

降碳与增长何以兼得？

——基于新能源示范城市政策的经验研究

程洪飞, 李豫新, 曹梦渊

(石河子大学 经济与管理学院, 新疆 石河子 832003)

摘要: 实现经济绿色可持续发展需要将经济增长纳入气候变化的约束框架。文章基于可持续发展视角下两难困境的现实问题, 将降碳与增长纳入统一框架, 通过绿色创新补偿效应与“去”资本错配效应阐明新能源示范城市政策实现降碳与增长兼得的逻辑过程。文章构建双重差分模型, 并利用 2006—2019 年地级及以上城市数据进行实证检验。研究发现, 新能源示范城市政策能显著降低碳排放并促进经济增长, 实现降碳与增长兼得。机制分析表明, 绿色创新补偿效应不仅发挥了绿色技术进步的减碳作用, 而且创新补偿效应能够助推城市经济增长。“去”资本过度配置能优化资本配置结构、提升配置效率, 进而降低碳排放并促进经济增长。异质性分析表明, 由于城市资源禀赋特征、能源消费偏好及环境规制强度不同, 新能源示范城市政策的“破局”效应存在明显差异。文章结论为新能源示范城市政策突破两难困境提供了可靠的经验证据, 同时有助于加深对能源转型政策的理解, 为实现“双碳”目标与持续推进生态文明建设提供有益借鉴。

关键词: 新能源示范城市; 降碳与增长; 绿色创新补偿; 资本错配; 两难困境

中图分类号: F426 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2024)07-0126-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20240317.401

一、引言

气候变化是全人类面临的共同挑战, 降碳与增长兼得是经济可持续发展的目标之一。作为全球可持续发展和节能减排的积极参与者, 中国政府高度重视气候变化问题, 共同构建人与自然生命共同体。2020 年 9 月中国政府宣布力争在 2030 年前和 2060 年前分别实现碳达峰、碳中和, 并将碳达峰、碳中和纳入生态文明建设整体布局 and 经济社会发展全局。《中国应对气候变化的政策与行动 2022 年度报告》显示, 2021 年中国的碳排放强度比 2020 年降低 3.8%, 比 2005 年累计下降 50.8%, 2021 年非化石能源占一次能源消费比重达到 16.6%。^①但能源消费的结构性问题依然突出, 2021 年煤炭消费占一次能源消费总量的比重仍超过 50%, 碳排放体量巨大, 由石油、天然气和煤炭燃烧等相关活动造成的碳排放约为 105.23 亿吨。^②二十大报告指出, 要完善能

收稿日期: 2023-09-08

基金项目: 国家社会科学基金重点项目(22AJY005); 新疆生产建设兵团研究生科研创新项目(2023)

作者简介: 程洪飞(1990—), 男, 河北内丘人, 石河子大学经济与管理学院博士研究生;

李豫新(1962—)(通讯作者), 男, 河南唐河人, 石河子大学经济与管理学院教授, 博士生导师;

曹梦渊(1997—), 女, 河南新野人, 石河子大学经济与管理学院博士研究生。

① 数据来源为《中国应对气候变化的政策与行动 2022 年度报告》。

② 能源消费结构和碳排放数据为作者根据《BP 世界能源统计年鉴 2022》手工整理。

源消耗总量和强度调控,逐步转向碳排放总量和强度“双控”制度,协同推进降碳、减污、扩绿、增长,推进绿色低碳发展。如何实施有效政策破除降碳与增长的两难困境,助力低碳转型和可持续发展,如期实现碳达峰、碳中和目标,这成为生态文明建设需要解决的关键问题。

清洁技术和能源转型是降低碳排放的可持续方式(Acemoglu 等, 2012),抓住由技术创新和能源绿色转型带来的竞争优势将有利于经济增长(Wang 和 Yi, 2021)。新能源示范城市作为能源转型的典型工程,计划将城市发展规划和能源绿色转型相结合,旨在推动城市新能源产业发展、新能源技术推广和利用,调整能源供需结构进而促进清洁能源使用和清洁生产。能源转型政策能否实现降碳与增长兼得?科学评估新能源示范城市政策的降碳效应与增长效应,能为破除两难困境提供经验借鉴,对实现绿色转型和经济可持续发展具有非常重要的意义。

已有文献探讨了影响企业碳减排的因素,例如环境规制(董直庆和王辉, 2021)、制度压力(Wang 等, 2019)、外部利益相关者(El-Kassar 和 Singh, 2019)等外部因素以及企业内部碳定价(朱帮助等, 2021)、数字技术(杨刚强等, 2023)等内部因素。另有学者试图从政策工具中寻找碳减排的证据。作为市场型政策工具,碳排放交易试点政策遵循以“市场之手”解决碳排放问题。Zhang 等(2020)研究表明,碳交易试点显著降低了二氧化碳排放。低碳技术创新是政策发挥降碳效应的关键(Zhu 等, 2019)。Huo 等(2022)研究表明,低碳城市试点政策能有效降低试点城市的碳排放,但产生了行政命令型政策成本。新能源示范城市政策作为能源清洁转型的典型工程,是解决能源环境问题的重要手段。但学术界较少关注新能源示范城市政策的碳减排效应,缺乏对降碳机制的深入分析,这为本文研究提供了可拓展空间。

探索如何保持经济持续增长一直是经济学研究的重点。权衡经济增长和环境质量一直是各国面临的重要政策挑战之一(Nordhaus, 2019; 杨刚强等, 2023)。绿色转型的内涵要求将经济增长纳入气候变化的约束框架内(中国经济增长前沿课题组, 2022)。董直庆和王辉(2021)研究发现,市场型环境规制政策能解决经济与环境的两难问题,促进碳减排同时提高经济效率。林伯强(2022)指出,“双脱钩”是碳中和目标约束下实现经济高质量发展的关键,可以防止出现“杰文斯悖论”。^①新能源示范城市旨在通过可再生能源技术创新向市场提供清洁能源,并改变能源消费组合,进而从源头抑制碳排放(Lin 和 Zhu, 2019)。但新能源示范城市政策处在遵循成本阶段,还是价值补偿阶段?其能否实现碳减排和经济增长双赢?较少有文献给出答案。

欧洲一些国家提出将新能源与城市建设相结合以实现节能减排。^②关于新能源示范城市的研究从最初的定性分析,例如概念、城市规划和建设问题(娄伟, 2014),逐渐转变为定量评估政策效应,但这类研究相对较少。例如, Yang 等(2021)运用双重差分法识别新能源示范城市政策对“三废”减排的影响;李豫新等(2023)指出,新能源示范城市政策对城市绿色创新活力有明显的积极影响。但较少有文献探讨新能源示范城市政策的碳减排问题或经济增长问题,将两者纳入统一框架进行研究的文献更少。与本文相似的是 Wang 和 Yi(2021)的研究,该文献发现新能源示范城市政策促进了试点地区绿色经济增长,重点考察了区域特征在其中扮演的角色,但并未对政策影响绿色经济增长的内在机制进行分析和实证检验。因此,将降碳与增长纳入统一框架,探究新能源示范城市政策如何实现降碳与增长兼得是本文研究的重点。

