

学校编码: 10384

分类号 \_\_\_\_\_ 密级

学号: 20051300946

UDC

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于参数、非参、半参三类模型的 VaR  
方法的对比研究

Comparing and Ranking Parametric, Nonparametric and  
Semi-parametric VaR Models

王 翼

指导教师姓名: 洪永淼 教 授

冼白菟 副教授

专 业 名 称: 金 融 学

论文提交日期:

论文答辩时间:

学位授予日期:

答辩委员会主席: \_\_\_\_\_

评 阅 人: \_\_\_\_\_

2008 年 月

# 厦门大学学位论文原创性声明

兹呈交的学位论文，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

在这个机遇与风险并存的时代，在投融资环境越来越复杂多样的情况下，如何控制和管理我国股票市场上的投资风险，对各金融投资机构而言，成为其生死存亡的一个关键，各个赢利性机构都要在最大化收益的同时，严格控制好各项资产风险。

目前，测量风险应用最广泛的是 VaR 方法，但可用于计算 VaR 的模型众多且各有千秋，因此本文以寻找适合计算中国股市上股票的 VaR 为目标，选取发行过权证的 32 只股票从 2000 年至 2007 年的日数据，运用参数、非参以及半参三大类十二种模型和方法，包括正态分布和 Student-t 分布两种分布下的五种 GARCH 族模型、三种渐进演变的历史模拟法、蒙特卡罗模拟法、极值理论以及过滤的极值理论和条件自回归 VaR 方法，进行向前一天的 VaR 预测，再采用 Kupiec 检验和分位损失检验这两类视角不同的检验方法，来判断各类模型和方法在三种不同的预测期长度、两种不同的显著性水平下的表现优劣，以期寻求到不同情况下，最合适预测我国股票 VaR 的模型或方法，最终为业界风险管理者提供一个比较全面的参考。

本文通过一系列的实证检验，发现 GARCH 族模型和条件自回归 VaR 方法在两种检验下通常都表现良好，能够给出较优的 VaR 预测，而且对可观测的数据长度不敏感，在数据较少的情况下，同样能用于做预测。非参的方法历史模拟法、蒙特卡罗模拟法和半参的方法极值理论表现通常较差，不过在分位损失检验的标准下，过滤的历史模拟法和过滤的极值理论表现良好。

**关键词：** VaR；半参；分位数

## Abstract

In this era, opportunities are accompanied by risks and financing environment is more and more complicated, thus as a finance institute in Chinese capital market, how to control and manage its investment risk is the key point to survive in the market.

Nowadays, the most popular tool to measure the risk of assets is Value-at-Risk, however, there are so many existing models and methods to estimate VaR and each one has its own advantages and disadvantages, therefore this article aims at finding out the best models for measuring the VaR in the context of Chinese stock market. The article selects the daily return data of stocks which had or have options from 2000 to 2007, applies parametric, nonparametric and semi-parametric models, including five kinds of GARCH models with Normal and Student-t distribution assumptions, three kinds of improved Historical Simulation methods, Monte Carlo method, Extreme Value Theory, Filtered Extreme Value Theory and Conditional Autoregressive Value-at-Risk, makes one-step ahead prediction. Finally, under three kinds of lengths of predicted periods and two kinds of critical levels, uses Kupiec test and Quantile Loss test to compare and rank those models and methods from two different aspects, for giving some references of which model or method is the best under some given conditions.

With a series of empirical studies, the article comes to the conclusion that GARCH models and Conditional Autoregressive Value-at-Risk usually perform well, and they are also applicable when lack of data because of not being sensitive to the length of data, on the contrary, Historical Simulation methods and Monte Carlo method do not work well, except filtered Historical Simulation and filtered Extreme Value Theory which perform well under Quantile Loss test.

KeyWords: VaR; Semi-parametric; Quantile

# 目 录

<b>第一章 引言</b> .....	<b>1</b>
<b>第一节 研究背景</b> .....	<b>1</b>
<b>第二节 文献回顾</b> .....	<b>5</b>
一 国外部分 .....	6
二 国内部分 .....	8
<b>第三节 本文研究方法、创新点和局限性</b> .....	<b>10</b>
一 研究方法 .....	10
二 创新性和局限性 .....	12
<b>第二章 VaR 概述</b> .....	<b>14</b>
<b>第一节 VaR 简介</b> .....	<b>14</b>
<b>第二节 VaR 的应用及优缺点</b> .....	<b>15</b>
<b>第三章 VaR 模型</b> .....	<b>18</b>
<b>第一节 参数方法</b> .....	<b>18</b>
<b>第二节 非参数方法</b> .....	<b>21</b>
一 历史模拟法 .....	21
二 蒙特卡罗模拟法 .....	23
<b>第三节 半参数方法</b> .....	<b>25</b>
一 极值理论 .....	25
二 条件自回归 VaR 法 .....	27
<b>第四节 小结</b> .....	<b>28</b>
<b>第四章 检验方法</b> .....	<b>30</b>
<b>第一节 失败检验法</b> .....	<b>30</b>

