

金融风险价值 量化分析

Quantitative Analysis of
Financial Value-at-Risk

彭选华 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

金融风险价值 量化分析

彭选华 著



厦门大学出版社
XIAMEN UNIVERSITY PRESS

国家一级出版社
全国百佳图书出版单位

图书在版编目(CIP)数据

金融风险价值量化分析 / 彭选华著. — 厦门 : 厦门大学出版社, 2015.8
ISBN 978-7-5615-5641-2

I. ①金… II. ①彭… III. ①金融风险-量化分析 IV. ①F830.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 174742 号

官方合作网络销售商:



责任编辑 吴兴友 潘 瑛

封面设计 蒋卓群

责任印制 朱 楷

厦门大学出版社出版发行

(地址:厦门市软件园二期望海路 39 号 邮编:361008)

总 编 办 电 话:0592-2182177 传 真:0592-2181406

营销中心电话:0592-2184458 传真:0592-2181365

网址:<http://www.xmupress.com>

邮箱:xmup@xmupress.com

厦门集大印刷厂印刷

2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

开本:720×1000 1/16 印张:19.75 插页:2

字数:294 千字

定价:58.00 元

本书如有印装质量问题请直接寄承印厂调换

前 言

本书的写作目的是为金融学或统计学的高年级本科生、硕士生和博士生以及金融领域从事量化分析的科研人员展示最前沿的金融风险分析与管理理论。

风险价值(Value-at-Risk)已成为金融风险度量与管理的主流工具。随着中国多层次资本市场体系创新性地构建和金融系统功能的逐步完善,金融风险呈现出一些新的不确定性特征。针对金融市场的风险进行量化分析与管理而言,采用一些新方法量化风险价值,对理论界和实务界都显得十分重要。本书融合 GARCH 等金融时序计量模型、Copula 函数、小波分析和 MCMC 算法等数据建模分析的前沿理论与方法,从多尺度和贝叶斯的视角,以提高 VaR 估值精度为切入点,尝试在金融量化分析与计算这一新兴的统计学、金融学、管理学等学科交叉点开拓出新的风险度量模型与方法,对国内外金融市场进行实证以及对部分模型进行仿真分析,获得的数值结果有效地支撑了模型与方法的正确性和可行性,从而为金融资产风险管理与最优化配置丰富了相关的理论内涵和实践经验。

本书系重庆市科学技术委员会自然科学基金(cstc2012jjA00023)和重庆市教育委员会科技计划项目(KJ130107)阶段性成果,因此集结了多方面极富创新的研究。主要学术发现包括:

(1) 为了识别风险价值的多分辨率特征,本书第二章将汇率风险引入资本资产定价模型,得到资产定价的双因子模型,给出了模型参数的小波多分辨率估计方法,推导了投资组合的风险价值(VaR)和边际风险价值(MVaR)的多分辨率计算公式。对上证 A 股市场的实证分析表明以上方法的可行性和

正确性,同时也显示投资组合存在多分辨率的风险价值特征。这或许是市场系统风险和汇率风险以及异质投资行为等共同作用的结果。

(2) 考虑到交易周期对资产价格波动特征的重要影响,本书第三章将小波分析引入广义自回归条件异方差建模理论,提出多尺度广义自回归条件异方差模型和多尺度增广分整广义自回归条件异方差均值模型,通过改进参数迭代的步长,得到了收敛速度较快的数值算法。对上证综合指数的实证分析表明该模型不仅揭示了蕴含在资产价格内部的多时间尺度信息,还能够捕获到风险价值在不同时间尺度上的局部特征。这类模型有助于探究风险价值伴随交易周期演化的微观动力学机制。

(3) 考虑到金融风险管理研究中投资行为的异质性及资产价格波动的多尺度特征,本书第四章将小波阈值规则引入风险价值模型的计算问题,利用收益率分布密度的小波非线性阈值估计方法,建立了 VaR 的多尺度估值模型,通过分析估值误差的收敛性,发现密度函数空间的光滑度和样本容量同时决定了均方误差的收敛速度,最后以正态密度函数为例,采用不同容量的仿真样本检验了该理论方法的可行性。该模型对大中华区内四大股指的风险价值的量化分析,获得了较好的实践经验。

(4) 考虑到资产之间相依结构的局部特征及其对风险价值的影响,本书第五章至第八章将小波阈值规则引入 Copula 函数的参数估计问题,提出多元 Copula 密度的局部阈值估计量,通过估值精度的分析,发现 Copula 密度的光滑度指数、维数和采样容量等是影响估计精度的三个重要因素,得到了以正态 Copula 为例与实证分析的支持。本方法增强了参数 Copula 建模的局部自适应能力,同时仿真分析也说明该估计量有助于改进资产及其组合的风险价值的估值精度与资产的最优化配置。

