

商业银行信用风险

相关性度量模型及其应用研究

ShangYe YinHang XinYong FengXian

XiangGuanXing DuLiang MoXing JiQi YingYong YanJiu

罗长青/著



经济科学出版社
Economic Science Press

湖南商学院学术著作出版基金、教育部人文社会科学研究项目青年基金“违约
相依条件下商业银行信贷组合风险度量及控制研究”(项目编号: 13YJCZH123)
湖南省自然科学基金“民间金融组织信用风险生成机制及监控对策研究”
(项目编号: 14JJ3129)
湖南省科技创新团队(开放经济条件下金融风险度量、控制与政策)

商业银行信用风险相关性度量 模型及其应用研究

罗长青 著

经济科学出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

商业银行信用风险相关性度量模型及其应用研究 /
罗长青著. —北京: 经济科学出版社, 2015. 6
ISBN 978 - 7 - 5141 - 2479 - 8

I. ①商… II. ①罗… III. ①商业银行 - 银行信用 -
信用评级 - 研究 IV. ①F830.33

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 142706 号

责任编辑: 凌 敏 程辛宇

责任校对: 陈立娜

责任印制: 李 鹏

商业银行信用风险相关性度量模型及其应用研究

罗长青 著

经济科学出版社出版、发行 新华书店经销

社址: 北京市海淀区阜成路甲 28 号 邮编: 100142

教材分社电话: 010 - 88191343 发行部电话: 010 - 88191522

网址: [www. esp. com. cn](http://www.esp.com.cn)

电子邮件: [lingmin@ esp. com. cn](mailto:lingmin@esp.com.cn)

天猫网店: 经济科学出版社旗舰店

网址: [http: //jjkxcbs. tmall. com](http://jjkxcbs.tmall.com)

北京季蜂印刷有限公司印装

880 × 1230 32 开 6 印张 180000 字

2015 年 6 月第 1 版 2015 年 6 月第 1 次印刷

ISBN 978 - 7 - 5141 - 2479 - 8 定价: 20.00 元

(图书出现印装问题, 本社负责调换。电话: 010 - 88191502)

(版权所有 侵权必究 举报电话: 010 - 88191586)

电子邮箱: [dbts@ esp. com. cn](mailto:dbts@esp.com.cn))

前 言

信用风险是商业银行面临的一类重要风险。进入 21 世纪以来,由于金融市场一体化进程加快,以及信息传播方式的革命性变化,信用风险的形成与演变出现了新的特点,信用风险事件由传统的个体式、局部性向传染性、扩散性和传染性转变。在次债金融危机和欧债危机中,不少企业,甚至是主权国家均出现了集群式的破产事件。企业、行业、地区之间的信用风险联动程度逐渐增强,学界和业界也开始探索如何准确地度量风险事件的相关性,特别是极端风险事件下的风险相关性。而在商业银行经营与管理领域,随着巴塞尔资本协议的改进,考虑信用风险相关性,并在此基础上实施信贷组合管理成了商业银行信用风险管理的一种发展趋势。

在此背景下,本书以信用相关性为研究对象,沿着机理分析到模型和实证研究,再到应用研究的思路,对信用风险相关性的形成机理、度量模型及其在信贷组合管理中的应用进行系统的探索。本书提出的理论、方法和对策对商业银行信用风险的度量和管理的意义。对商业银行的监管以及对宏观经济的调控均具有较重要的理论与现实意义。

本书共分为 8 章。第 1 章对研究背景进行了介绍,总结了信用风险及相关性度量的相关文献,并提出了本书的研究框架。第 2 章分析了信用风险相关性的相关理论,首先界定信用风险以及信用风险相关性等概念,并分析信用风险的形成原因;接着探寻信用风险相关性产生的机理。第 3 章综合财务信息与资本市场相关信息,分别构建了信用风险评价的 MDA 模型、SVM 模型、KMV 模型和

