

实物期权理论及其在资产评估中的应用

王志强 梁明锻 陈培昆

内容提要: 本文认为现金流折现法是一种相对静态的价值评估方法,只有同时考虑资产的收益现值及其内嵌的实物期权价值才能比较准确评估未来不确定性特征比较明显的资产价值。本文探讨了实物期权方法在自然资源、房地产、研发项目及无形资产、柔性制造设备等资产的价值评估中的运用,最后应用二叉树模型对矿山开采权的评估案例进行了分析。

现金流折现法(以下简称 DCF 法)是一种传统的价值评估方法,该方法认为资产或公司的价值等于其预期现金流按照一定折现率贴现后的现值。从理论上讲,如果能准确预测资产或公司未来现金流,并对其相应的风险有个合理评估,那么采用该方法就能较准确评估资产或公司的内在价值。从 20 世纪 60 年代开始,DCF 法在欧美国家逐渐得到认同并被广泛使用。

一、实物期权理论及其对

资产评估方法的影响

随着时间的推移,越来越多的学者和实务界人士开始重新审视 DCF 方法,并提出批评意见。Myers (1977)指出,DCF 法倾向于低估不断获利的商业业务上的价值,公司财务理论需要拓展以考虑实物期权的价值。1982 年, Hayes 和 Garvin 指出, DCF 方法经常忽视投资的机会价值,因而决策者根据 DCF 法评估投资项目往往忽视企业竞争力,造成投资短视。Kulatilaka 和 Ross(1995)、Marcus(1992)等也揭示了 DCF 不能成功处理投资决策不确定性。总之,这些学者都认为: DCF 法评估的仅仅是资产本身静态的价值,并假定投资机会是不可逆(irreversible)和瞬时的(now-or-never)。它假设投资者仅凭当前信息对项目简单做出投资决策并直至项目终止,而忽略管理者可以延迟时间来解决更多不确定性问题的事实,

也忽略了管理者根据新信息能调整投资决策。

自从 Black 和 Scholes (1973) 与 Merton (1971, 1973) 有关连续时间期权定价公式的先驱性文章发表后, 期权定价广泛应用于金融领域。最初的期权一般指金融期权,但随着研究的深入,人们逐渐发现,实物资产同样存在期权。所谓实物期权就是指内嵌在实物资产中的未来选择权,即实物资产的拥有者根据未来外部环境的变化调整实物资产使用形态的灵活处置权,具体包括延迟期权、放弃期权、转换期权、扩张期权、改变营运规模的期权、增长期权和多阶段投资期权等。金融期权具有价值,实物期权同样具有价值。

从上个世纪 80 年代中后期开始,西方学者开始尝试运用金融期权定价方法评估实物期权的价值,从而产生了实物期权分析方法。这种方法理论上是在评估企业投资决策的时候,在传统决策分析的基础上运用期权定价模型对隐含在项目中的不确定性进行定义和评估。反映在实际操作上就是将实物期权的价值与用 DCF 法评估出来的资产静态价值相结合,从而得到更符合实际的资产价值。它不仅关注项目的财务现金流,而且运用期权定价模型对隐含在实物资产中的机会和灵活性进行定义和评估,本质上是一种与实际决策过程相吻合的动态分析模型。

二、实物期权在资产评估中的应用

作为一种与金融期权类似的处理投资灵活性的技术方法,实物期权的理论与方法最近二十年来逐渐被运用于一些不确定性特征比较明显的资产的价值评估。

1. 自然资源价值评估。1985 年, Brennan 和 Schwartz 发表文章探讨矿产资源的价值评估。他们以矿场的运营情况为分析对象,假定自然资源的价格随时间推移而波动,并考虑变动运营成本和固定的开业、关闭及矿石储备成本,在此基础上构建了一个关于开发、关闭一座生产某种自然资源的矿山的决策的一般性模型,并运用期权定价技术计算最佳的矿山开采与暂时关闭价格。随后, Siegel、Smith 和 Paddock(1987)以及 Hampson、Parson 和 Blitzer (1991)进一步发展了 Brennan 和 Schwartz 模型,用于石油的开发项目。Paddock, Siegel 和 Smith(1988)将期权定价方法应用于评价近海石油储备并决定何时开发它们,并用于对大陆架石油租赁合约的估价。认为未

