

企业技术项目价值评估：考虑技术进步条件下的实物期权方法研究

代 军

(武汉科技大学 管理学院, 湖北 武汉 430081)

摘 要: 研究了考虑技术进步条件下的双寡头企业技术项目价值决定模型。模型引入新技术随机出现这一假设, 利用动态规划方法, 分析了市场需求和新技术的不确定性, 投资成本的不可逆性和时间的可延迟性对企业技术项目价值的影响, 指出了项目蕴藏的期权对传统价值评估结论的具体修正, 得到了一些有意义的结论, 并给出了经济解释。

关键词: 期权博弈; 技术不确定; 技术项目价值评估

中图分类号: F224.5

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2008)08-0150-03

0 引言

近 10 多年期权博弈理论得到了快速的发展, 其中主要归功于 Smets 提出的连续时间期权博弈模型^[1] 和 Smit 和 Ankum 提出的离散时间期权博弈模型^[2]。Dixit 和 Pindyck 对 Smets 模型进行了一般性的总结, 提出了一个对称双寡头垄断竞争模型, 其中企业吸纳技术后具有是否投资利用该项技术的选择权^[3]。由于竞争削弱了延迟投资的期权价值, 因此企业唯一的均衡策略就是抢先投资, 进而给出了领导企业和跟随企业的价值决定模型。随后在 Huisman、Pawlina 和 Kort^[4]扩展了上述新市场模型, 提出了不对称双寡头垄断期权博弈模型。他们通过一个参数 k 来刻画两家企业初始投资成本的不对称程度, 分析得出 3 类均衡, 即抢先均衡、序贯均衡和同时均衡, 以及不同均衡条件下企业的价值决定模型。然而, 上述模型都忽视了新技术的出现对企业技术战略投资的影响。

本文在 Dixit 和 Pindyck 的对称双寡头垄断期权博弈模型基础上, 通过引入新技术到达时间这一随机变量, 利用动态规划方法分析了企业技术项目在不同投资策略下的价值和影响因素。

1 模型假设

模型假定技术进步对企业而言是一个外生的过程, 并简化为两项技术。它们可以按某一固定成本 $I (>0)$ 投资利用, 其中新技术会在未来某一时间 $T (>0)$ 随机的出现, 这里假定 T 服从均值为 $1/\lambda$ 的指数分布, 因此新技术的到达

是一个参数为 λ 的泊松过程。

另外, 沿用 Dixit 和 Pindyck 的模型假设。市场存在两个企业, 它们均为理性、追求企业利润最大化, 并且是风险中性的。模型中以固定的无风险利率 r 折现。两家企业投资利用市场技术可以实现非负的随机利润流:

$$\pi_i(t) = Y(t) D_{N_{ij}} \quad (1)$$

其中, i, j 表示企业, $N_k, k \in \{i, j\}$ 分别代表在 t 时刻企业采用的技术。 $N_k \in \{0, 1, 2\}$, 其值 0 表示企业还未成功实施技术项目投资; 其值 1 表示企业成功投资当前技术; 其值为 2 表示企业成功投资新技术。 $D_{N_{ij}}$ 表示企业间战略决策对企业利润流的影响。在竞争对手未投资而本企业投资利用新技术 D_{20} 时, 企业获得最大垄断利润; 当竞争对手采用新技术而本企业采用当前技术 D_{12} 时, 企业获得最小的双寡头垄断利润。在两者之间存在如下不等式关系:

$$D_{20} > D_{21} > D_{22}; D_{10} > D_{11} > D_{12}; D_{20} > D_{10}; D_{21} > D_{11}; D_{22} > D_{12} \quad (2)$$

以 $Y(t)$ 表示企业面临的市场需求不确定性, 并假定服从几何布朗运动, 则有:

$$dY(t) = \mu Y(t) dt + \sigma Y(t) d\omega(t) \quad (3)$$

其中, $\mu \in (0, r)$ 是 Y 的瞬时漂移率; σ 是市场波动的瞬时标准差, 它们都为常数; dt 是时间增量; $d\omega(t)$ 是标准维纳过程增量, 服从均值为 0, 方差为 dt 的正态分布; 在不产生混淆的情况下, 这里把 $Y(t)$ 简化为 Y 。

2 企业技术投资项目价值决定模型

在双寡头竞争模型中企业的技术项目价值不仅取决于客观的产品市场需求, 还与新技术的出现概率和有关的

投资决策, 以及竞争对手的投资策略有关。由于本文不涉及双寡头竞争的均衡状况和条件分析, 因此只探讨在不同的技术条件和竞争环境下企业的技术投资项目价值, 以及对传统净现值方法结论的修正。

