

水利项目投资中实物期权决策

方大春

(安徽工业大学 经济学院, 安徽 马鞍山 243002)

摘要:传统方法净现值法(NPV)因自身局限性与水利项目特点,在水利项目投资决策的科学性与准确性受到质疑。本文通过两个实例说明,把实物期权方法引进水利项目决策中,能有效克服传统方法局限性,提高决策的科学性。最后对实物期权新思维在水利项目决策中的价值进行了总结。

关键词:投资;实物期权;决策

中图分类号: F830.59 **文献标志码:** A

随着《水利产业政策》的颁布,目前我国已初步形成了多渠道、多层次、多元化的水利投资格局,投资来源由过去主要靠财政性资金转变为财政性资金、贷款、社会筹资、外资等多种渠道;投资方式由过去政府独资转变为联合投资、中外合资、中外合作等多种形式。投资主体也由原来单一的政府变为政府、社会各界及企业单位、个人和外商多种形式。而追求经济效益最大化是除政府之外投资主体的首要原则。因此在水利建设项目投资方案决策之前,经济效果的评价是水利项目投资决策的核心内容。在投资决策中,应用传统投资决策方法,如净现值(NPV)法等,由于其自身的特点与局限性而导致决策不准确^[1]。另外水利建设项目建设周期比较长与已投资的固定资产的特定性,致使应用传统方法决策的科学性与准确性受到质疑。

1 传统投资决策 NPV 方法的局限性

风险投资决策传统方法主要包括:内部收益率(IRR)法、回收期法及净现值(NPV)法等,其中NPV法被认为是最有效的决策准则。对NPV法来说,一般是将各期的净现金流量折现为净现值,然后选择净现值大于零的项目,作为风险投资决策的依据。然而由于风险投资高风险、高收益的特性及经济环境的不确定性,运用传统的投资决策方法评价风险投资项目,其局限性日益突出^[2]。究其根源主要如下:

1)NPV法的假设前提之一是如果投资水利项目是可逆的,如果投资前景不好时,就可以中途撤回

投资项目,且投资费用可全部收回。但事实上水利投资项目一旦开工,如果中途放弃项目,则建设前期投入就会变为沉没成本,这笔成本无法收回。

2)NPV法假设前提之二是水利项目投资决策不能迟延,只能选择投资或不投资,但事实上投资者具有延期决策的权利。在风险投资过程中,当投资前景不利时,可以推迟投资,当投资环境朝着有利方向发展时,初期投资就为延期投资创造了机会,机会是有价值的。但传统方法忽视了在投资过程中有等待机会与创造机会这一灵活决策问题。

3)折现率的确定不科学。确定折现率主观性较强,依赖于当前对未来不确定因素的判断,认为未来不确定性越大,相应采用的风险折现率也越大,投资项目价值随之减小,低估了投资机会。一般来说,风险是随项目结束而逐步降低的,使用单一的折现率不能反映复杂的风险状况。

4)风险投资是一种高风险伴着高收益的投资形式,与常规项目相比,它的预期现金流量很难确定,很难获得准确的收益值。

因此,在风险投资决策中借助期权理论,引入实物期权方法可以弥补传统NPV方法所忽视风险投资的灵活性问题。它对于有效解决环境的不确定性对决策科学性的影响具有十分重要的意义。

2 实物期权理论与定价模型方法

投资可分为实物投资和金融投资两大类:在资本市场上,金融期权是赋予投资者在特定期限按事先约定的价格买入(或卖出)某种标的资产的权利;

收稿日期:2007-01-08

作者简介:方大春(1973—),男,安徽和县人,安徽工业大学经济学院教师,博士,主要从事区域经济与技术经济研究。

在实物投资中同样存在类似金融期权的选择权,即可以把决策者对未来不确定性的柔性把握,即决策者可视经营环境的变化、调整投资规模、投资机会、目标领域等的灵活性看作是期权的持有或创造。实物期权的概念首先是麻省理工学院斯隆管理学院的 Myers 教授在 1977 年提出的。他认为,一个投资项目产生的现金流所创造的利润应来自于目前所拥有资产的使用,再加上对未来投资机会(增长机会)的选择。这种增长机会可以被看作是实物资产的看涨期权,这期权的执行价格是获得这项资产的将来投资。因为其标的物为实物资产,相对于金融期权而言将此类期权称为实物期权(real option)。与金融期权类似,实物期权包含有权利而不需承担义务。实物期权可分为单一期权和复合期权。单一期权包括增长期权、延迟(等待)期权、转换期权、放弃期权;复合期权是指一系列实物组合期权,在分阶段投资中,先期的投资是后期投资的一种实物期权,两者构成一个复合期权。

