

企业技术创新失败项目再创新补偿 及风险分担机制探究

张帆, 叶建木(博士生导师)

【摘要】 技术创新失败客观存在,对企业技术创新失败项目进行补偿激励,有利于激发其再创新行为,提高企业再创新绩效。在企业技术创新失败项目补偿过程中,由于技术创新失败项目再创新行为具有较高的不确定性和风险性,存在风险感知导致的再创新行为抑制问题,需要引入专业的第三方风险分担组织转移再创新风险,有效弥补政府补偿机制资源不足的劣势,健全再创新行为激励机制,提升再创新激励的有效性。通过构建创新失败项目、政府与第三方风险分担组织之间的动态演化博弈模型,阐述企业、政府及风险分担组织在再创新激励中的策略选择问题。

【关键词】 技术创新失败; 再创新补偿; 风险分担; 演化博弈; 再创新激励

【中图分类号】 F270 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1004-0994(2018)20-0024-7

一、引言

内生增长理论表明技术进步是经济增长的决定因素^[1]。然而,在美国AMD等公司中,科技创新项目的商业成功率仅为30%^[2];对我国六大产业2130家企业开展的技术创新项目调查显示,有1884家企业的技术创新活动被中止或失败,占总数的88.45%,由此可见,科技创新失败项目客观存在。与此同时,科技创新的正外部性特征会使科技创新活动不可避免地遇到市场失灵和投资不足的问题,政策工具成为依靠市场力量以外补偿科技创新外部性的有效手段^{[3][4]}。然而,现有创新激励政策主要包括支持企业科技创新的财税政策、专项资金政策、政府采购政策和金融政策等,大多聚焦于创新成功企业或集中在科技创新过程的前端,由于“反失败”偏见的存在^[5],对于创新失败的激励关注度不足。因此,如何提升创新失败激励的有效性和精准性,避免寻租现象,成为值得进一步讨论的新议题。

Arrow^[6]将技术进步引入经济增长模型,揭示

科技创新在经济增长中的重要作用,但在企业科技创新发展的过程中,由于科技创新具有典型公共产品的溢出效应特征,企业难以获得科技创新所带来的全部剩余利润,导致企业私人投入回报降低,制约了企业科技创新的动力^[7],仅依靠市场的资源配置和调节作用难以有效解决企业科技创新投入不足的问题^[8]。关于如何激励企业的科技创新行为,多数学者认为,政策工具的运用是补偿技术创新外部性的有效手段^[9]。政府以研发补贴、税收优惠和政府采购等补贴方式对企业科技创新进行资助和补偿,不仅可以在一定程度上减轻企业在科技创新方面的资金投入压力,还可以降低企业科技创新的风险感知,提升科技创新的预期收益,提高企业研发投入的积极性^{[10][11][12]}。

与此同时,对于政府补贴与企业创新之间的关系,部分学者认为政府补贴对企业科技创新也存在的“挤出效应”或“替代效应”^[13],政府补贴会在适度范围内对企业创新投入产生“激励效应”,但当这种

【基金项目】 中央高校基本科研业务费资助项目(项目编号:2017-YB-016);湖北省软科学重点项目(项目编号:2017ADC024)

补贴过度且大量时,会对企业私人创新投入产生“挤出效应”^{[14][15]}。政府与企业之间的补偿博弈关系一直是创新激励研究领域争论的焦点问题。

由于技术创新失败项目再创新行为具有较高的不确定性和风险性,风险感知理论认为企业风险感知会影响其创新决策行为,损失感知往往会抑制再创新行为的发生,即技术创新失败项目的损失越大,企业针对该项目进行再创新行为的可能性也就越低^[16]。为降低企业再创新风险感知,激发企业再创新行为,可考虑引入政府补偿机制与社会风险分担机制,即除企业技术创新失败项目自担再创新风险外,通过政府补偿和社会分担实现企业再创新项目风险转移^[17]。企业是再创新行为的决策主体,是再创新风险的感知主体,也是再创新失败损失的承担主体^[18]。利用有偿的社会资源分担损失风险是企业技术创新失败项目再创新的一种可供选择的风险防范模式^[19]。然而信息的不对称性以及风险的不确定性,导致风险分担合约很难自然达成,从而阻碍了社会风险分担机制的运行,而政府补偿机制在企业技术创新失败项目再创新风险分担机制中可以发挥重要的促进作用^{[20][21]}。与此同时,社会风险分担机制充分调动社会资源投资企业技术创新失败项目再创新行为,有效配合政府补偿机制对企业技术创新失败项目再创新行为实施激励,从侧面保障了政府效用的提升。

综上所述,政府创新补偿在一定程度上解决了技术创新正外部性所带来的市场失灵和企业创新投入不足的问题,但在再创新实施过程中存在的风险问题,使再创新激励效率问题成为创新研究领域关注的焦点。在对企业技术创新失败项目再创新行为进行补偿时,如何引入第三方风险分担机制,减少风险感知导致的再创新行为抑制问题的发生,充分发挥风险分担组织在企业技术创新失败项目再创新过程中的风险分担作用,与政府补偿形成互补关系,有效弥补政府补偿机制资源不足的劣势,健全再创新行为激励机制,提升再创新激励的有效性,既有研究还难以形成较为清晰、明确的研究结论。针对既有研究存在的问题,本文以企业技术创新失败项目为研究对象,建立再创新补偿及风险分担机制,构建创新失败项目、政府与第三方风险分担组织之间的动态博弈模型,通过比较三方主体在不同情境下的预期收益,阐述企业、政府及风险分担组织在再创新激励中的策略选择问题。

