银行间互相持有次级债券的风险分析①

毕玉升[1], 林建伟[2,3], 任学敏[2], 姜礼尚[2], 王效俐[1]
(1. 同济大学经济与管理学院, 上海 200092; 2. 同济大学数学系, 上海 200092;
3. 莆田学院数学系, 莆田 351100)

摘要: 利用约化法对银行之间互相持有次级债的风险进行定性和定量的分析,并研究对银行资本充足率、银行违约概率、新发债券信用利差的影响. 与不互相持有相比,一方面,银行采取互相持有次级债的策略,大大提高了资本充足率,且当次级债回收率高于一定水平时,将降低银行新发债券的信用利差;但另一方面,互相持有次级债引发的违约传染风险将是巨大的. 一家银行的信用事件会引起整个银行业的信用危机,这在金融危机中已被证明. 鉴于此,监管层要对银行互相持有次级债严加规定和监管.

关键词: 次级债; 互相持有; 传染风险; 约化法
中图分类号: F830.9; O231.3　文献标识码: A　文章编号: 1007 - 9807(2010)05 - 0062 - 10

0 引　言

2004年《新巴赛尔协议》发布,与旧协议相比,它对银行的风险管理提出了更加严格的要求. 新协议除继承旧协议考虑市场风险和信用风险外,还囊括了操作风险、法律风险,同时新协议对各类风险资产的权重进行严格设定,强调资本充足率的重要性,规定银行的资本充足率不得低于 8%. 因此与旧协议相比,新协议实际上提高了银行的最低资本要求.

目前国内的银行基本都已完成股份制改革,转变为股份制商业银行. 银监会为了加强对商业银行资本充足率的监管,促进商业银行安全、稳健运行,使其满足《新巴赛尔协议》的要求,于 2004年颁布了《商业银行资本充足率管理办法》[1],规定商业银行资本充足率不得低于 8%,核心资本充足率不得低于 4%. 各个商业银行为了提高自身的资本充足率以符合银监会的规定,大体上从两个方面入手:第一,外部输血补充资本,这包括财政注资、上市融资,发行金融可转债、长期次级债等;第二,大力发展资本节约型的中间业务,减少加权风险资产,提高资产的质量等.

其中,发行长期次级债已经成为各商业银行补充资本、提高资本充足率的重要手段. 自 2003年底银监会发布《关于将次级定期债务计入附属资本的通知》之后,先后有兴业银行、浦发银行、招商银行以定向私募方式发行了 30亿元、60亿元和 35亿元的次级债. 银监会发布《商业银行次级债券发行管理办法》[2]之后,债券市场上首只公开发行的次级债是中国银行在银行间债券市场上成功发行的 140.7亿元次级债券;随后,交通银行和建设银行也相继发行了 120亿元和 150亿元的次级债券,其中中行次级债和建行次级债还分别出现了 40.7亿元和 50亿元的追加认购. 近几年,各个银行的次级债发行量有增无减. 但是,在次级债频繁发行的同时,市场上存在一个现象:银行之间互相持有次级债. 数据显示, 2004年建设银行发行次级债规模为 150亿,几乎被同行承包,

① 收稿日期: 2008 - 06 - 05; 修订日期: 2009 - 10 - 28.
基金项目:国家重点基础研究发展计划(973计划)资助项目(2007CB814903);国家自然科学基金资助项目(10471106; 70673068);福建省省属高校基金资助项目(2008F5050);福建省高校服务海西建设重点资助项目(2008HX03).
作者简介:毕玉升(1982—),男,山东莱芜人,博士. Email: biyusheng jl@hotmail.com

工行、交行、中行等机构认购额名列前茅,其中,工行认购额度高达 25亿元,高居第一位. 在此之前,中行先于建行发行了 140. 7亿的次级债,建行成为最大买家,认购额高达 37亿元,几乎占了 1/3,交行、农行位居第二、三位. 而交行次级债也有相当部分都集中在银行手上. 银行发行次级债的效果立杆见影, 140. 7亿的次级债到账后,中行的资本充足率达到 8. 3%,建行在发行 150亿元次级债后,资本充足率也超过 8%,可见发行次级债的确可以迅速提高资本充足率,但是银行过度互持次级债会不会带来新的风险呢?

这个问题引起了学术界和实务界的广泛讨论,大部分学者得到一个基本的定性结论:银行互持有次级债不仅不能分散风险,而且有可能只是形式上提高资本充足率而已. 但是,这个结论是否正确,很少有研究在理论上进行说明,单就次级债和信用风险传染问题,国内一些学者曾做过部分研究. 薛明皋等[3]利用期权的对策论分析方法研究了优先债券和次级债券的定价问题,给出了显式定价公式;米黎钟等[4]给出了商业银行次级债的定价模型并指出互相持有次级债是目前我国次级债利率偏低的主要原因;王倩和 Hartmann-wendels[5]在结构化模型框架下给出了信用风险的传染模型;周再清等[6]利用模拟方法模拟了银行间的系统性风险传染,给出了一类传染的建模方法. 本文采用约化框架下的信用风险传染模型量化地研究互持次级债问题,详细分析了其对银行违约概率、信用利差和资本充足率三个方面的影响. 论文的结论显示,银行互相持有次级债的影响并不像上述结论那样简单,其影响具有不确定性. 过度的相互持有次级债券只是使商业银行的资本充足率达到形式上的要求,而没有实质的提高,商业银行的风险并没有分散到银行体系之外,最终一旦出现问题,反而会引发包括银行业金融机构、债券市场等在内的系统性金融风险. 这在日本金融业中已有先例.

