

补贴方式对创新模式选择影响的演化博弈研究^①

盛光华¹, 张志远^{1, 2*}

(1. 吉林大学商学院, 长春 130012; 2. 吉林财经大学会计学院, 长春 130017)

摘要: 技术创新是企业获取竞争优势的重要手段, 考虑到内在生产成本和外部创新补贴方式的重要性, 以企业产品具有可替代性和生产成本具有差异性为前提, 分析政府补贴方式对企业创新模型选择的影响. 模型解析和数值仿真结果表明: 当政府创新投入补贴或者创新产品补贴的水平较低时, 成本优势企业群体和成本劣势企业群体都会向选择渐进式创新模式方向演化, 而创新产品补贴方式对演化速度的影响更为明显; 当政府创新投入补贴或者创新产品补贴的水平较高时, 两类补贴方式对两类企业群体选择创新模式的演化方向有不同影响, 创新投入补贴会使两类企业群体都向选择突破式创新模式方向演化; 创新产品补贴不能有效引导企业选择突破式创新模式, 当补贴水平较高时, 两类企业群体向渐进式创新模式方向演化的速度较慢. 加大创新补贴力度, 优化创新补贴结构, 建立创新补贴长效机制能够使创新补贴成为有效的创新激励措施.

关键词: 政府补贴; 成本差异; 突破创新; 渐进创新; 演化博弈

中图分类号: F273 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2015)09-0034-12

0 引 言

密集的技术创新是企业实现可持续发展的重要因素, 是提高企业核心竞争力的有效途径, 是企业生存发展的关键所在^[1-2]. 在可供企业选择的封闭式创新和开放式创新(包括合作创新和技术联盟创新)中: 封闭式创新主要受限于企业自身经济实力和回报率低, 导致企业在技术创新活动中投入少、积极性不高^[3-4]; 开放式创新需要综合考虑道德风险和投入, 由于机会主义的存在, 合作创新和技术创新联盟不可避免地会发生搭便车现象, 成本低、风险小的搭便车行为往往是导致合作创新和技术创新联盟失败的主要诱因^[5-7]. 无论企业选择封闭式创新还是开放式创新, 都会面临创新投入的初始规模问题, 这也是制约企业进行技术创新的最大障碍之一. 为了能够

帮助企业突破技术创新的阈值, 政府提供一定数额的创新补贴, 对鼓励企业进行技术创新是非常有效的^[8-9].

自美国著名经济学家熊彼特在 1912 年提出技术创新理论以来, 学术界从不同角度对技术创新问题展开了研究. 20 世纪 80 年代前, 学者们对技术创新的研究主要关注的是技术创新手段和制度设计方面^[10-11]. 随着技术创新活动的复杂性和不确定性逐渐增强, 技术创新成本越来越大, 风险越来越高, 影响技术创新成败的因素越来越多, 学者们对技术创新所需要的条件和影响因素给予了更多关注^[12-13]. Atuahene-Gima^[14]认为市场是影响企业技术创新的重要条件, 只有做好市场战略定位, 才能克服技术创新过程中的阻力, 并不断开发突破性创新. Feldman 和 Link^[15]指出, 政策是影响企业技术创新的主要因素, 利用政策可以支持

① 收稿日期: 2013-04-16; 修订日期: 2014-09-16.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71273112); 教育部人文社会科学研究资助项目(11YJA630096; 12YJA790188)

通信作者: 张志远(1981—), 男, 内蒙古赤峰人, 博士后, 讲师. Email: 84609774@qq.com

企业进行技术创新,鼓励企业开展持续的技术创新。李柏洲和苏屹^[16]使用熵权法和模糊综合评价法构建了企业原始创新模式的选择模型,对政府支持力度、技术发展阶段等多种影响企业原始创新的因素进行研究。蔡强等^[17]通过构建期权博弈模型和消费者剩余模型,发现社会福利目标是影响企业技术创新的因素之一。文家春^[18]从专利审查行为的角度研究影响技术创新的因素,认为专利审查中的审查错误、周期长和费用低对技术创新有严重的阻碍。

Christensen^[19]把技术创新分为两类:突破式技术创新和渐进式技术创新。突破式技术创新是对现有主流市场进行颠覆并对在位企业的竞争力产生破坏作用的创新,突破式技术创新可以获得更大的收益,同时也面临风险高、投资周期长、市场不确定性等问题;渐进式技术创新是对现有主流市场产品性能的提升做出贡献的创新^[19-20]。国内外学术界对两种创新模式的差异性和影响企业创新模式选择的影响因素等问题进行了研究。Kortum 和 Lerner^[21]以及 Schankerman^[22]详细分析了两种创新模式的特点及其可能带来的影响,认为技术联盟是提高企业技术创新能力的有效手段。Tsai^[23]认为技术联盟对创新绩效有积极影响,但创新绩效的大小取决于联盟内各组织对技术的吸收与复制能力。苏靖^[24]指出技术创新联盟的生存和发展需要优化配置机制、风险共担与利益共享机制、开放发展机制等一系列的相关保障机制。蒋樟生和胡珑瑛^[25]发现盟主企业的知识边际收益决定了技术创新联盟的存在和发展,盟主企业知识转移决策与合作伙伴知识边际收益之间存在负相关的关系。王伟光等^[26]运用熵方法扩展了企业技术创新的评价指标体系,把创新资源分布、产业关联度、政府干预强度等作为企业技术创新评价的主要因素。政府的创新补贴方式主要有两种类型:创新投入补贴和创新产品补贴。创新投入补贴是针对企业创新行为的补贴,是最直接、有效地提高企业技术创新积极性的补贴方式;创新产品补贴是针对企业创新结果的补贴,是产品创新成功后给予的补贴方式。两种补贴方式的出发点、实际操作程序存在明显的差异,学术界围绕两类补贴方式的政策效果做了相关研究,生延超^[27]在分析外部激励政策对企业创新模式选择的影响时,

认为外部政策对激励企业技术创新有积极作用。冯宗宪等^[28]在研究影响技术创新规模和效率的因素时发现,政府创新补贴对技术创新规模有负向影响,与效率之间有不显著的负相关。解学梅^[29]通过对协同创新网络的研究,发现企业与政府的协同创新网络对企业创新绩效没有直接效应,但却存在间接效应。易先忠和张亚斌^[30]基于R&D增长模型分析了技术差距和人力资本约束条件下的技术创新模式,发现政策效应取决于企业之间的技术差距。

