

基于供应链金融的第三方物流进化博弈分析

毛晟栋* 朱其特

(河海大学商学院,南京 211100)

摘要:从供应链金融角度,运用进化博弈论建立模型,分析在传统物流企业间加入供应链融资业务的动态演化过程。研究发现,有实力的物流企业将会逐渐参与到供应链融资业务中。此外,通过构建物流企业与中小企业之间的进化博弈模型,得到了两者的最终进化稳定策略,该策略可为供应链金融中物流企业的发展提供决策依据。

关键词:第三方物流;供应链金融;进化博弈;均衡策略

中图分类号:F832.2 文献标识码:A doi:10.16507/j.issn.1006-6055.2016.04.029

Evolutionary Game Analysis of Third-party Logistics Based on Supply Chain Finance

MAO Shengdong* ZHU Qite

(Business School of Hohai University, Nanjing 211100)

Abstract: From the perspective of supply chain finance, an evolutionary game theory model is built to analyze the dynamic evolution between traditional logistics enterprises after supply chain finance business added. The result shows that logistics enterprises which have the ability to participate in the supply chain finance will join it gradually. Besides, evolutionary game model between logistics enterprises and SMEs is also built, and the final evolutionary stable strategies is obtained, which provides decision-making basis for the development of logistics enterprises in supply chain finance.

Key words: third-party logistics; supply chain finance; evolutionary game; balanced strategy

1 引言

供应链融资业务的高速增长不仅使一部分中小型企业获得了新的融资途径,同时还拓宽了第三方传统物流企业的利润来源。20世纪90年代,任文超等^[1]提出一种新型信贷模式的构想,将动产质押贷款与传统不动产贷款相结合,设立物资银行。朱道立^[2]于2000年提出“融通仓”的创新观点,首次将货物、信息及资金三者进行融合。在供应链金融不断发展的背景下,第三方物流作为动产质押与资产评估的主要参与者正发挥着越来越大的作用。

关于提供传统物流服务的企业参与供应链融资业务的学术研究已有诸多成果。在对运作模式的探索和描述方面,罗齐、朱道立^[3]从服务创新的角度推出融通仓模式,并对融通仓的运作模式开展了初步探索,为银企合作、中小企业融资等问题提供了新的解决途径。Barney^[4]从理论角度论述了企业参与供应链金融产生的持续竞争力。张伟斌、刘可^[5]从现金-现金流敏感性的角度进行实证分析,认为供应

链金融的发展可以缓解中小企业的融资约束问题。近年来,这一领域不断创新演进。刘莉和唐敏^[6]运用博弈理论和最优值理论进行定量分析,研究证明供应链的协同创新能够提高整个供应链系统的运作效益。史金召、郭菊娥^[7]将供应链金融划分为web2.0、电商及银行三个类别,并提供了与国内实践进行对接的途径。姜超峰^[8]认为供应链金融在向信用担保和实物担保方向发展的创新过程中,应改变考核机制、重视大数据的利用,并构建一个供应链网络金融体系。从风险管理角度,李琰^[9]认为加强风险防范和深化银企合作等是发展供应链金融、推动经济增长的前提。俞特^[10]结合供应链的基本模式针对业务中存在的风险进行研究,并从质押物选取、供应链节点、契约与法律以及信息化建设等四个方面提出了相应的防范策略与风控方法。学者们运用博弈论方法开展的研究,一部分是从物流企业之间的协同关系、建立战略联盟等角度进行,如李斌、陈景^[11]通过对物流企业协同关系演化的博弈分析,为物流企业协同发展提供了理论依据。另一部分学者从物流企业与合作企业之间的关系进行博弈分析,如张璟、朱金福^[12]对物流企业和贷款企业进行博弈分析,为物流企业的融资策略提供了一些建

2016-02-23 收稿,2016-03-25 接受,2016-08-25 网络发表

* 通讯作者, E-mail: jethro. mao@ qq. com

议。而基于供应链金融的第三方物流企业的进化博弈分析,与上述多方面研究均有交叉,却鲜见报道。

对此,本文基于供应链金融业务,对物流行业间、物流行业与中小型企业间的经营策略进行进化博弈分析,利用 Taylor、Jonker^[13] 提出的进化稳定策略和复制动态方程,从动态策略的角度分析物流企业在参与供应链金融业务后的长期发展结果。

