



经济管理学术文库·经济类

资产组合风险模型测度精度 ——基于危机传染背景下的比较研究

Measurement Precision of Portfolio Risk Models
—Comparative Study under the Background of
Financial Contagion

于文华 魏 宇 / 著

国家自然科学基金 (71071131、71371157)
高等学校博士学科点专项科研基金资助课题 (201201841T0020)
教育部人文社科基金规划项目 (14YJC790073)
四川省科技青年基金项目 (2015JQ0010)
成都理工大学金融与投资科研创新团队 (KYTD201303)
四川省软科学研究计划项目 (2013ZR0068)
四川省教育厅人文社科重点项目 (14SA0039)
成都理工大学中青年骨干教师培养计划资助项目 (JXGG201420)



经济管理学术文库·经济类

资产组合风险模型测度精度 ——基于危机传染背景下的比较研究

Measurement Precision of Portfolio Risk Models
—Comparative Study under the Background of
Financial Contagion

于文华 魏 宇 / 著



经济管理出版社
ECONOMY & MANAGEMENT PUBLISHING HOUSE

图书在版编目 (CIP) 数据

资产组合风险模型测度精度：基于危机传染背景下的比较研究/于文华，魏宇著. —北京：经济管理出版社，2015.5

ISBN 978 - 7 - 5096 - 3768 - 5

I. ①资… II. ①于… ②魏… III. ①资本市场—对比研究 IV. ①F830.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 096854 号

组稿编辑：王光艳
责任编辑：许 兵 吴 蕾
责任印制：司东翔
责任校对：雨 千

出版发行：经济管理出版社
(北京市海淀区北蜂窝 8 号中雅大厦 A 座 11 层 100038)

网 址：www. E - mp. com. cn
电 话：(010) 51915602
印 刷：北京九州迅驰传媒文化有限公司
经 销：新华书店
开 本：720mm × 1000mm/16
印 张：8.25
字 数：157 千字
版 次：2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷
书 号：ISBN 978 - 7 - 5096 - 3768 - 5
定 价：48.00 元

· 版权所有 翻印必究 ·

凡购本社图书，如有印装错误，由本社读者服务部负责调换。

联系地址：北京阜外月坛北小街 2 号

电话：(010) 68022974 邮编：100836

前 言

经济是国家的命脉，而金融又是经济的重要组成部分，能够优化社会资源配置的金融市场，对于国家的经济发展具有极大的促进作用，因此被称为经济发展的推进器。金融市场的平稳运行和健康发展不仅关系到投资者的切身利益，更是国家金融和经济可持续发展的重要保证。然而金融市场爆发的危机，特别是重大金融危机，常常给国家经济发展带来灾难性冲击，而世界经济一体化程度的提高和全球化的蓬勃发展，既推动了全球金融市场的繁荣，也隐含着金融危机。金融危机传染（Financial Contagion）带来的危害日益显著，并会引发更大范围的经济危机。在此背景下，对金融风险进行科学有效的管理尤为重要。在金融危机传染的背景下，对金融市场风险评估进行科学的定量分析和研究，能够为投资者和金融机构提供有益的理论借鉴和实证依据，从而为风险测度和资产管理提供决策参考。

信息技术的快速发展与广泛应用推动金融资本在全球金融市场范围内快速流动。随着金融创新的不断发展，金融市场的波动性日益加剧，市场间相互影响的程度与日俱增。市场波动协同性的增强将导致金融危机传染，即当危机爆发时，金融市场间的相关性显著增强，使危机从一个市场迅速传递至另一个市场。从1929年的美国股市大崩溃开始，国际金融市场经历了数次危机传染。金融危机传染导致重大金融危机显现出连续性、地区性，如1995年墨西哥金融危机的“龙舌兰效应”和1999年巴西金融危机的“桑巴效应”，两次危机传染不仅加剧了拉美宏观经济的不稳定性，危机的滞后效应和扩散更使得拉美经济的恢复性增长减慢；此外，20年代末爆发的“亚洲流感”（1997年）和“俄罗斯病毒”（1998年）也都是有关金融危机传染的鲜明例证。2007年爆发的美国次贷危机在极短时间内便震撼国际金融市场并迅速演变成全球性的经济危机，因而成为金融危机传染的代表性事件。国际金融市场危机传染的频繁发生，使投资者面临着巨大的风险，如何有效防范金融危机并缓解危机带来的连锁危害反应，受到各国政府和金融监管部门的高度重视。



