

文章编号:1003-207(2008)04-0104-07

具有技术许可联盟的 R & D 投资决策

薛明皋

(华中科技大学管理学院财务与金融系, 湖北 武汉 430074)

摘要:本文开发了具有技术许可联盟的 R & D 投资决策模型。考虑了技术许可前后市场结构的变化,利用连续时间阈值自回归过程来模型这一非线性变化的特征,根据实物期权定价理论和博弈理论,给出了 R & D 投资项目的价值和最优投资规则。通过数值分析讨论了技术许可前后的收益期望增长率和不确定性以及许可合同中竞争者进入市场的时间参数对投资决策的影响。

关键词:技术许可;R & D 联盟;投资;实物期权;投资阈值;期权博弈

中图分类号:C934 **文献标识码:**A

1 引言

在技术研究与开发(R & D)中的投资和未来所研发技术产品进入市场的收益是企业所关心的核心问题。一方面,企业必须投资进行技术创新,才能在日趋激烈竞争的市场中生存。另一方面,这种技术创新的未来价值是不确定的。这是因为新产品可能不会产生充分的市场需求,另外,即使有很高的市场需求,其他公司或企业进入市场提供类似替代产品,可能显著的减少技术创新公司的收益。新近,企业为了缓解这种不确定性采用技术许可联盟,即企业间签订合同,收取适当的技术使用费(或技术租金)让另一企业使用该项技术。技术许可联盟既可劝阻竞争者研发类似替代品,又可以因网络效应刺激市场需求。但由于技术许可使市场结构发生变化,这就增加了事前 R & D 投资决策的难度和复杂性,为理论界和实业界提出了新的研究课题。

最近研究企业间技术许可联盟的文献数量剧增。Arora, Fosfuri and Gambardella (2001)^[1]统计发现在 1985—1997 年间共有 15000 多个技术许可联盟,总许可费高达 3200 亿,这意味着平均每年有 1150 个技术许可联盟,其许可费年均约 250 亿。Lerner and Merges (1998)^[2]研究了生物技术行业的技术许可案例。Davis and Harrison (2001)^[3]讨

论化工、医药和电子技术行业的技术许可联盟成功经验。Arora and Fosfuri (2003)^[4]分析市场竞争是形成技术许可联盟的内在动因。Cronin (1989)^[5]从战略管理的角度来解释技术许可联盟。龙勇,李薇(2007)^[6]研究了竞争性双寡头的联盟绩效评估问题。郭焱,郭彬(2007)^[7]利用多阶段动态博弈方法来探讨不同竞合模式的联盟形式选择问题。王惠,吴冲锋,王爱民(2006)^[8]基于期权分析方法分析合同条款中的权利、义务关系和合同条款设计,并用蒙特卡洛仿真方法对汽车联盟合作协议进行了研究。Young Tun Kim, Nicholas and Vonortas (2006)^[9]通过实证研究分析了技术许可者的行为和技术许可的决定因素。Gompers and Lerner (1999)^[10]和 Hall (2002)^[11]论证了技术许可是技术创新公司的重要融资手段之一。Soo Jeoung Sohn (2006)^[12]考虑在位企业采用技术许可联盟,面临两类潜在的市场进入者,一类是具有高生产率的潜在竞争者,另一类是低生产率的潜在竞争者。在技术许可联盟合约给定的条件下,他们在产品市场上是 Cournot 竞争,通过比较均衡期望收益,拥有新技术的企业更愿意将技术许可给低生产率的企业。Lihui Lin and Kulatilaka (2006)^[13]在有网络效应的情况下,研究了是否技术许可,使用什么类型的许可合同,并比较三种常见的许可合同,给出了它们之间的优先级。Kalaiganam, Shankar and Varadarajan (2007)^[14]开发和实证检验影响新产品开发非对称联盟伙伴价值变化的多因素模型。总之,技术许可是技术创新企业、特别是高新技术企业领域阻止竞争者研发类似的替代品,减少资源浪费,刺激市场需求、R & D

收稿日期:2007-09-03;修订日期:2008-07-31

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70671047)