通过对现有研究文献的梳理可以看出,学者们目前的研究主要集中于企业技术创新模式的选择和影响技术创新的外在因素。在现有研究中,对企业之间的差异性关注甚少。鉴于此,本文基于政府和企业的双重视角,以企业产品具有可替代性和生产成本具有差异性为前提假设,探究政府创新补贴水平和创新补贴方式,对存在成本差异的企业的技术创新模式选择会产生什么样的效果?有哪些不同影响?创新补贴水平和创新补贴方式的变化是否对引导企业选择突破式技术创新有相同的作用?本文借鉴 Jacquemin^[31]以及张春辉和陈继祥^[32]的研究思路,扩展了创新补贴方式对企业技术创新模式选择的博弈模型,再构企业之间的多群体演化博弈模型,通过模型解析和数值仿真分析以下3个方面问题:1) 政府采取创新投入补贴和创新产品补贴对不同企业创新模式选择的影响有哪些异同;2) 比较两种补贴方式对不同企业创新模式选择演化路径的影响效率(速度);3) 对于不同的企业,如何通过控制补贴方式和补贴水平来影响企业技术创新模式的选择。

1 投入补贴对创新模式选择影响的演化博弈模型

1.1 问题描述与变量假设

假设市场中两家企业生产一种可以完全替代的产品,两家企业分别定义为企业1和企业2,两家企业都有利用技术创新增强企业竞争力的意愿。企业进行技术创新需要付出一定数额的技术创新成本。两种技术创新模式所需要的成本不同,突破式创新是对市场中原有产品的颠覆行为,能

够建立新产品市场,所以需要支付的成本更高,记作 m_1 ; 渐进式创新是对市场中原有产品的改进进行,所以需要支付的成本较低,记作 m_2 . 两种创新模式所需支付成本之间关系为 $m_1 > m_2$. 最终产品的需求函数为 $p = a - Q$, 其中 a 是大于0的常数, $Q = q_1 + q_2$, q_1 表示企业1的产量, q_2 表示企业2的产量. 企业1的生产成本记作 C_1 , 企业2的生产成本记作 C_2 . 假设企业1和企业2边际生产成本保持不变,企业1的生产成本低于企业2的生产成本,两家企业生产成本之间关系为 $C_2 = C_1 + \Delta c$. 从两家企业成本关系式中可以看出,企业1相对于企业2来说有一定的成本领先优势. 并且有 $a > C_1 + \Delta c$. 政府为了提高企业技术创新的积极性,对企业的技术创新行为进行补贴,创新投入补贴的补贴率记作 s , $0 < s < 1$, 企业获得的补贴数额低于企业技术创新的投入成本. 企业选择不同的技术创新模式会直接影响其在市场中的地位. 基于以上基本假设,分别讨论企业选择不同技术创新模式时的收益情况. 选择突破式创新模式的企业会率先进入新产品市场,成为市场中的先行者,后进入市场的企业是跟随者. 一前一后进入市场的两家企业,符合将古诺(Cournot)竞争模型动态化的斯坦科尔伯格(Stackelberg)双寡头垄断竞争模型,假设企业1先选择突破式创新模式,博弈顺序如下:

- 1) 企业1进入市场选择产量 q_1 , 并且 $q_1 > 0$;
- 2) 企业2观察到企业1的产量 q_1 后,选择产量 q_2 , 并且 $q_2 \geq 0$;
- 3) 企业 i 的利润函数为

$$\pi_i(q_i) = P(Q)q_i - C_i(q_i) \quad i = 1, 2$$

其中 $Q = q_1 + q_2$ 为市场中产品供给总量, $P(Q)$ 为价格函数, $C_i(q_i)$ 为企业 i ($i = 1, 2$) 的成本函数, 且为凸函数. 用逆序归纳法求解子博弈精炼纳什均衡, 均衡结果为

$$q_1^s = \frac{a - 2C_1 + C_2}{2}, \quad q_2^s = \frac{a - 3C_2 + 2C_1}{2}$$

1.2 演化博弈模型构建

1.2.1 两家企业选择不同创新模式

当企业1选择突破式创新模式, 企业2选择渐

进创新式模式时, 企业1是市场中的先行者, 两家企业达到博弈均衡时的产量分别为

$$q_1^s = \frac{a - 2C_1 + C_2}{2},$$

$$q_2^s = \frac{a - 3C_2 + 2C_1}{4}$$

市场中产品的均衡价格为

$$p = \frac{a + 2C_1 + C_2}{4}$$

企业1和企业2的利润分别为

$$U_1^{(1)} = \frac{(a - 2C_1 + C_2)^2}{8},$$

$$U_1^{(2)} = \frac{(a - 3C_2 + 2C_1)^2}{16}$$

企业1选择突破式创新模式需要付出的成本为 m_1 , 企业2选择渐进式创新模式需要付出的成本为 m_2 .

可以得出企业1总体收益函数 $\pi_{12}^{(1)}$ 和企业2总体收益函数 $\pi_{12}^{(2)}$ 分别为

$$\begin{aligned} \pi_{12}^{(1)} &= U_1^{(1)} - (1 - s)m_1 \\ &= \frac{(a - 2C_1 + C_2)^2}{8} - (1 - s)m_1 \quad (1) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_{12}^{(2)} &= U_1^{(2)} - (1 - s)m_2 \\ &= \frac{(a - 3C_2 + 2C_1)^2}{16} - (1 - s)m_2 \quad (2) \end{aligned}$$

当企业1选择渐进式创新模式, 企业2选择突破式创新模式时^②, 企业2是市场中的先行者, 两家企业达到博弈均衡时的产量分别为

$$q_1^s = \frac{a - 3C_1 + 2C_2}{4},$$

$$q_2^s = \frac{a - 2C_2 + C_1}{2}$$

市场中产品的均衡价格为

$$p = \frac{a + 2C_2 + C_1}{4}$$

企业1和企业2的利润分别为

$$U_2^{(1)} = \frac{(a - 3C_1 + 2C_2)^2}{16},$$

$$U_2^{(2)} = \frac{(a - 2C_2 + C_1)^2}{8}$$

^② 在汽车行业, 生产规模越大往往平均成本越低, 处于成本劣势的企业, 即使在某些零部件上进行了突破创新, 也很难使平均成本由劣势转为优势.

企业 1 选择渐进式创新模式需要付出的成本为 m_2 , 企业 2 选择突破式创新模式需要付出的成本为 m_1 . 可以得出企业 1 总体收益函数 $\pi_{21}^{(1)}$ 和企业

2 总体收益函数 $\pi_{21}^{(2)}$ 分别为

$$\begin{aligned} \pi_{21}^{(1)} &= U_2^{(1)} - (1-s)m_2 \\ &= \frac{(a-3C_1+2C_2)^2}{16} - (1-s)m_2 \quad (3) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \pi_{21}^{(2)} &= U_2^{(2)} - (1-s)m_1 \\ &= \frac{(a-2C_2+C_1)^2}{8} - (1-s)m_1 \quad (4) \end{aligned}$$

