

城市冷链物流联盟演化博弈研究

——信息共享的视角

胡觉亮^a,文露筱^b,韩曙光^a

(浙江理工大学,a.理学院;b.经济管理学院,杭州 310018)

摘要:城市冷链物流与我们的生活息息相关,冷链物流成本居高不下是阻碍其发展的重要问题,组建城市冷链物流联盟能在一定程度上降低冷链物流的运作成本。为了更好的维持联盟的稳定性,从信息共享的视角出发,分析信息共享对城市冷链物流联盟的重要性,提出了信息共享是调节冷链企业利益分配的重要因素,运用演化博弈理论,探讨了信息共享与利益分配对联盟的影响,构建出动态复制方程,并利用雅克比矩阵对稳定性进行判断,最后用Matlab进行模拟仿真。结果发现,当企业提高信息共享水平时,联盟内总体产出会增加,相应的利益分配也应该提高。因此在联盟内进行利益分配时应着重考虑信息共享因素,否则将会因利益分配不合理导致合作不稳定。

关键词:城市冷链物流;联盟;信息共享;演化博弈

中图分类号: F272.3,F323.4

文献标志码: A

文章编号: 1673-3851(2018)06-0213-09

中国是农业大国,果蔬、肉类、蛋禽类产量巨大,我国生鲜产品的产量从2008年的9.7亿吨增长到2015年的12.8亿吨^[1]。随着生活质量的提高,人们对于食品的新鲜度要求也越来越高。随着城镇化水平的提高,大量人口迁入城市,生鲜食品消费需求也日益增加。城市冷链物流在迅速发展的同时,也面临着各种各样的问题。由于人口众多,车流量大,城市交通往往十分拥挤,交通法则十分严格。在配送方面,居民生活区分布较为分散,配货的超市商店数量众多,同时又都对配货时间要求较高。以上各种因素致使城市冷链物流的成本居高不下,因而城市冷链物流企业开始组成物流联盟进行配送。目前我国已经有一批较有规模的冷链物流企业采用联盟方式进行配送,如光明领鲜、双汇物流、众品物流等。

在冷链物流共同配送模式方面,陈然等^[2]探讨了冷链物流联盟中共同配送的三种类型:冷链产业间的共同配送、异产业间的共同配送以及共同集配。

牛玉君等^[3]在已有文献的基础上,对城市共同配送的模式进行分析,按照组织模式将共同配送联盟分为系统优化型、车辆利用型和接货场地共享型三种模式;按照配送的上下游方向分为横向型、纵向型和第三方共同配送模式;按物流资源合并情况将共同配送联盟分为运动合并型、物流节点合并型两种。

在研究城市冷链联盟组建方面,孙兴丽等^[4]从企业间的依赖程度、企业投入成本等因素分析冷链企业采取共同配送的初始影响因素,构建了城市冷链物流共同配送的动态复制演化博弈模型。陶文钊等^[5]提出了城市食品冷链2B/2C业务融合共配模式,建立了第三方物流企业与生鲜电商定价博弈模型,通过定价折扣策略提高了博弈双方的收益。联盟组建主要是由利益驱动的,所以对于维持联盟稳定性而言,利益分配的合理性是主要动力,如果联盟内的利益没有得到合理公平的分配,会降低合作企业的满意度,甚至导致联盟破裂。在研究物流联盟

利益分配方面,大量学者从企业承担的风险、贡献度、努力程度、配送时间以及任务量的占比对联盟进行利益分配^[6-8]。对于冷链物流联盟而言,只考虑企业的投入、风险程度以及工作努力度来进行利益分配显然不够全面。

信息是现代企业发展的主要推动力,是一种特有的具有独特价值的资源,可以为企业带来超额的收益,主要包括知识、技术以及客户资源等。对于冷链物流企业而言,信息更是企业生存发展的关键因素。现代信息技术的应用可以提高冷链物流监控系统中运行的效率,降低物流企业成本。Cummings^[9]指出共享是“关于工作信息、技巧及产品或过程反馈信息的提供或接收”包含了个体共享的意愿,及理解、吸收及应用的意识行为。Jackson等^[10]提出共享是实现获取、创新并最终提升竞争优势的基本途径。Bandyopadhyay等^[11]与Shih等^[12]用博弈论对组织中的共享进行研究,组织成员在选择共享策略以后,有可能出现多种情况,在联盟总体利益提高以后有可能使自己获得更多收益,也有可能信息泄露以后,处于博弈的不利地位。程钧谟等^[13]指出企业间的共享活动包含两个主要的部分:一是向其他企业转移自身企业的信息;二是接受其他企业的信息。

关于信息共享在企业中应用的研究,大多集中于供应链管理中,商淑秀^[14]提出企业之间的共享水平与企业之间的信任水平成正相关,与共享的传递成本、沟通成本和机会成本成负相关;郎艳怀^[15]分析了信息共享对供应链的数量折扣和经销权费用的调节机制的影响;吴文清等^[16]基于知识共享基本价值、效应、影响因素的分析,构造企业组织联盟各方知识共享的收益函数,建立知识共享的演化博弈模型,研究知识共享群体的演化稳定策略,体现了知识共享对于供应链的重要性;赵道致等^[17]分析了物联网环境下,供应链信息的全面实时共享对制造商制造能力共享策略的影响;Rached等^[18]研究了信息共享对单产品供应链的影响,通过建模表明信息的共享对供应链的整体利益起着正向的作用。Prajogo等^[19]将信息共享和物流结合在一起,整体放入供应链系统中加以研究,研究发现信息技术和信息共享均对物流一体化有显著影响。Wang等^[20]在明确信息共享的重要性的前提下,提出了多种不同的激励机制来提高供应链企业信息共享的积极性。

