

基于期权定价理论的 R &D 投资决策思想^{*}

沈厚才 王文平 黄 凯

(东南大学经济管理学院, 南京 210096)

摘要: 当今竞争激烈的市场要求企业重视 R &D 投资。本文在探讨了单纯运用系统 DCF 方法进行 R &D 投资决策的局限性后, 将 R &D 投资与金融期权进行类比, 提出了 R &D 投资决策的期权定价方法。

关键词: R &D 投资决策; DCF 方法; 期权定价理论

1 引言

市场经济就是竞争经济, 而企业竞争优势的源泉之一是企业 R &D 工作, 因此, 许多企业已经将 R &D 工作提高到企业战略的高度。如何在高度不确定的市场条件下作出 R &D 投资决策成了这些企业所关心的重要问题之一, 解决这一问题最简单直接的方法, 就是运用现有的资金流贴现 (DCF) 法。但是 DCF 方法将 R &D 项目看成是静态的和一次性的, 而且忽视了 R &D 项目对企业的潜在战略价值。

实际上, R &D 项目的直接成果并不表现在企业经营资金流上面, 而是在于能为企业将来带来资金流的新产品或新技术, 这对企业在复杂多变的竞争条件下能持久地生存与发展有着战略意义。我们将把这种潜在的投资机会与金融看涨期权类比, 进而可以利用期权定价理论来修正传统的 DCF 方法, 为企业的 R &D 战略投资决策提供一种更有效的思路。

2 传统的资金流贴现 (DCF) 法

运用传统的资金流贴现 (DCF) 方法进行 R &D 投资决策, 其基本过程是: 首先, 假定 R &D 项目生命周期为 n 个时期, 估计 R &D 项目各时期资金流 $(CF)_t$, $t = 1, 2, \dots, n$ 。由于它是不确定的, 所以要估计的是各时期的期望资金流 $E(CF)_t$ 。然后, 用投资的机会成本 k 作为贴现率, 将各时期期望资金流贴现 $\frac{E(CF)_t}{(1+k)^t}$, 并求和得到该 R &D 项目的资金流

* 国家自然科学基金资助项目 (全同号: 79470020)

收稿日期: 1997-12-24

现值和

$$PV = \sum_{t=1}^{\infty} \frac{E(CF)_t}{(1+k)^t} \quad (1)$$

最后, 根据净现值 (NPV) 准则比较 R & D 项目的现值 PV 及投资成本 I 得到该 R & D 项目的净现值

$$NPV = PV - I \quad (2)$$

如果 $NPV \geq 0$, 该 R & D 项目可以投资, 否则就不应该投资。

由于 R & D 项目具有很大的不确定性, 在运用 DCF 方法进行投资决策时, 就可能要求选择一个很大的贴现率, 以反映其不确定性, 这就会造成许多有潜在战略价值的 R & D 项目得不到应有的重视。因为贴现率越大, 项目的短期利益越受重视, 而 R & D 投资并非指望取得立竿见影的效果, 而在于它能开发出新的产品、市场、技术等, 为企业长远的增长开拓新的空间、新的领域。另外, 有些企业采用了低贴现率的方式运用 DCF 方法进行 R & D 项目的评价, 以弥补上述问题, 但并没能从根本上解决问题, 又容易造成 R & D 项目的过高估计, 从而造成过高的 R & D 投资。

从上述基于 DCF 的 R & D 投资决策过程我们可以看出, 它将 R & D 投资决策看成是一次性的, 不可推迟的静态行为, 即把 R & D 项目与 R & D 成果的商业化——生产经营投资是一体化、不可分的; 而且这一方法还认为企业管理是无弹性的, 即不能随着市场条件的变化调整企业决策——推迟生产经营、扩大生产经营规模或缩小生产经营规模等, 而这种企业决策的弹性又反过来改变了 R & D 项目将来的风险结构, 这又进一步降低了基于 DCF 的 R & D 投资决策方法的有效性。

