

High-Frequency Returns
Volatility and Risk Forecasting in Stock Market

股市高频收益率 波动和风险预测

柳会珍 / 著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

High-Frequency Returns
Volatility and Risk Forecasting in Stock Market

股市高频收益率 波动和风险预测

柳会珍 / 著



中国经济出版社
CHINA ECONOMIC PUBLISHING HOUSE

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

股市高频收益率波动和风险预测 / 柳会珍著.

北京: 中国经济出版社, 2014. 12

ISBN 978 - 7 - 5136 - 3617 - 9

I. ①股… II. ①柳… III. ①股票交易—基本知识 IV. ①F830. 91

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 291414 号

责任编辑 严 莉

责任审读 贺 静

责任印制 马小宾

封面设计 任燕飞设计室

出版发行 中国经济出版社

印 刷 者 北京艾普海德印刷有限公司

经 销 者 各地新华书店

开 本 710mm × 1000mm 1/16

印 张 21.5

字 数 320 千字

版 次 2014 年 12 月第 1 版

印 次 2014 年 12 月第 1 次

定 价 50.00 元

广告经营许可证 京西工商广字第 8179 号

中国经济出版社 网址 www.economyph.com 社址 北京市西城区百万庄北街 3 号 邮编 100037

本版图书如存在印装质量问题, 请与本社发行中心联系调换 (联系电话: 010 - 68330607)

版权所有 盗版必究 (举报电话: 010 - 68355416 010 - 68319282)

国家版权局反盗版举报中心 (举报电话: 12390) 服务热线: 010 - 88386794

内容简介 ●●●●●

金融市场波动研究是金融资产定价和金融风险管理的重要组成部分。受国家宏观经济调控消息和国际经济变化以及金融市场波动等因素的影响,金融资产价格会呈现快速大幅波动的跳跃现象。投资者受资产价格跳跃的影响,对未来资产价格大幅波动的恐惧将要求较大的风险溢价,从而引起资产价格跳跃具有一定的持续性,在极端市场条件下将导致市场持续低迷,投资者对金融市场缺乏投资信心。如何根据金融市场波动的动态特征合理有效地预测市场波动和风险是当今国内外金融理论和实证研究的热点跟踪方向。

本书以代表股市方向标的沪深两市主要指数高频金融时间序列为主要研究对象,立足于股市牛熊周期的研究视角,综合运用金融时间序列分析和统计极值理论方法,建立收益率的已实现波动率模型对股指波动率和风险进行预测,深入研究了我国股市波动和风险的动态特征,以及跳跃对股指波动率和风险的时变性影响。本书研究成果能够为政府监管部门和决策部门实时监控股票市场和制定有效的调控政策提供重要的参考,同时为金融机构和投资者管理投资组合和控制风险提供有用的统计模型和方法,具有一定的理论价值和应用价值。

第1章 绪 论

1.1 股市波动和风险研究背景和意义	001
1.1.1 研究背景	001
1.1.2 研究的意义	002
1.2 金融市场波动率和市场风险研究现状	004
1.3 研究内容	008
1.4 本书创新	009
1.5 组织结构	010

第2章 线性时间序列分析

2.1 基本概念	019
2.2 时间序列线性模型	026
2.3 自相关函数和偏自相关函数	028
2.4 自相关函数和偏自相关函数估计	036
2.5 ARMA 模型的预报	044
2.5.1 ARMA 模型预报的统计方法	044
2.5.2 ARMA 模型预报误差和预报的计算	047
2.5.3 ARMA 模型预报和偏自相关函数	049

第3章 GARCH 类模型

3.1 ARCH 模型	056
3.1.1 模型	056

- 3.1.2 ARCH 模型的统计性质 057
- 3.1.3 ARCH 模型的统计推断 060
- 3.2 GARCH 模型 064
 - 3.2.1 GARCH 模型 064
 - 3.2.2 GARCH 模型的统计性质 065
 - 3.2.3 GARCH 模型的统计推断 067
 - 3.2.4 GARCH 建模 069
- 3.3 EGARCH 模型和统计性质 080
 - 3.3.1 EGARCH 模型 080
 - 3.3.2 EGARCH 模型的统计性质 081
 - 3.3.3 EGARCH 建模 083
- 3.4 其他 GARCH 类模型 085

