

需求信息更新后允许调整订货量的供应链协调策略*

Coordination Strategy with Adjusting Order Quantity after Demand Information Updating

莫降涛¹, 毛 宏², 范 婷³, 陈桂梅⁴

MO Jiang-tao¹, MAO Hong², FAN Ting³, CHEN Gui-mei⁴

(1. 广西大学数学与信息科学学院, 广西南宁 530004; 2. 湖北省广水市第一高级中学, 湖北广水 432701; 3. 广东电网公司佛山供电局信息中心, 广东佛山 528300; 4. 广西英华国际职业学院, 广西钦州 535000)

(1. College of Mathematics and Information Science, Guangxi University, Nanning, Guangxi, 530004, China; 2. Guangshui No. 1 Senior Middle School, Guangshui, Hubei, 432701, China; 3. Information Center, Foshan Power Supply Bureau of Guangdong Power Grid Corporation, Foshan, Guangdong, 528300, China; 4. Talent International College Guangxi, Qinzhou, Guangxi, 535000, China)

摘要:利用优化方法研究需求信息更新后调整订货量的供应链协调。结果表明,选择适当的契约参数,回购契约和收入共享契约能够使供应链达到协调。

关键词:易逝品 供应链协调 需求更新 回购策略 收入共享

中图分类号:O227;F27 文献标识码:A 文章编号:1005-9164(2012)01-0001-06

Abstract: The supply chain coordination is studied by optimal method under the assumption that order quantity can be adjusted after demand information updating. The results show that the supply chain can be coordinated by return contract and revenue sharing contract with appropriate contract parameters.

Key words: perishable products, supply chain coordination, demand information updating, return policy, revenue sharing contract

易逝品(Perishable Products)亦称季节性产品或短生命周期产品,在现实生活中大量存在,如报刊杂志、影碟、食品、药品、时装和电子产品等。易逝品具有时效性强、生产提前期长、需求波动大、销售期末残值低等特点。生产商受生产能力限制,希望零售商尽量早订货、多订货,这样可以合理安排生产,降低生产成本。但是,由于提前期太长,零售商获得市场信息不准确,预测需求误差较大,过早订货容易造成较多的缺货或滞销^[1]。因此,在需求信息更新后,调整订货量可以较好地缓解供需矛盾。

在易逝品的管理中,基于需求信息更新的供应链

协调问题越来越受到关注。Gurnani 等^[2]研究了单位成本不确定及需求信息更新的两阶段订货策略;Sethi 等^[3]假设存在两种生产模式即快速(昂贵)和慢速(便宜)生产方式,讨论了需求信息更新后的最优订购策略;陈旭^[4,5]分别考虑了需求信息更新和批发价格更新的零售商二次订货策略;在此基础上,姚泽有等^[6]研究了需求信息和批发价格同时更新的零售商二次订货策略;陈六新等^[1]运用贝叶斯分析理论也研究了不同批发价格下顾客需求信息更新的二次订货策略。这些文献只是单方面考虑零售商的订货决策,没有考虑到整个供应链系统的利润变化情况。Donohue^[7]在假设两次生产、订货和需求信息更新的条件下,如何设计关于两次批发价和回购价的联合契约使供应链达到协调或帕累托最优;Wang 等^[8]研究如何用期权契约协调需求信息更新、零售商占主导地位的供应链;Huang 等^[9]研究一个需求信息更新的两阶

收稿日期:2011-07-07

修回日期:2011-09-10

作者简介:莫降涛(1963-),男,教授,主要从事运筹学理论及应用研究。

*国家自然科学基金项目(10761001),广西科学基金项目(桂科自0991028)资助。

段购买合同,此合同规定零售商在第二阶段获得信息更新后,有机会调整最初订购量.但是,文献[7~9]都是利用动态规划确定最优的订货量,使得首次订货量与信息更新后的需求有关.这与生产实际情况不尽一致,因为大多数需求信息的更新是发生在首次订货之后,生产商已经开始生产,甚至已经生产完毕.

