

碳市场约束、低碳技术配置与集团公司减排

罗志鹏, 胡欣怡, 罗良文

(中南财经政法大学 经济学院, 湖北 武汉 430073)

摘 要:当前碳市场的监管对象以达到特定碳排放门槛的头部企业为主,而这些企业通常隶属于大型集团公司。为考察政策的溢出效应,本文首先手工整理出碳市场试点的受监管企业名单,并据此厘清其所属集团公司的关联网络;在此基础上,利用全国税收调查数据,实证检验了碳市场试点政策对集团公司整体的影响。研究发现:(1)碳市场试点政策促使受监管企业在维持总产出稳定的同时实现碳减排,进而降低了碳排放强度,这表明其碳减排主要由技术效应驱动,而非成本效应引发的产出收缩所致。(2)碳市场试点政策对受监管企业所属集团公司也会产生正外部性,促使集团内未受监管的子公司在保持碳排放不变的情况下扩大总产出,从而实现碳排放强度下降。(3)对技术效应的进一步研究表明,碳市场试点政策虽显著促进了受监管企业及其所属集团整体的低碳技术购买,却相对抑制了技术出售与自主研发的积极性。在年度履约期限紧迫、市场范围有限的条件下,企业短期内或倾向于“以购代研”,并存在将减排压力转嫁于集团外部的策略性动机。基于上述结论,本文从稳步扩大碳市场覆盖范围、提升政策效能、强化低碳技术研发与扩散激励机制三个方面提炼出相应的政策启示。

关键词:碳市场;低碳技术配置;集团公司;溢出效应

中图分类号:F425 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-9952(2026)07-0109-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20260523.202

一、引 言

碳市场是我国推进气候治理、实现碳排放权高效配置的重要工具,也是碳定价机制的主体形式。2011年,为落实国家“十二五”规划关于“逐步建立碳排放交易市场”的要求,碳排放权交易试点建设工作正式启动,北京、天津、上海、重庆、广东、湖北、深圳、福建分批被列入碳市场试点地区,不断探索碳排放核算、碳排放权交易、碳配额清缴履约等机制设计,为全国碳市场顺利启动奠定基础。从现实情况看,许多政策实践从试点到全面推行会出现一定的效果偏差,甚至失效,其关键原因在于低估或忽视了政策约束外的主体反应,对这一问题的处理是增强政策有效性的重要抓手。党的二十大报告提出要“完善碳排放统计核算制度,健全碳排放权市场交易制度”。在此背景下,深入评估碳市场潜在的外溢效应及其机制具有重要的理论和现实意义。

解决环境问题的负外部性是环境政策的出发点与落脚点(陈诗一和祁毓,2022;张一林等,2025),但局部性的环境政策本身也会额外产生外部性影响,影响范围可能拓展到非预期的处理对象(范庆泉,2018)。碳市场与碳税等政策工具不同,其管理范围被明确限定于指定的企业名

收稿日期:2026-02-26

基金项目:教育部人文社会科学研究青年项目(25YJC790118)

作者简介:罗志鹏(1997—),男,湖南耒阳人,中南财经政法大学经济学院博士研究生;

胡欣怡(2001—),女,河南信阳人,中南财经政法大学经济学院博士研究生;

罗良文(1965—)(通讯作者),男,河南商城人,中南财经政法大学经济学院教授,博士生导师。

单之内,具有清晰的政策边界。然而,由于受监管企业与外部企业之间存在潜在关联,尤其是大型企业往往隶属于集团公司,碳市场政策的影响仍可能沿集团关联网络转移或溢出。全面评估此类政策外部性,是在政策实践中健全碳排放权交易制度的重要基础。碳市场的重要目标在于提升企业碳排放效率,而低碳技术创新是实现这一目标的关键源泉。然而,碳市场以年度为履约周期,低碳技术研发周期却相对漫长,两者的时序错位可能促使企业改变低碳技术配置决策,倾向于引进外部技术而非自主研发。系统探究上述问题,既有助于全面评估碳市场政策的外溢机制与效应,也可为揭示其潜在优化方向提供依据。基于此,本文拟从集团公司关联视角出发,深入分析碳市场试点政策对企业的约束效应,并考察企业低碳技术配置决策的相应变化,以期对碳市场制度的完善提供理论参考。

纵观已有文献,至少可以追溯到 Leontief(1970)的研究,学者们就开始注意到投入产出关联的溢出机制对有效环境政策设计的重要性。此后,大量文献基于此展开讨论,如分析污染或碳排放责任的划分、环境目标约束下产业结构的优化方向等问题(张捷和赵秀娟,2015;彭水军等,2016;Lenzen 等,2018;余典范等,2023;王钰冰和郭凯明,2024)。此外,许多研究还关注到区域性的政策溢出效应,即环境政策对非受约束地区的间接影响。这类研究一方面包含了基于空间计量的分析,如邵帅等(2022)、贾智杰等(2023)、孙传旺等(2025)、肖挺和叶浩(2025)的研究,其中给定空间邻接关系或权重矩阵是识别溢出效应的核心工具;另一方面也包含了基于内生空间均衡模型的分析,如戴永安和张潇(2023)、段玉婉等(2023)、Ambec 等(2024)、王欢欢和吴骁骏(2025)、罗良文和罗志鹏(2025)的研究,其中贸易和人口流动机制的设定构成了空间溢出的基石。

随着研究的深入,讨论政策溢出的焦点逐渐下移,企业层面的溢出效应受到越来越多的关注(宋华等,2023;宋德勇等,2023;Colmer 等,2025;屠西伟和张平淡,2025;张延平等,2025)。特别是,许多文献基于企业上下游关联的视角分析了环境政策影响在供应链层面的传导与溢出。例如,屠西伟和张平淡(2025)研究了“万家企业节能低碳行动”对规制企业和上下游碳排放的影响,认为该政策显著抑制了规制企业和上游供应商的碳排放,但对下游客户碳排放的作用不显著;宋丽颖和张仁杰(2025)基于上市公司及其供应链关系数据考察了政府绿色采购的供应链碳减排溢出效应,发现企业获得政府绿色采购订单能够显著促进其上游供应商的碳减排。此外,学者们还讨论了环境监管措施可能产生的企业网络溢出效应。例如,Hanna(2010)发现跨国公司通过增加在国外的投资来应对国内环境法规;Gibson(2019)提出集团公司也可能将经济活动转移到监管不那么严格地区的不受监管的工厂以适应监管政策的变化;Chen 等(2025)则具体分析了“千家企业节能行动”对受监管企业的影响,发现由于受监管企业大多为大型集团公司的一部分,在政策干预下,这些企业削减了产量,并将部分生产转移至其集团公司内未受监管的企业以实现政策遵从,而非提高能源效率。

总体而言,现有文献对碳市场政策在企业层面溢出的讨论不够充分,特别是缺乏集团公司视角下碳市场政策溢出效应的研究。然而,碳市场监管特定企业的政策局部边界设定,恰恰使得受监管企业的集团关联网络成为政策效应转移的潜在通道,能否精准识别这一溢出边界,直接关系到碳市场真实减碳效率评估的有效性,是当前碳市场深化改革中亟待厘清的关键点。有鉴于此,本文识别了纳入试点碳市场监管的企业及其集团关联企业,^①采用 2008—2016 年全国税

① 本文在样本中区分了三类企业:第一类为纳入试点碳市场监管的企业(本文称之为“受监管企业”);第二类为与第一类企业在股权网络上隶属于同一集团、尚未纳入试点碳市场监管的企业(本文称之为“集团关联企业”);第三类则为与第一类企业不存在集团关联关系且同样未纳入试点碳市场监管的企业(本文称之为“其他企业”)。据此,本文在全体未受监管企业(即集团关联企业与其他企业之和)中识别并剥离出集团关联企业。本文参考 Chen 等(2025)的研究设计,基于双重差分方法,通过对比第一类企业与第三类企业可识别政策的直接效应,而对比第二类企业与第三类企业则可识别政策的集团溢出效应。