首先我们通过银行 A与银行 B违约强度的"环形"相互依赖性来刻画两家银行由于互相持有次级债而形成的违约的相互依赖性结构. 该违约强度的"环形"相互依赖性传染模型最早由 Jarrow和 Yu[7]提出. 这种模型由于具有"环形"的违约依赖性,给求解公司违约时间的联合概率分布带来极大的困难. Jarrow和 Yu通过主一次要 (Primary-Secondary)公司框架打破了公司之间这种"环形"的违约依赖性,得到了两个公司违约时间的联合概率分布;随后 Collin-Dufresne[8]等利用测度变换的方法来打破公司之间这种"环形"的违约依赖性,给出了两个公司违约时间的联合概率分布,并对公司债券进行定价; Yu[9]也利用 Norros[10]和 Shaked and Shanthikumar[11]提出的"总违约强度构建"方法给出了三个公司违约时间的联合概率分布,并应用于两个公司情形债券的定价. 本文将基于 Yu[9]的两公司模型,分析银行互相持有次级债的风险. 论文分别对两家银行互持次级债和无互持关系时的资本充足率、违约概率以及两银行向市场发行新债券时的信用利差进行定量和定性的分析. 结果显示,银行通过互相持有次级债的确提高了自身的资本充足率,但同时由于互相持有次级债券,会引发信用风险的传染,两家银行的违约概率 (尤其是其中一银行发生违约后)将大大增大. 而对于新发行债券的信用利差,结论并不确定,可能提高,亦可能降低,这跟债券的回收率有关. 这是因为相对于无互持次级债情形而言,互持次级债产生两个方向影响:一方面,某银行持有另一银行的次级债,会增加其面临的违约传染风险,使其信用利差增大;另一方面,当该银行违约时,它仍然拥有另一家银行次级债的清偿权 (只要对方不违约),使得它发行的新债券的回收率增大,这无形中增加了它对自身债务的偿还能力,降低了其新发行债券的信用利差. 这两方面影响的权衡决定了信用利差的变化. 文章最后将举例进行数值计算,检验这些结论的有效性并分析其金融意义.

1　违约时间的建模

在完备的概率测度空间 $(\Omega, \mathbf{F}, \{\mathbf{F}\}_{t\geq 0}, P)$里,定义 $\tau_i\ (i=1,2)$为公司 i的违约时间, $N_i(t) = I_{\{\tau_i \leq t\}}$表示公司 i的违约过程, $\mathbf{F}_i(t) = \sigma(N_i(s): s\leq t)$表示违约过程 $N_i(t)$所产生的信息流, $\mathbf{F}(t) = \mathbf{F}_1(t) \vee \mathbf{F}_2(t)$表示由 τ_1, τ_2所产生的最小的 σ-代数. 假设 τ_i具有非负, $\mathbf{F}_t$可测的违约强度过程 $\lambda_i(t)$,对任意 $t\geq 0$,满足 $E\left(\int_0^t \lambda_i(s)\,\mathrm{d}s\right) < +\infty$,

且补偿过程 $M_i(t) = N_i(t) - \int_0^{t\wedge T}\lambda_i(s)\,\mathrm{d}s$ 是一个 $\mathbf{F}_t$ 可测鞅.

公司 i 的违约强度依赖于另一个公司的违约事件和违约时间. 在 $\tau_j = t_j, j = \{1, 2\}$ 的条件下, 当 $i \neq j, \tau_i > t > t_j$ 时, 公司 i 在 t 时刻的条件违约强度定义如下

$$\lambda_i(t \mid t_j) = \lim_{\Delta t\to 0}\frac{1}{\Delta t}P(t < \tau_i \leq t + \Delta t \mid \tau_j = t_j) \tag{1}$$

公司 i 在 $[t_j, t_j + s], s \geq 0$ 期间的累积条件违约强度为

$$\Lambda_i(s \mid t_j) = \int_{t_j}^{t_j+s}\lambda_i(u \mid t_j)\,\mathrm{d}u \tag{2}$$

Aalen和 Hoem[12] 证明了公司 i 从 0时刻到它自身违约的时刻累积条件违约强度是一个单位指数随机变量 E_i, 且 E_1 与 E_2 相互独立, 定义其反函数如下: 对于任意 $i \neq j$ 和 $x \geq 0$,

$$\Lambda_i^{-1}(x \mid t_j) = \inf\{s \geq 0 : \Lambda_i(s \mid t_j) \geq x\} \tag{3}$$

用单位指数随机变量组合 (E_1, E_2) 构建模拟违约时间 $(\hat{\tau}_1, \hat{\tau}_2)$ 如下:

$$j_1 = \arg\min\{\Lambda_i^{-1}(E_i) : i = 1, 2\} \tag{4}$$

$$\hat{\tau}_{j_1} = \Lambda_{j_1}^{-1}(E_{j_1}) \tag{5}$$

$$\hat{\tau}_{j_2} = \hat{\tau}_{j_1} + \Lambda_{j_2}^{-1}[E_{j_2} - \Lambda_{j_2}(\hat{\tau}_{j_1}) \mid \hat{\tau}_{j_1}],\ j_2 \neq j_1 \tag{6}$$

Norros[10], Shaked和 Shanthikumar[11] 证明了模拟违约时间 $\hat{\tau} = (\hat{\tau}_1, \hat{\tau}_2)$ 与实际违约时间 $\tau = (\tau_1, \tau_2)$ 的联合分布相同. 因此能通过求解 $\hat{\tau}$ 的联合概率密度来得到 τ 的联合概率密度.

2 互持次级债时新发行债券的定价

2.1 基本假设

1) 银行 A,B同时向市场发行了零息票债券 A,B, 到期日均为 T.

2) 银行 A,B在向市场新发行债券 A,B之前, 已经存在互相持有次级债的关系, 即银行 A与银行 B之间互相持有相等现值为 M 元的次级债券.

3) 银行 A和银行 B的破产是由不可预料事件引发的, τ_A, τ_B 分别表示银行 A和银行 B的违约时间, 且相应的违约强度满足

$$\lambda_t^A = a_1 + a_2 I_{\{\tau_B \leq t\}} \tag{7}$$

$$\lambda_t^B = b_1 + b_2 I_{\{\tau_A \leq t\}} \tag{8}$$

其中, a_1, a_2, b_1, b_2 为正常数; a_1, b_1 分别表示银行 A,B自身的违约强度; a_2, b_2 表示由于银行 A与银行 B之间存在互相持有次级债而引起的违约的传染因子.

