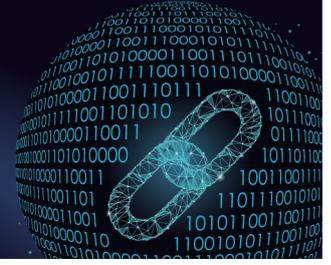




中国科技期刊卓越行动计划项目入选期刊

# 控制与决策

CONTROL AND DECISION



## 消费者信息偏好对船公司参与航运物流区块链平台决策的影响

陈燕婷, 李登峰

引用本文:

陈燕婷, 李登峰. 消费者信息偏好对船公司参与航运物流区块链平台决策的影响[J]. *控制与决策*, 2024, 39(8): 2791–2800.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2023.0233>

## 您可能感兴趣的其他文章

### Articles you may be interested in

#### [考虑企业社会责任和公平偏好的绿色供应链决策](#)

Green supply chain considering fairness preference and corporate social responsibility

*控制与决策*. 2021, 36(7): 1743–1753 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.1102>

#### [政府补贴和增值税退税政策的闭环供应链决策](#)

Closed-loop supply chain decisions under government subsidies and VAT rebates

*控制与决策*. 2021, 36(11): 2771–2782 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0356>

#### [现货市场补充作用下基于总量折扣的运输服务采购问题研究](#)

Transportation service procurement based on total discount under complementary effect of spot market

*控制与决策*. 2021, 36(11): 2794–2802 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0274>

#### [基于时空聚类求解带容积约束的选址-路径问题](#)

Time-space cluster based location-routing problem with capacitate constraints

*控制与决策*. 2021, 36(10): 2504–2510 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2020.0073>

#### [考虑扶贫偏好的三级农产品供应链决策及协调](#)

Decision making and contract coordination of three-level agricultural products supply chain with consumer poverty alleviation preference

*控制与决策*. 2020, 35(11): 2589–2598 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2019.0201>

# 消费者信息偏好对船公司参与航运物流 区块链平台决策的影响

陈燕婷<sup>1</sup>, 李登峰<sup>2†</sup>

(1. 福州大学 经济与管理学院, 福州 350108; 2. 电子科技大学 经济与管理学院, 成都 611731)

**摘要:** 航运物流行业涉及多个环节,因此航运物流区块链平台需要多个物流企业积极加入. 航运物流区块链平台应用下的航运物流信息披露水平和消费者偏好都会对物流企业的参与决策产生影响. 基于消费者存在航运物流服务 and 信息偏好以及船公司可选择参与已搭建好的航运物流区块链平台(简称“上链”)的假设,利用两阶段博弈刻画了航运物流信息披露下的两个船公司的博弈均衡,进而通过对比3种“上链”模式,分析船公司的“上链”决策. 研究发现,当消费者更关注航运物流服务水平时,与都“上链”相比,两个船公司都“不上链”能使双方获益,且披露航运物流信息和虚报舱位数量多的船公司获益更多;若仅有一个船公司“上链”,其收益最大. 当消费者更关注航运物流信息披露水平时,若两个船公司都“上链”,能实现共赢,且船公司披露的航运物流信息水平越高收益越大. 同样,若仅有一个船公司“上链”,其收益最大. 研究结论能够为航运物流企业应用区块链技术提供有益的管理启示.

**关键词:** 区块链; 物流供应链; 激励; 信息偏好; 博弈论

**中图分类号:** F253 **文献标志码:** A

**DOI:** 10.13195/j.kzyjc.2023.0233

**引用格式:** 陈燕婷,李登峰. 消费者信息偏好对船公司参与航运物流区块链平台决策的影响[J]. 控制与决策, 2024, 39(8): 2791-2800.

## Impact of consumer information preferences on shipping companies' decisions to participate in shipping logistics blockchain platforms

CHEN Yan-ting<sup>1</sup>, LI Deng-feng<sup>2†</sup>

(1. School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China; 2. School of Management and Economics, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 611731, China)

**Abstract:** The shipping logistics industry involves multiple links, so the application of the shipping logistics blockchain platform requires the active participation of many logistics enterprises. The level of disclosure of shipping logistics information and consumer preferences in the application of the shipping logistics blockchain platform can have an impact on companies' participation decisions. Based on the assumption that consumers have shipping logistics services and information preferences and that two shipping companies can choose to participate in the established shipping logistics blockchain platform (referred to as “joining the chain”), this paper uses a two-stage game model to depict the game equilibrium of two shipping companies under the disclosure of shipping logistics information, then analyzes the “joining the chain” decision of shipping companies by comparing three “up chain” modes. The study shows that when consumers pay more attention to the service level of shipping logistics, compared with “joining the chain”, both shipping companies can benefit from “not joining the chain”; At the same time, shipping companies that disclose more shipping logistics information and falsely declare a high number of shipping spaces can benefit more. When consumers pay more attention to the disclosure level of shipping logistics information, if two shipping companies are “joining the chain”, it can achieve a win-win situation. At the same time, the shipping company with a high disclosure level of shipping logistics information has a higher profit. Similarly, if only one shipping company is “joining the chain”, it can obtain the maximum profit. The research results can provide management implications for shipping logistics enterprises regarding whether to apply blockchain technology management in the shipping logistics business.

**Keywords:** blockchain; logistics supply chain; incentive; preference information; game theory

收稿日期: 2023-03-01; 录用日期: 2023-07-04.

基金项目: 国家自然科学基金项目(72271046, 72071032).

责任编辑: 樊治平.

†通讯作者. E-mail: lidengfeng@uestc.edu.cn.

\*本文附带电子附录文件,可登录本刊官网该文“资源附件”区自行下载阅览.

## 0 引言

航运物流是国际贸易的关键环节,目前全球贸易90%以上的运输由其承担,对经济发展起着至关重要的作用。2020年,交通运输部联合印发《关于大力推进海运业高质量发展的指导意见》,旨在推动区块链等新技术与航运物流业深度融合。实际上,已有许多航运物流企业都在积极尝试应用区块链技术构建航运物流区块链平台来提升航运物流供应链的透明度及物流信息的披露水平<sup>[1]</sup>,实现物流信息的共享和流转,突破“信息孤岛”的瓶颈。例如,“马士基”和IBM合作构建了Tradelens,旨在提升物流信息透明度,实现信息共享。CargoX作为适用于航运物流业的区块链平台已经投入应用。然而,航运物流业务涉及多个环节,其应用航运物流区块链平台需要许多物流企业的积极参与。特别是船公司是航运物流的直接发动者,起着至关重要的作用,是航运物流区块链平台必不可少的参与者之一。例如,区块链平台GSBN是东方海外物流与其他8家全球知名船公司联合创建,旨在为消费者提供一个数字化、物流信息透明化的物流解决方案。对于船公司而言,参与航运物流区块链平台能够提升物流服务和信息披露水平,获得更多消费者的青睐。然而,船公司参与航运物流区块链平台可能面临着较高的区块链平台使用费用以及披露真实物流信息使自身利益受损的问题。因为消费者的决策会被船公司披露的物流信息影响,而在传统的航运物流中,船公司可通过虚报自己的舱位信息和物流信息来影响消费者的决策,获得更高的收益。例如,在海运旺季,船公司会虚报高于实际舱位数量的20%来保证自己的舱位能够满载,一旦“爆舱”,船公司就会拒绝多余20%左右的货物,而船公司对此不负任何责任。然而,若船公司加入航运物流区块链平台,则依据区块链规则,船公司不但不能虚报信息,还需披露真实的关键信息进行共享,这有可能使船公司利益受损。