金融风险管理的基础与核心在于对金融风险的定量分析和评估，在金融实务中，投资者往往对资产进行组合投资，而非单一资产，所以对于资产组合风险的度量更具现实意义。同单一资产的风险评估相比，投资组合的风险评估更为复杂，因为在组合风险的计量过程中，不仅需要细致考察组合中单一资产收益的波动状况，还必须考虑到组合中各个资产间的相依关系。然而金融资产间的交互关系错综复杂，所以如何正确地选择和运用风险度量工具就成为组合风险计量中最重要的一个环节。

本书以美国次贷危机爆发为划分界限，将美国、日本、中国内地及中国香港的代表性股指作为研究对象，分别从四个部分进行综合研究：

第一部分。金融市场的运行环境由于危机的频繁爆发而复杂多变，在此背景下，我们将四个股指收益序列两两组合，分别运用时变 Copula - EVT 模型和格兰杰因果检验方法，对金融危机传染问题进行实证研究，旨在回答以下三个问题：

(1) 次贷危机爆发以后，各大股市间的尾部极值风险传染的强度是否显著改变？

(2) 各大股市间尾部极值风险传导的时变特征在次贷危机爆发后是否发生明显变化？

(3) 危机爆发后，股市间风险传导的方向是否较次贷危机前更为复杂，具体状况如何？

第二部分。由于资产间的相依关系测度是构建组合风险模型的关键所在，因此在组合风险评价模型的构建过程中，我们分别通过 DCC - GARCH (Dynamic Conditional Correlation GARCH, DCC - GARCH) 和时变 Copula - EVT 模型对相依关系进行刻画。在此基础上，分别构建风险价值 (Value at Risk, VaR) 模型和预期损失 (Expected Shortfall, ES) 模型，对各类资产组合的多头头寸和空头头寸进行风险测度，并通过后验分析 (Backtesting) 方法，实证分析以下三个主要问题：

(1) 对于同一个风险模型而言，其测度准确度在危机爆发前后是否显著不同？

(2) 次贷危机爆发后，对于各类资产组合的多头头寸和空头头寸，VaR 模型和 ES 模型的风险测度精度是否显著改变？

(3) 基于两大类相依关系模型 (DCC - GARCH 和时变 Copula - EVT 模型) 构建的组合风险模型，其预测精度在危机爆发后的变化状况是否不同？相对而言，哪类模型能够取得更高的测度准确度？

第三部分。在这一部分中，我们将进一步比较基于四类时变 Copula 风险模型 (时变 Gaussian - Copula、t Copula、Clayton Copula 和 SJC Copula) 的测度精

度。再进一步，我们还将继续讨论不同的边缘分布模型如何影响模型的测度精度，为此我们将结合 EVT 极值理论，分别采用 $AR(1) - GARCH(1, 1) - EVT$ 和 $AR(1) - GJR(1, 1) - EVT$ 两类模型构筑边缘分布，通过建立相应的 VaR 模型和 ES 模型，重点探讨以下问题：

（1）不同类型的时变 Copula 函数对于风险模型的测度精度具有怎样的影响作用？

（2）次贷危机爆发以后，各类时变 Copula - EVT 风险模型的预测精度有何差异？哪类时变 Copula - EVT 模型对于危机后的资产组合能够取得较高的风险测度精度？

（3）不同类型的边缘分布模型将如何影响各类风险模型的测度精度？

第四部分。根据上述实证研究的结果，分析我国金融市场的现状，探讨在危机环境中如何选择合适的风险评估模型及投资组合，从而为金融投资者规避投资风险提供数理支持，为金融监管机构在金融危机预警及危机传染防范方面提供决策依据。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 选题背景及文献综述	1
1.1.1 关于金融相关性的研究	1
1.1.2 关于尾部极值风险传导效应的研究	4
1.1.3 关于风险测度模型	5
1.1.4 关于组合风险模型测度效果的对比研究	6
1.1.5 关于金融危机传染的研究	7
1.2 问题的提出及拟解决的关键问题	8
1.2.1 问题的提出	8
1.2.2 拟解决的关键问题	9
1.3 本书的主要研究内容与结构	10
1.3.1 主要研究内容	10
1.3.2 本书结构安排	12
第 2 章 金融时间序列的特征分析及检验方法	14
2.1 金融时间序列的特征分析方法	14
2.1.1 偏度 (Skewness)	14
2.1.2 峰度 (Kurtosis)	14
2.2 有关金融时间序列的检验方法	15
2.2.1 J - B (Jarque - Bera) 检验	15
2.2.2 Ljung - BoxQ (·) 检验统计量	15
2.2.3 L - M 检验	15
2.2.4 Kolmogorov - Smirnov 检验	16
2.2.5 BDS 检验	17



