

基于三方演化博弈的众包物流平台协同发展研究

师亚玲

(淮北师范大学 经济与管理学院,安徽 淮北 235000)

摘要:为了探究众包物流平台中各博弈方的策略选择并促进各方协同发展,构建了外部支持机构、平台企业和配送员参与的众包物流协同发展三方演化博弈模型,探讨了博弈三方在协同发展过程中的策略选择,并通过数值仿真分析了众包物流平台协同发展策略选择的影响因素。研究结果表明:外部支持机构、平台企业和配送员三方对于彼此之间的参与意愿的影响程度大小各不相同。平台企业受到外部支持机构参与意愿的影响则较大,配送员对于外部支持机构中政府监管部门政策的变化反映更灵敏,配送员对于收益分配和惩罚力度方面的变化敏感程度大于平台企业。

关键词:三方演化博弈;众包物流平台;协同发展;复制动态方程

中图分类号:F224

文献标识码:A

文章编号:2097-4647(2024)04-0040-08

On the Collaborative Development of Crowd-sourcing Logistics Platform Based on Tripartite Evolutionary Game

SHI Yaling

(School of Economics and Management, Huaibei Normal University, Huaibei 235000, Anhui, China)

Abstract: In order to explore the strategy choice of each game party in the crowd-sourcing logistics platform and promote the collaborative development of all parties, this paper constructs a tripartite evolutionary game model involving external support organizations, platform enterprises and distribution personnel, and discusses the strategy choice of the three in the process of collaborative development, and analyzes the influencing factors of the strategy choice of the crowd-sourcing logistics platform through numerical simulation. The results show that external support organizations, platform enterprises and deliverers have different degrees of influence on each other's participation intention. On the other hand, platform enterprises are more affected by the participation willingness of external support institutions. Distribution personnel are more sensitive to changes in government regulatory policies in external support institutions, and distribution personnel are more sensitive to changes in income distribution and punishment intensity than platform enterprises.

Key words: tripartite evolution game; crowd-sourcing logistics platform; collaborative development; replicated dynamic equation

收稿日期:2023-08-02

基金项目:安徽省高等学校哲学社会科学研究重大项目“淮海经济区煤炭资源枯竭型城市群低碳转型协同发展机制及对策研究”(2022AH040060);安徽高校科学研究一般项目“基于服务与价格竞争的服务外包协调决策模型研究”(KJ2021B06);安徽省大学生创新创业训练计划项目“双碳背景下基于演化博弈的农产品冷链物流策略研究”(S202310373026)

作者简介:师亚玲(1993—),女,甘肃天水人,讲师,硕士,研究方向:物流供应;E-mail:yal_shi@163.com。

0 引言

基于共享经济思想的众包物流,改变了传统快递的配送模式,既解决了电子商务 O2O 企业对同城配送点对点的需求,让定制化配送成为可能,又助力商家提高销量,降低物流配送成本,提高物流配送效率。然而,作为全球最大的众包物流市场,中国众包物流平台的发展在法律规范、风险控制、隐私安全、服务质量等方面仍存在极大挑战,众包物流作为互联网化配送的新尝试和应用,在外部支持机构(包括政府监管部门、大数据机构、金融保险部门等)、众包物流平台企业及配送员之间的协同发展研究具有重要的现实意义。

当前,互联网+众包物流的研究引起了国内外学者的关注。王文杰等基于伯特兰德价格竞争博弈,建立随机需求下相互竞争的服务商之间的众包物流平台动态定价并求得最优解。^[1] Hsieh 考虑了三种不同市场需求的情形下,建立最优动态定价模型确定定价策略;^[2] Wang 等分析了在最优控制理论下,考虑到供需平衡和累计交货订单最小化时的最优定价策略。^[3] 黄静静等分析了众包物流平台存在激烈竞争和急需投资建设时,在不同的投资情况下,讨论两个众包物流平台的利润和定价策略。^[4] 此外,马华等对当前有关的工作者能力评估研究进行了总结,并综述了众包任务分配的方法及挑战。^[5] 孟秀丽等考虑物流平台和配送员的服务质量,以及配送员之间的交互作用构建物流平台的决策模型。^[6] 冉家敏等考虑了空间众包工作者的服务质量影响,分析加入工作者服务质量评价的众包任务分配策略。^[7] 孟秀丽等分析了发包方的满意度和自由配送员的数量对于众包物流平台的运营影响,同时探讨了福利变化时配送员最优数量的变化。^[8] Shen 等通过 PTMA,以支持文本任务需求的软件分析软件众包早期的任务定价。^[9] Liang 等通过构建新的三方决策(TWD),设计一个两阶段合作竞争模型解决众包任务的分配问题。^[10] Dai 等以总运营成本最小化为目标,建立了一个 M/M/n 排队模型来优化人员配置问题。^[11] 综上所述,现有文献对众包物流平台的研究主要集中于定价、调度、任务分配和参与主体行为的研究等方面。

与此同时,众包物流在运营的过程中也显现出了许多负面效应和潜在风险,许多学者针对在众包物流中存在的监管及安全性问题进行了相应的研

究。众包物流模式可能会受到传统物流公司的抵制,由于缺乏对于专业运输定价的了解,可能会使得业余运输人员受到价格剥削,此外,众包物流在运输时间和空间的低效匹配也会产生额外的运输成本,其对于减少环境污染及拥堵的作用可能是有限的。^[12] 孙勘等通过构建结构方程模型对于众包物流存在的风险进行识别与分析,研究提出众包物流平台对风险的应对能力会影响消费者的满意度,消费者尤其注重众包物流人员的服务态度以及平台对于个人信息的保护。^[13]

