

# 易逝性高科技产品收益管理定价策略<sup>①</sup>

官振中, 史本山

(西南交通大学经济管理学院, 成都 610031)

**摘要:** 高科技产品作为一种典型的易逝性商品, 其定价对于零售商的利润有着举足轻重的影响. 基于收益管理思想, 以获得最大期望利润为目标, 考虑缺货时消费者的替代行为, 建立了随机需求环境下基于多项 logit 顾客选择模型和服务水平的易逝性高科技产品收益管理定价策略模型. 对建立的模型用单阶段算例进行了模拟分析, 并讨论了不同顾客到达率、不同初始库存、产品对于消费者的不同影响度下的最优策略, 得出了一系列比较有意义的性质和管理原则.

**关键词:** 收益管理; 易逝性商品; 定价策略; 顾客选择模型; 高科技产品;

**中图分类号:** F275      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2008)05-0102-08

## 0 引言

在日益激烈的市场竞争中, 提供多样化富有竞争力的产品对于高科技厂商成功与否具有关键性的影响力, 高新技术产品更新速度加快导致市场中存在同一类型的多种产品, 零售商在难以精确预测市场需求及随时有新产品进入市场的情形下, 将无可避免面对多种产品共存的处境. 顾客满意是企业成功和更具有竞争力的一项重要因素, 产品多样化是衡量和提高顾客满意的关键指标, 但与此同时, 产品多样化更容易造成产品的过剩或不足, 调查发现: 当消费者面临缺货时, 只有 12%~18% 的消费者放弃当次的购买行为而不再去选择其它替代产品, 大多数消费者将转而选择其他可以替代的产品<sup>[1]</sup>. 因而, 产品多样化较单一产品让消费者缺货时有了选择的机会, 使原本可能流失的潜在顾客因为选择了其它替代产品而保留住, 由此, 加强可替代的多样化的易逝性高科技产品定价研究对于提高零售商的利润和顾客满意度都具有重要的理论意义和实践价值.

易逝性产品<sup>[2,3]</sup> (perishable commodity), 又称

季节性产品或短生命周期产品, 如: 报纸杂志、食品和时装等. 随着科技的进步、市场激烈的竞争, 产品生命周期的缩短, 更新换代速度的加快, 越来越多的产品(如: 电子产品、个人计算机和信息产品等) 具有易逝品的特征. 所谓易逝性高新技术产品, 是指由于技术的不断进步而导致的产品价值随着时间的流逝而快速消逝的产品, 如手机, 电脑配件等. 跟传统的易逝性产品存在的固有的易逝性特点不同, 高科技产品由于消费者的需求越来越细分化及技术的发展等因素的共同作用, 不断有新的产品进入淘汰老产品, 使得产品在市场上的供应时间缩短, 从而表现出易逝性的特征, 即易逝性高科技产品是伴随功能更新的. 时效性强、需求波动大的特征使得超过销售期(生命周期)的易逝高科技品的剩余价值将会丧失或变得很低. 收益管理<sup>[4]</sup> 是近二十年来出现的解决易逝性产品价格及相关问题的得力工具, 它是在不增加成本的情况下, 通过科学的市场需求预测和合理定价使企业现有资源配置最优化. 使用收益管理思想解决易逝性高科技产品的定价是一种解决问题的新思路, 将为企业提高收益、增加利润、缓解

① 收稿日期: 2005-09-28. 修订日期: 2007-11-20.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(70302014; 70472044).