作者简介:薛明皋(1965-),男(汉族),陕西汉中,副教授,博士后,硕士生导师,研究方向:投资决策和资产定价。

融资、增加收益的战略举措,受到企业的青睐。

但是,考虑有技术许可联盟的 R & D 投资决策的文献却较少。我们的研究涉及到两类文献。一类是在实物期权文献中已广泛研究的投资时间问题,强调不确定性对投资时间的影响,但假设投资决策不影响市场结构,在投资时间模型中假设完全竞争且价格或现金流的随机变化外生给定。Dixit and Pindyck (1994)^[15] 对这类文献给出了深刻的评述。McDonald and Siegel (1986)^[16] 提出具有投资机会的公司价值应为收益的现值减去投资成本再加上等待期权的价值,并发现随着不确定性增加激励推迟投资,即增加投资的阈值。Huchzermeier and Loch (2001)^[17] 分析了五种不确定性对 R & D 项目中管理柔性(managerial flexibility) 价值的影响,给出了不同于实物期权定价理论直观的结论,有助于在 R & D 项目中做好风险管理。Santiago and Vakili (2005)^[18] 研究不确定性对 R & D 项目价值和管理柔性价值的影响,发现 R & D 项目价值和管理柔性价值一般情况下并不随不确定性单调增加或减少。Benaroch, Shah and Jeffery (2006)^[19] 把多阶段信息技术投资模型为嵌套实物期权(nested real option),利用二项式模型计算嵌套实物期权,结果发现一般利用 Black - Scholes 模型计算信息技术投资项目价值会过高评估。

另一类文献是战略投资。这类文献认为投资对不完全竞争市场结构有明显的影响,但没有考虑不确定性和时间的影响,如 Dixit (1980)^[20] 和 Spence (1984)^[21]。在这种情况下,发出投资信号对阻止竞争对手的市场进入有战略性影响。Kulatilaka and Peretti (1998)^[22] 和 Grenadier (1996)^[23] 已经将这种战略性影响融入到实物期权模型中。把实物期权和博弈论有机结合,形成期权博弈评估方法。Smit and Trigeorgis (2004)^[24] 把期权博弈评估方法应用于公司的投资决策。Smit and Trigeorgis (2006)^[25] 在电子和电信行业中利用期权博弈评估方法评估了竞争投资战略。Weeds (2002)^[26] 导出了两公司专利竞争的最优 R & D 投资策略,解释在专利竞争中的策略性推迟投资,并说明了先行者(first mover) 和后者(second mover) 的作用。Lambrech (2000)^[27] 和 Weeds (2000)^[28] 考虑技术不确定性的产品革新,解释了加速退出和推迟商业化现象的原因。Mason and Weeds (2002)^[29] 考虑了更一般的具有外部性的策略性相互作用,说明了在不确定性环境下有时 R & D 投资加速的原因。

Miltersen and Schwartz (2004)^[30] 研究了当在投资过程中有信息披露时, R & D 投资的最优时间并给出了在完成前放弃是最优的投资决策。上述模型说明了竞争占先投资吞噬等待期权的价值,因而削弱了推迟投资的激励。

在本文综合考虑不确定性和市场结构变化的动态特征,因此我们的模型不同于上述模型。公司的技术许可联盟是让竞争对手使用该项技术,进入产品竞争市场,改变市场结构,从而是在竞争者进入的前后有不同的产品价格,即产品价格具有非线性的随机动态变化的特征。而不是上述模型中的专利竞争,赢者得到一切,失败者一无所有,因而他们通常仅假设一个随机扩散过程刻画产品价格或专利价值。本文拟采用非线性连续时间阈值自回归(threshold autoregressive) 模型刻画技术许可前后价格随机动态变化的特征。阈值自回归模型已被 Tong (1990)^[31] 和 Franses and Dijk (2000)^[32] 应用金融领域,描述不同金融体制下汇率的变化动态,但仅是离散时间而非连续时间。Kulatilaka and Lin (2006)^[33] 首次探索技术许可合同如何阻止竞争者研发其它的替代技术且能缓解融资难的问题,开发了把技术许可给竞争者的技术创新投资模型,但没有考虑不确定性和时间对投资决策的影响。因此将阈值自回归应用于技术许可联盟的投资决策是本文的创新之处,揭示技术许可联盟的投资决策的内在机理,讨论不确定性和由技术许可引起的价格非线性对 R & D 项目价值和投资决策的影响,给出不同于实物期权定价理论直观的结论,从而进一步拓展、完善实物期权定价理论。

2 模型

假设 R & D 投资是不可逆投资,其成本为 K , 从 R & D 投资项目完成后收益 P 服从连续时间阈值自回归过程:

$$dP = \begin{cases} \mu_1 P dt + \sigma_1 P dW, & P < P_x \\ \mu_2 P dt + \sigma_2 P dW, & P > P_x \end{cases} \quad (1)$$

