

文章编号: 1000-5862(2019)04-0353-08

基于应收账款融资的供应链企业违约问题研究

周永圣¹, 崔佳丽¹, 刘馨蕊², 杨晓林¹

(1. 北京工商大学商学院, 北京 100048; 2. 中国国际金融股份有限公司, 北京 100020)

摘要: 在供应链金融应收账款融资模式下, 建立了核心企业和中小企业违约问题的进化博弈模型, 分析2方参与主体的进化稳定策略, 旨在提高银行、核心企业和中小企业的共同效益。研究表明: 核心企业和中小企业采用(守约, 守约)策略的概率与企业的良好信誉带来的外部收益、对企业的违约惩罚、在供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益成正比, 与银行的贷款利率、应收账款总额、应收账款抵押率成反比。结合算例分析验证所得结论, 为银行和供应链企业提供相关建议。

关键词: 应收账款融资; 供应链金融; 违约问题; 博弈分析

中图分类号: F 275.1 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2019.04.05

0 引言

截止到2016年底, 我国中小企业的数量在全部企业中占比达99%以上。中小企业作为一个十分特殊的企业群体, 对我国的经济增长具有非常大的促进作用, 但是由于受其自身规模的限制, 融资难已普遍成为中小企业快速发展的一大阻碍。随着中小企业的发展, 越来越多的授信业务量和日益复杂的交易程度对银行工作的效率和成本形成了巨大的挑战。供应链金融是银行等金融机构在对业务的把握和供应链结构特点的基础上, 从过去对某一企业单独授信的模式, 转为围绕某一个核心企业的信用情况, 对供应链中各个参与方提供融资服务的金融模式。它能有效缓解中小企业融资难的现状, 使得整个供应链实现成本最小化和价值增值最大化。应收账款融资模式是指中小企业为了获取流动资金, 以其与核心企业签订的贸易合同产生的应收账款作为还款来源, 由银行为中小企业提供的一项融资业务。在这种模式下, 中小企业依托着核心企业的信誉更容易取得银行贷款。应收账款融资使得中小企业将不活跃的应收账款转为流动资金, 加快企业资金周转速度, 提高中小企业的盈利能力。应收账款融资取得的资金可以用于投入再生产, 扩大企业的规模, 改善企业的财务状况。

本文研究的是在供应链中中小企业作为卖方,

核心企业作为买方, 中小企业利用与核心企业签订的贸易合同产生的应收账款作为还款来源向银行申请贷款的一种融资模式。在这种模式下, 中小企业依托着核心企业的信誉更容易取得银行贷款。

本文以供应链金融应收账款质押融资为切入点, 运用进化博弈理论建立核心企业与中小企业之间的博弈模型, 通过构造博弈双方的复制动态方程, 并对核心企业与中小企业之间的进化博弈均衡进行分析, 以此刻画核心企业与中小企业守约和违约的动态模型, 旨在缓解当前供应链中的中小企业普遍流动资金被挤占却又面临融资难的困境, 以促进中小企业的健康发展。

1 研究现状

随着金融市场的迅速发展, 相关的金融产品不断涌现, 学术界对于供应链金融融资模式的研究也开始活跃起来。目前针对供应链金融融资模式的相关研究主要集中在供应链金融风险控制、银行和中小企业的最优策略方面。顾婧等^[1]针对现有供应链金融模式在运作效率、信息沟通以及风险控制等方面的不足, 提出中小企业供应链金融新模式, 并从信息的对称性、信任的补偿性和信用风险的可控性等方面对新模式进行了论证。鲁其辉等^[2]研究指出质押率和融资利率在一定范围内浮动时, 制造商和物流企业同时愿意参与质押融资; 在选择融资模式时,

收稿日期: 2018-11-25

基金项目: 首都流通业研究基地(19005857031)和北京市“高精尖学科建设(市级)-工商管理”(19005902053)资助项目。

作者简介: 周永圣(1978-), 男, 江苏南通人, 副教授, 博士, 主要从事物流与供应链管理研究。E-mail: zhouys@amss.ac.cn

银行更偏好于统一授信模式,为存货质押融资业务的模式选择提供了一些理论参考。王宗润等^[3]研究了隐性股权下供应链金融模式中出现资金缺口的供应商的最优策略;将资本资产定价方法与净现值法相结合,发现考虑隐性股权的供应商更易以相对较低的融资成本从银行获得信贷。Fan Lihong 等^[4]分析了供应链融资模式中风险的 4 个来源:与融资企业有贸易往来和信誉良好的核心企业、供应链融资企业本身、供应链融资企业的项目运作和融资企业的供应链运作,构建了对供应链融资模式风险的基本评价指标体系。

供应链金融应收账款融资是供应链金融中最常用的一种融资方式。目前针对供应链金融应收账款融资的相关研究主要集中在银行和中小企业的应收账款质押贷款运作策略、应收账款融资的风险管理与防范方面。张保银等^[5]从供应链金融的角度分析了银行的应收账款质押贷款决策;研究得出银行应收账款质押的定价公式,并分析影响质押率和银行期望收益的相关因素,为银行开展应收账款融资业务提供建议。薛梦婷等^[6]采用模糊综合评价模型对应收账款质押和应收账款保理融资效率进行综合比较,为在供应链中的中小企业应收账款融资模式的选择提供了支持和借鉴。彭红军^[7]将资金充足情况下供应链的运作决策作为对比,针对供应链应收账款抵押融资模式在研究产出不确定时供应链企业的最优融资额度和运作策略。Hu Xuwei 等^[8]指出随着供应链金融越来越受欢迎,诸如违约率增加等问题也越来越普遍,通过建立博弈模型分析违约率不断增加的原因,得出信息不对称对应收账款融资的风险管理有重要影响。Zou Yang 等^[9]探讨了如何深入测量和有效地控制应收账款的风险,提出应收账款风险防范的具体措施并提供实际的方法来解决现有的问题。Cheng Guoping 等^[10]探讨了基于电子商务平台的应收账款融资机制,发现较于传统的应收账款融资模式,基于电子商务平台开展应收账款融资不仅可以降低融资风险,还可提高融资效率。

