



博士金融学丛

VaR估计精度 与违约风险建模研究

花俊洲◎著


RESEARCH ON VALUE-AT-RISK ESTIMATION ACCURACY
AND DEFAULT RISK MODELLING

 中国金融出版社

博士金融学丛

VaR 估计精度与违约 风险建模研究

花俊洲 著

 中国金融出版社

责任编辑：丁 芊

责任校对：张志文

责任印制：陈晓川

图书在版编目 (CIP) 数据

VaR 估计精度与违约风险建模研究 (VaR Guji Jingdu yu Weiyue Fengxian Jianmo Yanjiu) / 花俊洲著. —北京: 中国金融出版社, 2014. 1

(博士金融学丛)

ISBN 978 - 7 - 5049 - 7302 - 3

I. ①V… II. ①花… III. ①金融风险—风险管理—研究—中国
IV. ①F832. 1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 319747 号

出版 **中国金融出版社**
发行

社址 北京市丰台区益泽路 2 号

市场开发部 (010)63266347, 63805472, 63439533 (传真)

网上书店 <http://www.chinafph.com>

(010)63286832, 63365686 (传真)

读者服务部 (010)66070833, 62568380

邮编 100071

经销 新华书店

印刷 利兴印刷有限公司

尺寸 169 毫米 × 239 毫米

印张 13

字数 222 千

版次 2014 年 1 月第 1 版

印次 2014 年 1 月第 1 次印刷

定价 30.00 元

ISBN 978 - 7 - 5049 - 7302 - 3/F. 6862

如出现印装错误本社负责调换 联系电话 (010) 63263947

本书受以下项目资助：

上海市教育委员会重点学科（第五期），金融学 J51601

上海市教育委员会一流学科（B类）培育，应用经济学

国家自然科学基金重点项目（70331001）

总 序

2008年那场发生于大洋彼岸波及全球的金融危机似乎还在持续发酵。这场危机让我们体会到了金融是经济的核心深刻内涵，那就是金融必须引领经济发展，但金融决不能离开实体经济太远。这场危机让我们感受到了金融中心的巨大魅力，那就是及时纠错、适时调整的体制机制，以及引领其他金融体系走出危机的示范效应。这场危机让我们更坚定了对建设金融中心的决心和信心。

2009年，国务院发布了《关于推进上海加快发展现代服务业和先进制造业建设国际金融中心和国际航运中心的意见》的文件，明确了上海建设国际金融中心和国际航运中心。《上海市国民经济和社会发展规划第十二个五年规划纲要》中提出：到2020年上海要基本建成与我国经济实力和国际地位相适应、具有全球资源配置能力的国际经济、金融、贸易、航运中心，基本建成经济繁荣、社会和谐、环境优美的社会主义现代化国际大都市，为建设具有较强国际竞争力的长三角世界级城市群作出贡献。党中央、国务院结合上海的发展形势，提出了上海建设国际经济、金融、贸易和航运中心“四个中心”，并将此确立和提升到国家的重要发展战略的层面上。

2013年2月，在上海市十四届人大一次会议上韩正书记明确提出了国际金融中心在上海“四个中心”建设中居于核心地位，全面推进上海国际金融中心建设成为上海“四个中心”建设和社会主义现代化国际大都市建设的核心。目前，上海国际金融中心建设取得了重要进展，2012年前三季度，上海市金融业增加值1667.3亿元，同比增长12.1%，占全市同期GDP的11.6%。金融市场交易快速增长，2012年1月至11月，上海金融市场交易总额为477.8万亿元，同比增长26.8%。金融市场融资功能稳步提升，2012年1月至11月，上海金融市场直接融资额达3.5万亿元，同比增长31.3%。截至12月末，上海市已有101家小贷公司获批设立，2012年累计放贷711.7亿元，贷款余额为149.8亿元；80家融资性担保机构审批通过，融资性担保余额近450亿元。2012年主要

