

学校编码: 10384

分类号_____密级_____

学号: 20051300983

UDC _____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于简化模型的企业债信用利差分析

Research on Credit Spread of Corporate Bond Based on
Reduced Form Model

蔡艳菲

指导教师姓名: 林海 副教授

专业名称: 金融工程

论文提交日期: 2008年3月

论文答辩时间: 2008年5月

学位授予日期: 2008年月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2008年3月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

兹提交的学位论文，是本人在导师指导下独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考的其他个人或集体的研究成果，均在文中以明确方式标明。本人依法享有和承担由此论文产生的权利和责任。

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人完全了解厦门大学有关保留、使用学位论文的规定。厦门大学有权保留并向国家主管部门或其指定机构送交论文的纸质版和电子版，有权将学位论文用于非赢利目的的少量复制并允许论文进入学校图书馆被查阅，有权将学位论文的内容编入有关数据库进行检索，有权将学位论文的标题和摘要汇编出版。保密的学位论文在解密后适用本规定。

本学位论文属于

1. 保密 ()，在年解密后适用本授权书。
2. 不保密 ()

(请在以上相应括号内打“√”)

作者签名: _____ 日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

导师签名: _____ 日期: _____ 年 _____ 月 _____ 日

摘要

信用风险又称违约风险，是指由于参与交易对手信用品质的不可预测而导致的损失，包括信用降级、无法支付债务和破产清算。随着企业债市场的快速发展，全球金融创新的不断加快，特别是美国次级住房抵押贷款债券市场危机的爆发，人们越来越认识到信用风险在资产定价及风险管理中占有重要的地位。虽然相对于欧美等成熟市场而言，我国债券市场还不发达，但现阶段我国资本市场发展迅速，这一领域的创新正不断涌现，所以研究信用风险对发展我国企业债市场有着重要的理论和现实意义。

本文在对结构化模型和简化模型进行比较之后，采用 Duffie 和 Singleton 的简化模型对有违约风险的债券进行定价。这样，有违约风险的债券就可以和无风险债券一样直接进行贴现求得现值，其贴现率等于无风险利率加上风险溢价。在模型中违约概率是服从强度为 λ 的泊松过程，然后把违约强度 λ 设为一个平方根过程，由此给出企业债价值的显性解。接着运用实际数据，通过 MATLAB 程序分别求出我国有担保和无担保企业债的违约过程，分析二者的差别。随后进行模型比较，假设违约强度为常数，对无担保的企业债进行分析，比较两个模型的估计误差。最后求出债券价格中隐含的信用价差，对信用价差进行分析。

本文的创新之处在于：第一，用最新的数据将有担保和无担保的企业债进行对比，得出各自的违约强度过程，并进行比较分析；第二，将两个模型用同一组数据进行对比，比较模型误差的大小，从而体现本文所用模型——基于强度过程的简化模型的优越性。

关键词：信用风险；简化模型；违约强度

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Abstract

Credit risk (also called default risk) refers to the loss due to the unexpected change of the counterparty's credit quality, including credit downgrade, disability to repay, bankruptcy and liquidity. With the rapid development of corporate bond market and the global financial innovation, especially the breaking out of sub-prime crisis, the importance of credit risk in asset pricing and risk management is known to all. Although China's corporate bond market is not as developed as that of the US and the Europe, the innovation in this field is growing rapidly. Therefore research on credit risk has significant theoretical and practical meaning to China's corporate bond market.

This paper firstly compares the structural model and reduced form model, and then mainly focuses on the credit risk in China's corporate bond. This paper uses the method of Duffie and Singleton, which is, based on the reduced form model, using discount rate to calculate the value directly. The discount rate equals risk-free rate plus credit risk premium. The default probability follows a Poisson process with the intensity λ , in addition, we assume default intensity λ as a square root process, and provide explicit solution for credit risk corporate bond price. For each class of bond, this paper estimates the parameters of the model and the implied intensity process by fitting to a cross section of corporate bond price. And then, I compare the default intensity of two classes of bond, and compare the model efficiency of the model I use in this paper with that of a simple model. Finally, I analyze the credit spread of corporate bonds. The programming language is MATLAB.

The innovations of this paper are using different data to compare the difference of default intensity of two classes of corporate bond and using the same data to compare different models' efficiency.

