

基于期限结构溢价的商业银行信用利差测算模型与实证

迟国泰¹, 曹勇¹, 党均章²

(1. 大连理工大学 工商管理学院, 大连 116024; 2. 中国邮政储蓄银行 风险管理部, 北京 100808)

摘要 商业银行的信用利差系指银行债与国债年到期收益率的差额, 既反映市场众多投资者对特定银行信用风险程度的认同, 又是银行债投资决策的重要依据. 通过同一信用等级银行债到期收益率曲线上、不同期限的到期收益率之差确定 $T-1$ 年的利率期限结构溢价, 通过 T 年期银行债的到期收益率减去 $T-1$ 年的利率期限结构溢价来确定 1 年期银行债的到期收益率, 建立了基于期限结构溢价的商业银行信用利差测算模型和违约概率测算模型, 并对可得到数据的 46 家商业银行进行了实证研究. 本文的创新与特色一是通过用特定银行债 T 年期的理论到期收益率 $r_{y,T}$ 减去收益率曲线上的同一信用级别银行债 $T-1$ 年利率期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 、来确定特定银行债 1 年期到期收益率 $r_{y,1}$, 解决了现有理论公式仅仅能够测算 T 年这一整个时段的到期收益率、无法确定特定债券 1 年期到期收益率、因而无法计算债券利差的难题. 二是通过 1 年期的银行债与国债到期收益率的比较给出各有关银行的实际信用利差, 反映资本市场对各有关商业银行信用风险的认同, 为银行债的发行定价和投资决策提供依据. 三是通过折算到同一基准日的国债与银行债实际到期收益率的比较来反映真实的信用利差, 解决了各种债券由于发行日不同而无法进行比较的问题. 四是通过实证研究得到了与穆迪公司对我国银行信用风险排序一致的结果, 验证了本模型的合理性. 实证研究结果表明, 四大国有商业银行违约概率最低, 地区性的城市商业银行违约概率较高, 上市银行的违约概率居中.

关键词 信用利差; 利率期限结构; 期限结构溢价; 到期收益率; 银行违约概率

Credit spread calculation model for banks based on term structure premium

CHI Guo-tai¹, CAO Yong¹, DANG Jun-zhang²

(1. School of Business and Administration, Dalian University of Technology, Dalian 116024, China;

2. Department of Risk Management, Postal Savings Bank of China, Beijing 100808, China)

Abstract The credit spread of commercial bank is the difference of yield to maturity between the bank bond and treasury bond. It reflects the credit risk of bank accepted by the investors in the bond market, and is an important reference for bank bonds investment. The term structure premium of $T-1$ years is measured by the difference of yields with T year maturity and 1 year maturity on the yield curve of bank bonds. The yield to maturity of 1 year of bank bond is measured by the yield to maturity of T years minus the term structure premium of $T-1$ years. The calculation models of credit spread and default probabilities of commercial banks are established based on term structure premium of yield to maturity. The innovation and characteristics of the paper are as follows. Firstly, the yield to maturity of 1 year of a specific bank bond $r_{y,1}$ is calculated by the theoretical yield to maturity of T years of a specific bank bond $r_{y,T}$ minus the term structure premium of $T-1$ years on the yield curve of bank bonds with the same credit rate $r_{p,T-1}$, solving the problem that the theoretical formula can only calculate the yield to maturity of whole period of T years and unable to calculate the yield to maturity of 1 year, thus unable to determine

收稿日期: 2010-09-10

资助项目: 国家自然科学基金 (71171031); 中国邮政储蓄银行总行小额贷款信用风险评价与贷款定价 (2009-07); 大连银行小企业信用风险评级系统与贷款定价 (2012-01)

作者简介: 迟国泰 (1955-), 男, 汉, 黑龙江海伦人, 教授, 博士生导师, 博士, 研究领域: 金融风险管理、金融数学与金融工程、复杂系统评价、公司财务管理, E-mail: chigt@dlut.edu.cn; 曹勇 (1971-), 男, 汉, 江苏铜山人, 在站博士后, 研究领域: 金融工程与风险管理; 党均章 (1963-), 男, 陕西蓝田人, 博士后, 高级经济师, 研究领域: 商业银行风险管理.

the credit spread of bank bond. Secondly, the real credit spreads of commercial banks are calculated by comparing the yields to maturity between bank bonds and treasury bonds, which reflects the credit risk of banks accepted by the capital market, and provides foundation for issue pricing and investment decision making of bank bonds. Thirdly, the real credit spread is measured by comparing the yields to maturity of bank bond and treasury bond on the same date, solving the problem that the yields of bank bonds issued on different dates are not comparable. Fourthly, the empirical results are consistent with the credit rating orders of the banks in our country by the Moody's company, which verifies the rationality of the models in the paper. The empirical study shows that the default probabilities of the four biggest state owned banks are the lowest, the default probabilities of the regional city banks are comparative higher, and the default probabilities of other listed banks are mediate.

Keywords credit spread; term structure of interest rate; term structure premium; yield to maturity; bank default probability

1 引言

商业银行的信用利差系指银行债与国债到期收益率的差额。它既反映市场众多投资者对特定银行信用风险程度的认同, 又是银行债投资决策的重要依据。同时, 信用利差又是测算银行违约概率的基础。银行债信用利差并不能从债券市场的收益率中直接得到, 而只能从与国债收益率的对比中间接获得。

现有债券信用利差的相关研究可分为以下三类。第一类是关于债券利差影响因素的研究。一是债券利差产生综合原因的研究。Elton, Gruber, Agrawal, Mann 认为债券预期违约损失、税收因素和风险溢价是产生公司债券利差的主要原因^[1]。Longstaff, Mithal, Neis 认为违约风险和流动性风险是产生公司债券利差的主要因素^[2]。Wang, Wu, Zhang 研究了债券流动性、违约风险与税收对市政债券收益率的影响^[3]。Collin-Dufresne, Goldstein, Martin 研究了信用利差变化的决定因素^[4]。Chen, Lesmond, Wei 研究了公司债收益率溢价与债券流动性的关系^[5]。二是不同债券利差比较的研究。Chakravarty, Sarkar 比较研究了公司债、国债和市政债券的买卖价差^[6]。三是债券流动性对债券利差影响的研究。Houweling, Mentink, Vorst 研究了公司债券流动性的代理变量^[7]。De Jong, Driessen 研究了美国和欧洲债券市场的流动性溢价^[8]。

上述第一类研究存在的不足是对债券利差的计算采用 T 年这一时段的到期收益率与同期国债收益率比较, 忽略了债券与国债到期收益率期限结构不同对债券利差的影响。不言而喻, 期限结构不同就是公司债和国债的两条收益率曲线不平行, 而不平行的两条曲线在不同时段上两条曲线之间的距离是不相等的, 即信用利差不一样, 即在 T 年这个时段的信用利差与在 1 年这个时段的信用利差不同。而信用风险评价关注的是单位风险溢价, 即关注的是 1 年期的风险溢价。因此上述研究采用的比较 T 年这个时段利差的做法, 仅仅在两条收益率曲线平行的极特殊的情况下才能代表 1 年期这个时段的价差。

第二类是关于收益率曲线估值模型的研究。这类研究通过估算债券在不同时刻的到期收益率来构造其收益率曲线。收益率曲线构造方法有多种, 可分为静态估计模型和动态估计模型两类。代表性的静态估计模型有 Nelson-Siegel 模型^[9] 及各类样条函数模型^[10]。动态估计模型又分为一般均衡模型和无套利模型两类。代表性的一般均衡模型有 Vesicek 模型^[11]、CIR 模型^[12]、CKLS 模型^[13] 等; 代表性的无套利模型有 Hull-White 模型^[14]、Ho-Lee 模型^[15]、HJM 模型^[16] 等。

上述第二类研究仅仅立足于收益率曲线的构造, 并不致力于研究理论到期收益率与收益率曲线上的 $T-1$ 年利率期限结构溢价之间的关系。因此, 它不能直接应用于特定公司债 1 年期到期收益率的计算, 进而也就无法测算债券 1 年期的信用价差。

