

季节性易逝品预售与回购联合决策研究^①

毛照昉, 刘弯弯, 李 辉

(天津大学管理与经济学部, 天津 300072)

摘要: 基于季节性易逝品短销售期和短保质期的“双短”特性, 其高额利润通常伴随着较大需求不确定性, 而且一旦错过销售季节, 其极低的残值将导致巨大经济损失与资源浪费。折价预售策略将鼓励消费者提前购买, 经销商也可通过预售产品数量的获知来提升市场需求预测的准确性。但消费者在享受预购折价优惠的同时, 也可能承担未见到实物产品即进行购买的期望价值损失。此时, 经销商若采取回购, 则是对消费者利益的直接保障, 而在产生回购成本的同时, 也可以通过提高预售价格与降低实物订货量等方式带来新增利润。考虑策略型消费者行为, 对预售与回购联合策略和单一预售策略进行对比, 构建两种策略下的经销商收益模型, 并得出相应的最优预售价格与最优订购量。研究发现, 当商品单位成本较大或回购价格较低时, 预售与回购联合策略的实施能够使经销商获得更优收益, 且最优预售价格高于单一预售策略, 最优订货量则低于单一预售策略, 从而为经销商营销策略选择进行决策支持。

关键词: 策略型消费者; 季节性易逝品; 预售; 回购; 联合决策

中图分类号: F713 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2016)02-0074-11

0 引言

季节性易逝品通常只在某个特定周期内进行销售, 而且无法长时间保存, 因此同时具备了短销售期和短保质期的“双短”特性。中秋节前后特定时间内销售的月饼就是该类产品的代表性商品之一。这类商品剩余价值极低, 且其“双短”特性往往伴随更大的需求不确定性, 因此一旦出现过剩库存, 必将带给经销商乃至社会极大的经济损失和资源浪费。

受月饼产品超高边际收益的驱使, 中秋节前月饼制造商为在激烈的市场竞争中获得更高的市场份额, 往往在缺乏对实际市场需求准确预测的前提下, 开展大量生产, 从而造成了月饼市场严重的“供过于求”现象。中秋节过后, 月饼产品的价格往往一降再降且仍然会有大量剩余, 于是出现

了“以月饼做饲料”等骇人听闻的资源浪费事件。根据中华经济网上的数据, 2013年全国月饼产量约为28万吨, 销售收入突破100亿元^[1]。从产量上看, 意味着全国(按14亿人口计算)每5个人就要分吃接近1kg月饼; 从销售收入看, 如果100亿元是28万吨月饼全部卖完的收入, 1kg才相当于35.7元, 显然此价格还达不到最普通的散装月饼售价, 与高价礼盒月饼售价相比更是相去甚远。所以无论是从产量还是从销售收入上来分析, 每年生产的月饼中有相当比例实物未能正常售出。由此可见, 国内月饼产量远超实际消费需求, 月饼生产过剩已是不争的事实。如何采取一些营销措施, 能够在减少实物资源浪费的同时, 提高经销商利润, 使其能够自愿接受这些措施并主动实施, 正是本文研究的关键问题。

在诸多决策变量中, 经销商订购量是最关键

^① 收稿日期: 2013-12-01; 修订日期: 2015-10-30.

基金项目: 教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20110032120085).

作者简介: 毛照昉(1977—), 男, 浙江奉化人, 博士, 副教授, 硕士生导师. Email: maozhaofang@tju.edu.cn

的决策要素之一,合适的订购量既可以提高经销商利润,同时也可以减少资源浪费现象。当经销商在需求不确定的短销售期之前决定订购量时,即产生了报童问题。在这种情况下,预售策略被广泛采用。消费者在消费券预售阶段(以下简称“预售阶段”)进行预购时需要预付货款(通常享有一定的价格折扣优惠),实物交付要等到实物产品销售阶段(以下简称“销售阶段”),即消费者在预售阶段进行预购,等到销售阶段才能兑换产品或享受服务。诸多研究预售策略的文献已经表明预售策略的诸多优势,比如可以减小库存风险和降低需求不确定性等。的确,经销商可以通过预售过程的销售数据对产品需求进行预测,从而降低需求不确定性。特别是对于折价预售策略而言,由于预售价格低于实物销售价格,还可以吸引消费者积极参与预购活动,通过提升销量来增加经销商利润。在预售基础上若进行回购,则可能进一步提高经销商利润并减缓过剩产品的浪费现象。当经销商采取回购策略时,一方面,由于消费者被告知不满意或不需要的产品可被回购,因此愿意支付比不回购时更高的价格来购买产品。此时即使提高预售价格,也可能并未减少预售量,并可能在一定程度上增加经销商利润;另一方面,提高预售价格可能导致预售量减少,但当预售量减少程度小于预售价格提高程度时,二者综合效用仍然可能提升经销商利润。

目前,对单一预售策略的研究比较广泛。Weng 和 Parlar^[2]最早提出通过折价预售吸引消费者提前购买,然后通过销售数量对下一阶段需求进行预测更新。研究发现,价格激励可以在降低需求不确定性的同时,扩大总期望需求。Boyaci 和 Özer^[3]也证明了预售可以通过获取市场信息来指导最优产量。Tang 等^[4]在此基础上研究了预售策略,通过比较不预售策略、预售但不运用预售数量更新需求的预测、预售且运用预售数量更新需求的预测等3种情况,得出通过预售信息对需求进行更新能够增加企业收益的结论,研究还表明预售有助于实现如扩展销售阶段、降低财务风险、为经销商提供实行差异化定价可能等有益于经销商的策略。慕银平等^[5]则结合期权采购和预售两种策略,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带来的风险。以上

文献都强调了预售策略对于正常销售期的需求更新作用。

一些学者在预售问题中开始考虑到消费者的多样性,针对不同类型消费者展开研究。Zhao 和 Stecke^[6]考虑了消费者的损失厌恶,对新发布产品的预售策略展开研究,对经销商应如何根据销售阶段的利润率和消费者的期望估值在不预售、适度折扣预售和深度折扣预售3种策略之中择优。Prasad 等^[7]研究了经销商预售策略应如何随着消费者的特性区别而改变。Zeng^[8]将消费者分为有经验和无经验两类,研究消费者构成对经销商最优定价策略和最优利润的影响。Lim 和 Tang^[9]研究了在包含短视型消费者、前瞻型消费者以及中间商的市场中,垄断经销商的预售决策问题。