已有文献对碳排放、经济增长和能源转型等相关问题进行了有益探索,这为本文研究提供了前期支持。但已有研究仅关注碳减排或经济增长,较少有文献同时探讨新能源示范城市政策

^①“杰文斯悖论”指由技术进步提高能源利用效率而节约的能源被生产规模扩大增加的能源消耗所抵消。

^②例如,1988年欧洲提出的能源城市奖对城市可再生能源应用和节能进行综合认证,2008年欧盟的市长盟约行动支持地方开展可持续发展行动等。

的降碳效应与增长效应,对解决碳排放约束框架下的经济增长问题的政策研究不足,更缺乏对政策机制的深入分析。作为行政命令型政策工具和典型试点工程,新能源示范城市政策能否破除碳排放约束下的经济增长困局?实现碳减排和经济增长协调统一的内在机制又是什么?科学评估新能源示范城市政策效应并回答上述问题对推进中国经济绿色转型具有非常重要的借鉴意义。不同于已有文献,本文从两难困境下的现实问题出发,将降碳与增长纳入统一框架,从技术进步视角下绿色创新补偿效应和结构优化视角下“去”资本错配效应分析新能源示范城市政策影响碳减排与经济增长的内在机理。将新能源示范城市政策作为外生冲击,实证检验该政策对碳排放与经济增长的影响。研究发现,新能源示范城市政策主要通过绿色创新补偿效应和“去”资本过度配置实现降碳与增长兼得。异质性分析发现,新能源示范城市政策在资源相对匮乏、偏好电能消费、环境规制较严格的示范城市中双赢作用更明显。

本文可能的边际贡献体现在:第一,基于可持续发展视角下两难困境的现实问题,将碳排放与经济增长纳入统一框架,基于绿色创新补偿效应和“去”资本错配效应阐释了新能源示范城市政策实现降碳与增长兼得的内在机制,丰富了能源转型政策工具的理论分析,补充了宏观经济政策应用于城市层面的理论研究。第二,利用政策形成的外生冲击检验新能源示范城市政策如何实现降碳与增长兼得,这能更加准确地识别新能源示范城市政策与碳排放、经济增长之间的因果关系,进一步对比实质性绿色创新与一般性绿色创新、资本过度配置和资本配置不足的不同影响,有助于揭示新能源示范城市政策的内在机制,也为政府推进能源转型和生态文明建设提供经验证据与有效的政策工具。第三,从资源禀赋、消费偏好和环境规制三方面分析新能源示范城市政策的异质性影响,拓展了政策评估的研究方向,有助于全面总结新能源示范城市政策经验以及完善和推广能源转型政策。

本文余下的结构安排如下:第二部分为政策背景与理论机制;第三部分为研究设计,包括数据处理、变量说明及模型设定;第四部分为实证分析,包括基准回归与稳健性检验;第五部分为机制检验;第六部分为异质性分析;第七部分为结论与政策启示。

二、政策背景与理论机制

(一)政策背景

能源转型是有效促进可持续发展的政策工具,其中可再生能源是减少环境污染、缓解气候变化的关键。为应对全球气候变化,《京都议定书》建立了旨在减排温室气体的三个灵活合作机制,其中之一即为清洁发展机制。中国致力于清洁能源发展并积极推动碳减排。2005年第十届全国人民代表大会常务委员会第十四次会议通过了《中华人民共和国可再生能源法》(以下简称《可再生能源法》),旨在促进可再生能源开发与利用,从供需双侧改善能源结构。为贯彻落实《可再生能源法》,2007年国家发展改革委提出提高可再生能源比重、促进能源结构调整等具体目标。在此之后,可再生能源发展被专门写入经济社会发展规划,并根据经济社会发展情况提出了具体的规划目标。

随着环境和气候问题日益突出,城市中能源、环境与经济发展之间的矛盾比较突出。为了积极应对环境和气候变化问题,落实可再生能源发展“十二五”规划,中央提出了新能源示范城市的概念,并于2012年由国家能源局组织开展了示范城市的申报工作。新能源示范城市以新能源与城市建设相融合为理念,将能源供给与消耗纳入城市规划,目的是促进新能源产业发展、新能源技术推广与利用,改善城市能源利用结构,逐渐放弃以“高能耗、高排放、高污染”为特征的经济发展方式,提升城市可持续发展能力。新能源示范城市的申报方式兼具“自上而下”和“自下而上”特征,由中央授权,然后由地方政府自主申请,最后再由中央政府审核和批准(庄贵

阳, 2020; 李豫新等, 2023)。根据《新能源示范城市评价指标体系及说明(试行)》, 申报新能源示范城市必须满足基本条件, 即城市综合能力达标和城市新能源利用基础达标, 这是申报工作的前提。国家能源局根据基本条件和评价指标等标准对申报对象进行评价, 并于2014年1月公布了第一批新能源示范城市和产业园区的名单, 包括北京市昌平区、河北省承德市等81个城市以及中新天津生态城等8个产业园区, 同时对新能源示范城市建设和发展提出了指导性意见。

(二)理论机制

新能源示范城市的申报流程与规划措施表明该政策具有弱激励与弱约束特征, 是环境规制在空间上的有机组合(李豫新等, 2023)。本文根据新能源示范城市政策的特征, 从绿色创新补偿效应和“去”资本错配效应阐述该政策实现降碳与增长兼得的理论机制。

1. 绿色创新补偿效应

绿色技术创新存在双重外部性(李文健等, 2022), 且具有高投入、高风险、长周期等特征, 这导致市场主体投资绿色技术创新的主观能动性不足, 因此环境监管成为绿色创新的重要驱动力(Borghesi 等, 2015)。新能源示范城市政策是依托于城市空间的环境规制组合, 具有引导性和约束性。从引导的角度看, 新能源示范城市政策旨在引导清洁技术推广与利用, 并且《新能源示范城市评价指标体系及说明(试行)》明确要求地方政府设立专项资金进行支持, 例如成立新能源产业发展基金, 对新能源企业技术创新、转型升级等进行现金奖励或税收减免。政府财政支持具有风险分担与投资引导作用(李豫新等, 2023)。从约束的角度看, 新能源示范城市建设明确提出约束性发展指标, 包括能源消费约束、能源消耗强度约束和环境污染约束等, 而且明确指出将新能源示范城市建设目标的落实情况纳入政府年度目标考核。约束性特征使得新能源产业的污染环节或非新能源产业等积极开发绿色技术, 形成约束促进效应。对使用化石燃料等不可再生能源的部门, 能源价格上涨或者对能源消耗的限制可能会鼓励该部门进行清洁技术研究(Acemoglu 等, 2012)。李豫新等(2023)的研究表明, 新能源示范城市政策通过地方政府的激励与约束行为产生了积极的绿色创新效应, 显著提高了示范城市的绿色发明创新活力。