由此可见,信息共享在企业合作中的重要性。

为了维持联盟的稳定性,提高联盟的整体收益应该对信息共享行为予以鼓励,因此探讨信息共享与利益分配之间的关系具有重要意义。

在冷链物流联盟的研究中,利益分配与信息共享的关系一直未得到足够的重视。信息是现阶段推动企业发展,减少运作成本,提高效率的主要动力。本文在城市冷链物流联盟中加入信息共享水平这一影响因素,进行演化博弈分析,通过分析信息共享对产出的影响,探讨联盟中共享水平、学习能力与利益分配因素等对联盟的影响。

一、演化博弈模型分析

(一)动态演化博弈基本模型

根据演化博弈的理论,如果一种策略在系统博弈中的收益高于该平均收益,这种策略则会得到推广并发展,该定义用微分方程可表示为:

$$\frac{d\theta_i}{dt} = \theta_i(E_i - \bar{E}),$$

其中: i 为博弈参与者所选择的策略, θ_i 为参与者采用策略 i 时的概率, E_i 表示采用 i 策略时的收益, \bar{E} 表示参与者的平均收益。

(二)基本假设

每个企业都拥有其独有的信息,在组成物流联盟后企业之间会进行沟通交流,为了提高联盟的整体效益,企业会与合作企业进行信息共享,但是不同的企业与合作者共享的水平有高低。在此,将博弈时的策略分为积极合作和消极合作。积极合作,在该策略下共享的水平较高,企业愿意与合作企业去共享自己的信息,同时,企业会有信息共享的成本投入,也有学习成本的投入。消极合作即在该策略下共享的水平为零值,但是在对方选择积极合作时,仍会有学习的成本投入。

为简化模型,本文进行如下约束:

假设1:联盟中合作双方都是有限理性的主体,追求的目标均是利益最大化。

假设2:在进行信息共享时,会有风险的产生,假定风险是中性的。

假设3:水平是一个定性的概念,本文在假定信息是可以被价值化的,同时假定双方进行合作时投入的共享成本是可以被测量的。

(三)博弈模型的构建

在组成冷链物流联盟以后,当前为联盟组建后的第 t 期。假设在 $t-1$ 期时联盟内未进行信息共享,在第 t 期时企业可以选择的策略集合为 $S_n\{\text{积极}$

合作,消极合作}。

I_a, I_b : $t-1$ 期时联盟内企业 a 和 b 各自得到的利益;

θ_1, θ_2 : t 期企业 a 和 b 的利润分配比例;

a_i : 企业拥有的信息的价值;

r_i : 企业学习能力系数;

w_i : 企业学习合作企业共享的信息所花费的学习成本;

c_i : 企业选择积极合作时的合作成本;

δ_i : 企业在积极合作情况下,共享信息时的风险系数,它主要由信息外泄对企业自身的竞争力带来的负面影响造成的;

$V = u_1 a_1 r_2 + u_2 a_2 r_1$ 为积极合作情况下产生的额外收益,其中 u_i 代表企业 i 的共享水平, $0 \leq u_i \leq 1$ 。

下面针对企业 a 和 b 冷链企业不同策略进行分类讨论。

a) 当 a 选择积极合作, b 也选择积极合作时,其收益分别为:

$$A: I_a + \theta_1 V - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1,$$

$$B: I_b + \theta_2 V - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2;$$

b) 当 a 选择积极合作, b 选择消极合作时,其收益分别为:

$$A: I_a + \theta_1 u_1 a_1 r_2 - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1,$$

$$B: I_b + \theta_2 u_1 a_1 r_2 - w_2;$$

c) 当 a 选择消极合作, b 选择积极合作时,其收益分别为:

$$A: I_a + \theta_1 u_2 a_2 r_1 - w_1,$$

$$B: I_b + \theta_1 u_2 a_2 r_1 - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2;$$

d) 当 a 选择消极合作, b 也选择消极合作时,其收益分别为:

$$A: I_a, B: I_b。$$

用表格形式将联盟的收益矩阵列出,见表1。

表1 企业 a 和 b 的收益矩阵

企业	B 企业	
	积极合作(y)	消极合作($1-y$)
A 企业	积极合作(x) $I_a + \theta_1 V - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1$ $I_b + \theta_2 V - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2$	$I_a + \theta_1 u_1 a_1 r_2 - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1$ $I_b + \theta_2 u_1 a_1 r_2 - w_2$
	消极合作($1-x$) $I_a + \theta_1 u_2 a_2 r_1 - w_1$ $I_b + \theta_1 u_2 a_2 r_1 - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2$	I_a I_b

其中 x 为 a 企业采取积极合作策略的概率,则 a 企业采取消极合作策略的概率为 $1-x$, b 企业采取积极合作策略的概率为 y ,则 $1-y$ 为 b 企业采取消极合作策略的概率。