第二节 分位损失检验 .....	31
第三节 小结 .....	32
<b>第五章 实证结果 .....</b>	<b>34</b>
第一节 样本数据的选取 .....	34
第二节 样本数据基本检验 .....	34
一 正态性检验 .....	35
二 ARCH 效应 .....	35
第三节 模型检验结果 .....	36
一 失败率检验 .....	36
二 分位损失检验 .....	39
<b>第六章 结论 .....</b>	<b>46</b>
<b>[参考文献] .....</b>	<b>48</b>
<b>附录 A .....</b>	<b>52</b>
一 正态分布检验 .....	52
二 ARCH 效应检验 .....	52
<b>附录 B .....</b>	<b>56</b>
一 股票失败率表 .....	56
二 股票的分位损失值表 .....	67
<b>致 谢 .....</b>	<b>78</b>

# Content

<b>Chapter 1 Introduction</b> .....	<b>1</b>
<b>Section 1 Background</b> .....	<b>1</b>
<b>Section 2 Literature Review</b> .....	<b>5</b>
1 Foreign Literature .....	6
2 Domestic Literature.....	8
<b>Section 3 Research Methods, Innovations and Limitations</b> .....	<b>10</b>
1 Research Methods.....	10
2 Innovations and Limitations .....	12
<b>Chapter 2 Overview of VaR</b> .....	<b>14</b>
<b>Section 1 Introduction to VaR</b> .....	<b>14</b>
<b>Section 2 Application, advantages and disadvantages of VaR</b> .....	<b>15</b>
<b>Chapter 3 VaR models</b> .....	<b>18</b>
<b>Section 1 Parametric Methods</b> .....	<b>18</b>
<b>Section 2 Nonparametric Methods</b> .....	<b>21</b>
1 Historical Simulation .....	21
2 Monte Carlo.....	24
<b>Section 3 Semi-parametric Methods</b> .....	<b>25</b>
1 Extreme Value Theory .....	25
2 Conditional Autoregressive Value-at-Risk.....	27
<b>Section 4 Summary</b> .....	<b>28</b>
<b>Chapter 4 Testing</b> .....	<b>30</b>
<b>Section 1 Failure Rate Test</b> .....	<b>30</b>

Section 2	Quantile Loss Test .....	31
Section 3	Summary .....	32
<b>Chapter 5</b>	<b>Empirical Results .....</b>	<b>34</b>
Section 1	Sample Selection .....	34
Section 2	Basic Tests of Data .....	34
1	Normality Test .....	35
2	ARCH Effect .....	35
Section 3	Results of Model Testing .....	36
1	Fail Rate Test .....	36
2	Quantile Loss Test .....	39
<b>Chapter 6</b>	<b>Conclusions .....</b>	<b>46</b>
<b>References</b> .....		<b>48</b>
<b>Appendix A</b> .....		<b>52</b>
1	Normality Test .....	52
2	ARCH Effect Test .....	52
<b>Appendix B</b> .....		<b>56</b>
1	Fail Rate of Stock .....	56
2	Quantile Loss of Stock .....	67
<b>Acknowledgement</b> .....		<b>78</b>

厦门大学博硕士学位论文摘要库

## 第一章 引言

### 第一节 研究背景

自 20 世纪 70 年代以来,国际金融市场经历了若干项重大历史事件,发生了前所未有的深刻变革,加之全球经济一体化进程的高歌猛进和科学技术的飞速发展,导致了各国市场之间波动的互动效应,金融风险在不同市场之间传递扩散并放大,使得全球金融市场的波动性和风险不断加大。

随着我国加入世界贸易组织,如何有效地防范和控制金融风险的问题日益突显。纵观世界各次金融危机,最开始都表现为股票市场的崩溃,因此股票市场可以作为国民经济的晴雨表。要防范金融风险首先需要防范股票市场上资产风险。

我国第一个股票市场上海证券交易所于 1990 年 12 月 19 日建立,紧随其后深圳证券交易所于次年 7 月 3 日成立,我国股票市场在近 20 年时间里迅速成长和发展,但仍然不是一个发展成熟的市场。各金融机构已深刻认识到风险管理的重要性,要防范和控制股票市场上的投资风险,需要选择一定的指标来衡量风险。

