



普通高等教育“十一五”国家级规划教材

张世英 许启发 周红 编著

金融时间 序列分析

清华大学出版社





普通高等教育“十一五”国家级规划教材



张世英 许启发 周红 编著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

金融时间序列分析是一门新的金融统计学课程,汇总了时间序列在金融经济方面应用的理论、方法和应用。本教材是以作者多年来在金融时间序列方面的科研和教学为基础编写的。该书体现了较强的理论深度和学术前沿性,同时针对我国金融市场实际进行了大量实证研究,具有理论和实际指导意义。在长期的教学和相关研究中,我们汇集了大量中国金融市场时间序列多方面的实证分析成果,这将是教材的重要内容。

本书可作为财经类或综合类院校的数量经济学、金融学、统计学、数学等专业高年级本科生和相关领域研究生的教科书,亦可作为数量经济、金融计量、金融工程等领域的人员、有关教师、经济和金融工作者的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

金融时间序列分析/张世英,许启发,周红编著. —北京:清华大学出版社,2008.1
ISBN 978-7-302-16408-1

I. 金… II. ①张… ②许… ③周… III. 金融—时间序列分析 IV. F830

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 169575 号

责任编辑:龙海峰 陆滢晨

责任校对:宋玉莲

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京市清华园胶印厂

装 订 者:北京市国马印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×230 印张:16.5 字数:331 千字

版 次:2008 年 1 月第 1 版 印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:022271-01

前言

PREFACE

金融时间序列分析是一门新的金融统计学课程,汇总了时间序列在金融经济方面的理论、方法和应用。本教材是以作者多年来在金融时间序列方面的科研和教学为基础编写的,体现了较强的理论深度和学术前沿性,同时针对我国金融市场实际进行了大量实证研究,具有理论和实际指导意义。在长期的教学和相关研究中,我们汇集了大量中国金融市场时间序列方面的实证分析成果,这也是本教材的重要内容。

本教材的最大特色在于:汇集了金融学、统计学、数学和计量经济学等领域的相关理论与方法;以中国金融市场及国际主要金融市场作为研究对象,根据作者的研究成果编写相应的案例,进行案例教学;专门讨论金融时间序列建模与应用,把理论知识与软件实现、实际操作相结合,重点配合计量经济软件包 Eviews 对每个理论、方法与模型加以实现。教材编写的出发点及根本目标:让学生掌握金融时间序列的基本理论与方法,懂得如何在实践中应用金融时间序列方法研究、解决金融市场的实际问题并能够利用相应的工具加以实现。

全书共分 8 章。第一章绪论,给出关于金融时间序列分析的全貌,使学生了解有关金融时间序列的意义、特点、目的及金融时间序列分析的内容和研究方法。第二章时间序列分析,这是金融时间序列分析的基础,包括时间序列的一般模型、非平稳时间序列和长记忆时间序列性质及模型、Granger 因果关系分析等。第三章介绍时间序列的单位根过程。对于存在单位根的时间序列一般都表现出明显的记忆性和波动的持续性,本章讨论时间序列的单位根检验是后续讨论的基础。第四章讨论协整理论和方法。详细介绍协整概念、协整与误差校正模型、协整关系的估计和检验、系统方程协整关系的估计和检验等基础理论和方法以及协整方法在金融时间序列分析中的应用。第五章介绍自回归条件异方差(ARCH)模型及应用,包括 ARCH(GARCH)族模型的类型、意义、统计性质、建模方法,多元 GARCH 建模及其在金融分析中的应用。第六章介绍随机波动(SV)模型及应用,包括 SV 模型的不同类型、统计性质、建模方法以及在金融分析中的应用。第七章高频金融时间序列分析与建模。高频金融时间序列分析是金融时间序列中的特殊问题,本章介绍高频金融时间序列的特点、研究方法和基本模型,以及其在金融分析中的应用。第八章介绍金融时间序列的小波分析方法,把小波分析中的离散小波变换和多分辨分析等小波分析方法应用于金融