开发的石油储备具有期权的性质，而且未来不确定性因素越多其价值就越大。而 Morck、Schwartz 和 Stangeland(1989)将实物期权分析方法用于森林资源，解决了典型的森林资源投资期问题。

2. 研发项目及无形资产的评估。一般说来，公司的研发项目耗资大、时间长、风险高，而且经常具有阶段性，而研发过程中有关项目前景的新信息将不断产生，因而研发项目属于多阶段投资并可视为复合期权。Majd 和 Pindyck (1987) 就这种随时都可能撤资的选择权提出投资决策模式，探讨可延迟但不可逆转的多阶段复合期权的定价方法。Myers (1984) 第一个提出期权定价理论应该用于研发投资项目评价，他观察到 DCF 方法对纯粹的研发项目评价毫无帮助，因为研发项目的价值几乎就是期权价值。Brealey and Myers (1988) 对此观点进行详细阐述，提出了用期权定价理论评价研发投资项目的程序。Kester(1984)将研发项目视为增长买权，其标的价值受到不确定性、项目可延迟性和利率的影响，并指出期权定价法比 DCF 法更适合评价研发投资项目。Mitchell 和 Hamilton(1988)将研发项目分为三类，即短期商业投资项目，战略投资项目和长期项目。他建议用 DCF 评价第一类项目，将第三类项目看成是知识积累，而将第二类称为战略配置并视同买权。Morris、Teisberg 和 Kolbe (1991)从长远的角度出发探讨选择研发项目的时机问题。他们假设存在两个具有相同期望收益但风险和不确定性不同的研发项目，证明了风险更高的项目更具投资价值。其分析的关键在于区分研发阶段和商业化阶段，以及认识到在研发阶段末期管理者可以避免不利倾向 (downwards) 的风险和可以获得商业化阶段的不确定性的价值。Perlitz、Peske 和 Schrank(1999)对研发项目中的实物期权评价进行了广泛研究，针对研发项目投资详细讨论了不同期权定价模型的适用性，确定了不同状态下应如何选择具体模型。

3. 房地产评估。房地产的价值不仅与其静态特征如地理位置、形状等有关，而且与开发模式、开发时间等管理决策因素有关。1985 年 Titman 发表了该领域开创性的文章，他用 Black 和 Scholes (1973) 以及 Merton (1973) 的方法考虑单一用途资产的最优开发问题，说明开发土地的价值应包含两部分：立即开发的价值和延迟开发而等待最佳使用的期权价值。Williams(1991)采用更复杂的方法，将简单离散

二项式模型拓展为连续时间模型。Capozza 和 Sick (1991)、Capozza 和 Li(1994) 研究了具有多种可选功能的房地产价值评估问题。Geltner、Riddiough 和 Stojanovich(1996)运用实物期权的方法评估具有多种可选用途的土地的价值，但他们着重于研究不同用途间的不可逆选择。Childs 和 Riddiough 和 Triantis (1996)则将条件放宽，允许各种用途的多重相互转换。最近几年西方学者通过实证研究证实了房地产期权的存在，如 Mayer 和 Somerville (2001)的实证研究结果支持了延迟开发土地具有等待期权价值。Gillen(2002)的实证结果证实不确定性的增加将增加土地的价值和波动水平。

