

# 基于 4PL 的跨境电商物流联盟多方行为博弈研究

杜志平<sup>1</sup>, 付帅帅<sup>2</sup>, 穆东<sup>3</sup>, 王丹丹<sup>4</sup>

- (1. 北京物资学院物流学院, 北京 101149; 2. 东南大学经济管理学院, 江苏 南京 211189;  
3. 北京交通大学经济与管理学院, 北京 100044;  
4. 南京航空航天大学经济与管理学院, 江苏 南京 210016)

**摘要:**在对我国 4PL 跨境电商物流联盟运作模式分析的基础上, 针对基于跨境电商平台主导的跨境电商物流联盟, 运用演化博弈理论, 分析联盟内跨境电商平台、物流服务商和商家之间的动态博弈过程, 构建三者在不同策略下的演化博弈模型, 并结合系统动力学对三方策略选择的动态博弈进行仿真分析。结果表明, 在联盟运作过程中: (1) 各方参与者最终会达到“平台监管、物流企业努力、商家参与”的均衡状态, 并且商家参与对联盟稳定运作具有重要作用。平台监管对物流企业策略选择具有直接影响, 其应制定科学的惩罚力度及补偿裁定, 以提升物流服务质量并保障商家权益; (2) 联盟各方参与者对其相关外生变量具有较高的敏感性, 但其最终策略受多个变量的共同作用, 为此平台需发挥其主导作用, 采取多种措施激发物流企业及商家的积极性。

**关键词:**4PL 跨境电商物流联盟; 多方行为; 演化博弈; 系统动力学

中图分类号: F253.9

文献标识码: A

## 1 引言

随着全球经济一体化趋势的持续推进和跨境电子商务的迅速发展, 跨境物流行业的服务能力并不能满足目前激增的服务需求<sup>[1]</sup>, 众多企业也一直在对相关解决方案进行探索, 其中基于 4PL 跨境电商物流联盟作为企业界实践产生的新型物流发展模式, 因其具有高效集成联盟内各物流资源要素、共享联盟物流信息及技术、强化联盟跨境运输功能, 可有效满足消费者对跨境电商物流敏捷性、柔性化、低成本、高效率的综合需求。目前学者们对跨境电商物流的研究主要从实践层面出发, 如 Kawa 等<sup>[2]</sup>在深入分析欧盟跨境电子商务行业的基础上, 提出跨境电子商务集成商的概念, 指出跨境物流是其发展的支撑。Leung 等<sup>[3]</sup>并以香港某制造公司为例, 运用优化理论建立跨境物流运输专线模型, 并证明模型的有效性及其稳健性。Donna 等<sup>[4]</sup>指出跨境物流涉及

货物运输、仓储、边境清关和跨境支付等复杂业务, 这些业务运作效率受各地方政府海关服务水平、法规和政策的影响。Wong 等<sup>[5]</sup>通过构建跨境物流绩效评估模型, 提出进行第三方物流服务外包可有效提升企业跨境物流业务的竞争力。王玉玲<sup>[6]</sup>分析我国跨境电商与跨境物流协同发展中存在的问题, 并以此提出跨境电商与跨境物流协同发展的新模式。Ji Fang 和 Zhang Xiaoheng 等<sup>[7]</sup>指出跨境电子商务与跨境物流缺乏协同作用, 为推动未来跨境物流的发展, 可采用跨境物流混合模式实现跨境物流的本土化运作。张夏恒<sup>[8]</sup>通过构建跨境电商及跨境物流的协同模型, 从不同层面对跨境电商及跨境物流的协同机理及路径进行了探索。跨境电商稳定的增长需求及多元化运作对跨境电商物流的服务功能、服务水平、服务成本等方面的要求也越来越高, 需求层次化趋势日益明显<sup>[9]</sup>。但因我国跨境物流发展起步晚, 目前很少企业能够为客户提供跨境电商物流系统集成、供应链一体化解决方案, 而跨境电商物流作为跨境电商运作的关键服务环节, 高效、有序、协同的跨境电商物流系统是跨境电商发展的保障。

为进一步落实“一带一路”倡议的实施, 抓住供给侧改革机遇, 我国物流企业纷纷与国内外物流企业达成战略合作, 以组建跨境电商物流联盟的模式

收稿日期: 2018-06-05; 修订日期: 2018-10-30

基金项目: 国家自然科学基金资助面上项目(71772016); 2018 北京物资学院科技协同攻关团队建设项目(2018XJGG01)

通讯作者简介: 付帅帅(1991-), 男(汉族), 河南商丘人, 东南大学经济管理学院, 博士研究生, 研究方向: 物流供应链管理, E-mail: chenfushi12@163.com.

来进行相关业务的运作。杜志平和贡祥林<sup>[10]</sup>从联盟战略、运作机制、运作风险、价值创造及稳定性等维度对国内外跨境物流联盟研究现状进行总结,指出其作为新的物流发展模式,是驱动物流业未来发展的新动力。约翰·斯特曼<sup>[11]</sup>认为当组织外协方向转变为4PL时,可增强组织的核心竞争优势。李旭东等<sup>[12]</sup>首先提出基于4PL跨境电商物流联盟的概念,并对其构建策略、组织模式、组织目标进行分析,指出其是有效提升跨境电商物流绩效的新型物流运作模式。基于4PL跨境电商物流联盟通过对客户提供一体化的供应链集成方案,可有效解决跨境电商物流目前在发展过程中遇到的货物通关时间长、作业流程复杂、高风险、货物送达及时性等相关问题,并通过对联盟内的相关主体如承运、报关、配送等物流企业进行整体协调,使联盟成员能够进行高效分工协作,以此为平台商家及客户提供各种高端增值服务,构建互惠共赢的联盟体系。目前基于4PL跨境电商物流联盟有三种运作模式:即分别由第三方物流服务商、跨境电商平台、跨国集团进行主导<sup>[12]</sup>。综合跨境电商物流发展的状况及未来趋势而言,以跨境电商平台为主导的4PL跨境电商物流联盟更具有发展空间,也是本文研究的主体。其运作模式是指跨境电商平台通过利用自身先进技术及品牌影响力,聚集物流服务商及商家,将物流、信息流、资金流、单证流“四流合一”,打造跨境贸易闭环,并为其提供跨境商品销售及物流服务的供应链一体化解决方案。但此模式主导的联盟进行业务运作时存在以下问题:一方面是物流企业竞争性服务难以保证。平台商家对物流服务的品质要求较高,而电商平台出于成本及其他因素考虑,不愿频繁更换提供服务的物流企业,使得物流企业容易产生道德风险,降低为平台商家服务的努力程度;另一方面是物流服务中的消费者权利和监管不对等,商家是物流服务的消费者,但物流服务的监管权属于电商平台,这种情况下难以对联盟中的物流服务实施有效监督。