市属机构的规模和经营实力也进一步提升，截至 2012 年三季度末，上海市属 14 家金融机构总资产为 5.2 万亿元，比 2011 年末增加 15.2%，营业收入和净利润分别达到 2 331 亿元和 460 亿元，同比增加 12% 和 9.5%。2012 年 1 月至 11 月，上海全市金融业共实现税收收入 838.6 亿元（不包括证券交易印花税），同比增长 15.2%，占上海市税收总量的 11.8%。

作为一所地处国际金融中心建设腹地并且具有 60 余年金融教育悠久历史的院校，上海金融学院旗帜鲜明地确立了以金融学科为核心，以培养卓越金融人才为目标，积极响应与主动对接上海国际金融中心建设的需要，力争为上海国际金融中心建设添砖加瓦。上海金融学院国际金融学院作为学校金融学科建设与研究的主力军，有责任、也有义务为推动金融学科的建设与发展作出相应的努力，为上海国际金融中心的建设奉献自己的力量。

目前国际金融学院正承建上海市教育委员会金融学重点学科建设项目（J51601）和上海市应用经济学一流学科建设（培育）项目。通过该项目的建设，国际金融学院不仅希望促进本学院更好地发展，更重要的是希望推进金融学科的完善和金融问题研究的深化，锻造一支高素质的金融专业教师队伍，并以此强化应用型金融人才的培养。

近年来，学院的年轻博士活跃在金融教育、金融研究的第一线，他们在金融产品、金融市场、金融制度等方面都作出了具有各自见解的研究，其成果对于丰富当前金融问题的研究，具有一定的补充作用；对于推进上海国际金融中心的建设，具有重要的参考与借鉴价值。为此，我们将他们的研究成果集结为一套“博士金融学丛”，以成果专著的形式公开出版。希望“博士金融学丛”的出版能激发大家对金融理论的进一步探讨，对金融实务的进一步创新，借以提升人们对金融中心建设的使命感、责任感。

贺 瑛
2013 年 2 月

摘 要

从 20 世纪 70 年代开始，金融风险便成为全球关注的重点，而如何对金融风险加以度量则是学术界研究的热门课题。金融风险管理的研究内容十分丰富，其中技术性研究主要在微观层次上讨论风险管理的具体操作方法，涉及风险度量方法和定量分析。但限于计算问题，直到 90 年代中期，VaR (Value - at - Risk) 风险度量方法才得以提出，到目前为止，VaR 是金融市场风险管理和金融监管的主流方法，该方法已被全球各主要银行、非银行金融机构、公司和金融监管机构广泛采用。然而，从技术层面来说，对于 VaR 理论和应用研究还不十分成熟。因此本书从 VaR 的技术性层面入手，在研究内容上选择了以 VaR 估计精度以及对违约风险建模两个方面来作为重点研究对象。从整体结构和思路上看，本书以 VaR 风险度量方法作为主线贯穿全篇，并沿着两条思路展开研究：第一是 VaR 估计的三类主要方法在中国证券市场中的相关估计精度问题，第二则是对于违约风险的 VaR 建模问题和它的修正方法——CVaR 约束下的违约风险模型及其组合选择问题。由于 VaR 风险度量通常是金融机构和风险监管部门的主要依据，因此本书以这两部分内容构成整个主体框架来进行研究，对于金融机构和风险监管部门的实际工作将有一定的参考价值。

本书的主要工作及研究成果可归纳如下：

第 1 章在系统地阐述 VaR 理论研究现状的基础上，分析了现存研究中存在的不足，并在此基础上提出了本书所要解决的关键问题。

第 2 章详细介绍了 VaR 产生的背景与严格的定义，分析了 VaR 的参数选择及其影响因素，分类总结了当今主要用于估计 VaR 的方法：

参数方法、半参数方法和非参数方法，表明了在实际中应根据不同的需要选择不同的 VaR 估计方法。此外，对于 VaR 在实际应用中的背景进行了细致分析，并对 VaR 应用过程中的假设条件与实际不符的情况进行了归类，即实际收益数据中主要存在不对称现象、厚尾现象和波动聚集现象。最后，针对不对称、厚尾和波动聚集现象，归纳总结了现有文献的不同处理方法。

