

# 网络货运市场中承运人代理模式均衡策略研究

段成豹, 刘芹, 唐天誉

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年1月10日; 录用日期: 2024年1月31日; 发布日期: 2024年4月10日

## 摘要

在网络货运市场上, 承运人可以通过传统的货运平台提供运输, 也可以通过建立其他在线预订方式来占有原来的货运市场。同时, 货运平台也可以通过独家代理或混合代理的方式与承运人合作。本研究运用博弈论模型来研究承运人占有与货运平台策略之间的相互作用。本文观察到, 只有当潜在市场较小的承运人占有时, 才会出现原本与潜在市场较大的承运人联系的货运平台成为唯一选择的混合代理的情况。除此之外, 只有满足代理费用较低或替代程度较高的情况下, 两个货运平台同时考虑混合代理的概率才相对较小。然而, 影响各载体是否侵犯的因素存在显著差异。对于潜在市场较小的承运人, 代理费是最重要的决定因素, 而另一方则更关注替代程度。

## 关键词

货运平台, 博弈论, 代理模式, 均衡策略

## Research on the Equilibrium Strategy of Carrier Agency Mode in the Network Freight Market

Chengbao Duan, Qin Liu, Tianyu Tang

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jan. 10<sup>th</sup>, 2024; accepted: Jan. 31<sup>st</sup>, 2024; published: Apr. 10<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

In the online freight market, carriers can provide transportation through traditional freight platforms, or they can occupy the original freight market by establishing other online booking methods. At the same time, freight platforms can also work with carriers through exclusive agents or

hybrid agents. This study uses a game theory model to study the interaction between carrier possession and freight platform strategies. This paper observes that it is only when a carrier with a smaller potential market is in possession that a freight platform that would otherwise be connected to a carrier with a larger potential market becomes the only hybrid agent of choice. In addition, only when the agent cost is lower or the degree of substitution is higher, the probability of the two freight platforms considering hybrid agents at the same time is relatively small. However, there are significant differences in the factors influencing whether each vector is invasive. For carriers with a smaller potential market, agency fees are the most important determining factor, while the other party is more concerned about the degree of substitution.

### Keywords

Freight Platform, Game Theory, Proxy Mode, Balancing Strategy

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

随着全球化趋势的不断加深，全球贸易量不断增长，各国的国内运输量也在大量增加，货运平台作为托运人与承运人之间的桥梁，抢占市场迫使货运平台的代理费用下降，从而导致了货运平台市场激烈的竞争。许多承运人加强与大型货运平台之间的联系，中小型的货运平台正逐渐失去市场支配力，承运人因此不提供运力或减少运力，使中小型货运平台的代理难以继续其销售服务。货运平台之间面临激烈的竞争，考虑平台混合代理(代理作为独资企业出售多个承运人的运力)，通过多家货运平台提供运力的承运人可以消除运力过剩的风险，而吸引多家承运人的货运平台则可以增强其处理这一过程的能力。以上说明，货运平台的决策和策略如何根据市场容量的显著差异而变化是一个重要的问题。

货运平台的在线订单可以使承运人更直观的了解真实的客户需求，同时也为发货人提供稳定的市场选择。当承运人通过货运平台以外的在线方式直接向托运人提供运力时，这种现象称为承运人占有，本文搭建了如图 1 所示的结构图。