二、研究设计

企业技术创新失败项目再创新补偿及风险分担机制主要涉及再创新企业、政府和第三方风险分担组织三方行为主体。风险分担组织可以是银行、保险公司、担保公司或者风险投资公司等,这些组织的业务属性与博弈行为具有相似性和一致性。此外,政府在对其进行补偿时,往往也会采用同类型的政策,因此可将其视为第三方风险分担主体。三方主体在再创新激励过程中,将自身利益最大化作为动态决策目标,通过各方的策略选择构成相互影响、相互作用的动态博弈关系,并在此基础上,形成企业技术创新失败项目再创新补偿及风险分担机制^[22]。由于再创新结果存在不确定性,政府为降低这种不确定性、激发企业再创新行为,将对企业给予补偿。补偿分为显性补偿和隐性补偿,显性补偿是政府直接补偿给企业技术创新失败项目,隐性补偿是政府补偿给第三方风险分担组织^[23]。由于各方目标不同,较难实现再创新行为的实施方、补偿方与风险分担方之间的统一。为了分析三者之间的关系,本文提出了企业(技术创新失败项目)、政府与第三方风险分担组织之间的行为关系模型(见图1),探究再创新补偿与风险分担机制的内在作用机理。

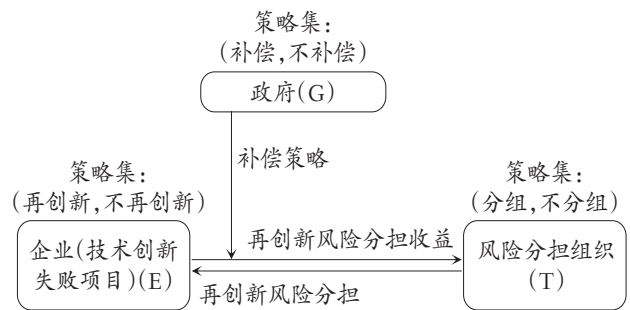


图1 企业技术创新失败项目、政府与风险分担组织之间的行为关系

三、演化博弈分析

1. 基本假设。为便于讨论,假设参与博弈模型的政府、企业与第三方风险分担组织都是理性的经济主体,并追求收益目标最大化。在此基础上提出以下假设:

(1)企业技术创新失败项目:①企业:被补偿方,前次技术创新失败后选择是否再创新。其行为策略集为 $E=(E_1, E_2)=(\text{再创新}, \text{不再创新})$,概率记为 $(\alpha, 1-\alpha)$ 。②政府:补偿方,激励企业技术创新失败项目再创新行为,增加补偿社会效应。其行为策略集为 $G=(G_1, G_2)=(\text{补偿}, \text{不补偿})$,概率记为 $(\beta, 1-\beta)$ 。

③第三方风险分担组织:风险分担方,为企业技术创新失败项目再创新行为提供风险分担,降低其风险感知和风险成本。其行为策略集为 $T=(T_1, T_2)=($ 分担, 不分担), 概率记为 $(\gamma, 1-\gamma)$ 。

(2)企业技术创新失败项目再创新时,成本为 C_E ,再创新行为获得成功的概率为 λ ,再次失败概率为 $1-\lambda$ 。由于企业技术创新失败项目再创新成功概率受到政府补偿以及社会风险分担的影响,因此,根据政府和第三方风险分担机构的策略组合,将企业再创新收益分为四类:①补偿且分担情境下收益($V_{G1\cap T1}$);②补偿而不分担情境下收益($V_{G1\cap T2}$);③不补偿而分担情境下收益($V_{G2\cap T1}$);④不补偿且不分担情境下收益($V_{G2\cap T2}$)。

(3)企业技术创新失败项目再创新补偿及风险分担机制的倡导者是政府,其推广政策、构建机制的综合执行成本为 C_G 。政府给予企业的显性补偿为 S_E ,给予第三方风险分担组织的隐性补偿为 S_T 。由于企业技术创新失败项目再创新行为的社会效应与政府补偿及社会风险分担有关,因此,根据政府和第三方风险分担机构的策略组合,将再创新社会收益分为四类:①补偿且分担情境下收益($F_{G1\cap T1}$);②补偿而不分担情境下收益($F_{G1\cap T2}$);③不补偿而分担情境下收益($F_{G2\cap T1}$);④不补偿且不分担情境下收益($F_{G2\cap T2}$)。同时,若政府执行补偿政策时,其公信力会提升,带来的信用收益为 M_G 。

(4)第三方寻求再创新风险分担业务时,其综合运行成本为 C_T 。若企业技术创新失败项目再创新失败,第三方风险分担组织所分担的损失为 L_T 。由于风险分担收益与政府补偿有关,因此,根据政府补偿策略,将第三方风险分担组织分担收益分为两类:①补偿情境下收益($R_{G1\cap T1}$);②不补偿情境下收益($R_{G2\cap T1}$)。同时,分担风险带来的信用收益为 M_T 。当第三方风险分担组织不寻求再创新风险分担业务时,其机会成本也与政府补偿有关系,因此,结合政府补偿策略,将第三方风险分担组织不分担机会成本分为两类:①补偿情境下机会成本($L_{G1\cap T2}$);②不补偿情境下机会成本($L_{G2\cap T2}$)。

