

# 有竞争产品时改进型新产品最优上市策略<sup>①</sup>

魏航, 李佩

(上海财经大学国际工商管理学院, 上海 200433)

**摘要:** 技术进步推动新产品以更快的速度进入市场, 企业为了抢占更多的市场份额, 往往会选择推出老产品的改进型新产品, 以完成产品的更新换代. 针对企业不断推出改进型新产品的情况, 考虑双寡头环境下新老两代产品共存时的需求变动, 研究改进型新产品的最优上市时间和新产品上市后老产品的最优调整价格问题, 并分析改进型新产品的最优上市时间、老产品的最优调整价格与技术水平、产品价格等因素的关系. 研究表明: 老产品的市场潜力越大、技术水平越高, 改进型新产品的最优上市时间越晚; 改进型新产品的技术水平越高, 其最优上市时间越早; 竞争企业产品的价格和技术水平对改进型新产品最优上市时间起反向作用; 改进型新产品的价格和技术水平对老产品的最优调整价格起反向作用; 竞争企业产品的价格和技术水平对老产品的最优调整价格起反向作用.

**关键词:** 改进型新产品; 需求转移; 上市时间; 价格

**中图分类号:** F724.2    **文献标识码:** A    **文章编号:** 1007-9807(2017)01-0001-16

## 0 引言

为了获取或保持市场领先地位, 企业越来越重视新产品研发, 将其视为生存和发展的重要保证. 同时, 随着技术进步的加快、消费者需求的多样化, 企业更加频繁的推出新产品. 但是, 一个全新产品从构思到投入市场需要相当长的时间, 企业为此需要承担很大的风险. 为了降低风险, 企业向市场推出的新产品大多是在已有老产品基础上, 通过不断改进、完善、提高而开发出的新产品, 这类产品与老产品之间存在着一定的替代性, 我们称这类产品为改进型新产品<sup>[1]</sup>. 企业通过不断的推出改进型新产品以获得竞争优势<sup>[2,3]</sup>, 有实证研究发现企业推出多代产品策略比多系列单代产品策略利润高 26%, 比单代产品策略高 40%<sup>[4]</sup>.

企业决定推出改进型新产品时需要考虑上市时间问题, 时间选择不当会给企业带来巨大的损

失. 根据美国“全国工业联合委员会”调查的关于已经上市但未达到开发目标的新产品中, 发现由于新产品投放时机不当而未能成功达到目标的占 10%<sup>[5]</sup>. 例如美国微软公司原定于 2006 年内上市的新一代操作系统 Windows Vista 推迟至 2007 年 1 月上市, 这意味着 Windows Vista 会错过圣诞节的购物旺季, 微软将为此遭受 2 至 4 亿美元的损失. 但新产品若是能够选择合适的上市时间, 能够为企业带来巨大的利润增长. 例如在索尼推出 PlayStation 2 后, 微软为了避开与索尼的直接竞争, 同时也为了设计一款更高质量的产品, 选择比索尼晚一年推出新产品, 最终, 在其新产品 xbox 上市的前六周微软共销售了 150 万台, 比索尼早些时候销售的 70 万台要多得多<sup>[6,7]</sup>. 因此, 选择合适的新产品上市时间, 对企业的发展尤为重要.

现实生活中, 当改进型新产品上市后, 老产品

① 收稿日期: 2015-02-02; 修订日期: 2016-01-06.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71272016; 71571114); 上海财经大学优秀博士论文培育基金资助项目; 上海财经大学研究生创新基金项目(CXJJ-2015-320).

作者简介: 魏航(1976—), 男, 浙江绍兴人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: weihang@mail.shufe.edu.cn

并不立即退出市场,而是与改进型新产品一起在市场上销售一段时间<sup>[8]</sup>。但是由于新老两代产品的上市价格往往相同,例如苹果公司从 iPhone 3GS 到 iPhone 5 这四代产品在中国地区的上市价格都为 4 999 元,若改进型新产品上市后老产品的价格不变,而新产品的技术水平又高于老产品,消费者就会更倾向购买新产品,使得老产品出现滞销甚至提早退出市场。因此,当改进型新产品上市后,企业往往会通过调整老产品的价格来避免老产品出现滞销<sup>[8]</sup>。这也使得如何确定合理的老产品的调整价格、减少新老两代产品之间的竞争对企业来说也尤为重要。

对改进型新产品上市问题的研究,主要涉及到新产品的扩散、新产品的上市时间和新产品上市后老产品的策略这三个方面,对于已有的文献回顾也从这三个方面展开。

对于新产品扩散的研究,现有文献认为口碑、媒体宣传(广告)、市场饱和度和网络外部性等因素会影响新产品的扩散。早期模型中,Bass<sup>[9]</sup>假设潜在的创新采纳者由两部分组成:一部分是受大众媒体宣传的影响,另一部分受口碑相传的影响。Robinson 和 Lakhani<sup>[10]</sup>在 Bass 模型的需求函数中加入了价格因素。Peers 等<sup>[11]</sup>在新产品扩散模型中加入了季节性因素并得出封闭解,这是对传统 Bass 模型的一个重要补充。在其他产品扩张模型中,TeckHua Ho 等<sup>[12]</sup>考虑了社会影响对新产品扩散的影响,分析了不同扩散参数下的比较静态模型。

对于新产品上市时间问题的研究,早期研究大部分认为新产品要尽快上市以便能尽快的收回成本<sup>[13,14]</sup>,但是另外一些研究则表明后进入市场的效用更大<sup>[15,16]</sup>。Ofek 和 Turut<sup>[17]</sup>考虑了市场不确定性情况下三种不同的新产品上市策略。Ramanan 和 Bhargava<sup>[18]</sup>中考虑了分销渠道对新产品上市的影响,认为增加分销渠道的分层可能会使得消费者推迟购买新产品。Mehra 等<sup>[19]</sup>以软件行业为例,分析了影响软件更新换代频率的因素。Bilginer 和 Erhun<sup>[20]</sup>研究了有限生产能力的制造商在考虑新产品上市决策时是等待生产量达到一定水平后再上市,还是允许缺货存在生产完成后立即上市。这些研究并没有给出具体的新产品上市时间,而只是分析不同的新产品上市策略。对

于具体的上市时间决策问题研究,Morgan et al<sup>[4]</sup>研究有着固定产品研发成本的多代产品发布时间,侧重点在于分析研发时间对新产品上市时间的影响。Klastorin 和 Tsai<sup>[21]</sup>研究了在寡头垄断情况下新产品最优的技术水平和上市时间。Arslan et al<sup>[22]</sup>研究了垄断情况下新产品的上市时间和最优定价。徐贤浩等<sup>[23]</sup>以最大化老产品剩余生命周期内新老产品的总收入为目标构建数学模型,得出新产品最优上市时间。巩天啸等<sup>[24]</sup>考虑创新企业和策略型消费者的两阶段博弈问题,研究了理性预期均衡下创新企业的最优定价和换代策略。

对于新产品上市后老产品的策略问题,现有研究认为老产品可以有两种选择:退出市场或者继续留在市场上。实证研究表明美国和英国的一些企业对于新产品上市后老产品是否退出市场没有固定的模式<sup>[25,26]</sup>。Billington et al<sup>[27]</sup>提出新产品上市后,新老产品有两种存在模式:一种是新产品上市后,老产品立即退出市场;另一种是新产品上市后,老产品还留在市场上。Lim 和 Tang<sup>[28]</sup>研究新产品上市后老产品退出市场的新老两代产品最优定价问题。徐贤浩等<sup>[23]</sup>在建立新老产品的总收入的目标函数时,考虑了新老两代产品共存的问题。

新产品上市问题在实践中有其特殊性,这些特殊性在现有研究中往往容易被忽视。目前,现有对于新产品上市时间的研究大多考虑的是垄断背景,但是在垄断条件下的企业推出新产品所面对的竞争只是同一企业内部新老产品之间的竞争,竞争的结果只会引起企业内部需求的变动,而在现实生活中企业推出新产品面对的竞争不仅有企业内部产品之间的竞争还有竞争企业产品所带来的外部竞争。因此,为了更符合现实情况,本文在考虑竞争企业产品的基础上研究了改进型新产品上市决策问题。同时,由于新产品的上市会对老产品有所冲击,企业一般会调整老产品的价格来保证老产品的剩余需求,而现有研究很少有同时考虑新产品的上市时间和老产品的调整价格问题。基于以上分析,本文通过对改进型新产品上市问题的描述,考虑技术水平、产品价格对潜在需求的影响,建立双寡头环境下新老两代产品的需求模型,给出了改进型新产品的最优上市时间、新产品

上市后老产品的最优调整价格的单变量和双变量决策,并分析了改进型新产品的最优上市时间、老产品的最优调整价格与技术水平、产品价格等因素的关系.

### 1 基本模型

当一种全新新产品进入市场后,其他企业发现进入这个新兴行业有利可图,便会有新的企业进入,市场上会形成双寡头的竞争格局.例如,2007年1月苹果公司推出了第一代iphone手机,开创了智能手机领域一个新的时代.随后

三星公司于2010年3月推出了Galaxy系列手机正式与苹果公司的iphone系列手机抗衡.此时,苹果公司在做改进型新产品上市决策时,就不能忽视其竞争对手三星的产品情况.同时,为了在有限的产品生命周期内获得更大利润,改进型新产品上市后,老产品往往也还在市场上销售一段时间.因此,在双寡头环境下,当新老两代产品共存时,如何确定合理的改进型新产品上市时间和新产品上市后老产品的调整价格,使得老产品需求不被新产品过多挤占、新产品不会出现滞销成为企业需要考虑的重要问题.

