

基于二项式实物期权的探矿权转让的价值评估

雷汉云

(新疆财经大学金融学院, 新疆乌鲁木齐, 830012)

摘要: 实物期权估值(ROV)方法在不确定条件下最优投资决策的应用是一种非常有价值的方法, 但由于其复杂的计算, 在采矿业的实际应用一直比较缓慢。针对传统的净现值法和实物期权法在矿业权评估的缺陷, 从探矿权项目股权收购方的角度出发, 通过探矿权转让协议如何作为一系列连续复合实物期权估算其价值的实例, 采用二项式网格方法和风险中性概率计算探矿权中标的资产相应各期的期权价值, 以期为现实的探矿权转让协议中评估更复杂的连续时间复合实物期权提供一个新的视角。

关键词: 探矿权转让; 实物期权; 二项式网格方法; 净现值法; 风险中性概率计算; 期权价值

中图分类号: F830.59

文献标识码: A

文章编号: 1672-3104(2014)06-0102-06

一、引言

随着社会对矿产资源需求的增加以及矿产资源领域投资的加大, 中国的矿业权市场也迅速膨胀, 矿业权的交易异常活跃, 几乎每天都有大量的矿产勘查项目变更探矿权人。探矿权转让是指探矿权人以出售、作价出资(包括合资、合作经营和矿业股票上市)等形式, 依法转移探矿权的行为。探矿权转让是获取或剥离勘查项目股权的机制, 也是成立矿业勘查合资企业的第一步^[1]。通过合资企业出让股权的动机可能是分散风险或筹集必要的资金, 以便勘查项目下一阶段的顺利实施。探矿权转让也可能是收购方或探矿权人出于战略和财务的考虑而出让股权。当在一个项目中获得股权时, 探矿权人只是获取项目的权益而无义务在连续勘探阶段进行投资。除了公司为每个连续勘探阶段提供支付承诺外, 还应该考虑支付的方式, 如现金、股票或期权、未来生产中授予的特许权等。

我国使用的探矿权评估方法主要有重置成本法、地质要素评序法、贴现现金法等。这些评估方法在我国探矿权转让中得到广泛的应用, 但这些方法在实际应用中存在一定的缺陷。重置成本法以地质勘探成本为基础, 因地质勘查投入与探矿权价值之间存在较大的差异, 评估结果的可靠性受到质疑。地质要素评序

法适用于勘查程度较高、地质矿产信息较全面的项目, 而我国探矿权转让中大多数项目勘探程度较低。贴现现金法的评估原理是选取某一适当的折现率对未来预期现金流进行折现, 是目前探矿权价值评估最常用的方法。但矿产品价格的随机波动性对未来的现金流的准确预测产生很大的影响, 此外, 在长达几年甚至十几年的探矿期和开采期内, 准确的贴现率的选择极为困难, 这种静态的评估方法没有将探矿和采矿过程中的不确定性考虑在内。在实际的矿业项目中, 探矿权和采矿权存在的不确定性使管理者可根据当前的实际情形采取弹性的管理措施, 而折现金流法从根本上无法表现不确定性对决策的影响, 不能作为探矿权转让科学决策的依据, 实物期权法则考虑到了矿业权项目的不确定性和经营弹性。尽管实物期权法拥有很大的优势, 但其局限性在于, 其计算价值过程比较复杂, 不易于被使用。二项式期权定价方法是一种风险中性定价方法, 能够更多地考量到不确定性和弹性, 而且能够处理复杂多重实物期权的相互作用^[2], 具有很强的灵活性, 且采用该方法计算相对简单。

探矿权的价值由探矿权有偿取得成本、地勘环境补偿费、探矿权转让税费、探矿权转让收益四个部分组成。探矿权的价值由内在价值和外在价值构成, 其内在价值大小由矿藏的生成条件、赋存情况和丰度决定。外在价值由国家所有者权能价值、探矿权价值和政府管理权价值组成^[3]。矿产资源随着经济的发展而

收稿日期: 2014-07-14; 修回日期: 2014-10-09

基金项目: 国家自然科学基金项目(71261024); 国家社科基金项目(13CGJ032); 新疆财经大学中亚经贸研究院招标课题重点项目(2012ZY63B04);
新疆财经大学中亚经贸研究院招标课题(2012zy63c08)

