

制造商品牌产品感知质量提升策略选择模型

赵菊^{1,4}, 孙翠英¹, 周永务², 闵杰³

(1. 合肥工业大学管理学院, 安徽 合肥 230009; 2. 华南理工大学工商管理学院, 广东 广州 510640;
3. 安徽建筑大学数理学院, 安徽 合肥 230601; 4. 过程优化与智能决策教育部重点实验室, 安徽 合肥 230009)

摘要: 为研究品牌制造商 NB 产品感知质量的提升策略, 即选择是否披露 NB 产品增值功能以及披露格式, 建立了零售商只销售 NB 产品与同时销售 NB 和 SB 产品两种情形下的三阶段博弈模型. 通过逆向递推法求解两情形下的子博弈精炼纳什均衡, 研究发现, 零售商引入 SB 产品会改变制造商感知质量提升策略的选择, 并降低制造商的利润, 但制造商通过提升 NB 产品感知质量可以降低零售商自有产品引入对其造成的利润损失.

关键词: 感知质量提升; 自有品牌; 定价; 零售渠道; 博弈

中图分类号: O225 文献标识码: A 文章编号: 1000-5781(2018)02-0242-16

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2018.02.009

Manufacturer's option decision on brand perceived-quality promotion strategy

Zhao Ju^{1,4}, Sun Cuiying¹, Zhou Yongwu², Min Jie³

(1. School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China;
2. School of Business Administration, South China University of Technology, Guangzhou 510640, China;
3. School of Mathematics & Physics, Anhui Jianzhu University, Hefei 230601, China;
4. Key Laboratory of Process Optimization and Intelligent Decision-making, Ministry of Education, Hefei 230009, China)

Abstract: To investigate the national brand manufacturer's option of perceived quality promotion strategies, i.e. whether and how he should disclose the extra feature of an NB product. Two three-stage game models for two scenarios, where the retailer sells only the NB or both the NB and the SB, are developed. Solving the dynamic games by backward induction can obtain the subgame perfect Nash equilibrium. Numerical studies show that the introduction of SB may change the manufacturer's promotion strategies and can decrease the manufacturer's profit; however, the manufacturer's loss due to the introduction of SB can be mitigated by promoting the NB's perceived quality.

Key words: perceived quality promotion; store brand; pricing; retail channel; game

1 引言

现有研究表明, 消费者是否购买产品往往取决于产品的感知质量, 而非产品的实际质量^[1]. 所谓感知质量是指消费者根据自身期望, 考虑到价格、品牌声誉以及广告等因素, 对产品质量做出的主观评价^[1]. 现实

收稿日期: 2016-07-16; 修订日期: 2017-02-09.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71201044; 91546108; 71571002; 71690235; 71520107001); 国家自然科学基金创新研究群体资助项目(71521001); 教育部人文社科规划资助项目(16YJA630003); 安徽省自然科学基金资助项目(1708-085MG169).

生活中, 虽然一些产品的基本功能(如护肤品的保湿滋润等功能)能被消费者直接感知, 但某些增值功能(如护肤品的天然性、防晒功能等)却不容易被消费者感知, 因此产品感知质量可能会比真实质量低. 因此, 提高产品的感知质量可有效提高顾客满意度、品牌忠诚度以及产品的盈利能力^[2]. 作为全国性品牌(NB)产品的制造商, 他可以通过两种方式提升产品的感知质量. 一方面, 制造商可以投入全国性广告、增设产品的买前试用以及第三方检测等措施直接提升 NB 产品的感知质量. 另一方面, 制造商也可以通过降低产品批发价格、增加对零售商的额外补贴等措施, 激励零售商通过投放区域性广告、优化货架展示、增加销售人员服务能力以及提供方便的在店试用等措施来间接地提升 NB 产品感知质量. 然而, 由零售商进行感知质量的提升时, 通常很难达到制造商提升的效果. 如区域性广告, 其受众范围和广告效果通常比较局限.

另一方面, 为与全国性品牌制造商争夺渠道控制权, 一些大型零售商纷纷实施自有品牌(SB) 战略且发展迅速. PLMA(2011 年)的统计报告显示, 在美国大型超市中, 自有品牌的总销售份额已达到 19.1%, 市场份额已占到 23.5%¹. 但自有品牌的迅速发展造成制造品牌市场压缩, 利润锐减. 面对零售商自有品牌引入带来的威胁, 品牌制造商通过开辟网络直销渠道^[3,4], 优化产品线设计^[5], 增加产品质量、提高感知质量等^[6]策略予以应对. 因此, 从以上两方面考虑, 感知质量的提升都成为制造商增强竞争力的手段. 然而不同的提升方式下, 提升成本的承担者以及提升的效果都有所不同, 制造商是否应该提升感知质量, 以及是选择直接提升, 还是选择通过激励零售商间接提升感知质量呢? 零售商引入自有品牌将如何影响制造商感知质量的提升决策呢? 这些是本文研究的主要问题. 另外, 制造商的感知质量的提升策略和零售商 SB 产品的引入又如何影响渠道控制权和市场利润的划分, 也是本文将要分析和探讨的关键问题.

与本文相关的研究主要有三个方面: 消费者感知质量、质量披露和自有品牌的相关研究. Mitra^[1]指出感知质量而非质量本身为形成顾客满意度的关键因素, 并研究了客观质量对于感知质量的影响. 在店试用服务^[7], 货架展示^[8], 零售店的声誉^[9], 广告^[10], 零售商的退款保证^[11]以及销售人员的努力^[12]也可影响感知质量. 消费者的感知质量伴随着质量的不确定性, 引发了企业的产品质量信息披露的相关研究. 如 Guo^[13]研究了单制造商单零售商的质量披露决策, Levin 等^[14]研究了竞争情形下的质量披露策略, 而张翠华等^[15]研究了下游有两个竞争的零售商时的质量披露策略. 本文则考虑一个制造商在零售商引入自有产品时的质量披露问题. 关于零售商自有品牌相关的研究集中于两个视角. 从零售商的视角, 一些学者研究了自有品牌的引入动机、产品的定价定位决策以及自有品牌引入对于企业的影响. 如 Chen 等^[16]研究了全国性品牌制造商生产自有品牌的动机, Choi 等^[17]研究了自有品牌产品质量和产品特征的定位问题, 王华清^[18]研究了基于感知质量的定价决策. Meza 等^[19]研究了引入自有品牌对零售商讨价还价能力的影响, Pauwels 等^[20]研究了自有品牌引入对于制造商, 零售商和消费者剩余的影响. 其次, 现有文献也从品牌制造商的视角, 研究了制造商的应对策略. 如 Karray 等^[21]探究了制造商能否采用合作广告缓解零售商自有品牌产品带来的不利影响的问题. Ailawadi^[5]提出了制造商的三个产品线设计策略: 调整适应, 替代抢占以及缓冲竞争以回击零售商自有品牌的引入. 曹宗宏等^[22]研究了制造商考虑是否开辟直销渠道, 零售商是否引入自有品牌的决策问题. Kurata 等^[3]和 Nasser 等^[4]也研究了品牌制造商开辟网络直销渠道应对自有品牌的竞争策略. Mitra 等^[6]则提出了增加产品质量, 提高感知质量, 增加 R&D 投资等应对策略. 本文运用博弈论的方法研究制造商通过提升产品感知质量应对零售商引入 SB 产品的策略, 并量化分析这种策略的有效性.

2 感知质量提升策略选择模型

考虑上游有一个主导的制造商, 下游有一个零售商组成的两级供应链. 主导制造商生产基本功能质量水平为 q_m 的全国性品牌(national brands, NB)产品, 然后将产品以 w_m 的价格销售给下游的零售商. 零售商可能会引入一个基本功能质量水平为 q_r 的自有品牌(store brand, SB)产品, 并将 NB 产品和 SB 产品以 p_m, p_r 的零售价格卖给质量支付意愿异质的消费者, 假设消费者总量为 1. 这里基本功能的质量水平 q_m, q_r 是指两产品在具备相同功能的维度上的质量水平, 如两款护肤品均主打保湿滋润, 但功效有所差

¹<http://www.plma.com>, PLMA's 2011 Private Label Yearbook, p.1

异. 企业通常需要采用新的生产工艺或原材料来提高产品的基本功能, 这往往也使产品同时具备了其他的增值使用功能, 如护肤品的天然性、隔离辐射等功能, 而这些功能可能不能被消费者轻易感知. 假设消费者完全了解 NB 产品和 SB 产品的基本质量, 但不了解产品的增值功能, 并假设产品的感知质量是产品的基本功能和增值功能的总和. 本文忽略企业为提供增值功能, 专门改进生产工艺或增加其他原材料的情形, 故两产品的单位生产成本均仅与基本功能质量水平相关, 分别为 $cq_i^2, i = m, r$.

制造商可以通过投放广告、实施免费退换货以及第三方检测等策略, 向消费者披露 NB 产品的增值功能, 提升产品的感知质量. 此外, 制造商也可以通过降低产品的批发价格, 以激励零售商通过一系列方法提升产品的感知质量. 两种方式下, 感知质量提升成本的承担者以及对产品感知质量的提升效果是不同的. 具体地, 若制造商选择: 1) 不提升感知质量, 此时消费者对于 NB 产品的感知质量为产品的基本功能 q_i , 记 $\Delta_q \triangleq q_m - q_r$, 为 NB 产品的基本功能优势; 2) 直接提升感知质量, 制造商投入固定成本 h , 可披露全部的增值功能 e , 故 NB 产品的感知质量为 $\tilde{q}_m = q_m + e$; 3) 通过零售商间接提升产品感知质量, 零售商花费成本 h 将 NB 产品的感知质量提升 γe , 即 $\tilde{q}_m = q_m + \gamma e$, 其中 γ 表示零售商对 NB 产品感知质量的提升效果相对制造商提升效果的比例. 由于零售商的感知质量提升努力有限, 假设 $0 < \gamma \leq 1$. 此外, 零售商如果引入 SB 品牌, 零售商感知质量提升努力通常可使自有产品感知质量也得到提升(溢出效应). 假设提升后 SB 产品的感知质量为 $\tilde{q}_r = q_r + \lambda e$. 为研究零售商引入 SB 产品对于制造商感知质量提升策略的影响, 建立了无 SB 品牌时的制造商感知质量提升决策模型进行比较. 另外, 下文采用上标 $j = 1k, 2k$ 分别表示无/有自有品牌时制造商不提升、直接提升和间接提升感知质量三种策略, 其中, “1” 表示无 SB 产品情形, “2” 表示有 SB 产品情形, $k = n, d, i$ 分别表示“不提升策略”, “直接提升策略”, “间接提升策略”, 下标 m, r 表示 NB 产品和 SB 产品. 例如, \tilde{q}_m^{2i} 表示引入 SB 产品情形采用间接提升感知质量时, NB 产品的感知质量. 类似于文献[18], 假设消费者购买产品 i 的效用为

$$U(\theta, \tilde{q}_i^j, p_i^j) = \theta \tilde{q}_i^j - p_i^j, \quad i = m, r, \quad j = 1k, 2k, \quad k = n, d, i, \quad (1)$$

其中 θ 表示消费者对感知质量的支付意愿, 为方便分析, 假设 θ 在区间 $[0, 1]$ 上的均匀分布. 消费者最多只购买一单位产品.

