

嵌入小世界网络的企业集团信用风险演化仿真

杨 扬¹, 周宗放¹, 费文颖²

(1. 电子科技大学经济与管理学院, 四川 成都 610054; 2. 南开大学公司治理研究中心, 天津 300071)

摘要: 由于存在广泛而复杂的内部关联性, 企业集团信用风险演化呈现出与单个企业不同的特征。建立企业集团内部异质成员企业的微观行为模型, 并通过多智能体仿真得到企业集团规模、外部市场状况以及子公司主导行为对企业集团信用风险延迟效应与溢出效应的影响。结论表明: (1) 企业集团能够通过内部资本市场, 利用规模优势降低其面临的信用风险; (2) 外部市场状况的好转对降低企业集团信用风险的作用有限; (3) 子公司主导行为对企业集团信用风险影响并非单调, 且存在子公司主导程度使得企业集团信用风险达到极小值。通过这些结论可以解释一些典型经济现象, 同时也可以为商业银行集团客户信用风险管控提供有益的帮助。

关键词: 企业集团; 延迟效应; 溢出效应; 信用风险; 仿真

中图分类号: F830 **文献标识码:** A **文章编号:** 1004-6062(2014)01-0138-06

0 引言

企业集团作为市场经济重要的参与主体和各大商业银行相互争夺的重要信贷客户, 它的信用风险受到广泛的关注。由于复杂的组织机制, 企业集团信用风险较单个企业更为复杂, 其复杂性主要表现在一方面企业集团内部异质的成员企业之间的互动将使得企业集团信用风险演化较单个企业呈现出较大的隐蔽性; 另一方面企业集团通过内部不同的成员企业在多个市场上与外部市场中的异质企业互动又使得企业集团信用风险演化较单个企业呈现出更大的不确定性。本文用延迟效应和溢出效应对企业集团信用风险演化特征进行刻画。延迟效应是指信用风险传染源到企业集团实际发生信用损失之间的延迟, 它以企业集团整体的视角从宏观上刻画了企业集团信用风险演化特征, 延迟效应越大, 则表明企业集团通过内部资本市场分散风险的能力越强, 企业集团信用风险越小; 而溢出效应则是指企业集团内某一企业发生的信用风险对集团内其他企业产生的影响大小, 它以企业集团成员企业的视角从微观上刻画了企业集团信用风险的演化特征, 溢出效应越大, 则表明企业集团信用风险在成员企业中的传染强度越大, 企业集团信用风险也就越大。

许多学者都对于企业集团信用风险的研究都给予了极大的关注。Nicodano 通过对意大利企业集团的研究发现金字塔结构的企业集团有动机提高子公司的信用风险^[1]。Khanna 检验了企业集团内部资本市场的作用, 并认为企业集团可以通过财务协同降低其成员企业的信用风险^[2], 这一观点也得到了 Leland 等学者的支持^[3]。而 Kim 则更正式地讨论了企业集团是如何被那些对信用互保和信用风险分担敏感的成员企业所组织起来的^[4]。陈林首先关注并量化了

企业集团信用风险通过交叉持股在其成员企业之间传染的现象^[5], 并基于 Merton 所提出的信用风险结构化模型^[6]对其进行了度量^[7]。这些研究从不同的角度对企业集团信用风险进行了探讨, 但都没有在动态视角下对企业集团信用风险演化特征进行分析。徐超利用元胞自动机对企业集团信用风险演化进行了仿真研究^[8], Guan 则最早通过多智能体仿真初步分析了企业集团规模对企业集团信用风险延迟效应的影响^[9]。然而这些仿真都隐含地假设了企业集团具有同质的内部成员企业并忽略其内部成员企业的互动, Guan 更是假设了外部市场中的企业也是同质的。而现实中, 企业集团信用风险演化较单个企业呈现出不同的特征正是由于企业集团异质的内部成员企业之间的互动以及企业集团通过不同的成员企业在多个市场上与外部市场异质的企业进行互动的结果。因此, 本文微观地刻画了企业集团内部异质的成员企业之间的互动以及企业集团在多个市场与外部市场异质的企业之间的互动, 并采取多智能体仿真的方式, 通过模型化企业集团的微观行为, 研究了企业集团规模、企业集团外部环境和企业集团子公司主导行为对企业集团信用风险演化的宏观特征延迟效应以及微观特征溢出效应所产生的影响。

