

DOI:10.19322/j.cnki.issn.1006-4710.2016.03.022

如何实现创业企业控制权最优配置? ——基于演化博弈的分析研究

陈 涛, 党兴华, 韩 瑾, 贾窦洁

(西安理工大学 经济与管理学院, 陕西 西安 710054)

摘要: 为使我国创业企业控制权模式更加的合理规范, 本文运用复制动态的方法, 通过研究创业企业家与风险投资家在博弈过程中的控制权策略选择及由此决定的控制权模式, 分析发现: ①在创业企业家和风险投资家选择是否争取控制权策略的博弈结果中, 联合控制或相机控制是最优模式。②当项目成功概率、控制权共享收益、风险投资家获取的剩余索取权、特定控制权、项目净残值、投资家战略收益等影响因素增加时, 控制权模式收敛于联合控制, 反之则收敛于相机控制; 当项目成功的概率大于 50%, 投资家固定收益增加时, 控制权模式收敛于相机控制。

关键词: 控制权; 演化博弈; 策略; 均衡

中图分类号: F224.32

文献标志码: A

文章编号: 1006-4710(2016)03-0374-05

How to realize the optimal allocation of the control rights of the enterprise?

——Based on evolutionary game theory

CHEN Tao, DANG Xinghua, HAN Jin, JIA Doujie

(School of Economics and Management, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China)

Abstract: In order to make our enterprise control rights pattern more reasonable, this paper applies the method for dynamic replication, through a research on venture capitalists and entrepreneurs in the process of the game selection and the pattern, with the result showing that: ①Of all the results for the venture capitalists and entrepreneurs to choose control rights completely or not, the joint control or contingent control is the optimal mode. ② For the probability of the project success, control of revenue sharing, the venture capitalists obtaining the surplus value, specific control rights, project net residual value, investment strategic income and the other increasing factors, control model converges to the joint control, and to the contingent control. As the successful probability of the project over 50%, the investors constant income increase, and control model converges to the contingent control.

Key words: control rights; evolutionary game; strategy; equilibrium

创业投资作为一种企业融资方式, 专门为新兴的、快速成长的创业企业提供资金, 促进了创业企业的技术创新, 推动了创业企业的快速成长, 实现了各项先进技术的商业化、产业化发展^[1]。

当前, 项目和资金脱节现象比较普遍, 其主要原因是风险投资治理机制的缺乏或不完善, 尤其是在创业企业发展和壮大的过程中, 逐渐暴露出来的控制权混乱问题降低了投资的预期收益, 增加了投资

风险, 造成了风险投资基金的供求脱节。因此, 优化控制权结构配置, 将为创业企业与投资机构的顺畅合作提供决策依据, 为万众创业、大众创新提供理论支持。

1 文献综述与创新点

1.1 文献综述

现有文献围绕控制权模式优化问题的研究, 主

收稿日期: 2016-03-18

基金项目: 教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20106118110012); 国家自然科学基金资助项目(71172201); 陕西省软科学计划资助项目(2011KRZ08)

作者简介: 陈涛, 男, 博士生, 研究方向为风险投资运作与治理机制。E-mail: 84686828@qq.com

通讯作者: 党兴华, 男, 教授, 博导, 研究方向为技术创新理论与管理、风险投资运作与治理机制。E-mail: gsg1005@sina.com

要集中在以下两个方面:

一类研究是在创业企业控制方式选择理论分析方面^[2]。如 Aghion 等^[3]认为,最有效率的控制权安排是企业家控制,对于企业的发展,风险投资家没有决策权更好;燕志雄、费方域^[4]就剩余控制权给予谁的问题认为,当投资者拥有现金流的优先权时,不同的控制权安排对不同金融约束的项目都有效率;Gebhard 等^[5]以及 Etienne^[6]认为风险投资家为风险中性,这与我国风险投资机构的特点并不相符。