如图 1 所示, 在有/无 SB 产品的两种情形下, 制造商和零售商的决策问题均为一个三阶段博弈, 即:

- 1) 制造商(m)决策感知质量的提升格式, 即决策是否提升, 若提升, 选择直接提升还是间接提升;
- 2) 制造商决策 NB 产品的批发价格 $w_m^j, j = 1k, 2k, k = n, d, i$;
- 3) 零售商(r)决策 NB 产品零售价格 p_r^j , 以及有 SB 产品情形下, SB 产品的零售价格 p_r^j .

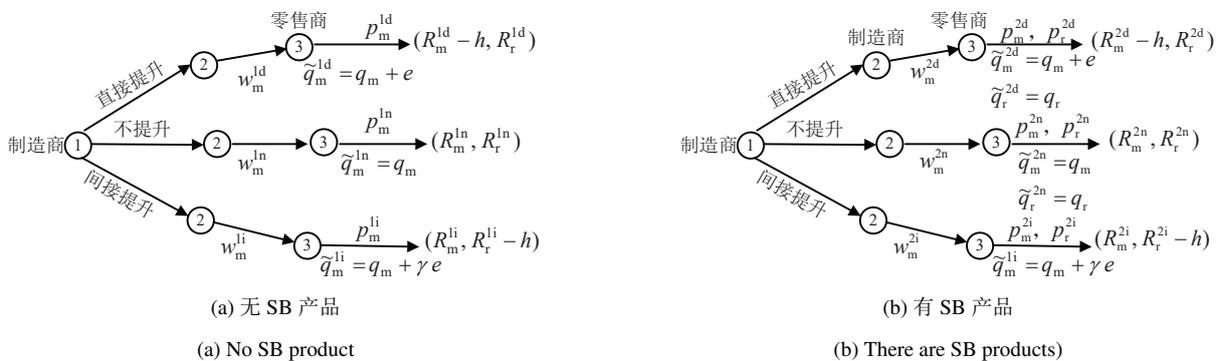


图 1 博弈顺序

Fig. 1 The sequence of game

图 1 中, R_i^j 表示在策略 $j, j = 1k, 2k, k = n, d, i$ 下 i 的利润(不计感知质量提升成本), $i = m, r$, 例如在无 SB 产品情形下, 采用间接提升策略时, 制造商的利润为 R_m^{1i} , 而零售商的利润为 $R_r^{1i} - h$. 下面分析这两种情形下的子博弈精炼 Nash 均衡解. 有/无 SB 产品情形下的成本临界值、批发价等的表达式见附录 A.

2.1 基础情形: 无 SB 产品

无 SB 产品情形下制造商的产品感知质量提升策略选择博弈过程如图 1(a)所示. 这是一个三阶段的博弈过程, 制造商在第一阶段有三个策略, 不提升、直接提升和间接提升. 考虑制造商的感知质量提升策略, 需要比较对应于三种策略下的利润 $\pi_m^{1k}(w_m^{1k})$. 它们均包含一个两阶段的 Stackelberg 子博弈, 即, 制造商首先确定批发价格 w_m^{1k} 将产品转让给零售商, 然后零售商以零售价 p_m^{1k} 将产品销售给消费者, 但三种策略下产品市场需求 d_m^{1k} 和批发价格 w_m^{1k} 各有不同. 首先, 由于整个市场中只有 NB 产品, 消费者购买 NB 产品, 当且仅当剩余非负时, 即 $U(\theta, \tilde{q}_m^{1k}, p_m^{1k}) \geq 0$. 由式(1), 当 $\theta \geq p_m^{1k}/\tilde{q}_m^{1k}$ 时, 消费者购买产品. 因此, 在制造商不同的产品感知质量提升策略下 NB 产品的需求为 $d_m^{1k} = \int_{\theta \geq p_m^{1k}/\tilde{q}_m^{1k}} d\theta = 1 - p_m^{1k}/\tilde{q}_m^{1k}$, $k = n, d, i$, 其中 $\tilde{q}_m^{1n} = q_m$, $\tilde{q}_m^{1d} = q_m + e$, $\tilde{q}_m^{1i} = q_m + \gamma e$. 其次, 因为三种策略下的零售商/制造商利润最大化目标有所差异, 产品的批发价格和零售价格也是不同的. 具体地, 当制造商不提升感知质量时, 消费者对 NB 产品的感知质量为基本功能 q_m , 但制造商和零售商无需投入提升成本 h , 因此产品的最优零售价格及批发价格分别为

$$p_m^{1n}(w_m) = \arg \max \pi_r^{1n}(p_m) = (p_m - w_m) \left(1 - \frac{p_m}{q_m} \right), \quad (2)$$

$$w_m^{1n} = \arg \max \pi_m^{1n}(w_m) = (w_m - cq_m^2) \left(1 - \frac{p_m^{1n}(w_m)}{q_m} \right). \quad (3)$$

当制造商直接提升感知质量时, 制造商投入提升成本 h , 使得消费者对 NB 产品的感知质量为 $q_m + e$, 故这种情形下产品的最优零售价格及批发价格分别为

$$p_m^{1d}(w_m) = \arg \max \pi_r^{1d}(p_m) = (p_m - w_m) \left(1 - \frac{p_m}{q_m + e} \right), \quad (4)$$

$$w_m^{1d} = \arg \max \pi_m^{1d}(w_m) = (w_m - cq_m^2) \left(1 - \frac{p_m^{1n}(w_m)}{q_m + e} \right) - h. \quad (5)$$

而当制造商间接提升感知质量时, 零售商需要投入成本 h , 将消费者对产品的感知提升到 $q_m + \gamma e$. 这种策略下, 制造商无需花费成本, 但他须策略性的考虑零售商自愿提升感知质量条件. 即仅当制造商给零售商的批发价格足够低时, 零售商才会自愿提升感知策略. 因此, 对于任意给定的 w_m , 产品的最优零售价格为

$$p_m^{1i}(w_m) = \arg \max \pi_r^{1i}(p_m) = (p_m - w_m) \left(1 - \frac{p_m}{q_m + \gamma e} \right) - h. \quad (6)$$

若零售商偏离时, 即选择不提升感知质量, 消费者的感知质量为 q_m , 最大利润为 $\pi_r^n(w_m) = \max_{p_m} (p_m - w_m) (1 - p_m/q_m)$. 制造商为使零售商不偏离, 应设定足够低的 w_m , 以使 $\pi_r^{1i}(w_m) \geq \pi_r^n(w_m)$. 因此, 这种情形的利润最大化问题为

$$\begin{cases} \text{Max } \pi_m^{1i}(w_m) = (w_m - cq_m^2) \left(1 - \frac{p_m^{1i}(w_m)}{q_m + \gamma e} \right) \\ \text{s.t. } \pi_r^{1i}(w_m) \geq \pi_r^n(w_m). \end{cases} \quad (7)$$

因此, 根据逆向递推法, 首先分析在博弈的第三阶段, 在三个子博弈下, 已知制造商的批发价格时, 零售商的最优反应. 制造商在已知零售商的反应时, 逆推得到制造商在三个子博弈下的最优批发价格. 最后, 比较制造商在这三个策略下的事前利润, 就可以得到使制造商利润最大的感知质量提升策略, 即第一阶段的制造商感知质量提升策略选择问题得到求解.

下面首先分析在制造商不提升、直接提升和间接提升三个策略下的制造商和零售商的最优定价策略. 制造商不提升和直接提升两种策略下的博弈模型求解方法类似: 直接运用逆向递推法, 在第三阶段, 在已知制造商的 NB 产品批发价格 w_m^{1k} , $k = n, d$ 下, 求解式(2)和式(4)关于 p_m 的一阶条件, 零售商的零售价反应函数, $p_m^{1k} = (\tilde{q}_m^{1k} + w_m^{1k})/2$, $k = n, d$. 然后将此式代回到式(3)和式(5)中, 求解关于 w_m^{1k} , $k = n, d$ 的一阶条件, 得到制造商的最优批发价格为 $w_m^{1k} = (\tilde{q}_m^{1k} + cq_m^2)/2$, $k = n, d$. 然而, 需要注意的是, 间接提升策略下制造商

的批发价格的求解较为复杂. 与其他两种策略相同, 在已知制造商选择间接提升感知质量时, 零售商的最优零售价类似于前两种情形, 即 $p_m^{li} = \frac{\tilde{q}_m^{li} + w_m^{li}}{2}$ 并获得利润 $\pi_r^{li}(w_m) = \frac{(q_m + \gamma e - w_m)^2}{4(q_m + \gamma e)} - h$. 不同的是, 制造商在第二阶段需要前瞻性的考虑零售商偏离情形. 若零售商偏离, 她会设定零售价格 $p_m^n = \frac{q_m + w_m}{2}$ 并得到利润 $\pi_r^n(w_m) = \frac{(q_m - w_m)^2}{4q_m}$. 因此零售商不偏离的条件为 $\pi_r^{li} \geq \pi_r^n(w_m) = \frac{(q_m - w_m)^2}{4q_m}$, 也就是说制造商的 w_m 应满足 $w_m \leq \sqrt{q_m(q_m + \gamma e)(\gamma e - 4h)/\gamma e} \triangleq \tilde{w}_1(h)$. 因此, 第二阶段制造商的最大化问题, 式(7)转化为

$$\begin{cases} \text{Max } \pi_m^{li}(w_m) = \frac{1}{2}(w_m - cq_m^2) \left(1 - \frac{w_m}{q_m + \gamma e}\right) \\ \text{s.t. } w_m \leq \tilde{w}_1. \end{cases} \quad (8)$$

引理 1 无 SB 产品情形下:

1) 若制造商不提升感知质量, NB 产品最优批发价格和零售价格分别为 $w_m^{1n} = \frac{q_m + cq_m^2}{2}$, $p_m^{1n} = \frac{3q_m + cq_m^2}{4}$, 制造商和零售商的最优利润分别为

$$\pi_m^{1n} = \frac{(q_m - cq_m^2)^2}{8q_m}, \quad (9)$$

$$\pi_r^{1n} = \frac{(q_m - cq_m^2)^2}{16q_m}. \quad (10)$$

2) 若制造商直接提升感知质量, NB 产品的最优批发价格和零售价格分别为 $w_m^{1d} = \frac{q_m + e + cq_m^2}{2}$, $p_m^{1d} = \frac{3(q_m + e) + cq_m^2}{4}$, 制造商和零售商的最优利润分别为

$$\pi_m^{1d} = \frac{(q_m + e - cq_m^2)^2}{8(q_m + e)} - h, \quad (11)$$

$$\pi_r^{1d} = \frac{(q_m + e - cq_m^2)^2}{16(q_m + e)}. \quad (12)$$

3) 若制造商间接提升感知质量, 最优批发价格 $w_m^{li} = \min\{\bar{w}_1, \tilde{w}_1(h)\}$, 其中 $\bar{w}_1 \triangleq (q_n + \gamma e + cq_n^2)/2$, $\tilde{w}_1 \triangleq \sqrt{q_n(q_n + re)(re - 4h)/(re)}$, 零售价格为 $p_m^{li} = (q_m + \gamma e + w_m^{li})/2$; 制造商和零售商的最优利润分别为

$$\pi_m^{li} = \begin{cases} (q_m + \gamma e - cq_m^2)^2 / (8(q_m + re)), & h \leq h_3^1 \\ (\tilde{w}_1(h) - cq_m^2)(q_m + \gamma e - \tilde{w}_1(h)) / (2(q_m + re)), & h > h_3^1, \end{cases} \quad (13)$$

$$\pi_r^{li} = \begin{cases} (q_m + \gamma e - cq_m^2)^2 / (16(q_m + \gamma e)) - h, & h \leq h_3^1 \\ (q_m + \gamma e - \tilde{w}_1)^2 / (4(q_m + \gamma e)) - h, & h > h_3^1, \end{cases} \quad (14)$$

其中 $h_3^1 \triangleq \gamma e(q_n(q_n + \gamma e) - \bar{w}_1^2) / (4q_n(q_n + \gamma e))$, 证明略.