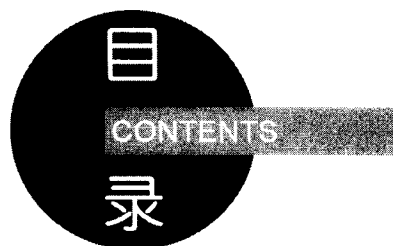
时间序列的分析中。

在编写本教材时,重点突出基础理论、方法与金融市场的案例分析,也适当加入在金融时间序列分析领域的一些前沿课题,使学生在掌握传统的金融时间序列分析手段的同时了解最新的分析工具。另外,我们将逐步提供立体化的教材:教程、课件、实验过程,能够实现网络教学。本教材的出版将为培养既懂金融又懂定量分析方法及软件实现的复合型人才做出尝试。

张世英撰写了第一、三、四、六章,许启发撰写了第二、五、七、八章。全书由张世英审定。周红、蒋翠侠、唐勇、张瑞峰、郭名媛、徐正国、侯守国等参加了部分写作和校对工作,天津大学管理学院2000级至2004级部分博士生和硕士生对讲义提出了许多宝贵意见,在此一并表示感谢!

本书是普通高等教育“十一五”国家级规划教材,可作为数量经济、金融、统计、数学等高年级本科生和相关领域研究生的教科书,也可作为数量经济、金融计量、金融工程等领域的人员、教师、经济和金融工作者的参考书。

张世英 许启发
2007年7月10日



前言

第一章 绪论	1
第一节 金融时间序列分析概述	2
第二节 金融时间序列的特点	4
第二章 时间序列分析	17
第一节 时间序列与随机过程	17
第二节 时间序列模型	19
第三节 非平稳及长记忆时间序列 ARFIMA 模型	56
第四节 VAR 模型与 Granger 因果分析	66
第五节 时间序列分析的状态空间方法	78
第三章 时间序列的单位根过程	86
第一节 单位根过程及其性质	86
第二节 单位根过程的检验	90
第三节 具有单位根的 VAR 模型	98
第四章 协整理论与建模	103
第一节 协整与误差校正模型	103
第二节 协整关系的估计与检验	110
第三节 基于协整系统的预测	123
第四节 协整理论的扩展	125
第五章 条件异方差模型	145
第一节 ARCH 模型及其性质	145
第二节 GARCH 模型及其性质	148
第三节 ARCH 类模型扩展	153
第四节 多元 GARCH 模型	157

第五节 金融市场波动性建模与 Eviews 软件操作	164
第六章 随机波动模型	175
第一节 SV 模型及其统计性质	175
第二节 SV 模型的扩展	180
第三节 多元 SV 模型	183
第四节 SV 模型与 GARCH 模型对金融时间序列刻画能力比较	185
第五节 风险价值	189
第七章 高频金融时间序列分析	194
第一节 高频金融时间序列特点与基本问题	194
第二节 超高频金融时间序列的持续期模型与金融市场微观结构	208
第三节 金融市场微观结构的实证研究	216
第八章 金融时间序列的小波方法	220
第一节 离散小波变换与多分辨分析	220
第二节 基于小波分析的金融波动分析	231
第三节 多分辨协整及误差校正模型	242
参考文献	251
附表	253

绪 论

自 20 世纪 70 年代以来,由于布雷顿森林体系的崩溃导致了国际货币体系的瓦解,以及 70 年代末美联储利率体制的调整(即以货币总量管理代替利率管理的目标),造成了世界经济环境的剧烈动荡。个人、企业以及金融机构投资风险也空前加大。此后,全球范围内一些大的金融波动层出不穷:1982 年爆发了拉美国家债务危机,1994 年年底发生了墨西哥金融危机,1997 年 7 月发生了东南亚金融危机,1999 年 1 月和 2002 年 7 月分别由巴西和乌拉圭金融动荡引起了拉美金融危机等,这些金融波动无不伴随着汇率动荡、货币贬值、股市爆跌、公司破产、银行倒闭等现象。

在这样的背景下,一方面各种规避风险的措施与工具(如金融衍生产品)应运而生,这促进了新兴的经济与金融理论的诞生与发展;另一方面,人们迫切需要了解经济及金融波动的原因及其规律性。