2 供应链金融融资模式的概述

2.1 供应链金融的概念

供应链融资业务,是银行基于某一产业链、向一系列企业同时提供的一种综合信贷业务,这些企业分处于该产业链的上中下游,即卖方、核心企业及买方。此项业务促进了“供应、生产和销售”的产业链条更加稳定地流转和运行,更好地实现了实体经济与金融资本的合作渗透,使得银行、企业及产业供应链三者协同运行、互惠共赢^[14]。其基本融资模式有以下三种:应收账款融资,即以应收账款进行抵押、让售或证券化;预付款融资,即以既有仓单货权作为质物;存货质押融资,即以存货作为质物。其中,第三方物流企业所参与的融资模式主要是后两种。

2.2 预付款融资模式

通常情况下,下游企业要先预付账款,以获得上游企业出售的原材料和产成品,从而满足持续生产和经营。对此,买方可以开展保兑仓业务来解决短期融资问题。保兑仓业务,是指由经销商(承兑申请人)向银行提出贷款申请,银行控制在贸易中的物权,以供应商仓单为质的授信额度而开展的票据业务。业务基本流程如图 1 所示。

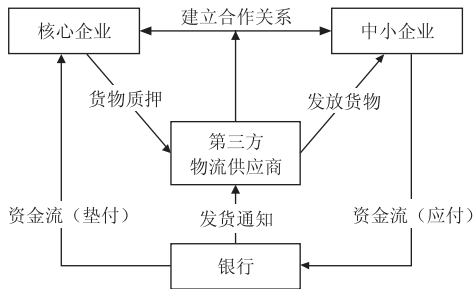


图 1 预付款融资模式流程图

在保兑仓业务中,银行、供应中的买卖双方以及第三方传物流供应商等多方共同参与、协调运行。卖方企业的回购承诺是银行保兑仓业务的必要条件,也是银行进行有效风控的途径;买方企业则通过分批支付货款改善了其短期资金状况;第三方物流供应商的主要职责是对质物进行监管和资产定价。

2.3 存货质押融资模式

存货质押融资是一种动产质押业务。融资方将其存货作为质物,并交由第三方物流供应商进行监管,以此获得对应额度的贷款。存货质押融资将金融与物流相结合,使资金流与物流相互影响,相得益彰,不仅提高了客户企业的经营效率和供应链的整体运作效率,还调整了商业银行的信贷结构,在结构性风险得到显著化解的同时,有效地提高了商业银行的竞争优势。其基本业务设计如图 2 所示。

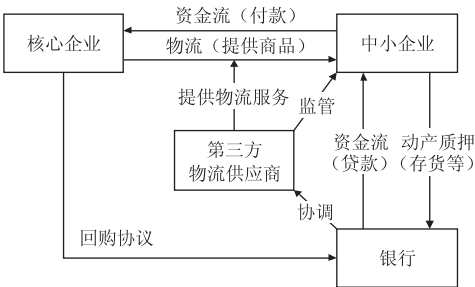


图 2 存货质押融资模式流程图

在开展存货质押融资业务之前,银行授信决策的依据主要取决于三个方面:一是该企业的存货稳定与否,二是与该企业长期交易的合作对象的数量及合作情况,三是企业所处供应链的整体运行状况。商业银行的风险评估和风险控制需要物流企业的协同配合,后者根据评估和监管质押货物的情况,向前者出具相关证明材料。此外,根据风险管理的需要,商业银行还可授信物流企业,对融资企业的相关贷款进行直接运作,授信额度取决于该物流企业的经营规模及营运能力。

3 物流企业群体间的进化博弈分析

本文讨论的对象是有实力参与供应链融资业务的第三方物流供应商。由于企业在决策时是不完全理性的,效仿学习过程较为缓慢,因此利用进化博弈论方法分析不同物流企业之间的策略调整符合现实意义。

