

演化博弈视角下应收账款融资模式研究

秦筱轩

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年12月28日; 录用日期: 2023年1月24日; 发布日期: 2023年1月31日

摘要

首先将供应链中小企业作为研究对象, 以破解中小企业融资难、征信难为切入点, 在对供应链金融的信任问题进行研究后, 构建了应收账款融资模式下中小企业与核心企业的演化博弈模型。本文通过计算博弈收益矩阵建立复制者动态方程, 构建中小企业和核心企业的复制动态方程, 解得本模型演化博弈平衡点, 并通过构造雅可比矩阵进行博弈稳定性分析, 根据稳定性分析结果总结了影响应收账款中小企业与核心企业决策因素, 进一步给出了改进意见。

关键词

供应链金融, 应收账款融资, 演化博弈, 中小企业

Research on Accounts Receivable Financing Model from the Perspective of Evolutionary Game

Xiaoxuan Qin

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Dec. 28th, 2022; accepted: Jan. 24th, 2023; published: Jan. 31st, 2023

Abstract

Firstly, taking supply chain SMEs as the research object, taking the financing difficulties and credit reporting difficulties of SMEs as the starting point, and after studying the trust problem of supply chain finance, the evolutionary game model between SMEs and core enterprises under the receivables financing model is constructed. This paper establishes the replicator dynamic equation by calculating the game income matrix, constructs the replication dynamic equation of SMEs and core enterprises, solves the evolutionary game equilibrium point of the model, and constructs the Ja-

cobi matrix for game stability analysis, summarizes the decision-making factors affecting accounts receivable SMEs and core enterprises according to the stability analysis results, and further gives suggestions for improvement.

Keywords

Supply Chain Finance, Accounts Receivable Financing, Evolutionary Games, Small and Medium-Sized Enterprises

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国中小企业的发展取得了显著的成效，他们已经成为了中国民营经济发展的中坚力量，然而一些现实问题也在阻碍着他们的发展，比如一些企业面临着严重的信用危机，从而导致他们融资难，融资贵等亟待解决的难题[1]。中小企业的发展关系着我国市场经济的发展未来，因此，如何快捷有效地帮助这些中小企业顺利地进行融资，解决困扰自身发展的难题成为了当下研究的热点。要追求利用新模式、新技术来解决这些问题，而供应链金融由于其自身的特性使得它对中小企业更具包容性和开放性，从而可以考虑利用供应链金融来有效解决这些问题[2]。但更为现实的问题是我国供应链上还存在着信用缺失严重，企业间信息不对称，获取信息不完善，信息可靠性无法保障等问题，这些问题严重阻碍了供应链上各方积极展开合作，使原本可以实现各方共赢的供应链合作效果不复存在，使得供应链合作的效果大打折扣[3]。

2. 应收账款融资模式下核心企业与中小企业演化博弈模型构建

2.1. 模型假设以及博弈收益矩阵的建立

现对应收账款融资演化博弈模型进行如下假设：

假设 1：由于金融机构一旦选择不贷款，则接下来的研究就没有了意义，因此假设无论核心企业以及中小企业做出何种选择，金融机构都会选择贷款。

假设 2：本文设计的演化博弈模型涉及两个博弈主体，即供应链交易上的买家，即核心企业，以及供应链交易上的卖家，即中小企业。

假设 3：由于无论供应链金融多完善，供应链上各主体掌握的信息都是有限的，因此供应链上各参与主体都是有限理性的。

假设 4：选择还款的中小企业的概率为 x ，则选择不还款的概率就为 $1 - x$ ；选择还款的核心企业的比例为 y ，则选择不还款的核心企业的比例就为 $1 - y$ 。

假设 5：设中小企业的应收账款总额为 S ，应收账款质押率为 α ，即从金融机构那里获得的贷款金额为 αS ，中小企业的投资收益率为 β ，违约损失为 C_F ，若中小企业守约还款，则会得到外部正效应 D_F ；核心企业进行额外投资的投资收益率为 δ ，违约损失为 C_S ，金融机构的贷款利率为 r ，若核心企业信守还款，则会得到外部正效用，记为 D_S 。由于供应链企业是一个整体，若核心企业和中小企业均选择守约还款，则会产生额外效用 B 。具体的参数名称及含义见表 1：

