

政府如何激励创新?

——基于委托—代理理论的研究

李文健 翁 翕 龚六堂*

摘 要 本文分析了在研发结果不确定和信息不对称的情况下,政府如何最优地采用研发补贴和企业所得税税率优惠来激励创新并减少政府失灵问题。当企业类型可以被观测时,补贴通常不必要,且最优税率随企业研发成功率的提高而提高。引入不对称信息后,我们发现激励相容的最优税率将随企业研发成功率的提高而降低。我们通过数值模拟分析了不同因素对最优政策的影响,表明信息不对称降低了政府和所有企业的期望收益。

关键词 激励创新, 委托—代理理论, 政府失灵

DOI: 10.13821/j.cnki.ceq.2022.02.01

一、引 言

(一) 背景

创新是推动经济结构调整和生产率增长的主要因素 (Romer, 1986, 1990; Lucas, 1988, 1993; Grossman and Helpman, 1993), 提高创新能力是我国“十四五”时期经济社会发展的主要目标。¹ 企业家在决策时通常不会考虑由信息外溢等外部性带来的社会效益。为克服由信息外溢等外部性带来的市场失灵, 各国都出台了创新激励相关的政策 (Aghion *et al.* 2001; Rodrik, 2004; Mcmillan and Rodrik, 2011; 李晓华和吕铁, 2010; 林毅夫, 2012)。就我国而言, 一些学者也发现了实际研发投入规模小于最优研发投入规模的情况 (严成樑等, 2010)。这为政府实施创新激励政策提供了理论依据。

现实中, 我国政府通过所得税税收优惠和研发补贴等方式为创新型企业

* 李文健, 浙江大学经济学院; 翁翕, 北京大学光华管理学院; 龚六堂, 北京大学光华管理学院, 北京工商大学。通信作者及地址: 翁翕, 北京市海淀区颐和园路 5 号北京大学光华管理学院, 100089; E-mail: wengxi125@gsm.pku.edu.cn。感谢国家自然科学基金青年项目 (72003198)、收入分配与现代财政学学科创新引智基地 (B20084)、国家自然科学基金面上项目 (71973002、72073144、71973153)、国家自然科学基金重大项目 (72192843)、国家社会科学基金重大项目 (20&ZD105、19ZDA069) 的资助。作者感谢编辑和审稿人提出的宝贵建议, 当然文责自负。

¹ 中国共产党第十九届中央委员会第五次全体会议中提出要在二零三五年“关键核心技术实现重大突破, 进入创新型国家前列”。

提供了大量的优惠。根据《2019年全国科技经费投入统计公报》，2019年全国共投入研究与试验发展(R&D)经费22143.6亿元，稳居世界第二。R&D经费投入占国内生产总值之比为2.23%，比上年提高0.09个百分点，超过欧盟27国平均2.10%的水平。企业和政府R&D经费支出分别为16921.8亿元和3080.8亿元，占总经费的76.4%和13.9%。财政科技拨款达到10717.4亿元，占国家公共财政支出的4.5%。除此之外，我国还有大量针对创新的税收优惠措施。据黄萃等(2011)的统计，1987—2008年间，我国曾出台的涉及高新技术产业的税收优惠政策共计84项。2008年以后优惠政策还在增加或推广。

在这些优惠政策的实施过程中，出现了许多政府失灵现象。例如，对产业集聚的研究发现集聚的主要原因往往是为了获取“政策租”(郑江淮等，2008)。又如光伏、风电与新能源汽车等产业扶持中存在普遍的“骗补”行为。更近的，2016年8月21日，财政部经济建设司副司长宋秋玲在中国电动汽车百人会夏季论坛开幕式上表示“长期补贴容易使企业患上政策依赖症，缺乏技术研发和产品升级的动力和压力”，使动力电池产业陷入“量多质不优”的困局。本文关注的焦点问题是：如何设计创新激励政策以尽可能避免政府失灵带来的损失？

(二) 理论框架

本文认为上述政府失灵现象通常是有两方面原因造成的。一方面，创新型项目天然具有不确定性，不管项目好坏，都有失败的可能。因此，只要政府在研发阶段给予优惠，便不得不承担“试错成本”。例如，光伏、风电与新能源汽车等产业的研发本身具有较强的不确定性，即使是好企业也可能出现失败的情况，因此容易出现政府产业政策的失灵。由于这一失灵发生与否只有事后(研发结束后)才能确定，因此我们将之称为“**事后的政府失灵**”。另一方面，政府在为企业提供优惠时还面临着信息不对称问题。政府往往将大量优惠政策给予了研发成功概率较低的“坏企业”而非研发成功概率较高的“好企业”。例如前面讲的动力电池产业“量多质不优”“缺乏技术研发和产品升级”的问题，就是由于补贴较多导致大量的“坏企业”也能够市场中生存，而这些“坏企业”研发成功的概率较低所导致的。这一失灵是因为政府在事前(提供优惠政策之前)没能识别企业的类型，因此我们将之称为“**事前的政府失灵**”。事后和事前的政府失灵分别对应了政府在制定创新激励政策时所面临的研发结果不确定性导致的**信息不完全**(incomplete information)和政企之间关于研发效率的**信息不对称**(asymmetric information)这两类问题。²

² Innes (1993) 区分了风险投资中的事前与事后信息不对称，其逻辑与本文有关事后与事前政府失灵的划分一致。事前和事后的区分也是近年来王勇(2016)和田国强(2016)在“有为政府”还是“有限政府”争论中探讨的一个核心问题。

我们建立了一个理论模型，同时涵盖事前和事后的政府失灵。在建模上，我们用经典的指数学习（exponential bandit）来模型化企业的动态创新过程，从而刻画事后政府失灵问题。³在该模型下，政府需要根据企业研发成功的先验概率，研发需要耗费的成本，成功后企业的利润与创新的社会效益，以及双方的时间偏好等因素制定最优的创新激励政策。同时，信息不对称导致研发成功的先验概率是企业的私有信息，因此还存在事前的政府失灵问题。

在上述框架下，本文考虑如何设计企业所得税税率优惠（简称税率优惠）和研发投入补贴政策以尽可能降低事后和事前的政府失灵带来的损失。上述两种激励创新政策是我国广泛采用的政策，分别对应了“事后优惠”和“事前优惠”政策。所得税率优惠是一种事后优惠，企业只有在研发成功后才能享受；而研发补贴是企业研发阶段就能享受的优惠。⁴本文在对称信息和不对称信息两种情境下分析了政府的最优创新激励政策。在对称信息下，政府完全知道创新型企业的研发效率，因此只存在事后政府失灵。在不对称信息下，由于政府不清楚企业成功的概率，采用单一的补贴或税收优惠可能不是最优的。结合机制设计理论，我们提出政府应提供不同的补贴和税率组合供企业选择：通过让不同类型企业选择对其自身而言最优的补贴与税率组合，来揭示企业的类型，减少事前政府失灵带来的损失。

有趣的是，不对称信息与对称信息下的最优政策是迥异的。在对称信息下，补贴通常是不必要的，而且最优税率随项目研发成功率提高而提高。⁵在不对称信息下，引入补贴有助于甄别企业类型。相比于研发成功率低的“坏企业”，研发成功率高的“好企业”更倾向于选择高税收优惠、低研发补贴的政策组合，因而最优税率随企业研发成功率提高而降低。除上述性质外，我们还有一些其他的发现。比如政府并不总需要实施差异化的激励政策。当由甄别带来的收益不足以弥补信息成本时，政府的最优策略是提供唯一的政策组合。此时补贴为0，政府只需要提供一定程度的税收优惠。另外，在数值模拟部分我们全面地研究了最优政策与企业的流收益、研发的到达速度、政府的耐心程度和研发的社会效益等参数之间的关系，并比较了对称信息与不对称信息下的政策差异。相比于对称信息的情境，政府、“坏企业”和“好企业”均无法从不对称信息中获益。这说明政府与企业之间可以通过加强沟通协作、增强信息透明度以避免不对称信息从而增进所有参与者的福利。