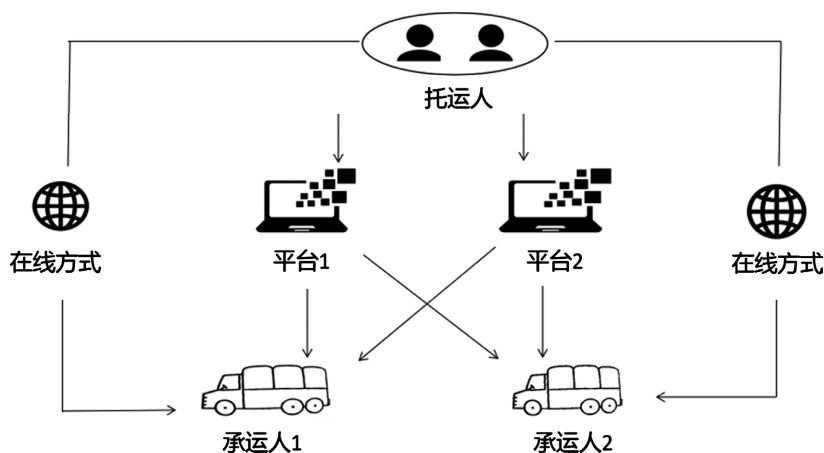


Figure 1. Freight platform agent market structure

图 1. 货运平台代理市场结构

本研究的主要创新点如下。首先, 占有策略对货运平台的选择有显著影响, 只有当潜在市场较小的承运人占有时, 才会出现原本与潜在市场较大的承运人联系的货运平台成为唯一选择的混合代理的情况。其次, 只有在代理费用较低或替代程度较高的条件下, 两个货运平台同时考虑混合代理的概率才相对较小。对于潜在市场较小的承运人, 货运平台的代理费是最重要的决定因素, 而另一方则更关注替代程度。本文的理论贡献主要是构建了 Stackelberg-Nash 博弈模型, 研究了运输供应链中两个承运人和两个货运平台的承运人占有和代理行为的均衡问题。在实践中, 本文研究了运输供应链的纵向和横向竞争, 揭示了承运人和货运平台所采取的战略之间的相互作用机制, 有助于网络货运市场中各主体正确选择经营战略。

## 2. 文献综述

与本文研究相关的文献有许多, 但是可以大致分为几个方面来阐述, 第一个方面是承运人占有问题, 另一个方面则是网络货运平台的代理问题, 包括费用问题和替代程度问题。一些相关研究探讨了承运人占有的影响[1] [2] [3]。常识可以看出, 上游的侵犯可能对下游的企业造成经济效益方面的损害[4] [5]。关于零售商方面, 刘彦和张志和研究了当制造商进入直销渠道时, 零售商的情况会变得不利[6]。除此之外, 谢军、李涛和赵晓霞认为所有供应链成员都可以从占有中受益[7]。国外学者 Arya、Mittendorf 和 Sappington 的研究指出, 如果成本总足够高, 这种占有策略会使得零售商获益, 并且实现帕累托改进[8]。David 和 Adida 说明了占有策略可以使得多个下游主体获益, 协调约定可以消除参与者的低效率, 达到理想均衡状态[9]。张等人讨论了垂直分化对渠道占有与分类选择之间的相互影响[10]。还有一些学者从理论实践两个方面对代理策略进行了研究, 曹和李通过分析纵向零售数据说明跨渠道整合促进销量增长[11]。Nie *et al.* 研究了跨渠道整合对零售商分销策略的影响, 并以此建立了两家竞争传统零售商的两期博弈论模型[12]。还有一些相关研究讨论了竞争环境下排他性代理和混合代理之间的权衡[13] [14]。在这种结构下, 李、陈等提出了一个博弈论模型来获得零售商采用交叉销售策略的条件[15]。卞、赵和刘从动态视角分析了共谋激励与分销渠道策略之间的相互作用。在货运平台代理市场, 宋、唐和赵分析了货运选择和渠道侵占对订单数量的影响[16]。

## 3. 问题描述和模型假设

在网络货运市场中, 考虑两个具有不同市场支配能力的竞争承运人(C1 和 C2)和两个竞争网络货运平台(F1 和 F2)。本文将市场支配能力较弱的承运人称为 C1, 将市场支配能力较强的承运人称为 C2。在这种情形下, 每个竞争承运人通过两种方式为市场提供运力: 直接通过网络货运平台提供运力或通过建立在线网络方式蚕食部分货运平台代理。如果选择混合代理的方式, 货运平台需要投入固定费用  $F$  (如代理费用)与另一个承运人建立代理关系。为了简化研究, 本文将两家承运人的可变成本归一化为零, 因为本研究仅关注货运市场, 相关符号解释如列表 1 所示[17]。

本文使用  $i$  来代表每个承运人,  $j$  来代表每个货运平台。托运人从四个潜在的承运人 - 货运平台组合中选择一个。本文中假设每个托运人的剩余为

$$U(q_{11}, q_{12}, q_{21}, q_{22}, d_1, d_2) - f_1(q_{11} + q_{21}) - f_2(q_{12} + q_{22}) - k_1 d_1 - k_2 d_2, \text{ 其中如下面所示:}$$

$$U = mQ_1 + (1-m)Q_2 - \sum_{i=1}^2 \left( d_i^2 + \sum_{j=1}^2 q_{ij}^2 \right) / 2 - n \left( \sum_{i=1}^2 d_i + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 d_i q_{ij} + \sum_{i=1}^2 \sum_{j=1}^2 q_{ij} \right) - \left( f_1 \sum_{i=1}^2 q_{i1} + f_2 \sum_{i=1}^2 q_{i2} + \sum_{i=1}^2 k_i d_i \right) \quad (1)$$