第三类是信用利差与违约概率关系的研究。Manning 研究了债券信用利差与违约概率之间的关系^[17], 研究表明公司债信用利差与公司违约概率之间具有较强的相关关系。

这类研究对信用利差的计算同样采用的是 T 年这个时段的利差, 具有与第一类研究相同的弊端。

针对上述问题, 本文建立了基于期限结构溢价的商业银行信用利差测算模型和违约率测算模型, 并对可得到数据的 46 家商业银行进行了实证研究。

应该指出, 由于在本文的研究中并不涉及债券的买入与卖出, 故不考虑流动性溢价的影响。

2 基于期限结构溢价的银行信用利差测算原理

2.1 问题的性质

通过期限结构溢价测算银行信用利差, 一是为评价商业银行信用风险提供依据; 二是为银行债的发行定

价与投资决策提供依据;三是在具有先行者银行介入本银行不熟悉的业务中,根据银行信用利差判断先行者银行的风险,结合投资项目风险综合判断资金投放的总体风险提供借鉴。

2.2 问题的难点

(1) 现实债券市场中缺少特定银行债 1 年期到期收益率 $r_{y,1}$ 数据。

用正常思路确定债券的信用利差,仅需将特定银行债 1 年期到期收益率减去国债 1 年期到期收益率。

上述思路中的后者,即 1 年期国债的到期收益率易于确定,可直接由国债到期收益率曲线查得。

但上述思路中的前者,即特定银行债 1 年期到期收益率无法直接确定,因为市场上银行债的到期收益率曲线仅仅针对同一信用级别的银行,而不针对特定的银行。即在同一信用级别银行的到期收益率曲线上,1 年期到期收益率都是一样的,无法反映在同一个信用级别中,不同银行事实上具有不同的 1 年期到期收益率。因此,用这种方式得到的到期收益率并不是特定银行债的 1 年期到期收益率。

(2) 现有理论公式仅仅能够计算特定银行债 T 年整个时段的理论到期收益率,而债券市场上的银行债很少有恰好是 1 年到期的,因此无法求出为数众多的银行债 1 年期的到期收益率。

(3) 采用票面利率计算银行债信用利差不能反映银行信用状况的变化。

银行债的票面利率在债券存续期内并不发生变化,但金融市场利率的变化或债券价格的变化均会导致到期收益率发生变化。采用债券票面利率与国债利率进行比较并不能如实反映银行债的真实利差。

(4) 银行债发行日期不同使其信用利差不可比。

不同时期的债券市场利率状况会发生变化,发行日期不同的银行债其到期收益率中包含了市场利率变化的影响,使得发行日期不同的银行债到期收益率不可比,据此计算的银行债信用利差及违约概率也不可比。

(5) 没有发行债券的银行在市场上无法直接确定其信用利差。

读者从下文中可以看到,由于南京银行、徽商银行等 27 家银行近期没有发行银行债,故现有研究无法直接确定这些银行的信用利差和违约概率。

2.3 解决问题的思路

2.3.1 解决难点 1 和难点 2 的思路

(1) 解决难点 1 和难点 2 的思路与基本方程

在债券市场上通过同一信用等级收益率曲线上、不同期限的到期收益率之差确定 $T-1$ 年的期限结构溢价,通过用特定银行债 T 年的理论到期收益率 $r_{y,T}$ 减去收益率曲线上同一信用级别银行债 $T-1$ 年期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 、来确定特定银行债 1 年期到期收益率 $r_{y,1}$ 。用此思路解决难点 1 和难点 2。

通过表 1 参数的含义及其各个参数之间简洁明了的关系表述,可以方便地得到:

$$r_{y,1} = r_{y,T} - r_{p,T-1} = r_{y,T} - (r_{yc,T} - r_{yc,1}) \quad (1)$$

表 1 通过不同期限的利率期限结构溢价计算银行债 1 年期到期收益率

(1) 序 号	(2) 发 行 银 行	(3) 信 用 评 级	(4) 剩 余 期 限	(5) 特 定 银 行 债 T 年 期 名 义 到 期 收 益 率 (理 论 公 式 计 算 得 到)	(6) 同 一 信 用 级 别 银 行 债 T 年 期 到 期 收 益 率 (收 益 率 曲 线 得 到)	(7) 同 一 信 用 级 别 银 行 债 1 年 期 到 期 收 益 率 (收 益 率 曲 线 得 到)	(8)=(6)-(7) 同 一 信 用 级 别 银 行 债 $T-1$ 年 利 率 期 限 结 构 溢 价	(9)=(5)-(8) 特 定 银 行 债 1 年 期 名 义 到 期 收 益 率
0			T	$r_{y,T}$	$r_{yc,T}$	$r_{yc,1}$	$r_{p,T-1} = r_{yc,T} - r_{yc,1}$	$r_{y,1} = r_{y,T} - r_{p,T-1}$
1	中 国 工 商 银 行	AAA	4.5534 年	4.4345%	4.4510% (4.5534 年期 到期收益率)	2.8083% (1 年期到期 收益率)	1.6427% (4.5534 年-1 年 =3.5534 年的 期限结构溢价)	2.7918% (4.5534 年的到期 收益率-3.5534 年 的期限结构溢价= 1 年期到期收益率)

式 (1) 和表 1 的含义与特色在于:通过用特定银行债 T 年的理论到期收益率 $r_{y,T}$ 减去收益率曲线上的同一信用级别银行债 $T-1$ 年期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 、来确定特定银行债 1 年期到期收益率 $r_{y,1}$ 。解决了现有理论公式仅仅能够测算 T 年整个时段的到期收益率、无法确定特定债券 1 年期到期收益率,因而无法计算债券利差的难题,解决了现实资本市场中因缺乏特定债券 1 年期到期收益率、而无法计算债券利差的难

题, 解决了简单地直接采用同一信用级别银行债收益率曲线上的 1 年期到期收益率, 无法反映特定银行收益率的问题。

(2) 基本方程的必要性

在式 (1) 中为什么用同一信用级别银行债 $T - 1$ 年利率期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 来近似特定银行债 $T - 1$ 年利率期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 呢? 其理由如下:

在同一信用级别银行债到期收益率曲线上的 1 年期到期收益率实际上是一类银行、而不是一个特定银行债的 1 年期到期收益率. 这实际上相当于文字表达式 (1-a):

$$\text{一类银行 1 年期到期收益率} = \text{一类银行 } T \text{ 年期到期收益率} - \text{一类银行 } T - 1 \text{ 年期期限结构溢价} \quad (1-a)$$

若采用式 (1) 的方式进行计算, 实际上相当于文字表达式 (1-b):

$$\text{特定银行 1 年期到期收益率} = \text{特定银行 } T \text{ 年期到期收益率} - \text{一类银行 } T - 1 \text{ 年期期限结构溢价} \quad (1-b)$$

当求特定银行 1 年期到期收益率时, 式 (1-a) 和 (1-b) 右端第二项虽然相同, 但比较式 (1-a) 和 (1-b) 的差别会发现: 式 (1-b) 左端 100% 符合我们的目的, 式 (1-a) 仅仅是一种近似, 不符合. 式 (1-b) 右端第一项 100% 符合我们的目的, 式 (1-a) 右端第一项也仅仅是一种近似. 因此, 式 (1-b) 即式 (1) 的一次近似比直接从一类银行收益率曲线上获取数据的式 (1-a) 的两重近似更加合理。

(3) 基本方程的合理性

由式 (1) $r_{y,1} = (r_{y,T} - r_{yc,T}) + r_{yc,1}$ 看出, 当特定银行的 T 年期到期收益率 $r_{y,T}$ 等于到期收益率曲线上的 T 年期到期收益率 $r_{yc,T}$ 时, $(r_{y,T} - r_{yc,T}) = 0$, $r_{y,1} = r_{yc,1}$, 此时就可以用到期收益率曲线上的 1 年期到期收益率计算商业银行信用利差, 这也说明了式 (1) 的通用性. 另外, 由于 $r_{yc,T}$ 近似于同一信用级别所有银行的到期收益率均值, 因此, 一般情况下 $(r_{y,T} - r_{yc,T}) \neq 0$, 所以还是应该用本研究的式 (1) 来计算。

2.3.2 解决难点 3 的思路

通过 1 年期银行债与国债到期收益率的比较给出各有关银行债的实际信用利差, 真实地反映债券市场对各有关商业银行信用风险的认同, 为银行债的发行定价和投资决策提供依据. 用此思路解决上述难点 3.