1.2.2 两家企业选择相同的创新模式

两家企业选择相同的创新模式, 那么两家企业在市场上的地位不会变化. 如果两家企业同时选择突破式创新模式需要付出成本为 m_1 , 可以得出企业 1 总体收益函数 $\pi_{11}^{(1)}$ 和企业 2 总体收益函数 $\pi_{11}^{(2)}$ 分别为

$$\pi_{11}^{(1)} = \frac{U_1^{(1)} + U_2^{(1)}}{2} - (1-s)m_1 \quad (5)$$

$$\pi_{11}^{(2)} = \frac{U_1^{(2)} + U_2^{(2)}}{2} - (1-s)m_1 \quad (6)$$

如果两家企业同时选择渐进式创新模式, 企业 1 与企业 2 形成古诺 (Cournot) 模式, 两家企业的市场份额不发生变化, 达到博弈均衡时产量分别为

$$q_1^s = \frac{a-2C_1+C_2}{3}, q_2^s = \frac{a+C_1-2C_2}{3}$$

市场中产品的均衡价格为

$$p = \frac{a+C_2+C_1}{3}$$

企业 1 和企业 2 同时选择渐进式创新模式需要付出成本为 m_2 . 可以得出企业 1 总体收益函数 $\pi_{22}^{(1)}$ 和企业 2 总体收益函数 $\pi_{22}^{(2)}$ 分别为

$$\pi_{22}^{(1)} = \frac{(a-2C_1+C_2)^2}{9} - (1-s)m_2 \quad (7)$$

$$\pi_{22}^{(2)} = \frac{(a+C_1-2C_2)^2}{9} - (1-s)m_2 \quad (8)$$

通过以上两种情况的分析, 可以得出生产成本存在差异的两家企业, 在得到政府创新投入补贴时的收益矩阵 (见表 1).

表 1 投入补贴对企业选择创新模式影响的收益矩阵
Table 1 Profits matrix of input allowance's effects on firm's innovation model choice

		企业 2	
		突破式创新: y	渐进式创新: $1-y$
企业 1	突破式创新: x	$\pi_{11}^{(1)}; \pi_{11}^{(2)}$	$\pi_{12}^{(1)}; \pi_{12}^{(2)}$
	渐进式创新: $1-x$	$\pi_{21}^{(1)}; \pi_{21}^{(2)}$	$\pi_{22}^{(1)}; \pi_{22}^{(2)}$

1.3 演化博弈模型求解与分析

1.3.1 演化博弈模型求解

在有限理性条件下, 把市场中所有企业分为生产成本优势 (生产成本较低) 的企业 1 群体和生产成本劣势 (生产成本较高) 的企业 2 群体两部分. 每次博弈中, 各从两个群体中随机抽取 1 个企业进行博弈. 生产成本优势的企业群体中选择突破式创新模式的概率为 x , 选择渐进式创新模式的概率为 $1-x$; 生产成本劣势的企业群体中选择突破式创新模式的概率为 y , 选择渐进式创新模式的概率为 $1-y$. 依据复制子动态方程的定义和求解方法^[33], 可以得到生产成本优势企业群体的复制子动态方程为^③

$$\begin{aligned} F(x) &= \frac{dx}{dt} = x(1-x) \times \\ &\quad [y(\pi_{11}^{(1)} - \pi_{21}^{(1)}) + (1-y)(\pi_{12}^{(1)} - \pi_{22}^{(1)})] \quad (9) \end{aligned}$$

令 $F(x) = 0$ 可解得 $x_1 = 0, x_2 = 1$,

$$y_1^* = \frac{\pi_{12}^{(1)} - \pi_{22}^{(1)}}{(\pi_{12}^{(1)} - \pi_{22}^{(1)}) - (\pi_{11}^{(1)} - \pi_{21}^{(1)})}$$

同理, 生产成本劣势企业群体的复制子动态方程为

$$\begin{aligned} F(y) &= \frac{dy}{dt} = y(1-y) \times \\ &\quad [x(\pi_{11}^{(2)} - \pi_{12}^{(2)}) + (1-x)(\pi_{21}^{(2)} - \pi_{22}^{(2)})] \quad (10) \end{aligned}$$

令 $F(y) = 0$, 可解得 $y_1 = 0, y_2 = 1$,

$$x_1^* = \frac{\pi_{21}^{(2)} - \pi_{22}^{(2)}}{(\pi_{21}^{(2)} - \pi_{22}^{(2)}) - (\pi_{11}^{(2)} - \pi_{12}^{(2)})}$$

联立方程 (9) 和 (10), 该系统有 5 个动态系统的平衡点, 分别是 $(0, 0)$ 、 $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 、 $(1,$

③ 文献[33]中对复制子动态方程的定义和求解过程给出了详细过程, 在这里本文直接使用, 不做数理理解和推导.

1)、 (x_1^*, y_1^*) 。根据该系统相应的雅可比 (Jacobi) 矩阵的局部稳定性,分析该系统在这些平衡点的局部稳定性,得到 $(0, 0)$ 和 $(1, 1)$ 是该系统演化稳定均衡点 (ESS), $(0, 1)$ 、 $(1, 0)$ 是不稳定点, (x_1^*, y_1^*) 是鞍点。演化相位图如图 1 所示。

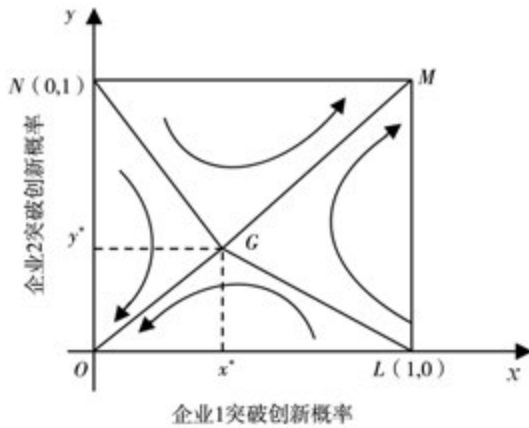


图 1 投入补贴、成本差异下创新模式选择的演化博弈相位图

Fig. 1 Phase diagram of evolutionary game of innovation model allowance and cost differentiation

从系统演化过程的相位图中可以看出,由于具有成本差异的企业选择两种创新模式获得收益不同,经过多次博弈,最终形成 3 种可能的演化结果: 1) 博弈双方最终都选择突破式创新模式, $M(1, 1)$ 是该博弈系统的演化稳定均衡点 (ESS); 2) 博弈双方都选择渐进创新式模式, $O(0, 0)$ 是该博弈系统的演化稳定均衡点 (ESS); 3) 系统维持在鞍点 (x_1^*, y_1^*) 。系统的 4 个区域有不同的收敛状态,处在区域 OGL 和区域 OGN 中,系统会收敛到 $O(0, 0)$,演化稳定策略是 (渐进式创新模式, 渐进式创新模式); 处于区域 MGL 和区域 MGN 中,系统会收敛到 $M(1, 1)$,演化稳定策略是 (突破式创新模式, 突破式创新模式)。

1.3.2 投入补贴对企业创新模式选择的影响分析

依据以上分析,在政府采取创新投入补贴和企业成本存在差异前提下,在企业创新模式选择的博弈过程中,演化稳定策略为 (渐进式创新模式, 渐进式创新模式) 和 (突破式创新模式, 突破式创新模式)。但是不能说明哪种情况是帕累托最优的结果。从图 1 中可以看出,均衡结果向哪个

