

既要绿水青山,也要金山银山: 企业环保负担的弱化机制与实证检验

杨羽頔, 蔡 勇, 杨 硕

(东北大学 工商管理学院, 沈阳 110169)

摘要:环境规制既能促使工业企业增加环保投入,也会加重其财务负担。制定合理的产业政策,弱化环保投入造成的财务负担,是科学处理环境保护与企业发展关系的关键。本文从源头端政府创新激励与末端产业化环保治理两个维度,讨论企业环保负担的弱化机制及国有企业的异质性,并手动收集A股制造业上市企业样本数据进行实证检验。结果表明,源头端技术创新激励及利用专业企业进行末端产业化环保治理两种机制能够缓解环保投入给企业财务造成的压力,但机制的有效性存在一定条件约束。国有企业的政策工具属性,会弱化源头端创新机制的激励效果。政府为发挥国企的环保示范作用,可能造成国企的末端环保投入过大,降低末端产业化治理的效率。随着更严厉的环保法规出台,地方政府可能给予企业过度的环保激励,进而降低产业化治理的收益。

关键词: 环保投入;财务绩效;创新资助;环保产业;国有企业

中图分类号: F424.3 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002—980X(2021)11—0122—11

一、引言

2017年,中国环境污染治理投资总额占当年GDP比重已达到1.15%,为2000年的9.4倍。根据国际经验,当环境治理投资占GDP比重达到2%~3%时,环境质量才会有所改善(邓玲和刘安凤,2019)。可见,中国经济的转型发展仍需不断提升环保治理活动的投入强度。然而,以往实践表明,经济增长和环境保护存在对立统一的关系(张红凤等,2009),环保治理有利于经济结构转型和持续发展,但环保治理强度过大又可能影响经济正常运行。无论“以牺牲环境质量为代价发展经济”,还是“以停止经济增长来换取优良环境”的主张,均不契合当前中国经济发展的客观实际(刘伟明,2014)。因此,科学处理环境保护与经济发展的关系,对于推进供给侧结构性改革,保障国民经济平稳发展,具有重要现实意义。

工业企业是经济发展的基础,也是主要的污染源头。强力的环境规制可以有效降低环境污染,提升技术水平(钱爱民和郁智,2017),但随着环境规制力度加大,高额的环保成本不仅带来较重的财务负担,甚至可能挤出企业在生产、研发等方面的资源投入,阻碍其正常发展。一些地方部门迫于财政和就业压力,存在对污染企业监管和处罚力度不足的现象。还有些部门对企业环保活动存在过度激励,导致部分环保项目蛮干快上,烂尾停滞,同时造成企业“自扫门前雪”的现象,拉低环保运行效率。这些现实问题要求我们,制定科学有效的环保激励政策,减轻企业环保投入造成的财务负担,实现“绿水青山”和“金山银山”的协调发展。

对于环保活动与财务绩效的关系,现有理论存在一定分歧。以“波特假说”为代表的“修正学派”对“传统学派”将企业环保投入单纯视为财务成本的主张提出质疑,认为恰当的环境规制可以对企业产生利润补偿(Porter, 1991)。但鉴于不同经济体在制度、法规、技术等方面存在较大差异,规制效果实现的条件仍需要具体分析。以中国为例,由“赶超战略”导致的政府高强度创新支持,由政府牵头或主导的环保产业发展建设,由“晋升激励”导致的政府环保偏好,以及国有企业的特殊地位等因素都可能对环保活动的经济效益产生影响。鉴于此,本文借鉴现有理论中的科学思想,一方面重视企业环保投入的短期财务压力;另一方面以中国

收稿日期:2021—06—23

基金项目:国家自然科学基金“渠道异质背景下实体零售商再选址的形成机理、应对策略及规制研究”(71873027);教育部人文社会科学研究项目“互联网背景下实体零售商再选址应对策略及政策研究”(18YJA790063)

作者简介:杨羽頔,东北大学工商管理学院博士研究生,研究方向:产业政策与转型升级;(通讯作者)蔡勇,东北大学工商管理学院教授,博士研究生导师,研究方向:产业组织理论、产业政策;杨硕,东北大学工商管理学院博士研究生,研究方向:企业发展、产业政策。

为背景,将企业环保效益与创新活动、政府偏好及国有企业特征联系起来,从源头端政府创新激励与末端产业化环保治理两个角度,探讨企业环保负担的弱化机制及约束条件,以期对相关政策的制定提供科学依据。

本文可能的边际贡献在于:首先,鉴于现有研究在环保活动的财务效果方面存在分歧,本文将主流理论观点与中国客观实际相结合,综合考虑企业环保投入的短期负面影响,企业源头端创新活动,政府的创新和环保激励,产业化环保活动,以及国有企业行为等要素的影响,从源头端政府创新激励与末端产业化环保治理两个维度,分析微观企业环保负担的弱化机制,明确中国情境下实现“波特假说”的部分约束条件,在视角上对现有文献形成一定拓展。其次,现有实证研究已经关注了企业环保活动与财务绩效的关系,但由于可用数据的局限性,对影响两者关系的政府财政干预、产业化环保活动等外部因素的讨论仍存在不足。因此,本文手动收集A股制造业上市企业年报中政府创新资助和环保投入的数据,以及地方环保产业发展的相关数据,对理论模型结论进行实证检验,并讨论出台更严厉的环保法律法规可能产生的影响,对现有实证研究形成补充,并为相关政策制定提供依据。

二、文献回顾

(一)企业环保投入与财务绩效

基于新古典理论,传统学派认为企业增加环保投入与追求利润最大化的目标相违背,环保成本增加将侵占企业的生产资源,降低企业利润(Wally和Whitehead,1994)。即使企业环保活动能产生的正的经济效益,却始终无法弥补其高昂的成本。该观点已得到部分实证研究结论的支持(Filbeck和Gorman,2004;Orsato,2006)。而修正学派主张环保活动会对财务绩效产生积极影响,适当的环保投资具有“创新补偿”效应,不仅能促进技术升级,还能降低企业遵守环境管制的成本,提高资源利用效率(Porter,1991)。企业通过环保活动树立良好的企业形象还能带来更多投资 and 市场份额,有利于绩效水平的提升(Jacobs et al,2010;Lannelongue et al,2015)。此外,还有学者认为环保投资与财务绩效不相关或非线性相关(Wagner和Schaltegger,2004;Sueyoshi和Goto,2009)。以上几种观点均能得到以中国为背景的研究支持(秦颖等,2004;王建明,2008;张三峰和卜茂亮,2011;陈琪,2014;周志方等,2017)。