第4章 统计极值理论和方法

- 4.1 极值理论 095
 - 4.1.1 极值类型定理 095
 - 4.1.2 非退化极限分布的存在性 098
 - 4.1.3 广义极值分布的最大吸引范围 099
 - 4.1.4 正则变化 101
 - 4.1.5 平稳序列最大顺序统计量的极限分布 103
- 4.2 极值理论的 Poisson 解释 105
- 4.3 POT 107
 - 4.3.1 POT 方法的理论基础 107
 - 4.3.2 超越的随机点过程和以上定理的关系 109
- 4.4 厚尾分布 110
- 4.5 超越门限的确定 115
- 4.6 参数估计和返回水平 117

第5章 金融收益率数据的统计极值分析

- 5.1 基本统计分析 127
- 5.2 股指极端收益率和收益率分布的尾指 132

5.3	股指收益率的尾行为分析和风险值	139
5.4	股指收益率波动和极值关系研究	148
 第6章 已实现波动率模型和跳跃		
6.1	已实现波动率和连续时间扩散模型	158
6.2	跳跃度量、跳跃的估计和跳跃对波动率贡献	159
6.3	已实现波动率的回归模型	162
6.4	资产收益率波动预测	165
 第7章 股票资产收益率波动跳跃		
7.1	高频收益率和已实现波动率	172
7.2	收益率波动跳跃的动态	176
7.3	极端波动率、跳跃和宏观经济信息发布	179
7.4	收益率波动跳跃集聚性研究	181
7.5	收益率波动跳跃研究的讨论	185
 第8章 股票资产收益率波动建模与预测		
8.1	金融资产收益率波动	190
8.2	金融资产收益率波动建模	197
8.3	收益率波动动态预测	201
8.4	收益率波动建模和预测总结	209
 第9章 金融市场风险测度和统计预测		
9.1	金融市场风险测度	218
9.2	风险测度估计	220
9.3	金融市场风险预测	224
 第10章 股市风险动态预测		
10.1	股指收益率波动与跳跃	230
10.2	股指收益率波动风险动态预测	233

10.3 股指收益率波动风险预测评估 238

10.4 跳跃对股指收益率尾部风险影响 241

第11章 结论和未来研究方向

附录 S-Plus 程序

第1章 绪论 ●●●●●

1.1 股市波动和风险研究背景和意义

1.1.1 研究背景

自从20世纪90年代初期上海和深圳两个股票交易所建立以来,中国股票市场已经经过了近二十年的发展,其间经历了多个繁荣市场高涨情绪的牛市和悲观低迷的熊市交替轮流的发展阶段。纵观在这两种不同发展状态下的股票市场对国家宏观调控政策消息发布的反应,在消息发布的前后几日均出现股票价格大幅跳跃的现象,而且股价的大幅上涨或者下跌通常发生在很小的时间段里。正如贝努瓦·曼德尔布罗特和理查德·L.赫德森在《市场的(错误)行为》一书中所说的那样,虽然“平均”股市利润对个人产生影响,但事实上,极端的利润和损失才是最重要的,真实价格的变化比正态分布所预计的要更为剧烈,巨大的盈亏集中在时间的小区间内。在金融市场中,波动性是集聚的。大的新闻引起大的市场反应,那些反应集中在很小的时段里。价格经常跳跃,非常不平稳,这种跳跃增加了风险。对于投资者来说,没有什么比突然性的价格大跌更令人恐慌^[1]。

在世界发达国家股票市场作为经济发展的重要指标,集中体现了国家宏观经济调控对股票市场影响的效果。在中国,随着市场经济的发展,以及股票市场交易体制的逐步完善和广大投资者投资意识的进一步增强,国家宏观经济调控所实施的经济政策对股票市场将会产生什么重大影响,又如何准确合理地预测股票价格的波动和有效控制金融资产价格过快上涨或者下跌的风险,这些已经成为政府监管部门和决策部门、金融机构以及广大投

