

基于期权分析方法的动态联盟合同条款设计^①

王 惠, 吴冲锋, 王爱民
(上海交通大学管理学院, 上海 200052)

摘要: 动态联盟是为了提高企业敏捷性而形成的一种基于合同的新型组织形式. 因此, 为实现“双赢”的目的必须设计良好的合同. 基于期权分析方法分析合同条款中的权利、义务关系和合同条款设计, 并用蒙特卡洛仿真方法对现实世界中的汽车联盟合作协议进行了研究.

关键词: 动态联盟; 合同设计; 期权分析; 实物期权

中图分类号: C931.1; F224.0 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2006)02-0036-08

0 引言

动态联盟是近年来管理学界研究的热门课题之一^[1-5], 主要原因在于动态联盟这种合作形式具有动态灵活性, 可以共担风险, 共享收益, 实现双赢(win-win). 动态联盟作为一种松散型的组织形式, 除了联盟双方要有稳定的利益基础外, 还必须有一定的合同条款来保证双方合作的成功. 合同条款制定的好坏直接关系到合作的稳定性与长期性. 一份公平合理的合同可以使双方均从中获益, 实现“双赢”, 而一份设计不当的合同则可能使一方或双方遭受损失. 因此, 合同的重要性不容置疑, 如何进行合同条款的设计也就成为动态联盟研究中的基本问题之一. 但是迄今为止, 国内外有关动态联盟合同条款设计的文献几乎一篇都没有. 因此, 本文拟对这一重要问题作一些探索性的研究.

动态联盟的形成可能是基于资金、设备、人力、信息的共享, 也可能是基于原材料供应、零部件的外包加工, 或者是基于技术支持、研究开发. 不同的合作目的形成不同的合作关系, 合同条款的具体内容当然各不相同. 为了研究的方便性及普适性, 可以将其都归纳为供需关系, 即一方提供商品, 另一方接受商品的关系. 在双方的供求中流

动的可能是资金、产品、信息、技术、人员等, 为讨论方便起见, 将其统称为商品, 因为在双方的供求过程中, 它们都可以以一定的价格进行转让. 那么对合同关系的分析就可以归结为供需双方权利、义务的设计. 形成动态联盟后, 供方为了提供符合需方要求的商品, 一般需要进行或多或少的专用性投资, 而一旦供方进行专用性投资后, 就可能受到需方的要挟: 如果不将价格下调得足够低, 就减少对其商品的需求, 甚至完全不购买. 因此, 在合同条款中有必要就商品的转让价格及数量作出明确规定, 以保障双方的利益. 由于商品的市价具有一定的波动性, 未来的市场价格的不确定性给供需双方都带来了风险: 对供方而言, 若商品价格下降至成本以下, 则会发生亏损, 难以持续经营下去, 若价格一直下跌, 则不能扭亏为盈, 最终的结果就是破产、倒闭; 对需方而言, 若商品价格持续上涨, 会造成其成本居高不下, 最终影响其市场竞争能力和赢利能力. 而供需双方组建动态联盟后, 就可以利用合同条款为双方提供一定的保护来规避商品市场价格波动的风险. 通过在合同条款中设计价格下限或/和上限, 提供一些具有期权性质的条款, 一方或双方可以限制损失或获得收益, 从组建联盟中获益. 对于复杂的合同条款中的权利、义务关系的分析, 条款中所包含的权利价值的计

^① 收稿日期: 2002-11-12; 修订日期: 2004-11-17.
基金项目: 国家杰出青年科学基金资助项目(70025303); 上海交通大学管理学院科研基金资助项目.
作者简介: 王 惠(1971-), 女, 湖北鄂州人, 讲师, 博士.

算,期权定价理论提供了有力的数学工具.同时还可以利用期权的思想,有意识地设计一些具有期权性质的条款,为双方增加灵活性,减少风险.