(四)模型的求解

求出 a 、 b 企业在两种策略下各自的期望收益,并运用动态博弈理论对模型进行求解,具体步骤如下。

1. 联盟内冷链物流企业 a 的期望利益

(1) 当企业 a 采取积极合作策略的期望利益为:

$$E_{a, \text{coo}} = y(I_a + \theta_1 V - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1) +$$

$$(1-y)(I_a + \theta_1 u_1 a_1 r_2 - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1).$$

当 a 企业采取积极合作策略时的期望利益,即在 a 企业选择积极合作的前提下, b 企业分别选择积极合作和消极合作时, a 企业收益的加权平均和。

(2) 当企业 a 采取消极合作策略的期望利益为:

$$E_{a, \text{com}} = y(I_a + \theta_1 u_2 a_2 r_1 - w_1) + (1-y)I_a.$$

当 a 企业采取消极合作策略时的期望利益,即在 a 企业选择消极合作的前提下, b 企业分别选择积极合作和消极合作时, a 企业收益的加权平均和。

(3) 由以上可得企业 a 的平均期望利益为:

$$\bar{E}_a = xE_{a, \text{coo}} + (1-x)E_{a, \text{com}}.$$

即为冷链物流 a 企业采取积极合作策略和采取消极合作策略的期望利益之和。

建立出企业 a 的复制动态方程:

$$F(x) = dx/dt = x(E_{a, \text{coo}} - \bar{E}_a)$$

$$= x(1-x)(y\omega_1 + \theta_1 u_1 a_1 r_2 - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1).$$

2. 联盟内冷链物流企业 b 的期望利益

(1) 当企业 b 采取积极合作策略的期望利益为:

$$E_{b, \text{coo}} = x(I_b + \theta_2 V - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2) +$$

$$(1-x)[I_b + \theta_2 u_2 a_2 r_1 - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2].$$

当 b 企业采取积极合作策略时的期望利益,即在 b 企业选择积极合作的前提下, a 企业分别选择积极合作和消极合作时 b 企业收益的加权平均和。

(2) 当企业 b 采取消极合作策略的期望利益为:

$$E_{b, \text{com}} = x(I_b + \theta_2 u_1 a_1 r_2 - w_2) + (1-x)I_b.$$

当 b 企业采取消极合作策略时的期望利益,即在 b 企业选择消极合作的前提下, a 企业分别选择积极合作和消极合作时, b 企业收益的加权平均和。

(3) 可得企业 b 的平均期望利益为:

$$\bar{E}_b = yE_{b, \text{coo}} + (1-y)E_{b, \text{com}}.$$

也就是冷链物流 b 企业采取积极合作策略及消极合作策略两种情况下的期望利益之和。

建立企业 b 的复制动态方程:

$$F(y) = dy/dt = y(E_{b,coo} - \bar{E}_b) \\ = y(1-y)(xw_2 + \theta_2 u_2 a_2 r_1 - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2).$$

3. 复制动态方程平衡点的求解

冷链物流联盟企业选择积极合作策略进行合作的复制动态方程组为:

$$\begin{cases} F(x) = dx/dt = x(E_{a,coo} - \bar{E}_a) \\ = x(1-x)(yw_1 + \theta_1 u_1 a_1 r_2 - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1) \\ F(y) = dy/dt = y(E_{b,coo} - \bar{E}_b) \\ = y(1-y)(xw_2 + \theta_2 u_2 a_2 r_1 - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2) \end{cases}.$$

于是,城市冷链物流联盟中企业 a、b 信息共享合作的演化博弈可用两个微分方程组成的系统来描述。求解出动态微分方程组演化稳定策略,首先要求出他们的平衡点,复制动态方程的平衡点满足以下两个条件:

$$\begin{cases} F(x^*) = 0 \\ F'(x^*) < 0 \end{cases}.$$

同时演化稳定策略的判定可以根据均衡点的雅克比矩阵的行列式 $\det J$ 及该矩阵的迹 $\text{tr} J$ 的符号判断。若演化博弈的均衡点满足: $\begin{cases} \det J > 0 \\ \text{tr} J < 0 \end{cases}$ 则该均衡点具有稳定性。

$$\text{雅克比矩阵为: } \chi = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} \end{bmatrix},$$

其中: $\frac{\partial F(x)}{\partial x} = (1-2x)(yw_1 + \theta_1 u_1 a_1 r_2 - w_1 - c_1 - u_1 a_1 \delta_1),$

$$\frac{\partial F(x)}{\partial y} = x(1-x)w_1, \frac{\partial F(y)}{\partial x} = y(1-y)w_2,$$

$$\frac{\partial F(y)}{\partial y} = (1-2y)(xw_2 + \theta_2 u_2 a_2 r_1 - w_2 - c_2 - u_2 a_2 \delta_2).$$

令 $F(x)=0, F(y)=0$ 。此时得到五个平衡点:

$$O(0,0), A(1,0), B(0,1), C(1,1), D(x^*, y^*).$$

$$\text{其中: } x^* = \frac{w_2 + c_2 + u_2 a_2 \delta_2 - \theta_2 u_2 a_2 r_1}{w_2}, y^* = \frac{w_1 + c_1 + u_1 a_1 \delta_1 - \theta_1 u_1 a_1 r_2}{w_1}.$$