Key words: Credit Risk; Reduced Form Model; Intensity Process

厦门大学博硕士学位论文摘要库

目 录

1. 绪论.....	1
1.1 问题的提出和研究意义.....	1
1.2 文献综述.....	1
1.3 研究内容及结构.....	10
1.4 本文的创新之处.....	11
2. 基于强度过程的简化模型.....	12
2.1 模型框架.....	12
2.2 模型参数的估计.....	14
3. 我国企业债信用风险的实证研究.....	17
3.1 我国债券市场现状.....	17
3.2 实证数据的选取和说明.....	19
4. 实证研究结果和分析.....	22
4.1 参数估计结果.....	22
4.2 模型比较.....	25
4.3 企业债信用利差分析.....	26
5. 结论.....	29
参考文献.....	31
附录 1 攻读学位期间所发表的学术论文.....	33
附录 2 部分 MATLAB 程序.....	34
致 谢.....	37

厦门大学博硕士学位论文摘要库

CONTENTS

1. Introduction	1
1.1 Researching Background and Basis.....	1
1.2 Literature Review	1
1.3 Researching Content and Structure.....	10
1.4 Innovation of This Paper	11
2. Reduced Form Model based on Intensity Process	12
2.1 Model Framework	12
2.2 Estimation of Parameters	14
3. Empirical study on credit risk	17
3.1 Brief Introduction of Bond Market in China.....	17
3.2 Data Selection and Analysis.....	19
4. Empirical study Result and Comparion	22
4.1 Empirical Study Result	22
4.2 Model Comparion.....	25
4.3 Analysis of Credit Spread	26
5. Conclusions	29
Reference	31
Appendix I Paper published	33
Appendix II MATLAB Program	34
Acknowledgement	37

1. 绪论

1.1 问题的提出和研究意义

随着资本市场的快速发展和金融创新的加快，对金融机构和投资者来说，金融风险的管理和金融资产的定价都是非常重要的。

金融风险主要有：市场风险（Market Risk），它是由金融资产价格波动而造成的；流动性风险（Liquidity Risk），它是指投资者无法在短期内以合理价格卖掉相关金融资产而产生流动性折价所遭受损失的风险；信用风险（Credit Risk 也称违约风险），它是指由于参与交易的对手信用品质的不可预测而导致的损失，包括信用降级，无法支付债务和破产清算。尽管几乎所有的金融资产都与信用风险相关，但是由于引起违约的事件和违约时的市场价值皆非常复杂，所以信用风险的定价和管理都较为困难。

在过去的十几年里，由于全球企业债市场的快速增长，金融信用衍生产品的不断推出，有关信用风险的模型得到了较快的发展，在欧美等成熟市场，这些模型已经运用于实际的风险管理和定价过程中。但是在我国由于信用体系的缺失，缺乏信用风险相关的金融数据，并且债券市场还不发达，所以有关信用风险方面的研究还较少，特别是实证方面的研究更是凤毛麟角。

中国债券市场近几年有了较大的发展，国债、企业债、可转换企业债、短期融资债、可分离式可转债以及无担保企业债等逐步推出，另一方面，债券这一品种已经成为基金、证券、银行、保险、社保基金等机构投资者的主要投资对象。之前我国发行的债券大多是由国家或银行提供担保，信用风险非常小，现在随着首例无担保企业债——06 三峡债以及无担保可分离式可转债的推出，债券市场将走向多元化，投资债券就会面临较大的信用风险，因此不同级别的债券的信用风险定价问题也就越来越值得深入研究。

本文采用国内市场最新的数据基于简化模型对我国无担保企业债和有担保企业债的信用风险进行分析，以便于对企业债券的发行、定价和投资提供参考。

1.2 文献综述

信用风险或违约风险是指由于参与交易对方信用品质的不可预测改变而引

起的损失，包括信用降级、不能支付债务和破产清算。

信用风险是非常复杂的，其变量主要有：（1）违约概率（Probability of Default）；（2）违约损失（Lose given Default），它等于 1 减去违约发生时的回收率（Recovery Rate）；（3）违约暴露（Exposure at Default）。其中，违约概率是信用风险的核心，它是指任何一种不能兑现合约承诺的行为发生的概率。

