

控制与决策

Control and Decision

基于价格歧视的双寡头竞争企业网络广告投放模式测评与策略研究

周慧妮, 吴鹏, 王筱纶

引用本文:

周慧妮, 吴鹏, 王筱纶. 基于价格歧视的双寡头竞争企业网络广告投放模式测评与策略研究[J]. *控制与决策*, 2020, 35(8): 1953–1965.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2018.1524>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

公平关切下具有广告效应的闭环供应链定价决策模型

Pricing decision models for closed-loop supply chain with advertising effect considering fairness concerns

控制与决策. 2018, 33(8): 1505–1513 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2017.0405>

制造商竞争与合作下双渠道供应链联合减排的微分博弈分析

Differential game model of joint emission reduction strategies in a dual-channel supply chain considering manufacturers' competition and cooperation

控制与决策. 2018, 33(11): 2021–2028 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2017.0818>

考虑延时效应和记忆效应的供应链广告策略

Advertising strategies for supply chain with lagged and memory effects

控制与决策. 2018, 33(10): 1871–1878 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2017.0570>

供应链动态合作广告策略

Dynamic cooperative advertising strategies for supply chain

控制与决策. 2016, 31(4): 759–763 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2015.0291>

需求信息不对称下的双渠道供应链合作广告投资决策分析

Research on cooperative advertising decisions in a dual-channel supply chain under asymmetric demand information

控制与决策. 2015, 30(12): 2285–2292 <https://doi.org/10.13195/j.kzyjc.2014.1574>

基于价格歧视的双寡头竞争企业网络广告投放模式 测评与策略研究

周慧妮, 吴 鹏[†], 王筱纶

(南京理工大学 经济与管理学院, 南京 210094)

摘要: 双寡头竞争企业网络广告投放决策问题是网络营销企业面对的重要决策问题. 鉴于此, 重点考虑大众广告和定向广告两类网络广告, 首先针对广告成本和消费者特征, 给出用户群的效用函数和产品空间位置; 然后, 分别针对客户均匀分布和非均匀分布状况下的两类广告进行测评; 最后基于测评结果深入研究定向广告的投放概率和策略选择问题. 研究结果显示: 无论消费者呈现均匀分布还是非均匀分布, 定向广告的投入会使企业获利, 但大众广告会同时降低两家竞争企业的利润, 使得企业陷入囚徒困境, 此外, 实施价格歧视总是优于非歧视定价; 网络广告的边际投放强度起到双向调节作用, 定向广告的投放不总是有利的; 当定向广告成本过高时, 企业应当采用防御型策略; 歧视定价时发放定向广告的数量总是高于非歧视定价.

关键词: 定向广告; 价格歧视; 子博弈纳什均衡; 进攻型策略; 防御型策略

中图分类号: F224; C931.1

文献标志码: A

Evaluation and strategy study on online advertising mode of duopoly competitive enterprises based on price discrimination

ZHOU Hui-ni, WU Peng[†], WANG Xiao-lun

(School of Economics and Management, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China)

Abstract: In a duopoly, it is important for network marketing firms to make strategic decision on online advertising. This paper focuses on two types of online advertising, mass advertising and targeted advertising. Firstly, on the basis of advertising cost and consumer characteristics, the paper gives utility functions of user groups, and space and positioning of products. Then, two types of advertising are evaluated under the condition of uniform distribution and non-uniform distribution. Finally, based on the evaluation results, the probability of targeted advertising and the issues of selecting strategies are studied. The results show that: 1) The investment in targeted advertising benefits the enterprise, but the mass advertising simultaneously reduces the profits of these two competitive companies, which makes these two companies into a prisoner's dilemma whether consumers are evenly distributed or non-uniformly distributed. In addition, implementing price discrimination is always superior to non-discriminatory price. 2) The marginal delivery intensity of advertising plays a dual-directional adjustment. The placement of targeted advertising is not always beneficial. 3) When the cost of targeted advertising is too high, enterprises should adopt a defensive strategy. 4) The number of targeted advertising issued when discriminating pricing is always higher than non-discriminatory pricing.

Keywords: targeted advertising; price discrimination; mixed strategy Nash equilibrium; offensive strategy; defensive strategy

0 引言

网络广告是通过网络传递到用户的一种高科技广告运作方式, 是对用户注意力资源的合理利用, 是实施现代营销媒体战略的重要一部分^[1-2]. 大众广告 (mass advertising) 利用电子邮件广告等向市场投放广告^[3]; 定向广告 (targeted advertising) 针对不同类型的

广告受众, 利用技术手段选择合适的契机并发送具有针对性的产品促销信息^[4]. 通过全方位追踪和完整收集顾客的消费历史信息并挖掘客户的特征偏好, 针对各类顾客实施差异化的网络广告投放, 既可以增加利润^[5], 也可以减少投资浪费^[6].

目前, 大众广告和定向广告是双寡头企业间展开

收稿日期: 2018-11-06; 修回日期: 2019-02-17.

基金项目: 国家自然科学基金项目 (71774084); 国家自然科学基金青年项目 (71802108).

责任编辑: 樊志平.

[†]通讯作者. E-mail: wupeng@njust.cn.

竞争最常采用的两种网络广告形式^[3]. 为了提高其投放效果, 需要考虑两类广告的市场投放策略, 如市场细分和歧视定价问题^[7]. 大众广告歧视定价的差异化程度越大, 就会越刺激价格敏感者点击广告信息并增加详细浏览的可能性^[8]; 定向广告针对不同的顾客群市场采取歧视定价, 有利于增加利润^[9], 避免企业陷入囚徒困境^[10]. 双寡头竞争环境下大众广告投放方面: Karray 等^[11]研究了制造商宏观品牌与零售个体标签竞争中的产品定价和大众广告决策的关系, Yan^[12]进一步将产品类别引入到制造商和网络零售商的广告竞争中; Jafar 等^[13]研究了对全国性和区域性大众广告的投放策略; Schoonbeek 等^[14]分析了同时存在广告和价格竞争以及仅存在价格竞争下大众广告投资策略; 姚锋敏等^[15]将公平关切作为决策变量引入到大众广告的投资决策中, 并对闭环供应链中的定价决策问题进行研究. 定向广告投放主要集中在单个企业^[16-19], 双寡头竞争环境下的研究较少: 如 Jian 等^[20]根据广告的点击率判断企业消费者的偏好, 认为竞争企业较少时投放定向广告会增加企业利润, 反之则会降低优势企业的利润; 张建强等^[3]认为直销渠道下定向广告投放能够以更高的价格出售给偏好较强的顾客, 但会损害零售商的利益; 赵江等^[21]研究发现定向广告的精度对企业利润的调解呈现双向作用; Roy^[22]对竞争对手的定向广告投放实施建模, 认为与竞争对手的合作会获取更高的利润.

针对两类广告形式下的价格歧视问题: 赵江等^[10]通过构建考虑定向广告和价格歧视策略下的非对称竞争企业数学模型, 得出歧视定价时, 在其优势市场投放定向广告需要实施高价策略; Bergemann 等^[23]通过在线与离线广告的对比, 证明企业投放定向广告的正向效益以向消费者实行价格歧视并减少消费者剩余为代价; Nada 等^[24]认为针对不同偏好的消费者投放匹配的定向广告和实施歧视定价时, 会导致企业竞争加剧和利润下降; Cheng 等^[25]在歧视定价的基础上, 研究了歧视定价与电子优惠券之间的关系.

上述文献对于定向广告和大众广告的投放策略研究成果丰富了网络广告理论和应用内涵, 对企业实施网络广告的投放有着重要的指导价值. 在网络流量成本越来越高的状况下, 差异化和精准化的广告投放决策及相应的歧视定价决策问题变得尤为重要. 为此, 本文针对消费者异质性特征, 分别考虑消费者均匀分布和非均匀分布状况下的歧视定价和非歧视定价策略的利润函数, 运用经典 Hotelling 模

型^[26-30]研究竞争企业大众广告和定向广告获得的均衡效益, 进而根据子博弈精炼纳什均衡分析企业对不同区域内的用户投放定向广告的概率, 为定向广告采用进攻性策略和防御性策略决策提供理论指导.

1 模型构建与符号说明

1.1 变量假设

大众广告发放成本较高但覆盖范围广; 定向广告成本较低但针对性强. 双寡头竞争环境下大众广告和定向广告投放策略的主要内容是: 大众广告如何投放统一的广告并针对各类客户群进行差异化定价; 定向广告针对各位客户群实施不同的广告并实施差异化定价.

1) 企业: 通过互联网平台发布广告, 开展营销活动的企业称为网络营销企业, 该类型的企业能够对用户历史搜索、广告投放以及网站所有浏览访问购买行为进行记录并跟踪记录, 为企业进行市场细分、歧视定价以及制定广告投放策略提供了可能.

假设市场中存在两个竞争的网络营销企业 A 和 B , 企业 A 处在线性市场的 0 端, 企业 B 处在线性市场的 1 端. 生产同质但不同品牌的产品, 边际生产成本为 c , 每个消费者最多购买 1 单位的产品, Π_i 表示企业所获取的利润, $i, j = A, B$.

2) 广告成本: 假设网络营销企业 i 的边际投放强度为 φ_i , 成本为广告强度的边际递增函数, 因此, 网络营销企业发放广告的边际成本为 $\eta\varphi_i^2/2$, 其中 $\eta \in [0, 1]$ 为广告成本参数^[31-32]. 如果采用大众广告方式向所有消费者发布广告, 则总市场份额为 1 时总成本为 $1 \times \eta\varphi_i^2/2 = \eta\varphi_i^2/2$. 如果采用定向广告, 则总成本可下降至 $\eta\varphi_i^2\beta_i/2$, β_i 表示企业发放定向广告所占的市场份额(如果推送定向优惠券, 则本文定义 $\theta_i (0 \leq \theta_i \leq 1)$ 为定向广告价格折扣系数).

