握研究方法十分有益。因此,我萌生了将本书翻译成中文的念头,目的是让更多的读者了解和掌握时间序列的分析方法,应用时间序列的分析方法解释和解决各自领域的问题。

本书自始至终都注意由浅入深、由简单到复杂地阐述问题。书中的案例强调方法的实际应用。几乎没有复杂的数学公式,即使有也是从最简单的推导开始。对于单变量时间序列是从 1 阶开始,然后逐步推广到高阶。而对于多变量时间序列,则是从 2 个变量、3 个变量开始进行解释,然后扩展到更多的变量。本书的所有案例都是根据我们熟知的理论模型设计的,对于同一理论模型或实际问题运用了各种时间序列分析方法进行分析。每种方法都有具体的步骤,每一步都有详细的阐述,一目了然,便于读者自学。

本书可作为经济类、管理类本科高年级学生及研究生学习计量经济学的教学用书,同时,也是科研工作者和实际工作者十分有用的参考书。读者只要掌握了初级计量经济学的基础知识,就可以通过对本书的学习,逐步能够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,只要稍许花点时间了解多元回归分析的基本思想,也可直接进入对本书的学习。

本书共分七章。第 1 章介绍差分方程,差分方程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,并涵盖了 ARCH 模型的一些最新进展。

II 译者序

第4章主要介绍检验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,主要讲述向量自回归(VAR)模型的原理以及基于VAR模型的因果关系检验、脉冲响应分析和方差分解,还有其他与VAR相关的问题。第6章介绍协整与误差修正模型。在变量是非平稳的条件下,变量间有可能存在伪回归,因此,在这一章,主要介绍协整的概念以及在不同经济模型中的应用,考察协整变量的动态路径,讨论检验协整的各种方法,还介绍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。经济理论认为若干经济时间序列表现为非线性行为。在这一章,介绍了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。为了使读者巩固所学的内容,每章后面都附有习题。

本书翻译的完成有赖于众多人士的帮助和支持。四川大学经济学院、四川大学金融研究所、四川省数量经济学会都给予了热情的鼓励和支持。我在广岛大学做访问学者期间,经济学部的前川功一教授也给予了大力的支持。四川大学的赵昌文教授提出了一些宝贵的建议,高等教育出版社的于明、巨克坚编辑作了详尽指导,付出了辛勤的劳动。四川大学的数位同学也做了许多工作。还值得一提的是,我的夫人丁怡给予我充分的支持,使我能够有充裕的时间从事本书的翻译工作。在此,向他们表示感谢。

本书在翻译过程中的具体分工如下:前言,杜江;第1章,杜江、马牧;第2章,杜江、钟潇;第3章,杜江、黄文倩;第4章,杜江、谢志超;第5章,杜江、谢志超;第6章,杜江;第7章,杜江。杜江、谢志超负责修订校对全书。最后的统稿与审定由杜江负责。书中仍难免存在一些错误之处,恳请广大读者批评指正。

杜 江

2006年1月于川大望江园

前言

在修改本书的过程中,我尽量注意兼顾完整和简洁。教材的繁冗已经在一定程度上破坏了第二版良好的风貌。没有人想阅读百科全书式的论述或已经过时的方法,尤其是现在因特网为我们广泛涉猎各项专题论文提供了无限可能。因此,我尽量以第一版的读者为向导。

我收到的大多数邮件都谈到了一些关键之处。人们希望了解如何比较备择时间序列模型的样本区间外预测,鉴于此,我对第2章的最后一部分进行了重新编排,并较为详细地阐述了对样本区间外预测进行比较的 Granger - Newbold (1976) 和 Diebold - Mariano (1995) 检验。第3章涵盖了 ARCH 模型一些最新进展,包括 IGARCH、EGARCH 和 threshold - GARCH (TGARCH) 模型的讨论,同时也强调了条件方差的预测。第一版的许多读者都很关注多元协整向量和兼有平稳和非平稳变量回归方程的推论,对多元协整向量以及兼有 $I(1)$ 和 $I(2)$ 变量协整的检验在第6章中作了讨论。我使用了 Sims、Stock 和 Watson (1990) 的结论来讨论诸如单位根检验中恰当滞后长度的筛选,向量自回归和协整检验等问题。同样,在对非平稳变量推演一般到特殊建模的过程中(见第6章)也自然涉及这一点。第二版最大的变动是增加了整整一章来讨论非线性时间序列模型。不仅在权威期刊上有大量关于非线性时间序列模型的文章,而且还有专门侧重于非线性经济和计量模型的专刊。

