

考虑消费者时间敏感度差异的零售商与社区团购平台合作策略

高伟, 倪冠群*

(山东理工大学管理学院, 山东 淄博 255000)

摘要: 考虑消费者时间敏感度差异的特性, 构建了零售商只现售(不与平台合作)和同时进行现售预售(与平台合作)2种情形下的 Stackelberg 博弈模型, 分析了不同情形下的零售商对现货产品的最优定价以及订货策略, 并针对同时进行现售预售情形, 引入预售门店自提带来的引流效应, 给出了社区团购平台的最优折扣系数、最优预售周期以及团长的最优佣金。研究发现: 零售商与社区团购平台合作后, 现货产品的最优定价会增加, 消费者对现货产品的时间敏感度上限降低; 只有当预售的引流率以及消费者对预售产品的预期估值较高时, 零售商与平台才有合作的可能, 且合作后现货产品的需求量降低, 有助于减少实体零售商订货风险, 降低库存成本。

关键词: 社区团购; Stackelberg 博弈; 预售周期

中图分类号: F273; C93 **文献标志码:** A

引用格式: 高伟, 倪冠群. 考虑消费者时间敏感度差异的零售商与社区团购平台合作策略[J]. 山东大学学报(理学版), 2025, 60(9): 99-109.

Cooperation strategy between retailers and community group buying platforms considering the time sensitive differences of consumers

GAO Wei, NI Guanqun*

(School of Management, Shandong University of Technology, Zibo 255000, Shandong, China)

Abstract: Considering the characteristics of consumer time sensitivity differences, a Stackelberg game model was constructed for two scenarios: retailers only selling on the spot (not cooperating with the platform) and retailers simultaneously selling on the spot (cooperating with the platform). The optimal pricing and ordering strategies of retailers for spot products under different scenarios were analyzed. For the scenario of simultaneous selling on the spot, the drainage effect brought by self pickup of pre-sale stores was introduced, and the optimal discount coefficient, optimal pre-sale cycle, and optimal commission of group leaders for community group buying platforms were given. Research has found that after retailers cooperate with community group buying platforms, the optimal pricing of spot products increases, and the upper limit of consumer time sensitivity to spot products decreases; Only when the pre-sale traffic rate and consumer expectations for pre-sale products are high, can retailers and platforms have the possibility of cooperation. After cooperation, the demand for spot products decreases, which helps to reduce the ordering risk of physical retailers and lower inventory costs.

Key words: community group buying; Stackelberg game; pre-sale cycle

0 引言

随着电子商务和移动互联网的发展, 电商平台已经成为消费者购物的重要渠道。据《中国电子商务报告(2022)》显示, 2022年我国电子商务平台交易额超40万亿元, 较上一年增长3.5%, 互联网销售市场逐渐走向成熟。面对更加激烈的市场竞争环境, 实体零售商开始寻找新的零售模式, 其中, 与社区团购平台合作成为许多零售商的选择, 与平台合作之后, 零售商在提供现售服务的同时也担任团长负责周边社区的社区团

收稿日期: 2023-12-31; 网络出版时间: 2025-01-13 10:46:52

基金项目: 山东省社科规划一般项目(23CGLJ33); 山东省泰山学者工程专项经费资助项目(tsqn202306195)

第一作者: 高伟(1999—), 男, 硕士研究生, 研究方向为物流与供应链管理。E-mail: 1814635403@qq.com

*通信作者: 倪冠群(1982—), 男, 教授, 博士, 研究方向为运营管理。E-mail: guanqunni@163.com

购预售服务,在赚取佣金的同时也能促进现售产品。

与传统的店内现售不同,消费者在选择社区团购预售,一方面由于无法看见实物,无法确定产品质量的好坏,因此消费者对预售产品的预期估值存在不确定性^[1]。另一方面,消费者下单后,需要等到预售期结束后才能收到产品,预售期的长短可能会影响消费者的购买效用。由于市场上不同的消费者对于时间的敏感度不同,导致这些异质型消费者对产品的支付意愿也不同。实体零售商、社区团购平台在面对不同销售情形时会面临如下现实问题:(1)双方如何根据消费者具有时间敏感度差异的特性制定不同情形下的定价、订货策略。(2)如何对团购产品的折扣力度以及预期估值做出合理的限定,使其在保证自身市场的前提下又不影响正常现售市场的秩序。(3)实体零售商、社区团购平台如何做到合作共赢。

随着生活节奏的加快,消费者对于时间愈发敏感,许多学者基于消费者时间偏好对供应链环境下的运营决策问题展开研究。Chen等^[2]针对双渠道零售服务问题,考虑消费者等待意愿差异的特性,率先提出消费者时间敏感度的概念。Zhang等^[3]研究了消费者偏好和等待时间对电动汽车充电站网络设计的影响,并对用户偏好进行敏感性分析,为电动汽车充电站选址实践提供管理意见。Liu等^[4]将客户对等待时间的耐心度(时间敏感度)纳入排队问题的研究中,通过研究结果证实,客户的耐心时间会导致时间敏感客户的净货币成本增加。Lim等^[5]研究了家具零售商的交付周期的敏感性对消费者不同需求的影响,研究发现,更高的产品信息精确度可以缓解客户对产品不确定性的焦虑。He等^[6]考虑了消费者对产品的碳排放和交付时间双重敏感下对企业决策和利润的影响,并设计成本共担契约实现了供应链的帕累托改进。Li等^[7]考虑了消费者对时间的敏感性,研究了零售商在线上推广、线下推广和线上线下3种促销模式下对决策和利润的影响。Yan等^[8]以时间偏好为基准对消费者进行划分,研究了手机企业渠道的动态选择问题。武大清等^[9]考虑新鲜度和等待时间对水产品的需求的双重影响,构建零售商和供应商之间的Stackelberg博弈模型,并设计“保鲜成本分担+收益共享”契约,提高了供应链运营效率。白世贞等^[10]考虑消费者的时间敏感性差异,分析了单一预售模式和混合模式对市场需求和企业决策的影响。

