

非对称信息下的政府研发资助策略

孙雅慧¹, 罗守贵^{1 2}

(1. 上海交通大学安泰经济与管理学院, 上海 200030; 2. 上海交通大学中国城市治理研究院, 上海 200030)

摘要: 企业在申请研发资助的过程中可能会通过策略性创新释放虚假信号, 将自身伪装成高创新能力企业, 而处于信息劣势的政府难以识别其真伪。本文考虑这种逆向选择行为, 构建一个包含创新引领者和创新追随者的两阶段模型, 探究企业进行策略性创新的条件并提出两种政府应对措施, 即信号甄别和差异化资助。结果表明: 在不完全信息下, 高研发资助鼓励创新追随者开展策略性创新。两种应对措施中, 信号甄别仅能限制却无法消除策略性行为, 而差异化资助则打破了策略性创新条件, 鼓励创新追随者开展实质性创新。因此, 在政府信号甄别精确度不高的情况下, 实施差异化资助是更好的选择。

关键词: 政府研发资助; 信息不对称; 策略性创新; 信号甄别; 差异化资助

中图分类号: F204 **文献标识码:** A

DOI:10.13580/j.cnki.fstc.2021.06.011

Government R&D Funding Strategy Under Asymmetric Information

Sun Yahui¹, Luo Shougui^{1 2}

(1. Antai College of Economics and Management, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China;
2. China Institute for Urban Governance, Shanghai Jiao Tong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: In the process of applying for the government R&D funding, enterprises may send false signals through strategic innovation activities, disguising themselves as enterprises with high innovative ability. It is difficult for the government with information disadvantage to identify the authenticity. Focusing on this adverse selection behavior, this paper constructs a two-stage model including innovation leaders and innovation followers, explores the strategic innovation of enterprises, and proposes two countermeasures of signal screening and differentiated funding. The results show that high R&D funding encourages innovation followers to carry out strategic innovation under incomplete information. In the two countermeasures, signal screening can only limit, but cannot remove the strategic behavior, while differentiated funding completely breaks the conditions for innovation followers to carry out substantive innovation.

Key words: Government R&D funding; Information asymmetry; Strategic innovation; Screening; Differentiated funding

基金项目: 上海市软科学重点课题“关于科技奖励评价指标体系修改和完善的研究”(19692110600), 上海市软科学重点课题“基于世界知识竞争力评价的上海知识竞争力演化研究”(20692180400)。

收稿日期: 2020-10-09

作者简介: 孙雅慧(1995-), 女, 山东枣庄人, 博士生, 研究方向为企业创新。

通信作者: 罗守贵

1 问题的提出

研发资助是最常见的创新激励政策之一。在中国,随着创新驱动等一系列重大战略的提出,公共研发开支不断增长,从2006年到2018年,国家财政科技支出从1260.38亿元增长到3120.27亿元,年均增长率达到7.8%;从创新产出来看,中国发明专利申请数在2012年首次超过美国位居全球第一。然而,唐未兵等^[1]、叶祥松等^[2]的研究却表明,在科技创新支出和成果飞速增长的背后,隐藏着全要素生产率提升缓慢、经济增长速度与质量相背离的创新困境。

导致公共研发支出的创新成果与经济效益不匹配的原因之一可能是创新质量不足。由于创新能力高低是企业私人信息,政府只能通过企业的过往研发成果和未来研发计划来间接判断企业是否值得资助,这使得低创新能力的企业有通过夸大其真实水平来获得政府资助的动机和策略空间,而政府往往难以察觉。黎文靖等首先提出企业可能进行策略性创新来迎合政府、谋取政策福利,其主要方式是申请低成本、低质量的非发明专利^[3]。加之创新成果是中国地方官员晋升考核标准中的一个重要部分,使得地方政府时常盲目上马项目、开展创新资助竞赛,官员天然的偏好能够短期产出大量专利成果的企业,而对创新成果的真实价值重视不足^[4],客观上强化了企业的策略性创新动机。然而,策略性创新虽有利于单个企业,却扭曲了企业研发行为,严重损害了政府研发投资的使用效率,阻碍经济增长^[5]。在现实中,企业在申请研发资助之前密集地聘请挂名学者、申请低质量专利、将其他开支记为研发支出等策略性行为屡见不鲜,这似乎指向中国近年来创新困境的根源:在政府与企业之间信息不对称的情况下,高额研发补贴使得企业大量进行低质量的策略性创新,其创新成果并不以获得市场竞争优势为目的,自然会出现创新成果增加而经济质量提升缓慢的困局。

学界对策略性创新的成因和不利影响进行了初步研究,但对于其应对措施的探索还几乎是一片空白。在现实政策实践中最常用的应对方法是信号甄别,即在资助前进行筛选、在资助过程中全程监督,并在必要时给予行政处罚。我们很难找到有关信号甄别实际应用效果的实证研究,但

毛其淋等的研究发现高额资助会导致“寻补贴”投资,进而削弱资助效果^[6],这似乎说明信号甄别并未完全解决政府研发资助的逆向选择问题。事实上,以监督和处罚为主的行政约束手段可能难以达到令人满意的效果,中国改革开放以来的经验与教训都表明,市场化的疏导型手段往往能更好地解决问题。近年来,中国一直在进行从行政约束型政策向疏导型政策转变的探索,环保领域的碳排放权政策就是一个成功例子,我们尚未发现在创新资助政策上的相关研究,但这显然是值得探究的。

为了填补上述理论空白,本文借鉴激励相容理论的思想提出一种疏导型政策思路,即通过差异化资助使企业策略性创新的净收益始终小于其机会成本,则企业在最优化决策时将主动放弃策略性行为。Hurwicz提出的激励相容理论表明,在委托人和代理人的博弈中,处于信息劣势的一方可通过付出“信息租金”的方式使信息优势方放弃背离合约的行为^[7]。在符合激励相容原则的政府研发资助方案中,由于企业掌握研发能力的私有信息,政府需要提供一定补偿性激励作为信息租金^[8]。例如,向一般企业提供一些小规模、低门槛的研发资助,通过让渡一部分研发资源的方式改变其进行策略性创新的成本收益比例。如果获得高创新企业对应的研发资助之后的净收益始终不超过其获得补偿性研发资助后的收益,企业便没有动力进行策略性创新^[5]。

