

“能耗双控”目标下高耗能企业创新策略选择

——自主研发抑或技术引进

张悦 王晨阳 蔡立新

内容提要:本文选取2010—2021年中国A股上市公司为样本,研究落实“能耗双控”目标对高耗能企业创新策略的影响及其后果。研究结果显示,为应对“能耗双控”目标下的环境规制要求,高耗能企业仍然主要采用技术引进的方式实现技术创新。整体上,高耗能企业会缩减自主研发投资,并加大技术引进力度,且后者是前者的格兰杰原因,技术引进对自主研发存在挤出效应。同时,坚持自主研发的企业,其经济和环境效益均显著优于依赖技术引进的企业。这说明自主研发可以在经济发展与环境保护间取得更好的平衡。进一步的研究结果显示,相较于非国有企业,国有企业受双控政策的影响程度更小;相较于经济欠发达地区,位于经济较发达地区的高耗能企业会较小程度地减少自主研发投入,技术引进投入的增加程度较大。

关键词:“能耗双控” 自主研发 技术引进 环境效益 经济效益

中图分类号:F272.3

文献标识码:A

文章编号:1000-7636(2023)08-0089-20

一、问题提出

近年来,随着经济的快速增长,环境问题日益突出。作为工业大国,中国必须做好节能减排的相关工作。2021年4月召开的中共中央政治局会议上,“碳达峰”与“碳中和”相关工作的有序推进被重点提出。为助力“碳达峰”与“碳中和”目标,“十三五”期间,中国已经形成了相对完善的能源消耗总量和强度“双控”政策体系,尝试以环境规制倒逼企业调整能源结构,进行产业创新升级;“十四五”规划进一步提出了完善能源消耗总量和强度双控制度的目标。“能耗双控”政策目标的提出,对高耗能行业产生了较大的冲击。环境规制下企业如何实现技术创新,助力自身绿色可持续发展?这既关乎相关企业生存,又与中国经济发展战略息息相关。高耗能企业能源消费总量大、占比高,易受环境规制影响。统计资料显示,2019—2021年高耗能行业电力消费占中国电力消费总量的50%以上^①。上述特点导致高耗能企业在严峻的政策压力下,不得不寻求创新升级,淘汰落后产能。

收稿日期:2022-12-08;修回日期:2023-05-29

基金项目:国家社会科学基金一般项目“国有企业协同创新的驱动机制与效率提升研究”(21BJL115)

作者简介:张悦 首都经济贸易大学会计学院讲师,北京,100070;

王晨阳 首都经济贸易大学会计学院博士研究生;

蔡立新 首都经济贸易大学会计学院教授,通信作者。

① 数据来源:中国电力企业联合会、智研咨询。

作者感谢匿名审稿人的评审意见。

企业的创新升级策略通常包括两种类型:技术引进或者自主研发。早期,中国的企业技术发展主要依赖从发达国家引入先进技术,自己使用或者通过技术溢出效应和模仿效应提升自己的技术水平。在此背景下,中国出台了一系列鼓励企业引进国外前沿技术的政策。然而,中国经济在借助技术引进取得快速发展的同时,也遭遇了前所未有的问题与挑战。一些西方国家开始对中国引进高精尖技术施加多种不合理的限制。在此种严峻处境下,依托自主创新推动产业升级成为中国取得新发展的必由之路。党的二十大报告强调“加快实施创新驱动发展战略”“实现高水平科技自立自强”。但是,对于高耗能企业来讲,自主创新的过程十分复杂和艰难,需要大量的人才和投入,技术引进在获得与应用技术的过程中也存在难点。那么,在“能耗双控”等环境规制的现实要求下,高耗能企业究竟会选择哪种创新策略助力绿色转型?不同创新策略对高耗能企业经济与环境效益的影响是否具有差异性?已有研究论证了环境规制会对企业技术创新、经济效益等方面产生影响,但是有关环境规制与技术创新的关系以及环境规制带来的经济后果如何,学者们的结论存在较大差异。因此,本文将2015年《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十三个五年规划的建议》说明中能源消耗总量和强度“双控”目标作为外生事件,运用双重差分法研究“能耗双控”政策对高耗能企业创新策略选择的影响,并从经济和环境两个角度探寻不同创新策略产生的经济后果。

本文的贡献主要体现在两个方面:第一,以“双控”目标下高耗能企业的技术升级作为切入点,对“造不如买、买不如租”的传统产业升级观念进行反思,并从经济与环境两个维度综合分析和比较不同创新策略对企业的影响差异,为中国企业坚持走自主创新产业升级道路提供事实依据;第二,充分考虑企业技术创新的可分性,探讨环境规制对不同创新策略的影响,并验证自主研发与技术引进两种创新策略的替代关系,克服已有研究将自主创新与技术引进混为一谈的不足,对现有研究进行有益补充。

二、文献综述、理论基础与研究假设

(一) 文献综述

1. 环境规制与企业技术创新

环境规制对企业行为的影响是政府与企业面临的现实问题^[1]。已有研究发现环境规制是影响企业技术升级的重要主观因素^[2],企业会为了满足政策规制的要求实施绿色战略^[3]。近年来,在环境规制影响下,技术创新驱动中国企业技术升级问题的探讨成为学术界关注的重点内容之一^[4],其中,在环境规制与技术创新的关系方面存在三种主要观点。第一,环境规制能够产生创新补偿效应。波特假说认为环境规制能够帮助企业意识到其目前的技术方面仍存在进步空间,加之相关政策带来的压力,企业会进行技术创新,部分学者的研究支持了上述观点,发现环境规制对企业创新具有较强的正向影响^[5-7]。第二,环境规制会产生创新挤出效应。新古典经济学中的静态框架理论认为环境规制带来了成本方面的提高,使企业可以用于创新的投入减少。齐绍洲和徐佳(2018)通过对二十国集团的分析发现环境规制会对企业包括技术创新在内的多方面产生消极影响^[8]。张彩云和吕越(2018)指出对环境规制的严格执行会对企业研发活动带来显著的负面作用^[9]。第三,环境规制对企业创新的影响是非线性的。刘津汝等(2019)的研究结果显示环境规制对企业绿色产品创新存在非线性影响^[10]。冯宗宪和贾楠亭(2021)发现环境规制与企业技术创新之间呈现显著的U型曲线关系^[11]。

2. 环境规制的经济后果研究

现有研究大多认为环境规制会对企业研发创新等环境行为产生重大影响,最终影响其经济和环境效

益。以沃利和怀特黑德(Walley & Whitehead, 1994)为代表的传统学派认为企业的环境行为会产生社会效益,提高企业的成本,导致企业竞争力下降,损害企业价值^[12];以波特和范德林德(Porter & van der Linde, 1995)为代表的修正学派认为环境行为可以提高企业环境方面的效益,在增加产出的同时降低企业生产环节的成本,最终实现企业价值的提升^[13]。后续的学者们以两大学派为理论基础,进行了大量的学术研究,研究结果依旧分为两类^[14-15]。

上述文献表明,学者们在环境规制与技术创新的关系以及环境规制的经济后果等方面仍存在分歧,本文认为主要原因在于大多数研究忽略了企业技术创新的可分性。事实上,企业技术创新可以分为内源性的自主研发与外源性的技术引进^[16]两种形式,其中,企业通过兼并重组引入的技术可以视为外源性技术引进的形式之一。黄凌云等(2018)指出发展中国家企业可以通过技术引进,并对此技术进行消化与融合来有效追赶发达国家^[17]。如果环境规制对企业自主研发与技术引进会产生不同的影响,那么选取单一变量来衡量技术创新,针对不同地区、不同数据得出的结果会存在较大的差异。因此,本文以创新补偿效应与创新挤出效应为基础,考虑技术创新的可分性,将其细分为自主研发与技术引进,深入探讨环境规制如何影响企业创新策略的选择,并进一步研究不同创新策略产生的经济后果。

(二) 理论分析与研究假设

1. “能耗双控”下企业整体层面创新策略选择

在环境规制的约束下,依靠技术创新加快企业的技术升级进程已成为必然趋势^[18]。2015年以来,“能耗双控”政策将目标的完成情况作为对地方政府的考核指标,并对能耗较高的企业开展目标责任评价。相较于一般的环境规制,该政策会给高耗能企业带来更大的合规压力。为满足“双控”目标的要求,高耗能企业需要加速实现自身的技术升级,具体原因在于:一是技术升级能够对传统生产流程、设备等进行更新,有效减少其能源消耗;二是能源消耗的下降能够对污染物排放带来积极影响,较大程度地减少企业污染治理成本;三是环境友好企业在消费者心中的地位逐渐提升^[19],技术进步带来的减排效果能够帮助高耗能企业在市场竞争中占据优势地位。

