

# 国有产权对绿色技术创新是促进还是挤出?

## ——基于资源型产业负外部性特征的实证分析

于立宏,王艳

(华东理工大学商学院,上海 200237)

**摘要:** 资源型产业的绿色技术创新应该是能够缓解双重负外部性的技术创新。考虑环境外部性成本和资源耗减因素对资源型产业绿色技术创新效率的影响,采用倒推法计算环境外部性成本,并纳入绿色技术创新效率计算模型,进而实证检验资源型产业的所有制结构对绿色技术创新效率的影响特征。结果表明:国有产权对资源型产业的绿色技术创新具有长远激励,而非国有产权则不利于产业的绿色技术创新;所有权结构对资源型产业绿色创新效率的影响存在显著的产业异质性,国有产权对能源产业和非能源开采业的积极效应是显著的,对非能源资源加工业具有负向作用。为了促进资源型产业的绿色转型升级,应该优化能源产业国有产权比重,深化非能源类资源开采业与加工业的国有产权改革,并采用差异化的环境规制政策推动绿色技术进步。

**关键词:** 外部性成本;所有制结构;绿色技术创新;环境规制

**中图分类号:** F421.1 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-6049(2020)05-0078-09

### 一、引言

2018年3月政府工作报告提出,中国经济面临由高速增长向高质量发展的转变。而以技术创新推动产业转型升级则是促进经济高质量转变的重要保障和路径选择。以制造业为主的中国产业正在快速向高质量发展转变,但为中国经济高质量发展提供物质基础的资源型产业的发展质量却并不乐观,并且,资源与环境负外部性特征也加剧了资源型产业转型升级的难度,这就要求技术创新不仅要解决环境问题,还要解决资源耗减问题,这给资源型产业绿色技术创新带来了更大的挑战。

然而,资源型产业的技术创新投入与产出却远远低于制造业。《2017年全国科技经费投入统计公报》显示,2017年采矿业研发经费投入为281.8亿元,仅占全国研发经费投入的1.6%,其研发强度仅为0.59%,而制造业整体研发投入强度为1.14%,采矿业研发强度不足制造业的52%,创新投入较低。石油加工、黑色金属冶炼加工和有色金属冶炼加工等资源型产业技术创新效率远低于其他制造业<sup>[1]</sup>,全要素生产率低于制造业平均水平,资源开采业全要素生产率还呈现逐年下降的趋势<sup>[2-3]</sup>。资源型产业迫切需要以绿色技术创新缓解双重外部性压力,带动产业绿色转型升级。

外部性和产权问题是资源型产业缺乏技术创新动力的重要原因,也是其创新水平滞后于制造业的重要原因<sup>[4-7]</sup>。中国资源型产业产权制度存在较大问题,是造成产权外部性的根本原因<sup>[8]</sup>。特别是在政府干预环境资源问题时,产权被征用的风险致使产权所有者认为潜在收益不确定,影响其行为选择<sup>[9]</sup>。正是这种产权不安全风险致使企业对未来资源价值预期偏低,进而使得企业倾向于采用过度开采、非法开采等非持

收稿日期:2020-08-11;修回日期:2020-09-16

基金项目:国家自然科学基金面上项目“双重负外部性战略性资源企业技术升级的激励机制与政策体系研究”(71773029)

作者简介:于立宏(1965—)女,黑龙江伊春人,华东理工大学商学院教授,博士生导师,研究方向为资源与环境经济学、政府规制;王艳(1987—)女,山东临沂人,华东理工大学商学院博士研究生,研究方向为资源与环境经济学、政府规制。

续开采方式获得短期高收益<sup>[10-11]</sup> 由此产生严重的环境外部性<sup>[12]</sup>。另外 还存在矿业权重叠问题 增加了资源开采市场的不完全性 不利于资源开采效率的提升<sup>[7]</sup>。此外 各类产权不合理安排容易导致寻租行为和政府干预现象<sup>[13]</sup> 资源依赖对创新投入和产出具有明显的挤出效应<sup>[14]</sup>。因此 想要缓解负外部性问题,就需要合理安排资源型产业的所有制结构 通过绿色技术创新来降低外部性的产生。

为此 需要将产权界定和结构优化作为解决资源产业双重外部性的一种基础性制度安排 通过优化所有制结构配置影响企业绿色创新行为选择<sup>[15]</sup> 发挥产权制度在要素市场化配置中的激励作用 探索资源耗竭、环境外部性与绿色技术创新之间的关系 发挥产权结构的绿色技术创新激励<sup>[16]</sup>。关于外部性与绿色技术创新的研究较多 但针对资源型产业的则较少。于立宏等<sup>[17]</sup>将代际负外部性和环境负外部性纳入采矿业绿色全要素生产率计算模型 发现负外部性对绿色全要素生产率具有抑制作用。Rodríguez and Arias<sup>[4]</sup>通过将能源耗减因素纳入模型 发现煤炭业的全要素生产率出现了下降 而王克强等<sup>[5]</sup>则发现如果不考虑资源耗减 中国能源产业的全要素生产率会被低估。这些研究着眼于资源型产业的双重外部性特征与绿色全要素生产率的关系 但是 很少有研究将产权结构纳入外部性与绿色技术创新的研究,而这正是本文研究的重要切入点。

