

基于障碍期权的高新技术企业风险投资担保价值研究

高 峰¹, 郭菊娥²

(1.西安工程大学 管理学院, 陕西 西安 710048; 2.西安交通大学 管理学院, 陕西 西安 710049)

摘 要: 分析了高新技术企业风险投资担保的作用机理及下降敲入看跌期权特性, 基于障碍期权理论给出了风险投资担保的定价模型及求解。通过案例分析了担保水平和执行价格等关键因素对担保价值的影响, 为担保公司作出恰当的担保决策提供了理论基础。

关键词: 高新技术企业; 风险投资; 担保; 作用机理; 障碍期权

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.20.018

中图分类号: F276.44

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)20-0074-03

0 引言

高新技术企业的发展是实现技术创新和科技进步的重要推动力, 也是科技转化为现实生产力的必然途径。高新技术企业在进行技术研发和实现产业化的过程中, 需要投入巨额资金用于技术开发所需的专业人员和设备。随着经济社会快速发展, 技术更新步伐加快, 更早地实现高新技术产业化可使企业迅速抢占技术竞争的制高点, 获取新经济形势下的竞争优势^[1]。由于高新技术企业的发展对社会经济具有巨大的潜在作用, 同时考虑到企业发展各阶段面临较大的不确定性, 为了促进高新技术企业的快速发展, 政府从企业创立、创业基金及税收优惠等多个方面给与政策支持。尽管如此, 高新技术企业在发展过程中仍然面临较大的资金“瓶颈”压力。目前, 在政府财政资金有限, 自有资金和创业基金等无法满足企业持续、大量资金需求的情况下, 通过建立和完善担保体系, 可以有效发挥杠杆作用, 在一定程度上缓解企业资金不足的问题^[2-3]。

在担保融资模式下, 担保公司承担了高新技术企业发展过程中的众多风险。当企业研发或产业化失败等不利情况发生时, 担保公司面临对风险资本的补偿压力, 而如何衡量担保风险及未来补偿能力的基础就是对担保价值进行科学评价。担保的价值主要体现在由于不确定性因素造成企业价值损失时, 担保公司按照担保协议给予风险投资公司一定额度的补偿, 由此风险投资公司拥有一个或有要求权^[4]。考虑到传统净现值等方法在计算或有价值方面的局限性, 本文基于期权理论对高新技术企业风险投资担保价值进行测算和评价。

1 高新技术企业风险投资担保的期权特性分析

1.1 高新技术企业风险投资担保问题描述

高新技术企业在成立初期, 发起人首先投入有限的自有资金使企业开始运转, 随后由于进行产品研发、生产和市场开拓等原因, 需要持续投入大量资金, 而对于此类处于创业初期的高新技术企业来说, 很难以信用或抵押等方式通过银行贷款获得资金支持。多数情况下, 高新技术初创企业大多寻求风险投资公司进行融资。但考虑到此类企业在初期研发阶段能否成功, 以及后期产品市场前景等方面, 都面临着较大的不确定性^[5]。风险投资家出于自身风险控制的需要, 对于高新技术企业的选择非常严格, 实际能够获得风险资本的企业非常少。因此, 积极寻求担保公司对风险投资公司投入风险资本的本金或收益进行担保, 在一定程度上降低风险资本家面临的损失风险, 是满足企业融资需求的一个有效途径。担保公司提供担保对企业各参与方的作用机理如图 1 所示。

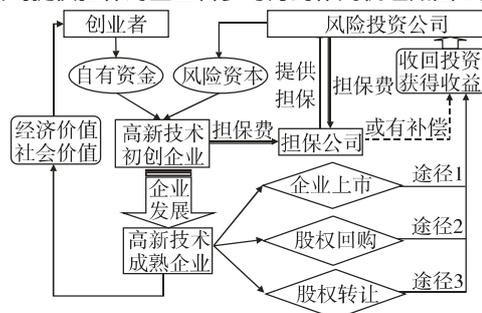


图 1 高新技术企业风险投资担保作用机理

收稿日期: 2010-04-28

基金项目: 国家自然科学基金项目(70773091)

作者简介: 高峰(1974-), 男, 陕西大荔人, 博士, 西安工程大学管理学院讲师, 研究方向为投融资决策与风险管理; 郭菊娥(1961-), 女, 陕西临潼人, 西安交通大学管理学院教授、博士生导师, 研究方向为投融资决策与风险管理、能源战略。

