

面对策略型消费者的产品创新换代策略^①

巩天啸, 王 玮, 陈丽华, 蓝颖杰
(北京大学光华管理学院, 北京 100871)

摘要: 持续创新是企业发展的核心动力, 产品的创新换代策略已成为影响企业成败的重要决策. 随着产品更新换代成为行业常规, 消费者也开始寻求如何在多代产品间作出理性的购买选择. 考虑了持续创新企业和策略型消费者的两期博弈问题, 得到了理性预期均衡下的企业最优换代和定价策略. 若两期内市场规模不变, 当高端消费者较多、社会技术进步速度较慢时, 企业采用渗透定价策略和共生换代策略, 否则应采用撇脂定价策略和单品换代策略. 当企业采用渗透定价策略时, 第2期市场规模的增加可以: 1) 提高消费者的支付意愿, 从而提高了产品在第1期的定价; 2) 使企业在第2期更有可能采用单品换代策略, 从而提高了第1期的销量.

关键词: 创新; 策略型消费者; 产品换代; 定价; 理性预期均衡

中图分类号: F270; F062.9 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2015)09-0001-11

0 引 言

技术的快速发展和竞争的不断加剧使得企业的创新步伐逐渐加快, 产品更新换代日趋频繁. 这在以智能手机、移动设备和五花八门的软件为代表的消费类高科技产品市场上显得尤为突出. 苹果公司每年都会发布升级版的新产品, 并且仍然吸引大量已持有苹果产品的消费者再次购买^[1]. 对于快速创新企业而言, 不仅需要选择合适的定价策略, 还需要在新一代产品推向市场时决策是否继续销售老产品, 即产品换代策略. 例如苹果公司在推出 iPad2 的同时, 不再向零售商提供老版本的 iPad. 文献中将这种只在市场上保留当前最新产品的策略称为单品换代策略 (single rollover strategy). 与单品换代策略不同, 企业也可以在推出新产品的同时以较低的价格继续向市场供应老版本的产品, 这种策略被称为共生换代策略 (dual rollover strategy). 例如, 在发布新一代的操作系统 Windows 8 之后, 微软官方承诺 Windows

7 至少还会持续销售一年. 这就意味着消费者可以在两代 Windows 版本中进行选择. 在新产品推出后, 继续销售老产品可以防范市场或供应链方面的风险^[2], 或是通过降价覆盖更为广泛的消费人群. 但继续销售老产品也会给企业带来一定的负面效应: 一方面, 老产品会与新产品形成竞争, 侵蚀新产品的市场份额; 另一方面, 消费者会预期到产品未来的降价从而推迟购买, 从而减少企业的当期销售收入.

对于消费者而言, 随着体验式购物的日益增多以及信息沟通的日益便捷化, 消费者在面对产品换代和价格变化时越来越有能力做出合乎理性的购买选择. 这使得企业在决策时要考虑到消费者对未来的预期. 这些会把未来的购买选择纳入考虑的消费者在文献中常被称为策略型消费者 (strategic customer) 或者是前瞻型消费者 (forward-looking consumers). 消费者的策略性购买行为使得企业和消费者之间形成动态的博弈关系: 消费者当前的购买决策既受到他们所预期的

① 收稿日期: 2013-01-05; 修订日期: 2014-09-14.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71471003; 71072050).

作者简介: 巩天啸 (1987—), 男, 山东高青人, 博士生. Email: gongtx@gmail.com

企业未来策略影响,又将影响到企业未来的最优策略。现有研究表明,忽视理性消费者的策略性购买行为会使企业受到损失^[3]。

此外,企业所在的市场规模的增长趋势也势必影响到企业最优策略的选择和消费者的预期。以智能手机市场为例,在2011年至2013年,亚太地区以香港、澳大利亚等为代表的成熟市场总体规模保持稳定,而在中国市场的智能手机规模增长了近4倍^[4]。

针对上述情景,本文描述了持续创新企业与策略型消费者之间的动态博弈关系,通过理性预期下的子博弈完美纳什均衡分析,主要回答了:1)面对策略型消费者时,企业可以采用的最优定价策略和消费者的最优购买决策是什么?2)当新产品推出时,企业如何在单品换代策略和共生换代策略中做出选择?3)消费者的策略性购买行为对企业最优策略和利润产生何种影响?4)市场规模的增长对消费者预期和企业换代策略有何影响?与本文相关的研究主要来源于以下3方面的文献:持续创新产品的定价策略、产品更新换代策略以及运营管理中关于策略型消费者的研究。

不同于一般的非线性定价问题,本文考虑企业产品的推出是有先后顺序的,这意味着消费者在决定是否购买当前产品时要对未来推出的新产品的价格和换代策略进行预期,而消费者在当期的购买行为又影响到企业未来的最优策略。针对消费者和企业的这种互动关系,文献[5]分析了持续创新的垄断企业在面对理性消费者时的质量和定价决策。如果产品创新的速度较快,企业和消费者的博弈问题将不存在均衡。文献[6]在文献[5]的基础上发现,当允许老顾客购买新一代产品,但限制企业针对老顾客制定专门的升级价格时,可以得到均衡。文献[7,8]考虑了产品模块化设计和定价问题,并将均衡时企业可以采用的策略分为撇脂定价策略和渗透定价策略。文献[9]研究了新版软件推出时的最优零售价格和升级价格,并分析了升级成本对均衡结果的影响。同上述有关持续创新产品的定价研究相比,本文的创新点在于:1)分析了均衡时企业换代和定价策略的关系,允许企业在新产品推出的同时选择最优的换代策略;2)相对于上述文献中市场规模不变的

假设,本文认为当市场规模在未来有可能增长时,企业可以提高当前产品的定价和销量。

在有关产品换代策略的研究中,文献[10,11]定性地分析了企业应该如何选择产品换代策略,着重分析市场和供应链风险对企业换代策略的影响。尽管文献[12-14]通过建立数学模型分析了不同换代策略对企业利润的影响,但与本文不同,上述文章都假设消费者是短视的或直接给出总需求函数。随着消费者的购买行为日益理性,企业与消费者之间的博弈关系变得十分重要。本文的创新点在于明确刻画了消费者的购买行为,特别是分析了市场规模增长对消费者预期的影响,并说明消费者的理性预期对企业定价和换代策略产生的影响。

