

双边市场中用户前瞻性与平台定价策略选择

张 凯

(山西大学管理与决策研究所, 山西 太原 030006)

摘要: 基于对代表性电商平台的两个观察结果, BBPD 是电商平台普遍采用的定价策略和用户在同一平台开展多次交易. 构建了一个完全垄断双边平台的两期动态博弈模型, 通过假定买方和平台具有不同的前瞻性程度, 分析了二者对用户多次交易行为的影响, 给出了平台选择最优策略的条件. 研究发现, 当买方不具有完全前瞻性时, 平台实施 BBPD 不仅获得所有老买方, 还将获得部分新买方; 若平台实施 UP 或买方具有完全前瞻性时, 平台只能获得所有老买方; 双边市场不存在传统单边市场的棘轮效应; 平台实际长期利润随平台前瞻性程度的增加而增加, 却随用户前瞻性程度的增加而减少; 当买方比平台更看重未来收益时, 平台应该采取 UP; 反之, 当平台比买方更看重未来收益时, 平台应该采取 BBPD.

关键词: 双边平台; 前瞻性; BBPD; 统一定价策略; 棘轮效应

中图分类号: F062.9

文献标识码: A

文章编号: 1000-5781(2018)05-0637-12

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2018.05.007

Forward-looking agents and pricing strategy in two-sided market

Zhang Kai

(Institute of Management and Decision, Shanxi University, Taiyuan 030006, China)

Abstract: There are two phenomena in some e-commerce platforms. First, behavior-based price discrimination (BBPD) is a common used strategy. Second, agents always make multiple transactions in one platform. A monopoly two-sided platform model incorporating two forward-looking factors is built according to the above two phenomena, and their effects on agents' multiple transactions are analyzed, and the optimal pricing strategy, BBPD or uniform pricing (UP), for the platform, is decided. Our research indicates that the platform choosing BBPD can get all old buyers and some new buyers in the second period if the buyers are imperfect forward-looking. The platform only gets all old buyers when the platform chooses UP or buyers are perfect forward-looking. There is no ratchet effect in the two-sided market which exists in traditional single-sided markets. The platform's actual long-term profit increases with the platform's forward-looking degree, but decreases with buyers' forward-looking degree. The platform should choose BBPD if the platform is much more forward-looking than the buyers, or else the platform should choose UP.

Key words: two-sided platform; forward-looking; behavior-based pricing discrimination; uniform pricing; ratchet effect

收稿日期: 2017-09-05; 修订日期: 2017-12-26.

基金项目: 中国博士后基金特别资助项目(2014T70232); 中国博士后基金资助项目(2013M530890), 山西省优秀青年学术带头人资助项目(2015052005), 山西省回国留学人员科研资助项目(2015-024); 山西省高校“131”领军人才工程资助项目(2016052007); 山西省高等学校哲学社会科学研究基地资助项目(2016305).

1 引言

以淘宝、京东商城和唯品会等为代表的电子商务平台¹,以 Visa、Master Card 和银联等为代表的银行卡组织,以电视、新媒体和报纸杂志等为代表的媒体渠道,都是典型的双边平台. 这些平台的一个共同特征是平台本身并不为交易双方生产任何商品和服务,而是利用“平台”对买卖双方产生的相互吸引作用,通过制定合理的收费将买卖双方聚集在平台中进行交易^[1-3]. 平台模式逐渐成为一种普遍的商业模式,与之相对应的平台经济也成为显著的经济现象之一. 根据 Mary Meeker 发布的《2016 年全球互联网趋势报告》²,截止 2016-06-01,按照市值计算的全球二十大互联网公司均为平台型公司,这二十家互联网公司的市值达到 2.75 万亿美元. 同时,阿里研究院发布的《2016 互联网十大议题》将平台经济列为 2016 年度互联网十大议题之一³. 如何通过不同价格结构将两边用户吸引到平台是双边平台面临的核心问题^[4].

对上述部分电商平台的跟踪观察,发现: 1) 部分电商平台采取了相似的促销活动. 如: 京东商城 APP 新用户客户端首单满 99 送 99 活动、聚美优品新人首单满 39 元包邮以及注册领取 160 元现金券、苏宁易购的 18 元新手券、我买网的 10 元新人专享券等⁴. 这些促销活动都给予新顾客补偿,而对老客户没有补偿. 这实质上是一种价格歧视策略,是基于顾客历史交易信息的价格歧视策略(behavior-based price discrimination, BBPD). BBPD 与传统价格歧视策略不相关^[5],而是由于计算机技术水平的提升、数据挖掘和信息处理技术的发展,使得记录、收集并处理消费者的交易记录变得可行,逐渐成为众多企业的一种营销工具^[6]. 2) 用户在电商平台进行多次交易. 根据 2014-09-05 阿里巴巴向美国证监会(SEC)提交的招股说明书中数据显示⁵,每个用户在 2013 年的购物频次平均为 52 次. 同年, iResearch 发布的《2014 年中国网络购物用户行为研究报告》显示⁶,2013 年我国网络购物频次在 40 次以上的网购用户占比为 33.9%;网购 31 次~40 次占比 8.6%;网购 21 次~30 次占比 16.6%;网购 11 次~20 次占比 20.5%;网购 3 次~10 次占比 16.6%;网购 3 次以下占比仅为 3.8%. 显然,双边市场中用户的多次交易行为是一个普遍存在的客观事实.

基于上述两个观察,在文献[7]以及用户前瞻性相关文献的基础上,构建了一个完全垄断双边平台的两期动态博弈模型,通过分析买方前瞻性和平台前瞻性对平台定价、市场份额和平台利润的影响,研究平台最优策略的选择, BBPD 抑或是统一定价策略(uniform pricing, UP). 本文旨在回答以下问题: 用户前瞻性是如何影响用户的多次交易行为的? 若平台实施 BBPD,是否有新用户第二期加入平台? 老用户是否离开平台? 在 BBPD 和 UP 两种策略下,传统单边市场存在的棘轮效应(ratchet effect)在双边市场是否也成立? 用户前瞻性和平台前瞻性如何影响平台最优策略的选择? 本文与文献[7]的区别表现为: 1) 本文的研究对象是具有交叉网络外部性的双边平台,而文献[7]的研究对象是传统单边市场中的企业; 2) 本文忽略了用户的成本差异,从需求角度研究 BBPD,而文献[7]依据服务消费者成本的不同将消费者分为两类,高成本和低成本消费者,是从供给角度研究 BBPD; 3) 本文认为用户和平台具有不同前瞻性,而文献[7]设定二者具有相同的前瞻性; 4) 本文研究用户和平台二者不同贴现因子对平台竞争策略的影响,而文献[7]则研究不同成本消费者的管理.

研究发现,若平台在第二期实施 BBPD,除非用户具有完全前瞻性(即 $\delta_B = 1$),否则平台除了获得所有老买方,还将获得部分新买方;若平台在第二期实施 UP,平台只能获得所有老买方. 若平台在第二期实施 BBPD,平台的第二期市场份额高于第一期市场份额,并且第二期名义利润大于第一期名义利润,因而不

¹ 淘宝和唯品会是纯粹意义上的双边平台,而京东商城则是复合型双边平台,即除了双边平台的特征外,还有买入卖出平台的特征.

² <http://www.kpcb.com/internet-trends>. 中国的七家互联网平台企业位列榜单,分别为: 腾讯,第 5 位; 阿里巴巴,第 6 位; 百度,第 9 位; 蚂蚁金服,第 10 位; 小米,第 12 位; 京东商城,第 16 位; 滴滴快的,第 20 位.