风险度量方法经过一系列的演变,到 20 世纪 90 年代,国外发展流行起来一种金融市场管理风险的工具——VaR。最早提出 VaR 方法的是 J.P 摩根公司,该公司于 1994 年在因特网上部分地公布了其内部使用的全面估计金融风险的方法、数据和模型。VaR 是一种简单易懂易于操作而又严密的数学方法,较传统方法而言,具有强大的优势,它测量的是风险价值的绝对值,较方差的方法更为简洁和直观,而且,它关注的是在一定显著性水平下,投资者资产的最大损失值,这一指标更具合理性和科学性,因此能为各种金融机构起到更好的防范风险的指导作用。近十年来, VaR 方法应用范围逐渐涉及到证券公司、投资银行、商业银行、养老基金及非金融企业等。而且, VaR 的应用已不仅仅局限于金融市场风险的测量方面,在信用风险、流动性风险、现金流风险和操作风险方面也在逐步得到应用。如今, 巴塞尔协议 (Basel Accord) 和欧盟资本充足率指导 (EU Capital Adequacy Directive) 都已将 VaR 作为其中一项监督标准,对跨国银行市场风险提出了资本充足性的要求。我国在 2001 年加入 WTO 后,也必须遵从巴塞尔协

议，国内银行使用 VaR 监控风险。

VaR 作为一个统计的概念，本身只是一个数字，代表资产处于风险中的价值。各金融机构可从数量上清晰地认识到所从事的投资组合的风险，并合理地避免损失。

对于一系列收益率  $\{r_t\}_{t=1}^T$ ，其对应的分布函数为  $\Pr\{r_t \leq r | \mathcal{Y}_{t-1}\} = F_t(r)$ ，其中  $\mathcal{Y}_{t-1}$  为  $t-1$  时刻的信息集。假设  $\{r_t\}_{t=1}^T$  服从如下随机过程：

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t = \mu_t + \sigma_t z_t,$$

其中  $\mu_t = E(r_t | \mathcal{Y}_{t-1})$ 、 $\sigma_t^2 = E(\varepsilon_t^2 | \mathcal{Y}_{t-1})$  和  $\{z_t\} \equiv \{\varepsilon_t / \sigma_t\}$  具备有  $G_t(z) = \Pr\{z_t \leq z | \mathcal{Y}_{t-1}\}$  的条件概率分布。

用  $q_t(\alpha)$  表示对应  $\alpha$  的 VaR， $F_t(q_t(\alpha)) = \alpha$ ，

$$q_t(\alpha) = F_t^{-1}(\alpha) = \mu_t + \sigma_t G_t^{-1}(\alpha),$$

因此，VaR 的估计涉及到三个方面，它们分别是  $\mu_t$ 、 $\sigma_t$  和  $G_t(\alpha)$ 。本文的重点是比较各种模型对  $\sigma_t$  和条件分布函数  $G_t(\alpha)$  进行建模的效果。

对于  $\sigma_t$  的建模，条件方差能由多种波动率模型估计，如参数的 GARCH 族模型。1986 年由 Bollerslev 提出的 GARCH (Generalized AutoRegressive Conditional Heteroscedastic) 模型是一种动态非线性的定价模型，突破了传统的方法论和思维方式，摒弃了风险与收益呈线性关系的假定，反映了随机过程的一个特殊性质——方差随时间变化而变化。将时变方差建立成过去波动的函数，也更好刻画了金融市场中数据通常存在的尖峰厚尾的特性。在 GARCH 模型上又发展出若干种类的类型类似 GARCH 的模型，如 IGARCH、EGARCH、TGARCH、GJR-GARCH 和 GARCH-M 等，他们表达形式略有差异，渐进发展而又各有千秋，形成一个 GARCH 族。GARCH 族模型中冲击项的分布假设可以是正态分布，还可以是 Student-t 分布、GED 分布等，是依据历史信息，良好模拟波动率的模型，适用于预测 VaR。

对于  $G_t(\alpha)$  的建模，目前存在三大类方法。一种是参数法，一种是非参的方法，第三种是半参的方法。这三种方法各有优缺点。参数模型一个优势在于表达

