

基于区块链的供应链金融应收账款质押融资 模式演化博弈研究

程普文, 王佳, 郑燕双

(浙江万里学院, 浙江宁波 315100)

摘要: 以应收账款质押业务为研究对象, 构建加入区块链技术前后的“中小企业-金融机构”的双方演化博弈模型, 分析金融机构与中小企业的稳定策略的变化, 得到区块链化解应收账款质押融资风险的真实因素, 最后利用仿真软件对结论进行验证分析。研究发现, 在加入区块链之后, 中小企业通过对守约进行激励、加大中小企业违约的隐性损失等方式, 使得整个博弈系统通过长期的演化达到(接受贷款, 守约)的状态, 从而化解应收账款质押融资的相关风险。

关键词: 供应链金融; 应收账款融资; 演化博弈; 区块链

中图分类号: F830.33 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2024)10-0168-07

随着社会的不断发展, 我国各行业供应链上下游企业日益增多, 由此产生的供应链金融规模也在不断加大。各企业之间商业往来活动增加, 企业能否顺利融资成为重要关注点^[1]。从银行贷款到P2P, 虽能解决一部分企业和个人的融资需求, 但是许多中小企业由于受资历、信用凭证及财产证明等原因无法顺利获得金融机构的贷款, 且在贷款过程中存在着大量的信用风险和社会问题^[2]。供应链金融的出现为供应链上的中小企业解决融资难的困境^[3]。在供应链金融当中, 核心企业为中小企业提供信用担保, 中小企业借此获得金融机构贷款。然而即使有核心企业作为担保, 中小企业融资时仍面临着传递信息慢、贷款成本高的问题, 而金融机构仍有被骗贷的风险^[4-5]。

金融科技的发展为防范供应链金融中的风险提供了更多的可能方案^[6]。作为一种分布式账本技术, 由于其不可篡改、去中心化、信息透明等特性, 学术界认为区块链技术结合供应链金融, 能够解决供应链金融最核心的信用风险问题^[7]。吴俊^[8]以供应链金融中存在的问题——信息不对称为切入点, 阐述了信息不对称如何影响供应链金融的发展, 并以此为基础引入区块链技术, 介绍了区块链化解供应链金融风险的可能性。郑君宇^[9]认为区块链技术在解决网络供应链金融的突出问

题上有诸多优势, 具有能够降低风险、降低成本、优化服务的特点, 并基于区块链技术提出了具体的解决思路和实施策略。任博和邱国栋^[10]、任博^[11]构造兼具分布式、不可篡改、可追溯、智能分析等特点的“智能区块链”能进一步探索我国供应链金融高质量发展的创新路径, 进一步解决传统供应链金融中“合谋欺诈”问题。演化博弈理论综合了经典博弈论和生物演化动力学基本思想, 建立在参与人的“有限理性”基础上的博弈, 此时参与人通过不断的学习、调整达到稳定状态^[12]。当前演化博弈方法在供应链金融相关问题的研究上得到了不少应用。丛雪薇和徐玲玲^[13]构建金融机构与物流企业良性异业协作关系为目的, 对区块链背景下金融机构和物流企业的监管、包庇问题进行分析。焦媛媛等^[14]通过系统梳理区块链赋能保理融资模式业务流程, 构建金融机构、核心企业和供应商的演化博弈模型, 分析各参与主体策略选择的稳定性, 分析关键因素对系统演化的影响。

目前相关研究将保理商作为核心企业的下属机构, 对中小企业应收账款质押的研究还较少, 且在分析区块链技术降低供应链金融的风险当中并未分析降低风险的原因, 本文将区块链技术 with 供应链金融的应收账款模式相结合, 首先对相关文

收稿日期: 2024-02-28

作者简介: 程普文(1999—), 男, 江西鹰潭人, 硕士研究生, 研究方向为供应链金融; 王佳(1979—), 女, 辽宁沈阳人, 博士, 副教授, 研究方向为国际投资与技术创新; 郑燕双(1999—), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 研究方向为供应链管理。

