

学校编码: 10384

分类号____密级__

学号: 27720071152243

UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

中国企业债券信用利差研究

——基于银行间债券市场的 B 样条联合估计模型

Corporate bond credit spread—Based on B-spline joint

estimation model of inter-bank market

李凯峰

指导教师姓名: 牛霖琳 助理教授

专业名称: 金融学

论文提交日期: 2010 年 4 月

论文答辩时间: 2010 年 5 月

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 5 月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈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其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

（ ） 1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

（ ） 2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

企业债券信用利差期限结构是研究企业债券信用风险和定价的重要依据，传统的信用利差估计模型是先分别估计出无风险利率期限结构和具有信用风险的企业债券的利率期限结构，再通过二者相减求得，但是这种单独估计方法常常得出不稳定、结构异常的信用利差曲线，并且和信用利差期限结构理论也不符。而联合估计方法将企业债券期限结构分成无风险部分和信用利差部分，对于无风险部分，所有企业债券都使用和国债相同的期限结构建模，而信用利差部分则分别进行参数节俭化(parsimoniously)建模，联合估计方法不仅对样本数据信息的利用更加充分，同时也能得出比单独估计更平滑更具有参考价值的信用利差曲线。

本文首先提出一套科学合理的债券样本选择方案，从2009年9月中国银行间债券市场的AAA级和AA级企业债与中短期票据中筛选出比较具有代表性的债种进入样本，接着使用B样条函数分别对单独估计和联合估计的企业债券贴现函数进行建模，实证结果也验证了联合估计的优越性。通过对即期利率和信用利差期限结构的图形和衡量模型优劣的几个统计量的比较发现，在不失曲线拟合度的情况下，联合估计的信用利差曲线具有更平滑、曲线可靠性更强的特点。同时本文还比较了单独估计和联合估计结果对模型参数设定的稳健性，单独估计方法则对模型参数设定相对敏感，而联合估计的结果受参数设定的影响较小，曲线的形状比较一致，这说明信用利差曲线的联合估计方法不仅在结果上更具有参考价值，而且也是一个相对稳健的模型。

关键词：信用利差；联合估计；B样条函数

Abstract

Term structure of corporate bond credit spread is valuable for research on corporate bond credit risk and pricing. The traditional method of credit spread is obtained from subtracting independently estimated risk-free and corporate bond term structure which has credit risk. But the credit spread curves results from traditional single-curve method are usually twisted and irregular, which also may contradict with credit spread term structure theory. But joint estimation method divides corporate bond term structure into two parts, risk-free parts, which have a same function form with the Treasury bond and the other is credit spread parts, which are modeled parsimoniously. The joint estimation method uses two features to improve the single-curve method, first it uses the sample data more efficiently and second it could get a smoother and valuable credit spread curve.

In this paper, we design a scientific and reasonable program to choose our sample bonds into estimation model, we choose some representative ranked from AAA to AA corporate bonds, medium term notes and commercial papers from Sep. 2009 China inter-bank bond market. And then use B-spline basis function to model the discount function of both methods. The empirical result verified the superiority of joint estimation method. From the comparisons of the figure of spot curve and credit spread curve and some statistics to value each model of both single-curve and joint methods, we found that joint estimation method could result more smooth and reliable credit spread curves without loss the goodness of fit of curves too much. Also in this paper, we compared the robustness of both methods to different model specification, the single-curve method is sensitive to model parameters while the joint estimation method is relatively robust to precise specification of the model, this shows that the joint estimation method not only could get a valuable result but also a rather robust model.