整个物流企业群体中,选择参与供应链金融业务的企业占比为时间 t 的函数 $x(t)$,假设在 t 时刻选择参与的企业占比为 x ,则不选择参与的比例为 $1 - x$ 。开展传统物流业务的单个企业所得利润为 π ,参与供应链融资业务之后所得利润较之增长。而利润增加的大小与博弈对手的策略选择有关,若对方也参与,则可以增加 V 的利润,如果对方不参与,可以增加 Q 的利润。若企业自己并不参与,而对方参与,则自身利润减少 F 。假设 $Q > V$ 且 $Q > F + V$ 。

博弈支付矩阵由图 3 表示。

物流企业 1 \ 物流企业 2	加入	不加入
	$\pi + V, \pi + V$	$\pi + Q, \pi - F$
加入	$\pi + V, \pi + V$	$\pi + Q, \pi - F$
不加入	$\pi - F, \pi + Q$	π, π

图 3 物流企业间进化博弈支付矩阵图

同质物流企业之间的决策和收益是相同的,因此属于对称博弈的范畴,即加入或者不加入的收益是相同的。根据收益表达式分别计算期望得益方程,并由此得到复制动态方程以及相应的进化稳定策略:

$$U_1 = x(\pi + V) + (1 - x)(\pi + Q) \tag{1}$$

$$U_2 = x(\pi - F) + (1 - x)\pi \tag{2}$$

群体平均期望得益为

$$\bar{U} = xU_1 + (1 - x)U_2 \tag{3}$$

由此,得到以下复制动态方程。

$$x'(t) = \frac{dx}{dt} = x(U_1 - \bar{U}) = x(1 - x)(xV + xF - xQ + Q)$$

令 $x'(t) = 0$, 得到 $x = 0, x = 1, x = \frac{Q}{Q - V - F}$ 。

因 $\frac{Q}{Q - V - F} > 1$, 不符合比例小于 1 的要求,因此只有在 $x^* = 0$ 或 $x^* = 1$ 时可以达到稳定状态,考虑到微小的扰动不易引起参与主体的策略变动,曲线斜率应为负,由相位图(图 4)可知, $x^* = 1$ 为唯一的均衡点。即物流供应商参与供应链融资业务的比例将逐渐趋向于 1, 且具有稳健性。因此可得出结论,通过长时间的经济活动,有实力的物流企业会不断地加入到供应链金融的业务中。

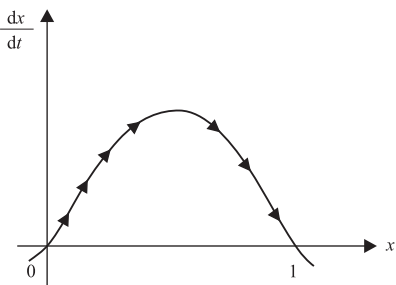


图 4 物流企业博弈群体复制动态相位图

4 物流企业与中小企业的进化博弈分析

4.1 模型建立与假设

根据现实中各经济主体运行的基本规律,本文做出一些假设,分为以下几点:首先,假设第三方物流与中小企业在经济合作中存在信息不对称,即一

切经济活动均在不完全信息条件下进行。其次,针对中小企业,假设授予 F_B 的融资额度方可完成该笔投资;由于中小企业拿到贷款后投资于项目存在一定风险,假设项目顺利完成的概率为 α ;不同的项目具有不同的投资回报率,假设项目成功最终收益率为 β ;企业在接受物流企业监管过程中会产生沟通及人员安排等方面的成本,假设该成本为 C_e ;如果中小企业实行欺骗策略,将有可能在贷款过程中有利可图,即获得额外收益 P ;如果中小企业实行欺骗,物流企业发现后实施处罚,处罚额度为 F ;不论何种原因,只要中小企业无法及时偿还贷款,信用必将受到损失,损失用 I 表示。最后,针对物流企业进行假设,物流企业加入到该融资模式中可以从银行及中小企业获得一定收益,其总和为 L ;物流企业储存和监管货物的总成本用 C_j 表示;如果因为物流企业监管失职而导致中小企业违约,那么将损失银行的信任,用 T 表示。根据实际经济活动,设定 $I > P > F$ 且 $C_j - T < F$ 。则物流供应商与中小企业的博弈矩阵由图 5 所示。