(5) 考虑到收益率分布受资产交易等后验新息的影响,本书第九章假设收益率时序的新息服从标准的学生 t 分布,提出多元时变 Copula-GARCH- t 模型,利用蒙特卡洛马尔可夫链(MCMC)算法估计该模型的参数,给出了资产组合风险价值的度量方法,还基于风险最小化原则确立了最佳的资产配置模型。对上证指数、恒生指数、台湾指数和标准普尔 500 指数的实证分析表明

MCMC 方法优于经典的 IFM 方法。从而正确地拓展了相依结构建模方法在金融风险价值量化分析中的应用视野。

(6) 为了精确地预测资产组合的风险价值,本书第十章考虑到投资者对资产风险偏好的差异性,假设资产收益率满足的金融计量模型的新息服从标准 t 分布,提出时变 Copula-GARCH-M- t 模型,推导了模型参数的两步 MCMC 估计方法,给出了组合风险的一步预测方法。对上证综合指数和标准普尔 500 指数进行实证检验,结果证实了该模型与方法的可行性。该模型较为准确地量化了两市指数在次贷危机等重大事件前后的时变相依结构特征和投资组合的风险价值。

本书目标读者主要是金融学或统计学的高年级本科生或硕士、博士研究生以及从事金融量化分析的科研人员。本书还可以用于金融计量经济学、金融时间序列分析、金融统计、金融风险管理以及金融数据分析等课程的教学参考书。

虽然作者已对本书的章节进行了非常仔细的研究及校阅,但误差和疏漏在所难免。任何发现问题的读者,敬请告诉作者,以便作者在升级版中完善。希望所有读者都能从本书中有所收获,并希望其中一些人能对金融量化分析产生浓厚的学习兴趣和无限的学术追求。

彭选华

Email: cnpXH@126.com

五、本章小结·····	45
第三章 基于小波的 GARCH 建模理论拓展及应用 ·····	46
一、收益率的 MODWT 分析 ·····	47
二、多尺度模型·····	49
三、参数估计与算法·····	51
四、实证分析·····	55
(一)统计描述与检验 ·····	55
(二)多尺度模型结果分析 ·····	57
(三)算法效果比较 ·····	60
(四)量化分析应用 ·····	61
五、本章小结·····	63
第四章 金融风险价值的多尺度估值模型及应用 ·····	65
一、密度的阈值估计量·····	66
二、多尺度估值模型·····	68
三、估值误差的收敛性分析·····	68
(一)定义及主要结果 ·····	68
(二)主要结果的证明 ·····	71
(三)定理 4.1 的证明 ·····	73
四、仿真算例·····	76
(一)仿真样本生成 ·····	76
(二)VaR 的估值算法 ·····	77
(三)估值结果分析 ·····	78
五、实证分析·····	80
(一)统计描述与检验 ·····	80
(二)参数估计与校正 ·····	81
(三)压力测试 ·····	84
六、本章小结·····	87

第五章 基于小波的二维 Copula 密度估计及应用	89
一、二维多尺度分析	89
二、二维 Copula 的小波线性估计	91
三、最优化算法	92
四、应用	94
四、本章小结	101
第六章 基于小波的三维 Copula 密度估计及应用	103
一、三维多尺度分析	103
二、三维 Copula 的小波线性估计量	105
三、计算步骤	107
四、实证应用	109
五、本章小结	114
第七章 基于小波的高维 Copula 密度估计及应用	115
一、Copula 密度	116
二、多元小波分析	117
三、小波局部阈值估计量	119
四、估值精度分析	121
(一) 主要结果	121
(二) 结果证明	123
五、仿真算例	126
(一) 算法设计	126
(二) 仿真结果	128
六、风险量化分析的应用	131
七、本章小结	134
第八章 基于小波的高维 Copula 模型选择及应用	135
一、Copula 函数	137
二、边缘分布的小波收缩估计量	138
三、Copula 函数的小波收缩估计量	140

四、Copula 函数优化选择步骤	142
五、实证分析	144
(一)边缘分布的小波收缩估计及分析	145
(二)Copula 的小波收缩估计结果与分析	146
六、本章小结	150
第九章 时变 Copula-GARCH-t 模型估计及风险度量	151
一、Copula 函数与尾部指数	152
二、时变 Copula-GARCH-t 模型	154
三、参数分布与 MCMC 估计	156
(一)先验分布	156
(二)后验分布	157
(三)MCMC 估计	158
(四)诊断检验	159
四、风险度量与最优化配置	159
(一)风险价值 VaR 与 CVaR	159
(二)VaR 与 CVaR 的 MCMC 方法	160
(三)最优化配置模型	160
五、实证研究	161
(一)数据选取与模型估计	161
(二)时变相依结构分析	165
(三)有效前沿分析	168
六、本章小结	169
第十章 时变 Copula-GARCH-M-t 模型估计及风险预测	170
一、Copula 尾部指数	171
二、时变 Copula-GARCH-M-t 模型	173
三、参数估值方法	175
(一)设定先验分布	175
(二)推导后验分布	176