Key words: credit spread; joint estimation; B-spline function

目录

| | |
|----------------------------|----|
| 第一章 导论 | 1 |
| 1.1 研究背景 | 1 |
| 1.2 研究目的 | 2 |
| 1.3 本文的结构 | 3 |
| 第二章 理论和文献回顾 | 4 |
| 2.1 信用利差的概念 | 4 |
| 2.2 信用利差的建模分析 | 5 |
| 2.3 信用利差期限结构模型 | 6 |
| 2.4 信用利差静态拟合模型 | 8 |
| 2.5 对中国企业债券的研究回顾 | 9 |
| 2.6 本文的创新之处 | 10 |
| 第三章 联合估计方法 | 12 |
| 3.1 联合估计模型框架 | 12 |
| 3.1.1 单独估计 | 12 |
| 3.1.2 联合估计 | 13 |
| 3.2 B样条函数介绍 | 13 |
| 3.3 拟合信用利差曲线的计量模型 | 16 |
| 3.4 模型比较的相关统计量 | 18 |
| 第四章 样本债券的选择 | 20 |
| 4.1 债券类型的选择 | 20 |
| 4.1.1 我国企业债券市场总体情况介绍 | 20 |
| 4.1.2 债券种类 | 21 |
| 4.1.3 债券的流通交易 | 22 |
| 4.1.4 本文对债券的选取 | 23 |
| 4.2 曲线样本选择方案 | 27 |
| 4.2.1 债券样本选择 | 27 |
| 4.2.2 债券价格处理 | 29 |
| 4.2.3 债券价格异常点的处理 | 30 |
| 4.2.4 债券样本选择步骤 | 31 |

| | |
|-----------------------|-----------|
| 4.3 数据来源和处理软件 | 32 |
| 第五章 实证结果 | 34 |
| 5.1 数据描述 | 34 |
| 5.2 单独估计 | 36 |
| 5.3 联合估计 | 40 |
| 5.4 模型稳健性比较 | 44 |
| 5.5 实证结论 | 45 |
| 第六章 总结 | 49 |
| 参考文献 | 51 |
| 致谢 | 54 |

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

| | | |
|------------------|-----------------------------------|-----------|
| Chapter 1 | Introduction | 1 |
| 1.1 | Research Background | 1 |
| 1.2 | Research Object | 2 |
| 1.3 | Paper Structure | 3 |
| Chapter 2 | Literature Review | 4 |
| 2.1 | Concept of credit spread | 4 |
| 2.2 | Model analysis of Credit Spread | 5 |
| 2.3 | Term Structure of Credit Spread | 6 |
| 2.4 | Static fitting of Credit Spread | 8 |
| 2.5 | Literature of China market | 9 |
| 2.6 | Innovation | 10 |
| Chapter 3 | Joint estimation method | 12 |
| 3.1 | Joint estimation structure | 12 |
| 3.1.1 | Single-curve estimation | 12 |
| 3.1.2 | Joint estimation | 13 |
| 3.2 | Introduction to B-spline curves | 13 |
| 3.3 | Econometric models in fitting | 16 |
| 3.4 | Statistics | 18 |
| Chapter 4 | Sample bonds chosen | 20 |
| 4.1 | Bonds types | 20 |
| 4.1.1 | Introduction to China bond market | 20 |
| 4.1.2 | Corporate bonds types | 21 |
| 4.1.3 | Corporate bonds transaction | 22 |
| 4.1.4 | Bonds chosen in this paper | 23 |
| 4.2 | Sample bonds chosen program | 27 |
| 4.3 | Data source and software | 32 |
| Chapter 5 | Empirical results | 34 |
| 5.1 | Data description | 34 |
| 5.2 | Single-curve estimation | 36 |

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 5.3 Joint estimation | 40 |
| 5.4 Robustness | 44 |
| 5.5 Empirical result | 45 |
| Chapter 6 Conclusion | 49 |
| Reference | 51 |
| Acknowledgements | 54 |

厦门大学博硕士论文摘要库

第一章 导论

1.1 研究背景

企业债券是企业依照法定程序发行的一种债务契约，并且承诺在未来的特定日期，偿还本金并按事先规定的利率支付利息。企业债券是企业直接融资的重要途径，不仅使企业可以获得数额较大，期限灵活的资金，而且有利于企业发挥财务杠杆的作用，增加公司和股东的权益。

在欧美等发达国家，企业债券已经成为企业筹集资金的主要渠道，企业债券也具有一个相对成熟稳定的市场。在我国，长期以来一直存在股市强债市弱的局面，虽然我国债券市场的起步早于股票市场，但是其发展却一直滞后于股票市场；在债券市场中，企业债券的发展又严重滞后于国债和金融债。人们并不太关心企业债券这个融资渠道，企业债券的发行量小，每日成交也相对冷清，债券市场的潜力还未被充分挖掘。