实际上,距离销售季节越近,观察到需求信息越准确.但是,产品的订购必须在销售季节前进行(提前期的要求),订货量根据较早的预测而确定的.在提前期内获得更为准确的需求信息后,零售商再调整订货量不仅可以使自己的利益得到保证,同时还是供应链快速响应市场变化的需要.但是,目前针对这种情况,在供应链环境下研究协调问题的研究成果较少,林志炳等^[10]研究了类似的问题,即在销售部分产品后,信息得到更新情况下,零售商作出中期调整订货决策,并利用中期调整批发价或回购价来激励双方合作,使供应链成员达到共赢.本文研究一类新的供应链协调问题,即允许在提前期内调整订货量的供应链协调问题,其中增加量的批发价 w_1 或退货量的退货价 w_2 为决策参数,利用回购契约和收入共享契约来协调供应链.

1 符号说明与模型假设

考虑一个零售商和一个生产商组成的简单供应链.假设生产商生产能力有限,订货提前期很长.在时刻 t_1 ,零售商根据以往销售预测到市场需求 x_1 ,然后以生产商指定的批发价 w 订购 Q_1 数量商品.生产商则按订购量生产,单位生产成本为 c ;在临近销售期的时刻 t_2 ,零售商观察到更准确的市场需求 x_2 后,作出调整订货决策,重新确定订购量 Q_2 ,有下面两种情况:

(1) $Q_2 \geq Q_1$. 此时,零售商追加订货,增加的订货量 $Q_2 - Q_1$ 由生产商采取紧急生产,生产成本为 c_0 ,批发价为 w_1 (决策变量) 且假设 $w_1 > c_0$;

(2) $Q_2 < Q_1$. 此时,零售商部分退货,退货量为 $Q_1 - Q_2$,退货价为 w_2 (决策变量). 假设退回的货生产商可以在销售期前以 \tilde{w} 价卖给其他的零售商,并且总能卖完.

假设 t_i 时刻预测的市场需求为 x_i ,其密度函数、分布函数和均值分别为 $f_i(\cdot)$ 、 $F_i(\cdot)$ 和 μ_i ,其中 $F_i(\cdot)$ 连续可微、递增, $i = 1, 2$; $x_1 \in [l_1, l_2]$, $x_2 \in [l_3, l_4]$. 期末未售出的产品残值为 v ;零售商单位产品缺货成本为 g ;零售价为 p . 零售商每次都按最优订货量订货且所有订货都能在销售期前到达. 零售商和

生产商的市场信息是对称的,且双方均是风险中性和完全理性的. 还假设: $p > w_1 \geq w \geq \tilde{w} > 0, \tilde{w} \geq v, c > v, w \geq w_2 \geq v$.

2 集中式供应链协调策略

2.1 首次订购

在 t_1 时刻,零售商预测市场需求为 x_1 ,此时零售商的期望利润为

$$\pi_r(Q_1) = E[p \min(x_1, Q_1) - w Q_1 + v(Q_1 - x_1)^+ - g(x_1 - Q_1)^+] = (p + g - w)Q_1 - (p + g - v) \int_{l_1}^{Q_1} (Q_1 - x_1) dF_1(x_1) - \mu_1 g.$$

因为 $\pi_r(Q_1)' = -(p + g - v)f_1(Q_1) < 0$, 所以由一阶必要条件得零售商最大化利润时的最优订购量为

$$Q_1^* = F_1^{-1}\left(\frac{p + g - w}{p + g - v}\right).$$

此时生产商按订购量 Q_1^* 进行生产.

2.2 需求信息更新后不调整订货量

零售商首次订购 Q_1^* 后,在临近销售期的时刻 t_2 ,获得了更准确的需求信息 x_2 ,但对订购量不作任何调整.此时零售商的利润为

$$\Pi_r(Q_1^*) = E[p \min(x_2, Q_1^*) - w Q_1^* + v(Q_1^* - x_2)^+ - g(x_2 - Q_1^*)^+] = (p + g - w)Q_1^* - g\mu_2 - (p + g - v) \int_{l_3}^{Q_1^*} (Q_1^* - x_2) dF_2(x_2).$$

生产商的期望利润为 $\Pi_m(Q_1^*) = (w - c)Q_1^*$.