Table 1. The parameter name and meaning
表 1. 参数名称及含义

参数名称	参数含义
S	中小企业应收账款总额
α	应收账款质押率
β	中小企业投资收益率
δ	核心企业进行额外投资的投资收益率
C_F	违约对于中小企业的外部负效用
D_F	中小企业外部正效用
C_S	违约对于核心企业的外部负效用
R_1	金融机构的贷款利率
R_2	中小企业的再投资收益率
D_S	核心企业还款外部正效用
B	供应链企业之间协同合作对于企业的外部正效用
C_T	中小企业与核心企业均不还款时的系统负效用

基于以上假设，本文构建了应收账款供应链金融下的核心企业与中小企业的演化博弈模型。博弈主体双方分别为供应链上的核心企业与中小企业，研究的核心是两者的决策依据以及演化稳定点。

根据前文的假设可以构建中小企业和核心企业在供应链应收账款融资模式中的策略组合矩阵，如表 2 所示：

Table 2. Strategic portfolio matrix for SMEs and core enterprises
表 2. 中小企业和核心企业的策略组合矩阵

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

根据上述策略组合矩阵可以得出供应链应收账款融资模式的收益矩阵，如表 3 所示：

Table 3. Revenue matrix for SMEs and core enterprises
表 3. 中小企业和核心企业的收益矩阵

核心企业	中小企业	
	守约(x)	违约($1-x$)
还款(y)	$\delta S + D_s + B, \alpha S(R_2 - R_1) + D_F + B$	$\delta S + D_s, \alpha S(1 + \beta) - C_F$
不还款($1-y$)	$S(1 + \delta) - C_s, \alpha S(R_2 - R_1) - S + D_F$	$S(1 + \delta) - C_s - C_T, \alpha S(1 + \beta) - C_F - C_T - S$

2.2. 演化博弈的均衡分析

根据上表构建的收益矩阵，可以计算出核心企业选择不同决策时的进化均衡点。

核心企业采取还款策略时的期望收益为：

$$V_y = x(\delta S + D_s + B) + (1-x)(\delta S + D_s)$$

核心企业采取不还款策略时的期望收益为：

$$V_{1-y} = x[S(1+\delta) - C_s] + (1-x)[S(1+\delta) - C_s - C_T]$$

则核心企业的平均期望收益可以表示为：

$$\begin{aligned} \bar{V}_y &= yV_y + (1-y)V_{1-y} \\ &= y[x(\delta S + D_s + B) + (1-x)(\delta S + D_s)] \\ &\quad + (1-y)\{x[S(1+\delta) - C_s] + (1-x)[S(1+\delta) - C_s - C_T]\} \\ &= yxB + yD_s + S + S\delta - C_s - C_T + xC_T - yS + yC_s + yC_T - xyC_T \end{aligned}$$

同理可得应收账款供应链金融上的中小企业采取守约策略时的期望收益为：

$$V_x = y[\alpha S(R_2 - R_1) + D_F + B] + (1-y)[\alpha S(R_2 - R_1) - S + D_F]$$

应收账款供应链金融上的中小企业采取违约策略时的期望收益为：

$$V_{1-x} = y[\alpha S(1+\beta) - C_F] + (1-y)[\alpha S(1+\beta) - C_F - C_T]$$

中小企业的平均期望收益为：

$$\begin{aligned} \bar{V}_x &= xV_x + (1-x)V_{1-x} \\ &= x\{y[\alpha S(R_2 - R_1) + D_F + B] + (1-y)[\alpha S(R_2 - R_1) - S + D_F]\} \\ &\quad + (1-x)\{y[\alpha S(1+\beta) - C_F] + (1-y)[\alpha S(1+\beta) - C_F - C_T]\} \\ &= x[yB + \alpha S(R_2 - R_1) - S + D_F + yS] + (1-x)[\alpha S(1+\beta) - C_F - C_T + yC_T - S] \end{aligned}$$

根据演化博弈理论以及上文所构建的模型，可以得出核心企业的复制动态方程为：

$$\begin{aligned} F(y) &= dy/dt \\ &= y(V_y - \bar{V}_y) \\ &= y(1-y)(V_y - V_{1-y}) \\ &= y(1-y)(Bx + D_s + C_s + C_T - S) \end{aligned}$$

