

文章编号: 1671-0444(2022)04-0107-09

DOI: 10.19886/j.cnki.dhdz.2021.0216

# 竞争环境下货运共享平台定价策略研究

王志宏, 王 鑫, 戴家宏

(东华大学 旭日工商管理学院, 上海 200051)

**摘要:** 在货运共享平台竞争环境中, 定价策略是影响其发展的关键问题之一。研究平台竞争性以及平台是否对货主进行价格折扣策略, 考虑平台的服务质量差异化、网络外部性、用户的价格敏感性等影响因素, 运用双边市场理论和 Hotelling 模型, 构建和分析货运共享平台的定价模型。研究表明: 平台的定价随着平台服务质量差异化的增大而增加; 网络外部性和价格敏感性分别对平台的定价有负向影响; 此外, 平台为货主提供价格折扣补贴时, 货车司机一方的收益会有所增加。

**关键词:** 货运共享平台; 平台竞争; 双边市场; 定价策略

**中图分类号:** F 062.9

**文献标志码:** A

## Pricing strategy of freight sharing platform in the presence of competition

WANG Zhihong, WANG Xin, DAI Jiahong

(Glorious Sun School of Business and Management, Donghua University, Shanghai 200051, China)

**Abstract:** The pricing strategy of freight sharing platform in a competitive environment is one of the key issues affecting its development. Considering the competitiveness of the platform and whether the platform provided the price discount for cargo owners, the influencing factors such as the service quality differentiation among platforms, network externality and price sensitivity of users were analyzed. Then the two-sided market theory and the Hotelling model were used to construct and analyze the pricing model of freight sharing platform. It is found that the platform pricing increases with the increase of the service quality differentiation between platforms. Network externalities and price sensitivity negatively affect the platforms' pricing for users. Further research shows that when the platform provides price discount to cargo owners, the revenue of freight suppliers (i.e., truck drivers) will increase.

**Key words:** freight sharing platform; platform competition; two-sided market; pricing strategy

货运共享平台作为线上 O2O 平台, 连接着货运需求方(货主)和货运供应方(货车司机), 需要快速

匹配双方的需求, 整合物流资源, 从而提高货车的运输效率和货主满意度, 降低运输成本。近年来, 货运

收稿日期: 2021-04-13

基金项目: 上海市哲学社会科学规划课题项目(2017BGL014); 国家自然科学基金项目(71872038; 71774029); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2232020B-04; 2232018H-07)

通信作者: 王志宏, 女, 教授, 研究方向为平台经济、决策优化, E-mail: lilywzh@dhu.edu.cn

引用格式: 王志宏, 王鑫, 戴家宏. 竞争环境下货运共享平台定价策略研究[J]. 东华大学学报(自然科学版), 2022, 48(4): 107-115.

WANG Z H, WANG X, DAI J H. Pricing strategy of freight sharing platform in the presence of competition[J]. Journal of Donghua University (Natural Science), 2022, 48(4): 107-115.

共享平台由于管理不完善出现了很多发展问题,如:公路货运平台从200多家到现在只剩几十家,主要原因为存在竞争误区,其在平台建设初期一味地靠价格战、补贴来占领市场,而忽略了平台的服务质量、定价策略等,一旦后续资金不足就容易被淘汰出局。在不同物流服务领域,货运共享平台也逐渐形成了双寡头市场,如:2019年1月至4月货拉拉、快狗打车的交易额分别占据同城货运平台交易总额的53.6%和24.6%,远高于其他竞争对手<sup>[1]</sup>。因此,在市场竞争环境下,货运共享平台企业能够持续发展的关键在于如何采用有效的价格策略吸引并留住双边用户,提高平台的核心竞争力和持续发展能力。

在物流共享平台方面:有学者<sup>[2-4]</sup>对物流共享平台体系和功能进行研究,探讨共享物流的发展特点,优化众包任务的分配方式,并通过模型分析推导出影响众包物流参与方的因子;部分学者<sup>[5-6]</sup>研究物流共享平台的路径规划问题,提出为解决配送道路条件不确定性的路径规划模型,并将物流规划问题拓展至配送供给资源整合优化配置上,将货运市场中私人共享车辆和团队式的车辆分拨中心两种模式进行统一规划;慕静等<sup>[7]</sup>进一步研究物流共享平台的资源配置效率问题;王文杰等<sup>[8-9]</sup>构建市场需求变化情况下的众包配送平台定价模型,分析供给能力以及运营成本对最优价格的影响,并进一步研究众包平台的动态定价策略;王志宏等<sup>[10]</sup>考虑货运共享平台双边用户的不同归属行为,构建和优化货运共享平台定价模型;和杉等<sup>[11]</sup>基于Hotelling模型分析比较两种众包快递平台在不同博弈结构下的均衡定价、市场份额及收益,并考察平台规模差异及网络外部性系数等参数对平台定价策略的影响。

平台间的竞争会影响各平台的定价策略:Armstrong等<sup>[12]</sup>通过研究双边市场发现,在均衡状态下,平台不是通过供应方去直接进行竞争,而是采用为需求方提供补贴的方式进行间接竞争;纪汉霖等<sup>[13]</sup>针对用户在平台竞争市场中存在部分多归属的情况,提出同时定价和大小平台次序定价两种策略,研究这两种策略下价格和市场份额在不同平台上的体现;Reisinger<sup>[14]</sup>研究平台竞争下采用两部收费的双边市场模型,证明在同质交易行为下存在连续且均衡的定价策略;邹佳等<sup>[15]</sup>考虑垄断市场、竞争瓶颈市场与双寡头市场3种情形,分析双边平台采取的最优价格博弈过程;张千帆等<sup>[16]</sup>研究发现双寡头竞争市场中互联网平台的增值服务差异对平台利润、定价及用户规模有影响;毕菁佩等<sup>[17]</sup>分析在特定用户归属行为下,平台在第二期对双边用户采