投资者重点关注的对象。

股市的繁荣是否具有非理性特征?其背后蕴藏什么?类似地,股市的低迷又包含何种信息?在股市发展的这两个不同时期,国家宏观经济调控政策对沪深两市影响如何?政府监管部门和决策部门应该如何监控股市运作才能有效引导投资者对股票市场的预期和树立投资者对股市的信心?收益率和收益率的波动率作为金融资产价格波动的两个重要指标,对投资者的预期和理性投资起着很大的指导作用。目前国内关于波动率的研究主要集中在波动率建模方面,有关波动率预测和风险预测的研究尚不多见。预测方面的研究除了传统的 GARCH 类模型和随机波动(SV)模型中历史收益率平方和历史波动率之外,仅仅使用股市交易量或者交易间隔作为波动率的一个解释变量,而实证研究表明这些变量对股市波动率的预测并不具有显著的解释力。国外金融实证研究表明收益率波动中的跳跃在波动率动态变化中起着重要的作用,提供了快速变化且持续的因素驱动收益率的波动。在股市巅峰和低谷时期,波动率和收益率中跳跃起的作用比扩散随机波动作用大,因此跳跃在波动率建模和预测中具有非常重要的地位。我国股市波动中有没有强烈跳跃的迹象?跳跃发生的大小和频率又如何?跳跃导致的股票收益率波动风险在牛市和熊市两种不同阶段有没有显著差异?本书将就这些问题对我国沪深两市的股指高频收益率进行统计分析,建立收益率波动模型预测波动率和风险,揭示高频金融资产收益率波动中跳跃发生的统计规律,深入研究跳跃对波动率和风险预测的影响,探讨国家宏观经济调控政策信息发布对股指收益率波动的冲击,为高频交易策略的制定和实施提供重要的统计分析方法。

1.1.2 研究的意义

金融实证研究表明金融资产收益率的波动率不仅呈现长记忆特征,而且在特殊的日子例如宏观消息发布日波动率快速增加。这种变化很难在波动的扩散过程和收益率的跳跃中产生。收益率中跳跃可能产生大变化,但是跳跃的这种影响是短暂的。标准的波动扩散过程中波动率高度持续,但这种动态是由布朗运动驱动,因而这种扩散随机波动只能通过小的正态分布增加逐渐增加。波动率中跳跃弥补了收益率中跳跃和扩散波动的缺陷,提供了快速变化且持续的因素驱动收益率的波动。国外金融界对跳跃对金

融资产收益率波动的贡献实证研究刚刚起步,而国内有关股票价格跳跃的研究在近几年才开始,目前仅有少数几篇文献研究国内股票市场的跳跃性波动特征。和世界主要发达国家的证券市场相比较,我国证券市场受国家宏观调控政策影响较大,在股市非理性繁荣和低迷时期实施的宏观经济政策对股市具有什么样的影响?股市波动中有没有强烈跳跃的迹象?跳跃的大小又如何?依据市场的反应(收益率波动)制定和调整宏观经济政策,这是一个对政府监督部门和决策部门来说非常重要的课题,同样对于金融机构和广大投资者来说也是一个重点关注的对象。本书通过利用统计假设检验理论和金融时间序列分析方法监测识别股指收益率波动中的跳跃,研究在股市繁荣和低迷的不同发展阶段跳跃对股指波动的贡献,为政府监管部门和决策部门实时检测股市波动和制定有效的调控政策提供重要的科学依据。

金融资产波动率是金融风险管理、资产配置和衍生产品定价的重要影响因素,因而波动率的研究一直是金融学术界研究的热点。波动率建模研究已经形成一套成熟的理论和方法,GARCH类模型和随机波动SV模型已经在国内外金融波动率研究中得到广泛应用。随着金融市场的发展,迫切需要波动率预测方法的研究,而该方面的研究在国内外才刚刚起步,对于预测方法的精度和预测性能的评估也没有合理有效的方法。本书主要基于高频金融资产收益率时间序列,研究我国股指收益率波动特征,分析波动中跳跃发生的统计规律,进而建立已实现波动率的自回归模型拟合和预测股指收益率波动。这种波动率模型充分利用高频资产收益率数据中所包含的股指价格短期波动信息,较传统的GARCH类模型和随机波动模型更能够及时捕捉股指价格波动动态特征,从而达到更加准确地预测实时变化的股指波动率目的。

