

两级供应链中订货延迟的影响分析

熊恒庆 张荣耀 黄 松

(华中科技大学管理学院)

摘要: 基于报童模型,在 1 个供应商和 2 个零售商组成的供应链系统中,建模分析了零售商实行订货延迟策略对自身、供应商和供应链系统的利润影响,得出了它们各自的订货时机偏好,并根据服务水平描绘了供应商和零售商的订货偏好区域分布图,由此得到零售商订货时的 Pareto 最优区域。研究结果表明,在通常情况下供应商希望零售商预订,而零售商喜欢延迟订货,这和现实情况是相符的。结果还表明,在某些情况下零售商延迟订货对自身有利,但对系统不利;当供应商服务水平较高时,零售商延迟订货对自身、对系统都有利。

关键词: 报童模型; 延迟订货; 订货延迟; 供应链

中图分类号: C93;F224 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-884X(2011)11-1696-06

Impact Analysis of Order Postponement in a Two-echelon Supply Chain

XIONG Hengqing ZHANG Rongyao HUANG Song

(Huazhong University of Science & Technology, Wuhan, China)

Abstract: When a retailer is implementing an order postponement strategy in a supply chain system which is comprised of a supplier and two retailers, the impacts on the retailer, the supplier, the supply chain system are modeled and analyzed based on newsvendor model. Their preferences of order timing are obtained respectively. According to the service level, the figure of area distribution is depicted for the supplier and retailer's order preference. Thus the Pareto optimal area is obtained when the retailer places an order. Our findings indicate that the supplier prefers the retailer's advance order under mild conditions, but retailer usually prefers to delay his order, which are identical to the reality. Results also show that in some cases, it is favorable for the retailer to postpone his order from the supplier, but unfavorable to the system. When the supplier's service level is high, it is beneficial to the retailer and the system as the retailer delays his order.

Key words: newsvendor model; delayed order; order postponement; supply chain

延迟策略作为管理需求风险的一种有效方式正日益得到青睐^[1]。延迟策略由 ALDERSON^[2]于 1950 年首次提出,认为它在不过多地增加成本的情况下,能够丰富产品的品种。随后 BUCKLIN^[3]阐述了延迟策略在配送渠道中库存定位方面的重要作用,他把延迟看作是渠道中单个成员转移商品风险给他人的一种工具。VAN HOEK^[4]认为延迟是一个组织概念,指推迟供应链上一些活动直到顾客订单到达。他认为以前的延迟研究主要着眼于供应链中下游,为此他主张以供应链的视野来扩展延迟概

念。

自 VAN HOEK 之后,很多学者以供应链视野对延迟概念进行了扩展,出现了许多新型的延迟种类,比如需求延迟、订货延迟。GRANOT 等^[1]认为,延迟指诸如定价、生产、订货这些活动推迟至需求的部分或全部不确定属性明朗之后。在文中,他首次提出了订货延迟这一名词。

订货延迟在很多行业都有应用。在零售行业,全球最大的网络零售公司亚马逊,向它的顾客推出预订业务。为此,如果亚马逊也向它的

供应商实行预订,由于顾客需求的不确定性,很多顾客的预订可能取消,亚马逊会面临库存积压的风险。亚马逊改而向它的供应商实行订货延迟策略,从而节省了大量库存成本。许多网上商店如 Cdnw.com 紧跟亚马逊的步伐,对顾客推出预订业务,而向自己的供应商延迟订货。在电器行业,订货延迟也得到了应用。由洗衣机制造商 Whirlpool 执行的一项市场调研表明,在很多情况下,顾客不希望订货立刻送达,而希望在迁入新居后订货才到来,因此,洗衣机零售商偏爱向供应商延迟订货,只有当顾客要求送货时才向供应商订货,这样可以节省库存成本。

在供应商和零售商组成的供应链系统中,零售商希望随着需求信息的不断更新,订货时间尽可能推迟到需求明朗之时,偏爱延迟订货;而供应商希望零售商预先订货,这样可以减轻自己的不确定性风险。零售商实行订货延迟策略对自身通常有利,但可能会损害其他供应链成员的利益。换言之,分析订货延迟对供应链的影响,并进而对供应链进行协调以取得优化,具有重要的理论和现实意义。关于订货延迟对供应链的影响,本文只发现下面 2 篇文章。