4. 柔性制造设备的价值评估。为了适应瞬息万变的市场需求，依赖先进的技术，一些跨国公司开始将柔性制造设备应用于产品的生产。所谓柔性制造设备是指当消费者的需求发生变化时，企业可以通过快速调整制造设备，生产出符合消费者口味的产品。举例来说，日本的本田公司就曾经在加拿大投资柔性制造设备生产汽车。这种设备可以在一周内实现产品转换，而传统制造设备可能需要半年或更长时间。在评估柔性制造设备的价值时，不仅要计算其现有用途下的价值，还要计算其可根据市场变化调整产品的灵活性的价值，即实物期权的价值。Kulatilaka(1993) 考察了既能以汽油又能以天然气作燃料的工业锅炉的价值，评估了具有多种燃料选择功能的生产设备的价值。McLaughlin 与 Taggart (1992)、Kogut 与 Kulatilaka(1994)指出保持过剩生产能力的价值，该能力能迅速满足生产的最高要求，因为在资本扩张的行业中，其发展受制于两方面，一是产出需求的扩大，二是生产能力的增加需要从开始到完工的一个较长的导入期，所以设备闲置所产生的过剩生产能力就可以在扩张过程中产生巨大价值。Kulatilaka 和 Trigeoris(1994)则给出了使用多种燃料的生产厂商的转换期权的价值评估模型。Tannous (1996)建立了需求不确定时具有柔性生产量的设备的评价模型并确定了柔性生产量投资的最优水平。

此外，实物期权理论还广泛应用于其它领域，如用实物期权评价生物科技企业 and 网络公司的价值。Kellogg 和 Charnes(2000)利用决策树模型和成长期权模型来评估生化科技公司的股价，而 Schwartz 和 Moon(2000)建立连续时间的实物期权模型评估网络公司的价值。

三、实物期权应用案例分析

常用的期权定价方法有 Black-Scholes 模型、二叉树模型、蒙特卡罗方法和风险调整决策等方法。Black-Scholes 模型和二叉树模型是最基本的两种方法，尽管 Black-Scholes 模型具有完美的数学形式，但其前提假设比较苛刻，相对而言二叉树模型更为简便实用，现实中推广应用的潜力巨大，现结合案例进行分析。

现实中我们经常会碰到矿山开采权的价值评估问题，实物期权对这类开采权的评估具有相当的应用价值。我们以某金矿开采权的评估为案例介绍二叉树模型的具体应用。

评估标的描述：某公司拥有某大型金矿的 100 年开采权，如果正常开采，产量每年 50 000 盎司。公司有权根据黄金的市场价格决定金矿的开采或关闭。黄金提取和加工的成本约为每盎司 350 美元。因此，当国际市场黄金价格低于每盎司 350 美元时，毫无疑问金矿应停止开采，相反，若黄金价格上涨，该矿山可能重新开采。问题是重新开采的开工费用是 200 万美元，若关闭该矿，就应将设备封存且采取有效的环境保护措施，这要花费 100 万美元的停工费。如何评估这个标的的价值呢？

由于公司有权根据黄金的国际市场价格决定金矿的开业和暂时的关停，即投资者可以根据外部环境的变化选择开业（买权）和歇业（卖权），而且，由于存在着开工费和停工费，导致了开业和歇业的临界价格不一致，因此，这是一个复式期权。具体如图 1 所示。

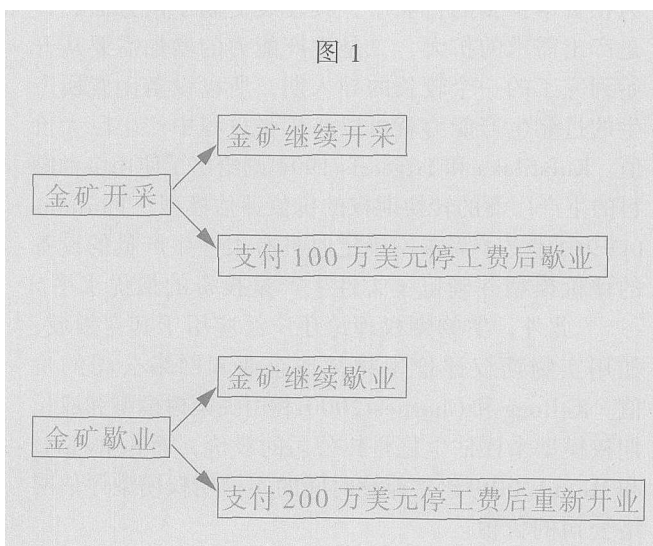


图 1

评估的关键是要先求出那两个据以决定让停业金矿开业和让开业金矿停业的最佳临界价格。我们将那两个价格分别称为开业价和停业价，它们满足：开业价 > 350 美元 / 盎司 > 停业价。评估所需的参数是无风险利率 r 和黄金收益的波动率 σ 。根据国际黄金市场的历史统计数据，可以知道黄金收益的波动率是每年 15%，取国债市场的一年期国债收益率 3.4% 为无风险利率。