对于消费者而言,随着区块链、大数据等技术的发展,一方面使得物流企业能够收集和使用数据来预测消费偏好,为消费者提供个性化的物流服务;另一方面,数据使用所引发的消费者对物流信息披露的关注也成为物流企业竞争的焦点。据江苏省消保委对物流行业消费调查报告显示,53.79%的消费者对物流信息更新不及时进行投诉。随着消费者对物流信息披露关注的增强,物流信息披露水平必然会对物流企业间的竞争产生影响,成为物流企业决策必须考虑的重要因素之一。因此,当船公司考虑是否参与航运物流区块链平台时(简称“上链”),既要权衡“上链”

所带来的利(如服务水平提升、获取真实的物流信息)与弊(区块链平台使用费、披露真实的物流信息),又要考虑消费者的偏好。并且,当船公司之间存在竞争时,还要考虑竞争对手是否上链的博弈。鉴于此,本文将重点探讨以下问题:在航运物流区块链平台的应用影响物流信息披露水平的背景下,船公司是否有意愿“上链”?当消费者存在物流服务和信息偏好时,两个竞争性的船公司该如何决策“上链”?船公司披露的物流信息水平如何影响“上链”决策?这些都是值得探讨的具有理论与实际意义的问题。

## 1 文献综述

与本文紧密相关的研究主要有区块链技术在供应链的应用。目前,已有较多学者对供应链中应用区块链技术的决策问题展开研究。梁喜等<sup>[2]</sup>对制造商主导的双渠道供应链中是否采用联盟链以及其如何影响双渠道供应链结构定价与渠道决策的问题进行了讨论。潘俊林等<sup>[3]</sup>考虑了消费者的质量和价格敏感,针对中小型供应链的成员是否采用基于区块链技术的信息共享平台进行信息共享的问题展开研究。由于区块链技术是分布式账本、区块链平台需要多个合作者共同参与,一些学者从供应链成员是否参与已经搭建好的区块链平台的角度对“上链”决策问题展开研究。吉清凯等<sup>[4]</sup>以一个零售商和两个供应商组成的供应链为研究对象,考虑区块链对品牌形象提升的影响,讨论了供应商是否加入零售商已搭建好的区块链平台来提升品牌形象的上链决策问题。由于区块链与航运物流供应链有较大的契合度,在航运物流供应链中嵌入区块链技术的问题也引起了学者们的关注。Yang<sup>[1]</sup>研究发现区块链技术对航运物流供应链有积极影响,特别是在海关、数字化管理和单据简化等方面。Zhong等<sup>[5]</sup>研究了在集装箱航运业有关应用区块链技术的决策问题,研究结果可为集装箱航运公司在区块链引入初期提供决策建议。Orji等<sup>[6]</sup>分析了区块链对航运物流行业的积极影响,并运用TOE的理论提出影响物流行业应用区块链的关键因素。信息披露的相关研究也与本文紧密相关,余航等<sup>[7]</sup>基于博弈理论对电商平台的信息披露策略进行研究,并对比分析了“平台披露”与“供应商披露”等信息披露方式。李嫣然等<sup>[8]</sup>研究了双寡头竞争市场中产品质量信息披露与定价决策的问题,并分析了信息共享与否与质量差异对新进入企业信息披露决策的影响。区块链技术能有效提升供应链透明度,从而改变信息披露水平,促进信息共享。因此,已有学者针对区块链技术对信息披露的影响展开探索。Niu等<sup>[9]</sup>

以药品供应链为研究对象,讨论了药品供应链成员是否会以信息披露为代价应用区块链技术来获取更多需求的问题。Shen等<sup>[10]</sup>针对区块链技术影响二手产品的信息披露来探究区块链技术的应用价值。本文与两阶段博弈的研究也有一定关系。以上文献大都在静态框架下研究区块链技术对航运物流供应链的影响。考虑到现实中消费者存在重复购买行为,且物流供应链成员之间的竞争具有动态特征,所以采用两阶段博弈更符合实际情况。比如,鲍立江等<sup>[11]</sup>用两阶段博弈模型分析电子商务平台中商家的虚假刷单行为对两个商家竞争的影响。刘东霞等<sup>[12]</sup>考虑数据资源具有的潜在价值,利用两阶段动态博弈模型分析数据资源挖掘与共享对产品服务供应链决策产生的影响。赵道致等<sup>[13]</sup>考虑产能需求方对产能交期和价格敏感度的特点,建立平台与双边用户的两阶段博弈,对垄断型制造业产能分享平台的定价策略展开研究。

综上所述,关于区块链技术在供应链中应用的相关研究已取得了丰硕的成果。而关于区块链技术影响物流信息披露水平的物流企业的“上链”决策问题的相关研究较少,尤其是鲜有研究考虑消费者对物流信息披露水平的偏好如何影响物流企业的“上链”决策问题。然而,随着航运物流业的发展,消费者对物流信息的偏好程度日益增强,披露物流信息的真实性备受关注。消费者的购买决策不仅受物流服务水平的影 响,也会受物流信息披露水平的影响。因此,本文从消费者的偏好出发,研究物流信息披露水平如何影响船公司的“上链”决策问题,这更符合现实情景。基于上述背景,本文受物流企业应用区块链技术的实践启发,针对航运物流区块链平台对物流信息披露水平的影响,考虑消费者存在物流服务和信息偏好,运用两阶段博弈构建两个竞争性船公司的博弈模型,探讨船公司“上链”的动机与决策策略。这可为航运物流供应链中如何应用区块链提供理论指导。已有研究为本文提供了研究基础和有益借鉴,本文与已有研究的区别和联系在于:首先,本文以航运物流供应链引入区块链技术为背景,从消费者偏好角度刻画了当消费者对物流服务和信息的偏好关注不同时,如何影响竞争性船公司“上链”的动机。这揭示了消费者偏好与供应链成员“上链”决策的交互影响,更贴近现实。其次,本文的研究是针对包含两个船公司的航运物流供应链,考虑了航运物流业的特点以及消费者存在的重复购买行为,采用两阶段博弈刻画船公司的“上链”决策具有较强的适用性,有助于解决航运物流业更多的现实问题。最后,已有研究侧重考虑区块链的不同

功能,包括去中心化、产品溯源、信息透明化及不可篡改等,而本文聚焦于区块链影响物流信息披露水平对船公司“上链”决策的影响,为如何应用区块链技术提供决策依据。

## 2 问题描述与假设

本文考虑在一个双寡头垄断的单位市场中,存在两个竞争的不同品牌的船公司,船公司可选择加入已搭建的航运物流区块链平台(简称“上链”)。航运物流区块链平台的应用改变了物流信息披露水平。消费者从任何一家船公司订购舱位时,其购买决策不仅受到当前船公司的物流服务水平(如运输时间、速度、口碑等)的影响,还受到船公司的物流信息披露水平的影响。考虑到消费者具有重复购买行为,本文用两阶段博弈来解释物流信息披露水平对船公司“上链”决策的影响。为了更好地说明船公司的“上链”动机,考虑3种情况:两个船公司均不“上链”;仅有一个船公司“上链”;两个船公司均“上链”。为了建模方便和使研究具有科学性,不失一般性,本文假设如下:

1) 消费者受口碑、运输路线和时间等多种因素的影响,对两个品牌船公司提供的物流服务的偏好是异质的。两个船公司都是理性人,其物流信息披露水平存在差异,给消费者带来的效用不同。因此,消费者对船公司的物流信息披露水平的偏好是异质的。

2) 借鉴文献[11],船公司虚报舱位信息支付的惩罚成本设为 $\eta(\Delta_i)^2/2$ , $\eta > 0$ 表示虚报舱位信息的惩罚强度。

3) 根据文献[12],假设船公司“上链”后通过航运物流区块链平台获取的需求信息转化为数字资源时所获得的收益为 $\tau$ ,然而,在传统的航运物流链中获取的需求信息存在虚假,因此转化为数字资源时所获得的收益为 $\phi\tau$ , $\phi$ 为信息损失率, $e$ 为船公司“上链”后披露真实的物流信息进行共享所获得的奖励。

4) 根据文献[2],船公司达成业务交易所支付的交易费用为 $\varepsilon$ ,而船公司“上链”后可减少物流信息搜集和物流合同执行不确定性,其交易费用可设为 $\varepsilon q$ , $q \in (0, 1)$ 表示船公司“上链”后的区块链使用程度。

5) 为了简化计算,船公司的单位运营成本都设为 $c$ ,船公司“上链”后需支付区块链平台使用费 $F$ ,其单位运营成本为 $c\varphi$ , $\varphi$ 表示提高运营效率降低运营成本的成本优化系数。

6) 根据文献[2],消费者可通过“上链”共享真实的物流信息,提升购物体验,产生市场松弛量 $\omega > 0$ 。

7) 借鉴文献[14],船公司A和B分别位于单位市场两端,各自独立提供运输服务,其中船公司A的坐

标为(0,0),船公司B的坐标为(1,1).

为更好地分析物流信息披露水平对船公司“上链”策略的影响,本文将船公司的物流信息披露水平作为外生变量,暂不考虑其成本.

借鉴文献[11,14],假设消费者均匀分布在单位市场中,每阶段对船公司*i*(*i* = *A*, *B*)所产生的舱位需求为1. 消费者对购买船公司*i*舱位的估值为*v*,订购舱位时需支付航运运费*p<sub>i</sub>*(*i* = *A*, *B*). 第*j*(*j* = 1, 2)阶段消费者选择船公司*i*的效用分别为*u<sub>i,j</sub>*. 消费者的坐标为(*θ*, *r*),其中*θ*表示消费者对船公司*A*提供的物流服务水平的偏好,均匀分布在[0, 1]区间的横坐标上. *θt*、(1 - *θ*)*t*分别表示消费者订购船公司*A*和*B*的舱位所花费的“交通成本”. 基于Hotelling模型的假设,消费者与船公司之间的距离代表消费者对于该船公司的偏好程度,而单位交通成本*t*可理解为船公司提供的物流服务水平的差异性,*t*越小,表明船公司之间的替代性越高,竞争越激烈. *r*表示消费者对船公司*B*的物流信息披露水平的偏好,均匀分布在[0,1]的纵坐标上,β(1-*r*)*k<sub>A</sub>*与β*r**k<sub>B</sub>*分别表示船公司*A*和*B*披露物流信息所获得的正效用. β表示消费者对披露的物流信息真实性的怀疑水平. 其中*k<sub>i</sub>*(*i* = *A*, *B*)表示船公司*i*披露的航运物流信息水平,*k<sub>i</sub>*越大,表示船公司*i*披露的物流信息越多,为消费者带来的正效用越大. 另外,还假设船公司的舱位信息对于消费者的效用具有正向影响. 船公司*i*的舱位信息包括第*j*阶段产生的真实数量*D<sub>i,j</sub>*和虚假数量Δ<sub>*i*</sub>. 其中,若船公司*i*不虚报舱位数量,则Δ<sub>*i*</sub> = 0. 在传统的航运物流供应链中,由于消费者无法判断船公司披露的物流信息的真实性,位于*θ*的消费者第*j*阶段购买船公司*i*舱位所获得的效用分别为

$$u_A = v - \theta t - p_A + \beta(1-r)k_A + \lambda(\Delta_A + D_{A,j}),$$

$$u_B = v - (1-\theta)t - p_B + \beta r k_B + \lambda(\Delta_B + D_{B,j}).$$

其中λ > 0为舱位数量对消费者购买决策的影响强度.

### 3 模型构建与分析

由于消费者有重复购买行为,其购买决策会受到上一次购买决策的影响,采用两阶段博弈分析物流信息披露水平对船公司“上链”决策的影响. 在第1阶段,消费者能了解的信息不多,一般会按照不同品牌的船公司提供的物流服务水平进行选择. 因此,位于*θ*的消费者选择船公司*i*时所获得的效用分别为*u<sub>A</sub>* = *v* - *tθ* - *p<sub>A</sub>*, *u<sub>B</sub>* = *v* - *t*(1 - *θ*) - *p<sub>B</sub>*. 可推出,位于*θ\** = 1/2 + (*p<sub>B</sub>* - *p<sub>A</sub>*)/(2*t*)时,消费者订购两个船公司舱位的效用相同. 于是,在第1阶段,船公司*i*的需求分别为*D<sub>A,1</sub>* = 1/2 + (*p<sub>B</sub>* - *p<sub>A</sub>*)/(2*t*), *D<sub>B,1</sub>* = 1/2 + (*p<sub>A</sub>* - *p<sub>B</sub>*)/(2*t*). 在第2阶段,消费者具有购买经验,需了解船公司披露的物流信息和舱位信息再决定购买. 在传统的航运物流链中,船公司可能会披露虚假物流信息和舱位信息来影响消费者的购买决策. 另外,船公司在第2阶段可选择“上链”.

#### 3.1 船公司都不加入航运物流区块链平台(模型*N*)

在模型*N*中,船公司会披露虚假物流信息. 因消费者在第1阶段会对比披露的物流信息的真实性,所以在第2阶段会怀疑船公司披露的物流信息的真实性. 那么,在第2阶段的效用为

$$v - \theta t - p_A + \beta(1-r)k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A) = \\ v - (1-\theta)t - p_B + \beta r k_B + \lambda(D_{B,1} + \Delta_B).$$

通过求解与分析,按照下列情况,分别计算船公司的市场需求.