具体来看,高耗能企业可以通过自主研发或技术引进来实现技术进步。由于资源受限以及不同创新策略对企业结构、政策环境等要素的反应程度不同,企业需要对创新策略进行选择^[20]。自主研发能够帮助企业形成技术优势,有利于提高企业未来的利润并且实现未来市场份额最大化^[21],然而新古典经济学理论认为自主研发活动风险高^[22],研发创新过程较为复杂,创新成果的不确定性较高。技术引进具有成本低、效率高等特点,是发展中国家提升自身技术水平的重要方法,其也是目前中国经济实现增长的主要路径^[23]。波特假说指出合理的环境规制会推动企业进行创新,但是潘迪特等(Pandit et al., 2011)强调假说的实现存在许多关键条件^[24],其中包括环境规制必须得到严格的贯彻落实。考虑到中国现阶段“能耗双控”政策量化目标尚处于分行政区域设定阶段,缺乏统一的考核标准,各省份的政策力度存在差异,因此并不满足波特假说成立的前提条件,并且“能耗双控”政策带来的考核压力会使高耗能企业迫切想要满足要求,而自主研发项目周期普遍较长。结合中国高耗能企业发展阶段考虑,进行技术引进这一外源性创新策略,对于缓解高耗能企业当前环境规制政策压力更为便捷,效率也更高。基于此,本文提出如下研究假设:

H1:“能耗双控”政策目标下,高耗能企业自主研发投入会显著降低。

H2:“能耗双控”政策目标下,高耗能企业技术引进投入会显著提升。

2. 企业技术引进与自主研发的替代效应分析

不同创新策略各有利弊,技术引进虽然可以规避自主研发创新成果的高不确定性,但是该策略难以帮

助企业在技术方面形成核心竞争力,并且受外部技术封锁的影响,近年来技术引进难度也不断提升。如前文所述,在“能耗双控”政策目标下,高耗能企业会为了满足政策要求、减少污染治理成本和提升市场竞争力进行技术升级。在两种创新策略中,其更有意愿选择成本投入较低的技术引进方式来缓解环境规制带来的成本提升。然而,企业内部资源是有限的,技术引进投入的增加会耗费研发资源,影响企业的自主研发投入。并且,由于“双控”政策影响下引进的主要为机器设备、仪器等物品,这些物品上可能富含着以隐性化状态存在的先进知识和技术,引进方需要具备较强的吸收能力将其内部化^[25]。而发展中国家的企业吸收能力普遍较差^[26],中国高耗能企业可能难以对外来先进技术进行有效的消化,陷入“引进—落后—再引进”的低水平循环^[27],产生技术引进替代自主研发的挤出效应。此外,过度地依赖于技术引进,会导致高耗能企业形成惰性,知识和技术存量减少,逐步丧失进行自主研发的能力和动力^[28]。基于此,本文提出如下研究假设:

H3:高耗能企业技术引进投入增加是自主研发投入减少的格兰杰原因。

3. “能耗双控”下具体企业创新策略选择对经济和环境效益的影响

在面临较大且紧迫的“能耗双控”政策目标压力时,虽然在整体层面上,高耗能企业会倾向于增加技术引进投入,减少自主研发投入,但具体到企业层面,却存在着坚持自主研发与依赖技术引进两种创新策略。那么,不同的策略选择会对企业的经济效益和环境效益带来何种影响呢?在经济效益方面,与坚持自主研发的高耗能企业相比,虽然技术引进具有一定的成本与效率优势,但是该策略的弊端同样明显。首先,难以通过技术引进形成核心竞争力^[29];其次,技术引进会引发路径依赖,偏向于技术引进的高耗能企业可能会产生重引进轻消化的消极观念,形成恶性循环^[30],无法为经济增长提供足够动能;最后,在政策压力下,高耗能企业引进的技术可能与其原有技术存在较大差距,导致难以对设备与技术进行有效消化与利用,不能将其真正内化为给企业带来效益的有效投入,影响经济效益^[31]。综上,虽然技术引进在短期技术差距较大的情况下能够给高耗能企业带来一定的积极影响,但是该策略带来的多是相对落后的技术、容易形成路径依赖、难以有效利用技术与设备等问题,从长期来看企业会陷入低端技术锁定的陷阱,对经济效益产生负面影响。基于此,本文提出如下研究假设:

H4:“双控”政策目标下,高耗能企业中坚持自主研发的企业,经济效益显著优于依赖技术引进的企业。

在环境效益方面,由于中国高耗能企业吸收能力有限,与坚持自主研发的相关企业相比,偏向于技术引进的高耗能企业在引进技术后,往往存在技术适用性障碍,难以发挥其全部优势,影响节能减排效率^[16];并且如前文所述,技术引进会限制高耗能企业技术水平的增长,当企业技术水平的提升速度有限时,经济增长将依赖于资本、劳动与资源的大量投入,导致资源短缺和环境恶化^[32]。此外,与自主研发相比,外部引进的技术与高耗能企业原有技术在匹配过程中存在较多困难^[33],匹配程度同样会影响环境效益的提升。基于此,本文提出如下研究假设:

H5:“双控”政策目标下,高耗能企业中坚持自主研发的企业,环境效益显著优于依赖技术引进的企业。

三、研究设计

(一) 样本与数据来源

本文以2010—2021年中国A股上市公司微观数据为样本,以国泰安中国经济金融数据库(CSMAR)、万得(Wind)数据库为主要数据源,环境绩效数据来源于华证环境社会责任(ESG)指数,使用软件Stata 17.0进行数据处理。由于2015年10月提出“十三五”时期实施“能耗双控”,国务院全面部署“双控”目标,将全国

整体目标按照地区进行了分解,强有力的政策对相关行业产生了影响,因此,本文将2016—2021年作为受政策影响的年份,2010—2015年作为不受政策影响的年份。并且,将样本企业分为受“能耗双控”目标影响较大的处理组和所受影响较小的对照组(高耗能企业与对照企业选取标准见下文的具体变量定义)。为研究“能耗双控”下企业路径选择对经济和环境效益的影响,本文从样本中进一步提炼出自主研发组与技术引进组进行对比研究。为确保研究的准确性,本文采取以下标准对基础数据进行处理:(1)剔除金融保险类上市公司样本;(2)剔除ST、*ST等特殊类型的上市公司样本;(3)为控制异常值,对连续性变量进行1%的双边缩尾处理。经筛选后共得到有效样本14 003个,其中高耗能企业样本6 065个,作为对照组的企業样本7 938个。

(二) 变量定义

1. 被解释变量

本文的被解释变量为企业自主研发、技术引进这两种创新策略以及经济效益、环境效益指标。

关于自主研发,目前学术界已有研究多采用投入与产出两类指标衡量企业创新。考虑到技术创新产出方面可比性较弱,并且会受到外生因素带来的影响^[34],本文选取投入指标进行衡量。在众多投入指标中,研发创新强度相对指标能够反映更多的信息,也便于对不同企业进行比较。因此本文借鉴鲁桐和党印(2014)^[35]、王玉霞和孙治一(2019)^[36]的研究,采用研发总支出占总收入的比重(*Rdexp*)衡量企业创新。

对于技术引进,现有文献多是研究行业技术引进,以行业技术引进经费支出作为衡量指标^[16]。本文将关注的重点放在企业层面,因此在研究时参考技术引进的定义构造代理变量,计算企业无形资产原价的本期增加额减去开发支出中确认为无形资产金额的差值,采用该数值占总收入的比重(*Intr*)来衡量企业技术引进,为提高无形资产与“能耗双控”目标的相关性,本文涉及的无形资产均剔除了土地使用权、特许经营权等非技术类无形资产,仅保留专利权等技术类无形资产。

对于企业经济效益,本文借鉴何枫等(2020)^[37]的研究,选取被认为是最佳衡量指标的资产回报率(*ROA*),考虑到影响的滞后性,选取 $t+1$ 期的资产回报率来研究企业 t 期行为对经济效益的影响。

对于企业环境效益,本文借鉴吴世农等(2022)^[38]的研究,使用ESG指数中环境维度得分(*Escore*)衡量企业的环境绩效,且考虑到“能耗双控”目标对污染物排放影响的滞后性,故使用 $t+1$ 期的环境维度得分(*Escore*)作为企业环境绩效的代理变量进行回归分析。

2. 解释变量

在研究企业创新策略选择及其相关关系时的解释变量为“能耗双控”这一政策变量。国家在“能耗双控”方面采取的主要措施包括:在重点领域采取节能措施,加强对高耗能行业能耗的管控。因此,本文借鉴肖黎明和李秀清(2020)^[39]、查冬兰和周德群(2008)^[40]的研究,通过对相关年份《中国统计年鉴》中行业的能耗总量以及工业增加值数据进行处理,计算出各行业各年度单位工业增加值能耗,并得出各行业2010—2021年单位工业增加值能耗均值,作为划分依据。最终选取石油加工炼焦及核燃料加工业、化学原料及化学制品制造业、非金属矿物制品业、黑色金属冶炼及压延加工业等13个行业作为高耗能行业;选取酒饮料和精制茶制造业、纺织服装服饰业、仪器仪表制造业等10个行业为低耗能行业。*Treat*为虚拟变量,属于高耗能行业的取值为1,属于低耗能行业的取值为0。*Post*为虚拟变量,因2015年10月“能耗双控”目标提出后,强有力的政策对相关行业产生了影响,故本文将2016—2021年赋值1,将2010—2015年赋值0。