实物期权的定价模型常有以下两种^[3]:

1) 二叉树期权定价模型(BTOPM):假设在风险中性与每一期将出现两种可能性的条件下所构建的现金流量或价格波动的模型。设股票期初的价格为 S , 期权价格(期权费)为 P 。期末时期权价值为 P_u (股价上升)和 P_d (股价下降)。股票到期价格为 S_u (股价上升)和 S_d (股价下降)。为了避免风险损失,构造一个证券投资组合使期末时两种情况收益相等。证券投资组合包括多头(买进) x 股股票和空头(卖出)一个买权(如表 1)。(r 为无风险利率)

表 1 二叉树期权投资组合

投资组合	期 初	期 末	
		上升	下降
买进 x 股股票	xS	xS_u	xS_d
卖出一个买权	P	$-P_u$	$-P_d$
合计	$xS - P$	$xS_u - P_u$	$xS_d - P_d$

$$xS_u - P_u = xS_d - P_d, x = \frac{P_u - P_d}{S_u - S_d}$$

$$xS - P = (xS_u - P_u)e^{-r}; P = xS + (P_u - xS_u)e^{-r}$$

$$\text{整理得: } P = e^{-r}[\alpha P_u + (1 - \alpha)P_d]; \alpha = \frac{e^{-r} - d}{u - d}$$

其中: u 为股价上升后对原价的倍数; d 为股价下降后对原价的倍数。

2) 布莱克——斯科尔斯模型(Black—Scholes Model): Fischer Black 和 Myron Scholes 于 1973 年提出的基于无红利支付股票的欧式期权定价模型。该模型的提出是金融期权定价理论一个重大突破, Myron Scholes 因此而获 1997 年诺贝尔经济学奖。在假设股票价格遵循几何布朗运动、期权到期时股票价格服从对数正态分布等一系列假设条件的基础上,给出了欧式看涨期权的定价公式。持有投资机会就像持有一个金融看涨期权,投资项目相对于金融期权的标的物,项目的投资支出相当于期权的执行价格(X),投资期内项目的收益现值相当于标的物的当前价格(S),在不失去投资机会的前提下投资决策可推迟的时间相对于期权距到期日的时间($T-t$),投资资产未来收益的不确定性相对于期权中标的物的风险。则根据布莱克——斯科尔斯模型中的一般金融期权的标准定价模型,我们可以得出实物期权价值的定价公式为:

$$C = S \cdot N(d_1) - Xe^{-r(T-t)} \cdot N(d_2);$$

$$d_1 = \frac{\ln(S/X) + (r + \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}};$$

$$d_2 = \frac{\ln(S/X) + (r - \sigma^2/2)(T-t)}{\sigma \sqrt{T-t}}$$

$$= d_1 - \sigma \sqrt{T-t};$$

其中: C 是项目投资的期权价值; S 是投资期内项目的收益现值; X 是项目的投资支出; r 是年无风险的复合利率; $T-t$ 是投资决策可延缓时间(年); σ 是项目年回报率标准差; $N(d)$ 是标准正态分布的随机变量值低于 d 的概率。

3 实物期权决策方法的应用实例

由实物期权理论可知,投资项目的价值应由两部分组成: $TNPV$ (投资项目的全部价值) = NPV (投资项目的内在价值) + C (投资项目的期权价值)。我们对项目投资决策标准进行了重新的修订:若 $TNPV > 0$, 则项目可以实施,反之不可。下面通过两个实例来阐述。

3.1 水利投资决策的等待性选择

某水库项目需投资 60 万元,开始因市场环境不明朗会有两种情况出现。如果市场情况好时,第一年内收益的净现值是 25 万元,第一年末该项目净现值为 150 万元,买权到期净现值是 90 万元,即 $\max(0, 150 - 90)$ 万元;如果市场情况坏时,第一年内收益的净现值是 10 万元,第一年末该项目净现值为 40 万元,买权到期净现值为 0,即 $\max(0, 40 - 60)$ 万