其中,  $Q_1 = q_{11} + q_{12} + d_1$ ,  $Q_2 = q_{21} + q_{22} + d_2$ 。这样的设置方式在文献中被广泛用于建立不对称的市场份额[18] [19] [20]。除此之外, 本文设定反响需求为  $k_i = f_{ij} = a_i - Q_i - bQ_{3-i}$ , 其中  $i$  和  $j$  等于 1 或 2。值得注

**Table 1.** Article notation and interpretation

**表 1.** 文章符号和解释

符号	解释
$m$	承运人 1 的潜在需求, $m \in [0, 0.5)$
$n$	承运人的替代程度, $n \in (0, 1)$
$F$	跨渠道销售的货运平台代理费用
$k_i$	承运人 $i$ 的货运平台预定价格
$f_j$	来自货运平台 $j$ 的佣金费
$\pi_{Ci}$	承运人 $i$ 的利润, $i = 1$ 或 $2$
$\pi_{Fj}$	货运平台 $j$ 的利润, $j = 1$ 或 $2$
$w_i$	承运人 $i$ 的运价, $i = 1$ 或 $2$
$q_{ij}$	货运平台 $j$ 向承运人 $i$ 预定量, $i(j) = 1$ 或 $2$
$d_i$	承运人 $i$ 如果选择占有, $i = 1$ 或 $2$

意的是, 在线渠道的预订数量  $d_i = 0$  表示承运人决定不占有货运平台市场。对于两个市场,  $m$  为市场支配力较小的承运商的潜在需求,  $1 - m$  为市场支配力较大的承运商的潜在需求, 其中  $m \in (0, 0.5]$ 。如果是  $1 - m$  则表示后者。本文将所有事件序列划分为三个子博弈: 占有子博弈、平台代理子博弈和 Stackelberg-Nash 博弈。根据不同载体的决策组合, 本文将模型分为四种情形, 即 NN、NE、EN 和 EE。其中, NN 代表承运人同时占有货运代理市场, EN 代表承运人 1 占有, 承运人 2 不占有。然后我们将根据货运平台代理的决策组合来讨论每种情况下的情况 SS、SC、CC、CS, 其中 SS 表示两个货运平台代理都选择独家代理, SC 表示货运平台 1 选择独家代理, 货代 2 选择混合代理。

#### 4. 模型分析

通过策略 E、N 和案例 E、N 的组合存在四种可能的结果, 这分别意味着载体要么占有, 要么不占有。在此结构下, 我们将  $l_i$  表示为控制变量, 表示独占代理 ( $l_i = 0$ ) 或混合代理 ( $l_i = 1$ ), 其中  $i = 1$  或  $2$ 。

##### 4.1. 情景 NN: 两家承运人均未占有货运市场

在此情景中, 考虑两家承运人均未占有的影响, 两个承运人只决定他们的运费。因此, 承运人和货代的利润如下:

$$\max_{w_1} \pi_{C1} = w_1 (q_{11} + l_2 q_{12}) \tag{2}$$

$$\max_{w_2} \pi_{C2} = w_2 (l_1 q_{21} + q_{22}) \tag{3}$$

$$\max_{f_1} \pi_{F1} = (f_1 - w_1) q_{11} + l_1 (f_2 - w_2) q_{21} - l_1 F \tag{4}$$

$$\max_{f_2} \pi_{F2} = l_2 (f_1 - w_1) q_{12} + (f_2 - w_2) q_{22} - l_2 F \tag{5}$$

命题 1: 在场景 NN 中, 存在最优运价和订购数量, 如表 2 和表 3 所示:

在情景 NN 状况下, 货运平台的均衡策略可以总结如下: 1) 当  $0 < \Delta F < F1$  时, 两个货运平台同时选择混合代理为均衡策略; 2) 当  $F1 < \Delta F < F2$  时, 只有混匀平台 1 选择混合代理是均衡策略; 3) 当  $\Delta F > F2$  时, 两个货运平台同时选择独家代理是均衡策略。

