

# 环境规制能引发“创新补偿”效应吗？

——基于“波特假说”的博弈分析

李卫红<sup>1</sup>, 白 杨<sup>2</sup>

(1. 南京审计大学 经济学院, 江苏 南京 211815; 2. 南京航空航天大学 民航学院, 江苏 南京 210016)

**[摘要]**在“波特假说”及相关研究基础上,通过分析环境规制下企业“创新补偿”效应的生成过程,发现“创新补偿”效应主要受企业创新动机、行为和绩效三个层面因素的影响,其中既有企业内部因素,也有外部环境因素,它们相互交织,共同决定了“创新补偿”效应生成的可能性。综合企业内外因素构建的双寡头博弈模型分析结果表明,引发企业创新动机的主要因素并非环境规制,而是市场竞争与企业自身需要,但环境规制强度会影响企业 R&D 投入水平和创新绩效。在竞争环境中,只要具备较高的研发效率、知识吸收水平和技术成果转化率,在政府补贴政策激励下,企业通过技术创新获得的经济绩效可在一定程度上补偿环境管理成本。尤其当企业间开展合作创新时,“创新补偿”效应更为显著。

**[关键词]**波特假说;环境规制;创新动机;创新行为;创新绩效;“创新补偿”效应;博弈论

**[中图分类号]**F273 **[文献标志码]**A **[文章编号]**1004-4833(2018)06-0103-09

## 一、引言

经过改革开放 40 年的发展,我国在经济持续高速发展的同时也付出了惨重的资源和环境代价,发达国家上百年工业化过程中分阶段出现的环境问题在中国已经集中出现<sup>[1]</sup>。面对不断增加的生态环境压力,中央政府将生态文明建设纳入“五位一体”总体布局,并提出经济新常态下“创新、协调、绿色、开放、共享”五大发展理念。在党的十九大报告中,更是将生态文明建设定位为“中华民族永续发展的千年大计”,进一步凸显了我国加强环境规制的重要性和紧迫性。然而,作为一个发展中国家,我国城市化和工业化目标还未实现,在实施环境规制的同时,还必须考虑经济增长问题<sup>[2]</sup>。而要实现环境保护和经济增长双赢的目标,必须落实到企业。但是,环境规制带来的环境管理成本内部化,会对企业产生怎样的影响?美国著名学者 Porter 认为,政府设计恰当的环境规制政策可以引发“创新补偿”效应,即恰当的环境规制政策会激发企业开展技术创新,企业获得的创新收益可使环境管理成本得到部分或全部的补偿,它们甚至会比不受环境约束的企业更具竞争力,这一论断被学术界称为“波特假说”<sup>[3-4]</sup>。

然而,“波特假说”自提出以来,引发了学术界的激烈争论。学者们基于不同对象和方法进行了大量实证研究,却得到了并不一致的结论。这些结论大致可分为三种:第一种观点认为,环境规制在一定程度上导致企业经济收益下降,不会引发“创新补偿”效应。如 Ramanathan 等的经验研究表明,

**[收稿日期]**2017-10-10

**[基金项目]**教育部人文社会科学基金项目(13YJAZH045、13YJC790081);国家自然科学基金面上项目(71573136);江苏高校优势学科建设工程资助项目

**[作者简介]**李卫红(1976—),男,湖北蕲春人,南京审计大学经济学院副教授,硕士生导师,从事企业创新管理研究, E-mail: lwh7610@163.com;白杨(1977—),女,河南信阳人,南京航空航天大学民航学院副教授,硕士生导师,从事产业经济研究。

严格的环境规制并没有显著地推动技术进步,未给企业带来足以弥补环境管理成本的收益,反而导致企业利润降低<sup>[5]</sup>。第二种观点是,环境规制会激发企业创新,并提升企业经济收益,从而使环境管理成本得到一定补偿。Wagner、Yang 等的研究结论支持这一观点,他们认为加强环境规制对企业开展技术创新具有显著正向影响,技术创新与企业生产率存在正相关关系,提高环境规制强度最终能促进企业利润增长,可在一定程度上补偿环境管理成本<sup>[6-7]</sup>。第三种观点认为,环境规制对企业创新和经济绩效的影响具有不确定性。如 Alpay 等比较了美国和墨西哥环境规制政策对食品加工企业的影响,结果发现环境规制对墨西哥食品加工企业生产率的影响为正,但对美国食品加工企业生产率的影响为负<sup>[8]</sup>。Horváthová 的研究表明,环境规制在短期对企业生产率具有负面作用,但从长期看具有正面影响<sup>[9]</sup>。