献进行梳理,再对供应链金融应收账款融资模式进行描述,进一步构建中小企业与金融机构的博弈模型,分析金融机构与中小企业的演化稳定策略,对比加入区块链参数后的均衡点的稳定性,最后通过仿真软件对结果进行验证分析。与现有研究相比,本文得到区块链技术引入之前中小企业的造假成本较低,违约造成的信用损失较小,使整个系统处于一个无法稳定的状态。在加入区块链之后,中小企业违约的隐性损失加大,使得博弈系统通过长期的演化可以达到(接受贷款,守约)的状态。本文研究揭示了区块链化解风险的作用机制,为提高供应链上的资金流以及供应链金融的下一步发展提供参考。

1 问题描述与基本假设

1.1 问题描述

供应链金融的融资模式主要包括应收账款融资、预付款融资、库存融资三种,本文主要研究应收账款融资模式。应收账款融资模式多发生在供应链上游,以上游供应商为主的中小企业将货物运送到中间供应商(核心企业)处。由于核心企业的话语权,通常款项会在一段时间后再结清。由于发展需要,中小企业会向金融机构提出应收账款融资业务,且申请期限不能超过应收账款款项交付日期,而当核心企业有足够流动资金时,将应收账款款项还给银行。整体业务流程如图1所示。

中小企业以应收账款为抵押物,金融机构作为接受方,此时容易产生信用风险。在抵押融资的过程中出现信息不对称情况,金融机构对中小企业的贷款资质、与核心企业合作信息的内容、应收账款的真伪都处于未知的状态,因此都需要付出相应的成本进行核查。而中小企业为了自身的利益,很有可能通过伪造交易信息、应收账款、账目资金状况等方式在金融机构质押过程中违约。

在应用区块链技术后,金融机构、核心企业、供

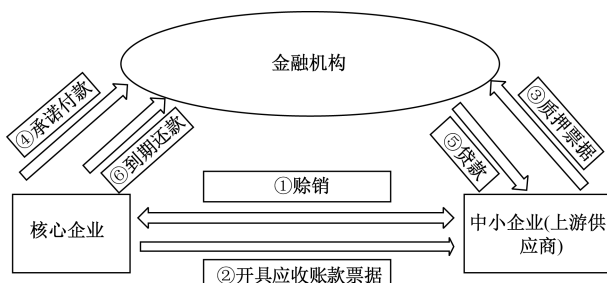


图1 应收账款质押融资流程

应商之间涉及交易的信息流、数据流、物流等信息都会被完整地记录在链,这使得各方主体在形成应收账款质押业务之前均能够轻松获得各方的相关信息,中小企业提出质押时,金融机构评估核心企业的信用以及交易信息,确认应收账款票据的真伪,即可做出是否批准贷款的决策,这一过程简化了相关的贷款流程。另外,提供区块链技术的平台会形成交易痕迹,其他主体在看到违约行为后会重新考虑是否与其合作,区块链平台还可以对中小企业的守约进行激励,这也会使得中小企业的策略更加偏向于守约。

1.2 模型假设与参数设定

在应收账款为抵押物的供应链金融融资模式当中,由于中小企业与金融机构都面临未知的风险,因此双方存在博弈行为,在选择策略当中,中小企业会选择“违约”与“不违约”,而金融机构则会选择“接受贷款”与“拒绝贷款”。

为不失一般性,现对中小企业与金融机构进行如下假设。

(1)假设博弈的双方都是有限理性的;

(2)在博弈的过程中双方都会根据的对方的策略进一步优化自身的决策行为,从而使自身利益得到最大化;