³ <http://www.aliresearch.com/blog/article/detail/id/20829.html>.

⁴ 依次来源于 <http://sale.jd.com/act/FChGjnY5byzqZl.html>; http://bj.jumei.com/?from=union_zhitui&referrer=zhitui_35%7Czhitui%7C102857&utm_medium=union&utm_source=union_zhitui; <http://sale.suning.com/jr/lclhpc/index.html>; http://www.womai.com/index-31000-0.htm?utm_source=baidu&utm_medium=sem&utm_term=pinzhuang&utm_content=title&utm_campaign=pz&fc=u1.c29908.g29909.k1445314464477.pz.

⁵ <http://www.alibabagroup.com/cn/ir/secfilings>.

⁶ <http://www.iresearch.com.cn/Report/2202.html>.

存在传统单边市场的棘轮效应. 较高的平台前瞻性程度有利于平台追求更大的利润, 而较高的用户前瞻性程度不利于平台追求更大的利润. 用户前瞻性和平台前瞻性是平台选择最优策略的决定性因素. 当买方比平台更看重未来收益时, 平台应该采取 UP; 反之, 当平台比买方更看重未来收益时, 平台应该采取 BBPD.

就笔者目前掌握文献, 有关双边市场中价格歧视策略的研究均是建立在文献[8]的三级价格歧视分类基础上的. 文献[9]对比分析了水平差异化背景下双寡头双边平台的一级价格歧视策略与统一定价策略, 而文献[10]研究了完全垄断双边平台的二级价格歧视策略. 文献[11]通过引入折扣率和价格歧视阈值两个变量, 研究了价格歧视策略是否能够帮助双边平台同时实现利润增加和用户增长两个目标的问题. 该文实质上是二级价格歧视. 文献[12]则利用西班牙当地电视台的用户订阅费和广告价格等数据, 实证分析了双边市场背景下价格歧视策略与产品市场竞争之间的关系. 然而, 该文的价格歧视既包含二级价格歧视, 又包含三级价格歧视, 文中对二者没有区分. 与上述文献的重要区别在于, 本文研究的是基于消费历史的价格歧视策略, 这是一种新型且广泛应用的价格歧视策略^[6], 却与传统的三级价格歧视分类不相关^[5].

目前围绕 BBPD 的研究集中于: 若能区分出新老顾客, 是否要进行价格歧视^[13]? 若采取 BBPD, 价格折扣和附加补偿哪一种方式好^[14]? BBPD 能否帮助企业阻止老顾客的流失^[5,15]? 为老顾客提供额外收益是否会影响 BBPD 策略的有效性^[16,17]? 消费者偏好如何影响 BBPD 的选择^[18,19]? 与上述文献研究传统单边市场中双寡头竞争情形不同, 本文研究了完全垄断情形下双边平台的 BBPD 策略, 研究发现, 在给定买方前瞻性程度的前提下, BBPD 增加了双边平台第二期名义利润和实际长期利润, 并且不存在传统单边市场的棘轮效应^[15]. 这一结论再次佐证了文献[20]不能将单边市场的结论轻易地转嫁到双边市场中的论断.

此外, 有关前瞻性(forward looking)方面的研究与本文相关. 前瞻性是指决策者在第一期决策时, 不仅考虑第一期获得的效用, 还考虑第二期获得的期望效用, 根据两期效用最大化的原则选择是否购买^[16,21]. 当消费者和企业同时具有前瞻性时(不妨设为 δ_C 和 δ_F), 会大大增加计算难度, 所得结果往往非常复杂, 造成分析困难. 目前有三种处理方式解决该问题: 一是, 研究几种特殊情形. 文献[21]研究了 $\delta_C = 0, 1$ 和 $\delta_F = \lambda$ 情形下转移成本对市场竞争的影响; 文献[22]研究了响; 文献[22]研究了 $\delta_C, \delta_F = 1$ 情形下老顾客的奖励形式与价格策略与价格策略之间的关系. 二是, $\delta_C = \delta_F$. 文献[13, 15, 12]等采取了该方法. 三是, δ_C 和 δ_F 不同. 文献[23]研究了在企业和消费者拥有不同前瞻性背景下消费者学习能力对竞争的影响. 显然, 第三种处理方式是更一般的情形. 本文选择了第三种处理方式, 考虑了买方和平台具有不同前瞻性背景下的平台定价问题. 研究发现, 平台最优策略的选择最终取决于买方和平台前瞻程度的大小. 当买方比平台更看重未来收益时, 平台应该采取统一定价策略; 反之, 平台应该采取基于历史交易信息的价格歧视策略.

2 两期双边平台模型

2.1 问题描述

考虑一个完全垄断的双边平台, 买方和卖方是该平台的两边用户, 二者只能通过平台达成交易. 平台向买方和卖方征收的会员费分别为 p_B 和 p_S . 根据文献[24, 25], 卖方加入平台产生的效用为 $u = \theta_S n_B - p_S - f$. 其中 θ_S 表示每增加一个买方给卖方增加的效用, 称作交叉网络外部性强度; n_B 表示卖方加入平台时, 买方同时加入平台的实际数量⁷; f 表示卖方因加入平台而发生的投资费用, 服从[0,1]的均匀分布. 因此, 加入平台的卖方数量为

$$n_S = \theta_S n_B - p_S. \quad (1)$$

根据文献[2], 买方加入平台发生的实际支出为 $\omega = p_B - \theta_B n_S$. 其中 θ_B 和 n_S 的含义与 θ_S 和 n_B 类似. 假设买方的实际支出 ω 在[0, V] 上均匀分布. 因此, 只有 $\omega > \omega^*$ 的买方愿意加入平台. 其中 ω^* 是买方选择

⁷ n_B 表示卖方加入平台时买方同时加入平台的预期数量. 然而理性的买方在均衡时必有 $n_B|_{\text{Expect}} = n_B|_{\text{Real}}$. 因而文中对此不做区分, 认为 n_B 实际卖方数量.

加入和不加入平台的无差异点. 因此, 加入平台的买方数量为

$$n_B = V - \omega^* = V + \theta_B n_S - p_B. \quad (2)$$

为了简化分析, 不妨设平台在买方市场和卖方市场不产生任何固定成本和可变成本⁸. 因此, 平台面临的利润函数为

$$\pi = p_B n_B + p_S n_S. \quad (3)$$

2.2 基本假设

假设 1 买卖双方和平台都是理性的. 这意味着: 买(卖)方能够准确地预测加入平台的卖(买)方数量, 平台能够准确地预测到加入平台的买方和卖方的数量, 即买方和卖方以及平台三者均满足一致预测性.

假设 2 买方具有前瞻性, 而卖方不具有前瞻性. 前瞻性表示: 买方在第一期选择加入平台时, 不仅考虑当期获得的效用, 还考虑在第二期能够获得的期望效用, 即买方根据两期效用之和最大化的原则选择是否加入平台. 不妨设买方的贴现因子为 $\delta_B \in [0, 1]$. $\delta_B = 0$ 表示买方无前瞻性, 仅根据当期效用最大化的原则选择加入平台; $\delta_B = 1$ 表示买方具有完全前瞻性, 买方选择第一期加入平台还是第二期加入没有任何区别. 类似地, 假设平台也具有前瞻性, 其贴现因子为 $\delta_P \in [0, 1]$.