取的定价策略受到平台在之前市场竞争中所获用户数量的影响;Lam<sup>[18]</sup>研究多周期交易中双边用户的转移成本对双寡头竞争平台定价策略的影响;张凯等<sup>[19]</sup>将买方满意度引入双寡头双边平台的两期动态博弈模型,分析平台在不同情形下的最优定价策略。

综上所述,在竞争的市场环境下,已有文献研究产品差异化、用户归属感、信息水平、平台增值服务等因素对双边平台定价的影响。也有学者开始关注物流共享平台定价策略,但是平台服务质量差异化、两边用户价格敏感性、平台对货主的价格折扣等因素对竞争环境中货运共享平台的定价策略的影响还有待深入研究。因此,本文基于双寡头竞争市场环境,从平台间的竞争性和平台是否对货主进行价格折扣策略入手,研究货运共享平台的价格策略。

货运共享平台具有互联网属性,为提高用户量和成交量,采用价格策略吸引货主和货运司机加入该平台,因此定价策略对平台的发展是至关重要的。本文考虑两个存在竞争的货运共享平台,分析平台的服务质量差异化、网络外部性、用户的价格敏感性和对货主的价格折扣等影响因素,构造双边用户的效用函数,确定市场需求,研究双寡头竞争市场环境下货运共享平台的定价策略,以期对货运共享平台企业获得竞争优势提供有价值的管理建议。

## 1 模型的基本设置

### 1.1 模型的基本参数和假设

考虑两个具有服务质量差异化的货运共享平台,货主和货车司机构成双边市场,双方都对价格敏感,两平台对货主采取正常收费或价格折扣策略,在此背景下确定两个平台最优的定价策略。货运共享平台、货主和货车司机三方之间将按照下面的顺序进行决策:首先,两个平台之间是双寡头竞争的,平台针对两边用户同时制定价格策略;然后,货主和货车司机分别根据自身效用最大化原则选择归属于某个平台。

采用Hotelling模型分析双寡头竞争市场下货运共享平台的定价策略,货运共享平台的市场结构如图1所示,基本假设如下:

(1)假设货运共享平台 $k(k=1,2)$ 、货运共享平台中货主 $b$ 和货车司机 $s$ ,货运共享平台1和货运共享平台2分别位于线段 $[0,1]$ 的两个端点。

(2)考虑双边用户的单归属行为,即货车司机和货主在两个平台中只能选择加入其中一个平台。

(3)平台两边用户均匀地分布在 $[0,1]$ 线段上,

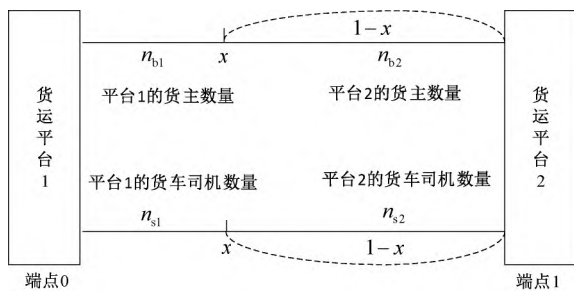


图1 双寡头竞争货运共享平台的市场结构

Fig.1 The market structure of freight sharing platform in a duopoly competitive environment

满足  $n_{b1} + n_{b2} = 1, n_{s1} + n_{s2} = 1$ , 其中,  $n_{b1}$  和  $n_{b2}$  分别表示平台 1 和平台 2 的货主数量,  $n_{s1}$  和  $n_{s2}$  分别表示平台 1 和平台 2 的货车司机数量。

(4)在货运共享平台中,分别用  $x$  和  $1-x$  表示用户到两个平台的感知距离。

(5)根据文献[19-20],设定  $t_s$  表示货车司机加入平台所需要耗费的单位运输成本,即两个平台对货车司机提供的服务质量差异化程度; $t_b$  表示货主加入平台所需要耗费的单位运输成本,即两个平台对货主提供的服务质量差异化程度。

## 1.2 效用函数

货运共享平台两边分别对应着货车司机  $s$  和货主  $b$ ,当货车司机和货主准备加入该平台进行交易时,两者获得的效用与平台收取的交易费用、用户的数量、网络外部性系数以及自身的价格敏感系数相关。本文部分参数设置如表 1 所示。

表1 部分参数说明

Table 1 Explanation of partial parameters

参数	描述
$u_{sk}$	货运共享平台 $k$ 的货车司机的效用
$u_{bk}$	货运共享平台 $k$ 的货主的效用
$\alpha_s$	货主给货车司机带来的网络外部性系数
$\alpha_b$	货车司机给货主带来的网络外部性系数
$P_{sk}$	货运共享平台 $k$ 向货车司机收取的交易费
$P_{bk}$	货运共享平台 $k$ 向货主收取的交易费
$\theta$	双边用户的价格敏感系数, $\theta \in [0, 1]$
$\pi_k$	平台 $k$ 的利润
$\beta$	平台的价格折扣系数, $\beta$ 越大表示平台给货主提供的折扣补贴越低, $\beta \in [0, 1]$

平台 1 两边用户在该平台上获得的初始效用函数为  $u_{i1} (i=s, b)$ , 其中,  $u_{s1}$  为平台 1 中货车司机的初始效用函数,  $u_{b1}$  为平台 1 中货主的初始效用函数,  $P_{b1}$  和  $P_{s1}$  分别为平台 1 和平台 2 向货主收取的交易费,即平台 1 和平台 2 分别对货主的定价;  $P_{s1}$  和  $P_{s2}$  分别为平台 1 和平台 2 向货车司机收取的交