这里 $i = 1$ 和 $i = 2$ 分别表示技术许可前和技术许可后的情形; μ_i 和 $\sigma_i (i = 1, 2)$ 分别表示在技术许可前后收益 P 的期望增长率和波动率参数。 P_x 是技术许可可使竞争者进入市场的阈值,它是技术许可联盟合同中给定的已知常数,在本文中不讨论 P_x 的最优确定,留待未来研究。技术许可的前后使产品市场出现两种不同的市场结构, P_x 是两种不同的市场结构的分界点,从而决定了收益 P 具有非线性随

机动态变化的特征。它不同于金融期权和实物期权标的资产随机动态的假设,根据期权定价理论可知标的资产随机动态直接影响期权的价值和投资决策。在金融期权和实物期权中常假设标的资产随机动态是线性或对数线性,如几何布朗运动 (geometric Brown motion)、算术布朗运动 (arithmetic Brown motion)、均值回复 (mean - reverting process) 和 O - U 过程 (Orenstein - Uhlenbeck process) 等。

假设当前收益水平为 $P_0(t = 0)$, 对任意收益 $P, P > P_0$ 且 $P_0 < K$, 则具有技术许可联盟的 R & D 投资期权价值:

$$V_0 = E[e^{-rT} \max(P - K, 0)] \quad (2)$$

这里 T 是从 P_0 开始首次到达 P 的时间。 E 是 $t = 0$ 时的条件期望算子。 r 为贴现率, 且 $r > \mu_i (i = 1, 2)$ 。 $E[e^{-rT}]$ 称为期望贴现因子。

由于投资成本 K 给定, 所以将存在某一最优收益水平 P^* , 当 P 首次达到 P^* 时就投资, 否则就等待的投资规则。这个 P^* 使具有技术许可联盟的 R & D 投资期权价值 V_0 最大化来确定。由于我们假设收益 P 具有连续时间非线性性, 这就决定了我们的研究在 R & D 投资价值评估和投资决策不同于已有实物期权文献的结论。

3 具有技术许可联盟的 R & D 价值和投资决策

对任意给定收益 P , 要计算 V_0 关键是计算出 $E[e^{-rT}]$ 。贴现因子 $E[e^{-rT}]$ 可看成状态相机权益在 0 时刻的价格, 即在 T 时刻得到 1 美元而在其它时刻得到 0 美元的状态相机权益在 0 时刻的价格。但由于 $T = \inf\{t \geq 0; P_t = P, P_0 = P_0\}$, 从而 $E[e^{-rT}]$ 是由 P_0 和 P 决定的函数。因此将 $E[e^{-rT}]$ 简记为 $D(P_0, P)$, 由 Dixit (1999)^[34] 的方法与光滑穿过理论相结合, 可得 $D(P_0, P)$ 满足下面两微分方程:

$$\frac{1}{2} \sigma_i^2 P_0^2 \frac{\partial^2 D(P_0, P)}{\partial P_0^2} + \mu_i P_0 \frac{\partial D(P_0, P)}{\partial P_0} - r D(P_0, P) = 0, (i = 1, 2) \quad (3)$$

可知方程(3)是标准的欧拉方程, 它的通解为:

$$D(P_0, P) = A_i P_0^{\alpha_i} + B_i P_0^{\beta_i} \quad (4)$$

这里 A_i 和 B_i 是常数, α_i 和 β_i 分别是下面二次方程的正根和负根:

$$\frac{1}{2} \sigma_i^2 (\alpha_i - 1) + \mu_i - r = 0, (i = 1, 2) \quad (5)$$

$$\alpha_{i,2} = \frac{-(\mu_i - 0.5 \sigma_i^2) \pm \sqrt{(\mu_i - 0.5 \sigma_i^2)^2 + 2 \sigma_i^2}}{\sigma_i^2} \quad (6)$$

这里由假设 $r > \mu_i (i = 1, 2)$, 可知 $\alpha_i > 1, \beta_i < 0$ 。

下面我们分两种情况讨论贴现因子 $D(P_0, P)$

(I) 在 $P_0 < P$ 且 $P_x > P$ 的情形。在这种情形下反映了技术许可联盟不改变市场结构, 它属于(1)式中上面的 $P < P_x$ 的情形, 则收益 P 不具有非线性随机动态变化的特征, 是常见的简单情形。在(4)式中 $i = 1$, 由 $P_0 < 0$, 则 $P_0^{12} = 0$, 根据文献[15]第 143 页的论证和解释可知 $B_1 = 0$; 又由 $D(P, P) = 1$, 可知 $A_1 = P^{-\alpha_1}$, 因此

$$D(P_0, P) = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\alpha_1} \quad (7)$$