对于上述联盟运作管理问题,国内外学者主要结合协同学理论<sup>[13]</sup>、博弈论<sup>[14-15]</sup>、网络理论<sup>[16]</sup>等对其研究,但此联盟作为由平台、物流企业、平台商家为核心多主体参与的复杂运作组织,联盟成员策略行为直接影响其业务运作,因各联盟成员在业务运作中的策略选择为多重动态复杂博弈,故可利用演化博弈理论分析联盟各方参与者决策行为间的动态博弈,探究各方博弈行为机理。而系统动力学作为处理非线性动态问题的常用方法,可从系统的角度

对此类问题进行有效刻画,目前已有学者将二者的优势结合,如申亮<sup>[17]</sup>等运用演化博弈对公共服务外包协作机制进行分析,同时结合系统动力学对博弈模型进行仿真分析,并据此对我国公共服务外包协作提出针对性建议。董凌峰<sup>[18]</sup>通过构建基于SD演化博弈的网络舆情扩散模型,以“天津滨海新区爆炸事故”为实例,并据此提出舆情管控建议。为此本文运用演化博弈理论来对联盟多方参与者决策行为动态特性进行探讨,分析联盟多方成员博弈的决策行为;探讨跨境电商平台、物流企业和平台商家在联盟运作中行为的变化轨迹及联盟运作时的稳定演化策略;同时结合系统动力学对联盟多方博弈的动态决策进行仿真分析,研究联盟内各成员不同决策行为对其稳定运作的状态的影响,以揭示联盟运作机制,为其运作管理提供相关理论决策支持。

## 2 联盟多方博弈行为分析

基于平台主导的4PL跨境电商物流联盟在运作过程中,涉及到多方利益主体。由于联盟各参与者作为有限理性人,均以追求自身利益最大化为目标,故三者的策略选择对另外两方及联盟整体都具有影响,使得各方经营策略均处于不同动态变化中,为此分别对三者的运作行为分析。跨境电商平台为提升联盟运作效率,会挑选优质物流企业为商家提供物流服务,通过与物流企业深入合作,提供必要的技术及资金支持来对其跨境业务进行扶持,并采取显性及隐性激励的方式提升其努力水平。但因平台与物流企业信息不对称且目标不同,当平台对企业监管不力时会使其降低服务水平,产生降低客户体验及损害平台及商家利益的行为。故必须对物流企业进行监督管理,制定科学的惩罚策略及监管机制,督促其努力提升物流服务水平,改善跨境物流时效。同时平台也需鼓励商家加入联盟,以此扩大平台商品种类,加强平台的“品牌效应”,协调物流企业与平台商家的关系,保障平台商家权益,以此发挥联盟一体化运作的优势。

物流企业作为多元化业务运作的公司,跨境物流业务只是企业业务运作的一部分,其投入的资源及支持度要视公司发展目标而定,且企业对联盟跨境物流业务越努力,如提升信息化水平、采用高自动化物流系统等,会使其付出的成本必然增加,因此如何兼顾效率与成本<sup>[19]</sup>,让前端技术与后端运营无缝衔接,是物流企业做跨境物流首要考虑的问题。同时物流企业作为跨境物流业务的实施者,其努力水平可通过相关物流绩效如时效性、平台商家满意度

等体现,且当商家因物流物流问题投诉企业时,企业还会受到平台给与的惩罚,这就要求企业选择如何以最低的努力水平以获取最大利益。

商家加入跨境电商联盟进行品牌化运作可有效扩展其销售渠道,增强商家商品品牌的影响力,提升商家自身竞争力,从而在行业获得先发优势,创造更多的经济效益。但商家在加入联盟开拓国外市场时,会面临一系列的机会成本,如国内市场开拓资源投入的减少、语言障碍、市场营销缺乏针对性等,同时商家也必须对国外目标市场、法律、需求、运输成本等情况进行了解。尤其针对跨境物流小批量、空间远、时效差等问题,物流企业的服务努力程度决定了跨境物流效率的高低,平台对物流企业服务质量的监督及服务标准的制定与企业服务努力程度密切相关,为此商家必须做好加入联盟的可行性分析,最大化提升自身收益感知价值。

### 3 联盟多方协同演化博弈模型构建

#### 3.1 模型假设及参数设置

在前人研究的基础上,对联盟多方参与主体博

弈行为提出如下研究假设:假设 1:联盟内各参与主体各参与主体之间信息不对称,且相互之间的决策行为独立,即跨境电商平台、物流企业、平台商家间的策略集分别为{监管物流企业;不监管物流企业}、{努力提升服务水平;不努力提升服务水平}、{参与联盟;不参与联盟},且相应策略的选择概率分别用  $x, y, z$  表示,  $x, y, z \in [0, 1]$ 。假设 2:跨境电商平台作为联盟领导核心,其负责对物流企业服务质量进行监管,同时受理商家对物流企业的投诉,并裁定商家因物流问题遭受的损失。联盟各参与主体作为有限理性人,都以各自利益最大化为目标,当一方做出策略调整时,其他参与主体策略会同步做出调整。联盟内三方博弈模型的参数及符号如表 1,其博弈策略组合及收益矩阵分别图 1、图 2。

#### 3.2 演化博弈模型构建

设定  $L_{ij}$  为联盟内第  $i$  参与者采取策略  $j$  时的期望收益,其中  $i = p, e, c$  分别为跨境电商平台、物流企业、平台商家;  $j = 1, 2$ , 则跨境电商平台选择对物流企业监管、不监管的期望收益、平均收益分别为:

表 1 模型参数及含义

博弈主体	参数	含义
跨境电商平台	$a$	平台从联盟运作中获得的收益
	$b$	当物流企业因不努力被投诉时,平台给与的惩罚及潜在损失
	$c$	在不监管物流企业时,对商家因物流问题遭受损失的补偿裁定
	$d$	平台对物流企业的监管成本
物流企业	$e$	加入联盟时,企业从跨境业务运作中的获益
	$f$	企业在联盟内不努力开展跨境业务时被投诉的可能性
	$h$	企业努力开展联盟跨境业务的成本
平台商家	$j$	商家加入联盟时,因销售渠道增加的获益
	$g$	商家加入联盟运作的机会成本
	$k$	物流企业对联盟内的跨境业务不努力时,给与商家带来的损失
	$l$	当平台监管物流企业时,其对商家因物流问题遭受损失的补偿裁定

表 2 基于 4PL 的跨境电商物流联盟多方行为博弈支付矩阵

平台商家	跨境电商平台监管 ( $x$ )		跨境电商平台不监管 ( $1-x$ )	
	物流企业努力 ( $y$ )	物流企业不努力 ( $1-y$ )	物流企业努力 ( $y$ )	物流企业不努力 ( $1-y$ )
参与 ( $z$ )	$a-d$	$a-d+bf$	$a$	$a$
	$e-h$	$e-bf$	$e-h-c$	$e-c$
	$j-g$	$j-g-k-l$	$j-g+c$	$j-g-k+c$
不参与 ( $1-z$ )	$a-d$	$a-d+bf$	$a$	$a$
	$e-h$	$e-bf$	$e-h-c$	$e-c$
	0	0	0	0

$$\begin{cases} L_{p1} = yz(a-d) + y(1-z)(a-d) \\ \quad + z(1-y)(a-d+bf) + (1-y) \\ \quad (1-z)(a-d+bf) = a-d \\ \quad + bf(1-y) \\ L_{p2} = yza + za(1-y) + ya(1-z) \\ \quad + (1-y)(1-z)a = a \\ L_p = xL_{p1} + (1-x)L_{p2} \end{cases} \quad (1)$$

同理可知:物流企业选择努力开展、不努力开展的联盟跨境业务的期望收益、平均收益及商家选择加入联盟、不加入联盟的期望收益、平均收益分别为:

$$\begin{cases} L_{e1} = xz(e-h) + x(1-z)(e-h) \\ \quad + z(1-x)(e-h-c) + (1-x) \\ \quad (1-z)(e-h-c) = xc + e-h-c \\ L_{e2} = xz(e-bf) + x(1-z)(e-bf) \\ \quad + z(1-x)(e-c) + (1-x)(1-z)e \\ \quad = x(e-bf) + (1-x)(e-2c) \\ L_e = yL_{e1} + (1-y)L_{e2} \end{cases} \quad (2)$$

$$\begin{cases} L_{c1} = xy(j-g) + x(1-y)(j-g-k+l) \\ \quad + y(1-x)(j-g+c) + (1-x) \\ \quad (1-y)(j-g-k+c) = x(l-c) \\ \quad - y(xl-k) + j-c-k-g \\ L_{c2} = 0 \\ L_c = zL_{c1} + (1-z)L_{c2} \end{cases} \quad (3)$$

$J =$

$$\begin{bmatrix} (1-2x)[bf(1-y)-d] & 0 & -x(1-x)bf \\ y(1-y)[bf+(1-y)l] & yc(1-y)(1-x) & (1-2x)[xbf-h-(1-x)(1-y)c] \\ z(1-z)[(1-y)l-c] & (1-2z)[xl(1-y)+c(1-x) \\ \quad -k(1-y)+j-g] & z(1-z)(k-xl) \end{bmatrix}$$

由上述分析可求得其对应的矩阵行列式  $\det(J)$  及矩阵的迹  $tr(J)$ , 如表 3。其中当, 且

由演化博弈原理可知:联盟内跨境电商平台、物流企业、商家群体的复制动态方程分别为:

$$\begin{cases} F(x) = \frac{dx}{dt} = x(L_{p1} - L_{p2}) \\ \quad = x(1-x)[bf(1-y) - d] \\ F(y) = \frac{dy}{dt} = y(L_{e1} - L_{e2}) \\ \quad = y(1-y)[x(bf+c) \\ \quad + zc(1-y) - h - c] \\ F(z) = \frac{dz}{dt} = z(L_{c1} - L_{c2}) \\ \quad = z(1-z)[x(l-c) - y(xl-k) \\ \quad + j + c - k - g] \end{cases} \quad (4)$$

### 3 演化均衡分析

结合上述联盟各博弈群体复制动态方程, 令  $X = (\frac{dF(x)}{dt}, \frac{dF(y)}{dt}, \frac{dF(z)}{dt})^T = f(X, t) = 0$ , 此时求得系统的局部均衡点分别为:

$$\begin{aligned} X_1 &= (0, 0, 0), X_2 = (0, 1, 0), X_3 = (0, 0, 1), \\ X_4 &= (0, 1, 1), X_5 = (1, 0, 0), X_6 = (1, 0, 1), \\ X_7 &= (1, 1, 0), X_8 = (1, 1, 1), \\ X_9 &= (x^*, y^*, z^*) = (\frac{bf(g-j-c)+dk}{dl-bfl}, \end{aligned}$$

$$\frac{bf-d}{bf}, \frac{(g-j-c)(bf)^2 + (dk+ch)bf - dhl}{dc(l-k) + bfc(j-g)})$$

且  $x, y, z \in [0, 1]$ 。根据 Friedman<sup>[20]</sup> 对演化博弈均衡点的判断方法知, 系统的雅克比矩阵为:

表 3 均衡点稳定性分析

均衡点	$\det(J)$	$tr(J)$
$X_1 = (0, 0, 0)$	$-(c+h)(bf-d)(c-k-g+j)$	$-k-d-g-h+bf+j$
$X_2 = (0, 1, 0)$	$h(c+j-k-g)(bf-d)$	$k+bf+g-g-j-d-c$
$X_3 = (0, 0, 1)$	$-d(j+c-g)(c+h)$	$xc+h+j-d-g$
$X_4 = (0, 1, 1)$	$dh(j+c-g)$	$g+h-c-j-d$
$X_5 = (1, 0, 0)$	$-(bf-d)(bf-h)(l-k-g+j)$	$l+j+d-k-h-g$
$X_6 = (1, 0, 1)$	$-d(bf-h)(j-g)$	$j+d+h-bf-g$
$X_7 = (1, 1, 0)$	$(l+j-k-g)(bf-d)(bf-h)$	$k+d+h-l-j-g$
$X_8 = (1, 1, 1)$	$d(bf-h)(j-g)$	$d+g+h-bf-j$

