


连续时间资产收益 模型的贝叶斯分析

◎ 胡素华 著

绍兴文理学院出版基金资助

连续时间资产收益模型的 贝叶斯分析

胡素华 著

 上海财经大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

连续时间资产收益模型的贝叶斯分析/胡素华著. - 上海:上海财经大学出版社,2010.6

ISBN 978-7-5642-0761-8/F·0761

I. ①连… II. ①胡… III. ①金融投资-贝叶斯决策
IV. ①F830.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 070923 号

责任编辑 祝玺玮
 装帧设计 钱宇辰

LIANXU SHIJIAN ZICHAN SHOUYI MOXING DE BEIYESI FENXI
连续时间资产收益模型的贝叶斯分析

胡素华 著

上海财经大学出版社出版发行
(上海市武东路 321 号乙 邮编 200434)
网 址: <http://www.sufep.com>
电子邮箱: webmaster@sufep.com

全国新华书店经销

上海竟成印务有限公司印刷装订
2010 年 6 月第 1 版 2010 年 6 月第 1 次印刷

710mm×960mm 1/16 7 印张 118 千字
印数:0 001-1 500 定价:19.00 元

前 言

经济及金融系统是一个复杂系统,综观其发展历程,呈现出较强的不稳定性。无论是现代资本主义市场经济、社会主义计划经济还是社会主义市场经济,经济及金融的波动性就从来没有停止过。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,为揭示经济及金融波动的本质,国际学术界对经济及金融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,现代经济计量学应运而生。现代经济计量学方法论的发展,为波动性的动态建模分析提供了坚实的方法论基础,其中连续时间金融模型得到了广泛的应用。

连续时间金融模型最早由 Merton(1969)在 20 世纪 60 年代末提出,最初应用于消费和投资组合的动态随机规划中。在 30 多年的发展过程中,连续时间方法在金融工程的期权定价、衍生资产定价、期限结构理论和资产组合选择等研究方面得到了广泛的应用。

许多资产及衍生资产定价理论都是基于有价证券价格的扩散模型,但是一些模型在实际的应用中没有取得理想的效果,主要是这些连续时间资产收益模型不能获得期权价格的解析解。最早的 Black-Scholes 期权定价公式是建立在严格假设基础之上,但是由于这些严格假设都偏离了实际情况,因而存在一定的偏差。将实际期权价格偏离 Black-Scholes 期权价格称之为“波动微笑”,如果能够对资产的价格建立合理模型将会解决“波动微笑”的问题。另外

由于资产的价格对波动非常敏感,且隐含资产收益分布具有有偏和尖峰的特征,但是我们已经知道跳跃和随机波动可以解释资产收益的这些特征。但是,资产收益的这些特征都是在众多模型中分开讨论的,同时用离散观测值对连续模型进行参数估计的技术一直是建模的障碍。

一般认为金融产品价格(如股票价格、股市指数、利率等)是一个简单的扩散过程(diffusion process),但是越来越多的实证研究显示汇率和权益市场(currency and equity markets)经常受到外在因素的冲击(external shock),从而导致金融产品市场价格的“跳跃”(jump)。所以很有必要将这种跳跃引入扩散过程的模型中,目前已经有一些文章讨论这一问题,但是问题的难点在于如何估计跳跃的时间和幅度。现有研究成果没能完善地解决这一问题。

同时,美国股市经历了1987年10月的“股灾”,亚洲资本市场也经历了1998年的区域金融危机。那么一个很自然的问题是:连续时间的金融模型是否存在结构变化(structural change)问题。变结构在统计领域探讨得很久,而连续时间金融模型的变结构问题的难点在于:参数向量的维数高、模型通常包含隐含的不可观测的变量(其维数等同于观测值向量的维数)。传统的参数方法需要对变结构模型加上过多的假设条件,其效果往往不尽如人意。

基于此,本书以贝叶斯原理为工具分析了资产收益的连续时间模型。本书的主要内容如下:

(1)运用“马尔可夫链蒙特卡罗”模拟(MCMC)方法进行参数估计,这种方法可以有效地处理高维参数及高维隐含变量的估计问题。使用C++语言开发了包含隐含变量的连续时间模型估计的基于MH算法的MCMC方法,并用该方法估计了双指数跳跃扩散模型。

(2)研究了连续时间资产收益变结构模型。给出了连续时间BS变结构模型和连续时间随机波动变结构模型,提出了应用MCMC方法的连续时间变结构模型的单一变结构点的定位方法,并提出了连续时间多变结构点模型的变结构点定位方法;该方法在确定变结构点位置的同时,又能估计相应的模型参数。用该方法对上海股市综合指数的收益序列进行了变结构分析,理论与实证结果表明该方法是有效且可行的。

(3)研究了抛物线跳跃扩散模型。首先,将跳跃因子引入到抛物线扩散模型中;然后,用基于Milstein的方法获得参数后验分布的离散密度,使用MC-MC方法来估计抛物线跳跃扩散模型;最后,用所得的估计值模拟了资产收益

前 言

序列。通过上面的结果,不但发现 MCMC 方法较其他方法,如 ML 方法,更适合含有隐含变量的模型估计;还说明了抛物线跳跃扩散模型(HJD)能够很好的拟合资产收益的经验特征,如有偏、尖峰厚尾以及泰勒效应,即 HJD 模型更能反映资产收益的序列特征。

(4)应用似然比检验和贝叶斯因子分别比较了连续时间常规模型与变结构模型、抛物线扩散模型与抛物线跳跃扩散模型的优劣,并从实证的角度利用两个模型预测的准确性来进行模型比较。

本书的很大一部分是基于作者在天津大学的申请博士学位论文。本书的出版得到了绍兴文理学院出版基金的资助,也得到了上海财经大学出版社的领导及多位老师的关心和支持,特别是祝玺玮编辑,给予了我诸多建议和帮助,使得本书得以顺利出版,在此,一并表示衷心的感谢。

胡素华

2010年5月于绍兴南山

目 录

前言	1
第一章 绪 论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究现状	3
1.3 问题的提出与研究意义	6
1.4 本书结构安排与主要创新	8
参考文献	10
第二章 连续时间资产收益模型及估计方法评述	15
2.1 资产收益连续时间模型——线性模型	15
2.2 资产收益连续时间模型——非线性模型	19
2.3 连续时间模型估计方法	22
2.4 本章小结	29
参考文献	29
第三章 连续时间模型参数估计的 MCMC 方法	34
3.1 贝叶斯统计方法	35
3.2 模型的离散化	38
3.3 MCMC 算法	40
3.4 包含隐含变量的 MCMC 算法	42
3.5 参数抽样结果的收敛性分析	46

3.6	双指数跳跃扩散模型的 MCMC 估计	47
3.7	本章小结	54
	参考文献	54
第四章	连续时间变结构模型研究	57
4.1	变结构点的贝叶斯诊断及实证分析	58
4.2	连续时间资产收益变结构模型	61
4.3	连续时间单一变结构点的检测和定位	62
4.4	连续时间资产收益模型多变结构点的定位	69
4.5	连续时间变结构模型在上海股市的应用	70
4.6	连续时间随机波动模型的变结构分析	72
4.7	本章小结	78
	参考文献	79
第五章	资产价格的抛物线跳跃扩散模型	81
5.1	抛物线跳跃扩散模型及其性质	82
5.2	抛物线跳跃扩散模型的 MCMC 估计	84
5.3	数据及实证	86
5.4	抛物线跳跃扩散(HJD)模型的经验特征	90
5.5	正态逆高斯扩散模型的 MCMC 估计	93
5.6	本章小结	98
	参考文献	98
第六章	总结和展望	100
6.1	总 结	101
6.2	研究展望	102
	参考文献	104