近年来,运作管理领域中有关策略型消费者的研究着重分析了消费者的策略性等待行为对企业动态定价和供应链管理的影响^[15-19],以及企业对于消费者策略性等待的应对策略^[20-25],但主要针对单一产品进行研究。文献[26]虽然考虑了企业同时销售两种产品,但是重点讨论的是产品多样化对抑制消费者策略性等待的影响,两种产品同时推出并同时降价。在消费类高科技产品行业,更为现实的情形是企业不断推出新一代产品,而消费者在两代产品中作出合理的购买决策。相对于现有文献,本文:1)将策略型消费者的研究拓展至企业持续创新的环境下,不仅存在同一产品的跨期竞争,还存在新旧产品的跨期竞争;2)研究发现市场规模的增长将有助于减少策略型消费者对持续创新企业利润的负面影响:一方面企业可以在第1期制定更高的价格,另一方面策略性等待降价产品的消费者数量减少了。

1 模型描述

1.1 企业

考虑一家持续创新的高科技垄断企业,第1期推出第一代产品 V_1 ,质量为1,售价为 p_1 ;第2期推出该产品的升级版本 V_2 ,质量为 $q > 1$,售价为 p_2 。当企业会采用当前最先进的技术,而该技术的发展趋势可以预测时,产品的质量信息是消费者和企业的共同知识^[9]。当产品 V_2 推出时,在单品

换代策略下,企业不再生产和销售 V1,在共生换代策略下,企业将 V1 的售价调整为 p_0 并继续销售. 为了方便区分,将企业在第 2 期继续销售的第一代产品记作 V1'. 假设两代产品具有相同的单位生产成本,且不失一般性地将其假设为 0. 该假设对于研发成本较高而生产成本相近的高科技企业是适用的^[8-9]. $\delta \in (0, 1]$ 表示社会技术进步带来的产品价值贬值,受到新产品的推出时机以及本行业或相关行业技术进步快慢的影响. 例如高清视频和电子游戏的发展会使得现有显示器价值不断贬值. 较大的 δ 意味着社会技术进步较慢,技术贬值较慢,而较小的 δ 则意味着社会技术进步较快,技术贬值较快. 假设 $\delta q \geq 1$, 即企业推出新产品时产品的质量改进要不低于消费者感受到的社会技术进步带来的技术贬值程度,这在文献中被称为快速创新(rapid innovation)^[5, 7].

由于存在技术壁垒,当追随者或模仿者的实力还不够强大时,市场上存在处于垄断地位的企业. 即使对于更为现实的垄断竞争市场,由于市场上的每种产品之间存在差别,每个厂商对自己的产品有相对独立的定价权. 在这样的情况下,一个企业有自己相对稳定的市场,其产品有自己相对独立的需求函数. 垄断厂商的假设在相关研究中被普遍采用^[27], 该假设也使得本文可以聚焦在策略型消费者与创新企业博弈的关键影响因素上.

1.2 消费者

企业在第 1 期面临规模确定的市场,大小为 1. 在第 2 期,市场规模有可能不变,也有可能因为市场本身或者企业营销投入的原因继续增长. 设市场规模在第 2 期的增加量为 $\beta \in [0, 1]$ 本文将考虑 $\beta = 0$ 、 $\beta > 0$ 及 β 为随机变量时的情形. 在每一期,每个消费者最多可以购买 1 个产品,但消费者之间不进行交易.

市场上的消费者对单位质量的支付意愿 v 具有差异性,分布在区间 $[0, 1]$ 上,密度函数为 $f(\cdot)$, 分布函数为 $F(\cdot)$, 且具有递增的失败率 $h(\cdot)$. 这一假设能够被许多常见分布所满足^[29]. 消费者的支付意愿是私有信息,企业只知道消费者支付意愿的分布. 当企业只推出第一代产品时,企业的最优定价 p^* 要最大化企业利润,即

$$p^* = \arg \max_p p(1 - F(p)) \quad (1)$$

本文分析的是企业先后推出两代产品的换代和定价策略问题. 受到生产和技术发展的限制,企业两代产品的推出和定价是有先后顺序的,而消费者在第 1 期只能观测到第一代产品的价格,并根据对企业第 2 期的定价策略和换代策略的预期决定第 1 期的购买行为,并且消费者在第 1 期的购买行为又将影响到企业在第 2 期的最优策略. 消费者可能的购买行为和对应的消费者剩余如表 1 所示.

表 1 消费者剩余

Table 1 Consumer's surplus

购买行为		消费者集合	消费者剩余
第 1 期	第 2 期		
V1	不买	C_{10}	$s_{10} = v - p_1$
V1	V2	C_{12}	$s_{12} = s_{10} + \delta(q - 1)v - p_2$
不买	V1'	C_{01}	$s_{01} = \delta v - p_0$
不买	V2	C_{02}	$s_{02} = \delta qv - p_2$
不买	不买	C_{00}	$s_{00} = 0$

令 C_{ij} 表示在第 1 期购买 V_i 并且在第 2 期购买 V_j 的消费者集合, $i, j = 0$ 时表示不购买产品, 则消费者最大化自身剩余所形成的消费者集合为

$$C_{ij} = \{v : s_{ij} = \max(s_{00}, s_{01}, s_{02}, s_{10}, s_{12})\} \quad (2)$$

记 $C_1 = C_{10} \cup C_{12}$, $C_2 = C_{02} \cup C_{12}$, 分别为购买 V1 和 V2 的消费者集合.

