信用风险控制理论研究

——违约概率度量与信用衍生品定价模型

吴恒煜　著

经济管理出版社

图书在版编目(CIP)数据

信用风险控制理论研究:违约概率度量与信用衍生品定价模型/吴恒煜著.—北京:经济管理出版社,2006

ISBN 7-80207-539-4

Ⅰ.信… Ⅱ.吴… Ⅲ.信用-风险管理-研究 Ⅳ.F830.5

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 165388 号

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 11 层

电话:(010)51915602 邮编:100038

印刷:北京银祥印刷厂 经销:新华书店

责任编辑:谭 伟

技术编辑:蒋 方

责任校对:郭红生

880mm×1230mm/32 8.25 印张 161 千字

2006 年 12 月第 1 版 2006 年 12 月第 1 次印刷

印数:1-3000 册 定价:28.00 元

书号:ISBN 7-80207-539-4/F·456

·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

本书内容为以下基金与课题的研究成果

1. 广东省哲学社会科学“十五”规划 2003～2004 年度一般项目(编号:03/04C2－13)“信用风险控制及信用衍生品市场建设研究”

2. 第三十六届中国博士后科学基金二等资助(编号:2004036158)“信用风险控制及信用衍生品定价研究”

3. 2004 年度广东省自然科学基金项目“行为金融中的有限套利理论研究”(项目编号:0400975)

4. 2005 年度广东省自然科学基金项目“信用风险控制与信用衍生品定价模型研究”(项目编号:05300557)

5. 2005 年度广东省自然科学基金项目“具有定价基础的汇率目标区模型及人民币汇率目标区制度”(项目编号:05003980)

6. 2006 年度教育部人文社会科学研究一般项目“多重基本资产信用衍生品定价理论研究”(项目批准号:06JA790025)

7. 江西财经大学“金融深化过程中信用风险的测度与控制”创新团队基金

前　言

信用风险一直是金融市场上最基本、最古老也是危害最大的一类风险。近年来，信用风险再次受到整个金融业的极大关注。随着金融自由化、全球化和金融创新的发展，金融机构面临的风险环境日益复杂，金融业竞争日益激烈，金融机构的并购、破产、重组事件蔓延全球，使银行和其他金融机构面临更大的信用风险。然而，由于信用风险具有收益可偏性、非系统性和违约数据难获取性的特点，长期以来，对信用风险的分析停留在传统的、静态的、历史的财务比率分析和信用分析，没有有效的信用风险模型和市场对冲手段来衡量和控制违约风险。因此，研究信用风险的度量、控制和管理成为学术界和应用领域的一个重点，信用风险也许是21世纪最重要的风险管理挑战之一。

信用衍生品(Credit Derivatives)是20世纪90年代末发展起来的一种用于规避信用风险的新型金融衍生工具。根据国际互换和衍生品协会(International Swaps and Derivatives Association，ISDA)的全球信用衍生产品市场报告，信用衍生品交易业务从1997年的1700亿美元，增长到2005年的17.3万亿美元，2005年全球信用违约互换(Credit default swaps)交易业务就增长了105%。《新巴塞

尔协议》明确指出:“信用衍生品的近期发展使银行风险管理的水平大幅度提高。”我国银行业一直以来面临着信用风险集中、不良贷款数额巨大等问题,但是银行管理信用风险的技术方法和手段还相当落后。随着金融体制改革,金融竞争将更加激烈,金融风险更加突出,迫切需要引入新的信用风险管理方法和技术。另外,我国金融业正经历着从封闭的财政型银行体系向开放的现代化金融体系转变的过程,在经济转轨过程中积累了大量的银行不良贷款,成为我国经济运行主要的不稳定因素。

在国际金融领域频繁发生危机的同时,我国金融市场近年来也出现了不少金融问题和金融事件,对我国金融和经济运行产生了不良影响,信用风险更成为我国金融业的一个严重问题。2006 年 11 月,中国银行业将遵循加入 WTO 条款全面对外开放,中国银监会(2005 年 12 月 12 日,刘明康)近期已经关注信用衍生品的市场建设问题。信用衍生品市场的建设对我国的信用风险管理具有十分重要的作用:①分散我国商业银行过度集中的信用风险。②提供化解不良贷款的新思路。③防止信贷萎缩增加我国资本的流动性。④增强我国银行业抵御突发风险的能力。因此,建设信用衍生品市场控制信用风险是未来金融市场建设的一个选择。信用衍生品的定价研究对我国的信用风险管理具有十分重要的应用前景。本书正是在现代金融理论的基础上,对信用风险违约概率测度与信用衍生品定价理论进行系统的、前瞻性的研究,对提高我国金融市场竞争力、增强金融安全,完善金融市场体系有重要作用,而且符

