

跨政策工具组合协同推进绿色低碳发展吗？

——基于知识产权与科技金融“双试点”准自然实验

高升^a, 陈思润^b, 邵晓玲^a

(南京审计大学 a. 国家审计学院, b. 工程审计学院, 江苏 南京 211815)

[摘要] 基于 2008—2021 年中国 285 个城市面板数据, 以知识产权示范城市、科技金融政策试点城市构造“双试点”准自然实验, 运用多期双重差分模型与双重机器学习模型探究跨政策工具组合协同推进绿色低碳发展的联动效应。研究发现, “双试点”政策能够协同推进绿色低碳发展, 且作用效果显著优于“单试点”政策, 并能通过一系列稳健性检验。“双试点”政策能够通过人才集聚效应和绿色技术创新间接推进绿色低碳发展, 且先知识产权示范后科技金融试点策略的推进效果更佳。“双试点”政策在金融发展水平较高城市、政府干预程度较低城市以及环境保护重点城市的联动效用显著, 且存在空间邻近效应, 对当地具有促进作用, 对邻近地区具有虹吸作用。研究结论可为合理统筹“双试点”政策空间协同与时序配置, 加快城市绿色低碳发展提供启示。

[关键词] 知识产权; 科技金融; 双试点; 政策协同; 绿色低碳; 减污降碳; 双重机器学习; 空间邻近效应

[中图分类号] X321 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 2096-3114(2026)01-0092-11

一、引言

在“双碳”目标引领和生态文明建设深入推进的背景下, 构建高效的政策协同机制已成为推动经济社会发展全面绿色转型的迫切需求之一^[1]。实践中, 各类政策工具往往并非孤立实施, 而是相互交织, 共同作用于同一区域, 形成复合政策环境。知识产权示范城市与科技金融试点作为两项具有创新驱动特征的重要政策, 尽管其初衷并非直接定位于绿色低碳发展, 但分别从技术研发与成果转化的制度保障, 以及缓解绿色创新融资约束等方面, 为绿色转型注入了关键动力。那么, 知识产权与科技金融“双试点”政策存在协同推进绿色低碳发展的联动效应吗? 合力效果如何? 其内在传导机制是什么? 存在何种异质性特征? 这种跨政策工具组合的联动效应对周围邻近城市是否具有空间邻近效应? 厘清这些问题, 对于优化跨政策工具组合、提升地方政府综合治理效能具有重要的理论价值与现实意义。

目前, 已有文献在绿色低碳转型背景下探讨了减污降碳、政策评估、政策叠加效应等方面。关于如何推进减污降碳, 现有文献主要探究了数字经济^[2]、公众环境关注^[3]和边际减排成本^[4]等对减污降碳的影响。在政策评估领域, 较多文献探讨了创新驱动政策^[5]、国家生态文明建设示范区^[6]、用能权交易制度^[7]等政策对减污降碳的影响。关于“双试点”政策协同赋能减污降碳的研究, 部分学者探讨了创新型城市和低碳城市“双试点”对减污降碳的政策叠加效应^[8], 低碳城市建设和碳排放权交易对城市减污降碳的影响^[9], 创新型城市、促进科技和金融结合“双试点”政策组合对城市碳排放总量的影响^[10], 宽带中国和低碳城市的协同减污效应^[11], 及国家自主创新示范区与创新型城市试点政策对碳排放“量降质升”的协同效应^[12]。总体来看, 已有研究多聚焦于单一政策工具的减污降碳效果, 而较少关注不同政

[收稿日期] 2025-07-05

[基金项目] 国家社会科学基金后期项目(23FGLB060); 江苏高校青蓝工程资助(D202062083); 江苏省研究生科研与实践创新计划项目(SJCX25_1144)

[作者简介] 高升(1986—), 男, 山东青岛人, 南京审计大学国家审计学院副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为资源环境审计与区域高质量发展, 邮箱: gaosheng921@126.com; 陈思润(2001—), 女, 广西桂林人, 南京审计大学工程审计学院硕士生, 主要研究方向为资源环境审计; 邵晓玲(1979—), 女, 甘肃会宁人, 南京审计大学国家审计学院副教授, 硕士生导师, 主要研究方向为资源环境审计。

