

学校编码: 10384

分类号 _____ 密级 _____

学号: 200442100

UDC _____

厦门大学

硕士学位论文

VaR模型在金融市场风险管理中的
应用研究

删除的内容: r 风险

Application Research of VaR Model in the Risk Management
of Financial Market

删除的内容: Research on the

删除的内容: m

林舒

指导教师姓名: 郑振龙 教授

专业名称: 金融工程

论文提交日期: 2007年4月

论文答辩时间: 2007年5月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2007年4月

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。
本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版,有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅,有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索,有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1、保密 (), 在 年解密后适用本授权书。

2、不保密 ()

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名: 日期: 年 月 日

导师签名: 日期: 年 月 日

摘要

受全球经济一体化、竞争与放松管制、金融创新等因素的影响，全球金融环境和金融市场正发生着重大的变化，金融市场的波动性和系统风险已大大加剧，风险管理技术已日益成为金融管理、金融工程领域最重要的研究对象之一。作为风险度量和管理的新方法，VaR 自诞生以来就得到了广泛的应用，目前在国外已成为度量市场风险的主流方法。

我国股票市场经过十几年的发展，已取得了不少成功经验，但也存在许多不成熟不规范的地方，使得我国股票市场经常大起大落，市场波动性远高于西方发达国家成熟的股票市场，因此加强风险管理势在必行。并且随着中国金融领域改革的进一步深化，各金融机构根据国际惯例建立以 VaR 为风险衡量标准的风险管理体系将成为必然，研究和发 展 VaR 计算模型并且比较各自特点就成了风险度量技术的当务之急。

本文首先介绍了 VaR 方法的产生背景，计算 VaR 的各种模型以及在市场风险度量中的应用。由于用 VaR 作为市场风险度量的内部模型方法，其假设前提和参数设置可以有多种选择，在进行内部风险管理时，金融机构通常都根据自身的发展战略、风险管理目标和业务复杂程度自行设定，并无统一标准。

接着在理论上对中国股市的上证指数进行实证研究，旨在通过对实证结果的分析，对比各类 VaR 模型以及不同分布假设下预测结果的优劣，寻找各模型最适用的场合，从而对 VaR 在实际市场风险度量中的运用产生一定指导作用。此外，还将 VaR 技术应用于我国证券投资基金，讨论如何通过 VaR 技术实现组合最优化时的头寸设置、投资组合的风险度量并对基金监管的实际应用情况予以总结。

关键词：风险管理；VaR 模型；后测检验

ABSTRACT

Influenced by the factors of global economic integration, competition, regulation loosening and financial innovation, huge changes in the global financial environment and financial market are taking place. Risk management technology has become one of the most important research objectives in the fields of financial management and financial engineering. As a new method for risk measure and management, VaR has been widely used since its birth and now has become a major method for measuring market risk abroad.

It has been more than one decade's development for the stock market of China, and there are still much immaturity and abnormality in our market which make it more volatile than the developed maturing markets in the west. In this sense it's compulsory to strengthen the risk management. Besides, with the further deepening of Chinese financial revolution, it's inevitable for every financial institution to establish the risk management system on the base of VaR standard according to the international conventions. It's also necessary to make research into VaR models and compare their characteristics.

This thesis firstly introduces the background of VaR method and calculates the various VaR models to measure the market risk. As an internal model for measuring market risk, there are many choices for the assumptions and parameters of VaR. Financial institutions usually make their own decisions according to their own developing strategy, the goal of risk management and the complexity of business. Then on the base of theoretical analysis, empirical researches are made on Shanghai Composite Index in order to compare the results of various VaR models and their distributional assumptions, thus bringing about some guiding effects for the application in market risk measure. Besides, empirical researches are also made on stock investment funds to calculate the individual asset's weight in the optimal portfolio, measure the risk for investment portfolio and sum up the application of the fund supervision.

Key Words: Risk Management; VaR; Back Test

目 录

第一章 绪论	1
第一节 选题背景和意义	1
第二节 理论综述.....	2
第三节 本文主要研究内容	6
第二章 金融市场风险管理理论.....	8
第一节 金融风险概述	8
第二节 金融市场风险	9
第三节 金融市场风险的度量	11
第三章 波动率模型	13
第一节 波动性理论.....	13
第二节 波动率估计模型	14
第三节 概率分布.....	17
第四章 VaR 险值理论	19
第一节 VaR 模型的产生背景	19
第二节 VaR 基本原理	20
第三节 VaR 模型的事后检验 (Back Test)	25
第四节 VaR 方法评价	29
第五章 VaR 在股票指数及投资组合中的实证应用	32
第一节 我国股市波动特点	32
第二节 上证指数的 VaR 计算及检验	33
第三节 投资组合的 VaR 计算及检验	42
第六章 主要结论及展望	48
附录	51
参考文献	55
致谢	58

Contents

Chapter1	Introduction.....	1
Section1	Background of Thesis.....	1
Section2	Literature Review.....	2
Section3	Research Frame.....	6
Chapter2	Theory of Financial Market Risk Management.....	8
Section1	Financial Risk.....	8
Section2	Financial Market Risk.....	9
Section3	Measure of Financial Market Risk ..	11
Chapter3	Volatility Models.....	13
Section1	Volatility Theory.....	13
Section2	Volatility Estimating Models.....	14
Section3	Probability Distribution.....	17
Chapter4	Value-at-Risk Theory.....	19
Section1	Background of VaR Models.....	19
Section2	Fundamental Principles of VaR.....	20
Section3	Back Test for VaR Models.....	25
Section4	Evaluations for VaR Method.....	29
Chapter5	Empirical Applications.....	32
Section1	Volatility Characteristics for China's Stock Market.....	32
Section2	VaR Models for Shanghai Composite Index.....	33
Section3	VaR Models for Investment Portfolio.....	42
Chapter6	Conclusion and Outlook.....	48
Appendix.....		51
Bibliography.....		55
Postscript.....		58

第一章 绪论

第一节 选题背景和意义

自第二次世界大战以后，世界经济一体化浪潮席卷全球，各国经济开放程度逐步提高，国际间资金、信息流动迅速，加大了金融市场之间的相互影响，金融风险在不同市场之间传导放大，使得全球市场波动性和风险不断加大。20世纪70年代初布雷顿森林体系的结束，使人们开始面对更多更频繁的金融风险。在过去的几十年间，已先后爆发了数次震惊全球的大规模金融危机，这些危机给世界经济和金融市场的健康发展造成了巨大的破坏，促使我们开始关注金融风险的度量和控制等问题，逐步意识到金融风险管理的必要性和紧迫性。同时，以现代金融理论和金融工程为核心的金融风险管理研究也成为了学术界的热点，以往的风险测量技术比如方差、 β 系数和 δ 等方法都仅适用于特定的金融工具或特定的领域，难以全面地反映风险覆盖情况。在这种情况下，金融机构的管理者和市场监管者越来越需要一种能够全面反映金融资产或投资组合的风险暴露情况的市场风险管理工具，于是 VaR 方法便应运而生。

1993年G30小组首先提出了VaR风险管理的概念；1994年JPMorgan银行公布了其自主研发的RiskMetrics系统，使得用户能够解决头寸的风险计量；接着信孚银行开发的RAROC2020系统实现了将风险管理运算和市场波动预测相结合计算VaR值。随后在巴塞尔银行监督委员会和国际证券委员会的推动下，VaR被越来越多的金融机构监管者、交易商、机构投资者应用于投资组合、金融衍生品的市场风险和信用风险的测定中，已逐渐发展为国际上风险度量的新标准。

我国金融市场作为一个发展中的新兴市场，市场规模还比较小，可交易的金融产品比较单一，对于金融风险管理的手段还比较落后，主要以定性分析为主，重在事后分析和评估，缺少事前风险防范和控制。随着金融市场的不断发展和完善，金融市场的行政干预将逐渐让位于市场调节，加强风险量化，找到一种为监管者、金融机构和投资者都接受的风险标准势在必行。因此，引入VaR

方法有利于为金融机构和投资者提供一种行之有效的市场风险管理工具，同时也为金融监管部门提供了风险管理的统一标准。此外，随着我国金融改革和开放的进一步开放与发展，金融市场和金融机构的运作和管理必将与国际接轨，金融监管原则和技术必须符合国际惯例要求，这就促进了 VaR 技术的进一步开拓与发展。

目前，我国金融机构运用 VaR 模型还存在一些现实困难，寻找适合于我国金融市场特点的风险模型已成为现时理论研究的突出内容。本文的主要目的也正是希望通过系统介绍 VaR 险值理论的基本原理，从理论上分析各模型的有效性、实用性，然后对其中有代表性的方法进行实证研究，为理论模型的可行性提供实践证据，并为 VaR 方法在我国的应用和发展做进一步的总结。

第二节 理论综述

一、国外研究情况

早在 1990 年，国外学者就开始了 VaR 的研究，主要包括对 VaR 的分析评价以及在各个领域的应用两方面。1994 年 10 月 JP Morgan 公布了 Riskmetrics 体系，对 VaR 模型的原理和计算方法进行了系统的总结，是国际上对 VaR 研究走向成熟的标志。RiskMetrics^[1]（1995）在其第一版技术文件中对 VaR 的原理做了详细的阐述，包括参数法、历史模拟法、蒙特卡罗模拟法等具体模型原理的说明；RiskMetrics^[2]（1996）与 Reuters 联手完成了第二版的技术文件，文件在第一版技术文件基础上对非线性期权头寸的风险计量方法与如何处理实际分布的非正态性进行了补充；RiskMetrics^{[3][4]}（1999）（2001）分别就理论界与实务界所提出的问题与建议进行了研究与改进工作。

Philippe Jorion^[5]（1996）将 VaR 定义为在正常市场条件下，给定一定的时间区间和置信度水平下预期的最大损失。VaR 提供了关于市场风险的综合性度量，是具有挑战性的现代统计学和应用数学问题。在他的专著中，重点介绍了风险测度方法，VaR 的监管、开发和运用 VaR 系统测度交易和投资过程中的风险，作为绩效评价工具的 VaR，以及实施安全风险管理系统的步骤等几个方面。

Hendricks^[6] (1996) 对参数化方法、历史模拟法、蒙特卡罗模拟法进行了实证研究比较。

Jean-Philippe Bouchaud and Marc Potters^[7] (1999) 提出如何利用金融资产波动的非正态特性去简单地计算复杂的非线性组合的 VaR。

Kevin Dowd^[8] (1999) 提出了不是对整个资产组合收益率分布建模, 而是只对收益率尾部分布超过某一较大阈值(Threshold)的数据进行建模进而计算 VaR 值的极值模型。

David X. Li^[9] (1999) 在原有二阶中心矩的基础上提出用分布的三阶中心矩、四阶中心矩确定置信区间的方法。结论认为可以建立置信区间与分布的二阶、三阶、四阶中心矩的函数关系, 置信区间与四阶中心矩正相关, 与三阶中心矩绝对值负相关。文章以汇率日数据为样本对 12 种主要汇率进行了返回测试, 结果发现模型能够比基于正态分布假设的模型更好地捕获极端情况。

Campbell, Huisman 和 Koedijk^[10] (2001) 将 VaR 风险管理模型应用于资产组合选择和资本资产定价, 通过理论推导得出在资产组合收益率呈正态分布且无风险利率为零的假设条件下, 基于 VaR 风险管理模型的资产组合选择将会得出同均值-方差模型完全一致的结论, 而且还通过实证分析对基于历史模拟 VaR 风险管理模型的资产组合选择结果同基于收益率正态分布假设的均值-方差模型资产组合选择结果进行对比。

Kaplanski 与 Kroll^[11] (2001) 建立了一个基于 VaR 的均衡资产定价模型, 并提出用 VaR-Beta (VB) 来衡量单个资产在均衡时的风险。他们通过实证研究指出, VaR-Beta 比传统的 Beta 有更大的解释能力。

此外, 很多学者介绍了 VaR 被交易商、非金融机构、机构投资者、银行及保险公司监管者以及外汇交易部门监管者广泛应用于投资组合、金融衍生工具、市场风险和信用风险的分析中。Stambaugh^[12] (1996) 将 VaR 的作用概括为: 提供了风险的共同语言; 允许更有效和一致的内部风险管理、风险头寸限额设定和评价; 为外部监管提供了一种机制; 给投资者提供了一种可理解的风险评估工具。

Alexander 和 Baptista^[13] (2001) 将 VaR 与均值-方差联系起来分析, 检验均值 VaR 组合选择标准是否与效用最大化一致。他们的结论是这种分析与效用

最大化基本一致。但是, 风险回避型的代理人如果采用均值-方差分析, 他事实上是选择了具有更高方差的组合, 因为将 VaR 作为均值-方差分析中风险的度量, 会发现其风险高于方差本身度量的结果。

Sentana^[14] (2001) 解释了基金经理在均值-方差框架并满足 VaR 约束的条件下如何进行投资决策。

ShMLur^[15] (2000) 认为, 作为一种绩效评价工具, VaR 能够用于根据风险调整投资及交易的绩效。首先, VaR 使管理者能够根据交易所冒的风险来调整相应的获利状况; 其次, 风险调整还为在追逐利益的过程中不可避免地带来“道德风险”的问题提供了一种解决方法。

Helmut^[16] (2001) 对 VaR 在设置风险限额与配置资本中的应用进行了研究。文章认为 VaR 可以帮助交易员认识到所要从事的交易所承担的风险是多少, 从而可以避免风险过度承担情况的出现。另外由于 VaR 做为一个通用的标准可以用于各不同部门、交易前台的风险比较, 从而可以根据各部门、交易前台的风险收益情况实现经济资本的合理分配。

二、国内研究情况

随着国际上对金融风险管理的重视和国外学者在 VaR 方面研究的逐步深入, 1997 年以来国内也开始了对 VaR 的研究。国内的文章主要集中于介绍国外学者的研究成果, 即 VaR 的概述与测算上, 对 VaR 在我国具体领域应用的研究正逐年深入。

1997 年至 2000 年理论界刚刚引入 VaR, 研究大都是围绕 VaR 基本原理展开的。我国学者对 VaR 方法的研究最早始于 1997 年郑文通^[17]的《金融风险管理的 VaR 方法及其应用》一文全面地介绍了 VaR 方法的产生背景、计算方法、VaR 方法的用途及引入中国的必要性。姚刚^[18] (1998) 简单介绍了组合 VaR 值的计算方法, 并初步探讨了参数法处理线性与非线性资产定价模型的区别。黄海^[19] (1998) 初步探讨了 VaR 对我国投资银行市场风险管理的借鉴意义, 文章认为 VaR 在控制交易所承担的市场风险、建立合理的激励机制方面可以起到重要作用。北京大学的刘宇飞^[20] (1999) 在这方面的研究做得比较全面, 他在文章《VaR 模型及其在金融监管中的应用》中, 介绍了 VaR 模型的基本内容, 在