第一章 绪 论

本章主要介绍本书选题的经济及金融背景与方法论背景,阐述了相关理论与建模方法的国内外研究现状,指出了存在的问题,给出本书选题的理论意义与实际意义。最后,介绍了本书研究结构安排与主要创新工作。

1.1 研究背景

1.1.1 经济及金融系统的不稳定性与脆弱性

经济及金融系统是一个复杂系统,综观其发展历程,呈现出较强的不稳定性。无论是现代资本主义市场经济、社会主义计划经济还是社会主义市场经济,经济及金融的波动性就从来没有停止过。

自 20 世纪 70 年代以来,由于布雷顿森林体系的崩溃导致国际货币体系的瓦解,以及 20 世纪 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的风险也空前增大。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 年底发生了墨西哥金融危机、1997 年 7 月发生了亚洲金融危机、1999 年 1 月和 2002 年 7 月爆发了分别由巴西和乌拉圭金融动荡引起的拉美金融危机等。这些金融波动无不伴随着汇率动荡、货币贬值、股市暴跌、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,为揭示经济及金融波动的本质,国际学术界对经济及金融系统的运行规律进行了不懈探索。然而,传统的经济计量学由于本身的缺陷,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,现代经济计量学应运而生。现代经济计量学方法论的发展,为波动性的动态建模

分析提供了坚实的方法论基础。

1.1.2 经济及金融风险的时变性与传染性

在对大量的经济、金融时间序列数据的分析中,人们发现经济变量的波动性(或不确定性)并非固定不变,而是随时间变化的,即具有时变性。在对波动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特征,但只是到了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、金融一体化的浪潮中,由于国际间信息流、技术流、资金流等的流动性,世界各国经济、金融系统从最初孤立分散到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导、放大,使得全球金融市场的波动性和风险不断加大。

1.1.3 经济及金融风险的规避与金融资产定价

在经济及金融风险的规避方面,已经有相应的预警机制、景气分析等手段。现在重点介绍在金融领域风险的规避与定价。

早在1952年,Markowitz^[1]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检验和预测。在Markowitz工作的基础上,Sharpe(1964)^[2]、Litner(1965)^[3]、Mossin(1966)^[4]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)^[5]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大突破,并迅速被运用于金融实践。此后,Ross(1976)^[6]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。

1.1.4 方法论背景

连续时间模型在金融领域的应用最早可以追溯到 20 世纪 60 年代末 70 年代初,由 Merton(1973)^[7]最早提出,他在讨论消费和投资组合问题时将连续时间模型应用到金融领域中。30 多年来,连续时间模型已经成为金融经济研究中的一个重要组成部分。在金融的许多领域中,如资产定价、衍生产品定价、期限结构理论和投资组合选择等,连续时间模型被证明是最具有吸引力的方法。同时,计量经济学的快速发展也使得连续时间方法的检验有章可循。

除了 Merton 关于连续时间方法的专著^[7]以外,还有许多学者的出色的研究成果也被应用到金融经济领域。其中有 Bhattacharya(1989)^[8]和 Constantinides(1989)^[9]、Harrison(1985)^[10]、Malliaris(1982)^[11]、Ingersoll(1987)^[12]、Dothan(1990)^[13]、Duffie(1988,1996)^{[14][15]}以及 Karatzas 和 Shreve(1988,1998)^{[16][17]},他们不仅将 1969~1990 年这一阶段连续时间方法的发展过程做了详尽的介绍,同时还给出了这一领域大量的参考文献。有关连续时间资产收益模型的进展情况可参见第二章。

1.2 研究现状

1.2.1 连续时间金融模型的研究现状

连续时间方法研究的重要突破主要集中在 1969~1980 年间。Black、Scholes 和 Merton 开创了连续时间方法应用于金融领域的先河,他们的期权定价模型毫无疑问是最有影响力的贡献。在他们的文章发表后,数以百计的有关衍生产品定价的文章出现了。其中包括以各种不同资产作为标的资产的期权、远期合约、期货合约、掉期等。1981 年以后,随着研究的进一步深入,使得连续时间方法的理论与金融市场中的实际情况逐渐趋于一致。同时,金融连续时间模型的估计方法在这一时期也成为了研究的主要方向。模型能够得到有效的参数估计归功于计量经济学的不断进步。在 1990~1999 年间,定价方面的研究集中在对衍生证券组合的定价问题上。此外,许多研究者致力于完善模型来缓解理论与实际不相符的矛盾。