第 3 章在对 VaR 计算方法归类总结和实际应用背景分析的基础上，针对中国证券市场，研究了 VaR 估计模型的变动性以及估计精度。主要方法如下：针对沪深综合指数，利用七种不同的 VaR 估计方法，在设定置信水平为 95% 和 99% 情形下，采用四种不同的移动窗口，计算 2001—2003 年的共 717 个交易日的日 VaR，并通过四种评估标准分别对该七种方法的估计精度和模型变动性进行事后的评估。研究得出的主要结论如下：对于 VaR 控制风险的表现方面，参数方法得出的 VaR 估计值比较适应收益数据的变化，更能捕捉到收益数据的波动性。同时，作为非参数方法的历史模拟法则表现得较为平稳，具有很少的摇摆性，而作为半参数方法的蒙特卡洛模拟法则介于上述两种方法之间。在 VaR 模型的变动性方面，参数类方法的 VaR 估计模型本身的变动性和偏离程度较小，半参数类方法的 VaR 估计模型本身的变动性和偏离程度次之，而非参数类方法的 VaR 估计模型本身的变动性和偏离程度较大。在 VaR 模型的估计精度方面，非参数类和半参数类度量模型对于 VaR 估计的精度较高，而参数类模型的估计精度较差。由于参数类模型主要使用了正态假定且忽略了波动率的聚集性，所以也进一步说明了我国证券市场收益在一定程度上不符合正态性假定且存在波动聚集现象。

第 4 章在分析 VaR 模型的变动性和估计精度的基础上，进一步研究了基于不同持有期下的 VaR 估计精度和平方根法则的合理性。首先，在两种不同的置信水平、两个不同的证券市场下，利用五种不同的风险度量方法分别对于七种不同持有期的 VaR 值进行估计，并采用二值损失函数 (BLF) 和平方损失函数 (QLF) 原则对不同持有期下的 VaR 估计精度进行评估。结果表明了在沪深两个市场的综合统计

中,持有期为9天、10天、11天的VaR估计精度较高,这也说明了巴塞尔委员会规定以10天为期限的VaR预报准则有着一定的合理性。其次,实证分析表明了无论哪个市场、哪种方法和置信水平,平方根法则缩放的绝对偏差都会随着持有期限的增长而增大,通过相对偏差还可以看出参数方法与半参数方法大部分都低估了真实的VaR值,而非参数方法,比如历史模拟法,在99%的置信水平下高估了真实的VaR值,而在95%的置信水平下低估了真实的VaR值。这说明了置信水平的设置对于非参数方法的平方根法则是有一定的影响,但就其他方法而言,低估的一般结论不受置信水平的影响。综上所述,巴塞尔委员会遵循的平方根法则有着一定的不合理性,特别是在我国的证券市场的运用中,会产生一定的误差,实践中应给予足够的谨慎。

第5章建立了违约率估计模型、违约风险模型与违约风险的VaR度量模型。主要思路和结果如下:首先,针对违约率的估计,在传统的线性Logistic模型的基础上建立了变系数Logistic模型,该模型克服了线性Logistic模型中的线性假定,是对线性Logistic模型的推广。由于变系数Logistic模型中系数是随着观测数据的变化而变化,从而使得该模型比传统的线性Logistic模型更加适应数据的变化规律,也使得对违约率的估计更为精确。在理论上,运用局部加权最大似然方法解决了变系数Logistic模型的估计问题。其次,在已经建立的变系数Logistic模型基础上,运用Bayes判别法的基本原理,建立了违约风险判别模型,该模型主要对违约风险进行识别和分类。再次,在已估计的违约率基础上,运用保险精算的理论,建立了违约风险模型,该模型包括违约风险总量模型(用于事后风险评估)和违约风险聚合模型(用于事先风险预测),并通过矩方法、矩母函数方法以及中心极限定理等统计学原理给出了计算违约损失分布函数的方法。最后,在损失分布的基础上,运用第3章与第4章探讨的VaR估计方法对违约风险进行度量,建立了违约风险的VaR度量模型,运用该模型所得到的VaR值可以作为金融机构控制和监管违约风险的一个参照。