波特假说认为绿色技术创新可以产生补偿效应。适当的环境规制有利于企业开展绿色技术创新, 而绿色技术创新带来的价值增值能够弥补创新产生的额外成本, 并形成补偿效应, 进而产生积极的环境绩效和社会绩效(Porter 和 van der Linde, 1995)。补偿效应将在企业内部与外部之间建立良性循环。绿色技术创新补偿效应是实现降碳与增长兼得的关键因素。从降碳效应看, 新能源示范城市政策的绿色创新效应以源头减碳为主, 包括利用新能源技术和清洁能源改变传统的生产生活方式、推动化石能源清洁化利用等。Lin 和 Zhu(2019)研究发现, 可再生能源技术创新可以显著抑制碳排放; Destek 和 Aslan(2020)指出, 增加可再生能源对化石能源的替代对全球碳减排和经济可持续发展至关重要。绿色技术进步的另一个好处是提高能源利用效率、降低能耗强度, 这是从源头解决碳排放问题的关键(Wu 等, 2017)。林伯强和孙传旺(2011)指出, 能耗强度是碳减排最重要的因素, 清洁能源使用和节能是主要手段。从增长效应看, 绿色创新可以提高产品或服务价值, 以抵消环境投资的成本(Chang, 2011); 它还可以产生创新补偿效应增加净收入, 并提高企业生产率(Yang 等, 2012; Chakraborty 和 Chatterjee, 2017)。不仅如此, 绿色创新可以增加企业的无形资产和价值, 提升企业的竞争优势(Sadikoglu 和 Zehir, 2010); 绿色创新为企业贴上绿色环保标签进而提升企业声誉和绿色品牌效应, 满足消费者的“绿色”需求, 这种间接引致需求会从需求端影响产品市场。根据成本和收益框架, 绿色技术进步降低了企业能源使用成本和减排成本, 绿色创新的补偿效应和间接引致需求效应提升了企业收益, 促进城市经济增长。邵帅等(2022)研究表明, 绿色技术进步通过“技术红利”效应促进区域碳排放绩效和经济可持续增长。根据上述分析, 本文提出假说:

假说 1: 新能源示范城市政策能有效抑制碳排放并促进经济增长, 实现降碳与增长兼得。

假说 2: 新能源示范城市政策通过绿色创新补偿效应实现降碳与增长兼得。

2. “去”资本错配效应

以往在重工业战略导向下资本被过度配置到重工业部门导致产能过剩和资本错配(Chang 等, 2015), 尤其是钢铁等高耗能、高污染、高排放行业(林毅夫和陈斌开, 2013; 姚鹏和李金泽, 2023)。资源配置扭曲是导致中国二氧化碳和污染物排放居高不下的主要原因(孙传旺和林伯强, 2014), 降低重工业部门资本扭曲程度、提高资源利用效率有利于促进经济增长和降低碳排放。经济结构变化的背后是要素配置的转变, 因此本文从供给侧结构性改革“去产能”与“引产业”角度阐释新能源示范城市政策的“去”资本错配效应。“去产能”即高能耗、高污染、低效率的企业退出市场、转移或转型升级。新能源示范城市政策的约束性特征使得城市去产能, 根据企业的进入与退出机制优化资本配置、释放产能。命令型的环境规制政策导致的“硬约束”对市场主体的行为产生异质性影响, 企业根据自身条件进行关闭、转移或转型升级的行为决策(蒋伏心等, 2013; Milani, 2017), 加剧了市场的优胜劣汰。对于高能耗、高排放、低效率的企业来说, 使其根据市场化退出机制选择关闭和停产, 降低资本在低效行业过度配置进而释放资本。对于基础较好的企业, 政府帮助其完成重组或转型升级, 提高资本的配置效率。韩超等(2017)的研究表明, 环境规制等约束性手段降低了资本错配水平; 姚鹏和李金泽(2023)也指出, 资源约束将抑制资本过度配置。“引产业”指投资引导和发展新能源产业或清洁生产企业, 调动各类投资主体和需求主体的积极性。新能源示范城市政策明确提出, 财政支持、公共服务平台建设等激励措施可以促进新能源产业发展。政策红利和更好的新能源市场环境吸引相关产业来示范城市发展。刘秉镰和孙鹏博(2023)指出, 偏向性扶持行为会产生投资示范效应。“去产能”释放的资本在投资示范效应和市场机制的引导下进入新能源行业或其他清洁生产企业。另外, 硬性约束指标可以避免引入新能源产业的高能耗、高污染环节。

通过供给侧“去产能”与“引产业”的结构性改革降低资本错配程度、提高资本配置效率, 进而促增长、助降碳。“去产能”抑制资本过度配置、释放低效资本, 这不仅减少了污染企业的生产活动, 而且降低了现有企业的化石能源消耗及能耗强度, 提升能源清洁化利用水平进而直接降低市场主体碳排放。“引产业”通过投资引导与调整优化了示范城市的资本配置结构, 提高资本配置效率进而促进经济增长。另外, 随着新能源产业发展, 可持续竞争优势和就业效应促使人力资本与清洁生产企业空间积聚, 逐渐延长和完善循环经济产业链(华岳和叶芸, 2023), 降碳的同时实现经济增长。根据上述分析, 本文提出假说:

假说 3: 新能源示范城市政策通过“去”资本错配效应实现降碳与增长兼得。

三、研究设计

(一)数据样本与处理

考虑到 2006 年 1 月 1 日实施的《可再生能源法》可能对政策评估产生影响, 本文以 2006—2019 年 266 个地级及以上城市的数据为研究样本。虽然新能源示范城市政策的公布时间是 2014 年 1 月, 但根据示范城市的申报流程, 该政策在开始申报之后、政策公布之前已经对示范城市产生了影响。^①因此, 本文将时间节点定为 2013 年, 即 2006—2012 年为政策出台前的年

^① 新能源示范城市政策的公布时间是 2014 年 1 月 8 日, 其公布所参考数据是 2013 年, 而且本文样本所用数据是以年底统计数据为准。因此, 2014 年 1 月 8 日公布新能源示范城市已经对 2014 年产生影响, 并导致 2014 年底数据变化。如果以 2014 年为起始年份, 将忽略其对当年的影响。

份，2013—2019年设置为新能源示范城市政策的执行年份。在划分处理组和对照组时，根据政策将入选新能源示范城市的地级市作为处理组，将未入选的城市作为对照组。最终数据包括60个新能源示范城市和206个非新能源示范城市。^①