2.3 本章小结	17
第3章 构建时变 Copula – EVT 模型的数理基础	19
3.1 Copula 理论	19
3.1.1 时变 Copula 函数	19
3.1.2 Copula 函数的参数估计方法	21
3.1.3 Copula 模型的检验方法与评价方法	22
3.2 极值理论	23
3.2.1 POT 模型	23
3.2.2 GPD 的阈值选择	26
3.3 时变 Copula – EVT 模型的构建过程	26
3.4 本章小结	27
第4章 金融危机传染对极值风险传导的影响	28
4.1 股指收益序列的描述性统计	28
4.2 构建时变 Copula – EVT 模型	29
4.2.1 获取各股指收益的标准残差序列	29
4.2.2 EVT 极值模型的参数估计及边缘分布检验结果	35
4.2.3 四类时变 Copula 函数的参数估计结果	36
4.3 运用格兰杰因果检验分析股市风险传递的方向	43
4.4 危机传染对股市尾部极值风险传导效应的影响分析	45
4.5 本章小结	46
第5章 资产组合 VaR 测度值的计算及后验分析	48
5.1 风险价值 VaR 的计算及其特征	48
5.2 DCC – GARCH – VaR	49
5.3 基于时变 Copula – EVT 模型的资产组合动态极值 VaR 测度方法	51
5.4 资产组合风险价值 VaR 的后验分析	52
5.5 二元资产组合动态极值 VaR 测度结果及后验分析	53
5.5.1 二元组合多头头寸的 VaR 测度后验分析	53
5.5.2 二元组合空头头寸的 VaR 测度后验分析	60
5.6 多元资产组合动态极值 VaR 测度的后验分析结果	65
5.7 本章小结	67
5.7.1 次贷危机爆发后, 时变 Copula – EVT – VaR 风险模型测度	

精度的变化状况	68
5.7.2 DCC - GARCH - VaR 模型与时变 Copula - EVT - VaR 模型的比较	68
5.7.3 边缘分布对时变 Copula - VaR 模型的影响	69
5.7.4 不同类型时变 Copula 函数对 VaR 风险价值模型的影响	69
第 6 章 资产组合 ES 测度值的计算及后验分析	71
6.1 预期损失 ES 风险测度	71
6.2 ES 的后验分析	72
6.3 二元资产组合动态极值 ES 测度及后验分析	73
6.3.1 二元资产组合多头头寸的动态极值 ES 测度的后验分析结果	73
6.3.2 二元资产组合空头头寸的动态极值 ES 测度的后验分析结果	80
6.4 多元资产组合动态极值 ES 测度的后验分析结果	84
6.5 本章小结	87
6.5.1 DCC - GARCH - ES 模型与时变 Copula - EVT - ES 模型的比较	87
6.5.2 次贷危机爆发后时变 Copula - EVT - ES 风险模型测度精度的变化状况	88
6.5.3 边缘分布对时变 Copula - EVT - ES 模型的影响	88
6.5.4 不同类型时变 Copula 函数对 ES 风险模型的影响	89
第 7 章 危机传染背景下的金融风险管理建议	90
7.1 对投资组合风险管理的启示	90
7.1.1 密切关注金融风险的动态特征	90
7.1.2 根据金融实际科学选择投资组合及其风险测度模型	91
7.1.3 VaR 模型与 ES 模型结合运用	92
7.2 对防范金融危机传染的建议	92
7.2.1 健全国际金融风险的预警、监控和防范体系	93
7.2.2 加强中国系统性风险的宏观审慎监管	94
7.2.3 推进金融与贸易的适度多元化	97
7.2.4 促进金融监管的国际交流与合作	98
7.3 本章小结	101