1.3 博弈顺序与理性预期均衡

在第 1 期,企业首先确定 V1 定价,消费者随后决定是否购买; 在第 2 期,企业首先决定产品换代策略和定价,消费者随后做出购买决策. 企业的目标是最大化两期总利润,而消费者的目标是最大化两期总剩余. 当企业在第 2 期的市场规模为随机变量时,消费者和企业第 1 期只能最大化自身的期望收益. 假设消费者在第 1 期并不知道第 2 期的产品定价 p_0 和 p_2 , 但具有一致的预期 p_0^e 和 p_2^e ^[5, 27]. 由此形成的购买 V1 的消费者集合记作 C_1^e . 给定消费者在第 1 期的购买决策,企业第 2 期的利润为

$$\Pi_2(p_0, p_2 | C_1^e) = p_0 D_0(p_0, p_2 | C_1^e) + p_2 D_2(p_0, p_2 | C_1^e) \quad (3)$$

其中 $D_0(p_0, p_2 | C_1^e)$ 和 $D_2(p_0, p_2 | C_1^e)$ 分别表示购

买 V1 和 V2 的消费者数量.

企业两期总利润为

$$\Pi(p_1) = p_1 D_1(p_1) + \Pi_2 \quad (4)$$

其中 $D_1(p_1)$ 表示购买 V1 的消费者数量.

如果企业第 2 期的最优定价正好与消费者预期一致,即

$$(p_0^*, p_2^*) = (p_0^*, p_2^*) \quad (5)$$

则称 p_0^* 和 p_2^* 为理性预期. 本文接下来将求解理性预期意义下的子博弈完美均衡^[19 22 27]. 首先考虑市场规模不变,即 $\beta = 0$ 的情形,再进一步分析市场规模增长对企业和消费者的影响.

2 市场规模不变时的均衡分析

2.1 均衡下消费者可能的购买行为

在理性预期均衡下,对于给定的 (p_0, p_1, p_2) , 消费者最优购买行为必然满足式(2),从而可以得到均衡时所有可能的市场划分,再进一步逆向求解企业两期的优化问题来得到企业的最优策略. 引理 1 给出了不同价格组合下各种购买行为所对应的消费者集合.

引理 1 若 (p_0, p_1, p_2) 是均衡状态下的一组定价,则消费者的购买行为如表 2 所述.

表 2 不同价格组合下各种购买行为所对应的消费者集合

Table 2 Market segments under different price combinations

区域	定价范围	C_{01}	C_{10}	C_{02}	C_{12}
I	$0 \leq \frac{p_2}{p_1} \leq q \frac{p_0}{p_1}$	\emptyset	\emptyset	$\left[\frac{p_2}{q\delta}, \frac{p_1}{1-\delta} \right)$	$\left[\frac{p_1}{1-\delta}, 1 \right]$
II	$q \frac{p_0}{p_1} < \frac{p_2}{p_1} < \frac{\delta(q-1)}{1-\delta} - \frac{q\delta-1}{1-\delta} \frac{p_0}{p_1}$	$\left[\frac{p_0}{\delta}, \frac{p_2-p_0}{\delta(q-1)} \right)$	\emptyset	$\left[\frac{p_2-p_0}{\delta(q-1)}, \frac{p_1}{1-\delta} \right)$	$\left[\frac{p_1}{1-\delta}, 1 \right]$
III	$\frac{\delta(q-1)}{1-\delta} - \frac{q\delta-1}{1-\delta} \frac{p_0}{p_1} \leq \frac{p_2}{p_1} < \frac{\delta(q-1)}{1-\delta}$	$\left[\frac{p_0}{\delta}, \frac{p_1-p_0}{1-\delta} \right)$	$\left[\frac{p_1-p_0}{1-\delta}, \frac{p_2-p_1}{q\delta-1} \right)$	$\left[\frac{p_2-p_1}{q\delta-1}, \frac{p_1}{1-\delta} \right)$	$\left[\frac{p_1}{1-\delta}, 1 \right]$
IV	$\frac{p_2}{p_1} \geq \frac{\delta(q-1)}{1-\delta}$	$\left[\frac{p_0}{\delta}, \frac{p_1-p_0}{1-\delta} \right)$	$\left[\frac{p_1-p_0}{1-\delta}, \frac{p_2}{\delta(q-1)} \right)$	\emptyset	$\left[\frac{p_2}{\delta(q-1)}, 1 \right]$

注意到图 1 中区域 II 和区域 III 之间的直线可以进一步写成

$$p_2 = \frac{\delta(q-1)}{1-\delta} (p_1 - p_0) + p_0 \quad (6)$$

当 $p_0 = \delta p_1$ 时,式(6)退化为区分区域 I 与其他区域的直线,且在该直线上 V1 与 V2 的“性价比”相等. 在区域 I 中, V2 的性价比较高,使得 V1 无法吸引消费者购买,但在其他区域中,一部分低端消费者会购买产品 V1. 区域 I 的市场划分反应出企业采用的是撇脂定价策略: 即在第 1 期面向高端消费者制定相对较高的价格,再通过第二代产品覆盖更大的市场. 当 $p_0 = 0$ 时,式(6)退化为区分区域 IV 与其他区域的直线. 在区域 IV 中, V2 相对于 V1 的性价比较低,一般的消费者更倾向于购买 V1,而高端消费者将购买两代产品. 与区域 I 不同,企业在区域 IV 中采用的是渗透定价策略,即在第 1 期就用相对较低的价格占据较大的市场份额,而第 2 期仅将新产品销售给想要升级换代的高端消费者.

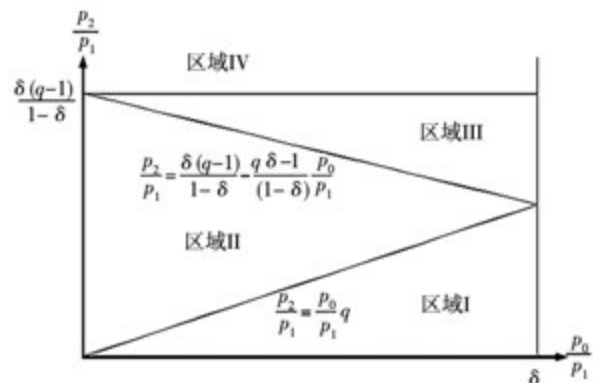


图 1 根据消费者购买行为差异将价格平面划分为四个区域

Fig. 1 Four regions in price space corresponding to different consumer purchase patterns

2.2 均衡下企业可能的定价和换代策略

在各种可能的市场划分下给定消费者第一阶段购买行为并结合理性预期均衡的条件(5),通过求解企业第 2 期利润最大化问题,可以从企业的角度排除均衡时不可能的定价组合,即引理 2.

