

金融衍生工具的思想在管理供应链风险中的应用

Managing Supply Chain Risks with Derivatives

石代伦/SHI Dai-lun, 杨桂红/YANG Gui-hong, 朱怀意/ZHU Hua-yi

复旦大学管理学院, 上海 200433

School of Management, Fudan University, Shanghai 200433, China

[摘要] 分析了如何用金融衍生工具的思想来管理供应链风险的价值和影响, 该分析基于简单的两阶段供应链, 即在供应链中, 零售商既可以直接购买产品, 又可以购买产品的期权。首先求解零售商的最优订货政策、供应商的最优生产政策, 并给出最优期望利润的解析表达式; 然后说明期权是如何帮助提高信息分享、鼓励风险分担以及提高供应链管理的效率的。讨论了期权对激励供应链参与方以及提高供应链应对环境变化能力的积极作用, 并提供了从数值计算得出的观察结果, 对供应链参与者有效运用期权、提高利润有借鉴作用。

[关键词] 风险管理; 供应链管理; 衍生工具; 期权; 供应链协调

[中图分类号] F253

[文献标识码] A

[文章编号] 1000-7857(2006)09-0072-05

Abstract: In this paper, we discuss the value and impact of derivatives for managing supply chain risks. Our analysis is based on a simple two-stage supply chain in which a retailer can either buy products directly, or purchase options on product. We first derive optimal replenishment policies for the retailer, optimal production policies for the supplier, as well as close-form solutions for optimal expected profits. We then show how options enhance information flows, encourage risk sharing, and improve supply chain efficiency. The paper includes a discussion of how options can be used to align the incentives of supply chain partners, and to improve supply chain responsiveness to changes in the business environment. We also provide analytic and numerical results that provide insight into how supply chain participants could most effectively utilize options to enhance their profitability.

Key Words: risk management; supply chain management; derivatives; options; supply chain coordination

CLC Number: F253

Document Code: A

Article ID: 1000-7857(2006)09-0072-05

1 供应链风险及其管理的介绍

供应链风险对一个公司的运营和财务绩效有很大的影响。需求不确定性会导致产品过少或者过多, 从而失去销售机会或者产生过多的库存。关键产品的缺乏会导致不得不高价购进产品, 甚至引起关键产品的短缺。

供应链风险可以从运营层面和财务方面进行管理。运营层面上, 公司可以通过改变库存策略、生产策略、采购策略以及采用纵

向整合等方法来降低风险。财务层面上, 公司可以通过投保、修改供应合同条款以及用金融衍生工具如期货合同、期权和权益交换等来规避风险。尽管许多学者对供应链不确定性的管理进行了研究, 但很少考虑金融手段的作用。

衍生工具是风险管理的一种有效工具。它是一种所有权契约, 其价值依赖于另一个潜在变量。期权是衍生工具的一种形式。期权赋予它的持有者以一个特定的价格在特定的时间或者之前

收稿日期: 2006-03-16

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70432001), 上海市浦江人才计划, 上海市哲学社会科学规划项目(2005BFX004)

作者简介: 石代伦, 男, 上海邯郸路 220 号复旦大学管理学院, 教授、研究员, 主要研究方向为供应链管理、物流金融服务创新、风险管理和电子商务; E-mail: dlshi@fudan.edu.cn

总的趋势来看, 人口的负增长效应是逐年上升的, 这说明社会发展一定程度, 维持每个人生存的成本在增加。总的来看, 西安市平均人口增长每年使人均 GDP 减少了约 11.33%。因此, 控制人口增长, 调整人力资源在各产业的分布, 才能有效地优化西安市的产业结构, 为西安市今后的经济发展奠定良好的基础。

参考文献(References)

- [1] 郑照宁, 武玉英, 包涵龄. 怀柔县产业结构、人力资源变化与人口增长对经济发展所做贡献的实证分析 [C]//管理科学与系统科学的理论与方法——第六届全国青年管理科学与系统科学学术论文集. 大连,

2001.

- [2] 简新华, 于波, 等. 可持续发展与产业结构优化[J]. 中国人口、资源与环境, 2001, 11(1): 30-33.
[3] 毛志锋, 米红. 论人口增长与经济发展的协同机制[J]. 系统工程理论与实践, 1996, 8(8): 30-36.
[4] 崔玉泉, 王儒智, 孙建安, 等. 产业结构变动对经济增长的影响[J]. 中国管理科学, 2000, 8(3): 53-56.
[5] 张少红. 论区域人力资本与产业结构调整[J]. 东岳论丛, 2004, 25(2): 170-173.