根据行为关系模型与基本假设,本文设置博弈所需的相关参数,见表1。

2. 企业技术创新失败项目再创新行为的演化博弈。设企业技术创新失败项目采取不同策略的收益分别为 U_{E1} 、 U_{E2} ,平均收益为 \bar{U}_E ,则由再创新补偿及风险分担博弈树可得:

表1 主要参数符号及其含义

序号	符号	含义
1	$V_{G1\cap T1}$	政府补偿且风险分担情境下,企业技术创新失败项目再创新收益
2	$V_{G1\cap T2}$	政府补偿而风险不分担情境下,企业技术创新失败项目再创新收益
3	$V_{G2\cap T1}$	政府不补偿而风险分担情境下,企业技术创新失败项目再创新收益
4	$V_{G2\cap T2}$	政府不补偿且风险不分担情境下,企业技术创新失败项目再创新收益
5	C_E	企业技术创新失败项目再创新成本
6	$F_{G1\cap T1}$	政府补偿且风险分担情境下,再创新社会收益
7	$F_{G1\cap T2}$	政府补偿而风险不分担情境下,再创新社会收益
8	$F_{G2\cap T1}$	政府不补偿而风险分担情境下,再创新社会收益
9	$F_{G2\cap T2}$	政府不补偿且风险不分担情境下,再创新社会收益
10	C_G	政府补偿综合成本
11	S_E	政府给予企业技术创新失败项目的显性补偿
12	S_T	政府给予风险分担组织的隐性补偿
13	M_G	政府执行补偿政策时,公信力提升的收益
14	$R_{G1\cap T1}$	补偿情境下,风险分担组织的分担收益
15	$R_{G2\cap T1}$	不补偿情境下,风险分担组织的分担收益
16	$L_{G1\cap T2}$	补偿情境下,风险分担组织不分担的机会成本
17	$L_{G2\cap T2}$	不补偿情境下,风险分担组织不分担的机会成本
18	C_T	风险分担组织分担风险综合成本
19	L_T	再创新失败时,风险分担组织分担的损失
20	M_T	风险分担组织分担风险时,信用提升的收益

$$U_{E1} = \beta\gamma\lambda V_{G1\cap T1} + \beta(1-\gamma)\lambda V_{G1\cap T2} + (1-\beta)\gamma\lambda V_{G2\cap T1} + (1-\beta)(1-\gamma)\lambda V_{G2\cap T2} + (1-\lambda)(\beta S_E + \gamma L_T) - C_E \quad (1)$$

$$U_{E2} = 0 \quad (2)$$

$$\bar{U}_E = \alpha[\beta\gamma\lambda V_{G1\cap T1} + \beta(1-\gamma)\lambda V_{G1\cap T2} + (1-\beta)\gamma\lambda V_{G2\cap T1} + (1-\beta)(1-\gamma)\lambda V_{G2\cap T2} + (1-\lambda)(\beta S_E + \gamma L_T) - C_E] \quad (3)$$

联立公式(1)~(3)可得企业技术创新失败项目E的复制动态方程:

$$F(\alpha) = \frac{d\alpha}{d_t} = \alpha(U_{E1} - \bar{U}_E)$$

$$= \alpha(1-\alpha)[\beta\gamma\lambda V_{G1\cap T1} + \beta(1-\gamma)\lambda V_{G1\cap T2} + (1-\beta)\gamma\lambda V_{G2\cap T1} + (1-\beta)(1-\gamma)\lambda V_{G2\cap T2} + (1-\lambda)\times$$

$$(\beta S_E + \gamma L_T) - C_E \quad (4)$$

(1) 当 $\gamma = [C_E - \beta \lambda V_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) \beta S_E - (1 - \beta) \times \lambda V_{G2 \cap T2}] / [\beta \lambda (V_{G1 \cap T1} - V_{G1 \cap T2}) + (1 - \beta) \lambda (V_{G2 \cap T1} - V_{G2 \cap T2}) + (1 - \lambda) L_T]$ 时, $F(\alpha) = 0$, 所有水平均为稳定状态, 动态演化趋势见图2的2-1。

(2) 当 $\gamma \neq [C_E - \beta \lambda V_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) \beta S_E - (1 - \beta) \times \lambda V_{G2 \cap T2}] / [\beta \lambda (V_{G1 \cap T1} - V_{G1 \cap T2}) + (1 - \beta) \lambda (V_{G2 \cap T1} - V_{G2 \cap T2}) + (1 - \lambda) L_T]$ 时, $\alpha = 0$ 或 $\alpha = 1$ 时达到稳定状态。此时对 $F(\alpha)$ 求一阶导数可得:

$$\frac{dF(\alpha)}{d\alpha} = (1 - 2\alpha) [\beta \gamma \lambda V_{G1 \cap T1} + \beta (1 - \gamma) \lambda V_{G1 \cap T2} +$$

$$(1 - \beta) \gamma \lambda V_{G2 \cap T1} + (1 - \beta) (1 - \gamma) \lambda V_{G2 \cap T2} + (1 - \lambda) \times (\beta S_E + \gamma L_T) - C_E] \quad (5)$$

