

考虑估值不确定和搜索成本的预售决策研究

翟 硕¹, 华国伟¹, 郑大昭², 张菊亮¹

(1. 北京交通大学 经济管理学院, 北京 100044; 2. 香港理工大学 物流及航运学系, 香港 999077)

摘要 研究了预售环境下, 存在消费者估值不确定和消费者搜索成本时, 销售商的最优定价和配给决策. 建立一个两阶段模型, 考虑一个销售商出售单一新产品给若干具有战略行为的消费者, 消费者根据自身效用最大化原则选择最佳购买时机, 销售商则考虑消费者的战略行为, 决策最优的两期价格和预售期配给量. 研究结果表明, 预售期的配给量取决于单位产品的采购成本. 当且仅当单位产品的采购成本介于特定范围内时, 销售商应采用预售策略, 此时折扣预售策略总是销售商的最佳选择. 否则销售商应采用正常销售策略. 研究还表明, 当消费者的风险成本系数较低时, 消费者的搜索成本越高, 销售商的预售价格和总利润越低. 否则, 消费者的搜索成本越高, 销售商的预售价格和总利润越高.

关键词 预售; 估值不确定; 搜索成本; 战略消费者

Advance selling considering consumer valuation uncertainty and seeking cost

ZHAI Shuo¹, HUA Guowei¹, CHENG T E C², ZHANG Juliang¹

(1. School of Economics and Management, Beijing Jiaotong University, Beijing 100044, China; 2. Department of Logistics and Maritime Studies, The Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong 999077, China)

Abstract We explore the optimal advance selling strategy considering consumer valuation uncertainty and seeking cost. We build a two-period model and consider a seller that sells a single product to strategic consumers, who make purchasing decisions to maximize their consumer utility. The seller needs to set the prices in both selling periods and the capacity level for the advance period. We show that the capacity level for the advance period depends on the cost of unit product. Specifically, when the cost of unit product exceeds a specific threshold, the seller should always adopt the advance selling strategy. In this case, the discount advance selling strategy is optimal. Otherwise, the regular selling strategy is the best choice for the seller. In addition, we find that when the risk cost index is relatively low, a higher consumer seeking cost leads to lower advance selling price and total profit. Otherwise, the higher the seeking cost is, the higher is the advance selling price and the larger are the total profits.

Keywords advance selling; valuation uncertainty; seeking cost; strategic customer

收稿日期: 2015-12-10

作者简介: 翟硕 (1990-), 女, 山东济南人, 硕士研究生, 研究方向: 供应链管理; 华国伟 (1974-), 男, 山东临沂人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 供应链与物流管理, 设施选址, 运作管理; 郑大昭 (1957-), 男, 香港人, 教授, 博士, 研究方向: 生产与运营管理, 工业工程; 张菊亮 (1968-), 男, 湖南永州人, 教授, 博士, 研究方向: 供应链协调与合作, 信息共享机制设计, 物流网络规划与设计.

基金项目: 国家自然科学基金重大项目 (71390334); 中央高校基本科研业务费 (2015jbwy011); 北京市哲学社会科学项目 (13JGB042)

Foundation item: Major Program of the National Natural Science Foundation of China (71390334); the Fundamental Research Funds for the Central Universities (2015jbwy011); Philosophy and Social Sciences Project of Beijing (13JGB042)

中文引用格式: 翟硕, 华国伟, 郑大昭, 等. 考虑估值不确定和搜索成本的预售决策研究 [J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(12): 3059-3068.

英文引用格式: Zhai S, Hua G W, Cheng T E C, et al. Advance selling considering consumer valuation uncertainty and seeking cost[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2016, 36(12): 3059-3068.

0 引言

近几年来, 预售 (advance selling, AS) 作为一种新型的营销方式, 在服务业和零售业得到广泛应用. 许多航空公司和旅游网站允许消费者提前预订特定时期的飞机票和酒店. 包括苹果、三星、小米等公司在内的许多高科技企业均针对部分新产品采用预售的方式进行多期销售. 现实中销售商采用的预售方式很多, 当我们浏览淘宝、京东等网站的服装专区时, 会经常发现部分服装标有诸如“限时打折预售”的标语. 此时, 消费者预订产品会享受到正常价格购买享受不到的折扣, 这种预售价格低于正常销售价格的预售策略被称为折扣预售策略 (discount advance selling strategy, DAS), 上述预售策略在新产品销售时应用尤其广泛. 从销售商的角度出发, 预售可以帮助销售商掌握消费者喜好, 避免盲目生产, 同时帮助销售商提前获得销售资金、降低库存风险. 而对于消费者而言, 他们通常可以享受折扣价格, 在第一时间拥有产品的使用权并有效避免正常销售期可能存在的缺货风险.

现实生活中, 面对商家开展的层出不穷的销售活动 (如: 预售、概率销售、捆绑销售等), 消费者变得越来越理性. 他们不再冲动的做出购买决策, 也不会轻易相信商家的各种促销活动, 相反的, 他们开始预测商家的定价策略从而决定最佳购买时机来最大化自己的收益. 这类消费者就是典型的战略消费者, 他们决策的行为就是战略消费者行为. Aviv 和 Pazgal^[1] 的研究表明: 如果销售商忽视战略消费者的行为, 将会造成 20% 的利润损失. 基于此, 战略消费者行为是商家在做出销售决策时必须考虑的问题.

由于消费者的购买行为受很多因素的影响, 所以消费者对产品估值的不确定性在预售中普遍存在^[2-6]. 例如, 消费者对演唱会或体育赛事的估值取决于消费者当天的心情、健康状况以及天气等因素; 对飞机票或者火车票的估值取决于消费者当天的日程安排或者突发事件. 此外, 在预售期, 由于缺乏产品体验或者产品评论, 消费者往往无法准确估计新产品的价值. 以坚果手机为例, 作为横空出世的新产品, 消费者仅凭新品发布会很难对手机价值进行准确估计. 而这种估值的不确定性等到正常销售期可以转化为确定. 此时, 消费者可以在专卖店看到产品的外观, 通过试用了解产品的功能, 同时通过已经购买的消费者的口碑对产品价值做出判断. 消费者估值不确定的存在往往导致消费者的等待行为.