注 1: 参数 a_1, b_1 能根据银行 A,B以前发行的债券报价, 通过 Merton方法估计出来, 但对于违约的传染因子 a_2, b_2, 由于其取值大小与银行 A,B互相持有次级债券的规模和银行 A,B本身的信用等级相关, 若要精确定量地对其进行估值比较困难. 该问题在本文中并没有详细考虑, 今后将进一步研究该问题. 事实上, 传染因子是次级债的互相持有规模的函数, 一般地, 规模 M 越大, 传染因子越大. 通过构建传染因子的函数模型可以连接次级债持有规模和违约风险之间的关系. 但这种关系并不是简单的线性关系, 如果在本文中构建非线性函数会带来计算复杂度的急剧上升, 因此为了简化计算、寻找基本规律, 本文假设传染因子为常数.

4) 当零息债券发生违约时, 都采用面值回收, 并假定银行 A与银行 B的回收率满足 $0 < R_A, R_B \leq 1$, 未发生违约则到期日收回本金 1元;

5) 两银行同时刻破产的概率为零, 忽略此种情形;

6) 无风险利率 r 为非负常数;

2.2 定价公式

基于上述基本假设, 银行 A与银行 B互相持有次级债时, 向市场新发行的债券 A与 B的发行价格为

$$P^A(0, T) = E[\mathrm{e}^{-rT}(I_{\{\tau_A > T\}} + R_A I_{\{\tau_A \leq T\}})] \tag{9}$$

$$P^B(0, T) = E[\mathrm{e}^{-rT}(I_{\{\tau_B > T\}} + R_B I_{\{\tau_B \leq T\}})] \tag{10}$$

由式 (9) 和 (10), 可知求解 $P^A(0, T)$, $P^B(0, T)$ 的关键是求违约时间 τ_A 与 τ_B 的联合分布即联合概率密度.

令 E^A, E^B 为独立的单位指数分布随机变量, 利用第 1节介绍的违约时间的构建方法, 由式 (4)

- 式 (6) 以及结合式 (7)、(8), 可得

$$\hat{\tau}_A = \begin{cases} \frac{E^A}{a_1}, & \frac{E^A}{a_1} \le \frac{E^B}{b_1} \\ \frac{E^B}{b_1} + \frac{1}{a_1 + a_2}\left(E^A - \frac{a_1}{b_1}E^B\right), & \frac{E^A}{a_1} > \frac{E^B}{b_1} \end{cases} \tag{11}$$

$$\hat{\tau}_B = \begin{cases} \frac{E^A}{a_1} + \frac{1}{b_1 + b_2}\left(E^B - \frac{b_1}{a_1}E^A\right), & \frac{E^A}{a_1} \le \frac{E^B}{b_1} \\ \frac{E^B}{b_1}, & \frac{E^A}{a_1} > \frac{E^B}{b_1} \end{cases} \tag{12}$$

由式 (11)、(12), 即可求得 $\hat{\tau}_A$ 与 $\hat{\tau}_B$ 的联合概率密度函数, 即 τ_A 与 τ_B 联合的概率密度函数, 结果如下

$$f(t_1, t_2) = \begin{cases} a_1(b_1 + b_2)\mathrm{e}^{(a_1 - b_2)t_1 - (b_1 + b_2)t_2}, \\ \qquad t_1 \le t_2 \\ b_1(a_1 + a_2)\mathrm{e}^{(b_1 - a_2)t_2 - (a_1 + a_2)t_1}, \\ \qquad t_1 > t_2 \end{cases} \tag{13}$$

事实上, 由式 (11)、(12), 对于任意 $t_1 \ge 0$, $t_2 \ge 0$, $\hat{\tau}_A$ 与 $\hat{\tau}_B$ 联合概率分布 $\mathrm{Prob}(\hat{\tau}_A < t_1, \hat{\tau}_B < t_2)$ 满足

$$\begin{aligned} &\mathrm{Prob}(\hat{\tau}_A < t_1, \tau_B < t_2) = \mathrm{Prob}(\hat{\tau}_A < t_1, \tau_B < t_2, \hat{\tau}_A < \tau_B) + \mathrm{Prob}(\hat{\tau}_A < t_1, \tau_B < t_2, \tau_A > \tau_B) \\ &= \mathrm{Prob}\left(\frac{E^A}{a_1} < t_1, \frac{E^A}{a_1} + \frac{1}{b_1 + b_2}\left(E^B - \frac{b_1}{a_1}E^A\right) < t_2, \frac{E^A}{a_1} < \frac{E^B}{b_1}\right) + \mathrm{Prob}\left(\frac{E^B}{b_1} + \frac{1}{a_1 + a_2}\left(E^A - \frac{a_1}{b_1}E^B\right) < t_1, \frac{E^B}{b_1} < t_2, \frac{E^A}{a_1} > \frac{E^B}{b_1}\right) \\ &= \iint_{D_1} \mathrm{e}^{-x+y}\,\mathrm{d}x\mathrm{d}y + \iint_{D_2} \mathrm{e}^{-x+y}\,\mathrm{d}x\mathrm{d}y \end{aligned}$$

其中, $D_1 = \left\{(x, y) \,\middle|\, \frac{x}{a_1} < t_1, \frac{x}{a_1} + \frac{1}{b_1 + b_2}\left(y - \frac{b_1}{a_1}x\right) < t_2, \frac{x}{a_1} < \frac{y}{b_1}\right\}$,

$D_2 = \left\{(x, y) \,\middle|\, \frac{y}{b_1} + \frac{1}{a_1 + a_2}\left(x - \frac{a_1}{b_1}y\right) < t_1, \frac{y}{b_1} < t_2, \frac{x}{a_1} > \frac{y}{b_1}\right\}$

经计算得到

$$\mathrm{Prob}(\hat{\tau}_A < t_1, \hat{\tau}_B < t_2) = \begin{cases} 1 - \frac{1}{b_1 - a_2}\left[b_1\mathrm{e}^{-(a_1 + a_2)t_1} - a_2\mathrm{e}^{-(a_1 + b_1)t_1}\right] - \\ \frac{a_1}{a_1 - b_2}\mathrm{e}^{-(b_1 + b_2)t_2}\left[1 - \mathrm{e}^{-(a_1 - b_2)t_1}\right], t_1 \le t_2 \\ 1 - \frac{1}{a_1 - b_2}\left[a_1\mathrm{e}^{-(b_1 + b_2)t_2} - b_2\mathrm{e}^{-(a_1 + b_1)t_2}\right] - \\ \frac{b_1}{b_1 - a_2}\mathrm{e}^{-(a_1 + a_2)t_1}\left[1 - \mathrm{e}^{-(b_1 - a_2)t_2}\right], t_1 \le t_2 \end{cases}$$

然后对联合分布函数关于 t_1, t_2 求导可得式 (13).