从图 1 可以看出, 对于高新技术初创企业来说, 通过担保公司提供担保, 承担风险投资公司面临的投资风险, 促使风险资本进入初创企业, 解决了企业成长初期进行研发、生产、市场开拓等方面的资金需求, 有利于企业发展成为成熟企业。相应地, 企业成功为创业者带来一定经济价值和社会价值。从担保公司的角度分析, 由于担保公司承担了企业发展过程中面临的风险, 因此需要从风险投资公司和企业双方收取一定的担保费作为风险补偿。对于风险投资公司来说, 由于投入风险资本是为了获得投资收益, 因此需要与担保公司和企业进行协商, 预先约定投资期限和投资回报率。随着企业发展成功, 风险投资公司可由多种途径收回投资并获得收益。首先是通过企业成功上市, 在资本市场上出售所持有的股权获得收益; 其次, 创业者与风险投资公司协商, 以一定价格进行股权回购; 第三, 通过与其他投资者进行协商, 风险投资公司将所持股权转让, 从而收回投资并获得收益。需要说明的是, 如果通过上述 3 种途径能够实现风险投资公司所要求的投资回报, 则担保公司不需要进行补偿; 相反, 如果风险投资公司通过这 3 种途径只能获得较低的投资回报, 或只能收回部分所投入的风险资本, 或者更有甚者, 企业因为研发失败而破产, 在这些情况下, 担保公司将根据初始约定的投资回报进行必要的补偿。由于担保公司进行补偿是一种或有责任, 只有当特定情况发生时才承担赔偿责任, 因此在图中用虚线表示。

1.2 风险投资担保的障碍期权特性分析

假设某高新技术企业, 需要风险资本进行研发和生产, 为规避风险投资公司的投资风险, 由担保公司提供担保, 风险投资额度为 I , 所占企业股权比例为 b , 风险投资期限为 T 。

考虑到企业在经营管理过程中面临的各种不确定性因素, 担保公司对该项风险投资提供担保水平为 a ($a > 0$) 的担保, 即保证风险投资公司在风险投资期末获得不低于 $R_T = I'(1+a)$ 的投资回报。企业价值用 C 表示, 风险投资公司所拥有的股权价值用 V 表示, 则 $V = C \cdot b$, T 时刻风险投资公司拥有的股权价值为 $V_T = C_T \cdot b$ 。担保价值用 G 表示, 则根据担保的涵义, 随着 V_T 与 R_T 之间大小关系的不同, 担保 G 有以下两种不同的取值:

(1) $G = 0$ 。当 $V_T \geq R_T$ 时, 风险投资公司获得企业实际股权价值 V_T , 此时担保的价值为零。

(2) $G = R_T - V_T$ 。当 $V_T < R_T$ 时, 担保公司对实际股权价值和担保价值之间的差额部分给予补偿。

综合上述两种情况, 在担保公司担保的情况下, 对风险投资公司来说, 所获得的价值始终为 $\text{Max}[V_T, R_T]$, 担保的价值为 $G = \text{Max}[0, R_T - V_T]$ 。因此, 担保公司提供的担保相当于一个以(风险投资公司拥有的部分)企业价值 V 为基础资产, 执行价格为 R , 到期日为 T 的欧式看跌期权。

在上述情况下, 风险投资公司在风险投资期末将获得不低于 R_T 的投资收益, 而担保公司承担了企业发展过程中的全部风险。为促使风险在各方之间的合理分配, 风险投资公司承担一定范围内的企业价值波动风险, 即当企业价值低于一个基准值时, 担保公司提供的担保期权才开始生效, 并根据 V_T 与 R_T 之间关系进行必要的补偿。此时, 由于

担保期权是在企业实际价值下降过程中触及基准值生效, 因此是一种下降敲入看跌期权(Down-and-in Put Options), 该基准值称为障碍值(Barrier Value), 用 H 表示。对于下降敲入看跌期权, 障碍值一般小于等于执行价格, 即 $H \leq R$ (由于担保的是最低回报, 当 $H > R$ 时不符合现实意义)。

2 基于障碍期权理论的风险投资担保价值研究

2.1 模型描述及求解

障碍期权(Barrier Options)的定价是求解 B-S 期权定价模型的一个特定的终—边值问题, 因此首先确定不考虑障碍值时政府担保期权满足的 B-S 方程。为此, 需要确定价值 V 的变化特点, 考虑到企业在经营管理过程中受到人员、原材料、产品社会需求, 以及产品价格等多种不确定性因素的影响, 其未来变化情况可假设为遵循几何布朗运动。同时, 风险投资公司所获得的股权价值为 $V = C \cdot b$ 。由于风险投入后风险投资公司所占企业的股权比例已经确定, 即在企业经营初始已确定了 b 为一常数, 因此, 风险投资公司所获得的股权价值 V 也满足同样的随机过程, 可表示为: $dV = mVdt + sVdz$, 其中, m 和 s 为常数, 分别表示 V 的期望增长率和波动率, 由 B-S 期权理论可得出担保 G 满足的偏微分方程^[6-7]

$$\frac{1}{2}s^2V^2\frac{\partial^2G}{\partial V^2} + rV\frac{\partial G}{\partial V} + \frac{\partial G}{\partial t} - rG = 0 \quad (1)$$