目前关于预售的文献大多研究单一零售商情形,且将销售阶段价格作为外生变量来决策最优预售价格,McCardle 等^[10]对单一经销商环境进行扩展,开始研究存在竞争关系的双头垄断环境下的折价预售策略。而 Nocke 等^[11]、Nasiry 和 Popescu^[12]则同时对预售价格与销售阶段价格进行优化研究。一些学者还在研究中考虑了消费者的策略行为,如刘晓峰和黄沛^[13]运用 Stackelberg 博弈模型,分别研究了需求确定和不确定情形下的厂商最优库存和价格。

关于回购与退货策略研究,Davis 等^[14]考虑了消费者剩余最大化行为,研究同质消费者市场环境下的退款保证策略。Davis 等^[15]则对不同质消费者市场环境下的经销商退货策略关键要素选取及动因展开相关研究。张霖霖和姚忠^[16]将顾客退货引入到在线零售企业的单周期和多周期定价订货策略研究中。Chen 和 Grewal^[17]研究了1个制造商向1个成熟零售商和1个新进零售商同时供货的情形,讨论在允许零售商自由定价的前提下,若成熟零售商提供全价退货策略,新进零售商是否需要同样采用全价退货策略来与成熟零售商展开竞争。薛顺利等^[18]针对顾客从电商渠道购买时不满意可能性较大的情形,研究了经销商退货策略,并对产品售价价格和退货退款价格比例展开优化研究。汪贤裕和肖玉明^[19]基于退货策略分析了供应链协调与风险分担问题,并对限定回购数量的“比例回购”策略与限定回购价格的“折价

回购”策略展开相关研究.

综上所述,目前对预售和回购分别展开的研究已经比较成熟,但将预售与回购策略结合(即在预售阶段销售消费券,在实物销售阶段允许消费者退券)研究的文献少之又少.在预售策略下,由于消费者在预售阶段尚未见到产品实物,且消费者并不确定自己在实物消费时刻的实时状态,所以消费者对于产品的估值是不确定的.如果消费者在预售阶段购买了消费券,但是到销售阶段兑换实物时的实时估值低于预购价格,则消费者出现了损失,所得效用为负.鉴于预售这一特点,策略型消费者在进行预购决策时会考虑到效用为负的风险.因此,如果经销商采取回购策略,消费者利益会获得一定保障,从而提高预购的期望效用.本文假设所有进入市场的消费者都是策略型消费者,也就是说消费者在决定是否预购时会比较选择预购的期望效用和等到实物销售期购买实物产品的期望效用,如果预购期望效用更大,就选择预购,否则就选择到销售阶段再决定是否购买.回购策略不仅能够降低消费者的预购风险,对消费者更有吸引力,而且还能通过提升预售价格和降低实物产量等方式提高经销商综合收益.在回购策略影响下,已经预购的消费者若在兑换时对产品实际估值较低,可以选择退券.考虑到这种消费者行为,经销商可以通过预售与回购联合决策来优化预售价格和订货量,从而减少制造商的过量生产可能,降低不必要的实物资源浪费.

本文在对预售及回购策略相关国内外文献综述基础上,对单一预售策略和预售与回购联合策略分别进行建模求解,并对两种策略进行了比较分析.

1 模型描述

关于产品预售和正常销售的全部过程如图1所示,模型中所有变量含义如表1所示.

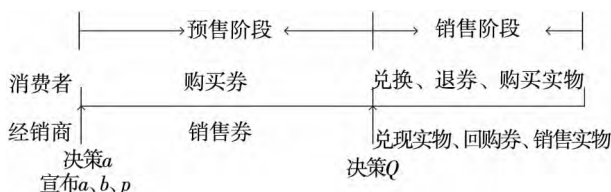


图1 销售过程图

Fig. 1 Sales process timeline

表1 符号含义

Table 1 Notation

c	商品的单位成本
p	销售阶段产品的单位售价
s	在销售阶段未售出商品的单位残值
b	消费券的回购价格
π	经销商的期望利润
V	消费者的估值,是个随机变量,概率密度为 $f(v)$,分布函数为 $F(v)$, $F \equiv 1 - F(v)$, $v \in [0, +\infty)$
v	消费者在第2阶段的确定实际估值
N_j	在 j 阶段到来的消费者数量,是服从正态分布的随机变量,其均值为 μ_j ,方差为 σ_j^2 , $j \in \{A, S\}$
ρ	预售阶段与销售阶段到达的消费者数量 N_A, N_S 之间的相关系数, $\rho \in [-1, 1]$
N_1	在第1阶段购买券的消费者数量,是期望为 μ_1 ,方差为 σ_1^2 的随机变量
N_2	在第2阶段购买实物的消费者数量,是期望为 μ_2 ,方差为 σ_2^2 的随机变量
n_1	第1阶段结束后,购券消费者的数量
U_A	消费者在预售阶段选择购买时的期望效用
U_{NA}	消费者在预售阶段选择等待时的期望效用
a	(消费券)预售价格
Q	经销商的订购量

经销商 假设市场上只有1个垄断经销商. c 为单位产品成本, p 为销售阶段实物产品单价,销售阶段末仍未能售出的产品,单位残值记为 s ,显然 $s < c < p$.经销商的销售过程分为两个阶段,第1阶段为(消费券)预售阶段,第2阶段为(实物)销售阶段,持券消费者可在销售阶段选择兑换实物产品或在经销商回购承诺条件下选择退券.当采取单一预售策略时,经销商在预售阶段出售消费券,价格为 a ,在销售阶段为持券消费者兑现实物,同时以价格 p 销售实物, a 和 p 在预售阶段开始时即对消费者宣布.当采取预售与回购联合策略时,经销商在预售阶段以价格 a 出售消费券,在销售阶段为持券消费者兑现实物,或以价 b 向消费者回购消费券,同时以价格 p 销售实物, $\rho < b < p$. a, p 和 b 在预售阶段开始时宣布给消费者.

经销商需要决策两个变量,一是预售价格 a ,需在预售阶段开始时决策并向消费者发布;二是订购量 Q ,在预售阶段结束后销售阶段开始前需要决策.在预售阶段购券的消费者数量用随机变量 N_1 来表示,期望为 μ_1 ,方差为 σ_1^2 .在销售阶段

购买实物的消费者数量用随机变量 N_2 来表示, 期望为 μ_2 , 方差为 σ_2^2 .