传统的金融市场风险研究主要关注金融资产价格下跌的风险,然而随着诸如股指期货和期权等金融创新衍生产品的推出,对资产价格上涨的风险逐渐受到学术界和金融机构的重视,目前国内对于上涨风险的研究尚属少见。本书基于波动率预测值计算收益率下跌和上涨的风险,重点研究波动率跳跃的风险,因为跳跃的风险不容易利用基础资产和金融衍生产品的投资组合对冲,投资者需要大的风险溢价来承担这些风险。本书中关于波动时变性对市场风险的研究成果将为金融风险管理提供重要的统计研究方

法,将有助于金融风险管理部门有效地控制市场风险,有着显著的应用价值和应用前景。

1.2 金融市场波动率和市场风险研究现状

金融资产波动率建模和预测研究是金融市场风险管理的重要组成部分,因而成为金融市场监管部门、金融机构和投资者重点研究的对象。如何纳入金融资产收益率波动影响因素合理有效地建模和预测收益率波动是金融市场理论和实证研究的热点。传统的金融资产收益率波动建模和预测主要利用低频例如日收益率建立 GARCH 类模型和随机波动(SV)模型,忽略了日内资产价格波动的高频金融数据所蕴含的信息,因而不能够充分及时地反映金融市场对国家宏观调控等政策信息的响应和投资者对资产价格未来波动的预期等收益率波动的重要影响因素。已实现波动率(Realized Volatility)是日内高频收益率的平方和,利用了日内高频交易价格数据,在收益率波动信息含量方面优于基于日收益率的波动估计,因此能够充分体现即时金融市场交易信息,同时对预测未来收益率波动和风险具有重要的领先指标作用。本节主要阐述利用已实现波动率建立收益率波动模型预测未来收益率波动和研究金融市场风险预测的国内外金融市场波动研究文献。

(1) 波动率建模和预测研究现状及分析

从现有研究文献和成果来看,对金融资产收益率的波动率的预测研究主要集中在三个方面:①在标准的日波动率 GARCH 和随机波动模型中引入已实现波动率和(或者)隐含波动率作为解释变量,建模和预测日波动率;②直接建立刻画波动率长记忆的已实现波动率 ARFIMAX 模型或 HAR(非齐次自回归)模型预测日波动率;③将跳纳入日波动率 SV 模型或已实现波动率自回归模型中,建立 SVJ 类或 HAR-RV-CJ 波动率模型。

Andersen 等^[2-4]建立了已实现波动率的 ARFIMAX 模型,统计结果表明在样本外预测性能方面这种简单的模型远远超过流行的 GARCH 类模型和随机波动模型。Blair 等^[5-6]建立了包含已实现波动率和隐含波动率的波动率 GARCH 模型,并且在预测股指波动率方面比较了隐含波动率和日内收益率的信息容量,样本内估计显示 VIX(隐含波动率指数)提供了几乎所有相关信息,样本外预测结果表明 VIX 提供最精确预测,日内收益率所含增加预