1) 当*t* ≥ β(*k<sub>A</sub>* + *k<sub>B</sub>*)/2时,第2阶段的需求为

$$D_{A,2}^{N_T} = \int_0^1 dr \int_0^{\frac{[p_B - p_A + t + \beta(k_A(1-r) - r k_B) + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)]}{2t}} d\theta = \\ \frac{1}{2} + \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{2t} + \frac{\beta(k_A - k_B)}{4t}, \\ D_{B,2}^{N_T} = 1 - D_{A,2}^{N_T} = \frac{t - p_B + p_A - \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{2t} - \frac{\beta(k_A - k_B)}{4t}.$$

因此,船公司*A*和*B*的总需求分别为

$$D_A^{N_T} = D_{A,1} + D_{A,2}^{N_T} = 1 + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{\beta(k_A - k_B)}{4t} + \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{2t}, \\ D_B^{N_T} = D_{B,1} + D_{B,2}^{N_T} = 1 + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{\beta(k_A - k_B)}{4t} - \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{2t}.$$

2) 当*t* < β(*k<sub>A</sub>* + *k<sub>B</sub>*)/2时,第2阶段的需求分别为

$$D_{A,2}^{N_K} = \int_0^1 d\theta \int_0^{\frac{[p_B - p_A + t(1-2\theta) + \beta k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)]}{2\beta(k_A + k_B)}} dr = \frac{p_B - p_A + \beta k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{\beta(k_A + k_B)}, \\ D_{B,2}^{N_K} = 1 - D_{A,2}^{N_K} = 1 - \frac{p_B - p_A + \beta k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{\beta(k_A + k_B)}.$$

因此,船公司A和B的市场总需求分别为

$$D_A^{N_K} = D_{A,1} + D_{A,2}^{N_K} = \frac{1}{2} + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{p_B - p_A + \beta k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{\beta(k_A + k_B)},$$

$$D_B^{N_K} = D_{B,1} + D_{B,2}^{N_K} = \frac{3}{2} + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{p_B - p_A + \beta k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1} - \Delta_B)}{\beta(k_A + k_B)}.$$

综合1)和2)可知,船公司A和B的收益分别为

$$\begin{cases} \pi_A^{N_T} = (p_A - c + \phi\tau)D_A^{N_T} - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} - \varepsilon, t \geq \frac{\beta(k_A + k_B)}{2}; \\ \pi_A^{N_K} = (p_A - c + \phi\tau)D_A^{N_K} - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} - \varepsilon, t < \frac{\beta(k_A + k_B)}{2}; \\ \pi_B^{N_T} = (p_B - c + \phi\tau)D_B^{N_T} - \frac{\eta(\Delta_B)^2}{2} - \varepsilon, t \geq \frac{\beta(k_A + k_B)}{2}; \\ \pi_B^{N_K} = (p_B - c + \phi\tau)D_B^{N_K} - \frac{\eta(\Delta_B)^2}{2} - \varepsilon, t < \frac{\beta(k_A + k_B)}{2}. \end{cases}$$

命题1 在模型N中,1)  $t \geq \beta(k_A + k_B)/2$ 时,船公司A和B的均衡结果分别为

$$\begin{cases} p_A^{N_T^*} = c + \frac{2t^2}{2t + \lambda} - \tau\phi + \frac{t\beta(k_A - k_B) + 2t\lambda(\Delta_A - \Delta_B)}{6(2t + \lambda)}, \\ p_B^{N_T^*} = c + \frac{2t^2}{2t + \lambda} - \tau\phi + \frac{t\beta(k_B - k_A) + 2t\lambda(\Delta_B - \Delta_A)}{6(2t + \lambda)}; \\ \pi_A^{N_T^*} = -\varepsilon - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} + \frac{[12t + \beta(k_A - k_B) + 2\lambda(\Delta_A - \Delta_B)]^2}{72(2t + \lambda)}, \\ \pi_B^{N_T^*} = -\varepsilon - \frac{\eta(\Delta_B)^2}{2} + \frac{[12t + \beta(k_B - k_A) + 2\lambda(\Delta_B - \Delta_A)]^2}{72(2t + \lambda)}. \end{cases}$$

2)  $t < \beta(k_A + k_B)/2$ 时,船公司的均衡结果分别为

$$\begin{cases} p_A^{N_K^*} = \frac{6(t + \lambda)(c - \tau\phi) + \beta(3c + 5t - 3\tau\phi)(k_A + k_B) + 2t[\beta k_A + \lambda(\Delta_A - \Delta_B)]}{6(t + \lambda) + 3\beta(k_A + k_B)}, \\ p_B^{N_K^*} = \frac{6(t + \lambda)(c - \tau\phi) + \beta(3c + 7t - 3\tau\phi)(k_A + k_B) - 2t[\beta k_A + \lambda(\Delta_A - \Delta_B)]}{6(t + \lambda) + 3\beta(k_A + k_B)}; \\ \pi_A^{N_K^*} = -\varepsilon - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} + \frac{t[5\beta(k_A + k_B) + 2(\beta k_A + \lambda\Delta_A - \lambda\Delta_B)]^2}{18\beta(k_A + k_B)[2(t + \lambda) + \beta(k_A + k_B)]}, \\ \pi_B^{N_K^*} = -\varepsilon - \frac{\eta(\Delta_B)^2}{2} + \frac{t[7\beta(k_A + k_B) - 2(\beta k_A + \lambda\Delta_A - \lambda\Delta_B)]^2}{18\beta(k_A + k_B)[2(t + \lambda) + \beta(k_A + k_B)]}. \end{cases}$$

命题2 在模型N中,若  $k_A > k_B, \Delta_A > \Delta_B$ ,则

当  $t \geq \beta(k_A + k_B)/2$ 时,有:

1)  $p_A^{N_T^*} > p_B^{N_T^*}$  和  $\pi_A^{N_T^*} > \pi_B^{N_T^*}$ ;

2)  $d(p_A^{N_T^*} - p_B^{N_T^*})/dt > 0, d(p_A^{N_T^*} - p_B^{N_T^*})/d\beta > 0,$

$d(\pi_A^{N_T^*} - \pi_B^{N_T^*})/d\beta > 0, d(\pi_A^{N_T^*} - \pi_B^{N_T^*})/dt > 0.$

而当  $t < \beta(k_A + k_B)/2$ 时,有:

1)  $p_A^{N_K^*} > p_B^{N_K^*}$  和  $\pi_A^{N_K^*} > \pi_B^{N_K^*}$ ;

2)  $d(p_A^{N_K^*} - p_B^{N_K^*})/dt > 0, d(\pi_A^{N_K^*} - \pi_B^{N_K^*})/dt > 0,$

$d(p_A^{N_K^*} - p_B^{N_K^*})/d\beta > 0, d(\pi_A^{N_K^*} - \pi_B^{N_K^*})/d\beta > 0.$

由命题2可知,物流信息披露水平和虚报舱位信息对船公司的均衡结果有重要影响,即使消费者更关注物流服务水平,物流信息披露水平高的船公司也可以制定更高的运费获得更高的收益. 因为船公司不仅可以通过既有的品牌服务效应来迷惑消费者,还可

以通过虚报物流信息吸引消费者,造成市场信息不对称,出现劣币驱逐良币. 而物流信息披露水平低的船公司为了弥补需求下降带来的损失,只能降低运费来获取更多的市场份额,其收益也随之降低. 当消费者更关注物流信息披露水平时,物流信息披露水平增加了船公司之间的差异性使其可替代性降低,物流信息披露水平高的船公司总是可以制定更高的运费. 因此,船公司可以通过调整物流信息披露水平,增加差异化以获取更高的收益. 若船公司物流服务水平对消费者购买决策产生的作用越大,则具有更高物流信息披露水平和虚报舱位信息越大的船公司制定的运费就越高,市场占有率也越高. 同时,消费者越怀疑披露的物流信息的真实性,就越偏向于披露物流信息多的船公司,也就越增加船公司之间的差距.