消费者在预售阶段, 由于未见到实物且不清楚自己在消费时的实际状态, 因此消费者不确定对产品的实际估值, 对产品的估值是个随机变量, 记为 V . 文中假设消费者是同质的, 因此其估值分布相同, 记 V 的概率密度函数为 $f(v)$, 分布函数为 $F(v)$, 其中 $v \in [0, +\infty)$, V 的期望和方差分别记为 μ_v 和 σ_v^2 , $\mu_v > c$. V 的分布是消费者和经销商所共知的, 在此阶段消费者可选择预购, 也可选择等到销售阶段再决定是否购买实物. 文中假设消费者均为策略型消费者, 即消费者在决定是否预购时, 会比较预购的期望效用和等待的期望效用, 若预购的期望效用更大, 就选择预购, 否则就选择等到销售阶段再决定是否购买实物产品. 在销售阶段, 已经预购的消费者明确了对产品的实际估值, 于是可以根据这个估值选择兑换实物或者退券. 但是, 此阶段经销商并不知道消费者的实际估值, 只能根据消费者估值分布来进行决策. 没有预购的消费者则可以在此阶段决定是否购买实物产品. 设在预售阶段和销售阶段进入市场的人数分别为 N_A 和 N_S , 两者都服从正态分布, 均值分别为 μ_A 和 μ_S , 方差分别为 σ_A^2 和 σ_S^2 , 二者相关系数记为 ρ .

2 建模及求解

本节对单一预售策略和预售与回购联合策略分别建立模型, 求解两种策略下的最优预售价格、最优订购量和最优利润, 并通过对比分析得出最优决策.

2.1 单一预售策略

采取单一预售策略时, 经销商在预售阶段销售消费券, 在销售阶段为持券消费者兑现实物, 同时也销售实物产品, 但不消费券进行回购.

在预售阶段, 消费者若选择预购, 其支付价格为 a , 消费者对产品估值 V 在销售阶段变为确定值 v . 当 $v \geq a$ 时, 消费者获得效用为 $v - a$; 当 $v < a$ 时, 则消费者损失了 $a - v$, 因此消费者预购时的期望效用 U_A 为

$$U_A = \int_a^{+\infty} (v - a)f(v) dv - \int_0^a (a - v)f(v) dv = \mu_v - a$$

若消费者在预售阶段选择等待, 则等到销售阶段, 只有当效用为非负的时候, 消费者才会选择购买实物. 在销售阶段, 消费者对产品的估值 V 已变为确定值 v . 若 $v \geq p$, 则消费者选择购买, 得到的效用为 $v - p$; 否则消费者不购买, 得到的效用为 0. 由于在销售阶段, 消费者对产品的估值已知, 因此不会出现负的效用. 消费者选择等待的期望效用 U_{NA} 为

$$U_{NA} = E\{\max(V - p, 0)\} = \int_p^{+\infty} (v - p)f(v) dv$$

当 $U_A \geq U_{NA}$ 且 $U_A > 0$ 时, 消费者会选择预购. 由于 $U_{NA} > 0$, 所以只需要满足 $U_A \geq U_{NA}$, 消费者就会预购. 此时 $a \leq \mu_v - \int_p^{+\infty} (v - p)f(v) dv$. 为使预售阶段进入市场的消费者选择预购, 并使经销商获得最优利润, 最优的预售价格应为

$$a \leq \mu_v - \int_p^{+\infty} (v - p)f(v) dv = \int_0^p vf(v) dv + \int_p^{+\infty} pf(v) dv \quad (1)$$

显然 $\int_0^p vf(v) dv + \int_p^{+\infty} pf(v) dv > 0$. 由于

$$\int_0^p vf(v) dv < \int_0^p pf(v) dv$$

两端同时加上 $\int_p^{+\infty} pf(v) dv$ 得

$$\int_0^p vf(v) dv + \int_p^{+\infty} pf(v) dv < \int_0^p pf(v) dv + \int_p^{+\infty} pf(v) dv = p$$

因此可以得出 $0 < a^* < p$, 也就是预售需采取折价策略, 即预售价格低于实物销售价格. 实际上, 由于本文研究季节性易逝品并非稀缺产品, 因此消费者通常不考虑缺货情形. 只有当预售价格低于销售价格时, 才会对消费者有吸引力, 消费者才会愿意冒着效用为负的风险选择预购.

经销商制定的预售价格使得 $U_A \geq U_{NA}$, 于是在预售阶段到达的消费者将选择预购, 此时购券消费者数量 $N_1 = N_A$, 于是 $\mu_1 = \mu_A$, $\sigma_1 = \sigma_A$. 销售阶段进入市场的消费者数量为 N_S , $N_S \sim N(\mu_S, \sigma_S^2)$. 当 $v \geq p$ 时消费者会购买, 购买实物消费者

比例为 $\bar{F}(p)$ 其数量 $N_2 = \bar{F}(p) N_s$ $N_2 \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ $\mu_2 = \bar{F}(p) \mu_s, \sigma_2 = \bar{F}(p) \sigma_s$.

由于预售阶段结束后,就能得知消费券实际售出数量 n_1 ,即 $N_1 = n_1$,于是可得销售阶段需求的条件分布 $N'_2 = (N_2 | N_1 = n_1)$,即可以通过售出消费券的数量来预测销售阶段的购买量 N_2 ,记经过更新后的销售阶段购买量为 N'_2 .对 N'_2 进行计算,此处首先回顾有关正态分布随机变量的一个性质:如果 $X \sim N(\mu_1, \sigma_1^2)$ 和 $Y \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$ 是两个服从正态分布的变量,相关系数为 ρ ,则条件随机变量 $(Y | X)$ 也服从正态分布,均值为 $\mu_2 + \rho(\sigma_2/\sigma_1)(x - \mu_1)$,方差为 $\sigma_2^2(1 - \rho^2)$,即 $(Y | X = x) \sim N(\mu_2 + \rho(\sigma_2/\sigma_1)(x - \mu_1), \sigma_2^2(1 - \rho^2))$ [20]. 利用这一结论可以得出

$$\mu'_2 = \bar{F}(p) \mu_s + \rho \frac{\bar{F}(p) \sigma_s}{\sigma_A} (n_1 - \mu_A),$$

$$\sigma'_2 = \bar{F}(p) \sigma_s \sqrt{1 - \rho^2}$$

μ'_2 和 σ'_2 分别为 N'_2 的期望和标准差,即 $N'_2 \sim N(\mu'_2, \sigma'^2_2)$.