实物期权理论是金融工程中的最新进展^[6,7],现已被广泛应用于研究开发活动(R&D Project)^[8]、自然资源投资(Natural Resource Investment)^[9]、房地产开发(Real Estate Development)^[10]、国际贸易领域(International Trade Field)^[11]、技术创新(Technology Innovation)^[12]、企业家精神(Entrepreneurial)^[13]、网络公司(Internet Company)^[14]、软件开发(Software Development)^[15]、制造系统(Manufacturing System)^[16]、质量控制(Quality Control)^[17]等诸多领域.但是,利用实物期权的分析方法对动态联盟的合同条款进行研究,目前尚未见报道.为此,本文独辟蹊径,用基于期权的分析方法对动态联盟的合同条款进行研究和设计.全文共分四部分,首先介绍研究背景和意义,然后建立数学模型并根据实际案例进行仿真计算,最后归纳出一些结论.

1 合同条款设计的数学模型

对合同条款的分析可以基于价格、数量、时间三个维度来进行.最常见的合同是双方拟定的价格固定,数量固定,合同有效期固定,即在一定时间内,供方以一固定价格供给需方一定数量的商品.这种合同缺乏灵活性,难以适应瞬息万变的市场,无法为双方提供风险防范.当今社会的现实是市场竞争激烈,商品价格波动较大,市场需求难以确定,面对价格和需求量的不确定性,需要更加柔性的合同条款来适应不断变化、无法预测的外部环境.因此在合同中增加一些防范风险、提供选择权性质的条款,将更加有助于合作稳定,减少违约行为的发生.而这些条款归根到底是对双方设定了一些权利和义务,计算出这些条款对于双方的价值,才能更好地确定转让价格、交易数量、合同期限,从而实现权利和义务对等,保证合作成功和达到“共赢”的目的.

1.1 一般模型的建立

考虑最一般的情况,当合同有效期为 T ,单位商品的市场价格为 $\tilde{p}(t)$,需求量为 $\tilde{q}(t)$, $\tilde{p}(t)$ 、

$\tilde{q}(t)$ 均为随机波动的变量.当供方为参加动态联盟进行了一笔专用性投资 SI 后,为保证其未来的利益,在合同中应为其提供一个价格下限保护条款(条款一),这个最低限度的单位价格 p_{\min} 应能补偿其全部支出,包括固定成本和变动成本以及一些相关的费用,当以 p_{\min} 出售商品时,供方可以以收抵支,保证持续经营.当商品的成本为常数或波动不大时, p_{\min} 可以定为常量,但是当原材料价格波动较大时,最常见的定价机制为成本加成定价,即按可变成成本加上一定的毛利来定价,若原材料价格是随机波动的,则此时的单位成本 $\tilde{p}_c(t)$ 也是随机变量,价格下限 $p_{\min} = \tilde{p}_c(t)$ 是浮动的.价格下限保护条款相当于为供方提供了一个看跌期权:当商品价格波动时,即使商品市价下跌至成本以下,供方仍然可以以成本价销售商品,不致遭受巨大损失而导致破产.价格下限保护条款对于供方的价值计算如下:

t 时刻单位看跌期权的价值为

$$v_p(t) = E\{\max[0, p_{\min} - \tilde{p}(t)]\} \quad (1)$$

式(1)中 $E\{\cdot\}$ 表示求期望值.

当需方承诺购买的数量为 $q_1(t)$ 时, t 时刻看跌期权总的价值为 $V_p(t) = v_p(t) \cdot q_1(t)$, $q_1(t)$ 可能为固定数量(即 $q_1(t)$ 为常量),也可能为浮动量(即 $q_1(t)$ 为随机波动的需求量 $\tilde{q}(t)$),具体取决于合同中的数量条款如何规定.

如果再考虑到时间价值因素,以折现率 δ 进行折现,那么看跌期权的总现值的计算如下.

