

两阶段实物期权的供应链模型研究

姬晓辉, 刘 杨

(武汉大学 经济与管理学院, 武汉 430072)

摘 要:在一个单期、两级供应链中供应商和销售商共同开发投资一种新型产品,在此情况下,本文分别对不考虑期权和引入期权两种情况进行分析:考虑期权的情况下,在投资和销售两阶段分别引入投资延迟期权和销售量担保期权,通过对模型分析与求解发现,销售商通过购买期权将风险部分转移给供应商,供应商获得风险补偿的同时,由于承担了更多的风险将谨慎投资,从而使供应链整体风险得到有效控制,并且实现资金的有效配置。

关键词:供应链;投资延迟期权;销售量担保期权;二叉树模型

中图分类号:F272 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)05-0118-05

1 文献回顾

期权(options)作为衍生资产(derivative asset)的一种,其价值由标的资产的价值衍生而来,最早应用于金融领域。Ritchken 和 Tapiero^[1]首先将期权引入库存研究领域,认为期权可作为一种有效机制对冲由产品价格和数量波动产生的风险,并进一步指出将期权与传统订货方式相结合能提高供应链契约柔性、加强企业间合作、提高供应链绩效。之后又有不少学者运用期权思想对供应链风险管理、采购管理、生产能力决策、利益分配等方面进行了大量的研究,由于市场需求的不确定性增加了供应链中各利益主体的决策难度,期权的柔性特点在解决供应链企业在投资、采购、销售过程中面临的问题时所产生的效用受到越来越多的国内外学者的关注。Bessembinder 等^[2]将期权作为风险共享机制运用于供应链采购方面,销售商通过支付期权合同的保证金可降低需求不确定风险,同时供应商获得期权合同的保证金作为共担风险的补偿。Cachon 和 Lariviere^[3]通过研究认为,基于固定条款和选择条款的期权契约可实现供应链中的信息共享与协调。Barnes-Schuster 等^[4]将期权应用于需求具有相关性、两阶段订货的买卖系统中,说明期权的运用不但使买卖双方共同承担风险,而且增加了供应链整体利润,即通过提高契约柔性可达到提高供应链绩效的目的。Cachon 和 Zhang^[5]在假设供应商的成本

是公共信息、销售商的需求量是私人信息的前提下,讨论了单供应商、单销售商系统中最优期权契约和批发价契约的渠道协调问题。郭琼等^[6]在期权契约的基础上分析了各决策主体的决策模型,通过对供应链的定价策略、最优生产订货批量、供应链协调问题的研究发现期权的运用可使供应链各成员以及整体利益得到优化。胡本勇等^[7]研究了基于担保销售量的单期两级供应链期权契约模型,供应商通过购买销售量担保期权将风险部分转移给销售商,销售商同时也能获得风险补偿,通过研究供应商、销售商的决策模型得出销售商在承担了更多风险的情况下有激励通过提高宣传投入、加大优惠力度等措施改善产品的市场需求状况,从而提高供应链整体效率的结论。

上述文献运用实物期权(real options)思想实现决策灵活的研究对象均为单阶段期权,如供应链采购管理中销售商从供应商处购买期权、调节商品订购量实现供应链企业间合作与共赢。佟斌等^[8]将期权引入两阶段生产和订购模式下的供应链协作过程中,其研究认为,通过选择适当的期权价格政策和恰当的产品出清方式,可提高供应链应对需求不确定的能力,使供应商和销售商收益双赢,实现帕累托最优。本文在前人研究的基础上,将期权引入投资-销售两阶段供应链模型中,探讨当供应商、销售商共同开发某一新型产品时,投资阶段供应商可向销售商出售投资延迟期权、销售阶段销售商可向供应商

收稿日期:2009-03-18

作者简介:姬晓辉(1965—),男,河南固始人,武汉大学经济与管理学院副教授,工学博士,研究方向:管理科学与供应链管理;刘杨(1987—),女,回族,武汉大学经济与管理学院管理科学与工程系硕士研究生,研究方向:管理科学与供应链管理。