结合外部性因素研究产权结构与企业绩效关系的研究较少 研究结论大多肯定了国有化的作用。比如 李嘉晨和于立宏<sup>[18]</sup>、Bovis<sup>[19]</sup>等的研究认为国有化作为一种间接进入规制手段 可以通过改变企业经营目标 降低外部性成本 产生较高的经济绩效。而随着国有企业规模扩大 经济绩效越高 环境外部性损失就越大<sup>[20]</sup> 但当环境外部性较高时 国有化是最优的间接进入规制手段<sup>[21-22]</sup>。更多的研究针对所有制结构与技术创新的关系 大部分研究结论支持非国有企业创新效率优于国有企业的观点<sup>[23-24]</sup> 同时肯定了国有企业在垄断行业的技术创新能力<sup>[25]</sup>。但是 以往研究并没有针对资源型产业 并且对技术创新的界定也没有考虑外部性成本导致的私人成本与社会成本之间的偏差 不是严格意义上的绿色技术创新 因此 研究结论并不符合资源型产业经济发展的现实。

综合以上分析 本文结合资源型产业的双重外部性特征 开展所有制结构对绿色技术创新影响效应的研究。具体而言 考虑产权制度外部性带来的资源与环境问题 分析所有制结构对绿色技术创新的影响机制;计算环境外部性成本 将资源耗减纳入绿色技术创新效率评估模型 并将绿色技术创新效率作为被解释变量 检验所有制对绿色技术创新效率的影响 探讨所有制对绿色技术创新激励的异质性特征 为我国资源型产业的转型升级和政策制定提供建议。

本文后续结构安排如下:第二部分分析所有制结构对绿色技术创新的影响机制;第三部分计算外部性成本 并将其纳入绿色技术创新效率测算模型;第四部分为实证结果分析;最后为主要结论与政策建议。

## 二、理论机理与模型设定

### (一) 所有制结构对绿色技术创新的影响机制

矿产资源是基础的经济生产要素 资源型产业的转型升级关系到中国经济发展的整体质量。与其他产业不同的是 为了保障资源供应安全 一些重要的战略性矿产资源产业大多以国有产权为主 因此 所有制结构在资源型产业绿色技术创新和转型升级过程中具有不可忽视的作用。

1. 新制度组织理论认为 制度会深刻影响企业创新技术投资。产权配置以及产权的安全性是影响企业投资的重要因素 并对企业全要素生产率产生影响<sup>[26]</sup>。黄速建等<sup>[27]</sup>认为 国有企业高质量发展具有较强的制度依赖 产权制度、政企关系等制度的变革会对国有企业发展产生重大影响。由于资源产权归国家所有 国有企业通常是资源国家的所有权益在市场经济中的表现形式 国有企业具有相对稳定且长期的产权 私营及外资企业产权通常具有不安全、不稳定的特征。特别是负外部性越来越受到重视 非国有产权不安全性越来越明显 在政府环境规制下 企业随时面临关闭退出的可能。在这种情况下 企业更倾向于追求短期目标 追求短期利润容易导致企业把技术创新放在次要位置<sup>[28]</sup>。而国有企业更倾向于追求长期经营目标 通过绿色技术进步提高开采水平 降低生产经营活动中的外部性。同时 产权的不平等地位也是非国有企业缺乏绿色技术创新激励的原因。

2. 资源型国有企业的特殊性决定了其比非国有企业更加重视绿色技术创新。黄速建和余菁<sup>[29]</sup>认为

国有企业拥有区别于其他类型企业的特殊性,其决策目标、运行逻辑和约束条件都有别于一般性企业,是政府参与和干预经济的重要手段。而解决国有产权公共性与垄断性导致的外部性问题需要产权改革<sup>[30]</sup>,也需要发挥国有企业在公共利益制度逻辑和市场经济制度逻辑中的双重平衡作用,重视并强调绿色技术创新能力。在我国,资源型产业的国有化具有保障国家资源安全、主导国民经济命脉等功能,利润最大化并不是唯一目标,还兼顾公共服务功能,维护公共利益,更关注资源代际公平和环境问题,更注重新技术的研发和先进开采设施设备的使用。而对于非国有企业而言,资源的获取是获得利润的途径,环境成本和环境收益与企业利润的直接关联性较低,非国有企业缺乏重视环境外部性问题的内在主动性。

