第45卷 第3期
2026年9月

《新疆师范大学学报》(自然科学版)
Journal of Xinjiang Normal University
(Natural Sciences Edition)

Vol.45,No.3
Sept. 2026

城市绿色治理与减污降碳协同效应分析
——基于新能源示范城市政策的经验研究

魏春晓[1],沙依甫加玛丽·肉孜[1,2*]
(1.新疆师范大学 商学院,新疆 乌鲁木齐 830017;2.丝绸之路经济带核心区产业高质量发展研究中心,新疆 乌鲁木齐 830017)

摘 要:能源结构转型是我国当前极为关键的战略任务之一。新能源示范城市政策作为能源结构转型的核心政策工具,不仅是推动清洁能源创新和产业升级的重要试验场,更是实现城市绿色治理的关键举措。文章基于2005—2022年272个地级市减污降碳协同数据,利用双重差分模型、非期望超效率SBM模型和耦合协调度模型、空间杜宾模型、核密度估计和文本分析法等方法实证检验了城市绿色治理的减污降碳协同效应。研究发现,新能源示范城市政策具有显著的减污降碳协同效应,且通过倾向得分匹配、安慰剂检验等一系列稳健性检验。研究发现,新能源示范城市政策通过激发绿色技术创新和增强环境规制来促进减污降碳协同。异质性分析表明,在非资源禀赋、科学技术水平与市场化水平双高的东部城市,该政策的减污降碳协同效应更为显著。最后,新能源示范城市政策存在空间溢出效应,即新能源技术扩散与产业联动可打破地域边界,带动周边城市协同减污降碳。上述研究为新能源政策部署、加快城市能源转型、减污降碳协同提供了启示。

关键词:新能源示范城市政策;减污降碳;空间溢出效应;绿色技术创新
中图分类号:X321 **文献标识码:**A **文章编号:**1008-9659(2026)03-0020-14

随着全球工业化进程的加速推进,能源危机和环境问题成为世界各国面临的严峻挑战。据统计,2024年全球二氧化碳排放量达416亿吨,其中与化石燃料相关工业进程中的二氧化碳排放量占总排放量的近90%,我国排放量在全球总排放量中所占比重仍然较高,减污降碳工作任重而道远。在此背景下,我国通过“双碳”目标构建新型能源体系,探索可持续的能源发展路径。“十四五”现代能源体系规划以“清洁低碳、安全高效”为核心,明确2025年非化石能源消费占比20%、单位GDP碳排放下降18%的目标,依托新能源示范城市政策,通过源头和终端双重治理机制,建立专项资金扶持、技术标准规定等推动城市绿色治理模式革新,积极应对当前环境与能源挑战。研究该政策对减污降碳协同的影响能够深入剖析政策实施的成效与潜在问题,为后续政策优化调整提供实证依据,进一步完善新能源政策体系,强化减污降碳协同治理效果,推动经济社会发展与生态环境保护的良性互动,助力我国在全球可持续发展进程中发挥更为积极的作用。

1 文献综述

关于减污降碳协同的相关研究,可分为以下三个层面。首先,在宏观层面,数字经济[1]的发展是驱动减污降碳的重要力量。具体而言,数据要素的流通[2]、数字贸易的扩展[3]、人工智能技术的应用[4]以及绿色技术创新[5]共同增强了城市的减污降碳效应。与此同时,新质生产力[6]的培育与发展,也被证实能够有效助推减污降碳进程。其次,在微观层面,研究聚焦于企业行为与技术渗透。企业内部通过披露、减源、创新与投资等效应的共同作用,显著提升了减污降碳治理水平[7]。外部则依托产业链的协同,企业间的前后向关联融合有助于工业领域实现减污降碳协同增效[8],特别是产业链上下游企业间紧密的合作关系[9]以及工业机器人

[收稿日期]2025-09-17 [修回日期]2025-10-13
[基金项目]新疆师范大学博士科研启动基金项目(XJNUBS202208);新疆师范大学智库招标课题(ZK202325C);新疆高校基本科研业务费科研项目(XJEDU2023P084);国家社会科学基金西部项目(22XJY037)。
[作者简介]魏春晓(2002-),女,硕士研究生,主要从事区域经济学方面研究,E-mail:3461574159@qq.com.
*[通讯作者]沙依甫加玛丽·肉孜(1986-),女,副教授,主要从事西方经济学方面研究,E-mail:1626571579@qq.com.

等人工智能技术的深度应用[10]，为企业协同降低污染与碳排放提供了关键路径。最后，在测度层面，学界主要采用耦合协调度模型[11]、协同控制效应坐标系[12]以及交叉弹性分析法[13]等，对减污降碳协同程度进行量化评估。

关于新能源示范城市政策的研究主要聚焦于经济效应、绿色转型影响等方面。从经济效应来看，新能源示范城市政策的实施能够促进区域经济增长，并且随着政策的不断推进，区域的经济增长效应逐渐强化[14]，能够有效吸引中国外商直接投资的流入，还能提升邻近城市外商直接投资吸引能力[15]。新能源示范城市政策显著增强新能源企业的绿色创新[16]，但是随着政策的实施，中国新能源企业的绿色创新分化程度逐渐扩大，出现“马太效应”现象。从绿色转型来看，有学者利用合成控制法和空间计量模型评估新能源示范城市建设对绿色全要素生产率的促进作用[17]，得出结论：政策的实施使该地区绿色技术实现了跃升，从而使当地工业企业进行绿色转型升级，尤其是国有性质、高竞争行业以及资源型城市企业更为明显[18]。与此同时，部分学者认为在大力提倡新能源发电时，企业的电力传输与分配效率低可能导致不可预期的空气污染[19]，碳捕集的可用性可能导致某些发电由天然气转移至煤炭，从而导致共存污染物的显著增加。关于大力提倡新能源代替传统燃料是否会出现新的污染，新污染的叠加是否会导致地区碳排放和污染排放更严峻等存在歧义。

目前，关于新能源示范城市政策对减污降碳协同的直接研究较少，因此，本研究从减污降碳协同的两个核心维度，即碳减排与污染治理两个方面进行阐述。在碳减排方面，多数学者认为，新能源示范城市政策能够显著降低城市的碳排放量[20]。具体而言，该政策通过财政补贴与金融支持等方式，激励企业进行绿色技术创新[16]，进而推动绿色转型，同时强化环境规制，从而提升城市的绿色低碳发展水平。在污染治理方面，新能源示范城市政策被证实有助于减少工业废水、废气及其他污染物的排放，进而有效缓解城市环境污染[21]。其具体路径包括推动企业履行环境责任、促进能源技术创新、强化地方政府激励等。

综上所述，虽然现有学者在相关领域进行了丰富的有益研究，但新能源示范城市政策效果对减污降碳协同方面的研究仍需进一步深入。本研究的贡献主要体现在以下几个方面：其一，本研究借助新能源示范城市政策所构建的准自然实验场景，基于2005—2022年272个地级城市面板数据，运用双重差分模型（DID），考察城市绿色治理的减污降碳协同效应，拓展了碳排放或污染排放的研究视角；其二，文章研究得出，碳排放或污染排放的城市绿色治理主要通过环境规制与绿色技术创新两条路径来提高减污降碳协同效应，同时从地理区位、资源禀赋、科技水平和市场化水平进行相关异质性分析；其三，本研究基于空间DID方法，检验政策的空间溢出效应，为我国实现绿色可持续发展、提升减污降碳协同效率提供一定的理论支持和实践参考。

