

二级市场季节性商品的订购和销售决策^①

王丽颖¹, 巩天啸², 陈丽华², 蓝颖杰²

(1. 首都经济贸易大学工商管理学院, 北京 100070; 2. 北京大学光华管理学院, 北京 100871)

摘要: 销售季节性商品的零售企业在销售季节开始前通常仅能获得有限的市场信息, 在销售过程中因滞销而产生剩余库存的现象十分普遍. 因此, 许多零售企业会将商品在一级市场销售之后以折扣价格在二级市场上继续销售. 为此, 建立了这一问题的两阶段模型, 在较宽松的需假设下分析了模型所具有的性质, 通过求解得到了零售企业对季节性商品的订货量决策和商品在两级市场间转换时刻决策所要满足的最优条件.

关键词: 零售企业; 季节性商品; 二级市场; 订购决策; 时间决策

中图分类号: F272 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2014)05-0035-08

0 引言

季节性商品的季节属性体现在时效性上, 其使用价值往往随时间流逝, 因此一般也是一种易逝品, 例如时装和易腐的季节性食品等. 季节性商品的需求波动和由订货提前期等因素导致的销售季节内的供给刚性之间的矛盾是供应链中常见的重要问题. 如何妥善地处理此类供需不平衡问题对于零售企业来讲是十分重要的. Tibben-Lembke^[1]的研究表明, 零售企业通常在一级市场约有 5% 到 20% 的商品未能实现销售, 其中过量库存、不合理定价, 商品损坏和顾客退货等均是未能实现销售的原因. 零售企业可以通过降价、翻新, 转移库存和转变销售渠道等手段将未能在一级市场上销售出去的产品在最合理的时间以最适当的价格提供给合适的顾客. 当零售企业转变销售渠道后, 产品便进入了二级市场. 产品在二级市场上的销售为零售企业提供了增加销售额、降低库存成本和提高利润的机会.

国内外有许多零售企业都采用在两级市场上进行销售的策略. 在一个完整的销售周期内, 零售企业首先将季节性商品在一级市场上销售, 而后

在某个时点上将剩余的存货全部转移到二级市场, 并同时完全停止在一级市场上的一切销售活动. 一般来说, 一级市场和二级市场针对不同的顾客群体. 其中一级市场针对在销售季节初期愿意为获得产品而支付高价的顾客, 二级市场则面向对产品没有迫切需求并希望以低价购得的顾客. 美国的萨克斯第五大道精品店 (Saks Fifth Avenue) 和诺德斯特龙百货公司 (Nordstrom) 都会将在一级市场上销售量不高的商品以 30% 到 70% 的折扣价格在二级市场上销售. 国内的很多服装企业, 也都将在一级市场 (各大百货公司) 上销量不好的商品在销售季节的某一时点, 以较低的价格转移到二级市场 (折扣店或奥特莱斯店) 上进行销售, 如 NIKE、李宁等. Birchall^[2]的研究显示, 当前的经济衰退带动了商品在二级市场上, 如折扣店和直销商店上的销售, 当一级市场上的销售量衰减时, 不在二级市场上进行销售的零售企业将面临持有过量库存的风险.

有关零售企业在二级市场上的运营管理研究十分有限, 国内的相关研究还是空白. Lee 和 Whang^[3] 基于 TradingHubs.com 的实例讨论了高

① 收稿日期: 2012-03-27; 修订日期: 2013-07-10.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (71072050); 首都经济贸易大学 2014 年度科研基金资助项目.

作者简介: 王丽颖 (1986—), 女, 黑龙江嫩江人, 博士, 讲师. Email: liyingwang2013@163.com

科技产品在网络二级市场再销售的问题. Ghose 等^[4]考虑了二手 CD, DVD 和书籍在二级市场的销售对一级市场新产品销售的影响. Nocke 和 Peitz^[5]研究了耐用品在二级市场上的销售对顾客在一级市场内行为的影响. 但上述文献并没有考虑与二级市场有关的时间因素, 而市场转换时间对生命周期较短的商品特别是高端时装而言尤为重要. 从 Coughlan 和 Soberman^[6]的研究报告中可知, 很多时装业界的品牌只是顺序地在一级市场和二级市场上销售商品, 并没有文章去研究在给定的销售时期和有限的库存条件下何时进行市场转换的决策. 商品在二级市场上销售可以看作是具有时间顺序的渠道管理问题. Sa Vinhas 等^[7]综述了渠道协调和设计问题, 指出因企业销售渠道的复杂程度在大大增加, 有必要将各种渠道放在一起进行分析, 从而避免企业自身渠道之间的相互竞争. Lehmann 和 Weinberg^[8]从实证分析的角度讨论了顺序渠道管理在电影行业的应用, 即电影在影院放映之后应何时发行电子光盘. 综上所述可知, 虽然与顺序渠道有关的库存和时间决策对零售企业十分重要, 但目前还没有获得深入研究, 本文从零售企业的角度出发将这两个决策结合在一起进行研究, 填补了相关文献研究的空白.

