

# 基于有限理性和技术战略的风险投资决策研究<sup>①</sup>

曹麒麟<sup>1</sup>, 王文轲<sup>2</sup>

(1. 四川大学商学院, 成都 610064; 2. 四川师范大学商学院, 成都 610068)

**摘要:** 高新技术企业可获取专利保护, 再进行商业化; 也可在研发成功技术保密状态下直接进行商业化。本文从风险投资决策者的有限理性出发, 强调风险投资者的实际心理感受对风险投资决策的影响。根据高新技术项目的高风险、高收益性以及分阶段资金注入的特点, 建立了基于有限理性和不同技术战略的实物期权风险投资动态决策模型。本文模型全面、客观的对高新技术项目的价值进行了评估并对风险投资的投资决策进行了指导。文章详细阐述了模型中各参数对投资决策的影响, 使理论上的最优投资决策结果真正成为现实中风险投资决策者的重要参考依据。

**关键词:** 有限理性; 技术战略; 前景理论; 实物期权; 投资者情绪; 风险投资

**中图分类号:** F830.51      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1007-9807(2015)11-0025-10

## 0 引言

对于高新技术企业成长而言, 风险投资作用是巨大的<sup>[1]</sup>。风险资本投向的高新技术企业一般都建立在全新科学研究成果和新技术应用的基础上, 具有很大的成长性和不确定性<sup>[2]</sup>。高新技术企业的成长一般要经过种子期、创建期、成长期、扩张期及成熟期等多个阶段<sup>[3]</sup>。而在不同的阶段, 高新技术企业的风险水平、发展状况差别也较大<sup>[4]</sup>。风险投资者需要根据高新技术企业发展的不同阶段进行实时动态的价值评估, 分析企业的发展状况并做出相应的投资决策, 以达到控制风险同时实现收益最大化。

高新技术企业成长的特征, 使得传统的投资决策方法很难有效解决其项目价值中的高风险性和投资中的动态评估特性<sup>[5]</sup>。传统的投资决策方法, 如净现值法, 市盈率法等, 无法体现投资项目的战略价值, 也无法处理项目成长和投资管理中

分阶段决策和实施的柔性价值。而在高新技术企业成长过程中, 面临技术和市场的种种不确定性, 利用实物期权方法评价投资项目能够及时适应技术和市场的变化, 使高新技术企业和风险投资机构双方共赢并长期保持增长能力。Trigeorgis 的研究发现对于序列实物期权而言, 后续期权会大幅提升前面期权的标的资产价值<sup>[6]</sup>。赵昌文等建立了针对风险投资项目的投资价值进行评估的一般性随机定价模型<sup>[7]</sup>。周海林和汪寿阳建立了考虑利率动态变化影响的两状态变量风险投资价值评估模型并进行了相关分析<sup>[8]</sup>。赵振武和鲁春晓将风险投资看做是由一系列欧式期权构成的复合期权, 建立了多阶段复合式实物期权定价模型<sup>[9]</sup>。姚铮等提出了风险投资契约条款设置动因与条款影响传导模型, 构建了风险投资契约条款设置动因及其作用机理理论<sup>[10]</sup>。吴斌等通过引入 VC 与 EN 相对努力成本效率系数, 在满足 VC 与 EN 效用函数及设定的约束条件以及考虑控制权条件

① 收稿日期: 2013-04-26; 修订日期: 2013-06-20。

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71072066); 四川省软科学研究计划资助项目(2013ZR0165); 四川大学中央高校基本科研业务费研究专项项目(skqy201225; skzx2013-dz06); 可视化计算与虚拟现实四川省重点实验室资助项目(KJ201420); 四川省教育厅基金资助项目(14SB0022); 四川省省级大学生创新创业训练计划项目(201410636045; 201510636087)。

作者简介: 曹麒麟(1973—), 男, 四川自贡人, 博士, 副教授。Email: qlcao@scu.edu.cn

下,研究和求解了抑制双边道德风险的几种可能方法<sup>[11]</sup>. 张学勇和廖理研究了风险投资背景对公司在股票市场表现的影响<sup>[12]</sup>. 郑君君等<sup>[13]</sup>运用演化博弈理论方法,研究了声誉的激励效应和监督机制的惩罚效应对不同风险投资家的有效性,为解决风险投资中的逆向选择问题提供了理论依据. 王文轲和赵昌文<sup>[14]</sup>针对高科技企业,运用复合实物期权,建立了高科技企业研发投资动态、多阶段决策评价模型.

高新技术企业在取得技术突破后,可以申请专利也可以实行技术保密,然后再商业化. 不同的技术战略会影响高新技术企业的发展以及风险投资的投资决策. 在取得技术突破后,高新技术企业申请专利保护,可以圈定市场等待更好的市场时机再进行商业化,此时专利保护给企业提供了进一步商业化的期权. 高新技术企业也可以在取得技术突破之后,实行技术保密然后直接进行商业化. 这两种不同的技术战略中,获取专利行为会影响其所持资产服从的随机过程,而技术保密情况下,场上所拥有资产价值遵循的随机过程是相同的<sup>[15]</sup>. 高新技术企业采取不同的技术战略,会使得技术项目价值完全不同,而风险投资家应充分考虑不同技术战略对项目价值的影响,相应作出正确的投资决策.