易费,即平台 1 和平台 2 分别对货车司机的定价。

$$u_{s1} = \alpha_s n_{b1} - \theta P_{s1} \quad (1)$$

$$u_{b1} = \alpha_b n_{s1} - \theta P_{b1} \quad (2)$$

平台 2 两边用户在该平台上获得的初始效用函数为  $u_{i2} (i=s, b)$ , 其中,  $u_{s2}$  为平台 2 中货车司机的初始效用函数,  $u_{b2}$  为平台 2 中货主的初始效用函数。

$$u_{s2} = \alpha_s n_{b2} - \theta P_{s2} \quad (3)$$

$$u_{b2} = \alpha_b n_{s2} - \theta P_{b2} \quad (4)$$

## 2 无折扣补贴的双寡头货运共享平台的竞争模型

根据 Hotelling 模型可知,当某个用户处于两个平台之间的  $[0, 1]$  线段上某点时,该用户距离平台 1 的距离为  $x$ , 距离平台 2 的距离则为  $1-x$ 。此时,该用户在平台 1 上获得的实际效用为  $u_{i1} - t_i x (i=s, b)$ ; 该用户在平台 2 上获得的实际效用为  $u_{i2} - t_i (1-x)$ 。其中,  $t_i x$  和  $t_i (1-x)$  表示双边用户在加入平台时会产生效用损失,即用户在对平台的服务质量进行感知和判断时所付出的努力成本。下面分析货运共享平台对货主不提供折扣补贴情形时平台 1 和平台 2 的竞争模型。

若平台 1 和平台 2 之间的  $[0, 1]$  线段上存在某个点,用户在两个平台获得的效用相同,此时

$$u_{i1} - t_i x = u_{i2} - t_i (1-x) \quad (5)$$

$$\text{求解式(5)可得: } x = \frac{1}{2} + \frac{u_{i1} - u_{i2}}{2t_i}。$$

由于平台两边的用户均匀地分布在  $[0, 1]$  线段上,根据式(5)可求得两个平台上拥有的用户数量,其中,平台 1 的用户数量为  $n_{i1} (i=s, b)$ , 平台 2 的用户数量为  $n_{i2} (i=s, b)$ 。

$$n_{i1} = x = \frac{1}{2} + \frac{u_{i1} - u_{i2}}{2t_i} \quad (6)$$

$$n_{i2} = 1 - x = \frac{1}{2} + \frac{u_{i2} - u_{i1}}{2t_i} \quad (7)$$

将式(1)~(4)代入到式(6)、(7)中可得:

$$n_{b1} = \frac{1}{2} + \frac{\alpha_b (n_{s1} - n_{s2}) + \theta (P_{b2} - P_{b1})}{2t_b} \quad (8)$$

$$n_{b2} = \frac{1}{2} + \frac{\alpha_b (n_{s2} - n_{s1}) + \theta (P_{b1} - P_{b2})}{2t_b} \quad (9)$$

$$n_{s1} = \frac{1}{2} + \frac{\alpha_s (n_{b1} - n_{b2}) + \theta (P_{s2} - P_{s1})}{2t_s} \quad (10)$$

$$n_{s2} = \frac{1}{2} + \frac{\alpha_s (n_{b2} - n_{b1}) + \theta (P_{s1} - P_{s2})}{2t_s} \quad (11)$$

联立式(8)~(11)解得:

$$n_{b1} = \frac{1}{2} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \quad (12)$$

$$n_{b2} = \frac{1}{2} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \quad (13)$$

$$n_{s1} = \frac{1}{2} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \quad (14)$$

$$n_{s2} = \frac{1}{2} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \quad (15)$$

由于两个平台提供的服务是有差别的, 设  $d$  表

示两个平台提供服务的可替代, 其中  $d \in [0, 1]$ , 此时, 货主在平台 1、2 的需求为  $D_1$ 、 $D_2$ , 具体计算如式(16)和(17)所示。

$$D_1 = n_{b1} - P_{b1} + dP_{b2} \quad (16)$$

$$D_2 = n_{b2} - P_{b2} + dP_{b1} \quad (17)$$

假设两个平台在运营过程中产生的成本相同, 因此在利润函数中不予考虑, 则市场中货运共享平台 1 的利润函数为  $\pi_1$ , 货运共享平台 2 的利润函数为  $\pi_2$ , 具体计算如式(18)和(19)所示。

$$\pi_1 = \frac{1}{2} D_1 (P_{b1} + P_{s1}) \quad (18)$$

$$\pi_2 = \frac{1}{2} D_2 (P_{b2} + P_{s2}) \quad (19)$$

将式(12)~(17)代入式(18)、(19)中可得:

$$\begin{aligned} \pi_1(P_{b1}, P_{s1}) &= \frac{1}{2} (D_1 P_{b1} + P_{s1} n_{s1}) = \frac{1}{2} [P_{b1} (n_{b1} - P_{b1} + dP_{b2}) + P_{s1} n_{s1}] = \\ &= \frac{1}{2} \left[ P_{b1} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] + \right. \\ &\quad \left. P_{s1} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] - (P_{b1})^2 + dP_{b1} P_{b2} \right] \end{aligned} \quad (20)$$

$$\begin{aligned} \pi_2(P_{b2}, P_{s2}) &= \frac{1}{2} (D_2 P_{b2} + P_{s2} n_{s2}) = \frac{1}{2} [P_{b2} (n_{b2} - P_{b2} + dP_{b1}) + P_{s2} n_{s2}] = \\ &= \frac{1}{2} \left[ P_{b2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] + \right. \\ &\quad \left. P_{s2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] - (P_{b2})^2 + dP_{b1} P_{b2} \right] \end{aligned} \quad (21)$$

对  $\pi_1(P_{b1}, P_{s1})$ 、 $\pi_2(P_{b2}, P_{s2})$  分别关于  $P_{b1}$ 、 $P_{s1}$ 、 $P_{b2}$ 、 $P_{s2}$  求一阶偏导数可得:

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial P_{b1}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} - 2P_{b1} + dP_{b2} - \frac{\theta(P_{b1} t_s + P_{s1} \alpha_s)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (22)$$

$$\frac{\partial \pi_1}{\partial P_{s1}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta(P_{s1} t_b + P_{b1} \alpha_b)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (23)$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial P_{b2}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} - 2P_{b2} + dP_{b1} - \frac{\theta(P_{b2} t_s + P_{s2} \alpha_s)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (24)$$

$$\frac{\partial \pi_2}{\partial P_{s2}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta(P_{s2} t_b + P_{b2} \alpha_b)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (25)$$

对  $\pi_1(P_{b1}, P_{s1})$  分别对  $P_{b1}$ 、 $P_{s1}$  求二阶偏导数可得:

$$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial (P_{b1})^2} = -1 - \frac{\theta t_s}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = A_1 \quad (26)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial (P_{s1})^2} = -\frac{\theta t_b}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = C_1 \quad (27)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1}{\partial P_{b1} P_{s1}} = -\frac{\theta(\alpha_b + \alpha_s)}{4(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = B_1 \quad (28)$$

$$B_1^2 - A_1 C_1 = \frac{\theta[-8(t_b)^2 t_s + \theta(\alpha_b + \alpha_s)^2 + t_b(-4\theta t_s + 8\alpha_b \alpha_s)]}{16(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)^2},$$

根据参数的取值范围可知  $8(t_b)^2 t_s > \theta(\alpha_b + \alpha_s)^2 + t_b(-4\theta t_s + 8\alpha_b \alpha_s)$ , 所以  $B_1^2 - A_1 C_1 < 0$ ,  $A_1 < 0$ 。那么, 依据二元函数的极值判定条件, 可知平台 1 的利润函数  $\pi_1(P_{b1}, P_{s1})$  存在最大值。

对  $\pi_2(P_{b2}, P_{s2})$  分别对  $P_{b2}$ 、 $P_{s2}$  求二阶偏导数可得:

$$\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial (P_{b2})^2} = -1 - \frac{\theta t_s}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = A_2 \quad (29)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial (P_{s2})^2} = -\frac{\theta t_b}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = C_2 \quad (30)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_2}{\partial P_{b2} \partial P_{s2}} = -\frac{\theta(\alpha_b + \alpha_s)}{4(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = B_2 \quad (31)$$

同理可得  $B_2^2 - A_2 C_2 < 0, A_2 < 0$ , 因此, 平台 2 的利润函数  $\pi_2(P_{b2}, P_{s2})$  也存在最大值。

竞争均衡状态下, 两个货运共享平台对货车司机、货主分别采取同样的定价策略。令  $\frac{\partial \pi_1}{\partial P_{b1}} = 0$ ,

$\frac{\partial \pi_1}{\partial P_{s1}} = 0, \frac{\partial \pi_2}{\partial P_{b2}} = 0, \frac{\partial \pi_2}{\partial P_{s2}} = 0$ , 联立方程组 (22)、(23)、(24)、(25) 可求得货运共享平台的最优定价, 其中,  $P_{b1}^*$  和  $P_{b2}^*$  分别为无折扣补贴时平台 1 和平台 2 分别对货主的最优定价,  $P_{s1}^*$  和  $P_{s2}^*$  分别为无折扣补贴时平台 1 和平台 2 分别对货车司机的最优定价。

$$P_{b1}^* = P_{b2}^* = \frac{t_b - \alpha_s}{\theta + 4t_b - 2dt_b} \quad (32)$$

$$\begin{aligned} \pi_1^*(P_{b1}, P_{s1}) &= \frac{1}{2}(D_1 \beta P_{b1} + P_{s1} n_{s1}) = \frac{1}{2}[\beta P_{b1}(n_{b1} - P_{b1} + dP_{b2}) + P_{s1} n_{s1}] = \\ &= \frac{1}{2} \left[ \beta P_{b1} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] + \right. \\ &\quad \left. P_{s1} \left[ \frac{1}{2} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] - \beta(P_{b1})^2 + d\beta P_{b1} P_{b2} \right] \end{aligned} \quad (34)$$

$$\begin{aligned} \pi_2^*(P_{b2}, P_{s2}) &= \frac{1}{2}(D_2 \beta P_{b2} + P_{s2} n_{s2}) = \frac{1}{2}[\beta P_{b2}(n_{b2} - P_{b2} + dP_{b1}) + P_{s2} n_{s2}] = \\ &= \frac{1}{2} \left[ \beta P_{b2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] + \right. \\ &\quad \left. P_{s2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] - \beta(P_{b2})^2 + d\beta P_{b1} P_{b2} \right] \end{aligned} \quad (35)$$

对  $\pi_1^*(P_{b1}, P_{s1}), \pi_2^*(P_{b2}, P_{s2})$  分别对  $P_{b1}, P_{s1}, P_{b2}, P_{s2}$  求一阶偏导数可得:

$$\frac{\partial \pi_1^*}{\partial P_{b1}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \beta - 2\beta P_{b1} + d\beta P_{b2} - \frac{\theta(\beta P_{b1} t_s + P_{s1} \alpha_s)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} + \frac{\theta \beta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (36)$$

$$\frac{\partial \pi_1^*}{\partial P_{s1}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta(P_{s1} t_b + \beta P_{b1} \alpha_b)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} + \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (37)$$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial P_{b2}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} \beta - 2\beta P_{b2} + d\beta P_{b1} - \frac{\theta(\beta P_{b2} t_s + P_{s2} \alpha_s)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} + \frac{\theta \beta}{2} \times \frac{\alpha_b(P_{s2} - P_{s1}) + t_s(P_{b2} - P_{b1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (38)$$

$$\frac{\partial \pi_2^*}{\partial P_{s2}} = \frac{1}{2} \left[ \frac{1}{2} - \frac{\theta(P_{s2} t_b + \beta P_{b2} \alpha_b)}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} - \frac{\theta}{2} \times \frac{\alpha_s(P_{b2} - P_{b1}) + t_b(P_{s2} - P_{s1})}{t_b t_s - \alpha_b \alpha_s} \right] \quad (39)$$