经济增长和一系列控制变量的原始数据来自《中国城市统计年鉴》、中经网统计数据库，其中涉及货币类的绝对指标以2003年为基期进行平减处理，涉及货币单位转换的变量以当年人民币兑美元的平均汇率进行换算；各个省份能源消耗数据来自《中国能源统计年鉴》，各省的碳排放数据来自中国碳核算数据库(CEADs)，省份和地级市夜间灯光数据来自Harvard Dataverse；利用夜间灯光数据分别拟合省份碳排放数据、能源消耗数据进而获得地级市碳排放量和能源消耗量(史丹和李少林, 2020; 薛飞和陈煦, 2022)；绿色专利申请数据来自中国开放数据平台(CnOpenData)；环境规制数据来自地方政府工作报告，运用python获取环保相关词频，以环保词频占总词频的百分比表示环境规制强度；^②为了避免样本选择偏误，本文剔除了新能源示范产业园区所在城市，在稳健性检验时增加这部分样本。

(二)模型设定

本文运用双重差分模型(Differences-in-Differences, DID)识别新能源示范城市政策的降碳效应与增长效应。基准模型设定如下：

$$\text{LnRGDP}_{it} = \alpha_0 + \beta_0 \text{DID}_{it} + \gamma_0 X_{it} + \lambda_i + \theta_t + \delta_{it} \quad (1)$$

$$\text{LnCO2}_{it} = \alpha_1 + \beta_1 \text{DID}_{it} + \gamma_1 Z_{it} + \lambda_i + \theta_t + \delta_{it} \quad (2)$$

$$\text{RCO2}_{it} = \alpha_2 + \beta_2 \text{DID}_{it} + \gamma_2 T_{it} + \lambda_i + \theta_t + \delta_{it} \quad (3)$$

其中， i 和 t 分别表示城市和年份， LnRGDP 是城市经济实际产出的自然对数； LnCO2 是城市表观碳排放量的自然对数； RCO2 是碳排放强度，以二氧化碳排放量与实际GDP的比值表示。 $\text{DID}_{it} = \text{policy}_i \times \text{time}_t$ ， policy 表示政策虚拟变量，若为示范城市则赋值1，否则赋值0； time 为时间虚拟变量，2013年及之后为1，2013年之前为0。 X 、 Z 、 T 分别表示一系列控制变量， λ_i 和 θ_t 分别表示城市固定效应和年份固定效应， δ_{it} 表示随机误差项。

(三)变量定义和数据描述

被解释变量主要包括城市经济实际产出(LnRGDP)和城市碳排放(LnCO2)，为进一步观察和稳健性检验，被解释变量还包括碳排放强度(RCO2)。由于统计数据的局限性，缺乏地级市能源消耗和碳排放数据。借鉴史丹和李少林(2020)、张兵兵等(2021)的研究，以省级能源消耗和碳排放数据为基础，运用夜间灯光数据拟合得到地级市能源消耗和表观碳排放数据。以不含截距项的线性模型分别拟合夜间灯光数据和省级能源消耗、碳排放数据，然后采用Top-down估计法得到地级市能源消耗和碳排放数据。^③

在控制变量方面，式(1)考察增长效应，主要包括：资本投入(Lnk)，以2003年为基期，运用固定资本永续盘存法计算所得；劳动投入(Lnl)，以年末城镇就业总人数的自然对数表示；产业结构(ins)，以第三产业增加值占第二产业增加值的比重表示；对外开放程度(open)，以进出口总额占GDP的比重表示；城镇化水平(ups)，以城镇居民人口占地区总人口的比重表示。式(2)考察降碳效应，主要包括：碳汇水平(Lnlvdi)，以城市绿地面积的自然对数表示；对外开放程度

① 剔除了以下样本：第一，新能源产业园区所在城市；第二，相关变量存在较多缺失值的城市；第三，县级市获批新能源示范城市而其所属地级市未获批的城市。

② 环保词频具体包括“低碳”“环境保护”“绿色”“PM2.5”“生态”“减排”“二氧化碳”“PM10”等。

③ 限于篇幅，具体方法未展示，留存备案。

(*open*); 城镇化水平(*ups*); 经济发展水平(*Lnedi*), 以人均 *GDP* 的自然对数表示; 固定资产投资(*investment*), 以固定资产投资占 *GDP* 的比重表示; 城市人口密度(*Ln-density*), 以城市人口密度的自然对数衡量。

机制变量包括绿色技术创新(*giv*、*givs*)和资本错配(*gammak*)。借鉴黎文靖和郑曼妮(2016)的研究, 将绿色创新区分为实质性创新(*giv*)和一般性创新(*givs*), 分别以城市每万人绿色发明专利和绿色实用新型专利申请量表示。采用绿色专利申请量而非授权量的原因在于: 专利授权可能受到行政审批等外部因素的干扰, 而专利申请数量则更直接地体现了市场主体对政策干预的反应。借鉴 Restuccia 和 Rogerson(2013)、姚鹏和李金泽(2023)的研究, 运用式(4)计算城市资本错配指数:

$$gammak_i = \left(\frac{K_i}{K}\right) / \left(\frac{s_i \beta_{K_i}}{s \beta_K}\right) \quad (4)$$

其中, s_i 表示城市 i 的产出占全部样本产出的份额; β_{K_i} 表示资本产出弹性; $s \beta_K$ 表示加权的资本产出贡献值; K_i/K 表示城市 i 实际使用的资本份额。若 *gammak* 大于 1, 表示资本过度配置, 若小于 1 则表示资本配置不足。主要变量的描述性统计见表 1。

表 1 主要变量的描述性统计

变量	变量符号	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
经济增长	<i>LnRGDP</i>	3724	15.843	0.940	13.016	19.167
碳排放	<i>LnCO2</i>	3724	7.500	1.091	4.072	10.632
碳排放强度	<i>RCO2</i>	3724	3.252	3.334	0.268	30.633
新能源示范城市政策	<i>DID</i>	3724	0.113	0.316	0	1
资本投入	<i>Lnk</i>	3724	17.080	1.040	14.341	20.401
劳动投入	<i>LnI</i>	3724	7.512	4.723	1.437	16.105
产业结构	<i>ins</i>	3724	0.916	0.511	0.094	5.168
碳汇水平	<i>LnIvdi</i>	3724	8.094	1.080	3.135	12.715
对外开放程度	<i>open</i>	3724	0.214	1.185	0	69.147
城镇化水平	<i>ups</i>	3724	51.415	16.021	15.279	100
经济发展水平	<i>Lnedi</i>	3724	10.353	0.719	7.834	13.004
固定资产投资	<i>investment</i>	3724	0.760	0.350	0.051	10.140
城市人口密度	<i>Ln-density</i>	3724	5.731	0.910	1.548	7.923