季节性商品在二级市场上的转移问题还可以看作是简化的动态定价问题. 由于二级市场上的销售价格不同, 市场转换的时刻决策实质上等同于降价时间的决策, 而这个决策相对于市场的需求状态而言是动态的. 有关动态定价的文献综述可以参见文献 [9 - 11]. 国内学者官振中和史本山^[12]研究了易逝性高科技产品的动态定价策略. 刘德文等^[13]研究了处于衰退期的易逝性高新技术产品的收益管理问题. 动态定价和收益管理是密切相关的, 所以本文的研究也是对收益管理的有益的补充. 关于收益管理以及相关的文献资料综述, 可以参考文献 [14].

本文研究了单一零售企业在二级市场上销售季节性商品的订购和销售决策, 即确定订货量以及产品应该何时从一级市场转向二级市场. 本文的研究表明, 零售企业是否能从二级市场的销售策略中获益, 仍然取决于两个市场上的定价是否合乎市场需求, 或者说订购和市场转移策略需要配合合理的定价决策才是最有效的. 本文证明了

零售企业可以通过选择库存水平来最大化其在一级市场和二级市场上的总期望利润, 并得到了企业对季节性商品的订货量决策和商品在两级市场间转换时刻决策所要满足的最优条件.

1 问题描述

考虑销售某种季节性商品的单一零售企业在销售期 $[0, T]$ 时间段内先后在一级市场和二级市场上销售产品. 产品的价格受定位和竞争等其它外在因素决定, 商品在一级市场的售价 p_1 总是高于二级市场售价 p_2 . 由于季节性商品的供应链反应具有较长的滞后期, 所以零售企业必须提前足够的时间向上游厂商订货, 不可能实现后期补充库存. 因此, 零售企业在销售开始前仅有 1 次订货机会. 订货完成后零售企业将继续收集市场需求信息, 在销售刚开始时进一步决定在何时将产品从一级市场转移到二级市场上继续销售.

因订货提前期较长, 零售企业的订购决策要远及销售季节开始之前完成. 那时, 零售企业所掌握的市场信息有限, 对需求的预测还很粗略. 完成订购之后虽然还会获得更多的市场信息并能更好地预测市场需求, 一般却不能再改变已经订购的数量(类似的情况在 Zara, H&M 和 GAP 等时装零售企业尤为突出). 所幸的是企业可以根据对需求的更精确预测来适当地调整两级市场之间的转换时间, 从而缓解供需矛盾并增加利润. 根据既有的订购数量, 如果零售企业过早地转向二级市场, 会过多失去一级市场上具有较高支付意愿的顾客. 如果零售企业过晚地转向二级市场, 则要承担两个方面的潜在损失: 一方面是由于价值随着时间的流逝, 顾客支付意愿下降, 商品收益率会越来越低, 这会浪费一级市场上宝贵的货架空间; 而另一方面则会丢失在二级市场上的潜在收益, 并且由于销售机会的丧失将会产生库存浪费.

假设市场上有“低需求”和“高需求”两种状态, 分别记为 l 和 h , 对应的概率分别为 θ_l 和 θ_h , 有 $\theta_l + \theta_h = 1$. 应该指出, 本文的分析可以自然地扩展到任意多种市场需求状态(即假设有 n 个市场需求状态, 记为 $s_j, j = 1, 2, \dots, n$, 对应的概率为 θ_j , 有 $\sum_{j=1}^n \theta_j = 1$). 零售企业在订货时面对的市场

状态 s 是不确定的, 只有在销售季节开始时才知道市场的需求状态与其对应的概率分布, 从而可以决定何时转移到二级市场.

零售企业的决策顺序如图 1 所示. 零售企业面对两阶段的优化问题. 在第 1 阶段, 零售企业远在没有准确市场信息的情况下决定订货量 Q . 在第 2 阶段, 零售企业了解到所在市场的需求状态 s , 此时根据已经获得的 Q 单位的产品库存量来决定产品在一级市场上销售的时间长度, 即产品销售由一级市场向二级市场转换的时刻. 用季节性商品在一级市场上销售的时间占整个销售期时间 T 的比例参数 $\beta (0 \leq \beta \leq 1)$ 来表示这一决策. 因此商品在一级市场和二级市场上的销售时间长度分别是 $[0, \beta T]$ 和 $[\beta T, T]$. $\beta = 1$ 和 $\beta = 0$ 分别表示商品从销售季节开始便只在一级市场或只在二级市场上销售. 不失一般性, 销售季节结束时所有未被售出的商品残值为 0.