收调查数据,全面考察了碳市场试点政策的直接效应与集团溢出效应。与此同时,本文还基于企业低碳专利申请、转让与许可的数据,分析了碳市场试点政策对集团公司低碳技术配置决策的影响,以此揭示低碳技术配置对政策效应实现的重要机制作用。本文研究发现,碳市场试点政策同时降低了受监管企业和集团关联企业的碳排放强度,其中受监管企业在维持总产出稳定的条件下降低了碳排放,而关联企业则在维持碳排放稳定的条件下扩大了总产出。这表明,碳减排由“技术效应”主导,而非由“成本效应”引发的减产减排主导,且碳市场具有正外部性。此外,本文还发现,在碳市场年度履约期限紧迫、市场范围偏小的条件下,受监管企业及其关联企业在低碳技术配置上存在“造不如买”和“以邻为壑”的动机。

区别于已有文献,本文的边际贡献主要体现在以下三个方面:第一,现有研究大多以碳市场试点地区作为一个整体来识别碳市场政策冲击,对企业层级政策效应的考察有待补充。特别是,无论是地方碳市场试点还是全国碳市场政策,碳交易的参与对象均局限在碳市场管理企业内部,具有清晰的政策边界。若将整个试点地区的企业作为政策处理对象,则可能无法识别出无偏的政策处理效应。本文通过手工整理出精确的受监管企业名单,并以此为识别政策冲击的依据,能够为碳市场“精确识别、精准监管”的精细化改革提供有效和扎实的经验证据。第二,已有研究对企业层级的环境政策溢出效应的考察主要集中于供应链上下游关联视角,对集团关联溢出的聚焦不够。虽然部分研究讨论了“千家企业节能行动”对集团公司的监管效应,但碳市场制度作为市场化的政策工具,更具灵活性和激励性,与“千家企业节能行动”等指令式政策具有显著差异。因此,本文基于集团公司视角对碳市场约束效应的全面考察,有助于补充市场化低碳政策工具溢出效应的理论依据与经验证据,并启示我们通过科学方式将集团整体碳绩效纳入考量,从而在碳市场稳步扩容中实现更大范围的减排红利。第三,现有研究主要关注低碳政策对企业低碳技术研发的影响,但对低碳政策下企业的低碳技术配置决策缺乏系统性讨论。本文根据《绿色低碳技术专利分类体系》对企业低碳技术进行了精细化识别,并基于各专利技术的转让、被转让、许可、被许可情况,分析了碳市场试点政策对企业低碳技术研发、购买和出售的综合影响。这有助于更好厘清碳市场约束下企业低碳技术配置的行为逻辑,提示政策制定者统筹短期履约周期与长期研发周期,防止碳配额收益对技术扩散产生反向抑制,从而真正激发碳市场驱动长期低碳创新的内生动力,助力碳市场建设提质增效。

二、政策背景与典型事实

(一)碳市场试点政策背景

2011年,为落实国家“十二五”规划关于“逐步建立碳排放交易市场”的要求,国家发展改革委印发《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》,同意北京、天津、上海、重庆、广东、湖北、深圳7个地区率先开展碳排放权交易试点,碳市场试点工作正式启动,福建则在2016年成为第8个碳排放权交易试点。碳市场试点工作启动后,各试点地区开始逐步建立碳排放核算报告与核查机制、培育和建设交易平台,陆续出台地区性《碳排放权交易管理暂行办法》《碳排放权交易试点工作实施方案》等文件。在地方碳市场试点明确基本规则并积累经验的基础上,2017年国家发展改革委经国务院同意正式印发《全国碳排放权交易市场建设方案(发电行业)》,全国碳市场建设工作正式启动,并于2021年开始交易和履约。需要说明的是,全国碳市场设立运行后,地方试点碳市场仍在继续运行。地方试点碳市场在扩大覆盖范围、完善市场调控、创新监管手段、有序发展碳金融等方面先行先试,为全国统一碳市场的完善积累宝贵经验。

碳市场政策采取的主要措施体现在三个方面:一是碳市场政策规定受监管企业定期报告年度碳排放信息并接受核查;二是碳市场管理部门核定受监管企业的配额清缴情况;三是碳市场

的配额交易通常仅限纳入碳市场监管的单位。此外,根据碳市场政策实施的主要举措,可以提炼出碳市场试点政策的三个鲜明特征:第一,政府确保企业报告碳排放信息以及配额分配和清缴的强制约束力,同时市场化的配额交易提高了碳定价效率;第二,碳市场试点政策的碳配额交易机制使得碳减排成本较高的企业可以通过向碳减排成本相对较低的企业购买配额,从而为企业提供更强的减排激励并降低总体减排成本;第三,碳配额的交易主要限定在纳入碳市场管理的企业之间,场外企业无法直接通过配额交易参与碳市场,但可以通过向碳市场监管企业出售其所需的低碳技术,间接获取碳市场政策的外溢收益。

(二)受监管企业的集团公司关联网络

集团公司内的关联与溢出是本文关注的重点,集团关联网络的建立需要对所有权关联进行穿透。本文主要使用工商企业注册数据库的数据来识别企业的所有权关联关系。本文参考Chen等(2025)的研究,考虑了四种股权联系以识别受监管企业的集团关联企业。^①根据识别原则,本文基于搜集到的纳入碳市场试点监管的企业名单及其工商股权信息,在全国税收调查数据中有效匹配到2219家受监管企业,以及1379家集团关联企业,平均每家受监管的企业拥有0.62家集团关联企业。进一步分析集团公司的规模与碳排放强度特征可以发现,拥有更大型头部企业的集团公司内部包含的企业数量更多,且受监管企业的碳排放强度和集团关联企业碳排放强度均值呈现显著的正相关关系。^②上述两个典型事实表明,集团公司发展存在显著的头部企业发展引领现象,且集团公司内部可能存在较强的技术效率共享关系。这为本文检验碳市场政策在集团公司内部的溢出效应提供了研究动机和切入视角,也为本文的理论模型构建提供了依据。

三、理论模型与研究假设

(一)理论模型构建

考虑一个包含短期和长期的两期经济,经济中的代表性决策主体为一个集团公司,旗下拥有两家企业。集团公司具有共享的低碳技术,通过优化资源配置实现两期利润现值最大化。碳市场试点政策施行后,集团公司旗下的其中一家企业*a*受碳市场监管(受监管企业),而另一家企业*b*不受碳市场约束监管(集团关联企业)。两家企业生产同类产品,产品价格 P_t^f 为外生给定。每家企业的生产函数均采用Cobb-Douglas形式:

$$Y_{it} = A_i \cdot (E_{it})^\alpha \cdot (L_i)^{1-\alpha} \quad (1)$$

其中,企业 $i \in \{a, b\}$,时期 $t \in \{1, 2\}$, Y_{it} 为总产出, E_{it} 为有效能源投入, L_i 为劳动力投入, A_i 是企业全要素生产率; α 为有效能源投入的产出弹性。有效能源投入 E_{it} 和实际能源投入 F_{it} 的关系为:

$$E_{it} = \theta_i \cdot F_{it} \quad (2)$$

其中, $\theta_i > 0$ 为低碳技术参数,低碳技术能够提高能源效率以及降低单位能源碳排放。碳排放与实际能源投入成正比:

$$C_{it} = \frac{\phi}{\theta_i} \cdot F_{it} \quad (3)$$

其中, $\phi > 0$ 为碳排放转换参数。假设工资率 w_t 和能源价格 P_t^f 为外生给定,两家企业拥有的劳动力给定为 L_a 和 L_b 。企业受到碳市场约束后面临的碳配额价格为 P_t^c 。假设碳市场仅对企业*a*的碳