2.1 新技术到达后企业的技术投资决策和项目价值分析

新技术到达后, 企业会面临不同的投资情形: 两家企业都投资利用了原有技术项目; 一家企业投资原有技术成为领导者, 另一家企业等待新技术成为跟随者; 两家企业都在等待新技术, 并未进行技术项目投资。

2.1.1 情形 下企业的投资决策与项目价值研究

由于新技术 2 要优于当前技术 1, 且两者的投资成本相同 $I(>0)$, 因此两家企业都会选择投资利用新技术 2。在未来利润流随机变化条件下针对某一确定技术和投资项目, 对称双寡头垄断模型变成了 Dixit 和 Pindyk 抢先均衡博弈模型。由于两企业同质, 它们会在市场需求达到某一阈值 Y_{22}^F 时同时投资利用新技术 2, 并各自获得 YD_{22} 的预期收益。因此, 两家企业的预期价值都等于跟随企业的价值 $V_{22}(Y)$:

$$V_{22}(Y) = \begin{cases} A_{22} Y^{\beta_1} & Y \in [0, Y_{22}^F) \\ \frac{YD_{22}}{r-\mu} - I & Y \in [Y_{22}^F, \infty) \end{cases} \quad (4)$$

$$\text{其中, } Y_{22}^F = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \frac{(r-\mu)I}{D_{22}} \quad (5)$$

$$A_{22} = (Y_{22}^F)^{-\beta_1} \left(\frac{Y_{22}^F D_{22}}{r-\mu} - I \right) \quad (6)$$

$$\beta_1 = \frac{1}{2} - \frac{\mu}{\sigma^2} + \sqrt{\left(\frac{\mu}{\sigma^2} - \frac{1}{2} \right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} \quad (7)$$

在式(4)中, $A_{22} Y^{\beta_1}$ 为企业投资前拥有的延迟性期权价值; $\frac{YD_{22}}{r-\mu} - I$ 则是在市场需求达到阈值后, 企业投资的项目

预期净收益; Y_{22}^F 为两家企业的投资门槛。

2.1.2 情形 下企业的投资决策与项目价值研究

情形 下由于企业 i 单独投资利用了当前技术 1, 因此在竞争对手投资新技术项目以前, 企业 i 一直获得垄断利润 YD_{10} 。然而, 新技术的出现也使得该企业面临着竞争对手企业 j 投资利用新技术 2 的威胁。当市场需求达到跟随企业的投资门槛 Y_{12}^F 时, 跟随企业的市场进入会使领导企业的每期项目利润从原来的垄断利润 YD_{10} 降低到寡头垄断利润 YD_{12} , 而自己则会充分利用新技术优势获得寡头垄断利润 YD_{21} 。借用 Dixit 和 Pindyk 抢先均衡博弈模型的结论, 跟随企业的预期价值和投资门槛为:

$$V_{12}^F(Y) = \begin{cases} A_{12} Y^{\beta_1} & Y \in [0, Y_{12}^F) \\ \frac{YD_{12}}{r-\mu} - I & Y \in [Y_{12}^F, \infty) \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{其中, } Y_{12}^F = \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \frac{(r-\mu)I}{D_{12}} \quad (9)$$

$$A_{12} = (Y_{12}^F)^{-\beta_1} \left(\frac{Y_{12}^F D_{12}}{r-\mu} - I \right) \quad (10)$$

领导企业的预期价值为:

$$V_{12}^L(Y) = \begin{cases} \frac{YD_{10}}{r-\mu} + (Y_{12}^F)^{1-\beta_1} \left(\frac{D_{12}-D_{10}}{r-\mu} \right) Y^{\beta_1} & Y \in [0, Y_{12}^F) \\ \frac{YD_{12}}{r-\mu} - I & Y \in [Y_{12}^F, \infty) \end{cases} \quad (11)$$

式(11)中, 当市场需求 $Y < Y_{12}^F$ 时, 领导企业 i 的预期项目价值为 $\frac{YD_{10}}{r-\mu}$, 然而考虑到市场需求 Y 在未来达到 Y_{12}^F 时, 企业 i 的垄断利润会随跟随企业 j 的市场进入而下降,

因此领导企业的预期项目价值需要用 $(Y_{12}^F)^{1-\beta_1} \left(\frac{D_{12}-D_{10}}{r-\mu} \right) Y^{\beta_1}$ 进行负向的修正。在市场需求 $Y > Y_{12}^F$ 时, 领导企业预期项目价值为每期双寡头垄断利润的 YD_{12} 的资本化价值^[5]。