然后令上述公式等于零，以求得其均衡点，即令

$$F(y) = dy/dt = y(1-y)(Bx + D_s + C_s + C_T - S) = 0$$

可以求得三个稳定点：

$$y_1 = 0, y_2 = 1, x^* = \frac{S - D_s - C_T - C_s}{B}$$

同样也可以根据演化博弈理论以及上文所构建的模型，可以得出中小企业的复制动态方程：

$$F(x) = \frac{dy}{dt} = x(1-x)(V_x - V_{1-x}) = x(1-x)[By - \alpha S(1 + R_1) + D_F + C_F + C_T]$$

同理令上式等于零，以求得均衡点，即

$$F(x) = \frac{dy}{dt} = x(1-x)[By - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T] = 0$$

可得出三个均衡解，即 $X_1 = 0, X_2 = 1, y^* = \frac{\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T}{B}$ 。

2.3. 核心企业演化均衡点分析

对 $F(y)$ 进行求导，可得

$$dF(y)/dy = (1-2y)(Bx + D_S + C_S + C_T - S)$$

在演化博弈中，需要满足 $\frac{dF(y)}{dy} < 0$ ；

现对当 $x^* = \frac{S - D_S - C_T - C_S}{B}$ 时进行讨论：

1) 当 $S - D_S - C_T - C_S < 0$ ，即 $S < D_S + C_T + C_S$ 时，此时 $x^* < 0$ ，则对于任意的 x 均大于 x^* ，则此时 $y_2 = 1$ 为演化稳定策略，也就是说核心企业会选择守信还款作为自己的策略。也就是说当核心企业选择还款时获得的正效益加上不还款所要承受的损失大于应收账款的金额时，核心企业就会选择还款。

2) 当 $S - D_S - C_T - C_S > B$ ，此时 $x^* > 1$ ，那么此时 $y_1 = 0$ 是演化稳定策略，此时核心企业会选择不还款作为自己的策略，这种现象也可以解释为当核心企业不履行诺言所遭受的损失小于应收账款减去核心企业履约所带来的效用提升以及履约使得整个供应链的外部效用提升之和时 ($C_T + C_S < S - D_S - B$)，核心企业由于是有限理性的经济人，考虑到自己的利益时会选择违约，即不还款策略。

3) 当 $0 < S - D_S - C_T - C_S < B$ ，即 $0 < x^* < 1$ 时，此时就要对 $\frac{dF(y)}{dy}$ 的正负符号进行讨论。

a) 当 $x < x^*$ 时，此时将 $y_1 = 0, y_2 = 1$ 带入到 $\frac{dF(y)}{dy}$ 中，分别可以求得：

$$\left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=0} < 0, \left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=1} > 0$$

此时 $y = 0$ 是进化均衡点；

b) 当 $x > x^*$ 时，将 $y_1 = 0, y_2 = 1$ ，带入到对于 $F(y)$ 的求导公式中，可以求得

$$\left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=0} > 0, \left. \frac{dF(y)}{dy} \right|_{y=1} < 0$$

则此时 $y = 1$ 是进化均衡点。

2.4. 中小企业演化均衡点分析

对于 $F(x)$ 求导可得，

$$\frac{dF(x)}{dx} = (1-2x)[By - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T]$$

在演化博弈理论中，要想达到局部均衡稳定则需要满足 $\frac{dF(x)}{dx} < 0$ ，现在对 $\frac{\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T}{B}$ 的大小符号进行讨论，分析中小企业的进化均衡点。

1) 当 $\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T < 0$ 时, 此时 $y^* < 0$, 则对于任意的 y , 都存在 $y > y^*$, 此时 $x=1$ 是中小企业的演化稳定策略。即中小企业无论怎样都会选择还款作为自己的策略选择。从实际问题的角度出发可以解释为当中小企业还款所产生的外部正效应加上违约时中小企业所要遭受的损失大于中小企业不还款利用贷款进行其他方面的投资时, 中小企业会选择履行合同进行还款。

2) 当 $\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T > B$ 时, 此时 $y^* > 1$, 则对于任意的 y , 都存在 $y < y^*$, 那么此时 $x=0$ 是中小企业的演化稳定策略, 即中小企业无论怎样都会选择不还款作为自己的策略选择。从实际问题的角度出发则可以解释为当中小企业利用已经取得的贷款进行投资所获得的收益扣除由于信用提升中小企业所获得的正效用以及整个供应链企业由于信守承诺信用提升而获得的正效用仍然大于中小企业由于不还款所造成的损失时, 中小企业就会选择违背承诺不还款的策略。

