

考虑战略顾客行为的制造商成本削减及定价策略

许明辉, 孙康泰

(武汉大学经济与管理学院, 湖北 武汉 430000)

摘要: 基于战略顾客的等待特性, 构建了考虑制造商成本削减的两阶段决策模型, 采用动态规划方法及理性预期均衡理论, 得到了在价格不变、动态定价和价格承诺策略下制造商的最优定价与投资决策, 分析了顾客的耐心程度对最优决策及利润的影响. 结果表明, 随着顾客耐心程度的增加, 在动态定价和价格承诺策略下, 第一期价格的变化受到成本削减投资有效性和初始生产成本的共同影响. 相对于动态定价与价格不变策略, 价格承诺策略更能抑制顾客的战略等待行为, 为制造商带来更高的利润.

关键词: 战略顾客; 成本削减; 动态定价; 价格承诺

中图分类号: F253.4

文献标识码: A

文章编号: 1000-5781(2019)02-0238-14

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2019.02.008

Optimal cost reduction and pricing strategy for a manufacturer with strategic customers behavior

Xu Minghui, Sun Kangtai

(School of Economics and Management, Wuhan University, Wuhan 430000, China)

Abstract: Based on the waiting behavior of strategic customers, a two-stage model is established to investigate a manufacturer's cost reduction and pricing decisions. Using dynamic programming and rational expectation equilibrium theory, the optimal prices and cost reduction levels are derived under invariant pricing, dynamic pricing, and price commitment strategy, respectively. The impacts of the degree of strategic behavior of the consumers on the optimal decisions and expected profit are examined. The results indicate that, for both the dynamic pricing and price commitment strategies, as the degree of strategic behavior of the consumers increases, the change in the price in the first period depends both on the efficiency coefficient in cost reduction and the initial production cost. The price commitment strategy can lead to a higher profit among the three pricing strategies.

Key words: strategic customers; cost reduction; dynamic pricing; price commitment

1 引言

生活中, 苏宁、京东与国美在线等大型零售商常在店庆、开学等节假日进行大规模的促销活动, 商家频繁的降价促销能够吸引顾客, 增加需求, 同时也使得顾客变得越来越理性和具有战略性^[1,2]. 另外, 随着智能手机、平板电脑和价格追踪器的使用, 顾客能够更加方便快捷地获取商品的价格信息, 从而选择最佳的购买时机, 以尽可能低的价格购买产品^[3]. 若忽视顾客的战略等待行为, 企业损失的利润可能高达 50%. 因此, 商家通常或采用动态定价或采用价格承诺的定价策略来应对具有战略等待行为的消费者^[4].

收稿日期: 2017-12-21; 修订日期: 2018-05-15.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71371146); 武汉大学人文社会科学青年学者团队建设计划资助项目(Whu2016013).

在生产运营中,低成本是企业维持竞争力的重要手段,企业通过创新投入、引进先进的生产技术或将制造功能外包来降低边际生产成本^[5]. 丰田公司一直致力于成本削减,据环球网报道,在2017年上半年中,由于采取新的生产工艺,丰田公司已节省了8.75亿美元成本^[6]. 1987年至2002年,美国汽车行业生产率提高的45%源自装配系统的工艺改进,同时许多行业的跨国公司也纷纷通过精益生产降低生产成本,提高生产率^[7]. 成本削减已成为提高企业竞争力的重要手段,它不仅能降低产品售价,使顾客受益,而且能够吸引更多消费者,扩大市场份额,提高企业的总利润^[8]. 战略顾客更关注产品的价格水平,而成本削减措施使得企业能够降低销售价格,刺激消费者需求. 例如,考虑到战略顾客的等待行为,索尼公司在推出其产品 Sony PS Vita 一年后的2013年2月,通过降低售价30%使得销售额增加到原来的四倍^[9]. 因此,在考虑到战略顾客的等待行为进行产品定价时,成本削减应是其中一个非常重要的因素.

有不少学者对存在战略性顾客情形下的企业定价行为进行了研究,其中动态定价和价格承诺是企业常常采用的用来应对顾客的战略等待行为的定价策略^[10]. Su等^[1]认为,相对于经典报童模型,战略顾客的等待行为使得企业库存水平降低,数量承诺策略比动态定价策略能为企业带来更多的利润. Liu等^[11]研究了面临战略顾客时多产品的动态定价问题,研究表明高质量产品采用价格承诺策略时能够增加企业双方的利润. 刘晓峰等^[12]考虑需求确定和不确定两种情形下企业的动态定价问题,研究表明消费者的风险态度、高保留价值顾客的比例是企业进行库存和价格决策的重要考量. 毕功兵等^[13]在单个厂商的背景下考虑两种可替代性产品的动态定价问题,研究表明顾客的耐心程度越高,厂商的利润越低. Li等^[13]分析了数量承诺下的供应链协调问题,发现战略顾客的存在可能会加剧供应链的双重边际化效用. 陈雯等^[14]考虑同时存在战略顾客和短视顾客时企业的最优定价策略,结果表明当短视顾客的比例较高时,企业采用动态定价策略时的利润更高. Aviv等^[4]的研究发现,在面对有限库存与服从泊松到达的战略顾客时,零售商更偏好价格承诺策略. Papanastasiou等^[10]发现,当战略顾客存在社会学习且效用折扣较低时,动态定价策略带来的利润要高于价格承诺策略;当战略顾客不存在社会学习时,价格承诺策略要优于动态定价策略. 以上考虑战略顾客行为的研究中,均未考虑制造商的成本削减投资决策,而本文的定价策略模型不仅考虑了顾客的战略等待行为,还考虑了制造商的成本削减投资决策.

关于制造商的成本削减问题,也有很多文献进行了研究. 在需求不确定情形下, Gilbert等^[8]发现价格承诺策略能够避免上游企业“敲竹杠”,从而激励下游企业创新. 李星北等^[15]探讨了不同风险偏好的制造商对供应商单独创新投资和联合投资的影响. 田巍等^[16]考虑了下游零售商竞争环境下的制造商创新投入与供应链协调问题,发现下游两个零售商的竞争性越强,制造商的创新投入就越高. 陈树桢等^[17]考虑双渠道下制造商的创新补偿问题,通过两部定价合约可达到供应链协调. 付启敏等^[18]研究了在技术不确定条件下上游供应商的成本削减问题,研究表明联合投资更能激励上游创新. Iida^[19]研究了单一制造商与多个零售商联合进行成本削减的问题. 李艳茹等^[20]研究了双寡头市场下投资溢出对企业利润、社会福利以及政府补贴的影响. Yoon^[21]在供应商入侵背景下考虑供应商的投资溢出效应,研究表明当成本削减投资有效性较高时,成本削减能够使得零售商受益. 最近, Ha等^[7]在两条竞争性供应链中研究了制造商进行成本削减投资时的需求信息共享问题,分别对 Cournot 竞争和 Bertrand 竞争的情形进行了分析,发现制造商的成本削减投资决策对信息共享策略具有重要的影响. 以上这些研究主要是在不同情形下考虑制造商的成本削减投资决策及供应链协调问题,未对存在战略性顾客的情形进行研究. 在实际生活中,由于顾客的战略等待行为十分普遍,且对企业决策有着重要影响,许多企业在销售季内动态地调整产品价格来增加需求,获取更高的利润. 另外,企业在跨期销售中需要决定是否提前公布产品价格^[22],比如天猫商家会提前公布商品在“双十一”当天的价格,以供消费者参考.

最近,存在战略顾客情形下的成本削减问题开始受到研究者的重视. Shum等^[23]认为生产学习、技术进步都能够带来第二期生产成本的减少,但在第一期时企业会存在成本削减幅度不确定的问题. 该文探讨了动态定价、价格承诺和价格匹配三种定价策略下战略顾客对企业利润以及成本削减的影响,并发现技术进步、生产学习效用有可能会损害企业的利润. 与文献[23]不同,本文中的成本削减作为企业的战略性投资,其削减水平在第一期销售来临前就已经确定,削减后的生产成本固定且两期相同.

对于企业来说,选择最优的成本削减水平和制定合适的定价策略同样重要.本文考虑一个两期销售模型,研究存在战略性顾客时制造商的成本削减及定价策略,以期回答如下研究问题:(1)制造商的成本削减策略如何影响产品的定价策略?(2)第二期的效用折扣如何影响产品定价策略?与制造商不进行成本削减策略下的影响有何不同?(3)制造商偏好于哪种定价策略?为了回答以上问题,分别考虑了价格不变、动态定价和价格承诺三种定价策略,得到了每种策略下的最优定价及成本削减决策,分析了成本削减投资有效性对定价策略、成本削减水平及利润的影响,并对三种定价策略进行了对比分析.