(责任编辑 苏青)

买卖某种资产的权利,但没有义务,可以不买。看涨期权有买入的权利,赋予持有者与资产相关收益的机会,没有任何损失的可能性。看跌期权赋予持有者以特定的价格卖出资资产的权利。看跌期权就像保险,能够减小资产价值下降给资产持有者带来的损失。在金融服务行业,衍生工具的基础变量通常是可交易的有价证券的价格。例如,股票期权是一种衍生工具,它的价值视公司的股票价格而定。衍生工具的基础变量可以是任何变量,从产品的价格到1年的销售量都可以作为期权的基础变量。衍生工具作为风险管理工具的价值已经被广泛验证,很多证券交易市场都可以买卖金融期货和期权。用衍生工具管理金融风险也已经得到广泛的应用,如管理外汇率的变化。一些行业也用衍生工具来管理由商品价格变化引起的相关风险例如,石油、农作物、金属这些重要因素的价格波动。

尽管衍生工具在管理金融风险方面得到了广泛运用,但在管理与供应链有关的风险方面的应用还非常有限。本文研究用衍生工具来管理供应链风险的方法。为了研究的方便,本文考虑了一种简单的两阶段供应链,包括1个零售商和1个供应商;引入了一种简单的期权合同,它的价值主要依赖于零售商某阶段的顾客需求。本文研究表明,衍生工具能增加供应链的全局绩效和效率,并协调供应链参与者的行为,实现多方多赢的局面。

2 问题设定及双方决策

2.1 基本假设

本文中的两方供应链,包括2个生产短生命周期产品的供应商和1个从供应商处订货然后销售给最终消费者的零售商。在销售季节之前,零售商必须决定产品的购买量。假定购买提前期相对销售季节比较长,因而零售商在下订单之前不知道实际需求,并且由于提前期较长,一旦开始销售,双方都没有机会补充库存。需求不确定性会导致供应和需求之间失调。如果供应超过需求,多出的就要打折出售;如果需求超过供应,销售机会就会失去。因此,产品过剩和缺货都会带来成本的变化。过剩成本包括减价造成的损失和库存成本,而缺货成本包括丢失的利润以及可能向竞争者高价购买产品的损失,或者给消费者造成不良印象的成本。

零售商通过直接订购产品或者执行订购的产品期权两种途径得到产品。在销售季节之前,零售商下订单以单位批发价 W 购买 Q 单位产品,同时以单位价格 C 购买 q 个期权。每个期权都赋予零售商在获得需求之后以执行价格 X 购买单位产品的权利。因此,期权的引入为零售商和供应商提供了一种共担风险的机制。零售商可以用期权管理需求不确定带来的风险,产品过剩的风险通过减少产品订货量来规避,而缺货的风险通过购买产品的期权来减小。然而减小风险是有代价的,零售商要支付期权保险费来补偿供应商并与其一起分担风险。零售商通过确定订货量 Q 和 q 来决定承担的风险以及规避风险支付的费用。因为风险共担,零售商会购买更多的产品,供应商的销售增加。但当零售商执行期权时,供应商有履行满足期权的义务,结果导致供应商持有库存以备零售商执行期权,从而带来过多的成本。

假设产品的单位零售价格为 R ,单位生产成本为 M 。销售季节过后,任何多余的产品,不管是在零售商的仓库里还是在供应商的仓库里,都以单位价格 S 处理掉。在销售季节之前,顾客需求 D 是不确定的,符合密度函数为 $f(D)$,分布函数为 $F(D)$ 的连续分布。为简便起见,本文例子中假设顾客需求满足正态分布。

供应商和零售商都必须在销售季节之前作决策。供应商决定生产的产品数量 Y ,零售商决定购买的产品量 Q 和产品的期权 q 。显然, $Y \geq Q$ 。只有当 $D > Q$ 时,零售商才会执行期权,并且不一定执行所有期权。因此,理性供应商的生产量 Y 介于 Q 和 $(q+Q)$ 之间,但当 $Y < q+Q$ 时,供应商总会执行期权。在这种情况下,如果零售商的任何一个期权执行时不能被满足,供应商就要支付罚款