经销商的期望总利润为 π ,表示如下

$$\pi = E_{N_1} \{ aN_1 + \max_{Q \geq 0} E_{N_2} [-cQ + p \min\{Q - n_1, N'_2\} + s \max\{Q - n_1 - N'_2, 0\}] \}$$

由报童模型可得最优的订购量为

$$\begin{aligned} Q^* &= \mu'_2 + k\sigma'_2 + n_1 \\ &= \bar{F}(p) \mu_s + \rho \frac{\bar{F}(p) \sigma_s}{\sigma_A} (n_1 - \mu_A) + \\ &\quad k\bar{F}(p) \sigma_s \sqrt{1 - \rho^2} + n_1 \end{aligned} \quad (2)$$

最优的期望总利润为

$$\begin{aligned} \pi^* &= E_{N_1} \{ aN_1 + (p-c)\mu'_2 - (p-s)\varphi(k)\sigma'_2 - cN_1 \} \\ &= (a-c)\mu_A + (p-c)\bar{F}(p)\mu_s - \\ &\quad (p-s)\varphi(k)\bar{F}(p)\sigma_s \sqrt{1 - \rho^2} \end{aligned} \quad (3)$$

其中 $k = \Phi^{-1}\left(\frac{p-c}{p-s}\right)$ $\Phi(\cdot)$ 和 $\varphi(\cdot)$ 分别为标准正态分布的分布函数和概率密度.

将最优预售价格 a^* 的值带入利润表达式,即将式(1)代入式(3),得最优期望利润为

$$\pi^* = \left[\mu_v - \int_p^{+\infty} (v-p)f(v)dv - c \right] \mu_A +$$

$$(p-c)\bar{F}(p)\mu_s - (p-s)\varphi(k)\bar{F}(p)\sigma_s \sqrt{1 - \rho^2} \quad (4)$$

2.2 预售与回购联合策略

预售与回购联合策略与单一预售策略的不同之处,在于经销商在销售阶段将以价格 b 对消费券进行回购,预购消费者可在销售阶段选择兑换实物或进行退券.

在预售阶段,若消费者选择预购,由于估值的不确定性,可能在兑换实物时获得的实际价值低于购买价格,即出现负的效用.在回购策略下,当消费者在销售阶段兑换的效用小于退券的效用,即 $v - a < b - a$ 时,消费者可以选择退券.实际上,不论消费者退券还是兑换,其付出的都是预售价格 a .若消费者退券,则得到了 b ,所以其效用为 $b - a$ (也就是损失了 $a - b$).若消费者兑换,则得到了产品的价值 v ,所以其效用为 $v - a$.比较二者效用,当退券效用大于兑换效用,也就是 $b - a > v - a$ 时,消费者会选择退券,所以退券条件为 $v < b$.消费者预购效用及退券情况可用图 2 表示:

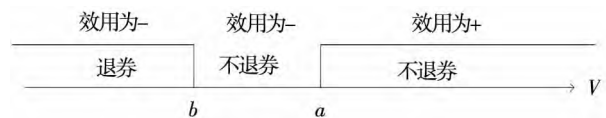


图2 消费者预购时的效用及退券决策

Fig. 2 Utility and coupon-decision of the consumer who buy in advance

由以上分析可知,当消费者选择预购时的期望效用为

$$\begin{aligned} U_A &= \int_b^{+\infty} (v - a)f(v)dv + \int_0^b (b - a)f(v)dv \\ &= \int_b^{+\infty} vf(v)dv + \int_0^b bf(v)dv - a \end{aligned}$$

由于在销售阶段消费者对产品的估值已知,所以不会出现负的效用.当 $v \geq p$,消费者会购买实物.于是消费者选择等待时的期望效用可以表示为

$$\begin{aligned} U_{NA} &= E\{ \max(V - p, 0) \} \\ &= \int_p^{+\infty} (v - p)f(v)dv \end{aligned}$$

当预购的期望效用大于等待的期望效用,即 $U_A \geq U_{NA}$ 时,消费者会选择预购,即满足 $a \leq \int_b^{+\infty} vf(v)dv + \int_0^b bf(v)dv - \int_p^{+\infty} (v - p)f(v)dv$ 时,消费者会在预售阶段购券.记预售与回购联合策

略最优预售价格为 \tilde{a}^* , 为使利润最大化, 最优预售价格应取

$$\tilde{a}^* = \int_b^{+\infty} vf(v) dv + \int_0^b bf(v) dv - \int_p^{+\infty} (v-p)f(v) dv \quad (5)$$

有

$$\begin{aligned} \tilde{a}^* - p &= \int_b^{+\infty} vf(v) dv + \int_0^b bf(v) dv - \int_p^{+\infty} (v-p)f(v) dv - \\ &\int_0^{+\infty} pf(v) dv \\ &= \int_b^{+\infty} vf(v) dv + \int_0^b bf(v) dv - \int_p^{+\infty} vf(v) dv + \\ &\int_p^{+\infty} pf(v) dv - \int_0^{+\infty} pf(v) dv \\ &= \int_b^{+\infty} vf(v) dv + \int_0^b bf(v) dv - \int_p^{+\infty} vf(v) dv - \\ &\int_0^p pf(v) dv \\ &= \int_b^p vf(v) dv + \int_0^b (b-p)f(v) dv - \int_b^p pf(v) dv \\ &= \int_b^p (v-p)f(v) dv + \int_0^b (b-p)f(v) dv < 0 \end{aligned}$$

因此 $\tilde{a}^* < p$, 于是仍需选择折价预售策略, 即经销商可通过预售价格低于销售价格的策略来吸引消费者.

定理 1 当采取预售与回购联合策略时, 经销商制定的预售价格高于单一预售策略下的预售价格.

证明 因

$$\begin{aligned} a^* - \tilde{a}^* &= \mu_v - \int_b^{+\infty} vf(v) dv - \int_0^b bf(v) dv \\ &= \int_0^b (v-b)f(v) dv < 0 \end{aligned}$$

所以 $a^* < \tilde{a}^*$, 定理 1 得证.