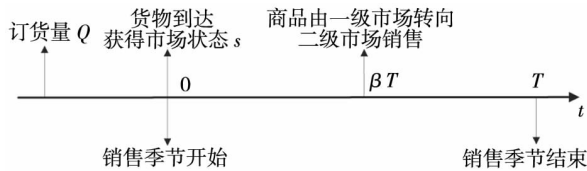


图 1 零售企业运营时间线
Fig. 1 Retailer's operation timeline

2 模型构建

假设零售企业可以订购并获得任意数量的商品, 它在第 1 阶段要选择最优订货量 Q^* 来最大化期望利润, 即

$$\pi^* = \max_{Q \geq 0} \theta_1 R_1^*(Q) + \theta_2 R_2^*(Q) - cQ \quad (1)$$

式中 π^* 是零售企业的总期望利润; c 是商品的单位采购成本. $R_s^*(Q)$ 是市场需求状态为 s 时在两个市场上销售商品的期望收益之和的最大值. 随市场需求状态的不同, 商品在两级市场上销售的最优转换时刻可能会不同. 用 β_s^* 表示市场需求状态为 s 时, 商品在一级市场上的最优销售时间比例. 在给定订货量 Q 后, 零售企业在两个市场上的收益之和可以表示为

$$R_s(\beta | Q) = p_1 \min(Q, N_1^s(\beta)) + p_2 \min((Q - N_1^s(\beta))^+, N_2^s(\beta)) \quad (2)$$

式中 $N_1^s(\beta)$ 和 $N_2^s(\beta)$ 是定义在样本空间 Ω 上的非负随机变量, 分别表示在给定市场状态 s 和市场转换时刻 β 的情况下, 一级市场在 $[0, \beta T)$ 时间内和二级市场在 $(\beta T, T]$ 时间内的需求. $N_1^s(\beta)$ 和 $N_2^s(\beta)$ 的分布函数分别为 $F_1^s(x; \beta)$ 和 $F_2^s(y; \beta)$. 对于给定的 $\omega \in \Omega$, 两级市场上的需求分别为 $N_1^s(\beta, \omega)$ 和 $N_2^s(\beta, \omega)$.

零售企业在第 2 阶段要决策商品销售在两级市场间的最优转化时刻 β_s^* 来最大化期望利润. 当市场需求状态为 s 时在两个市场上销售商品的期望收益之和的最大值 $R_s^*(Q)$ 可通过求解式 (3) 得到

$$R_s^*(Q) = \max_{0 \leq \beta \leq 1} E[R_s(\beta | Q)] \quad (3)$$

季节性商品需求增长率的变化如图 2 所示. Panda 等^[15] 的研究表明, 季节性商品的需求增长率随销售时间延长通常分为增长期、平稳期和下降期 3 个阶段. Dellaert^[16], Feng 和 Guillermo^[17], Johnson 和 Anderson^[18], Hammond 和 Raman^[19] 对季节性商品需求增长率的变化也有类似阐述. Snigdha 和 Ashish^[20] 的研究数据显示, 二级市场上需求增长率的变化与一级市场相似. 其中, 需求增长率的上升阶段, 是零售商对消费者需求的试探期, 此时零售商一般不会做出市场转换决策. 本文模型考虑了在需求试探期过后, 零售商在需求增长率的平稳期和下降期内的订购和市场转换时刻决策.

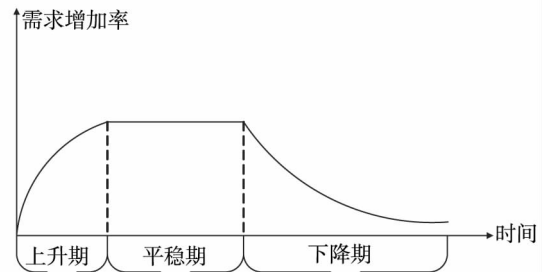


图 2 需求增长率随时间变化阶段图
Fig. 2 Demand growth rate over time

基于以上考虑, 本文做以下假设. 假设 $N_1^s(\beta, \omega)$ 和 $N_2^s(\beta, \omega)$ 都是关于 β 的非递增函数, 且 $N_1^s(\beta, \omega)$ 和 $N_1^s(\beta, \omega) + N_2^s(\beta, \omega)$ 都是关于 β 凹的. 一般说来 β 越大, 商品在一级市场上的销售时间越长, $N_1^s(\beta, \omega)$ 就越高, $N_2^s(\beta, \omega)$ 就越低. 此