方向演化的可能性更大,是由四边形区域 S_{OLGN} 的面积和四边形区域 S_{MLGN} 的面积决定: 如果 $S_{OLGN} < S_{MLGN}$,企业向选择突破式创新模式方向演化的概率大于向选择渐进式创新模式方向演化的概率; 如果 $S_{OLGN} > S_{MLGN}$,企业向选择突破式创新模式方向演化的概率小于向选择渐进式创新模式方向演化的概率; 如果 $S_{OLGN} = S_{MLGN}$,企业选择突破式创新模式和选择渐进式创新模式的概率相等。另外,从图 1 中还可以看出, S_{OLGN} 面积的大小直接决定了企业选择渐进式创新模式的可能性,其面积可以分解为三角区域 S_{OLG} 和三角区域 S_{ONG} 面积,所以讨论企业选择渐进式创新模式的影响因素,可以通过分析影响 S_{OLG} 和 S_{ONG} 面积变化的因素。同理, S_{MLGN} 面积的大小决定了企业选择突破式创新模式的概率,由于 $S_{OLGN} + S_{MLGN} = 1$,同一因素对两种创新模式选择概率的影响是逆向关系。在分析成本差异对企业创新模式选择的影响时,利用假设条件 $C_2 = C_1 + \Delta c$ 有

$$S_{\Delta OGL} = \frac{x_1^*}{2} = \frac{144(1-s)(m_1 - m_2) - 2(a - C_1 - 2\Delta c)^2}{14(a - C_1 - 2\Delta c)^2 - 9(a - C_1 - 3\Delta c)^2} \quad (11)$$

$$S_{\Delta OGN} = \frac{y_2^*}{2} = \frac{144(1-s)(m_1 - m_2) - 2(a - C_1 + \Delta c)^2}{14(a - C_1 + \Delta c)^2 - 9(a - C_1 + 2\Delta c)^2} \quad (12)$$

由式 (11) 和 (12) 可得到创新投入补贴率 s 对三角区域 S_{OLG} 和三角区域 S_{ONG} 面积的影响:

$\frac{\partial S_{\Delta OGL}}{\partial s} < 0$; $\frac{\partial S_{\Delta OGN}}{\partial s} < 0$ 。 S_{OLG} 是 s 的单调递减函数,其面积随着 s 的增大而逐渐减小,说明当政府对创新投入补贴水平逐渐提高时,具有成本优势的企业群体中初始选择渐进式创新模式的概率减小,选择突破式创新模式的概率增大; S_{ONG} 是 s 的单调递减函数,其面积随着 s 的增大而逐渐减小,说明当政府对创新投入补贴水平逐渐提高时,成本劣势的企业 2 群体中初始选择渐进式创新模式的概率减小,选择突破式创新模式的概率增大。

2 产品补贴对创新模式选择影响的演化博弈模型

2.1 变量假设与模型构建

本节分析有成本差异的企业,面对政府采取创新产品补贴方式时的创新模式选择.假设政府对企业创新产品的补贴率记作 $e, 0 < e < 1$. 选择突破式创新模式需要付出的成本为 m_1 ,选择渐进式创新模式需要付出的成本为 m_2 . 其它变量的涵义与前文一致,两家企业依然符合将古诺竞争模型动态化的斯坦科尔伯格(Stackelberg)双寡头垄断竞争模型.下面对各自的总体收益进行讨论.

1) 当企业1选择突破式创新模式,企业2选择渐进式创新模式时.企业1是市场中的先行者,两家企业达到博弈均衡时,企业1总体收益为 $\frac{(a - C_1 + \Delta c - e)^2}{8} - m_1$,企业2总体收益为 $\frac{(a - C_1 - 3\Delta c - e)^2}{16} - m_2$.

2) 当企业1选择渐进创新式模式,企业2选择突破式创新模式时.企业2是市场中的先行者,

两家企业达到博弈均衡时,企业1总体收益为 $\frac{(a - C_1 + 2\Delta c - e)^2}{16} - m_2$,企业2总体收益为 $\frac{(a - C_1 - 2\Delta c - e)^2}{8} - m_1$.

3) 当两家企业同时选择突破式创新模式,两家企业在市场中的地位保持不变,两家企业达到博弈均衡时,企业1总体收益为 $\frac{2(a - C_1 + \Delta c - e)^2}{32} + \frac{(a - C_1 + 2\Delta c - e)^2}{32} - m_1$,企业2总体收益为 $\frac{2(a - C_1 - 2\Delta c - e)^2}{32} + \frac{(a - C_1 - 3\Delta c - e)^2}{32} - m_1$.

4) 当两家企业同时选择渐进式创新模式,企业1与企业2形成古诺竞争模式,两家企业的市场份额不发生变化,两家企业达到博弈均衡时,企业1总体收益为 $\frac{a - C_1 + \Delta c - e}{9} - m_2$,企业2总体收益为 $\frac{a - C_1 - 2\Delta c - e}{9} - m_2$.

通过以上4种情况的分析,可以得出生产成本存在差异的两家企业,在得到政府创新产品补贴时的收益矩阵(见表2).

表2 产品补贴对企业选择创新模式影响的收益矩阵

Table 2 Profits matrix of product allowance's effects on firm's innovation model choice

		企业2	
		突破式创新: y	渐进式创新: $1 - y$
企业1	突破式创新: x	$\frac{2(a - C_1 + \Delta c - e)^2 + (a - C_1 + 2\Delta c - e)^2}{32} - m_1$	$\frac{(a - C_1 + \Delta c - e)^2}{8} - m_1$
	渐进式创新: $1 - x$	$\frac{2(a - C_1 - 2\Delta c - e)^2 + (a - C_1 - 3\Delta c - e)^2}{32} - m_1$	$\frac{(a - C_1 - 3\Delta c - e)^2}{16} - m_2$
		$\frac{(a - C_1 + 2\Delta c - e)^2}{16} - m_2$	$\frac{a - C_1 + \Delta c - e}{9} - m_2$
		$\frac{(a - C_1 - 2\Delta c - e)^2}{8} - m_1$	$\frac{a - C_1 - 2\Delta c - e}{9} - m_2$

2.2 演化博弈模型求解与分析

2.2.1 演化博弈模型求解

在有限理性条件下,把市场中所有企业分为生产成本优势(生产成本较低)的企业1群体和生产成本劣势(生产成本较高)的企业2群体两部分.同样,在每次博弈中,分别从两个群体中随

机抽取1个企业进行博弈,在生产成本优势的企业群体中选择突破式创新模式的概率为 x ,选择渐进式创新模式的概率为 $1 - x$;在生产成本劣势的企业群体中选择突破式创新模式的概率为 y ,选择渐进式创新模式的概率为 $1 - y$.依据复制子动态方程的定义和求解方法,可得到生产成本优