对大部分新产品而言, 消费者决定是否预订时往往要支付一定的搜索成本^[7]. 以坚果手机为例, 作为锤子科技新上市的一款千元手机, 之前并不存在同系列产品, 这种情形下消费者若想要做出预订决策, 往往不得通过参加新品发布会 (发布会门票价格从 120 元到 400 元不等) 等方式获得手机的相关信息. 在搜寻信息的过程中发生的发布会门票、交通费用、时间成本等均被视作消费者的搜索成本. 此时, 消费者预订可以享受正常销售期无法享受的折扣价格, 而估值不确定性和搜索成本的存在, 通常会使得消费者做出延迟购买的决策. 对销售商来说, 考虑消费者估值的不确定性和搜索成本, 做出恰当的定价和配给决策是一个值得关注的问题.

基于上述分析, 本文同时考虑消费者战略行为、消费者估值不确定性和搜索成本, 研究如下问题: 销售商在什么情形下应该采用预售策略? 若提供预售, 销售商应如何设置两阶段的产品价格以及预售期的配给量? 消费者的搜索成本如何影响销售商的定价及利润?

1 文献综述

与本文相关的文献主要包括预售情形下的消费者估值不确定性和搜索成本两类研究.

其中一类文献主要关注消费者估值. 其中 Möller 和 Watanabe^[8] 以及 Li 和 Zhang^[9] 考虑了确定的消费者估值. 而 Xie 和 Shugan^[2], Zhao 和 Stecke^[3], Nasiry 和 Popescu^[4], Lim 和 Tang^[5], Zeng^[10] 以及 Yu 等^[6] 均假定消费者估值是不确定的. 具体来讲, Zhao 和 Stecke^[3] 研究了动态定价策略下, 包括适度折扣预售策略和深度折扣预售策略在内的折扣预售 (DAS) 策略对销售商利润的影响, 给出了最优的预售价格和正常销售期库存量. 研究结果表明销售商选择何种策略主要与消费者估值和单位产品的边际利润有关, 具体来讲, 当消费者估值低于估值的上界时, 销售商应当采用适度折扣预售策略, 否则深度折扣预售策略是销售商的最佳选择. Nasiry 和 Popescu^[4] 研究了价格承诺策略下, 消费者后悔对消费者和零售商决策的影响. 他们给出了最优的预售价格和正常销售价格, 以及预售策略的适用条件. Lim 和 Tang^[5] 假设市场上存在一个零售商和若干个近视消费者、战略消费者和投机消费者, 分析了动态定价策略下两期的最优价格. 研究结果表明在消费者估值下降的市场中, 溢价预售 (premium advance selling, PAS) 策略是销售商的最优选择, 否则销售商应该选择正常价格预售 (regular advance selling, RAS) 策略. Yu 等^[6] 研究了动态定价策略下, 消费者估值差

异性和配给对销售商最优预售策略的影响. 他们给出了两阶段最优价格和预售阶段的配给水平, 得出如下结论: 在消费者估值差异较大且消费者数量较多的市场中, 销售商应采用折扣预售 (DAS) 策略; 在消费者估值差异很小的市场中, 销售商应采用溢价预售 (PAS) 策略. 本文与 Yu 等^[6] 的主要区别在于考虑了消费者的搜索成本.

Su 和 Zhang^[7] 的研究考虑了消费者的搜索成本, 研究了不提供预售即正常销售 (regular selling, RS) 策略下外部承诺和可获得性保证对销售商利润的影响. 研究结果表明当消费者搜索成本超过临界值时, 销售商获利. 此外, 消费者搜索成本和需求不确定性的存在使得可获得性保证策略成为刺激消费者需求的有效工具. 在可获得性保证情形下, 当消费者因为缺货获得的补偿超过消费者的搜索成本时, 即使没有购买意愿的消费者也会以获得补偿为目的继续进行搜索. 本文将研究扩展至预售领域, 探讨消费者搜索成本对最优预售价格和配给量的影响.

国内有关预售的研究也取得了一定的成果, 主要有王勇等^[11]、慕银平等^[12]、李勇建等^[13]、周世平^[14]、王夏阳^[15]、郭鹏等^[16]和周蕾等^[17]等. 其中, 王勇等^[11]在航班存在超订的基础上, 建立了考虑交叉弹性及航班向乘客所提供服务的边际成本的机票预售新模型, 得到了存在超订情况下的一系列对现实具有指导意义的最优机票预售策略. 慕银平等^[12]结合期权采购与预售两种策略, 通过同时优化实物产品和期权的采购数量以及预售折扣来降低市场波动所带来的风险. 研究得出, 企业的期望利润函数是关于实物产品采购量和期权采购量的联合凹函数, 且证明了在销售期需求服从正态分布条件下存在唯一的最优预售折扣. 李勇建等^[13]研究了在产品需求和消费者产品估价不确定的情况下, 报童零售商的预售策略和无缺陷退货问题, 研究结果表明最优的退货策略是部分退款退货策略, 且最优退货价格为产品的残余价值. 周世平^[14]分析了在预售期内带有预订取消现象且预订未取消的旅客随机到达的情况下, 构建数学模型就预售期内服务产品的定价及产品最优超售量问题进行了研究. 郭鹏等^[16]基于顾客偏好排名列表建立了考虑顾客策略行为的非参数离散选择模型. 针对历史预售数据的不完备性, 采用 EM 算法对顾客到达率和非参数离散选择模型的概率质量函数进行联合估计, 并提出了考虑历史顾客策略行为的“初始需求”无约束估计计算方法. 周蕾等^[17]将预售期内旅客的订票行为视为 Poisson 过程, 在对未来预售期内旅客订票数量预测的基础上, 建立考虑旅客订票随机性的航空机票动态超售模型.