消费者是否会选择众包物流,现有研究通过分析其激励机制、影响因素及风险控制,提出预期收益、激励机制和努力期望等因素会影响消费者的最终决策。^[14-16] Suh 等通过研究发现利用移动通信技术网络平台“最后一公里”配送任务发包给物流配送人员,是减少包裹配送里程和温室气体排放的有效策略^[17],然而,作者通过研究发现在郊区环境中实际上可能会增加行驶里程和碳排放量。Carbone 等利用案例研究法调查了全球 57 个众包物流平台网站,总结出相较于传统物流众包物流发展的主要特征,并对其进行了分类,同时对于众包物流未来需要发展的方向和避免或减少与传统物流之间的冲突提出建议;^[18] Pen 以京东众包物流为例,应用案例分析讨论众包物流在中国的发展现状以及是否适合在中国发展。^[19] 研究认为,基于当前的技术支撑以及中国外部支持机构的支持,众包物流在中国有许多发展机遇,然而当前众包物流相关法律仍然不够健全为其发展产生了阻碍。

通过上述文献的分析,现有文献针对众包物流平台及众包物流风险方面的研究已经较为丰富,但仍存在一定局限:(1)众包物流在发展过程中面临的突出问题是政府等外部支持机构政策法规方面的问题,而在众包物流平台的研究中,学者多关注众包物流平台的定价、任务分配及不稳定性等方面的研究,对各参与主体之间的协调机制等的研究相对较少,李玉基于前景理论,从发货方的角度构建众包物流参与者的演化博弈模型,分析得出配送方发挥较高努力水平的条件^[20],但并未考虑政府等外部支持机构参与下的交互协调问题的研究,因此本文建立基于演化博弈的众包物流平台运营中参与主体的行为策略模型,能够在一定程度上为博弈各方的策略选择提供参考,促进众包物流平台的健康持续发展。(2)众包物流平台的发展在不同情

境下其决策结果具有差异性,而现有多数研究多局限于静态的视角分析,不能动态把握众包物流平台各决策主体的策略选择,因此本文运用演化博弈构建模型,分析相关主体的互动演化机制,为其决策提供借鉴。

1 三方支付矩阵的建立

1.1 基本问题描述

众包物流平台的参与主体有多种类型,本文将众包物流平台的参与主体划分为外部支持机构、平台企业和配送员三方面。在众包物流平台中,各外部机构为众包物流平台提供运营支持与增值服务,促进各参与主体之间的资源整合,并在外部支持机构中政府部门的监管下运作;平台企业是众包物流平台的核心,主要负责平台的运营,为发包方和接包方提供交易平台,优化对于用户的服务;配送员主要是实际完成配送任务的自由职业者。各个参与要素互利共赢、协同运作,共同促进众包物流平台的快速发展。本文构建的众包物流三方演化博弈主体之间的模型,如图1所示。

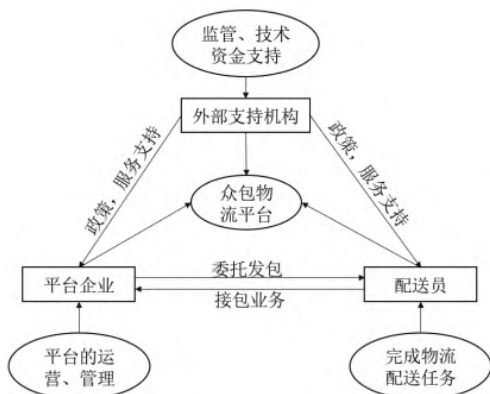


图1 三方演化博弈模型关系图

1.2 模型假设

(1) 博弈策略。在物流众包平台的创建过程中,外部支持机构可以为平台企业和配送员提供相关的监管激励机制和技术支持,推动平台企业和配送员的协同合作,同时监督物流众包平台的运营;配送员可以选择入驻或者不入驻众包物流平台,主要通过完成接单配送服务赚取相应报酬;平台企业主要负责众包物流平台的运营,利用大数据等信息技术手段,通过收集处理物流需求和配送需求,最终达到提高物流众包平台的整体效率、降低成本的目的;外部支持机构、配送员和平台企业均为有限理性的决策主体。最终的策略选择随着时间变化

逐渐稳定于最优策略。根据众包物流平台的三方演化博弈过程,各方博弈主体分别对应两种选择策略。具体情况见表1。

表1 演化博弈参与主体策略选择

参与主体	策略选择	概率	取值范围
外部支持机构	积极参与	x	$x, y, z \in [0, 1]$
	消极参与	$1 - x$	
配送员	入驻	y	
	不入驻	$1 - y$	
平台企业	高效运营	z	
	非高效运营	$1 - z$	