考虑通常情况下,需方承诺购买的商品数量 $q_1(t)$ 为合同有效期内的需求量 $\tilde{q}(t)$,由于对商品的需求发生于各个时点,价格下限条款实际上为供方提供的是一个多阶段看跌期权,故总的看跌期权的价值相当于若干个欧式看跌期权之和.假定对商品的需求是连续的,单位时间内的商品需求量(即商品需求率)为 $\dot{\tilde{q}}(t)$,那么看跌期权总现值的连续形式表达式为

$$V_p = E\left\{\int_0^T e^{-\delta t} \dot{\tilde{q}}(t) \max[0, p_{\min} - \tilde{p}(t)] dt\right\} \quad (2)$$

1.2 模型在特殊情况下的简化形式

当 p_{\min} 为常量,即 $p_{\min} = PMIN$ 时,式(2)可

写成

$$V_p = E \left\{ \int_0^T e^{-\delta t} \dot{q}(t) \max[0, PMIN - \tilde{p}(t)] dt \right\} \quad (3)$$

当 $p_{\min} = \tilde{p}_c(t)$ 时, 式(2)可写成

$$V_p = E \left\{ \int_0^T e^{-\delta t} \dot{q}(t) \max[0, \tilde{p}_c(t) - \tilde{p}(t)] dt \right\} \quad (4)$$

假定对商品的需求是间断的, 平均间隔 ΔT 时间购买一次, T 时间内共购买 $N = \frac{T}{\Delta T}$ 次, $i\Delta T$ 时刻的需求量为 \tilde{q}_i , 则式(3)的离散化形式为

$$V_p = E \left\{ \sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} \tilde{q}_i \max(0, PMIN - \tilde{p}_i) \right\} \quad (5)$$

式(4)的离散化形式为

$$V_p = E \left\{ \sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} \tilde{q}_i \max(0, \tilde{p}_{ci} - \tilde{p}_i) \right\} \quad (6)$$

当对商品的需求稳定时, 即 $\tilde{q}_i = Q$ 时, 式(6)可简化为

$$V_p = Q \cdot E \left\{ \sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} \max(0, \tilde{p}_{ci} - \tilde{p}_i) \right\} \quad (7)$$

对于单阶段情况, 即 $\Delta T = T$ 时, $N = 1$

$$V_p = Q \cdot E \left\{ e^{-\delta T} \max(0, \tilde{p}_{cT} - \tilde{p}_T) \right\} \quad (8)$$

此时等价于需方承诺在 T 时刻保证以不低于成本价的价格购买供方一定数量 Q 的商品, 这时的情况是固定数量情况. 因此可以将固定数量条款看作浮动数量条款的特殊情况加以处理而不必专门加以讨论.

当 \tilde{p}_{ci} 取常量 $PMIN$ 时, 式(7)可进一步简化为

$$V_p = Q \cdot E \left\{ \sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} \max(0, PMIN - \tilde{p}_i) \right\} \quad (9)$$

事实上, 当假定商品单位成本 $\tilde{p}_c(t)$ 的随机波动为几何布朗运动时

$$d\tilde{p}_c(t) = \mu_c \tilde{p}_c(t) dt + \sigma_c dW_c(t) \quad (10)$$

式(10)中, $dW_c(t) = \epsilon_c \sqrt{dt}$.

当 $\mu_c = 0, \sigma_c = 0$ 时, $d\tilde{p}_c(t) = 0$, 即 $\tilde{p}_c(t)$ 为常量, 该常量可作为双方约定的价格下限, 即此时 $\tilde{p}_c(t) = PMIN$. 这样, 可以将价格下限为常量看作价格下限变动的特殊情况, 即 $p_{\min} = PMIN$ 为 $p_{\min} = \tilde{p}_c(t)$ 的特例.

因此式(6)可作为价格下限条款权利价值的最一般表达式.

对于式(6):

当 $\tilde{p}_{ci} = PMIN$ 时, 为价格下限固定的情况;

当 $\tilde{q}_i = Q$ 时, 为需求稳定的情况;

当 $N = 1$ 时, 即 $\Delta T = T$ 时, 为单阶段情况;

当 $N \rightarrow \infty$ 时, 为连续情况.

这样, 只需对最一般情况作出分析, 通过对变量取常量和极值即可得出特殊情况下的结论.