四、实证分析

(一) 基准回归

表 2 报告了新能源示范城市政策对碳排放和经济增长影响的回归结果, 其中列(1)和列(3)未加入控制变量, 列(2)和列(4)加入了控制变量, 所有回归均控制了城市和年份固定效应。由列(2)和列(4)可知, *DID* 对经济增长(*LnRGDP*)的影响为 0.033, 对碳排放(*LnCO2*)的影响为 -0.119, 结果均在 1% 的显著性水平下显著。基准回归结果表明, 新能源示范城市政策实现了降碳与增长兼得, 验证了假说 1。表 2 列(5)显示新能源示范城市政策降低了示范城市的碳排放强度。结合列(2)和列(4)的结果可知, 降碳与增长兼得是碳排放强度降低的原因, 同时初步说明基准回归结果是稳健的。结合前述理论分析, 可能的原因是政策发挥绿色创新补偿效应和“去”资本错配效应, 进而实现降碳与增长兼得。但具体的机制需要在后文中进一步检验。

表 2 基准回归结果

	LnRGDP		LnCO2		RCO2
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>DID</i>	0.036*** (0.011)	0.033*** (0.009)	-0.112*** (0.021)	-0.119*** (0.020)	-0.320*** (0.121)
控制变量		控制		控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制	控制
样本量	3724	3724	3724	3724	3724
<i>Adj-R</i> ²	0.979	0.987	0.937	0.940	0.813

注：***、**和*分别表示在1%、5%和10%的显著性水平下显著；括号内的值为稳健标准误；固定效应包括年份固定效应和城市固定效应，下表同。

(二) 平行趋势假设检验

运用双重差分模型准确评估政策效应的前提是在政策实施之前各组之间具有相同的变化趋势或不存在显著的系统性差异(Harris 和 Skeels, 2011)。因此，平行趋势假设检验是双重差分估计方法的前提。借鉴 Deschênes 等(2017)的研究构建如下回归模型：

$$Y_{it} = \alpha + \sum_{i=0}^6 \beta_i \text{policy}_i \times \text{year}_t + \gamma \text{control}_{it} + \lambda_i + \theta_t + \delta_{it} \quad (5)$$

其中， Y 分别表示经济增长(LnRGDP)和碳排放(LnCO2)； year 是时间虚拟变量； policy 表示政策虚拟变量，示范城市和非示范城市分别赋值 1、0； β_i 是对应年份实验组和对照组的差异系数， control 表示对应回归的控制变量，其他变量同式(1)。

以 2013 年为政策冲击节点(第“0”期)，以政策实施前第 7 年(2006 年)为基期，考察政策实施前后 6 年示范城市与非示范城市的差异。^①图 1 结果显示，政策实施前 6 年的回归系数均不显著，满足平行趋势假设检验。从动态影响看，降碳效应具有明显的可持续性。

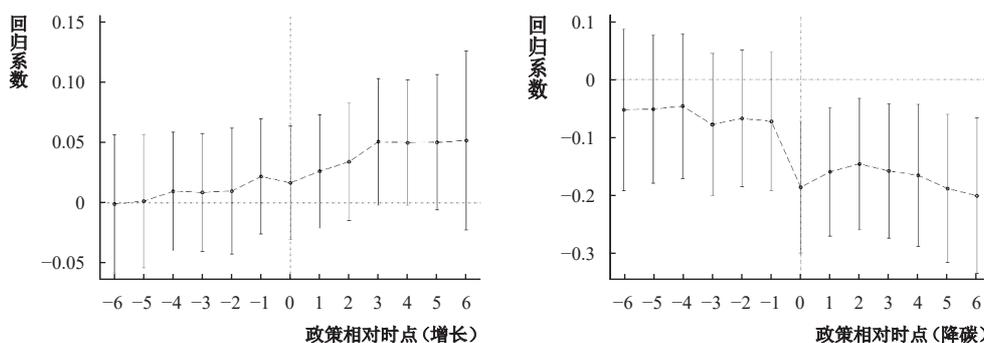


图 1 平行趋势假设检验

(三) 稳健性检验^②

1. 安慰剂检验

为了排除其他可能的不可观测因素的影响，需要进行安慰剂检验。在 266 个样本城市中进行 1000 次随机抽样，每次抽样随机分配 60 个示范城市 and 206 个非示范城市，然后分别按式(1)和式(2)回归得到 1000 个估计值。结果证明基准回归是稳健的。

^① 以政策实施前 1 年(2012 年)为基期仍满足平行趋势假设。限于篇幅，未在文中展示，留存备索。

^② 限于篇幅，省略稳健性检验结果，留存备索。

2. 反事实检验

构建虚假的政策虚拟变量进行回归,如果回归结果不显著则可以反向说明基准回归是相对稳健的。将政策实施时间分别提前 2 年(2011)和 4 年(2009),以 DID_2 和 DID_4 为政策冲击,并按照基准回归模型进行回归。结果证明基准回归是稳健的。

3. PSM-DID 估计

为了确保示范城市和非示范城市在政策实施前具备近似相同的个体特征,本文采用倾向得分匹配法(PSM)进行样本再选择。以控制变量为样本匹配的识别特征,对示范城市和非示范城市进行卡尺内的 K 近邻匹配,根据匹配得分构建新的实验组和对照组,并按照基准模型进行回归。结果证明基准回归是稳健的。

4. 增加产业园区试点所在城市

考虑到产业园区试点不足以代表整个城市,本文在处理数据时剔除了新能源产业园区试点所在城市。作为稳健性检验,重新纳入产业园区试点所在城市,并将这些城市归为示范城市。此时样本中示范城市变为 68 个,非示范城市仍然为 206 个,并按照基准模型进行回归。结果进一步证明了基准结论是稳健的。

5. 排除其他政策干扰

为了排除创新城市(CX)、智慧城市(ZH)和低碳城市(DT)政策的影响,本文构建相应的政策虚拟变量,并分别将虚拟变量纳入基准模型进行回归。结果表明,排除其他政策干扰后回归结果与基本结论一致。

6. 控制特征差异以缓解内生性

为了解决示范城市非完全随机对估计结果的干扰,本文借鉴宋弘等(2019)的研究控制城市特征因素以缓解内生性问题。在基准回归中加入是否北方城市、年平均日照时长、是否两控区城市与时间线性趋势的交互项。估计结果依然稳健。

五、机制检验

普通的结构方程模型仅依靠传统的外生性假设来识别中介效应的因果机制,可能导致有偏的估计结果(江艇,2022)。由于新能源示范城市评选标准和依据并不依赖于绿色创新水平和资本错配程度,因此双重差分模型能在一定程度上克服内生性问题。为了验证新能源示范城市政策的作用机制,本文构建如下模型:

$$M_{it} = \alpha_3 + \beta_3 DID_{it} + \gamma_3 control_{it} + \lambda_i + \theta_t + \delta_{it} \quad (6)$$