(2) 成本参数设置。在众包物流平台的运行过程中,外部支持机构主要承担了为平台企业和配送员实施相应的监管激励政策和相关技术服务,其中,外部支持机构付出的总成本记为 S_1 ;平台企业和配送员作为众包物流的主要参与主体,前期必然需要一定的投入,产生的总成本记为 C ,当外部支持机构参与众包物流的监管及技术服务过程时,外部支持机构出台的相关优惠政策可使平台企业和配送员在众包物流过程中的投入成本 C 减少,将减少的成本记为 D ,由此,平台企业和配送员的总成本为 $C - D$ 。用系数 t 表示平台企业和配送员的成本分摊比例,则平台企业付出的成本为 tC 或者 $t(C - D)$,配送员所付出的成本为 $(1 - t)C$ 或者 $(1 - t)(C - D)$ 。

(3) 收益参数设置。 R_1 表示外部支持机构选择“积极参与”策略时的收益,外部支持机构选择“消极参与”策略时的收益为 bR_1 ,其中, b 为选择“消极参与”策略时的收益占“积极参与”策略的比例,取值在0-1之间。配送员和平台企业的初始收益为 R_2 和 R_3 ,在众包物流的运营过程中,配送员和平台企业会获得额外的收益 R ,记 a 为额外收益的分摊比例系数,即在众包物流中,配送员获得的众包物流平台的收益为 aR ,平台企业获得的众包物流平台的收益为 $(1 - a)R$ 。当平台企业选择高效运营而配送员选择不入驻时,配送员所获得的收益为 F_1 ,当配送员选择入驻而平台企业选择不高效运营时,平台企业不高效运营时所获得的收益为 F_2 。此外,外部支持机构对于积极参与众包物流平台建设的企业会给予一定的支持 S_2 。

(4) 惩罚参数设置。为避免平台企业和配送员在众包物流过程中出现违约的情况,在外部支持机构部门的监管下,当配送员选择入驻而平台企业选择不高效运营时,平台企业需要支付一定的惩罚金 M ;当平台企业选择进行高效运营而配送员出现违约,即不入驻时,配送员需要向平台企业支付一定

的惩罚金 N 。

2.3 博弈支付矩阵的构建

在三方博弈过程中,根据上述假设,外部支持

机构、平台企业和配送员众包物流平台博弈的支付矩阵如下表2所示。

表2 众包物流平台协同发展博弈支付矩阵

平台企业			外部支持机构	
			积极参与	消极参与
配 送 员	入驻(y)	高效运营(z)	$R_1 - S_1 - S_2, R_2 + aR - t(C - D),$ $R_3 + (1 - a)R - (1 - t)(C - D) + S_2$	$bR_1, R_2 + aR - tC$ $R_3 + (1 - a)R - (1 - t)C$
		非高效运营($1 - z$)	$R_1 - S_1, R_2 - t(C - D) + M, R_3 - M + F_2$	$bR_1, R_2 + F_1 - N, R_3 - (1 - t)C + N$
	不入驻 (y)	高效运营(z)	$R_1 - S_1 - S_2, R_2 + F_1 - N,$ $R_3 - (1 - t)(C - D) + N + S_2$	$bR_1, R_2 - N + F_1, R_3 - (1 - t)C + N$
		非高效运营($1 - z$)	$R_1 - S_1, R_2, R_3$	bR_1, R_2, R_3

2 众包物流平台三方演化博弈模型

2.1 博弈三方期望函数的构建

根据上述博弈支付矩阵,设外部支持机构“积极参与”和“消极参与”策略时的期望收益为 U_{s1} 和 U_{s2} ,根据各变量之间的相互关系,可以得出:

$$U_{s1} = yz(R_1 - S_1 - S_2) + y(1 - z)(R_1 - S_1) + (1 - y)z(R_1 - S_1 - S_2) + (1 - y)(1 - z)(R_1 - S_1) \quad (1)$$

$$U_{s2} = yzbR_1 + y(1 - z)bR_1 + (1 - y)zbR_1 + (1 - y)(1 - z)bR_1 \quad (2)$$

外部支持机构的平均期望收益 \bar{U}_s 为:

$$\bar{U}_s = xU_{s1} + (1 - x)U_{s2} \quad (3)$$

设配送员在演化博弈中选择“入驻”和“不入驻”策略时的期望收益为 U_{M1} 和 U_{M2} :

$$U_{M1} = zx[R_2 + aR - t(C - D)] + (1 - z)x[R_2 - t(C - D) + M] + z(1 - x)(R_2 + aR - tC) + (1 - z)(1 - x)(R_2 - tC + M) \quad (4)$$

$$U_{M2} = zx(R_2 + F_1 - N) + (1 - z)xR_2 + z(1 - x)(R_2 - N + F_1) + (1 - z)(1 - x)R_2 \quad (5)$$

配送员的平均期望收益 \bar{U}_c 为:

$$\bar{U}_c = yU_{M1} + (1 - y)U_{M2} \quad (6)$$

设平台企业在演化博弈中选择“高效运营”和“不高效运营”策略时的期望收益为 U_{E1} 和 U_{E2} :

$$U_{E1} = xy[R_3 + (1 - a)R - (1 - t)(C - D) + S_2] + x(1 - y)[R_3 - (1 - t)(C - D) + N + S_2] + (1 - x)y[R_3 + (1 - a)R - (1 - t)C] + (1 - x)(1 - y)(R_3 - (1 - t)C + N) \quad (7)$$

$$U_{E2} = xy(R_3 - M + F_2) + x(1 - y)R_3 + (1 - x)y(R_3 - M + F_2) + (1 - x)(1 - y)R_3 \quad (8)$$