目前针对供应链金融违约问题的相关研究主要集中在中小企业信贷风险的防范措施及建议、银行、制造商、零售商和供应商之间的策略原则与违约利益关系方面。邹帅等^[11]以浙江义乌的“易透”模式为例,围绕供应链金融中小企业信贷风险的影响因素进行分析,针对供应链金融的内外在风险因素(包括信用风险、市场风险、操作风险等)提出了防范措施。王宇等^[12]以博弈主体行为选择所得收益为支付函数建立不完全信息博弈模型,分析预付账款

模式下信用风险的产生来源及大小,从而对银行如何防范信用风险提出建议。马树建等^[13]研究在供应链金融中银行、零售商和制造商 3 方的决策问题;采用 CVaR 的风险度量准则作为决策标准,以零售商是否存在违约情况为前提,通过对 3 方收益的分析,研究它们之间的利益关系。张丽达等^[14]对在供应链金融中违约情况的处理进行了探讨,并对多元模式下的资产流动性、盈余空间等经济效应相关问题进行了研究,为供应链金融业务的处理提供了理论和方法支持,也为完善供应链金融体系的构建提供了支撑。Lu Fangyuan 等^[15]用进化博弈理论来研究银行和中小企业在供应链融资过程中如何选择自己的策略,并指出应该完善对中小企业的信贷担保制度,放宽对贷款利率的控制。Wu Chengfeng 等^[16]制定了零售商-供应商不合作补货模型,揭示了零售商和供应商的利润、违约风险系数、成本之间的关系。Gu Zhihui 等^[17]研究了上游和下游制造商的策略行为,指出在存在内生违约风险的情况下上游可以通过非线性定价来提高其回报水平。Zhang Qinrong 等^[18]研究发现制造商会诱使零售商扩大订货批量进而导致制造商违约,影响供应链金融在最佳状况下运行;为了协调供应链金融运作,根据订单数量和预付款情况提出建议。Y. S. Park 等^[19]指出中小企业的一般违约预测模型的基本因素包括获取足够数量的数据和选择重要的解释变量,若使用逻辑回归模型来研究中小企业的违约预测模型,则能得出更加准确的结果。

上述有关供应链金融应收账款融资的相关理论研究成果虽然在学术界中有一定的影响力,但理论模型在刻画现实问题方面仍存在一定的差距。虽然供应链金融能够有效帮助中小企业获取流动资金,给供应链企业带来好处,但由于供应链企业存在违约现象,导致供应链金融模式不能得到很好的实施。本文在现有文献的研究基础上,充分考虑核心企业和中小企业在供应链融资应收账款模式下的具体策略行为和利益变化,通过建立核心企业和中小企业违约问题的进化博弈模型,分析 2 者的复制动态方程,找出进化稳定策略,旨在提高银行、核心企业和中小企业的共同效益,促进供应链金融融资向更健康的方向发展,这对今后发展供应链金融业务,加强供应链管理有借鉴意义。

2 进化博弈模型的建立与假设

2.1 模型假设

为了能有效开展核心企业与中小企业违约问题

的进化博弈模型研究,更清楚地解释模型,在不改变问题本质的情况下,对实务中一些复杂的问题进行简化,做出如下基本假设:

- 1) 假设核心企业和中小企业的行为均有“守约”与“违约”2 种形式;
- 2) 假设核心企业选择“守约”的比例为 x , 则“违约”的比例为 $1 - x$; 中小企业选择“守约”的比例为 y , 则“违约”的比例为 $1 - y$, 且假定核心企业违约和中小企业违约是相互独立的;
- 3) 信贷市场上的金融机构只有银行, 设银行贷款利率为 r_3 ;
- 4) 应收账款融资加快了中小企业资金周转速度, 提高中小企业的盈利能力, 应收账款融资取得的资金可以用于投入再生产, 改善企业的财务状况, 假设中小企业再生产收益率为 r_2 , 核心企业利用应收账款可以延长账期, 作为应收账款未立即给中小企业的这部分资金也可以用于投入再生产, 核心企业再生产收益率为 r_1 ;
- 5) 在供应链中企业长期合作稳定使供应链企业交易成本下降, 假设由此带来的额外收益为 P ;
- 6) 假设具有良好信誉的核心企业由于提升企业形象, 对其股票及市场交易形成正面影响, 由此产生的外部收益为 R_C ; 假设具有良好信誉的中小企业能够与核心企业保持长期合作, 贸易往来频繁, 由此产生的外部收益为 R_S ;
- 7) 假设核心企业由于违约造成的信誉损失, 对其股票及市场交易造成负面影响, 银行会对其降低贷款额度、提高贷款利率, 由此遭受的惩罚为 F_C ; 假设中小企业由于违约而造成信誉损失, 供应链成员终止与其贸易合作, 由此遭受的惩罚为 F_S .