国内学者对环境规制与企业创新关系的研究起步相对较晚,近年来这方面的研究成果开始增多,多数学者认为环境规制可以激发企业创新。如白雪洁以中国火电行业为考察对象,发现环境规制存在创新激励效应,整体上提高了中国火电行业的效率水平<sup>[10]</sup>。黄平和胡日东对造纸及纸制品企业的实证研究发现,环境规制与技术创新之间呈现相互协调的促进关系<sup>[11]</sup>。沈能和刘凤潮的实证研究表明,环境规制对企业技术创新具有促进作用,但存在地区差异<sup>[12]</sup>。王杰和刘斌通过分析中国工业企业数据,认为恰当的环境规制强度能够促进企业创新,进而提高全要素生产率<sup>[13]</sup>。张平等比较了不同类型环境规制对企业创新的影响,发现投资型环境规制对企业创新具有激励效应,但费用型环境规制表现为挤出效应<sup>[14]</sup>。余伟等基于国内工业行业的研究结果显示,环境规制对企业创新具有显著促进作用,但不能提升企业经营绩效<sup>[15]</sup>。

可见,国内外学术界对于环境规制能否激励企业创新并引发“创新补偿”效应的看法存在较大分歧。导致这种分歧固然有研究样本、研究方法不同的原因,但更为重要的是,已有研究大多以验证“波特假说”是否成立为目标,并未深入分析“创新补偿”效应的生成机理及其影响因素,因而在各自设定的、并不统一的理论框架中选择模型变量,得到的研究结论自然会存在较大差异。那么,环境规制一定能够刺激企业创新吗?企业创新能带来补偿效应吗?环境规制下“创新补偿”效应的形成机制是什么?本文拟在已有研究基础上,针对以上问题展开探讨。为此,本文第二部分将在“波特假说”基础上,分析环境规制下企业“创新补偿”效应的生成过程与条件;第三部分分别从动机、行为和绩效三个层面梳理企业“创新补偿”效应的影响因素;第四部分通过构建博弈模型进一步揭示环境规制下企业“创新补偿”效应的生成机制;第五部分为本文主要结论和相关政策建议。

本文可能存在的创新之处主要有如下两方面:一是在“波特假说”基础上,结合企业创新理论、心理学动机与行为理论,厘清环境规制与企业“创新补偿”效应的逻辑关系,系统梳理“创新补偿”效应生成过程中的主要影响因素;二是综合以上因素构建博弈模型,深入分析环境规制下企业创新动机、行为与绩效,进一步揭示“创新补偿”效应的生成机制。

## 二、“创新补偿”效应的生成条件与过程

根据“波特假说”,环境规制下“创新补偿”效应能否生成取决于企业创新绩效能否补偿环境管理成本。换言之,环境规制在将环境管理成本内化为企业生产成本的同时,只有引致较高的创新绩效才能生成“创新补偿”效应。需要说明的是,学术界对企业创新绩效的界定并不完全一致,多数学者从结果的视角将企业创新形成的技术、产品及其为企业增加的利润作为衡量创新绩效的主要依据<sup>[16]</sup>。根据企业创新理论,创新绩效是在企业具有较强创新动机并实施创新行为的情况下才可能产生的<sup>[17]</sup>,由此结合“波特假说”可以得出,环境规制下企业实现“创新补偿”效应的前提条件是:政府管理部门制定的环境规制政策能有效激发企业创新动机;企业在创新动机驱动下实施了创新行为;企业的创新行为能带来较高的创新绩效,使环境管理成本得到一定补偿。据此,本文将“创新补偿”效应

的生成过程划分为五个阶段:第一阶段,环境规制政策的制定;第二阶段,企业创新动机的形成;第三阶段,企业创新行为的实施;第四阶段,企业创新绩效的获得;第五阶段,“创新补偿”效应的实现。这五个阶段的演进过程与逻辑联系如图1所示,图中实箭线表示前后节点事件的发生存在逻辑必然性,虚箭线表示前后节点事件的发生只存在可能性。

从图1可以看出,在第一阶段,当政府管理部门制定、实施环境规制政策后,必然使企业面临一定的环境管理成本,但在第二阶段,它不一定能激发企业创新动机。根据心理学的动机理论,动机并非单纯的外部环境刺激的产物,它还和行为主体特征(如需要、欲望等)密切相关,是特定行为主体与外部环境交互作用的产物<sup>[18]</sup>,这说明在环境规制政策的刺激下,不同企业做出的反应是有差异的,只有对创新产生需要和欲望的企业才会形成创新动机。在第三阶段,即便企业具有较强的创新动机,也不一定实施创新行为。个体行为理论表明,除了动机以外,知识和能力也是决定个体行为的关键要素<sup>[19]</sup>,这意味着企业实施创新行为不仅需要强烈的创新动机驱使,还需要丰富的创新知识和较强的创新能力作为支撑。在第四阶段,当企业实施创新行为后,由于受创新成本、技术不确定性、市场竞争等因素的影响,也不一定能带来理想的创新绩效,甚至有可能因此而亏损,此时“创新补偿”效应就无从谈起。但反过来,如果企业能够获得较高的创新绩效,不仅能使环境管理成本得到一定补偿,还能进一步强化自身创新动机,从而形成一个良性循环。