我最初打算写一本关于时间序列宏观计量经济学的教材。幸好,许多同事劝我扩大视野。毕竟,应用微观经济学中包括了许多时间序列的方法,而政治科学类期刊也变得日益定量化。与第一版相同,本书案例取自宏观经济学、农业经济、国际金融以及我和 Todd Sandler 一同进行的跨国恐怖主义研究。读者会发现这些案例使宏观经济与微观经济的运用尽量达到了平衡。

本书是为那些具有多元回归分析基础的人设计的,我假定读者能够理解并使用普通最小二乘法。我的学生都熟悉自相关和协方差的定义,他们也知道如何在回归中运用 t 检验和 F 检验。我也直接使用了诸如均方误差、显著性水平和无偏估计等专业术语。本书有两章关于多元时间序列处理技巧的探讨,为了帮助读者顺利理解这些章节,读者有必要了解如何运用矩阵代数解联立方程。第1章差分方程是本书的基础。根据我的经验,这些内容和回归分析的知识足以使学生能够阅读专业期刊并从事严谨的应用性研究。

我在标题里使用“应用”二字是经过深思熟虑的。为了达到这个目的,我坚信通

II 前言

过归纳进行知识的传授,这种阐述方式是从一个简单的例子推广到更普遍、更复杂的模型。同时,提供运用每种方法的具体事例。每种方法的阐述都包含了所涉及具体步骤的归纳,这种阐述方式也就是从实践中学习的典范。每章中都包括了大量已经求解的问题,而每章末的习题尤其重要。我们鼓励读者研究尽可能多的例子,做尽可能多的练习。对采用本教材的学生还附有辅导手册。

本书阐述的部分方法需要用条理清晰的程序来处理。结构 VARs 需要用可进行矩阵操作的软件包进行估计。非线性模型需要用可估计非线性最小二乘法和最大似然估计的软件包进行估计,而完全用菜单操作的软件包往往不能估计各种形式的时间序列模型。正如我所告诉学生的那样,一旦某种方法出现在计量经济学软件包的菜单上,它就不再是最新的。因此,为了处理所有的案例和习题,建议读者有必要了解诸如 EVIEWS、MICROFIT、PC-GIVE、RATS、SAS、SHAZAM 或 STATA 等软件包。

诸如 MATLAB 和 GAUSS 等矩阵包对估计一元模型并不方便。每种软件包都具有自己的一套程序语言,为了帮助读者进行程序设计,我为本书编写了程序指南,读者可以从 Wiley 的网址或我的个人网页 www.cba.ua.edu/~wenders 下载。ESTIMA 在 www.estima.com 为 RATS 用户提供了一个编程指南的更新版本。当然,我不可能在指南中编入所有软件包的操作说明,大多数程序设计者应该能够将某种语言编写的程序转换成他们个人软件包中所使用的程序语言。

尽管我做了各种努力,但教材中的错误在所难免。若以第一版为基础,那么错误之处必然很多。我会在我的网页:www.cba.ua.edu/~wenders 上登载打印稿和更正。并且,时间序列的处理方法发展得很快,我会自己的网页上持续登载最新研究成果和观点,使读者可不断更新相关知识。我也非常乐意登载读者所拥有的一些有用程序或有益的交流,我的 Email 地址是:wenders@cba.ua.edu。

许多人对改进书稿的结构、形式和用词提出了宝贵意见。我要感谢我的学生,是他们让我不断接受挑战并迅速指出我的错误。我要感谢 Pierre Siklos 和 Mark Wohar, 他们为修改本书提出了诸多重要建议,他们同时还用相应的程序检验了本书所示的估计结果。我要感谢 Pin Chung, Maria Crawford 和 Jingan Yuan, 他们仔细阅读了原稿的大部分章节并指出了不少失误,这对我帮助极大。我要感谢 Harvey Cutler、Selahattin Dibooglu 和 Barry Falk, 他们为第一版提出了大量建议,在本版中也都得到了体现。我还要感谢一些素未谋面的人(有 Denise Young, Jung Hoon Keem 和 Celal Kuguker), 他们写信指出了首版中的部分疏漏和错误之处。最重要的是,我要感谢我的爱妻 Linda, 是她一直支持我完成手稿。