预售作为一种新型的营销方式,被广泛运用于各行各业^[11]。许多学者对供应链运营决策的预售机制也做了很多研究。鄢章华等^[12]在考虑资金时间价值的基础上,对销售商预期销售策略进行了研究,将预售策略分为超低折扣、超长预售期和少量折扣、较短预售期2大类。赵帅等^[13]研究了预售模式下生鲜农产品双渠道供应链的协调问题,同时考虑销售量受价格和新鲜度的影响,并设定契约实现了供应链的完美协调。Zhang等^[14]研究季节性产品的3种预售机制:供应商预售、零售商预售以及联合预售,并分别构建了Stackelberg博弈模型,实现了供应链利润最大化,并获得最佳的服务水平和定价决策。Liu等^[15]研究了在需求更新的背景下,预售策略和风险规避对物流集成商决策和利润的影响。

目前少有文献考虑消费者时间偏好下研究实体零售商与社区团购平台合作策略问题。本文基于消费者时间敏感度具有差异的特性,考虑了预售的引流效应和消费者对不同产品预期估值的差异,构建了零售商只现售(不与平台合作)和同时进行现售预售(与平台合作)2种情形下的博弈模型,分析了不同情形下的零售商最优定价以及最优订货量,并针对同时进行现售预售情形,给出了平台的最优折扣系数、最优预售周期和团长的最优佣金,并将2种情形进行对比,以期为实体零售商和社区团购平台制定合作策略提供参考。

1 模型描述及假设

考虑一个实体零售商,负责周边社区的生鲜农产品现售服务,与社区团购平台合作后,同时负责社区团购预售服务。对于产品现售服务,消费者需到店进行消费,对于社区团购预售服务,消费者根据团长在群内发布的团购信息,通过微信小程序或App购买,下单后由平台将产品送至团长门店,次日由消费者自提。

当零售商选择不与社区团购平台合作时,此时市场上仅有现货产品供消费者购买,设现货产品的价格为 p ,消费者对其预期估值为 $v(0 < v < 1)$,同时考虑消费者到店内购买现货产品所耗费的时间为 t_s 。当零售商选择与平台进行合作,此时市场上由现货产品和社区团购预售产品2种产品供消费者购买,由于消费者对购买的预售产品的质量是不确定的,因此假设消费者对预售产品的预期估值为 αv ,其中 $\alpha(0 < \alpha < 1)$ 为预期估值折扣系数,其可以表示产品间的新鲜度差异, α 越大表明新鲜度差异越小^[16]。设平台对预售产品价格的打折系数为 β ,则其价格为 βp ,同时假设平台设定的预售周期为 t_g ,为方便分析,假设预售周期指的是从消费者下

单到收到产品的这段时间,并且显然有 $t_g > t_s$ 。假设消费者的时间敏感度 γ ,表示消费者为获得产品愿意付出的等待程度, γ 越大,表明消费者为获得产品愿意付出的等待时间越少,也就是消费者时间敏感性越高,同时假设产品的需求服从时间敏感度 γ 在 $[0, 1]$ 上的均匀分布。基于以上描述,消费者选择购买现货产品和选择购买预售产品的效用分别为:

$$\begin{aligned} \mu_s &= v - p - \gamma t_s, \\ \mu_g &= \alpha v - \beta p - \gamma t_g. \end{aligned}$$

假设消费者都是完全理性的,则消费者选择某一产品进行购买的前提条件是其效用大于 0。于是消费者选择购买现货产品的条件为: $\mu_s > 0$, 得到 $\gamma < \frac{v-p}{t_s}$, 因此消费者选择现货购买的临界值 $\gamma_1 = \frac{v-p}{t_s}$; 消费者选择预售产品购买的条件为: $\mu_g > 0$, 得到 $\gamma < \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}$, 因此消费者选择预售产品的临界值 $\gamma_2 = \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}$; 两种购买方式都存在时, 消费者选择预售产品购买的条件为: $\mu_g \geq \mu_s$, 即 $\alpha v - \beta p - \gamma t_g \geq v - p - \gamma t_s$, 得到 $\gamma \leq \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}$, 此时的临界值 $\gamma_3 = \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}$ 。

2 基本模型求解与分析

2.1 基准:零售商只进行现货销售的情形(不与平台合作)

首先研究零售商不与平台合作只进行现货销售的情形。在该情形下,消费者只有购买现货产品和不购买两种选择,此时消费者购买现货产品的临界值 $\gamma_1 = \frac{v-p}{t_s}$ 。参考文献[17]得到消费者市场细分如图 1 所示。



图 1 零售商只进行现货销售消费者市场细分图

Fig.1 Retailers only engage in spot sales. Consumer market segmentation chart

由图 1 可知,当时间敏感度 $\gamma \in [0, \gamma_1]$ 时,表示消费者对时间不敏感,相比于不购买,消费者更愿意花一些时间选择现货产品;当时间敏感度 $\gamma \in [\gamma_1, 1]$ 时,表示消费者对时间较为敏感,消费者宁愿不购买也不想浪费这点时间在购买现货产品上。

假设 γ 在 $[0, 1]$ 上服从均匀分布,故消费者在现货产品的需求量为

$$d_s = \int_0^{\gamma_1} d(\gamma) = \frac{v-p}{t_s},$$

选择不购买的消费者的数量为

$$d_0 = \int_{\gamma_1}^1 d(\gamma) = 1 - \frac{v-p}{t_s}.$$

假设零售商以价格 p 向消费者出售现货生鲜产品,同时假设现货产品的单位管理成本为 c_s 。基于以上描述,零售商只进行现货销售时的利润函数可以表示为如下的优化问题:

$$\begin{aligned} \max_p \pi_{t0} &= (p - c_s) d_s = (p - c_s) \frac{v-p}{t_s}, \\ \text{s.t. } &c_s < p < v. \end{aligned}$$

对 $\max_p \pi_{t0}$ 求关于 p 的一阶导数并令其为零可求解该优化问题,得到命题 1。

命题 1 零售商不参与社区团购只进行现货销售的情形下,现货产品的最优定价为 $p_{s0}^* = \frac{c_s + v}{2}$,最优订

货量为 $q_{s0}^* = \frac{v - c_s}{2t_s}$,最优利润为 $\pi_{s0}^* = \frac{(c_s - v)^2}{4t_s}$ 。