根据引理 1 不难发现, 对制造商和零售商而言, 若感知质量得到提升而不需要花费成本时, 其对应利润都将增加, 因此, 在直接提升策略下, 相对于不提升策略, 零售商利润增加. 在间接提升策略下, 在已知感知质量水平 $q_m + \gamma e$ 下, 制造商若设置无约束最优批发价格 \bar{w}_1 , 也可明显增加利润. 但需要注意的是, 当提升成本较大时, 即 $h > h_3^1$ 时, 制造商须降低其批发价格至 \tilde{w}_1 , 以保证零售商提升感知策略能增加利润. 相对于不提升感知质量, 这种情况相当于制造商和零售商共同承担了提升成本, 因此, 制造商间接提升感知质量不一定优于不提升策略.

因此, 以下通过比较制造商的三种策略下的利润, 求解博弈第一阶段的均衡解, 即制造商的最优质量提升策略. 首先利润函数式(9), 式(11)和式(13)有以下特征: 不提升感知质量策略下, 制造商利润 π_m^{1n} 为关于 h 的常函数, 制造商直接提升感知质量策略下的利润 π_m^{1d} 为关于 h 单调递减的一次函数. 而间接提升时, 当 $h < h_3^1$ 时, 制造商的利润 π_m^{1i} 为关于 h 的常函数, 而当 $h > h_3^1$ 时, $\frac{\partial \pi_m^{1i}}{\partial h} < 0$, 且 $\frac{\partial^2 \pi_m^{1i}}{\partial h^2} = -\frac{8(q_m + \gamma e)(q_m + \gamma e + cq_m^2)}{\gamma e(\gamma e - 4h)} < 0$. 又由 $\lim_{h \rightarrow h_3^1+} \pi_m^{1i} = \frac{(q_m + \gamma e - cq_m^2)^2}{8(q_m + re)}$, 因此 π_m^{1i} 为关于 h 分段连续的、单调递减的凹函数. 又当 $h = 0$ 时, $\pi_m^{1d} < \pi_m^{1i} < \pi_m^{1n}$ 恒成立, 则制造商在三种质量提升策略下的利润曲线相交情况可能且仅可能有五种情况, 如图 2 所示, 即取不同组的参数时, 三条利润函数曲线的交点位置有五种情形. 具体分析如下:

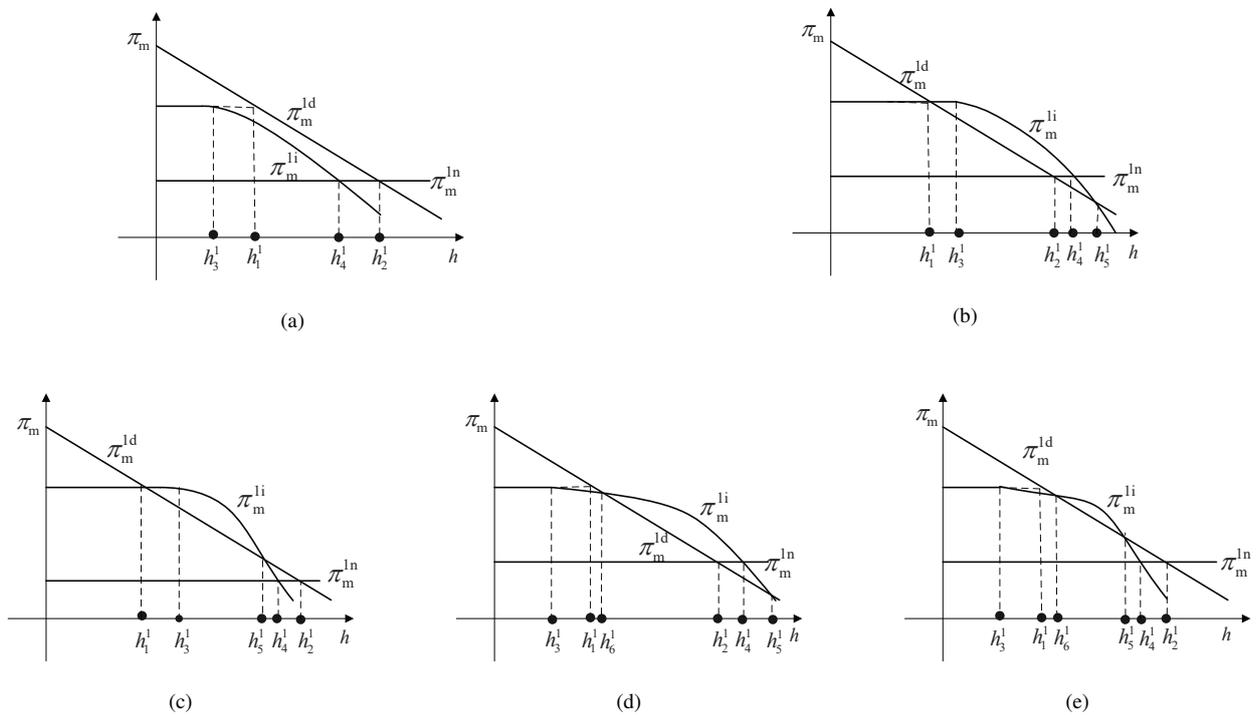


图 2 制造商在不同情形下的事前利润

Fig. 2 The ex-ante profit of manufacturer under different scenarios

1) 令 $\pi_m^{1d} = \pi_m^{1i}(h)$. 当提升成本 h 为 $h_2^1 \triangleq \frac{e(q_m(q_m + e) - (cq_m^2)^2)}{8q_m(q_m + e)}$ 时, 制造商直接提升感知质量策略和不提升策略无差异, 当提升成本 $h < h_2^1$ 时, 制造商直接提升感知质量优于不提升策略, 而当 $h > h_2^1$ 时, 制造商不会直接提升感知质量.

2) 令 $\pi_m^{1d} = \pi_m^{1i}(h)$, 当

$$h = h_4^1 \triangleq \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)} \left(q_m(q_m + \gamma e) - \left(\bar{w}_1 - \frac{1}{2} \sqrt{\gamma e(q_m + \gamma e - c^2 q_m^3)} \right)^2 \right)$$

制造商直接提升感知质量策略和间接提升策略无差异, 当 $h < h_4^1$ 时, 制造商间接提升感知质量优于不提升策略, 而当 $h > h_4^1$ 时, 制造商不会激励零售商从而间接提升感知质量.

3) 当 $h < \max\{h_2^1, h_4^1\}$ 时, 制造商一定会提升感知质量, 具体选择直接抑或间接的方式, 须比较 π_m^{1i} 和 π_m^{1n} 的利润大小. 由于分段函数 $\pi_m^{1i}(h)$ 前端为关于 h 的常函数, 后端为关于 h 的二次函数, 故讨论 π_m^{1i} 和 π_m^{1n} 的相交情况需要考虑分段点的位置和后端二次函数 $\pi_m^{1i}(h) - \pi_m^{1n}(h)$ 的判别式符号. 定义二次方

程 $\pi_m^{1n}(h) = \pi_m^{1i}(h > h_3^1)$ 的判别式为

$$\delta_1 \triangleq \frac{q_m(q_m + \gamma e + cq_m^2)^2}{(2q_m + re)^2} + \frac{\gamma e(q_m + \gamma e)}{2q_m + \gamma e} - \frac{(q_m + \gamma e)(q_m + e + cq_m^2)^2}{2(2q_m + \gamma e)(q_m + e)},$$

用来判断直线 $\pi_m^{1n}(h)$ 和分段曲线 $\pi_m^{1i}(h)$ 的二次曲线部分的相交情况。

另外, 令 $\frac{(q_m + \gamma e - cq_m^2)^2}{8(q_m + re)} = \pi_m^{1n}(h)$, 可得 π_m^{1i} 分段点之前的直线与 π_m^{1n} 的交点横坐标为

$$h_1^1 \triangleq \frac{(1 - \gamma)e((q_m + e)(q_m + \gamma e) - (cq_m^2)^2)}{8(q_m + e)(q_m + \gamma e)}.$$

根据 h_1^1 和 h_3^1 的大小以及 π_m^{1i} 分段点之后的二次曲线与 π_m^{1n} 的交点情形. 可得 π_m^{1i} 与 π_m^{1n} 的交点有如图 2 中的五种情形:

(i) 若 $\delta_1 \leq 0$ 时, π_m^{1i} 后半部分的二次曲线和 π_m^{1n} 无交点或只有一个交点, 此时总有 $h_1^1 > h_3^1$, 也就是说分段曲线 π_m^{1i} 总是在直线 π_m^{1n} 的下方, 则总有 $h_4^1 < h_2^1$, 如图 2(a) 所示. 因此, 这种情形下, 直接提升策略总是优于间接提升策略, 当 $h < h_2^1$ 时, 直接提升始终为制造商的最优选择, 而当 $h \geq h_2^1$ 时, 制造商选择不提升感知质量.

(ii) 若 $\delta_1 > 0$ 时, 分段曲线后端的二次曲线部分 π_m^{1i} 和直线 π_m^{1n} 有两个交点. 两个交点位置又分为两种情形. 当 $h_1^1 \geq h_3^1$ 时, 这两个交点都相交于 π_m^{1i} 后半部分的二次曲线上, 记 π_m^{1i} 与 π_m^{1n} 左右侧交点的横坐标为 h_6^1 和 h_5^1 , 即令 $\pi_m^{1n}(h) = \frac{(\bar{w}_1 - cq_m^2)(q_m + \gamma e - \bar{w}_1)}{2(q_m + re)}$, 可得

$$h_6^1 = \frac{\gamma e}{4} - \frac{\gamma e(2q_m \bar{w}_1 + (2q_m + \gamma e)\sqrt{q_m \delta_1})^2}{4q_m(q_m + \gamma e)(2q_m + \gamma e)^2}, h_5^1 = \frac{\gamma e}{4} - \frac{\gamma e(2q_m \bar{w}_1 - (2q_m + \gamma e)\sqrt{q_m \delta_1})^2}{4q_m(q_m + \gamma e)(2q_m + \gamma e)^2}.$$

由于

$$\begin{aligned} h_6^1 - h_2^1 &= \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)} \left(q_m(q_m + \gamma e) - \left(\frac{2q_m}{2q_m + \gamma e} \bar{w}_1 + \sqrt{q_m \delta_1} \right)^2 \right) - \frac{e(q_m(q_m + e) - (cq_m^2)^2)}{8q_m(q_m + e)} \\ &< \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)} \left(q_m(q_m + \gamma e) - \left(\frac{2q_m}{2q_m + \gamma e} \bar{w}_1 \right)^2 \right) - \frac{e(q_m(q_m + e) - (cq_m^2)^2)}{8q_m(q_m + e)} \\ &= -\frac{\gamma e}{4(q_m + \gamma e)} \delta_1 + \frac{q_m(q_m + \gamma e)}{(q_m + e)(2q_m + \gamma e)} (h_3^1 - h_1^1) + \frac{e(2\gamma q_m^2 + (2 + \gamma)eq_m + \gamma e^2)}{8q_m(q_m + e)^2(2q_m + \gamma e)} \times \\ &\quad (cq_m^2 - q_m(q_m + e)), \end{aligned}$$

故 $h_6^1 < h_2^1$ 在 $\delta_1 > 0$ 且 $h_3^1 < h_1^1$ 的情况下恒成立. 再考虑到 h_5^1 与 h_2^1 的大小关系, 此时又分为如图 2(d) 和图 2(e) 两种情形. 当 $h_1^1 < h_3^1$ 时, 两个交点一处交于 π_m^{1i} 前段直线部分, 一处交于后半部分的二次曲线部分, 即 h_1^1 和 h_5^1 . 同理, 再考虑到 h_5^1 与 h_2^1 的大小关系, 此时又分为如图 2(b) 和图 2(c) 两种情形.