综上，本文的主要贡献是：首先，我们从概念上区分了事后政府失灵和事前政府失灵两类政府失灵问题，以及事前优惠和事后优惠两类创新激励政

³ Exponential bandit 的建模方法可参见 Keller *et al.* (2005) 以及 Weng (2015)。

⁴ 并非所有补贴都发生在事前，也并非所有税收优惠都发生在事后，例如一些补贴是以取得研发成果为条件的，此时应将其视为事后优惠。

⁵ 在有些极端情形下（比如政府有足够的耐心时），“国有化”是最优政策：政府提供100%补贴并完全占有企业研发成功后的收益。

策。这些区分有助于我们理解政府失灵的不同成因、不同政策在创新激励中的不同作用,以及如何有效运用这两项政策来减少政府失灵问题。其次,我们的理论分析也给实际中的政府创新激励政策的制定提供了一些指导。当只存在事后政府失灵时,政府应尽量采取事后优惠政策以减少事后政府失灵的可能。而存在事前政府失灵时,政府可以将较低的事前优惠与较高的事后优惠“捆绑”以识别企业的类型,减少由事前政府失灵带来的损失。需要特别注意的是,事前优惠在组合中的主要作用是与事后优惠配合以区分企业的类型,因此即使在不对称信息下,事前优惠仍然不宜过高。特别的,当“坏企业”的占比过高时,政府甄别企业所减少的信息租金不足以弥补试错成本,此时政府应放弃区分企业的类型,采取统一适度的事后优惠政策。

(三) 文献回顾

本文与如下几方面的文献有紧密联系。首先,本文与政府的创新激励政策文献密切相关。该文献中有少数几篇文章从理论层面研究了政府如何选择最优创新激励政策。比如,Keuschnigg and Ribi (2010) 分析了企业融资约束下不同的税收政策(对利润、企业股权和现金流所课征的税收)对创新型和非创新型企业的差异化影响。Fu *et al.* (2012) 在静态模型中讨论了政府应该如何把有限的资源在对企业的补贴和对R&D竞争赢家的奖金(类似于本文中的税收优惠)这两者间进行分配。Takalo *et al.* (2013b) 在一个允许企业进入退出、金融市场完全竞争的一般均衡框架下讨论了政府的最优R&D补贴政策。但就作者所知,这些文献均假定政府完全知道企业的类型,因此没有涉及本文讨论的事前政府失灵问题。⁶此外,这些文献也没有像本文一样,用指数学习来模型化动态、不确定的创新过程,因此没有很好地刻画事后政府失灵问题。

研究政府创新激励政策影响的实证文章有许多。一部分文献是关于研发补贴政策(David *et al.*, 2000; Garcíá-Quevedo, 2004; González *et al.*, 2005; Cerulli, 2010; Takalo and Toivanen, 2013a),另一部分考虑税收优惠政策的影响(Hall and Reenen, 2000, Parsons and Phillips, 2007; Mohnen and Lokshin, 2010)。与本文的关注点不同,这些文献的目的是评估政府创新激励政策的影响,比如是否促进了创新,是否挤出了私人在研发上的投入,以及是否促进了社会福利。大部分文献都发现研发补贴和税收优惠政策对研发有促进作用。在这些发现的基础之上,本文关注的问题是政府如何最优地运用研发补贴和税收优惠组合来减少政府失灵问题。

其次,在建模思路上,与本文想法最接近的是风险投资领域的契约设计

⁶ Takalo and Tanayama (2010) 是例外。但是该文直接假设了政府可以在支付一定费用后甄别出企业的类型。

文献。该文献的重要前提假设是创新型企业具有巨大的不确定性，因此只能通过不断动态学习来更新企业成功的信念（Kerr *et al.*，2014）。具体而言，该文献研究了两个不同问题：一是风险投资基金融资契约设计问题（Da Rin *et al.*，2013），二是创业团队激励契约设计问题（Bonatti and Hörner，2011；Manso，2011；Halac *et al.*，2016）。因为动态学习的存在，上述文献的契约设计思想与本文讨论的事前、事后激励有一定类似之处，但本文讨论的政府-企业问题与上述文献关注的问题也有很大不同：第一，与这些文章考虑的契约形式不同，本文的政策工具包含且只限于现实世界中通用的补贴和税收优惠这两种激励政策。补贴政策 and 风险投资基金对创新型企业的融资虽然都可以被抽象为事前的激励，但政府对创业成功企业的事后税收优惠政策在上述文献中并没有很好的对应。这是讨论政府-企业问题的独特激励工具。第二，本文关注的问题是政府如何运用补贴和税收优惠这两种政策工具以有效地应对事前与事后的政府失灵问题。因此与以往文献中假设委托人（风险投资基金或企业家）都只注重自身的期望收益不同，本文中的委托人（政府）还关心创新的社会收益。由于任期的关系，政府相对于企业家可能更加没有耐心。为此本文分析了创新的社会效益和政府的耐心程度等因素对最优政策的影响。

最后，本文也借鉴了在不对称信息下讨论政府最优政策制定的文献。该类文献最早始于 Mirrlees (1971) 对最优所得税理论的经典研究。近些年来，Hausmann and Rodrik (2003)、Robinson (2009) 等在讨论产业政策时均指出激励机制在其中起到的重要作用。前者曾提议实施一种“胡萝卜加大棒”的一般性策略，对那些接受补贴者的机会主义行为进行惩罚。这与本文对研发成功率低的“坏企业”采用的低税收优惠（大棒）、高研发补贴（胡萝卜）的政策组合也是一致的。但不同于上述文献仅仅只考虑信息不对称问题，本文同时引入了因为研发结果不确定性导致的信息不完全问题。这也契合创新型企业高风险、高不确定性的特征（Kerr *et al.*，2014）。

二、模 型

（一）模型设定

本文研究了一个无穷期模型，时间 $t \in [0, +\infty)$ 是连续的。研发项目的流成本（flow cost）固定，不妨设为 1。创新既有强烈的正外部性，也会给创新成功企业带来高额垄断利润。因此我们假定研发项目成功之前项目的回报都为 0，成功后每期可以为企业产生 $v > 0$ 的确定性流收益（flow payoff），为社会产生 u 的流社会效益。我们采用文献中常用的 Exponential bandit 模型化企业的研发与学习过程，即假设经济中有两类研发项目：“优质项目”与“劣质项目”。劣质项目永远不会成功，优质项目研发成功所需的时间服从到

达率为 λ 的指数分布, 其期望的研发耗时为 $1/\lambda$ 。

假设政府和企业都是风险中性的。政府的贴现率为 δ , 目标是最大化净财政收入与创新社会效益之和。假定项目在时间 t 研发成功, 那么政府的效用可以写为:

$$U = \left\{ -\int_0^t (\delta e^{-\delta s} b) ds + \int_t^\infty (\delta e^{-\delta s} \tau v) ds \right\} + \int_t^\infty \delta e^{-\delta s} u ds,$$

其中第一项表示了政府的净财政收入, 包含了研发成功之前的补贴支出和研发成功之后的税收收入。第二项表示了创新带来的社会效益。

政府的政策包括对研发投入的补贴率 $b \in [0, 1]$ 和对企业所得的税率或补贴 $\tau \in (-\infty, 1)$ (简称税率)。 τ 为负代表政府按所得为研发成功企业进一步提供补贴。⁷ 我们假定政府能够在初始时刻承诺其后续实施的政策。⁸