Hybrid 模型, 并基于第 I 类错误和第 II 类错误, 比较了信用风险评价模型的预测能力和推广能力。第 4 章以资产赋权法和负债赋权法为基础, 构建了行业信用风险指数, 分析了行业信用风险的变化趋势, 并在亚超度量空间 (SU 空间) 下对行业信用风险进行分层聚类, 实证结果为精确度量信用风险相关性提供了实证依据。第 5 章将正态 Copula 函数、t-Copula 函数、SJC Copula 函数、Gumbel Copula 函数和 Clayton Copula 函数运用于违约风险相关性的建模, 比较了不同类型的 Copula 模型, 发现了信用风险相关性的特征。第 6 章对信用风险相关性的度量实现了从静态到动态的扩展, 考虑了一般状态下的二元稳结构动态 Copula 函数, 发现 Clayton 函数能较好地描述信用风险相关性的变化特征, 接着分别引入跳跃和状态转换特征, 构建了信用风险相关性度量的时变二元 Jump Clayton Copula 模型和时变二元 MRS Clayton Copula 模型。第 7 章选用 Jump Copula 模型构建了信用风险相关性度量的多元 Copula 模型, 并运用 Canonical 藤结构和 D 藤结构的分解方法, 对信用风险相关性度量的多元 Copula 模型的参数进行了估计。第 8 章设计了信贷组合管理的 Pair Copula VaR 模型, 为商业银行信贷组合管理提供了若干对策建议。

本书是笔者在系统整理博士学位论文基础上完成的, 在研究过程中, 笔者得到了导师谢赤教授的悉心指导, 谢老师的鼓励是我进行学术研究最重要的原动力之一, 在此向谢老师致以诚挚的感谢。同时, 感谢谢赤教授学术梯队的老师和同学, 梯队学术思维活跃, 作风踏实勤奋, 和梯队交流和合作开拓了笔者的学术视野, 获得了强有力的支持。本书在创作过程中, 参考了许多参考文献, 对这些文献资料的作者致以深深的感谢。最后, 感谢经济科学出版社编辑老师的辛勤工作, 特别感谢凌敏老师, 凌老师工作严谨, 细腻真诚, 给本书的出版提出了很多宝贵意见, 也付出了辛勤的工作, 特此致谢!

本书对信用风险相关性进行了理论、模型与应用研究, 提出了

一系列有价值的信用风险相关性度量模型与方法，发现了信用风险相关性演变的一些特征，为信用风险管理提供了若干对策建议。由于笔者学识和经验尚有局限，书中的错误在所难免，希望得到同仁的批评与指正。

罗长青

2015 年 4 月

目 录

第 1 章 绪论	(1)
1.1 研究背景及意义	(1)
1.2 相关研究综述	(6)
1.3 研究思路与内容	(20)
第 2 章 信用风险相关性产生的机理分析	(24)
2.1 相关概念的界定	(24)
2.2 信用风险的形成原因及过程	(25)
2.3 共同因素对信用风险相关性的影响	(28)
2.4 传染因素对信用风险相关性的影响	(33)
2.5 因素耦合对信用风险相关性的影响	(38)
第 3 章 基于组合评价模型的企业信用风险的度量	(41)
3.1 企业信用风险的度量方法及比较	(41)
3.2 基于 MDA 方法的信用风险度量模型	(50)
3.3 基于 SVM 方法的信用风险度量模型	(55)
3.4 基于 KMV 方法的信用风险度量模型	(59)
3.5 基于组合评价的信用风险度量模型	(65)
3.6 信用风险评价模型的比较及选择	(72)

第 4 章 行业信用风险关联结构确定及协整分析	(75)
4.1 行业信用风险指数的构建	(75)
4.2 基于 SU 空间行业信用风险关联结构的确定	(79)
4.3 行业信用风险协整关系的检验	(86)
第 5 章 基于二元静态 Copula 的信用风险相关性度量	(90)
5.1 Copula 函数的基本性质及相关性测度	(90)
5.2 信用风险相关性度量的二元 Copula 模型	(95)
5.3 基于二元 Copula 模型的信用风险相关性度量 结果及分析	(98)
第 6 章 基于二元动态 Copula 的信用风险相关性度量	(103)
6.1 二元动态 Copula 模型的构建思路	(103)
6.2 二元稳结构动态 Copula 模型的构建及估计	(104)
6.3 时变二元 Jump Copula 模型的构建及估计	(110)
6.4 时变二元 MRS Copula 模型的构建及估计	(121)
6.5 模型比较及信用风险相关性度量	(123)
第 7 章 基于多元 Copula 的信用风险相关性度量	(129)
7.1 多元 Copula 函数的藤结构及其定义	(129)
7.2 多元 Copula 函数的参数估计及信用风险相关性 度量	(131)
7.3 模型的比较及分析	(136)
第 8 章 基于 Copula VaR 模型的商业银行信贷组合 管理	(138)
8.1 基于 VaR 模型信贷组合管理思路	(138)

