

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2021.06.005

基于战略顾客行为的质量差异化产品定价策略^①

马东升, 宋华明, 古晓宇, 吴佳伟
(南京理工大学经济管理学院, 南京 210094)

摘要: 采用博弈论方法构建竞争企业两周期动态定价模型, 研究基于战略顾客行为的质量差异化产品最优定价策略, 并分析基于行为的定价 (behavior-based pricing, BBP) 对企业利润的影响. 研究结论表明: 1) 企业相对生产效率和决策顺序是影响BBP策略选择的关键因素; 2) 当竞争企业相对生产效率差异较大时, BBP策略保护弱势企业利润并且损害强势企业利润, 从而加剧行业竞争; 3) 拥有信息优势的企业单独采用BBP策略时, 不仅自身利润降低, 也会损害竞争对手利润, 从而导致“损人不利己”的双输局面, 这与直觉相悖. 最后, 选择实际企业数据对本文的模型和结论进行说明验证.

关键词: 基于行为的定价; 质量差异化; 动态定价; 战略顾客行为

中图分类号: F224; F274 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2021)06-0076-12

0 引言

信息技术的发展强化了企业获取顾客购买数据的能力^[1]. 企业利用顾客购买数据来识别新老顾客并采取差别定价, 这种定价歧视称为基于行为的定价 (behavior-based pricing, BBP)^[2]. BBP在商业实践早期多以会员卡折扣、消费返券等形式向老顾客提供优惠^[3,4]. 但随着近几年移动电子商务飞速发展, 各类信息渠道 (如电商 APP 的顾客隐私授权、网站 cookie、消费者发布的社交动态等) 的交叉定位能够帮助企业精准地识别潜在顾客群体, 进而针对新顾客推出优惠活动^[5]. BBP常出现于高科技电子产品、餐饮、日用品和服务行业. 例如美团外卖针对新顾客首单减 12 元, 京东和苏宁易购推出的新人大礼包等.

与基于战略顾客行为的统一定价^[6-8]相比, BBP 仅向新 (或老) 顾客提供特定优惠. 因此, BBP 在利用“新顾客-低价格”来赚取销量的同时, 也可以利用“老顾客-高价格”来赚取利润^[9]. 然而

研究表明 BBP 有可能加剧企业的价格竞争, 反而损害竞争双方的利润^[10]. 除了价格诱因, 产品质量 (如产品性能、功能、设计等) 同样影响着顾客购买意愿^[11, 12], 因此在销售质量差异化产品时, BBP 与产品质量的交互作用对企业制定合理的定价策略提出挑战.

相关研究主要有 BBP 和产品质量差异化两个方面. 首先, 有关 BBP 的研究如 Villas-Boas^[13]、Tirole^[14] 得出经典结论: 在水平对称的双寡头市场中, BBP 加剧了市场价格竞争, 从而降低企业利润. 随后的研究证明: 顾客的公平关切、对体验性产品的认知偏好等消费者心理行为因素会提高企业利润^[15, 16]. 这实质是以牺牲消费者剩余为代价, 缓和竞争企业的价格矛盾. 零售企业甚至向上游制造企业共享消费者信息, 企图与制造商共同采用 BBP 来进一步压榨消费者剩余^[17, 18]. 这种短期谋利行为大大降低了顾客忠诚度. 为此, Jing^[19] 提出通过销售质量差异化产品来转移 BBP 的价格竞争. 但 Jing^[19] 的研究仅聚焦于 BBP 对产

① 收稿日期: 2019-05-20; 修订日期: 2020-07-11.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71172105; 71571102); 江苏省普通高校研究生科研创新计划资助项目 (KYCX18_0485).

作者简介: 马东升 (1990—), 男, 江苏连云港人, 博士生. Email: dongsheng0422@163.com

品质量差异化的影响,未考虑竞争企业的定价策略选择行为.当企业竞争环境(企业市场地位、相对生产效率)发生改变时,BBP并非企业的唯一选择.

其次,关于产品质量差异化的研究.周雄伟等^[20]研究了网络外部性对质量差异化产品定价策略的影响,发现网络外部性有可能削弱产品价格竞争.Li和Chen^[21]构建了生产质量差异化产品的双制造商与单一销售商组成的供应链模型,研究了质量差异化对渠道冲突的影响.此外,产品质量差异化还与其他情境因素产生交互影响,如销售渠道选择^[22],捆绑销售策略^[23],信息披露^[24]等.产品价格竞争的矛头逐渐转向产品质量竞争.但这些研究均考虑产品静态定价,假设后续销售周期中产品价格不变.企业往往会根据现阶段的销售情况,动态调整下一阶段的产品价格(例如机票预订),这种动态定价的广泛应用使得顾客更具战略性^[25].战略顾客将根据对产品的估价和整个销售周期的产品价格路径等因素选择性购买,以使自身期望效用最大化^[26].因此,竞争企业在销售质量差异化产品时,基于战略顾客行为的差别定价是值得研究的热点问题.

综上所述,针对销售质量差异化产品的竞争企业,提出3个主要研究问题:1)销售低质量产品和高质量产品的竞争企业分别如何选择最优定价策略?2)BBP如何影响竞争企业的利润水平?3)企业独自掌握顾客信息并采用BBP时,这种信息优势能否发挥作用?本文对此展开探讨,从理论角度深入剖析.

创新点体现在3个方面:1)BBP策略选择作为企业决策变量,研究竞争企业的定价策略选择行为.2)分析博弈决策顺序对竞争企业策略选择和利润的影响.3)拓展了具有信息优势的企业单方面垄断顾客信息的情形.文章首先进行问题描述并给出模型基本假设,接着构建并求解竞争企业均不采用BBP、仅其中一方采用BBP、双方均采用BBP4种情境下的两周期定价模型,通过对比分析得出企业最优定价策略,并进一步探究BBP对企业利润的影响,最后分析了顾客信息的垄断价值,结合实际企业数据对模型进行了说明和验证.

1 问题描述与基本假设

符号、变量的含义如表1所示.

表1 符号及概念描述

Table 1 Symbols and concept description

符号	概念描述
u	产品基准质量水平
k	产品质量差异化系数($0 < k < 1$)
θ	消费者对质量的敏感性系数
v	消费者对产品的基本价值估价
$c_{H(L)}$	高(低)质量产品的成本
$t_{1(2)}$	第1(2)销售周期
$p_{1(2)}^{H(L)}$	高(低)质量产品 $t_{1(2)}$ 期的价格
$p_{old(new)}^{H(L)}$	高(低)质量产品对老(新)顾客的价格
$\theta_{H(L)}$	t_2 期顾客购买高(低)质量产品的效用无差别点
$\pi_{1(2)}^{H(L)}$	企业H(L)在 $t_{1(2)}$ 期的利润
c	质量差异化产品的成本差异($c = c_H - c_L$)
m	产品的质量差异化水平($m = u - ku$)
d	相对生产效率($d \equiv \frac{c}{m}$)
ζ	t_2 期企业利润折现率

双寡头竞争企业(企业L和企业H)分别向单位1的消费市场销售低质量产品L和高质量产品H,产品的质量水平和进价成本分别为 $ku(u)$ 和 $c_L(c_H)$.消费者以价格 p 购买质量为 u 的产品获得效用 $U = v + \theta u - p$.其中,消费者对产品的基本价值估价 v 表明消费者对该产品的需求程度.为了聚焦两个企业的价格竞争,参考文献[17,19],设 v 足够大(即市场需求全覆盖),保证每名顾客在每个销售周期均购买产品.质量作为产品增值属性,不同消费者对质量估价有所不同,设消费者对质量的敏感性 θ 服从 $[0,1]$ 均匀分布.销售分为 t_1 、 t_2 两个周期,企业L和企业H在

每个周期分别销售一个单位产品,顾客通过比较消费者效用选择性购买.