2.2 参数设置

在构建模型的过程中所使用的各参数符号及含义如表 1 所示.

表 1 参数符号及其含义

参数	含义
B	应收帐款总额
α	应收帐款抵押率($0 < \alpha < 1$)
r_3	银行贷款利率
r_1	核心企业再生产收益率
F_C	核心企业违约惩罚
R_C	核心企业的良好信誉带来的外部收益
P	在供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益
r_2	中小企业再生产收益率($r_2 > r_3$)
F_S	中小企业违约惩罚
R_S	中小企业的良好信誉带来的外部收益

2.3 建立模型

进化博弈论是立足于博弈主体有限理性的假设, 把生物进化论和经典博弈论结合进行系统研究的一种理论. 个体之间通过效仿、学习和突变等动态过程来完成决策^[20], 进化博弈方法主要分析博弈双方策略的动态调整及系统稳定进化^[21].

进化博弈论摒弃了传统博弈论需要博弈双方完全理性的假设, 它认为人是有限理性的, 信息在博弈双方也是非对称的, 因此进化博弈论更加符合博弈双方的实际情况.

在应收账款融资模式中, 银行需做好贷前、贷中、贷后各重要节点的管控工作. 当核心企业守约而中小企业违约时, 银行可以向核心企业追回本金, 但失去利息的收入; 当核心企业违约而中小企业守约时, 银行可以向中小企业追索本金, 并获得利息收入. 核心企业不归还应收账款会造成中小企业损失, 应收帐款, 但核心企业违约要受供应链系统的惩罚.

在模型假设条件成立的前提下, 建立核心企业与中小企业之间进化博弈的策略组合矩阵(见表 2), 双方进化博弈的收益矩阵如表 3 所示.

表 2 博弈的策略组合矩阵

核心企业	中小企业	
	守约	违约
守约	(守约, 守约)	(守约, 违约)
违约	(违约, 守约)	(违约, 违约)

3 核心企业与中小企业进化博弈的均衡分析

设核心企业“守约”与“违约”的期望收益以及群体的平均收益分别为 U_{CY} 、 U_{CN} 、 U_C , 则

$$U_{CY} = y(Br_1 + P + R_C) + (1 - y)(Br_1 + R_C) = Py + Br_1 + R_C,$$

$$U_{CN} = y(B(1 + r_1) - F_C) + (1 - y)(B(1 + r_1) - F_C) = B(1 + r_1) - F_C,$$

$$U_C = xU_{CY} + (1 - x)U_{CN} = x(Py + Br_1 + R_C) + (1 - x)(B(1 + r_1) - F_C).$$

设中小企业“守约”与“违约”的期望收益以及群体的平均收益分别为 U_{SY} 、 U_{SN} 、 U_S , 则

$$U_{SY} = x(\alpha B(r_2 - r_3) + P + R_S) + (1 - x)(\alpha B(r_2 - r_3) - B + R_S) = x(P + R_S + B - R_S) + \alpha B(r_2 - r_3) - B + R_S,$$

$$U_{SN} = x(\alpha B(1 + r_2) - F_S) + (1 - x)(\alpha B(1 + r_2) - B - F_S) = Bx + \alpha B(1 + r_2) - B - F_S,$$

$$U_S = yU_{SY} + (1-y)U_{SN} = y(x(P+R_S+B-R_S) + B-F_S) + \alpha B(r_2-r_3) - B + R_S + (1-y)(Bx + \alpha B(1+r_2) -$$

表3 进化博弈的收益矩阵

核心企业	中小企业	
	守约	违约
守约	$Br_1 + P + R_C$ $\alpha B(r_2 - r_3) + P + R_S$	$Br_1 + R_C$ $\alpha B(1 + r_2) - F_S$
违约	$B(1 + r_1) - F_C$ $\alpha B(r_2 - r_3) - B + R_S$	$B(1 + r_1) - F_C$ $\alpha B(1 + r_2) - B - F_S$

3.1 核心企业“守约”的复制动态方程

构造核心企业群体“守约”比例的复制动态方程:

$$F(x) = dx/dt = x(U_{CY} - U_C) = x(1-x)(Py + R_C + F_C - B).$$

令 $Py + R_C + F_C - B = 0$, 解得 $y = (B - R_C - F_C)/P$, 令 $y^* = (B - R_C - F_C)/P$.

若 $y = y^*$, 则 $F(x) = 0$, 这表明所有的 x 都是稳定状态.

若 $y \neq y^*$, 令 $F(x) = 0$, 则 $x = 0$ 和 $x = 1$ 是 2 个稳定点.

对 $F(x)$ 求导得

$$dF(x)/dx = (1-2x)(Py + R_C + F_C - B).$$

由于进化稳定策略要求 $dF(x)/dx < 0$, 对 $B - R_C - F_C$ 的不同情况进行分析:

1) 若 $B - R_C - F_C < 0$, 即 $y^* < 0$, 则恒有 $y > y^*$, 从而 $x = 1$ 是进化稳定策略. 这说明若对核心企业违

约的惩罚与核心企业的良好信誉带来的外部收益之和大于应收账款(即 $F_C + R_C > B$), 则核心企业群体最终都会选择“守约”.

2) 若 $B - R_C - F_C > P$, 即 $y^* > 1$, 则恒有 $y < y^*$, 从而 $x = 0$ 是进化稳定策略. 这表明若对核心企业违约的惩罚小于应收账款和核心企业的良好信誉带来的外部收益与供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益之差(即 $F_C < B - R_C - P$), 则核心企业群体最终都会选择“违约”.