8.2 引入信用风险相关性的信贷组合管理 VaR 模型设计	(140)
8.3 引入信用风险相关性的 Copula VaR 模型的实证研究	(146)
8.4 商业银行信贷组合管理的实施对策	(152)
附录 信用风险建模样本及配对样本	(157)
参考文献	(168)

第1章 绪 论

信用是市场经济的基石，信用风险的危害倍受金融界关注。2008年由美国次债危机引发的全球金融危机，以及最近爆发的欧洲债务危机使信用风险成了全球关注的焦点。有效地度量经济主体的信用风险及其相关性，防范信用风险，保持经济和金融系统的稳定是世界各国政府和金融机构的当务之急。

1.1 研究背景及意义

1.1.1 研究背景

现代金融信用风险具有易传染性特征。信用风险的爆发往往呈现出非线性扩散的现象，当信用风险事件处于不可控制的状态时，以商业银行为中枢的金融体系乃至经济体系会面临较大的系统性风险，如若应对不力，便会爆发金融危机和经济危机。因此，信用风险及其传染会产生广泛而又严重的影响。

随着企业专业分工的进一步细化、信息技术的发展、股权交易的活跃以及世界经济一体化程度的提高，企业之间、行业之间，甚至国家之间的经济联系空前紧密，企业处在一个动态网络当中。某个企业、行业或国家的信用风险事件会在较短的时间内影响其他经济主体。

进入21世纪以来，爆发在实体经济领域的信用风险传染事件层出不穷，比较典型的有Enron、WorldCom、Parmalat等公司违约，以及中国的“德隆事件”等。这些公司的破产影响较大，与之相

关联的债权人、上下游企业等均遭受了比较大的损失。例如，在 Enron 破产事件中，摩根大通、荷兰银行、加拿大皇家商业银行、澳洲国家银行、日本三和银行等债权人损失惨重，投资资金在金属市场上的空头平仓行为导致许多铜精矿和阴极铜生产厂家陷入困境，而与 Enron 有业务关系的船运公司突然出现运力过剩的情况，Enron 破产事件造成了与之相关联的各类企业信用风险都出现不同程度的上升。

2007 年爆发的次债金融危机导致了一系列的违约事件，凸显出考虑信用风险相关性在信用风险管理实践中的必要性。次债危机产生于次贷公司向信用较差、收入较低、负债较重的人提供住房贷款，并以此为标的发行债务抵押债券。当利率上升致使房价下跌时，贷款客户负担逐步加重并出现大量违约，投资于对应金融衍生产品的对冲基金和保险公司惨遭损失，甚至破产，由此造成的经济不振进一步将违约风险传染至实体产业部门，导致多个国家的实体经济景气程度降低。

而始于 2009 年 12 月的欧洲债务危机，则要求在信贷风险管理中考察国家信用风险的相关性。2009 年 12 月，全球三大信用评级机构穆迪（Moody）、标准普尔（Standard & Poor's）和惠誉（Fitch Ratings）纷纷下调希腊主权评级，希腊债务危机愈演愈烈；随后在 2010 年 1 月至 2010 年 2 月，欧洲其他国家也开始陷入危机，甚至包括财务比较稳健的比利时和西班牙等国；历经四年的经济刺激，时至 2015 年，全球经济才有所起色，信用风险传染对经济和金融体系的影响可见一斑。

在这种背景下，商业银行如果只考虑单一的信用风险事件已经不能适应外部复杂的经营环境变化，“你中有我，我中有你”的信用风险相关或传染，使得考虑信用风险之间的相关性，特别是极端风险事件下的相关性，实施信贷组合管理成了商业银行风险管理的一种发展趋势。信贷资产组合管理已经成为《巴塞尔资本协议》重点关注的问题。在信贷组合管理的基础上，实施集约化的信贷投