合建设多层次资本市场的基本要求。

本书的研究成果得益于作者 2003 年 9 月起在中山大学管理学院的博士后研究工作，首先是作者的合作导师陆家骝教授在本书的完成中起关键性的作用。他为作者确定了研究方向，给予作者充分的研究时间，在关键问题上提出了宝贵建议。其次是作者几年来在中山大学旁听金融学课程和阅读前沿金融学论文，期间获益匪浅的有：蒋殿春教授的高级金融理论、李仲飞教授的高级金融理论（包括离散时间与连续时间）、陈琳博士的连续时间金融和金融计算的数值模拟、王美今教授的计量经济学、杨坚教授的金融时间序列分析。作者在此表示感谢。

本书的研究工作得到教育部人文社会科学研究基金（06JA790025）中国博士后科学基金（2004036158）、广东省自然科学基金（0400975、05300557、05003980）、广东省“十五”规划哲学社会科学基金（03/04C2－13）、广东省教育厅人文社会科学研究基金（02SJC90002）的资助，作者对此表示衷心的感谢！

由于时间仓促，本书中难免存在不足之处，欢迎广大读者批评指正。

吴恒煜

2006 年 11 月于广州

目　录

第一章　绪论……（1）

一、金融全球化中我国商业银行实施信用风险管理的必要性 ……（1）
二、商业银行信用风险管理的关键——违约概率测度 ……（4）
三、信用风险管理的重要手段——信用衍生品 ……（6）
四、本书结构……（10）

第二章　期权定价理论及其在公司财务结构定价中的应用 ……（14）

一、引言……（14）
二、期权定价理论的早期发展……（15）
三、布莱克—斯科尔斯(Black-Scholes)公式及其假设……（17）
四、布莱克—斯科尔斯(Black-Scholes)公式的推导……（18）
五、布莱克—斯科尔斯(Black-Scholes)公式的推广……（26）
六、期权定价理论在公司财务结构定价

中的应用…… (27)
七、小结…… (31)

第三章 连续时间利率期限结构模型 …… (32)

一、引言…… (32)
二、基本定义…… (33)
三、单因子均衡模型…… (34)
四、多因子均衡模型…… (37)
五、仿射类模型(或指数仿射模型)…… (39)
六、单因子校准模型…… (44)
七、Heath、Jarrow 和 Morton(HJM)模型…… (49)
八、两要素利率期限结构的债券期权定价…… (55)
九、小结…… (63)

第四章 有违约风险权益定价理论 …… (64)

一、引言…… (64)
二、结构化模型…… (66)
三、约化模型…… (79)
四、有违约风险权益的一般化定价模型…… (84)
五、模型的扩展与进一步的研究方向…… (87)

第五章 基于 KMV 模型的上市公司信用风险违约
概率度量 …… (89)

一、引言…… (89)
二、信用风险的 KMV 模型…… (91)

三、上市公司信用风险的实证分析…… (96)
四、KMV 模型的优点与存在的问题 …… (100)
附录:SAS Code to Calculate BSM-Prob …… (103)

第六章 结构化模型中违约概率的比较静态分析及实证…… (106)

一、引言 …… (106)
二、以期权理论为基础的违约模型 …… (108)
三、风险债务违约概率的参数计算 …… (111)
四、违约概率的比较静态分析 …… (114)
五、模型的实证分析 …… (118)
六、数值算例 …… (121)
七、小结 …… (123)

第七章 主要的信用衍生产品及其定价模型…… (124)

一、引言 …… (124)
二、主要的信用衍生产品 …… (125)
三、几种信用衍生品的定价 …… (143)
四、小结 …… (148)

第八章 随机挽回率马尔可夫链模型下信用差价衍生品定价…… (149)

一、引言 …… (149)
二、Jarrow, Lando 和 Turnbull (1997)(JLT)模型 …… (152)

三、随机挽回率下 JLT 模型的扩展 …… (156)
四、信用差价期权定价 …… (165)
五、小结 …… (166)

第九章 具有价格均值回复与随机波动率的信用差价衍生产品定价 …… (167)