简洁、易于直观理解,但是需要对分布做出特定的假设,比如我们在结合 GARCH 模型是做出的正态分布的假设, GED 假设和 Student-t 分布假设等等。非参的方法则刚好相反,比如历史模拟法和蒙特卡罗模拟法均是直接对  $F_t^{-1}(\alpha)$  进行估计。历史模拟法是估计 VaR 的非参方法中最流行的方法之一。标准的普通历史模拟法的思想是在获取过去某一段时间内的收益率数据后,用一个简单的柱状图描绘出来,可直接从图上读出 VaR 值。该方法不需要假设一个特定的分布,但假设独立同分布。在该方法的基础上已发展出若干更有效的方法,本文采用了其中三种历史模拟法,分别是普通的历史模拟法(Historical Simulation, 简称 HS)、加权的历史模拟法(Weighted Historical Simulation, 简称 WHS)和过滤的历史模拟法(Filtering Historical Simulation, 简称 FHS),这三种方法都是利用历史收益率的经验分布函数来估计 VaR,不同之处主要在于对残差项的处理不同。蒙特卡罗模拟法(Monte Carlo, 简称 MC)则是利用布朗运动这一随机过程对股票价格变化的模拟,最后得到  $F_t^{-1}(\alpha)$ 。

然而,许多传统的参数、非参模型都没有很好的预测到新兴股票市场中的极端事件,一种直接研究分布尾部表现的半参方法,即极值理论方法可以弥补这一缺陷。但此方法需要的原始观测值较多,且同样存在独立同分布的假设。不过在序列相关性较弱时,仍然可以应用极值理论(Extreme Value Theory, 简称 EVT)。

另外,以上所提及的方法均需要估计出收益率的分布函数,然后求逆,得到对应的分位数以计算 VaR。但波动率是有聚类性的,分位数也就有聚类性,因而可以直接对分位数进行回归,而不需要估计分布函数求其逆。这就是称为条件自回归 VaR 模型<sup>①</sup>,这种特殊的参数方法通过利用分位数的序列相关性,直接对分位数进行回归,不需要对收益率的分布作假设。

面对如此多的模型,我们将要面对的一个问题是:哪种模型最适合中国的股票市场?本文将基于中国股票市场的数据,比较以上各种计算 VaR 模型的优劣,从而对国内外的投资者和监管者提供一定的参考。本文主要从以下几个方面比较:

---

<sup>①</sup> Conditional Autoregressive Value-at-Risk, 简称 CAViAR。

(1) 参数、非参、半参这三大类十几种模型到底哪些模型比较适合于应用在我国股票市场向前一步的 VaR 预测;

(2) 两种不同的检验标准。本文采用的 Kupiec 检验和分位损失, 两者侧重不同, 前者侧重考察失败率是否显著不等于对应的显著性水平, 后者主要是考察预测值与真实值之间的差异。两种检验分别在防止破产和提高资本运营效率上有优势。

(3) 5% 和 1% 两种显著性水平。不同的群体可承受风险能力不同或者需要不同显著水平的 VaR 指标, 因此对两个不同的显著性水平下模型的表现均做了实证研究;

(4) 100 天、250 天和 500 天这三种不同的预测期长度。便于不同积极程度的风险管理和控制者参考。

本文的研究意义主要体现在以下几个方面:

(1) 关于 VaR 的测算模型和方法有很多。但这些算法都是从国外引进, 由于国外与国内股票市场成熟度、投资者观念等方面的极大差异以及宏观经济条件和政策的截然不同, 我国股票市场具有独特的风险特征, 且许多学者认为我国股票市场是弱势有效, 价格具有随机波动性, 可反映一定信息。在这种情况下, 找到我国股票市场控制风险的本土化测量方法具有重要意义;

(2) 通过实证研究, 为不同的需求群体选择出最适合的用于我国股票市场 VaR 预测的模型或方法, 为股票投资者及监管者分析和防范化解市场风险提供依据, 提醒投资者注意将可能的损失额控制在可承受范围内, 可以通过风险度量考虑投资市场的风险集中度, 考虑通过分散化投资能否带来风险的降低等, 从而对未来投资市场做出较为准确的判断, 以免发生灾难性后果;

(3) 有助于制定包括风险管理的投资实施规划, 将风险对投资机构所造成的损失降到最小;

(4) 有助于证券监管者了解我国股市风险特点, 分析险源。

通过实证分析, GARCH 族模型和条件自回归 VaR 法普遍表现较好, 过滤的方法较未过滤的方法表现好。极值理论在 1% 显著水平上的表现要明显优于 5%, 这更体现了该方法侧重研究极端事件的本质同样适用于中国股市。此外, 两种不同的检验得到的结果也不尽相同, Kupiec 检验显示 GARCH 类模型在 Student-t

分布假设下表现较好，而分位损失检验表示 GARCH 模型在正态分布下表现较好。

## 第二节 文献回顾

### 一 国外部分

我们根据估计 VaR 中估计  $\mu_t$ 、 $\sigma_t$  和  $G_t(\alpha)$  三部分的不同方法，将计算 VaR 的模型分为三类。第一类是参数模型，主要包括 GARCH 族模型等；第二类是非参模型，主要包括历史模拟法和蒙特卡罗模拟法；第三类是半参模型，主要包括极值理论和条件自回归 VaR。