由命题1可知, 现货生鲜产品的价格与消费者对现货产品的估值 v 和现货产品的单位管理成本 c_s 有关, 与消费者的购物时间无关。随着 c_s 的增加, 零售商会提高现货产品的价格以弥补利润的损失。最优订货量随着消费者购物时间 t_s 的增加而减少, 这是因为随着 t_s 的增加, 会降低消费者对现货产品的时间敏感度上限 ($\gamma_1 = \frac{v-p}{t_s}$), 使得一些时间敏感度较高的消费者由购买转变为不购买, 这时零售商选择降低现货产品的订货量是有利的。

2.2 零售商同时进行现货销售和社区团购预售的情形(与平台合作)

零售商(团长)同时进行现货销售和社区团购预售时, 消费者有购买现货产品、购买预售产品和不购买 3 种选择。由前文分析可知, 消费者购买现货产品的条件为 $\gamma < \gamma_1 = \frac{v-p}{t_s}$, 消费者购买预售产品的临界值为 $\gamma < \gamma_2 = \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}$, 2 种方式都存在, 消费者选择预售产品的临界值为 $\gamma < \gamma_3 = \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}$ 。

下面分 2 种情况讨论:

(1) $\gamma_1 > \gamma_2$, 即 $\frac{v-p}{t_s} > \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}$, 得到 $v - p > \frac{t_s}{t_g} (\alpha v - \beta p)$, $\gamma_3 = \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} = \frac{\alpha v - \beta p - (v-p)}{t_g - t_s} < \frac{\alpha v - \beta p - \frac{t_s}{t_g}(\alpha v - \beta p)}{t_g - t_s} = \frac{\alpha v - \beta p}{t_g} = \gamma_2$, 因此有 $\gamma_1 > \gamma_2 > \gamma_3$ 。此时消费者选择现货产品的时间敏感度的范围为 $[\gamma_3, \gamma_2) \cup [\gamma_2, \gamma_1)$, 消费者选择预售产品的时间敏感度的范围为 $[0, \gamma_3)$, 由此可以得到消费者细分市场如图 2 所示。

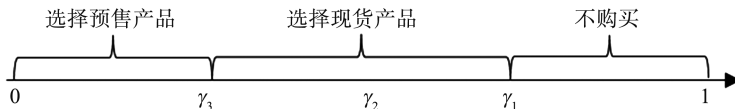


图 2 零售商同时进行现货销售和社区团购消费者市场细分图

Fig.2 Consumer Market Segmentation of Retailers Simultaneously Selling Spot Goods and Community Group Buying

如图 2 所示, 当时间敏感度 $\gamma \in [0, \gamma_3)$ 时, 表示消费者对时间不敏感, 与购买现货产品相比, 他们更愿意花更多的时间来得到一个价格更为便宜的产品, 尽管产品的预期估值可能比不上现货产品, 取极端情况当 $\gamma = 0$ 时, 表示消费者对时间一点也不敏感, 他们只关注产品的价格, 低价的产品对他们来说更具有吸引力; 当时间敏感度 $\gamma \in [\gamma_3, \gamma_1)$ 时, 表示消费者对时间较为敏感他们不愿意花费太多的时间去选择社区团购, 而是选择时间相对较少的现货产品, 而且他们更追求产品的预期估值, 尽管需要花费更多的价钱; 当时间敏感度 $\gamma \in [\gamma_1, 1)$ 时, 表示消费者对时间非常敏感, 他们即便不购买也不愿意花费时间去购买任何产品, 而且他们大都追求高质量的产品, 且不在乎产品的价格, 取极端情况当 $\gamma = 1$ 时, 表示消费者对时间特别敏感, 他们只关注购买产品时耗费的时间, 换句话说, 这些人的时间成本特别高。

由于 γ 在 $[0, 1]$ 上服从均匀分布, 故消费者在现货产品需求量为

$$d_s = \int_{\gamma_3}^{\gamma_1} d(\gamma) = \frac{v-p}{t_s} - \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}$$

选择预售产品的需求量为

$$d_g = \int_0^{\gamma_3} d(\gamma) = \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}$$

选择不购买的消费者数量为

$$d_0 = \int_{\gamma_1}^1 d(\gamma) = 1 - \frac{v-p}{t_s}$$

命题 2 在不影响现货产品的正常销售市场和保证预售产品有市场需求的前提下, 社区团购平台对预售产品的价格折扣率 $1-\beta$ 需要满足范围 $\left(\frac{(1-\alpha)v}{p}, \frac{(1-\alpha)v}{p} + \frac{(v-p)(t_g - t_s)}{pt_s}\right)$, 消费者对预售产品预期估值的

下限为 $\underline{\alpha} = 1 - \frac{(1-\beta)p}{v}$ 。

证明 由预售产品的需求量 $d_g = \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} > 0$ 可以得 $(1-\beta)p > (1-\alpha)v$, 这表明只有当预售产品的价格折扣率大于预期估值的折扣率时, 也就是当预售产品的价格折扣足够大时消费者才会选择预售产品, 此时得到预售产品的最低折扣率(最高折扣系数 $\bar{\beta}$) $1 - \bar{\beta} = \frac{(1-\alpha)v}{p}$ 。同理, 由现货产品的需求量 $d_s = \frac{v-p}{t_s} - \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} > 0$ 可以得到预售产品的最高折扣率(最低折扣系数 $\underline{\beta}$): $1 - \underline{\beta} < \frac{(1-\alpha)v}{p} + \frac{(v-p)(t_g - t_s)}{pt_s}$, 这表明预售产品的折扣率不能过大, 也就是价格设定的过低, 否则会影响现售产品的市场。关于 α 的取值范围, 由 $d_g > 0$ 得到 $\alpha > 1 - \frac{(1-\beta)p}{v}$, 令 $\beta = 0$, 得到 $\alpha > 1 - \frac{p}{v}$, 这表明即便预售产品的价格为 0, 但当消费者对预售产品的预期估值较低时, 消费者也不会选择购买。此时零售商在销售现货产品的同时, 还会与社区团购平台合作, 担任该社区的团长。考虑到与社区团购平台合作后, 选择社区团购的消费者次日去门店自提会给零售商带来额外的流量, 设引流系数为 $m (0 < m < 1)$, 即一单位选择社区团购的消费者会带来 m 单位现货销售的流量, 于是得到该情形下现货销售的需求量为

$$D_s = d_s + md_g = \frac{v-p}{t_s} - \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} + m \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} = \frac{v-p}{t_s} + (m-1) \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}。$$