企业面临两种定价策略:针对新老顾客差别定价 (behavior-based pricing, BBP) 或者对所有顾客统一定价 (uniform pricing, UP). 竞争企业共有 4 种定价情形:竞争双方均采用 UP (UU); 竞争双方均采用 BBP (BB); 企业 L 采用 BBP, 企业 H 采用 UP (BU); 企业 L 采用 UP, 企业 H 采用 BBP (UB). 企业 H 和企业 L 一旦确立定价策略, 后续将进入两周期的价格博弈.

定义 $d \equiv \frac{c}{m} = \frac{c_H - c_L}{u - ku}$ 为产品相对效率. d 表示两个竞争的企业成本差异和质量水平差异综合指标, 是企业 H 建立质量差异化投入与产出的比值, 可以衡量企业 H 质量差异化优劣势. d 越小, 表明企业 H 质量差异化优势越明显; d 越大表明企业 H 质量竞争劣势越明显.

进一步解释, 较小的 d 意味着企业 H 质量竞争优势明显. 如 $d \rightarrow 0$, 可从两方面理解: 1) 固定质量水平差异 m , 意味着 $c \rightarrow 0$; 2) 固定成本差异 c , 意味着 $m \rightarrow \infty$. 上述两种情况均说明企业 H 质量差异化的产出远远超过投入, 从而企业 H 的质量竞争优势明显.

反之, 较大的 d 意味着企业 H 质量竞争劣势. 如 $d \rightarrow 1$, 可以从两个方面理解: (1) 固定质量水平差异 m , 意味着 $c \rightarrow m$; (2) 固定成本差异 c , 意味着 $m \rightarrow c$. 两种情况均说明企业 H 质量差异化的投入产出趋同, 而企业 L 独享质量差异化带来的利润.

为了聚焦分析关键变量的影响并且简化建模的复杂性, 基本假设和模型处理如下:

1) 顾客为战略顾客, 产品为日常非耐用品.

2) 基准质量 u 的大小不影响本文主要结论, 不失一般性地, 取 $u = 1$.

3) 相对效率 d 满足范围 $0 < d < 1$, 表明质量差异化带来的收益 (产出) 大于质量提升所需的成本 (投入).

2 模型构建与求解

本节建立和求解竞争企业的完全信息静态博

弈模型. 在竞争企业市场地位相近的情况下, 每个销售周期同时决定是否采用 BBP 策略以及产品价格, 最优解的分析见 3.1 节.

当竞争企业在市场的竞争地位差异较大, 存在主从之分时, 双方形成 Stackelberg 博弈. 处于领导地位的企业首先决定是否采用 BBP 策略, 接着是处于跟随地位的企业决策. 动态博弈的决策目标表形式上与静态博弈一致, 仅仅是求解方法不同. 两个企业的完全信息动态博弈模型及其求解见 3.2 节.

2.1 基准模型: 竞争企业均采用 UP (UU)

作为对比标杆, 首先构建竞争企业均采用 UP 的基准定价模型. 由于企业 H 和企业 L 针对所有顾客采取统一定价, t_1 期两个企业同时决策价格 p_1^H 、 p_1^L 并达到均衡后, t_2 期价格不再变化, 因此这两期的均衡结果相同. 以 t_1 期为例, 设 θ_1 为消费者效用无差别点, 即顾客 θ_1 购买产品 H 和产品 L 的效用相等 ($v + \theta_1 - p_1^H = v + \theta_1 k - p_1^L$), 从而可得 $\theta_1 = \frac{p_1^H - p_1^L}{m}$. 企业 L 的需求为 θ_1 , 企业 H 的需求为 $1 - \theta_1$. 企业 L 和企业 H 的利润函数为 $\pi_1^L = p_1^L \theta_1$, $\pi_1^H = (p_1^H - c)(1 - \theta_1)$, 分别对 p_1^L 、 p_1^H 求偏导并令一阶函数式为 0, 求得最优价格为 $p_1^L = \frac{c + m}{3}$, $p_1^H = \frac{2(c + m)}{3}$, 将求得的价格代入利润表达式, 可得第一周期企业 L 和企业 H 的利润分别为 $\pi_1^L = \frac{(m + c)^2}{9m}$, $\pi_1^H = \frac{(2m - c)^2}{9m}$. 由于企业 t_2 期的利润折现率 ζ 不影响本文主要结论, 主模型中均不考虑 ζ 相关问题 (包含 ζ 的建模与讨论详见第 6 节). 企业两个周期的总利润和均衡价格见表 2.

2.2 竞争企业 BBP 模型

2.2.1 企业 L 和企业 H 均采用 BBP (BB)

下面构建企业 L 和企业 H 均采用 BBP 时的两周期动态定价模型. 决策顺序和决策变量如下:

1) 在 t_1 期, 企业 L 和企业 H 同时决策产品价格 p_1^L 和 p_1^H ;

2) 顾客选择购买产品. 令 θ_1 为 t_1 期的消费者效用无差别点, 则有 θ_1 的顾客选择购买 L 产品, 而 $1 - \theta_1$ 的顾客购买 H 产品.

3) t_2 期开始, 企业 L 和企业 H 识别顾客类型

并同时决策老（新）顾客的价格 $p_{old}^L (p_{new}^L)$ 和 $p_{old}^H (p_{new}^H)$ 。

4) 顾客选择继续购买原产品或转移购买新产品. 通过 $v + \theta_L k - p_{old}^L = v + \theta_L - p_{new}^H$, $v + \theta_H - p_{old}^H = v + \theta_H k - p_{new}^L$, 可得 t_2 期顾客继续购买原产品和转移购买新产品的效用无差别点分别为 $\theta_L = \frac{p_{new}^H - p_{old}^L}{m}$, $\theta_H = \frac{p_{old}^H - p_{new}^L}{m}$.

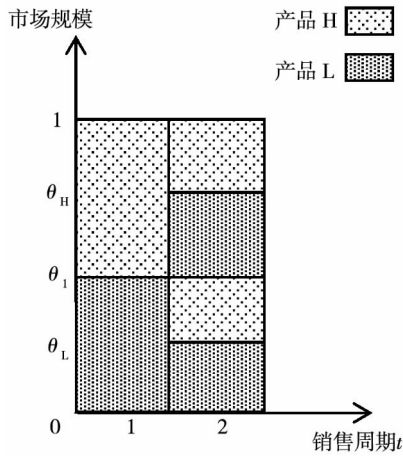


图 1 产品的市场份额细分
Fig. 1 Product market segment

如图 1 所示, 位于 $[0, \theta_L]$ 上的顾客在 t_1 期购买产品 L 后, 在 t_2 期选择继续购买产品 L; 而位于 $[\theta_L, \theta_1]$ 的顾客在 t_1 期购买产品 L 后, t_2 期受到企业 H 提供的优惠价格 p_{new}^H 吸引, 从而转移购买产品 H. 同理, 位于 $[\theta_1, \theta_H]$ 的顾客在 t_1 期购买产品 H 后, t_2 期受到企业 L 提供的优惠价格 p_{new}^L 吸引, 从而转移购买产品 L. 位于 $[\theta_H, 1]$ 的顾客在 t_1 期购买产品 H 后, 在 t_2 期依旧选择购买产品 H.