在研究企业路径选择对经济效益的影响时,构造企业行为与“能耗双控”政策变量的三项交乘项 $Team \times$

Treat×*Post* 作为解释变量,其中 *Treat* 与 *Post* 虚拟变量的定义与前文一致。关于虚拟变量 *Team*, 本文将企业划分为在“能耗双控”影响下,自主研发减少较多,并且技术引进增加较多的企业 (*TeamIR*)。划分的方法如下:首先,计算出政策实施前后各企业自主研发(*Rdexp*)与技术引进(*Intr*)的平均水平;然后,计算政策前后均值差值,将差值与政策前均值的比来定义自主研发与技术引进的变动情况,分别根据自主研发的减少情况与技术引进的增加情况进行排名(变动越大,排名越靠前);最后,将自主研发和技术引进变动幅度排名均在前55%的企业定义为受“能耗双控”影响,更加依赖技术引进的企业,*TeamIR* 取值为1,其余取值为0。选取55%的原因是尽量保持处理组与对照组观测值数量一致。为进一步说明企业创新策略选择对经济效益的影响,本文构造了另一个分组变量 *TeamRI*,将在“双控”政策影响下,自主研发投入净增加额为正值,且研发投入与技术引进变动幅度排名均低于前55%的企业取值为1,代表以自主研发为主的高耗能企业,否则取值为0。

3. 控制变量

本文借鉴李百兴和王博(2019)^[41]的研究,选取企业规模等作为控制变量。此外,本文还控制了年份和行业。

具体变量名称与定义见表1。

表1 主要变量名称与定义

变量类型	变量名称	变量符号	变量说明
被解释变量	企业自主研发	<i>Rdexp</i>	企业研发支出总额(含资本化与费用化部分)/总收入
	企业技术引进	<i>Intr</i>	(企业无形资产原价的本期增加额-开发支出中确认为无形资产的金额)/总收入
	企业经济效益	<i>ROA</i>	税后净利润/总资产
	企业环境效益	<i>Escore</i>	ESG指数中环境维度得分
解释变量	“能耗双控”执行	<i>Treat</i>	虚拟变量,属于高耗能行业的企业取值为1,属于低耗能行业的企业取值为0
	“能耗双控”执行年度	<i>Post</i>	虚拟变量,2016—2021年取值为1,2010—2015年取值为0
	企业创新策略选择	<i>TeamIR</i> <i>TeamRI</i>	虚拟变量,自主研发减少率与技术引进增加率变动幅度排名均在前55%的企业取值为1,其余取值为0 虚拟变量,自主研发投入出现增长,且与技术引进变动幅度排名均低于前55%的企业取值为1,其余取值为0
控制变量	企业规模	<i>Size</i>	总资产的自然对数
	财务杠杆	<i>Lev</i>	资产负债率
	企业年限	<i>Age</i>	企业成立年限
	独立董事占比	<i>Bind</i>	独立董事在董事会所占比例
	成长性	<i>Growth</i>	销售收入增长率
	高管持股比例	<i>GHold</i>	高管持股数量/企业流通股股数

(三) 模型构造

本文使用双重差分回归的方法检验“能耗双控”、企业技术引进与自主研发之间的关系。基于理论分析与研究假设,为检验“能耗双控”对企业自主研发的影响,本文设定如下模型:

$$Rdexp_{i,t} = \alpha_0 + \alpha_1 Treat_{i,t} + \alpha_2 Post_{i,t} + \alpha_3 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} + \alpha_4 Size_{i,t} + \alpha_5 Lev_{i,t} + \alpha_6 Age_{i,t} + \alpha_7 Bind_{i,t} + \alpha_8 Growth_{i,t} + \alpha_9 GHold_{i,t} + \sum Year + \sum Industry + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

式(1)中, $Rdexp_{i,t}$ 表示 i 企业 t 年的创新情况, $Treat_{i,t} \times Post_{i,t}$ 为核心解释变量, 其估计系数 α_3 反映了“能耗双控”政策对企业自主研发的影响, 如果其显著为负, 说明“能耗双控”显著抑制了企业自主研发, H1 成立。

为检验“能耗双控”对企业技术引进的影响, 本文设定如下模型:

$$Intr_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 Treat_{i,t} + \beta_2 Post_{i,t} + \beta_3 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} + \beta_4 Size_{i,t} + \beta_5 Lev_{i,t} + \beta_6 Age_{i,t} + \beta_7 Bind_{i,t} + \beta_8 Growth_{i,t} + \beta_9 GHold_{i,t} + \sum Year + \sum Industry + \lambda_{i,t} \quad (2)$$

式(2)中, $Intr_{i,t}$ 表示 i 企业 t 年的技术引进情况, $Treat_{i,t} \times Post_{i,t}$ 为核心解释变量, 其估计系数 β_3 反映了“能耗双控”政策对企业技术引进的影响, 如果其显著为正, 说明“能耗双控”显著促进了企业进行技术引进, H2 成立。

为检验 H3, 采用格兰杰因果检验进行实证研究。格兰杰因果检验的原理为: 在对包括自身过去值在内的其他变量进行回归时, 将 X 的滞后期包括进来是否能够显著改变对 Y 的预测, 如果能, 则认为 X 是 Y 的格兰杰原因。需要注意的是, 格兰杰因果检验需要一定的前提条件, 即 X 和 Y 的时间序列是平稳的。本文构建模型(3)进行格兰杰检验:

$$Rdexp_{i,t} = c + \sum_{k=1}^n \alpha_{i,k} Rdexp_{i,t-k} + \sum_{k=1}^n \beta_{i,k} Intr_{i,t-k} \quad (3)$$

c 表示常数项, n 表示滞后期。若经过格兰杰因果检验, 拒绝原假设, 则表明企业自主研发活动减少与技术引进投资增加存在因果关系, H3 成立。

为检验 H4, 本文设定如下模型:

$$ROA_{i,t+1}(Escore_{i,t+1}) = \delta_0 + \delta_1 Treat_{i,t} + \delta_2 Post_{i,t} + \delta_3 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} \times TeamIR_{i,t} + \delta_4 TeamIR_{i,t} + \delta_5 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} + \delta_6 Treat_{i,t} \times TeamIR_{i,t} + \delta_7 Post_{i,t} \times TeamIR_{i,t} + \beta_8 Size_{i,t} + \beta_9 Lev_{i,t} + \beta_{10} Age_{i,t} + \beta_{11} Bind_{i,t} + \beta_{12} Growth_{i,t} + \beta_{13} GHold_{i,t} + \sum Year + \sum Industry + \mu_{i,t} \quad (4)$$

$$ROA_{i,t+1}(Escore_{i,t+1}) = \gamma_0 + \gamma_1 Treat_{i,t} + \gamma_2 Post_{i,t} + \gamma_3 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} \times TeamRI_{i,t} + \gamma_4 TeamRI_{i,t} + \gamma_5 Treat_{i,t} \times Post_{i,t} + \gamma_6 Treat_{i,t} \times TeamRI_{i,t} + \gamma_7 Post_{i,t} \times TeamRI_{i,t} + \gamma_8 Size_{i,t} + \gamma_9 Lev_{i,t} + \gamma_{10} Age_{i,t} + \gamma_{11} Bind_{i,t} + \gamma_{12} Growth_{i,t} + \gamma_{13} GHold_{i,t} + \sum Year + \sum Industry + \eta_{i,t} \quad (5)$$

式(4)与式(5)中, $ROA_{i,t+1}$ 用来衡量 i 企业 $t+1$ 年的经济效益(验证环境效益时替换为 $Escore_{i,t+1}$, $TeamIR_{i,t}$ 和 $TeamRI_{i,t}$ 分别代表“能耗双控”下, 企业进行技术升级时关于自主研发与技术引进的路径选择)。 $Treat_{i,t} \times Post_{i,t} \times TeamIR_{i,t}$ 和 $Treat_{i,t} \times Post_{i,t} \times TeamRI_{i,t}$ 为核心解释变量, 其估计系数 δ_3 和 γ_3 反映了“能耗双控”下, 企业路径选择对其经济效益(或环境效益)的作用效果, 如果 δ_7 和 γ_7 均显著为正, 说明“能耗双控”政策出台后, 坚持自主研发的企业经济效益和环境效益显著提升, H4 成立。