R & D 投资项目的价值:

$$V_0 = E[e^{-rT} \max(P - K, 0)] = \left(\frac{P_0}{P}\right)^{\alpha_1} (P - K) \quad (8)$$

令 $\frac{\partial V_0}{\partial P} = 0$, 确定最优的投资阈值 P_i^* :

$$P_i^* = \frac{\alpha_1 K}{\alpha_1 - 1} \quad (9)$$

下面的命题给出 R & D 投资项目的价值和投资决策。

命题 1、在技术许可联盟不改变市场结构的情况下, 当未来收益 $P \geq P_i^*$ 时, 就投资, 其价值 $V_0 = D(P_0, P)(P - K)$; 反之就等待。这里的 P_i^* 和 $D(P_0, P)$ 分别由(9)和(7)式给出。注意这里我们用不同的方法给出了与文献[12]一致的结论。

(II) 在 $P_0 < P$ 且 $P_0 < P_x < P$ 的情形。在这种情形下反映了技术许可联盟改变了市场结构, 收益 P 具有非线性随机动态变化的特征。这是我们研究的重点。

由式(4), 在 P_x 点, 根据价值匹配条件, 可得:

$$A_1 P_x^{\alpha_1} + B_1 P_x^{\beta_1} = A_2 P_x^{\alpha_2} + B_2 P_x^{\beta_2} \quad (10)$$

再由光滑通过条件, 可得:

$$A_1 (\alpha_1 - 1) P_x^{\alpha_1 - 1} + B_1 (\beta_1 - 1) P_x^{\beta_1 - 1} = A_2 (\alpha_2 - 1) P_x^{\alpha_2 - 1} + B_2 (\beta_2 - 1) P_x^{\beta_2 - 1} \quad (11)$$

$$\text{边界条件 } D(P, P) = 1, \text{ 则有 } A_2 P_x^{\alpha_2} + B_2 P_x^{\beta_2} = 1 \quad (12)$$

$$\text{由 } P_0 < P_x, \text{ 当 } P_0 \rightarrow 0, \text{ 则 } P_0^{12} = 0, \text{ 故必有 } B_1 = 0 \quad (13)$$

由(10)(11)(12)(13)联立方程可得:

$$A_2 = \frac{(\beta_2 - 1)}{(\alpha_1 - \beta_1) P_x^{\alpha_2} P_x^{\alpha_1 - \beta_2} + (\beta_2 - \alpha_1) P_x^{\alpha_2}} \quad (14)$$

$$B_2 = \frac{(\mu_1 - \mu_2)}{(\mu_1 - \mu_2) P^{22} + (\mu_2 - \mu_1) P_x^{22} - \mu_1 P^{21}}$$

(15)

可得:

$$D(P_0, P) = A_2 P_0^{21} + B_2 P_0^{22}$$

$$= \frac{(\mu_1 - \mu_2) (\frac{P_0}{P})^{21} - (\mu_1 - \mu_2) (\frac{P_0}{P})^{22}}{(\mu_1 - \mu_2) - (\mu_1 - \mu_2) (\frac{P_x}{P})^{21} - \mu_1}$$

(16)

$$P_{ii}^* = \frac{(\mu_1 - \mu_2)^2 \mu_1 K + (\mu_1 - \mu_2)^2 [1 + (\mu_1 - \mu_2) K] (P_x / P_0)^{21} - \mu_2}{(\mu_1 - \mu_2)^2 (\mu_1 - 1) - (\mu_1 - \mu_2)^2 (2 \mu_2 + 1 + \mu_1) (P_x / P_0)^{11} - \mu_2}$$

(18)

特别地,当 $\mu_1 = \mu_2, \mu_1 = \mu_2$ 时, $\mu_1 = \mu_2, \mu_2 = \mu_2$ 则由(18)式可得著名的实物期权投资决策不同于传统的净现值(NPV)决策规则的结论 $P_{ii}^* = \frac{\mu_1 K}{(\mu_1 - 1)}$ 。下面以命题的形式给出具有技术许可联盟的 R &D 投资项目的价值和投资决策。