多年来,为揭示金融波动的本质,国际学术界对经济系统的运行规律进行了不懈的探索。然而,传统的经济计量学由于其本身的缺陷,不可能为这一问题提供有力的分析工具。正是在这一深刻的社会经济背景下,现代金融时间序列分析应运而生。

金融时间序列分析是关注资产价值随时间变化的理论与实践,具有高度的实证性。这正是金融时间序列分析区别于一般时间序列分析的一个重要特征。金融理论和其经验时间序列都包含了一个重要的元素:不确定性,例如对资产收益的波动性有各种各样的定义,波动是不可直接观测的等。由于这些不确定性的存在,统计理论和方法在金融时间序列分析中扮演了重要的角色。

本书的目的在于:介绍关于金融时间序列的一些基础知识,引入一些统计工具,分析各种计量模型在金融领域应用的一些经验,并结合 Eviews 5.0 软件讨论金融时间序列分析的理论、方法和应用^①。

^① 本书中大部分结果是使用 Eviews 5.0 软件计算得到,还有部分结果是利用 Matlab 7.0 软件计算得到。限于篇幅,这里不讨论编程计算,只介绍 Eviews 5.0 软件的处理过程。

第一节 金融时间序列分析概述

金融时间序列分析是以金融理论为指导,以数学、统计学为基础,以时间序列分析原理与方法为依据,以金融数据为信息载体,以计算机为信息处理工具,描述金融时间序列变化规律,揭示金融市场的内在结构,研究金融风险防范与规避的一门学科。它既不同于金融计量经济学,也不同于一般时间序列分析,有自己的研究对象和研究方法。

一、金融时间序列分析的研究对象

1. 金融数据变动规律

金融时间序列分析以金融时间序列作为研究对象,描述其变化,刻画其统计属性,揭示蕴含在金融数据背后的金融市场变动规律。

2. 金融时间序列模型

由于金融时间序列有独特的统计特征,金融时间序列模型不同于一般的计量经济模型和时间序列模型,所以要为金融时间序列“量身打造”,如建立 ARCH 模型和 ACD 模型等不同类型的模型体系。

3. 金融风险的特征

在对大量的金融时间序列数据的分析中,人们发现经济变量的波动性(即不确定性)并不是固定不变的,而是随时间变化的,具有时变性。在对波动的时变性的进一步研究中,人们发现波动的时变性又表现出了明显的持续性,即当前波动会持续地作用于未来波动的变化过程。然而,尽管人们已经认识到大量的关于资本收益的时间序列表现出了明显的波动聚集的特征,但是到 20 世纪 80 年代,人们才开始真正研究基于资本收益的二阶矩和高阶矩的动态建模问题。

另外,在经济全球化、一体化的浪潮中,由于国际间信息流、技术流、资金流等的流动性,世界各国金融系统从最初孤立分散系统整合为在子系统间存在较强耦合作用的世界经济大系统,这既增加了各国经济之间的联系,促进了经济发展,也为风险在世界范围内的传播创造了机会,加大了全球金融市场之间的相互影响,导致了各个市场之间波动的互动效应,金融风险在不同市场之间传递、放大,使得全球金融市场的波动性和风险不断加大。

4. 金融风险的规避与定价

早在 1952 年,Markowitz 建立了资产组合的风险模型,第一次把数理工具引入金融

研究,从而能够进行定量的风险检验和预测。在 Markowitz 工作的基础上,Sharpe (1964)、Litner(1965)、Mossin(1966)各自独立地研究了任一证券组合收益率与某个共同因子的关系,从而导出资本资产定价模型(capital asset pricing model,CAPM)。

20 世纪 70 年代,随着金融创新的不断进行,金融衍生产品的定价成为理论研究的重点。Black 和 Scholes(1973)建立了期权定价模型。期权定价理论是金融理论研究的又一重大突破,并迅速被运用于金融实践。此后,Ross(1976)又建立了套利定价理论(arbitrage pricing theory,APT),研究了多时期证券市场的均衡定价、非对称信息下的金融市场等问题。