作者简介: 雷汉云(1965-), 男, 湖南衡东人, 博士, 新疆财经大学副教授, 主要研究方向: 资本市场与金融工程

逐渐被开采, 资源品的价格不断上升。投资人取得探矿权后, 即使不作任何投入, 随着时间的推移依然可以通过转让探矿权来获得收益。就探矿权转让协议的连续阶段而言, 探矿权人可以根据项目的实际情况选择进入下一阶段, 也可以选择放弃, 这种协议是一种权利而不是义务, 该协议代表探矿权人手中所掌握的项目实物看涨期权序列^[4]。而实物期权估值(ROV)的方法评价这种类型的协议很实用。

国内学者自 20 世纪 90 年代开始, 逐渐将实物期权用于定价方面的应用研究^[5-6], 其领域涉及自然资源评估、环境项目投资、矿业权评估、矿产资源投资策略等。然而, 我国研究者大多从实物期权的角度研究矿业权、采矿权问题, 如刘朝马和张能福等学者将实物期权方法应用在矿业工程评估中, 就矿藏开发的最优规模、开发时机、不确定因素等问题进行了分析^[7]; 王华强和刘黎明结合一个铜矿采矿权的实例, 通过贴现现金流的方法与复合期权方法的定价对比分析, 运用复合期权定价方法分析采矿权的价值^[8]; 何沐文和郭涛针对实物期权理论在矿产资源开发领域中的应用, 梳理基本模型的发展过程, 分析近期对基本模型的扩展和优化, 根据扩展角度的不同对这些研究进行分类评述, 并总结现有模型中的不足以及未来的发展^[9]; 邵必林和吴琼运用实物期权下的三叉树模型, 对矿产资源价格走势进行评估分析, 寻找最佳投资决策^[10]; 邹绍辉等认为矿产企业最终获得的收益应当补偿其矿产投资资本的机会成本, 并指出矿产资源采矿权是一个多期多阶段的复合看涨期权^[11], 但在文献中的期权模型并非严格的复合期权模型。国内学者在将期权定价理论应用在矿产权时, 仅仅将实物资产中的各项参数直接或稍加修正应用到 B-S 模型, 将矿产权价值与矿产资源收益的概念等同, 未考虑探矿、采矿、生产过程的时滞性。此外, 国内研究文献主要集中于采矿权和矿产投资运营决策方面的研究。采矿权以探矿权为基础, 并探明了有价值矿产的储量和确定品位, 而探矿权受地质、储量和其他不可控因素的影响, 项目所需开发投资额往往也是不可准确预期的。就目前我国矿业市场而言, 探矿权转让的数量和频率都比采矿权高。探矿权作为探矿权人所持有的资产正成为最有力的竞争手段, 探矿权人对探矿权进行投资、许可、转让等, 都需要对探矿权价值进行评估。因此, 科学合理的价值评估方法具有重要的理论和现实指导意义。

二、二项式实物期权估值(ROV)方法

自诺贝尔经济学奖获得者 Black 和 Scholes 提出用于非金融标的资产、实物资产评估的期权理论以来^[13], 期权定价理论应用的研究迅速发展。Myers 将其命名为实物期权估值法即 ROV^[14]。此后, 出现了许多研究实物期权的文献, 如 Bjerksund 和 Ekern 将实物期权应用于石油开发的研究认为, 对于初期石油开发项目而言, 如果延迟期权出现的话就可以忽略以前的历史数据, 停止或放弃期权, 等待更好的机会即延迟期权, 以在更好的环境下实现能源开采价值的最大化^[15]。目前将实物期权方法具体应用于探矿权转让协议价值评估的文献较少。

探矿权转让协议是看涨期权, 看涨期权方式是在预先确定的日期之前以当前设定的价格 X 买入一项资产, 购买的资产是获得一项权利而不是义务。假设标的资产价值的波动性由该资产年收益率的标准差(用 σ 表示)来衡量, 并且距离期权到期日的时间为 T , 那么这个期权是有价值的期权。因期权不是一种义务, 只有在到期日或到期日之前标的资产的价值(或者现货价格)高于行权价 X , 期权持有者才会行权, 否则期权将会被终止。因此, 对于看涨期权的最优决策规则是 $\text{MAX}(S-X, 0)$ 。