命题 2、在技术许可联盟改变市场结构的情况下,当未来收益 $P > P_{ii}^*$ 时,就投资,其价值 $V_0 = D(P_0, P) (P - K)$;反之就等待。这里的 P_{ii}^* 和 $D(P_0, P)$ 分别由(18)和(16)式给出。

注意存在两种极端情形,(III) $P_0 > P$ 且 $P_x <$

特别地,当 $\mu_1 = \mu_2, \mu_1 = \mu_2$ 时, $\mu_1 = \mu_2$,则由(16)式可得(7)式。

具有技术许可联盟的 R &D 投资项目的价值:

$$V_0 = E[e^{-rT} \max(P - K, 0)] = D(P_0, P) (P - K)$$

(17)

令 $\frac{\partial V_0}{\partial P} = 0$, 确定最优的投资阈值 P_{ii}^* :

P ; (IV) $P_0 > P$ 且 $P < P_x < P_0$; 要么立即投资,要么永不投资。这里没有等待期的价值,与传统的净现值(NPV)决策规则一致。

4 数值分析

这里针对(18)式最优投资阈值 P_{ii}^* 作数值分析,主要分析技术许可联盟改变了市场结构,收益 P 具有非线性随机动态变化特征的关键参数如未来收益期望增长率、波动率(风险)和 P_x 对投资决策的影响。根据(18)式:

$$P_{ii}^* = \frac{(\mu_1 - \mu_2)^2 \mu_1 K + (\mu_1 - \mu_2)^2 [1 + (\mu_1 - \mu_2) K] (\frac{P_x}{P_0})^{21} - \mu_2}{(\mu_1 - \mu_2)^2 (\mu_1 - 1) - (\mu_1 - \mu_2)^2 (2 \mu_2 + 1 + \mu_1) (\frac{P_x}{P_0})^{11} - \mu_2}$$

$$= \frac{\mu_1 K + (1 - \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1})^2 [1 + (\mu_1 - \mu_2) K] (\frac{P_x}{P_0})^{21} - \mu_2}{(\mu_1 - 1) + (1 - \frac{\mu_1 - \mu_2}{\mu_1})^2 [- (\mu_1 + \mu_2) - (1 + \mu_2)] (\frac{P_x}{P_0})^{21} - \mu_2}$$

(19)

取 $\mu_1 = \mu_2 = 0.10, \mu_2 = 0.04, \mu_1 = 0.05, P_x = 3, K = 1.2, P_0 = 1$, 由(6)式中, $i = 2, \mu_1 = 0.10, \mu_2 = 0.04$, 可得 $\mu_1 = 1.217, \mu_2 = -8.2167$, 这样我们假定技术许可联盟仅改变了未来收益期望增长率而不改变波动率,讨论未来收益期望增长率对投资决策的影响(见表 1)。

表 1

μ_1	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04
$\mu_2 - \mu_1$	0.04	0.03	0.02	0.01	0.00
P_{ii}^*	1.39758	1.39774	1.39829	1.40204	6.72995

技术许可前后具有市场风险相同的假设,在实

际中,经常见到这种情形,如软件、操作系统(word 操作系统)、电信技术(手机、电话)等具有网络效应的创新技术产品,这种技术许可决策是双刃剑。一方面,使用该项技术的用户越多,将变成该行业的占优标准的可能性越大,有助于击败竞争者的标准,阻止潜在的竞争者开发新的标准。另一方面其它企业采用该技术,生产兼容产品和服务,这些产品的用户形成大的网络群体,消费者愿意支付更高的价格,从而使每个使用该技术的企业都获得更高的利润。从表 1 数据可以看出在技术许可前后具有市场风险相同的情况下,许可前的期望增长率相对于许可后的期望增长率越低,即 $\mu_2 - \mu_1$ 的差越大,投资的阈值越低,说明为了得到将来更高的期望增长率,更愿意提前投资,随着 μ_1 的增大,即 $\mu_2 - \mu_1$ 的差越来越小,

投资的阈值越来越高,但投资阈值的增幅十分缓慢。特别注意,技术许可前后收益的期望增长率的差趋于零时,投资阈值有明显的跳高(1.40204 6.72995),这说明了从技术许可前到许可后有期望增长率的增加和没有增加对投资者的投资行为的影响有本质上的区别。