2.3.3 解决难点 4 的思路



图 1 基于信用利差的商业银行违约概率测算原理

通过折算到同一基准日的国债与银行债实际到期收益率的比较来反映真实信用利差, 解决了各种债券由于发行日期不同而无法进行比较的问题. 用此思路解决上述难点 4. 按照 2.3.1-2.3.3 的思路建模对我国银行债信用利差进行分析, 在下文的实证研究也得到了与标准普尔公司、穆迪公司序关系一致的结果。

2.3.4 解决难点 5 的思路

采用牛顿插值法计算未发债银行的信用利差. 根据多数银行的信用评级及市场上存在的少数银行债的信用利差, 应用牛顿插值法, 推断未发债银行市场可接受的信用利差. 用此思路解决上述难点 5. 本文基于期限结构溢价的商业银行信用利差测算原理如图 1 所示。

3 基于期限结构溢价的银行信用利差与违约概率测算模型

3.1 基于期限结构溢价的银行信用利差测算

3.1.1 银行债名义到期收益率的计算

计算银行债名义到期收益率的作用是通过在银行债名义到期收益率中扣除资本及利息所得税影响计算银行债实际到期收益率。

记 P 为银行债基准日的市场价格, FV 为银行债面值, $r_{y,T}$ 为银行债名义到期收益率, C_i 为第 i 次付息的金额, t_i 为第 i 次付息日至基准日以年为单位的的时间, T 为银行债剩余到期期限, M 为基准日至到期日的付息次数, 当 T 为整数时, $M = T$; 当 T 为小数时, M 为大于 T 的最小整数, 则计算银行债名义到期收益率的公式为^[18]:

$$P = \sum_{i=1}^M \frac{C_i}{(1+r_{y,T})^{t_i}} + \frac{FV}{(1+r_{y,T})^T} \quad (2)$$

式 (2) 中只有银行债到期收益率 $r_{y,T}$ 为未知变量, 其他变量均为已知, 因此, 将银行债市场价格 P 、第 i 次付息金额 C_i 、第 i 次付息日至基准日的时间 t_i 、债券面值 FV 、到期期限 T 代入式 (2), 可解出银行债名义到期收益率 $r_{y,T}$ 。

3.1.2 银行债到期收益率期限结构溢价的计算

计算银行债到期收益率期限结构溢价的作用, 是将银行债 T 年的到期收益率减去 $T-1$ 年的期限结构溢价确定银行债 1 年期的到期收益率, 消除银行债到期期限长短不一对银行债信用利差的影响。

应该指出, 本文的 T 年泛指期限大于 1 年的任意长的时间区间。

记 $r_{yc,T}$ 为计算基准日银行债到期收益率曲线上剩余期限 T 年的到期收益率, $r_{yc,1}$ 为同一到期收益率曲线上 1 年期到期收益率, $r_{p,T-1}$ 为 1 年至银行债剩余期限 T 年、即 $T-1$ 年的期限结构溢价, 则 $r_{p,T-1}$ 为:

$$r_{p,T-1} = r_{yc,T} - r_{yc,1} \quad (3)$$

式 (3) 的经济学含义为: 银行债 $T-1$ 年的期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 等于银行债到期收益率曲线上 T 年的到期收益率 $r_{yc,T}$ 减去 1 年期到期收益率 $r_{yc,1}$ 。

3.1.3 银行债 1 年期实际到期收益率的计算

计算银行债 1 年期实际到期收益率的作用是通过银行债 1 年期实际到期收益率与 1 年期国债利率即无风险利率相比较, 得到银行债的信用利差, 反映发债银行信用风险的大小。

记 $r_{y,T}$ 为银行债剩余期限 T 年的名义到期收益率, $r_{y,1}$ 为银行债 1 年期名义到期收益率, 将基准日银行债 T 年期的到期收益率 $r_{y,T}$ 减去银行债 $T-1$ 年的期限结构溢价 $r_{p,T-1}$ 可计算出银行债 1 年期的名义到期收益率 $r_{y,1}$, 如式 (1) 所示。

记 Tax 为银行债利息收入及资本利得所得税税率, 则根据银行债 1 年期名义到期收益率 $r_{y,1}$ 计算银行债 1 年期实际到期收益率 r_1 的公式为:

$$r_1 = r_{y,1} \times (1 - Tax) \quad (4)$$

计算银行债的信用利差应使用银行债 1 年期实际到期收益率, 其作用是在银行债到期收益率中剔除银行债与国债不同税收因素的影响。

3.1.4 基于期限结构溢价的银行信用利差测算模型

测算银行债信用利差的作用是反映银行信用风险的大小, 为银行债发行定价及投资决策提供依据, 为银行违约概率的测算提供依据。

记 r_f 为 1 年期国债利率即无风险利率, r_d 为由于银行信用风险因素而产生的银行债 1 年期实际到期收益率高于无风险利率的部分即信用利差, 则银行债 1 年期实际到期收益率 r_1 等于无风险利率 r_f 加银行债信用利差 r_d :

$$r_1 = r_f + r_d \quad (5)$$

对式 (5) 移项并将式 (4) 代入, 即得到银行债信用利差 r_d :

$$r_d = r_1 - r_f = r_{y,1} \times (1 - Tax) - r_f \quad (6)$$

由于无风险利率 r_f 已知, 故在测算出银行债 1 年期实际到期收益率 r_1 后, 即可得到银行债信用利差 r_d 。

3.2 基于信用利差的银行违约概率测算模型

测算银行违约概率的作用是直观地定量反映银行信用风险大小, 为银行债发行定价及投资决策提供依据.

记 PD 为银行违约概率, LGD 为银行债违约损失率, 在债券市场不存在套利机会的条件下, 持有银行债 1 年的期望超额收益率应等于其期望违约损失率:

$$(1 - PD) \times (r_1 - r_f) = PD \times LGD \quad (7)$$

式 (7) 左端的经济学含义如下: r_1 为持有银行债 1 年所获得的收益率, r_f 为持有国债 1 年所获得的收益率, 若银行违约风险为 0, 则持有银行债 1 年所获得的超额收益 (持有银行债收益超过持有国债收益的部分) 就是 $(r_1 - r_f)$, 但银行的违约风险并不为 0, 而是以 PD 的概率违约, 故要用 $1 - PD$ 打一个折扣, 式 (7) 中折扣后的 $(1 - PD) \times (r_1 - r_f)$ 就是持有银行债 1 年在银行不违约的情况下所获超额收益的相对数, 也就是超额收益率的数学期望, 或称作期望超额收益率.

式 (7) 右端的经济含义如下: 若银行债 100% 地违约, 则持有银行债的损失用相对数表示就是 LGD ; 但银行债并不是 100% 地违约, 而是以 PD 的概率违约, 故要用 PD 打一个折扣, 式 (7) 中这个折扣后的 $PD \times (LGD)$ 就是持有银行债 1 年在银行违约情况下损失的相对数, 也就是违约损失率的数学期望, 或称作期望违约损失率.