3. 国有企业对政府规制和产业政策的反应更迅速,执行更严格,能够通过绿色技术水平的提高降低双重外部性。黄速建等<sup>[27]</sup>认为,外部环境的深刻变化对国有企业的粗放式发展道路形成直接倒逼。资源与环境的双重约束使得资源产业面临由传统粗放式发展向高质量发展的转型升级,政府采取一系列环境规制工具与产业政策,以创新驱动促进资源型产业的绿色发展。国有企业是创新战略的领跑者和主要实施者,具有主导企业技术创新和产业创新的作用<sup>[31]</sup>。国有企业具有主动以创新推动传统产业转型升级的内在动力。另外,国有企业一般规模经济更明显。在面对政府环境规制时,环境规制带来的成本压力相较于非国有企业更低,具有执行政府规制政策的客观能力。而非国有企业需要在环境规制成本与技术研发成本之间进行选择。另外,资源型产业的所有制配置是一种进入规制,通过所有制结构配置影响市场结构,进而影响企业的绿色技术创新行为和绩效。

## (二) 计量模型设定

基于以上考虑,本文以绿色技术创新效率为被解释变量,所有制结构作为关键解释变量,以市场规模、市场结构、环境规制等作为控制变量,同时引入时间变量  $T$ ,分析所有制结构对绿色技术创新效率的影响作用。另外,国有化是一种进入规制手段,环境规制是解决外部性的重要规制工具,因此,本文加入所有制结构与环境规制强度的交互项,试图分析进入规制和环境规制的叠加效应,对公式(1)模型进行分析。

$$GTE_{it} = \beta_0 + \beta_1 ownership_{it} + \beta_2 regulation_{it} + \beta_3 ownership_{it} * regulation_{it} + \beta_4 structure_{it} + \beta_5 size_{it} + \beta_6 T + \varepsilon_i + \mu_{it} \quad (1)$$

## (三) 变量定义

1. 所有制结构(*ownership*)。考虑到生产规模与国内生产总值的关系,本文采用规模以上企业销售产值与该产业总销售产值的比重衡量该指标。具体的,国有产权指标等于国有及国有控股企业销售产值/产业总销售产值,非国有产权指标为非国有企业销售产值/产业总销售产值,非国有企业包括内资企业、外资企业及港澳台投资企业。

2. 环境规制强度(*regulation*)。政府环境规制越强,环境成本的承担越多。本文根据环境成本承担的多少界定环境规制强度。

3. 市场结构(*structure*)。众多学者研究市场结构对技术创新效率的影响,结论不一。本文用大企业数占行业企业数的比值来衡量。

4. 产业规模(*size*)。对规模与创新效率的关系研究很多,有学者认为只有存在规模经济时才能改善技术创新效率,本文以企业平均产值衡量产业规模,即行业总销售产值/企业数量。

本文的研究对象是以矿产资源为生产和加工对象的资源型产业。数据来源于历年《中国统计年鉴》《工业企业科技活动统计年鉴》《中国工业统计年鉴》《中国环境统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国循环经济年鉴》等资料,以及《中国社会与经济发展统计公报》和中国自然资源部、生态环境部网站数据等,并根据需要进行指标整理与计算。

## 三、考虑负外部性特征的绿色技术创新效率

### (一) 双重外部性的测算

1. 资源外部性。由于本文的研究对象中包括资源加工业与资源供应业,它们并不存在资源耗竭的代际问题,无法采用传统代际外部性的测算方法。考虑到资源的代际外部性问题是资源代际配置对资

源开采行为产生约束,并由此产生经济增长方式转变的压力,因此,可以尝试建立能源消耗与代际外部性之间的关系。对于资源开采业而言,能源消耗的多少,与资源开采数量和效率有关,能源消耗越多,意味着资源开采越多,代际负外部性越明显。以煤炭开采业为例,由图1可知,煤炭开采量与能源消耗相关,开采量越多

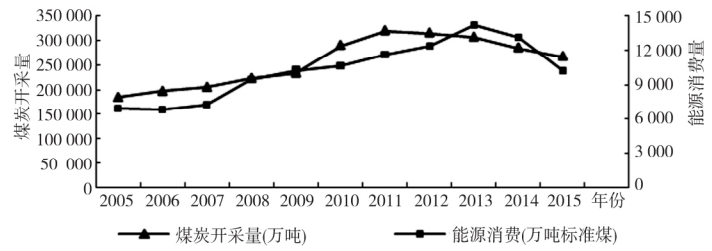


图1 煤炭开采量与能源消耗的关系

能源消耗越多,反之亦然,两者具有较强的相关关系。并且,在中国经济的长期发展中,高投资、高能耗和高污染生产使得各行业都具有能源资源过度消耗的问题,从而加剧了代际外部性影响。因此,为了保证数据的统一性和可比性,本文借鉴陈诗一<sup>[2]</sup>在计算工业全要素生产率时对能源约束的处理,将能源消耗作为资源代际外部性的代理变量。

2. 环境外部性。环境外部性成本的计算一般采用条件估值法。茅于軾等<sup>[32]</sup>采用该方法计算矿产资源开发的环境负效应经济损失。于立宏和李嘉晨<sup>[20]</sup>借鉴上述研究,用环境成本与环境税费的差额计算环境外部性的净效应。环境成本的承担应该遵循“谁治理,谁支付治理成本”<sup>[33]</sup>。本文认为,只有产业(企业)已经承担的环境成本才会对产业(企业)绩效产生影响,环境成本的承担可能对绿色创新投入具有挤出效应。因此,本文以污染治理费用和污染防治费用作为产业(企业)承担的环境外部性成本(CE),包括企业污染治理基础设施费用及与此有关的其他费用、企业缴纳的各项环境税费、环境基础设施投资等。