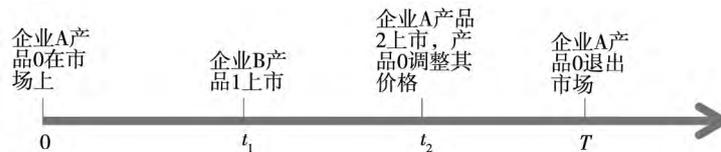


图 1 产品上市时间顺序图

Fig. 1 The timeline of the product introduction

假定市场上有双寡头企业 A 和企业 B 生产功能相似的产品.如图 1 所示 0 时刻企业 A 的产品 0 上市,随后,企业 B 在  $t_1$  时刻推出产品 1,产品 1 的技术水平要高于产品 0.为了取得竞争优势,企业 A 计划推出产品 0 的改进型新产品 2,且改进型新产品 2 的技术水平要高于老产品 0 和企业 B 的产品 1.此时,企业 A 需要决策改进型新产品 2 的上市时间  $t_2$  和老产品 0 的调整价格  $p_0'$ .

#### 1.1 符号描述

- 首先,给出涉及的一些变量与符号的定义:
- $T_i$  表示产品  $i$  的生命周期;
- $t_i$  表示产品  $i$  的上市时间;
- $m_i$  表示产品  $i$  的市场潜力;
- $\tau_i$  表示产品  $i$  的技术水平;
- $k_{ij}$  表示改进型新产品上市前产品  $i$  的需求转移到产品  $j$  的比率,  $i \neq j$ ;
- $k'_{ij}$  表示改进型新产品上市后产品  $i$  的需求转移到产品  $j$  的比率,  $i \neq j$ ;
- $a$  表示产品之间需求转移率的调整系数;
- $\delta_i$  表示时间对产品  $i$  潜在需求的影响;
- $\beta$  表示产品的自价格弹性;
- $\rho_1$  表示同一企业内部产品之间的交叉价格弹性;
- $\rho_2$  表示不同企业产品之间的交叉价格弹性;

- $\gamma$  表示技术水平对产品需求的影响;
- $p_i$  表示产品  $i$  的上市价格;
- $p_0'$  表示产品 0 在改进型新产品 2 上市后的调整价格;
- $c_i$  表示产品  $i$  的单位生产成本;
- $\pi_i$  表示企业 A 新老产品在各个时间节点范围内的利润;
- $\Pi$  表示企业 A 在  $0 \sim t_2 + T_2$  时间内的总利润.
- 其中  $i, j = 0, 1, 2$  分别表示企业 A 的产品 0、企业 B 的产品 1 和企业 A 的产品 2.

#### 1.2 模型假设

为简化模型,本文不考虑重复购买,消费者只会在市场上同类商品中选择一种商品,同时假定企业的生产能力总能满足市场的需求.本文的基本需求函数是基于文献<sup>[28]</sup>的线性函数模型,具体假设如下:

**假设 1** 不考虑 0 时刻之前市场上的产品情况,假设产品 0 的市场潜力  $m_0$ 、产品 1 的市场潜力  $m_1$ 、产品 2 的市场潜力  $m_2$  均为已经考虑过受 0 时刻之前上市的竞争性产品影响后的潜在需求.

**假设 2** 产品的潜在需求受时间的影响,随着时间推移需求逐渐下降,在产品还存在潜在需

求时,产品不会提前退出市场,因此,产品*i*最大市场潜力满足  $m_i = \delta_i T_i$ . 除此之外,产品的需求还受价格和技术水平的影响,其中价格对需求的影响包括自价格弹性  $\beta$  和产品之间的交叉价格弹性  $\rho_1$ 、 $\rho_2$ ,产品自身的技术水平对需求的影响系数为  $\gamma$ .

假设3 产品之间的需求转移率由两方面因素决定,一是价格<sup>[23]</sup>,价格越高,需求转移率越大<sup>[29]</sup>,二是技术水平,技术水平差距越大,需求转移率越大<sup>[21]</sup>. 在文献<sup>[21-23]</sup>的基础上,给出了关于需求转移率的一个具体公式  $k_{ij}(k'_{ij}) = a \frac{\tau_j p_i}{\tau_i p_j}$ . 这里引入了一个需求转移率的调整系数  $a$ <sup>[29]</sup>,使得需求转移率满足  $0 < k_{ij}(k'_{ij}) < 1$ .

假设4 企业A的新产品2是老产品0的改进型新产品,考虑到二者是相邻的两代产品,主要功能上没有显著区别,假设新老产品成本、上市价格和生命周期基本相同,即  $c_2 \approx c_0$ ,  $p_0 \approx p_2$ ,  $T_0 \approx$

$T_2 = T$ . 同时,本文假设企业B在本文研究的时间范围内只推出产品1<sup>②</sup>,产品1的生命周期较长,为简化模型,假设  $T_1 \geq 2T$ .

假设5 新产品上市后,为了减少新老产品的竞争关系,老产品的价格会发生调整. 假设改进型新产品上市前,产品0的价格为  $p_0$ ,改进型新产品上市后,老产品0的价格下降变为  $p'_0$ ,且  $p'_0 < p_0$ .

### 1.3 基本模型

考虑从0时刻开始至改进型新产品2退出市场这段时间的需求,即在  $0 \sim t_2 + T$  时间的需求,由于在不同时间段市场上销售的产品不同,各时间段的需求变动如图2所示.

0时刻,企业A的产品0上市. 产品0的需求受三部分因素的影响:一是随着时间的推移,有部分消费已经购买了产品0,因此产品0的需求随时间推移逐渐减少;二是受产品0价格的影响,产品0的价格越高,产品0的需求越少;三是受技术水平的影响,技术水平越高,产品0的需求越大.

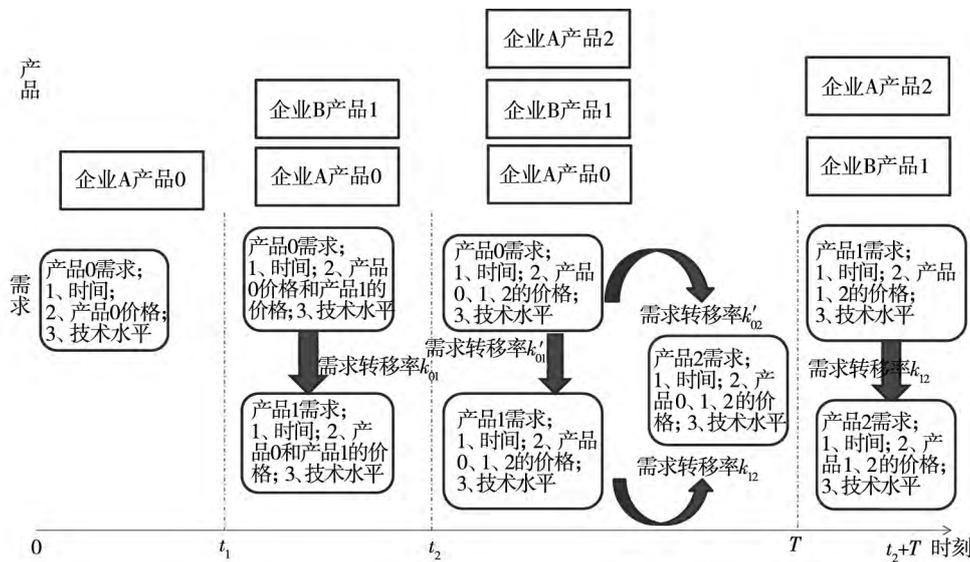


图2 双寡头下企业A产品需求变化关系图

Fig. 2 Demand changes of enterprises A under duopoly

② 现有文献<sup>[31-32]</sup>大多只考虑三代以内产品的需求转移和替代. 通过对在不同时间推出的某类产品的技术水平进行对比后发现,这些产品在固定的几代后会出现技术水平的飞跃. 例如 Thinkpad 的 X 系列笔记本中, X220、X230、X240 这三代产品低配版的处理器都是 i3, 而 X250 低配版的处理器则升级成了 i5. 再如苹果和三星依次推出的 iPhone5、Galaxy S4、iPhone5s 和 Galaxy S5, 比较这四款产品处理器后发现: iPhone5、iPhone5s 和 Galaxy S4 这三款产品的处理器分别为 1.06GHz、1.6GHz、1.3GHz, 而 Galaxy S5 的处理器为 2.5GHz. 从而,我们认为 iPhone5、iPhone5s 与 Galaxy S4 之间的竞争是处于同一个技术水平的竞争,而 Galaxy S5 则实现了技术水平的飞跃. 因此,在本文中只考虑了市场上企业A的产品0、企业B的产品1和企业A的产品2这三代产品之间的竞争,即只考虑了竞争企业B只推出产品1的情况.

$t_1$  时刻, 企业 B 的产品 1 上市. 产品 0 的需求除了受之前因素影响外, 还受产品 1 价格的影响, 随着产品 1 价格的增加, 产品 1 的需求会减少, 产品 0 的需求会变大. 同时, 由于技术水平和价格的差异使得产品 0 的部分需求转移给产品 1.

$t_2$  时刻, 企业 A 产品 0 的改进型新产品 2 上市. 改进型新产品 2 的需求由三部分组成: 企业 A 的产品 0 对产品 2 的需求转移、企业 B 的产品 1 对产品 2 的需求转移和由产品 2 的本身所创造的产品需求. 这三部分需求同时受产品 0、产品 1、产品 2 的价格和技术水平的影响. 此时, 老产品 0 的需求除了受之前因素影响外, 还会受产品 2 价格的影响, 并且由于技术水平和产品价格的差异老产品 0 的部分需求会转移给产品 1 和产品 2, 需求转移率与市场只有产品 0 和产品 1 两种产品时不同.