策之间可能存在的互补或协同关系。优化政策组合,充分发挥“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效应,对于加快实现“双碳”目标具有重要的现实意义。因此,本研究基于多维政策协同驱动绿色低碳转型的视角,深入探究知识产权与科技金融“双试点”跨政策工具组合协同推进绿色低碳发展的联动效应、作用机制、区域异质性以及空间邻近效应。

相较于以往研究,本文的边际贡献在于:第一,在客观测度绿色低碳发展状况的基础上,拓展了“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效应研究。第二,探讨了“产权-金融”“双试点”政策实现联动效应的传导机制,从人才集聚效应和绿色技术创新两个路径探索传导机制并进行“双试点”政策联动效果比较分析。第三,分别从金融发展水平、政府干预程度和是否为环境保护重点城市等差异角度分析了“双试点”政策联动效应的区域差异特征,并进一步探究“双试点”政策的空间邻近效应,为未来优化政策组合、提升治理效能提供了实证依据与决策参考。

二、理论分析与研究假设

(一)“双试点”协同推进绿色低碳发展的基本机制

知识产权示范城市政策通过强化技术专利保护与成果转化,为创新提供了持续动力和制度保障^[13]。已有研究表明,知识产权制度能够显著抑制工业污染排放^[14],对改善大气环境质量具有积极作用^[15]。其通过明晰创新成果的权属关系和使用规范,促进绿色低碳技术的创新研发,产生显著减排效应,实现环境效益提升^[16]。知识产权示范城市依托知识产权的法律属性约束恶性竞争,建立绿色技术标准体系,规范低碳市场秩序,为碳交易、生态产品价值实现等新型商业模式提供坚实的制度保障。同时,依托专利质押融资贴息、碳减排技术专利开放许可等机制,有效降低绿色技术企业的融资成本,加速绿色专利转化与循环经济技术创新。

科技金融试点政策能够为绿色技术研发、成果转化及产业化提供全周期资金支持,成为落实“双碳”目标、缓解环境治理与经济增长矛盾的重要制度安排。通过创新融资模式,破解绿色项目融资难题,强化金融工具适配性,引导社会资本精准投向绿色技术研发与环保、节能、清洁能源等绿色产业领域。已有研究发现,科技金融政策能够有效抑制城市污染物排放^[17],尤其在空气污染治理方面表现突出^[18],同时有助于提升碳排放绩效^[19]。

知识产权与科技金融两项政策在激励方式和运行机制上具有高度互补性。知识产权政策侧重于技术研发与成果转化的制度保障^[13],通过专利导航机制引导研发资源向关键领域集中;科技金融政策则致力于缓解绿色创新的融资约束^[10],推动知识产权资本化,通过金融手段加速技术产业化进程。相较于单一政策试点,知识产权与科技金融“双试点”政策叠加能够形成更显著的政策协同效应,促进创新链与资金链的深度融合,为绿色技术突破注入强劲动力,有助于协同培育低碳产业新动能,提升绿色低碳发展的整体效能。基于此,本文提出假设 H1。

H1:知识产权与科技金融“双试点”政策具有协同推进绿色低碳发展的联动效应,且相较于“单试点”政策作用效果更佳。

(二)“双试点”协同推进绿色低碳发展的传导机制

人才与技术是推动经济社会发展和全面绿色转型的内源动力^[10]。因此,本文从人才集聚效应与绿色技术创新两个维度探究“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的传导机制。

第一,人才集聚效应。知识产权示范城市通过实施高价值专利培育计划,形成绿色领域高端人才的人才集聚效应,通过系统性优化区域营商环境,有效促进人力资本积累^[20],由此构建起完善的智力资源供给体系。科技金融试点政策借助人才集聚效应使城市要素配置得到优化,难以转型的企业逐步被淘汰^[19]。根据人力资本理论,人力资本是影响经济增长的重要因素,从生产消费、投资储蓄等方面推进城市绿色发展^[21]。一方面,创新人才群体的绿色低碳示范效应引导生产和相关部门向低碳环保转型,助

