

文章编号:1005-0523(2015)01-0035-07

基于博弈论的供应链金融监管合同奖惩研究

罗勇^{1,2}, 陈治亚¹

(1.中南大学交通运输工程学院, 湖南 长沙 410075; 2.湖南工程职业技术学院管理工程系, 湖南 长沙 410151)

摘要:将银行和物流监管公司签订的监管合同中的奖惩条款为研究对象,基于博弈论探讨了监管方和借款方的博弈行为,找到了纯粹决策和混合决策的纳什均衡。通过算例,对比计算了有无奖励和惩罚时,混合决策的纳什均衡点的差异性;当在合同中增加奖励和惩罚措施时,纳什均衡的点将离原点更远,双方将以更大的概率选择合作。以此为基础,科学设立监管合同中监管项目的评价指标体系,明确监管奖惩措施,将有效降低供应链金融风险。

关键词:博弈论;供应链金融;监管合同;激励与惩罚

中图分类号:F832.42

文献标志码:A

按照银行传统放贷政策,中小企业由于资信水平低下,融资困难是一个不争的事实。为了支持中小企业的发展,国家明确要求金融机构通过创新金融产品来服务于它们的融资需求。在这种背景下,各大银行积极创新,大力开发供应链金融产品,满足中小企业的融资需求,推动其快速发展。

1 供应链金融及其基本形式

1.1 供应链金融概述

供应链金融^[1]是基于供应链物流业务(主要包括运输、仓储、流通加工、配送、信息等)而开展的金融服务,核心是物流融资,即银行等金融机构与物流企业合作创新,以贷款企业所从事交易项下的担保物为依托,物流企业(监管方)对担保物进行监管并向银行提供担保物、贷款企业的相关信息,银行根据相应的信息给予贷款企业发放贷款的一种业务。该业务能有效解决中小企业融资难的问题,能盘活授信企业的库存资产,保障广大中小型企业的资金需求。深圳发展银行副行长胡跃飞^[2]认为供应链金融是指在对供应链内部的交易结构进行分析的基础上,运用自偿性贸易融资的信贷模型,并引入核心企业、物流监管公司、资金流引导工具等新的风险控制变量,对供应链的不同节点提供封闭的授信支持及其他结算、理财等综合金融服务。

简而言之,供应链金融是以供应链中与核心企业具有交易行为的某一贷款企业,在交易项下的原材料、零配件和成品等作为担保物,以第三方物流企业作为监管方,银行根据监管信息向融资企业循环发放贷款的一种金融创新业务。

1.2 供应链金融的基本形式

供应链金融^[3-4]以供应链上下游企业与核心企业的交易背景产生的流动资产作为授信支持资产来进行融资,主要有4种基本形式。①处于供应链上游的供应商以应收账款质押融资;②处于供应链上下游各个环节中的企业以存货进行的担保融资;③销售环节的预付款融资;④针对顾客的分期付款。基本形式②

收稿日期:2014-08-10

基金项目:湖南省教育科学研究项目(13C197)

作者简介:罗勇(1973—),男,副教授,博士生,研究方向为物流和供应链管理;陈治亚(1958—),男,教授,博士生导师,研究方向为技术经济、物流管理和运输组织。

存货融资中的原材料、在制品和产成品质押融资属于动产质押融资,银行需要委托专业的物流监管公司来进行动产的质押监管,作为风险控制变量,实现动产质押融资的顺利开展;应收账款融资和预付款融资是属于权利质押融资;分期付款属于信用融资。

2 供应链金融监管委托

供应链金融监管委托是与金融业务相结合的物流业务的委托,是指银行在开展供应链金融业务的过程中,银行向客户提供授信融资并以客户交易项下银行认可的动产或权利凭证作为担保,由具有一定资质的物流公司作为独立的仓储管理方,接受银行的委托,监管用作质押的原材料、零配件和产成品,并对物流各环节实行全面控制的业务模式。银行与物流监管公司签订合同,明确相应的监管业务的权利和义务。物流监管公司按照银行的委托与贷款企业签订合同,明确质押物的数量、状态、进出审批手续、流程和签字权。