① 限于篇幅,此处省略了四种股权联系的详细描述,留存备案。

② 限于篇幅,此处省略了集团公司规模以及碳排放强度特征图,留存备案。

排放进行监管并发放初始配额 $\bar{C}_{at}$, 当企业 a 碳排放超出初始发放的配额上限时, 需要购买额外碳配额, 额外碳配额支出为 $P_t^c(C_{at} - \bar{C}_{at})$ 。因此, 集团公司的利润最大化问题为:

$$\max \Pi = \sum_{t=1}^2 \beta^{t-1} [P_t^y(Y_{at} + Y_{bt}) - w_t(L_a + L_b) - P_t^f(F_{at} + F_{bt}) - P_t^c(C_{at} - \bar{C}_{at})] \quad (4)$$

其中, β 为预期贴现因子。则企业 a 的能源投入决策问题的一阶条件为:

$$\alpha P_t^y A_a \theta_t^{\alpha-1} (F_{at})^{\alpha-1} (L_a)^{1-\alpha} = P_t^f + \frac{\phi}{\theta_t} P_t^c \quad (5)$$

整理得:

$$F_{at}^* = \left(\frac{\alpha P_t^y A_a \theta_t^{\alpha-1}}{P_t^f + P_t^c \frac{\phi}{\theta_t}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} L_a = \psi_{at} L_a \quad (6)$$

企业 b 不受碳市场监管, 同理可得:

$$F_{bt}^* = \left(\frac{\alpha P_t^y A_b \theta_t^{\alpha-1}}{P_t^f} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} L_b = \psi_{bt} L_b \quad (7)$$

将最优能源投入代入生产函数, 得到:

$$Y_{at}^* = A_a \cdot (\theta_t F_{at}^*)^{\alpha} \cdot (L_a)^{1-\alpha} = A_a \theta_t^{\alpha} \psi_{at}^{\alpha} L_a \quad (8)$$

因此, 最优配置下, 企业 a 的产出为:

$$Y_{at}^* = A_a \theta_t^{\alpha} \psi_{at}^{\alpha} L_a = A_a \theta_t^{\alpha} \left(\frac{\alpha P_t^y A_a \theta_t^{\alpha-1}}{P_t^f + P_t^c \frac{\phi}{\theta_t}} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} L_a \quad (9)$$

最优配置下, 企业 b 的产出为:

$$Y_{bt}^* = A_b \theta_t^{\alpha} \psi_{bt}^{\alpha} L_b = A_b \theta_t^{\alpha} \left(\frac{\alpha P_t^y A_b \theta_t^{\alpha-1}}{P_t^f} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha}} L_b \quad (10)$$

最优配置下, 企业 a 的碳排放为:^①

$$C_{at}^* = \frac{\phi}{\theta_t} F_{at}^* = \frac{\phi}{\theta_t} \left(\frac{\alpha P_t^y A_a \theta_t^{\alpha-1}}{P_t^f + P_t^c \frac{\phi}{\theta_t}} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} Y_{at}^* \quad (11)$$

最优配置下, 企业 b 的碳排放为:

$$C_{bt}^* = \frac{\phi}{\theta_t} F_{bt}^* = \frac{\phi}{\theta_t} \left(\frac{\alpha P_t^y A_b \theta_t^{\alpha-1}}{P_t^f} \right)^{\frac{1}{1-\alpha}} Y_{bt}^* \quad (12)$$

进一步考虑低碳技术配置问题: 低碳技术 θ_t 可通过自主研发和技术购买两种方式实现改进, 但自主研发的技术改进需等到第二期才能生效, 即仅影响第二期的低碳技术水平; 而技术购买可在当期即实现低碳技术改进, 但技术许可至第二期失效, 即仅改变当期的低碳技术水平。假设集团公司的初始低碳技术水平为 θ_0 , 进行技术配置决策后的两期低碳技术水平分别为 $\theta_1 > \theta_0$ 和 $\theta_2 > \theta_0$ 。集团公司拥有可以在两期间进行技术配置的资金潜力为 $\bar{\theta}$, 假设其取决于企业事前的长期利润预期和融资约束, 与碳市场政策无关。两期技术研发 T 或购买支出 M 满足预算

① $Y_{at}^* = A_a \theta_t^{\alpha} \psi_{at}^{\alpha-1} F_{at}^* \implies F_{at}^* = \psi_{at}^{1-\alpha} A_a^{-1} \theta_t^{-\alpha} Y_{at}^*$ 。

约束 $T + M = \bar{\theta}$ 。假设低碳技术研发和低碳技术购买对效率提升的效应均满足“稻田条件”。构造集团公司利润最大化的跨期决策问题的拉格朗日函数：

$$\mathcal{L} = \sum_{t=1}^2 \beta^{t-1} \left\{ P_t^Y \left[A_a \cdot (\theta_t F_{at}^*)^\alpha \cdot (L_a)^{1-\alpha} + A_b \cdot (\theta_t F_{bt}^*)^\alpha \cdot (L_b)^{1-\alpha} \right] - w_t (L_a + L_b) - P_t^F (F_{at}^* + F_{bt}^*) - P_t^C \left(\frac{\phi}{\theta_t} F_{at}^* - \bar{C}_{at} \right) \right\} - \lambda (M + T - \bar{\theta}) \quad (13)$$

根据上述问题，存在最优化配置，使得集团公司的低碳技术研发和低碳技术购买的边际价值相等：

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \theta_1} \frac{\partial \theta_1}{\partial M} = \frac{\partial \mathcal{L}}{\partial \theta_2} \frac{\partial \theta_2}{\partial T} = \lambda^* \quad (14)$$

根据包络定理，跨期决策方程可以表示为：

$$\underbrace{P_1^Y \left(\frac{\partial Y_{a1}^*}{\partial \theta_1} \frac{\partial \theta_1}{\partial M} + \frac{\partial Y_{b1}^*}{\partial \theta_1} \frac{\partial \theta_1}{\partial M} \right)}_{\text{购买技术能效收益}} + \underbrace{P_1^C \phi F_{a1}^* \frac{1}{\theta_1^2} \frac{\partial \theta_1}{\partial M}}_{\text{购买技术碳效收益}} = \underbrace{\beta P_2^Y \left(\frac{\partial Y_{a2}^*}{\partial \theta_2} \frac{\partial \theta_2}{\partial T} + \frac{\partial Y_{b2}^*}{\partial \theta_2} \frac{\partial \theta_2}{\partial T} \right)}_{\text{研发技术能效收益}} + \underbrace{\beta P_2^C \phi F_{a2}^* \frac{1}{\theta_2^2} \frac{\partial \theta_2}{\partial T}}_{\text{研发技术碳效收益}} \quad (15)$$

总体上看，无论是购买低碳技术还是研发低碳技术，其边际收益均可分解为两个部分：能效提升收益与碳排放效率提升收益。在不存在碳市场的情况下，碳价为 0，集团公司的碳排放未受到监管和约束，决策中无需考虑碳排放效率，等号两边各自的第二项均为 0。在此条件下，集团公司的最优化决策使低碳技术研发和低碳技术购买的边际能效收益相等，即等号两边的第一项相等。当碳市场约束引入后，等号两边各自的第二项被激活，为维持等号成立，需调整低碳技术购买与研发的比例，调整方向取决于购买技术边际收益与研发技术边际收益的相对大小。