其中, M 分别表示绿色创新(giv 、 $givs$)、资本错配($gammak$);其他内容的含义与式(1)和式(5)相同。

式(6)能检验新能源示范城市政策对绿色技术创新的影响,但无法体现“补偿效应”。为了间接说明绿色技术创新产生了“补偿效应”,采用如下方法进行检验:以 2013 年之前绿色技术创新总量的均值为依据,按中位数将样本分为高、低两组,并构造绿色技术创新虚拟变量,对于高的组赋值为 1,对于低的组则赋值为 0,将其与政策冲击变量 DID 交叉相乘得到三重差分变量 DDD 。该方法的检验思路是:用式(6)检验新能源示范城市政策对城市绿色技术创新的影响,然后用政策冲击之前的绿色技术创新分组去检验绿色技术创新总量对示范城市政策促增长作用的影响,从而说明绿色技术创新在新能源示范城市中能产生补偿效应,从而促进经济增长。具体模型设定为:

$$\text{LnRGDP}_{it} = \alpha_i + \beta_4 \text{DDD}_{it} + \gamma_4 X_{it} + \lambda_i + \theta_t + \delta_{it} \quad (7)$$

其中， DDD 是新能源示范城市政策 (DID) 与绿色技术创新总量分组虚拟变量的交互项，其他内容的含义与式(1)相同。

(一) 绿色创新补偿效应

本文将绿色创新区分为实质性创新和一般性创新以检验新能源示范城市政策的绿色创新补偿效应。由表 3 列(1)和列(2)的结果可知，实质性绿色创新 (giv) 和一般性绿色创新 (givs) 的回归系数分别为 0.490、0.326，且均在 1% 的显著性水平下显著。这说明新能源示范城市政策促进了绿色技术创新“量质齐升”。表 3 列(3)和列(4)的结果显示，三重差分变量 (DDD) 对经济增长的影响显著为正，说明绿色技术创新总量越多，越能强化新能源示范城市政策的促增长作用。综合来看，新能源示范城市政策通过促进绿色技术创新降低碳排放，绿色创新补偿效应能够促进经济增长，进而实现降碳与增长兼得。

表 3 机制检验：绿色创新补偿效应

	全样本		全样本	仅示范城市
	giv	givs	LnRGDP	LnRGDP
	(1)	(2)	(3)	(4)
DID	0.490*** (0.087)	0.326*** (0.068)		
DDD			0.076*** (0.010)	0.089*** (0.016)
控制变量	控制	控制	控制	控制
固定效应	控制	控制	控制	控制
样本量	3724	3724	3724	840
Adj-R^2	0.682	0.686	0.987	0.987

上述结论验证了理论假说 2，即新能源示范城市政策产生了绿色创新补偿效应，降碳的同时促进经济增长。新能源示范城市政策的引导示范效应和约束促进效应有利于城市绿色技术创新，通过源头控制能有效降低碳排放。技术创新表现为价值补偿，绿色技术进步不仅可以产生普通的“技术红利”，而且其绿色属性能够提升竞争优势并带来额外的价值增值，进而促进经济增长。这一结论支持 Wang 和 Yi (2021) 的研究，但其并未检验新能源示范城市政策影响绿色经济增长的内在机制，本文拓展并深化了已有研究。

(二) “去”资本错配效应

本文根据资本错配程度将样本区分为资本过度配置和资本配置不足。由表 4 列(1)的回归结果可知，新能源示范城市政策对资本过度配置 (gammak) 具有明显的抑制作用，回归系数为 -0.068，且在 1% 的显著性水平下显著。此结果表明，新能源示范城市政策能够通过“去”资本过度配置来有效促进经济增长，并且抑制碳排放。表 4 列(2)的结果显示，新能源示范城市政策对资本配置不足的影响不明显，不能缓解资本配置不足进而影响经济增长和碳排放。上述结论验证了理论假说 3，即新能源示范城市政策的“去”资本错配效应表现为有效抑制资本过度配置，对资本配置不足的影响不明显。可能的原因是：新能源示范城市政策通过供给侧结构性改革“去产能”和“引产业”发挥了资本再配置作用，企业的进入与退出机制进一步优化示范城市资本配置结构。但是进入新能源产业或其他相对清洁、高效行业的资本可能主要来自“去产能”释放的资本。

表 4 机制检验：“去”资本错配效应

	$\text{gamma} > 1$	$\text{gamma} < 1$
	(1)	(2)
<i>DID</i>	-0.068*** (0.016)	-0.014 (0.009)
控制变量	控制	控制
固定效应	控制	控制
样本量	2224	1474
<i>Adj-R</i> ²	0.668	0.800

六、异质性分析^①

(一)资源禀赋特征

根据国务院相关文件(国发(2013)45号)划分的全国城市资源类型,本文将样本城市划分为109个资源型城市和157个非资源型城市。根据回归结果,对于非资源型城市来说,新能源示范城市政策显著促进经济增长并降低了碳排放,实现降碳与增长兼得;对于资源型城市来说,政策效应主要体现在降碳方面,对经济增长的影响不显著。组间系数差异检验表明,新能源示范城市政策对经济增长的影响呈现明显的资源禀赋异质性;但对碳排放影响的差异不显著。可能的原因在于,资源相对匮乏的城市存在较高的能源使用成本,对新能源政策的需求更强、积极性更高,更容易通过政策措施实现能源转型(李豫新等,2023);资源相对丰富的城市容易产生锁定效应和路径依赖,挤压技术创新和人力资本投资,弱化新能源示范城市政策的生长效应(李江龙和徐斌,2018;Wang等,2022)。

(二)能源消费偏好^②

从目前新能源示范城市的规划与发展看,新能源主要包括光伏发电、风力发电等以电为主的清洁能源。因此,对电能消费的偏好不同可能会影响新能源示范城市政策的作用效果。本文以电能消耗占能源消耗的比重表示城市能源消费偏好特征,该值越大表示城市越倾向于消费电能,越小则表示更偏好其他能源。根据回归结果,在偏好电能消费的城市中,新能源示范城市政策能实现降碳与增长兼得;对于非偏好电能的城市,政策冲击显著促进了经济增长但对碳排放的影响不显著。组间系数差异检验表明,政策对经济增长的影响在两组样本之间不存在显著差异,对碳排放的影响存在显著的组间差异。原因可能与新能源的供给与消费有关。目前新能源供给以电能为主,但储能成本和传输成本均较高。如果城市偏好电能消费,则更有利于减少化石能源消耗,并增加以电能为主的清洁能源消耗,从而有助于降低碳排放(Wu等,2019)。

(三)环境规制强度

新能源示范城市政策是一种环境规制。因此,环境规制强度可能因地方政府实施政策的努力程度不同而存在差异,而环境约束性不同可能对经济增长和碳排放产生异质性影响。本文根据地方政府工作报告中有关环境保护的词频占比将样本区分为高环境规制强度和低环境规制强度。根据回归结果,在高环境规制强度下,新能源示范城市政策显著促进经济增长并降低碳排放;在低环境规制强度下,新能源示范城市政策对降碳与增长的影响均不显著。组间系数差