购买销售量担保期权的新型合作模式。

2 问题描述

考虑由一个供应商和一个销售商组成的单期、两级供应链,供应链企业合作开发投资某一新型产品,由于该产品是最新科技研究成果且供应商拥有该项技术的专利权,因此该项目可在无竞争条件下持续进行 t 年。经市场部门调研,该投资的最大不确定性来源于市场对新产品的反应。假定不论销售商是否参与,供应商均投资开发该产品,此时销售商有 2 种选择:与供应商共同投资,所得利润按投资比例分配;由供应商先投资,销售商购买投资延迟期权(企业购买延迟期权相当于获得在今后某时刻投资的权利), t 年后决定是否投资。若投资,销售商可向供应商购买销售量担保期权,以转移承担的部分风险。

3 基于两种情况的分析

3.1 不考虑期权(情况一)

供应商与销售商共同投资某一新产品假定,供应商投资额为 A 、销售商预期投资为 B 、利润可按投资额比例进行分配。为了简化模型,假定二者所承担风险相同且现金流量为零增长,而不是持续增长或中断增长。

在不考虑期权的情况下判断投资是否可行,一般用 NPV 法则:

$$NPV = -A + (-B) + \sum_{i=1}^k \frac{V_i}{(1+WACC)^i} + \frac{m_k}{(1+WACC)^k} \quad (1)$$

式(1)中: V_i 为产品投入市场后各期产生的税后现金流量($i=1,2,\dots,t$); $WACC$ 为加权平均资本成本; m_k 为项目寿命期末即 k 年后的残值。若 $NPV > 0$, 则该产品具有开发价值,反之,则销售商不参与投资开发。

3.2 考虑实物期权(情况二)

3.2.1 投资生产阶段引入投资延迟期权

由于该产品为新型产品,市场反应未知,因此投资风险较高、项目前景难以预测、销售商可延迟投资。在获得延迟投资权利期间,可通过对项目生产运营情况的进一步了解再决定是否投资,但销售商要为获得这个权利支付价格 I (延迟投资期权的买入执行价格)。可利用二叉树定价模型计算延迟期

权的价值模型中各量。

模型中各量定义如下: v_0 为标的资产现值; r 为无风险利率; t' 为二叉树模型每期所表示的时间(以年为单位); σ 为现金流对数收益波动率; u 为上涨因子; d 为下跌因子; C 为延迟期权价值; p 为风险中性概率。

该期权执行的前提为式(2):

$$C > I. \quad (2)$$

模型中各变量间的关系如下:

$$v_0 = \sum_{i=1}^t \left(\frac{V_i}{1+WACC} \right)^i; \quad (3)$$

$$v_+ = v_0 u; \quad (4)$$

$$v_- = v_0 d; \quad (5)$$

$$u = e^{\sigma\sqrt{t'}}; \quad (6)$$

$$d = \frac{1}{u}; \quad (7)$$

$$p = \frac{e^{r t'} v_0 - v_-}{v_+ - v_-} = \frac{e^{r t'} - d}{u - d}. \quad (8)$$

其中, v_0 以概率 p 变为 v_+ , 以概率 $1-p$ 变为 v_- , 如图 1 所示。

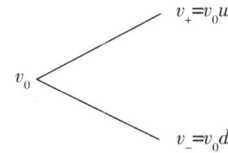


图 1 基于期权的二叉树定价模型

$$C_+ = \max(v_+ - B, 0); C_- = \max(v_- - B, 0);$$

$$C = \frac{[pC_+ + (1-p)C_-]}{e^{r t'}}.$$

若 t 年后, $-A + \sum_{i=1}^t \frac{V_i}{(1+WACC)^i} - \frac{B}{(1+r)^t} - I + C > 0$, 则销售商可进行投资。由于销售商投资 B 是现在预计的,所以应用无风险利率贴现,若用加权平均资本成本,则投资的真实价值将被高估。

该阶段销售商通过购买投资延迟期权,降低了新产品开发的市场不确定性所产生的风险。尽管需为获得延迟期权支付价格 I ,但如果投资失败,销售商将只损失 I ,远小于不考虑期权时的损失额 B 。