3.2 仅船公司B加入航运物流区块链平台(模型S)

在第2阶段,船公司A仍然保持传统的航运物流链模式,与3.1节类似,消费者选择船公司A的效用为  $v - p_A - t\theta + \beta(1 - r)k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A)$ . 而船公司

B选择“上链”,则不能虚报物流信息和舱位信息,但增加了市场松弛量  $\varpi$ . 因此,消费者选择船公司B的效用为  $v - p_B - t(1 - \theta) + rk_B + \lambda D_{B,1} + \varpi$ . 与3.1节类似,通过求解与分析,可知:

1) 当  $t \geq (\beta k_A + k_B)/2$  时,船公司的总需求分别为

$$D_A^{S_T} = D_{A,1} + D_{A,2}^{S_T} = 1 + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{\beta k_A - k_B}{4t} + \frac{p_B - p_A - \varpi + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1})}{2t},$$

$$D_B^{S_T} = D_{B,1} + D_{B,2}^{S_T} = 1 + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{\beta k_A - k_B}{4t} + \frac{p_B - p_A - \varpi + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1})}{2t}.$$

2) 当  $t < (\beta k_A + k_B)/2$  时,船公司的总需求分别为

$$D_A^{S_K} = D_{A,1} + D_{A,2}^{S_K} = \frac{1}{2} + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{p_B - p_A - \varpi + \beta k_A + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1})}{\beta k_A + k_B},$$

$$D_B^{S_K} = D_{B,1} + D_{B,2}^{S_K} = \frac{3}{2} + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{p_B - p_A + \beta k_A - \varpi + \lambda(D_{A,1} + \Delta_A - D_{B,1})}{\beta k_A + k_B}.$$

综合1)和2)可知,船公司A和B的收益分别为

$$\begin{cases} \pi_A^{S_T} = (p_A - c + \phi\tau)D_A^{S_T} - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} - \varepsilon, & t \geq \frac{\beta k_A + k_B}{2}; \\ \pi_A^{S_K} = (p_A - c + \phi\tau)D_A^{S_K} - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} - \varepsilon, & t < \frac{\beta k_A + k_B}{2}; \\ \pi_B^{S_T} = (p_B - \varphi c + \tau + e)D_B^{S_T} - F - \varepsilon q, & t \geq \frac{\beta k_A + k_B}{2}; \\ \pi_B^{S_K} = (p_B - \varphi c + \tau + e)D_B^{S_K} - F - \varepsilon q, & t < \frac{\beta k_A + k_B}{2}. \end{cases}$$

命题3 在模型S中,1)当  $t \geq (\beta k_A + k_B)/2$  时,船公司的均衡结果分别为

$$\begin{cases} p_A^{S_T^*} = \frac{t(\beta k_A - k_B) + 2t\lambda\Delta_A + 2[6t^2 - \varpi t - (2t + \lambda)(e + \tau + 2\tau\phi - c(2 + \varphi))]}{6(2t + \lambda)}, \\ p_B^{S_T^*} = \frac{t(k_B - \beta k_A - 2\lambda\Delta_A) + 2[\varpi t + 6t^2 - (2t + \lambda)(2e + \tau + \tau\phi - c - 2c\varphi)]}{6(2t + \lambda)}, \\ \pi_A^{S_T^*} = -\varepsilon - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2} + \frac{[12t^2 - 2t\varpi + t(\beta k_A - k_B + 2\lambda\Delta_A) - 2(2t + \lambda)(e + \tau - \tau\phi + c - c\varphi)]^2}{72t^2(2t + \lambda)}, \\ \pi_B^{S_T^*} = -q\varepsilon - F + \frac{[12t^2 + 2t\varpi + t(k_B - \beta k_A - 2\lambda\Delta_A) + 2(2t + \lambda)(e + \tau - \tau\phi + c - c\varphi)]^2}{72t^2(2t + \lambda)}. \end{cases}$$

2) 当  $t < (\beta k_A + k_B)/2$  时,船公司的均衡结果分别为

$$\begin{cases} p_A^{S_K^*} = \frac{t(7\beta k_A + 5k_B) - 2t(\lambda\Delta_A + \varpi) - [2(t + \lambda) + \beta k_A + k_B](e + \tau + 2\tau\phi - 2c - 2\varphi)}{6(t + \lambda) + 3(\beta k_A + k_B)}, \\ p_B^{S_K^*} = \frac{[c - 2e - \tau(2 + \phi) + 2c\varphi][\beta k_A + k_B + 2(t + \lambda)] + t(\beta 5k_A + 7k_B) + 2t(\varpi - \lambda\Delta_A)}{6(t + \lambda) + 3(\beta k_A + k_B)}, \\ \pi_A^{S_K^*} = \frac{[(e + \tau(1 - \phi) + c(1 - \varphi))(2(t + \lambda) + \beta k_A + k_B) + 2t(\varpi - \lambda\Delta_A) - t(7\beta k_A + 5k_B)]^2}{18t(\beta k_A + k_B)[2(t + \lambda) + \beta k_A + k_B]} - \varepsilon - \frac{\eta(\Delta_A)^2}{2}, \\ \pi_B^{S_K^*} = \frac{[(e + \tau(1 - \phi) + c(1 - \varphi))(2(t + \lambda) + \beta k_A + k_B) + t(5\beta k_A + 7k_B) + 2t(\varpi - \lambda\Delta_A)]^2}{18t(\beta k_A + k_B)[2(t + \lambda) + \beta k_A + k_B]} - q\varepsilon - F. \end{cases}$$

命题4 在模型S中,当  $t \geq (\beta k_A + k_B)/2$  时,有:

- 1) 若  $\varpi > \varpi_1$ , 则  $p_B^{S_T^*} > p_A^{S_T^*}$ ;
- 2) 若  $F < F_1$ , 则  $\pi_B^{S_T^*} > \pi_A^{S_T^*}$ .

当  $t < (\beta k_A + k_B)/2$  时,有:

- 1) 若  $\varpi > \varpi_2$ , 则  $p_B^{S_K^*} > p_A^{S_K^*}$  且  $\varpi_2 > \varpi_1$ ;
- 2) 若  $F < F_2$ , 则  $\pi_B^{S_K^*} > \pi_A^{S_K^*}$  且  $F_2 > F_1$ .

命题4表明在船公司A不“上链”而船公司B“上链”时,当消费者更关注物流服务水平时,若市场松弛度满足一定阈值,则船公司B的运费大于船公司A的运费. 当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司B的运费大于船公司A的运费的条件被提高,因为其市场松弛度的阈值有所增加. 若区块链平台使用费

在一定阈值内,则船公司A的收益小于船公司B的收益,船公司B能获得更大收益.这说明,虽然“上链”的船公司提高了物流信息披露的真实性,减少了交易费用,但要权衡区块链使用成本才能使其利润更优.当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司B的收益更有可能大于船公司A的收益,因为增大了区块链平台使用费的阈值条件.

3.3 船公司均参与航运物流区块链平台(模型H)

为了更好地说明物流信息披露水平对船公司“上链”决策的影响,将对船公司采用相同和不同程度的物流信息披露水平的“上链”策略进行分析.