1 模型

为了能更一般地体现企业集团信用风险演化特征, 仿真模型需要从微观上阐释企业集团运作方式, 表达企业集团内部成员企业微观行为, 进而对企业集团信用风险演化进行度量。为此, 模型将从静态和动态两个方面刻画企业集团信用风险的演化。模型在静态方面包括了对企业集团债务结构

收稿日期: 2011-12-31 修回日期: 2012-09-19

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70971015); 国家社科基金重点资助项目(10Z&035)

作者简介: 杨扬(1987—), 男, 四川绵阳人。电子科技大学经济与管理学院博士生, 研究方向: 信用风险管理, 集团风险管控。

和企业集团协同创造价值方式的表达;而在动态方面则表达了企业集团与外部市场中异质的企业之间的互动,进而从微观上描述了企业集团资产价值的变化路径。为了能从微观上一般地阐述企业集团运作方式,进而度量其信用风险演化,特作如下假定:

假定1:企业集团由 n 个交叉持股的成员企业 $X_1, X_2 \dots X_n$ 构成。企业 $X_i, i \in \{1, 2, \dots, n\}$ 持有企业 $X_j, j \in \{1, 2, \dots, n\}$ 的股份比例记为 λ_{ij} 。由互持股份比例构成的持股比例矩阵记为 $\Gamma = [\lambda_{ij}]_{n \times n}$ 。易知持股比例矩阵的对角线为 1。

假定2:仿真模型对企业集团债务结构的表达。将初始时刻 t_0 作为仿真模型仿真起始点,此时赋予企业集团成员企业 $X_1, X_2 \dots X_n$ 初始资产价值 $V_1^0, V_2^0 \dots V_n^0$ 。假定企业 X_i 拥有到期日为 t_{i_s} 的负债 $D_i, D_i < V_i^0$, 其中 t_{i_s} 表示第 s_i 步仿真完成的时刻。不失一般性,令 t_{i_s} 满足 $t_0 < t_{s_1} < t_{s_2} < \dots < t_{s_n}$ 。采用 Merton(1974)结构化模型的基本思想^[6],认为企业集团内部成员企业的违约是由于该企业的债务到期日时其资产价值小于负债价值;而企业集团的违约则是由于在某个内部成员企业的债务到期日时企业集团所有成员企业的资产价值总和小于该债务到期日需要偿还的负债价值。

假定3:仿真模型对企业集团协同创造价值的表达。借鉴并改进杨扬等(2011)^①构建的企业集团协同创造价值的基本框架,认为由 n 个成员企业构成的企业集团共生产 n 种产品,价值为 M_i 的产品 P_i 是由企业集团内部成员企业 X_i 主导,其它成员企业 $X_j, j \neq i$ 共同协作生产完成的。其中,企业 $X_k, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ 对价值 M_i 的贡献为 $\lambda_{ik} / (\sum_{k=1}^n \lambda_{ik})$ 。

假定4:企业集团与外部市场中异质的企业之间的互动^②。一个企业的运作需要与其外部市场之间进行互动,而外部市场又是由许多异质的企业^③所构成。形式化地,企业集团为了销售其产品 P_i ,实现价值 M_i ,它需要与外部市场中的许多异质的企业发生互动。这种与外部市场中各个企业的联系并不一定非常稳定但也不会呈现出完全无序。因此,利用介于高度有序和高度随机之间的小世界网络能很好地描述企业集团和外部市场中其它企业之间有序性和随机性并存的特征^[10]。国内学者胡静(2010)^[11]的研究也指出,对经济管理领域的复杂网络,用小世界网络进行刻画是恰当的。因此,本文认为企业集团内部各个成员企业与外部市场中其它企业形成一个小世界网络,即整个企业集团嵌入了小世界网络之中。

采用 Watts(1998)提出的小世界网络模型^[12],本文认为外部市场中拥有 m 个企业 $Y_1, Y_2 \dots Y_m, m \gg n$ 。企业集团的每个成员企业 X_i 都与这 m 个企业形成小世界网络,这 m 个企业分为两种类型,优质企业 A 和非优质企业 B ,且优质企业在这 m 个企业中所占比例为 p 。企业集团的成员企业 X_i 在每个时间区间^④ $[t_a, t_{a+1}]$ 都同时与外部市场中的 q 个企业 $Y_1^a, Y_2^a \dots Y_q^a$ 发生互动,其中与优质企业的互动将有利于提升企业集团自身价值,而非优质企业的互动则会降低企业集团自身价值。在 t_a 时刻, X_i 无法识别 $Y_1^a, Y_2^a \dots Y_q^a$ 这 q 个企业的