由于相关税率、费率数据的缺失,污染治理设施投资按照历年全国工业污染治理完成投资占GDP的比重,对应各产业历年总产值计算得来。各产业环境税率(ETR)采用2018年全国各省市环境税率进行倒推。具体算法如下。首先,假设  $ETR = a + b \ln X + c(\ln X)^2$  (其中X为单位GDP的不同污染物排放当量),将各省市水污染税率(RWW)和大气污染税率(RWG)分别与单位GDP废水排放当量(WW)和SO<sub>2</sub>排放当量(WG)采用局部加权回归散点平滑法进行拟合,构建环境税率(ETR)与单位GDP废弃物排放当量之间的统计关系。然后,根据统计关系对资源型产业环境税率进行预测,在计算各产业相应污染物排放当量之后,得出环境税税额。

(二) 绿色技术创新效率的研究方法与指标选择

1. 研究方法。数据包络分析法(DEA)是应用较为广泛的非参数效率评价方法。与传统生产函数相比,DEA方法在处理多投入多产出情形时更为适用。本文绿色技术创新效率考虑多种投入要素和期望产出与非期望产出,采用SBM方法。同时,考虑到绿色技术创新效率不仅与技术生产过程有关,还与技术应用相关,并且技术创新具有累积性。因此,本文绿色技术效率测算采用动态网络DEA模型。

2. 指标选择。根据DEA效率评估方法的基本原理,决策单元有效地将多种投入转换成多个产出。根据一般生产函数,R&D支出和研究人员的数量是技术创新投入的基本指标,专利存量具有影响知识创造产出和投入的双重作用。因此,以专利数量和新产品项目数量作为期望产出。同时,企业投资研发最主要的目的是应用于生产,技术应用阶段的投入与产出同样会影响技术创新,相关指标详见表1。

另外,在DEA方法中,通常将环境污染直接作为非期望产出的方向性距离函数。本文认为,这种处理方式只是

表1 技术创新的投入与产出指标

技术阶段	投入指标	单位	产出指标	单位
技术研发阶段	R&D 研发人员	人数	专利申请量	件
	R&D 内部支出	万元	新产品研发项目	项
	有效专利存量	件		
技术应用阶段	能源消耗	万吨标准煤	新产品生产产值	万元
	技术消化经费支出	万元	工业总产值	万元
	固定资产投资	万元	环境外部性成本	万元
	非研发人员投入	人		

从方法论上实现了对环境污染的处理,并不能完全体现环境外部性对生产过程的影响。如果环境污染成为生产成本的一部分,那么会对绿色技术创新产生更加直接的影响。因此,本文以环境外部性成本作为绿色技术创新效率的非期望产出指标。

### (三) 绿色技术创新效率的结果分析

中国资源型产业的绿色技术创新效率在不同产业间的整体趋势差异较大,具有不同程度的波动。总体而言,资源加工业与供应业绿色技术创新效率普遍高于资源开采业,但产业内部差异较大。一方面,资源型各产业的国有企业数量和产值差异较大,不同产业的国有企业与非国有企业对技术创新的选择存在异质性。并且,不同产权结构类型的企业数量同样形成各产业独特的市场结构特征和规模经济性,也会对绿色技术创新产生影响。另一方面,随着环境资源约束趋紧,政府采用环境规制政策降低外部性,进一步影响绿色技术创新投入与产出偏向。比如,电力热力生产与供应业的环境成本是最高的,较高的政府环境规制强度促进了创新投入增加,绿色创新效率也最高。同时,产业政策对绿色技术创新的影响也是不容忽视的。比如,2011年11月中国资源税暂行规定对原油和天然气征收从价税,2014年和2015年分别对煤炭、稀土、钨资源、钼资源进行了改革。这影响了相关产业市场预期,降低了相关产业绿色创新投入动机与产出效率。表2显示,石油开采业、煤炭开采和黑色金属洗选等产业在2011年前后和2014年前后均出现了效率降低。最后,受2014年国际油价雪崩影响,相关能源价格也受到了波及。价格下降影响了能源产业绿色技术创新投资的积极性,导致煤炭开采业和石油天然气开采业等绿色技术创新的短期低效率<sup>[34]</sup>。