此基础之上着重论述了其在金融监管中的应用。

2000 年至今, 国内对 VaR 的研究有了众多实质性进展, 许多学者将 VaR 运用于我国股票市场做了实证研究, 并且对模型的改进进行了创新性的尝试和有益的探索, 目前关于 VaR 在我国具体领域应用的研究正在逐步深入。

杜海涛^[21] (2000) 用 VaR 度量市场指数和单个证券的风险、基金管理人员绩效评价及确定配股价格等方面进行了阐述, 他认为沪深两市的指数收益率都服从正态分布, 在这一前提下计算了 95% 置信度下的 VaR 值并进行模型检验, 其结论是 VaR 模型对风险的拟合结果较好。

范英^[22] (2000) 系统地讨论了计算 VaR 的指数加权移动平均方法 (EWMA), 结合我国深沪两市综合指数的实际数据, 分别计算了深沪两市的最优衰减因子, 并在此基础上估计了大盘的风险值, 得出了我国股票市场的波动性比较大的结论。

王春峰^[23] (2000) 做为国内最早涉足金融工程与金融风险管理领域的少数学者之一, 对 VaR 作了较系统的研究, 在理论与实证方面做了大量卓有成效的工作。王春峰、万海晖、张维^[24] (2000) 指出用蒙特卡罗模拟法计算 VaR 值所存在的缺陷, 并提出用基于马尔科夫链蒙特卡罗 (Markov Chain Monte Carlo, 简称 MCMC) 的 VaR 计算方法。

陈忠阳^[25] (2001) 对 VaR 做了较全面的介绍, 并对 VaR 在我国金融市场中的应用做了简要的分析, 指出将 VaR 运用于我国金融市场风险计量会面临数据长度有限、资产收益关联度的稳定性较差、资产收益的厚尾特征等问题。

陈守东, 俞世典^[26] (2002) 分别将基于正态分布、t 分布、GED 分布的 GARCH (1, 1) 模型引入 VaR, 对我国沪市、深市指数风险计量进行了实证分析, 结论认为基于 GARCH-t 和 GARCH-GED 的 VaR 模型具有更好的预测效果。陈学华, 杨辉耀^[27] (2002) 以基金为例将传统的绩效考评方法与基于 VaR 的绩效考评方法 RAROC 做了实证比较, 结论认为 RAROC 能更客观地反映风险调整后的收益情况。

邹建军, 张宗益, 秦拯^[28] (2003) 主要讨论了 VaR 模型中有关波动率的估计方法, 通过拉格朗日检验发现上海股市的日收益率服从 ARCH 过程, 然后分别采用 GARCH (1, 1) 模型、RiskMetrics 和移动平均法预测上海股市日收益

率的波动性, 计算每天的 VaR 值。后验检验表明 GARCH (1, 1) 模型比 RiskMetrics 和移动平均法更准确地反映我国上海股市的风险。

彭寿康^[29] (2003) 比较了历史模拟方法、一般正态分布模型、加权正态模型和 Logistic 分布模型, 得出了历史模拟方法和 Logistic 分布模型的预测能力要优于一般正态分布模型和加权正态模型的结论。

姚京, 李仲飞^[30] (2004) 根据均值-方差模型的框架, 建立了用 VaR 代替方差或标准差作为风险的测量指标时的均值-VaR 模型, 同时使用等 VaR 线分析了两种模型的内在联系。作为模型的扩展还分别考虑了存在无风险资产、负债和非正态分布时的情形, 此外还讨论了均值-VaR 模型有效边界的一些性质。

彭海伟, 吴启芳^[31] (2004) 针对标准差衡量风险中的缺陷, 考虑了下方风险和收益波动的时变性, 对计算 Shapre 值时的风险测度进行了调整。

郑振龙, 王保合^[32] (2005) 在传统单纯采用极值理论描述股票收益尾部特征的基础上, 把 ARMA-AGARCH 模型和极值理论有机结合起来, 利用 ARMA-AGARCH 模型捕获股票收益数据中的自相关和异方差现象, 采用 GMM 估计模型参数, 获得近似独立同分布的残差序列, 再利用传统的极值理论对经过 ARMA-AGARCH 模型筛选过的残差进行极值分析, 并采用 Bootstrap 方法给出了极值理论估计出的 VaR 和 ES 在某一置信水平 α 下的置信区间, 改进了似然比率法估计置信区间时, 极值事件的小样本而造成的估计误差。

第三节 本文的主要研究内容

本文对金融市场风险管理理论进行了全面阐述, 详细分析了 VaR 模型原理及其应用方法, 通过实证研究将各主流模型予以运用, 最后针对我国金融风险管理的发展现状提出了一些意见和建议。主要结构如下:

第一章概述了 VaR 理论在国内外的发展和运用情况, 分析本文的研究目的和意义; 第二章引入金融市场风险的概念, 阐述了金融市场风险的特点和传统的度量方法; 第三章重在研究金融风险测量的核心问题即价格波动率的估计和预测, 介绍了几种常用的波动率模型; 第四章开始介绍 VaR 风险管理的基本原

理和计算方法，以及判定各类模型优劣的事后检验方法；第五章通过对中国股票市场数据的实证分析，综合运用了各种主流的 VaR 模型，并通过对模型结果的准确性比较分析各类模型的优劣，同时针对我国证券投资基金提出了最优化组合的计算方法；第六章对全文内容进行总结，提出了针对我国金融风险管理现实问题的一些解决建议，并对未来的研究方向作出进一步展望。

本文的主要创新之处在于：

（一）在 VaR 方法的基本框架下，应用了多种参数和非参数模型，对中国上证股指进行 VaR 预测，综合讨论对比各种模型的优缺点。

（二）对于同一模型，分析在不同分布假设下（包括正态分布，t 分布）对 VaR 估计的影响及解决方法。

（三）采用窗口迭代的方法来计算 VaR 值，修正了静态模型的误差。

（四）用 VaR 模型对投资组合的风险进行测量，提出了基于 VaR 约束条件下的投资组合的最优化方法。

第二章 金融市场风险管理理论

第一节 金融风险概述

近几十年来,受经济全球化与金融一体化、现代金融理论、金融创新以及信息技术等因素的影响,全球金融市场获得了快速发展,与此同时金融市场也呈现出了前所未有的波动,频繁发生的金融危机不仅严重影响了工商企业和金融机构的正常运营,而且还对一国乃至全球经济的稳定发展构成了严重威胁。因此,金融风险管理和控制引起了全球工商企业、金融机构、政府当局及学术界的密切关注,已成为工商企业和金融机构经营管理的核心能力之一。

所谓金融风险是指由于金融市场因素的变化而导致的企业未来收益发生损失的可能性,它直接与金融市场的波动性相关,诸如利率、汇率或者商品价格的波动、以及由于债务人财务状况恶化而导致的违约可能性等,都会给企业的资产价值和收益带来风险。1994年7月26日,国际证券事务委员会及巴塞尔委员会发表了一份联合报告,对金融衍生产品涉及的主要风险做出了权威性的论述,其中将金融风险主要划分为以下几类:

(一) 市场风险

市场风险是指由于金融市场因素(如利率、汇率、股票和商品价格等)的不利变动而导致金融资产价值损失,根据不同的风险因素又可被分为利率风险、汇率风险、价格风险等。其中利率风险尤为重要,因为利率波动会直接导致金融机构所持有的资产价值的变化,使机构的持续经营能力受到威胁。利率风险主要表现为利率结构性风险,如在资产、负债的利率结构上由于期限、利率种类和水平以及利率波动政策等方面未经科学、充分的考虑,不能应付各种变动而造成的风险。利率波动可能源于经济周期不同阶段市场对资金的需求变化,也可能由国际经济环境变化等因素引起。

(二) 信用风险

信用风险是指在交易完全履约期间内,由于金融市场环境的变化等原因导致合约内容无法履行而造成损失的可能性。主要包括两方面内容:一是违约可能性的大小;二是由违约造成损失的多少。前者取决于交易对方的资信,后者

则取决于金融产品的价值。对于金融衍生交易而言，由于许多是跨国交易、跨时交易，交易商之间的联系环环相扣，如果交易中任何一方出现违约问题，其引起的滚雪球似的连锁反应往往会给金融市场带来较大的震荡。

（三）流动性风险

流动性风险是指金融机构的资产流动性不能应付流动性需求的风险，包括两方面内容：一是市场流动性风险，即金融产品的持有者无法在可接受的市场价格条件下轧平或冲销其头寸，造成无法平仓的风险，这种风险在 OTC 市场中进行动态对冲交易时表现得更为突出；二是现金流动性风险，即因交易商流动资金不足出现合约到期无法履行支付义务或者无法按合约要求追加保证金的风险。流动性风险可视为一类综合性风险，是其他风险在金融机构整体经营方面的综合体现。

删除的内容: 扎

（四）操作风险

操作风险来源于交易过程中出现的错误导致的附加成本，比如清算失败、没能达到监管要求和不能及时汇总。操作风险直接与机构的管理系统相关，这种风险在无意识状态下可引发市场敞口风险和信用风险，从而损害交易机构的形象。

第二节 金融市场风险

在诸多不同类型的金融风险中，金融市场风险不仅是所有企业都要面对的风险，而且也往往是其他类型风险的基础原因。自 1973 年“布雷顿森林体系”解体以来，全球范围内汇率、利率、股票价格和商品价格呈现出高度波动性，主要原因就在于全球金融市场从固定价格体系向浮动价格体系的转变，具体表现为：1973 年，“布雷顿森林体系”这一维系世界外汇市场价格稳定的基本体制崩溃后，世界主要汇率自由浮动，引起汇率波动性的急剧上升；1979 年，美联储将货币政策的控制目标由原来的利率改为货币供应量，同时在 80 年代西方主要发达国家放弃利率管制，引发了利率波动性的大幅上升；两次石油危机及美国政府在 80 年代初对石油价格管制的取消，导致石油商品价格的剧烈波动，对各国经济造成极大的冲击，进一步引发了全球商品价格的剧烈波动；严

重的通货膨胀及许多国家为解决其经济问题所采用的货币、金融、外贸及宏观经济政策,导致了汇率、利率、股价和商品价格波动性加剧。这些力量使原本相对平静的经济金融环境发生了彻底的变化。

90 年代以来,全球金融市场又发生了基础性的变化,不断出现大幅市场震荡,主要包括以下几方面:

(一) 经济全球化与金融一体化趋势

经济全球化导致企业市场和资源配置的全球化,各国金融市场的开放程度不断加深,资本在全球范围内大量、快速地自由流动,大大增强了全球经济、金融市场间的相互依存性,全球金融市场间的价格协调使任何地区金融市场的局部波动都会迅速波及、放大到其他市场。

(二) 竞争与放松金融管制

金融业的激烈竞争导致了金融创新浪潮,并由此引发的政府对金融业的放松管制,反过来又加剧了市场竞争,并为以衍生金融产品为核心的金融创新提供了内在动机和良好的环境。这一螺旋式的过程导致了金融市场不确定性和波动性的增加。

(三) 技术进步

信息技术、现代金融理论和金融工程技术的突破性进展,大大提高了国际金融市场中资金和信息的流通效率,提高了对复杂金融产品和交易的准确定价能力,从而导致金融市场的交易品种、交易量和交易速度的爆发性增长,金融市场的复杂性和不确定性也大为增加。

(四) 金融创新与衍生金融产品的增长

为规避金融风险、提高竞争力、逃避管制而展开的金融创新活动,在放松管制和技术进步的刺激下异常活跃,形成金融创新浪潮,导致了高风险的衍生金融产品的爆发性增长。事实上,衍生金融产品本身就是金融市场风险加剧的产物,其目的在于对基础金融市场如股票市场、债券市场、外汇市场、商品市场等存在的各种风险进行分解、组合、定价和交易。由于具有能根据顾客风险和收益偏好“量身定做”及低成本、高杠杆性等优点,衍生金融产品作为一种高效的金融风险管理工具为各种类型的企业大量使用。

第三节 金融市场风险的度量

任何企业都无可避免地要面对金融市场风险，金融市场风险具有客观性，无法消除，同时市场风险往往还是其他类风险的基础原因。因此对待金融风险的态度应该是积极的风险管理行为，而不是简单规避、被动接受和无所作为。

金融市场的风险管理主要是指为改变企业所面临的金融市场风险状况而采取的一系列管理行为，包括辨识企业面临何种风险，评估这些风险对企业的影响程度，如何防范风险，风险产生后如何控制等。最初的方法非常简单，称为名义量法，认为进入交易的证券组合都处于风险中，证券组合的市场风险就是该组合的整体价值，但现实中多数情况下只是部分价值处于风险状态中。因此，名义量法仅是一种粗略的估计方法，无法满足日趋复杂的金融市场风险管理要求。随着金融市场和金融交易复杂性的增加，人们也不断尝试更为精确的风险测量方法。

灵敏度方法利用金融资产价值对市场因子的敏感性来测量金融资产的市场风险，市场因子主要包括利率、汇率、股指、商品价格等。运用这种方法首先需要测定市场因子的变化与证券组合价值变化间的关系，如 δ 、 β 、久期和凸度等，然后通过市场因子的特定变化量求出组合价值的变化量。该方法简单直观，已得到了广泛应用，但是由于存在近似性、相对性以及对产品类型高度依赖的缺点，只适合于简单金融工具在市场因子变化较小的情况，对于复杂的证券组合以及市场因子的大幅波动情形准确性较差。

波动性方法是一种统计方法，通常用标准差、协方差来描述由于市场因子的变化而导致的证券组合的波动性。该方法在一定程度上测量了金融资产价格的变化程度，但缺陷也很明显，比如描述了收益的正、负偏离程度，而现实仅关注负偏离；无法给出一定数量损失发生的概率，交易者或监管者只能根据自己的经验来判断损失发生的可能性。

为了解决传统风险测量方法的种种缺陷，一种能够全面测量复杂证券组合市场风险的方法—VaR 风险测量方法应运而生，其基本思想就是要确定出一定置信度水平下，证券组合在未来特定时间段内的最大可能损失。它的最大优点在于测量的综合性，可以将不同市场因子、不同市场风险集成一个数，准确

测量不同风险源及其相互作用而产生的潜在损失，较好地适应了金融市场发展的动态性、复杂性和全球整合性趋势。

第三章 波动率模型

第一节 波动性理论

一、波动性含义和度量

金融风险是由金融资产价格的波动引起的，因此风险测量的核心是价格波动率的估计和预测。价格波动性指的是未来价格偏离其期望值的可能性。价格上涨是有利的偏离，价格下跌是不利的偏离，波动性越大，价格上涨或下跌的机会就越大。