第6章在理论上对VaR与CVaR风险度量进行了比较分析,并进一步研究了违约风险的CVaR度量模型与组合最优解。VaR作为风险

度量方法，在理论上有着一些难以克服的缺陷。鉴于 VaR 理论上存在的不足，CVaR 应运而生。CVaR 作为对 VaR 不足进行修正的一种风险度量方法，在理论上有着更为合理的性质。因此，本章从一致风险度量、一致期望效用最大化和免于尾部风险三个方面入手，对 VaR 与 CVaR 进行了详细的比较分析，比较结果主要有：VaR 不是一致风险度量，而 CVaR 是一致风险度量；当组合按一阶随机占优排序时（条件较为严格），VaR 风险度量一致于期望效用最大化并能免于尾部风险；当组合按二阶随机占优排序时（条件较为宽松），CVaR 风险度量一致于期望效用最大化并能免于尾部风险。因此，就一致于期望效用最大化和免于尾部风险而言，CVaR 比 VaR 有着更为宽松的条件。最后，在第 5 章的基础上，构建了 CVaR 约束下的违约风险组合模型，证明了其有效边界的上凸性，并引入负指数效用函数，利用期望效用最大化原理，在一定的假设条件下，得出了 CVaR 组合模型的最优解。

第 7 章给出了全书研究工作和主要成果的总结，并对今后的研究作出了展望。

从各章所获得的结论之间的关系来看，第 1 章与第 2 章作为问题的提出和全书的理论基础，第 3 章与第 4 章是在此理论基础之上，系统研究了 VaR 各种估计方法在我国的证券市场中的估计精度问题，第 5 章是基于前两章实际研究中的得出 VaR 估计精度的结论，针对信用风险中的违约风险进行了理论上的 VaR 建模研究。在第 6 章中，利用 VaR 的修正方法——CVaR，进一步对违约风险进行建模，并对 CVaR 约束下的违约风险组合模型的有效边界和组合最优解进行了探索性研究，为 VaR 风险度量方法的进一步发展提供了有益的尝试。

本书主要的创新点：

- 针对中国证券市场，在不同运算窗口下，分析了不同的 VaR 模型对我国证券市场风险的控制能力，并提出了使用四种不同的标准，分别对 VaR 估计的三类主流方法所建立的 VaR 模型变动性和 VaR 估计精度进行系统研究。

- 针对中国证券市场，提出了不同持有期下的 VaR 估计精度检验方法，并利用绝对偏差、相对偏差和标准偏差三种标准，对不同持

有期下的 VaR 估计精度以及平方根法则的合理性进行了实证研究。

- 运用统计学的理论知识，建立了一个新的违约率估计模型——变系数 Logistic 模型以及违约风险判别模型，并通过局部加权最大似然方法给出了该模型的估计。最后，在违约率估计的基础上，运用保险精算的理论知识，建立了违约风险的 VaR 度量模型。

- 比较研究了 VaR 作为风险度量方法的理论缺陷，建立了基于 VaR 修正方法——CVaR 度量下的违约风险组合模型，探讨了 CVaR 违约风险组合模型的有效边界，并引入负指数效用函数，在理论上推导出 CVaR 组合模型的最优解。

关键词： VaR 估计精度 平方根法则 违约风险 CVaR

Abstract

Financial risk has become a worldwide focus since 1970's and risk management has been one of important research topics. Technical risk management mainly covers how to measure and analyze risk quantitatively. VaR, Value-at-Risk, was not be put forward and applied fully until 1990's due to the limitation of computation technology and is still far from its end up to now. And now, VaR is the mainstream method for risk management and regulatory in the financial market, and the method has been widely applied to banks and corporations, financial institutions and financial supervise institutions. But VaR theory and application is not perfect. So the dissertation tries to study the VaR evaluation and VaR modelling. First of all, we try to solve the some problem of VaR computation in Chinese stock market; Secondly, we try to study VaR modelling about default loss and portfolio selection problem of CVaR that is Conditional-Value-at-Risk viewed as a substitute of VaR. Because VaR risk measurement can provide financial and supervise institutions with direction, the content in the book will have some actual significance for financial and supervise institutions.