相对于已有文献, 本文同时考虑消费者估值不确定和消费者搜索成本, 研究动态定价策略下最优的两期价格和预售期配给量, 给出了预售策略实施的条件. 同时探讨了消费者搜索成本对预售价格和总利润的影响. 表 1 对比了本文与已有相关文献, 说明本文的贡献.

表 1 本文与已有相关文献对比情况

文献	决策变量	定价机制	估值不确定	搜索成本	预售策略
Su 和 Zhang ^[7]	第一阶段价格 p_1 两阶段总订货量 q	动态定价	×	✓	RS
Zhao 和 Stecke ^[3]	第一阶段价格 p_1 正常销售期订货量 Q	动态定价	✓	×	DAS
Li 和 Zhang ^[9]	第一阶段价格 p_1 正常销售期价格 p_2 正常销售期订货量 Q	动态定价	×	×	AS
Lim 和 Tang ^[5]	第一阶段价格 p_1 正常销售期价格 p_2	动态定价	✓	×	PAS RAS
Nasiry 和 Popescu ^[4]	第一阶段价格 p_1 正常销售期价格 p_2	价格承诺	✓	×	DAS PAS
Yu 等 ^[6]	第一阶段价格 p_1 正常销售期价格 p_2 预售期配给量 S	动态定价	✓	×	DAS PAS
本文	第一阶段价格 p_1 正常销售期价格 p_2 预售期配给量 S	动态定价	✓	✓	DAS

2 问题描述与假设

本文考虑由一个销售商和若干战略消费者组成的两阶段 (预售期和正常销售期) 模型. 战略消费者根据

自身效用最大化原则选择最佳的购买时机, 销售商预测消费者的战略行为决策最优的两期价格和预售期配给量.

与本文相关的参数和符号设置如表 2 所示.

表 2 模型参数及含义

参数	含义
c	单位产品采购成本
v	消费者对单位产品的估值, 服从区间 $[l, h]$ 上分布函数和密度函数分别为 $G(v)$ 和 $g(v)$ 的随机分布, 其中均值为 μ_v , 标准差为 σ_v 且 $\bar{G}(v) = 1 - G(v)$
α	价格成本系数, $0 < \alpha < 1$
β	风险成本系数, $\beta > 0$
h'	消费者的搜索成本
N_i	告知型消费者的数目
N_u	非告知型消费者的数目
Π	销售商总利润
决策变量	含义
p_1	单位产品的预售期售价
p_2	单位产品的正常销售期售价
S	预售期配给量

模型假设:

1) 消费者分为告知型消费者 (informed) 即关注预售的消费者和非告知型消费者 (uninformed) 即不关注预售的消费者两类. 前者在第一阶段做出决策, 后者仅在第二阶段做出决策.

2) 消费者估值不确定.

3) 消费者是战略消费者.

参考 Prasad 等^[18] 和李勇建^[13], 根据消费者是否关注预售做出假设 1). 关注预售的消费者可以通过广告等方式提前了解到新产品的预售信息, 在预售期做出购买或等待的决策. 而不关注预售的消费者往往直到预售期结束才了解到新产品的销售信息, 所以他们仅在正常销售期决策是否购买. 此外, 由于消费者在预售期缺乏对新产品体验经历和评价信息, 所以在第一阶段他们对产品的估值存在不确定性^[2,3,6,18]. 据此我们做出假设 2), 同时假设每个消费者对产品的估值服从分布函数为 $G(v)$ 的均匀分布^[13], 我们假设 $h < 2l$, 否则研究无意义. 假设 3) 表明消费者均为战略消费者, 他们充分预测未来价格做出使得自己效用最大化的购买决策. 图 1 给出了模型中事件发生次序.

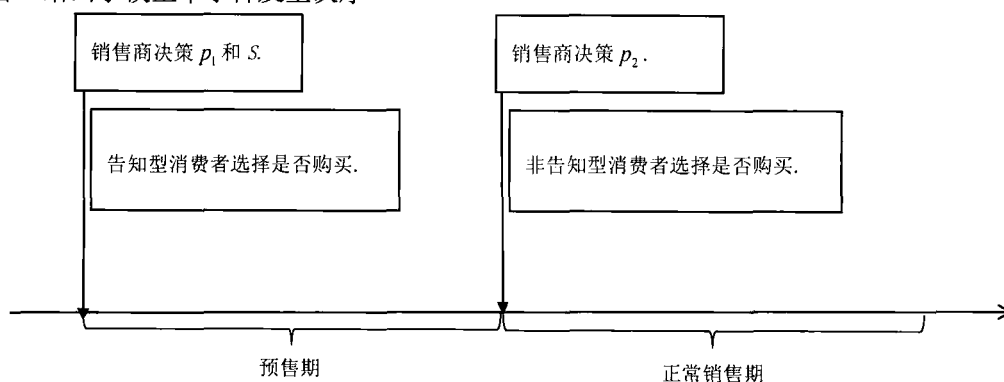


图 1 事件发生顺序

在预售期期初, 销售商确定预售期价格 p_1 和配给量 S . 告知型消费者到达并选择是否预定, 若预定他们获得效用为 $E(v) - p_1 - h'$, 其中 $E(v)$ 为消费者对单位产品的期望估值. 在正常销售期, 参与预订的消费者可以在期初获得产品, 销售商决策正常销售期价格 p_2 , 非告知型消费者到达市场选择是否购买, 若购买, 他们获得的剩余为 $v - p_2$.