(二) 理论分析与研究假设

1. 集团公司旗下两类企业的总产出分析。根据式(9)，当企业 a 面临约束时，碳配额价格 P_t^C 从 0 变为正值，实际的能源使用成本上升为 $P_t^F + P_t^C \phi / \theta_t$ ，且 $\alpha / (1 - \alpha) > 0$ ，由此导致的要素成本上升对企业的最优产出施加下行压力，即存在成本效应；碳配额价格 P_t^C 从 0 变为正值还会改变企业的最优低碳技术决策，进而改变 θ_t ，使最优产出与 θ_t 成正比，此时，若当期的低碳技术水平上升，即可对企业的最优产出施加上行推力，形成技术效应。因此，碳市场监管对受监管企业的短期影响总体上由成本效应和技术效应两个效应共同支配。其中，成本效应始终为负，而技术效应的方向取决于在碳市场冲击下企业最优的技术配置决策情况。此外，对于集团关联企业 b 而言，由于没有受到碳市场政策的直接约束，根据式(10)，其产出只受到技术效应的影响。基于上述分析，受监管企业的产出变化方向由成本效应和技术效应共同决定，而集团关联企业产出变化方向仅由技术效应决定。由于成本效应始终为负，两类企业最终产出的变化方向取决于技术效应的方向，而技术效应又取决于短期内低碳技术水平的变化。一方面，根据波特假说，设计得当的规制政策可以指明企业技术进步方向，实现创新补偿效应(涂正革和谌仁俊, 2015; 刘金科和肖翊阳, 2022)；另一方面，我国碳市场开展早期，企业受到的碳排放约束与行政指令高度相关，存在“重履约轻交易”现象(吴茵茵等, 2021)，行政监管压力对企业增强短期内的技术改造形成了较大推动力。两者均促进了短期技术效应的提高，进而对总产出形成上行支撑力。因此，本文预期技术效应的方向为正。在此条件下，受监管企业的技术效应对总产出的促进作用，能够部分甚至完全抵消成本效应的抑制作用，使总产出保持基本稳定；而集团关联企业的总产出仅受正向技术效应驱动，因而呈增长态势。

2. 集团公司旗下两类企业的碳排放分析。根据式(11)，当受监管企业 a 面临约束时，其碳

排放存在三种情况：首先，碳配额价格 P_t^c 从 0 变为正值，实际的能源使用成本上升为 $P_t^e + P_t^c \phi / \theta_t$ ，成本上升促使企业减少能源使用，进而减少碳排放，产生成本效应。其次，碳配额价格 P_t^c 从 0 变为正值，还将改变企业的最优低碳技术决策 θ_t ，进而形成技术效应。技术效应包含两个渠道：其一，改变实际碳排放系数 ϕ / θ_t ——当低碳技术水平增大时，实际碳排放系数降低，进而实现碳减排；其二，影响成本效应——当低碳技术水平增大时，碳排放约束导致的成本效应降低，从而鼓励能源的使用。若后者主导技术效应，则可能发生“回弹效应”，即技术进步反而导致碳排放进一步上升。然而，许多研究都指出，“回弹效应”主要发生在无成本或者未预期到的技术改进中（Böhringer 和 Rivers, 2021），在有成本和可预期的技术改进情况下，技术进步通常能够降低能源碳排放（Fullerton 和 Ta, 2020）。最后，碳配额价格 P_t^c 从 0 变为正值，企业产出决策 Y_t^* 的变化也能直接影响碳排放，企业可以采取减产的方式实现碳排放的降低，进而满足碳市场的约束条件，即通过产出效应实现减排。不过根据前文的分析，产出效应本质上是由成本效应和技术效应共同决定。因此，碳市场约束对受监管企业碳排放的影响，其底层效应本质上仍可归结为成本效应与技术效应。此外，对于企业 b 而言，由于没有受到碳市场政策的直接约束，根据式（12）可知，其碳排放不受碳价上升引发的成本效应直接影响，而是由技术效应与产出效应共同决定。综合来看，依据前文对产出的分析，受监管企业的产出水平保持基本稳定，其碳排放变化方向主要受直接的成本效应与技术效应所支配，而这两个效应均为负向，因此受监管企业的碳排放趋于下降。对于集团关联企业而言，其总产出在技术效应的推动下有所提升，对碳排放产生正向促进作用，但与此同时，成本效应与技术效应均表现为负向，对碳排放上升形成了较强的缓冲作用，因此集团关联企业的碳排放可能保持基本稳定。综合上述对受监管企业和集团关联企业在产出与碳排放方面的分析，本文提出以下研究假说：

假说 1：碳市场试点政策使受监管企业的总产出维持稳定且碳排放降低，从而实现碳排放强度下降；同时，该政策使集团关联企业的碳排放维持稳定且总产出提升，同样实现碳排放强度下降。

本文进一步探讨企业对碳市场试点政策遵从的预算约束与灵活性问题。足够的超额利润率是企业开展创新活动的重要前提（刘志彪，2025），无论是低碳技术的购买还是自主研发，均需一定的利润作为支撑。更高的利润率有助于提升低碳技术配置的总预算 $\bar{\theta}$ ，而更为充裕的预算规模对低碳技术购买与自主研发均具有正向促进作用；并且在更高的技术配置总预算下，碳价变动所引致的技术配置调整幅度也更大，这将强化碳市场试点政策对集团公司碳排放与总产出的技术效应，进而增强集团公司对低碳试点政策的响应程度。此外，金融工具是扩充低碳技术配置资金的重要渠道（Flammer, 2021；王镭和章扬，2024），融资成本则是衡量融资约束程度的关键指标。更低的融资成本能够增强企业面对碳市场试点政策等外生冲击时的适应能力，使其更灵活地增加低碳技术配置总预算（马广程等，2024），从而强化碳市场政策对碳排放与总产出的技术效应。与此同时，更低的融资成本还有助于平滑当期由碳市场试点政策引发的成本上升压力，提高企业将碳减排成本向未来转嫁的能力，从而削弱碳市场试点政策对企业的短期成本效应。在此条件下，技术效应将在碳市场试点政策的影响中进一步占据主导地位。根据以上对利润率和融资约束作用的分析，本文提出如下研究假说：

假说 2：更高的利润率和更低的融资约束可以提升企业对碳市场试点政策的遵从效应。

低碳技术配置决策是判断集团公司内部各企业技术效应变化的基础，为进一步探讨碳市场试点政策对低碳技术配置的影响，需引入跨期决策框架。根据低碳技术配置的跨期决策方程式（15），在无碳市场约束时，低碳技术的最优配置满足购买低碳技术的能效收益等于研发低碳技术能效收益的贴现值。当引入碳市场约束后，则需进一步权衡购买与研发低碳技术的碳效收益。在能

