

摘 要

信用是现代市场经济的重要特征,因而契约就成了现代经济活动有序进行的重要基础之一。与之对应的是,作为主导信用体系的银行信用成为影响经济运行的一个至关重要的方面,银行信用风险既是现代经济中最为重要的风险,也是商业银行经营过程中最突出、最严重、最普遍的风险。

发达国家信用风险分析方法早已经从主观分析方法和财务比率评分法转向以多变量,依赖于资本市场理论和计算机信息科学的动态计量分析方法为主的趋势发展。而目前我国银行机构主要使用的信用风险评估方法缺乏定量分析,对衍生工具、表外资产的信用风险以及信用集中风险的评估尚属空白,更没有集多种技术于一体的动态量化的信用风险管理技术。如何量化信用风险已成为当今风险研究领域最具现实意义也最具挑战性的课题。

论文系统地讨论分析了西方信用风险量化的理论和方法,通过对一个典型模型—KMV 模型进行实证分析,得出该模型能较好的反映我国商业银行信用风险状况,并在此基础上设计了符合我国实际的信用风险计量模型的因素指标体系,试图在我国信用风险量化管理方面进行探索性研究,缩小该领域在研究应用方面与国外的差距。

文章着重研究了现代信用风险量化方法。首先对比分析了新旧巴塞尔协议对国际银行业信用风险量化的规定,提出信用风险度量的若干可能方法。在介绍分析了现代信用风险量化模型构成的因素以及计量原理的基础上,研究了影响深远的三个典型风险计量模型,即 CreditMetrics 模型、CreditRisk⁺ 模型和 KMV 模型。通过对这三种模型各自的特点进行对比分析,指出在我国目前条件下 KMV 模型将会有较好的应用前景。第三部分,应用 KMV 模型对我国 15 家上市公司股改前后的信用状况进行了实证分析,结果较为理想。最后文章探讨了我国在应用这些风险量化模型时所应具备的微观条件与宏观环境。

关键词: 商业银行 信用风险 风险量化

Abstract

Credit is the basis of modern market economy. The economic activity takes the contract as the foundation to engage in the production and the transaction more and more universally, guarantees orderly move of the economy. The bank credit, as the leading credit of the system, is the key aspect in the economy, so the credit risk is the most important risk in modern economy, and also becomes the most prominent, concentrated, and rigorous for a commercial bank.

The methods of credit risk researching in developed countries has changed from financial ratio grading to multi-variable and dynamic analysis based on capital market theory and computer information science, but in China most of banks evaluate credit risk by the methods which lack quantitative analysis. In addition, the banks in China ignore the credit risk of out-table asset and the evaluation of concentrative risk, and can't apply the integration skills of multi-technology to credit risk, the quantification of the credit risk has become the most challenging topic of risk researching area.

This thesis researches the theory and methods of credit risk quantification comprehensively and systematically, Based on an empirical model it draws that the KMV model can well explained the Chinese commercial bank's credit risk, and designs the factors indicator system of the quantitative model with the realities in China. An exploratory research was carried out on the credit risk quantification management, attempts to reduce the disparity in this research and application with the overseas.

The thesis mainly discusses the modern quantitative methods of credit risk. It firstly analyses the regulations in the old and new Bassel Agreement on the credit risk quantification of the international banking, discusses some

probable approaches of the credit risk quantification. Then the paper introduces the factors that make up the modern modes of credit risk quantification and the basic theory of measurement, discusses three most influential models worldwide—CreditMetrics, CreditRisk⁺ and KMV, based on those up-mentioned. After comparing their advantages and disadvantages respectively, the author draws the conclusion that KMV has better prospect under current situation in China. In the third part, KMV is applied to undertake credit analysis about the situations of 15 companies listed in the stock market before and after the stock-system reform and gets rather ideal result. The ending part discusses the Micro-and macro-environment of these models when applied in China.

Key Words: commercial bank credit risk risk quantification

关于学位论文独立完成和内容创新的声明

本人向河南大学提出硕士学位申请。本人郑重声明：所呈交的学位论文是本人在导师的指导下独立完成的，对所研究的课题有新的见解。据我所知，除文中特别加以说明、标注和致谢的地方外，论文中不包括其他人已经发表或撰写过的研究成果，也不包括其他人为获得任何教育、科研机构的学位或证书而使用过的材料。与我一同工作的同事对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位申请人（学位论文作者）签名：

董冉冉

2007年6月6日

关于学位论文著作权使用授权书

本人经河南大学审核批准授予硕士学位。作为学位论文的作者，本人完全了解并同意河南大学有关保留、使用学位论文的要求，即河南大学有权向国家图书馆、科研信息机构、数据收集机构和本校图书馆等提供学位论文（纸质文本和电子文本）以供公众检索、查阅。本人授权河南大学出于宣扬、展览学校学术发展和进行学术交流等目的，可以采取影印、缩印、扫描和拷贝等复制手段保存、汇编学位论文（纸质文本和电子文本）。

（涉及保密内容的学位论文在解密后适用本授权书）

学位获得者（学位论文作者）签名：

董冉冉

2007年6月6日

学位论文指导教师签名：

Laissu/E

前 言

一 选题背景

在现代市场经济活动中,风险是一种不以人们的意志为转移的客观经济现象。在这种经济体系中,存在着各种各样的诸如资金、技术、劳动力、信息等交易行为,这些交易活动经常以契约的形式来表现。各类契约关系的实现,客观上要求交易各方以其自身的信用来维持,因此,市场经济在内容上又体现为一种信用经济。在市场经济条件下,严守信用,确保各种契约关系的如期履行,是整个经济体系正常运行的基本前提。而作为经济活动重要组成部分的银行信用活动,由于其特殊性质,其风险性尤为重要。

从我国目前的实际情况来看,我国商业银行正在和将要面临的金融风险主要有信用风险、市场风险、操作风险、管理风险、竞争风险、体制性风险等。麦肯锡公司通过研究表明,以银行实际的风险资本配置为参考,信用风险占银行总体风险暴露的 60%,而市场风险和操作风险则仅各占 20%;2005 年 12 月,银监会主席刘明康在《财经》杂志年会上发表演讲时指出“信用风险是银行业面临的主要风险之一,也是转轨经济时期我国银行业面临的重大风险之一”;2005 年在京举行的“2005 中国金融风险管理国际研讨会”上,有不少报告者都提出“在目前面临的金融风险中,信用风险仍是我国商业银行所面临的重大风险,其中最主要的信用风险是信贷风险”。由此可见,信用风险严重威胁着我国商业银行的生存、发展乃至整个社会金融系统的安全,特别是国有商业银行的信用风险管理还会直接影响到整个经济社会的正常运行,影响到国家货币、财政政策的有效制定和执行。在这种情况下,如何有效防范信用风险是我国银行业面临的重大课题,而在信用风险的防范和管理中,信用风险的度量是最基础和首要的工作,其结果准确与否直接关系到其他工作的质量。本文通过对国内外评估方法的跟踪、比较、研究,发现国外信用风险分析方法已经从主观分析方法和财务

比率评分法转向以多变量、依赖于资本市场理论和计算机信息科学的动态计量分析的方法。而目前我国银行机构使用的信用风险评估方法缺乏定量分析,对于衍生工具、表外资产的信用风险以及信用集中风险的评估少之又少,更没有集多种技术于一体的动态量化的信用风险管理技术,信用风险的量化已成为今后若干年风险研究领域最具挑战性的课题。论文全面系统地研究了信用风险量化的理论和方法,试图通过这项研究对国内在信用风险量化管理研究方面提供一些参考,促使我国商业银行在该项研究与应用领域缩短与国外的差距。

二 国内外研究现状

由银行信贷工作人员以日常的工作经验而逐渐形成的专家分析法,以借款人基本特征所反映出的各种信息为基础,依赖专家的主观判断来估算借款人的信贷风险。常用如信贷 5C 法,即商业银行根据贷款部门主管(专家)对借款企业的资信品格(Character)、资本实力(Capital)、还款能力(Capacity)、贷款抵押品价值(Collateral)以及当时所处的经济环境(Conditions)等因素考察评分,并通过专家的主观判断给予各个考察因素不同的权重,综合得出一个分值,以此作为信贷决策的依据。但由于该类方法面临着一致性和主观性两个重大挑战,近年来金融机构已经逐渐放弃纯粹定性分析的专家分析法,在此类方法中加入越来越多的客观定量分析。Altman(1968)开发出 5 变量 Z-score 判别模型,并在 1977 年改进为至今仍普遍使用的 7 变量 Zeta 模型,开创了财务比率分析法的先河。该方法从若干表明评价对象特征的财务比率中筛选出能提供较多信息的变量建立判别函数,推导出错判率最小的判别模型,然后对研究对象所属类别进行判断;Scott(1981)对以往学者的实证结果进行比较,认为在多元模型中 Zeta 模型最优。但由于该模型无法处理非线性情况,而且变量的选取没有理论基础,可能导致选择偏差从而对分类能力造成影响。Martin(1977)首次用 Logit

和多元判别分析方法预测银行破产,发现两种方法的判别能力极为接近; West(1985)使用 Logit 模型分析金融机构得出每一个机构的违约概率; Lawrence (1992)以 Logit 模型预测家庭汽车贷款的违约概率。尽管以财务数据为基础的多元信用评分模型已经得到广泛应用,但这些研究都只是基于经验的拟合,缺乏严密的理论基础。Dutta 和 Shekhar (1988)第一个应用神经网络于债券信用评级,研究不同数目的自变量及网络构架对等级分辨能力的影响,其预测准确率为 76%至 82%之间,自此神经网络成为研究信贷风险的主要方法之一; Altman(1994)利用神经网络对某公司进行了失败预测,与多元判别分析模型相比效果较好; Trippi 和 Turban (1996)探讨了神经网络在消费信贷、家庭抵押等方面的应用。然而神经网络由于其特殊的理论基础以及用数据挖掘的方法确认解释变量之间隐含的相关关系与事实的背离,遭到学者的普遍质疑,但其作为一门崭新的信息处理科学方法仍然吸引着众多领域的研究者。1997 年 JP 摩根公司和一些合作机构推出 CreditMetrics 模型,它对贷款和债券在给定时间单位内未来价值的变化分布进行估计,并通过在险价值(VaR)来衡量风险。但该模型无法解决连续的违约率变化与离散的信用等级之间的矛盾关系造成对同一等级公司的违约率的高估或低估,影响模型的准确性。基于期权理论的 KMV 模型已经在世界许多国家开始商业应用, KMV 模型的理论基础是 Black-Scholes(1973)、Merton(1974)以及 Hull 和 White(1995)的期权定价模型。该模型认为企业违约概率主要决定于企业资产市场价值、负债账面价值和资产市场价值波动率。当企业资产未来市场价值低于企业所需清偿的负债面值时,企业将会发生违约,由此计算出期望违约频率 EDF(Expected Default Frequency)就是企业未来某一特定时期的违约概率。由于 KMV 模型中既有财务数据,又有市场交易信息,因此能全面反映上市公司的信用状况。另外,由于上市公司股票价格每日更新,此类模型可以及时提供与公司实际情况符合的较好的信用风险指标,特别适合评价上市公司信用风险;1997 年推出的信用风

险附加法(CreditRisk^{*})运用了保险精算方法,只考虑债务人对债券或贷款是否违约,并假定这种违约服从泊松分布,与公司的资本结构无关,在风险期末,以风险价值法来估计组合损失以及所需的经济资本。但该模型对于单项债务人违约率设定的随意性以及贷款风险暴露的近似分组是该模型的最薄弱之处。

国内对商业银行信用风险的研究长期以来是以定性分析为主,主要停留在对企业提供的经济报表中各种财务比率分析的基础上,定量研究工作尚处于起步阶段。宋秋萍(2000)直接采用美国 Altman 的 Z-score 模型对中国 6 家公司进行了预测分析,认为两国会计准则有一定的差距,用美国公司财务数据建立的模型并不适用于对中国公司的预测,从国内企业财务数据中提炼出特征指标建立判别函数更为务实。张玲(2000)采用我国 120 家上市公司的财务数据,通过判别分析过程,从 11 个特征财务比率变量中推导出一个只有 4 个变量的判别分析模型。陈晓、陈治鸿(2000)运用 Logit 模型对上市公司进行了一次性的预测,判别准确率达 86.5%。吴世农、卢贤义(2001)运用线性判别分析、多元线性回归分析和 Logistic 回归分析三种方法分别建立了三种财务困境预测模型,结果显示在财务困境发生前 4 年的误判率在 28%以内,具有较好的预测能力。李云杰、王嘉诚、杨保安、王春峰等对神经网络技术在经济预测和信用风险评估中的应用进行了探讨,多数研究结果表明神经网络优于传统的统计方法。杨星(2004)应用 KMV 模型研究发现上市公司股票价格波动与 EDF 明显相关,EDF 与公司信用资产质量变化相吻合。