3.2.2 销售阶段引入销售量担保期权

销售商投资后,在产品销售时可与供应商签订销售量担保的期权契约,若销售商购买的担保销售量为 q ,则参数设定如下: n 为单位该产品的市场零售价; z 为低于担保量时销售商获得的单位补贴; $f(x)$ 为市场需求 x 的概率密度函数; R 为担保量为

q 时的期权价格; S 为供应商追加的额外风险溢价;
 w 为未售出商品的单位残值; $S(q)$ 表示风险溢价 S
是担保量 q 的一阶函数,且正相关。

$$R = z \int_0^q (q - x) f(x) dx + S(q) ,$$

求导得

$$\frac{\partial R}{\partial q} = z \int_0^q f(x) dx + S'(q) > 0 ,$$

$$\frac{\partial^2 R}{\partial q^2} = z f(q) > 0 .$$

显然, R 是关于 q 的单调递增凹函数,因此供应
商担保的销售量 q 越高,销售商所支付的期权价格
 R 越高,且销售量的单位增量需支付的期权价格呈
上升趋势。由于利益角度不同,供应商与销售商将
就 R 的确定进行博弈。值得注意的是,整个销售量
担保期权需满足前提 $w + z < n$,否则,销售商没有
出售商品的激励,而只等待供应商的补贴。

销售量担保期权价值的计算方法与投资延迟期
权价值的计算方法相同,这里不再给出算式,具体方
法将在算例分析中给出。在不考虑资金时间价值的
情况下,该模型可简单表述为:供应商投资额为 A ,
通过出售投资延迟期权获得 I 的风险补偿, t 年后,
若该期权的价值大于 I ,则执行;销售商对此产品投
资 B ,在产品销售阶段购买销售量担保期权,当产品
的销售额没有达到期权合同中所规定的担保量时,
销售商执行该期权可从供应商处获得补贴,使自身
风险降低,但需为获得这一权利支付成本 R 。

该模型中投资延迟期权和销售量担保期权组成
了序列复合期权,模型假定不论销售商是否参与投
资,供应商都将按照原有计划生产、销售,在此过程
中销售商根据对产品不确定性的把握和自身的风险
偏好分别选择生产、销售两阶段是否执行期权。因

此,销售商有主动选择期权类型以及是否执行的权
利,而供应商只能被动接受。销售阶段销售量担保
期权的价值建立在投资延迟期权之上,关于销售商
应该何时持有、何时执行两份期权,本文将结合算例
给出执行或继续持有期权的决策点。

4 算例分析

供应商和销售商共同投资某一新型半导体电子
产品,该产品具有易逝性。供应商对该产品充满信
心,不论销售商是否参与投资,供应商都会投资生
产。销售商认为市场对产品反应未知,盲目投资风
险较大,决定延迟投资,待产品的市场前景较为明朗
后再决定是否投资,但需为获得此权利支付 100 万
元,期限为 1 年;1 年后,若销售商投资该产品,可从
供应商处购买销售量担保期权,成本为 140 万元,有
效期 3 年;用市场风险调整后的贴现率将未来现金
流贴现到当前价值为 200 万元。在此期间,标的资
产的波动率 $\sigma = 20\%$,国债利率 $r = 7\%$,笔者试用
二叉树方法分析销售商对这两阶段期权的态度。

解:

由已知可得: $v_0 = 200, \sigma = 0.2; x_1 = 100,$
 $x_2 = 140; t_1 = 1, t_2 = 3; r = 0.07$ 。二叉树模型
每期表示 1 年,则 $t' = 1$ 。由式(6)得 $u = e^{\sigma\sqrt{t'}} =$
 1.2214 ;由式(7)得 $d = \frac{1}{u} = 0.8187$;由式(8)得 p
 $= \frac{e^{rt'} - d}{u - d} = 0.6303$ 。

