

211

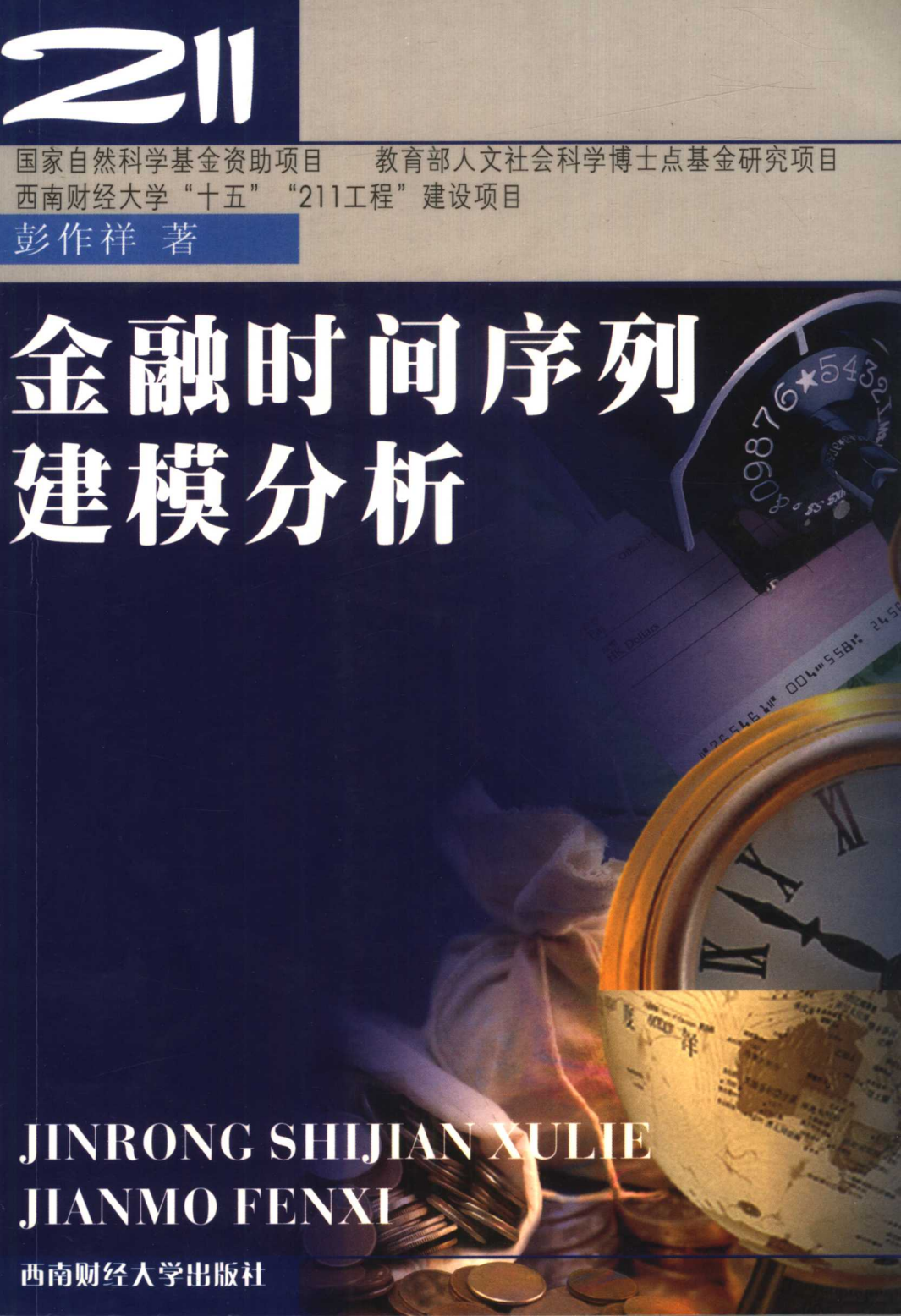
国家自然科学基金资助项目 教育部人文社会科学博士点基金项目
西南财经大学“十五”“211工程”建设项目