效收益平衡既定的条件下,可根据两者碳效收益的相对大小判断技术配置的变动方向。两种技术配置的边际收益可进一步分解为四个组成部分进行对比分析:第一,对比当期碳价 P_1^c 与未来碳价预期 P_2^c ,若当期碳价高于未来预期碳价,则集团公司更倾向于当期进行技术购买。特别是在试点初期,部分企业未能充分认识到政策的连续性,认为试点政策可能在未来退出(虞义华等,2018;白俊红等,2022),即 $P_2^c=0$,在此情形下,企业将更加倾向于把有限的技术配置资源更多配置于技术购买。第二,对比当期能源使用 F_{a1}^* 和未来能源使用预期 F_{a2}^* ,若未来预期能源使用量越大,则技术配置的边际收益亦越大。然而,在低碳宣传持续强化的背景下,企业对未来能源使用增长的预期相对较弱,这一因素将在一定程度上削弱企业开展低碳技术研发的动机。第三,对比低碳技术配置的边际收益递减率 $1/\theta_1^*$ 和 $1/\theta_2^*$,该因素主要反映了低碳技术配置对碳排放削减的边际递减程度,其具体大小取决于低碳技术水平的现有规模。本质上,该因素更多发挥平衡机制的作用,较难在低碳技术配置决策中起主导性影响。第四,对比低碳技术购买的边际效率改进 $\partial\theta_1/\partial M$ 和低碳技术研发的边际效率改进 $\partial\theta_2/\partial T$,两者分别是低碳技术购买和低碳技术研发边际成本的反向测度指标。一般而言,低碳技术研发的边际成本呈递增趋势,而低碳技术购买的边际成本则取决于市场上低碳技术的价格水平。当碳市场试点政策覆盖范围较小时,低碳技术的市场稀缺程度相对不足,受碳市场影响的企业可以较低价格购买来自研发效率较高企业的低碳技术,因此,在小规模碳市场试点政策下,受影响集团公司低碳技术购买的边际效率改进 $\partial\theta_1/\partial M$ 可能高于其自身进行低碳技术研发的边际效率改进 $\partial\theta_2/\partial T$ 。除上述因素外,贴现率的存在使得企业在决策时需要对未来收益进行一定的折价处理,且研发活动作为高风险行为,其收益的不确定性要求更高的风险补偿,即对应更低的 β ,从而进一步降低低碳技术研发的跨期边际收益,强化了当期技术购买相对于长期研发的比较优势。根据以上对企业集团低碳技术配置决策的分析,本文提出如下研究假说:

假说 3: 碳市场试点政策下,受监管企业及其集团关联企业在短期内呈现低碳技术研发缩减、低碳技术购买增加、低碳技术出售减少的变化特征。

四、研究设计

(一)回归模型设定

为了检验碳市场试点政策对受监管企业的直接效应及其对集团关联企业的溢出效应,本文设置以下双重差分模型作为基准分析框架:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 CM_{it}(CMS_{it}) + \sum_{s=1}^n \lambda_s CV_{its} + \nu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (16)$$

其中, i 表示企业, t 表示年份, n 为控制变量的个数; CV_{its} 为一系列控制变量; ν_i 为企业固定效应, μ_t 为年份固定效应,分别控制了企业维度与年份维度无法观测的遗漏变量; ε_{it} 表示随机扰动项; Y_{it} 为被解释变量,且 $Y_{it} \in \{\ln CE_{it}, \ln GO_{it}, \ln CI_{it}\}$, $\ln CE_{it}$ 、 $\ln GO_{it}$ 和 $\ln CI_{it}$ 分别为以对数衡量的企业碳排放、总产出和碳排放强度; CM_{it} 是本文关注的核心解释变量,即受监管企业的碳市场冲击变量,若企业当年被纳入碳市场监管,则取值为 1,否则取值为 0; CMS_{it} 是本文关注的另一个核心解释变量,即集团关联企业的碳市场冲击变量,若某一企业当年被纳入碳市场监管,则其集团关联企业的该变量取值为 1,否则取值为 0。回归计算过程中默认使用企业层级聚类稳健标准误。

(二)主要变量说明

1. 被解释变量。本文的被解释变量为企业碳排放($\ln CE$)、企业总产出($\ln GO$)和企业碳排放强度($\ln CI$)。企业碳排放参考屠西伟和张平淡(2025)的研究,基于《省级温室气体清单编制指

南》与《综合能耗计算通则》(GB/T 2589-2020),采用碳排放因子法,依据全国税收调查数据库中企业的煤炭、油品及电力等能源活动数据,计算碳排放总量;企业总产出以企业总产值对数衡量;企业碳排放强度则通过“企业碳排放/企业总产出”取对数后计算得到。

2. 核心解释变量。本文的核心解释变量为受监管企业受到的碳市场冲击变量(CM)以及集团关联企业受到的碳市场关联冲击变量(CMS)。首先,基于八个试点地区发展改革委等部门发布的官方文件,整理出各年度纳入碳市场试点的受监管企业名单。其次,将该名单与工商注册数据库进行比对,获取各企业对应的税收识别号及组织机构代码;对于部分无法直接匹配的企业名单(例如文件中出现企业名称简写、企业更名等情况),经二次手工核查完善后重新查询补充。在此基础上,进一步依据工商注册数据中的股东信息,识别出受监管企业所属的集团关联企业,具体识别策略详见典型事实分析部分。最后,构造受监管企业的碳市场冲击变量(CM),若企业当年被纳入碳市场监管则赋值为1,否则赋值为0;同时,若企业当年被纳入碳市场监管,则其集团关联企业的碳市场关联冲击变量(CMS)赋值为1,否则赋值为0。

3. 机制变量。本文基于企业低碳技术配置考察碳市场试点政策的影响机制,机制变量包括企业低碳技术研发($\ln PA$)、企业低碳技术购买($\ln PB$)、企业低碳技术出售($\ln PS$)三类低碳技术配置行为,以及整体的低碳技术增量($\ln PG$)。根据《绿色低碳技术专利分类体系》推荐的127条IPC检索式和54条CPC分类号,对企业的低碳技术专利进行识别。本文以申请年份为2008—2016年的低碳技术专利为基础,统计出企业历年的低碳技术申请数量,加1后取对数,作为低碳技术研发变量($\ln PA$)的度量。以转让年份和许可年份为2008—2016年的低碳技术专利为基础,参考袁礼和周正(2022)的研究,根据转让人、被转让人、许可人、被许可人信息识别出低碳技术的转移情况,将企业历年作为被转让方和被许可方所涉及的低碳技术专利总次数加1取对数,作为低碳技术购买变量($\ln PB$)的度量;将企业历年作为转让方和许可方所涉及的低碳技术专利总次数加1取对数,作为低碳技术出售变量($\ln PS$)的度量。此外,以“低碳技术研发+低碳技术购买-低碳技术专利转让”加1取对数,作为低碳技术增量($\ln PG$)的度量。

4. 控制变量。本文对可能同时影响核心解释变量和被解释变量的混杂因素进行控制(崔小勇等, 2025; 谢谦和金才淇, 2025),加入的控制变量具体包括:资产负债率(LR),以负债年末数占资产年末数的比重衡量;工资水平(LW),以支付给职工以及为职工支付的现金对数衡量;企业规模(FS),以企业全年平均职工人数对数衡量;流动性(CF),以经营活动产生的现金流量净额占总资产比重衡量;资产结构(KS),以固定资产净值年末数占资产年末数比重衡量;企业年龄(FA),以当年年份减去企业成立年份后取对数衡量。

(三)数据说明与变量描述性统计^①

本文的实证基础数据主要来源于2008—2016年的全国税收调查数据库。受监管企业名单从各碳市场试点地区发展改革委印发的相关文件中搜集汇总得到;对于部分地区和年份无法在公开渠道直接获取的名单,则通过依申请公开方式向有关部门获取予以补充。低碳技术专利的申请、转让及许可信息来源于中国国家知识产权局与IncoPat全球专利数据库,该数据库涵盖所有在中国境内申请和授权的专利数据。企业工商注册信息数据来源于国家企业信用信息公示系统与企查查数据库。为提高估计效率,本文对样本进行了如下处理:(1)剔除总产值、能源使用为负等不符合会计准则的观测值;(2)剔除关键变量严重缺失的观测值;(3)剔除研究期间累计碳排放为0的样本;(4)对所有连续变量进行前后1%的缩尾处理,以避免极端值导致估计偏误。