物流企业 \ 中小企业	诚信	欺骗
监管	$L - C_j, \alpha\beta F - C_e$	$L + F - C_j, \alpha\beta F + P - C_e - F$
不监管	$L, \alpha\beta F$	$L - T, \alpha\beta F + P - I$

图 5 第三方物流供应商与中小企业的博弈收益矩阵图

因为博弈的开始存在一个初始状态,中小企业和物流企业的选择与对方的选择有一定的联系,有必要设定开始的状态。将物流供应商选择监管策略的概率以 x 表示,选择不监管策略的概率以 $1 - x$ 表示;同理,假设中小型企业实行诚信策略的概率以 y 表示,则选择欺骗策略的概率以 $1 - y$ 表示。

4.2 复制动态方程和演化稳定策略分析

根据图 5,首先计算物流企业不同监管策略的期望收益 U_{wJ} (监管)和 U_{wB} (不监管):

$$U_{wJ} = y(L - C_j) + (1 - y)(L - C_j + F) \tag{4}$$

$$U_{wB} = yL + (1 - y)(L - T)U_{1B}$$
$$= yL + (1 - y)(L - T) \tag{5}$$

平均收益(用 U_1 表示)为

$$\bar{U}_w = xU_{wJ} + (1 - x)U_{wB} \tag{6}$$

从而,物流供应商选择监管策略的复制动态方程可表示为

$$x'(t) = \frac{dx}{dt} = x(U_{wJ} - \bar{U}_w)$$
$$= x(1 - x)[F + T - C_j - y(F + T)]$$

令 $x'(t) = 0$, 得到 $x = 0$ 、 $x = 1$, 或者 $y = \frac{F + T - C_j}{F + T}$ 。

当 $y = \frac{F + T - C_j}{F + T}$ 时, $x'(t)$ 恒等于 0, 此时所有 x 水平均为稳定状态; 当 $y \neq \frac{F + T - C_j}{F + T}$ 时, $x = 0$ 和 $x = 1$ 为两个稳定状态, 其中 $y > \frac{F + T - C_j}{F + T}$ 时, $x = 0$ 为稳定状态; 当 $y < \frac{F + T - C_j}{F + T}$ 时, $x = 1$ 为稳定状态。图 6 分别给出了上述不同状态下 x 的动态趋势及稳定性。

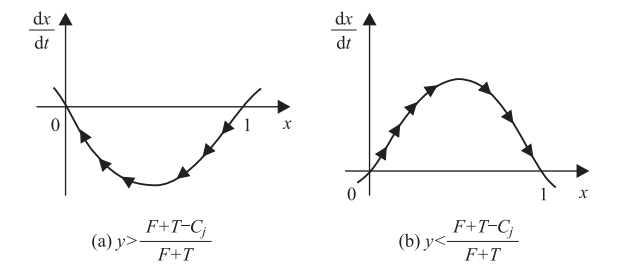


图 6 物流企业不同策略复制动态相位图

同理, 继续计算中小型企业不同经营策略的期望收益 U_{zc} (诚实)、 U_{zb} (不诚实), 平均收益 $\bar{U}_z$, 则中小型企业复制动态方程可表示成

$$y'(t) = \frac{dy}{dt} = y(U_{zc} - \bar{U}_z) = y(1 - y)(xF - xI + I - P)$$

令 $y'(t) = 0$, 得到 $y = 0$ 、 $y = 1$, 或者 $x = \frac{I - P}{I - F}$ 。

当 $x = \frac{I - P}{I - F}$ 时, 对于任意的 y , 均为稳定状态。

当 $x > \frac{I - P}{I - F}$ 时, $y = 0$ 为稳定状态。当 $x < \frac{I - P}{I - F}$ 时, $y = 1$ 为稳定状态, 如图 7 所示。

