



第四节 实物期权价值评估



第四节 实物期权价值评估

【知识点一】实物期权价值概念

实物资产投资在执行过程中可能会出现许多新变化和新机会，给投资者带来经营灵活性。这些经营灵活性嵌入在**投资项目**中，通常可以增加项目投资者的**选择权**，对于项目价值评估或资本预算具有革命性的影响。由于这些选择权是以实物资产为标的资产，是未来可以采取某种行动的权利而非义务，因此被称为实物期权。

实物期权隐含在投资项目中，一个重要的问题是将其识别出来。并不是所有项目都含有值得重视的期权，有的项目期权价值很小，有的项目期权价值很大。这要看项目不确定性的**大小，不确定性越大，则期权价值越大。**



第四节 实物期权价值评估

【知识点一】实物期权价值概念

实物期权估价使用的模型主要是**BS模型**和**二叉树模型**。

通常BS模型是首选模型，它的优点是使用**简单并且计算精确**。它的应用条件是实物期权的情景符合BS模型的假设条件，或者说该实物期权与典型的股票期权相似。

二叉树模型是一种替代模型。它虽然没有BS模型精确，但是比较**灵活**，在特定情景下优于BS模型。二叉树模型可以根据特定项目模拟现金流的情景，使之**适用于各种复杂情况**。

本节主要讨论三种常见的**实物期权**：**扩张期权**、**延迟期权**和**放弃期权**。



第四节 实物期权价值评估

【知识点二】扩张期权

公司的扩张期权包括许多种具体类型：例如，采矿公司投资于采矿权以获得开发或者不开发的选择权，尽管目前它还不值得开采，但是，产品价格升高后它却可以大量盈利；房屋开发商要投资于土地，经常是建立土地的储备，以后根据市场状况决定新项目的规模等。如果它们今天不投资，就会失去未来**扩张的选择权**。（看涨期权）



第四节 实物期权价值评估

【知识点二】扩张期权

[例6-17]A公司是一家颇具实力的智能终端设备制造商。公司管理层估计智能穿戴设备可能有巨大发展，计划引进新型生产技术。考虑到市场的成长需要一定时间，该项目分两期进行。第一期项目的规模较小，目的是迅速占领市场并减少风险，大约需要投资**1 000**万元；20×1年建成并投产，预期税后营业现金流量如下表所示。第二期20×4年建成并投产，生产能力为第一期的2倍，需要投资2 000万元，预期每年税后营业现金流量800万元。智能终端行业风险很大，未来现金流量的不确定性也很大，可比公司的股票价格标准差为35%，可以作为项目现金流量的标准差。假设投资的必要报酬率为**20%**，无风险报酬率为10%，第二期项目的决策必须在20×3年底前决定。



第四节 实物期权价值评估

智能穿戴设备项目第一期计划

单位：万元

项目	20×0年末	20×1年末	20×2年末	20×3年末	20×4年末	20×5年末
税后营业 现金流量		200	300	400	400	400

智能穿戴设备项目第二期计划

单位：万元

项目	20×0年末	20×4年末	20×5年末	20×6年末	20×7年末	20×8年末
税后营业 现金流量		800	800	800	800	800



第四节 实物期权价值评估

- (1) 假设不考虑期权，分别计算第一期项目和第二期项目的净现值。
- (2) 要求采用BS模型确定考虑期权的第一期项目净现值。
- (3) 判断应否投资第一期项目。



第四节 实物期权价值评估

入：1384.54
出：1502.63

入：2392.49
出：2000

(1) 假设不考虑期权，分别计算第一期项目和第二期项目的净现值。

第一期项目净现值

$$200 \times 0.8333 + 300 \times 0.6944 + 400 \times 0.5787 + 400 \times 0.4823 + 400 \times 0.4019 - 1000 = -39.87$$

第二期项目的净现值

$$800 \times (P/A, 20\%, 5) / (1+20\%)^3 - 2000 / (1+10\%)^3 = 2392.49 / 1.2^3 - 1502.63 = -118.09$$

这两个方案采用传统的现金流量折现法分析（即不考虑期权），均没有达到公司投资必要报酬率。计算净现值时，使用的税后营业现金流量是期望值，实际现金流量可能比期望值高或者低。公司可以在第一期项目投产后，根据市场的发展状况再决定是否上马第二期项目。因此，应当考虑扩张期权的影响。