3) 当 $0 < \alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T < B$ 时, 此时 $0 < y^* < 1$, 那么就需要对于 $\frac{dF(x)}{dx}$ 的大小进行讨论。

a) 当 $y > y^*$ 时, 将 $x_1=1, x_2=0$ 代入到 $\frac{dF(x)}{dx}$ 中去, 可以得出 $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=0} > 0, \left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=1} < 0$, 则此时 $x=1$ 为进化均衡点, 中小企业更倾向于选择还款。

b) 当 $y < y^*$ 时, 将 $x_1=1, x_2=0$ 代入到 $\frac{dF(x)}{dx}$ 中去, 可以得出 $\left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=0} < 0, \left. \frac{dF(x)}{dx} \right|_{x=1} > 0$, 则此时 $x=0$ 是进化均衡点, 中小企业更倾向于选择违约不还款。

3. 中小企业与核心企业的演化稳定性分析

如上文所述, 中小企业与核心企业进行供应链金融融资时存在 5 个可能的均衡点, 分别是 $(0,0)$ 、 $(0,1)$ 、 $(1,0)$ 、 $(1,1)$ 、 (x^*, y^*) , 微分方程的演化博弈均衡点可以通过雅克比矩阵的局部稳定性得到, 也就是要计算出雅克比矩阵的值和迹, 即 $\det J$ 以及 $\text{tr} J$, 雅克比矩阵如下:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1-2x)[By - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T] & Bx(1-x) \\ By(1-y) & (1-2y)(Bx + D_s + C_s + C_T - S) \end{bmatrix}$$

则雅克比矩阵的行列式和迹分别为:

$$\det J = (1-2x)(1-2y)(Bx + D_s + C_s + C_T - S)[By - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T]$$

$$\text{tr} J = (1-2x)[By - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T] + (1-2y)(Bx + D_s + C_s + C_T - S)$$

Table 4. The determinants and traces of the Jacobian matrix at different equilibrium points

表 4. 不同均衡点下雅克比矩阵行列式与迹

均衡点	$\det J$	$\text{tr} J$
$(0,1)$	$(S - D_s - C_s - C_T)[B - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T]$	$B - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T - (D_s + C_s + C_T - S)$
$(0,0)$	$(D_s + C_s + C_T - S)[- \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T]$	$[- \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T] + D_s + C_s + C_T - S$
$(1,0)$	$(S - D_s - C_s - C_T - B)[- \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T]$	$\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F + D_s + C_s - S + B$
$(1,1)$	$(B + D_s + C_s + C_T - S)[B - \alpha S(1+R_1) + D_F + C_F + C_T]$	$\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - 2C_T - 2B - D_s - C_s + S$

由表 4 可以得出:

情形 a

当 $\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T < 0$, 且 $S - D_S - C_T - C_S < 0$, 此时点(1,1)对应的雅可比行列式值大于零, 行列式的迹小于零, 满足 $\det J > 0$, $\text{tr} J < 0$ 。从实际情况中可以解释为当中小企业还款所产生的外部正效应加上违约时中小企业所要遭受的损失大于中小企业不还款利用贷款进行其他方面的投资时并且核心企业选择还款时获得的正效益加上不还款所要承受的损失大于应收账款的金额时, 中小企业和核心企业的演化博弈会达到演化稳定性, 此时中小企业与核心企业都会选择还款作为自己的决策策略。此时点(1,1)是中小企业与核心企业博弈的演化稳定策略。

情形 b

当 $\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T > B$, 且 $S - D_S - C_T - C_S > B$ 时, 点(0,0)对应的雅可比矩阵行列式大于零, 矩阵的迹小于零, 满足 $\det J > 0$, $\text{tr} J < 0$ 。即当中小企业利用已经取得的贷款进行投资所获得的收益扣除由于信用提升中小企业所获得的正效用以及整个供应链企业由于信守承诺信用提升而获得的正效用仍然大于中小企业由于不还款所造成的损失, 并且核心企业不履行诺言所遭受的损失小于应收账款减去核心企业履约所带来的效用提升以及整个供应链企业履约所带来的外部效用提升之和时, 中小企业以及核心企业作为有限理性经纪人都会选择违约, 即采取不还款的策略。此时点(0,0)是中小企业与核心企业进行博弈的演化稳定策略。