基于上述分析,本文建立一个包含创新引领者和创新追随者两类研发企业的两阶段模型,首先讨论在无政府资助和在完全信息资助下的企业创新决策,然后推导在不完全信息资助下的企业创新决策及策略性创新条件,最后讨论信号甄别和差异化资助两种方法的政策效果,并对二者的优劣势与适用范围进行详细讨论。本文的理论模型建立在下述三篇文献的基础上: Iwaisako等讨论了政府研发资助对异质性创新企业的激励效应^[9],本文的基础设定借鉴了这篇文章,区分创新引领者和追随者两类异质性企业,并将政府资助以研发投入比例的方式呈现。上述文献没有考虑由于企业主动释放误导性信号导致信息不对称的情况,安同良等将误导性信号引入模型,并讨论了信号甄别的政府对策,但他们认为当信号甄别成本过

高时,政府的最优选择是放弃甄别、给所有企业相同资助^[10],而没有进一步讨论是否存在其他对策来弥补信号甄别对策的不足。Plehn-Dujowich 则尝试通过引入激励相容理论解决企业同私人投资者之间的逆向选择问题^[5],本文借鉴其方法,通过将激励相容理论引入公共研发资助政策领域,对安同良等的研究做进一步延伸。

2 模型设定

2.1 生产活动

根据产业生命周期理论,一个产业或行业从产生到衰败将经历形成期、成长期、成熟期、衰退期四个阶段^[11]。在产业形成期,拥有新产品和新技术的企业开拓市场,称为创新引领者,这些企业具有较高研发能力,能进行颠覆式创新并在市场中创造新的细分领域。在产业成长期,大量创新能力稍弱于创新引领者的企业进入市场。弱研发企业更倾向于模仿和拓展现有技术、开展过程创新^[12],称为创新追随者。随着产品的普及,市场进入产业成熟期,成本追随者开始进行标准化大批量生产,此时创新引领者和创新追随者逐渐转移至更为前沿的领域。随着前沿产业的兴起,原有产业被逐渐替代,产业进入衰退期。由于成本追随者往往是在生产技术成熟后通过技术购买的方式进入市场,可能仅进行微小的技术改良甚至不开展研发活动,一般不属于政府研发资助的范围,因此本文借鉴 Iwaisako 等^[9]的做法,考虑一个只存在创新引领者和创新追随者的二元结构。

本文关注企业创新行为,因此模型设定尽量避免对市场竞争及企业上下游关系的过多讨论,并将研发产出作为一种生产要素单独列出,而非将其同制度等其他因素一起归于全要素生产率。令企业的生产函数遵循 Cobb-Douglas 形式:

$$Y_i = A I_{s_j}^h K_i^\alpha L_i^{1-h-\alpha} \quad (1)$$

其中, Y_i 代表产量, I_{s_j} 为实质性创新的产出,即专利广度, K_i 和 L_i 分别代表物质资本投入和劳动力投入, A 代表影响企业生产活动的其他因素。下标 $i \in \{L, F\}$, 代表企业类型,其中 L 为创新引领者、 F 为创新追随者; 上标 h 和 α 满足关系 $0 < h < 1$ 、 $0 < \alpha < 1$ 和 $0 < 1 - h - \alpha < 1$ 。

在生产活动之外,企业进行以改良生产技术、获得新产品为目标的实质性创新活动,然后将实质性创新产出投入生产环节。创新产出的形成可表示为:

$$I_{s_j} = T_i H_{s_j} \quad (2)$$

其中, T_i 代表 i 类企业的研发能力, H_{s_j} 代表在创新过程中知识资本的投入,其他符号的含义不变。创新引领者的创新嗅觉灵敏、研发能力出众,能够在行业中引领创新方向,我们不失一般性地假设创新引领者的研发能力高于创新追随者,即 $T_L > T_F$ 。

研发活动所需的知识资本无论是显性知识还是隐性知识,均需要借助高质量人力资本为载体。将物质资本、劳动力和高质量人力资本的要素价格分别用 r 、 w_l 和 w_h 来表示,则 i 类企业进行生产活动的成本 C_i 为:

$$C_i = rK_i + w_l L_i + w_h H_{s_j} \quad (3)$$

2.2 产品市场

Pindyck 等指出,受技术创新壁垒等因素的影响,技术密集型产品的市场结构同完全竞争市场有本质区别^[13]。创新引领者掌握突破性技术,最先进入市场,在行业发展初期具有一定垄断地位^[14],依据最大化原则选择垄断价格 P_L 。创新追随者随后对新产品进行模仿,进行品牌和价格竞争,为了简化分析,认为他们是 Q 个同质化厂商。在价格竞争下,创新追随者的产品价格最终等于边际成本 c ,企业只能获得经济利润,而无法取得超额利润。

借鉴 Cassiman 等^[15]的做法,令消费者购买一单位 i 型企业产品的效用为 $U_i = \theta I_{s_j} - P_i$,其中 θ 代表消费者对产品创新性的偏好, θ 服从 $(0, 1)$ 上的均匀分布。给定创新引领者和创新追随者的产品价格 $\{P_L, c\}$,如果消费者认为购买两类产品在效用无差异,则有 $U_L = U_F$,即:

$$\theta^* I_{s_L} - P_L = \theta^* I_{s_F} - c \quad (4)$$

化简可得:

$$\theta^* = \frac{P_L - c}{\Delta I_s} \quad (5)$$

其中, $\Delta I_s = I_{s_L} - I_{s_F}$ 。不失一般性地假设 $\theta^* \in (0, 1)$,则 $\theta < \theta^*$ 的消费者会购买创新追随者的产品, $\theta > \theta^*$ 的消费者会购买引领者的产品。用 M 表示市场规模,具有垄断地位的引领者面临的市

场需求函数为:

$$D_L(P_L) = \left(1 - \frac{P_L - c}{\Delta I_s}\right) M \quad (6)$$

创新引领者依据市场需求进行利润最大化决策:

$$\max_{P_L} \pi_L = (P_L - c) \left(1 - \frac{P_L - c}{\Delta I_s}\right) M \quad (7)$$

我们可以通过最大化决策得到创新引领者的垄断价格 $P_L = \frac{1}{2} \Delta I_s + c$ 和垄断利润 $\pi_L = \frac{1}{4} M \Delta I_s$, 并获得在此价格下的市场需求 $D_L(P_L) = \frac{1}{2} M$ 。类似的, 创新追随者面临的市场总需求为 $D_F(c) = \frac{P_L - c}{\Delta I_s} M = \frac{1}{2} M$, 因此市场中单个创新追随者的产量为 $\frac{1}{2Q} M$ 。