假设 3 买方和卖方拥有固定偏好, 不随着交易次数的变化而变化⁹. 可以从两个角度理解该假设: 一是买方和卖方不具有学习性, 无法从历史交易信息中获取平台的相关信息; 二是两期交易时间间隔较短, 买方和卖方来不及更新偏好.

假设 4 在第一期交易完成前, 平台制定统一定价, p_{B1} . 当第 1 期交易完成后, 可能会有部分新买方在第二期加入平台, 假设平台能够通过某种技术识别出买方是否在第一期加入平台. 因此, 在第二期定价中, 根据买方在第一期是否已经加入平台, 平台制定不同的价格, p_{B2}^O 和 p_{B2}^N . 其中, 变量右上标 O 表示两期均加入平台的买方, 即老买方; N 表示第二期新加入平台的买方, 即新买方; 右下标 1 和 2 分别表示第一期和第二期.

2.3 模型分析

本文构建了一个两期完全信息动态博弈模型, 博弈次序如图 1 所示. 采用逆向归纳法求解该模型.

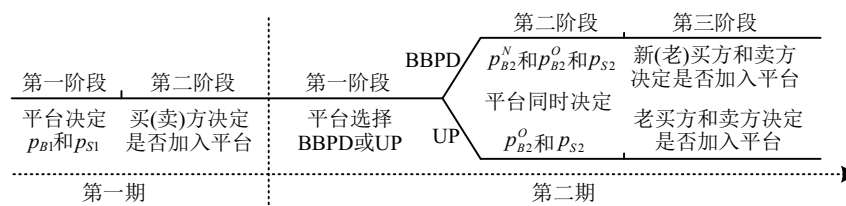


图 1 博弈次序

Fig. 1 The game order

根据买方是否在第一期加入平台, 第二期加入平台的买方可分为两类, 即老买方和新买方; 而卖方仅有一类. 因此, 平台在第二期面临的利润函数为

$$\pi_2 = p_{B2}^O n_{B2}^O + k p_{B2}^N n_{B2}^N + p_{S2} n_{S2}, \quad (4)$$

其中 n_{B2}^O 表示两期均加入平台的老买方数量; n_{B2}^N 表示第二期初次加入平台的新买方数量; n_{S2} 表示第二期加入平台的卖方数量, 由式(1)给定; $k = 1$ 表示平台在第 2 期实施 BBPD, $k = 0$ 表示平台在第二期实施 UP.

⁸ 文献[2]与文献[25]均假设买方加入平台并不产生任何固定费用和可变费用. 该假设可以简化分析过程, 但不影响结论. 关于双边市场中边际成本的分析, 见文献[26].

⁹ 与之相对的是可变偏好假设, 见文献[13, 21, 27] 等关于两期竞争中用户转移成本的研究.

老买方和新买方在第二期的数量分别为

$$\begin{cases} n_{B2}^O = \min(V - \omega_2^O, V - \omega_1) \\ n_{B2}^N = \max(k(\omega_1 - \omega_2^N), 0). \end{cases} \quad (5)$$

对老买方而言, 其第二期加入平台的数量不可能超过第一期的数量. 若 $\omega_2^O > \omega_1$, 意味着只有部分第一期加入平台的买方在第二期仍然加入平台, 即有部分买方在第二期离开平台. 称之为部分覆盖(partial covered); 若 $\omega_2^O < \omega_1$, 则第一期加入平台的买方在第二期全部加入平台, 即没有买方在第二期流失. 称之为完全覆盖(completely covered). 对第二期的新买方而言, 若平台在第二期实施 BBPD, 并且当 $\omega_1 > \omega_2^N$ 时, 才会有买方在第二期初次加入平台. 造成买方在第二期初次加入平台的原因可能是平台采取了降价策略($p_{B2}^N < p_{B1}$), 也可能是由于第二期卖方数量的增加($n_{S2} > n_{S1}$), 还可能是同时受二者的影响.

与文献[7]新老客户需求函数相互独立的情形不同, 在双边市场中, 交叉网络外部性的存在导致新买方和老买方的需求函数相互影响, 式(4)无法分解成三个独立的部分, 进而单独计算 p_{B2}^O , p_{B2}^N 和 p_{S2} . 因此, 需要先求出买方和卖方在第二期的总需求函数, 即 n_{B2} 和 n_{S2} ; 之后, 运用 KKT 条件解得均衡解(计算过程见附录 A, 所得结果见表 1). 在第二期, 加入平台的买方和卖方的总数量为

$$\begin{cases} n_{B2} = n_{B2}^O + kn_{B2}^N \\ n_{S2} = \theta_S n_{B2} - p_{S2}. \end{cases} \quad (6)$$

由于卖方不具有前瞻性, 卖方在第一期加入平台的数量依然如式(2)所示, 即 $n_{S1} = \theta_S n_{B1} - p_{S1}$. 而具有前瞻性的买方在第一期需要做出两个决策: 一是是否加入平台? 二是如果加入平台, 选择第一期加入还是第二期加入? 因此, 实际支付意愿为 ω^* 的买方在第一期面临的决策可通过下式表示

$$\omega^* - \omega_1 + \delta_B \max(\omega^* - \omega_2^O, 0) \geq \delta_B \max(k(\omega^* - \omega_2^N), 0). \quad (7)$$

由于第一期加入平台的无差异买方在第二期获得的效用始终为零, 上式可化简为

$$\omega^* = \begin{cases} \omega_1, & \delta_B = 1 \text{ 或 } k = 0 \\ \frac{\omega_1 - \delta_B \omega_2^N}{1 - \delta_B}, & \delta_B \in [0, 1) \text{ 且 } k = 1. \end{cases} \quad (8)$$

因此, 买方在第一期加入平台的数量为 $n_{B1} = V - \omega^*$. 类似地, 联立 n_{B1} 和 n_{S1} , 可得买方和卖方在第一期加入平台的数量. 平台在第一期面临的利润函数为

$$\pi_1 = p_{B1} n_{B1} + p_{S1} n_{S1} + \delta_P \pi_2. \quad (9)$$

通过求解 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_{B1}} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_{S1}} = 0$, 可解得平台在第一期为买方和卖方制定的均衡价格以及实现均衡时的市场份额和利润, 如表 1 所示.

若平台在第二期实施 UP, 即 $k = 0$, 不论买方是否具有前瞻性, 也不论买方的前瞻性程度如何, 平台在第二期为买方和卖方制定与第一期相同的均衡价格, 获得与第一期相同的市场份额和利润. 该情形下的均衡结果与平台在第二期实施 BBPD 且 $\delta_B = 1$ 情形下的均衡结果相同.

2.4 结果分析

在有关两期动态博弈模型中, 文献[21]将 $\delta_B = 0$ 情形下的消费者称之为单纯消费者(naive consumer), 文献[5]将其称之为短视消费者(myopic consumer), 文献[28]将其称之为无认知力消费者(customer with no-recognition), 而文献[29]将其称之为非策略性消费者(non-strategic consumer). 不论称谓为何, $\delta_B = 0$ 意味着买方完全没有耐心, 即消费者的第一期决策与第二期决策相互独立, 消费者在第二期获得的效用对第一期决策没有任何影响; 而 $\delta_B = 1$ 意味着买方具有完全的耐心, 即选择第一期加入平台还是第二期加入是无差异的.

定理 1 实现均衡时, 若平台在第二期实施 BBPD, 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 平台除了获得所有老买方, 还将获得部分新买方; 当 $\delta_B = 1$ 时, 尽管平台获得所有老买方, 却不能获得新买方. 若平台在第二期实施 UP, 无论 δ_B 取何值, 平台都只能获得所有老买方.