类型,通过一段时间的互动,在 t_{a+1} 时刻, X_i 能识别出这 q 个企业的类型,并在下一时间区间 $[t_{a+1}, t_{a+2}]$ 以概率 1 与非优质企业断链;以概率 $\bar{p}, 0 < \bar{p} < 1$ 与优质企业断链^⑤,并随机寻找外部市场中其它企业进行断链重连,形成在时间区间 $[t_{a+1}, t_{a+2}]$ 与 X_i 互动的新的外部市场中的 q 个企业 $Y_1^{a+1}, Y_2^{a+1} \dots Y_q^{a+1}$ 。

进一步,企业与其外部市场之间互动的最终目的是为了提升自身价值。作为企业成长的显著标志,许多国外学者都对企业资产价值随时间变化的概率分布进行了相关的实证研究^[13,14]。陈晓红(2006)^[15]以 1053 家上市公司作为样本,系统分析了中国企业成长的概率分布,并认为其服从拉普拉斯分布。鉴于此,在每个时间段 $[t_a, t_{a+1}]$, $a \in \{1, 2, \dots, s_n\}$, 本文认为企业集团的每个成员企业 X_i 通过与外部市场中的 q 个企业 $Y_1^a, Y_2^a \dots Y_q^a$ 发生互动以销售产品 P_i 实现价值,而 P_i 在外部市场的销售使整个企业集团在时间段 $[t_a, t_{a+1}]$ 的资产价值变化量 ΔV_i^a 服从均值为 β_{ia} , 方差为 $2\gamma_{ia}^2$ 的拉普拉斯分布,即 $\Delta V_i^a \sim La(\beta_{ia}, \gamma_{ia})$ 。其中 γ_{ia} 表示时间区间 $[t_a, t_{a+1}]$ 上宏观经济的波动性大小, β_{ia} 由(1)式给出,即:

$$\beta_{ia} = M_i + \sum_{j=1}^q \varepsilon_j^i \quad (1)$$

$$\text{其中, } \varepsilon_j^i \text{ 满足 } \varepsilon_j^i \sim \begin{cases} N(\mu, 2\gamma_{ia}^2), Y_j^a \in A \\ N(-\mu, 2\gamma_{ia}^2), Y_j^a \in B \end{cases}, \mu > 0 \quad (6)$$

又根据假定 3,企业集团资产价值变化量 ΔV_i^a 的实现是由企业 X_i 主导,企业 $X_j, j \neq i$ 共同协作所实现的,因此假设资产价值的变化量 ΔV_i^a 在企业集团成员企业之间的分配方式为企业 $X_k, k \in \{1, 2, \dots, n\}$ 的资产价值变化量:

$$\overline{V_{ia}^k} = \Delta V_i^a \lambda_{ik} / (\sum_{k=1}^n \lambda_{ik}) \quad (2)$$

根据假定 1-假定 4 可知,企业集团内部成员企业 X_i 在其债务到期日 t_{i_s} 的资产价值为:

$$V_i = V_i^0 + \sum_{a=1}^{s_i} \sum_{m=1}^n \overline{V_{ia}^m} \quad (3)$$

因此,在 X_i 的债务到期日 t_{i_s} ,若 $V_i < D_i$,则企业 X_i 违约,面临破产清算。然而企业 X_i 是隶属于企业集团的独立法人,此时

① ① 杨扬,周宗放,肖珉. 几何视角下企业集团科层结构研究[J]. 预测, 2011, in press

② 这里的互动是指企业集团内部成员企业通过与外部市场中异质的企业产生普通交易、代理加工、形成联盟等来提升企业自身的价值。

③ 这里不失一般性地将外部市场中的个人、社团组织和公益团体等行为主体都抽象为企业。

④ 即第 $a+1$ 步仿真过程中。

⑤ 一方面企业集团基于自身价值最大化考虑,不再与已经识别出的非优质企业发生互动;另一方面总体而言,由于战略调整、业务变化等原因,企业集团与优质企业之间互动也处于不断调整之中。而小世界网络恰恰刻画了企业集团与外部企业之间的这种动态互动关系。

⑥ 这里刻画了企业集团的成员企业与优质企业互动对企业集团价值的提升和企业集团的成员企业与非优质企业互动对企业集团价值的降低。考虑到外部市场中的企业与企业集团同处于宏观经济影响之中,简化地认为其方差相同。