和国债、金融债等其他债券一样，企业债券市场一般存在如下几种风险：利率风险（Interest Rate Risk），它是指因为利率变动而影响债券价值以及收益率的可能性；流动性风险（Liquidity Risk），指投资者能否及时并有效地将债券变现的不确定性；信用风险（Credit Risk），指债券的发行人违约、信用级别下降或其净资产数量下降等可能无法或不愿意按期支付本息的可能性，通常来讲狭义的信用风险被称为违约风险。由于我国已建立了比较成熟的银行间债券市场，同时也有大量政府债券和企业债券在证券交易所挂牌交易，对于债券投资的利率风险、和流动性风险已经积累了比较丰富的经验。而对于公司债券由于违约的可能而产生的信用风险，投资者还比较陌生，因此很有必要引入信用风险的概念并且对其进行深入研究。

一般情况下，理性的投资者都会规避风险，于是为了吸引投资者，企业债券的收益率将高于同一时期的市场无风险利率，二者之间的差额叫做信用利差（credit spread），信用利差反映了企业债券的风险状况，企业债券的信用风险越大，其价差也就越高，投资者在二级市场上通常通过观察信用利差的变化来推断企业债券信用风险的大小。因此，对信用利差的有效测量和控制不仅对监管当局控制

企业债券市场的稳定有重要意义,而且对投资者在投资企业债券时如何最大限度地控制投资组合风险,对信用产品的定价和信用风险管理也有积极的作用。随着企业债券市场银行担保体制的退出和市场化定价发行的开始,如何确定企业债券的发行利率,对企业债券进行信用评级,根据企业债券信用利差来确定其投资价值以及对企业债券信用利差的预测等问题越来越受到理论界和业界的关注,因此对信用利差的研究不仅具有必要性也具有紧迫性。

目前在国内对企业债券信用利差方面的研究数量还很少,大多都是局限于定性的讨论和描述性的统计分析,缺乏对市场的深入挖掘。由于企业债券的数量还比较少,对其进行定量分析相对困难,其结果也不一定非常精细,但是考虑到研究企业债券信用利差的重要性以及国内在这一领域研究的缺乏,本文将在这个领域开展一些尝试性的探索,希望能对我国企业债券市场制度的完善以及加深对企业债券的了解,活跃企业债券市场起到一点参考。

1.2 研究目的

传统的信用利差静态估计模型是分别估计出无风险利率期限结构和具有信用风险的企业债券利率期限结构,然后再通过二者相减求得。但是这种方法常常得出不规则、扭曲形态的信用利差曲线,不仅无法让人信服,而且曲线在光滑度上也十分欠缺。传统的经济学理论指出,信用利差曲线是一条光滑的曲线,并且可能是上坡型、水平型、下坡型或者驼峰型的。很显然传统方法得出的信用利差曲线具有和经济理论相违背的地方,不仅曲线不够光滑,而且不规则的形态也不能作为一个良好的市场指标。因此本文拟通过 Houweling, Hoek 和 Kleibergen (2001)^[1]提出的联合估计方法对传统的信用利差曲线估计方法做出改进,通过对不同信用级别的企业债券进行实证比较,验证该联合估计方法估计结果的科学合理性以及模型的稳健性。并且通过实证结果进一步分析我国企业债券市场存在的问题以及进一步的研究方向。

具体的研究目的如下:

- (1) 分析我国债券市场的现状,并根据该现状提出一套对债券样本进行筛选的方案,并且将该方案应用于实证检验,通过结果证明方案的科学合理性。

- (2) 运用目前理论界较为成熟的 B 样条函数对企业债券信用利差期限结构进行估计，并且利用相关统计量对结果进行检验，并且验证模型的稳健性。
- (3) 比较联合估计方法和单独估计方法的差别，指出联合估计的优越性，并且就估计中出现的问题进行探讨。