^① 限于篇幅,省略描述性统计表格,留存备索。

五、实证结果与分析

(一) 基准回归^①

1. 碳市场约束对受监管企业的影响效应。表 1 列(1)—列(3)汇报了碳市场约束对受监管企业碳排放、总产出以及碳排放强度的影响。列(1)估计的政策效应显示,碳市场约束使受监管企业的碳排放相较于其他企业降低了 24.30%;列(2)的结果表明,碳市场约束并未造成受监管企业总产出的显著下降;列(3)的估计结果进一步显示,碳市场约束使受监管企业的碳排放强度相较于其他企业降低了 28.57%。上述结果揭示,碳市场约束所引发的企业碳排放降低效应,主要来源于企业碳排放效率的提升,而非通过降低产能的途径实现。

2. 碳市场约束对集团关联企业的影响效应。表 1 列(4)—列(6)汇报了碳市场约束对集团关联企业碳排放、总产出以及碳排放强度的影响。列(4)的结果表明,碳市场约束并未造成集团关联企业碳排放的显著变化;列(5)的估计结果则显示,碳市场约束使集团关联企业的总产出相较于其他企业提升了 18.61%;而列(6)的估计结果进一步表明,碳市场约束使集团关联企业的碳排放强度相较于其他企业降低了 27.61%。上述结果表明,碳市场约束虽可能导致受监管企业的部分产能向关联企业转移,但也同时对集团关联企业的碳排放效率产生了正外部性影响,即正向的技术效应,从而使得集团关联企业在扩大产出的同时,并未出现碳排放的显著增加。

表 1 碳市场约束的影响效应

	受监管企业			集团关联企业		
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	lnCE	lnGO	lnCI	lnCE	lnGO	lnCI
CM	-0.2430*** (0.0617)	0.0426 (0.0334)	-0.2857*** (0.0652)			
CMS				-0.0899 (0.1071)	0.1861*** (0.0715)	-0.2761** (0.1218)
Controls	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Firm/Year FE	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	749 407	749 407	749 407	744 437	744 437	744 437
R ²	0.8050	0.9017	0.7166	0.8035	0.9012	0.7175

注:括号内为企业层面的聚类稳健标准误,*、**和***分别为10%、5%和1%的显著性水平;在检验受监管企业政策效应的回归模型中默认剔除集团关联企业样本,而在检验集团关联企业政策效应的回归模型中默认剔除受监管企业样本。下同。

(二) 稳健性检验^②

为提高研究结论的可靠性,本文针对基准回归结果开展了一系列稳健性检验。一方面,进行平行趋势检验,以验证双重差分模型基本假设的有效性;另一方面,通过调整标准误聚类层级和固定效应层级、改变样本范围、排除同时期其他政策的干扰、实施倾向得分匹配检验以及改变股权穿透阈值等方式,尽可能规避各类潜在因素可能导致的估计偏误。上述所有检验结果均表明,本文的核心结论是稳健的。

(三) 异质性分析^③

1. 利润率异质性。本文以营业利润占营业收入的比重衡量企业的利润率,并根据年度中位

① 限于篇幅,省略未加入控制变量的回归结果表格,留存备索。

② 限于篇幅,省略具体稳健性检验结果,留存备索。

③ 限于篇幅,省略异质性检验表格,留存备索。

数设置虚拟变量来区分企业所在的组别,若企业属于高利润率组,则高利润率虚拟变量(HP)取值为1,否则取值为0。进一步地,本文将该变量与碳市场约束政策变量进行交乘,采用三重差分模型,通过考察“ $CM \times HP$ ”和“ $CMS \times HP$ ”这两个政策效应差异变量系数的估计结果,分析利润率不同所引发的异质性处理效应。结果显示,交乘变量“ $CM \times HP$ ”对 $\ln CE$ 的回归系数为-0.2895(0.1088);对 $\ln GO$ 的回归系数不显著;对 $\ln CI$ 的回归系数为-0.2879(0.1168)。此外,交乘变量“ $CMS \times HP$ ”对 $\ln CE$ 的回归系数不显著;对 $\ln GO$ 的回归系数为0.2603(0.0947);对 $\ln CI$ 的回归系数为-0.3347(0.1974)。上述回归结果表明,利润率较高的受监管企业及其集团关联企业实现了更为显著的政策遵从效应。

2. 融资约束异质性。本文以利息总支出占负债年末数的比重作为企业融资约束的代理变量,该比重越大,表明企业的融资成本越高,融资约束程度亦相应越高。依据年度中位数原则进行分组,若企业属于高融资约束组,则高融资约束虚拟变量(HC)取值为1,否则取值为0。进一步地,将该变量与碳市场约束政策变量进行交乘,采用三重差分模型,通过考察“ $CM \times HC$ ”和“ $CMS \times HC$ ”这两个政策效应差异变量系数的估计结果,分析由融资约束差异所引发的异质性处理效应。结果显示,交乘变量“ $CM \times HC$ ”对 $\ln CE$ 的回归系数为0.2837(0.1252);对 $\ln GO$ 的回归系数不显著;对 $\ln CI$ 的回归系数为0.2740(0.1353)。此外,交乘变量“ $CMS \times HC$ ”对 $\ln CE$ 的回归系数不显著;对 $\ln GO$ 的回归系数为-0.1998(0.1161);对 $\ln CI$ 的回归系数为0.3630(0.2111)。上述回归结果表明,融资成本较低的受监管企业及其集团关联企业,能够更有效地平滑政策引致的成本冲击,从而更好地适应碳市场约束。

六、机制分析:基于低碳技术配置视角

(一)技术效应机制检验

在进行低碳技术配置行为的分解讨论之前,有必要先对技术效应机制的整体作用进行检验。表2列(1)和列(2)汇报了对技术效应机制的检验结果。列(1)结果显示, CM 的回归系数在1%的统计水平上显著为正,表明碳市场约束使受监管企业的低碳技术增量显著提升;列(2)结果显示, CMS 的回归系数在5%的统计水平上显著为正,表明碳市场约束同样促使集团关联企业的低碳技术增量同步提升。上述结果为技术效应机制的存在提供了直接的经验支撑,并与前文“技术效应主导”的基本结论形成呼应。

(二)低碳技术配置行为

在确认技术效应总体成立的基础上,本文将进一步对低碳技术配置行为的具体构成进行分解,以探究技术效应的来源及其潜在外部性。首先,就低碳技术研发而言。表2列(3)和列(4)报告了碳市场约束对受监管企业及集团关联企业低碳技术研发的回归结果。其中,列(3)结果显示,碳市场约束对受监管企业低碳技术研发的回归系数在5%的统计水平上显著为负;列(4)结果显示,碳市场约束对集团关联企业低碳技术研发的回归系数在1%的统计水平上显著为负。其次,就低碳技术购买而言。表2列(5)和列(6)报告了碳市场约束对受监管企业及集团关联企业低碳技术购买的回归结果。其中,列(5)结果显示,碳市场约束对受监管企业低碳技术购买的回归系数在1%的统计水平上显著为正;列(6)结果显示,碳市场约束对集团关联企业低碳技术购买的回归系数在1%的统计水平上显著为正。最后,就低碳技术出售而言。表2列(7)和列(8)报告了碳市场约束对受监管企业及集团关联企业低碳技术出售的回归结果。其中,列(7)结果显示,碳市场约束对受监管企业低碳技术出售的回归系数在10%的统计水平上显著为负;列(8)结果显示,碳市场约束对集团关联企业低碳技术出售的回归系数在5%的统计水平上显著为负。

