

考虑期权的两阶段生产二次订货易逝品供应链协调

郑克俊¹, 杨 丽²

(广东科学技术职业学院 经济管理学院, 广东 广州 510640)

摘要: 在制造商采取两阶段生产且给予零售商二次订货机会的前提下, 针对单个制造商和单个零售商组成的易逝品两级供应链, 建立了考虑期权契约并采取快速反应、数量柔性相结合策略的决策模型, 分析了模型的性质, 用算例对结果进行了验证。研究表明, 通过引入期权契约、采用数量柔性和快速反应策略不仅可以提高制造商和零售商的期望利润, 也容易实现供应链的协调。

关键词: 供应链协调; 期权契约; 易逝品; 快速反应; 数量柔性

中图分类号: F224

文献标志码: A

文章编号: 1673-9833(2010)03-0096-05

Considering the Supply Chain Coordination of Perishable Products Based on Option Contract with Two-Stage Production

Zheng Kejun¹, Yang Li²

(Business and Administration School, Guangdong Vocational Institute of Science and Technology, Guangzhou 510640, China)

Abstract: In view of a supply chain of perishable products with a single manufacturer and a single retailer and under the precondition of two-stage production and twice order, sets up a decision-making model based on option contract with quick response and quantity flexible strategy. Analyses the model properties and verifies the results through an example. The research shows that by means of incorporating option mechanism, quantity flexible strategy and quick respond strategy, not only improves manufacturers and retailers' expected profits but also realizes the supply chain coordination easily.

Keywords : supply chain coordination; option contract; perishable products; quick response; quantity flexible

0 引言

易逝品具有生产提前期长而销售周期短、销售价格逐渐下降、需求不确定性等特点^[1], 这些特点使易逝品供应链成员的风险不断增加。在易逝品供应链中, 零售商为了更加准确地获取市场需求信息, 将尽可能晚订货以便使订货量与实际需求量相一致; 制造商由于制造能力有限, 总希望零售商尽可能早订货, 以便合理地安排生产, 降低生产成本和满足零售商的订货需求。这将引发供应链中制造商与零售商之间的矛盾与冲突。为了解决上述问题, 实现供应链协调, 国

内外学者提出了一些解决办法。如 Iyer^[2], Marcia^[3], Kuroda^[4]等人提出提高制造商快速反应 (quick response, QR) 的策略, 但要缩短零售商的订货提前期仍旧困难; Fisher^[5]等人提出通过采用早期的销售信息来提高需求预测的精度, 但要准确地预测需求难度大、成本高; Moutaz^[6]提出通过价格折扣、销售季节末通过提供退货政策来吸引零售商尽早订货和多订货。此外, 还有学者提出了建立数量折扣、收入共享、回购契约、价格补偿等协调机制^[7-9], 但这些研究针对的都是一个订货的情况。实践中, 制造商为了降低风险可能采取将数量柔性 (quantity flexible, QF) 策略和

收稿日期: 2009-12-31

基金项目: 珠海市哲学社会科学规划基金资助项目 (200911)

通信作者: 郑克俊 (1968-), 男, 湖北天门人, 广东科学技术职业学院副教授, 主要研究方向为管理决策与系统理论, 供应链管理, E-mail: zkj00222@163.com

快速反应策略相结合的两次生产组织形式, 而零售商也可能采取二次订货甚至多次订货策略来降低风险, 减少损失。而要实现两阶段生产下供应链协调, 引入契约机制是有效的解决办法。如 Donohue^[10]研究了两次生产和采用二次订购策略的情况, 通过引入退货契约实现了供应链协调。丁利军^[11]等将 Donohue 的模型进行了扩展, 研究了退货与滞销补贴 2 种契约在两阶段生产和订购模式下的供应链协调, 发现一定数量的滞销补贴可使制造商的绩效有所提高。此外, Barnes^[12], Choi^[13], Chen^[14]等针对两次生产模式下的供应链生产和订购决策在不同的方向上展开了研究。近年, 有学者将期权契约引入到供应链协调研究, 取得了一定成效。如郭琼、佟斌、杨德礼等^[15-16]将期权机制引入两阶段生产和订购模式中, 发现期权机制要优于传统的报童模型; 赵金实、王浣尘^[17]构建出期权定价市场化情况的供应链决策模型。