3) 消费者划分: 根据消费者对产品信息了解程度将其划分为信息灵通消费者和信息不灵通消费者. 前者熟悉企业 A 和 B 的产品和品牌, 对于质量有确定的感知和评价. 价格敏感的信息灵通消费者尽管了解产品和品牌质量, 但由于其具有较高的需求价格弹性, 在购买时仍会广泛搜索价格以获取低价信息; 非价格敏感消费者通常在消费时不会广泛搜索产品价格, 易于接受企业报价. 后者不了解产品和品牌的质量, 存在较高的感知不确定性, 极易产生逆向选择, 即不会购买高于市场平均价的高质量商品.

综合考虑信息灵通性和价格敏感性要素, 信息灵通消费者群体中的价格敏感消费者和信息不灵通消费者通常会广泛搜索产品价格进行比价, 定义这类用

户为C用户群(假设其在消费者群体中所占比例为 α_c),经过多次消费,部分用户也将变得忠诚.信息灵通消费者群体中的质量敏感消费者不通过广泛搜索价格信息进行比价(简称为NC用户群),企业不会向NC用户群投放定向广告.通常,企业需要向这类用户提供定向广告信息并实施差异化定价,且C用户群比NC用户群更容易对价格产生敏感^[3].

基于Hotelling模型的基本假设^[29],消费者呈现均匀分布 $[0,1]$ 或者非均匀分布, t_c 为用户群C的单位搜索成本, t_n 为用户群NC的单位搜索成本.由于C用户为价格敏感型用户,相对NC用户群更愿意去进行价格搜索,故 $t_c \leq t_n$, $D_i(i = A, B)$ 表示消费者对不同网络营销企业产品*i*的需求.基于Chiang等^[33]的研究, $U_i(i = A, B)$ 为消费者购买企业产品的效用, v 为消费者对产品的最大支付意愿.企业对NC用户和C用户的定价分别为 R_i 和 P_i .

1.2 NC用户群的效用函数

对于企业A而言,NC用户的效用函数表示为 $U_A = v - R_A - t^n D$.

对于企业B而言,NC用户的效用函数表示为 $U_B = v - R_B - t^n(1 - D)$.

令 $U_A = U_B$ 可求得产品的效用无差异点,即 $\bar{D} = \frac{R_B - R_A + t^n}{2t^n}$.

当用户的效用值落在 \bar{D} 左边时,将购买企业A的产品,否则将购买企业B的产品.如果 $R_A = R_B, \bar{D} = 1/2$,则只需按照品牌偏好购买即可.

1.3 C用户群的效用函数

针对未接收到定向广告的C用户群,边际用户群位于 $\underline{D} = \frac{P_B - P_A + t^c}{t_c}$.当效用值落在 \underline{D} 左边时,将购买企业A的产品,否则将购买企业B的产品.如果 $P_A = P_B$,则按照品牌偏好购买.

针对接收到定向广告且仅为企业B广告的C用户群,若强烈偏好企业A品牌,则满足 $v - P_A - t^c D_A \geq v - P_B + \theta_B P_B - t^c(1 - D_A)$,有

$$D_A = \frac{(1 - \theta_B)P_B - P_A + t^c}{2t^c}$$

即所有的消费者都会购买品牌A,不采取任何行动.同理可得

$$D_B = \frac{P_B - (1 - \theta_A)P_A + t^c}{2t^c}$$

针对同时接收到两家企业定向广告的C用户群,如果企业A的潜在用户对其产品没有强烈的偏好,则处于 $[0, D_A]$ 区间范围以外,当且仅当

$$\begin{aligned} v - P_A + \theta_A P_A - t^c D_S &\geq \\ v - P_B + \theta_B P_B - t^c(1 - D_S) &\end{aligned}$$

时,企业A的潜在用户落在 $D_A \leq D \leq D_S$ 内,即

$$D_S = \frac{(1 - \theta_B)P_B - (1 - \theta_A)P_A + t^c}{2t^c}$$

如果处于 $[D_A, D_S]$ 范围内,对企业A的产品忠诚度较低,此时企业A没有投放定向广告,而用户接收到企业B的定向广告,则会购买企业B的产品.同理,企业B的潜在消费者位于区间 $[D_S, D_B]$.

1.4 NC和C用户群的产品空间位置分析

假设 $\theta_A > \theta_B > 0$,可以刻画出各类用户在产品空间中的具体位置,见图1.

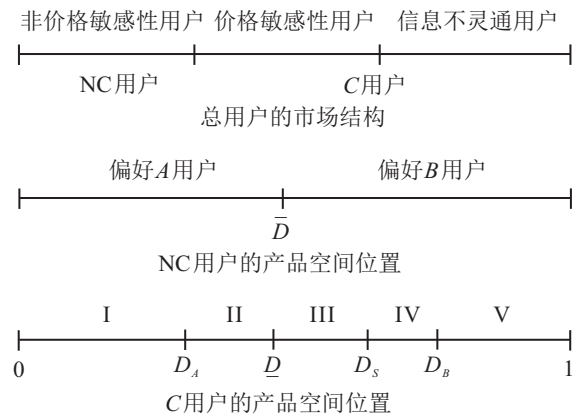


图1 产品的市场结构

图1表明,当 $\theta_B \rightarrow 0$ 时, $\bar{D} - D_A = D_B - D_S = 0$,区间II和IV的长度将为0;当 $\theta_A \rightarrow 0$ 时, $D_S - \bar{D} = 0$,区间III的长度为0.若 $\theta_A = \theta_B > 0$,则区间III长度同样为0.

2 大众广告和定向广告测评

为了研究考虑歧视定价和非歧视定价策略下网络广告的测评与决策问题,本文分别对企业仅投放定向广告和通过大众媒体发放网络广告投放效果进行测评.

2.1 均匀客户分布下大众广告和定向广告测评

2.1.1 投放定向广告

假设企业只选择定向广告且均不会向NC用户及区域I和区域V的品牌忠诚者投放定向广告,第1阶段,每个企业都要制定对C用户群和NC用户群的定价以及最优的广告投放额,实现第2阶段利润最大化.企业*i*需要制定最优的 (R_i, P_i, θ_i) 时实现 Π_i^* 最大化,需要考虑企业投放定向广告和歧视性定价策略、投放定向广告和非歧视性定价策略下均衡条件.

1) 网络营销企业实施差异化定价时的策略($R_i \neq P_i$).

企业A和B的利润分别为

$$\begin{aligned} \Pi_A^{TD} = & \\ (1 - \alpha^c)(R_A - c)\bar{D} + & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & a^c \left\{ (P_A - c) \max\{D_A, 0\} + \left[(1 - \theta_A) P_A - \right. \right. \\
 & \left. \left. c - \frac{\eta\varphi_A^2}{2} \right] (D_S - \max\{D_A, 0\}) \right\}, \\
 \Pi_B^{\text{TD}} = & \\
 & (1 - a^c)(R_B - c)(1 - \bar{D}) + \\
 & a^c \left\{ (P_B - c)(1 - \min\{D_B, 1\}) + \right. \\
 & \left. \left[(1 - \theta_B) P_B - c - \frac{\eta\varphi_B^2}{2} \right] (\min\{D_B, 1\} - D_S) \right\}. \quad (1)
 \end{aligned}$$

当 $D_A > 0, D_B < 1$ 时, 要使得企业 i 的利润 Π_i^{TD} 最大化, 需求解如下非线性规划模型:

$$\begin{aligned}
 \Pi_A^{\text{TD}} = & (1 - a^c)(\bar{R}_A - c)\bar{D} + a^c \left\{ (\bar{P}_A - c)D_S - \right. \\
 & \left. \left(\bar{\theta}_A \bar{P}_A + \frac{\eta\varphi_A^2}{2} \right) (D_S - D_A) \right\}, \\
 \Pi_B^{\text{TD}} = & (1 - a^c)(\bar{R}_B - c)(1 - \bar{D}) + a^c \left\{ (\bar{P}_B - c) \times \right. \\
 & \left. (1 - D_S) - \left(\bar{\theta}_B + \frac{\eta\varphi_B^2}{2} \right) (D_B - D_S) \right\}; \\
 \text{s.t. } & \bar{R}_i > 0, \bar{P}_i > 0, \bar{\theta}_i > 0. \quad (2)
 \end{aligned}$$

命题1 当网络营销企业针对不同细分市场进行歧视定价策略时, 企业 i 针对 NC 用户、C 用户最优定价以及最优的折扣额分别为

$$\begin{aligned}
 \bar{R}_i^* &= c + t^n, \\
 \bar{P}_A^* &= c - \frac{1}{8}\eta(\varphi_A^2 - \varphi_B^2) + t^c, \\
 \bar{P}_B^* &= c - \frac{1}{8}\eta(\varphi_B^2 - \varphi_A^2) + t^c, \\
 \bar{\theta}_A^* &= \frac{1}{2} - \frac{2(2c + \eta\varphi_A^2)}{8c + \eta(\varphi_B^2 - \varphi_A^2) + 8t^c}, \\
 \bar{\theta}_B^* &= \frac{1}{2} - \frac{2(2c + \eta\varphi_B^2)}{8c + \eta(\varphi_A^2 - \varphi_B^2) + 8t^c}, \\
 \text{s.t. } & c + t^c > \eta/8, \eta < 8t^c/5. \quad (3)
 \end{aligned}$$

证明 由式(2)可得

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial^2 \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{R}_i} &= -\frac{1 - \alpha^c}{t^n} < 0, \\
 \frac{\partial^2 \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{P}_i} &= \alpha^c \left[\frac{\bar{\theta}_i - 1 - \bar{\theta}_i}{t^c} \right] < 0, \\
 \frac{\partial^2 \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{\theta}_i} &= -\frac{\alpha^c \bar{P}_i^2}{t^c} < 0,
 \end{aligned}$$