采用逆向归纳法求解, 首先分析 t_2 期的博弈. 企业 H 和企业 L 在 t_2 期的利润函数分别为

$$\pi_2^H = (p_{old}^H - c)(1 - \theta_H) + (p_{new}^H - c)(\theta_1 - \theta_L) \quad (1)$$

$$\pi_2^L = p_{old}^L \theta_L + p_{new}^L (\theta_H - \theta_1) \quad (2)$$

由于 $\frac{\partial^2 \pi_2^H}{\partial p_{old}^H}, \frac{\partial^2 \pi_2^H}{\partial p_{new}^H}, \frac{\partial^2 \pi_2^L}{\partial p_{old}^L}, \frac{\partial^2 \pi_2^L}{\partial p_{new}^L} < 0$ 均成立,

利润函数 π_2^H 、 π_2^L 分别对 p_{old}^H 、 p_{new}^H 、 p_{old}^L 、 p_{new}^L 求偏导, 并且令其为 0. 联立可解得

$$p_{old}^L = \frac{1}{3}(m\theta_1 + c)$$

$$p_{new}^L = \frac{1}{3}(m - 2m\theta_1 + c)$$

$$p_{old}^H = \frac{1}{3}(2m - m\theta_1 + 2c)$$

$$p_{new}^H = \frac{2}{3}(m\theta_1 + c)$$

由于 θ_1 为 t_1 期消费者效用无差别点, 位于 θ_1 的顾客不仅参考 t_1 期的产品价格, 也会结合 t_2 期的均衡情况, 最大化两个周期的期望效用. 位于 θ_1 的顾客“ t_1 期购买产品 H, 而 t_2 期转向购买产品 L 的期望效用”应等于“ t_1 期购买产品 L, 而 t_2 期转向购买产品 H 的期望效用”, 因此可以得到 $v + \theta_H - p_{new}^H + v + \theta_L k - p_{new}^L = v + \theta_L k - p_{old}^L + v + \theta_H - p_{new}^H$, 将 p_{old}^L 、 p_{new}^L 、 p_{old}^H 、 p_{new}^H 代入化简可求得

$$\theta_1 = \frac{m - c - 3(p_{old}^L - p_{old}^H)}{4m}$$

回归到 t_1 期的博弈. 企业 H 和企业 L 的利润函数分别为

$$\pi_1^H = (p_1^H - c)(1 - \theta_1) + \pi_2^H \quad (3)$$

$$\pi_1^L = p_1^L \theta_1 + \pi_2^L \quad (4)$$

由于 $\frac{\partial^2 \pi_1^H}{\partial p_1^H}, \frac{\partial^2 \pi_1^L}{\partial p_1^L} < 0$ 均成立, 利润函数 π_1^H 、

π_1^L 分别对 p_1^H 、 p_1^L 求偏导, 并且令其为 0. 联立可解得 t_1 期最优价格, 代入利润函数表达式即可求得最优利润, 见表 2.

2.2.2 企业 L 采用 BBP, 企业 H 采用 UP(BU)

构建企业 L 采用 BBP, 企业 H 采用 UP 的两周期动态定价模型. 博弈决策顺序和市场细分与 2.2.1 类似, 重复流程不再详述, 区别之处在于: 在 t_2 期企业 H 针对新老顾客统一定价, 产品价格设为 p_2^H , 而企业 L 依然针对新老顾客采取差别定价 p_{old}^L 、 p_{new}^L . t_2 期消费者效用无差别点变为 $\theta_L = \frac{p_2^H - p_{old}^L}{m}$, $\theta_H = \frac{p_2^H - p_{new}^L}{m}$.

t_2 期企业 H 和企业 L 的利润函数分别为

$$\pi_2^H = (p_2^H - c)(1 - \theta_H + \theta_1 - \theta_L) \quad (5)$$

$$\pi_2^L = p_{old}^L \theta_L + p_{new}^L (\theta_H - \theta_1) \quad (6)$$

由于 $\frac{\partial^2 \pi_2^H}{\partial p_2^H}, \frac{\partial^2 \pi_2^L}{\partial p_{old}^L}, \frac{\partial^2 \pi_2^L}{\partial p_{new}^L} < 0$ 均成立, 利润函

数 π_2^H 、 π_2^L 分别对 p_2^H 、 p_{old}^L 、 p_{new}^L 求偏导, 并且令其为 0. 联立可解得

$$p_{old}^L = \frac{1}{12}(2m + m\theta_1 + 4c)$$

$$p_{new}^L = \frac{1}{12}(2m - 5m\theta_1 + 4c)$$

$$p_2^H = \frac{1}{6}(2m - m\theta_1 + 4c)$$

下面求解 t_1 期的消费者效用无差别点 θ_1 . 根据顾客两个周期的期望效用相等, 即满足 $v + \theta_H - p_1^H + v + \theta_L k - p_{new}^L = v + \theta_L k - p_1^L + v + \theta_H - p_2^H$, 代入化简可得

$$\theta_1 = \frac{2(6(p_1^H - p_1^L) - m - 2c)}{7m}$$

回归到 t_1 期博弈, 企业 H 和企业 L 的利润函数同式(3)和式(4), 两个周期的最优定价和利润见表 2.

2.2.3 企业 L 采用 UP, 企业 H 采用 BBP(UB)

构建企业 L 采用 UP, 企业 H 采用 BBP 的两周期动态定价模型. 市场细分和博弈过程与 2.2.1 相同, 决策流程的不同之处在于: 在 t_2 期企业 L 将对所有顾客制定统一定价 p_2^L , 而企业 H 针对新顾客和老顾客提供差别定价 p_{old}^H 、 p_{new}^H . 通过 $v + \theta_L k - p_2^L = v + \theta_L - p_{new}^H$, $v + \theta_H - p_{old}^H = v + \theta_H k - p_2^L$, 可得 t_2 期消费者效用无差别点分别为 $\theta_L = \frac{p_{new}^H - p_2^L}{m}$, $\theta_H = \frac{p_{old}^H - p_2^L}{m}$.

t_2 期企业 H 和企业 L 的利润函数分别为

$$\pi_2^H = (p_{old}^H - c)(1 - \theta_H) + (p_{new}^H - c)(\theta_1 - \theta_L) \quad (7)$$

$$\pi_2^L = p_2^L(\theta_L + \theta_H - \theta_1) \quad (8)$$

由于 $\frac{\partial^2 \pi_2^H}{\partial^2 p_{old}^H}, \frac{\partial^2 \pi_2^H}{\partial^2 p_{new}^H}, \frac{\partial^2 \pi_2^L}{\partial^2 p_2^L} < 0$ 均成立, 利润函数 π_2^H 、 π_2^L 分别对 p_2^H 、 p_{old}^L 、 p_{new}^L 求偏导, 并且令其为 0. 联立可解得

$$p_{old}^H = \frac{1}{12}(7m - m\theta_1 + 8c)$$

$$p_{new}^H = \frac{1}{12}(m + 5m\theta_1 + 8c)$$

$$p_2^L = \frac{1}{6}(m - m\theta_1 + 2c)$$

由顾客两个周期的期望效用相等, 即满足 $v + \theta_H - p_1^H + v + \theta_L k - p_2^L = v + \theta_L k - p_1^L + v + \theta_H - p_{new}^H$, 代入化简可得

$$\theta_1 = \frac{12(p_1^H - p_1^L) + m - 4c}{7m}$$

回到 t_1 期博弈. 将 θ_1 的表达式代入 t_1 期利润函数式(3)和式(4)中, 即可求得企业的最优定价和总利润, 见表 2.