(3)在中小企业抵押应收账款时,若存在违约行为,即虚假抵押等行为,核心企业仍为其做担保,则说明核心企业与其有私下的利益分配行为。

假设在中小企业提出应收账款质押时,金融机构批准贷款的概率为 $x(0 < x < 1)$,则选择拒绝贷款的概率为 $1-x$;中小企业选择守约的概率为 $y(0 < y < 1)$,同时中小企业也有可能选择违约 $1-y$ 。中小企业从核心企业得到的应收账款总额为 M ,金融机构核定应收账款质押率为 α ,信息获取成本为 C_1 ,金融机构的存款利率为 r ,中小企业再投资收益率为 λ 。中小企业如果在贷款中出现违约的话,而核心企业仍为其担保,此时中小企业与核心企业合谋收益分配比例为 P ,但一旦被发现中小企业由于违约损失信用,其他企业再与其合作时会严格考虑其信用问题,此时中小企业付出的信用损失为 s ,中小企业造假需要一定成本 C_2 。相关参数符号如表1所示。

1.3 演化博弈模型分析

根据假设情况,区块链技术引入之前金融机构与中小企业之间各有两种策略行为,之间的博弈将组成一个 2×2 矩阵如表2所示。

表1 应收账款质押融资模型参数设定

含义	参数
应收账款额度	M
金融机构提供给中小企业的应收账款放贷率	α
中小企业违约行为中获利益分配比例	P
金融机构的存款利率	r
金融机构的信息获取成本	C_1
中小企业获得资金后再投资收益率	λ
中小企业造假成本	C_2
使用区块链前中小企业违约信用损失	s
金融机构批准贷款的概率	x
中小企业守约的概率	y
区块链使用费	G
区块链使用后中小企业守约激励	R
区块链使用后中小企业造假成本	C_3
区块链使用后中小企业违约信用损失	S

表2 区块链技术引入前金融机构与中小企业双方收益矩阵

主体策略		金融机构	
		批准贷款(x)	拒绝贷款($1-x$)
中小企业	守约(y)	$\alpha\lambda M - (1-\alpha)M$	0
	不守约($1-y$)	$(1-\alpha)M - arM - C_1$	$-C_1$
		$(\alpha\lambda M + \alpha M)P - C_2 - s$	$-s - C_2$
		$-aM - C_1 - arM$	$-C_1$

当中小企业守约时,金融机构也批准贷款,此时中小企业得到了 αM 融资额度,产生投资收益 $\alpha\lambda M$,但同时由于质押时只获得了 αM 额度,还有 $(1-\alpha)M$ 的额度需计入损失,因此中小企业收益为 $\alpha\lambda M - (1-\alpha)M$ 。金融机构在提供贷款时需支出 C_1 的信息获取成本,来审查中小企业的应收账款是否具有授信水平,并且这部分资金还需支出储蓄用户的利息即 arM ,此时金融机构的收益为 $(1-\alpha)M - arM - C_1$ 。

中小企业守约时,金融机构拒绝了中小企业的贷款申请,此时中小企业收益为0,金融机构此时的收益为 $-C_1$ 。

中小企业不守约时,即选择与核心企业一起伪造应收账款票据,金融机构未发现中小企业的违约情况,选择批准贷款,此时中小企业与核心企业都不会偿还融资,中小企业与核心企业商量分配比例为 P ,中小企业首先获得 αMP ,中小企业又利用这些款项进行再投资获得收益 $\alpha\lambda MP$,中小企业会付出 C_2 的造假成本,同时承担 s 的信用损失,所以此种情况下,中小企业最后收益为 $(\alpha\lambda M + \alpha M)P - C_2 - s$ 。而金融机构由于无法收回贷款,因此损失 αM 的贷款额,最后的收益为 $-aM - C_1 - arM$ 。