3 模型构建

我们采用逆推法获得 p_1 , p_2 和 S . 首先, 根据正常销售期利润最大化原则求得最优的正常销售期价格

p_2 ; 其次, 考虑战略消费者的购买行为, 求得最优的预售价格 p_1 ; 最后根据总利润最大化原则求得最优的配给量 S .

3.1 正常销售期

在正常销售期, 消费者购买的条件是在该阶段获得的效用非负即 $v - p_2 \geq 0$. 正常销售期的总利润为

$$\Pi_2(S, p_2) = (p_2 - c)(N_i + N_u - S)\bar{G}(p_2) \tag{1}$$

对 (1) 式求一次导数, 得到定理 1.

定理 1 (最优正常销售期价格)

最优正常销售期价格与单位产品的采购成本有关,

$$p_2^* = \begin{cases} l, & c \leq \underline{c}, \\ \frac{h+c}{2}, & \underline{c} < c < h, \\ h, & c = h. \end{cases}$$

其中 $\underline{c} = 2l - h$.

证明 分三种情况进行讨论

情形 1. ($\underline{c} < c < h$)

对 (1) 求一次导数, 得

$$\frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} = \left(\frac{h - p_2}{h - l} - \frac{p_2 - c}{h - l} \right) (N_i + N_u - S) = \frac{h + c - 2p_2}{h - l} (N_i + N_u - S).$$

考虑两个端点 $p_2 = l$ 和 $p_2 = h$, 得

$$\begin{aligned} \left. \frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} \right|_{p_2=l} &= \frac{h + c - 2l}{h - l} (N_i + N_u - S) > 0, \\ \left. \frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} \right|_{p_2=h} &= -\frac{h - c}{h - l} (N_i + N_u - S) < 0. \end{aligned}$$

故 $\Pi_2(p_2, S)$ 是 p_2 的凹函数, $p_2^* = \frac{h+c}{2}$.

情形 2. ($c \leq \underline{c}$)

易得 $\left. \frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} \right|_{p_2=l} \leq 0$ 且 $\left. \frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} \right|_{p_2=h} < 0$. 故 $\frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} \leq 0$ 对所有 $p_2 \in [l, h]$ 恒成立, 故 $p_2^* = l$.

情形 3. ($c = h$)

易得 $\left. \frac{\partial \Pi_2(p_2, S)}{\partial p_2} \right|_{p_2=h} > 0$, 故 $p_2^* = h$. 定理 1 证毕.

定理 1 给出了正常销售期产品的最优价格, 结论显示, 最优的正常销售期价格受单位产品采购成本的影响. 当产品成本非常低时 ($c \leq \underline{c}$), 销售商应采用薄利多销的策略, 设置较低的价格吸引尽可能多的消费者前来购买, 此时代无论消费者对产品的估值如何他们均会选择购买. 当产品成本非常高时 ($c = h$), 无论销售商如何设置预售期价格, 销售商均不会获利. 在两种极端情形之间, 随着单位产品成本的增加, 销售商也应不断提高单位产品的售价, 以此保证销售商有利可图.

3.2 预售期

在预售期, 所有的告知型消费者均会到达市场, 令 EA 和 EW 分别代表消费者预订和等待的获得的效用. 给定预售价格 p_1 , 得 $EA = E(v) - p_1 - h'$, 其中 $h' = \alpha p_1 + \beta \sigma_v^2$, αp_1 和 $\beta \sigma_v^2$ 分别代表消费者搜索信息过程中产生的价格成本和风险成本^[19]. 一般来说, 对于高价的产品, 消费者倾向于花费更多的时间和精力去搜索产品预售的相关信息, 此时对应较高的搜索成本. 同时, 消费者也不可避免面临各种风险, 其中最主要是消费者面临的产品无法可以达到预期的风险, 消费者越是厌恶风险, 他们更倾向于付出较高的搜索成本. 消费者等待获得的效用为 $EW = E[\max(v - p_2^*(S), 0)]$. 消费者选择预订产品的条件是预订获得的效用大于正常销售期获购买获得的效用并且预订所获得的效用非负, 即 $EA \geq EW$ 且 $EA \geq 0$, 易得:

$$p_1 \leq \bar{p}_1(S) = [E(v) - E(\max(v - p_2^*(S), 0)) - \beta \sigma_v^2] / (1 + \alpha) \tag{2}$$

其中 $\bar{p}_1(S)$ 是当预售期配给量 S 下销售商可以设定的最高预售价格, 故 $\bar{p}_1(S)$ 是最优的预售价格. 因为 p_2^* 独立于 S , 故 \bar{p}_1 独立于 S , 化简 (2) 式得

$$\bar{p}_1 = [E(v) - E(\max(v - p_2^*, 0)) - \beta \sigma_v^2] / (1 + \alpha) = [E(\min(p_2^*, 0)) - \beta \sigma_v^2] / (1 + \alpha) \tag{3}$$

定理 2 (最优预售价格)

最优预售价格为 $\bar{p}_1 = [p_2^* - \int_l^{p_2^*} (p_2^* - v)g(v)dv - \beta \sigma_v^2] / (1 + \alpha)$ 且 $\bar{p}_1 < p_2^*$.

证明 因为

$$\begin{aligned} \bar{p}_1 &= [E(v) - E(\max(v - p_2^*, 0)) - \beta\sigma_v^2]/(1 + \alpha) \\ &= \left[\int_l^h vg(v)dv - \int_{p_2^*}^h (v - p_2^*)g(v)dv - \beta\sigma_v^2 \right] / (1 + \alpha) \\ &= \left[\int_l^h vg(v)dv - \int_l^h (v - p_2^*)g(v)dv + \int_l^{p_2^*} (v - p_2^*)g(v)dv - \beta\sigma_v^2 \right] / (1 + \alpha) \\ &= \left[p_2^* - \int_l^{p_2^*} (v - p_2^*)g(v)dv - \beta\sigma_v^2 \right] / (1 + \alpha). \end{aligned}$$

因为 $E[\min(p_2^*, v)] \leq p_2^*$, 易得

$$\bar{p}_1 = [E(\min(p_2^*, 0)) - \beta\sigma_v^2]/(1 + \alpha) \leq (p_2^* - \beta\sigma_v^2)/(1 + \alpha) < p_2^*.$$

定理 2 证毕.