3) 若 $0 < B - R_C - F_C < P$, 即 $0 < y^* < 1$, 则分以下 2 种情况进行具体分析:

(i) 当 $y > y^*$ 时, $x = 1$, $dF(x)/dx < 0$; $x = 0$, $dF(x)/dx > 0$, 因此 $x = 1$ 是平衡点;

(ii) 当 $y < y^*$ 时, $x = 0$, $dF(x)/dx < 0$; $x = 1$, $dF(x)/dx > 0$, 因此 $x = 0$ 是平衡点.

图 1 中的 3 个相位图分别给出了上述 3 种情况下 x 的动态趋势及稳定性.

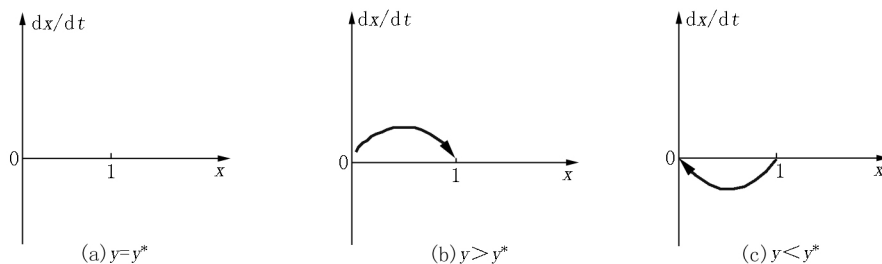


图1 核心企业的复制动态相位图

3.2 中小企业“守约”的复制动态方程

构造中小企业群体“守约”比例的复制动态方程

$$F(y) = dy/dt = y(U_{SY} - U_S) = y(1-y)[Px - \alpha B(r_3 + 1) + R_S + F_S].$$

令 $Px - \alpha B(r_3 + 1) + R_S + F_S = 0$, 解得 $x = (\alpha B(1 + r_3) - R_S - F_S)/P$, 令 $x^* = (\alpha B(1 + r_3) - R_S - F_S)/P$.

若 $x = x^*$, 则 $F(y) = 0$, 这意味着所有的 y 都是稳定状态.

若 $x \neq x^*$, 令 $F(y) = 0$, 则 $y = 0$ 和 $y = 1$ 是 2 个稳定点.

对 $F(y)$ 求导得

$$dF(y)/dy = (1-2y)[Px - \alpha B(r_3 + 1) + R_S + F_S].$$

由于进化稳定策略要求 $dF(y)/dy < 0$, 对 $\alpha B(1 +$

$r_3) - R_S - F_S$ 的不同情况进行分析:

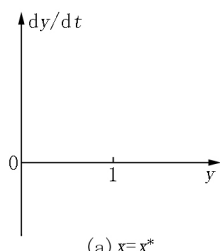
1) 若 $\alpha B(1 + r_3) - R_S - F_S < 0$, 即 $x^* < 0$, 则恒有 $x > x^*$, 从而 $y = 1$ 是进化稳定策略. 若对中小企业违约的惩罚与中小企业的良好信誉带来的外部收益之和大于中小企业违约得到的额外收益(即 $R_S + F_S > \alpha B(1 + r_3)$), 则中小企业群体最终都会选择“守约”.

2) 若 $\alpha B(1 + r_3) - R_S - F_S > P$, 即 $x^* > 1$, 则恒有 $x < x^*$, 从而 $y = 0$ 是进化稳定策略. 若对中小企业的违约惩罚小于中小企业违约得到的额外收益和中小企业的良好信誉带来的外部收益与供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益之差(即 $F_S < \alpha B(1 + r_3) - R_S - P$), 则中小企业群体最

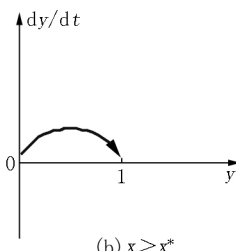
终都会选择“违约”。

3) 若 $0 < \alpha B(1+r_3) - R_s - F_s < P$, 即 $0 < x^* < 1$ 则分以下2种情况进行具体分析:

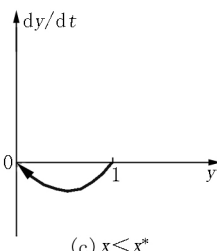
(i) 当 $x > x^*$ 时, $y = 1$, $dF(y)/dy < 0$; $y = 0$, $dF(y)/dy > 0$ 因此 $y = 1$ 是平衡点;