其中 $i = A, B$. $\Pi_i^{\text{TD}}(\bar{R}_i, \bar{P}_i, \bar{\theta}_i)$ 在 $\bar{R}_i, \bar{P}_i, \bar{\theta}_i$ 为凹点, 有

$$\begin{aligned}
 & (\bar{R}_i, \bar{P}_i, \bar{\theta}_i) = \\
 & \arg \max \Pi_i^{\text{TD}}[(\bar{R}_i, \bar{P}_i, \bar{\theta}_i) | (\alpha^c, c, t^c, t^n, \eta, \varphi_A, \varphi_B)].
 \end{aligned}$$

根据企业利润对各参数的一阶条件有

$$\frac{\partial \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{R}_i} = 0, \frac{\partial \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{P}_i} = 0, \frac{\partial \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{\theta}_i} = 0,$$

求解可得 $(\bar{R}_i^*, \bar{P}_i^*, \bar{\theta}_i^*)$. □

推论1 企业 A 和 B 针对 NC 用户的定价相同. 针对 C 用户的定价与自身的网络广告边际投放强度成反比, 与竞争对手的网络广告边际投放强度成正比, 折扣系数与自身的网络广告边际投放强度成反比, 与竞争对手的网络广告边际投放强度成正比, 有

$$\begin{aligned}
 \frac{\partial \theta_A^*}{\partial \varphi^A} &= -\frac{4\eta\varphi_A(10c + \eta\varphi_B^2 + 8t^c)}{(8c - \partial\varphi_A^2 + \partial\varphi_B^2 + 8t^c)^2} < 0, \\
 \frac{\partial \theta_B^*}{\partial \varphi^B} &= \frac{4\eta\varphi_B(2c + \eta\varphi_B^2)}{(8c - \eta\varphi_A^2 + \partial\varphi_B^2 + 8t^c)^2} > 0.
 \end{aligned}$$

企业自身投放的网络广告强度增大, 会同时增加对 C 用户的定价和折扣力度, 反之则减少.

命题2 歧视定价策略下 ($D_A > 0, D_B < 1$), 当且仅当企业 A 和 B 同时投放定向广告时, 存在子博弈精炼纳什均衡.

证明 当企业 A 不投放定向广告时, 存在 $\theta_A = 0, \varphi_A = 0$, 根据利润对各个参数的一阶条件

$$\frac{\partial \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{R}_i} = 0, \frac{\partial \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{P}_i} = 0, \frac{\partial \Pi_i^{\text{TD}}}{\partial \bar{\theta}_i} = 0,$$

有

$$\begin{aligned}
 R_A = R_B &= c + t^n, P_A = c + \frac{1}{10}(\eta\varphi_B^2 + 8t^c), \\
 P_B &= c - \frac{1}{10}\eta\varphi_B^2 + \frac{6}{5}t^c, \\
 \theta_B &= \frac{3(\eta\varphi_B^2 - 2t^c)}{-10c + \eta\varphi_B^2 - 12t^c}.
 \end{aligned}$$

由于 $P_B > 0$, 有

$$c > \frac{\eta\varphi_B^2 - 12t^c}{10} > 0, -10c + \eta\varphi_B^2 - 12t^c < 0.$$

由于 $\theta_B > 0, -10c + \eta\varphi_B^2 - 12t^c < 0$, 可得 $\eta\varphi_B^2 - 2t^c < 0$, 而 $\eta\varphi_B^2 - 2t^c > \eta\varphi_B^2 - 12t^c > 0$, 两者矛盾, 因此仅当企业 B 投放定向广告时不存在子博弈精炼纳什均衡. 当企业 A 投放定向广告, 而企业 B 不投放定向广告 (即 $\theta_B = 0, \varphi_B = 0$) 时, 也不存在子博弈精炼纳什均衡. □

命题3 歧视定价策略下, 当且仅当在 $D_A > 0, D_B < 0$ 的情况下存在子博弈精炼纳什均衡. 当 $D_A \leq 0$, 即企业 A 不盈利的情况下, 不存在子博弈精炼纳什均衡. 当 $D_B \geq 1$, 即企业 B 不盈利的情况下, 不存在子博弈精炼纳什均衡.

证明 当 $D_A \leq 0$, 即企业 A 不盈利的情况下, 若企业 B 投放定向广告, 即

$$\begin{aligned}
 \bar{R}_B^* &= c + t^n, \\
 \bar{P}_B^* &= c - \frac{1}{8}\eta(\varphi_B^2 - \varphi_A^2) + t^c, \\
 \bar{\theta}_B^* &= \frac{1}{2} - \frac{2(2c + \eta\varphi_B^2)}{8c + \eta(\varphi_A^2 - \varphi_B^2) + 8t^c}
 \end{aligned}$$

时, 企业 A 的利润函数为

$$\Pi_A^{\text{TD}} = (1 - a^c)(R_A - c) \frac{R_B - R_A + t^n}{2t^n} +$$

$$a^c \left(P_A - c - \theta_A P_A - \frac{\eta \varphi_A^2}{2} \right) \times \frac{(1 - \theta_B) P_B - (1 - \theta_A) P_A + t^c}{2t^c};$$

s.t. $\bar{R}_i > 0, \bar{P}_i > 0, \bar{\theta}_i > 0.$ (4)

各个参数的一阶条件为

$$\frac{\partial \Pi_A^{TD}}{\partial \bar{R}_A} = 0, \frac{\partial \Pi_A^{TD}}{\partial \bar{P}_A} = 0, \frac{\partial \Pi_A^{TD}}{\partial \bar{\theta}_A} = 0,$$

有 $\bar{R}_A^* = c + t^n, \bar{P}_A^* = 0, \bar{\theta}_A^* = 1,$ 可得

$$D_A = \frac{1}{2t^n} + \frac{1}{2} = \frac{4c + 2\eta\varphi_B^2}{2t^n[8c + \eta(\varphi_A^2 - \varphi_B^2) + 8t^c]} > 0,$$

与 $D_A \leq 0$ 相矛盾, 需要放宽约束至 $D_A > 0,$ 表明在 $D_A \leq 0$ 时不是子博弈精炼纳什均衡. 同理可证 $D_B > 1.$

综上所述, 实施差异化定价策略当且仅当 $D_A > 0, D_B < 1,$ 且企业 A 和 B 同时发放定向广告时存在子博弈精炼纳什均衡. □

2) 网络营销企业实施非差异化定价时的策略 ($R_i = P_i$).

企业 A 和 B 的利润分别为

$$\begin{aligned} \Pi_A^{TS} &= (1 - a^c)(P_A - c)\bar{D} + a^c \left\{ (P_A - c) \max\{D_A, 0\} + \left[(1 - \theta_A)P_A - c - \frac{\eta\varphi_A^2}{2} \right] (D_S - \max\{D_A, 0\}) \right\}, \\ \Pi_B^{TS} &= (1 - a^c)(P_B - c)(1 - \bar{D}) + a^c \left\{ (P_B - c)(1 - \max\{D_B, 0\}) + \left[(1 - \theta_B)P_B - c - \frac{\eta\varphi_B^2}{2} \right] (\min\{D_B, 1\} - D_S) \right\}. \end{aligned}$$
 (5)

当 $D_A > 0, D_B < 1$ 时, 要使得企业 i 的利润 Π_i^{TS} 最大化, 需求解如下方程组的最大值:

$$\begin{aligned} \Pi_A^{TS} &= (1 - a^c)(\underline{P}_A - c)\bar{D} + a^c \left\{ (\underline{P}_A - c)D_S - \left(\underline{\theta}_A \underline{P}_A + \frac{\eta\varphi_A^2}{2} \right) (D_S - D_A) \right\}, \\ \Pi_B^{TS} &= (1 - a^c)(\underline{P}_B - c)(1 - \bar{D}) + a^c \left\{ (\underline{P}_B - c)D_S - \left(\underline{\theta}_B \underline{P}_B + \frac{\eta\varphi_B^2}{2} \right) (D_B - D_S) \right\}; \\ \text{s.t. } &\underline{P}_i > 0, \underline{\theta}_i > 0. \end{aligned}$$
 (6)

命题4 针对不同用户群进行非歧视定价策略时, 企业 i 最优定价以及折扣额分别为

$$\underline{P}_A^* = c + (t^n \{ (a^c - 1)[\eta\alpha^c t^c (\varphi_A^2 - \varphi_B^2) - 12(t^c)^2 +$$

$$\alpha^c t^n (\eta\alpha^c \varphi_B^2 - \eta\alpha^c \varphi_A^2) + 8t^c \}) / (4\chi\delta),$$

$$\underline{P}_B^* = c + \frac{1}{8}\eta(\varphi_A^2 - \varphi_B^2) + \frac{t^c}{a^c} + \frac{(1 - \alpha^c)(t^c)^2}{a\delta} + \frac{3\eta t^c (1 - \alpha^c)(\varphi_A^2 - \varphi_B^2)}{8\chi},$$
 (7)

$$\begin{aligned} \underline{\theta}_A^* &= (-\eta\varphi_A^2 \tau \{ \delta + t^n [t^c (1 - \alpha^c)(\alpha^c \eta \varphi_B^2 + 12t^c) + \alpha^c t^n (\alpha^c \eta \varphi_B^2 + 8t^c)] \}) / (\kappa - 2\varepsilon \{ \alpha^c t^n [20c + \eta(-\varphi_A^2 + \varphi_B^2) + 12t^c] + 2\alpha^c (t^n)^2 [\alpha^c (8c + \eta\varphi_B^2 - \eta\varphi_A^2) + 8t^c] \}), \\ \underline{\theta}_B^* &= (-6(\alpha^c - 1)^2 \eta \varphi_B^2 (t^c)^2 - \varepsilon t^n \{ \alpha^c \eta (\varphi_A^2 - 11\varphi_B^2) + 12t^c \} + \alpha^c (t^n)^2 [\alpha^c \eta (\varphi_A^2 - 5\varphi_B^2) + 8t^c]) / (\kappa - 2\varepsilon \{ \alpha^c t^n [20c + \eta(\varphi_A^2 - \varphi_B^2) + 12t^c] + 2\alpha^c (t^n)^2 [\alpha^c (8c + \eta\varphi_A^2 - \eta\varphi_B^2) + 8t^c] \}). \end{aligned}$$
 (8)

其中

$$\begin{aligned} \chi &= 3t^c (\alpha^c - 1) - 2\alpha^c t^n < 0, \\ \delta &= t^c (\alpha^c - 1) - \alpha^c t^n < 0, \\ \tau &= 6t^c (\alpha^c - 1) - 5\alpha^c t^n < 0, \\ \kappa &= 24c(t^c)^2 (\alpha^c - 1)^2 > 0, \\ \varepsilon &= t^c (\alpha^c - 1) < 0. \end{aligned}$$

推论2 非歧视定价策略下, 企业针对 C 用户的定价与自身的网络广告边际投放强度成反比, 与竞争对手的网络广告边际投放强度成正比; 折扣系数与自身的网络广告边际投放强度成反比, 与竞争对手的网络广告边际投放强度成正比.