3 监管方与贷款企业的博弈模型

3.1 博弈的定义及分类

博弈^[5]就是指多个参与主体受其他主体决策影响的状态。博弈参与者一边遵守规则并关注其他参与者的行动,一边计划未来行动的行为称之为策略。策略可以是一个或多个,通过策略可能产生的结果称为预期收益。博弈论的大前提是参与者的行为合理,也就是完全理性决策。博弈论^[6-7]是研究处于利益关系中的个人或组织在分别受其他主体决策影响的对局中如何进行决策并采取行动的理论。

根据不同的维度可以将博弈进行不同的分类,通常分类方法有以下几种:第一,根据博弈参与者在决策时是否可能互相帮助分为合作博弈和非合作博弈;第二,根据博弈参与者对信息掌握的完整性分为完全信息博弈和不完全信息博弈;第三,根据博弈参与者是否同时进行决策并实施决策分为战略型博弈和展开型博弈,战略型博弈是指博弈参与者同时选择并实施决策的博弈形式,后者是指博弈参与者交替选择和实施决策的形式;第四,根据收益与损失是否相等分为零和博弈和非零和博弈,零和博弈是指博弈中收益和损失相等,后者则相反,例如斗鸡博弈就是属于非零和博弈的一种典型形式。

3.2 斗鸡博弈的基本原理

斗鸡博弈^[7](chicken game)也称为懦夫博弈,是博弈论中非常重要的一个模型。假设有两人狭路相逢,都坐在自己的爱车中等待在起跑线上,每人有两个行动选择:一是退下来,一是前进。如果一方退下来,而对方没有退下来,对方获得胜利,这人就是懦夫;如果对方也退下来,双方则打个平手;如果自己没退下来,而对方退下来,自己胜利,对方则是懦夫;如果两人都前进,则两败俱伤。因此,对每个人来说,最好的结果是,对方退下来,而自己不退。赢利矩阵(payoff matrix)如图1。

图1中的合作是指退下,背叛是前进。可以看出,两方均退下,即采取合作行动,则双方均受益“3”,一方合作(退下),一方背叛(前进),则合作方收益“2”,背叛方收益“4”,两方均背叛(前进),则均获利“-1”。这个博弈有两个纯策略纳什均衡:一方前进,另一方后退;或一方后退,另一方前进。但关键是谁进谁退?因为后退方将被认为是懦夫,即小鸡(chicken)。斗鸡博弈各策略组合的大小存在一定的规律,对于玩家1而言,其盈利结果为:背叛·合作 > 合作·合作 > 合作·背叛 > 背叛·背叛。

3.3 监管方与贷款企业博弈模型基本假设

1) 博弈方为物流监管公司与贷款企业。在博弈中,暂时只考虑监管方和借款方,即物流监管公司与贷款企业。物流监管公司通常由银行委托开展监管服务,应该对银行负责;而贷款企业通常是核心企业的供

		玩家2	
		合作	背叛
玩家1	合作	3, 3	2, 4
	背叛	4, 2	-1, -1

图1 斗鸡博弈

Fig.1 Chicken game

应商或经销商,是供应链借款方。给定的博弈背景是银行指定的物流监管合同中激励与约束条款,它们的博弈行为通过斗鸡博弈进行研究。

2) 双方的博弈行为。物流监管方: {严格监管, 不严格监管}, 贷款企业: {保持诚信, 不保持诚信}。物流监管方严格监管是指按照监管合同的要求严格监督贷款企业质押物的数量、质量、仓储和运输条件符合合同的要求, 保证质押比率在可控范围之内。贷款企业保持诚信是指贷款企业在质押物的动态出入库过程中保证所有入库质押物符合合同对质押物的初始要求, 保证质押物的价值符合合同的数量要求, 不会采取隐瞒或欺诈行为, 以次充好, 导致放贷风险加大。物流监管方和借款方根据各自的判断选择各项策略的概率规定如下: 物流监管方严格监管的概率是 p , 不严格监管的概率是 $1-p$, 借款方保持诚信的概率 q , 不保持诚信的概率 $1-q$ 。

