

# 中小企业联合担保贷款的计算实验金融分析<sup>①</sup>

熊 熊, 姚传伟, 张永杰  
(天津大学管理与经济学部, 天津 300072)

摘要: 中小企业在为国民经济做出越来越大贡献的过程中, 却一直面临着信贷难问题. 从政府角度出发, 采用基于计算实验金融的多 Agent 仿真技术构建了违约成本——社会信用环境模型和选择策略概率模型, 分析了联合担保中的企业数量规模以及信用环境对银行—中小企业信贷行为的影响. 发现数量规模和信用环境对于信贷行为的影响机制, 进而提出了相应的政策建议, 以期能为政府解决中小企业融资难问题提供决策参考.

关键词: 中小企业贷款; 联合担保; 计算实验金融; 信用环境

中图分类号: C94 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2013)03-0088-07

## 0 引 言

贷款难一直是我国中小企业发展中的热点和难点问题. 中小企业在国民经济中所占的比重越来越大, 在经济发展的各个方面发挥着重要作用. 中小企业自身规模较小、经营风险高、财务数据不全及公司治理不规范等因素, 在向银行申请贷款时常常遭到拒绝<sup>[1]</sup>, 市场无法使资金和资源流向中小企业. 中小企业是经济社会发展的重要组成部分, 因此矫正这种市场的失灵就不能只依靠市场的力量, 还应充分发挥政府的作用.

由于无法提供有效担保是中小企业贷款难的主要原因, 商业银行为规避风险普遍采取了抵押贷款的形式. 但由于多数中小企业固定资产少, 往往达不到抵押贷款的要求. 而企业间的互相担保<sup>[2]</sup>或组成连保链, 不但难度大, 而且增加了企业风险. 在实际情况中, 政府通过行业协会推行中小企业“联合担保”. 在推行过程中, 需要考虑的问题之一是, 在政府以成立行业协会和地区中小

企业协会介入银行中小企业贷款互动过程中, 行业协会有效性与其规模之间的关系是怎么样的? 与之相关联的问题是, 自银行贷款管理之外, 为解决中小企业贷款中的信用问题, 政府通过社会软环境建设, 如建立全国性的信用数据库, 社会为主体的信用中介服务体系, 商业化的专业征信中介机构等方面工作, 力图形成良好诚信氛围, 如何看待这样的工作对解决中小企业贷款难问题的宏观意义? 对于中小企业在贷款过程中信贷行为影响的具体机制是什么?

纪琼骁<sup>[3]</sup>认为中小企业融资中的“麦克米伦缺欠”现象实质上是信息不对称导致的市场失灵. 杨天宇<sup>[4]</sup>、杨再斌和匡霞<sup>[5]</sup>指出, 政府没有提供充分的信用担保或补贴制度、信用体系的缺失和法律追索体系的不健全是国有商业银行对中小企业信贷配给产生的制度根源. 张亮和孙兆斌<sup>[6]</sup>指出, 化解中小企业融资困境应该着眼于加强政府支持和监管. 还需要进一步地研究企业、银行、政府主导的社会信用环境的整体效果及行业协会

① 收稿日期: 2011-05-25; 修订日期: 2012-12-18.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70603021; 71131007); 教育部创新团队发展计划资助项目(IRT1028); 教育部博士点基金资助项目(20060056013); 中国科学院自动化研究所复杂系统与智能科学重点实验室开放课题资助项目(20080107).