表2 2006—2016年资源型产业绿色技术创新效率

年份	煤炭 开采	石油 天然气 开采	黑色 金属 采选	有色 金属 采选	非金属 采选	石油 加工	非金属 制品	黑色 冶炼 加工	有色 冶炼 加工	金属 制品	电力 热力 生产	燃气 生产
2006	0.16	0.60	0.69	0.32	0.24	0.54	0.41	0.47	0.54	1.00	0.44	0.22
2007	0.24	1.00	0.27	0.80	1.00	0.47	0.73	0.71	0.80	1.00	0.53	1.00
2008	0.29	1.00	0.38	0.58	1.00	0.38	1.00	0.86	0.94	1.00	0.82	0.33
2009	0.64	1.00	0.21	0.66	0.28	0.30	0.75	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2010	0.35	0.75	0.68	0.64	0.25	0.42	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2011	0.28	1.00	0.78	0.57	0.34	0.51	1.00	1.00	0.69	1.00	1.00	1.00
2012	0.35	1.00	1.00	1.00	0.19	0.60	0.83	0.80	0.65	1.00	1.00	1.00
2013	0.44	0.98	0.74	0.77	0.31	0.54	0.50	0.74	0.62	1.00	1.00	0.87
2014	0.37	0.03	0.69	0.75	0.28	0.51	0.40	0.84	0.59	1.00	1.00	1.00
2015	0.58	0.06	0.59	1.00	0.40	0.50	0.55	0.63	0.54	1.00	1.00	1.00
2016	1.00	0.24	0.65	1.00	1.00	0.56	0.82	0.70	0.62	1.00	1.00	0.74

## 四、实证分析

本部分内容主要分析所有制结构与绿色技术创新效率的关系,首先通过整体估计对比分析国有产权与非国有产权的差异性影响,然后进一步探讨所有制结构对绿色技术创新效率影响的产业异质性。

### (一) 所有制结构与绿色技术创新

1. 国有产权的影响。根据整体回归结果表3模型(2)显示,国有产权对绿色技术创新效率具有显著的促进作用。同时,环境规制强度越强,绿色技术创新效率越高。但是,国有产权与环境规制强度的交互项显著为负,说明随着环境规制强度的增加,环境规制对国有企业绿色技术创新的倒逼作用逐渐变弱,这可能是因为政府环境规制强度提高了企业生产成本和环境成本支出,挤占了技术投入要素。这也说明虽然国有化与环境规制均为解决外部性的有效手段,但并不是越多越好,在二者叠加影响下,政策效果反而过犹不及。另外,资源型产业规模对绿色技术创新效率具有促进作用,说明绿色技术创新的规模经济性。时间变量对绿色技术创新效率的影响为正,创新积累促进了技术研发。

2. 非国有产权的影响。对非国有产权的绿色技术创新效率影响效应的实证检验显示(详见表 3),非国有产权对绿色技术创新效率具有显著的负向作用。同样地,环境规制也对绿色技术进步缺乏正向激励。值得注意的是,二者的交互项显著为正,说明面对绿色技术创新的高投入和产出的不确定性,非国有产权不具备绿色技术创新的内生动力,需要政府规制和政策的推动与倒逼。随着政府环境规制强度的增加,非国有资源型企业开始倾向于绿色技术创新,其市场结构与产业平均规模对绿色技术创新效率的影响与国有产权相同。

(二) 产业异质性与绿色技术创新

由于不同产业的所有制结构差异较大,市场结构、产业规模和时间变量等因素对产业间绿色技术创新具有个体效应。以往的经验研究也已经证实,所有权性质和环境规制对产业绿色技术创新效率具有显著的产业异质性。因此,本文进一步对不同资源种类的绿色技术创新影响因素进行分析。

首先,按照对资源的处理程度将产业分为资源开采业、资源加工业和资源与能源供应业。实证结果显示,国有产权与非国有产权不存在显著的产业异质性,可能由于组内差异导致无法完全反映产业异质性,或者由于资源与能源供应业的样本量较小,产生了回归结果偏误。

然后,进一步按照资源特征与加工程度分组验证。不管是国民经济中的地位,还是矿产资源特征,能源资源与其他种类的矿产资源都存在明显区别,能源产业与其他资源类产业差异较大。因此,将能源产业单独分组,再根据资源加工程度对其他产业分组。分组情况见表 4。

由表 5 中回归结果发现,能源产业的国有产权和非国有产权对绿色技术创新均具有非常显著的正向影响。这与政府能源产业政策息息相关,能源关系到国家安全,产权配置的国有化倾向明显。政府对这类产业的市场变化比较敏感,政策影响也更为直接。然而,国有产权与非国有产权对绿色技术创新绩效的影响路径却不同。能源产业国有化程度较高,市场结构更趋向于垄断状态,国有企业具有垄断竞争优势,市场结构对绿色创新绩效