二项式期权定价方法的基本思想是在每一时期将出现上升和下降两种可能性的假设下构建的现金流量和期权价格波动模型^[16]。假设获得探矿权项目的资产初始预期收益现值为 S_0 , 在未来期间 S_0 以概率 p 上升到一个新的收益现值 S_u , 否则, 以概率 $1-p$ 的概率下降为 S_d 。同时, 探矿项目的资产对应的期权价格和 S_0 具有同样的运动过程, 图 1 是两期二项式期权定价模型。

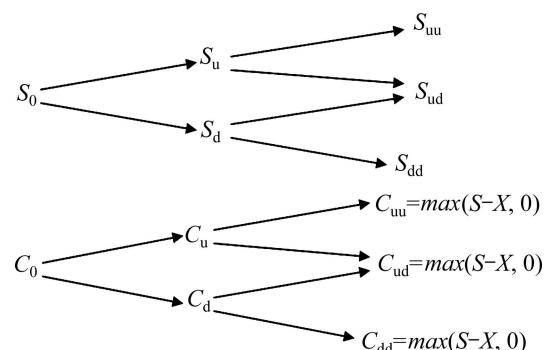


图 1 两期二项式期权定价模型

依次类推,就可以得出多时间段后现金流现值可能出现的变化及期权价值的相应变化。

设探矿权转让协议二项式共有 N 期,每期步长 Δt 为 N/T ,探矿权未来收益的静态价值每期以风险中性概率 $p = \frac{e^{r\Delta t} - D}{U - D}$ 上升(其中 r 为无风险利率),上升因子为 $U = e^{r\sqrt{\Delta t}}$,以概率 $1-p$ 下降,下降因子为 $D = \frac{1}{U}$ 。

本文沿着 Pietro 的研究思路,按照二项式定律,把矿产项目未来所有现金流量税后净值的现值视为矿产项目的当前价值(其现货价格 S),获取项目的行权价 X 是项目初始和未来资本投资的现值, S 和 X 的值受整体经济(大宗商品价格、汇率等)和特定项目的(数量和资源的质量等)不确定性的影响,其平均值或预期值可从现金流风险调整贴现率模型得出,该模型将贴现率调整为包括风险因素的贴现率,这个值一般称作该项目的基础价值。为保持一致性,将波动率(σ)年度标准化为持有一项资产回报率的标准差,矿产项目的价值是税后净现金流。

二项式期权定价方法考虑了投资项目的不确定性和弹性,是一种能够处理复杂多重实物期权相互作用的风险中性定价方法,且计算相对简单,适合于探矿权转让协议的价值评估。

三、探矿权转让协议价值评估的实例分析

(一) 一个简单探矿权转让的协议结构

假设某矿业生产公司希望获得目前一个勘探程度较低的探矿项目 100%的股权,再假设在没有有效的股本溢价时,扣除现金和少量负债后,公司 1 000 万元人民币的股本实际上是项目的当前(现货)值(S)。假设一个探矿权交易将分为为期 3 年的三个阶段,如表 1 所示。

探矿权人必须在第一年年初支付第一年矿区勘查范围的土地使用金 5 万元人民币,并承诺执行不低于 25 万元人民币 RAB 钻探项目的勘探计划;进展到第二阶段的代价是支付 30 万元现金或者放弃探矿权协议,对不进入第二阶段勘探者不进行罚款,但也不能获得项目的任何股权,探矿权人在第一年年底前需提出是否愿意进展到第二阶段的意见。

如果探矿权人继续进入到第二个阶段,需支付当年矿区土地使用金 5 万元,承诺执行包括花费不少于 50 万元的钻探项目的勘探计划;进入到第三阶段勘探的代价是支付 50 万元现金或者是放弃探矿权协议,对

不进入第三阶段勘探者不进行罚款但也不能获得该项目的任何股权,探矿权人第二年年底前需发出通告是否有意进展到第三阶段。

如果探矿权协议进行到第三个阶段,需支付当年矿区土地使用金 5 万元;承诺进一步开展勘探计划包括圈定资源的钻探和前期开采的可行性研究,承诺支付不低于 150 万元;并在第三年年底做出是否有意以 1 200 万元购买该项目 100%的股权或放弃探矿权开采协议的决策,如果不继续进入下一阶段也不受处罚,但不能获得项目的任何股权,前 3 年发生的所有勘探开支成为沉没成本。