随着金融风险规避策略和金融资产定价研究的深入,新的金融衍生品(期货、期权、互换等)也在不断被创造出来,与此同时,“金融工程”诞生并迅速发展。这些理论与工具满足了不同投资者的收益-风险偏好,为投资者进行组合投资、防范金融风险提供了可能性。

二、金融时间序列分析的研究内容

金融时间序列分析讨论现代时间序列分析方法应用于金融动态问题的理论与实践,如:定式、估计、检验、解释、预测、预测评估以及其他应用研究。

主要研究内容包括:金融数据的统计分析、股票报酬的预测力(历史报酬、股利等)、资本资产定价、时间序列分析、非线性模型(ARCH 模型、神经网络)、VaR 与金融风险管理、基金绩效评价、证券市场微观结构、衍生证券定价、利率期限结构、金融时间序列的持续性和协同持续性分析、时间序列各阶矩风险的影响及规避问题等。

三、金融时间序列分析的研究方法

金融时间序列分析以金融时间序列建模作为其最主要的研究方法,最常用的是最小二乘法,股价的预测、有效市场的检验、投资组合模型如 CAPM 和 APT 检验,一般都利用最小二乘法;新兴的金融时间序列分析方法则估计价格、报酬的协方差和方差,这样的模型就是 Engle(1982)和 Bollerslev(1986)的 ARCH 模型和 GARCH 模型、Taylor(1986)和 Harvey 等(1994)的 SV 模型,Bollerslev(1988,1990)、Engle 和 Kroner(1995)提出的多元 GARCH 模型、Hansen(1994)估计了密度函数的时变高阶矩;Granger 和 Engle(1986)的协整理论与方法、Boudoukh、Richardson 和 Whitelaw(1998)将 RiskMetric 模型和历史模拟法结合起来,提出了混合模型(hybrid model);Engle 和 Manganelli(1999)提出了条件自回归分位数定式,称为条件自回归 VaR(CVaR);Embrechts 等(1997),McNiell 和 Frey(2000)利用极值理论估计分布的尾部等。

另外,金融时间序列分析还使用随机模拟的方法和一些非参数方法,如 VaR 的计算、神经网络技术、小波信号分析和遗传算法等。

四、金融时间序列分析研究进展

金融时间序列分析研究进展,可以从下面给出的大事年表窥见一斑。

1952年,Markowitz 提出了投资组合理论;

1963年,Sharpe 提出了资本资产定价模型;

1965年,Fama 研究股价行为;

1970年,Fama 对有效市场的实证研究做出综述;

1973年,Black、Scholes 和 Merton 提出期权定价理论;

1976年,Ross 提出套利定价模型;

1982年,Engle 提出 ARCH 模型,而 Hensen 提出广义矩估计;

1983年,Granger 提出协整概念;

1986年,Taylor 提出随机波动模型;

1994年,Hansen 提出高阶矩建模;

1999年,Harvey 等提出自回归条件偏度建模;

2005年,Leon 等提出自回归条件偏度、峰度建模;

20世纪70年代后期,开始研究证券市场微观结构;

20世纪90年代,高频及超高频数据的金融计量分析。

金融时间序列分析的未来研究方向:金融时间序列建模、资产定价、投资组合配置、风险管理,包括微观结构、流动性、资产报酬波动性与相关性、投资组合配置及绩效评估以及资产收益的长期可预测性、交互基金表现的持续性、波动和相关预测在金融风险管理中应用等。

随着信息技术的发展,计算机处理速度增强(数值算法、模拟算法等不断受到加强,如 Bayesian 计量经济学利用 Monte Carlo 模拟、Bootstrap(自举)方法进行推断、通过广泛的数据基础搜索进行模型选择),数据采集和存储能力增加(实时金融数据产生了超高频数据分析),金融时间序列分析是一项不断扩大研究领域和应用范围的金融计量学科,必将在金融实践中取得更大的成就。

第二节 金融时间序列的特点

一、中国金融市场发展现状

金融市场是商品经济发展的必然产物。商品经济的出现和发展,促进了信用制度的形成和发展,使货币借贷从直接货币借贷的初级信用形式逐渐转化为以银行为中介的借贷形式。这种间接融资形式的出现,又促进了以债券、股票为内容的直接融资形式的发