综上,  $0 \sim t_1$  时刻, 市场上有企业 A 的产品 0;  $t_1 \sim t_2$  时刻, 市场上存在两个有竞争关系的产品 1 和产品 0;  $t_2 \sim T$  时刻, 市场上存在三个有竞争关系的产品 0、产品 1 和产品 2;  $T \sim t_2 + T$  时刻, 市场上只有产品 1 和产品 2. 因此, 在  $0 \sim t_2 + T$  时间段内, 企业 A 的利润可以分解为以下五个部分:

企业 A 老产品 0 在  $0 \sim t_1$  内的利润

$$\pi_1 = \int_0^{t_1} (m_0 - \delta_0 t - \beta p_0 + \gamma \tau_0) (p_0 - c_0) dt \quad (1)$$

企业 A 老产品 0 在  $t_1 \sim t_2$  内的利润

$$\pi_2 = \int_{t_1}^{t_2} ((1 - k_{01}) (m_0 - \delta_0 t) - \beta p_0 + \rho_2 p_1 + k \tau_0) (p_0 - c_0) dt \quad (2)$$

企业 A 老产品 0 在  $t_2 \sim T$  内的利润

$$\pi_3 = \int_{t_2}^T ((1 - k'_{01}) (1 - k'_{02}) (m_0 - \delta_0 t) - \beta p'_0 + \rho_2 p_1 + \rho_1 p_2 + \gamma \tau_0) (p'_0 - c_0) dt \quad (3)$$

企业 A 新产品 2 在  $t_2 \sim T$  内的利润

$$\pi_4 = \int_{t_2}^T (m_2 + (1 - k'_{01}) k'_{02} (m_0 - \delta_0 t) + k'_{12} (m_1 - \delta_1 (t - t_1)) - \delta_2 (t - t_2) - \beta p_2 + \rho_2 p_1 + \rho_1 p'_0 + \gamma \tau_2) (p_2 - c_2) dt \quad (4)$$

企业 A 新产品 2 在  $T \sim t_2 + T$  内的利润

$$\pi_5 = \int_T^{t_2+T} (m_2 + k'_{12} (m_1 - \delta_1 (t - t_1)) - \delta_2 (t - t_2) - \beta p_2 + \rho_2 p_1 + \gamma \tau_2) (p_2 - c_2) dt \quad (5)$$

企业 A 在  $0 \sim t_2 + T$  内的总利润

$$\Pi = \pi_1 + \pi_2 + \pi_3 + \pi_4 + \pi_5 \quad (6)$$

## 2 改进型新产品最优上市时间

### 2.1 最优上市时间

**定理 1** 当企业 A 的利润函数在满足  $\Psi_1 d_1 > \Psi_2 d_2, u_1 d_1 < u_2 d_2$  和  $(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_1) > u_2 d_2 - u_1 d_1$  时, 在  $t_1 \sim T$  的时间范围内存在最优的改进型新产品上市时间为  $t_2 = \frac{m_0}{\delta_0} +$

$\frac{u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$ . 此时, 企业 A 的最大利润为

$$\Pi^* = \frac{\Phi_1 ((\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) m_0 + u_1 d_1 - u_2 d_2)^2}{2 (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2)^2 \delta_0} + \Phi_2 \frac{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) m_0 + u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0} + \Phi_3$$

其中  $u_1 = -\beta p_0 - \rho_1 p'_0 - k'_{12} \delta_1 T + \rho_2 p_1 + \gamma \tau_0$ ,  $u_2 = -\beta p'_0 + \rho_2 p_1 + \rho_1 p_2 + \gamma \tau_0$ ,  $d_1 = p_0 - c_0 = p_2 - c_2$ ,  $d_2 = p'_0 - c_0$ ,  $\Psi_1 = 1 - k_{01} - k'_{02} + k'_{02} k'_{01}$ ,  $\Psi_2 = 1 - k'_{01} - k'_{02} + k'_{02} k'_{01}$ ,  $\Phi_1 = \Psi_2 p'_0 - \Psi_1 p_0 + (k'_{01} - k_{01}) c_0$ ,  $\Phi_2 = (-\beta c_0 - \Psi_2 m_0 + c_0 \rho_1 - p_1 \rho_2 - \gamma \tau_0) p'_0 + (\beta c_0 + \Psi_1 m_0 - k'_{12} T \delta_1 + c_0 \rho_1 + p_1 \rho_2 + \gamma \tau_0 - 2 p'_0 \rho_1) p_0 + (p_0'^2 - p_0^2) \beta - (k'_{01} + k_{01}) c_0 m_0 + k'_{12} T c_0 \delta_1$ ,  $\Phi_3 = (\beta c_0 + \Psi_2 m_0 - \frac{1}{2} T \delta_0 \Psi_2 + \rho_1 (2 p_0 - c_0) + \gamma \tau_0 + p_1 \rho_2) T p'_0 + ((k'_{02} - k'_{01} k'_{02}) T m_0 + (k'_{12} m_1 + m_2 + \beta c_0 - \beta p_0 - c_0 \rho_1 + p_1 \rho_2) T + k_{01} m_0 t_1 - \frac{1}{2} T^2 \delta_0 (k'_{02} - k'_{01} k'_{02}) - \frac{1}{2} k_{01} t_1^2 \delta_0 - \frac{1}{2} k'_{12} T \delta_1 (T + 2 t_1) - \frac{1}{2} T^2 \delta_2 - p_1 t_1 \rho_2 + T \gamma \tau_2) p_0 - p_0'^2 T \beta - T c_0 (m_0 - k'_{01} m_0 + k'_{12} m_1 + m_2) - c_0 k_{01} m_0 t_1 + \frac{1}{2} T^2 c_0 (\delta_0 - k'_{01} \delta_0 + k'_{12} \delta_1) + \frac{1}{2} c_0 (k_{01} t_1^2 \delta_0 - 2 k'_{12} T t_1 \delta_1 + T^2 \delta_2) - c_0$

$$p_1 \rho_2 (2T - t_1) - T\gamma c_0 (\tau_0 + \tau_2) \textcircled{3}.$$

证明 根据假设4,  $p_0 - c_0 = p_2 - c_2$ , 对式(6)求关于  $t_2$  的一阶导数, 整理得  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + u_1 d_1 - u_2 d_2$ . 为了使改进型新产品最优上市时间在  $t_1 \sim T$  之间, 需满足: 当  $t_2 = T$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} < 0$ , 当  $t_2 = t_1$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} > 0$ , 且  $\frac{\partial^2 \Pi}{\partial t_2^2} < 0$ .

对式(6)求关于  $t_2$  的二阶导数, 整理得  $\frac{\partial^2 \Pi}{\partial t_2^2} = (-\Psi_1 d_1 + \Psi_2 d_2) \delta_0$ . 要使  $\frac{\partial^2 \Pi}{\partial t_2^2} < 0$  需满足  $\Psi_1 d_1 > \Psi_2 d_2$ . 根据假设2, 产品  $i$  最大市场潜力满足  $m_i = \delta_i T_i, T_0 \approx T_2 = T$ .

当  $t_2 = T$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = u_1 d_1 - u_2 d_2$ , 当满足  $u_1 d_1 < u_2 d_2$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} < 0$ .

当  $t_2 = t_1$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_1) + u_1 d_1 - u_2 d_2$ , 因此, 当满足  $(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_1) > u_2 d_2 - u_1 d_1$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} > 0$ .

综上, 当利润函数满足上述三个约束条件时, 改进型新产品存在最优上市时间, 最优值在对式(6)求关于  $t_2$  的一阶导数等于0时取得. 令  $\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = 0$ , 可得  $t_2 = \frac{m_0}{\delta_0} + \frac{u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$ . 将  $t_2$  代入式(6)可得定理1的结论.

定理1中第一个约束条件是指不考虑价格和

技术水平对需求的影响时, 新老产品在  $t_2 \sim T$  所能为企业带来的总利润 ( $\pi_3 + \pi_4$ ) 要低于老产品在  $t_1 \sim t_2$  的利润  $\pi_2$ ; 第二个约束条件是指不考虑潜在需求、只考虑价格和技术水平对需求的影响时, 新老产品在  $t_2 \sim T$  的利润之和 ( $\pi_3 + \pi_4$ ) 要高于改进型新产品在  $T \sim t_2 + T$  的利润  $\pi_5$ ; 第三个约束条件是指在不存在新老两代产品竞争的两个时间范围内的总利润 ( $\pi_1 + \pi_5$ ) 要高于新老两代产品共存的时间范围内的总利润 ( $\pi_2 + \pi_3 + \pi_4$ ). 同时, 由定理1的结论可知, 改进型新产品的最优上市时间主要与两方面因素有关: 一方面是老产品的生命周期 ( $\frac{m_0}{\delta_0}$ ), 另一方面是改进型新产品上市前后由价格、技术水平等对总需求影响的变化与改进型新产品上市前后由需求转移对潜在需求影响的变化之比. 因此, 老产品的生命周期、市场上现有产品的价格和技术水平等因素对改进型新产品的上市时间有着重要影响.

### 2.2 最优上市时间的影响因素分析

从定理1的结论可以看出, 改进型新产品2的最优上市时间主要与两方面的因素有关: 一是与竞争企业B产品1的价格、技术水平有关; 二是与企业A自身两代产品的价格、市场潜力和技术水平有关. 基于此可以得到以下推论.

推论1 企业A改进型新产品2的最优上市时间与竞争企业B产品1的价格有关. 当满足  $((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + \rho_2 p_1 (d_1 - d_2) > k'_{12} \delta_1 T d_1$  时, 产品1的价格越高, 改进型新产品2的上市时间越晚; 反之则产品1的价格越高, 改进型新产品2的上市时间越早.