四、实证结果

(一) 描述性统计

本文对变量进行了描述性统计分析, 具体结果见表 2。

表 2 主要变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	第 1 四分位	中位数	第 3 四分位	最大值
<i>Rdexp</i>	14 003	0.040	0.033	0.000	0.018	0.035	0.050	0.190
<i>Intr</i>	8 751	0.015	0.037	-0.036	0.000	0.003	0.015	0.233
<i>ROA</i>	14 003	0.045	0.055	-0.132	0.016	0.043	0.075	0.179
<i>Escore</i>	14 003	2.038	1.100	1	1	2	3	5.500
<i>Treat</i>	14 003	0.433	0.496	0	0	0	1	1
<i>Post</i>	14 003	0.635	0.481	0	0	1	1	1
<i>Size</i>	14 003	22.068	1.232	19.961	21.161	21.876	22.743	25.931
<i>Lev</i>	14 003	0.391	0.198	0.053	0.229	0.382	0.536	0.898
<i>Age</i>	14 003	17.239	5.481	5	13	17	21	31
<i>Bind</i>	14 003	37.413	5.238	33.330	33.330	33.330	42.860	57.140
<i>Growth</i>	14 003	0.172	0.353	-0.460	-0.008	0.117	0.274	2.167
<i>GHold</i>	14 003	16.313	21.279	0	0.002	2.224	32.100	69.307

表 2 的数据显示,从全样本看,各变量不存在标准差远超均值的情况,表明不存在极端数据。企业自主研发(*Rdexp*)的最小值为 0.000,最大值为 0.190,最大值与最小值相差很大,表明各企业对创新活动的重视情况差异较大。企业技术引进(*Intr*)的标准差为 0.037,表明各公司技术引进投资存在差异。需要注意的是由于无形资产相关数据的披露情况,企业技术引进的有效样本量为 8 751,有别于其余变量,但是鉴于本文将技术引进与自主研发作为两种创新策略分别进行回归分析,为在最大程度保留有效样本的前提下提升研究结论的可靠性,本文没有在自主研发回归时对多余样本进行剔除,也未在技术引进回归时将缺失值以 0 值补充,导致样本量有所差异。企业经济效益(*ROA*)的最小值为-0.132,最大值为 0.179,说明研究样本包含亏损与盈利等不同经营状况的企业,研究结论具有普适性。企业环境效益(*Escore*)的均值为 2.038,最小值为 1,最大值为 5.500,表明样本的环境效益代理变量分布较为分散,为后续研究奠定基础。关于“能耗双控”政策,执行变量(*Treat*)、执行年度(*Post*)的均值分别为 0.433 和 0.635,处理组与对照组样本数量以及执行以后年度与执行以前年度的数据量较为匹配,满足进行后续研究的条件。此外,控制变量的描述性统计结果也均在合理范围之内。

主要变量的相关性分析结果见表 3,变量间的相关系数均在合理范围内,进一步考察方差膨胀因子(VIF),结果表明解释变量的数值均远小于 10,即变量间不存在严重的多重共线性问题,变量选择较为合理。

表 3 变量间的皮尔逊(Pearson)相关系数

变量	<i>Rdexp</i>	<i>Intr</i>	<i>ROA</i>	<i>Escore</i>	<i>Size</i>	<i>Lev</i>	<i>Age</i>	<i>Bind</i>	<i>Growth</i>	<i>GHold</i>
<i>Rdexp</i>	1									
<i>Intr</i>	0.046***	1								
<i>ROA</i>	0.009	-0.042***	1							
<i>Escore</i>	0.078***	-0.047***	0.009	1						
<i>Size</i>	-0.259***	-0.061***	0.012	0.191***	1					
<i>Lev</i>	-0.292***	-0.029***	-0.093***	0.106***	0.489***	1				
<i>Age</i>	-0.077***	-0.081***	-0.006	-0.068***	0.234***	0.149***	1			
<i>Bind</i>	0.036***	-0.001	-0.009	-0.020**	-0.002	-0.005	-0.028***	1		
<i>Growth</i>	-0.009	0.085***	0.046***	-0.038***	0.036***	0.008	-0.043***	-0.008	1	
<i>GHold</i>	0.240***	0.060***	0.034***	-0.040***	-0.381***	-0.333***	-0.238***	0.064***	0.067***	1

注:***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平。后表同。

(二) 回归结果分析

1. “能耗双控”对企业创新策略选择影响的分析

本文使用双重差分(DID)法研究双控目标下高耗能企业创新策略选择的问题,经豪斯曼(Hausman)检验,使用面板固定效应模型,具体回归结果见表4。

表4 回归分析

变量	(1)	(2)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.003*** (-5.48)	0.005** (2.29)
<i>Post</i>	0.027*** (4.69)	-0.042* (-1.82)
<i>Treat</i>	-0.001 (-0.32)	-0.005 (-0.67)
控制变量	控制	控制
\bar{R}^2	0.103	0.027
<i>F</i>	56.39***	7.93***
样本量	14 003	8 752
行业效应	控制	控制
年度效应	控制	控制

注:列(1)、列(2)的被解释变量分别为*Rdexp*和*Intr*。小括号中为*t*值。后表同。

其中,列(1)被解释变量为企业自主研发(*Rdexp*),交乘项*Treat*×*Post*的系数为-0.003,并且在1%的水平下显著,说明“能耗双控”政策执行后,高耗能企业显著减少了自主研发投入,H1成立。列(2)报告了“能耗双控”政策目标对企业技术引进的影响,交乘项*Treat*×*Post*的系数为0.005,且在5%的水平下显著,说明“能耗双控”政策执行后,高耗能企业技术引进投入显著增加,H2成立。

同时,本文通过平行趋势检验进行DID估计的有效性分析以及安慰剂稳健性检验。

(1)平行趋势检验。双重差分模型的使用前提是在政策发生前,处理组与对照组拥有一致的变化趋势,本文借鉴王小龙和许敬轩(2017)^[42]的研究,使用事件研究法进行检验。

图1和图2分别展示了企业自主研发和技术引进平行趋势检验情况,从图中可以看出,在政策实施之前,交互项的系数均不显著,即实验组与对照组的自主研发和技术引进没有显著性差异;而在政策实施后,实验组企业的自主研发明显低于对照组,并且技术引进在一定的时滞后明显高于对照组,满足平行趋势假设。

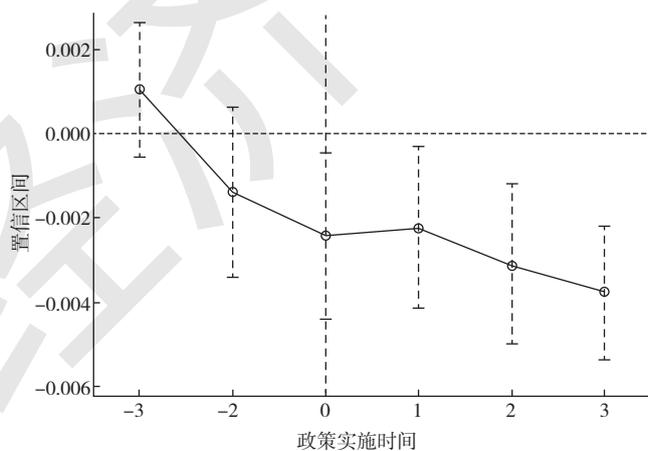


图1 企业自主研发平行趋势检验

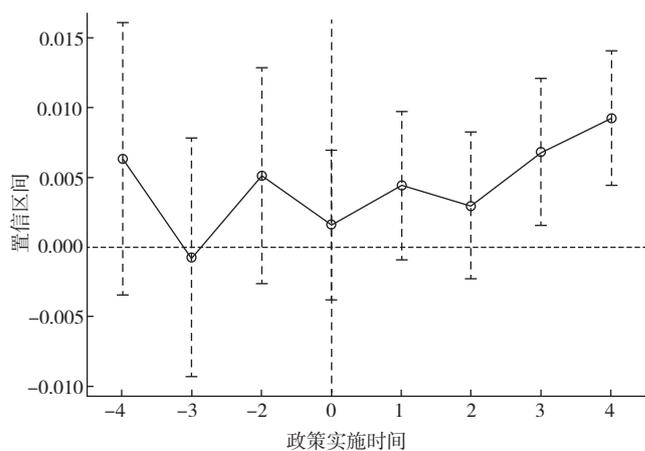


图2 企业技术引进平行趋势检验

(2)安慰剂稳健性检验。“能耗双控”政策目标的落实对企业自主研发与技术引进的影响可能来源于其

他政策与随机因素的影响,要排除此种影响需要进行安慰剂检验。

随机打乱核心解释变量的顺序并重新进行配对,“能耗双控”政策对特定行业的冲击完全随机,再重复500次该随机过程,得到双重差分估计量的分布如图3、图4。结果显示估计系数均位于0值附近且服从正态分布,表明安慰剂检验通过,相关双重差分回归结果是稳健的。