郑 重 声 明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人给予严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话：(010) 58581897/58581896/58581879

传 真：(010) 82086060

E - mail：dd@hep.com.cn

通信地址：北京市西城区德外大街 4 号

高等教育出版社打击盗版办公室

邮 编：100011

购书请拨打电话：(010)58581118

策划编辑	于 明
责任编辑	巨克坚
封面设计	刘晓翔
责任绘图	朱 静
版式设计	范晓红
责任校对	金 辉
责任印制	尤 静

目 录

第 1 章 差分方程 1

- 1.1 时间序列模型 1
- 1.2 差分方程及解法 6
- 1.3 迭代法解方程 8
- 1.4 备选解法 12
- 1.5 蛛网模型 16
- 1.6 解齐次差分方程 20
- 1.7 求确定性过程的特解 28
- 1.8 待定系数法 30
- 1.9 滞后算子 36
- 1.10 总结 38
- 习题 39
- 尾注 41

- 附录 1.1 虚根和 de Moivre 定理 41
- 附录 1.2 高阶方程中的特征根 43

第 2 章 平稳时间序列模型 45

- 2.1 随机差分方程模型 45
- 2.2 自回归移动平均 ARMA 模型 48
- 2.3 平稳性 49
- 2.4 ARMA(p, q)模型的平稳性限制 52
- 2.5 自相关函数 57
- 2.6 偏自相关函数 61
- 2.7 平稳序列的样本自相关 63
- 2.8 Box-Jenkins 模型筛选方法 72
- 2.9 预测性质 75
- 2.10 生产者物价指数(PPI)模型 82
- 2.11 季节性模型 88
- 2.12 总结 94
- 习题 94
- 尾注 98

II 目录

附录 2.1 MA(1)过程的估计	99
-------------------	----

附录 2.2 模型筛选准则	100
---------------	-----

第3章 波动性建模 103

3.1 定式化的经济时间序列	103
3.2 ARCH 过程	107
3.3 通货膨胀的 ARCH 和 GARCH 估计	113
3.4 实例:PPI 的 GARCH 模型	117
3.5 风险的 GARCH 模型	120
3.6 ARCH - M 模型	122
3.7 GARCH 过程的其他特性	125
3.8 GARCH 模型的最大似然估计	130
3.9 其他条件方差模型	132
3.10 估计纽约证券交易所综合指数	136
3.11 总结	142
习题	143
尾注	147

第4章 包含趋势的模型 148

4.1 确定性趋势和随机趋势	148
4.2 除去趋势	156
4.3 单位根与回归残差	162
4.4 Monte Carlo 方法	166
4.5 DF 检验	172
4.6 DF 检验实例	175
4.7 扩展的 DF 检验	180
4.8 结构性变化	190
4.9 有效性与确定性回归变量	197
4.10 趋势和单变量分解	204
4.11 Panel 单位根检验	213
4.12 总结	217
习题	218
尾注	221
附录 自助法	222
尾注	226

第5章 多方程时间序列模型 227

5.1 干扰分析	227
----------	-----

5.2	传递函数模型	234
5.3	估计传递函数	244
5.4	结构性多元估计的约束	248
5.5	向量自回归 (VAR) 介绍	251
5.6	估计和识别	256
5.7	脉冲响应函数	259
5.8	假设检验	267
5.9	简单的 VAR 实例: 西班牙的恐怖事件和旅游业	273
5.10	结构性 VAR	276
5.11	结构性分解实例	280
5.12	Blanchard 和 Quah 分解	287
5.13	实例: 分解实际汇率与名义汇率变动	292
5.14	总结	296
	习题	297
	尾注	302

第 6 章 协整与误差修正模型 304

6.1	单整变量的线性组合	304
6.2	协整与共同趋势	310
6.3	协整与误差修正模型	312
6.4	协整检验: Engle - Granger 检验方法	319
6.5	协整检验: Engle - Granger 检验方法演示	322
6.6	协整和购买力平价理论	327
6.7	特征根、秩与协整	330
6.8	假设检验	337
6.9	Johansen 协整检验方法	345
6.10	一般到特殊建模方法	349
6.11	总结	354
	习题	355
	尾注	359
	附录 6.1 协整向量推导	360
	附录 6.2 特征根、平稳性与秩	362