企业集团有两个不同的行动选择:拯救 X_i 或清算 X_i 。若企业集团选择拯救 X_i , 则企业集团将采取“拆东墙补西墙”的方式, 挪用其它成员企业的资金用于偿还 X_i 债务。在仿真模型中, 假设 $D_i - V_i$ 的债务由除 X_i 以外的其余 $n-1$ 个企业平均分摊。也正是由于这种拯救行为, 使得企业集团的信用风险演化呈现出延迟效应和溢出效应两个基本特征, 而这两个效应也正好分别从宏观和微观上刻画了企业集团信用风险演化的典型特征。若企业集团在成员企业面临破产清算的威胁时总是一致地采取拯救的措施, 那么在某个成员企业 X_i 的债务到期日 t_{i1} , 当以下不等式满足时企业集团违约, 企业集团面临全面清算。

$$\sum_i (V_i^0 + \sum_{a=1}^{t_i} \sum_{m=1}^n \overline{V_{ma}^a}) < \sum_{i=1}^i D_i \quad (4)$$

令时刻 t_{i1} 距离企业集团拯救第一个企业的时刻 $t_{i1}, s_i = \minarg(V_i < D_i)$ 的距离 $\Phi = t_{i1} - t_{i1}$ 为企业集团的违约延迟时间, 则它描述了企业集团信用风险延迟效应的大小, Φ 越大则延迟效应越强。由定义知在 t_{i1} 时刻, 企业集团已经无力“拯救”其成员企业, 可以看出 Φ 更多地表达了企业集团整体的信用风险状态, 从宏观上刻画了企业集团信用风险演化的特征。而另一方面, 企业集团拯救第二个企业的时刻 $t_{i2}, s_j = \minarg_{j \neq i}(V_j < D_j)$ 距离拯救第一个企业的时刻 t_{i1} 的距离的倒数 $\Psi = \frac{1}{t_{i2} - t_{i1}}$ 也正好描述了企业集团信用风险溢出效应的大小, Ψ 越大则溢出效应越强。通过 Ψ 的定义也可以看出, 它更多地表达了信用风险通过企业集团内部结构和成员企业的互动在企业集团内部的传播和演化, 从而在微观上刻画了企业集团信用风险演化的特征。

2 仿真

企业集团是一个极其复杂的系统, 本文力图通过企业集团协同价值创造以及其与外部市场的互动来刻画企业集团信用风险从触发、积累到暴露的整个演化过程。多智能体仿真正是探究微观层面上的个体行为与宏观模式之间联系的有力工具, 因此本文基于多智能体对企业集团信用风险演化进行仿真。目前对于多智能体仿真的实现, 有 Repast、Swarm、NetLogo 和 Ascape 等多种平台可供选择, 其中 NetLogo 以其高兼容性和适应性而广泛应用于多智能体仿真的各个领域。

本文将采用 NetLogo 作为多智能体仿真的实现工具, 从企业集团规模、企业集团面临的外部市场状况以及子公司主导行为三个方面对企业集团信用风险的延迟效应和溢出效应进行仿真。

2.1 企业集团规模

本文用企业集团内部成员企业的数量 n 刻画企业集团的规模大小, 仿真研究其对于企业集团信用风险延迟效应和溢出效应的影响。具体地, 对于每个给定的 n , 进行 d_1 次仿真^①, 得到 d_1 个延迟效应和溢出效应向量 (Φ_i^n, Ψ_i^n) , $i \in \{1, 2, \dots, d_1\}$ 的具体实现。进一步将这 d_1 个延迟效应和溢出效应

进行平均, 令 $\Phi^n = \sum_{i=1}^{d_1} \frac{\Phi_i^n}{d_1}$, $\Psi^n = \sum_{i=1}^{d_1} \frac{\Psi_i^n}{d_1}$, 则 (Φ^n, Ψ^n) 表示了当企业集团规模为 n 的时候, 延迟效应和溢出效应的大小。取 $d_1 = 100$, 则图1和图2分别表示了企业集团信用风险延迟效应和溢出效应随企业集团规模的变化情况。图中横轴表示企业集团内部成员企业的数量 n , 纵轴 Φ 和 Ψ 分别表示了信用风险的延迟效应 Φ 和溢出效应 Ψ 。



图1 企业集团规模与延迟效应



图2 企业集团规模与溢出效应

结论1: 企业集团可以通过内部资本市场运作, 利用自身规模优势降低其所面临的信用风险。随着企业集团规模的增大, 内部资本市场变大, 企业集团信用风险的延迟效应增加, 溢出效应降低。