有学者将现有结论的分歧归因于研究出发点的差异。单考虑短期影响,环保投入对财务绩效不利;但长远来看,环保投入的影响可能是积极的(Horvathova,2012;陶岚,2013)。传统学派视环保投入为短期财务成本,忽视其长期可能产生的补偿性收益。修正学派虽然意识到环保活动的创新和声誉补偿效应,但补偿效应能否实现还需考虑时间成本、技术水平、环境政策、社会环保意识等多方面因素。一旦补偿效应无法快速实现,环保活动短期内将带来巨大的财务压力,增加企业的财务风险。环保活动对资源的占用也将严重影响企业其他运营活动的开展,助长企业的寻租倾向,造成市场扭曲(王彦皓,2017)。因此,本文拟将主流观点与中国实践相结合,综合考虑企业环保投入的短期负面效益,企业源头端创新活动,政府的创新和环保激励,产业化环保活动,以及国有企业的特殊性,探索弱化企业环保负担的机制和约束条件,为增强现有理论在中国情景下的解释力提供支持。

(二)政府干预与企业环保投入

从20世纪90年代开始,已有大量学者关注环境污染与经济增长之间的“倒U型”关系,认为环境污染在经济增长初期会逐渐增加,而过渡到后期环境污染会逐渐下降(Grossman和Krueger,1995;Brock和Taylor,2010)。但他们也强调,经济增长并不会自动改善环境,倒U型关系主要由经济增长带来的产业转型、技术进步或环境规制等因素促成,政府其中的作用不容忽视。由于环保活动的正外部性,企业的环保投入很难达到社会最优水平,现有研究已主张使用命令控制、排放税、补贴、污染排放许可证等工具解决环保市场的失灵问题(Milliman和Prince,1989;Jung et al,1996)。

在中国,政府引导企业主动承担环境责任、参与环保活动,是现阶段环保治理的重要手段。除了环保立法、行政压力等强制性手段,以及污染、用能交易制度等市场化手段外(焦捷等,2018;沈璐和陈素梅,2020;杨焱和谢建国,2020),政府通常会利用财政工具使节能减排的正外部性内部化,提升企业参与环保活动的积极性(卢洪友等,2019)。现有研究也大多关注于政府行为对企业环保和绿色创新活动的影响,或是企业环保活动对财务绩效的影响(李海涵,2015;李萍,2018;朱小会和陆远权,2018;林青宁和毛世平,2020)。但由于可

用数据的局限性,将政府资助、企业环保和财务绩效纳入同一框架的研究较少。仅有李冬琴(2018)基于江浙沪制造业企业的问卷数据,认为政府环境补贴未通过提升企业环境技术创新来影响绩效。胡曲应(2012)认为,政府的环保补贴往往针对企业末端环保投入进行补偿,虽然在一定程度上能提高其环保投入的动机,但末端环保投入产生的创新补偿效果并不明显。因此,本文在理论机制分析中,将源头端创新活动和末端环保治理活动加以区分,并手动搜集全国范围内上市企业的年报数据,考察政府在源头端的技术创新补贴是否能够通过降低企业的末端环保成本来缓解财务压力,并使用准自然实验法考察末端环保补贴过度的影响,以期对相关文献形成补充。

(三)产业化环保治理

在环境治理思路中,现有观点普遍认为“源头控制”模式要优于“末端治理”模式(刘伟明,2014)。如前文所述,通过源头技术改进来减少治理成本、提升企业绩效,可能存在一定条件约束。现有技术条件也导致源头控制模式很难使工业生产在短时间内达到零污染。因此,一段时期内,末端治理仍会是与源头控制同步实施的环保方式。当末端治理活动不可避免时,如何提升治理效率显得尤为关键。长期以来,中国的环保责任落实强调“谁污染,谁治理”的原则,大部分排污企业自行负责环保设施的建设和运行,相当于把治理责任等同于直接治理行为。这样的“点源治理”行为需要投入大量人力、资金、土地等资源,建设成本高,运行不经济(高广阔,2002)。而规模化、产业化的环保治理模式被认为更能提升企业的环保治理效率,也使环保产业成为各国重点培育和扶持的战略性新兴产业。虽然当前中国环保产业正在步入“黄金发展期”(王永超等,2017),但环保产品和服务具有公共物品性质,一些项目建设周期长,投资规模大,存在一定风险。因此,中国的环保产业发展适合采用“政府与市场合作”模式(李树,2013)。然而,政府高强度的鼓励政策在激发地方环保产业投资热情的同时,也引发社会对“大水漫灌”“财政驱动”等行业问题的担忧。随着环保活动产业化水平的提升,利用专业环保企业进行末端治理活动是否能提高企业的环保效率,缓解财务压力,值得关注。

三、理论模型分析

基于当前现实背景,本文拟构建源头端政府创新激励和产业化末端环保治理两个微观动态模型,综合考虑企业末端环保活动,源头端创新活动,政府创新和环保激励,产业化环保治理等因素,分析企业环保负担的弱化机制,并讨论国有企业的异质性。

(一)源头端政府创新激励模型

假定在垄断市场结构下,厂商提供一种垂直差异化的产品。市场的反需求函数为 $p = z(1 - q)$,其中市场规模为1, p 为产品价格, q 为厂商产量, z 代表单位产品的技术创新水平。厂商既在源头端进行技术创新,又在末端进行环保治理。为简化分析,不考虑生产过程中的边际生产成本。假设厂商在源头端技术创新的单位产量创新费用为 $K(z) = z^2$ 。政府对单位产量技术创新投入的补贴率为 s 。在不考虑对创新征税的情况下 $s \geq 0$ 。厂商末端环保治理投入函数为 $E = a - bzq$,其中 a 为厂商的保留环保投入,为简化分析,假设环保活动中边际产量的环保成本为0, zq 为总技术创新水平, b 为技术创新对末端治理投入的影响系数。根据波特假说,技术创新能降低环保成本,即 $0 < b < 1$ 。同时,环保投入能够补偿企业收益,但效果只能在长期得以体现。短期内,政府会通过为厂商提供环保补贴 tE 达到类似声誉补偿的效果, t 为环保补贴系数,一般情况下 $0 < t < 1$ 。