元。经过专家预测,第一年市场好坏情况的概率是6:19。对中性风险投资者来说,其项目的价值为:

$$NPV = \frac{6}{25} \times (25 + 150) + \frac{19}{25} \times (10 + 40) = 80 \text{ (万元)}$$

元)。按传统的方法来看,其净现值 $NPV > 0$,项目可以投资。但要冒市场情况坏时投资净现值小于零的风险,即 $10 + 40 - 60 = -10$ (万元)损失。如果投资项目等待一年期权价值大于项目的内在收益价值,对于风险中性或风险厌恶的投资者就不必冒损失风险立即去实施该投资项目,在观察一年后再决定。假定无风险报酬率为10%,按照二项树模型,可以解出这一等待一年的机会价值:

$$u = 175 / 80 = 2.1875; d = 50 / 80 = 0.625. \alpha = (1.10 - 0.625) / (2.1875 - 0.625) = 0.304.$$

$$\text{等待的实物期权价值为: } P = \frac{0.304 \times 90 + 0.696 \times 0}{(1 + 10\%)} = 24.87, \text{ 即等待一年机会价值为 } 24.87 \text{ 万元。}$$

也就是说如果暂不投资,相当于持有一个价值为24.87万元的机会。如果立即投资,便失去了这样一个价值为24.87万元的机会,即使得到了上述买权的内在价值,即 $80 - 60 = 20$ (万元),但总的来说,损失4.87万元的等待期权价值。

3.2 水利项目分阶段投资决策

某市需要兴建引水工程解决生产用水,需要用水公司投资入股。如先投资1000万元,在以后6年内免费用水如表2所示水费,即为项目1。但如投资项目1后,三年后如用水量增加,可拥有再投资(项目2)的权利,其三年后的再投资额与免费水费净现金流量如下表2,否则三年后需增加用水量要高价买入。那么该公司是否要在开始投资引水工程。(资金的折现率是10%,资金单位为万元)

表2 项目现金流量

年限	0	1	2	3	4	5	6
项 目1	投资额	1000					
	净现金流量		200	300	300	200	100
项 目2	投资额				2600		
	净现金流量					900	1200

项目1与总体项目的净现值如下:

$$NPV_1 = -1000 + \frac{200}{(1+0.1)} + \frac{300}{(1+0.1)^2} + \dots + \frac{50}{(1+0.1)^6} = -118 \text{ (万元)}$$

$$NPV = NPV_1 + NPV_2 = -1000 + \frac{200}{(1+0.1)}$$

$$+ \frac{300}{(1+0.1)^2} + \frac{300-2600}{(1+0.1)^3} + \frac{200+900}{(1+0.1)^4} + \frac{100+1200}{(1+0.1)^5} + \frac{50+1000}{(1+0.1)^6} = -148.5 \text{ (万元)}$$

因为 $NPV_1 < 0, NPV < 0$, 如按传统NPV方法,不可投资1000万参股。投资者却忽视了三年后项目2的环境变化可能带来的价值,即可追加的投资项目2的未来收益的波动率较大,未来水价是不确定的,项目2可能有较大的收益可能。投资项目1就相当于拥有一个期限为3年,标的物是项目2的看涨期权。在年无风险的复合利率 $r = 5\%$ 、 $\sigma = 25\%$ 条件下,标的物(项目2)看涨期权的价格为:

$$X = 2400; t = 3; S = \frac{900}{(1+0.1)^4} + \frac{1200}{(1+0.1)^5} + \frac{1000}{(1+0.1)^6} = 1924.3$$

根据 Black-Scholes 公式得:

$$d_1 = -0.132, N(d_1) = 0.4483; d_2 = -0.132 - 0.25 \times \sqrt{3} = -0.565, N(d_2) = 0.2843$$

$$C = 1924.3 \times 0.4483 - 2600 \times e^{-0.15} \times 0.2843 = 226.5 \text{ (万元)}$$

投资项目1的总价值 $TNPV = NPV_1 + C = -148.5 + 226.5 = 78$ (万元) > 0 。投资项目1的全部价值为78万元,由于水是生产必需生产资料,水资源总体趋势是供小于求,水价在枯水年份可能较高,增加用水(执行项目2)的未来期权的应用可能性与收益都较大,在引水工程之初,投资1000万是明智的,有战略眼光的。