3 期权定价理论

期权是一种衍生的证券, 它让拥有者以特定的价格 (执行价格) 在未来特定的日期或之前购买或卖出一定数量的基本证券 (如股票) 的权利, 而非义务。例如你现在拥有了一个看涨期权, 它能让在今后一年之内任何时刻 (美式看涨期权) 以 100 元购买现在为 110 元的股票。这份期权显然是有价值的, 因为你立即行使的话马上有 10 元的收益; 如果该股票现在只值 90 美元, 该期权仍然有价值。因为该股票在今后一年内总有可能超过 100 元, 到时你仍可以行使该期权。仍然获取收益; 最坏情况就是该股票价格不会超过 100 元, 你不必行使期权。因此, 假设股票期权行使价格为 X, 股票期权行使时股票价为 S_T , 则看涨期权的收益即期权价值为

$$V_T = \max\{S_T - X, 0\} \quad (3)$$

上式说明了股票未来价格越高, 期权的价值越大, 而行使价格越大, 期权价值越小。但股票未来的价格是不确定的, 可以知道的只有股票的现价及其股票价格的变化规格。如果股票现价越高, 意味将来股票价格大于执行价格的可能性越大, 或者大于行使价格的程度越大; 如果股票波动率越大, 说明股价上升或下降的机会越大, 由于期权收益 (价值) 的非对称性, 因而也增加了看涨期权的价值。对于期权有效期限, 更长的期限将会比短期限有更大的可能性使股价高于行使价格。这些因素如何具体地影响期权价值以及如何最优地行使期权, 目前成了学术界、金融界最关心的问题。第一个最简单的也是应用最广泛的

定价公式是由已故美国经济学家 F. Black 与 1977 年诺贝尔经济学奖获得者 M. Scholes 于 1973 年所提出的。

Black—Scholes 期权定价公式是建立在如下假设基础之上:

- 1 股票价格变化遵循自然对数正态分布
- 2 市场是无摩擦的, 即没有交易费用或税收, 所有证券高度可分的
- 3 不存在无风险套利机会
- 4 无风险利率, 及股票波动率是常数。

据此, Black 与 Scholes 推导出了无红利欧式看涨期权价值

$$V(s, x, t) = sN(d_1) - xe^{-rt}N(d_2) \quad (4)$$

其中

$$d_1 = \frac{\ln(s/x) + (r + \sigma^2/2)t}{\sigma\sqrt{t}} \quad (5)$$

$$d_2 = d_1 - \sigma\sqrt{t} \quad (6)$$

$V(s, x, t)$ 为期权价值

s 为股票现价

x 为期权契约中的行使价格

t 为期权有效期, 用年表示

r 为无风险利率

σ 股票价格波动率

$N(d)$ 为标准正态分布变量的累计概率分布函数 (即该变量小于 d 的概率)

4 将 R & D 投资看作是创造期权

将 R & D 投资看作是创造期权, 实质上是将 R & D 项目成果——新产品或新技术未来的生产经营投资机会, 类比成金融看涨期权。这完全不同于将 R & D 项目投资看成是一次性的、立即进行生产经营的 DCF 方法。

将 R & D 投资决策看作是创造期权的关键是, 将 R & D 项目特征与期权特征形成联系: 我们可以将企业潜在投资所拥有的生产经营资产类比成金融期权行使后所购买的股票; 预期的生产经营资产投资类比成期权行使价格, 它与 R & D 项目的水平、生产经营规模以及与原有生产经营技术的关联性有关; 由于 R & D 成果——新产品或新技术总会受到国家的保护, 这种保护期限使企业能够推迟而不必立即进行生产经营投资, 这期限就相当于金融期权的有效期; 基于新产品或新技术的生产经营资产的未来价值与企业为其开拓市场的能力有关, 也与市场中的竞争者所可能采取的竞争行为等有关, 这些都使得它在未来具有很大的不确定性, 类似于股票价格的波动率, 我们也可用其收益的标准差来描述; 另外, 我们还要估计基于新产品或新技术的未来生产经营资金流, 并运用传统 DCF 法 (1) 计算贴现值, 并将它类比成股票的现价。如此, 我们可以运用金融期权定价理论、哪怕是最简单的 Black—Scholes 公式 (4) ~ (6) 计算出 R & D 项目所创造未来新的生产经营投资机会的价值, 这是传统的 DCF 方法所忽视的潜在战略价值。因此, 基于期权定价理论的 R & D 投资决策准则就成了:

如果该 R &D 项目的创造的潜在投资价值大于该 R &D 项目的原始投资费用, 则该 R &D 项目就该投资; 否则, 不应投资。

上述基于期权定价理论的 R &D 投资决策方法极大的改变了传统的思想。R &D 投资是动态的, 非静态的, 而且潜在生产经营投资决策应是在最佳的时刻作出, 即可以在某些不确定性消除后再作出。这也意味着, 风险以两种不同的方式包含在 R &D 项目价值之中: 一种是所投资经营领域的风险即系统风险, 它包含在贴现率之中; 另一种是与经营条件变化有关的风险, 它包括在波动率之中; 它是基于期权定价理论的 R &D 投资决策中最基本最主要的因素, 也正是由于后一种不确定性, 企业可以随着不确定性的消失, 进一步调整决策。另外, 这一方法并非是对传统 CF 方法的完全取代, 而是一种有益的补充。

5 示例

为了说明基于期权定价理论的 R &D 投资决策思想, 现用如下示例说明。某企业正在考虑是否开发与生产某种新产品, 产品开发预计需要花费 15 万元, 生产经营预计需要投资 100 万元, 按传统的 DCF 分析表明, 该新产品生产经营投资后的资金流现值 PV 仅为 90 万元, 那么该新产品开发与生产经营项目的净现值为。

$$NPV = 90 - 15 - 100 = -25 \text{ 万元}$$

根据净现值准则, 该项目不应该投资。但是, 该新产品的未来市场是不确定的, 所以未来经营资金流是波动的, 市场调查估计其波动率大致为 30%, 而且根据国家科学技术政策与知识产权条例, 假定新产品生产经营有两年保护期限, 否则就会失去这一机会。因此, 按照上一节的论述, 我们将该 R &D 项目看成是用 15 万元购买了一个有效期为两年期权, 用 100 万元投资于一个目前仅值 90 万元生产经营项目, 如果无风险收益率为 7%, 则, 根据上需的 (5) 和 (6) 得到

$$d_1 = \frac{\ln(90/100) + (0.07 + 0.3 + 0.3^2) \times 2}{0.3\sqrt{2}} = 0.4343$$

$$d_2 = 0.4343 - 0.3\sqrt{2} = 0.0100$$

从而有

$$N(d_1) = 0.6679$$

$$N(d_2) = 0.5040$$

代入 (4) 式得到该期权价值应为

$$V(90, 100, 2) = 90 \times N(d_1) - 100 \times e^{-0.07 \times 2} N(d_2) = 16.30 \text{ 万元}$$

它大于期权成本 15 万元, 故此新产品开发项目应立即投资, 而新产品的生产经营可在两年后根据市场情况而再决定是否投资。

6 结束语

从上面的示例可以看出, 即使最简单的期权定价模型都能比单纯运用 DCF 方法更好地处理 R &D 项目的战略价值, 即潜在投资机会。因此基于期权定价的 R &D 投资决策思想应该被认为是一种十分理想框架。然而, R &D 投资不能简单地看作是看涨或看跌。而

且新产品的潜在收益的变化并不象股票那样服从诸如 Brown 运动这样的良好的随机过程。而且, 在金融期权情况下, 股票这类基本资产的市场价值较容易观测。而在 R & D 投资中未来生产经营投资机会并不能交易, 其价值就难于象股票一样易于观测, 所以基于期权定价理论的 R & D 投资决策需要对这些问题作出深刻研究, 从而才能有效地评价 R & D 项目所创造未来投资机会, 解决如何最佳地行使未来投资机会。

参 考 文 献

- 1 尹尊声, 姜彦福. 技术管理, 开发和贸易, 上海人民出版社, 1995
- 2 约翰·赫尔著, 张陶伟译. 期权、期货和衍生证券, 华夏出版社, 1997
- 3 A K Dixit, R S Pindyck, The Options Approach to Capital Investment, Harvard Business Review, May—June 1995, 105—115

R & D Investment Decision Making based on Option Pricing Theory

Shen Hou cai Wang Wenping Huang Kai

(School of Economics and Management, Southeast University, Nanjing 210096)

Abstract It is imperative for firms in sharp competitive market to pay high attention to R&D investment. After discussing some deficiencies of the traditional DCF-based R&D investment decision making, this paper makes the R&D investment analogy with financial option and provide a R&D investment decision making framework based on option pricing theory.

Key words: R&D investment decision making; DCF technique; Option pricing theory

作者简介: 沈厚才, 东南大学经济管理学院副教授

黄 凯, 东南大学经济管理学院副教授, 院长助理

王文平, 东南大学经济管理学院副教授, 系副主任