文献[5]对由单制造商和单零售商组成的两级供应链进行建模分析,零售商只有一次订货机会,产品需求服从指数分布。研究表明,当零售商实行订货延迟策略时订货量增加,制造商和零售商均从中受益。文献[1]分析了相似的供应链系统,制造商制定批发价,提供回购,零售商决定订货量和零售价,并决定是否实行定价延迟和订货延迟。研究发现多数情况下延迟对渠道成员有利。

虽然关于订货延迟的研究较少,然而作为当前学术界的热点问题——供应链协调,涉及订货时机问题(这实际上与订货延迟相关)的文章还是有一些,可以借鉴其思路研究订货延迟。经过阅读文献发现,研究 2 个以上零售商的文献较少,从服务水平角度来研究订货时机的文献也较少。

文献[6]调查了 1 个零售商向他的部件供应商选择订货时机的问题。文献[7]对此进行了延伸,把终端产品需求定义为 2 个随机变量之和,这样可产生更精细的需求信息模型。这 2 篇文章都是从价格的角度来分析供应链成员的订货时机。

文献[8]考虑了一个相似的情形,但存在差异:需求是价格敏感型,零售商在终端市场实行

促销。作者从需求信息的角度来考察供应商的时机偏好。

文献[9]分析了柔性合同框架下的订货时机问题,并研究了报童环境中的 3 种不同合同:推式合同、拉式合同、预购打折合同。作者从订货量的角度来分析供应链成员的订货时机偏好及协调问题。

文献[10]进一步分析了推式合同、拉式合同,并从价格角度,阐明了当 2 种合同批发价变化时,供应链成员的时机偏好变化及协调问题。

供应链成员的服务水平高低会影响零售商的订货时机决策,例如,若零售商的服务水平很高,他会尽量预先订货以减少缺货现象。本文将从服务水平角度来分析 2 个零售商环境下订货延迟的影响及供应链成员的订货时机偏好。

1 研究假设及建模符号

在短生命周期的产品市场中,我们分析一个由 1 个供应商(S)和 2 个零售商(R_1 和 R_2)组成的供应链系统,考察系统的单周期问题(即报童问题)。零售商 R_1 和 R_2 面对独立、随机的市场需求,服从正态分布,需求变量分别为 x_1 和 x_2 , $f(\cdot)$ 和 $F(\cdot)$ 分别为正态分布的概率密度函数(PDF)和累积分布函数(CDF)。假设供应商的批发价 w 和零售商的零售价 p 都是外生变量;假设顾客需求未满足的惩罚成本为零,未售出的商品残值为零。这些假设和文献[11, 12]相同。因为供应商的生产提前期很长,他必须在销售季节前按照零售商的预订情况决定生产量 Q_s ,这时还不能观察到需求的不确定性情况。零售商只有一次订货机会,因而他仅有 2 种订货策略:预订和晚订(本文简称预先订货为预订,延迟订货为晚订)。预订时需求未知(但知道需求分布情况),存在需求风险,不过供应商会按照预订量来生产从而供给其全部商品,即订货量等于供应量;而晚订时需求情况已明,这时订货量等于市场需求量,但存在供应量小于订货量的风险,即供应风险。也就是说对零售商而言,预订时只存在需求风险,而晚订时只存在供应风险。假设预订是一种传统的订货策略,作为一种基本参照模式;还假设 R_1 代表传统的零售商,他于销售季节前向供应商预订商品;我们在此前提下来考察 R_2 晚订相对于预订而言,对自身、供应商、供应链系统所产生的利润影响,并得出他们的订货时机偏好(即他们希望 R_2 预订还是晚订)。在 R_2 预订时供应商不承担任何需求风险,因为这时需求风险分别由