由于政府补偿的实施以及社会风险分担机制的运行会提升企业技术创新失败项目再创新的收益水平, 因此, 再创新四类收益的关系为: $V_{G1 \cap T1} > V_{G1 \cap T2}$, $V_{G2 \cap T1} > V_{G2 \cap T2}$ 。据此可得 $[\beta \lambda (V_{G1 \cap T1} - V_{G1 \cap T2}) + (1 - \beta) \lambda (V_{G2 \cap T1} - V_{G2 \cap T2}) + (1 - \lambda) L_T] > 0$, 再进行分类讨论:

① 当 $\gamma > [C_E - \beta \lambda V_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) \beta S_E - (1 - \beta) \times \lambda V_{G2 \cap T2}] / [\beta \lambda (V_{G1 \cap T1} - V_{G1 \cap T2}) + (1 - \beta) \lambda (V_{G2 \cap T1} - V_{G2 \cap T2}) + (1 - \lambda) L_T]$, 有: $\left. \frac{dF(\alpha)}{d\alpha} \right|_{\alpha=0} > 0$, $\left. \frac{dF(\alpha)}{d\alpha} \right|_{\alpha=1} < 0$, $\alpha = 1$ 为稳定点, 即企业技术创新失败项目倾向于“再创新”是演化稳定策略, 动态演化趋势见图2的2-2。

② 当 $\gamma < [C_E - \beta \lambda V_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) \beta S_E - (1 - \beta) \times \lambda V_{G2 \cap T2}] / [\beta \lambda (V_{G1 \cap T1} - V_{G1 \cap T2}) + (1 - \beta) \lambda (V_{G2 \cap T1} - V_{G2 \cap T2}) + (1 - \lambda) L_T]$, 有: $\left. \frac{dF(\alpha)}{d\alpha} \right|_{\alpha=0} > 0$, $\left. \frac{dF(\alpha)}{d\alpha} \right|_{\alpha=1} < 0$, $\alpha = 0$ 为稳定点, 即企业倾向于“不再创新”是演化稳定策略, 动态演化趋势见图2的2-3。

3. 政府补偿行为的演化博弈。 设政府采取不同策略的社会收益分别为 U_{G1} 、 U_{G2} , 平均收益为 \bar{U}_G , 则由再创新补偿及风险分担博弈可得:

$$U_{G1} = \alpha [\gamma F_{G1 \cap T1} + (1 - \gamma) F_{G1 \cap T2}] - \alpha (1 - \lambda) \times (\gamma S_T + S_E) + M_G - C_G \quad (6)$$

$$U_{G2} = \alpha [\gamma F_{G2 \cap T1} + (1 - \gamma) F_{G2 \cap T2}] \quad (7)$$

$$\bar{U}_G = \alpha \beta [\gamma F_{G1 \cap T1} + (1 - \gamma) F_{G1 \cap T2}] + \alpha (1 - \beta) \times [\gamma F_{G2 \cap T1} + (1 - \gamma) F_{G2 \cap T2}] + \beta (M_G - C_G) - \alpha \beta (1 - \lambda) \times (\gamma S_T + S_E) \quad (8)$$

联立公式(6)~(8)可以得到政府G的复制动态方程:

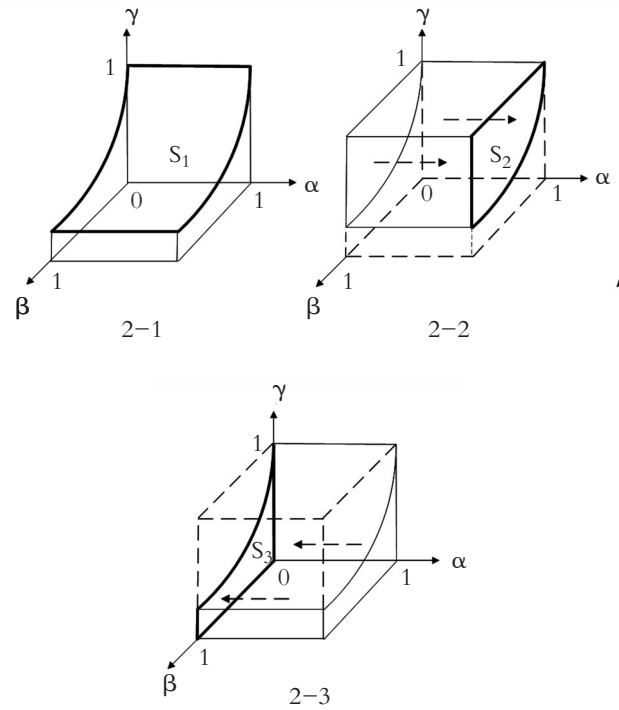


图2 企业技术创新失败项目再创新动态演化趋势

$$F(\beta) = d\beta/dt = \beta (U_{G1} - \bar{U}_G) = \beta (1 - \beta) [\alpha \gamma F_{G1 \cap T1} + \alpha (1 - \gamma) F_{G1 \cap T2} - \alpha (1 - \lambda) (\gamma S_T + S_E) + M_G - C_G - \alpha \gamma F_{G2 \cap T1} - \alpha (1 - \gamma) F_{G2 \cap T2}] \quad (9)$$

(1) 当 $\gamma = [-\alpha F_{G1 \cap T2} + \alpha (1 - \lambda) S_E + \alpha F_{G2 \cap T2} - M_G + C_G] / \alpha [F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) S_T - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}]$ 时, $F(\beta) = 0$, 所有水平均为稳定状态。

