

环境规制实现了绿色技术创新的“增量提质”吗

——来自环保目标责任制的证据

陶 锋, 赵锦瑜, 周 浩

[摘要] “十一五”时期开始实施的环保目标责任制是中国环境规制政策体系的重要特色。在高质量发展导向下,面对绿色技术创新的激励难题,该项政策对全社会绿色技术创新活动的数量和质量有何影响呢?借助于国际专利分类(IPC)提供的专利化创新活动技术信息,本文在IPC大组层面识别出与绿色创新活动技术特征相契合的环境友好型发明专利,借此构建了刻画绿色创新活动的相关指标,进而采用双重差分法考察了环保目标责任制对绿色技术创新活动数量和质量的影响。研究发现,环保目标责任制的实施虽然促进了绿色专利申请数量的扩张,但也导致相关创新活动质量的下滑。进一步研究发现,创新能力薄弱的企业是造成创新活动质量下滑的主要群体,且集中于独立创新这一组织方式、纳入环保约束性指标的大气污染治理技术领域以及中轻度污染行业。值得注意的是,实质审查制度能够有效地保障授权专利质量,有利于缓解环保目标责任制对创新活动质量的扭曲效应。本文的结论有利于为深化环保目标责任制改革、建立市场导向的绿色技术创新体系和培育高质量创新活动的知识产权制度安排提供理论支撑和对策建议。

[关键词] 环保目标责任制; 绿色技术创新; 专利数量; 专利质量

[中图分类号]F424 **[文献标识码]**A **[文章编号]**1006-480X(2021)02-0136-19

一、引言

党的十九大报告提出要“加快生态文明体制改革,建设美丽中国”,并明确要求“构建市场导向的绿色技术创新体系”。为进一步贯彻落实党中央的相关顶层设计,2019年4月中华人民共和国国家发展和改革委员会、科学技术部联合印发《关于构建市场导向的绿色技术创新体系的指导意见》,进一步细化了绿色技术创新体系建设的路线图和时间表。自此,“绿色技术创新”首次进入党内最高纲领性文件并转化为政府专项政策文件,成为当前国家生态文明建设的要务。

对于学术界,如何解释绿色技术创新;对于实务界,如何推进绿色技术创新,均是亟需解决的重

[收稿日期] 2020-09-16

[基金项目] 国家自然科学基金面上项目“知识溢出影响创新地理的理论机制和实证研究”(批准号71673114); 国家社会科学基金重点项目“粤港澳大湾区创新生态系统优化的体制机制与政策研究”(批准号19AZD008); 中央高校基本科研业务费专项资金“暨南跨越计划”(批准号19JNKY07)。

[作者简介] 陶锋,暨南大学产业经济研究院、产业大数据应用与经济决策研究实验室研究员,博士生导师,经济学博士;赵锦瑜,暨南大学产业经济研究院博士研究生;周浩,暨南大学产业经济研究院副教授,博士生导师,经济学博士。通讯作者:周浩,电子邮箱:tzhouhao@jnu.edu.cn。感谢匿名评审专家和编辑部的宝贵意见,当然文责自负。

大理论与实践问题。本文基于中国知识产权局受理的发明专利对绿色技术创新问题进行剖析^①,并进一步研究业已出台的环境规制政策对绿色技术创新的影响机制。特别地,本文试图回答以下核心问题:在中国绿色技术创新活动快速增长的过程中,环境政策扮演了怎样的角色,环境规制又会否存在“绿色技术创新”方面的正外部性?

一般情况下,合理设计的环境规制被认为对技术创新具有重要促进作用,即所谓环境规制的“波特假说”(Porter,1991)。“十一五”规划首次将环保指标作为约束性指标与政府官员的政绩考核挂钩,即严格实施环保目标责任制,标志着中国环境规制从“软约束”转向“硬约束”(韩超等,2017)。“十一五”规划实施以来,中国绿色技术创新活动明显变得更为活跃,绿色专利申请数量出现跨越式增长。基于 OECD 列示的环境管理技术 IPC 代码,本文利用 BvD(Bureau van Dijk)专利数据库测算发现,2000—2005年,中国环境管理技术相关的发明专利申请数量增长较为缓慢,从 1014 件增长到 3013 件,年均增长 333 件;2006 年开始这类发明专利申请数量呈现爆发式增长,2016 年达到 36683 件,年均增长 3008 件。然而,就知识宽度这一指标而言,对应专利的均值则由 2000—2005 年的 0.37 降为 2006—2016 年的 0.33^②,从这个角度看,中国绿色专利申请质量似乎并未得到明显提升。以上数据表明,环保目标责任制实施以来,中国绿色专利申请可能存在一定的泡沫现象,即专利数量激增而专利质量下滑。

与发达市场经济体不同,中国正处于体制转型的发展阶段,政府深刻介入创新活动的激励过程,市场机制对创新资源的配置尚不能发挥决定性作用。由于地方政府及其主政官员掌控着可观的经济资源,因此,政府官员的政绩导向和考核制度设计势必对公共政策的制定和执行过程产生深刻影响。考核制度设计的不完善可能带来公共政策的激励扭曲,使得政策效果事倍功半甚至事与愿违。“十一五”规划首次将节能减排目标作为约束性指标与政府官员的政绩考核挂钩,进而使得政府官员的政绩导向不再是“唯 GDP 论”,这势必对环境规制政策的制定和执行过程产生重要影响。那么,在中国以环保目标责任制为集中体现的命令型环境规制是否会导致绿色技术创新过程的激励扭曲,进而造成绿色专利申请的泡沫呢?

既往文献对环境规制影响技术创新的机理进行了深入探讨,取得了富有价值的研究成果。值得注意的是,关于环境规制能否诱发技术创新,既往经验文献存在相互对立的结论。Conrad and Wastl (1995)、Gray and Shadbegian(2003)、Greenstone et al.(2012)等认为环境规制会通过增加企业的成本进而对企业的技术创新产生抑制作用。Jaffe and Palmer (1997)、Popp (2006)、Johnstone et al. (2012)、Ley et al.(2016)、王班班和齐绍洲(2016)、徐佳和崔静波(2020)等则提出了相反的观点,即设计合理的环境规制能有效促进绿色技术创新。这些不一致的结论为经验研究提供了两条重要启发:一是合理区分环境规制的类型,命令型环境规制与市场型环境规制对绿色技术创新的作用机理存在明显的差别。理论上,相较于命令型环境规制,市场型环境规制能够提供更灵活、更有效的创新激励(Jaffe et al.,1995;Blackman et al.,2018),齐绍洲等(2018)、任胜钢等(2019)基于中国二氧化硫排污权交易的研究结论也支持上述观点。王班班和齐绍洲(2016)基于中国工业行业专利数据,比较了市场型和命令型政策工具的节能减排技术创新效应。中国目前的环境规制政策仍然以命令控制型为主(Wang et al.,2015),地方官员是这种命令型环境规制政策的制定者和执行者。二是要从

① 根据国家知识产权局的定义,绿色技术指有利于节约资源、提高能效、防控污染、实现可持续发展的技术,主要包括替代能源、环境材料、节能减排、污染控制与治理、循环利用技术。绿色专利是指以绿色技术为发明主题的发明、实用新型和外观设计专利。

② 根据 BvD 专利数据库相关信息测算。

宽泛的创新活动中识别出绿色技术创新,科学测量绿色技术创新的数量和质量。由于数据可得性的限制,绿色技术创新的识别是个难题,诸多经验文献对绿色技术创新的衡量指标集中于 R&D 支出(Jaffe and Palmer,1997;蒋伏心等,2013)和绿色生产率(白雪洁和宋莹,2009;宋马林和王舒鸿,2013)等间接指标。随着专利数据可得性的提高以及研究者对专利信息的深入挖掘,专利数据所具有的优势使其成为衡量创新的关键指标。专利文件列示技术领域类别,有利于识别出以绿色技术为目标的绿色专利。专利文件还会提供专利发明者、权利要求、专利族和引用等信息,进而有利于识别创新主体的类型和创新质量。因此,越来越多的研究者开始采用专利数据衡量绿色技术创新(Popp,2006;Ley et al.,2016;王班班和齐绍洲,2016;董直庆和王辉,2019)。然而,既往文献集中于讨论环境规制对绿色专利数量的影响,鲜有文献涉及绿色专利质量的分析。

基于此,本文试图通过区分绿色专利申请数量和质量来考察“十一五”实施的环保目标责任制对中国绿色技术创新行为的影响,并讨论该影响在申请主体类型、专利合作方式、绿色专利类型维度以及行业污染程度的异质性。本文基于 2002—2016 年 543 万余件发明专利数据开展的研究发现,环保目标责任制虽然显著地促进绿色专利数量的增加,却导致绿色专利质量的下滑,其中,创新能力较弱企业是造成专利下滑的主要群体;进一步研究发现,发明专利的实质审查制度能够在一定程度上缓解环保目标责任制对绿色专利质量的负面影响。