博弈过程的第一阶段,政府为厂商提供创新补贴 s 和环保补贴 t 。厂商确定技术创新水平 z 及环保投入 E 。第二阶段,厂商选择产量使利润最大化。通过逆向归纳法求均衡解。

第二阶段,厂商利润函数为

$$\pi = TR - TC = z(1 - q)q + sz^2q + t(a - bzq) - z^2q - (a - bzq) \quad (1)$$

其中: TR 为总收益; TC 为总成本。通过利润最大化条件,得到均衡产量 q^* 及均衡利润 π^* 。

第一阶段,厂商通过利润最大化条件选择最优的技术创新水平并得到两个解。为保证 $\partial^2 \pi^* / \partial z^2 < 0$,取最优技术创新水平为

$$z^* = \frac{1 + b - bt}{3(1 - s)} \quad (2)$$

由式(2)可得 $\partial z^* / \partial s = (1 + b - bt) / 3(1 - s)^2 > 0$,表明厂商技术创新水平随着创新补贴的增加而增加,

政府创新补贴可以实现企业技术升级。

将 z^* 和 q^* 带入环保投入函数得到 E^* ，可知：

$$\frac{\partial E^*}{\partial s} = -\frac{b(1+b-bt)^2}{9(1-s)^2} < 0 \quad (3)$$

式(3)表明厂商环保投入随着创新补贴的增加而减少。

将 z^* 带入 π^* 可得 $\partial \pi^* / \partial s = (1+b-bt)^3 / 27(1-s)^2 > 0$ ，表明厂商利润随着创新补贴的增加而增加。由此得到命题1：

命题1 政府提高创新补贴可以在源头端提升企业技术创新水平，进而降低其末端环保治理投入，提升其利润。

国有企业作为政治职能和经济职能的综合承担者，在国民经济中占重要地位(Chen et al, 2011)。理论上，公有制企业可以被用来解决环保活动正外部性导致的市场失灵问题(Poyago-Theotoky, 1998)。綦勇等(2020)认为，政府可能将其偏好传递给国企负责人，通过国企完成社会目标。为此，政府会向国企提供名目繁多的补贴，除财报补贴列表中披露的项目外，还包括税收减免、土地使用、信用担保、应急救灾、配套设施等隐性补贴。这些隐性补贴不在列表中披露，却可降低企业成本，进而影响利润水平(赵植旭, 2020)。政府官员晋升激励的存在会使国企负责人在决策时尽可能考虑到政府的环保偏好，加大环保投入力度，以体现其在落实社会目标上的积极性，为自己的绩效考评创造有利条件。这将导致国企目标函数与非国企存在一定差异。因此，本文在国企目标函数中引入由落实政府环保偏好带来的隐性收益 λE_s ，下标 s 代表国企。该收益与环保投入 E_s 有关， λ 为环保偏好系数， $0 < \lambda < 1$ 。国有厂商目标函数如下：

$$\pi_s = z(1-q)q + sz^2q + t(a-bzq) - z^2q - (1-\lambda)(a-bzq) \quad (4)$$

重复博弈过程得到：

$$\frac{\partial E_s^*}{\partial s} = -\frac{b(1+b-bt-b\lambda)^2}{9(1-s)^2} < 0 \quad (5)$$

国企的环保投入偏好可能导致其末端环保投入对源头创新的敏感度 b_s 较低。即使源头创新造成了末端环保治理需求降低，但国企仍不会减少其环保投入。当 b_s 趋近于0时，式(5)中 $\partial E_s^* / \partial s$ 趋近于0，说明创新补贴对国企末端环保投入的影响较小，甚至无影响。由此得到命题2：

命题2 政府提高创新补贴不会使国企降低末端环保投入，也无法通过此渠道影响国企利润。

(二)产业化末端环保治理模型

在其他条件一致的情况下，假设厂商可以选择借助外部专业的环保企业进行部分环保活动。在厂商的保留环保投入 a 中，有 r 比例在外部环保机构进行，投入费用为 θra ，其中 θ 为产业化环保治理的成本缩减系数 ($0 < \theta \leq 1$)， θ 越小，成本缩减水平越高，即专业环保企业的技术和规模优势带来更高的治理效率。剩余 $1-r$ 份额的环保投入仍在厂商内部进行，总环保投入函数为 $E^i = (1-r)a + \theta ra - bzq$ ，上标 i 代表产业化末端环保治理模型。

博弈过程的第一阶段，厂商自主选择技术创新水平 z ，确定产业化环保治理份额 r 及环保投入量 E 。第二阶段，厂商在利润最大化下选择产量。

第二阶段，厂商利润函数为

$$\pi^i = TR^i - TC^i = z(1-q)q + sz^2q + t(a-ra+\theta ra-bzq) - z^2q - (a-ra+\theta ra-bzq) \quad (6)$$

同上，通过厂商利润最大化条件得到均衡产量 q^i 及厂商均衡利润 π^i 。

在第一阶段，厂商通过利润最大化条件选择最优的技术创新水平。为保证 $\partial^2 \pi^i / \partial z^2 < 0$ ，得到最优技术创新水平为 $z^{i*} = (1+b-bt)/3(1-s)$ 。

将 z^{i*} 带入 π^i ，对 θ 求导可得：

$$\frac{\partial \pi^i}{\partial \theta} = (t-1)ar \quad (7)$$

式(7)表明产业化环保活动带来的成本缩减对厂商利润的影响与政府环保投入补贴率有关。一般情况下，补贴率 $t < 1$ ，得到 $\partial \pi^i / \partial \theta < 0$ ，说明产业化环保治理成本的下降可以提升厂商利润。由此得到命题3：

命题3 利用外部专业环保机构进行产业化末端治理能够降低企业环保成本，提升企业利润。

同样将国企情境带入该模型。国有厂商目标函数为

$$\pi_s^i = z(1-q)q + sz^2q + t(a-ra+\theta ra-bzq) - z^2q - (1-\lambda)(a-ra+\theta ra-bzq) \quad (8)$$