(2) 当 $\gamma \neq [-\alpha F_{G1 \cap T2} + \alpha (1 - \lambda) S_E + \alpha F_{G2 \cap T2} - M_G + C_G] / \alpha [F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) S_T - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}]$ 时, $\beta = 0$ 或 $\beta = 1$ 时达到稳定状态。此时对 $F(\beta)$ 求一阶导数可得:

$$\frac{dF(\beta)}{d\beta} = (1 - 2\beta) [\alpha \gamma F_{G1 \cap T1} + \alpha (1 - \gamma) F_{G1 \cap T2} - \alpha (1 - \lambda) (\gamma S_T + S_E) + M_G - C_G - \alpha \gamma F_{G2 \cap T1} - \alpha (1 - \gamma) F_{G2 \cap T2}] \quad (10)$$

$F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}$ 与 $(1 - \lambda) S_T$ 大小不确定, 下面进行分类讨论:

① 当 $F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2} > (1 - \lambda) S_T$ 且 $\gamma > [-\alpha F_{G1 \cap T2} + \alpha (1 - \lambda) S_E + \alpha F_{G2 \cap T2} - M_G + C_G] / \{\alpha [F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) S_T - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}]\}$, 或 $(F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}) < (1 - \lambda) S_T$ 且 $\gamma < [-\alpha F_{G1 \cap T2} + \alpha (1 - \lambda) S_E + \alpha F_{G2 \cap T2} - M_G + C_G] / \{\alpha [F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - (1 - \lambda) S_T - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}]\}$,

有: $\left. \frac{dF(\beta)}{d\beta} \right|_{\beta=0} > 0$, $\left. \frac{dF(\beta)}{d\beta} \right|_{\beta=1} < 0$, $\beta = 1$ 为稳定

点,即政府倾向于“补偿”是演化稳定策略。

②当 $F_{G1\cap T1}-F_{G1\cap T2}-F_{G2\cap T1}+F_{G2\cap T2}>(1-\lambda)S_T$ 且 $\gamma<[-\alpha F_{G1\cap T2}+\alpha(1-\lambda)S_E+\alpha F_{G2\cap T2}-M_G+C_G]/\{\alpha[F_{G1\cap T1}-F_{G1\cap T2}-(1-\lambda)S_T-F_{G2\cap T1}+F_{G2\cap T2}]\}$,或 $F_{G1\cap T1}-F_{G1\cap T2}-F_{G2\cap T1}+F_{G2\cap T2}<(1-\lambda)S_T$ 且 $\gamma>[-\alpha F_{G1\cap T2}+\alpha(1-\lambda)S_E+\alpha F_{G2\cap T2}-M_G+C_G]/\alpha\{[F_{G1\cap T1}-F_{G1\cap T2}-(1-\lambda)S_T-F_{G2\cap T1}+F_{G2\cap T2}]\}$,有: $\left.\frac{dF(\beta)}{d\beta}\right|_{\beta=0}<0$, $\left.\frac{dF(\beta)}{d\beta}\right|_{\beta=1}>0$, $\beta=0$ 为稳定点,即政府倾向于“不补偿”是演化稳定策略。

政府补偿行为动态演化趋势如图3所示。

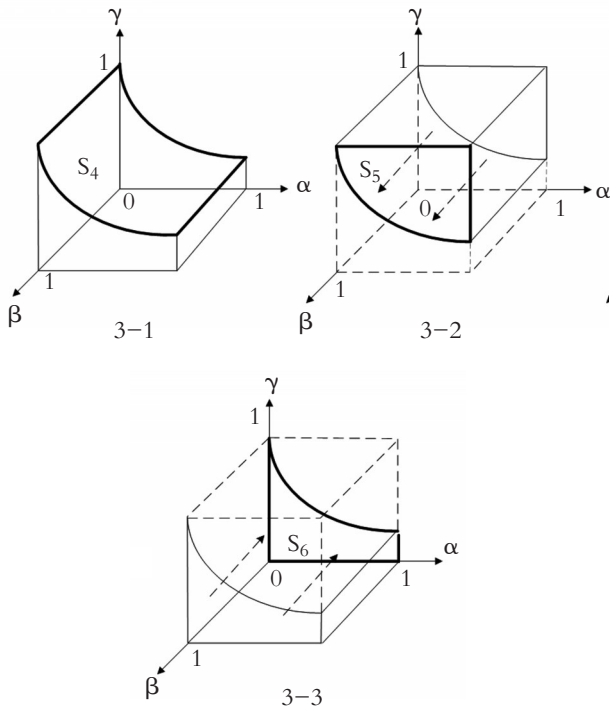


图3 政府补偿行为动态演化趋势

4. 风险分担组织分担行为的演化博弈。设第三方风险分担组织采取不同策略的收益分别为 U_{T1} 、 U_{T2} ,平均收益为 \bar{U}_T ,则由再创新补偿及风险分担博弈可得:

$$U_{T1}=\alpha\beta R_{G1\cap T1}+\alpha(1-\beta)R_{G2\cap T1}+\alpha\beta(1-\lambda)S_T+(\alpha+\beta-\alpha\beta)(M_T-C_T)\alpha(1-\lambda)L_T \quad (11)$$

$$U_{T2}=-\alpha[\beta L_{G1\cap T2}+(1-\beta)L_{G2\cap T2}] \quad (12)$$

$$\bar{U}_T=\alpha\beta\gamma R_{G1\cap T1}+\alpha\gamma(1-\beta)R_{G2\cap T1}+\alpha\beta\gamma(1-\lambda)\times S_T+(\alpha+\beta-\alpha\beta)\gamma(M_T-C_T)-\alpha\gamma(1-\lambda)L_T-\alpha(1-\gamma)\times[\beta L_{G1\cap T2}+(1-\beta)L_{G2\cap T2}] \quad (13)$$