1.3 模型的分析与假设

事实上, 对于非负的随机变量 $\tilde{p}(t), \tilde{p}_c(t)$ 及 $\tilde{q}(t)$ 均可假定为几何布朗运动, 满足对数正态分布, 即

$$d\tilde{q}(t) = \mu_q \tilde{q}(t) dt + \sigma_q dW_q(t) \quad (11)$$

$$d\tilde{p}_c(t) = \mu_c \tilde{p}_c(t) dt + \sigma_c dW_c(t) \quad (12)$$

$$d\tilde{p}(t) = \mu_p \tilde{p}(t) dt + \sigma_p dW_p(t) \quad (13)$$

式(11)、(12)、(13)中 $W_x(t)$ 为维纳过程, $dW_x(t) = \epsilon_x \sqrt{dt}$, x 取 q, c, p , ϵ_x 为从标准正态分布中取的一个随机值, 即 $\epsilon_x \sim \varphi(0, 1)$, $\varphi(a, b)$ 表示均值为 a , 标准差为 b 的正态分布, 而 $\tilde{q}(t) = Q$ (Q 为常量) 可作为 $\mu_q = 0, \sigma_q = 0$ 时的情况加以处理.

$\tilde{p}_c(t) = PMIN$ ($PMIN$ 为常量), 可作为 $\mu_c = 0, \sigma_c = 0$ 时的情况加以处理.

亦即最一般的情况: 假定商品需求量、商品成本都是随机波动的变量, 包含了商品需求量、商品成本稳定(为常量)的特殊情况.

若不存在其它条款的影响, 当 $V_p \geq SI$ 时, 供方加入动态联盟才是值得的.

1.4 复杂条款设计的数学模型

仅仅给供方提供价格下限保护, 那么它只有权利而没有义务. 供方享受了商品价格上涨的好处, 又不必承担商品价格下跌的全部风险, 而需方则承担了大部分风险, 双方的权利、义务并不对等, 风险和收益不对称. 为保证需方的利益, 有必要在合同条款中规定需方的权利, 根据风险和收益的相互关系, 可以有如下几种设计.

1.4.1 价格上限条款

最简单的合同条款设计是为需方也提供一个保护,即价格上限保护条款(条款二),规定不论商品市价如何波动,供方保证以不高于 p_{\max} 的单位价格销售一定数量 $q_2(t)$ 的商品给需方, $q_2(t)$ 可以规定为固定数量,也可以规定为随机波动的需求量 $\tilde{q}(t)$,具体取值由合同中的数量条款加以确定.此时需方相当于获得了一个看涨期权,其权利的价值计算如下:

t 时刻的单位看涨期权的价值为

$$v_c(t) = E\{\max[0, \tilde{p}(t) - p_{\max}]\}$$

t 时刻的看涨期权的总价值为

$$V_c(t) = v_c(t) \cdot q_2(t)$$

价格上限一般定为确定的常量 $PMAX$ (若定为浮动成本价的一定倍数,则易被供方加以人为操纵,起不到保护需方利益的作用),当 $q_2(t)$ 规定为随机波动的需求量 $\tilde{q}(t)$ 时,考虑到时间价值,以折现率 δ 进行折现后的看涨期权的总现值的连续形式的表达式为

$$V_c = E\left\{\int_0^T e^{-\delta t} \dot{q}(t) \max[0, \tilde{p}(t) - p_{\max}] dt\right\} \quad (14)$$

式(14)中, $\tilde{p}(t)$ 为单位商品市价, $\dot{q}(t)$ 为商品需求率.

假定间隔 ΔT 时间购买一次商品, T 时间内共购买 $N = \frac{T}{\Delta T}$ 次,式(14)的离散形式的表达式为

$$V_c = E\left\{\sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} \tilde{q}_i \max(0, \tilde{p}_i - PMAX)\right\} \quad (15)$$

式(15)中 \tilde{q}_i 为 $i\Delta T$ 时刻的商品需求量, \tilde{p}_i 为 $i\Delta T$ 时刻的单位商品市价.

当商品的需求量稳定时, $\tilde{q}_i = Q$, 式(15)可简化为

$$V_c = Q \cdot E\left\{\sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} \max(0, \tilde{p}_i - PMAX)\right\} \quad (16)$$

当 $\Delta T = T$ 时, $N = 1$, 式(16)可简化为

$$V_c = Q \cdot E\left\{e^{-\delta T} \max(0, \tilde{p}_T - PMAX)\right\} \quad (17)$$

此时多阶段的看涨期权简化为单阶段的看涨期权,其合同条款的表达形式为:需方有权在时刻 T 以不高于 $PMAX$ 的价格购买一定数量 Q 的商品,供方必须保证及时供货.