彭作祥 著

金融时间序列 建模分析

JINRONG SHIJIAN XULIE
JIANMO FENXI

西南财经大学出版社



211

国家自然科学基金资助项目 教育部人文社会科学博士点基金研究项目
西南财经大学“十五”“211工程”建设项目

彭作祥 著

金融时间序列 建模分析

JINRONG SHIJIAN XULIE
JIANMO FENXI

西南财经大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

金融时间序列建模分析/彭作祥著. —成都:西南财经大学出版社,2006.4

ISBN 7-81088-431-X

I. 金... II. 彭... III. 时间序列分析—应用—金融—分析 IV. F83

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 002953 号

金融时间序列建模分析

彭作祥 著

责任印制:杨斌

责任编辑:李霞湘

封面设计:杨红鹰

出版发行:	西南财经大学出版社(四川省成都市光华村街 55 号)
网 址:	http://press.swufe.edu.cn
电子邮件:	xcpres@mail.sc.cninfo.net
邮政编码:	610074
电 话:	028-87353785 87352368
印 刷:	四川森林印务有限责任公司
成品尺寸:	148mm×210mm
印 张:	9.875
字 数:	240 千字
版 次:	2006 年 4 月第 1 版
印 次:	2006 年 4 月第 1 次印刷
印 数:	1—2000 册
书 号:	ISBN 7-81088-431-X/F·382
定 价:	18.80 元

1. 如有印刷、装订等差错,可向本社营销部调换。
2. 版权所有,翻印必究。

序

本书是国家自然科学基金资助项目“具有 ARCH 类误差项高频金融时序模型的单位根检验研究及在金融市场管理中的应用”(70371061)和教育部人文社会科学博士点基金项目(03JB790011)的研究成果,同时也是西南财经大学“十五”、“211工程”项目的研究成果。

金融计量经济学源于经济学家对金融市场价格波动规律的分析,它可以追溯到法国数学家 Louis Bachelier 非同寻常的博士论文中的投机价格随机游走模型和对布朗运动性质的分析,而市场有效性假说及金融创新对金融计量建模技术和方法论的研究产生了持久而深远的影响。随着金融市场的不断完善和相关数据的大样本化、计算机技术和编程技术的不断提高,对金融学理论(特别是市场有效性假说)的检验、金融市场动态演化过程的实证分析、金融市场风险的防范与预测以及金融高频时序建模技术的研究提出了很多复杂而又艰深的计量模型;同时也要求研究者有更高、更宽泛的数学与金融学基础。

金融计量经济学在中国的传播与发展是最近十来年的事,目前还处在学习与成长阶段。我虽出身于数学系,但置身于金融计量建模技术的研究,特别是研究随机过程的收敛性、大样本理论、随机分析等内容时,才深感自己所学甚少。此书是我的博士学位论文修改而成,虽几经修改,但深感研究水平有限,肯定会存在不足和缺陷,恳请专家、学者批评和指正。

是以为序。

彭作祥

2005年11月于西南大学

内容提要

经济建模技术及方法是国内外经济学家、计量经济学家研究的中心问题。而随着金融市场和相关技术的不断完善,金融市场相关数据的可得性及大样本化,对金融理论、金融假说、金融市场的演变过程及金融计量技术与方法论的研究已成为当今计量经济学研究的热点。本书集中于金融时序计量建模技术的研究,其研究视角是从高频金融时间序列特有的统计特征入手,系统展开金融时序建模方法论的研究,即如何诊断高频金融时序的肥尾特征、长记忆性、平稳性和波动集束现象,如何通过局部的建模分析扩展到对时序的整体特征的建模分析,从而有效地逼近金融时序的生成过程。书中使用的深沪两股票市场综合价格指数的收益率时序、德国马克对美元汇率的收益率时序贯穿于整个建模方法的实证分析部分,把理论研究和实证分析有机地结合起来;同时,随机模拟分析已是计量建模技术中一种重要的研究手段,在某些章节,我们使用了大量的随机模拟分析对相关的建模技术进行了较深入的研究。基于高频时间序列的建模方法论研究、实证分析和随机模拟分析的结合,是本书建模方法论研究最困难也最具有特色的地方。

本书试图通过分形理论和行为金融学理论对高频金融时序的特征及产生原因进行分析,并在此基础上切入到对高频金融时序建模方法论的研究。金融时间序列数据的生成过程是人类投资决策的最终反映,其特有的统计特征应回归于对投资者在特定的(金融)市场环境的投资决策行为的经济学分析。同时,通过各