我们假定技术许可联盟仅改变了未来收益的波动率(风险)参数,而不改变期望增长率,讨论未来收益的不确定性对投资决策的影响(见表2)。取 $\mu_1 = \mu_2 = 0.04$, $\sigma_1 = \sigma_2 = 0.10$, $\rho = 0.05$, $P_x = 3$, $K = 1.2$, $P_0 = 1$,由(6)式中, $i = 2$,可得 $\tau_{21} = 1.217$, $\tau_{22} = -8.2167$,数值计算结果见表2。

表 2

σ_1	0.06	0.08	0.10	0.12	0.14
$\sigma_2 - \sigma_1$	0.04	0.02	0.00	-0.02	-0.04
P_{ii}^*	2.37010	4.11774	6.72995	3.76891	2.09661

假定技术许可联盟仅改变了未来收益的波动率(风险)参数,而不改变期望增长率的情形。在实际中如跨国或跨地区的技术联盟,特别是医药卫生行业和生物技术企业,通过技术许可获得更多的临床数据,不断的改进提高药品的性能,降低未来收益的不确定性。另外,技术许可也可以增长竞争者的竞争能力,反过来会增加未来收益的不确定性。从表2的数据发现如果技术许可前比许可后的收益的不确定性低,即许可后增加未来收益的不确定性,那么随着技术许可前比许可后收益的不确定性越低,即 $\sigma_2 - \sigma_1 > 0$ 的差越大,投资的阈值越低。这种情况在1994年以前较少,从1994年知识产权法规的贸易相关协定(TRIPS)之后较多,为了形成反垄断和不正当竞争法规,实施强迫许可权使所有WTO成员国都有其权利,只是技术许可的条件较苛刻,竞争对手利用创新技术进入市场的阈值 P_x 较高,此时创新技术企业更关心许可前市场收益的不确定性,几乎可以忽视许可后收益的不确定性增加的影响,因此,许可前市场收益的不确定性 σ_1 越低,投资的阈值越低,随着不确定性 σ_1 增加到 σ_2 ($\sigma_1 = \sigma_2$),投资的阈值越高。

但相反情况,也是实践中常见的现象。从表2的数据发现如果技术许可前比许可后的收益的不确定性高,即许可后降低了未来收益的不确定性,即 $\sigma_2 - \sigma_1 < 0$ 差的绝对值越大,投资的阈值越低,说明了技术创新企业预料到通过技术许可可能化解未来收益的不确定性, $\sigma_2 - \sigma_1 < 0$ 差的绝对值越大,越愿意

提前投资。

下面我们讨论技术许可联盟的合同规定竞争者进入市场的时间参数 P_x 对投资决策的影响。分两种情况讨论,第一种情况假定技术许可联盟既不改变未来收益期望增长率,也不改变的市场收益的不确定性,让技术许可联盟的合同规定竞争者进入市场的时间参数 P_x 变动,如何影响投资决策?取 $\mu_1 = \mu_2 = 0.04$, $\sigma_1 = \sigma_2 = 0.10$, $\rho = 0.05$, $K = 1.2$, $P_0 = 1$,由(6)式, $i = 1, 2$,可得 $\tau_{11} = 2.00$, $\tau_{12} = 1.217$, $\tau_{22} = -8.2167$,数值计算结果见表3。

表 3

P_x	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$P_x - P_0$	0.5	1	1.5	2	2.5	3
P_{ii}^*	1.92503	1.43429	1.40198	1.39829	1.39767	1.39754

从表3看出随着技术许可联盟的合同规定竞争者进入市场的时间参数 P_x 离当前状态 P_0 越远,投资的阈值越低。特别地,当 $P_x - P_0 = 2$ 时,投资的阈值下降的速度十分缓慢,几乎是常数。这说明当技术许可联盟的合同规定竞争者进入市场的时间参数 P_x 较高时,竞争者进入市场的可能性越小,它对创新技术公司的投资决策影响力越小。但当 P_x 相对 P_0 较低时,竞争者的进入是投资时必须考虑的重要因素,所以在 $P_x - P_0 < 2$ 且 $P_x > P_0$ 时投资的阈值越高。

第二种情况假定技术许可联盟既改变未来收益期望增长率,也改变的市场收益的不确定性,让技术许可联盟的合同规定竞争者进入市场的时间参数 P_x 变动,研究如何投资决策如何变化?取 $\mu_1 = 0.02$, $\mu_2 = 0.04$, $\sigma_1 = 0.06$, $\sigma_2 = 0.10$, $\rho = 0.05$, $K = 1.2$, $P_0 = 1$,由(6)式, $i = 1, 2$,可得 $\tau_{11} = 2.2478$, $\tau_{21} = 1.217$, $\tau_{22} = -8.2167$,数值计算结果见表4。