表 2 机制检验

	低碳技术增量		低碳技术研发		低碳技术购买		低碳技术出售	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
	lnPG	lnPG	lnPA	lnPA	lnPB	lnPB	lnPS	lnPS
CM	0.0187*** (0.0055)		-0.0091** (0.0036)		0.0160*** (0.0044)		-0.0099* (0.0053)	
CMS		0.0216** (0.0101)		-0.0135*** (0.0051)		0.0183*** (0.0070)		-0.0227** (0.0095)
Controls	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
Firm/Year FE	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	749 407	744 437	749 407	744 437	749 407	744 437	749 407	744 437
R ²	0.3627	0.3626	0.3344	0.3381	0.4115	0.4032	0.3966	0.4072

上述结果意味着,受监管企业及其集团关联企业在低碳技术配置上具有联动性,且为实现履约目标,企业可能更倾向于向其他碳市场受监管企业购入碳配额,或引进其他企业的低碳技术,从而对自主研发产生挤出效应。与此同时,长期的低碳技术研发可能难以满足“迫在眉睫”的碳市场履约要求,低碳技术的购买与引进相较于长期研发布局变得更具性价比,企业的资源配置将更多地向即时性更强的技术购买与引进倾斜。此外,碳市场约束可能抑制低碳技术的溢出与流动性,随着碳市场逐步扩容、纳入管控的企业数量增多,这一问题将愈发突出,未来可通过完善碳市场的相关机制与配套措施加以缓解。

七、结论与启示

本文手工搜集并识别了各碳市场试点地区的受监管企业名单及其集团关联企业名单,并采用 2008—2016 年的全国税收调查数据,系统考察了碳市场试点政策对集团公司的整体影响效应。与此同时,本文还基于企业低碳技术专利的申请、转让与许可数据,深入分析了碳市场试点政策对集团公司低碳技术配置决策的影响。研究发现:碳市场试点政策显著降低了受监管企业的碳排放及其排放强度,同时受监管企业的总产出并未出现显著下降,表明碳减排主要由“技术效应”主导,而非由“成本效应”所引发的减产减排路径所驱动。此外,碳市场试点政策还降低了集团关联企业的碳排放强度,且未刺激其碳排放上升,这与 Chen 等(2025)所观察到的“千家企业节能行动”导致产能与碳排放在集团公司内部转移的现象有所不同,进一步印证了碳市场政策的有效性 with 正外部性。最后,本文还发现碳市场试点政策显著促进了受监管企业及其关联企业的低碳技术购买,但相对抑制了其低碳技术出售与自主研发的积极性。在碳市场年度履约压力紧迫、市场覆盖范围仍然有限的条件下,受监管企业及其关联企业的低碳技术配置存在“造不如买”和“以邻为壑”的配置动机。

根据上述研究结论,本文提出政策启示如下:

首先,应重视政策溢出效应,稳步扩大碳市场覆盖范围。本文的研究在企业层面验证了碳市场政策的有效性,表明碳市场同时提升了受监管企业及其集团关联企业的碳排放效率,具有明显的正外部性特征。但这种正外部性的主要来源是集团公司内部与外部之间的低碳技术溢出;随着更多企业被纳入碳市场,低碳技术的稀缺性将逐步上升,碳市场的正外部性可能逐渐被削弱甚至消失。因此,在未来扩大碳市场覆盖范围的过程中,应进一步重视集团公司等关联关系所带来的潜在溢出影响。一是在重点排放单位名录管理环节,可要求申报企业同时披露其所属集团中其他未受监管企业的碳排放与产出基本信息,逐步实现“穿透式”排放信息报告;二是

在配额分配设计中,可探索将集团整体碳强度下降目标设定为获得额外配额奖励或享受履约优惠的前置条件,从而将本文发现的正外部性予以制度化,防止正向溢出效应在碳市场扩容后因技术稀缺性上升而消退;三是对集团内部关联交易频繁、生产流程可灵活调配的行业(如钢铁联合企业),优先开展“集团化监管”试点,将政策边界从“单一法人企业”适度延伸至“集团碳排放控制单元”。

其次,应完善绿色转型政策体系,促进碳市场政策效能的持续提升。本文从利润率和融资约束两个维度出发,考察了碳市场试点政策对企业的异质性处理效应,揭示了碳市场发挥政策效能的边界条件。考虑到上述因素,应推动产业政策、金融政策等多方面举措协同发力,进一步加大对企业绿色低碳转型的支持力度,特别是要加快碳市场配套支撑体系建设,全方位丰富和完善以碳市场为重要工具的绿色转型政策体系。一是尝试建立低碳技术研发的“履约等效”机制,允许企业将经核证的低碳技术研发支出按一定比例折算为配额清缴额度,或对研发投入强度达到行业领先水平企业给予额外的配额豁免弹性,从而在短期履约框架内引入长期创新激励;二是联动研发费用加计扣除、高新技术企业税收优惠等成熟财税工具,对碳市场监管企业用于低碳技术研发的支出,在现有加计扣除比例基础上给予额外上浮,并可借鉴地方已有的定向服务经验,由税务部门联合生态环境部门主动识别符合条件的企业并精准推送政策;三是可对碳市场覆盖企业实施长周期低碳技术投资回报评估,将企业中长期低碳技术储备纳入碳市场差异化监管的参考指标,使那些持续布局自主研发的企业在配额分配或碳金融工具获取中能够享受适当的政策优惠。

最后,应统筹政策周期与技术周期,强化低碳技术研发与扩散的激励机制。本文的研究揭示了政策周期与技术周期之间的错位问题,即碳市场的短期履约周期与低碳技术长期研发周期之间存在显著分化。在碳市场短期履约约束下,企业更倾向于直接引入现成的低碳技术,但这在客观上损害了企业的长期低碳发展潜力。此外,在碳市场碳配额收益的保护效应下,企业间的技术扩散也可能受到阻碍。为应对上述问题,一是可在国家绿色技术交易中心平台内设置低碳技术相关专区,对受碳市场监管企业的低碳技术交易给予挂牌费减免、供需智能匹配等便利条件,降低技术交易成本,提升技术供给方通过技术转让获得的直接收益,从而替代因碳配额收益保护而产生的“惜售”动机;二是借鉴“科技专员”和“技术经纪人”制度,为碳市场覆盖的重点排放单位配备专业低碳技术顾问,帮助企业识别技术需求、评估引进方案,同时撮合集团内部或行业内部的技术共享与联合攻关;三是鼓励行业内或集团内部受监管企业与未受监管企业之间建立技术研发联盟,在联盟内部实行研发成本分摊、技术成果共享等合作机制,使企业从担心技术外流削弱碳配额收益,转向通过技术共享扩大碳配额收益,从而实现减排收益与技术扩散的激励相容。

主要参考文献:

- [1]白俊红,张艺璇,卞元超.创新驱动政策是否提升城市创业活跃度——来自国家创新型城市试点政策的经验证据[J]. *中国工业经济*, 2022, (6): 61-78.
- [2]陈诗一,祁毓.“双碳”目标约束下应对气候变化的中长期财政政策研究[J]. *中国工业经济*, 2022, (5): 5-23.
- [3]崔小勇,曾海洲,龚六堂.理解要素宏观和微观替代弹性的差异:基于行业和政策影响的视角[J]. *经济研究*, 2025, (6): 19-37.
- [4]戴永安,张潇.环境政策的空间溢出与城市能源偏向型技术进步[J]. *世界经济*, 2023, (5): 119-151.
- [5]段玉婉,蔡龙飞,陈一文.全球化背景下中国碳市场的减排和福利效应[J]. *经济研究*, 2023, (7): 121-138.
- [6]范庆泉.环境规制、收入分配失衡与政府补偿机制[J]. *经济研究*, 2018, (5): 14-27.