4 实物期权在水利项目投资中的价值

实物期权价值在于创造价值,逃避风险,发现价值等方面,实物期权理论是不确定情况下新的决策思维方式^[4]。

1) 创造实物期权创造价值。在不确定性条件下,投资者应该有所行动以获取未来可能出现的获利机会,而不是坐等其变化。这种预先的小额投资活动为投资者建立了一个灵活决策的平台,使投资者拥有接触未来机会的优先权。未来机会能否出现得靠运气,但抓住机会要靠投资者创造实物期权这一平台能力。实物期权理论就是分析这种平台作用的理论,它能将运气的作用从那些预见因素中区分出来。实物期权理论对待不确定性事件的思想对投资者的启示是:当外界环境混沌、不明朗时,应积极创建相关的期权并持有这些期权,直到环境变得清晰可见或机会成熟时,再据此决定执行期权获得发

展机会还是放弃期权。

2) 购买实物期权降低风险。不确定条件下, 投资者一方面要为未来赢得获利或增长机会, 另一方面还要关注风险。风险是与不确定性紧密相连的, 在不确定性条件下, 未来不可预期, 各种发展可能性并存, 投资者的任一行动方案都会暴露在未来的可能不利后果之中, 即产生风险。虽然外界不确定性水平很难改变, 但投资活动的风险可以改变, 即通过投资改变资产的不确定性, 从而降低风险。实物期权理论中, 风险的降低是以固定损失为限, 即最大损失不过为期权的沉没成本。在不确定性情况下对一个重大战略投资进行分解具有价值, 这种阶段性投资或阶段性扩张, 人为地构造和嵌入了许多期权, 因而, 可以大幅度降低风险。

3) 投资决策的柔性化。实物期权赋予了决策者选择权利, 使决策和行动具有柔性, 从而拥有期权的投资项目比没有期权的项目更能随环境变化而调整, 即前者的环境适应性强, 成功的概率更高。如果市场条件比预期有利, 投资者可以追加投资; 反之, 如果市场不利, 投资者可以减少支出。期权理论要求决策者在项目所容许的延缓期限内, 选择最佳的投资时间, 而不必立即投资。

4) 投资的适时性决策。水利项目实施后, 随环境变化其净现值与期权价值也在改变, 如何对项目后适时决策, 要看项目期权价格(C)与项目净现值

(NPV)的关系而确定: ① $NPV > C > 0$ 时, 执行该项目; ② $C > NPV \geq 0$, 执行或者等待; ③ $NPV < 0, C > |NPV|$, 则继续维持经营, 如果退出, 但经营环境好时再想进入, 需要与前期相同的重置成本, 降低再投资的收益; ④ $NPV < 0, C < |NPV|$, 则放弃。因而, 持有期权的投资者需掌握环境的变化, 根据期权与净现值两者之间关系在最佳时间内进行决策。

5 结论

水利建设项目风险大、不确定性因素多的特点, 恰好符合实物期权的使用条件; 同时水利建设项目建设周期长、固定资产专用性的特点, 正好与实物期权不可逆性与柔性决策特点相吻合。这给实物期权提供了应用的天地。目前南水北调中参股投资与水权市场的建设已开始应用实物期权理论, 并且取得良好效果。

参考文献

- [1] 刘芳, 刘发全. 实物期权在水利项目投资决策中的应用初探[J]. 水利经济, 2005(5): 14—16.
- [2] 马晓国, 李宗植, 翟铁华, 等. 实物期权法在投资项目决策中的应用[J]. 工业技术经济, 2005(1): 120—122.
- [3] 张亦春. 金融市场学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1999.
- [4] 刘明霞. 实物期权理论及其管理思维[J]. 科技进步与对策, 2004(6): 59—61.

Investment Decision—making in Water Conservancy Projects Based on Real Options

FANG Da-chun

(School of Economics, Anhui University of Technology, Ma'anshan Anhui 243002, China)

Abstract: Due to traditional evaluation methods some limitations and water conservancy investment characteristics, the exactness and legitimacy of decision—making method is doubted through applying present value method to invest Water Conservancy Projects. The real options method can overcome their traits and enhance exactness and legitimacy of decision—making, it is illuminated through two examples in the paper. In the end, some effect based on real options are summarized.

Key words: investment; real options; decision—making