测信息不显著。Koopman 等^[7]建立已实现波动率的 UC - RV 模型和 ARFI-MA 模型这两种已实现波动率模型,对标普 100 股指数据进行研究,利用 MSE、MAE 以及优级预测能力 (SPA) 检验程序,结果表明 ARFIMA 模型比 UC - RV 模型预测更为准确。Martens 等^[8]建立了包含长记忆性、水平转变、杠杆效应和宏观经济消息发布这些因素的已实现波动率时序模型,并对标准普尔 500 指数期货波动率进行了提前 1 天、5 天、10 天和 20 天预测,结果表明:考虑杠杆效应和宏观经济消息发布效应的模型较没有这些效应预测性能有所改进,而考虑水平转变并没有改进预测精度;在包含以上三种效应的模型中,包含杠杆效应对模型预测性能提高最大;用高阶自回归模型建模已实现波动率的长记忆特性,比 ARFI 和 HAR 模型更有益,尤其对于长期水平的预测,而且结果对使用不同日波动率测度均稳健。Lu. Y 和 Perron Pierre^[9]建立了标准普尔 500 指数、道·琼斯和纳斯达克股指对数绝对值收益率的随机水平转变模型,并进行了提前至少 20 天的长期预测,结果表明在绝大多数情况下,基于日平方收益率作为实际波动率的近似值,随机水平转变模型比标准 GARCH 模型预测更好,在许多情形下,预测也好于 FIGARCH 模型。Corsi^[10]提出一种简单的已实现波动率的非齐次自回归模型 HAR - RV 来刻画波动率的长记忆特征。Eraker^[11]等研究了收益率和波动率中均包含跳成份的连续时间随机波动模型 SVJ。基于标准普尔 500 指数和纳斯达克 100 指数收益率进行了实证分析,结果表明收益率和波动率中跳的成分均存在,而且在 1987 年、1997 年和 1998 年三个市场大波动时期,这两种跳起着主要作用。Barndorff 和 Shephard^[12-13]研究了已实现波动率的统计性质,提倡使用已实现波动率来度量、建模波动率和预测日或更长时间的波动率,不仅能够保留日内数据中大部分和波动率相关信息,还可以规避数据的复杂性;同时研究了在增加抽样频率的条件下二次变异的渐进性质,给出了跳的 Z 统计检验和跳对整个收益率变异的贡献公式。Huang 和 Tauchen^[14]利用 Monte Carlo 模拟技术,研究了跳检测的 Z 检验性能,结果表明 Z 检验有合适的检验水平和较好的势;同时还研究了微观噪音对该检验的影响,结果说明采用没有错开的二次幂变异,噪音由于对整个价格变化的贡献而减小了跳检验的势和检验率,而错开收益率有助于改进高频水平下的跳检验率。他们对标准普尔 500 市场指数和期货高频收益率进行了实证分析,结果确认在统计检验意义上,跳是股价变化的重要成分,跳对日股价变化的整个变异贡

献大约占到4.4%到7.3%。Andersen等^[15]基于HAR-RV模型提出包含跳的HAR-RV-CJ预测模型,并对标普500股指收益率和30年美国债券5分钟高频收益率建模和预测,结果表明波动率中跳的成分既高度重要而且和连续成分相比,跳的部分明显不持续;将原始跳的变化部分从光滑连续变化部分分离出来导致样本外波动预测有明显改进,而且多数显著的跳和具体宏观经济消息发布有关。Bollerslev等^[16]提出了一种新的检测多个资产共跳(cojump)的统计检验方法,结果检测出强烈的多个中等大小且高度显著的共跳,而这些跳被标准的一元跳检测方法漏检;说明了跳对资产配置和风险管理都非常重要,对衍生金融产品定价尤其重要,跳的影响(风险)不容易由基础资产、现金和其他衍生品组成的投资组合对冲掉。在高频数据建模分析方面,Dacorogna等^[17]就金融高频数据统计预处理、建模等进行了系统的研究。McAleer和Marcel^[18]对有关已实现波动率研究进行了综述。汉密尔顿^[19]在理论和方法两方面综合研究了经济和金融时间序列的单位根和协整等统计特征和模型的广义矩方法等统计估计方法,并且给出了在实际应用中经济体制转变等因素的建模方法。Tsay^[20]和Andersen^[21]等综述了金融时间序列的较为完整的建模理论、统计分析和实证研究方法。和国外利用高频数据建模和预测波动率相比较,国内对这方面的研究文献相对较少。主要有刘勤和顾岚^[22],利用ARMAX-GARCH模型研究了深发展高频日内交易数据的统计特征,结果发现中国股票市场存在明显的日内效应和周效应特征。马丹和尹优平^[23]利用ACD模型和UHF-GARCH模型对交易间隔和信息传导关系理论进行了实证检验。研究结果表明较长的交易间隔是由于信息缺乏所致,文章还发现股价的波动性和交易间隔正相关,并受其他微观变量如买卖价差等的影响。王春峰等^[24]建立了长记忆随机波动模型,使用频域内拟极大似然方法估计模型参数,对比了高频数据直接建模和已实现波动率方法建模的预测结果发现,通过高频数据估计的模型可以很好保留高频数据中所包含的信息量,克服信息丢失问题,预测结果要优于已实现波动率方法建模预测的结果。