联立公式(11)~(13)可得第三方风险分担组织T的复制动态方程:

$$F(\gamma)=d_\gamma/d_t=\gamma(U_{T1}-\bar{U}_T)$$

$$=\gamma(1-\gamma)[\alpha\beta R_{G1\cap T1}+\alpha(1-\beta)R_{G2\cap T1}+\alpha\beta(1-\lambda)S_T+(\alpha+\beta-\alpha\beta)(M_T-C_T)-\alpha(1-\lambda)L_T+\alpha\beta L_{G1\cap T2}+\alpha(1-\beta)L_{G2\cap T2}] \quad (14)$$

(1)当 $\beta=\alpha[C_T+(1-\lambda)L_T-L_{G2\cap T2}-R_{G2\cap T1}-M_T]/[\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)\times(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})]$ 时, $F(\gamma)=0$,所有水平均为稳定状态。

(2)当 $\beta\neq\alpha[C_T+(1-\lambda)L_T-L_{G2\cap T2}-R_{G2\cap T1}-M_T]/[\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)\times(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})]$ 时, $\gamma=0$ 或 $\gamma=1$ 时达到稳定状态。此时对 $F(\gamma)$ 求一阶导数可得:

$$\left.\frac{dF(\gamma)}{d\gamma}\right|_{\gamma=0}=(1-2\gamma)[\alpha\beta R_{G1\cap T1}+\alpha(1-\beta)R_{G2\cap T1}+\alpha\beta(1-\lambda)S_T+(\alpha+\beta-\alpha\beta)(M_T-C_T)-\alpha(1-\lambda)L_T+\alpha\beta L_{G1\cap T2}+\alpha(1-\beta)L_{G2\cap T2}] \quad (15)$$

由于 $\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)\times M_T+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})$ 与 $(1-\alpha)C_T$ 的大小不确定,下面进行分类讨论:

①当 $\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)\times M_T+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})>(1-\alpha)C_T$ 且 $\beta>\alpha[C_T+(1-\lambda)L_T-L_{G2\cap T2}-R_{G2\cap T1}-M_T]/[\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)(M_T-C_T)+\alpha L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2}]$,或 $\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})<(1-\alpha)C_T$ 且 $\beta<\alpha[C_T+(1-\lambda)L_T-L_{G2\cap T2}-R_{G2\cap T1}-M_T]/[\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})]$,有: $\left.\frac{dF(\gamma)}{d\gamma}\right|_{\gamma=0}>0$, $\left.\frac{dF(\gamma)}{d\gamma}\right|_{\gamma=1}<0$, $\gamma=1$ 为稳定点,即第三方风险分担组织倾向于“分担”是演化稳定策略。

②当 $\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)\times M_T+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})>(1-\alpha)C_T$ 且 $\beta<\alpha[C_T+(1-\lambda)L_T-L_{G2\cap T2}-R_{G2\cap T1}-M_T]/[\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})]$,或 $\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})<(1-\alpha)C_T$ 且 $\beta>\alpha[C_T+(1-\lambda)L_T-L_{G2\cap T2}-R_{G2\cap T1}-M_T]/[\alpha(R_{G1\cap T1}-R_{G2\cap T1})+\alpha(1-\lambda)S_T+(1-\alpha)(M_T-C_T)+\alpha(L_{G1\cap T2}-L_{G2\cap T2})]$,有: $\left.\frac{dF(\gamma)}{d\gamma}\right|_{\gamma=0}<0$, $\left.\frac{dF(\gamma)}{d\gamma}\right|_{\gamma=1}>0$, $\gamma=0$ 为稳定点,即第三方风险分担组织倾向于“不分担”是演化稳定策略。

第三方风险分担组织动态演化趋势如图4所示。

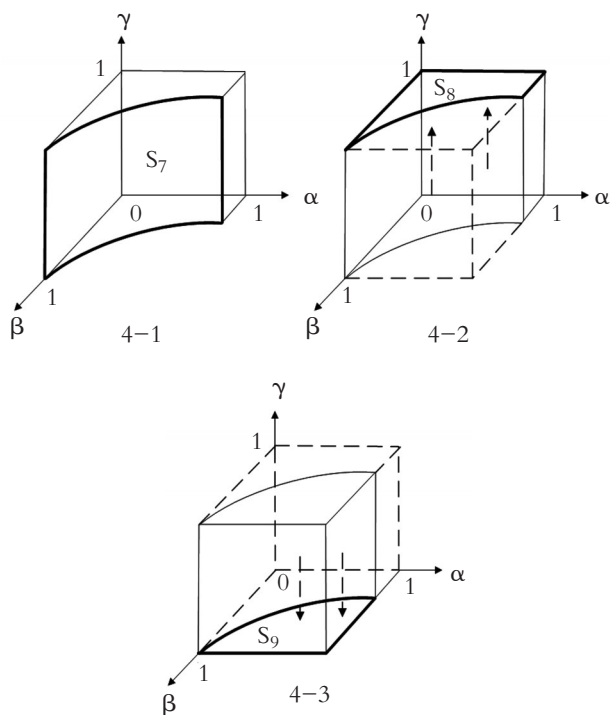


图4 第三方风险分担组织动态演化趋势

5. 非对称三方博弈均衡分析。由图2、图3和图4可知, 曲面 S_1 、 S_4 和 S_7 分别将正方体分割为两个部分, 分别记为 V_1 和 V_2 、 V_3 和 V_4 以及 V_5 和 V_6 , 不同初始状态下的稳定策略详见表2。影响非对称三方博弈的因素很多, 一旦随机因素发生变化, 某一方就有可能改变策略继而引起其他各方策略的调整, 无论三方主体的初始状态为哪种交集, 该博弈过程都不具有稳恒性, 不会固定地收敛于某一特定稳定策略集合。该模型没有稳定的演化策略。