统计学中常用方差和标准差来描述波动性。在金融学中，波动性是用收益率的标准差来度量的，而不是用价格的标准差来度量，因为收益率被认为由一个具有常数无条件均值和有限方差的平稳随机过程产生，有限方差表明波动性会趋于一个有限的常数，即均值回归；而价格的方差是无限的，会随着时间增长而增长，这是由价格的不平稳性决定的，即价格随机游走性质。

二、波动性特点

波动性描述的是资产收益率随时间变化的离散程度，大量实证研究结果表明，波动性具有以下特点：

（一）厚尾性（Fat Tail）

Mandelbrot(1963)、Fama(1965)等人发现资产收益具有高峰度的分布特征。在许多金融时间序列里，收益率的无条件分布密度与正态分布相比，具有很大的峰度和更厚的尾部。

（二）波动性群聚（Volatility Clustering）

一个较大(较小)的波动往往跟随在另一个较大(较小)波动的后面，任意截取一段金融时间序列都会发现或高或低的波动率群聚现象。很多波动率模型都试图模拟这种群聚现象，如移动平均、ARCH 模型等。

（三）杠杆效应（Leverage Effect）

Black（1976）发现标的资产价格的运动与波动性呈负相关，即负的回报道要

比正的回报导致更大的条件方差。

(四) 长记忆性和持续性 (Long Memory and Persistence)

波动持续性是指一个较大或较小的波动会对未来一段时期内的波动产生影响, 使这一时期的波动保持较大或较小。波动的长记忆性就是指其持续性。

(五) 协同运动 (Co-movement)

协同运动是指两个或多个市场之间相互影响的一种现象。波动的协同性特征是指, 当一个市场的波动性发生变化时, 其他市场也会受其影响而相应发生变化 (一般同向变化)。

第二节 波动率估计模型

一、静态模型

最简单的波动率计算模型是静态波动率计算模型, 最早由 Markowitz 提出, 是传统的广为接受的度量风险方法。该模型假定在一定时期内资产收益的波动性保持不变, 这样就可以采用这一时期内收益的样本标准差作为每一个收益的波动率。数学定义为, 假设 P_t 为某资产组合在时刻 t 的即时价格, $r_t = \ln(P_t / P_{t-1})$ 表示该组合从时刻 $t-1$ 到时刻 t 的收益, $t=1, 2, \dots, n$, 那么组合在这 n 个单位时间里的波动率就可以用这 n 个收益的样本标准差来估计:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (r_i - \bar{r})^2} \quad (3.1)$$

其中 \bar{r} 表示样本均值。

该方法的最大优点在于计算的简便性, 由于方差具有良好的数学特性, 组合的方差可以分解为组合中单个资产收益的方差和各个资产收益之间的协方差来求解。然而, 实践证明资产收益的波动率在一定时期内并不是常数, 而且经常变化, 为了更好地反应波动率时变的特性, 人们提出了动态波动模型来预测资产收益的波动率。

二、移动平均模型

(一) 简单移动平均模型 (SMA)

第 t 天的资产收益波动率, 通过该天以前 M 天的收益率样本方差来估计:

$$\bar{r} = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M r_{t-j} \quad (3.2)$$

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{1}{M-1} \sum_{i=1}^M (r_{t-i} - \bar{r})^2} \quad (3.3)$$

通过移动窗口, 增加预测日后一天的信息和去掉前第 M 天的信息来更新预测。该模型简单易行, 但是忽略了观察值的动态顺序, 将所有历史信息赋予相同的权重, 实际上较旧的信息 (比如 M 天前) 对于今天的影响意义远不如近期的信息 (比如昨天), 越新的数据应该具有越高的相关性。此外, 如果在 M 天前有一个较大的收益, 那么当估计第 $t+1$ 天的收益波动率时会去掉这个收益, 这将严重影响波动率的估计。

(二) 指数加权移动平均模型 (EWMA)

$$\sigma = \sqrt{(1-\lambda) \sum_{i=1}^M \lambda^{i-1} (r_{t-i} - \bar{r})^2} \quad (3.4)$$

其中 λ 为衰减因子 (Decay Factor), 决定着波动率估计中各观察数据的相对权重, 可以通过最大化似然估计值求出, [正态分布的](#)似然函数为:

$$L = \left(\frac{1}{2\pi\sigma^2}\right)^{N/2} \cdot \exp\left[-\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{2\sigma^2}\right] \quad (3.5)$$

通过模型迭代可得, 对 t 时刻波动率的预测为:

$$\sigma_t = \sqrt{\lambda\sigma_{t-1}^2 + (1-\lambda)[r_{t-1} - E(r_{t-1})]^2} \quad (3.6)$$

EWMA 模型可以看作是 GARCH (1, 1) 模型的一个特例, 即参数 $\alpha_0 = 0$, $\alpha_1 + \beta_1 = 1$ 。相对于 GARCH 模型而言, EWMA 仅仅依赖于一个参数 λ , 实施起来比较容易。另外 EWMA 与 GARCH 一样, 对于波动率的估计都是递归的, 对于波动率的预测只基于前期的预测和最新观察到的结果, 这就大大优于简单移动平均, 因为后者要利用过去 M 天的收益信息才能建立预测。

三、条件异方差模型

(一) ARCH 和 GARCH 模型

大量的金融数据实证研究表明,不确定性和风险的方差是随时间变化的,传统的计量经济学模型关于独立同方差的假定已不适合于描述金融市场价格的变化规律,于是许多金融学家和计量经济学家开始尝试用不同的模型和方差来解决这一问题。其中具有代表性的是 Engle (1982) 提出的“条件异方差自回归模型”,被认为是最集中地反映了方差的变化特点,从而广泛应用于经济领域的时间序列分析。此后 Bollerslev、Engle、Lilien、Robbins 等人又先后对 ARCH 模型进行了改进,提出了 GARCH、ARCH-M 等一系列推广模型。

删除的内容: 、NARCH

1. ARCH 模型

描述了在前 $t-1$ 期的信息集给定的条件下随机误差项 ξ_t 的分布。假设回归模型为:

$$y_t = x_t' \beta + \xi_t \quad (3.7)$$

如果随机干扰项服从以下过程:

$$\xi_t = \sqrt{h_t} v_t$$

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \xi_{t-i}^2 \quad (3.8)$$

则称模型(3.8)为 ARCH(q) 模型,其中 v_t 独立同分布, $E(v_t) = 0$, $D(v_t) = 1$;

$\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, \dots, q$, 以确保条件方差 $h_t > 0$, 且 $\sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$ 保证过程平稳。

在 ARCH 回归模型中, ξ_t 的条件方差是滞后误差项的增函数,因此较大的误差后面一般紧接着较大的误差。回归阶数 q 决定了冲击对于后续误差项方差的影响时间长度, q 值越大,波动持续的时间也越长。

2. GARCH 模型

Bollerslev (1986) 提出了条件方差的扩展形式即广义 ARCH 模型, GARCH (p,q) 表示如下:

删除的内容:

带格式的: 缩进: 首行缩进: 0.85 厘米

删除的内容: ARCH (q) 模型表述如下

带格式的: 字体: 宋体

带格式的: 字体: 宋体

带格式的: 字体: 宋体

带格式的: 字体: 宋体

带格式的: 居中

带格式的: 字体: 小四, 降低量 6 磅

带格式的: 缩进: 首行缩进: 0.85 厘米

带格式的: 字体: 小四

删除的内容: :

删除的内容:

删除的内容: (3.7)

带格式的: 居中, 不允许文字在单词中间换行

带格式的: 降低量 6 磅

带格式的: 降低量 6 磅

带格式的: 降低量 14 磅

删除的内容: 。

删除的内容: 第三章 波动率模型
模型第三章 波动率模型

删除的内容: 8

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \xi_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j} \quad (3.9)$$

满足 $\alpha_0 > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i=1, \dots, q$, $\beta_j \geq 0$, $j=1, \dots, p$ 。为保证模型是平稳的,

参数约束条件为 $\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$ 。

GARCH 模型优于 ARCH 之处在于, 可以用较为简单的 GARCH 模型来代表一个高阶 ARCH 模型, 从而使得模型的识别和估计都变得较为容易。

(二) 非对称的 GARCH 模型

股票市场的研究发现, 股价下跌和上涨幅度相同时, 下跌过程往往会伴随着更剧烈的波动性, 波动性的这种非对称特征通常被称为“杠杆效应”。利用非对称模型能够比较充分地解释此类现象。

1. TARARCH 模型 (Threshold ARCH)

该模型最早由 Zakoian (1990) 提出, 具有如下形式的条件方差:

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \xi_{t-i}^2 + \phi \xi_{t-1}^2 d_{t-1} + \sum_{j=1}^p \theta_j h_{t-j} \quad (3.10)$$

删除的内容: 9

其中 d_t 是一个名义变量:

$$d_t = \begin{cases} 1 & \xi_t < 0 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

引入 d_t , 股价上涨信息 ($\xi_t > 0$) 和下跌信息 ($\xi_t < 0$) 对条件方差的作用效果不同。当股价上涨时 $d_t = 0$, 此时对条件方差的影响可用系数 $\sum_{i=1}^q \alpha_i$ 表示;

当股价下跌时, 系数表示为 $\sum_{i=1}^q \alpha_i + \phi$, 可见波动是非对称的。

2. EGARCH 模型 (Exponential GARCH)

由 Nelson 在 1991 年提出, 模型的条件方差表达式为:

$$\ln(h_t) = \alpha_0 + \sum_{j=1}^p \theta_j \ln(h_{t-j}) + \sum_{i=1}^q \left(\alpha_i \left| \frac{\xi_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right| + \phi_i \frac{\xi_{t-i}}{\sqrt{h_{t-i}}} \right) \quad (3.11)$$

删除的内容: 0

模型中条件方差采用了自然对数形式, 表明 h_t 非负且杠杆效应是指数型的。

当 $\varphi \neq 0$ 时信息作用是非对称的, 而当 $\varphi < 0$ 时杠杆效应显著。

第三节 概率分布

一、正态分布

由于正态分布具有对称性、可加性、相关性容易测量的特点, 因而在金融市场分析中占有极其重要地位。但是金融市场的大量实证表明, 对数正态模型并不完全与历史回报数据性质相一致。

二、t 分布

由于 t 分布的概率密度函数比正态分布具有更厚的尾部, 因此可以用来描述回报的厚尾特性, 以提高在较高置信水平下计算 VaR 的准确性。当自由度趋于无穷大时, t 分布的概率密度函数就等于标准正态分布的概率密度函数, 因此可以把 t 分布看作是广义的正态分布。但 t 分布缺乏正态分布优良的统计特征, 另外多变量联合 t 分布比较难估计, 这在很大程度上限制了 t 分布在金融市场中的广泛应用。

三、广义误差分布 (GED)

GED 是一种更为灵活的分形式, 通过对参数 ν 的调整变化拟合出不同的图形, 其密度函数形式为:

$$f(x_t) = \frac{\nu \cdot \exp[-0.5 |x_t / \lambda|^\nu]}{\lambda \cdot 2^{(\nu+1)/\nu} \cdot \Gamma(1/\nu)} \quad (3.12)$$

$$\lambda = \left(\frac{2^{-2/\nu} \cdot \Gamma(1/\nu)}{\Gamma(1/\nu)} \right)^{1/2}$$

其中 $\Gamma(g)$ 为 Gamma 函数。参数 ν 控制着分布形式, 不同参数导致不同的分布形式, 当 $\nu = 2$ 时, GED 是正态分布; 当 $\nu > 2$ 时, 尾部比正态分布更薄; 当 $\nu < 2$ 时, 尾部比正态分布更厚。由此可见 GED 是一种比较复杂的分布形式。

删除的内容:

带格式的: 缩进: 首行缩进: 0.85 厘米

带格式的: 居中

删除的内容:

$$f(x_t) = \frac{\nu \cdot \exp[-0.5 |x_t / \lambda|^\nu]}{\lambda \cdot 2^{(\nu+1)/\nu} \cdot \Gamma(1/\nu)} \quad (3.11)$$

$$\lambda = \left(\frac{2^{-2/\nu} \cdot \Gamma(1/\nu)}{\Gamma(1/\nu)} \right)^{1/2}$$

其中 $\Gamma(g)$ 为 Gamma 函数。

参数 ν 控制着分布形式, 不同参数导致不同的分布形式, 当 $\nu = 2$ 时, GED 是正态分布; 当 $\nu > 2$ 时, 尾部比正态分布更薄; 当 $\nu < 2$ 时, 尾部比正态分布更厚。由此可见 GED 是一种比较复杂的分布形式。

第四章 VaR 险值理论

第一节 VaR 模型的产生背景

自 70 年代初布雷顿森林体系崩溃以来，浮动汇率制下汇率、利率等金融产品价格的变动日趋频繁和无序。到了 90 年代初，金融衍生工具的种类和交易额迅速增加，投资组合的构成日趋复杂，已有的风险度量方法越来越难以满足投资者和金融监管机构的需要。与此同时世界各地金融灾难此起彼伏，损失惨重，巴林银行、日本大和银行等金融机构或跨国公司由于市场风险管理不善而导致巨额亏损或者倒闭的例子比比皆是。因此，金融监管当局和金融机构一直在不断强化市场风险的管理和监督，找到一种有效的风险管理方法已经成为当时全球金融界共同的愿望，也正是这种巨大的社会需求推动了 VaR 方法的产生和迅速发展。

VaR 概念最早由 30 国集团于 1993 年 7 月在其研究报告《衍生产品：惯例与原则》中提出，1994 年 12 月 JP Morgan 银行公开发布了其开发的风险计量模型 Riskmetrics 系统，1995 年 4 月巴塞尔银行监管委员会同意具备条件的银行以内部 VaR 模型为基础计算市场风险资本金要求，此后 VaR 方法被广泛采用，并已发展成为金融行业风险管理的新标准。VaR 作为金融市场风险测量的主流模型，目前已经被全球各主要银行、投资公司、证券公司及金融监管机构广泛采用。

VaR 方法是用概率统计原理来估计金融风险的方法，主要可以运用于以下领域：

(一) VaR 是金融头寸市场风险的一种度量，金融机构按照 VaR 将自己面临的市場风险设置在所能承受的边界以内，或者在 VaR 基础上构造有效的资产组合。

(二) 以 VaR 作为风险调整指标，进而在收益/风险基础上评估业绩，比如信孚银行开发的 RAROC（风险调整资本收益）系统，可以较真实地反映交易人员的经营业绩，有效限制过度投机行为，避免大规模损失的发生。