(五) 平衡点稳定性的分析

对 O, A, B, C, D 这 5 个平衡点的稳定性进行分析。令 $M = c_2 + u_2 a_2 \delta_2 - \theta_2 u_2 a_2 r_1, N = c_1 + u_1 a_1 \delta_1 - \theta_1 u_1 a_1 r_2$ 。

$$\text{当 } \frac{w_2 + M}{w_2} < 1, \frac{w_1 + N}{w_1} < 1 \text{ 时, 此时 } M < 0, N <$$

0, 即由于信息共享而创造出的收益大于企业额外投入的成本, 企业 a、企业 b 都采取积极合作策略。其

稳定性分析结果见表 2。

表 2 当 $\frac{w_2 + M}{w_2} < 1, \frac{w_1 + N}{w_1} < 1$ 时

平衡点的稳定性分析			
均衡点	行列式($\det J$)	迹($\text{tr} J$)	结果
$x=0, y=0$	大于零	小于零	演化稳定策略(ESS)
$x=1, y=0$	大于零	大于零	不稳定点
$x=0, y=1$	大于零	大于零	不稳定点
$x=1, y=1$	大于零	小于零	演化稳定策略(ESS)
$x=x^*, y=y^*$	小于零	等于零	鞍点

在该系统的 5 个平衡点中, O 点和 C 点具有局部稳定性, 是演化稳定策略(ESS)。这两点分别对应于企业双方选择(消极合作, 消极合作)策略和(积极合作, 积极合作)策略。其余三个局部平衡点分别是不稳定的 A 点和 B 点和一个鞍点 D 。此时冷链物流联盟里企业采取积极合作策略的意愿由点 D 的位置所决定。动态演化情况如图 1 所示。

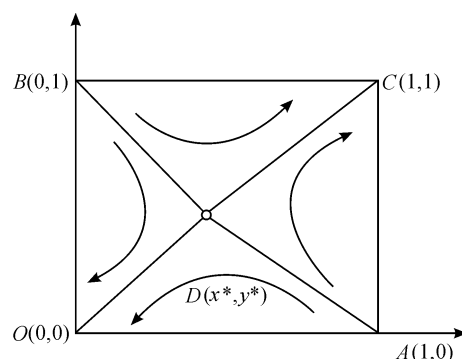


图 1 当 $\frac{w_2 + M}{w_2} < 1, \frac{w_1 + N}{w_1} < 1$ 时的动态演化

由图 1 可知, 在形成的区域 $ADBC$ 中, 演化博弈收敛于 C , 即在城市冷链物流联盟的博弈中, 双方都采取积极的合作, 企业愿意与合作者进行积极的信息共享。在形成的区域 $ADBO$ 中收敛于 O 点, 企业选择的策略是消极合作。即在城市冷链物流联盟中, 企业之间信息共享的演化博弈是随着鞍点 D 的变化从而收敛于不同的均衡点, 企业既可能选择(积极合作, 积极合作)策略, 也可能选择(消极合作, 消极合作)策略。

企业间合作的共享水平、利益分配系数、投入的成本等均可能成为企业在选择积极合作时, 获得额外的收益小于投入成本的原因, 同时也能影响博弈最终的均衡情况。

可分为三种情况讨论:

(1) 当企业都采取积极合作策略时, 同时 $\frac{w_2 + M}{w_2} > 1, \frac{w_1 + N}{w_1} > 1$ 。系统有 4 个局部平衡点 $O(0,0), A(1,0), B(0,1), C(1,1)$, 其中 O 为稳定点 ESS, A, B 为鞍点, C 为不稳定点。其稳定性分析结

果见表 3。

表 3 当 $\frac{w_2+M}{w_2}>1, \frac{w_1+N}{w_1}>1$ 时的

局部平衡点的稳定性分析

均衡点	行列式 (detJ)	迹 (trJ)	结果
$x=0, y=0$	大于零	小于零	演化稳定策略 (ESS)
$x=1, y=0$	小于零	不确定	鞍点
$x=0, y=1$	小于零	不确定	鞍点
$x=1, y=1$	大于零	大于零	不稳定点

在此情况下联盟动态演化的轨迹中,系统最终收敛于 O 点,企业会采取的策略均为消极合作,如图 2 所示。

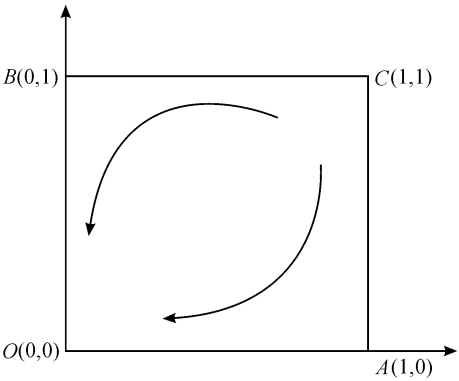


图 2 当 $\frac{w_2+M}{w_2}>1, \frac{w_1+N}{w_1}>1$ 时的动态演化

(2) 当企业都采取积极合作策略时,同时 $\frac{w_2+M}{w_2}<1, \frac{w_1+N}{w_1}>1$ 。可得到系统有 4 个局部平衡点 $O(0,0), A(1,0), B(0,1), C(1,1)$, 其中 O 为稳定点 ESS, B, C 为鞍点, A 为不稳定点。其稳定性分析结果见表 4。

表 4 当 $\frac{w_2+M}{w_2}<1, \frac{w_1+N}{w_1}>1$ 时的

局部平衡点的稳定性分析

均衡点	行列式 (detJ)	迹 (trJ)	结果
$x=0, y=0$	大于零	小于零	演化稳定策略 (ESS)
$x=1, y=0$	大于零	大于零	不稳定点
$x=0, y=1$	小于零	不确定	鞍点
$x=1, y=1$	小于零	不确定	鞍点