证明 对  $t_2$  求关于  $p_1$  的一阶偏导,

③ 若是进一步考虑企业B在  $t_3$  时刻推出产品3, 则新的利润函数为将  $\pi_5 = \int_T^{t_3} (m_2 + k'_{12} (m_1 - \delta_1 (t - t_1)) - \delta_2 (t - t_2) - \beta p_2 + \rho_2 p_1 + \gamma \tau_2) (p_2 - c_2) dt, \pi_6 = \int_{t_3}^{t_2+T} ((1 - k'_{23}) (m_2 - \delta_2 (t - t_2)) + k'_{12} (m_1 - \delta_1 (t - t_1)) - \beta p_2 + \rho_2 (p_3 + p_1) + \gamma \tau_2) (p_2 - c_2) dt$  替换式(5)后  $\Pi$ . 此时经过运算可得最优的改进型新产品上市时间为  $t_2 = \frac{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) m_0 + u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0 + [\delta_0 + (1 - k'_{23}) \delta_2]}$ . 其中  $u_1 = -\beta p_0 + \rho_2 p_3 + \rho_2 p_1 + \gamma \tau_0 - k'_{23} (m_2 - \delta_2 t_3) - \delta_2 (2t_3 - T) + \delta_0 T$ . 根据定理1可知, 当不考虑企业B推出产品3时, 改进型新产品2的最优上市时间为  $t_2 = \frac{m_0}{\delta_0} = \frac{u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$ , 重新整理之后可得  $t_2 = \frac{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) m_0 + u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$ . 比较考虑企业B推出产品3前后改进型新产品2的最优上市时间, 二者的表达式较为相似, 后者比前者多考虑了改进型新产品2与产品3之间的需求转移关系.

$$\frac{\partial t_2}{\partial p_1} = \frac{((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + \rho_2 p_1 (d_1 - d_2) - k'_{12} \delta_1 T d_1}{p_1 (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$$

当满足  $((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + \rho_2 p_1 (d_1 - d_2) > k'_{12} \delta_1 T d_1$  时,  $\frac{\partial t_2}{\partial p_1} > 0$ ; 否则  $\frac{\partial t_2}{\partial p_1} < 0$ .

从推论 1 的约束条件可以看出, 竞争企业 B 产品 1 的价格对改进型新产品 2 的最优上市时间的影响方向取决于产品之间的需求转移和产品价格这两方面的因素. 当改进型新产品 2 上市前竞争企业产品 1 从老产品 0 那获得的需求转移  $k_{01}$  足够大, 改进型新产品 2 上市后老产品 0 的价格变动较大即  $d_2$  较小时, 产品 1 的价格越高, 改进

$$\frac{\partial t_2}{\partial \tau_1} = \frac{-((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + k'_{12} \delta_1 T d_1}{\tau_1 (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$$

当满足  $((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) > k'_{12} \delta_1 T d_1$  时,  $\frac{\partial t_2}{\partial \tau_1} < 0$ ; 否则,  $\frac{\partial t_2}{\partial \tau_1} > 0$ .

比较推论 1 和推论 2 的约束条件可以发现, 竞争企业产品 1 的价格与技术水平变动对改进型新产品 2 最优上市时间的影响起反向的作用. 这是由于竞争企业产品 1 的价格与技术水平对改进型新产品 2 的需求有相反的影响. 从假设 3 可以看出, 需求转移率的高低取决于产品的价格和技术水平, 价格越高, 需求转移率越低, 技术水平越高, 需求转移率越高. 因此, 竞争企业产品的价格和技术水平对改进型新产品需求的反向作用使得企业在做新产品上市时间决策时可以综合考虑这两方面的因素, 当新产品的技术水平相对于竞争对手来说处于劣势时, 企业就可以通过价格优势来吸引消费者、增加企业的竞争力; 当新产品的技术水平相对于竞争对手来说处于优势时, 企业就可以通过提高价格来增加企业的盈利. 推论 1、推论 2 主要分析竞争企业的一些因素变动对改进型新产品最优上市时间的影响, 接下来将分析企业自身因素是怎样影响改进型新产品最优上市时间.

推论 3 改进型新产品 2 的最优上市时间与老产品 0 的市场潜力有关. 老产品 0 的市场潜力越大, 改进型新产品 2 的上市时间越晚, 反之, 改

进型新产品 2 的上市时间越晚, 否则反之. 因此, 当企业老产品的价格相对于竞争企业来说过高, 使得企业在与竞争企业产品竞争中处于劣势时, 企业可以提早推出其改进型新产品.

推论 2 企业 A 改进型新产品 2 的最优上市时间与竞争企业 B 产品 1 的技术水平有关. 当满足  $((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) > k'_{12} \delta_1 T d_1$  时, 产品 1 的技术水平越高, 改进型新产品 2 的上市时间越早; 反之则产品 1 的技术水平越高, 改进型新产品 2 的上市时间越晚.

证明 对式  $t_2$  求关于  $\tau_1$  的一阶偏导,

改进型新产品 2 的上市时间越早.

证明 对  $t_2$  求关于  $m_0$  的一阶偏导,  $\frac{\partial t_2}{\partial m_0} =$

$$\frac{\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$$

由定理 1 的约束条件可知,

$$\frac{\partial t_2}{\partial m_0} > 0.$$

由此看出, 当老产品 0 的市场潜力变大时, 改进型新产品 2 的最优上市时间会推迟. 这是因为当老产品 0 的市场潜力变大时, 单位时间内老产品 0 的需求增加. 同时, 根据假设 5, 改进型新产品 2 上市后, 老产品 0 会下调其价格, 老产品 0 获得的单位利润减少. 若改进型新产品 2 上市时间不变, 老产品 0 剩余需求变大, 为了更好的收割老产品 0 的收益, 此时企业会选择推迟改进型新产品 2 的上市时间. 因此, 企业计划推出改进型新产品时往往需要调查消费者对老产品的需求偏好, 当大部分消费者对老产品的认同度依旧很高时, 企业就需要考虑推迟新产品的上市. 例如 Windows Vista 就是在 Windows XP 还有很高市场潜力时推出的新一代产品, 但它也成为 Windows 系列操作系统中较为失败的产品.

推论 4 改进型新产品 2 的最优上市时间与新老产品的技术水平有关. 改进型新产品 2 的技术水平越高, 其上市时间早, 否则反之; 老产品 0

的技术水平越高,改进型新产品2的上市时间越晚,否则反之.

证明 对  $t_2$  分别求关于  $\tau_0, \tau_2$  的一阶偏导  $\frac{\partial t_2}{\partial \tau_2} =$

$$\frac{\partial t_2}{\partial \tau_0} = \frac{((k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + \gamma \tau_0 (d_1 - d_2)}{\tau_0 (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0}$$

由于  $p_0 < p_0$ , 则  $k_{01} > k'_{01}$ ,  $(k_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_1 - (k'_{01} - k'_{02} k'_{01}) d_2 = k_{01} d_1 - k'_{02} k'_{01} (d_1 - d_2) - k'_{01} d_2 > k_{01} (d_1 - d_2) - k'_{02} k'_{01} (d_1 - d_2) > 0$ , 因此  $\frac{\partial t_2}{\partial \tau_0} > 0$ .

从推论4可以得出,企业新老产品技术水平的变化对改进型新产品2最优上市时间的影响是相反的.当改进型新产品2的技术水平提高时,改进型新产品2从竞争企业产品1中获得需求转移会增加.因此,当改进型新产品2的技术水平提高时,会选择提前上市.当老产品0的技术水平提高时,老产品0转移给竞争企业产品1的需求会下降,此时企业会选择推迟改进型新产品2的上市时间.因此,新老两代产品的技术水平对改进型新产品的上市时间有着重要影响,改进型新产品的

$$= \frac{-k'_{02} (1 - k'_{01}) (m_0 - \delta_0 t_2) (d_1 - d_2) - k'_{12} \delta_1 T d_1}{\tau_2 (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0},$$

根据假设5, 则  $d_1 > d_2$ ,  $\frac{\partial t_2}{\partial \tau_2} < 0$ .

技术水平越高,说明改进型新产品的竞争力更大,提早将其推向市场更有利于抢占市场地位;老产品的技术水平越高,说明老产品在市场上还拥有一定的市场势力,这时企业就可以推迟新产品的上市.

推论5 改进型新产品2的最优上市时间与其价格有关.当满足  $((-k_{01} + k'_{02} - k'_{02} k'_{01}) d_1 + \Psi_1 p_0 - (k'_{02} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) - (\beta d_1 + \rho_1 d_2) p_0 + u_1 p_0 + k_{12} \delta_1 T d_1 > 0$  时,改进型新产品2的价格越高,其最优上市时间越晚,反之则改进型新产品2越高,其最优上市时间越早.

证明 根据假设4,  $p_0 \approx p_2$ , 对  $t_2$  分别求关于  $p_0(p_2)$  的一阶偏导,

$$\frac{\partial t_2}{\partial p_0} = \frac{-\beta p_0 d_1 - \rho_1 p_0 d_2 + u_1 p_0 + k'_{12} \delta_1 T d_1 + ((-k_{01} + k'_{02} - k'_{02} k'_{01}) d_1 + \Psi_1 p_0 - (k'_{02} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2)}{p_0 (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) \delta_0},$$

当满足  $((-k_{01} + k'_{02} - k'_{02} k'_{01}) d_1 + \Psi_1 p_0 - (k'_{02} - k'_{02} k'_{01}) d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) - (\beta d_1 + \rho_1 d_2) p_0 + u_1 p_0 + k_{12} \delta_1 T d_1 > 0$  时  $\frac{\partial t_2}{\partial p_0} > 0$ ; 否则  $\frac{\partial t_2}{\partial p_0} < 0$ .

推论5中的约束条件说明改进型新产品2上市后,老产品0部分需求转移给新产品,由于改进型新产品2的单位利润高于老产品0,使得这部分需求创造的利润要高于不转移时,当这部分增加的利润和老产品0在  $t_1 \sim t_2$  内的利润  $\pi_2$  要高于老产品0需求转移给竞争企业产品1所造成的利润损失及改进型新产品2由于价格相对高于老产品0的调整价格而引起的需求下降所造成的利润损失时,若改进型新产品2上市价格越高,老产品0转移给改进型新产品2的需求所创造的利润越高,企业会选择提前将改进型新产品2推向市场;反之,改进型新产品2上市价格越高,企业的损失越大,则会选择推迟改进型新产品2的上市.