本文可能的贡献主要体现在两个方面:①借助于 IPC 提供的专利化创新活动技术信息,以在中国国家知识产权局申请的发明专利为研究对象,首次识别出具有绿色创新活动技术特征的环境友好型发明专利,借此构建了刻画绿色技术创新活动数量和质量的相关指标。鉴于 IPC 的标准化和对创新活动技术领域较为清晰的界定,本文在经验研究上为识别可专利化的绿色创新活动提供了一种可行的潜在选择,有助于更好地将绿色创新活动与非绿色创新活动进行剥离,比较科学地测度绿色创新活动,缓解数据测算带来的误差以及技术选择偏误等问题的干扰(董直庆和王辉,2019)。②区别于既有研究较为注重环境政策对创新活动数量的影响,本文首次全面考察了环保目标责任制对绿色技术创新活动数量和质量的影响,契合当下高质量发展导向的时代背景。研究发现,环保目标责任制虽然显著地推动了绿色创新活动的数量增长,但也导致绿色创新活动整体质量的下滑。本文进一步从创新主体类型、创新实力、创新活动组织方式、技术领域、行业污染密集度以及发明专利的实质审查制度等多个角度展开分析,就环保目标责任制导致绿色技术创新质量下滑这一现象提供微观证据和多元解释。本文不仅为中国专利泡沫现象提供了新的解释和证据,也有利于丰富关于环境规制政策效果评价的相关研究。

本文后续的结构安排如下:第二部分为制度背景,第三部分为研究假说,第四部分为研究设计,第五部分为实证分析,第六部分为绿色技术创新质量下滑的进一步分析,第七部分为研究结论与政策启示。

二、制度背景

环境保护“五年规划”在中国环境治理体系中扮演着极其重要的角色。《中华人民共和国国民经济和社会发展第六个五年计划》首次将环境保护列为独立的一章内容,随后一系列相关文件的颁布表明中央对环境保护的重视程度日益提高,但这些文件对环境保护的相关数量指标缺乏合理有效的分解和考核办法,因此,规划目标缺少强有力的约束。截至 2005 年底,“十五”计划中规定的两种主要污染物的减排目标并未实现,且全国能源消耗量在 2005 年达到最大。

面对能源消耗量和主要污染物排放量居高不下的严峻形势,“十一五”规划开始,中央决定采取

强硬措施提高环保政策执行的约束力。由于地方主政官员是中央环境政策的实际执行主体,中央决定将属地环保绩效纳入官员政治升迁的重要考核内容。2005年12月,国务院发布的《关于落实科学发展观加强环境保护的决定》(以下简称“《决定》”)中首次提出“环保绩效考核”的重要举措;2006年3月,《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》(以下简称“《纲要》”)首次将化学需氧量和二氧化硫两种主要污染物的排放总量以及单位GDP能源消耗量等环保指标确定为地方官员绩效考核的约束性指标。为贯彻落实《决定》和《纲要》的要求,原国家环境保护总局、国家发展和改革委员会、国家统计局和国家能源局等部门相继颁布了一系列具体文件,基本形成相对完整的环境保护政策体系。该政策体系的主要特征在于环保约束指标的层层分解和考核落实,即中央规定全国主要污染物排放总量和单位GDP能耗的总体控制目标,中央及各省主要领导签订环保目标责任书,将全国指标分解落实到各省,然后各省再将全省指标分解落实给各地级市,各市进一步将指标分配给区、县以及辖区内重点污染企业。^①地方各级主政官员对辖区节能减排指标负责,并由上级主管单位对指标的完成情况进行考核。具体考核方式为中央、各省、各市分别组成考核工作组定期对各省、各市、各县(区、重点企业)环保指标的完成情况进行考核,形成综合考核报告并向社会公告,考核结果作为上级政府决定地方各级领导干部政治任免的重要依据。之后,“十二五”“十三五”规划期间,环保目标责任制得到进一步强化。

三、环保目标责任制对绿色技术创新的作用机制和研究假说

1. 环保目标责任制对绿色创新活动的正面影响

在环保目标责任制实施初期,为了实现环保任务,各类污染物强制性的排放标准被纳入各级政府的政治考核中,强化了环境治理在各级地方政府政治任务中的重要性,明确了未达标的严重后果,具有高压威慑和强制性的特点。地方官员“政治人”的属性(周黎安,2004)决定了其会根据中央制定的具体考核指标调整各种政治行为在其效用函数中所占的比重(王红建等,2017),从而获得最大的政治利益。因此,环保目标责任制通过向各级地方主政官员施压,迫使地方政府采取一系列手段治理环境。“十一五”以前,中央以GDP增长为核心的考核体系使地方官员缺乏环境保护的动力,而在环保目标责任制实施初期,地方官员为在短期内完成约束性的环保指标以应对中央的定期考核,最普遍的做法为“关停并转”(Chen et al.,2018a;王岭等,2019)。

面对命令型环境规制引致的“硬约束”,作为“经济人”的企业会结合自身条件进行相机抉择,呈现出异质性的自我选择行为:转移、升级抑或转型(蒋伏心等,2013;Milani,2017)。对于小企业,由于资金和技术上的约束,无法将环境规制引致的成本内部化,关停或者异地转移成为应对环境规制的常见手段;对于有一定资金和技术基础的企业,以节能减排为目标,针对生产线安装末端排放治理设备辅以技术改造,进而走上升级之路;对于实力较强的大企业,则可以在地理空间、技术空间和产业空间等领域进行全方面的资源再配置,通过转移、升级和转型“三箭齐发”应对环境规制。后面两种就地升级和转型应对行为通常包含了各种形式的创新活动。当环境规制对企业创新的补偿效应超过了环境成本内部化引致的抵消效应,就为企业的创新活动提供了可持续的条件,形成所谓的“波特假说”,即环境规制亦可通过创新活动提升企业竞争力(Porter,1991)。

伴随着时间推移,强制性的排放标准由短期的冲击逐渐成为企业面临的常态化约束。无论是新企业还是存留下来的企业,配置相关资源进行绿色创新成为“标准动作”,进而形成全社会步入绿色

^① “十一五”期间节能减排主要指标在全国各省以及广东省内各地级以上城市的任务分解情况参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

创新的转型之路,引导绿色创新资源投入和产出的稳步上升。另外,环保目标责任制及其相应政策在公众媒体上的传播会提升全社会对环境保护的关注度,进而引导高校和科研院所的创新资源更多地流入与环境相关的创新活动。与此同时,产学研合作也会推动高校和科研院所等非营利性机构参与到世俗化的绿色创新活动之中。值得一提的是,创新活动的不确定性通常会导致从投入到产出经历一个较长的时间,所以环保目标责任制对企业绿色创新活动产出的影响需要一定的时间才能显现。基于以上分析,本文提出:

假说 1:环保目标责任制的实施促进了绿色专利数量的增加,但政策效应存在滞后性。

2. 环保目标责任制对绿色创新活动的潜在扭曲

在中国“自上而下”的治理体系之中,地方官员面对环保目标责任制一票否决的“硬约束”,命令型环境规制措施通常成为首选,这一点在环保目标责任制实施的初期愈发明显。如前所述,命令型环境规制虽然在一定程度上会倒逼企业进行绿色创新,但其对企业绿色创新的补偿止于行政处罚的上限,容易导致一部分企业满足于绿色创新活动的“达标”,即创新活动引致的补偿收益趋同于环保不达标所导致的强制性惩罚成本,从而对企业绿色创新活动的质量缺乏有效的激励。当企业绿色创新活动无法从市场上获取更多补偿时,“达标”现象将更为普遍。另外,中国绿色创新起步晚,整体的绿色创新能力相对较低,因此,要想实现绿色技术和产品质量的显著提升也更为困难(董直庆和王辉,2019)。