引理 2 在区域 II 和区域 III 中无法得到理

性预期意义下的子博弈完美均衡。

对这一引理的直观解释如下,首先,如果产品定价满足区域 II 的条件,则意味着企业采用共生换代策略,但继续销售旧产品会侵蚀新产品的市场,造成企业利润的损失。因此在区域 II 中企业有动机采用单品换代策略,这时区域 II 的消费者购买行为就退化成区域 I 中的情形。其次,如果产品定价满足区域 III 的条件,则购买 V1 的消费者的支付意愿不是连续的。注意到 $v = \frac{p_2 - p_1}{q\delta - 1}$ 右侧邻域的消费者原本购买 V1 就可以获得正的消费者剩余,但会预期 V2 可以带来更多的收益。但事实上,一旦这部分消费者推迟购买,企业就有动机提高 V2 售价,使得 $v = \frac{p_2 - p_1}{q\delta - 1}$ 附近的消费者在第 2 期购买所获得的剩余接近 0,偏离预期。因此在均衡情况下,购买 V1 的消费者支付意愿只能是连续的,即推论 1。

推论 1 在均衡状态下,消费者第 1 期的购买行为是阈值策略,即存在 \bar{v} ,使得当且仅当 $v \geq \bar{v}$ 的消费者会在第 1 期购买。

推论 1 意味着策略型消费者使得快速创新企业的定价策略只有可能是区域 I(撇脂定价策略)或区域 IV(渗透定价策略)。

3.2.1 区域 I(撇脂定价策略)

在区域 I 中 $\bar{v} = \frac{p_1}{1 - \delta}$,并且均衡时的定价应满足

$$0 \leq \frac{p_2}{p_1} \leq \delta q \quad (7)$$

企业在第 2 期的最优化问题为

$$\max_{p_2} \Pi_2^I = p_2 \left[1 - F\left(\frac{p_2}{\delta q}\right) \right] \quad (8)$$

$$\text{s. t. } \frac{p_2}{\delta(q-1)} \geq \bar{v} \quad (9)$$

约束(9)使得所有持有 V1 的消费者都会再购买 V2。但注意到约束(7)要强于约束(9),因此均衡时的最优解应为问题(8)的无约束优化的最优解,记为 p_2^{I*} 。代入约束(7),可以求出均衡状态下 V1 的定价必须满足

$$p_1 \geq \frac{p_2^{I*}}{q\delta} \quad (10)$$

在式(10)的约束下求解企业在第 1 期的优化问题,可以得到区域 I 中的子博弈完美纳什均衡。

命题 1 当 $0 < p^* < 1 - \delta$ 时,企业采用单品换代策略,且 $p_2^{I*} = \delta q p^*$, $p_1^{I*} = p^*$ 构成在区域 I 中的均衡定价。

在撇脂定价策略下,产品 V1 的定价与式(1)相同,但实际购买 V1 的人数却减少了,有一部分消费者会等待购买新产品。随着社会技术进步速度的减慢,两代产品的竞争更激烈,选择等待新产品的消费者数量增多。当 $p^* \geq 1 - \delta$ 时,即社会技术进步速度较慢时,购买 V1 的消费者人数将变成 0,这意味着企业实质上跳过了第一代产品。

3.2.2 区域 IV(渗透定价策略)

在区域 IV 中 $\bar{v} = \frac{p_1 - p_0}{1 - \delta}$,均衡时企业的定价应满足

$$\frac{p_2}{p_1} \geq \frac{\delta(q-1)}{1-\delta} \quad (11)$$

企业第 2 期的优化问题为

$$\max_{p_0, p_2} \Pi_2^{IV} = p_2 \left[1 - F\left(\frac{p_2}{\delta(q-1)}\right) \right] + p_0 \left[F(\bar{v}) - F\left(\frac{p_0}{\delta}\right) \right] \quad (12)$$

$$\text{s. t. } \frac{p_2}{\delta q} \geq \bar{v} \quad (13)$$

约束(13)保证企业只会将新产品销售给持有 V1 的消费者。注意到约束(11)要比约束(13)更强,因此均衡时的最优解应该是问题(12)无约束的最优解,记作 $p_0^{IV*}(\bar{v})$ 和 p_2^{IV*} 。将第 2 期最优解代入约束(11),可以求出均衡时 V1 的定价必须要满足

$$p_1 \leq \frac{(1-\delta)p_2^{IV*}}{\delta(q-1)} \quad (14)$$

在约束(14)下求解企业第 1 期的最优化问题,可以得到命题 2。

命题 2 $p_1^{IV*} = (1 - \delta)p^*$, $p_2^{IV*} = \delta(q - 1)p^*$, $p_0^{IV*} = p_0^*$ 构成区域 IV 中的均衡定价,企业采用共生换代策略,其中 p_0^* 满足

$$\left(1 - F\left(\frac{p_0^*}{\delta}\right)\right) \left(1 - \frac{p_0^*}{\delta} h\left(\frac{p_0^*}{\delta}\right)\right) = 1 - F\left(p^* - \frac{p_0^*}{1 - \delta}\right) \quad (15)$$

由命题 2, $V1$ 的均衡价格低于 p^* , 而且同区域 I 相比, 两代产品定价都降低了. 在渗透定价策略下, 部分消费者策略性等待第一代产品的降价.

3.3 均衡时的企业换代和定价策略

当市场规模不发生变化时, 企业在第 2 期的换代策略取决于老产品是否会侵蚀新产品的市场. 在渗透定价策略下, 新老产品之间不会相互影响, 企业采用共生换代策略. 顾客在第 1 期会预期到当前产品未来的降价, 因此会导致延迟购买行为, 损害企业第 1 期的利润. 在撇脂定价策略下, 企业为避免老产品对新产品的侵蚀会采取单品换代策略, 消费者等待的目的在于购买新产品. 综上, 消费者等待老产品降价和新产品推出的行为并不会同时出现, 而是取决于企业所采用的换代和定价策略.