**Table 2.** Case rates and quantity at SS and CS  
**表 2.** 情况 SS 和 CS 时运价和数量

	案例 SS	案例 CS
$q_{11}$	$\frac{2[m(2+n)(n-4)-2n]}{(4-n^2)(16-n^2)}$	$\frac{m(n+1)(8-4n-n^2)-n(4-n^2)}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$
$q_{12}$	0	0
$q_{21}$	0	$\frac{(4-n^2)^2-m(1+n)(2n+16-10n^2+n^3)}{6(1-n^2)(16-7n^2)}$
$q_{22}$	$\frac{2[8-n^2-m(2+n)(n-4)]}{(4-n^2)(16-n^2)}$	$\frac{2(4-n^2)-m(8-3n-2n^2)}{48-21n^2}$
$w_1$	$\frac{m(2+n)(4-n)-2n}{16-n^2}$	$\frac{m(n+1)(8-4n-n^2)-n(4-n^2)}{16-7n^2}$
$w_2$	$\frac{8-n^2-m(n+2)(4-n)}{16-n^2}$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-5n)}{16-7n^2}$

**Table 3.** Case rates and quantity at SC and CC  
**表 3.** 情况 SC 和 CC 时运价和数量

	案例 SC	案例 CC
$q_{11}$	$\frac{3b-m(n+1)(8-5n)}{3(16-7n^2)}$	$\frac{m(n+1)(2-n)-n}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{12}$	$\frac{m(n+1)(16+2n+n^3-10n^2)-9n(2-n^2)}{6(1-n^2)(16-7n^2)}$	
$q_{21}$	0	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{22}$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-4n-4n^2)}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$w_1$	$\frac{m(n+1)(8-5n)-3n}{16-7n^2}$	$\frac{m(n+1)(2-n)-n}{(4-n^2)}$
$w_2$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-4n-4n^2)}{16-7n^2}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{(4-n^2)}$

从上面内容分析看, 在没有承运人占有的情况下, 货运平台是采用独家代理还是混合代理, 主要取决于代理费用和替代程度。代理费用的高低会对货运平台和承运人产生直接的影响。货运平台均衡策略中的代理费用  $F$  可以看成是阈值范围, 当代理费低于阈值时, 两个货运平台都选择混合代理; 反之, 则选择独家代理。当两家货运平台都选择混合代理时, 市场的差异性改变了运费和订单量的最优决策。如果竞争变得激烈, 两家货运平台只在代理费较低的情况下选择混合代理。另一方面, 随着替代程度的增加, 代理费用的门槛也会相应增加。例如, 当代理费用从  $F_1$  增加到  $F_2$  时, 只有货运平台 2 考虑独家代

理，这将会增强承运人 1 的市场优势。

### 4.2. 情景 EN：只有承运人 1 占有货运市场

在此种情景下，只有承运人 1 占有货运市场，承运人 1 将通过传统的货运平台通道和其他在线平台提供运力。因此，承运人和货运平台的均衡优化可以表示为：

$$\max_{w_1, d_1} \pi_{C1} = w_1 (q_{11} + l_2 q_{12}) + k_1 d_1 \tag{6}$$

$$\max_{w_2} \pi_{C2} = w_2 (l_1 q_{21} + q_{22}) \tag{7}$$

$$\max_{f_1} \pi_{F1} = (f_1 - w_1) q_{11} + l_1 (f_2 - w_2) q_{21} - l_1 F \tag{8}$$

$$\max_{f_2} \pi_{F2} = l_2 (f_1 - w_1) q_{12} + (f_2 - w_2) q_{22} - l_2 F \tag{9}$$

命题 2：在场景 EN 中，存在最优的运价和预定数量，如表 4 和表 5 所示：

**Table 4.** Case rates and quantity at SS and CS

**表 4.** 情况 SS 和 CS 时运价和数量

	案例 SS	案例 CS
$q_{11}$	0	$\frac{mn(n+1)(2n+4-3n^2)-n(4-n^2)}{6(1-n^2)(2-n^2)(4-n^2)}$
$q_{12}$	—	—
$q_{21}$	—	$\frac{(4-n^2)(n^4+6-4n^2)-m(n+1)[24-n(12+10n+2n^2+4n^3)]}{6(1-n^2)(2-n^2)(4-n^2)}$
$q_{22}$	$\frac{2(2-n)(n+2)-2m(2n+4-n^2)}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{(4-m^2)(6-n^2)-m[24+n(n+2)(6-8n+n^2)]}{18(2-n^2)(4-n^2)}$
$d_1$	$\frac{2m(4-n)(n+2)-4n}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{m(4+4n-12n^2-n^3)-n(4-n^2)}{6(2-n^2)(4-n^2)}$
$w_1$	$\frac{m(8+2n-n^2)(2-n^2)-2n(2-n^2)}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{m(24+12n-24n^2-7n^3+6n^4+n^5)-n(3-n^2)(4-n^2)}{6(2-n^2)(4-n^2)}$
$w_2$	$\frac{(4-n^2)^2-m(2n+4-n^2)(4-n^2)}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{(3-2n^2)(4-n^2)-m(n+1)(12-6n-5n^2+2n^3)}{3(2-n^2)(4-n^2)}$