1981~1999 年这一阶段的研究方向可以归纳为以下几个方面:

(1)在完善的市场中,动态随机最优控制问题和静态状态空间表示的同构

关系的确立。Cox 和 Huang (1989)^{[18][19]}、Karatzas、Lehoczky 和 Shreve (1987)的论文介绍的方法对于解决投资组合的选择问题和资产定价非常有帮助,而这些问题对于投资者来说往往具有一定的约束条件。他们的文章提供了在约束条件下用于消费和投资组合的清晰的解决方案。

(2) Duffie 和 Huang (1985)^[20]对部分有价证券的连续交易的研究。

(3) 对于连续时间金融模型的已知理论和一些经验的矛盾的缓解。这些矛盾包括:股权溢价的反周期变动;资产定价中可预测的股票收益;衍生产品定价的波动微笑和有偏问题;信用风险理论中,违约风险变动与无风险利率变动之间存在的负相关关系;期限结构理论中,已有的单因素期限结构模型不能解释收益曲线形状的大幅变化。国内和国际的投资组合选择问题对理论研究者提出了又一挑战。研究者试图解决股权溢价问题的努力促进了具有更多参数的连续时间模型的发展。

(4) 连续时间理论中加入了市场冲突(frictions)的概念,有助于这一理论更好地解释一些固有的事实。与此有关的内容包括税费、交易费、不完全市场、市场进入限制以及信息不对称等。包括 Back (1992, 1993)^{[21][22]}、Brennan 和 Xia (1999)^[23]、Detemple (1986)^[24]、He 和 Pearson (1991)^[25] 以及 Veronesi (1999)^[26] 在内的许多学者已经开始对这一领域做更深入的研究。

(5) 模型对于来自市场的数据的拟合优劣。如何使资产定价模型更好地拟合市场数据,从而具有足够的吸引力被应用到实际中呢?这一方面的内容包括无风险的期限结构模型和对受信用风险影响的证券进行定价的简化型方法。例如,无套利的期限结构模型能够拟合市场上的利率和波动的期限结构^[27]。

(6) 由 Brennan 和 Schwartz (1985)^[28] 以及 McDonale 和 Siegel (1986)^[29] 最初提出的实物期权理论在这一阶段也得到了发展。

1.2.2 连续时间模型的估计研究现状

随着连续时间金融模型的发展,相应的连续时间金融模型的估计问题成为研究的热门。这一领域中多数惊人的贡献都来自于计量经济学的理论。比如有关矩的理论以及用于估计连续时间金融模型的参数和非参数方法。这一阶段出现的新的估计方法主要有: Duffie 和 Singleton 的模拟矩 SMM(simulated method of moments)方法^[30]、Ait-Sahalia 的极大似然 MLE(maximum likelihood estimation)方法^[31]、Singleton (1999)^[32] 对仿射过程基于特征函数

的估计方法等。

尽管近年来有关连续时间模型的估计也取得了很大的进展,但其一般的估计方法仍旧是高度专业化的,对于未经特殊训练的人而言,也是很难实施的,一些学者也提出过一些替代的估计程序,见 Lo(1988)^[33]、Hansen 与 Scheinkman(1995)^[34]、Aït-Sahalia(1996, 2002)^{[35][32]}、Gallant 与 Tauchen(1996)^[36]、Stanton(1997)^[37]、Bandi 与 Phillips(1998, 2000)^{[38][39]}、Chacko 与 Viceira(1999)^[40]以及 Singleton(1999)。而最近发展起来的抽样估计技术对这一问题的解决将会起着重要的作用,见 Bollerslev 和 Zhou(2000)^[41]。