由约束(10)和(14)可知, 为了保证理性预期均衡的存在, 企业在第 1 期的定价在区域 I 中不能太低, 在区域 IV 中不能太高, 否则理性预期意义下的均衡就不存在, 即要么是消费者没有能最大化自己的消费者剩余, 要么是企业在第 2 期没能最大化自身利润, 因此有推论 2.

推论 2 当且仅当第 1 期的定价满足 $p_1 \geq p^*$ 或 $p_1 \leq (1 - \delta)p^*$ 时, 快速创新企业与策略型消费者的博弈存在理性预期意义下的子博弈完美均衡.

结合命题 1 和命题 2, 为保证存在子博弈完美均衡, 企业第 1 期的最优定价在区域 I 和区域 IV 中分别取到了撇脂定价策略下的下限和渗透定价策略下的上限, 这体现出策略型消费者对企业在第 1 期的定价所带来的限制. 企业在第 1 期优先行动, 可以选择制定较高的价格实施撇脂定价策略, 并在第 2 期采用单品换代策略; 或制定较低的价格实施渗透定价策略, 并在第 2 期采用共生换代策略. 记企业在区域 I 和 IV 的最优利润分别为 Π^* 和 Π^{IV*} 并记 $\Delta\Pi = \Pi^{IV*} - \Pi^*$, 通过比较两种策略组合下的利润大小, 可以得到影响企业策略选择的因素, 即定理 1.

定理 1 当市场规模不变时, 快速创新企业在均衡时的定价和换代策略选择与产品质量 q 无关, 且 $\Delta\Pi$ 关于 p^* 单调递增.

定理 1 说明在快速创新下, 产品质量改进的绝对值并不会影响到企业最优策略的选择. 这是

因为不论在区域 I 还是区域 IV 中, 产品质量的改进程度只会影响到企业在第 2 期的定价和利润, 而在第 2 期购买 $V2$ 的消费者数量在两种策略组合下都是 $1 - F(p^*)$, 因此单位质量的改变对企业利润的影响也是相同的. 对快速创新企业而言, 选择恰当的定价和换代策略要对消费者的市场构成和社会技术进步速度有深入的调查分析. 消费者单位质量支付意愿的分布对企业策略选择的影响体现在: 当 p^* 增加, 即市场上消费者支付意愿总体较高、市场购买力较强时, 渗透定价策略和共生换代策略对企业更有吸引力; 否则, 企业会采取撇脂定价策略和单品换代策略. 假设消费者单位质量的支付意愿服从均匀分布, 社会技术进步的速度就决定了定价和换代策略. 记企业在区域 I 和区域 IV 对应的策略下第 1 期的收益分别为 Π_1^I 和 Π_1^{IV} . 可以验证 $\frac{d\Pi_1^I}{d\delta} \leq \frac{d\Pi_1^{IV}}{d\delta} < 0$. 因此 δ 越大, 社会技术进步的速度越慢, 企业在第 1 期的收益就越低, 渗透定价策略对企业越有吸引力, 如定理 2 所述.

定理 2 当 $F \sim U[0, 1]$ 时, 快速创新企业在 $0 < \delta < \frac{2 - \sqrt{2}}{2}$ 时采用撇脂定价和单品换代策略; 在 $\frac{2 - \sqrt{2}}{2} < \delta \leq 1$ 时采用渗透定价和共生换代策略.

当社会技术进步速度很慢时, 企业连续推出新产品也许并不是最优的选择. 这时企业可以跳过第一代产品而直接在第 2 期推出质量更高的产品, 这在文献中被称作产品的蛙跳策略^[31]. 推论 3 给出了企业持续推出新产品优于蛙跳策略的条件.

推论 3 如果 $F \sim U[0, 1]$, 当且仅当 $0 < \delta < \frac{9 - \sqrt{17}}{8}$ 时, 企业依次推出两代产品要优于蛙跳策略.

综合上面的分析, 消费者的策略性购买行为使得企业持续创新的效果打了折扣, 这体现在两方面: 一是企业在第 1 期的定价受到了限制, 要么需要足够高, 要么必须足够低, 否则不会有理性预期意义下的子博弈完美均衡存在; 另一方面, 在单品换代策略下, 部分消费者要等待新产品的推出,

在共生换代策略下,部分消费者要等待第一代产品的降价,从而减少了企业在第1期的产品销量。接下来的分析将表明,市场规模的增长可以缓解这两方面的影响。

3 市场规模增长时的均衡分析

当第2期有规模为 $0 < \beta \leq 1$ 的消费者进入市场,即市场规模增长时,企业不仅可以提高第2期的销售利润,还有可能影响到企业在第1期的定价和利润,即定理3。

定理3 在撇脂定价策略下,企业在第1期的定价和利润不受第2期市场规模增加的影响;在渗透定价策略下,第2期市场规模的增加提高了企业第1期的产品价格和利润。

在撇脂定价策略下,不论市场规模是否增加,

$$A = \frac{(1 + \beta)(2 - \delta + q(\delta - 2 - 2\beta(1 - \delta)))}{2 + \beta(3 - 2\delta) + 2\beta^2(1 - \delta) - \delta + q(1 + \beta)(\delta - 2 - 2\beta(1 - \delta))}$$

$$B = \frac{\delta q(q - 1)(1 + \beta)}{q + (q - 1)\beta}$$

该引理说明如果市场规模增长较小,共生换代策略下存在均衡,如果市场规模增长较大,单品换代策略下存在均衡。同推论2相似,为了保证均衡的存在,企业在第1期的定价都有上限,但随着市场规模的增加,该上限也在增加($B > A > 1$)。

引理3还意味着在 $\beta_2 < \beta \leq \beta_1$ 且 $p_1 \leq \frac{(1 - \delta)A}{2}$

时,单品换代策略或共生换代策略都有可能是出现在均衡中。这种均衡不唯一的情况更加说明消费者的预期对企业换代策略产生的影响,即企业在第2期采取什么样的换代策略恰恰取决于消费者在第1期所预期的换代策略。