中小企业不守约时,金融机构发现了其行为,此时金融机构拒绝贷款,此时中小企业由于违约产生 s 的信用损失,以及付出了 C_2 的造假成本,因此

最终收益为 $-s - C_2$ 。而金融机构的收益则为 $-C_1$ 。

(1)金融机构的复制动态微分方程。

由表2可知,金融机构批准贷款时的期望收益函数为

$$E_x = (y-1)(C_1 + \alpha M + arM) - y[C_1 + (\alpha-1)M + arM] \quad (1)$$

金融机构拒绝贷款时的期望收益函数为

$$E_{1-x} = (y-1)C_1 + yC_1 \quad (2)$$

因此,得到金融机构的平均期望收益

$$\bar{E}_x = yE_x + (1-x)E_{1-x} \quad (3)$$

金融机构批准贷款下的复制动态微分方程为

$$F_x = x(x-1)(\alpha + ar - y)M \quad (4)$$

(2)中小企业的复制动态微分方程。

由表2可知,中小企业守约时期望收益函数

$$E_y = [\alpha\lambda M - (1-\alpha)M]x \quad (5)$$

中小企业违约时期的期望收益函数为

$$E_{1-y} = [(\alpha\lambda M + \alpha M)P - C_2 - s]x + (-s - C_2)(1-x) \quad (6)$$

因此,平均期望收益为

$$\bar{E}_y = yE_y + (1-y)E_{1-y} \quad (7)$$

同理可得,中小企业守约时的复制动态微分方程为

$$F_y = \frac{dy}{dt} = y(E_y - \bar{E}_y) = -y(y-1)\{C_2 + s - Mx[1 - (\alpha - \alpha P)(1 + \lambda)]\} \quad (8)$$

1.4 演化博弈均衡状态及稳定策略分析

令式(4)、式(8)等于0,计算可知该系统有五个均衡点,分别为 $(0,0)$ 、 $(1,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,1)$ 、 $[(C_2 + S)/(M - \alpha M + \alpha MP - \alpha\lambda M + \alpha\lambda MP), \alpha + ar]$ 。再对中小企业与金融机构的复制动态微分方程进行求导,可以得到雅可比矩阵为

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \quad (9)$$

根据Friedman提出雅可比矩阵局部稳定性方法,平衡点呈现局部稳定性的条件为 $\det J > 0$ 且 $\text{tr} J < 0$ 时。各均衡点雅可比矩阵行列式与迹的符号分析如表3所示。

由表3可知,即使经过长期的演化,系统也不一定能达到均衡。能否达到均衡与中小企业的造假成本(C_2)、中小企业的信用损失(s)、应收账款额度(M)、中小企业获得资金后再投资收益率(λ)等因素有关。

表 3 均衡点稳定性判断

条件		均衡点	detJ 符号	trJ 符号	均衡状态
情况 1	$M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda > C_2 + s$	(0,0)	-	不确定	鞍点
		(1,0)	-	不确定	鞍点
		(0,1)	-	不确定	鞍点
		(1,1)	-	不确定	鞍点
		$[(C_2 + S)/(M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda), \alpha + ar]$	-	0	不稳定点
情况 2	$M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda < C_2 + s$	(0,0)	-	不确定	鞍点
		(1,0)	+	+	不稳定点
		(0,1)	-	不确定	鞍点
		(1,1)	+	-	ESS
		$[(C_2 + S)/(M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda), \alpha + ar]$	-	0	不稳定点

2 区块链参数引入后

2.1 区块链技术引入后演化博弈分析

在区块链环境下,由于信息高度透明,金融机构信息获取成本大幅降低几乎可以忽略不计,取而代之的是区块链使用费用 G ;另一方面,由于区块链的不可篡改性,中小企业想要造假的难度大幅增加,相应的造假成本为 C_3 ,并且是一种产生于互不信任的节点的交易记账规则,一旦造假将对造假企业产生巨大的信用损失 S ,区块链会对中小企业进行罚款,这部分罚款将赔付给金融机构;同时如果坚持守约的话,区块链上所有参与方都能看见,因此能带来额外的守约激励 R 。由此建立新的收益矩阵如表 4 所示。

