

# Perishable Product Order and Pricing Strategy in Delivery Delays

Chengfang LIANG, Jian YAO

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai, China, 200093

Email: owenlcf@163.com

**Abstract:** When the manufacturer delivery delays Perishable Goods, Vendors will result in Loss. Through comparative analysis the three policy: One-time ordering policy and pricing policy, Partial time order and One-time pricing policy, Partial time order and pricing policy. Calculated the optimal price, conclusion is Partial time order and pricing policy can reduce the influence of Delivery Delays.

**Keywords:** Perishable Product; Delivery Delay; Ordering and Pricing Policy; Optimal Price

## 存在供货延迟情况的易逝品订货定价策略

梁诚芳, 姚 俭

上海理工大学管理学院, 上海, 中国, 200093

Email: owenlcf@163.com

**摘 要:** 供应链上游制造商对易逝品的供应发生供货延迟时会给销售商带来损失, 通过构建利润模型, 对比分析采用一次性订货一次定价策略、分批次订货一次定价策略和分批次订货多次定价策略, 得到不同策略下的最优定价价格, 并得到结论分批次订货与多次定价能够减少供货延迟对易逝品销售所带来的影响。

**关键词:** 易逝品; 供货延迟; 订货策略; 最优价格

### 1 引言

随着市场竞争的日益激烈, 供应链上的零售商面临着市场的风险, 许多产品在一定的销售季节结束后, 就失去销售机会, 对于这类产品就易逝品也称易变质产品、时效品、时令品、时尚品或季节性产品等, 是指由于产品本身的特性或目标消费群的偏好等, 使这类产品具有生产提前期长、销售周期短、期末未售出的产品残值很小甚至为负等明显特征。对于这类商品就要求供应链上游制造商在及时准确的时间内提供产品, 但是制造商的生产能力存在一定的随机性, 例如: 机器故障, 生产流程中断等原因会导致生产能力不确定。更重要的是生产能力还受到原材料供应商供给能力的影响<sup>[1]</sup>。如果制造商延误了发货时间, 就会相应的对销售商带来影响, 会导致终端购买顾客进行退货, 并损害的销售商的声誉。关于易逝品的零售商的订货策略的研究, 最典型的当属报童模型(Newsboy Model),

它解决了随机需求环境下, 面向随机顾客需求的单品种产品的单周期订货问题<sup>[2,3]</sup>。许多学者对报童模型进行了扩展研究, 进行了扩展研究, 如: 将单品种产品扩展为多品种产品<sup>[4,5]</sup>, 考虑供应商的生产能力约束<sup>[6]</sup>, 引入零售商对风险的不同偏好<sup>[7,8]</sup>, 考虑对价格敏感的顾客需求的报童模型<sup>[9]</sup>等。这些研究进一步丰富和完善了传统的报童模型, 但上述研究考虑的都是一个订货的情况。后来有学者考虑批发价格更新的易逝品的零售商的订货策略<sup>[10]</sup>, 制造商通过为零售商提供不同批发价格的两次订货机会来吸引零售商尽早订货。并且还有学者研究了通过引入安全库存因子考虑供应不确定, 特别是产品含有次品且供货有延迟等对易逝品定价和订货联合决策<sup>[11]</sup>。但是在实际的生产销售过程中两次订货的情况也是不够的, 因为易逝品在销售期结束后残值很小或是不存在残值, 所以一次或两次订货是不能够满足市场需要的, 本文针对在订购的易逝品中存在供货延迟的违约现象, 考虑对比分析销售商

进行一次性和进行多次订货的策略,并将订货策略与定价相联系,研究分析怎样的订货定价策略能达到最优。

## 2 问题描述与模型构建

### 2.1 一次性订货一次定价策略

考虑由供应商、零售商和消费者组成的一条供应链,易逝品销售商在在顾客需求到达前的某个时间向供应商订购产品,一次性订货策略中假设只能进行一次订货,在此之后就不能再补货。由于各种不确定性问题,如难以预料的机器故障、工艺流程的改造、自然灾害、运输等问题,都会造成供应环境的不稳定,从而导致供应商可能会延迟交货或者所提供的产品中存在一定比例的次品等,顾客在零售商处购买到次品后,会将其退给零售商(甚至可能要求索赔)。此时,零售商需要根据所订购产品延迟交货的概率和次品率,对订购量和销售价格同时做出决策,以使其获取的期望利润最大。