首先,  $\pi_1^*(P_{b1}, P_{s1})$  分别对  $P_{b1}, P_{s1}$  求二阶偏导数可得:

$$\begin{aligned} P_{s1}^* &= P_{s2}^* = \\ &= \frac{t_s(\theta + 4t_b - 2dt_b) - \alpha_b(\theta + 4\alpha_s - 2d\alpha_s)}{\theta(\theta + 4t_b - 2dt_b)} \end{aligned} \quad (33)$$

### 3 考虑货主折扣补贴的双寡头货运共享平台竞争模型

货运共享平台为了提升竞争力, 会选择货主一方(需求方)加入间接竞争, 通过为货主提供一定的价格折扣或补贴吸引更多的货主加入平台, 最终将其发展成为长期用户, 增强平台在市场中的竞争力。在第 2 节的基础上, 引入给货主提供的价格折扣系数  $\beta \in (0, 1)$ ,  $\beta$  越大表示货主获得的折扣补贴越低, 研究并分析价格折扣会如何影响最优定价结构。

考虑货主折扣补贴情形下, 货主和货车司机的效用函数和第 2 节的分析过程一样, 只在最后的平台利润函数上存在差别, 此时, 货运共享平台 1 的利润函数为  $\pi_1^*$ , 货运共享平台 2 的利润函数为  $\pi_2^*$ , 计算方法如式 (34)、(35) 所示。

$$\frac{\partial^2 \pi_1^*}{\partial (P_{b1})^2} = \beta \left( -1 - \frac{\theta t_s}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} \right) = A_3 \quad (40)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1^*}{\partial (P_{s1})^2} = -\frac{\theta t_b}{2(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = C_3 \quad (41)$$

$$\frac{\partial^2 \pi_1^*}{\partial P_{b1} \partial P_{s1}} = -\frac{\theta(\beta \alpha_b + \alpha_s)}{4(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)} = B_3 \quad (42)$$

$$B_3^2 - A_3 C_3 = \frac{\theta[\theta(\beta \alpha_b + \alpha_s)^2 - 8\beta(t_b)^2 t_s + t_b(8\beta \alpha_b \alpha_s - 4\beta \theta t_s)]}{16(t_b t_s - \alpha_b \alpha_s)^2},$$

根据参数的取值范围可知,  $\theta(\beta \alpha_b + \alpha_s)^2 + t_b(8\beta \alpha_b \alpha_s - 4\beta \theta t_s) < 8\beta(t_b)^2 t_s$ , 所以  $B_3^2 - A_3 C_3 < 0, A_3 < 0$ 。依据二元函数的极值判定条件, 平台1的利润函数  $\pi_1^*$  存在最大值。同理, 平台2的利润函数  $\pi_2^*$  也存在最大值。

竞争均衡状态下, 两个货运共享平台对货车司机、货主分别采取同样的定价策略。令  $\frac{\partial \pi_1^*}{\partial P_{b1}} = 0$ ,

$\frac{\partial \pi_1^*}{\partial P_{s1}} = 0, \frac{\partial \pi_2^*}{\partial P_{b2}} = 0, \frac{\partial \pi_2^*}{\partial P_{s2}} = 0$ , 联立方程组(36)、(37)、(38)、(39)可得引入折扣补贴后平台的最优定价, 其中,  $P_{b1}^{**}$  和  $P_{b2}^{**}$  分别为有折扣补贴时平台1和平台2分别对货主的最优定价,  $P_{s1}^{**}$  和  $P_{s2}^{**}$  分别为有折扣补贴时平台1和平台2分别对货车司机的最优定价。

$$P_{b1}^{**} = P_{b2}^{**} = \frac{\beta t_b - \alpha_s}{\beta(\theta + 4t_b - 2dt_b)} \quad (43)$$

$$P_{s1}^{**} = P_{s2}^{**} = \frac{t_s(\theta + 4t_b - 2dt_b) - \alpha_b(\beta\theta + 4\alpha_s - 2d\alpha_s)}{\theta(\theta + 4t_b - 2dt_b)} \quad (44)$$

## 4 模型分析

根据第2、3节得出的定价策略理论模型, 进一步分析双寡头竞争市场中各参数对平台定价策略的影响。

(1) 货主加入平台的单位运输成本  $t_b$  和货车司机加入平台的单位运输成本  $t_s$ 。首先考虑货主无折扣补贴的情形, 平台对货主的最优定价  $P_{b1}^* = P_{b2}^* = \frac{t_b - \alpha_s}{\theta + 4t_b - 2dt_b}$ , 对于  $t_b$  进行求导, 得到  $\frac{\partial P_{b1}^*}{\partial t_b} = \frac{\partial P_{b2}^*}{\partial t_b} = \frac{\theta - 2(-2+d)\alpha_s}{(\theta - 2(-2+d)t_b)^2} > 0$ 。进一步采用数值仿真的方法进行分析, 得到  $t_b$  对平台的货主定价的影响规律, 如图2所示。由图2可知,  $t_b$  越大时, 货运共享平台对货主的定价越高。因此, 货运共享平台对货主收取的费用与两平台对货主提供的服务质量差异化程度成正相关。