P 。罚款 P 有以下几种解释:① 供应商通过加速生产或者其他途径购买单位产品的成本;② 期权合同里预先设定的现金罚款。这2种解决机制都会导致即使对同样的 P ,不同的零售商也会做出不同的决策。供应商有这2种交付产品的途径之后,零售商仅执行真实需求需要的产品的期权。但一旦零售商知道供应商不能满足期权,不管是否有真实需求,零售商都会执行所有期权,这时,供应商就要交付现金罚款。由于这个原因,我们假设所有的期权都通过实物交付而不通过现金。

有几个自然约束条件:

$$M < W < C + X < R \quad (1)$$

$$P \geq M \quad (2)$$

$$X > S \quad (3)$$

条件(1)说明, $M < W < R$ 和 $C + X < R$ 用来保证双方都能得到利润,并且如果 $W = C + X$,零售商只购买产品的期权更有利。条件(2)说明,产品加速生产的成本总是比正常生产的成本高。条件(3)说明,防止零售商盲目执行所有期权。

2.2 零售商的决策

零售商有2个决策变量:产品订货量 Q 和产品的期权订购量 q 。引入 $T = Q + q$ 表示零售商的总订货量,所以零售商决策 (Q, q) 与决策 (Q, T) 是等价的。零售商总是先用 Q 来满足顾客需求,当 Q 不能满足顾客需求时,才执行期权。

由此,零售商的期望利润可以表示为:

$$E\Pi_R(Q, q) = E_D[R \min(D, T) + S(Q - D)^- - WQ - Cq - X \min(q, (D - Q)^+)] \quad (4)$$

公式中的第一项是总收入,说明零售商的销售受需求和供应2个因素的影响;第二项是剩余产品打折处理的收入;最后3项分别是直接购买产品、购买产品的期权以及执行期权的成本。将 $q = T - Q$ 代入式(4),把期望利润表示成 Q 和 T 的函数:

$$E\Pi_R(Q, T) = (X + C - W)Q - (R - S) \int_0^Q F(D) dD + (R - X - C)T - (R - X) \int_Q^T F(D) dD \quad (5)$$

零售商在 $0 \leq Q \leq T$ 的条件下决策 Q 和 T ,使 $E\Pi_R(Q, T)$ 最大。根据式(1)~(3),期望利润函数是 Q 和 T 的凹函数,从而有单一最大值。将期望利润函数分别对 Q 和 T 求偏导,然后令导数为零,便可得到利润函数最优的条件。结果由命题1给出。

命题1 令 Q^* 为零售商的最佳产品订货量, T^* 为最佳总订货量,那么可得:

$$F(T^*) = \Pr(D \leq T^*) = \frac{R - X - C}{R - X} \quad (6)$$

$$F(Q^*) = \Pr(D \leq Q^*) = \frac{X + C - W}{X - S} \quad (7)$$

零售商的最优期望利润为:

$$E\Pi_R(Q^*, T^*) = (X + C - W)Q^* - (R - S) \int_0^{Q^*} F(D) dD + (R - X - C)T^* - (R - X) \int_{Q^*}^{T^*} F(D) dD \quad (8)$$

$Q^* \leq T^*$ 意味着 $C \leq \frac{(W - S)(R - X)}{R - S}$ 。这说明如果期权价格 C 太高,零售商将不购买产品的期权。本文假设期权价格总能满足这个约束条件。

经典报童模型是这个模型在零售商不购买产品期权时的一个特例。经典报童模型函数中的最优产品订货量 $\bar{Q}$ 和最大期望利润 $\pi^*(\bar{Q})$ 如下:

$$F(\bar{Q}) = \Pr(D \leq \bar{Q}) = \frac{R - W}{R - S} \quad (9)$$

$$\pi^*(\bar{Q}) = (R - S) \int_0^{\bar{Q}} D f(D) dD = (R - W)\bar{Q} - (R - S) \int_0^{\bar{Q}} F(D) dD \quad (10)$$

式(9)可以写为 $F(\bar{Q}) = \frac{C_u}{C_u + C_o}$,其中 $C_u = R - W$,是单位产品的缺

货成本, $C_0 = W - S$, 是单位产品的过剩成本。式(6)和(7)也可用这种形式表示。在式(6)中, $C_u = R - (X + C)$, 是单位顾客需求因为缺少可执行的期权而不能满足时放弃的利润, 而 $C_0 = C$ 是当商品过剩时, 每个期权不被执行时产生的成本。同样, 在式(7)中, $C_u = X + C - W$, $C_0 = W - (C + S)$ 。