参数方法中一类重要的方法就是 GARCH 族模型，这类模型的特点在基于假设误差项服从某种需要分布假设的基础上，通过不同的 GARCH 类模型设定估计出收益率的波动率，然后计算 VaR。不同的分布假设或是不同的波动率模型都会产生不同的结果。因此，Jorion<sup>[1]</sup>(1995)对比了正态分布和 Student-t 分布这两种不同的分布假设下，静态模型计算的 VaR 的区别；Angelidis and Benos<sup>[2]</sup>（2004）针对五种股票指数，比较在不同的收益分布的假定和样本的大小的情况下 EGARCH、TGARCH 和 GARCH 模型的优劣。他们指出样本量的大小对各个 GARCH 模型向前一步预测的准确性至关重要，且尖峰分布的假定有利于改进向前一步预测的准确性。

Butler and Schachter<sup>[3]</sup>(1998)引入非参的估计方法，提出一种基于核估计的历史模拟法，这也是估计 VaR 的一种很重要的方法，尤其适应于投资周期较长的情况。

Cabedo and Moya<sup>[4]</sup>(2003) 提出了普通的历史模拟法(结合 ARMA 预测的历史数据模拟法)。这种方法用 ARMA 模型预测均值部分，然后通过对误差项而不是历史收益本身应用普通的历史模拟法估计 VaR。Cabedo and Moya<sup>[4]</sup>(2003)通过实证研究表明了该方法相比标准的普通历史模拟法能提供更加准确的 VaR 估计。但是普通的历史模拟法跟标准的普通的历史模拟法是一个共同缺陷是仍然给不同时期的观察值相同的权重，这意味着赋予不同时期的组合的收益率相同的概率，相当于假定组合的历史收益率是独立同分布的，也就是不同时期的历史收益

率数据能够为下一期的收益率的预测提供相同的信息,很明显这是不符合实际情况的。

而此前 Boudoukh, Richardson and Whitelaw<sup>[5]</sup>(1998) 提出了加权的历史模拟, 依观测值离预测期的远近赋予依指数递减的权重。在对各个观测值赋予权重后, 通过得到这些赋权后的观测值的经验分布函数来估计 VaR 的值。通过实证表明该方法相比于标准的历史模拟数据法能够明显的改善 VaR 的估计值, 特别是对厚尾的数据序列。然而, 加权的历史模拟法同标准历史模拟法的一个共同缺陷是假定发生在收益分布右尾部的事件不能够提供任何信息以便我们估计收益率分布左尾部的情况, 这与不管是大的正收益和大的负收益都能体现组合的风险的事实不相符。

另外, 假定历史收益率服从独立同分布不合理的另外一个原因是波动率是变动的。Barone-Adesi, Bourgoin and Gianmopoulos<sup>[6]</sup>(1998) 提出了过滤的历史模拟法。该方法通过估计收益率序列在每一时刻的波动率, 并将波动率标准化, 然后假定标准化之后的波动率独立同分布, 按照标准的历史模拟法得到 VaR 的估计值。

各种历史模拟法都避免了事先假定收益率或风险因子服从某个分布的前提, 可以基于现有的历史数据得到组合收益率的经验分布以计算 VaR。但是历史模拟法的共同的缺陷就是假定以后发生的事是过去发生的事的重复, 因而模型无法预测到过去没有发生的情况以及由于在收益率的尾部由于数据稀少导致 VaR 估计不准确。而蒙特卡罗模拟法避免了收益率正态分布的假设, 而且可以预测到过去没有发生的情况, 同时该方法还可以灵活加入研究者的主观判断。

Lambadrais, Papadopoulou, Skiadopoulus and Zoulis<sup>[7]</sup>(2003)基于希腊的股票和债券市场的数据发现, 历史模拟的方法常常高估了线性股票组合的 VaR, 而蒙特卡罗模拟法表现更好。

预测极端事件的发生对风险管理者是至关重要的, 然而传统的参数如 GARCH 模型和非参的方法如历史模拟法等在内数据点很多的区域表现很好, 但是分布的尾部区域却由于数据缺乏导致表现很差。极值理论这种半参的方法集中于用极值而不是所有的数据对收益率的尾端分布进行建模, 表现出了明显好于其他模型的极端事件预测能力。在极值理论中, 主要有两种方法: 1、最大值法

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to [etd@xmu.edu.cn](mailto:etd@xmu.edu.cn) for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库