由于“敲入”表示期权等于标准期权, 则在 $V = H$ 上的边界条件为: $G(H, t) = (R - V)^+$; 在 $t = T$ 上的终值条件为: $G(V, T) = 0$, 因此, 担保期权就是在区域 $D = \{H < V < \infty, 0 < t < T\}$ 上, 求解以下模型:

$$\begin{cases} \frac{1}{2}s^2V^2\frac{\partial^2G}{\partial V^2} + rV\frac{\partial G}{\partial V} + \frac{\partial G}{\partial t} - rG = 0, (D) \\ G(V, T) = 0, & (H < V < \infty) \\ G(H, t) = (R - V)^+, & (0 < t < T) \end{cases} \quad (2)$$

解得

$$G(V, t) = Re^{-r(T-t)}[N(d_2) - \frac{\partial V}{\partial H} \frac{\partial}{\partial V} (N(d_4) - N(d_6))] - \quad (3)$$

$$V[N(d_1) - \frac{\partial V}{\partial H} \frac{\partial}{\partial V} (N(d_3) - N(d_5))]$$

式(3)即为担保公司所提供的担保价值的计算公式, 其中,

$$d_1 = \frac{-\ln(\frac{V}{H}) - (r + \frac{s^2}{2})(T-t)}{s\sqrt{T-t}}, \quad d_2 = d_1 + s\sqrt{T-t}$$

$$d_3 = \frac{\ln(\frac{V}{H}) - (r + \frac{s^2}{2})(T-t)}{s\sqrt{T-t}}, \quad d_4 = d_3 + s\sqrt{T-t}$$

$$d_5 = \frac{\ln(\frac{VR}{H^2}) - (r + \frac{s^2}{2})(T-t)}{s\sqrt{T-t}}, \quad d_6 = d_5 + s\sqrt{T-t}$$

2.2 算例分析

假设某风险投资公司投资于一高新技术企业, 风险投资期限为 7 年, 假设该企业初始价值为 25 万元, 风险投资公司投资额度为 100 万元, 则所占股权比例为 80%, 即 $b = 0.8$, 风险投资公司初始拥有企业价值为 $V_0 = 125 \cdot 0.8 = 100$ 万元。考虑到高新技术企业特点及市场上各种因素的影响, 该企业市场价值波动率为 30%, 相应

的风险投资公司拥有的股权价值波动率也为 30%，无风险利率为 6%；考虑市场上风险资本获益水平，担保公司提供的担保水平为 $a = 0.35$ ，即保证风险投资公司获得不低于 35% 的投资回报。

上述条件对应于模型中的参数为： $T = 7$ ， $V_0 = 100$ ， $s = 30\%$ ， $r = 6\%$ ， $R = 100 \cdot (1 + 35\%) = 135$ ，假设障碍值为 $H = 80$ ，则该担保问题就是在区域 $D = \{80 < V < \infty, 0 \leq t \leq 7\}$ 上对模型(2)求解，将上述参数值带入式(3)中可得担保公司提供的担保价值为 $G = 23.18$ 万元。

3 风险投资担保价值影响因素敏感性分析

3.1 担保价值对障碍值的敏感性分析

首先考虑在其它参数不变时障碍值的变化对担保价值的影响，图 2 给出了担保价值随障碍值变化情况。可以看出，当 $H < R$ 时，随着障碍值 H 的增大，担保价值 G 增大。因为随着障碍值的增大，企业价值 V 在波动过程中触及障碍值 H 的几率增大，即担保期权被触发的几率增大，因此担保公司进行或有补偿的可能性也增大。

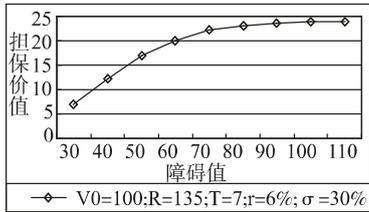


图 2 担保价值与障碍值的关系

3.2 障碍值等于执行价格时的情况分析

其次，考察障碍值等于执行价格 ($H = R$) 时的担保价值，在这种特殊情况下，式(3)中的参数 d_3 和 d_5 变为：

$$d_3 = \frac{\ln(\frac{V_0}{R}) - (r + \frac{\sigma^2}{2})(T - t)}{s\sqrt{(T - t)}}, \quad d_4 = d_3 + s\sqrt{(T - t)}$$

$$d_5 = \frac{\ln(\frac{V_0}{R}) - (r + \frac{\sigma^2}{2})(T - t)}{s\sqrt{(T - t)}}, \quad d_6 = d_5 + s\sqrt{(T - t)}$$