从图1和图2可以看出, 随着企业集团的规模不断增大, 企业集团信用风险的延迟效应几乎成线性递增; 而企业集团信用风险的溢出效应则几乎成线性递减。这一方面说明了企业集团的规模效应有利于降低企业集团的信用风险, 延迟企业集团的风险暴露; 另一方面也说明了企业集团的内部成员企业较一般的企业信贷风险更小, 因为当企业集团内部成员企业面临违约风险时, 企业集团往往会通过关联交易、交叉补贴等方式对其进行“拯救”。结论1从仿真的角度支持了 Kim(2004)^[4] 和 Guan(2011)^[9] 的基本观点, 也在一定程度上解释了广泛存在于各大商业银行之间的争夺大规模集团信贷客户的现象。

2.2 企业集团外部市场

本文用前文定义的外部市场中优质企业所占的比例 p 刻画企业集团所面临的外部市场状况, 显然 p 越大则企业集

^① 为了规避其它参数选择对模型的影响, 在每次仿真时, 平均地从其它参数定义域中选取参数进行搭配。

团所面临的外部市场环境越好。对于每个给定的 p , 进行 d_2 次仿真, 得到 d_2 个延迟效应和溢出效应向量 $(\Phi_i^p, \Psi_i^p), i \in \{1, 2, \dots, d_2\}$ 的具体实现。进一步将这 d_2 个延迟效应和溢出效应进行平均, 令 $\Phi^p = \sum_{i=1}^{d_2} \frac{\Phi_i^p}{d_2}, \Psi^p = \sum_{i=1}^{d_2} \frac{\Psi_i^p}{d_2}$, 则 (Φ^p, Ψ^p) 表示了当外部市场中优质企业所占比例为 p 的时候, 延迟效应和溢出效应的大小。取 $d_2 = 100, n = 8$, 则图 3 和图 4 分别表示了当企业集团面临的外部环境变好时, 企业集团信用风险延迟效应和溢出效应的变化情况。图中横轴表示外部市场中优质企业所占的比例 p , 纵轴 Φ 和 Ψ 分别表示了信用风险的延迟效应 Φ 和溢出效应 Ψ 。

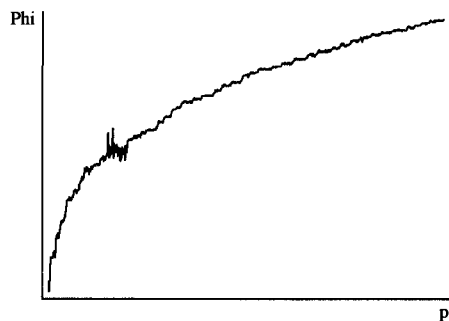


图 3 企业集团所面临的外部市场状况与延迟效应

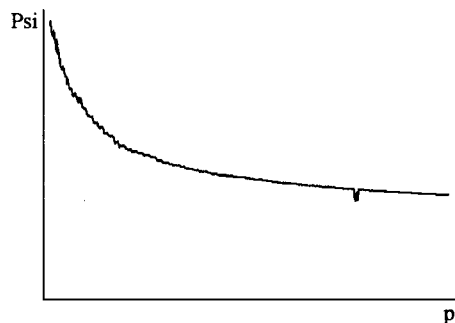


图 4 企业集团所面临的外部市场状况与溢出效应

结论 2: 企业集团所面临的外部市场环境的好转对降低企业集团信用风险的作用是有限的。

仿真结果表明, 当 p 的取值在 $[0, 1]$ 区间不断增加时, 企业集团第一次面临违约风险的时间 $t_{i_1}, s_i = \minarg(V_i < D_i)$ 将延后。特别地, 随着 p 的取值从 0.4 增长到 0.6, 企业集团第一次面临违约风险的时间从仿真步数 32 增加到仿真步数 49。这表明较好的外部环境的确降低了企业集团的信用风险。从图 3 和图 4 中可知, 当企业集团所面临的外部市场环境逐渐变好时, 企业集团信用风险的延迟效应递增; 而企业集团信用风险的溢出效应递减。这也说明了随着企业集团所面临的外部市场环境好转, 企业集团信用风险将有所降低。进一步从图 3 和图 4 可以看出, 仿真得到的延迟效应曲线形状类似于凹函数的形状而溢出效应曲线形状则类似于凸函数的形状, 这说明外部环境的好转对降低企业集团信用风险的作用是有限的。出现这种结果的原因是, 即使外部市场中所有企业对企业集团价值贡献的期望值都为正 ($p = 1$), 企业集团价值在每一期仍受到宏观经济环境波动的影响