第 8 章 本书结论	103
8.1 主要研究工作和结论	103
8.2 研究意义及应用价值	105
8.3 创新点	106
参考文献	108
后记	121

第1章 绪论

本章分析了选题的理论价值与现实意义，介绍了选题背景以及国内外的研究现状，结合 Copula 理论在金融风险管理领域中的应用及进展，提出了值得进一步研究的方向，最后介绍了本书的主要研究内容、研究方法和逻辑结构安排。

1.1 选题背景及文献综述

1.1.1 关于金融相关性的研究

由于金融资产收益率和波动的变化以及资产间的相依关系是进行组合资产风险评估的基础，因此资产间的相关模式对于组合资产的风险度量具有非常重要的意义。事实上，金融危机传染、资产定价、资产组合的风险测度及投资组合选择等问题都会涉及相关性分析（Nick, Rafael, 2000；赵丽琴，2009）。关于金融资产间的相依关系度量，通常包括以下方法：

1.1.1.1 线性相关系数

长期以来，有效市场假说（Efficient Market Hypothesis, EMH）构成了金融风险测度的理论基石，以主流金融理论展开的研究，在进行组合风险度量时，通常假定各资产收益或风险因子的联合分布服从多元正态分布，并使用 Pearson's ρ 线性相关系数（Linear Correlation）作为资产相关性的度量指标。线性相关系数法是最为简便的方法，但是线性相关系数在实际应用过程中具有一些局限性。

首先，使用线性相关系数法的前提条件是变量的方差有限。随着计算机运算能力的大幅度提升，金融市场大量实证数据的获取简单易行，关于金融复杂性的研究得以迅速发展。大量实证研究表明，在金融市场的实际运行过程中，存在许多 EMH 未能反映和无法解释的异常现象，如金融资产的条件和非条件收益率



(Conditional/Unconditional Returns) 都不服从正态分布, 而是呈现出明显的“尖峰 (Leptokurtic)、有偏 (Skewed)、胖尾 (Fat Tailed)”状态; 收益波动存在聚集性 (Volatility Clustering) 和杠杆效应 (Leverage Effect) 等特点 (Cont, 2001; Jiang et al., 2012), 其方差很有可能并不存在 (魏宇, 2008; 赵丽琴, 2009)。

其次, 从金融资产收益间的相关关系角度考察, 相当多的文献研究表明, 当市场处于正常状态或者活跃状态时, 金融资产收益间的相关程度往往比市场处于低迷状态时弱, 因此金融资产间往往具有非对称、非线性相关模式 (Login, Solnik, 2001; Patton, 2004; Chen, 2002; 任仙玲, 2008)。由于线性相关系数方法要求变量间的关系是线性的, 只有当变量间的联合分布服从椭圆分布, 例如二元正态分布时, 联合分布才能由变量间的相关系数和边缘分布来确定。但是椭圆分布只能反映变量间对称的相关模式, 线性相关系数能够有效描述变量间线性的相关关系以及对称的相关模式, 但却无法刻画非对称、非线性的相关结构, 这类现象在金融市场中却非常常见, 因此以多元正态分布作为联合分布的假设在实证中得不到支持 (Embrechts, McNeil, Straumann, 1999; 刘琼芳, 2010)。此外, 对于样本容量很大的金融数据, 线性相关系数的概率分布与统计相关性检验就失效了 (任仙玲, 2008)。

1.1.1.2 秩相关系数方法

秩相关系数方法包括 Kendall 相关系数和 Spearman 相关系数, 是利用两变量的秩次大小做线性相关分析。与线性相关系数不同的是, 秩相关系数在计量过程中对原始数据分布不做要求, 无须考虑变量的方差存在与否, 属于非参数统计方法, 适用范围相对较广。秩相关系数方法借助概率值来表示相关性, 因此相对线性相关系数方法而言, 秩相关系数方法更为稳健。但在秩相关统计量的计算过程中, 仅仅考虑了变量的秩次信息, 未能对原始数据本身进行运用, 因此在衡量变量间相关关系的过程中会损失很多有用的信息, 尤其是在处理纷繁复杂的金融数据方面, 其统计效能相对较低, 无法细致地表现变量间的相依关系。