系统总利润为

$$\Pi(Q_1^*) = (p + g - c)Q_1^* - g\mu_2 - (p + g - v) \int_{l_3}^{Q_1^*} (Q_1^* - x_2) dF_2(x_2).$$

2.3 需求信息更新后调整订货量

在 t_2 时刻,信息更新后,零售商作出调整订货量的决策,调整后的订购量为 Q_2 .

2.3.1 追加订货情况

追加订货量为 $Q_2^* - Q_1^*$,系统总利润为

$$\Pi_1(Q_2) = E[p \min(x_2, Q_2) - c Q_1^* + v(Q_2 - x_2)^+ - g(x_2 - Q_2)^+ - c_0(Q_2 - Q_1^*)] = (p + g - c_0)Q_2 + (c_0 - c)Q_1^* - g\mu_2 - (p + g - v) \int_{l_3}^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF_2(x_2).$$

因为 $\Pi_1'(Q_2) = -(p + g - v)f_2(Q_2) < 0$, 由一阶必要性条件得 $Q_2 = F_2^{-1}\left(\frac{p + g - c_0}{p + g - v}\right)$. 所以采取追加订购,系统利润最大时的最优订购量为

$$Q_2^* = \begin{cases} Q_t, & Q_t > Q_1^*, \\ Q_1^*, & \text{其它}. \end{cases}$$

2.3.2 部分退货情况

退货量为 $Q_1^* - Q_2^*$, 系统总利润为

$$\Pi_2(Q_2) = E[p \min(x_2, Q_2) - c Q_1^* + v(Q_2 - x_2)^+ - g(x_2 - Q_2)^+ + \tilde{w}(Q_1^* - Q_2)] = (p + g - \tilde{w})Q_2 + (\tilde{w} - c)Q_1^* - g\mu_2 - (p + g - v) \int_{l_3}^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF_2(x_2).$$

$\Pi_2'(Q_2) = -(p + g - v)f_2(Q_2) < 0$, 由一阶必要性条件得 $Q_k = F_2^{-1}(\frac{p+g-\tilde{w}}{p+g-v})$. 所以采取部分退货, 系统利润最大时的最优订购量为

$$Q_2^* = \begin{cases} Q_k, & Q_k < Q_1^*, \\ Q_1^*, & \text{其它}. \end{cases}$$

命题 1 当 $Q_t, Q_k > Q_1^*$, 采取追加订货, 追加量为 $Q_t - Q_1^*$; 当 $Q_t < Q_1^* < Q_k$, 不调整订货量; 当 $Q_t, Q_k < Q_1^*$, 采取部分退货, 退货量为 $Q_1^* - Q_k$; 当 $Q_k < Q_1^* < Q_t$ 时, 若 $\Pi_1(Q_t) > \Pi_2(Q_k)$, 就追加订货, 追加量为 $Q_t - Q_1^*$, 若 $\Pi_2(Q_k) > \Pi_1(Q_t)$, 就部分退货, 退货量为 $Q_1^* - Q_k$. 调整订货量后系统总利润大于不调整时总利润.

证明 当 $Q_t, Q_k > Q_1^*$ 时, $\Pi_1(Q_2^*) = \Pi_1(Q_t) > \Pi_1(Q_1^*) = \Pi_2(Q_1^*) = \Pi_2(Q_2^*)$, 所以采取追加订货. 当 $Q_t < Q_1^* < Q_k$ 时, $\Pi_1(Q_2^*) = \Pi_1(Q_1^*) = \Pi_2(Q_1^*) = \Pi_2(Q_2^*)$, 所以不调整订货量. 当 $Q_t, Q_k < Q_1^*$ 时, $\Pi_1(Q_2^*) = \Pi_1(Q_1^*) = \Pi_2(Q_1^*) < \Pi_2(Q_k) = \Pi_2(Q_2^*)$, 所以采取部分退货. 当 $Q_k < Q_1^* < Q_t$ 时, $\Pi_1(Q_2^*) = \Pi_1(Q_t)$, $\Pi_2(Q_2^*) = \Pi_2(Q_k)$, 若 $\Pi_1(Q_t) > \Pi_2(Q_k)$, 就追加订货, 若 $\Pi_1(Q_t) < \Pi_2(Q_k)$, 就部分退货. 由前面证明, 易知调整后系统利润大于不调整后系统利润.