表 1 探矿权受让的简单条款(万元)

年/阶段	支付承诺	分期进度款	获得的股权(%)
1	30.0	30.0	0
2	55.0	50.0	0
3	155.0	1200.0	100

(二) 标的资产的波动性及可能的值

大多数研究者选择股票市场日收益率的标准差为日波动率,再根据每年交易的天数计算年波动率。探矿权交易虽然与股票市场日收益率的标准差有关,但主要受矿产品的价格波动的影响。

因此,本文采用伦敦金属交易所 2004 年 4 月 30 日至 2014 年 9 月 23 日铜现货价格来计算日波动 σ_d ,然后转化为年波动率 σ ,先计算出日波动率,然后根据年交易的天数 T 和公式(2)计算年波动率。计算出铜现货的年波动率 $\sigma=0.31238$,本文将此波动率数据作为矿产品价格的年波动率。

$$\sigma_d = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n r_i^2}{n-1} - \frac{\left(\sum_{i=1}^n r_i\right)^2}{n(n-1)}} \quad (1)$$

$$\sigma = \sigma_d \sqrt{T} \quad (2)$$

以 Δt 表示每年的时间间隔增量,在本文的实例中,三年期期权分为三段时间, $\Delta t=3$ 年/3 步=1。在任何连续时间间隔内,被市场设定的初创勘探公司股价和项目的价值可以因一个上升的系数 $U = e^{\sigma^* \sqrt{\Delta t}} = e^{0.31238 * \sqrt{1}} = 1.3667$ 在连续或分散的基础上升,也可因一个下降的系数 $D=1/U=0.7317$ 而价值下降。

在一段连续的时间间隔内,这一系列的标的资产价值可能上升或下降,定义一个二项式网格,提供项目所有可能的值,如图 2 所示二项式网格在期权到期

的第三年结束(二叉树如图 2 所示: 其中 $U=1.3667$ 表示上升的系数, $D=0.7317$ 表示下降的系数)。

图 2 表示的是标的资产在三年各期末的价值, 可能因为上涨因素使得资产增值, 也可能因为下降因素使得该项资产价值下跌。可能值范围: 当三个步骤连续上升时, 标的资产值最高, 为 $S \times U^3=1000 \times 1.3667^3=2552.7$ 万元; 当三个步骤连续下降时, 标的资产价值最低, 为 $S \times D^3=1000 \times 0.7317^3=391.75$ 万元。标的资产价值上升或下降的所有可能组合都在这两者之间。例如, 标的资产可能的价值 1366.7 万元可以通过三种不同的组合方式实现: 升—升—降, 升—降—升或者是降—升—升。

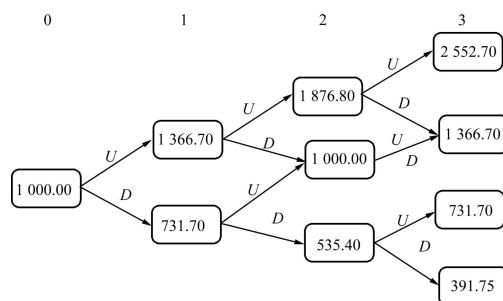


图 2 0.31238 的年波动率和连续的上升或下降的情况下产生的二项式网格可能状态和标的资产的价值

(三) 简单交易的实物期权结构

在每一个勘探阶段结束时, 探矿权人在做出是否进入下阶段的决策之前, 需认真考量目前的勘探情况, 并决定是否有必要进行约定的付款进度并进入下一阶段。一般情况下, 探矿权人会以潜在利益最大化或者潜在损失最小化的原则进行选择。

由于每年年底付款, 三年中就会有两次按进度支付款和一次最终的收购支付款, 这份探矿权协议包含三个连续时间复合实物期权(见图 3)。一份三年期的看涨期权即在第三年末以 1200 万元购买该项目 100% 股权; 一份两年期的期权即在第二年末支付 50 万元将项目从第二阶段进行到第三阶段; 一份一年期的期权即在第一年末支付 30 万元将项目从第一阶段进行