自上世纪 70 年代以来，国外学者们发展出了大量的信用风险模型，根据对违约事件的不同定义，可以将这些模型分为两类：结构化模型和简化模型。二者的区别在于：结构化模型将负债看成是公司资产的看跌期权，当公司资产不足时就发生违约；而简化模型并不说明违约为什么发生，它通过一个外生的违约风险率或强度来解释违约的动态性。

1.2.1 结构化模型

结构化模型（Structural Model）将违约事件定义为：当资产价值低于债务价值，或者低于某一给定边界时，违约发生。模型的基本原理是将公司债券看成是公司资产价值的期权，这样信用风险就由公司资产价值的不确定性所引发。

（1）到期日违约模型

到期日违约模型方法也称为经典模型方法，即在债务到期日才可能发生违约，这个模型由 Merton^[1]首创。它的假设有：

- A、没有交易成本、税收。
- B、市场上资金的借入和贷出利率是一样的。
- C、存在卖空机制。
- D、公司的价值和资本结构无关。
- E、利率期限结构是平的，并且已知。
- F、公司的价值 V ，是随时间变化的，可以用扩散型的随机过程来描述它，

$$dV = (\mu V - C)dt + \sigma V dz$$

其中， μ 是公司每单位时刻的即时收益率， C 是每单位时刻公司付给股东或者是债权人的总额（红利或者利息）， σ^2 是公司收益率的方差， dz 是一个标准维纳过程。

G 公司资本结构只包括所有者权益（E）和一份零息债券，该债券的面值为

D, 如果在债券到期日 T, 公司资产价值 V 低于 D, 就发生违约, 此时所有者权益为零, 如果在 T, 公司价值 V 大于 D, 那么公司所有者权益为 $V_T - D$ 。在默顿的这个模型中, T 时刻所有者权益的价值为:

$$E_T = \max(V_T - D, 0)$$

由此可以看出, 所有者权益是公司资产价值的看涨期权, 其执行价为债券的面值 D。运用 Black 和 Scholes^[2]的期权定价理论可求得在 t 时刻所有者权益的价值:

$$E_t = V_t N(d_1) - D e^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (1-1)$$

其中:

$$d_1 = \frac{\ln \frac{V_t}{D} + (r + \sigma_V^2 / 2)(T-t)}{\sigma_V \sqrt{T-t}}, d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T-t}$$

于是, 有违约风险的债券, 在时刻 t, 其价值为:

$$p_t = V_t - E_t = V_t - V_t N(d_1) + D e^{-r(T-t)} N(d_2) \quad (1-2)$$

在风险中性测度下, 其违约概率为:

$$P(T) = N(-d_2) \quad (1-3)$$

由于在扩散过程的假设下, 公司价值为平稳的随机过程, 不可能突然下降, 因而不会发生不可预料的违约事件, 然而金融市场中往往存在不连续的异常变化, 导致公司资产价值突降而发生违约, 而默顿的模型无法解释这种情况。

很多学者扩展了默顿的研究, Geske^[3]以及 Geske 和 Jonson^[4]把研究范围扩展到带息票的有违约风险债券; Ho 和 Singer^[5,6]讨论了各种契约保护条款对模型的影响; Chance^[7]研究久期对有违约风险的债券的影响; 而 Shimko, Tejima 和 Deventer^[8]运用 Vasicek^[9]利率期限结构模型; Wang^[10]采用了 Cox, Ingersoll 和 Ross^[11]利率期限结构模型进行研究。

(2) 首次到达方法

Black 和 Cox^[12]认为可以在债券到期日之前的任何时刻违约, 这就放宽了到期日违约模型的假设。在债券的条款中会规定, 在任意时间, 当企业资产价值低于一个给定的阈值时, 债权人有权强制让公司进入破产程序, 这就允许债权

人从管理不善的股东手中接过企业的管理权。在这个模型中，违约时刻 τ ，是企业资产价值在到期日之前首次低于这一违约阈值，或者在到期日低于债务面值的最小时间，也就是 $\tau = \min(\tau^1, \tau^2)$ 。其中， τ^1 是公司资产价值 V 首次到达违约阈值 $h_\tau = he^{-r(T-\tau)}$ 的时间，如果在 T 时刻，公司资产价值 V 小于债券面值 D ， τ^2 等于到期日 T ，否则为 ∞ 。在这个方法中，违约概率会比经典方法中的概率大，而经典方法其实就是首次到达方法的一个特例。