由命题 1 可知, 零售商首次订购后, 当需求信息更新时, 调整订货量可使集中式供应链系统的利润增加.

3 分散式供应链契约协调策略

3.1 回购契约

在销售期末, 生产商以回购价 b ($v \leq b < w$) 回购零售商未售完的产品.

3.1.1 追加订货情况

零售商追加订货量为 $Q_t - Q_1^*$. 零售商的期望利润为

$$\Pi_{r1}(Q_2) = E[p \min(x_2, Q_2) - w Q_1^* - w_1(Q_2 - Q_1^*) + b(Q_2 - x_2)^+ - g(x_2 - Q_2)^+] = (p + g - w_1)Q_2 + (w_1 - w)Q_1^* - \mu_2 g - (p + g -$$

$$b) \int_{l_3}^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF_2(x_2). \quad (1)$$

由于 $d^2 \prod_{r1}(Q_2)/dQ_2^2 = -(p + g - b)f_2(Q_2) < 0$, $\Pi_{r1}(Q_2)$ 关于 Q_2 是凹的, 由一阶必要性条件得, 零售商期望利润最大时的最优订购量为

$$Q_{r1} = F_2^{-1}\left(\frac{p+g-w_1}{p+g-b}\right).$$

此时生产商的期望利润为

$$\Pi_{m1}(Q_{r1}) = (w - c)Q_1^* + (w_1 - c_0)(Q_{r1} - Q_1^*) - (b - v) \int_{l_3}^{Q_{r1}} (Q_{r1} - x_2) dF_2(x_2). \quad (2)$$

命题 2 零售商追加订货且参数 w_1, b 满足 $b = \varphi(w_1)$, $\max(w, c_0) \leq w_1 < w_t$ 时, 回购契约能协调供应链, 并且双方利润都大于不调整订货时的利润.

证明 要使供应链达到协调, 必须 $Q_{r1} = Q_t$, 解得

$$b = \varphi(w_1) = v + \frac{p+g-v}{p+g-c_0}(w_1 - c_0). \quad (3)$$

由假设 $v \leq b < w$, 可知 $c_0 \leq w_1 < c_0 + \frac{p+g-c_0}{p+g-v}(w - v) = w_t$, 易证 $w_t < p$. 又由假设 $w \leq w_1 < p$, 所以得

$$\max(w, c_0) \leq w_1 < w_t.$$

令 $G_t = (Q_t - Q_1^*)F_2(Q_t) - \int_{l_3}^{Q_t} (Q_t - x_2) dF_2(x_2) = \int_{l_3}^{Q_t} (x_2 - Q_1^*) dF_2(x_2)$. 若 $l_3 \leq Q_1^*$, 那么 $\int_{l_3}^{Q_t} (x_2 - Q_1^*) dF_2(x_2) \geq \int_{Q_1^*}^{Q_t} (x_2 - Q_1^*) dF_2(x_2) > 0$; 若 $l_3 > Q_1^*$, 那么 $x_2 - Q_1^* > 0$. 所以 $\int_{l_3}^{Q_t} (x_2 - Q_1^*) dF_2(x_2) > 0$, 故 $G_t > 0$.

令 $H = \int_{l_3}^{Q_1^*} (Q_1^* - x_2) dF_2(x_2)$. 若 $l_3 \leq Q_1^*$, 则 $H \geq 0$; 若 $l_3 > Q_1^*$, 则 $H = \int_{Q_1^*}^{l_3} (x_2 - Q_1^*) dF_2(x_2) > 0$. 故 $H \geq 0$.

将(3)式代入(1)式中, 计算得

$$\Pi_{r1}(Q_t) - \Pi_r(Q_1^*) = \frac{1}{F_2(Q_t)} [(p + g - w_1)G_t + (p + g - c_0)H] > 0.$$

将(3)代入(2)中, 计算得

$$\Pi_{m1}(Q_t) - \Pi_m(Q_1^*) = \frac{1}{F_2(Q_t)} [(w - c)(Q_t - Q_1^*) + (w_1 - c_0)G_t] > 0.$$

所以, 追加订货时, 回购契约可以协调供应链, 并且供应链成员的利润比不调整订货时的利润都高.