外, $N_1^s(\beta, \omega)$ 和 $N_2^s(\beta, \omega)$ 对时间 β 的导数即为需求增长率, 反映了需求到达的时间密度, 而需求关于 β 的二阶导数则表明了市场对时间的敏感程度. 第一阶段需求 $N_1^s(\beta, \omega)$ 的凹性反应了一级市场中的顾客对季节性产品的需求特点, 即顾客在销售季节期初的需求较为密集, 随着时间延长, 产品效用降低, 顾客的购买热情随之降低, 需求增长率相对于期初会降低. 这一假设通常能较好地符合实际情况^[15]. 第二阶段需求 $N_2^s(\beta, \omega)$ 为 β 的凸函数时, 可以用同样的方式来解释(注意 $N_2^s(\beta, \omega)$ 对时间 β 的导数为负, 其绝对值才是到达密度). 因此 $N_1^s(\beta, \omega) + N_2^s(\beta, \omega)$ 关于 β 为凹的假设要求 $N_1^s(\beta, \omega)$ 的二阶导数的绝对值大于 $N_2^s(\beta, \omega)$ 的二阶导数的绝对值, 即要求一级市场内的需求对时间更加敏感, 这一假设符合本文对一级市场和二级市场的直观观察: 一级市场的消费者对产品的时间敏感性较高, 并愿意为之支付较高的价格, 而二级市场的消费者对产品的价格敏感性更高, 他们更关注价格而非产品的时间属性.

$$R(\beta | Q) = \begin{cases} h_1(\beta, Q) = p_1 Q, & Q < N_1(\beta, \omega) \\ h_2(\beta, Q) = (p_1 - p_2) N_1(\beta, \omega) + p_2 Q, & N_1(\beta, \omega) \leq Q \leq N_1(\beta, \omega) + N_2(\beta, \omega) \\ h_3(\beta, Q) = p_1 N_1(\beta, \omega) + p_2 N_2(\beta, \omega), & N_1(\beta, \omega) + N_2(\beta, \omega) \leq Q \end{cases} \quad (6)$$

命题 1^② (样本路径的性质) 样本路径收益函数 $R(\beta | Q) : [0, 1] \times [0, \infty) \rightarrow R$ 具有以下性质:

1) 在 $[0, 1] \times [0, \infty)$ 范围内是连续的, 关于 Q 单调; 且在给定 Q 时关于 $\beta \in [0, 1]$ 是 Lipschitz 连续的.

2) 关于 $\beta \in [0, 1]$ 和 $Q \in [0, \infty)$ 是联合凹的.

应当指出的是, 样本路径收益函数关于 Q 单调性的前提是零售企业在第 1 阶段进货成本为沉没成本. 样本路径收益函数关于 β 和 Q 是联合凹的性质对求解模型的最优解有很大帮助. 在不需要对需求的随机分布做更多假设的情况下, 可将样本路径收益函数的连续性、单调性和凹性推广到期望收益函数中.

命题 2 (期望收益函数的性质) 期望收益函

3 模型求解和分析

随着销售季节开始, 零售企业在了解到所处的市场需求状态 s 后, 将决定何时开始在二级市场上进行销售. 在这一阶段之初, 零售企业已经获得并持有 Q 单位的库存量. 由于零售企业在第 2 阶段的决策问题在任意的市场需求状态下具有相同的结构, 因此可将上标 s 去掉以表明适用所有的需求状态. 零售企业第 2 阶段的决策问题为

$$\max_{0 \leq \beta \leq 1} E[R(\beta | Q)] = \max_{0 \leq \beta \leq 1} p_1 E[\min(Q, N_1(\beta))] + p_2 E[\min((Q - N_1(\beta))^+, N_2(\beta))] \quad (4)$$

首先对样本路径收益进行分析. 假设从给定概率分布的 $N_1(\beta)$ 和 $N_2(\beta)$ 中分别随机抽取样本 $N_1(\beta, \omega)$ 和 $N_2(\beta, \omega)$, 作为一级市场和二级市场需求的样本值, 则样本路径收益函数可写为

$$R(\beta | Q) = p_1 \min(Q, N_1(\beta, \omega)) + p_2 \min((Q - N_1(\beta, \omega))^+, N_2(\beta, \omega)) \quad (5)$$

即

$$\begin{cases} Q < N_1(\beta, \omega) \\ N_1(\beta, \omega) \leq Q \leq N_1(\beta, \omega) + N_2(\beta, \omega) \\ N_1(\beta, \omega) + N_2(\beta, \omega) \leq Q \end{cases} \quad (6)$$

数 $E[R(\beta | Q)] : [0, 1] \times [0, \infty) \rightarrow R$ 在 $[0, 1] \times [0, \infty)$ 范围内是连续的, 并且关于 $\beta \in [0, 1]$ 和 $Q \in [0, \infty)$ 是联合凹的.