表 3 国有产权配置下技术创新效率影响因素实证结果

变量	被解释变量: 绿色技术创新效率 国有产权		被解释变量: 绿色技术创新效率 非国有产权	
	Model ( 1 )	Model ( 2 )	Model ( 3 )	Model ( 4 )
<i>Ownership</i>	1.671 ** ( 2.03)	2.570 *** ( 2.88)	-1.173 ( -1.31)	-2.021 ** ( -2.06)
<i>Regulation</i>	0.041 ( 1.11)	0.100 ** ( 2.27)	-0.279 *** ( -3.09)	-0.286 *** ( -3.20)
<i>Ownership* regulation</i>	-0.436 *** ( -3.56)	-0.486 *** ( -4.09)	0.428 *** ( 2.65)	0.514 *** ( 3.11)
<i>Market structure</i>	-0.222 ( -0.24)	0.278 ( 0.30)	0.194 ( 0.23)	0.835 ( 0.92)
<i>Industrial scale</i>	0.009* ( 1.87)	0.009* ( 1.86)	0.007 ( 1.37)	0.007 ( 1.36)
<i>t</i>		0.028* ( 2.37)		0.025 ** ( 2.03)
Constant	0.262 ( 0.91)	-57.348 *** ( -2.36)	1.341 *** ( 3.18)	-48.788* ( -1.97)
F	7.30	8.08	5.99	6.43
Prob>F	0.000	0.000	0.000	0.000
LM test		4 485.62 ( 0.000)		2 404.00 ( 0.000)
Hausman test		26.11 ( 0.000)		26.14 ( 0.000)

注: 数据由作者利用 Stata 软件计算得出。括号内为 *t* 值,\*、\*\* 和 \*\*\* 分别表示在 10%、5% 和 1% 的显著性水平下显著。

表 4 按资源特征和加工程度分组

编码	类别	产业名称
1	能源产业	煤炭开采和洗选业
		石油天然气开采业
		石油加工与炼焦及核燃料加工
		电力热力生产和供应业
		燃气生产和供应业
2	非能源类资源 开采业	黑色金属矿采选业
		有色金属矿采选业
		非金属矿采选业
3	非能源类资源 加工业	非金属矿物制品业
		黑色金属冶炼及压延加工业 有色金属冶炼及压延加工业 金属制品业

具有正向作用。而非国有企业则更注重以创新获得竞争优势。以光汇石油为例,作为中国规模最大的民营全产业链石油公司,光汇石油集团借助互联网发展推动战略转型,创新产业发展模式,提高运营效率,实现传统石油行业的转型升级发展<sup>[35]</sup>。

非能源类资源开采业的实证结果

与前文一致。但是,非能源类资源加工业与前文结果却相反,国有产权的程度越高,越不利于绿色技术创新。这是因为与其他产业相比,非能源类资源加工业国有化程度较低,市场竞争激烈,灵活的竞争市场有利于产业内创新。该类产业的技术工艺和资源种类有较大关系,技术的差异性与研发难度大大弱化了产权性质对绿色技术创新的作用。技术创新难度导致国有产权的特殊性不足以推动绿色技术创新,而非国有产权的市场灵活性则更有利于带动绿色技术创新。

### (三) 稳健性检验

本文的稳健性检验采取替换被解释变量和解释变量的方式。首先替换被解释变量。替换变量采用一般 DEA 方法,将废水、废气与固体废弃物排放量作为非期望产出指标直接纳入效率计算模型,回归结果支持本文主要结论。其次,分别替换所有制结构、环境规制强度与产业规模三个指标。其中,所有制结构采用行业实收资本中的国有资本占比替代国有产权配置,港澳台与外商资本占比代替非国有产权。环境规制指标借鉴使用较多的成本型指标,采用各产业污染治理成本作为环境规制强度指标。产业规模用年底从业人员数替代平均产业规模。结果显示,无论是替代单个变量还是同时替代原变量,总体上仍然支持本文主要结论。

### 五、结论与政策建议

本文分析了资源型产业所有制结构对绿色技术创新的影响机制。首先计算各资源型产业的环境外部性成本,并将其纳入动态网络 DEA 模型测算绿色技术创新效率,进而分析所有制结构对绿色技术创新的影响。首先,整体来看,资源型产业绿色技术创新效率的差异较大,均具有不同程度的波动;环境规制强度越大,各产业的环境外部性成本承担也越多,创新效率越低。国有产权对绿色技术创新具有显著影响。其次,国有产权与绿色技术创新效率显著正相关,而非国有产权不利于绿色技术创新水平提高。国有产权与环境规制的叠加不利于绿色技术创新效率提高,而非国有产权则需要环境规制对绿色技术创新的倒逼效应。最后,国有产权在资源开采业,特别是能源产业,能够显著促进绿色技术创新效率提高;而对资源加工业的创新效率则具有显著的负向作用。

针对以上结论,本文提出以下政策建议:

1. 根据资源型产业特性,调整不同资源型产业的国有产权水平,优化国有产权配置结构,引导产业技术进步。具体而言,降低金属与非金属矿采选业的国有化程度,增加非国有产权比重,优化国有资本、民营资本和外资结构,深化股份制改革;强化市场化手段对矿业权交易的调节作用,鼓励竞争,提高企业绿色技术创新的内在激励。调整能源产业的国有产权水平,鼓励国有企业绿色技术创新,发挥国有企业对行业整体技术水平提升的带动作用。但是,也要注意,国有产权对资源型产业绿色技术