风险投资家对出资人和对风险企业家都负有责任. 按照行为金融学的观点,风险投资家的投资决策往往与理性投资决策行为不相符合. 风险投资家往往是厌恶损失而不是厌恶风险<sup>[16]</sup>. 风险投资家面对风险的态度极可能是同时兼有冒险和保守两种心理特征<sup>[17]</sup>. 风险投资企业一般会选择自身熟悉或擅长的行业进行投资,由于丰富的投资经验和充足的知识储备,风险投资家往往和风险企业一样总是倾向于高估自身的知识和能力水平<sup>[18-19]</sup>,并过分相信自己的判断,呈现出过分自信的特征<sup>[20-21]</sup>. Das 和 Statman 从行为金融的角度验证了组合保险策略的有效性<sup>[22]</sup>. Rockenbach 研究了投资者的有限理性行为对期权定价的影响<sup>[23]</sup>. 姜继娇和杨乃定将行为金融学的相关理论融入到实物期权定价范畴中,建立了具有行为金融属性的复合实物期权定价模型<sup>[24]</sup>.

风险投资决策主体是由不同知识经验不同个

性的人组成的,而风险投资的对象—高新技术企业的成长又面临诸多的技术和市场的不确定性. 如何将决策者的主观判断和各种不确定性有机统一,在一个框架下有效指导风险投资决策者和风险企业作出正确的投资决策是学术界和实业界关注的重要问题.

基于以上认识,本文基于风险投资人决策的心理和行为特征,以风险投资为研究对象,以投资者的有限理性为出发点,针对风险投资项目本身的分阶段特征,研究不同技术战略下风险投资的投资评估和风险管理问题,建立有限理性条件下的风险投资项目动态决策模型,为风险投资公司的投资决策优化提供理论和方法论上的支持.

## 1 技术保密再商业化投资决策模型

### 1.1 模型假设

假设风险投资家投资于具有  $m$  个阶段的投资项目,在投资项目的任何阶段  $n$  进行研究. 首先按照最基本的单元计算,假设项目完成后每一产出阶段产出为 1 单位,以价格  $P$  销售,成本为  $C$ . 该价格服从几何布朗运动. 借用 Dixit 等<sup>[25]</sup>的分析思路

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dz \tag{1}$$

其中  $\alpha$  为预期回报率;  $\sigma$  为项目的波动率;  $dz$  为维纳过程增量<sup>[26]</sup>. 假设  $M$  为与该科技项目价值完全相关的某个动态资产组合的价格,  $\mu$  为应用于价格的经过风险调整的贴现率,同样  $M$  符合以下规则<sup>[27]</sup>

$$\frac{dM}{M} = \mu dt + \sigma dz \tag{2}$$

由 CAPM 可知:  $\mu = r + \varphi \beta_M$ ,  $r$  为无风险收益率,  $\varphi$  为市场风险溢酬. 令  $\kappa = \mu - \alpha$ .  $\kappa$  为风险中性假设条件下从项目中获得的收益. 因此利润流由  $\pi(P) = \max [P - C, 0]$  给出.

### 1.2 高新技术项目的价值

假设高新技术项目研发阶段的沉没成本为  $I_1$ , 商业化阶段的沉没成本为  $I_2$ . 构造无风险投资组合并依据 Ito 引理可以得到下面的微分方程

$$\frac{1}{2} \sigma^2 P^2 V''(P) + (r - k) P V'(P) - r V(P) + \pi(P) = 0 \tag{3}$$

约束于  $V(0) = 0$  且  $V(P)$  和  $V_p(P)$  在  $P = C$  点连续. 此时项目价值可以表示成

$$\begin{aligned} \text{当 } P < C \text{ 时, } V(P) &= A_1 P^{\beta_1} \\ \text{当 } P > C \text{ 时, } V(P) &= B_2 P^{\beta_2} + P/k - C/r \end{aligned} \quad (4)$$

系数为

$$\begin{aligned} \beta_1 &= \frac{1}{2} - \frac{r-k}{\sigma^2} + \sqrt{\left(\frac{r-k}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} > 1 \\ \beta_2 &= \frac{1}{2} - \frac{r-k}{\sigma^2} - \sqrt{\left(\frac{r-k}{\sigma^2} - \frac{1}{2}\right)^2 + \frac{2r}{\sigma^2}} < 0 \end{aligned} \quad (5)$$

根据  $V(P)$  和  $V_p(P)$  在  $P = C$  点连续, 有

$$\begin{aligned} A_1 &= \frac{C^{1-\beta_1}}{\beta_1 - \beta_2} \left( \frac{\beta_2}{r} - \frac{\beta_2 - 1}{k} \right) \\ B_2 &= \frac{C^{1-\beta_2}}{\beta_1 - \beta_2} \left( \frac{\beta_1}{r} - \frac{\beta_1 - 1}{k} \right) \end{aligned} \quad (6)$$

式(4)、(5)、(6) 可以确定科技项目的价值  $V(P)$ . 对于产品价格  $P$ , 存在一个阈值  $P^*$ , 当  $P > P^*$  时企业对此科技项目进行投资, 否则不进行投资.

### 1.3 研发和商业化阶段的投资

同样根据无风险条件并运用 Ito 引理, 可得

$$\begin{aligned} dF &= \left( \frac{\partial F}{\partial P} \alpha P + \frac{\partial F}{\partial t} + \frac{1}{2} \frac{\partial^2 F}{\partial P^2} \sigma^2 P^2 \right) dt + \\ &\quad \frac{\partial F}{\partial P} \sigma P dz \end{aligned} \quad (7)$$