势企业群体的复制子动态方程^④ 解得

$$\begin{aligned}
 x_1 &= 0, x_2 = 1, \\
 y_2^* &= \frac{144(x_1 - x_2) - 2(a - C_1 + \Delta c - e)^2}{14(a - C_1 + \Delta c - e)^2 - 9(a - C_1 + 2\Delta c - e)^2}
 \end{aligned}
 \tag{13}$$

同理,得到生产成本劣势企业群体的复制子动态方程 解得

$$\begin{aligned}
 y_1 &= 0, y_2 = 1, \\
 x_2^* &= \frac{144(x_1 - x_2) - 2(a - C_1 - 2\Delta c - e)^2}{14(a - C_1 - 2\Delta c - e)^2 - 9(a - C_1 - 3\Delta c - e)^2}
 \end{aligned}
 \tag{14}$$

该系统有 5 个动态系统的平衡点,分别是 (0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1) 和 (x₂^{*}, y₂^{*}). 根据该系统相应的雅克比矩阵的局部稳定性,分析该系统在这些平衡点的局部稳定性. 得到的结果为: (0, 0) 和 (1, 1) 是演化稳定均衡点 (ESS); (0, 1) 和 (1, 0) 是不稳定点; (x₂^{*}, y₂^{*}) 是鞍点 (为了节省篇幅,略去对演化相位图的分析).

2.2.2 产品补贴对企业创新模式选择的影响分析

由式 (13) 和 (14) 可得到创新产品补贴率 *e* 对 x₂^{*} 和 y₂^{*} 的影响 ∂x₂^{*}/∂*e* < 0, ∂y₂^{*}/∂*e* < 0. x₂^{*} 是 *e* 的单调递减函数, x₂^{*} 随着 *e* 的增大而逐渐减小,说明当政府对企业创新产品补贴的水平逐渐提高,在具有成本优势的企业群体中,博弈达到均衡状态时选择渐进式创新模式的概率减小,选择突破式创新模式的概率增大; y₂^{*} 是 *e* 的单调递减函数, y₂^{*} 随着 *e* 的增大而逐渐减小,说明当政府对企业创新产品补贴的水平逐渐提高,在具有成本劣势的企业群体中,博弈达到均衡状态时选择渐进式创新模式的概率减小,选择突破式创新模式的概率增大.

3 数值仿真

本文使用 Matlab 2012a 软件作为数值仿真的工具,通过数值仿真分析政府创新补贴方式不同和补贴水平变化对两类企业创新模式选择的演化

路径影响. 目的是通过数值仿真验证博弈结论的正确性,同时更为直观地给出变量之间的影响趋势大小. 为了比较两类补贴方式的影响,在数值仿真时,本文假设创新投入补贴与创新产品补贴的水平相同.

3.1 补贴水平较低时两类企业创新模式选择的演化路径

政府提供两类补贴水平的取值 *s* = *e* = 0.1, 对其它变量的初始赋值: *a* = 5, C₁ = 1.5, C₂ = 1.0, Δ*c* = 0.5, m₁ = 2, m₂ = 1. 依据方程 (9) 和 (10) 通过软件模拟,当 *y* = 0.5 时,得到图 2; 当 *x* = 0.5 时,得到图 3^⑤.

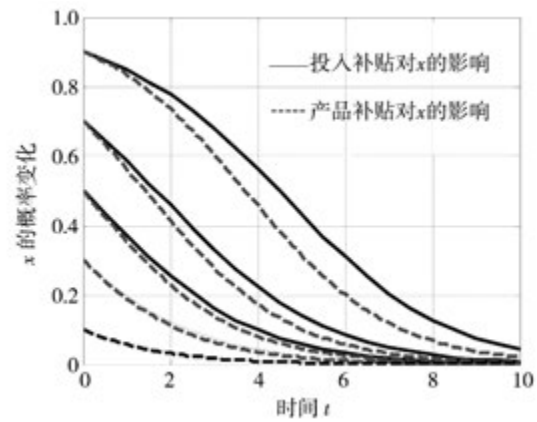


图 2 *s* = *e* = 0.1 时不同补贴方式对 *x* 影响

Fig. 2 Effects of different allowance model on *x* when *s* = *e* = 0.1

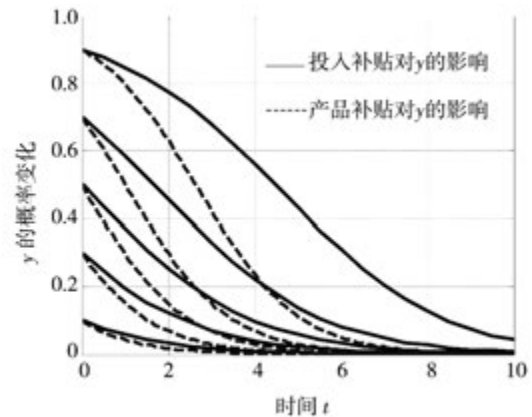


图 3 *s* = *e* = 0.1 时不同补贴方式对 *y* 影响

Fig. 3 Effects of different allowance model on *y* when *s* = *e* = 0.1

从图 2 可以看出,对于具有成本优势的企业

④ 为了节省篇幅,在此不对复制子动态方程的构建和求解做书写.

⑤ 模拟 *x* 取不同初始值的演化路径时, *y* 的取值如果是 0.1 或 0.8 等同与 0.5 的数值,演化路径不变,只是演化速度不同,并不影响整个结果,所以在这里取 *y* = 0.5; 同理,也取 *x* = 0.5.

群体来说,当 $s = e = 0.1$ 时,此时政府提供的创新补贴水平较低. 无论采取创新投入补贴还是采取创新产品补贴,虽然群体中初始选择突破式创新模式的概率不同,但是系统最终都会向选择渐进式创新模式 ($x = 0$) 的方向演化. 当初选择突破式创新模式的概率较低时,系统向 $x = 0$ 演化的速度较快. 随着选择突破式创新模式的初始概率逐渐提高,系统向 $x = 0$ 演化的速度逐渐降低. 从演化路径图中还看到,群体中初始选择突破式创新模式的概率相同,创新投入补贴对系统演化速度的影响小于创新产品补贴对系统演化速度的影响^⑥.

从图3中可以看出,对于具有成本劣势的企业群体来说,当 $s = e = 0.1$ 时,此时政府提供的创新补贴水平较低,补贴政策对成本劣势企业群体成员策略选择的影响和对成本优势企业群体成员策略选择的影响相同,无论采取创新投入补贴还是采取创新产品补贴,尽管群体中初始选择突破创新模式策略的概率不同,但是系统最终都会向选择渐进式创新模式 ($x = 0$) 方向演化. 在成本劣势企业群体中,创新产品补贴方式对系统演化速度的影响更为明显,说明在成本劣势企业群体中,如果政府采取较低水平的创新产品补贴,那么群体中的成员很快就会放弃突破式创新模式,转向选择渐进式创新模式. 同时可以看出,群体中初始选择突破式创新模式策略的概率相同,创新投入补贴方式对系统演化速度的影响小于创新产品补贴方式对系统演化速度的影响.