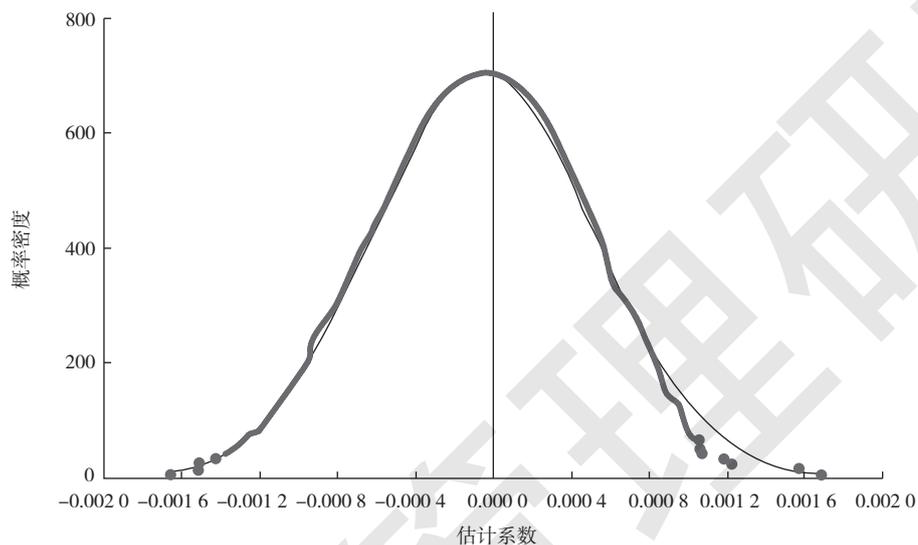


图3 企业自主研发安慰剂检验

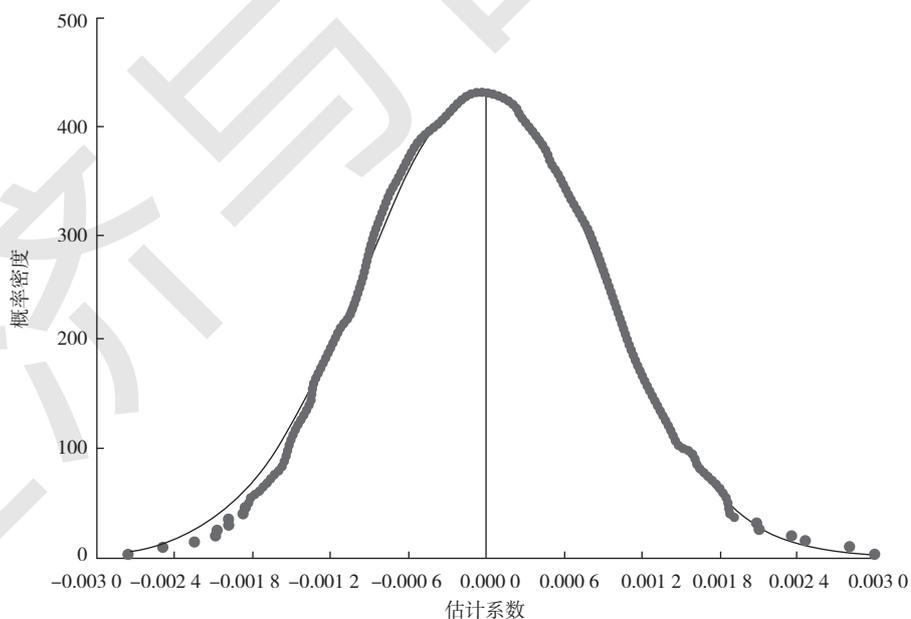


图4 企业技术引进安慰剂检验

2. 企业创新策略选择的因果关系分析

本文通过格兰杰因果检验分析企业创新策略选择之间的关系,为防止出现伪回归现象,在进行回归

前,需要对各变量数据的平稳性进行单位根检验,结果如表 5 所示。

表 5 变量单位根检验结果

检测变量	原始序列		一阶差分序列	
	ADF 统计量	是否平稳	ADF 统计量	是否平稳
<i>Rdexp</i>	-32.906***	平稳	-26.950***	平稳
<i>Intr</i>	-93.338***	平稳	-66.464***	平稳

单位根检验结果表明企业自主创新和技术引进为平稳序列,可以进行后续检验。接下来,对变量进行格兰杰因果关系检验,在进行检验时,首先应确定最佳滞后期,本文采用的是样本年度数据,因而滞后期也是以年为单位,因为原始数据是平稳的,可直接用来确定最优滞后期数。最优滞后期的确定通常通过赤池信息准则(AIC)、贝叶斯信息准则(BIC)两个准则进行判断,当二者取最小值时的滞后期数为最优滞后期,结果见表 6。

表 6 最优滞后期数选择

滞后期数	AIC	BIC
1	-33 864.59	-33 810.51
2	-27 115.68	-27 063.46
3	-20 966.38	-20 916.20

从结果可以看出,AIC 和 BIC 准则在滞后 1 阶时信息量最小,因此最优滞后期为滞后 1 期。在确定最佳滞后期后,具体格兰杰因果检验结果如表 7 所示。从检验结果可以看出,在 1% 的显著性水平下拒绝原假设,认为技术引进(*Intr*)是自主研发(*Rdexp*)的格兰杰原因,但自主研发

(*Rdexp*)不是技术引进(*Intr*)的格兰杰原因,即技术引进对自主研发投入存在显著的替代效应,H3 成立。

表 7 格兰杰因果检验结果

原假设	z 值	P	结论
<i>Intr</i> 不是 <i>Rdexp</i> 的格兰杰原因	3.16	0.002	拒绝
<i>Rdexp</i> 不是 <i>Intr</i> 的格兰杰原因	1.25	0.210	接受

3. 企业创新策略选择对经济效益和环境效益的影响

表 8 的列(1)—列(4)显示了在“能耗双控”政策目标下,企业创新策略对经济效益的影响。其中列(1)和列(2)显示无论是否加入控制变量,三项交乘项(*TeamIR*×*Treat*×*Post*)的回归系数均为负,且在加入控制变量后,系数在 5%的水平下显著,说明在“能耗双控”政策执行后,企业依赖技术引进应对环境规制,会显著降低其经济效益。列(3)和列(4)显示无论是否加入控制变量,三项交乘项(*TeamRI*×*Treat*×*Post*)的回归系数均在 5%的水平下显著为正,表明“能耗双控”政策执行后,重视自主研发的企业经济效益得到了显著提升。综合来看,自主研发组对经济效益的积极影响显著优于技术引进组,H4 成立。

表 8 企业创新策略选择对经济效益影响的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>TeamIR</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.013***	-0.009**		
	(-3.02)	(-2.31)		

表8(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>TeamRI</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>			0.011 **	0.008 **
			(2.09)	(2.16)
<i>Post</i>	-0.023 ***	0.013	-0.019 ***	0.017
	(-7.01)	(0.70)	(-5.90)	(0.93)
<i>Treat</i>	-0.014 *	-0.008	-0.014 *	-0.008
	(-1.94)	(-1.19)	(-1.90)	(-1.11)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.023 ***	0.018 ***	0.017 ***	0.013 ***
	(9.65)	(7.63)	(7.74)	(6.24)
<i>TeamIR</i> × <i>Treat</i>	0.002	-0.005		
	(0.17)	(-0.35)		
<i>TeamIR</i> × <i>Post</i>	0.007 **	0.006 **		
	(2.35)	(2.07)		
<i>TeamRI</i> × <i>Treat</i>			0.001	-0.006
			(0.05)	(-0.44)
<i>TeamRI</i> × <i>Post</i>			-0.009 ***	-0.006 **
			(-2.93)	(-2.21)
控制变量	未控制	控制	未控制	控制
样本量	8 415	8 254	8 415	8 254
$\overline{R^2}$	0.037	0.105	0.037	0.105
<i>Chi</i> ²	14.159 ***	32.872 ***	14.142 ***	32.832 ***
年度效应	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制

表9列(1)—列(4)显示了在“能耗双控”政策目标下,企业创新策略选择对环境效益的影响。列(1)和列(2)三项交乘项的系数均显著为负,表明选择技术引进的高耗能企业环境效益显著降低,即技术引进对环保的作用效果并不理想。列(3)和列(4)的结果显示,坚持自主研发的企业,下一年度的环境效益出现了显著提升。上述结果表明,自主研发对环境效益的积极影响显著优于技术引进,H5得证。

表9 企业创新策略选择对环境效益影响的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>TeamIR</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.111 *	-0.128 **		
	[-1.79]	[-2.06]		
<i>TeamRI</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>			0.177 **	0.198 ***
			[2.35]	[2.60]
<i>Post</i>	0.648 ***	0.767 ***	0.643 ***	0.752 ***
	[13.48]	[2.70]	[13.44]	[2.64]

表9(续)

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>Treat</i>	0.251** [2.41]	0.276** [2.56]	0.009 [0.09]	0.057 [0.50]
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.142*** [4.08]	0.164*** [4.62]	0.078** [2.46]	0.091** [2.83]
<i>TeamIR</i> × <i>Treat</i>	-0.334* [-1.69]	-0.220 [-1.08]		
<i>TeamIR</i> × <i>Post</i>	0.002 [0.06]	0.012 [0.29]		
<i>TeamRI</i> × <i>Treat</i>			0.567*** [2.79]	0.539*** [2.61]
<i>TeamRI</i> × <i>Post</i>			0.029 [0.65]	0.026 [0.58]
控制变量	未控制	控制	未控制	控制
样本量	8 415	8 254	8 415	8 254
$\overline{R^2}$	0.109	0.117	0.110	0.119
Chi2	45.521***	37.011***	46.157***	37.584***
年度效应	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制