情形 c

当 $\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T > B$, $S - D_S - C_T - C_S < 0$ 时, 点(0,1)对应的雅可比矩阵行列式大于零, 矩阵的迹小于零, 满足 $\det J > 0$, $\text{tr} J < 0$ 。即当中小企业利用已经取得的贷款进行投资所获得的收益扣除由于信用提升中小企业所获得的正效用以及整个供应链企业由于信守承诺信用提升而获得的正效用仍然大于中小企业由于不还款所造成的损失, 并且核心企业选择还款时获得的正效益加上不还款所要承受的损失大于应收账款的金额时, 中小企业会选择还款, 而核心企业会选择还款作为自己的策略, 此时点(0,1)是中小企业与核心企业进行博弈的演化稳定策略。

情形 d

当 $\alpha S(1+R_1) - D_F - C_F - C_T < 0$, $S - D_S - C_T - C_S > B$ 时, 点(1,0)对应的雅可比矩阵行列式大于零, 矩阵的迹小于零, 满足 $\det J > 0$, $\text{tr} J < 0$ 。即当中小企业还款所产生的外部正效应加上违约时中小企业所要遭受的损失(包括中小企业自身单独承担的由于信誉下降而需要承担的外部负效用以及由于中小企业与核心企业均不还款所造成的供应链体系的外部负效用)大于中小企业不还款利用贷款进行其他方面的投资, 以及核心企业不履行诺言所遭受的损失小于应收账款减去核心企业履约所带来的效用提升与履约时整个供应链的外部效用提升之和时, 此时中小企业会选择履行合约, 即将还款作为自己的策略选择, 而核心企业会选择不还款作为自己的策略选择, 此时点(1,0)是中小企业与核心企业的演化博弈稳定点。

根据以上对于均衡点的演化稳定性分析, 结合 Friedma 提出的判定方法, 当雅可比矩阵 J 同时满足 $\det J > 0$, $\text{tr} J < 0$ 时, 均衡点才是演化稳定策略。那么根据上述判定法可以得出在核心企业与中小企业的博弈分析中, 不同的前提条件会对应不同的演化稳定策略。

基于上述模型构建分析, 可以得出以下结论:

- 1) 完整的供应链体系可以有效提高中小企业的还款意愿, 并且供应链的一体化越强, 违约所承受的负面影响也就越大, 那么无论是核心企业还是中小企业均会信守承诺, 均会做出还款守约的决策[4]。
- 2) 如果供应链企业发现利用贷款或者应收账款能够获取足够多的利益, 就算违约会对企业带来负效

用，核心企业和中小企业仍然都会选择不还款作为自己的决策。

4. 中小企业融资决策影响因素分析

为了总结出中小企业风险融资的影响因素，将上一章的分析结果可以归纳在同一个坐标系中。如图 1 所示，点 $D(x^*, y^*)$ 表示鞍点，O 点(0,0)表示核心企业和中小企业都不还款，A 点(1,0)表示中小企业守约还款，而核心企业违约不还款，B 点(1,1)表示核心企业和中小企业均守约还款，C 点(0,1)表示中小企业违约不还款，而核心企业守约还款[5]。

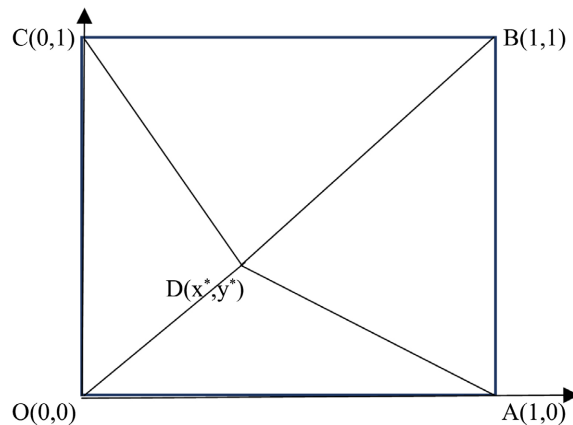


Figure 1. Dynamic relationship between core enterprises and small and medium-sized enterprises