在上述研究的基础上, 把期权契约、数量柔性策略和快速反应策略三者有机结合, 并考虑制造商和零售商的剩余商品处理以及零售商缺货的机会损失成本, 研究易逝品供应链制造商采取两阶段生产零售商二次订货情况下, 制造商生产策略、零售商订购策略以及相应的决策模型, 分析在此情形下零售商、供应商及供应链整体期望利润的变化。

1 假设及符号

研究由 1 个制造商和 1 个零售商组成的易逝品供应链。制造商采取两阶段生产模式, 第一阶段的生产在销售季节开始之前完成, 生产周期较长, 产品的单位生产成本 (设为 c_1) 较低; 第二阶段的生产在销售季节末, 生产提前期短, 采取准时供应的快速生产方式。第二阶段单位产品的生产成本 (设为 c_2) 要比第一阶段的高, 即 $c_1 < c_2$ 。

假设 1 制造商采用终端市场统一销价策略, 销售价格为 p , 制造商给零售商在销售季节开始前订货的批发价格为 p_w , 在销售季节开始后如果第二次订货则其订货的批发价格为 p_s , 销售季节结束时制造商和零售商拥有的单位剩余产品残值均为 v , 产品销售出现短缺时零售商的单位产品机会损失为 u 。

假设 2 制造商在销售开始前公布期权的购买价格 p_o 和期权执行价格 p_e 。根据常识一般有:

$$p > p_s > p_e > p_o > p_w, p_w > c_1 > v, p_s > c_2 > v_o$$

假设 3 假设市场需求 x 是一个连续的随机变量, 其密度函数和累积分布函数分别为 $g(x)$, $G(x)$; 制造商和零售商都以最大期望利润为目标, 期望利润分别为 E_m 和 E_r , 风险偏好均为中性。

假设 4 零售商在销售季节开始前根据对市场的

需求预测确定初始订货量 Q 、期权购买量 Q_r 。在销售季节末, 可能出现 3 种情况, 见表 1。

表 1 实际需求 x 与零售商行动方案

Table 1 The actual demand x and retailer's action plan

实际需求 x	零售商行动方案
$x < Q$	零售商不执行期权, 将剩余的产品按单位产品残值 v 处理
$Q < x < Q + Q_r$	零售商将根据实际需求的多少来确定执行期权数量
$x > Q + Q_r$	零售商立即向制造商发出第 2 次订货, 并要求所订产品按 QR 策略尽快生产完毕

假设 5 制造商考虑到第一阶段生产的单位生产成本远低于第二阶段, 同时零售商可能不会全部执行期权, 因此, 制造商在销售季节前根据第一阶段零售商的订货量和期权购买量大小来调整实际生产量, 即第一阶段生产量为 $Q + \theta Q_r$, θ 为生产数量柔性系数, $\theta \geq 0$ 。多生产的部分产品在零售商销售季节末补货时才用。在销售季节末, 也可能出现 3 种情况, 见表 2。

表 2 实际需求与制造商行动方案

Table 2 The actual demand and manufacturer's action plan

实际需求 x	制造商行动方案
$x < Q$	制造商将多生产的产品 θQ_r 按单位产品残值 v 处理
$Q < x < Q + \theta Q_r$	制造商持有的库存足以满足零售商的需要, 不必启动第 2 阶段的快速生产, 且须把多生产的产品 $Q + \theta Q_r - x$ 按单位产品残值 v 处理
$x > Q + \theta Q_r$	制造商必须启动第 2 阶段的快速生产, 且生产量为 $x - Q - \theta Q_r$

2 建模及分析

根据前面的假设, 可求出制造商和零售商的期望利润分别为:

$$E_m(Q, Q_r, \theta) = \int_0^Q [p_w Q + p_o Q_r - c_1(Q + \theta Q_r) - v \theta Q_r] g(x) dx + \int_Q^{Q + \theta Q_r} [p_w Q + p_s Q_r + p_e(x - Q) - c_1(Q + \theta Q_r) + v(Q + \theta Q_r - x)] g(x) dx + \int_{Q + \theta Q_r}^{\infty} [p_w Q + p_o Q_r + p_s(x - Q) - c_1(Q + \theta Q_r) - c_2(x - Q - \theta Q_r)] g(x) dx + \int_Q^{\infty} [p_w Q + p_s Q_r + p_e(x - Q - Q_r) + p_e Q_r - c_1(Q + \theta Q_r) - c_2(x - Q - \theta Q_r)] g(x) dx = (p_s - c_2)G(x) - (p_s + p_w)Q + (c_2 - c_1)(Q + \theta Q_r) -$$