另一类研究是关于控制权配置模式。Aghion^[7]、Hart 等主要从控制权是否可以分割的角度对控制权安排及其治理效率进行了研究,他们认为控制权是一种不可分割的权利,即一方拥有控制权则另一方就会丧失控制权。还有一些学者将控制权看作连续变量,认为控制权是企业家和投资家共同拥有的联合控制权;Bolton 等^[8]根据企业绩效、金融约束、再谈判等对控制权配置的影响进行研究,进而研究控制权配置对企业治理效率、企业价值产生的重要影响;大部分学者将风险投资家与创业企业对创业企业的控制权配置分为单边控制、相机控制和联合控制三种类型。

1.2 创新点

1) 把演化博弈的研究方法运用到创业企业家与风险投资家控制权模式选择中。演化博弈作为一种重要的分析工具,运用在创业企业控制权配置方面的研究还较少。本文构建风险投资家与创业企业家控制权演化模型,将创业企业控制权配置演变路径与博弈双方可选择博弈策略空间特征联系起来,分析博弈主体控制方式的动态演变过程,得出博弈主体之间的进化稳定策略,并根据关键影响因素的变化分析出占优策略。

2) 构建了基于扩展不完全契约的创业企业控制权方式选择理论分析模型。基于收益最大化的考虑,双方以争取或不争取控制权作为博弈的策略选择,实现博弈均衡收益。

3) 明确了创业企业控制权配置的基本模式。双方在实现博弈均衡的情况下,会形成一种稳定态势,根据博弈双方策略选择的不同,把这种稳定态势定义为创业企业家控制、风险投资家控制、联合控制和相机控制。

2 模型的构建

本文应用演化博弈的思想,以“演化稳定策略”和“复制动态方程”为建模基础,演化博弈的基本模型是描述状态 S 如何随时间演化的一个动态结构,

对于连续时间的情形,状态对时间的导数定义为^[9]: $S = (S^1, S^2, \dots, S^K)$ 。给定初始条件 $s(0) \in S$,若系统 $S = F(s)$ 的解是稳定的,则该解对应于演化稳定策略(ESS)。构建基于“风险投资家—创业企业”间演化博弈的合作机制。

2.1 模型设定

设定 1: 博弈主体。博弈主体为创业企业家与风险投资家,且双方均为有限理性经济人参与决策。

设定 2: 博弈类型。该博弈模型为信息不对称条件下的动态博弈模型,创业企业家和风险投资家之间通过信号揭示过程决定策略选择,实现期望收益最大化。

设定 3: 策略选择。博弈双方各有两种行为可供选择,即争取控制权和争取不争取控制权。

具体假设列示如下。

1) 项目成功的概率 $P_H = 1 - P_L$, 其中,项目成功的概率 P_H 是企业家努力水平 P_L 的函数,和企业经营绩效正相关^[10]。

2) 风险投资家为风险规避型,假定其风险规避度为 ρ_{vc} , 则其付出的风险规避成本^[11]为 $C = \frac{1}{2}\rho_{vc}\sigma^2$ 。

3) 创业企业产出 $\pi = ae + dz + \varepsilon$, e 为创业企业家声誉水平, z 为创业企业家能力, ε 为产出随机变量^[12], $\varepsilon \sim (\mu, \sigma^2)$, $a > 0, d > 0$ 。

4) 风险投资家获得项目收益的剩余索取权为 ω , 风险投资家获得的剩余索取权收益为 $\omega\pi$ 。

5) 控制权共享收益为 V , 风险投资家监督成本^[13-14]为 $C_V, V > C_V$ 。

6) 创业企业家转移给风险投资家的部分控制权 $\lambda = \lambda_1 + \lambda_2$, 其中 λ_1 为剩余控制权, λ_2 为特定控制权^[15]。