**Table 5.** Case rates and quantity at SC and CC

**表 5.** 情况 SC 和 CC 时运价和数量

	案例 SC	案例 CC
$q_{11}$	$\frac{2n-mn(2-n)}{2(16-7n^2)}$	$\frac{mn(2-n)(1+n)^2-2n}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{12}$	$\frac{mn(n+1)(n+2)(3-2n)-3m(2-n^2)}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$	$\frac{mn(2-n)(1+n)^2-2n}{3(1-n^2)(4-n^2)}$

续表

$q_{21}$	—	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{22}$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-4n-n^2)}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$d_1$	$m/2$	$m/2$
$w_1$	$\frac{3n-m(n+1)(8-5n)}{7n^2-16}$	$\frac{m(n+1)(2-n)-n}{4-n^2}$
$w_2$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-4n-n^2)}{16-7n^2}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{4-n^2}$

在情景 EN 下, 货运平台的均衡策略如下: 1) 当替代程度  $n \in (0, 22/25)$ , (i) 当  $\Delta F < F_3$  时, 两个货运平台都选择混合代理是该情景下的均衡策略; (ii) 当  $F_3 < \Delta F < F_6$  时, 只有货运平台 1 选择混合代理是该情景下的均衡策略。 (iii) 当  $\Delta F > F_6$  时, 两个货运平台都选择独代理是情景下的均衡策略; 2) 当替代程度  $n \in [22/25, 1)$ , (i) 当  $\Delta F < F_3$  时, 两个货运平台都选择混合代理是情景下的均衡策略; (ii) 当  $F_3 < \Delta F < F_4$  或  $F_5 < \Delta F < F_6$  时, 只有货运平台 1 选择混合代理是情景下的均衡策略; (iii) 当  $F_4 < \Delta F < F_5$  时, 只有货运平台 2 选择混合代理是情景下的均衡策略; (iv) 当  $\Delta F > F_6$  时, 两家货运平台都选择独家代理是情景下的均衡策略。

在承运人 1 占有市场的情况下, 其他在线平台迫使两个货运平台减少订单数量, 也即场景 EN 中的  $q_{11}$  和  $q_{12}$  的数量小于场景 NN, 两个货运平台的利润减少。另外, 两个承运人之间的市场差异越大, 货运平台可接受的代理成本范围就越大, 从而选择混合代理实现利润最大化。除此之外, 本文研究发现在市场差异较小的情况下, 代理费用的门槛随着替代程度的增加而增加。

### 4.3. 情景 NE: 只有承运人 2 占有货运市场

在此情况下, 承运人和货运平台的利润函数为:

$$\max_{w_1} \pi_{C1} = w_1 (q_{11} + l_2 q_{12}) \quad (10)$$

$$\max_{w_2, d_2} \pi_{C2} = w_2 (l_1 q_{21} + q_{22}) + k_2 d_2 \quad (11)$$

$$\max_{f_1} \pi_{F1} = (f_1 - w_1) q_{11} + l_1 (f_2 - w_2) q_{21} - l_1 F \quad (12)$$

$$\max_{f_2} \pi_{F2} = l_2 (f_1 - w_1) q_{12} + (f_2 - w_2) q_{22} - l_2 F \quad (13)$$

命题 3: 在情景 NE 中, 存在最优的运价和预定数量, 如表 6 和表 7 所示:

情景 NE 情形下, 两家货运平台的均衡策略为: 1) 当  $0 < \Delta F < F_7$  时, 两个货运平台均选择混合代理情形下为均衡策略; 2) 当  $F_7 < \Delta F < F_8$  时, 只有货运平台 2 选择混合代理情形下为均衡策略; 3) 当  $\Delta F > F_8$  时, 两个货运平台都选择独家代理情形下为均衡策略。

从  $q_{11}$  和  $q_{22}$  开始可以看出, 与货运平台 1 相比, 货运平台 2 加工的订单量更大, 利润更高; 从而避免运价变动, 采用混合代理。

### 4.4. 情景 EE: 两家承运人都占有货运市场

在这种情况下, 本文只考虑两家承运人占有货运平台代理市场的影响, 承运人和货运平台的利润如下:

**Table 6.** Case rates and quantity at SS and CS  
**表 6.** 情况 SS 和 CS 时运价和数量

	案例 SS	案例 CS
$q_{11}$	$\frac{2m(2n+4-n^2)-4n}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{m(n+1)(8-4n-n^2)-n(2-n)(n+2)}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$
$q_{12}$	—	—
$q_{21}$	—	$\frac{n[(5-2n)-m(n+1)(n+2)(2n-3)]}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$
$q_{22}$	0	$\frac{n[m(2-n)+n]}{2(16-7n^2)}$
$d_2$	$\frac{2(8-n^2)-2m(n+2)(4-n)}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{1-m}{2}$
$w_1$	$\frac{(4-n^2)[m(2n+4-n^2)-2n]}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{m(n+1)(8-4n-n^2)-n(4-n^2)}{16-7n^2}$
$w_2$	$\frac{(2-n^2)[8-n^2-m(n+2)(4-n)]}{32-16n^2+n^4}$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-5n)}{16-7n^2}$

**Table 7.** Case rates and quantity at SC and CC  
**表 7.** 情况 SC 和 CC 时运价和数量

	案例 SC	案例 CC
$q_{11}$	$\frac{m(24+12n-10n^2-6n^3+n^4)-6n}{18(2-n^2)(4-n^2)}$	$\frac{mn(2-n)(1+n)^2-2n}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{12}$	$\frac{m(n+1)(24-12n-10n^2+10n^3-2n^4-n^5)-n(4-n^2)}{18(1-n^2)(2-n^2)(4-n^2)}$	$\frac{mn(2-n)(1+n)^2-2n}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{21}$	—	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{22}$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-4n-n^2)}{2(1-n^2)(16-7n^2)}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{3(1-n^2)(4-n^2)}$
$d_2$	$m/2$	$m/2$
$w_1$	$\frac{3n-m(n+1)(8-5n)}{7n^2-16}$	$\frac{m(n+1)(2-n)-n}{4-n^2}$
$w_2$	$\frac{8-5n^2-m(n+1)(8-4n-n^2)}{16-7n^2}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(2-n)}{4-n^2}$

$$\max_{w_1, d_1} \pi_{C1} = w_1 (q_{11} + l_2 q_{12}) + k_1 d_1 \quad (14)$$

$$\max_{w_2, d_2} \pi_{C2} = w_2 (l_1 q_{21} + q_{22}) + k_2 d_2 \quad (15)$$



$$\max_{f_1} \pi_{F1} = (f_1 - w_1)q_{11} + l_1(f_2 - w_2)q_{21} - l_1F \tag{16}$$

$$\max_{f_2} \pi_{F2} = l_2(f_1 - w_1)q_{12} + (f_2 - w_2)q_{22} - l_2F \tag{17}$$

命题 4: 在情景 EE 中, 存在最优的运价和预定数量, 如表 8 和表 9 所示:

**Table 8.** Case rates and quantity at SS and CS

**表 8.** 情况 SS 和 CS 时运价和数量

	案例 SS	案例 CS
$q_{11}$	0	$\frac{n^2[m(n+1)(n+2)(8-5n)-n(5n^2-14)]}{2(1-n^2)(96-88n^2+19n^4)}$
$q_{12}$	—	—
$q_{21}$	—	$\frac{n^2[12-2n^2-n^4-m(n+1)(12+6n)]}{2(1-n^2)(96-88n^2+19n^4)}$
$q_{22}$	0	$\frac{n^2[2(3-n^2)-m(2-n)(2n+3)]}{96-88n^2+19n^4}$
$d_1$	$\frac{2[m(4+2n-n^2)-2n]}{4-(2n-n^2)^2}$	$\frac{3[m(16+8n-8n^2-3n^3)-n(8-3n^2)]}{96-88n^2+19n^4}$
$d_2$	$\frac{2[4-n^2-m(4+2n-n^2)]}{4-(2n-n^2)^2}$	$\frac{(4-n^2)(12-5n^2)-m(48+24n-32n^2-12n^3)}{96-88n^2+19n^4}$
$w_1$	$\frac{(2-n^2)[m(4+2n-n^2)-2n]}{4-(2n-n^2)^2}$	$\frac{m(n+1)(48-24n-32n^2+13n^3+4n^4)}{96-88n^2+19n^4}$
$w_2$	$\frac{(2-n^2)[4-n^2-m(2n+4)]}{4-(2n-n^2)^2}$	$\frac{48-50n^2+11n^4-m(48-24n-26n^2+11n^3)}{96-88n^2+19n^4}$