从本质上讲, 线性相关系数和秩相关系数都只能够刻画变量间的线性相关关系, 这意味着对于非线性、非对称的相关结构, 二者极有可能得出并不准确的结论, 这将导致组合投资的风险评估产生偏差 (刘志东, 2006)。而在金融危机全面爆发时, 金融市场将发生重大波动, 市场间的价格协同运动也将明显增强, 并常常出现极端情形, 当危机迅速扩散形成传染, 从相关的角度来看, 就是一种典型的多元尾部相关模式, 因此在金融危机传染的阴影下, 线性相关系数无法反映收益分布的尾部相关结构 (张尧庭, 2002)。有文献运用多元广义自回归条件异方差模型 (GARCH 模型) 捕捉多个市场间的风险交叉传递, 然而多元 GARCH 模型在参数估计方面有所限制, 在多元分布假设等问题上也存在着一定的局限

(冯烽, 2011)。其他的一些指标, 如象限相关、局部相关以及格兰杰因果检验等, 也可用于反映现象之间的相关性, 但这些反映相关性的指标通常只能考察一定时期内变量间固定不变的相关状况, 无法深入表现变量间的相关模式及其时变相依特征, 而在变化万千的金融市场中, 不仅金融时间序列本身的波动具有动态性, 时间序列之间的相关模式也往往呈现出明显的时变特征。由此可见, 在真实的金融市场运行环境中, 尤其是在金融危机频发的现实背景下, 金融市场间的运行关系错综复杂, 其相关模式通常呈现出非线性、非对称性、尾部极值相关性及时变特征 (Login, Solnik, 2001; Patton, 2004; 任仙玲, 2008; 赵丽琴, 2009), 因此, 研究金融市场的相关特征, 必须从定性和定量的角度对变量间的相关程度及其相关模式进行说明, 这是普通的线性相关模式或者单一的指标所无法准确表现的 (张尧庭, 2002; Embrecht, 1999; 刘琼芳, 2010)。因此, 在金融危机传染的背景下, 资产组合风险管理的重要内容之一就是如何有效描述、刻画和度量组合中各资产间的相依关系, 尤其是非线性、非对称的尾部相关结构。

1.1.1.3 Copula 函数方法

Copula 函数是一类将联合分布函数与它们各自的边缘分布函数连接在一起的函数。Copula 函数具有很多优良的特性。在构建 Copula 模型过程中, 可以将变量间的联合分布分解为一个 Copula 函数和 k 个边缘分布, 并通过这个 Copula 函数来刻画变量间的相依关系, 因此在运用 Copula 技术对变量间的相依关系进行描述时, 可以将每个变量的边缘分布及变量之间的相依结构分开建模。Copula 函数的这一数学特点具有两个方面的重要意义。一方面, 对于由 Copula 函数构建的相依关系模型, 其参数估计更加简单, 所蕴含的经济含义也更为清晰; 另一方面, 在对随机变量构建 Copula 模型时, 边缘分布模型并不需要与 Copula 函数中的分布相同。也就是说, 在实际应用中, 研究者可以通过灵活的方式选择各种边缘分布和 Copula 函数, 从而构建合适的 Copula 模型用以描述多元分布。同时, Copula 函数具有良好的数学性质, 如果对模型中的变量做严格单调增变换, 那么, 相应的由 Copula 函数导出的一致性与相关性测度的值不变。此外, 在金融时间序列分析过程中, 如果模型参数过多, 则将引发“维数灾难”, 而 Copula 函数却可以分步骤进行参数估计, 把每步估计的参数维数降低, 因而在很大程度上能克服“维数灾难”这一难题 (易文德, 2010)。Copula 函数可以捕获变量间非线性及非对称分布的相依关系, 在一定程度上能够弥补传统风险理论的不足, 为资产组合的风险评估提供了一种新的思路, 因此, Copula 函数在刻画相依关系方面具有独特的理论优势和实际意义。Copula 函数的应用使金融资产间的相依性研究进入了一个新的阶段。1999 年, Embrechts、McNeil 和 Straumann 等率先将 Copula 函数引入到金融市场风险管理中。Nelsen (1999) 系统总结了 Copula 函数的