证明 由于

$$\begin{aligned} \frac{\partial \underline{\theta}_A^*}{\partial \varphi_A} &= - \left(-2\eta\varphi_A \chi \delta \left[\frac{\kappa}{2} - \varepsilon(22c\alpha^c + \alpha^c \eta \varphi_B^2 + 12t^c) + \alpha^c (t^n)^2 (10c\alpha^c + \alpha^c \eta \varphi_B^2 + 8t^c) \right] \right) / \left(\left\{ \frac{\kappa}{2} - \varepsilon \{ \alpha^c t^n [20c + \eta(-\varphi_A^2 + \varphi_B^2) + 12t^c] + \alpha^c (t^n)^2 [\alpha^c (8c + \eta\varphi_B^2 - \eta\varphi_A^2) + 8t^c] \} \right\}^2 \right), \end{aligned}$$

$$\chi < 0, \delta < 0, \kappa > 0, \mu < 0,$$

可知 $\partial \underline{\theta}_A^* / \partial \varphi_A > 0,$ 同理可得 $\partial \underline{\theta}_A^* / \partial \varphi_B < 0.$ □

命题5 非歧视定价策略下 ($D_A > 0, D_B < 1$), 当且仅当企业 A 和 B 同时投放定向广告时, 存在子博弈精炼纳什均衡.

证明 当企业 A 不投放定向广告时, 存在 $\theta_A = 0, \varphi_A = 0,$ 代入式(8), 根据利润对各个参数的一阶条

件有 $\frac{\partial \Pi_i^{TS}}{\partial P_i} = 0, \frac{\partial \Pi_i^{TS}}{\partial \theta_i} = 0$, 可得

$$P_A^* = (12A - \varepsilon t^n(22\alpha^c c + \alpha^c \eta \varphi_B^2 + 12t^c) + \alpha^c(t^n)(10\alpha^c c + \eta \varphi_B^2 + 8t^c))/(2\tau\varepsilon),$$

$$P_B^* = \frac{12(-1 + a^c)ct^c + (-10a^c c + \eta a^c \varphi_B^2 - 12t^c)t^n}{12(-1 + a^c)t^c - 10a^c t^n},$$

$$\theta_B^* = \frac{-6t^c t^n + 3\eta \varphi_B^2(t^c + a^c t^n)}{12(-1 + a^c)ct^c + (-10a^c c + \eta a^c \varphi_B^2 - 12t^c)t^n},$$

其中 $A = (-1 + \alpha^c)^2 c(t^c)^2 > 0$. 进而可得

$$\Pi_A^{TS} = \frac{t^n \{ \varepsilon(\alpha^c \eta \varphi_B^2 + 12t^c) - \alpha^c [(\alpha^c \eta \varphi_B^2 + 12t^c)t^n]^2 \}}{8t^c \tau^2 \varepsilon}.$$

由于 $\varepsilon < 0$, 易得 $\Pi_A^{TS} < 0$, 此时企业 A 不投放定向广告将会导致利润为负, 需放宽约束至 $\theta_A > 0, \varphi_A > 0$, 因此仅当企业 B 投放定向广告时不存在子博弈精炼纳什均衡. 当企业 A 投放定向广告而企业 B 不投放定向广告(即 $\theta_B = 0, \varphi_B = 0$)时也不存在子博弈精炼纳什均衡. \square

推论3 在实施非歧视价格的策略下, 当且仅当在 $D_A > 0, D_B < 1$ 情况下存在子博弈精炼纳什均衡. 当 $D_A \leq 0$, 即企业 A 不盈利的情况下, 不存在子博弈精炼纳什均衡. 当 $D_B \geq 1$, 即企业 B 不盈利的情况下, 不存在子博弈精炼纳什均衡.

证明 当 $D_A \leq 0$, 即企业 A 不盈利的情况下, 投放定向广告, $R_B = \underline{R}_B, P_B = \underline{P}_B, \theta_B = \underline{\theta}_B$, 企业 A 的利润函数为

$$\begin{aligned} \Pi_A^{TS} &= (1 - a^c)(\underline{P}_A - c) \frac{\underline{P}_B^* - \bar{P}_A + t^n}{2t^n} + \\ & a^c \left(\underline{P}_A - c - \theta_A \underline{P}_A - \frac{\eta \varphi_A^2}{2} \right) \times \\ & \frac{(1 - \theta_B^*) \underline{P}_B^* - (1 - \theta_A) \underline{P}_A + t^c}{2t^c}; \end{aligned} \tag{9}$$

s.t. $\underline{P}_B^* > 0, \theta_B^* > 0$.

各参数的一阶条件为

$$\frac{\partial \Pi_A^{TS}}{\partial P_A} = 0, \frac{\partial \Pi_A^{TS}}{\partial \theta_A} = 0,$$

有 $P_A^* = 0$, 可得

$$D_A = \frac{(1 - \theta_B^*) \underline{P}_B^* - \underline{P}_A + t^c}{2t^c} > 0,$$

与 $D_A \leq 0$ 相矛盾, 只有约束至 $D_A > 0$ 下获得更高利润, 在 $D_A \leq 0$ 时不是子博弈精炼纳什均衡. 同理可证 $D_B > 1$. 因此, 实施非差异化定价策略时当且仅当 $D_A > 0, D_B < 1$, 且企业 A 和 B 同时发放定向广告时存在子博弈精炼纳什均衡.

综上, 无论企业实施歧视定价或是非歧视定价, 当且仅当 $D_A > 0, D_B < 1$ 且企业 A 和 B 同时发放定向广告时存在子博弈精炼纳什均衡. \square

2.1.2 投放大众广告

假设企业 A 和 B 通过大众媒体发放大众广告, 在 $R_i \geq P_i$ 的前提下求最优化的利润 Π_i^* .

1) 网络营销企业实施差异化定价时的策略 ($R_i \neq P_i$).

企业 A 和 B 的利润分别为

$$\begin{aligned} \Pi_A^{MD} &= (1 - a^c)(R_A - c)\bar{D} + a^c(P_A - c)\underline{D} - \frac{\eta \varphi_A^2}{2}, \\ \Pi_B^{MD} &= (1 - a^c)(R_B - c)(1 - \bar{D}) + \\ & a^c(P_B - c)(1 - \underline{D}) - \frac{\eta \varphi_B^2}{2}; \end{aligned} \tag{10}$$

s.t. $R_i > 0, P_i > 0$.

利用一阶条件

$$\frac{\partial \Pi_i^{TD}}{\partial \tilde{R}_i} = 0, \frac{\partial \Pi_i^{TD}}{\partial \tilde{P}_i} = 0,$$

可得 $\tilde{R}_A^* = \tilde{R}_B^* = c + t^n, \tilde{P}_A^* = \tilde{P}_B^* = c + t^c$.

2) 网络营销企业实施非差异化定价时的策略 ($R_i = P_i$).

企业 A 和 B 的利润分别为

$$\begin{aligned} \Pi_A^{MS} &= (1 - a^c)(P_A - c)\bar{D} + \\ & a^c(P_A - c)\underline{D} - \frac{\eta \varphi_A^2}{2}, \\ \Pi_B^{MS} &= (1 - a^c)(P_B - c)(1 - \bar{D}) + \\ & a^c(P_B - c)(1 - \underline{D}) - \frac{\eta \varphi_B^2}{2}; \end{aligned} \tag{11}$$

s.t. $P_i > 0$.

同理可得

$$P_A^* = P_B^* = \frac{t^c t^n + c(t^c - \alpha^c t^c + \alpha^c t^n)}{t^c - \alpha^c t^c + \alpha^c t^n}.$$

2.1.3 大众广告和定向广告的比较分析

由于定向广告下非歧视策略下均衡解形式的复杂性, 通过数值分析比较不同情境下的价格以及利润随网络广告边际投放强度 φ_A 和 φ_B 的变化趋势. 令 $\alpha_c = 0.5, \eta = 0.5, t^c = 0.2, t^n = 0.4, c = 0.5$, 使其满足约束条件(3)、(6)、(10)和(11). 根据解的对称性, 存在

$$P_A^*(\alpha^c) = P_B^*(1 - \alpha^c), \Pi_A^*(\alpha^c) = \Pi_B^*(1 - \alpha^c),$$

由此仅给出企业 A 的变化趋势(当 φ_A 不变时, 其变化趋势大体相似, 故以 $\varphi_B = 0.1, \varphi_B = 0.9$ 为例)如图2和图3所示. 图中: TD、TS、MD、MS 分别表示定向广告歧视策略、定向广告非歧视策略、大众广告歧视策