R_1 和 R_2 所承担;在 R_2 晚订时供应商只承担 R_2 的需求风险。可见订货延迟实际上是零售商转移需求风险的一种工具。下面是需要用到的建模符号。

c 为供应商的单位制造成本; w 为供应商的单位商品批发价; p 为零售商的单位零售价; x_i 为 R_i 面对的需求量,服从正态分布 ($i=1, 2$); $f(\cdot)$ 和 $F(\cdot)$ 为正态分布的 PDF 和 CDF; $\phi(\cdot)$ 和 $\Phi(\cdot)$ 为标准正态分布的 PDF 和 CDF; μ_i 为 R_i 需求量的平均值 ($i=1, 2$); σ_i 为 R_i 需求量的标准差 ($i=1, 2$); z_i 为 x_i 的标准正态偏差,度量 R_i 的服务水平; z_s 为供应商面对的标准正态偏差; Q_i 为 R_i 的订货量 ($i=1, 2$); Q_s 为供应商的生产量; π_i^A 和 π_i^D 分别为 R_2 预订、晚订时 R_i 的利润函数 ($i=1, 2$); π_s^A 和 π_s^D 分别为 R_2 预订、晚订时供应商的利润函数。

为不失一般性,假定 $p > w > c$ 。当需要时,用上标 A、D 分别表示预订和晚订,用下标 S 表示供应商。接下来总结一下行动的全过程:

阶段 1 零售商选择订货策略。 R_1 预订,订货量为 Q_1 ; R_2 预订,订货量为 Q_2 (若 R_2 选择预订策略)。

阶段 2 供应商进行生产。 此时需求不确定,情况不明,供应商给 R_1 生产 Q_1 ; 给 R_2 生产 Q_2 (若 R_2 预订),或者 Q_{2S} (若 R_2 晚订)。注意 Q_{2S} 与供应商的服务水平有关,即 $Q_{2S} = \mu_2 + z_s \sigma_2$ 。

阶段 3 需求不确定性情况已经明朗。 R_2 按照 $Q_2 = x_2$ 进行订货 (若 R_2 晚订)。注意 x_2 可能大于 Q_{2S} 。

2 建模分析

2.1 供应商的偏好

在假定 R_1 预订的前提下来考察 R_2 的订货策略。

当 R_2 预订时,供应商的生产量等于 2 个零售商的订货量之和,即 $Q_s^A = Q_1 + Q_2$; 而零售商是根据自己的服务水平来订货的,即 $Q_1 = \mu_1 + z_1 \sigma_1$, $Q_2 = \mu_2 + z_2 \sigma_2$ 。此时供应商没有需求风险,因为 2 个零售商承担了全部的需求风险。供应商的期望利润为

$$E[\pi_s^A] = (w - c)(\mu_1 + \mu_2 + z_1 \sigma_1 + z_2 \sigma_2) \quad (1)$$

当 R_2 晚订时,供应商给 R_1 生产 Q_1 ,并在需求不确定的情况下为 R_2 生产 Q_{2S} ,且 $Q_{2S} = \mu_2 + z_s \sigma_2$,供应商的期望利润为

$$E[\pi_s^D(Q_{2S})] = (w - c)(Q_1 + \mu_2) - \left[(w - c) \int_{Q_{2S}}^{\infty} (x_2 - Q_{2S}) dF(x_2) + c \int_0^{Q_{2S}} (Q_{2S} - x_2) dF(x_2) \right]$$

等式右边第 2 项表达了供应商的需求风险。根据最优条件,在最优处有

$$F(Q_{2S}) = \Phi(z_s) = \frac{w - c}{w}$$

所以最优的 Q_{2S} 为 $Q_{2S}^* = F^{-1}\left(\frac{w - c}{w}\right)$ 。

将 $E[\pi_s^D(Q_{2S})]$ 化简得

$$E[\pi_s^D(Q_{2S})] = (w - c)(\mu_1 + \mu_2 + z_1 \sigma_1) - \sigma_2 [wL(z_s) + cz_s] \quad (2)$$

式中, $L(z) = \int_z^{\infty} (x - z)\phi(x)dx$ 为标准正态损失函数。对其详细了解者可参阅文献[13]的附录。我们要考察订货延迟对供应商的利润影响,式(2)减式(1)并化简得

$$\Delta E[\pi_s] = E[\pi_s^D] - E[\pi_s^A] = -\sigma_2 [z_s(w - c) + w\phi(z_s)] \quad (3)$$