在此情况下联盟动态演化的轨迹中,系统最终收敛于 O 点,企业会采取的策略为消极合作,如图 3 所示。

(3) 当企业都采取积极合作策略时,同时 $\frac{w_2+M}{w_2}>1, \frac{w_1+N}{w_1}<1$ 。可得到系统有 4 个局部平衡点 $O(0,0), A(1,0), B(0,1), C(1,1)$, 其中 O 为稳定点 ESS, A, C 为鞍点, B 为不稳定点。其稳定性分析结果见表 5。

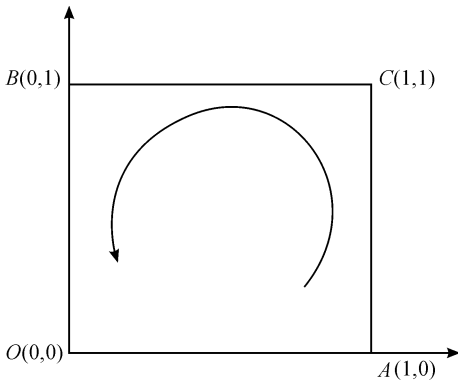


图 3 当 $\frac{w_2+M}{w_2}<1, \frac{w_1+N}{w_1}>1$ 时的动态演化

表 5 当 $\frac{w_2+M}{w_2}>1, \frac{w_1+N}{w_1}<1$ 时的

局部平衡点的稳定性分析

均衡点	行列式 (detJ)	迹 (trJ)	结果
$x=0, y=0$	大于零	小于零	演化稳定策略 (ESS)
$x=1, y=0$	小于零	不确定	鞍点
$x=0, y=1$	大于零	大于零	不稳定点
$x=1, y=1$	小于零	不确定	鞍点

在此情况下联盟动态演化的轨迹中,系统最终收敛于 O 点,企业会采取的策略为消极合作,如图 4 所示。

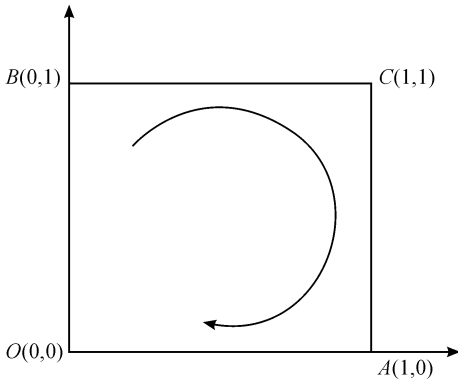


图 4 当 $\frac{w_2+M}{w_2}>1, \frac{w_1+N}{w_1}<1$ 时的动态演化

综上所述,基于信息共享的城市冷链物流联盟的演化博弈中,联盟最终的均衡状态,与模型中相关参数的设置有着紧密的联系。随着参数的改变,联盟有可能趋于积极合作,也有可能趋于消极合作。

二、博弈模型的参数分析

在城市冷链物流配送中,组建联盟的目的是为了分担成本,增加利润,提高联盟的整体竞争力。而信息共享是可以对联盟的合作具有促进作用,故而以下的分析是以积极合作为前提进行讨论,在此基础上使得利益最大增加。因此,在以上四种不同情况下,笔者只考虑第一种情况,即 $\frac{w_2+c_2+u_2a_2\delta_2-\theta_2u_2a_2r_1}{w_2}<1$,

$$\frac{w_1 + c_1 + u_1 a_1 \delta_1 - \theta_1 u_1 a_1 r_2}{w_1} < 1$$
 共享所付出的合作成本

和面临的风险均可以由信息共享后分得的收益完全补偿,企业双方采取积极合作策略。

从图1中可知,当区域BDAC的面积越大,系统收敛于均衡点C(1,1)的概率越大,即博弈双方都选择积极合作的可能性越大。以此为依据,对影响系统演化情况的各参数进行讨论。

$$S_{BDAC} = 1 - \frac{1}{2} \left(\frac{w_2 + c_2 + u_2 a_2 \delta_2 - \theta_2 u_2 a_2 r_1}{w_2} + \frac{w_1 + c_1 + u_1 a_1 \delta_1 - \theta_1 u_1 a_1 r_2}{w_1} \right).$$

(一)共享水平 u_i 对模型的影响

企业共享的信息为 $a_i u_i$,此时由于共享带来的风险 $u_i a_i \delta_i$,对方企业在学习共享的信息后创造的价值为 $u_i a_i r_j$ 。当面临的风险可以由对方企业在学习后创造的价值中企业所分配的部分 $\theta_i u_i a_i r_j$ 补偿时,共享的信息越多, $u_j a_i$ 越大,区域BDAC的面积越大,企业双方都选择积极合作策略的可能性越大。

(二)风险系数 δ_i 对模型的影响

同理,讨论风险系数对系统演化的影响,当风险系数越小时,折线上区域BDAC的面积越大,从而系统收敛于均衡点C(1,1)的概率也越大。当企业面临的风险过大时,主要是核心信息泄露时的风险,因为核心信息是企业的核心竞争力,当进行共享以后,可能会出现信息大范围的泄露给联盟外的竞争者或者面临共享以后合作企业毁约退出联盟,从而对企业自身的发展造成威胁。因而需要协调好利益分配与系统风险之间的关系,对分享得更多的信息、