定理 2 给出了最优的预售价格, 表明销售商应该设置折扣预售价格, 允许消费者以较低的价格提前预订产品, 此时折扣价格可以在一定程度上缓解由消费者估值不确定性和搜索成本引发的等待行为, 从而达到新产品的宣传作用吸引更多消费者前来购买. Yu 等^[6]在不考虑消费者搜索成本的情形下得到了相似的结论 $\bar{p}_1 = E[\min(p_2^*, v)]$, 定理 1 推广了 Yu 等^[6]的结论, 并通过比较可知, 当考虑消费者搜索成本时, 销售商应该进一步降低产品的预售价格吸引消费者购买. 销售商的总利润由公式 (4) 表示

$$\Pi_{AS}(S) = (\bar{p}_1 - c)S + (p_2 - c)(N_i + N_u - S)\bar{G}(p_2) \tag{4}$$

定理 3 (最优预售期配给量)

最优预售配给量为 $S^* = N_i$ 或者 $S^* = 0$.

证明 因为预售价格 \bar{p}_1 和正常期价格 p_2^* 均独立于预售期配给量 S , 总利润函数 (4) 是预售期配给量 S 的线性函数. 所以最优预售期配给量 $S^* = N_i$ 或者 $S^* = 0$.

定理 4 (销售商的最优策略)

销售商在两阶段的最优策略由表 3 所示, 其中 $\bar{c} = \frac{-b + \sqrt{(b^2 - 4ad)}}{2a}$, $a = -3(3 + 2\alpha)$, $b = 6(4l + 4\alpha l - h - 2\alpha h)$, $d = 3h^2 + 12l^2 - 6\alpha h^2 - 2\beta(h - l)^3$.

表 3 销售商最优策略

条件	最优价格	最优预售期配给量	最优策略
$c \leq \bar{c}$	$p_2^* = l$	$S^* = 0$	RS
$\bar{c} < c \leq \bar{c}$	$\bar{p}_1 = \frac{(h+c)(3h-c)-4l^2}{8(h-l)(1+\alpha)} - \frac{\beta(h-l)^2}{12(1+\alpha)}, p_2^* = \frac{h+c}{2}$	$S^* = N_i$	AS
$\bar{c} < c < h$	$p_2^* = \frac{h+c}{2}$	$S^* = 0$	RS
$c = h$	$p_2^* = h$	$S^* = 0$	RS

证明 由公式 (4) 得

$$\begin{aligned} \Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0) &= N_i[\bar{p}_1 - c - (p_2^* - c)\bar{G}(p_2^*)] \\ &= N_i[E(\min(p_2^*, v)) - \beta\sigma_v^2]/(1 + \alpha) - p_2^* + p_2^* - c - (p_2^* - c)\bar{G}(p_2^*) \\ &= N_i[E(\min(v - p_2^*, 0)) - \beta\sigma_v^2 - \alpha p_2^*]/(1 + \alpha) + (p_2^* - c)G(p_2^*). \end{aligned}$$

首先考虑 $c \leq \bar{c}$ 及 $c = h$ 两种情形, 有定理 1 可知 $p_2^*|_{c \leq \bar{c}} = l$, $p_2^*|_{c=h} = h$, 易得

$$\begin{aligned} [\Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0)]|_{c \leq \bar{c}} &= N_i[E(\min(v - l, 0)) - \beta\sigma_v^2 - \alpha l]/(1 + \alpha) + (l - c)G(l) < 0, \\ [\Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0)]|_{c=h} &= N_i[E(\min(v - h, 0)) - \beta\sigma_v^2 - \alpha h]/(1 + \alpha) + (l - c)G(h) < 0. \end{aligned}$$

由于 p_2^* 是关于 c 的连续函数, 所以 \bar{p}_1 , $\Pi_{AS}(N_i)$ 和 $\Pi_{AS}(0)$ 均为 c 的连续函数, 同理 $\Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0)$ 是关于 c 的连续函数.

接下来考虑 $\bar{c} < c < h$ 这种情形, 由定理 1 可知 $p_1^*|_{\bar{c} < c < h} = \frac{h+c}{2}$, 又 $\bar{p}_1 = [p_2^* - \int_l^{p_2^*} (p_2^* - v)g(v)dv - \beta\sigma_v^2]/(1 + \alpha)$, 可得 $\bar{p}_1 = \frac{2p_2^*h - p_2^{*2} - l^2}{2(h-l)(1+\alpha)} - \frac{\beta(h-l)^2}{12(1+\alpha)}$, 代入得

$$\bar{p}_1 = \frac{(h+c)(3h-c)-4l^2}{8(h-l)(1+\alpha)} - \frac{\beta(h-l)^2}{12(1+\alpha)} \tag{5}$$

$$\begin{aligned} \Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0) &= N_i[E(\min(v - p_2^*, 0)) - \beta\sigma_v^2 - \alpha p_2^*]/(1 + \alpha) + (p_2^* - c)G(p_2^*) \\ &= N_i \left[\frac{(h+c)(3h-c)-4l^2}{8(h-l)(1+\alpha)} - \frac{\beta(h-l)^2}{12(1+\alpha)} - c - \frac{(h-c)^2}{4(h-l)} \right]. \end{aligned}$$

当 $\underline{c} < c \leq \bar{c}$ 时, $\Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0) > 0$ 恒成立, 故 $S^* = N_i$.