(a) $x = x^*$



(b) $x > x^*$



(c) $x < x^*$

图2 中小企业的复制动态相位图

3.3 核心企业与中小企业2个群体非对称复制动态进化博弈分析

进一步,可以把核心企业与中小企业群体比例变化复制动态的关系置于同一坐标平面中,如图3所示。

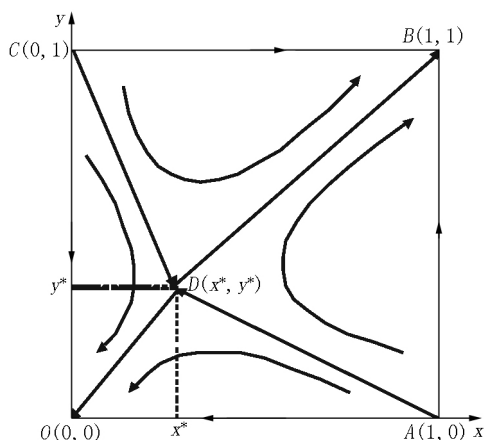


图3 核心企业与中小企业2个群体复制动态及稳定性轨迹图

根据图3中曲线反映的复制动态和稳定性,不难看出,在核心企业与中小企业博弈中, $D(x^*, y^*)$ 为鞍点, $A(1, 0)$ 和 $C(0, 1)$ 为不稳定点, $O(0, 0)$ 和 $B(1, 1)$ 为进化稳定点且是博弈的进化稳定策略(ESS),其他所有点都不是复制动态中收敛和具有抗扰动的稳定状态。其中B点表示核心企业和中小企业都选择“守约”策略,O点表示核心企业和中小企业都选择“违约”策略。由2个不平衡点A、C和鞍点D连成的折线可以看作是这个系统收敛于不同模式的分界线。初始状态在ABCD区域时,系统会收敛到帕累托最优均衡 $B(1, 1)$,即核心企业和中小企业都选择“守约”策略,这是一种理想的状态;初始状态在AOCD区域时,系统会收敛到帕累托劣均衡 $O(0, 0)$,即核心企业和中小企业都选择“违约”策略,这是一种不良的状态。这2种状态都是进化稳定

(ii) 当 $x < x^*$ 时, $y = 0$, $dF(y)/dy < 0$; $y = 1$, $dF(y)/dy > 0$ 因此 $y = 0$ 是平衡点。

图2中的3个相位图分别给出了上述3种情况下y的动态趋势及稳定性。

状态,在任何一种状态下,采用另一种行为策略的参与者都将在进化中消失。

对图3进行分析,(守约,守约)和(违约,违约)都是系统的进化稳定策略。系统最终收敛于哪种状态,可以根据图3中面积 S_{ABCD} 和 S_{AOCD} 的大小决定。当 $S_{ABCD} < S_{AOCD}$ 时,系统收敛于点 $O(0, 0)$,即(违约,违约)是核心企业和中小企业的进化稳定策略。当 $S_{ABCD} > S_{AOCD}$ 时,系统收敛于点 $B(1, 1)$,即(守约,守约)是核心企业和中小企业的进化稳定策略。当 $S_{ABCD} = S_{AOCD}$ 时,系统收敛于点 $O(0, 0)$ 和点 $B(1, 1)$ 的概率相同,且令核心企业和中小企业选择守约的概率

$$P_s = S_{ABCD} = (1 - x^*)/2 + (1 - y^*)/2 = 1 - (x^* + y^*)/2 = 1 - (\alpha B(1+r_3) + B - R_c - F_c - R_s - F_s)/(2P). \quad (1)$$

下面结合(1)式分别讨论参数变化对进化博弈行为的影响,可得如下结论。

结论1 核心企业和中小企业的良好信誉带来的外部收益越大,核心企业和中小企业选择“守约”的概率越大。

证 $\partial P_s / \partial R_s = 1/(2P) > 0$, $\partial P_s / \partial R_c = 1/(2P) > 0$, 故 P_s 是关于 R_s 和 R_c 的增函数。

随着核心企业和中小企业的良好信誉带来的外部收益增大,系统收敛于点 $B(1, 1)$ 的概率增大,即核心企业和中小企业倾向于选择(守约,守约)策略。这表明,虽然核心企业和中小企业最初未选择“守约”策略,但是随着企业的良好信誉带来的外部收益增大,最终双方都会选择“守约”策略。

结论2 核心企业和中小企业的违约惩罚越大,核心企业和中小企业选择“守约”的概率越大。

证 $\partial P_s / \partial F_s = 1/(2P) > 0$, $\partial P_s / \partial F_c = 1/(2P) > 0$, 故 P_s 是关于 F_s 和 F_c 的增函数。

随着核心企业和中小企业违约遭受的惩罚增大,系统收敛于点 $B(1, 1)$ 的概率增大,即核心企业和中小企业倾向于选择(守约,守约)策略.这表明,虽然核心企业和中小企业最初未选择“守约”策略,但是随着企业违约遭受的惩罚增大,最终双方都会选择“守约”策略.

结论 3 应收账款抵押率越小,核心企业和中小企业选择“守约”的概率越大.

证 $\partial P_s / \partial \alpha = -B(1+r_3)/(2P) < 0$, 故 P_s 是关于 α 的减函数.

随着应收账款抵押率减小,系统收敛于点 $B(1, 1)$ 的概率增大,即核心企业和中小企业倾向于选择(守约,守约)策略.这表明,虽然核心企业和中小企业最初未选择“守约”策略,但是随着应收账款抵押率减小,最终双方都会选择“守约”策略.

结论 4 应收账款总额越小,核心企业和中小企业选择“守约”的概率越大.

证 $\partial P_s / \partial B = -(1+\alpha(1+r_3))/(2P) < 0$, 故 P_s 是关于 B 的减函数.

随着应收账款总额减小,系统收敛于点 $B(1, 1)$ 的概率增大,即核心企业和中小企业倾向于选择(守约,守约)策略.这表明,虽然核心企业和中小企业最初未选择“守约”策略,但是随着应收账款总额减小,最终双方都会选择“守约”策略.

结论 5 银行贷款利率越小,核心企业和中小企业选择“守约”的概率越大.

证 $\partial P_s / \partial r_3 = -\alpha B/(2P) < 0$, 故 P_s 是关于 r_3 的减函数.