(三) VaR 计算结果能够便于监管当局设定金融机构为防范市场风险所需计

提的最低资本准备金数额, 保证金融机构在一次灾难性事件后不至于破产, 同时也为外部信用评级机构提供了信贷评级的定量依据。

第二节 VaR 基本原理

一、VaR 定义

根据 Jorion (1996) 给出的权威定义, VaR 指的是在一定概率水平下 (置信度), 某一金融资产在未来特定的一段时间内的最大可能损失。用数学公式表示为:

$$\text{Prob}(\Delta P > \text{VaR}) = 1 - c \quad (4.1)$$

其中 ΔP 为证券组合在持有期 Δt 内的损失, VaR 值为置信水平 c 下处于风险中的价值。

带格式的: 降低量 3 磅

删除的内容: c

(一) 一般分布下的 VaR 计算

假设组合头寸初始价值为 P_0 , R 是持有期内的收益率, 则期末组合头寸价值为 $P = P_0(1 + R)$ 。假定回报率 R 的期望值为 μ , 波动率为 σ , 给定置信水平 c 下组合的最低价值为 $P^* = P_0(1 + R^*)$, 那么根据定义在该置信水平 c 下, 投资组合在未来持有期 L 内的相对 VaR 值可定义为:

$$\text{VaR} = E(P) - P^* = -P_0(R^* - \mu) \quad (4.2)$$

绝对 VaR 值可定义为:

$$\text{VaR} = P_0 - P^* = -P_0 R^* \quad (4.3)$$

由此可知, 计算 VaR 相当于计算组合最小价值 P^* 或最低收益率 R^* 。假定组合未来收益率分布的概率密度函数为 $f(p)$, 则对于置信水平 c 下组合的最低值 P^* 有:

$$1 - c = \int_{-\infty}^{P^*} f(p) dp \quad (4.4)$$

此种表达方式适合于任何分布形式。

(二) 正态分布下的 VaR

如果投资组合的收益率分布为正态分布，若标准正态分布的密度函数为 $\phi(\xi)$ ，则有：

$$1-c = \int_{-\infty}^{R^*} f(p) dp = \int_{-\infty}^{R^*} f(r) dr = \int_{-\infty}^{-\alpha} \phi(\xi) d\xi \quad (4.5)$$

其中 $\alpha (\alpha > 0)$ 为指定置信水平 c 下标准正态分布的分位数，公式表示为：

$$-\alpha = \frac{R^* - \mu}{\sigma} \quad (4.6)$$

由此可得最小回报率 R^* 为：

$$R^* = \mu - \alpha\sigma \quad (4.7)$$

在标准正态分布下，置信水平与分位数一一对应。当给定一个置信水平如 95% 时，则对应分位数 $\alpha = 1.65$ ，于是就可以计算出相应的 R^* 和 VaR 值。

以上计算都是基于一天的时间间隔基础上的，如果要计算持有期长度为 Δt 的 VaR 值，假设连续时间区间的收益率不相关，则时间间隔为 Δt 的相对 VaR 值为：

$$VaR = -P_0(R^* - \mu) = P_0\alpha\sigma\sqrt{\Delta t} \quad (4.8)$$

在正常市场条件下，对于给定置信水平 c ，其对应的临界值即为该金融市场或投资组合在统计上的最大可能损失。虽然实际损失有可能超过 VaR，但是根据抽样分布理论，损失超过 VaR 的概率不会超过 $1-c$ ， $1-c$ 代表了最坏情况发生的概率。

风险值的评估期通常为 1 天，若置信度为 95%，说明资产在未来一天的平均最大损失金额低于该风险值的概率为 95%。评估期的长度与风险值大小密切相关，通常评估期越长，风险值就越大。

VaR 是对资产在给定时间区间上的可能损失的一个预测，因此可以利用金融头寸未来收益率的预测分布来计算。例如，运用日收益率 R_t ，资产在 1 天持有期内的 VaR 值可通过 R_{t+1} 在给定 t 时刻已知信息下的预测分布来计算。因此，VaR 的

研究核心在于对资产未来收益率分布的预测上,对收益率分布特征的不同假设将导致不同的VaR风险管理模型。

二、VaR 计算方法

统计上可以从两个不同的角度估计风险值VaR,已知概率分布的情况下用参数估计法来确定VaR值,未知分布时用非参数法直接引入分位数,利用分位数值作为VaR。据此,VaR测量模型可分为两大类:参数模型和非参数模型。参数模型通过假定证券组合的收益率服从一定的分布从而估计出VaR值,如JP Morgan的Riskmetrics、GARCH模型等;非参数模型则不需要对证券组合的收益率分布做任何假定,它通过对已有的历史数据的分析模拟来估计VaR值,如历史模拟法、MonteCarlo模拟法等。

(一) 参数法

1. 方差-协方差法

是VaR计算中最常用的方法。它利用资产收益的历史数据,计算出资产的标准差和相关系数,然后在一定的分布假定下,基于这些方差和协方差计算出组合的标准差来确定相应的VaR值。基于正态分布的方差-协方差法VaR为:

$$VaR = \mu_p - \alpha \sigma_p = \mu_p - \alpha \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \rho_{ij} \sigma_i \sigma_j} \quad (4.9)$$

其中 α 为置信水平 c 下的分位数, σ_p 表示整个投资组合收益率的标准差, σ_i 、 σ_j 表示单个风险因子 i 和 j 的标准差, $\rho_{i,j}$ 表示风险因子 i 和 j 的相关系数, x_i 表示整个投资组合对风险因子 i 变化的敏感程度,有时称为 δ 。

删除的内容: c

删除的内容: 下

该方法具有易操作性,仅需要市场价格和当前头寸所面临的风险数据(波动率),对所有金融资产的市场风险基本都可度量,对银行的信用风险、操作风险等亦可计量。基于对金融风险具有很好的量化,该方法还被用于业绩评估(如风险调整收益率)、金融资产优化配置、风险资本管理、银行策略性业务决策分析等方面。

由于该方法仅反映出了风险因子对整个投资组合价值的一阶线性影响,并

没有考虑非线性关系如期权的 Γ 和债券的凸性等，因此主要适用于线性投资工具，对非线性投资工具的运用仅限于风险因素变化不大的情况。

此外，该方法基于统计理论，因此面临着模型和参数估计等方面的风险。实证研究表明，金融资产的收益常出现具有“厚尾”特征的非正态分布，而基于正态分布的 VaR 显然会低估实际风险价值，产生模型风险；根据历史观测值来确定收益分布中的参数，无法保证对未来预测的准确性，将产生参数估计风险。

2. RiskMetrics 方法

JP Morgan 于 1994 年提出的 RiskMetrics 模型是基于 EWMA 模型基础上的，赋予近期数据较高的权重，反映出了波动性的动态特征，并且能较快地反映市场冲击。冲击发生后，随着权重的减小，波动性呈指数形式衰减。

实际操作中，JP Morgan 的 Riskmetrics 系统是通过最小化平方根的平均误差 (RMSE, Root Mean Squared Error) 来确定 λ 值的。设 $\sigma_{t+1|t}^2$ 是对 r_{t+1}^2 的无偏估计，即 $r_{t+1}^2 = E(\sigma_{t+1|t}^2)$ ，估计误差为 $\xi_{t+1|t} = r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2$ ，那么有

$$E(\xi_{t+1|t}) = E(r_{t+1}^2) - \sigma_{t+1|t}^2 = 0 \quad (4.10)$$

最优的 λ 值应使 RMSE 值最小：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (r_{t+1}^2 - \sigma_{t+1|t}^2(\lambda))} \quad (4.11)$$

基于以上准则，JP Morgan 给出了一些国家部分金融工具日风险值预测中的 λ 值，比如美国股市的日收益率数据 λ 应取 0.94，月收益率数据 λ 应取 0.97。由于 RiskMetrics 系统中不包括中国的金融工具，因此基于中国数据的实证应用中需要对 λ 值做出合适的选定。

3. GARCH 模型

由于 GARCH 模型具有良好的描述金融时间序列的特性，即方差的时变性和处理厚尾的能力，因此较其他波动率估计方法更能掌握 VaR 模型的估计。模型中通常包括两个方程，第一个是自回归或条件均值方程，另一个是条件方差方程，从而迭代出各期的波动率值。

假设各时点收益率服从具有时变方差的条件正态分布，即

$R_t | I_{t-1} \sim N(\mu_t, \sigma_t^2)$ ，其中 I_{t-1} 表示过去的信息集，同时 α 为标准正态分布 $1-c$ 水平分位数，则有 $\alpha = \frac{\mu_t - VaR_t}{\sigma_t}$ ，经变换得 $VaR_t = \mu_t - \alpha\sigma_t$ ，从而确定出每日的 VaR 值。

(二) 非参数法

1. 历史模拟法

假定回报分布为独立同分布，市场因子的未来波动与历史波动完全一样，利用历史样本的变化模拟实际资产收益率的未来分布，按从低到高的顺序排列后，找出某一置信水平所对应的分位点，从而确定出 VaR 值。

该方法简单直观，易于理解，在利用样本历史数据进行模拟时，不需要对收益率的统计分布做任何假设，避免了参数估计误差，能够较好地反映出历史数据的厚尾现象和数据间的自相关性。相比参数法，在对较低的尾部临界点（1% 或 5%）进行预测时，历史模拟法的结果可能更加准确。此外，还可以有效地处理非线性组合。基于这种稳健性和直观性，巴塞尔银行监管委员会于 1993 年采用历史模拟法作为市场风险基本度量方法。

该方法主要问题是，关于回报率的回来变化与历史变化一致、服从独立同分布、概率密度函数不随时间变化等假设，与实际金融市场情况不一致；所选取的样本大小会对预测结果造成很大的影响，当波动率在短期内变化较大时将估计不准，因此需要有更长时间且较为精确的数据（至少要 5 年以上）。该方法得到的“经验分布”通常是不连续的，而且不能提供比样本点中最大损失还要坏的预期损失，这就给基于该方法的资产组合优化带来了求解困难。所以历史模拟法更大程度上与参数法是互补而不是替代关系。

2. 蒙特卡罗模拟法 (Monte Carlo)

蒙特卡罗法和历史模拟法类似，最大区别在于它不是直接利用历史数据来估计风险值，而是利用随机过程及相关参数模拟出资产收益率的可能分布情况，然后计算给定置信度水平下的 VaR 值。模拟过程包括：

(1) 建立描述资产价格变动的动态模型，比如几何布朗运动 (GBM) 来描述资产价格在短时间内的变动：

$$dS_t = \mu_t S_t dt + \sigma_t S_t dz \quad (4.12)$$

其中 dS_t 为价格变动, μ_t 为资产收益率, σ_t 为收益率标准差, $dz = \xi\sqrt{dt}$, ξ 服从标准正态分布。对 dS/S 在有限区间 Δt 内进行积分, 可得

$$\Delta S_t = S_{t-1}(\mu\Delta t + \sigma\xi\sqrt{\Delta t}) \quad (4.13)$$

(2) 从标准正态分布 $N(0, 1)$ 中抽取随机数代入步骤 1 的资产价格公式中, 可得模拟的价格序列路径 S_1, S_2, \dots, S_T 。

(3) 步骤 2 重复 N 次, 得到 N 条路径中 t 时刻的所有模拟价格 $S_{t1}, S_{t2}, \dots, S_{tN}$, 从而求出 S_t 的损益分布。

(4) 在给定置信水平 $1-\alpha$ 下, 求出 S_t 损益分布中 α 分位数对应的股价, 从而估算出第 t 个时间段的 VaR 值。

MC 是计算 VaR 最有效的方法之一, 能够说明包括非线性价格风险、波动性风险、模型风险在内的大量风险, 还可以处理大幅波动、肥尾和极端事件等。其主要缺点是生成的数据序列是伪随机数, 可能导致错误结果; 计算量大, 并且依赖于所选定的随机模型; 存在群聚效应从而降低了模拟效率。

第三节 VaR 模型的事后检验 (Back Test)

一、模型检验的必要性

实际应用中, 由于数据抽样、模型的假设条件、建模过程、随机因素和人为因素的影响, 无论采用哪一种 VaR 方法都会产生一定的偏差, 主要包括以下几个方面:

(一) 数据抽样过程中产生的偏差。无论是否使用参数, 所有方法都不无例外的依赖于历史数据的选择, 如果选择的数据样本不具有代表性, 则估计结果会与实际风险之间存在较大的偏差。这种在抽样过程中产生的误差对直接依赖于历史数据的历史模拟法的影响最大。

(二) 模拟条件不当引起的误差。主要产生在参数方法中, 该方法对应分布

的假定可能不能充分地描述市场因子的实际分布。现实情况下,几乎所有的市场因子变化的分布都并不完全遵循正态分布,这必然导致结果中出现偏差。

(三)模拟过程中产生的偏差。这一过程涉及到市场因子的选择,以及各个市场因子的标准差和相关性等参数的估计,主观性比较强,计算量也很大,尤其在用到较大数据量时就更加复杂,因此很容易出现偏差,导致估计结果与实际情况不符。

另外 VaR 计算过程中的动态性假定、随机因素和人为因素的影响,乃至 VaR 概念中关于置信水平的规定,也都会使 VaR 的估计值与实际值发生偏差。

总之,无论用哪种方法来计算 VaR 偏差都是不可避免的,为了准确理解 VaR 估计结果的有效性并改进 VaR 模型,我们必须对模型的准确性进行检验和评估,即所谓的准确性检验,也称事后检验(Back Test),通过比较 VaR 模型的估计结果与实际损益的情况,来评估 VaR 模型的有效性。这也是 VaR 技术中的关键一环,巴塞尔委员会在《关于使用后测检验方法检验计算市场风险资本要求的内部模型法的监管框架》文件中专门对 VaR 模型的检验进行了详细的说明。

二、检验方法

通常将数据样本分为估计样本与评价样本两部分,估计样本用于对模型中的参数进行估计,从而预测投资组合的 VaR 值;评价样本用来对模型的有效性进行事后检验,通过统计检验样本中实际损失值大于 VaR 的次数,检验 VaR 对实际损失的覆盖程度与所定义的风险度量的置信度水平是否一致,从而判定模型预测风险暴露的好坏。

VaR 模型的准确性有多种表示形式,检验方法亦有多种,主要包括失败率检验法、区间预测法、分布预测法、超额损失大小检验法等。

(一) Kupiec 失败率检验法

考察实际损失超过 VaR 的概率,把实际损失超过 VaR 的估计视作失败,低于 VaR 的估计视为成功。如果假定 VaR 估计具有时间独立性,则失败观察的二项式结果代表了一系列独立的贝努里试验,因此检验模型的准确性相当于检验失败概率等于特定概率的零假设。Kupiec 的检验方法就是基于这种思想,具体包括两种检验方法:失败频率检验法和第一次失败时间检验法。