随着环保目标责任制实施的不断推进,部分发达地区的地方政府也辅以一些激励型环境规制政策。但当相关激励制度不够完善时,企业寻租行为会不期而至,环境规制则会对微观层面的绿色技术创新行为造成扭曲。具体原因如下:①在激励型环境规制中,针对创新活动的税收减免和补贴是常见手段之一。有效实施上述手段的前提之一是政府需要准确把握企业创新活动信息,但政府对企业绿色创新活动的真实信息存在天然的信息劣势。一旦政府只能根据企业释放出来的某种信号(比如绿色专利数量)来决定政策的奖励对象时,策略性的创新行为就会产生(张杰和郑文平,2018;黎文靖和郑曼妮,2016)。②追求利润最大化的企业为获得政策提供的补贴、税收优惠等经济利益,会过分追求短期内绿色创新数量的增加,进行难度较低的策略性创新(黎文靖和郑曼妮,2016)。这种情况在创新资源并不丰富的企业中可能更为突出,因为其本身的创新资源就不足以支撑高质量的创新活动,其实施策略性创新行为的成本相对较小。③创新能力不同的企业的创新动机也不同。一方面,创新能力强的企业其创新活动具有持续性的特点(Noailly and Smeets,2015),特别是在绿色发展成为核心竞争力的大环境下,绿色创新能够带来新的竞争优势;另一方面,创新能力相对较弱的企业相关创新资源有限,其创新行为存在随机性(Noailly and Smeets,2015),其绿色创新活动更容易受到外界因素(比如补贴、奖励、税收等政策)的影响。因此,即使是激励型环境规制也无法必然提高绿色创新活动的质量。当全社会整体的绿色创新能力相对较低时,尽管有少数企业进行高质量绿色创新活动,但激励型规制总体上对相关创新活动质量的影响也许并不显著,甚至由于对创新活动的扭曲而对创新活动的质量形成负面作用。

对于具有非营利性质的高校和科研院所,一方面,研究人员个体对创新活动具有更多的自主权;另一方面,命令型环境规制的惩罚措施和激励型手段比如补贴和减税基本上对其个人没有直接影响。因此,高校和科研院所研究人员的创新活动质量更多的是个人自我追求的副产品,环保目标责任制对此类人员的绿色创新活动质量没有显著影响。基于以上分析,本文提出:

假说 2:当相关政策侧重于命令型环境规制并辅以激励型环境规制时,环保目标责任制可能会造成绿色专利质量下降的风险。

四、研究设计

1. 数据来源和指标处理

(1)数据来源。本文使用的专利数据来源于 BvD 数据库,该数据库包括了 1985—2017 年境内外企业、个人和公共机构(高校、科研院所、机关团体)在中国国家知识产权局申请且已公开的 1431 万余件发明和实用新型专利数据,其中发明专利 751 万余件,本文主要使用发明专利申请进行政策效应的研究。由于本文主要研究政策对中国机构和个人绿色技术创新的影响,因此删除优先权号^①为其他国家(地区)的专利得到 2002—2016 年中国机构和个人的发明专利申请共计 543 万余件,对于优先权号为中国的专利,使用优先权号的年份作为专利的申请时间。

(2)绿色技术创新数量和质量的衡量。创新活动是经济研究的热点问题之一,不同文献切入的研究视角多种多样,导致实证研究中衡量创新活动的指标也多种多样。在本文的研究背景下,采用专利数据衡量绿色技术创新活动,这种处理体现出三个方面的优势:①专利数据能够更准确地衡量创新活动的产出(周焯等,2012),而不是创新活动的投入。这一点契合本文考察环保目标责任制对创新绩效影响的主题。②专利的 IPC 信息能够比较准确地刻画创新活动的技术领域特征,这有助于本文采用 OECD 的划分标准区分绿色技术创新活动和非绿色技术创新活动,进而构建实验组和控制组,为运用双重差分法(DID)估计策略创造条件。③利用专利数据,本文不仅可以衡量绿色技术创新活动的数量,还能刻画绿色技术创新活动的质量。结合数据可得性,本文根据 OECD 所列的环境管理技术对应的 IPC 代码,在 IPC 大组层面识别和计算了在中国申请的绿色专利数量。此外,“十一五”和“十二五”环保规划中的环保约束指标主要涉及污染治理和节能降耗,其中,污染物减排指标主要涉及大气污染和水污染,因此,基于环境管理技术领域的绿色专利能更好地识别政策对绿色技术创新的影响。

本文主要采用发明专利申请数量衡量绿色技术创新活动的数量,然后通过构建专利知识宽度指标衡量绿色技术创新活动的质量。国内外学者用于构建专利质量的变量主要涉及技术、经济以及法律三个维度。专利知识宽度涵盖了技术和经济两个维度:一方面,专利所涉及的知识领域越广,专利的复杂程度越高,专利的质量越高;另一方面,专利的复杂程度越高,越难以被模仿和取代,专利的市场价值越大(张杰和郑文平,2018)。结合 BvD 数据库所提供的专利信息,本文采用知识宽度衡量专利质量^②,采用均值和中位数两种加总方式将专利层面的知识宽度加总到 IPC 大组层面,其中,基准回归和异质性分析中采用均值的加总方式,稳健性检验采用中位数的加总方式。另外,在稳健性检验部分,本文还选取专利的 IPC 数量、专利所涉及的 IPC 小类数量、专利族申请国家(地区)数量等方法衡量绿色专利质量。

(3)实验组和控制组的构建。现有关于环境政策诱发创新效应的研究大多基于企业、行业或者地区层面(王班班和齐绍洲,2016;董直庆和王辉,2019),本文借鉴 Moser and Voena(2012)的做法

① 优先权号是指该项专利首次在某国进行申请的申请号。一般专利申请主体会先在其母国进行专利申请,之后再向其他国家申请专利。一般而言,具有国外优先权号的专利申请大多来自国外机构或个人,他们大多出于经济利益的目的在中国申请专利,基本不受中国政策的影响,因此,将这部分专利剔除以避免对估计结果产生影响。

② 借鉴 Aghion et al.(2015)、张杰和郑文平(2018)关于知识宽度的计算方法,利用产业集中度的测算思路,通过测算 IPC 大组层面的专利分类号的差异来衡量专利质量,专利 IPC 大组差异越大,专利质量就越高。

在 IPC^①层面考察环保目标责任制对绿色技术创新活动的影响。

由于环保目标责任制对绿色专利和非绿色专利的影响程度存在差异,借鉴 Chen(2017)的做法,根据受政策影响强度的不同将绿色专利作为实验组,其他类型的专利作为控制组。^② 具体构建方法如下,鉴于 OECD 所列示的环境管理技术 IPC 大部分属于大组层面,本文基于 IPC 大组层面构建实验组和控制组,选取属于环境管理技术的 IPC 大组作为实验组,其他不属于 OECD 中所列示的绿色专利分类的 IPC 大组为控制组。为确保实验组和控制组之间具有可比性,本文进一步删除属于同一个 IPC 小类中全部为实验组或控制组的 IPC 大组,最终得到 100 个实验组,721 个控制组。在此基础上,本文将 2002—2016 年的 543 万余件发明专利申请与 IPC 大组层面构建的实验组和控制组匹配,最终得到发明专利申请 68 万余件,其中,实验组的发明专利申请数为 14 万余件,控制组的发明专利申请数为 54 万余件。本文最终参考 Haščič and Migotto(2015)的做法,采用加权^③的方法将专利数据加总为 2002—2016 年 IPC 大组层面的面板数据。

2. 模型设定

为有效识别环保目标责任制对绿色技术创新的影响,本文采用 DID 构建以下模型:

$$Y_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 green_i \times post_t + \alpha_2 green_i + \alpha_3 post_t + \lambda_i + f_t + \delta_{ct} year_t \times ipsubclass_c + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中,下标 i 和 t 分别对应 IPC 大组层面的专利技术类别和年份,由于与实用新型和外观设计专利相比,发明专利的创新性更强,更能代表实际的技术发展水平(付明卫等,2015),因此, $Y_{i,t}$ 表示 IPC 大组 i 在 t 年对应的发明专利的数量和质量,并将发明专利的数量加 1 取自然对数作为被解释变量。分组变量 $green_i$ 为 IPC 大组 i 是否属于实验组的虚拟变量,如果 IPC 大组 i 属于绿色技术,则 $green_i = 1$, 否则 $green_i = 0$ 。 $post_t$ 为政策实施前后的虚拟变量,如果 t 为 2006 年及以后的年份则为 1, 否则 $post_t = 0$ 。 λ_i 和 f_t 分别为 IPC 大组的个体固定效应和年份固定效应。为了进一步控制 IPC 大组 i 所在技术领域在不同年份的独有特征,本文在模型中引入 IPC 小类的虚拟变量与年份虚拟变量的交乘项,用来控制 IPC 小类层面随年份变动的因素。同时,本文采用了 IPC 大组层面的聚类标准误差。交乘项 $green_i \times post_t$ 的估计系数 α_1 即为本文重点关注的政策效应, $\alpha_1 > 0$ 表明政策促进了绿色专利数量的增长和质量的提高, $\alpha_1 < 0$ 表明政策抑制了绿色专利数量的增长和质量的提高, $\alpha_1 = 0$ 则政策效应不明显。