利用式 (13) 和 (9)、(10), 就可以求解 $P^A(0, T)$, $P^B(0, T)$, 表达式如下:

$$P^A(0, T) = \begin{cases} R_A\mathrm{e}^{-rT} + (1 - R_A)\mathrm{e}^{-(r + a_1)T}\left[\frac{a_2\mathrm{e}^{-b_1T} - b_1\mathrm{e}^{-a_2T}}{a_2 - b1}\right], \\ \qquad a_2 \ne b_1; \\ R_A\mathrm{e}^{-rT} + (1 - R_A)(1 + b_1T)\mathrm{e}^{-(r + a_1 + b_1)T}, \\ \qquad a_2 = b_1 \end{cases} \tag{14}$$

$$P^B(0, T) = \begin{cases} R_B\mathrm{e}^{-rT} + (1 - R_B)\mathrm{e}^{-(r + b_1)T}\left[\frac{b_2\mathrm{e}^{-a_1T} - a_1\mathrm{e}^{-b_2T}}{b_2 - a_1}\right], \\ \qquad b_2 \ne a_1; \\ R_B\mathrm{e}^{-rT} + (1 - R_B)(1 + a_1T)\mathrm{e}^{-(r + b_1 + a_1)T}, \\ \qquad b_2 = a_1 \end{cases} \tag{15}$$

具体的计算过程可见文献 [7].

说明: Collin-Dufresne等[8] 通过测度变换的方法, 在银行 A和银行 B之间的违约强度满足 (7)、(8) 条件时, 也求得了公司 A和公司 B债券的定价公式 (14)、(15); 为了讨论互相持有和未互相持有的不同, 此处也给出当两家银行不互相持有次级债时, 向市场发行的债券 A与债券 B的定价表达式. 由于这种情形中银行 A与 B之间没有相关性, 则违约强度分别为

$$\begin{cases} \lambda_t^A = a_1 \\ \lambda_t^B = b_1 \end{cases}$$

同时, 考虑到两家银行互相持有次级债, 相比于不存在互相持有的情形, 增加了双方的偿债能力, 使得各自债券的回收率变大. 所以两银行并不互相持有次级债时, 向市场发行新债券 A, B的回收率 $\overline{R}_A$, $\overline{R}_B$ 满足 $\overline{R}_A < R_A$, $\overline{R}_B < R_B$.

与前面的分析类似,有

$$\bar{P}^A(0,T) = E[\,\mathrm{e}^{-rT}(I_{\{\tau_A > T\}} + \bar{R}_A I_{\{\tau_A \le T\}})\,] \tag{16}$$

$$\bar{P}^B(0,T) = E[\,\mathrm{e}^{-rT}(I_{\{\tau_B > T\}} + \bar{R}_B I_{\{\tau_B \le T\}} \tag{17}$$

其中,$\bar{P}^A(0,T)$,$\bar{P}^B(0,T)$分别表示两银行不互相持有次级债时,向市场发行的债券 A与 B的发行价格.

根据 Lando[13]和 Duffe and Singleton[14]的债券定价公式,可得

$$\bar{P}^A(0,T) = \bar{R}_A\mathrm{e}^{-rT} + (1-\bar{R}_A)\,\mathrm{e}^{-(r+a_1)T} \tag{18}$$

$$\bar{P}^B(0,T) = R_B\mathrm{e}^{-rT} + (1-R_B)\,\mathrm{e}^{-(r+b_1)T} \tag{19}$$

至此,分别给出了两家银行互相持有和不互相持有次级债时新发行债券的定价公式,这些公式将用于下面的风险分析.

3 互相持有次级债的影响分析

这一部分主要通过银行在两种情形下,向市场发行新债券的价格比较,即情形 1:银行 A,B互相持有次级债时,向市场发行债券 A,B,其价格如式(14)、(15);情形 2:银行 A,B不互相持有次级债时,向市场发行债券 A,B,其价格如式(18)、(19). 同时对银行 A,B由于互相持有次级债所隐含的信用风险进行深入的分析,这包括资本充足率、违约概率和信用利差三个方面. 由于银行 A与银行 B的参数设置具有相似性,下面的讨论以银行 A的债券为主.

3.1 对资本充足率的影响

首先分析两家银行互相持有对方发行的次级债时,对资本充足率的影响. 根据商业银行资本充足率的计算公式

$$\text{资本充足率} = \frac{\text{核心资本}(X_1) + \text{附属资本}(X_2) - \text{扣除项}(X_3)}{\text{风险加权资产}(Y) + 12.5\text{倍的市场风险资本}(W)}$$

其中,核心资本包括实收资本或普通股、资本公积、盈余公积、未分配利润和少数股权;

附属资本包括重估储备、一般准备、优先股、可转换债券和长期次级债务;

扣除项包括购买外汇资本金之出、不合并列账的银行和财务附属公司资本中的投资、在其他银行和金融机构资本中的投资、呆账损失尚未冲销的部分.