- [7]贾智杰,林伯强,温师燕.碳排放权交易试点与全要素生产率——兼论波特假说、技术溢出与污染天堂[J]. 经济学动态, 2023, (3): 66–86.
- [8]刘金科,肖翊阳. 中国环境保护税与绿色创新: 杠杆效应还是挤出效应?[J]. 经济研究, 2022, (1): 72–88.
- [9]刘志彪. 新发展格局与全国统一大市场建设: 分析框架、内在逻辑与政策重点[J]. 经济研究, 2025, (5): 20–36.
- [10]罗良文, 罗志鹏. 控碳政策的区域传导机制与效应——基于量化空间一般均衡模型的分析[J]. 经济学动态, 2025, (11): 115–134.
- [11]马广程, 曹建华, 丁徐轶. 非位似偏好、碳市场与异质性政策协调的减排效应[J]. 中国工业经济, 2024, (2): 42–60.
- [12]彭水军, 张文城, 卫瑞. 碳排放的国家责任核算方案[J]. 经济研究, 2016, (3): 137–150.
- [13]邵帅, 范美婷, 杨莉莉. 经济结构调整、绿色技术进步与中国低碳转型发展——基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察[J]. 管理世界, 2022, (2): 46–69.
- [14]宋德勇, 汪涌, 胡杨. 外资持股的供应链低碳化效应研究[J]. 中国工业经济, 2023, (11): 155–173.
- [15]宋华, 韩梦玮, 胡雪芹. 供应链金融如何促进供应链低碳发展?——基于国网英大的创新实践[J]. 管理世界, 2023, (5): 93–111.
- [16]宋丽颖, 张仁杰. 政府绿色采购与企业供应链网络低碳溢出[J]. 财政研究, 2025, (4): 77–93.
- [17]孙传旺, 陈智龙, 孙博文. 碳排放权交易制度、产业绿色转型及其外部性[J]. 经济研究, 2025, (6): 134–151.
- [18]屠西伟, 张平淡. 节能目标约束与供应链碳减排[J]. 经济研究, 2025, (7): 201–220.
- [19]涂正革, 谌仁俊. 排污权交易机制在中国能否实现波特效应?[J]. 经济研究, 2015, (7): 160–173.
- [20]王镭, 章扬. 企业数字化转型、策略性绿色创新与企业环境表现[J]. 经济研究, 2024, (10): 113–131.
- [21]王欢欢, 吴骁骏. 碳关税、碳减排及其福利影响的定量研究: 基于内生碳价的一般均衡模型[J]. 经济研究, 2025, (5): 192–208.
- [22]王钰冰, 郭凯明. 双循环视角下供需结构转型与碳减排效应[J]. 数量经济技术经济研究, 2024, (7): 197–216.
- [23]吴茵茵, 齐杰, 鲜琴, 等. 中国碳市场的碳减排效应研究——基于市场机制与行政干预的协同作用视角[J]. 中国工业经济, 2021, (8): 114–132.
- [24]肖挺, 叶浩. 洋垃圾进口禁令与区域环境污染[J]. 经济学(季刊), 2025, (4): 1035–1052.
- [25]谢谦, 金才淇. 内陆自贸区建设与企业污染减排——来自全国税收调查的微观证据[J]. 数量经济技术经济研究, 2025, (5): 136–156.
- [26]袁礼, 周正. 环境权益交易市场与企业绿色专利再配置[J]. 中国工业经济, 2022, (12): 127–145.
- [27]张一林, 刘鹏超, 郁芸君. 自愿与强制碳减排市场协同机制研究[J]. 中国工业经济, 2025, (6): 43–61.
- [28]Ambec S, Esposito F, Pacelli A. The economics of carbon leakage mitigation policies[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2024, 125: 102973.
- [29]Böhringer C, Rivers N. The energy efficiency rebound effect in general equilibrium[J]. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2021, 109: 102508.
- [30]Chen Q Y, Chen Z, Liu Z K, et al. Regulating conglomerates: Evidence from an energy conservation program in China[J]. *American Economic Review*, 2025, 115(2): 408–447.
- [31]Colmer J, Martin R, Muûls M, et al. Does pricing carbon mitigate climate change? Firm-level evidence from the European Union emissions trading system[J]. *Review of Economic Studies*, 2025, 92(3): 1625–1660.
- [32]Flammer C. Corporate green bonds[J]. *Journal of Financial Economics*, 2021, 142(2): 499–516.
- [33]Fullerton D, Ta C L. Costs of energy efficiency mandates can reverse the sign of rebound[J]. *Journal of Public Economics*, 2020, 188: 104225.
- [34]Gibson M. Regulation-induced pollution substitution[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 2019, 101(5): 827–840.
- [35]Hanna R. US environmental regulation and FDI: Evidence from a panel of US-based multinational firms[J]. *American Economic Journal: Applied Economics*, 2010, 2(3): 158–189.

- [36]Lenzen M, Sun Y Y, Faturay F, et al. The carbon footprint of global tourism[J]. *Nature Climate Change*, 2018, 8(6): 522–528.
- [37]Leontief W. Environmental repercussions and the economic structure: An input-output approach[J]. *The Review of Economics and Statistics*, 1970, 52(3): 262–271.

Carbon-market Regulation, Low-carbon Technology Allocation, and Emission Reductions in Conglomerates

Luo Zhipeng, Hu Xinyi, Luo Liangwen

(School of Economics, Zhongnan University of Economics and Law, Wuhan 430073, China)

Summary: The carbon market is an important instrument for China to advance climate governance. Unlike regional environmental policies, the carbon market has a clear firm-level regulatory boundary defined by compliance lists. Many regulated firms, however, are part of large conglomerates. Through ownership networks and the internal allocation of production and technology, regulation may affect not only regulated firms but also unregulated affiliates. Meanwhile, the carbon market imposes short-term compliance pressure, whereas low-carbon R&D has a longer and riskier cycle. This mismatch may encourage firms to purchase existing technologies rather than develop new ones, or to retain technologies for compliance advantages rather than diffuse them. A deeper investigation of these issues can shed light on potential directions for improving the institutional design of China's carbon market.

This paper manually collects the lists of firms regulated by China's pilot carbon emissions trading markets, maps their conglomerate networks, and matches them with the 2008–2016 National Tax Survey. A two-period model developed in this paper shows that carbon-market regulation affects firm output and emissions through two channels: a cost effect caused by higher effective energy-use costs and a technology effect generated by low-carbon technology adjustment. Empirical analysis uses a DID design to test these mechanisms. The results show that the policy reduces regulated firms' carbon emissions and carbon intensity by 24.30% and 28.57%, respectively, without significantly reducing output. For unregulated affiliates, output rises by 18.61% and carbon intensity falls by 27.61%, while emissions do not increase significantly. This indicates that emission reductions are primarily driven by technological improvement rather than output contraction, and the carbon market generates positive spillover effects within conglomerates. Mechanism testing based on low-carbon patent applications, transfers, and licenses shows that the policy promotes purchases of low-carbon technologies while suppressing low-carbon R&D and sales.

This paper makes the following contributions: First, it identifies the policy shock using actual lists of regulated firms rather than treating all firms in pilot regions as regulated, providing more credible firm-level evidence for carbon-market governance. Second, it extends the study of environmental policy spillovers beyond regional and supply-chain channels to conglomerate ownership networks, broadening the theoretical understanding of carbon-market policy externalities. Third, it shifts the analysis of low-carbon policy responses from “whether firms innovate” to “how they allocate technologies”, highlighting the importance of reconciling short-term compliance incentives with long-term R&D and technology diffusion.

Key words: carbon market; low-carbon technology allocation; conglomerates; spillover effects

(责任编辑 景行)