表 2 企业 H 和企业 L 的均衡利润与价格

Table 2 Equilibrium profits and prices of firm H and firm L

	UU	BB	BU	UB
π^L	$0.22m + 0.44c + 0.22cd$	$0.26m + 0.31c + 0.23cd$	$0.12m + 0.28c + 0.23cd$	$0.15m + 0.30c + 0.24cd$
π^H	$0.89m - 0.89c + 0.22cd$	$0.80m - 0.78c + 0.23cd$	$0.68m - 0.77c + 0.24cd$	$0.64m - 0.75c + 0.23cd$
p_1^L	$\frac{c + m}{3}$	$\frac{6c + 13m}{24}$	$\frac{18c + 14m}{69}$	$\frac{168c + 169m}{552}$
p_1^H	$\frac{2(c + m)}{3}$	$\frac{18c + 19m}{24}$	$\frac{384c + 337m}{552}$	$\frac{51c + 32m}{69}$
p_{old}^L	$\frac{c + m}{3}$	$\frac{18c + 7m}{48}$	$\frac{64c + 37m}{184}$	$\frac{28c + 9m}{92}$
p_{new}^L	$\frac{c + m}{3}$	$\frac{6c + m}{24}$	$\frac{48c - m}{184}$	$\frac{28c + 9m}{92}$
p_{old}^H	$\frac{2(c + m)}{3}$	$\frac{30c + 25m}{48}$	$\frac{64c + 37m}{92}$	$\frac{120c + 101m}{184}$
p_{new}^H	$\frac{2(c + m)}{3}$	$\frac{18c + 7m}{24}$	$\frac{64c + 37m}{92}$	$\frac{136c + 47m}{184}$

注: 企业 H 和企业 L 的均衡利润表达式的系数均保留两位小数.

3 BBP 策略选择

针对第 1 个研究问题“质量差异化的竞争企

业分别如何选择最优的定价策略”, 本节进行分析回答. 在第 2 节模型求解的基础上, 将根据竞争企业博弈决策顺序来分类讨论企业最优定价策略. 3.1 节讨论完全信息静态博弈, 在 3.2 节讨论

完全信息动态博弈.

为了叙述的简便,根据产品相对效率 d 来定义两个企业的竞争优势劣势:

如果 $0 < d < 0.28$,对企业 H 最有利,对企业 L 最不利. 企业 H 具有绝对的竞争优势,记为 I 型:(优势,劣势).

如果 $0.28 < d < 0.76$,企业 H 和企业 L 质量竞争力相近,此种情形记为 II 型(均势,均势).

如果 $d > 0.76$,对企业 H 最不利,对企业 L 最

有利,此时企业 H 处于劣势状态,此种情况记为 III 型(劣势,优势).

I 型和 III 型称为不对等的竞争,II 型称为对等的竞争.

3.1 企业定价策略的完全信息静态博弈

企业 H 和企业 L 同时选择定价策略的博弈情形较为常见,例如同一条街上的两家服装专卖店的竞争. 完全信息静态博弈情形下,企业 H 和企业 L 的收益矩阵如表 3 所示.

表 3 完全信息静态博弈下企业 H 和企业 L 的收益矩阵

Table 3 Return matrix of firm H and firm L under complete information static game

		企业 H	
		BBP	UP
企业 L	BBP	$(0.26m + 0.31c + 0.23cd, 0.8m - 0.78c + 0.23cd)$	$(0.12m + 0.28c + 0.23cd, 0.68m - 0.77c + 0.24cd)$
	UP	$(0.15m + 0.3c + 0.24cd, 0.64m - 0.75c + 0.23cd)$	$(0.22m + 0.44c + 0.22cd, 0.89m - 0.89c + 0.22cd)$

当 $0.28 < d < 0.76$ 时,企业对等竞争情形下的博弈存在占优均衡:(UP, UP),即企业 H 和企业 L 均采用统一定价策略. 但是,当 $0 < d < 0.28$ 或者 $0.76 < d < 1$ 时,企业不对等竞争情形下该博弈存在两个纯策略纳什均衡(PNE):(BBP, BBP)和(UP, UP). 根据奇数定理(Oddness Theorem),此时必然存在一个混合战略纳什均衡(MNE):企业 L 有 $a = \frac{0.5c^2 + 7cm - 12.5m^2}{c^2 + 7.5cm - 18.5m^2}$ 的概率选择 BBP,企业 H 有 $b = \frac{0.5c^2 - 8cm - 5m^2}{c^2 - 8.5cm - 10.5m^2}$ 的概率选择 BBP.

命题 1 在完全信息静态博弈中,质量差异化的竞争企业能够同时选择定价策略时,若 $0.28 < d < 0.76$,企业 H 和企业 L 均采用 UP 策略;若 $0 < d < 0.28$ 或者 $0.76 < d < 1$,企业 L 有 a 的概率选择 BBP 策略, $1 - a$ 的概率选择 UP 策略;而企业 H 有 b 的概率选择 BBP 策略, $1 - b$ 的概率选择 UP 策略.

证明见附录 A.

命题 1 表明在完全信息静态博弈中,竞争企业的策略选择是趋同的. 竞争企业处于对等竞争地位时,均不采用 BBP 策略;一旦竞争企业竞争地位不对等,双方将概率性采用 BBP 策略. 具体地,如果竞争企业质量竞争能力相近: II 型(均势,均势),则双方最优的定价策略是均不采用 BBP;如果一个企业处于劣势情形: I 型(优势,劣

势)或者 III 型(劣势,优势),双方将概率性选择 BBP 或 UP 策略.

3.2 竞争企业定价策略的完全信息动态博弈

3.2.1 企业 L 先动

例如小米(企业 L)和苹果(企业 H)在国内二三线城市的手机销售. 小米拥有本土信息优势和更多的受众群体,能够第一时间整合顾客信息并识别顾客类型,从而优先做出优惠定价策略. 因此当企业 L 具备先动能力时,决策过程如图 2 所示:企业 L 作为博弈领导者优先选择定价策略,企业 H 作为博弈跟随者选择最优应对策略. 该 Stackelberg 博弈存在子博弈精炼纳什均衡. 当 $0 < d < 0.28$ 时,子博弈精炼纳什均衡解为(BBP, BBP);当 $0.28 < d < 1$ 时,子博弈精炼纳什均衡解为(UP, UP). 从而可得命题 2 如下:

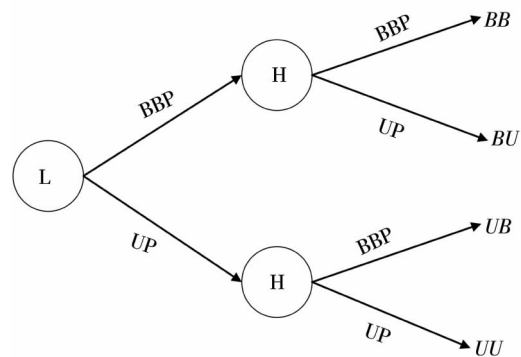


图 2 企业 L 为领导者的 Stackelberg 博弈

Fig. 2 Stackelberg game where firm L is the leader

命题 2 在完全信息动态博弈中,企业 L 优先选择定价策略时,若 $0 < d < 0.28$,企业 L 和企业 H 均采用 BBP 策略;若 $0.28 < d < 1$,企业 L 和企业 H 均采用 UP 策略.