面临更多风险的企业给予更多利益补偿。良好的利益分配机制可以激励企业内部进行共享的积极性、以实现共享后联盟超额收益最大化。

(三)为企业投入的成本对系统演化的影响

对于企业的学习成本 w_i 而言,当 w_i 增加时,区域BDAC的面积增加,积极合作的意向也增加从而系统收敛于均衡点C(1,1)的概率也增大。投入的成本增多,从而企业的学习能力也越强,产出也越多,对于联盟整体而言增加的收益也越多。而对于企业选择积极合作时的合作成 c_i 而言,合作成本 c_i 越小时,区域BDAC的面积越大,在系统的动态演化中,联盟内合作双方收敛于均衡点C(1,1)的概率也在随之增加,从而企业双方更加趋向于选择积极合作策略。

(四)共享水平 u_i 与 θ_i 利益分配之间的关系对系统演化的影响

企业的合作成本 c_i 是与共享水平 u_i 正相关,要维持联盟的合作倾向,在考虑合作成本的情况下,要根据企业的投入以及共享的程度进行合理的利益分配,从而保证企业信息共享的积极性。

三、基于 Matlab 的动态演化博弈仿真

(一)初始合作意愿

企业合作的初始意愿不同时,企业双方经过博弈后,联盟动态演化最终收敛的点也不同,企业选择的策略也不一样。设定其余参数不变时,仅改变企业的初始合作意愿,通过 Matlab 程序对联盟的演化过程进行模拟仿真,来变现博弈双方的演化趋势。相关参数设置见表6。

表6 相关参数设置

参数	w_1	w_2	c_1	c_2	u_1	u_2	a_1	a_2	δ_1	δ_2	θ_1	θ_2	r_1	r_2
数值	21	21	21	21	0.5	0.5	84	84	0.25	0.25	0.5	0.5	2	2

初始积极合作意愿:

当 $x_a=0.4, y_b=0.5$ 时,企业演化趋势如图5所示。

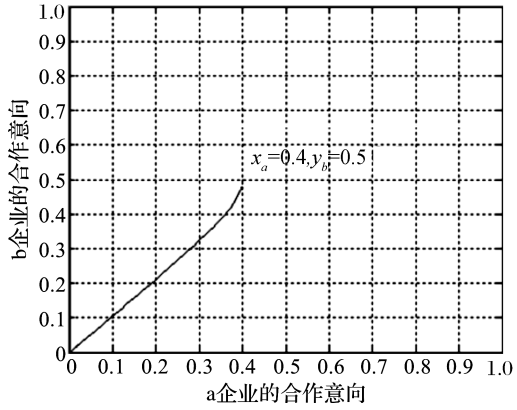


图5 企业演化趋势

当 $x_a=0.6, y_b=0.7$ 时,企业演化趋势如图6所示。

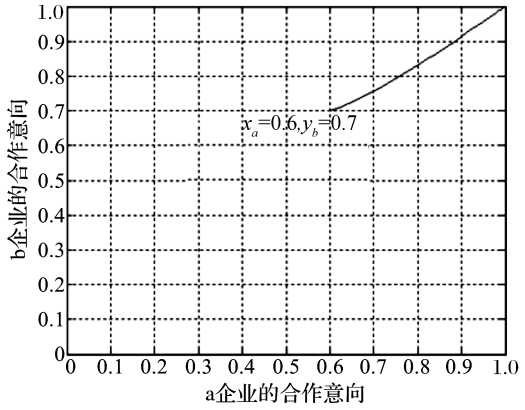


图6 企业演化趋势

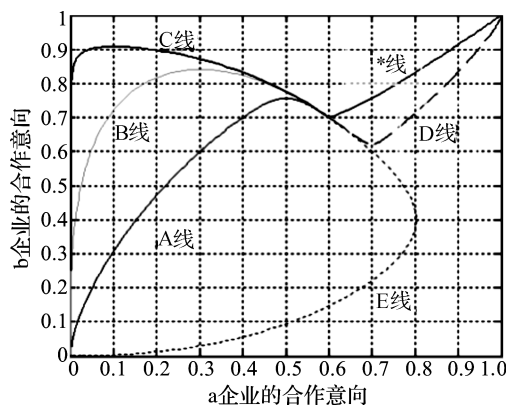
由图5可知,初始意愿 $x_a=0.6, y_b=0.7$ 时联盟动态演化过程最终收敛于点(0,0),博弈双方选择消极合作策略。当初始合作意向为 $x_a=0.6, y_b=0.7$ 时最终收敛于均衡点(1,1),故而可知初始合作意愿是可以影响博弈的演化趋势的,当初始合作意愿较高时,联盟中博弈双方更倾向于选择积极合作策略。

(二)风险系数与利益分配的变化

当企业面临的风险不同时,企业双方经过博弈后,联盟动态演化最终收敛的点不同,企业选择的策略也不一样。为了探究风险系数与企业的利益分配比例之间的关系,设定其余参数不变时,提高a企业的风险系数,探究在不同利益分配比例的情况下a企业的合作意向,通过Matlab程序对联盟的演化过程进行模拟仿真,来表现博弈双方的演化趋势。相关参数设置见表7。初始积极合作意愿为 $x_a=0.6, y_b=0.7$ 时,风险系数 $\delta_1=0.4, \delta_2=0.25$ 。企业的演化趋势如图7所示。