$$(p_s - p_w - p_s)Q_r + v \int_c^{Q+Q_r} G(x)dx - c_c \int_c^{Q+Q_r} G(x)dx + p_s \int_c^{Q-Q_r} G(x)dx - p_c \int_c^{Q-Q_r} G(x)dx, \quad (1)$$

$$E_c(Q, Q_r, \theta) = \int_0^Q [px + v(Q-x) - p_w Q - p_w Q]g(x)dx + \int_0^{Q+Q_r} [px - p_w Q_r - p_w Q - p_c(x-Q)]g(x)dx + \int_{Q-Q_r}^{\infty} [px - p_w Q_r - p_w Q - p_c Q - p_s(x-Q-Q_r)]g(x)dx = (p_s - p_w)Q + (p_s - p_w - p_s)Q_r + (p - p_s)G(x) + v \int_0^Q G(x)dx - p_w \int_0^{Q+Q_r} G(x)dx + p_c \int_0^{Q-Q_r} G(x)dx, \quad (2)$$

供应链整体利润为 $E_c(Q, Q_r, \theta)$ 制造商和零售商的期望利润之和, 即

$$E_c(Q, Q_r, \theta) - E_m(Q, Q_r, \theta) + E_r(Q, Q_r, \theta) - (p - c_s)G(x) - (c_s - c_c)(Q - Q_r) - (c_c - v) \int_c^{Q+Q_r} G(x)dx, \quad (3)$$

推论 1 对两阶段生产二次订货的易逝品供应链, 通过引入期权机制、采用数量柔性和快速反应联合策略, 零售商存在唯一的最优订货量 Q^* , 最优期权购买量 Q_r^* , 使零售商期望利润最大。其中 Q^* , Q_r^* 分别为:

$$Q^* = G^{-1}(t_1), \quad (4)$$

$$Q_r^* = G^{-1}(t_2) - G^{-1}(t_1), \quad (5)$$

其中: $t_1 = \frac{p_c + p_s - p_w}{p_c - v}$, $t_2 = \frac{p_s - p_c - p_w}{p_s - p_c}$ 。

证明 对式 (2) 分别求关于 Q , Q_r 的一阶、二阶偏导数, 得海赛矩阵

$$H = \begin{bmatrix} -(p_s - p_c)g(Q + Q_r) - (p_c - v)g(Q) - (p_s - p_c)g(Q + Q_r) & \\ & -(p_s - p_s)g(Q - Q_r) - (p_s - p_c)g(Q + Q_r) \end{bmatrix}$$

考虑假设 2, 容易计算

$$|H| = (p_s - p_c)g(Q + Q_r)(p_c - v)g(Q) > 0, \text{ 且}$$

$$\frac{\partial^2 E_r(Q, Q_r)}{\partial Q^2} = -(p_s - p_c)g(Q + Q_r) - (p_c - v)g(Q) < 0,$$

所以 Q 和 Q_r 存在最大值, 最大值分别用 Q^* 和 Q_r^* 表示。

分别令 $E_c(Q, Q_r)$ 对 Q , Q_r 的一阶偏导数等于 0, 得

$$\frac{\partial E_c(Q, Q_r)}{\partial Q} =$$

$$(p_s - p_w) - (p_s - p_w)G(Q + Q_r) - (p_c - v)G(Q) = 0, \quad (6)$$

$$\frac{\partial E_c(Q, Q_r)}{\partial Q_r} =$$

$$(p_s - p_c - p_w) - (p_s - p_s)G(Q + Q_r) = 0, \quad (7)$$

联合式 (6) ~ (7) 求解, 可得最优订货量, 最优看涨期权购买量。证毕。

推论 2 对两阶段生产二次订货的易逝品供应链, 通过引入期权机制、采用数量柔性和快速反应联合策略后, 如果零售商愿意和制造商分享产品的市场需求信息, 则存在唯一最优的生产数量柔性系数 θ^* , 使得制造商第一阶段最优生产量为 $Q^* + \theta Q_r^*$, 确保制造商利润最大化。其中

$$\theta^* = \frac{G^{-1}(t_3) - G^{-1}(t_1)}{G^{-1}(t_2) - G^{-1}(t_1)}, \quad t_3 = \frac{c_2 - c_1}{c_2 - v}, \quad (8)$$