3) 博弈收益。参数说明: 监管方收取监管费率为 r_1 , 其计算基数为银行收取的贷款利息, 监督运营成本率为 c_1 , 不严格监督则增加收益为 U_1 , 选择严格监管的概率为 p , 不严格监管的概率是 $1-p$, 监管方收益为 π_1 ; 贷款企业为每年向客户可多销售产品, 需要通过贷款增加流动资金 S , 假设由于该项贷款使得贷款企业增加年收益 Sr_s , 向监管方支付的贷款利息率为 α_b , 贷款企业运营成本率为 c_s , 贷款企业不保持诚信的收益为 U_s , 贷款企业选择保持诚信的概率为 q , 不保持诚信的概率 $1-q$, 贷款企业收益为 π_s 。博弈收益进行如下规定: 第一, 监管方的收益 $\pi_1 = S(\alpha_b r_1 - c_1)$; 第二, 融资供应链中通过贷款支持获得销售机会, Sr_s 就是销售毛利, 总的成本支出为运营成本与贷款带来的财务成本支出之和, 即是 $S(\alpha_b + c_s)$, 收益 $\pi_s = Sr_s - S(\alpha_b + c_s) = S(r_s - \alpha_b - c_s)$ 。第三, 为了简化计算, 如果一方合作(即监管方严格监管或借款方保持诚信), 一方背叛(即监管方不严格监管或借款方不保持诚信), 合作方将没有收入, 背叛方收入增加。因此, 监管方背叛, 则其收入为 $\pi_1 = S(\alpha_b r_1 - c_1) + U_1$; 借款方背叛, 其收入为 $\pi_s = S(r_s - \alpha_b - c_s) + U_s$ 。第四, 为了简化计算, 如果双方违约, 都将没有收入, 成本为双方的运营成本。因此, 双方背叛时, 监管方的收入为 $\pi_1 = -Sc_1$, 借款方的收入为 $\pi_s = -Sc_s$ 。

4) 博弈信息。监管方和借款方完全了解并服从合同规定, 了解自己的行为, 同时也能够判断对方的基本情况以及预计策略的选择。监管方可以从借款方接受监管仓库中物品信息、出入库信息判断是否保持诚信。而借款方也可以从监管方的监管人员安排、监管过程认真程度等判断监管方是否严格监管。也就是说, 该博弈信息对称和完整。

3.4 监管方与贷款企业博弈模型构建

根据以上参数规定和假设, 监管方和借款方的盈利矩阵见图2。

		借款方(贷款企业)			
		合作(保持诚信) q		背叛(不保持诚信) $1-q$	
监管方(物流公司)	合作(严格监管) p	$\pi_1 = S(\alpha_b r_1 - c_1)$	$\pi_s = S(r_s - \alpha_b - c_s)$	0	$\pi_s = S(r_s - \alpha_b - c_s) + U_s$
	背叛(不严格监管) $1-p$	$\pi_1 = S(\alpha_b r_1 - c_1) + U_1$	0	$\pi_1 = -Sc_1$	$\pi_s = -Sc_s$

图2 监管方与借款方的盈利矩阵

Fig.2 Payoff matrix of the supervisor and the borrower

1) 监管方的最优反应。根据以上参数说明, 监管方选择“合作(严格监管)”的概率为 p , 因此, 选择“背叛”的概率为 $1-p$ 。借款方选择“合作(保持诚信)”的概率为 q , 则选择“背叛”的概率为 $1-q$ 。以图1为基础, 求斗鸡博弈中监管方和借款方的预期收益。

先从监管方开始。以下为监管方的“合作”与“背叛”的预期收益。

监管方选择“合作”的预期收益: $S(\alpha_b r_1 - c_1)q + 0(1-q) = S(\alpha_b r_1 - c_1)q$ (1)