(三) 两步 MCMC 方法	177
(四) 参数估计与统计检验	178
(五) 组合风险一步预测	179
四、实证分析	180
(一) 样本选取与模型估值比较	180
(二) 组合风险预测分析	182
(三) 实证启示	184
五、本章小结	185
第十一章 结论与展望	187
一、本书工作总结	187
(一) 风险价值的多分辨率特征研究	187
(二) 多尺度 GARCH 模型研究	187
(三) VaR 的多尺度估值模型研究	188
(四) Copula 密度估计方法与 VaR 估值研究	188
(五) 时变 Copula-GARCH 与 VaR 度量	188
(六) 时变 Copula-GARCH-M 模型与 VaR 预测	189
二、后续问题展望	189
参考文献	192
附录一	208
第七章附表	208
附录二	211
(一) 第七章附图	211
(二) 第八章附图	218
附录三	224
第 2 章 MATLAB 程序	224
第 4 章 MATLAB 程序	229
第 5 章 MATLAB 程序	231

第 6 章	MATLAB 程序	261
第 7 章	MATLAB 程序	273
第 8 章	MATLAB 程序	279
第 9 章	MATLAB 程序	291
第 10 章	MATLAB 程序	298

堪称全球性的大熊市。为应对这次蔓延全球的金融危机与世界经济增长减速,各大经济体连续召开国际峰会,于2008年11月15日,二十国集团(G20)领导人携手拯救世界经济的首次峰会在华盛顿闭幕,峰会发表宣言指出:市场原则、贸易开放和投资体系及有效监管的金融市场是确保经济发展、就业和减贫的基本因素。峰会还就应对当前世界面临的经济金融问题的近期和长期措施达成共识,国际社会随后陆续推出一系列救助方案。在这些重大利好信息的刺激下,中美股市作为反弹先锋,领导全球股市初步走出衰退的阴影。时隔近乎两年,2010年6月27日G20的首脑第四次齐聚加拿大多伦多,积极地研讨国际社会为促进世界经济平稳复苏及金融监管政策改革的重要举措。这进一步增强了世界资本市场的高度联动性和金融系统风险的相依性。由此看来金融市场之间相依结构的复杂特征及其演变规律离不开宏观基本面的支撑,也是影响金融风险度量与管理的重要因素之一。

在经济全球化的大背景下,任何投资组合管理都不是孤立的金融活动。世界金融市场之间的时差、区位优势等客观条件,在一定程度上也决定了资产价格波动的某些复杂关系和非线性特征。譬如,学术界普遍认为新兴市场与成熟市场之间存在一种时间上的领先或滞后关系;中国金融期货交易所2010年4月16日上市的股指期货合约与沪深300指数等现货市场存在价格发现和套期保值等功能,由于短期交易者多以投机为目的,使得市场的某些功能和风险特征表现得更加突出。因而金融市场之间的联动机制表现为金融风险传染的一种渠道。以上这些金融现象及市场交易的历史价格成为投资者的信息池,不同类型的交易者对信息的解读和利用决定了新的成交价格与金融风险形成的机理。为此本书将多尺度的理念引入到风险度量与资产组合管理是一件很有理论意义和实践价值的事情之一。

为什么要把多尺度思想引入到风险量化分析呢?事实上,在金融活动中,许多现象都具有多尺度特征或多尺度效应。由于世界观、人生观和价值观的差异形成了交易者独有的尺度准则,因此个人会以不同的尺度准则观察这些金融经济现象。如果大家都以公共的尺度准则看待某些金融现象,得到的认知结论可能一致,进而显示出现象的单尺度特征。同时由于交易者具有的私

等金融计量模型、Copula 函数、MCMC 算法等热门方法融为一体,从多尺度分析和贝叶斯学习的视角,对金融风险管理中的 VaR 模型进行一些相关的理论拓展和仿真分析与实证检验,进而发现一些新的金融风险量化与资产组合管理的理论视角与实践经验。

二、文献述评与选题分析

本书研究涉及统计学、金融学、理论计量经济学、投资学等相关学科的基础理论知识,主体部分由多尺度计量模型与相依结构模型两方面的研究章节组成,其中前者融合了 VaR 与小波分析、GARCH 等模型,而后者融合了 VaR 与 Copula 函数、小波分析、GARCH、MCMC 算法等。本书利用 CNKI 等与 Web of Science 等中外文献库,对五类文献按年度及关联度进行趋势分析(图 1.2),从五方面展开文献述评与各章节的问题分析。