3 企业研发活动

3.1 无政府资助时的最优研发投入

企业确定当期产量后, 将根据成本最小化原则决定各类生产要素的投入量, 进而决定研发活动的规模。i 类企业的投入决策过程为:

$$\begin{aligned} \min_{H_{s,j} K_i L_i} & \quad rK_i + w_l L_i + w_h H_{s,j} \\ \text{s. t.} & \quad A I_{s,j}^h K_i^\alpha L_i^{1-h-\alpha} = Y_i \\ & \quad I_{s,j} = T_i H_{s,j} \end{aligned} \quad (8)$$

最优化问题的一阶条件为:

$$\begin{aligned} r &= \alpha A T_i^h H_{s,j}^h K_i^{\alpha-1} L_i^{1-h-\alpha} \\ w_l &= (1 - \alpha - h) A T_i^h H_{s,j}^h K_i^\alpha L_i^{-h-\alpha} \\ w_h &= h A T_i^h H_{s,j}^{h-1} K_i^\alpha L_i^{-h-\alpha} \end{aligned} \quad (9)$$

将一阶条件两两作比, 然后结合约束条件, 可得无政府干预时 i 类企业的最优研发投入和研发产出:

$$H_{s,j}^* = Y_i T_i^{-h} N \quad (10)$$

$$I_{s,j}^* = Y_i T_i^{1-h} N \quad (11)$$

其中, $N = A^{-1} \left(\frac{r}{\alpha}\right)^\alpha \left(\frac{w_l}{1 - \alpha - h}\right)^{1-\alpha-h} \times \left(\frac{w_h}{h}\right)^{h-1}$ 。

无政府干预时创新引领者及追随者的研发规模主要由市场需求及企业创新能力决定。当企业的产品需求较高时, 企业更倾向于通过改良生产技术、提高生产率来获得更大的规模优势、降低单位成本。

进一步考虑创新能力对企业研发活动的影响, 将式 (10) (11) 对 T 求导:

$$\frac{\partial H_{s,j}^*}{\partial T_i} = -h Y_i T_i^{-(h+1)} N \quad (12)$$

$$\frac{\partial I_{s,j}^*}{\partial T_i} = (1 - h) Y_i T_i^{-h} N \quad (13)$$

此时有 $\frac{\partial H_{s,j}^*}{\partial T_i} < 0$ 、 $\frac{\partial I_{s,j}^*}{\partial T_i} > 0$, 可以发现企业创新能力同时从投入和产出两个维度影响企业研发活动, 这一结论同 Iwaisako 等^[9]的研究一致。高创新能力意味着较高的研发资源利用效率, 企业为实现同等创新目标所耗费资源更少, 使得企业能够将有限的资源重新分配到其他项目中去。此外, 高创新能力提高了单位知识资本的创新产出率, 使得企业能够取得更为丰富的研发成果。创新引领者及追随者的研发活动对比结果见表 1, 可发现一单位创新引领者的产品需要更少的高质量人力资本投入, 却蕴藏更高的创新含量, 也印证了上述判断。

表 1 创新引领者与创新追随者研发活动对比

分类	研发投入	创新产出	单位产品人力资本投入	单位产品创新含量
创新引领者	$H_{s,L}^* = \frac{1}{2} M T_L^{-h} N$	$I_{s,L}^* = \frac{1}{2} M T_L^{1-h} N$	$\frac{H_{s,L}^*}{Y_L} = T_L^{-h} N$	$\frac{I_{s,L}^*}{Y_L} = T_L^{1-h} N$
创新追随者	$H_{s,F}^* = \frac{1}{2Q} M T_F^{-h} N$	$I_{s,F}^* = \frac{1}{2Q} M T_F^{1-h} N$	$\frac{H_{s,F}^*}{Y_F} = T_F^{-h} N$	$\frac{I_{s,F}^*}{Y_F} = T_F^{1-h} N$

(C)1994-2021 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

3.2 政府资助下的研发活动

尽管政府资助可能采取多种形式, 但不论是

基于研发补贴的直接政府资助还是以高新技术企业认定政策为代表的基于税收优惠的间接政府资

助,其本质都是通过分担研发成本来鼓励创新。因此,借鉴 Iwaisako 等^[9]的做法,假设企业的研发开支有 s 份额由公共财政承担,余下 $(1-s)$ 份额由企业承担,将政府对创新引领者和创新追随者的资助份额分别记为 s_L 和 s_F , $0 \leq s_i \leq 1$ 。在研发资助存在的情况下, i 类企业的最优化决策更新为以下形式:

$$\begin{aligned} \min_{H_{s,i} K_i L_i} & rK_i + w_l L_i + (1-s_i) w_h H_{s,i} \\ \text{s. t.} & A I_{s,i}^h K_i^\alpha L_i^{1-h-\alpha} = Y_i \quad (14) \\ & I_{s,i} = T_i H_{s,i} \end{aligned}$$

求解该最优化问题,可得有 s_i 比例资助时企业最优创新投入及产出:

$$H_{s,i}^*(s_i) = (1-s_i)^{h-1} Y_i T_i^{1-h} N \quad (15)$$

$$I_{s,i}^*(s_i) = (1-s_i)^{h-1} Y_i T_i^{1-h} N \quad (16)$$

探究政府资助比例的边际影响,对式(15)(16)求导:

$$\frac{\partial H_{s,i}^*(s_i)}{\partial s_i} = (1-h)(1-s_i)^{h-2} Y_i T_i^{1-h} N \quad (17)$$

$$\frac{\partial I_{s,i}^*(s_i)}{\partial s_i} = (1-h)(1-s_i)^{h-2} Y_i T_i^{1-h} N \quad (18)$$

有 $\frac{\partial H_{s,i}^*(s_i)}{\partial s_i} > 0, \frac{\partial I_{s,i}^*(s_i)}{\partial s_i} > 0$ 。显然,政府资助的确能够对研发活动发挥激励作用,受资助企业将扩大其研发规模,增加研发投入,并取得更多研发成果。Liu 等^[16]、Hu 等^[17]、朱平芳等^[18]基于中国背景的实证研究均得出了同样的结论。政府资助分担了创新活动的研发成本和风险,企业单位研发支出的期望收益扩大,从而有更强的意愿开展创新活动^[19]。

进一步比较政府资助在不同类型企业的作用效果,将式(17)(18)做比,有:

$$\frac{\partial I_{s,L}^*(s)}{\partial s_L} / \frac{\partial I_{s,F}^*(s)}{\partial s_F} = \frac{Y_L}{Y_F} \left(\frac{T_L}{T_F} \right)^{1-h} \quad (19)$$

显然,式(19)的比值大于1,这意味着在资助比例相同的情况下,对创新引领者的资助效果要好于创新追随者。这是由于创新领先的企业往往具有良好的研发氛围和高效的内部管理机制,使得研发人员和资金投入能够充分发挥其效能,而不是在繁杂的内部流程中被消耗。同时,创新领先企业也有更为丰富的研发经验,能够准确预