条款一与条款二的综合作用是供方获得的权利的价值为 $V_s = V_p - V_c$, 当然,通过看跌期权与看涨期权的简单相减来求供方权利价值将会造成一定误差,因为价格下限条款和价格上限条款的综合作用,会产生一部分抵消作用,并不适宜用简单的代数运算.

一方的权利,即是另一方的义务,一方的权利往往通过另一方的义务来体现,因此在以后的计算中,只计算供方的权利价值,需方的权利价值为其相反数.

1.4.2 价格折扣条款

另一种比较常见的合同条款设计是给需方提供价格折扣条款(条款三),即当双方组成动态联盟后,需方可以以优惠价格 $p_d = k_d \cdot \tilde{p}(t)$ ($0 < k_d < 1$) 购买供方的商品,价格折扣比例为 $1 - k_d$,当供方保证以优惠价格供货一定数量 $q_3(t)$ 的商品时, t 时刻需方获得的收益为

$$B(t) = E\{(1 - k_d) \cdot \tilde{p}(t) \cdot q_3(t)\} \quad (18)$$

当然 $q_3(t)$ 可能规定为固定数量(即为常量),也可能规定为按需供应,此时 $q_3(t) = \tilde{q}(t)$, 为一随机变量.

考虑一般情况, $q_3(t) = \tilde{q}(t)$ 时,假定商品需求率为 $\dot{q}(t)$, 折现率为 δ 时

B 的连续形式表达式为

$$B = E\left\{\int_0^T e^{-\delta t} (1 - k_d) \cdot \tilde{p}(t) \cdot \dot{q}(t) dt\right\} \quad (19)$$

当间隔 ΔT 时间购买一次商品,在合同有效期内共购买 $N = \frac{T}{\Delta T}$ 次时,式(19)的离散化形式的表达式为

$$B = E\left\{\sum_{i=1}^N e^{-\delta i \Delta T} (1 - k_d) \cdot \tilde{p}_i \cdot \tilde{q}_i\right\} \quad (20)$$

式(20)中 \tilde{p}_i 为 $i\Delta T$ 时刻的单位商品市价, \tilde{q}_i 为 $i\Delta T$ 时刻的商品需求量.

当需求量稳定,即 \tilde{q}_i 为常量 Q 时,式(20)可简化为

$$B = E \left\{ \sum_{i=1}^N e^{-\delta_i \Delta T} (1 - k_d) Q \tilde{p}_i \right\} \\ = (1 - k_d) QE \left\{ \sum_{i=1}^N e^{-\delta_i \Delta T} \cdot \tilde{p}_i \right\} \quad (21)$$

当 $N = 1$ 时, 即 $\Delta T = T$ 时, 式(21)可进一步简化为

$$B = (1 - k_d) QE \left\{ e^{-\delta T} \cdot \tilde{p}_T \right\} \quad (22)$$

这时对应的合同条款表述为: 在合同期末 T 时刻供方保证按市价打折销售一定数量商品给需方。

条款一与条款三的组合, 使得供方的权利价值下降, 粗略的估计公式为 $V_s = V_p - B$, 但是简单的相减会造成误差, 因为条款的综合作用, 使得一部分损益互相抵消, 譬如当商品市价下跌至 $\frac{p_{\min}}{k_d}$ 以下时, 价格下限保护条款起作用, 商品在联盟中的转让价格为 p_{\min} , 不再按市价的一定折扣进行交易, 供方就享受不到价格折扣的好处了。因此需要根据约束条件重新进行计算得出供方准确的权利价值 V_s 。

1.4.3 模型的 Monte Carlo 求解

对于含有几个随机变量的多个期权的组合价值往往很难用解析式子表达, 甚至根本不存在解析解, 好在计算机的飞速发展, 使得数值求解更加方便可行, Monte Carlo 仿真就是一种有效的数值模拟方法, 根据大数定理, 当仿真次数趋于无穷大时, 数值解的期望值趋近于精确解, 用数学语言可以表达为

$$\lim_{M \rightarrow \infty} P \left\{ \left| \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M V_k(t, T) - V(t, T) \right| < \epsilon \right\} = 1 \quad (23)$$