命题 1 如果 $z_2 > -\frac{w}{w - c}\phi(z_s)$, 则供应商偏爱 R_2 预订; 否则, R_2 晚订对供应商更有利。

证明:从式(3)可直接得到此结论。

命题 1 是这样理解的: R_2 预订消除了供应商的需求风险,对供应商有利;另一个影响供应商利润的因素是 R_2 的预订量 Q_2 , Q_2 越大利润越大,若 Q_2 大于 R_2 晚订时的期望订货量(它等于 μ_2),则这 2 个因素都对供应商有利。如果 R_2 预订量太少的话,则对供应商不利,可能抵消 R_2 预订的好处。我们知道 $Q_2 = \mu_2 + z_2 \sigma_2$, 如果 $z_2 = 0$ 时 $Q_2 = \mu_2$, 此时的 Q_2 代表服务水平为 50% 的订货量,这时对供应商仍然是有利的。如果 $z_2 \leq -\frac{w}{w - c}\phi(z_s)$, 则 R_2 预订量太少,抵消了 R_2 预订的好处,晚订对供应商更有利。因为 $-\frac{w}{w - c}\phi(z_s) < 0$, 所以 $z_2 > -\frac{w}{w - c}\phi(z_s)$ 是个宽松的条件,可见在通常情况下, R_2 预订对供应商是有利的。这和现实中的情形是一致的:很多供应商通过各种折扣来吸引零售商大量预订。

2.2 零售商 R_2 的偏好

当 R_2 预订时, R_2 的利润为

$$E[\pi_2^A(Q_2)] = (p - w)\mu_2 - \left[(p - w) \int_{Q_2}^{\infty} (x_2 - Q_2) dF(x_2) + w \int_0^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF(x_2) \right]$$

等式右边第 2 项表达了 R_2 的需求风险。根据最优条件,在最优处有

$$F(Q_2) = \Phi(z_2) = \frac{p - w}{p}$$

所以最优的 Q_2 为 $Q_2^* = F^{-1}\left(\frac{p - w}{p}\right)$ 。

将利润函数化简得

$$E[\pi_2^A(Q_2)] = (p-w)\mu_2 - \sigma_2[pL(z_2) + w z_2] \quad (4)$$

命题 2 当 R_2 预订时,其期望利润随着 σ_2 而单调递减。

证明:式(4)对 σ_2 求导, $\frac{\partial E[\pi_2^A]}{\partial \sigma_2} = -[pL(z_2) + w z_2] = -p\phi(z_2) < 0$,证毕。

因 R_2 预订时需承担需求风险,风险不确定性越大,其利润越低,这和常识是一致的。

当 R_2 晚订时, $Q_2 = x_2$,这时 R_2 没有需求风险,只有供应风险,且 R_2 的利润与供货量 Q_{2S} 有关,它的利润为

$$E[\pi_2^D(Q_{2S})] = (p-w)\mu_2 - (p-w) \int_{Q_{2S}}^{\infty} (x_2 - Q_{2S}) dF(x_2)$$

等式右边第 2 项表达了 R_2 的供应风险,化简得

$$E[\pi_2^D(Q_{2S})] = (p-w)\mu_2 - (p-w)\sigma_2 L(z_S) \quad (5)$$

命题 3 R_2 晚订时,其期望利润随着 σ_2 而单调递减。

证明:式(5)对 σ_2 求导, $\frac{\partial E[\pi_2^D]}{\partial \sigma_2} = -(p-w)L(z_S) < 0$,证毕。

这个命题似乎不符合常识,因为 R_2 晚订时不承担需求风险,故风险不确定性程度 σ_2 应该不影响 R_2 的利润。其实,此时的需求风险转移给了供应商,且供货量 $Q_{2S} = \mu_2 + z_S \sigma_2$,而 R_2 的利润受 Q_{2S} 的影响,所以 σ_2 的增大使得 R_2 的供应风险增大,利润降低。