放之路已是重要的发展趋势之一。2012年6月,中国银监会发布了《商业银行资本管理办法(试行)》,该办法将《巴塞尔资本协议II》与《巴塞尔资本协III》统筹推进,该办法已于2013年正式实施,并规定商业银行在2018年前全面达标。在互联网金融、利率市场化以及金融脱媒等因素冲击下,商业银行调整信贷结构,实施组合管理已成为提高风险管理能力和盈利能力的重要方法(聂广礼,2013)。

从国内商业银行的发展情况来看,中国的商业银行经过近几年的股份制改造,其不良贷款比率虽然有所控制,不良贷款比例得到了有效的控制,但不良贷款余额总数却一直较大(如图1-1所示)。

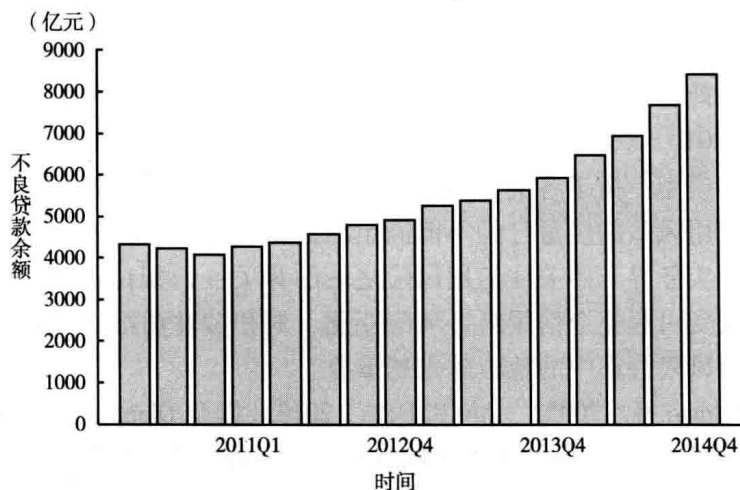


图1-1 商业银行不良贷款余额

注:横坐标2011Q1代表2011年第一季度,其余依次类推。

资料来源:中国银行业监督管理委员会网站。

自2011年以来,不良贷款余额一直住在4000亿元以上,并且一直呈增长趋势。不良贷款巨额存量反映出信贷风险仍是一个亟待解决的社会性难题。从管理视角审视信贷风险,无论是其诱发因素,还是所造成的损失影响,均远远超出了银行和企业的借贷活动范畴,以信用为基础的信贷关系已渗入经济活动的方方面面。

目前国内商业银行在经营过程中,并没有真正实施有效的贷款组合管理,没有较好地考虑将不同行业、不同地区、不同种类、不同期限划分为不同的资产组合,从而导致贷款集中度一直较高,一旦贷款集中的行业爆发信用风险事件,商业银行可能面临较大的信用风险。此外,由于没有较好地考虑贷款组合管理,商业银行在信用风险管理过程中可能会忽视极端信用风险事件的关联性,从而导致经济资本的设置不能覆盖潜在的风险,不能对银行安全形成有效的保障。

在信贷组合管理的实施过程中,组合风险的准确度主要依赖于两个关键指标:其一是单个风险资产的信用风险程度;其二是风险资产之间的信用风险相关性。早期对信用风险的研究主要关注的是前者,Altman (1968)、Yu 等 (2008) 以及吴世农和卢贤义 (2001) 等众多学者分别运用不同的计算方法开发出不同的信用风险模型,由于各类信用风险传染事件频发,以往侧重于单一资产信用风险的度量已经不能满足商业银行风险管理的要求,理论界和实务界开始关注信用风险之间的相关性,探讨资产组合比例的改变引起整个信用组合风险变化,对相关性的准确度量在现代信用风险管理中的地位越来越重要。

Altman 等 (2005)、Ali 和 Daly (2010) 以及 Dionne 等 (2011) 考虑了信用风险受共同因素影响的程度,虽然考虑了信用风险相关性的影响,但并未直接对信用风险相关性进行度量;而基于传统线性相关性度量的 KMV 模型、约化模型、Credit Metrics 以及 CPV 等模型则忽视了信用风险之间的非线性关系,常常导致低估信用组合的风险。而最近一些研究开始尝试运用 Copula 模型对信用风险相关性进行建模,并表明 Copula 模型对信用风险相关性具有较好的预测能力,但不少研究只对信用风险进行模拟仿真,并未较好地考虑信用风险的特征,开发动态、多元的 Copula 模型,对信用风险相关性的建模还有一些亟待解决的问题。