(2) 风险模型和预测研究现状及分析

对于股票市场风险的研究,主要集中在利用统计极值理论和建立波动率模型预测风险两种研究方法上。Embrechts^[25]系统研究了统计极值理论和方法,并将其运用于金融和保险领域极端事件和风险的建模研究。Lon-

gin^[26]利用极值方法研究了风险值在极端市场环境下度量市场风险的缺陷,并且深入分析了压力测试在风险管理过程中的重要性。菲利普·乔瑞^[27-28]对风险值在金融风险管理领域的运用进行了系统全面的研究。John Hull^[29]研究了金融衍生产品的风险因素和如何利用这些工具对冲投资组合风险。Giot 和 Laurent^[30]基于已实现波动率 $ARRIMAX(0,d,1)$ 模型和基于日收益率的 $APARCH$ 模型对风险值 VaR 进行了提前 1 天的预测, Kupiec 失败率检验结果表明两种方法均能提供较好的预测。Wolfgang 等^[31]基于高频数据,利用已实现波动率和已实现协方差构造已实现系统风险系数 β 度量和建模系统风险,同时对 IBM 公司和道琼斯工业平均指数的高频数据进行了实证分析,结果表明已实现 β 具有短期很强的自相关性,而这种相依特征可用来研究系统风险的预测。Roland 等^[32]基于 $GARCH$ 和 $EGARCH$ 波动模型研究了不同投资风格的对冲基金指数的波动特点:长记忆性、波动均值回复性以及非对称性,结果表明不同风格波动时序特征差异很大,利用 $ARMA-GARCH$ 建模并且预测波动率,同时利用波动率预测值计算了风险值 VaR 值,使用调整的击中比这一统计量测度 VaR 预测的性能,结果表明 $GARCH$ 类模型能够很好地预测事件驱动以及直接投资类型对冲基金的风险值。国内有关金融市场风险度量和预测研究较少,主要有尹优平和马丹^[33]研究了高频数据风险值 VaR 的计算方法,提出在 $GARCH$ 模型失效时基于 GP 分布和非参数核密度的风险值计算方法。邵锡栋等^[34]用 $ARFIMA$ 模型对超高频已实现波动率建模,并且应用到风险值 VaR 的预测中。回测检验的结果显示,超高频数据波动率模型的风险值预测性能强于日数据的 $GARCH$ 类模型预测性能。Michael 等^[35]研究了金融市场发展的周期预测,实证分析结果表明对于金融市场尤其是股票市场,其发展周期可以预测。

通过对目前国内外文献的系统分析和总结可以发现,金融资产收益率波动和风险预测研究在预测方法和模型预测性能的评估等方面均存在不同程度的缺陷,还需要深入开展有关研究以便及时有效解决我国证券市场持续稳定发展过程中存在的问题。

第一,虽然在金融波动率建模的过程中,考虑了跳存在的重要性和包含跳的必要性,但是在波动率预测方法上较少涉及定量研究跳的影响,而这一点对于基于波动率的风险预测至关重要,因为跳的风险很难对冲,投资者需要大的风险溢价承担这种跳的风险,这对于金融风险管理和衍生产品的定

价具有重要的影响。

第二,伴随着股市繁荣和低迷周期发展,收益率从牛市的正收益到熊市的负收益,其间收益率的波动具有什么样的动态特征,又如何在波动率预测中纳入股市所处周期的特征,目前学术界尚未发现从股市周期的视角进行波动率建模和预测研究。