作者简介: 熊 熊(1972—), 男, 湖南常德人, 博士, 教授, 硕士生导师. Email: xxpeter@tju.edu.cn

规模等条件,企业与银行之间的贷款行为等具体的机制。

Miriam 等<sup>[7]</sup>建立了微金融的仿真模型,通过考虑团体贷款中个体的3个行动策略所构成的8个团体策略进行模拟,指出了团体外学习的重要性。但是这个模型的团体组成是不变的,另外也没有考虑团体大小对贷款行为的影响。Noe 等<sup>[8]</sup>研究了公司管理者融资行为时使用的基于公司与市场投资者双边学习的仿真程序,而 Spienza<sup>[9]</sup>开发了银行网络仿真器程序。陈学彬等<sup>[10]</sup>从微观角度分析了商业银行所有者和经营者两类智能体在选择合约和利润分配过程中的行为方式,并在 SWARM 平台上模拟这些行为过程,观察了不同激励约束条件下的结果。邓宏钟和谭跃进<sup>[11]</sup>通过对经济系统中经济对象博弈行为的分析,提出用基于多 Agent 的整体建模仿真方法对经济中的多人混合博弈问题进行仿真分析。最新的进展是,张永杰等<sup>[14]</sup>使用计算实验金融方法,分析了投资者收益问题,扩展了计算实验的分析视角和对象。随着计算实验金融的蓬勃发展,盛昭瀚和张维<sup>[15]</sup>系统地总结了计算实验这一领域的发展状态和方向。各方的研究,对于使用计算实验平台研究一些不可实验的金融问题,提供了很好的视角。也是本文继续扩展这一思路,在分析联合担保中的企业数量规模以及信用环境对银行—中小企业信贷行为的影响时的理论指导。

## 1 银行—中小企业贷款计算金融实验方法分析框架

自计算实验的分析视角,对于银行—小企业贷款分析的基本思路是通过建立符合我国信贷市场条件的中小企业贷款模拟模型解释银企双方多种关键影响因素的作用机制,并根据模拟模型提供的信息推导银企双方互动均衡的中小企业贷款理论模型,进而提出低成本高效率的中小企业贷款难问题的系统性解决方案。

中小企业借贷决策行为规律应主要考虑对中国我小企业成长周期、组织结构、经营决策行为和借贷决策流程与动机等关键因素进行经验分析,分析上述关键因素与中小企业借贷决策行为之间的统计规律。进一步对比研究国内外中小企业借贷决策行为的实践特征及理论解释,形成我国中小企业的借贷决策规则集。

商业银行中小企业信贷行为特征的分析则主要应考虑:确定我国商业银行在公司治理、组织结构、信贷流程等方面的主要特征,及其与中小企业贷款之间相互作用的显著性和强度特征;研究不同的商业银行内部激励约束机制与风险管理体系对中小企业授信行为的影响机制;比较分析我国商业银行业结构与以美国、德国分别为代表的两类银行业结构的主要差异,确定这些差异对于中小企业贷款供给的作用机制;这部分的研究主要是从我国银行业结构及商业银行本身的公司治理、组织结构、风险管理体系和激励约束机制等方面来确定影响中小企业贷款的关键因素,为商业银行的信贷行为的结构化提供研究基础。

在中小企业借贷决策分析和商业银行信贷决策分析的基础上,就需要研究银企双方具有互动学习行为的中小企业贷款模拟模型。这就需要分别对我国中小企业和商业银行的内部机制特征及其与中小企业贷款行为的作用机制进行结构化描述,从而构建出基于多 Agent 技术的中小企业贷款模拟模型,并对中小企业贷款模拟模型仿真结果进行数据分析,确定影响中小企业贷款各种关键因素之间的复杂作用机制与动态规律。