表7 相关参数设置

参数	w_1	w_2	c_1	c_2	u_1	u_2	a_1	a_2	r_1	r_2
数值	21	21	21	21	0.5	0.5	84	84	2	2



*线: $\theta_1=0.5, \theta_2=0.5, \delta_1=0.25, \delta_2=0.25$ 时的演化趋势线
风险系数为 $\delta_1=0.4, \delta_2=0.25$;

- A线: $\theta_1=0.5, \theta_2=0.5$ 时的演化趋势线
- B线: $\theta_1=0.45, \theta_2=0.55$ 时的演化趋势线
- C线: $\theta_1=0.4, \theta_2=0.6$ 时的演化趋势线
- D线: $\theta_1=0.55, \theta_2=0.45$ 时的演化趋势线
- E线: $\theta_1=0.6, \theta_2=0.4$ 时的演化趋势线

图7 企业演化趋势

相对于图7中*曲线而言,A曲线的风险系数增加,但是由于利益分配没有相应改变,博弈趋于消极合作策略,联盟内企业均不愿意与合作者进行共享,联盟趋于破裂。因而当企业承担的风险增大时,企业分得的利益比例应相应的增加,否则联盟将趋于消极合作策略。由曲线D、曲线E可知,利益分配

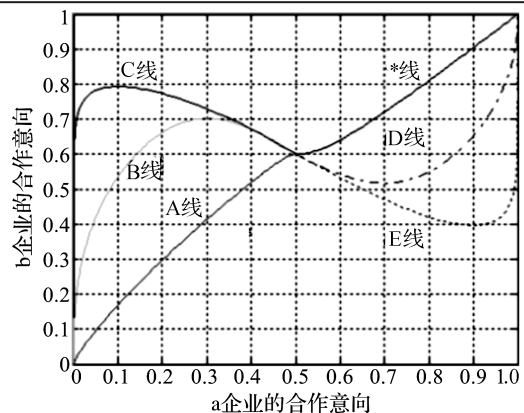
需要在风险变化时呈现合理的改变,否则联盟内的博弈仍会趋于消极合作。

(三)共享水平、投入的成本和利益分配的变化

企业投入的成本与企业的共享水平是正相关的,当企业的共享水平以及投入的成本不同时,联盟动态演化最终收敛的点不同,企业选择的策略也不一样。为了探究共享水平、投入成本与企业的利益分配比例之间的关系,设定其余参数不变时,提高a企业的共享水平、投入的成本,探究在不同利益分配比例的情况下,a企业的合作意向,通过Matlab程序对联盟的演化过程进行模拟仿真,来表现博弈双方的演化趋势。相关参数设置见表8。初始积极合作意愿 $x_a=0.5, y_b=0.6$ 时,企业的演化趋势如图8所示。

表8 相关参数设置

参数	w_1	w_2	c_1	c_2	u_1	u_2	a_1	a_2	δ_1	δ_2	r_1	r_2
数值	21	21	32	21	0.65	0.5	84	84	0.25	0.25	2	2



*线: $\theta_1=0.5, \theta_2=0.5, c_1=21, u_1=0.5$ 时的演化趋势线

共享水平、投入的成本分别为 $c_1=32, u_1=0.65$;

- A线: $\theta_1=0.5, \theta_2=0.5$ 时的演化趋势线
- B线: $\theta_1=0.45, \theta_2=0.55$ 时的演化趋势线
- C线: $\theta_1=0.4, \theta_2=0.6$ 时的演化趋势线
- D线: $\theta_1=0.55, \theta_2=0.45$ 时的演化趋势线
- E线: $\theta_1=0.6, \theta_2=0.4$ 时的演化趋势线

图8 企业演化趋势

由图8可知,A曲线相对于*曲线而言,a企业的共享水平与成本均增加,联盟内利益分配制度未出现相应的改变联盟将趋于点(0,0),选择消极合作策略。曲线D、E在对利益分配进行相应调整以后,共享水平越高的企业相应的利益分配比例也增加,此时联盟动态演化过程最终收敛于均衡点(1,1),双方更倾向于选择积极合作策略。由此可知当企业投入的共享的成本增加时,相应的企业共享的也增加,与此同时对应的企业利益分配比例也应出现相应的调整,否则共享多的一方会由于利益分配的不公趋于选择消极合作策略。

四、结 论

冷链物流是近年研究的热点,现有研究大多忽略了信息共享对联盟内利益分配的影响,信息共享既是组建联盟的前提也是维持企业之间相互信任的重要保障。在联盟建立和存续期间,由于沟通与交流的存在,联盟内会出现信息的外溢,同时由于信息共享联盟内的合作也更为紧密,企业之间信任水平也会增加。

本文从信息共享视角出发,运用演化博弈理论构建了复制动态方程,发现信息水平提高会使得企业间积极合作的意愿增加,从而联盟的发展更为稳定。当企业信息共享水平提高时,联盟整体的利益产出也应相应的增加,通过 Matlab 仿真得知:为了维持合作的稳定性,企业分配到的利益比例也应该相应的增加,否则联盟将趋于不合作。