估研发项目的可行性和难点,进而降低研发失败的风险^[20]。创新能力也具有重要的中介作用,即通过降低研发成本和风险、吸引风险投资、提高资金使用效率、提升研发动力、鼓励企业间竞争等多种途径间接为创新活动提供支持^[21]。由此看来,政府的最优选择是对创新引领者进行资助,我们首先考虑一个政府掌握全部信息的理想状态,然后再对更符合现实情况的不完全信息状态进行讨论。

4 完全信息下的政府资助

在信息完全的情况下,政府能够准确分辨企业类型,并给予创新引领者和创新追随者不同的资助比例。给定企业研发决策,政府的资助目标是选择最优的资助方案 (s_L^*, s_F^*) ,使全部企业创新产出的总和最大化。令全部细分市场中创新引领者的比例为 δ ,创新追随者的比例为 $(1-\delta)$,则社会实质性创新产出为:

$$TI_s(s_L, s_F) = \delta I_{s,L}(s_L) + (1-\delta) I_{s,F}(s_F) \quad (20)$$

令研发资助的预算为 B ,并不失一般性地假设该预算不能完全覆盖创新引领者或创新追随者的全部研发投入,即 $B < \delta w_h H_{s,L}^*$,且 $B < (1-\delta) w_h H_{s,F}^*$ 。政府的最优化问题即为在预算约束下的社会创新产出最大化问题:

$$\begin{aligned} (\max)_{s_L, s_F} & \delta I_{s,L}^*(s_L) + (1-\delta) I_{s,F}^*(s_F) \\ \text{s. t.} & \delta s_L w_h H_{s,L}^*(s_L) + (1-\delta) s_F w_h H_{s,F}^*(s_F) \leq B \\ & 0 \leq s_L \leq 1, 0 \leq s_F \leq 1 \quad (21) \end{aligned}$$

显然,由于企业创新产出为政府资助比例的增函数,预算约束应当束紧。不同的 (s_F, s_L) 组合构成了多条社会创新产出无差异曲线,政府面临的创新产出最大化问题可转化为寻找最高创新产出无差异曲线同预算约束线交集的问题(见图1)。计算无差异曲线上 s_L 对 s_F 的一阶导数和二阶导数,有:

$$\begin{aligned} \frac{ds_L}{ds_F} &= - \frac{\partial TI_s(s_L, s_F)}{\partial s_F} / \frac{\partial TI_s(s_L, s_F)}{\partial s_L} \\ &= - \frac{\delta}{(1-\delta)} \frac{(1-s_F)^{h-2}}{(1-s_L)^{h-2}} \left(\frac{T_F}{T_L} \right)^{1-h} \quad (22) \end{aligned}$$

$$\frac{d^2 s_L}{ds_F^2} = \frac{d}{ds_F} \left(\frac{ds_L}{ds_F} \right)$$

$$= - \frac{\delta(2-h)(1-s_F)^{h-3}}{(1-\delta)Q(1-s_L)^{h-2}} \left(\frac{T_F}{T_L}\right)^{1-h} \quad (23)$$

由于 $\frac{d^2 s_L}{ds_F^2} < 0$ ，无差异曲线不是凹函数，则无法通过寻找无差异曲线同预算约束线切点的方式获得最优解。 $\frac{ds_L}{ds_F} < 0$ 意味着无差异曲线单调递减，因此最优解应当为角点解，即 $(s_L^*, 0)$ ，其中 s_L^* 满足 $\delta s_L^* w_h H_{s_L}^*(s_L^*) = B$ ，即将预算全部用来资助创新引领者所得的最大资助比例。

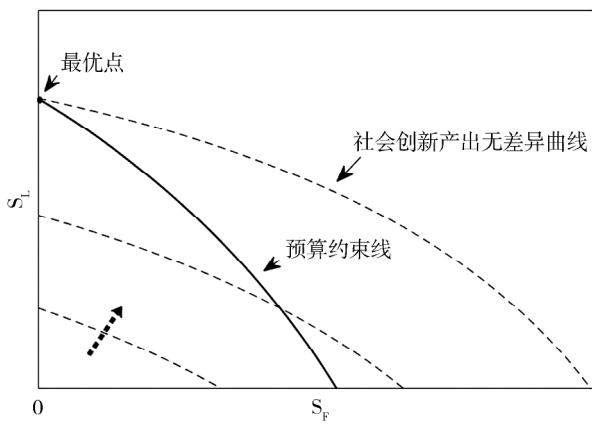


图 1 完全信息下的政府资助决策

完全信息下的结论同式 (19) 吻合，在理想状况下，政府的最优方案是将全部预算都用于资助创新引领者。创新引领者能够更高效地利用研发资源，资助创新引领者符合社会效益最大化的要求。尽管世界各国均有一系列知识产权保护措施来维护研发者的创新成果，但创新的公共品属性使得知识溢出难以避免，对创新引领者的资助能够纠正知识溢出的外部效应，鼓励引领者扩大研发规模，故而能够获得最大化的社会收益，催生突破性创新。此外，对创新引领者的资助也存在示范效应，可以鼓励创新追随者努力提升自身创新能力，迈入引领者行列，营造积极创新的社会氛围。

5 不完全信息下的政府资助

在现实中，政府无法准确得知企业的创新地位，若仍维持完全信息下的资助方案，创新追随者可能会对外散播误导性信号，例如人为地将创新产出调节至同创新引领者相当的水平，使政府认为他们是创新引领者而进行资助。Chari 模拟了

这一过程，发现只要委托人通过观察市场信号来判断创新质量，代理人就有操纵市场信号的动机，而专利是各类市场信号中最便于操纵的^[22]。借鉴黎文婧等^[3]的研究，本文在企业研发活动中引入策略性创新，用 I_{d_i} 表示，有：

$$I_{d_i} = nT_F H_{d_F} \quad (24)$$

其中， H_{d_F} 为企业在策略性创新中投入的知识资本， n 为策略性创新乘数，不妨假设 $n > 1$ 。

5.1 创新追随者进行策略性创新的条件

由于创新追随者进行策略性创新的目的是伪装高创新能力而非改良技术，其创新产出无法对企业的生产活动产生促进作用，但会增加企业的总成本，其生产函数和成本函数为：

$$Y_F = A I_{s_F}^h K_F^\alpha L_F^{1-h-\alpha} \quad (25)$$

$$C_F = rK_F + w_l L_F + w_h H_{s_F} + w_h H_{d_F} \quad (26)$$

为了节约成本，策略性创新活动将进行到刚好能够让政府认为它是创新引领者为止，即：

$$I_{s_F} + I_{d_F} = I_{s_L} \quad (27)$$

由于创新追随者开展策略性创新活动的创新产出总量同创新引领者相同，处于信息劣势的政府将认为该企业是创新引领者，并根据创新引领者的研发投入对企业进行资助，即：

$$S_F = s_L w_h H_{s_L} \quad (28)$$

创新追随者的要素成本和产品价格都未发生改变，因此企业实质性创新和生产活动的投入产出不发生变化，是否进行策略性创新取决于策略性创新的成本和政府资助规模的相对大小，即：