**Table 9.** Case rates and quantity at SC and CC

**表 9.** 情况 SC 和 CC 时运价和数量

	案例 SC	案例 CC
$q_{11}$	$\frac{n^2[m(2-n)(2n+3)-n]}{96-88n^2+19n^4}$	$\frac{n^2[3m(n+1)-n]}{9(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{12}$	$\frac{n^2[m(n+1)(12+6n-8n^2-n^3)-9n(2-n^2)]}{2(1-n^2)(96-88n^2+19n^4)}$	$\frac{n^2[3m(n+1)-n]}{9(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{21}$	—	$\frac{n^2[3m(n+1)-n]}{9(1-n^2)(4-n^2)}$
$q_{22}$	$\frac{n^2[16-7n^2-m(n+1)(n+2)(8-5n)]}{2(1-n^2)(96-88n^2+19n^4)}$	—

续表

d1	$\frac{m(48+24n-32n^2-12n^3+5n^4)-12n}{96-88n^2+19n^4}$	$\frac{m(n+2)-n}{4-n^2}$
d2	$\frac{24(2-n^2)-3m(16+8n-8n^2-3n^3)}{96-88n^2+19n^4}$	$\frac{2-m(n+2)}{4-n^2}$
w1	$\frac{m(n+1)(48-24n-26n^2+11n^3)-3n}{96-88n^2+19n^4}$	$\frac{m(n+1)(n+2)-n}{4-n^2}$
w2	$\frac{48-56n^2+17n^4-m(n+1)(48-24n-32n^2+13n^3)}{96-88n^2+19n^4}$	$\frac{2-n^2-m(n+1)(n+2)}{4-n^2}$

在情景 EE 下两家承运人除了通过传统的货运平台通道进行竞争之外，还通过其他在线平台来占有货运市场，两个货运平台的均衡策略如下：1) 当  $\Delta F < F_9$  时，两个货运平台均选择混合代理情形下为均衡策略；2) 当  $F_9 < \Delta F$ ,  $F_{10}$  时，只有货运平台 1 选择混合代理情形下为均衡策略；3) 当  $F_{10} < \Delta F < F_{11}$  时，只有货运平台 2 选择混合代理情形下为均衡策略；4) 当  $\Delta F > F_{11}$  时，两个货运平台均选择独家代理情形下为均衡策略。

与前面情景的结果类似，当替代程度相对较大或较小时，两个货运平台都会考虑相同的策略。然而，当替代度为 0.7 时，潜在市场较大的货运平台将会采用混合代理的策略，潜在市场较小的货运平台不再寻求与承运人 1 进行独家合作，除非替代程度继续增加。另外，本文根据表中的结果可以得到，当替代程度较大时，代理成本的会阈值随着替代程度的升高而迅速升高。这表明，如果两个承运人遵循相似的策略，代理成本并不是决定货运平台策略的关键因素。除此之外，如果市场差异程度比较接近，两家货运平台也更倾向于独家代理。根据模型结果分析，主要是弱竞争导致的代理成本门槛过低，这也是本文模型对于这个关键点创新所在。

## 5. 结论

本文建立了一个博弈论模型来分析两个竞争承运人和货运平台的代理行为和占有策略之间的相互作用。从研究结果中，本文观察到以下几点管理启示：1) 当承运人通过其他渠道的在线网络方式来抢占货运市场时，只有当替代程度在一定阈值内，市场差异相对较小时，潜在市场较小的承运人才有可能放弃占有。否则，当替代度高时，具有较大潜在市场的载体不会被蚕食。2) 当一家承运人占有且替代程度较弱时，对应的货运平台会考虑混合代理，另一家货运平台会采取独家代理。此外，在两家承运人相互占有且替代程度较低的情况下，两家货运平台均倾向于选择独家代理。3) 替代程度越高，货运平台选择混合代理的可能性越大。随着市场差异的增大，代理费用的总体门槛也随之提高，两家货运平台会采用混合代理。总体而言，代理费门槛与替代程度和市场差异呈正相关。

本文在一些方面存在局限性。首先，本文忽略了市场波动的不确定性，这是一个对均衡策略有重要影响的因素。在未来的研究中，参数设置可以考虑更全面，比如可以扩展到一个随机的设置。此外，本文没有考虑合作(如信息共享和价格串谋)对模型均衡结果的影响，这是值得我们在未来去研究的。最后，在模型方面，本文使用的博弈论模型并未涉及多阶段的博弈，这是未来可以研究的方向。