7) 经营绩效低于股权与债权进行转换的信号临界点时,风险投资家获得固定收益 R 。

8) 项目失败时剩残值 T , 残值与投资专用性相关,本文设定 T 由投资家优先占有且独占有。

9) 风险投资家投入资金 $I = K - A$, K 为项目需要资金, A 为创业企业家自有资金。

10) 风险投资家能够获得其战略目标实现的等价货币 F 。

11) 创业企业家不尽职时取得的个人非货币收益为 B , 尽职时为 0 ^[16-17]。

2.2 不同策略下的期望收益

假定 P_1 为创业企业家争取控制权的概率, P_2 为风险投资家争取控制权的概率, 双方都争取时, 控制

权模式是联合控制,都不争取时,控制权模式是相机控制。

参照 Cumming、党兴华等学者的成果,博弈双方不同策略下的收益函数如表 1 所示。

表 1 博弈双方收益函数
Tab.1 The game revenue function

不同策略下的 期望收益	创业企业家		
	争取控制 P_1	不争取控制 $1-P_1$	
风险 投资 家	争取控制 P_2	$P_H\omega\pi + P_L T + \lambda_1 V + \lambda_2 F - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}, P_H(1-\omega)\pi + (1-\lambda_1)V + \lambda_2 B - (K-I)$	$P_H\omega\pi + P_L T + V + F - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}, P_H(1-\omega)\pi - (K-I)$
	不争取控制 $1-P_2$	$P_H R + P_L T - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}, P_H(\pi - R) + V + B - (K-I)$	$P_H[\omega\pi - C_V - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2} - I] + P_L[R - C_V + V + F - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2} - I], P_H[(1-\omega)\pi + V + B - (K-I)] + P_L[\pi - R - (K-I)]$

3 模型的建立与求解

3.1 期望收益函数的构建

1) 风险投资家的期望收益函数为:

$$E_{vt} = P_1[P_H\omega\pi + P_L T + \lambda_1 V + \lambda_2 F - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}] + (1-P_1)[P_H\omega\pi + P_L T + V + F - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}] \quad (1)$$

$$E_{vg} = P_1(P_H R + P_L T - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}) + P_2\{P_H[\omega\pi - C_V - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2} - I] + P_L[R - C_V + V + F - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2} - I]\} \quad (2)$$

$$E_v = P_2 E_{vt} + (1-P_2) E_{vg} \quad (3)$$

式中, E_{vt} 为争取控制权时收益, E_{vg} 为不争取控制权时收益, E_v 为风险投资家的期望收益。

2) 创业企业家的期望收益函数为:

$$E_{et} = P_2[P_H(1-\omega)\pi + (1-\lambda_1)V + \lambda_2 B - (K-I)] + (1-P_2)[P_H(\pi - R) + V + B - (K-I)] \quad (4)$$

$$E_{eg} = P_2[P_H(1-\omega)\pi - (K-I)] + (1-P_2)\{P_H[(1-\omega)\pi + V + B - (K-I)] + P_L[\pi - R - (K-I)]\} \quad (5)$$

$$E_e = P_1 E_{vt} + (1-P_1) E_{vg} \quad (6)$$

式中, E_{et} 为争取控制权时收益, E_{eg} 为不争取控制权时收益, E_e 为创业企业家的期望收益。

3.2 基于复制动态方程的演化稳定策略求解

1) 风险投资家的复制动态方程为:

$$F(P_2) = dP_2/dt = P_2(E_{vt} - E_v) = P_2(1-P_2) \times$$

$$(E_{vt} - E_{vg}) = P_2(1-P_2)\{P_1[P_H\omega\pi + P_L T + \lambda_1 V + \lambda_2 F - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}] + (1-P_1)[P_H\omega\pi + P_L T + V + F - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}] - P_1[P_H R + P_L T - C_V - I - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2}] - (1-P_1)\{P_H[\omega\pi - C_V - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2} - I] + P_L[R - C_V + V + F - \frac{\rho_{vc}\sigma^2}{2} - I]\}\} \quad (7)$$

2) 创业企业家的复制动态方程为:

$$F(P_1) = dP_1/dt = P_1(E_{et} - E_e) = P_1(1-P_1) \times (E_{et} - E_{eg}) = P_1(1-P_1)\{P_2[P_H(1-\omega)\pi + (1-\lambda_1)V + \lambda_2 B - (K-I)] + (1-P_2) \times [P_H(\pi - R) + V + B - (K-I)] - P_2[P_H(1-\omega)\pi - (K-I)] - (1-P_2) \times \{P_H[(1-\omega)\pi + V + B - (K-I)] + P_L[\pi - R - (K-I)]\}\} \quad (8)$$