2.3 供应商的决策

在销售季节之前, 供应商必须决定产品的价格 (W, C, X) 以及生产量 Y 。供应商的生产量是基于零售商的订单 (Q, T) 确定的。过程如下: 首先, 供应商确定交易的价格 (W, C, X); 然后零售商根据式(6)和(7)下订单 (Q, T); 此后供应商生产 Y 单位的产品, 立即运送 Q 单位给零售商, 并把剩余的 $Y - Q$ 单位作为库存。销售开始后, 零售商执行适当数量的期权, 得到相关数量的产品。

为满足需求 D , 零售商一共从供应商处购买 $z = Q^+ + \min[q^+, (D - Q)^+]$ 单位的产品, 因此, 供应商有义务交付 z 单位的产品。令 $f_z(z)$ 和 $F_z(z)$ 分别为 Z 的密度函数和分布函数, 供应商的期望利润是:

$$E\Pi_S(Y, W, C, X) = E_D\{WQ^+ + Cq^+ + X \min[q^+, (D - Q)^+] + S[Y - Z]^+ - P[Z - Y]^+ - MY\} \quad (11)$$

式(11)中的前 4 项分别是供应商来自销售产品、销售产品的期权、被执行的期权以及打折处理剩余产品的收入; 第五项是当零售商执行期权但不能被满足时的罚款; 最后一项是总的生产成本。将期望利润函数对 Y 求偏导, 可以发现期望利润函数严格凹性, 所以有单一最大值, 令偏导数为零, 便可得到供应商的次优生产量 Y^{**} 的充要条件。结果由命题 2 给出。

命题 2 给定价格 (W, C, X), 可得

$$F(Y^*) = \Pr(D \leq Y^*) = \frac{P - M}{P - S} \quad (12)$$

这时, 最佳生产量 $Y^* = \min[Q^+ + q^+, \max(Q^*, Y^{**})]$ 。

式(12)也采用了报童模型的形式, 其中, $C_u = P - M$, $C_0 = M - S$ 。因此, 对供应商来说, 单位缺货成本是每单位支付给其他供应商的额外费用 $P - M$, 而单位过剩成本是单位产品的生产成本与打折出售价格的差值。因为供应商的利润与库存水平无关, 所以生产量与 W, X 和 C 无关。

在(12)中, 我们用 Y^{**} 代替 Y^* , 因为式(12)是在不考虑约束条件 $Q^* \leq Y \leq T^*$ 的情况下得到的, 所以 Y^{**} 并不是最优生产量。由于式(11)中的期望利润函数是严格凹函数, 联合式(12)和 $Q^* \leq Y \leq T^*$, 便得到最优生产量 Y^* :

$$Y^* = \begin{cases} Q^*, & \text{if } Y^{**} \leq Q^* \\ Y^{**}, & \text{if } Q^* \leq Y^{**} \leq T^* \\ T^*, & \text{if } T^* \leq Y^{**} \end{cases} \quad (13)$$

式(13)可以通过下面的边际分析得到。如果 $Y < Q^*$, 那么多生产 1 单位产品的边际利润是 $(W - M) > 0$, 因此, 当 $Y = Q^*$ 时, 期望利润更大。如果 $Y > T^*$, 多生产 1 单位产品产生负利润 $S - M (< 0)$, 因此, 比 T^* 大的生产量不是最优的。

在报童模型中, 供应商完全按零售商的订单生产, 例如, 供应商总是生产 Q^* 单位的产品 (此时零售商承担所有由需求不确定性带来的风险)。当零售商的订单最优时, 供应商的利润是:

$$\varepsilon^*(Y^*) = \varepsilon^*(Q^*) = (W - M)Q^* \quad (14)$$

3 期权对供应链双方的协调

本文讨论的一般意义上的供应链包含有不同目标和不对称需求信息的双方。双方都寻求各自的利益最大化, 都没有能力控制整条供应链, 也无法激励整条供应链实现利益最大化。这种有着冲突目标的双重决策降低了整条供应链的效率。本部分主要说明期权对整条供应链的协调。

如果供应链各方的目标都是使整条链的利润最大化, 这样的供应链被称为是整合的供应链。在非整合的供应链中, 双边边际导致次优解。如果整条供应链生产 Q 单位的产品, 整条供应链的利