综合以上分析,对于计算实验视角下的银行—中小企业信贷行为的分析框架,如图 1 所示。

以下将通过选择策略概率—社会信用环境模型来分析中小企业贷款的情况,其中综合考虑了中小企业借贷决策行为规律和商业银行的中小企业信贷行为特征,保证分析的代表性。

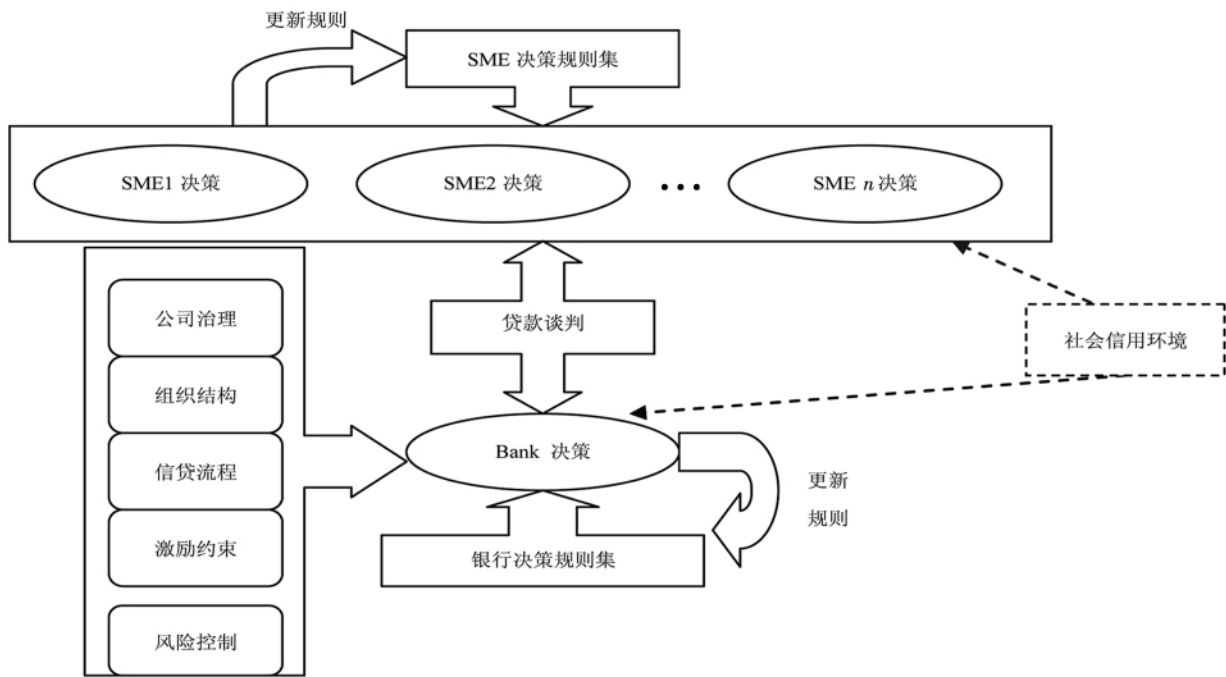


图 1 基于双向学习的中小企业向单个商业银行拍卖的模拟模型结构示意图

Fig. 1 Model diagram of imitating SMEs' auction behaviours based on double-way learning to one commercial bank

## 2 基于计算实验方法的选择策略概率——社会信用环境模型

### 2.1 基本模型设定

本文中的银行和企业的信贷行为是在有限次的重复动态博弈模型下进行分析的。双方的信贷行为,是根据对方前一次的行为采取相应的策略。在这里策略不再仅仅包含一种简单的行为,而是个“行为配置文件”,也即是根据对方的行为,选择自己行为的原则。在“行为配置文件”中,博弈者的行为随着博弈者过去的行为而定。更具体地说,策略由3个参数*i*、*p*和*q*确定<sup>[13]</sup>。这里*i* ∈ [0, 1],为博弈者给出博弈第1次进行合作时的概率;*p*、*q* ∈ [0, 1],是在对手合作和背叛后,博弈者选择合作的相应概率。因此,这种策略保存着博弈的一步记忆。如果把合作的概率限制为要么是0要么是1,那么,策略空间就被缩减为8种不同的类型,而具有实际意义的策略则可以缩减为4种,具体如表1所示。

C策略是博弈的合作策略,对于银行来说,是贷款(BC)行为,对于企业来说,是守信(EC);D策略是博弈的失信或对抗策略,对于银行来说,是

不贷款(BD)行为,对于企业来说,是失信(ED)。在表1中,*i*表示在多人重复博弈中参与人*j*在当前博弈初始阶段时( $t = t_0$ )决定采用C策略的概率。*p*表示在博弈过程中( $t \geq t_0 + 1$ ),如果参与人*j*的对手在上期( $t = t_0$ )采用C,参与人*j*将在本期( $t = t_0 + 1$ )采用C策略的概率。*q*表示在博弈过程中( $t \geq t_0 + 1$ ),如果参与人*j*的对手在上期( $t = t_0$ )采用D策略,参与人*j*将在本期( $t \geq t_0 + 1$ )采用C策略的概率。