从命题 2 和命题 3 知,无论 R_2 预订还是晚订,需求不确定性增大都对 R_2 不利。

式(5)减式(4)并化简得

$$\Delta E[\pi_2] = E[\pi_2^D] - E[\pi_2^A] = \sigma_2[p\phi(z_2) - (p-w)L(z_S)] \quad (6)$$

命题 4 当 z_2 满足 $\phi(z_2) > \frac{(p-w)}{p}L(z_S)$ 时,晚订对 R_2 有利;否则, R_2 偏爱预订。

证明:直接从式(6)可得出此结论。

命题 5 当 $z_2 > 0$ 时, $\Delta E[\pi_2]$ 随 z_2 而单调递减;当 $z_2 \leq 0$ 时,单调递增。

证明:式(6)对 z_2 求导得: $\frac{\partial \Delta E[\pi_2]}{\partial z_2} = -p z_2 \sigma_2 \phi(z_2)$,由此知命题成立。

由命题 5 结合命题 4,可得 $\Delta E[\pi_2]$ 关于 z_2 的函数图形见图 1。由图 1 可知,在其他参数不变的情况下,当 R_2 服务水平很高或很低时,预订有利; R_2 服务水平一般时,晚订有利,此时概率密度很大,故概率较大。这也和现实相符:零售商通常情况下喜欢延迟订货以规避风险

(后面算例印证了此结论)。由命题 1 知,供应商在通常情况下偏爱 R_2 预订,因此供应商和零售商之间就订货时机问题产生冲突。图 1 结合命题 1 可得供应商 S 及 R_2 的订货时机偏好区域图,分为 2 种情形:S 与 R_2 的晚订偏好区有交叉、无交叉,分别见图 2 和图 3。

在图 2 中,S 及 R_2 的订货时机偏好区域分别为:

A 区: S 偏爱晚订, R_2 偏爱预订,即 $\{\phi(z_2) < \frac{(p-w)}{p}L(z_S)\} \cap \{z_2 < 0\}$;

B 区: S 与 R_2 均偏爱晚订,即 $\{\phi(z_2) > \frac{(p-w)}{p}L(z_S)\} \cap \{z_2 < -\frac{w}{w-c}\phi(z_S)\}$;

C 区: S 偏爱预订, R_2 偏爱晚订,即 $\{\phi(z_2) > \frac{(p-w)}{p}L(z_S)\} \cap \{z_2 > -\frac{w}{w-c}\phi(z_S)\}$;

D 区: S 与 R_2 均偏爱预订,即 $\{\phi(z_2) < \frac{(p-w)}{p}L(z_S)\} \cap \{z_2 > 0\}$ 。

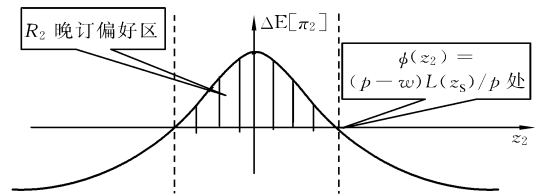


图 1 $\Delta E[\pi_2]$ 关于 z_2 的图形

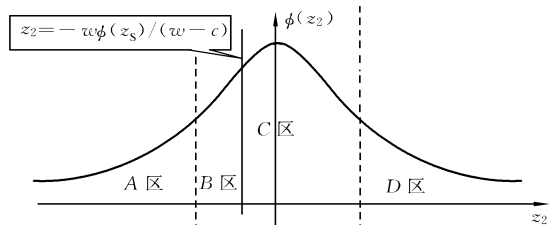


图 2 S 与 R_2 晚订偏好区有交叉时订货时机偏好区域图

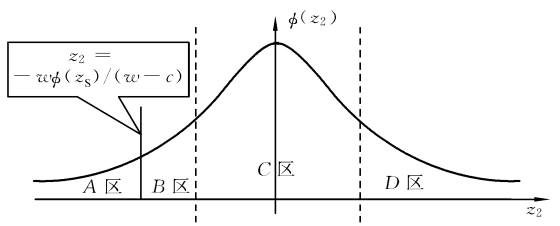


图 3 S 与 R_2 晚订偏好区无交叉时订货时机偏好区域图

在图 3,S 及 R_2 的订货时机偏好区域分别为:

A 区: S 偏爱晚订, R_2 偏爱预订,即 $\{z_2 < -\frac{w}{w-c}\phi(z_S)\}$;

B 区: S 与 R_2 均偏爱预订,即 $\{z_2 > -\frac{w}{w-c}\phi(z_S)\} \cap \{\phi(z_2) < \frac{(p-w)}{p}L(z_S)\}$;

C 区: S 偏爱预订, R_2 偏爱晚订, 即

$$\{\phi(z_2) > \frac{(p-w)}{p}L(z_s)\};$$

D 区: S 与 R_2 均偏爱预订, 即 $\{\phi(z_2) <$

$$\frac{(p-w)}{p}L(z_s)\} \cap \{z_2 > 0\}.$$

2.3 从系统角度考虑

当 R_2 预订时系统的总利润为

$$E[\pi_T^A] = (p-c)\mu_1 - (p-c) \int_{Q_1}^{\infty} (x_1 - Q_1) dF(x_1) - c \int_0^{Q_1} (Q_1 - x_1) dF(x_1) + (p-c)\mu_2 - (p-c) \cdot \int_{Q_2}^{\infty} (x_2 - Q_2) dF(x_2) - c \int_0^{Q_2} (Q_2 - x_2) dF(x_2).$$

此时有 $Q_S^A = Q_1 + Q_2 = \mu_1 + z_1\sigma_1 + \mu_2 + z_2\sigma_2$, 化简利润函数得

$$E[\pi_T^A] = (p-c)(\mu_1 + \mu_2) - \sigma_1[pL(z_1) + cz_1] - \sigma_2[pL(z_2) + cz_2]. \quad (7)$$

当 R_2 晚订时, 系统的利润函数为

$$E[\pi_T^B] = p \left[\int_0^{Q_1} x_1 dF(x_1) + \int_{Q_1}^{\infty} Q_1 dF(x_1) \right] + p \left[\mu_2 - \int_{Q_{2S}}^{\infty} (x_2 - Q_{2S}) dF(x_2) \right] - cQ_S^B.$$

此时有 $Q_S^B = Q_1 + Q_{2S} = \mu_1 + z_1\sigma_1 + \mu_2 + z_s\sigma_2$, 化简利润函数得

$$E[\pi_T^B] = (p-c)(\mu_1 + \mu_2) - \sigma_1[pL(z_1) + cz_1] - \sigma_2[pL(z_s) + cz_s]. \quad (8)$$

式(8)减式(7)得:

$$\Delta E[\pi_T] = E[\pi_T^B] - E[\pi_T^A] = \sigma_2[pL(z_2) + cz_2] - (\sigma_2[pL(z_s) + cz_s]). \quad (9)$$

命题 6 如果 $z_s > z_2$, 则 R_2 晚订对系统有利; 否则, R_2 预订更有利。

证明: 观察式(9)结构, 令 $g(z) = pL(z) + cz$, 则有:

$$\frac{\partial g(z)}{\partial z} = -p[1 - \Phi(z)] + c;$$

$$\frac{\partial^2 g(z)}{\partial z^2} = p\phi(z) > 0,$$

因此 $g(z)$ 是凸函数且当 $\frac{\partial g(z)}{\partial z} = 0$ 时取得最小

值, 解得 $\Phi(z^*) = \frac{p-c}{p}$. 由前面知识有:

$$\Phi(z_s) = \frac{w-c}{w} < \Phi(z^*);$$

$$\Phi(z_2) = \frac{p-w}{p} < \Phi(z^*).$$

因为 $\Phi(z)$ 为单调非减函数, 故 $z_s, z_2 < z^*$; 又因为 $g(z)$ 是凸函数, 所以, 若 $z_s > z_2$, 则 $g(z_s) < g(z_2)$, 由式(9)有 $E[\pi_T^B] - E[\pi_T^A] > 0$,