重复博弈过程得到:

$$\frac{\partial \pi_s^{i*}}{\partial \theta} = (t+\lambda-1)ar \quad (9)$$

当国企对环保投入拥有较强偏好,即 λ 足够大时,可得 $t+\lambda>1$ 。根据式(9)进一步得到 $\partial \pi_s^{i*}/\partial \theta > 0$,说明为促进环保目标的实现,并发挥国企的环保示范效应,政府可能对国企提供大量的显性和隐性补贴。但这样容易造成国企环保活动的总收益高于实际投入成本,使国企利润随着产业化环保成本的缩减而降低。此外,一些对地方经济具有较大贡献且知名度较高的非国有企业也可能从不同渠道获得政府的大力支持。但非国企由于其追求利润最大化的本质属性,仍将环保投入视作短期成本,导致其保留环保投入少于国企,即 $a^i < a_s^i$ 。根据式(9)可以得到 $\partial \pi_s^{i*}/\partial \theta > \partial \pi^{i*}/\partial \theta$,即产业化环保治理会更加显著的降低国企利润。由此得到命题4:

命题4 在政府对企业末端环保投入补贴力度过大的情况下,利用外部产业化的环保机构进行末端环保治理会降低企业利润,尤其是国企的利润。

四、实证分析

(一)实证模型设定

首先,为验证政府提高创新补贴是否能降低企业环保治理投入,环保投入降低又是否能提升利润及国企情境下的差异,即命题1和命题2,构建以下实证模型:

$$EPI_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 INSUB_{i,t-1} + \beta_2 Ctrl_{i,t} + \beta_s + \beta_T + \beta_F + \varepsilon_{i,t} \quad (10)$$

$$ROA_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 EPI_{i,t} + \lambda_2 Ctrl_{i,t} + \lambda_s + \lambda_T + \lambda_F + \omega_{i,t} \quad (11)$$

模型(10)用于检验政府创新补贴对企业当期环保投入的影响。假设环保治理投入(EPI)与滞后一期的政府创新补贴($INSUB$)及一组企业层面的控制变量($Ctrl$)有关。使用总资产($Size$)控制企业规模,使用资产负债率($Leverage$)控制风险,使用运营现金流(CFO)控制企业财务情况,同时控制企业性质、年份和个体固定效应($\beta_s, \beta_T, \beta_F$)。模型(11)用于检验企业环保治理投入对利润的影响。假设利润(ROA)与当期环保投入及一组企业层面的控制变量有关。同时控制企业性质、年份和个体固定效应,模型中 $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \gamma_0, \lambda_1, \lambda_2$ 均为系数。

为验证产业化环保治理活动对企业利润的影响及国企情境下的差异,即命题3和命题4,构建以下实证模型:

$$ROA_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CUW_{i,t-1} + \beta_2 EPI_{i,t} + \beta_3 Ctrl_{i,t} + \beta_s + \beta_T + \beta_F + \varepsilon_{i,t} \quad (12)$$

模型(12)中,假设企业利润与前期产业化环保活动水平(CUW),当期企业环保治理投入(EPI),以及一组企业层面的控制变量有关。固定效应设定与前文一致。由于企业层面产业化环保活动数据无法获得,本文使用企业所在地区环保产业投入的活跃程度来代替,由地区废弃资源综合利用业的资本投入占GDP比重计算得到。

(二)样本和数据

考虑到2008—2010年末中国实行了大规模经济刺激计划,以及2016年开始全面推进的供给侧结构性改革,为避免宏观战略调整产生的干扰,选取2012—2016年中国A股制造业上市企业为样本。上市企业在中国各行业中具有代表性,其行为被公共舆论严格监督,相关环保投入、政府资助和财务数据的披露更加透明和规范,使本文可以从企业年报中获得全国性的企业级环保投入数据。排除未报告环保和研发数据的企业,“特别处理(ST)”企业及样本期间上市和退市的企业,以避免数据异常变动带来的干扰,得到含194家企业,970个观测值的面板数据。

企业环保投入数据从年报中手动摘取,政府创新资助数据从企业财务报表的政府资助列表中手动提取并整理,其他财务数据来自国泰安中国财经数据库。为解决数据量纲存在的显著差异,并减弱异方差性,对非强度变量取自然对数。使用Winsorize方法对变量在1百分位及99百分位进行缩尾。变量定义和描述性统计分别显示在表1和表2。

表1 变量定义

变量	含义	测算
<i>ROA</i>	资产收益率	利润与总资产之比
<i>EPI</i>	环保投入水平	ln(环保投入资金总额)
<i>INSUB</i>	政府创新补贴	创新项目补贴总额占总营业收入比重
<i>CUW</i>	产业化环保活动水平	地区废弃资源综合利用业资本投入占GDP比重
<i>Size</i>	资产规模	ln(总资产)
<i>Leverage</i>	债务水平	资产负债率
<i>CFO</i>	现金流水平	ln(现金流总额)
<i>PRDI</i>	私人研发强度	私人研发投入总额占总营业收入比重
<i>Export</i>	出口水平	境外营业收入占总营业收入比重
<i>Age</i>	上市年龄	观测年份减上市年份
<i>SOE</i>	企业性质	虚拟变量,国企为1,其他为0
<i>FAI</i>	地区固定资产投资水平	ln(地区固定资产投资总额)
<i>GFE</i>	地区政府财政支出水平	ln(地区政府财政支出额)
<i>Water</i>	地区液体污染水平	ln(废水排放量)
<i>NO</i>	地区气体污染水平	ln(氮氧化物排放量)
<i>RDE</i>	地区研发资金投入水平	ln(工业研发经费投入额)
<i>RDS</i>	地区研发人员投入水平	ln(工业研发人员投入全时当量)

表2 描述性统计

变量	观测量	均值	标准差	最小值	最大值
<i>ROA</i>	970	0.033	0.047	-0.088	0.204
<i>EPI</i>	834	14.623	1.773	5.888	18.826
<i>INSUB</i>	970	0.003	0.007	0.000	0.050
<i>CUW</i>	845	0.012	0.082	0.000	0.799
<i>Size</i>	970	8.433	1.166	6.164	11.40
<i>Leverage</i>	970	0.443	0.205	0.043	0.819
<i>CFO</i>	970	6.292	0.023	6.208	6.383
<i>PRDI</i>	970	0.032	0.028	-0.001	0.191
<i>Export</i>	970	0.183	0.208	0.000	0.878
<i>Age</i>	970	2.326	0.592	0.693	3.258
<i>SOE</i>	970	0.433	0.496	0.000	1.000
<i>FAI</i>	970	9.886	0.616	7.671	10.884
<i>GFE</i>	970	8.608	0.402	6.815	9.506
<i>Water</i>	970	12.646	0.643	10.496	13.752
<i>NO</i>	970	13.467	0.642	11.035	14.382
<i>RDE</i>	970	15.085	1.105	11.266	16.635
<i>RDS</i>	970	11.519	1.110	7.897	13.021