证明见附录 A.

命题 2 表明当企业 L 优先选择定价策略时,企业 L 会在劣势情况(I 型)下采用 BBP 策略来进一步强化自身的盈利能力,此时企业 H 也不得不采用 BBP 策略来对抗企业 L,以避免更多利润损失.企业 L 在均势或者优势情况下(II, III 型)不采用 BBP 策略,企业 H 也不采用 BBP 策略.此时采用 BBP 只会增加竞争企业的价格对抗强度,反而对双方均不利.

3.2.2 企业 H 先动

企业 H 优先定价决策的情形较为普遍.销售高质量产品的企业大多具有较强的经济实力和市场竞争能力,例如肯德基不仅具备自营订餐渠道,同时还与外卖平台合作,其信息获取整合能力比独自依托外卖平台的竞争商家更快捷.当企业 H 优先选择定价策略时,与 3.1 节类似,博弈过程如图 3 所示.企业 H 先决策其定价策略:BBP 或者 UP,接着企业 L 选择最优应对策略.该情形下子博弈精炼纳什均衡解为:当 $0 < d < 0.76$ 时, (UP, UP);当 $0.76 < d < 1$ 时, (BBP, BBP).从而可得命题 3 如下:

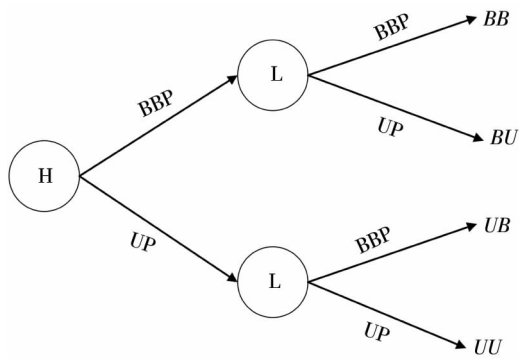


图 3 企业 H 为领导者的 Stackelberg 博弈
Fig. 3 Stackelberg game where firm H is the leader

命题 3 在完全信息动态博弈中,当企业 H 优先选择定价策略时,若 $0 < d < 0.76$,企业 H 和企业 L 均采用 UP 策略;若 $0.76 < d < 1$,企业 H 和企业 L 均采用 BBP 策略.

证明见附录 A.

命题 3 表明企业 H 在优先选择定价策略时,若处于质量竞争劣势(III 型),则企业 H 采用 BBP 策略来增强盈利能力,企业 L 跟随采用 BBP 策略.当企业 H 在质量差异化竞争中处于优势或均势时(I、II 型),则采用 UP 以避免加剧价格竞争.

3.3 均衡策略对比分析

三种博弈顺序下的均衡策略如表 4 所示.

表 4 定价策略博弈均衡比较

Table 4 Comparison of pricing strategy equilibriums

决策顺序	I 型 (优势,劣势)	II 型 (均势,均势)	III 型 (劣势,优势)
企业 H,L 同时	(BBP, BBP)	(UP, UP)	(BBP, BBP)
企业 H 先动	(UP, UP)	(UP, UP)	(BBP, BBP)
企业 L 先动	(BBP, BBP)	(UP, UP)	(UP, UP)

通过对比分析表 4 中的博弈均衡不难发现,当竞争企业中有一方处于劣势时,该企业优先选择 BBP 策略,同时推动竞争对手采取 BBP 策略.竞争双方最优的定价策略总是倾向于均采用 BBP,或者均采用 UP.此外还得到两个重要结论:

结论 1 竞争企业在不对等竞争情况下,弱势方将会实施 BBP. BBP 策略能够保护弱者并且降低强者地位,因而加剧了行业竞争.

结论 2 在完全信息静态博弈中,竞争企业更多可能采用 BBP 策略;在完全信息动态博弈中,企业则降低了采用 BBP 策略的可能性.

4 BBP 对竞争企业利润的影响

上文阐述了决策顺序和相对生产效率如何影响竞争企业选择最优定价策略.本节回答第 2 个研究问题:采用 BBP 策略对于竞争双方的利润有何影响?

命题 4 当 $0 < d < 0.28$ 时,采用 BBP 提高企业 L 的利润而降低企业 H 的利润;当 $0.76 < d < 1$ 时,采用 BBP 降低企业 L 的利润而提高企业 H 的利润.

证明见附录 A.

命题 4 表明 BBP 策略无法实现竞争双方利润的 Pareto 改进.在双方相对生产效率差异较大

时, BBP 能够保护相对生产效率较低的劣势方企业利润, 同时会损害相对生产效率较高的优势方企业利润. 例如在近几年的餐饮外卖行业, 实力弱势的新兴平台常常利用新顾客优惠券吸引流量. 一旦与竞争对手实力趋于平衡, 则逐渐缩小补贴额度, 这在当前饿了么和美团外卖的价格竞争中得以验证.

5 企业垄断顾客信息

诚然, 电子商务的发展和大数据技术的应用逐步增强了企业获取顾客信息的能力, 但在某些地区的部分企业(例如中西部欠发达地区以及三四线城市的中小型企业 and 工商个体户) 依旧缺乏识别顾客类型的能力. 当只有部分企业能够准确获取顾客信息并识别顾客类型时, 这种顾客信息的垄断优势是否能够起到积极作用? 本节回答第 3 个研究问题.

不妨以企业 L 为例, 假设仅有企业 L 能够独享顾客信息, 从而具备 BBP 能力. 企业 L 除了需要选择定价策略外, 还需考虑是否将顾客信息与企业 H 共享(仅共享顾客身份信息, 不包含顾客的隐私信息等), 如图 4 所示. 首先, 企业 L 可能利用信息优势单独采用 BBP. 其次, 企业 L 可能独自掌握顾客信息但不采用 BBP. 此外, 企业 L 还可能与竞争企业 H 共享顾客信息以期共同采用 BBP. 最后, 企业 L 不采用 BBP 但可能将消费者信息共享给竞争企业 H. 同理, 市场上仅有企业 H 能够获取顾客信息时, 也会发生相同的决策行为, 最终形成的规律一致, 得出命题 5 如下.

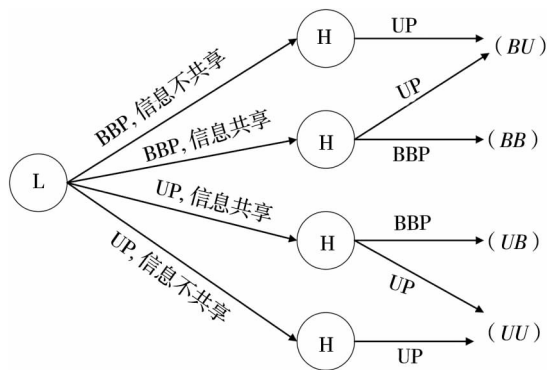


图 4 企业 L 垄断顾客信息时的策略

Fig. 4 Strategy of firm L with monopolizes customer information

命题 5 企业能够垄断顾客信息并独自采用 BBP 时, 反而降低企业自身利润, 同时也损害竞争对手利润, 从而出现“损人不利己”的双输局面.