作者简介: 官振中(1975—), 男, 湖北荆门人, 博士, 讲师. Email: zz.guan@263.net

财务困境等提供强有力的支持。

跟本文研究内容相关的文献为多产品的替代关系以及收益管理定价问题：研究多样化产品间的替代关系，已有不少文献对此论述，Goh<sup>[5]</sup>等人以血库为例，研究了两阶段易逝品的库存系统，使用模拟方式，比较新旧存货共存的系统在加严及宽松两种 FIFO 的策略下，探讨了需采取何种方式管理较佳；Zheng<sup>[6]</sup>建立了产品具有可替代情况下多产品多阶段的库存模型，很好地解决了产品的替代原则，还证明了目标函数是凹的和子模的；蔡连桥<sup>[7,8]</sup>等人针对产品具有向下可替代情况下的库存管理问题，假定市场需求是随机且销售价格是由市场决定的，给出了最优订货量应该满足的条件和一些基本性质；Smith 和 Agrawal<sup>[9]</sup>等人探讨了在给定服务水平及资源限制（如：场地空间限制）的情况下，具有相互随机替代关系的不同品牌和款式的相同产品的最优订货策略（包括订货种类和订货量），以获得最大的利润；另一方面，研究单产品收益管理定价策略文献较多，随机需求环境下的研究包括文献[10~13]，与本文研究类似的有替代关系多产品收益管理定价策略研究包括 Constantinos 和 Joern<sup>[14]</sup>等人提出将原来收益管理的决策变量价格矩阵（等价于需求强度矩阵）转化成产品消耗资源的聚集率，即产品间的替代关系由消耗资源比率决定，由聚集率分别求出各个产品的需求强度，根据需求强度和价格的函数关系，进而求出对应的产品价格；Li<sup>[15]</sup>在博士论文中将顾客选择模型引入到收益管理模型中，把顾客分为买和不买并采用动态规划模型得到了特定例子下的最优策略。本文在文献[15]的基础上，不但要考虑顾客买与不买，还要考虑消费者在产品缺货时购买的替代行为，并结合文献[9]库存理论中的产品替代行为，即本文研究替代产品下的顾客选择行为和顾客满意度（服务水平）的多产品收益管理最优定价策略。

### 1 问题描述

研究的问题如图 1 所示，假定在市场上存在两种可替代易逝性高科技产品，本文仅限于讨论同一产品目录下的产品（也称为次目录，subcategory），不讨论产品目录间的替代关系，例如，Intel

向市场提供 PIII, PIV, 赛扬, 迅驰等产品目录，而 PIV 又包括 1G、1.4G、2G 等次产品目录。顾客在两者之间以追求效用最大化为目标，在各替代产品中选择效用最大者<sup>[16]</sup>，选择某个产品的概率定为初始偏好，当面临缺货时，将会转向另一个产品，每种商品的市场需求是随机的独立变量，零售商通过产品的价格影响需求。若零售商设置的价格过高，可以获得较高的单件产品收入，但势必会造成顾客的流失，低购买率下的总收入也不一定最大，但同时若设置的价格过低，固然可以获得顾客的青睐，单件的低获利仍可能降低总的获利水平，为获得最大的利润，零售商面临的问题是：如何制定合适的价格以寻求顾客到达率和单件获利水平的平衡？下面对此进行讨论分析。

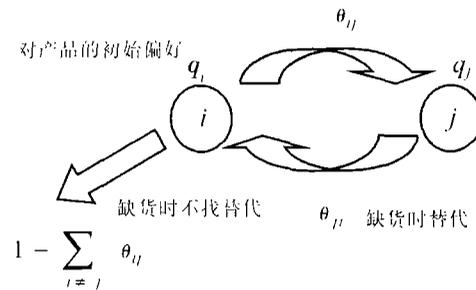


图 1 产品替代关系图

Fig. 1 Commodity substitution relation

为讨论分析的方便，进行如下的符号定义：

在下面的符号中，具有下标  $i$  或  $j, i, j = 1, 2$ ，表示产品 1 和产品 2,  $i \neq j$ 。

- $p_i$  = 单位产品  $i$  的零售价格；
  - $w_i$  = 单位产品  $i$  的购买价格；
  - $C_i$  = 产品  $i$  的初始库存量；
  - $q_i$  = 顾客选择产品  $i$  的概率（不考虑替代）；
  - $Q_i$  = 顾客选择产品  $i$  的概率（考虑替代）；
  - $\delta$  = 顾客实际平均购买率（不考虑替代）；
  - $\delta'$  = 顾客实际平均购买率（考虑替代）；
  - $\alpha, \beta$  = 顾客选择模型参数；
  - $\lambda(t)$  = 不同销售时刻的顾客到达率；
  - $\theta_{ji}$  = 顾客选择产品  $i$  当缺货时由产品  $j$  替代的概率；
  - $D_i$  = 产品  $i$  的随机需求量；
  - $Pr(D_i)$  = 产品  $i$  的需求概率；
  - $\tau_i$  = 产品  $i$  的服务水平；
  - $V$  = 零售商所获得的期望利润；
- 当市场上存在  $N(1, 2, \dots, n)$  个可替代产品，