为了观察环保目标责任制对绿色技术创新行为的影响如何随时间变化,参考张莉等(2017)、Chen(2017)等文献的做法,本文将模型(1)进一步拓展为:

$$Y_{i,t} = \alpha_0 + \beta_t \sum_{t=2002, t \neq 2005}^{2016} green_i \times year_t + \lambda_i + f_t + \delta_{ct} year_t \times ipsubclass_c + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, $year_t$ 为年份的虚拟变量, $green_i \times year_t$ 分别为分组变量 $green_i$ 与政策实施前后年份虚拟变量的交乘项, β_t 表示环保目标责任制在该年份对绿色专利数量和质量的政策效应,这里以环保目标责任制实施的前一年(2005 年)作为参照组,没有引入对应的交互项。该模型也可以用于 DID 估计中关键的平行趋势检验,如果 2006 年以前 $green_i \times year_t$ 的估计系数 β_t 均不显著,则意味着平行趋势

① IPC 的分类体系采用“部—大类—小类—大组—小组”这种由高到低的逐级分类形式,具体可参见中国知识产权局官网的介绍(<http://epub.sipo.gov.cn/ipc.jsp>)。

② 关于控制组样本选择的具体标准参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajceass.org>)附件。

③ 如果一个专利有 A23K20/105 和 A23K50/42 两个 IPC 分类,则 A23K20 和 A23K50 这两个 IPC 大组中的专利数量分别计为 0.5。

条件得到满足。

3. 描述性统计和差异性检验

表1报告了IPC大组层面主要变量的描述性统计。表2报告了单变量双重差分的检验结果,结果显示,在环保目标责任制实施后,实验组和控制组的发明专利申请数量均显著增加,但总体上实验组的发明专利申请数量比控制组增加得多,并且这一差异在统计上是显著的。实验组的发明专利申请质量在政策后显著降低,控制组则有所上升,总体上实验组的发明专利申请质量相对控制组下降,这一差异在统计上是显著的。这一结果初步表明环保目标责任制在促进绿色专利数量增加的同时带来了绿色专利质量的下降。

表1 描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
IPC大组层面发明专利申请数量	12315	46.6513	160.3940	0.0000	4197.0620
IPC大组层面发明专利申请知识宽度	12315	0.4288	0.2265	0.0000	0.9506

表2 差异性检验

变量	控制组			实验组			DID检验结果
	政策前	政策后	差异	政策前	政策后	差异	
发明专利申请数量	1.3515	2.5065	1.1549***	1.8554	3.2047	1.3493***	0.1944*
发明专利申请知识宽度	0.3433	0.3435	0.0002	0.3679	0.3314	-0.0365***	-0.0367***

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的水平上显著。专利数量为原数值加1再取自然对数的值。以下各表同。

五、实证分析

1. 基准结果

基准回归结果见表3。首先,考察环保目标责任制对绿色技术创新数量的影响。第(1)列结果显示,在IPC大组和年份的双向固定效应下, $green_i \times post_t$ 的估计系数在1%的水平上显著为正;为进一步缓解遗漏变量引致的估计偏误,第(2)列引入“IPC小类×年份”来控制IPC小类技术在各年的发展态势, R^2 由0.59上升至0.68,增幅达15%。显然,引入IPC小类技术历年发展特征对缓解遗漏变量有一定的效果。与此同时, $green_i \times post_t$ 的估计系数上升为0.23,同样在1%的水平上显著。进一步地,图1呈现了环保目标责任制对绿色创新活动数量影响的动态效应。可以看出,环保目标责任制实施之前3年的估计系数 β_i 基本不显著,意味着DID估计的平行趋势假设得到满足。在环保目标责任制实施之后,绿色专利申请数量在2010—2016年连续7年显著增加,具体表现为2010—2016年交互项的系数均显著为正,而2006—2009年交互项的系数基本不显著^①。以上结果表明环保目标责任制的实施诱发了绿色创新的数量增长,假说1得到验证。其次,考察环保目标责任制对绿色技术创新质量的影响。类似地,第(3)列控制IPC大组和年份的双向固定效应,而第(4)列再引入“IPC小类×年份”以进一步缓解遗漏变量问题,结果显示“ $green_i \times post_t$ ”的系数均显著为负,表明环保目标责任制的实施抑制了绿色技术创新质量的提升。图2的结果显示,环保目标责任制实施之前3年的估计系数 β_i 均不显著,满足平行趋势假设;绿色专利的质量从2012年开始显著降低,表现为交互项系数在2012—2016年均显著为负,而2006—2011年交互项的系数基本不显著。此结果与

① 动态效应的实证回归结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

表 3 基本回归结果

	Panel A: 专利数量		Panel B: 专利质量	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$green_i \times post_t$	0.1944*** (0.0719)	0.2298*** (0.0671)	-0.0367*** (0.0096)	-0.0364*** (0.0107)
个体固定	是	是	是	是
年份固定	是	是	是	是
IPC 小类×年份		是		是
样本量	12315	12315	12315	12315
R ²	0.5914	0.6839	0.0163	0.1405

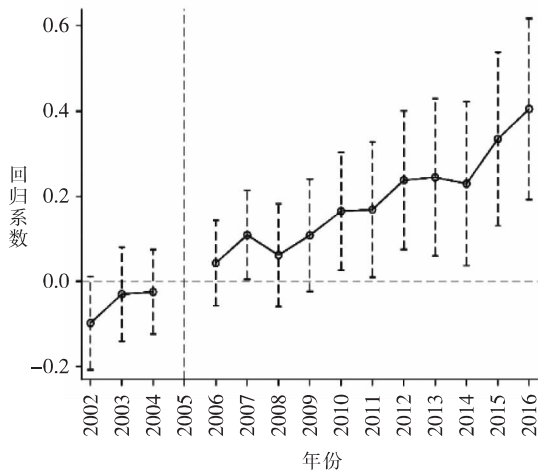


图 1 环保目标责任制对绿色专利数量的动态效应

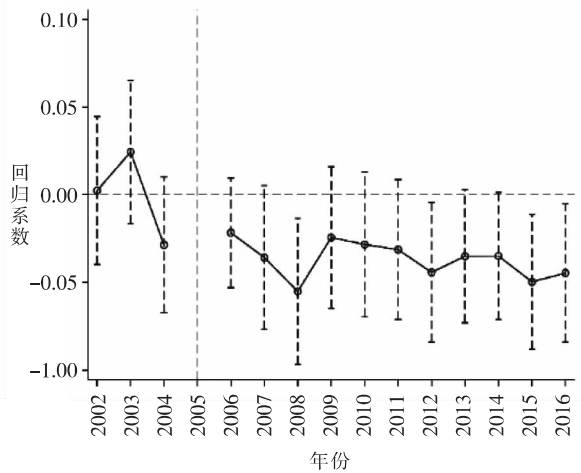


图 2 环保目标责任制对绿色专利质量的动态效应

本文假说 2 的预期一致。

总体而言,表 3 的结果意味着环保目标责任制对绿色创新数量和质量的影响存在一定的时滞。为应对中央 2010 年对约束性节能减排指标完成情况的终期考核,地方官员会采取一些短期见效快的行政干预手段,如“关停并转”,而非具有长期节能减排效应的绿色技术创新。但这些行政手段很可能以牺牲当地经济增长为代价,并且其带来的环境治理效益相对有限,特别是随着国家环保力度的持续加大,地方官员仅仅依靠强制性的环保措施被动地治理环境已经难以完成环保责任目标,因此在长期,地方官员采取“两手抓”,一方面坚持具有命令型环境规制特征的排放标准,另一方面也尝试运用激励型环境规制措施鼓励绿色技术创新。对于企业而言,为应对属地的环境规制压力,在短期内可能会选择搬迁到环境规制强度相对较低的地区或者缴纳排污罚款等被动方式治理污染,但在长期,环保力度加大、公众环保意识增强等因素迫使企业开展绿色技术创新。

2. 稳健性检验

为验证估计结果的可靠性,本文围绕专利质量指标构建、绿色专利的识别标准和考察期内其他重要政策影响等维度进行稳健性检验^①。

(1)利用专利族申请国家(地区)数量衡量专利质量。同一个专利在不同国家或地区申请所形成的一系列专利就构成一个专利族。专利价值越高,发明人越倾向于在多个国家或地区申请专利保护

^① 稳健性检验回归结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

(Dechezleprêtre et al., 2011; Squicciarini et al., 2013; Aghion et al., 2016)。本文参考 Squicciarini et al. (2013)、郝项超等(2018)的做法,通过测算专利族申请国家(地区)的数量来衡量专利质量,发现回归结果与基准结果一致。