种计量建模技术搜索并逼近数据的生成过程,能有效地刻画金融时序的基本特征和金融市场的动态演变过程、检验已有的经济理论和金融假说,并有利于资产定价和投资风险的估计与预测。

本书的结构安排和主要内容如下:

第1章引言部分为问题提出、研究思路及篇章结构安排。

第2章通过对金融市场中投资者的投资决策行为进行经济学分析,解释高频金融时序的尖峰肥尾、波动集束、条件方差时变性和长记忆性等统计特征,也即解释这些公认的金融现象产生的原因是什么。行为金融学理论是分析这些金融现象的主要工具,它强调套利的有限性和投资者认知过程中普遍存在的系统偏误,并以此为基础对以理性预期为基础的市场有效性假说提出质疑。但行为金融学忽视了特定社会的宏观经济背景和制度环境、历史变迁过程、特定的民族传统等对投资者行为的影响。本文尝试把这些因素结合起来,解释高频金融时序特有的统计特征。

第3章使用极值理论估计并检验度量高频金融时序的肥尾程度的参数——尾指数,讨论尾指数在风险管理中的应用。其意义在于投资者、金融机构在关注预期收益的同时,更关注投资期间潜在的损失,即更关注如何根据市场提供的信息有效地估计和预测风险,并通过对金融资产的重新组合而避免巨大的经济损失;政府监管部门通过对金融市场的潜在风险的估计与预测,适时、有效地干预金融市场的过度波动,保证经济的健康、持续的发展。

第3章使用极值理论及相关知识,局部拟合收益率的分布或密度,有效地估计和预测风险值,避免因整体拟合失真而导致估计与预测的无效。而风险值的估计与预测的基础为尾指数的估计,我们通过 GEV、GPD 和 POT 三种方法进行系统性的估计与检验。对尾指数的研究具有重要的意义:一方面,尾指数度量了金融时序(如收益率)的密度函数的肥尾程度,并可有效地估计与预测风险;另一方面,对上下尾指数的比较分析,可以从定量的角

度刻画金融市场中杠杆效应的存在性和强度的大小,对建立反映杠杆效应的 GARCH 族模型的条件方差的设定提供理论与实证分析基础。

在第 3 章的建模过程中,均使用方法论研究与实证分析相结合的分析方法。实证分析中,关于风险估计与预测,另一种方法为使用 GARCH 族模型进行估计与预测。因此,对使用极值理论与使用 GARCH 族模型估计与预测风险的实证性作对比分析是十分有意义的。实证分析表明,两种模型结合分析,能有效提高金融风险的动态管理过程。

第 3 章的建模分析依赖于时间序列平稳性的检验,第 4 章、第 5 章、第 6 章本质上都是研究金融时序的平稳性,但侧重点不同,其对应的研究方法也不同。

第 4 章讨论金融时序长记忆参数的估计,主要考虑涉及分整参数的 ARFIMA 模型、高斯半参数方法和 GPH 非参数估计方法,并应用于沪深两市的收益率的长记忆性的实证分析。对收益率时序长记忆性的研究有助于检验金融假说和金融理论,同时为金融时序的计量建模提供信息。如果时序具有长记忆性,则市场有效性假说将不成立,从统计的角度实证支持行为金融学理论。同时,我们认为使用上述方法估计与检验时序的长记忆性,是逼近真实数据生成过程中对时序的预检验部分,它是系统地建立波动模型的基础之一。在第 4 章中,我们通过随机模拟的方法提出了一些关注的问题,如:通常的自相关或偏相关函数是否可以确定 AR(FI)MA 模型的 AR 或 MA 的滞后阶数,特别在研究高频金融时序时会怎样;ARFIMA 模型在没有捕捉到金融时序的肥尾特征、波动集束现象的情况下,所估计的长记忆参数的有效性如何;长记忆性来自数据生成过程的条件均值还是条件方差等等。

第 5 章为时间序列的单位根或平稳性检验。第 5 章的创新主要体现在两方面:一是提出了动态的 ADF 单位根检验和 KPSS 平稳性检验,相对于静态的检验方法,动态的检验过程将获得更



多的信息,如异常值对单位根检验或平稳性检验的影响,关注参数及对应的 t 值的变动过程,随机模拟和实证分析说明动态的检验方法能提高检验的有效性;二是使用变参数模型/变参数 - GARCH 模型检验时序的平稳性,它们的最大优点在于减小了异常值或模型结构变化对平稳性检验的影响。本文应用上述检验方法对沪深股市收益率的平稳性进行了检验。