注:方括号中为Z值。

(三) 稳健性检验

本文更换代理变量,对结论的稳健性进行检验。以企业无形资产原价的本期增加额减开发支出中确认为无形资产的金额差值占总资产的比重来衡量技术引进(*Intrta*);用研发支出占总资产的比重来定义自主创新(*Rdexpta*);用提前一期的净资产收益率(*Roe*)来衡量经济效益,用提前一期社会责任报告对环境相关信息的披露情况(*Ereport*)来替换环境效益的衡量指标。更换指标后对模型进行回归,结论与主回归一致。

(四) 内生性探讨

内生性问题的存在会导致回归结果的有偏性与不一致性,故本文采取一系列方法缓解内生性。首先,本文的解释变量为“能耗双控”这一外生政策;其次,本文通过DID法研究“能耗双控”政策对企业创新策略选择的影响,并使用考虑时滞后的代理变量对路径选择的经济后果进行研究;此外,本文辅助使用平行趋势检验与安慰剂检验,并采用倾向得分匹配法对相关结论进行验证,具体结果如下:

政策的实施满足外生性要求是利用双重差分模型进行政策效果检验的重要前提。然而从“能耗双控”的背景、目标等方面进行分析,不难发现处理组所涉及的行业不是随机的,但本文以A股上市公司为

样本进行研究,因此,虽然高耗能行业被选中不是随机的,但企业在选择主要经营行业时并没有预想到所进入的行业将会被“能耗双控”影响,从该角度来看,上市公司的选择满足外生性要求。因此,本文需要关注的内生性问题是避免政策本身存在的样本自选择问题。本文借鉴王桂军和卢潇潇(2019)的研究^[43],采用倾向得分匹配与双重差分相结合的方法(PSM-DID)对模型进行重新回归,分别以 *Rdexp* 和 *Intr* 为被解释变量,以控制变量为协变量进行一对多匹配,配对比例为 1:3。经平衡性检验发现,匹配后协变量的组间差距大幅缩小,均值差异均不显著,随后根据匹配的样本进行基准回归检验,具体结果见表 10 和表 11。

从表 10 可以看出,对于企业自主研发,交乘项的系数为-0.003,且在 1%的水平下显著;对于技术引进,交乘项的系数为 0.005,并且在 5%的水平下显著。上述结果表明“能耗双控”显著抑制了企业自主研发,显著提升了企业技术引进投资水平,结论依然保持不变。

表 10 内生性问题探讨

变量	(1)	(2)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.003 *** (-5.34)	0.005 ** (2.11)
<i>Post</i>	0.027 *** (4.33)	-0.042 (-1.63)
<i>Treat</i>	0.001 (0.27)	-0.009 (-1.17)
控制变量	控制	控制
\bar{R}^2	0.103	0.0302
<i>F</i>	47.60 ***	7.21 ***
样本量	12 116	7 400
年度效应	控制	控制
行业效应	控制	控制

注:列(1)中被解释变量为 *Rdexp*,列(2)中被解释变量为 *Intr*。

表 11 显示了在倾向得分匹配后,对企业自主研发和技术引进的格兰杰因果检验情况。对匹配后的数据进行单位根检验,发现企业自主创新和技术引进依然为平稳序列,可以进行后续检验,根据赤池信息准则(AIC)、贝叶斯信息准则(BIC)两个准则判断,最优滞后期仍然为滞后 1 期,格兰杰因果检验的具体结果如表 11 所示。从表 11 可知,在倾向得分匹配后,仍然拒绝技术引进不是自主研发的格兰杰原因这一原假设,即企业自

主研发受技术引进的影响,二者间具有因果关系,相关结论具有稳健性。

表 11 格兰杰因果检验结果

原假设	Z 值	P	结论
<i>Intr</i> 不是 <i>Rdexp</i> 的格兰杰原因	1.68	0.093	拒绝
<i>Rdexp</i> 不是 <i>Intr</i> 的格兰杰原因	0.65	0.514	接受

表 12 显示了依 PSM-DID 法配对后对 H4 和 H5 的重新检验,列(1)与列(2)的结果显示,在双控目标下,与倾向于技术引进的高耗能企业相比,注重自主研发的企业经济效益得到显著的提升,H4 依然成立。列(3)—列(4)表明在“能耗双控”政策的影响下,倾向于自主研发的高耗能企业显著提升了自身的环境效益,在倾向得分匹配后 H5 仍然得证,相关结论具有稳健性。

表 12 企业创新策略选择对经济效益与环境效益影响的回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>TeamIR</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.009** (-2.14)		-0.171** (-2.43)	
<i>TeamRI</i> × <i>Treat</i> × <i>Post</i>		0.012** (2.22)		0.265*** (3.10)
<i>Post</i>	0.002 (0.11)	0.007 (0.33)	1.057*** (2.78)	1.082** (2.85)
<i>Treat</i>	-0.013* (-1.65)	-0.011 (-1.31)	0.132 (1.04)	-0.128 (-0.94)
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	0.018*** (7.08)	0.012*** (5.42)	0.159*** (4.02)	0.060* (1.68)
<i>TeamIR</i> × <i>Treat</i>	0.001 (0.07)		-0.329 (-1.28)	
<i>TeamIR</i> × <i>Post</i>	0.004 (1.35)		0.039 (0.78)	
<i>TeamRI</i> × <i>Treat</i>		-0.006 (-0.40)		0.633** (2.57)
<i>TeamRI</i> × <i>Post</i>		-0.007** (-2.14)		-0.019 (-0.35)
控制变量	控制	控制	控制	控制
样本量	7 059	7 059	6 732	6 732
$\overline{R^2}$	0.099	0.099	0.126	0.128
<i>F</i>	25.587***	25.640***	30.783***	31.292***
年度效应	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制

注:列(1)和列(2)中被解释变量为 *ROA*,列(3)和列(4)中被解释变量为 *Escore*。

(五)进一步分析

前文实证结果表明“能耗双控”政策实施会对企业自主研发活动以及技术引进带来影响,但其对不同企业带来的影响不尽相同。国有企业因其特殊的性质,较非国有企业而言,受到“能耗双控”带来的压力可能会更大,故本文将企业划分为国有企业与非国有企业,研究“能耗双控”对企业创新策略选择的影响。

从表 13 可知,在研究“能耗双控”政策目标对企业自主研发(*Rdexp*)的影响时,非国有企业交乘项的系数为-0.004,在 1%的水平下显著,而国有企业的交乘项系数为-0.002,在 5%的水平下显著,说明在政策影响下,国有企业和非国有企业均减少了自主研发,交乘项似无相关检验的 *P* 值为 0.000,表明组间系数存在显著差异,即“能耗双控”对国有企业与非国有企业自主研发的影响有明显区别。从表 13 可以看到,当被解释变量为技术引进(*Intr*)时,非国有企业交乘项的系数为 0.007,在 5%的水平下显著,表明“能耗双控”会显著增加非国有企业的技术引进,但国有企业的交乘项系数为 0.001,不具有显著性,这可能是由于国有企业

受“能耗双控”政策的影响会随着自身某些特征而改变。本文根据固定资产规模对国有企业进行细分,进一步研究“能耗双控”政策对国有企业技术引进的影响,结果如表 13 所示。具体来看,本文以全样本企业固定资产比率的中值为依据对国有企业进行划分,结果显示“能耗双控”政策目标下,固定资产规模较大的国有企业的交乘项系数为 0.008,在 10%的水平下显著,表明该类企业会因政策的实施增加技术引进,而“双控”政策对固定资产规模较小的国有企业技术引进不具有显著影响,并且经过似无相关检验,组间系数差异具有显著性。以上结果表明,在“能耗双控”政策下,相较于国有企业,非国有企业创新投入降低的程度以及技术引进增加的程度更大,能够在一定程度上表明非国有企业受“能耗双控”政策的影响程度更大。这是由于国有企业与政府的关系更为密切,能够依靠自身的政治背景,获取较多的可利用于自主研发的资源,并且其行为受到政府的监督更强,因此国有企业不会大幅增加技术引进,降低自主研发投入。对国有企业进一步按照固定资产规模进行分组回归,结果显示,相对固定资产规模较大的国有企业会在政策影响下增加技术引进。原因主要有两点:第一,固定资产规模相对较大的国有企业拥有较强的市场控制力,面临的竞争压力较小,对于自主创新的积极性相对较低,在“能耗双控”政策的压力下,倾向于通过技术引进实现技术升级;第二,规模较大的国有企业通常承担着更多的政策性任务,受到的行政干预更多^[44]，“能耗双控”政策涉及对各级地方政府以及用能单位的监督与考核,会产生较强的政策压力,规模较大的国有企业倾向于通过技术引进这一高效的创新策略完成相关政策性任务,因此,其会在政策影响下提升技术引进投入。