证明见附录 A.

企业垄断顾客信息并采用 BBP 时, 直观上认为 BBP 能帮助企业最大程度地侵占市场份额而获利. 命题 5 表明企业独自采用 BBP 反而损害利润, 与竞争对手共享顾客信息却有利于互惠共赢. 这是因为: 第二周期采用 BBP 的企业能够压榨竞争对手的利润, 导致竞争对手利润下降. 竞争对手清楚自己的价格竞争劣势, 因此将增加第一周期的价格竞争力度, 这导致采用 BBP 的企业第一周期利润下降. 由于第二周期的利润提升无法弥补第一周期的利润损失, 因此采用 BBP 的企业利润总体是降低的.

6 拓展

在现实中 BBP 多用于日常非耐用品的价格竞争, 定价周期短暂, 第二期利润折现很少, 因此目前 BBP 的研究大多不考虑 t_2 期的利润折现问题^[19]. 此外, BBP 的影响机制是“加剧企业 t_2 期的价格竞争导致利润损失的同时, 减弱 t_1 期企业价格竞争并强化其盈利能力”, 故考虑企业 t_2 期利润折现率 ζ 将弱化 t_2 期价格竞争带来的利润损失而加强企业第一周期盈利能力, 因此 ζ 使得 BBP 提升企业利润的可能性增加.

命题 6 当 $\{0 < \zeta < 0.1, 0 < d < 1\}$ 或 $\{0.1 < \zeta < 0.75, d_1(\zeta) < d < d_2(\zeta)\}$ 时, 采用 BBP 能同时提高企业 L 和企业 H 的利润, 竞争企业均选择 BBP 策略; 在剩余参数区间内, ζ 的变化不影响本文主要结论.

证明见附录 A.

命题 6 表明当 ζ 较大时, 不影响总体的定价规律, 这验证了主体模型的实用性和稳健性. ζ 较小则表明企业的利润主要来自 t_1 期, 此时采用 BBP 能够增加利润, 同时避免 t_2 期的利润损失, 因此对竞争双方均有利. 当 ζ 适中时, BBP 的优势减弱, 只有在竞争企业质量竞争均势时才能增加双方利润.

7 数例分析

按京东商城的手机销量排名来看,首页的60款机型中,最畅销的国产手机是华为(26款)和小米(8款)。为了形象地理解本文模型的管理意义和实际应用,以京东平台的华为和小米竞争为例,分析双方如何选择定价策略。

如表5所示,共选取6款热销机型按照低端到高端的价格区间进行分类,同区间内的两款机型互为竞争对象。根据消费者对这6款手机性能的评价,标准化处理后得到它们的相对质量水平。

表5 华为与小米竞争情形(单位:元)

Table 5 Competition between Huawei and Xiaomi (Unit: Yuan)

手机款式	价格区间	价格	质量水平
华为 P30 PRO 128G	> 3 000	4 788	1.00
小米 CC9 PRO 256G		3 199	0.83
荣耀 20 PRO 128G	1 500 - 3 000	2 399	0.67
红米 NOTE8 128G		1 528	0.50
荣耀 9X 64G	400 - 1 500	1 099	0.33
REDMI NOTE8 64G		999	0.17

研究目的

1. 验证模型的实用性;2. 给出华为和小米手机的定价策略建议。

数据处理与计算

首先,明确竞争企业的决策顺序。华为手机致力于创新技术的开发研制,在中、高端机型具有更强的市场竞争力。相比较而言,小米的目标市场则主要针对低消费人群,主打中、低端机型。因此华为在高端机型的价格竞争中处于领先地位,优先选择定价策略($H > X$);而低端机型则由小米具有市场领先地位,优先选择定价策略($X > H$);位于中端手机市场,可认为他们具有同等地位,双方同时决策($H = X$)。

其次,计算双方的相对生产效率。平台手机的利润率设为市场价格的5%,即 $c_i = 0.95p_i$ ($i = \{H, L\}$)。以“华为 P30 PRO 128G”和“小米 CC9 PRO 256G”的竞争说明如何计算相对生产效率。由表5可知这两款手机的价格分别为 $p_H = 0.4788$ 万元, $p_L = 0.3199$ 万元,双方的质量水平差异 $m = 0.17$,因此竞争产品的相对生产效率 $d = \frac{c_H - c_L}{m} =$

$$\frac{0.95(p_H - p_L)}{m} \approx 0.89$$

。由于华为优先决策并且产品相对效率满足 $d > 0.76$,表明华为和小米的竞争处于 III 型(劣势,优势),所以为了强化盈利能力,华为将采用 BBP 策略,而小米也跟随采用 BBP 策略。同理可求出其余竞争情形下的最优定价策略,见表6。

表6 华为与小米最优定价策略

Table 6 Optimal pricing strategies for Huawei and Xiaomi

手机款式	市场地位	竞争类型	最优策略
华为 MATE 30 128G	$H > X$	III 型	BBP
小米 CC9 PRO 256G			BBP
荣耀 20 PRO 128G	$H = X$	II 型	UP
红米 NOTE8 128G			UP
荣耀 9X 64G	$X > H$	I 型	BBP
REDMI NOTE8 64G			BBP

管理决策建议

表6表明了模型适用于质量差异化产品的价格竞争,同时为京东平台华为和小米手机的定价策略选择提供了决策依据。建议在中端价位的竞争中,华为和小米应采用 UP 策略,避免激烈的价格竞争对双方造成利润损失。但双方的低端和高端手机应分别采用 BBP 策略来强化盈利能力,这一规律也与京东平台的新用户优惠政策吻合。

8 结束语

移动电子商务和大数据技术的发展使得 BBP 得以普遍应用,竞争企业试图通过销售质量差异化产品来缓解价格竞争。基于此,研究 BBP 对销售质量差异化产品的竞争企业定价策略选择及利润的影响。结论表明, BBP 保护弱势企业利润并且损害强势企业利润,进而加剧了行业竞争。此外,还发现了企业垄断顾客信息将产生消极作用,导致市场更加激烈的价格竞争而降低利润,为商业实践提供了决策参考和管理启示。未来值得深入研究的问题还有:(1)企业向新老顾客提供质量差异化产品的情形;(2)市场中存在顾客隐私保护行为。

参考文献:

- [1] Fei Q, Zhao L. A competitive model of standardization and customization with behavior-based pricing[J]. *Procedia Computer Science*, 2019, 159: 2374 – 2383.
- [2] Amaldoss W, He C. The charm of behavior-based pricing: When consumers' taste is diverse and the consideration set is limited[J]. *Journal of Marketing Research*, 2019, 56(5): 767 – 790.
- [3] Shin J, Sudhir K, Yoon D H. When to 'fire' customers: Customer cost-based pricing[J]. *Operations Research*, 2013, 53(4): 363 – 364.
- [4] Brokesova Z, Deck C, Peliova J. Experimenting with purchase history based price discrimination[J]. *International Journal of Industrial Organization*, 2014, 37: 229 – 237.
- [5] Choe C, King S, Matsushima N. Pricing with cookies: Behavior-based price discrimination and spatial competition[J]. *Management Science*, 2018, 64(12): 5669 – 5687.
- [6] 范辰, 刘咏梅, 陈晓红. 考虑渠道竞争和消费者行为的 BOPS 定价与服务合作[J]. *系统工程学报*, 2018, 147(3): 101 – 111.
Fan Chen, Liu Yongmei, Chen Xiaohong. Pricing and service cooperation in BOPS implementation: Considering channel competition and consumer behavior[J]. *Journal of Systems Engineering*, 2018, 147(3): 101 – 111. (in Chinese)
- [7] 张福利, 张燕, 徐小林. 基于战略顾客行为的零售商退货策略研究[J]. *管理科学学报*, 2017(11): 105 – 118.
Zhang Fuli, Zhang Yan, Xu Xiaolin. Retailer's return policy based on strategic consumer behavior[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2017(11): 105 – 118. (in Chinese)
- [8] 田林, 徐以汎. 基于顾客行为的企业动态渠道选择与定价策略[J]. *管理科学学报*, 2015, 18(8): 39 – 51, 94.
Tian Lin, Xu Yifan. Dynamic channel selection and pricing based on customer behavior[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2015, 18(8): 39 – 51, 94. (in Chinese)
- [9] Li X, Li K J, Wang X S. Transparency of behavior-based pricing[J]. *Journal of Marketing Research*, 2020, 57(1): 78 – 99.
- [10] Taylor C R. Supplier surfing: Competition and consumer behavior in subscription markets[J]. *The RAND Journal of Economics*, 2003, 34(2): 223 – 246.
- [11] Shi H, Liu Y, Petrucci N C. Consumer heterogeneity, product quality, and distribution channels[J]. *Management Science*, 2013, 59(5): 1162 – 1176.
- [12] Li Y, Xu L, Li D. Examining relationships between the return policy, product quality, and pricing strategy in online direct selling[J]. *International Journal of Production Economics*, 2013, 144(2): 451 – 460.
- [13] Villas-Boas J M. Price cycles in markets with customer recognition[J]. *The RAND Journal of Economics*, 2004, 35(3): 486 – 501.
- [14] Tirole F J. Customer poaching and brand switching[J]. *The RAND Journal of Economics*, 2000, 31(4): 634 – 657.
- [15] Li K J, Jain S. Behavior-based pricing: An analysis of the impact of peer-induced fairness[J]. *Management Science*, 2016, 62(2): 2705 – 2721.
- [16] Jing B. Customer recognition in experience vs. inspection good markets[J]. *Management Science*, 2016, 62(1): 216 – 224.
- [17] Li K J. Behavior-based pricing in marketing channels[J]. *Marketing Science*, 2018, 37(2): 310 – 326.
- [18] Jeong Y, Maruyama M. Positioning and pricing strategies in a market with switching costs and staying costs[J]. *Information Economics and Policy*, 2018, 44: 47 – 57.
- [19] Jing B. Behavior-based pricing, production efficiency, and quality differentiation[J]. *Management Science*, 2017, 63(7): 2365 – 2376.
- [20] 周雄伟, 蔡丹, 李世刚, 等. 基于网络外部性和质量差异化的产品定价策略[J]. *管理科学学报*, 2019, 22(8): 1 – 16.
Zhou Xiongwei, Cai Dan, Li Shigang, et al. Monopoly pricing strategy of quality-differentiated products with network externality[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2019, 22(8): 1 – 16. (in Chinese)
- [21] Li W, Chen J. Pricing and quality competition in a brand-differentiated supply chain[J]. *International Journal of Production Economics*, 2018, 202: 97 – 108.

[22] Chen J, Liang L, Yao D. Factory encroachment and channel selection in an outsourced supply chain[J]. International Journal of Production Economics, 2019, 215: 73 – 83.

[23] Shao L, Li S. Bundling and product strategy in channel competition[J]. International Transactions in Operational Research, 2019, 26(1): 248 – 269.

[24] Kuksov D, Lin Y. Information provision in a vertically differentiated competitive marketplace[J]. Marketing Science. 2010, 29(1): 122 – 138.

[25] Levin Y, McGill J, Nediak M. Dynamic pricing in the presence of strategic consumers and oligopolistic competition[J]. Management Science, 2009, 55(1): 32 – 46.

[26] 黄松, 杨超, 张曦. 考虑战略顾客行为时的供应链性能分析与协调[J]. 管理科学学报, 2012, 15(2): 47 – 58.

Huang Song, Yang Chao, Zhang Xi. Supply chain performance analysis and coordination with consideration of strategic customer behavior[J]. Journal of Management Sciences in China, 2012, 15(2): 47 – 58. (in Chinese)

Behavior-based pricing strategy of quality-differentiated products

MA Dong-sheng, SONG Hua-ming, GU Xiao-yu, WU Jia-wei

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

Abstract: A two-period dynamic pricing model for competing firms is established with game theory to investigate the behavior-based pricing (BBP) strategy of quality-differentiated products and its impact on firms’ profits. The main results show that: 1) The relative production efficiency and firms’ decision order are two key factors influencing the choice of firms’ BBP strategy; 2) When the relative production efficiency differs greatly, BBP protects disadvantageous firms’ profits but damages advantageous firms’ profits, thereby intensifying competition; 3) If the firm who can monopolize customer information uses BBP, contrary to our intuition, not only this firm’s own profits but also its competitor’s profits will be hampered, and resulting in a “lose-lose” situation. Finally, an actual enterprise example verifies our models and reveals management implications.

Key words: behavior-based pricing; quality differentiation; dynamic pricing; strategic customer behavior

附录 A

为了证明表述的更加清晰,将表 3 中对应的具体利润函数值用下表的利润符号表示.

表 A1 完全信息静态博弈下企业 H 和企业 L 的收益矩阵
Table A1 Return matrix of firm H and firm L under complete information static game

		企业 H	
		BBP	UP
企业 L	BBP	(π_L^{BB}, π_H^{BB})	(π_L^{BU}, π_H^{BU})
	UP	(π_L^{UB}, π_H^{UB})	(π_L^{UU}, π_H^{UU})

首先给出性质 1,方便后续命题的证明.

性质 1 如果企业 L 选择 BBP (或 UP),企业 H 的最优反应策略也是 BBP (或 UP);反之,如果企业 H 选择 BBP (或 UP),企业 L 的最优反应策略也是 BBP (或 UP).

证明 如果企业 L 选择 BBP,由于 $\pi_H^{BB} > \pi_H^{BU}$,企业 H 也会倾向于选择 BBP;如果企业 L 选择 UP,由于 $\pi_H^{UB} < \pi_H^{UU}$,企业 H 也会倾向于选择 UP,因此企业 H 的最优反应

策略总是跟随企业 L.反之,如果企业 H 选择 BBP,由于 $\pi_L^{BB} > \pi_L^{UB}$,企业 L 也会倾向于选择 BBP;如果企业 H 选择 UP,由于 $\pi_L^{BU} < \pi_L^{UU}$,企业 L 也会倾向于选择 UP,因此企业 L 的最优反应策略是跟随企业 H, 证毕.