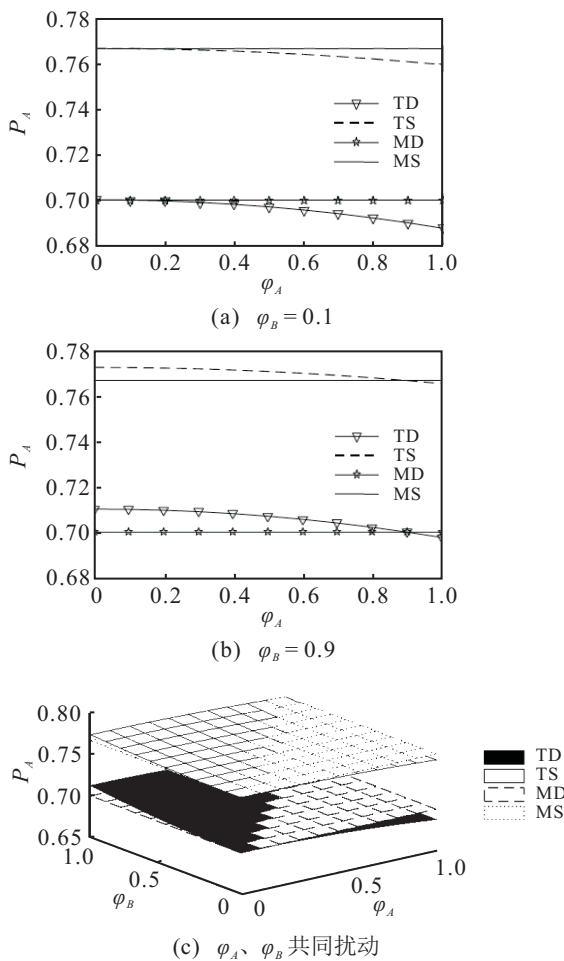


图2 价格随广告边际强度的变化趋势

略、大众广告非歧视策略,下同。

由图2(a)和图2(b)可知,定向广告下,企业针对C用户的定价与自身的网络广告边际投放强度成反比,与竞争对手的网络广告边际投放强度成正比,这与推论1和推论2相一致.同时结合图2(c)表明:无论是大众广告还是定向广告,对于C用户而言,非价格歧视下的定价总是高于歧视价格下的定价,这是由于高价能够谋取更多的消费者剩余,但随着竞争不断加剧,当广告边际投放强度超过特定阈值后,定向广告下的定价总是低于大众广告的定价,会引发更为激烈的价格战.由图3(a)和图3(b)可知,企业针对C用户的利润同样与自身的网络广告边际投放强度成反比,与竞争对手的网络广告边际投放强度成正比.结合图3(c)表明:无论是大众广告还是定向广告,歧视定价策略的利润总是高于非歧视定价策略,随着网络广告边际投放强度的不断增加,定向广告策略的利润呈现逐步上升趋势,而大众广告策略则呈现下降趋势,此时网络广告边际投放强度起到双向调节作用,当网络广告边际投放强度较小时,同一策略下企业投放大众广告总是有利的,一旦超过某一阈值则定向广告的利润开始超越大众广告.如“双十一”时大多数企业会选择

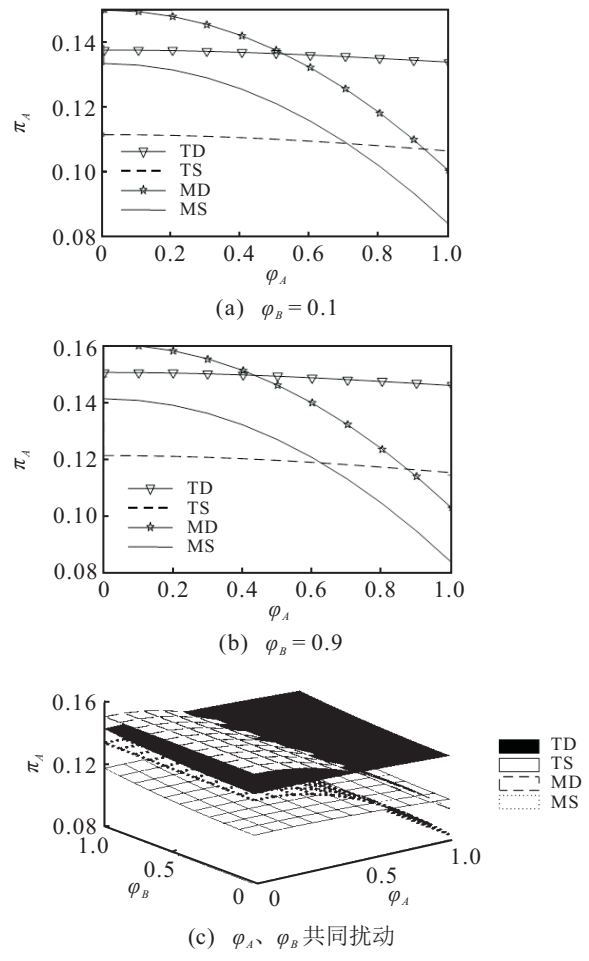


图3 利润随广告边际强度的变化趋势

大众广告来占领市场,由于广告竞争异常激烈,网络广告边际投放成本增加,企业无暇顾及所有消费者,更多的会向有过购买记录的广告用户发放定向广告并提供折扣额。

无论是大众广告还是定向广告,对于C用户,非歧视定价策略下的定价总是高于歧视定价,但歧视定价策略的利润总是高于非歧视定价;随着网络广告边际投放强度的不断增加,定向广告策略下企业的利润逐步提高,但竞争性的大众广告不会允许企业提高价格获利,使得企业陷入囚徒困境;网络广告的边际投放强度呈现双向调节的作用,当网络广告的边际投放强度较低时,在同一策略下,大众广告的利润先高于定向广告,一旦超过某个阈值时,投放定向广告总是优于投放大众广告。

2.2 非均匀客户分布下网络广告投放分析

当客户呈现非均匀分布时,利润随网络广告的边际投放强度进行变化, $f(x)$ 为密度分布函数(假设 $f(x)$ 在区间 $(0, 1)$ 上是可微、连续且对称), $F(x)$ 为相应的累计分布函数,有 $f(1/2) = 0, F(1/2) = 1/2$. 令 $\phi_A = \phi_B = \phi$,本节只考虑 $D_A > 0$ 和 $D_B < 1$,其他假设条件不变。

2.2.1 企业投放定向广告

企业A和B的利润调整如下:

$$\begin{aligned} \Pi_A^{\text{TD}} = & (1 - a^c)(R_A - c)F(\bar{D}) + a^c \left\{ (P_A - c)F(D_A) + \right. \\ & \left. \left[(1 - \theta_A)P_A - c - \frac{\eta\varphi_A^2}{2} \right] [F(D_S) - F(D_A)] \right\}, \\ \Pi_B^{\text{TD}} = & (1 - a^c)(R_B - c)[1 - F(\bar{D})] + \\ & a^c \left\{ (P_B - c)[1 - F(D_B)] + \right. \\ & \left. \left[(1 - \theta_B)P_B - c - \frac{\eta\varphi_B^2}{2} \right] [F(D_B) - F(D_S)] \right\}. \end{aligned} \quad (12)$$

其中:第1项表示非利润用户的净利润,第2项表示C用户的净利润.由于企业利润随广告的边际投放强度的变化与是否采用歧视价格策略无必然联系,由此考虑更为复杂的非歧视定价,即 $R_i = P_i$.对 P_i, θ_i 求导,可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_A}{\partial P_A} = & a^c \left\{ F(D_S) + (P_A - c)f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial P_A} - \theta [F(D_S) - \right. \\ & \left. F(D_A)] - \left(\theta P_A + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right) \left(f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial P_A} - \right. \right. \\ & \left. \left. f(X_A) \frac{\partial D_A}{\partial P_A} \right) \right\} + (1 - a^c)F(\bar{D}) + \\ & (1 - a^c)(P_A - c)f(\bar{D}) \frac{\partial \bar{D}}{\partial P_A} = 0, \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_A}{\partial \theta_A} = & a^c \left\{ (P_A - c)f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial \theta_A} - P_A [F(X_S) - \right. \\ & \left. F(X_A)] - \left(\theta P_A + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right) \left(f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial \theta_A} - \right. \right. \\ & \left. \left. f(X_A) \frac{\partial D_A}{\partial \theta_A} \right) \right\} = 0, \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_B}{\partial P_B} = & a^c \left\{ 1 - F(D_S) - (P_B - c)f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial P_B} - \right. \\ & \left. \theta [F(D_B) - F(D_S)] - \left(\theta P_B + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right) \times \right. \\ & \left. \left(f(D_B) \frac{\partial D_B}{\partial P_B} - f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial P_B} \right) \right\} + \\ & (1 - a^c)(1 - F(\bar{D})) + \\ & (1 - a^c)(P_B - c)f(\bar{D}) \frac{\partial \bar{D}}{\partial P_B} = 0, \end{aligned} \quad (15)$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_B}{\partial \theta_B} = & -a^c \left\{ (P_B - c)f(D_S) \frac{\partial D_S}{\partial \theta_B} + \theta [F(D_B) - \right. \\ & \left. F(D_S)] - \left(\theta P_A + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right) \left(f(D_B) \frac{\partial D_B}{\partial \theta_B} - \right. \right. \\ & \left. \left. f(X_A) \frac{\partial D_S}{\partial \theta_B} \right) \right\} = 0. \end{aligned} \quad (16)$$

根据解的对称性有 $\tilde{P}_A = \tilde{P}_B = \tilde{P}, \tilde{\theta}_A = \tilde{\theta}_B = \tilde{\theta}$, 即 $D_S = \bar{D} = 1/2, D_A = 1 - D_B$.由于企业A和B的一阶条件相同,且为轮次等式,上述方程可以简化为

$$\begin{cases} \frac{1}{2} - \frac{f\left(\frac{1}{2}\right)}{2t^w} (\tilde{P} - c) - \frac{a^c}{2t^c} \left[\tilde{\theta} \tilde{P} + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right] \times \\ \left\{ f\left(\frac{t^c - \tilde{\theta} \tilde{P}}{2t^c} (\theta - 1)\right) + f\left(\frac{1}{2}\right) \right\} + \\ \alpha^c (\tilde{P} - c) f\left(\frac{1}{2}\right) \frac{\tilde{\theta}}{2t^c} \equiv 0, \\ \alpha^c (\tilde{P} - c) f\left(\frac{1}{2}\right) \frac{P}{2t^c} - \alpha^c P \left[F\left(\frac{1}{2}\right) - \right. \\ \left. F\left(\frac{t^c - \tilde{\theta} \tilde{P}}{2t^c}\right) \right] - a^c \left[\tilde{\theta} \tilde{P} + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right] f\left(\frac{1}{2}\right) \frac{P}{2t^c} \equiv 0, \end{cases} \quad (17)$$