在情形 1下,一方面:银行 A向银行 B以长期次级债务的形式融资 M元,使银行 A附属资本增加 M元;另一方面,银行 A同时持有银行 B发行的长期次级债务 M元,而使银行 A的风险资本增加 $0.2M$元,这里 0.2表示资本充足率管理办法制定的次级债的风险权重. 因此,在情形 1下,银行 A的资本充足率为

资本充足率

$$Z_1 = \frac{X_1 + (X_2 + M) - X_3}{Y + 0.2M + 12.5W} \tag{20}$$

在情形 2下,银行 A,B没有互相持有次级债,因此银行 A的资本充足率仍为

资本充足率

$$Z_2 = \frac{X_1 + X_2 - X_3}{Y + 12.5W} \tag{21}$$

由上述式(20)、(21),记 $K = X_1 + X_2 - X_3$,$G = Y + 12.5W$,则

$$\begin{aligned} Z_1 - Z_2 &= \frac{K+M}{G+0.2M} - \frac{K}{G} \\ &= \frac{(5G-K)}{G}\left(1 - \frac{G}{G+0.2M}\right) \end{aligned} \tag{22}$$

可知,当 $5G > K$时,$Z_1 > Z_2$,且 $Z_1 - Z_2$关于 M递增. 该性质说明,当银行 A的初始资本充足率小于 5时(在实际情况下是肯定的),银行 A通过向 B发行次级债,提高了其资本充足率,且提高的幅度随着互相持有次级债券的面值 M增大而增大. 这就是为什么国内商业银行普遍采用发行次级债提高其资本充足率的原因;而且如果发行规模较大,将使其资本充足率迅速增加到 8%.

注 2:本文的假设中两家银行间互相持有次级债的数量相同,现实中必然不同. 如果数量不相同(主体不对称),结论都还是一致的,但是在计算资本充足率时,分子分母的数量 M不再相同. 经过计算,只要二者持有的次级债数量差别不是几千倍,两银行均能提高资本充足率,如果差别巨大,那么持有量多的一方也因持有次级债获益,提高自身的资本充足率.

3.2 对违约概率的影响

下面对银行 A与银行 B由于存在互相持有次级债关系而可能引发的信用风险和信用风险传染进行讨论,进而研究违约概率的变化. 违约概率的性质如下:

性质 1　当银行 B在时间段 $[0, T]$上发生违约的情形下,银行 A的违约概率 $Q^A_{0,T}$为

$$Q^A_{0,T}=\begin{cases}\dfrac{(a_1-b_2)(b_1-a_2)+(a_1b_1-a_2b_2)\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}-(b_1-a_2)a_1\mathrm{e}^{-(b_1+b_2)T}-b_1(a_1-b_2)\mathrm{e}^{-(a_1+a_2)T}}{(a_1-b_2)(b_1-a_2)-(b_1-a_2)a_1\mathrm{e}^{-(b_1+b_2)T}+b_2(b_1-a_2)\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}, \\ \qquad a_1\neq b_2,\ b_1\neq a_2; \\ \dfrac{a_1-b_2-a_1\mathrm{e}^{-(b_1+b_2)T}+[b_2-b_1T(a_1-b_2)]\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}{a_1-b_2-a_1\mathrm{e}^{-(b_1+b_2)T}+b_2\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}, \qquad a_1\neq b_2,\ b_1=a_2, \\ \dfrac{b_1-a_2-b_1\mathrm{e}^{-(a_1+a_2)T}+[a_2-a_1T(b_1-a_2)]\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}{b_1-a_2-(b_1-a_2)(1+a_1T)\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}, \qquad a_1=b_2,\ b_1\neq a_2, \\ \dfrac{1-[1+(a_1+b_1)T]\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}{1-(1+a_1T)\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T}}, \qquad a_1=b_2,\ b_1=a_2\end{cases} \tag{23}$$

当银行 B可能在 $[0, T]$上违约的情况下,银行 A的违约概率 $\widetilde{Q}^A_{0,T}$为

$$\widetilde{Q}^A_{0,T}=\begin{cases}1-\mathrm{e}^{-a_1T}\dfrac{a_2\mathrm{e}^{-b_1T}-b_1\mathrm{e}^{-a_2T}}{a_2-b_1}, \\ \qquad a_2\neq b_1; \\ 1-(1+b_1T)\mathrm{e}^{-(a_1+b_1)T},\ a_2=b_1\end{cases} \tag{24}$$

在无互相持有次级债券情况下,银行 A的违约概率 $\overline{Q}^A_{0,T}$为

$$\overline{Q}^A_{0,T}=1-\mathrm{e}^{-a_1T} \tag{25}$$

而且有 $Q^A_{0,T}\geq\widetilde{Q}^A_{0,T}\geq\overline{Q}^A_{0,T}$. 具体证明略,可参考文献 [10].

这个性质说明,当银行 A与银行 B互相持有次级债时,银行 B的违约将导致银行 A直接违约或使其违约概率骤然增大,引起信用风险的传染. 但需要区分两种观点:在时段 $[0, T]$上,银行 B可能违约和肯定违约对银行 A违约概率的影响. 前者是无条件概率,后者是条件概率. 性质 1表明后者受到的影响比前者大,且两者均大于无互相持有条件下银行 A的违约概率. 这一点也充分说明,实务中,银行在采用互相持有次级债策略来提高双方的资本充足率同时,也承担了由于互相持有次级债而引发的传染违约风险;尤其是在较坏的金融环境下,一旦其中某个银行破产,另一个银行违约的可能性 (即违约概率) 将大幅增加,信用水平大幅下降,甚至也会导致另一家银行破产. 对于两家银行的情形如此,那么对多家银行之间存在互持次级债关系时,结论是一样的:一旦某家银行发生破产,其他持有其次级债的银行将会受到牵连,这些银行的信用水平将急剧下降甚至破产. 目前我国银行业普遍存在着这种互持关系,因此银行业信用风险传染的可能性很大. 为了防范这种风险,监管层需要严格控制银行之间互相持有次级债的规模,允许其他行业的机构持有银行次级债,这样能将违约传染风险分散到更广的行业范围,提高银行业的稳定性. 下面的数值算例将对违约概率进行量化的分析.

3.3　对信用利差的影响

银行互相持有次级债对其信用利差的影响体现在两个方面:对违约强度的影响和对回收率的影响. 一方面持有对方的次级债,要承担对方的信用风险,因此自身的信用会受影响,违约强度会变大,违约概率也变大 (即性质 1);另一方面,持有对方的次级债,一旦自己发生破产,仍然享有该次级债的清偿权,这会无形中提高自己对普通债务的偿付能力,发生破产银行的回收率会变大,损失率变小. 因为信用利差为违约强度和损失率的乘积,所以互相持有次级债对信用利差的影响并不明确. 下面将具体分析. 令 δ^A, $\overline{\delta}^A$ 分别表示银行 A与 B存在互持关系和不存在互持关系时银行 A新发行债券的信用利差.