平台对货车司机的最优定价为  $P_{s1}^* = P_{s2}^* =$

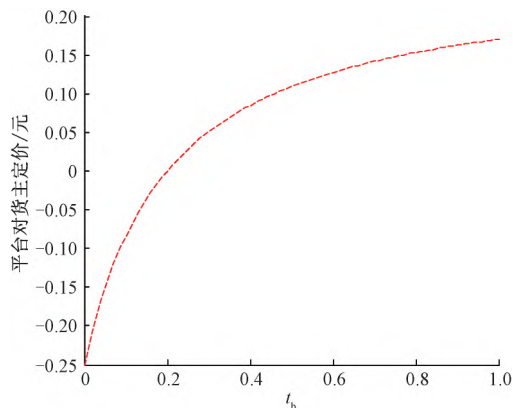


图2  $t_b$  对平台的货主定价的影响

Fig.2 The effect of  $t_b$  on platform pricing for cargo owners

$\frac{t_s(\theta + 4t_b - 2dt_b) - \alpha_b(\theta + 4\alpha_s - 2d\alpha_s)}{\theta(\theta + 4t_b - 2dt_b)}$ 。采用数值

仿真的方法进行分析, 得到  $t_s, t_b$  对平台的货车司机定价的影响规律, 如图3所示。由图3可知: 随着  $t_s$  的增大, 平台对货车司机的定价逐渐增大; 而随着  $t_b$  的增大, 平台对货车司机的定价几乎不变。因此, 平台对货车司机收取的费用与两平台对货车司机提供的服务质量差异化程度成正相关, 而与两平台对货主提供的服务质量差异化程度关系不大。

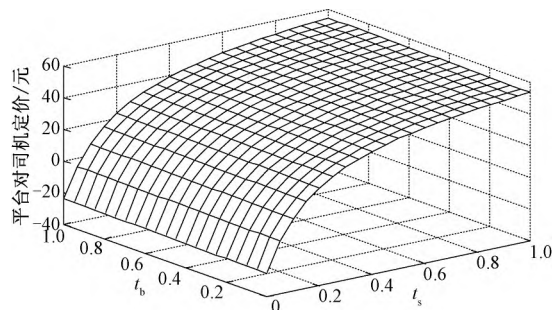


图3  $t_s$  和  $t_b$  对平台的货车司机定价的影响

Fig.3 The effects of  $t_s$  and  $t_b$  on platform pricing for truck drivers

考虑货主折扣补贴时,  $t_s, t_b$  对平台定价的影响趋势类似于图2和图3。平台对货主提供折扣补贴, 是平台吸引货主的运营手段之一。当平台吸引大量货主加入, 使得该平台拥有庞大的货主基数后, 平台的  $t_s$  实际已经增大, 此时平台对货车司机的定价就会提高。

(2) 网络外部性系数  $\alpha_s, \alpha_b$ 。首先考虑货主无折扣补贴的情形, 由  $P_{b1}^* = P_{b2}^* = \frac{t_b - \alpha_s}{\theta + 4t_b - 2dt_b}$  可知,  $\frac{\partial P_{b1}^*}{\partial \alpha_s} = \frac{\partial P_{b2}^*}{\partial \alpha_s} = -1 < 0$ , 进一步通过数值分析得到平台对货主的最优定价  $P_{b1}^*, P_{b2}^*$  和  $\alpha_s$  之间的关系, 如

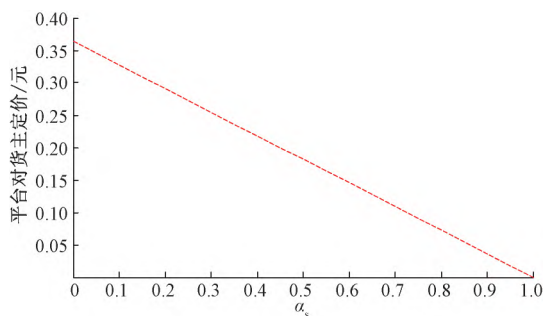
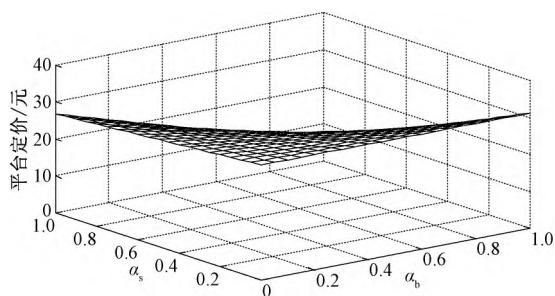
图4  $\alpha_s$  对平台的货主定价的影响Fig.4 The effect of  $\alpha_s$  on platform pricing for cargo owners

图4所示。由图4可知,随着货主给货车司机带来的网络外部性系数 $\alpha_s$ 增大,平台对货主的定价则随之降低,一般情况下加入平台的货主数量会增加。根据双边市场的交叉网络外部性特点,加入平台的货车司机数量会随着货主数量的增加而增加。平台可以通过从货车司机一端获取利润来平衡降低对货主收取的费用产生的损失,并且可以使更多的货主与货车司机加入平台。

$$\text{结合 } P_{s1}^* = P_{s2}^* = \frac{t_s(\theta + 4t_b - 2dt_b) - \alpha_b(\theta + 4\alpha_s - 2d\alpha_s)}{\theta(\theta + 4t_b - 2dt_b)},$$

通过数值分析得到平台对货车司机的最优定价 $P_{s1}^*$ 、 $P_{s2}^*$ 和 $\alpha_b$ 、 $\alpha_s$ 之间的关系,如图5所示。由图5可知,随着货车司机给货主带来的网络外部性系数 $\alpha_b$ 增大,平台对货车司机的定价随之降低,一般情况下加入平台的货车司机数量会增加,且加入平台的货主数量也会增加。平台可以通过从货主一端获取利润来平衡降低对司机收取的费用所产生的成本损失,并且能为平台提供更多的交易机会。

图5  $\alpha_b$  和  $\alpha_s$  对平台的货车司机定价的影响Fig.5 The effects of  $\alpha_b$  and  $\alpha_s$  on platform pricing for truck drivers