4) 下面分析一下以上五种情况的存在性. 具体地, 当 $\gamma = 0$ 时, $\delta_1 = \frac{e((cq_m^2)^2 - q_m^2 - eq_m)}{4q_m(q_m + e)} < 0$, 而当 $\gamma = 1$ 时, $\delta_1 = \frac{e(3q_m^2 + 4q_me + e^2 - c^2q_m^4 - 2cq_m^3 - 2ceq_m^2)}{2(2q_m + e)^2} > 0$. 且 δ_1 关于 γ 连续, 故随着 γ 的变化, 可出现间接提升的利润函数曲线与直接提升的利润函数曲线不相交(图 2(a))和相交(图 2(b)~图 2(e))两类情形. 其次, 当 $\gamma = 0$ 时, $h_1^1 > h_2^1 > h_3^1 = 0$, 而当 $\gamma = 1$ 时, $h_1^1 = 0 < h_3^1 = \frac{e(4q_m(q_m + e) - (q_m + e + cq_m^2)^2)}{16q_m(q_m + e)}$, 故当 γ 由小到大变化时, 会出现 $h_1^1 - h_3^1$ 的符号变化.

综上, 命题 1 总结了制造商的最优提升策略.

命题 1 在无 SB 情形下, 存在一系列与参数 h 无关而与 q_m, γ, e, c 有关的成本临界值, $h_1^1, h_2^1, h_3^1, h_4^1, h_5^1, h_6^1$ 和符号值 δ_1 , 当他们满足一定的关系时, 制造商感知质量提升策略选择的范围如表 1 所示.

表 1 无 SB 情形, 制造商感知质量提升决策

Table 1 The perceived quality promotion strategy of manufacturer without SB

不同的参数取值范围	选择直接提升策略的条件	选择间接提升策略的条件	选择不提升策略的条件
$\delta_1 \leq 0, h_1^1 > h_3^1, h_4^1 < h_2^1$	$h \leq h_2^1$	无	$h > h_2^1$
$\delta_1 > 0, h_1^1 < h_3^1, h_1^1 < h_2^1 < h_4^1 < h_5^1$	$h \leq h_1^1$	$h_1^1 < h \leq h_4^1$	$h > h_4^1$
$\delta_1 > 0, h_1^1 < h_3^1, h_1^1 < h_5^1 < h_4^1 < h_2^1$	$h \leq h_1^1$ 或 $h_5^1 < h \leq h_2^1$	$h_1^1 < h \leq h_5^1$	$h > h_2^1$
$\delta_1 > 0, h_1^1 > h_3^1, h_6^1 < h_2^1 < h_4^1 < h_5^1$	$h \leq h_6^1$	$h_6^1 < h \leq h_4^1$	$h > h_4^1$
$\delta_1 > 0, h_1^1 > h_3^1, h_6^1 < h_5^1 < h_4^1 < h_2^1$	$h \leq h_6^1$ 或 $h_5^1 < h \leq h_2^1$	$h_6^1 < h \leq h_5^1$	$h > h_2^1$

全文所有的命题证明见附录 B. 由命题 1 可见, δ_1 的符号标志着制造商是否会选择间接提升感知质量策略. 当 $\delta_1 \leq 0$ 时(如图 2(a)), 即零售商对 NB 产品感知质量的提升效果相对制造商提升效果的比例 γ 较小时, 制造商不可能选择间接提升, 仅可能出现两种策略: 提升成本较小时($h \leq h_2^1$), 选择直接提升; 提升成本较大时($h > h_2^1$), 选择不提升. 相反地, 当 $\delta_1 > 0$ (如图 2(b)~图 2(e)所示), 即零售商对 NB 产品感知质量的提升效果相对制造商提升效果的比例 γ 较大时, 制造商会在成本处于适中范围时 ($\max\{h_1^1, h_6^1\} < h < \min\{h_4^1, h_5^1\}$), 选择间接提升策略; 一般来说, 当提升成本较低时($h < \max\{h_1^1, h_6^1\}$), 制造商选择直接提升, 成本过高时($h > \max\{h_2^1, h_4^1\}$), 制造商选择不提升感知质量.

2.2 引入 SB 产品情形

当零售商引入质量为 q_r 的 SB 产品时, NB 产品的需求被侵蚀. 这是因为, 市场中将同时存在 NB 产品和 SB 产品时, 消费者购买 NB (SB)产品的效用非负已经不能成为消费者购买产品的充分条件, 还必须大于购买 SB (NB)产品的效用. 具体地, 令 $U(\tilde{q}_r^{2k}, p_r^{2k}) \geq 0$ 以及 $U(\tilde{q}_m^{2k}, p_m^{2k}) \geq 0$, 可得当 $\theta > p_r^{2k}/\tilde{q}_r^{2k} \triangleq \theta_r$ 时, 消费者有可能购买 SB 产品, 当 $\theta > p_m^{2k}/\tilde{q}_m^{2k} \triangleq \theta_m$ 时, 消费者有可能购买 NB 产品. 而当 $\theta > \max\{\theta_m, \theta_r\}$ 时, 消费者需要比较 NB 产品和 SB 产品的效用大小. 当 $U(\tilde{q}_m^{2k}, p_m^{2k}) \geq U(\tilde{q}_r^{2k}, p_r^{2k})$, 即 $\theta > (p_m^{2k} - p_r^{2k})/(\tilde{q}_m^{2k} - \tilde{q}_r^{2k}) \triangleq \theta_{sn}$ 时, 消费者更倾向于购买 NB 产品. 因此, 两产品的需求依赖于 θ_m, θ_r 以及 θ_{sn} 三式的值. 假设消费者对新引入的 SB 产品的感知质量恒小于 NB 产品的感知质量, 即 $\tilde{q}_r < \tilde{q}_m$. 因此, 两产品的需求有以下几种情形:

1) 当 $\theta_m > \theta_r$ 时, 有 $\theta_{sn} > \theta_m$, 因此 NB 产品的需求由 $\theta_{sn} < \theta < 1$ 的消费者产生, SB 产品的需求由 $\theta_r < \theta < \theta_{sn}$ 的消费者产生. 故

$$d_m^{2k} = \int_{\theta_{sn} \leq \theta \leq \min\{1, \theta_{sn}\}} d\theta = 1 - \min\{1, \theta_{sn}\}, \quad d_r^{2k} = \int_{\theta_r \leq \theta \leq \min\{1, \theta_{sn}\}} d\theta = \min\{1, \theta_{sn}\} - \theta_r.$$

2) 当 $\theta_m < \theta_r$ 时, 有 $\theta_{sn} < \theta_m$, 因此 NB 产品的需求为 $d_m^{2k} = 1 - \theta_m$, SB 产品的需求为 $d_r^{2k} = 0$.

本文为保证市场中同时存在两种产品, 假设

$$\theta_r < \theta_m < \theta_{sn} < 1. \tag{15}$$

因此, NB 产品和 SB 产品的需求如上面的情形 1)所示. 在引入 SB 产品后, 消费者在三种策略下对 NB 产品的感知质量与无 SB 产品情形时相同, 即 $\tilde{q}_m^{2k} = \tilde{q}_m^{1k}, k = n, d, i$. 消费者在不提升和直接提升两种策略下对 SB 产品的感知质量均为 $\tilde{q}_r^{2n} = \tilde{q}_r^{2d} = q_r$. 在间接提升策略下, 设零售商花费同样的成本 h 提升 NB 的感知质量时, 能产生一定的溢出效应, 即消费者对 SB 产品的感知质量为 $\tilde{q}_r^{2i} = q_r + \lambda e$, 其中 $\lambda \geq 0$. 本文允许 $\lambda = 0$, 这是因为零售商的某些提升感知质量的活动不能影响店内的所有产品, 如店内的专柜广告.

另外, 零售商引入 SB 产品后, 制造商的决策过程不发生变化. 但在博弈的第三阶段, 零售商的利润来源新增了销售 SB 产品的净利润, 因此她还须决策 SB 产品的最优零售价格. 假设零售商引入 SB 产品是由完全竞争的边缘制造商生产, 故其批发价格即为生产价格 cq_r^2 . 故在引入 SB 产品后, 在不同提升策略下制造商和零售商的利润函数如下: 1) 若制造商不提升感知质量, 制造商和零售商的利润函数分别为 $\pi_m^{2n} = (w_m^{2n} - cq_m^2)d_m^{2n}, \pi_r^{2n} = (p_m^{2n} - w_m^{2n})d_m^{2n} + (p_r^{2n} - cq_r^2)d_r^{2n}$; 2) 若制造商直接提升感知质量, 制造商和零售商的利润函数分别为 $\pi_m^{2d} = (w_m^{2d} - cq_m^2)d_m^{2d} - h, \pi_r^{2d} = (p_m^{2d} - w_m^{2d})d_m^{2d} + (p_r^{2d} - cq_r^2)d_r^{2d}$; 3) 若制造商间接提升感知质量, 制造商和零售商的利润函数分别为 $\pi_m^{2i} = (w_m^{2i} - cq_m^2)d_m^{2i}, \pi_r^{2i} = (p_m^{2i} - w_m^{2i})d_m^{2i} + (p_r^{2i} - cq_r^2)d_r^{2i} - h$. 运用类似于 2.1 节的分析方法, 可得不同感知质量提升策略下最优定价策略如下,

引理 2 在零售商引入 SB 产品情形下:

1) 若制造商不提升感知质量, NB 产品的最优批发价格和零售价格分别为 $w_m^{2n} = (\Delta_q + cq_m^2 + cq_r^2)/2$, $p_m^{2n} = (w_m^{2n} + q_m)/2$, SB 产品的最优零售价格为 $p_r^{2n} = (q_r + cq_r^2)/2$, 制造商和零售商的最大利润分别为

$$\pi_m^{2n} = (\Delta_q - cq_m^2 + cq_r^2)^2 / (8\Delta_q), \quad (16)$$

$$\pi_r^{2n} = (1 - (cq_m + cq_r))(q_m - cq_m^2 + q_r - cq_r^2) / 16 + (q_r - cq_r^2)(1 + c\Delta_q) / 8. \quad (17)$$

2) 若制造商直接提升感知质量, NB 产品的最优批发价格和零售价格分别为 $w_m^{2d} = (\Delta_q + e + cq_m^2 + cq_r^2)/2$, $p_m^{2d} = (q_m + e + w_m^{2d})/2$, SB 产品的最优零售价格为 $p_r^{2d} = (q_r + cq_r^2)/2$, 制造商和零售商相应的利润分别为

$$\pi_m^{2d} = \frac{(\Delta_q + e - (cq_m^2 - cq_r^2))^2}{8(\Delta_q + e)} - h, \quad (18)$$

$$\pi_r^{2d} = \frac{(q_m + e - cq_m^2)^2 - (q_r - cq_r^2)^2}{16(\Delta_q + e)} + \frac{1}{8}(q_r - cq_r^2) \left(1 + \frac{cq_m^2 - cq_r^2}{\Delta_q + e} - 2cq_r \right). \quad (19)$$

3) 若制造商通过零售商间接提升感知质量, 零售商设定的 NB 产品和 SB 产品的最优零售价格分别为 $p_m^{2i} = (w_m^{2i} + q_m)/2$, $p_r^{2i} = (q_r + \lambda e + cq_r^2)/2$. 制造商 NB 产品的最优批发价格及企业利润视情况而定.