类型并分析了其若干性质。2002 年, 中国学者张尧庭介绍了 Copula 方法在金融风险分析中的应用。

近年来, Copula 理论在金融危机传染和组合资产风险评估的研究中受到了越来越多的重视。国内外学者在运用 Copula 理论测量相关性及金融风险分析方面, 取得了良好的效果。Rodriguez (2007) 运用具有 Markov 转换参数的 Copula 函数对相依关系进行建模。魏平和刘海生 (2010) 运用 Copula 模型探讨了中国沪深股市间的相关性。李悦和程希骏 (2006) 采用 Copula 理论对中国上证综指和香港恒生指数的尾部相关性进行了分析。韦艳华 (2004) 采用 Copula - GARCH 模型探讨了金融市场的相关性。周艳菊等 (2012) 以道琼斯工业指数与恒生指数为研究对象, 运用 Copula 函数进行了尾部相关性分析。绝大多数国内外文献的研究都表明: 运用 Copula 理论构建相依关系, 比传统的线性相关方法能更真实地反映市场间的相依结构。在非正态分布的条件下, Markowitz 的均值一方差资产组合选择模型存在不足 (刘志东, 2006)。基于 Copula 的 VaR 方法优于使用多维正态分布或者多维 t 分布的传统方法, 能够更加有效地测量风险 (吴振翔等, 2004; 柏满迎, 孙禄杰, 2007; 张金清, 李徐, 2008)。

1.1.2 关于尾部极值风险传导效应的研究

在现实的金融市场中, 特别是在危机传染的环境中, 金融市场间往往呈现出典型的尾部相关特征 (张尧庭, 2002; 王久胜等, 2010), 因此, 一方面, 从尾部极值风险传导强度和风险传导方向的角度对金融市场间的危机传染效应进行深入研究, 不仅有利于防范金融危机的扩散, 而且对于促进经济金融体系的健康运行、维护国家金融市场的安全也具有重要的现实意义。另一方面, 尾部极值风险相依关系对于资产组合风险的评估更具现实意义。曾健和陈俊芳 (2005) 的研究发现, 在市场趋于下降时, 如果忽略了金融资产收益率的尾部相关性, 将会高估通过分散化投资降低资产组合风险的作用。现有文献中, 大多基于 GARCH 模型族运用 Copula 理论进行分析, 但 GARCH 模型族假设随机扰动项服从正态分布或 t 分布, 并关注整个分布, 而不是直接对分布的尾部进行建模。

极值理论 (EVT) 是度量市场风险极端情形下的一种有效方法, 能够较好地拟合收益序列的尾部分布, 且不需要对整个分布建模, 可以在一定程度上克服正态分布和 t 分布的不足 (刘志东, 2006)。结合极值理论, 运用 Copula 技术描述资产组合的联合分布具有明显优势, 尤其在尾部分析方面, Copula - EVT 模型优于传统的风险评价方法 (刘晓星, 邱桂华, 2010; 应益荣, 詹炜, 2007)。已有学者对这类模型进行了探索和研究 (韦艳华, 张世英, 2007; 周春阳, 吴冲锋, 2011; 杨湘豫, 崔迎媛, 2009; 吴庆晓, 2011; 高岳, 2011; 傅强, 2009; Jiang

et al., 2012)。但现有文献中通常构建的是静态 Copula - EVT 模型, 而基于 EVT 理论, 构建时变 Copula 模型的文献很少。然而相对于静态 Copula 函数, 时变 Copula 模型更适宜描述市场间的动态相依关系 (罗付岩, 邓光明, 2007); 由于静态 Copula 模型假定变量间具有不变的相关性, 因而对组合风险的估计可能会产生偏差。