### 3 改进型新产品上市后老产品的最优调整价格

#### 3.1 老产品的最优调整价格

定理2 当改进型新产品2上市后,满足  $(u_4 (\frac{1}{2} w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) p_0 > \frac{3}{2} w_2 w_1 u_4 p_0^2 + u_3 + \beta c_0 + \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} u_4 (1 + w_1 c_0)$  时,企业A利润函数在老产品0的调整价格范围为  $0 \sim p_0$  时存在最大值.此时,老产品0的最优调整价格为  $p_0^* = \frac{B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$ , 企业A的最大利润为

$$\Pi^* = \Phi_4 \left( \frac{B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \right)^3 + d_3 \left( \frac{B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A} \right) \left( \frac{(B - \sqrt{B^2 - 4AC}) \Phi_5 + 2A \Phi_6}{2A} \right) + \Phi_7.$$

其中  $u_3 = \rho_2 p_1 + \rho_1 p_2 + \gamma \tau_0$   $\mu_4 = m_0 - \delta_0 t_2$   $d_3 = T - t_2$   $d_4 = T + t_2$   $w_1 = a \frac{\tau_1}{\tau_0} \frac{1}{p_1}$   $w_2 = a \frac{\tau_2}{\tau_0} \frac{1}{p_2}$   $A = \frac{3}{2} w_2 w_1 u_4$   $B = u_4 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta$   $C = u_3 + \beta c_0 + \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} u_4 (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0)$   $\Phi_4 = w_1 w_2 m_0 d_3 - \frac{1}{2} w_1 w_2 \delta_0 d_3 d_4$   $\Phi_5 = -\beta - \frac{1}{2} w_1 w_2 p_0 (2 m_0 - \delta_0 d_4) + (\frac{1}{2} d_4 \delta_0 - m_0) (w_1 + w_2)$   $\Phi_6 = \beta c_0 - \frac{1}{2} \delta_0 d_4 (1 + w_1 c_0 + w_2 p_0) + \rho_1 (d_1 + p_2) + p_1 \rho_2 + \gamma \tau_0 + (1 + w_1 c_0 + w_2 p_0) m_0$   $\Phi_7 = -T c_0 (m_0 + k_{12} m_1 + m_2) + (k_{12} m_1 + m_2 - \beta d_1) T p_0 + k_{01} m_0 (d_1 t_1 - d_1 t_2) + (m_0 - \beta d_1) p_0 t_2 + \frac{1}{2} c_0 \delta_0 (T^2 + k_{01} t_1^2 - k_{01} t_2^2) - \frac{1}{2} p_0 \delta_0 (k_{01} t_1^2 + t_2^2 - k_{01} t_2^2) + (\frac{1}{2} T \delta_1 - t_1 \delta_1 + t_2 \delta_1) k_{12} T (c_0 - p_0) + (\frac{1}{2} T^2 \delta_2 + p_1 t_1 \rho_2 - T \gamma \tau_2) (c_0 - p_0) - c_0 p_2 \rho_1 d_3 - T p_1 \rho_2 (2 c_0 - p_0) + p_0 p_1 t_2 \rho_2 - (T c_0 + p_0 t_2) \gamma \tau_0$  ⑤.

证明 对式(6)求关于  $p_0$  的一阶导数, 整理得

$$\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} = \frac{3}{2} d_3 w_2 w_1 u_4 p_0^{-2} - d_3 (u_4 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) p_0 + d_3 u_3 + d_3 \beta c_0 + d_3 \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} d_3 u_4 (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0)$$

根据假设 5, 为了使老产品的调整价格在  $0 \sim p_0$  之间, 需满足: 当  $p_0 = 0$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} > 0$ , 当  $p_0 = p_0$

时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} < 0$ , 且  $\frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0^2} < 0$ . 对式(6)求关于  $p_0$  的二阶导数, 整理得

$$\frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0^2} = -((w_2 (1 - k_{01}) + (1 - k_{02}) w_1 + w_2 w_1 (p_0 - p_0)) u_4 + 2\beta) d_3 < 0$$

因此, 企业 A 的利润函数存在关于  $p_0$  的最优解.

当  $p_0 = 0$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} = d_3 u_3 + d_3 \beta c_0 + d_3 \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} d_3 u_4 (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0) > 0$ .

当  $p_0 = p_0$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} = \frac{3}{2} d_3 w_2 w_1 u_4 p_0^{-2} - d_3 (u_4 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) p_0 + d_3 u_3 + d_3 \beta c_0 + d_3 \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} d_3 u_4 (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0)$ , 满足式  $(u_4 (\frac{1}{2} w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) p_0 > \frac{3}{2} w_2 w_1 u_4 p_0^{-2} + u_3 + \beta c_0 + \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} u_4 (1 + w_1 c_0)$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} < 0$ .

从而满足  $(u_4 (\frac{1}{2} w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) p_0 > \frac{3}{2} w_2 w_1 u_4 p_0^{-2} + u_3 + \beta c_0 + \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} u_4 (1 + w_1 c_0)$  时, 老产品存在最优调整价格, 最优值在对式(6)求关于  $p_0$  的一阶导数等于 0 时取得. 令  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} = 0$ , 则  $A p_0^{-2} - B p_0 + C = 0$

$$p_0 = \frac{B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

由约束条件可知  $A p_0^2 - B p_0 + C < 0$ , 即  $2A p_0 < 2B - 2C/p_0$ . 由于  $p_0 < p_0$ , 则  $B \pm \sqrt{B^2 - 4AC} < 2A p_0 < 2B - \frac{2C}{p_0}$ , 因此  $\pm$

$$\sqrt{B^2 - 4AC} < B - \frac{2C}{p_0}$$

当  $p_0 = \frac{B + \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$ , 则  $-A p_0^2 < -B p_0 + C$  与  $A p_0^2 - B p_0 + C < 0$  相违背. 当  $p_0 = \frac{B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$ ,  $-\sqrt{B^2 - 4AC} < B - \frac{2C}{p_0}$  成立.

因此,  $p_0$  在  $0 \sim p_0$  区间范围内存在唯一解,  $p_0 = \frac{B - \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$ . 将  $p_0$  代入式(6)可得定理 2 的结论.

定理 2 的约束条件是指当改进型新产品 2 上市后, 老产品 0 的调整价格取最大值时, 略微增加老产品 0 的调整价格会使企业利润下降, 即老产

⑤ 若是考虑企业 B 在  $t_3$  时刻推出产品 3, 新的利润函数为  $\pi_5 = \int_T^{t_3} (m_2 + k_{12} (m_1 - \delta_1 (t - t_1)) - \delta_2 (t - t_2) - \beta p_2 + \rho_2 p_1 + \gamma \tau_2 (p_2 - c_2)) dt$ ,  $\pi_6 = \int_{t_3}^{t_2+T} ((1 - k_{23}) (m_2 - \delta_2 (t - t_2)) + k_{12} (m_1 - \delta_1 (t - t_1)) - \beta p_2 + \rho_2 (p_3 + p_1) + \gamma \tau_1 (p_2 - c_2)) dt$ . 由于上述表述式中均不存在老产品的调整价格  $p_0$ , 因此, 考虑企业 B 在  $t_3$  时刻推出产品 3 后, 也不会影响老产品的调整价格  $p_0$  的决策.

品 0 的价格不能超过改进型新产品 2 的价格,以免老产品 0 失去整个市场.同时,从定理 2 还可以看出,由于技术水平和价格会影响企业的需求,因此企业 A 新老两代产品和竞争企业 B 产品的技术水平及上市价格也会影响老产品的调整价格决策.

### 3.2 老产品的最优调整价格的影响因素分析

从定理 2 的结论可以看出,老产品 0 的调整价格主要与两方面的因素有关:一是竞争企业 B 产品 1 的价格、技术水平;二是企业 A 新老产品的上市价格、市场潜力和技术水平.基于此可以得到以下推论.

$$\frac{\partial p_0}{\partial p_1} = \frac{(\Delta_1 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_1 - \Delta_2) - \Delta_3) \frac{\partial w_1}{\partial p_1} + 2A\rho_2 (B^2 - 4AC)^{-0.5}}{2A},$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial \tau_1} = \frac{(\Delta_1 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_1 - \Delta_2) - \Delta_3) \frac{\partial w_1}{\partial \tau_1}}{2A}.$$

由于  $A > 0$ , 则  $2A\rho_2 (B^2 - 4AC)^{-0.5} > 0$ ,  $\frac{\partial w_1}{\partial p_1} < 0$ ,

$$\frac{\partial w_1}{\partial \tau_1} > 0.$$

当  $\frac{\partial p_0}{\partial \tau_1} < 0$  时,  $\Delta_1 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_1 - \Delta_2) - \Delta_3 < 0$ , 则  $(\Delta_1 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_1 - \Delta_2) - \Delta_3) \frac{\partial w_1}{\partial p_1} > 0$ , 因此  $\frac{\partial p_0}{\partial p_1} > 0$ . 当  $\frac{\partial p_0}{\partial p_1} < 0$  时,  $\Delta_1 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_1 - \Delta_2) - \Delta_3 > 0$ , 则  $(\Delta_1 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_1 - \Delta_2) - \Delta_3) \frac{\partial w_1}{\partial \tau_1}$ , 因此  $\frac{\partial p_0}{\partial \tau_1} > 0$ .