根据关系式 $P^A(0,T)=\mathrm{e}^{-(r+\delta^A)T}$, $\overline{P}^A(0,T)=\mathrm{e}^{-(r+\overline{\delta}^A)T}$,可得

$$\delta^A-\overline{\delta}^A=\frac{1}{T}\ln\frac{\overline{P}^A(0,T)}{P^A(0,T)} \tag{26}$$

因此要比较互相持次级债和不互持时信用利差的变化,只需比较 δ^A 与 $\overline{\delta}^A$ 的大小,或者比较 $P^A(0,T)$ 与 $\overline{P}^A(0,T)$ 的大小关系,把结果写为如下的性质:

性质 2　对任意给定的参数 $a_1, a_2, b_1, T, \overline{R}_A$,只要债券 A的回收率 R^A 与其违约概率不相关,就存在唯一一个回收率 $\overline{R}_A<R^*<1$,使得:当 $0<$

$R_A < R^*$ 时, $P^A(0, T) < \bar{P}^A(0, T)$; 当 $R_A = R^*$ 时, $P^A(0, T) = \bar{P}^A(0, T)$; 当 $R^* < R_A \le 1$ 时, $P^A(0, T) > \bar{P}^A(0, T)$; 且 R^* 由下面的公式给出

$$R^* = \begin{cases} \dfrac{\bar{R}_A(a_2 - b_1) - e^{-a_1 T}[a_2 e^{-b_1 T} - b_1 e^{-a_2 T} - (1 - \bar{R}_A)(a_2 - b_1)]}{a_2 - b_1 - e^{-a_1 T}(a_2 e^{-b_1 T} - b_1 e^{-a_2 T})}, & a_2 \neq b_1, \\ \dfrac{\bar{R}_A - e^{-a_1 T}[(1 + b_1 T) e^{-b_1 T} - (1 - \bar{R}_A)]}{1 - (1 + b_1 T) e^{-(a_1 + b_1) T}}, & a_2 = b_1 \end{cases} \tag{27}$$

证明　根据两概率之差关于 R_A 的单调性, 易得.

从性质 2可以看出,当银行 A的回收率较小时,持有对方的次级债应使其新发行债券的价格低于没有互持关系时发行新债券的价格;当银行 A的回收率较大时,持有对方的次级债应使其新发行债券的价格高于没有互持关系时发行新债券的价格.这意味着,在银行互相持有大量的次级债的环境中,一旦金融形式比较恶劣,银行发生破产时债务回收率很低,那么其发行的新债券需要一定的风险贴水,相应的票面利率需要提高.

注 3:如果模型研究的银行为三家以上时,基本结论和二维情形相似.首先,各家银行也可以通过互相持有次级债补充附属资本,提高资本充足率;其次,由于信用风险的传染,互相持有次级债必然提升各家银行的违约概率,增加银行的信用风险;最后,与两维情形相比,多家银行的信用利差变化情况非常复杂,这不仅与每家银行的债券回收率和违约强度有关,还与次级债的持有量等基本参数设置有关.在多维模型中,参数求解会遇到多元的超越方程组,因此很难得到显式的参数关系以确定信用利差的变化情况.但经过数值模拟和计算,我们发现结论与二维情形相似,信用利差变化具有不确定性,依赖于回收率和传染因子的大小.这些困难正是本论文未来的重要研究内容.本论文侧重于比较互相持有和不互相持有次级债两种情形下,银行的信用风险变化情况,因此没有具体的研究风险和各个参数之间的数量关系,这也是本文的重要研究方向.

注 4:上面得到的关于银行 A债券的所有性质,对于 B而言,同样成立.

4　数值算例和分析

为了清楚量化地将上述结论展现,此部分对具体算例进行分析.除非在图中特别指出,参数一般如下设定 $a_1 = 0.02$, $a_2 = 0.03$, $b_1 = 0.04$, $b_2 = 0.05$, $r = 0.05$, $\bar{R}_A = 0.4$, $T = 5$.本部分仍然以银行 A债券为例讨论.

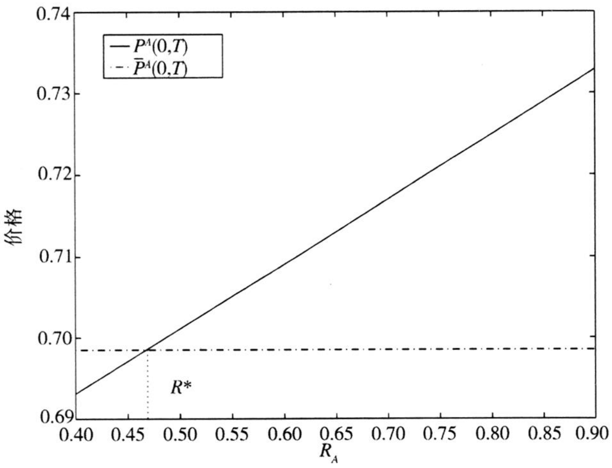

图 1　债券价格与回收率的关系

Fig 1 Relationship between bond price and recovery rate

图 1显示了当银行 A与银行 B互相持有次级债时,银行 A债券的发行价格 $P^A(0, T)$ 与回收率 R_A 的函数关系.可以看出,当 $R_A > R^*$ 时, $P^A(0, T) > \bar{P}^A(0, T)$,这意味着银行 A通过互相持有次级债,不仅提高了资本充足率,还提高了其债券的发行价格;而当 $0 < R_A < R^*$ 时, $P^A(0, T) < \bar{P}^A(0, T)$,这意味着互相持有次级债虽然提高了银行 A的资本充足率,但同时,由于其面临银行 B的违约风险,使得 A债券的信用利差变大,债券价格减小.