2.1.3 情形 下企业的投资决策与项目价值研究

情形 中, 两家企业均已投资了原有技术 1, 因此每家企业的预期价值都等于在技术 1 下双寡头垄断利润 YD_{11} 的资本化价值为:

$$V_{11} = \frac{YD_{11}}{r-\mu} \quad (12)$$

2.2 新技术到达前企业的技术项目投资决策分析

新技术到达前 $t < T$, 企业 i, j 的技术项目投资决策显然要考虑到未来新技术的影响。针对不同的新技术到达概率和企业投资现状, 两家企业会采取不同的技术投资策略。

2.2.1 跟随企业的价值

在新技术到达前, 如果企业 i 已经利用技术 1 完成项目建设, 跟随企业 j 就会面临投资当前技术 1 和等待未来新技术 2 之间的战略选择。

如果新技术出现的概率较大(项目预期收益较高), 市场需求又不是很高(等待的机会成本较低), 跟随企业会选择等待新技术并在市场需求达到 Y_{12}^F 时进行项目投资, 此时项目预期价值利用动态规划方法求解:

$$F_{12}(Y) = \begin{cases} \gamma_1 Y^{\beta_2} + A_{12} Y^{\beta_1} & Y \in [0, Y_{12}^F) \\ \gamma_2 Y^{\beta_2} + \frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{21}}{r-\mu} - \frac{\lambda I}{r+\lambda} & Y \in [Y_{12}^F, \infty) \end{cases} \quad (13)$$

其中 β_1, β_2 是下列方程的正(负)根:

$$\frac{1}{2} \sigma^2 \beta^* (\beta^* - 1) + \mu \beta^* - (r+\lambda) = 0 \quad (14)$$

在式(13)中, γ_1 和 γ_2 可以利用 $F_{12}(Y)$ 在 $Y=Y_{12}^F$ 的平滑和连续条件计算得出。当市场需求未超过投资门槛 $Y \in [0, Y_{12}^F)$ 时, 跟随企业的价值等于新技术出现后企业延迟投资的期权价值 $A_{12} Y^{\beta_1}$ 减去新技术还未出现这一风险对上述价值的负向修正 $\gamma_1 Y^{\beta_2}$ ($\gamma_1 < 0$)。当市场需求超过投资门槛 $Y \in [Y_{12}^F, \infty)$ 时, 跟随企业会在新技术出现时立即投

资利用该项技术得到项目预期未来价值 $\frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{21}}{r-\mu} - \frac{\lambda I}{r+\lambda}$ 。然而,当前 t 时刻的市场需求超过投资门槛,并不意味着在新技术出现的 T 时该条件依然成立。实际上在 T 时刻跟随企业有权力而非义务一定要投资,即拥有一种投资的相机选择权,这种权力是有价值的。因此,跟随企业的项目价值需要在净现值价值基础上再加上延迟期权价值 $\gamma_2 Y_2^{\beta_2} (\gamma_2 > 0)$ 。

在一定条件下跟随企业也会选择吸纳技术 1 的投资策略。这是因为市场需求 Y 越高,跟随企业等待新技术的机会成本就越高。如果新技术出现的概率 λ 低到某一程度,跟随企业会放弃等待在市场需求 $Y < Y_{11}^F$ 时转而投资利用当前技术 1。此时跟随企业的预期价值 $F_{11}(Y)$ 等于:

$$F_{11}(Y) = \begin{cases} \delta_1 Y^{\beta_1} + A_{12} Y^{\beta_2} & Y [0, Y_{12}^F) \\ \delta_2 Y^{\beta_1} + \delta_3 Y^{\beta_2} + \frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{21}}{r-\mu} - \frac{\lambda I}{r+\lambda} & Y [Y_{12}^F, Y_{11}^F) \\ \frac{YD_{11}}{r-\mu} - I & Y [Y_{11}^F, \infty) \end{cases} \quad (15)$$

在式(15)中, δ_1 、 δ_2 和 δ_3 可以利用 Y 在 Y_{12}^F 和 Y_{11}^F 的连续性和平滑性条件计算得到。当 $Y [0, Y_{12}^F)$ 时,跟随企业的价值等于新技术出现后企业延迟投资的期权价值 $A_{12} Y^{\beta_2}$ 减去新技术还未出现这一风险对延迟期权价值的负向修正 $(\delta_1 - \delta_2) Y^{\beta_1}$, 以及跟随企业未来可能投资技术 1 对延迟期权价值的负向修正 $\delta_2 Y^{\beta_1}$ 。当 $Y [Y_{12}^F, Y_{11}^F)$ 时,跟随企业价值等于跟随企业投资利用技术 2 的项目预期价值 $\frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{21}}{r-\mu} - \frac{\lambda I}{r+\lambda}$ 加上延迟期权价值 $\delta_3 Y^{\beta_2}$, 以及跟随企业未来可能选择投资技术 1 的期权价值 $\delta_2 Y^{\beta_1}$; 当 $Y [Y_{11}^F, \infty)$, 两企业都选择投资利用技术 1, 跟随企业价值等于每期寡头垄断利润 YD_{11} 的净现值 $\frac{YD_{11}}{r-\mu} - I$ 。