在此背景下,构建信用风险及其相关性的度量模型将有助于准

确地定价组合信用风险、确定信用组合一致性风险量度以及优化信贷组合管理,从而提高我国商业银行的信用风险管理能力。

1.1.2 研究意义

信用风险是金融市场重要的一类风险,不同企业或行业间的信用风险相关性的度量是信用风险管理中的一个基础性问题。评估和考察上市公司或者所在行业的信用风险相关性,不仅对丰富信用风险管理的相关理论有重要价值,而且对金融机构和监管部门判断风险状况,提高风险管理能力都有比较重要的指导价值。具体来说,本书的研究意义如下:

(1) 有助于丰富和完善银行信用风险管理的理论体系。信用风险的评估是银行信用风险管理的重要内容之一,但目前国内对信用风险相关性并没有形成一个系统完整且标准有序的评估体系。本书从信用风险的度量入手,运用相关理论技术,构建基于行业信息的信用风险相关性度量模型。本书的研究将在一定程度上丰富信用风险评估的研究内容和研究范围,有助于推进信用风险管理领域的学术研究成果在商业银行信用风险管理实践中的应用。

(2) 为银行的信用风险预警提供有力支持。对国有商业银行而言,信用风险相关性评估模型的建立有利于银行经营管理者及早发现信用风险的前期预警信号,采取积极有效措施进行事前控制,避免信用风险事件大规模群发,为商业银行高层管理者提供尽可能多的信息支持,帮助其科学地选择风险处理措施,有效地防范信用风险恶化状况的出现,从而减少银行损失。本书提出的信用风险相关性评估可以为银行信用风险组合管理提供技术支持。

(3) 为宏观调控提供理论基础。信用风险事件的大规模爆发将引发金融系统的不稳定,进而对整个实体经济产生较大损害。通过对信用风险相关性进行度量,可以较为准确地描述信用风险相关性变化的规律,并在此基础上深刻理解其驱动机理,不仅有利于预警预报金融危机,而且有利于相应宏观经济政策的制定。

1.2 相关研究综述

理论界对信用风险已经展开了比较多的研究,近年来,随着信用风险相关性的重要性逐渐显现,一些学者开始关注信贷组合管理、信用风险相关性的影响因素以及信用风险相关性的度量,并取得了一些研究成果。

1.2.1 关于信贷组合管理的研究

围绕信贷组合管理的重要性及其具体的管理方法,不少学者运用不同方法,从不同角度进行了一些探索。

早期的研究往往从单笔贷款来考虑信用风险,而随着人们发现信用风险的传染,以及相关等现象,不少学者日益意识到信贷组合管理的重要性。Horst (2009) 对信用风险传染过程中的随机瀑布效应进行了探讨,并分析了其对信贷组合损失的影响。Paolo 和 Tolotti (2009) 考虑了企业间的信用风险传染效应对信贷组合损失的影响,认为异质资产的组合能够在一定程度上降低信贷组合的风险和损失。朴明根和蔡华 (2005) 认为,商业银行信贷风险管理的发展是从最初的对单笔贷款管理到把全部贷款看成一个组合加以管理,信贷组合管理可以使得风险分散化。曾健和陈俊芳 (2007) 认为,信贷资产的异质性对信贷组合的风险有着重要的影响,他们运用 Vasicek 模型定量考察了信贷资产异质性的影响,实证结果表明信贷资产异质性通过影响损失分布 (Loss Distributio, LD) 的尾部分布来影响信贷损失,若忽视异质性,则会高估信贷资产的损失。杨继光 and 刘海龙 (2009) 认为,信贷组合信用风险的经济资本测度是《新巴塞尔资本协议》信用风险内部评级法实施的关键。