表 1 平台对第二期新买方实施降价策略情形下的均衡结果

Table 1 Equilibrium results of the platform under the circumstance of implementing the price reduction strategy for new buyers in second stage

变量		$\delta_B \in [0, 1)$	$\delta_B = 1$
第 二 期	p_{B2}^O	$(\omega_1(T_S - 2) - 2n_{B1}(T_B + 2))/\Lambda$	$\omega_1 + n_{B1}(T_B + 2)/2$
	p_{B2}^N	$(\omega_1 T_S + (T_S - T_B)n_{B1})/\Lambda$	—
	p_{S2}	$(\theta_B - \theta_S)(\omega_1 + 2n_{B1})/\Lambda$	$n_{B1}(\theta_S - \theta_B)/2$
	n_{B2}^O	n_{B1}	n_{B1}
	n_{B2}^N	$-((\Lambda + 4)n_{B1} + 2\omega_1)/\Lambda$	0
	n_{S2}	$-(\theta_B + \theta_S)(\omega_1 + 2n_{B1})/\Lambda$	$n_{B1}(\theta_S + \theta_B)/2$
	π_2	$-n_{B1}^2 - (\omega_1 + 2n_{B1})^2/\Lambda$	$n_{B1}^2\Lambda/4 + n_{B1}(n_{B1} + \omega_1)$
第 一 期	p_{B1}	$V/\Lambda(T_S + \delta_B + M/\Gamma)$	$T_S V/\Lambda$
	p_{S1}	$V(\theta_B - \theta_S)(\Lambda + 2\delta_B - 2\delta_P)/\Gamma$	$(\theta_B - \theta_S)V/\Lambda$
	n_{B1}	$-2V(\Lambda + 2\delta_B - 2\delta_P)/\Gamma$	$-2V/\Lambda$
	n_{S1}	$-V(\theta_B + \theta_S)(\Lambda + 2\delta_B - 2\delta_P)/\Gamma$	$-(\theta_B + \theta_S)V/\Lambda$
	π_1	$-V^2\Lambda\Gamma((\Lambda + 2\delta_B - 2\delta_P)^2 + \delta_P\Gamma)$	$-(\delta_P + 1)V^2/\Lambda$

注: $\Lambda = (\theta_S + \theta_B)^2 - 4 < 0$, $T_S = \theta_B\theta_S + \theta_S^2 - 2$, $T_B = \theta_B\theta_S + \theta_B^2 - 2$, $\Gamma = 4(\delta_B - \delta_P)(\Lambda + 2) + \Lambda^2 + 4\delta_P > 0$, $M = (4\delta_B - 2T_B(\Lambda + 2))\delta_P + \delta_B(T_B(T_B - T_S)(\Lambda + 4))$. 表中的第二期均衡解要求满足所有的 KKT 条件, 而第一期均衡解要求满足 Hesse 矩阵负定. 各种情形下均衡解存在的条件见附录 B.

上述定理表明, 当 $\delta_B \in [0, 1]$ 时, 不论平台是否在第二期实施 BBPD, 仅在买方完全覆盖情形下有均衡解, 而在部分覆盖情形下不存在均衡解. 也就是说, 没有老买方在第二期选择离开平台. 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 由于老买方在第二期的实际支付不高于第一期的实际支付($\omega_2^O \leq \omega_1$), 既然老买方在第一期选择加入平台, 那么, 理性的老买方在第二期也必然加入平台. 因此, 不论平台是否在第二期实施 BBPD, 平台都将获得全部老买方. 同时, 由于新买方在第二期的实际支付低于第一期的实际支付($\omega_2^N \leq \omega_1$), 因此, 部分新买方在第二期加入平台. 当 $\delta_B = 1$ 时, 平台无法在第二期实施 BBPD(见定理 2), 即平台对老买方和新买方制定统一进入价格, 这直接导致没有新买方在第二期加入平台, 并且老买方在第二期不会离开平台.

定理 2 若平台在第二期实施 BBPD, 均衡时: 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 若 $T_B + 2\delta_B > 0$, 则 $p_{B2}^O > p_{B2}^N > p_{B1}$; 若 $T_B + 2\delta_B < 0$, 则 $p_{B2}^O > p_{B1} > p_{B2}^N$; 若 $\theta_B < \theta_S$, 则 $p_{S1} < p_{S2}$; 若 $\theta_B > \theta_S$, 则 $p_{S1} > p_{S2}$; $n_{B1} < n_{B2}$; $n_{S1} < n_{S2}$; $\pi_1 - \delta_P\pi_2 < \pi_2$; 当 $\delta_B = 1$ 时, $p_{B1} = p_{B2}^O$, $p_{S1} = p_{S2}$, $n_{B1} = n_{B2}$, $n_{S1} = n_{S2}$, $\pi_1 - \delta_P\pi_2 = \pi_2$.

定理 2 表明, 在双边市场中, BBPD 在 $\delta_B \in [0, 1)$ 情形有效, 而在 $\delta_B = 1$ 情形无效. 定理 2 意味着, 平台能够通过实施 BBPD 来获得额外利润. 这与文献[15, 30]的结论相悖. 他们发现, 在单边市场中, 在完全垄断企业实施 BBPD 时, 其均衡利润低于不实施该策略时的均衡利润. 在单边市场中, 当企业实施 BBPD 时, 企业会对老买方制定高价以便攫取更多的消费者剩余, 而对新买方制定低价来吸引新客户的购买, 即出现棘轮效应[28]. 策略性消费者预见到该结果后, 必然会推迟购买[15, 30]. 然而, 在双边市场中, 尽管平台对老买方制定了高价, 但由于第二期卖方数量的增加, 导致老买方在第 2 期的实际支付与第一期的实际支付相等($\omega_2^O = \omega_1$), 即不存在棘轮效应. 因此, 在双边市场中, 在 $\delta_B \in [0, 1)$ 情形下, 实施 BBPD 不仅有利于平台从老买方攫取更多的消费者剩余, 而且还能从新买方获得额外的利润. 然而, 在 $\delta_B = 1$ 情形下, 平台对新买方制定了与老买方相同的均衡价格, 导致 BBPD 无效. 因此, 平台不能通过该策略获得更多的利润.

推论 1 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 有两方面的原因造成了第二期新买方加入平台: 一是, 若 $T_B + 2\delta_B > 0$, 仅由加入平台的第二期卖方数量增加(即 $n_{S1} < n_{S2}$)导致; 二是, 若 $T_B + 2\delta_B < 0$, 由加入平台的第二期卖方数量增加和平台在第二期对新买方制定了低于第一期的进入价格(即 $p_{B2}^N < p_{B1}$)两个因素共同导致.

推论 1 表明, 造成新买方在第二期加入平台原因可能是一个, 也可能是两个. 取决于交叉网络外部性强度和买方前瞻性强度之间的关系. 此外, 该推论也意味着平台在第二期实施 BBPD 并不意味着新买方的进入价格必然低于买方在第一期的进入价格. 根据定理 1, 当 $T_B + 2\delta_B > 0$ 时, $p_{B2}^N > p_{B1}$ 和 $n_{B2}^N = \omega_1 - \omega_2^N > 0$. 其原因在于: 买方是基于实际支付决定是否加入平台, 而不是名义支付. 由于交叉网络外部性的存在, 第二期卖方数量的增加降低了新买方在第二期的实际支付, 并且降低量大于新买方价格的增加量, 最终导致新买方在第二期的实际支付低于第一期的实际支付. 因而, 尽管平台对新买方制定高于第一期的进入价格, 依然有新买方在第二期加入平台, 即 BBPD 依然有效.