$\det(J) > 0, tr(J) < 0$  时, 上述演化均衡点就会达到稳定状态 (ESS), 但根据表 3 分析结果可知: 跨

境电商平台、物流企业、商家之间的演化均衡状态受多因素共同影响,无法确定上述均衡点中是否存在稳定点,因此可结合计算机仿真的对联盟多方参与者演化稳定情况分析。

### 4 联盟成员协同运作演化仿真分析

#### 4.1 仿真模型的建立

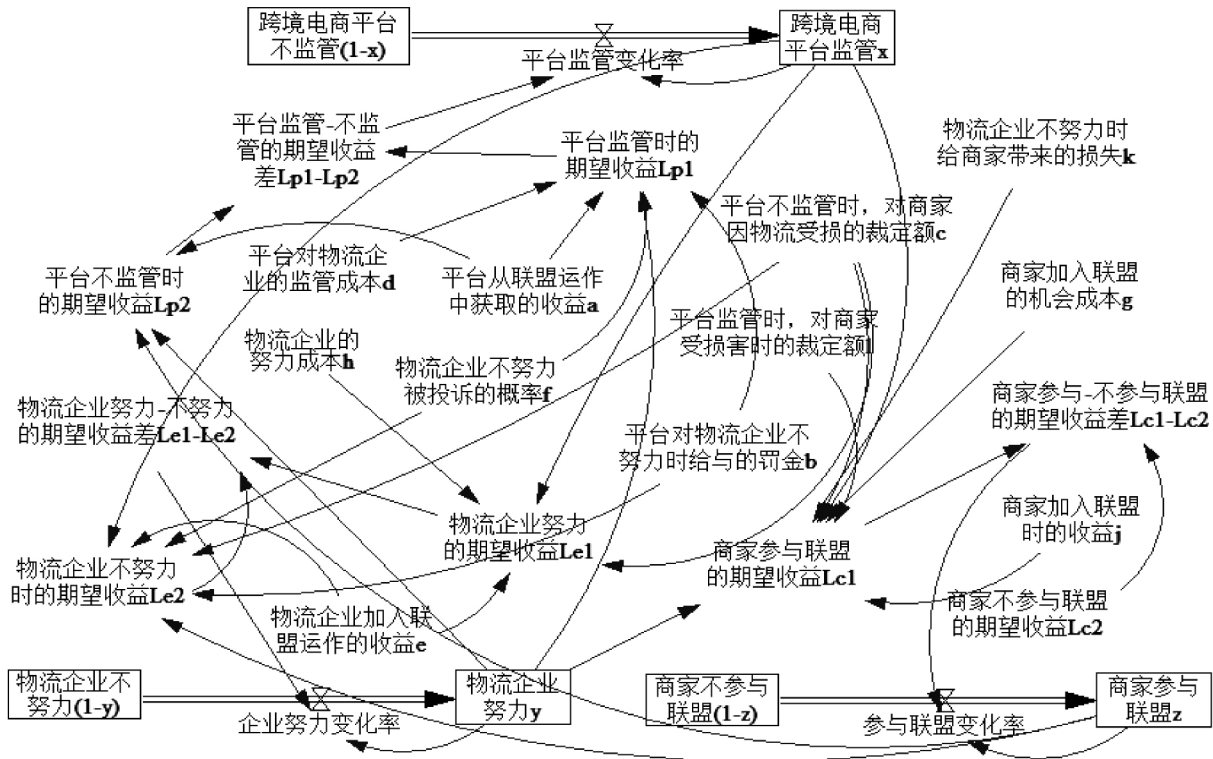


图1 基于SD的4PL跨境电商物流联盟多方行为演化博弈模型

#### 4.2 演化模型仿真分析

在对仿真初始条件设置时,考虑跨境电商物流发展较快的特点,将初始时间设置为0,仿真周期为10个季度,步长为0.05。本文在对调研情况整理的基础上,邀请了5位跨境物流从业人员及20位管理科学领域研究系统仿真的专家,通过邮件及面谈进行咨询,并结合文献[21-22]及根据联盟各参与者行为特点、联盟发展历程等对参数进行综合设定,可有效保证研究结论的准确性。模型各参数初始赋值如表4所示。

表4 模型参数赋值

a	b	c	d	e	f	h	j	g	k	l
45	75	8	7	18	0.2	4	10	2	3	7

在上述模型的基础上,利用系统动力学构建基于SD的4PL跨境电商物流联盟多方行为演化博弈模型,如图1。模型的主要变量根据三方博弈的支付函数进行设定,其中含有三个速率变量、六个水平变量、八个辅助变量及十二个中介变量。其中模型中各变量之间的主要公式由上式(1)-(9)得出。

#### (1) 纯策略的演化稳定分析

联盟参与者采取纯策略时共有八种策略组合。通过对上述策略仿真可知:当各参与者均采取纯策略时,其后续博弈没有一方主动改变其最初策略,联盟也会稳定在平衡状态,但这种状态不是相对稳定的,只要联盟内有一方参与者策略微小调整,系统演化的均衡状态就会被打破。以  $X_5 = (1, 0, 0)$  为例,其仿真结果如图2,结果显示各方参与者都不愿意调整策略来改变联盟现有的均衡状态。当跨境电商平台、商家初始策略不变,物流企业以很小概率 ( $y = 0.01$ ) 对其策略进行调整时,会发现系统均衡策略会从  $X_5 = (1, 0, 0)$  演化至  $X_7 = (1, 1, 0)$ ,如图3。而当物流企业、商家均以微小概率对 ( $y = 0.01, z = 0.01$ ) 经营策略进行调整时,系统均衡策略会快速的从  $X_5 = (1, 0, 0)$  演化至  $X_8 = (1, 1, 1)$

,如图 4。当物流企业提升其努力程度时,即以较大概率( $y = 0.5$ )进行策略调整,同时平台商家以微小概率( $z = 0.01$ )对策略进行调整,系统会快速的演变为  $X_8$  的状态,如图 5 所示。