当 $\bar{c} < c < h$ 时, $\Pi_{AS}(N_i) - \Pi_{AS}(0) < 0$ 恒成立, 故 $S^* = 0$. 定理 4 证毕.

由定理 3 和定理 4 可知, 最优销售策略由单位产品的采购成本决定. 具体来说, 当单位产品的采购成本很低时 ($c \leq \underline{c}$), 销售商应当设置较低的正常销售期的价格, 此时所有消费者均会购买, 故采用折扣预售策略不会给销售商带来额外利润. 当单位产品的采购成本很高时 ($c = h$), 销售商应当设置较高的正常销售价格, 此时销售商无利可图. 当单位产品的采购成本较低时, 即 $\underline{c} < c \leq \bar{c}$, 消费者预订产品可以获得更大的效用, 故告知型消费者倾向于在预售期购买, 此时销售商应当采用折扣预售策略并提供满足告知型消费者需求的配给量, 吸引所有告知型消费者预订从而获得更多利润. 当单位产品的采购成本较高时, 即 $\bar{c} < c < h$, 尽管消费者预订可以以折扣价格获得产品, 但较高的搜索成本会使得消费者在预售期所获效用较小, 故消费者会倾向于等到正常销售期再去购买. 同时, 成本较高的产品往往对应着较高的价格, 此时估值不确定性的存在更容易使得消费者在预售期对产品持观望态度. 上述情形下销售商提供预售并不能获得更大的利润, 所以正常销售策略是销售商的最优选择. 上述结论可以帮助销售商在现实中做出更加恰当的销售决策. Yu 等^[6]认为当 $c \leq \underline{c}$ 时, 销售商选择预售和正常销售策略无差别, 本文在考虑消费者搜索成本的情况下得出结论, 当 $c \leq \underline{c}$ 时, 正常销售策略才是消费者的最优策略.

当 $c \leq \underline{c}$ 时,

$$\Pi_{AS}^* = (l - c)(N_i + N_u);$$

当 $\underline{c} < c \leq \bar{c}$ 时,

$$\Pi_{AS}^* = N_i \left[\frac{(h+c)(3h-c) - 4l^2}{8(h-l)(1+\alpha)} - \frac{\beta(h-l)^2}{12(1+\alpha)} \right] + N_u \frac{(h-c)^2}{4(h-l)} \quad (6)$$

当 $\bar{c} < c < h$ 时,

$$\Pi_{AS}^* = (N_i + N_u) \frac{(h-c)^2}{4(h-l)};$$

当 $c = h$ 时,

$$\Pi_{AS}^* = 0.$$

对上述利润分析, 得到定理 5.

定理 5 (消费者搜索成本对销售商决策的影响)

当 $\underline{c} < c \leq \bar{c}$ 时,

1) 当 $\beta > \beta_0$ 时, 最优预售价格 \bar{p}_1 和最优利润 Π_{AS}^* 是价格成本系数 α 的增函数;

当 $\beta \leq \beta_0$ 时, 最优预售价格 \bar{p}_1 和最优利润 Π_{AS}^* 是价格成本系数 α 的减函数;

2) 最优预售价格 \bar{p}_1 和最优利润 Π_{AS}^* 是价格成本系数 β 的减函数.

其中 $\beta_0 = \frac{3(h+c)(3h-c) - 12l^2}{2(h-l)^3}$.

证明 对公式 (5) 求一次导数, 得

$$\frac{\partial \bar{p}_1}{\partial \alpha} = \frac{12l^2 + 2\beta(h-l)^3 - 3(h+c)(3h-c)}{24(h-l)(1+\alpha)^2}.$$

当 $\beta > \beta_0$ 时, \bar{p}_1 是 α 的增函数;

当 $\beta \leq \beta_0$ 时, \bar{p}_1 是 α 的减函数, 其中 $\beta_0 > 0$.

$$\frac{\partial \bar{p}_1}{\partial \beta} = -\frac{(h-l)^2}{12(1+\alpha)} < 0$$

恒成立, 故 \bar{p}_1 是 β 的减函数.

对公式 (6) 求一次导数, 得

$$\frac{\partial \Pi_{AS}^*}{\partial \alpha} = N_i \frac{12l^2 + 2\beta(h-l)^3 - 3(h+c)(3h-c)}{24(h-l)(1+\alpha)^2}.$$

当 $\beta > \beta_0$ 时, Π_{AS}^* 是 α 的增函数;

当 $\beta \leq \beta_0$ 时, Π_{AS}^* 是 α 的减函数.

$$\frac{\partial \Pi_{AS}^*}{\partial \beta} = -N_i \frac{(h-l)^2}{12(1+\alpha)} < 0$$

恒成立, 故 N_i 是 β 的减函数. 定理 5 证毕.

由定理 5 可以看出, 当消费者风险成本系数较低时, 消费者的搜索成本不利于销售商的利润增加. 具体来讲, 消费者搜索成本越大, 预售价格越低, 利润越小. 这是因为随着消费者搜索成本的增加, 消费者在预售阶段购买产品所获得的效用越小, 导致了消费者的等待行为. 销售商为达到宣传新产品的作用, 需要设置折扣预售价格吸引消费者预订, 从而导致利润减小. 这一结论有助于销售商更好地认识消费者搜索成本对其决策的影响, 通过诸如降低新品发布会门票价格等方式降低消费者的搜索成本, 从而实现更高的利润. 当消费者风险成本系数较高时, 销售商可以借助消费者厌恶风险的心理, 设置较高的预售价格, 从而获得较高的利润.

4 数值模拟

本部分通过数值模拟验证消费者搜索成本对销售商预售价格和利润的影响, 同时分析单位产品成本对销售商决策的影响. 我们假设 $N_i = N_u = 100$, $V \sim U(100, 160)$, $c = 80$. 图 2 给出了销售商最优预售价格和利润随搜索成本的变化.