2 考虑战略顾客行为的定价与成本削减决策分析

2.1 基本模型

考虑一个垄断的制造商将某一产品分两期销售给具有战略等待行为的消费者,假设顾客是异质的且对该产品的估值 v 在 $[0, 1]$ 上服从均匀分布(参见文献[23–25]).不失一般性,假定潜在顾客的总数为 1,且每位顾客最多只能购买一件产品.制造商对两期的产品销售价格 p_i ($i = 1, 2$) 进行决策以最大化其期望利润.顾客在第一期购买产品的效用为 $v - p_1$;若等到第二期购买,则其效用将为 $\delta(v - p_2)$,其中 δ ($0 \leq \delta \leq 1$) 为顾客在第二期购买时的效用折扣.这里, δ 也可认为是战略顾客的耐心程度, δ 越大,战略顾客越耐心,顾客会权衡在每期购买的效用来决定其购买的时机.

假定制造商是风险中性的,产品的初始单位生产成本为 c ($0 < c < 1$).制造商可通过投资、引进新技术等创新活动来降低产品的单位生产成本.令 θ 表示制造商的成本削减投资水平(成本削减百分比),投资后的单位生产成本为 $c(1 - \theta)^{[20]}$.假设成本削减投资成本具有二次形式 $C(\theta) = k\theta^2/2$ (类似的二次型成本函数在文献中很常见,如文献[7, 21]).这里, k 为投资成本有效性系数, k 越大说明投资的效率越低.与文献[8]类似,假设制造商只有一次投资的机会.为使得模型分析有意义,假设投资系数应满足 $k > 2c/3$,以保证削减后的单位生产成本大于零(即 $\theta < 1$).

若制造商忽视顾客的战略等待行为,采用价格不变的定价策略,即产品在两期内销售价格相同,记为 p_u .由于战略顾客在第二期购买时存在效用折扣,因此顾客要么选择在第一期购买,要么离开.价格不变的定价策略能够消除战略顾客的等待行为,问题变为单一时段的决策问题.只有当战略顾客第一期购买的效用 $v - p_u \geq 0$ 时才会选择购买,因此产品需求为 $q_u = 1 - p_u$,制造商的利润为

$$\pi_u(p_u, \theta_u) = (1 - p_u)(p_u - c(1 - \theta_u)) - k\theta_u^2/2. \quad (1)$$

容易验证,在假设 $k > 2c/3$ 的条件下, $\pi(p_u, \theta_u)$ 的海森矩阵负定,即 $\pi(p_u, \theta_u)$ 是关于 (p_u, θ_u) 的联合凹函数,从而由一阶条件 $\frac{\partial \pi_u(p_u, \theta_u)}{\partial p_u} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_u(p_u, \theta_u)}{\partial \theta_u} = 0$ 可得最优的 p_u, θ_u 为

$$p_u^* = ((c + 1)k - c^2)/(2k - c^2), \quad (2)$$

$$\theta_u^* = c(1 - c)/(2k - c^2). \quad (3)$$

此时制造商的最优利润为 $\pi_u^* = k(c - 1)^2/(2(2k - c^2))$.

忽视顾客的战略等待行为往往有损于制造商的利润,因此接下来考虑两种常用的缓解战略顾客等待行为的定价策略,即动态定价策略和价格承诺策略.

2.2 动态定价与价格承诺策略下的最优决策

2.2.1 动态定价策略

在动态定价策略中,制造商首先决定成本削减投资水平 θ_d 及产品第一期价格 p_{d1} ,并在第一期结束后决定产品第二期价格 p_{d2} .在第一期时,战略顾客的购买决策不仅取决于第一期价格 p_{d1} ,还与其对产品在第二期的预期价格 p_{d2}^e 相关.引入理性预期均衡(rational expectations equilibrium, RE 均衡)的概念来求解制造商的最优决策(参见文献[1, 2, 25–27]).理性预期均衡由 Muth^[28] 首次提出,其认为决策者的均衡解不会偏离人

们对它的预期. 应用于本文模型中, 顾客对产品第二期的预期价格 p_{d2}^e 应与产品第二期的最优价格 p_{d2}^* 相同.

令顾客在第一期购买和在第二期购买的无差别估值为 v_{d1} , 顾客在第二期购买或离开的无差别估值为 v_{d2} . 则由 $v_{d1} - p_{d1} = \delta(v_{d1} - p_{d2}^e)$, $v_{d1} - p_{d1} \geq 0$, 可得 $v_{d1} = \frac{p_{d1} - \delta p_{d2}^e}{1 - \delta}$; 由 $\delta(v_{d2} - p_{d2}^e) = 0$ 可得 $v_{d2} = p_{d2}^e$. 因此第一期的需求 q_{d1} 与第二期的需求 q_{d2} 分别为

$$\begin{aligned} q_{d1} &= 1 - v_{d1} = 1 - (p_{d1} - \delta p_{d2}^e)/(1 - \delta), \\ q_{d2} &= v_{d1} - v_{d2} = (p_{d1} - \delta p_{d2}^e)/(1 - \delta) - p_{d2}. \end{aligned}$$

两期的总需求为 $q_d = q_{d1} + q_{d2} = 1 - p_{d2}$.

给定第一期的价格 p_{d1} 和成本削减投资水平 θ_d , 制造商的第二期利润函数为

$$\pi_{d2}(p_{d2}) = (p_{d2} - c(1 - \theta_d))((p_{d1} - \delta p_{d2}^e)/(1 - \delta) - p_{d2}).$$

易知 $\pi_{d2}(p_{d2})$ 是关于 p_{d2} 的凹函数, 根据一阶最优性条件 $\frac{d\pi_{d2}(p_{d2})}{dp_{d2}} = 0$, 可得到第二期的最优价格 $p_{d2}^* = \frac{p_{d1} - \delta p_{d2}^e + c(1 - \theta_d)}{2(1 - \delta)}$. 在 RE 均衡条件下, 制造商在第二期的最优价格与战略顾客对产品的预期价格相同, 即 $p_{d2}^* = p_{d2}^e$, 因此有

$$\begin{aligned} p_{d2}^*(p_{d1}, \theta_d) &= (p_{d1} + c(1 - \delta)(1 - \theta_d))/(2 - \delta), \\ \pi_{d2}^*(p_{d1}, \theta_d) &= (p_{d1} - c(1 - \theta_d))^2/(2 - \delta)^2. \end{aligned}$$

于是, 制造商两期的总期望利润函数可表示为

$$\pi_d(p_{d1}, \theta_d) = (p_{d1} - c(1 - \theta_d)) \left(1 - \frac{p_{d1} - \delta p_{d2}^*(p_{d1}, \theta_d)}{1 - \delta} \right) + \frac{(p_{d1} - c(1 - \theta_d))^2}{(2 - \delta)^2} - \frac{k\theta_d^2}{2}. \quad (4)$$

下面给出动态定价策略下制造商的最优策略.

定理 1 在动态定价策略下, 制造商的均衡决策为

$$p_{d1}^* = \frac{((2 - \delta)^2 + (2 - \delta^2)c)k - (2 - \delta)^2 c^2}{(6 - 4\delta)k - (2 - \delta)^2 c^2}, \quad (5)$$

$$p_{d2}^* = \frac{(2 - \delta + (4 - 3\delta)c)k - (2 - \delta)^2 c^2}{(6 - 4\delta)k - (2 - \delta)^2 c^2}, \quad (6)$$

$$\theta_d^* = \frac{(1 - c)(2 - \delta)^2 c}{(6 - 4\delta)k - (2 - \delta)^2 c^2}. \quad (7)$$

此时制造商的总期望利润为

$$\pi_d^* = \frac{(1 - c)^2(2 - \delta)^2 k}{2((6 - 4\delta)k - (2 - \delta)^2 c^2)}. \quad (8)$$

证明 在假设条件 $k > 2c/3$ 下, 易验证制造商总利润 $\pi_d(p_{d1}, \theta_d)$ 的海森矩阵负定. 因此, $\pi_d(p_{d1}, \theta_d)$ 是关于 (p_{d1}, θ_d) 的联合凹函数, 联立求解一阶最优性条件 $\frac{\partial \pi_d(p_{d1}, \theta_d)}{\partial p_{d1}} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_d(p_{d1}, \theta_d)}{\partial \theta_d} = 0$, 得到由式(5)和式(7)给出的最优决策 (p_{d1}^*, θ_d^*) . 将之代入 $p_{d2}^*(p_{d1}, \theta_d)$ 和 $\pi_d(p_{d1}, \theta_d)$, 即得到最优的第二期价格 p_{d2}^* 和总利润 π_d^* . 证毕.