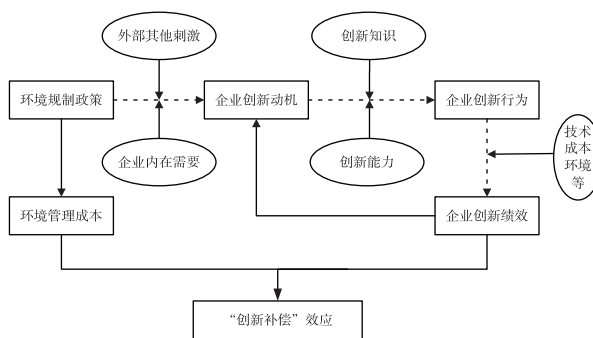


图1 企业“创新补偿”效应的生成过程

### 三、“创新补偿”效应的影响因素

根据上文分析不难发现,影响“创新补偿”效应生成的因素主要集中在企业创新动机、行为和绩效三个层面。

#### (一) 动机层面

对企业而言,影响创新动机的因素可归纳为两个方面,一是外部因素,如产业政策、竞争压力、市场需求等,这些外部力量的刺激是诱发企业创新动机的重要因素。值得注意的是,从产业政策角度看,企业创新动机是在多种政策综合刺激下形成的,而非环境规制政策单独作用的结果。由于不同国家或地区的市场结构、消费需求以及环境污染程度各不相同,因此,管理部门在制定产业政策时,通常会从本地实际出发,将环境规制与其他产业政策相融合,以更好地发挥不同类型政策的协同激励作用。二是内部因素,例如,从个体因素看,企业家和高管团队作为创新的决策者,研发人员作为创新的执行者,他们对创新的重视程度以及创新欲望的高低在很大程度上决定了企业创新动机的强弱。从组织因素看,企业战略目标和创新支持体系对创新动机的形成具有重要牵引作用。古典经济学认为,企业对战略目标的追求是其开展技术创新的原动力,如果一个企业通过技术创新可以获得更多利润或更有优势的市场地位,它将比其他企业更有动机进行创新。此外,良好的创新氛围和制度设计(如创新激励制度、容错机制)也是引发企业创新动机的积极因素。总之,政府管理部门在制定环境规制政策时,需要综合考量企业内外各种因素,才能最大程度激发企业创新动机。

#### (二) 行为层面

面对环境规制带来的成本增加的压力,企业能否将创新动机转化为创新行为,决定了“创新补偿”效应生成的可能性。基于个体行为理论的动机、知识、能力三要素<sup>[19]</sup>,当环境规制政策能够有效

激发企业创新动机时,知识与能力便成为影响企业创新行为的关键变量。

从知识角度看,企业创新就是一个知识获取、知识转化为产品、产品与市场需求相匹配的过程<sup>[20]</sup>。可见,知识的获取是企业实施创新行为的起点,知识的转化与应用是关系企业创新成败的关键。从知识来源看,企业创新所需的知识既包括已经拥有的内部知识,还包括能够获取的外部知识,前者是企业开展自主创新的基础,后者是企业持续创新与成长的动力。从知识类型看,企业在创新过程中,既需要从事研究开发的技术知识、将创新成果转化为产品的生产知识,还需要推动产品与消费需求匹配的市场知识。从知识状态看,企业知识的存量与流量(表征企业知识的积累规模和共享程度)、水平与结构(表征企业知识的先进性以及不同类型知识的均衡性)、分布形态与治理模式(表征企业知识的有序程度与整合利用方式),无疑都会对企业创新行为的实施产生影响。

从创新过程角度来看,企业实施创新行为所需能力包括创新决策能力、R&D能力、生产能力、营销能力、组织能力以及相应的资金投入能力<sup>[21]</sup>。从知识要素角度看,包括知识获取能力、知识吸收能力、知识转化能力和知识管理能力。企业只有具备完成创新全过程所需的知识和能力,才能较好地实施创新行为。当然,企业的创新能力是动态变化的,它会随着知识的积累和组织学习而不断提升。此外,不同企业之间通过合作创新可以促进知识共享和能力互补,从而降低知识、能力对创新行为的约束。

### (三) 绩效层面

创新绩效是企业实施创新行为后产生的结果,这个结果决定了“创新补偿”效应能否实现以及在多大程度上实现。如前文所述,创新绩效可通过企业创新形成的技术、产品及其带来的利润进行衡量。基于输入-过程-输出的框架,结合 Pavitt 对创新过程的定义可知<sup>[20]</sup>,影响企业创新绩效的因素主要有三个方面:一是企业创新输入的知识质量。知识质量的高低,取决于企业对内、外部知识的获取与吸收,可从知识来源的可靠性、知识内容的适用性、知识水平的先进性、知识结构的完整性、知识类型的均衡性、知识产权的独占性等方面进行识别。企业获取并输入高质量知识,是开展先进技术研发的前提,也是进行科学生产并将产品有效投放市场的保证。二是企业创新过程中知识转化的效率,即企业如何高效地将知识转化为技术成果、将技术成果转化为现实产品。知识转化效率的高低,一方面取决于企业对输入知识的综合利用能力,另一方面取决于企业对创新方式的选择。在创新能力约束下,企业可以根据自身情况和实际需要,灵活选择自主创新、合作创新或技术引进等方式提高创新效率。高效的创新过程有利于企业节约创新成本、降低技术风险、把握市场先机。三是企业创新输出的产品满足市场需求的程度。根据需求理论,在知识转化为特定产品后,其市场需求的大小,除受企业自身营销努力的影响外,还与外部环境密切相关,如宏观层面的经济发展形势与居民收入水平、中观层面的产业市场结构与竞争程度、微观层面的消费者偏好与预期等,这些因素都对企业创新绩效具有直接或间接的影响。