推论 2 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 若平台在第二期实施 BBPD, 买方和卖方第二期的数量均增加, 形成了双边市场特有的正反馈机制.

在 $\delta_B \in [0, 1)$ 情形下, 平台实施 BBPD 降低了新买方的实际支付意愿, 因而吸引到了部分新买方在第二期加入平台. 根据式(1), 在不考虑卖方价格变化的情形下, 第二期加入平台的卖方数量必然会增加. 根据式(2), 这又会降低新买方的实际支付意愿, 进而吸引更多新买方在第二期加入平台. 之后, 再次增加的新买方会再次增加卖方数量, 从而进一步增加新买方的数量, 以此往复, 形成区别于单边市场的正反馈机制. 进一步, 由于平台具有理性, 即平台知道卖方数量在第二期会增加, 那么, 平台会适当地提高卖方的进入价格, 只要 $\theta_S n_{B2}^N > p_{S2} - p_{S1}$, 第二期卖方数量总是在增加, 正反馈机制总是有效. 当 $\theta_S n_{B2}^N = p_{S2} - p_{S1}$ 时, 平台不能形成正反馈机制. 因为新买方数量增加带来的额外正效用恰好抵消了卖方价格提高产生的负效用, 最终导致卖方数量没有增加. 没有增加. 当 $\theta_S n_{B2}^N < p_{S2} - p_{S1}$ 时, 平台不仅不能形成正反馈机制, 反而形成了负反馈机制. 卖方数量的减少造成买方实际支付意愿增加, 导致买方数量减少, 通过负反馈机制, 进一步会缩减平台两边的用户规模. 显然, 这是平台最不愿意见到的情形. 因此, 对于成长中平台企业而言, 在采用降价吸引一边用户的时候, 不适宜过分提高另一方用户的价格.

定理 3 若平台在第二期实施 BBPD, 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 平台第一期名义利润($\pi_1 - \delta_P \pi_2$)随 δ_P 的增加而减少, 而第二期名义利润(π_2)、第二期与第一期名义利润之差($(1 + \delta_P)\pi_2 - \pi_1$)均随 δ_P 的增加而增加; 当 $\delta_B = 1$ 时, 平台第一期和第二期的名义利润均与 δ_P 无关; 当 $\delta_B \in [0, 1]$ 时, 平台实际长期利润(π_1)随 δ_P 的增加而增加.

证明 若平台在第二期实施 BBPD, 根据表 1 计算结果, 易得

$$\frac{\partial(\pi_1 - \delta_P \pi_2)}{\partial \delta_P} = \frac{8\delta_P(4\delta_B - \Lambda^2 - 2\Lambda)^2 V^2}{\Lambda \Gamma^3} < 0, \quad \frac{\partial \pi_2}{\partial \delta_P} = -\frac{8(4\delta_B - \Lambda^2 - 2\Lambda)^2 V^2}{\Lambda \Gamma^3} > 0,$$

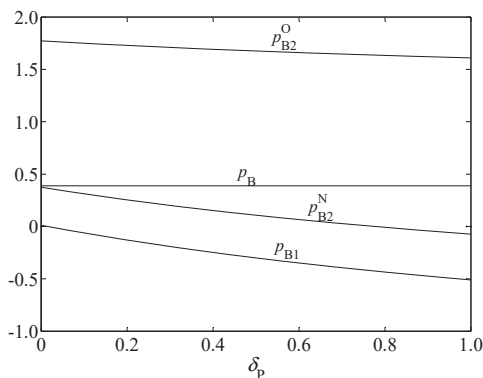
$$\frac{\partial(\delta_P \pi_2 + \pi_2 - \pi_1)}{\partial \delta_P} = -\frac{8(1 + \delta_P)(4\delta_B - \Lambda^2 - 2\Lambda)^2 V^2}{\Lambda \Gamma^3} > 0, \quad \frac{\partial \pi_1}{\partial \delta_P} = \pi_2 > 0. \quad \text{证毕.}$$

δ_P 越大意味着平台越有耐心, 越看重未来的收益. 定理 3 表明, 给定买方非完全前瞻的条件下, 平台越有耐心, 越不利于平台追求短期收益, 而有利于平台追求长期利润. 这或许能部分地解释为何以京东商城、当当网、优酷等为代表的电商平台在发展初期一直亏损, 却持续不断加大资金投入力度的现象¹⁰. 当 $\delta_B = 1$ 时, 平台在第一期和第二期制定了完全相同的决策, 且与 δ_P 无关. 因此, 平台的耐心程度并不会影响两期的名义利润, 但实际长期利润却随平台耐心程度的提高而增加. 此外, 定理 3 意味着, 在给定买方的前瞻性程度的前提下, 着眼于长期利润最大化是平台的最优策略, 并且平台越有耐心, 长期利润越大.

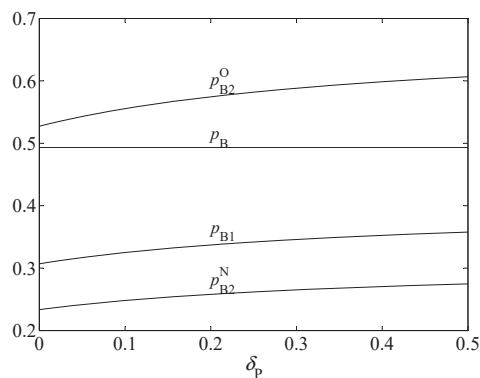
此外, 买(卖)方市场在第一期和第二期的市场份额与 δ_P 的关系不确定. 当 $\theta_B + \theta_S \in (\sqrt{2}, 2)$ 时, 买(卖)方市场在第一期和第二期的市场份额以及第二期新买方的数量均随 δ_P 的增加而增加; 当 $\theta_B + \theta_S \in (0, 3 - \sqrt{5})$ 时, 买(卖)方市场在第一期和第二期的市场份额随 δ_P 的增加而减少, 但第二期新买方的数量随 δ_P 的增加而

¹⁰ 当当网在 2011 年~2014 年的净利润依次为 -2.28 亿元人民币, -4.44 亿元人民币, -1.43 亿元人民币和 0.88 亿元人民币; 京东商城在 2011~2014 年的净利润依次为 -12.84 亿元人民币, -17.29 亿元人民币, -0.50 亿元人民币和 -50.00 亿元人民币; 优酷在 2011 年~2014 年的净利润依次为 -1.72 亿元人民币, -4.24 亿元人民币, -5.81 亿元人民币和 -1.43 亿元人民币. 数据源于企业公布的年度财务报表. 类似“短期烧钱, 布局长期”的案例还有合并前的滴滴和快滴软件、大众点评和美团网等.

增加(证明见附录 C). 同时, 买(卖)方市场在第一期和第二期的均衡价格与 δ_P 的关系也不确定, 取决于 θ_B , θ_S , δ_P 和 δ_B 之间的关系. 如图 2 所示, 图中 p_B 表示当平台在第二期采取 UP 策略时, 平台在第一期与第二期的均衡价格. 图 2(a)中, 当 $\delta_P > 0.016$ 时, $p_{B1} < 0$; 当 $\delta_P > 0.777$ 时, $p_{B2}^N < 0$. 出现负价格的原因有两个: 1) 文中没有考虑成本因素, 价格是净价格; 2) 双边市场独有的特性, 即卖方对买方的交叉网络外部性较大.