容易验证, 由于效用折扣的存在, 在动态定价策略下, 第一期价格 p_{d1}^* 始终要高于第二期价格 p_{d2}^* , 且随着 δ 的增加, 两期价格的差 $(p_{d1}^* - p_{d2}^*)$ 逐渐缩小. 特别地, 当 $\delta \rightarrow 1$ 时, 两期价格相同, 且 $p_{d1}^* = p_{d2}^* = p_u^*$. 与价格不变策略不同的是, 在动态定价策略下, 所有的战略顾客都会转移到第二期进行购买, 即 $q_{d1}^* = 0$.

动态定价策略下, 制造商第一期和第二期的需求分别为

$$q_{d1}^* = \frac{2k(1 - \delta)(1 - c)}{(6 - 4\delta)k - (2 - \delta)^2 c^2}, \quad q_{d2}^* = \frac{k(2 - \delta)(1 - c)}{(6 - 4\delta)k - (2 - \delta)^2 c^2},$$

$$\text{两期的总需求为} \quad q_d^* = q_{d1}^* + q_{d2}^* = 1 - p_{d2}^* = \frac{k(4-3\delta)(1-c)}{(6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2}.$$

推论 1 两期销售价格均随着 k 的增加而提高, 即 $\frac{\partial p_{d1}^*}{\partial k} > 0, \frac{\partial p_{d2}^*}{\partial k} > 0$; 最优投资水平、两期需求及总利润均随着 k 的增加而降低, 即 $\frac{\partial \theta_d^*}{\partial k} < 0, \frac{\partial q_{d1}^*}{\partial k} < 0, \frac{\partial q_{d2}^*}{\partial k} < 0, \frac{\partial \pi_d^*}{\partial k} < 0$.

$$\begin{aligned} \text{证明} \quad \frac{\partial p_{d1}^*}{\partial k} &= \frac{(2-\delta)^2(2-\delta^2)(1-c)c^2}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} > 0, \quad \frac{\partial p_{d2}^*}{\partial k} = \frac{(2-\delta)^2(4-3\delta)(1-c)c^2}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} > 0, \\ \frac{\partial \theta_d^*}{\partial k} &= -\frac{2(2-\delta)^2(3-2\delta)(1-c)c}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0, \quad \frac{\partial q_{d1}^*}{\partial k} = -\frac{2(1-\delta)(1-c)c^2(2-\delta)^2}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0, \\ \frac{\partial q_{d2}^*}{\partial k} &= -\frac{(1-c)c^2(2-\delta)^3}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0, \quad \frac{\partial \pi_d^*}{\partial k} = -\frac{(2-\delta)^4(1-c)^2c^2}{2((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0. \quad \text{证毕.} \end{aligned}$$

较大的投资成本系数 k 说明制造商投资效率较低. 因此当投资成本系数 k 增加时, 制造商的投资水平 θ_d^* 相应降低, 削减后的边际生产成本 $c(1-\theta_d^*)$ 增加, 因而制造商两期价格上升, 两期的需求减少, 同时制造商的边际利润 $(p_{di}^* - c(1-\theta_d^*))$ 降低, 从而制造商的总利润随着 k 的增加而减少.

推论 2 (i) (a) 若 $c > \frac{2}{3}$, 则当 $2c/3 < k < c^2$ 时, $\frac{\partial p_{d1}^*}{\partial \delta} > 0$; 当 $k > c^2$ 时, $\frac{\partial p_{d1}^*}{\partial \delta} < 0$. 若 $c \leq 2/3$, 则第一期价格总是随着 δ 的增加而降低, 即 $\frac{\partial p_{d1}^*}{\partial \delta} < 0$. (b) 对任意 $k > 2c/3$, $\frac{\partial p_{d2}^*}{\partial \delta} > 0$.

(ii) (a) 第一期需求和总需求均随着 δ 的增加而减少, 即 $\frac{\partial q_{d1}^*}{\partial \delta} < 0, \frac{\partial q_d^*}{\partial \delta} < 0$.

(b) 若 $k > \max\{2c/3, 2c^2\}$, 则 $\frac{\partial q_{d2}^*}{\partial \delta} > 0$; 若 $2c/3 < k < 2c^2$, 则当且仅当 $\delta > 2 - \frac{\sqrt{2k}}{c}$ 时, $\frac{\partial q_{d2}^*}{\partial \delta} > 0$.

(iii) 制造商的成本削减水平随着 δ 的增加而降低, 即 $\frac{\partial \theta_d^*}{\partial \delta} < 0$.

(iv) 总利润随着 δ 的增加而降低, 即 $\frac{\partial \pi_d^*}{\partial \delta} < 0$.

证明 (i) 若 $c > \frac{2}{3}$, 则 $c^2 > \frac{2c}{3}$, $\frac{\partial p_{d1}^*}{\partial \delta} = -\frac{4k(1-\delta)(2-\delta)(1-c)(k-c^2)}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} > 0 \Leftrightarrow k < c^2$. 若 $c \leq \frac{2}{3}$, 则 $c^2 \leq 2c/3 < k$, 从而 $\frac{\partial p_{d1}^*}{\partial \delta} < 0$. 此外, 由于 $(3\delta^2 - 8\delta + 4)c^2 + 2k = 3(\delta - \frac{4}{3})^2c^2 + 2(k - \frac{2c^2}{3}) > 0$, 故有 $\frac{\partial p_{d2}^*}{\partial \delta} = \frac{(1-c)k((3\delta^2 - 8\delta + 4)c^2 + 2k)}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} > 0$.

(ii) (a) 由假设 $k > 2c/3$ 及 $c < 1$, 可知 $-2k + (2-\delta)\delta c^2 < \left(-\frac{4}{3} + (2-\delta)\delta\right)c = \left(-\frac{1}{3} - (1-\delta)^2\right)c < 0$, 因此 $\frac{\partial q_{d1}^*}{\partial \delta} = \frac{2k(-2k + (2-\delta)\delta c^2)(1-c)}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0$. 由 $q_d^* = 1 - p_{d2}^*$ 及 (i), 可知 $\frac{\partial q_d^*}{\partial \delta} = -\frac{\partial p_{d2}^*}{\partial \delta} < 0$.

(b) 由 $2 - \sqrt{2k}/c < 1$ 得 $\frac{\partial q_{d2}^*}{\partial \delta} = \frac{(2k - (2-\delta)^2c^2)(1-c)k}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} > 0 \Leftrightarrow \delta > 2 - \sqrt{2k}/c$.

当 $k > \max\{2c/3, 2c^2\}$ 时, $2 - \sqrt{2k}/c \leq 0$, 从而 $\frac{\partial q_{d2}^*}{\partial \delta}$ 总大于零. 当 $2c/3 < k < 2c^2$ 时, 满足 $c > 1/3$, $\frac{\partial q_{d2}^*}{\partial \delta}$ 先减后增.

(iii) 和 (iv) 的结果很容易得到, 因为

$$\frac{\partial \theta_d^*}{\partial \delta} = -\frac{4(1-c)(1-\delta)(2-\delta)ck}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0, \quad \frac{\partial \pi_d^*}{\partial \delta} = -\frac{2(1-c)^2(2-\delta)(1-\delta)k^2}{((6-4\delta)k - (2-\delta)^2c^2)^2} < 0. \quad \text{证毕.}$$

推论 2 说明, 当 k 较大时, 随着顾客耐心程度 δ 的增加, 为了抑制战略顾客的等待行为, 制造商一方面降低第一期价格 p_{d1}^* , 另一方面提高第二期价格 p_{d2}^* , 激励顾客在第一期购买. 但是, 仍有一些战略顾客从第

一期转移到第二期进行购买, 从而第一期需求减少, 第二期需求增加, 但第二期价格 p_{d2}^* 的上升使得总需求降低. 总需求的降低使得成本削减投资的价值降低, 因此 θ_d^* 相应减小. 总体来看, 制造商第一期的边际利润 $(p_{d1}^* - c(1 - \theta_d^*))$ 减少, 导致第一期的利润减少, p_{d2}^* 上升使得第二期的边际利润增加, 从而第二期利润增加, 但第一期利润减少的负效用相对于第二期利润增加的正效用占主导地位, 因此总利润减少.