图 2中, $QA_1 = Q^A_{0,T}$, $QA_2 = \tilde{Q}^A_{0,T}$, $QA_3 = \bar{Q}^A_{0,T}$.它说明在在互相持有次级债的前提下,银行 B违约时,银行 A的违约概率大大高于银行 B可能违约或无互相持有关系时银行 A的违约概率.实务中,这意味着如果银行之间互相持有次级债,一旦某家银行发生违约,其他银行的违约概率将迅速增大.

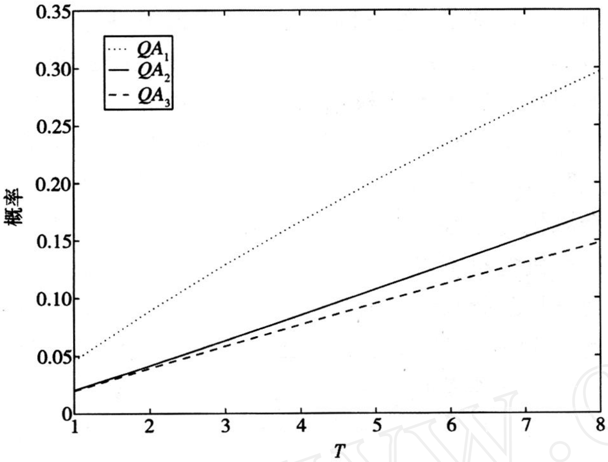

图 2　不同情形 τ 下的违约概率

Fig. 2 Default probabilities under different conditions

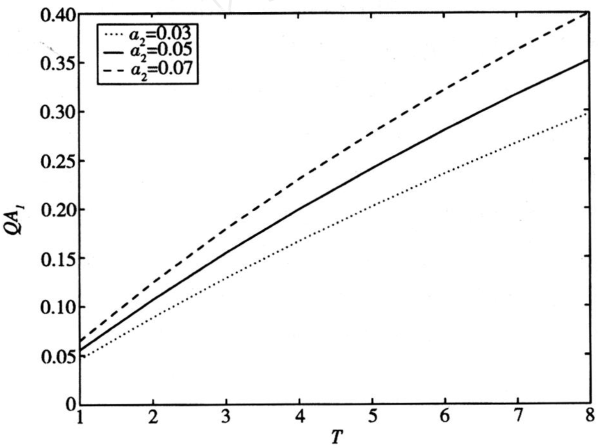

图 3　B 违约后 A 的违约概率

Fig. 3 A's default probability when B defaults

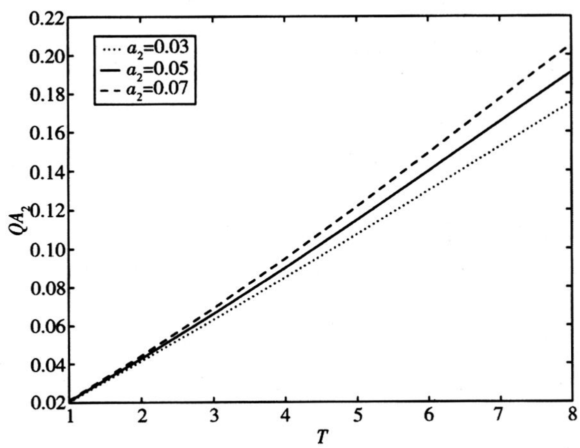

图 4　B 未违约时 A 的违约概率

Fig. 4 A's default probability when B doesn't default

图 3和图 4分别给出了银行 B发生和没有发生违约的情况下,其影响银行 A的传染因子 a_2 对银行 A违约概率的影响. 比较两个图,可以发现在银行 B发生违约时, a_2 对银行 A的违约概率有显著的影响,这是因为银行 A与银行 B的违约强度存在依赖关系,银行 B的违约将直接使银行 A的违约强度明显增加 a_2;而在银行 B没有发生违约时则影响甚微,因为银行 B发生违约只是个小概率事件.

5　结束语

从国外经验来看,国际大型银行核心资本占总资本的 70%以上,而次级债在剩余 30%的附属资本中仅占 40%左右,没有一家银行试图以发行次级债作为资金补充的法宝,次级债券只不过是在银行暂时资本充足率下降但仍具有较强盈利能力情况下的变通手段. 而国内银行一向重资产轻资本,为了达到 8%资本充足率的要求,将次级债从手段变成了目标. 这从次级债的期限设计就可以看出:大部分次级债期限都定在 5年零一个月,其目的就是为了满足记入附属资本的要求,最大限度地利用次级债提高充足率. 中行和建行的设计更加巧妙,它们发行了实际期限为 5年而名义期限为 10年的可赎回次级债,轻易地避开了银监会关于剩余期限 5年内记入附属资本的比例逐步降低的规定,以 5年期债券的成本实现了 100%将次级债记入附属资本.

商业银行通过大量互相持有次级债这种方式,迅速地补充了资本充足率,但这种互持关系肯定会带来较大的系统风险或者传染风险,因此本文考虑了两家银行互相持有次级债而可能引发的信用风险传染问题,同时利用约化法,定量分析了互相持有次级债对银行资本充足率、违约概率和信用利差的影响.

其一,根据商业银行资本充足率的计算公式,我们证得银行通过互相持有次级债显著提高了其资本充足率,这也是近几年银行大量发行次级债务的主要原因;

其二,证得了银行之间互相持有次级债时,一家银行的违约 (或破产) 将导致另一家银行违约概率骤然增大,甚至破产,从而引起违约风险在银行业的迅速扩散;其三,通过比较两家银行互相持有次级债时所发行债券的价格与无互相持有时发行债券的价格,证得了当两银行的回收率大于某

一水平时,相比于无互相持有情形,采取互相持有次级债策略提高了两家银行新发行债券的价格,降低了债券的信用利差;但当回收率小于这一水平时,采取互相持有次级债券策略,会降低双方新发行债券的价格,增加了债券的信用利差.之所以出现这种不确定性,原因在于:债券的信用利差和价格依赖于债券的回收率与违约强度两个因素,一方面,一家银行持有另一银行的次级债,就会面临着另一银行的违约风险,增加了其的违约强度,即增加了债券的信用风险,而另一方面,考虑到当一家银行违约时,它仍然拥有另一银行次级债的清偿权,增加了其普通债务的偿还能力和债券的回收率,相比于无互相持有情形,降低了债券的信用风险.两因素的权衡决定了信用利差的变化方向.