将式 (6) $r_d = r_1 - r_f$ 代入式 (7), 得式 (8):

$$(1 - PD) \times (r_d) = PD \times LGD \quad (8)$$

式 (8) 的经济学含义为: 在银行不违约的情况下持有银行债所获得的超额收益率等于银行违约情况下的违约损失率. 对式 (8) 进行简单的化简计算就得到式 (9) 所示的银行违约概率测算公式:

$$PD = \frac{r_d}{r_d + LGD} \quad (9)$$

式 (9) 的经济学含义为: 银行违约概率 PD 等于银行债信用利差 r_d 除以银行债信用利差 r_d 与银行债违约损失率 LGD 之和的商.

应该指出, 把式 (9) PD 的表达式代入式 (7), 则式 (7) 就变成式 (5). 因此, 式 (7) 和式 (5) 反映相同的关系.

综上, 通过测算银行债 T 年的名义到期收益率 $r_{y,T}$ 、银行债 $T - 1$ 年的期限结构溢价 $r_{p,T-1}$, 可计算出银行债 1 年期名义到期收益率 $r_{y,1}$, 如上文式 (1); 通过银行债 1 年期名义到期收益率 $r_{y,1}$ 可计算出银行债 1 年期实际到期收益率 r_1 , 如上文式 (4); 通过银行债 1 年期实际到期收益率 r_1 与国债 1 年期到期收益率即无风险利率 r_f 的比较, 可间接测算银行债信用利差 r_d , 如上文式 (6); 通过银行债信用利差 r_d 、银行债违约损失率 LGD , 可测算银行违约概率 PD , 如上文式 (9) 所示.

3.3 未发债银行信用利差及违约概率的测算

一般情况下, 银行信用评级越高, 其信用利差应越小. 根据多数银行信用评级及市场上存在的少数银行债的信用利差, 应用牛顿插值法, 推断未发债银行市场可接受的信用利差. 解决多数银行由于未发行债券不能计算其信用利差的难题.

记 z_i 为第 i 个银行的信用评级, 记 r_{di} 为第 i 个银行与信用评级 z_i 相对应的信用利差. 记 $f(z_i, z_{i+1})$ 为相邻的第 i 个银行和第 $i + 1$ 个银行信用利差的一阶差商, 如式 (10)^[19]:

$$f(z_i, z_{i+1}) = \frac{r_{di+1} - r_{di}}{z_{i+1} - z_i} \quad (10)$$

记 z 为未发债银行的信用评级, 应用牛顿插值法计算该银行的信用利差 r_d , 如式 (11) 所示^[19]:

$$r_d = r_{di} + f(z_i, z_{i+1}) \times (z - z_i) \quad (11)$$

式 (11) 的经济学含义为: 被插值银行的信用利差 r_d 等于第 i 个银行的信用利差 r_{di} 加上信用利差的一阶差商 $f(z_i, z_{i+1})$ 与被插值银行信用评级与第 i 个银行信用评级之差 $(z - z_i)$ 的乘积. 这种插值也是数值分析的一般原理.

将插值计算的银行信用利差 r_d 及银行债违约损失率 LGD 代入式 (9), 计算未发债银行的违约概率.

4 商业银行信用利差与违约概率测算实证研究

4.1 样本选取与数据来源

本文选取中国工商银行、中国银行等 46 家商业银行作为违约概率测算的样本. 其中, 19 家发债银行利用银行债信用利差测算其违约概率, 其他银行应用牛顿插值法计算其信用利差及违约概率. 19 家银行全部有关数据来源于中国债券信息网站 (www.chinabond.com.cn)^[20], 列于表 2 的 1-10 列.

4.2 基于期限结构溢价的银行信用利差测算

4.2.1 银行债名义到期收益率的计算

(1) 表 3 第 3-4 列的来源

表 3 第 3 列为银行债的市场价格 P , 该价格查自中国债券信息网站 (www.chinabond.com.cn)^[20].

表 3 第 4 列为银行债每年应计利息 C , 由表 2 第 4 列的票面利率乘以表 2 第 5 列的债券面值 FV 计算得到.

(2) 表 3 第 5 列数据的计算

表 3 第 5 列为银行债的剩余期限, 即为计算基准日至银行债到期日以年为单位的时间. 它的计算分为以下三个步骤:

A 计算基准日的确定: 考察哪一个时间段的银行信用风险, 就采用那一个时间段的起始日作为计算的基准日. 这里实际有两个条件, 一是这个基准日应该在银行债已发行、且未到期的时段内, 二是等于银行评级的时间或距离银行评级的时间最近. 本研究选择 2009 年 12 月 31 日为银行债到期收益率计算的基准日, 目的是与下文最近的商业银行信用风险评价得分的时间区间相一致.

B 银行债到期日的确定: 一是对含有提前赎回权的银行债, 将表 2 第 9 列的行权日期作为银行债的到期日. 原因是本研究采用的债券价格为中央国债结算公司推荐的债券到期日为行权日的债券价格. 二是对于不含有发行人提前赎回权的银行债, 将表 2 第 7 列的到期日作为银行债的到期日.

C 表 3 第 4 列剩余期限的计算: 剩余期限 $T=[(\text{到期日 } Y-M-D)-(\text{基准日 } y-m-d) \text{ 天}]/(365 \text{ 天/年})$. 由表 2 第 1 行第 9 列的 $Y-M-D=2014-7-20$ 和上边 A 步骤中的 $y-m-d=2009-12-31$, 代入本步骤中的文字表达式,

表 2 银行债发行要素

(1) 序 号	(2) 银行名称	(3) 债券 代码	(4) 票面利率 (%)	(5) 债券面值 FV(元)	(6) 起息日	(7) 到期日	(8) 含权类型	(9) 行权日期	(10) 付息方式
1	中国工商银行	90501	3.28	100	2009-7-20	2019-7-19	提前赎回权	2014-7-20	12月/次
2	中国银行	90601	3.28	100	2009-7-8	2019-7-7	提前赎回权	2014-7-8	12月/次
3	中国建设银行	90703	3.32	100	2009-8-11	2019-8-10	提前赎回权	2014-8-11	12月/次
4	中国农业银行	92501	3.3	100	2009-5-20	2019-5-20	提前赎回权	2014-5-20	12月/次
5	国家开发银行	90201	3.73	100	2009-4-1	2019-4-1	无	无	12月/次
6	中国进出口银行	90304	2.74	100	2009-5-21	2014-5-21	无	无	12月/次
7	中国农业发展银行	80420	3.5	100	2008-12-16	2018-12-16	无	无	12月/次
8	交通银行	91501	3.28	100	2009-7-3	2019-7-2	提前赎回权	2019-3-25	12月/次
9	中国民生银行	90801	5.7	100	2009-3-25	2024-3-24	提前赎回权	2019-3-25	12月/次
10	招商银行	81101	5.7	100	2008-9-4	2018-9-3	提前赎回权	2013-9-4	12月/次
11	北京银行	82002	4.95	100	2008-9-19	2013-9-18	无	无	12月/次
12	浦东发展银行	80901	3.95	100	2008-12-26	2018-12-25	提前赎回权	2013-12-26	12月/次
13	深圳发展银行	81603	5.3	100	2008-10-28	2018-10-27	提前赎回权	2013-10-28	12月/次
14	中国光大银行	91801	3.75	100	2009-3-17	2019-3-17	提前赎回权	2014-3-17	12月/次
15	广东发展银行	81903	5.85	100	2008-9-25	2018-9-25	提前赎回权	2013-9-25	12月/次
16	江苏银行	92301	5	100	2009-10-29	2019-10-28	提前赎回权	2014-10-28	12月/次
17	浙商银行	92002	5	100	2009-5-27	2019-5-27	提前赎回权	2014-5-27	12月/次
18	杭州银行	82006	5.15	100	2008-12-9	2018-12-9	提前赎回权	2013-12-9	12月/次
19	重庆银行	92001	5.31	100	2009-4-3	2019-4-3	提前赎回权	2014-4-3	12月/次

得到中国工商银行债的剩余期限 $T = [(2014-7-20) - (2009-12-31) \text{ 天}] / (365 \text{ 天/年}) = 4.5534 \text{ 年}$, 列于下文表 3 第 1 行的第 5 列. 表 3 第 5 列的其他数据类推. 上述计算过程读者毋须查阅万年历, 可以方便地应用 Excel 进行计算.