2 理论分析与研究假设

2.1 新能源示范城市政策对减污降碳协同效应的直接影响

新能源示范城市政策从能源供给侧出发，通过强化清洁能源应用、提高清洁能源使用占比，促进城市的减污降碳协同效应。首先，新能源示范城市政策大力支持太阳能、风能、水能、生物质能等可再生资源的利用，并推动新能源基础设施建设，如太阳能电站、风能发电厂等，由此减少对传统化石能源的依赖，从源头上降低因燃烧化石燃料产生的二氧化碳及各类污染物的排放[22]。其次，新能源示范城市政策通过财政补贴、税收优惠、土地政策等手段，吸引新能源企业入驻示范城市，给予光伏、风电、新能源汽车等企业建设和运营补贴，在该地规模化发展，由此减少对传统高污染、高碳排放产业的依赖，实现城市的减污降碳。最后，新能源示范城市政策推动充电桩等新能源配套设施布局，鼓励居民选择新能源汽车出行，降低交通碳排放。2023年，我国新能源汽车销量949.5万辆，市场渗透率为31.6%，较2022年增加了6个百分点。此外，新能源示范城市政策还能推动城市节能绿色改造与清洁取暖同步实施，利用太阳能、生物质能等满足建筑供热制冷等用能需求，从而达到城市减污降碳的目的。

基于此，提出假设1：H1：新能源示范城市政策对城市的减污降碳协同具有显著促进作用。

2.2 新能源示范城市政策对减污降碳协同效应的间接影响

2.2.1 绿色技术创新

新能源示范城市政策通过构建“标准约束+市场激励”的驱动机制，系统推动绿色技术创新并强化减污

降碳协同效应[23]。具体而言,一方面,新能源示范城市政策通过强制技术准入标准形成倒逼机制,要求企业进行绿色技术突破。例如,山西美锦能源作为国内氢能全产业链布局的企业,积极响应新能源示范城市政策,在氢能领域进行全方位的探索与研发,并在2024年推出首条氢能公交示范线,为降低交通领域的碳排放发挥了重要作用。另一方面,通过专项财政引导社会资本投入绿色产业,吸引资金、人才和技术资源集聚形成区域性绿色创新集聚,这种产业升级与集聚效应加速了绿色技术的研发和规模化应用,形成绿色创新活动的正向激励循环。这种以绿色技术创新为核心的内生动力机制,为城市实现减污降碳目标提供了可操作的实践路径。

基于此,提出假设2:H2:绿色技术创新是新能源示范城市政策促进减污降碳协同的重要机制。

2.2.2 环境规制

新能源示范城市政策利用环境规制对地方政府与地方企业实施双重约束,构建环境质量考核、清洁标准实施与硬性指标约束相结合的规制框架[23],有效促进城市减污降碳协同效应提升。具体而言,一方面,新能源示范城市政策将减污降碳目标纳入地方政府的考核体系,对地方政府在新能源推广、节能减排、环境质量改善等工作进行考核评估,并将考核结果与财政专项资金分配挂钩[28],激励地方政府积极推进新能源示范城市建设。另一方面,对示范区企业设定能源消耗强度硬性指标并构建完善的环保信用评价体系,将超标排放的企业纳入信用惩戒名单,倒逼企业淘汰落后产能[22]。与此同时,从源头着手,严格限制高污染、高碳排放项目准入,保障该区域的可持续发展,实现绿色化转型,从而推进城市减污降碳协同效应的提升。

基于此,提出假设3:H3:环境规制是新能源示范城市政策促进减污降碳协同的重要机制。

2.3 新能源示范城市政策的空间溢出效应

新能源示范城市政策的实施、城市积累的政策及管理经验对相邻城市具有示范作用,促使其制定本地新能源政策。为实现区域可持续发展,城市间还会加强能源、环境合作,例如,共建跨区域新能源输送网络,优化清洁能源配置;建立区域环境联合监测治理机制,共同应对跨区域环境问题。这种合作有利于整合区域资源,形成协同效应,扩大新能源示范城市政策的减污降碳效果。在太阳能光伏领域,这些城市的企业、科研机构取得技术突破后,技术成果会随着人员流动、企业交流向相邻城市扩散,促进区域协调发展[24]。相邻城市企业借鉴新技术,提升能源利用效率,降低对传统化石能源的依赖,减少碳排放。从行业角度来看,实施新能源示范城市政策的城市,会促使当地企业加速进行绿色技术创新,并将其溢出扩散至传统行业,间接推动跨界创新。

基于此,提出假设4:H4:新能源示范城市政策具有空间溢出效应。

上述影响机理如图1所示。

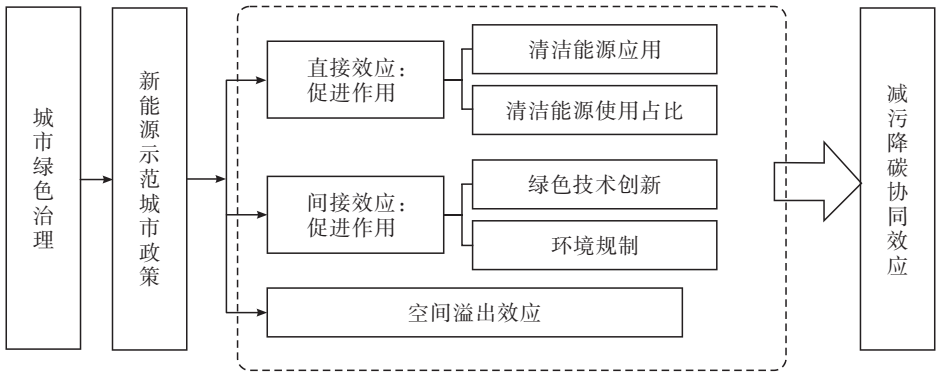

图1 影响机理图

3 模型设计与变量测度

3.1 模型设定

为研究新能源示范城市政策对减污降碳协同的效应,文章采用双重差分模型进行回归分析。具体公式如下

$$PRCR_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Policy_{it} + \alpha_2 Control_{it} + ProvFE + YearFE + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中，$PRCR_{it}$为t年i地区的减污降碳协同水平，$Policy$为新能源示范城市政策，$Control$为控制变量，$ProvFE$、$YearFE$分别为地区、年份固定效应，ε_{it}为随机扰动项。

为进一步检验影响机制，参考江艇[25]的做法，采用两阶段法构建模型进行检验，模型构建如下

$$PRCR_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Policy_{it} + \alpha_2 Control_{it} + ProvFE + YearFE + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$M_{it} = \beta_0 + \beta_1 Policy_{it} + Control_{it} + v_i + u_t + \theta_{it} \quad (3)$$