The main contents and conclusions are summarized as follows:

As the preface, chapter 1 summarizes the study of VaR risk measurement theory, and analyses the shortage of VaR studies, at last put forward the problem that can be solved in the book.

Chapter 2 introduces the background and strict definition of VaR in detail, and discusses the parameter selection and impact factors of VaR and summarizes three primary methods for computing VaR, that is, parameter method, half-parameter method and non-parameter method, and shows that we should select calculation method of VaR by actual applying background. At the same time, because of asymmetry, heavy tail and volatility clustering in the actual return data, calculation of VaR in the

practice exists some issue , chapter 2 sum up the method of treat with the issue in the current literature.

Chapter 3 studies the variability of VaR calculation models and accuracy of VaR estimation in Chinese stock market. The methods and conclusion as follow: In shanghai and shenzhen stock market, by use of seven calculation methods of VaR, the chapter calculates the 717 daily-VaR from 2001 to 2003 under confidence level 95% and 99%, and measures the variability of VaR calculation models and accuracy of VaR estimation. In controlling risk by VaR measurement, VaR estimation by parameter methods can be most compatible to the movement of return data, at the same time VaR estimation by non-parameter methods can be the most steady, VaR estimation by half-parameter methods is between VaR estimation by parameter methods and non-parameter methods, that is, VaR estimation by half-parameter methods is more steady than parameter methods, but VaR estimation by half-parameter methods is more variability than non-parameter methods. In the variability of VaR calculation models, parameter model has little variability, and half-parameter methods has less variability, but non-parameter methods has more variability. In accuracy of VaR estimation, the estimation accuracy by half-parameter methods and non-parameter methods is higher than by parameter methods. Because of using the premise of return normal distribution and ignoring volatility clustering in parameter methods, the estimation accuracy by parameter methods shows that there are return non-normal distribution and volatility clustering in Chinese stock market.

Chapter 4 studies the accuracy of VaR estimation based on variety of holding periods and the rationality of square-root-time. Under two confidence level and two stock market, by using of five VaR calculation methods, the chapter calculates the daily-VaR of composite index based on seven variety of holding periods. By the binary loss function and the quadratic loss function, the chapter estimate the accuracy of VaR estimation, the conclusion shows that there is high accuracy when the holding period is nine days, ten days and eleven days. Secondly, the chapter shows that the deviation of square-root-time will be greater by the holding period's length. By the absolute and relative deviation functions, square-root-time rule by parameter methods and half-parameter methods usually underestimate the true VaR, but non-parameter methods, such as history simulation method, overestimates the true VaR under confidence level

99% , underestimates the true VaR under confidence level 95% , this shows that variety of the confidence level has some influence on non-parameter methods.

Chapter 5 establishes default risk model based on VaR measurement. The thought and conclusion is as follow: First of all, based on classical linear Logistic model, the chapter constructs a model that can estimate the default probability, that is varying-coefficient Logistic model. Secondly, by using of varying-coefficient Logistic model and Bayes distinguishing theory, the chapter establishes default risk distinguishing model, the model can be used to identify and sort the default risk. Thirdly, based on the estimated default probability, the chapter constructs a default risk model by making use of actuarial and statistic theory, and can extract the loss distribution by moment methods and limit theory. At last, default loss risk can be measured by VaR via loss distribution, and the measurement result can be viewed as reference for financial institution.

Chapter 6 analyzes the substitute of VaR risk measurement method because of the shortage of VaR in theory. The substitute of VaR is conditional-value-at-risk or CVaR. CVaR is coherent risk measurement, but VaR is not; CVaR is shown to be consistent with expected utility maximization and free of tail risk if portfolios are ranked by second-order stochastic dominance, but VaR is shown to be consistent with expected utility maximization and free of tail risk if portfolios are ranked by first-order stochastic dominance. Thus, CVaR is consistent with expected utility maximization and free of tail risk under more lenient conditions than VaR. At last, the chapter gives that efficiency boundary of the CVaR portfolio model on default risk is the concave. By combining the negative exponential utility function and expected utility maximization theory, the chapter solved the problem of the CVaR portfolio selection, and gives the optimal portfolio solution.