展。在我国,间接融资是主要的融资形式,但也必须发展直接融资。发展直接融资,有利于繁荣资金市场,有利于金融体制改革。只有直接融资和间接融资并存和互相补充,才能使金融市场逐渐完善和成熟起来。

1. 金融市场类型

金融市场是社会主义市场体系的动脉,是市场配置资源的主要形式。金融市场是一个多样化的体系。包括:①短期资本市场、也叫货币市场,即专门从事短期货币资金融通的市场;②长期资本市场,即专门从事长期资本融通的市场;③黄金买卖市场;④外币市场,即进行外汇交易的市场。随着我国市场经济的不断发展,人们对金融和金融市场的认识将会逐步加深。

金融体系蕴含着金融风险,金融体系不可能脱离金融风险而存在,金融风险是金融体系的基本属性之一。同时,金融体系又具有在金融主体之间配置金融风险的基本功能,一个合理的金融体系不仅可以将风险合理地配置到有承担能力且愿意承担风险的部门和企业,并且可增强金融体系乃至整个经济体系运行的稳定性,降低系统性风险。

2. 银行业发展

金融发展理论研究表明,金融中介体现在调动储蓄、评估项目、管理风险、监督管理者和便利交易等方面的积极作用都有助于保证金融系统平稳运行,有助于经济的稳定和发展。银行业在我国金融体系中有着重要地位,我国银行体系由两部分组成:中央银行系统(中国人民银行及其分支机构)与商业银行系统(包括国有四大商业银行、十家综合性商业银行、城乡信用社及各地城市合作银行和外资银行驻华机构等)。我国银行业虽然在规模、绩效等方面均取得了长足的发展,但仍然存在许多不足,如:巨额坏账、行业垄断等。

3. 货币市场发展

货币市场是指经营期限在一年以内,以短期信用工具为媒介进行短期资金融通的交易市场,具体包括:同业拆借市场、票据贴现市场、大额存单市场和短期政府债券市场等。

目前,我国货币市场发育不足,各子市场发展还很不完善,具体表现为以下几点。

(1) 同业拆借仍以信用拆借为主,拆入资金以市场参与者的资信作保证,缺乏抵押和担保同业。同时由于市场分割、封闭,金融机构之间直接进行对手交易,导致利率水平相差悬殊,影响资金使用效率的发挥。

(2) 票据贴现市场基础不牢。由于我国商业信用不发达,企业行为不规范,商业信用难以票据化,资金受到地区分割的阻碍,商业票据不易流通和转让。

(3) 短期政府债券市场近些年虽比较活跃,但发行数额与中长期国库券相比比重较低,难以形成市场气候。

4. 资本市场发展

资本市场是中长期资金的主要融通市场,它有两个重要组成部分:股票市场和债券市场。相对于货币市场而言,我国资本市场发展速度较快,但也存在诸多问题。

(1) 股票市场

到2007年,中国股市已走过17个年头。目前,我国股票市场的问题,既有参与主体的问题,也有制度的问题,问题集中表现为过度投机,具体表现为以下几点。

① 高市盈率。市盈率即股票市价与其净利润的比值,这是实际市盈率。如果实际市盈率大大高于市盈率的理论值^①,则说明存在过度投机。

② 高换手率。换手率即成交股数除以流通股数的比率。换手率过高意味着过度投机。一般认为,成熟的无过度投机的股市年换手率在30%左右,若大大超过这一比率,说明存在过度投机。

③ 高市净率。市净率又称净资产倍率^②。市净率过高,说明存在过度投机。国际正常水平一般稍高于1。

④ 高波动率。中国股票市场股指波动较大,深、沪股市自建立以来,经历若干次大的波动。

(2) 债券市场

我国债券市场总体上仍处于发展阶段,有待健全的地方还很多。各种债券发行量严重不平稳、债券品种单一和流动性差是目前我国债券市场的主要问题,具体表现为以下两点。

① 国债流通市场规模偏小,市场结构单一,蕴含着交易风险;国债交易市场的分割,价格的区域差异,托管结算系统的不统一,使国债市场存在着流动性风险和结算风险。

② 企业债券市场发展相对滞后,目前存在的主要风险表现为债券发行风险、流动性风险和兑付风险。

二、金融时间序列及其分布

1. 常用的金融变量

对金融时间序列进行分析,首先必须对金融时间序列进行观测,而观测的对象就是金融变量。常用的金融变量主要有:价格(股价、股指、汇率、期货价格)、报酬^③(股票报酬、股指报酬、利率、期货报酬)、波动、交易量、公司金融变量(债券发行、套期保值工具)。