构造无风险投资组合可以得到下面方程

$$\frac{1}{2} \sigma^2 P^2 F''(P) + (r-k) P F'(P) - rF(P) = 0 \quad (8)$$

由于高新技术企业实行技术保密战略, 所以场上资产价值遵循的随机过程不变, 各个阶段的  $P$  表达形式是相同的. 对于研发和商业化的任一阶段

$$\begin{aligned} \frac{1}{2} \sigma^2 P^2 \frac{\partial^2 F(P)}{\partial P^2} + (r-k) P \frac{\partial F(P)}{\partial P} - \\ rF(P) = 0 \end{aligned} \quad (9)$$

$$F(0) = 0 \quad (10-1)$$

$$F(P^*) = V(P^*) - I_2 - I_1 \quad (10-2)$$

$$F'(P^*) = V'(P^*) \quad (10-3)$$

求解可得

$$F(P) = DP^{\beta_1} \quad (11)$$

$$D = \frac{\beta_2 B_2}{\beta_1} (P^*)^{\beta_2 - \beta_1} + \frac{1}{k\beta_1} (P^*)^{1 - \beta_1} \quad (12)$$

且  $P^*$  是下面方程的解

$$\begin{aligned} (\beta_1 - \beta_2) B_2 (P^*)^{\beta_2} + (\beta_1 - 1) P^* / k - \\ \beta_1 (C/r + I_2 + I_1) = 0 \end{aligned} \quad (13)$$

因此有

$$\begin{aligned} F(P) &= DP^{\beta_1} \quad P < P^* \\ F(P) &= V(P) - I \quad P \geq P^* \end{aligned} \quad (14)$$

临界值  $P_n^*$  是决定高新技术企业技术保密阶段完成是否进行商业化的标准, 而且  $P_n^*$  决定了最优的投资时机. 这种分阶段决策机制充分的考虑了风险投资项目技术和市场的不确定性, 投资决策者充分考虑了投资项目将来的价值, 这符合风险投资项目本身的特点.

## 2 获取专利再商业化投资决策模型

对于高新技术企业而言, 在获得技术突破之后申请专利, 会极大影响技术项目的价值. 高新技术企业相应的投资决策和风险投资的投资决策就会由于项目价值本身的变化而产生变化. Kitch<sup>[28]</sup> 研究发现企业可以通过专利圈定市场, 继而减少了未来的不确定性. 寇宗来<sup>[15]</sup> 研究表明在考虑专利保护特性后, 如果创新竞争比较激烈, 即泊松过程到来率参数比较大, 则企业会出现申请专利而暂不进行开发的情况. 本节在其基础上进行扩展, 研究高新技术企业在技术突破后获取专利对高新技术企业项目价值带来的变化, 以及研究相应的高新技术企业和风险投资的投资决策.

### 2.1 获取专利对商业化投资阶段的影响

如果高新技术企业开发技术项目的产品后每期只生产一个价格为  $P$  的单位产品且边际成本为零. 因此利润流  $P$  为随机变量. 获取专利会影响其所持资产服从的随机过程, 如果厂商获取技术突破申请专利, 则由于专利保护的排他性, 可以圈定市场, 使其项目价值跳跃式的增加. 于是申请专利再商业化的投资决策可以通过带有泊松跳跃分布的混合扩散过程来描述. 因此高新技术企业在技术突破和申请专利决策时, 预期品价格遵循的混合扩散过程和泊松跳跃过程, 根据寇宗来<sup>[15]</sup> 的分析, 有

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dz - P dq \quad (15)$$

其中  $dq$  是一个具有平均到来率参数为  $\lambda$  的泊松过程,其他参数含义同前. 企业投资  $I_1$  进行研究和申请专利,如果成功则考虑是否投资  $I_2$  开发专利产品. 在申请专利后  $P$  服从简单的几何布朗运动,有

$$dP = \alpha P dt + \sigma P dz \quad (16)$$

$F(P)$  为企业持有专利开发期权的价值,则  $F(P)$  满足下述方程

$$\frac{1}{2}\sigma^2 P^2 F''(P) + \alpha P F'(P) - \rho F = 0 \quad (17)$$

对于  $P$  存在触发价格  $P_2^*$

$$P_2^* = \frac{\beta}{\beta - 1}(\rho - \sigma) I_2 \quad (18)$$

当  $P > P_2^*$  时,企业就会立即投资  $I_2$  进行专利开发.

投资机会的价值  $H(P)$  满足

$$\frac{1}{2}\sigma^2 P^2 H''(P) + \alpha P H'(P) - (\rho + \lambda) H(P) = 0 \quad (19)$$

此时对第一阶段的触发价格  $P_1^*$  有

如果  $P_1^* < P_2^*$  则  $F(P_1^*) = B(P_1^*)^\beta$

$$P_1^* = \left[ \frac{I_1 \beta}{\beta(\eta - \beta)} \right]^{\frac{1}{\beta}} \quad (20)$$

如果  $P_1^* > P_2^*$  则  $F(P_1^*) = \frac{P_1^*}{\rho - \alpha} - I_2$

$$P_1^* = \frac{\eta(\rho - \alpha)(I_1 + I_2)}{\eta - 1} \quad (21)$$

以上具体推导过程见文献[15],寇宗来<sup>[15]</sup>认为由于第一阶段泊松跳跃过程的影响,从而有可能出现企业只获取专利而不进行商业化的情况. 可以看出创新活动的竞争程度越高( $\lambda$  越大),第一阶段的触发价格  $P_1^*$  越小,高新技术企业更急于通过申请专利来圈定市场. 此时风险投资可以暂时不对高新技术企业进行投资. 在  $P_1^* > P_2^*$  时,高新技术企业投资的积极性高,风险投资企业应该向高新技术企业投资.

由于专利竞争的影响,高新技术企业进行研究和申请专利投资的触发价格就有可能小于开发专利投资的触发价格,当竞争程度越高时,高新技术企业越倾向于等待更好的市场时机再进行商业化. 相应的此时风险投资公司也应该不进行投资,而等待更好的时机再对此科技项目进行商业

化投资.