(i) 当 $\gamma \leq \lambda$ 时, $w_m^{2i} = \bar{w}_2 + cq_r^2$, 制造商和零售商的利润分别为

$$\pi_m^{2i} = (\Delta_q + (\gamma - \lambda)e - (cq_m^2 - cq_r^2))^2 / (8(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)), \quad (20)$$

$$\pi_r^{2i} = \frac{(q_m + \gamma e - cq_m^2)^2 - (q_r + \lambda e - cq_r^2)^2}{16(\Delta_q + \gamma e - \lambda e)} + \frac{1}{8}(q_r + \lambda e - cq_r^2) \left(1 + \frac{cq_m^2 - cq_r^2}{\Delta_q + \gamma e - \lambda e} - \frac{2cq_r^2}{q_r + \lambda e} \right) - h. \quad (21)$$

(ii) 当 $\gamma > \lambda$ 时, 类似于无 SB 产品情形, 制造商 NB 产品批发价格 w_m^{2i} 取决于 h 的大小且满足

$$w_m^{2i} = \min\{\bar{w}_2 + cq_r^2, \tilde{w}_2(h) + cq_r^2\}.$$

具体的, 当 $h < h_3^2 \triangleq \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)e\bar{w}_2^2}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)}$ 时, $w_m^{2i} = \bar{w}_2 + cq_r^2$, 而当 $h > h_3^2$ 时,

$$w_m^{2i} = \tilde{w}_2(h) + cq_r^2 \triangleq \sqrt{\frac{\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e) q_r(q_r + \lambda e)(\gamma e - 4h) - \lambda e(cq_r^2)^2}{q_r(q_r + \lambda e) (\gamma - \lambda)e}} + cq_r^2.$$

制造商和零售商的利润分别为

$$\pi_m^{2i} = \begin{cases} \frac{(\Delta_q + \gamma e - \lambda e - cq_m^2 + cq_r^2)^2}{8(\Delta_q + \gamma e - \lambda e)}, & h \leq h_3^2 \\ \frac{(\tilde{w}_2(h) + cq_r^2 - cq_m^2)(\Delta_q + \gamma e - \lambda e - \tilde{w}_2(h))}{2(\Delta_q + \gamma e - \lambda e)}, & h > h_3^2, \end{cases} \quad (22)$$

$$\pi_r^{2i} = \begin{cases} \frac{(q_m + \gamma e - cq_m^2)^2 - (q_r + \lambda e - cq_r^2)^2}{16(\Delta_q + \gamma e - \lambda e)} + \frac{1}{8}(q_r + \lambda e - cq_r^2) \left(1 + \frac{cq_m^2 - cq_r^2}{\Delta_q + \gamma e - \lambda e} - \frac{2cq_r^2}{q_r + \lambda e} \right) - h, & h \leq h_3^2 \\ \frac{1}{4} \left((q_m + \gamma e - \tilde{w}_2) \left(1 - \frac{\tilde{w}_2}{\Delta_q + \gamma e - \lambda e} \right) + (q_r + \lambda e - cq_r^2) \left(\frac{\tilde{w}_2}{\Delta_q + \gamma e - \lambda e} - \frac{cq_r^2}{q_r + \lambda e} \right) \right) - h, & h > h_3^2. \end{cases} \quad (23)$$

下面讨论制造商的感知质量提升策略选择问题. 类似于无 SB 产品情形, 通过比较制造商在三种策略下的事前利润, 求解制造商感知质量的提升策略. 如果 $\gamma \leq \lambda$, 通过比较式(16), 式(18)和式(20)可得, 当 $h \leq h_3^2$

时, 制造商选择直接质量提升; 否则, 制造商选择不提升感知质量. 而当 $\gamma > \lambda$ 时, 须比较式(16), 式(18)和式(20)的大小, 可得制造商感知质量提升的均衡解及其条件如表 2, 表中涉及的参数见附录 A. 具体比较过程和无 SB 产品情形下的分析类似, 这里不作赘述. 可见, 此时感知质量提升成本的方式及对应的成本临界值均与无 SB 情形下类似.

表 2 引入 SB 产品后, 制造商感知质量提升决策($\gamma > \lambda$ 时)
Table 2 The perceived quality promotion strategy of manufacturer with SB ($\gamma > \lambda$)

不同的参数取值范围	选择直接提升策略的条件	选择间接提升策略的条件	选择不提升策略的条件
$\delta_2 \leq 0, h_3^2 < h_1^2, h_4^2 < h_2^2$	$h \leq h_2^2$	无	$h > h_2^2$
$\delta_2 > 0, h_1^2 < h_3^2, h_1^2 < h_2^2 < h_4^2 < h_5^2$	$h \leq h_1^2$	$h_1^2 < h \leq h_4^2$	$h > h_4^2$
$\delta_2 > 0, h_1^2 < h_3^2, h_1^2 < h_2^2 < h_4^2 < h_2^2$	$h \leq h_1^2$ 或 $h_5^2 < h \leq h_2^2$	$h_1^2 < h \leq h_5^2$	$h > h_2^2$
$\delta_2 > 0, h_1^2 > h_3^2, h_6^2 < h_2^2 < h_4^2 < h_5^2$	$h \leq h_6^2$	$h_6^2 < h \leq h_4^2$	$h > h_4^2$
$\delta_2 > 0, h_1^2 > h_3^2, h_6^2 < h_2^2 < h_4^2 < h_2^2$	$h \leq h_6^2$ 或 $h_5^2 < h \leq h_2^2$	$h_6^2 < h \leq h_5^2$	$h > h_2^2$

其中

$$\delta_2 \triangleq \frac{\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e + c(q_m + q_r)\Delta_q)^2}{(2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)^2} + \frac{(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)(q_r(q_r + \lambda e)\gamma e - \lambda e(cq_r^2)^2)}{q_r(q_r + \lambda e)(2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)} - \frac{(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)(\Delta_q + e + c(q_m + q_r)\Delta_q)^2}{2(\Delta_q + e)(2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)},$$

$$h_1^2 = \frac{(\lambda + 1 - \gamma)e(\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e) - (cq_m^2 - cq_r^2)^2)}{8(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)(\Delta_q + e)},$$

$$h_2^2 \triangleq e(\Delta_q(\Delta_q + e) - (cq_m^2 - cq_r^2)^2)/(8\Delta_q(\Delta_q + e)),$$

$$h_4^2 = \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda) \left(\bar{w}_2 - \sqrt{(\gamma - \lambda)e(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e - (cq_m + cq_r)^2\Delta_q)/2} \right)^2}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)},$$

$$h_5^2 = \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)e}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)} \cdot \left(\frac{2\Delta_q}{2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e} \bar{w}_2 - \sqrt{\Delta_q\delta_2} \right)^2,$$

$$h_6^2 = \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)e}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)} \cdot \left(\frac{2\Delta_q}{2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e} \bar{w}_2 + \sqrt{\Delta_q\delta_2} \right)^2.$$

2.3 引入 SB 产品和提升策略的影响分析

下面分析一下零售商引入 SB 产品以及制造商的产品感知质量提升策略对双方定价策略和利润的影响, 得到以下结论.

- 命题 2**
- 1) $w_m^{1k} > w_m^{2k}, p_m^{1k} > p_m^{2k}, p_m^{2k} - w_m^{2k} > p_m^{1k} - w_m^{1k}, d_m^{1k} > d_m^{2k}, k = n, d;$
 - 2) $w_m^{in} < w_m^{id}, p_m^{in} < p_m^{id}, d_m^{in} < d_m^{id}, i = 1, 2;$
 - 3) 当 $h < \min\{h_3^1, h_3^2\}$ 时, $w_m^{1i} > w_m^{2i}, p_m^{1i} > p_m^{2i}, p_m^{2i} - w_m^{2i} > p_m^{1i} - w_m^{1i};$
 - 4) 当 $h < h_3^i$ 时, $w_m^{in} < w_m^{ii} < w_m^{id}, p_m^{in} < p_m^{ii} < p_m^{id}, d_m^{in} < d_m^{ii} < d_m^{id}, i = 1, 2.$

无论制造商选择直接提升还是提升, 零售商引入 SB 产品都使得 NB 产品的批发价格降低, 从 NB 产品中获得的边际收益则增加. 而在制造商间接提升策略下, 当其最优批发价为其利润函数无约束极值点, 即无须降低批发价提供激励, 零售商便自愿提升感知质量时, 零售商引入 SB 产品能降低 NB 产品的批发价格, 并增加了从 NB 产品中获得的边际收益. 也就是说, 零售商引入 SB 产品, 通常都能增强议价权, 从而获得更多收益. 对于制造商来说, 无论零售商是否引入 SB 产品, 相对于不提升感知质量, 制造商直接或者间接提升 NB 产品的感知质量, 总会增加 NB 产品的批发价、零售价和市场份额, 且直接提升策略下增加的更多. 也就是说, 不考虑提升成本时, 制造商总可从感知质量的提升活动中获益, 直接提升可获益更多. 对于消费者而言, 零售商引入自有品牌产品 SB 可以使得制造商的全国性品牌产品 NB 的零售价降低, 而提升感知质量策略却使得 NB 产品零售价更高.

命题 3 若制造商不提升感知质量, 无 SB 产品时, 制造商利润大于零售商利润. 而引入 SB 产品后, 零

售商利润增加, 而制造商利润降低. 且存在 q_r^* , 使得当 $q_r > q_r^*$ 时, $\pi_m^{2n} < \pi_r^{2n}$.

命题 3 表明, 仅当 SB 产品的质量相对于 NB 产品质量处于一个“较高的水平”, 制造商的利润便小于零售商的利润. 这个“较高水平”其实只是一个较低的水平, 通过数值算例发现, 当 $c = 1$ 时, q_r^* 的值不超过 0.1, 并且随着 q_m 的增加而降低. 也就是说, 在引入 SB 产品后, 很多情形下, 制造商的利润小于零售商的利润.

命题 4 零售商引入 SB 产品后, 制造商直接提升临界成本降低, 即 $h_2^1 > h_2^2$.

制造商直接提升临界成本降低, 意味着有可能出现这样的策略变化: 在其他参数相同的条件下, 在无 SB 情形下选择直接提升感知质量, 但在引入 SB 产品后, 却不选择直接提升感知质量. 这也意味着制造商直接提升感知质量的动机降低. 但这并不意味着感知质量的提升动机降低, 因为还需考虑是否选择间接提升的问题.