由式(6)可知, 对于给定的 Q , 样本路径收益函数在 $\beta \in [0, 1]$ 上并不是处处可微的, 因此无法保证期望收益函数 $E[R(\beta | Q)]$ 对所有的 $\beta \in [0, 1]$ 可微. 如当 $N_1(\beta)$ 和 $N_2(\beta)$ 服从离散概率分布时 $E[R(\beta | Q)]$ 即不可微. 但当 $N_1(\beta)$ 和 $N_2(\beta)$ 服从连续概率分布时, $E[R(\beta | Q)]$ 是可微的, 且导数连续. 在这种情况下, 可以根据期望收益函数 $E[R(\beta | Q)]$ 关于 β 的一阶条件来确定零售商在一级市场上销售季节性商品的最优时间长度.

命题 3 当 $E[R(\beta | Q)]$ 关于 $\beta \in [0, 1]$ 可微时, 对于给定订货量 $Q < \infty$, 有

② 除特殊说明外, 文中所有命题的证明过程从略.

$$\frac{\partial E[R(\beta | Q)]}{\partial \beta} = (p_1 - p_2) E\left[\frac{\partial N_1(\beta, \omega)}{\partial \beta} \mid N_1(\beta) \leq Q < N_1(\beta) + N_2(\beta)\right] + E\left[p_1 \frac{\partial N_1(\beta, \omega)}{\partial \beta} + p_2 \frac{\partial N_2(\beta, \omega)}{\partial \beta} \mid N_1(\beta) + N_2(\beta) \leq Q\right] \quad (7)$$

若 $\frac{\partial E[R(0 | Q)]}{\partial \beta} \leq 0$ 则零售商在两级市场上销售季节性商品的最优市场转换时刻 $\beta^*(Q) = 0$;

若 $\frac{\partial E[R(1 | Q)]}{\partial \beta} \geq 0$ $\beta^*(Q) = 1$; 其它情况下,

可以由 $\frac{\partial E[R(\beta | Q)]}{\partial \beta} = 0$ 时, 解出最优解 $\beta^*(Q)$ $\beta^*(Q) \in (0, 1)$.

当期望利润函数可微时, 可以通过求解一阶条件得到零售商的最优市场转换时刻. 当期望利润函数不可微时, 则可以通过数值搜索求解得到零售商的最优市场转换时刻^[21]. 命题 3 说明在需求分布、价格和订货量满足一定条件时, 可以得到最优市场转换时刻的内点解, 这意味着零售企业要获得最大利润就必须在一级和二级两个市场上都进行销售. 在这种情况下 β 单位变化带来的一级市场上的边际收益增加等于二级市场上的边际收益减少. 当 $E[R(\beta | Q)]$ 在 $\beta \in [0, 1]$ 区间上单调递增(或递减)的时候, 零售企业将仅在一级市场(或二级市场)上进行销售. 对于一般性的需求假设, 并不能得到期望收益函数的严格凹性, 因此不能保证该问题有唯一的最优解. 例如, 当 $p_1 E\left[\frac{\partial N_1(\beta)}{\partial \beta}\right] + p_2 E\left[\frac{\partial N_2(\beta)}{\partial \beta}\right] = 0$, $N_1(\beta)$ 和 $N_2(\beta)$ 上限是 $Q/2$, 即 $N_1(\beta) + N_2(\beta) < Q$ 几乎是必然事件时, 任意 $\beta \in [0, 1]$ 可满足一阶条件.

注意到 $\beta^*(Q)$ 和 Q 之间的非线性关系, 这是因为零售企业的目标是提高自身的期望利润而不是“清空”库存, 而需求的分布函数一般是非线性的. 如果对需求函数采用简单的乘数关系, 即假定 $N_1(\beta) = \beta \cdot N_1$, $N_2(\beta) = (1 - \beta) \cdot N_2$, 则可简化式(7), 并发现: 当 $(p_1 - p_2) / p_2$ 大于某个取决于 Q 和 β 的阈值时, 增加 Q 将导致式(7)右端增加, 从而增加 β^* ; 反之当其小于这个阈值时增加 Q 反而会减少 β^* . 可见 $\beta^*(Q)$ 和 Q 之间的关系还与零售企业在一级市场和二级市场上销售价格之间的相对大小密切相关.

在给出最优转换时刻后, 零售企业在第 1 阶段的决策由求解式(1)得到

$$Q^* = \arg \max_{Q \geq 0} \theta_l R_l^*(Q) + \theta_h R_h^*(Q) - cQ \quad (8)$$

命题 4 $R^*(Q)$ 是关于 Q 凹的.