在信贷组合风险管理的具体方法方面,不同学者考虑不同的风险要素进行了一些探索。Schlottmann 和 Seese (2004) 提出了信贷

组合的混合启发式 (Heuristic Approach) 管理方法, 并对信贷组合进行了离散多目标优化。Tsaig、Levy 和 Wang (2011) 考虑信贷转移矩阵的影响来对信贷组合的预期损失、非预期损失以及经济资本进行设置。Frey 和 McNeil (2002) 对信贷组合中的相依风险进行了分析, 以信用风险相关系数为基础, 在 KMV 模型和 CPV 模型的框架下, 运用 VaR 方法, 从理论以及现实风险管理角度对商业银行信贷组合的预期损失进行了研究。Rosen 和 Saunders (2009) 提出了信贷组合的系统性风险管理模型, 并对模型的解析解进行了分析。Tarashev (2010) 对信贷组合管理模型进行了研究, 并认为参数的不确定性对信贷组合管理产生重要影响。Dan 和 David (2010) 分析了信贷组合的风险因素, 其中系统因素主要有利率、汇率、权益资产波动率、宏观经济状况、产业因素, 而特质因素 (Idiosyncratic Factors) 则有贷款企业的财务状况等, 并以线性相关系数为基础计算了信贷组合的 VaR 值。Axel (2012) 运用生存分析方法对信贷组合的绩效管理进行了研究。

陈德胜等 (2004) 认为, 信贷组合风险评价过程中, 应对违约概率、违约损失率、违约敞口、期限因素以及违约相关性等信贷组合信用风险的风险驱动因子进行度量。梁琪 (2005) 认为, 商业银行个体资产之间的损失相关性是度量银行信贷组合风险的关键, 在商业银行资产组合信用损失相关性的度量中必须重点关注违约损失相关性。程昆等 (2009) 对信贷组合信用风险水平最终衡量指标 VaR 的估计技术进行了数理阐述。彭建刚和吕志华 (2009)、熊正德和冷梅 (2010) 等学者考虑系统风险、行业特性等建立了信用风险管理模型, 为经济资本的配置以及信贷组合管理提供了新的思路与启示。李丽和周宗放 (2015) 分析了企业集团间信用风险动态传染机理, 提出了与图的度有关的集团内部信用风险传染率的概念, 建立了企业集团信用风险传染的随机动态模型, 并进行了数值模拟, 数值模拟结果表明, 降低信用风险传染系数和信用风险关联度或提高单位时间内信用风险治理率能够有效抑制集

团内信用风险的传染。谢赤等（2013）结合 KMV 模型和 DCC - MSV 模型，构建了一个行业间信用风险传染效应度量模型，以考察第三产业中各行业间的信用风险传染效应，实证结果表明第三产业各行业间信用风险传染效应均大于 0.5，且呈现震荡上行的态势，说明行业间信用风险传染效应在增强、传染程度在加深。陈庭强和何建敏（2014）应用行为金融和复杂网络思想，以投资者情绪和市场流动性对信用风险传染的影响机制为切入点，构建信用风险传染模型。研究结果表明：投资者情绪和流动性交互作用对信用风险传染存在显著影响；社会网络结构对信用风险传染的概率和影响范围存在显著影响。李丽和周宗放（2015）分析了母子公司关联担保对信用风险传染的影响，关联担保极易成为信用风险在集团内传染的重要渠道，其研究结果表明，信用风险传染强度与母公司的债务优先偿还次序无关，但子公司的债务优先偿还次序会显著地影响其大小，母子公司间的信用风险传染强度具有路径依赖性，并随着股权比重的增加而逐渐增大。

近年来，信贷组合管理考虑的周期逐渐从单一周期向多周期扩展。Nyström 和 Skoglund（2006）针对多维，特别是资产种类比较多的一类投资组合（Large Dimensional Portfolios）的信用风险进行了建模研究，并将其模型应用到商业银行的经济资本的设置当中。Ebnöther 和 Vanini（2007）对信贷组合的风险及风险管理方法进行了界定，并对信贷组合管理从单一周期向多周期（Multi-Period）扩展进行了建模。Breuer 等（2012）对使用系统方法对信贷组合的多周期压力测试进行了探索。

从以上文献可以看出，商业银行信贷组合管理的理念越来越受到重视，信贷组合管理的一些方法也运用到了商业银行经济资本设置等风险管理实践中。而在信贷组合风险评价模型的构建中，以往的研究分析了系统风险对信贷组合风险的影响，并开始重视信用风险相关性这一关键参数，探讨了信用风险相关性对投资组合管理的影响。在这一研究背景下，本书将重点以信用风险相关性为研究对