(2)利用专利涉及的技术领域范围衡量专利质量。专利所涉及的技术领域越广,其所涉及的知识就越复杂,被替代和模仿的难度也就越大,其价值越高(Squicciarini et al., 2013)。本文采用两种方法衡量专利所涉及的技术领域宽度:参考郝项超等(2018)的做法,直接计算专利所涉及的IPC数量。但是这种做法存在一定局限性,例如某个专利有两个IPC分类码,他们都属于同一IPC小类,即为同一技术领域。为此,本文同时参考Lerner(1994)做法,计算专利所涉及的IPC小类的数量来衡量其技术领域宽度。回归结果与基准结果保持一致。

(3)利用中位数法替代均值法。专利质量加总方式的差异可能也会对估计结果产生影响。这里改用中位数法将专利数据加总到IPC大组层面进行回归,与基准结果保持一致。

(4)普通质量和高质量专利的比较。利用基准回归中构建的专利知识宽度指标,本文根据该指标的二分位数将专利分为高质量专利和普通质量专利进行分样本回归。回归结果表明,环保目标责任制促进普通专利申请数量的增加,造成普通专利申请质量的下降,而对高质量专利的数量和质量均未产生显著影响。这表明,环保目标责任制对绿色创新活动的数量有显著影响,而高质量绿色创新活动则更可能依赖于整体绿色创新实力的提升和创新环境的完善。

(5)更为严格的绿色专利识别标准。基准回归是基于IPC大组层面定义实验组,但在IPC大组之下可能存在个别小组不属于绿色专利技术的情况,可能在一定程度上高估绿色专利范围。因此,这里采用全部属于绿色专利技术的IPC大组作为实验组进行回归,结果稳健。

(6)其他政策的影响。2008年,《国家知识产权战略纲要》颁布,鼓励专利申请成为国家创新驱动战略的主要任务之一(张杰和郑文平,2018)。中央和地方政府也相应出台了各种鼓励和资助专利申请的政策。另外,2014年《环保法修订案》获得通过,2015年新《环保法》开始施行。为了排除这些政策对绿色专利申请的影响,本文在模型(1)的基础上分别加入分组变量 $green_i$ 与2008年和2014年时间虚拟变量的交乘项进行回归,结果依旧稳健。

(7)安慰剂检验。利用优先权号受理局不是中国知识产权局的专利构建相应的被解释变量,以此进行安慰剂检验。由于环保目标责任制的实施主体为各级地方政府,在中国大陆境内开展生产经营活动的企业是其主要的规制对象。在同一专利族中,优先权号对应的受理局是该专利首次申请所在地,是该专利寻求知识产权保护的首选之地,可以视为其最为重视的目标市场。因此,优先权号受理局所在行政辖区的相关政策才对该专利的创新行为有激励作用。显然,对于先在其他国家申请,然后再到中国申请的专利,可以预期环保目标责任制对此类专利的创新活动不会有显著影响。本文将具有外国优先权号的专利识别为外国机构或个人申请的专利,并将其作为模型(1)中的被解释变量进行安慰剂检验。安慰剂的回归结果显示, $green_i \times post_i$ 系数均不显著,表明环保目标责任制对外国机构或个人在中国申请的绿色专利的数量和质量均未产生显著的影响,这进一步验证了本文主要结论的可靠性。

(8)三重差分法^①。创新活动在空间上呈现的高度集聚特征意味着地理是影响创新行为的重要

① 感谢匿名评审专家的意见。囿于所用专利数据不含申请人和发明人的地理位置信息,本文进一步根据申请人的BvD ID(即BvD数据库提供的企业识别号)提取其地理位置,由此获得了约145万条专利数据的申请人地理信息,占基准回归所用专利数量的28.7%。在此基础上进行了DDD估计。值得一提的是,鉴于约71.3%的专利缺乏申请人地理信息这一实际情况,本文的基准回归只是基于时间和IPC两个维度的双重差分。

因素之一(Carlino and Kerr, 2014)。为进一步考察遗漏变量对本文结论的影响,本文基于专利申请人的地理信息将原来的数据结构拓展为IPC×年份×省份,并根据“十一五”各省份主要污染物的减排目标构建了省份的虚拟变量(1=减排目标高的省份,0=减排目标低的省份)。在此基础上,借鉴Chen et al.(2018b)进行了三重差分估计,估计方程设定如下:

$$Y_{i,t,p} = \alpha_0 + \alpha_1 target_p \times green_i \times post_t + \alpha_2 green_i \times post_t + \alpha_3 post_t \times target_p + \alpha_4 green_i \times target_p + \lambda_{ip} + \mu_u + \varepsilon_{ipt} \quad (3)$$

其中, $Y_{i,t,p}$ 表示 p 省的IPC大组 i 在 t 年对应的发明专利的数量和质量,其中,将发明专利的数量加1取自然对数作为被解释变量。 $target_p$ 是根据“十一五”期间各省份二氧化硫和化学需氧量减排目标构建的虚拟变量, $target_p=1/0$ 表示污染减排目标高/低的省份, λ_{ip} 、 μ_u 和 f_{ip} 分别为三个虚拟变量的两两交互项,即联合FE。其他变量定义与模型(1)一致。三重差分的回归结果显示在被解释变量为发明专利申请数量和质量的回归中, $target_p \times green_i \times post_t$ 的系数分别显著为正和显著为负,与表3的基本回归结果一致,即环保目标责任制的实施促进了绿色专利数量的增加,但在一定程度上抑制了绿色专利质量的提高。

六、绿色技术创新质量下滑的进一步分析

企业和大学(含科研院所,后文简称大学)是专利化创新活动的主要群体,二者的创新活动在诸多维度呈现出显著差异。前文所述的环保目标责任制导致的质量下滑主要是由哪个创新群体造成的呢?质量下滑在创新组织形式、技术领域以及行业污染密集程度存在差异吗?与实用新型和外观设计不同,发明专利只有先后通过“初步审查”和“实质审查”才能被授权。事实上,“实质审查”是对专利化创新活动的新颖性、创造性和实用性进行“质量把关”的制度安排。那么,面对环保目标责任制对创新质量带来的负面冲击,“实质审查”能为其建立起“护城河”吗?

1. 质量下滑是谁造成的

营利导向是企业专利化创新活动的突出特征,而大学科研人员的创新活动更偏向于自我价值实现的学术追求。另外,就环境规制的实施措施而言,无论是命令型的污染物排放标准,还是激励型的税收减免和研发补贴,企业几乎是唯一的实施对象。因此,环境规制导致的污染成本强制内部化和税收补贴的治污收益社会化会对企业和大学的绿色创新活动形成了不同的影响。本文利用文本识别法将专利申请主体划分为企业和大学,进而检验环保目标责任制实施对不同申请主体绿色技术创新的异质性影响。表4的第(1)、(3)列以专利申请数量为被解释变量, $green_i \times post_t$ 的系数均显著为正;第(2)、(4)列以专利申请质量为被解释变量, $green_i \times post_t$ 的系数只在第(2)列的回归结果中显著为负。这表明环保目标责任制对企业和大学的绿色专利申请数量的增加均起到了显著的促进作用,但是降低了企业绿色专利申请质量,而对大学的绿色专利质量并未产生显著的影响。

2. 质量下滑的原因及其对应的创新活动组织形式、技术领域和行业属性

(1)原因:基于创新能力的解释。如前所述,创新能力强的企业通常根据市场竞争格局主动实施创新战略,其创新活动具有主动性和持续性,受政府政策的影响相对更小;而创新能力弱的企业受制于资金、人才等创新资源的约束,创新活动跟随性和随机性的倾向较高,进而造成创新活动的期望收益较小,面对政府补贴和减税进行策略性创新活动的成本较小。因此,相对于创新能力强的企业,环保目标责任制实施对创新能力较弱的企业的创新质量扭曲效应更为明显。本文用环保目标责任制实施前一年企业专利申请总量衡量企业在政策发生前的创新能力,并按中位数划分为专利大

户和专利小户,分别代表创新能力强的企业和创新能力弱的企业,进一步探究环保目标责任制实施是否会对创新能力不同的企业的绿色专利申请行为产生异质性影响。从表5的回归结果可以看出,从专利申请数量看, $green_i \times post_t$ 的系数均显著为正;对于专利申请质量而言, $green_i \times post_t$ 的系数仅在创新能力较弱的企业组显著为负。这表明以环保目标责任制实施为代表的命令型环境规制促进了不同创新能力企业的绿色专利申请数量的增加,但对创新能力较弱企业的绿色专利申请质量产生了显著的负面影响,而对创新能力强的企业的专利申请质量没有显著影响。

表4 营利性机构与非营利性机构

	企业		大学和科研机构	
	专利数量	专利质量	专利数量	专利质量
	(1)	(2)	(3)	(4)
$green_i \times post_t$	0.1437** (0.0652)	-0.0284** (0.0130)	0.2834*** (0.0724)	-0.0153 (0.0139)
固定效应	是	是	是	是
样本量	12075	12075	11325	11325
R ²	0.4643	0.1028	0.5307	0.1984