(3) 表 3 第 6 列数据的计算

表 3 第 6 列的来源需要应用式 (2) 进行计算, 而式 (2) 中的数据需要表 4 的数据. 因此, 需要先说明表 4 数据的来龙去脉.

表 4 第 2 列来源于上文“A 计算的基准日的确定”.

表 4 第 3 列来源于表 2 第 1 行第 6 列的数据.

表 4 第 4 列的数据由表 4 第 3 列减去第 2 列后, 再除以 365 天. 其计算过程与上文“C 表 3 第 4 列剩余期限的计算”相同.

表 4 第 5 列第 1 行的数据由表 4 第 1 行第 4 列的时间乘以表 3 第 1 行第 4 列的每年利息得到.

表 4 第 5 列其他行的数据就是表 3 第 1 行第 4 列的数据, 因为这段的时间间隔正好是 1 年, 故就是年付息额.

由此得到表 4 的全部数据.

将表 3 第 1 行第 3 列的债券价格 $P = 96.0696$ 元代入式 (2) 的左端; 将表 4 第 4 列的每次付息日期至基准日的 5 个时间数据 t_i 、表 4 第 5 列的 5 个每次付息金额 C_i 、表 2 第 1 行第 5 列债券面值 $FV = 100$ 元代入式 (2) 右端:

$$95.3174 = \frac{1.82}{(1+r_{y,T})^{0.5534}} + \frac{3.82}{(1+r_{y,T})^{1.5534}} + \frac{3.82}{(1+r_{y,T})^{2.5534}} + \frac{3.82}{(1+r_{y,T})^{3.5534}} + \frac{3.82}{(1+r_{y,T})^{4.5534}} + \frac{100}{(1+r_{y,T})^{4.5534}}$$

该方程中只有一个未知量即债券名义到期收益率 $r_{y,T}$, 利用 Excel 软件中的 IRR 函数, 可以方便地求解出中国工商银行债名义到期收益率 $r_{y,T} = 4.4345\%$, 求解结果列于表 3 第 1 行第 6 列. 表 3 第 6 列的其他数据以此类推.

4.2.2 银行债到期收益率期限结构溢价的计算

表 5 第 3 列为银行债的信用评级, 查自中国债券信息网 (www.chinabond.com.cn)^[20]. 应该说明, 中国债券信息网公布的银行信用评级与我们课题组对有关银行的信用评级是一致的^[21], 因此, 对于缺乏信用评级结果的银行债, 下文采用的就是我们课题组的评级结果.

表 5 第 4 列为银行债的剩余期限 T , 来源于表 3 第 5 列的数据.

表 5 第 5 列为银行债的名义到期收益率 $r_{y,T}$, 来源于表 3 第 6 列的数据.

表 5 第 6 列为银行债到期收益率曲线上 T 年期的到期收益率 $r_{yc,T}$, 查自中国债券信息网^[20].

表 5 第 7 列为银行债到期收益率曲线上 1 年期的到期收益率 $r_{yc,1}$, 查自中国债券信息网^[20].

表 5 第 8 列为银行债 $T - 1$ 年的期限结构溢价. 将表 5 第 1 行第 6 列的 T 年期的到期收益率 $r_{yc,T} = 4.4510\%$ 、表 5 第 1 行第 7 列的 1 年期到期收益率 $r_{yc,1} = 2.8083\%$ 代入式 (3), 计算得到中国工商银行债 $T - 1$ 年期限结构溢价 $r_{p,T-1} = r_{p,3.5534} = 1.6427\%$, 列于表 5 第 1 行第 8 列. 表 5 第 8 列的其他数据类推.

表 5 第 9 列为银行债 1 年期的名义到期收益率 $r_{y,1}$. 将表 5 第 1 行第 5 列 T 年的名义到期收益率

表 3 银行债名义到期收益率

(1) 序号	(2) 发行银行	(3) 债券价格 P (元)	(4) 每年利息 C (元)	(5) 剩余期限 T (年)	(6) 名义到期 收益率 r_n (%)
1	中国工商银行	95.3174	3.28	4.5534	4.4345
2	中国银行	95.3904	3.28	4.5205	4.4236
3	中国建设银行	95.3457	3.32	4.6137	4.4547
4	中国农业银行	95.7614	3.3	4.3863	4.3794
5	国家开发银行	98.0624	3.73	9.2548	3.9827
6	中国进出口银行	96.8697	2.74	4.389	3.5198
7	中国农发银行	96.4955	3.5	8.9644	3.9722
8	交通银行	95.4207	3.28	4.5068	4.419
9	中国民生银行	93.5746	5.7	9.2356	6.6488
10	招商银行	103.3814	5.7	3.6795	4.6693
11	北京银行	101.6498	4.95	3.7178	4.4522
12	浦东发展银行	97.2322	3.95	3.989	4.7277
13	深圳发展银行	100.453	5.3	3.8274	5.1608
14	中国光大银行	96.083	3.75	4.211	4.7961
15	广东发展银行	102.333	5.85	3.737	5.1389
16	江苏银行	95.6779	5	4.8274	6.0545
17	浙商银行	95.9993	5	4.4055	6.0528
18	杭州银行	98.0164	5.15	3.9425	5.7243
19	重庆银行	97.4268	5.31	4.2575	6.0051

表 4 中国工商银行债剩余期限内的付息情况

(1) 付息序号 i	(2) 基准日	(3) 付息日	(4) 付息日至基准日 时间 t_i (年)	(5) 付息金额 C_i (元)
1	2009-12-31	2010-7-20	0.5534	1.82
2	2009-12-31	2011-7-20	1.5534	3.28
3	2009-12-31	2012-7-20	2.5534	3.28
4	2009-12-31	2013-7-20	3.5534	3.28
5	2009-12-31	2014-7-20	4.5534	3.28

$r_{y,T} = 4.4345\%$ 、表 5 第 1 行第 8 列 $T-1$ 年的期限结构溢价 $r_{p,T-1} = 1.6427\%$ 代入式 (1), 计算得到中国工商银行银行债 1 年期的名义到期收益率 $r_{y,1} = 2.7918\%$, 列于表 5 第 1 行第 9 列. 表 5 第 9 列的其他数据类推.

表 5 通过不同期限的利率期限结构溢价计算银行债 1 年期名义到期收益率

(1) 序 号	(2) 发债 银行	(3) 信用 评级	(4) 剩余 期限 (年)	(5) 特定银行债 T 年的名义 到期收益率 (%)(理论公 式计算得到)	(6) 同一信用级别 银行债 T 年 到期收益率 (%)(收益率 曲线得到)	(7) 同一信用级别 银行债 1 年期 到期收益率 (%)(收益率 曲线得到)	(8)=(6)-(7) 同一信用级别 银行债 $T-1$ 年利率期限 结构溢价(%)	(9)=(5)-(8) 特定银行债 1 年期名义 到期收益率 (%)
0			T	$r_{y,T}$	$r_{yc,T}$	$r_{yc,1}$	$r_{p,T-1} =$ $r_{yc,T} - r_{yc,1}$	$r_{y,1} =$ $r_{y,T} - r_{p,T-1}$
1	中国工商银行	AAA	4.5534	4.4345	4.451	2.8083	1.6427	2.7918
2	中国银行	AAA	4.5205	4.4236	4.451	2.8083	1.6427	2.7809
3	中国建设银行	AAA	4.6137	4.4547	4.451	2.8083	1.6427	2.812
4	中国农业银行	AAA	4.3863	4.3794	4.3847	2.8083	1.5764	2.803
5	国家开发银行	AAA	9.2548	3.9827	3.9809	2.1895	1.7914	2.1913
6	中国进出口银行	AAA	4.389	3.5198	3.5223	2.1895	1.3328	2.187
7	中国农业发展银行	AAA	8.9644	3.9722	3.9737	2.1895	1.7842	2.188
8	交通银行	AAA	4.5068	4.419	4.451	2.8083	1.6427	2.7763
9	中国民生银行	AA	9.2356	6.6488	5.5414	3.2883	2.2531	4.3957
10	招商银行	AAA	3.6795	4.6693	4.1828	2.8083	1.3745	2.2948
11	北京银行	AA	3.7178	4.4522	4.6886	3.2883	1.4003	3.0519
12	浦东发展银行	AAA	3.989	4.7277	4.2614	2.8083	1.4531	3.2746
13	深圳发展银行	AA	3.8274	5.1608	5.1547	3.7083	1.4464	3.7144
14	中国光大银行	AA	4.211	4.7961	4.7933	3.2883	1.505	3.2911
15	广东发展银行	AA	3.737	5.1389	5.1547	3.7083	1.4464	3.6925
16	江苏银行	AA	4.8274	6.0545	6.0446	4.2683	1.7763	4.2782
17	浙商银行	A	4.4055	6.0528	6.0519	4.3983	1.6536	4.3992
18	杭州银行	AA	3.9425	5.7243	5.7414	4.2683	1.4731	4.2512
19	重庆银行	A	4.2575	6.0051	5.9873	4.3983	1.589	4.4161