随着银行贷款利率减小,系统收敛于点 $B(1, 1)$ 的概率增大,即核心企业和中小企业倾向于选择(守约,守约)策略.这表明,虽然核心企业和中小企业最初未选择“守约”策略,但是随着银行贷款利率减小,最终双方都会选择“守约”策略.

结论 6 供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益越大,核心企业和中小企业选择守约的概率越大.

证 $\partial P_s / \partial P = 1/(2P^2) < 0$, 故 P_s 是关于 P 的减函数.

随着供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益增大,系统收敛于点 $B(1, 1)$ 的概率增大,即核心企业和中小企业倾向于选择(守约,守约)策略.这表明,虽然核心企业和中小企业最初未选择“守约”策略,但是随着在供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益增大,最终双方都会选择“守约”策略.

综上所述,为使得核心企业和中小企业采用

(守约,守约)策略,一方面可以提高对企业的违约惩罚和在供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益;另一方面可以在保证银行利益的同时尽量降低银行的贷款利率和应收账款抵押率,则核心企业和中小企业最终将会选择(守约,守约)策略.

4 算例分析

平安银行(原深圳发展银行)是我国最早推广供应链金融服务的金融机构,具有十几年供应链金融服务经验,多年来被评为国内最佳供应链金融服务提供商.平安银行目前已与近百家核心企业建立了合作关系,支持企业构建更稳定、更和谐、更具竞争力的供应链.这些服务已经在 10 多个行业成功实践.广州药业股份有限公司(简称广州药业)借助其华南地区最大的医药零售网络,跻身国内顶尖的医药贸易商行行列,是整个供应链中的核心企业.广州药业的上游中小企业厂商凭借广州药业的授信可以在平安银行实施的供应链金融应收账款融资中贷款.本文结合上述供应链金融应收账款融资的运作实例进行算例分析,分析在其他条件一定的情况下,核心企业和中小企业的违约惩罚、应收账款抵押率、银行贷款利率对核心企业、中小企业最终选择策略的影响.

经查询企业相关数据资料,为便于计算分析,现设定 $B=100$ 万, $P=80$ 万.

(i) 企业的违约惩罚对核心企业和中小企业最终选择策略的影响.

在 $\alpha=60\%$, $r_3=5\%$, $R_s=20$ 万, $R_c=20$ 万, $F_s=30$ 万时,探究核心企业的违约惩罚对核心企业和中小企业最终选择策略的影响.将数据代入(1)式可得

$$P_s = 1 - (60\% \times 100 \times (1+5\%) + 100 - 20 - 20 - 30 - F_c) / (2 \times 80) = 1 - (93 - F_c) / 160.$$

令 F_c 在 $[30, 50]$ 区间内以步长为 2 进行取值,可得 F_c 与 S 关系如图 4 所示.

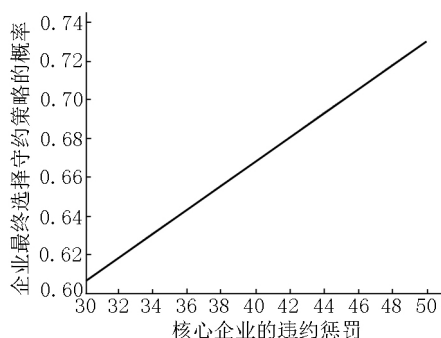


图 4 核心企业的违约惩罚对核心企业和中小企业最终选择策略的影响

从图4可以看出,当其它参数一定时,随着核心企业的违约惩罚增大,核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率也增大,这说明核心企业的违约惩罚与核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率呈正相关,与结论2相符。

同理,在 $\alpha = 60\%$, $r_3 = 5\%$, $R_s = 20$ 万, $R_c = 20$ 万, $F_c = 30$ 万时,探究中小企业的违约惩罚对核心企业和中小企业最终选择策略的影响。将数据代入(1)式可得

$$P_s = 1 - (60\% \times 100 \times (1 + 5\%) + 100 - 20 - 20 - 30 - F_c) / (2 \times 80) = 1 - (93 - F_c) / 160.$$

令 F_s 在 $[30, 50]$ 区间内以步长为2进行取值,可得 F_s 与 S 关系如图5所示。

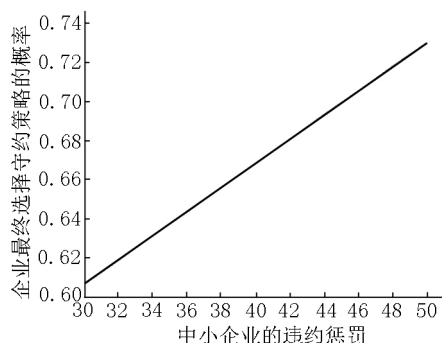


图5 中小企业的违约惩罚对核心企业和中小企业最终选择策略的影响

从图5可以看出,当其它参数一定时,随着中小企业的违约惩罚增大,核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率也增大,这说明中小企业的违约惩罚与核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率呈正相关,与结论2相符。

(ii) 应收账款抵押率对核心企业和中小企业最终选择策略的影响。

在 $r_3 = 5\%$, $R_s = 20$ 万, $R_c = 20$ 万, $F_s = 30$ 万, $F_c = 30$ 万时,探究应收账款抵押率对核心企业和中小企业最终选择策略的影响。将数据代入(1)式可得

$$P_s = 1 - (\alpha \times 100 \times (1 + 5\%) + 100 - 20 - 20 - 30 - 30) / (2 \times 80) = 1 - 21\alpha / 32.$$