第 7 章 非线性时间序列模型 369

7.1	线性与非线性调整	369
7.2	ARMA 模型的简单扩展	371
7.3	门限自回归 TAR 模型	374
7.4	TAR 的扩展形式与其他非线性模型	380

IV 目录

7.5 非线性检验	386
7.6 状态转换模型的估计	394
7.7 一般化的脉冲响应及其预测	402
7.8 单位根与非线性	408
7.9 总结	413
习题	414
尾注	416

统计表	418
-----	-----

参考文献	424
------	-----

索引	433
----	-----

第1章

差分方程

1

导论

本书各章中运用的所有时间序列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,我们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期间,因此,揭示序列的动态路径可使得预测效果大为改善。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开始受到新的重视。于是,从动态经济模型中很自然地产生了随机差分方程,经过恰当估计的方程可以用于解释经济数据和进行假设检验。

本章要实现以下3个目标:

(1) 解释如何运用随机差分方程进行预测,并举例说明如何从熟悉的经济模型中得到这类方程。本章的目的不在于专门介绍有关差分方程的理论,而仅仅是展示那些对恰当估计线性时间序列模型至关重要的方法,并主要集中在单方程模型,而多变量模型将在第5章和第6章中进行讨论。

(2) 解释什么是求解差分方程。根据方程的解可确定变量的时间路径是稳定的还是发散的。掌握稳定性条件方面的知识对理解时间序列计量经济学的最新进展至关重要。如今,有关时间序列的文献特别关注平稳与非平稳性变量的问题,而稳定性条件则构成了平稳性条件的基础。

(3) 演示如何求解随机差分方程。可用于求解的方法有多种,每一种都有自己的优点,大量的例子可以帮助我们理解这些不同的方法。请试着仔细推算每一个例子。作为额外的训练,我们可以完成本章末的习题。

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,能够用于经济数据的预测、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,可将序列分解为趋势性、季节

2

性、周期性和无规律性(或称无规则)成分。由于每一个可预测成分都能被外推至未来期间,因此,揭示序列的动态路径,有利于提高预测精度。

假设你观察到图 1.1 所示的 50 个数值点,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,可以将该序列分解成图 1.1 下半部所示的趋势性、季节性和无规律性成分。正如我们所看到的,趋势改变了序列的均值,而季节性成分则呈现出规则的周期模式,每 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 1.1 中所示的经过简化的确定性函数。运用经济数据分析,我们会很容易发现,序列的趋势性、季节性和无规律性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 50 期以后的趋势性和季节性成分的预测会变得简明易懂。

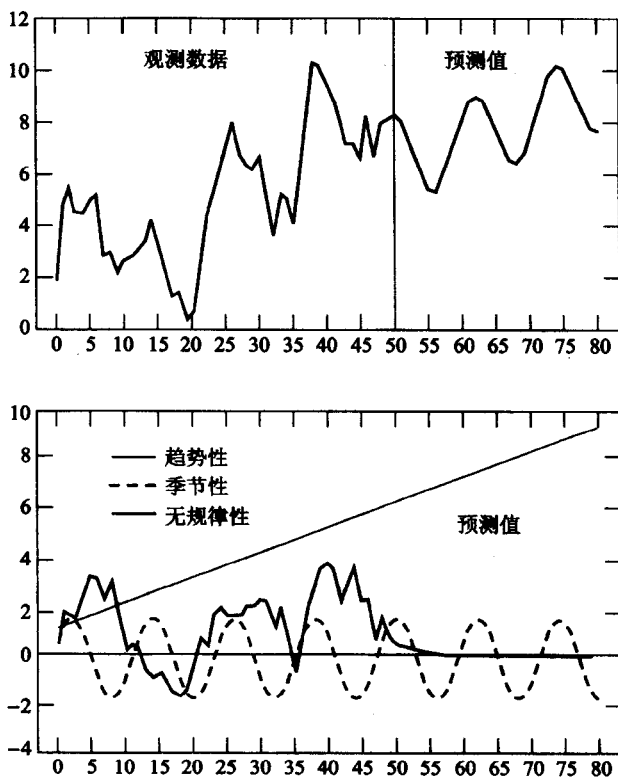


图 1.1 假设的时间序列

3

注意,即使没有一个定义良好的模型,无规律性成分在某种程度上仍是可以预测的。如果我们仔细查看图形,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。短期预测可以利用无规律性成分的这一正相关性。但在整个期间,无规律性成分却表现出向零收敛的趋势。如图 1.1 的下半部