零售商除了现货产品的管理成本 c_s 之外, 零售商在担任团长后还要付出一定的推广成本和服务成本, 设为 c_r 。其中推广成本包括日常拉动顾客以及广告宣传成本。服务成本包括送货上门, 售后服务等等。

此时零售商(团长)的利润由现货销售收入 π_1 和社区团购预售平台佣金 π_2 部分组成, 利润表示为

$$\begin{aligned} \pi_1 &= (p - c_s) D_s, \\ \pi_2 &= (\rho - c_r) d_g。 \end{aligned}$$

零售商(团长)的利润函数可以表示为如下的优化问题

$$\max_{\rho, p} \pi_s = (p - c_s) \left[\frac{v-p}{t_s} + (m-1) \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} \right] + (\rho - c_r) \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}。$$

由于选择团购的消费者次日需要花费一定的时间去团长门店自提, 为方便分析, 假设消费者次日去团长门店自提的时间与消费者选择现售的购物时间相同, 都为 t_s 。因此, 社区团购平台的实际预售期为 $t_g - t_s$ 。假设单位预售产品所需的成本随预售期的变化而变化, 设为 $\frac{c_g}{t_g - t_s}$, 其中 c_g 为预售产品的固定成本, 包含采购、运输等。

这表明当平台设定的预售期越长, 所需的成本越低, 预售期越短, 成本越高。这是因为当预售期较短时, 平台需要在较短的时间内将产品送到团长门店, 这需要平台在仓库、物流的管理上加大成本投入, 提高物流效率; 而预售期比较长的话, 这时平台完全可以选择成本比较低的物流运输方式来减少成本投入。因此社区团购平台的利润函数可以表示为如下的优化问题

$$\max_{\beta, t_g} \pi_g = \left(\beta p - \rho - \frac{c_g}{t_g - t_s} \right) \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}。$$

假设零售商为主导者, 社区团购平台为追随者。双方的决策顺序如下: 首先零售商确定现货产品的价格 p 和平台的佣金提成 ρ , 然后平台确定据此给出团购产品的打折系数 β 和预售周期 t_g , 由此双方的最优决策可以表示为如下的优化问题:

$$\left\{ \begin{aligned} \max_{\rho, p} \pi_s &= (p - c_s) \left[\frac{v-p}{t_s} + (m-1) \frac{(1-\beta^*)p - (1-\alpha)v}{t_g^* - t_s} \right] + (\rho - c_r) \frac{(1-\beta^*)p - (1-\alpha)v}{t_g^* - t_s}; \\ &\beta^*, t_g^* \text{ 是下面问题的解;} \\ \max_{\beta, t_g} \pi_g &= \left(\beta p - \rho - \frac{c_g}{t_g - t_s} \right) \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s}。 \end{aligned} \right.$$

由“逆序解法”求解该优化问题可得命题3。

命题3 零售商同时进行现货销售和社区团购预售时,零售商现货产品的最优定价 $p_{s1}^* = \frac{c_s+v}{2} + \Delta p$, 平台最优佣金 $\rho^* = \frac{1}{3} [2c_r + (3-2m)p_{s1}^* - 2c_s + 2mc_s - (1-\alpha)v]$, 社区团购预售产品的最优折扣系数为 $\beta^* = \frac{2p_{s1}^* - 2(1-\alpha)v + \rho^*}{3p_{s1}^*}$, 最优预售周期为 $t_g^* = t_s + \frac{3c_g}{p_{s1}^* - (1-\alpha)v - \rho^*}$, 其中 $\Delta p = \frac{A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2}{8m^3 t_s c_g}$, $A_1 = \sqrt{c_g} \sqrt{81c_g + 4m^2 t_s [2v(1-\alpha) + 2c_r - 2c_s + mc_s - mv]}$ 。

证明 求解该优化问题,根据逆序解法首先对平台的利润函数 $\max_{\beta, t_g} \pi_g$ 求关于 β, t_g 的一阶导数并令其为可得:

$$t_g^* = t_s + \frac{3c_g}{p_{s1}^* - (1-\alpha)v - \rho^*},$$

$$\beta^* = \frac{1}{3}(p_{s1}^* + 2(1-\alpha)v - \rho^*).$$

由 $t_g^*, \beta^* > 0$ 可得 $\rho < p_{s1}^* - (1-\alpha)v$, 将 t_g^*, β^* 代入零售商的利润函数,对其求关于 p, ρ 的一阶导数并令其为可得:

$$p_{s1}^* = \frac{c_s+v}{2} + \frac{A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2}{8m^3 t_s c_g},$$

$$\rho^* = \frac{1}{3} [2c_r + (3-2m)p_{s1}^* - 2c_s + 2mc_s - (1-\alpha)v].$$

将 ρ^* 带入 t_g^*, β^* 可得

$$t_g^* = t_s + \frac{3c_g}{p_{s1}^* - (1-\alpha)v - \rho^*},$$

$$\beta^* = \frac{2p_{s1}^* - 2(1-\alpha)v + \rho^*}{3p_{s1}^*}.$$

推论1 $\frac{\partial p_{s1}^*}{\partial m} > 0, \frac{\partial \rho^*}{\partial m} < 0, \frac{\partial \beta^*}{\partial m} < 0, \frac{\partial t_g^*}{\partial m} < 0; \frac{\partial \rho^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial \beta^*}{\partial \alpha} > 0, \frac{\partial t_g^*}{\partial \alpha} < 0$ 。