对于原始生产成本较大的情况(c 较大), 与文献[10]不同的是, 当 k 较小时, 随着 δ 的增加, 产品的两期价格同时上升. 这是因为较小的 k 意味着制造商能够有效地进行成本削减, 在 δ 较小时, 总需求相对较高, 成本削减的价值更大, 因此制造商进行成本削减后的生产成本较低. 相应地, 制造商两期的价格较低. 此时随着顾客耐心程度的增加, p_{d2}^* 增加抑制了顾客的等待行为并使得总需求减少, 且成本削减水平降低, 制造商提高 p_{d1}^* 以保证第一期的边际利润, 导致部分顾客从第一期转移到第二期进行购买, 因此 q_{d1}^* 减少. 对于 q_{d2}^* 而言, 一方面 p_{d2}^* 的提高使得部分顾客选择离开, 另一方面 p_{d1}^* 的增加以及耐心程度的增加使得部分顾客从第一期转移到第二期购买. 当 δ 较小时, 随着 δ 的增加, 制造商能够有效地提高第二期价格 p_{d2}^* 来抑制战略顾客的等待行为, 此时 p_{d2}^* 增加带来战略顾客流失的负效用占据主导地位, 因而 q_{d2}^* 减少. 当 δ 较大时, 随着 δ 的增加, 此时大量的原来在第一期购买的顾客都会选择在第二期进行购买, 提高 p_{d2}^* 不再能有效抑制战略顾客的等待行为, 相对较高的 p_{d1}^* 带来的 q_{d2}^* 增加的正效用占据主导地位, 因而 q_{d2}^* 增加. 总的来说, 在动态定价策略下, 随着顾客耐心程度的增加, 制造商总是希望通过提高第二期的价格来抑制战略顾客的等待行为, 但价格的上升同样会带来总销量的降低, 成本削减水平降低等负效用, 从而损害制造商的利润.

2.2.2 价格承诺策略

与动态定价策略不同, 在价格承诺策略中, 制造商首先对投资水平 θ_c 进行决策, 在第一期开始前即向消费者公布产品的第一期售价 p_{c1} 与第二期售价 p_{c2} . 战略顾客在获得两期价格 (p_{c1}, p_{c2}) 的信息后, 通过比较在两期购买的效用选择购买的时机. 类似于文献[4,10,22,23], 这里假定制造商第二期的价格承诺是可靠的. 虽然在模型设定中简化地假定产品只销售两个时期, 但在实际经济生活中制造商可能是在几个月或几个季度内将产品卖给消费者. 另外, 制造商也可能同时出售其他产品或在能够被监管的平台(例如天猫、京东等)上售卖, 因此有理由相信制造商为了长期的信誉能够确保承诺的可靠性.

令 v_{c1} 是顾客在第一期购买或在第二期购买的无差别估值, v_{c2} 是顾客在第二期购买或不买的无差别估值, 则由 $v_{c1} - p_{c1} = \delta(v_{c1} - p_{c2})$ 和 $v_{c1} - p_{c1} \geq 0$ 可得 $v_{c1} = \frac{p_{c1} - \delta p_{c2}}{1 - \delta}$; 由 $\delta(v_{c2} - p_{c2}) = 0$ 可得 $v_{c2} = p_{c2}$. 相应地, 第一期与第二期的销量分别为

$$q_{c1} = 1 - v_{c1} = 1 - \frac{p_{c1} - \delta p_{c2}}{1 - \delta},$$

$$q_{c2} = \frac{p_{c1} - \delta p_{c2}}{1 - \delta} - p_{c2}.$$

制造商的总期望利润函数为

$$\pi_c(p_{c1}, p_{c2}, \theta_c) = \left(1 - \frac{p_{c1} - \delta p_{c2}}{1 - \delta}\right)p_{c1} + \left(\frac{p_{c1} - \delta p_{c2}}{1 - \delta} - p_{c2}\right)p_{c2} - c(1 - \theta_c)(1 - p_{c2}) - \frac{k\theta_c^2}{2}. \quad (9)$$

定理 2 在价格承诺定价策略下, 制造商的最优决策分别为

$$p_{c1}^* = \frac{((\delta + 1)c + 2)k - 2c^2}{(3 + \delta)k - 2c^2}, \quad (10)$$

$$p_{c2}^* = \frac{(\delta + 2c + 1)k - 2c^2}{(3 + \delta)k - 2c^2}, \quad (11)$$

$$\theta_c^* = \frac{2c(1 - c)}{(3 + \delta)k - 2c^2}. \quad (12)$$

相应地, 制造商的最优利润为

$$\pi_c^* = \frac{k(1 - c)^2}{(3 + \delta)k - 2c^2}. \quad (13)$$

证明 易验证制造商总利润 $\pi_c(p_{c1}, p_{c2}, \theta_c)$ 的海森矩阵为负定的, 从而 $\pi_c(p_{c1}, p_{c2}, \theta_c)$ 是关于 $(p_{c1}, p_{c2}, \theta_c)$ 的联合凹函数. 联立三个方程组 $\frac{\partial \pi_c}{\partial p_{c1}} = 0$, $\frac{\partial \pi_c}{\partial p_{c2}} = 0$ 和 $\frac{\partial \pi_c}{\partial \theta_c} = 0$, 即可求得制造商的最优解. 证毕.

定理 2 说明, 在价格承诺定价策略下, 第一期价格 p_{c1}^* 始终高于第二期价格 p_{c2}^* . 特别地, 当 $\delta \rightarrow 1$ 时, $p_{c1}^* = p_{c2}^* = p_u^*$. 也就是说, 当顾客跨期购买时的效用无折扣时, 这三种定价策略下的价格相同. 此外, 在价格承诺定价策略下, 第一期需求和第二期需求相等, 即 $q_{c1}^* = q_{c2}^* = \frac{k(1-c)}{(3+\delta)k-2c^2}$. 显然, 总需求为 $q_c^* = 2q_{c2}^*$.

在价格承诺定价策略下, 有如下类似于推论 1 的结果.

推论 3 两期销售价格随着 k 的增加而提高; 最优投资水平、两期需求、总利润随着 k 的增加而降低.

证明 由定理 2 的结果可知

$$\frac{\partial p_{c1}^*}{\partial k} = \frac{2c^2(1+\delta)(1-c)}{((3+\delta)k-2c^2)^2} > 0, \quad \frac{\partial p_{c2}^*}{\partial k} = \frac{4c^2(1-c)}{((3+\delta)k-2c^2)^2} > 0, \quad \frac{\partial q_{c1}^*}{\partial k} = -\frac{2c^2(1-c)}{((3+\delta)k-2c^2)^2} < 0.$$

由式(12)和式(13), 显然有 $\frac{\partial \theta_c^*}{\partial k} < 0$ 和 $\frac{\partial \pi_c^*}{\partial k} < 0$. 证毕.

与动态定价策略类似, 推论 3 说明, 在价格承诺定价策略下, 随着 k 的增加, 制造商的投资水平 θ_c^* 降低, 边际生产成本增加, 两期价格均上升, 但由于两期边际利润以及需求降低, 因而导致总利润降低.

推论 4 (i) (a) 若 $c \leq 2/3$, 则第一期的价格随着 δ 的增加而降低, 即 $\frac{\partial p_{c1}^*}{\partial \delta} < 0$. 若 $c > 2/3$, 则当 $2c/3 < k < c^2$ 时, $\frac{\partial p_{c1}^*}{\partial \delta} > 0$; 当 $k > c^2$ 时, $\frac{\partial p_{c1}^*}{\partial \delta} < 0$. (b) 对任意 $k > 2c/3$, 第二期的价格总是随着 δ 的增加而增加, 即 $\frac{\partial p_{c2}^*}{\partial \delta} > 0$.

(ii) 两期需求都随着 δ 的增加而降低, 即 $\frac{\partial q_{ci}^*}{\partial \delta} < 0, i = 1, 2$.

(iii) 制造商的成本削减水平随着 δ 的增加而降低, 即 $\frac{\partial \theta_c^*}{\partial \delta} < 0$.

(iv) 总利润随着 δ 的增加而减少, 即 $\frac{\partial \pi_c^*}{\partial \delta} < 0$.

证明 (i) 注意到 $\frac{\partial p_{c1}^*}{\partial \delta} = -\frac{2k(1-c)(k-c^2)}{(2c^2-\delta k-3k^2)^2}$, $\frac{\partial p_{c2}^*}{\partial \delta} = \frac{2k^2(1-c)}{((3+\delta)k-2c^2)^2} > 0$. 类似于推论 2(i) 的证明, 可得推论 4(i) 的结果. (ii), (iii) 和 (iv) 的结果是显然的, 因为 $\frac{\partial q_{c1}^*}{\partial \delta} = \frac{\partial q_{c2}^*}{\partial \delta} = -\frac{k^2(1-c)}{((3+\delta)k-2c^2)^2} < 0$, $\frac{\partial \theta_c^*}{\partial \delta} = -\frac{2kc(1-c)}{((3+\delta)k-2c^2)^2} < 0$, $\frac{\partial \pi_c^*}{\partial \delta} = -\frac{k^2(1-c)^2}{((3+\delta)k-2c^2)^2} < 0$. 证毕.