$$s_L w_h H_{s_L} > w_h H_{d_F} \quad (29)$$

根据式 (11) (24) (27) 有 $nT_F H_{d_F} = \frac{1}{2} M T_L^{1-h} N - \frac{1}{2Q} M T_F^{1-h} N$ ，由此可得创新追随者的策略性创新投入：

$$H_{d_F} = \frac{1}{2n} M N \left(\frac{T_L^{1-h}}{T_F} - \frac{1}{Q} T_F^{-h} \right) \quad (30)$$

则式 (29) 可转化为 $s_L w_h \frac{1}{2} M N T_L^{-h} \geq w_h \times$

$\frac{1}{2n} M N \left(\frac{T_L^{1-h}}{T_F} - \frac{1}{Q} T_F^{-h} \right)$ ，化简得创新追随者采取策略性行为的条件：

$$s_L \geq \frac{1}{n} \left[\frac{T_L}{T_F} - \frac{1}{Q} \left(\frac{T_L}{T_F} \right)^h \right] \quad (31)$$

由此可见，当政府对创新引领者的资助比例

高于既定临界点时，创新追随者进行策略性行为就是有利可图的，而策略性创新活动的产出提高、两类企业的创新能力差距缩小、两类企业规模相近均会鼓励策略性创新行为。在策略性创新存在的情况下，政府可能会陷入“研发资助陷阱”，即预算开支不断攀升，社会创新水平的提升却远小于预期。因此，政府有必要采取措施阻止策略性创新行为，接下来我们讨论两种应对方案：信号甄别和差异化资助。

5.2 信号甄别

尽管有关策略性创新及其应对措施的学术研究起步较晚，相关的政策实践却已在世界各国广泛开展。最普遍的做法是通过信号甄别来辨别企业的真实类型，即政府在选择过程和资助过程中加入甄别程序，对企业的创新活动进行评估，据此判断企业是否为真正的创新引领者。从中国的实践来看，信号甄别伴随了从企业申请资助到研发活动完成的整个过程，并表现出良好的效果，Luo 等的研究表明不论在何种法律环境、市场环境下，政府的选择性补贴都是行之有效的^[23]。另一方面，信号甄别对研发的积极影响还表现在市场融资领域，顺利通过政府甄别的企业往往被市场认为是优质研发企业，更容易获得风险投资者的青睐^[24]。从机制上看，信号甄别能够降低创新追随者通过策略性创新获得政府资助的成功率，减少策略性创新活动的期望收益，在研发成本不变的前提下，策略性创新的净收益降低，进行策略性创新不再符合追随者企业利润最大化的要求^[25]。

假设政府有 τ 的概率正确识别出企业创新信号的真伪，并对被识破的创新追随者处以 e 的罚款，令 $0 < \tau < 1, e \geq 0$ 。创新追随者进行策略性创新的成本和收益都将发生变化，其策略性创新的条件变为：

$$(1 - \tau) s_L w_h H_{s_L} > w_h H_{d_F} + \tau e \quad (32)$$

结合式 (11) (32)，有 $(1 - \tau) s_L w_h \frac{1}{2} MN \times$

$$T_L^{-h} \geq w_h \frac{1}{2n} MN \left(\frac{T_L^{1-h}}{T_F} - \frac{1}{Q} T_F^{-h} \right) + \tau e, \text{ 化简得:}$$

$$s_L \geq \frac{1}{n(1-\tau)} \left(\frac{T_L}{T_F} - \frac{1}{Q} \left(\frac{T_L}{T_F} \right)^h \right) + \frac{2\tau e}{w_h MN(1-\tau)} \quad (33)$$

显然，甄别过程明显提高了创新追随者的策略性创新临界点，甄别精度 τ 降低了策略性行为的期望收益，处罚 e 则提高了平均成本，因此只有当政府资助比例足够高时，进行策略性创新才是有利可图的。虽然甄别过程能够减少策略性创新，我们仍需指出三个问题：首先，信号甄别仅能提高策略性创新的临界点，而不能完全消除策略性创新行为。在给定资助比例下，总有一部分创新能力相对更接近引领者的追随企业有动机进行策略性创新。其次，信号甄别有效与否强烈依赖于甄别精度 τ 的高低，较低的甄别精度难以对企业形成有效约束。最后，信号甄别存在公共资源消耗问题。假设政府审查单个企业的投入为 c_r ，则净成本可表示为 $c_r - (1 - \delta) \tau e$ 。对政府而言，了解企业的研发活动并判定其价值需要投入大量人力并耗费时间，虽然政府能够通过处罚伪装者来分担一部分成本，但仍不能完全抵消财政负担。因此信号甄别往往需要一个强有力的政府，并可能导致研发资助出现时滞。

5.3 差异化资助

通过严格审查和处罚构建的具有鲜明强政府特色的“硬约束”系统往往存在执行困难、福利损失较大的隐患，事实上，市场的方式往往能够以比行政力量更小的代价达成目标。激励相容理论表明，处于信息劣势的一方可以通过给予信息租金或补偿性激励的方式向信息优势方让渡一部分收益，当补偿性激励带给优势方的效用不小于背离合约带来的效用时，信息优势方便没有动机违背合约^[26]。我们借鉴这一思路来设计更为符合市场规则的研发资助方式。激励相容理论最常应用于市场主体之间的合约设计，若将公共政策视为政府同企业之间的合约，激励相容理论也可应用于政策机制的设计。Wiesmeth 讨论了在环境政策中通过激励相容机制达到利益主体的平衡^[27]，Zhang 等讨论了中国经济适用房政策^[28]。在中国类似的创新政策实践也已经开展，如 2018 年后各省市对科技型小微企业发放的科技创新券，在缓解初创企业和小型企业研发活动的融资难问题的同时也作为一种补偿性激励，避免小型企业为了获取资金扎堆申请补贴，甚至编造其现有能力无法实现的假大空项目的现象。