通过对图2和图3的对比分析可以看出,当两类企业群体中初始选择突破式创新模式的概率相同时,无论政府采取创新投入补贴还是采取创新产品补贴,成本优势企业群体向着 $x = 0$ 方向演化速度要大于成本劣势企业群体向着 $y = 0$ 方向演化的速度^⑦. 这说明,如果政府采取较低水平的补

贴,无论是创新投入补贴还是创新产品补贴,成本劣势企业群体会以更快的速度和更大的概率选择渐进式创新模式,成本优势企业群体虽然演化速度相对较慢,但是最终还是会选择渐进式创新模式. 从这一结果中可以看出,由于技术创新的高成本、高风险,在补贴水平不高的情况下,企业很难有积极性进行突破式技术创新活动. 以我国环保技术创新为例,尽管我国环境的压力越来越大,由于企业进行环保技术创新的成本过高以及环境规制的不到位,使得企业进行环保技术创新的积极性很低,尤其是缺少突破式技术创新. 生延超^[34]也指出,企业进行环保技术创新的积极性不高的主要原因之一是国家对环保技术创新的补贴力度过低.

3.2 补贴水平较高时两类企业创新模式选择的演化路径

政府提供两类补贴水平取值 $s = e = 0.9$,对其它变量的初始赋值: $a = 5, C_1 = 1.5, C_2 = 1.0, \Delta c = 0.5, m_1 = 2, m_2 = 1$. 依据方程(9)和(10)通过软件模拟,当 $y = 0.5$ 时,得到图4;当 $x = 0.5$ 时,得到图5.

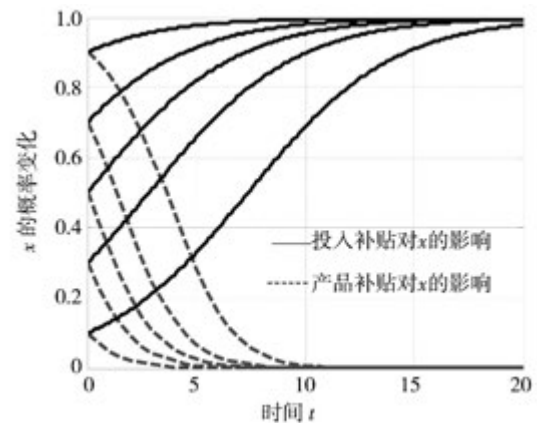


图4 $s = e = 0.9$ 时不同补贴方式对 x 影响
Fig. 4 Effects of different allowance model on x when $s = e = 0.9$

⑥ 图2和图3中实线演示了创新投入补贴方式对 x 和 y 的影响,虚线演示了创新产品补贴方式对 x 和 y 的影响,实线与虚线之间的距离越大,并且虚线位于实线之下,说明创新产品补贴方式对系统演化速度影响更为明显.
⑦ 在图2和图3中,两组实线和两组虚线的坐标点可以看出两者之间的变化趋势存在不同,在后文中图4和图5内的两组曲线也有较为明显的变化趋势,所以在这里并没有将两种情况的对比放到同一张图形中进行对比.

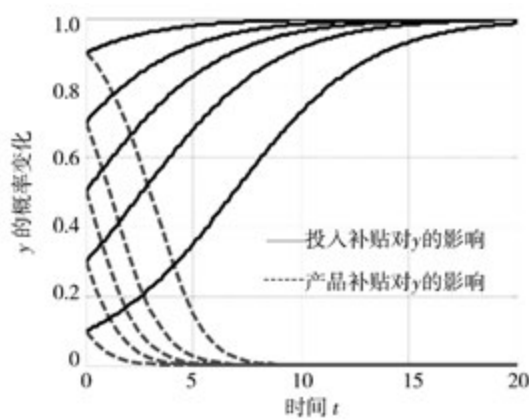


图5 $s = e = 0.9$ 时不同补贴方式对 y 影响

Fig.5 Effects of different allowance model on y when $s = e = 0.9$

从图4中可以看出,对于具有成本优势的企业群体来说,当 $s = e = 0.9$ 时,此时政府提供的创新补贴水平较高.如果采取创新投入补贴政策,尽管群体中初始选择突破式创新模式的概率不同,但是系统最终都会向选择突破式创新模式($x = 1$)的方向演化.如果采取创新产品补贴政策,尽管群体中初始选择突破式创新模式的概率不同,但是系统最终都会向选择渐进式创新模式($x = 0$)的方向演化.两种补贴方式对群体的演化方向有不同的影响,如果政府想通过政策补贴来引导企业进行突破式技术创新,显然创新投入补贴方式能够有效的引导企业进行突破式技术创新,而产品补贴政策则不能有效地引导企业进行突破式技术创新.

从图5中可以看出,对于具有成本劣势的企业群体来说,当 $s = e = 0.9$ 时,此时政府提供的创新补贴水平较高.补贴政策对成本优势企业群体和对成本劣势企业群体的影响相同,如果采取创新投入补贴政策,尽管群体中初始选择突破式创新模式策略的概率不同,但是系统最终都会向选择突破式创新模式($x = 1$)的方向演化.如果采取创新产品补贴政策,尽管群体中初始选择突破式创新模式策略的概率不同,但是系统最终都会向选择渐进式创新模式($x = 0$)的方向演化.

通过对图4和图5的对比分析可以看出,当补贴水平较高时,创新投入补贴和创新产品补贴对两类企业群体创新模式选择的演化趋势影响相同,即创新投入补贴会使两类企业群体向选择突破式创新模式方向演化,创新产品补贴会使两类

企业群体向渐进式创新模式方向演化.同时还可以看到,当采取创新投入补贴时,成本优势企业群体向着突破式创新模式演化速度明显快于成本劣势企业群体,这说明在相同的投入补贴水平下,具有成本优势的企业群体有更大的积极性进行突破式创新;当采取创新产品补贴时,成本劣势企业群体向渐进式创新模式演化的速度则更快一些,这说明在相同的产品补贴水平下,成本劣势企业群体比成本优势企业群体更愿意选择渐进式创新模式.综合图2与图3和图4与图5的对比结果可以看到,补贴方式和补贴水平对企业创新模式的选择有重要影响,同时成本差异对企业创新模式的选择也存在着不可忽略的影响.以我国光伏产业技术创新为例,目前,政府对光伏产业技术创新有各种激励和补贴政策,补贴方式多数是以产品补贴为主,且补贴水平较高,但是光伏产业的技术创新能力依然严重不足^[35].依据本文的研究结论,光伏产业作为我国大力发展的战略性新兴产业,如果技术创新补贴方式由过去的创新产品补贴方式转向创新投入补贴方式,则可推动光伏产业由选择渐进式创新模式向选择突破式创新模式转化.