由推论 4 可知, 在价格承诺定价策略下, 随着顾客耐心程度的增加, 总需求 q_c^* 减少, 投资水平 θ_c^* 降低, 总利润也降低. 类似于动态定价情形, 当成本削减投资有效性较高(即较小的 k)且原生产成本较高时, 第一期价格会随着顾客耐心程度 δ 的增加而增加. 这一点也与文献[10]的结果不同. 较小 k 使得削减后的生产成本较低, 从而 p_{c1}^* 相对较低. 一方面, 随着 δ 的增加, 制造商降低投资水平, 边际生产成本增加, 制造商不得不提高 p_{c1}^* 以保证第一期的边际利润, 进而导致了第一期需求减少. 另一方面, 当 δ 增加时, p_{c2}^* 上升带来 q_{d2}^* 减少的负效用始终占据主导地位, 通过提高第二期的价格能有效地抑制顾客的等待行为, 第二期需求减少. 两期边际利润以及需求的降低使得制造商总利润随之下降.

当成本削减投资有效性较低(即较大的 k)或原始生产成本不太高时, 随着顾客耐心程度的增加, 制造商通过提高第二期售价 p_{c2}^* 并降低第一期售价 p_{c1}^* 来缓解顾客的战略等待行为. 这就导致了第二期边际利润增加, 同时第二期利润也增加, 而第一期边际利润和需求同时减少使得第一期利润降低, 并且第一期利润降低的负效用相对于第二期利润增加的正效用占据主导地位, 从而总利润降低. 总的来说, 无论是价格承诺定价策略, 还是动态定价策略, 顾客耐心程度的增加总是会损害制造商的利益.

2.2.3 三种定价策略的比较

现在来比较动态定价、价格承诺和价格不变三种定价策略下制造商的定价决策、投资水平、总需求和期望利润的大小关系. 下面的定理 3 给出了主要结果.

定理 3 (i) 当 $k < c^2$ 时, $p_{c1}^* < p_{d1}^* < p_u^*$; 当 $k > c^2$ 时, $p_u^* < p_{d1}^* < p_{c1}^*$. (ii) $p_{d2}^* < p_{c2}^* < p_u^*$.
(iii) $q_u^* < q_c^* < q_d^*$. (iv) $\theta_u^* < \theta_d^* < \theta_c^*$. (v) $\pi_u^* < \pi_d^* < \pi_c^*$.

证明 (i) 由于
$$p_{d1}^* - p_u^* = \frac{2k(1-\delta)^2(1-c)(k-c^2)}{(2k-c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)},$$
$$p_{c1}^* - p_{d1}^* = \frac{(k-c^2)(1-c)(1-\delta)\delta^2k}{((3+\delta)k-2c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)},$$

所以当 $k > c^2$ 时, $p_{c1}^* > p_{d1}^* > p_u^*$; 当 $k < c^2$ 时, $p_{c1}^* < p_{d1}^* < p_u^*$.

(ii)
$$p_{d2}^* - p_{c2}^* = -\frac{(3k-2c^2)(1-c)(1-\delta)k}{((3+\delta)k-2c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)} < 0,$$

$$p_{c2}^* - p_u^* = -\frac{(1-c)(1-\delta)k^2}{((3+\delta)k-2c^2)(2k-c^2)} < 0.$$

(iii) 注意到 $q_d^* = 1 - p_{d2}^*$, $q_c^* = 1 - p_{c2}^*$, $q_u^* = 1 - p_u^*$, (iii) 可由(ii) 直接得到.

(iv)
$$\theta_d^* - \theta_u^* = \frac{2ck(1-c)(1-\delta)^2}{(2k-c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)} > 0,$$

$$\theta_c^* - \theta_d^* = \frac{c\delta^2(1-c)(1-\delta)k}{((3+\delta)k-2c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)} > 0.$$

(v)
$$\pi_d^* - \pi_u^* = \frac{(1-c)^2(1-\delta)^2k^2}{(2k-c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)} > 0,$$

$$\pi_c^* - \pi_d^* = \frac{(1-c)^2(1-\delta)\delta^2k^2}{((3+\delta)k-2c^2)((6-4\delta k)-(2-\delta)^2c^2)} > 0.$$

证毕.

定理 3 说明, 第一期价格在不同定价策略下的大小关系受到投资成本系数 k 和原单位生产成本的影响. 当 k 较小时, p_u^* 最高; 当 k 较大时, p_{c1}^* 最高; 当 $k = c^2$ 时, 三者相等. 第二期价格在动态定价策略下最低, 在价格不变策略下最高. 由于总需求与第二期的价格负相关, 因而动态定价策略下的总需求最高, 价格不变策略下的总需求最低. 同样地, 需求的高低也影响着成本削减水平决策, 较高的需求水平下制造商愿意进行更多投资以降低产品生产成本. 与文献[10]中没有社会学习的情形类似, 本文中价格承诺定价策略能够为制造商带来更多的利润, 更能有效地抑制战略顾客的等待行为, 是三种定价策略中的最佳策略. 如果制造商的价格承诺策略是不可靠的, 有一些消费者就会改变购买决策, 此时制造商对价格承诺策略的选择要小心. 通常制造商为了保证其长期的信誉, 会对做出的承诺负责的. 此外, 制造商还可以考虑以预订的方式以第二期价格销售给在第二期购买的顾客. 相对于价格不变策略, 采用动态定价能够更好地抑制顾客的战略等待行为. 这也是现实中很多产品不采用价格不变策略的原因之一. 第 3 节将进一步通过数值分析来比较三种不同定价策略下的消费者剩余和社会福利的大小.

3 数值分析

本节主要通过数值分析来探讨成本削减有效性系数 k 和顾客耐心程度 δ 的变化对制造商的价格决策、成本削减水平及利润的影响, 并对三种定价策略下消费者剩余和社会福利的大小进行比较.

3.1 成本削减有效性系数和顾客耐心程度对三种定价策略的影响

由于制造商的总需求为 $q = 1 - p_2$, 故仅考虑 k 和 δ 对 p_2 的影响. 首先, 考虑参数 k 的影响. 令 $\delta = 0.6$, 分别考虑 $c = 0.4$ 和 $c = 0.8$ 时的情况(见图 1 和图 2).

由图 1 和图 2 知, 当原生产成本较小时($c = 0.4$), p_{c1}^* 要高于 p_{d1}^* 和 p_u^* , 且随着 k 增加, 三者之间差距逐渐增加并趋于稳定. 当 c 较大时($c = 0.8$), 对于较小的 k , p_u^* 要高于 p_{d1}^* 和 p_{c1}^* ; 对于较大的 k , p_{c1}^* 要高于 p_{d1}^*

和 p_u^* . 也就是说在原生产成本较高时, 三种定价策略下第一期价格的大小关系取决于成本削减系数 k 相对于 c 的大小.