通过对国内近二十年的文献检索结果来看,大部分的著作和论文起到了积极引入国外信用风险量化度量模型和方法的作用,但很少将这些模型和方法运用于我国现实的信用风险评价之中。当然也有一部分实证工作,但由于信贷风险基础数据等研究条件的欠缺,即使是实证研究也只是很少的一部分。其主要原因在于我国目前尚不具备建立和运用各类风险度量模

型的客观条件（包括信用评级制度、有关信用的各种历史数据的搜集、银行信息披露的充分性等），这也正是本文研究工作所处环境的特点。本文通过对 KMV 模型的实证分析得出该模型能较好的反映我国商业银行信用状况的结论，并设计了符合我国实际的信用风险计量模型的因素指标体系，期望给我国商业银行在目前客观环境下使用信用风险量化模型提供实际操作性参考价值。

三 研究拟进行的创新点

1、数据处理方法的创新。在实证过程中，引入了资本公积杠杆对上市公司股改前非流通股进行处理，解决了股改前运用KMV模型全流通股假设的问题，同时使得实证更加精确。

2、设计了构成我国信用风险量化模型的因素指标体系。当这些模型在我国现阶段应用具有较大局限性的情况下，针对我国信用风险量化研究成果的现状和风险量化所具备的客观条件，提出了符合我国客观实际的模型构成因素。

第 1 部分 商业银行信用风险评述

1.1 商业银行信用风险的概念与特征

1.1.1 信用风险的概念

传统意义上的信用风险通常被定义为交易对手不能正常履行合约而造成损失的风险，具体表现为借款人不能按期还本付息的风险，因而又被称为违约风险。根据这一传统定义，只有当违约实际发生时，风险才转化为损失，这在实践中表现为银行只有在借款人违约事实发生后才在资产负债表上将贷款资产注销，计为损失。而在此之前，银行一直按贷款的账面价值持有该项资产，银行资产的价值与贷款人还款的能力和可能性无关。

然而随着现代风险环境的变化和风险管理技术的发展，尤其是以纯粹信用为标的的产品和市场的出现，如信用衍生产品，对信用风险的传统定义已经不能充分反映现代信用风险及其管理的性质和特点。这是因为传统的信用风险主要来自于商业银行的贷款业务，而贷款的流动性差，缺乏如同一般有价证券那样活跃的二级市场，因而银行对贷款资产的价值通常按历史成本而不是按盯市的方法衡量，只有当违约实际发生后才在其资产负债表上进行相应的调整，而从当今组合投资的角度出发，投资者的投资组合不仅会因为交易对手（包括贷款人，债券发行者和其他交易合约的交易对手等）的直接违约而发生损失，而且交易对手违约可能性的变化也会给资产组合带来损失。一方面，一些影响交易对手信用水平事件的发生，如信用等级降低、盈利下降、投资失败等，会导致其发行的债券或股票价格下跌，从而给投资者带来损失；另一方面，现代资产估价和风险衡量技术的发展也使得贷款等流动性差的金融产品的价值能得到更及时和恰当的衡量，例如在信用衍生产品交易市场上，这种纯粹信用产品的市场价格是采取盯市的方法，使得贷款人资产的价值随时因借款人的还款能力和信用状

况改变而改变，而不仅仅在违约发生时刻。因此现代意义的信用风险应包括有交易对手直接违约和交易对手违约可能性变化而给投资组合造成损失的风险，可被称为履约能力风险或违约可能性风险。在现代信用风险的定义中，债务人到期能否偿还债务只是从时间的角度来判断是否违约的一种标准，同时它也是违约行为的最终表现形式。如果将违约视为一个渐进的过程，那么在合约期间，债务人信用等级的变化和履约能力的变化都与违约存在很大的相关性，而且它们会导致债务的市场价值发生变化，从而引起损失发生的可能性。

从信用风险的概念来看，现代商业银行的信用风险至少应包括三方面的涵义：一是商业银行贷款中的信用风险，即所谓的信贷风险，由于存贷款业务目前仍是我国商业银行的主营业务，所以信贷风险是商业银行信用风险的主要形式。随着各种证券不断的被加入到投资组合中来，商业银行信用风险还包括商业银行进行证券投资，由于证券发行人不能按期还本付息而使商业银行遭受损失的可能性，这种风险是现代商业银行信用风险的第二层涵义，第三层意义上的信用风险是商业银行自身的信用风险，也称为流动性风险，它对整个金融体系的健康和稳定发展产生直接地影响。本文主要研究第一层涵义上的信用风险即信贷风险。

1.1.2 信用风险的特征

信用风险主要有以下几个主要特征：

1、道德风险是形成信用风险的主要因素。由于贷款等信用交易存在明显的信息不对称现象：借款人掌握更多的交易信息处于有利地位，放款人所拥有的信息较少处于不利地位，从而产生道德风险的问题。在信贷市场上通常表现为银行发放贷款后，很难对借款人在借款后的行为进行监管，因此借款人可能从事较高风险的投资行为，将银行置于承受高信用风险的境地。

2、信用风险概率分布的厚尾（fat tail）现象。对于市场风险而言，

市场价格的波动（以及由此带来的投资损益）以其期望值为中心，主要集中于相近两侧，偏离期望值的可能性比较小，尽管严格说来现实中可能存在厚尾现象，但这种钟形的正态分布假设在许多情况下反映了市场风险的基本特征，因此我们可以基本认为市场风险服从正态分布。而信用风险的分布却与此不同，其收益和损失严重不对称，特别是对于无抵押贷款，其风险特征是在贷款安全收回的情况下获取正常的利息收益，一旦风险转化为实际损失，这种损失比利息收益要大的多，但通常其发生的概率比较小。这种收益和损失不对称的风险特征使风险的概率分布向左倾斜，在左侧呈现厚尾特征，如图 1.1。信用风险的这种厚尾现象为信用风险的分析与管理增加了难度。

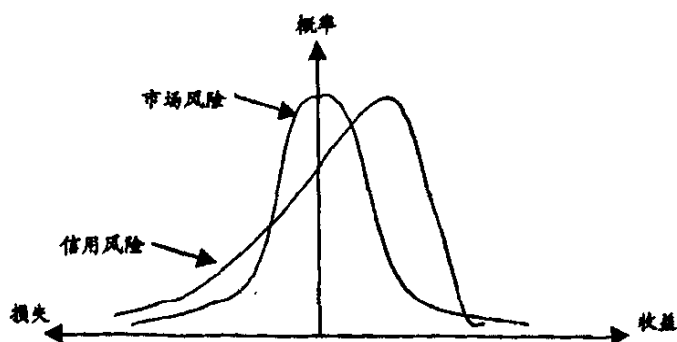


图 1.1 信用风险的概率分布特征

3、信用风险具有非系统性风险特征。尽管借款人的还款能力会受到某些系统性因素如经济危机等的影响，但大多数情况下信用风险取决于与借款人明确联系的非系统性因素，如借款人风险偏好，借款人的财物情况，以及借款人的经营管理能力等。信用风险的这种非系统性风险特征决定了多样化投资分散风险的风险管理原则更适用于信用风险管理。

4、信用风险量化缺乏数据基础。由于贷款等信用产品的流动性差，缺乏二级交易市场，而有效畅通的二级市场通常可为风险的量化提供大量数据；同时贷款的持有期限一般较长，即便到期出现违约，其频率远比市场

风险的观测数据小；再加上信息不对称原因，直接观察信用风险的变动尤其困难。以上种种原因造成信用风险的观察数据少且不易获取，造成使用 VaR 模型来衡量信用风险比衡量市场风险困难的多。

1.2 我国商业银行信用风险现状和度量方法

由于我国债券市场不发达，债券占商业银行金融资产的比例很低，所以贷款成为商业银行资产的主要形式，因此目前我国商业银行的信用风险主要集中在信贷风险上。

自 2000 年以来，随着 GDP 的持续高速增长，商业银行的资产规模快速扩张，各家商业银行存贷款规模的增长速度都明显加快，经营利润也有不同程度的增加，中国银行业进入了一个快速扩张时期。国民经济的快速增长一方面增加了商业银行拓展业务、扩张规模、增加利润的机会，为商业银行提供了快速发展的舞台；另一方面，由于我国资本市场的发展相对滞后，企业的融资模式以间接融资为主，股票和债券在企业融资结构中所占的比例很小，从而使得经济快速增长中产生的风险有相当一部分积累在了商业银行。一旦经济增长出现波动，银行在先前贷款快速增长时积累的信用风险就将逐步显现出来，部分快速增长时期发放的贷款可能转化为不良贷款，从而使新增不良贷款比率出现反弹。另外，近年来各家商业银行都增加了不良资产的处置力度，且收效明显（2003 年全国银行业不良贷款余额为 2.44 万亿元、2004 年为 1.72 万亿元、2005 年为 1.31 万亿元、2006 年为 1.25 万亿元），但由于资产处置是按由易到难的顺序进行，估计剩余不良资产的处置难度将加大，原有不良资产总额的下降速度可能会减慢。

从商业银行的借款主体——企业的角度来看，我国企业的整体信用状况显然还与美国等发达国家相距很远，信用经济在我国还没有很好的发挥作用，信用制度和信用文化都很不成熟，这不但限制了企业的竞争力，而且限制了商业银行作为信用中介作用的充分发挥，银行在发放贷款前要投

入大量财力对企业的信用进行调查评估，增加了贷款成本，同时银行的诉讼成本、拍卖费、评估费等处置资产的成本也大量增加，加上贷款的流动性差，融资成本、业务成本等负债来源和收回资本成本也增加了很多。因此，从整体看我国商业银行目前信用风险状况不容乐观。

1.2.1 我国商业银行信用风险量化现状

尽管目前我国商业银行的信用风险管理已经突破了仅凭主观判断的管理模式，走上了数量化实证管理的轨道，但由于受信息、数据、技术等各方面条件的约束，对于信用风险的度量我国商业银行仍处于比率分析阶段，一直沿用的信用风险量化方法是信贷资产风险度方法，即对贷款资产进行分类，然后根据每一类资产的余额来估计贷款资产风险的大小，从而确定该笔贷款的贷与不贷。总的来说，一笔贷款的风险取决于贷款方式、贷款对象和贷款形态，各种因素对贷款风险的影响程度用各自的系数来表示，即贷款方式系数代表贷款方式对贷款风险的影响程度，企业信用系数代表贷款对象对贷款风险的影响程度，贷款的形态系数代表贷款形态变化对贷款风险的影响程度，贷款风险度的计算公式如下：

(1) 审批单笔贷款时：贷款风险度=信用系数×方式系数

(2) 检查单笔贷款时：贷款资产风险度=形态系数×贷款风险度

(3) 考核分支行或信贷员所辖贷款总量时：贷款风险度= Σ 贷款加权风险权重额/ Σ 贷款余额

由上可以看出，信用评级和贷款分类是直接制约我国商业银行信用风险量化准确度与可信度的两个重要因素，而目前我国商业银行在信用风险量化过程中仍然处于信用评级和贷款分类这一量化风险的前期准备阶段，还未实现真正意义上的风险量化。但是有效的信用评级和贷款分类为量化信用风险做好了充分准备，从国际银行业的量化实践以及新巴塞尔协议的规定中可以看出，信用评级背后实质上隐藏的是贷款的违约概率，而贷款风险分类信息背后隐藏的是贷款的损失率和清偿率。因此有必要对我国的

贷款五级分类制度和信用评级情况进行分析。

1.2.2 贷款五级分类制度

我国在 2002 年前普遍推行的是贷款四级分类制度，即正常、逾期、呆滞、呆账，后三者被归为不良贷款，即常说的“一逾两呆”。四级分类制度对不良资产的界定更多地依据于还款期限，这并不能适应经济发展的需求以及现代银行业的经营理念。从 2004 年起，国有独资商业银行、股份制商业银行两类银行奉行国际标准，取消贷款四级分类制度，全面推行贷款五级分类制度，2006 年内银监会决定全面推进农村信用社贷款五级分类工作，现在农信社是最后一个需要攻克的“堡垒”。