## 四、“创新补偿”效应生成机制的博弈分析

由于“创新补偿”效应是企业在内外各种因素共同作用下相互博弈的结果,因而有必要将产业政策、市场竞争、知识与能力等关键因素纳入博弈模型进行综合分析,以进一步揭示环境规制对“创新补偿”效应的影响,避免实证研究中因样本与变量选择的差异而引致分歧。

模型假设如下:市场中存在两个寡头企业,企业1和企业2,它们生产一种同质产品,初始边际生产成本均为 $c$ ;两企业面临的逆需求函数为 $p(Q) = a - Q$ ,其中 $a > c$ , $Q = q_1 + q_2$ 为产品总量, $q_1, q_2$ 分别为企业1、企业2的产量, $p$ 为最终产品价格。两个企业在生产过程中会形成一定污染,企业排污量与产量相关,假定企业生产一个单位产品会产生一个单位的排污量,污染物对环境的破坏系数为 $\xi > 0$ ,表征企业排污对环境的危害程度。政府为保护环境,根据排污量征收环境税以规制企业排污行

为,排污税率为  $0 \leq t < (a - c)$ ;同时,为激励企业创新,政府向所有开展技术创新的企业提供比例为  $\theta \in (0, 1)$  的 R&D 补贴。

面对环境管理成本的增加,两个企业考虑是否通过技术创新来降低生产成本,提高企业利润。当两个企业进行创新时,由于存在技术溢出效应,两企业的边际生产成本与双方的 R&D 投入水平有关,创新后两企业的边际生产成本变为:  $c_i = c - \delta(x_i + \alpha\beta x_j)$  ( $i, j = 1, 2, i \neq j$ ), 其中  $x_i$  表示企业  $i$  的 R&D 投入水平,  $\delta \in [0, 1]$  表示技术成果转化效率,  $\alpha \in (0, 1)$  表示企业知识吸收水平,  $\beta \in (0, 1)$  为技术溢出参数,反映企业对竞争者知识的获取水平。企业 R&D 成本函数为  $\gamma x_i^2/2$  [22], 以此反映 R&D 支出的报酬递减特性,其中  $\gamma > 0$  为企业研发效率参数,  $\gamma$  越小表示企业研发效率越高,反之则越低。

基于上述条件,两个企业的创新决策存在三种可能情况,即两个企业都不创新、两个企业都创新以及只有一个企业创新的情况。首先分析第一种情况。此时,两个企业的决策目标为:

$$\max_{q_i} \pi_i = (p - c - t)q_i \quad (1)$$

由一阶条件易得两企业的产量为:

$$q_i^* = (a - c - t)/3$$

将其代入(1)式,可得两企业的均衡利润为:

$$\pi_i^* = (a - c - t)^2/9$$

接着分析两个企业创新的情况。此时,它们将进行两阶段博弈,首先,两个企业同时决定 R&D 投入水平;其次,两个企业进行产量竞争。两企业的决策目标为:

$$\max_{x_i, q_i} \pi_i = [p - c + \delta(x_i + \alpha\beta x_j) - t]q_i - \frac{(1 - \theta)\gamma x_i^2}{2} \quad (2)$$

根据逆向归纳法求解,可得两企业的均衡产量和 R&D 投入水平分别为:

$$\begin{cases} q_i^{**} = \frac{3\gamma(1 - \theta)(a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 + \alpha\beta)(2 - \alpha\beta)} \\ x_i^{**} = \frac{2\delta(2 - \alpha\beta)(a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 + \alpha\beta)(2 - \alpha\beta)} \end{cases}$$

二阶条件为  $\gamma > \frac{2\delta^2(1 + \alpha\beta)(2 - \alpha\beta)}{9(1 - \theta)}$ 。将  $q_i^{**}, x_i^{**}$  代入(2)式,可得两企业均衡利润为:

$$\pi_i^{**} = \frac{\gamma(1 - \theta)[9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(2 - \alpha\beta)^2](a - c - t)^2}{[9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 + \alpha\beta)(2 - \alpha\beta)]^2}$$