即 $2\gamma_{ia}^2$, 而这种由宏观经济环境波动所导致的风险是不能被分散的。该结论还表明, 即使在外部市场环境较好的情况下, 商业银行也不应该放松对集团客户的信用风险管控和大幅度提高集团客户的授信额度。

2.3 子公司主导

为了方便讨论, 控制其它变量对子公司主导的影响。这里简化地假设持股比例矩阵的形式为

$$\Gamma_0 = \begin{pmatrix} 1 & \lambda_{1k} & 0 \\ 0 & \ddots & 0 \\ 0 & \lambda_{nk} & 1 \end{pmatrix}_{n \times n} \quad (5)$$

即 Γ_0 为对角线是 1, 除第 k 列外其余元素都为 0 的 n 阶矩阵。在本文的框架下, 这样的假设表明, 企业 $X_i, i \neq k$ 与企业 X_k 合作生产产品 P_i , 且 X_i 和 X_k 对产品 P_i 的贡献分别为 $\frac{1}{1 + \lambda_{ik}}$

和 $\frac{\lambda_{ik}}{1 + \lambda_{ik}}$ 。企业 $X_i, i \neq k$ 之间不发生合作关系。进一步假设对

于任意企业 $X_i, i \neq k$, 企业 X_k 对其的影响都一样, 即 $\lambda_{1k} = \lambda_{2k} = \dots = \lambda_{nk} = \lambda$ 。 λ 体现了 X_k 对企业集团创造价值的贡献, 即体现了企业 X_k 的主导程度。取 $n = 8$, 对于每个给定的 λ , 进行 d_3 次仿真, 得到 d_3 个延迟效应和溢出效应向量 $(\Phi_i^\lambda, \Psi_i^\lambda), i \in \{1, 2, \dots, d_3\}$ 的具体实现。进一步将这 d_3 个延迟效应和溢出效应进行平均, 令 $\Phi^\lambda = \sum_{i=1}^{d_3} \frac{\Phi_i^\lambda}{d_3}, \Psi^\lambda = \sum_{i=1}^{d_3} \frac{\Psi_i^\lambda}{d_3}$, 则 $(\Phi^\lambda, \Psi^\lambda)$ 表示了子公司主导程度为 λ 时, 延迟效应和溢出效应的大小。取 $d_3 = 100$, 则图 5 和图 6 分别表示了随着子公司主导程度的增加, 企业集团信用风险延迟效应和溢出效应的变化情况。图中横轴 Λ 表示了企业集团的子公司主导程度 λ , 纵轴 Φ 和 Ψ 分别表示了信用风险的延迟效应 Φ 和溢出效应 Ψ 。



图 5 企业集团子公司主导与延迟效应

结论 3: 企业集团子公司主导行为对企业集团信用风险的影响并不是单调的, 且存在使企业集团信用风险达到极小值的子公司主导程度。

从图 5 和图 6 可以看出, 企业集团子公司主导程度对企业集团信用风险延迟效应和溢出效应的影响并非单调。对于延迟效应和溢出效应随子公司主导程度变化的仿真结果说明, 当企业集团子公司主导程度较低时, 企业集团信用风险(延迟效应、溢出效应)随着子公司主导程度的增加而缓慢减小(增加、减小); 当子公司主导程度超过了某个临界值时,

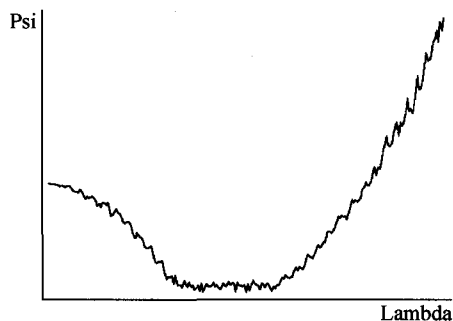


图6 企业集团子公司主导与溢出效应

企业集团信用风险(延迟效应、溢出效应)将随着子公司主导行为的增加而迅速增加(减小、增加)。这是由于当子公司主导程度较低时,企业集团各个成员企业价值增长比较均衡,此时子公司主导程度的增加使得企业集团优势集中,能在市场中获得更多的价值提升,进而降低其信用风险;而当子公司主导程度已经处于较高状态时,企业集团的信用风险高度集中于一个成员企业,企业集团难以利用其内部资本市场分散风险。一旦该成员企业面临违约风险,企业集团便无力对其进行“拯救”,若此时继续增加子公司主导程度,则企业集团信用风险将迅速上升。