在考虑个人偏好、各种产品特征与社会经济特征下,顾客将以追求效用最大化为目标,在各替代产品中选择效用最大者. 根据 Mahajan 和 van Ryzin<sup>[16]</sup> 的研究,假设产品  $i$  对于消费者的效用为价格  $p$  的函数;

$$U_i = \alpha_i - \beta p_i + Z_i \quad i = 1, 2, \dots \quad (1)$$

其中,在式(1)中参数  $\alpha$  表示产品的质量、品牌形象、口碑效应等,  $\beta$  表示价格弹性系数,随机变量  $Z$  反映了个体消费者的独特偏好,分布函数为独立且服从同一分布的二重最大指数分布(Gumbel)函数,顾客在两种产品 1 和 2 的价格向量为  $(p_1, p_2)$  时购买一个单位产品  $i$  的概率为

$$q_i(p_1, p_2) = P\{U_i = \max_{j=0,1,2} U_j\} = \frac{e^{\alpha_i - \beta p_i}}{\sum_{j=1}^2 e^{\alpha_j - \beta p_j} + 1} \quad i = 1, 2 \quad (2)$$

定义  $\alpha_0 - \beta p_0 = 0$  表示为放弃购买.

提供多样化的产品虽然从营销观点上能够创造许多比较竞争优势来,但是却可能更容易造成存货过剩,增加处置产品成本的问题. 面对产品多样化的决策,由于决策程序过于复杂,所以一般都会加上一些基本限制,常见的有总库存量限制或顾客服务水平限制等等,而在许多产品零售业的销售系统中,也都会以服务水平作为控制变量. 本文将在研究产品替代关系时,以服务水平作为依据,对于服务水平下的消费者选择替代性产品行为时,作以下假设.

**假设:**当消费者面临缺货时,只有一次替代选择,假如替代的产品仍然缺货,则没有第二次替代选择,消费行为终止,消费者放弃购买.

利用文献[9]在该假设下考虑替代和不考虑替代顾客选择产品  $i$  的概率关系可用下式来表示:

$$Q_i = q_i + \sum_{j \neq i} q_j (1 - r_j) \theta_{ji} \quad \sum_{j \neq i} \theta_{ji} \leq 1 \quad (3)$$

$$V_k(C_1, C_2, p_1, p_2) = \max \sum_{j_1=0}^{\infty} \sum_{j_2=0}^{\infty} \{ [p_1 \cdot \min(C_1, j_1) + p_2 \cdot \min(C_2, j_2)] \} \Pr(D(p_1) = j_1) \cdot \Pr(D(p_2) = j_2) \\ = \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{C_2} (p_1 \cdot j_1 + p_2 \cdot j_2) \Pr^{j_1} \cdot \Pr^{j_2} + \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{\infty} (p_1 \cdot j_1 + p_2 \cdot C_2) \Pr^{j_1} \cdot \Pr^{j_2} +$$

## 2 建立模型

当不考虑产品的替代行为时,对产品  $i$  的实际平均需求率为

$$\delta_i(p_i) = \int_0^T q_i \lambda(t) dt = \int_0^T \frac{e^{\alpha_i - \beta p_i}}{\sum_{k=0}^2 e^{\alpha_k - \beta p_k}} \lambda(t) dt = \frac{e^{\alpha_i - \beta p_i}}{\sum_{k=0}^2 e^{\alpha_k - \beta p_k}} \cdot \lambda(t) \cdot T \quad (4)$$

而在考虑产品发生替代行为后,对产品  $i$  的实际平均需求率变为

$$\delta'_i(p_i) = \int_0^T Q_i \lambda(t) dt = \int_0^T [q_i + \sum_{j \neq i} q_j (1 - r_j) \theta_{ji}] \lambda(t) dt \quad \sum_{j \neq i} \theta_{ji} \leq 1 \quad (5)$$

假定顾客到达过程服从泊松过程,那么对于产品  $i$  在价格为  $p_i$  时其随机需求  $j$  的概率分布为

$$\Pr\{D(p_i) = j\} = \frac{[m_i(p_i)]^j e^{-m_i(p_i)}}{j!} \quad (6)$$

零售商在第  $k$  阶段出售两个产品期望利润表达式

$$V_k(C_1, C_2, p_1^{k+1}, p_2^{k+1}) = \max \sum_{j_1=0}^{\infty} \sum_{j_2=0}^{\infty} \{ [p_1 \cdot \min(C_1, j_1) + p_2 \cdot \min(C_2, j_2)] + V_{k-1}(C_1 - \min(C_1, j_1), C_2 - \min(C_2, j_2), p_1, p_2) \} \Pr(D(p_1) = j_1) \cdot \Pr(D(p_2) = j_2) - (w_1 \cdot C_1 + w_2 \cdot C_2) \quad (7)$$

式(7)由三个部分构成,第1部分表示产品出售的收入,第2部分表示在第  $k$  阶段未售出的产品在第  $k+1$  阶段出售的利润,第3部分表示购买产品的成本,假定产品间除了替代之外没有别的内在关系.