表2 三方主体博弈均衡性分析

序号	初始状态集合	收敛结果	对应策略
①	$V_1 \cap V_3 \cap V_5$	$(\alpha=1, \beta=1, \gamma=1)$	(再创新, 补偿, 风险分担)
②	$V_1 \cap V_3 \cap V_6$	$(\alpha=1, \beta=1, \gamma=0)$	(再创新, 补偿, 风险不分担)
③	$V_1 \cap V_4 \cap V_5$	$(\alpha=1, \beta=0, \gamma=1)$	(再创新, 不补偿, 风险分担)
④	$V_1 \cap V_4 \cap V_6$	$(\alpha=1, \beta=0, \gamma=0)$	(再创新, 不补偿, 风险不分担)
⑤	$V_2 \cap V_3 \cap V_5$	$(\alpha=0, \beta=1, \gamma=1)$	(不再创新, 补偿, 风险分担)
⑥	$V_2 \cap V_3 \cap V_6$	$(\alpha=0, \beta=1, \gamma=0)$	(不再创新, 补偿, 风险不分担)
⑦	$V_2 \cap V_4 \cap V_5$	$(\alpha=0, \beta=0, \gamma=1)$	(不再创新, 不补偿, 风险分担)
⑧	$V_2 \cap V_4 \cap V_6$	$(\alpha=0, \beta=0, \gamma=0)$	(不再创新, 不补偿, 风险不分担)

由“企业技术创新失败项目再创新行为的演化博弈”可知, 当风险分担组织分担风险的概率增加, 满足 $\gamma > [C_E - \beta\lambda V_{G1 \cap T2} - (1-\lambda)\beta S_E - (1-\beta)\lambda V_{G2 \cap T2}] / [\beta\lambda(V_{G1 \cap T1} - V_{G1 \cap T2}) + (1-\beta)\lambda(V_{G2 \cap T1} - V_{G2 \cap T2}) +$

$(1-\lambda)L_T]$ 时, $\alpha \rightarrow 1$, 企业技术创新失败项目的稳定演化策略是实施再创新。因此, 提高政府对再创新的补偿额度(S_E), 增大风险分担组织分担风险的概率(γ), 以及加大风险分担组织对再创新损失的分担力度(L_T), 均有助于更好地促进企业再创新行为的实施, 从而达到对企业技术创新失败项目的有效激励。

如何促进政府补偿企业再创新行为? 由“政府补偿行为的演化博弈”可知, 在满足 $F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2} > (1-\lambda)S_T$ 且 $\gamma > [-\alpha F_{G1 \cap T2} + \alpha(1-\lambda)S_E + \alpha F_{G2 \cap T2} - M_G + C_G] / \alpha [F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - (1-\lambda)S_T - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}]$, 或 $(F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}) < (1-\lambda)S_T$ 且 $\gamma < [-\alpha F_{G1 \cap T2} + \alpha(1-\lambda)S_E + \alpha F_{G2 \cap T2} - M_G + C_G] / \alpha [F_{G1 \cap T1} - F_{G1 \cap T2} - (1-\lambda)S_T - F_{G2 \cap T1} + F_{G2 \cap T2}]$ 的条件下, $\beta \rightarrow 1$, 此时政府会更为积极地对企业技术创新失败项目再创新实施补偿。

如何促进风险分担组织分担企业再创新风险? 由“风险分担组织分担行为的演化博弈”可知, 在满足 $\alpha(R_{G1 \cap T1} - R_{G2 \cap T1}) + \alpha(1-\lambda)S_T + (1-\alpha)M_T + \alpha(L_{G1 \cap T2} - L_{G2 \cap T2}) > (1-\alpha)C_T$ 且 $\beta > \alpha [C_T + (1-\lambda)L_T - L_{G2 \cap T2} - R_{G2 \cap T1} - M_T] / [\alpha(R_{G1 \cap T1} - R_{G2 \cap T1}) + \alpha(1-\lambda)S_T + (1-\alpha)(M_T - C_T) + \alpha(L_{G1 \cap T2} - L_{G2 \cap T2})]$, 或 $\alpha(R_{G1 \cap T1} - R_{G2 \cap T1}) + \alpha(1-\lambda)S_T + (1-\alpha)M_T + \alpha(L_{G1 \cap T2} - L_{G2 \cap T2}) < (1-\alpha)C_T$ 且 $\beta < \alpha [C_T + (1-\lambda)L_T - L_{G2 \cap T2} - R_{G2 \cap T1} - M_T] / [\alpha(R_{G1 \cap T1} - R_{G2 \cap T1}) + \alpha(1-\lambda)S_T + (1-\alpha)(M_T - C_T) + \alpha(L_{G1 \cap T2} - L_{G2 \cap T2})]$ 的条件下, $\gamma \rightarrow 1$, 此时风险分担组织会更为积极地分担企业再创新风险。