证明 对式 (1) 求关于 θ 的一阶偏导数并令其等于 0, 得

$$\frac{\partial E_m(Q, Q_r, \theta)}{\partial \theta} = (c_s - c_c)Q_r - (c_s - v)Q_r G(Q + \theta Q_r) = 0, \quad (9)$$

对式 (1) 求关于 θ 的二阶偏导数, 可得

$$\frac{\partial^2 E_m(Q, Q_r, \theta)}{\partial \theta^2} = -(c_s - v)Q_r^2 G(Q + \theta Q_r), \quad (10)$$

由于 $\frac{\partial^2 E_m}{\partial \theta^2} < 0$, 可以判断存在最优的 θ^* 使得制造商期望利润达到最大。由式 (4), (5) 及式 (9) 可求得 θ^* 的值为式 (8)。证毕。

从推论 2 可以看出, 如果 $t_1 > t_3$, 则制造商的生产量就是初始订货量。因为这时制造商并不能从多生产的产品中获取更高的利润, 制造商必然会严格按照零售商的固定订货量来安排生产, 此时制造商的期望利润并不是最优期望利润。如果 $t_1 \leq t_3$, 则恰好相反, 因为此时第一阶段生产的利润高于第二阶段的利润, 这时制造商可通过零售商的初始订货量和期权购买量来合理确定第一阶段的生产量而获得更高的利润。

推论 3 对两阶段生产二次订货的易逝品供应链, 如果零售商的初始订货量 Q 满足 $G(Q) < t_3$, 则制造商由推论 2 所确定的第一阶段生产量 $Q + \theta Q_r$, 可以在保证制造商获得最大期望利润的同时也使供应链整体的期望利润最大。

证明 由推论 2 知, 如果 $G(Q) < t_3$ 成立, 则制造商可以根据零售商的初始订货量和期权购买量来调整第一阶段的生产量使得自己期望利润最大, 第一阶段的生产量为 $Q + \theta Q_r$, 且满足 $G(Q) = t_3$ 。可以找到一个常数 λ 使得 $Q + \theta Q_r = (1 + \lambda)Q$, 即 $\theta = \frac{Q}{Q_r} \lambda$, 将此式代入式 (3)

并分别求关于 Q 的一阶、二阶导数, 得

$$\frac{\partial E_c(Q, \lambda)}{\partial Q} = (c_s - c_c) - (c_s - v)G(Q + \lambda Q), \quad (11)$$

$$\frac{\partial E_c(Q, \lambda)}{\partial Q^2} = -(c_s - v)(1 + \lambda)g(Q + \lambda Q), \quad (12)$$

由式(12)可以判断 $\frac{\partial E_c^2(Q, \lambda)}{\partial Q^2} < 0$, 因此供应链整体期望存在最大值。令式(11)等于0, 即可求出 $G(Q)=t_3$ 。证毕。

推论4 对两阶段生产二次订货的易逝品供应链, 与不考虑期权相比, 对任意固定订货量 Q 、期权购买量 Q_r 、生产数量柔性系数 θ , 零售商有望获得更高的期望利润, 且供应链整体最大期望利润相同。

证明 参考文献[18]的思路, 在不考虑期权的两阶段生产模式下, 零售商期望利润 $E_r(Q)$ 和供应链整体期望利润 $E_c(Q)$ 分别为

$$E_r(Q) = (p - p_s)G(x) + (p_s - p_c)Q - (p_s - v) \int_0^Q G(x) dx, \quad (13)$$

$$E_c(Q) = (p - c_s)G(x) + (c_s - c_r)(1 - \theta)Q - (c_s - v) \int_0^{Q+\theta Q_r} G(x) dx, \quad (14)$$

对任意固定订货量 Q 、期权购买量 Q_r , 定义

$$\Delta E_r = E_r(Q, Q_r, \theta) - E_r(Q),$$

由式(2)及式(13)可得

$$\Delta E_r = (p_s - p_c - p_r)Q_r - (p_s - p_c) \int_0^{Q_r} G(x) dx, \quad (15)$$