平台企业的平均期望收益 \bar{U}_E 为:

$$\bar{U}_E = zU_{E1} + (1 - z)U_{E2} \quad (9)$$

2.2 演化博弈的复制动态方程及策略

在三方动态博弈过程中,对于众包物流平台的建立,各策略选择的概率随着时间的变化而变化,设定 $F(x)$ 、 $F(y)$ 、 $F(z)$ 分别为外部支持机构、配送员及平台企业对应各方的复制动态方程。由此,结合上述分析,外部支持机构的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(U_{s1} - \bar{U}_s) = x(1 - x) \left[yz((1 - b)R_1 - S_1 - S_2) + y(1 - z)((1 - b)R_1 - S_1) + (1 - y)z((1 - b)R_1 - S_1 - S_2) + (1 - y)(1 - z)((1 - b)R_1 - S_1) \right] = x(1 - x)[(1 - b)R_1 - S_1 - zS_2] \quad (10)$$

配送员的复制动态方程为:

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(U_{M1} - \bar{U}_c) = y(1 - y) \left\{ xz[aR - t(C - D) - F_1 + N] + x(1 - z)[M - t(C - D)] + (1 - x)z(aR - tC + N - F_1) + (1 - x)(1 - z)(M - tC) \right\} = y(1 - y)[xtD - tC + z(aR + N - F_1 - M) + M] \quad (11)$$

平台企业的复制动态方程为:

$$\begin{aligned} F(z) &= \frac{dz}{dt} = z(U_{E1} - \bar{U}_E) = z(1-z) \{xy[(1-a)R - (1-t)(C-D) + S_2 - F_2 + M] + \\ &\quad x(1-y)(N + S_2 - (1-t)(C-D)) + (1-x)y \\ &\quad [(1-a)R - (1-t)C + M - F_2] + (1-x)(1-y)[N - (1-t)C]\} \\ &= z(1-z) \{x[(1-t)S + S_2] + y[(1-a)R + M - F_2 - N] + N - (1-t)C\} \end{aligned} \quad (12)$$

联立式(10)、(11)、(12),外部支持机构、平台企业和配送员的复制动态系统为:

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)[(1-b)R_1 - S_1 - zS_2] \\ F(y) = y(1-y)[xtD - tC + z(aR + N - F_1 - M) + M] \\ F(z) = z(1-z)\{x[(1-t)D + S_2] + y[(1-a)R + M - F_2 - N] + N - (1-t)C\} \end{cases} \quad (13)$$

在复制动态系统(13)中令 $F(x)=F(y)=F(z)=0$, 可得到为 $E_1(0,0,0), E_2(0,0,1), E_3(0,1,0), E_4(0,1,1), E_5(1,0,0), E_6(1,0,1), E_7(1,1,0), E_8(1,1,1)$ 8个局部均衡点, 根据 Friedman^[21]提出的方法, 演化博

中, 微分方程系统的演化稳定策略(ESS)为该系统中, 雅克比矩阵的特征值为非正时的均衡点, 由上式(13)得到各博弈参与主体复制动态系统的雅克比矩阵为:

$$\begin{pmatrix} (1-2x)[(1-b)R_1 - S_1 - zS_2] & 0 & -x(1-x)S_2 \\ (1-2y)[xtD - tC + z(aR + N - F_1 - M) + M] & y(1-y)(aR + N - F_1 - M) & \\ y(1-y)tD & N - F_1 - M & (1-2z)\{x[(1-t)D + S_2] + \\ z(1-z)[(1-t)D + S_2] & z(1-z)[(1-a)R + M - F_2 - N] & y[(1-a)R + M - F_2 - N] + N - (1-t)C \} \end{pmatrix} \quad (14)$$

2.3 演化博弈系统稳定性分析

将8个局部均衡点分别代入式(14)雅克比矩阵中, 可得到各个均衡点所对应的雅克比矩阵的特征值。代入均衡点 $E_1(0,0,0)$ 时, 其雅克比矩阵为:

$$J_1 = \begin{pmatrix} (1-b)R_1 - S_1 & 0 & 0 \\ 0 & -tC + M & 0 \\ N - (1-t)C & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (15)$$

讨论各均衡点对应特征值的符号之前, 不失一般性, 给出如下假设:

假定1: 外部支持机构, 平台企业及配送员参与众包物流平台时所获得的收益大于不参与平台建设时的收益。即 $(1-b)R_1 - S_1 - S_2 > 0; aR + N - F_1 - tC > 0; (1-a)R + M - F_2 - (1-t)C > 0$;

假定2: 配送员选择退出对平台企业支付的惩罚与外部支持机构对平台企业给予的资金之和小于平台企业在外部支持机构参与众包物流时所付出的成本, 即 $S_2 + N - (1-t)(C-D) < 0$ 且 $M - t(C-D) < 0$ 。