第三种情况是只有一个企业创新。假设企业  $i$  创新,企业  $j$  不创新。两个企业展开两阶段博弈:首先企业  $i$  决定 R&D 投入水平;其次,两个企业进行产量竞争。此时,两个企业的决策目标分别为:

$$\max_{x_i, q_i} \pi_i = (p - c + \delta x_i - t)q_i - \frac{(1 - \theta)\gamma x_i^2}{2} \quad (3)$$

$$\max_{q_j} \pi_j = (p - c + \delta\alpha\beta x_i - t)q_j \quad (4)$$

验证二阶条件,需满足  $\gamma > \frac{2\delta^2(2 - \alpha\beta)^2}{9(1 - \theta)}$ 。根据逆向归纳法求解可得:

$$q_i^{***} = \frac{3\gamma(1 - \theta)(a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(2 - \alpha\beta)^2}$$

$$q_j^{***} = \frac{[3\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 - \alpha\beta)(2 - \alpha\beta)](a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(2 - \alpha\beta)^2}$$

$$x_i^{***} = \frac{2\delta(2 - \alpha\beta)(a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(2 - \alpha\beta)^2}$$

$$\pi_i^{***} = \frac{\gamma(1-\theta)(a-c-t)^2}{9\gamma(1-\theta) - 2\delta^2(2-\alpha\beta)^2}$$

$$\pi_j^{***} = \frac{[3\gamma(1-\theta) - 2\delta^2(1-\alpha\beta)(2-\alpha\beta)]^2(a-c-t)^2}{[9\gamma(1-\theta) - 2\delta^2(2-\alpha\beta)^2]^2}$$

根据以上三种情况的计算结果,可得两企业的博弈矩阵如表 1。

由表 1 可知,当企业 1 选择创新时,企业 2 选择创新与不创新的利润差额为  $\Delta \pi_2 = \pi_i^{**} - \pi_j^{***}$ ,其正负取决于  $\gamma, \theta, \delta, \alpha, \beta$  等变量的大小,与  $t$  无关。当企业 1 选择不创新时,企业 2 选择创新与不创新的利润差额为  $\Delta \pi_2' = \pi_i^{***} - \pi_i^* > 0$ ,同样与  $t$  无关。这是因为  $t$  作为外生变量,对企业创新前后利润的影响是同质的,企业利润如何变化主要看创新能否带来收益的增加,它意味着无论政府是否征收排污税,当企业 1 创新时,企业 2 将根据  $\gamma, \theta, \delta, \alpha, \beta$  的大小来决定是否创新;当企业 1 不创新时,企业 2 一定会实施创新。反过来,对企业 1 也是如此。

表 1 企业博弈矩阵

		企业 2	
		创新	不创新
企业 1	创新	$\pi_i^{**}, \pi_i^{**}$	$\pi_i^{***}, \pi_j^{***}$
	不创新	$\pi_j^{***}, \pi_i^{***}$	$\pi_i^*, \pi_i^*$

因此,从创新动机层面看,诱发企业创新的主要因素是市场竞争和企业自身的需要(如实现利润最大化)。环境规制政策的实施虽然对企业利润具有一定影响,但并不必然引发技术创新。这是因为企业在进行创新决策时,还需要考虑其他因素的影响,例如当研发效率和技术转化率过低,或者技术溢出水平过高时,企业无法通过创新获得理想的收益,就会放弃创新或者选择“搭便车”。此外,即使政府不征收排污税(即  $t = 0$ ),在市场竞争压力下,两个企业也可能为了自身生存与发展的需要而产生创新动机。从创新行为层面看,由博弈模型必须满足的二阶条件可知,企业研发效率、知识吸收水平、技术成果转化率、技术溢出水平、政府创新补贴比例等因素都对其创新行为具有不同性质的影响。具体来说,由  $\partial x_i^{**} / \partial \gamma < 0, \partial x_i^{***} / \partial \gamma < 0, \partial x_i^{**} / \partial \delta > 0, \partial x_i^{***} / \partial \delta > 0, \partial x_i^{**} / \partial \alpha \beta < 0, \partial x_i^{***} / \partial \alpha \beta < 0$  可知,研发效率、技术成果转化率越高,技术溢出越少,则企业 R&D 投入水平越高;从外部政策对企业创新行为的影响看,  $\partial x_i^{**} / \partial t < 0, \partial x_i^{***} / \partial t < 0, \partial x_i^{**} / \partial \theta > 0, \partial x_i^{***} / \partial \theta > 0$ ,说明排污税的实施在一定程度上抑制了企业的 R&D 投入水平,而政府补贴则有利于提高企业创新积极性,由此可见多种政策工具协同实施的必要性。从创新的经济绩效看,  $\partial \pi_i^{**} / \partial \gamma < 0, \partial \pi_i^{***} / \partial \gamma < 0, \partial \pi_i^{**} / \partial \delta > 0, \partial \pi_i^{***} / \partial \delta > 0, \partial \pi_i^{**} / \partial \alpha \beta < 0, \partial \pi_i^{***} / \partial \alpha \beta < 0, \partial \pi_i^{**} / \partial t < 0, \partial \pi_i^{***} / \partial t < 0, \partial \pi_i^{**} / \partial \theta > 0, \partial \pi_i^{***} / \partial \theta > 0$ ,说明对于实施创新行为的企业而言,其研发效率、技术成果转化率越高,技术溢出越少,排污税率越低,政府补贴越高,则企业创新的经济绩效越显著。