Chapter 7 concludes the book and does some prospects for the future study.

From the relation among chapters, chapter 1 and chapter 2 is the theory basis of the book, and by basis of the theory, chapter 3 and chapter 4 study the actual use of VaR risk measurement method in Chinese stock market, and chapter 5 constructs the VaR risk measurement models aiming at default loss. At last chapter 6 analyses the shortage of VaR, and studies the substitute of VaR, CVaR, and CVaR optimal portfolio solution.

The primary innovations include:

- Aiming at Chinese stock market, by using vary calculating windows, analysing the risk control ability of VaR measurement, and studying variability of VaR calculation models and accuracy of VaR estimation.
- Aiming at Chinese stock market, studying the accuracy of VaR estimation based on variety of holding periods and the rationality of square-root-time by variety of criterions.
- Establishing the default probability estimation model, varying-coefficient Logistic model, and then constructing default risk distinguishing model and default risk model based on VaR measurement.
- Analyzing the shortage of VaR in theory and the substitute of VaR risk measurement method, CVaR. Studying efficiency boundary of the CVaR portfolio model on default risk and the optimal portfolio solution.

Key Words: Value-at-risk, Estimation accuracy, Square-root-time rule, Default risk, Conditional Value-at-risk

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景与意义	1
1.2 VaR 风险度量方法的研究现状	5
1.2.1 VaR 估计方法的研究现状	5
1.2.2 VaR 在信用风险领域的研究现状	9
1.2.3 VaR 在投资组合中的研究现状	11
1.2.4 VaR 的理论局限与 CVaR 的提出	13
1.2.5 现有研究中的不足	14
1.3 篇章结构和主要内容	15
1.4 主要创新点	20
第 2 章 VaR 方法及其应用背景	21
2.1 引言	21
2.2 VaR 基本定义	23
2.2.1 市场风险度量方法的演进	23
2.2.2 VaR 的定量描述	24
2.2.3 VaR 的参数选择	26
2.3 VaR 的估计	29
2.3.1 参数方法	29
2.3.2 非参数方法	32
2.3.3 半参数方法	33
2.3.4 三类主要方法的比较	39
2.4 VaR 的应用背景	40
2.4.1 VaR 的应用领域	40
2.4.2 不对称、厚尾与波动聚集现象	44

2 VaR 估计精度与违约风险建模研究

2.4.3 不对称、厚尾和波动聚集现象的处理方法	46
2.5 本章小结	53
第3章 VaR 估计模型的变动性与估计精度研究	54
3.1 引言	54
3.2 数据与研究方法	56
3.2.1 数据的选取	56
3.2.2 VaR 估计模型	56
3.3 VaR 模型的评价准则	59
3.3.1 VaR 模型变动性的评价准则	59
3.3.2 VaR 模型估计精度的评价准则	60
3.4 实证研究	61
3.4.1 沪深综合指数收益基本统计	61
3.4.2 实际收益与 VaR 控制分析	63
3.4.3 VaR 模型的变动性分析	71
3.4.4 VaR 模型的估计精度分析	75
3.5 本章小结	79
第4章 基于不同持有期的 VaR 实证研究	81
4.1 引言	81
4.2 VaR 与持有期	83
4.2.1 基本假定	83
4.2.2 持有期与 VaR 的关系分析	83
4.3 VaR 的时间缩放和平方根法则	86
4.3.1 平方根法则与前提假设	86
4.3.2 平方根法则与厚尾现象	87
4.3.3 平方根法则与扩散跳模型	88
4.4 数据与研究方法	90
4.4.1 主要研究方法	90
4.4.2 评价标准	91
4.5 实证研究	92
4.5.1 不同持有期的 VaR 估计精度研究	92
4.5.2 不同持有期的平方根法则研究	98