监管方选择“背叛”的预期收益: $[S(\alpha_b r_1 - c_i) + U_i]q + (-Sc_i)(1 - q) = S\alpha_b r_1 q - Sc_i + U_i q$ (2)

再将监管方的“合作”与“背叛”的概率设定为“合作 p ” > “背叛 $1 - p$ ”, 即合作的概率更大, 并以此作为方程求 q 的解。

$$\left. \begin{aligned} S(\alpha_b r_1 - c_i)q &> S\alpha_b r_1 q - Sc_i + U_i q \\ (Sc_i + U_i)q &< Sc_i \\ q &< Sc_i / (Sc_i + U_i) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

这就意味着当借款方选择“合作(保持诚信)”的概率为 $q < Sc_i / (Sc_i + U_i)$ 时, 监管方为 $p > 1 - p$, 即选择“合作 p ”的概率为 1。相反, 当借款方选择“合作”的概率为 $q > Sc_i / (Sc_i + U_i)$ 时, 监管方选择“背叛 $1 - p$ ”的概率为 1, 即 $p = 0$ 。当借款方选择“合作”的概率为 $q = Sc_i / (Sc_i + U_i)$ 时, 监管方可以选择所有的 p 来进行应对。将以上 3 种情况汇总后监管方的最优反应如表 1 所示。

表 1 监管方的最优反应策略

Tab.1 Best response strategy of the supervisor

借款方选择的概率	监管方选择的概率
$q < Sc_i / (Sc_i + U_i)$	合作 ($p = 1$)
$q > Sc_i / (Sc_i + U_i)$	背叛 ($p = 0$)
$q = Sc_i / (Sc_i + U_i)$	哪个都行 (都等于 p)

2) 借款方的最优反应。借款方选择“合作”的预期收益为

$$S(r_s - \alpha_b - c_s)p + 0(1 - p) = S(r_s - \alpha_b - c_s)p \quad (4)$$

借款方选择“背叛”的预期收益为

$$[S(r_s - \alpha_b - c_s) + U_s]p + (-Sc_s)(1 - p) = Sr_s p - S\alpha_b p - Sc_s + U_s p \quad (5)$$

再将借款方的“合作”与“背叛”的概率设定为“合作 q ” > “背叛 $1 - q$ ”, 即合作的概率更大, 并以此作为方程求 q 的解。

$$\left. \begin{aligned} S(r_s - \alpha_b - c_s)p &> Sr_s p - S\alpha_b p - Sc_s + U_s p \\ (\kappa + c_s)p &< c_s \\ p &< Sc_s / (Sc_s + U_s) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

这就意味着当监管方选择“合作(严格监管)”的概率为 $p < Sc_s / (Sc_s + U_s)$ 时, 借款方为 $q > 1 - q$, 即选择“合作(保持诚信) q ”的概率为 1。相反, 当监管方选择“合作”的概率为 $p > Sc_s / (Sc_s + U_s)$ 时, 监管方为选择“背叛 $1 - q$ ”的概率为 1, 即 $q = 0$ 。当借款方选择“合作”的概率为 $p = Sc_s / (Sc_s + U_s)$ 时, 监管方可以选择所有的 q 来进行应对。将以上 3 种情况汇总后借款方的最优反应如表 2 所示。

3) 最优反应的图示。为了能够清晰展示供应链金融参与两方在斗鸡博弈中的最优反应, 在对参数赋值的基础上制作一个最优反应图^[8]。

算例 1: 某一供应链金融项目, 监管方运营成本率为 $c_i = 5\%$, 背叛收益为贷款企业销售收入 S 为基数的比率, 取值 15% , 贷款企业运营成本率为 $c_s = 5\%$ 。根据表 1 和表 2 进行计算, 结果用表 3 所示。

表 2 借款方的最优反应策略

Tab.2 Best response strategy of the borrower

借款方选择的概率	监管方选择的概率
$p < Sc_s / (Sc_s + U_s)$	合作 ($q = 1$)
$p > Sc_s / (Sc_s + U_s)$	背叛 ($q = 0$)
$p = Sc_s / (Sc_s + U_s)$	哪个都行 (都等于 q)