(a) $\theta_B = 0.7, \theta_S = 0.9, V = 1, \delta_B = 0.7$



(b) $\theta_B = 0.2, \theta_S = 0.3, V = 1, \delta_B = 0.7$

图 2 买方均衡价格与 δ_P 的关系

Fig. 2 The relationship between buyer's equilibrium price and δ_P

在 $\theta_B = 0.7$ 和 $\theta_S = 0.9$ 时, p_{B1} , p_{B2}^O 和 p_{B2}^N 均随 δ_P 的增加而减少, 并且 $p_{B2}^O > p_B > p_{B2}^N > p_{B1}$; 显然, 图 2(a)验证了推论 1, 即平台在第二期实施 BBPD 时, 新买方的进入价格可以高于买方在第一期的进入价格. 在 $\theta_B = 0.2$ 和 $\theta_S = 0.3$ 时, p_{B1} , p_{B2}^O 和 p_{B2}^N 均随 δ_P 的增加而增加, 并且 $p_{B2}^O > p_B > p_{B1} > p_{B2}^N$.

定理 4 若平台在第二期实施 BBPD 且当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 买方和卖方在第一期和第二期的市场份额、平台实际长期利润(π_1) 均随 δ_B 的增加而减少; 若 $\theta_B + \theta_S \in (\sqrt{2}, 2)(\theta_B + \theta_S \in (0, \sqrt{2}))$, 第二期加入平台的新买方数量随 δ_B 的增加而减少(增加).

定理 4 意味着, 给定其他条件不变的假设下, 买方的前瞻性程度越高越不利于平台追求长期利润最大化. 该结论与文献[15] 相同, 但二者的原因不同. 文献[15]认为前瞻性消费者会意识到未来有可能被企业征收较高的价格, 他们会更愿意在第一期选择加入平台. 这必然导致初期消费者数量策略性地增加, 后期消费者数量策略性地减少, 最终造成企业长期利润的下降. 而本文发现买方前瞻性不仅降低了第二期的市场份额, 同时也降低了第一期的市场份额. 本文与文献[15]的另一个不同之处在于, 他在单边市场的基础上构建了一个无限期重复的完全垄断模型, 而本文则在双边市场的背景下构建一个完全垄断的两期动态博弈模型. 定理4(2)表明, 第二期加入平台的新买方数量与 δ_B 的关系取决于两边交叉网络外部性之和. 当两边交叉网络外部性之和较大(较小)时, 即 $\theta_B + \theta_S \in (\sqrt{2}, 2)(\theta_B + \theta_S \in (0, \sqrt{2}))$, 较大的买方前瞻性不利于(有利于)平台在第二期吸引更多的新买方.

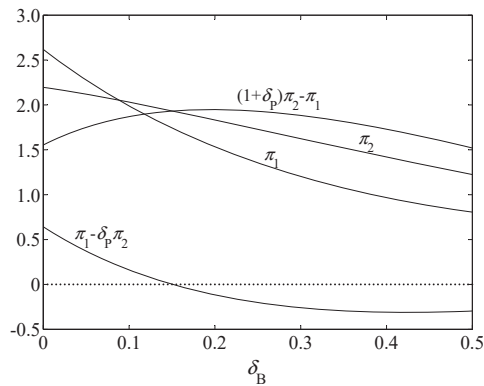
此外, 平台第一期名义利润、第二期名义利润以及第二期与第一期名义利润之差与 δ_B 的关系不明确. 如图 3(a)所示, 在 $\theta_B = 0.7$ 和 $\theta_S = 0.9$ 时, $\pi_1 - \delta_P \pi_2$ 先减后增, π_2 单调递减, 后减. 特别地, 当 $\delta_B \in [0.302, 1]$ 时, 平台的第一期名义利润为负, 但第二期名义利润和实际长期利润均为正. 该情形意味着, 追求长期利润最大化的平台允许在短期内亏损. 这与前文提到的京东商城、当当网、优酷等为代表的电商平台在亏损运营的现实相符. 如图 3(b)所示, 在 $\theta_B = 0.2$ 和 $\theta_S = 0.3$ 时, $\pi_1 - \delta_P \pi_2$ 单调递减, π_2 和 $(1 + \delta_P)\pi_2 - \pi_1$ 单调递增.

定理 5 当 $\delta_B > 1 + \delta_P - \sqrt{1 + \delta_P}$ 时, BBPD 是平台的最优策略; 当 $\delta_B < 1 + \delta_P - \sqrt{1 + \delta_P}$ 时, UP 是平台的最优策略.

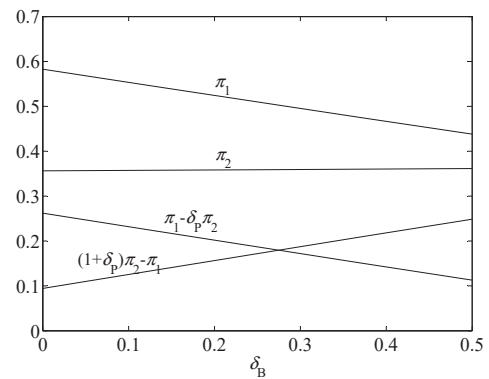
证明 根据表 1 计算结果, 易得

$$\pi_1^{\text{DP}} - \pi_1^{\text{NDP}} = -\frac{4V^2}{\Delta T} \left((\delta_V^2 \Delta T ((\delta_B - \delta_P)^2 + \delta_P - 2\delta_B) \right).$$

显然, 上式的符号取决于 $L = (\delta_B - \delta_P)^2 + \delta_P - 2\delta_B$. 通过求解 $L = 0$, 得 $\delta_B = 1 + \delta_P + \sqrt{1 + \delta_P}$ (舍去), $1 + \delta_P - \sqrt{1 + \delta_P}$. 由于 L 是开口向上的二次函数, 因此, 当 $\delta_B > 1 + \delta_P - \sqrt{1 + \delta_P}$ 时, $L > 0$. 证毕.



(a) $\theta_B = 0.7, \theta_S = 0.9, V = 1, \theta_P = 0.9$



(b) $\theta_B = 0.2, \theta_S = 0.3, V = 1, \theta_P = 0.9$

图 3 平台利润与 δ_B 的关系

Fig. 3 The relationship between platform profit and δ_B

定理 5 表明, 交叉网络外部性强度对平台最优策略的选择并无影响, 买方前瞻性程度(δ_B)与平台的前瞻性程度(δ_P)才是决定平台在第二期是否采取 BBPD 的关键因素. 根据定理 3 和定理 4, 平台实际长期利润随 δ_P 的增加而增加, 却随 δ_B 的增加而减少. 也就是说, δ_B 与 δ_P 对 π_1 产生相反的作用. 因此, 最优策略的选择取决于二者作用的强弱. 根据定理 5 显示结果, δ_B 对 π_1 的负影响强于 δ_P 对 π_1 的正作用. 因此, 如图 4 所示, BBPD 是平台最优策略的区域面积小于 UP 是平台最优策略的区域面积. 当 $\delta_B > 0.586$ 时, 不论 δ_P 取何值, UP 总是平台的最优策略. 该定理揭示了在双边市场中, 买方与平台不同前瞻性程度对竞争策略的影响. 当买方比平台更看重未来收益时, 平台应该采取 UP; 反之, 当平台比买方更看重未来收益时, 平台应该采取 BBPD.