3) 风险投资家与创业企业家之间的博弈方程为:

令 $F(P_1) = 0, F(P_2) = 0$, 则:

$$P_1^* = \frac{1}{1 + \frac{P_H(\omega\pi - R) + \lambda_1 V + \lambda_2 F}{P_H(T - R - V - F) + R - T}} \quad (9)$$

$$P_2^* = \frac{1}{1 + \frac{V + \lambda_2 B - \lambda_1 V}{P_H(2R + V + B - \omega\pi - \pi) + \pi - R - V - B}} \quad (10)$$

通过对复制动态方程的求解, 得出这 5 个平衡点的局部稳定性, 并将分析结果用一个二维的平面坐标表示, 如图 1 所示。

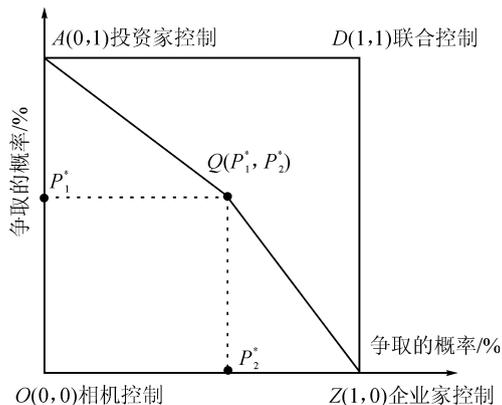


图1 博弈双方复制动态及其稳定性示意图

Fig. 1 Schematic diagram of the dynamic and stability of both sides of the game

4 结果分析与讨论

图1中, O 点和 D 点是演化稳定策略,属于占优策略, $Q(P_1^*, P_2^*)$ 为鞍点。 O 点表示双方都不争取控制权,采用相机控制模式,此时风险投资家一般会采取可转换债券这种金融工具对创业企业进行投资; D 点表示双方都争取控制权,采用联合控制的模式实现对企业的管理,风险投资家一般会采用股权及占据董事会席位的方式对创业企业进行投资控制。当 (P_1, P_2) 落在图1的 $AQZD$ 区域,双方行为收敛于均衡点 D ;当 (P_1, P_2) 落在图1的 $AQZO$ 区域,双方行为收敛于均衡点 O 。若鞍点向左下方移动,则收敛于联合控制的面积增大,若鞍点向右上方移动,则收敛于相机控制的面积增大。据此,进行影响因素与控制权模式的关系讨论。

若使系统收敛于均衡点 $D(1,1)$ 的概率增大,则应使双方的策略选择落在图1的 $AQZD$ 的区域增大,此时要求鞍点向左下方移动;若使系统收敛于均衡点 $O(0,0)$ 的概率增大,则应使双方的策略选择落在图1的 $AQZO$ 的区域增大,此时要求鞍点向右上方移动。

4.1 结果分析

1) 项目成功的概率 P_H 、控制权共享收益 V 、风险投资家获取的剩余索取权 W 与 P_1^* 呈负向关系,与 P_2^* 呈负向关系。这些因素增加时,控制权模式收敛于联合控制,反之收敛于相机控制。

2) 投资家的固定收益 R 与 P_1^* 呈正向关系。当 $2P_H > 1$ 时, R 与 P_2^* 呈正向关系,固定收益 R 减小时,控制权模式收敛于联合控制。

3) 项目净残值 T 、投资家战略收益 F 与 P_1^* 呈负向关系,但与 P_2^* 没有关系。 T 、 F 增加时,控制权模式收敛于联合控制。

4) 创业企业产出 π 与 P_1^* 呈负向关系。当 $1 -$

$P_H\omega - P_H < 0$ 时, π 与 P_2^* 呈负向关系, π 增加时,控制权模式收敛于联合控制;当 $1 - P_H\omega - P_H > 0$ 时, π 与 P_2^* 呈正向关系,此时控制权模式收敛方向不能确定。