命题 2 说明, 在追加订货情况下, 采用回购契约

可以使供应链达到协调,增加系统利润. 改变 w_1 可以使增加的利润在供应链成员之间合理分配,分配比例取决于双方谈判情况和双方的博弈能力.

3.1.2 部分退货情况

零售商部分退货量为 $Q_1^* - Q_k$. 在分散决策下,零售商的期望利润为

$$\Pi_{r2}(Q_2) = E[p \min(x_2, Q_2) - w Q_1^* + b(Q_2 - x_2)^+ - g(x_2 - Q_2)^+ - w_2(Q_1^* - Q_2)] = (p + g - w_2)Q_2 + (w_2 - w)Q_1^* - g\mu_2 - (p + g - b) \int_{l_3}^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF_2(x_2). \quad (4)$$

与上面分析类似, $\Pi_{r2}(Q_2)$ 关于 Q_2 是凹的,由一阶必要性条件得,零售商利润最大时的最优订购量为

$$Q_{r2} = F_2^{-1}\left(\frac{p + g - w_2}{p + g - b}\right).$$

此时生产商的期望利润为

$$\Pi_{m2}(Q_{r2}) = (w - c)Q_1^* - (w_2 - \tilde{w})(Q_1^* - Q_{r2}) - (b - v) \int_{l_3}^{Q_{r2}} (Q_{r2} - x_2) dF_2(x_2). \quad (5)$$

命题 3 零售商部分退货且参数 w_2, b 满足 $b = \phi(w_2), \tilde{w} \leq w_2 < w$ 时,供应链系统和零售商的利润都增加了,但生产商的利润却没有提高. 因此,部分退货时,回购契约不能协调此供应链.

证明 要使供应链达到协调,必须 $Q_{r2} = Q_k$, 解得

$$b = \phi(w_2) = v + \frac{p + g - v}{p + g - w} (w_2 - \tilde{w}). \quad (6)$$

由假设 $v \leq b < w$, 知 $\tilde{w} \leq w_2 < \tilde{w} + \frac{p + g - v}{p + g - w} (w - v) = w_k$, 易证 $w_k > w$. 又由假设 $w_2 < w$, 所以得 $\tilde{w} \leq w_2 < w$.

令 $G_k = (Q_k - Q_1^*)F_2(Q_k) - \int_{l_3}^{Q_k} (Q_k - x_2) dF_2(x_2) = \int_{l_3}^{Q_k} (x_2 - Q_1^*) dF_2(x_2)$, 由 $l_3 < x_2 < Q_k, l_3 \leq Q_k < Q_1^*$, 知 $x_2 - Q_1^* < 0$, 所以 $G_k < 0$.

将(6)式代入(4)式中,计算得

$$\Pi_{r2}(Q_k) - \Pi_r(Q_1^*) = \frac{1}{F_2(Q_k)} [(p + g - w_2)G_k + (p + g - \tilde{w})H].$$

因为 $Q_k < Q_1^*$, 所以 $|G_k| = \int_{l_3}^{Q_k} (Q_1^* - x_2) dF_2(x_2) < \int_{l_3}^{Q_1^*} (Q_1^* - x_2) dF_2(x_2) = H$. 由 $w_2 \geq \tilde{w}$, 得 $0 < p + g - w_2 \leq p + g - \tilde{w}$, 所以 $0 < (p + g$

$- w_2) |G_k| \leq (p + g - \tilde{w})H$. 即 $\Pi_{r2}(Q_k) - \Pi_r(Q_1^*) > 0$, 零售商的利润增加了.

将(6)式代入(5)式中,计算得

$$\Pi_{m2}(Q_k) - \Pi_m(Q_1^*) = \frac{1}{F_2(Q_k)} (w_2 - \tilde{w})G_k \leq 0.$$

即生产商的利润并没有提高.

命题 3 说明,部分退货时采用回购契约,虽然使系统利润增加了,但是生产商的利润不但没有增加反而降低了. 这说明回购契约对生产商没有激励作用,生产商缺乏主动调整订货的积极性. 因此,回购契约不能协调此供应链.

3.2 收入共享契约

在此契约下,生产商期末分享零售商收入的比例为 $1 - \lambda (0 \leq \lambda \leq 1)$.