式(2)中的解释变量对被解释变量的影响与式(1)保持一致。式(3)重点分析解释变量对机制变量的作用，其中，M_{it}表示机制变量。

为探究新能源示范城市政策的空间溢出效应，在基准双重差分模型基础上引入空间交互项，参考石虹等人[26]的做法，使用经济距离矩阵对空间效应进行研究。构建空间双重差分模型(式(4))，系统评估该政策对邻近地区减污降碳协同的空间外溢作用，模型如下

$$PRCR_{it} = \rho W_{ij} \times PRCR_{it} + \gamma_1 Policy_{it} + \gamma_2 W_{ij} \times Policy_{it} + \gamma_3 Control_{it} + \gamma_4 W_{ij} \times Control_{it} + ProvFE + YearFE + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中，ρ表示空间自回归系数，γ_2为核心解释变量的空间滞后项系数，W为空间权重矩阵，$PRCR_{it}$表示i地区在t年的减污降碳协同水平，$Policy_{it}$为新能源示范城市政策，$Control_{it}$包括控制变量，$ProvFE$、$YearFE$分别为地区、年份固定效应，ε_{it}为随机扰动项。

3.2 变量定义与数据来源

3.2.1 被解释变量：减污降碳协同效应($PRCR$)

减污降碳协同效应指通过控制CO_2排放实现大气污染物(本研究特指SO_2)的同步削减，从而产生环境治理的双重效益。本研究采用两阶段方法评估协同效应实施效果。

第一阶段基于非期望效率的SBM模型。首先，基于非期望产出SBM模型，同步评估碳减排与污染治理效率。借鉴李子豪等人[27]建立的评价框架，指标体系包含三个维度：投入要素、期望产出与非期望产出。投入要素用固定资本存量、年末就业人数衡量，期望产出以区域实际生产总值表示，非期望产出用CO_2与SO_2排放量表示。其次，设定模型运算机制。设定k个决策单元，各单元分别具有m项投入、s_1项期望产出和s_2项非期望产出，对应向量组为(x, y, z). 在规模报酬不变约束条件下，构建的非期望产出SBM模型如式(5)所示。模型参数中，λ表示权重向量，s为松弛变量，目标函数ρ表征决策单元效率值，其取值范围为0~1. 当$\rho = 1$时代表效率最优，反之则表明存在改进空间。

$$\rho = \min \frac{1 + \frac{1}{m}\sum_{i=1}^{m}\frac{s_i^x}{x_{i0}}}{1 - \frac{1}{s_1 + s_2}\left(\sum_{k=1}^{s_1}\frac{s_k^y}{y_{k0}} + \sum_{l=1}^{s_2}\frac{s_l^z}{z_{10}}\right)}$$

$$s.t.\begin{cases} x_{i0} \geqslant \sum_{j=1,\neq 0}^{n}\gamma_j x_j - s_i^x, \forall i \\ y_{k0} \leqslant \sum_{j=1,\neq 0}^{n}\gamma_j y_j + s_k^y, \forall k \\ z_{l0} \geqslant \sum_{j=1,\neq 0}^{n}\gamma_j z_j - s_l^z, \forall l \\ 1 - \frac{1}{s_1 + s_2}\left(\sum_{k=1}^{s_1}\frac{s_k^y}{y_{k0}} + \sum_{l=1}^{s_2}\frac{s_l^z}{z_{l0}}\right) > 0 \\ s_i^x \geqslant 0, s_k^y \geqslant 0, s_l^z \geqslant 0, \gamma_j \geqslant 0, \forall i, j, k, l \end{cases} \quad (5)$$

第二阶段采用耦合协调度模型计算的综合指标衡量减污降碳协同发展水平。设定如下耦合协调度模型

$$C = 2 \times \sqrt{\left[\frac{\partial_{ij}\delta_{ij}}{(\partial_{ij} + \delta_{ij})^2}\right]} \quad (6)$$

$$T = \alpha\partial_{ij} + \beta\delta_{ij} \quad (7)$$

$$D = \sqrt{C \times T} \tag{8}$$

模型核心参数定义如下:耦合度(C)反映碳减排与污染治理两系统的相互作用强度;(T)表示碳减排与污染治理两个子系统的综合协调度指数,其计算满足$\alpha = \beta = 0.5$的等权约束条件。耦合协调度(D)表征系统间协同发展水平的综合指标,通过式(6)所示的耦合协调度函数,可将减污降碳协同水平(*PRCR*)量化为连续型被解释变量。研究采用*PRCR*作为核心观测变量,为后续驱动机制分析提供量化基准。

3.2.2 核心解释变量:城市绿色治理(*Policy*)

城市绿色治理的实质是政府利用新能源推广绿色技术创新和环境规制督导,来提升政策的有效性、决策的科学性和公共管理效能,推动城市绿色化发展。新能源示范城市政策的创建对我国城市绿色经济效率提升具有重要意义。一方面,新能源示范城市政策通过设立新能源开发利用量等具体的评价指标,对试点城市中的高能耗、高污染工业企业实施限制,引导企业选择技术升级和改变能源结构,进而推动整个产业体系向低碳化方向发展。另一方面,在新能源示范城市建设中,政府制定一系列绿色政策,激励企业加大环保投入、采用绿色技术和工艺、减少污染排放。通过一系列绿色化手段使政策自上而下施行,最终促进企业改革,实现减污降碳。因此,本研究样本设计具体如下:将2014年获批的81个新能源示范城市的政策虚拟变量赋值为1,将同期未入选政策的191个城市的政策虚拟变量赋值为0. 同时设置时间虚拟变量反映政策冲击时点:将政策前时期即2014年前时间变量赋值为0,将政策后时期即2014年及以后时间变量赋值为1. 通过交叉项(实验组×时间变量)捕捉政策净效应,有效控制时间趋势与城市固有特征的影响。

3.2.3 机制变量

结合理论分析,选用绿色技术创新(*GI*)和环境规制(*ER*)作为机制变量,检验新能源示范城市政策减污降碳协同的内在机理。其中,绿色专利涵盖了新能源、资源节约、污染治理等多个绿色技术领域,其申请总量能够直观且全面地反映一个城市在绿色技术创新方面的活跃度和成果产出,是衡量绿色技术创新水平的有效量化指标。因此,采用城市绿色专利申请总量来衡量绿色技术创新。在此基础上,参考王镝等人[28]的研究视角,将绿色技术创新细分为策略型绿色创新(*SI*)和实用型绿色创新(*PI*)两个维度,其中,策略型绿色创新通过绿色实用新型专利申请量衡量,实用型绿色创新通过绿色发明专利申请量来衡量。为探究环境规制对政策效果的调节作用,文章通过对政策文件、法律法规、政府工作报告等文本内容进行结构化分析,提取与环境规制相关的关键词,采用python软件统计各地级市政府工作报告中环境词汇量占政府工作报告的比重,以此构建环境规制指标。

3.2.4 控制变量

为控制其他影响碳排放和污染排放的地区特征,本研究基于环境库兹涅茨曲线理论与新结构经济学框架,选取五类关键控制变量:经济发展水平(*GDP*)采用经价格指数平减的人均*GDP*度量;政府干预强度(*GOV*)以财政预算内支出与地区生产总值的比值测算;市场化进程(*MAR*)以城镇私营单位从业人员占总从业人员的比重量化;产业结构特征(*IND*)采用第二产业增加值占比表征;人口集聚度(*HM*)以年末常住人口自然对数衡量(表1)。

表1 描述性统计

类别	变量	含义	样本量	均值	标准差
被解释变量	*PRCR*	减污降碳协同	4528	0.212	0.109
核心解释变量	*Policy*	城市绿色治理	4528	0.112	0.301
机制变量	*GI*	绿色技术创新	4528	240.000	954.000
	ER	环境规制强度	4528	0.953	0.408
控制变量	*GDP*	经济发展状况	4528	10.460	0.772
	IND	工业化水平	4528	3.808	0.285
	HM	人口规模	4528	5.875	0.708
	MAR	市场化程度	4528	6.092	2.773
	GOV	政府干预程度	4528	0.191	0.126