根据利用李雅普诺夫(Lyapunov)第一法, 当雅克比矩阵的所有特征值均小于零, 则此均衡点为稳

定点(ESS), 如存在特征值至少有一个正数则为不稳定点; 雅克比矩阵的特征值如果全是0或者负数则为不确定。通过分析演化博弈各均衡点的稳定性, 如表3所示。

3 众包物流平台发展的数值仿真分析

过去几年, 众包物流企业呈现出快速增长的态势, 预计到2025年众包物流企业在物流市场中的占有率将会增长至25%以上。考虑到中国众包物流平台的发展现状及政策, 本文重点分析众包物流平台三方博弈主体均衡点的稳定性及演化过程, 由此根据上述既定参数的实际意义及参数之间的相互关系, 设定各变量的初始值, 来验证对于演化稳定过程的分析。假设外部支持机构选择消极参与所获收益占外部支持机构选择积极参与所获收益的比例 $b=0.5$, 外部支持机构积极参与众包物流平台时的收益 $R_1=50$, 外部支持机构进行政策制定、监督管理及技术服务的成本为 $S_1=4$, 促使众包物流成本的减少为 $D=10$, 外部支持机构对平台企业的资金支持 $S_2=10$, 配送员和平台企业参与众包物流平台

的总成本为 $C=50$,成本分摊比例为 $t=0.3$,众包物流平台的收益为 $R=100$,配送员和平台企业的分摊比例为 $a=0.3$,配送员选择不入驻和平台企业选择消极参与时的收益分别为 $F_1=15$ 和 $F_2=35$,且此时的惩罚分别为 $M=10, N=5$ 。假定外部支持机构、平台企业和配送员的初始参与意愿 $x=y=z=0.5$ 。

表3 雅克比矩阵的特征值及均衡点稳定性分析

均衡点	矩阵特征值		符号	稳定性
	$\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3$			
$E_1(0,0,0)$	$(1-b)R_1-S_1, -tC+M_1, -(1-t)C+N$		$(+,-,+/-)$	非稳定点
$E_2(0,0,1)$	$(1-b)R_1-S_1-S_2, aR+N-F_1-tC, -[(1-t)C+N]$		$(+,+,-/+)$	鞍点或非稳定点
$E_3(0,1,0)$	$(1-b)R_1-S_1, -(tC+M), (1-a)R+M-F_2-(1-t)C$		$(+,+,+)$	鞍点
$E_4(0,1,1)$	$(1-b)R_1-S_1-S_2, -(aR+N-F_1-tC), -[(1-a)R+M-F_2-(1-t)C]$		$(+,-,-)$	非稳定点
$E_5(1,0,0)$	$-(1-b)R_1-S_1, -t(C-S)+M, S_2-(1-t)(C-D)+N$		$(-,-,-)$	ESS
$E_6(1,0,1)$	$-(1-b)R_1-S_1-S_2, aR+N-F_1-t(C-D), -[S_2-(1-t)(C-D)+N]$		$(-,+,+)$	非稳定点
$E_7(1,1,0)$	$-(1-b)R_1-S_1, -[M-t(C-D)], (1-a)R+M-F_2+S_2-(1-t)(C-D)$		$(-,+,+)$	非稳定点
$E_8(1,1,1)$	$-(1-b)R_1-S_1-S_2, -[aR+N-F_1-t(C-D)], -[(1-a)R+M-F_2+S_2-(1-t)(C-D)]$		$(-,-,-)$	ESS

为了分析众包物流平台系统中各参与主体的参与意愿、外部支持机构的政策和技术服务、收益惩罚及分配系数的变化对演化博弈模型稳定性的影响,通过上述参数的设置,本文应用MATLAB软件对博弈三方在不同策略选择下的演化过程进行数值仿真。

3.1 各博弈主体参与意愿变化的敏感性分析

如图2所示,在演化博弈模型中假设其他参数不变时,讨论外部支持机构、配送员和平台企业参与众包物流平台的初始意愿的变化对于稳定策略的影响仿真。首先假设 $x=y=z$ 分别取值为0.1,0.3,0.5,0.6,由图2(a)可知,当 $x, y, z \in (0.4, 0.5)$ 时,博弈三方的演化平衡点发生变化,即博弈演化的临界点在0.4和0.5之间,当初始意愿大于博弈的临界点时,均衡点为(1,1,1),当初始意愿小于博弈的临界点时,博弈均衡点为(1,0,0)。仿真结果表明,当初始意愿大于0.5时,配送员和平台企业的参与意愿增长幅度不断上升,随着 x, y, z 的不断增长,外部支持机构参与意愿 x 收敛于1的速度减慢,配送员参与意愿 y 和平台企业参与意愿 z 收敛于1的速度加快,三方最终趋向于参与众包物流平台。说明在众包物流平台的运营过程中,外部支持机构包括政府部门会在平台企业和配送员参与意愿不是很强烈的情况下进行合理引导,完善相关法律机制,促进

配送员和平台企业的合作。图2(b)(c)(d)是在分别改变参与意愿 x, y, z ,并保持其他参数不变的情况下,分析众包物流平台策略的仿真结果。通过分析图2(b)可知,平台企业和配送员最终均会选择参与众包物流平台,而不论外部支持机构的参与意愿变化的大小,由此说明即使当前政府监管部门等外部机构并未制定关于众包物流的相关税收优惠政策及支持,但由于众包物流平台市场规模逐年扩大,仍有平台企业和配送员会选择参与众包物流平台。图2(c)可知,配送员初始参与意愿的临界点在0.2~0.3之间,当 y 小于临界点时,最终的均衡点为(1,0,0);当 y 大于临界点时,最终的均衡点为(1,1,1),参与意愿 y 的增加使得平台企业的参与意愿 z 收敛速度加快。图2(d)可知,配送员初始参与意愿的临界点在0.05~0.1之间,当 z 小于临界点时,最终的均衡点为(1,0,0);当 z 大于临界点时,最终的均衡点为(1,1,1)。结合仿真结果分析,随着平台企业和配送员的参与意愿 y, z 的增加,平台企业和配送员的参与意愿加强,最终都趋向于选择参与众包物流平台。相比之下,配送员受到平台企业参与意愿的影响更大,因为在众包物流平台中,平台企业主要负责众包物流平台的运营,只有当众包物流平台企业的参与意愿比较大时,配送员才会有更多的选择和机会,其参与意愿也会增加。