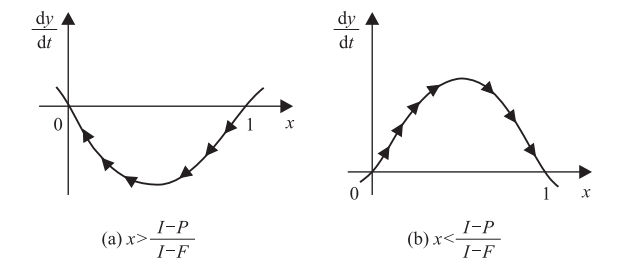


图 7 中小企业诚信复制动态相位图

4.3 博弈模型分析

如图 8 所示, 在同一坐标平面中表示物流供应

商和中小型企业比例变化关系。根据图 6 中反映的复制动态和稳定性, 可以得到两个稳定策略均衡点, $(x^* = 1, y^* = 0)$ 和 $(x^* = 0, y^* = 1)$ 。具体解释为: 通过长期反复博弈, 物流企业和中小企业会不断改变策略以达到自己的最优结果, 直至达到均衡状态, 即要么中小企业诚信经营、物流企业不进行监管, 要么中小企业实行欺骗策略, 而物流企业采取监管的两个均衡状态。均衡于上述何种情况, 则取决于物流企业初始选择监管的概率 x 和中小企业初始选择诚信的概率 y 。若概率组合落在 A 区域, 则 $(x^* = 0, y^* = 1)$ 为均衡点; 若概率组合落在 D 区域, 则 $(x^* = 1, y^* = 0)$ 为均衡点; 如果落在 B、C 区域, 则有更大的可能趋向于 $(x^* = 0, y^* = 1)$ 点。

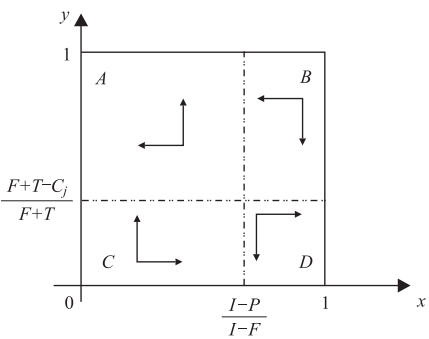


图 8 物流企业与中小企业博弈复制动态和稳定性

为利于供应链金融的健康和持续发展, 由实际需求可知, 物流企业不监管、中小企业诚信是一个较好的均衡状态。因此在实际运作中, A 区域的面积应尽量扩大, 通过调整中小企业欺骗的罚金 F 、不监管中小企业时物流企业所损失的银行信任 T 和监管时产生的监管成本 C_j , 未受物流企业监管时中小企业的欺骗损失 I 及欺骗收益 P 来实现既定目标。

5 结论

通过构建不同群体之间的进化博弈模型, 本文分析了基于供应链金融的第三方物流企业之间, 以及中小企业与物流企业之间的两种进化博弈过程, 得出以下结论:

- 1) 通过对物流群体之间随机配对的反复博弈分析, 认为参与到供应链金融业务的物流企业比例将会不断增加, 并趋向于 1, 最终能够达到稳定。
- 2) 通过对物流企业与中小企业的博弈分析, 本文认为能够达到 (监管, 欺骗) 及 (不监管, 诚信) 二者之一的长期均衡, 其最终的均衡状态与物流企业初始选择监管的概率及中小企业初始选择诚信的概率有关。

3)可以通过调整物流企业监管成本、中小企业实行欺骗策略的额外收益、中小企业的欺骗罚款、中小企业欺骗的信任损失、物流供应商损失的信任收益等可控变量,来改变稳定策略的进化结果,使其朝着人们期望的方向发展。也就是说,物流企业应当加强监管,设定合理的中小企业罚款数额,同时,银行应该加强对于第三方物流的信任,而中小企业需要增强诚信经营的法律意识。

参考文献

[1]任文超.物资“银行”及其实践[J].科学决策,1998,23(2):18-20.

[2]陈祥锋,石代伦,朱道立.融通仓与物流金融服务创新[J].科技导报,2005,23(9):30-33.

[3]罗齐,朱道立.第三方物流服务创新:融通仓及其运作模式初探[J].中国流通经济,2002,16(2):11-14.