根据上面有关参数，可以计算出黄金价格每次变化幅度，其中 u 为上涨的幅度， d 为下降的幅度。
 $u = e^{0.15/2} = 1.11$, $d = e^{-0.15/2} = 0.90$

接着计算每一次价格变化的风险调整概率，我们有：

$$3.4\% = \text{上涨概率} \times 0.11 + (1 - \text{上涨概率}) \times (-0.10)$$

可以算出上涨的概率等于 0.64。这意味着下跌的概率为 0.36。据此可以画出黄金价格变化的模拟图（以三期为例），如图 2 所示。

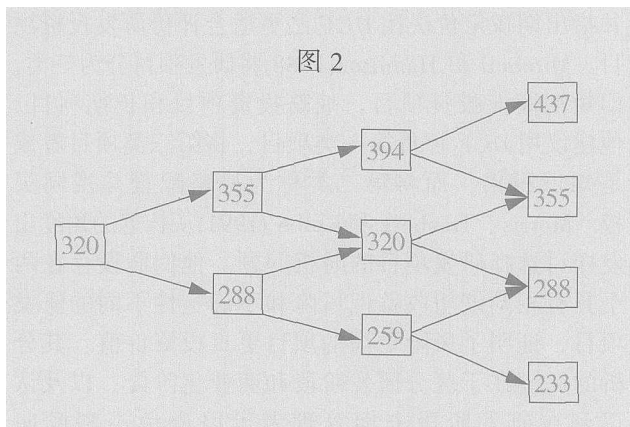


图 2

使用计算机模拟可得出该树中 5 000 种可能轨迹。在每个结点上，计算机有 0.64 的概率挑选价格向上运动及相应的概率 0.36 挑选价格向下运动。

下一步，选取临界价格，即开业价和歇业价。对开业价，设定为 \$ 360, \$ 370, …… \$ 500, 共 15 个值。对停业价，设定为 \$ 340, \$ 330, …… , \$ 100, 共 25 个值。

就开业价和停业价的可能选择范围得出的已折现现金流量期望值（共 $15 \times 25 = 375$ ）进行比较，并从中挑选最大值。

最后通过计算机模拟可以算出最优组合是开业价为 400 美元，停业价为 140 美元，此时开采权现
 （下接第 32 页）

值。在合理地计算出企业的各类资产价值后，可以采用分项加和的方法计算企业的评估价值。应该注意的是，这里分项加和的基础是用收益法而不是成本法确定的。

四、结束语

资产评估实质是对资产价值的评定和估算，而资产价值不可能是一个静态的、一成不变的概念，它反映了在某个特定环境下有关资产利益双方的价值观念。对于专用性资产而言，这种特征更加突出，专用性资产的价值依赖于众多的变化因素，如资产交易双方的力量、宏观经济环境、产品的市场条件、资产的最优用途和次优用途、资产之间的功能匹配、资产的区位等等。由于资产的专用性而造成的价值风险无疑会给资产评估业务带来风险，但是我们不能因此而回避这个问题。笔者希望能够通过拙文引出众多有识之士的真知灼见。

参考文献：

1. 全国注册资产评估师考试用书编写组：《资产评估》，中国财政经济出版社，2004年
2. 全国注册资产评估师考试用书编写组：《经济法》，中国财政经济出版社，2004年
3. 威廉姆森：《治理机制》，中国社会科学出版社，2001年中译本
4. 克莱因：《契约经济学》，经济科学出版社，1999年中译本
5. 陈明高：《资产评估价值的合理性分析》，中国资产评估，2003年第4期
6. 格罗斯曼、哈特：《所有权的成本和收益：纵向一体化和横向一体化的理论》，载于《企业制度与市场组织》，上海三联书店和上海人民出版社，1998年中译本