我国贷款五级分类中对每一类别贷款的定义如下：

正常：借款人能够履行合同，没有足够理由怀疑贷款本息不能按时足额偿还。

关注：尽管借款人目前有能力偿还贷款本息，但存在一些可能对偿还产生不利影响的因素。

次级：借款人的还款能力出现明显问题，完全依靠其正常营业收入无法足额偿还贷款本息，即使执行担保，也可能会造成一定损失。

可疑：借款人无法足额偿还贷款本息，即使执行担保，也肯定要造成较大损失。

损失：在采取所有可能的措施或一切必要的法律程序之后，本息仍然无法收回，或只能收回极少部分。

信贷评级分类法能够依据借款人的还款能力，即最终偿还贷款本金和利息的实际能力，确定贷款遭受损失的风险程度。它是建立在动态监测的基础上，通过对借款人的现金流量、财务实力等因素的连续监测和分析，判断贷款的实际损失程度，并且更科学、合理地提取足额的准备金，更真实地反映出贷款的风险程度和贷款内在的质量，但其在实际运用中也存在一系列不足之处。

首先，过度依赖主观判断，在依赖主观判断的贷款分类体系中，同类贷款的分类结果基本上正确，但是不同类贷款之间的界线比较模糊，分类结果难以保持一致。其次，重在贷款事后检查，如对借款人的合同执行情况、项目的进展情况和经营情况进行跟踪调查，提醒借款人及时筹备资金按时还本付息等，但是对资产质量恶化早期预警发挥不了作用，商业银行也难以利用贷款评级分类法决定是否发放贷款、贷款限额有多大、贷款的利率水平及对抵质押、担保的要求等。最后，利用贷款评级分类法计提的贷款准备金难以全面覆盖银行的信用风险，特别是在我国五级分类在很大程度上涵盖的仅是贷款余额，而对于部分未提取的贷款以及表外或有负债项目的信用风险缺乏明确的规定。

1.2.3 我国商业银行信用评级现状

信用评级包括外部和内部的信用评级。外部信用评级主要是指一些评级机构组织专业力量搜集、整理、分析并提供各种经济实体的财务及资信状况，储备企业或个人资信方面的信息，自 20 世纪初美国穆迪公司建立了世界上第一家资信评级机构以来，信用评级行业经过百年来的发展，在揭示和防范信用风险、降低交易成本以及协助政府进行金融监管等方面发挥了重要的作用。10 余年来，我国信用评级机构为我国经济发展做出了很大贡献，但由于发展时间短、信用环境差等原因，在我国目前 50 家左右的评级机构中，大部分评级机构规模小且单一，市场缺乏成熟、有权威以及有广泛影响力的评级品牌。

内部评级法，简称 IRB 法，是指银行依靠自身的数据基础，对交易或金融业务中的风险水平进行精确计量和等级划分，并以此作为风险决策的参考依据。内部评级法由三个关键因素构成，分别是风险构成要素、风险权重函数和最低资本要求。由于参数选择、计算公式及授信期限等因素上的差异，内部评级法可分为初级法和高级法。我国商业银行的信用风险内部评级普遍采用“打分法”，即通过选取一定的财务指标和其它定性指标，

并通过专家判断或其它方法设定每一指标的权重，由评级人员根据事先确定的打分表对每一个指标分别打分，然后再根据总分确定其对应的信用级别。这一方法简便易行，可操作性强，但和专家系统法类似，同样存在指标、权重确定的主观性以及依赖于对过去数据的分析等缺点。总体上说，我国商业银行全面推行客户评级的时间不长，一般只有三、五年时间，最长的也只有十二、三年左右，开展贷款评级的商业银行为数更少，因此与国外商业银行内部评级进行比较，在评级技术、数据基础、以及评级结果的运用方面都存在着较大的差距。

第2部分 现代信用风险量化模型分析

2.1 风险量化的巴塞尔资本协议规范

防范和化解金融风险是银行业永恒的主题。随着世界经济一体化程度的不断加深，金融国际化趋势的不断加强，世界性的金融动荡频频发生，巴塞尔资本协议正是为了控制跨国银行脱离资本能力经营，保证银行抵御风险能力，并为银行业创造一个公平竞争的环境应运而生的。自1975年第一个巴塞尔资本协议诞生以来，该协议已逐步得到国际银行业认可和接受，成为国际银行业的资本“公约”，并为国际金融业的稳定做出了应有的贡献。

2.1.1 1988年《巴塞尔协议》中关于信用风险量化的有关规定

由于80年代初受债务危机的影响，银行格外关注对信用风险的防范与管理，1988年的《巴塞尔协议》即对银行的资本比率、资本结构、各类资产的风险权数等方面作了统一规定。该协议对银行信用风险的量化是通过按资产的不同风险给出不同的风险权重，然后再以加权的形式计算银行风险资产的方法实现的。在《巴塞尔协议》文件中的第二部分——关于风险加权值中，巴塞尔委员会对不同资产的风险权数作了具体规定。如表2.1所示：

表2.1：《巴塞尔协议》对于不同资产风险权重的规定

风险加权系数	加权资产
0	现金、对本国中央银行的债权、由其它OECD国家（或中央银行）主权担保的债权等
20%	由多国发展银行担保的债权、由OECD国家的金融机构提供担保的债权、由OECD国家的公共部门、非OECD国家中央银行、银行担保不超过一年的债权、在途现金等
50%	由完全资产抵押担保的房地产或者个人零售贷款等
100%	其它（如对非OECD银行、国家的超过一年的债权等）

资料来源：巴塞尔银行监管委员会文献汇编

《巴塞尔协议》通过制定银行的资本与风险资本的比率，促使其加强信用风险管理，有效地遏制了与债务危机有关的国际风险，促进了国际银行体系的稳定发展与平等竞争。该协议在信用风险量化上存在的主要问题是：对风险的划分过于粗线条，对于国家信用的风险权重的处理比较简单化，如对于OECD（经济合作与发展组织）国家和非OECD国家的风险权重的确定；同时，从具体的风险资产的计算来看，巴塞尔协议也没有考虑同类资产不同信用等级的差异，从而不能十分准确的反映银行资产面临的真实风险状况。

2.1.2 《巴塞尔新资本协议》对信用风险量化的有关规定

正是由于1988年的巴塞尔协议在实际应用中日益显现出来的局限性，巴塞尔委员会一直着手对其进行修订。2001年1月16日，巴塞尔银行监管委员会发布了新的资本协议的征求意见稿，这份新的资本协议框架是以1999年6月该委员会提出的新的资本协议框架为基础修订的，它比较全面地阐述了即将在全球银行业推行的新的资本充足协议的基本原则。该方案于2004年6月26日由十国集团的央行行长们一致通过正式推出，全面取代1988年的巴塞尔协议。

1、计量信用风险的标准法

新资本协议中提出的标准法实质是1988年巴塞尔协议信用风险计算方法的延续。二者都是在根据监管标准或外部评估机构的评估，将银行借款人分为五类风险权重，分别为0%，20%，50%，100%，150%，然后在此权重下，计算银行的风险加权资产并计算出最低资本要求，最终反映出银行的信用风险。新协议对于银行的资产，按其是否有外部评级，以及外部评级机构对资产的评级结果给予一定的风险加权比，以弥补原协议在风险资产权重规定上的不足。标准法对各交易对手的各种风险，如主权风险、银行风险和公司风险都是在外部信用评级机构评级的基础上确定风险权重，如表2.2所示：

表 2.2: 《巴塞尔协议》标准法的规定

评级对象	对应要求风险加权比率 (%)					
	AAA到 AA-	A+到 A-	BBB+到 BBB-	BB+到 B-	低于 B-	未评级
主权评级	0	20	50	100	150	100
银行和证券 机构方法1	20	50	100	100	150	100
银行和证券 机构方法2	20	50	50	100	150	50 (长期)
	20	20	20	50	150	20 (短期)
其它公司 (包 括保险公司)	AAA-到 AA-	A+到 A-	BBB+到 BB-	低于 BB-	未评级	
	20	50	100	150	100	

资料来源：巴塞尔银行监管委员会文献汇编

在标准法中，外部评级占据核心地位，对于广大发展中国家来说，有国际承认的外部评级的企业数目很少，即使是在发达国家，有评级的企业也是资产规模较大、风险相对较小的企业，因此使用国际上的外部评级作为基准的标准法存在一定困难，而对中小银行而言，新协议提出的标准法仍然过于复杂且成本太高；同时，由于标准法使用的风险权重是五个离散的风险档，虽然表面上进行了量化，实际上也只是一种分类和排序，并不能真正反映信用风险的大小和信贷质量的全貌。因此新协议又制定了内部评级法（IRB），用于敞口相关的违约概率、特定违约损失和期限推导出一组能真正反映信用风险的风险权重，并通过使用风险权重的连续函数代替两种方法下的五个离散的风险档，最终实现量化风险的目的。

2、计量信用风险的内部评级法

除了公布的标准法之外，新巴塞尔协议更支持银行使用内部评级法测度信用风险，内部评级法实质上是新协议的核心，它继承了1996年计量市场风险的创新之处，即允许使用自己的内部评级模型计量信用风险。内部评级方法分为初级法和高级法，其主要区别在于初级法中风险构成因素由监管机构

确定，而在高级法中允许采用银行内部评级系统的结果进行计算。

银行对信用风险内部测量的基本做法是：内部评级方法风险权重是由三个指标即违约概率、违约损失、违约敞口的函数确定的，这个函数将三个指标转化成监管风险权重，将这三个风险因素组合在一起就可以衡量其内在的经济损失。巴塞尔协议建议：首先，根据与借贷者和交易对手过去交易记录的分析，对借贷者、交易对手的违约情况进行评定，并给予相应的评级。其次，银行对内部评级的每一等级估计违约概率，违约概率的测算可以采用多种数学模型计算。同时，度量债务人违约后损失有多大，即特定违约损失，用占敞口的百分比表示。银行的可能损失源自于借款人出现违约时，银行向借款人风险暴露的数量，一般称作风险暴露值或违约敞口。

新协议允许银行实行内部评级方法，使新的监管规则有一定的灵活性，有利于吸收现代大型银行管理风险的各种先进经验，与1988年的政策框架相比，新协议定量计算更为精细，实质是模型化的计量方法，建立在历史数据库基础上，应用统计分析模型直接生成系统参数，可准确计量出具有统计学意义的违约概率、违约损失率、风险暴露和预期损失等关键指标。我们会在下面对这些计量指标作分别研究。

2.2 信用风险量化模型的构成因素及计量原理

由于传统信用风险分析技术和方法以定性分析为基础，存在自身难以克服的缺陷，其对现代信用风险管理适用性较差，因此一些新的现代化的信用风险量化方法得到发展，它们的基本特征就是将数学、概率统计知识和计算机技术等知识应用到信用风险度量和管理模型中来，并取得了较好的效果，其中以JP摩根银行开发的CreditMetrics模型、瑞士银行金融产品部（CSFP）开发的CreditRisk⁺模型以及KMV公司开发的KMV模型影响最为深远。现代信用风险计量理论和新巴塞尔协议都是从信用风险的构成要素来研究信用风险的，即违约概率PD(Probability of Default)、违约损失率LGD(Loss Given

Default) 和信用风险暴露 (Credit Exposure)。这三个因素都是随机变量, 都具有一定的动态特性, 下面作专门的分析。

2.2.1 违约概率

违约概率 (PD) 是商业银行信用风险量化的基础, 是计算监管资本乃至整个银行绩效考核的前提。违约概率顾名思义即违约发生的频率, 通常情况下, 违约概率不能直接计量, 而是利用违约行为出现的历史数据统计得来, 在此我们区分狭义的违约模式 DM (Default Model) 和广义的盯市模式 MTM (Mark-To-Market Model)。巴塞尔新资本协议指出: 对客户违约概率的估算须反应长期的平均水平, 从这个角度上来看, 对建模样本数据的时间长度也提出了要求: 数据源的历史观察期一般为五年以上。在估计违约概率的技术上, 新资本协议要求必须使用相关信息和适当地考虑长期经验的技术, 并给出三种具体技术: 内部违约经验、映射外部数据和统计违约模型, 并对这三种方法给出了一些指导性意见。

内部违约经验方法主要依靠银行内部一些专家的经验判断, 这种方法在目前中国银行业缺乏有效客户数据的情况下可操作性强, 但准确与否取决于这些专家的经验水平, 具有较大的主观性。映射外部数据方法依赖于评级机构对企业客观、有效的信用评级, 我们可以从表 2.3 和图 2.1 穆迪公司公布的信用等级和年违约率的对照看出二者之间的关系:

表 2.3 信用等级和年违约率的对照关系

信用等级	年违约率(%)
Aaa	0.02
Aa	0.04
A	0.08
Baa	0.20
Ba	1.80
B	8.30

资料来源: 穆迪公司

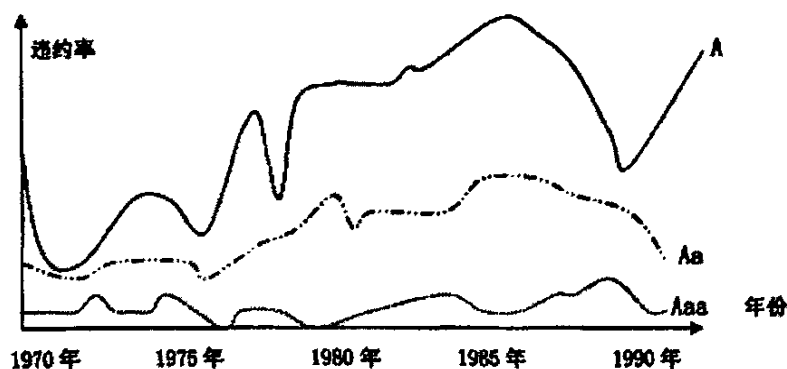


图 2.1 不同的信用等级对应的违约率

资料来源：穆迪公司

第三种技术，由于统计违约模型是以银行内部的数据为基础建立起来的（如 KMV 模型中计算违约率的方法），所以模型结果能反映出银行违约概率大小的真实情况，准确性更高，但统计模型要求银行有一定的数据积累，并且由于宏观经济环境的变化，银行的客户池是一个动态池：一方面每年都有新的客户进入和原有的客户退出客户池，另一方面原有客户可能在违约和非违约之间转换，这要求银行必须周期性校验统计违约模型，确保模型结果的正确性。

2.2.2 违约损失率

违约损失率（LGD）通常被定义为交易对手一旦违约可能造成的损失程度，债权人因此遭受的违约损失通常包括以下三个方面：(1)本金的损失；(2)不良债务的持有成本，如贷款的利息收入(或债券的投资收益)损失；(3)执行清收活动所需的费用，如贷款清收费用、法律诉讼费用以及抵押资产的处置费用等。但实际上细节问题远比这一简单的定义复杂，很多符合定义的违约事件可能不会导致违约的发生：例如某公司逾期 90 天偿付，但接下来正常偿付，尽管其实际清偿率是 100%，但按定义该事件将被记录为违约。如果忽视这一情况，银行将会低估 LGD，从而产生过于悲观的 LGD 的

估计。其值在理论研究和实务工作中通常采用 1 - 回收率(Recovery Rate 简称 RR) 来表示。RR 是指在发生债务违约后, 债权人回收的价值与债务实际价值的比率, 可用 $RR = \text{回收价值} / \text{债务面值}$ 或 $RR = \text{回收价值} / \text{未来现金流量现值}$ 计算得出。

2.2.3 信用风险暴露

信用风险暴露 (Credit Exposure) 是指有多少资产暴露在风险之下, 一旦出现违约这些资产的价值将会受到影响, 此处所讨论的风险暴露是在不考虑回收率的情况下, 即出现违约行为时的总受险额。由于违约是出现在未来某个不确定的日期, 所以信用风险暴露也用未来值表述。在 DM 方式下, 信贷资产的将来值等于其现值, 即账面价值; 在 MTM 方式下, 信贷资产的将来值是通过将合同的现金流进行贴现求得。这样就把不同期限的信贷资产转化成了当期的信贷资产, 使他们处于同一个可比的层面上。下面我们以一种 BBB 级 5 年期债券为例来讨论资产价值的计算, 同时这也是稍后要涉及到的 CreditMetrics 模型基本算法的重要步骤。在本例中我们使用的是标准普尔公司的评级系统, 并且假设期限为一年。运算中我们假设某年购入面值为 100 美元的债券, 票面利率为 5%, 则在未来的四年末我们可以分别获得 5 美元、5 美元、5 美元和 105 美元的现金收入, 具体步骤如下:

首先, 由于债券在年末的价值取决于未来的现金流量折现值, 不同信用等级债券未来的现金流量贴现率可以直接从该等级债券由无风险套利模型推导出来的未来零利率收益曲线上获得。我们可查阅 JP 摩根银行 5 年期债券未来 4 年的零利率收益表如表 2.4:

表 2.4 未来四年零利率收益表 (%)

年末信用评级	1 年	2 年	3 年	4 年
AAA	3.60	4.17	4.73	5.12
AA	3.65	4.22	4.78	5.17
A	3.72	4.32	4.93	5.32
BBB	4.10	4.67	5.25	5.63
BB	5.55	6.02	6.78	7.27
B	6.05	7.02	8.03	8.52
CCC	15.05	15.02	14.03	13.52

资料来源：CreditMetrics-Technical Document, JP Morgan, April 2, 1997

其次,利用表 2.5 的标准普尔公司公布的信用等级转移矩阵我们可以得到债券年末资产质量变化的所有 8 种状态,即债券的信用等级仍然为 BBB,或者上升为 A、AA、AAA 又或者下降为 BB、B、CCC 甚至违约,并且找出每种可能状态对应的违约概率。

表 2.5 信用等级转移矩阵

年初信用等级	年底时信用评级转换概率 (%)							
	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	违约
AAA	90.18	8.33	0.68	0.06	0.12	0	0	0
AA	0.70	90.65	7.79	0.64	0.06	0.14	0.02	0
A	0.09	2.27	91.05	5.52	0.74	0.26	0.01	0.06
BBB	0.02	0.33	5.95	86.93	5.36	1.17	0.12	0.18
BB	0.03	0.14	0.67	7.73	80.53	8.84	1.00	1.06
B	0	0.11	0.24	0.43	6.48	83.46	4.07	5.20
CCC	0.22	0	0.22	1.30	2.38	11.24	64.86	19.79

资料来源:Introduction to CreditMetrics, JP Morgan, 1997

则债券在年末信用等级上升为 A 的贴现价值为:

债券的贴现=

$$6 + \frac{6}{(1+3.72\%)} + \frac{6}{(1+4.32\%)^2} + \frac{6}{(1+4.93\%)^3} + \frac{106}{(1+5.32\%)^4} = 108.66 \text{ 美元}$$

同理，根据上述的方法我们可以计算出原 BBB 级债券迁移到其他的信用等级年末价值，运算结果见表 2.6：

表 2.6 原 BBB 级债券年末价值分布

年末信用评级	年末债券价值（每 100 美元）	概率（%）
AAA	109.37	0.02
AA	109.19	0.33
A	108.66	5.95
BBB	107.55	86.93
BB	102.02	5.30
B	98.10	1.17
CCC	83.64	0.12
违约	51.13	0.18

由上表我们可以计算出原 BBB 级债券的加权平均值 m ：

$$m = 0.02\% \times 109.37 + 0.33\% \times 109.19 + \dots + 0.18\% \times 51.13 = 107.09 \text{ 美元}$$

这个年末平均价值我们可以作为 MTM 模式下的信用风险计量中的信用风险暴露的数值。但这里考虑的只是单一金融资产的信用风险暴露的算法，如果遇到金融资产组合还要讨论不同资产之间相关程度的问题，情况会更加复杂。

2.2.4 信用风险模型计量原理

综上，在给定的时间区间和置信水平之下，假设违约概率、违约损失率和信用风险暴露是相互独立的，我们可以由这三个计量构成因素的具体分布，通过合成得到信用损失的分布。

用公式表示为：信用损失=信用暴露×违约概率×违约损失率

2.3 现代信用风险量化模型

2.3.1 CreditMetrics 模型

1997年4月初,美国JP摩根财团与其他几个国际银行——德意志摩根银行、美国银行等共同研究,推出了世界上第一个评估信用风险的量化度量模型——CreditMetrics模型。该模型对贷款和债券在给定的时间单位内未来价值的变化分布进行估计,并通过在险价值(VaR)来衡量风险,是一种基于MTM模式下的信用转移分析模型,它对任一债券或贷款组合的价值建立了完全分布模型,并且其价值的变化只与其信用转移有关。在CreditMetrics模型中,价值变化与债务人信用质量的最终转移相联系,这种转移既包括升级也包括降级和违约。该模型的准确性依赖于两个关键的假设:(1)处于同一等级的所有公司具有相同的违约率;(2)实际违约率等于历史平均违约率。这两个假设也运用于其他的转移概率。换言之,信用等级变化和信用质量变化是同义的,且信用等级和违约率也是同义的,即当违约率调整时,等级也变化,反之亦然。

该模型具体计算步骤为:在一定的条件限制下,首先,确定一个信用转移矩阵。CreditMetrics认为除了违约外,信用等级的变化也会引起信用资产潜在市场价值的变化,因此,除了估算违约概率外,还必须评估各种初始信用等级的债券发行者的信用变化状况,这就构成了信用转移矩阵。第二步,确定远期折现率和违约损失率。远期折现率等于无风险利率加特定信用级别的信用价差,而违约损失率则是指债券发行者违约时,债务人回收的部分占债券面值的百分比,根据得出的参数估算债券在信用风险期末的远期价值(风险敞口)。在违约情况下,资产价值即为债券面值与违约回收率的积;在非违约情况下,则按照相应的远期折现率对债券信用风险期外的所有现金流进行折现得出所有可能状态下的债券价值。第三步,将第一步得出的概率与第二步得出的信用风险期末的资产价值相结合,就得出了信贷资产价值的远期概率分布。至此,我们可以利用VaR方法算出其信用在险值。当贷款中有

多笔贷款时,除了要考虑各个借款人信用等级变化之外,还要考虑各笔贷款及其信用等级变化之间的相关性,将单项信贷产品的波动率汇总得出一个信贷组合的波动率,由组合波动率计算组合损失VaR,但是由于该分析方法的计算量过大,所以该方法对于大的资产组合是不适用的,而一般利用蒙特卡罗模拟法,从而得出第N个百分位的信用在险值。

作为世界上第一个评估银行信用风险的量化模型,CreditMetrics模型的出现标志着信用风险量化在精确性及主动性方面取得了巨大进步,但除了本身具有的一些缺陷如未考虑市场风险,较长时期内静态的信用评级以及正态分布的假定条件等,在我国由于信用评级的不完善以及缺乏信用资产的历史数据积累,使得该模型严重依靠信用评级的基础受到动摇,同时我国金融市场缺少一个准确的基准贴现利率,给信用资产的现值估计造成困难,因此CreditMetrics模型在我国的适用性仍待进一步论证。

2.3.2 CreditRisk⁺模型

CreditRisk⁺模型是瑞士银行金融产品开发部(CSFP, Credit Suisse Financial Products)1996年开发的信用风险管理系统,它应用保险经济学中的保险精算方法来计算债券或贷款组合的损失分布。

该模型是一种建立在DM模式下的模型,只考虑债务人对债券或贷款是否违约,并假定这种违约服从泊松分布,与公司的资本结构无关,在风险期末,以风险价值法来估计组合损失以及所需的经济资本。CreditRisk⁺模型通过考虑违约概率和损失大小的不确定性来得到违约损失分布。其中,违约概率不再是离散的,而被模型化为具有一定概率分布的连续变量,也就是说,客户的信用等级是随着时间的变化而变化的,并且损失的严重性和贷款的风险暴露按数量划分频段,通过计量违约概率和损失的大小可以得出不同频段损失的分布,对所有频段的损失加总即为贷款组合的损失分布。

假设贷款组合由N笔贷款组成,已知借款人A一定时期内的违约概率是 P_A ,不违约的概率为 $1-P_A$,为分析整个贷款组合的信用风险,先构造具有辅助变

量 Z 的概率生成函数：

$$F(Z) = \sum_0^{\infty} P(n)Z^n$$

单个借款人 A 期末只有违约和不违约两种状态，所以相应的概率生成函数为：

$$F_A(Z) = 1 - P_A + P_A Z = 1 + P_A(Z - 1)$$

假定不同借款人之间的违约概率事件是相互独立的，则整个贷款组合的概率生成函数是单个借款人概率生成函数的乘积：

$$F(Z) = \prod F_A(Z) = \prod (1 + P_A(Z - 1))$$

表示为对数形式：

$$\log(F(Z)) = \sum_A \log(1 + P_A(Z - 1))$$

根据单个借款人违约概率很小的假定，以下式子近似成立：

$$\log(1 + P_A(Z - 1)) = P_A(Z - 1)$$

所以：

$$F(Z) = \exp\left(\sum_A P_A(Z - 1)\right) = \exp(u(Z - 1))$$

式中， $u = \sum_A P_A$ ，表示整个贷款组合在一定期间内的期望违约次数。

将 $F(Z)$ 按泰勒公式展开，得：

$$F(Z) = \exp(u(z - 1)) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{e^{-u} u^n}{n!} z^n$$