3.2.1 追加订货情况

零售商追加订货量为 $Q_t - Q_1^*$. 零售商的销售收入记为 $Z(Q_2) = p \min(x_2, Q_2) + v(Q_2 - x_2)^+$. 分散决策下,零售商的期望利润为

$$\Pi_{r1}(Q_2) = E[\lambda Z(Q_2) - w Q_1^* - w_1(Q_2 - Q_1^*) - g(x_2 - Q_2)^+] = (\lambda p + g - w_1)Q_2 + (w_1 - w)Q_1^* - \mu_2 g - [\lambda(p - v) + g] \int_{l_3}^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF_2(x_2).$$

由于 $d^2 \Pi_{r1}(Q_2) / dQ_2^2 = -[\lambda(p - v) + g] f_2(Q_2) < 0$, $\Pi_{r1}(Q_2)$ 关于 Q_2 是凹的,由一阶必要性条件得,零售商期望利润最大时的最优订购量为

$$Q_{r1} = F_2^{-1}\left(\frac{\lambda p + g - w_1}{\lambda(p - v) + g}\right).$$

此时生产商的期望利润为

$$\Pi_{m1}(Q_{r1}) = E[(1 - \lambda)Z(Q_2) - c Q_1^* - c_0(Q_2 - Q_1^*)] = [(1 - \lambda)p - c_0]Q_{r1} + (c_0 - c)Q_1^* - (1 - \lambda)(p - v) \int_{l_3}^{Q_{r1}} (Q_{r1} - x_2) dF_2(x_2).$$

命题 4 零售商追加订货时,收入共享契约不能协调此供应链.

证明 要使供应链达到协调,必须 $Q_{r1} = Q_t$, 解得

$$\lambda = \frac{(p - v)w_1 + g(w_1 - c_0) + gv}{(p - v)c_0 + gv}. \quad (7)$$

因为 $0 \leq \lambda \leq 1$, 所以由(7)式解得 $w_1 \leq c_0$. 这与假设矛盾,故追加订货时,收入共享契约不能协调此供应链.

命题 4 说明,在追加订货时,收入共享契约不能激励零售商的最优订购量达到系统最优订购量,也就是分散决策的系统利润达不到最大.

3.2.2 部分退货情况

零售商部分退货量为 $Q_1^* - Q_k$. 在分散决策下,

零售商的期望利润为

$$\Pi_{r3}^c(Q_2) = E[\lambda Z(Q_2) - w Q_1^* - g(x_2 - Q_2) + w_2(Q_1^* - Q_2)] = (\lambda p + g - w_2)Q_2 - (w - w_2)Q_1^* - \mu_2 g - [\lambda(p - v) + g] \int_{l_3}^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF_2(x_2).$$

由于 $d^2 \Pi_{r3}^c(Q_2)/dQ_2^2 = -[\lambda(p - v) + g]f_2(Q_2) < 0$, $\Pi_{r3}^c(Q_2)$ 关于 Q_2 是凹的, 由一阶必要性条件得, 零售商期望利润最大时的最优订购量为

$$Q_{r3} = F_2^{-1}\left(\frac{\lambda p + g - w_2}{\lambda(p - v) + g}\right).$$

生产商的期望利润为

$$\Pi_{m3}^c(Q_k) = (1 - \lambda)Z(Q_2) + (w - c)Q_1^* - (w_2 - \tilde{w})(Q_1^* - Q_{r2}) = [p(1 - \lambda) + w_2 - \tilde{w}]Q_k + (w + \tilde{w} - c - w_2)Q_1^* - (1 - \lambda)(p - v) \int_{l_3}^{Q_k} (Q_k - x_2) dF_2(x_2).$$

命题 5 零售商部分退货且参数 w_2, λ 满足 $\lambda = \gamma(w_2)$, $\max(v, T) \leq w_2 \leq \tilde{w}$ 时, 收入共享契约可以协调供应链, 并且协调后的双方利润比不调整订货时的利润大.