表 3 供应链金融参与方的最优反应策略

Tab.3 Best response strategy of game participants

监管方的最优反应策略		借款方的最优反应策略	
$q < 1/4$	合作 ($p = 1$)	$p < 1/4$	合作 ($q = 1$)
$q > 1/4$	背叛 ($p = 0$)	$p > 1/4$	背叛 ($q = 0$)
$q = 1/4$	哪个都行 (都等于 p)	$p = 1/4$	哪个都行 (都等于 q)

根据表3,利用Excel制作出借贷双方在斗鸡博弈中的最优决策图3。

从图3可以看出,在纯粹策略中,只有“合作·背叛”、“背叛·合作”时才存在纳什均衡(用圆圈标注的点)。然而,当范围扩大到混合策略时,“双方都以1/4的概率选择合作(或者背叛)”也能达到纳什均衡。监管方和借款方选择合作的概率很低,最主要的原因是选择背叛的收益较高,也就是说,当缺乏违约惩罚机制时,背叛不需要成本,那么博弈双方选择合作的可能性就会很低。

为了进一步探讨违约惩罚对于促进监管方和借款方博弈行为的作用,当银行在与监管物流公司签订合同时,增加合作奖励和违约惩罚条款。当物流公司严格监管或贷款企业保持诚信时,增加奖励;当物流监管公司由于监管不严或贷款企业不保持诚信时,对其进行惩罚;为了计算简便,奖励金额为 Sc_i , 违约惩罚的罚金 Sc_p (两者均以贷款金额 S 为基数)。其盈利矩阵见图4。

		借款方(贷款企业)			
		合作(保持诚信) q		背叛(不保持诚信) $1-q$	
监管方 (物流公司)	合作(严格监管) p	$\pi_i = S(\alpha_i r_i - c_i) + Sc_i$	$\pi_s = S(r_s - \alpha_b - c_s) + Sc_i$	Sc_i	$\pi_s = S(r_s - \alpha_b - c_s) + U_s - Sc_p$
	背叛(不严格监管) $1-p$	$\pi_i = S(\alpha_i r_i - c_i) + U_i - Sc_p$	Sc_i	$\pi_i = -Sc_i - Sc_p$	$\pi_s = -Sc_s - Sc_p$

图4 增加奖励和惩罚时博弈双方的盈利矩阵

Fig. 4 Payoff matrix of game participants when increasing punishment

此时,通过计算可知,当借款方选择“合作”的概率为 $q < (Sc_i + Sc_i + Sc_p)/(Sc_i + U_i)$ 时,监管方为 $p > 1-p$, 即选择“合作 p ”的概率为1。同理,则当监管方选择“合作”的概率为 $p < (Sc_i + Sc_i + Sc_p)/(Sc_i + U_i)$ 时,借款方为 $q > 1-q$, 即选择“合作 q ”的概率为1。假设上例中其他系数不变, $c_i = 5\%$, $c_p = 5\%$, 则可以得到表4。

表4 增加惩罚后博弈双方的最优反应策略

监管方的最优反应策略		借款方的最优反应策略	
$q < 3/4$	合作 ($p=1$)	$p < 3/4$	合作 ($q=1$)
$q > 3/4$	背叛 ($p=0$)	$p > 3/4$	背叛 ($q=0$)
$q = 3/4$	哪个都行(都等于 p)	$p = 3/4$	哪个都行(都等于 q)

根据表4的数据,再次利用Excel制作出借贷双方在博弈中的最优决策图5。

针对合作给予奖励,背叛进行惩罚,此时的最优反应图和之前比较发生了很大的变化,此时的混合纳什均衡点离原点的距离远了很多,也就是说监管方与借款方选择“合作”的可能性增加到了3/4。因此,在开展供应链金融时,在监管合同中事先设定好激励和惩罚条款,是按照“合作”路线推进业务正常开展的重要措施。