下面考虑替代下两个产品单阶段过程,即零售商在销售期初制定一个价格策略,那么,两产品期望利润表达式(8)变为

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j_1}^{\infty} \sum_{j_2}^{C_2} (p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot j_2) Pr^{j_1} \cdot Pr^{j_2} + \sum_{j_1}^{\infty} \sum_{j_2}^{\infty} (p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot C_2) Pr^{j_1} \cdot Pr^{j_2} - (w_1 \cdot C_1 + w_2 \cdot C_2) \\
 = & \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{C_2} (p_1 \cdot j_1 + p_2 \cdot j_2) Pr^{j_1} \cdot Pr^{j_2} + \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{C_2} (p_1 \cdot j_1 + p_2 \cdot C_2) Pr^{j_1} \cdot (1 - Pr^{j_2}) + \\
 & \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{C_2} (p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot j_2) (1 - Pr^{j_1}) \cdot Pr^{j_2} + \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{C_2} (p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot C_2) (1 - Pr^{j_1}) \cdot (1 - Pr^{j_2}) \\
 = & \sum_{j_1}^{C_1} \sum_{j_2}^{C_2} [p_1 \cdot (j_1 - C_1) Pr^{j_1} + p_2 \cdot (j_2 - C_2) Pr^{j_2}] + p_1 \cdot C_1 + p_2 \cdot C_2 - (w_1 \cdot C_1 + w_2 \cdot C_2) \tag{8}
 \end{aligned}$$

### 3 数值模拟结果

考虑到式(8)实际运算的复杂性,本文借用 Mathematic 5.0 软件作为数值模拟分析的工具.

#### 3.1 不同顾客到达率比较

假定销售期为  $T = 30$  天,顾客选择模型参数为  $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 2, \beta = 0.01$ ; (产品 2 为稍好的产品)

服务水平参数分别为  $r_1 = 0.95, r_2 = 0.8$ ; 替代概率分别为  $\theta_{12} = 0.1, \theta_{21} = 0.3$ ; 初始库存分别为  $C_1 = 30, C_2 = 30$ ; 产品购买成本为  $w_1 = 1.5, w_2 = 2$  为固定值,考察顾客到达率分别为  $\lambda = 3, 3.75, 4.5, 5.25, 6, 6.75$  时零售商最优期望利润和最优期初定价,模拟结果见图 2、图 3 和图 4 所示(●表示未替代,◆表示替代,下同).

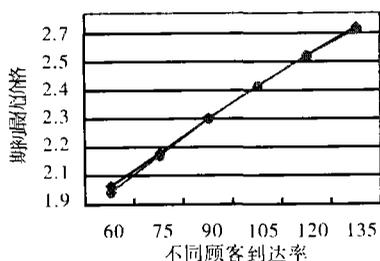


图2 不同顾客到达率下产品1期初最优价格  
Fig.2 Optimal pricing of commodity 1 under different customer arriving rate

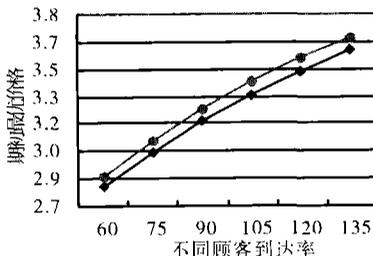


图3 不同顾客到达率下产品2期初最优价格  
Fig.3 Optimal pricing of commodity 2 under different customer arriving rate

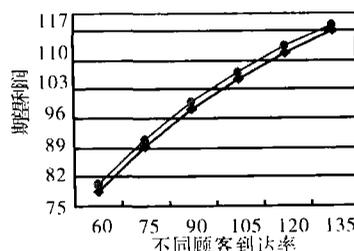


图4 不同顾客到达率下最优期望利润  
Fig.4 Optimal expected profit under different customer arriving rate

从图 2、图 3 和图 4 可以看出,顾客到达率对零售商的期初最优定价和最大期望利润有如下影响:

(1) 从图 2 和图 3 可以看出,顾客到达率越高,零售商在期初把价格定的越高;相反,在顾客到达率偏低的情况下,零售商为了把潜在顾客变成实际购买者,会把价格相应定低;而且顾客到达率对于两种产品的影响是同向的,这样零售商只需观察顾客到达的趋势考虑是提价还是降价不需考虑是哪一种产品.