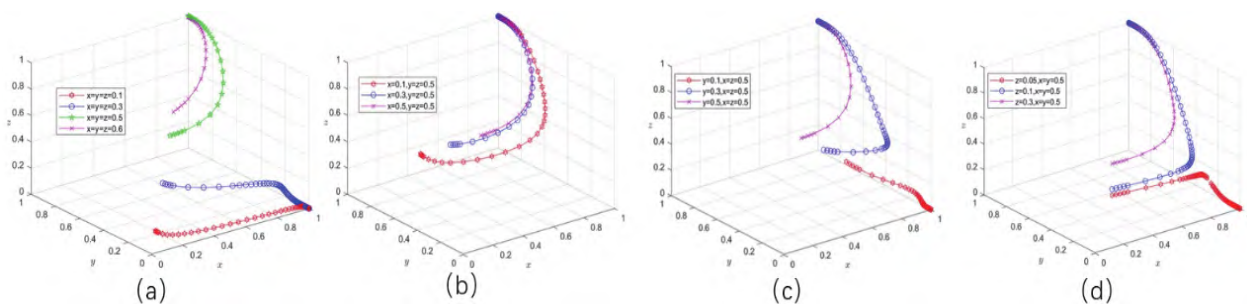
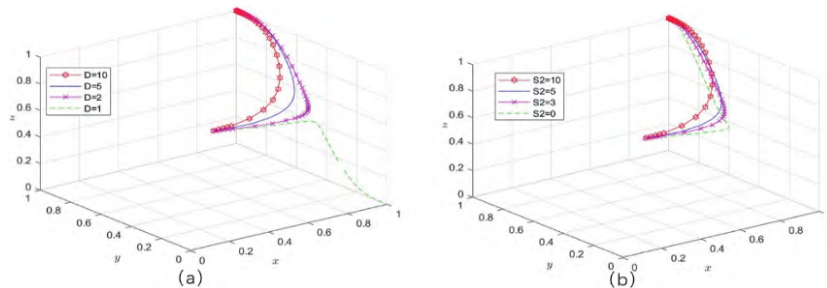


图2 参与意愿变化演化图

3.2 外部支持机构政策变化的敏感性分析

当保持其他参数不变时,外部支持机构对于众包物流平台所提供的相关税收监管政策和技术服务会使得平台运营成本减少额 D 发生变化。由图3(a)可知,成本减少额 D 的临界点在1-2之间,当 D 小于临界点时,最终的均衡点为(1,0,0),当 D 大于临界点时,最终的均衡点为(1,1,1),且在 D 增加时, y 的收敛速度始终大于 z ,仿真结果表明,减少额 D 的变化会对平台企业和配送员的策略选择产生影响,而且对于配送员的影响大于平台企业。外部支持机构对于平台企业的资助金额 S_2 变化时,对平台

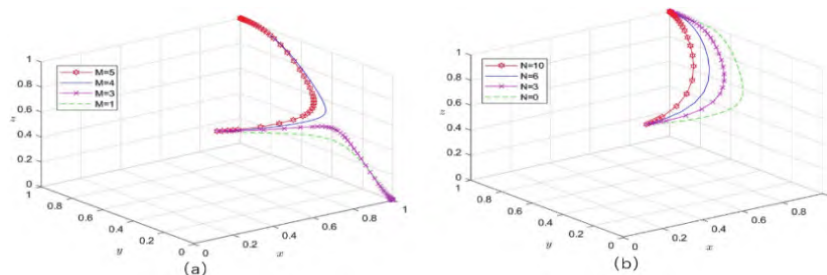
企业和配送员参与众包物流平台策略的影响如图3(b)所示,由图可知,资助 S_2 对于策略的选择没有影响,即使外部机构没有资金支持,最终的均衡点仍然为(1,1,1)。仿真结果跟现实情况一致,众包物流平台的运营对于平台企业和配送员来讲是共赢的,通过众包模式,能够为企业节省成本,同时提高消费者的满意度,所以即使没有资金补助,其参与意愿也较强烈。众包物流平台的数量逐年增加,众包物流的市场规模已保持连年增长,预测到2025年国内众包物流市场规模将突破300亿元,是物流领域新的增长点。

图3 D 和 S_2 变化时演化图

3.3 违约惩罚力度对于众包物流平台的影响分析

图4是在保持其他参数不变时,分析平台企业支付给配送员的违约惩罚 M 和配送员支付给平台企业的违约惩罚 N 的变化对于参与众包物流平台的策略影响的仿真结果。由图可知, M 的临界点在3-4之间,当 M 小于临界点时,演化均衡点为(1,0,0),且在 M 增长时,配送员的收敛速度高于平台企业,其收敛速度随着 M 的增长而减缓,当 M 大于临