力实现减污降碳协同增效^[12]。人才集聚还能促进新知识传播与新技术共享,促进区域绿色发展^[22]。另一方面,人才集聚有助于形成创新基地,为绿色低碳发展构建支撑体系^[23]。此外,人口等要素的流动也有助于优化城市空间布局,弱化建成区与绿色空间之间的“边缘效应”,引导城市向绿色低碳方向持续发展^[24]。

第二,绿色技术创新。知识产权示范城市的建设加强了对知识产权的保护,降低侵权风险,激发企业技术创新^[13]。科技金融试点政策通过改善环保项目的资本获取渠道,促进金融机构与科技企业的深度整合,有效增强企业获取绿色创新关键资源的能力^[25]。绿色技术创新具有环境和技术溢出的“双重外部性”特征,是解决环境污染问题的重要抓手^[26],也是绿色低碳发展的核心驱动力。一方面,绿色技术创新依靠“技术红利”效应提升碳排放绩效,促进解决降碳问题^[27]。同时,绿色技术创新成果的转化和应用优化了能源要素的配置和利用,提升能源效率^[28],促进能源结构低碳转型,进而实现碳排放约束和污染治理的协同效应^[29]。另一方面,绿色技术创新通过降低生产污染和控制末端碳排放,促进减污降碳协同发展的同时,优化生产流程和设备,推动生产过程的绿色低碳转型,实现经济增效^[6]。此外,企业通过绿色技术创新驱动新型材料和产品的开发,形成绿色竞争优势,刺激企业间技术竞争,形成绿色消费规模,助力城市绿色转型和低碳发展^[30]。基于此,本文提出假设 H2。

H2:知识产权与科技金融“双试点”政策通过发挥人才集聚效应和促进绿色技术创新,协同推进绿色低碳发展。

三、研究设计

(一) 模型构建

本文运用多期双重差分(DID)模型,探究知识产权示范城市和科技金融政策试点城市“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效应,具体构建模型如下:

$$GLC_{it} = \alpha + \beta doublepolicy + \gamma Controls_{it} + Year + City + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中, GLC_{it} 表示城市*i*在*t*年的绿色低碳发展状况。 $doublepolicy$ 为核心解释变量,即“双试点”政策,若该城市为“双试点”城市,其政策虚拟变量取值为1,否则为0,若时间为政策实施年份以后,时间虚拟变量取值为1,否则为0。 $Controls_{it}$ 为控制变量, $Year$ 、 $City$ 和 ε_{it} 分别表示时间固定效应、个体固定效应和随机扰动项。 α 为常数项; β 表示政策虚拟变量与时间虚拟变量的交互项系数,即政策效应,若 β 显著为正,则表示“双试点”政策协同推进绿色低碳发展; γ 为控制变量影响系数。同时,为减少组内相关性干扰,本研究均使用经城市层面聚类调整的稳健标准误,并对所有连续变量进行1%水平的缩尾处理。

(二) 变量定义

1. 被解释变量

绿色低碳发展(GLC)作为被解释变量,本文用耦合协调模型测度285个城市的减污降碳扩绿增长协调发展度衡量城市绿色低碳发展状况^[31-32],公式如下:

$$C = \frac{4 \times \sqrt[4]{U_1 U_2 U_3 U_4}}{U_1 + U_2 + U_3 + U_4} \quad (2)$$

$$T = \alpha_1 U_1 + \alpha_2 U_2 + \alpha_3 U_3 + \alpha_4 U_4 \quad (3)$$

$$PCGE = \sqrt{C \times T} \quad (4)$$

式中, C 代表减污、降碳、扩绿和增长四个子系统之间的耦合度;其中减污子系统包括环境污染治理投资占GDP比重、生活垃圾无害化处理率、一般工业固体废物综合利用率、污水处理率、工业烟粉尘排放量、工业二氧化硫排放量、 $PM_{2.5}$ 等;降碳子系统包括人均能源消耗总量、能源强度、人均用电量、单位GDP用电强度、清洁能源结构、人均二氧化碳排放量、二氧化碳排放强度等;扩绿子系统包括财政环境