① 市盈率理论值=1/一年期存款利率。

② 市净率=股票市价/净资产值。

③ 报酬也称收益,报酬率即为收益率。

2. 金融变量的核算

(1) 收益率

大多数金融研究的对象不是资产价格,而是资产收益。Campbell、Lo 和 MacKinlay (1997)给出使用收益率的两个主要原因:其一,平均而言,金融市场可以认为是完全竞争,所以投资规模不会影响收益率,收益是度量投资机会是否合适的指标;其二,收益序列比价格序列容易处理,并且前者具有更好的统计特性(平稳性和遍历性),尤其是动态一般均衡模型通常得到的是非平稳的价格,但得到的收益率是平均的。关于资产收益有几个定义方式。

设 P_t 为 t 时刻资产价格,假定资产没有股利和分红收益,这里给出本书中所使用的资产收益定义。

定义 1.1(单期简单收益) 从时刻 $t-1$ 到时刻 t 持有一个资产,将获得一个简单总收益

$$1 + R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} \quad \text{或者} \quad P_t = P_{t-1}(1 + R_t) \quad (1.1)$$

对应的单期简单净收益或收益为

$$R_t = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = \frac{P_t - P_{t-1}}{P_{t-1}} \quad (1.2)$$

定义 1.2(多期简单收益) 从时刻 $t-k$ 到时刻 t 持有一个资产共 k 期,得到 k 期简单总收益

$$\begin{aligned} 1 + R_t[k] &= \frac{P_t}{P_{t-k}} = \frac{P_t}{P_{t-1}} \times \frac{P_{t-1}}{P_{t-2}} \times \cdots \times \frac{P_{t-k+1}}{P_{t-k}} \\ &= (1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \cdots (1 + R_{t-k+1}) \\ &= \prod_{j=0}^{k-1} (1 + R_{t-j}) \end{aligned} \quad (1.3)$$

因此, k 期简单总收益就是 k 个单期简单收益的卷积,从而被称为复合收益。对应的 k 期简单净收益为

$$R_t[k] = \frac{P_t - P_{t-k}}{P_{t-k}} \quad (1.4)$$

实践中,在讨论和比较收益的时候,实际的时间区间非常重要^①。如果收益区间没有给定,那么就暗含着时间区间为一年。如果一项资产持有 k 年,那么年度平均收益被定义为

$$\text{annualized}\{R_t[k]\} \triangleq \left[\prod_{j=0}^{k-1} (1 + R_{t-j}) \right]^{1/k} - 1 \quad (1.5)$$

^① 例如月收益、年收益等。

这是 k 个单期总收益的几何平均,并且可以通过式(1.6)计算。

$$\text{annualized}\{R_t[k]\} = \exp\left[\frac{1}{k} \prod_{j=0}^{k-1} (1 + R_{t-j})\right] - 1 \quad (1.6)$$

因为,算术平均的计算比几何平均简单,同时由于单期收益较小,常常使用一阶泰勒展开作为年度收益的近似值,得到

$$\text{annualized}\{R_t[k]\} \approx \frac{1}{k} \sum_{j=0}^{k-1} R_{t-j} \quad (1.7)$$

需要说明的是,方程(1.7)是个近似式,它在某些应用场合会带来较大的误差。

定义 1.3(连续复合收益) 总收益的自然对数被称为连续复合收益或对数收益,连续复合收益

$$r_t = \ln(1 + R_t) = \ln \frac{P_t}{P_{t-1}} = p_t - p_{t-1} \quad (1.8)$$

式中, $p_t = \ln P_t$ 。连续复合收益 r_t 比净收益 R_t 更加方便。首先,它考虑了多期收益。因为

$$\begin{aligned} r_t[k] &= \ln(1 + R_t[k]) = \ln[(1 + R_t)(1 + R_{t-1}) \cdots (1 + R_{t-k+1})] \\ &= \ln(1 + R_t) + \ln(1 + R_{t-1}) + \cdots + \ln(1 + R_{t-k+1}) \\ &= r_t + r_{t-1} + \cdots + r_{t-k+1} \end{aligned}$$