证明 要使供应链达到协调, 必须 $Q_{r3} = Q_k$, 解得

$$\lambda = \gamma(w_2) = \frac{(p - v + g)w_2 - g(\tilde{w} - v)}{(p - v)\tilde{w} + gv}.$$

由假设 $0 \leq \lambda \leq 1$ 得 $w_2 \leq \tilde{w}$. 又由假设 $w_2 \geq v$, 所以 $v \leq w_2 \leq \tilde{w}$.

由 $\lambda = \gamma(w_2)$ 和 $\Pi_{m3}^c(Q_k) \geq \Pi_m(Q_1^*)$, 计算得 $w_2 \leq \tilde{w}$.

由 $\lambda = \gamma(w_2)$ 和 $\Pi_{r3}^c(Q_k) \geq \Pi_r(Q_1^*)$, 计算得 $w_2 \geq T$, 其中

$$T = (g[(\tilde{w} - v)K_1 - Q_k + K_2] + (p + g)Q_1^* - (p + g - v)K_3) / [K_1(p + g - v) + Q_1^* - Q_k], K_1 = \frac{pQ_k - (p - v)K_2}{(p - v)\tilde{w} + gv}, K_2 = \int_{l_3}^{Q_k} (Q_k - x_2) dF_2(x_2), K_3 = \int_{l_3}^{Q_1^*} (Q_1^* - x_2) dF_2(x_2).$$

表 1 参数 w_1 对各利润的影响

Table 1 Effect of the parameter w_1 on profit

w_1	b	追加订货 Additional order			不调整订货 Not adjust order				
		Q_r	零售商利润 Profit of retailer	生产商利润 Profit of manufacturer	总利润 Total profit	Q_r^*	零售商利润 Profit of retailer	生产商利润 Profit of manufacturer	总利润 Total profit
6	3	287.5	810.4167	466.6667	1277.1	233.3333	458.3333	466.6667	925
7.5	5	287.5	757.2917	519.7917	1277.1	233.3333	458.3333	466.6667	925
9	7	287.5	704.1667	572.9167	1277.1	233.3333	458.3333	466.6667	925

故供应链达到协调且供应链成员的利润都增加时, w_2 的取值范围为

$$\max(v, T) \leq w_2 \leq \tilde{w}.$$

命题 5 说明, 零售商部分退货情况下, 采用收入共享契约可以使供应链达到协调, 增加系统利润. 改变退货价 w_2 可以将增加的利润在供应链成员之间合理分配, 分配比例取决于双方谈判情况和双方的博弈能力.

4 数值算例

假设 $p=10, c=5, w=7, v=3, g=5, c_0=6, \tilde{w}=5, x_1, x_2$ 服从均匀分布, 即 $x_1 \sim U[l_1, l_2], x_2 \sim U[l_3, l_4], l_1=100, l_2=300$.

4.1 追加订货情况

除上面假设外还假设 $l_3=250, l_4=300$. 采用 Matlab 软件, 计算可得 $Q_1 < Q_r < Q_k$, 所以由命题 1 知采用追加订货. 由命题 2, 采用期末回购契约协调, 计算得 $w_r=9$, 追加订货量为 $Q_r - Q_1^* = 54.1667$. 当 $6 \leq w_1 \leq 9$ 时, 相应回购价为 $3 \leq b < 7$. 从表 1 可以看出, w_1 的变化可以改变系统增加的利润在供应链成员之间分配, 双方达到双赢. 当供应链达到协调时, 零售商的利润总比不调整订货时的利润大. 从而验证了命题 2 结论.

4.2 部分退货情况

除上面假设外还假设 $l_3=170, l_4=220$. 采用 Matlab 软件, 计算可得 $Q_r < Q_k < Q_1$, 所以由命题 1 知采用部分退货. 由命题 5, 采用收入共享契约协调, 计算得 $T=4.8874$, 部分退货量为 $Q_k - Q_1^* = 21.6666$. 当 $4.8874 \leq w_2 \leq 5$ 时, 相应分享比例系数 $0.973 \leq \lambda \leq 1$. 由表 2 可以看出, w_2 的变化主要是改变系统增加的利润在供应链成员之间的分配, 使得供应链成员达到双赢, 供应链实现完美协调, 从而验证了命题 5 的结论.