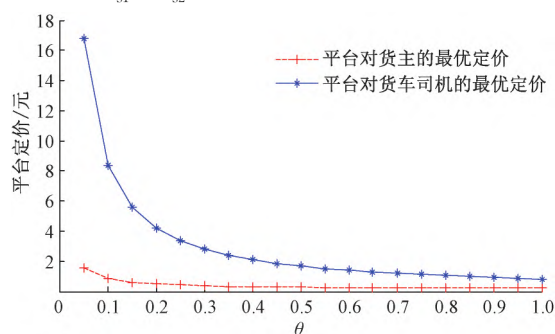
另外,货主给货车司机带来的网络外部性也会影响平台对司机的定价, $\alpha_s$ 与平台对司机的定价成负相关,在需求端存在大量用户时,平台为鼓励实现更多的交易会考虑适当降低对供应方的收费。

考虑货主折扣补贴时,网络外部性系数对平台定价的影响趋势类似于图4和图5。平台向货主提

供折扣补贴,可能会吸引大量货主加入,进而利用货主对货车司机的网络外部性影响,可以吸引更多的货车司机加入平台,平台能从货车司机一端获取更多的利润。

(3)用户价格敏感系数 $\theta$ 。考虑货主无折扣补贴的情形,根据平台对货主的最优定价 $P_{b1}^* = P_{b2}^* =$

$\frac{t_b - \alpha_s}{\theta + 4t_b - 2dt_b}$ 和平台对货车司机的最优定价 $P_{s1}^* = P_{s2}^* = \frac{t_s(\theta + 4t_b - 2dt_b) - \alpha_b(\theta + 4\alpha_s - 2d\alpha_s)}{\theta(\theta + 4t_b - 2dt_b)}$ ,通过数值分析得到平台对货主的定价 $P_{b1}^*$ 、 $P_{b2}^*$ 和 $\theta$ 之间的关系,以及平台对货车司机的定价 $P_{s1}^*$ 、 $P_{s2}^*$ 和 $\theta$ 之间的关系,如图6所示。

图6 价格敏感系数 $\theta$ 对平台定价的影响Fig.6 The effect of price sensitivity coefficient  $\theta$  on platform pricing

由图6可知,随着价格敏感系数 $\theta$ 的增大,平台对货车司机的定价减小,平台对货主的定价也减小。当平台两边用户的价格敏感系数较小( $\theta \leq 0.2$ )时,随着价格敏感系数的增大,平台对货主的定价快速减小,而平台对货车司机的定价降幅更大;当价格敏感系数较大时( $\theta > 0.2$ ),随着价格敏感系数的增大,平台对货车司机和货主的定价均呈缓慢减小趋势。这说明两边用户对价格越敏感,平台对用户的定价越要谨慎,不能轻易变动。

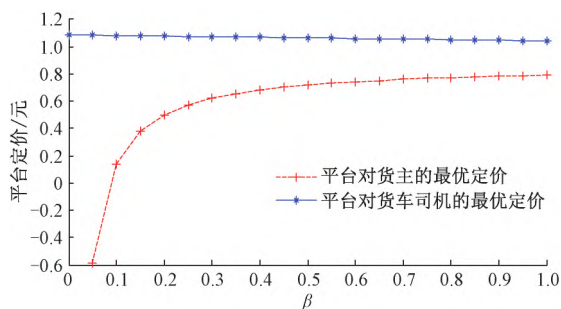
考虑货主折扣补贴时,价格敏感系数 $\theta$ 对平台定价的影响趋势类似于图6。

(4)货主折扣系数 $\beta$ 。考虑货主折扣补贴时,平台

对货主的最优定价是 $P_{b1}^{**} = P_{b2}^{**} = \frac{\beta t_b - \alpha_s}{\beta(\theta + 4t_b - 2dt_b)} = \frac{t_b}{\theta + 4t_b - 2dt_b} - \frac{\alpha_s}{\beta(\theta + 4t_b - 2dt_b)}$ ,平台对货车司机的最优定价是 $P_{s1}^{**} = P_{s2}^{**} = \frac{t_s(\theta + 4t_b - 2dt_b) - \alpha_b(\beta\theta + 4\alpha_s - 2d\alpha_s)}{\theta(\theta + 4t_b - 2dt_b)}$ 。通过数值

分析得到平台对货主的定价 $P_{b1}^{**}$ 、 $P_{b2}^{**}$ 和 $\beta$ 之间的关系,以及平台对货车司机的定价 $P_{s1}^{**}$ 、 $P_{s2}^{**}$ 和 $\beta$ 之间的关系,如图7所示。



图7 货主折扣系数 $\beta$ 对平台定价的影响Fig.7 The effect of price discount coefficient  $\beta$  on platform pricing

由图7可知,平台对货主的收费与价格折扣系数 $\beta$ 成正相关,平台提供的价格优惠更多时,即 $\beta$ 越小,加入平台进行交易的货主越多;由于网络外部性的影响,加入平台的货车司机数量也会增加。平台在竞争过程中,往往会采取价格战提高用户量,即给予用户较低的价格甚至补贴以吸引货主的加入,但是此时平台自身的成本也会随之增加,因此过度降价不利于平台的长远发展。

而平台对货车司机的收费与价格折扣系数 $\beta$ 成负相关。可见平台为了满足自身利益的最大化,在给予货主一端补贴时相应地会对货车司机一端收取更多的费用,从而弥补成本支出。

折扣系数 $\beta$ 对货车司机和货主的定价影响程度不同, $\beta$ 在某一区间变化时会对司机的定价产生很大影响,但是对货主的定价影响都很小,为货主适当提供价格折扣可能也会让司机受益。

对比无折扣补贴下双寡头竞争模型的最优定价结构,平台在货主端推行折扣补贴策略时,其利润会有所减少,这也符合平台在初期为占领更多的市场采用价格战方式进行扩张的现象,但是高额的补贴和价格战给平台带来了庞大的资金压力。在实际市场竞争中,大多数平台往往会在价格战中因为后期资金不足而被淘汰,最后只剩少数平台存活下来,获得大多数的市场份额,所以平台在价格竞争中需要根据自身的实力制定合理的价格折扣。