保护支出占比、园林绿化投资、市容环境卫生投资、获得的绿色实用新型专利数、人均公园绿地面积、人均绿地面积、建成区绿化覆盖率等;增长子系统包括全社会固定资产投资、固定资本存量、一般公共预算支出、R&D 内部经费投入强度、年末单位从业人员数、人均地区生产总值、地区生产总值增长率等。 α_1 、 α_2 、 α_3 和 α_4 分别代表减污、降碳、扩绿和增长四个子系统的熵权权重; U_1 、 U_2 、 U_3 和 U_4 分别为减污、降碳、扩绿和增长四个子系统的熵权指数; T 为四个子系统的熵权综合指数; $PCGE$ 为减污降碳扩绿增长协调发展度, $PCGE$ 值越大,表明城市绿色低碳发展状况越好。

2. 解释变量

核心解释变量 $doublepolicy$ 为“双试点”政策虚拟变量与时间虚拟变量的交乘项,即 $doublepolicy = policy_{it} \times post_{it}$, $policy_{it}$ 为政策虚拟变量, $post_{it}$ 是区分政策试点前后的时间虚拟变量。若城市 i 同时获批知识产权示范城市(IPD)与科技金融政策试点城市(TFP),则将其列为实验组样本并赋值为 1,反之则视为对照组样本并赋值为 0。

3. 机制变量

本文选取人才集聚效应($TALENT$)和绿色技术创新(GTI)作为机制变量。其中借鉴王猛等的方法^[33],选用水利、环境和公共设施管理业从业人员、信息传输、计算机服务和软件业从业人员与科研、技术服务和地质勘查业从业人员数之和除以城市总就业人员的对数来衡量人才集聚效应;参照金培振等的方法^[34],选用每万人绿色专利授权量来衡量绿色技术创新。

4. 控制变量

本文引入以下控制变量,具体包括:经济集聚度(ECO),以 GDP 除以行政面积衡量;经济结构现代化(STR),以第三产业增加值除以 GDP 衡量;公共服务水平(PUB),以人均一般公共预算支出取对数衡量;人口密度($INDEN$),以该城市每平方公里人数的对数衡量;基础设施水平($INFRA$),分别以人均道路面积($INFRA1$)和人均货运量取对数($INFRA2$)衡量;教育水平支出(EDU),以教育支出全市除以一般公共预算支出全市衡量;对外开放程度(FDI),以进出口总额除以 GDP 衡量。

(三) 数据来源

选取 2008—2021 年中国 285 个城市的面板数据为研究样本,数据来自历年《中国统计年鉴》《中国城市统计年鉴》《国家知识产权局统计年报》以及各省统计年鉴等。部分指标来自 EPS 数据平台中的中国区域经济数据库、中国城市数据库、中国城乡建设数据库、中国环境数据库、中国区域研究数据支撑平台市级数据库等。受数据的可获性和连续性局限,未包括西藏、香港、澳门和台湾等省(区、市),以及三沙、儋州、吐鲁番等数据缺失较多城市。为了消除

异方差与通货膨胀影响,本文以货币计量的指标变量均以 2003 年为基期进行平减处理,个别缺失指标采用插值法补齐。表 1 为描述性统计结果,可知绿色低碳发展(GLC)的均值为 24.42,最小值为 12.73,最大值为 60.39,“双试点”政策的均值为 0.07,表明受“双试点”政策影响的观测值占比为 7.12%。