由此看出,竞争企业 B 产品 1 的价格与技术水平对老产品 0 的最优调整价格起反向的作用.这是因为产品 1 的价格与技术水平对企业 A 新老产品的需求起相反的作用,进而使得企业 A 老产品 0 的调整价格朝相反方向变动.当产品 1 价格提高时,从老产品 0 转移给产品 1 的需求会减少,产品 1 转移给改进型新产品 2 的需求会增加,企业 A 新老产品的需求会增加;当产品 1 技术水

$$\frac{\partial p_0}{\partial p_2} = \frac{(\Delta_4 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_4 - \Delta_5) - \Delta_6) \frac{\partial w_2}{\partial p_2} + 2A\rho_1 (B^2 - 4AC)^{-0.5}}{2A}$$

$$\frac{\partial p_0}{\partial \tau_2} = \frac{(\Delta_4 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_4 - \Delta_5) - \Delta_6) \frac{\partial w_2}{\partial \tau_2}}{2A}.$$

推论 6 企业 A 改进型新产品 2 上市后,老产品 0 的最优调整价格与竞争企业 B 产品 1 的价格和技术水平有关.当老产品 0 的最优调整价格随着产品 1 技术水平上升而下降时,老产品 0 的最优调整价格随着产品 1 价格的上升而上升;当老产品 0 的最优调整价格随着产品 1 价格的上升而下降时,老产品 0 的最优调整价格随着产品 1 技术水平上升而上升.

证明 对  $p_0$  分别求关于  $p_1, \tau_1$  的一阶偏导,令  $\Delta_1 = u_4(1 + w_2 p_0)$ ,  $\Delta_2 = Au_4 c_0 + 3Cw_2 u_4$ ,  $\Delta_3 = 3w_2 u_4 p_0$ , 整理得

平提高时,从老产品转移给产品 1 的需求会增加,产品 1 转移给改进型新产品 2 的需求会减少,企业 A 新老产品的需求会减少.因此,竞争企业产品价格和技术水平是影响老产品最优调整价格的重要因素,企业可以利用二者对老产品最优调整价格的反向作用机制,选择合适的老产品调整价格以获得更大的利润.

推论 7 企业 A 改进型新产品 2 上市后,老产品 0 的最优调整价格与改进型新产品 2 的价格和技术水平有关.当老产品 0 的最优调整价格随着改进型新产品 2 价格上升而下降时,老产品 0 的最优调整价格随着改进型新产品 2 技术水平的上升而上升;当老产品 0 的最优调整价格随着改进型新产品 2 技术水平的上升而下降时,老产品 0 的最优调整价格随着改进型新产品 2 价格上升而上升.

证明 对  $p_0$  分别求关于  $p_2, \tau_2$  的一阶偏导,令  $\Delta_4 = u_4(1 + w_1 p_0)$ ,  $\Delta_5 = Au_4 p_0 + 3Cw_1 u_4$ ,  $\Delta_6 = 3w_1 u_4 p_0$ , 整理得

由于  $A > 0$  则  $2A\rho_1 (B^2 - 4AC)^{-0.5} > 0$   $\frac{\partial w_2}{\partial p_2} < 0$ ,  $\frac{\partial w_2}{\partial \tau_2} > 0$ .

当  $\frac{\partial p_0}{\partial p_2} < 0$  时,  $\Delta_4 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_4 - \Delta_5) - \Delta_6 > 0$  则  $(\Delta_4 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_4 - \Delta_5) - \Delta_6) \frac{\partial w_2}{\partial \tau_2} > 0$ , 因此  $\frac{\partial p_0}{\partial \tau_2} > 0$ . 当  $\frac{\partial p_0}{\partial \tau_2} < 0$  时,  $\Delta_4 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_4 - \Delta_5) - \Delta_6 < 0$ , 则  $(\Delta_4 - (B^2 - 4AC)^{-0.5}(B\Delta_4 - \Delta_5) - \Delta_6) \frac{\partial w_2}{\partial p_2} + 2A\rho_1 (B^2 - 4AC)^{-0.5} > 0$  因此  $\frac{\partial p_0}{\partial p_2} > 0$ .

从推论 7 可以看出, 改进型新产品 2 的价格与技术水平对老产品 0 的最优调整价格起反向的作用. 当改进型新产品 2 价格提高时, 虽然老产品 0 的需求会增加, 但是改进型新产品 2 的需求会减少. 当改进型新产品 2 技术水平提高时, 虽然老产品 0 的需求会减少, 但是改进型新产品 2 的需求会增加. 因此改进型新产品 2 的价格与技术水平对老产品 0 的需求起相反的作用, 进而使得企业 A 老产品 0 的调整价格也朝相反方向变化. 由于改进型新产品的上市会抢占老产品的部分需求, 使得企业在做改进型新产品上市决策时, 必然会希望在新老产品之间寻找一个需求的平衡. 若老产品的最优调整价格随着改进型新产品价格上升而下降, 对于老产品来说, 价格因素对其需求影响力下降, 企业可以选择提高改进型新产品的技术水平, 此时老产品的调整价格也会增加; 若老产品的最优调整价格随着改进型新产品技术水平的上升而下降时, 对于老产品来说, 技术因素对其需求影响力增加, 相对来说价格因素对其需求影响力下降, 企业可以选择提高改进型新产品的价格, 此时老产品的调整价格也会增加.

#### 4 改进型新产品最优上市时间和老产品的最优调整价格

在现实中, 新产品上市的问题往往并非单一

的考虑新产品的上市时间或老产品的调整价格, 企业在做决策时往往会同时考虑二者对总利润的影响. 因此, 接下来根据已知条件, 考虑改进型新产品的最优上市时间  $t_2$  和老产品的最优调整价格  $p_0$  的双变量组合决策.

##### 4.1 改进型新产品最优上市时间和老产品的最优调整价格决策

定理 3 当满足  $V_1 V_2 - (V_3)^2 \geq 0$  时, 企业 A 利润函数是关于新产品上市时间  $t_2$  和老产品调整价格  $p_0$  的凸函数. 此时, 若满足条件

$$\begin{cases} \frac{3}{2} d_3 w_2 w_1 u_4 p_0'^2 - d_3 (u_4 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) p_0' + d_3 u_3 + d_3 \beta c_0 + d_3 \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} d_3 u_4 (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0) = 0 \\ (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) + u_1 d_1 - u_2 d_2 = 0 \end{cases}$$

则该点为最优的老产品调整价格和最优的改进型新产品上市时间.

证明 根据定理 1、定理 2 的证明可知

$$V_1 = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial t_2^2} = (-\Psi_1 d_1 + \Psi_2 d_2) \delta_0$$

$$V_2 = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0^2} = -((w_2(1 - k_{01}) + (1 - k_{02}) w_1 + w_2 w_1 (p_0 - p_0')) u_4 + 2\beta) d_3$$

$$V_3 = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0 \partial t_2} = -\frac{1}{2} (u_3 + d_3 \delta_0) \times (3 w_2 w_1 p_0'^2 + 1 + w_2 p_0 + w_1 c_0) + p_0' (-\delta_0 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) - u_3 - \beta c_0 - \rho_1 d_1$$

由定理 2 可知  $V_2 < 0$ , 根据文献 [33], 当满足  $V_1 V_2 - (V_3)^2 \geq 0$  时, 企业 A 利润函数是关于改进型新产品的上市时间  $t_2$  和老产品的调整价格  $p_0$  的凸函数. 此时, 若满足条件:

$$\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} = \frac{3}{2} d_3 w_2 w_1 u_4 p_0'^2 - d_3 (u_4 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) + 2\beta) \times p_0' + d_3 u_3 + d_3 \beta c_0 + d_3 \rho_1 d_1 + \frac{1}{2} d_3 u_4 (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0) = 0 \quad (7)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) +$$

$$u_1 d_1 - u_2 d_2 = 0 \quad (8)$$

则该点必为改进型新产品的最优上市时间  $t_2$  和老

产品的最优调整价格 $p_0'$ .

与定理 1 和定理 2 的结论类似,定理 3 的结论表明,企业 A 改进型新产品的最优上市时间和老产品的最优调整价格主要与两方面的因素有关:一是竞争企业 B 产品 1 的价格、技术水平;二是企业 A 新老产品的上市价格和技术水平.因此,价格、技术水平对企业的改进型新产品上市决策有着重要影响.

### 4.2 两个特例

从基本模型中企业 A 的利润函数(见式(1)至式(6))可以看出,企业 A 的利润主要包括两个方面:一方面是考虑需求转移的潜在需求所创造的利润,此时的需求变动相当于是在比较产品之间的技术水平和价格后直接对潜在需求的重新分配;另一方面是价格、技术水平对潜在需求的影响所带来的利润变化,此时的需求变动相当于是在既定潜在需求下,价格和技术水平对需求的影响.

在现实生活中,由于产品的性质不同,这两方

$$p_0' = \frac{\lambda_2 - \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}$$

$$t_2 = \frac{m_0}{\delta_0} + \frac{k_{12}' \delta_1 T d_1}{\left(-w_2 w_1 \left(\frac{\lambda_2 - \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}\right)^3 + u_6 \left(\frac{\lambda_2 - \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}\right)^2 - u_7 \left(\frac{\lambda_2 - \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}\right) + (1 - k_{01}) d_1 + c_0\right) \delta_0}$$

其中  $u_1' = -\beta p_0 - k_{12}' \delta_1 T + \rho_2 p_1 + \gamma \tau_0$ ,  $u_2' = \rho_2 \times p_1 + \rho_1 p_2 + \gamma \tau_0$ ,  $\lambda_1 = \frac{3}{2} w_2 w_1$ ,  $\lambda_2 = w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0$ ,  $\lambda_3 = u_3 + \rho_1 d_1 + \beta c_0$ ,  $\lambda_4 = \frac{1}{2} (1 + w_2 p_0 + w_1 c_0)$ ,  $\mu_5 = \rho_1 d_1 + u_2' + \beta c_0$ ,  $\mu_6 = w_2 w_1 (d_1 + c_0) + w_1 + w_2$ ,  $\mu_7 = 1 + w_2 d_1 + (w_1 + w_2) c_0$ .