注:与基准回归一致,固定效应包括IPC大组、年份、IPC小类×年份的三个固定效应。以下各表同。

表5 创新能力强的企业与创新能力弱的企业

	创新能力强		创新能力弱	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	专利数量	专利质量	专利数量	专利质量
$green_i \times post_t$	0.2498*** (0.0811)	0.0059 (0.0144)	0.1713** (0.0860)	-0.0308** (0.0129)
固定效应	是	是	是	是
样本量	10620	10620	11130	11130
R ²	0.4716	0.2190	0.5051	0.2330

(2)创新活动的组织形式。独立和合作是两种常见的创新活动组织形式。当企业为了获取补贴和减税等经济利益而实施策略性创新活动时,独立创新显然是一个更优的选择。对于独立创新而言,在成本方面,策略性创新活动的投入完全由企业自己决定;在收入方面,策略性创新活动的潜在收益也自己独享。对于合作创新而言,实施策略性创新活动显然会面对合谋成本带来的诸多不确定性以及潜在收益分配的难题。根据专利的申请人信息,本文分别用单独申请人和联合申请人(两个及以上申请人)的专利构建子样本进行对比,借此进一步考察环保目标责任制对绿色技术创新活动质量的影响在组织形式上的异质性。

如表6第(2)、(4)列分别给出的 $green_i \times post_t$ 系数,前者不显著,后者则显著为负。这意味着环保目标责任制对单独申请的绿色专利质量有显著的负面冲击,而对合作申请的绿色专利质量则没有显著影响。进一步地,沿着表4给出的证据,究竟是企业还是大学的专利独立申请行为更易受到环境规制政策的激励扭曲呢?本文利用文本识别法从专利样本中识别出企业单独申请专利和大学单独申请专利。表7第(2)、(4)列中 $green_i \times post_t$ 的系数则进一步显示环保目标责任制造成的绿色专利质量下滑主要来自企业单独申请的绿色专利。

表 6 独立创新与合作创新

	合作申请		单独申请	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	专利数量	专利质量	专利数量	专利质量
$green_i \times post_i$	0.3199*** (0.1068)	-0.0004 (0.0137)	0.2270*** (0.0663)	-0.0369*** (0.0106)
固定效应	是	是	是	是
样本量	11445	11445	12315	12315
R ²	0.5860	0.3720	0.6652	0.1390

表 7 企业单独申请与大学单独申请

	企业单独申请		大学单独申请	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	专利数量	专利质量	专利数量	专利质量
$green_i \times post_i$	0.1424** (0.0657)	-0.0304** (0.0131)	0.2794*** (0.0715)	-0.0120 (0.0143)
固定效应	是	是	是	是
样本量	12060	12060	11310	11310
R ²	0.4500	0.1025	0.5267	0.1959

此外,环保目标责任制对绿色专利数量的促进作用在合作申请和单独申请的样本中均得到了支持。

(3)绿色创新活动的技术领域。由于数据的限制,本文在构建实验组时只采用了 OECD 公布的绿色专利分类码中的环境管理技术,具体为大气污染治理技术、水污染治理技术、废物处理技术、土壤修复和环境监测技术。环保目标责任制中规定的环保约束性指标主要涉及大气污染、水污染和能源消耗,其中,“十一五”期间的约束性指标为二氧化硫和化学需氧量两种主要的污染物和能源消耗,“十二五”期间增加了氨氮和氨氮两种污染物以及二氧化碳。相比于其他类型的绿色技术,地方官员更倾向于鼓励与“五年规划”中约束性污染指标相关的大气污染治理技术、水污染治理技术、节能技术等技术领域的发展,因此,可以预期环保目标责任制的实施可能仅对此类专利申请行为产生激励扭曲效应,而对其他类型绿色技术的专利质量没有负面影响。由于减少水污染技术、土壤修复和环境监测技术的样本量较少,而节能技术并未包括在本文使用的绿色专利分类中,因此,本文选取减少大气污染治理技术和废物处理技术进行回归分析,其中前者有利于减少已纳入约束性指标体系中的大气污染物的排放量,而后者针对的固体废物则未被纳入约束性指标体系。表 8 的回归结果表明,环保目标责任制的实施对这两类绿色专利申请数量均具有促进作用,但从系数大小看,对前者的促进作用明显大于后者;对于专利质量而言,环保目标责任制的实施仅对大气污染治理技术相关的专利申请质量造成了显著的负面影响,对废物处理技术相关的专利质量影响不显著。

(4)行业污染密集程度。环保目标责任制实施的背景下,重度污染行业的成本压力更大,其绿色创新的动机大多为实质性提升生产工艺的绿色技术效率、提高资源使用率、减少污染排放等。而中轻度污染行业的减排压力较小,其更多出于攫取利益、营造环保形象等策略性动机进行绿色创新。本文根据国家知识产权局公布的《国际专利分类与国民经济行业分类参照关系表》中 IPC 和行业的

表 8 不同类型的绿色技术

	大气污染治理		废物处理	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	专利数量	专利质量	专利数量	专利质量
$green_i \times post_t$	0.2719*** (0.0969)	-0.0593*** (0.0177)	0.1709* (0.0933)	-0.0186 (0.0140)
固定效应	是	是	是	是
样本量	4110	4110	7425	7425
R ²	0.6662	0.1220	0.6843	0.1558

对应关系识别出不同行业所包含的专利，并根据行业污染密集度分为重度污染行业和中轻度污染行业^①，借此考察环保目标责任制对绿色创新的影响在不同污染密度行业中的异质性。表 9 报告了相应的回归结果，从专利申请数量看， $green_i \times post_t$ 的系数均显著为正；对于专利申请质量而言， $green_i \times post_t$ 的系数仅在中轻度污染行业中显著为负。这表明环保目标责任制促进了不同污染密集度行业的绿色专利申请数量的增加，但仅对中轻度污染行业的绿色专利申请质量产生了显著的负面影响。

表 9 不同污染密集度行业

	重度污染行业		中轻度污染行业	
	(1)	(2)	(3)	(4)
	专利数量	专利质量	专利数量	专利质量
$green_i \times post_t$	0.1794*** (0.0624)	-0.0100 (0.0119)	0.1879*** (0.0603)	-0.0244** (0.0106)
固定效应	是	是	是	是
样本量	10905	10905	12015	12015
R ²	0.6045	0.1486	0.6569	0.1084

3. “实质审查”是否有效

如前所述，“实质审查”是专利制度中对发明专利活动进行质量把关的关键一环，只有通过了实质审查，发明专利才会被授权。因此，本部分重点探究授权作为专利申请的最后一步，是否可以起到监督和筛查的作用，从而纠正环保目标责任制对绿色专利申请质量带来的负面影响。为此，本文仅利用授权专利构建相应样本，回归结果如表 10 所示。表 10 第(1)列中 $green_i \times post_t$ 的系数显著为正，这进一步证实了环保目标责任制的实施确实促进了绿色技术创新活动，第(2)列中 $green_i \times post_t$ 的系数为负但不显著，这表明国家知识产权局剔除了质量相对较低的专利申请，起到了一定的监督和把关作用，从而在一定程度上缓解了环保目标责任制带来的负面影响，这个结果与张杰和郑文平(2018)的研究结论是一致的。

① 参考潘爱玲等(2019)的做法，本文将化学原料和化学制品制造业，化学纤维制造业，有色金属冶炼和压延加工业，有色金属矿采选业，煤炭开采和洗选业，电力、热力生产和供应业，皮革、毛皮、羽毛及其制品和制鞋业，石油加工、炼焦和核燃料加工业，石油和天然气开采业，纺织业，造纸和纸制品业，非金属矿物制品业，黑色金属冶炼和压延加工业，黑色金属矿采选业，橡胶和塑料制品业等行业划分为重度污染行业，其他行业为中轻度污染行业。

表 10 环保目标责任制实施对绿色授权专利的影响

	专利数量	专利质量
	(1)	(2)
$green_i \times post_i$	0.2193*** (0.0712)	-0.0124 (0.0124)
固定效应	是	是
样本量	12195	12195
R ²	0.6612	0.1507

为进一步验证国家知识产权局对专利质量的监督作用,结合前文关于创新主体在营利性质、创新能力、行业污染密集程度和创新活动组织形式方面的差异进行比较研究,对发明专利的实质审查这一制度安排对绿色创新活动质量的把关作用提供更为细致的证据。回归结果显示,以授权专利数量作为被解释变量的回归中 $green_i \times post_i$ 的系数显著为正,以授权专利质量作为被解释变量的回归中 $green_i \times post_i$ 的系数均不显著,这表明环保目标责任制促进了不同特征的绿色授权专利数量的增加,而授权机构也在一定程度上剔除了企业、创新能力弱的企业、中轻度污染行业和企业单独申请的绿色专利中的低质量专利。^①