表 4

P_x	1.5	2	2.5	3	3.5	4
$P_x - P_0$	0.5	1	1.5	2	2.5	3
P_{ii}^*	1.72362	1.41979	1.40025	1.39797	1.39759	1.39751

把表4和表3对比可以发现投资的阈值 P_{ii}^* 有较小的差别,说明技术许可联盟的合同规定竞争者进入市场的时间参数 P_x 对投资者来说比市场变化更重要,这也进一步说明了技术许可联盟的合同更重要,在技术许可联盟中谈判许可合同条款应十分谨慎!

5 结语

技术许可战略联盟是技术创新研究与开发(R & D)和管理的重要举措。具有技术创新的企业把知识产权许可给其它企业使用、获得的收益比持有这个知识产权让潜在竞争者开发替代革新产品的收益要高。大量的技术许可实践证明了这一点。但技术许可协议影响技术研发投资的研究文献不多见。本文开发了具有技术许可联盟的 R & D 投资决策模型。考虑了技术许可前后市场结构的变化,利用连续时间阈值自回归过程模型这一非线性变化的特征,根据实物期权定价理论,给出了 R & D 投资项目的价值和最优投资阈值。通过数值分析讨论了技术许可前后的收益期望增长率和不确定性以及许可合同中竞争者进入市场的时间参数对投资决策的影响。结果显示如果技术许可前后具有市场风险不变,收益的期望增长率变化,那许可前的期望增长率相对于许可后的收益期望增长率越低,投资的阈值越低且下降速度十分缓慢,但技术许可前后收益的期望增长率的差趋于零时,投资阈值有明显的跳高。这说明为了得到将来更高的期望增长率,愿意提前投资,但从技术许可前到许可后期望增长率的有增加和没有增加对投资者的投资行为的影响有本质上的区别;如果技术许可后的收益的不确定性降低,保持期望增长率不变,那技术许可后的收益的不确定性降低的越多,投资的阈值越低,说明了技术创新企业预料到通过技术许可可能化解未来收益的不确定性,越愿意提前投资;最后说明了技术许可联盟中竞争者进入市场的时间参数 P_x 规定的越小对投资决策的影响越大,反之 P_x 越高几乎对投资决策的几乎无影响。这也说明了技术许可联盟的合同条款对企业的投资决策至关重要。因此,未来研究技术许可联盟的最优合同,在不同的合同条款下进一步研究 R & D 投资决策将是新的研究方向。

参考文献:

- [1] Arora, A., Fosfuri, A. and Gambardella, A. Markets for technology: the economics of innovation and corporate strategy[M]. The MIT Press: Cambridge, MA, 2001.
- [2] Lerner J. and Merges, R. The control of technology alliances: an empirical analysis of the biotechnology industry[J]. Journal of Industrial Economics, 1998, 46(2) 121 - 156.
- [3] Davis, J. L. and Harrison, S. S. Edison in the boardroom: how leading companies realize value from their intellectual assets[M]. Wiley, Hoboken, NJ, 2001.
- [4] Arora, A. and Fosfuri, A. Licensing the market for technology[J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 2003, 52: 277 - 295.
- [5] Cronin, B. Licensing patents for maximum profits[J]. International Journal of Technology Management, 1989, 4(5): 411 - 420.
- [6] 龙勇, 李薇, 竞争性双寡头的联盟绩效研究[J]. 中国管理科学, 2007, 15(5): 119 - 125.
- [7] 郭焱, 郭彬, 不同竞合模式的战略联盟形式选择[J]. 管理科学学报, 2007, 10(1): 39 - 45.
- [8] 王惠, 吴冲锋, 王爱民, 基于期权分析方法的动态联盟合同条款设计[J]. 管理科学学报, 2006, 9(2): 36 - 43.
- [9] Kim, Y. J., Nicholas, S and Vonortas. Determinants of technology licensing: the case of licensors [J]. Managerial and Decision Economics, 2006, 27: 235 - 249.
- [10] Gompers, P. A., and Lerner J. The venture capital cycle [M]. MIT Press, Cambridge, MA, 1999.
- [11] Hall, B. H. The financing of research and development [J]. Oxford Rev. Econom. Policy, 2002, 18(1): 20 - 33.
- [12] Soo Jeoung Sohn. Choosing the partners in the licensing alliance[J]. Managerial and Decision Economics, 2006, 27: 251 - 260.
- [13] Lihui Lin and Kulatilaka, N. Network effects and technology licensing with fixed fee, royalty, and hybrid contracts[J]. Journal of Management Information Systems, 2006, 23(2): 91 - 118.
- [14] Kalaignanam, K., Shankar, V., and Varadarajan, R. Asymmetric new product development alliances: win-win or win-lose partnerships? [J]. Management Science, 2007, 53(3): 357 - 374.
- [15] Dixit, A. K., and Pindyck, R. S. Investment under uncertainty[M]. Princeton Press, Princeton, NJ, 1994.
- [16] McDonald, R., and Siegel, D. Investment and the valuation of firms when there is an option to shut down[J]. Internat. Econom. Rev., 1986, 26(2): 331 - 349.
- [17] Huchzermeier, A., and Loch, C. H. Project management under risk: using the real options approach to evaluate flexibility in R & D [J]. Management Science, 2001, 47(1): 85 - 101.
- [18] Santiago, L. P., and Vakili, P. On the value of flexibility in R & D projects [J]. Management Science, 2005, 51(8): 1206 - 1218.
- [19] Benaroch, M., Shah, S. and Jeffery, M. On the valuation of multistage information technology investments embedding nested real options [J]. Journal of Management Information Systems, 2006, 23(1): 239 - 261.
- [20] Dixit, A. The role of investment in entry deterrence [J]. Economic Journal, 90: 95 - 106.
- [21] Spence, A. M. Cost reduction, competition, and in-