(2) 从图 4 可以看出,在有替代情况下的利润要高于没有替代情形,说明提供多样化的产品是有利的;同时可以看出随着顾客到达率的提高,零售商的期望利润也会相应增大,但其利润增长

速度会减缓,说明单个产品创造的利润在相应下降,即边际收益在递减.

(3) 从图 2 和图 3 可以看出,对于产品 1,未替代情况下的价格要高于替代情况下,但随着顾客到达率的增大,这种区别在减小.这是由于相比较产品 2 而言,产品 1 属于差的产品,当产品 2 替代产品 1 时,顾客会转向产品 1,只是当顾客到达人数较多时,这种替代有减弱趋势,所以图 2 曲线右端有重合趋势;从图 3 可以看出产品 2 刚好跟产品 1 相反,有替代情况下价格更高,说明具有产品的相对优势可以适当的提高价格,增加厂商的利润.

#### 3.2 不同初始库存比较

假定顾客到达率  $\lambda = 4.5$ ,销售期为  $T = 30$

天, 顾客选择模型参数为  $\alpha_1 = 1, \alpha_2 = 2, \beta = 0.01$ ; 服务水平参数分别为  $r_1 = 0.95, r_2 = 0.8$ ; 替代概率分别为  $\theta_{12} = 0.1, \theta_{21} = 0.3$ ; 产品购买成本为  $w_1 = 1.5, w_2 = 2$  为固定值, 考察期初库存组

合分别为  $C_1 = 10, C_2 = 1, C_1 = 15, C_2 = 15, C_1 = 20, C_2 = 20, C_1 = 25, C_2 = 25, C_1 = 30, C_2 = 30$  和  $C_1 = 35, C_2 = 35$  时零售商最优期望利润和最优期初定价, 其模拟结果分别见图5、图6和图7所示。

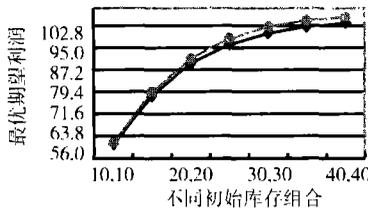


图5 不同初始库存组合下最优期望利润  
Fig. 5 Optimal expected profit of different initial inventory combination

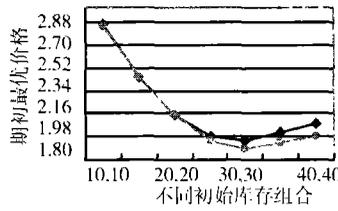


图6 不同初始库存组合下产品1期初最优价格  
Fig. 6 Optimal commodity 1 pricing of different initial inventory combination

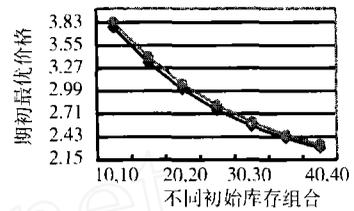


图7 不同初始库存组合下产品2期初最优价格  
Fig. 7 Optimal commodity 2 pricing of different initial inventory combination

从图5、图6和图7可以看出, 库存量对零售商的期初最优定价和最优期望利润有如下影响:

(1) 从图5可以看出, 随着初始库存增加, 期望利润也在增加, 但增幅明显减缓. 说明单个产品贡献的平均利润在减少, 即边际利润在减少, 而且从图的右半段可以看到, 未替代情形下这种减缓趋势更明显; 在相同初始库存下, 产品替代时的利润要高于未替代的利润, 这从另外一个侧面也验证了提供多样化替代性产品的好处。

(2) 从图6和图7可以看出, 零售商库存越多, 最优定价越低. 很明显, 由于害怕在固定的销售时段内无法销售完具有易逝性特点的高科技产品而导致潜在利润的流失, 零售商不得不用较低的价格吸引顾客来售出较多的产品; 反之, 当零售商拥