由此得到在一定期间内发生 n 次违约时间的概率为：

$$P(n) = \frac{e^{-u} u^n}{n!} \quad (n=0, 1, 2, \dots,)$$

从上面的推导可以看出，在满足假定条件的情况下，在一定时期内违约

次数的概率服从泊松分布。例如，若 u 为5，即一定时期内发生五次违约的概率为：

$$P(5) = \frac{e^{-5} 5^5}{5!} = 0.175$$

但在现实问题中我们会遇到一个问题：由于贷款违约损失额不同，对于整个贷款组合来说，损失分布将不再遵循泊松分布。为了求得整个贷款组合损失分布，CreditRisk⁺模型先将贷款组合中每笔贷款风险暴露按大小分组，每一组贷款的风险暴露经四舍五入后近似等于某个数，这样这个问题就解决了，我们得到每一组的损失分布都遵循泊松分布，然后将各组的损失汇总，就可以得到整个贷款组合的损失分布了。

CreditRisk⁺模型采用精算学的分析框架来推导信贷组合的损失分布，这使得模型具有非常规整的数学形式。模型的优点在于要求输入的数据很少，基本上只涉及贷款组合中各组的贷款违约率，违约波动率和信用暴露。但是其缺陷在于，首先，模型对于单项债务人的违约率没有详细阐述，有一定的随意性，而它们却是模型的基本输入因子；其次，CreditRisk⁺模型忽略了信用等级转移风险。特别地，模型中一个重要假设是将每一笔贷款视为独立发放，但是在我国，一家银行总是倾向于给熟悉和有关系的客户提供贷款，并且贷款方式中经常会出现客户之间的担保，从而使得许多贷款项目之间不可能是独立的，即使客户之间独立，但银行总是倾向于向自己熟悉的行业发放贷款，这会造成客户集中于某些行业，而行业风险将导致各项贷款的不独立，所以该模型在我国实际应用的意义不大。

2.3.3 KMV模型

美国KMV公司利用期权定价理论创立了违约预测模型——信用监测模型(credit monitor)，也被称为KMV⁺模型。该模型是建立在Merton对信用风险的期权定价方法上，主要对上市公司的预期违约率EDF(Expected Default Frequency)进行预测。

1、模型的基本思想

KMV模型将资产的状态分为违约和不违约两种，信用损失值发生在违约的时候。KMV模型认为债务的信用风险在本质上主要是由债务人资产价值变化驱动的，到期时，企业资产价值低于负债价值时便会发生违约。对上市公司而言，企业股权的市场价值与其资产的市场价值之间的结构性关系，以及股权的波动性和企业资产价值的波动性密不可分，利用股权以及股权的波动性来估计资产的价值和资产价值的波动性，然后就可以求出预期违约率EDF的值(范围在0.02%-20%)，以此来衡量企业目前市场价值降低到违约点水平以下的概率。

因为我们是用期权模型来分析贷款风险度的大小，所以有必要先说明一下贷款与期权的联系。如图2.2，该图描述的是Black-Scholes的期权理论模型：当资产S的价格超过执行价格X时，期权卖方将会一直拥有卖权的权力金。如果价格跌落至X以下时，期权的卖者将会遭受一定数量的损失，那么他将会实施期权。

图2.3描述一家商业银行在一笔贷款发生以后的可能损益情况，OA是经过折现后的贷款数量，OB、OC分别代表企业在贷款到期时可能存在的两个资产市值。如果借款企业处在OC的水平，此时企业的资产值大于借款额，即 $OC > OA$ ，那么他就有动力去归还借款OA，并且还有一部分投资低回报剩余($OC - OA$)；反过来，如果该借款企业的资产市值低于OA即在B点，由于 $OB < OA$ ，那么借款方就面临亏损，并出现违约动机，银行为了保全资产，会要求企业将所有资产变现去还贷，这时，企业行使违约选择权，将企业的剩余资产OB全部交给银行，并造成贷款损失BA。在极端情况下，企业的损益额为0，银行的贷款本金和利息全部损失，并且可能还要负担法律追讨的成本。从图中可以看到，下面部分为一个尾部向下的风险斜线，上面部分为一条固定的收益额直线，正好类似于期权卖权的卖方损益图。

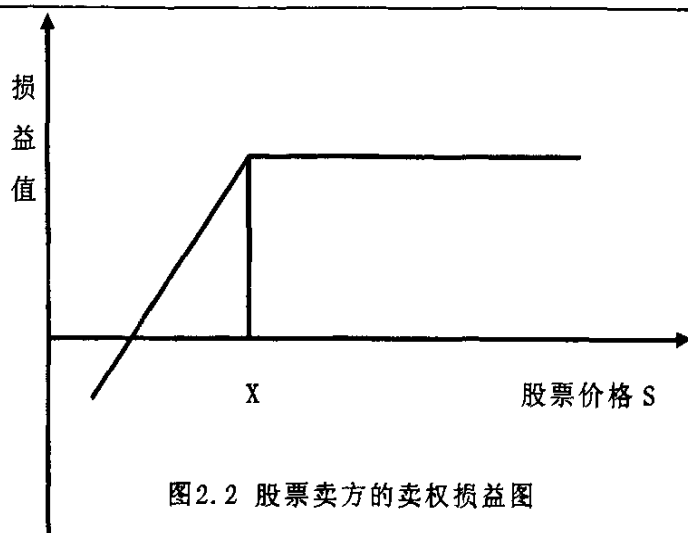


图 2.2 股票卖方的卖权损益图

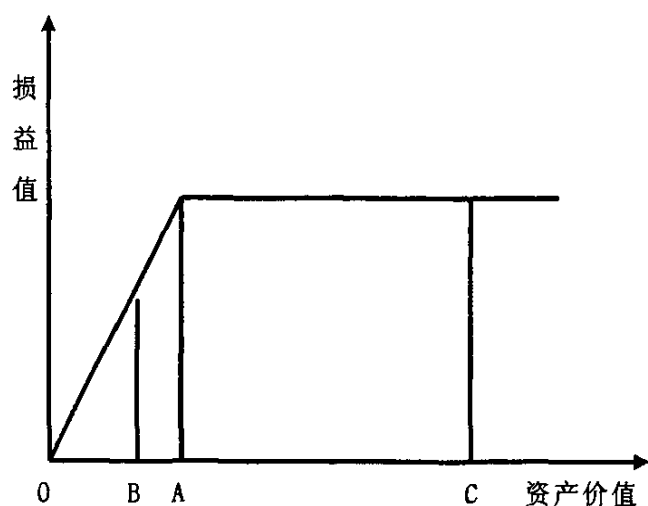


图 2.3 放款银行贷款损益图

Merton 早在 1974 年就曾指出, 银行发放的一笔贷款损失可以看作是以借款企业资产为标的所卖出的一笔期权卖权。按照 Black-Scholes 和 Merton 模型中的股票卖权定价, 我们可得到 KMV 模型的基本框架。如图 2.4, 根据资产价值的预期增长率可以预测到公司资产在贷款合约到期时的市场价值均值。根据那一时刻 (图中为一年以后) 的公司资产价值的概率分布计算出公司资产下降到其负债的账面价值以下的概率, 即公司的预期违约

概率（图中阴影部分所示）：

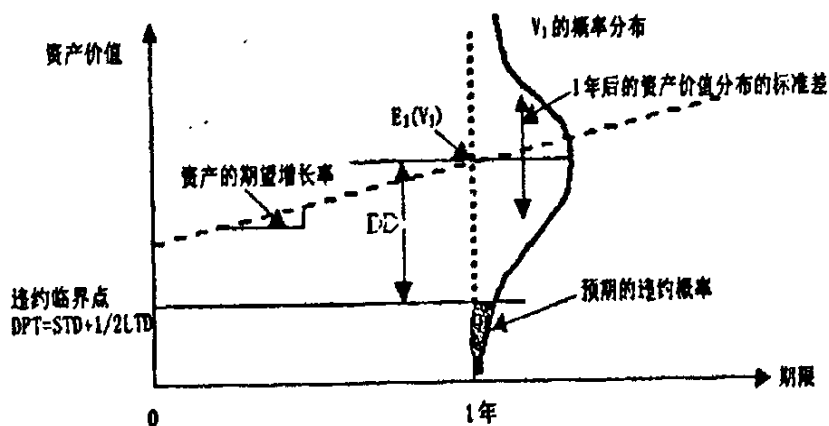


图 2.4 KMV 模型简图

资料来源：McQuown（1993） KMV 公司版权所有

2、模型的基本内容

（1）估算公司的资产价值 V 、资产价值的波动率 σ_A

对于一家上市公司而言，其资产的市场价值和资产价值的波动率无法被直接观测到，但是我们可以直接观测到股票价格和股价的波动率。因此可以通过后者来计算公司的资产价值 V 资产价值的波动率 σ_A 。

根据Black-Scholes期权定价公式，得：

$$E = VN(d_1) - Be^{-r\tau}N(d_2) = f(V, \sigma_A, r, B, \tau) \quad \text{公式 (2.1)}$$

其中
$$d_1 = [\ln(V/B) + (r + \frac{1}{2}\sigma_A^2)\tau] / (\sigma_A\sqrt{\tau})$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A\sqrt{\tau}$$

E : 公司股票市值：

V : 公司资产市场价值

$N(*)$: 标准正态分布函数

B : 公司债务面值

r : 无风险利率

τ : 债务期限

σ_A : 资产价值的标准差 (波动性)

利用可观察的公司股权价值波动性和不可观察的公司资产价值波动性之间的关系, 再构造一方程式。

将公式 (2.1) 两边求导, 再求期望得:

$$\sigma_Y = \frac{N(d_1)V\sigma_A}{E} = g(V, \sigma_A, r, B, \tau) \quad \text{公式 (2.2)}$$

其中 σ_Y 为公司股权价值的标准差 (波动性)。

由公式 (2.1) 和公式 (2.2) 就可求出公司资产价值和资产价值波动性。

联立这两个非线性方程, 可用Newton-Raphson方法求得方程组的解:

$$\begin{bmatrix} \sigma_A' \\ V' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sigma_A \\ V \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \frac{\partial f}{\partial \sigma_A} & \frac{\partial f}{\partial V} \\ \frac{\partial g}{\partial \sigma_A} & \frac{\partial g}{\partial V} \end{bmatrix}^{-1} \begin{bmatrix} f(\sigma_A, V) - E \\ g(\sigma_A, V) - \sigma_Y \end{bmatrix}$$

(2) 计算违约距离

前面我们已经分析过, 当公司的资产价值下降到负债的账面价值以下, 公司就会违约, 因此公司资产的市场价值等于其负债的账面价值的点就是违约点DPT(Default Point)。同时KMV公司利用公司现在的资产价值结合扣除红利及利息支付后的资产收益率来计算公司的预期价值。根据该预期价值和此时的违约点, 可确定公司资产下降到百分之几将达到违约点, 再将此百分比除以资产价值的波动率即可得到违约距离。公式如下:

$$DD = \frac{E(V) - DPT}{E(V) \times \sigma_A} \quad \text{公式 (2.3)}$$

其中

DD: 违约距离;

$E(V)$: 资产的预期价值;

DPT: 违约点价值, 即公司 σ_A 时要偿还的债务;

值得注意的是, 根据大量违约的实证分析, KMV 公司发现违约发生最频繁的临界点处在公司价值大约等于流动负债加 50% 的长期负债时。由此可得经验公式来计算 DPT:

$$\text{即} \quad DPT = STD + 0.5LTD \quad \text{公式 (2.4)}$$

其中 STD : 短期负债

LTD : 长期负债

(3) 计算预期违约频率 EDF

在计算预期违约频率 EDF 时, KMV 运用违约概率的经验分布来进行推算, 在观察大量公司违约的历史数据后, 在违约距离和违约率之间建立映射关系。即通过观察在一定违约距离水平上的公司在一定时期内有多少比例的公司破产, 来衡量任一具有同样违约距离的公司的违约概率, 在现实计算中常以距违约点为 2 个标准差作为基础, 可得经验公式:

经验预期违约率 =

$$\frac{\text{年初资产价值离违约点有 } 2\sigma \text{ 之远的企业一年内出现违约的企业数量}}{\text{年初资产价值离违约点有 } 2\sigma \text{ 之远的所有企业数量}}$$

例如: 某个公司当前市场价值 $V_0 = 1000$, 每年资产净预期增长率 20%, 一年后期望资产价值 $E(V_1) = 1200$, 年资产波动性 $\sigma_A = 100$, 违约点 $DPT = 800$,

则:

$$DD = \frac{E(V) - DPT}{\sigma_A} = \frac{1200 - 800}{100} = 4$$

假定某一时期, 在所有违约距离等于 8 的公司中, 一年后 5000 家样本公司有 20 家违约, 那么:

$$EDF = \frac{20}{5000} = 0.4\%$$

该公司在某一时期违约距离和预期违约率之间的映射关系, 如图 2.5 所示:

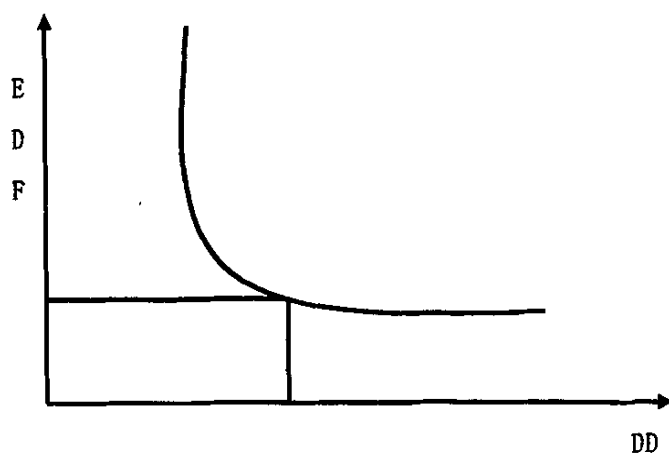


图2.5 违约距离和预期违约率之间的映射关系

(4) 估计贷款的预期违约损失与非预期违约损失

由于KMV模型是一种基于DM模式的信用风险度量模型，在只考虑贷款违约或不违约的情况下，通过预期违约概率就可以算出预期违约损失和非预期违约损失，公式如下：

$$\text{预期违约损失} = \text{信用暴露} \times \text{EDF} \times \text{违约损失率}$$

由于借款人只有两种状态，即违约或不违约，所以可假定违约概率为二项分布，得：

$$\text{非预期违约损失} = \text{信用暴露} \times \sqrt{\text{EDF}(1 - \text{EDF})} \times \text{违约损失率}$$

KMV模型的优点在于其将违约与公司特征而不是公司的初始信用等级联系在一起，使其对债务人质量的变化更加敏感；同时，它使用企业股票价格分析方法，可以随时根据企业股票价格变化来更新模型的输入数据，得出及时反映市场预期和企业信用变化的新的预期违约概率，使其具有一定的前瞻性。巴塞尔银行监管委员会在2004年通过的《巴塞尔新资本协议》中提倡使用内部评级法测算信用风险，并推荐使用KMV模型进行内部评级，可见KMV模型已经在外国得到了广泛的认可和使用。但该模型在我国的运用仍存在一定局限性：首先，由于DD（违约距离）和EDF（预期违约频率）值的映射关

系在我国缺乏大量的包含违约公司数据的历史资料库，因此不能输出具体的 EDF 值而止步于 DD 值的获取，而这种数据库至少需要五至十年的积累；其次，该模型使用于对上市公司的信用风险评估，而对非上市公司评估则存在困难，因此在使用范围上受到一定的限制。

第3部分 基于KMV模型的实证分析

由于其他现代信用风险度量模型的应用需要借助信用转移矩阵,当前我国并不具备此条件,同时也缺乏数据和技术来计算违约率,所以就当前来说,我国商业银行无法直接运用CreditMetrics模型和CreditRisk⁺来度量信用风险。而KMV模型主要依赖我国股票市场历史数据和上市公司基本财务数据来计算违约距离DD,在一定程度上反映了公司的信用状况,因此该模型对现阶段我国的信用风险分析具有一定的适用性。鉴于我国市场的特征以及KMV预期违约率的求法特点,可以仅仅利用违约距离的变化做一个信用分析的建模,在违约距离和信用评级之间建立一个映射,及时迅速地反映信用价值的变化。本节即利用KMV模型对我国15家分别来自深市、沪市以及中小企业板的上市公司股改前后的信用状况进行了实证分析,以期得出股权市场化有利于公司的治理结构优化和保护中小投资者的利益,信用风险有所减少的结论。

这15家上市公司分别是:

表3.1 15家上市公司序号、名称及股改期

序号	名称	股改期	序号	名称	股改期	序号	名称	股改期
600498	烽火通信	06 年 2-3月	000059	辽通化工	05 年 10月	002003	伟星股份	05 年 7-9月
600556	北生药业	06 年 1-3月	000937	金牛能源	05 年 4-5月	002019	鑫富药业	05 年 7-8月
600973	宝胜股份	05 年 7-8月	000630	铜都铜业	05 年 10 月	002023	海特高新	05 年 7-8月
600642	申能股份	05 年 7-8月	000659	珠海中富	05 年 10月	002021	中捷股份	05 年 7-9月
600521	华海药业	05 年 7-8月	000860	顺鑫农业	05 年 10 月	002014	永新股份	05 年 7-9月

3.1 参数选择及处理

1、假定公司股票价格服从对数正态分布；

2、债务平均期限为1年，即 $\tau=1$ ；

3、由于我国利率还没有自由化，所以本例研究中采用人民银行一年期存款利率为固定利率，即 $r=2.79\%$ ；

4、假定违约距离计算式中， $E(V)=V$ ， $DPT=B$ ，即假定未来一年的公司资产价值的增长率为零。违约距离DD定义为一年后公司资产价值高于公司目前债务的标准差数；

5、样本区间选择，以股改期为分界（公司股改开始日期至股改完成阶段复牌日），分别对每支股票股改期之前的一年和股改后一年的基本数据进行分析；

6、在计算我国上市公司股改前的股票市值时，由于大量非流通股的存在，不符合期权定价理论的资产完全流动性假设条件，因此在文中通过引入资本公积杠杆将非流通股转化为流通股，然后根据股票市场价格平均值计算股权市价；股改后股票市值=总股本×收盘价；

7、KMV公司对于公司债务面值B的研究，假定 $DPT=B=STD+0.5LTD$

其中 STD：短期负债，LTD：长期负债

然而张玲等人通过实证研究得出由于我国上市公司在经营绩效下降即将陷入财务困境的时候，较多地采取了增加短期债务融资的方式来维持公司的经营活动，因此在我国使用 $DPT=B=STD$ 时，模型具有更强的分辨能力，本文我们将采用该结论；

8、本文研究数据取自巨潮网以及中国证监会关于上市公司年报的信息披露。

3.2 实证分析

第一步：计算公司股票市值。

股改后, 样本公司的股权价值极易计算, 股票市值=总股本 \times 收盘价, 以烽火通信(600498)为例, 它于2006年3月7日完成股改复牌交易, 总股本为41000万股, 在样本观察期内(2006年3月7日—2007年3月7日)股票均价为7.83元, 所以股票市值=41000 \times 7.83=321030.00万元, 如遇转增或股东变化导致股份结构变动则分别计算其股票市值; 而股改前由于大部分非流通股的存在, 不符合期权定价理论的资产完全流动性假设条件, 因此在文中通过引入资本公积杠杆将非流通股转化为流通股, 然后根据股票市场价格平均值计算股权市价。由于在流通股中发起人股占非流通股的绝大多数, 在此我们所要转成流通股的就仅限于发起人股。

对非流通股进行改造的原则是尊重历史, 同时兼顾非流通股作为公司创始人对公司创立的贡献。改造的过程是首先对上市公司发起成立时形成的非流通股份为基准进行改造, 然后对送股、转赠部分进行同比例调整。在现实中, 上市公司普通股的价格主要有四个, 即面值(计为 P_o)、发起人认购价格(计为 P_f)、公开发行价格(计为 P_g)和以发起人认购价与公开发行价为基础计算的加权平均价格(计为 P_j), 其中发起人认购价格可能与股票面值相同。从上市公司的会计处理看, 公司的实收资本全部是以股票面值为基础计算的, 而超过股票面值的部分全部记为公司的资本公积金, 那么:

$$\text{上市公司每单位股份的资本公积金} = (P_f - P_o) + (P_g - P_o)$$

其中 $P_f - P_o$ 为发起人每单位股份对公司资本公积金的贡献, $P_g - P_o$ 为流通股持有人每单位股份对公司资本公积金的贡献。

按照前述的尊重历史, 并兼顾非流通股持有人作为公司创始人对公司创立的贡献的思路考虑问题, 如果完全按照 P_g/P_f 对非流通股份进行调整, 则未能体现创始人的贡献, 因此, 本文引入发起人资本公积杠杆(计为 k)作为调整系数, 即用 P_g/kP_f 对非流通股份进行追溯调整。发起人资本公积杠杆的计算公式如下:

$$k = \frac{Pg - Po}{Pj - Po} \quad \text{公式 (3.1)}$$

$Pg - Po$ 与 $Pj - Po$ 的差距实际上是创始人超额享受的由流通股持有人对公司资本公积金的贡献。发起人资本公积杠杆 k 代表了公司发起人投入的平均每一单位的资本公积金在资本市场上获取超额资本公积的倍数或能力。设 F 为初始非流通发起人股数， G 为初始社会流通股股数，我们对 k 进一步推导可得到：

$$k = \frac{Pg - Po}{Pj - Po} = \frac{Pg - Po}{(G \times Pg + F \times Pf) / (G + F) - Po} \quad \text{公式 (3.2)}$$

确定了发起人资本公积杠杆 k 后，对初始非流通发起人股的调整公式为：

初始非流通发起人股数(F) \times 发起人认购价格(Pf) \div 公开发行价格(Pg)
 \times 发起人资本公积杠杆(k) = 经调整可以加入流通的股数

由初始非流通股发起人股份衍生的送股、转赠股按同比例调整后也加入到上市公司的流通股份中。

经过上述调整后，整个公司的股份都是流通的，就可以计算出股权市值。

以烽火通信(600498)为例，其发行初始的流通股数为8800万股，发起人非流通股为32200万股，发起人认购价格为1.43元，发行价格为21元，根据公式(3.2)，我们可以计算出，发起人资本公积杠杆为4.32；截至2005年末，烽火通信的股本结构未发生变化，那么经调整可以加入流通的股数为： $32200 \times 1.43 \div 21 \times 4.32 = 9472.32$ 万股。在样本观察期内(2005年2月6日—2006年2月6日)股票均价为7.31元，则按照上述计算方法，公司的股票市值为： $(8800 + 9472.32) \times 7.31 = 133570.66$ 万元。

同样的我们可以算出其他14支股票在样本期内股改前后的市值。

表3.2 十五家上市公司股改前后股权市值

序 号	股票名称	股改前市值(万元)	股改后市值(万元)
600498	烽火通信	133570.66	321030.00
600556	北生药业	83158.73	112364.40
600973	宝胜股份	50590.13	85476.00
600642	申能股份	1045391.00	1568055.20
600521	华海药业	198347.05	251550.00
000059	辽通化工	207965.32	271259.12
000937	金牛能源	357385.00	462589.79
000630	铜都铜业	408349.05	517752.90
000659	珠海中富	129373.81	194099.36
000860	顺鑫农业	105961.00	189380.74
002003	伟星股份	48473.15	66332.88
002019	鑫富药业	51845.40	67567.50
002023	海特高新	90753.37	110649.60
002021	中捷股份	101467.43	112554.00
002014	永新股份	52143.80	66594.20

第二步：计算上市公司股权市场价值的波动性。

股改前我国上市公司股权的市场价值由流通部分股权的市场价值和非流通部分股权的市场价值组成，由于非流通股权的市场价值比较稳定，在这里我们假设其在一年之内是不变的，这样我们可以用股票收益的波动性来代替股权市场价值的波动性。

本文计算股票收益波动率的方法：在样本区间内，利用股票每周五收盘价进行估计，公式如下：

$$\sigma_w = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (u_i - \bar{u})^2}$$

其中 $u_i = \ln(S_i/S_{i-1})$ ， S_i/S_{i-1} 为股票每周相对价格即股票每周相对收益率， \bar{u} 为 u_i 的均值， σ_w 为周标准差；

在这里我们采用股票的历史收盘价估计周波动率, 这样避免了在计算过程中使用单一波动率, 从而可以得到移动历史波动率, 该方法能够平抑偶然因素造成的历史波动性突变, 有助于提高计算精确度。算出周波动率后再换算成相应的年收益波动率; 股票收益的周标准差和年标准差之间的关系为 (通常假定一年的交易天数为 250 天):

$$\sigma_y = \frac{\sigma_w}{\sqrt{\tau}} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{5/250}} = \sigma_w \sqrt{50}$$