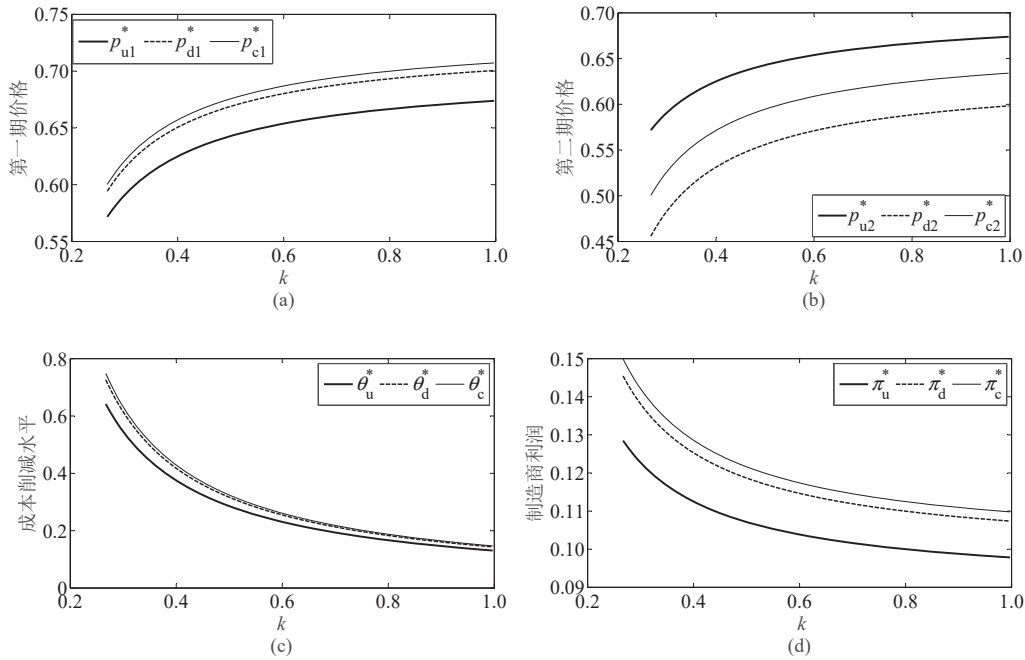


图1 $c = 0.4$ 时 k 对最优决策的影响

Fig. 1 The effect of k on the optimal decisions when $c = 0.4$

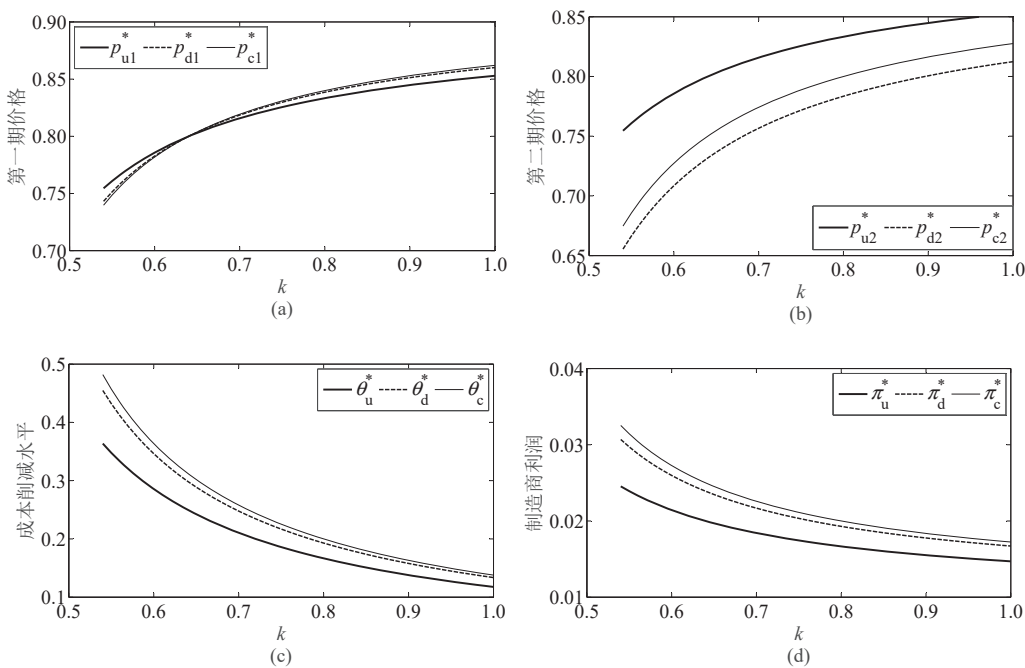


图2 $c = 0.8$ 时 k 对最优决策的影响

Fig. 2 The effect of k on the optimal decisions when $c = 0.8$

另外, 无论初始成本高低或投资有效性大小, p_u^* 始终最高, p_{d2}^* 最低, 这说明三种定价策略中, 动态定价策略下的总需求最高, 其次是价格承诺下的总需求 q_c^* , 而价格不变策略下的需求 q_u^* 最低. 三种定价策略下制造商的投资水平均随着 k 的增加而减少, 且三者的差距逐渐缩小, 当 k 非常大时, 投资水平均趋近于零.

制造商的成本削减效率随着 k 的增加而降低, 在三种定价策略下, 制造商都无可避免的降低成本削减水平, 从而削减后的成本上升, 边际利润递减, 导致总体利润减少. 并且, 在价格承诺策略下, 制造商能够获得最高的利润, 价格不变策略下制造商的利润最低.

现在来分析 δ 如何影响制造商的决策及利润, 这里假定 $c = 0.8$, 分别取 $k = 0.6$ 和 $k = 0.8$ (见图 3 和图 4).

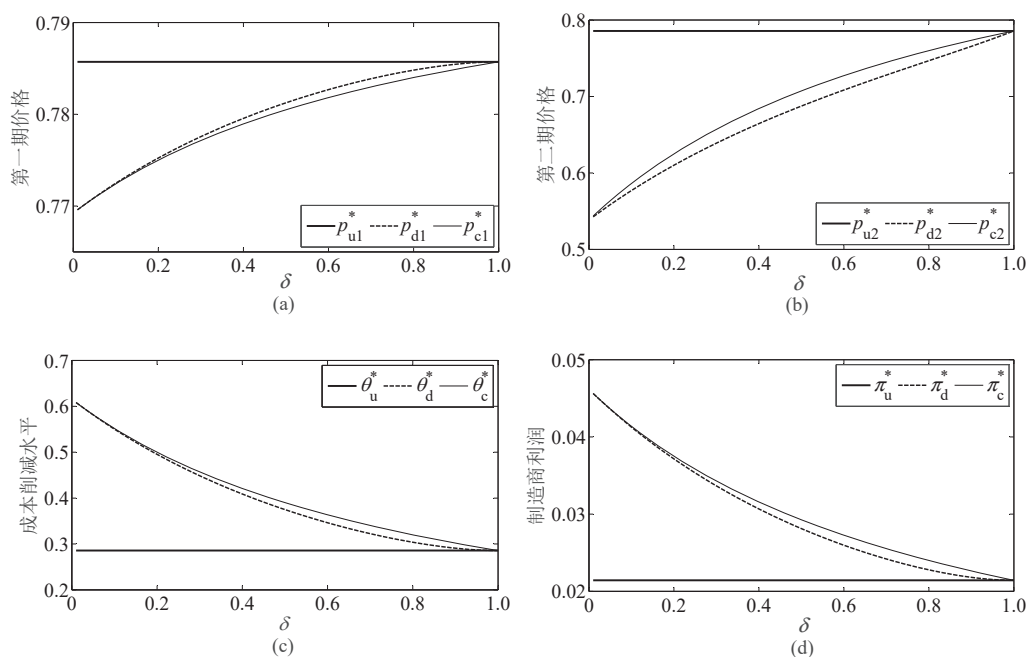


图3 $c = 0.6$ 时 k 对最优决策的影响

Fig. 3 The effect of k on the optimal decisions when $c = 0.6$

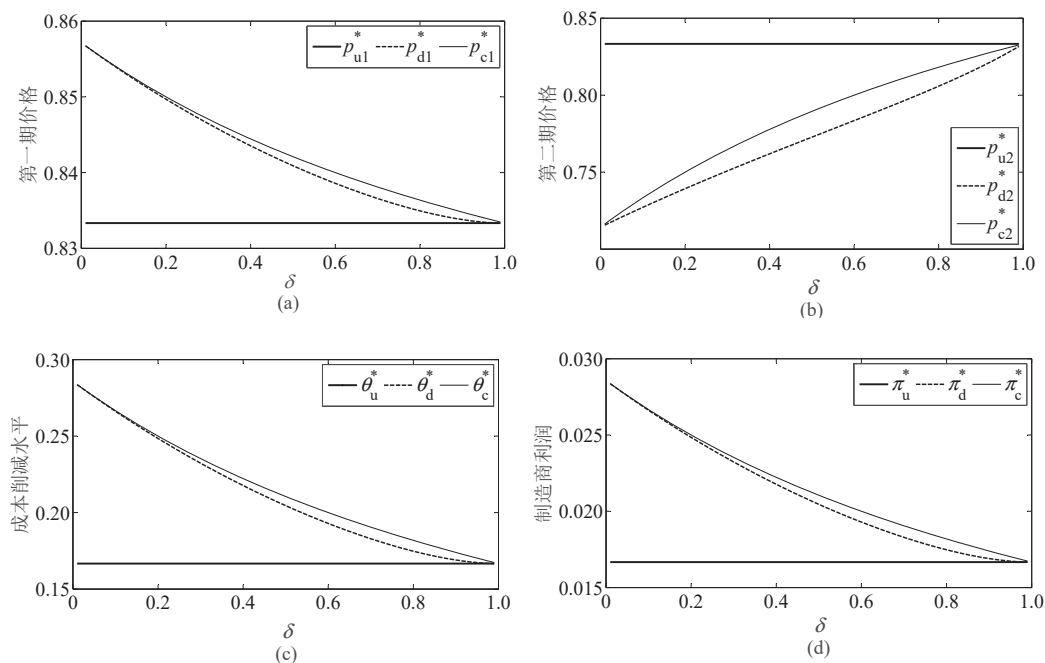


图4 $c = 0.8$ 时 k 对最优决策的影响

Fig. 4 The effect of k on the optimal decisions when $c = 0.8$

注意到, 价格不变策略下的最优决策与 δ 无关. 由图 3 和图 4 可知, 当 δ 趋于零时, 动态定价策略下第一期(第二期)的价格与价格承诺定价策略下第一期(第二期)的价格相等, 即 $p_{ci}^* = p_{di}^*, i = 1, 2$; 当 δ 趋于 1 时, 三种定价策略下第一期和第二期的利润均分别相等.