1.1.3 关于风险测度模型

对于资产组合风险的度量, 风险价值模型 (VaR) 为金融理论界与实务界所普遍接受和采用, 这一方法由 J. P. Morgan 投资银行于 1994 年在 RiskMetrics 系统中提出。VaR 方法能够简单清晰地刻画金融资产头寸的市场风险, 并以严谨系统的统计理论作为计量基础, 因此受到国际金融监管机构的欢迎, 成为金融风险管理中运用最广泛的一种市场风险测度指标。由于 VaR 风险价值模型计算简单且综合性强, 因此被金融机构和监管部门作为一个标准的风险度量工具, 但 VaR 模型自身的局限性却不容忽视 (陈丽娟, 2010)。归纳起来, VaR 风险价值模型在以下三个方面存在不足: ①VaR 不满足次可加性。不满足次可加性意味着一个投资组合的风险可以大于组合内部各个单个资产的风险之和。对于投资组合而言, 这无疑是非常严重的一个缺陷。因为投资组合的目的之一就是通过分散化投资有效降低非系统风险。②VaR 风险价值模型侧重于度量市场正常波动下的最大可能损失, 而对于市场剧烈波动、资产价格极端变动状况下的资产组合头寸价值的风险测度则难以处理, 在金融危机传染迅速扩散的情形下则越发无能为力。③从模型计算的角度上看, VaR 风险模型重点关注的是超过 VaR 值的频率, 对于超过 VaR 值的损失分布状况却未能有效估计。显而易见, 当资产或资产组合的收益率分布呈现尖峰厚尾状态时, VaR 模型对于资产或者资产组合的风险测度表现得不够稳健。在现实的金融市场中, 如果忽略 VaR 模型的这些缺陷, 投资组合优化选择显然存在隐患。

1999 年, Artzner 等提出将“一致性风险测度” (Coherent Risk Measurement) 作为风险测度的通用标准。一致性风险测度理论认为只有在以下四个约束条件下, 风险测度模型才是合适的: ①单调性: 即对于所有的 $x, y \in V$, 当 $y \geq x$ 时, 满足 $\rho(y) \leq \rho(x)$ 。这一约束表明, 如果投资组合 y 占优于 x , 则 y 的风险要小于 x 。②次可加性 (Subadditivity): 对于所有的 $x, y \in V$, $(x+y) \in V$, $\rho(x+y) \leq \rho(x) + \rho(y)$ 。次可加性说明资产组合的整体风险不能超过资产组合内部各项资产风险之和。③正齐次性: 对于所有的 $x \in V$, $m > 0$, $mx \in V$, 满足 $\rho(mx) = m\rho(x)$ 。正齐次性说明, 如果不改变资产配置的成分和比例, 而将资产组合的规模扩大 m 倍, 那么其风险也将以 m 倍增加, 即资产组合风险的强度与组合的规模大小成正比。



④平移不变性：对于所有的 $x \in V$, $\alpha \in R$, 满足 $\rho(x + \alpha) = \rho(x) - \alpha$ 。这项约束条件表明，如果将一项无风险资产加入到资产组合之中，则该资产组合风险将作等额的下降。一致性风险测度工具有重要的理论价值与现实意义，这一理论为评价和选择资产组合风险度量模型提供了重要的理论依据。在 VaR 风险价值模型的基础上，Artzner 等(1999)进一步提出了能够满足“一致性风险测度”的预期损失 ES 模型。ES 模型充分考虑了超过 VaR 值的尾部极端分布状况，与现实金融风险的经济意义和测度意义更为贴合，也更符合金融实际操作的要求，能够在一定程度上弥补 VaR 风险价值模型的缺陷。

已有学者在 Copula 方法的基础上构建了 ES 预期损失模型，进行了有益的探索与研究。应益荣等(2007)结合极值理论，通过 Copula 方法刻画资产组合中各风险资产收益的相依关系，运用 Monte Carlo 模拟计算了资产组合的 ES 风险测度，后向检验的实证结果表明，Copula - EVT 方法在尾部分析方面优于传统的风险评估方法。胡利琴等(2009)以中国具有代表性的地区商业银行作为研究对象，通过研究发现，风险因子间的非线性和非正态性相依关系的存在使得基于 Copula - ES 的资本配置方法具有较好的稳健性。任仙玲等(2009)通过多元 Copula - APD - GARCH 模型，运用蒙特卡罗模拟方法，分别研究了多元 t Copula 函数、多元正态 Copula 函数以及多元 Clayton Copula 函数的风险资产组合的有效前沿，对比分析的实证结果表明，在有效组合范围内，正态 Copula 方法高估了资产组合的风险；当期望收益较小时，t Copula 方法对应的风险值最小；而随着期望收益的增加，多元 Clayton Copula 函数对应的有效前沿表现最好。刘晓星等(2010)以中国上证综指和深证指数收益序列的分笔高频数据为研究对象，通过构建 La - Copula - EVT 风险价值模型进行实证分析，研究结果认为中国股市收益序列的上尾相关和下尾相关程度都比较高，实证中所构建的模型对实际损失拟合效果良好。在该模型的基础上进一步分析了中国沪深股市的 VaR 和 ES 模型在不同置信区间的敏感度差异，最后确定了适合 La - Copula - EVT 模型的最优置信度区间。综合来看，尽管已有文献基于 Copula 理论对资产组合风险评估模型进行了有益的探索和研究(吴振翔，2006；柏满迎，孙禄杰，2007；战雪丽，张世英，2007；王久胜等，2010；杨湘豫，2011；赵喜仓，2011)，但尚未有文献以金融危机的视角进行探讨。