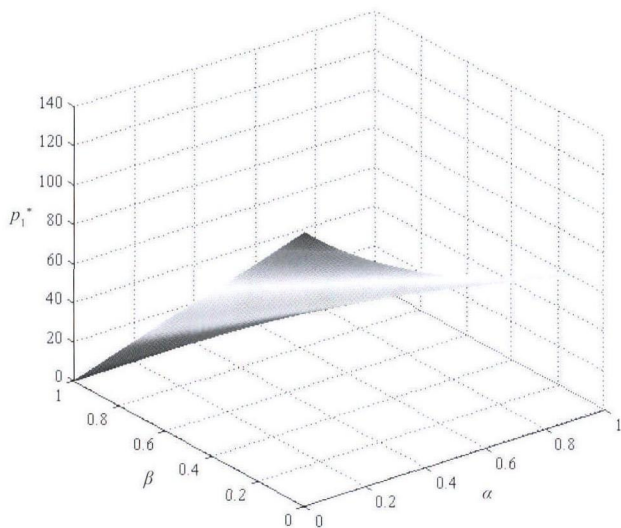


图 2 消费者搜索成本对最优预售价格的影响

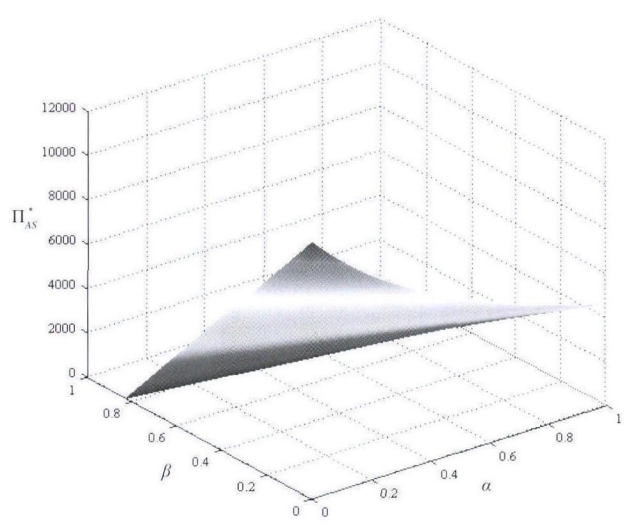


图 3 消费者搜索成本对销售商利润的影响

图 2 和图 3 证明了定理 5, 即当消费者风险成本较低时, 销售商的最优预售价格和总利润随着消费者搜索成本的增大而减小. 具体来讲, 销售商的最优预售价格和总利润随着价格成本系数和风险成本系数的增加而减小. 据此, 销售商应当尽可能降低消费者的搜索成本来提高总利润.

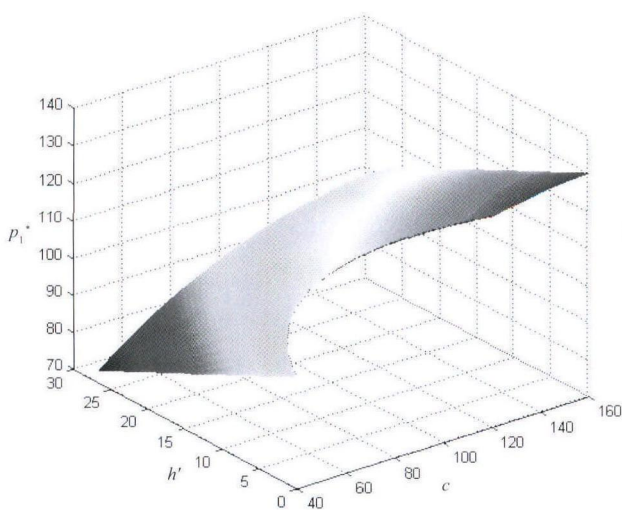


图 4 单位产品采购成本对最优预售价格的影响

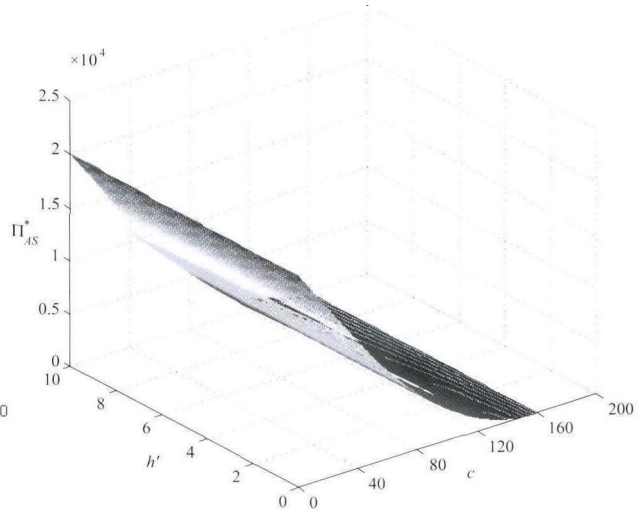


图 5 单位产品采购成本对销售商利润的影响

图 4 和图 5 通过数值模拟的方式给出了单位产品采购成本对最优预售价格和总利润的影响. 结果表明: 随着单位产品采购成本的增加, 最优预售价格增加, 总利润减小. 原因在于随着单位产品采购成本的增加, 销

售商也应不断提高产品的预售价格从而保证销售商在预售期可获得利润. 而单位产品采购成本的增加使得单位产品的边际利润减小, 从而导致总利润的减小.

5 结论与展望

本文研究了消费者估值不确定性和搜索成本对销售商最优定价和配给策略的影响. 市场由单一销售商和需求确定的战略消费者组成, 根据消费者是否事先获得预售信息分为告知型消费者和非告知型消费者, 前者在预售期初期到达市场, 后者仅在正常销售期初期到达市场. 研究消费者估值不确定且存在消费者搜索成本, 销售商采用动态定价方式进行产品定价情形下, 销售商的最优定价和配给策略.