表 3.3 列出烽火通信 (600498) 股改前股票周收益率计算过程, 我们可以借助 Excel 来实现。

表 3.3 烽火通信 (600498) 股票周收益率的计算

日期	收盘价	相对价格	收益率	日期	收盘价	相对价格	收益率
				2005-8-5	6.44	1.0915	0.0876
2005-2-4	8.76			2005-8-12	6.46	1.0031	0.0031
2005-2-18	8.76	1.0000	0.0000	2005-8-19	6.46	1.0000	0.0000
2005-2-25	9.22	1.0525	0.0512	2005-8-26	7.14	1.1053	0.1001
2005-3-04	8.89	0.9642	-0.0364	2005-9-2	6.90	0.9664	-0.0342
2005-3-11	9.36	1.0529	0.0515	2005-9-9	7.03	1.0188	0.0187
2005-3-18	8.90	0.9509	-0.0504	2005-9-16	7.12	1.0128	0.0127
2005-3-25	8.35	0.9382	-0.0638	2005-9-23	6.57	0.9228	-0.0804
2005-4-1	8.18	0.9796	-0.0206	2005-9-30	6.47	0.9848	-0.0153
2005-4-8	8.27	1.0110	0.0109	2005-10-14	6.46	0.9985	-0.0015
2005-4-15	7.64	0.9238	-0.0792	2005-10-21	6.48	1.0031	0.0031
2005-4-22	6.81	0.8914	-0.1150	2005-10-28	5.98	0.9228	-0.0803
2005-4-29	6.46	0.9486	-0.0528	2005-11-4	6.75	1.1288	0.1211
2005-5-13	6.78	1.0495	0.0483	2005-11-11	6.83	1.0119	0.0118
2005-5-20	6.73	0.9926	-0.0074	2005-11-18	7.13	1.0439	0.0430
2005-5-26	6.51	0.9673	-0.0332	2005-11-25	6.83	0.9579	-0.0430
2005-6-3	6.35	0.9754	-0.0249	2005-12-2	6.89	1.0088	0.0087
2005-6-10	7.31	1.1512	0.1408	2005-12-9	6.70	0.9724	-0.0280

2005-6-17	7.06	0.9658	-0.0348	2005-12-16	6.84	1.0209	0.0207
2005-6-24	7.03	0.9958	-0.0043	2005-12-23	7.22	1.0556	0.0541
2005-7-1	6.39	0.9090	-0.0955	2005-12-30	7.64	1.0582	0.0565
2005-7-8	5.68	0.8889	-0.1178	2006-1-6	8.30	1.0864	0.0829
2005-7-15	5.79	1.0194	0.0192	2006-1-20	9.22	1.1108	0.1051
2005-7-22	5.65	0.9758	-0.0245	2006-1-25	9.73	1.0553	0.0538
2005-7-29	5.90	1.0442	0.0433	2006-2-6	10.08	1.0360	0.0353

在Excel中,利用STDEV函数,得出其收益率的周波动率为0.0601,则年波动率 σ_y 为0.425。

同样的,我们可以得到以上15支股票股改前后的年波动率:

表3.4 15家上市公司股改前后年收益波动率

名称	股改前年 波动率	股改后年 波动率	名称	股改前波 动率	股改后波 动率
			铜都铜业	0.632	0.391
烽火通信	0.425	0.532	珠海中富	0.321	0.300
北生药业	0.383	0.516	顺鑫农业	0.375	0.314
宝胜股份	0.412	0.387	伟星股份	0.499	0.409
申能股份	0.342	0.298	鑫富药业	0.639	0.475
华海药业	0.458	0.440	海特高新	0.607	0.438
辽通化工	0.306	0.411	中捷股份	0.669	0.461
金牛能源	0.499	0.285	永新股份	0.357	0.299

第三步:估算上市公司的资产价值 V 和资产价值的波动率 σ_A 。

按KMV模型,可以通过下面公式来估计公司的资产价值 V 和资产价值的波动率 σ_A :

$$E = VN(d_1) - Be^{-r}N(d_2) = f(V, \sigma_A, r, B, \tau, \tau) \quad \text{公式 (3.3)}$$

其中

$$d_1 = [\ln(V/B) + (r + \frac{1}{2}\sigma_A^2)\tau] / (\sigma_A\sqrt{\tau})$$

$$d_2 = d_1 - \sigma_A \sqrt{\tau}$$

$$\sigma_A = \frac{N(d_1)V\sigma_A}{E} = g(V, \sigma_A, r, B, \tau) \quad \text{公式 (3.4)}$$

利用MathCAD编程解式 (3.3) 和 (3.4), 计算出来公司的资产价值V和资产收益标准差 σ_A 如下表:

表3.5 十五家上市公司股改前后的资产价值和收益标准差

名称	股改前VV (万元)	股改后VV (万元)	股改前 σ_A	股改后 σ_A
烽火通信	277583.14	337914.05	0.386	0.409
北生药业	108264.19	139834.16	0.321	0.463
宝胜股份	79834.49	106759.37	0.381	0.293
申能股份	1536498.17	1583164.9	0.288	0.217
华海药业	203795.75	297394.05	0.384	0.359
辽通化工	219586.11	297683.3	0.283	0.31
金牛能源	457693.16	478619.7	0.407	0.266
铜都铜业	448693.09	579455.81	0.519	0.313
珠海中富	236573.17	268487.09	0.291	0.213
顺鑫农业	176896	198734.64	0.302	0.286
伟星股份	57673.85	70846.11	0.388	0.297
鑫富药业	59768.33	68492.74	0.594	0.462
海特高新	97538.14	120746.07	0.507	0.396
中捷股份	105769.16	127637.58	0.590	0.408
永新股份	59738.1	67391.31	0.305	0.267

第四步: 计算各公司的违约距离DD

$$DD = \frac{E(V) - DPT}{E(V) \times \sigma_A} \quad \text{公式 (3.5)}$$

其中DPT可从各公司相应年报披露中获得。

经计算, 十五家公司的违约距离如下表:

表3.6 十五家上市公司股改前后的违约距离

名称	股改前DD	股改后DD	名称	股改前DD	股改后DD
			铜都铜业	0.61	0.73
烽火通信	1.41	1.31	珠海中富	0.10	0.19
北生药业	1.21	0.85	顺鑫农业	0.71	1.33
宝胜股份	0.79	0.83	伟星股份	1.49	1.55
申能股份	2.67	3.12	鑫富药业	1.13	1.44
华海药业	2.40	2.58	海特高新	1.86	2.38
辽通化工	1.35	1.53	中捷股份	0.53	1.25
金牛能源	1.92	2.96	永新股份	2.58	2.87

3.3 结论分析

从上面的实证过程可以看出：

1、根据KMV模型计算出来的公司资产价值要大于公司总市值，并与其形成正比关系；另外，由模型求出来的公司资产收益波动率小于股票收益波动率。

2、除了烽火通信（600498）和北生药业（600556）之外的股票，股改前的违约距离均小于股改后的违约距离，股改前的股票收益波动率和资产收益波动率均大于股改后，这说明这些股票股改后的信用程度要好于股改前，在一定程度上反映了真实的信用状况，基本达到我们的研究目的。

3、对于烽火通信（600498）和北生药业（600556）的不同实证结果，可能是由于二者股改期靠后，其股改后样本期间正处于目前中国新股民大量增加，股票市场波动率较大的特殊环境所造成的。

通过对我国上市公司信用状况的实证分析，分别得到了十五家上市公司股改前后的违约距离，尽管现阶段由于数据库等条件的不完善，不能直接输出最终结果EDF，但是违约距离已经可以直观地反映出不同公司信用状况的差别。现阶段为了更好的利用它来分析公司的信用状况，银行可以通过分析上市公司违约距离与它们信用等级评估值之间的关系，建立两者之间的转换

关系式，从而为违约距离的广泛应用打下基础。

另外，计算违约距离指标需要股价交易数据，因而该方法无法直接用于对非上市公司的信用状况分析。我国目前还有很多企业是非上市公司，对它们的信用状况进行分析也是非常重要的。一种将本方法用于非上市公司的思路是：分析非上市公司的财务和经营管理等指标，并同上市公司的同类指标进行比较，如果有一家上市公司的指标同该非上市公司接近，则求出该上市公司的“违约距离”，近似作为此非上市公司的“违约距离”。此方法是否适用有待做进一步的深入研究。

第4部分 信用风险量化模型在中国的应用性分析

由以上分析可见,根据我国金融市场发展的实际情况,加上全社会信用制度和信用文化的不完善,主观因素和外部环境对公司信用资产的损失有较大的影响,所以这些模型还不能直接应用于我国商业银行的信用风险量化与管理。但应该看到,国内外对信用风险量化管理的基本理念和思路是相通的,目前我们要做的是先建立和巩固量化管理资讯系统,因为这是量化管理的基础,同时通过一些合理的假设,根据中国的国情建立较为简单的风险量化模型,和传统的定性分析为主的信用分析方法一起为商业银行风险管理服务。

4.1 我国商业银行量化模型构成因素数据的获得

4.1.1 违约率数据的获得

从上面关于模型的分析中不难看出违约率是信用风险计量工作的最核心工具。但是其计算需要大量的历史数据和资料,有的计算方法还是基于科学、合理的信用评级制度之上,要获得具有真正应用意义的违约率数值是需要时间的积累的,而不可能完全借鉴别的国家的数据。对于我国目前的有关信用数据和资料的收集情况看,我们目前不具备计算违约率的客观条件。笔者发现,从某种角度上说,银行不良贷款率指标可以暂时被违约率所借鉴,即在信用风险的量化研究中用不良贷款率取代违约率进行分析。

首先,我们分析不良贷款率取代违约率的合理性。从不良贷款和违约的定义入手加以比较和分析。2001年新资本协议中,巴塞尔委员会对如何定义违约提出了参考定义,如果下列事件中的一个或多个事件已经在某个特定的借款人身上发生,则可以认为出现了违约情况:

(1) 已经判明借款人不准备全部履行其偿还义务(本金、利息或手续费);

(2) 和借款人的任何义务有关的信用损失,比如债务注销、提取了特

定准备金、债务重组，包括本金、利息和手续费的减免或延期支付；

(3) 债务人未能履行某些信用义务，逾期超过 90 天；

(4) 债务人已经申请破产，或向债权人申请保护。

而目前我们国家全面推行的贷款五级分类制度中，将次级类、可疑类和损失类都归入不良贷款范畴：

次级：借款人的还款能力出现明显问题，完全依靠其正常营业收入无法足额偿还贷款本息，即使执行担保，也可能会造成一定损失。

可疑：借款人无法足额偿还贷款本息，即使执行担保，也肯定要造成较大损失。

损失：在采取所有可能的措施或一切必要的法律程序之后，本息仍然无法收回，或只能收回极少部分。

不难看出，巴塞尔协议中关于违约的定义是从借款人的行为出发来判断其是否违约；五级分类法对不良贷款的定义是通过借款人还款能力的分析评价其贷款的类别。比较两者的定义，发现违约是在对某类行为下定义，不良贷款是对借款人还款能力的一种概括性表述，由于借款者的行为直接决定了其贷款的风险类别及其变化，所以这二者有着非常紧密地联系。

其次，分析不良贷款率取代违约率的现实性。由于违约率的计算是基于信用机构对企业信用评级，因此违约率的分析必然是从企业入手，且相信信用评级的科学性和合理性。然而由于不良贷款率是直接从银行获得的，它除了能够包含企业和贷款项目风险状况的信息外，还有银行对贷款风险控制和管理能力的信息，因为贷款风险分类本身就是一个贷后管理的过程，那么从这个角度来说不良贷款率更能反映银行信贷资产的质量。当然，不能否认的是贷款风险分类的水平会对不良贷款率的大小产生影响，这一点就类似于信用评级的水平同样会对违约率的估计直接产生影响。

基于这两点的分析，笔者认为商业银行的不良贷款率对于银行贷款风险的评价具有重要意义。因此，对不良贷款总额的预测、对损失率的估计

对于银行的风险管理都是极有意义的。因此，在目前我国客观现实条件下，在信用风险量化中我们可以运用不良贷款率来代替违约率进行分析。

4.1.2 违约损失率数据的获得

违约损失率的精确测算，自信用风险计量模型问世以来就面临着巨大障碍，特别是在我国，只能根据其影响因素粗略估计。针对我国特殊的信用行为和信用环境，建议如下：

首先，银行在测算LGD、收集损失和回收数据时，必须使用监管当局认定的违约定义。所用的经济损失应包括折扣因素、融资成本以及在确认损失额过程中发生的直接或间接成本等，同时银行还应该阐明其LGD测算与银行贷款标准一致。

其次，在我国信用资产数据严重缺乏的情况下，商业银行进行LGD计量时，明确债项评级指标极其重要，因为只有使用这些指标才能按照一定的评级标准把给定的风险划分到不同的级别中去。同时，应该有足够的等级数以有效地区分贷款损失率，全面反映银行授信活动的质量。这些级别可按LGD精确界定，也可以依据产品、借款人或交易类型进行粗略地划分。在这个方面，我们可以借鉴惠誉公司2005年公布的回收率级别界定表：