1) 当船公司均“上链”且物流信息披露水平相同,即  $k_A = k_B = k$  时,用上标E表示. 消费者的效用满足  $v - \theta t - p_A + (1 - r)k + \lambda D_{A,1} + \varpi = v - (1 - \theta)t - p_B + kr + \lambda D_{B,1} + \varpi$ ,与3.1节类似,通过求解与分析,可知:

① 当  $t \geq k$  时,船公司的总需求分别为

$$D_A^{H_T^E} = D_{A,1} + D_{A,2}^{H_T^E} = 1 + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{2t},$$

$$D_B^{H_T^E} = D_{B,1} + D_{B,2}^{H_T^E} = 1 + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{2t}.$$

② 当  $t < k$  时,船公司的总需求分别为

$$D_A^{H_K^E} = D_{A,1} + D_{A,2}^{H_K^E} = 1 + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{2k},$$

$$D_B^{H_K^E} = D_{B,1} + D_{B,2}^{H_K^E} = 1 + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{2k}.$$

综合①和②,可得船公司A和B的收益分别为

$$\begin{cases} \pi_i^{H_T^E} = (p_i - \varphi c + \tau + e)D_i^{H_T^E} - F - \varepsilon q, & t \geq k; \\ \pi_i^{H_K^E} = (p_i - \varphi c + \tau + e)D_i^{H_K^E} - F - \varepsilon q, & t < k. \end{cases}$$

命题5 当船公司均“上链”且物流信息披露水平相同时,两个船公司的均衡结果相同,分别为

$$\begin{cases} p_i^{H_T^*} = \frac{2t^2}{2t + \lambda} + c\varphi - \tau - e, & t \geq k; \\ \pi_i^{H_T^*} = \frac{2t^2}{2t + \lambda} - F - q\varepsilon, & t \geq k. \\ p_i^{H_K^*} = \frac{k(2t - \tau + c\varphi) - (t + \lambda)(\tau - c\varphi)}{k + t + \lambda} - e, & t < k; \\ \pi_i^{H_K^*} = \frac{k(2t - q\varepsilon - F) - (t + \lambda)(q\varepsilon + F)}{k + t + \lambda}, & t < k. \end{cases}$$

命题6 当船公司均“上链”且物流信息披露水平相同时,有:

1) 当  $t \geq k$  时,有:

$$\textcircled{1} dp_i^{H_T^*} / dt > 0, dp_i^{H_T^*} / d\lambda < 0, dp_i^{H_T^*} / de < 0, dp_i^{H_T^*} / d\tau < 0;$$

$$\textcircled{2} d\pi_i^{H_T^*} / dt > 0, d\pi_i^{H_T^*} / d\lambda < 0, d\pi_i^{H_T^*} / dF < 0.$$

2) 当  $t < k$  时,有:

$$\textcircled{1} dp_i^{H_K^*} / dt > 0, dp_i^{H_K^*} / dk > 0, dp_i^{H_K^*} / d\lambda < 0, dp_i^{H_K^*} / de < 0, dp_i^{H_K^*} / d\tau < 0;$$

$$\textcircled{2} d\pi_i^{H_K^*} / dt > 0, d\pi_i^{H_K^*} / dk > 0, d\pi_i^{H_K^*} / d\varepsilon < 0, d\pi_i^{H_K^*} / d\lambda < 0, d\pi_i^{H_K^*} / dF < 0.$$

命题6表明,当船公司都“上链”且物流信息披露水平相同时,船公司的运费与奖励系数、数据转换资源系数、舱位数量信息的偏好系数呈负相关,而与物流服务水平呈正相关;船公司的收益与区块链平台使用费、舱位数量信息的偏好系数呈负相关,而与物流服务水平呈正相关,但船公司的收益与奖励系数、数据转换资源系数不相关.另外,当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司的运费、收益与物流信息披露水平正相关,与交易费用呈负相关.这就暗示,船公司“上链”后要关注消费者对物流信息披露水平的偏好,通过提高物流信息披露水平获得更大收益.而且,提高航运物流区块链平台的使用程度来降低交易费用也能获得更高的收益.

2) 当船公司均“上链”且物流信息披露水平不同时,用上标L表示. 消费者的效用满足

$$v - p_A - t\theta + (1 - r)k_A + \lambda D_{A,1} + \varpi = v - p_B - t(1 - \theta) + rk_B + \lambda D_{B,1} + \varpi.$$

与3.1节类似,通过求解与分析,可知:

① 当  $t > (k_A + k_B)/2$  时,船公司的总需求分别为

$$D_A^{H_T^L} = D_{A,1} + D_{A,2}^{H_T^L} = 1 + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{2t} + \frac{k_A - k_B}{4t},$$

$$D_B^{H_T^L} = D_{B,1} + D_{B,2}^{H_T^L} = 1 + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{2t} - \frac{k_A - k_B}{4t};$$

② 当  $t < (k_A + k_B)/2$  时,船公司的总需求分别为

$$D_A^{H_K^L} = D_{A,1} + D_{A,2}^{H_K^L} = \frac{1}{2} + \frac{p_B - p_A}{2t} + \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{k_A + k_B} + \frac{k_A}{k_A + k_B},$$

$$D_B^{H_K^L} = D_{B,1} + D_{B,2}^{H_K^L} = \frac{3}{2} + \frac{p_A - p_B}{2t} - \frac{p_B - p_A + \lambda(D_{A,1} - D_{B,1})}{k_A + k_B} - \frac{k_A}{k_A + k_B}.$$

综合①和②可知,船公司的均衡收益分别为

$$\begin{cases} \pi_i^{H_T^L} = (p_i - \varphi c + \tau + e)D_i^{H_T^L} - F - \varepsilon q, t \geq \frac{k_A + k_B}{2}; \\ \pi_i^{H_K^L} = (p_i - \varphi c + \tau + e)D_i^{H_K^L} - F - \varepsilon q, t < \frac{k_A + k_B}{2}. \end{cases}$$

**命题7** 船公司均“上链”且物流信息披露水平不同时,有:

1) 当  $t \geq (k_A + k_B)/2$  时,船公司的均衡结果为

$$\begin{cases} p_A^{H_T^*} = [6c(2t + \lambda)\varphi + t(k_A - k_B) - 6(2et - 2t^2 + e\lambda + 2t\tau + \lambda\tau)]/[6(2t + \lambda)], \\ p_B^{H_T^*} = [6c(2t + \lambda)\varphi + t(k_B - k_A) - 6(2et - 2t^2 + e\lambda + 2t\tau + \lambda\tau)]/[6(2t + \lambda)], \\ \pi_A^{H_T^*} = (k_A - k_B)(k_A - k_B + 24t) + 72[2t^2 - (2t + \lambda)(q\varepsilon + F)]/[72(2t + \lambda)], \\ \pi_B^{H_T^*} = (k_A - k_B)(k_A - k_B - 24t) + 72[2t^2 - (2t + \lambda)(q\varepsilon + F)]/[72(2t + \lambda)]. \end{cases}$$

2) 当  $t < (k_A + k_B)/2$  时,船公司的均衡结果分别为

$$\begin{cases} p_A^{H_K^*} = -e + \frac{5t}{3} - \tau + c\varphi + \frac{2t[k_A - 5(t + \lambda)]}{3[2(t + \lambda) + k_A + k_B]}, \\ p_B^{H_K^*} = -e + \frac{7t}{3} - \tau + c\varphi - \frac{2t[7(t + \lambda) + k_A]}{3[2(t + \lambda) + k_A + k_B]}, \\ \pi_A^{H_K^*} = \frac{t(7k_A + 5k_B)^2}{18(k_A + k_B)[2(t + \lambda) + k_A + k_B]} - q\varepsilon - F, \\ \pi_B^{H_K^*} = \frac{t(5k_A + 7k_B)^2}{18(k_A + k_B)[2(t + \lambda) + k_A + k_B]} - q\varepsilon - F. \end{cases}$$

**命题8** 当船公司均“上链”且物流信息披露水平不同时,有:

1) 当  $t \geq (k_A + k_B)/2$  时,有:

- ① 若  $k_A > k_B$ , 则  $p_A^{H_T^*} > p_B^{H_T^*}$  和  $\pi_A^{H_T^*} > \pi_B^{H_T^*}$ ;
- ②  $d(p_A^{H_T^*} - p_B^{H_T^*})/dt < 0, d(p_A^{H_T^*} - p_B^{H_T^*})/d\lambda > 0, d(\pi_A^{H_T^*} - \pi_B^{H_T^*})/dt > 0, d(\pi_A^{H_T^*} - \pi_B^{H_T^*})/d\lambda < 0$ .