## 参考文献

- [1] Adobor, H. (2019.) Supply Chain Resilience: A Multi-Level Framework. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 22, 533-556. <https://doi.org/10.1080/13675567.2018.1551483>

- [2] Asadabadi, A. and Miller-Hooks, E. (2018) Co-Opetition in Enhancing Global Port Network Resiliency: A Multi Leader, Common-Follower Game Theoretic Approach. *Transportation Research Part B: Methodological*, **108**, 281-298. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2018.01.004>
- [3] Berry, L.L., Bolton, R.N., Bridges, C.H., *et al.* (2010) Opportunities for Innovation in the Delivery of Interactive Retail Services. *Journal of Interactive Marketing*, **24**, 155-167. <https://doi.org/10.1016/j.intmar.2010.02.001>
- [4] Chen, J.H., Zhuang, C.L., Xu, H. and Xu, L. (2022) Collaborative Management Evaluation of Container Shipping Alliance in Maritime Logistics Industry: CKYHE Case Analysis. *Ocean & Coastal Management*, **225**, 106176. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106176>
- [5] 刘伟, 魏伟, 崔天明, 等. 领导力对多层次供应链企业社会责任管理的影响[J]. 运筹学学报(自然科学版), 2022, 29(3):483-496.
- [6] Liu, Y. and Zhang, Z. (2006) Research Note—The Benefits of Personalized Pricing in a Channel. *Marketing Science*, **25**, 97-105.
- [7] 李涛, 谢军, 赵晓霞. 竞争供应链中的供应商侵占[J]. 国际生产经济学杂志(增刊), 2015(5): 391.
- [8] Arya, A., Mittendorf, B. and Sappington, D. (2007) The Bright Side of Supplier Encroachment. *Marketing Science*, **26**, 651-659. <https://doi.org/10.1287/mksc.1070.0280>
- [9] David, A. and Adida, E. (2015) Competition and Coordination in a Two-Channel Supply Chain. *Production and Operations Management*, **24**, 1358-1370. <https://doi.org/10.1111/poms.12327>
- [10] Zhang, Z., Song, H.M., Gu, X.Y., *et al.* (2021) How to Compete with a Supply Chain Partner: Retailer's Store Brand vs. Manufacturer's Encroachment. *Omega*, **103**, 102412. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2021.102412>
- [11] 曹磊, 李磊. 零售商跨渠道整合的决定因素: 全渠道零售的创新扩散视角[J]. 互动营销学报, 2018, 44(1): 1-16.
- [12] Nie, J.J., Zhong, L., Yan, H., *et al.* (2019) Retailers' Distribution Channel Strategies with Cross-Channel Effect in a Competitive Market. *International Journal of Production Economics*, **213**, 32-45. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.019>
- [13] 张丽华, 姚建军, 徐磊. 减排与市场侵占: 制造商是否开辟直接渠道? [J]. 清洁生产学报, 2020(12): 1932.
- [14] 刘杰, 王国强, 王建军. 基于服务竞争的海上运输链承运人联盟激励分析与协调[J]. 交通运输工程学报(自然科学版), 2019, 28(3): 393-398.
- [15] 李晓明, 陈建军, 艾晓明. 需求信息不对称下的交叉销售供应链契约设计[J]. 运筹学学报(理学版), 2019, 27(5): 939-956.
- [16] Bian, J.S., Zhao, X. and Liu, Y.C. (2020) Single vs. Cross Distribution Channels with Manufacturers' Dynamic Tacit Collusion. *International Journal of Production Economics*, **220**. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.07.029>
- [17] Dong, G.Q., Huang, R.B. and Ng, P. (2016) Tacit Collusion between Two Terminals of a Port. *Elsevier*, **93**, 199-211. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2016.06.001>
- [18] 黄海涛, 何玉华, 陈建军. 国际奢侈品牌供应链中存在灰色市场的跨市场销售渠道策略[J]. 交通运输技术与工程, 2020, 19(2): 1-4.
- [19] 蔡国生, 戴勇, 周世祥. 互补性商品市场中的独家渠道与收益分享[J]. 市场科学, 2012(31): 172-187.
- [20] Lan, Y.F., Yan, H.K., Da, R. and Rui, G. (2019) Merger Strategies in a Supply Chain with Asymmetric Capital-Constrained Retailers upon Market Power Dependent Trade Credit. *Omega*, **83**, 299-318. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2018.08.009>