式(1)中的目标函数是由 3 个凹函数组成的, 因此, 零售企业在第 1 阶段的问题可以被归纳为式(1)的凸优化问题. 根据命题 4, 可得定理 1.

定理 1 假设 $R_s^*(Q)$ $s = l, h$ 是可微的, 则最优订货数量 Q^* 可以由下式解出

$$\theta_l \frac{dR_l^*(Q)}{dQ} + \theta_h \frac{dR_h^*(Q)}{dQ} - c = 0 \quad (9)$$

需要说明的是, 最优订货数量 Q^* 对于某一给定的状态 l 和 h 来讲可能不是最优的, 这就使得零售商第 2 阶段的市场转换时刻决策十分重要. 特别地, 当 $c = 0$ 时, 第 1 阶段和第 2 阶段的最优解可以很容易得到.

命题 5 如果 $c = 0$ 则 $Q^* \rightarrow \infty$, 且 $\beta_s^*(Q^*) \in \{0, 1\}$.

对于高边际利润行业内的零售企业而言, 市场价格往往远大于采购成本, 因此可将采购成本忽略, 即 $p_1 + p_2 \gg c \approx 0$. 在这种情况下, 零售企业的决策将会是只在拥有最高潜在期望销售收益的市场上进行销售. 对于 $Q^* \rightarrow \infty$, 是在没有考虑需求上限的情况下得出的结论. 如果需求存在上限, 则 Q^* 可取所选择市场上的需求上限值.

命题 6 如果任何市场上的需求在统计意义上增强(如通过广告或者促销活动), 且假定 β 为既定, 则 $\frac{dR^*(Q)}{dQ}$ 将增加, 从而 Q^* 也将增加.

对于将会采取广告等促销活动, 并已预先决定好市场转换时刻的零售企业而言, 需要在销售季节初期提高订货量.

命题 7 如果所有市场上的需求在统计意义上有 $N_h > N_l$, 即 h 情景下的需求在统计意义上比 l 情景下的旺盛, 则随着 θ_h 的增加 Q^* 也随之增加.

当零售企业预测到总体经济形势将处于利好的情况下,如在经济危机过后的经济回升期,零售企业将更可能会处于高需求的市场情景.此时,零售企业应提升初期订货量,以优化期望收益.

4 算例分析

在本文的算例设计中,一级市场和二级市场的需求分别为 $N_1^s(\beta, \omega_1) = \beta \cdot D_1^s$ 和 $N_2^s(\beta, \omega_1) = (1 - \beta) \cdot D_2^s$. 其中 D_1^s 和 D_2^s 是一级市场和二级市场的总需求,表示为关于价格的线性函数,且带有加法不确定性,即 $D_1^s = a_1^s - b_1^s \cdot p_1 + \varepsilon_1^s$, $D_2^s = a_2^s - b_2^s \cdot p_2 + \varepsilon_2^s$, $a_1^s, b_1^s, a_2^s, b_2^s > 0$. 因为二级市场的消费者对价格的敏感度高于一级市场的消费者,所以总需求函数的参数要满足条件 $a_1/b_1 < a_2/b_2$, 需求的不确定性部分 $\varepsilon_1^s, \varepsilon_2^s$ 满足如表 1 所示的独

立离散分布概率. 在任意市场状态下,都令 $a_1 = 4, b_1 = 3, a_2 = 20, b_2 = 4$. 采用 $p_1 = 3, p_2 \in \{1.75, 1.5, 1.25\}$ 三种可能. 设季节性商品的单位采购成本 $c = 1$. 在此算例中,一级市场的需求和市场状态无关(即一级市场总需求在高、低两种状态下都具有相同的概率分布),这使得能够将二级市场的波动影响分离.

表 1 需求模型的概率分布

Table 1 Probability distribution of demand model

低需求状态			
$P(\varepsilon_1=5) = 0.2$	$P(\varepsilon_1=7) = 0.8$	$P(\varepsilon_2=2) = 0.3$	$P(\varepsilon_2=5) = 0.7$
高需求状态			
$P(\varepsilon_1=5) = 0.2$	$P(\varepsilon_1=7) = 0.8$	$P(\varepsilon_2=6) = 0.4$	$P(\varepsilon_2=9) = 0.6$

当低需求市场状态 θ_1 概率分别为 0.3 和 0.7 时相应的最优订购和最优转换时刻决策如表 2 所示.