命题 5 制造商直接提升感知质量策略对零售商的影响:

- 1) 不管是否引入 SB 产品, 零售商总可从制造商的直接感知质量提升活动中获益;
- 2) 引入 SB 产品后, 零售商可获益更多, 且增加的收益则随着提升额度、质量差的增加而增加.

上述命题表明, 零售商虽然并不作出任何努力, 但制造商直接披露 NB 产品的质量优势, 总可使零售商受益. 引入 SB 产品后, 零售商受益更多, 这是因为制造商提升感知质量后, 零售商可从销售 NB 产品获得更大的利润. 同时 NB 产品的可感知的质量差异越大, 即 Δ_q 越大, 利润增加越明显.

3 数值算例

由于本文成本临界值的复杂性, 本节采用数值算例说明 $\gamma, \lambda, e, q_m, q_r$ 对制造商感知质量提升策略选择以及两成员利润的影响.

3.1 无 SB 产品情形下感知质量提升策略的影响因素分析

首先, 设 $q_m = 3, h = 0.01$ 时, 使 γ 在区域 $(0, 1)$ 内变化, 同时 e 在 $[0, 1]$ 范围内变化, 观察制造商感知质量提升区域的变化, 得到图 3(a). 图 3(b) 中将 q_m 从 3 变为 2.5, 以观察质量对于感知质量提升决策的影响. 图 3(c) 中将 h 变为 0.015 以观察感知质量提升成本对提升策略的影响.

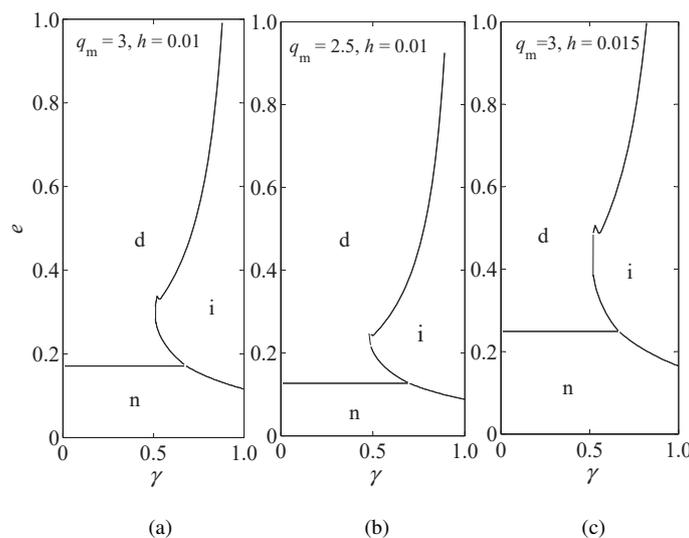


图 3 无 SB 产品情形下, 真实质量 q_m 、间接提升比例 γ 及成本 h 对感知质量提升策略的影响

Fig. 3 The effects of q_m, γ and h on the promotion strategy without SB product

由图 3 可见, 制造商提升策略的选择与 γ, h, q_m 等参数都相关, 但是与任何一个参数的关系都不是线性相关的. 但还是有一些规律: 1) 当间接提升效果较弱时, 即 $\gamma < 0.47$, 总存在一个不随 γ 的变化而变化的 NB

产品的增值功能的阈值, 当增值功能 e 大于这个阈值时, 制造商选择直接提升, 而当增值功能 e 小于这个阈值时, 制造商不提升感知质量. 当间接提升效果较好时, 即 $\gamma > 0.47$, 存在一个开始等于左侧阈值, 而后随 γ 的增大而降低的阈值, 在这个阈值上方, 可能是直接提升, 也可能是间接提升, 并且间接提升范围随着 γ 的增加而扩大. 2) 比较图 3(a)和图 3(b)可发现, 当消费者可感知的质量 q_m 较高时, 直接提升和间接提升的增值功能的阈值都增加. 表明基本功能质量增加时, 制造商可能由提升转变为不提升, 因此感知质量的提升动机变小. 3) 比较图 3(a) 和图 3(c), 制造商提升感知质量的阈值, 以及从间接提升策略转变为直接提升策略的阈值增加, 这表明, 当提升成本增加时, 不管间接提升效果如何, 制造商直接提升感知质量的动机变小. 但当间接提升效果较好且增值功能较大时, 选择间接提升的动机增大; 而当间接提升效果较好且增值功能较小时, 选择间接提升的动机减小.

3.2 零售商引入 SB 产品情形下感知质量提升策略的影响因素分析

引入 SB 产品后, h 、 γ 和 q_m 对感知质量提升策略的影响与无 SB 产品情形类似. 因此, 在这种情形下, 着重考虑间接提升对 SB 产品的溢出效应 λ 以及 SB 产品的质量 q_r 对感知质量提升决策的影响. 如图 4 所示, 固定 $q_m = 2.5, c = 0.25, h = 0.01$, 在图 4(a)中令 $\lambda = 0, q_r = 0.6$, 图 4(b)中令 $\lambda = 0.1, q_r = 0.6$, 图 4(c)中令 $\lambda = 0.1, q_r = 1$, 图 4(d)中令 $\lambda = 0.2, q_r = 1$.

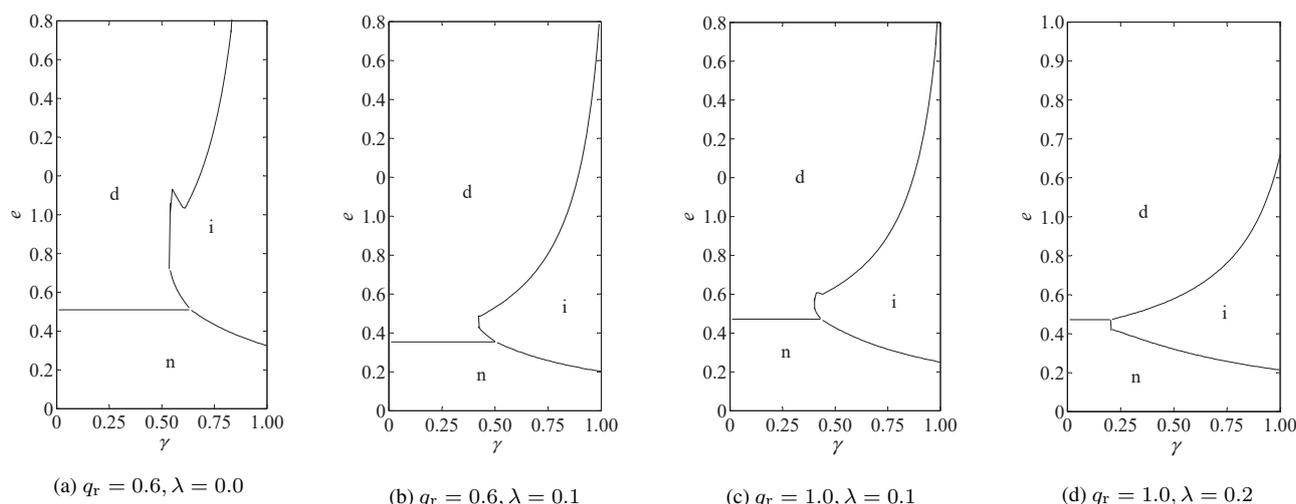


图 4 引入 SB 产品后, q_r 及 λ 对感知质量提升策略的影响

Fig. 4 The effect of q_r and λ on the promotion strategy after introduction SB product

比较图 3(b)图和图 4 中各子图, 不管零售商的感知质量提升努力能不能对 SB 产品产生溢出效应, 以及不管 SB 产品质量高低, 引入 SB 产品后, 感知质量的直接提升和间接提升的阈值都增加, 因此, 引入 SB 产品后, 制造商感知质量的提升动机降低. 对比图 4(a) 和图 4(b)图或图 4(c)图和图 4(d) 图, 间接提升对 SB 产品的溢出效应增加, 直接提升和间接提升的下侧提升阈值降低, 上侧由间接提升转变为直接提升的阈值也降低. 表明若间接提升对 SB 产品溢出效应增强, 当 NB 产品的增值功能较小时, 间接提升动机增大, 而增值功能较大时, 直接提升的动机增大. 对比图 4(b)和图 4(c), 可知零售商 SB 产品的质量增加时, 导致 NB 产品感知质量提升的动机降低. 总的来说, 图 4 表明, SB 产品的引入降低了感知质量的提升动机, 且 SB 产品质量越高, 感知质量的提升动机越小. 若间接提升对 SB 产品的溢出效应增强, 当增值功能较大时, 间接提升的动机变小; 而当增值功能较小时, 间接提升的动机增强.

3.3 零售商引入 SB 产品对企业的影响

本节分析零售商引入 SB 产品对制造商的产品感知质量提升策略以及两个企业的利润的影响. 设置基准参数 $q_m = 2.1, q_r = 0.9, c = 0.25, \gamma = 0.6, \lambda = 0.4, e = 0.2, h = 0.01$, 然后分别变化参数 q_r, γ, λ, h ,

比较无 SB 产品情形和引入 SB 产品后, 制造商的产品感知质量提升策略以及两个企业的利润的变化, 见表 3~表 6. 表中第五列和第七列表示, 制造商在最优提升策略下的最大利润与不提升策略的利润比值.

表 3 q_r 对企业感知质量提升策略及利润的影响Table 3 The effect of q_r on promotion strategy and profits

情形	q_r	提升策略	π_r	π_r/π_r^n	π_m	π_m/π_m^n
无 SB	—	间接	0.025 2	0.85	0.070 3	1.19
	0.9	直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31
	0.95	直接	0.148 4	1.04	0.010 7	1.32
引入 SB	1.0	直接	0.150 3	1.04	0.009 3	1.33
	1.05	间接	0.111 6	0.77	0.007 9	1.34
	1.1	间接	0.113 4	0.77	0.006 9	1.38
	1.15	间接	0.114 8	0.78	0.006 0	1.44

表 4 λ 对企业感知质量提升策略及利润的影响Table 4 The effect of λ on promotion strategy and profits

情形	λ	提升策略	π_r	π_r/π_r^n	π_m	π_m/π_m^n
无 SB	—	间接	0.025 2	0.85	0.070 3	1.19
	0.15	间接	0.124 4	0.89	0.014 7	1.57
	0.2	间接	0.120 9	0.86	0.014 1	1.50
引入 SB	0.25	间接	0.117 1	0.84	0.013 5	1.44
	0.3	间接	0.113 1	0.81	0.012 9	1.37
	0.35	直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31
	0.5	直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31

表 5 γ 对企业感知质量提升策略及利润的影响Table 5 The effect of γ on promotion strategy and profits

情形	γ	提升策略	π_r	π_r/π_r^n	π_m	π_m/π_m^n	
无 SB	0.3	直接	0.039 0	0.85	0.067 9	1.19	
	0.4	直接	0.039 0	0.85	0.067 9	1.19	
	0.5	间接	0.024 1	0.85	0.068 4	1.19	
	0.6	间接	0.025 2	0.85	0.070 3	1.19	
	0.7	间接	0.026 1	0.85	0.072 2	1.19	
	0.8	间接	0.027 1	0.85	0.074 1	1.19	
	引入 SB	0.3	直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31
		0.4	直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31
0.5		直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31	
0.6		直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31	
0.7		间接	0.104 9	0.75	0.012 9	1.37	
0.8		间接	0.105 5	0.76	0.014 1	1.50	