- dustry performance [J]. *Econometrica*, 52(1): 101 - 122.
- [22] Kulatilaka, N., and Peretti, E. Strategic growth options[J]. *Management Science*, 1998, 44(8): 1021 - 1031.
- [23] Grenadier, S. R. The strategic exercise of options: development cascades and overbuilding in real estate markets [J]. *Journal of Finance*, 51(5): 1653 - 1679.
- [24] Smit, J. T. J., and Trigeorgis, L. Strategic investment: real options and games [M]. Princeton University Press, 2004.
- [25] Smit, J. T. J., and Trigeorgis, L. Real options and games: competition, alliances and other applications of valuation and strategy [J]. *Review of Financial Economics*, 2006, 15: 95 - 112.
- [26] Weeds, H. Strategic delay in a real options model of R&D competition [J]. *Review of Economic Studies*, 2002, 69(3): 729 - 747.
- [27] Lambrecht, B. M. Strategic sequential investments and sleeping patents [M]. In M. J. Brennan, L. Trigeorgis (Eds.), *Project flexibility, agency, and product market competition: New developments in the theory and application of real options analysis*. London: Oxford University Press, 2000.
- [28] Weeds, H. Sleeping patents and compulsory licensing: an options analysis [M]. Warwick economics research paper, 2000, vol. 579.
- [29] Mason, R. and Weeds, H. Reverse hysteresis: R&D investment and stochastic innovation, mimeo [M]. Wassenaar/Leiden, The Netherlands, 2002.
- [30] Miltersen, K. and Schwartz, E. R&D investments with competitive interactions [J]. *Review of Finance*, 2004, 8: 355 - 401.
- [31] Tong, H. Non - Linear time series: a dynamical systems approach [M]. Oxford University Press, 1990.
- [32] Franses, P. H., and Dijk, V. D. Non - linear time series models in empirical finance [M]. Cambridge University Press, 2000.
- [33] Kulatilaka, N., and Lin, L. Impact of licensing on investment and financing of technology development [J]. *Management Science*, 2006, 52(12): 1824 - 1837.
- [34] Dixit, A. Irreversible investment and competition under uncertainty [M]. In K. Basu, M. Majumdar, & T. Mitra (Eds.), *Capital, investment, and development*. Basil Blackwell, 1999.

R&D Investment Decision with Technology Licensing Alliance

XUE Ming - gao

(Department of Finance, School of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: this paper considers the market structure which is affected by firm's licensing decision. We develop and apply a real option modeling framework where the underlying state variable can be described by continuous time threshold autoregressive process. We derive the value of R&D project and investment rules, and use numerical analysis to discuss these effect of growth rate and uncertainty of the R&D project revenue and licensing arrangement on the value of R&D project and investment rules.

Key words: technology licensing; R&D alliance; investment; real option; investment threshold; option game.