证明 当只考虑价格和技术水平差异引起潜在需求转移时,即  $\beta = \rho_1 = \rho_2 = \gamma = 0$ ,

$$V_1' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial t_2^2} = (-\Psi_1 d_1 + \Psi_2 d_2) \delta_0$$

$$V_2' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0^2} = -(w_2 (1 - k_{01}') + (1 - k_{02}') w_1 + w_2 w_1 (p_0 - p_0')) u_4 d_3$$

$$V_3' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0' \partial t_2} = -\frac{1}{2} d_3 \delta_0 (3 w_2 w_1 p_0'^2 + 1 + w_2 p_0 + w_1 c_0) - \delta_0 (w_2 + w_1 + w_2 w_1 p_0) p_0'$$

根据文献 [33],当满足  $V_1' V_2' - (V_3')^2 \geq 0$

面因素对企业利润的影响程度也不尽相同.对于必需品来说,一旦成为某种产品的潜在消费者后,价格、技术水平对潜在需求的影响会非常小;对于高端消费品来说,即使已经成为某种产品的潜在消费者,这些消费者仍需考虑产品的价格等因素才会选择购买.因此,接下来分别分析:①只考虑价格和技术水平差异所引起的潜在需求转移对需求影响时,企业改进型新产品的最优上市时间和老产品的最优调整价格;②潜在需求转移率不变,只考虑价格和技术水平对潜在需求的影响时,企业改进型新产品的最优上市时间和老产品的最优调整价格.

推论 8 当  $\beta = \rho_1 = \rho_2 = \gamma = 0$  时,即只考虑产品之间价格、技术水平的差异所引起的潜在需求转移对需求的影响时,若满足  $V_1' V_2' - (V_3')^2 \geq 0$ ,企业 A 利润函数是关于老产品调整价格  $p_0'$  和改进型新产品上市时间  $t_2$  的凸函数.此时,老产品的最优调整价格和改进型新产品的最优上市时间分别为

时,企业 A 利润函数是关于老产品调整价格  $p_0'$  和改进型新产品上市时间  $t_2$  的凸函数.此时,最优的老产品调整价格和最优的改进型新产品上市时间  $(p_0', t_2)$  需满足

$$\frac{\partial \Pi}{\partial p_0'} = \lambda_1 p_0'^2 - \lambda_2 p_0' + \lambda_4 = 0 \tag{9}$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2) (m_0 - \delta_0 t_2) - k_{12}' \delta_1 T d_1 = 0 \tag{10}$$

由式(9)可得  $p_0' = \frac{\lambda_2 \pm \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}$ ,

由于  $p_0' < p_0$ ,需满足当  $p_0' = p_0$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0'} < 0$ ,即  $\lambda_1 p_0'^2 - \lambda_2 p_0 + \lambda_4 < 0$ ,  $2\lambda_1 p_0 < 2\lambda_2 - \lambda_4/p_0$ . 由于  $p_0' < p_0$ ,  $\lambda_2 \pm \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4} < 2\lambda_1 p_0 < 2\lambda_2 - \lambda_4/p_0$ , 即  $\pm \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4} < \lambda_2 - \lambda_4/p_0$ .

当  $p_0' = \frac{\lambda_2 + \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}$  时,  $\lambda_1 (p_0')^2 < -$

$\lambda_2 p_0 + \lambda_4$  与  $\lambda_1 p_0^2 - \lambda_2 p_0 + \lambda_4 < 0$  矛盾.

当  $p_0 = \frac{\lambda_2 - \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}$  时,  
 $-\sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4} < \lambda_2 - \lambda_4/p_0$  与  $\lambda_1 p_0^2 - \lambda_2 p_0 + \lambda_4 < 0$  一致.

因此  $p_0 = \frac{\lambda_2 - \sqrt{(\lambda_2)^2 - 4\lambda_1\lambda_4}}{2\lambda_1}$ , 代入式

$$p_0 = \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'}$$

$$t_2 = \frac{m_0}{\delta_0} + \frac{\beta \left( \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'} \right)^2 - u_5 \left( \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'} \right) + u_1 d_1 + u_2 c_0}{\left( \Psi_1 d_1 + \Psi_2 c_0 - \Psi_2 \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'} \right) \delta_0}$$

其中  $A' = -3\beta\Psi_2$ ,  $B' = 3u_2'\Psi_2 - 4\beta\Psi_1 d_1 - \beta c_0\Psi_2 - 3u_2 d_1 \rho_1$ ,  $C' = 2(\beta c_0 + u_2' + d_1 \rho_1)(\Psi_2 c_0 - \Psi_1 d_1) + \Psi_2(d_1 u_1' + u_2' c_0)$ .

证明 根据定理 1、定理 2 的证明可知, 当产品之间的需求转移率不变时,

$$V_1'' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial t_2^2} = (-\Psi_1 d_1 + \Psi_2 d_2) \delta_0$$

$$V_2'' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0^2} = -2\beta(T - t_2)$$

$$V_3'' = \frac{\partial^2 \Pi}{\partial p_0 \partial t_2} = \frac{1}{2}(t_2 - T) \Psi_2 \delta_0 + \frac{1}{2}(-2\beta c_0 + 4\beta p_0 - 2u_2' - m_0 \Psi_2 + \Psi_2 \delta_0 t_2 - d_1 \rho_1)$$

由定理 2 可知  $V_2'' < 0$ , 根据文献 [33], 当满足  $V_1'' V_2'' - (V_3'')^2 \geq 0$  时, 企业 A 利润函数是关于老产品调整价格  $p_0$  和改进型新产品上市时间  $t_2$  的凸函数.

此时, 最优的老产品调整价格和最优的改进型新产品上市时间  $(p_0, t_2)$  需满足

$$\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} = (T - t_2)(u_2' + \beta c_0 + d_1 \rho_1 + \frac{1}{2} \Psi_2(m_0 - \delta_0 t_2) - 2\beta p_0) = 0 \quad (11)$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial t_2} = (\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2)(m_0 - \delta_0 t_2) + u_1 d_1 - u_2 d_2 = 0 \quad (12)$$

满足式 (11) 需使  $t_2 - T = 0$  或  $u_2' + \beta c_0 + d_1 \rho_1 + \frac{1}{2}$

(10) 可得推论 8 的结论.

推论 9 当需求转移率  $k_{ij}(k_{ij}')$  不变时, 若满足  $V_1'' V_2'' - (V_3'')^2 \geq 0$ , 企业 A 利润函数是关于老产品调整价格  $p_0$  和改进型新产品上市时间  $t_2$  的凸函数. 此时, 老产品的最优调整价格和改进型新产品的最优上市时间分别为

$$\Psi_2(m_0 - \delta_0 t_2) - 2\beta p_0 = 0.$$

当  $t_2 - T = 0$  时, 由假设 2 可知,  $m_0 = \delta_0 T$ , 要满足式 (12) 需使  $u_1 d_1 - u_2 d_2 = 0$ , 但由于  $u_1 d_1 \neq u_2 d_2$ , 因此  $t_2 \neq T$ . 当  $u_2' + \beta c_0 + d_1 \rho_1 + \frac{1}{2} \times \Psi_2(m_0 - \delta_0 t_2) - 2\beta p_0 = 0$  时, 由式 (12) 可得  $t_2 = \frac{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2)m_0 + u_1 d_1 - u_2 d_2}{(\Psi_1 d_1 - \Psi_2 d_2)\delta_0}$ , 代入式 (11) 得  $A'(p_0)^2 - B'p_0 + C' = 0$ .

由于  $p_0' < p_0$ , 需满足当  $p_0' = p_0$  时  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} < 0$ , 即  $A'(p_0)^2 - B'p_0 + C' < 0$ ,  $p_0' > 0$ , 需满足  $p_0' = 0$  时,  $\frac{\partial \Pi}{\partial p_0} > 0$ , 因此  $C' > 0$ .

当  $B' > 0$  时, 由于  $A' < 0$ ,  $p_0 = \frac{B' + \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'} < 0$ , 存在唯一的  $p_0 = \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'}$ ,

当  $B' < 0$  时, 由于  $A' < 0$ ,  $p_0 = \frac{B' + \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'} < 0$ ,

存在唯一的  $p_0 = \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'}$ .

因此  $p_0 = \frac{B' - \sqrt{B'^2 - 4A'C'}}{2A'}$ , 代入式 (12)

可得推论 9 的结论.

将推论 8、推论 9 的结论与定理 1、定理 2 对比可以发现, 给定老产品的最优调整价格决策改进型新产品的最优上市时间、给定改进型新产品

的上市时间决策老产品的最优调整价格和同时决策改进型新产品的上市时间和老产品的最优调整价格这三种情况下,企业新老产品的价格和技术水平、竞争企业产品的价格和技术水平对改进型新产品的最优上市时间及老产品的最优调整价格影响方向基本一致。

## 5 结束语

技术进步推动新产品以更快的速度进入市场,企业为了抢占更多的市场份额,往往会选择推出老产品的改进型新产品,以完成产品的更新换代。此时,企业需要决策何时推出改进型新产品?改进型新产品上市后可以由何种方法减少其对老产品的冲击?目前现有对于新产品上市时间的研究大多基于垄断背景,但是在垄断条件下的企业推出新产品所面对的竞争只是同一企业内部新老产品之间的竞争,竞争的结果只会引起企业内部需求的变动,而在现实生活中,企业推出新产品面对的竞争不仅有企业内部产品之间的竞争还有竞争企业产品所带来的外部竞争。同时,现有研究较少有同时考虑新产品的上市时间和老产品的调整价格问题,但是新产品上市后如何保证老产品的剩余需求却也是企业亟需解决的问题。基于此,