在实施回购策略情况下, 如果消费者在销售阶段兑换实物获得的实际价值较低时, 消费者可以通过退券来降低损失. 于是消费者对于回购情形下的预购期望效用将高于不回购的情形, 因此经销商可以在保证消费者购买意愿的同时, 制定一个更高的预售价格. 有

$$\tilde{a}^* - b = \int_b^{+\infty} vf(v) dv + \int_0^b bf(v) dv - \int_p^{+\infty} (v-p)f(v) dv - \int_0^{+\infty} bf(v) dv$$

$$\begin{aligned} &= \int_b^{+\infty} vf(v) dv - \int_b^{+\infty} bf(v) dv - \int_p^{+\infty} vf(v) dv + \\ &\int_p^{+\infty} pf(v) dv \\ &= \int_b^p vf(v) dv + \int_p^{+\infty} (p-b)f(v) dv - \int_b^p bf(v) dv \\ &= \int_b^p (v-b)f(v) dv + \int_p^{+\infty} (p-b)f(v) dv > 0 \end{aligned}$$

于是 $\tilde{a}^* > b$, 所以预售与回购联合策略下的回购价格需小于预售价格, 即采取折价回购策略. 否则, 若回购价格高于预售价格, 消费者可以通过先买后退的方式进行投机套利行为.

当预售价格为 \tilde{a}^* 时, 预购的期望效用大于等待的期望效用, 所以预售阶段进入市场的消费者将会全部选择预购, 即 $N_1 = N_A$, 于是 $\mu_1 = \mu_A$, $\sigma_1 = \sigma_A$.

在销售阶段, 进入市场的消费者数量为随机变量 N_S , $N_S \sim N(\mu_S, \sigma_S^2)$. 当 $v \geq p$ 时消费者会购买, 购买实物的消费者数量 $N_2 = \bar{F}(p) N_S$, $N_2 \sim N(\mu_2, \sigma_2^2)$, 其中 $\mu_2 = \bar{F}(p) \mu_S$, $\sigma_2 = \bar{F}(p) \sigma_S$. 预售阶段结束后, 购券消费者数量为 n_1 , 以此对销售阶段的购买量进行预测, 记更新后的销售阶段购买量为 N_2' , 它服从期望为 μ_2' , 方差为 $\sigma_2'^2$ 的正态分布. 可得

$$\mu_2' = \bar{F}(p) \mu_S + \rho \frac{\bar{F}(p) \sigma_S}{\sigma_A} (n_1 - \mu_A),$$

$$\sigma_2' = \bar{F}(p) \sigma_S \sqrt{1 - \rho^2}$$

在销售阶段, 若消费者对商品的实际估值小于回购价格, 即 $v < b$ 时, 预购的消费者会选择退券, 且退券的消费者比例为 $F(b)$, 因此, 退券的消费者数量为 $n_1 F(b)$.

预售与回购联合策略下经销商总期望利润为

$$\begin{aligned} \pi &= E_{N_1} \{ aN_1 + \max_{Q \geq 0} E_{N_2} [-cQ - bn_1 F(b) + \\ &p \min\{Q - n_1 \bar{F}(b), N_2'\} + \\ &s \max\{Q - n_1 \bar{F}(b) - N_2', 0\}] \} \end{aligned}$$

记此策略下的最优订购量为 \hat{Q}^* , 由报童模型可知

$$\begin{aligned} \hat{Q}^* &= \mu_2' + k\sigma_2' + n_1 \bar{F}(b) \\ &= \bar{F}(p) \mu_S + \rho \frac{\bar{F}(p) \sigma_S}{\sigma_A} (n_1 - \mu_A) + \\ &k \bar{F}(p) \sigma_S \sqrt{1 - \rho^2} + n_1 \bar{F}(b) \quad (6) \end{aligned}$$

记预售与回购联合策略下的最优期望利润为 $\hat{\pi}^*$,其值为

$$\begin{aligned} \hat{\pi}^* &= E_{N_1} \{ aN_1 + (p - c)\mu_2' - (p - s)\varphi(k)\sigma_2' - \\ &\quad bN_1F(b) - cN_1\bar{F}(b) \} \\ &= a\mu_A + (p - c)\bar{F}(p)\mu_s - (p - s)\varphi(k)\bar{F}(p) \times \\ &\quad \sigma_s\sqrt{1 - \rho^2} - b\mu_A F(b) - c\mu_A\bar{F}(b) \quad (7) \end{aligned}$$

将预售价格代入以上利润表达式,即将式(5)代入式(7),可得

$$\begin{aligned} \hat{\pi}^* &= \left[\int_b^{+\infty} vf(v) dv + \int_0^b bf(v) dv - \int_p^{+\infty} (v - p)f(v) dv \right] \times \\ &\quad \mu_A + (p - c)\bar{F}(p)\mu_s - (p - s)\varphi(k)\bar{F}(p)\sigma_s\sqrt{1 - \rho^2} - \\ &\quad b\mu_A F(b) - c\mu_A\bar{F}(b) \quad (8) \end{aligned}$$

3 两种策略比较分析

经销商可以通过比较预售与回购联合策略下的最优利润与单一预售策略下的最优利润,来做出是否采用回购策略的决策.

定理2 存在一个临界值 $\bar{c} = \frac{\int_0^b vf(v) dv}{F(b)}$,当 $c > \bar{c}$ 时,经销商应该采取预售与回购联合策略,当 $c < \bar{c}$ 时,经销商应该采取单一的预售策略.

证明 用 $\Delta\pi$ 来表示两种情况下的利润之差,即 $\Delta\pi = \hat{\pi}^* - \pi^*$ 表达式为

$$\begin{aligned} \Delta\pi &= \mu_A \int_0^b (b - v)f(v) dv + \mu_A F(b)(c - b) \\ \text{令 } \Delta\pi > 0 \text{ 得 } c &> \frac{\int_0^b vf(v) dv}{F(b)} \text{ 得到定理2.} \end{aligned}$$

在预售阶段,尽管消费者并不确定对产品的实际估值,但折价预售策略的实施将促使实际估值低于预售价格的消费者也可能选择预购.直观感觉上,回购好像破坏了预售这一优势.因为实施回购策略,实际估值较低的消费者在销售阶段可以选择退券,所以总销售量可能降低.但定理2表明,预售与回购联合策略可以比单一预售获得更高利润.实际上,在回购策略下,经销商可以通过提高预售价格和减少实物订购量来获得更高收益,但同时回购券的策略实施又产生了回购成本.因此预售与回购联合策略下,经销商利润可能增大也可能减小.定理2表明,当单位产品成本较高

时,经销商应采取回购策略以获取更高利润.因为 c 越大,由于订购量减少所带来的成本节省就越多,回购与不回购下的利润差就越大.在现实中,即使同一原材料的价格也会有波动,因此不同时期产品的成本也不尽相同.本定理给出了经销商如何根据 c 的大小来决策是否采取回购策略,这对于经销商来说起到了明显的决策支持作用.