1.3 本文的结构

本文的章节安排如下：

第一章导论。本章是全文的总括性说明，主要对论文选题背景进行阐述、介绍本文的研究思路、目的以及基本框架。

第二章文献回顾。阐述信用利差期限结构的国内外相关理论文献，以及本文研究的出发点和创新。

第三章模型介绍。具体介绍单独和联合估计方法以及B样条函数拟合方法，并且描述衡量模型结果的几个相关统计量。

第四章债券样本选择方案。首先介绍我国企业债券市场的发展状况，接着阐述本文研究中样本债券的选择方案和依据。

第五章实证结果。分别利用单独估计和联合估计方法拟合我国企业债券信用利差曲线，并且通过对相关统计量的比较和模型在参数设定的稳健性等方面进一步验证联合估计的优越性。

第六章结论。通过本研究得到的结果提出结论和后续建议。

第二章 理论和文献回顾

2.1 信用利差的概念

一般来讲，企业债券的收益率高于同期无风险债券的收益率，两者的差称为“企业债券利差”，其中无风险债券一般以高信用等级的国债或者央行票据等代替。企业债券利差包含了对信用风险、流动性风险和税收等的补偿。国债的还本付息有国家财政为其作保障，发生信用风险的可能性极低，并且对国债的利息收入是免征所得税的，其流动性也比较好；而企业债券的发行主体为企业，企业需要以自己的财务和经营状况来为企业债券的还本付息作保障，具有一定的信用风险，并且个人和机构购买企业债券需要缴纳所得税，其市场规模也比较小，流动性也相对较低。因此企业债券利差包含了三个组成部分。以下对这三个部分做具体阐述：

(1) 信用利差

企业债券利差中对信用风险进行补偿的部分称为信用利差(Credit Spread)。由于投资者在购买企业债券时承担了企业债券发行人无法还本付息而违约的额外风险，因此企业债券收益率会比相同期限的无风险收益率高来作为对投资者的补偿。

在完美的市场中，企业债券利差主要表现为信用利差。在我国，由于银行担保机制的长期存在，企业债券发生信用风险的可能性极低，直到 2008 年以后银行担保才全面退出企业债券市场，企业债券也全面迎来信用债时代，信用利差也真正在企业债券利差中得到体现。本文将只考虑由信用风险造成的企业债券利差，并且把由预期违约风险造成的企业债券和无风险债券之间的利差定义为狭义的信用利差（简称信用利差）。

(2) 流动性风险

企业债券利差中用来补偿流动性风险的部分为流动性价差，又称流动性溢价(Liquidity Premium)。流动性溢价是指由于企业债券的流动性和国债相比表现为

流动性不足，投资者为了弥补这种流动性的不足，必然会要求较高的收益，这部分高出的收益率，即为流动性溢价。

对流动性一直很难给出一个标准的定义，一般是从交易成本、成交量等方面去考虑，我国债券市场总体来讲流动性比较不足，中长期债券比如国债和企业债流动性不高，中短期债券比如中期票据和短期融资全流动性相对较好，因此流动性溢价在企业债券利差中占有一定成分。本文将在债券样本选择中尽量剔除这一因素的影响，只从信用风险的角度去研究企业债券利差。

(3) 税收补偿

企业债券利差的另一个重要组成部分就是税收补偿。一般来说，投资企业债券得到的收益是要纳税的，而投资国债的收益却不必纳税，因此投资者投资企业债券需要更高的收益以补偿税收支出。这部分用于弥补税收支出的收益率就是税收对利差的解释部分。但是由于机构投资者和个人投资者在税收的处理方面存在差异，而且一部分企业债券存在税收优惠政策，在实证分析中对税收补偿的影响很难统一口径，因此本文中不考虑税收对利差的影响。

2.2 信用利差的建模分析

一些学者从企业发生违约的原因来分析，对违约的不同行为进行建模，去分析不同企业的信用利差。和企业信用风险相关的变量主要有：违约概率

(Probability of Default)；违约损失 (Lose given Default)，它等于1减去违约发生时的回收率 (Recovery Rate)；违约风险暴露 (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。

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值时，违约发生。模型的基本原理是将公司债务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。结构化模型以Merton (1974)^[2]为代表，利用期权定价的方法对企业债券进行定价，将违约回收率和违约概率都假定为内生的，假定企业只有破产时才违约，从而将企业债券的违约概率与企业资产价值联系起来；Merton模型给出了风险中性条件