表 5 资源特征和加工程度相结合的分组回归结果

变量	国有产权			非国有产权		
	group1	group2	group3	group1	group2	group3
<i>ownership</i>	3.660** (2.37)	6.646** (2.40)	-1.891*** (-2.91)	2.779*** (3.46)	-8.329*** (-3.37)	1.556*** (3.07)
<i>regulation</i>	0.306 (1.06)	0.243* (1.85)	-0.163*** (-2.63)	0.270*** (3.46)	-0.244 (-1.26)	0.137 (0.98)
<i>ownership*</i>	-0.840* (-1.82)	-0.824 (-1.64)	0.651** (2.16)	-0.951*** (-3.12)	0.657* (1.90)	-0.261 (-1.03)
<i>regulation</i>	0.624 (0.59)	-15.952* (-2.00)	-6.025** (-2.25)	-0.229 (-0.23)	-23.177*** (-2.90)	-1.745 (-0.62)
<i>Market structure</i>	0.008 (1.40)	0.045 (1.50)	0.041*** (3.58)	0.006 (1.45)	0.093** (2.74)	0.023* (1.72)
<i>Industrial scale</i>	0.033 (1.89)	0.002 (0.04)	-0.025* (-1.77)	0.015 (0.85)	0.024 (0.56)	-0.003 (-0.20)
Constant	-67.567 (1.90)	-3.677 (-0.04)	50.598* (1.81)	-30.296 (-0.85)	-43.895 (-0.56)	5.843 (0.19)

注:括号内为 *t* 值,\*、\*\*和\*\*\*分别表示在 10%、5%和 1%的显著性水平下显著。



创新的作用不是越高越好,也不是越低越好,应该通过所有制配置结构调整做优国企,推进资源型产业的绿色创新发展。

2. 完善资源型产业政策体系,推进激励性、引导性政策实施,鼓励绿色技术创新投入。以政府行为为主导的研发补贴和行政命令型环境规制只能在短期内带动绿色技术创新。从长期来看,还应该把政策着力点放在激发企业内在绿色创新动机上,降低政府直接干预、发挥市场的创新资源配置能力。比如,转变绿色技术创新的传统激励方式,完善产权结构激励。促使企业在绿色技术创新收益和资源环境外部性成本承担之间做出选择,鼓励增加绿色技术创新投入。

3. 设置具有产业异质性的环境规制强度与环境治理标准。考虑当地经济社会的发展水平以及污染排放程度的动态,若要杜绝环境规制的一刀切和一成不变,需要设置不同的环境标准和技术标准。对于大企业和国有企业较多的能源资源开采业,环境规制强度与工具的设定要以降低和治理环境污染为主,侧重对环境污染问题的直接作用。而对其他资源类产业,环境规制政策设定则要兼顾对绿色技术创新的引导作用,鼓励企业通过绿色技术创新降低负外部性成本。

#### 参考文献:

- [1] 鹿娜, 梁丽萍. 多产业两阶段科技创新效率评价与比较研究[J]. 武汉理工大学学报(社会科学版), 2018(1): 84-89.
- [2] 陈诗一. 中国工业分行业统计数据估算: 1980—2008[J]. 经济学(季刊), 2011(3): 735-776.
- [3] 陈超凡. 中国工业绿色全要素生产率及其影响因素——基于ML生产率指数及动态面板模型的实证研究[J]. 统计研究, 2016(3): 53-62.
- [4] RODRÍGUEZ X A, ARIAS C. The effect of resource depletion on coal mining productivity[J]. Energy economics, 2008, 30(2): 397-408.
- [5] 王克强, 武英涛, 刘红梅. 中国能源开采业全要素生产率的测度框架与实证研究[J]. 经济研究, 2013(6): 127-140.
- [6] SOHNINIHAL D, GONZALES L E, CERDA R. Copper mining productivity: lessons from Chile[J]. Journal of policy modeling, 2018, 40(1): 182-193.
- [7] 王忠, 揭俐, 曾伟. 矿业权重叠对我国煤炭产业全要素生产率的非线性影响[J]. 中南财经政法大学学报, 2017(5): 59-68+159-160.
- [8] 王忠, 揭俐. 基于矿业安全的矿权配置与管制政策[J]. 中国地质大学学报(社会科学版), 2011(6): 38-43.
- [9] LAING T. Rights to the forest, REDD+ and elections: mining in Guyana[J]. Resources policy, 2015, 46: 250-261.
- [10] 龙如银, 董洁. 煤炭企业实施绿色开采的博弈分析及政策建议[J]. 中国矿业, 2005(2): 17-20.
- [11] HABER S, MAURER N, RAZO A. When the law does not matter: the rise and decline of the Mexican oil industry[J]. Journal of economic history, 2003, 63(1): 1-32.
- [12] ARAUJO C, BONJEAN C A, COMBES J L, et al. Property rights and deforestation in the Brazilian Amazon[J]. Ecological economics, 2011, 68(8-9): 2461-2468.
- [13] 徐康宁, 王剑. 自然资源丰裕程度与经济发展水平关系的研究[J]. 经济研究, 2006(1): 78-89.
- [14] 邵帅, 杨莉莉. 自然资源开发、内生技术进步与区域经济增长[J]. 经济研究, 2011(S2): 112-123.
- [15] 陈沁. 我国自然资源产权制度安排的路径选择[J]. 知识经济, 2016(6): 15-16.
- [16] 李冬冬, 杨晶玉. 基于增长框架的研发补贴与环境税组合研究[J]. 科学学研究, 2015(7): 1026-1034.
- [17] 于立宏, 王艳, 陈家宜. 考虑环境和代际负外部性的中国采矿业绿色全要素生产率[J]. 资源科学, 2019(12): 2155-2171.
- [18] 李嘉晨, 于立宏. 中国资源产业的企业国有化研究——以我国A股上市公司为例[J]. 上海经济研究, 2016(9): 52-63.
- [19] BOVIS C H. Efficiency and effectiveness in public sector management: the regulation of public markets and public-private partnerships and its impact on contemporary theories of public administration[J]. European procurement & public private partnership law review, 2013, 8(2): 186-199.
- [20] 于立宏, 李嘉晨. 双重外部性约束下中国资源型企业绩效研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2016(4): 63-72.