“马尔可夫链蒙特卡罗”(Markov chain Monte Carlo, MCMC)模型方法是数理统计领域近 10 年来非常热门的研究领域,这种方法可以有效地处理高维参数及高维隐含变量的估计问题。已经有一些质量很好的文章运用 MCMC 方法研究一些计量经济模型,效果非常好。应用 MCMC 方法通常需要较强的贝叶斯(Bayes)分析基础,从而可以针对问题提出高效率的算法;需要较强编程技巧以解决高质量的计算问题。目前存在的 MCMC 算法在解决前面所阐述问题上显得不够完善。

国内在金融计量经济学领域开始使用 MCMC 方法主要在 2000 年以后。王春峰等(2000)^[42]针对现有 VaR 计算中主流方法的缺陷,创新性地提出了一种基于马尔可夫链蒙特卡罗(MCMC)模拟的 VaR 计算方法,以克服传统 Monte Carlo 模拟的高维、静态性缺陷,从而提高估算精度。朱崇军(2002)^[43]用 MCMC 样本确定的缺失数据的后验分布收敛到精确分布的问题,并给出了几种度量形式下的收敛性。王春峰等(2003)^[44]通过基于马尔可夫链蒙特卡罗(MCMC)模拟的贝叶斯分析方法,较好地估计了随机波动性模型中的参数与波动性序列。林静等(2005)^[45]运用基于 Gibbs 抽样的马尔可夫链蒙特卡罗方法动态模拟出参数后验分布的马尔可夫链,在回归参数的先验分布为多元正态分布时,给出随机截尾条件下,回归参数在指数回归模型中的贝叶斯估计。孟利锋(2003)^{[46][47]}、许启发和张世英(2005)^[48]使用 MCMC 方法估计了厚尾 SV 模型和 Box - Cox - SV 模型,黄大海和郑丕谔(2004)^[49]使用基于 MCMC 方法比较了两类波动模型差异。

在连续时间领域使用 MCMC 方法进行模型估计的研究成果在近 3 年才出现,吴振翔和缪柏其(2004)^[50]用 MCMC 方法来估计上证指数收益率线性扩散方程中的有关参数,同时采用 Monte Carlo 方法给出下一交易日收益率

的分布,并用实际数据检验了其有效性。胡素华、张世英和张彤(2006)^[51]对使用基于 MH 算法的 MCMC 方法估计的连续时间模型进行了总结——非线性模型和带跳跃的非线性模型。胡素华、张彤和张世英(2006)^[52]使用 MC-MC 方法估计了非线性连续时间模型——正态逆高斯模型(NIG)的参数;胡素华、张世英和张彤(2006)^{[53][54]}用 MCMC 方法估计了带跳跃的连续时间模型。周彦^{[55][56]}使用 MCMC 方法估计了随机波动模型和带有跳跃的随机波动模型的参数。

1.3 问题的提出与研究意义

金融市场的发展离不开相关理论的支持和指导,同时金融市场的发展又对金融理论提出了创新要求。随着研究的不断深入,定量化分析成为现代金融理论发展的主要特点和趋势,概率统计、随机分析、非线性系统理论、现代控制理论、市场均衡与非均衡理论、人工智能等学科和理论广泛应用于金融研究之中,使之呈现出科学化、精细化的特征。在近些年的研究中,金融工程学和计量经济学获得了长足发展,出现了许多热点问题和研究领域,特别是资产价格连续时间建模理论、模型估计方法及其在金融风险管理中的应用研究取得了长足的进展。然而,还有许多问题有待进一步解决。