由图 3 可知, 对于相对较小的 k (这里取 $k = 0.6$), p_{c1}^* 与 p_{d1}^* 关于 δ 单调递增(推论 2 和推论 4), 且 p_{d1}^* 始终高于 p_{c1}^* 并低于 p_u^* . 对于相对较大的 k (这里取 $k = 0.8$), p_{c1}^* 与 p_{d1}^* 关于 δ 单调递减, 且 p_{c1}^* 始终高于 p_{d1}^* . 图 3 和图 4 也进一步验证了推论 2 和推论 4 以及定理 3 中的结果. 随着 δ 的增加, p_{c2}^* 与 p_{d2}^* 逐渐上升, 但始终低于 p_u^* ; θ_c^* 和 θ_d^* 随着 δ 的增加而减小, 但始终高于 θ_u^* 且 θ_c^* 最大; π_c^* 和 π_d^* 随着 δ 的增加而减少, 但两者的差距先增后减. 总体来看, 随着顾客耐心程度的增加, 采用动态定价或价格承诺的制造商不得不提高第二期的价格, 导致需求减少, 使得制造商的投资水平和利润均下降.

3.2 三种定价策略下消费者剩余以及社会福利的比较

价格不变策略下的消费者剩余 cs_u 和社会福利 ss_u 分别为

$$cs_u = \int_{p_u^*}^1 (v - p_u^*) dv = \frac{k^2(1-c)^2}{2(2k-c^2)^2},$$

$$ss_u = cs_u + \pi_u^* = \frac{(3k-c^2)k(1-c)^2}{2(2k-c^2)^2}.$$

动态定价策略下消费者剩余 cs_d 和社会福利 ss_d 分别为

$$cs_d = \int_{v_{d1}}^1 (v - p_{d1}^*) dv + \int_{p_{d2}^*}^{v_{d1}} \delta(v - p_{d2}^*) dv = \frac{(5\delta^3 - 12\delta^2 + 4\delta + 4)(1-c)^2 k^2}{2((6-4\delta)k - (2-\delta)^2 c^2)^2},$$

$$ss_d = cs_d + \pi_d^* = \frac{((\delta^3 + 10\delta^2 - 36\delta + 28)k - (2-\delta)^4 c^2)k(1-c)^2}{2((6-4\delta)k - (2-\delta)^2 c^2)^2}.$$

价格承诺定价策略下消费者剩余 cs_c 和社会福利 ss_c 分别为

$$cs_c = \int_{v_{c1}}^1 (v - p_{c1}^*) dv + \int_{p_{c2}^*}^{v_{c1}} \delta(v - p_{c2}^*) dv = \frac{(1-c)^2 k^2 (1+3\delta)}{2((3+\delta)k - 2c^2)^2},$$

$$ss_c = cs_c + \pi_c^* = \frac{(1-c)^2 k (2(1+\delta)k - c^2)}{2((3+\delta)k - 2c^2)^2}.$$

为比较三种定价策略下消费者剩余和社会福利的大小关系, 并分析关键参数 k 和 δ 对消费者剩余和社会福利的影响, 令 $\delta \in \{0.15, 0.25, 0.35, 0.45, 0.55, 0.65, 0.75, 0.85, 0.95\}$, $c \in \{0.1, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9\}$, $k \in \{0.2, 0.4, 0.6, 0.8, 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0\}$ (在分析时要使得 $k > 2c/3$). 对于任意给定的 (δ, c) , 三种定价策略下的消费者剩余总是随着 k 的增加而减少. 这是因为 k 的增加使得投资有效性降低, 制造商不得不降低成本削减水平, 单位生产成本相对增加, 因而制造商会提高两期的价格, 导致消费者剩余减少. δ 对消费者剩余和社会福利的影响见图 5. 在价格不变策略下, 价格和需求均与 δ 无关, 从而消费者剩余 cs_u 也与 δ 无关. 在动态定价策略下, 消费者剩余 cs_d 总是先增后减(参见图 5(a)和图 5(b)). 顾客耐心程度的增加使得制造商不得不提高第二期价格 p_{d2}^* 以诱使顾客在第一期购买. 在 δ 较小时, 随着 δ 的增加, 更多的顾客选择在第二期购买, 这部分顾客消费者剩余的增加带来的正效用占主导地位, 从而 cs_d 随之增加; 在 δ 较大时, 随着 δ 的增加, 虽然此时在第二期购买的顾客较多, 但第二期价格的增加使得第二期的消费者剩余减少带来的负效用占主导地位, 从而总消费者剩余减少. 在价格承诺定价策略下, 除了当 c 很高且 k 较小时, 消费者剩余 cs_c 总是随着 δ 的增加而增加. 这是因为在 c 不是很高时, 顾客耐心程度的增加总会降低第一期价格, 第一期消费者剩余增加的正效用占主导地位. 在 c 很高且 k 较小时, 随着 δ 的增加, 第一期消费者剩余增加的正效用逐渐减弱, 从而 cs_c 先增后减(见图 5(a)和图 5(b)).

通过数值分析发现, 对于不太高的 c (如 $c < 0.9$), 当 δ 很小时, 总有 $cs_u > cs_d > cs_c$, 即价格不变策略下的消费者剩余最高, 价格承诺策略下的消费者剩余最低; 但当 δ 较大时, 动态定价策略下的消费者剩余最高(见图 5(a)). 当 c 较大且 k 相对较低时(如 $c = 0.9, k = 0.8$, 注意到 $k > 2c/3 = 0.6$), 发现了不一样的情

况, 此时 cs_d 最高, 而 cs_u 最低(见图5(b)). 在不同定价策略下的消费者剩余没有明确的大小关系, 他们之间的大小与 δ , c 和 k 的取值均相关. 但是无论何种情形, 价格承诺策略下的消费者剩余总低于动态定价策略下的消费者剩余, 即 $cs_c < cs_d$. 这说明价格承诺策略对消费者而言不是最好的选择, 虽然它对制造商来说是最好的.

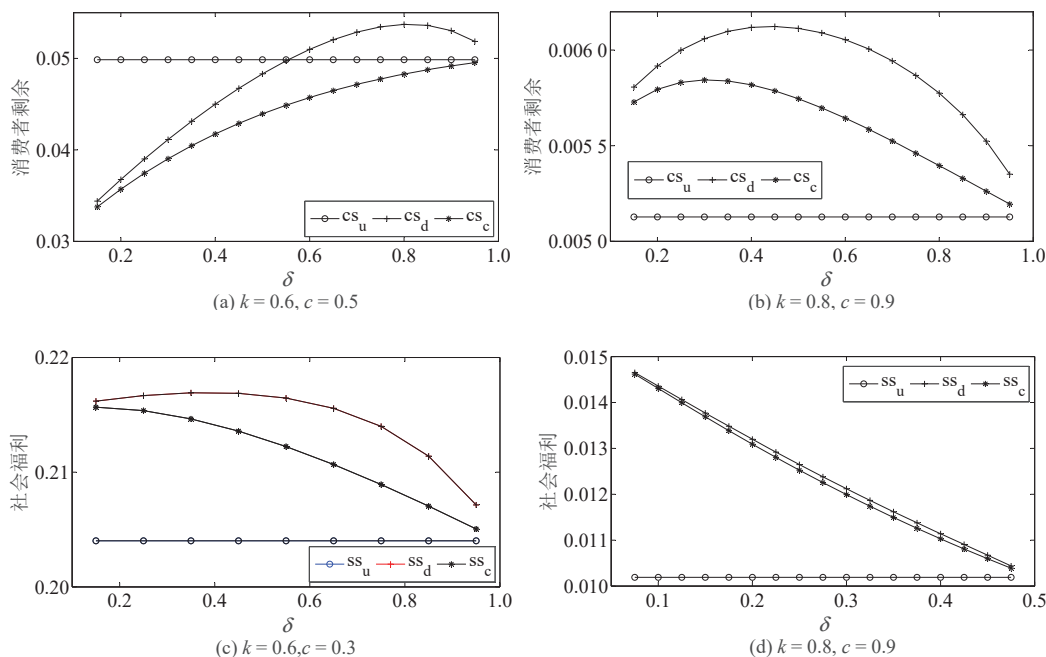


图5 δ 对消费者剩余和社会福利的影响

Fig. 5 The effect of δ on consumer surplus and social welfare

由于在三种定价策略下, k 的增加使得消费者剩余及制造商的利润均降低(推论1和3), 因此三种定价策略下的社会福利随着 k 的增加而减少. 显然, 价格不变策略下的社会福利 ss_u 与 δ 无关. 在动态定价策略下, 制造商的利润 π_d^* 随着 δ 的增加而降低(推论2). 在 c 不高时, 价格相对较低, 当顾客耐心程度较低时, 随着 δ 的增加, 消费者剩余增加的正效用占主导地位; 而当顾客耐心程度较高时, 随着 δ 的增加, 消费者剩余和利润均减少, 因此社会福利呈现先增后减的变化(见图5(c), 此时 ss_d 的值依次为 0.216 2, 0.216 7, 0.216 9, 0.216 9, 0.216 5, 0.215 6, ...). 在 c 较高时, 两期价格均相对较高, 消费剩余 cs_d 相对较低, 从而社会福利 ss_d 随着 δ 的增加而减少. 在价格承诺定价策略下, 随着 δ 的增加, 社会福利 ss_c 总是减少, 这可能是由于利润减少的负效用始终占主导地位. 类似于消费者剩余的情形, 价格承诺策略下的社会福利总低于动态定价策略下的社会福利($ss_c < ss_d$). 一般来讲, 当原生产成本较高时, 动态定价策略能带来相对更多的消费者剩余和更高的社会福利.