其中 $t^w = \frac{t^n t^c}{(1 - a^c)t^c + \alpha^c t^n}$.同时对 φ 求导,可得

$$\begin{cases} -\frac{f\left(\frac{1}{2}\right)}{2t^w} \frac{d\tilde{P}}{d\varphi} \equiv 0, \\ \frac{d\tilde{P}}{d\varphi} \left(\tilde{P} - c - \theta \tilde{P} - \frac{\eta\varphi^2}{2} \right) + \\ P \left(\frac{d\tilde{P}}{d\varphi} - P \frac{d\tilde{\theta}}{d\varphi} - \tilde{\theta} \frac{d\tilde{P}}{d\varphi} - \eta\varphi \right) = 0. \end{cases} \quad (18)$$

求解可得

$$d\tilde{P}/d\varphi = 0, \quad d\theta/d\varphi = -\eta\varphi/\tilde{P}.$$

若定向广告的边际投放强度 φ 不超过其阈值,则均衡价格不会改变.在式(12)中对 φ 求导,可得

$$\begin{aligned} \frac{d\Pi_i}{d\varphi} = & \frac{\partial \Pi_i}{\partial \tilde{P}_i} \frac{d\tilde{P}_i}{d\varphi} + \frac{\partial \Pi_i}{\partial d_i} \frac{d\tilde{\theta}_i}{d\varphi} + \frac{\partial \Pi_i}{\partial \tilde{P}_j} \frac{d\tilde{P}_j}{d\varphi} + \\ & \frac{\partial \Pi_i}{\partial d_j} \frac{d\tilde{\theta}_j}{d\varphi} + \frac{\partial \Pi_i}{\partial \varphi} = \\ & \left(\tilde{\theta} \tilde{P} + \frac{\eta\varphi^2}{2} \right) \frac{\eta\varphi\alpha^c}{2t^c} f\left(\frac{1}{2}\right) > 0. \end{aligned}$$

由此可以看出当定向广告达到均衡时,在 φ 的邻域内企业的均衡利润势必会增加,使得企业获得更多的利润.

2.2.2 企业投放大众广告

企业A和B的利润调整如下:

$$\begin{aligned} \Pi_A^{\text{MD}} = & (1 - a^c)(P_A - c)F(\bar{D}) + \\ & a^c(P_A - c)F(\underline{D}) - \frac{\eta\varphi_A^2}{2}, \\ \Pi_B^{\text{MD}} = & (1 - a^c)(P_B - c)[1 - F(\bar{D})] + \\ & a^c(P_B - c)[1 - F(\underline{D})] \frac{\eta\varphi_B^2}{2}. \end{aligned} \quad (19)$$

由式(19)对 P_i 求导,可得

$$\begin{aligned} \frac{\partial \Pi_A}{\partial P_A} = & \\ (1 - a^c) \left[F(\bar{D}) + (P_A - c) f(\bar{D}) \frac{\partial \bar{D}}{\partial P_A} \right] + \end{aligned}$$

$$a^c \left[F(\underline{D}) + (P_A - c)f(\underline{D}) \frac{\partial \underline{D}}{\partial P_A} \right],$$

$$\frac{\partial \Pi_B}{\partial P_B} =$$

$$(1 - a^c) \left[1 - F(\bar{D}) - (P_B - c)f(\bar{D}) \frac{\partial \bar{D}}{\partial P_B} \right] +$$

$$a^c \left[1 - F(\underline{D}) - (P_B - c)f(\underline{D}) \frac{\partial \underline{D}}{\partial P_B} \right]. \quad (20)$$

根据解的对称性有 $\tilde{P}_A = \tilde{P}_B = \tilde{P}$, 即 $\bar{D} = 1/2$, $D_A = 1 - D_B$. 由于企业 A 和 B 的一阶条件相同, 且为轮次等式, 上述方程可以简化为

$$F\left(\frac{1}{2}\right) - \frac{1}{2t^w} (\tilde{P} - c)f\left(\frac{1}{2}\right) = 0. \quad (21)$$

在式(21)中同时对 φ 求导, 可得

$$\frac{1}{t^c} f\left(\frac{1}{2}\right) \frac{d\tilde{P}}{d\varphi} = 0,$$

求解得 $d\tilde{P}/d\varphi = 0$, 表明若大众广告的边际投放强度 φ 不超过其阈值, 则均衡价格不会改变, 同时在式(16)中对 φ 求导, 可得出

$$\frac{d\Pi_i}{d\varphi} =$$

$$\frac{\partial \Pi_i}{\partial P} \frac{dP}{d\varphi} + \frac{\partial \Pi_i}{\partial \tilde{P}_i} \frac{d\tilde{P}_i}{d\varphi} + \frac{\partial \Pi_i}{\partial \tilde{P}_j} \frac{d\tilde{P}_j}{d\varphi} = -\eta\varphi < 0.$$

因此, 当大众广告达到均衡时, 在 φ 的邻域内企业的均衡利润会较少, 使得企业陷入囚徒困境.

综上, 无论投放大众广告还是定向广告, 当广告的边际投放强度 φ 不超过其阈值时, 均衡价格不会改

变. 随着广告边际投放强度 φ 的不断增加, 定向广告下企业的利润会逐渐增加, 而大众广告策略下的均衡利润会较少, 使得企业陷入囚徒困境.

3 定向广告投放概率与决策

第2节分析结果表明: 客户呈现均匀分布或非均匀分布, 企业采取歧视或非歧视定价, 符合子博弈精炼纳什均衡条件的最优决策时企业 A 或企业 B 均会选择定向广告.

假设网络广告营销企业均不会向 NC 用户和区域 I 、区域 V 的品牌忠诚者投放定向广告, 则剩余的 C 用户即为企业的潜在客户群, 需要争抢.

3.1 定向广告投放概率研究

1) 区域 II 范围内定向广告投放概率研究.

考虑位于区域 II 的消费者, 如果他们仅接收到企业 B 的定向广告则会倾向购买企业 B 的产品. 企业 A 是否发放定向广告取决于企业 B 的决策. 若企业 A 和企业 B 均未向区域 II 中的消费者投放定向广告, 潜在消费者则会购买企业 A 的产品; 若企业 B 投放定向广告而企业 A 未投放, 区域 II 中的消费者则为品牌转换者. 因此, 对于区域 II 的 C 用户而言, 不存在两阶段的子博弈纳什均衡, 但存在混合纳什均衡.

令 $C_i^{II}(X)$ 为企业 i 将定向广告投放在区域 $D \in [D_A, \underline{D}]$ 的纯策略, $\bar{C}_i^{II}(X)$ 为企业 i 未将定向广告投放在区域 $D \in [D_A, \underline{D}]$ 的纯策略. 表1给出了企业 A 和企业 B 针对区域 II 的 C 用户博弈.

表1 区域 II 的定向广告

	$C_B^{II}(D)$	$\bar{C}_B^{II}(D)$
$C_A^{II}(D)$	$(1 - \theta_A)P_A - c - \eta\varphi_A^2/2, -\eta\varphi_B^2/2$	$(1 - \theta_A)P_A - c - \eta\varphi_A^2/2, 0$
$\bar{C}_A^{II}(D)$	$0, (1 - \theta_B)P_B - c - \eta\varphi_B^2/2$	$P_A - c, 0$

表1中: 每个单元格中第1个收益对应的消费者购买 A 产品, 为企业 A 的收益, 第2个对应企业 B 的收益. 例如: 消费者考虑左上角的单元格, 意味着两家企业均向区域 II 中的潜在用户投放定向广告, 所有 C 用户都会购买企业 A 的产品, 企业 A 的单位利润为 $(1 - \theta_A)P_A - c - \eta\varphi_A^2/2$, 企业 B 的单位利润净损失等于定向广告的边际成本 $-\eta\varphi_B^2/2$. 右下角的单元格内, 两家网络营销企业均未向区域 II 中的目标消费者投放定向广告, 同样, 所有的 C 用户都会购买网络营销企业 A 的产品, 此时企业 A 的单位利润为 $(P_A - c)$, 企业 B 的单位利润为 0 . 在表1的非对角线上, 企业只有向目标客户发放定向广告才能获利. 定义 $(\xi_A(C_A^{II}), \xi_B(C_B^{II}))$ 为混合纳什均衡的平

衡状态, 其中 $\xi_A(C_A^{II})$ 、 $\xi_B(C_B^{II})$ 分别表示企业 A 和企业 B 向区域 II 中 C 用户投放定向广告的概率. 因此 $(\xi_A(C_A^{II}), \xi_B(C_B^{II}))$ 满足如下等式:

$$-\frac{\eta\varphi_B^2}{2} \xi_A(C_A^{II}) + [1 - \xi_A(C_A^{II})] \left[(1 - \theta_B)P_B - c - \eta\varphi_B^2/2 \right] = 0,$$

$$(1 - \theta_A)P_A - c - \eta\varphi_A^2/2 = [1 - \xi_B(C_B^{II})] (P_A - c). \quad (22)$$

解得

$$\begin{cases} \xi_A^*(C_A^{II}) = \frac{2(1 - \theta_B)P_B - 2c - \eta\varphi_B^2}{2(1 - \theta_B)P_B - 2c}, \\ \xi_B^*(C_B^{II}) = \frac{2\theta_A P_A + \eta\varphi_A}{2P_A - 2c}. \end{cases} \quad (23)$$

区域II范围内的客户更倾向购买A产品,因此企业A在该区域内不愿向C用户发放定向广告.但现实是,企业B很有可能对该区域内的消费者投放定向广告,故企业A会采用防守型策略,企业B成功吸引品牌转换者的概率为

$$\xi_B^*(1 - \xi_A^*) = \frac{\eta\varphi_B^2(2\theta_A P_A + \eta\varphi_A^2)}{(2P_A - 2c)[2(1 - \theta_B)P_B - 2c]}.$$

在某种程度上,企业A的防御措施削弱了企业B的进攻策略.