有较少库存, 可以找到保留价格较高的顾客, 以获得较高利润。

(3) 从图6可以看出, 当初始库存组合增加到(35,35)时, 产品1价格先下降然后上升, 可能的原因在于零售商由于拥有很多的产品2, 能够满足顾客的需求, 从式(2)可知, 用户选择产品1的概率跟价格是成反比关系的, 产品1价格的上升可能使得顾客购买行为转向产品2。

假定零售商受自身条件约束只能存储一定总量库存的产品, 讨论当两种产品数量比例不同时, 对于最优期望利润和最优期初定价的影响, 假定期初库存总量为20, 则模拟结果分别见图8、图9和图10所示。

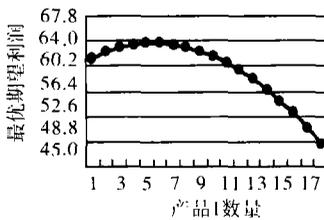


图8 固定库存总量下最优期望利润  
Fig. 8 Optimal expected profit of fixed inventory

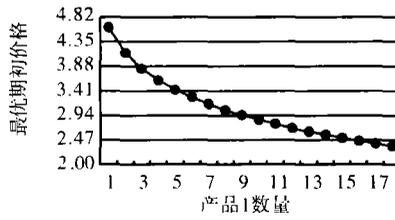


图9 固定库存总量下产品1最优期初定价  
Fig. 9 Optimal commodity 1 pricing of fixed inventory

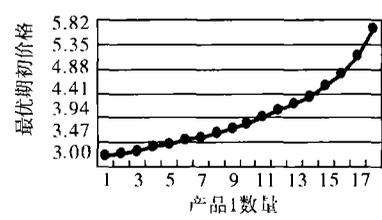


图10 固定库存总量下产品2最优期初定价  
Fig. 10 Optimal commodity 2 pricing of fixed inventory

从图8、图9和图10可以看出, 不同初始库存组合对零售商的期初最优定价和最大期望利润有如下影响:

(1) 随着产品1在库存数量中所占比例变大 ( $C_1 = 1 \rightarrow C_1 = 19$ ), 最优期望利润先是上升然后

下降, 这是因为消费者对于产品2的偏好程度高, 拥有较多数量的产品2将会带来更多的利润, 但并不是完全进货产品2, 毕竟还是有部分消费者愿意购买产品1, 最高值出现在产品1和产品2比例为5/15时, 由此可见, 对于零售商而言, 决策最

佳的两种产品数量比非常重要,这个结论跟文献[9]也是相符的。

(2) 随着产品1在库存数量中所占比例变大,产品1的价格是反向变化的,即价格在不断下降,而产品2呈同向变化的,即价格不断上升,很显然,当零售商察觉产品1过多时,考虑到产品2将给顾客带来更大的效用,零售商会用降价的手段来刺激顾客购买,以避免产品1在进入其生命周期衰退期时还没有销售出去而形成积压,若考虑到替代效应,会有因产品1缺货时而对产品2的需求的漂移,提高产品2的价格,将获得更高的

收益。

### 3.3 产品对于消费者的不同影响度比较

假定顾客到达率  $\lambda = 4.5$ , 销售期为  $T = 30$  天, 顾客选择模型参数为  $\alpha_1 = 1, \beta = 0.01$ ; 服务水平参数分别为  $r_1 = 0.95, r_2 = 0.8$ ; 替代概率分别为  $\theta_{12} = 0.1, \theta_{21} = 0.3$ ; 期初库存分别为  $C_1 = 30, C_2 = 30$ ; 产品购买成本为  $w_1 = 1.5, w_2 = 2$  为固定值, 考察产品2在消费者心目中影响度从  $\alpha_2 = 2$  到  $\alpha_2 = 8$  时零售商最优期望利润和最优期初定价, 其模拟结果分别见图11、图12和图13。