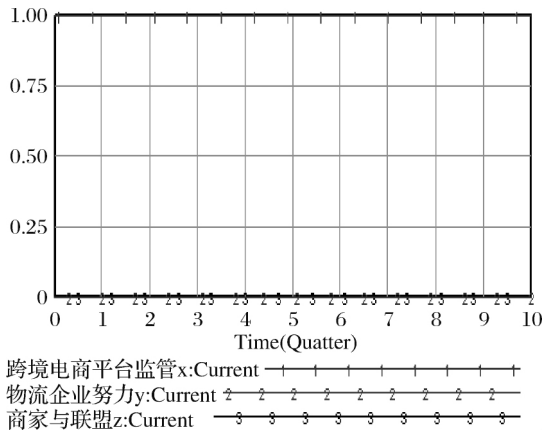


图 2 纯策略  $X_5$  的演化博弈结果

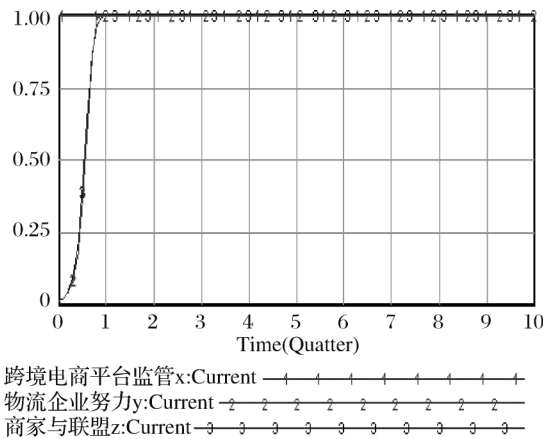


图 3 物流企业策略突变的演化结果

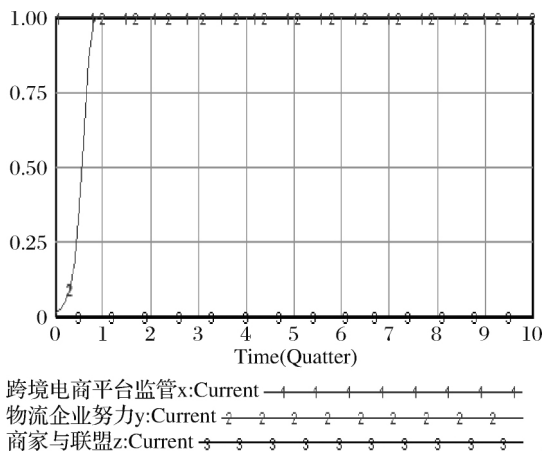


图 4 物流企业、平台商家策略突变的演化结果

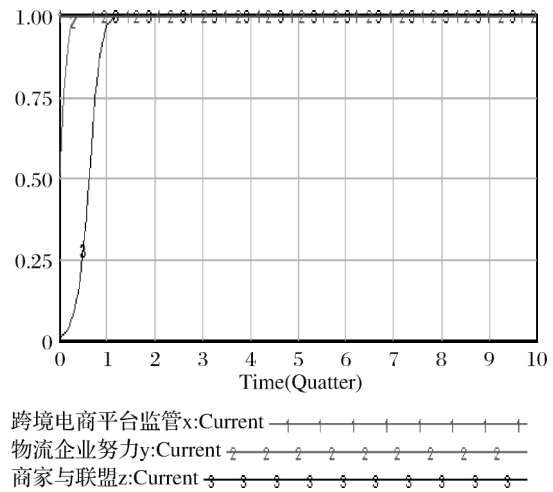


图 5 物流企业、平台商家策略突变时的演化结果

同理进行模拟时发现:只要平台商家对加入联盟具有期望,对其策略进行微小调整,其最终演化策略都会达到 1 的稳定状态,表明商家选择加入联盟是其最优选择,同时也符合联盟利益。但从图 3 可知,若商家没有意愿加入联盟,不论其他参与者策略如何变化,商家都不会选择加入联盟,为此平台必须对平台商家加强引导,鼓励商家加入联盟;在商家加入联盟的情况下,当物流企业提升努力水平时,联盟会快速演化到  $X_8 = (1,1,1)$  的稳定状态。当平台采取较低的概率对物流企业进行监管时,联盟会先演化至  $X_8 = (1,1,1)$  的稳定状态,但随着时间的推移,联盟会逐渐演化到  $X_3 = (0,0,1)$ ,如图 6。因此平台必须对物流企业加强监管,促使企业提升其努力水平,以使联盟达到  $X_8 = (1,1,1)$  的稳定状态。

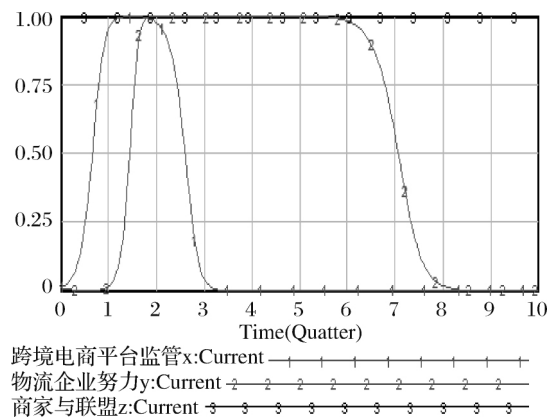


图 6 平台、物流企业策略时的演化结果

(2) 跨境电商平台策略选择的演化稳定分析

为分析跨境电商平台在联盟运作过程中其监管策略选择的变化情况,将平台的初始策略设置为不监管,并以  $x = 0.01$  的概率进行突变,对其相关参数动态仿真可知,平台监管成本、对物流企业因不努力被投诉给与的惩罚对平台策略具有较大影响。图 7 和图 8 分别为监管成本对平台监管策略、期望收益的影响。曲线 1、2、3 分别表示监管成本为 3、5、7,从两图中曲线变化情况可知,随着监管成本的增大,平台实施监管策略的收敛速度就越慢,监管的期望收益也会随之越低,使得平台监管的意愿降低。当监管成本增加到一定程度时,会致使平台因收益问题而不愿选择监管。图 9 为平台对物流企业因不努力被投诉给与的惩罚对其监管策略的影响,曲线 1、2、3 分别表示惩罚为 60、75、90,从图 9 可看出当平台给与企业的惩罚及潜在损失越大,其曲线收敛至稳定状态的速度越快,这是因物流企业惩罚成本增加时,其会加强整改,保证联盟业务高效完成,这同时在一定程度上会降低平台管理成本,现实中的平台也通常以加大惩罚力度的方式,以降低物流企业业务违规率。