3.2.5 数据来源

本研究基于2014年设立的新能源示范城市，构建双重差分模型进行回归分析。考虑估计结果可能受到其他政策或潜在因素的干扰，在尽可能控制其他政策影响的条件下，综合权衡数据的可获得性与样本的完整性，选取2005—2022年中国272个地级市作为研究样本。研究数据主要来源于《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》以及各省市统计年鉴。

4 实证分析

4.1 演变趋势分析

为分析减污降碳协同的演变趋势，本研究运用核密度估计图开展相关分析。核密度估计法可借助平滑的密度曲线，对随机变量的概率密度函数进行精准估计。该方法的优势在于无需依赖先验模型与参数假设，且估计结果具有较强的稳健性，这使其在空间非平稳估计领域得到广泛应用。具体公式如下

$$\hat{f}(x_0)=\frac{1}{nh}\sum_{i=1}^{n}K[(x_i-x_0)/h] \tag{9}$$

其中，$\hat{f}(x_0)$为核密度估计值，n为样本数，h为宽带，$K[(x_i-x_0)/h]$为核函数，(x_i-x_0)为估计点到观测点的距离。

选择2005年、2014年和2022年作为观察年份，分析减污降碳协同的动态变化趋势（图2）。从核密度曲线来看，2014年新能源政策实施后，减污降碳协同水平发生了显著变化。2005年，曲线在低值区域有一个明显的高峰，表明当时减污降碳协同水平较低，协同推进成效有限。2014年新能源政策实施后，曲线在中等值区域的密度增加，峰值向右移动，反映出政策初步实施阶段对协同的积极影响，处于中等协同程度的样本增多。到2022年，曲线在中高值区域的密度进一步提高，整体曲线更加平缓且向右延伸，说明经过多年的政策推进，协同水平显著提升，更多样本达到较高协同程度。综上所述，新能源政策的实施有效推动了减污降碳协同效应的提升，政策的长期推进使其效能愈发凸显，协同范围和深度不断拓展。

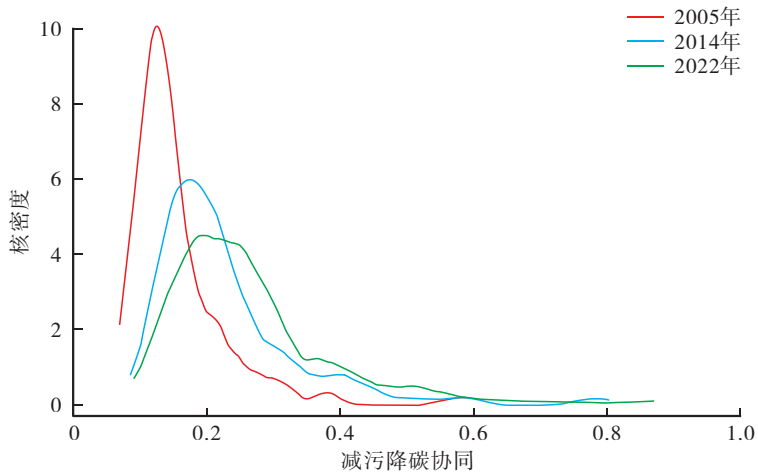

图2 核密度分析图

4.2 基准回归结果分析

新能源示范城市政策对减污降碳协同效应的基准回归结果如表2所示。为确保研究结果的稳健性和可靠性，采用逐步回归的方法，依次引入不同的控制变量和固定效应。具体而言，模型1仅包含新能源示范城市政策这一核心解释变量；模型2在此基础上加入了一系列控制变量，包括经济发展水平、政府干预、人口规模等；模型3进一步引入时间固定效应和城市固定效应，以控制时间趋势和城市异质性对结果的影响。在加入控制变量及城市、时间固定效应后，新能源示范城市政策的回归系数在1%的水平上显著为正，表明该政策能有效推动城市减污降碳协同发展。这说明新能源示范城市政策的实施不仅有助于削减污染物排放，还能有效降低碳排放，从而实现环境质量改善的终极目标。

表2 基准回归

变量	模型1	模型2	模型3
Policy	0.014***	0.004***	0.008***
	(0.002)	(0.001)	(0.002)
GDP		0.0001***	0.001***
		(0.0002)	(0.002)
GOV		0.005	0.01
		(0.007)	(0.006)
IND		0.0002***	0.0002***
		(0.0001)	(0.0001)
HM		0.0002***	0.0004***
		(0.0001)	(0.0001)
MAR		−2.58e−06***	−2.69e−06***
		(0.0001)	(0.0001)
ProvFE	NO	NO	YES
YearFE	NO	NO	YES
Obs	4528	4528	4528
R^2	0.913	0.924	0.923

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

4.3 稳健性检验

4.3.1 事前趋势检验

在使用双重差分法评估政策效应时,事前趋势检验是必要的前提条件。文章采用事件分析法进行事前趋势检验,构建如下模型

$$PRCR_{it} = \alpha + \sum_{t-4}^{5} \beta_t Policy_{it} + \delta Control_{it} + \mu_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (10)$$

其中,*Policy*表示新能源示范城市政策实施前四年、当年及后五年的虚拟变量,城市i在第t年及以后成为试点取1,否则取0.β_t是政策推行前后各年份的系数估计值,体现政策实施后第t年试点与非试点城市在减污降碳协同水平上的差异。用图示法对比新能源示范城市政策实施前后城市的减污降碳协同情况(图3),以直观呈现政策效应动态变化。结果表明,政策实施前,实验组与对照组的减污降碳协同水平无显著差异,

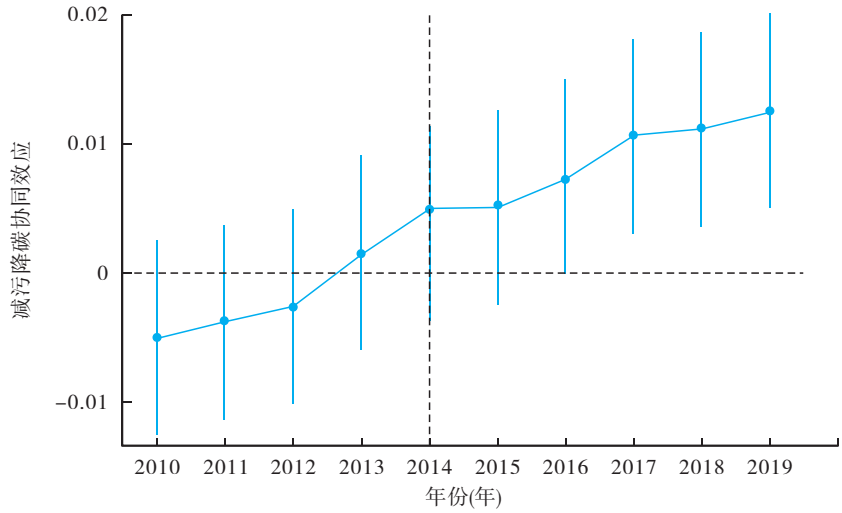

图3 平行趋势检验

各期回归系数均不显著。这一结果排除了系统性差异对估计结果的干扰,从而证实污染和碳排放的下降确实源于新能源示范城市政策的实施效果。

4.3.2 安慰剂检验

为排除不可观测因素的干扰,采用安慰剂检验方法。随机生成实验组和对照组,构建虚拟政策交互项进行模拟估计,重复500次以验证结果的稳健性。减污降碳协同的安慰剂检验结果(图4)显示,估计系数集中分布在零值附近,与真实政策效应形成显著差异。结果证实新能源示范城市政策的减污降碳协同效果具有统计显著性,排除了其他潜在因素的干扰,支持了政策效应的因果推断。