由图5中的延迟效应曲线和图6中的溢出效应曲线可知,存在使得企业集团信用风险(延迟效应、溢出效应)达到极小值(极大值、极大值)的子公司主导程度^①。特别地,当 $p = 0.73, n = 5$ 时,使得企业集团信用风险达到极小值的子公司主导程度约为 $\lambda = 0.67$ 。此外,仿真结果还表明随着企业集团规模的不断增加,使企业集团信用风险达到极小值的子公司主导程度逐渐减小,原因是随着企业集团规模的增加,企业集团将通过更多的成员企业在更多的市场上与外部市场企业进行互动,因此企业集团面临更大的市场不确定性。此时降低子公司主导程度可以有效地分散市场风险,进而降低企业集团的信用风险。特别地,当企业集团规模由 $n = 5$ 增加至 $n = 10$ 时,使得企业集团信用风险达到极小值的子公司主导程度从 $\lambda = 0.67$ 减小到 $\lambda = 0.48$ 。结论3表明,企业集团可以通过一定的内部制衡机制和合适的内部权力、资源分配方式来控制自身信用风险。

3 结束语

企业集团信用风险演化较单个企业呈现出不同的特征,其根本原因一方面是由于企业集团有动机利用内部异质的成员企业之间频繁而复杂的互动,通过内部资本市场分散信用风险或隐藏信用风险;另一方面则是由于企业集团较单个企业与外部市场中更多的异质企业进行接触和互动,这使得企业集团的信用风险具有更大的不确定性和突变特性。本文首先通过构建模型从微观的视角更真实地刻画了企业集团内部异质的成员企业之间的互动行为以及企业集团与外部市场中异质的企业之间互动行为;再借助于刻画企业集团信用风险演化宏观特征的延迟效应和刻画企业集团信用风险演化微观特征的溢出效应进一步采取多智能体系统仿

真的方式分析了企业集团规模、企业集团外部市场环境以及企业集团子公司主导行为对企业集团信用风险演化特征的影响。仿真结果显示:(1)企业集团的规模优势可以使其通过内部资本市场有效地缓解其成员企业的信用风险;(2)外部市场状况的好转对于降低企业集团信用风险的作用是有限的;(3)子公司主导行为对企业集团信用风险的影响并非单调,且存在子公司主导程度以使得企业集团信用风险达到极小值。以上结论一方面在一定的程度上解释了各大商业银行争夺大规模集团信贷客户的原因,另一方面也为商业银行集团客户信用风险管理和企业集团自身信用风险控制提出了有益建议,认为在外部市场环境并不能完全稀释集团客户信用风险,即使在外部环境较好的情况下,商业银行也要加强集团客户信用风险管理,避免盲目扩大授信额度,而企业集团则可以通过一定的内部制衡机制和权利资源分配控制自身信用风险。

参 考 文 献

- [1] Bianco M, Nicodano G. Pyramidal groups and debt[J]. *European Economic Review*, 2006, 50(4): 937 ~ 961.
- [2] Khanna, Tarun, Yishay, Yafeh. Business groups and risk sharing around the world[J]. *Journal of Business*, 2005, 78(1): 301 ~ 341.
- [3] Leland HE. Financial synergies and the optimal scope of the firm; implications for mergers spinoffs and structured finance[J]. *Journal of Finance*, 2007, 62(2): 765 ~ 807.
- [4] Kim, Se-Jik. Bailout and conglomeration[J]. *Journal of Financial Economics*, 2004, 71(2): 315 ~ 162.
- [5] 陈林,周宗放.基于股权比重的企业集团内母子公司之间信用风险传递研究[J]. *管理工程学报*, 2009, 23(3): 80 ~ 84.
- [6] Merton R. On the pricing of corporate debt; the risk structure of interest rates[J]. *Journal of Finance*, 1974, 29(2): 449 ~ 470.
- [7] 陈林,周宗放,顾婧.基于复合期权、篮子期权及股权关系的企业集团母子公司信用风险度量研究[J]. *中国管理科学*, 2011, 19(10): 167 ~ 172.
- [8] 徐超,杨扬,周宗放.元胞自动机在企业集团中信用风险传递的应用[A].见:中国运筹学会主编. *中国企业运筹学*[C].成都:电子科技大学出版社, 2010, 124 ~ 129.
- [9] Guan Danhui, Xiao Min, Zhou zongfang, Chenlin. Simulation of the delayed effect of credit risks in enterprise group based on multi-agent[A]. In: Wen Jiahong. *Disaster Risk Analysis and Management in Chinese Littoral Regions*[C]. Shanghai: Atlantis Press, 2011, 41 ~ 46.
- [10] Steven H, Strogatz. Exploring complex networks[J]. *Nature*, 2001, 410(3): 56 ~ 74.
- [11] 胡静,刘红丽.小世界网络理论在知识管理领域应用综述[J]. *情报杂志*, 2010, 29(9): 120 ~ 124.
- [12] Duncan J. Watts, Steven H. Strogatz. Collective dynamics of