[4]BARNEY J B. Purchasing, Supply Chain Management and Sustained Competitive Advantage; The Relevance of Resource - based Theory [J]. Journal of Supply Chain Management, 2012, 48(4):3-6.

[5]张伟斌,刘可.供应链金融发展能降低中小企业融资约束吗?——基于中小上市公司的实证分析[J].经济科学,2012,34

(3):108-118.

[6]刘莉,唐敏.供应链协同知识创新对供应链绩效的影响[J].世界科技研究与发展,2014,36(2):182-185,204.

[7]史金召,郭菊娥.互联网视角下的供应链金融模式发展与国内实践研究[J].西安交通大学学报(社会科学版),2015,56(4):10-16.

[8]姜超峰.供应链金融服务创新[J].中国流通经济,2015,29(1):64-67.

[9]李琰.供应链金融的经济影响分析[J].西南金融,2015,36(2):28-30.

[10]俞特.第三方物流企业供应链金融服务的风险管理研究[J].中国商贸,2012,25(4):137-138.

[11]李斌,陈景.第三方物流企业协同关系的演化博弈[J].统计与决策,2011,32(3):183-185.

[12]张璟,朱金福,栗媛.物流企业与贷款企业在存货质押融资中的演化博弈分析[J].天津大学学报:社会科学版,2012,14(3):198-203.

[13]TAYLOR P D, JONKER L B. Evolutionarily Stable Strategies and Game Dynamics[J]. Mathematical Biosciences, 1978, 12(40):145-156.

[14]杨晏忠.论商业银行供应链金融的风险防范[J].金融论坛,2007,12(10):42-45.

(上接第 876 页)

业社会网络环境。考虑到跨功能知识整合的中介作用,生物制药产业应努力增强自身的跨功能知识整合能力,积极利用生物制药产业社会网络,提升生物制药产业的创新绩效。生物制药产业各职能部门间的沟通与交流对于生物制药产业知识共享和整合非常重要,因此生物制药产业应积极建立跨部门沟通机制,使异质性的创新知识和信息在部门之间顺畅流动,最终提高生物制药产业创新绩效。

参考文献

[1]李天柱,银路,石忠国,等.生物制药创新中的专家型公司与核心公司研究——兼论我国生物制药区域产业创新平台建设[J].中国软科学,2011,(11):108-116.

[2]骆品亮,杨树.我国基因工程制药业创新网络结构特征分析与对策[J].科学学与科学技术管理,2008,29(1):64-69.

[3]程跃,银路,李天柱.生物制药产业合作创新网络发展现状与培育机制——基于 SWN 理论的分析[J].科技进步与对策,2012,29(4):57-62.

[4]CHIU Y H. How network competence and network location influence innovation performance[J]. Journal of Business & Industrial Market-

ing, 2009, 24(1):46-55.

[5]邓建高,朱兰亭,王敏,等.基于结构方程模型的新兴产业创新绩效影响因素实证分析[J].世界科技研究与发展,2015,37(6):722-728.

[6]SOH P H. Network patterns and competitive advantage before the emergence of a dominant design [J]. Strategic Management Journal, 2010, 31(4):438-461.

[7]周密,赵西萍,司训练.团队成员网络中心性、网络信任对知识转移成效的影响研究[J].科学学研究,2009,27(9):1384-1392.

[8]刘佳,王馨.组织内部社会网络联系对知识共享影响的实证研究[J].情报科学,2013,31(2):105-109.

[9]杨隽萍,彭学兵,廖亭亭.网络异质性、知识异质性与新创企业创新[J].情报科学,2015,33(4):40-45.

[10]孔凡柱.企业家内部社会网络与技术创新绩效:跨功能知识整合的中介效应[J].华东经济管理,2014,(8):97-100.

[11]张喆,万迪昉,贾明.高科技生物制药行业 PPP 合作中信任与合作效果的关系研究——环境不确定性和合作方行为不确定性的调节作用[J].科学学与科学技术管理,2008,29(6):172-177.

[12]莫燕,郑旻.开放式创新视角下企业能力作用机理的仿真研究——以中小型生物制药企业为例[J].财经论丛,2015,(3):90-97.