1.3.1 问题的提出

连续时间方法与无套利均衡分析在资产定价理论中一直处于核心地位。同时,很多至今仍有影响的理论与模型都是建立在对资产价格过程作出一系列的假设基础之上,例如,Black-Scholes 期权定价模型就是如此(见本书第二章);而这些假设有着太大的局限性,且与现实有着很大的差距。为了解决这一问题,近年来很多学者提出了更为接近现实的连续时间过程,假设其中的波动是时变的,这方面的例子主要有 Hull 和 White(1987)与 Heston(1993)的随机波动期权定价公式,Duffie 和 Kan(1996)、Dai 和 Singleton(2000)的期限结构指数仿射模型。

一般认为金融产品价格(如股票价格、股市指数、利率等)服从一个扩散过程(diffusion process),但是越来越多的实证研究显示汇率和权益市场(currency and equity markets)经常受到外在因素的冲击(external shock),从而导致金融产品市场价格的“跳跃”(jump)。所以很有必要将这种跳跃引入扩

散过程的模型中,目前已经有一些文章讨论这一问题,但是问题的难点在于如何估计跳跃的时间和幅度。现有文献的参数估计方法没能完善地解决这一问题。

美国股市经历了 1987 年 10 月的“股灾”。亚洲资本市场也经历了 1998 年的区域金融危机。那么一个很自然的问题是:连续时间的金融模型是否存在结构变化(structural change)问题。变结构在统计领域探讨得很久,而连续时间金融模型的变结构问题的难点在于:参数向量的维数高、模型通常包含隐含的不可观测的变量(其维数等同于观测值向量的维数)。传统的参数方法需要对变结构模型加上过多的假设条件,其效果往往不尽如人意。

针对前面提出的几个问题,本书具体从以下方面展开研究:

(1)对金融产品价格建立模型时将跳跃过程引入抛物线扩散模型,同时就增加了待估计参数的维数,模型的估计运用贝叶斯原理和 MCMC 原理,根据 MCMC 原理在参数和隐含变量的后验分布中抽取后验样本,从而得到参数和隐含变量的后验估计。

(2)关于连续时间金融模型的变结构问题,笔者研究出一种基于 MH 算法的 MCMC 抽样算法。该算法在抽取参数向量的后验样本的同时,抽取一个能反映变结构时间的向量。目前还没有一个有效的算法来解决如此难的问题,这项研究非常具有挑战意义。

(3)研究如何对上述新模型进行参数估计,在本项目中,我们将采用贝叶斯方法和 MCMC 原理来估计参数。通过蒙特卡罗模拟方法验证参数估计方法,针对笔者提出的模型,选择一组合乎实际的参数,通过模型和待估参数生成一组数据。利用笔者提出的参数估计方法,估计该模型的参数,如果估计方法正确,参数的估计值和真实值应该很接近,这样在一定的误差范围内,可以验证估计方法的正确性。

(4)模型选择。在理论上应用一些贝叶斯模型的选择方法进行比较,例如似然比检验、贝叶斯因子以及 DIC 准则;从实证分析的角度看,利用笔者的模型和现有的模型进行预测,并利用预测的准确性进行比较。

(5)连续时间资产收益模型在金融工程中的应用,主要研究模型在衍生资产定价中的应用以及模型的实证分析,笔者利用纽约股市成分指数、道琼斯工业指数、纳斯达克和标准普尔等市场指数进行实证分析。同时也会分析亚洲的金融市场,如日经 225 指数、中国香港恒生指数以及我国的上海和深圳的市

场指数。

1.3.2 研究意义

选择“基于连续时间模型的贝叶斯分析”作为研究题目,其思想来源于张彤副教授主持的国家自然科学基金项目《基于连续时间模型的贝叶斯分析》(No:70301006)和张世英教授主持的国家自然科学基金项目《多变量矩序列长期均衡关系及动态金融风险规避策略研究》(No: 70471050)。

连续时间金融模型是近 20 年金融计量分析中比较活跃的研究领域,主要是为金融产品价格及其波动性建立模型,从而为估计和预测金融产品价格波动提供基础,并将其应用到衍生金融产品及证券组合的定价。