第 6 章较系统地随机模拟分析具有 GARCH - error 金融时序的 ADF 单位根检验问题,它是第 5 章的进一步深化和创新。ADF 单位根检验本质上是对数据生成过程的检验,但 ADF 单位根检验的数据生成过程与扰动项为 GARCH 族过程的数据生成过程是完全不同的。在实证分析中,使用 ADF 方法检验时序的平稳性时通常设定数据生成过程为 AR(p) 过程,而关注时序的波动特征时,则设定扰动项为特定的数据生成过程。因此对具有 GARCH - error 的时间序列使用 ADF 单位根检验的有效性如何,也即 ADF 单位根检验在多大程度上包容具有 GARCH - error 的时序的单位根检验,具有 GARCH - error 的单位根过程对 ADF 检验的临界值、势函数和实际显著水平的影响程度怎样,主要关注 GARCH 过程中设定条件分布为 t 、skewed - t 和 GED 分布时,它们对 ADF 单位根检验的影响,时序波动的持久性程度对 ADF 检验的临界值和有效性的影响。我们通过随机模拟的方法对上述问题进行了具体的分析。

文章首先分析 Dickey 和 Fuller 的(A)DF 单位根检验的有效性,其次通过随机模拟分析具有 GARCH - error 时序的(A)DF 单位根检验。由于随机模拟中涉及较多的参数,第 6 章的重点是问题的提出和具有代表性的数据生成过程所对应的单位根检验的临界值、势函数和实际显著水平的随机模拟。随机模拟中,我们考虑了条件方差方程为 GARCH(1,1)、near - IGARCH(1,1)(即考虑波动具有较强的持久性),均值方程为 AR(1),条件分布为标准正态、 t 、GED 和 skewed - t 分布。通过对所设定的模型的临界

值、势函数和实际显著水平的随机模拟,我们得到了波动的持久性强烈地影响检验的临界值和 size distortion,不同的条件分布的设定和使用不同的检验统计量将影响单位根检验的有效性等有意义的结论。

第6章的实证分析表明伪 GARCH 现象的存在可能源于 GARCH 模型设定的随意性和非系统性。因此,系统性地建立 GARCH 模型从而逼近真实的数据生成过程,构成了第7章的主要内容,其建模过程遵从一般到特殊的思想。

GARCH 族模型的设定由三部分组成,即均值方程、条件方差和扰动项的条件分布。我们提出的事前检验在于系统性地确定均值方程、条件方差和扰动项的条件分布,而事后检验有助于建立相对最佳的 GARCH 模型,同时对估计结果进行系统性的检验能有效地避免伪 GARCH 现象的发生。因此,第7章重在强调如何系统地建立 GARCH 模型和进行检验,同时通过实证分析建立深沪两市的收益率的波动模型,间接的结果是对我国股市的有效性分析。

关键词:肥尾;长记忆性;波动集束;尾指数;极值理论;风险值;动态单位根检验;动态平稳性检验;变参数(-GARCH)模型;具有 GARCH-error 的 ADF 检验;GARCH 族过程;随机模拟。

ABSTRACT

Economic modelling technology and methods have become the central part on their research fields of the economists and econometricists. Today, Testing the financial theories and related hypothesis, analyzing the evolvement of financial markets, and studying financial econometric technologies and methods have becoming to the kernel in econometrics analysis with the completion of financial markets and related technologies, and readability of datasets with large sample size. This book concentrates on econometric modeling analysis on high frequency financial time series. Based on the special characteristics of high frequency financial time series, we systematically expand econometric modeling by methodology studies, empirical analysis and Monte Carlo simulations along with statistical diagnoses and testing the fat-tailedness, long memory property, stationarity and volatility clustering, which reduce processes on searching suitable models to approach the true financial data generating processes, and help explain financial phenomena, test economic theories, which also help assets pricing, estimation and forecasting financial risk. In order to embody the main characteristics of high frequency financial time series by econometric methodology and empirical analysis, three log - return time series from Shanghai and Shenzhen stock markets, spot exchange rate on DM to US Dollars, are used throughout the whole book.