(二) 企业问题

企业的贴现率为 r , 目标是最大化净贴现期望收益。给定政策, 企业研发阶段的净流成本为 $1-b$, 成功后的净流收益为 $(1-\tau)v$ 。企业的问题是在给定政策下选择最优的研发停止时间 (简称研发停时)。设 $s_t \in \{0, 1\}$ 为 t 时刻企业在研发 ($s_t=1$) 与不研发 ($s_t=0$) 之间的选择。若企业选择研发, 则可通过研发结果更新信念。设企业在 t 时刻关于研发项目为优质研发项目的信念或先验概率为 $P_t \in (0, 1)$ (简称为研发成功率)。 P_t 会随研发的进展不断更新。只有当企业研发成功时 $P_t=1$, 从此企业不再需要研发投入。企业当期投入研发且没有成功时, 便会下调研发成功的后验概率, 事后信念的更新满足:

$$dP_t = -(1-P_t)P_t \lambda s_t dt. \quad (1)$$

企业在 t 时刻的净流收益是 s_t 与 P_t 的函数, 不妨设其为 $f_{s_t}(P_t)$ 。显然, $P_t=1$ 时企业不需要研发投入也能获得收益, 即 $f_0(1) = (1-\tau)v$ 。 $P_t \neq 1$ 时, 如果企业不研发则净流收益 $f_0(P_t)=0$, 同时也失去了未来研发成功获得收益的可能性; 如果企业研发则净流收益 $f_1(P_t) = b-1 \leq 0$, 但未来可能研发成功并获得正的收益。这样, 给定初始信念 $\tilde{P}_0 = P$, 企业的问题是选择一个最优策略 $\{s_t\}_{t \geq 0}$ 以最大化:

$$E \left[\int_0^{+\infty} r e^{-rt} f_{s_t}(\tilde{P}_t) dt \mid \tilde{P}_0 = P \right], \quad (2)$$

其中, E 为期望算子。我们用 \tilde{P}_t 强调信念是一个随机变量, 它以一定的概率发生跳跃, 在尚未成功时则根据式 (1) 变化。式 (2) 是序列形式的, 它所

⁷ 一个相关的例子是新能源汽车, 例如《关于2016—2020年新能源汽车推广应用财政支持政策的通知》指出: 新能源汽车生产企业在销售新能源汽车产品时按照扣减补助后的价格与消费者进行结算, 中央财政按程序将企业垫付的补助资金再拨付给生产企业。

⁸ 在现实中, 政府对其政策有一定承诺能力, 起码在一定时间内不能朝令夕改。

呈现出的特征使我们可将 P_t 作为状态变量，用值函数 $V(P)$ 表示 $P_0 = P$ 时企业的最大净期望收益。当最优策略满足 $s = 0$ 时，显然可得 $V(P) = 0$ ；如果 $s = 1$ ， $V(P)$ 满足下述微分方程：

$$rV(P) = -r(1-b) + \lambda P[(1-\tau)v - V(P)] + \dot{P}V'(P). \quad (3)$$

式 (3) 左侧是投资人的机会成本，它应等于投资人持有项目的期望收益，即等式右侧各项之和。 $r(1-b)$ 是项目持续期间企业每期的支出。 $\lambda P[(1-\tau)v - V(P)]$ 代表了研发的期望收益，其中 λP 是成功的瞬时概率， $[(1-\tau)v - V(P)]$ 是成功的净收益。 $\dot{P}V'(P)$ 是信念变化引起的企业未来价值的变化，其中 $\dot{P} = -(1-P)P\lambda$ 。

接下来求解企业的最优停时。直观来讲，事后信念足够高时企业会选择继续研发，直至到达某一临界信念， P_T 。又由于研发过程中后验概率 $P_t \in (0, 1)$ 随时间的推移而下降，一旦某一时刻企业的最优选择是不研发，它就永远不会再研发。

根据以往的研究，临界信念 P_T 满足临界条件 $V(P_T) = 0$ 与平滑条件 $V'(P_T) = 0$ 。⁹ 将这两项条件代入式 (3) 可得：

$$P_T = \frac{r(1-b)}{\lambda v(1-\tau)}. \quad (4)$$

亦即，对于 $t \in \{t \mid P_t \geq P_T\}$ ， $s_t = 1$ ，否则 $s_t = 0$ 。进一步地，结合式 (4) 与式 (1) 可得最优停时 T^* 满足：

$$\frac{1-P}{P} \frac{r}{\lambda x - r} = e^{-\lambda T}, \quad (5)$$

其中，

$$x \equiv \begin{cases} (1-\tau)v/(1-b) & b \neq 1 \\ +\infty & b = 1 \end{cases}, \quad (6)$$

被称为（流）收益率。由式 (5) 可知截止研发时刻取决于 x 的大小，且 $T = T(x)$ ； $R^+ \mapsto R$ 随收益率 x 的提高而提高。从 x 的定义式 (6) 可以看到，税收激励和补贴激励对企业研发时间的影响具有一定的替代性：政府可以通过不同的税收优惠与补贴组合实现同一停时 T 。通过提高税收优惠，政府可以减少为实现这一停时所需提供的补贴。值得注意的是 P_T 与初始时刻的信念 P 无关，且 $x < r/(\lambda P)$ 时，初始信念 P 低于临界信念 P_T ，企业在初始时刻放弃研发，这与 $x = r/(\lambda P)$ 时 ($T = 0$) 的结果一致。因此，我们可以只考虑 $x \geq r/(\lambda P)$ 的那些政策组合，也即企业的截止研发时刻 $T \geq 0$ 的情形。用待定系数法猜解微分方程式 (3) 可得企业选择研发期望收益为：

⁹ 这两个边界是最优停时文献的基本结论。详细推导和解释可参见 Peskir and Shiryaev (2006)。

$$V(P) = -(1-b) + \frac{\lambda(x+1)}{\lambda+r}(1-b)P + (1-b)y(x)(1-P) \left(\frac{1-P}{P}\right)^{r/\lambda}, \quad (7)$$

$$y(x) \equiv [1 - r(1 + 1/x)/(\lambda + r)] / [(1 - r/\lambda x)(\lambda x/r - 1)^{r/\lambda}]. \quad (8)$$

式(7)中前两项之和代表研发的净期望收益,最后一项是“放弃研发”这一选择权的价值。其中, $(1-P)/P$ 为成败概率比, r/λ 是利率与研发到达率的比率,其刻画了研发的时间成本。当企业足够乐观时最后一项为正数,此时 $y(x) > 0$, $V(P)$ 为凸函数。

三、模型分析

基于第二部分对企业最优决策问题的分析,以下我们要在对称信息和不对称信息两个不同问题中考虑政府最优税率与补贴率的设计问题。为了便于读者明确本文的一些主要概念,我们提供下列表格作为参考:

表1 关键概念

概念名称	释义
企业异质性	企业在研发成功的概率上有异质性:定义研发成功率高的企业为“好企业”,研发成功率低的企业为“坏企业”
信息不对称	政府不清楚特定企业的类型,但是知道企业类型的分布
信息不完全	由于研发成果具有不确定性,研发前任何类型的企业和政府都不能够确定研发的成果
事前政府失灵	由于信息不对称,政府没有办法区分“好企业”和“坏企业”,由此导致产业政策没有效率
事后政府失灵	由于研发具有不确定性,只有研发后才能明确成果,因此存在产业政策失败的风险,导致产业政策的效率下降
事前优惠	根据研发结束前的变量,例如研发投入给予的优惠
事后优惠	根据研发成功以后的变量,例如企业利润给予的优惠