注：*EPI*和*CUW*存在少量缺失样本。

(三) 实证结果

使用固定效应法(FE)对模型(10)和模型(11)进行回归。根据表3中(1)和(2)列结果,政府创新补贴与企业环保治理投入显著负相关,环保治理投入与企业利润显著负相关,说明提高政府创新补贴显著降低企业环保治理投入,而环保治理投入降低显著提升企业利润,验证了命题1。表4中(1)和(2)列中的国企样本回归结果显示,主要变量的回归系数均不显著,说明政府创新补贴无法通过减少国企环保治理投入来提升其利润,验证了命题2。

本文已尝试通过设置多种固定效应减弱模型的内生性,但模型(10)和模型(11)仍可能存在其他原因导致的内生问题。首先,如以往考察政府补贴对企业影响的研究所关注的,模型(10)可能遭遇由样本选择偏误造成的内生问题。上市企业作为各地区、各行业的龙头,更容易得到政府补贴,使本文样本在获得政府补贴方面欠缺随机性。本文通过 Heckman 两步法减弱此种担忧。该方法第一阶段使用 Probit 模型预测企业获得创新补贴的概率,如下:

$$\Pr(INSUBd_{i,t}) = \gamma_0 + \gamma_1 Size_{i,t} + \gamma_2 PRDI_{i,t} + \gamma_3 Export_{i,t} + \gamma_4 Leverage_{i,t} + \gamma_5 CFO_{i,t} + \gamma_6 Age_{i,t} + \gamma_7 SOE_{i,t} + \gamma_8 + \gamma_9 + \mu_{i,t} \quad (13)$$

其中:*INSUBd*为虚拟变量,代表企业是否获得政府创新补贴;对补贴概率产生影响的因素包括总资产,私人

研发强度(*PRDI*),出口强度(*Export*),资产负债率,运营现金流,上市年龄(*Age*),企业性质(*SOE*); γ_R 和 γ_I 分别代表地区和产业的固定效应。通过对模型(13)估计获得逆米尔斯比(*Lambda*),代入模型(10)进行第二阶段计算,全样本和国企样本结果分别显示在表3的(3)列和表4的(3)列,结果与固定效应模型一致。

模型(11)还可能存在环保治理投入和利润互为因果导致的内生性。本文使用联立方程模型讨论此问题。将模型(10)和模型(11)联立,并在模型(10)中加入当期利润水平作为解释变量,如式(14)所示:

$$\begin{cases} EPI_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 INSUB_{i,t-1} + \beta_2 ROA_{i,t} + \beta_3 Ctrl_{i,t} + \beta_S + \beta_T + \beta_F + \varepsilon_{i,t} \\ ROA_{i,t} = \gamma_0 + \gamma_1 EPI_{i,t} + \lambda_2 Ctrl_{i,t} + \lambda_S + \lambda_T + \lambda_F + \omega_{i,t} \end{cases} \quad (14)$$

全样本和国企样本的结果分别显示在表3中(4)和(5)列及表4中(4)和(5)列,主要结论仍能得到验证。

表3 政府创新资助、企业环保投入与企业利润(全样本)

变量	FE模型	FE模型	Heckman模型	SEM模型	
	<i>EPI</i>	<i>ROA</i>	<i>EPI</i>	<i>EPI</i>	<i>ROA</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>INSUB</i>	-15.85**(-2.25)		-16.58**(-2.37)	-16.24**(-2.34)	
<i>EPI</i>		-0.003**(-2.09)			-0.006***(-4.31)
<i>ROA</i>				-4.432***(-4.41)	
<i>Size</i>	0.445** (2.14)	0.027*** (2.80)	0.490*** (2.95)	0.610*** (3.95)	0.040*** (6.97)
<i>Leverage</i>	0.285 (0.69)	-0.139*** (-6.75)	0.349 (0.77)		-0.134*** (-8.11)
<i>CFO</i>	-0.231 (-0.24)	0.170*** (3.00)	-0.450 (-0.33)		0.129*** (2.82)
<i>SOE</i>	yes	yes	yes	yes	yes
年份固定效应	yes	yes	yes	yes	yes
个体固定效应	yes	yes	yes	yes	yes
截距	12.28*	-1.156***	13.73	8.354	-0.911***
<i>Lambda</i>			0.178		
观测值	670	834	695	670	670
<i>R</i> ²	0.025	0.159		0.894	0.770
<i>F</i> 检验 <i>P</i> 值	0.073	0.000		0.000	0.000
<i>c</i> ² 检验 <i>P</i> 值			0.000		

注:***、**和*分别代表统计量在1%、5%和10%水平上显著;括号中显示*z*值或*t*值。

表4 政府创新资助、企业环保投入与企业利润(国企样本)

变量	FE模型	FE模型	Heckman模型	SEM模型	
	<i>EPI</i>	<i>ROA</i>	<i>EPI</i>	<i>EPI</i>	<i>ROA</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>INSUB</i>	-5.844 (-0.68)		-5.881 (-0.39)	-6.557 (-0.77)	
<i>EPI</i>		-0.005 (-1.54)			-0.005** (-2.27)
<i>ROA</i>				-3.670** (-2.32)	
<i>Size</i>	0.210 (0.52)	0.017** (2.41)	0.263 (0.63)	0.266 (1.13)	0.017* (1.93)
<i>Leverage</i>	1.958 (1.48)	-0.156*** (-4.09)	2.740 (1.35)	1.295 (1.16)	-0.168*** (-4.26)
<i>CFO</i>	-0.906 (-0.68)	0.144** (2.61)	-1.094 (-0.42)	-0.544 (-0.38)	0.092* (1.76)
<i>SOE</i>	yes	yes	yes	yes	yes
年份固定效应	yes	yes	yes	yes	yes
个体固定效应	yes	yes	yes	yes	yes
截距	17.89**	-0.881**	18.90	16.55*	-0.547
<i>Lambda</i>			0.999		
观测值	297	372	311	297	297
<i>R</i> ²	0.025	0.164		0.906	0.816
<i>F</i> 检验 <i>P</i> 值	0.415	0.000		0.000	0.000
<i>c</i> ² 检验 <i>P</i> 值			0.000		