定理3 存在一个临界值 \bar{b} ,当 $b < \bar{b}$ 时,经销商采取预售与回购策略更有利,当 $b > \bar{b}$ 时,经销商采取单一的预售策略更有利.

证明 令

$$\begin{aligned} \Delta\pi &= \hat{\pi}^* - \pi^* \\ &= \mu_A \left[\int_0^b (b - v)f(v) dv + F(b)(c - b) \right] \\ &= \mu_A \left[cF(b) - \int_0^b vf(v) dv \right] \end{aligned}$$

记 $h(b) = cF(b) - \int_0^b vf(v) dv$,那么 $h(0) = 0$,且 $\frac{dh(b)}{db} = cf(b) - bf(b) = (c - b)f(b)$,可知 $b = c$ 是 $h(b)$ 的唯一极大值点,所以有 $h(c) > h(0) = 0$.又由于 $h(\infty) = cF(\infty) - \int_0^{\infty} vf(v) dv = c - \mu_v < 0$,而本文研究的季节性易逝品有较大的利润空间,所以 p 足够大时 $h(p) < 0$.所以,存在临界值 \bar{b} ,使得当 $b < \bar{b}$ 时,回购更优;当 $b > \bar{b}$ 时,不回购更优.

定理4 经销商采取预售与回购联合策略时,实物产品的最优订购量将减少.

比较式(2)与式(6),可以得到定理4.

由于采取回购策略,经销商在决定订购量时会考虑退券的那一部分,订购量自然就会减少.根据定理2,当成本 c 较大时,经销商利润可能不减反增.而且采取预售与回购联合策略可以降低资源浪费现象,因而预售与回购联合策略对经销商和社会而言都是非常有益的.

4 数值分析

下面通过数值分析来验证以上结论.取以下一组参数值: $p = 95$, $c = 50$, $s = 10$, $b = 50$, $\mu_v = 90$, $\sigma_v = 20\sqrt{3}$, $\rho = 0.4$, $\mu_A = \mu_s = 100$, $\sigma_A = \sigma_s = 5$, V 服从均值为 μ_v ,标准差为 σ_v 的正态分布.

首先保持其他参数值不变,令 c 从 20 逐渐变化到 80,此时两种策略利润如图 3 所示,虚线表示预售与回购联合策略的利润曲线,实线表示单一预售策略的利润曲线.从图中可以看出,当成本 c 较小的时候,单一预售策略下获得的利润更高,但随着 c 的增大,预售与回购联合策略的利润逐渐高于单一预售策略的利润.而且,随着 c 的增大,利润增加值也越大,即预售与回购联合策略对经销商更具吸引力,与定理 2 结论一致.

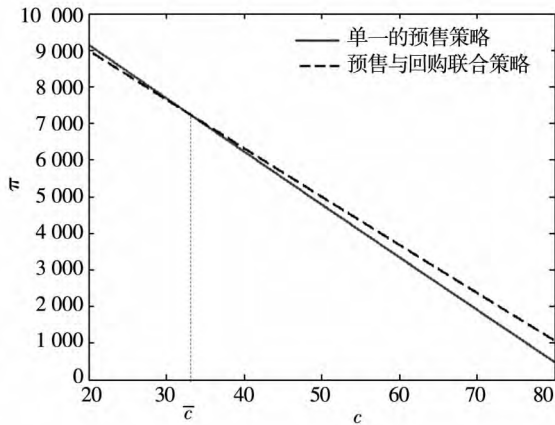


图 3 利润随 c 的变化
Fig. 3 Profit changes with c

保持其他的参数不变,令 b 从 0 逐渐变到 90,此时预售与回购联合策略下的利润和单一预售策略下的利润如图 4 所示.从图中观察可见,回购价格存在一个临界值 \bar{b} ,当 $b < \bar{b}$ 时,预售与回购联合策略下的利润高于单一预售策略下的利润,此时经销商更愿意采取回购策略;当 $b > \bar{b}$ 时,单一预售策略的利润高于预售与回购联合策略的利润,经销商更愿意采取不回购策略.此图验证了定理 3 的结论,回购价格 b 的增大一方面会提升消费者预购的期望效用,并且减少经销商的订购量,另一方面又会使退券的消费者数量增加,进而增加回购成本.因此 b 的增大一方面通过预售价格的升高和订购成本的降低,使得经销商的利润增加,另一方面也导致了总回购成本的增加,使经销商的利润降低.当 b 较小时,利润增加程度大于利润降低程度,所以经销商的利润随 b 递增.利润逐渐增大达到顶点,此时随着 b 的增大,利润增加程度小于利润减小程度,经销商的利润开始递减.当 b 增大到大于 \bar{b} 的时候,联合策略下的利

润便低于单一预售策略下的利润,此时经销商采取单一预售策略可获得更优利润.

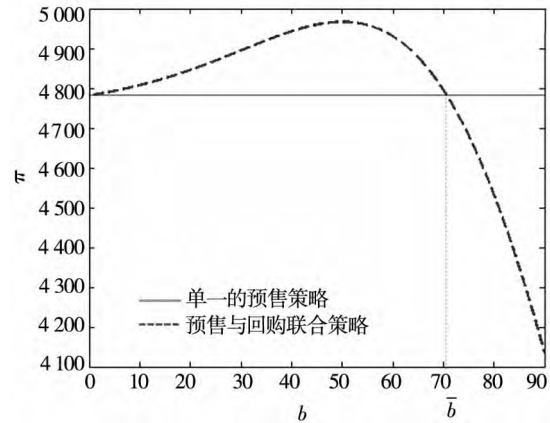


图 4 利润随 b 的变化
Fig. 4 Profit changes with b

下面,仍然保持其他的参数不变,令 b 从 0 逐渐变到 90,观察两种策略下订购量随 b 的变化过程(参见图 5).从图中可知,预售与回购联合策略下的订购量低于单一预售策略下的订购量.联合策略下的订购量随 b 的增大而逐渐减小,这是因为回购价格越高,在销售阶段选择退券的人数也就越多,所以经销商应该订购较少的量.而单一预售策略下的订购量跟 b 无关,在图中显示为一条水平直线.