企业B的单位利润越大越容易向目标客户投放定向广告,企业A不得不为保留自身的优势市场采取防御性措施,加大对区域II中的用户投放定向广告概率.企业A维护目标客户的成本越高,越有可能对公司的目标进行预先定位,那么针对企业B投放进攻型的定向广告越有吸引力,例如前些年在凉茶企业竞争最为激烈的加多宝和王老吉.

综上,企业A在区域II中投放定向广告的概率与企业B的单位利润呈正相关关系,企业B在该区域内投放定向广告的概率与企业A的网络广告边际成本和定向广告价格系数呈正相关关系.

2) 区域IV范围内定向广告投放概率研究.

区域IV为网络营销企业B目标消费者,其分析与区域II类似,同理可得

$$\begin{cases} \xi_A(C_A^{IV}) = \frac{2\theta_B P_B + \eta\varphi_B^2}{2P_B - 2c}, \\ \xi_B^*(C_B^{IV}) = \frac{2(1 - \theta_A)P_A - 2c - \eta\varphi_A^2}{2(1 - \theta_A)P_A - 2c}, \\ \xi_A(1 - \xi_B) = \frac{\eta\varphi_A^2(2\theta_B P_B + \eta\varphi_B^2)}{(2P_B - 2c)[2(1 - \theta_A)P_A - 2c]}. \end{cases} \quad (24)$$

3) 区域III范围内定向广告投放概率研究.

对于区域III的用户而言,只有企业A会投放定向广告,而企业B不会投放,因此当且仅当接收到企业A的定向广告时会产生购买行为,即存在纯策略纳什均衡.综上分析,每个企业在不同区域内所采取的策略(投放定向广告的概率)如下所示:

$$\xi_A = \begin{cases} 0, & r = I, V; \\ \xi_A^*(C_A^{II}), & r = II; \\ 1, & r = III; \\ \xi_A(C_A^{IV}), & r = IV. \end{cases}$$

$$\xi_B = \begin{cases} 0, & r = I, V; \\ \xi_B^*(C_B^{II}), & r = II; \\ 0, & r = III; \\ \xi_B(C_B^{IV}), & r = IV. \end{cases} \quad (25)$$

命题6 定向广告的价格系数决定消费者的搜索成本.

尽管每家企业都在试图窃取竞争对手的客户,但预期利润为0.相反,防御策略才能获得积极的预期利润.在歧视定价的状态下,企业*i*阻止其潜在客户转换品牌到*j*的边际利润为 $(1 - \theta_i)\bar{P}_i^* - c - 0.5\eta\varphi_i^2$.由于企业*i*潜在品牌转换者转换的时间间隔为 $\theta_i P_i / 2t$,将 θ_i 作为变量,使得 $\theta_i P_i [(1 - \theta_i)\bar{P}_i^* - c - 0.5\eta\varphi_i^2] / 2t$ 最大化.对 θ_i 求导,可得

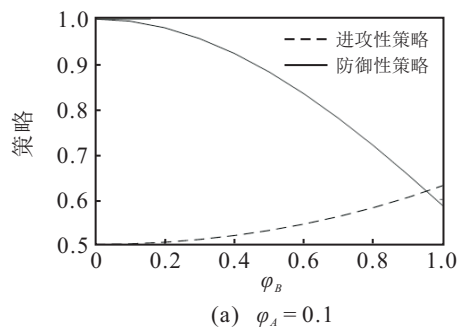
$$\theta_i = (P_i - c - 0.5\eta\varphi_i^2) / 2P_i,$$

即折扣额 θ_i 与C用户的保留边际利润成正比.品牌差异化越大,越应当提高网络广告的价格系数.

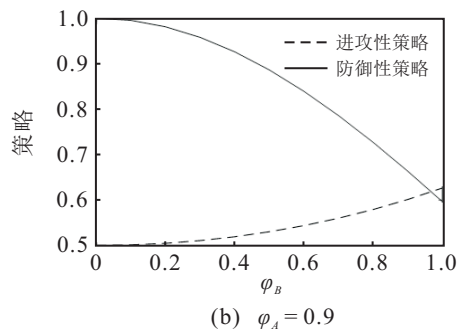
3.2 定向广告投放策略研究

针对定向广告,企业通常选择捍卫自身的市场份额(防御性策略),也可以选择窃取竞争对手的市场份额(进攻性策略).由于企业A和企业B处在对称状态,本文只分析企业A.将均衡价格 (P_A, P_B) 和定向广告系数 (θ_A, θ_B) 代入 (ξ_A, θ_B) ,得到企业采用进攻性策略的概率为

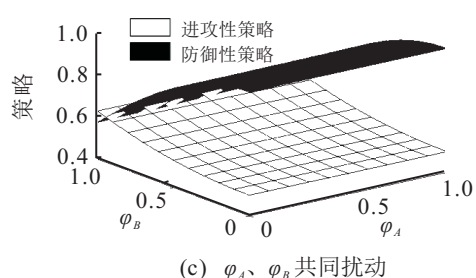
$$\xi_A(C_A^{IV}) = \frac{2\theta_B P_B + \eta\varphi_B^2}{2P_B - 2c}.$$



(a) $\varphi_A = 0.1$



(b) $\varphi_A = 0.9$



(c) φ_A, φ_B 共同扰动

图4 歧视定价的定向广告策略

防御性策略的概率为

$$\xi_A^*(C_A^{II}) = \frac{2(1 - \theta_B)P_B - 2c - \eta\varphi_B^2}{2(1 - \theta_B)P_B - 2c}$$

将歧视定价和非歧视定价策略下的均衡价格和折扣代入, 得出相关策略的概率如图4和图5所示. 当 φ_B 不变时, 其变化趋势大体相似, 故以 $\varphi_A = 0.1, \varphi_A = 0.9$ 为例. 图4和图5表明: 无论是歧视定价还是非歧视定价, 随着定向广告边际投放强度的增加, 窃取对手的潜在用户和保卫自身的忠实客户变得更加重要. 由图4(a)和图4(b)可见, 如果一个企业继续采用相同的或者减少防御性的策略, 则竞争对手肯定会采取进攻性策略, 为此, 结合图4(c)可知, 企业需要采取相对较强的防御性策略来保护市场份额. 由于防御性策略的加强, 进攻性定向广告的数量会减少, 企业应多采取防御性策略以提高用户的品牌忠诚度以及市场份额, 这与文献[29]研究结果一致.

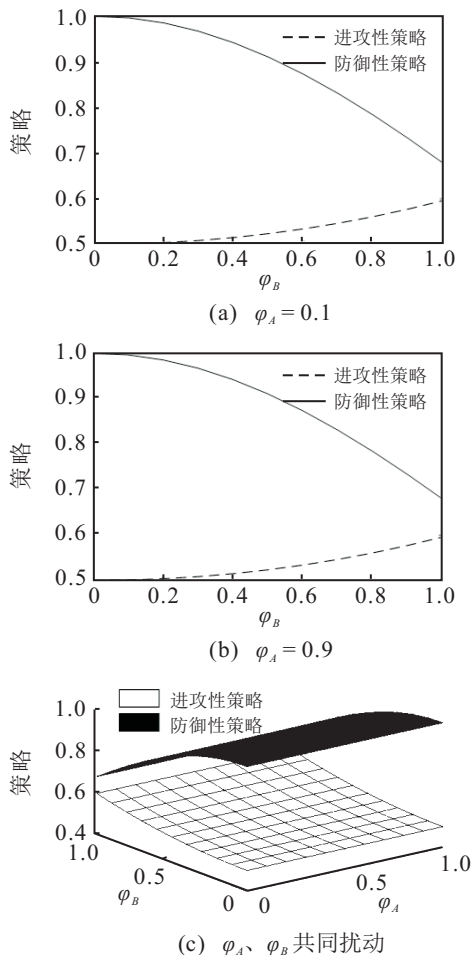


图5 非歧视定价的定向广告策略

命题7 当定向广告的边际成本较高时, 应当减少定向广告数量的发放; 歧视定价策略下定向广告发放的数目总是小于非歧视定价.

企业A和B发放定向广告的数量取决于区域II和IV的宽度, 以及攻击性策略和防御性策略发生的

概率, 有

$$N = [(D_S - D_A)\xi_A^*(C_A^{II}) + (D_B - D_S)\xi_A(C_A^{IV})].$$

歧视定价和非歧视定价下定向广告发放的条数随定向广告边际投放强度变化的趋势如图6所示, 当 φ_A 不变时, 其变化趋势大体相似, 故以 $\varphi_B = 0.1, \varphi_B = 0.9$ 为例.

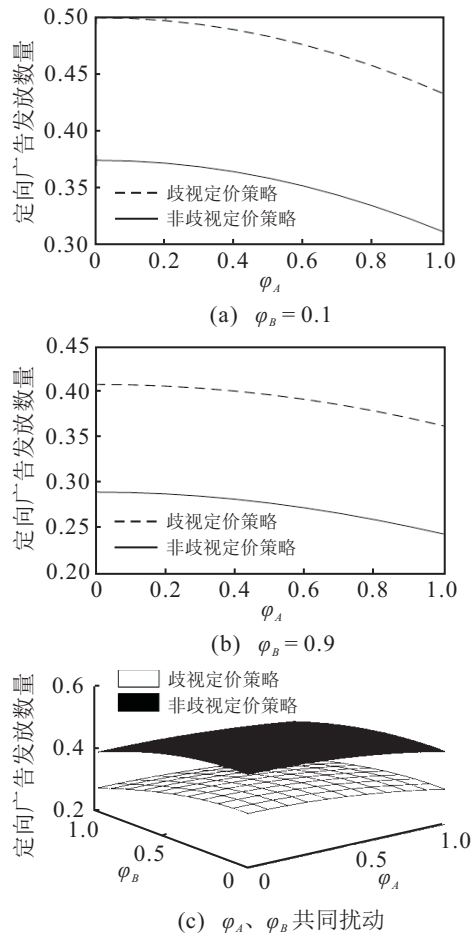


图6 定向广告发放条数与边际强度变化趋势

图6(a)和图6(b)表明, 定向广告发放的条数与自身以及竞争对手的网络广告边际投放强度均成反比, 结合图6(c)可知, 当定向广告的边际投放强度(即边际成本)较高时, 应减少定向广告数目的发放. 在非歧视定价下, 两类用户差别不大, 但为了“笼络”更多的C用户, 会增加定向广告发放的条数. 例如, 双“十一”期间, 较多企业会采用非歧视定价, 为了保证企业所占的市场份额, 只要有购买记录的用户, 均会发放定向广告, 通知产品降价等信息.