式(23)中 M 为仿真次数, $V_k(t, T)$ 为第 k 次仿真求出的权利价值, $V(t, T)$ 为精确解, ϵ 为任意正数, $P\{\cdot\}$ 表示概率。下面对合同条款的设计均采用 Monte Carlo 仿真方法。

2 实证研究

N 公司是一家专业生产汽车及工业用传动轴的中外合资企业, 其高品质、高附加值的传动轴产品得到了多家厂商的认可, 是传动轴的 A 级供应

商, 其传动轴产品占据国内市场的半壁江山, 产品为国内主要轿车厂配套供货。W 公司是中外合资的轿车生产企业, 轿车销量占国内市场的 30% ~ 40%, 在轿车产量不断增长的同时, 轿车的水平始终保持稳定, 并在同类产品中名列前茅。作为汽车整车制造企业, 为提高产品质量, 降低产品成本, 节约新产品开发费用, 缩短新产品上市时间, 从而保证产品的竞争力, W 公司与许多零部件供应商组成了动态联盟, 将部分新产品的开发费用和工作量分摊到各个汽车配套企业, 双方共担风险、共享收益。N 公司基于其高质量的传动轴产品, 成为 W 公司汽车联盟中的一员。W 公司与零部件供应商的合作协议 (agreement) 一般为 3 ~ 5 年, 零部件价格一年定一次, 一年内价格不变, 具体送货时间、地点、次数则由 PO (purchase order) 决定, 考虑到降低库存, 推行 JIT 生产, 因此可能需要每周送货 2 ~ 3 次, 甚至一天送货 2 次。为降低整车成本, 通常要求其零部件供应商降价 2% ~ 3%, 有时甚至达到 5%, 但一般也保证零部件供应商的利益, 零部件价格不会低于其成本价, 有时为了进一步降低零部件价格而又不使供应商亏本, 甚至派员去零部件生产厂家了解情况, 现场分析, 挖掘降低产品成本的途径。

根据上述背景资料, N 公司与 W 公司组成动态联盟签订的合同为浮动价格的合同, 其中包括价格下限条款和价格折扣条款, 而且价格下限是随成本变动而浮动的。对该合同的价值分析如下。

- 1) 合同期限 T 可取为 3 或 5 年;
- 2) 虽然一年内根据需要送货多次, 但由于价格一年定一次, 这样每次送货价格相同, 可视为一年购货一次, 数量为年需求量, 即购货间隔期 $\Delta T = 1$ 年;
- 3) 通过对汽配市场的调查, N 公司传动轴的现行市价为 1 138.8 元/根, 由于汽车零部件的毛利率为 10% 左右, 据此估算出传动轴成本为 1 024.92 元/根, 即 $p_0 = 1 138.8$ 元, $p_{c0} = 1 024.92$ 元。
- 4) 价格折扣为 2% ~ 3%, 所以 $k_d = 0.98$ 或 0.97;

5) 由于成本的变动主要由原材料、燃料、动力等生产资料价格的波动所引起, 所以可根据原材料、燃料、动力购进价格指数估算成本的增长率和波动率, 实例计算如下。

表 1 主要原材料、燃料、动力购进价格指数(上年 = 100)

Table 1 Purchase price index of main raw materials, fuel and power (last year = 100)

年份	1999	1998	1997	1996	1995	1994
指数	96.7	95.8	101.3	103.9	115.3	118.2

资料来源：国家计委、国家统计局、国家信息中心

中经网数据中心整理 2000 年 10 月 24 日

由表 1 可求出 $\mu_c = 4.74\%$, $\sigma_c = 8.87\%$.

6) 关于传动轴的历年市场价格无法获得, 考虑到 N 公司属于加工工业企业, 可用加工工业的产品出厂价格指数估算传动轴价格的增长率和波动率, 实例计算如下.