研究连续时间模型的一个极其重要的原因是,它能更容易地刻画资产收益的波动特性,能够直接研究无套利基础上的资产定价与套期保值问题。因此,这方面的进一步研究不仅有着重要的理论价值,而且有着很大的现实意义。本书的理论意义在于为金融产品价格建立更实用模型并进行估计和预测;实践意义在于对股票市场的指数、证券组合以及金融产品价格进行实证分析,并应用于期权定价。我国股票市场已经有 10 多年的发展历史,可以利用历史数据为我国股票市场建立模型,为投资者提供有效的分析工具。

1.4 本书结构安排与主要创新

1.4.1 结构安排

本书共分六章,具体安排如下:

第一章为绪论。主要介绍本书选题的经济及金融背景与方法论背景,阐述了相关理论与建模方法的国内外研究现状,指出了存在的问题,给出本书选题的理论意义与实际意义。最后,介绍了本书研究结构安排与主要创新工作。

第二章为资产价格连续时间资产收益模型及估计方法评述。首先讨论了连续时间线性金融模型的进展情况,这些线性模型通过对 BS 模型添加随机波动因子或者跳跃因子从而体现不同的资产收益分布经验特征。接着总结了连续时间非线性模型的进展。相对于线性模型来说,由于非线性模型的复杂性导致这一类模型的进展相对缓慢,主要有两大类线性模型 CEV 模型和广义抛物线扩散模型。在连续时间模型不断发展的同时,模型的估计方法也在不断改进。最后讨论了连续时间模型的估计方法,并总结了各种估计方法的

优缺点和适用范围。

第三章为连续时间资产收益模型的 MCMC 估计。“马尔可夫链蒙特卡罗”(Markov chain Monte Carlo)模型方法是数理统计领域近 10 年来非常热门的研究领域,这种方法可以有效地处理高维参数及高维隐含变量的估计问题。本章首先介绍了有关贝叶斯统计方法,依据贝叶斯原理,参数的后验分布正比于模型的似然函数与参数的先验分布的乘积;之后讨论了如何采用 Euler 或 Milstein 方法对连续时间模型进行离散近似从而获得模型的近似似然函数;接着给出了 MCMC 算法和取样的收敛性检验;最后通过对双指数跳跃扩散模型的估计来验证 MCMC 估计方法的有效性。

第四章为连续时间资产收益模型的变结构分析。本章提出了应用 MCMC 方法的连续时间变结构模型的单一变结构点的定位方法,并用仿真试验验证了该方法的有效性;接着提出了连续时间多变结构点模型的变结构点的定位方法,该方法在确定变结构点位置的同时,又能估计相应的模型参数。用该方法对上海股市综合指数的收益序列进行了变结构分析,理论与实证结果表明该方法是有效且可行的。

本章考虑了连续时间最简单形式的 BS 模型的变结构问题,同时将该方法推广到连续时间随机波动模型,并给出了连续时间随机波动变结构模型中变结构点位置参数、隐含波动变量以及模型参数的联合后验分布,从而可以参照连续时间 BS 变结构模型的等变结构点的定位方法对随机波动变结构模型的变结构点进行定位。

第五章为资产价格的抛物线跳跃扩散模型研究。以 Bibby 与 Sørensen (1997)抛物线扩散模型为基础,用一个线性趋势和泊松跳跃过程加上一个扩散过程为资产价格对数建模,该扩散过程是一个漂移项为 0、扩散系数依赖于瞬时的资产价格,该模型称为抛物线跳跃扩散模型。通过模型成功地拟合了几个不同价格指数数据集合,表明抛物线跳跃扩散模型能够很好地体现资产收益分布的检验特征。在本章中,开发了基于 Milstein 的 MCMC 算法,成功地估计了模型的参数及隐含跳跃变量,并验证了所开发算法的有效性。

第六章为总结和展望。

1.4.2 主要创新工作

本书的主要创新性工作概括如下:

(1)开发了基于 MH 算法的“马尔可夫链蒙特卡罗”模拟(MCMC)方法。