(一) 对称信息问题

由于创新的不确定性,政府和企业均无法事先确定研发项目的类型。但是,在对称信息的问题中,我们假设政府同企业一样了解项目为优质项目的先验概率 P (简称为研发成功概率)。对称信息下的政府问题是调节 τ 与 b 来最大化期望效用,其问题可进一步理解为:(1) 企业决定最优的研发停时;(2) 给定企业决策,政府选择效用最大化的政策组合。给定信念和政策,政府的期望效用可写作如下形式:

$$\begin{aligned}
 U(P; \tau, b) \equiv & P \left\{ - \int_0^{T(x)} \lambda e^{-\lambda t} \left[\int_0^t (\delta e^{-\delta s} b) ds \right] dt + \int_0^{T(x)} \lambda e^{-\lambda t} \right. \\
 & \left. \times \left[\int_t^\infty \delta e^{-\delta s} (u + \tau v) ds \right] dt \right\} - (1 - P) \int_0^{T(x)} \delta e^{-\delta s} b ds,
 \end{aligned} \tag{9}$$

其中 $T(x)$ 为企业的最优研发停时，收益率 x 为政策变量 τ 与 b 的函数。若项目为优质项目，政府的期望支出为式 (9) 右侧大括号中的第一部分，期望收入为大括号中第二部分。若项目为劣质项目，则其期望支出为大括号外的积分部分，而期望收益则为零。这三部分分别乘以各自发生的概率并加总就是政府的净期望效用。

从目标函数式 (9) 可以看出政府税率和补贴率的选择对自身期望效用有两方面影响。一方面，税率和补贴率直接影响其财政支出与收入，称这部分为收入效应；另一方面，税率和补贴率会通过改变企业的研发时间，间接影响政府的效用，称这部分为时间效应。

在本部分以下分析中，我们对参数做如下假设：

假设 1 $(u + v)P > r/\lambda$ 。

在假设 1 下，政府可以通过支持企业研发获得大于零的期望效用。¹⁰ 为了求解最优的税率与补贴率，我们首先根据式 (5) 定义创新在 T 时刻以前没有到来的概率 $G(x)$ 为：

$$G(x) \equiv \frac{1 - P}{P} \frac{r}{\lambda x - r} = e^{-\lambda T}, \tag{10}$$

其中 $G(x)$ 随 P 、 λ 与 x 的提高而降低，随 r 的提高而上升。另外，在假设 1 下 $G(x) \leq 1$ 。利用这一定义，政府的目标函数可改写为：

$$\begin{aligned}
 \hat{U}(P; x, b) \equiv & P \left\{ \frac{\lambda}{\delta + \lambda} [1 - G^{\frac{\delta + \lambda}{\lambda}}(x)] (u + v - (1 - b)x + b) - [1 - G(x)] b \right\} \\
 & - (1 - P) [1 - G^{\frac{\delta}{\lambda}}(x)] b.
 \end{aligned} \tag{11}$$

政府调节 τ 与 b 的问题等价于选择政策组合 (x, b) 以最大化 $\hat{U}(P; x, b)$ 。求解这一问题可得：

命题 1 (最优政策组合)¹¹ 假设 1 下，对称信息下最优的创新激励政策满足如下性质：

- a. 最优的补贴率或者等于 0 或者等于 1。
- b. 最优的补贴率为 1，当且仅当最优的税率趋于 1。

¹⁰ 考虑 $b = 0$ ， $\tau = 1 - r/(\lambda P v) - \epsilon$ 的政策组合。显然，存在 $\epsilon > 0$ ，使得 $v(1 - \tau)P > r/\lambda$ 且 $\tau v + u = v(1 - \epsilon) + u - r/(\lambda P) > 0$ 。此时政府的期望收益大于零，因此最优政策下企业的停时 $T(x) > 0$ 。

¹¹ 因篇幅所限，本文中命题 1 至命题 4 的具体证明从略，感兴趣的读者可向作者索取。

c. δ 趋于 0 时最优的补贴率为 1; δ 趋于 $+\infty$ 时, 最优的补贴率为 0。

在此给出上述命题的直观解释。首先, $\hat{U}(P; x, b)$ 是补贴率 b 的线性函数。所以在第一步给定 x 选择 b 最大化目标时得到的最优解一定是边角解。该命题说明, 政府的最优补贴率等于 0 或 1。

命题 1b 中“补贴率为 1, 税率趋于 1”的情况可以理解为政府将企业“国有化”, 即对于特别优质的企业, 政府完全负担其研发成本, 且企业研发成功后的全部利润属于政府。但是如果企业不是特别优质的话, 补贴激励相比于税收激励具有明显的劣势。这是因为补贴激励要求政府在研发阶段就真金白银地付出给企业输血。研发本身的不确定性意味着这样的投资可能会打水漂, 导致事后政府失灵。同时, 因为时间偏好的关系, 早期的支出对政府而言更加昂贵。而税收优惠是企业研发成功后对企业的奖励, 从而避免了上述问题。综上, 我们得出一个重要结论: 对称信息的情形下, 如果政府不把企业国有化的话, 政府的最优激励政策是不给予任何补贴, 只通过税率调节企业的研发时间, 从而避免事后政府失灵。

命题 1c 进一步说明, 政府是否决定国有化企业与政府的贴现率有很大关系。对于足够耐心的政府 (δ 趋于 0) 而言, 它总是选择国有化企业。对于极度缺乏耐心的政府 (δ 趋于正无穷) 而言, 它不会国有化任何企业。相比于现在就要付出的补贴, 这一政府更愿意以未来的减税延长研发时间。

由于命题 1 说明最优补贴率可由 0 或者 1 覆盖, 且最优补贴率等于 1 时最优税率趋于 1。因此, 接下来我们只需分析 $b = 0$ 时的最优税率。此时政府问题的一阶条件为 $h(k(\tau, v), u, v, P, \lambda, \delta) = 0$, 其中 $h(k(\tau, v), u, v, P, \lambda, \delta)$ 为:

$$h(k(\tau, v), u, v, P, \lambda, \delta) \equiv \left[\frac{P\lambda v}{\delta + \lambda} \left(1 - G^{\frac{\delta + \lambda}{\lambda}}(k) \right) \right] - [-vP G^{\frac{\delta}{\lambda}}(k) G'(k)(u + v - k)]. \quad (12)$$

式 (12) 右端第一个中括号中的部分为收入效应: 税率的提高, 通过提高企业每单位税前利润对政府财政收入的贡献, 而提高政府期望效用。右端第二个中括号中的部分为时间效应: 提高税率通过缩短研发时间降低政府的期望效用。另由 $G(k) \leq 1$, $G'(k) < 0$, $G''(k) > 0$ 等性质易得 $\partial h / \partial \tau < 0$, 即目标函数严格凹。因此, 一阶条件确定了问题的唯一解。根据式 (12) 运用隐函数定理可得以下命题:

命题 2 假设 1 成立且补贴率为 0 时, 最优税率随 P 的提高而提高, 随 u 的提高而下降; 最优税收 $t = \tau v$ 随 v 的增长单调递增。

命题 2 说明对称信息下研发成功率越低, 社会效益越高的企业其应承担

的税率越低。 τ 与 u 的关系是直观的： u 越高，政府的净期望效用越高，因此政府会降低税率推迟企业的停时。 τ 与 P 的关系则并不那么显然。一方面， P 提高会直接产生时间效应与收入效应，但是由式(12)可见最优时这两部分作用应相互抵消。另一方面， P 还会通过影响 G 产生间接的时间效应和收入效应。此时产生的收入效应大于时间效应，这与提高税率的结果正好相反。为保证 $h=0$ ，最优的税率必随先验概率 P 的提高而提高。

v 与最优税率的关系，同样取决于其对收入效应和时间效应的影响。因此 v 与最优税率的关系不是单调的。但是， v 与税负的关系则满足上述单调关系。该单调关系说明企业的流收益越高需要缴纳的税收就越多，而这与企业的社会效益无直接关系。 δ 、 λ 与 τ 之间同样存在类似的关系。在本文的第四部分，我们将通过数值模拟观察具体情况。