研究结果表明, 最优的配给策略是满足所有告知型消费者的需求或者仅在正常销售期进行产品销售, 即预售并不总是销售商的最优选择. 具体来说, 当单位产品的采购成本在特定范围内时, 采用预售策略会带给销售商更大的利润, 此时的预售价格应为折扣价格, 此时销售商可以达到缓解消费者等待行为, 吸引更多消费者购买的目的. 否则仅在正常销售期销售产品才是销售商的最佳选择.

当消费者风险成本系数较低时, 消费者的搜索成本不利于预售价格和总利润. 具体来讲, 构成消费者搜索成本的价格成本系数和风险成本系数越高, 越不利于销售商设定较高的预售价格并取得较高的利润. 故销售商应尽可能通过降低新品发布会门票价格、补贴交通费用、优化网站新产品信息等方式降低消费者的搜索成本. 反之, 当消费者风险成本系数较高时, 销售商可以充分利用消费者厌恶风险的心理, 设置较高的预售价格, 获得更多利润.

未来还有一些方面可以进一步研究. 首先, 多个销售商的竞争问题. 在该情形下, 采用折扣价格预售的销售商比不采用预售的销售商更能吸引消费者提前购买, 从而快速掌握市场需求, 预测消费者估值. 相应地, 每个销售商的定价和配给策略均会发生改变. 其次, 从供应链的角度考虑存在生产商和销售商时, 研究生产商和销售商的合作缓解消费者的估值不确定性和搜索成本. 最后, 对预售策略的实证研究也是未来研究的重要方向.

参考文献

- [1] 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.
- [2] Xie J, Shugan S M. Electronic tickets, smart cards, and online prepayments: When and how to advance sell[J]. *Marketing Science*, 2001, 20(3): 219-243.
- [3] Zhao X, Steckel K E. Pre-orders for new to-be-released products considering consumer loss aversion[J]. *Production and Operations Management*, 2010, 19(2): 198-215.
- [4] Nasiry J, Popescu I. Advance selling when consumers regret[J]. *Management Science*, 2012, 58(6): 1160-1177.
- [5] Lim W S, Tang C S. Advance selling in the presence of speculators and forward-looking consumers[J]. *Production and Operations Management*, 2013, 22(3): 571-587.
- [6] Yu M, Kapuscinski R, Ahn H S. Advance selling: Effects of interdependent consumer valuations and seller's capacity[J]. *Management Science*, 2015, 61(9): 2100-2117.
- [7] Su X, Zhang F. On the value of commitment and availability guarantees when selling to strategic consumers[J]. *Management Science*, 2009, 55(5): 713-726.
- [8] Möller M, Watanabe M. Advance purchase discounts versus clearance sales[J]. *The Economic Journal*, 2010, 120(547): 1125-1148.
- [9] Li C, Zhang F. Advance demand information, price discrimination, and preorder strategies[J]. *Manufacturing and Service Operations Management*, 2013, 15(1): 57-71.
- [10] Zeng C. Optimal advance selling strategy under price commitment[J]. *Pacific Economic Review*, 2013, 18(2): 233-258.
- [11] 王勇, 宋国军, 李富昌. 基于交叉弹性及边际成本的机票预售收益管理模型 [J]. *技术经济*, 2010, 29(7): 56-60.
Wang Y, Song G J, Li F C. Revenue management model of pre-sale air ticket based on the cross-price elasticity and marginal cost[J]. *Technology Economics*, 2010, 29(7): 56-60.
- [12] 慕银平, 冯毅, 唐小我. 随机需求下期权采购与预售联合决策研究 [J]. *管理科学学报*, 2011, 14(6): 47-56.
Mu Y P, Feng Y, Tang X W. Integrating option procurement with advance selling under demand uncertainty[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2011, 14(6): 47-56.
- [13] 李勇建, 许磊, 杨晓丽. 产品预售、退货策略和消费者无缺陷退货行为 [J]. *南开管理评论*, 2012, 5: 105-113.
Li Y J, Xu L, Yang X L. Advance selling, return policy and failure false return for a newsvendor retailer[J].

- Nankai Business Review, 2012, 5: 105-113.
- [14] 周世平. 预售模式下酒店客房定价及最优超售量确定的研究 [J]. 科技创业月刊, 2014, 27(5): 64-67.
Zhou S P. Research on rooms pricing and the optimal number of overbooking in an advance sales system[J]. Pioneering with Science & Technology Monthly, 2014, 27(5): 64-67.
- [15] 王夏阳. 新产品预售的影响机制与企业的定价策略——一个基于消费者选择视角的研究 [J]. 当代经济管理, 2015, 37(4): 13-19.
Wang X Y. Influence mechanism of new product preorder and corporate pricing strategies: A perspective of consumer choice behavior[J]. Contemporary Economic Management, 2015, 37(4): 13-19.
- [16] 郭鹏, 萧柏春, 李军. 收益管理中考虑顾客策略行为的多航班无约束估计方法 [J]. 系统工程理论与实践, 2015, 35(5): 1103-1115.
Guo P, Xiao B C, Li J. Multi-flight unconstraining method considering strategic customer behavior in revenue management[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2015, 35(5): 1103-1115.
- [17] 周蕾, 刘长有. 基于随机特性的航空机票动态超售模型 [J]. 系统工程理论与实践, 2014, 34(3): 717-722.
Zhou Q, Liu C Y. Based on the stochastic characteristics of the airplane ticket dynamic overbooking model[J]. Systems Engineering — Theory & Practice, 2014, 34(3): 717-722.
- [18] Prasad A, Stecke K E, Zhao X. Advance selling by a newsvendor retailer[J]. Production and Operations Management, 2011, 20(1): 129-142.
- [19] 张亚慧. 网络消费者的信息搜索成本分析 [J]. 商场现代化, 2008(33): 37-38.