本文将补偿性激励通过差异化资助的方式引入

模型中, 令政府对引领者和追随者的资助比例为 (s_L^*, s_F^*) , 创新追随者若显示其真实身份, 将得到比例为 s_F^* 的资助, 而通过策略性创新伪装成创新引领者, 将得到比例为 s_L^* 的资助, 并产生伪装成本。政府需选择一个恰当的资助比例 s_F^* , 在满足激励相容条件的情况下使社会创新产出最大化:

$$\begin{aligned} \max_{s_L, s_F} & \delta I_{s_L}^*(s_L) + (1 - \delta) I_{s_F}^*(s_F) \\ \text{s.t.} & \delta s_L w_h H_{s_L}^*(s_L) + (1 - \delta) s_F w_h H_{s_F}^*(s_F) \leq B \\ & s_F w_h H_{s_F} \geq s_L w_h H_{s_L} - w_h H_{d_F} \\ & 0 \leq s_L \leq 1, 0 \leq s_F \leq 1 \end{aligned} \quad (34)$$

首先考虑激励相容条件 $s_F w_h H_{s_F} \geq s_L w_h H_{s_L} - w_h H_{d_F}$, 结合式 (11) (32) 得 $s_F w_h w_h \times \frac{1}{2Q} MNT_F^{-h} \geq s_L w_h w_h \frac{1}{2} MNT_L^{-h} - w_h \frac{1}{2n} MN \left(\frac{T_L^{1-h}}{T_F} - \frac{1}{Q} T_F^{-h} \right)$, 化简得:

$$s_F \geq Q \left(s_L - \frac{1}{n} \frac{T_L}{T_F} \right) \left(\frac{T_L}{T_F} \right)^{-h} + \frac{1}{n} \quad (35)$$

即当创新追随者获得的资助比例满足上式时, 进行伪装的净收益就小于显露真实类型的资助收益, 因此最优化问题转化为图 2 所示。政府的最优资助组合为:

$$\begin{cases} (s_L^*, 0), & \text{if } s_L^* \leq \frac{1}{n} \frac{T_L}{T_F} \\ \left(s_L^*, Q \left(s_L^* - \frac{1}{n} \frac{T_L}{T_F} \right) \left(\frac{T_L}{T_F} \right)^{-h} + \frac{1}{n} \right), & \text{if } s_L^* > \frac{1}{n} \frac{T_L}{T_F} \end{cases} \quad (36)$$

其中, s_L^* 是能使预算约束取等的创新引领者资助比例。

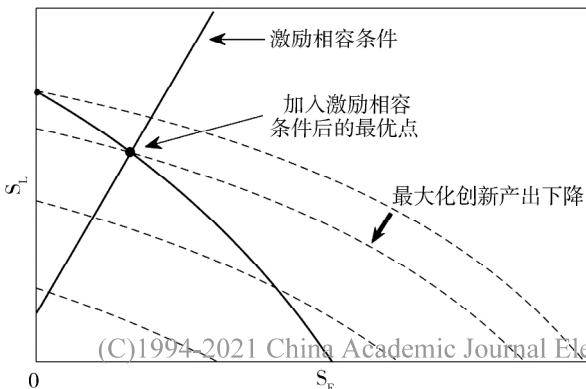


图 2 不完全信息下的政府资助决策

在差异化资助方案下, 创新追随者的最优选择变为显露其真实类型并获取对应资助, 其策略性创新行为得到纠正。对创新追随者的研发资助实质上是处于信息劣势的政府对优势方的信息补偿, 随着 s_L^* 增大, 创新追随者通过策略性创新能够获得更高收益, 政府为了避免策略性行为所需付出的信息补偿 s_F^* 也就相应提高, 即创新引领者和追随者对应的研发资助比例 s_L^* 和 s_F^* 之间存在正向相关性。当然, 激励相容条件的加入缩小了最优化问题的可行域, 使得在完全信息下的最优点被排斥在可行域之外, 因此不完全信息下能够实现的最大化创新产出要小于完全信息下的产出。

5.4 信号甄别同差异化资助的比较分析

对于信号甄别和差异化资助两种应对措施, 我们可以分析其减少策略性创新行为的效果, 并同两个极端状况即完全信息和不采取任何措施进行比较。表 2 列出了四种状态下创新追随者占据公共研发资源的情况, 可得 $0 < B_{F2} < B_{F1}, 0 < B_{F3} < B_{F1}$, 即同不采取任何措施相比, 无论是信号甄别还是差异化资助均能有效减少创新追随者占据的研发资助比例, 但无法使这一比例回归理想状态。信号甄别政策降低策略性创新的期望收益, 差异化资助政策则增大策略性创新的机会成本, 然而在两种政策之间的选择仍需进一步探究。对 B_{F2} 和 B_{F3} 做进一步化简, 可得:

$$B_{F2} = \frac{1}{(1 - \delta) + \frac{1}{(1 - \tau)} \delta} (1 - \delta) B \quad (37)$$

$$B_{F3} = \frac{1}{(1 - \delta) + \frac{s_L^* H_{s_L}(s_L^*)}{s_F^* H_{s_F}(s_F^*)} \delta} (1 - \delta) B \quad (38)$$

给定预算总额 B , $\frac{s_L^* H_{s_L}(s_L^*)}{s_F^* H_{s_F}(s_F^*)}$ 为一个确定数

值, 则 B_{F2} 和 B_{F3} 的关系实际取决于甄别精度 τ 的高低。如果政府无法高效识别企业真实身份, 将有 $B_{F2} > B_{F3}$, 此时差异化资助比信号甄别更有效减少创新引领者占据的财政预算。另一方面, 预算分配更合理并不必然导致高创新产出。差异化资助方案能够完全消除策略性创新, 其研发资助将会鼓励创新追随者的实质性创新活动, 而信号甄别方案则仅能推迟策略性创新出现的节点, 对企业实质性创新活动并无促进作用。从社会实质

性创新产出最大化的角度而言，只有当甄别精度极高，使得 B_{F2} 远小于 B_{F3} 时，信号甄别方案的社会实质性创新产出才高于差异化资助政策，然而甄别精度的提升意味着更高的甄别成本，这将导

致额外的财政压力和人员需求。考虑到信号甄别方案在高甄别精度和额外财政支出上的矛盾，差异化资助显然更具稳定性和可行性。

表 2 创新追随者的研发资源分布

状态	获取研发资助总量	策略性创新所得	实质性创新所得
完全信息	0	-	-
不完全信息			
无措施	$B_{F1} = (1 - \delta) B$	是	-
信号甄别	$B_{F2} = \frac{(1 - \tau)(1 - \delta)}{(1 - \tau)(1 - \delta) + \delta} B$	是	-
差异化资助	$B_{F3} = \frac{(1 - \delta) s_F^* H_{s,F}(s_F^*)}{(1 - \delta) s_F^* H_{s,F}(s_F^*) + \delta s_L^* H_{s,L}(s_L^*)} B$	-	是