1.1.4 关于组合风险模型测度效果的对比研究

有大量文献将基于 Copula 技术的风险模型与传统的风险评价方法进行了对比和研究。例如，Clemente 和 Romano(2003)以意大利的资本市场为研究对象，结合极值理论，运用 Copula 理论进行了分析，结果表明，相对于传统的多元条

件正态分布假设下的 VaR 模型, 基于极值理论构建的 Copula 模型具有明显优势。Rosenberg 和 Schuermann (2004) 运用 Copula 技术系统地研究了市场风险、信用风险及运作风险的风险聚合问题, 结果表明, 以风险价值 VaR 作为风险测度指标进行考量, 由 Copula 模型计算得到的 VaR 值最接近经验 VaR。刘志东 (2006) 研究发现, 在非正态分布的条件下, Markowitz 的均值—方差资产组合选择模型存在不足。杨湘豫和夏宇 (2008) 的研究表明, 对于开放式基金投资组合的风险评估, 基于 Copula 的 VaR 模型较之传统方法更为有效。杨湘豫和周再立 (2011) 的实证研究发现, 对于不同的 Copula 函数, 通过 Monte - Carlo 模拟得到的投资组合风险价值 VaR 有所差异。冯烽 (2011) 的研究表明, 基于 Copula 和极值理论的 VaR 度量方法比历史模拟法更为有效。周孝华 (2012) 的研究表明, Copula - SV - GPD 风险模型对多元资产组合风险的测度能力更强, 能有效地管理投资风险。多数文献的研究结果表明: 基于 Copula 的 VaR 方法优于使用多维正态分布或者多维 t 分布的传统方法, 能够更加有效地测量风险 (吴振翔, 2004; 柏满迎, 孙禄杰, 2007; 张金清, 李徐, 2008)。

尽管相当多的文献指出, 基于 Copula 技术的风险测度模型优于传统的风险评价方法, 但对比分析由不同 Copula 函数构造的风险模型测度精度的文献极少。事实上, 各类 Copula 函数具有不同的特点, 例如 Gaussian Copula 和 t Copula 具有对称性, Clayton Copula 能够描述下尾处具有较强相关结构的现象, 而 SJC Copula 对上尾、下尾相关则均比较敏感。罗付岩和邓光明 (2007) 将时变 Copula 函数的测度效果与常相关 Copula 函数进行了对比。苏静和杜子平 (2008) 对比分析了四类静态 Copula 函数在刻画资产组合分布尾部特征方面的特点, 并对商业银行组合信用风险进行了度量。但尚未有文献将各类时变 Copula - EVT 风险测度模型的预测精度进行对比研究。然而在极端金融风险传染的情形下, 比较研究各类模型的预测准确度, 对于组合风险模型评估对比以及资产组合选择显然至关重要。

1.1.5 关于金融危机传染的研究

20 世纪 90 年代以来, 金融危机的显著特征是传染性增强, 危机传染带来的危害不断扩大, 而 2007 年爆发的美国次贷危机传染所引发的多米诺骨牌效应将这些特征体现得淋漓尽致。继美国次贷危机以来, 2009 年底爆发了欧洲主权债务危机, 历次金融危机使得金融市场的运行环境更加错综复杂, 金融风险极容易在市场之间相互传染, 发达国家债务危机呈现出扩大化态势, 这将加剧金融市场及大宗商品市场的动荡。由于美国与欧盟分别是世界上第一和第二大进口地, 因此, 欧美贸易环境的恶化对于以出口导向型为经济发展特征的中国而言, 无疑形