润就是 $(R - M)Q$ 。但这些利润由供应商和零售商共分, 并且零售商的订货量直接影响供应商的生产决策。零售商在单位批发价格 W 的基础上决定订货量 Q , 而 W 必须大于单位生产成本 M , 以保证双方都得到正的利润。在非整合的供应链中, 订货量 $Q^* = F^{-1}(\frac{R - M}{R - S})$ 由等式(9)给出。在整合的供应链中, M 代替了 W , 所以

$$Q^* = F^{-1}(\frac{R - M}{R - S})$$

因为 $M < W$, 所以 $Q^* < Q_1$, 因此, 在整合情况下, 整条供应链的利润更多。

协商合同条款时, 除 W 外, 期权合同还提供了另外 3 个参数 (X, C, P)。这种额外的柔性使期权能够对各方的行为进行协调。举例来说, 他们可以通过采用最优的交易方式, 保证分散的供应链跟整合的供应链一样具有高效率。为使零售商按照 Q_1 来订购总量 T , 根据式(6), 对 X 和 C 的设定如命题 3。

命题 3 要使零售商按照 Q_1 来订购总量 T , X 和 C 必须满足以下条件:

$$\frac{R - X - C}{R - X} = \frac{R - M}{R - S} \quad (15)$$

式(15)保证零售商的总订货量 T^* 达到整合的供应链中的订货量。此外, 调整罚款 P , 使 $Y^* = T^*$, 再联合(6)、(12)、(13), 便得到激励供应链协调的条件:

$$\frac{P - M}{P - S} \geq \frac{R - X - C}{R - X} \quad (16)$$

式(15)和(16)为采用最优交易方式提供了充分的条件。说明式(15)和(16)意味着 $P \geq R$, 也就是说, 只有当 $P \geq R$ 时, 采用最优交易方式才是可行的。

用期权使供应链最优时, 有 2 个基本问题需解决: ① 最大化供应商和零售商的总利润; ② 保证利润在双方间合理的分配。式(15)和(16)保证供应商和零售商的利润之和与整合的供应链利润相同, 但却没说明利润在双方之间的分配。值得注意的是, 因为 W 不是式(15)和(16)中的量, 所以总的订货量 T^* 、供应商的生产量 Y^{**} 以及供应链的总利润都不受 W 的影响。因此, W 可作为在供应商和零售商之间调节利润分配的一个参数。由此看来, 期权合同不仅能使供应链的总收益 (通过指定 X, C, P) 最大化, 也能通过指定适当的 W 来保证利润在双方之间的合理分配。

分配总利润有很多方法。期权的运用增加了可分配的总利润, 可以将 X, C, P 和 W 调到最小值, 使双方比不用期权时都有更大的利润。用此方法, 增加的利润在双方之间的分配有很大的变化余地, 可以取决于他们的相对市场占有率, 也可以取决于他们谈判合同条款时的技能。另一种方法是分配利润的基于风险调整收益, 即每一方的收益都与自己承担的风险成比例 (与不用期权时相比)。

4 市场条件的影响

设计和管理一条供应链时, 弄清环境因素的影响是非常重要的。在本文的简单假设中, 需求均值 μ 和方差 σ^2 是市场条件的良好指示器。本部分研究的是需求均值和方差对供应商和零售商双方行为以及对整条供应链收益的影响, 这些分析可以为研究需求预测误差和偏差, 以及期权对供应链效率和信息流的影响提供依据。

假设需求满足均值为 μ 方差为 σ^2 的正态分布。设 $\phi(\xi)$ 和 $\Phi(\xi)$ 分别是标准正态分布的密度函数和分布函数。因为我们研究环境因素的影响, 所以令合同条款中的参数 (R, W, X, C, P, S, M) 都为常数。分别指定 C_T^* , C_Q^* 和 C_A^{**} , 可以得到下列结果。

定理: 1) 对 $Z = T^*$, Q^* 和 Y^{**} , $Z = \mu + \sigma \Phi^{-1}(C_Z)$;

2) 期权 q^* 在整个订单中的百分比由

$$\frac{Q^*}{T^*} = \frac{\Phi^{-1}(C_T) - \Phi^{-1}(C_Q)}{\frac{\mu}{\sigma} + \Phi^{-1}(C_T)} \text{ 给出;}$$

3) $Y^* = Q^* + \theta_1^*$ 中的 θ 是关于 μ 和 σ 的常数。

证明: 由 $Z = \frac{Q^* - \mu}{\sigma}$ 可得 $F(Z) = \Phi(\frac{Z - \mu}{\sigma})$, 也就是定理中的第 1 个结果。因为 $\frac{Q^*}{T^*} = \frac{T^* - Q^*}{T^*}$, 运用结果 1, 便可得到结果 2。因为 $\theta = \frac{Y^* - Q^*}{T^* - Q^*}$, 所以当 $Y^* = Q^*$ 时, $\theta = 0$; 当 $Y^* = T^*$ 时, $\theta = 1$; 当 $Y^* = Y^{**}$ 时, $\theta = \frac{\Phi^{-1}(C_{Y^{**}}) - \Phi^{-1}(C_Q)}{\Phi^{-1}(C_T) - \Phi^{-1}(C_Q)}$; 由此通过结果 1 也可以得到结果 3。