The thought of modelling analysis on high frequency financial time series is based on the special characteristics of high frequency financial time series and reasons behind the nature. Financial data generating processes are the results of decision – making processes of human behavior, which lead us to explain the special characteristics of high financial time series by analyzing the decision – making processes of investors on given surroundings of financial markets, which is the economic base of financial econometric modeling analysis. After that, the question is how to characterize the special characteristics of high financial time series and dynamic varying process of financial markets by approximating the true data generating process based on methodology analysis, empirical studies and Monte Carlo simulations.

The arrangement and main ideas of this book are:

Chapter 2 tries to explain the special characteristics of high frequency financial time series relying on the decision – making processes of investor’s behavior on given market surroundings. The main tools are behavior finance theory and fractal market theory combining with outer – limitations such as macro economic backgrounds, institutional surroundings, history switching and traditions of human beings.

Based on Chapter 2, the rest chapters are econometric modeling analyses relying on the characteristics of high frequency financial time series.

In Chapter 3, we use extreme value theory and related properties to estimate and test the tail index parameter which measures the degree of fat-tailedness of distribution on high frequency financial time series. Applications are estimation and forecasting financial risk using Value – at – Risk (VaR) based on GEV, GPD or POT methods

which may be superior to those related to GARCH models. The significance of estimation tail index parameter is that not only help us detect the degree of leverage effect, but also help us set suitable GARCH models to reflect the leverage effect on conditional variance equation.

Testing the stationarity, one of the main topics on time series methodology analysis, is included in Chapter 4, Chapter 5 and Chapter 6. But the methodology analyses are different as they detect different characteristics on considered time series.

In Chapter 4, we consider estimation the long memory parameter of high frequency financial time series. The estimation methods are limited to ARFIMA models, Gaussian semi-parametric method and GPH non-parametric estimation with applications to estimate long memory properties on log-return series of Shanghai and Shenzhen close price index. Long memory properties of high frequency financial time series may conflict the efficiency market hypothesis which implies that past information can't help investors obtain excess returns and the log-return series follows the martingale difference process. Meanwhile, estimation the long memory property of a time series is only a part of pre-modeling, which is one of the bases of modeling fluctuation models. In Chapter 4, some questions related to estimation long memory parameter are proposed.

In Chapter 5, we return to unit root test and stationarity test on time series analyses. Based on ADF unit root test and KPSS stationarity test, we proposed dynamic ADF unit root test and KPSS stationarity test which give us more information on test statistics and interesting parameters, and may improve the power of test. Another method is using time varying parameter (or time varying parameter - GARCH) model to test stationarity on considered time series. This



kind of testing method may reduce the effects of out - liers and structure changes of considered time series. Empirical studies are detecting the stationarity of the three log - return financial data.

Chapter 6, the deeper consideration on unit root tests, systematically analyzes the ADF unit root tests of financial time series with GARCH error term through Monte Carlo simulation. There may exist methodology confliction between ADF unit root tests and GARCH models. When testing the stationarity of high frequency time series, we set the data generating process as AR (or ARMA) process. As considering the fluctuation of the financial data, we set the error term of the model has a special data generating process (i. e. GARCH processes). The question is how about the power of ADF unit root tests when the error term follows GARCH process. More precisely, if a unit root process has a GARCH error, how about the critical values of ADF unit root test and size distortion, and how about the power of ADF unit root test if we consider the error term has GARCH effect.

In Chapter 6, firstly we consider the variation of testing power on ADF unit root tests given the data following AR process with normal error by Monte Carlo simulations. The rest is considering the critical values, power and size distortion of ADF unit root tests as the error term has GARCH effect. We concentrate on two factors, the settings of conditional distributions and degree of persistence of fluctuation. Our limited simulations show that the degree of persistence dramatically affects the critical values and size distortion on the ADF unit root tests. Another result is that the power of ADF unit root test changes with different unit root test statistics and (or) conditional distributions.

Chapter 7 systematically concentrates on modeling and testing

GARCH data generating processes that is one of the main econometric modeling technologies on grasping the fluctuation of high frequency financial data. In empirical studies, there exists arbitrarily settings, or only considering part of characteristics and lack of pre-analyses and post testing as using GARCH models to embody the volatility clustering, time varying conditional variance of high frequency financial data, which may lead to spurious GARCH models. This chapter pays more attention of pre-diagnoses and post-testing on modeling GARCH models. Empirical studies are on the log-return series of closed price indexes of Shanghai and Shenzhen stock markets.