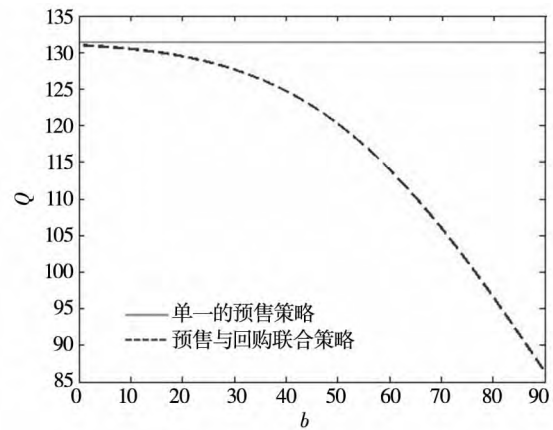


图 5 订购量随 b 的变化
Fig. 5 Order quantity changes with b

同样条件下观察预售与回购联合策略和单一预售策略下的预售价格变化.如图 6 所示,联合策略下的预售价格曲线始终在单一策略下预售价格曲线的上方,说明联合策略预售价格高于单一策略预售价格.单一策略不回购,因此预售价格与回购价格无关,此时预售价格为一条水平直线.联合策略下,随着回购价格升高,预售价格增大.这是

因为回购价格越高,消费者预购所得效用越有保障,因此消费者愿意支付更高的预购价格.

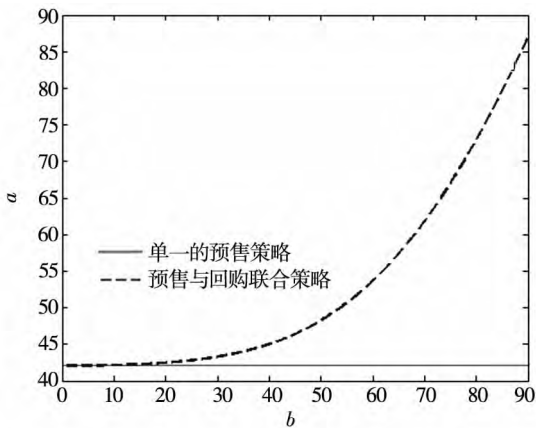


图6 预售价格随 b 的变化

Fig. 6 Advance-selling price changes with b

继续保持其他参数不变,令 μ_v 从 60 逐渐变到 110,此时两种策略的预售价格变化如图 7 所示.可见联合策略下的预售价格高于单一策略下的预售价格,这与定理 1 的结论是一致的.随着 μ_v 的增大,预售价格逐渐提高.这是因为,当 μ_v 变大时,在方差不变的条件下,消费者估值普遍增高,因此愿意花费更高价钱来预购,经销商可制定更高预售价格.而且随着 μ_v 的增大,两条曲线越来越接近.这是因为在方差不变的条件下,当 μ_v 非常大的时候,导致消费者的估值都处于比较高的范围内,正是由于消费者的较高估值,导致折价预售的吸引力变小,且退券的人数也同时变少,因此联合策略与单一策略之间的差异性就不再显著.

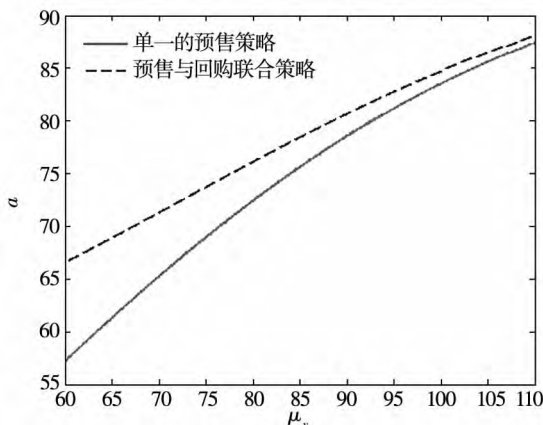


图7 预售价格随 μ_v 的变化

Fig. 7 Advance-selling price changes with μ_v

最后,保持其他参数不变,令 σ_v 从 20 逐渐变到 70,此时预售与回购联合策略和单一预售策略

下的预售价格变化如图 8 所示.图中所示与定理 1 结论一致,联合策略下的预售价格曲线在单一策略下的预售价格曲线上方.随着 σ_v 的增大,预售价格是逐渐减小的. σ_v 越大,说明消费者的估值分布变化幅度越大,越不稳定,于是消费者获得的效用也越不稳定,所以经销商需要制定较低的预售价格,消费者才会选择预购.而且 σ_v 越大,即消费者估值越不确定,其预购风险越大,于是预售与回购联合策略的优势也就越明显.

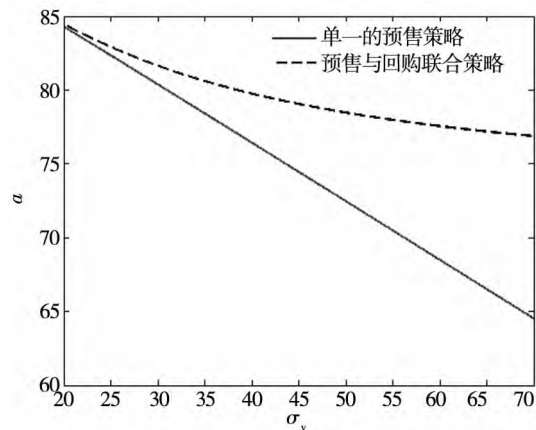


图8 预售价格随 σ_v 的变化

Fig. 8 Advance-selling price changes with σ_v

5 结束语

本文针对季节性易逝品经销商的预售与回购联合策略展开研究,由于季节性易逝品具有“双短”特性,产品需求不确定性大且残值极低,经销商往往采用折价预售策略来吸引消费者提前购买以增加销量,同时通过预售数据的获知来降低需求的不确定性.但由于消费者在预售阶段对于商品的估值是不确定的,因此选择预购的消费者在兑换实物产品时获得的实际效用值可能为负,从而降低了消费者进行预购的期望效用.考虑到这一情况,若经销商采取回购策略,预购消费者就可以通过退券来降低预购风险.于是在回购策略下,消费者预购的期望效用会有所提升,同时经销商也可通过提高预售价格和降低订货量等方式来获得更高利润.本文在预售基础上加入回购策略展开研究,将销售过程分为消费券预售和实物销售两个阶段,对单一预售策略和预售与回购联合策略分别建立模型,求解最优预售价格、最优订购量