所以,连续复合多期收益是连续复合单期收益的和。其次,对数收益具有良好的统计性质。

(2) 投资组合收益

一个包含 N 个资产的投资组合收益就是其中单个资产净收益的加权平均,其权重取单个资产投资额百分比。

定义 1.4(投资组合收益) 令 p 为一个投资组合,在资产 i 上的投资权重为 w_i ,那么时刻 t 投资组合收益为

$$R_{p,t} = \sum_{i=1}^N w_i R_{it} \quad (1.9)$$

式中, R_{it} 为资产 i 在时刻 t 的收益。

然而,投资组合的连续复合收益没有上面方便的性质。如果所有单个资产收益 R_{it} 都非常小,则有 $r_{p,t} \approx \sum_{i=1}^N w_i r_{it}$, 其中 $r_{p,t}$ 为 t 时刻投资组合的连续复合收益。该近似式常被用来研究投资组合收益。

3. 金融时间序列的主要特征

金融时间序列不同于一般的时间序列,具有自身的一些统计特征,如异常值、趋势、均

值复归(mean-reversion)、波动聚集性(volatility clustering)等。这里,均值复归是指时间序列具有回归到其平均水平的倾向;波动聚集性是指大幅波动后面往往紧跟着大幅波动,而小幅波动后面往往紧跟着小幅波动。图 1.1(a)~图 1.1(d)显示了金融时间序列不同变化特征。

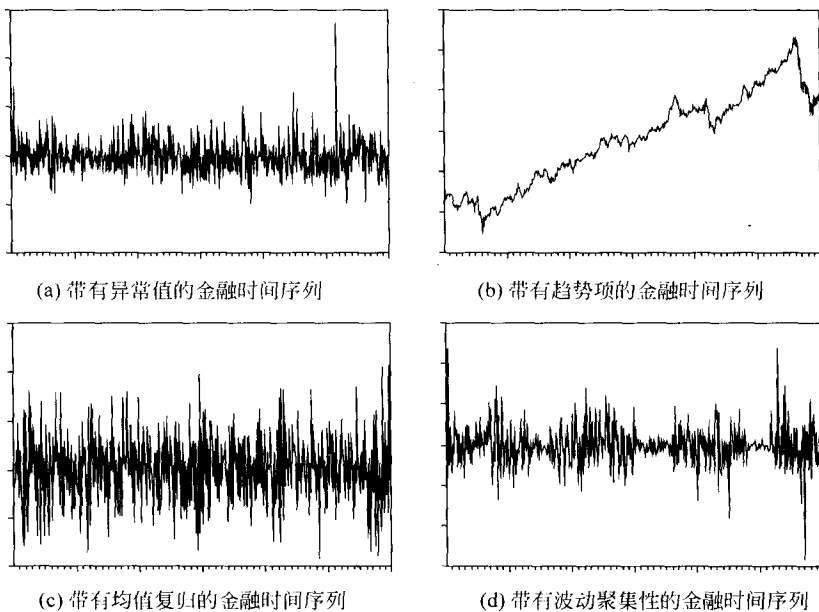


图 1.1

4. 金融时间序列的分布属性

为研究资产收益,先讨论其分布属性。为了理解收益的行为,考虑由 N 个资产组成的集合,并且持有 T 期。对每个资产 i ,记 $\{r_{it} | i=1,2,\dots,N; t=1,2,\dots,T\}$ 为其在 t 时刻的对数收益; $\{R_{it} | i=1,2,\dots,N; t=1,2,\dots,T\}$ 为其在 t 时刻的简单收益; $\{z_{it} | i=1,2,\dots,N; t=1,2,\dots,T\}$ 为其在 t 时刻的对数超额收益。