注:***、**和*分别代表统计量在1%、5%和10%水平上显著;括号中显示*z*值或*t*值。

为验证命题3和命题4,使用固定效应法对模型(12)进行回归。表5中(1)列结果显示,产业化环保活动的活跃水平和企业环保治理投入对企业财务绩效的影响均不显著。表5中(2)列结果显示,产业化环保活动的活跃水平对国企财务绩效正向影响。此结果与理论模型结果不一致,由此判断模型(12)可能存在较严重的内生问题。

首先,在验证产业化环保活动活跃水平对企业财务绩效的影响时,模型(12)可能存在自选择偏差带来的

内生性问题。因为各地区的环保产业发展可能受到当地污染水平或技术水平等因素的影响,而这些因素又可能影响企业财务绩效,导致解释变量存在非随机的情况。本文尝试用倾向得分匹配法(PSM)缓解此问题。具体的,利用全样本产业化环保活动水平(CUW)的中位数构造二元变量 $CUWd$,将高于中位数的样本设为处理组,低于中位数的样本设为控制组。以地区固定资产投资水平(FAI)、地区政府财政支出水平(GFE)、地区液体污染水平($Water$)、地区气体污染水平(NO)、地区研发资金投入水平(RDE)、地区研发人员投入水平(RDS)作为匹配变量,对 $CUWd$ 进行 Logit 回归,并利用预测得分值对处理组和控制组进行最邻近匹配。以利润为结果变量,计算处理组与控制组的平均处理效应(ATT),即产业化环保活动水平对企业利润的净影响。公式如下:

$$ATT = E \{ ROA_i^1 - ROA_i^0 | CUWd_i = 1 \} = E \{ ROA_i^1 | CUWd_i = 1 \} - E \{ ROA_i^0 | CUWd_i = 1 \} = E \{ ROA_i^1 | CUWd_i = 1 \} - E \{ ROA_i^0 | CUWd_i = 0, i \in \Pi(i) \} \quad (15)$$

其中: $E \{ ROA_i^0 | CUWd_i = 1 \}$ 为高产业化环保水平地区的企业在低产业化环保水平时的利润,不可观测。采用相匹配的低产业化环保水平地区的企业利润 $E \{ ROA_i^0 | CUWd_i = 0, i \in \Pi(i) \}$ 进行替代, $\Pi(i)$ 表示与处理组相对应的控制组匹配集合。表 6B 部分的平衡性检验结果表明,匹配后处理组与控制组的差异显著降低,说明匹配效果较好。根据表 6A 部分的结果,匹配后 ATT 正向显著,说明产业化环保活动水平高的地区企业利润更高,验证了命题 3。

根据命题 4,如果政府给予企业,特别是国企过大力度的环保补贴,企业进行产业化环保治理可能带来财务绩效损失。因此,遗漏环保补贴的影响可能是导致模型(12)与理论模型不一致的原因。鉴于政府为企业环保活动提供的补贴无法准确获得,本文采用准自然实验法对命题 4 的结论进行进一步检验。2014 年,中国立法机构对《中华人民共和国环境保护法》(下文简称“环保法”)进行了重新修订,从 2015 年 1 月开始施行。这是自 1989 年环保法颁布以来的首次修订,被称为“史上最严厉环保法”。环保法的修订加大了对企业违规污染排放的惩治力度,也制约了地方政府为保增长而放松企业污染监管的行为。地方政府为维护财政和就业稳定,可能加强对企业环保活动的补贴强度,以帮助企业分担环保成本压力,维持企业正常运行。如果环保法的修订提升了环保补贴力度,那么企业进行产业化环保活动造成的利润下降将在环保法修订后更加明显。因此,本文在模型(12)基础上,采用连续型双重差分法(DID)考察环保法修订带来的影响,以缓解原模型的内生性问题。具体如下:

表 6 产业化环保活动水平对企业利润的平均处理效应

A: 平均处理效应 ATT							
ROA							
	处理组	控制组	ATT	$S.E.$	$T-stat$	Off	观测值
匹配前	0.032	0.030	0.002	0.003	0.69	0	361
匹配后	0.032	0.020	0.012**	0.005	2.28	0	315
B: 平衡性检验							
	$Ps R^2$	$LR c^2$	$p > c^2$	$MeanBias$	$MedBias$		
匹配前	0.113	105.43	0.000	23.1	23.8		
匹配后	0.005	4.14	0.658	2.5	1.8		

注:**代表统计量在 5% 水平上显著。

表 5 环保投入、产业化环保活动对企业利润的影响

变量	全样本	国企样本	全样本	国企样本
	FE 模型	FE 模型	FE 模型	FE 模型
	ROA	ROA	ROA	ROA
	(1)	(2)	(3)	(4)
CUW	0.010(1.12)	0.033*** (5.56)	0.032*** (5.11)	0.024*** (3.23)
EPI	-0.002(-1.24)	-0.002(-0.68)	-0.004*(-1.82)	-0.002(-0.66)
$Post$			-0.065*** (-3.05)	0.001(0.05)
$CUW \times Post$			-0.024*(-1.95)	-1.999*(-1.76)
$EPI \times Post$			0.003** (2.57)	0.000(0.27)
$Size$	0.042*** (3.17)	0.018** (2.40)	0.044*** (3.35)	0.064(0.93)
$Leverage$	-0.134*** (-5.81)	-0.146*** (-3.27)	-0.132*** (-6.00)	0.019** (2.45)
CFO	0.126* (1.89)	0.074(1.11)	0.149** (2.19)	-0.135*** (-2.89)
SOE	yes	yes	yes	yes
年份固定效应	yes	yes	yes	yes
个体固定效应	yes	yes	yes	yes
截距	-1.012**	-0.497	-1.153**	-0.456
观测值	587	262	587	262
R^2	0.181	0.173	0.193	0.191
F 检验 P 值	0.000	0.000	0.000	0.000