### 2.2 获取专利对项目价值及投资决策的影响

高新技术企业获取专利会影响其商业化阶段的投资决策,获取专利本身也会极大影响企业投资项目的价值,企业相应的投资决策和风险投资的投资决策也应该作出调整. 本节采用 Dixit 等<sup>[25]</sup> 引入泊松分布的思路,在其基础上进行扩展,引入专利对项目价值的影响因素,讨论专利申请对高新技术企业项目价值的影响,继而研究其对高新技术企业和风险投资的投资决策的影响.

假设高新技术企业申请专利会使得企业投资项目价值以  $h$  的比率上升,且该因素服从参数为  $\lambda$  的泊松分布,此时项目价值可以表达为

$$dV = \alpha V dt + \sigma V dz + V dq \quad (22)$$

$$dq = 0, \quad \text{概率为 } 1 - \lambda dt$$

$$dq = h, \quad \text{概率为 } \lambda dt$$

根据贝尔曼方程,项目的期权价值  $F$  满足

$$rF dt = E(dF)$$

由 Ito 定理可得

$$rF(V) dt = \alpha V F'(V) + \frac{1}{2} F''(V) \sigma^2 V^2 + \quad (23)$$

$$\lambda \{ F[(1+h)V] - F(V) \} dt$$

可得:  $F(V) = AV^\beta$   $\beta$  为下方方程的正根

$$\frac{1}{2}\sigma^2 \beta(\beta - 1) + \alpha\beta - (r + \lambda) + \lambda(1+h)^\beta = 0 \quad (24)$$

可以得到执行投资期权的临界值为

$$V^* = \frac{\beta}{\beta - 1} I \quad (25)$$

$$F(V) = \begin{cases} (V^* - I)(V/V^*)^\beta & V < V^* \\ V - I & V \geq V^* \end{cases} \quad (26)$$

由于高新技术企业申请了专利,专利帮助企业“圈定”了市场,减少的未来的不确定性. 同时,由式(25)、(26)可以看出专利的获得提升的项目投资的阈值,同时提升了项目的价值. 而对于投资项目价值的提升,风险投资的投资决策应该相应作出调整 and 变化.

### 3 模型中参数估计及敏感性分析

模型中参数取值如下:

1) 项目价值的波动率  $\sigma$

由于高新技术项目本身尚未在市场上交易, 而且它的价值受市场风险、技术风险、财务风险等多种因素的影响, 因此一般的做法是利用具有相同或类似项目的上市公司的历史数据来近似得出项目价值的标准差.

2) 项目价值的期望收益率  $\alpha$

$\alpha$  的大小由企业家的能力和项目的风险决定. 一般情况下通过计算所投资项目的年增长率获得. 它也可以根据同行业的历史数据获得.

3) 无风险利率  $r$

无风险利率一般是基于 3A 级的债券利率结构决定的, 简单地可以用一年期的国债利率作为近似无风险利率.

4) 持有收益率  $k$

对于高新技术项目来说  $k$  是进行投资时从项目中获得的收益, 可看作是因持有等待期权而推迟项目实施的机会成本. 它一般由  $r - \alpha$  来获得.

3.1 技术保密战略参数敏感性分析

作为反映高新技术项目具体投资阶段特性的参数  $k$ 、 $\sigma$  以及成本  $I$  与项目的具体投资阶段特性的表现临界值  $P^*$  关系密切. 而同时也是风险投资的投资决策依据.

先取研发后直接商业化两阶段模型为例, 分析参数  $k$ 、波动率  $\sigma$  以及投资活动所涉及的成本  $I$  对临界值  $P_1^*$  和  $P_2^*$  的影响. 为更能说明这三个参数对投资决策的影响, 这里对除了这三个参数以外的其他数据都预先取值. 当然, 其他数据的取值变化不会影响分析的结果.

1) 波动率  $\sigma$  和成本  $I$  对投资临界值  $P^*$  的影响

取  $r = 0.05$ ,  $k = 0.02$ ,  $C = 1$ , 绘制三维图形. 如图 1 所示, 临界值  $P_1^*$  和  $P_2^*$  都随着波动率和成本  $I$  的增加而增大. 随着技术和市场风险以及投资成本  $I$  的增大, 科技项目的价值逐步增大. 同时投资临界值  $P_1^*$  和  $P_2^*$  会随之增加.

2) 波动率  $\sigma$  和持有收益率  $k$  对临界值  $P^*$  的影响

取  $r = 0.05$ ,  $I_1 = I_2 = 0.5$ ,  $C = 1$ . 绘制三维图形, 如图 2 所示, 临界值  $P_1^*$  和  $P_2^*$  随着持有收益率  $k$  的增加而增大, 随着波动率  $\sigma$  的增加而增大.

显然随着技术和市场风险以及投资收益率的增大, 科技项目的价值逐步增大. 同时投资临界值  $P_1^*$  和  $P_2^*$  会随之增加.