2.2.2 领导企业的价值

已知跟随企业的最优投资策略, 采用同样的动态规划方法可以求出领导企业的价值。在不同的新技术出现概率和市场需求状况条件下, 新技术的出现会使跟随企业采取等待新技术或者投资利用当前技术两种不同投资策略。

如果跟随企业采取等待新技术的投资策略, 采用动态规划方法领导企业的价值为:

$$L_{12}(Y) = \begin{cases} \varepsilon_1 Y^{\beta_1} + B_{12} Y^{\beta_2} + \frac{YD_{10}}{r-\mu} - I & Y [0, Y_{12}^F) \\ \varepsilon_2 Y^{\beta_2} + \frac{YD_{10}}{r+\lambda-\mu} + \frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{12}}{r-\mu} - I & Y [Y_{12}^F, \infty) \end{cases} \quad (16)$$

在式(16)中, ε_1 和 ε_2 可以利用 $L_{12}(Y)$ 在 $Y=Y_{12}^F$ 的连续和平滑性条件求出^[6]。当 $Y [0, Y_{12}^F)$ 时, 领导企业的项目

价值等于垄断条件下项目的净现值 $\frac{YD_{10}}{r-\mu} - I$ 减去新技术可能出现这一风险对垄断项目价值的负向修正 $\varepsilon_1 Y^{\beta_1}$, 以及新技术出现后跟随企业拥有的投资选择权对项目价值的负向修正 $B_{12} Y^{\beta_2}$ 。当 $Y [Y_{12}^F, \infty)$ 时, 领导企业项目价值等于在新技术出现前领导企业垄断利润项目价值 $\frac{YD_{10}}{r+\lambda-\mu}$, 加上新技术出现, 跟随企业投资利用新技术后, 领导企业获得的双寡头垄断利润的预期价值 $\frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{12}}{r-\mu} - I$, 再加上在新技术到达时, 如果 $Y < Y_{12}^F$ 跟随企业放弃投资新技术增加的领导企业价值 $\varepsilon_2 Y^{\beta_2}$ 。

如果跟随企业采用当前技术 1, 利用同样方法可以得到领导企业的价值为:

$$L_{11}(Y) = \begin{cases} \phi_1 Y^{\beta_1} + B_{12} Y^{\beta_2} + \frac{YD_{10}}{r-\mu} - I & Y [0, Y_{12}^F) \\ \phi_2 Y^{\beta_1} + \phi_3 Y^{\beta_2} + \frac{YD_{10}}{r+\lambda-\mu} + \frac{\lambda}{r+\lambda-\mu} \frac{YD_{12}}{r-\mu} - I & Y [Y_{12}^F, Y_{11}^F) \\ \frac{YD_{11}}{r-\mu} - I & Y [Y_{11}^F, \infty) \end{cases} \quad (17)$$

在式(17)中, 与式(16)形式相同的变量意义相同。增加的变量 $\phi_2 Y^{\beta_1}$ 表示在新技术到达前, 如果市场需求 $Y > Y_{11}^F$, 跟随企业投资利用当前技术 1 对领导企业技术项目价值的修正。该修正可能增加或减少领导企业价值。此时, 一方面领导企业今后寡头垄断的利润会从 D_{12} 升到 D_{11} ; 另一方面领导企业的垄断利润也会随着跟随企业的投资而终止。

2.2.3 两家企业同时选择技术 1 的企业价值分析

如果两家企业都选择同时采用技术 1 进行项目投资, 则两企业的价值都等于 YD_{11} 的资本化价值:

$$M_{11}(Y) = \frac{YD_{11}}{r-\mu} - I \quad (18)$$

2.2.4 两家企业同时等待新技术 2 的企业价值分析

新技术出现后, 如果两同质企业都选择等待直至市场需求 Y 达到某一阈值 Y_{22}^F 时才立即投资, 它们各自会获得相同的垄断竞争利润 YD_{22} 。企业预期价值如下:

$$W(Y) = E[e^{-rt} V_{22}(Y(T)) | Y(0) = Y] = \begin{cases} \eta_1 Y^{\beta_1} + A_{22} Y^{\beta_2} & \text{if } Y [0, Y_{22}^F) \\ \eta_2 Y^{\beta_2} + \frac{\lambda YD_{22}}{(r+\lambda-\mu)(r-\mu)} - \frac{\lambda I}{r+\lambda} & \end{cases} \quad (19)$$