第三,对波动率模型的预测性能评估也只是局限于已实现波动率对模型预测值回归决定系数大小、预测均方误差和平均绝对误差这些对预测误差的平均层面上,没有研究金融风险管理重点关注的大波动率的预测误差,这是目前评估波动率模型预测性能的重要缺陷。

1.3 研究内容

本书以代表股市方向标的的沪深两市主要指数高频金融时间序列为主要研究对象,立足于股市牛熊周期的研究视角,运用金融时间序列分析理论和方法研究股指高频时间序列的统计特征,利用统计检验理论检测识别跳和股指异常波动,并在此基础上建立包含跳的股指波动率数学模型;研究分析股市不同周期阶段股指波动率的动态特征,对股指波动率进行提前1天、1周和1个月三种不同水平的预测,利用统计回归方法和均方误差准则评价波动率预测性能,结合波动率预测图形研究大波动率情形下预测的误差;基于波动率预测结果预测股指波动的风险值,利用回顾测试统计检验方法评估风险预测性能。具体研究内容如下。

(1) 股指高频时间序列基础统计特征分析、收益率异常波动统计研究

运用金融时间序列分析理论和方法研究上证综合指数和深证成分指数高频5分钟收益率和低频日收益率时间序列的自相关函数、峰度、偏度等基础统计特征;对高频和低频收益率异常波动进行初步统计研究。

(2) 跳成分检测识别和跳对收益率变化的贡献研究

基于高频收益率计算已实现波动率和二次幂变异,利用已实现波动率和二次幂变异得到跳的非参数估计和检验 Z 检验统计量,在检验水平下检测识别每个股指日收益率波动中的跳成分;计算跳对股指日波动率的贡献大小。研究分析跳在股票市场牛熊阶段的统计特征。综合不同指数的跳成分,研究两个股票指数波动中的跳是否同时到达和跳大小之间关系,进而研

究宏观经济信息发布所产生的共跳统计特征。

(3) 波动率建模和预测研究

依据跳成分检测识别结果,结合股指高频数据初步统计特征,建立包含跳、杠杆效应、长记忆性和宏观经济信息发布和已实现波动率的股指日已实现波动率 HAR 模型。根据所建立的模型进行提前 1 天、1 周和 1 月的股指波动率预测。计算均方误差和平均绝对误差,同时做已实现波动率对模型预测值的线性回归,综合回归的多元决定系数、均方误差和平均绝对误差评估模型在平均意义下的预测性能。做已实现波动率和波动率预测值的散点图,研究分析股指大波动情形下的预测值误差,深入研究每个模型预测性能。

(4) 市场风险预测

基于波动率预测值,根据股指收益率条件均值模型,预测股指下跌风险值 VaR(股指收益率左尾)和上涨风险值 VaR(股指收益率右尾)。根据风险值预测结果研究波动率时变性对风险预测的影响,同时利用二项检验和 Kupiec 检验两种回顾测试检验对风险预测性能进行评估。

1.4 本书创新

本书基于我国沪深两市主要股指的高频收益率时间序列,利用时间序列分析理论和方法以及统计决策理论研究我国股市波动中跳跃行为的统计特征,分别采用传统的 GARCH 类模型和已实现波动率的非齐次自回归模型建模股指日收益率波动的动态特征,并且基于所建立的模型预测股指日收益率波动的风险值 VaR。和其他波动和风险建模预测书籍相比较,本书主要创新如下。

(1) 波动率中跳跃成分识别、跳跃对收益率波动贡献研究

国内基于高频数据的现有波动率建模和预测研究文献,在波动模型中除了历史波动率和历史收益率平方之外,主要纳入交易频率、交易量等交易信息作为解释变量,少数文献将跳作为解释变量研究波动率拟合,而较少涉及跳跃对于波动率预测的影响。国外波动率建模和预测实证研究表明金融收益率波动中跳跃的成分非常重要,尤其在金融市场低迷时期跳跃成分起