4 结论

本文基于Hotelling模型的基本假设, 利用子博弈精炼纳什均衡研究了在竞争市场中, 发放定向广告以及大众广告对企业NC用户、忠诚用户、潜在用户、价格、折扣额度以及利润的影响. 通过分析可以得出以下管理学启示:

1) 无论消费者在市场中呈现均匀分布还是非均匀分布,非歧视价格策略的定价总是高于歧视定价,但歧视定价策略的利润总是高于非歧视定价策略;随着网络广告边际投放强度的不断增加,定向广告下企业的利润逐步提高,但大众广告的投放则使得企业利润降低陷入囚徒困境,当网络广告的边际投放强度超过某个阈值时,定向广告策略的利润总是优于大众广告,因此,企业在投放广告时尤其需要注意大众广告带来的不利影响,采取适当的防范措施,避免企业陷入囚徒困境,同时也应当防范由于定向广告发放而带来的恶性竞争.

2) 本文还涉及到定向广告进攻性政策和防御性政策的最优组合,无论企业采用歧视定价策略还是非歧视策略,当定向广告边际投放强度高时,企业应当多采取防御性策略. 不难理解,当企业发放定向广告的成本过高时,企业首先需要保护自身的产品市场,无暇顾及竞争对手,此时,贸然实施进攻性策略不但不会使企业获利,反而会损害自身利益.

3) 投放定向广告的数量与其边际投放强度相关,当定向广告的边际投放强度较高时,应当减少定向广告数目的发放. 同时,企业进行非歧视定价策略下发放的广告条数总是高于歧视定价策略下发放的广告条数.

参考文献(References)

- [1] Haan E D, Wiesel T, Pauwels K. The effectiveness of different forms of online advertising for purchase conversion in a multiple-channel attribution framework[J]. *International Journal of Research in Marketing*, 2015, 11(32): 1-17.
- [2] Zhou H N, Gu X G, Li L. The dynamic investment strategy of online advertising based on spillover effect in duopoly competition market[J]. *Computing*, 2018, 100(8): 881-905.
- [3] 张建强, 仲伟俊. 企业定向广告竞争效果及模式选择研究[J]. *系统管理学报*, 2017, 26(6): 1022-1234.
(Zhang J Q, Zhong W J. Competitive effects of targeted advertising and firms' choice between advertising strategies[J]. *Journal System & Management*, 2017, 26(6): 1022-1234.)
- [4] Kai L, Timon C D. Building a targeted mobile advertising system for location-based services[J]. *Decision Support Systems*, 2012, 54(1): 1-8.
- [5] Iyer G, Soberman D, Villas-Boss J M. The targeting of advertising[J]. *Marketing Science*, 2011, 24(3): 461-476.
- [6] Athey S, Ellison G. Position auctions with consumer search[J]. *The Quarterly Journal of Economics*, 2011, 126(3): 1213-1270.
- [7] Fudenberg D, Tirole J. Customer poaching and brand switching[J]. *The Rand Journal of Economic*, 2000, 31(4): 634-657.
- [8] 周伟雄, 马新朝, 陈晓红. 价格比较广告中折扣比例对消费者积极反馈行为的影响[J]. *管理学报*, 2018, 15(3): 410-420.
(Zhou W X, Ma X C, Chen X H. How the discount size affects consumer's positive feedback behavior in comparative price advertising[J]. *Chinese Journal of Management*, 2018, 15(3): 410-420.)
- [9] Pepall L, Reiff J. The "Veblen" effect, targeted and consumer welfare[J]. *Economics Letters*, 2016, 145(3): 218-220.
- [10] 赵江, 梅姝娥, 仲伟俊. 基于消费者偏好的非对称性企业定向广告投放策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2017, 37(2): 389-398.
(Zhao J, Mei S E, Zhong W J. Strategy of asymmetric duopolist sending targeted advertising based on consumer's preference[J]. *Systems Engineering — Theory & Practice*, 2017, 37(2): 389-398.)
- [11] Karray S, Martín-Herrán G. A dynamic model for advertising and pricing competition between national and store brands[J]. *European Journal of Operational Research*, 2009, 193(2): 451-467.
- [12] Yan R L. Cooperative advertising, pricing strategy and firm performance in the e-marketing age[J]. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2010, 38(4): 510-519.
- [13] Jafar C, Morteza R B. Cooperative advertising and pricing in a manufacturer-retailer supply chain with a general demand function: A game-theoretic[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2016, 99(6): 112-123.
- [14] Schoonbeek L, Kooreman P. The impact of advertising in a duopoly model[J]. *International Game Theory Review*, 2007, 9(4): 565-581.
- [15] 姚锋敏, 刘珊, 孙嘉轶, 等. 公平关切下具有广告效应的闭环供应链定价决策模型[J]. *控制与决策*, 2018, 33(8): 1505-1514.
(Yao F M, Liu S, Sun J Y, et al. Pricing decision models for closed-loop supply chain advertising effect considering fairness concern[J]. *Control and Decision*, 2018, 33(8): 1505-1514.)
- [16] 蒋玉石, 张红宇, 贾佳. 大数据背景下行为定向广告(OBA)与消费者隐私关注问题的研究[J]. *管理世界*, 2015, 8(12): 182-183.
(Jiang Y S, Zhang H Y, Jia J. Research on behavioral targeted advertising(OBA) and consumer privacy concerns in the context of big data[J]. *Management World*, 2015, 8(12): 182-183.)
- [17] Tucker G. Social networks, personalized advertising, and

- privacy controls[J]. Social Science Electronic Publish, 2014, 51(5): 546-562.
- [18] Johnson J P. Targeted advertising and advertising avoidance[J]. The Rand Journal of Economics, 2013, 44(1): 128-144.
- [19] Chandra A, Kaiser U. Targeted Advertising in Magazine and the advent of the Internet[J]. Management Science, 2014, 60(7): 1829-1843.
- [20] Jian Q C, Jan S. An economic analysis of online advertising using behavioral targeting[Z]. University of Texas at Dallas, 2011.
- [21] 赵江, 梅姝娥, 仲伟俊. 基于不同定向精度的企业定向广告投放策略[J]. 系统工程学报, 2016, 31(2): 155-166.
(Zhao J, Mei S E, Zhong W J. Strategy of duopolistic using targeted advertising with distinct targeting accuracy[J]. Journal of Systems Engineering, 2016, 31(2): 155-166.)
- [22] Roy S. Strategic segmentation of a market[J]. International Journal of Industrial Organization, 2000, 18(5): 1279-1290.
- [23] Bergemann D, Bonatti A. Targeting in advertising markets: implications for offline versus online media[J]. The Rand Journal of Economics, 2011, 42(3): 417-443.
- [24] Nada B Rim, Didier L. Is targeted advertising always beneficial[J]. International Journal of Industrial Organization, 2011, 29(3): 678-689.
- [25] Cheng H K, Dogan K. Customer-centric marketing with internet coupon[J]. Decision Support Systems, 2008, 44(3): 606-620.
- [26] Harold H. Stability in competition[J]. Economic Journal, 1929, 39(151): 41-57.
- [27] Liu Y, Tyagi R K. The benefits of competitive upward channel decentralization[J]. Management Science, 2010, 57(4): 741-751.
- [28] 杨道箭, 白寅. 基于 Hotelling 模型的供应链核心企业竞争与分散式[J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(12): 3025-3038.
(Yang D J, Bai Y. Supply chain core firms competition and decentralization based on hotelling model[J]. Systems Engineering—Theory & Practice, 2015, 35(12): 3025-3038.)
- [29] 徐兵, 朱道立. 具有网络外部性的扩展 Hotelling 模型[J]. 管理科学学报, 2007, 10(1): 9-18.
(Xu B, Zhu D L. Extended hoteling model with network externality[J]. Journal of Management Sciences in China, 2007, 10(1): 9-18.)
- [30] 李锋, 魏莹. 消费者间“无标度”关系网络下的 Hotelling 博弈问题[J]. 系统管理学报, 2017, 26(6): 1190-1197.
(Li F, Wei Y. Impact of “Scale-Free” relationship network of consumers on the hotelling model[J]. Journal of Systems & Management, 2017, 26(6): 1190-1197.)
- [31] Li X, Li Y J, Cao W J. Cooperative advertising models in O2O supply chains[J]. International Journal of Production Economics, 2017, 215(9): 1-9.
- [32] Song P J, Hu H, Techatassanasoontorn A, et al. The influence of product integration on online advertising effectiveness[J]. Electronic Commerce Research and Application, 2012, 54(1): 1-8.
- [33] Chiang W Y K, Chhajed D, Hess J D. Direct marketing, indirect profits: A strategic analysis of dual-channel supply-chain design[J]. Management Science, 2003, 49(1): 1-20.

作者简介

周慧妮 (1991—), 女, 博士生, 从事网络广告, 系统决策建模与优化的研究, E-mail: 779807350@qq.com;

吴鹏 (1976—), 男, 教授, 博士生导师, 从事电子商务、系统决策建模与优化等研究, E-mail: wupeng@njust.cn;

王筱纶 (1988—), 女, 讲师, 博士生, 从事电子商务、供应链溢出的研究, E-mail: wxl@njust.cn.

(责任编辑: 郑晓蕾)