表 2 加工工业的产品出厂价格指数(上年 = 100)

Table 2 Producer price index of process industry product(last year = 100)

年份	1999	1998	1997	1996	1995	1994
指数	97.1	96.8	98.1	104.1	112.0	111.1
年份	1993	1992	1991	1990	1989	1988
指数	122.7	107.4	103.8	102.5	121.8	114.7

资料来源：国家计委、国家统计局、国家信息中心

中经网数据中心整理 2000 年 10 月 24 日

由表 2 可求出, $\mu_p = 7.08\%$, $\sigma_p = 8.22\%$.

7) 由于每辆轿车需配两根传动轴, 因此根据 W 公司的轿车产量(表 3) 即可得出传动轴的年需求量.

表 3 W 公司历年轿车产量

Table 3 History data of W company's car production

年份	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993
产量/辆	1 733	8 500	11 000	15 550	15 688	18 537	35 005	65 000	100 001
年份	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	均值
产量/辆	115 326	160 070	200 222	230 443	235 000	230 946	221 524	230 281	229 639

资料来源：《中国汽车工业年鉴》1999 年—2001 年, 上海汽车报 2002 年 2 月 24 日.

由表 3 可求出, $\mu_q = 30.56\%$, $\sigma_q = 40.19\%$.

考虑到太久远的轿车产量不能反映当前 W 公司的实际情况, 轿车产量的均值用最近五年的产量数据计算得出. 由此可求出传动轴的年需求量 $\dot{q}_0 = 459 278$ 根.

8) 折现率 δ 的取值根据银行同期存款利率确定, 2002 年 2 月 21 日公布的银行定期存款利率见表 4.

表 4 银行定期存款年利率

Table 4 Fixed deposit interest rate of bank (in annual interest rate)

期限/年	0.25	0.5	1	2	3	5
利率(%)	1.71	1.89	1.98	2.25	2.52	2.79

资料来源：中国人民银行公布利率.

具体计算时, 当 $T = 3$ 年时, 取 $\delta = 2.52\%$; 当 $T = 5$ 年时, 取 $\delta = 2.79\%$.

令 $\dot{q}_0 = 459 278$, $\mu_q = 30.56\%$, $\sigma_q = 40.19\%$, $p_{\min} = \tilde{p}_c$, $p_{c0} = 1 024.92$, $\mu_c = 4.74\%$, $\sigma_c = 8.87\%$, $p_0 = 1 138.8$, $\mu_p = 7.08\%$, $\sigma_p = 8.22\%$, $\Delta T = 1$, 仿真步长为 0.01 年, 仿真次数为 10 000 次, Monte-Carlo 仿真计算的结果如下.

1) 当价格折扣为 0 时, 合同对于供方的价值, 即 N 公司从价格下限条款中获得的权利价值为

三年期合同 $V_3 = 5.847 6 \times 10^7$ 元, 五年期合同 $V_5 = 1.831 3 \times 10^8$ 元;

2) 当价格折扣为 2% 时, 合同对于供方的价值, 即 N 公司从价格下限条款中获得的权利价值扣除 W 公司从价格折扣中获得的收益为

三年期合同 $V_3 = 3.811 0 \times 10^6$ 元, 五年期合同 $V_5 = 5.525 3 \times 10^7$ 元;

3) 当价格折扣为 3% 时, 合同对于供方的价值的计算类似情况二, 只是价格折扣增大了.

三年期合同 $V_3 = -2.492 3 \times 10^7$ 元, 五年期合同 $V_5 = -7.546 6 \times 10^6$ 元.

从以上计算结果可以看出, 1) 如果 N 公司不给予 W 公司价格折扣, 则当 N 公司的专用性投资低于 58 476 000 元时可以考虑签三年期合同; 当 N 公司的专用性投资超过 58 476 000 元但不超过 183 130 000 元时可签五年期合同; 当 N 公司的专用性投资超过 183 130 000 元时, 从仿真结果来看, N 公司不应该签这份合同. 2) 如果 N 公司给予 W 公司价格折扣, 最多只能折让 2%, 超过 2%, N 公司从合同中获得的权利小于其承担的义务, 反映在合同对于 N 公司的价值为负, 此时若 N 公司再进行专用性投资无异于“雪上加霜”. 当 N 公司给予 W 公司价格折扣 2% 时, 若 N 公司所需进行