1. 失败频率检验法

假定 VaR 的置信度为 α ，实际考察天数为 T ，失败天数为 N ，则失败频率为 $p = N/T$ ，失败期望概率为 $p' = 1 - \alpha$ ，零假设为 $p = p'$ ，这样对 VaR 模型准确性的评估就转化为检验失败概率 p 是否显著不同于 p' 。由二项式过程可知 N 次失败在 T 个样本中发生的概率为：

$$(1-p)^{T-N} p^N \quad (4.14)$$

Kupiec 提出的对零假设的似然比率 LR 检验为：

$$LR = -2 \ln[(1-p')^{T-N} (p')^N] + 2 \ln[(1-p)^{T-N} (p)^N] \quad (4.15)$$

在零假设下统计量 LR 服从自由度为 1 的 χ^2 分布。

2. 第一次失败时间检验

对于连续监控金融资产的金融机构，kupiec 提出了另一种零假设检验，这种检验基于失败第一次实际发生的时间，而不是对于样本中一系列失败情况进行累积。定义 \tilde{T} 为一随机变量，代表第一次失败发生前的天数，如果任一天失败的实际概率为 p ，则在 \tilde{T} 之前的时间段内观察到的第一次失败的概率为

$$p(1-p)^{\tilde{T}-1} \quad (4.16)$$

给定 T 值，则零假设 $p = p'$ 的可能性比率：

$$LR = -2 \ln[p'(1-p')^{\tilde{T}-1}] + 2 \ln[(1/\tilde{T})(1-1/\tilde{T})^{\tilde{T}-1}] \quad (4.17)$$

在零假设条件下， LR 服从自由度为 1 的 χ^2 分布。

当风险管理者在每天的持有期上监控 VaR 模型表现并根据模型获得新信息时，这种方法非常有效，但这种检验不适用于使用长期数据的模型评价。

(二) 区间预测法

VaR 估计可以看作是区间预测，对特定概率水平 p' 下损益概率密度函数变化在下侧左尾分布的预测可以用 Christoffersen 提出的区间预测评价法。区间预测适用于条件或无条件情况，即在全部样本上评估 VaR 模型时，可以考虑也可以不考虑每一点信息。LR 检验由于忽略了这种信息，因此是一种无条件的区间

预测。

(三) 超额损失大小检验法

如果假定回报的概率密度函数服从某一特殊分布, 则可以在此基础上对 VaR 模型的有效性进行检验。假定回报服从特定分布, 则使用这种方法去推断尾部事件发生时的期望损失, 然后通过这些期望损失和实际损失的比较评价 VaR 模型的可靠性。期望的尾部损失 (ES, Expected Shortfall) 是在一定的分布假设下对超过一点点的损失的数学期望, 表示为:

$$ES = E[M | M > N] \quad (4.18)$$

N 表示在一定的分布假设下对应于某一概率水平的实际损失, M 表示超过 N 的期望值。

(四) 方差检验法

VaR 实际上是方差的一种变形, 因此可以通过比较 VaR 模型中的方差与实际观测到的方差评估 VaR 模型的有效性, 这种方法是对 VaR 的平均波动性与实际波动性进行比较。当假定损益分布为正态分布时, 可以使用 F 检验来检验这两种方差估计是否显著不同。在两种方差相等的零假设下, F 分布统计量为:

$$F_{n-1, n-1} = \frac{\text{VaR}(P/L)}{(\text{VaR}/k)^2} \quad (4.19)$$

$\overline{\text{VaR}}$ 为平均的 VaR 值, $\text{VaR}(P/L)$ 为实际损益的方差, k 为特定置信度下的标准差的倍数, n 为观测天数。

(五) 巴塞尔委员会给定的检验方法

监管部门必须定期对金融机构的内部模型进行事后检验, 以检验模型的有效性, 保证机构具有充足的风险资本准备金。巴塞尔委员会的后验方式较为简单, 将 VaR 模型的日测量结果与监管部门对机构损益的实际测量结果进行比较, 如果二者偏差的天数超过一定的程度, 则提高该金融机构的市场风险资本充足性要求的谨慎性乘数以示惩罚。具体标准是, 在连续 250 天内, 监管部门测算的实际收益和损失结果不能超过 5 天, 否则金融监管部门就会增加相应的谨慎性乘数予以惩罚, 并根据 250 个交易日观察到的偏差天数, 把银行分为绿灯区、黄灯区和红灯区 3 种状态。

第四节 VaR 方法评价

自 1993 年 30 人小组发表了《衍生产品：惯例与原则》以来，VaR 方法得到了迅速的推广与应用，并很快成为发达国家金融市场风险管理的主流方法，金融界普遍认为 VaR 将成为现代金融风险管理的标准。

一、VaR 方法的应用实践

VaR 方法自提出以来得到了迅速的发展和运用，从目前的实践看，VaR 方法主要可以应用于以下几个方面：用于设置总体风险管理目标；用于金融机构内部的资产分配；可用于投资机会的风险分析和投资结果的风险评价；用于编写金融机构的各种报告和有关的信息披露等，此外还可以用于非金融公司的风险管理。随着理论研究的不断深入，VaR 方法的应用范围也正在迅速扩展。

从私人部门来看，继 G30 建议引入 VaR 方法后，一些资信评估公司如穆迪公司、标准普尔公司等也提出了相似建议。1994 年 10 月 JP 摩根银行公布了风险度量制系统 (RiskMetrics)，用户只要把组合头寸与风险度量制相结合就可以计算出资产组合面临的 VaR；1997 年 JP 摩根银行又推出了信用矩阵系统 (CreditMetrics)，开创了 VaR 方法在信用风险管理中应用的先河，是全面风险管理中取得的重大突破。

从监管部门看，1996 年初巴塞尔委员会签署了《资本协议关于市场风险的补充规定》，认可机构运用成熟的内部风险 VaR 模型进行市场风险计算。从 1997 年《有效银行业监管的核心原则》到 2001 年新的资本协议征询意见稿，VaR 方法一直受到巴塞尔委员会的关注。1997 年 1 月美国证券交易委员会规定，上市公司必须及时批报其金融衍生工具交易风险的量化信息，VaR 方法是可以使用的三种方法之一；欧盟委员会于 1993 年 3 月推出的资本充足率指导意见规定 1996 年 1 月开始实施的欧盟银行和证券公司应采用的最低资本标准，并允许金融机构利用 VaR 模型计算风险。此外，国际证券委员会组织也积极与巴塞尔委员会加强合作，并把 VaR 方法作为两者合作的重要技术基础，甚至新兴市场国家和一些发展中国家也开始与巴塞尔委员会合作探讨符合国际标准的金融监管问题。

二、VaR 方法的优点

(一) 由于 VaR 在概念上简单明了, 并把各种金融工具、资产组合、金融机构总体的市场风险量化为具体数字, 使得投资者即使不是市场风险的分析专家, 也能直观地判断因持有或从事金融工具的交易所面临的风险情况。VaR 可以应用于证券投资组合, 将一组证券按不同的风险值及相关程度进行适当的组合投资, 用一个单一数值来全面反映组合投资的总体风险。

(二) VaR 模型也可以用于信用风险的评估。尽管 VaR 的计算主要是针对金融工具的市场风险, 但只要稍加调整就可以对金融工具的信用风险进行精确评估。如果某金融工具在报表编制日的名义价值或公允价值为 V , 一定时期的风险价值为 VaR , 则一定时期的信用风险的最大数额就为 $V+VaR$ 。JPMorgan 开发的 Creditmetrics 技术就成功地将标准 VaR 模型扩展到了信用风险评估。

删除的内容: A

(三) VaR方法的灵活性。风险管理人员可以根据金融机构的风险厌恶程度和损失承担能力, 选择一定的持有期和置信水平计算资产组合市场风险VaR值, 根据市场变动情况随时制定相应的对策。

(四) VaR方法摒弃了静态风险管理的思维方式, 使金融机构资产组合风险管理动态化。运用盯市损益核算的方法测算资产组合的风险情况, 这些对于持有交易频繁、价值受市场因子变动影响较大的资产组合的投资者和金融机构而言是非常重要的。

(五) 可以克服传统金融风险管理方法的缺陷。最初人们用回报率的波动性, 如方差、标准差来描绘固定或已知现金流的金融资产的市场风险, 随着风险测量和风管概念的发展, 久期、调整久期的概念成为了测量固定收益证券风险的常用工具。近年来随着金融创新及资产证券化的发展, 资产结构越来越复杂, 传统风险测量方法的缺陷逐渐暴露。其中很重要的一点就是金融资产的未来现金流的波动性越来越强, 采用固定现金流的假设测量市场风险越来越不合时宜了。同时, 金融资产间的相关性加大, 使得这种波动性更加复杂, VaR方法从证券组合的角度来看待风险, 处理风险来源及相关性, 在管理投资组合风险测量方面有明显的优势。

三、VaR 方法的缺陷

VaR 方法虽然为需要管理金融市场风险的金融机构提供了巨大的机会，但同时也存在一定的局限性：

(一) VaR 方法主要针对市场风险。尽管在信用风险管理上取得了较好的应用，但在应对操作风险、流动性风险等方面显得无能为力。

(二) 使用 VaR 测量金融风险也受到使用者的经验、专业技能和偏好的影响，同时 VaR 也受到模型风险的影响，其客观性值得怀疑。因此有必要更好的了解 VaR 背后的方法论，分清差异或分歧问题是因为方法上的差异还是样本的偏差。

(三) VaR 方法考察的是在正常市场条件下的市场风险状况，并没有考察极端市场条件下或者不可预测事件的发生带来的风险。另外 VaR 对历史数据的依赖性也受到了很多批判，假设用历史数据可以很好地预测未来的不确定性，然而突发事件的发生会导致基于历史的模型失效。

(四) 尽管 VaR 方法是基于客观概率基础之上测量风险，却难免受主观判断的影响，因为建立风险模型需要主观判断，当风险管理人员看待风险的模型观与操作人员看待风险的市场观发生冲突时，VaR 方法有可能对经营活动构成独断甚至危险的限制。

(五) VaR 方法要求金融机构采用内部模型进行风险管理，这在成熟的金融市场以外是很难完全实现的。即使是经济比较发达的新兴市场，在相关制度尚未充分发育、商业银行尚未真正商业化、专业人员技术水平有待提高、相关统计数据有待积累、公众金融意识有待成熟之际，指望金融机构开发出高效的内部模型，并依据这些内部模型实现有效的内部风险管理和外部金融监管是不现实的，甚至会削弱制定和贯彻比率类管制措施的效果，加剧金融风险。可见，应用 VaR 方法时，除了要考虑其技术特点外，还要关注 VaR 技术实施的外部环境问题。

此外，机构性变动，如汇率制度、利率制度的变动也会影响 VaR 方法的效果。对于那些缺乏历史数据的金融市场和金融工具而言，VaR 方法对风险管理的能力会被严重削弱，这对包含我国在内的许多发展中国家和新兴市场而言是一个很普遍的问题。

第五章 VaR 在股票指数及投资组合中的实证应用

第一节 我国股市波动特点

一、我国股市波动特点

我国股市是在改革开放到一定阶段后逐步发展起来的，运作依托在计划经济向市场经济转轨过程中的特殊环境之下，显示出了其波动的特殊性。主要特点包括：股价波动幅度大、频率高，股价受政策影响剧烈，投机特征突出。随着我国股票市场的逐步规范和发展，尤其在 1996 年 12 月 26 日推出涨跌停板制度后，股价波幅有所减小，波动频率有所降低。

股市波动的主要原因可以归纳为以下几方面：

（一）市场运作机制不完善

我国股市的运作并不完全是市场经济的产物，它与市场实际情况往往存在着巨大差异，由此加剧了我国股市的波动，具体表现为：资金清算交付制度、股价涨跌停板、交易成本制度和撮合制度等交易制度一旦确定就应该保持相对稳定，但我国政府经常对这些交易制度进行改变；新股发行和定价掺杂了一定程度的计划色彩，并不是由承销商和上市公司根据市场实际情况决定的；缺乏对冲机制，无法通过市场的力量减缓股市波动。

（二）上市公司业绩不稳定

上市公司经营业绩不稳定与高信用风险是股价波动的根本原因，直接导致了企业内价值的价值的不稳定，从而引发了股市的异常波动，具体表现为：上市公司的短期债务水平过高时，利率上调、银根紧缩往往导致企业面临资金周转困难的局面；公司上市前通常过度包装，上市后又购买大量的固定资产，投资行为不能马上见利，加之宏观环境的影响，业绩表现不稳定；非主营业务比重过大，加重了企业的经营风险。

（三）股市供求严重失衡

在我国经济生活中存在着巨额游资，一旦股市启动行情，巨额资金推波助

澜，使市场成交量从低迷时的几十万陡增至数百亿；而一旦行情结束，游资撤走，股市便回复低迷。另一方面，由于我国政府用行政手段控制股票的发行，往往根据市场上股价指数的高低来确定市场扩容的规模和节奏，这就使得股市扩容整体上处于一种无序状态，在股市低迷时限制新股发行上市，在股市高涨时又进行过度扩容，这种通过行政手段进行额度控制的做法很难适应市场的供求需要。

（四）政策加剧股市波动

我国政府经常有意识地运用一些政策手段来调控股市的波动，使股市表现出明显的“政策市”特征。这些政策目的是试图根据股市波动情况来调控股市，使其在政府的理想范围内运行。但是在政府根据公众预期相机决策的情况下，政府没有激励执行稳定股市的政策，而且调控股市波动的政策具有内在的动态不一致性，因而势必造成和加剧股市的过度波动，而同时股票市场也没有得到发展。

二、市场指数风险度量的意义

市场指数的变动通常可以反映出股市的波动情况。根据投资组合理论，投资于资产组合可以通过套期保值和分散化来降低风险，然而通过投资组合只能降低非系统风险而不能降低系统风险。也就是说，股指风险（即系统风险）是无法消除的，如何准确地度量市场风险，更好地进行市场运作是投资者和证券机构广泛关注的问题。

此外，有望在今年上半年推出的股指期货，也使人们进一步关注标的股指的走势。在现行股票投资市场中，投资者只能通过一定的投资组合来防范风险，而这只能规避非系统性风险，对于系统性风险如股市整体动荡则毫无办法，期指的推出恰能帮助投资者防范这类系统性风险，对中国股市的完善和发展具有重大意义。

第二节 上证指数的 VaR 计算及检验

样本选用 2000 年 1 月 4 日至 2007 年 1 月 31 日的上证综指日收盘价数据，

首先计算出股指的对数收益率, 即 $R_t = \ln(P_t / P_{t-1})$ 。将计算出的数据分成估计样本与检验样本两部分, 估计样本用来估计模型中的各个参数, 从而预测未来的日 VaR 值; 检验样本用来对模型的有效性进行事后检验, 评价该模型预测能力的好坏。本文中, 预测样本取值范围为 2000 年 1 月 5 日至 2006 年 1 月 18 日, 共 1459 个数据; 检验样本取值范围为 2006 年 1 月 19 日至 2007 年 1 月 31 日, 共 250 个数据。