(二) 不对称信息问题

在本节中，我们假设有一单位的企业，其中有 μ_S 的“好企业”与 $\mu_R=1-\mu_S$ 的“坏企业”。“好企业”的项目的研发成功率为 P_S ，“坏企业”的项目的研发成功率为 P_R 。其中， $P_S > P_R$ 。成功的先验概率为企业的私有信息，政府只知道企业的分布，即 μ_S 与 μ_R 。在上一节中，我们已经知道在对称信息的环境下政府要么将企业国有化($b=1$, $\tau \rightarrow 1$)；要么不补贴($b=0$, $\tau < 1$)，并且为研发成功率较低的项目提供更高的税收优惠。后者在不对称信息下能否实施？显然，所有企业会宣称自身的研发成功率较低，以获得较高的税收优惠。可见，要区分企业的类型只采用税收优惠是不行的。

在不对称信息问题中，税收激励与补贴激励的作用除了上文提到的时间效应与收入效应外，还可用于甄别企业的类型。我们假定政府可以提供一些补贴率与税率的组合供企业选择。此时，企业选择的政策组合可能与其自身的类型有关。不妨设企业选择的税率与补贴率为类型的函数，定义为 τ_i 、 b_i ， $i \in \{R, S\}$ 。进一步地，设相应的收益率为 $x_i = (1 - \tau_i)v / (1 - b_i)$ 。对应于对称信息下的假设1，我们做如下假设：

假设2 $(u + v)P_i > r/\lambda$, $i \in \{R, S\}$ 。

假设2下政府不应使所有企业都在初始时刻就放弃研发。在不对称信息下，企业不再是被动地接受政府指定的税率与补贴率，而是从政府提供的政策组合中挑选最大化自身净期望收益的一个。企业在初始时刻决定研发，其净期望收益可表示为：

$$V(P_i; \tau, b) \equiv -(1-b) + \frac{\lambda(x+1)}{\lambda+r} P_i(1-b) + (1-b)y(x)(1-P_i) \left(\frac{1-P_i}{P_i} \right)^{r/\lambda}, \quad (13)$$

其中, $\tau \in \{\tau_S, \tau_R\}$, $b \in \{b_S, b_R\}$ 。 V 满足 $\partial V/\partial b > 0$, $\partial V/\partial \tau < 0$, $\partial V/\partial P > 0$ 等性质。我们首先分析效用函数 V 的单交叉性质。当效用函数满足单交叉性质时, 政府可以通过差异化的政策识别企业的类型。定义税率与补贴率之间的边际替代率为 $s(P; \tau, b) \equiv -(\partial V/\partial \tau)/(\partial V/\partial b)$ 。可以证明假设 2 成立且 $A \equiv P^2(\lambda^2 - \lambda) - P(\lambda^2 - \lambda) - \lambda r - r^2 > 0$ 时, 函数 V 满足单交叉性质, 即 $\partial s(P; \tau, b)/\partial P > 0$ 。¹²

当 λ 和 r 较小时, $A > 0$ 在合理的参数范围内基本成立。例如 $\lambda = 0.8$, $r = 0.04$ 时, $A > 0 \Leftrightarrow P < 0.7$; $\lambda = 0.5$, $r = 0.04$ 时, $A > 0 \Leftrightarrow P < 0.9$ 。需要说明的是, $A > 0$ 只是 $\partial s/\partial P > 0$ 在全局成立的充分条件, $\partial s/\partial P > 0$ 的充要条件要严格弱于此, 且下面代理人单调性原理的成立只需要 $\partial s/\partial P > 0$ 在局部成立。因此, 不妨假设:

假设 3 对于 $\forall (\tau, b) \in \{(\tau, b) \mid x \in (r/\lambda P, +\infty), \tau \in (0, 1), b \in [0, 1]\}$, 有 $s(P_S; \tau, b) > s(P_R; \tau, b)$ 。

在上述假设下不难得到可行政策须满足一些单调性质:

命题 3 (可行政策的单调性质)¹³ 假设 2 与假设 3 成立时, 可行政策有如下性质:

a. 对于任意可行的政策组合, $\tau_i > \tau_{-i}$ 当且仅当 $b_i > b_{-i}$, $\tau_i = \tau_{-i}$ 当且仅当 $b_i = b_{-i}$;

b. 对于任意可行的政策组合, 由 $P_i > P_{-i}$ 可得 $V(P_i; \tau_i, b_i) \geq V(P_{-i}; \tau_{-i}, b_{-i})$;

c. $b_S \leq b_R$ 且 $\tau_S \leq \tau_R$ 总成立, 即“好企业”的税率与补贴率均不高于“坏企业”的税率与补贴率。

命题 3a 说明最优的激励政策应该是胡萝卜加大棒式的, 否则企业将涌向高补贴低税率的政策组合。若实际问题中存在信息不对称, 而政府不以这种方式甄别企业, 则将导致大量事前政府失灵。命题 3b 说明在可行的政策下“好企业”获得的净期望收益必不低于“坏企业”。这一点是显然的, 因为“好企业”和“坏企业”选择同样的政策组合时, “好企业”的净期望收益高于“坏企业”。命题 3c 由引理 2¹³ 可得。“好企业”更有可能研发成功, 因此更在乎未来的优惠政策。相对的, “坏企业”不惜承担高税负也要争取补贴。根据这样的差异, 政府能够设计契约, 筛选出“好企业”, 淘汰部分“坏企业”。

给定一组可行政策 (τ_i, b_i) 以及研发成功率 P_i , 政府从 i 类企业获得的净期望效用为:

¹² 参见引理 1, 因篇幅所限略去, 感兴趣的读者可向作者索取。

¹³ 因篇幅所限, 引理 2 从略, 感兴趣的读者可向作者索取。

$$U(P_i; \tau_i, b_i) \equiv P_i \left\{ \frac{\lambda}{\delta + \lambda} [1 - G^{\frac{\delta + \lambda}{\lambda}}(x_i)] (u + v - (1 - b_i)x_i + b_i) - [1 - G(x_i)] b_i \right\} - (1 - P_i) [1 - G^{\frac{\delta}{\lambda}}(x_i)] b_i. \quad (14)$$

设 (τ_i^c, b_i^c) 为对称信息下的最优政策，对应收益率为 x_i^c 。分别定义不对称信息和对称信息下 i 类企业模仿另一类企业 ($-i$) 所能得到的净期望收益为：

$$V(P_{-i} | P_i) \equiv -(1 - b_{-i}) + \frac{\lambda(x_{-i} + 1)}{\lambda + r} P_i (1 - b_{-i}) + (1 - b_{-i}) y(x_{-i}) (1 - P_i) \left(\frac{1 - P_i}{P_i} \right)^{r/\lambda}, \quad (15)$$

$$V^c(P_{-i} | P_i) \equiv -(1 - b_{-i}^c) + \frac{\lambda(x_{-i}^c + 1)}{\lambda + r} P_i (1 - b_{-i}^c) + (1 - b_{-i}^c) y(x_{-i}^c) (1 - P_i) \left(\frac{1 - P_i}{P_i} \right)^{r/\lambda}. \quad (16)$$