(1) 一般分布

对数收益 $\{r_{it} | i=1,2,\dots,N; t=1,2,\dots,T\}$ 最一般的模型就是其联合分布函数:

$$F_r(r_{11}, \dots, r_{N1}; r_{12}, \dots, r_{N2}; r_{1T}, \dots, r_{NT}; \mathbf{Y}; \boldsymbol{\theta}) \quad (1.10)$$

式中, $\mathbf{Y}$ 为由决定资产收益的环境变量组成的状态向量; $\boldsymbol{\theta}$ 为唯一确定分布函数的参数向量; 概率分布函数 $F_r(\cdot)$ 控制着收益 r_{it} 和 $\mathbf{Y}$ 的行为。在许多金融研究中,状态向量 $\mathbf{Y}$ 被视为给定的,并且主要关注在 $\mathbf{Y}$ 给定下 $\{r_{it}\}$ 的条件分布。对资产收益进行实证分析就是估计未知参数 $\boldsymbol{\theta}$ 和给定对数收益 $\{r_{it}\}$ 的历史信息后对其行为进行统计推断。

式(1.10)过于一般,以致无法进行实证,然而它为进一步的讨论提供了基础。

(2) 正态分布

在金融研究中,一个传统假定就是简单收益 $\{R_{it} | t=1, 2, \dots, T\}$ 独立同分布且具有固定均值和方差的正态分布,该假定使得对资产收益进行统计推断成为可能。然而,该假定又存在不可克服的困难:第一,简单收益的下限为 -1 ,正态分布没有下界;第二,如果 R_{it} 服从正态分布,那么多期简单收益 $R_{it}[k]$ 并非服从正态分布,因为它是一期收益的乘积;第三,许多金融资产的实证研究表明,它们具有正的超额峰度,拒绝正态假定。

(3) 对数正态分布

另一个经常使用的假定就是对数收益独立同分布为正态分布(不妨设均值为 μ , 方差为 σ^2), 则简单收益独立同分布于对数正态分布,且期望和方差分别为

$$E(R_t) = \exp\left(\mu + \frac{\sigma^2}{2}\right) - 1, \quad \text{var}(R_t) = \exp(2\mu + \sigma^2)[\exp(\sigma^2) - 1] \quad (1.11)$$

图 1.2 给出对数正态密度函数。如果令 m_1 和 m_2 分别为服从对数正态分布的简单收益 R_t 的均值和方差,那么相应的对数收益 r_t 的均值和方差为

$$E(r_t) = \ln \left[\frac{m_1 + 1}{\sqrt{1 + \frac{m_2}{(1 + m_1)^2}}} \right], \quad \text{var}(r_t) = \ln \left[1 + \frac{m_2}{(1 + m_1)^2} \right] \quad (1.12)$$

由于有限个独立同分布正态随机变量的和仍为正态变量,故当 $\{r_t\}$ 服从正态分布时, $\{r_t[k]\}$ 也服从正态分布。此外, r_t 没有下界,并且 R_t 的下界满足 $1 + R_t = \exp(r_t)$ 。然而,由于许多证券收益表现出的正超额峰度,对数正态的假定也难以对证券收益的所有统计特性做出有效的推断。

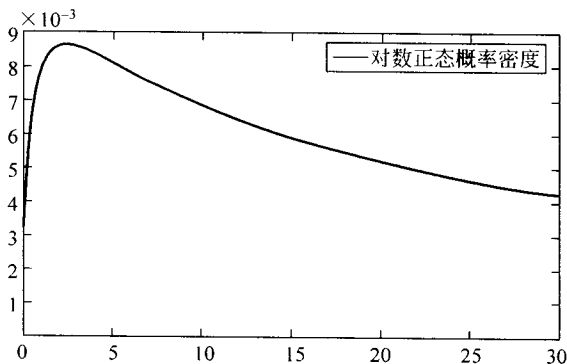


图 1.2 对数正态密度函数

(4) 多个资产收益的分布

令 $r_t = (r_{1t}, \dots, r_{Nt})'$ 为 t 时刻 N 个资产的对数收益组成的向量,则收益向量 r_t 的分