对比企业创新与不创新的经济绩效,在两个企业都创新的情况下,当  $\alpha > 1/(2\beta)$  时,  $\pi_i^{**} > \pi_i^*$ ; 在只有一个企业创新的情况下,  $\pi_i^{***} > \pi_i^*$  始终成立。因此,结合二阶条件可得出如下结论:在环境规制下,无论竞争对手是否创新,只要企业具备较高的研发效率、知识吸收水平和技术成果转化率,在政府补贴政策激励下,均可在不同程度上实现“创新补偿”效应。然而,当这些条件不能全部满足时,双寡头企业在内外因素的交互作用下,就可能会产生不同的创新动机并策略性地选择不同的创新行为,由此形成不同的创新绩效,进而获得不同程度的“创新补偿”。值得注意的是,在环境规制下,即便是同质企业也可能表现出不同的创新动机和行为,并产生不同的创新绩效和补偿效应。如果博弈主体是异质性的两类企业,它们在创新动机、行为和绩效上的差别将更加显著,实现的环境成本补偿也会更加迥异。

本文进一步考察政策的制定。以双寡头企业都创新的情形为例,政府制定政策的目标是为了实现社会福利最大化,即:

$$\max_{q_i, q_j, x_i, x_j} S W = \frac{(q_i + q_j)^2}{2} + \pi_i + \pi_j - \frac{\theta\gamma(x_i^2 + x_j^2)}{2} + t(q_i + q_j) - \xi(q_i + q_j) \quad (5)$$

式(5)中,  $SW$  表示社会福利,  $(q_i + q_j)^2/2$  为消费者剩余,  $t(q_i + q_j)$  为政府征收的排污税,  $\xi(q_i + q_j)$  为环境污染带来的福利损失。按照社会福利最优原则, 不难求出政府应实施的排污税率和创新补贴比例分别为:

$$t = \frac{\xi[3\gamma - \delta^2(1 + \alpha\beta)^2] - (a - c)\gamma}{2\gamma - \delta^2(1 + \alpha\beta)^2} \quad (6)$$

$$\theta = \frac{5\alpha\beta - 1}{3(1 + \alpha\beta)} \quad (7)$$

从式(6)可以看出, 政府征收排污税的条件是  $\xi > \frac{(a - c)\gamma}{3\gamma - \delta^2(1 + \alpha\beta)^2}$ , 即企业排污产生的环境危害达到一定程度时, 政府征收排污税不仅有利于保护环境, 也有利于提高社会福利。换言之, 如果企业排污对环境的危害较小, 政府就不宜征收排污税, 而应采用其他市场化手段引导企业控制排污量。同样地, 由式(7)不难发现, 政府补贴比例的大小与企业间技术“共享”程度( $\alpha\beta$ )相关。技术“共享”程度越高, 意味着企业创新对推动行业技术进步的贡献越大, 越有利于提高社会福利。显然, 这种“共享”对企业来说是一种损失, 因此, 政府有必要根据实际情况(当  $\alpha\beta > 1/5$  时), 为企业提供一定比例创新补贴作为补偿, 使企业始终保持较高的创新积极性。

以上分析的是双寡头企业独立创新的情况, 事实上它们还可通过 R&D 合作方式进行创新。在这种情况下, 两企业将展开两阶段博弈: 首先, 两企业以合作利润最大化为目标决定 R&D 投入水平; 其次, 两企业在各自利润最大化目标下进行产量竞争。此时, 两企业的决策目标变为:

$$\max_{x_i, x_j} \Pi = \pi_i + \pi_j \quad (8)$$

$$\max_{q_i} \pi_i = [p - c + \delta(x_i + \alpha\beta x_j) - t]q_i - \frac{(1 - \theta)\gamma x_i^2}{2} \quad (9)$$

根据逆向归纳法求解可得:

$$\hat{q}_i = \frac{3\gamma(1 - \theta)(a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 + \alpha\beta)^2} \quad \hat{x}_i = \frac{2\delta(1 + \alpha\beta)(a - c - t)}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 + \alpha\beta)^2}$$

$$\hat{\pi}_i = \frac{\gamma(1 - \theta)(a - c - t)^2}{9\gamma(1 - \theta) - 2\delta^2(1 + \alpha\beta)^2} \quad \text{二阶条件为: } \gamma > \frac{2\delta^2(1 + \alpha\beta)^2}{9(1 - \theta)}$$