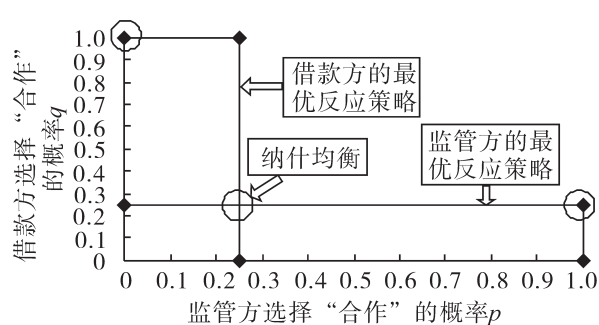


图3 博弈双方的最优反应策略

Fig.3 Best response strategy of game participants

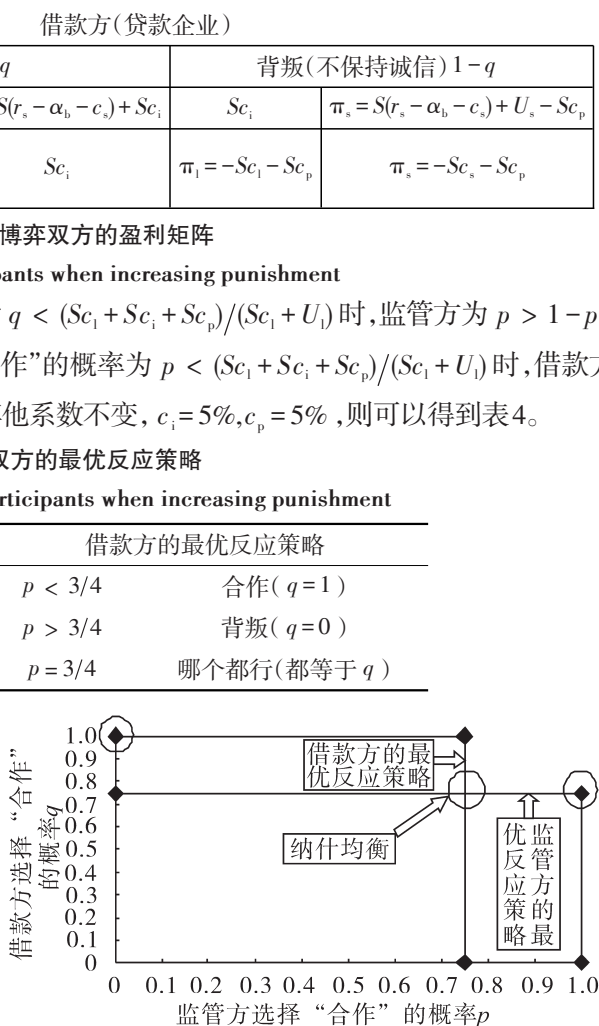


图5 增加奖励和惩罚后博弈双方的最优反应策略

Fig.5 Best response strategy of game participants when increasing incentive and punishment

4 供应链金融监管合同激励与惩罚分析

4.1 项目监管评价标准的制定

当银行委托物流公司进行供应链金融监管的某一项目结束后,银行一般都会针对项目进行一个整体评价,包括对监管方物流公司执行监管合同的情况也会进行评价,并依此为依据来确定对监管方的奖惩。如果仅以贷款金额和利息是否及时收回作为监管项目的单一评价标准,将会使得监管公司没有积极性,势必加大下一次合作的风险。因此,在合同中就监管项目的评价标准应该采取相对系统的、多指标的、全过程的考核评价方式。不仅要考虑贷款回收,利息收入,还要考虑回收的时间点,质押物价值是否一直满足此次放贷和回款过程中的最低要求,中间是否出现低于最低质押率要求的情况,出现了几次。只有将过程和结果一并进行评价,才能有效规避监管方的侥幸心理,减少监管方不严格监管行为的发生。