令 α 在 $[0.6, 0.8]$ 区间内以步长为0.2进行取值,可得 α 与 S 关系如图6所示。

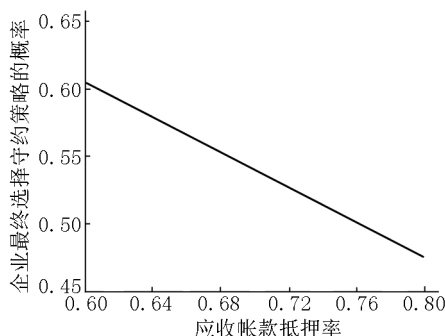


图6 应收账款抵押率对核心企业和中小企业最终选择策略的影响

从图6可以看出,当其它参数一定时,随着应收账款抵押率增大,核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率减小,这说明应收账款抵押率与核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率呈负相关,与结论3相符。

(iii) 银行贷款利率对核心企业和中小企业最终选择策略的影响。

在 $\alpha = 60\%$, $R_s = 20$ 万, $R_c = 20$ 万, $F_s = 30$ 万, $F_c = 30$ 万时,探究银行贷款利率对核心企业和中小企业最终选择策略的影响。将数据代入(1)式可得

$$P_s = 1 - (60\% \times 100 \times (1 + r_3) + 100 - 20 - 20 - 30 - F_c) / (2 \times 80) = 1 - 0.375(1 + r_3).$$

令 r_3 在 $[0.04, 0.08]$ 区间内以步长为0.005进行取值,可得 r_3 与 S 关系如图7所示。

从图7可以看出,当其它参数一定时,随着银行贷款利率增大,核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率减小,这说明银行贷款利率与核心企业和中小企业最终选择“守约”策略的概率呈负相关,与结论5相符。

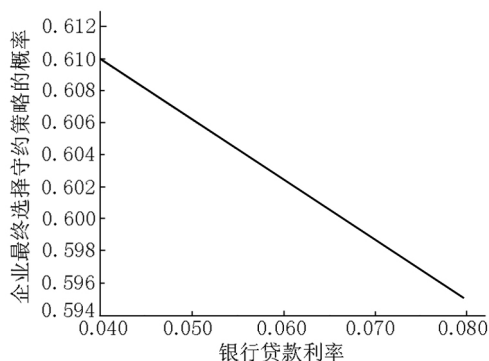


图7 银行贷款利率对核心企业和中小企业最终选择策略的影响

5 结束语

通过构建供应链金融应收账款模式下核心企业与中小企业违约问题的博弈模型,可以看出核心企业和中小企业采用(守约,守约)策略的概率与企业的良好信誉带来的外部收益、对企业的违约惩罚、供应链中企业长期合作稳定给供应链企业带来的额外收益成正比,与银行的贷款利率、应收账款总额、应收账款抵押率成反比。

为使得核心企业和中小企业最终采用(守约,守约)策略,一方面可以提高对核心企业的违约惩罚和核心企业的良好信誉带来的外部收益,使得 $B < F_c + R_c$; 另一方面可以提高对中小企业的违约

惩罚和中小企业的良好信誉带来的外部收益,在保证银行利益的同时尽量降低银行的贷款利率和应收账款抵押率,使得 $\alpha B(1+r_3) < R_s + F_s$. 从上述 2 个方面入手,进化博弈的稳定状态就是(守约,守约),从而达到双方共赢.

在供应链金融的模式下,未来银行面临的违约风险更加复杂,核心企业的信用状况、供应链的稳定性等都是银行面临违约风险的主要影响因素. 因此,在未来发展供应链金融业务时,应加强对供应链的管理,提高核心企业对中小企业的管控能力,增强供应链企业的信息透明度,建立合理的违约惩罚制度. 银行在保证自身利益的同时尽量降低贷款利率可以使供应链企业“守约”概率明显增大,中小企业“守约”也能间接地为银行带来利益,因而银行如何平衡二者之间的利益,做出合理选择,确定其贷款利率的下限将是未来的研究方向.