零售商以单价  $c$  向供应商订购  $Q$  件产品再以单价  $P$  向顾客销售产品,假设市场需求与价格线性相关,为  $D(P) = a - bp$ ,其中,  $D(P)$  是零售商面临的确定需求,  $a, b$  为常量且  $a, b > 0$ ,其中  $a$  表示市场容量,  $b$  表示消费者对价格的敏感度。供应商提供的产品次品率为  $r(0 \leq r < 1)$ ,供货延迟概率为  $t(0 \leq t < 1)$ 。设产品期末单位残值为  $v$ ,产品单位缺货成本为  $s$ 。假设产品的销售价格、缺货成本和购入成本之间的关系满足:  $P \geq s \geq c$ 。

如果供应商能准时交货,那么,零售商能从非次品的销售和剩余产品的低价处理中获利

$$[(1-r)PD(P) + v(Q - D(P))].$$

如果供应商可能会延迟交货,此时,零售商将会因缺货而损失  $tsD(P)$  收入。从而,零售商所能获得的利润为:

$$\pi(Q, p) = (1-t_1)[(1-r)PD(P) + v(Q - D(P)) - tsD(P) - cQ, D(P) \leq Q]$$

对式中  $p$  求偏导,得到最优价格

$$P^* = \frac{a}{2b} - \frac{cQ - tsb}{2b(1-t)(1-r)} + \frac{v(Q+b)}{2b(1-r)}.$$

由此可见,最优价格和缺货率,以及次品率成反比。假设如果不存在缺货情况的话,  $t = 0$ ,且  $r = 0$ ,

$$\text{则最优价格 } P^{**} = \frac{a}{2b} - \frac{cQ}{2b} + \frac{v(Q+b)}{2b}$$

### 2.2 分批次订货一次定价策略

由于一次订货生产量大,生产商容易产生延迟和次品,所以销售商可以采用分批次订货的策略。分批次订货一次性定价策略中假设在易逝品销售期末结束前,零售商可以按需多次向供应商进行订货,每次订货的价格与订货量随时间的不同而变化,由于每次订货的数量相对在销售前一次性大批量订货较少,假设分批次订货,价格略高,不存在延迟供货情况,产生次品由生产商负责。零售商以单价  $c_1, c_2, \dots, c_n$  向供应商分批产品,每次订购量分别为  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ,再以单价  $p$  向顾客销售产品。从而零售商面临的利润为:

$$\pi(Q, p) = pD(p) - \sum_{i=1}^n c_i^* q_i$$

对  $p$  求偏导,得到  $P^* = \frac{a}{2b}$

若进一步考虑在分批次订货中也存在一定的供货延迟率  $t_1$ ,但是  $t_1 < t$ ,产品次品由供应商负责,则分批次订货策略中零售商的期望利润为:

$$\pi(Q, p) = (1-t_1)pD(p) - t_1sD(p) - \sum_{i=1}^n c_i^* q_i$$

求解可以得到:  $P^{**} = \frac{a}{2b} + \frac{t_1sb}{2b(1-t_1)}$

### 2.3 分批次订货多次定价策略

由于易逝品有期末残值低的特点,为了在销售季末来临之前尽量将易逝品销售出去,减小损失。所以在分批次订货的模型中结合采用多次定价策略,即随着时间的推移,越接近销售季末,每批订货的数量减少,订货价格也逐渐降低。分批次订货多次定价策略中假设在易逝品销售期末结束前,零售商可以按需多次向供应商进行订货,每次订货的价格与订货量随时间的不同而变化,每批次的销售价格也随着每批订货价格与销售时机而不同。零售商以单价  $c_1, c_2, \dots, c_n$  向供应商分批产品,每次订购量分别为  $q_1, q_2, q_3, \dots, q_n$ ,再以单价  $p_1, p_2, p_3, \dots, p_n$  向顾客销售产品,并且与分批次订货一次情况相同,存在一定的供货延迟率  $t_1, t_1 < t$ ,产品次品由供应商负责,则零售商期望的利润为:

$$\pi(Q, p) = (1-t_1) \sum_{i=1}^n p_i D(p_i) - t_1 s \sum_{i=1}^n D(p_i) - \sum_{i=1}^n c_i^* q_i$$