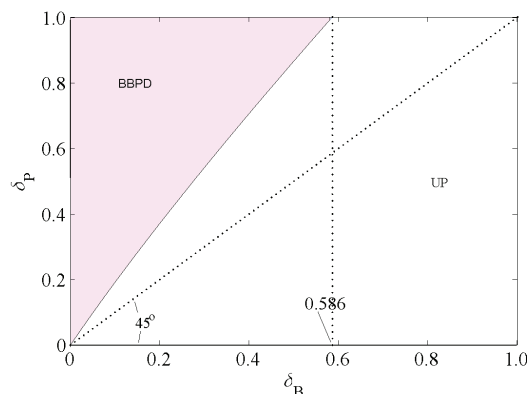


图 4 平台最优策略

Fig. 4 The platform optimal strategy

特别地, 当 $\delta_B = 0$ 时, 即买方完全短视, BBPD 是平台的最优策略; 当 $\delta_P = 0$ 时, 即平台追求短期利益最大化, UP 是平台的最优策略. 正如前文所述, 文献[7]研究了 $\delta_B = \delta_P$ 情形下基于客户成本的定价问题, 如若两类客户的边际成本相同(即 $\bar{s} = 0$), 则该文中定理 1 和定理 2 与本文所得结论相同, 即 UP 是平台的最优策略.

3 结束语

基于对代表性电商平台的两个观察结果,一是基于消费历史的价格歧视策略(BBPD)是电商平台普遍采用的一种定价策略;二是用户在同一平台进行多次交易,本文在文献[7]的基础上,构建了一个完全垄断双边平台的两期动态博弈模型,通过假定买方和平台具有不同的前瞻性程度,研究了二者是如何影响用户的多次交易行为的,以及如何影响平台最优策略的选择,即 BBPD 和 UP. 本文的主要贡献在于通过构建可求解的两期双边平台动态博弈模型,解析了双边平台两边用户的多次购买行为;证明了在双边市场中不存在传统单边市场的棘轮效应;揭示了双边市场的正反馈机制存在的条件;分析了用户前瞻性和平台前瞻性对平台选择最优策略选择的影响,并给出了平台选择 BBPD 和 UP 的临界条件.

此外,本文的局限性体现在: 1)研究过程中假设所有买方具有相同的 δ_B ,忽略了买方用户的差异性; 2)假设老买方在两期获得相同基本收益,即 V 固定不变,并且新买方也获得 V . 在现实中,消费者具有学习能力,不仅根据历史经验学习(learning from experiences)^[31],还可以从其他消费者学习(word of mouth)^[32]. 3)正如文献[7]所研究的,消费者成本对平台策略有重要影响,本文忽略了该因素. 4)完全垄断情形下的模型是对现实高度抽象的模型,忽略了企业与企业之间的相互作用. 对上述四个假设的拓展是未来进一步的研究方向.

参考文献:

- [1] Rochet J C, Tirole J. Two-sided markets: A progress report. RAND Journal of Economics, 2006, 37(3): 645–667.
- [2] Armstrong M. Competition in two sided market. RAND Journal of Economics, 2006, 37(3): 668–691.
- [3] Evans D S, Schmalensee R. The industrial organization of markets with two-sided platforms. Competition Policy International, 2007, 3(1): 151–179.
- [4] 王小芳, 纪汉霖. 用户基础与拥挤效应及双边平台的市场进入. 系统工程学报, 2015, 30(4): 466–475.
Wang X F, Ji H L. Installed base and congestion effect and platform entry in two-sided markets. Journal of Systems Engineering, 2015, 30(4): 466–475. (in Chinese)
- [5] Fudenberg D, Tirole J. Customer poaching and brand switching. RAND Journal of Economics, 2000, 31(4): 634–657.
- [6] Chen Y M, Iyer G. Consumer addressability and customized pricing. Marketing Science, 2002, 21(2): 197–208.
- [7] Shin J, Sudhir K, Yoon D H. When to “fire” customers: Customer cost-based pricing. Management Science, 2012, 58(5): 932–947.
- [8] Pigou A C. The Economics of Welfare. London: Macmillan, 1920.
- [9] Liu Q, Serfes K. Price discrimination in two-sided markets. Journal of Economics & Management Strategy, 2013, 22(4): 768–786.
- [10] 万校基, 邓贵仕. P2P 网络借贷平台的竞争策略分析. 系统工程学报, 2015, 30(5): 650–658.
Wan X J, Deng G S. Analysis on competitive strategy of peer-to-peer online lending platforms. Journal of Systems Engineering, 2015, 30(5): 650–658. (in Chinese)
- [11] Zhang K, Liu W Q. Price discrimination in two-sided markets. South African Journal of Economics and Management Science, 2016, 19(1): 1–17.
- [12] 尚秀芬, 陈宏民. 双边垄断和竞争平台非对称所有权结构研究. 系统工程学报, 2009, 24(4): 509–512.
Shang X F, Chen H M. Research on asymmetric ownership structure for two-sided monopoly and competitive platforms. Journal of Systems Engineering, 2009, 24(4): 509–512. (in Chinese)
- [13] Chen Y M. Paying customers to switch. Journal of Economics & Management Strategy, 1997, 6(4): 877–897.
- [14] Arora N, Henderson T. Embedded premium promotion: Why it works and how to make it more effective. Marketing Science, 2007, 26(4): 514–531.
- [15] Villas-Boas J M. Price cycles in markets with customer recognition. RAND Journal of Economics, 2004, 35(3): 486–501.
- [16] Pazgal A, Soberman D. Behavior-based discrimination: Is it a winning play, and if so, when. Marketing Science, 2008, 27(6): 977–994.
- [17] Esteves R B. Behavior-based price discrimination with retention offers. Information Economics and Policy, 2014, 27(2): 39–51.
- [18] Jing B. Customer recognition in experience vs. inspection good market. Management Science, 2016, 62(1): 216–224.

- [19] Li K J, Jain S. Behavior-based pricing: An analysis of the impact of peer-induced fairness. *Management Science*, 2016, 62(9): 2705–2721.
- [20] Wright J. One-sided logic in two-sided markets. *Review of Network Economics*, 2004, 3(1): 44–64.
- [21] Klemperer P. The competitiveness of markets with switching costs. *RAND Journal of Economics*, 1987, 18(1): 138–150.
- [22] Kim B, Shi M Z, Srinivasan K. Reward programs and tacit collusion. *Marketing Science*, 2001, 20(2): 99–120.
- [23] Villas-Boas J M. Consumer learning, brand loyalty, and competition. *Marketing Science*, 2004, 23(1): 134–145.
- [24] Hagiu A, Halaburda H. Information and two-sided platform profits. *International Journal of Industrial Organization*, 2014, 34(3): 25–35.
- [25] Rasch A, Wenzel T. Piracy in a two-sided software market. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2013, 88(4): 78–89.
- [26] Gold A, Hogendorn C. Tipping in two-sided markets with asymmetric platforms. *Economic Analysis and Policy*, 2016, 50: 85–90.
- [27] Shi M Z. A theoretical analysis of endogenous and exogenous switching costs. *Quantitative Marketing and Economics*, 2013, 11(2): 205–230.
- [28] Villas-Boas J M. Dynamic competition with customer recognition. *RAND Journal of Economics*, 1999, 30(4): 604–631.
- [29] Chen Y M, Zhang Z J. Dynamic targeted pricing with strategic consumers. *International Journal of Industrial Organization*, 2009, 27(1): 43–50.
- [30] Hart O D, Tirole J. Contract renegotiation and coasian dynamics. *Review Economics Study*, 1988, 55(4): 509–540.
- [31] Biyalogorsky E, Gerstner E, Libai B. Customer referral management: Optimal reward programs. *Marketing Science*, 2001, 20(1): 82–95.
- [32] Nam S, Manchanda P, Chintagunta P K. The effect of signal quality and contiguous word-of-mouth on customer acquisition for a video-on-demand service. *Marketing Science*, 2010, 29(4): 690–700.