平台为货主提供折扣补贴后其对应的定价会相对较低,虽然在初期会获得大量的货主,但是如何留住这些用户还需要平台进一步提高自身的服务质量,此外在获得一定的用户流量之后,也要避免价格过高导致部分价格敏感的用户流失,从而保证平台的收益。

## 5 结 语

在双寡头竞争市场中,构建 Hotelling 货运共享平台的定价模型,考虑平台服务质量差异性、网络外

部性、用户价格敏感系数、货主价格折扣系数等影响因素,在平台利润最大化的前提下,研究其最优的定价结构,分别分析以上因素对定价策略的影响,并根据分析结果针对双边平台的定价决策总结出管理启示:(1)在竞争市场环境下,达到竞争均衡时两个平台对于双边用户的定价策略是一样的;(2)平台对货主的定价与两平台对货主的服务质量差异程度成正相关,而平台对货车司机的定价与两平台对货车司机的服务质量差异程度成正相关;(3)货运共享平台对货主和货车司机的定价策略与网络外部性系数均成负相关;(4)当用户对价格比较敏感时,为防止用户离开平台,平台需要制定较低的相对稳定价格,保持用户的稳定性;(5)货主的价格折扣系数对货车司机的收益有正向影响。

本文在双边用户均为单归属的假设下进行研究,而现实市场中用户的归属性更为复杂,在未来的货运共享平台决策研究中将充分考虑这一点。

## 参 考 文 献

- [1] 伍香洲. 2019 上半年同城货运网约车行业市场格局与发展趋势分析[R/OL]. <https://www.qianzhan.com/analyst/detail/220/190809-93c4e17f.html>.
- [2] 钟哲辉, 李军, 张殿业. 物流信息共享平台控制体系研究[J]. 科技管理研究, 2008, 28(12): 254-255.
- [3] KARGER D R, OH S, SHAH D. Budget-optimal task allocation for reliable crowdsourcing systems[J]. Operations Research, 2014, 62(1): 1-24.
- [4] 郭捷, 王嘉伟. 基于 UTAUT 视角的众包物流大众参与行为影响因素研究[J]. 运筹与管理, 2017, 26(11): 1-6.
- [5] LIU S Y, QU Q. Dynamic collective routing using crowdsourcing data[J]. Transportation Research Part B: Methodological, 2016, 93: 450-469.
- [6] 姜彦宁, 徐奇, 任晗, 等. 资源共享模式下的整车物流路径优化[J]. 公路交通科技, 2017, 34(6): 114-121.
- [7] 慕静, 杜田玉, 刘爽, 等. 基于即时配送和收益激励的众包物流运力调度研究[J]. 运筹与管理, 2018, 27(5): 58-65.
- [8] 王文杰, 孙中苗, 徐琪. 考虑社会配送供应能力的众包物流服务动态定价模型[J]. 管理学报, 2018, 15(2): 293-300.
- [9] 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.
- [10] 王志宏, 傅长涛. 用户不同归属行为下货运共享平台的定价策略研究[J]. 管理学报, 2019, 16(7): 1081-1087.
- [11] 和杉, 马祖军. 众包快递平台的竞争性定价策略[J]. 工业工程与管理, 2021, 26(4): 44-51.
- [12] ARMSTRONG M, WRIGHT J. Two-sided markets, competitive bottlenecks and exclusive contracts[J]. Economic Theory, 2007, 32(2): 353-380.
- [13] 纪汉霖, 王小芳. 平台差异化且用户部分多归属的双边市场竞争[J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(6): 1398-1406.



- [14] REISINGER M. Two-part tariff competition between two-sided platforms[J]. *European Economic Review*, 2014, 68(3): 168-180.
- [15] 邹佳, 郭立宏. 基于不同用户信息水平的双边平台最优价格博弈时序研究[J]. *管理工程学报*, 2017, 31(3): 117-125.
- [16] 张千帆, 董雪. 提供增值服务情形下互联网平台的定价策略[J]. *系统工程*, 2018, 36(2): 47-54.
- [17] 毕菁佩, 舒华英. 基于竞争平台的新老用户定价策略分析[J]. *管理学报*, 2016, 13(8): 1257-1262.
- [18] LAM W M W. Switching costs in two-sided markets[J]. *Journal of Industrial Economics*, 2017, 65(1): 136-182.
- [19] 张凯, 李华琛, 刘维奇. 双边市场中用户满意度与平台战略的选择[J]. *管理科学学报*, 2017, 20(6): 42-63.
- [20] LIU H, QIAO H, WANG S Y, et al. Platform competition in peer-to-peer lending considering risk control ability [J]. *European Journal of Operational Research*, 2019, 274(1): 280-290.
- (责任编辑:冀宏丽)

---

(上接第 106 页)

- [15] 韩东太, 王友成. 毛细管网呼吸式空调柜[J]. *暖通空调*, 2012, 42(12): 133-136.
- [16] 赵荣义. 空气调节[M]. 4 版. 北京: 中国建筑工业出版社, 2009.
- [17] 朱能, 刘珊. 置换通风与冷却顶板的热舒适性研究[J]. *制冷学报*, 2000(4): 64-70.
- [18] 梁秋锦, 陈金华, 段坤林, 等. 毛细管网供冷室内环境对比实验研究[J]. *土木与环境工程学报(中英文)*, 2019, 41(4): 185-192.
- [19] ZHENG C, YOU S, ZHANG H, et al. Comparison of air-conditioning systems with bottom-supply and side-supply modes in a typical office room[J]. *Applied Energy*, 2018, 227: 304-311.
- (责任编辑:冀宏丽)