表 2 参数 w_2 对各利润的影响

Table 2 Effect of the parameter w_2 on profit

w_2	λ	部分退货 Return part				不调整订货 Not adjust order			
		Q_t	零售商利润 Profit of retailer	生产商利润 Profit of manufacturer	总利润 Total profit	Q_t^*	零售商利润 Profit of retailer	生产商利润 Profit of manufacturer	总利润 Total profit
4.8874	0.973	211.6667	410.3104	523.0230	933.3333	233.3333	410.3333	466.6667	877
4.95	0.988	211.6667	441.6417	491.6917	933.3333	233.3333	410.3333	466.6667	877
5	1	211.6667	466.6667	466.6667	933.3333	233.3333	410.3333	466.6667	877

通过分析得出:追加订货时采用回购契约协调和部分退货时采用收入共享契约协调都能使供应链达到协调.通过选择适当的增加量批发价 w_1 和退货价 w_2 ,不仅可以提高系统整体利润,而且还可将增加的利润在供应链成员之间合理分配,使双方的利润比不调整订货时都大.

参考文献:

[1] 陈六新,李军.基于易逝品需求信息更新的零售商订货策略[J].数学的实践与认识,2008,38(1):33-39.
 [2] Gurnanni H, Tang C S. Note: Optimal ordering decisions with uncertain cost and demand forecast updating[J]. Management Science, 1999, 45(10):1456-1462.
 [3] Sethi S P, Yan H, Zhang H. Peeling layers of an onion: inventory model with multiple delivery modes and forecast updates[J]. Journal of Optimization Theory and Applications, 2003, 108(2):253-281.
 [4] 陈旭.考虑需求信息更新的易逝品的订货策略[J].计算机集成制造系统,2003,9(11):1038-1043.

[5] 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.
 [6] 姚泽有,曹细玉.易逝品二次订货中考虑需求信息更新的零售商订货策略研究[J].电子科技大学学报:社会科学版,2008,10(1):16-20.
 [7] Donohue K L. Efficient supply contracts for fashion goods with forecast updating and two production modes[J]. Management Science, 2000, 46(11):1397-1411.
 [8] Wang X L, Liu L W. Coordination by option contracts in a retailer-led supply chain with demand update[J]. Tsinghua Science and Technology, 2008, 13(4):570-580.
 [9] Huang H Y, Sethi S P, Yan H M. Purchase contract management with demand forecast updates[J]. IIE Transactions, 2005, 37(8):775-785.
 [10] 林志炳,许保光,蔡晨.基于信息更新的供应链订购策略分析[J].系统工程理论与实践,2007,27(5):63-68.

(责任编辑:尹 闯)

一种新的肿瘤干细胞转录方式

转录因子(transcription factors, TFs)的调控网络已经成为目前生命科学研究领域中的一大重点和热点,这些作用元件不仅在体细胞基因表达中扮演了重要角色,对于干细胞的状态的维持等方面也发挥了关键的作用,然而目前对于这一领域,科学家们了解的比较少.针对这种情况,美国著名肿瘤研究科学家 Weinberg 组织研究人员进行了研究.研究人员发现两种转录因子:Slug 和 Sox9,能合作决定哺乳动物干细胞(MaSC)状态,其中转录因子 Slug 是 Snail 锌指转录因子家族成员之一,参与调控胚胎发育和肿瘤的发生,其基因在物种进化过程中比较保守,有高度保守的 C2H2 型锌指结构域,通过连接到 E-box 以抑制靶基因的转录.而 Sox9 目前发现是胶原蛋白合成过程中的一个重要的转录因子,在软骨的发育、成熟过程中对胶原蛋白有着正向调控的作用.

抑制 Slug 和 Sox9 这两个因子中的一个,就会阻断原发性哺乳动物上皮细胞 MaSC 的活性,反过来,如果瞬时共表达外源性 Slug 和 Sox9,则能促进已分化的管腔细胞重新转换为具有乳腺长期重构能力的 MaSCs.此外,Slug 和 Sox9 这两种转录因子共表达将促进人类乳腺癌细胞的发展,以及转移发生的能力,并导致病患生存率下降,这证明了人类乳腺癌干细胞调控方式与正常小鼠 MaSCs 调控方式相似.

(据科学网)