- [21] LI J C , YU L H. Double externalities , market structure and performance: an empirical study of Chinese unrenueable resource industries [J]. Journal of cleaner production 2016 ,126( Jul.10) : 299-307.
- [22] LI J C , YU L H. How does state-owned shares affect double externalities and industrial performance: evidence from China's exhaustible resources industry [J]. Journal of cleaner production 2018 ,176( MAR.1) : 920-928.
- [23] ZHOU K Z , GAO G Y , ZHAO H. State ownership and firm innovation in China: an integrated view of institutional and efficiency logics [J]. Administrative science quarterly 2017 ,62( 2) : 375-404.
- [24] CHOI S B , PARK B I , HONG P. Does ownership structure matter for firm technological innovation performance? The case of Korean firms [J]. Corporate governance: an international review , 2012 20( 3) : 267-288.
- [25] 李长青,周伟铎,姚星.我国不同所有制企业技术创新能力的行业比较[J].科研管理 2014( 7) : 75-83.
- [26] CULL R , XU L C. Institutions , ownership , and finance: the determinants of profit reinvestment among Chinese firms [J]. Journal of financial economics , 2005 ,77( 7) : 117-146.
- [27] 黄速建,肖红军,王欣.论国有企业高质量发展[J].中国工业经济 2018( 10) : 19-41.
- [28] 余凤翥.转型期国有企业自主创新动力问题的探索[J].科技管理研究 2008( 8) : 9-10.
- [29] 黄速建,余菁.国有企业的性质、目标与社会责任[J].中国工业经济 2006( 2) : 68-76.
- [30] 程俊杰,章敏,黄速建.改革开放四十年国有企业产权改革的演进与创新[J].经济体制改革 2018( 5) : 85-92.
- [31] 高德步.创新驱动: 国有企业战略目标与定位的再思考[J].中国特色社会主义研究 2018( 1) : 14-20+2.
- [32] 茅于軾,盛洪,杨富强,等.煤炭的真实成本[M].北京: 煤炭工业出版社 2008.
- [33] 潘伟尔,王勇.“真实的煤炭成本”与公平的煤炭成本——与《煤炭的真实成本》作者茅于軾先生等商榷[J].中国能源 2009( 5) : 30-32.
- [34] 徐幼民等湖南大学课题组.论技术创新状况的经济评价指标[J].财经理论与实践 2014( 3) : 121-124.
- [35] 许勤华,王进,白俊,等.2017 油气企业全球竞争力评估研究[J].石油科技论坛 2018( 1) : 48-54.

(责任编辑:刘淑浩;英文校对:葛秋颖)

## Impact of State-owned Property Right on Green Technology Innovation: Promoting or Extruding? An Empirical Analysis Based on Negative Externalities of Resource-based Industries

YU Lihong , WANG Yan

( School of Business , East China University of Science and Technology , Shanghai 200237 , China)

**Abstract:** The green technology innovation of resource-based industry should be able to alleviate double negative externalities. Considering impact of environmental externality cost and resource depletion on efficiency of green technology innovation of resource-based industries , this paper adopts the backward method to calculate the environmental externality cost , and the efficiency of green technology innovation is evaluated by bringing externalities cost into the model , so as to empirically tests the impact of ownership structure of resource-based industries on the efficiency of green technology innovation. It turned out that the state-owned property rights have a long-term incentive to the green technology innovation of resource-based industries , while the non-state-owned property rights are not conducive to the green technology innovation. The impact of ownership structure on the efficiency of green innovation has significant industrial heterogeneity , and the positive effect of state-owned property rights on energy industries and non-energy mining industries is significant , and the effect on non-energy resource processing industries is significantly negative. In order to promote the green transformation and upgrading of resource-based industries , the proportion of state-owned property rights in energy industries should be optimized , the reform of state-owned property rights in non-energy resource mining and processing industries should be deepened , and differentiated environmental regulations should be adopted to improve the green technology progress according to mineral resource characteristics and industrial nature.

**Key words:** externality cost; ownership structure; green technological innovation; environmental regulation