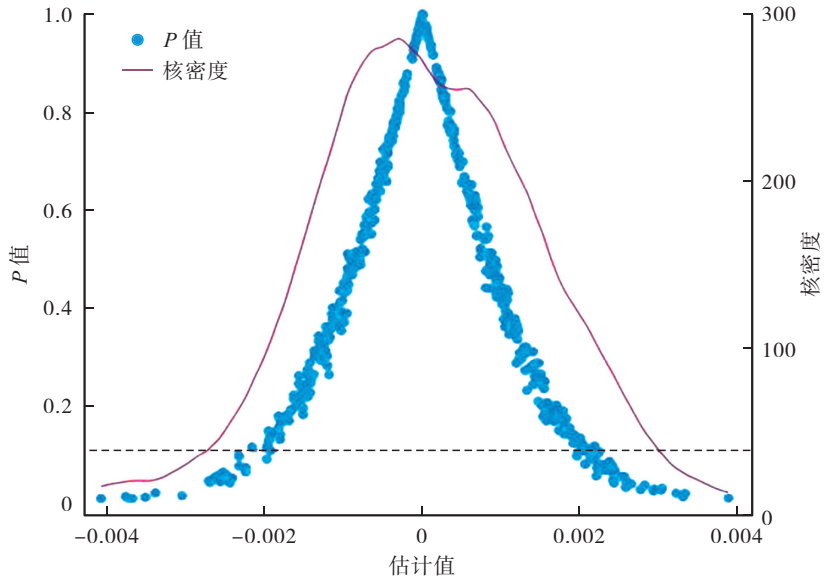

图4 安慰剂检验

4.3.3 PSM-DID检验

为缓解样本自选择可能带来的估计偏差,研究采用倾向得分匹配法进行修正。以全部控制变量为协变量构建Logit模型,经1∶1最近邻匹配筛选样本后,基于双重差分模型对匹配样本进行回归。由完成近邻匹配前后两组样本的核密度图(图5、图6)可以看出,在完成近邻匹配后,两组样本的核密度分布更为接近,检验结果说明匹配是有效的。同时表3列(1)结果显示,关键变量回归系数显著为正,表明新能源示范城市政策对减污降碳协同具有显著促进作用。

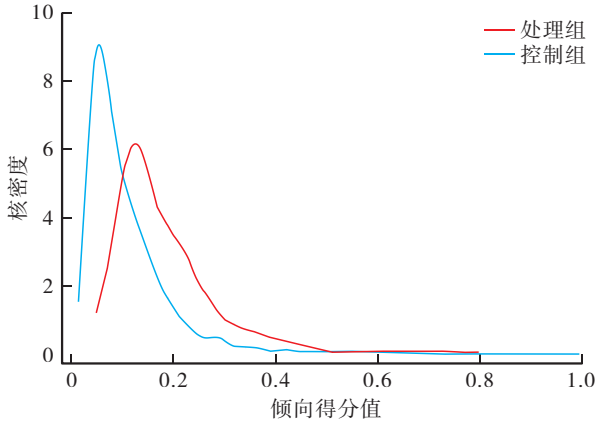

图5 匹配前核密度图

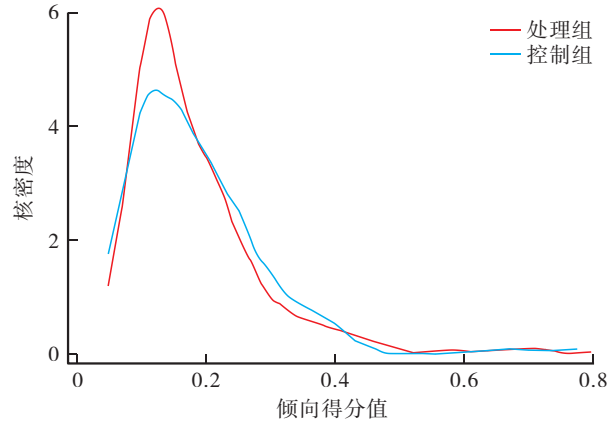

图6 匹配后核密度图

4.3.4 剔除弱内生性样本

城市行政级别不同可能导致资源非平衡分布,从而影响结论的可靠性,因此,剔除直辖市和省会城市样本。表3列(2)结果显示,在剔除这些弱内生性样本后,示范城市仍能实现减污降碳协同治理,进一步支持结论的稳健性。

表3 稳健性检验

变量	倾向得分匹配(1)	剔除弱内生性(2)	剔除极端值影响(3)	排除其他政策(4)
Policy	0.017**	0.003***	0.003***	0.0035**
	(0.007)	(0.001)	(0.001)	(0.002)
Controls	YES	YES	YES	YES
YearFE	YES	YES	YES	YES
ProvFE	YES	YES	YES	YES
Obs	600	4048	4320	4192
R^2	0.940	0.803	0.780	0.722

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

4.3.5 剔除极端值影响

为避免极端值的干扰,对连续变量进行1%的缩尾处理。具体而言,对于每个连续变量,将小于1%分位数的观测值替换为1%分位数值,将大于99%分位数的观测值替换为99%分位数值。这种处理方法能够有效降低异常值对回归结果的扭曲效应,同时避免直接删除观测值导致的信息损失。表3列(3)结果显示,在缩尾处理后,估计结果依然稳健,表明结论不受极端值的影响。

4.3.6 排除其他政策干扰

为排除其他政策对减污降碳协同水平的潜在影响,本研究剔除了同时期实施其他相关政策的城市样本。表3列(4)结果显示,在剔除这些城市样本后,结果依然显著,表明减污降碳协同效应确实由新能源示范城市政策所导致。

综上所述,通过倾向得分匹配、剔除弱内生性样本、缩尾处理以及排除其他政策干扰等多种稳健性检验,本研究进一步验证了新能源示范城市政策对减污降碳协同具有显著促进作用。

4.4 工具变量外生性讨论

变量之间双向因果关系可能产生严重的内生性问题,为此,选取各城市地形起伏度(*UD*)作为示范城市的工具变量,进行外生性讨论。基于2SLS估计结果(表4列(1))显示,城市地形起伏度有利于示范城市建立,且两者具有较强的关联性。第一阶段的F值为10.232(>10),且*P*值为0.0014,符合检验法则。列(2)结果显示,引入工具变量后,新能源示范城市政策对减污降碳协同的影响方向保持稳定,并依然在1%的显著性水平上通过检验。数据分析结果与工具变量外生性假设一致。

表4 内生性检验

估计阶段	第一阶段(1)	第二阶段(2)
被解释变量	*Policy*	*PRCR*
UD	−0.103*	
	(0.060)	
Policy		0.004***
		(0.001)
Controls	YES	YES
Obs	4528	4528
R^2	0.719	0.787