由结论可知:(1) 对商业银行次级债要合理定价.无论是银行次级债,还是市场上交易的其他金融产品,合理估价都是其交易的基础、风险管理的第一步,也是风险控制最重要的一环.没有合理的价格估值,交易达到的均衡不稳定,交易参与方的风险也较大.对于次级债,对其合理定价时不仅要考虑银行的财务结构,还要考虑交易对手的竞争和博弈等市场因素. (2) 为了防止银行过度互持次级债增加系统风险,应该对商业银行持有次级债严加规范,例如制定更加严格的商业银行持有其他银行次级债的上限比例,提高风险加权资产中次级债的风险权重. (3) 大力培养银行业以外的机构参与到次级债市场,以分散银行体系的风险.在发达国家,比如巴塞尔十国集团,非银行金融机构是银行次级债的主要购买者.在这些非银行机构投资者当中,又以保险公司为主要购买者.以美国市场为例,保险公司次级债的购买额占到了 50% ～70%.在国内虽然保监会允许保险公司参与次级债的交易,但是比例不高 (投资次级债的余额按成本价格计算不得超过本公司上月末总资产的 8%;投资一家银行发行的次级债比例累计不得超过本公司上月末总资产的 1%;投资一期次级债的比例不得超过该期次级债发行量的 20%,不得投资期限超过 6年的次级债),论文建议将这些上限放宽.除保险公司、商业银行外,证券公司、信托投资公司、证券投资基金、社保基金、货币市场基金、邮政储蓄等,都是商业银行次级债的理想投资主体.降低进入银行间同业拆借市场的门槛,允许具有法人资格的各类金融机构进入银行间市场.同时,可积极引进国外合格的机构投资者,不断壮大我国次级债市场的投资者群体.

参 考 文 献:

[1] 中国银行业监督管理委员会.商业银行资本充足率管理办法 [Z]. 2006年 12月.
China Banking Regulatory Commission. Measures for the management of capital ade-quacy ratios of commercial banks[Z]. Dec. 2006. (in Chinese)

[2] 中国银行业监督管理委员会.商业银行次级债券发行管理办法 [Z]. 2004年 6月.
China Banking Regulatory Commission. Measures for the management of subordinatedbond issuance of commercial banks[Z]. Jun. 2004. (in Chinese)

[3] 薛明皋, 李楚霖, 龚 朴. 优先级债务与次级债务的激励效应 [J]. 管理科学学报, 2004, 7(2): 40 - 46.
Xue Minggao, Li Chulin, Gong Pu. Senior debt and incentive effects of junior debt[J]. Journal of Management Sciences in China, 2004, 7(2): 40 - 46. (in Chinese)

[4] 米黎钟, 毕玉升, 王效俐. 商业银行次级债定价研究 [J]. 管理科学, 2007, 20(2): 61 - 66.
Mi Lizhong, Bi Yusheng, Wang Xiaoli. Pricing subordinated bonds issued by commercialbanks[J]. Journal of Management Sciences, 2007, 20(2): 61 - 66. (in Chinese)

[5] 王 倩, Hartmannwendels F. 信用违约风险传染建模 [J]. 金融研究, 2008, 10: 162 - 173.
Wang Qian, Hartmannwendels F. Modelling the credit risk contagion[J]. Journal of Financial Research, 2008, 10: 162 - 173. (in Chinese)

[6] 周再清, 谭盛中, 王弦洲. 我国银行间市场传染性的风险测试 [J]. 统计与决策, 2008, 16: 45 - 46.
Zhou Zaiqing, Tan Shengzhong, Wang Xuanzhou. Test on the risk contagion in Chinese inter-bank market[J]. Statistics and Decision, 2008, 16: 45 - 46. (in Chinese)

[7] Jarrow R, Yu F. Counterparty risk and the pricing of defaultable securities[J]. Journal of Finance, 2001, 56(5): 1765 - 1800.

[8] Collin-Dufresne P, Goldstein R, Hugonnier J. A general formula for valuing defaultable securities[J]. Econometrica, 2004, 72(5): 1377 - 1407.

[9] Yu F. Correlated defaults in intensity-based models[J]. Mathematical Finance, 2007, 17(2): 155 - 173.

[10] Norros I. A compensator representation of multivariate life length distributions with applications[J]. Scandinavian Journal of Statistics, 1986, 13: 99 - 112.

[11] Shaked M, Shanthikumar G. The multivariate hazard construction[J]. Stochastic Pro-cesses and Their Applications, 1987, 24: 241 - 258.

[12] Aalen O O, Hoem J M. Random time changes for multivariate counting processes[J]. Scand Actualrial Journal, 1978, 81 - 101.

[13] Lando D. On Cox processes and credit risky securities[J]. Review of Derivatives Research, 1998, 2(3): 99 - 120.

[14] Duffe D, Singleton K J. Modeling term structures of defaultable bonds[J]. Review of Financial Studies, 1999, 12(1): 687 - 720.

Risk analysis on banks' reciprocal holdings of subordinated bonds

BI Yu-sheng[1], *LIN Jian-wei*[2,3], *REN Xue-min*[2], *JIANG Li-shang*[2], *WANG Xiao-li*[1]

1. School of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China;
2. Department of Mathematics, Tongji University, Shanghai 200092, China;
3. Department of Mathematics, Putian College, Putian 351100, China

Abstract: In reduced form framework, the paper analyzes the risk, which lies in the reciprocal subordinated bond holdings by banks, both qualitatively and quantitatively. And we investigate its influence on capital adequacy, default probability and credit spread. We show that, on one hand, the capital adequacy of banks is improved by reciprocal holding behavior, and the credit spreads of new issued bonds are reduced when recovery rate is higher than a given level; on the other hand, the default contagion risk induced by reciprocal holding is not negligible. Therefore we suggest supervisors should make more strict regulations on this behavior.

key words: subordinated bond; reciprocally holding; default contagion; reducedform approach