七、研究结论与政策启示

通过提炼专利 IPC 信息提供的专利活动技术特征信息,本文基于专利数据构建了能够较好契合环保技术特征的绿色创新活动的数量和质量指标,实证检验了“十一五”开始实施的环保目标责任制对绿色技术创新行为的影响。研究表明:①环保目标责任制显著地促进了绿色专利申请数量的增加,但在一定程度上对绿色创新活动的质量造成负面影响。②环保目标责任制对绿色专利的影响的存在一定的时滞,短期内,环保目标责任制并未对绿色专利数量和质量产生显著影响,长期看,环保目标责任制促进了绿色专利数量的增加,降低了绿色专利质量。③环保目标责任制对绿色专利的政策效应根据专利申请主体的营利导向、创新能力、创新活动组织方式、绿色技术种类以及行业污染密集程度等特征的不同存在异质性。④环保目标责任制促进了绿色授权专利数量的增加,但并未对绿色授权专利质量产生显著的负面影响,这表明发明专利的实质审查具有“护城河”作用,能保障授权绿色专利的质量,在一定程度上缓解了环保目标责任制带来的负面影响。基于以上的研究结论,本文的政策启示如下:

(1)深化环保目标责任制改革,强化绿色技术创新的市场导向。长期以来,地方政府缺乏环境保护的动力,甚至不惜以牺牲环境为代价发展经济,这是导致中国以往实施的环境政策未能产生预期效果的重要原因。环保目标责任制将环保绩效纳入地方官员的政绩考核,采取“一票否决”的考核形式,这对地方官员产生了强大的约束力和威慑力,从而为其治理环境污染提供了政治激励。本文的研究结果表明,环保目标责任制促进了社会整体的绿色专利数量的增加。Chen et al.(2018a)、韩超等(2017)也肯定了环保目标责任制在污染治理、资源配置等方面的积极影响。因此,今后应加大环保绩效在地方官员政绩考核、离任审计中所占的比重,落实环保终身责任制。此外,为保证环境监测数据的准确性,提高环保绩效考核的科学性,应考虑将大数据技术充分运用到环境监测、监察、执法等过程,对环境数据进行实时监测、上传,实现环保数据的有效集成、互联共享。但是环保目标责任

^① 实证回归结果参见《中国工业经济》网站(<http://ciejournal.ajcass.org>)附件。

制在实施的过程中依然存在着地方官员为应对中央政府的定期考核,采取关停污染企业、迫使污染企业迁出本地等被动治理环境污染的方式,建议在对地方官员的环保绩效考核中,增加对绿色技术的研发和推广、环保财政资金投入等具体环保措施的考核比重,鼓励地方政府积极主动地治理环境污染。

(2)制定科学有效的环保科技政策,充分发挥环保目标责任制诱发绿色技术创新的积极作用。本文的研究结果表明,环保目标责任制在促进绿色专利增加的同时也造成了绿色专利质量的降低。环保目标责任制最终要通过地方政府对绿色技术创新产生影响,因此,地方政府应制定科学合理的环保科技政策,一方面充分发挥财政补助、税收等经济激励的支持和引导作用,激发社会主体绿色技术创新的积极性,实现绿色技术创新数量的增加;另一方面加强对绿色专利质量的评估,将绿色专利质量作为政策扶持的重要标准。此外,由于信息不对称和专业知识的限制,政府可能无法准确衡量绿色技术创新的质量,因此,地方政府可以借助市场竞争机制识别出高价值的绿色技术,并对这些专利技术提供资金支持,从而促进绿色专利数量和质量的同步增长,充分发挥绿色技术创新在环境保护等方面的积极作用。

(3)促进不同环境规制工具的协调配合,充分利用社会监督机制,建立多样的环境规制体系。本文的研究结果表明,命令型环境规制在促进绿色技术创新的同时也可能会对创新质量带来负面影响。而与命令型环境规制的强制性不同,市场型环境规制更强调企业的自主性,促使企业自愿和灵活地选择减排工具,但市场型环境规制是否有效在很大程度上依赖于市场体系是否健全。自愿型环境规制则不存在任何经济激励和强制性,完全靠企业自觉主动地采取环境规制措施,比如企业主动申请ISO14000环境管理认证。在中国目前市场制度尚不完善、企业等社会主体的绿色发展意识仍然欠缺的情况下,应以命令型环境规制为主,逐步推进市场型环境规制的应用,同时利用自愿型环境规制作为补充,促进不同类型环境规制工具之间的协调配合,充分发挥不同环境规制工具协同诱发绿色技术创新的作用。另外,也要充分发挥消费者协会、环保组织、工会、网络新闻媒体等社会监督工具对企业的监督作用,利用社会舆论的压力迫使污染企业形成绿色发展的意识,积极主动地采取环境规制措施。

(4)根据企业的异质性制定差别化的环境规制政策,实现规制政策的精准定位。一方面,绿色技术创新并非企业在面对环境规制时的首要选择。所有制类型、污染密集程度、规模大小、迁移的难易程度、绿色知识存量等因素的差异都会导致企业在面对环境规制时存在不同的策略选择。例如固定成本较低的污染密集型企业受到环境规制时,可能首先会考虑向环境规制强度较低的地区进行迁移(Ederington et al., 2005),这会使环境规制的政策效果大打折扣,而绿色知识存量较多的企业可能会选择进行绿色技术创新,这与环境规制的目标相一致。另一方面,本文的研究结果表明,环保目标责任制对绿色技术创新的影响因创新能力、创新组织方式、营利性质、技术种类、行业污染密集度等因素的不同而存在差异。因此,地方政府在制定具体的环境规制政策时应充分考虑到企业的异质性,根据企业的不同特征有针对性地提出规制政策,积极鼓励和引导不同的社会主体进行绿色技术创新,充分发挥环境规制政策对不同特征的规制主体绿色技术创新的积极作用,而非采取“一刀切”的办法。

(5)建立科学有效的专利授权管理体系,提高授权机构对高价值专利的识别能力。授权是专利申请的最后一步,授权机构承担着剔除低质量专利申请、对高质量专利申请授以专利权保护的重要职责,从而激发全社会申请高质量专利的积极性。根据本文的实证结果,授权机构的确在一定程度上缓解了环保目标责任制对绿色专利的负面影响。因此,今后应更加注重提升授权机构的专利审查

能力,注重引进先进的专利质量评估方法,提高授权人员的专业素质,适当增加专利申请、审查、授权等各个环节的工作人员数量,提高授权工作的效率和质量,建立一整套科学有效的专利授权程序,完善授权管理制度,充分发挥授权机构的监督和管理作用。

如何通过环境规制政策有效推动高质量的绿色技术创新活动是目前实务界和理论界关注的重要议题。本文的研究取得了有价值的结论,但囿于数据限制,仍然存在需要后续完善和拓展的方面:①地方政府是环境规制政策制定和执行的关键主体,因此,未来应尽可能搜集专利申请人的地理信息,以便在估计模型中控制各地规制政策差异对绿色技术创新活动的影响,以更好契合环境政策实施的现实情形;②企业是环境规制政策实施的主要对象,后续应尽可能搜集微观层面企业数据,进而更深入探究环保目标责任制等环境规制政策影响企业绿色技术创新行为的微观机制。

[参考文献]