（作者单位：新疆大学经济与管理学院）

（上接第16页）

值等于14.67亿美元，这一数值是5,000种模拟的平均现值。次优组合是开业价为460美元，停业价为300美元，现值等于14.59亿美元。

四、结论

综上所述，我们可以发现西方实物期权的理论研究已经发展到比较成熟的阶段，实务界已经意识到实物期权是资产价值的重要组成部分，并采用各种方法加以估算。不仅如此，实物期权理论对西方跨国公司的资本预算流程也产生了深刻的影响。与之形成对比的是，在我国实物期权估价方法至今还不能为实务界人士广泛应用。根据上述案例的分析，评估界从业人员完全可以进行尝试。

参考文献：

1. 冯邦彦，徐枫.实物期权理论及其应用评介.经济学动态，2003，(10)。
2. 王志强.实期权对企业投资决策的影响分析.商业时代（理论版），2003,(17)。
3. Brennan, Michael J; Eduardo S. Schwartz, 1985, Evaluating Natural Resources Investments, Journal of Business, Vol.58 (2), pp.135-157.
4. Kogut, Bruce; Nalin Kulatilaka, 1994, Operating Flexibility, Global Manufacturing and the Option Value of a Multinational Network, Management Science, Vol.40 (1), pp.123-139.
5. Perlitz, Manfred; Peske, Thorsten and Schrank, Randolph, 1999, Real Options Valuation: The New Frontier in R&D Project Evaluation? R & D Management, Vol. 29 (3), pp255-270.
6. Titman, Sheridan, 1985, Urban Land Prices under Uncertainty, American Economic Review, Vol.75 (3), pp505-514.
7. Williams, J.T. 1991, Real Estate Development as an Option. Journal of Real Estate Finance and Economics 4: pp191 - 208.

（作者单位：厦门大学管理学院
厦门市大学资产评估有限公司）

MAIN CONTENT

The Address in the Concluding Conference on the Thorough Examination of National Appraisal Profession

by Mr. Zhu Zhigang, Vice Minister of MOF (P6)

Summary Report of National Appraisal Profession's Thorough Examination

by Mr. Jia Chen, Director General of Enterprise Department of MOF (P10)

Real Options Theory and its Application in Valuation

Wang Zhiqiang, Liang Mingduan, Chen Peikun (P14)

The authors believe DCF method is a relatively static valuation approach. If only both the NPV of the assets' benefits and its real options value are considered at one time, the value of the assets that will be obviously uncertain in the future could be appraised precisely. This article discusses the application of Real Options theory in the valuations of the natural resources, real estate, R&D projects, intangible assets and flexible manufacturing systems and etc. In the end, the Binomial Interest Rate Model is used to analyze the mining right valuation cases.

Analysis on Liquidity Discount in the Valuation of State-owned shares in listed companies

Yan Shaobing (P17)

In current securities market, theoretically, there are at least four aspects of business value, liquid controlling share, illiquid controlling share, liquid minority interest and illiquid minority interest. Based on the empirical research of the state-owned shares transfers through agreement, the average of the liquid discount is known to be 76.51%, the same with the description of the stock shares model or the model of business value. According to the result of the research, national supervision to the transfer price of state-owned shares appears to be effective and strengthened gradually. The controlling shares premium and minority interest discount do not exist if the minority interest is defined as the whole shares that are ranked three or more in share transfer according to the research. If the controlling share is defined as the transaction whose rank is one to ten in transfer, it should be studied whether the controlling shares premium and minority interest discount exist.

Study on Corporative Shares Valuation

Ji Min, Zhao Songzheng (P25)

Corporative share valuation is a new area of valuation in current economic situation. The authors analyze the policy risk, the market risk and the obstacle of valuation approach in practice, bring forward the items we should be concerned with, including the aspects of value type, valuation method and report disclosure. They collect 245 corporative share auction cases of listed companies in 2003, explain the relation among the transaction price, the net asset value per share and non-circulation price