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

4.5 影响机制分析

研究表明,城市绿色治理有助于提升减污降碳协同效应。理论分析表明,这一提升主要借助绿色技术创新与环境规制的强化来达成。为验证影响机制的有效性,本研究依据式(2)和式(3)展开实证检验。

由系统性的检验结果(表5)可知:首先,在绿色技术创新的传导路径(表5列(2))中,*Policy*对*GI*的回归

系数显著为正,这一结果充分验证了城市绿色治理举措对激发绿色技术创新的显著推动作用。其次,策略型绿色创新与实用型绿色创新系数(表5列(3)和列(4))均显著为正,同时实用型绿色创新系数大于策略型绿色创新系数,即新能源示范城市政策的提出对城市绿色创新的影响偏向于实用型技术的创新而非迎合相关政策的低价值技术创新。赵喜仓等人[29]的研究证实绿色技术创新是提升减污降碳协同水平的关键驱动力,本研究完善了这一逻辑链条,即城市绿色治理通过催生更多的绿色技术创新成果,显著提升了城市的减污降碳协同效能。这一传导机制凸显了政府政策在引导技术创新方向、构建绿色技术体系方面的重要作用,也为后续探讨如何进一步优化绿色技术创新政策以强化减污降碳协同效应提供了关键切入点。

表5 机制效应结果(一)

变量	减污降碳协同(1)	绿色技术创新(2)	策略性创新(3)	实用型创新(4)
Policy	0.006**	214.812***	118.686***	215.048***
	(0.002)	(52.613)	(32.161)	(39.116)
Controls	YES	YES	YES	YES
YearFE	YES	YES	YES	YES
ProvFE	YES	YES	YES	YES
Obs	4528	4528	4528	4528
R^2	0.428	0.372	0.334	0.458

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

城市绿色治理对环境规制的回归结果(表6)显示其系数显著为正,这有力地表明了城市绿色治理举措能够有效增强地方政府的环境规制强度。田淑英等人[30]的研究已证实,环境规制强度的提升是促进城市减污降碳协同水平提高的关键因素之一。因此,本研究的结果进一步说明,城市绿色治理能够通过强化环境规制强度,推动城市减污降碳协同水平的提升。具体而言,城市绿色治理通过制定和实施更严格的环境政策与法规,加大环境监管力度,促使企业采取更环保的生产方式,从而在减少污染物排放的同时降低碳排放,实现减污与降碳的协同增效。

表6 机制效应结果(二)

变量	减污降碳协同(PRCR)	环境规制(ER)
Policy	0.013*	0.059***
	(0.006)	(0.028)
Controls	YES	YES
YearFE	YES	YES
ProvFE	YES	YES
Obs	4528	4528
R^2	0.035	0.406

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

4.6 异质性分析

4.6.1 科学技术异质性

在科学技术深入推进过程中,我国各地级市的科学技术水平存在显著差异,该政策的推行水平有所不同。因此,对各城市科学技术水平样本取均值后将样本划分为高科技水平区和低科技水平区两类展开分组回归(表7列(1)~(2))。由表7可知,在科技水平高的地区,该政策的估计系数为0.008,通过1%显著检验,说明该政策显著提高科技水平高的地区的减污降碳协同效应。在科技水平低的地区,该政策减污降碳协同效应不显著。原因在于,在科学技术水平低的地区,企业生产成本高、阻力大,开展新能源推广的研发不足,导致减污降碳协同效应难以显著。

4.6.2 区位异质性

为考察地理区位对政策效果的异质性影响,本研究按东部、中部、西部地区进行分组回归(表7列(3)~(5))。由表7可知,仅东部地区样本中示范城市政策系数显著为正,其他地区未通过显著性检验。这一空间异质性特征表明,新能源示范城市政策在东部地区产生了显著的减污降碳效果,这可能得益于该地区更完善的新能源基础设施、更丰富的推广手段以及更先进的数字技术支持,为政策实施提供了有利条件。

表7 异质性分析(一)

变量	科技水平异质性		区位异质性		
	较高(1)	较低(2)	东部(3)	中部(4)	西部(5)
Policy	0.008***	−0.001	0.010***	0.001	0.001
	(0.002)	(0.001)	(0.003)	(0.002)	(0.003)
Controls	YES	YES	YES	YES	YES
YearFE	YES	YES	YES	YES	YES
ProvFE	YES	YES	YES	YES	YES
Obs	2443	1876	1568	1536	1216
R^2	0.753	0.851	0.763	0.738	0.643

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

4.6.3 资源禀赋异质性

在新能源示范城市政策对减污降碳协同效应的资源禀赋异质性分析中,根据《国务院关于印发全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)的通知》,将样本城市划分为资源禀赋型城市与非资源禀赋型城市(表8列(1)~(2))。新能源示范城市政策在非资源禀赋型城市中具有显著的减污降碳协同效应,在资源禀赋型城市中则未表现出显著影响。出现这一结果的原因可能在于,非资源禀赋型城市对传统能源依赖程度相对较低,新能源替代空间更大,政策引导下的能源转型更易产生协同减排效果。相比之下,资源禀赋型城市由于长期依赖传统能源,产业结构相对偏向重工业,路径依赖性较强,新能源政策的边际改善作用有限。因此,新能源示范城市政策的协同效应在不同资源禀赋城市间存在显著异质性,未来政策设计应针对资源禀赋型城市制定更具针对性的配套措施,以提升政策整体效能。

4.6.4 市场化水平异质性

文章进一步依据《中国分省份市场化指数报告(2024)》中各城市市场化指数,将样本城市划分为市场化水平较高地区与市场化水平较低地区(表8列(3)~(4)),以考查政策效应是否因市场化改革进程差异而呈现不同特征。由表8可知,新能源示范城市政策在市场化水平较高的地区具有显著的减污降碳协同效应,在市场化水平较低的地区则未表现出显著影响。出现这一结果的原因可能在于,市场化水平较高的地区通常具备更完善的要素市场、更灵活的企业进入退出机制以及更强的绿色技术创新能力,这些条件有助于新能源政策

表8 异质性分析(二)

变量	资源禀赋城市		市场化水平	
	是(1)	否(2)	高(3)	低(4)
Policy	0.002	0.013***	0.010***	0.005
	(0.003)	(0.004)	(0.002)	(0.004)
Controls	YES	YES	YES	YES
YearFE	YES	YES	YES	YES
ProvFE	YES	YES	YES	YES
Obs	1836	3059	2110	2785
R^2	0.615	0.660	0.896	0.601

注:***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平,括号内为稳健标准误。

的实施与传导，从而放大政策的协同效应。相比之下，市场化水平较低的地区对政策激励的响应能力较弱，缺乏足够的动力进行绿色转型，从而削弱了政策的协同效应。因此，城市绿色治理应充分考虑地区市场化改革进程的阶段性特征，对市场化水平较低地区给予更多制度支持与能力建设，实现绿色低碳转型的协同增效。

4.7 空间溢出效应分析

本研究通过构建空间双重差分模型系统分析政策的空间溢出机制。首先，基于空间相关性理论，采用莫兰指数检验确认污染排放存在空间依赖性，回归分析发现莫兰指数均显著为正（表9）；其次，通过统计检验方法（LM检验、LR检验）证明，相较于传统空间模型，空间杜宾模型（SDM）更能有效区分政策直接效应与空间溢出渠道，其优势在于同时纳入被解释变量与核心政策变量的空间交互项。模型设定中，政策处理项的空间滞后项系数直接量化空间溢出效应，结合固定效应控制与参数分解方法，精准识别政策对邻近地区的污染减排外溢路径。