本文通过对改进型新产品上市问题的梳理,考虑技术水平、上市价格对潜在需求的影响,建立双寡头环境下新老两代产品的需求模型,给出了改进型新产品的最优上市时间、新产品上市后老产品的最优调整价格的单变量和双变量决策,分析了改进型新产品的最优上市时间、老产品的最优调整价格与产品价格、技术水平等的关系。研究发现:老产品的市场潜力越大、技术水平越高,改进型新产品的最优上市时间越晚;改进型新产品的技术水平越高,其最优上市时间越早;竞争企业产品的价格和技术水平对改进型新产品最优上市时间起反向作用;改进型新产品的价格和技术水平对老产品的最优调整价格起反向作用;竞争企业产品的价格和技术水平对老产品的最优调整价格起反向作用。

需要指出的是,本文在研究改进型新产品上市时间和老产品调整价格时,没有考虑产品的生产成本随时间变化的情况,但是现实生活中,特别是高新技术产品生产过程中的学习效应尤为突出。同时,本文考虑需求转移率时,只考虑了价格和技术水平对需求的影响,而产品的需求转移率可能还受到消费者对产品感知的影响,如广告、品牌忠诚度、产品的外部效应等,所以这也是未来研究的方向之一。

## 参考文献:

- [1]黄静. 新产品管理[M]. 武汉: 华中科技大学出版社, 2009: 222 - 224.  
Huang Jing. New Product Management [M]. Wuhan: Huanzhong University of Science & Technology Press Co., Ltd, 2009: 222 - 224. (in Chinese)
- [2]Meyer M, Lehnerd A. The Power of Product Platforms [M]. New York: The Free Press, 1997.
- [3]Cusumano M, Nobeoka K. Thinking Beyond Lean: How Multi-Project Management is Transforming Product Development at Toyota And Companies [M]. New York: Simon and Schuster, The Free Press, 1998.
- [4]Morgan L, Morgan R, Moore W. Quality and time-to-market trade-offs when there are multiple product generations [J]. Manufacturing and Service Operations Management, 2001, 3(2): 89 - 104.
- [5]侯江峰. 对新产品开发的最佳上市时机研究[D]. 天津: 天津工业大学, 2008.  
Hou Jiangfeng. The Best Launch Timing of New Product Development [D]. Tianjin: Tianjin Polytechnic University, 2008. (in Chinese)
- [6]Kent S. Sony defends top spot: Game cube, Xbox and PS2 fight for supremacy [J]. USA Today, 2002, 2(11): B14.
- [7]Wilson D. Sega scores points as sony fumbles lead [J]. Los Angeles Times, 2000, 12(4): C1.
- [8]Hongmin L, Stephen C. Pricing decisions during inter-generational product transition [J]. Production and Operations Management, 2011, 21(1): 14 - 28.
- [9]Bass F. A new product growth model for consumer durables [J]. Management Science, 1969, 15(5): 215 - 227.

- [10] Robinson B, Lakhani C. Dynamic price models for new product planning [J]. *Management Science*, 1975, 21(10): 1113 – 1122.
- [11] TeckHua Ho, et al. Customer influence value and purchase acceleration in new product diffusion [J]. *Marketing Science*, 2012, 31(2): 236 – 256.
- [12] Peers Y, Fok D, Philip H F. Modeling seasonality in new product diffusion [J]. *Marketing Science*, 2012, 31(2): 351 – 364.
- [13] Kerin R, Varadarajan P, Peterson R. First-mover advantage: A synthesis, conceptual framework, and research propositions [J]. *Journal of Marketing*, 1992, 56(4): 33 – 52.
- [14] Kalyanaram G, Robinson W, Urban G. Order of market entry: Established empirical generalizations, emerging empirical generalizations, and future research [J]. *Marketing Science*, 1995, 14(3): 212 – 221.
- [15] Golder P, Tellis G. Pioneer advantage: Marketing logic or marketing legend? [J]. *Journal of Marketing Research*, 1993, 30(2): 158 – 170.
- [16] Lilien G, Yoon E. The timing of competitive market entry: An exploratory study of new industrial products [J]. *Management Science*, 1990, 36(5): 568 – 585.
- [17] Ofek E, Turut Ö. Vaporware, sudden ware, and true ware: new product preannouncements under market uncertainty [J]. *Marketing Science*, 2013, 32(2): 342 – 355.
- [18] Ramanan R, Bhargava H. Stimulating early adoption of new products through channel disintegration [J]. *Production and Operations Management*, 2014, 23(10): 1681 – 1689.
- [19] Mehra A, Seidmann A, Mojumder P. Product life-cycle management of packaged software [J]. *Production and Operations Management*, 2014, 23(3): 366 – 378.
- [20] Bilginer O, Erhun F. Production and sales planning in capacitated new product introductions [J]. *Production and Operations Management*, 2015, 24(1): 42 – 53.
- [21] Klasterin T, Tsai W. New product introduction: Timing, design, and pricing [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2004, 6(4): 302 – 320.
- [22] Arslan H, Kachani S, Shmatov K. Optimal product introduction and life cycle pricing policies for multiple product generations under competition [J]. *Journal of Revenue and Pricing Management*, 2009, 8(5): 438 – 451.
- [23] 徐贤浩, 张 昊, 汤泽琳. 短生命周期产品新品上市时间优化模型 [J]. *工业工程与管理*, 2009, 1: 75 – 80.  
Xu Xianhao, Zhang Hao, Tang Zelin. The model of optimal starting time of short life-cycle products [J]. *Industrial Engineering and Management*, 2009, 1: 75 – 80. (in Chinese)
- [24] 巩天啸, 王 玮, 陈丽华, 等. 面对策略型消费者的产品创新换代策略 [J]. *管理科学学报*, 2015, 18(9): 1 – 11.  
Gong Tianxiao, Wang Wei, Chen Lihua, et al. Optimal product rollover strategy in presence of strategies consumers [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2015, 18(9): 1 – 11. (in Chinese)
- [25] Greenley G, Bayus B. A comparative study of product launch and elimination decision in UK and US companies [J]. *European Journal of Marketing*, 1994, 28: 5 – 29.
- [26] Saunders J, Jobber D. Product replacement: Strategies for simultaneous product deletion and launch [J]. *Journal of Product Innovation Management*, 1994, 11: 433 – 450.
- [27] Billington C, Lee H, Tang C. Successful strategies for product rollovers [J]. *Sloan Management Review*, 1998, 39(3): 23 – 30.
- [28] Lim W, Tang C. Optimal product rollover strategies [J]. *European Journal of Operational Research*, 2006, 174: 905 – 922.
- [29] 汤泽琳. 需求转移下新产品上市时间问题研究 [D]. 武汉: 华中科技大学, 2007.  
Tang Zelin. The study of new product time-to-market under demand shift [D]. Wuhan: Huazhong University of Science and Technology, 2007. (in Chinese)
- [30] 胡知能, 邓 欢, 张 弛, 等. 基于 Norton-Bass 模型的多代创新产品扩散研究 [J]. *管理工程学报*, 2012, 26(4): 127 – 136.  
Hu Zhineng, Deng Huan, Zhang Chi, et al. Analysis of innovation diffusion with multiple generations based on the Norton-

- Bass model [J]. *Journal of Industrial Engineering/Engineering Management*, 2012, 26(4): 127–136. (in Chinese)
- [31] 赵小羽, 成艾国, 沈阳, 等. 考虑竞争与差异化的多代汽车产品扩散实证研究 [J]. *系统工程*, 2011, 29(9): 9–15.
- Zhao Xiaoyu, Cheng Aiguo, Shen Yang, et al. Empirical research on multi-generations vehicle product diffusion considering competition and heterogeneity [J]. *Systems Engineering*, 2011, 29(9): 9–15. (in Chinese)
- [32] 钟玉芳. 多代创新产品的扩散模型 [J]. *价值工程*, 2008, (11): 46–48.
- Zhong Yufang. Innovation diffusion model for products with multiple technological generations [J]. *Value Engineering*, 2008, (11): 46–48. (in Chinese)
- [33] 陈朝晖. 二元函数凹凸性的判别法及最值探讨 [J]. *高师理科学刊*, 2010, (05): 25–28.
- Chen Zhaohui. On the criterion of concave or convex and the most value of dual function [J]. *Journal of Science of Teachers' College and University*, 2010, (05): 25–28. (in Chinese)
- [34] 刘德文, 萧柏春, 鲁若愚. 易逝性高新技术产品在衰退期的收入管理问题 [J]. *管理科学学报*, 2003, 6(6): 66–71.
- Liu Dewen, Xiao Baichun, Lu Ruoyu. Revenue management of perishable hi-tech product in declining period [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2003, 6(6): 66–71. (in Chinese)
- [35] 熊榆, 张雪斌, 熊中楷. 合作新产品开发资金及知识投入决策研究 [J]. *管理科学学报*, 2013, 16(9): 53–63.
- Xiong Yu, Zhang Xuebin, Xiong Zhongkai. Capital and knowledge input decision on collaborative new product development [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2013, 16(9): 53–63. (in Chinese)

## The optimal introduction strategy for improved new product with competitive products

*WEI Hang, LI Pei*

School of International Business Administration, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China

**Abstract:** Technological progress promote the entering speed of new products into a market. In order to occupy the market by more efficient upgrading of products, companies often choose to launch new generation products. As the enterprises continuously introduce new generation products, new and old products will coexist for some time in a duopoly market. The paper studies the optimal timing of the improved new product and the price adjustment of old products after the introduction of the improved new product, and analyzes the relationship between the optimal time-to-market or the price adjustment of the old product and the coefficient of innovation or pricing. The result shows that: the greater the market potential of the old product and the higher the technical level, the later the optimal time-to-market of the improved new product; the higher the technical level of the improved new product, the earlier the optimal time-to-market of the improved new product; the price and technology level of the product in the competitive enterprise has a negative effect on the optimal time-to-market of the improved new product; the price and technology level of the improved new product or the product in the competitive enterprise has a negative effect on the price adjustment of old products.

**Key words:** improved new product; demand shifting; time-to-market; price