以及最优期望利润,进而通过对比分析,得出当单位成本较大或回购价格较低时,经销商更宜采取预售与回购联合策略的结论.研究还发现,在联合策略下经销商制定的预售价格更高,这部分价格溢出相当于消费者为减小预购风险而支付的费用.此外,经销商采取联合策略还可以降低其对产品的实际订购量,进而大幅降低实物产品过剩而

导致的资源浪费可能.本文中假设消费者是同质的,在实际情况中,每个人由于自身经验和需求度等因素的不同,对于商品估值的分布也不尽相同,因此未来可以考虑对异质消费者展开研究.另外,本文是针对一个垄断的经销商展开研究的,但市场中更多的产品是存在竞争的,因此未来研究也可考虑多家经销商相互竞争的情形.

参 考 文 献:

- [1]郑 博. 月饼市场“改弦更张”促转型[DB/OL]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201309/21/t20130921_1528179.shtml, 2013-09-21/2013-10-25.
Zheng Bo. “Fresh start” to promote transformation in moon cake market[DB/OL]. http://www.ce.cn/xwzx/gnsz/gdxw/201309/21/t20130921_1528179.shtml, 2013-09-21/2013-10-25. (in Chinese)
- [2]Weng Z K, Parlar M. Integrating early sales with production decisions: Analysis and insights[J]. IIE Transactions, 1999, 31(1): 1051-1060.
- [3]Boyaci T, Özer Ö. Information acquisition for capacity planning via pricing and advance selling: When to stop and act? [J]. Operations Research, 2010, 58(5): 1328-1349.
- [4]Tang C S, Rajaram K, Alptekinoglu A, et al. The benefits of advance booking discount programs: Model and analysis[J]. Management Science, 2004, 50(4): 465-478.
- [5]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 Yinping, Feng Yi, Tang Xiaowo. Integrating option procurement with advance selling under demand uncertainty[J]. Journal of Management Sciences in China, 2011, 14(6): 47-56. (in Chinese)
- [6]Zhao X, Stecke K E. Pre-orders for new to-be-released products considering consumer loss aversion[J]. Production and Operations Management, 2010, 19(2): 198-215.
- [7]Prasad A, Stecke K E, Zhao X. Advance selling by a newsvendor retailer[J]. Production and Operations Management, 2011, 20(1): 129-142.
- [8]Zeng C. Optimal advance selling strategy under price commitment[J]. Pacific Economic Review, 2013, 18(2): 233-258.
- [9]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.
- [10]McCardle K, Rajaram K, Tang C S. Advance booking discount programs under retail competition[J]. Management Science, 2004, 50(5): 701-708.
- [11]Nocke V, Peitz M, Rosar F. Advance-purchase discounts as a price discrimination device[J]. Journal of Economic Theory, 2011, 146(1): 141-162.
- [12]Nasiry J, Popescu I. Advance selling when consumers regret[J]. Management Science, 2012, 58(6): 1160-1177.
- [13]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)
- [14]Davis S, Gerstner E, Hagerty M. Money back guarantees in retailing: Matching products to consumer tastes[J]. Journal of Retailing, 1995, 71(1): 7-22.
- [15]Davis S, Hagerty M, Gerstner E. Return policies and the optimal level of “hassle” [J]. Journal of Economics and Business, 1998, 50(5): 445-460.
- [16]张霖霖,姚 忠. 考虑顾客退货时在线企业的定价与订货策略[J]. 管理科学学报, 2013, 16(6): 10-21.
Zhang Linlin, Yao Zhong. Pricing and order decisions with customer returns in online retailing[J]. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(6): 10-21. (in Chinese)

- [17]Chen J , Grewal R. Competing in a supply chain via full-refund and no-refund customer returns policies [J]. *International Journal of Production Economics* ,2013 ,146(1) : 246 – 258.
- [18]薛顺利 ,徐 渝 ,宋悦林 ,等. 电子商务环境下定价与退货策略整合优化研究[J]. *运筹与管理* ,2006 ,15(5) : 133 – 137.
- Xue Shunli , Xu Yu , Song Yuelin , et al. Integrative-optimal investigation of pricing and return policies in e-business [J]. *Operations Research and Management Science* ,2006 ,15(5) : 133 – 137. (in Chinese)
- [19]汪贤裕 ,肖玉明. 基于返回策略与风险分担的供应链协调分析[J]. *管理科学学报* ,2009 ,12(3) : 65 – 70.
- Wang Xianyu , Xiao Yuming. Research on supply chain coordination and risk sharing based on buy back policy [J]. *Journal of Management Sciences in China* ,2009 ,12(3) : 65 – 70. (in Chinese)
- [20]Bickel P J , Doksum K A. *Mathematical Statistics : Basic Ideas and Selected Topics* [M]. NJ: Prentice Hall ,2001: 501 – 502.

Joint strategy of advance-selling and buy-back for seasonal perishable products

MAO Zhao-fang , LIU Wan-wan , LI Hui

College of Management and Economics , Tianjin University , Tianjin 300072 , China

Abstract: As a result of the short sales period and short life-cycle the large profit of seasonal perishable products is usually accompanied by great demand uncertainty. Once missing the sales season , their low residual value will bring huge economic losses and resource waste. The advance selling strategy with a discount will encourage consumers to buy in advance. Dealers can also enhance the accuracy of market demand forecast by the amount of pre-order. While enjoying preferential prices , consumers also bear expected value losses as a result of purchasing before seeing the physical product. If the seller adopts the buy-back strategy , the consumers can benefit. The retailer's profits could be improved by increasing the advance selling price and reducing the order quantity with reasonable buy-back costs. Considering the strategic consumers , this paper compared the joint strategy of advance selling and buy-back with the solo advance selling strategy. It established profit models and obtained the optimal advance selling prices and order quantities. It also found that when the unit order cost is high or the buy-back price is low , the joint strategy can bring the retailer more profits. Under the joint strategy , the optimal advance selling price is higher and the optimal order quantity is less. These conclusions can help retailers in making marketing strategies.

Key words: strategic consumer; seasonal perishable products; advance-selling; buy-back; joint strategy