界点时,演化稳定点为(1,1,1),同样配送员的收敛速度高于平台企业,其收敛速度随着 M 的增长而加快。仿真结果表明,违约惩罚 M 能够增加平台企业和配送员的参与意愿,且惩罚对于配送员的影响更加明显。 N 的变化并不会影响最终的演化均衡点(1,1,1),因为对于众包物流平台众多的配送员,其违约惩罚相对众包物流平台企业来讲微不足道,并不能够影响其策略的选择。

图4 M 和 N 变化时演化图

3.4 收益分配系数对众包物流平台的影响分析

通过图5进行分析,当保持其他参数不变的情况下,平台企业和配送员的众包物流平台收益分配指数 a 的变化是否会影响最终策略的演化,由图可知,收益分配系数 a 的临界点在0.57-0.58之间,当收益分配系数 a 小于临界点时,演化稳定均衡点为(1,1,1),当收益分配系数 a 大于临界点时,演化稳定均衡点为(1,0,0),仿真结果表明,收益分配系数 a 的变化会影响平台企业和配送员的策略选择,且配送员对于收益分配的变化更加敏感。在众包物流平台中,配送员为了追求最大利润,其受到的影响更大。

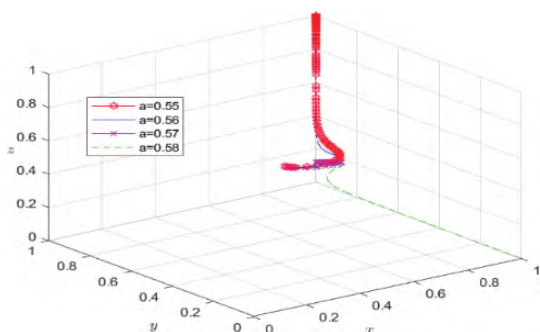


图5 a 变化时演化图

4 结 论

考虑到博弈方的有限理性,本文运用演化博弈理论建立外部支持机构、平台企业和配送员参与的众包物流平台博弈支付矩阵,综合分析了博弈三方在参与众包物流平台建立时的决策演化过程,最后通过数值仿真,讨论了博弈三方参与平台的策略选择及相关影响因素,主要的结论有:

(1) 博弈三方对于彼此之间的参与意愿的影响程度大小各不相同。主要表现为:平台企业和配送员之间的影响程度不同,配送员对于平台企业参与众包物流平台的意愿变化反映更加灵敏;配送员决定是否入驻众包物流平台受到外部支持机构和平台企业的参与意愿影响较小,主要取决于自身和外部市场变化情况,相对而言,平台企业则受到外部支持机构参与意愿的影响则较大,如政府相关税收政策的变化、物联网大数据云计算等技术手段的应用情况等都直接影响平台企业的参与意愿。

(2) 配送员对于外部支持机构中政府监管部门政策的变化反映更灵敏,配送员对于收益分配和惩罚力度方面的变化敏感程度大于平台企业。为了追求自身经济利益的最大化,平台运营的违约金和收

益分配比例的变化会对其参与意愿产生较大影响。

根据理论推导,本文针对众包物流平台的发展提出如下几点建议:

(1) 政府监管部门可以出台更加完善的关于配送员安全管理及众包物流平台运行的法律法规,保障配送员的合法权益及人身安全,为众包物流的发展创造良好的政策环境。同时,可以考虑给予平台和配送员在增值税及个人所得税等方面的税收优惠政策,推动众包物流更快发展。

(2) 当前信息技术不断更新迭代,众包物流平台企业可以充分应用人工智能、大数据、云计算和物联网等新技术为其整合物流运输资源,提高众包物流运作效率,提升用户满意度。此外,针对众包物流出现的安全、信息等风险,众包物流平台企业可以通过建立行业运行标准实现规范化服务,并通过积极开展员工培训,提升员工配送专业技能和服务水平,增强员工素质,优化客户体验。

参考文献:

- [1] 王文杰,孙中苗,徐琪,等. 随机需求下考虑服务商竞争的众包物流动态定价策略[J]. 工业工程与管理, 2018, 23(2): 114-121.
- [2] HSIEH T P, DYE C Y. Optimal Dynamic Pricing for Deteriorating items with Reference Price Effects when Inventories Stimulate Demand[J]. European Journal of Operational Research, 2017, 262(1): 136-150.
- [3] WANG W J, XIE L. Optimal Pricing of Crowdsourcing Logistics Services with Social Delivery Capacity[J]. Journal of Combinatorial Optimization, 2021, 43(5): 1447-1469.
- [4] 黄静静,陈荔,赵娜. 分享经济下考虑众包物流平台投资建设和竞争定价研究[J]. 上海理工大学学报, 2022, 44(3): 299-307.
- [5] 马华,陈跃鹏,唐文胜,等. 面向工作者能力评估的众包任务分配方法的研究进展综述[J]. 计算机应用, 2021, 41(8): 2232-2241.
- [6] 孟秀丽,刘波,安坤. 考虑配送员交互作用和服务质量的众包物流运营模式选择[J]. 中国管理科学, 2023, 31(5): 218-229.
- [7] 冉家敏,倪志伟,彭鹏,等. 考虑空间众包工作者服务质量的任务分配策略及其萤火虫群优化算法求解[J]. 计算机应用, 2021, 41(4): 794-802.
- [8] 孟秀丽,刘波,安坤. 考虑发包方满意度和自由配送员数量的众包物流平台最优决策[J]. 管理学报, 2023, 20(5): 747-758.