推论1表明,当零售商同时进行现货销售和社区团购预售时,现货产品的最优定价和平台的预售周期与引流率呈正相关,而团长的最优佣金、平台的最优折扣系数与引流率均呈负相关。现货产品的最优定价随着预售引流率的降低而降低,特别的,当引流率 m 趋于0时,此时合作前后的现货产品的最优定价保持一致。当引流率增加时,团长会下调其佣金提成并提高现货产品的价格,现货产品价格的提高会降低消费者对现货产品的时间敏感度上限 $\left(\gamma_1 = \frac{v-p}{t_s}\right)$,使其需求降低,另外佣金的降低会使得平台节省一部分成本,一方面可以加大预售产品的折扣力度,另一方面也可以用于物流配送方面,进一步缩短预售周期,不断提高消费者对预售产品的时间敏感度上限 $\left(\gamma_2 = \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}\right)$,使得预售产品的需求量增加。双方的最优决策也受消费者对预售产品的预期估值的影响,当预期估值较高时,这表明预售产品与现货产品的新鲜度比较接近,此时平台对预售产品的折扣力度较低,但会缩短预售周期来吸引消费者购买。当预期估值较低时,此时预售产品的新鲜度与现货产品相比有一定的差距,因此平台会加大折扣力度并增加预售周期来吸引对时间不敏感的消费购买。

将上述最优决策代入双方需求函数得命题4。

命题4 零售商同时进行现货销售和社区团购预售时,现货产品的最优订货量为 $q_{s1}^* = \frac{v-c_s}{2t_s} - \frac{\Delta p}{t_s} - (1-m)q_g^*$, 社区团购预售产品最优订货量为 $q_g^* = \frac{[2(c_s - (1-\alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^2}{81c_g}$ 。零售商的最优利润为 $\pi_s^* = \frac{(c_s-v)^2}{4t_s} - \frac{\Delta p^2}{t_s} + \frac{[2(c_s - (1-\alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3}{486c_g}$, 社区团购平台的最优利润为

$$\pi_g^* = \frac{[2(c_s - (1-\alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3}{729c_g}$$

其中, $\Delta p = \frac{A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2}{8m^3 t_s c_g}$, $A_1 = \sqrt{c_g} \sqrt{81c_g + 4m^2 t_s [2v(1-\alpha) + 2c_r - 2c_s + mc_s - mv]}$ 。

(2) $\gamma_1 < \gamma_2$, 即 $\frac{v-p}{t_s} < \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}$, 得到 $v - p < \frac{t_s}{t_g} (\alpha v - \beta p)$, 又 $\gamma_3 = \frac{(1-\beta)p - (1-\alpha)v}{t_g - t_s} = \frac{\alpha v - \beta p - (v-p)}{t_g - t_s} >$

$\frac{\alpha v - \beta p - \frac{t_s}{t_g} (\alpha v - \beta p)}{t_g - t_s} = \frac{\alpha v - \beta p}{t_g} = \gamma_2$, 因此有 $\gamma_1 < \gamma_2 < \gamma_3$, 此时消费者细分市场如图3所示。

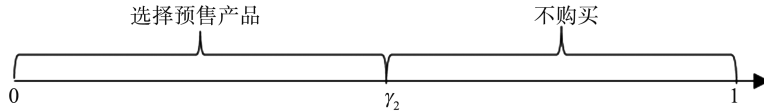


图3 零售商同时进行现货销售和社区团购消费者市场细分图

Fig.3 Consumer market segmentation of retailers simultaneously selling spot goods and community group buying

此时,时间敏感度处于 $[0, \gamma_2]$ 消费者会选择社区团购,时间敏感度处于 $[\gamma_2, 1]$ 的消费者会选择不购买。也就是说,社区团购占据了市场,这种情况下零售商现货销售量仅仅来自社区团购的引流,这与现实不符,因此这种情况不予考虑。

3 不种模式最优决策的比较分析

3.1 不同模式下现货产品最优定价的比较分析

命题5 零售商与社区团购平台合作后,现货产品的最优定价不小于合作之前的最优定价,即 $p_{s1}^* \geq p_{s0}^*$, 当满足 $2v(1-\alpha) + 2c_r - 2c_s + mc_s - mv = 0$ 或 $m = 0$ 时, $p_{s1}^* = p_{s0}^*$ 。

证明 $p_{s1}^* - p_{s0}^* = \frac{c_s + v}{2} + \frac{A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2}{8m^3 t_s c_g} - \frac{c_s + v}{2} = \frac{A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2}{8m^3 t_s c_g}$ 。由于分母 $8m^3 t_s c_g > 0$, 因此只需分析分子 $A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2$ 的正负。令 $f(A_1) = A_1^2 - 18c_g A_1 + 81c_g^2$, 因此 $f(A_1)$ 是关于 A_1 的开口向上的二次函数, 当 $A_1 = -\frac{-18c_g}{2} = 9c_g$ 时, $f(A_1)$ 取最大值, 求得 $f(A_1)_{\max} = 0$, 因此 $f(A_1) \geq 0$, 即 $p_{s1}^* \geq p_{s0}^*$ 。由 $A_1 = 9c_g$ 得,

$\sqrt{c_g} \sqrt{81c_g + 4m^2 t_s [2v(1-\alpha) + 2c_r - 2c_s + mc_s - mv]} = 9c_g$, 即当 $4m^2 t_s [2v(1-\alpha) + 2c_r - 2c_s + mc_s - mv] = 0$ 时取等号, 解得 $2v(1-\alpha) + 2c_r - 2c_s + mc_s - mv = 0$ 或 $m = 0$ 。

3.2 不同模式下现货产品最优订货量的比较分析

命题6 零售商与社区团购平台合作后,现货产品的最优订货量降低,且降低量 $\Delta q = \frac{\Delta p}{t_s} + (1-m)q_g^*$ 。

证明 $\Delta q = q_{s0}^* - q_{s1}^* = \frac{v - c_s}{2t_s} - [\frac{v - c_s}{2t_s} - \frac{\Delta p}{t_s} - (1-m)q_g^*] = \frac{\Delta p}{t_s} + (1-m)q_g^*$, 由命题4可知, $\Delta p > 0$, 且预售产品的订货量 $q_g^* > 0$, 得到 $\Delta q > 0$, 现货产品的需求量降低。

命题6的结论很容易理解,由命题4和推论1可知,现货产品的零售价格在合作之后是提高的,这使得原本购买现货产品的临界值由 $\gamma_1 = \frac{v-p}{t_s}$ 变为 $\gamma_1' = \frac{v-(p+\Delta p)}{t_s}$, 通过比较可以看到 $\gamma_1 > \gamma_1'$, 这意味着合作之后消费者购买现货产品的临界值降低,这使得时间敏感度处于 $[\gamma_1', \gamma_1]$ 的消费者会由原本的愿意购买现货产品转为不购买,这部分由于价格提高而失去的消费者需求量为 $\int_{\gamma_1'}^{\gamma_1} d(\gamma) = \frac{\Delta p}{t_s}$ 。另一方面,零售商与平台合作后,社区团购平台的低价销售策略会使得一部分购买现货产品的消费者转而去购买预售产品,尽管预售会带来一定的引流,但这也不足以抵消现货产品流量的流失。