与独立创新不同的是, 当企业开展 R&D 合作时,  $\partial \hat{x}_i / \partial \alpha\beta > 0$ ,  $\partial \hat{\pi}_i / \partial \alpha\beta > 0$ , 说明企业间的知识分享与学习不仅对 R&D 投入具有正向激励作用, 而且有利于提升双方利润。同时不难发现,  $\pi_i > \max\{\pi_i^*, \pi_i^{**}\}$ , 说明企业间通过 R&D 合作, 一方面能弱化知识与能力的约束作用, 增强了企业创新积极性; 另一方面可将技术溢出收益内部化, 进一步提升了企业创新的经济绩效, 因而“创新补偿”效应更为显著。

## 五、总结与建议

本文在“波特假说”及相关研究基础上, 通过分析环境规制下企业“创新补偿”效应的生成过程, 发现“创新补偿”效应主要受企业创新动机、行为和绩效三个层面因素的影响, 其中既有企业内部因素, 也有外部环境因素, 它们相互交织, 共同决定了“创新补偿”效应生成的可能性。综合企业内外因素的博弈分析进一步表明, 引发企业创新动机的主要因素并非环境规制, 而是市场竞争与企业自身需要, 但环境规制强度会影响企业 R&D 投入水平和创新绩效。在竞争环境中, 只要具备较高的研发能力、知识吸收水平和技术成果转化率, 在政府补贴政策激励下, 企业通过技术创新获得的经济绩效可在一定程度上补偿环境成本。尤其当企业间开展合作创新时, “创新补偿”效应更为显著。

从现实情况看, 我国早在 2002 年就制定了《排污费征收使用管理条例》, 并于 2018 年 1 月 1 日

起,改为征收环境保护税,通过扩大应税范围,采取多排多收、少排少收的机制促使企业改进技术,提高效率,减少排放。同时,为激励企业创新,各级政府部门实施了多种形式的补贴政策推动企业进行技术升级。在政府宏观调控下,一批优秀企业始终坚持创新发展战略,以技术创新破解发展难题。以中国石油为例,面对当前国际油价低位震荡、市场竞争日益激烈、生产经营成本压力不断增加的严峻形势,通过加大技术研发力度,走出了一条创新驱动的低成本发展之路。如该企业在龙王庙气田开发项目上,通过地震、测井、钻井、改造、开采、地面等工程配套技术创新,仅用3年时间就建成了年产110亿立方米天然气生产能力;在油藏流动性差的盆地项目上,成功研发出直井多层、水平井分段体积压裂等关键技术,将单井产量提高了3倍至5倍,成本降幅达30%;在大庆油田的持续开发过程中,通过研发三元复合驱油技术,将油田采收率提高了18个百分点,创造了大油田开发的奇迹。随着我国经济发展进入新常态,传统油气产业面临着绿色、低碳转型的新挑战。中国石油通过自主或合作创新方式,研发了清洁油品升级等系列技术、二氧化碳埋存与驱油、污泥资源化利用等系列节能环保技术,促进了我国能源产业实现低碳清洁发展。据媒体报道,在“十二五”期间,中国石油新技术创效超过1000亿元。由此可见,在合理的政策引导下,具有较强创新能力的企业完全有可能实现环境绩效与经济绩效的双赢。据此,本文提出如下建议。

对于政府管理部门来说,需要认真贯彻落实十九大精神,树立和践行“绿水青山就是金山银山”的理念,通过实施最严格的生态环境保护制度,对企业污染行为进行刚性约束,同时也有必要运用创新补贴等经济手段进行柔性调节,通过政策协同形成对企业创新动机的多重激励。由于不同国家(地区)、不同行业差别较大,不能简单照搬其他国家(地区)或行业的做法,而应根据本地实际情况灵活选择政策工具刺激企业创新。此外,政府还应加强市场环境治理,加强知识产权保护,使企业在公平有序的市场竞争中,通过技术创新能够获得应有的经济绩效。

对于企业来说,要正确认识我国社会主要矛盾已经转化为人民日益增长的美好生活需要和不平衡不充分的发展之间的矛盾,经济也由高速增长阶段转向高质量发展阶段。人民的美好生活需要不仅对物质产品提出更高要求,而且对环境的要求也与日俱增。企业过去以牺牲环境为代价的生产经营方式难以持续,只有积极贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,主动推进质量变革、效率变革、动力变革,在积极履行环境责任的同时,始终保持旺盛的创新热情,将优势资源合理配置到创新环节中,通过技术创新实现环境绩效与经济绩效双赢,才能真正适应市场和社会发展的需要。尤为重要,企业要加强组织学习,强化知识获取与吸收,不断提高自身创新能力,这是企业实现“创新补偿”效应的关键,也是获取长期竞争优势的根本保证。此外,企业在创新过程中,应合理选择创新方式,提高创新效率,抢抓市场先机,不断拓展市场空间,努力提升创新绩效。

当然,本文研究也存在一些不足,如在完全信息条件下构建博弈模型,将企业视为完全理性的个体等,而现实中企业可能存在瞒报排污量、骗取政府补贴等机会主义行为,在进行技术创新时也可能存在非理性决策,这些问题都需在今后的研究中进一步深化和完善。