证毕。

由命题 6 知, 当 $z_s \leq z_2$ 时, R_2 预订对系统更有利, 意味着对零售商 R_2 而言, 当供应商服务水平较低时, R_2 最好大量预订, 以确保供应链系统有充足的销售量, 从而确保系统的利润; 但当 $z_s > z_2$ 时, 供应商服务水平较高, 晚订时为 R_2 生产的供应量 Q_{2S} 较大, 一定程度上消除了 R_2 的供应风险, R_2 不必预订也可享受较高的供货水平, 此时晚订对系统更有利, 对 R_2 自身也有利。

最后分析 R_2 订货时机的 Pareto 最优区域。图 2 和图 3 中 D 区是相同的, 是 S 与 R_2 预订偏好交叉区。无论 R_2 的服务水平是符合图 2 还是图 3, 当其服务水平很高时, R_2 预订对自身及供应商均有利。那么对系统是否有利呢? 由式(3)、(6)、(9)知, S、 R_2 及系统的 $\Delta E[\pi]$ 都与 R_1 无关, 所以 R_2 在 D 区预订对系统也是有利的, D 区是 R_2 订货时机的 Pareto 最优区域。相似的情形也适用于图 2 和图 3 的 B 区, B 区也是 R_2 订货时机的 Pareto 最优区域。

3 算例分析

令 $p=10, w=5, c=1, \mu_2=10, \sigma_2=2, z_s=0.5$. 现让 z_2 取一系列值, 来验证以上命题, 所得结果见表 1 和表 2。

表 1 订货延迟对 R_2 和供应链系统的利润影响

z_2	$\phi(z_2)$	$\frac{(p-w)}{p}L(z_s)$	$\Delta E[\pi_2]$	$\Delta E[\pi_T]$
0.50	0.352 1	0.098 9	5.064	0
0.60	0.333 2	0.098 9	4.686	-0.382 0
0.80	0.289 7	0.098 9	3.816	-0.952 0
1.00	0.245 0	0.098 9	2.922	-1.289 6
1.20	0.194 4	0.098 9	1.906	-1.434 0
1.40	0.149 7	0.098 9	1.016	-1.422 6
1.50	0.129 5	0.098 9	0.612	-1.369 8
1.67	0.098 9	0.098 9	0	-1.222 6

经验证, 此算例符合图 2 的情形。由表 1 可知, 因 $\phi(z_2) > \frac{(p-w)}{p}L(z_s)$, 故 $\Delta E[\pi_2] > 0$, 零售商延迟订货对自身有利; 但由于此时 $z_s \leq z_2$, 使得 $\Delta E[\pi_T] < 0$, 对供应链系统不利, 此时讨论的情形位于 C 区。因此, 零售商实行订货延迟策略时应综合考虑对系统的影响, 尽量达到双赢的局面。

从表 1 还可看出, 当 z_2 在 $-1.67 \sim 1.67$ 范围内, 延迟订货对 R_2 自身是有利的, 也即 R_2 偏爱晚订的概率是 90.5%, 概率很高。可见通常情况下 R_2 偏爱延迟订货。

表 2 z_2 处于 B 区时 R_2 和供应商的利润

z_2	$\phi(z_2)$	$\Delta E[\pi_2]$	$\Delta E[\pi_S]$
-0.44	0.362 1	5.264	0
-0.50	0.352 1	5.064	0.479
-0.80	0.289 7	3.816	2.879
-1.00	0.245 0	2.922	4.479
-1.20	0.194 4	1.906	6.079
-1.40	0.149 7	1.016	7.679
-1.67	0.098 9	0	9.839

表 2 是 z_2 处于 B 区的情形。从表 2 可知, z_2 在 $-1.67 \sim -0.44$ 的范围内, R_2 延迟订货对自身及供应商均有利。此时 R_2 的服务水平是 $1.97\% \sim 21.7\%$, 服务水平很低。