3.3 不同模式下零售商最优利润的比较分析

零售商合作前后的利润差

$$\Delta\pi = \pi_{s1}^* - \pi_{s0}^* = \frac{(c_s - v)^2}{4t_s} - \frac{\Delta p^2}{t_s} + \frac{[2(c_s - (1 - \alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3}{486c_g} - \frac{(c_s - v)^2}{4t_s}$$

$$= -\frac{\Delta p^2}{t_s} + \frac{[2(c_s - (1 - \alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3}{486c_g},$$

令 $\pi_1 = \frac{\Delta p^2}{t_s}$, $\pi_2 = \frac{[2(c_s - (1 - \alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3}{486c_g}$, 其中 π_1 是零售商与平台合作后由于提高现货产品的价格而损失的利润, π_2 是由于提高产品价格使得单位产品增加的利润以及与平台合作后带来的引流和佣金带来的利润, 只有当 $\pi_2 > \pi_1$ 时, 零售商才愿意与平台合作, 但具体表达式由于 Δp 比较复杂, 将在下文第4章算例分析中对合作前后的利润进行比较。

推论 2 仅考虑合作后预售带来的利润, 零售商与平台的利润之比为

$$\frac{\pi_2}{\pi_g^*} = \frac{[2(c_s - (1 - \alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3 / 486c_g}{[2(c_s - (1 - \alpha)v) - 2c_r - m(c_s - v - 2\Delta p)]^3 / 729c_g} = \frac{3}{2}。$$

4 算例分析

为进一步更直观分析实体零售商与平台合作前后最优决策变化, 本文通过算例分析考察不同情形下预售引流率 m 与消费者对预售产品的预期估值 α 对最优决策的影响, 更为直观反映前文的命题。令 $c_s = 0.3$, $v = 0.7$, $c_g = 0.5$, $t_s = 0.6$, $c_r = 0.2$, $m \in [0, 1]$, $\alpha \in [0, 1]$ 。

由图4可知, 实体零售商与社区团购平台合作前对现货产品的最优定价小于合作后的最优定价, 可以看出, 当预售的引流率 m 较低且消费者对预售产品的预期估值比较高时, 合作前后的最优定价保持一致, 因为此时在没有预售引流的前提下, 如果提高现货产品的价格, 会降低消费者购买现货产品的时间敏感度上限, 使得时间敏感度较高的消费者由原本愿意购买现货产品转为不购买, 零售商仅通过赚取佣金无法弥补这部分利润的损失。当消费者对预售产品的预期估值一定时, 现货产品的最优定价随着引流率的增加而增加。而当引流率一定时, 现货产品的最优定价与消费者对预售产品的预期估值的影响并不单调。具体而言, 当引流率处于较低水平时, 现货产品的价格随着预期估值 α 的增加而降低, 这是因为随着预期估值 α 的增加, 表明产品间的新鲜度比较接近, 这时具有低价优势的预售产品将占据更多的市场, 因此零售商只能降低现货产品的价格以保证一定的市场份额。当引流率处于较高水平时, 较高或较低的预期估值 α 都将导致现货产品的价格处于比较高的水平, 当预期估值较高时, 预售产品的需求量比较高, 由于此时引流率比较高, 零售商适当提高价格不仅可以赚取额外的引流利润, 同时也可以获得更多的佣金。而当预期估值比较低、引流率比较高时, 此时由于预售产品新鲜度较差, 消费者对预售产品的需求量比较低, 而对现货产品的需求量比较高, 零售商通过提高价格可以赚取更多的利润。

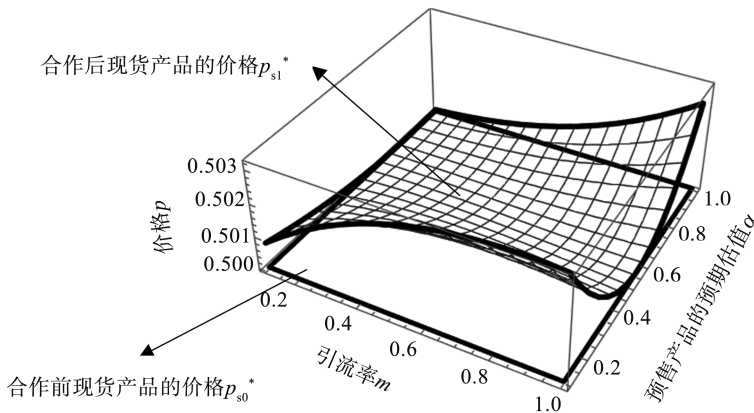


图4 不同模式下现货产品最优定价的比较分析

Fig.4 Comparative analysis of optimal pricing for spot products under different modes

图5表示不同模式下现货产品的最优订货量随着引流率以及预售产品的预期估值的变化情况。可以看出, 合作后现货产品的订货量小于合作前的订货量。当引流率以及预售产品的预期估值都处于较低水平时,

现货产品的订货量较低。当引流率一定但处于较低水平时,现货产品的最优订货量随着预售产品的预期估值的增加而增加,但当引流率处于较高水平时,预售产品的预期估值过高会使得现货产品的最优订货量降低,一方面是因为此时现货产品的零售价格较高,另一方面,预售产品预期估值处于较高水平且处于低价销售策略使得预售产品的需求量较高,此时零售商降低现货产品的订货量来赚取佣金才是上策。