4 结束语

本文以企业产品可替代和生产成本存在差异性为前提,构建了企业之间创新模式选择的多群体演化博弈模型,分析了政府创新补贴方式和补贴水平对不同企业创新模式选择的影响.通过模型解析和数值仿真,得出以下结论:1)当补贴水平较低时,创新投入补贴和创新产品补贴对两类企业群体创新模式选择有相同的影响.无论采取那种补贴方式,虽然两类企业群体中,初始选择突破创新模式策略的概率不同,但是系统最终都会向选择渐进式创新模式的方向演化.创新投入补贴方式对系统演化速度的影响小于创新产品补贴方式对系统演化速度的影响;2)当补贴水平较高时,创新投入补贴和创新产品补贴对两类企业群体创新模式选择有不同的影响,数值仿真结果显示,对于具有成本差异的两类企业,创新投入补贴会使两类企业群体向选择突破式创新模式的方向

演化,而创新产品补贴则不利于引导企业群体选择突破式创新模式。具有成本优势的企业群体向选择突破式创新模式演化的速度更快,而成本劣势的企业群体向选择渐进式创新模式的演化速度更快;3)从得到的演化路径图可以看到,如果要引导企业进行突破式创新,在补贴方式和补贴水平相同的情况下,政府补贴政策对于成本优势企业群体来说更具有激励作用,而对成本劣势企业群体则显示出激励效果不显著。由于成本差异对企业创新模式选择有直接影响,所以政府在提供技术创新补贴政策时,要充分考虑企业之间的成本差异。

依据本文得出的结论,给出如下政策建议:

1) 加大创新补贴力度。从得到的结论中可以看出,当创新补贴水平较低时,无论哪种补贴方式,都不能有效引导企业选择突破式创新模式。相反,创新投入补贴水平较高时,创新投入补贴则可以有效地促进企业选择突破式创新模式。突破式创新对正处在转轨时期的中国经济意义重大,突破式创新是优化我国经济结构和实现我国经济增长方式转变的真正切入点,是推动我国产业向全球价值链高端跃升的必由之路,是破解提升国家竞争力难题的重大部署。因此,政府应该加大创新补贴力度,以克服企业进行突破式技术创新的瓶颈,有效地激励企业选择突破式创新模式;2) 优化创新补贴结构。创新补贴是有效的创新激励措施,由于企业产品的可替代性和生产成本的差异性,不同的创新补贴方式和补贴水平会形成不同的政策

效果。所以在实施创新补贴政策时,必须考虑到行业技术扩散速度,企业规模,人力资本等因素,解决好“怎么补”、“补到哪”。对于战略性新兴产业,可以适当地提高创新补贴水平,并选择创新投入补贴方式,通过激励行业内企业选择突破式技术创新,来带动整个产业链的快速发展;对于处于成长期或成熟期的相关产业,则更适合选择渐进式技术创新模式,适当地降低技术创新补贴水平,并选择创新产品补贴方式,则可以有效地维持企业的市场地位和竞争能力,维持整个产业的平稳、快速发展;3) 建立创新补贴长效机制,实施创新激励的全方位政策布局。创新补贴政策是促进企业进行技术创新的重要措施,是企业能够进行持续技术创新的重要保障,而我国目前的创新补贴基本上是依靠财政补贴来实现,显然,仅仅依靠单一的财政补贴是很难持久地维系企业的技术创新,必须形成长效的创新补贴机制。首先,应该将技术创新成果纳入到知识产权法律保护范围内,使技术创新溢出效应通过法律赋予一定期限的垄断权,形成最经济、最有效、最持久的创新激励手段。其次,应该建立健全多元化、多渠道的创新投入渠道,在继续加大政府财政投入的同时,搭建多种科技创新融资平台,加快发展科技创新风险投资事业,鼓励社会资金资助科技创新活动,形成稳定的科技创新资金来源。再次,应该搭建科技成果商业化转化平台,重塑企业的创新主体地位,发挥市场配置科技创新产品的作用,推动科技创新成果快速转为生产力,凸显创新补贴的政策效应。

参考文献:

- [1] Frambach R T, Schillewaert N. Organizational innovation adoption: A multi-level framework of determinants and opportunities for future research [J]. *Journal of Business Research*, 2012, 55(2): 163 - 176.
- [2] Antoine L. Delay from patent filing to technology transfer: A statistical study at a major public research organization [J]. *Technovation*, 2007, 27(5): 446 - 460.
- [3] Aspremont C, Jacquemin A. Cooperative and non cooperative R&D in duopoly with spillovers [J]. *American Economic Review*, 1988, 78(11): 1133 - 1137.
- [4] Damanpour F, Walker R M, Avellaneda C N. Combinative effects of innovation types and organizational performance: A longitudinal study of service organizations [J]. *Journal of Management Studies*, 2009, 46(4): 650 - 675.
- [5] Zhu Y, Wittmann X, Peng M W. Institution-based barriers to innovation in SMEs in China [J]. *Asia Pacific Journal of Management*, 2012, 29(4): 1131 - 1142.
- [6] Daniele A, Pianta M. Measuring technological through patents and innovation surveys [J]. *Technovation*, 1996, 16(9): 451 - 468.
- [7] Aylen J. Open versus closed innovation: Development of the wide strip mill for steel in the united states during the 1920s [J]. *R&D Management*, 2010, 40(1): 67 - 80.