详细过程分析同上文,可知运用区块链技术后,金融机构与中小企业守约时的复制动态微分方程分别为

$$F_x = Mx(x-1)(\alpha - y + ar) \quad (10)$$

$$F_y = y(1-y)\{C_3 + F + S - [M - R - M\alpha(1-P)(1-\lambda)]x\} \quad (11)$$

表 4 区块链技术引入后金融机构与中小企业双方收益矩阵

		金融机构	
		批准贷款(x)	拒绝贷款($1-x$)
中小 企业	守约(y)	$\alpha\lambda M - (1-\alpha)M + R$	0
		$(1-\alpha)M - arM - G$	$-G$
中小 企业	不守约($1-y$)	$(\alpha\lambda M + \alpha M)P - C_3 - S - F$	$-S - C_3 - F$
		$-\alpha M - G - arM + F$	$-G + F$

表 5 区块链技术使用后均衡点稳定性判断

条件	均衡点	detJ 符号	trJ 符号	均衡状态
$M - F - C_3 - R - S - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda < 0$	$(\frac{C_3 + F + S}{M - R - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda}, \alpha + ar)$	-	0	不稳定点
	(0,0)	-	不确定	不稳定点
	(1,0)	+	+	鞍点
	(0,1)	-	不确定	鞍点
	(1,1)	+	-	稳定点

通过计算,此时均衡点分别为

$$(\frac{C_3 + F + S}{M - R - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda}, \alpha + ar), (0,0), (1,0), (0,1), (1,1)。$$

对式(10)和式(11)求导数,可得到雅可比矩阵为

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \quad (12)$$

由于区块链上的信息高度透明,不诚信的行为会产生严重的信用损失,信用损失 S 与罚金会大于中小企业从银行获得的质押额度,因此 $M - F - C_3 - R - S - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda$ 恒小于 0,此时均衡点稳定性判断如表 5 所示。

2.2 比较分析

通过对比区块链技术应用前与应用后系统均衡状态的变化,可以得出以下结论。

(1)区块链技术引入之前,中小企业的造假成本较低,违约造成的信用损失也较小,使得 $M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda$ 与 $C_2 + s$ 相比是一个不确定的变量,当 $M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MPa\lambda > C_2 + s$ 时,整个系统处于一个无法稳定的状态。

(2)区块链技术引入以后,化解了信息不对称的问题,并且链上信息无法篡改的条件使得中小企业违约越来越困难,违约将付出巨大的造假成本,并且还要承担更大的信用损失。在加入区块链

技术之后, $M - F - C_3 - R - S - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MP\alpha\lambda$ 处于恒小于 0 的状态, 系统通过长期的演化可以达到(接受贷款, 守约)的策略。

3 仿真分析

在论证各因素变化对参与主体策略选择影响的基础上, 选用 MATLAB 软件进行仿真分析, 进一步分析区块链技术应用下金融机构和中小企业的策略选择演化规律, 探究各参数博弈双方演化结果的影响, 来验证上述演化博弈模型分析结果的正确性。仿真参数初始赋值如表 6 所示。

3.1 区块链技术使用前对比仿真分析

区块链技术使用之前, 当 $M - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MP\alpha\lambda > C_2 + s$ 时, 根据初始赋值得到区块链技术使用之前的演化轨迹如图 2(a)所示, 此时中小企业被接受贷款的意愿较低, 由于想要获得金融机构的贷款会尽可能地约束好自身的行为, 去选择守约的抉择, 但随着时间的推移, 中小企业信用度不断提高, 进而进金融机构也越来越愿意为中小企业提供贷款。但是由于违约时高利益的诱惑, 中小企业会选择违约。当中小企业出现违约时, 金融机构对其信任度下降, 会逐渐降低放贷欲望, 双方就此进行长

期博弈, 博弈结果始终无法成为稳定状态。

区块链技术使用之后, 由于中小企业造假成本的提高、信用损失的加大、违约的罚金、守约激励等因素使得 $M - F - C_3 - R - S - M\alpha + MP\alpha - Ma\lambda + MP\alpha\lambda$ 处于恒小于 0 的状态, 观察使用区块链后的演化轨迹[图 2(b)]可知, 金融机构与中小企业在经过短暂的博弈后均会选择(接受贷款, 守约)的策略, 这与表 3 结论相吻合。在使用区块链后, 中小企业迫于造假成本的提高和违约的巨大信用损失, 使的中小企业倾向于选择守约, 而金融机构一方面看到中小企业的守约行为, 另一方面有着中小企业违约时的罚金补偿, 逐渐敢于同中小企业合作, 愿意接受贷款请求, 最终整个系统达到(接受贷款, 守约)的稳定状态。