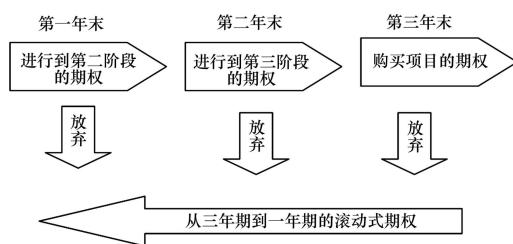


图 3 连续时间复合期权的结构

到第二阶段。

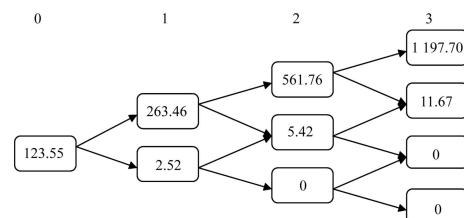
因最终的收购权是以期权进行到第三个阶段为条件的, 并且第三阶段的期权必须行权, 而第三阶段的期权又是以第二阶段的期权行权为条件, 所以这笔交易的实物期权价值是三份期权价值的复合, 而不是三份期权价值简单相加。

(四) “风险中性概率”二项式计算简单的探矿权转让协议的实物期权价值

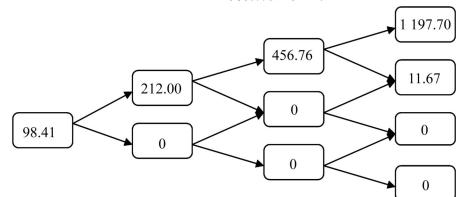
该方法需要计算最长时期的期权价值, 并在期权价值上叠加那些逐渐缩短期限的期权价值。在运用风险中性概率计算该标的资产相应各期的期权价值时, 无风险利率参数由十年期 2009 国债 27(019927) 的年利率 3.68% 来代替; 进入第三阶段的成本为 1335 万元(包括土地使用金 5 万元, 可行性研究费用 150 万元, 股权购买 1200 万元); 进入第二阶段的成本为 105 万元(包括土地使用金 5 万元, 勘探费 50 万元, 进入第三阶段的代价 50 万元); 进入第一阶段的成本 55 万元(包括土地使用金 5 万元, 勘探费 25 万元, 进入第二阶段的代价 25 万元)。

在实物期权估值方法里, 时间和风险是分开处理的。首先, 采用合适的算法将风险中和, 在本文的例子中资产在“风险中性概率”条件下获得一个确定的期望值 E , 确定的期望值 E 通过无风险利率 r 折现来补偿时间风险。在图 4 中第三年期权的可能值必须回

不考虑期权 1、2 的成本, 计算期权 3 的价值(万元)



不考虑期权 1 成本, 计算期权 2 和 3 的价值(万元)



不考虑期权 1 的成本, 计算期权 2 和 3 的价值(万元)

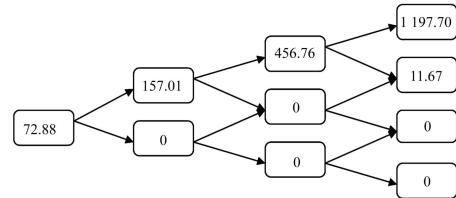


图 4 运用风险中性概率计算的该标的资产的相应各期的期权价值

溯归到现在的价值,这个回溯递归过程不同于常用的 DCF 分析方法,DCF 是同时考虑时间和风险将未来现金流折现。两种方法的区别如图 5。

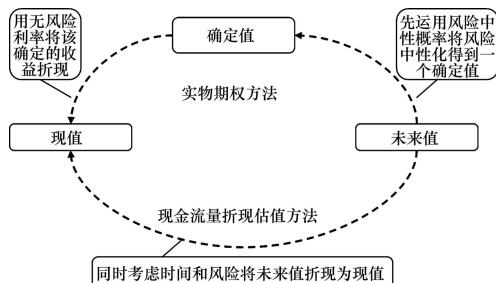


图 5 实物期权估值和现金流量折现估值模型折现的区别

运用风险中性概率计算的该标的资产的相应各期的期权价值见图 4。该连续时间复合期权的价值需要利用风险中性概率和贴现因子,通过三个阶段来计算。在连续时间复合期权里,风险中性概率的计算公式为

$$p = \frac{e^{r \times \Delta t} - D}{U - D} = \frac{e^{0.0368 \times 1} - 0.7317}{1.3667 - 0.7317} = 0.4816, \text{ 连续时间贴现因子 } v = e^{-r \times \Delta t} = 0.9639, \text{ 连续时间复合期权的价值 } C = S_u \times p + S_d \times (1-p)。$$