上述证明仅用了 $Z = \frac{Q^* - \mu}{\sigma}$ 的变形, 所以这个定理也可以运用到正态分布外的其他分布。

这个定理说明了潜在需求分布对零售商订货和供应商生产计划的影响。结果 1 说明订货量和生产量随着 μ 和 σ 线性增加; 结果 2 论证了 Q^*/T^* 反向依赖于 μ/σ ; 结果 3 确定了生产计划中的常量, 很大程度上简化了供应商的决策过程。在收到零售商的订单 (Q^* , Q^*) 后, 供应商通过核算罚款 P 做出生产决策。如果 P 相对较贵 (或者便宜), 供应商生产 T^* (或者 Q^*); 否则, 供应商总是按固定百分比 θ 生产 $Q^* + \theta_1^*$ 单位的产品, 而不管需求的均值和方差。

在供应链中, 除物流和现金流以外, 信息流也是非常重要的。一般来说, 设计激励机制来共享有用的信息非常困难。在我们的模型中, 与最终消费者关系最密切的零售商经常能够更好地掌握需求分布的信息。结果 3 说明, 期权能够激励零售商向供应商提供更多的信息。在需求是正态分布的情况下, 订单 (Q^* , T^*) 完全反映零售商需求的信息 (由 μ 和 σ 表现出来)。因此, 结果 3 显示, 只要 Q^* 和 T^* 不失真, 供应商就不需要担心 μ 和 σ 。

5 数值计算及相关例子

数值计算说明了需求预测误差和偏差 (用 μ 和 σ 表示) 对金融绩效的影响, 突出了期权对供应链管理的价值和影响。

5.1 例 1

假设 $R=100$, $W=70$, $S=5$, $M=40$, $C=15$, $X=60$, $P=80$ 。平均需求是 3 000 或者 4 000。需求的标准偏差从 50 到 2 000, 以 50 为间隔变化。图 1 和图 2 显示了计算结果。

图 1 是双方的利润随需求的标准偏差的变化。正如理论论述的, 利润随 μ 递增、随 σ 递减。然而, 零售商曲线的倾斜度比供应商的陡, 这说明需求不确定性对零售商利润的影响比对供应商的大。图中曲线几乎是线性的, 所以线性近似可以用来评估预测偏差对期望利润的影响 (用 σ 表示)。虽然图中没有显示出来, 但需求均值和收益之间几乎是线性关系。

利润所得率定义如下: 利润所得率 (%) = (有期权的利润 - 没有

期权时的利润)/有期权的利润。对供应商、零售商以及整条供应链来说, 不运用期权时的利润可以用经典报童模型分别计算出来。图 2 显示了 $\mu=3\ 000$ 时各方的利润所得率。可以观察到下列结果。① 期权对供应链收益的增加有着很大的贡献, 当 $\mu=3\ 000$, $\sigma=2\ 000$ 时, 供应商、零售商、整个供应链的利润分别提高 11.6%、85.7% 和 31.5%。② 零售商和供应商都有正的利润所得率, 这说明期权能够提高供应链双方的绩效。 β 当需求方差增加时, 零售商利润所得率的增加比供应商的快。当 $\mu=3\ 000$, σ 从 50 增加到 2 000 时, 供应商的利润所得率仅从 0.2% 增加到 11.6%, 而零售商的利润所得率从 0.5% 增加到 5.7%。

供应链合同是基于市场环境和双方市场地位进行谈判而成的。双方关系经常是一条供应链成功的一个重要因素。经过很好协商的合同条款和条件可以发展和保持很难建立的双方关系。协商时应该考虑到供应链的效率以及利润在双方之间的分配。举例来说, 假定市场设定批发价格 W , 供应商提议期权参数 X 和 C , 而零售商在现金解决协议上指定罚款 P 。下面通过数值计算论证 W , X , C , P 对各方利润的影响, 说明双方在谈判中的反应。