因此， $d_3 = d_5$ ， $d_4 = d_6$ ，于是， $N(d_3) = N(d_5)$ ， $N(d_4) = N(d_6)$ ，式(3)变为

$$G(V_t, t) = Re^{-r(T-t)}N(d_2) - VN(d_1) \tag{4}$$

$$\text{其中，} d_1 = \frac{-\ln(\frac{V_t}{R}) - (r + \frac{\sigma^2}{2})(T - t)}{s\sqrt{(T - t)}}, \quad d_2 = d_1 + s\sqrt{(T - t)}。$$

式(4)等于由式(1)得出的 B-S 欧式看跌期权计算公式，也就是说，当障碍值等于执行价格时，由下降敲入看跌期权模型计算出来的担保价值等于由 B-S 期权定价模型计算出来的担保价值。因此，B-S 欧式看跌期权定价模型可以看作是下降敲入看跌期权在障碍值等于执行价格时的一个特例。

结合图 2 进一步分析，在其它参数相同的情况下，由下降敲入看跌期权模型计算的担保价值始终小于或等于由 B-S 欧式看跌期权定价模型计算出来的担保价值。即不考虑“敲入”特性计算的担保价值总是大于或等于考虑“敲入”特性的担保价值。所以，不考虑担保的这种“敲入”特性，应用 B-S 期权定价模型进行计算将高估担保的价值。

3.3 担保价值对执行价格的敏感性分析

最后，讨论执行价格对担保价值的影响，由于当 $0 < H < R$ 时的担保价值始终小于 $H = R$ 时的担保价值。因此，仅考虑当 $H = R$ 时执行价格变化对担保价值的影响，担保价值随执行价格的变化如图 3 所示。可以看出，在其它因素不变的情况下，担保价值随着执行价格的增大而增大。因为当 $H = R$ 时，下降敲入看跌期权等于标准看跌期权，而对于标准看跌期权来说，期权价值与执行价格成正比。

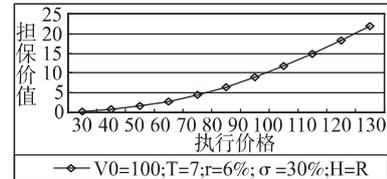


图 3 担保价值与执行价格的关系

4 结语

本文分析了高新技术企业风险投资担保的下降敲入看跌期权特性，应用障碍期权理论给出了定价模型及求解，分析了障碍值和担保公司所担保的最低投资回报对担保价值的影响。分析结果表明，担保价值随着障碍值和执行价格的增大而增大，但随着障碍值的增加，担保价值增加的幅度越来越小，并在障碍值等于执行价格时达到最大。此时的担保价值等于标准 B-S 期权定价模型计算的价值，即下降敲入看跌期权是障碍值等于执行价格时的特例。

对于担保公司来说，担保水平直接决定了所承担的风险程度，也关系到未来的或有补偿责任大小。因此，结合企业所处行业特点及担保公司自身实际情况，确定合理的担保水平，是进行担保价值测算和风险管理的前提和基础，也是本文下一步研究的目标。

参考文献：

[1] 简志宏 李楚霖. 高新技术产业化的实物期权分析 [J]. 管理工程学报 2002, 16(4): 76-79.

[2] 周萃英. 信用担保与中小企业融资 [J]. 中央财经大学学报, 2009 (8): 61-64.

[3] 杨兆廷 李吉栋. “担保换期权”与高新技术中小企业融资 [J]. 管理世界 2008(10): 167-168.

[4] 高峰 郭菊娥 赵强兵. 基于障碍期权的基础设施项目政府担保价值研究 [J]. 预测 2007, 26(2): 76-80.

[5] 党兴华 涂宴卿 何凌燕. 基于二项式期权定价模型的风险投资最优时机选择研究 [J]. 科技进步与对策, 2007, 24(9): 177-179.

[6] BLACK F, SCHOLES M. The pricing of options and corporate liabilities [J]. Journal of Political Economy, 1973 (81): 637-654.

[7] 约翰·赫尔. 期权、期货和其它衍生产品 [M]. 张陶伟, 译. 北京: 华夏出版社, 2000: 420-422.

(责任编辑：陈晓峰)