表4.1 惠誉公司回收率级别界定表

回收率级别	回收率	代表性债务
R1	很高（90%—100%）	高级全额担保贷款
R2	较高（70%—90%）	有担保的结构性融资证券
R3	良好（50%—70%）	高级担保贷款
R4	一般（30%—50%）	担保债券
R5	较差（10%—30%）	高级非担保债券或次级债券
R6	很差（0—10%）	优先股

资料来源：Credit Market Research, February, 2005

4.1.3 信用风险暴露数据的获得

在我国各商业银行贷款对象中上市企业的数量所占份额非常之小，难以通过股票市场观察所有企业价值的变化；同时我国目前还没有实现利率市场化，难以确定贷款的贴现利率，也就很难计算出贷款价值，所以我们建议采取 DM 违约判断模式。由于我国目前的银行贷款都采用比较规范合同，对还款计划和利息的计算都有明确的规定，所以相应的信用风险暴露比较容易得到，如前所述，在 DM 模式下信用风险暴露等于未还贷款的本息之和。

4.2 创造信用风险量化模型建立的环境

由于我国的金融现状所限，信用风险计量新模型在我国应用还存在较明显的操作性困难。首先，我国银行的信用数据样本较少，而且在历史延续性和可比性方面还存在待改进之处；其次，我国目前缺少一个准确的基准贴现利率；再次，我国金融市场上的“肥尾”问题很严重，尚需大量的模拟数据；最后，由于我国金融市场过度投机和市场操纵等人为的市场不规范对未来风险的预测能力有很大的影响。为尽快建立信用风险量化模型，改善我国信用风险管理的现状，我们还需完善如下工作：

- 1、建立信用风险基础数据库，为量化信用风险提供基础条件。用信息技术语言来说，信用风险量化工作就是用科学的方法对数据进行整理、加工、展现、挖掘的一个详细数据处理过程。信用风险量化模型需要诸如企业违约概率、违约贷款的回收率、评级转移矩阵等时间序列资料，但由于我国大多数银行开展信用管理的时间不长，相关数据积累不足，同时数据源的完整性和真实性也存在诸多问题，这方面的工作明显落后，严重制约了现代信用风险量化模型在我国商业银行的实际应用。因此要建立和完善客户基础数据库，为信用风险评估的顺利开展和信用管理结果的检验打下良好的基础。这里可以借鉴西欧部分国家的经验，国内商业银行采取合作开发的方式突破数

据源的障碍。目前,我们的核心问题是建立全社会共享的信用数据仓库,70%以上的工作应该集中于数据清洗与数据结构整合,这将是一项长期而艰巨的工作。

2、建立完善的商业银行内部信用评级体系。信用评级可以生成多种可以进一步加工利用的量化信息,也是运用信用风险量化模型的基础,如CreditMetrics模型,从而为银行信贷决策、日常风险管理和诸多重大经营管理提供决策依据。然而我国信用评级中介机构起步较晚,覆盖面小,公信力和权威性都较弱,所提供的信用评级信息质量不高,不宜作为信用风险量化模型的输入数据;同时巴塞尔新资本协议也鼓励各国商业银行采取内部评级法进行信用风险管理,以使风险管理更具敏感性,因此为了应对国际同行竞争,提高我国商业银行的风险管理水平,适应巴塞尔新资本协议的要求,建立完善的内部信用评级系统刻不容缓。在监管机构的协调下,我国银行业近几年成立了跨银行的内部评级法研究小组,这不仅仅是为了适应新巴塞尔资本协议的要求,更是为了适应我国金融机构建立现代风险管理体系的要求。当然,光学习别人的并不够,还应该结合我们的情况来创新,从评级标准、评级方法等基础环节入手,制定出一套符合新资本协议要求并能提升中国商业银行风险管理水平的内部评级体系。

3. 应加强对风险集中度的管理。现代风险量化模型兴起的重要原因之一就是商业银行逐渐认识到简单的将贷款分成好或坏两种类型的传统方法并不科学,随着时间的转移,所有的贷款都可能变成坏的贷款。同时由于商业银行信用风险本身就存在信用悖论现象,因此,集中度风险愈来愈受到重视。我国经济体系正处于逐步发展完善阶段,产业结构还很不健全,风险集中度问题尤其严重。商业银行应拿出专门的精力对我国信贷资产组合的风险集中度问题进行研究,重点应弄明白商业银行的集中度风险产生的原因是什么,以及集中度风险到底有多大,并在此基础上提出解决风险集中度问题的方案。

总之，开发和利用国外科学、先进的信用风险量化度量和管理的技术方法，绝非一朝一夕之事，需要做大量的基础性的工作。同时我们也应该看到再完美的信用风险模型也仅仅是进行信用风险度量和管理工具，任何复杂的数量分析都不能代替风险管理中的经验判断，况且目前已有的信用风险管理的定量分析还不成熟，在目前状况下，更要坚持定性分析和定量分析相结合的原则。

参考文献

- [1] Fischer Black, Myron Scholes. The pricing of options and corporate Liabilities[M].
Journal of Political Economy 81, 1973, 637~659.
- [2] Merton. On the pricing of corporate debt: the risk structure of interest rates[M].
Journal of Finance 29, 1974, 449~470.
- [3] Longstaff, Francis, Eduardo Schwartz. A simple approach to valuing risky fixed and floating debt[M]. Journal of Finance 50, 1995, 789~819.
- [4] JP Morgan (1997): Credit Metrics TM-Technical Document[M]. April 2, 1997.
- [5] Saikat Nandi. Valuation models for default-risky securities: An Overview[J]. Economic Review, Fourth Quarter, 1998, 22~35.
- [6] Duffie Darrell, Kenneth Singleton. An econometric model of the term structure of interest-rate swap yields[J]. Journal of Finance 52, 1997, 1287~1321.
- [7] Duffie Darrell, Kenneth Singleton. Modeling term structures of defaultable bond[J].
The Review of Financial Studies Special 12, 1999, 687~720.
- [8] Jarrow Robert, David Lando, Stuart Turnbull. A markov model for the term structures of credit spreads[J]. Review of Financial Studies, 10, 1997, 481~523.
- [9] David Lando. On cox processes and credit risky securities[J]. Review of Derivatives Research 2, 1998, 99~120.
- [10] Jarrow Robert, Stuart Turnbull. The intersection of market and credit risk[J]. Journal of Banking & Finance 24, 2000, 271~299.
- [11] Michael B Gordy, A Comparative Anatomy of Credit Risk Models[J]. Journal of Banking and Finance, 2000, 119~149.
- [12] Altman El, Saunders A. Credit risk measurement: Developments over the last 20 years[J]. Journal of Banking & Finance 21, 1997, 1721~1742.
- [13] Peter Crodhie, Jeff Bohn. Modeling Default Risk, 2003, <http://www.moodyskmv.com/>

- [14] 安东尼·桑德斯著,刘宇飞译.信用风险度量—风险估值的新方法与其他范式[M].机械工业出版社,2001年3月第1版,55~132.
- [15] 约翰·B·考埃特,爱德华·I·艾特曼,保罗·纳拉亚南著,石晓军,张振霞译.演进着的信用风险管理—金融领域面临的巨大挑战[M].机械工业出版社,2001年4月第1版.80~161.
- [16] 菲利普·乔瑞.VaR: 风险价值[M].中信出版社,2005年5月第2版,236~315.
- [17] 王春峰.金融市场风险管理[M].天津大学出版社,2001年2月第1版,365~411.
- [18] 姜青舫,陈方正.风险度量原理[M].同济大学出版社,2000年8月第1版,213~293.
- [19] 李志辉.现代信用风险量化度量和管理研究[M].中国金融出版社,2001年12月第1版,68~172.
- [20] 彭江平.商业银行风险管理的理论与系统[M].西南财经大学出版社,2001年1月第1版,89~112.
- [21] 陈建梁.银行业风险评估理论模型与实证[M].广东人民出版社,2002年1月第1版,273~397.
- [22] 薛峰.银行信用风险分析[M].中国经济出版社,1995年10月第1版,76~141.
- [23] 陈忠阳.金融风险分析与管理研究—市场和机构的理论、模型与技术[M].中国人民大学出版社,2001年4月第1版,72~185.
- [24] 章彰.商业银行信用风险管理—兼论巴塞尔协议[M].中国人民大学出版社,2002年11月第1版,83~124.
- [25] 国际清算银行.巴塞尔银行监管委员会文献汇编[M].中国金融出版社,1998.
- [26] 宋秋萍.开展财务预警分析,增强经营者忧患意识[J].生产力研究,2000年21期,125~126.
- [27] 张玲.财务危机预警分析判别模型[J].数量经济技术经济研究.2000年第3期,49~51.
- [28] 陈晓,陈治鸿.企业财务困境研究的理论、方法及应用[J].投资研究,2000年第6期,30~34.
- [29] 吴世农,卢贤义.我国上市公司财务困境的预测模型研究[J].经济研究,2001年第6期,46~55.
- [30] 杨星,张义强.中国上市公司信用风险管理实证研究[J].中国软科学,2004年第1

期, 43 ~ 47.

- [31] 陈忠阳. 信贷风险量化管理模型发展探析[J]. 国际金融研究, 2000年第10期, 14 ~ 19.
- [32] 范南. Creditmetric模型及其对我国银行信用风险管理的借鉴[J]. 金融论坛, 2002年第5期, 50 ~ 54.
- [33] 张玲, 张佳林. 信用风险评估方法发展趋势[J]. 预测, 2000年第4期, 72 ~ 75.
- [34] 李宗怡. 银行内部信用风险模型评述[J]. 经济导刊, 2000年第4期, 51 ~ 55.
- [35] 程鹏, 吴冲锋, 陈江. 信用风险度量与我国商业银行信用风险管理[J]. 上海金融, 2000年第8期, 17 ~ 18.
- [36] 孙红娟. 商业银行信用风险分析的主要技术[J]. 统计研究, 2002年第10期, 57 ~ 59.
- [37] 蔡方, 孙文祥. 信用风险的度量和实证分析[J]. 投资研究, 2003年第7期, 6 ~ 8.
- [38] 朱小宗, 张宗益等. 现代信用风险度量模型的实证比较与适用性分析[J]. 管理工程学报, 2006年第1期, 88 ~ 93.
- [39] 宗良, 虞群娥. 国际银行业信用与市场风险量化方法研究[J]. 国际金融研究, 2002年第5期, 49 ~ 53.
- [40] 吴军, 张继宝. 信贷风险量化模型比较分析[J]. 国际金融研究, 2004年第8期, 50 ~ 54.
- [41] 张玲, 杨贞柿, 陈收. KMV模型在上市公司信用风险评价中的应用研究[J]. 系统工程, 2004年第11期, 84 ~ 89.
- [42] 董冉冉, 赵新顺. 基于KMV模型的银行信用风险测量[J]. 黑龙江对外经贸, 2006年第11期, 84 ~ 86.
- [43] 郑君. 精算方法在信用风险量化管理中的运用[J]. 金融教学与研究, 2004年第3期, 21 ~ 22.
- [44] 孟阳. 信用度量制模型与商业银行信用风险量化度量管理[J]. 现代财经, 2003年第3期, 32 ~ 34.
- [45] 南汉馨. 信用风险量化模型与我国商业银行信用风险管理[J]. 金融理论与实践, 2005年第5期, 73 ~ 75.

后 记

本人数学出身，中途改学金融学。从拉格朗日和欧几里德转向凯恩斯和弗里德曼，其中有太多的艰辛难以用语言来表达。三年能够完成学业，承蒙各位老师和朋友的教诲和帮助，有太多的感谢难以言表。

感谢我的导师赵新顺教授。三年来，我身沐师恩，导师严谨求实的治学态度，一丝不苟的工作作风，宽广博大的胸怀，宁静淡泊的人生哲学深深地影响着我、鼓励着我，是我永远的学习榜样。本文的写作，从选题、取材、结构设计到成文，几番修改，字里行间无不倾注了导师大量的心血。也感谢我的师母张华老师，在这些年中对我的生活和学习无微不至的关怀。

感谢经济学院领导和老师们的关心和帮助。在河大读研的三年，积极的课堂气氛，畅所欲言的教、学交流，和蔼可亲的老师 and 思维活跃的同学形成了一个极具吸引力的学术氛围，我会非常珍惜和怀念这段岁月。

感谢我们经济学院04级研究生集体中的每一员，我永远怀念我们在一起学习、生活和无所不谈的日子，我从你们那里学到了很多，包括专业知识和社会知识。愿我们的友谊天长地久。

谨以此文献给我最敬爱的父亲和母亲，感谢父母对我二十多年的悉心培育，从物质和精神方面的无私奉献，如果没有他们的关心和教导，就没有今天的我，但至今我都无以回报，只能将今天的这点成果献给父母来表达我内心的感激之情。

董冉冉

2007年5月于河南大学