^① 100次仿真结果均一致显示,使得延迟效应达到极大值的子公司主导程度存在于使得溢出效应达到极小值的区间中。

- 'small-world' networks[J]. Nature, 1998, 393(6): 440 ~ 442.
- [13] Stanley M H R, Amaral L A N, Buldyrew S V, Havlin S, Leschhorn H, M aass P, Salinger M A, Stanley H E. Scaling behaviour in the growth of companies[J]. Nature, 1996, 379(1): 804 ~ 806.
- [14] Bottazzi G, Secchi A. Why are distributions of firm growth rates tent-shaped[J]. Economic Letters, 2003, 80(9): 415 ~ 420.
- [15] 陈晓红, 何鹏. 上市公司规模及成长概率分布对比试验研究[J]. 系统工程, 2006, 146(2): 1 ~ 10.

The Simulation of Credit Risk Evolution of Business Group Based on Small-World Networks

YANG Yang¹, ZHOU Zong-fang¹, FEI Wen-ying²

- (1. School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054, China;
2. Research Center of Corporate Governance, Naikai University, Tianjin 300071, China)

Abstract: Business groups are multi-corporate unions with complex internal organizational structure and extensive exposure to external market. Compared with individual companies, the characteristics of credit risk evolution of business groups are very different. On one hand, the interaction between heterogeneous subsidiaries may hide or spread the credit risk. On the other hand, the interaction between business group and heterogeneous companies in different external market may increase the credit risk with high uncertainty. Most of existing researches are qualitative analysis for credit risk of business groups or empirical test with financial data of business groups based on the classical model of risk measurement. Few quantitative theoretical researches either show the dynamic process of credit risk evolution exogenously or directly ignore the dynamic characteristics of credit risk evolution. All these studies assume that subsidiaries in business groups are homogenous and the external market is given exogenously. However, these assumptions precisely avoid the essential characteristics of credit risk evolution for business groups.

In order to capture the characteristics of credit risk evolution of business groups, this paper first defines the delayed effect and the spillover effect of credit risk evolution for business groups with macroscopic and microscopic perspectives. A mathematical model is constructed to depict the heterogeneity of subsidiaries in business groups and the endogenous progress of external market. A simulation program is used to assess the influence of business group size, external market environment and leading behavior of subsidiary on delayed effect and spillover effect. The entire paper is organized as follow. Section one is to review literatures about credit risk of business groups. The section two can be divided into three parts. The first part proposes four basic hypotheses — ownership structure hypothesis, debt structure hypothesis, network structure hypothesis, and value creation and benefits sharing hypothesis. The second part describes the interaction between heterogeneous subsidiaries in business groups based on the preliminary research results. The last part describes the interaction between business group and heterogeneous companies in external markets based on the theory of complex networks. In section three, this paper uses a simulation tool to analyze the impact of business group size, external market environment and leading behavior of subsidiary on the delayed effect and spillover effect. Section four is the conclusion of this paper.

This paper has three major findings based on the simulation analysis of credit risk evolution of business groups. First, the scale advantages of a business group can help reduce its credit risk. Second, external environmental improvement can only have limited influence on reducing the credit risk of business group. Third, the effect of the leading behavior of subsidiary on the credit risk of business group is non-monotonous. And there exists a certain level of leading behavior of subsidiary that can minimize the credit risk of business groups. These conclusions and the mathematical model constructed in this paper can help not only understand the competition between commercial banks for group customers, but also provide useful suggestions for both commercial banks and business groups.

Key words: Key works; business group; delayed effects; spillover effects; credit risk; simulation

中文编辑: 杜 健; 英文编辑: Charlie C. Chen