通过分析区块链技术引入前后系统演化轨迹图可以看出, 使用区块链技术后, 中小企业与金融机构能达成有效的合作关系, 并长期使这种合作保持下去。

3.2 造假成本、信用损失对演化结果的影响

当研究区块链技术应用后造假成本对演化结果的影响时, 保持其他参数的初始值不变, 改变造假

表 6 参数初始赋值

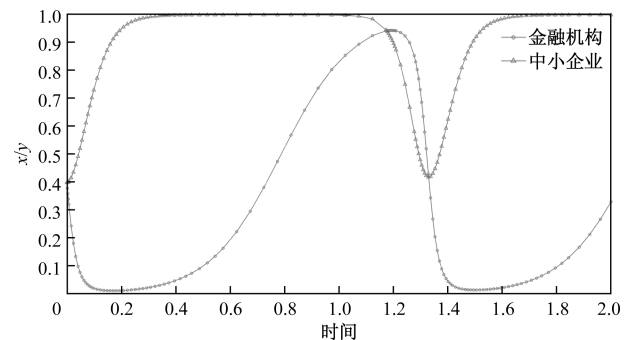
M	α	P	r	C_1	λ	s	x	y	R	C_3	S	F
1 000 000	0.8	0.5	0.03	100 000	0.3	100 000	0.4	0.4	50 000	200 000	200 000	50 000

成本的相对大小进行仿真分析, 令 $C_3 = 200\ 000$ 、 $300\ 000$ 、 $400\ 000$ 、 $500\ 000$, 结果如图 3 所示。随着造假成本的不断加大, 演化结果朝(接受贷款, 守约)策略稳定变化, 且随着造假成本的越大, 金融机构接受贷款、中小企业守约的概率更大。当造假成本与信用损失过小时, 系统无法达成稳定。

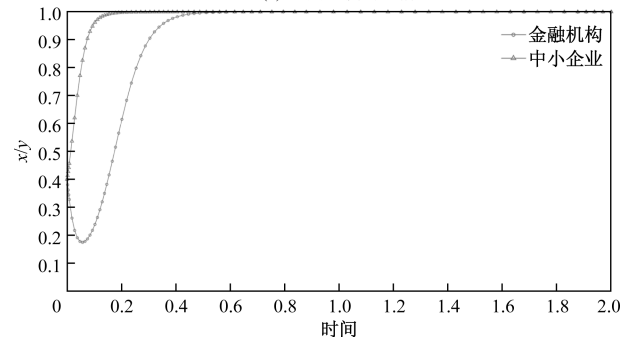
同理研究信用损失对演化结果的影响时, 保持其他参数的初始值不变, 改变信用损失对系统进行仿真, 结论与造假成本因素影响一致。

3.3 罚金金额、守约激励对演化结果的影响

当研究罚金与守约激励对演化结果的影响时可以得到如图 4 所示结果, 随着罚金与信用激励的增大, 演化结果朝(接受贷款, 守约)策略变化, 且对于中小企业来说, 守约激励的效果由于加大罚金的效果; 对于金融机构来说, 加大罚金的效果要优于守约激励的效果, 使得系统更容易进入稳定状态。结论与李美娆和曲丽丽^[15]以黑龙江省 BW 绿色有机食品有限公司为主导的鲜食玉米供应链为例的仿真模拟研究中分析结果相同, 随着惩罚金额的增