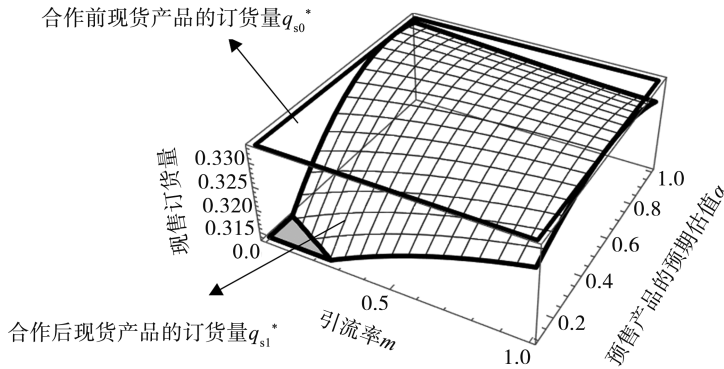


图 5 不同模式下现货产品最优订货量的比较分析

Fig.5 Comparative analysis of optimal order quantity for spot products under different modes

图 6、7 表示不同模式下零售商与社区团购最优利润的比较分析,可以看出,当预售的引流率和消费者对预售产品的预期估值都较高时,零售商与社区团购平台才会进行合作,这是一个双赢的结果。一方面社区团购平台提供预期估值较高的预售产品,并且由推论 1 可知,此时平台制定的预售期较短,这会大大提高消费者对预售产品的时间敏感度的上限($\gamma_2 = \frac{\alpha v - \beta p}{t_g}$),使得一些时间敏感度较低的消费者也能享有优质优价的社区团购预售产品。另一方面,随着预售引流率的增加,选择购买预售产品的消费者也能为实体零售商带来源源不断的现售流量,同时零售商也会降低佣金提成,这使得平台节省的资金可以用于产品保鲜、物流配送方面,进一步提高消费者对预售产品的预期估值和缩短预售期,带来更多的预售流量,形成现售预售互相促进的良性循环。

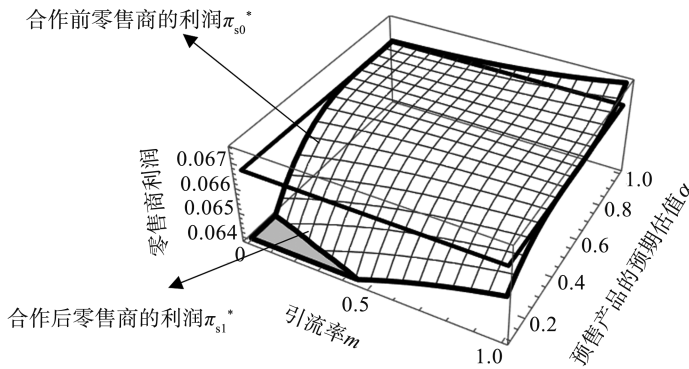


图 6 不同模式下零售商最优利润的比较分析

Fig.6 Comparative analysis of optimal profits for retailers under different modes

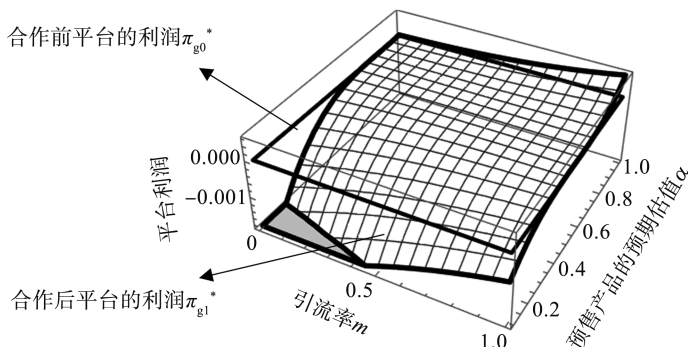


图 7 不同模式下社区团购平台最优利润的比较分析

Fig.7 Comparative analysis of optimal profits for community group buying platforms under different modes

5 结语

实体零售店遭受冲击的当下,与社区团购平台合作成为了许多实体零售商的选择,这样不仅可以为现货产品带来一定的引流,零售商作为团长也可以赚取一定的佣金。本文以零售商只进行现货销售(不与平台合作)为基准,给出了现货产品的最优定价和最优订货量。对零售商同时进行现售预售(与平台合作)的情形,给出了在不影响传统零售市场正常运作的前提下预售产品折扣力度的合理取值范围,并建立了以零售商为主导者,平台为追随者的 Stackelberg 博弈模型,分析了团长的最优佣金和平台的最优打折力度、最优预售周期。研究表明,预售引流率和消费者对预售产品的预期估值是促使零售商与社区团购平台合作的重要影响因素,只有当引流率和预期估值足够大时,双方才有合作的可能。并且引流效果越好,带来的现货产品的流量越多,零售商会降低佣金提成,平台节省的佣金成本以及缩短预售周期,这会带来更多的预售流量,进一步带来更多的引流流量,形成现售预售互相促进的良性循环。另外,零售商与平台合作后,现货产品的需求量会降低,从整体上看,社区团购模式显著降低了现货产品在传统现售条件下的订货风险,减少了库存成本,为实体零售商遭受冲击的当下带来了一个新的选择。

参考文献:

- [1] 王宣涛,伏开放,周国林,等. 考虑消费者行为的新产品预售动态定价与退货策略研究[J]. 供应链管理,2023,4(3):87-96.
WANG Xuanta, FU Kaifang, ZHOU Guolin, et al. Research on dynamic pricing and return strategy of new product pre-sale considering consumer behavior[J]. Supply Chain Management, 2023, 4(3):87-96.
- [2] CHEN K Y, KAYA M, ÖZER Ö. Dual sales channel management with service competition[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2008, 10(4):654-675.
- [3] ZHANG B, ZHAO M, HU X P. Location planning of electric vehicle charging station with users' preferences and waiting time: multi-objective bi-level programming model and HNSGA-II algorithm[J]. International Journal of Production Research, 2023, 61(5):1394-1423.
- [4] LIU J, CHEN J, BO R, et al. Increases or discounts: price strategies based on customers' patience times[J]. European Journal of Operational Research, 2023, 305(2):722-737.
- [5] LIM S F W T, GAO F, TAN T F. Channel changes choice: an empirical study about omnichannel demand sensitivity to fulfillment lead time[J]. Management Science, 2024, 70(5):2954-2975.
- [6] HE P, WANG Z, SHI V, et al. The direct and cross effects in a supply chain with consumers sensitive to both carbon emissions and delivery time[J]. European Journal of Operational Research, 2021, 292(1):172-183.
- [7] LI Z H, GUAN X, MEI W X. Coupon promotion and its cross-channel effect in omnichannel retailing industry: a time-sensitive strategy[J]. International Journal of Production Economics, 2023, 258:108778.
- [8] YAN B, CHEN Y R, LIU S. Dynamic channel choice of mobile phone companies by considering the time preference of consumers[J]. Computers & Industrial Engineering, 2020, 145:106493.
- [9] 伍大清,刘艳利. 考虑运输时间和消费者偏好的水产品供应链协调研究[J]. 运筹与管理,2022,31(9):107-112.
WU Daqing, LIU Yanli. Research on aquatic product supply chain coordination considering transport time and consumer preference[J]. Operations Research and Management Science, 2022, 31(9):107-112.
- [10] 白世贞,姜曼. 基于消费者行为的企业线上销售策略[J]. 系统工程,2017,35(8):85-92.
BAI Shizhen, JIANG Man. The sales strategy of online sellers based on customer behavior[J]. Systems Engineering, 2017, 35(8):85-92.
- [11] 翟硕,华国伟,郑大昭,等. 考虑估值不确定和搜索成本的预售决策研究[J]. 系统工程理论与实践,2016,36(12):3059-3068.
ZHAI Shuo, HUA Guowei, ZHENG Dazhao, et al. Advance selling considering consumer valuation uncertainty and seeking cost[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2016, 36(12):3059-3068.
- [12] 鄢章华,刘蕾. 考虑资金时间价值的销售商预售策略研究[J]. 管理评论,2018,30(5):262-272.
YAN Zhanghua, LIU Lei. Advance selling strategies for retailers taking into account the time-value of money [J]. Management Review, 2018, 30(5):262-272.
- [13] 赵帅,李文立,曹晓宁,等. 预售模式下的生鲜农产品双渠道供应链协调机制[J]. 管理工程学报,2021,35(4):162-177.

- ZHAO Shuai, LI Wenli, CAO Xiaoning, et al. Coordination mechanism of fresh agricultural products dual-channel supply chain under the advance selling mode[J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2021, 35(4):162-177.
- [14] ZHANG H Y, XU H Y, PU X J. Comparisons of pre-sale strategies for a fresh agri-product supply chain with service effort [J]. *Agriculture*, 2020, 10(8):324.
- [15] LIU Weihua, WEI Shuang, SHEN Xinran, et al. Coordination mechanism of logistic service supply chain: a perspective of presale sinking and risk aversion[J]. *European Journal of Industrial Engineering*, 2023, 17(2):310-341.
- [16] 雷婷,但斌,马崧萱,等. 突发事件下考虑政府限价政策的生鲜供应链应急产品投放策略[J]. *中国管理科学*, 2025, 33(4):213-223.
- LEI Ting, DAN Bin, MA Songxuan, et al. Release of emergency products in fresh produce supply chain considering the government's price limit policy[J]. *Chinese Management Science*, 2025, 33(4):213-223.
- [17] 白世贞,姜曼,徐娜. 现售和预售集成模式下考虑消费者时间偏好的线上企业决策[J]. *软科学*, 2017, 31(1):118-123.
- BAI Shizhen, JIANG Man, XU Na. The online seller's strategy based on customer time preference under advance selling and normal selling integration mode[J]. *Soft Science*, 2017, 31(1):118-123.

(编辑:祁业卿)

(上接第70页)

- [18] JIANG L, NIE W, ZHU J, et al. Lightweight object detection network model suitable for indoor mobile robots[J]. *Journal of Mechanical Science and Technology*, 2022, 36(2):907-920.
- [19] YI C, LIU J, HUANG T, et al. An efficient method of pavement distress detection based on improved YOLOv7[J]. *Measurement Science and Technology*, 2023, 34(11):115402.
- [20] YANG L, ZHANG R Y, LI L, et al. SimAM: A simple, parameter-free attention module for convolutional neural networks [C]//*Proceedings of the 38th International Conference on Machine Learning*. World Wide Web, PMLR, 2021:11863-11874.
- [21] 卢俊哲,张铖怡,刘世鹏,等. 面向复杂环境中带钢表面缺陷检测的轻量级 DCN-YOLO[J]. *计算机工程与应用*, 2023, 59(15):318-328.
- LU Junzhe, ZHANG Chengyi, LIU Shipeng, et al. Lightweight DCN-YOLO for strip surface defect detection in complex environment[J]. *Computer Engineering and Application*, 2023, 59(15):318-328.
- [22] LIU S, HUANG D. Receptive field block net for accurate and fast object detection [C]//*Proceedings of the European conference on computer vision (ECCV)*. Munich: Springer, 2018:385-400.
- [23] JOCHER G, STOKEN A, BOROVEC J, et al. ultralytics/yolov5: v4.0-nn.SiLU() activations, Weights & Biases logging, PyTorch Hub integration [EB/OL]. (2021-01-05) [2024-03-11]. <http://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2021zndo...4418161J/abstract>.
- [24] ROSAL J E C, HISOLA D I E, DEMABILDO M S. Grade classification of yellow fin tuna meat using F-RCNN with inception V2 architecture [C]//*IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (IICAET)*, Kota: IEEE, 2023:252-256.
- [25] 杨锦辉,李鸿,杜芸彦,等. 基于改进 YOLOv5s 的轻量化目标检测算法[J]. *电光与控制*, 2023, 30(2):24-30.
- YANG Jinhui, LI Hong, DU Yunyan, et al. A lightweight object detection algorithm based on improved YOLOv5s [J]. *Electronics Optics & Control*, 2023, 30(2):24-30.
- [26] JIANG T, CHENG J. Target recognition based on CNN with LeakyReLU and PReLU activation functions [C]//*International Conference on Sensing, Diagnostics, Prognostics, and Control (SDPC)*. Beijing: IEEE, 2019:718-722.
- [27] MONDAL A, SHRIVASTAVA V K. A novel parametric flatten-p mish activation function based deep CNN model for brain tumor classification[J]. *Computers in Biology and Medicine*, 2022, 150:106183.
- [28] DEVI T, DEEPA N. A novel intervention method for aspect-based emotion using exponential linear unit (ELU) activation function in a deep neural network [C]//*2021 5th international conference on intelligent computing and control systems (ICICCS)*. Madurai: IEEE, 2021:1671-1675.

(编辑:唐秋)