对于企业的信息共享水平,可以从企业之间共享信息的次数与价值度进行衡量,对采集到的历史数据进行分析;企业之间进行共享的信息的价值度可以在市场调研以及咨询专家后确定其价值度。可从企业运营时面临的风险,以及在进行信息共享过程中信息外泄时有可能对企业造成的损失两方面考虑风险系数。企业投入的成本主要可以通过运营时投入的冷链设施成本、研发成本以及学习成本来衡量。在后续对于联盟利益分配的研究中,综合衡量企业的共享水平,企业投入的人力、物力等成本,企业任务完成情况以及任务的困难程度等来确定,从而建立有效的利益分配评价体系,更好地营造联盟中企业间积极合作的氛围。

参考文献:

- [1] 张镭. 百亿的仓储自动化智能的冷链物流服[EB/OL]. (2016-08-07) [2018-04-07]. <http://www.199it.com/archives/504818.html>.
- [2] 陈然,兰洪杰,殷悦. 发展冷链物流共同配送的探讨[J]. 物流工程与管理,2009,31(4):62-64.
- [3] 牛玉君,余霞. 城市共同配送模式研究综述[J]. 中国储运,2015,36(9):122-125.
- [4] 孙兴丽,王殿茹,张举钢,等. 基于合作竞争演化博弈分析的城市冷链物流共同配送问题研究[J]. 物流技术,2014,33(23):260-263.
- [5] 陶文钊,卫振林,李宝文. 基于非合作博弈的城市食品冷链共同配送定价[J]. 北京交通大学学报(自然科学版),2017,41(3):28-33.
- [6] 魏兰. 生鲜农产品电子商务供应链中的利益分配[J]. 物流工程与管理,2018,40(2):47-50.
- [7] 毛敏,薄琳. 生鲜农产品配送中物流联盟利益分配分析[J]. 物流技术,2017,36(6):130-133.
- [8] 王云鹏,卫振林. 基于快递末端服务合作联盟的利益分配研究[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版),2017,39(1):599-602,618.
- [9] Cummings J N. Work groups, structural diversity, and knowledge sharing in a global organization [J]. Management Science, 2004, 50(3):352-364.
- [10] Jackson S E, Chuang C H, Harden E E, et al. Toward developing human resource management systems for knowledge intensive teamwork [J]. Research in Personnel & Human Resources Management, 2006, 25(6):27-70.
- [11] Bandyopadhyay S, Pathak P. Knowledge sharing and cooperation in outsourcing projects: a game theoretic analysis[J]. Decision Support Systems, 2007, 43(2):349-358.
- [12] Shih M H, Tsai H T, Wu C C, et al. A holistic knowledge sharing framework in high-tech firms: game and co-opetition perspectives [J]. International Journal of Technology Management, 2006, 36(4):354-367.
- [13] 程钧谟,王琪琪,宋美玲,等. 基于成本收益的供应链企业间知识共享重复博弈分析[J]. 统计与决策,2016(1):182-185.
- [14] 商淑秀,张再生. 虚拟企业知识共享演化博弈分析[J]. 中国软科学,2015(3):150-157.
- [15] 郎艳怀. 信息共享的两级供应链优化模型[J]. 中国管理科学,2014,22(S1):447-451.
- [16] 吴文清,张海红,赵黎明. 竞合视角下企业组织联盟知识共享演化与激励[J]. 北京理工大学学报(社会科学版),2015,17(5):63-68.
- [17] 赵道致,杜其光. 供应链中需求信息更新对制造能力共享的影响[J]. 系统管理学报,2017,26(2):374-380.
- [18] Rached M, Bahroun Z, Campagne J P. Assessing the value of information sharing and its impact on the performance of the various partners in supply chains [J]. Computers & Industrial Engineering, 2015, 88(22):237-253.
- [19] Prajogo D, Olhager J. Supply chain integration and performance: the effects of long-term relationships, information technology and sharing, and logistics integration [J]. International Journal of Production Economics, 2012, 135(1):514-522.
- [20] Wang H W, Yan Y S, Wei L. A holistic incentive model of information sharing in supply chain [J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 457(8):1403-1406.

Research on evolutionary game of urban cold chain logistics alliance: From the perspective of information sharing

HU Jueliang^a, WEN Luxiao^b, HAN Shuguang^a

(a. School of Sciences; b. School of Economics and Management,
Zhejiang Sci-Tech University, Hangzhou 310018, China)

Abstract: Urban cold chain logistics is closely related to our life. The high cost of urban cold chain logistics is an important problem which hinders its development. The construction of urban cold chain logistics alliance can reduce the operation cost of urban cold chain logistics. To better maintain the stability of the alliance, this paper analyzed the importance of information sharing for urban cold chain logistics alliance from the perspective of analog simulation, proposed information sharing is an important factor which adjusts profit distribution of cold chain enterprises. At the same time, this paper applied evolution game theory to discuss the influence of information sharing and profit distribution on the alliance. Besides, dynamic replication equation was constructed, and Jacobian matrix was used to judge the stability. At last, Matlab was used for analog simulation. The results show that, when enterprises enhance analog simulation level, the general output in the alliance will increase, and corresponding profit distribution also should improve. Therefore, the information sharing factor should be taken into consideration in the profit distribution in the alliance. Otherwise, the instability of the cooperation will be caused by the unreasonable profit distribution.

Key words: urban cold chain logistics; alliance; information sharing; evolution game theory

(责任编辑:钱一鹤)