表1 用于一步记忆的4种策略

Table 1 Four strategies used for step memory

策略名称	<i>i</i>	<i>p</i>	<i>q</i>
第1种:(All - C)	1	1	1
第2种:(Tit - For - Tat)	1	0	0
第3种:(Anti - Tit - For - Tat)	0	0	1
第4种:(All - D)	0	0	0

上述模型设定的含义即为:商业银行和中小企业分别可以选择以上4种策略中的任何一种,形成一种组合,然后按照静态博弈模型的支付矩阵进行博弈,得到1次博弈完成后商业银行和中小企业各自的支付(得失)。然后在原有策略的基础上继续进行第2次博弈,形成第2次博弈完成后各自的支付(得失)。一直进行有限次,最后得到有限次博弈后各自的支付(得失)。

这里需要非常注意的一点,是对商业银行和中小企业有限次重复博弈的研究,必须保证在静态博弈模型中没有最优纯策略(1,1)的情况,这样研究才有实际意义.因为对于在静态博弈模型中已经有最优纯策略(1,1)的情况,理性的银行和中小企业都不会选择使自己收益变小的别的策略,只会选择最优的策略,这样经过  $N$  次博弈后,得失值为初次博弈的  $N$  倍,且不会出现别的可能,无需再做进一步的分析.而对于静态博弈模型中没有最优纯策略(1,1)的情况,模型的研究将具有意义,因为商业银行和中小企业都可能选择上述 8 种策略中的任何一种,需要了解这些策略行为的宏观层面的表现.

2.2 选择策略概率——社会信用环境模型

本部分模型的设计是通过参照 Cederman 和 Stefansson<sup>[12]</sup> 所建立的 probeIPD 模型来进行的,模拟平台为 SWARM. probeIPD 模型是针对若干人进行重复博弈的模型,它把静态博弈的支付矩阵和动态博弈的支付值变化结合起来,在进行静态博弈时采用传统的没有最优纯策略的博弈模型,在进行动态博弈时采用一步记忆的 4 种典型策略进行模拟,即 (All-C, Tit-For-Tat, Anti-Tit-For-Tat, All-D)<sup>[13]</sup>. 通过可调整的参与人数量和可调整的选择策略概率对博弈问题进行模拟,结果通过 ObserverSwarm 的图形界面和表格界面表示出来.4 种策略同上文所述.本模型分为 3 种情况来研究不同数量中小企业参与动态博弈对均衡结果的影响.

1) 一般的社会信用环境,选择 4 种策略 (All-C, Tit-For-Tat, Anti-Tit-For-Tat, All-D) 的概率为(0.25 0.25 0.25 0.25).

2) 较差的社会信用环境,选择 4 种策略 (All-C, Tit-For-Tat, Anti-Tit-For-Tat, All-D) 的概率为(0.30 0.10 0.30 0.30).

3) 良好的社会信用环境,选择 4 种策略 (All-C, Tit-For-Tat, Anti-Tit-For-Tat, All-D) 的概率为(0.30 0.40 0.20 0.10).

2.2.1 一般社会信用环境对动态博弈均衡的影响研究

一般社会信用环境下,中小企业选择 4 种策略 (All-C, Tit-For-Tat, Anti-Tit-For-Tat, All-D) 的概率分别为(0.25 0.25 0.25 0.25). 通过参与

动态博弈的中小企业数量的不断增加来研究其对博弈均衡的影响.当企业数量从  $1 \times 1$  增加到  $18 \times 18$  时模拟的具体结果如表 2 所示.