(1) 不考虑期权 1、2 的成本,计算期权 3 的价值。该列显示的是在孤立状态下这份期权可能的价值,即期权 3 的价值没有考虑期权 1 和期权 2 的价值,这些期权价值是运用最大化规则即 $\text{MAX}(S-X, 0)$ 得到的。因此,标的资产潜在价值变化状态不同,行权与否的决策也会有所不同。该期权的行权价为 1 355 万元(包括土地使用金 5 万元,可行性研究费用 150 万元,股权购买 1 200 万元)。如果是升—升—升的状态发生,标的资产的潜在价值 $S=2 552.7$ 万元,大于行权价 $X=1 355$ 万元,则最优决策是行权,此时期权 3 的价值为 $2 552.7 - 1 355 = 1 197.7$ 万元。如果是升—升—降、升—降—升或者降—升—升的可能状态发生,则标的资产的潜在价值 $S=1 366.7$ 万元,大于行权价 $X=1 355$ 万元,则最优决策是行权,此时期权 3 的价值为 $1 366.7 - 1 355 = 11.67$ 万元。如果是降—升—降、降—降—降这两种状态的任何一种状态发生,这份期权都不会行权,因为标的资产的潜在价值 $S=731.70$ 或 391.75 万元,小于行权价 $X=1 355$ 万元。此时,根据风险中性概率公式可以计算期权 2 的价值 = $[1 197.7 \times 0.4816 + 11.67 \times (1-0.4816)] \times 0.9639 = 561.76$ 万元或者 = $[11.67 \times 0.4816 + 0 \times (1-0.4816)] \times 0.9639 = 5.42$ 万元。

(2) 不考虑期权 1 的成本,计算期权 2 和 3 的价值。同样,该阶段的期权价值通过最大化原则取得

$\text{MAX}(S-X, 0)$,其中第二年期权的行权价 $X=105$ 万元(包括土地使用金 5 万元,钻探项目的勘探计划费用 50 万元,进入到第三阶段勘探的成本 50 万元)。考虑到执行期权 2 的成本,如果是升—升—升的状态发生,则期权 2 的价值 = $\text{MAX}(S-K, 0) = \text{MAX}(561.76 - 105, 0) = 456.76$ 万元;如果是升—升—降或升—降—升的状态发生,则期权 2 的价值 = $\text{MAX}(S-K, 0) = \text{MAX}(5.42 - 105, 0) = 0$;如果升—降—降、降—升—降或者降—降—升这三种状态中的任何一种状态发生,投资者都不会行权,因为标的资产的价值 $S=0$ 万元,小于行权价 $X=105$ 万元。此时,根据风险中性概率公式可以计算期权 1 的价值 = $[456.76 \times 0.4816 + 0 \times (1-0.4816)] \times 0.9639 = 212.01$ 万元。

(3) 计算连续复合期权的价值。通过回溯递归计算第一列标的资产期权的价值,即减掉第一年的行权价并回溯递归就可以得到期权在第一年的价值。第一年期权的行权价 $X=55$ 万元(包括土地使用金 5 万元,钻探项目的勘探计划费用 50 万元,进入到第二阶段勘探的成本 50 万元)。根据最大化原则 $\text{MAX}(S-X, 0)$,如果是升—升—升的状态发生,期权 1 的价值 = $\text{MAX}(S-K, 0) = \text{MAX}(212.01 - 55, 0) = 157.01$ 万元,如果是其他状态的任何一种情况发生,则投资者都不会行权,因为标的资产的价值小于行权价 55 万元。考虑到执行期权 1 的成本,则期权 1 的期初价值 = $[157.01 \times 0.4816 + 0 \times (1-0.4816)] \times 0.9639 = 72.88$ 万元。

根据所采用的假设,这笔交易对探矿权人来说,可以在标的资产探矿权价值的基础上增加 72.88 万元的价值,这将给探矿权人的相关谈判带来一些指导。

从图 4 底部二叉树可以推断决策规则是:如果第一年和第二年状态都是上升,则分别通过进入到第二和第三阶段保持期权有效,否则期权终止,即期权从探矿权转让协议中撤销。如果探矿权人已经推进到第三个阶段,则不论第三年状态是上升还是下降,投资者都行权。