注:***、**和*分别代表统计量在 1%、5% 和 10% 水平上显著;括号中显示 t 值。

$$ROA_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 CUW_{i,t-1} + \beta_2 EPI_{i,t} + \beta_3 Post_t + \beta_4 CUW_{i,t-1} \times Post_t + \beta_5 EPI_{i,t} \times Post_t + \beta_6 Ctrl_{i,t} + \beta_s + \beta_T + \beta_F + \varepsilon_{i,t} \quad (16)$$

其中: $Post$ 为时间虚拟变量, 法律修订施行前为 0, 施行后为 1。

模型(16)对全样本的估计结果显示[表5中(3)列], 产业化环保活动水平的系数正向显著, 企业环保治理投入的系数负向显著。这说明在考虑环保法修订的影响后, 实证模型结果与理论模型趋于一致, 命题3再次得到验证。此外, 产业化环保活动变量与时间变量交互项系数负向显著, 企业环保投入变量与时间变量交互项系数正向显著, 此结果也符合预期。环保法修订可能加大了地方政府环保补贴力度, 使企业更愿意自己进行环保活动, 从而降低产业化环保活动对财务绩效的提升效果。根据表5中(4)列国企样本的回归结果, 产业化环保活动变量与时间变量交互项系数负向显著, 并且绝对值大于产业化环保活动变量的正向主效应, 说明环保法修订带来过量环保补贴, 导致出现产业化环保活动降低国企利润的情况, 命题4得到验证。

五、结论和政策启示

追求利润最大化的企业会对正外部性的环保活动产生抵触。强制性的法律法规约束虽然规制效果明显, 但也会加重企业财务负担。缓解企业环保活动造成的财务负担, 是科学处理经济发展与环境保护之间关系的重要路径。本文结合现有理论中的科学思想与中国现实情况, 从源头端政府创新激励与末端产业化治理两个维度, 考察企业环保负担的弱化机制, 讨论国企情景下的差异, 并手动搜集A股制造业上市企业的样本数据进行实证检验。

结果表明, 有两种机制可以缓解企业环保投入造成的财务负担。首先, 政府提高创新补贴可以帮助企业在源头端提升技术创新水平, 进而降低其末端环保治理成本, 提升其利润。其次, 利用专业的环保机构进行产业化末端环保治理, 也是企业降低治理成本, 提升利润的有效渠道。然而, 国有企业具有政策工具属性, 对环保投入的偏好导致源头端创新补贴机制的效果不显著。政府为发挥国企的环保示范作用, 可能给予其过度的环保补贴, 促使其增加自身的末端环保投入, 降低末端产业化治理产生的收益。此外, 施行更加严厉的环保法律法规, 可能促使地方政府加大环保补贴力度, 降低产业化治理带给企业, 尤其是国企的收益。

本文的启示在于, 科学有效的措施可以被用于缓解企业的环保负担, 以实现既保住绿水青山, 又降低财务风险, 生态环境与社会经济和谐共赢的发展目标。

首先, 与短期内表现为成本性质的环保治理活动相比, 源头端的技术创新能显著提升企业财务绩效。但技术创新活动的正外部性可能导致企业的创新投入无法达到社会最优水平。因此, 政府部门应积极使用创新补贴、税费奖励等措施鼓励企业进行技术升级, 从源头端降低污染治理成本, 缓解企业环保活动造成的财务压力。

其次, 产业化的环保活动可以凭借规模、技术等方面的优势, 有效降低企业的环保治理成本, 提升其财务表现。鉴于环保产业的部分公共物品属性, 相关部门可运用多方合作模式, 引导社会资本参与环保项目的建设和运营, 推动环保活动规模化、产业化发展, 由污染治理向研发和服务方向发展。加快绿色金融体系建设, 有效引导金融机构进入环保市场, 分担政府财政压力, 提升行业运营效率。此外, 重视环保项目的“提质”工作, 严格把控环保项目规划、建设、运营的规范化。在环保活动产业化进程较快的地区, 应避免对企业自身环保治理投入的过度激励, 以防止产业化环保活动的效率损失。

最后, 国企管理者通常注重对政府环保目标的落实, 利用高强度环保投入为个人晋升累积有利条件, 这可能弱化技术创新对环保治理成本的抵消作用, 降低环保治理效率。相关部门应逐步完善对国企环保业绩的考核标准, 加大对环保项目的监管力度, 避免非必要、非效率的环保治理投入。严格规范企业环保活动的资助标准, 避免对企业末端环保投入的过度激励, 引导企业进行产业化环保治理活动, 提高治理效率。

参考文献

- [1] 陈琪, 2014. 环境规制、企业环保投资与企业价值[M]. 北京: 经济科学出版社.
- [2] 邓玲, 刘安凤, 2019. 环保投资效应分析——基于绿色全要素生产率视角[J]. 经济问题探索(8): 134-147.
- [3] 高广阔, 2002. 论可持续发展的环保产业化[J]. 中国人口·资源与环境, 12(1): 102-106.
- [4] 胡曲应, 2012. 上市公司环境绩效与财务绩效的相关性研究[J]. 中国人口·资源与环境, 22(6): 23-32.
- [5] 焦捷, 苗硕, 张紫微, 等, 2018. 政治关联、企业环境治理投资与企业绩效——基于中国民营企业的实证研究[J]. 技术经济, 37(6): 130-139.