进一步求解企业在第一阶段的问题,可以得到,在 $\beta_2 < \beta \leq \beta_1$ 时,企业的最优定价为 $p_1 = \frac{(1 - \delta)B}{2} > \frac{(1 - \delta)A}{2}$,企业会选择较高的定价,采用单品换代策略。综上,市场规模增加时企业在渗透定价策略下的最优定价和换代策略由定理4给出。

定理4 若 $F \sim U[0, 1]$,在渗透定价策略下:

企业在第2期都将产品销售给 $v \in \left[\frac{p_2}{q\delta}, 1\right]$ 的消费者,因此V2的最优定价是相同的,V1的定价和需求也将保持不变。但在渗透定价策略下,当第2期市场规模有所增加时,企业可以将V2销售给新到达市场的消费者,而不是仅仅面向已持有V1的老顾客。因此企业在市场规模增加时可以提高V2的价格,使得V1的价格上限也随之提高,更接近第1期的无约束最优解。此外,市场规模的增加还有可能影响到企业的换代策略,如引理3所述。

引理3 若 $F \sim U[0, 1]$,在渗透定价策略下,存在 $\beta_1 > \beta_2$ 和 $B > A > 1$: 当 $0 < \beta \leq \beta_1$ 且 $p_1 \leq \frac{(1 - \delta)A}{2}$ 时,共生换代策略下存在子博弈完美均衡;当 $\beta_2 < \beta \leq 1$ 且 $p_1 \leq \frac{(1 - \delta)B}{2}$ 时,单品换代策略下存在子博弈完美均衡。其中

1) 当 $0 < \beta < \beta_2$ 时,企业采用共生换代策略,则

$$p_1^* = \frac{(1 - \delta)A}{2},$$

$$p_2^* = \frac{\delta(q - 1)A}{2},$$

$$p_0^* = \frac{\delta(q - 1)(1 + 3\beta + 2\beta^2)(1 - \delta)A}{2(1 + \beta)\{q[2 + 2\beta(1 - \delta) - \delta] - 2 + \delta\}}$$

2) 当 $\beta_2 \leq \beta \leq 1$ 时,企业采用单品换代策略,则

$$p_1^* = \frac{(1 - \delta)B}{2},$$

$$p_2^* = \frac{\delta(q - 1)B}{2}$$

定理4 说明第2期市场规模的增加对企业的影响体现在两方面:第一,企业可以在第2期设定更高的价格,从而也提高了消费者在第1期的支付意愿,进而提高了第1期的定价;第二,企业在第2期有可能采用单品换代策略,从而影响到消费者的预期,消除了第1期策略等待的消费者,提高了第1期的产品销量。

现实中更为一般的情形是企业和消费者并没有办法在第1期就确切的知道未来的市场规模变化. 当第2期的市场规模增加量不确定时, 消费者和企业在第1期都只能最大化自身的期望收益. 假设 $\beta \in \{0, 1\}$ 为随机变量, 且 $\Pr(\beta = 1) = \alpha$, $\Pr(\beta = 0) = 1 - \alpha$, $\alpha \in [0, 1]$. 在第1期购买产品的消费者集合将修改为

$$C_1 = \{v : \max(s_{10}, E[s_{12}]) \geq \max(s_{00}, E[s_{01}], E[s_{02}])\} \quad (16)$$

给定消费者第1期的购买集合 C_1 , 企业在第2期开始前观测到市场规模 β 真实值, 并最优化自身的利益, 决策最优的换代策略和定价策略 $p_{0|\beta}^*$ 和 $p_{2|\beta}^*$. 这时理性预期均衡条件要相应修改为

$$p_{0|\beta}^* = p_{0|\beta}^*, p_{2|\beta}^* = p_{2|\beta}^* \quad (17)$$

仍然考察企业在渗透定价策略下的定价和换代策略以及消费者的购买行为. 第1期购买产品的临界消费者 \bar{v} 满足

$$\bar{v} - p_1 = (1 - \alpha) (\delta \bar{v} - p_{0|\beta=0}^*)^+ + \alpha (\delta \bar{v} - p_{0|\beta=1}^*)^+ \quad (18)$$

其中

$$(\delta \bar{v} - p_{0|\beta=0}^*)^+ = \begin{cases} \delta \bar{v} - p_{0|\beta}^*, & p_{0|\beta}^* < \delta \bar{v} \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (19)$$

当且仅当 $p_{0|\beta}^* < \delta \bar{v}$ 时, 企业采用共生换代策略. 企业采用渗透定价策略时, 两代产品的价格之间所需满足的条件为

$$p_1 \leq \frac{1 - \delta}{\delta(q - 1)} E[p_2] \quad (20)$$

由定理4的分析, 在市场规模增加时, 对于任意的 $0 \leq \beta \leq 1$ 企业在第1期最优定价只能取到

$$C = \frac{2q(4 - (2 + \alpha)\delta) - 2(2 - \delta) - 2(1 - \alpha)(1 - \delta) - (1 - \alpha)^2\delta}{2q(4 - (2 + \alpha)\delta) - 2(1 - \alpha)\delta + (1 - \alpha) + 5\delta - 7}, D = \frac{2q - (1 - \alpha)}{2q - 1}$$

定理5说明在渗透定价策略下, 当市场规模增长的可能性较小时, 企业采用共生换代策略. 当第2期有新顾客到达市场的可能性较大时, 企业第2期的换代策略取决于市场规模是否增加, 当 $\beta = 1$ 时, 企业采用单品换代策略, 当 $\beta = 0$ 时企业采用共生换代策略. 这时如果消费者在第1期选择等待, 就会面临企业采用单品换代策略所产生的缺货风险. 在 $\bar{\alpha} < \alpha \leq 1$ 时, 由式(18)可以得到在第1期购买产品的临界消费者的支付意愿为

$$\frac{p_1 - (1 - \alpha)p_{0|\beta=0}^*}{1 - (1 - \alpha)\delta} < \frac{p_1 - p_{0|\beta=0}^*}{1 - \delta}$$

上界, 因此容易得到均衡时定价将满足

$$p_1^* = \frac{1 - \delta}{\delta(q - 1)} [(1 - \alpha)p_{2|\beta=0}^* + \alpha p_{2|\beta=1}^*] \quad (21)$$

通过逆向求解, 定理5给出了当市场规模增长量为随机变量时消费者和企业理性预期均衡时的最优策略.