则不对称信息下政府的问题为：

$$\max_{\{\tau_i, b_i | i \in \{R, S\}\}} M = \sum_{i \in \{R, S\}} U(P_i; \tau_i, b_i) \mu_i, \quad (17)$$

$$\text{s. t. } V(P_i | P_i) \geq V(P_{-i} | P_i), \quad \forall i, -i \in \{R, S\}, \quad (18)$$

$$V(P_i; \tau_i, b_i) \geq 0, \quad \forall i \in \{R, S\}, \quad (19)$$

$$0 \leq b_i \leq 1, \quad \forall i \in \{R, S\}, \quad (20)$$

其中式 (18) 为激励相容约束，式 (19) 为理性约束。为此需先分析激励相容约束的松紧性质以简化问题。按激励相容约束在最优政策下的松紧性质，政府的问题可分为以下三种情况：

$$(1) V(P_i | P_i) = V(P_{-i} | P_i), \quad \forall i, -i \in \{R, S\};$$

$$(2) V(P_i | P_i) > V(P_{-i} | P_i), \quad \forall i, -i \in \{R, S\};$$

$$(3) V(P_i | P_i) > V(P_{-i} | P_i), \quad V(P_{-i} | P_{-i}) = V(P_i | P_{-i}), \quad i = R \text{ 或 } i = S.$$

第一种情况下两条激励相容约束都紧，代表它们都起到实质性的约束作用。第二种情况下两条约束条件均松弛。第三种情况则是说有一条激励相容约束为紧，另一条松弛，即起到实际约束作用的只有一条激励相容约束。在命题4的证明中我们详细讨论了三种情况，并在合理的假设（假设4）下证明了命题4：

命题4（不对称信息下的最优政策组合） 若本文上述假设成立且 U 为凹函数，不对称信息下的最优政策有三种可能的情形：

$$\text{a. } b_S = b_R = 0, \quad \tau_R^c < \tau_R = \tau_S < \tau_S^c;$$

$$\text{b. } b_R > b_S = 0, \quad \tau_R > \tau_S, \quad \tau_R > \tau^c(b_R), \quad \tau_S < \tau_S^c;$$

c. $b_R \geq b_S > 0$, $\tau_R \geq \tau_S$, $\tau_R \geq \tau^c(b_R)$, $\tau_S \geq \tau^c(b_S)$ 。其中, $\tau^c(b_S)$ 和 $\tau^c(b_R)$ 分别表示对称信息下给定 $b = b_S$ 和 $b = b_R$ 时项目的最优税率。

命题 4a 说明, 当甄别成本很高时, 政府应放弃差异化的政策。此时补贴率仍然为零, 最优税率处于对称信息下 $P = P_S$ 和 $P = P_R$ 时的最优税率之间。在其他情况下, 命题 4b 与 4c 说明补贴率可能大于零。虽然甄别政策减少了事前的政府失灵, 政策中的补贴可能导致事后的政府失灵。命题 4c 还显示, 不对称信息下“坏企业”的税率不低于给定补贴率下对称信息下的最优税率, “好企业”则正相反。直观来讲, 当对称信息下最优的补贴率为零时, 在边际上增加补贴会使政府的净期望效用不变或减少, 而提高税率在边际上对政府净期望效用的影响为零。因此, 离开对称信息后, 为了甄别出“好企业”, 政府会优先选择提高“坏企业”的税率和降低“好企业”的税率, 然后再考虑调整补贴。

对比对称信息和不对称信息下的优化问题, 可以更好地解释最优补贴。不难发现, 对称信息下 x 给定时, 政府的净期望效用与补贴率之间的数量关系是线性的。换句话说, 此时的优化问题是一个线性规划问题, 因此最优补贴率在边界上取得。在不对称信息下, 政府的优化问题还受到非线性的激励相容约束, 最优的补贴率自然可能出现在内点。

我们的分析表明在不对称信息下有可能会在我国现行的补贴加税收优惠这样的创新激励政策。但在我国的实际情况中, 政府往往采用统一的创新激励政策, 很少采用胡萝卜加大棒式的差别激励政策。政府通常以审查监督的方式确定企业的类型, 给予优惠政策。例如科技部、财政部、国家税务总局规定企业必须通过申请、专家评审、审查认定、监督管理等流程获得创新型企业的资质认证才能享受相关的优惠政策。审查监督和激励机制都是揭露企业真实类型的方法, 但是单独依靠一项方法可能不是最有效的。市场上也出现了专门帮助企业通过“创新型企业认定”的服务, 其中不排除存在通过虚假信息及俘获等方式恶意获取政策租的可能。因此, 为了更好地防止事前的政府失灵, 政府未来可以考虑使用胡萝卜加大棒式的差别激励政策来对企业进行甄别。

本文基准模型为了方便分析, 对企业的研发行为做了简化假设。补充附录¹⁴中讨论了内生研发成功率、创新型企业外生失败概率和优质项目的失败外部性等三个拓展。这些拓展并不会本质改变最优政策的性质。

¹⁴ 因篇幅所限附录从略, 感兴趣的读者可向作者索取。

四、数值模拟

第四部分分析了不对称信息和对称信息下最优政策的性质。但不对称信息部分的分析在数学上比较复杂，从理论上无法给出诸如对称信息下最优补贴是 0 或 1 这么明确的结论。因此本部分通过数值模拟进一步观察不对称信息下最优政策与各参数的关系，特别是与企业的流收益、研发的到达速度、政府的耐心程度、研发的社会效益等参数的关系。同时我们还比较对称信息和不对称信息下最优政策的差异。我们在数值模拟的参数选取时尽量保证参数的范围足够宽以包含各种可能的情况，这样可以更好地展现全貌。在此基础上，我们考虑了大量的数值模拟，保证了模拟的结果不取决于某些特定的参数取值。

下文图表中 R 与 S 分别表示研发成功率低的“坏企业”与成功率高的“好企业”。为了方便比较，我们设定对称信息与不对称信息下同类企业的研发成功率完全相同。表中的“\”均表示在给定的参数下，政府的最优决策是令企业放弃研发。由于篇幅限制，正文仅展示最优政策与流收益 v 的关系（表 2）。

表 2 不同流收益下的最优政策

v	对称信息				不对称信息											
					$\mu_R = 0.9$				$\mu_R = 0.5$				$\mu_R = 0.3$			
	b_R	τ_R	b_S	τ_S	b_R	τ_R	b_S	τ_S	b_R	τ_R	b_S	τ_S	b_R	τ_R	b_S	τ_S
0.1	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
0.2	\	\	0	0.26	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\	\
0.3	0	0.20	0	0.44	0	0.22	0	0.22	0.36	0.54	0	0.37	0.44	0.59	0	0.38
0.4	0	0.33	0	0.55	0	0.35	0	0.35	0.37	0.65	0	0.51	0.49	0.71	0	0.54
0.5	0	0.41	0	0.62	0	0.43	0	0.43	0.21	0.61	0	0.55	0.44	0.73	0	0.60
0.6	0	0.48	0	0.67	0	0.49	0	0.49	0.10	0.61	0	0.58	0.41	0.75	0	0.65
0.7	0	0.52	0	0.70	0	0.54	0	0.54	0.02	0.62	0	0.61	0.39	0.77	0	0.68
0.8	0	0.56	0	0.73	0	0.58	0	0.58	0	0.64	0	0.64	0.38	0.78	0	0.71
0.9	0	0.59	0	0.75	0	0.61	0	0.61	0	0.67	0	0.67	0.38	0.80	0	0.73
1	0	0.62	0	0.77	0	0.63	0	0.63	0	0.69	0	0.69	0.39	0.81	0	0.75