Keywords: fat tail; long memory property; volatility clustering; extreme value theory; tail index; Value at Risk; dynamic unit root test; dynamic stationarity test; time varying (- GARCH) models; ADF unit root test with GARCH - error; GARCH processes; Monte Carlo simulation.

目 录

1 导言	(1)
§ 1.1 问题的提出与研究思路	(1)
§ 1.2 结构安排和主要内容	(3)
2 高频金融时序统计特征与投资主体行为分析	(12)
§ 2.1 前言	(12)
§ 2.2 高频时间序列统计特征	(14)
§ 2.3 投资主体行为分析	(22)
§ 2.3.1 密度函数的肥尾性、分布的非正态性和序列的非 独立性	(26)
§ 2.3.2 波动集束现象	(27)
§ 2.3.3 条件方差时变性	(28)
§ 2.3.4 长记忆性	(28)
§ 2.3.5 尖峰现象	(29)
§ 2.4 浅议传统与现代建模方法	(30)
§ 2.4.1 传统建模的设定及其局限性	(30)
§ 2.4.2 现代建模方法	(32)
3 肥尾度量与风险刻画	(34)
§ 3.1 引言	(34)
§ 3.2 肥尾描述	(36)
§ 3.2.1 肥尾定义	(37)

§ 3.2.2	QQ 散点图的基本思想	(37)
§ 3.2.3	t 、skewed- t 和 GED 分布的尾部特征	(39)
§ 3.3	极值理论基础	(42)
§ 3.3.1	极值类型定理	(43)
§ 3.3.2	尾指数估计量	(44)
§ 3.4	尾指数估计与检验	(45)
§ 3.4.1	块最大值法	(45)
§ 3.4.2	广义 Pareto 分布法	(46)
§ 3.4.3	POT 法	(48)
§ 3.5	三收益率尾指数估计	(49)
§ 3.5.1	三收益率尾指数的初步估计	(49)
§ 3.5.2	三收益率尾指数的估计与检验	(53)
§ 3.6	风险值的估计与预测	(65)
§ 3.6.1	风险值的估计	(66)
§ 3.6.2	风险值的一步预测	(68)
§ 3.6.3	shr96 时序风险值的估计与预测图	(71)
4	长记忆参数估计	(77)
§ 4.1	前言	(77)
§ 4.2	长记忆参数 d 的估计	(80)
§ 4.3	shr96 和 szr96 时序的长记忆参数估计	(83)
§ 4.4	ARFIMA 模型长记忆参数的模拟比较	(85)
§ 4.5	对长记忆参数估计的进一步思考	(89)
5	时间序列平稳性检验	(96)
§ 5.1	前言	(96)
§ 5.2	时间序列平稳性检验的意义	(100)
§ 5.2.1	伪回归现象	(101)
§ 5.2.2	伪回归的统计特征	(105)

§ 5.3	单位根检验	(108)
§ 5.4	KPSS 平稳性检验	(111)
§ 5.5	动态 I(1)或 I(0)检验	(113)
§ 5.6	变参数模型与时序的稳定性分析	(116)
§ 5.7	随机模拟与实证分析	(117)
§ 5.7.1	伪回归的随机模拟及关注统计量的分布特征	(117)
§ 5.7.2	趋势平稳过程与伪回归	(120)
§ 5.7.3	动态 ADF、KPSS 检验及变参数模型	(123)
6	具有 GARCH-error 的单位根检验	(132)
§ 6.1	问题的提出	(132)
§ 6.1.1	文献回顾	(132)
§ 6.1.2	伪 GARCH 现象	(139)
§ 6.2	试验设计	(145)
§ 6.2.1	研究内容	(145)
§ 6.2.2	研究方法	(147)
§ 6.2.3	程序设计	(147)
§ 6.3	经典 DF 单位根检验	(147)
§ 6.3.1	ADF(1.1)单位根检验及势函数的突变	(148)
§ 6.3.2	(A)DF(1.2)单位根检验及势函数的突变过程	(149)
§ 6.3.3	(A)DF(2.1)单位根检验及其势函数的突变过程	(151)
§ 6.3.4	(A)DF(2.2)单位根检验及其势函数的变动	(153)
§ 6.4	具有 GARCH-normal error 的 ADF 单位根检验	(155)
§ 6.4.1	具有 ARCH(1)-normal 的单位根检验	(155)