① 限于篇幅,省略图表分析,留存备索。

② 以2013年之前能源消费偏好样本均值为依据,按中位数将样本分为偏好电能与非偏好电能两组进行分组回归,并根据组间系数差异分析异质性。环境规制强度的分组方法与之相同。

异检验表明，至少在 10% 的显著性水平下支持新能源示范城市政策存在异质性影响的结论。这表明，在严格的环境规制下，新能源示范城市政策更易发挥降碳效应与增长效应。该结论支持了环境规制政策的有效性，验证了波特假说。

七、结论与政策启示

应对气候变化并实现经济可持续增长是生态文明建设的重要方面，能源清洁绿色转型是重要手段。本文立足于新能源示范城市政策这一准自然实验，基于可持续发展视角下两难困境的现实问题，将碳排放与经济增长纳入统一框架，试图从理论层面阐明新能源示范城市政策如何实现降碳与增长兼得的逻辑过程。本文利用 2006—2019 年中国 266 个地级及以上城市面板数据，实证检验该政策的降碳效应与增长效应，并进一步分析了影响机制和异质性问题。研究发现，新能源示范城市政策能有效抑制碳排放并促进经济增长，实现降碳与增长兼得。在经过平行趋势检验、安慰剂检验，排除了不可观测因素、缓解内生性问题等一系列稳健性检验后，这一结论依然成立。动态检验表明，新能源示范城市政策的降碳效应具有明显的持续性。机制分析表明，新能源示范城市政策通过绿色创新补偿效应和“去”资本错配效应实现碳减排和经济增长双赢，但“去”资本错配效应以抑制资本过度配置的方式发挥作用，缓解资本配置不足的作用不明显。根据研究结论，本文提出以下政策建议：

首先，总结新能源示范城市政策经验，推动能源转型。能源转型和清洁生产是生态文明建设的绿色可持续方式，而新能源示范城市政策具有明显的双赢效应。因此，政府应系统地总结新能源示范城市政策的实施经验并推广学习，进一步优化和完善新能源示范城市试点的评选标准和体系，形成可复制、可改进的案例并有序扩大试点范围。但是盲目地扩大试点范围而忽视政策的长效性可能会产生行政命令型政策成本和沉没成本。因此，应增强政策的稳定性、连续性和长效性，以现有的新能源示范城市形成有效的示范效应。以示范效应激发非示范城市的自主性和能动性，深化示范城市间、示范城市与非示范城市的政策合作与新能源技术推广利用，支持示范城市与非示范城市新能源建设。

其次，以技术进步和结构优化为手段，强化政策的双赢效应。机制分析表明，绿色创新补偿效应和“去”资本错配效应能促进技术进步和结构优化进而实现降碳与增长兼得。因此，需要从促进绿色技术创新和“去”资本错配着手，更好发挥政策的双赢作用。第一，中央政府应强化与新能源示范城市的有机联系与衔接联动性，完善对地方政府的政策激励，为绿色技术创新尤其是新能源技术开发与推广提供专项资金。第二，地方政府作为中央政府的代理人和地方公共服务的提供者，应完善人才引进机制和绿色融资平台建设，为绿色技术创新提供基础保障。由于绿色技术创新的双重外部性，地方政府应制定绿色创新的利益补偿机制，弱化外部性的同时激发企业的主观能动性。在此基础上，有效发挥市场作用，以市场机制进一步促进绿色创新发展。第三，地方政府应按市场机制有序引导企业退出和进入。同时，应制定合理有效的产业政策。虽然机制分析体现了技术进步和结构优化的共同作用，但应注重由“结构红利”向可持续的“技术红利”有序过渡。另外，地方政府仍应做好节能和“双脱钩”工作，在能源消耗的约束框架下进行经济发展规划，防止出现“杰文斯悖论”。

最后，政府应该因地制宜地制定差异化政策，提升政策的边际效应。新能源示范城市建设和运营是一项复杂的系统工程，地方政府应充分考虑城市节能体系，制定差异化的政策组合。针对资源丰富、偏好化石能源消耗的城市，地方政府应适当提升环境规制强度，加快淘汰城市煤电等落后产能，引导其有序退场或转型升级进而提高新能源利用效率。同时，应该转变企业和公众的能源消费观念，利用新能源产能来缓解能源供需的结构性矛盾，进而提升政策在不同

资源禀赋和能源消费偏好特征下的边际效应,这对于进一步降低碳排放和推进生态文明建设具有重要意义。

主要参考文献:

- [1]董直庆,王辉.市场型环境规制政策有效性检验——来自碳排放权交易政策视角的经验证据[J].统计研究,2021,(10):48-61.
- [2]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.
- [3]华岳,叶芸.绿色区位导向性政策的碳减排效应——来自国家生态工业示范园区的实践[J].数量经济技术经济研究,2023,(4):94-112.
- [4]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.
- [5]江艇.因果推断经验研究中的中介效应与调节效应[J].中国工业经济,2022,(5):100-120.
- [6]李江龙,徐斌.“诅咒”还是“福音”:资源丰裕程度如何影响中国绿色经济增长?[J].经济研究,2018,(9):151-167.
- [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]李文健,翁翕,龚六堂.政府如何激励创新?——基于委托—代理理论的研究[J].经济学(季刊),2022,(2):365-384.
- [9]李豫新,程洪飞,倪超军.能源转型政策与城市绿色创新活力——基于新能源示范城市政策的准自然实验[J].中国人口·资源与环境,2023,(1):137-149.
- [10]林伯强,孙传旺.如何在保障中国经济增长前提下完成碳减排目标[J].中国社会科学,2011,(1):64-76.
- [11]林伯强.碳中和进程中的中国经济高质量增长[J].经济研究,2022,(1):56-71.
- [12]林毅夫,陈斌开.发展战略、产业结构与收入分配[J].经济学(季刊),2013,(4):1109-1140.
- [13]刘秉镰,孙鹏博.开发区“以升促建”如何影响城市碳生产率[J].世界经济,2023,(2):134-158.
- [14]娄伟.基于“6A”理念的新能源城市规划方法研究[J].华中科技大学学报(社会科学版),2014,(2):54-59.
- [15]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.
- [16]史丹,李少林.排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证[J].中国工业经济,2020,(9):5-23.
- [17]宋弘,孙雅洁,陈登科.政府空气污染治理效应评估——来自中国“低碳城市”建设的经验研究[J].管理世界,2019,(6):95-108.
- [18]孙传旺,林伯强.中国工业能源要素配置效率与节能潜力研究[J].数量经济技术经济研究,2014,(5):86-99.
- [19]薛飞,陈煦.绿色财政政策的碳减排效应——来自“节能减排财政政策综合示范城市”的证据[J].财经研究,2022,(7):79-93.
- [20]杨刚强,王海森,范恒山,等.数字经济的碳减排效应:理论分析与经验证据[J].中国工业经济,2023,(5):80-98.
- [21]姚鹏,李金泽.以水定城:资源节约型评比达标赛如何“去”资本错配[J].世界经济,2023,(3):233-256.
- [22]张兵兵,周君婷,闫志俊.低碳城市试点政策与全要素能源效率提升——来自三批次试点政策实施的准自然实验[J].经济评论,2021,(5):32-49.
- [23]中国经济增长前沿课题组.绿色优先战略下的增长路径探索与治理实践[J].经济研究,2022,(9):27-45.
- [24]朱帮助,徐陈欣,王平,等.内部碳定价机制是否实现了减排与增收双赢[J].会计研究,2021,(4):178-192.
- [25]庄贵阳.中国低碳城市试点的政策设计逻辑[J].中国人口·资源与环境,2020,(3):19-28.