表 13 企业异质性分析——所有权性质

变量	按企业特征分组				按国有企业固定资产规模分组	
	Rdexp		Intr		Intr	
	国有企业	非国有企业	国有企业	非国有企业	相对规模小	相对规模大
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.002** (-2.01)	-0.004*** (-5.22)	0.001 (0.16)	0.007** (2.42)	-0.005 (-0.91)	0.008* (1.67)
<i>Post</i>	0.011 (1.64)	0.046*** (4.33)	0.006 (0.22)	-0.072 (-1.69)	-0.002 (-0.06)	-0.010 (-0.19)
<i>Treat</i>	0.004 (1.34)	-0.007*** (-2.65)	-0.007 (-0.57)	-0.011 (-1.00)	0.021 (0.99)	-0.218*** (-5.29)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	3 838	8 676	2 123	5 719	1 343	780
$\overline{R^2}$	0.154	0.099	0.036	0.041	0.034	0.259
<i>F</i>	23.50***	31.31***	2.60***	7.52***	1.47*	8.08***
年度效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制

此外,不同地区在政策目标的实现难度上存在差异,这同样会对企业创新策略的选择产生重要影响,考虑到无论采用何种创新策略都需要耗费企业的资源,而地区生产总值(GDP)水平代表了当前区域的发展水平,经济发展较好的地区,企业拥有的资源可能较多,双控目标的实现难度相对较小。因此,本文按照企业所在地区 GDP 水平进行分组,划分为经济较发达地区和经济欠发达地区进行分样本回归,回归结果如

表 14 所示。

表 14 企业异质性分析——地区特征

变量	<i>Rdexp</i>		<i>Intr</i>	
	经济较发达地区	经济欠发达地区	经济较发达地区	经济欠发达地区
<i>Treat</i> × <i>Post</i>	-0.002 [*] (-1.84)	-0.006 ^{***} (-6.35)	0.006 [*] (1.73)	0.003 (0.97)
<i>Post</i>	0.036 ^{***} (5.04)	0.020 [*] (1.89)	-0.058 (-1.58)	0.027 (0.52)
<i>Treat</i>	-0.015 ^{***} (-3.97)	0.004 (1.29)	0.007 (0.51)	-0.026 [*] (-1.73)
控制变量	控制	控制	控制	控制
样本量	6 215	6 007	4 119	3 304
$\overline{R^2}$	0.116	0.105	0.026	0.044
<i>F</i>	28.84 ^{***}	25.19 ^{***}	3.59 ^{***}	4.93 ^{***}
年度效应	控制	控制	控制	控制
行业效应	控制	控制	控制	控制

其中,当被解释变量为企业自主研发(*Rdexp*)时,位于经济较发达地区的企业交乘项系数为-0.002,在10%的水平下显著,而位于经济欠发达地区企业的交乘项系数为-0.006,在1%的水平下显著,且交乘项组间似无相关检验的*P*值为0.000,组间系数存在显著差异。当被解释变量为技术引进(*Intr*)时,位于经济较发达地区的企业交乘项系数为0.006,在10%的水平下显著,而位于经济欠发达地区企业的交乘项系数为0.003,不具有显著性,且似无相关检验结果显示组间系数差异具有显著性。上述结果表明,相较于经济较发达地区,在“能耗双控”政策影响下,位于经济欠发达地区的企业会更大程度地减少自主研发,技术引进投入则无明显变化。原因可能在于经济欠发达地区高耗能企业可利用于自主创新的资源本就较少,并且基础较弱。当“能耗双控”政策带来较大的合规压力时,企业会更加注重成本及效率,导致自主研发投入较大幅度的下降,而可用于技术引进的资源也相对有限,导致技术引进投入未出现明显变化。位于经济较发达地区的高耗能企业会较小程度地减少自主研发投入,而技术引进投入的增加程度较大。这是由于在经济较发达地区,高耗能企业的自主研发能力相对较强,可用于技术引进的资源相对较多,因而在环境规制的压力下,自主研发投入呈现较小程度的下降,而技术引进投入出现显著提升。

五、结论、启示与建议

本文以高耗能企业在国家落实“能耗双控”目标中创新策略选择为切入点,探讨了环境规制下高耗能企业创新手段与经济和环境效益间的内在关系,主要结论如下:第一,在整体层面上,落实“能耗双控”目标会显著抑制高耗能企业的自主研发投入,促进企业进行技术引进,并且该实证结果通过了平行趋势检验以及安慰剂检验。第二,格兰杰因果检验显示,技术引进的增加是自主研发投资减少的格兰杰原因,说明企业技术引进投入对自主研发投入存在挤出效应。第三,“能耗双控”政策目标下高耗能企业创新策略选择会对经济和环境效益带来显著的影响。坚持自主研发的企业,经济和环境效益均得到显著提升,这显示出坚持自

主研发的企业可以在经济发展与环境保护间取得更好的平衡。进一步研究发现,在政策影响下,国有企业和非国有企业均减少了自主研发,但其对不同企业带来的影响不尽相同。国有企业较非国有企业而言,能够获取更多的创新资源,并且受到政府更强的监管,因此在“能耗双控”政策下,国有企业不会大幅增加技术引进,降低自主研发投入。并且,在国有企业中,固定资产规模大的企业会受到“能耗双控”政策更大的影响。此外,本文还研究了不同地区政策目标实现难度对企业创新策略选择产生的影响。具体来看,受资源、企业自主创新能力等方面的影响,相较于经济较发达地区,在“能耗双控”政策的影响下,位于经济欠发达地区的企业会更大程度地减少自主研发,技术引进投入则无明显变化。而位于经济较发达地区的高耗能企业会较小程度地减少自主研发投入,技术引进投入的增加程度较大。

目前,中国正处在经济转型升级的重要时期,创新升级在高耗能企业实现绿色发展以及获取市场竞争优势中发挥着日益重要的作用。本文的结论对于在“能耗双控”等环境规制影响下高耗能企业选择创新策略具有重要启示:(1)高耗能企业应当加快向创新驱动的转变。企业过去的粗放型发展方式导致了严重的环境污染问题,为助力“双碳”目标实现,要不断加强企业技术创新水平,将环保的理念贯穿于企业的整体经营活动中。(2)高耗能企业应当意识到自主创新的重要作用。目前,高耗能企业仍然主要采用技术引进的方式实现技术升级,然而,该种方式不利于企业在经济发展与环境保护间寻求平衡,且技术引进受现实制约因素较大,高耗能企业很难通过技术引进形成核心竞争力。高耗能企业要充分发挥主观能动性,坚持走自主研发之路,自觉遵守环境保护要求,主动调整战略规划,真正实现技术升级下的经济效益与环境保护双赢。

本文提出以下政策建议:(1)政策制定应当注意激励和扶持高耗能企业的自主创新。政府应该实施渐进式的环境规制政策,同时通过给予补贴等优惠政策推动企业的绿色减排进程,以环境规制政策促进高耗能企业内源发展。(2)环境规制和创新驱动政策有针对性地设计实施。不同企业性质、不同企业规模在面对政策驱动时有着不同的反应,因此可以对不同性质、不同规模的企业给予不同的政策导向,让政策驱动效果更加显著。(3)维护良性市场竞争环境。政府可以制定相关的鼓励自主研发的政策,通过市场的竞争效应,激励企业走自主创新的技术升级道路。

参考文献:

- [1]冯宗宪,贾楠亭,程鑫.环境规制、技术创新与企业产权性质[J].西安交通大学学报(社会科学版),2020,40(5):77-86.
- [2]孙丽文,任相伟.企业绿色转型驱动因素及作用机理研究——跨层交互因素的整合分析框架[J].管理现代化,2020,40(2):67-70.
- [3]邱金龙.重污染企业绿色并购:驱动因素、溢价机制与绩效表现[D].济南:山东大学,2018.
- [4]岳鸿飞,徐颖,吴璘.技术创新方式选择与中国工业绿色转型的实证分析[J].中国人口·资源与环境,2017,27(12):196-206.
- [5]刘金焕,万广华.环境规制是否抑制了外商直接投资的流入?[J].经济与管理研究,2021,42(11):20-34.
- [6]康志勇,汤学良,刘馨.环境规制、企业创新与中国企业出口研究——基于“波特假说”的再检验[J].国际贸易问题,2020(2):125-141.
- [7]陈屹立,邓雨薇.环境规制、市场势力与企业创新[J].贵州财经大学学报,2021(1):30-43.
- [8]齐绍洲,徐佳.环境规制与制造业低碳国际竞争力——基于二十国集团“波特假说”的再检验[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2018,71(1):132-144.
- [9]张彩云,吕越.绿色生产规制与企业研发创新——影响及机制研究[J].经济管理,2018,40(1):71-91.
- [10]刘津汝,曾先峰,曾倩.环境规制与政府创新补贴对企业绿色产品创新的影响[J].经济与管理研究,2019,40(6):106-118.
- [11]冯宗宪,贾楠亭.环境规制与异质性企业技术创新——基于工业行业上市公司的研究[J].经济与管理研究,2021,42(3):20-34.