注：研发资助总量一列显示当预算 B 足够大，使得 s_L^* 超出相应临界点的情况；当 s_L^* 未达到临界点时，创新追随者没有进行策略性创新的激励，研发资助总量应为 0。

图 3 总结了四类情况在占有研发资助金额 (a、b)、政府对实质性创新的资助比例 (c、d)、实质性创新产出和策略性创新产出 (e、f、g) 三个方面的影响。假设政府无法投入大量人力和财力用于提高甄别精度，在完全信息的理想状态下，政府能够准确将公共预算投放至高质量创新活动中并取得大量产出，而在不完全信息情况下，创新追随者总能凭借其信息优势取得部分资源，即使政府采取信号甄别或差异化资助的措施，也仅能减

少分配至创新追随者的资金量，而无法回到理想状态。从资金的性质来看，差异化资助是政府主动向创新追随者出让部分资源，作为其不进行策略性创新的补偿，而信号甄别则是未被识破的创新追随者通过策略性创新获取研发资金。因此差异化资助虽未达到理想状态下的资金配置，但也有效推动了创新追随者的实质性研发活动 (f)，信号甄别则仅仅推迟了策略性创新临界点 (g)，而未对创新追随者的决策造成根本性改变。

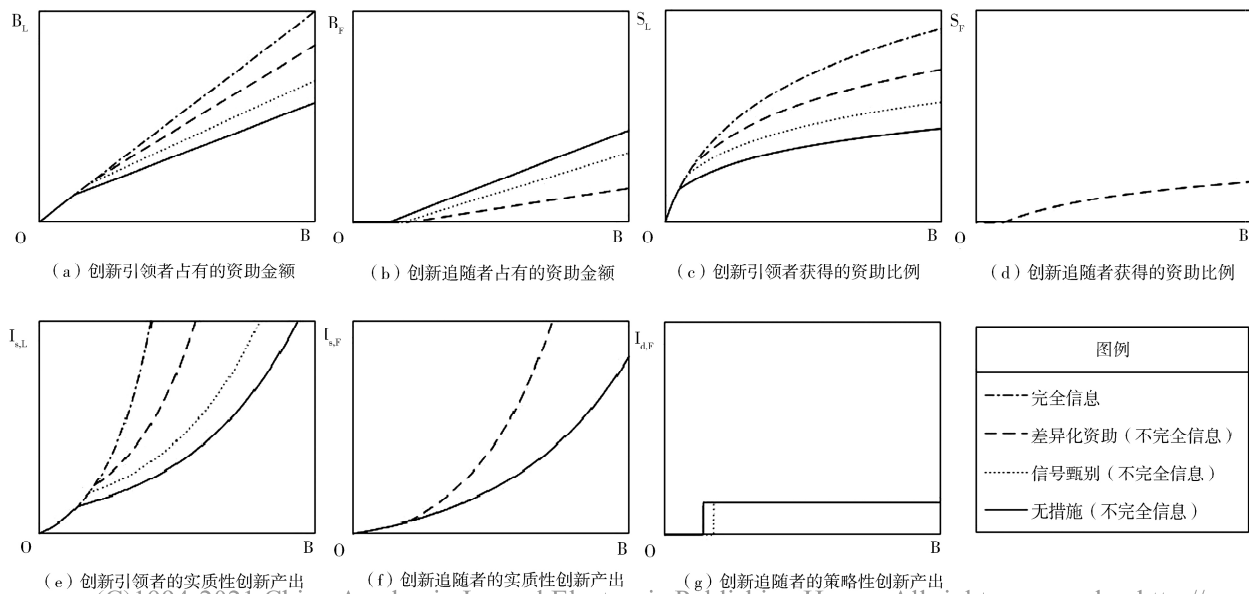


图 3 不同方案效果对比

6 总结

政府对企业的研发资助不仅面临事后的道德风险问题,企业申请资助时的逆向选择现象也广泛存在。在信息不对称的情况下,即使创新能力低下的企业也可通过策略性创新来释放高创新能力的信号,进而占据公共资源。本文探讨了企业进行策略性创新的条件,并比较了信号甄别和差异化资助这两种政府应对措施的作用效果。模型表明,当政府资助比例超过特定临界点时,创新能力相对较低的企业会开展策略性创新活动以谋取创新资助;在两种应对措施中,信号甄别能够提高企业进行策略性创新的临界点、促使公共研发资金流向创新能力上游的企业,但无法彻底消除策略性创新;而差异化资助则打破了策略性创新的产生条件,能够鼓励创新能力不足的企业开展实质性创新活动,但须让渡一部分公共研发资金到创新能力中下游企业。比较而言,当政府的甄别精度不足时,差异化资助可能是更好的选择。

本文有如下政策建议:首先,对主流“信号甄别”研发资助政策予以改进。除了对高质量、有重大发展前景以及规模大、投入高的创新项目进行

前期资助外,对一般创新多使用事后资助方式,待企业研发活动取得一定成效后再进行补贴,补贴金额同研发成果挂钩,补贴模式从生产侧向产品侧转移,削弱策略性创新在政府筛选环节的影响力。同时完善信息披露机制,扩大披露内容,提供便捷的反馈通道,通过引入社会主体监督来提高信号甄别精确度,提高政府资助的公开透明度。其次,进行差异化资助,为创新能力相对较弱的企业提供低门槛资助手段。例如,发放科技创新券供企业在研发活动中购买研发服务或材料,创新券不进行创新能力审查、不与补贴同时享有,可以削弱企业通过策略性创新谋取补贴的动机,同时将使用场景限定在创新领域内,避免创新资源浪费。由政府提供创新券使用和兑换平台,将尽可能多的研发企业、科研院所和机构纳入平台中,扩展创新券的应用范围。最后,提高市场化程度,改善企业创新融资环境、拓宽融资渠道。在政府资助过程中不对国有企业进行过量补贴,对持续亏损、依靠政府输血才能存活的僵尸型研发企业由市场对其“出清”,不让行政背景成为企业获得社会融资的垫脚石,才能使资本依据企业真实能力自由流动。

参考文献:

- [1]唐未兵,傅元海,汪展祥.技术创新、技术引进与经济增长方式转变[J].经济研究,2014,49(7):31-43.
- [2]叶祥松,刘敬.异质性研发、政府支持与中国科技创新困境[J].经济研究,2018,53(9):116-132.
- [3]黎文靖,郑曼妮.实质性创新还是策略性创新[J].经济研究,2016,51(4):60-73.
- [4]申宇,黄昊,赵玲.地方政府“创新崇拜”与企业专利泡沫[J].科研管理,2018,39(4):83-91.
- [5]PLEHN-DUJOWICH J M. Endogenous growth and adverse selection in entrepreneurship[J].Journal of economic dynamics and control,2009,33(7):1419-1436.
- [6]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.
- [7]HURWICZ L. On informationally decentralized systems[M]//RADNER R, MCGUIRE C B. Decision and organization: a volume in honor of Jacob Marschak,1972.
- [8]AGUIRRE I, BEITIA A. Modelling countervailing incentives in adverse selection models: a synthesis[J].Economic modelling, Elsevier,2017,62(March 2016):82-89.
- [9]IWASAKO T, OHKI K. Innovation by heterogeneous leaders[J].The scandinavian journal of economics,2019,121(4):1-32.
- [10]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,2009,44(10):87-98.
- [11]郑飞.产业生命周期、市场集中与经济绩效——基于中国493个工业子行业的实证研究[J].经济经纬,2019,36(3):81-87.
- [12]CIFTCI M, LEV B, RADHAKRISHNAN S. Is research and development mispriced or properly risk adjusted[J].Journal of accounting auditing & finance,2011,26(1):81-116.

- [11]王泽鉴. 民法总论[M].北京:北京大学出版社,2009:277.
- [12]付丽霞. 美国专利客体制度发展历程的回顾与疏解[J].中国发明与专利,2019(1):20-25.
- [13]BERDICHEVSKY Daniel,NEUENSCHWANDER Erik. Toward an ethics of persuasive technology [J]. Communications of the ACM,1999,42(5):51-58.
- [14]肇旭. 生物技术专利授权要件研究[M].北京:法律出版社,2014:10-11.
- [15]FRASER Erica. Computers as inventors—legal and policy implications of artificial intelligence on patent law [J].A journal of law, technology and society,2016,13(3):305-332.
- [16]SCOLA Adriane. Uncommon genes unpatentable subject matter [J].Seattle university law review,2011,34(3):909-934.
- [17]刘鑫. 人工智能生成技术方案的专利法规制——理论争议、实践难题与法律对策[J].法律科学(西北政法大学学报),2019(5):82-92.
- [18]王一奇. 理由与提供理由的事实[M]//谢世民. 理由转向:规范性之哲学研究.台北:国立台湾大学出版中心,2015:105-140.
- [19]曾陈明汝. 两岸暨欧美专利法[M].北京:中国人民大学出版社,2007:71.
- [20]李岩. 公序良俗原则的司法乱象与本相——兼论公序良俗原则适用的类型化[J].法学,2015(11):54.
- [21]哈特. 法律的概念[M].张文显,译.北京:中国大百科全书出版社,1996:181.
- [22]崔国斌. 专利法:原理与案例:第2版[M].北京:北京大学出版社,2016:56-57.
- [23]于飞. 公序良俗原则与诚实信用原则的区分[J].中国社会科学,2015(11):154.
- [24]李双元,杨德群. 论公序良俗原则的司法适用[J].法商研究,2014(3):65.
- [25]尼采. 论道德的谱系[M].赵千帆,译.北京:商务印书馆,2018:54-55.
- [26]戴孟勇. 论公序良俗的判断标准[J].法制与社会发展,2006(3):53.
- [27]张金钟. 生物医药研究伦理审查的体制机制建设[J].医学与哲学(A),2013(5):17-21.
- [28]菲利普斯. 是天使还是魔鬼? 专利与知识产权制度[M]//竹中俊子. 专利法律与理论——当代研究指南.彭哲,沈暘,译.北京:知识产权出版社,2013:140-147.

(责任编辑 沈蓉)

(上接第37页)

- [13]PINDYCK R S,RUBINFELD D. Microeconomics [M].3rd ed. Beijing:Tsinghua University Press,1997.
- [14]黄浩杰,王必好. 寡头垄断市场结构的技术创新效应研究[J].经济评论,2013(5):13-21.
- [15]CASSIMAN B,PÉREZ-CASTRILLO D,VEUGELERS R. Endogenizing know-how flows through the nature of R&D investments [J]. International journal of industrial organization,2002,20(6):775-799.
- [16]LIU X,LI X,LI H. R&D subsidies and business R&D: evidence from high-tech manufacturing firms in Jiangsu [J].China economic review,2016,41(2016):1-22.
- [17]HU A G Z,YONGXU D. Does government R&D stimulate or crowd out firm R&D spending? Evidence from Chinese manufacturing industries [J].Economics of transition,2018,2019(27):497-518.
- [18]朱平芳,徐伟民. 政府的科技激励政策对大中型工业企业 R&D 投入及其专利产出的影响[J].经济研究,2003,38(6):45-53.
- [19]LEE E Y,CIN B C. The effect of risk-sharing government subsidy on corporate R&D investment: empirical evidence from Korea [J].Technological forecasting and social change,2010,77(6):881-890.
- [20]WEST J,ANSITI M. Experience experimentation and the accumulation of knowledge: the evolution of R&D in the semiconductor industry [J].Research policy,2003,32(5):809-825.
- [21]陈艳,范炳全. 中小企业开放式创新能力与创新绩效的关系研究[J].研究与发展管理,2013,25(1):24-35.
- [22]CHARI V V,GOLOSOV M,TSYVINSKI A. Prizes and patents: using market signals to provide incentives for innovations [J].Journal of economic theory,2012,147(2):781-801.
- [23]LUO X,HUANG F,TANG X,et al. Government subsidies and firm performance: evidence from high-tech start-ups in China [J/OL].Emerging markets review,2020[2020-12-11].https://doi.org/10.1016/j.ememar.2020.100756.
- [24]朱治理,温军,赵建兵. 政府研发补贴、社会投资跟进与企业创新融资[J].经济经纬,2016,33(1):114-119.
- [25]TAKALO T,TANAYAMA T. Adverse selection and financing of innovation: is there a need for R&D subsidies [J].Journal of technology transfer,2010,35(1):16-41.
- [26]BOLTON P,DEWATRIPON M. Contract theory [M].London:The MIT Press,2005.
- [27]WIESMETH H. Stakeholder engagement for environmental innovations [J].Journal of business research,2018(12):1-11.
- [28]ZHANG J,ZHOU L. Incentive mechanism design of access management policy in affordable housing and analysis [J].Cities,2011,28(2):186-192.

(责任编辑 沈蓉)