利用二叉树分析法可依次得出标的资产二叉树
图(见图 2)、资产净值二叉树图(见图 3)和期权估值
图(见图 4)。

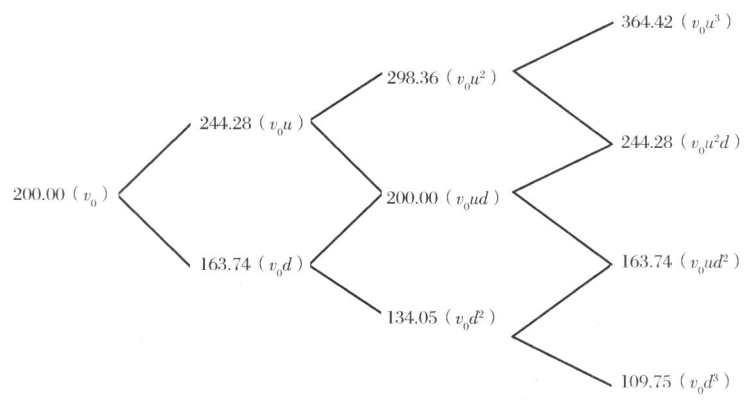


图 2 标的资产二叉树图

注:图中数值的单位为万元。

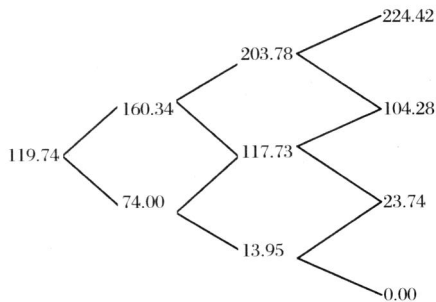


图3 资产净值二叉树图

由于 $109.75 - 140.00 < 0$,所以图3中 $0.00 = \max\{109.75 - 140.00; 0\}$;另外, $[p \times 23.74 + (1 - p) \times 0.00] / e^{r^*} = 13.95$,而 $134.05 - 140.00 = -5.95 < 0$,因此取二者之间较大者 13.95 。

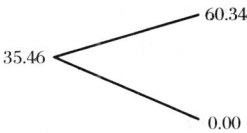


图4 期权估值图

图4中, $0.00 = \max\{74.00 - 100.00; 0\}$; $60.34 = \max\{160.34 - 100.00; 0\}$ 。将图2、图3、图4的结果进行整理,如图5所示。图5中标明了一些决策点,在这些点决定何时投资以及是否继续持有两阶段期权。

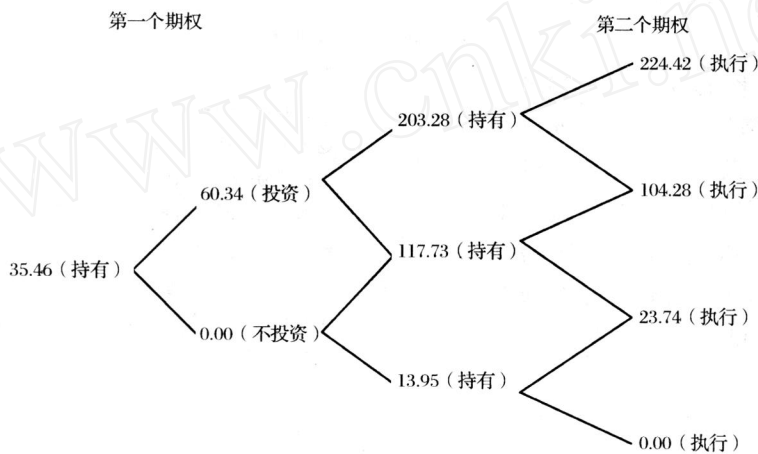


图5 两阶段序列期权估值图

5 结束语

以往供应链领域中有关实物期权的研究文献多针对单阶段期权,而本文在投资和销售两阶段分别引入一种实物期权,对投资阶段销售商购买投资延迟期权和产品销售阶段供应商出售销售量担保期权分别进行了分析,并结合算例针对销售商何时执行以及是否继续持有期权给出了相应的决策点。销售商通过购买期权降低了自身的风险,同时供应商能获得相应的资金作为共担风险的补偿;另一方面,由于供应商承担了更多的风险,因此其在投资初期更加谨慎,从而有效控制了供应链整体风险,同时能减少盲目投资、通过吸引销售商共同投资骗取销售商投资款等情况的发生,有效提高了投资成功率,实现了资金的高效率运转。

参考文献

- [1] RITCHKEN P H, TAPIERO C H S. Contingent claims contracting for purchasing decisions in inventory management[J]. Operations Research, 1986, 34(6): 864-870.
- [2] BESSEMBINDER H, LEMMON M L. Equilibrium pricing and optimal hedging in electricity forward markets[J]. The Journal of Finance, 2002, 57: 1347-1382.
- [3] CACHON G P, LARIVIERE M A. Contracting to assure supply: how to share demand forecasts in a supply chain[J]. Management Science, 2001, 47(5): 629-646.
- [4] BARNES-SCHUSTER D, BASSOK Y, ANUPINDI R. Coordination and flexibility in supply contracts with options[J]. Manufacturing and Service Operations Management, 2002, 4(3): 171-207.
- [5] CACHON G P, ZHANG F. Procuring fast delivery: sole sourcing with information asymmetry[J]. Management Science, 2006, 52(6): 881-896.