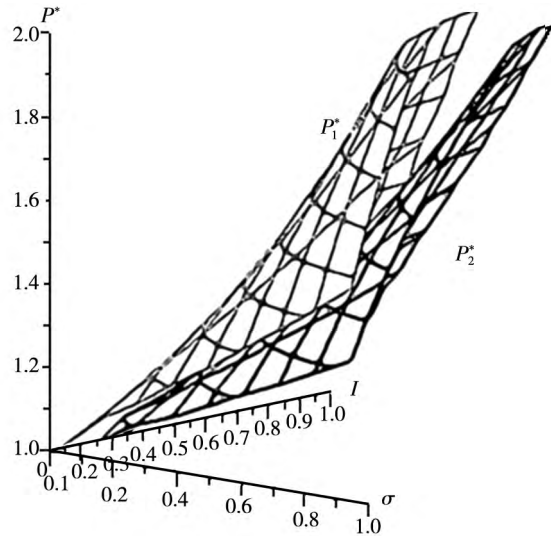


图 1 投资临界值与波动率  $\sigma$  和成本  $I$  的关系

Fig. 1 Relationship between  $P^*$  and  $\sigma$ ,  $I$

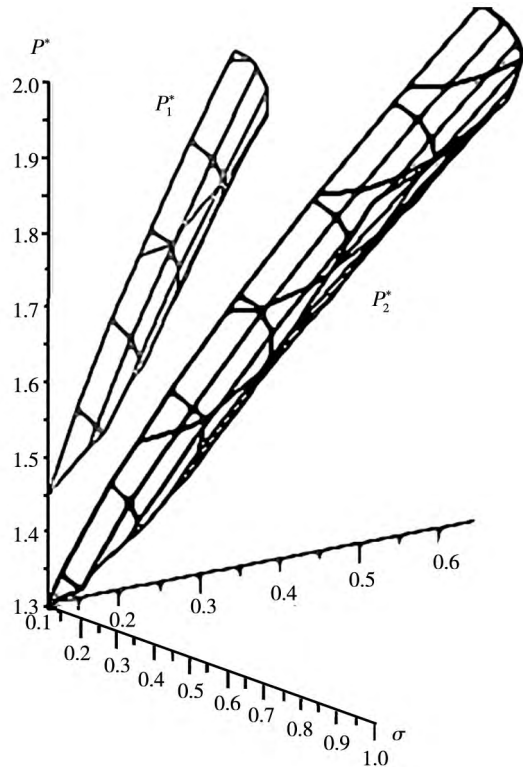


图 2 投资临界值与波动率  $\sigma$  和持有收益率  $k$  的关系

Fig. 2 Relationship between  $P^*$  and  $\sigma$ ,  $k$

3) 成本  $I$  和持有收益率  $k$  对临界值  $P^*$  的影响  
假定  $r = 0.05$ ,  $\sigma^2 = 0.04$ ,  $C = 1$ . 绘制三维图形.

如图3所示,临界值 $P_1^*$ 和 $P_2^*$ 随着投资成本 $I$ 的增加而增大,随着持有收益率 $k$ 的增加而增大.随着持有收益率 $k$ 及投资成本 $I$ 的增大,科技项目的价值逐步增大.同时投资临界值 $P_1^*$ 和 $P_2^*$ 也会随之增加.

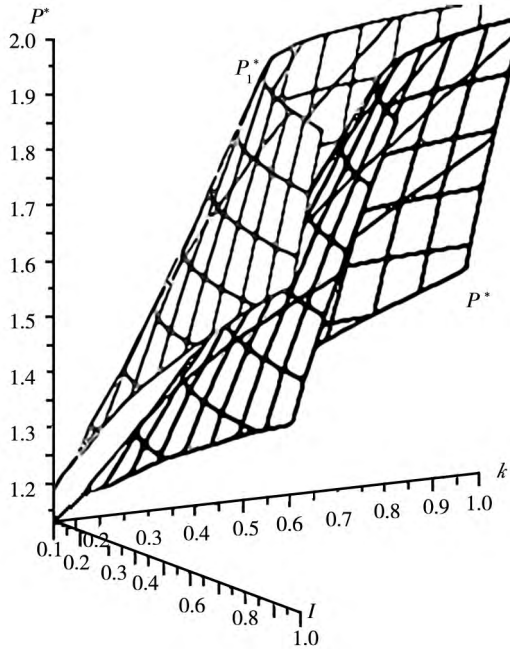


图3 投资临界值与成本 $I$ 和持有收益率 $K$ 的关系

Fig. 3 Relationship between  $P^*$  and  $I, K$

从图1-3分析可以看出,波动率 $\sigma$ 、成本 $I$ 和持有收益率 $k$ 的变化对投资临界值 $P^*$ 的影响极大.高新技术企业对项目的投资积极性以及风险投资的支持会由于参数 $k$ 、波动率 $\sigma$ 以及科技项目投资成本 $I$ 的增大而减小.对于波动率 $\sigma$ 、成本 $I$ 和持有收益率 $k$ 的变化,高新技术企业应该相应做出立即投资还是等待这样不同的投资决策,使得企业价值最大化;而风险投资也应该根据企业项目价值和投资决策的变化做出相应的投资决策以控制风险.

### 3.2 获取专利战略参数敏感性分析

下面考虑如果高新技术企业在研发成功后申请专利的情况,此时在 $\beta$ 取正根的情况在,取成本 $I = 1000$ ,利率 $r = 0.07$ ,增长率 $\alpha = 0.03$ ,波动率 $\sigma = 0.3$ .通过计算可得投资阈值 $V^*$ 随 $h$ 和 $\lambda$ 的变化情况,如表1所示:

取初始价值 $V = 1400$ ,通过计算可得项目期权价值随 $h$ 和 $\lambda$ 的变化情况如表2所示:

表1 投资阈值 $V^*$ 与 $h$ 和 $\lambda$ 的关系

Table 1 Relationship between  $V^*$  and  $h, \lambda$

$h \backslash \lambda$	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
0.05	3 427.18	3 500.00	3 583.98	3 666.67	3 762.43
0.15	3 577.32	3 849.00	4 174.60	4 584.23	5 081.63
0.3	3 849.00	4 571.43	5 694.84	7 666.67	12 111.1

表2 期权价值与 $h$ 和 $\lambda$ 的关系

Table 2 Relationship between  $h$  and  $\lambda$

$h \backslash \lambda$	0.02	0.04	0.06	0.08	0.10
0.05	685.65	693.14	701.56	709.61	718.67
0.15	700.90	726.62	754.64	786.20	819.95
0.3	726.62	785.27	856.00	843.32	1 057.71

从表1和表2可以看出,当高新技术企业获取专利之后,专利对投资项目的价值提升比例越大,企业越应该推迟将专利技术商业化.同时,对高新技术企业而言,专利出现的频率越高,投资临界值也相应越高,项目的期权价值也越大.专利增加了项目的潜在价值而使得企业推迟将专利技术进行商业化.