上述结果表明,在一般社会信用环境下,中小企业选择 4 种策略的概率都相等.当企业数量小于  $6 \times 6$  的时候,通过动态博弈模拟最终占优的策略为 All-D 策略,从而对协会的整体效率和平均收益产生负面的影响;当行业协会中的会员数量为  $7 \times 7$  到  $9 \times 9$  之间的时候,只有在会员数量稍大或稍小时,最终的结果是 TFT 策略占优,对整个协会的效率 and 平均收益会产生正面的影响,并不是会员数量越多或者越少越好,而是要选择合适的数量;当企业数量大于等于  $10 \times 10$  的时候,动态模拟的最终占优策略为 TFT,即协会中采取合作行为的会员企业会逐渐的占到绝大多数,对整个协会的效率 and 平均收益都会产生正面的影响.

表 2 一般社会信用环境下企业数量的增加对动态博弈均衡的影响

Table 2 Effects of a growing interprises on dynamic game balance in the general social credit environment

企业数量	最终占优策略	TFT 超过 All-D 的时间	TFT 策略绝对占优的时间
1 × 1	无	无	无
2 × 2	All-D	无	无
3 × 3	All-D	无	无
4 × 4	All-D	无	无
5 × 5	All-D	无	无
6 × 6	All-D	无	无
7 × 7	TFT	4	8
8 × 8	All-D	无	无
9 × 9	TFT	8	13
10 × 10	TFT	6	13
11 × 11	TFT	4	10
12 × 12	TFT	7	15
13 × 13	TFT	5	11
14 × 14	TFT	12	24
15 × 15	TFT	5	11
16 × 16	TFT	5	12
17 × 17	TFT	7	17
18 × 18	TFT	5	13

2.2.2 较差社会信用环境对动态博弈均衡的影响研究

较差社会信用环境下,中小企业选择 4 种策略( All-C ,Tit-For-Tat ,Anti-Tit-For-Tat ,All-D) 的概率分别为( 0.3 0.1 0.3 0.3) . 研究参与动态博弈的中小企业数量的不断增加对博弈均衡的影响,模拟的具体结果如表 3 所示.

表 3 较差社会信用环境下企业数量的增加对动态博弈均衡的影响

Table 3 Effects of a growing interprises on dynamic game balance in the worse social credit environment

企业数量	最终占优策略	TFT 超过 All-D 的时间	TFT 策略绝对占优的时间
2 × 2	All-D	0	0
8 × 8	All-D	0	0
9 × 9	All-D	0	0
10 × 10	All-D	0	0
11 × 11	All-D	0	0
12 × 12	TFT	7	14
18 × 18	TFT	9	17
19 × 19	TFT	14	27
20 × 20	TFT	18	35
21 × 21	All-D	0	0
22 × 22	TFT	18	37
28 × 28	TFT	15	35
29 × 29	TFT	10	23
30 × 30	TFT	11	23
31 × 31	TFT	10	26
32 × 32	TFT	12	31

从模拟结果可以发现,当行业协会中企业的数量大于 12 × 12 的时候,即使是在社会信用环境不佳的情况下,动态博弈模拟的最终占优策略将大多为 TFT 策略,行业协会中采取合作策略的中小企业最终将会成为协会中的多数企业.但在中等规模的情况下,也可能出现负面结果.

2.2.3 良好的社会信用环境对动态博弈均衡的影响研究

良好社会信用环境下,中小企业选择 4 种策略( All-C ,Tit-For-Tat ,Anti-Tit-For-Tat ,All-D) 的概率分别为( 0.3 0.4 0.2 0.1) . 研究参与动态博弈的中小企业数量的不断增加对博弈均衡的影

响.模拟的具体结果如表 4 所示.

表 4 良好社会信用环境下企业数量的增加对动态博弈均衡的影响

Table 4 Effects of a growing interprises on dynamic game balance in the good social credit environment

企业数量	最终占优策略	TFT 超过 All-D 的时间	TFT 策略绝对占优的时间
5 × 5	TFT	0	0
9 × 9	TFT	0	0
10 × 10	TFT	3	8
11 × 11	TFT	8	14
15 × 15	TFT	5	10
19 × 19	TFT	6	16
20 × 20	TFT	5	11
21 × 21	TFT	4	11
25 × 25	TFT	4	12
29 × 29	TFT	4	13
30 × 30	TFT	4	16

在良好的社会信用环境下,中小企业选择 TFT 和 ALL-C 策略的将占到总数的 70%. 在这两种策略占绝对优势的动态博弈模拟中,由上表的结果可知,无论合作企业的数量为多少,动态博弈均衡的最终占优策略均为 TFT. 这表明,在有良好的社会信用的环境下,行业协会或地区中小企业协会中的会员企业选择合作策略的将占到大多数,从而使得无论行业协会规模的大小,都可以使行业协会的作用充分发挥出来,保持行业协会较高的效率和平均收益.