- [1]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.
- [2]董直庆,王辉. 环境规制的“本地——邻地”绿色技术进步效应[J]. 中国工业经济, 2019,(1):100-118.
- [3]付明卫,叶静怡,孟侯希,雷震. 国产化率保护对自主创新的影响——来自中国风电制造业的证据[J]. 经济研究, 2015,(2):118-131.
- [4]韩超,张伟广,冯展斌. 环境规制如何“去”资源错配——基于中国首次约束性污染控制的分析[J]. 中国工业经济, 2017,(4):115-134.
- [5]郝项超,梁琪,李政. 融资融券与企业创新:基于数量与质量视角的分析[J]. 经济研究, 2018,(6):127-141.
- [6]蒋伏心,王竹君,白俊红. 环境规制对技术创新影响的双重效应——基于江苏制造业动态面板数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2013,(7):44-55.
- [7]黎文靖,郑曼妮. 实质性创新还是策略性创新? ——宏观产业政策对微观企业创新的影响[J]. 经济研究, 2016,(4):60-73.
- [8]潘爱玲,刘昕,邱金龙,申宇. 媒体压力下的绿色并购能否促使重污染企业实现实质性转型[J]. 中国工业经济, 2019,(2):174-192.
- [9]齐绍洲,林岫,崔静波. 环境权益交易市场能否诱发绿色创新? ——基于我国上市公司绿色专利数据的证据[J]. 经济研究, 2018,(12):129-143.
- [10]任胜钢,郑晶晶,刘东华,陈晓红. 排污权交易机制是否提高了企业全要素生产率? ——来自中国上市公司的证据[J]. 中国工业经济, 2019,(5):5-23.
- [11]宋马林,王舒鸿. 环境规制、技术进步与经济增长[J]. 经济研究, 2013,(3):122-134.
- [12]王班班,齐绍洲. 市场型和命令型政策工具的节能减排技术创新效应——基于中国工业行业专利数据的实证[J]. 中国工业经济, 2016,(6):91-108.
- [13]王红建,汤泰劼,宋献中. 谁驱动了企业环境治理:官员任期考核还是五年规划目标考核[J]. 财贸经济, 2017,(11):147-161.
- [14]王岭,刘相锋,熊艳. 中央环保督察与空气污染治理——基于地级城市微观面板数据的实证分析[J]. 中国工业经济, 2019,(10):5-22.
- [15]徐佳,崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新[J]. 中国工业经济, 2020,(12):178-196.
- [16]张杰,郑文平. 创新追赶战略抑制了中国专利质量么[J]. 经济研究, 2018,(5):28-41.
- [17]张莉,朱光顺,李夏洋,王贤彬. 重点产业政策与地方政府的资源配置[J]. 中国工业经济, 2017,(8):63-80.
- [18]周黎安. 晋升博弈中政府官员的激励与合作——兼论我国地方保护主义和重复建设问题长期存在的原因[J]. 经济研究, 2004,(6):33-40.
- [19]周焯,程立茹,王皓. 技术创新水平越高企业财务绩效越好吗? ——基于16年中国制药上市公司专利申请数据的实证研究[J]. 金融研究, 2012,(8):166-179.
- [20]Aghion, P., U. Akcigit, A. Bergeaud, R. Blundell, and D. Hémous. Innovation and Top Income Inequality[R].

- NBER Working Paper, 2015.
- [21]Aghion, P., A. Dechezleprêtre, D. Hemous, R. Martin, and J. V. Reenen. Carbon Taxes, Path Dependency and Directed Technical Change: Evidence from the Auto Industry [J]. *Journal of Political Economy*, 2016,124(1):1–51.
- [22]Blackman, A., Z. Y. Li, and A. A. Liu. Efficacy of Command-and-Control and Market-based Environmental Regulation in Developing Countries[J]. *Annual Review of Resource Economics*, 2018,10(1):381–404.
- [23]Conrad, K., and D. Wastl. The Impact of Environmental Regulation on Productivity in German Industries[J]. *Empirical Economics*, 1995,20(4):615–633.
- [24]Chen, Y. J., P. Li, and Y. Lu. Career Concerns and Multitasking Local Bureaucrats: Evidence of a Target-Based Performance Evaluation System in China[J]. *Journal of Development Economics*, 2018a,133(7):84–101.
- [25]Chen, Z., M. E. Kahn, Y. Liu, and Z. Wang. The Consequences of Spatially Differentiated Water Pollution Regulation in China[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2018b,(88):468–485.
- [26]Chen, S. X. The Effect of a Fiscal Squeeze on Tax Enforcement: Evidence from a Natural Experiment in China[J]. *Journal of Public Economics*, 2017,(147):62–76.
- [27]Carlino, G., and W. R. Kerr. Agglomeration and Innovation[R]. NBER Working Paper, 2014.
- [28]Dechezleprêtre, A., M. Glachant, I. Haščič, N. Johnstone, and Y. Ménière. Invention and Transfer of Climate Change-Mitigation Technologies: A Global Analysis[J]. *Review of Environmental Economics and Policy*, 2011,5(1):109–130.
- [29]Ederington, J., A. Levinson, and J. Minier. Footloose and Pollution-Free [J]. *Review of Economics and Statistics*, 2005,87(1):92–99.
- [30]Gray, W. B., and R. J. Shadbegian. Plant Vintage, Technology and Environmental Regulation [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2003,46(3):384–402.
- [31]Greenstone, M., J. A. List, and C. Syverson. The Effects of Environmental Regulation on the Competitiveness of U.S. Manufacturing[R]. NEBR Working Paper, 2012.
- [32]Haščič, I., and M. Migotto. Measuring Environmental Innovation Using Patent Data [R]. OECD Environment Working Paper, 2015.
- [33]Jaffe, A. B., S. R. Peterson, P. R. Portney, and R. N. Stavins. Environmental Regulation and the Competitiveness of U.S. Manufacturing: What Does the Evidence Tell Us [J]. *Journal of Economic Literature*, 1995,33(1):132–163.
- [34]Jaffe, A. B., and K. Palmer. Environmental Regulation and Innovation: An Panel Data Study [J]. *Review of Economics and Statistics*, 1997,79(4):610–619.
- [35]Johnstone, N., I. Haščič, J. Poirier, M. Hemar, and C. Michel. Environmental Policy Stringency and Technological Innovation: Evidence from Survey Data and Patent Counts[J]. *Applied Economics*, 2012,44(17):2157–2170.
- [36]Ley, M., T. Stucki, and M. Woerter. The Impact of Energy Prices on Green Innovation [J]. *Energy Journal*, 2016,37(1):41–75.
- [37]Lerner, J. The Importance of Patent Scope: An Empirical Analysis [J]. *RAND Journal of Economics*, 1994,25(2):319–333.
- [38]Moser, P., and A. Voena. Compulsory Licensing: Evidence from the Trading with the Enemy Act[J]. *American Economic Review*, 2012,102(1):396–427.
- [39]Milani, S. The Impact of Environmental Policy Stringency on Industrial R&D Conditional on Pollution Intensity and Relocation Costs[J]. *Environmental and Resource Economics*, 2017,68(3):595–620.
- [40]Noailly, J., and R. Smeets. Directing Technical Change from Fossil-fuel to Renewable Energy Innovation: An

- Application using Firm-level Patent Data [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2015, 72(3):15-37.
- [41]Porter, M. E. America's Green Strategy[J]. *Scientific American*, 1991, 264(4):168.
- [42]Popp, D. International Innovation and Diffusion of Air Pollution Control Technologies: The Effects of NO_x and SO₂ Regulation in the U.S., Japan, and Germany [J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2006, 51(1):46-71.
- [43]Squicciarini, M., H. Dernis, and C. Criscuolo. Measuring Patent Quality: Indicators of Technological and Economic Value[R]. OECD Science, Technology and Industry Working Paper, 2013.
- [44]Wang, Can., Y. Yang, and J. Zhang. China's Sectoral Strategies in Energy Conservation and Carbon Mitigation[J]. *Climate Policy*, 2015, 15(S1):60-80.

Does Environmental Regulation Improve the Quantity and Quality of Green Innovation—Evidence from the Target Responsibility System of Environmental Protection

TAO Feng, ZHAO Jin-yu, ZHOU Hao

(Institute of Industrial Economics of Jinan University, Guangzhou 510000, China)

Abstract: The Target Responsibility System of Environmental Protection implemented during the Eleventh Five-Year Plan period is an important feature of China's environmental administrative management system. What is the impact of this policy on the quantity and quality of green innovation in the whole society in the face of the challenge of stimulating green innovation under the direction of high-quality development? By using the technical information on innovation activities provided by the International Patent Classification (IPC), this study identifies environmentally friendly patents that match the technical characteristics of green innovation activities at IPC main group level, constructs indicators to depict green innovation activities, and examines the impact of the Target Responsibility System of Environmental Protection on the quantity and quality of green innovation activities using Difference-in-Difference model. We find that the policy has contributed to the expansion of the number of green patent applications, but it has also led to a decline in the quality of green innovation activities. Furthermore, the decline of the quality of green innovation lies in the enterprises with weak innovation capacity, and concentrates in the organization of green innovation applied independently, the field of air pollution control technologies included in environmentally binding targets and the mild pollution intensive industries. It is noteworthy that the substantive examination system (SES) can effectively guarantee the quality of authorized patents and help mitigate the distorting effect of the Target Responsibility System of Environmental Protection on the quality of innovation activities. The findings of this paper are conducive to providing theoretical support and suggestions for deepening the reform of the Target Responsibility System of Environmental Protection, establishing a market-oriented green innovation system and fostering the institutional arrangement of intellectual property rights for high-quality innovation activities.

Key Words: the target responsibility system of environmental protection; green innovation; patent quantity; patent quality

JEL Classification: L51 Q58 Q55

[责任编辑:李鹏]