4.2.3 银行债 1 年期实际到期收益率的计算

表 6 第 3 列为银行债 1 年期的名义到期收益率 $r_{y,1}$, 来源于表 5 第 9 列的数据.

表 6 第 4 列为银行债 1 年期实际到期收益率 r_1 . 这一列的数据系根据式 (4) 的 $r_1 = r_{y,1} \times (1 - Tax)$, 把表 6 第 3 列的数值乘以 $(1 - Tax) = (1 - 20\%) = 80\%$ ^[22] 得到.

4.2.4 基于期限结构溢价的银行信用利差测算

表 6 第 5 列为 1 年期国债的到期收益率 r_f , 查自计算基准日 2009 年 12 月 31 日的国债收益率曲线, 数据来自中国债券信息网 (www.chinabond.com.cn)^[20].

表 6 第 6 列为银行债信用利差 r_d . 系根据上文的式 (6) 由表 6 的第 4 列减去第 5 列得到.

4.3 基于信用利差的商业银行违约概率测算

表 6 第 7 列为商业银行违约概率, 是将表 6 第 6 列的银行债信用利差 r_d 及银行债违约损失率 $LGD = 76.44\%$ ^[23] 代入上文的式 (9) 计算得到.

为了便于比较, 表 6 列出了标准普尔和穆迪的评价结果如下:

表 6 第 8 列为标准普尔公司根据银行信用评级统计的违约概率^[24].

表 6 第 9 列为穆迪公司根据银行信用评级统计的违约概率^[23].

4.4 实证研究的几点结论与有关说明

4.4.1 实证研究的几点结论

比较表 6 第 7、8、9 列可以看出: (1) 本模型得到的银行违约概率与标准普尔和穆迪公司的评价结果具有一致的序关系. (2) 本模型得到的银行违约概率与标准普尔公司的评价结果比较接近, 并介于标准普尔和

穆迪公司评价结果之间。(3) 三家政策性银行和四大国有商业银行违约概率最低, 地区性的城市商业银行违约概率较高, 上市银行的违约概率居中。

表 6 基于信用利差的商业银行违约概率

(1) 序号	(2) 发行银行	(3) 名义到期 收益率 $r_{y,1}(\%)$	(4) 实际到期 收益率 $r_1(\%)$	(5) 国债到期 收益率 $r_f(\%)$	(6) 信用利差 $r_d(\%)$	(7) 违约概率 $PD(\%)$	(8) 标准普尔 违约概率 (%)	(9) 穆迪公司 违约概率 (%)
1	中国工商银行	2.7918	2.2334	1.4953	0.7381	0.9564	1.1	0.333
2	中国银行	2.7809	2.2247	1.4953	0.7294	0.9452	1.1	0.333
3	中国建设银行	2.812	2.2496	1.4953	0.7543	0.9771	1.1	0.333
4	中国农业银行	2.803	2.2424	1.4953	0.7471	0.9679	-	-
5	国家开发银行	2.1913	1.753	1.4953	0.2577	0.336	-	-
6	中国进出口银行	2.187	1.7496	1.4953	0.2543	0.3316	-	-
7	中国农业发展银行	2.188	1.7504	1.4953	0.2551	0.3326	-	-
8	交通银行	2.7763	2.221	1.4953	0.7257	0.9405	-	-
9	中国民生银行	4.3957	3.5166	1.4953	2.0213	2.5761	2.4	1.058
10	招商银行	3.2948	2.6358	1.4953	1.1405	1.4701	1.48	0.454
11	北京银行	3.0519	2.4415	1.4953	0.9462	1.2227	-	-
12	浦东发展银行	3.2746	2.6197	1.4953	1.1244	1.4496	2.4	1.058
13	深圳发展银行	3.7144	2.9715	1.4953	1.4762	1.8946	2.4	1.058
14	中国光大银行	3.2911	2.6329	1.4953	1.1376	1.4664	-	-
15	广东发展银行	3.6925	2.954	1.4953	1.4587	1.8726	-	-
16	江苏银行	4.2782	3.4226	1.4953	1.9273	2.4593	-	-
17	浙商银行	4.3992	3.5194	1.4953	2.0241	2.5796	-	-
18	杭州银行	4.2512	3.401	1.4953	1.9057	2.4324	-	-
19	重庆银行	4.4161	3.5329	1.4953	2.0376	2.5964	-	-

4.4.2 有关说明

(1) 银行债违约损失率 $LGD = 76.44\%$ ^[23] 为穆迪公司对债券违约损失率的统计结果, 穆迪公司对债券的评级及违约损失率的统计不仅包括美国等其他国家和地区的银行, 也包括中国大陆的部分银行. 这说明, 国际顶级评级机构是用一个常量 $LGD = 76.44\%$ ^[23] 来推算各个国家银行的违约概率. 因此, 这里采用穆迪公司的违约损失率测算我国商业银行的违约概率具有合理性.

(2) 违约损失率 LGD 不同, 根据式 (9) 计算出的违约概率 PD 也不同. 在本文中各类银行债的违约损失率 LGD 均为 76.44% ^[23]. 对给定的国家或地区统计出的银行债违约损失率 LGD 为常量, 无论该常量数值等于多少, 根据式 (9) 计算违约概率排序结果的序关系不变, 也就是说并不影响对银行违约概率的排序结果.

4.5 未发债银行信用利差及违约概率测算

根据银行信用评级, 采用牛顿插值法推算未发债商业银行的信用利差, 解决多数银行由于近期末发行银行债不能直接计算其信用利差的难题.

(1) 插值节点银行的信用评级与信用利差

我们课题组对中国大陆商业银行进行了信用评级, 穆迪公司对部分中国大陆银行也进行了评级, 二者得到了信用等级序关系一致的结果^[21]. 因此, 沿用我们课题组对 46 家银行的信用评级结果^[21] 及表 7 第 2 列中 7 家银行的信用利差作为实例, 采用牛顿插值法计算未发债银行的信用利差.

选择表 7 第 2 列的 7 家银行作为插值节点银行, 其原因是这 7 家银行的信用评级与信用利差完全符合信用评级越高, 其信用利差越小这一规律. 当然, 如果选择表 6 第 2 列 19 家所有银行作为插值节点银行, 也会得到类似的结果. 因为这 19 家银行也近似地服从信用评级越高、信用利差越小这一规律, 误差很小.

表 7 第 3 列为我们课题组对上述 7 家银行的信用评级 z_i ^[21].

表 7 第 4 列为 7 家银行的信用利差 r_d , 来源于表 6 第 6 列对应银行的信用利差 r_d .