对高新技术企业而言,按照投资阈值对企业的专利进行管理,有助于正确判断项目的价值,对于风险投资的投资决策而言,是非常重要的投资依据.

## 4 有限理性的风险投资决策

对高新技术企业的科技项目的正确评估是风险投资决策的关键.多阶段复合期权能够充分的将风险和不确定性考虑在内,采用分阶段评估的方式,利用临界值帮助风险投资家作出科学有效的投资决策.但这同时意味着风险投资家能够理性的分析和判断不同的投资决策方案,能够根据期望值以及价值最大化原则作出投资决策.但是,风险投资家由于受自身知识水平的以及信息不对称性的约束,也具有正常人的价值感受、投资情绪和风险偏好.因此建立在上述理性假设基础上的投资决策缺乏客观性.而前景理论并没有基于上述假设,前景理论将决策者的价值感受特征与理性特征进行融合统一,将决策行为建立在有

限理性的基础上,充分考虑价值感受对投资决策的影响。

#### 4.1 基于前景理论的风险投资项目决策模型

经济心理学家 Paul<sup>[29]</sup> 对投资者的非完全理性决策进行了研究。1979 年 Kahneman 和 Tversky<sup>[16]</sup> 共同提出了前景理论,前景理论认为人们更加看重财富的变化量而不是最终量;人们面对等量的盈利和损失时,相应的快乐与痛苦是不相等,痛苦要大于快乐。Kahneman 和 Tversky 认为,前景理论是对人们真实行为的描述。前景理论认为决策体系包含编辑和评价两部分。个人效用由如下决策权重以及价值函数值构成

$$V = v(x) \pi(p) + v(y) \pi(q) \quad (27)$$

其中  $v(x)$   $v(y)$  为价值函数  $\pi(p)$   $\pi(q)$  分别为对应的决策权重。个体决策依据是:  $V \geq$  目标。

在前景理论中,不同的决策构架,将产生出不同的价值零点。价值相对于这个参照点会有不同的盈亏变化,而这种变化将改变人们对价值的主观感受,从而改变人们的偏好。在风险投资决策体系中,风险投资家并不关心科技项目的最终成就,而关心自己的投资额能给自己带来多大的收益。因此,风险投资决策问题就转化为:当科技项目的投资价值超过参考点时,认为该项目有利可图;当科技项目的投资价值低于参考点时,认为该项目应该放弃。

鉴于以上的论述,笔者引入前景理论对前文风险投资家的评价决策框架进行进一步修正。根据上文的复合期权分析,风险投资家投资成功时的收益为

$$x = F_n(P) = V(P) - I_n \quad (28)$$

投资失败时的收益为

$$y = -I_n \quad (29)$$

根据前景理论,损失的主观感受曲线要明显陡于收益的主观感受曲线。在风险投资项目决策中,风险投资家更加关注投资失败时的损失。在价值函数的选取上,本文采用如下定量分析,假设价值函数是一个两段函数<sup>[16]</sup>

$$\begin{aligned} v &= x^\alpha & x &\geq 0 \\ v &= -\lambda(-y)^\alpha & y &< 0 \end{aligned} \quad (30)$$

其中  $\alpha$  为风险态度系数  $\alpha$  越大表示风险投资家

越愿意冒险,当  $\alpha = 1$  时为风险中性者。 $\lambda$  为风险规避系数,若  $\lambda > 1$  表示风险投资家对损失更加敏感。根据 Kahneman 等的标定,当  $\alpha = 0.88$   $\lambda = 2.25$  时与经验数据较为一致。

决策的权重需要结合风险投资事件的判断概率和决策者的决策偏好。对于高新技术企业的风险投资而言,风险投资决策者首先考虑事件发生的判断概率,然后应用风险情况下的概率权重函数将该概率转换得到最终的决策权重,如下所示

$$\begin{aligned} \pi^+(p) &= \frac{p^\gamma}{[p^\gamma + (1-p)^\gamma]^{\frac{1}{\gamma}}} \\ \pi^-(p) &= \frac{p^\delta}{[p^\delta + (1-p)^\delta]^{\frac{1}{\delta}}} \end{aligned} \quad (31)$$

其中  $p$  为概率  $\gamma$   $\delta$  为参数,这种形式有以下几个特点:1)  $\gamma$   $\delta$  表征曲线  $\pi(p)$  曲率和相对位置高度,减少  $\gamma$   $\delta$  将使权重函数  $\pi(p)$  更弯曲且曲线相对位置更高;Kahneman 经过试验标定  $\gamma = 0.61$   $\delta = 0.69$ 。2) 在概率区间 (0.05, 0.95), 它能提供合理的比较精确的逼近。

通过前景理论的修正,风险投资决策者的决策行为可以用式(31)的两个权重函数来分别表示投资“成功”和“失败”的决策权重,其中的项目投资成功的概率  $p$  可以由煤矿安全项目风险的综合评估得出。而价值函数可由式(30)得出,将式(30)和(31)带入式(27)就可以求出有限理性情况下风险投资的投资效用。