一、引言 …… (167)
二、一般均值回复模型与特征函数 …… (168)
三、随机波动率模型 …… (171)
四、信用差价期权、上限与下限的定价 …… (177)
五、小结 …… (180)

第十章 基于跳—扩散过程的公司债务证券定价 …… (182)

一、引言 …… (182)
二、基本模型描述 …… (184)
三、公司债务定价 …… (185)
四、从属债券定价 …… (188)
五、信用差价期权定价 …… (190)
六、小结 …… (192)
附录 …… (193)

第十一章 具有违约风险的欧式期权定价 …… (195)

一、引言 …… (195)
二、一般模型 …… (196)
三、模型特例 …… (203)

附录…… (210)

第十二章 不完全市场下有违约风险的欧式期权定价…… (213)

一、引言 …… (213)
二、期权的基础资产与交易对手的资产均为不可交易时的一般模型 …… (215)
三、特别情形 …… (220)
四、小结 …… (229)
附录…… (229)

参考文献…… (237)

第一章　绪　论

一、金融全球化中我国商业银行实施信用风险管理的必要性

商业银行在经营活动过程中，主要面临着信用风险、转移风险、市场风险、利率风险、流动性风险和操作风险等风险。其中，信用风险无疑是最重要的风险。信用风险可定义为银行的借款人或交易对象不能按事先达成的协议履行义务的潜在可能性。信用风险管理的目标是通过将信用风险限制在可以接受的范围内而获得最高的风险调整收益。

随着我国金融体制改革步伐的加快和金融业开放程度的提高，国内银行业面临着参与国际竞争的严峻挑战。在金融全球化的新形势下，我国商业银行必须借鉴国际上先进的信用风险管理经验，强化信用风险管理，开发适用的信用风险管理模型，适应《巴塞尔协议》新框架的需要。2001年1月16日，巴塞尔银行监管委员会公布了新协议的征求意见稿，在保留银行资产外部评级方式的同时，鼓励大银行建立内部评级体系和开发风险度量模型。新协议通过将最

低资本要求、监管当局的监督检查和信息披露有机结合在一起，代表了银行监管的先进理念和“国际活跃银行”日益完善的风险管理最佳实践经验。《巴塞尔新资本协议》已于2004年6月正式公布，并将从2006年开始实施。新协议强调内部评级法（Internal Rating Based Approach，简称IRBA）在风险管理和资本监管中的重要作用，倡导国际活跃银行基于内部数据和管理标准，建立包括客户评级和债券评级的两维评级体系，以增强风险计量的精确性、敏感性和标准化。违约概率PD（Probabillity of Default）和违约损失率LGD（Loss Given Default）分别是客户评级和债项评级的定量基础，两者构成了IRB法的核心变量。目前，许多银行已经完成PD模型的设计开发。显然，在金融业日益全球化的新形势下，对加强我国商业银行的内部评级体系和风险度量模型的研究，缩小与国外同行的差距，已成为刻不容缓的工作。

自20世纪五六十年代以来，西方发达国家直接金融市场发展势头迅猛。随着资本市场的扩张和直接金融工具的发展，中小企业进入金融市场变得更为容易，银行作为融资中介的地位下降，企业融资出现了“脱媒”现象。但是，由于发展中经济具有“追赶型经济”的特点，其目标是经济高速、稳定增长和产业结构高级化，背景是市场机制不健全和信息的严重不对称，在发展的初期阶段，选择银行主导型（Bank-orient Systems）而不是市场主导型（Market-orient Systems）的金融体制具有一定的客观必然性。我国作为世界上最大的发展中国家，在今后很长一段时期内，银行融资

将仍是企业筹措资金的主要方式，银行体系面临的风险将是我国金融风险的主要构成要素。深入研究我国商业银行的信用风险管理问题，不仅是商业银行作为微观金融主体进行内部管理的自主行为，从全局上看也是防范商业银行的信用风险导致银行信用体系和支付体系崩溃、引发货币危机、股市暴跌和金融危机的需要。