表 6 h 对企业感知质量提升策略及利润的影响Table 6 The effect of h on promotion strategy and profits

情形	h	提升策略	π_r	π_r/π_r^n	π_m	π_m/π_m^n	
无 SB	0.006	直接	0.039 0	1.32	0.071 9	1.21	
	0.010	间接	0.025 2	0.85	0.070 3	1.19	
	0.014	间接	0.032 6	1.10	0.068 7	1.16	
	0.018	直接	0.039 0	1.36	0.059 9	1.01	
	0.022	不提升	0.029 6	1.00	0.059 2	1.00	
	0.026	不提升	0.029 6	1.00	0.059 2	1.00	
	引入 SB	0.006 0	直接	0.146 3	1.05	0.016 3	1.74
		0.010	直接	0.146 3	1.05	0.012 3	1.31
0.014		间接	0.100 3	0.72	0.011 7	1.24	
0.018		间接	0.096 3	0.69	0.011 7	1.24	
0.022		间接	0.095 7	0.68	0.010 9	1.16	
0.026		不提升	0.139 8	1.00	0.009 4	1.00	

观察表中数据, 比较感知质量提升范围以及零售商和制造商利润变化可得:

1) 引入 SB 产品后, 当零售商 SB 产品的基本功能质量增大时(见表 3), 制造商感知质量提升策略由直接转为间接提升, 利润降低, 相对于不提升策略的利润增加比例则增加, 零售商利润也降低. 但在同一种最优提升策略下(如间接提升), 零售商的利润随着 SB 产品的真实质量增大而增大.

2) 当零售商对 SB 产品的感知质量提升比例 λ 增大时(见表 4), 提升策略由间接提升转变为直接提升, 制造商利润逐渐降低, 而零售商利润增加. 在同一种最优提升策略下(如间接提升), 制造商和零售商的利润均随着对 SB 产品的溢出效应的增大而降低.

3) 当零售商对 NB 产品的感知质量提升比例 γ 增大时(见表 5), 提升策略由直接方式转变为间接提升, 制造商的利润降低. 在同一种最优提升策略下, 零售商和制造商的利润随着 γ 增大而增大.

4) 当提升感知质量的固定成本增加时(见表 6), 制造商和零售商的利润都有一定程度的降低, 引入 SB 产品后, 制造商间接提升感知质量的上下成本临界值增加, 相对于不提升策略的利润增加也逐渐不明显.

5) 零售商引入 SB 产品可能会导致制造商的产品感知质量提升策略的改变, 并大大降低了制造商的利润以及其竞争优势(见表 3~表 6: 无 SB 产品时, 制造商利润大于零售商利润. 而引入 SB 产品后, 制造商利润却往往小于零售商利润), 而制造商采用感知质量提升策略总是会减少零售商引入 SB 产品给其带来的这种损失(即 π_m/π_m^n 在引入 SB 情形下总是比无 SB 情形下要大).

4 结束语

本文站在制造商的立场, 研究了零售商引入自有产品的影响以及应对策略——产品感知质量的提升策

略。制造商提升 NB 产品的感知质量需要权衡提升效果、成本花费和对 SB 产品的溢出效应三方面作用, 决策感知质量提升方式: 自己直接提升或者通过激励零售商间接提升。通过建立三阶段博弈模型, 研究了零售商引入自有产品前后两种情形下制造商的产品感知质量提升策略选择问题。研究发现, 当间接提升对 NB 产品的绝对/相对定位增加较小时(即 γe 较小或 $(\gamma - \lambda)e$ 较小), 制造商只可能通过直接策略提升感知质量; 当 NB 产品的基本功能以及 SB 的基本功能较高时, 制造商直接提升感知质量的动机降低。另外, 制造商的感知质量提升策略选择受提升成本影响, 当提升成本较小时, 制造商直接提升感知质量, 当提升成本过高时, 制造商选择不提升感知质量, 而当成本处于中间水平时, 通过间接方式提升。此外, 不管是否引入自有产品, 零售商总可从制造商直接提升感知质量行为中获益, 而引入自有品牌产品后, 零售商可获益更多。零售商引入 SB 产品可能会导致制造商的产品感知质量提升策略的改变, 并大大降低了制造商的利润。制造商通过提升感知质量降低了零售商自有产品引入对其造成的利润损失。但是, 研究结果也显示制造商感知质量提升策略对零售商引入 SB 产品的抵制力量是有限的。也就是说, 在很多情形下, 在引入 SB 产品之前, 制造商利润大于零售商利润, 而引入 SB 产品后, 制造商通过感知质量提升策略, 尽管获得了比不提升感知质量更高的利润, 但其利润仍然小于零售商利润。制造商应当如何运用其他的策略, 如改变产品的质量定位, 或者调整产品线设计, 来获得更多的市场份额, 争夺渠道控制权, 这将有待于进一步的研究。

参考文献:

- [1] Zeithaml V A. Consumer perceptions of price, quality, and value: A means-end model and synthesis of evidence. *The Journal of Marketing*, 1988, 52(3): 2–22.
- [2] Amrouche N, Yan R. Implementing online store for national brand competing against private label. *Journal of Business Research*, 2012, 65(3): 325–332.
- [3] Kurata H, Yao D O, Liu J J. Pricing policies under direct vs. indirect channel competition and national vs. store brand competition. *European Journal of Operational Research*, 2007, 180(1): 262–281.
- [4] Nasser S, Turcic D, Narasimhan C. National brand's response to store brands: Throw in the towel or fight back. *Marketing Science*, 2013, 32(4): 591–608.
- [5] Ailawadi K L, Keller K L. Understanding retail branding: Conceptual insights and research priorities. *Journal of Retailing*, 2004, 80(4): 331–342.
- [6] Mitra D, Golder P N. How does objective quality affect perceived quality. Short-term effects, long-term effects, and asymmetries. *Marketing Science*, 2006, 25(3): 230–247.
- [7] Sprott D E, Shimp T A. Using product sampling to augment the perceived quality of store brands. *Journal of Retailing*, 2004, 80(4): 305–315.
- [8] Dursun İ, Kabadayi E T, Alan A K, et al. Store brand purchase intention: Effects of risk, quality, familiarity and store brand shelf space. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 2011, 24: 1190–1200.
- [9] Chu W, Chu W. Signaling quality by selling through a reputable retailer: An example of renting the reputation of another agent. *Marketing Science*, 1994, 13(2): 177–189.
- [10] Desai P S. Multiple messages to retain retailers: Signaling new product demand. *Marketing Science*, 2000, 19(4): 381–389.
- [11] Desmet P. How retailer money-back guarantees influence consumer preferences for retailer versus national brands. *Journal of Business Research*, 2014, 67(9): 1971–1978.
- [12] Kalra A, Shi M, Srinivasan K. Salesforce compensation scheme and consumer inferences. *Management Science*, 2003, 49(5): 655–672.
- [13] Guo L. Quality disclosure formats in a distribution channel. *Management Science*, 2009, 55(9): 1513–1526.
- [14] Levin D, Peck J, Ye L. Quality disclosure and competition. *The Journal of Industrial Economics*, 2009, 57(1): 167–196.
- [15] 张翠华, 孙莉莉. 双零售商动态博弈下分销渠道的质量信息披露策略研究. *管理工程学报*, 2012, 26(4): 199–204.
Zhang C H, Sun L L. A quality disclosure strategy in a distribution channel based on two competitive retailers. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2012, 26(4): 199–204.
- [16] Chen J, Narasimhan O, John G, et al. An empirical investigation of private label supply by national label producers. *Marketing Science*, 2010, 29(4): 738–755.

- [17] Choi S C, Coughlan A T. Private label positioning: Quality versus feature differentiation from the national brand. *Journal of Retailing*, 2006, 82(2): 79–93.
- [18] 王华清, 李静静. 基于感知质量的自有品牌产品定价决策. *系统工程理论与实践*, 2011, 31(8): 1454–1459.
Wang H Q, Li J J. Pricing decision of private label based on perceived quality. *System Engineering: Theory & Practice*, 2011, 31(8): 1454–1459.
- [19] Meza S, Sudhir K. Do private labels increase retailer bargaining power. *Quantitative Marketing and Economics*, 2010, 8(3): 333–363.
- [20] Pauwels K, Srinivasan S. Who benefits from store brand entry. *Marketing Science*, 2004, 23(3): 364–390.
- [21] Karray S, Zaccour G. Could co-op advertising be a manufacturer's counter strategy to store brands. *Journal of Business Research*, 2006, 59(9): 1008–1015.
- [22] 曹宗宏, 赵菊, 张成堂, 等. 品牌与渠道竞争下的定价决策与渠道结构选择. *系统工程学报*. 2015, 30(001): 104–114.
Cao Z H, Zhao J, Zhang C T, et al. Pricing and channel structure selecting under brand competition and channel competition. *Journal of Systems Engineering*. 2015, 30(001): 104–114.

作者简介:

赵菊(1979—), 安徽怀远人, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 供应链管理; Email: zhaoju112@hfut.edu.cn.

孙翠英(1991—), 女, 山西朔州人, 硕士生, 研究方向: 供应链管理; Email: 1002379281@qq.com.

周永务(1964—), 男, 安徽庐江人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 库存控制与管理, 物流与供应链管理, 运筹与优化. Email: zyw.666@hotmail.com.

闵杰(1978—), 男, 安徽濉溪人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 运筹与决, 库存控制, 物流与供应链管理, 以及复杂问题数学建模等方向研究, Email: minjie@aiai.edu.cn.

附录 A(有/无 SB 产品情形下的成本临界值、批发价等的表达式)

$$\delta_1 \triangleq \frac{q_m(q_m + \gamma e + cq_m^2)^2}{(2q_m + re)^2} + \frac{\gamma e(q_m + \gamma e)}{2q_m + \gamma e} - \frac{(q_m + \gamma e)(q_m + e + cq_m^2)^2}{2(2q_m + \gamma e)(q_m + e)};$$

$$\delta_2 \triangleq \frac{\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e + c(q_m + q_r)\Delta_q)^2}{(2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)^2} + \frac{(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)(q_r(q_r + \lambda e)\gamma e - \lambda e(cq_r^2)^2)}{q_r(q_r + \lambda e)(2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)} - \frac{(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)(\Delta_q + e + c(q_m + q_r)\Delta_q)^2}{2(\Delta_q + e)(2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)}.$$

$$\bar{w}_1 \triangleq (q_m + \gamma e + cq_m^2)/2, \bar{w}_2 \triangleq (\Delta_q + (\gamma - \lambda)e + cq_m^2 - cq_r^2)/2;$$

$$w_{11} \triangleq \bar{w}_1 - \sqrt{\gamma e(q_m + \gamma e - c^2q_m^3)/2}, w_{12} \triangleq \bar{w}_2 - \sqrt{(\gamma - \lambda)e(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e - (cq_m + cq_r)^2\Delta_q)/2};$$

$$w_{21} \triangleq \frac{2q_m}{2q_m + \gamma e}\bar{w}_1 - \sqrt{q_m\delta_1}, w_{22} \triangleq \frac{2\Delta_q}{2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e}\bar{w}_1 - \sqrt{\Delta_q\delta_2};$$