#### 参考文献:

- [1]张红凤,周峰,杨慧,等.环境保护与经济发展双赢的规制绩效实证分析[J].经济研究,2009(3):14-26.
- [2]张成,陆昉,郭路,等.环境规制强度和生产技术进步[J].经济研究,2011(2):113-124.
- [3]Porter M E. America's green strategy[J]. Scientific American,1991,26(4):168.
- [4]Porter M E, Van Der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of Economic Perspectives,1995,9(4):97-118.
- [5]Ramanathan R, Black A, Nath P, et al. Impact of environmental regulations on innovation and performance in the UK industrial sector[J]. Management Decision,2010,48(10):1493-1513.
- [6]Wagner M. Empirical influence of environmental management on innovation: evidence from Europe [J]. Ecological Economics,2008,66



- (2): 392-402.
- [7] Yang C H, Tseng Y H, Chen C P. Environmental regulations, induced R&D, and productivity: evidence from Taiwan's manufacturing industries[J]. Resource and Energy Economics, 2012, 34(4): 514-532.
- [8] Alpay E, Buccola S, Kerkdie J. Productivity growth and environmental regulation in Mexican and US Food manufacturing[J]. American Journal of Agricultural Economics, 2002, 84(4): 887-901.
- [9] Eva Horváthová. The impact of environmental performance on firm performance: short-term costs and long-term benefits? [J]. Ecological Economics, 2012, 84(12): 91-97.
- [10] 白雪洁, 宋莹. 环境规制、技术创新与中国火电行业的效率提升[J]. 中国工业经济, 2009(8): 68-77.
- [11] 黄平, 胡日东. 环境规制与企业技术创新相互促进的机理与实证研究[J]. 财经理论与实践, 2010(1): 99-103.
- [12] 沈能, 刘凤朝. 高强度的环境规制真能促进技术创新吗? ——基于“波特假说”的再检验[J]. 中国软科学, 2012(4): 49-59.
- [13] 王杰, 刘斌. 环境规制与企业全要素生产率——基于中国工业企业数据的经验分析[J]. 中国工业经济, 2014(3): 44-56.
- [14] 张平, 张鹏鹏, 蔡国庆. 不同类型环境规制对企业创新影响比较研究[J]. 中国人口、资源与环境, 2016(4): 8-13.
- [15] 余伟, 陈强, 陈华. 环境规制、技术创新与经营绩效——基于37个工业行业的实证分析[J]. 科研管理, 2017(2): 18-25.
- [16] 郑焯, 杨若愚, 姬晴晴. 企业创新绩效国内外研究文献的十五年评述与展望[J]. 中国科技论坛, 2017(3): 73-80.
- [17] 于海云, 赵增耀, 李晓钟, 等. 创新动机对民营企业创新绩效的作用及机制研究: 自我决定理论的调节中介模型[J]. 预测, 2015(2): 7-13.
- [18] 法尔克·莱茵贝格. 动机心理学[M]. 王晓蕾, 译. 上海: 上海社会科学院出版社, 2012.
- [19] Campbell J P, McCloy R A, Oppler S H, et al. A theory of performance[A]. In Schmitt N, Borman W C, eds. Personnel selection in organizations[C]. Jossey-Bass, San Francisco, 1993: 35-70.
- [20] Pavitt K. The process of innovation[M]. Oxford University Press, 2004.
- [21] 魏江, 许庆瑞. 企业创新能力的概念、结构、度量与评价[J]. 科学管理研究, 1995(5): 50-55.
- [22] D'Aspremont C, Jacquemin A. Cooperative and noncooperative R&D in duopoly with spillovers[J]. American Economic Review, 1988, 78(5): 1133-1137.

[责任编辑: 高婷, 刘茜]

## Can Environmental Regulation Lead to “Innovative Offsets” Effect? Game Analysis Based on “Potter Hypothesis”

LI Weihong<sup>1</sup>, BAI Yang<sup>2</sup>

(1. School of Economics, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, China;

2. College of Civil Aviation, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

**Abstract:** On the basis of “Potter hypothesis” and related research, the generation process of “innovative offsets” effect under environment regulation is studied. It is found that the “innovative offsets” effect is mainly influenced by such three factors as firms’ innovation motivation, behavior and performance. These internal conditions and external environmental factors combine together and determine the generation possibility of the “innovative offsets” effect. Furthermore, the duopoly game model considering the above factors shows that the firms’ innovation motivation is stimulated not by the environmental regulation, but by the market competition and their own needs. However, the firms’ R&D investment and innovation performance are related to the intensity of environmental regulation. In the competitive environment, as long as the firm has higher R&D efficiency, knowledge absorption level and conversion rate of technology innovation, the environmental cost will be offset in a certain extent by the economic performance which is achieved by the technology innovation under the government subsidies policy. Especially, when R&D cooperation is carried out among firms, the effect of “innovative offsets” is more significant.

**Key Words:** Porter hypothesis; environmental regulation; innovation motive; innovation behavior; innovation performance; “innovative offsets” effect; game theory