在对股指收益率建模时应注意的是, 建模数据应采取窗口移动的方法不断更新, 用以预测下一阶段的日 VaR 值, 否则结果将出现比较大的误差。本文的具体做法是, 将 250 天检验样本以每 10 天作为一个检验周期, 通过该时期之前的 1459 天样本数据模拟出的波动率来计算这 10 天的 VaR 值, 然后将窗口移动到下一个 10 天, 再用新的 1459 个估计样本预测该 10 天的 VaR 值, 以此类推循环执行 25 次, 直至完成对所有检验样本的 VaR 预测。下面就选用 5 种方法完成对上证综指的 VaR 计算。

一、方差-协方差

由于我们只考虑上证综指的 VaR 值, 属于单一资产问题, 只需要估计标准差即可。计算出每个窗口期估计样本的日收益率均值 μ 和标准差 σ , 根据公式 $VaR = \mu - \alpha\sigma$ 算出置信度水平 c 下日收益率的绝对 VaR 值, 然后根据对数收益率的定义, 推导出股指的日 VaR 值应为:

删除的内容: c

$$VaR_t = P_{t-1}(e^{R^*} - 1) = P_{t-1}(e^{\mu_t - \alpha\sigma_t} - 1) \quad (5.1)$$

其中 α 是给定置信水平 c 下对应的分位数, P_{t-1} 是第 $t-1$ 天的上证综指点数, σ_t 是预测下一天即第 t 天的上证指数的波动率, VaR_t 是预测第 t 天上证综指在给定置信度 $1-\alpha$ 下最大可能的损失点数, 负值即表示损失。检验样本的股指日 VaR 估计值见表 5.1, 其中实际失败天数指的是日 VaR 低于实际股指损失的天数总和。

表 5.1: 方差-协方差方法估计的股指日 VaR 值

95% VaR 均值	-37.6567
99% VaR 均值	-52.8957
实际失败天数 (95%)	15
实际失败天数 (99%)	7

二、指数加权移动平均 (EWMA)

运用 Matlab 程序, 通过最大化似然函数值求出 EWMA 波动率方程中的 λ 值, 然后根据均值回归方程和 EWMA 方程进行预测。检验样本的股指日 VaR 估计值如下:

表 5.2: EWMA 方法估计的股指日 VaR 值

95% VaR 均值	-39.6434
99% VaR 均值	-55.7828
实际失败天数 (95%)	11
实际失败天数 (99%)	5

三、GARCH 模型

(一) GARCH (1, 1)

首先分析上证指数对数收益率的基本统计特性, Eviews 分析结果显示有正的偏度和过高的峰度, 表明估计样本序列不是正态分布, 并且 JB 值很大, 显示出尖峰厚尾的性质。而且通过收益率图看出, 收益率存在群聚效应。

接着采用 ADF 单位根检验法对序列进行平稳性检验。ADF 统计量表明, 在 99% 的置信水平下序列是平稳的。

表 5.3: 上证指数对数日收益率 ADF 检验结果

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-36.95342	0.0000
Test critical values: 1% level	-3.434627	
5% level	-2.863316	
10% level	-2.567764	

分析估计样本中序列的自相关和偏自相关性, 结果显示并不存在统计上显著的自相关或偏自相关性。

图 5.1: 上证指数对数日收益率的自相关图

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.031	0.031	1.3925	0.238
		2 -0.019	-0.020	1.9149	0.384
		3 0.020	0.021	2.4982	0.476
		4 -0.011	-0.013	2.6787	0.613
		5 -0.043	-0.042	5.4134	0.368
		6 -0.014	-0.012	5.7055	0.457
		7 0.041	0.041	8.1691	0.318
		8 0.016	0.015	8.5522	0.381
		9 -0.021	-0.021	9.2193	0.417
		10 0.024	0.023	10.094	0.432

上证指数对数日收益率为平稳序列, 不存在自相关, 所以收益方程一般为均值回归方程, 通过 AIC 准则确定 GARCH (1, 1) 较为合适:

$$R_t = c + \xi_t \quad (5.2)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \xi_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2$$

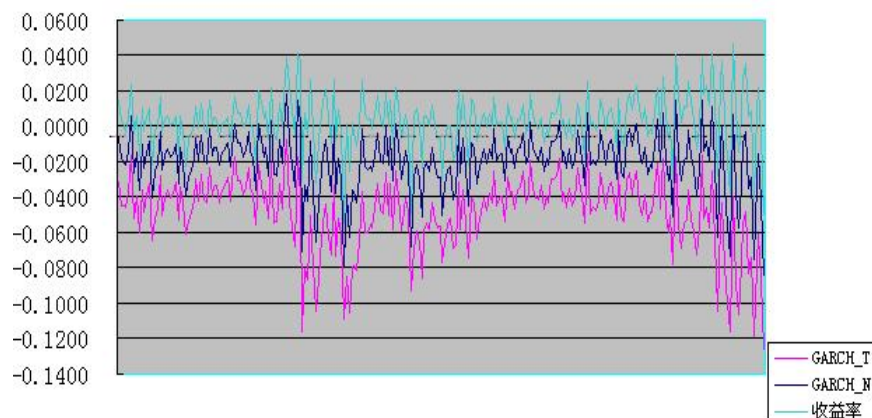
假设数据分别服从正态分布和 t 分布, 模型预测结果见表 5.4。

表 5.4: 不同分布假设下 GARCH 模型估计的股指日 VaR 值

	正态分布	t 分布
95% VaR 均值	-41.7924	-51.6896
99% VaR 均值	-58.7157	-86.6963
实际失败天数 (95%)	13	7
实际失败天数 (99%)	4	2

在 95% 置信水平下, GARCH (1, 1) 在正态分布和 t 分布假设下预测出的股指日 VaR 值结果对比图:

图 5.2: 95% 置信水平不同分布假设下 GARCH (1, 1) 的 VaR 预测值



(二) TGARCH (1, 1) 模型

模型均值回归和波动率方程分别为:

$$R_t = c + \xi_t \quad (5.3)$$

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \xi_{t-1}^2 + \varphi \xi_{t-1}^2 d_{t-1} + \theta_1 \sigma_{t-1}^2$$

在正态分布和 t 分布假设下, TARCH (1, 1) 模型对股指日 VaR 值的预测结果见表 5.5:

表 5.5: TGARCH (1, 1) 模型估计的股指日 VaR 值

	正态分布	t 分布
95% VaR 均值	-40.1345	-48.5146
99% VaR 均值	-56.2481	-80.6026
实际失败天数 (95%)	14	10
实际失败天数 (99%)	5	2

(三) EGARCH (1, 1) 模型

模型方程为:

$$R_t = c + \xi_t \quad (5.4)$$

$$\ln(\sigma_t^2) = \alpha_0 + \alpha_1 \left| \frac{\xi_{t-1}}{\sigma_{t-1}} \right| + \varphi_1 \frac{\xi_{t-1}}{\sigma_{t-1}} + \theta_1 \ln(\sigma_{t-1}^2)$$

正态分布和 t 分布假设下 EGARCH (1, 1) 模型对股指日 VaR 值的预测结果见表 5.6:

表 5.6: EGARCH (1, 1) 模型估计的股指日 VaR 值

	正态分布	t 分布
95% VaR 均值	-40.7984	-46.7782
99% VaR 均值	-57.2470	-77.2103
实际失败天数 (95%)	15	11
实际失败天数 (99%)	3	1

四、历史模拟法

将第一个预测样本中的 1459 个数据按升序排列, 95% 置信水平下对应的分位数为 $1459 \times 0.05 = 72.59$, 运用插值法计算得到收益率值为 -0.021, 作为第一个 10 天的日 VaR 值, 以此类推找出所有检验样本对应的 VaR 值。历史模拟法的预测结果见表 5.7:

表 5.7: 历史模拟法估计的股指日 VaR 值

95% VaR 均值	-35.5028
99% VaR 均值	-55.5319
实际失败天数 (95%)	16
实际失败天数 (99%)	6

五、蒙特卡罗模拟法

假设股价服从对数正态分布，根据伊藤引理股价 S_T 应满足：

$$\ln S_T \sim \phi[\ln S_0 + (\mu - \frac{\sigma^2}{2})T, \sigma T] \quad (5.5)$$

其中， μ 表示股价均值， σ 表示股价标准差，因此可推导出

$$S_t = S_{t-1} \exp((\mu - \frac{\sigma^2}{2})\Delta t + \sigma\sqrt{\Delta t}\xi) \quad (5.6)$$

实证中，当我们用样本对数收益率的均值 μ' 和标准差 σ' 来模拟下一日的股价时，公式应改动为：

$$S_t = S_{t-1} \exp(\mu' + \sigma'\xi) \quad (5.7)$$

利用 Matlab 读入数据后，首先计算出第一个预测样本期（2000 年 1 月 5 日-2006 年 1 月 18 日）收益率的均值 μ 和标准差 σ ，然后以 2006 年 1 月 18 日的上证股指作为基期价格 S_0 ，根据公式 (5.7) 生成下一日 10000 个可能的股价分布 $S_1, S_2, \dots, S_{10000}$ ，找出 5% 分位数所对应的收益率值，作为前 10 个预测样本的 VaR 值，以此类推求出 250 个样本的 VaR 值。

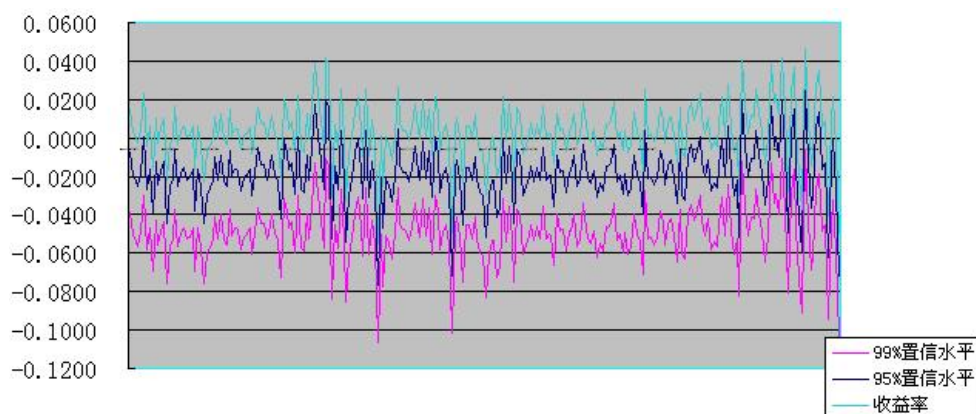
由于本文中的蒙特卡罗模拟法是基于预测样本的均值和标准差产生的正态分布随机数来模拟股价收益序列的，因此理论上 VaR 预测结果应与方差-协方差方法的结果一致。股指日 VaR 值的预测结果见表 5.8：

表 5.8: 蒙特卡罗方法估计的股指日 VaR 值

95% VaR 均值	-37.5137
99% VaR 均值	-52.7036
实际失败天数 (95%)	15
实际失败天数 (99%)	7

不同置信水平下蒙特卡罗法的 VaR 预测结果见图 5.3:

图 5.3: 95%、99%置信水平下蒙特卡罗模拟法预测的股指日 VaR 值



六、准确性检验以及实证结果分析

预测步骤结束后, 需要对模型预测结果的有效性和准确性进行检验, 本文选用 Kupiec 的失败率检验法来进行准确性检验并进一步比较各种模型的优劣。根据公式 (4.16), 在零假设成立的条件下, 统计量 LR 服从 $\chi^2(1)$ 分布。查表可知, 自由度为 1 的卡方分布在 95% 置信水平下的临界值为 3.841, 在 99% 置信水平下的临界值为 6.635, 当统计值大于临界值时就拒绝原假设, 表明模型失败。所有模型的失败率检验结果见表 5.9:

表 5.9: 上证综指 VaR 计算的 Kupiec 失败率检验结果

模型	95%置信度		99%置信度	
	失败率	LR 统计量	失败率	LR 统计量
方差-协方差	0.06	0.4961	0.028	5.4970
EWMA	0.044	0.1971	0.02	1.9568
GARCH-N	0.052	0.0208	0.016	0.7691
GARCH-T	0.028	3.0089	0.008	0.1084
TARCH-N	0.056	0.1827	0.02	1.9568
TARCH-T	0.04	0.5634	0.008	0.1084
EGARCH-N	0.06	0.4961	0.0120	0.0949
EGARCH-T	0.044	0.1971	0.004	1.1765
历史模拟法	0.064	0.9514	0.024	4.3687
MC	0.06	0.4961	0.028	5.4970

根据上证综指 VaR 的计算结果以及 Kupiec 失败率检验结果的对比分析,可以总结出以下几点结论:

(一) 从各模型的失败率检验情况来看, LR 统计值均小于临界值, 说明模型在各置信度水平下均能被接受, 可见复杂模型未必比简单模型的预测准确程度有太大改进。

(二) 从分布来看, 基于 t 分布的各类 GARCH 模型的失败率均比基于正态分布的 GARCH 模型小, 可见 t 分布普遍高估了风险, 预测结果比较保守。

(三) 通过比较各类 GARCH 模型可知, 无论基于何种分布, 95%置信水平下 GARCH (1, 1) 失败率最低, EGARCH (1, 1) 失败率最高; 99%置信水平下, EGARCH (1, 1) 失败率最低, TGARCH (1, 1) 失败率最高。可见非对称 GARCH 模型的风险估计结果更加保守和稳妥。

(四) 从失败率可以看出, 方差-协方差方法、历史模拟法和蒙特卡罗法预测结果的失败率相比于其他方法较高, 虽然在统计上模型可以被接受, 但是反映出其预测准确性略低。由于方差-协方差是在评估样本服从正态分布的前提下完成的, 这与实际股指收益率呈现尖峰肥尾分布的情况不符, 因此预测结果通

常不是太理想；历史模拟法是用历史数据来拟合实际分布的，也就是假设与历史相比未来收益率不会发生较大的波动，而我国股票市场尚不成熟，市场波动较为频繁，历史与未来的情况相差较大，因此并不满足历史模拟法的假设前提；而蒙特卡罗模拟法基于预测样本的均值和标准差产生正态分布随机数来模拟股价收益率，因此其预测结果与方差-协方差方法的结果接近。

此外，不同的模型在精度得到提高的同时，其失败次数也增加了，因此在对模型进行修正时，应保持在一定准确性的前提下提高精度，在两者间寻找一种平衡。在实际应用中，如果低估了风险则会导致风险抵御能力不足，需要修正模型或提高风险准备金水平；如果高估了风险，则导致投入过多的风险准备金，从机会成本角度分析金融机构将承受损失。因此无论高估还是低估了金融风险，都不利于金融机构的风险管理。

第三节 投资组合的 VaR 计算及检验

一、组合风险计量

通过 VaR 模型对各种证券进行风险度量，然后判断或有损失，从而进行风险管理、组合调整，这是证券经营机构利用 VaR 模型的整体思路。下面就以投资基金为例对投资组合的 VaR 管理进行实证分析。