4.2 项目奖励和惩罚力度的确定

从以上分析可知,在供应链金融监管合同中,增加惩罚条款后的最优反应图和之前比较发生了较大变化,此时的混合纳什均衡点离原点的距离远了很多,也就是说博弈双方选择“合作”的可能性增加到了 $3/4$ 。因此,在供应链金融合同中,明确具有一定力度的惩罚措施,能有效推动物流监管方按照银行的意图正常开展业务。当然,监管合同在设计惩罚条款的同时,应该设计奖励条款,鼓励物流监管公司严格监管,从而保证博弈双方选择合作的意愿远远大于选择背叛的意愿。奖励与惩罚并重,才能有效推进银行供应链新业务的开展。

5 结论与分析

将银行和物流监管公司签订的监管合同中的奖惩条款为研究对象,基于博弈论探讨了监管方和借款方的博弈行为,通过算例,对比计算了有无奖励和惩罚时,混合决策的纳什均衡点的差异性;当在合同中增加奖励或者惩罚措施时,纳什均衡点将离原点更远,双方将以更大的概率选择合作。

结论1:是否选择合作,与合作奖励和背叛惩罚高度相关,合同中的奖励和惩罚措施可以单独作用,推动合作,如果同时采用奖励和惩罚措施可以叠加推动双方合作的意愿。

结论2:银行在与物流公司签订的物流监管合同中,应该双管齐下,既有奖励,又有惩罚,以此推进供应链金融监管方按照“合作”路线来正常开展业务。而物流监管公司与贷款企业签订被监管合同时,同样需要明确贷款企业的奖励和惩罚条款,可以起到促使其按照合作方向开展业务的作用。

结论3:监管合同中科学设立监管项目的评价指标体系,明确监管奖惩措施,可以推动监管方合作。银行还可以在贷款合同中将贷款企业与供应链中核心企业的利益进行捆绑,加大对贷款企业与核心企业交易背景的监控,对降低供应链金融风险同样非常重要,后续可以在该领域进行深入研究。

参考文献:

- [1] 中国物流学会网站. 民生供应链金融质押监管信息系统案例文题[EB/OL]. [2013-07-11]. <http://cs1.chinawuliu.com.cn/html/19887259.html>.
- [2] “供应链金融”课题组. 供应链金融——新经济下的新金融[M]. 上海:上海远东出版社, 2009:26-46.
- [3] 钱驰,李启明,吴伟巍,等. 基于博弈理论的代建项目合同激励、约束条件分析[J]. 工程管理学报, 2013(5):18-22.
- [4] 罗勇,陈治亚. 以动产质押融资为例构建供应链金融风险评价指标体系[J]. 华东交通大学学报, 2013,30(6):99-107.
- [5] 夏泰凤. 基于中小企业融资视角的供应链金融研究[D]. 杭州:浙江大学经济学院, 2011:25-26.
- [6] 杨凤梅. 基于博弈论的物流金融违约风险研究[J]. 山东社会科学, 2012(5):129-132.
- [7] 孙家庆. 物流风险管理[M]. 哈尔滨:东北财经大学出版社, 2009:21-222.

[8] 中野明(日本).用Excel学博弈论[M].北京:科学出版社, 2012:1-5,160-173.

Research on Incentives and Punishment Conditions of Supervision Contract for Supply Chain Finance Based on Game Theory

Luo Yong^{1,2}, Chen Zhiya¹

(1.School of Traffic and Transportation Engineering, Central South University, Changsha 410075, China; 2.Department of Management Engineering, Hunan Engineering Polytechnic, Changsha 410151, China)

Abstract: Taking the rewards and punishment clauses in the supervision contract signed between the bank and the logistics company as the research object, this paper discusses the game behavior of the regulators and the borrowers based on game theory in order to obtain the pure Nash equilibrium and the mixed Nash equilibrium. It then calculates and compares the difference of Nash equilibrium of hybrid decision with and without incentive and punishment through examples. Results show that the incentive and punishment conditions of supervision contracts could promote supply chain finance participants to choose “cooperation”. For reducing the risk of supply chain finance, it is very important to set up scientific evaluation index system in supervision contracts and to make clear rewards and punishment regulation measures.

Key words: game theory; supply chain finance; supervising contract; incentives and punishment

(责任编辑 刘棉玲)