5.2 例 2

假设 $R=100$, $S=5$, $M=40$, $C=15$, $X=60$, $W=70$, $P=80$ 。需求满足均值为 3 000 和标准偏差为 1 000 的正态分布。在研究每个参数对利润的影响时, 都固定其他参数不变。

约束条件 $X+C \geq W$ 意味着 $C \geq W - X = 70 - 60 = 10$ 。另一方面, $T^* \geq Q^*$ 意味着 $C \leq \frac{(R-X)(W-S)}{R-S} \approx 27.4$ 。所以当 $C > 27.4$ 时, 出售期

权非常有利, 零售商将愿意出售而不是购买期权, 从而对期权的订货量将是负值。所以, 研究 C 对利润的影响时, 让 C 以 0.5 的间隔从 10 增加到 27.5; 同样, 让 X 以 0.5 的间隔从 55 ($W - C = 70 - 15 = 55$) 增加到 78.08 ($R - \frac{C(R-S)}{W-S}$)。研究 W 对利润的影响时, 让 W 从 40 ($M=40$) 增加到 75 ($X+C=75$)。研究 P 对利润的影响时, 将 P 从 40 ($M=40$) 增加到 100。在第 3 部分中已经讨论过, $P > R=100$ 时, 供应商总是生产 T^* 单位的产品, 因此 $P > 100$ 不产生额外影响。详见图 3、图 4、图 5 和图 6。

图 3 描述了 C 对利润的影响。零售商的利润和总利润都随 C 单调递减, 但供应商的利润开始时递增, 在 $C=21$ 时达到峰值, 然后递减。图 4 显示了 X 对利润的类似影响。图 5 验证了 W 影响供应链总利润在双方之间分配的理论。虽然利润和 W 之间的关系是非线性的, 但图 5 说明了线性近似对评估 W 对利润的影响是一种很好的方法。图 6 说明了 P 对利润的影响。