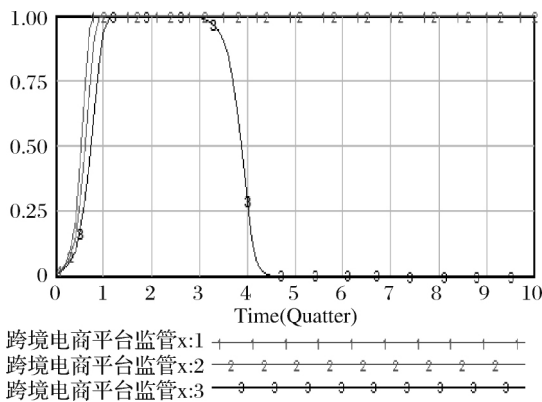


图 7 监管成本对平台策略选择影响

### (3) 物流企业策略选择演化稳定分析

将物流企业的初始策略设置为不努力,并以 ( $y = 0.01$ ) 的概率进行演化,对初始值进行动态仿真知其最终会采取努力策略。图 10 表示在图 7 的监督条件下企业努力时期望收益的变化情况。由图可知当平台监督成本在  $[3, 5]$  范围内,企业努力的期望收益不变,而随着平台监督成本增加,超过此范围时,企业的期望收益会快速下降。这是因当平台提升监督成本时,会不断的要求企业提升其服务质量,而企业为达到平台服务要求,势必会投入相当的成本,如进行技术升级等。图 12 为不同投诉率下企业

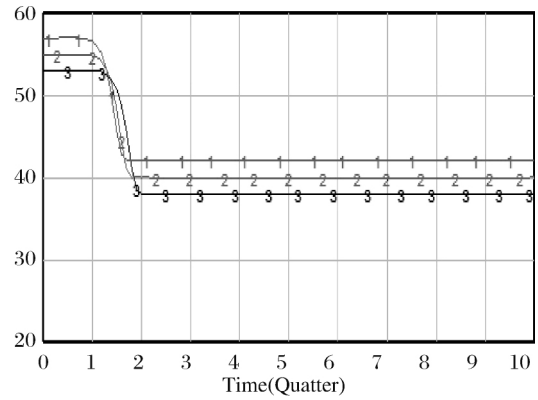


图 8 监管成本对平台期望收益影响

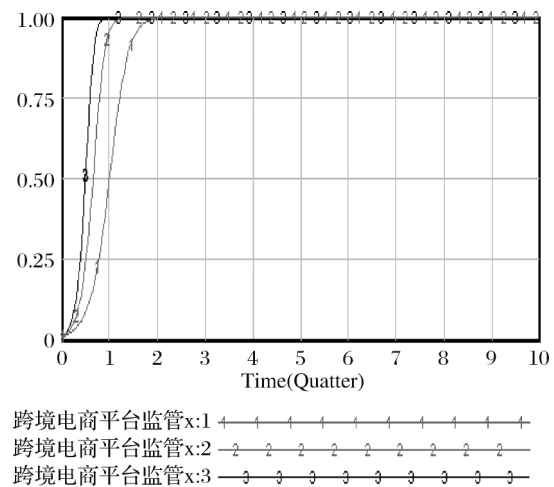


图 9 b 对平台策略选择影响

策略选择的变化情况。曲线 1、2、3 分别表示投诉率为 0.05、0.1、0.2,可以看出当投诉率较低时,企业倾向于选择不努力,当投诉率越大,企业选择努力策略的收敛速度越快,这是因投诉增加会使得其承担罚金及潜在损失的增加,为此其会主动增加对联盟业务的支持,遵守平台制定的各项服务标准,以降低投诉率。同理分别对外生变量  $bf$  与  $h$  仿真发现,不同  $bf$  的变化趋势与图 11 的趋势相似,不同  $h$  的变化趋势与图 11 的趋势相反,为此可综合探究  $bf$  与  $h$  对企业策略选择的影响,如图 12,曲线 1、2、3 分别为  $bf - h$  的值为 1、4、7 时企业策略选择的变化情况。可知当  $bf - h$  需满足一定值时,企业才会选择努力策略,而当其小于该值时,企业最终策略则为不努力,为此平台在对物流企业进行管理时,需考虑各方条件对物流企业的影响,以较低的成本最大程度的激发物流企业的努力水平。