#### 4.2 投资者情绪对风险投资决策的影响

风险投资决策者是有限理性的,常常会过高估计自己的判断和认知能力,过度相信自己成功的概率,这种认知上的偏差称为过度自信。过度自信这种心理偏差在风险投资决策过程中也扮演着重要作用。Fehr 等<sup>[30]</sup> 与 Fairchild<sup>[31]</sup> 研究了单一的公平因素对风险投资契约与绩效的影响,从行为金融角度进行了分析。风险投资决策者的过度自信会导致决策者太过于依赖自己收集到的信息,过于看重那些能够证明或显示其自信心的信息,而轻视高新技术企业技术项目本身的信息。

过度自信的投资决策者会经常性的高估投资安全项目的收益率,导致做出非最优的投资决策,进行盲目投资。风险投资家的价值感受对技术项目价值有着重要的影响,过度自信的投资决策者

通常会低估项目价值的波动率,致使实际值大于估计值,从而低估投资者的临界值 $P^*$ ,致使投资者会提早执行投资决策。由此可见风险投资家的情绪对项目投资影响较大。

有限理性的投资决策者不同的心理感受和 risk 偏好必然会对投资者、代理人、竞争者的投资时机选择、价值函数确定以及期权规则等产生重要影响。在风险投资决策过程中,要充分考虑决策者的有限理性对项目投资决策的影响。

## 5 结束语

根据以上研究结果,可得出以下结论及政策建议:

1) 高新技术企业采取不同的技术战略会导致企业的发展和项目价值的不同。风险投资在支持高新技术企业发展时要充分考虑企业不同技术战略带来的价值区别。这种分类的考虑将使对高科技类项目的评价更加客观和全面,同时也有效的指导了风险投资家的投资评估和风险管理工作,进一步增强了风险投资家与高新技术企业的有效沟通。

2) 根据高新技术企业项目的特征提出的分阶段动态投资决策模型,有效的帮助风险投资家

控制风险并增加投资价值,进而增强了风险投资家投资的可行性。同时,这种分阶段根据投资临界值进行判断的投资机制在降低道德风险的同时,能够激励企业家更加努力工作,有效促进了高新技术企业公司治理结构的改善。

3) 风险投资者是有限理性的投资人,其投资决策同样受到自身知识水平、风险偏好、投资情绪等心理和行为因素的影响。从人的有限理性出发,强调风险投资者的实际心理感受对风险投资决策的影响,建立起了基于前景理论的行为风险投资决策模型并研究了过度自信对投资决策的影响。本研究将行为金融理论运用到风险投资领域中,为风险投资公司科学地做出风险资本的投资决策以提高投资效率提供了理论依据。

本文基于风险投资决策者的有限理性,根据高新技术企业技术项目具有的高风险以及分阶段特征建立了基于有限理性的风险投资动态决策评价模型。本文提供的定量的投资评价思路为不确定环境下风险投资决策提供了一种定量的分析方法和科学的决策手段。从而使风险投资能够准确地评价项目投资的价值和风险,提高投资决策的效率。进一步改进风险投资决策评价手段和评价方法,完善风险投资项目投资规范和方法体系。

## 参考文献:

- [1] Hellmann T, Puri V. Venture capital and the professionalization of start-up firms: Empirical evidence[J]. *The Journal of Finance*, 2002, 57(1): 169-197.
- [2] Mason C M, Harrison R T. Is it worth it? The rates of return from informal venture capital investments[J]. *Journal of Business Venturing*, 2002, 17(3): 211-236.
- [3] Li Y. Duration analysis of venture capital staging: A real options perspective[J]. *Journal of Business Venturing*, 2008, 23(5): 497-512.
- [4] Guo J E, Yan W J, Zhang G X. Stage investment cost and adding investment triggers in venture capital[J]. *Systems Engineering: Theory and Practice*, 2008, 28(8): 38-43.
- [5] Hodder J, Riggs H. Pitfalls in evaluating risky projects[J]. *Harvard Business Review*, 1985, 63(1): 128-135.
- [6] Trigeorgis L. The nature of option interactions and the valuation of investment with multiple Real options[J]. *Journal of Finance and Quantitative Analysis*, 1993, 26: 120-136.
- [7] 赵昌文, 杨记军, 杜江. 基于实物期权理论的风险投资项目价值评估模型[J]. *数量经济技术经济研究*, 2002, 19(12): 72-75.  
Zhao Changwen, Yang Jijun, Du Jiang. Evaluation model of venture investment project based on real option theory[J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2002, 19(12): 72-75. (in Chinese)