命题 1 证明 由性质 1 可得, (BBP, BBP) 和 (UP, UP) 是两个纯策略纳什均衡解.当 $0.28 < d < 0.76$ 时,由于此时 $\pi_L^{UU} > \pi_L^{BB}$ 且 $\pi_H^{UU} > \pi_H^{BB}$,所以 (UP, UP) 总是优于 (BBP, BBP), 博弈存在重复剔除的占优均衡 (IFDE): (UP, UP), 即企业 H 和企业 L 均采用统一定价策略.当 $0 < d < 0.28$ 或者 $0.76 < d < 1$ 时,根据奇数定理 (Oddness Theorem) 可知,这种情形下还存在一个混合策略纳什均衡 (MNE), 企业 L 有 a 的概率选择 BBP, 企业 H 有 b 的概率选择 BBP. 企业 L 和企业 H 的期望利润如式 (A1) 和式 (A2).

$$\pi_L^* = a[b\pi_L^{BB} + (1-b)\pi_L^{BU}] + (1-a)[b\pi_L^{UB} + (1-b)\pi_L^{UU}] \tag{A1}$$

$$\pi_H^* = b[a\pi_H^{BB} + (1-a)\pi_H^{UB}] + (1-b)[a\pi_H^{BU} + (1-a)\pi_H^{UU}] \tag{A2}$$

通过式 (A1) 和式 (A2) 分别对 a 和 b 求偏导并令一阶导数式为 0, 可以求得 $a = \frac{0.5c^2 + 7cm - 12.5m^2}{c^2 + 7.5cm - 18.5m^2}$, $b = \frac{0.5c^2 - 8cm - 5m^2}{c^2 - 8.5cm - 10.5m^2}$, 证毕.

命题 2 证明 企业 L 具有先动优势时, 优先进行定价策略选择. 由性质 1 可知, 企业 H 总是倾向于跟随企业 L 的策略, 因此只需要比较 (BBP, BBP) 或 (UP, UP) 是否对企业 L 更有利. 当 $0 < d < 0.28$ 时, $\pi_L^{UU} < \pi_L^{BB}$, 所以此时企业 L 采用 BBP 策略, 对应地, 企业 H 也跟随采用 BBP 策略; 当 $0.28 < d < 1$, $\pi_L^{UU} > \pi_L^{BB}$, 企业 L 采用 UP 策略, 对应地, 企业 H 也跟随采用 UP 策略, 证毕.

命题 3 证明 企业 H 处于强势地位时优先进行定价策略选择. 由性质 1 可知, 企业 L 总是倾向于跟随企业 H 的策略, 因此只需要比较 (BBP, BBP) 和 (UP, UP) 两种情形下哪一种对企业 H 更有利. 当 $0 < d < 0.76$ 时, $\pi_H^{UU} > \pi_H^{BB}$, 所以此时企业 H 采用 UP 策略, 对应地, 企业 L 也跟随采用 UP 策略; 当 $0.76 < d < 1$, $\pi_H^{UU} < \pi_H^{BB}$, 企业 H 采

用 BBP 策略, 对应地, 企业 L 也跟随采用 BBP 策略,

证毕.

命题 4 证明 当且仅当 $0 < d < 0.28$ 和 $0.76 < d < 1$ 时, 竞争企业采用 BBP. 因此与统一定价相比较, 当 $0 < d < 0.28$ 时, 可得 $\pi_L^{BB} > \pi_L^{UU}$ 且 $\pi_H^{BB} < \pi_H^{UU}$, 即采用 BBP 将提高企业 L 的利润而降低企业 H 的利润; 同理, 当 $0.76 < d < 1$ 时, 可得 $\pi_L^{BB} < \pi_L^{UU}$ 且 $\pi_H^{BB} > \pi_H^{UU}$, 即采用 BBP 将降低企业 L 的利润而提高企业 H 的利润, 证毕.

命题 5 证明 当企业 H 垄断顾客信息独自采用 BBP 时, 可得 $\pi_H^{UB} < \pi_H^{UU}$ 且 $\pi_L^{UB} < \pi_L^{UU}$; 当企业 L 能够垄断顾客信息独自采用 BBP 时, 可得 $\pi_H^{BU} < \pi_H^{UU}$ 且 $\pi_L^{BU} < \pi_L^{UU}$, 因此无论企业 H 还是企业 L 垄断顾客信息采用 BBP 时, 双方的利润均下降, 证毕.

命题 6 证明 竞争企业引入第二周期利润折现率 ζ 后, UP 情形下企业利润分别变为 $\pi_L^{UU'} = \frac{(1+\zeta)(1+d)^2}{9}$, $\pi_H^{UU'} = \frac{(1+\zeta)(2-d)^2}{9}$. BBP 情形下企业利润分别变为

$$\pi_L^{BB'} = \frac{1}{144(5\zeta-9)^2} [(432 + 1836\zeta - 2448\zeta^2 + 720\zeta^3)d^2 + (2160 - 900\zeta - 1032\zeta^2 + 480\zeta^3)d + 2700 - 2709\zeta + 528\zeta^2 + 80\zeta^3]$$

$$\pi_H^{BB'} = \frac{1}{144(5\zeta-9)^2} [(432 + 1836\zeta - 2448\zeta^2 + 720\zeta^3)d^2 - (3024 + 2772\zeta - 5928\zeta^2 + 1920\zeta^3)d + 5292 - 1773\zeta - 2952\zeta^2 + 1280\zeta^3]$$

分别取

$$d_1(\zeta) = \frac{1}{2(-216 + 495\zeta - 352\zeta^2 + 80\zeta^3)} (-540 + 837\zeta - 442\zeta^2 + 80\zeta^3 + 2\sqrt{78732 - 303993\zeta + 517347\zeta^2 - 480843\zeta^3 + 252165\zeta^4 - 70000\zeta^5 + 8000\zeta^6})$$

$$d_2(\zeta) = \frac{1}{2(-216 + 495\zeta - 352\zeta^2 + 80\zeta^3)} (108 + 153\zeta - 262\zeta^2 + 80\zeta^3 - 2\sqrt{78732 - 303993\zeta + 517347\zeta^2 - 480843\zeta^3 + 252165\zeta^4 - 70000\zeta^5 + 8000\zeta^6})$$

若满足 $0 < \zeta < 0.1$, $0 < d < 1$, 或 $0.1 < \zeta < 0.75$, $d_1(\zeta) < d < d_2(\zeta)$, 则 $\pi_L^{UU'} < \pi_L^{BB'}$ 且 $\pi_H^{UU'} < \pi_H^{BB'}$;

若满足 $0.1 < \zeta < 0.75$, $0 < d < d_1(\zeta)$, 则可得 $\pi_L^{UU'} < \pi_L^{BB'}$ 且 $\pi_H^{UU'} > \pi_H^{BB'}$;

若满足 $0.1 < \zeta < 0.75$, $d_2(\zeta) < d < 1$, 则可得 $\pi_L^{UU'} > \pi_L^{BB'}$ 且 $\pi_H^{UU'} < \pi_H^{BB'}$;

若满足 $0.75 < \zeta < 1$, $0 < d < d_2(\zeta)$, 则可得 $\pi_L^{UU'} < \pi_L^{BB'}$ 且 $\pi_H^{UU'} > \pi_H^{BB'}$;

若满足 $0.75 < \zeta < 1$, $d_2(\zeta) < d < d_1(\zeta)$, 则可得 $\pi_L^{UU'} > \pi_L^{BB'}$ 且 $\pi_H^{UU'} > \pi_H^{BB'}$;

最后, 若满足 $0.75 < \zeta < 1$, $d_1(\zeta) < d < 1$, 则可得 $\pi_L^{UU'} > \pi_L^{BB'}$ 且 $\pi_H^{UU'} < \pi_H^{BB'}$, 证毕.