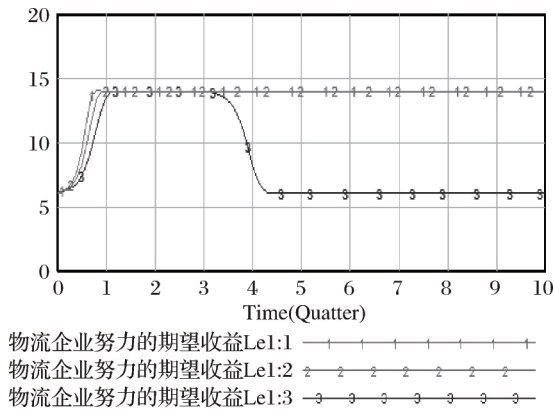


图 10 不同  $bf$  对物流企业的期望收益

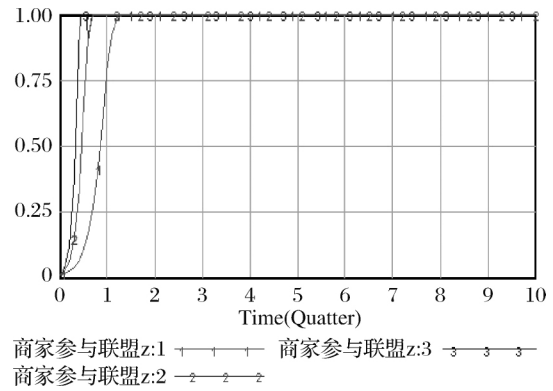


图 13  $l$  对商家策略选择的影响

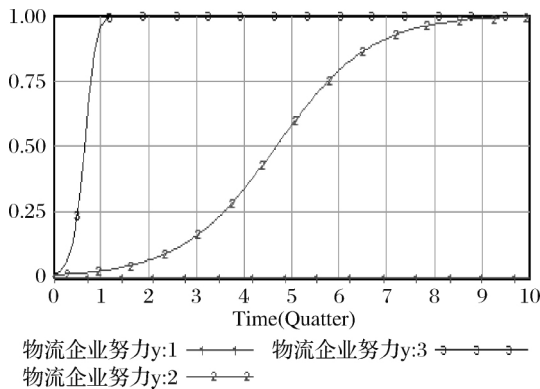


图 11 不同  $h$  对物流企业策略选择情况

速度就越快,表明平台在对物流企业监管时必需对商家权益保障,以此激发商家参与联盟的积极性。

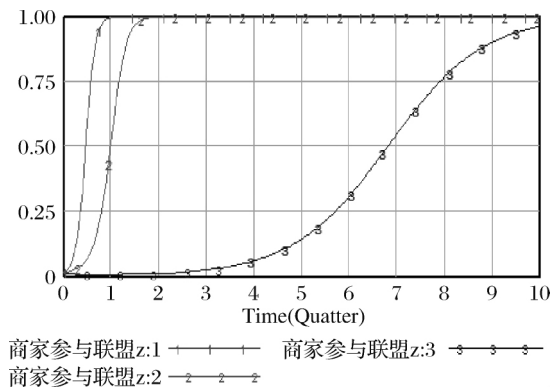


图 14 平台监管时,外生变量对商家的综合影响

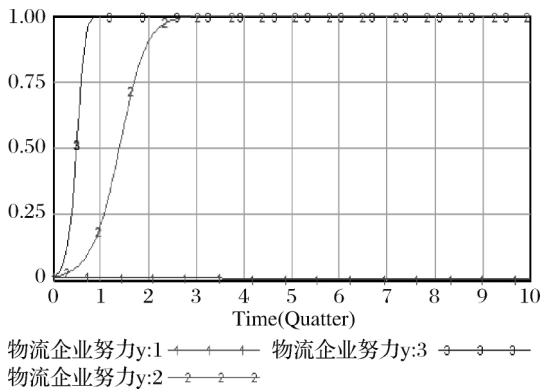


图 12  $bf$  与  $h$  对物流企业策略选择的影响

(4)平台商家策略选择演化稳定分析

将平台商家策略以 ( $\varepsilon = 0.01$ ) 突变,商家的稳定均衡策略为参与联盟,此时同上述仿真分析可知,商家的各外生变量均与其策略选择密切相关。如图 13 为当平台监管物流企业时,其对商家因物流问题遭受损失制定不同补偿裁定时,商家策略选择的变化情况。曲线 1、2、3 分别表示补偿裁定  $l$  为 1、10、20,可知当补偿裁定额增加时,商家达到稳定策略的

为探究商家外生变量对其策略的综合影响,可对商家加入联盟的综合期望收益 ( $j + l - g - k$ ) 进行仿真。图 14、15 分别为平台对物流企业监管与不监管物流时,综合期望收益对商家策略选择的影响。图 14 的曲线 1、2、3 表示监管物流企业的综合期望收益为 12、4、-3 时,商家参与联盟意愿的变化情况,随着综合期望收益增加,商家参与联盟的意愿就越强,而当商家综合期望收益小于 0 时,商家在初始阶段参与联盟的意愿较低,但最终也会稳定在参与状态,这是因商家在初始阶段对跨境销售业务生疏,没有准确把握不同国家及地区的消费者对其经营商品种类偏好等,导致其盈利稍有亏损,但因其对跨境销售渠道获益具有较大预期,最终也会选择参与联盟。图 15 中的曲线 1、2、3 表示在不监管物流企业的情况下,综合期望收益分别为 12、1、-3 时,商家参与联盟意愿的变化情况,当商家参与联盟的的综合期望收益大于 0 时,其结论与图 14 基本一致。但当其综合期望收益小于 0 时,商家最终会稳定在不



参与状态,这是因商家虽然对跨境销售渠道获益具有较大预期,但因内长期不盈利,平台也没有对物流企业进行监管,致使商家权益无法得到有效保障,使得商家选择不参与联盟的策略。

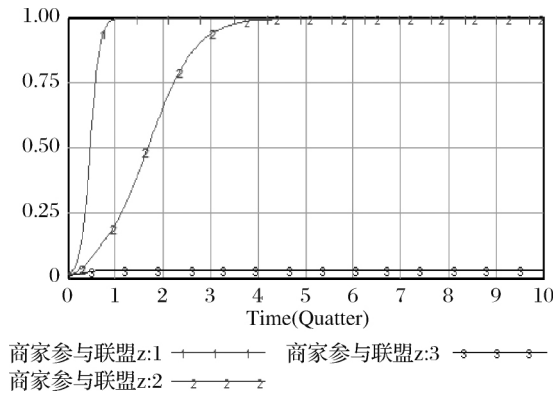


图 15 平台不监管时,外生变量对商家的综合影响

### 5 结语

如何发挥跨境电商平台的主导作用、激发物流企业的积极性、鼓励商家参与是基于跨境电商平台主导的 4PL 跨境电商物流联盟长期稳定发展的关键。本文运用演化博弈理论,对联盟内各参与者之间的决策行为进行博弈分析,构建各主体间演化博弈模型,并对各方参与者间的稳定策略进行分析,最后结合系统动力学对各参与者行为的外生变量进行仿真分析,由上述分析可知:(1)联盟各方参与主体行为策略在动态博弈中达到均衡状态,平台是否采取监管策略对联盟内的商家来说至关重要,若平台采取监管策略,需要合理控制监管强度。(2)联盟参与者对自身相关的外生变量具有较高的敏感性,联盟能否保持协同运作状态受各成员不同变量的共同作用。对此平台需发挥其主导作用,约束并协调联盟内各方参与主体的行为,切实保障各方利益,以提升联盟协同运作水平。

本文结合演化博弈与系统动力理论对跨境电商平台主导的 4PL 跨境电商物流联盟多方博弈行为进行仿真模拟,得出了一些具有意义的结论,如需有效发挥跨境电商平台在联盟中的主导作用,最大限度的激发物流企业的积极性,改善联盟跨境物流业服务质量,同时实施多种措施切实保障商家利益,以使联盟达到长期稳定运作状态。但因研究对象及研究条件限制,仿真阶段缺乏实际数据,使得研究结果只能反映联盟成员博弈运作的大致情况。而 4PL