实际上最优的情况应是以最后一次定价价格所带来的需求等于所剩库存的时候,这样没有浪费也正好能满足分批次定价所带来的市场需求<sup>[12]</sup>。即:

$$D(pi) = \sum_{i=1}^n qi - \sum_{i=1}^n D(pi)$$

所以最后一批订货的销售价格最优为

$$pi^* = \frac{a}{b} - \frac{\sum_{i=1}^n qi - \sum_{i=1}^{n-1} D(pi)}{2b}$$

### 3 结论

本文通过对比分析了存在供货延迟情况下的三种易逝品的订货定价策略,可以得到以下结论:

1) 如果不存在延迟供货的违约情况,当  $CQ - V(Q+b) < 0$  时,即当易逝品期末残值比较大时,则采用一次性订货策略商品的售价会比分批次订货略高。

2) 如果采用一次性定价的策略,供货延迟率、产品的次品率以及易逝品的期末残值都是商品定价的重要因素,也就是说一次性的定价策略受到供货延迟的影响很大。

3) 如果采用跨时定价策略,即及时根据销售情况来分批次进行订货和定价,是可以有效减少供货延迟对易逝品的销售带来的影响,并且降低易逝品的期末库存。所以在多次定价的情况中销售商应该充分价预测掌握价格对市场需求的影响,特别在接近销售期末时对易逝品的定价是很重要的。

### References (参考文献)

[1] Sun Yuling, Zhou Jing, & Wang Hong. Research on overbooking decision model of perishable products based on the random capacity [J]. *Operations Research and Management Science*, 2010, 19(4): 68-77(Ch).

孙玉玲, 周晶, 王虹. 产能随机下的易逝品超售决策模型研究[J]. *运筹与管理*, 2010, 19(4): 68-77.

[2] Khouja, M. The single period (news-vendor) inventory problem: A literature review and suggestions for future research. *Omega*, 1999, 27(5): 537-553.

[3] Silver, E.A., Pyke, D.F., & Peterson, R. *Inventory management and production planning and scheduling*. New York: John Wiley & Sons, 1998: 280-295.

[4] Lau, A., & Lau, H. The newsstand problem: A capacitated multi-product single period inventory problem. *Operations Research*, 1996, 94(1): 29-42.

[5] Chang, P.L., & Lin, C.T. On the effect of centralization of the expected costs in a multi-location newsboy problem. *Journal of Operational Research Society*, 1991, 42: 1025-1030.

[6] Ciarolo, F.W., Akella, R., & Morton, T.E. A periodic review, production planning model with uncertain demand optimality of extended myopic policies. *Management Science*, 1994, 40(3): 320-332.

[7] Chung, K. Risk in inventory models: The case of the news-boy problem, optimality conditions. *Journal of Operational Research Society*, 1990, 41(2): 173-176.

[8] Eeckhoudt, L., Gollier, C., & Schlesinger, H. The risk averse (and prudent) newsboy. *Management Science*, 1995, 41(5): 786-794.

[9] Lau, A., & Lau, H. The newsboy problem with price-dependent demand distribution. *IIE Transactions*, 1988, 20: 168-175.

[10] Chen Xu. Optimal retailers order policy for perishable products with wholesale price updating [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2004, 12(4): 57-63(Ch).  
陈旭. 考虑批发价格更新的易逝品的零售商订货策略[J]. *中国管理科学*, 2004, 12(4): 57-63.

[11] Jiang Wei, Li Junling, & Yang Xiaojia. Joint decision model of pricing and ordering of perishable products under supply uncertainty [J]. *Journal of PLA University of Science and Technology (Natural Science Edition)*, 2010, 11(3): 348-353(Ch).  
蒋维, 李君灵, 杨晓翊. 供应不确定下易逝品定价和订货联合决策模型[J]. *解放军理工大学学报*, 2010, 11(3): 348-353.

[12] Fan Chen, & Yao Jian. Study on the end of the season inventory management in perishable goods supply chain [J]. *Journal of University of Shanghai for Science and Technology*, 2009, 31(3): 267-272(Ch).  
范琛, 姚俭. 易逝品供应链季末库存价值实现问题的比较研究[J]. *上海理工大学学报*, 2009, 31(3): 267-272.