四、结论

应用二项式实物期权定价方法评估探矿权转让价值,在不确定条件下进行探矿权投资时,探矿权可以被视为一个按年度划分的复合看涨期权,利用二项式期权定价方法更能准确地计算投资探矿权所具有的价值。笔者的研究结论为:① 分期的探矿权转让协议组成了一系列的连续复合实物期权,并且这些实物期权可用实物期权估值模型来评估。② 项目回报率的波动

性可通过矿业的类似资产来复制,运用二项式公式法,通过合适的算法中和风险,可算出简单的探矿权转让协议的实物期权价值。③ 考虑到分期的探矿权转让协议使用频繁,探矿权的 ROV 估值应该定期执行,要为价值的增加或者转让条件和转让协议交换所耗的价值提供相关的量化。

本文研究的局限性在于运用固定的波动率作为评估探矿权转让协议的参数,没有考虑资产价格的时变性。今后的进一步研究应考虑将随机波动率引入模型,用其反映标的资产的时变风险;此外,可考虑利率、汇率、环境成本等不确定性因素对探矿权价值的影响。

参考文献:

- [1] Pietro Guj. A practical real option methodology for the evaluation of farm-in/out joint venture agreements in mineral exploration [J]. *Resources Policy*, 2011(36): 80–90.
- [2] 杨春鹏. 实物期权及其应用[M]. 上海: 复旦出版社, 2003.
- [3] 陈洁, 龚光明. 基于期权的产权流转价值评估[J]. 统计与决策, 2012(3): 171–174.
- [4] Estrada I, de la Fuente G, Martin-Cruz N. Technological joint venture formation under the real option approach [J]. *Research Policy*, 2010(39): 1185–1197.
- [5] 刘朝马, 廖作鸿. 矿业权评估的实物期权方法研究初探[J]. *中国矿业*, 2003(1): 16–18.
- [6] 朱磊, 范英, 魏一鸣. 基于实物期权理论的矿产资源最优投资策略模型[J]. *中国管理科学*, 2009(2): 36–41.
- [7] 陈劲, 谢联恒. 现实期权方法及实证研究[J]. *科学学与科学管理*, 2001(7): 46–49.
- [8] 王华强, 刘黎明. 实物复合期权模型在采矿权定价中的应用[J]. *中国矿业*, 2011(4): 36–39.
- [9] 何沐文, 郭涛. 实物期权理论在矿产资源开发领域中的发展研究[J]. *西安电子科技大学学报(社会科学版)*, 2012(2): 7–12.
- [10] 邵必林, 吴琼. 实物期权在矿业最佳投资时机中的应用[J]. *金属矿山*, 2012(11): 9–13.
- [11] 邹绍辉. 基于期权的矿产资源采矿权价值形成机理研究[J]. *金属矿山*, 2009(10): 35–38.
- [12] Black F, Scholes M. The pricing of options and corporate liabilities [J]. *Journal of Political Economy*, 1973(81): 637–659.
- [13] Myers and Stewart. Determinants of corporate borrowing [J]. *Journal of Financial Economics*, 1977(5): 147–175.
- [14] Bjerksund P, Ekern S. Managing Investment Opportunities Under Price Uncertainty: From Last Chance to Wait and See Strategies, *Financial Management*, 1990(8): 65–83.
- [15] 冯邦彦, 徐枫. 实物期权理论及其应用评价[J]. *经济学动态*, 2003(10): 30–32.

The valuation of mineral exploration transfer based on the binomial real options

LEI Hanyun

(Finance School of Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi 830012, China)

Abstract: Real options valuation (ROV) method is a very valuable method for optimal investment decisions under conditions of uncertainty, but it has been used for the practical application of the mining industry slowly because of its complex calculations. With the development of binomial grid method, it is simplified and has been applied to daily financial evaluation and decision-making under conditions of uncertainty in recent years. We use the binomial method and risk-neutral probability to calculate each of option value of the assets on the acquirer's equity interest in the project, by an example How to Transfer Agreement by prospecting complex as a series of successive instances of real options to estimate their value. Our purpose is to provide a new perspective for assessing more complex transfer agreement in continuous time compound real option.

Key Words: exploration transfer; real options; binomial grid method; net present value method; calculation of risk-neutral probability; option value

[编辑: 苏慧]