表9 Moran's I指数

年份（年）	*PRCR*	年份（年）	*PRCR*
2005	0.108***	2014	0.149***
2006	0.125***	2015	0.143***
2007	0.133***	2016	0.148***
2008	0.136***	2017	0.150***
2009	0.126***	2018	0.145***
2010	0.126**	2019	0.150***
2011	0.107**	2020	0.145***
2012	0.107**	2021	0.159***
2013	0.131**	2022	0.148**

注：***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平，括号内为稳健标准误。

从实证检验结果（表10）来看，基于空间杜宾模型的效应分解，新能源示范城市政策可通过直接效应、间接效应对本地与邻近地区的减污降碳协同效应与总效应进行量化。

首先是直接效应，该政策显著促进本地区的减污降碳协同，系数为0.011，印证政策对本地区环境治理的直接影响。其次是间接效应，该政策对邻近地区产生显著正向溢出，减污降碳协同水平增加0.002，表明示范城市通过技术扩散、产业联动等机制带动周边区域协同减排。最后是总效应，该政策整体减污降碳协同效应达0.014，进一步佐证结论。空间自相关系数ρ在减污降碳协同模型中显著为正，表明污染与碳排放存在空间集聚特征。这为引入空间计量模型提供统计依据，同时暗示区域间环境治理存在策略互动，进一步佐证溢出效应的内在合理性。空间效应实证结果显示，新能源示范城市政策在减污降碳方面呈现显著的空间溢出效应，假设4得以验证。

表10 空间效应

变量	初步回归	直接效应	间接效应	总效应	ρ
Policy	0.012*** （0.003）	0.011** （0.024）	0.002*** （0.030）	0.014*** （0.025）	0.105* （0.051）
Controls	YES	YES	YES	YES	YES
YearFE	YES	YES	YES	YES	YES
ProvFE	YES	YES	YES	YES	YES
Obs	4528	4528	4528	4528	4528
R^2	0.728	0.728	0.728	0.728	0.728

注：***、**、*分别表示在1%、5%、10%的显著水平，括号内为稳健标准误。

5 研究结论与政策建议

文章基于2005—2022年272个地级市减污降碳协同数据,综合利用双重差分模型、非期望超效率SBM模型和耦合协调度模型、空间杜宾模型、核密度估计和文本分析法等方法实证检验城市绿色治理的减污降碳协同效应,得出以下结论:新能源示范城市政策具有显著的减污降碳协同效应,且通过倾向得分匹配、安慰剂检验等一系列稳健性检验。研究发现,新能源示范城市政策通过激发绿色技术创新和增强环境规制来促进减污降碳协同。异质性分析表明,在非资源禀赋、科学技术水平与市场化水平双高的东部城市,该政策的减污降碳协同效应更为显著。通过空间杜宾模型发现,新能源示范城市政策存在空间溢出效应,即新能源技术扩散与产业联动可打破地域边界,带动周边城市协同减污降碳。

基于上述结论,得出如下启示:

第一,强化政策顶层设计,精准化政策导向。新能源示范城市政策的减污降碳成效经多重稳健性检验,表明其方向正确。后续政策制定应围绕新能源,构建更系统、全面的政策体系,涵盖研发、生产、应用等全产业链,形成政策合力,推动能源结构深度转型,从根本上实现大规模减污降碳。鉴于政策在不同科学技术水平区域和环境规制水平地区效应存在差异,政策制定需精准聚焦。对于科技水平低的地区,配套科技人才引进、科研基础设施建设等政策,提升其承接和利用新能源技术能力。对环境规制弱的地区,完善法律法规,加强监管执法,营造有效实施政策的良好环境。

第二,构建创新生态系统,培育新兴产业集群。应进一步构建以企业为主体、产学研用深度融合的创新生态系统。鼓励企业加大研发投入,高校和科研机构开展针对性研究,建立成果转化平台,加速新技术从实验室到市场的转化,提升产业竞争力,实现减污降碳与经济发展良性互动。利用政策空间溢出效应,以新能源产业为核心,培育上下游关联产业集群。通过区域协同发展,实现资源共享、技术互补、产业联动,形成规模效应和协同效应。不仅提升区域整体减污降碳能力,而且带动区域经济增长,推动产业升级和可持续发展。

第三,建立区域协同机制,推动区域均衡发展。充分认识到政策空间溢出效应带来的区域间相互影响,建立常态化区域协同机制,包括跨区域的政策协调、信息共享、联合执法等。例如,在大气污染和碳排放治理上,建立统一监测标准和联合防治机制,打破行政壁垒,共同应对区域环境问题,实现区域生态环境质量整体提升。政策在不同区域实施效果存在差异,要注重区域均衡发展。发达地区发挥技术、资金和政策优势,通过产业转移、技术输出等方式帮扶欠发达地区。欠发达地区则借助政策东风,加强基础设施建设和人才培养,承接产业转移和技术扩散,缩小区域间发展差距,实现共同减污降碳的目标。

参考文献:

[1] 白婷婷,綦勇. 数字经济对减污降碳协同发展的影响研究——基于绿色技术创新的中介作用分析[J]. 科研管理,2026,47(01):132-142.

[2] 刘红,张陈陈. 数据要素的减污降碳双重环境福利效应分析[J]. 工业技术经济,2024,43(10):73-82.

[3] 马子红,王红梅,韩先锋. 数字贸易发展的减污降碳效应——基于跨境电商综合试验区的准自然试验[J]. 统计与决策,2024,40(11):156-161.

[4] 张秀武,沈洋. 人工智能对减污降碳协同治理的影响效应及作用机制研究[J]. 现代财经(天津财经大学学报),2025,45(05):77-94.

[5] 陶长琪,谢涛,徐晔. 绿色技术创新与减污降碳协同增效——基于联合减排与环境改善的视角[J]. 统计研究,2025,42(04):31-47.

[6] 周雪琼. 新质生产力、颠覆性技术创新与碳排放绩效[J]. 技术经济与管理研究,2024,(11):1-6.

[7] 马平平,张明. 公众环保参与对企业减污降碳协同治理的效应研究[J]. 系统工程理论与实践,2025,45(12):4200-4217.

[8] 朱俏俏,靳春丽,李征帛. 数实融合能否助推工业减污降碳协同增效? ——基于信息产业与工业的前后向关联考察[J]. 南方经济,2025,(02):68-96.

[9] 孙慧,夏学超,祝树森,等. 企业降碳减污协同推进的产业链联动效应[J]. 中国人口·资源与环境,2024,34(03):16-29.

[10] 郭金花,常帅文,郭檬楠. 工业机器人应用对企业减污降碳的影响机制与关联溢出效应研究[J]. 现代财经(天津财经大学学报),2024,44(07):3-22.