综合表 1 和表 2 可知, 若 R_2 的服务水平很高, $z_2 > 1.67$ 时, 符合 D 区的情形, 此时应该采取预订策略, 预订对自身及系统均有利; 当 R_2 的服务水平很低, z_2 在 $-1.67 \sim -0.44$ 的范围内, 应该采取延迟订货策略, 晚订对自身及系统均有利。根据服务水平的不同而采取相应的订货策略, 从而进入 Pareto 最优区域, 可以提高供应链效率。

4 结语

在 1 个供应商和 2 个零售商组成的供应链系统中, 在假定零售商 R_1 预订的前提下, 本文分析了零售商 R_2 实行订货延迟策略对自身、供应商、系统的利润影响, 得出了他们各自的订货时机偏好, 并根据服务水平描绘了供应商和零售商 R_2 的订货偏好区域分布图, 由此得到零售商 R_2 订货时的 Pareto 最优区域。结果表明, 通常情况下供应商希望零售商预订, 而零售商喜欢延迟订货。结果还表明, R_2 服务水平很高或很低时预订有利; 在某些情况下延迟订货对 R_2 自身有利, 但对系统不利; 当供应商服务水平较高时, R_2 延迟订货对自身、对系统都有利。

零售商可以根据本文的模型, 由当前的各种参数来评估自己的服务水平处于哪个区域, 并明确自己的订货策略对自身和供应商的利润影响, 从而采取 Pareto 最优订货策略, 获得双赢的效果。

由于本文是在假定零售商 R_1 采取预先订货策略的前提下进行分析的, R_1 的订货策略变化会对供应链产生影响, 这是一个值得进一步研究的问题; 另外, 可就 R_1 、 R_2 及供应商之间的博弈过程作进一步研究。

参 考 文 献

[1] GRANOT D, YIN S. Price and Order Postponement in a Decentralized Newsvendor Model with Multiplic-

ative and Price-Dependent Demand [J]. Operations Research, 2008, 56(1): 121~139.

[2] ALDERSON W. Marketing Efficiency and the Principle of Postponement [J]. Cost and Profit Outlook, 1950, 9: 15~18.

[3] BUCKLIN L P. Postponement, Speculation and the Structure of Distribution Channels [J]. Journal of Marketing Research, 1965, 2 (2): 26~31.

[4] VAN HOEK R H. The Rediscovery of Postponement: A Literature Review and Directions for Research [J]. Journal of Operations Management, 2001, 19: 161~184.

[5] TONG C. Order Postponement in a Supply Chain in the Presence of Exponential Demand with Gamma Prior [J]. Operations Research Letters, 2010, 38: 97~103.

[6] FERGUSON M E. When to Commit in a Serial Supply Chain with Forecast Updating [J]. Naval Research Logistics, 2003, 50: 917~936.

[7] FERGUSON M E, DECROIX G A, ZIPKIN P H. Commitment Decisions with Partial Information [J]. Updating Naval Research Logistics, 2005, 52: 780~795.

[8] TAYLOR T A. Sale Timing in a Supply Chain: When to Sell to the Retailer [J]. Manufacturing and Service Operations Management, 2006, 8(1): 23~42.

[9] CACHON G P. The Allocation of Inventory Risk in a Supply Chain: Push, Pull, and Advance-purchase Discount Contracts [J]. Management Science, 2004, 50(2): 222~238.

[10] DONG L, ZHU K. Two-Wholesale-Price Contracts: Push, Pull, and Advance-Purchase Discount Contracts [J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2007, 9(3): 291~311.

[11] BAKAL I S, GEUNES J. Analysis of Order Timing Tradeoffs in Multi-retailer Supply Systems [J]. International Journal of Production Research, 2009, 47 (11): 2 841~2 863.

[12] BAKAL I S, GEUNES J. Order Timing Strategies in a Single-supplier, Multi-retailer System [J]. International Journal of Production Research, 2010, 48 (8): 2 395~2 412.

[13] SILVER E A, PETERSON R. Decision Systems for Inventory Management and Production Planning [M]. London: Wiley, 1985.

(编辑 刘继宁)

通讯作者: 熊恒庆 (1974~), 男, 江西丰城人。华中科技大学 (武汉市 430074) 管理学院博士研究生。研究方向为运营管理、供应链管理。E-mail: xhqpanda@163.com