注： $\lambda = 0.3, u = 0, r = 0.03, \delta = 0.1, P_S = 0.8, P_R = 0.5$ 。

为验证结果的稳健性，表 2 给出了不同“坏企业”占比 (μ_R) 下的三组结果。在企业利润很低时政府的最优选择是放弃研发。特别的，相比于对称信息下的情况，不对称信息下政府更有可能放弃企业。随着企业利润的提高，无论是对称信息还是不对称信息下，最优的税率逐渐提高。这与命题 2 的结

论是一致的。相比于对称信息零补贴的政策,不对称信息下只有 $\mu_R = 0.9$ 时最优补贴不随利润变化并维持在零。也就是说,当信息不对称程度较低(企业的类型较为明确)时,不对称信息下的最优补贴政策与对称信息下的政策一样统一为零,仅仅在税收政策上存在差异。而当 $\mu_R = 0.5$ 或 0.3 时,也即信息不对称程度较高时,最优补贴政策也不一样了。

图1给出了 $\mu_R = 0.5$ 情形下的最优税率如何随流收益 v 而变化。对比对称信息与不对称信息下企业的税率可见,对称信息下“坏企业”的税率不高于“好企业”的税率。这与不对称信息下的情况正好相反。这验证了命题3a中“胡萝卜加大棒”式的激励政策。

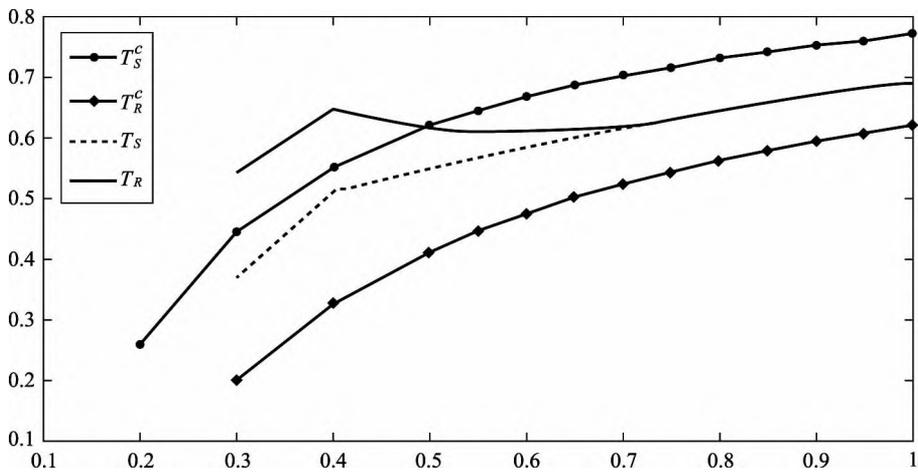


图1 最优税率随流收益 v 的变化 ($\mu_R = 0.5$)

需要强调的是,从我们模拟的数据来看,无论“坏企业”还是“好企业”都没有从私有信息中获益。这一点直观地体现在了图2中:

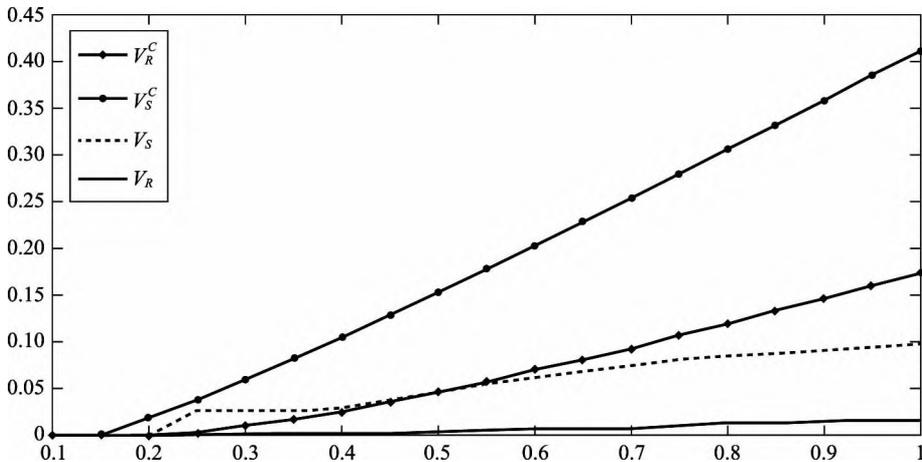


图2 从对称信息到不对称信息企业净期望收益的变化 ($\mu_S = 0.5$)

同时，若政府知晓企业的真实类型，政府也能从中受益，这在图3中得到了体现（ M 和 M^C 表示不对称信息和对称信息下政府的净期望收益）。从社会的角度来看，企业陷入了一个“囚徒困境”，每个企业均采取自利的理性行为，最终却导致了集体的非理性。

补充附录考察了最优政策与研发的到达速度、政府的耐心程度、研发的社会效益等参数的关系，结论与理论分析完全一致，而且均发现信息不对称降低了政府和所有企业的期望收益。

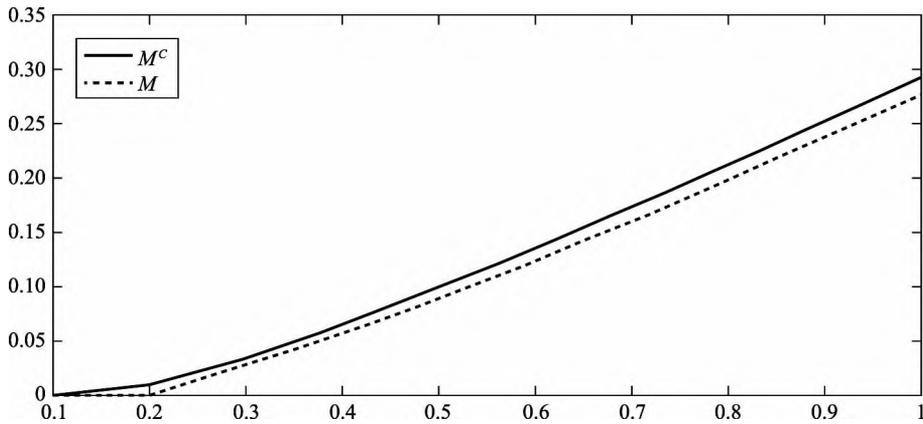


图3 从对称信息到不对称信息政府净期望收益的变化 ($\mu_s = 0.5$)

五、总 结

本文从概念上区分了事后政府失灵和事前政府失灵两类政府失灵问题，以及事前优惠和事后优惠两类创新激励政策。在同时存在事前的和事后的政府失灵情形下，研究了政府如何设计最优的事前优惠和事后优惠组合以减少政府失灵。具体的，本文考虑了研发补贴和所得税税收优惠两项政策。我们发现：（1）对称信息下补贴通常是不必要的，政府可以通过事后优惠激励企业创新，从而避免事后政府失灵带来的损失，且最优税率随项目研发成功率提高而提高。政府在企业收益足够高时决定“国有化企业”，即承担企业所有的研发费用并拥有其未来所有的收益。（2）不对称信息下政府可以将较低的事前优惠与较高的事后优惠“捆绑”来识别企业的类型，减少由事前政府失灵带来的损失。此时，研发成功率较高的“好企业”更有意愿选择较低的事前优惠以换取较高的事后优惠。这一点在未来可以通过实证检验加以验证。（3）事前优惠在组合中的主要作用是事后优惠配合以区分企业的类型，因此即使在不对称信息下，事前优惠仍然不宜过高，或者说政府不应过多倚重事前优惠来刺激创新。（4）特别的，政府并不总需要实施差异化的激励政策。

当由甄别带来的收益不足以弥补信息成本时,政府的最优策略是提供唯一的政策组合,且此时补贴为0,政府只需要提供一定程度的税收优惠。(5)在数值模拟部分我们全面地研究了最优政策与流收益、研发所需的期望时间、项目的社会效益以及政府的耐心程度等参数之间的关系,并比较了对称信息与不对称信息下的政策差异。