- [8]周海林,汪寿阳. 两状态变量风险投资项目的投资价值评估模型[J]. 系统工程理论与实践,2009,29(5): 59-68.  
Zhao Hailin, Wang Shouyang. Two state variables evaluating model of venture capital investment[J]. Systems Engineering: Theory & Practice, 2009, 29(5): 59-68. (in Chinese)
- [9]赵振武,鲁春晓. 风险投资项目价值评估的多阶段复合实物期权模型[J]. 系统管理学报,2011,20(1): 104-108.  
Zhao Zhenwu, Lu Chunxiao. A multi-stage compound real option model for valuation of venture capital project[J]. Systems Engineering: Theory Methodology Application, 2011, 20(1): 104-108. (in Chinese)
- [10]姚 铮,王笑雨,程越楷. 风险投资契约条款设置动因及其作用机理研究[J]. 管理世界,2011,209(2): 127-141.  
Yao Zheng, Wang Xiaoyu, Cheng Yuekai. A study on the motivation of the stimulation of terms in the contracts for risk investment and on its affecting mechanism[J]. Management World, 2011, 209(2): 127-141. (in Chinese)
- [11]吴 斌,徐小新,何建敏. 双边道德风险与风险投资企业可转换债券设计[J]. 管理科学学报,2012,15(1): 11-21.  
Wu Bin, Xu Xiaoxin, He Jianmin. Double-side moral hazard and convertible bond design in venture capital firms[J]. Journal of Management Sciences in China, 2012, 15(1): 11-21. (in Chinese)
- [12]张学勇,廖 理. 风险投资背景与公司 IPO: 市场表现与内在机理[J]. 经济研究,2011,46(6): 118-132.  
Zhang Xueyong, Liao Li. VCs' backgrounds, IPO underpricing and Post-IPO performance[J]. Economic Research Journal, 2011, 46(6): 118-132. (in Chinese)
- [13]郑君君,韩 笑,邹祖绪,等. IPO 市场中风险投资家策略的演化博弈分析[J]. 管理科学学报,2012,15(2): 72-82.  
Zheng Junjun, Han Xiao, Zou Zuxu, et al. Analysis on venture capitalists' strategies in IPO market based on evolution-ary game[J]. Journal of Management Sciences in China, 2012, 15(2): 78-82. (in Chinese)
- [14]王文轲,赵昌文. 研发投资动态多阶段决策模型及其应用研究[J]. 软科学,2010,24(1): 12-16.  
Wang Wenke, Zhao Changwen. Research on the dynamic multi-stage decision model of R&D investment and its application: Based on multi-stage compound real option[J]. Soft Science, 2010, 24(1): 12-16. (in Chinese)
- [15]寇宗来. 沉睡专利的实物期权模型[J]. 世界经济文汇,2006,(3): 41-51.  
Kou Zonglai. Real option model of sleeping patent[J]. World Economic Papers, 2006, (3): 41-51. (in Chinese)
- [16]Kahneman D, Tversky A. Prospect theory: An analysis of decision under risky[J]. Econometrica, 1979, 47(2): 263-291.
- [17]Friedman M, Savage L J. The utility analysis of choices involving risky[J]. The Journal of Political Economy, 1948, 56(4): 279-304.
- [18]Taylor S, Brown J D. Illusion and well-being: A social psychological perspective on mental health[J]. Psychological Bulletin, 1988, 103(2): 193-210.
- [19]Wolosin R J, Sherman S J, Till A. Effects of cooperation and competition on responsibility attribution after success and failure[J]. Journal of Experimental, Social Psychology, 1973, 9(3): 220-235.
- [20]Malmendier U, Tate G. CEO Overconfidence and Corporate Investment[R]. Cambridge: Harvard University, 2002.
- [21]Cooper A C, Dunkelberg W C, Woo V Y. Entrepreneurs perceives chances for success[J]. Journal of Business Venturing, 1988, 3(2): 97-108.
- [22]Das S R, Statman M. Options and structured products in behavioral portfolios[J]. Journal of Economic Dynamics and Control, 2013, 37(1): 137-153.
- [23]Rockenbach B. The behavioral relevance of mental accounting for the pricing of financial options[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2004, 53(4): 513-527.
- [24]姜继娇,杨乃定. 基于两心理账户 BPT 的复合实物期权定价模型[J]. 管理科学学报,2008,11(1): 89-94.  
Jiang Jijiao, Yang Naiding. Compound real option pricing model based on BPT with two mental accounts[J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(1): 89-94. (in Chinese)
- [25]Dixit A K, Pindyck R S. Investments under Uncertainty[M]. Princeton: Princeton University Press, 1994.
- [26]Mathews S, Datar V. A practical method for valuing real options: The Boeing approach[J]. Journal of Applied Corporate

Finance , 2007 , 19( 2 ) : 95 - 104.

[27]Pendharkar P C. Valuing interdependent multistage IT investments: A real options approach [J]. European Journal of Operational Research , 2010 , 201( 3 ) : 847 - 859.

[28]Kitch E. The nature and function of the patent system [J]. Journal of Law and Economics , 1997 , 20( 21 ) : 265 - 290.

[29]Paul Slovic. Psychology study of human judgment: Implications for investment decision making [J]. Journal of Finance , 1972 , 27( 1 ) : 779 - 800.

[30]Fehr E , Schmidt K. A theory of fairness , competition and cooperation [J]. Quarterly Journal of Economics , 1999 , 114 ( 3 ) : 817 - 868.

[31]Fairchild J R. The Effects of Self-interest and Fairness on Entrepreneur/Venture Capitalist Financial Contracting and Performance [EB/OL]. Cambridge: Harvard Business School , <http://ssrn.com/abstract=875833> , 2006 - 02 - 01.

## Venture capital dynamic decision based on limited ration and different technology strategies

CAO Qi-lin<sup>1</sup> , WANG Wen-ke<sup>2</sup>

1. Business School of Sichuan University , Chengdu 610064 , China;

2. Business School of Sichuan Normal University , Chengdu 610068 , China

**Abstract:** High-tech companies can obtain a patent and commercialize it; or directly commercialize it after successful R&Ds in secret without a patent. From the view of limited ration , considering the actual psychological feelings of the investors of venture capital and the characteristics of high-risk and multi-stage capital injection in the high-tech project of high-tech companies , the paper establishes a dynamic , multi-stage investment decision evaluation model based on limited ration , real option and different technology strategies. The proposed model factually and inclusively evaluates the high-tech projects and supervises the venture capital investment decisions. The model provides its parameters value and the influences of all parameters are analyzed. Some policy suggestions are provided in the end.

**Key words:** limited ration; technology strategies; prospect theory; real option; investor sentiment; venture capital