（一）样本选取

本文以开元基金的 10 支股票作为投资组合，研究该组合的风险表现情况。截至 2005 年 3 月 31 日，开元基金股票投资组合中的 10 支股票的市值和权重见表 5.10:

表 5.10: 开元基金股票仓位情况

股票名称	市值 (元)	占净值比 (%)
中国石化	115,920,000	5.54
中集集团	100,159,000	4.78
长江电力	92,489,205	4.42
上海机场	90,310,000	4.31
上港集箱	82,352,767	3.93
西山煤电	79,352,400	3.79
宝钢股份	79,072,777	3.78
万科 A	68,620,454	3.28
中兴通讯	67,820,325	3.24
华能国际	65,553,978	3.13

资料来源: wind 数据库

(二) 个股 VaR 值的计算

选取 2004 年 1 月 5 日至 2005 年 3 月 31 日作为预测样本, 假设组合头寸构成在下一个交易日不变的前提下, 计算 2005 年 4 月 1 日个股的 VaR 值。

在选择 VaR 计算模型时, 可考虑使用假设收益率分布不服从正态分布的模型, 如用 t 分布或 GED 分布等描述收益率特征, 或者假设收益率服从正态分布但不服从独立同分布, 存在异方差现象, 如使用 GARCH 模型建模。然而以上模型大多数针对的是单因子风险情况, 在投资组合情况下不能很好地应用。同时, 像 t 分布或 GED 分布不具备如正态分布那样的可加性, 所以不利于在组合中使用。因此, 本文选用基于正态分布的方差-协方差模型来计算投资组合的 VaR 值。

首先, 计算预测样本期内的日收益率均值和标准差, 根据公式 (4.2) 计算收益率的相对日 VaR 值, 计算结果见表 5.11。

表 5.11: 基金的股票组合中各支股票的 VaR 计算结果

股票名称	日波动率	日收益率均值	日 VaR 值 (元)
万科 A	0.0313	-0.000734	3,597,499
中集集团	0.0375	0.001017	6,092,797
中兴通讯	0.0255	0.0016224	2,742,402
西山煤电	0.0242	0.0014846	3,050,867
上海机场	0.0163	0.0017176	2,268,653
华能国际	0.0464	-0.003097	5,221,229
中国石化	0.0182	-0.000739	3,572,733
长江电力	0.0151	-0.0000691	2,303,146
上港集箱	0.0155	0.0004688	2,063,706
宝钢股份	0.0182	-0.000541	2,418,033
总合			33,331,065

(三) 投资组合的 VaR 计算

若把这 10 支股票看作全部股票投资组合, 个股权重分别为: $\omega = (0.08159, 0.11891, 0.0806, 0.09428, 0.10721, 0.07786, 0.13781, 0.10995, 0.09776, 0.09403)$, 组合总市值为 841,650,906 元。采用方差-协方差方法, 考虑个股之间的相关性, 计算投资组合的 VaR 值。由 Excel 得出相关系数矩阵如下:

表 5.12: 开元基金股票组合的相关系数矩阵

1.0000	0.1671	0.1943	0.3053	0.2422	0.1260	0.2835	0.3039	0.2531	0.2471
0.1671	1.0000	0.3139	0.3281	0.2963	0.1120	0.2329	0.2739	0.3793	0.2092
0.1943	0.3139	1.0000	0.3401	0.3876	0.1708	0.3141	0.3631	0.3801	0.2154
0.3053	0.3281	0.3401	1.0000	0.4897	0.1566	0.4372	0.4664	0.4659	0.3506
0.2422	0.2963	0.3876	0.4897	1.0000	0.1539	0.4269	0.5119	0.5999	0.3341
0.1260	0.1120	0.1708	0.1566	0.1539	1.0000	0.1976	0.1862	0.2133	0.1762
0.2835	0.2329	0.3141	0.4372	0.4269	0.1976	1.0000	0.6171	0.4620	0.6100
0.3039	0.2739	0.3631	0.4664	0.5119	0.1862	0.6171	1.0000	0.5429	0.4882
0.2531	0.3793	0.3801	0.4659	0.5999	0.2133	0.4620	0.5429	1.0000	0.4181
0.2471	0.2092	0.2154	0.3506	0.3341	0.1762	0.6100	0.4882	0.4181	1.0000

进一步求出方差-协方差矩阵为：

表 5.13: 开元基金股票组合的方差-协方差矩阵

0.0010	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001
0.0002	0.0014	0.0003	0.0003	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001
0.0002	0.0003	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
0.0002	0.0003	0.0002	0.0006	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0002
0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0003	0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
0.0002	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0022	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001
0.0002	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0003	0.0002	0.0001	0.0002
0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001
0.0001	0.0002	0.0001	0.0002	0.0002	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001
0.0001	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0002	0.0001	0.0001	0.0003

根据组合方差公式 $\sigma_p^2 = \omega^T \Sigma \omega$ ，其中 ω 表示个股权重的列向量， Σ 表示方差-协方差矩阵，可计算出组合的日波动率 $\sigma_p = \sqrt{\omega^T \Sigma \omega}$ 。则在 95% 置信水平下投资组合的日 VaR 值为 $VaR = (\mu_p - 1.65 \times \sigma_p) \times V_{\text{市值}} = 20,148,228$ 元，小于上文求出的个股 VaR 值总和 33,331,066 元，可见构建投资组合可以大大降低我们所面临的风险。

二、基于 VaR 约束下的投资组合优化

为了获得期望收益，金融机构需要对其投资组合进行管理，通过分析各类资产的回报率以及资产间的相关性等因素，确定资金如何在不同的资产中（股票、债券等）进行分配。资产配置的关键在于风险测量，关于投资组合不同理论间的差别主要就是风险度量方法的不同。在马柯维茨的均值-方差模型中，目标函数是寻找风险最小、收益最大的资产组合，收益用均值描述，风险用方差描述。关键在于如何确定组合中各头寸的比例，该比例可以通过求解一个二次规划模型获得，形式如下：

对于一组变量 $x_i (i=1,2,\dots,n)$,

$$\text{Min } \sigma_p^2 = X^T \Sigma X \quad (5.8)$$

$$\text{Max } E(r_p) = X^T R$$

$$\text{s.t. } \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0 \end{cases}$$

该模型在条件约束下, 寻求投资组合收益最大化时的最优组合。其中 X 为投资系数矩阵 $X = (x_1, x_2, \dots, x_n)^T$; R_i 为证券 i 的预期收益率, $R = (R_1, R_2, \dots, R_n)^T$ 。

基于马柯维茨模型的有效组合理论, 主要具有以下局限性: 风险是证券未来预期收益率变动的方差或标准差, 将预期收益率有利于投资者的变动划入了风险的范畴; 采用预期收益率衡量证券收益的前提条件是, 证券价格对证券收益没有影响, 但是实际证明证券价格和收益率存在负相关关系; 计算量大, 同时在现实经济理论中, 没有有效的方法建立效用函数, 使得通过无差异曲线和有效组合边界的切点确定最优证券组合的方法存在局限性。

随着 VaR 理论的发展, 人们提出了基于传统的马柯维茨均值-方差的均值-VaR 模型, 更深入全面地定义了风险, 不再仅仅将风险定义为方差, 目标函数用 MinVar 取代了均值-方差模型中的 $\text{Min}\sigma^2$, 最优规划模型如下:

$$\text{MinVar} = -(E(R_p) - q_\alpha \sigma_p) \quad (5.9)$$

$$\text{s.t. } \begin{cases} r_1 x_1 + r_2 x_2 + \dots + r_n x_n \geq E(R_p) \\ \sum_{i=1}^n x_i = 1 \\ x_i \geq 0, i=1, 2, \dots, n \end{cases}$$

其中 r_i 表示个股的平均收益率, x_i 表示最优投资组合中各股头寸的大小, 由于我国尚不具备做空机制, 因此加入约束条件 $x_i \geq 0$ 。

假设组合预期收益率值不低于 0.0001, 通过 Matlab 的 `quadpro` 函数实现二次规划求解, 求出最优的个股权重值为 (0.0275, 0, 0.0339, 0, 0.2157, 0.0087, 0.0120, 0.2881, 0.2356, 0.1785), 95% 置信度水平下组合的日 VaR 值为 17,137,000 元。

三、实际应用情况

由于 VaR 解决了传统的风险测量方法所不能解决的问题，因此在确定金融机构风险资本需求、绩效评估和金融监管等方面得到了广泛的应用，也为投资者确定其风险暴露大小、基于风险调整的绩效评估、资本配置和风险限额设置提供了一个可行的方法。

实际投资中，券商可以通过分散化的投资来降低风险，具体体现为：

（一）股票的选择。在选择股票时，主要考虑个股的风险和收益情况，以及股票之间的相关性。同时，需要进行一定的基本面分析，对股价未来走势进行准确预测。

（二）股票持仓比例。选定一定的股票之后，需要进一步确定股票的头寸。由于股票各自的风险和相关性不同，由此得出的组合风险和收益率也不同。

在实际投资中，自营部门和资产管理部门都有自己的股票备选池，可以通过系统进行选股和买卖。而风险管理部门也可以对其进行实时监控，组合日 VaR 值以及个股的成分日 VaR 值就是进行风险监控的关键指标。风险管理部门对券商内部各部门的投资风险日 VaR 值进行监控，并与每天的实际损益进行对比。券商可以在风险监控体系中设置预警线，当 VaR 值超过一定额度时系统就会报警，风管部有权要求相关部门给出合理解释，以确定是否存在过度投资和投机行为，并进一步通过调整投资品种和组合中的持仓比例来管理风险和配置资产。

VaR 模型还可以用于管理证券公司的客户保证金，掌握其变动规律，及时预测其变化情况，以及用于债务的组合管理。对于融资比较频繁的金融公司而言，利用 VaR 还可以较好地控制账面现金以备偿还到期债务之用。此外，VaR 模型也可以用于衡量基金经理人或证券经营机构资产管理人员的操作绩效，目前西方投行和基金公司广泛应用的衡量方法 RAROC（Risk Adjusted Return Capital，可调整风险的资本收益率）正是建立在 VaR 预测基础之上的。

第六章 主要结论及展望

本文在理论方面主要介绍了金融市场的风险管理，波动率测量理论以及各类 VaR 建模方法。通过对中国股市指数的实证研究，对比了在不同计算模型以及不同收益分布假设条件下求得的 VaR 值，并通过返回检验来判断各种模型结果的优劣以及适用条件；同时解决了如何在风险约束的前提下实现投资组合的最优化问题。

实践证明，VaR 模型对我国金融市场风险管理具有重大的意义。随着我国金融机构所面临的风险日趋复杂和组合投资在我国的兴起，将多种头寸、多种金融工具和不同业务部门的风险进行综合考虑和衡量的必要性越来越大，这为综合衡量市场风险的 VaR 模型提供了广阔的发展空间。此外，随着 VaR 模型的进一步发展，可以逐步将市场风险模型和信用风险模型结合起来，以全面反映金融机构的风险承受情况，既有利于金融机构内部风险的识别和控制，也便于监管部门的统一监管。随着我国金融改革的进一步发展，金融机构的运作和管理必将逐步与国际接轨，金融监管原则和技术也应逐步达到国际要求，为使我国金融机构内部风险管理和外部监管技术跟上世界金融发展的潮流，VaR 模型势必受到金融机构和监管部门的越来越多的重视和应用。

此外，对中小投资者而言，VaR 的引入可以增加市场的透明度，使中小投资者享受与大机构相同的风险信息，对公司背景和市场运作有更加清晰的认识，从而使信息对称化，防止机构欺上瞒下的违规行为。对投资基金和证券公司而言，市场风险是其面对的主要风险之一。但目前对市场风险的管理仍停留在限定在交易头寸的基础上，投资组合的构造没能考虑到资源的有效配置与风险头寸限额的设置。

发展 VaR 技术十分迫切，就目前情况看投资基金及证券公司已经具备了使用 VaR 技术的条件。首先，投资基金和证券公司的交易性资产主要是挂牌交易的股票、国债及企业债券等，经过几年的高速发展，我国证券市场已达到相当的规模，市场逐步走向成熟，各种历史资料可以获得；其次，这两类机构集聚了许多十分优秀的人才，有能力采用 VaR 来控制市场风险。对我国金融监管部门而言，应制定政策和创造条件引导、鼓励金融机构积极运用先进的风险控制

技术来加强内部风险控制，同时强化外部监管，强制上市公司和金融机构的风险数量化披露。

虽然 VaR 风险管理技术应用领域广泛，但是 VaR 模型在具体的使用中也可能存在许多难点，要把 VaR 技术正确有效地应用于我国证券市场的风险管理中，首先要处理好以下几个问题：

（一）数据问题。由于我国股票市场发展历史不长，许多股票只有几年甚至更短的历史，交易数据有限，这就使得 VaR 模型的建立及其有效性的检验相当困难。另外，我国股票市场每年都有大量的公司上市，由于种种原因，新股往往成为市场追捧的对象，因此新股通常在投资者的资产组合中占有较大的比重。最后，对 VaR 模型的有效性进行返回测试，其要求的数据期限更长。如果按照巴塞尔银行监督管理委员会的要求，采用 99% 的置信水平和 10 日持有期限，一次返回检验就要求有长达三年的历史数据，这对我国许多股票来说都是难以满足的。

（二）资产收益关联度的稳定性问题。由于我国股票市场还处于发展初期阶段，供需矛盾突出，市场投机性强，操纵严重，资产收益关联度不稳定，这使得建立在历史数据基础上的 VaR 模型对投资风险的分析难以恰当地反映风险的未来状况，极大影响了 VaR 模型对未来风险的预测能力。由于 VaR 主要适用于正常市场条件下对市场风险的衡量，当市场出现极端情况时无能为力。当市场出现危机时，资产价格的关联性被割断，流动性全部消失，VaR 无法有效衡量此时的市场风险。

（三）厚尾问题。VaR 模型一般假设资产收益率服从正态分布，尤其对组合 VaR 的计算，通常假设组合收益率服从多变量联合正态分布。但实际收益率却存在肥尾性的问题，肥尾现象对 VaR 模型有效性的影响不可低估。我国的实际情况是市场波幅较大，极端值出现的概率不小，肥尾现象对我国运用 VaR 模型有效性的影响突出。

虽然 VaR 风险控制方法在我国证券市场中具有一定的参考价值，但使用时需谨慎，并结合压力测试、情景分析、返回检验等其他技术共同控制风险。伴随着我国证券市场不断走向成熟与规范，VaR 方法特别是一些改进后的方法，在我国证券市场乃至整个金融系统内都会拥有广泛的应用空间和发展前景。

删除的内容：厚

删除的内容：肥

针对我国股票市场存在的上述问题，对 VaR 模型在我国金融机构的开发和应用提出以下几点建议：

（一）我国证券市场发展历史有限，为便于反映新股比重较大的投资组合的市场风险和返回检验，VaR 模型的持有期不宜过长，置信水平不宜过高，可优先考虑开发置信水平在 95% 的日 VaR 模型。