5) 特定控制权 λ_2 与 P_1^* 、 P_2^* 呈负向关系, λ_2 增加时,控制权模式收敛于联合控制;剩余控制权 λ_1 与 P_1^* 呈负向关系,与 P_2^* 呈正向关系,此时控制权模式收敛方向不能确定。

4.2 特殊点讨论

1) $P_H = 1$ 时,说明企业家是尽职的, $B = 0$,同时企业的经营绩效是良好的, $\omega\pi - R \geq 0$, V 的值很小,带入鞍点,此时求得 $P_1^* = 1$, P_2^* 趋近于1,所以鞍点会落在 $D(1,1)$ 点附近,这种情况下,采取相机控制模式的概率会很大。现实中,当企业的经营绩效好时,一般会采取相机控制模式下的企业家控制这种形式。

2) $P_H = 0$ 时,说明企业家没有尽职,同时企业的经营绩效不理想,这时投资家只获得 R , $\lambda_1 = 0$, $\lambda_2 = 0$, B 值比较大, $\omega\pi < R$, $R > T$, $V = 0$,这种情况下,鞍点就是 $(1,1)$ 点,所以控制权模式肯定会收敛于相机控制,这与很多文献中论述的在企业经营绩效差的情况下,创业企业的控制权一般会掌握在风险投资家手里的结论相一致。

通过特殊点的论证,进一步验证了本文主要结论的正确性。

5 结语与展望

本文研究了创业企业与风险投资家控制权合作模式的演化路径,应用复制动态的方法,通过期望收益最大化均衡得出联合控制和相机控制为占优控制权模式,进一步研究影响因素与控制权模式之间的关系发现:当项目成功概率、控制权共享收益、项目净残值、投资家战略收益、风险投资家获取的剩余索取权、创业企业家转移风险投资家部分特定控制权增加时,控制权模式收敛于联合控制,反之收敛于相机控制;项目成功的概率大于50%,投资家的固定收益减少时,控制权模式收敛于联合控制,增加时收敛于相机控制。该结论可为创业投资家与创业企业家在创业企业发展中的控制权混乱问题提供理论参考,同时也能为中小创企业融资慢、融资难的问题提供顶层设计参考。

本文核心研究了主风险投资家和主创业企业家的演化博弈问题,若研究能深化到风险投资家群体和风险企业家群体,则更具有现实意义,如“宝万”之争中的“策反”、“潜伏”等现象都有可能得到理论解释。

参考文献:

- [1] WILLIAM R, KERR, JOSH L. Consequences of entrepreneurial finance: evidence from angel financings [J]. *Review of Financial Studies*, 2014, 27 (1): 20-55.
- [2] WILLIAMSON O E. The theory of the firm as governance structure: from choice to contract [J]. *Journal of Economic Perspective*, 2002, 16(3): 171-195.
- [3] AGHION P, PATRICK B. An incomplete contracts approach to financial contracting [J]. *Review of Economic Studies*, 1992, 59(9): 473-494.
- [4] 燕志雄, 费方域. 企业融资中的控制权安排与企业家激励[J]. *经济研究*, 2007, 8(2): 111-122.
YAN Zhixiong, FEI Fangyu. The arrangement of control rights in corporate finance and the research on the entrepreneur's incentive [J]. *Economy Research*, 2007, 8(2): 111-122.
- [5] GEORGE G, KLAUS M S. Conditional allocation of control rights in venture capital finance [R]. London: CEPR Discussion Paper, 2006.
- [6] JEAN E D B. Financing the entrepreneurial venture [J]. *Management Science*, 2008, 54(1): 151-166.
- [7] AGHION P, BOLTON P, TIROLE J. Exit options in corporate finance: Liquidity versus incentives [J]. *Review of Finance*, 2004, 8(2): 327-353.
- [8] BOLTON P, SCHEINKMAN J, XIONG W. Executive compensation and short-term behavior in speculative markets [J]. *Review of Economic Studies*, 2006, 73(3): 577-610.
- [9] TAYLOR P D, JONKER L B. Evolutionarily stable strategy and game dynamics [J]. *Math Bioscience*, 1978, 11(40): 145-156.
- [10] AGHION P, BOLTON P, TIROLE J. Exit options in corporate finance: liquidity versus incentives [J]. *Review of Finance*, 2004, 8(2): 327-353.
- [11] 吴广清, 徐晋, 陈宏民. 声誉效应下的创业投资薪酬激励机制[J]. *武汉理工大学学报*, 2005, 27(4): 267-271.
WU Guangqing, XU Jin, CHEN Hongmin. The compensation incentive mechanism of venture capital under the reputation effect [J]. *Journal of Wuhan University of Technology*, 2005, 27 (4): 267-271.
- [12] AGHION P, JEAN T. Formal and real authority in organization [J]. *Journal of Political Economy*, 1997, 105(1): 1-29.
- [13] SHLEIFER A, ROBERT V. Large shareholders and corporate control [J]. *Journal of Political Economy*, 1986, 94 (7): 461-488.
- [14] SHLEIFER A, ROBERT V. A survey of corporate governance [J]. *Journal of Finance*, 1997, 52 (11): 737-783.
- [15] HART O M J. Property rights and nature of firm [J]. *Journal of Political Economy*, 1990, 98(6): 1119-1139.
- [16] 李秉祥, 张洪志, 姚冰滢. 我国企业经理层管理防御水平的测度研究[J]. *西安理工大学学报*, 2014, 30(4): 490-499.
LI Bingxiang, ZHANG Hongzhi, YAO Bingshi. The measurement of the management level of the management of the enterprise management in our country [J]. *Journal of Xi'an University of Technology*, 2014, 30 (4): 490-499.
- [17] 李秉祥, 牛晓琴, 陶瑞. 经理管理防御对企业内部控制信息披露影响的实证研究[J]. *西安理工大学学报*, 2015, 31(4): 487-492.
LI Bingxiang, NIU Xiaoqin, TAO Rui. The empirical study on the influence of manager's management on the internal control information disclosure of enterprises [J]. *Journal of Xi'an University of Technology*, 2015, 31(4): 487-492.

(责任编辑 周 蓓)

(上接第 369 页)

- [24] 魏红, 杨虹, 李克斌, 等. CCl_4 增强超声降解环丙沙星的效果及路径解析[J]. *高校化学工程学报*, 2015, 29(3): 703-708.
WEI Hong, YANG Hong, LI Kebin, et al. The enhanced effect of ciprofloxacin sonochemical degradation by adding CCl_4 and its degradation pathways [J]. *Journal of Chemical Engineering*, 2015, 29(3): 703-708.
- [25] AN Taicheng, YANG Hai, LI Guiying, et al. Kinetics and mechanism of advanced oxidation processes (AOPs) in degradation of ciprofloxacin in water [J]. *Applied Catalysis B: Environmental*, 2010, 94 (3-4): 288-294.
- [26] ZHOU Zhengwei, JIANG Jiaqian. Reaction kinetics and oxidation products formation in the degradation of ciprofloxacin and ibuprofen by ferrate(VI) [J]. *Chemosphere*, 2015, 119: S95-S100.
- [27] SUTAR R S, RATHOD V K. Ultrasound assisted Laccase catalyzed degradation of Ciprofloxacin hydrochloride [J]. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 2015, 31: 276-282.
- [28] MAHDI-AHMED M, CHIRON S. Ciprofloxacin oxidation by UV-C activated peroxymonosulfate in wastewater [J]. *Journal of Hazardous Materials*, 2014, 265: 41-46.
- [29] ZHANG Xinxin, LI Ruiping, JIA Manke, et al. Degradation of ciprofloxacin in aqueous bismuth oxybromide (BIOBr) suspensions under visible light irradiation: A direct hole oxidation pathway [J]. *Chemical Engineering Journal*, 2015, (274): 290-297.
- [30] XIAO Xiao, ZENG Xia, LEMLEY A T. Species-dependent degradation of ciprofloxacin in a membrane anodic Fenton system [J]. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, 58(18): 10169-10175.

(责任编辑 王卫勋, 王绪迪)