定理5 若 $F \sim U[0, 1]$, 在渗透定价策略下, 存在 $\bar{\alpha}$ 和 $D > C > 1$ 则

1) 当 $0 < \alpha \leq \bar{\alpha}$ 时, 企业采用共生换代策略, 最优定价为

$$p_1^* = \frac{(1 - \delta)C}{2},$$

$$p_{0|\beta=0}^* = \frac{\delta(4q - 3)(C - 1) - \delta\alpha}{2\alpha},$$

$$p_{2|\beta=0}^* = \frac{\delta(q - 1)}{2},$$

$$p_{0|\beta=1}^* = \frac{\delta(q - 1)(C - 1)}{\alpha},$$

$$p_{2|\beta=1}^* = \frac{\delta(q - 1)(C - 1 + \alpha)}{2\alpha}$$

2) 当 $\bar{\alpha} < \alpha \leq 1$ 时, $p_1^* = \frac{(1 - \delta)D}{2}$, 企业在 $\beta = 0$ 时采用共生换代策略, 最优定价为

$$p_{0|\beta=0}^* = \frac{\delta p_1^*}{1 + \alpha\delta}, p_{2|\beta=0}^* = \frac{\delta(q - 1)}{2}$$

在 $\beta = 1$ 时采用单品换代策略, 最优定价为

$$p_{2|\beta=1}^* = \frac{\delta q(q - 1)D}{2q - (1 - \alpha)}$$

其中

规模增大带来的缺货风险减少了选择等待的消费者数量. 通过增加消费者的缺货风险来减少消费者策略等待行为可以改善企业的利润, 现有文献多从库存承诺和供给配额的角度来进行考虑^[21]. 本文虽然没有考虑企业的市场推广成本, 但定理5说明如果企业可以提高第2期市场规模增加的可能性, 也可以起到增大策略型消费者的缺货风险, 提高企业第1期的产品定价的效果, 从而使得企业增加第1期的产品销售利润, 这对企业决策而言是有着重要而现实的意义.

4 结束语

本文考虑了在理性预期均衡下持续创新企业面对策略型消费者时的最优定价和换代策略。

文章分析了均衡时企业换代和定价策略的关系,从快速创新企业和策略型消费者博弈角度回答了企业如何选择产品换代策略这一现实中的重要问题。当市场规模不变时,企业有可能采用撇脂定价策略和单品换代策略,或是渗透定价策略和共生换代策略的组合。新产品质量改进的绝对值对企业策略的选择没有影响,高端消费者越多、技术进步的速度越慢,渗透定价策略对企业越有吸引力,否则企业更倾向撇脂定价策略。消费者的策略性购买行为限制了企业的定价,第1期定价在均衡时要么需要足够高,要么必须足够低。在共生换代策略下,部分消费者要等待第一代产品的降价,而在单品换代策略下,部分消费者会等待第二代产品的推出。

近年来新兴经济体市场的快速增长使企业决策时有必要考虑到市场规模的变化,这也使得本文结论的适用范围更广。市场规模的增加会对消费者和企业的行为产生重要影响。在渗透定价策略下,未来市场规模的增加能够为企业当前产品的销售带来两方面好处:一方面,新到达市场的消

费者提高了企业第2期的定价,从而提高消费者在第1期的支付意愿;另一方面,企业在第2期有可能采用单品换代策略,消除或减少了在第1期选择等待的消费者。第2期市场规模增加可以起到增大策略型消费者的缺货风险、提高企业第1期的产品定价的效果,从而使得企业增加第1期的产品销售利润。

为了能够聚焦分析策略型消费者与创新企业之间博弈的关键影响因素,本文假设企业处于垄断地位。事实上本文的结论只依赖于企业拥有自己相对独立的需求函数,可以在市场上自主定价,这在现实中是十分常见的现象。在高科技行业,一方面由于存在技术壁垒或专利保护,一些技术领先者确实处于近乎垄断的地位;另一方面,由于产品差异化,企业在细分市场上会有专属的客户群,因此也导致企业处于相对垄断的地位。尽管本文模型没有明显考虑竞争对手的反应,但是该研究结果对进一步考虑竞争有重要的意义。当把竞争对手反应策略考虑进来后,市场的需求模型从形式上仍然可以转化成企业定价和换代策略的函数,但企业间的竞争会使得该问题更加复杂。此外,由于消费者对企业策略的预期很大程度上依赖于消费者掌握企业信息程度,而现实中,信息不对称几乎不可避免。因此讨论不完全信息下的消费者和企业的博弈是未来值得研究的方向之一。

参考文献:

- [1] Hiltzik M. Steve Jobs: More than a turnaround artist [N]. Los Angeles Times, 2011-10-05.
- [2] Billington C, Lee H L, Tang C S. Successful strategies for product rollovers [J]. MIT Sloan Management Review, 1998, 39(3): 23-30.
- [3] Aviv Y, Pazgal A. Optimal pricing of seasonal products in the presence of forward-looking consumers [J]. Manufacturing and Service Operations Management, 2008, 10(3): 339-359.
- [4] International Data Corporation. The China smartphone market hiccups as growth streak ends with first sequential decline in 2013 Q4 [EB/OL]. <http://www.idc.com>, 2013.
- [5] Dhebar A. Durable-goods monopolists, rational consumers, and improving products [J]. Marketing Science, 1994, 13(1): 100-120.
- [6] Kornish L J. Pricing for a durable goods monopolist under rapid sequential innovation [J]. Management Science, 2001, 47(11): 1552-1561.
- [7] Ramachandran K, Krishnan V. Design architecture and introduction timing for rapidly improving industrial products [J].