图 1. 核心企业与中小企业复制动态关系图

则多边形 ABCD 的面积表示中小企业与核心企业还款的概率[6]，又因为

$$P = S_{ABCD} = \frac{1}{2}(1 - y^*) + \frac{1}{2}(1 - x^*)$$

$$\text{化简可得: } P = 1 - \frac{S + \alpha S(1 + R_1) - D_s - D_F - C_s - 2C_T - C_F}{2B}.$$

进而可以从上式中得出各因素对于中小企业、核心企业还款概率的影响。

1) 由于 $\frac{\partial P}{\partial R_1} < 0$ ，从而可以得出供应链企业的还款意愿与金融机构的贷款利率成反比。

这种结论结合现实情况就可以解释为当金融机构的贷款利率过高时，就会使中小企业自身的经营压力过大，从而无力偿还贷款的本息和，使得企业违约的概率上升，这就导致了中小企业心有余而力不足，但是由于银行的贷款利率是由银行或者国家制定的，是国家政策以及行业规则的体现，这可以理解为是由于外部因素对供应链企业带来的压力造成的[7]。

2) 中小企业自身因素对于是否还款决策的影响

计算可得 $\frac{\partial P}{\partial C_s} = \frac{\partial P}{\partial D_s} = \frac{1}{2B} > 0$ ，说明无论是中小企业还款，使得信用提升所获得的正效用还是中小

企业因为违约使得信用水平下降而造成的负效用，都会使中小企业的还款意愿增强，中小企业自身的因素是影响其是否还款的重要因素。

3) 核心企业对于中小企业守约可能性的影响

计算可得 $\frac{\partial P}{\partial C_F} = \frac{\partial P}{\partial D_F} = \frac{1}{2B} > 0$ ，由于核心企业是供应链企业应收账款融资的最终还款人，核心企业

如果能够按时还清中小企业的应收账款，在中小企业供应链融资中就能够积累足够多的现金，提高中小企业的现金流，从而能够提高中小企业的还款意愿，从而对中小企业的信用行为产生影响[8]。因此可以得出结论，核心企业的还款意愿越强，信用程度越高，那么中小企业的还款可能性也就越高，他们之间呈现正相关的关系。

4) 融资贷款金额对于中小企业还款概率的影响

经过计算可以得出 $\frac{\partial P}{\partial S} = -\frac{\alpha(1+R_1)}{2B} < 0$ ，即应收账款的金额越多，中小企业所要承担的压力越大，

那么中小企业违约不还款的概率也就越大。当企业需要偿还的贷款本金和利息过于高昂时，中小企业所需要承担的财务风险也就越大，那么中小企业的违约风险就会很高。由此可见中小企业融资的贷款金额对于中小企业的还款意愿也有着非常重要的影响。

5) 供应链企业的运营效率对中小企业的履约概率的影响

计算可得 $\frac{\partial P}{\partial B} = \frac{1}{2B^2} > 0$ ，因此可以得出当供应链整体效率和信用提高时，中小企业就会提高对于自身发展的信心，进而提升企业对于未来经营状况的预期，从而提升企业的信用状况，使得企业履约还款的概率增大。供应链运营效率的提高也能给中小企业带来更多的预期收益，从而提升企业的还款意愿。

由此可见整个供应链条的运营情况以及信用状况对于中小企业的还款意愿以及守信概率有着非常大的影响。

6) 金融机构对于供应链条的惩罚力度对于中小企业履约概率的影响

计算可得 $\frac{\partial P}{\partial C_T} = \frac{1}{B} > 0$ ，由此可以看出金融机构对于供应链条违约潜在的可能性做出的处罚力度越

高，供应链企业违约所需承担的外部负效应越大，那么中小企业选择履约的概率也就越大，还款意愿也就越高。原因是由于中小企业为了企业的长远考虑，如果由于违约而使得整个供应链企业的信用评级下降，引起金融机构对于整个供应链的不信任，那么这不仅会影响中小企业以后是否还能够顺利从金融机构那里获得贷款，更重要的是这样会使得核心企业不愿与之在进行合作，使得中小企业无法再进入以核心企业为主的供应链生产销售环节中，从而会影响到中小企业的运营发展[9]。

5. 结论

针对供应链中心企业融资难的问题，本文以供应链应收账款作为研究对象，构建了中小企业与核心企业动态演化模型。研究了在不同条件下影响中小企业还款概率的因素，并进一步研究了在供应链应收账款下中小企业信用风险的来源以及在不同条件下中小企业与核心企业的演化稳定策略。从而可以得出以下结论：