综上所述,第一,在不同的社会信用环境下,使行业协会中最终占优的,采取合作策略的中小企业的行业协会规模不尽相同.第二,通过对 3 种社会信用情况下博弈结果的分析可知(见表 5),TFT 超过 All-D 的时间在良好的社会信用环境下最短,在一般社会信用环境下居中,而在较差的社会信用环境下最长.与此类似,TFT 策略最终占优的时间在良好的社会信用环境下最短,在一般社会信用环境下居中,在较差的社会信用环境下也是最长.第三、由此可以验证良好的社会信用环境,对于促进企业在与协会发生担保关系的过程中和与银行发生信贷关系的过程中采取合作行为是至关重要的.

表5 3种社会信用环境下TFT占优时间比较  
Table 5 Comparison of TFT dominate time under three  
differet social credit environment

社会信用环境	TFT 超过 All-D 的时间	TFT 绝对 占优的时间
良好社会信用环境	0次 ~ 5次	10次 ~ 15次
一般社会信用环境	5次 ~ 10次	15次 ~ 20次
较差社会信用环境	10次 ~ 15次	20次 ~ 30次

### 3 结束语

由选择策略概率——社会信用环境模型可知,一个良好的社会信用环境可以使银企关系得到改善,缓解中小企业融资难的问题。而一个较差的社会信用环境要实现这一过程,则需要经历更多的时间和过程去不断改善,而且这种改善存在

着不确定性。

由选择策略概率——社会信用环境模拟模型的结论中可以得到两点有价值的信息。一是通过行业协会的建立,有助于协会内中小企业间的相互学习和影响。二是模型试验性地推导出,当一个行业协会中企业数量在100以上的时候,长期来看,这个行业协会将是有效率的。但行业协会规模并不是越大越好,而是要根据具体的社会信用情况具体分析。

本文研究政府在中小企业信贷融资中的作用,只是选取了几个方面单独来进行的,下一步可以考虑构建更为复杂和全面的政府、中小企业、银行3方互动的模拟平台,政府的作用可以通过多个变量逐一设计,模拟和预测现实中政府多种政策作用下对中小企业信贷融资的影响。

#### 参考文献:

- [1]钟田丽,刘起贵. 我国中小企业融资结构影响因素的比较[J]. 管理评论,2008,20(11): 10-16.  
Zhong Tianli, Liu Qigui. A comparative analysis of the factors that influence SME's financing structure[J]. Management Review, 2008, 20(11): 10-16. (in Chinese)
- [2]崔晓玲,钟田丽. 中小企业互助性信用担保运行机理分析[J]. 管理学报,2010,7(12): 1872-1877.  
Cui Xiaoling, Zhong Tianli. Analysis of operational mechanism of mutual credit guarantee for SMEs[J]. Chinese Journal of Management, 2010, 7(12): 1872-1877. (in Chinese)
- [3]纪琼骁. 麦克米伦缺欠与中小企业政策性融资[J]. 金融研究,2003,(7): 111-118.  
Ji Qiongriao. Macmillan lack and policy financing for small-and-medium enterprises[J]. Journal of Finance, 2003, (7): 111-118. (in Chinese)
- [4]杨天宇. 国有商业银行对民营企业的信贷配给行为研究[J]. 经济科学,2002,(4): 56-63.  
Yang Tianyu. Credit rationing behavioral research of SOCB for private interprise[J]. Economic Science, 2002, (4): 56-63. (in Chinese)
- [5]杨再斌,匡 霞. 国有商业银行对中小企业信贷配给行为的内生制度根源分析[J]. 财贸研究,2003,(1): 26-32.  
Yang Zaibin, Kuang Xia. Analysis of the endogenous system of allocating credits to SME by state owned commercial banks [J]. Finance and Trade Research, 2003, (1): 26-32. (in Chinese)
- [6]张 亮,孙兆斌. 麦克米伦缺欠、中小企业融资困境与政府支持[J]. 求索,2006,(1): 17-20.  
Zhang Liang, Sun Zhaobin. Macmillan lack, financing dilemma of SMEs and government support[J]. Seek, 2006, (1): 17-20. (in Chinese)
- [7]Miriam G, Samuel B, John M. To Get that Little: A Computational Model of Microfinance[R]. Santa Fe Institute, 2003.
- [8]Noe T H, Rebello M J, Wang J. Corporate financing: An artificial agent-based analysis[J]. Journal of Finance, 2003, 58(3): 943-973.
- [9]Spienza M D. An experimental appromach to the study of banking intermediation: The banknet simulator[C]// Frandesco Luna, Benedikt Stefansson eds. Economic Simulations in Swarm: Agent-Based Modeling and Object Oriented Programming,