2) 当  $t < (k_A + k_B)/2$  时,有:

- ① 若  $k_A > k_B$ , 则  $p_A^{H_K^*} > p_B^{H_K^*}$  和  $\pi_A^{H_K^*} > \pi_B^{H_K^*}$ ;
- ②  $d(p_A^{H_K^*} - p_B^{H_K^*})/dt > 0, d(p_A^{H_K^*} - p_B^{H_K^*})/d\lambda < 0, d(\pi_A^{H_K^*} - \pi_B^{H_K^*})/dt > 0, d(\pi_A^{H_K^*} - \pi_B^{H_K^*})/d\lambda < 0$ .

命题8说明当两个船公司都“上链”时,物流信息披露水平的差异增加了船公司的差异性,影响了运费和收益.若船公司A的物流信息披露水平高于船公司B,则船公司A的运费和收益均高于船公司B.即披露物流信息越多的船公司,运费和收益越高.同时,船公司的物流服务水平 and 舱位信息的偏好系数也会影响船公司之间的运费和收益的差距.

### 4 数值分析

本节采用数值算例分析当消费者存在物流服务和信息披露水平偏好时,船公司的“上链”决策对运

费及收益的影响,进而讨论船公司的“上链”动机.假设的参数取值见表1.

表1 参数取值

参数	取值	参数	取值	参数	取值
$\phi$	0.75	$\Delta_A$	2	$e$	0.8
F	0.15	$c$	1	$\varphi$	0.9
$\lambda$	0.9	$\omega$	3	$\eta$	0.15
$\tau$	0.8	$\Delta_B$	1	$q$	0.85
$\beta$	0.7	$\varepsilon$	0.3		

#### 4.1 消费者更关注航运物流服务水平

当消费者更关注物流服务水平,即  $t \geq (k_A + k_B)/2$  时,假设船公司A的物流信息披露水平和虚报的舱位数量大于船公司B.此时  $t$  在  $[5, 15]$  上取值,  $k_A = 5, k_B = 4$ .图1和图2展示了当消费者更关注物流服务水平时,船公司“上链”是否有利可图.可以看出,随着  $t$  的增大,船公司A和B的收益随之上升,在4个模型中呈现出相同走势.船公司A的收益在模型N中最高,其次是模型H-L、模型H-E、模型S.这是因为在模型N中,船公司A可以虚报物流信息和舱位信息来吸引消费者,还可提高运费,因此收益最高.而在模型S中,船公司A保持传统模式,虽然运费有所降低,但相比船公司B没有优势,收益则有所降低.船公司B的收益在模型S中最大,其次是模型N、模型H-E、模型H-L.另外,船公司B在模型S中的收益大于船公司A在模型N中的收益.因此,当消费者更关注物流服务水平时,对于船公司A而言,选择“不上链”收益最大.若船公司B“上链”,则船公司A为了保持自己的竞争优势也要选择“上链”.对于船

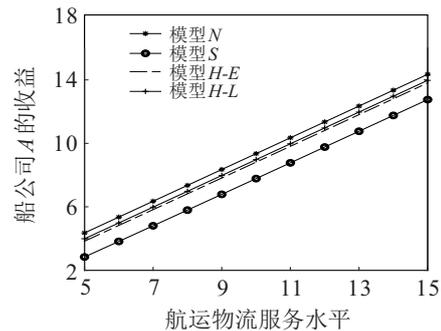


图1 船公司A的收益随航运物流服务水平的变化趋势

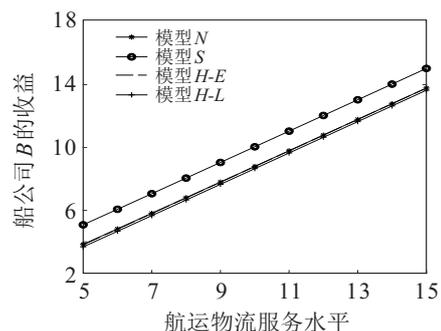


图2 船公司B的收益随航运物流服务水平的变化趋势

公司B而言,当船公司A“不上链”时,船公司B“上链”收益最大。

#### 4.2 消费者更关注航运物流信息披露水平

当消费者更关注物流信息披露水平,即 $t < (k_A + k_B)/2$ 时, $t = 4$ 和 $k_A, k_B$ 分别在 $[5, 15]$ 上取值。图3和图4展示了当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司“上链”是否有利可图。船公司A和B的收益都随着物流信息披露水平提高而提高,在4个模型中走势相同。其中,船公司A的收益在模型B-F中最高,其次是模型N、模型S。船公司B的收益在模型S中最高,其次是模型H-L、模型N。这说明,当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司A和B“上链”是最优决策。尤其是当船公司A不“上链”,船公司B“上链”时收益最大。通过类似方法分析运费时发现,在一定范围内,物流信息披露水平对船公司的运费和收益的影响是不同步的。船公司A在模型N中的运费最高,但收益却不是最高。船公司B的运费在模型N中最高,但收益最低。这是因为当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司“上链”改变了物流信息披露水平,提高了物流信息披露的真实性以及消费者的信息感知效用。

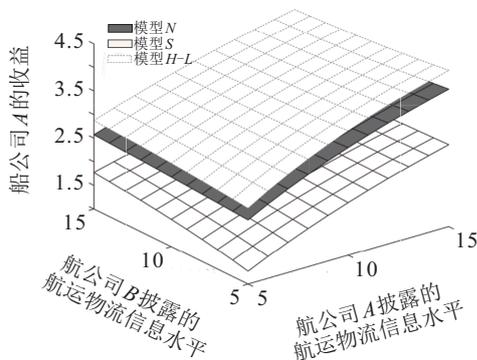


图3 船公司A的收益随航运物流服务水平的变化趋势

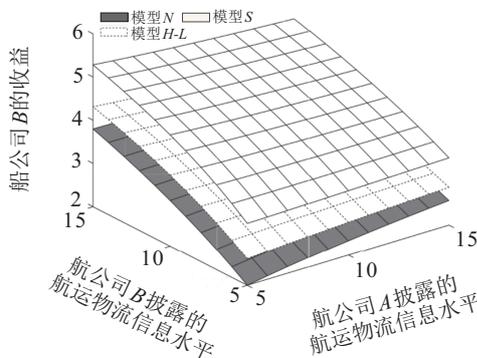


图4 船公司B的收益随航运物流服务水平的变化趋势

## 5 结论

区块链的应用改变了物流信息披露水平,成为物流企业转型过程中的主要竞争策略。消费者对物

流信息披露水平的关注也影响着物流企业之间的竞争。本文运用两阶段博弈分析对比3种不同情景下的“上链”博弈均衡,讨论了消费者不同偏好下船公司的“上链”策略及激励。主要结论包括:

1)当消费者更关注物流服务水平,且船公司A的物流信息披露水平和虚报的舱位信息大于船公司B时,船公司A“不上链”是最优策略。虽然“上链”能提高物流信息披露水平,但船公司A虚报的物流信息和舱位信息能够吸引消费者,其需求量仍然很大;若船公司A“不上链”,船公司B“上链”则是其最优策略;船公司A和B均“不上链”能够实现共赢。

2)当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司A和B均“上链”能够实现共赢,尤其是当船公司A“不上链”时,船公司B率先“上链”收益最大。因为船公司可通过“上链”提高物流信息披露水平来吸引消费者,增加差异化使其更具有竞争优势,避免竞争对手改变物流信息披露水平对自己造成负面影响。

3)当两个船公司均“不上链”时,虚报的物流信息和舱位信息越大则收益越大。

4)当两个船公司均“上链”时,物流信息披露越多则收益越大。尤其是当消费者更关注物流信息披露水平时,船公司的运费和收益的差距会随着信息披露水平的增加而增加。

管理启示:在传统的航运物流中,若消费者更关注物流服务水平时,则物流信息披露对船公司竞争的影响主要体现在披露物流信息水平的高低。披露物流信息和虚报舱位信息越多的物流企业收益越高,但这会导致恶性竞争,出现劣币驱逐良币。因此,若船公司通过区块链提高物流信息披露水平,增加竞争维度,减弱物流服务水平对消费者决策的影响,则能获得竞争优势。随着消费者对物流信息披露的关注,对于船公司而言,要积极利用区块链来提高物流信息披露的真实性、突出差异性。尤其是当竞争对手还是保持传统模式时,谁率先利用区块链提高物流信息披露水平,谁就能抢占先机,获得高额收益。同时,披露的物流信息越多收益越大。这也从侧面解释了为什么越来越多的物流企业都在积极应用航运物流区块链平台,即使要付出区块链成本。例如,中远海运特运和中远海运散运陆续加入了GSBN联盟,借助区块链提高物流信息的透明度和安全性并降低了运营成本。虽然加入GSBN后要承担与之相匹配的区块链平台使用费,但消费者对物流信息的关注已成趋势,而区块链平台能提高消费者对披露的物流信息的感知效用,使物流企业有正向的收益。本文只聚焦于船

公司“上链”决策与激励问题,而航运物流供应链涉及多个物流企业,不同的物流企业面临不同的合作与竞争的博弈问题.未来可以利用非合作-合作两型博弈方法<sup>[15]</sup>,对多个物流企业之间竞争与合作并存的“上链”决策和激励问题开展深入研究.另外,本文只关注于区块链对物流信息披露水平的影响,未来可以进一步拓展研究区块链的其他功能对物流企业“上链”决策的影响.

### 参考文献(References)

- [1] Yang C S. Maritime shipping digitalization: Blockchain-based technology applications, future improvements, and intention to use[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2019, 131: 108-117.
- [2] 梁喜, 聂思英, 杨茜. 考虑联盟链和订货量波动的双渠道供应链定价与渠道选择[J]. *系统工程理论与实践*, 2022, 42(11): 2976-2989.  
(Liang X, Nie S Y, Yang Q. Dual-channel supply chain pricing decision and channel selection considering consortium blockchain and order volume fluctuations[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2022, 42(11): 2976-2989.)
- [3] 潘俊林, 罗海燕. 采纳区块链技术的两级供应链信息共享博弈[J/OL]. *控制理论与应用*, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1240.tp.20230511.1654.038.html>.  
(Pan J L, Luo H Y. Two-tier supply chain information sharing game using blockchain technology[J/OL]. *Control Theory & Applications*, <https://kns.cnki.net/kcms/detail/44.1240.tp.20230511.1654.038.html>.)
- [4] 吉清凯, 张凤麟, 方刚, 等. 零售供应链中的区块链参与决策与产品定价博弈模型[J]. *中国管理科学*, 2023, 31(3): 102-112.  
(Ji Q K, Zhang F L, Fang G, et al. Game model of blockchain adoption and product pricing in retail supply chain[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2023, 31(3): 102-112.)
- [5] Zhong H L, Zhang F, Gu Y M. A Stackelberg game based two-stage framework to make decisions of freight rate for container shipping lines in the emerging blockchain-based market[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2021, 149: 102303.
- [6] Orji I J, Kusi-Sarpong S, Huang S F, et al. Evaluating the factors that influence blockchain adoption in the freight logistics industry[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2020, 141: 102025.
- [7] 余航, 田林, 陈云. 电商平台信息披露策略研究[J]. *中国管理科学*, 2022, 30(5): 192-203.  
(Yu H, Tian L, Chen Y. Information disclosure strategies in the E-commerce platform[J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2022, 30(5): 192-203.)
- [8] 李嫣然, 李波, 彭树霞. 竞争市场下新进入企业产品质量信息披露与定价策略研究[J]. *管理工程学报*, 2023, 37(1): 125-135.  
(Li Y R, Li B, Peng S X. Quality information disclosure and pricing strategy of the entrant firm under competitive market[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2023, 37(1): 125-135.)
- [9] Niu B Z, Dong J, Liu Y Q. Incentive alignment for blockchain adoption in medicine supply chains[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2021, 152: 102276.
- [10] Shen B, Xu X Y, Yuan Q. Selling secondhand products through an online platform with blockchain[J]. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 2020, 142: 102066.
- [11] 鲍立江, 仲伟俊, 梅姝娥. 电子商务平台中刷单行为对商家间竞争的影响[J]. *系统工程理论与实践*, 2021, 41(11): 2876-2886.  
(Bao L J, Zhong W J, Mei S E. The influence of “Click Farming” on the sellers’ competition in e-commerce platform[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2021, 41(11): 2876-2886.)
- [12] 刘东霞, 陈红. 产品服务供应链定价决策: 数据资源挖掘与共享策略的影响分析[J/OL]. *中国管理科学*, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0007.  
(Liu D X, Chen H. Pricing decision of product service supply chain: Impact of data resource mining and sharing strategies[J/OL]. *Chinese Journal of Management Science*, DOI: 10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2022.0007.)
- [13] 赵道致, 冯慧中. 考虑产能需求方交期和价格敏感的产能分享平台定价策略[J]. *控制与决策*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2022.0639.  
(Zhao D Z, Feng H Z. Capacity sharing platform pricing strategy considering delivery time and price sensitivity of capacity demand side[J]. *Control and Decision*, DOI: 10.13195/j.kzyjc.2022.0639.)
- [14] 沈月, 仲伟俊, 梅姝娥. 消费者信息隐私保护对企业定价策略的影响[J]. *系统工程理论与实践*, 2022, 42(2): 368-381.  
(Shen Y, Zhong W J, Mei S E. The influence of privacy protection on enterprise pricing strategy[J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2022, 42(2): 368-381.)
- [15] 李登峰. 非合作-合作两型博弈方法及在供应链管理中的应用[M]. 北京: 科学出版社, 2023.  
(Li D F. Non-cooperative-cooperative game method and its application in supply chain management[M]. Beijing: Science Press, 2023.)

### 作者简介

陈燕婷(1990—), 女, 博士生, 从事物流供应链、管理决策及对策等研究, E-mail: 531373408@qq.com;

李登峰(1965—), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 从事经济管理决策与博弈、模糊控制与模糊决策等研究, E-mail: lidengfeng@uestc.edu.cn.