$$w_{31} \triangleq \frac{2q_m}{2q_m + \gamma e}\bar{w}_1 + \sqrt{q_m\delta_1}, w_{32} \triangleq \frac{2\Delta_q}{2\Delta_q + (\gamma - \lambda)e}\bar{w}_1 + \sqrt{\Delta_q\delta_2}.$$

$$h_1^1 \triangleq \frac{(1 - \gamma)e((q_m + e)(q_m + \gamma e) - (cq_m^2)^2)}{8(q_m + e)(q_m + \gamma e)}, h_1^2 \triangleq \frac{(\lambda + 1 - \gamma)e(\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e) - (cq_m^2 - cq_r^2)^2)}{8(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)(\Delta_q + e)};$$

$$h_2^1 \triangleq \frac{e(q_m(q_m + e) - (cq_m^2)^2)}{8q_m(q_m + e)}, h_2^2 \triangleq e(\Delta_q(\Delta_q + e) - (cq_m^2 - cq_r^2)^2)/(8\Delta_q(\Delta_q + e));$$

$$h_3^1 \triangleq \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)}(q_m(q_m + \gamma e) - \bar{w}_1^2), h_3^2 \triangleq \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)e\bar{w}_2^2}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)};$$

$$h_4^1 \triangleq \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)}(q_m(q_m + \gamma e) - w_{11}^2), h_4^2 \triangleq \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)ew_{12}^2}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)};$$

$$h_5^1 \triangleq \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)}(q_m(q_m + \gamma e) - w_{21}^2), h_5^2 \triangleq \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)ew_{22}^2}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)};$$

$$h_6^1 \triangleq \frac{\gamma e}{4q_m(q_m + \gamma e)}(q_m(q_m + \gamma e) - w_{31}^2), h_6^2 \triangleq \frac{\gamma e}{4} - \frac{\lambda e(cq_r^2)^2}{4q_r(q_r + \lambda e)} - \frac{(\gamma - \lambda)ew_{32}^2}{4\Delta_q(\Delta_q + (\gamma - \lambda)e)}.$$

附录 B(命题 1~命题 5 的证明)

命题 1 证明 首先, 结合图 2, 证明第二、三阶段的子博弈均衡.

由于 $\pi_m^{1d} - \pi_m^{1n} = \frac{e(q_m(q_m + e) - (cq_m^2)^2)}{8q_m(q_m + e)} - h \geq 0 \Leftrightarrow h \leq h_2^1$, 故当 $h \leq h_2^1$, 制造商会选择直接提升感知质量. 而

$$\pi_m^{li} - \pi_m^{ln} = \begin{cases} \gamma e(q_m(q_m + \gamma e) - (cq_m^2)^2)/(8q_m(q_m + \gamma e)), & h \leq h_3^1 \\ \frac{-4q_m(\bar{w}_m^{li} - (q_m + \gamma e + cq_m^2)/2)^2 + \gamma e(q_m(q_m + \gamma e) - (cq_m^2)^2)}{8(q_m + \gamma e)}, & h > h_3^1 \end{cases}$$

由图 2 可见, 当且仅当 $h < h_4^1$ 时, $\pi_m^{li} - \pi_m^{ln} > 0$. 而比较间接提升和直接提升策略下制造商的利润可得

$$\pi_m^{li} - \pi_m^{ld} = \begin{cases} h - \frac{(1-\gamma)e((q_m+e)(q_m+re) - (cq_m^2)^2)}{8(q_m+e)(q_m+re)}, & h \leq h_3^1 \\ \frac{(\bar{w}_m^{li} - cq_m^2)(q_m + \gamma e - \bar{w}_m^{li})}{2(q_m + \gamma e)} - \frac{(q_m + e - cq_m^2)^2}{8(q_m + e)} + h, & h > h_3^1 \end{cases}$$

直接提升和间接提升的选择问题需要考虑多个因素. 当 $h \leq h_3^1$ 时, $\pi_m^{li} > \pi_m^{ld}$ 需满足 $h > h_1^1$. 当 $h > h_3^1$ 时, π_m^{li} 与 π_m^{ld} 的相互关系有两种情形: 若 $\delta_1 < 0$ 时, $\pi_m^{li} < \pi_m^{ld}$ 恒成立; 而若 $\delta_1 > 0$ 时, $\pi_m^{li} > \pi_m^{ld}$ 需满足 $\max\{h_3^1, h_6^1\} < h < h_5^1$. 因此, 1) 若 $\delta_1 < 0$, 当 $h_1^1 < h_3^1$ 时, $\pi_m^{li} < \pi_m^{ld}$ 恒成立. 2) 若 $\delta_1 > 0$, 当 $h_1^1 < h_3^1$ 时, $\pi_m^{li} > \pi_m^{ld} \Leftrightarrow h_1^1 < h < h_5^1$; 当 $h_1^1 > h_3^1$ 时, $\pi_m^{li} > \pi_m^{ld} \Leftrightarrow h_6^1 < h < h_5^1$.

最后, 考虑第一阶段制造商感知质量的提升决策: 通过比较不同提升策略下制造商的利润, 可得其最优提升策略. 另外, 可以证明以上临界点存在以下关系: $h_1^1 < h_2^1, h_3^1 < h_4^1, h_3^1 < h_5^1, h_6^1 < h_5^1$ (若 $\delta_1 > 0$). 因此, 可归纳无 SB 产品情形下制造商的感知质量提升决策如表 1 中所示. 证毕.

命题 2 证明 1) $w_m^{1n} - w_m^{2n} = \frac{q_m + cq_m^2}{2} - \frac{\Delta_q + cq_m^2 + cq_r^2}{2} = \frac{q_r - cq_r^2}{2} > 0, p_m^{1n} - p_m^{2n} = \frac{q_m + w_m^{1n}}{2} - \frac{q_m + w_m^{2n}}{2} > 0,$
 $(p_m^{1n} - w_m^{1n}) - (p_m^{2n} - w_m^{2n}) = -\frac{q_r - cq_r^2}{4} < 0$. 同理可证关于直接提升的结论.

2) 由 $w_m^{1n} - w_m^{1d} = -\frac{e}{2} < 0$, 零售价类似. $d_m^{1k} = 1 - \frac{cq_m^2}{q_m^{1k}}$ 关于 q_m^{1k} 增加, 因此 $d_m^{1n} < d_m^{1d}$.

3) 当 $h < \min\{h_3^1, h_3^2\}$ 时, 批发价格和零售价格的结构与不提升和直接提升情形下类似, 故证明类似于 1).

4) 当 $h < h_4^1$ 时, 制造商提升感知质量优于不提升, 因此无论 h 是否小于 h_3^1 , 一定有 $w_m^{1n} \leq w_m^{1d} < \bar{w}_1 < w_m^{1d}$ 恒成立. 其他类似, 故命题得证. 证毕.

命题 3 证明 引入 SB 产品前, 显然有 $\pi_m^{1n} > \pi_r^{1n}$, 故制造商利润大于零售商的利润. 引入 SB 产品后, $\pi_r^{2n} - \pi_r^{1n} = \frac{1}{16}(q_m q_r (q_m - q_r) + 3q_r (1 - q_r)^2) > 0$, 以及 $\pi_m^{2n} - \pi_m^{1n} = \frac{q_m(q_r - cq_r^2)\Delta_q(c(q_m + q_r) - 1) + (q_m - cq_m^2)cq_m q_r(q_r - q_m)}{8q_m \Delta_q} < 0$, 可得命题结论.

又令 $f(cq_m) = (10 - cq_m - \sqrt{16(cq_m)^2 - 20cq_m + 25})/15$, 则 $\pi_r^{2n} - \pi_m^{2n} = \frac{1}{16}(4q_r(1 - cq_r)^2 - \Delta_q(1 - c(q_m + q_r))^2)$ 关于 q_r 在区间 $cq_r < f(cq_m)$ 单调递增, 在区间 $f(cq_m) < cq_r < 1 - cq_m$ 单调减. 且当 $cq_r = 0$ 时, $\pi_r^{2n} - \pi_m^{2n} < 0$; 当 $cq_r = 1 - cq_m$ 时, $\pi_r^{2n} - \pi_m^{2n} > 0$. 故存在 $q_r^* < f(cq_m)/c$, 使得 $q_r < q_r^*$ 时, $\pi_r^{2n} > \pi_m^{2n}$. 证毕.

命题 4 证明 因为 $h_2^2 - h_2^1 < \frac{-cq_m cq_r \Delta_q (q_m^2 - q_r^2 + q_m(\Delta_q - e))}{8q_m(q_m + e)\Delta_q(\Delta_q + e)} < 0$. 当 $h < \max\{h_4^i, h_2^i\} (i = 1, 2)$ 时, 制造商一定会提升感知质量. 而两种情形下, 制造商仅在 $h < h_2^i (i = 1, 2)$ 时, 制造商才会直接提升感知质量. 而引入 SB 品牌情形下, h_2^i 的降低压缩了制造商直接提升感知质量的可能性. 证毕.

命题 5 证明 1) 由于 $\pi_r^{1d} - \pi_r^{1n} = \frac{e}{16} \left(1 - \frac{cq_m cq_m^2}{q_m + e}\right) > 0$ 和 $\pi_r^{2n} - \pi_r^{1n} = \frac{e}{16} \left(1 - \frac{\Delta_q(cq_m + cq_r)^2}{\Delta_q + e}\right) > 0$, 可知制造商直接提升比不提升策略对零售商更有利. 下面比较制造商直接提升和间接提升对零售商的影响. 由于

$$\pi_r^{li} - \pi_r^{ln} = \begin{cases} (\gamma e(q_m(q_m + e) - (cq_m^2)^2))/[16q_m(q_m + \gamma e)] - h, & h \leq h_3^1 \\ \frac{\{(\bar{w}_m^{li} - q_m)^2 - 4q_m(q_m + \gamma e) - (q_m - cq_m^2)^2\}}{(16q_m)}, & h > h_3^1 \end{cases}$$

当 $h < h_3^1$ 时, $\pi_r^{li} - \pi_r^{ld} = -\frac{(1-\gamma)e((q_m+\gamma e)(q_m+e) - (cq_m^2)^2)}{16q_m(q_m+\gamma e)} - h < 0$. 又当 $h > h_3^1$ 时, 得 $\pi_r^{li} < \pi_r^{ln} < \pi_r^{ld}$ 恒成立. 于是, 大部分情形下, 对于零售商来说, 制造商直接提升感知质量时零售商更能受益. 命题第一个结论得证.

2) 下面证明第二部分. 首先, 由于 $\frac{(cq_m + cq_r)(cq_m^2 - cq_r^2)}{\Delta_q + e} < \frac{cq_m cq_m^2}{q_m + e}$, 可得 $\pi_r^{2n} - \pi_r^{1n} > \pi_r^{1d} - \pi_r^{1n}$. 另外由于 $\frac{\partial}{\partial e}(\pi_r^{2n} - \pi_r^{1n}) > 0$ 和 $\frac{\partial}{\partial \Delta_q}(\pi_r^{2n} - \pi_r^{1n}) > 0$, 可知零售商在制造商直接提升感知质量策略下的利润增量是关于 NB 和 SB 产品的基本功能质量差 Δ_q 和增值功能差异 e 的增函数. 即制造商直接提升感知质量时, 零售商的受益程度随产品真实质量差和质量提升额度的增加而增加. 证毕.