4 结束语

在面对战略顾客时, 选择合适的成本削减投资水平及定价策略对企业至关重要. 本文分别研究了三种定价策略下制造商的最优成本削减和定价决策问题, 分析了成本削减投资有效性和顾客的耐心程度对最优决策和利润的影响, 并通过数值算例比较了消费者剩余和社会福利的大小. 研究表明企业在追求利润最大化时, 价格承诺策略是最优的; 但当企业更关注消费者剩余或社会福利时, 价格承诺策略往往并非最优的策略.

总成本领先战略是“竞争战略之父”美国学者 Michael Porter 所提出的三种卓有成效的竞争战略之一. 因此, 成本削减是企业提升竞争力的重要手段. 本文的研究仅考虑一个垄断企业, 未来的研究中可考虑制造

商竞争环境下面对战略顾客时的成本削减及定价决策问题. 此外, 本文假定所有的顾客均有战略等待行为, 而实际中往往存在着一些短视型的顾客. 因此, 另一个值得探讨的问题是当同时存在战略性的顾客和短视型的顾客时, 如何制定最优的定价策略及成本削减水平.

参考文献:

- [1] Su X, Zhang F. Strategic customer behavior, commitment, and supply chain performance. *Management Science*, 2008, 54(10): 1759–1773.
- [2] Özer Ö, Zheng Y. Markdown or everyday low price: The role of behavioral motives. *Management Science*, 2015, 62(2): 326–346.
- [3] Li T, Yu M. Coordinating a supply chain when facing strategic consumers. *Decision Sciences*, 2017, 48(2): 336–355.
- [4] Aviv Y, Pazgal A. Optimal pricing of seasonal products in the presence of forward-looking consumers. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2008, 10(3): 339–359.
- [5] Wang Y, Niu B, Guo P. The comparison of two vertical outsourcing structures under push and pull contracts. *Production and Operations Management*, 2014, 23(4): 610–625.
- [6] 环球网. 丰田致力于降低生产成本重点投资新技术研发. <http://auto.huanqiu.com/globalnews/2017-11/11372017.html?agt=46>. 2017-11-13.
Huanqiu.com. Toyota is committed to reducing production costs, focusing on investment in new technology research and development. <http://auto.huanqiu.com/globalnews/2017-11/11372017.html?agt=46>. 2017-11-13. (in Chinese)
- [7] Ha A Y, Tian Q, Tong S. Information sharing in competing supply chains with production cost reduction. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2017, 19(2): 246–262.
- [8] Gilbert S M, Cvsa V. Strategic commitment to price to stimulate downstream innovation in a supply chain. *European Journal of Operational Research*, 2003, 150(3): 617–639.
- [9] Sin B. 2013 PS Vita price cut results in sales quadrupling. *SlashGear* (March 5, 2015), <http://www.slashgear.com/ps-vita-price-cutresults-in-sales-quadrupling-05272698/>.
- [10] Papanastasiou Y, Savva N. Dynamic pricing in the presence of social learning and strategic consumers. *Management Science*, 2017, 63(4): 919–939.
- [11] Liu Q, Zhang D. Dynamic pricing competition with strategic customers under vertical product differentiation. *Management Science*, 2013, 59(1): 84–101.
- [12] 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. *管理科学学报*, 2009, 12(5): 18–26.
Liu X F, Huang P. Optimal dynamic pricing and inventory policy under strategic customers. *Journal of Management Sciences In China*, 2009, 12(5): 18–26. (in Chinese)
- [13] 毕功兵, 王怡璇, 丁晶晶. 存在替代品情况下考虑消费者策略行为的动态定价. *系统工程学报*, 2013, 28(1): 47–54.
Bi G B, Wang Y X, Ding J J. Dynamic pricing based on substitutes and strategic consumers. *Journal of Systems Engineering*, 2013, 28(1): 47–54. (in Chinese)
- [14] 陈 雯, 徐贤浩, 彭红霞. 基于策略消费者行为的限量与价格承诺. *系统工程学报*, 2013, 28(3): 307–315.
Chen W, Xu X H, Peng H X. Rationing and pricing commitment in the presence of strategic customers. *Journal of Systems Engineering*, 2013, 28(3): 307–315. (in Chinese)
- [15] 李星北, 齐二石. 考虑不同风险偏好的供应链企业创新投资决策模型. *管理学报*, 2014, 11(10): 1514–1519.
Li X B, Qi E S. Innovation investment decision models in supply chain with different risk preferences. *Chinese Journal of Management*, 2014, 11(10): 1514–1519. (in Chinese)
- [16] 田 巍, 张子刚, 刘宁杰. 零售商竞争环境下上游企业创新投入的供应链协调. *系统工程理论与实践*, 2008, 28(1): 64–70.
Tian W, Zhang Z G, Liu N J. Study on supply chain coordination of upstream innovation investment when retailers compete. *System Engineering: Theory and Practice*, 2008, 28(1): 64–70. (in Chinese)
- [17] 陈树桢, 熊中楷, 李根道, 等. 考虑创新补偿的双渠道供应链协调机制研究. *管理工程学报*, 2011, 25(2): 45–52.
Chen S Z, Xiong Z K, Li G D, et al. Coordination mechanisms based on strategic innovative compensation in dual-channel supply chains. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2011, 25(2): 45–52. (in Chinese)
- [18] 付启敏, 刘 伟. 供应链企业间合作创新的联合投资决策: 基于技术不确定性的分析. *管理工程学报*, 2011, 25(3): 172–177.
Fu Q M, Liu W. Joint investment decision making in supply chain under supplier's technology innovation analysis base on technology uncertainty. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2011, 25(3): 172–177. (in Chinese)

- [19] Iida T. Coordination of cooperative cost-reduction efforts in a supply chain partnership. *European Journal of Operational Research*, 2012, 222(2): 180–190.
- [20] 李艳茹, 李向辉, 张巍巍. 基于混合溢出的双寡头 R&D 合作及政府激励. *系统工程学报*, 2016, 31(5): 609–617.
Li Y R, Li X H, Zhang W W. R&D cooperation between duopoly with mixed spillovers and the corresponding government incentives. *Journal of Systems Engineering*, 2016, 31(5): 609–617. (in Chinese)
- [21] Yoon D H. Supplier encroachment and investment spillovers. *Production and Operations Management*, 2016, 25(11): 1839–1854.
- [22] Cachon G P, Feldman P. Price commitments with strategic consumers: Why it can be optimal to discount more frequently . . . than optimal. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2015, 17(3): 399–410.
- [23] Shum S, Tong S, Xiao T. On the impact of uncertain cost reduction when selling to strategic customers. *Management Science*, 2017, 63(3): 843–860.
- [24] Ahmadi R, Irvani F, Mamani H. Supply chain coordination in the presence of gray markets and strategic consumers. *Production and Operations Management*, 2017, 26(2): 252–272.
- [25] 张新鑫, 侯文华, 申成霖. 消费者行为、市场进入威胁与战略性设计架构. *系统工程学报*, 2016, 31(4): 441–450.
Zhang X X, Hou W H, Shen C L. Consumer behavior, market entry threaten and strategic product-design architecture. *Journal of Systems Engineering*, 2016, 31(4): 441–450. (in Chinese)
- [26] Cachon G P, Swinney R. Purchasing, pricing, and quick response in the presence of strategic consumers. *Management Science*, 2009, 55(3): 497–511.
- [27] Cachon G P, Swinney R. The value of fast fashion: Quick response, enhanced design, and strategic consumer behavior. *Management science*, 2011, 57(4): 778–795.
- [28] Muth J F. Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1961: 315–335.

作者简介:

许明辉 (1975—), 男, 河南平顶山人, 博士, 教授, 研究方向: 物流与供应链管理, 运营管理, 库存控制与定价决策, Email: mhxu@whu.edu.cn;

孙康泰 (1992—), 男, 安徽宿州人, 博士生, 研究方向: 运营与供应链管理, Email: sunkangtai@whu.edu.cn.