[11] GAO X W,LIU N,HUA Y J. Environmental Protection Tax Law on the Synergy of Pollution Reduction and Carbon Reduction in

China：Evidence from a Panel Data of 107 Cities[J]. Sustainable Production and Consumption，2022，33：425-437.
[12] NIE C F，LEE C C. Synergy of Pollution Control and Carbon Reduction in China：Spatial-temporal Characteristics，Regional Differences，and Convergence[J]. Environmental Impact Assessment Review，2023，101：107110.
[13] 刘华军，郭立祥，乔列成. 减污降碳协同效应的量化评估研究：基于边际减排成本视角[J]. 统计研究，2023，40(04)：19-33.
[14] 徐换歌. 新能源示范城市与地区经济增长[J]. 华东经济管理，2021，35(01)：76-85.
[15] 易善宇，尹湲湲. 绿色转型过程中新能源示范城市政策对中国外商直接投资的影响研究[J]. 宏观经济研究，2022，(11)：147-163，175.
[16] 周安华，王赛鸽. 中国新能源示范城市政策对新能源企业绿色创新的影响及其作用机制[J]. 资源科学，2023，45(12)：2463-2479.
[17] 孙一平，刘泽杰，刘益冰，等. 新能源示范城市建设对绿色全要素生产率的影响研究[J]. 宏观经济研究，2022，(11)：134-146.
[18] 范玉莹，陈东景，郑浩天. 新能源示范城市建设对工业企业绿色转型的影响及机制[J]. 资源科学，2024，46(09)：1685-1698.
[19] LAUREN J，DESTENIE N，KAVITA S，et al. Air Pollution Co-benefits from Strengthening Electric Transmission and Distribution Systems[J]. Energy，2023，269：126735.
[20] 王玉晖，敬莉. 新能源示范城市政策如何提高城市碳排放效率?[J]. 煤炭经济研究，2025，45(07)：70-78.
[21] 崔立志，孙旺，黄敏敏. 新能源示范城市建设对企业绿色全要素生产率的影响研究——基于A股上市公司的实证分析[J]. 广西财经学院学报，2023，36(01)：92-104.
[22] 程洪飞，李豫新，曹梦渊. 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[J]. 财经研究，2024，50(07)：126-140.
[23] 孙博文，郑世林. 环境规制的减污降碳协同效应——来自清洁生产标准实施的准自然实验[J]. 经济学(季刊)，2024，24(02)：624-642.
[24] 马述忠，张道涵，胡增玺. 数字知识流动如何促进区域协调发展——兼论经济增长和平衡发展双重目标[J]. 中国工业经济，2025，(02)：80-98.
[25] 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，(05)：100-120.
[26] 石虹，余少龙. 数据要素聚集的减污降碳效应及空间溢出效应研究[J]. 软科学，2025，39(01)：108-115.
[27] 李子豪，赵元，夏子谦. 环保督政与地区减霾降碳协同治理绩效提升：基于环保约谈的准自然实验估计[J]. 中国软科学，2023，(12)：198-207.
[28] 王镝，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，2024，59(10)：113-131.
[29] 赵喜仓，蒋美，洪逗. 绿色技术创新对减污降碳协同效应的影响[J]. 科技进步与对策，2025，42(16)：24-36.
[30] 田淑英，郭浩. 不同环境规制工具对碳排放绩效的影响与作用机制[J]. 自然资源学报，2025，40(03)：812-832.

An Analysis of the Synergistic Effects of Urban Green Governance and Pollution Reduction and Carbon Emission Reduction
——An Empirical Study based on the New Energy Demonstration City Policy

WEI Chun-xiao[1]，SHAYIFUJIAMALI·Rouzi[1,2]*

(*1.School of Business，Xinjiang Normal University，Urumqi，Xinjiang，830017，China；2.Research Center for High Quality Industrial Development in the Core Area of the Silk Road Economic Belt，Urumqi，Xinjiang，830017，China*)

Abstract：Energy structure transition is one of the most critical strategic tasks in China at present. The New Energy Demonstration City Policy，as a core policy tool for energy structure transformation，is not only an important testing ground for promoting clean energy innovation and industrial upgrading，but also a key means of urban green governance. Based on the data of coordinated pollution reduction and carbon reduction in 272 prefecture-level cities from 2005 to 2022，this study empirically tested the coordinated pollution reduction and carbon reduction effect of urban green governance using methods such as the difference-in-differences model，non-desired super-efficiency SBM model，coupling coordination degree model，spatial Durbin model，kernel density estimation，and

（下转第43页）

[19] 何亚莉，杨肃昌．“双循环”场景下农业产业链韧性锻铸研究[J]．农业经济问题，2021，(10)：78-89.
[20] 陈洁梅，林曾．数字基础设施建设赋能农业产业链供应链现代化：理论机制与经验证据[J]．云南财经大学学报，2024，40(04)：52-68.

Research on Regional Differences and Influencing Factors of Agricultural Industry Chain Resilience in Xinjiang

ZHOU Shu-hang[1]，DONG Ye[1]*，HUANG Si-yuan[2]，MENG Xiang-qi[3]，YU Miao[3]
(*1.Business School，Xinjiang Normal University，Urumqi，Xinjiang，830017，China；2.Korla Economic and Technological Development Zone Administrative Committee，Korla，Xinjiang，841000，China；3.College of Geography Science and Tourism，Xinjiang Normal University，Urumqi，Xinjiang，830017，China*)

Abstract：Based on panel data from 14 prefectures and cities in Xinjiang from 2013 to 2022，an evaluation index system for agricultural industry chain resilience was constructed within the regional economic resilience framework. The entropy weight method，Dagum Gini coefficient and Markov chain were used to study the regional differences and evolutionary characteristics of the agricultural industry chain′s resilience. Optimal parameters based geographical detectors was employed to explore the main influencing factors.The results show that：(1)During the study period，the resilience of Xinjiang′s agricultural industry chain increased steadily，with an overall growth of approximately 1.5 times. Resilience in eastern Xinjiang showed a slight upward trend within the low-value range，while resilienee in southern and northern Xinjiang exhibited fluctuating upward trajectories；(2) Regional disparities in the resilience level of Xinjiang′s agricultural industry chain persistently widened，ultimately forming a gradient distribution pattern of Southern Xinjiang > Northern Xinjiang > Eastern Xinjiang；(3) The agricultural industry chain resilience demonstrated robust stability and evolutionary potential，attributable to two core dimension：Resistance effectively mitigating risks of regression in the agricultural industry chain and reinforcement driving industrial upgrading and restructuring. Key influencing factors were identified as full-time equivalent of agricultural R&D Personnel，fixed asset investment，total agricultural output，grain production capacity and digital financial index.

Keywords：Agricultural industry chain resilience；Regional differences；Gographical detector model

(上接第33页)

text analysis. The research found that the New Energy Demonstration City policy has significant coordinated pollution reduction and carbon reduction effects，which are verified through a series of robustness tests such as propensity score matching and placebo tests. Mechanism research found that the New Energy Demonstration City policy promotes coordinated pollution reduction and carbon reduction by stimulating green technological innovation and strengthening environmental regulation. Heterogeneity analysis shows that in the eastern cities with high levels of non-resource endowment，scientific and technological level，and marketization，the coordinated pollution reduction and carbon reduction effect of the policy is more significant. Finally，the New Energy Demonstration City policy has a spatial spillover effect，that is，the diffusion of new energy technology and industrial linkages can break geographical boundaries and promote coordinated pollution reduction and carbon reduction in surrounding cities. The above research provides insights for the deployment of new energy policies，accelerating urban energy transformation，and coordinated pollution reduction and carbon reduction.

Keywords：New energy demonstration city policy；Pollution reduction and carbon mitigation；Spatial spillover effects；Green technology innovation