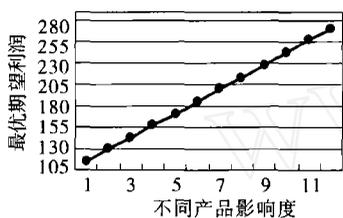


图11 不同产品影响度下最优期望利润

Fig. 11 Optimal expected profit of different commodity effect

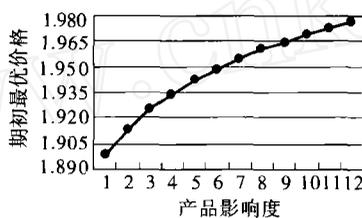


图12 不同产品影响度下产品1最优期初价格

Fig. 12 Optimal commodity 1 pricing of different commodity effect

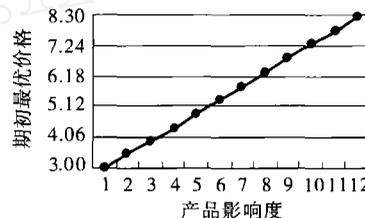


图13 不同产品影响度下产品2最优期初价格

Fig. 13 Optimal commodity 2 pricing of different commodity effect

从图11、图12和图13可以看出,产品对于顾客不同的影响度对零售商的期初最优定价和最大期望利润有如下影响:

(1) 随着产品2对于顾客的影响度增加,最优期望利润也在逐步增加,从图11可以看出,这种变化基本上是种线性关系,因此提高产品在顾客心目中的认同度大有益处,但需要决策的是提高影响度所需的成本和增加的收益的差额,考虑到边际效用递减的规律,多售的单位产品利润在减少,而提高相同的产品影响度所花的成本肯定要增加。

(2) 从图13可以看出,随着产品2的影响度增加,产品2的价格也在同步增加,基本也是线性关系,而从图12可以看出,虽然产品1的价格也在同步增大,但趋势明显减缓,说明由于顾客觉察到产品2能给自己提供更大的效用,将会选择产品2,其中就包括了从产品1转向过来的顾客。

## 4 结 论

本文阐述了提供多样化产品在能够提高顾客

满意度的同时,也会造成零售商存货过多或缺货的弊端,由此通过合适的协调定价策略来销售具有易逝性的高科技产品,建立了替代下基于顾客选择模型和服务水平两产品收益管理定价模型,并对该模型进行了推导,考虑到求解的困难性,用数学软件对模型进行了模拟,得出了一些有意义的结论:

(1) 零售商提供多样化的有替代性的产品时,可以增加利润;

(2) 两产品间的数量比例合适时,零售商可以获得期望利润极大值;

(3) 提高产品的性能质量品牌效应等增加顾客的偏好度可以提高零售商的利润;未来可以在本研究的基础上,可以在以下领域做进一步研究:

(I) 由于计算的复杂性和求解的困难,本文仅考虑了单阶段,而在实际市场中,零售商要面临的是多阶段决策,考虑多阶段的协调定价将更具有现实指导意义,另外在考虑多阶段时,顾客的替代行为就不仅仅只发生一次,多次替代行为下的顾客选择的研究将更有价值;