因为 $p_s - p_c - p_r > 0, Q_r > 0$, 而

$$\int_0^{Q+\theta Q_r} G(x) dx \leq G(Q + Q_r)(Q + Q_r - Q) \leq \frac{(p_s - p_c - p_r)}{(p_s - p_c)} Q_r,$$

所以由式(15)可判断 $\Delta E_r \geq 0$, 即

$$E_r(Q, Q_r, \theta) > E_r(Q).$$

同理可定义 $\Delta E_c = E_c(Q, Q_r, \theta) - E_c(Q)$, 由式(3)及式(14)可得:

$$\Delta E_c = (c_s - c_r)[(Q + \theta Q_r) - (Q - \theta Q_r)]. \quad (16)$$

由于这2种模式在各自供应链整体期望利润最大时有 $G(Q + \theta Q_r) = G(Q + \theta Q) = t_3$, 因而在各自供应链整体期望利润最大时有 $Q + \theta Q_r = Q + \theta Q$, 从而得 $\Delta E_c = 0$, 即 $E_c(Q, Q_r, \theta) = E_c(Q)$ 。证毕。

3 算例

某易逝品的市场需求 x 服从均值为 $\mu=1000$ 件, 标准差为 $\sigma=300$ 的正态分布。该IT产品采取两阶段生产模式, 零售商采取二次订货策略, 制造商采取统一终端销售价格, 市场销售价格 $p=580$ 元。制造商第一阶段生产的单位产品成本为 $c_1=104$ 元, 第二阶段生产的单位产品成本为 $c_2=312$ 元, 零售商第一次订货获得的批发价格为 $p_w=170$ 元, 零售商第二次订货获得的批发价格 $p_s=480$ 元。销售季节缺货零售商的单位产品机会损失 $t=20$ 元, 销售季节结束后剩余单位产品残值 $v=40$

元, 期权的单位购买价格为 $p_o=70$ 元, 期权的单位执行价格为 $p_e=180$ 元。利用 Matlab6.5 软件, 计算得出2种不同情形下的最优决策行为及期望利润如表3。

A情形: 考虑期权, 采用QR及QF策略, 两次生产二次订货; B情形: 不考虑期权, 只采用QR及QF策略, 两次生产二次订货。

表3 2种不同情况下的最优决策行为及期望利润

Table 3 Two different cases of the optimal decision-making behavior and expected profits

决策行为	各参数最优值					
	$Q^*/$ 件	$Q_r^*/$ 件	θ^*	$E_m^*/$ 元	$E_r^*/$ 元	$E_c^*/$ 元
A	1 054	164	0.985	96 769	325 151	421 920
B	1 161	-	0.047	97 064	324 856	421 920

从表3看出, 在考虑期权、采取QR及QF策略、两次生产二次订货的情形下, 零售商可获得更大的期望利润, 供应链整体期望利润也达到最大。

4 结语

针对单个制造商和单个零售商组成的易逝品两级供应链进行研究。在制造商采取两阶段生产且给予零售商二次订货机会的前提下, 建立了考虑期权契约, 并采取快速反应、数量柔性相结合策略的期望利润模型, 分析了模型的性质, 给出了最优解; 通过与不考虑期权的情况进行比较分析, 发现考虑期权的情形可以有效地提高零售商期望利润, 而供应链整体期望利润也可以达到最大化, 亦即能实现供应链整体协调。算例验证了本文的结果。进一步研究方向是针对供应链期权契约开展实证研究, 以便在实践中完善供应链期权理论模型。本文的模型只允许零售商最多发出两次订货, 这种假设限制了制造商的生产和零售商的订货, 因此, 对于允许二次以上订货或多阶段生产的易逝品供应链协调也是未来研究重点。

参考文献:

[1] 赵泉午, 熊 榆, 林 娅. 多个零售商库存竞争下的易逝品回购合同研究[J]. 系统工程, 2004, 22(8): 39-42.
Zhao Quanwu, Xiong Yu, Lin Ya. A Study on Buy Back Contract of Perishable Goods under Retail Inventory Competition[J]. Systems Engineering, 2004, 22(8): 39-42.

[2] Iyer A, Bergen M. Quick Response in Manufacturer Retailer Channels[J]. Management Science, 1997, 43: 559-570.

[3] Marcia P, Amrik S S, Peter R. Quick Response Supply Chain Alliances in the Australian Textiles, Clothing and Footwear Industry[J]. International Journal of Production Economics, 1999, 62(2): 119-132.