6 参考文献

- [1] 顾婧,程翔,邓翔. 中小企业供应链金融模式创新研究[J]. 软科学, 2017, 31(2): 83-86.
- [2] 鲁其辉,姚佳希,周伟华. 基于 EOQ 模型的存货质押融资业务模式选择研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(1): 56-66.
- [3] 王宗润,田续燃,陈晓红. 考虑隐性股权的应收账款融资模式下供应链金融博弈分析[J]. 中国管理科学, 2015, 23(9): 1-8.
- [4] Fan Lihong. Study on the assessment index system of financing risks in financial supply chain [C]//2nd International Conference on Humanities, Social Sciences and Global Business Management, June 21-22, 2014, Informa Engn Res Inst, London. Singapore: Singapore Management and Sports Science Inst Pte Ltd, 2014, 29: 76-81.
- [5] 张保银,车佳玮. 供应链金融下银行的应收账款融资定价决策[J]. 统计与决策, 2016(3): 51-54.
- [6] 薛梦婷,程克群,孟令杰. 上市供应链中小企业应收账款融资模式研究[J]. 山西农业大学学报: 社会科学版, 2016, 15(3): 207-214.
- [7] 彭红军. 产出不确定的供应链应收账款抵押融资策略[J]. 系统管理学报, 2016, 25(6): 1163-1169.
- [8] Hu Xuwei, Lin Xiaozhuan. The causes and risk management of SME's accounts receivable based on information asymmetry [C]//International Small and Medium Enterprise Forum on SME Growth and Sustainability, October 16, 2009, Beijing, Beijing Univ. Marrickville: Orient Acad Forum, 2009: 210-215.
- [9] Zou Yang, Zeng Yue. Measure and prevention of the risk of accounting receivable [C]//International Conference in Humanities, Social Sciences and Global Business Management, December 30-31, 2012, Singapore. Singapore: Singapore Management and Sports Science Inst Pte Ltd, 2012, 7: 370-375.
- [10] Cheng Guoping, Tu Jianping. Research on accounts receivable financing model based on e-commerce platform [J]. Advanced Materials Research, 2013, 683: 832-836.
- [11] 邹帅,霍杰,王书杰,等. 基于供应链金融的中小企业信贷风险研究: 以浙江义乌“易透”模式为例[J]. 经贸实践, 2016(15): 1-3.
- [12] 王宇,高杨,邹杰玲,等. 基于供应链金融的预付款融资模式信用风险评价[J]. 西北工业大学学报: 社会科学版, 2016, 36(2): 52-57.
- [13] 马树建,赵成国,芦宁. 供应链金融三方风险控制的 CVaR 决策分析: 基于预付账款融资模式[J]. 数学的实践与认识, 2016, 46(24): 88-97.
- [14] 张丽达,赵益闽. 供应链金融的业务模式整合研究: 基于会计处理及经济效应的相关分析[J]. 生产力研究, 2013(3): 188-190.
- [15] Lu Fangyuan, Jiao Keyan. Evolutionary game analysis on financing difficulties of SMEs [C]//1st International Conference on Modelling and Simulation, August 04-07, 2008, Nanjing. Liverpool: World Acad Union-World Acad Press, 2008: 315-319.
- [16] Wu Chengfeng, Zhao QiuHong, Xi Menghao. A retailer-supplier supply chain model with trade credit default risk in a supplier-Stackelberg game [J]. Computers and Industrial Engineering, 2017, 112: 568-575.
- [17] Gu Zhi, Zhang Shiyun. Endogenous default risk in supply chain and non-linear pricing [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 139(1): 90-96.
- [18] Zhang QinHong, Dong Ming, Luo Jianwen, et al. Supply chain coordination with trade credit and quantity discount incorporating default risk [J]. International Journal of Production Economics, 2014, 153: 352-360.
- [19] Park Y S, Choi B S. A study of effective default forecasting model development for small and medium sized enterprises [J]. Journal of the Korean Data Analysis Society, 2009, 11(3): 1363-1375.
- [20] Weibull J W. Evolutionary game theory [M]. Cambridge: MIT Press, 1997.
- [21] Yu Haisheng, Zeng Amy Z, Zhao Lindu. Analyzing the evolutionary stability of the vendor-managed inventory supply chains [J]. Computers and Industrial Engineering, 2009, 56(1): 274-282.

The Formal Derivation for Two Kinds of Combinatorial Mathematical Problems

XIONG Xiaochao ,YANG Qinghong*

(College of Computer Information Engineering ,Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China)

Abstract: The research of combinatorial mathematics problem algorithm is an important research content of computer science. However ,in many related literatures ,most of the algorithms for combining mathematics problems are obtained through simple analysis. The detailed design process of the algorithm program is not given ,which leads the reader to fail to understand the essence of the algorithm. It is impossible to guarantee the correctness of the algorithm program. The maximum product of continuous subsequences and the deformation problem of the second type of Stirling numbers in combinatorial mathematics are taken as an example. Based on this example ,a series of equivalent transformations are performed on the program specification to obtain the problem solving by formalizing the program specification of the problem ,using the rule transformation rules. The recursive formula of the sequence ,based on which the algorithm program of the problem solving is obtained ,clearly shows the requirements from the problem to the detailed derivation process of the algorithm program ,and through the further in-depth study of the related combinatorial mathematics ,two types of combinations are extracted. The solution strategy of mathematical problems provides an effective way to improve the correctness of the algorithm program of combinatorial mathematics.

Key words: formal method; program specification; combinatorial mathematics; recursive technique

(责任编辑: 冉小晓)

(上接第 360 页)

The Research on the Default Problem of Supply Chain Enterprises Based on Accounts Receivable Financing

ZHOU Yongsheng¹ ,CUI Jiali¹ ,LIU Xinrui² ,YANG Xiaolin¹

(1. Business School ,Beijing Technology and Business University ,Beijing 100048 ,China;

2. China International Capital Corporation Limited ,Beijing 100020 ,China)

Abstract: An evolutionary game model for the core enterprises and small and medium-sized enterprises default problem in the supply chain finance accounts receivable financing mode is set up ,the evolutionary stable strategy of two parties involved in the subject is analyzed ,aimed at improving bank ,core enterprises and small and medium-sized enterprises mutual benefits. The study shows that the probability that core enterprises and small and medium-sized enterprises adopt (honesty ,honesty) strategy is positively correlated with the external income brought by good business reputation ,the enterprise's default penalties ,additional benefits of supply chain enterprises brought by long-term cooperation in the supply chain. The probability that core enterprises and small and medium-sized enterprises adopt (honesty ,honesty) strategy is negatively correlated with bank's lending rate ,the total amount of receivable accounts ,the receivable mortgage rate. The proposed conclusions are verified through a case study ,and the relevant recommendations are provided for the banks and supply chain enterprises.

Key words: accounts receivable financing; supply chain finance; default problem; game analysis

(责任编辑: 曾剑锋)