参考文献

- [1] Aghion, P., C. Harris, P. Howitt, and J. Vickers, "Competition, Imitation and Growth with Step-By-Step Innovation", *Review of Economic Studies*, 2001, 68, 467-492.
- [2] Bonatti, A., and J. Hörner, "Collaborating", *American Economic Review*, 2011, 101, 632-663.
- [3] Cerulli, G., "Modelling and Measuring the Effect of Public Subsidies on Business R&D: A Critical Review of the Econometric Literature", *Economic Record*, 2010, 86 (274), 421-449.
- [4] Da Rin, M., T. Hellmann, and M. Puri, "A Survey of Venture Capital Research", In: Constantinides, G., M. Harris, and R. Stulz (eds.), *Handbook of the Economics of Finance 2 (A)*. North Holland: Amsterdam, 2013.
- [5] David, P. A., B. H. Hall, and A. A. Toole, "Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence", *Research Policy*, 2000, 29 (4-5), 497-529.
- [6] Fu, Q., J. Lu, and Y. Lu, "Incentivizing R&D: Prize or Subsidies?", *International Journal of Industrial Organization*, 2012, 30, 67-79.
- [7] García-Quevedo, J., "Do Public Subsidies Complement Business R&D? A Meta-Analysis of the Econometric Evidence", *Kyklos*, 2004, 57 (1), 87-102.
- [8] González, X., J. Jaumandreu, and C. PazÓ, "Barriers to Innovation and Subsidy Effectiveness", *RAND Journal of Economics*, 2005, 930-950.
- [9] Grossman, G. M., and E. Helpman, *Innovation and Growth in the Global Economy*. MIT Press, 1993.
- [10] Halac, M., N. Kartik, and Q. Liu, "Optimal Contracts for Experimentation", *Review of Economic Studies*, 2016, 83, 1040-1091.
- [11] Hall, B., and J. V. Reenen, "How Effective Are Fiscal Incentives for R&D? A New Review of the Evidence", *Research Policy*, 2000, 29 (4), 449-469.
- [12] Hausmann, R., and D. Rodrik, "Economic Development as Self-Discovery", *Journal of Development Economics*, 2003, 72, 603-633.
- [13] 黄萃、苏竣、施丽萍、程啸天, "中国高新技术产业税收优惠政策文本量化研究", 《科研管理》, 2011年第32期, 第46—54页。
- [14] Innes, R., "Financial Contracting Under Risk Neutrality, Limited Liability and Ex-ante Asymmetric Information", *Economica*, 1993, 27-40.
- [15] Keller, G., S. Rady, and M. Cripps, "Strategic Experimentation with Exponential Bandits", *Econometrica*, 2005, 73, 39-68.
- [16] Kerr, W. R., R. Nanda, and M. Rhodes-Kropf, "Entrepreneurship as Experimentation", *Journal of Economic Perspectives*, 2014, 28 (3), 25-48.

- [17] Keuschnigg, C., and E. Ribi, "Profit Taxation, Innovation and the Financing of Heterogeneous Firms", *Innovation and the Financing of Heterogeneous Firms*, 2010.
- [18] 林毅夫, 《新结构经济学：反思经济发展与政策的理论框架》。北京：北京大学出版社, 2012 年。
- [19] 李晓华、吕铁, "战略性新兴产业的特征与政策导向研究", 《宏观经济研究》, 2010 年第 9 期, 第 20—26 页。
- [20] Lucas, R. E., "On the Mechanics of Economic Development", *Journal of Monetary Economics*, 1988, 22, 3-42.
- [21] Lucas Jr, R. E., "Making a Miracle", *Econometrica*, 1993, 251-272.
- [22] Manso, G., "Motivating Innovation", *Journal of Finance*, 2011, 66, 1823-1860.
- [23] Mcmillan, M. S., and D. Rodrik, "Globalization, Structural Change and Productivity Growth", *National Bureau of Economic Research*, No. W17143, 2011.
- [24] Mirrlees, J. A., "An Exploration in the Theory of Optimum Income Taxation", *Review of Economic Studies*, 1971, 38, 175-208.
- [25] Mohnen, P., and B. Lokshin, "What Does It Take for an R&D Tax Incentive Policy to Be Effective?", *Reforming Rules and Regulations*, 2010, 33-58.
- [26] Parsons, M., and N. Phillips, "An Evaluation of the Federal Tax Credit for Scientific Research and Experimental Development", *Department of Finance. Government of Canada*, 2007.
- [27] Peskir, G., and A. Shiryaev, "Optimal Stopping and Free-Boundary Problems", *Birkhäuser Verlag*, 2006.
- [28] Robinson, J. A., "Industrial Policy and Development: A Political Economy Perspective", *Washington, DC: The World Bank*, 2009.
- [29] Romer, P. M., "Increasing Returns and Long-Run Growth", *Journal of Political Economy*, 1986, 1002-1037.
- [30] Romer, P., "Endogenous Technological Change", *Journal of Political Economy*, 1990, 98 (5, Part2), S71-S102.
- [31] Rodrik, D., "Industrial Policy for the Twenty-First Century", 2004, working paper.
- [32] Takalo, T., and T. Tanayama, "Adverse Selection and Financing of Innovation: Is There a Need for R&D Subsidies?", *Journal of Technology Transfer*, 2010, 35 (1), 16-41.
- [33] Takalo, T., and O. Toivanen, "Estimating the Benefits of Targeted R&D Subsidies", *Review of Economics & Statistics*, 2013a, 95 (1), 255-272.
- [34] Takalo, T., T. Tanayama, and O. Toivanen, "Market Failures and the Additionality Effects of Public Support to Private R&D: Theory and Empirical Implications", *International Journal of Industrial Organization*, 2013b, 31 (5), 634-642.
- [35] 田国强, "产业政策争论背后政府角色：有限政府还是有为政府", 《财经》, 2016 年 11 月 6 日。
- [36] 王勇, "不要误解新结构经济学的有为政府", 《第一财经日报》, 2016 年 11 月 1 日。
- [37] Weng, X., "Dynamic Pricing in the Presence of Individual Learning", *Journal of Economic Theory*, 2015, 155, 262-299.
- [38] 严成樑、周铭山、龚六堂, "知识生产、创新与研发投入回报", 《经济学》(季刊), 2010 年第 9 卷第 3 期, 第 270—289 页。
- [39] 郑江淮、高彦彦、胡小文, "企业扎堆、技术升级与经济绩效——开发区集聚效应的实证分析", 《经济研究》, 2008 年第 5 期, 第 33—46 页。

How Government Stimulate Innovation —Based on Principal-Agent Theory

WENJIAN LI

(*Zhejiang University*)

XI WENG*

(*Peking University*)

LIUTANG GONG

(*Peking University, Beijing Technology and Business University*)

Abstract We try to study how government optimally stimulates innovation and avoids government failure via subsidies and tax rebate. When the type of enterprise can be observed, the subsidy is usually unnecessary, and the optimal tax rate increases with the increase of enterprise R&D success rate. After introducing asymmetric information, the optimal incentive compatible tax rate decreases with the increase of enterprise R&D success rate. Further analysis of the effects of different factors on the optimal policy through numerical simulation reveals that information asymmetry reduces the expected returns of the government and all enterprises.

Keywords stimulate innovation, principal-agent model, government failure

JEL Classification O31, D83, D82

* Corresponding Author: Xi Weng, Peking University, No. 5 Yiheyuan Road, Haidian District, Beijing 100089, China; E-mail: wengxi125@gsm.pku.edu.cn.