第四节 实物期权价值评估

2. 布莱克-斯科尔斯模型

布莱克-斯科尔斯模型的公式如下：

$$C_0 = S_0 \times N(d_1) - X e^{-Rc t} \times N(d_2)$$

$$C_0 = S_0 \times N(d_1) - PV(X) N(d_2)$$

两种表达

其中：

$$d_1 = \frac{\ln(S_0 / X) + (Rc + \frac{\sigma^2}{2})t}{\sigma \sqrt{t}}$$

$$d_1 = \frac{\ln[S_0 / PV(X)]}{\sigma \sqrt{t}} + \frac{\sigma \sqrt{t}}{2}$$

两种表达

$$d_2 = d_1 - \sigma \sqrt{t}$$



第四节 实物期权价值评估

式中：

C_0 ——看涨期权的当前价值

S_0 ——标的股票的当前价格/**第二期项目现金流量现值**

$N(d)$ ——标准正态分布中离差小于 d 的概率

X ——期权的执行价格/**第二期项目的投资额**

e ——自然对数的底数， $e \approx 2.7183$

R_c ——连续复利的年度的无风险利率

t ——期权到期日前的时间（年）/**0时点到执行第二期**

项目的投资时间

$\ln(S_0/X)$ —— S_0/X 的自然对数

σ^2 = 连续复利的以年计的股票回报率的方差



第四节 实物期权价值评估

入：1384.54

入：2392.49

出：1502.63

出：2000

(2) 要求采用BS模型确定考虑期权的第一期项目净现值。

$$\begin{aligned}d_1 &= \frac{\ln[S_0/PV(X)]}{\sigma\sqrt{t}} + \frac{\sigma\sqrt{t}}{2} \\&= \frac{\ln(1384.54 \div 1502.63)}{0.35 \times \sqrt{3}} + \frac{0.35 \times \sqrt{3}}{2} \\&= \frac{\ln 0.9214}{0.6062} + \frac{0.6062}{2} \\&= \frac{-0.0818}{0.6062} + 0.3031 \\&= -0.1349 + 0.3031 \\&= 0.1682 \\d_2 &= d_1 - \sigma \times \sqrt{3} \\&= 0.1682 - 0.6062 \\&= -0.438\end{aligned}$$



第四节 实物期权价值评估

入: 1384.54	入: 2392.49
出: 1502.63	出: 2000

(2) 要求采用BS模型确定考虑期权的第一期项目净现值。

查附表7“正态分布下的累计概率 [N(d)]”，可得：

当 $d_1=0.16$ ， $N(d_1)=0.5636$

当 $d_1=0.17$ ， $N(d_1)=0.5675$

内插法，求解 $N(d_1)$

$$(0.1682-0.16) / (0.17-0.16) = (N(d_1) - 0.5636) /$$

$$(0.5675-0.5636)$$

$$N(d_1) = 0.5667 \quad \text{同理可得} \quad N(d_2) = 0.3307$$

$$C = S_0 N(d_1) - PV(X) N(d_2) = 1384.54 \times 0.5667 -$$

$$1502.63 \times 0.3307$$

$$= 784.62 - 496.91 = 287.71 \text{ (万元)}$$



第四节 实物期权价值评估

附表七

正态分布下的累积概率 $[N(d)]$

(即变量取值小于其均值与 d 个标准差之和的概率)

X/σ	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.5000	0.5040	0.5080	0.5120	0.5160	0.5199	0.5239	0.5279	0.5319	0.5359
0.1	0.5398	0.5438	0.5478	0.5517	0.5557	0.5596	0.5636	0.5675	0.5714	0.5753
0.2	0.5793	0.5832	0.5871	0.5910	0.5948	0.5987	0.6026	0.6064	0.6103	0.6141
0.3	0.6179	0.6217	0.6255	0.6293	0.6331	0.6368	0.6406	0.6443	0.6480	0.6517
0.4	0.6554	0.6591	0.6628	0.6664	0.6700	0.6736	0.6772	0.6808	0.6844	0.6879
0.5	0.6915	0.6950	0.6985	0.7019	0.7054	0.7088	0.7123	0.7157	0.7190	0.7224
0.6	0.7257	0.7291	0.7324	0.7357	0.7389	0.7422	0.7454	0.7486	0.7517	0.7549
0.7	0.7580	0.7611	0.7642	0.7673	0.7704	0.7734	0.7764	0.7794	0.7823	0.7852
0.8	0.7881	0.7910	0.7939	0.7967	0.7995	0.8023	0.8051	0.8078	0.8106	0.8133
0.9	0.8159	0.8186	0.8212	0.8238	0.8264	0.8289	0.8315	0.8340	0.8365	0.8389
1.0	0.8413	0.8438	0.8461	0.8485	0.8508	0.8531	0.8554	0.8577	0.8599	0.8621

0.1682

$N(-d_2)$

$N(d_1)$



第四节 实物期权价值评估

(3) 判断应否投资第一期项目。

第一期项目不考虑期权的价值是-39.87万元，：它可以视为取得第二期开发选择权的成本。投资第一期项目使得公司有了是否开发第二期项目的扩张期权，该扩张期权的价值是287,71万元。考虑期权的第一期项目净现值为247.84万元（ $287.71 - 39.87$ ），因此，投资第一期项目是有利的，应投资第一期项目。

决策依据：第一期项目不考虑期权的价值+后续扩张期权的价值 >0 ，投资第一期项目是有利的。



第四节 实物期权价值评估

入：1384.54

入：2392.49

出：1502.63

出：2000

【何你说】

扩张期权命题角度为：两期项目，不含期权第一期项目大概率净现值为负数，利用BS模型计算扩张期权价值，第一期项目不考虑期权的价值+后续扩张期权的价值 >0 ，最终含有期权的项目净现值 >0 ，第一期项目可投资。（1期不赚，2期赚）

BS模型的关键参数： S_0 ——第二期项目现金流量现值（流量是税后营业现金流量，折现率是投资的必要报酬率）

$PV(X)$ ——第二期项目的投资额现值（流量为第二期项目的投资额，金额稳定，折现率是无风险利率）

t ——0时点到执行第二期项目的投资时间