跨境电商物流联盟作为多方参与的运作组织,联盟内的物流企业中仓储企业、运输企业之间、商家与商家之间等也存在博弈关系,这也是下一步研究的方向。

### 参考文献:

- [1] 杜永红.“一带一路”战略背景下的跨境电子商务发展策略研究[J]. 经济体制改革, 2016, 34(6): 66-70.
- [2] Kawa A, Zdrenka W. Conception of integration in cross-border E-commerce[J]. Scientific Journal of Logistics, 2016, 12(1): 63-73.
- [3] Leung S C H, Wu Yue, Lai K K. A robust optimization model for a cross-border logistics problem with fleet composition in an uncertain environment[J]. Mathematical and Computer Modelling, 2002, 36(11): 1221-1234
- [4] Davis D F, Friske W. Improving cross-border logistics: The role of public-private partnerships, developments in marketing science[M]//Ideas in Marketing: Finding the New and Polishing the Old, Springer International Publishing, 2014.
- [5] Wong D W C, Choy K L, Harry K H, et al. Assessing a cross-border logistics policy using a performance measurement system framework: The case of Hong Kong and the Pearl River Delta region[J]. International Journal of Systems Science, 2014, 45(6): 1306-1320.
- [6] 王玉玲.我国跨境电商与跨境物流协同发展研究[J]. 改革与战略, 2017, 33(9): 151-153.
- [7] Ji Fang, Zhang Xiaheng. Innovation and development trend of cross-border E-commerce logistics[J]. China Business and Market, 2015, 33(6): 14-20.
- [8] 张夏恒.全球价值链视角下跨境电商与跨境物流协同的内生机理与发展路径[J]. 当代经济管理, 2018, 40(1): 14-18.
- [9] 钱慧敏,何江.基于扎根理论模型的跨境电商与跨境物流协同影响因素分析[J]. 产经评论, 2017, 8(6): 110-122.
- [10] 杜志平,贡祥林.国内外跨境物流联盟运作机制研究现状[J]. 中国流通经济, 2018, 32(2): 37-49.
- [11] 约翰.斯特曼.商务动态分析方法:对复杂世界的系统思考与建模[M]. 朱岩,钟永光,译.北京:清华大学出版社, 2008.
- [12] 李旭东,曾艳英,王耀球.基于 4PL 的跨境电商物流联盟研究[J]. 商业经济研究, 2017, 36(10): 82-84.
- [13] Yadong Luo. Structuring inter-organizational cooperation: The role of economic integration in strategic alliances[J]. Strategic Management, 2008, 29(6): 617-637.

- [14] Song D W, Panayides P M. A conceptual application of cooperative game theory to liner shipping strategic alliances[J]. *Maritime Policy & Management*, 2002, 29(3):285-301.
- [15] 孙新波, 刘博, 罗能, 等. 基于生命周期的知识联盟激励协同运作机理[J]. *管理学报*, 2013, 10(5):754-760.
- [16] Horowitz L S. Translation alignment: Actor-network theory, resistance, and the power dynamics of alliance in new Caledonia[J]. *Antipode*, 2012, 44(3):806-827.
- [17] 申亮, 王玉燕. 公共服务外包中的协作机制研究: 一个演化博弈分析[J]. *管理评论*, 2017, 29(3):219-230.
- [18] 董凌峰. 基于 SD 演化博弈的网络舆情形成阶段主体研究[J]. *情报科学*, 2018, 36(1):24-31.
- [19] Jianbang Du, Qing Li, Fengxiang Qiao, et al. Estimation of vehicle emission on mainline freeway under isolated and integrated ramp metering strategies[J]. *Environmental Engineering & Management Journal*, 2018, (17):1237-1248.
- [20] Friedman D. Evolutionary games in economics [J]. *Econometrica*, 1991, 59(3):637-666.
- [21] 彭本红, 谷晓芬, 鲁倩. 服务型制造项目治理中利益相关者演化博弈研究[J]. *系统仿真学报*, 2017, 29(3):595-608.
- [22] 于涛, 刘长玉. 政府与第三方在产品质量监管中的演化博弈分析及仿真研究[J]. *中国管理科学*, 2016, 24(6):90-96.

### Multi-party Behavior Game Research of Cross-border E-commerce Logistics Alliance Based on 4PL

DU Zhi-ping<sup>1</sup>, FU Shuai-shuai<sup>2</sup>, MU Dong<sup>3</sup>, WANG Dan-dan<sup>4</sup>

(1. School of Logistics, Beijing Wuzi University, Beijing 101149, China;

2. School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 211189, China;

3. School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China;

4. College of Economics and Management, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** The rapid rise of cross-border e-commerce broadened the development space of cross-border e-commerce logistics. As a new logistics development model generated by the practice of the enterprises, the 4PL-based cross-border e-commerce logistics alliance can effectively satisfy consumers' comprehensive demand for cross-border e-commerce logistics. However, the cross-border e-commerce logistics alliance led by the cross-border e-commerce platform is a multi-member operation organization, and each member of which conducts multiple dynamic and complex games in the business operation. The game relationship between the members is crucial to the stable operation of the alliance. Therefore, the evolutionary game theory is used to analyze the dynamic game process between cross-border e-commerce platform, logistics service provider and merchants in the alliance, and the tripartite evolutionary game model is constructed. Based on the investigation of relevant enterprises, system dynamics is used to simulate and analyze the dynamic game process of the three-party strategy selection. The results show that: (1) In the process of alliance operation, the three parts of platform supervision, logistics enterprise efforts and merchant participation will eventually reach the equilibrium. And the merchant participation plays an important role in the stable operation of the alliance. At the same time, the platform supervision has a direct impact on the strategic choice of logistics enterprises. The platform should formulate scientific penalties and compensation rulings to improve the quality of logistics services and protect the interests of merchants. (2) Participants in the alliance have high sensitivity to their relevant exogenous variables, but the final strategy is influenced by multiple variables. For this reason, the platform needs to play the leading role and take various measures to stimulate the enthusiasm of logistics enterprises and merchants. The research in this paper provides a methodological guidance for multi-party operation management based on 4PL cross-border e-commerce logistics alliance, and has enlightening significance for the improvement of the alliance operational level.

**Key words:** 4PL cross-border e-commerce logistics alliance; multi-party behavior; evolutionary game; system dynamics