(2) 未发债商业银行信用利差的计算

表 8 第 2 列为目前尚未发债的 27 家银行及 3 家政策性银行的名称.

表 8 第 3 列为我们课题组对上述 30 家银行的信用评级 z_i ^[21].

表 8 第 4 列为第 1 个节点银行的名称. 根据插值规则^[19], 节点 1 是被插值银行的信用评分减去表 7 第 3 列的信用评分得到差值后, 差值绝对值最小的银行. 同理, 节点 2 银行则为其差值的绝对值第二小的银行.

表 8 第 5 列为节点银行 1 的信用评分 $z_i^{[21]}$.

表 8 第 6 列为节点银行 1 的信用利差 r_{di} , 来自表 7 第 4 列.

表 8 第 7 列为第 2 个节点银行的名称.

表 8 第 8 列为节点银行 2 的信用评分 $z_{i+1}^{[21]}$.

表 8 第 9 列为节点银行 2 的信用利差 r_{di+1} , 来自表 7 第 4 列.

表 8 第 10 列为应用牛顿插值法计算的银行信用利差 r_d , 其计算过程如下:

由表 8 第 1 行第 3 列, 美国合纵银行的信用评分 $z = 0.6856$, 其信用评分与表 7 第 1 行第 3 列中国工商银行信用评分 $z_i = 0.5990$ 及表 7 第 2 行第 3 列中国农业银行信用评分 $z_{i+1} = 0.5969$ 最为接近, 因此应用中国工商银行和中国农业银行这两家银行的信用评分及其信用利差插值计算美国合纵银行的信用利差 r_d .

表 7 牛顿插值节点银行信用评分与信用利差

(1) 序号	(2) 银行名称	(3) 信用评分 z_i	(4) 信用利差 $r_d(\%)$
1	中国工商银行	0.599	0.7381
2	中国农业银行	0.5969	0.7471
3	北京银行	0.3903	0.9462
4	招商银行	0.3838	1.1405
5	广东发展银行	0.3648	1.4587
6	中国民生银行	0.3275	2.0213
7	浙商银行	0.3125	2.0241

表 8 牛顿插值计算的银行违约概率及信用利差

(1) 序 号	(2) 银行 名称	(3) 信用 评分 z	(4) 节点 银行 1	(5) 信用 评分 z_i	(6) 信用 利差 $r_{di}(\%)$	(7) 节点 银行 2	(8) 信用 评分 z_{i+1}	(9) 信用 利差 $r_{di+1}(\%)$	(10) 信用 利差 $r_d(\%)$	(11) 违约 概率 $PD(\%)$
1	美国合纵银行	0.6856	工商银行	0.599	0.7381	农业银行	0.5969	0.7471	0.349	0.4545
2	美国花旗银行	0.6765	工商银行	0.599	0.7381	农业银行	0.5969	0.7471	0.3898	0.5073
3	摩根大通银行	0.6679	工商银行	0.599	0.7381	农业银行	0.5969	0.7471	0.4282	0.557
4	美国富国银行	0.6523	工商银行	0.599	0.7381	农业银行	0.5969	0.7471	0.4984	0.6478
5	美洲银行	0.6452	工商银行	0.599	0.7381	农业银行	0.5969	0.7471	0.5304	0.6891
6	国家开发银行	0.5126	农业银行	0.5969	0.7471	北京银行	0.3903	0.9462	0.8283	1.072
7	中国农业发展银行	0.4468	农业银行	0.5969	0.7471	北京银行	0.3903	0.9462	0.8917	1.1531
8	日照银行	0.4293	农业银行	0.5969	0.7471	北京银行	0.3903	0.9462	0.9087	1.1748
9	南京银行	0.4249	农业银行	0.5969	0.7471	北京银行	0.3903	0.9462	0.9129	1.1802
10	中国进出口银行	0.4227	农业银行	0.5969	0.7471	北京银行	0.3903	0.9462	0.9149	1.1828
11	中信银行	0.4061	农业银行	0.5969	0.7471	北京银行	0.3903	0.9462	0.931	1.2032
12	莱商银行	0.3807	招商银行	0.3838	1.1405	广发银行	0.3648	1.4587	1.1933	1.5371
13	宁波银行	0.3746	招商银行	0.3838	1.1405	广发银行	0.3648	1.4587	1.2943	1.665
14	华夏银行	0.3734	招商银行	0.3838	1.1405	广发银行	0.3648	1.4587	1.3139	1.6898
15	渤海银行	0.3717	招商银行	0.3838	1.1405	广发银行	0.3648	1.4587	1.3425	1.726
16	浙江泰隆银行	0.3693	招商银行	0.3838	1.1405	广发银行	0.3648	1.4587	1.384	1.7783
17	徽商银行	0.3506	广发银行	0.3648	1.4587	民生银行	0.3275	2.0213	1.6729	2.1417
18	恒丰银行	0.3455	广发银行	0.3648	1.4587	民生银行	0.3275	2.0213	1.7488	2.2366
19	兴业银行	0.3431	广发银行	0.3648	1.4587	民生银行	0.3275	2.0213	1.7854	2.2823
20	长沙银行	0.3385	广发银行	0.3648	1.4587	民生银行	0.3275	2.0213	1.8545	2.3687
21	潍坊市商业银行	0.3366	广发银行	0.3648	1.4587	民生银行	0.3275	2.0213	1.8829	2.404
22	桂林市商业银行	0.3287	广发银行	0.3648	1.4587	民生银行	0.3275	2.0213	2.003	2.5534
23	温州银行	0.3146	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0237	2.5792
24	大连银行	0.3119	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0242	2.5798
25	济南市商业银行	0.3019	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0261	2.5821
26	烟台银行	0.2984	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0268	2.583
27	嘉兴市商业银行	0.2966	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0271	2.5834
28	大同市商业银行	0.2921	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0279	2.5844
29	葫芦岛市商业银行	0.2728	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0316	2.5889
30	西安市商业银行	0.2472	民生银行	0.3275	2.0213	浙商银行	0.3125	2.0241	2.0364	2.5949

在表 8 的第 1 行中: 将第 5 列中国工商银行信用评分 $z_i = 0.5990$, 第 6 列中国工商银行信用利差

$r_{di} = 0.7381\%$, 第 8 列中国农业银行信用评分 $z_{i+1} = 0.5969$, 第 9 列中国农业银行信用利差 $r_{di+1} = 0.7471\%$ 代入式 (10), 计算得到信用利差的一阶差商 $f(z_i, z_{i+1}) = -4.4916\%$.

在表 8 的第 1 行中: 将第 6 列的差 $r_{di} = 0.7381\%$, 上段计算出的 $f(z_i, z_{i+1}) = -4.4916\%$, 第 3 列的信用评分 $z = 0.6856$, 第 5 列的 $z_i = 0.5990$, 代入式 (11), 得到美国合纵银行信用利差 $r_d = 0.3490\%$, 结果列于表 8 第 1 行第 10 列. 表 8 第 10 列的其他数据类推.

应该指出: 国家开发银行、中国农业发展银行和中国进出口银行 3 家政策性银行作为已经发行债券的银行, 上文已经根据其期限结构溢价直接计算出了其信用利差, 表 8 通过对其插值计算, 又计算了一次利差. 为什么要做这两次利差的计算呢? 因为: 第一次利差采用的是期限结构溢价原理测算的实际利差; 第二次利差是根据银行信用评分得到的理论利差. 第一次利差数值比较小, 是因为这三家政策性银行的债券含有一定成分的国家信用; 第二次利差数值比较大, 是根据这三家银行信用风险测算的应该具有的信用利差. 由于国家政策性银行正在进行商业银行化改革, 在这种背景下采用第二种利差似乎更加合理.

(3) 未发债银行违约概率的测算

表 8 第 11 列的数值来源简单: 用表 8 第 10 列的数据 r_d 和 $LGD = 76.44\%$ ^[23] 代入式 (9) 即得到表 8 的第 11 列.