下的信用利差。研究此类模型的还有Black和Cox(1976)^[3]，Chance(1990)^[4]，Shimko，Tejima和Deventer(1993)^[5]。改进后的结构模型以Longstaff和Schwarz(1992)^[6]为代表。该类模型假定偿付率是外生的，假定违约率为内生的，当企业资产价值达到某一临界值时违约，而其他条件与先前的模型类似。在这之后，人们用首次到达（First-passage time）模型、跳扩散（Jump-diffusion）模型和随机利率模型对结构模型进行了拓展。

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（1995）^[7]，模型将违约强度过程看作有限状态的马尔可夫过程，通过信用等级转移矩阵（Credit Rating Transition Matrix）确定违约强度；Duffie和Singleton(1999)^[8]提出的简约模型将无风险利率替换为带有违约强度过程调整的短期利率，按无风险债券的特点对信用风险债券期限结构进行相似定义，利用无风险债券的价格来推导出服从风险中性概率下违约债券的价格。

从以上归纳中可以看出，结构化模型和简化模型的区别在于：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，结构模型利于解释而简约模型功在预测。

2.3 信用利差期限结构模型

同期企业债券与国债的信用利差可以通过收益率相减得到，但不能用到期收益率(yield to maturity)计算，因为到期收益率并没有体现利率的期限结构。合适的收益率应当取即期收益率(spot rate)，也就是同期国债和企业零息票债券(zero coupon bond)的收益率。在分别得到国债和企业债券期限结构曲线之后，每个期限上二者的收益率之差就是对应该期限的信用利差，这也就意味着信用利差也存在期限结构。

和利率期限结构模型类似，信用利差期限结构模型可分为两大类，一类是经济模型，另一类是数量模型。经济模型主要是通过经济和金融原理(如均衡原理、

无套利原理)建立利差或者影响利差的相关变量的随机微分方程,通过这些微分方程推导出利差期限结构。比如Jarrow、Lando和Turnbull(1997)^[9]在Jarrow和Turnbull(1995)^[7]的基础上,假定破产过程遵循离散马尔可夫链,利用市场数据估计了期限结构模型的参数,此模型可运用于信用衍生品、内含期权的债券、含有对方风险的OTC衍生品、含有违约风险的外国政府债券定价和避险。Duffie和Singleton(1999)^[8]利用简约模型对公司债券和国债的利率期限结构进行了研究。Aonuma(2001)^[10]在Duffie和Singleton(1999)^[8]的基础上估计了信用利差的期限结构,并利用市场数据计算了隐含的期限结构,该模型还可用来估计信用评级转移矩阵、偿付率、产业及企业信用漂移因素。Duffie和Lando(2001)^[11]讨论了在会计信息不完全情况下的信用利差期限结构模型。

但是经济模型建模的基本假设是债券市场是高度有效的,市场中能够形成远期价格以及有卖空机制。因为中国债券市场还远没有达到这些模型的基本假设,因此也进一步限制了这些模型在中国的应用。而且这些模型多数用于理论研究和对利率衍生品的定价,而在利用市场债券价格信息建立期限结构方面主要还是依赖于数量模型。

数量模型拟合期限结构也称为静态分析,就是对某个时点的整个利率期限结构的估计和分析,归根到底是一种数值逼近方法。静态分析最根本的方法是确定一个最有力的贴现因子,在特定条件下,该因子能使定价误差最小化,并能够表示为自由参数最少的连续函数,不同估计模型的主要区别在于贴现函数的具体形式和参数设定上。由于拟合信用利差曲线是建立在拟合利率期限结构基础之上,因此我们可以利用利率期限结构静态估计的研究成果,下面我们对这方面做一简要回顾。

在对利率期限结构进行拟合方面,具有代表性的方法有两种:一种是节俭(parsimonious)模型的整段非线性拟合,拟合的对象直接是即期利率曲线。节俭模型的主要代表是Nelson-Seigel(1987)^[12]模型,该模型只有四个参数,但是由于模型形成的利率曲线形状比较少,不是很灵活,Svenneon(1994)^[13]扩展了这个模型,增加了两个参数,提高了模型对复杂收益率曲线形状的拟合能力,Nelson-Seigel模型和Svenneon模型拟合出的收益率曲线有较强的经济内涵,比较符合期限结构预期理论,已经被许多西方国家的中央银行所广泛采用。

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