(II) 本文仅从零售商自己出发,考虑产品间

的影响,而市场上存在多个零售商,而且对于同一类型产品,有可能有多个制造商,即要考虑竞争的因素,这也是当今收益管理研究的一个热点和难点。

### 参考文献:

- [1] Food Marketing Institute. Variety or Duplication: A Process to Know Where You Stand[R]. The Research Department, Food Marketing Institute, Washington DC, 1993.
- [2] Nahmias S. Perishable inventory theory: A review[J]. *Operations Research*, 1978, 30(4): 680—708.
- [3] Raafat F, Wolfe P M, Eldin H K. An inventory model for deteriorating item[J]. *Computers and Industrial Engineering*, 1991, 20(1): 89—94.
- [4] Weatherford L R A, Bodily S. A taxonomy and research overview of perishable-asset revenue management: Yield management, overbooking, and pricing[J]. *Operations Research*, 1992, 40(5): 831—844.
- [5] Goh C H, Greenberg B S, Matsuo H. Two-stage perishable inventory models[J]. *Management Science*, 1993, 39(5): 633—649.
- [6] Zheng S. Multiproduct Multiperiod Inventory Models with Substitution[R]. Hong Kong University of Science and Technology, 1999.
- [7] 蔡连侨, 陈 剑, 严厚民. 可替代产品的库存模型研究(I): 最优订货量[J]. *系统工程理论与实践*, 2003, 23(6): 63—68.  
Cai Lian-qiao, Chen Jian, Yan Hou-min. The study on the inventory model with substitution(I): Optimization solution[J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2003, 23(6): 63—68. (in Chinese)
- [8] 蔡连侨, 陈 剑, 严厚民. 可替代产品的库存模型研究(II): 基本性质[J]. *系统工程理论与实践*, 2003, 23(8): 59—68, 99.  
Cai Lian-qiao, Chen Jian, Yan Hou-min. The study on the inventory model with substitution(II): Properties[J]. *Systems Engineering Theory & Practice*, 2003, 23(8): 59—66, 99. (in Chinese)
- [9] Smith S A, N Agrawal. Management of multi-item retail inventory systems with demand substitution[J]. *Operation Research*, 2000, 48(1): 50—64.
- [10] Feng Y Y, Xiao B C. A continuous-time yield management model with multiple price and reversible price changes[J]. *Management Science*, 2000, 46(5): 644—657.
- [11] Gallego G, Ryzin van G. Optimal dynamic pricing of inventories with stochastic demand over finite horizons[J]. *Management Science*, 1994, 40(8): 999—1018.
- [12] 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): 66—71.  
Liu De-wen, Xiao Bai-chun, Lu Ruo-yu. Revenue management of perishable hi-tech product in declining period[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2003, (6): 66—71. (in Chinese)
- [13] Zhao W, Zheng Y S. Optimal dynamic pricing for perishable assets with nonhomogeneous demand[J]. *Management Science*, 2000, 46(3): 375—388.
- [14] Maglaras C, Meissner J. Dynamic pricing strategies for multi-product revenue management problems. Working Paper, Graduate School of Business, Columbia University, 2003. 1—22.
- [15] Li F. Optimal Dynamic Pricing for Two Perishable and Substitutable Products[D]. Blacksburg: Virginia Polytechnic Institute and State University, 2003. 1—66.
- [16] Mahajan S, van Ryzin G. Retail inventories and consumer choice[A]. In *Quantitative Models for Supply Chain Management* [M]. Boston: Kluwer Academic Publishing, 1999. 491—551.

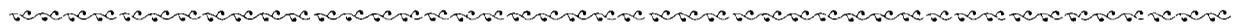
## Optimal pricing policy for high technology perishable commodity with revenue management

GUAN Zhen-zhong, SHI Ben-shan

School of Economics and Management, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, China

**Abstract:** The pricing of the high-tech products, which are the typical perishable ones, is a decisive effect on the profit of the retailers'. After considering customer's substitutable behavior under out of inventory, in order to gain maximum expected profit, the retailer's pricing policy for two perishable commodities are discussed with stochastic demand based on multi-logit consumer choice model and service level with revenue management. The model which applies single stage are numerically analyzed. Optimal policy with different customer arriving rate, initial inventory and different effect degree to customer are discussed, and a series of characters and principles are drawn.

**Key words:** revenue management; perishable commodity; pricing policy; consumer choice model; high technology product



(上接第52页)

s. t.  $-x + 2y - 3 \leq 0, -y \leq 0$

7. 测试函数 T11<sup>[2]</sup>

$$\min_x F(x, y) = (x - 5)^2 + (2y + 1)^2$$

s. t.  $-x \leq 0$

$$\min_x f(x, y) = (x - 1)^2 - 1.5xy + x^3$$

s. t.  $-3x + y + 3 \leq 0, x - 0.5y - 4 \leq 0$

$$x + y - 7 \leq 0, -y \leq 0$$

8. 测试函数 T12<sup>[2]</sup>

$$\min_x F(x, y) = (x - 5)^4 + (2y + 1)^4$$

s. t.  $x + y - 4 \leq 0, -x \leq 0$

$$\min_y f(x, y) = e^{-x+y} + x^2 + 2xy + y^2 + 2x + 6y$$

s. t.  $-x + y - 2 \leq 0, -y \leq 0$

9. 测试函数 T13<sup>[2]</sup>

$$\min_x F(x, y) = (x_1 - y_2)^4 + (y_1 - 1)^2 + (y_1 - y_2)^2$$

s. t.  $-x_1 \leq 0$

$$\min_y f(x, y) = 2x_1 + e^{y_1} + y_1^2 + 4y_1 + 2y_2^2 - 6y_2$$

s. t.  $6x_1 + 2y_1^2 + e^{y_2} - 15 \leq 0, -y_1 \leq 0, y_1 - 4 \leq 0$

$$5x_1 + y_1^4 - y_2 - 25 \leq 0, -y_2 \leq 0, y_2 - 2 \leq 0$$