本文的创新点在于从动态演化博弈的视角，研究了不同条件下核心企业与中小企业如何根据对方的策略选择从而做出对自己最有利的策略，并不断适应调整。其中银行贷款利率、违约企业惩罚力度、融资贷款的金融、供应链企业长期稳定合作产生额外收益以及运营效率对供应链企业的策略选择产生重要影响。

本文研究的不足点在于没有进一步地进行数值仿真分析，缺少有效数据的支持，并且没有对如何健全应收账款融资机制给出具体的可行性方案。根据前文的研究，可以得出以下的意见建议。

1) 完善应收账款融资下核心企业与中小企业的奖励惩罚机制

根据上文的演化稳定性分析可以得知，激励与惩罚程度是影响供应链企业做出是否履约还款决定的重要因素。应收账款融资过程能够通过增加违约的惩罚力度或者增加激励效果来推动各方合作意愿，使

得应收账款融资对于中小企业融资更加有效[10]。一方面要通过充分发挥惩罚机制的作用来遏制供应链企业的违约想法与行为,降低银行等金融机构的贷款风险;另一方面通过供应链条的激励措施来降低供应链企业的融资成本,提高协同效用,从而能够营造良好的营商与融资环境[11]。

2) 要进一步构建安全、可靠、透明的信息存储平台

现有供应链金融用户在选择交易对象时,需要付出大量的时间成本和高昂的费用,现有的供应链金融提供的平台已越来越不能满足用户的需求,为用户带来诸多不便[12]。为选择出交易对象,了解交易对象的账户信息,交易信息,信用信息等,不仅需要花费大量的时间和人力物力去寻找,而且所查询到的信息不完善,可信度有待提升,所以急需建立一个安全、可靠、透明的信息存储平台。在这一平台上有完善的账户信息,交易记录,违约记录等等,并实时更新,用户可实时查询。同时,违约的用户将会被记录在平台上,进而影响其交易,提高其违约成本,降低违约概率[13]。

参考文献

- [1] 石岷然, 马胡杰. 供应链企业信任的演化分析与实证研究[M]. 北京: 经济科学出版社, 2018: 5-8.
- [2] 张晓建. 应收账款保理融资业务探析[J]. 现代管理科学, 2012(2): 98-100.
- [3] 薛洋. 区块链技术驱动商业银行开展供应链金融业务的创新路径[J]. 西南金融, 2021(2): 38-48.
- [4] 林毅夫, 李永军. 中小金融机构发展与中小企业融资[J]. 经济研究, 2001(1): 10-18, 53-93.
- [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] 李佳佳, 王正位. 基于区块链技术的供应链金融应用模式、风险挑战与政策建议[J]. 新金融, 2021(1): 48-55.
- [7] 陆岷峰. 供应链经济背景下供应链金融发展现状、问题与策略研究: 基于构建经济发展新格局的视角[J]. 金融理论与实践, 2021(1): 19-26.
- [8] 龙云安, 张健, 艾蓉. 基于区块链技术的供应链金融体系优化研究[J]. 西南金融, 2019(1): 72-79.
- [9] Nandi, M.L., Nandi, S., Moya, H., et al. (2020) Block-Chain Technology-Enabled Supply Chain Systems and Supply Chain Performance: A Resource-Based View. *Supply Chain Management*, **25**, 841-862. <https://doi.org/10.1108/SCM-12-2019-0444>
- [10] Abeyratne, S.A. (2016) Blockchain Ready Manufacturing Supply Chain Using Distributed Ledger. *International Journal of Research in Engineering and Technology*, **5**, 1-10.
- [11] Ali, Z., Gongbing, B. and Mehreen, A. (2019) Supply Chain Network and Information Sharing Effects of SMEs' Credit Quality on Firm Performance Do Strong Tie and Bridge Tie Matter? *Journal of Enterprise Information Management*, **32**, 714-734. <https://doi.org/10.1108/JEIM-07-2018-0169>
- [12] Han, G. and Ming, D. (2015) Trust-Embedded Coordination in Supply Chain Information Sharing. *International Journal of Production Research*, **53**, 1-16. <https://doi.org/10.1080/00207543.2015.1038367>
- [13] Özer, Ö. and Zheng, Y. (2011) Trust in Forecast Information Sharing. *Management Science*, **57**, 1111-1137. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1110.1334>