表 2 最优决策 Q^* 和 β_h^s

Table 2 Optimal decision of Q^* and β_h^s

p_1	p_2	θ_1	π^*	Q^*	β_1^s	β_h^s	$R(\beta_1^s Q)$	$R(\beta_h^s Q)$
3	1.75	0.3	9.5	14	0	0	21.18	24.5
3	1.75	0.7	8.7	13	0	0.08	21.18	22.89
3	1.5	0.3	6.2	13	0	0.08	18.15	19.68
3	1.5	0.7	5.6	12.9	0	0.09	18.05	19.55
3	1.25	0.3	3.11	6.8	0.4	0.6	9.56	10.06
3	1.25	0.7	2.97	5.2	0.6	0.7	8.09	8.35

通过计算结果可以发现,依赖二级市场折扣水平和市场需求状态的不同,零售企业可以选择仅在一级市场上销售、仅在二级市场上销售或在两个市场上同时销售. 当 $p_2 = 1.75$ 和 $p_2 = 1.5$ 时,在低需求市场状态下,零售企业的最优决策是仅在二级市场上进行销售. 当 $p_2 = 1.25$ 时,无论在何种市场需求状态下,零售企业的最优决策都是在两个市场上进行销售. 随着二级市场上销售价格不断降低,当销售价格趋于或低于成本价时,零售企业的最优决策将为仅在一级市场上进行销售.

5 结束语

本文研究了零售企业在销售季节性商品时的订购和销售策略. 在销售季节,很多零售企业会首

先在一级市场上销售商品,一段时间过后再将商品在二级市场进行折价销售. 本文构建了上述问题的数学模型并回答了以下几个问题:零售企业在销售季节开始前的最优订货量应是多少?零售企业是否应该只在一级市场上提供季节性商品?如果不是,零售企业如何确定向二级市场上提供商品的最佳时刻?同已有的研究不同,本文考虑了不同销售渠道在时间上的先后,分析了零售企业在面临市场状态和需求不确定性情况下的最优订购数量和时刻决策.

零售企业在第 1 阶段面对不确定性市场信息时决定订购数量,在第 2 阶段观察到市场状态后决定进行市场转换的时刻. 本文在较宽松的需求分布假设下,分析了零售企业两阶段收益函数的结构性质. 研究发现:1) 收益函数是关于 β 和 Q 联合凹的,从而可以求解出零售企业的最优决策;

2) Q 和 β 之间不是简单的线性关系. 这是因为零售企业的最终目标是提高自身利润而非清空库存, 所以在进行销售市场转换时要权衡两个市场的潜在收益; 3) 由于在销售季节开始前企业获得的信息较少, 所以订货量 Q^* 对于某一具体的市场状态而言并非总是最优的. 因此在获得更多的市场信息之后, 零售企业对市场转换时刻的决策对自身的盈利至关重要; 4) 对于边际成本较低的高利润行业, 零售企业并不需要在两个市场上都进行销售, 其应该在拥有最高潜在期望销售收益的市场上投放全部产品; 5) 当不能改变市场转换时刻时, 任何市场上统计意义上的增强, 零售企业都需要通过提高订货量以达到最优状态.

在实际中, 除上述分析外, 零售企业还可以采取其它措施来缓解供需失衡问题, 例如: 1) 零售企业可以通过同供应商签订回购协议来转移由需

求不确定性所带来的库存压力; 2) 加大对企业信息系统的投入力度以更好地掌握市场需求信息, 提高需求预测的准确度, 降低需求不确定性对企业的压力; 3) 尝试采用广告、促销、品牌建设等营销手段来引导消费者需求, 对销售者的购买行为作出指导性影响, 进而更好地掌握消费者的需求信息; 4) 采用 VMI 等方式与供应商进行紧密合作和信息共享, 以缩短订货提前期, 降低供应链的不确定性.

本文的研究可以在以下几方面进行拓展.

1. 考虑新旧产品的替代, 即何时在一级市场上引入新的产品及何时将旧商品移向二级市场渠道;
2. 考虑由第 3 方控制的二级市场对零售企业和供应商的影响;
3. 研究具有两级市场的零售企业同供应商之间的风险分担和供应链协调机制.

参考文献:

- [1] Tibben-Lembke R S. Strategic use of the secondary market for retail consumer goods [J]. *California Management Review*, 2004, 46(2): 90 - 104.
- [2] Birchall J. Low-cost stores expand as bigger shops falter [OL]. <http://www.ft.com/cms/s/0/3c785144-4732-41df-9b06-00144feab49a.html#axzz16PPCIVIL>. Online accessed 26-November-2010.
- [3] Lee H, Whang S. The impact of the secondary market on the supply chain [J]. *Management Science*, 2002, 48(6): 719 - 731.
- [4] Ghose A, Teland R, Krishnan R. Effect of electronic secondary markets on the supply chain [J]. *Journal of Management Information Systems*, 2005, 22(2): 91 - 120.
- [5] Nocke V, Peitz M. Hyperbolic discounting and secondary markets [J]. *Games and Economic Behavior*, 2003, 44(1): 77 - 97.
- [6] Coughlan A T, Soberman D A. A Survey of Outlet Mall Retailing: Past, Present, and Future [R]. INSEAD Working Paper Series, 2004.
- [7] Sa Vinhas A, Chatterjee S, Dutta S, et al. Channel design, coordination, and performance: Future research directions [J]. *Marketing Letters*, 2010, 21(3): 223 - 237.
- [8] Lehmann D R, Weinberg C B. Sales through sequential distribution channels: An application to movies and videos [J]. *Journal of Marketing*, 2000, 64(3): 18 - 33.
- [9] Elmaghraby W J, Keskinocak P. Dynamic pricing in the presence of inventory considerations [J]. *Management Science*, 2003, 49(10): 1287 - 1309.
- [10] Bitran G, Caldentey R. Overview of pricing models for revenue management [J]. *Manufacturing & Service Operations Management*, 2003, 5(3): 203 - 229.
- [11] Talluri K T, Van Ryzin G J. *The Theory and Practice of Revenue Management* [M]. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2001.
- [12] 官振中, 史本山. 易逝性高科技产品收益管理定价策略 [J]. *管理科学学报*, 2008, 11(5): 102 - 109.
Guan Zhenzhong, Shi Benshan. Optimal pricing policy for high technology perishable commodity with revenue management [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2008, 11(5): 102 - 109. (in Chinese)

- [13] 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(6): 65-84.
Liu Dewen, Xiao Baichun, Lu Ruoyu. Revenue management of perishable hi-tech product in declining period[J]. Journal of Management Sciences in China, 2003, 6(6): 65-84. (in Chinese)
- [14] 罗利, 萧柏春. 收入管理理论的研究现状及发展前景[J]. 管理科学学报, 2004, 7(5): 75-83.
Luo Li, Xiao Baichun. Revenue management: State-of-art and future prospects[J]. Journal of Management Sciences in China, 2004, 7(5): 75-83. (in Chinese)
- [15] Panda S, Senapati S, Basu M. Optimal replenishment policy for perishable seasonal products in a season with ramp-type time dependent demand[J]. Computers & Industrial Engineering, 2008, 54, 301-314.
- [16] Dellaert N. Production to order: Models and rules for production planning[M]// Beckmann M, Krelle W. (Eds). Lecture Notes in Economics and Mathematical System, Berlin: Springer-Verlag, 1989: 1-6.
- [17] Feng Y, Guillermo G. Optimal starting times for end-of-season sales and optimal stopping times for promotional[J]. Management Science, 1995, 41(8): 1371-1391.
- [18] Johnson M E, Anderson E. Postponement strategies for channel derivatives[J]. The International Journal of Logistics Management, 2001, 11(1): 19-35.
- [19] Hammond J, Raman A. Sport Obermeyer[M]. Boston: Harvard Business School Publishing, 1996.
- [20] Snigdha Banerjee, Ashish Sharma. Inventory model for seasonal demand with option to change the market[J]. Computers & Industrial Engineering, 2010, (59): 807-818.
- [21] Bazaraa M S, Sherali H D, Shetty C M. Nonlinear Programming: Theory and Algorithms [M]. 3rd edition, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., 2006.
- [22] Boyd S, Vandenberghe L. Convex Optimization[M]. New York: Cambridge University Press, 2004: 79-90.
- [23] Kleywegt A J, Shapiro A. Handbook of Industrial Engineering: Technology and Operations Management[M]. Third Edition, New York: John Wiley & Sons, Ltd, 2001: 2625-2650.
- [24] Glasserman P, Tayur S. Sensitivity analysis for base-stock levels in multi echelon production-inventory systems[J]. Management Science, 1995, (41): 263-281.

Decisions for ordering seasonal goods and switching to secondary markets

WANG Li-ying¹, GONG Tian-xiao², CHEN Li-hua², LAN Ying-jie²

1. College of Business Administration, Capital University of Economics and Business, Beijing 100070, China;
2. Guanghua School of Management, Peking University, Beijing 100871, China

Abstract: In retail operations, retailers usually have limited access to market information before the start of the selling season. The inventory that ends up as unsold in primary markets can be significant. Thus, retailers look for strategies such as selling in the secondary markets at a discounted price. In this paper, we formulate a two-stage model for this problem and analyze the properties of the model under a more relaxed demand assumption. Finally, we derive optimality conditions for the retailers' ordering quantity decision and switching timing decision of seasonal goods.

Key words: retailer; seasonal goods; secondary market; ordering decision; timing decision