(下转第82页)

见一蛟来向船,船回避,蛟又从其后。盛便以叉杀之,惧而还家,经年无患。至元兴中,普天亢旱,盛与同旅数人,步至湖中,见先叉在地,拾取之,云:“是我叉。”人问其故,具以实对。行数步,乃得心痛,还家一宿便死。^{[7][19]}

如上述材料所示,这些蛟并未有作恶之实,但民众无端杀之后离奇地死去。此种“斩蛟”叙述初看与前述大多数斩蛟故事的主旨大相径庭,但此种斩之的行为也遭到了因果报应,也是“恶必有报”的体现,默认为斩蛟主体的“人”亦不能例外。

道教思想对斩蛟故事的影响也同样不可忽视。就斩蛟故事之中,斩蛟人的身份转变为道士、蛟龙具有灵性和斩蛟手段变为道术而言,这些实为“斗法”的小说情节体现了道教徒宣扬教义与法力的创作动机。这些创作丰富和充实了斩蛟故事的内容,使志怪小说增添了特殊的故事模式,凸显了其本身扑朔迷离的艺术特色。

斩蛟故事无疑多以人类胜利、蛟龙落败作为最终的结局。对于斩蛟行为之后话,小说文本一般记述得较为简略,于事则“风波静除”“于后遂无蛟患”,于人则“终为忠臣孝子”“刻石于庙”。这些文本最基础的创作出发点即为为害之物必将被人类斩除,即便斩之的代价包括“雷神随击之,七日七

夜,眇其左目”^{[7][24]},也不会动摇斩蛟人的决心。

总而言之,以斩蛟故事为例的一系列反映人与物相斗过程的小说,都经历了一个由简单到复杂、由神仙之说上升到宗教教化的演变过程。这一历程无疑反映了我国先民在面对未知自然灾害时,勇于应对并积极寻求抵御灾害方法的进取精神。这些斩蛟英雄的事迹通过记录与艺术加工,绽放出了独特的崇高之美。

参考文献:

- [1] 李道和.岁时民俗与古小说研究[M].天津:天津古籍出版社,2004:165.
- [2] 上海古籍出版社.唐五代笔记小说大观[M].上海:上海古籍出版社,2000.
- [3] 祝鸿杰.博物志全译[M].贵阳:贵州人民出版社,1992:176.
- [4] 李昉.太平广记[M].北京:中华书局,1961.
- [5] 余嘉锡.世说新语笺疏[M].北京:中华书局,1983:627.
- [6] 鲁迅.古小说钩沉[M].济南:齐鲁书社,1997:129.
- [7] 王根林,黄益元,曹光甫.汉魏六朝笔记小说大观[M].上海:上海古籍出版社,1999.
- [8] 李剑国.唐前志怪小说史[M].北京:人民文学出版社,2011:24.
- [9] 鲁迅.中国小说史略[M].长沙:湖南大学出版社,2014:25.
- [10] LIANG D C, CAO W, XU Z S, et al. A Novel Approach of two-stage three-way Coopetition Decision for Crowdsourcing Task Allocation Scheme[J]. Information Sciences, 2021, 559: 191-211.
- [11] DAI H Y, LIU Y L, YAN N, et al. Optimal Staffing for online-to-offline on-demand Delivery Systems: in-house or Crowd-sourcing Drivers? [J]. Asia-Pacific Journal of Operational Research, 2021, 38(1): 2050037.
- [12] MCKINNON A C. Crowd-shipping: Is Crowd-sourced the Secret Recipe for Delivery in the Future [M]. New York: Springer, 2016.
- [13] 孙焱,何明珂.基于结构方程模型的众包物流风险识别与分析[J].管理现代化,2017,37(6):105-109.
- [14] SHAO B, SHI L, XU B, et al. Factors Affecting Participation of Solvers in Crowdsourcing: an Empirical Study from China [J]. Electronic Markets, 2012, 22(2): 73-83.
- [15] 孟韬,张媛,董大海.基于威客模式的众包参与行为影响因素研究[J].中国软科学,2014(12):112-123.
- [16] YE H, KANKANHALLI A. Solvers' Participation in Crowdsourcing Platforms: Examining the Impacts of Trust, and Benefit and Cost Factors[J]. Journal of Strategic Information Systems, 2017, 26(2): 101-117.
- [17] SUH K, SMITH T, LINHOFF M. Leveraging Socially Networked Mobile ICT Platforms for the last-mile Delivery Problem [J]. Environ Sci Technol, 2012, 46(17): 81-90.
- [18] CARBONE V, ROUQUET A, ROUSSAT C. The Rise of Crowd Logistics: a New Way to Cocreate Logistics Value [J]. Journal of Business Logistics, 2017, 38(4): 238-252.
- [19] PENG R, XU A. Crowdsourced Logistics—Its Development and Potential a Case Study of JD Crowdsourced Logistics in China [D]. Gothenburg Swedish; University of Gothenburg, 2016.
- [20] 李玉,吴斌,王超.基于前景理论的众包物流配送方行为决策演化博弈分析:基于发货方视角[J].运筹与管理,2019,28(6):129-135.
- [21] FRIEDMAN D. On Economic Applications of Evolutionary Game Theory[J]. Journal of Evolutionary Economics, 1998, 8(1): 15-43.

[责任编辑:文 竹]

[责任编辑:汪潘义]