作者简介:

张 凯(1981—), 男, 山西朔州人, 博士, 副教授, 研究方向: 双边平台定价及竞争策略, 平台经济学, Email: zhangkai@sxu.edu.cn.

附录 A

若平台在第二期对新买方实施 BBPD, 以 $\delta_B \in [0, 1)$ 且存在部分覆盖情形为例. 平台在第二期面临的决策为

$$\begin{cases} \text{Max } \pi_2 = p_{B2}^O n_{B2}^O + p_{B2}^N n_{B2}^N + p_{S2} n_{S2} \\ \text{s.t. } \omega_1 < \omega_2^O, \omega_2^N \leq \omega_1. \end{cases}$$

该问题对应的 Lagrange 函数为

$$L = p_{B2}^O n_{B2}^O + p_{B2}^N n_{B2}^N + p_{S2} n_{S2} + \mu_1(\omega_2^O - \omega_1) + \mu_2(\omega_1 - \omega_2^N).$$

最优解要求满足以下所有的条件

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial p_{B2}^O} = 0, & \frac{\partial L}{\partial p_{B2}^N} = 0, & \frac{\partial L}{\partial p_{S2}} = 0, & \mu_1 = 0, & \mu_2(\omega_1 - \omega_2^N) = 0 \\ \mu_1 \geq 0, & \mu_2 \geq 0, & \omega_2^O - \omega_1 > 0, & \omega_1 - \omega_2^N \geq 0. \end{cases}$$

求解可得两组可能均衡解, E_1 和 E_2 , 如表 A1 所示.

表 A1 E_1 和 E_2 表达式

Table A1 Expressions of E_1 and E_2

	μ_1	μ_2	p_{B2}^N	p_{B2}^O	p_{S2}
E_1	0	0	$\frac{\omega_1}{2} + \frac{(T_S - T_B)(V + \omega_1)}{4(\Lambda + 2)}$	$\frac{V}{2} + \frac{(T_S - T_B)(V + \omega_1)}{4(\Lambda + 2)}$	$\frac{(\theta_B - \theta_B - \theta_S)(V + \omega_1)}{2\Lambda + 4}$
E_2	0	$V - \omega_1 + 4V/\Lambda$	$\omega_1 - V(T_B + 2)/\Lambda$	VT_S/Λ	$V(\theta_B - \theta_S)/\Lambda$

将 E_1 和 E_2 分别代入式(9), 求解 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_{B1}} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_1}{\partial p_{S1}} = 0$, 可得两组第一期的可能均衡解, S_1 和 S_2 , 如表 A2 所示.

表 A2 S_1 和 S_2 表达式Table A2 Expressions of S_1 and S_2

	p_{B1}	p_{S1}
S_1	$\frac{T_S V}{\Lambda} + \frac{V(\Lambda \delta_B^2 + \Lambda(\Lambda + 2)\delta_B(\Lambda + 2)\delta_P)}{\Lambda(\Lambda + 2)(2\Lambda + 4 + \delta_P + 2\delta_B)}$	$\frac{2V(\theta_B - \theta_S)(\Lambda + 2 + \delta_P + \delta_B)}{\Lambda(2\Lambda + 4 + \delta_P + 2\delta_B)}$
S_2	$V T_S / \Lambda - 2V \delta_P T_B / (\Lambda(\Lambda + 4\delta_P))$	$V(\theta_B - \theta_B - \theta_S)(\Lambda + 6\delta_P) / (\Lambda(\Lambda + 4\delta_P))$

将 S_1 和 S_2 对应代入 E_1 和 E_2 , 发现若第二期均衡解为 E_1 , $\omega_2^O > \omega_1$ 和 $\omega_1 \geq \omega_2^N$ 无法同时成立; 若第二期均衡解为 E_2 , $\omega_2^O < \omega_1$ 和 $\omega_1 = \omega_2^N$. 显然, 两组均衡解不能完全满足 KKT 条件. 因此, 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时, 部分覆盖情形不存在均衡解.

类似地, 可以分别计算其他 7 种情形, 所得均衡结果如表 1 所示.

附录 B

1) $\delta_B \in [0, 1)$ 情形, 第一期均衡解的 Hesse 矩阵负定需同时满足以下三个不等式

$$\begin{aligned} \Gamma &> 0, \\ (\delta_B - \delta_P)(\Lambda + 2) + \delta_P + \Lambda(\theta_B \theta_S - 1) &> 0, \\ \delta_P \theta_B^2 \Lambda(\Lambda + 1) + ((\Lambda + 2)\delta_B - \Lambda)^2 + \theta_B \theta_S \Lambda(\delta_B(\Lambda + 2) - \Lambda) &> 0. \end{aligned}$$

第二期均衡解符合 KKT 条件需同时满足以下两个不等式 $\Lambda + 2(\delta_B - \delta_P) \leq 0$ 和 $(\delta_B - \delta_P)\Lambda + 2\delta_B - \Lambda > 0$.

2) $\delta_B = 1$ 情形, 第一期均衡解的 Hesse 矩阵负定需满足 $\Lambda < 0$, 第二期均衡解在任何条件下都满足 KKT 条件. 为了保证均衡解的存在以及后续分析的有效性, 假设上述条件均满足.

附录 C

若平台对第二期新买方实施 BBPD, 根据表 1 计算结果, 很容易得到, 当 $\delta_B \in [0, 1)$ 时,

$$\frac{\partial n_{B1}}{\partial \delta_P} = \frac{4V\Delta}{\Gamma^2}, \quad \frac{\partial n_{B2}}{\partial \delta_P} = -\frac{8V\Delta}{\Lambda\Gamma^2}, \quad \frac{\partial n_{B2}^N}{\partial \delta_P} = -\frac{4V(\Lambda + 2)\Delta}{\Lambda\Gamma^2}, \quad \frac{\partial n_{S2}}{\partial \delta_P} = -\frac{4V(\theta_B + \theta_S)\Delta}{\Lambda\Gamma^2}, \quad \frac{\partial n_{S1}}{\partial \delta_P} = -\frac{2}{\Lambda} \frac{\partial n_{S2}}{\partial \delta_P}.$$

其中 $\Delta = 4\delta_B - \Lambda(\Lambda + 2)$. 显然, 当 $\Lambda + 2 > 0$ 时, $\Delta > 0$, 即 $\frac{\partial n_{B1}}{\partial \delta_P} > 0$, $\frac{\partial n_{B2}}{\partial \delta_P} > 0$, $\frac{\partial n_{B2}^N}{\partial \delta_P} > 0$, $\frac{\partial n_{S2}}{\partial \delta_P} > 0$, $\frac{\partial n_{S1}}{\partial \delta_P} > 0$.

当 $\Lambda < -1 - \sqrt{5}$ 时, $\Delta < 0$. 即 $\frac{\partial n_{B1}}{\partial \delta_P} < 0$, $\frac{\partial n_{B2}}{\partial \delta_P} < 0$, $\frac{\partial n_{B2}^N}{\partial \delta_P} > 0$, $\frac{\partial n_{S2}}{\partial \delta_P} < 0$, $\frac{\partial n_{S1}}{\partial \delta_P} < 0$.