Kluwer Academic Publishers ,2000.

- [10]陈学彬,李翰,朱晔. 完善我国商业银行激励约束机制的 Swarm 模拟分析[J]. 财经研究,2003,29(9): 68-74.  
Chen Xuebin, Li Han, Zhu Ye. The SWARM simulation analysis on the improvement of the incentive-discipline mechanism of Chinese commercial banks[J]. The Study of Finance and Economics, 2003, 29(9): 68-74. (in Chinese)
- [11]邓宏钟,谭跃进. 多人混合博弈的仿真分析[J]. 管理科学学报,2002,5(4): 77-82.  
Deng Hongzhong, Tan Yuejin. Simulation analysis of multi-person mixed game[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, 5(4): 77-82. (in Chinese)
- [12]Cederman, Stefansson. Programming for Political Scientists[EB/OL]. <http://www.sscnet.ucla.edu/99W/polisci209-1>, 1999.
- [13]熊熊,武栋才,张永杰,等. 商业银行——中小企业有限次重复博弈仿真研究[J]. 系统工程,2009,27(10): 56-61.  
Xiong Xiong, Wu Dongcai, Zhang Yongjie, et al. Commercial banks-SMEs finite repeated game simulation under complete information[J]. Systems Engineering, 2009, 27(10): 56-61. (in Chinese)
- [14]张永杰,张维,熊熊. 投资策略与投资收益: 基于计算实验金融的研究[J]. 管理科学学报,2010,12(9): 107-118.  
Zhang Yongjie, Zhang Wei, Xiong Xiong. Strategies and investment returns: Agent-based computational finance perspective[J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 12(9): 107-118. (in Chinese)
- [15]盛昭翰,张维. 管理科学研究中的计算实验方法[J]. 管理科学学报,2011,1(5): 1-10.  
Sheng Zhaohan, Zhang Wei. Computational experiments in management science and research[J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 1(5): 1-10. (in Chinese)

## Analysis of scale in SME joint guarantee loans using agent-based computational experiment finance

XIONG Xiong, YAO Chuan-wei, ZHANG Yong-jie

College of Management and Economics, Tianjin University, Tianjin 300072, China

**Abstract:** Though more and more contributions the SMEs have made for our national economy, they are always confronting credit difficulties. From the perspective of the government, using the multiple-agent simulation technology based on computational experimental finance, the paper builds a default cost-social credit environment model and a probability model of the selection strategy, and analyzes the scale in SME joint guarantee loans and the influences of the credit conditions for the credit conduct of the bank-SMEs. We found the mechanism for effects of the scale and the credit conditions on the credit conduct, and made further policy suggestions, hoping to provide some decision references for the government to solve the difficulties of the SMEs credit problems.

**Key words:** SMEs loan; joint guarantee; agent-based computational experiment finance; credit condition