式(19)与式(13)结构形式相同, 对应各参数经济含义也相同。这里不再赘述。

2001~2006年《科技进步与对策》引文计量分析

于挨福

(科学学与科学技术管理杂志社, 天津 300011)

摘 要: 利用文献计量法, 对《科技进步与对策》(2001~2006) 总被引频次、影响因子、被引半衰期等主要评价指标进行综合分析, 分析结果表明: 《科技进步与对策》6年来载文量、总被引频次在同类期刊排名居前, 各项指标增幅明显, 学术影响力逐步提升。

关键词: 《科技进步与对策》; 学术影响力; 引文计量分析

中图分类号: G237.5

文献标识码: A

文章编号: 1001- 7348(2008) 08- 0153- 03

1 文献计量指标分析

1.1 总被引频次分布

总被引频次^[1,2]可以客观地说明期刊总体被使用和受重视的程度, 以及在学术交流中的地位和作用。《对策》在2001~2006年6年间, 共刊载学术论文5 778篇, 年均963篇, 2006年比2001年载文量降低21.16%, 总被引频次由2001年的251次提高至2006年的1 731次, 增幅为589.64%, 年平均增长速度为47.14%, 居9种科学研究类期刊前列, 见表1。在1985~2008年所有《对策》发表的论文中, 被引论文共为5 194篇, 总被引频次为21 100次, 其中有王松奇、李扬、王国刚发表于2000年第9期的“中国创业投资体系研究”一文, 被引频次为135次, 为《对策》创刊以来被引频次最高的论文。我们把《对策》1999~2008年

表1 2001~2006年9种科学研究类期刊总被引频次的分布

刊 名	年 份						增 幅 (%)	年 均 增 幅 (%)
	2001	2002	2003	2004	2005	2006		
科技进步与对策	251	440	555	811	1 284	1 731	589.64	47.14
中国软科学	812	1 068	1 297	1 761	2 393	3 206	294.83	31.61
科学学与科学技术管理	215	314	402	668	1 027	1 463	580.47	46.74
研究与发展管理	113	180	240	310	490	673	495.58	42.89
科技管理研究	73	134	176	279	443	793	986.30	61.14
科研管理	322	477	543	855	1 169	1 553	382.30	36.98
科学管理研究	127	196	293	411	599	828	551.97	45.49
中国科技论坛	119	167	209	314	505	699	487.39	42.49
科学学研究	138	175	269	434	660	1 000	624.64	48.60
平均值	241	350	442	649	952	1 307	442.32	40.23

3 结语

企业技术项目的价值评估在引入产品市场需求和新技术随机出现这两种不确定, 以及企业之间决策的相互影响后变得异常复杂。企业技术项目价值评估的双寡头模型给出了领导企业和追随企业在各种决策下, 企业的技术项目价值和投资门槛, 以此为基础引入博弈理论, 可以进一步分析考虑新技术不确定条件下企业的技术研发均衡策略, 以及探讨新技术到达概率、利率和未来技术产品收入等不确定性是如何通过期权对企业的技术投资决策产生影响的。

参考文献:

[1] Smets, F. R. Exporting Versus FDI: The Effect of Uncertainty, Irreversibility and Strategic Interactions [R]. Working Paper,

Yale University, 1991.

[2] Smit, Han, T. J., Ankum, L. A. A Real Options and Game-theoretic Approach to Corporate Investment Strategy Under Competition[J]. Financial Management, 1993, 23: 241~250.

[3] Dixit, A. K., Pindyck, R. S. Investment Under Uncertainty [M]. Princeton University Press, 1994.

[4] Huisman, K.J.M., Kort, P.M. Effects of Strategic Interactions on the Option Value of Waiting [R]. Working Paper, Tilburg University, 1999.

[5] Weeds, H. Strategic Delay in a Real Options Model of R&D Competition [J]. Review of Economic Studies, 2002, 69(3): 729~747.

[6] 夏晖, 曾勇, 唐小我. 技术创新战略投资的实物期权方法综述 [J]. 管理科学学报, 2004, 7(1): 88~96.

(责任编辑: 赵贤瑶)

收稿日期: 2008- 01- 15

作者简介: 于挨福(1951~), 男, 内蒙古包头人, 科学学与科学技术管理杂志社常务副社长、副研究员, 研究方向为科学学与科学技术管理。