- [8] Hagedoorn J, Narula R. Choosing organizational modes of strategic technology partnering: International and scrotal differences [J]. *Journal of International Business Studies*, 1996, 35(3): 265–284.
- [9] Herzog P. Open and closed innovation different innovation cultures for different strategies [J]. *International Journal of Technology Management*, 2010, 52(3): 322–343.
- [10] Robertson A B, Rothwell R. The role of communications in technological innovation [J]. *Research Policy*, 1973, 2(3): 204–225.
- [11] Utterback J M. The role of applied research institutes in the transfer of technology in Latin America [J]. *World Development*, 1975, 3(9): 665–673.
- [12] Lorentz A, Savona M. Structural change and business cycles: An evolutionary approach [J]. *Papers on Economics and Evolution*, 2010, 21(3): 118–139.
- [13] Chen K H. A bolometric investigation of research performance in emerging nanbiopharmaceuticals [J]. *Journal of Informatics*, 2011, 5(2): 233–247.
- [14] Atuahene-Gima K. Resolving the capability-rigidity paradox in new product innovation [J]. *Journal of Marketing*, 2005, 69(4): 61–83.
- [15] Feldman M P, Link A N. Innovation Policy in the Knowledge-Based Economy for Public Policy [M]. Amsterdam: Cluwer Academic Publisher, 2001: 73–74.
- [16] 李柏洲, 苏屹. 大型企业原始创新模式选择研究 [J]. *中国软科学*, 2011, (12): 120–127.
Li Baizhou, Su Yi. A research on the selection of original innovation model for large enterprise [J]. *China Soft Science Magazine*, 2011, (12): 120–127. (in Chinese)
- [17] 蔡强, 曾勇, 夏晖. 基于社会福利的专利研发投入策略评价 [J]. *管理科学学报*, 2012, 12(2): 1–14.
Cai Qiang, Zeng Yong, Xia Hui. Evaluation on R&D investment strategy of patents based on social welfare [J]. *Journal of Management Sciences in China*, 2012, 12(2): 1–14. (in Chinese)
- [18] 文家春. 专利审查行为对技术创新的影响机理研究 [J]. *科学学研究*, 2012, 30(6): 848–855.
Wen Jiachun. Study on the impact mechanism of the patent examination behavior on technological innovation [J]. *Studies in Science of Science*, 2012, 30(6): 848–855. (in Chinese)
- [19] Christensen C M. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail [M]. Boston: Harvard Business School Press, 1997.
- [20] Esteve A. Open versus closed innovation: A model of discovery and divergence [J]. *Academy of Management Review (AMR)*, 2010, 35(1): 27–47.
- [21] Kortum S, Lerner J. Stronger Protection or Technological Revolution: What is Behind the Recent Surge in Patenting [R]. Cambridge: NBER 6204, 1997.
- [22] Schankerman M. How valuable is patent protection? Estimates by technology field [J]. *RAND Journal of Economics*, 1998, 29(1): 77–107.
- [23] Tsai W. Knowledge transfer in intraorganizational networks: Effects of network position and absorptive capacity on business unit innovation and performance [J]. *Academy of Management Journal*, 2001, 44(5): 996–1004.
- [24] 苏靖. 产业技术创新战略联盟构建和发展的机制分析 [J]. *中国软科学*, 2011, (11): 15–20.
Su Jing. Mechanism analysis on the building and development of strategic alliance for industrial technology innovation [J]. *China Soft Science Magazine*, 2011, (11): 15–20. (in Chinese)
- [25] 蒋樟生, 胡珑瑛. 技术创新联盟知识转移决策的主从博弈分析 [J]. *科研管理*, 2012, 33(4): 41–47.
Jiang Zhangsheng, Hu Longying. The knowledge transfer decisions in a technology innovation alliance based on leader follower game [J]. *Science Research Management*, 2012, 33(4): 41–47. (in Chinese)
- [26] 王伟光, 高宏伟, 白雪飞. 中国大企业技术创新体系本地化实证研究 [J]. *中国工业经济*, 2011, 285(12): 67–77.
Wang Weiguang, Gao Hongwei, Bai Xuefei. Study on the localization of technological innovation system of China's large enterprise-based on regional perspective [J]. *China Industrial Economics*, 2011, 285(12): 67–77. (in Chinese)
- [27] 生延超. 创新投入补贴还是创新产品补贴: 技术联盟的政府策略选择 [J]. *中国管理科学*, 2008, 16(6): 184–192.
Sheng Yanchao. Innovation subsidies or product subsidies: The government strategy choice of technical alliance [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2008, 16(6): 184–192. (in Chinese)
- [28] 冯宗宪, 王青, 侯晓辉. 政府投入、市场化程度与中国工业企业的技术创新效率 [J]. *数量经济技术经济研究*, 2011, (4): 3–17.
Feng Zongxian, Wang Qing, Hou Xiaohui. Government investment, level of marketization and technological innovation efficiency of China's industrial enterprises [J]. *The Journal of Quantitative & Technical Economics*, 2011, (4): 3–17. (in Chinese)

- [29]解学梅. 中小企业协同创新网络与创新绩效的实证研究[J]. 管理科学学报, 2010, 13(8): 51-64.
Xie Xuemei. Empirical study on synergic innovative networks and innovation performance of SMEs [J]. Journal of Management Sciences in China, 2010, 13(8): 51-64. (in Chinese)
- [30]易先忠, 张亚斌. 技术差距与人力资本约束下的技术进步模式[J]. 管理科学学报, 2009, 11(6): 51-60.
Yi Xianzhong, Zhang Yabin. Technological progress modes under constraint of technology gap and human capital [J]. Journal of Management Sciences in China, 2009, 11(6): 51-60. (in Chinese)
- [31]Jay L C, Robert E. External technology acquisition and discontinuous technological change [J]. Journal of Production Innovation Management, 1997, (14): 102-116.
- [32]张春辉, 陈继祥. 两种创新补贴对创新模式选择影响的比较分析[J]. 科研管理, 2011, 32(8): 9-16.
Zhang Chunhui, Chen Jixiang. Comparative analysis on impact of two innovation subsidies on innovation model selection [J]. Science Research Management, 2011, 32(8): 9-16. (in Chinese)
- [33]于维生. 博弈论与经济[M]. 北京: 高等教育出版社, 2012.
Yu Weisheng. Game Theory and Economic [M]. Beijing: Higher Education Press, 2012. (in Chinese)
- [34]生延超. 环保创新补贴和环境税约束下的企业自主创新行为[J]. 科技进步与对策, 2013, 30(15): 111-115.
Sheng Yanchao. Innovation behavior of enterprises subsidize environmental innovation and environmental taxes under the constraint [J]. Science & Technology Progress And Policy, 2013, 30(15): 111-115. (in Chinese)
- [35]吴昱, 边永民. 新能源产业链激励政策及其补贴合规性——以太阳能光伏产业为例[J]. 求索, 2013, (4): 1-4.
Wu Yu, Bian Yongmin. New energy industry chain incentives and subsidies compliance: For example solar photovoltaic industry [J]. Seeker, 2013, (4): 1-4. (in Chinese)

Allowance method's influence on the innovation model choice in evolutionary game

SHENG Guang-hua¹, ZHANG Zhi-yuan^{1 2}

1. Business School, Jilin University, Changchun 130012, China;

2. School of Accounting, Jilin University of Finance and Economics, Changchun 130017, China

Abstract: Technique intensive innovation is a very important measure for a company to gain advantage in competition. With consideration of the importance of internally production cost and externally innovation allowance method, this paper assumes that different companies' products are substitutable and have different products costs. We discussed two kinds of companies—one with cost advantage, the other with cost disadvantage—and government's two allowance methods—allowance on innovation investment and allowance on product innovation project. We analyzed how the two kinds of government's allowance method influence the companies' choice of their innovation model. The result from our analysis and numerical simulation shows that if the government is in a low level of allowance on innovation investment or product innovation project, the two kinds of the companies, either in cost advantage or in cost disadvantage, will tend to evolve into the model of gradually innovation and the allowance in product innovation takes a great effect on its evolutionary speed. If the government is in a high level of allowance on innovation investment or product innovation project, the influence from such two allowance methods are different for the two kinds of companies' innovation model choice; the allowance on innovation investment pushes the two kinds of companies to breakthrough their innovation model, but the allowance on product innovation project shows little effect in guiding companies selecting the breakthrough innovation model. When the allowance on product innovation project is in a high level, the two kinds of companies evolve slowly into the gradual innovation model. Enlarging the scale of the allowance amount, refining the structure of innovation allowance, and setting up a long team innovation mechanism all enables the innovation allowance to become an effective away of motivation on innovation.

Key words: government allowance; cost difference; breakthrough innovation; gradually innovation; evolutionary game