- [4] Kuroda M, Takeda K. Gernal Structure and Charaeteristic of Quick Response Production System[J]. Computer & Industrial Engineering, 1998, 35(3/4): 395-398.
- [5] Fisher M, Raman A. Reducing the Cost of Demand Uncertainty Through Accurate Response to Early Sales[J]. Operations Research, 1996, 44(1): 87-99.
- [6] Moutaz J K. Optimal Ordering Discounting and Pricing in the Single-Period Problem[J]. International Journal of Production Economics, 2000, 65: 201-216.
- [7] 梁喜,熊中楷.汽车租赁供应链中汽车制造商的回购定价策略[J].工业工程与管理, 2009, 14(1): 85-90。
Liang Xi, Xiong Zhongkai. Buyback Pricing Strategy of Carmaker in the Car Rental Supply Chain[J]. Industrial Engineering and Management, 2009, 14(1): 85-90.
- [8] 邵晓峰,季建华.基于补偿合约的供应链定价与能力设计的协调问题研究[J].中国管理科学, 2008, 16(4): 62-69。
Shao Xiaofeng, Ji Jianhua. Research on Pricing and Capacity Planning Coordination Based on Reimbursement Contracts [J]. Chinese Journal of Management Science, 2008, 16(4): 62-69.
- [9] 陈树桢,熊中楷,梁喜.补偿激励下双渠道供应链协调的合同设计[J].中国管理科学, 2009, 17(1): 64-76。
Chen Shuzhen, Xiong Zhongkai, Liang Xi. Contract Design for A Dual Channnel Supply Chain Coordination with Incentive Compensation[J]. Chinese Journal of Management Science, 2009, 17(1): 64-76.
- [10] Donohue K L. Efficient Supply Contracts for Fashion Goods with Forecast Updating and Two Production Modes[J]. Management Science, 2000, 46(11): 1391-1411.
- [11] 丁利军,夏国平,葛健.两次生产和订货模式下的供应链契约式协调[J].管理科学学报, 2004, 7(4): 24-32。
Ding Lijun, Xia Guoping, Ge Jian. Supply Chain Coordination with Contracts under Twice Producing and Ordering Mode[J]. Journal of Management Science in China, 2004, 7(4): 24-32.
- [12] Barnes D, Bassok Y, Anupindi R. Cordination and Flexibility in Supply Contracts with Options[J]. Manufacturing & Services Operations Management, 2002, 4(3): 171-207.
- [13] Choi T M, Li D, Yan H. Optimal Single Ordering Policy with Multiple Delivery Modes with Bayesian Information Updates[J]. Computers and Operations Research, 2004, 31: 1965-1984.
- [14] Chen F. Advanced Demand Information and Supply Chain Performance[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2001, 46(3): 53-67.
- [15] 佟斌,郭琼,潘新.基于需求预测的供应链期权契约协调[J].系统工程, 2006, 24(11): 13-18。
Tong Bin, Guo Qiong, Pan Xin. Supply Chain Coordination with Option Contract under Demand Updating[J]. Systems Engineering, 2006, 24(11): 13-18.
- [16] 郭琼,杨德礼,樊博.基于电子与契约市场的供应链协作的研究[J].中国管理科学, 2006, 14(6): 50-55。
Guo Qiong, Yang Deli, Fan Bo. A Research on Supply Chain Coordination under E-Marketplace and Contract Market[J]. Chinese Journal of Management Science, 2006, 14(6): 50-55.
- [17] 赵金实,王浣尘.期权定价市场化情况下的供应链协调机制[J].工业工程与管理, 2009, 14(2): 27-32。
ZhaoJinshi, Wang Huanchen. The Study of Supply Chain Coordination Mechanism Based on Market-Oriented Option Pricing[J]. Industrial Engineering and Management, 2009, 14(2): 27-32.
- [18] 周茵,李董辉.具有两阶段生产模式的一类短生命周期产品的供应链协调[J].系统工程理论与实践, 2006, 26(12): 17-24。
Zhou Yin, Li Donghui. Effective Production Planning for Fashion Goods with Uncertainty in Demand and Two Production Modes[J]. Systems Engineering-Theory & Practice, 2006, 26(12): 17-24.

(责任编辑:罗立宇)