6 结论

研究了期权在管理供应链风险中的角色, 考虑了一条两阶段的供应链, 其中零售商可以直接购买产品, 也可以购买产品的期

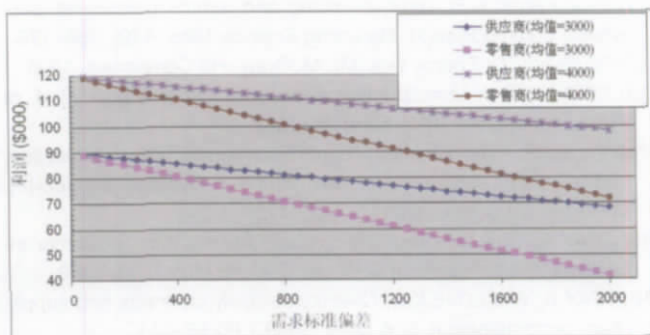


图 1 需求方差对利润的影响

Fig. 1 Effect of demand variance on profit

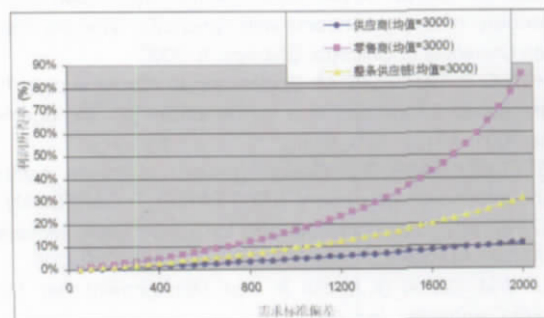


图 2 供应链期权带来的利润提高

Fig. 2 Profit improvement from supply chain options

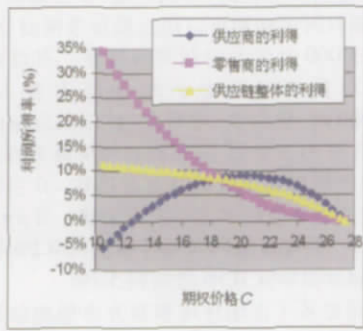


图3 期权价格 C 对利润的影响
Fig. 3 Impact of option price C on profits

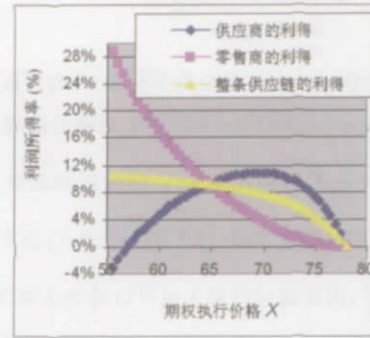


图4 期权执行价格 X 对利润的影响
Fig. 4 Impact of option exercise price X on profits

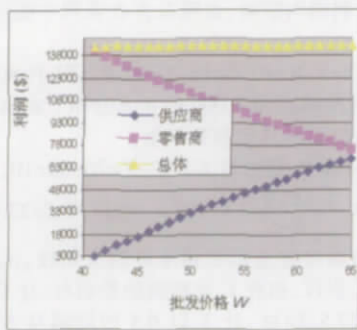


图5 批发价格 W 对利润的影响
Fig. 5 Impact of whole sale price W on profits

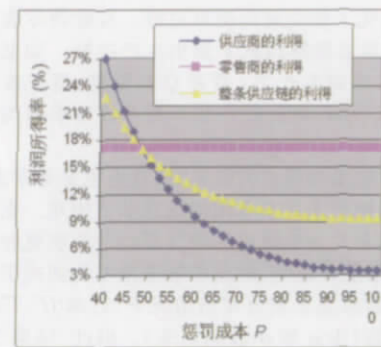


图6 惩罚成本 P 对利润的影响
Fig. 6 Impact of penalty cost P on profits

权。前者是零售商确定要买的产品,后者则很可能不买。本文求解了零售商和供应商的最优补给策略以及最优期望利润,论证了期权能够有效降低需求不确定性带来的风险,同时也说明了期权是提高供应链效率的价值和作为供应链双方共担风险的一种工具。由此,确定了用金融衍生工具的思想来管理供应链风险的必要性和价值,为金融衍生工具的商业和金融运用,特别是在多阶段供应链中的运用,提供了借鉴作用。

参考文献(References)

- [1] ANUPINDI R, BASSOK Y. Supply contracts with quantity commitments and stochastic demand [C]//TAYUR R, GANESHAN, M. MAGAZINE, eds. Quantitative Models for Supply Chain Management. London: Kluwer Academic Publishers, 1999: 197- 232.
- [2] BARNES-SCHUSTER D, BASSOK Y, ANUPINDI R. Coordination and flexibility in supply contracts with options[D]. Working Paper. Chicago:University of Chicago, Chicago, IL.2000.
- [3] CACHON G P, LARIVIERE M. Contracting to assure supply: how to share demand forecasts in a supply chain [J]. Management Science,2001, 47 (5) : 629- 646.
- [4] CORBETT C J, TANG C S. Designing supply contracts: contract type and information asymmetry [C]//S TAYUR, R GANESHAN, M. MAGAZINE, eds. Quantitative Models for Supply Chain Management. Kluwer Academic Publishers, London, 1999: 269- 298.
- [5] CROUHY M, GALAI D, MARK R. Risk Management [M]. McGraw- Hill Companies, Inc. 2001.
- [6] EMMONS H, GILBERT S M. Returns policies in pricing and inventory decisions for catalogue goods [J]. Management Science, 1998, 44 (2): 276- 283.
- [7] HULL J. Options, Futures and Other Derivatives [M]. Prentice-Hall, Inc.1997.
- [8] JOHNSON M E, PYKE D F. Supply chain management [D]. Working paper. Hanover, NH: The Tuck School of Business, Dartmouth College,1999.
- [9] LARIVIERE M. Supply chain contracting and coordination with stochastic demand [C]//S TAYUR, R GANESHAN, M. MAGAZINE, eds. Quantitative Models for Supply Chain Management. London: Kluwer Academic Publishers, 1999: 233- 268.
- [10] LEE H, V PADMANABHAN, WHANG S. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect[J]. Management Science,1997, 43: 546- 558.
- [11] PASTERNAK B. Optimal pricing and returns policies for perishable commodities[J]. Marketing Science,1985, 4 (2): 166- 176.
- [12] PILIPOVIC D. Energy Risk[M]. McGraw- Hill Companies, 1998.
- [13] SPENGLER J. Vertical integration and antitrust policy [J]. J. of Political Economy, 1950, 58(4):347- 352.
- [14] TAYLOR T A. Channel coordination under price protection, midlife returns, and end-of-life returns in dynamic markets [J]. Management Science,2001, 47 (9): 1220- 1234.
- [15] TSAY A. Quantity- flexibility contract and supplier- customer incentives[J]. Management Science, 1999, 45 (10): 1339- 1358.
- [16] TSAY A, W S LOVEJOY. Quantity flexibility contracts and supply chain performance[J]. M & SOM,1999,1 (2) 89- 111.

(责任编辑 肖庆山)