(a) 区块链使用之前



(b) 区块链使用之后

图 2 区块链技术使用前、后系统演化轨迹

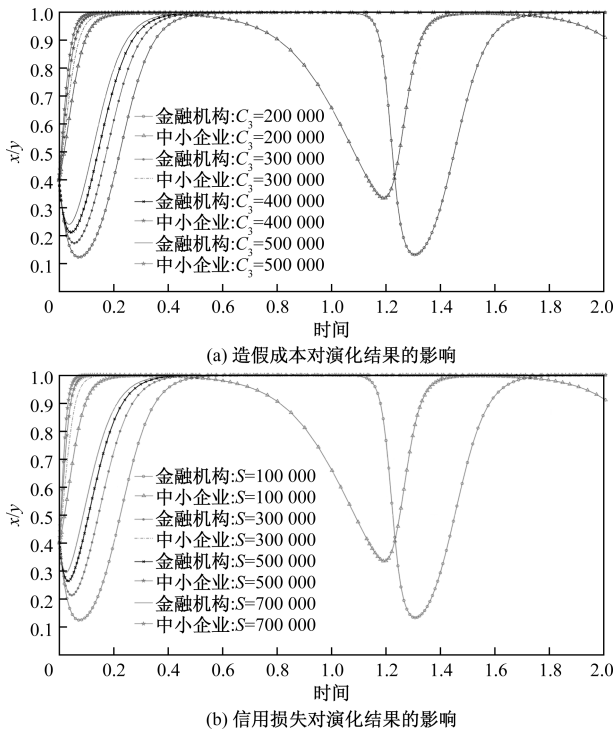


图3 左图造假成本对演化结果的影响、
右图信用损失对演化结果的影响

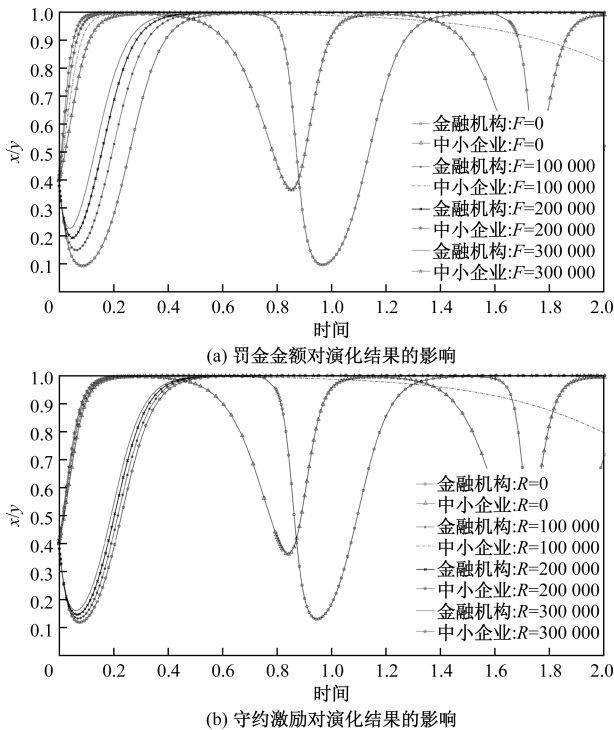


图4 演化结果

加,中小企业选择不违约的概率增大,最终演化到“不违约”策略。

在实际情况下,京东京保贝等相关供应链金融产品

方便快捷拆分以及转让核心企业的信用凭证,从而减轻自身的资金压力^[16]。

4 结论

针对供应链金融中存在的风险,对应收账款质押融资当中金融机构与中小企业之间进行博弈分析,研究结果发现以下结论。

(1)信用风险是供应链金融中最主要的风险来源,其中影响金融机构是否愿意接受贷款的关键因素在于中小企业的信用问题,中小企业是否会联合造假取决于造假对企业自身的伤害(如信用损失、外部处罚等)与造假成本问题,当造假成本高时,中小企业更愿意执行守约策略。

(2)运用区块链后不仅提高了中小企业的造假成本,还给予中小企业更大的守信激励,从而使得中小企业愿意执行守约决策,金融机构在获得中小企业守约的信息后,也变得更加愿意接受贷款申请,从而有效地解决了中小企业融资难的问题。