- [6] 郭琼,杨德礼,迟国泰. 基于期权的供应链契约协调模型[J]. 系统工程,2005,23(10):1-6.

[7] 胡本勇,彭其渊,狄卫民. 基于期权的销售量担保模型[J]. 管理工程学报,2008,22(2):112-116.
- [8] 佟斌,郭琼,潘新. 基于需求预测的供应链期权式契约协调[J]. 系统工程,2006,24(11):13-18.

Study on Supply Chain Model Based on Two-stage Real Option

Ji Xiaohui,Liu Yang

(School of Economics and Management,Wuhan University,Wuhan 430072,China)

Abstract : When suppliers and venders together develop and invest in a new product ,there are two cases in single period and two-stage supply chain-trading with or without options .In this paper ,the overall objective of this study is to analyze the two situations. When considering options ,waiting-to-invest options and sales volume surety-options are introduced into both investment stage and sale stage separately. Through the analysis and the calculation of the model ,it is concluded that venders 'purchase of options cause the risk transferring to suppliers. Because more risks are undertaken when they achieve the risk compensation ,suppliers will invest in a more prudent pattern. Therefore ,trading with options between suppliers and venders is an effective way to control the overall risk of supply chain and to realize the effective allocation of funds

Key words : supply chain ;waiting-to-invest option ;sale volume surety-option ;binary tree model

(上接第 34 页)

受的妥协解。与 TOPSIS 相比,传统的 TOPSIS 考虑的是最接近的方案应该离理想解最近而离负理想解最远,然而它却没有考虑这两个理想点之间的相关性,VIKOR 算法却不需要考虑这一点,可直接对方案进行排序。本文将 VIKOR 算法与 AHP 方法相结合,并通过实例证明了其在工程评标中的有效性,这也为其他领域的评标提供了一种新方法。

参考文献

- [1] 胡国祥,肖桃李. 基于模糊优选理论的工程评标办法[J]. 建筑技术开发,2004,31(5):115-116.

[2] 李志勇,王顺洪. 基于模糊综合评判的工程评标办法[J]. 重庆建筑大学学报,2003,25(4):108-113.
- [3] 谢立,魏汝祥,张怀强. 基于 AHP 和熵的舰船维修招标项目评标方法[J]. 统计与决策,2005(12):151-153.

[4] 赵发堂,罗福周. 基于 AHP 和模糊综合评价的监理评标方法的研究[J]. 建筑技术开发,2005,32(3):112-114.

[5] 雷蕾,谭跃进. 招标评标方法的适用性研究[J]. 空军工程大学学报,2003,4(3):87-91.

[6] 苏春,董劲,张先起. 基于信息熵的 TOPSIS 模型在水利工程评标中的应用[J]. 东北水利水电,2006(1):67-69.

[7] OPRICOVIC S,TZEN G W. Gwo-Hshiung Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS[J]. European Journal of Operational Research,2004,156(2):445-455.

Study on Bidding Evaluation Method Based on AHP and VIKOR Algorithm

Liu Hongyan¹,Yan Tao²,Wang Guangyuan³

(1. School of Business and Administration,North China Electric Power University,Baoding Hebei 071003,China;

2. China Electric Power Company Limited,Zaozhuang Shandong 277000,China;3. Hebei Julu Power Company,Julu Hebei 050023,China)

Abstract : Bidding evaluation and decision are important and determinant parts in construction of project bidding .In this paper ,the VIKOR algorithm is developed to solve MCDM problems with conflicting and different units criteria. Assuming that compromising is accepted for conflict resolution,VIKOR algorithm is applied to do the best selection, and the weights are given to the index system by adopting AHP method. Finally ,an example is presented to prove the validation of this algorithm in project bidding evaluation.

Key words : analytic hierarchy process ;VIKOR ;multi-criteria decision-making ;bidding evaluation