的专用性投资低于 3 811 000 元时,可以签三年期合同;若专用性投资超过 3 811 000 元,但不超过 55 253 000 元时,应该签五年期合同;若专用性投资超过 55 253 000 元,则不宜签署合同。

3 结 论

从以上对动态联盟合同条款的分析可以看到:对于具有期权性质的单一合同条款,可以利用期权的分析方法求出条款中隐含的权利价值.当合同条款复杂多变时,通过应用期权的思想进行

剖析,往往可以将复杂条款分解为多个看涨或/和看跌期权的有机复合,而这些看涨或/和看跌期权可能执行价格、到期时间、数量各不相同,其间又有诸多相互抵消、增强的作用.将多个看涨或/和看跌期权进行简单加减来求组合期权的价值往往会产生较大误差,甚至得出错误的结论.实际应用中应考虑多个条款的有机复合,用 Monte Carlo 仿真方法求解组合期权的价值.计算出各条款及条款复合后的合同价值,可以为动态联盟双方签订合作协议提供量化依据,增加合同条款设计的科学性。

参 考 文 献:

- [1] Voss B L. The agile virtual enterprise: Cases, metrics, tools[J]. *The Journal of Business Strategy*, 2000, 21(1): 44—45.
- [2] Hoffner Y, Field S, Grefen P, et al. Contract-driven creation and operation of virtual enterprises[J]. *Computer Networks*, 2001 (37): 111—136.
- [3] Xu W X, Wei Y M, Fan Y. Virtual enterprise and its intelligence management[J]. *Computers & Industrial Engineering*, 2002 (42): 199—205.
- [4] 石春生, 李向阳, 方淑芬. 动态联盟组织模式及系统设计[J]. *管理科学学报*, 2000, 3(2): 21—26.
Shi Chunsheng, Li Xiangyang, Fang Shufen. Organization pattern and system design of virtual enterprise[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2000, 3(2): 21—26. (in Chinese)
- [5] 杨 青, 乔志刚, 黄丽华等. 动态联盟中企业建模的 Meta-Model [J]. *管理科学学报*, 2001, 4(6): 31—38.
Yang Qing, Qiao Zhigang, Huang Lihua, et al. Meta-model of enterprise in virtual enterprise[J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2001, 4(6): 31—38. (in Chinese)
- [6] Smith J E, Nau R F. Valuing risky projects: Option pricing theory and decision analysis[J]. *Management Science*, 1995, 41(5): 795—816.
- [7] Merton R C. Applications of option-pricing theory: Twenty-five years later[J]. *The American Economic Review*, 1998, 88(3): 323—349.
- [8] Lee J, Paxson D A. Valuation of R&D real American sequential exchange options[J]. *R&D Management*, 2001, 31(2): 191—201.
- [9] Zhao J H, Zilberman D. Irreversibility and restoration in natural resource development[J]. *Oxford Economic Papers*, 1999, 51(3): 559—573.
- [10] Somerville C T. Permits, starts, and completions: Structural relationships versus real options[J]. *Real Estate Economics*, 2001, 29(1): 161—190.
- [11] Broll U, Eckwert B. Exchange rate volatility and international trade[J]. *Southern Economic Journal*, 1999, 66(1): 178—185.
- [12] Boer F P. Valuation of technology using “real options”[J]. *Research Technology Management*, 2000, 43(4): 26—30.
- [13] McGrath R G. Falling forward: Real options reasoning and entrepreneurial failure[J]. *Academy of Management*, 1999, 24(1): 13—30.
- [14] Latimore D. Real options: Another way to value Internet initiatives[J]. *Financial Executive*, 2000, 16(3): 23—27.
- [15] Erdogmus H. Value of commercial software development under technology risk[J]. *Financier*, 2000, 7(1—4): 101—114.
- [16] Nembhard H B, Shi L, Park C S. Real option models for managing manufacturing system changes in the new economy[J]. *The Engineering Economist*, 2000, 45(3): 232—258.
- [17] Nembhard H B, Shi L, Aktan M. A real options design for quality control charts[J]. *The Engineering Economist*, 2002, 47(1): 28—59.