长期以来，我国商业银行体系饱受不良资产问题的困扰，特别是国有独资银行不良贷款比例过高。虽然 2004 年我国主要商业银行不良贷款率由 2002 年的 26.1%下降到 13.2%，不良贷款余额 17176 亿元，而且四大行平均不良资产率 15.6%，接近 15%的达标线。但是我国银行业仍然面临着信用风险集中、不良贷款数额巨大等问题，而且银行管理信用风险的技术方法和手段还相当落后，主要停留在通过信用分析和审查等内部控制度进行预防性的静态管理，缺乏主动的、动态管理方法，更没有通过市场转移信用风险的金融工具。政府出资于 1999 年成立的四大资产管理公司(AMC)，通过面向国有商业银行发行金融债券和向中央银行借款的方式筹措资金，曾收购了四大国有商业银行的共 1.4 万亿元不良债权，通过债权转让、债转股等方式予以处置，但在运作过程中遇到了处置不良资产的市场环境较差、AMC 经营权限和处置手段不够、不良资产处置效益较低等问题。国际清算银行(BIS)分析了中国四大资产管理公司的资金链困境，即四家公司的资金主要来源于负债，需支付巨额利息，而目前不良资产回收速度缓慢，回收的现金甚至连支付利息都存在困难。显然，对四大国有商业银行

的现有不良资产或新产生的不良资产，不能再采用此种方式进行剥离和消化。根本出路在于加强商业银行的信用风险管理，从源头上尽可能减少不良资产的产生。

二、商业银行信用风险管理的关键——违约概率测度

商业银行在违约事件中蒙受的损失用随机变量 L 来表示，其规模取决于三个随机变量的乘积：违约发生的可能性，即违约概率（Probability of Default，简称 PD）；不确定性暴露，即违约暴露（Exposure At Default，简称 EAD）和违约损失（Loss Given Default，简称 LGD），它们之间的关系如下：

$$L=PD\times EAD\times LGD$$

在商业银行信用风险管理中，违约概率是指借款人在未来一定时期内不能按合同要求偿还银行贷款本息或履行相关义务的可能性（概率），即信用风险的概率测度。对借款人进行违约概率的测度，已经被列为《巴塞尔新资本协议》内部评级法的关键内容，是现代商业银行信用风险管理的重要环节。巴塞尔新资本协议要求，采用内部评级法的银行必须对处于风险暴露中的每一借款人进行评级，并估计其违约概率。研究现代商业银行的信用风险管理，不能不关注违约概率测度问题。

(一)违约概率测度是商业银行进行信用风险管理的首要条件

商业银行进行有效的信用风险管理,必须认真考察借款人的违约概率大小,以及其本金利息可能会发生的损失率大小。借款人违约概率测度是进行信用风险分析的一项基础性工作,其最终目的是要真实反映借款人违约的可能性,从而保证商业银行信用风险管理的科学性与有效性。作为测量信用风险的一种基本方法,信用评级的作用就是建立在对借款人违约概率的测度基础上的。只有对借款人的违约概率作出科学测度,银行才能够精确地计算出预期损失量,也才能够对客户信用状况作出客观、准确的评估。

(二)违约概率测度是衡量不同评级体系优劣的客观标准

银行信用评级要被社会所认可并真正成为信用风险管理的有效工具,关键的一点就是其评级结果要能够经受起实践的检验。如果没有违约概率的测度,就难以衡量不同评级体系的优劣。如果回避严谨科学的违约概率测度,而仅仅追求评级指标体系的建设和评级方法的完善,就无法实现信用评级的现代化飞跃。因此,违约概率测度是信用评级具备权威性和可操作性的灵魂,是衡量不同评级体系优劣的客观标准。

(三)违约概率测度是提升商业银行风险管理素质的重要动力

违约概率测度的有效进行,不仅要依托于某种或某些先进统计模型和风险量化工具的科学运用,更离不开对现代商业银行经营管理规律的深入认识和科学把握,如树立市场导向型的经营理念,展开全方位的客户关系管理,营造良好的银行风险文化,构建垂直化、独立化、专业化的风险管理体系,等等。也就是说,客户违约概率测度要有成效,不仅要有先进的技术手段,还要求银行在管理的理念、体制、机制等方面都能够与之相适应。正是从这个意义上说,违约率测度是提升商业银行风险管理素质的重要推动力。

近年来,西方商业银行尤其是国际先进银行不懈努力、大胆实践,充分利用现代数理统计理论发展的最新研究成果,在客户违约概率测度上取得了很大的成就,摸索出了很多方法,进而大大提升了信用风险的量化水平。

三、信用风险管理的重要手段——信用衍生品

(一)信用衍生工具及其产生与发展

信用衍生品(Credit Derivatives)是由交易双方签订的