四、对策及展望

政府构建企业技术创新失败项目再创新补偿机制有利于促进企业的再创新行为, 有利于推进第三方风险分担组织主动分担企业再创新风险, 从而提升政府效用, 促进地区的经济增长与科技进步。政府扶持第三方风险分担组织有助于提高其风险分担能力和风险分担意愿, 从而充分发挥社会资源的风险承受能力, 降低企业技术创新失败项目再创新风险感知, 提高企业技术创新失败项目再创新的能力和意愿; 政府补偿策略与第三方风险分担组织的风险分担意愿之间存在相互作用机制, 第三方风险分担能力和分担意愿的提升也有助于地区再创新社会效益的提高。

政府除实施再创新补偿策略外, 还应当同时推行宣传与引导政策。首先, 通过补偿政策降低企业技术创新失败项目和第三方风险分担组织的再创新风

险感知;其次,通过宣传与引导政策进一步提高企业的再创新意愿和风险分担组织的风险分担意愿;最后,对于补偿政策实施与后续监管,应分开设置政府职能,由不同的部门来落实,防止内部寻租行为发生。建立有效的补偿对象甄别机制、补偿合谋防御机制以及补偿线性分成机制,引入专业评估机构,当创新失败项目获得“首次补偿”后,根据企业再创新绩效评估补偿效果,提出二次补偿阈值 F_G' 。若 $F_G \geq F_G'$,政府会进行二次补偿,强度为 S_G' ;若 $F_G < F_G'$,则政府将不会进行二次补偿。政府将根据企业获得两次补偿的情况,建立补偿对象信息库,以便收集和管理补偿对象的企业信用及创新能力等信息,供下一轮次补偿作参考。

主要参考文献:

- [1] Romer P. M.. Growth based on increasing returns due to specialization[J]. American Economic Review, 1987(2):56~62.
- [2] Athaide G. A., Klink R. R.. Managing seller-buyer relationships during new product development[J]. Journal of Product Innovation Management, 2009(5):566~577.
- [3] Tassey G.. Policy issues for R&D investment in a knowledge-based economy[J]. The Journal of Technology Transfer, 2004(2):153~185.
- [4] 安同良,周绍东,皮建才. R&D补贴对中国企业自主创新的激励效应[J]. 经济研究, 2009(10):87~98.
- [5] McGrath R. G.. Falling forward: Real options reasoning and entrepreneurial failure[J]. Academy of Management Review, 1999(24):13~30.
- [6] Arrow K. J.. The economic implications of learning by doing[J]. Reviews of Economic Studies, 1962(29):155~173.
- [7] 顾元媛. 寻租行为与 R&D 补贴效率损失[J]. 经济科学, 2011(5):91~103.
- [8] 毛其淋,许家云. 政府补贴对企业新产品创新的影响——基于补贴强度“适度区间”的视角[J]. 中国工业经济, 2015(6):94~107.
- [9] 李维安,李浩波,李慧聪. 创新激励还是税盾?——高新技术企业税收优惠研究[J]. 科研管理, 2016(11):61~70.
- [10] Czarnitzki D., Hanel P., Rosa J. M.. Evaluating the impact of R&D tax credits on innovation: A microeconomic study on Canadian firms [J]. Research Policy, 2011(2):217~229.
- [11] Bérubé C., Mohnen P.. Are firms that receive R&D subsidies more innovative? [J]. Canadian Journal of Economics, 2009(1):206~225.
- [12] González X., Pazó C.. Do public subsidies stimulate private R&D spending? [J]. Research Policy, 2008(3):371~389.
- [13] David P. A., Hall B. H., Toole A. A.. Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence [J]. Research Policy, 2000(4-5):497~529.
- [14] Gorg H., Strobl E.. The effect of R&D subsidies on private R&D [J]. Economica, 2007(5):215~234.
- [15] 杨洋,魏江,罗来军. 谁在利用政府补贴进行创新?——所有制和要素市场扭曲的联合调节效应[J]. 管理世界, 2015(1):75~98.
- [16] 董坤祥,侯文华,周常宝. 众包竞赛中解答者创新绩效影响因素研究——感知风险的调节效应[J]. 科学学与科学技术管理, 2016(2):21~29.
- [17] Maslach D.. Change and persistence with failed technological innovation [J]. Strategic Management Journal, 2016(37):714~723.
- [18] 宋之杰,郭燕平,崔冬初. 地方政府监管与稀土上游企业的演化博弈分析[J]. 科研管理, 2014(8):145~152.
- [19] 朱庆华,窦一杰. 基于政府补贴分析的绿色供应链管理博弈模型[J]. 管理科学学报, 2011(6):86~95.
- [20] 吴正泓,陈通. 公共文化服务设施补偿机制的演化博弈分析[J]. 华东经济管理, 2016(11):169~173.
- [21] 吴孝灵等. 基于公私博弈的项目政府补偿机制研究[J]. 中国管理科学, 2013(11):198~204.
- [22] 张建军,王丽娜. 基于博弈模型的 PPP 项目风险分担[J]. 土木工程与管理学报, 2017(5):72~76.
- [23] 赵焜,谢科范. 基于进化博弈的企业自主创新风险补偿系统进化研究[J]. 软科学, 2014(9):54~59.

作者单位:武汉理工大学管理学院,武汉 430070