(3)对中小企业违约处以罚金和加大信用损失都是迫使中小企业选择守约的良好途径,处以罚金和守约激励的作用一致,但加大罚金的效果要优于守约激励的效果,能使系统更快地达到稳定状态。

参考文献

- [1] 朱晓光. 我国中小企业融资现状及对策研究[J]. 商业经济, 2017(2): 101-103.
- [2] 董春丽. 互联网金融背景下中小企业融资风险与路径探析[J]. 湖南社会科学, 2019(2): 73-80.
- [3] ALORA A, BARUA M K. Barrier analysis of supply chain finance adoption in manufacturing companies[J]. Benchmarking: An International Journal, 2019(7): 2122-2145.
- [4] HU M, HU Q. Supply chain finance and analysis of its financing models[C]//Proceedings of the Eighth International Conference of Chinese Logistics and Transportation Professionals (ICCLTP). ChengDU, China: ICCLTP, 2009: 828-836.
- [5] 柴正猛, 黄轩. 供应链金融风险管理研究综述[J]. 管理现代化, 2020(2): 109-115.
- [6] 龚强, 班铭媛, 张一林. 区块链、企业数字化与供应链金融创新[J]. 管理世界, 2021, 37(2): 22-34.
- [7] 陆岷峰, 徐阳洋. 区块链技术在普惠金融风险控制中的运用研究——以供应链中的小微企业为例[J]. 农村金融研究, 2019(8): 13-20.
- [8] 吴俊. 区块链技术在供应链金融中的应用——基于信息不对称的视角[J]. 物流技术, 2017(11): 121-124.
- [9] 郑君宇. 基于区块链技术的网络供应链金融创新优化路径初探[J]. 山西财经大学学报, 2019(S1): 18-20.
- [10] 任博, 邱国栋. 克服合谋掩饰行为: 智能区块链与供应链

- 金融运行机制耦合[J]. 中国流通经济, 2022(3): 35-47.
- [11] 任博. 从区块链到智能区块链: 中国供应链金融高质量发展的路径创新[J]. 财会通讯, 2023(12): 16-21.
- [12] HOFBAUER J, SIGMUND K. Evolutionary Game Dynamics[J]. Bulletin of the American Mathematical Society, 2003(40): 479-519.
- [13] 丛雪薇, 徐玲玲. 区块链背景下供应链金融主体异业协作的演化博弈研究[J]. 金融发展研究, 2022(4): 73-81.
- [14] 焦媛媛, 闫鑫, 杜军, 等. 区块链赋能视角下保理融资三方演化博弈研究[J]. 管理学报, 2023(4): 598-609.
- [15] 李美娆, 曲丽丽. 新型农业经营主体融资约束纾解机制的演化博弈研究——基于农业供应链金融视角的讨论[J]. 金融理论与实践, 2023(9): 59-73.
- [16] 刘成浩. 区块链背景下的京东供应链金融案例分析[D]. 保定: 河北金融学院, 2022.

Research on Evolutionary Game Model of Supply Chain Finance Receivables Pledge Financing Model Based on Blockchain

CHENG Puwen, WANG Jia, ZHENG Yanshuang
(Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, Zhejiang, China)

Abstract: Taking the accounts receivable pledge business as the research object, an evolutionary game model of “smes-financial institutions” before and after joining the blockchain technology was built, the changes in the stability strategies of financial institutions and smes were analyzed, and the real factors of resolving the financing risks of accounts receivable pledge by blockchain were obtained. Finally, simulation software was used to verify and analyze the conclusions. The research found that after joining the blockchain, smes can make the whole game system reach the state of (accepting loans and keeping promises) through long-term evolution by incentivifying the compliance and increasing the hidden losses of smes in default, thus resolving the related risks of accounts receivable pledge financing.

Keywords: supply chain finance; accounts receivable financing; evolutionary game; blockchain