对这一模型的延伸研究还有：Kim, Ramaswamy 和 Sundaresan^[13]研究了 CIR 利率模型和违约阈值为 $c\gamma^{-1}$ 的情况；Nielsen, Saa-Requejo 和 Santa-Clara^[14]考虑了 Vasicek^[9]利率模型和违约阈值为 $F(t)$ 的情况；而 Briys 和 de Varenne^[15]考虑了 Vasicek^[9]利率模型以及违约阈值为 $Fp(t, T)$ 的情况。

(3) 其他形式的结构化模型

针对合同条约中的条款和对信用利差期限结构的考察，发展出了许多不同形式的结构化模型：

A. 漂移模型。首次到达方法假设当公司价值低于违约阈值时，债券投资者立即接管并控制公司。但在现实中，破产程序通常允许企业在违约后延长期限以进行重组。如果重组成功，公司就会避免破产并继续经营。如果重组失败，债券投资者就会清算公司的剩余资产。Borodin 和 Salminen^[16]，Hugonnier^[17]，Morau^[18]对这类问题进行了深入的研究。

B. 相关违约模型。在对信用价差时间序列的分析中，学者们发现不同公司的信用价差具有相关性。对这种相关性有两种解释：第一种观点认为，利差随着宏观经济因素而共同变化，也就是不同公司的价值都和经济环境相关，违约之间也就存在周期性的相关性；第二种观点认为，一个公司信用风险中的突然巨大变化能够传播给其他公司，主要渠道是信贷链条。Iyengar^[19]，Dembo 和 Zeitouni^[20]，Zhou^[21]，Gregory 和 Laurent^[22]对这类问题都进行了深入的研究。

1.2.2 简化模型

和结构化模型不同，简化模型（Reduced Form Model）不以公司价值为基础，不是试图解释违约或信用等级的变化，而是直接将违约概率当作外生变量，

所谓“简化”，其实是指对导致违约事件的经济背景背景的简化。简化更具一般性，因为它们能够用简单的方法对突然发生的违约事件进行描述。

最早开始简化模型研究的是 Jarrow 和 Turnbull^[23]，他们放弃了对企业价值的假设，将违约和违约后的回收率看作外生变量，以违约强度为基础，将违约看作是由强度过程（Intensity Process）决定的不可预期的随机事件。强度过程消除了对资产结构的依赖，而将违约定义为一个由强度决定的泊松过程。

Jarrow, Lando 和 Turnbull^[24]在此基础上发展了一个关于信用价差期限结构的 Markov 模型，将违约过程与信用评级中的离散状态空间下的一个 Markov 链建立起有效的联系。公司的生命周期被看作是一个评级状态转移过程，模型中的违约状态表示生命周期结束。

Duffie 和 Singleton^[25]详细描述了如何构造一个简化模型的关键步骤和主要线条，并将无风险利率替换为带有违约调整的利率期限结构，然后按无风险债券的方法，对有违约风险的债券进行定价分析，这也是本文所采用的方法。

Zhou^[26]考虑了突发风险对信用价差增加的重要作用，将突发风险引入违约过程，提出带跳跃的扩散模型（Jump-Diffusion Model）。模型还将违约的回收率与公司资产结构和资产价值相联系，使回收率成为模型中的内生随机变量，兼具结构化模型和简化模型的优点。

基于强度过程的简化模型避免了公司资产的不可观测性，描述短期信用价差行为更符合实际，在公司信用风险定价方面更有吸引力，其最终目的就是信用价差看作附加于无风险利率期限结构之上的另外一个部分，由此得出有信用风险的债券的价值。

下面将介绍一下 Jarrow, Lando 和 Turnbull^[24]以及 Duffie 和 Singleton^[25]这两篇论文所用的模型，首先有必要了解违约强度和违约回收率。

(1) 违约强度

在简化模型中，违约事件通常被定义为一个带给定强度点过程的首次跳跃。设随机违约时间为 τ ，则违约事件定义为：

$$N_t = I_{\{\tau \leq t\}} = \begin{cases} 1 & \text{if } \tau \leq t \\ 0 & \text{if } \text{else} \end{cases}$$

该点过程表示在违约时从 1 跳跃到 0。在实际应用中，该点过程的跳跃是

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库