- [6] 李冬琴, 2018. 环境政策工具组合、环境技术创新与绩效[J]. 科学学研究, 36(12): 2270-2279.
- [7] 李海涵, 2015. 政府支持对企业环保投入的影响研究[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学.
- [8] 李萍, 2018. 制造业环保投入与财务绩效相关性实证研究[D]. 武汉: 武汉科技大学.
- [9] 李树, 2013. 环保产业发展中“政府与市场”合作模式研究[J]. 经济纵横(9): 103-106.
- [10] 林青宁, 毛世平, 2020. 政府补助、创新环境与涉农企业创新效率[J]. 技术经济, 39(6): 17-23.
- [11] 刘伟明, 2014. 环境污染的治理路径与可持续增长: “末端治理”还是“源头控制”? [J]. 经济评论(6): 41-53.
- [12] 卢洪友, 邓谭琴, 余锦亮, 2019. 财政补贴能促进企业的“绿化”吗? ——基于中国重污染上市公司的研究[J]. 经济管理, 41(4): 5-22.
- [13] 綦勇, 杨羽頔, 候泽敏, 2020. 赶超战略下政府创新偏好对企业创新产出的影响机制: 理论与经验证据[J]. 产经评论, 11(3): 94-111.
- [14] 钱爱民, 郁智, 2017. 政府补助、创新环境与涉农企业创新效率[J]. 技术经济, 36(12): 11-22.
- [15] 秦颖, 武春友, 翟鲁宁, 2004. 企业环境绩效与经济绩效关系的理论研究与模型构建[J]. 系统工程理论与实践, 24(8): 111-117.
- [16] 沈璐, 陈素梅, 2020. 用能权交易与企业绿色创新——来自中国工业企业的证据[J]. 技术经济, 39(10): 1-8.
- [17] 陶岚, 2013. 环保投入与企业价值关系研究[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- [18] 王建明, 2008. 环境信息披露、行业差异和外部制度压力相关性研究——来自我国沪市上市公司环境信息披露的经验证据[J]. 会计研究(6): 54-62.
- [19] 王彦皓, 2017. 政企合谋、环境规制与企业全要素生产率[J]. 经济理论与经济管理(11): 58-71.
- [20] 王永超, 穆怀忠, 陈洋, 2017. 环保产业分阶段效应及发展趋势研究[J]. 中国软科学(3): 17-26.
- [21] 杨烨, 谢建国, 2020. 环境立法管制对企业出口国内附加值率的影响[J]. 经济理论与经济管理(12): 83-99.
- [22] 张红凤, 周峰, 杨慧, 等, 2009. 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, 44(3): 14-26.
- [23] 张三峰, 卜茂亮, 2011. 环境规制、环保投入与中国企业生产率——基于中国企业问卷数据的实证研究[J]. 南开经济研究(2): 129-146.
- [24] 赵植旭, 2020. 国企补贴现状调查及分析[J]. 质量与市场(13): 28-30.
- [25] 周志方, 肖恬, 曾辉祥, 2017. 企业碳绩效与财务绩效相关性研究——来自英国富时 350 指数的证据[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 17(5): 32-43.
- [26] 朱小会, 陆远权, 2018. 地方政府环境偏好与中国环境分权管理体制的环保效应[J]. 技术经济, 37(7): 121-128.
- [27] BROCK W A, TAYLOR M S, 2010. The green Solow model[J]. Journal of Economic Growth, 15: 127-153.
- [28] CHEN S, SUN Z, TANG S, et al, 2011. Government intervention and investment efficiency: Evidence from China[J]. Journal of Corporate Finance, 17(2): 259-271.
- [29] FILBECK G, GORMAN R, 2004. The relationship between environmental and financial performance of public utilities[J]. Environmental Resource and Economics, 29: 137-157.
- [30] GROSSMAN G, KRUEGER A, 1995. Economic growth and the environment[J]. The Quarterly Journal of Economics, 112(3): 353-377.
- [31] HORVATHOVA E, 2012. The impact of environmental performance on firm performance: Short-term costs and long-term benefits?[J]. Ecological Economics, 84: 91-97.
- [32] JACOBS B W, SINGHAL V R, SUBRAMANIAN R, 2010. An empirical investigation of environmental performance and the market value of the firm[J]. Journal of Operations Management, 28(5): 430-441.
- [33] JUNG C H, KRUTILLA K, BOYD R, 1996. Incentives for advanced pollution abatement technology at the industry level: An evaluation of policy alternatives[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 30(1): 95-111.
- [34] LANNELONGUE G, GONZALEZ-BENITO J, GONZALEZ-BENITO O, 2015. Input, output, and environmental management productivity: Effects on firm performance[J]. Business Strategy and the Environment, 24(3): 145-158.
- [35] MILLIMAN S R, PRINCE R, 1989. Firm incentives to promote technological change in pollution control [J]. Journal of Environmental Economics and Management, 17(3): 247-265.
- [36] ORSATO R J, 2006. Competitive environmental strategies: When does it pay to be green? [J]. California Management Review, 48(2): 127-143.
- [37] PORTER M E, 1991. America's green strategy[J]. Scientific American, 264(4): 168-172.
- [38] POYAGO-THEOTOKY J, 1998. R&D competition in a mixed duopoly under uncertainty and easy imitation [J]. Journal of Comparative Economics, 26(3): 415-428.
- [39] SUEYOSHI T, GOTO M, 2009. Can environmental investment and expenditure enhance financial performance of US electric utility firms under the clean air act amendment of 1990?[J]. Energy Policy, 37(11): 4819-4826.
- [40] WAGNER M, SCHALTEGGER S, 2004. The effect of corporate environmental strategy choice and environmental performance on competitiveness and economic performance: An empirical study of EU manufacturing [J]. European

Management Journal, 22(5): 557-572.

[41] WALLEY N, WHITEHEAD B, 1994. It's not easy being green[J]. Harvard Business Review, 72(3): 46-51.

Clear Waters and Green Mountains, as well as Mountains of Gold and Silver: A Study on Mechanism of Weakening Financial Burden of Corporate Environmental Protection Input with an Empirical Test

Yang Yudi, Qi Yong, Yang Shuo

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China)

Abstract: Environmental regulation can not only increase the environmental protection input of industrial enterprises, but also bring them financial burden. It is necessary to formulate effective policies to balance the relationship between environmental protection and corporate development. By establishing two models from the perspectives of government innovation incentive at the source of production and industrialized environmental protection activities at the end of production, the mechanism of weakening the negative impact of environmental protection input on financial performance and the heterogeneity of state-owned enterprises are discussed, and the conclusions are empirically tested by using the samples of listed enterprises in A-share manufacturing industry. The results show that government innovation incentive at the source of production and industrialized environmental protection activities at the end of production can weaken such a negative impact, but the effectiveness of two mechanisms is conditioned. State-owned enterprises, as policy tools, can reduce the effect of innovation incentive. The government may fund the environmental protection of state-owned enterprises too much, prompting them to increase terminal environmental protection input and reducing the efficiency of industrialized environmental protection. With the introduction of stricter environmental protection laws and regulations, local governments may give excessive incentives to corporate environmental protection, reducing the benefits of industrialized environmental protection.

Keywords: environmental protection input; financial performance; innovation funding; environmental protection industry; state-owned enterprises