（二）目前我国证券投资基金的投资品种主要是国债和股票，这些产品和市场风险因子的关系是近似线性关系，市场因子近似服从正态分布，因此我国证券投资基金组合的 VaR 值可以用 *delta* 正态法计算。当计算包含大量股票组合的 VaR 时，可采用单因素模型简化协方差矩阵的计算。

（三）鉴于我国统计数据量和质以及分布假设的问题，应对 VaR 模型加强压力测试和情景分析的补充，并注意采用返回检验来检验模型的有效性。

（四）由于损益概率分布的尾部是无限的，VaR 模型无法提供绝对最坏的预期损失，因此不能排除高于 VaR 值的巨大亏损的可能性。为保证金融机构交易平稳和安全，风险管理者就必须将 VaR 与其他风险管理工具比如压力测试和情景分析以及健全的操作程序、有效规章制度和严格控制权限相结合。

由此可见，在我国金融市场风险管理的实践中应用 VaR 方法仍有很多工作要做，还有待于市场管理者、参与者的不断探索和共同努力，进一步深入研究适合于我国金融市场的 VaR 风险计量模型和风险管理模式，在实践中不断积累经验，逐步实现从定性管理到定量管理的转变，从而降低风险，提高收益。

附录

Matlab 的主要程序:

1. EWMA 预测 VaR

```
function lk=lkhood (x,y);
iter=x(1);
lamda=x(2);
y1=y-iter;
z(1)=std(y1)^2;
for i=2:size(y1,1);
z(i,1)=lamda*z(i-1)+(1-lamda)*y1(i-1)^2;
lk_1(i-1,1)=-y1(i)^2/(2*z(i,1))-0.5*log(z(i,1));
end;
lk=-mean(lk_1);
```

```
clear all;
load y.txt;
y1=y(1:1709,1);
k=1709;
k1=1459;
for i=0:(k-k1)/10-1;
data1=y(10*i+1:k1+10*i);
data2=y(k1+10*i+1:k1+10*(i+1));
x0=[0;0.8];
[x]=fminunc(@(x) lkhood(x,data1),x0);
c=x(1);
beta=x(2);
s=std(data1);
res0=y(k1+10*i)-c;
vol(1)=beta*s^2+(1-beta)*res0^2;
vr(1)=c-1.65*sqrt(vol(1));
res(1)=data2(1)-c;
for j=2:10;
vol(j)=beta*vol(j-1)+(1-beta)*res(j-1)^2;
vr(j)=c-1.65*sqrt(vol(j));
res(j)=data2(j)-c;
end;
vr_ewma(10*i+1:10*(i+1),1)=vr';
end;
```

2. 基于正态分布的 GARCH (1, 1) 预测 VaR

```
clear all;
load y.txt;
```

```

Spec=garchset('Distribution','Gaussian','VarianceModel','Garch','p',1,'q',1);
k=1709;
k1=1459;
m=10;
for i=0:(k-k1)/10-1;
data1=y(10*i+1:k1+10*i);
data2=y(k1+10*i+1:k1+10*(i+1));
[Coeff,Errors,LLF,Innovations,Sigmas,Summary]=garchfit(Spec,data1);
lh=size(Sigmas,1);
alpha=Coeff.K;
beta1=Coeff.GARCH;
beta2=Coeff.ARCH;
c=Coeff.C;
vol(1)=alpha+beta1*Sigmas(lh,1)^2+beta2*Innovations(lh,1)^2; % 预测k1+1
vr(1)=c-2.33*sqrt(vol(1)); % 95%,,99%
res(1)=data2(1)-c;

for j=2:10;
vol(j)=alpha+beta1*vol(j-1)+beta2*res(j-1)^2; % 预测k1+2:k1+10,,,,
vr(j)=c-2.33*sqrt(vol(j)); % 95%,,99%
res(j)=data2(j)-c;
end;
vr_garch_n(10*i+1:10*(i+1),1)=vr'; % 1:10,,,,,11:20,,,,,
end;

```

3. 基于正态分布的蒙特卡罗法预测 VaR

```

clear all;
load s.txt;
load y.txt;
k=1709;
k1=1459;
for i=0:24
data1=y(1+10*i:k1+10*i);
u=mean(data1);
vol=std(data1);
s0=s(k1+10*i);
for p=1:10000;
s(p,1)=s0*exp(u+vol*normrnd(0,1));
r(p,1)=log(s(p,1)/s0);
end;
vr_mc_n(10*i+1:10*i+10,1)=quantile(r,0.01);
end;

```

4. 二次规划

```
clear all;
r = [-0.0007342
0.0010170
0.0016224
0.0014846
0.0017176
-0.0030966
-0.0007392
-0.0000691
0.0004688
-0.0005413 ];
vp=841650906;
x0=zeros(10,1);
e=0.0001;
A=double(zeros(11,10));
b=zeros(11,1);
for i=1:10
for j=1:10
    if i==j
        A(i,j)=-1;
    else A(i,j) = 0;
    end
end
end
for i=1:10
A(11,i)=e-r(i);
end
for i=1:10
c(1,i)=1;
end;
H = 2*[0.0009815    0.0001962    0.0001552    0.0002315    0.0001234
0.0001831    0.0001619    0.0001433    0.0001227    0.0001409;
0.0001962    0.0014050    0.0003000    0.0002976    0.0001806    0.0001949
0.0001591    0.0001545    0.0002200    0.0001428;
0.0001552    0.0003000    0.0006497    0.0002098    0.0001607    0.0002020
0.0001460    0.0001393    0.0001499    0.0000999;
0.0002315    0.0002976    0.0002098    0.0005857    0.0001928    0.0001758
0.0001929    0.0001699    0.0001745    0.0001545;
0.0001234    0.0001806    0.0001607    0.0001928    0.0002646    0.0001162
0.0001266    0.0001253    0.0001510    0.0000989;
0.0001831    0.0001949    0.0002020    0.0001758    0.0001162    0.0021525
0.0001672    0.0001300    0.0001531    0.0001489;
0.0001619    0.0001591    0.0001460    0.0001929    0.0001266    0.0001672
0.0003324    0.0001693    0.0001303    0.0002025;
```

```
0.0001433 0.0001545 0.0001393 0.0001699 0.0001253 0.0001300
0.0001693 0.0002265 0.0001264 0.0001338;
0.0001227 0.0002200 0.0001499 0.0001745 0.0001510 0.0001531
0.0001303 0.0001264 0.0002394 0.0001178;
0.0001409 0.0001428 0.0000999 0.0001545 0.0000989 0.0001489
0.0002025 0.0001338 0.0001178 0.0003314];
[x,fval] = quadprog(H,[],A,b,c,1);
rp=0;
for i=1:10
rp=rp+x(i)*r(i);
end;
var=(rp-1.65*sqrt(fval))*vp;
```

[参考文献]

- [1] Morgan Guaranty Trust Company. RiskMetrics-Technical Document. First Edition[R], 1995.
- [2] Morgan Guaranty Trust Company, Reuters Ltd. RiskMetrics-Technical Document. Second Edition[R], 1996.
- [3] RiskMetrics Group. Risk Management: A Practical Guide[R], 1999.
- [4] RiskMetrics Group. Return to RiskMetrics: the Evolution of a Standard[R], 2001.
- [5] Jorion P. Value at Risk: The New Benchmark for Controlling Market Risk [M]. The McGraw-Hill Companies Inc, 1997.
- [6] Darryll Hendricks. Evaluation of Value-at-Risk Models Using Historical Data [J]. Economic Policy Review. Federal Reserve Bank of New York, 1996,2(April): 6-36.
- [7] Jean-Philippe Bouchaud, Marc Potters. Worse fluctuation method for fast Value-at-risk estimates. www.gloriamundi.org, 2001.
- [8] Kevin Dowd. The Extreme Value Approach to VaR-An Introduction [J]. Financial Engineering News, 1999.
- [9] David Li. Value at Risk Based on the Volatility, Skewness and Kurtosis. www.gloriamundi.org, 1999.
- [10] Rachel Campbell, Ronald Huisman, Kees Koedijk. Optimal portfolio selection in a Value-at-Risk framework [J]. Journal of Banking & Finance, 2001, (25): 1789-1804.
- [11] Guy Kaplanski, Yoram Kroll. Value-at-Risk Equilibrium Pricing Model [M]. Hebrew University, 2001, (12).
- [12] Stambaugh Fred. Risk and Value at Risk [J]. European Management Journal, 1996, 14(12):612-621.
- [13] Alexander G, Baptista A. A VaR-Constrained Mean-VaRiance Model: Implications for Portfolio Selection and the Basle Capital Accord [D]. Working paper, University of Minnesota, 2001, (6).
- [14] Enrique Sentana. Mean-VaRiance Portfolio Allocation with a Value at Risk Constraint [D].Working paper, 2001.
- [15] Shukur Ghazi, Mantalos Panagiotis. A Simple Investigation of the Granger-causality Test in Integrated-cointegrated VaR Systems [J]. Journal of Applied Statistics, 2000, 27(8):1021-1031.

[16] Helmut, Pentti, Trenkler Carsten. Maximum Eigenvalue Versus Trace Tests for the Cointegrating Rank of a VaR Process [J]. Econometrics Journal, 2001, 4(2): 281-310.

[17] 郑文通. 金融风险管理的 VaR 方法[J]. 国际金融研究,1997(9):58-62.

[18] 姚刚. 风险值测定法浅析[J]. 经济科学,1998(1):55-60.

[19] 黄海,卢祖帝. VaR 的主要计算方法述评[J]. 管理评论,2003,15(7) :31-36.

[20] 刘宇飞. VaR 模型及其在金融监管中的应用[J]. 经济科学, 1999, (1) :39-50.

删除的内容: 宇

[21] 杜海涛. VaR 模型在证券风险管理中的应用[J]. 证券市场导报,2000, (8) :57-61.

[22] 范英. VaR 方法及其在股市风险分析中的应用初探[J]. 中国管理科学, 2000,8(3) :26-32.

[23] 王春峰. 金融市场风险管理[M]. 天津大学出版社, 2000.

[24] 王春峰,万海晖,张维.金融市场风险测量模型—VaR[J].系统工程学报,2000,15(1) :67-75.

[25] 陈忠阳. VaR 体系与现代金融机构的风险管理[J]. 金融论坛, 2001(5): 44.

[26] 陈守东,俞世典. 基于 GARCH 模型的 VaR 方法对中国股市的影响[J]. 吉林大学社会科学学报, 2002(4): 11.

[27] 陈兴华,杨耀耀. RAROC 方法及证券投资基金绩效评估[J]. 华南金融研究,2002(12):33.

[28] 邹建军,张宗益,秦拯. GARCH 模型在计算我国股市风险价值中的应用研究[J]. 系统工程理论与实践,2003,23(5) :20-25,135.

[29] 彭寿康. 中国证券市场股价指数 VaR 研究[J]. 统计研究, 2003, (6) :58-61.

[30] 姚京,李仲飞. 基于 VaR 的金融资产配置模型[J]. 中国管理科学,2004,12(1) :8-14.

[31] 彭海伟,吴启芳. 基于 VaR 的 Sharpe 指标在基金业绩评价中的应用[J]. 管理评论,2004,16(2) :17-23,29.

[32] 郑振龙,王保合. 基于极值理论的风险价值度量[J]. 金融学季刊, 2005,10.

[33] Charles Smithson, Lyle Minton. Value at Risk[J]. Risk,1996,9:25.

[34] [Group of Thirty Global Derivatives Study Group. Derivatives Practices and Principles\[R\]. Washington DC,1993.](#)

[35] Hull, White. Incorporating volatility updating into the historical simulation method for value at risk[J].Journal of Risk,1998.

删除的内容: 4

[36] Thomas J, Linsmeier and Neil D. Pearson. Value at Risk[J].Financial Analysts Journal,2000.

删除的内容: 5

[37] 陈守东,王鲁非. 上证综合指数 VaR 的度量[J]. 经济问题探索,2002,(4):103-106.

删除的内容: [36] Group of Thirty Global Derivatives Study Group. Derivatives Practices and Principles[R]. Washington DC,1993.

[38] 王美今,王华. 基于 GARCH-t 上海股票市场险值分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2002(3):106-109.

- [39] 刘静. 我国股价指数风险价值实证分析[J]. 数量经济技术经济研究,2002,(4) :71-72.
- [40] 张贤云. VaR 模型与我国的金融风险管理[J]. 南京财经大学学报,2004,(5) :41-43.
- [41] 康宇虹,梁健. 基于 GJR-GARCH 的 VaR 模型及其在上海证券市场的实证研究[J]. 南开管理评论,2004,7(4) :80-82.
- [42] 喻波,王慧. 新巴塞尔协议框架与 VaR 方法的运用[J]. 财经科学,2004(6) :86-91.
- [43] 李克娥,陈圣滔. 基于不同分布假设的 GARCH 模型对上证指数风险值预测能力的比较研究[J]. 太原师范学院学报(自然科学版),2006(5):1-4.
- [44] 易丹辉. 数据分析与 Eviews 应用[M]. 北京:中国统计出版社,2002.
- [45] 彭坤,王飏. 基于 VaR(风险价值)的金融投资的研究[J]. 昆明理工大学学报,2002,(6):138-142.
- [46] 刘丹,杨德权. 关于 VaR 若干度量方法的准确性的比较研究[J]. 预测, 2004,23(4) :56-60,44.
- [47] 李掬祥,郭多柞. VaR 模型的反馈检验方法[J]. 贵州财经学院学报, 2003, (4):17-19.

致 谢

在经过了数月努力之后论文工作终于得以完成，而我也即将告别三年的研究生生活，其间的点点滴滴相信足以令我终生难忘。

首先要感谢我的导师郑振龙教授在硕士期间对我的悉心指导和关怀，他不但凭借精湛的学术造诣和孜孜不倦的治学精神为我们树立了学术上的榜样，而且以其平易近人的学者风格、诲人不倦的教学态度让我们每一位学生都深感如沐春风获益良多。吾生也有涯，而知也无涯，人生中得遇这样的恩师可以说是我的莫大幸运！

接着要感谢林海老师在毕业论文上对我的耐心指导和提点，帮助我对专业知识进行了梳理，对知识缺陷进行了及时的解决和补救，他出众的学术功底和一丝不苟的敬业精神都令我深为佩服。

同时还要感谢我的父母，没有他们的付出和关爱，就无法成就我今时今日所取得的一点点小成绩；没有他们的支持和鼓励，我也不可能以饱满的斗志面对困难和挫败。当然，还要感谢所有关心帮助过我的朋友和同学们。

“自强不息，止于至善”，虽然毕业在即，但是母校的这份精神将永远鼓舞着我前行，在母校留下的青春岁月也将永远写入我的记忆里。