5 结论

5.1 主要结论

(1) 根据债券市场上银行债的供给和需求而决定的实际利差, 能真实客观地反映银行信用风险的大小. 通过在银行债实际到期收益率中去除期限结构溢价和无风险收益率来确定不同银行的信用利差, 通过信用利差确定不同银行的违约概率, 真实客观地反映了银行信用风险的大小, 可作为已发债银行再次发债、未发债银行发债定价决策的依据或投资者是否购买银行债的决策依据.

(2) 研究结果表明, 四大国有商业银行违约概率最低, 地区性的城市商业银行违约概率较高, 上市银行的违约概率居中.

5.2 主要工作

(1) 通过 1 年期的银行债与国债到期收益率的比较给出各有关银行债的实际信用利差, 真实地反映债券市场对各有关商业银行信用风险的认同, 为银行债的发行定价和投资决策提供依据.

(2) 以中国工商银行等 19 家发行银行债的商业银行为样本, 实证测算了 19 家发债银行的信用利差及违约概率, 并应用牛顿插值法根据已知的银行信用评分及信用利差计算了 27 家未发债银行的信用利差及违约概率, 实证研究得到了与标准普尔公司、穆迪公司序关系一致的结果, 为广大银行债投资者和商业银行提供了市场所接受的银行信用利差及违约概率.

5.3 主要创新与特色

(1) 通过同一信用等级银行债到期收益率曲线上、不同期限的到期收益率之差确定 $T-1$ 年的利率期限结构溢价, 通过用特定银行债 T 年的理论到期收益率 $r_{y,T}$ 减去收益率曲线上的同一信用级别银行债 $T-1$ 年利率期限结构溢价 $r_{p,T-1}$, 来确定特定银行债 1 年期到期收益率 $r_{y,1}$, 解决了现有的理论公式仅仅能够测算 T 年这一整个时段的到期收益率、无法确定特定债券 1 年期到期收益率、因而无法计算债券利差的难题, 解决了现实的债券市场中因缺乏特定债券 1 年期到期收益率、而无法计算债券利差的难题, 解决了简单的直接采用同一信用级别银行债到期收益率曲线上 1 年期到期收益率, 而无法反映特定银行债 1 年期到期收益率不同的问题.

(2) 通过折算到同一基准日的国债与银行债的实际到期收益率的比较来反映真实的信用利差, 解决了各种债券由于发行日不同而无法进行比较的问题.

(3) 应用牛顿插值法, 根据多数银行信用评分及市场上存在的少数银行债的利差, 推断未发行债券银行的市场可接受的信用利差. 解决了绝大部分商业银行因没有发行银行债而无法计算其信用利差及违约概率的难题.

(4) 通过实证研究得到与穆迪公司对我国银行信用风险排序一致的结果, 验证了本模型的合理性.

5.4 进一步研究的方向

利用信用利差推断银行违约概率的前提条件是计算中采用的银行债违约损失率 LGD 应与实际相符, 若 LGD 与实际不符, 则由信用利差推断的银行违约概率会有较大出入. 银行债违约损失率 LGD 的获得应通

过大样本的实际调查和统计测算得到,需有较多银行债违约和清偿情况的历史记录,故银行债实际违约损失率 LGD 的测算不是本篇论文所能解决的问题,但实际违约损失率 LGD 的测算是需要进一步研究的方向。

参考文献

- [1] Elton E J, Gruber M J, Agrawal D, et al. Explaining the rate spread on corporate bonds[J]. The Journal of Finance, 2001, 56(1): 247–277.
- [2] Longstaff F A, Mithal S, Neis E. Corporate yield spreads: Default risk or liquidity? New evidence from the credit default swap market[J]. The Journal of Finance, 2005, 60(5): 2213–2253.
- [3] Wang J B, Wu C C, Zhang F X. Liquidity, default, taxes and yields on municipal bonds[R]. Working Paper, Federal Reserve Board, Washington, 2005.
- [4] Collin-Dufresne P, Goldstein R S, Martin J S. The determinants of credit spread changes[J]. The Journal of Finance, 2001, 56(6): 2177–2207.
- [5] Chen L, Lesmond D A, Wei J. Corporate yield spreads and bond liquidity[R]. Working Paper, Michigan State University, Tulane University, University of Toronto, 2005.
- [6] Chakravarty S, Sarkar A. Liquidity in US fixed income markets: A comparison of the bid-ask spread in corporate, government and municipal bond markets[R]. Working Paper, Purdue University, Federal Reserve Bank of New York, 1999.
- [7] Houweling P, Mentink A, Vorst T. Comparing possible proxies of corporate bond liquidity[J]. Journal of Banking & Finance, 2005, 29(6): 1331–1358.
- [8] De Jong F, Driessen J. Liquidity risk premia in corporate bond markets[R]. Working Paper, Tilburg University and University of Amsterdam, 2007.
- [9] Christensen J H E, Diebold F X, Rudebusch G D. The affine arbitrage-free class of Nelson-Siegel term structure models[R]. Federal Reserve Bank of San Francisco, 2009.
- [10] 朱世武, 陈健恒. 交易所国债利率期限结构实证研究 [J]. 金融研究, 2003, 10: 63–73.
Zhu S W, Chen J H. Empirical study of treasury bonds term structure in bourse[J]. Journal of Financial Research, 2003, 10: 63–73.
- [11] Vasicek O. An equilibrium characterization of the term structure[J]. Journal of Financial Economics, 1977, 5(2): 177–188.
- [12] Cox J C, Ingersoll J E, Ross S A. A theory of the term structure of interest rates[J]. Econometrica, 1985, 53(2): 385–407.
- [13] Chan K C, Karolyi G A, Longstaff A F, et al. An empirical comparison of alternative models of the short-term interest rate[J]. The Journal of Finance, 1992, 47(3): 1209–1227.
- [14] Hull J, White A. Pricing interest rate derivative securities[J]. Review of Financial Studies, 1990, 3(4): 573–592.
- [15] Ho T S Y, Lee S. Term structure movements and pricing interest rate contingent claims[J]. The Journal of Finance, 1986, 41(5): 1011–1029.
- [16] Heath D, Jarrow R, Morton A. Bond pricing and the term structure of interest rates: A new methodology for contingent claim valuation[J]. Econometrica, 1992, 60(1): 77–105.
- [17] Manning M J. Exploring the relationship between credit spreads and default probabilities[R]. Working Paper No. 225, Bank of England, London, 2004.
- [18] Puhle M. Bond Portfolio Optimization[M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 2008: 5–11.
- [19] Lange K. Numerical Analysis for Statisticians[M]. New York: Springer Science, 2010: 249–253.
- [20] 中央国债结算公司. 中债数据 [EB/OL]. 中国债券信息网, <http://www.chinabond.com.cn/d2s/cbData.html>. 2010-12-31.
China Government Securities Depository Trust & Clearing Co, Ltd. Market data[EB/OL]. China Bond Information Network, <http://www.chinabond.com.cn/d2s/cbData.html>. 2010-12-31.
- [21] 迟国泰, 隋聪, 等. 商业银行信用风险评价系统 [R]. 大连: 大连理工大学管理学院, 2010.
Chi G T, Sui C, et al. Credit risk rating system of commercial banks[R]. Dalian: School of Management, Dalian University of Technology, 2010.
- [22] 国家税务总局. 税收知识 [EB/OL]. 国家税务总局网站, <http://www.chinatax.gov.cn/n8136506/index.html>. 2009-12-31.
State Administration of Taxation. Taxation knowledge[EB/OL]. State Administration of Taxation Network, <http://www.chinatax.gov.cn/n8136506/index.html>. 2009-12-31.
- [23] Emery K, Ou S, Tennant J, et al. Corporate default and recovery rates, 1920–2008[R]. Moody's Investors Service, Inc, 2009.
- [24] Standard & Poor's. Default transition and recovery: 2009 annual global corporate default study and ratings transition[R]. Standard & Poor's Financial Services LLC, 2010.