- [12] WALLEY N, WHITEHEAD B. It's not easy being green[J]. *Harvard Business Review*, 1994, 72(3): 46-52.
- [13] PORTER M E, VAN DER LINDE C. Green and competitive: ending the stalemate[J]. *Harvard Business Review*, 1995, 73(5): 120-134.
- [14] 秦佩恒, 赵兰香, 万劲波. 清洁生产技术运用对企业经济及环境绩效的影响——基于2009年中国金属制品业调查的实证研究[J]. *生态经济*, 2014, 30(12): 49-55.
- [15] 杜连雄, 张剑. 主动环境行为与技术创新对企业绩效的影响[J]. *华东经济管理*, 2020, 34(1): 121-128.
- [16] 何彬, 范硕. 自主创新、技术引进与碳排放——不同技术进步路径对碳减排的作用[J]. *商业研究*, 2017(7): 58-66.
- [17] 黄凌云, 刘冬冬, 谢会强. 对外投资和引进外资的双向协调发展研究[J]. *中国工业经济*, 2018(3): 80-97.
- [18] 宋典, 宋培, 陈喆. 环境规制下中国工业绿色转型的技术路径选择: 自主创新或技术外取? [J]. *商业研究*, 2020(2): 101-110.
- [19] ZHANG Y, WANG J R, XUE Y J, et al. Impact of environmental regulations on green technological innovative behavior: an empirical study in China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 188: 763-773.
- [20] 解维敏, 张恒鑫. 自主创新还是技术引进: 业绩型股权激励与企业创新策略[J]. *系统工程理论与实践*, 2023, 43(1): 36-57.
- [21] TANG S H K. Does research and development intensity enhance industrial growth performance during economic downturns? Inter-industry evidence from Australia[J]. *The Australian Economic Review*, 2015, 48(3): 243-257.
- [22] 张双龙, 金荣学, 刘奥. 技术引进税收优惠能否促进企业自主创新? [J]. *财经研究*, 2022, 48(8): 124-138.
- [23] 时乐乐, 赵军. 环境规制、技术创新与产业结构升级[J]. *科研管理*, 2018, 39(1): 119-125.
- [24] PANDIT S, WASLEY C E, ZACH T. The effect of research and development (R&D) inputs and outputs on the relation between the uncertainty of future operating performance and R&D expenditures[J]. *Journal of Accounting, Auditing & Finance*, 2011, 26(1): 121-144.
- [25] 李正卫, 池仁勇, MILLMAN C. 技术引进和出口贸易对自主研发的影响——浙江高技术产业的实证研究[J]. *科学学研究*, 2010, 28(10): 1495-1501.
- [26] SUN Y F. Sources of innovation in China's manufacturing sector: imported or developed in-house? [J]. *Environment and Planning A: Economy and Space*, 2002, 34(6): 1059-1072.
- [27] 肖利平, 谢丹阳. 国外技术引进与本土创新增长: 互补还是替代——基于异质吸收能力的视角[J]. *中国工业经济*, 2016(9): 75-92.
- [28] 龚刚, 黄春媛, 张前程, 等. 从技术引进走向自主研发——论新阶段下的中国经济增长方式[J]. *经济学动态*, 2013(5): 16-26.
- [29] 马永军, 张志武, 赵泽. 技术引进、吸收能力与创新质量——来自中国高技术产业的经验证据[J]. *宏观质量研究*, 2021, 9(2): 59-73.
- [30] 王莉静, 王庆玲. 高技术产业技术引进消化吸收再创新分阶段投入与产出关系研究——基于分行业数据的实证研究[J]. *中国软科学*, 2019(1): 184-192.
- [31] 乔翠霞, 杨晨曦. 制造业技术创新策略、技术水平与技术来源选择[J]. *科技进步与对策*, 2022, 39(6): 72-81.
- [32] 马艳艳, 李丹, 逯雅雯. 不同来源技术进步对碳排放效应的差异性研究[J]. *大连理工大学学报(社会科学版)*, 2018, 39(6): 17-24.
- [33] 孟望生, 张扬. 自然资源禀赋、技术进步方式与绿色经济增长——基于中国省级面板数据的经验研究[J]. *资源科学*, 2020, 42(12): 2314-2327.
- [34] 冯根福, 温军. 中国上市公司治理与企业技术创新关系的实证分析[J]. *中国工业经济*, 2008(7): 91-101.
- [35] 鲁桐, 党印. 公司治理与技术创新: 分行业比较[J]. *经济研究*, 2014, 49(6): 115-128.
- [36] 王玉霞, 孙治一. 领导权结构和 CEO 激励对企业创新的影响——基于战略新兴产业上市公司的经验数据[J]. *经济问题*, 2019(1): 60-67.
- [37] 何枫, 刘荣, 陈丽莉. 履行环境责任是否会提高企业经济效益? ——基于利益相关者视角[J]. *北京理工大学学报(社会科学版)*, 2020, 22(6): 32-42.
- [38] 吴世农, 周昱成, 唐国平. 绿色债券、绿色技术创新、环境绩效和公司价值[J]. *厦门大学学报(哲学社会科学版)*, 2022, 72(5): 71-84.
- [39] 肖黎明, 李秀清. 绿色证券对企业绿色投资效率的影响——基于六大高耗能行业上市企业的检验[J]. *金融监管研究*, 2020(12): 78-97.
- [40] 查冬兰, 周德群. 我国工业 CO₂ 排放影响因素差异性研究——基于高耗能行业与中低耗能行业[J]. *财贸研究*, 2008(1): 13-19.
- [41] 李百兴, 王博. 新环保法实施增大了企业的技术创新投入吗? ——基于 PSM-DID 方法的研究[J]. *审计与经济研究*, 2019, 34(1): 87-96.
- [42] 王小龙, 许敬轩. 财政“省直管县”能够约束基层公职人员在消费吗[J]. *财贸经济*, 2017, 38(6): 17-32.
- [43] 王桂军, 卢潇潇. “一带一路”倡议与中国企业升级[J]. *中国工业经济*, 2019(3): 43-61.
- [44] 程承坪, 陈志. 非国有资本能否促进国有企业技术创新研究[J]. *中国软科学*, 2021(2): 125-132.

Innovation Strategy Selection of High Energy-consuming Enterprises Under the “Dual Control” Policy —Independent R&D or Technology Introduction

ZHANG Yue, WANG Chenyang, CAI Lixin

(Capital University of Economics and Business, Beijing 100070)

Abstract: Promoting energy conservation and emission reduction in enterprises is an essential choice to alleviate the contradiction between industrial development and environmental protection. This paper investigates the impact of the “dual control” policy—controlling energy consumption and energy intensity—on the innovation strategies of high energy-consuming enterprises in China, using a sample of A-share listed enterprises from 2010 to 2021.

The main findings are as follows. First, for high energy-consuming enterprises, implementing the “dual control” policy significantly inhibits their independent research and development (R&D) investment and facilitates technology introduction. The empirical results remain valid after parallel trend tests and placebo tests. Second, the increase in technology introduction is the Granger cause for the decrease in independent R&D investment, indicating a crowding-out effect of technology introduction investment on independent R&D investment. Moreover, technology introduction reduces the motivation for independent R&D in high energy-consuming enterprises. Third, under the “dual control” policy, selecting innovation strategies for high energy-consuming enterprises has a significant impact on economic and environmental benefits. Enterprises prioritizing independent R&D witness a significant improvement in their economic and environmental benefits, indicating their ability to achieve a better equilibrium between economic growth and environmental protection. Further research shows that both state-owned and non-state-owned enterprises decrease their independent R&D, which exerts varied influences on enterprises. Compared to non-state-owned enterprises, state-owned enterprises have better access to innovation resources and are subject to stronger government regulation. Therefore, due to the “dual control” policy, state-owned enterprises will not significantly increase technology introduction or reduce investment in independent R&D, making them less affected by relevant policies. However, policy impact will be more severe for state-owned enterprises with large fixed asset sizes.

In addition, this paper examines the impact of the difficulty in achieving policy goals in different regions on the selection of innovation strategies for enterprises. Specifically, due to resource constraints and the independent innovation ability, the “dual control” policy significantly reduces the independent R&D of enterprises in economically underdeveloped regions. Meanwhile, there is no significant change in technology introduction investment. However, high energy-consuming enterprises in economically developed regions slightly reduce their independent R&D investment but significantly increase technology introduction investment.

Keywords: controlling energy consumption and energy intensity; independent R&D; technology introduction; environmental benefit; economic benefit

责任编辑:姚望春;宛恬伊