- Manufacturing and Service Operations Management ,2008 ,10(1) : 149 – 171.
- [8]Krishnan V , Ramachandran K. Integrated product architecture and pricing for managing sequential innovation [J]. Management Science ,2011 ,57(11) : 2040 – 2053.
- [9]BalaR , Carr S. Pricing software upgrades: The role of product improvement and user costs [J]. Production and Operations Management ,2009 ,18(5) : 560 – 580.
- [10]Erhun F , Goncalves P , Hopman J. The art of managing new product transitions [J]. Mit Sloan Management Review ,2007 ,48(3) : 73 – 80.
- [11]Lim W S , Tang C S. Optimal product rollover strategies [J]. European Journal of Operational Research ,2006 ,174(2) : 905 – 922.
- [12]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 – 445.
- [13]Ferguson M E , Koenigsberg O. How should a firm manage deteriorating inventory? [J]. Production and Operations Management ,2007 ,16(3) : 306 – 321.
- [14]Koca E , Souza G C , Druehl C T. Managing product rollovers [J]. Decision Sciences ,2010 ,41(2) : 403 – 423.
- [15]李娟 ,黄培清 ,顾锋. 基于顾客战略行为下的供应链系统的绩效研究 [J]. 中国管理科学 ,2007 ,15(4) : 77 – 82.
- Li Juan , Huang Peiqing , Gu Feng. Study on supply chain's performance based on strategic customer behavior [J]. Chinese Journal of Management Science ,2007 ,15(4) : 77 – 82. (in Chinese)
- [16]刘晓峰 ,黄沛. 基于策略型消费者的最优动态定价与库存决策 [J]. 管理科学学报 ,2009 ,12(5) : 18 – 26.
- Liu Xiaofeng , Huang Pei. Optimal dynamic pricing and inventory policy under strategic customers [J]. Journal of Management Sciences in China ,2009 ,12(5) : 18 – 26. (in Chinese)
- [17]刘晓峰 ,徐贤浩. 消费者策略行为视角下短生命周期产品的定价机制研究 [J]. 中国管理科学 ,2011 ,19(4) : 152 – 158.
- Liu Xiaofeng , Xu Xianhao. The study of pricing mechanism for short life cycle product under strategic consumer behavior [J]. Chinese Journal of Management Science ,2011 ,19(4) : 152 – 158. (in Chinese)
- [18]计国君 ,杨光勇. 战略顾客下最惠顾客保证对提前购买的价值 [J]. 管理科学学报 ,2010 ,13(7) : 16 – 25.
- Ji Guojun , Yang Guangyong. On value of most favored customer guarantees to early purchase when selling to strategic customers [J]. Journal of Management Sciences in China ,2010 ,13(7) : 16 – 25. (in Chinese)
- [19]Cachon G P , Swinney R. Purchasing , pricing , and quick response in the presence of strategic consumers [J]. Management Science ,2009 ,55(3) : 497 – 511.
- [20]Cachon G P , Swinney R. The value of fast fashion: Quick response , enhanced design , and strategic consumer behavior [J]. Management Science ,2011 ,57(3) : 778 – 795.
- [21]Liu Q , van Ryzin G J. Strategic capacity rationing to induce early purchases [J]. Management Science ,2008 ,54(6) : 1115 – 1131 .
- [22]Su X , Zhang F. Strategic consumer behavior , commitment , and supply chain performance [J]. Management Science ,2008 ,54(10) : 1759 – 1773.
- [23]Su X , Zhang F. On the value of commitment and availability guarantees when selling to strategic consumers [J]. Management Science ,2009 ,55(5) : 713 – 716.
- [24]Lai G , Debo L G , Sycara K. Buy now and match later: Impact of posterior price matching on profit with strategic consumers [J]. Manufacturing and Service Operations Management 2010 ,12(1) : 33 – 55.
- [25]Yin R , Aviv Y , Pazgal A , et al. Optimal markdown pricing: Implications of inventory display formats in the presence of strategic customers [J]. Management Science ,2009 ,55(8) : 1391 – 1408.
- [26]Parlaktürk A K. The value of product variety when selling to strategic consumers [J]. Manufacturing and Service Operations

Management ,2012 ,14(3) : 371 – 385.

[27] Mantena R , Tilson V , Zheng X. Literature survey: Mathematical models in the analysis of durable goods with emphasis on information systems and operations management issues [J]. Decision Support Systems ,2012 ,53(2) : 331 – 344.

[28] Mussa M , Rosen S. Monopoly and product quality [J]. Journal of Economic Theory ,1978 ,18(2) : 301 – 317.

[29] Lariviere M. A note on probability distributions with increasing generalized failure rates [J]. Operations Research ,2006 ,54(3) : 602 – 604.

[30] Bielefeld R S. Reexamination of the perfectness concept for equilibrium points in extensive games [J]. International Journal of Games Theory ,1974 ,4(1) : 25 – 55.

[31] Jagpal S , Zhao H. The effect of secondhand markets on the firm's dynamic pricing and new product introduction strategies [J]. International Journal of Research in Marketing ,2006 ,23(3) : 295 – 307.

Optimal product rollover strategy in presence of strategies consumers

GONG Tian-xiao , WANG Wei , CHEN Li-hua , LAN Ying-jie

Guanghua School of Management , Peking University , Beijing 100871 , China

Abstract: The continuous innovation serves as the engine of an enterprise and the product rollover strategy is critical when a firm sequentially launches new products. As frequent product introductions are common in many industries , consumers become more and more sophisticated when choosing the purchase time based on their anticipation of future options. In a two-period-game model , we characterize the rational expectations equilibrium , where we show the market segmentations , the firm's optimal pricing , and rollover strategy. When the market size is stable over two periods , pricing penetration with dual rollover strategy is more appealing than pricing skimming with single rollover under slower technical obsolescence and larger proportion of high-end consumers. A potential growth of the market size in the second period would make the firm more profitable in the first period with pricing penetration because i) a higher price can be set in the first period and ii) the consumers' strategic waiting can be mitigated due to the possibility of a single rollover strategy.

Key words: innovation; strategic consume; rollover strategy pricing; rational expectations equilibrium