- [26]Acemoglu D, Aghion P, Bursztyn L, et al. The environment and directed technical change[J]. *American Economic Review*, 2012, 102(1): 131–166.
- [27]Borghesi S, Cainelli G, Mazzanti M. Linking emission trading to environmental innovation: Evidence from the Italian manufacturing industry[J]. *Research Policy*, 2015, 44(3): 669–683.
- [28]Chakraborty P, Chatterjee C. Does environmental regulation indirectly induce upstream innovation? New evidence from India[J]. *Research Policy*, 2017, 46(5): 939–955.
- [29]Chang C H. The influence of corporate environmental ethics on competitive advantage: The mediation role of green innovation[J]. *Journal of Business Ethics*, 2011, 104(3): 361–370.
- [30]Deschênes O, Greenstone M, Shapiro J S. Defensive investments and the demand for air quality: Evidence from the NOx budget program[J]. *American Economic Review*, 2017, 107(10): 2958–2989.
- [31]Destek M A, Aslan A. Disaggregated renewable energy consumption and environmental pollution nexus in G-7 countries[J]. *Renewable Energy*, 2020, 151: 1298–1306.
- [32]El-Kassar A N, Singh S K. Green innovation and organizational performance: The influence of big data and the moderating role of management commitment and HR practices[J]. *Technological Forecasting and Social Change*, 2019, 144: 483–498.
- [33]Harris D, Skeels C L. Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion[J]. *Economic Record*, 2011, 87(277): 350–352.
- [34]Lin B Q, Zhu J P. The role of renewable energy technological innovation on climate change: Empirical evidence from China[J]. *Science of the Total Environment*, 2019, 659: 1505–1512.
- [35]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.
- [36]Porter M E, van der Linde C. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. *Journal of Economic Perspectives*, 1995, 9(4): 97–118.
- [37]Sadikoglu E, Zehir C. Investigating the effects of innovation and employee performance on the relationship between total quality management practices and firm performance: An empirical study of Turkish firms[J]. *International Journal of Production Economics*, 2010, 127(1): 13–26.
- [38]Wang F J, Sun J Q, Liu Y S. Institutional pressure, ultimate ownership, and corporate carbon reduction engagement: Evidence from China[J]. *Journal of Business Research*, 2019, 104: 14–26.
- [39]Wang Q, Yi H T. New energy demonstration program and China's urban green economic growth: Do regional characteristics make a difference?[J]. *Energy Policy*, 2021, 151: 112161.
- [40]Wang S H, Wang X Q, Lu B B. Is resource abundance a curse for green economic growth? Evidence from developing countries[J]. *Resources Policy*, 2022, 75: 102533.
- [41]Wu J, Zuidema C, Gugerell K, et al. Mind the gap! Barriers and implementation deficiencies of energy policies at the local scale in urban China[J]. *Energy Policy*, 2017, 106: 201–211.
- [42]Wu W L, Cheng Y Y, Lin X Q, et al. How does the implementation of the policy of electricity substitution influence green economic growth in China?[J]. *Energy Policy*, 2019, 131: 251–261.
- [43]Yang C H, Tseng Y H, Chen C P. Environmental regulations, induced R&D, and productivity: Evidence from Taiwan's manufacturing industries[J]. *Resource and Energy Economics*, 2012, 34(4): 514–532.
- [44]Yang X D, Zhang J N, Ren S Y, et al. Can the new energy demonstration city policy reduce environmental pollution? Evidence from a quasi-natural experiment in China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2021, 287: 125015.
- [45]Zhang W, Li J, Li G X, et al. Emission reduction effect and carbon market efficiency of carbon emissions trading policy in China[J]. *Energy*, 2020, 196: 117117.

[46]Zhu J M, Fan Y C, Deng X H, et al. Low-carbon innovation induced by emissions trading in China[J]. *Nature Communications*, 2019, 10(1): 4088.

How to Make Carbon Reduction Compatible with Economic Growth: An Empirical Study Based on the New Energy Demonstration City Policy

Cheng Hongfei, Li Yuxin, Cao Mengyuan

(School of Economics and Management, Shihezi University, Shihezi 832003, China)

Summary: The carbon peaking and carbon neutrality goals require that economic growth must be integrated into the framework of climate change. How to implement effective policies to overcome the dilemma between carbon reduction and economic growth? China has proposed the new energy demonstration city (NEDC) policy, which plans to combine clean energy with urban construction to achieve energy transition. Whether and how the NEDC policy can overcome the dilemma of sustainable development remains to be tested. This paper incorporates carbon reduction and economic growth into a unified framework, constructs a DID model based on the NEDC policy, and uses the data of cities at and above the prefecture level from 2006 to 2019 for empirical testing. It is found that the NEDC policy can significantly reduce carbon emissions and promote economic growth. Mechanism analysis shows that the green innovation compensation effect not only plays the role of green technology progress in carbon reduction, but also promotes economic growth. The capital misallocation eliminating effect optimizes the capital allocation structure and improves the allocation efficiency, thereby promoting economic growth while reducing carbon emissions.

The findings lead to the following policy suggestions: First, the central government needs to summarize the experience of the NEDC policy and promote the development of energy transformation at a higher level, further optimize the selection criteria for NEDC pilots, and form replicable cases to expand the scope of pilots in an orderly manner. Second, local governments need to focus on improving the green growth effect of policies, do a good job in energy saving and “double decoupling”. Third, local governments need to develop a differentiated combination of policy tools according to local conditions, so as to enhance the marginal effect of policies, and replace effective space for the deep use of new energy. This paper makes the following contributions: First, the integration of carbon emissions and economic growth into the unified framework explains the internal mechanism of the NEDC policy, enriching the theoretical analysis of energy transition policies. Second, it accurately identifies the causal relationship between the NEDC policy, carbon emissions, and economic growth, providing effective policy tools and reference significance for the construction of ecological civilization. Third, it expands the research direction of policy evaluation, which is helpful to comprehensively summarize the experience of the NEDC policy.

Key words: new energy demonstration city; carbon reduction and economic growth; green innovation compensation; capital misallocation; dilemma

(责任编辑 顾 坚)