表 1 描述性统计

变量	样本数	均值	标准差	最小值	中位数	最大值
GLC	3990	24.42	8.61	12.73	22.28	60.39
$doublepolicy$	3990	0.07	0.26	0.00	0.00	1.00
ECO	3990	0.28	0.46	0.01	0.12	3.03
STR	3990	0.41	0.10	0.20	0.40	0.70
PUB	3990	8.86	0.58	7.38	8.93	10.16
$INDEN$	3990	5.73	0.91	2.89	5.87	7.56
$INFRA1$	3990	17.09	7.16	4.32	15.68	38.99
$INFRA2$	3990	3.06	0.72	1.32	3.08	4.95
EDU	3990	0.18	0.04	0.08	0.18	0.28
FDI	3990	0.18	0.28	0.00	0.08	1.63

四、实证结果和分析

(一) 基准回归

表 2 列(1)和列(2)为“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的基准回归结果,核心解释变量 $doublepolicy$ 的系数在控制个体和时间效应的基础上均显著为正,表明“双试点”政策的实施显著推进了城

市绿色低碳发展。为进一步探究“双试点”是否比未实施“单试点”政策效果更佳。本研究以“双试点”政策城市为实验组,以“无试点”政策城市为对照组。回归结果如表2列(3)所示,可知“双试点”政策城市相较于“无试点”城市可以发挥更为有效的绿色低碳发展联动效应。为探究“双试点”是否具备比“单试点”更佳的政策绩效,本研究进一步剔除了所有未被纳入试点范畴的“无试点”城市样本,构建出以“双试点”城市作为实验组,“单试点”城市作为对照组的样本框架。结果见表2列(4),发现相较于仅实施“单试点”政策,“双试点”政策更能推进绿色低碳发展。表明“双试点”政策联动效应相较于“单试点”*IPD*和*TFP*的效应更强。H1得到验证。

(二) 识别假设检验^①

1. 平行趋势检验

本文采用事件分析法进行平行趋势检验并分析政策动态效应。在“双试点”政策实施前,检验结果显示未达到显著性水平,这表明未拒绝事前趋势平行的假设。进一步开展的动态效应分析发现,“双试点”政策在协同推动绿色低碳发展联动效应方面,展现出动态变化的特征,并且随着时间的不断推移,联动效应呈现出逐渐增强的态势。

2. 安慰剂检验

本文从“双试点”样本中随机抽取135个城市作为试验组,重复500次以得到伪“双试点”政策的冲击效应。伪“双试点”政策随机试验组中被解释变量的估计系数集中在0附近,显著异于真实“双试点”政策估计系数,这表明随机试验组的联动效应不显著,结论通过安慰剂检验。

(三) 稳健性检验

1. 双重机器学习

本文结合双重机器学习模型,采用1:4分割的随机森林、套索回归和梯度提升等6种方法重新估计“双试点”政策协同推进城市绿色低碳发展的联动效应,表3结果表明基准结论可靠。

表3 双重机器学习结果

	(1) 随机森林	(2) 套索回归	(3) 梯度提升	(4) 神经网络	(5) 支持向量机	(6) 线性向量机
<i>doublepolicy</i>	2.1058 *** (0.468)	1.3748 *** (0.239)	2.6348 *** (0.485)	1.2580 *** (0.314)	9.8548 *** (0.918)	0.7165 ** (0.287)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	0.0646 * (0.037)	-0.0048 (0.025)	0.0254 (0.046)	-0.0751 *** (0.023)	1.5294 *** (0.105)	0.2904 *** (0.043)
N	3990	3990	3990	3990	3990	3990

2. 倾向性得分匹配

为消除样本选择偏差对结果的影响,本文采用截面PSM-DID进行稳健性检验,构建与试点城市具有相似特征的对照组样本。使用匹配后的样本数据进行再回归(见表4),核心解释变量的估计系数均为正向显著。

^①限于篇幅,平行趋势检验结果和安慰剂检验结果未列示,留存备案。

3. 异质性处理效应

本文采用多期 DID 模型,涉及多组多期数据,若数据之间存在负权重和异质性处理效应,研究模型可能出现估计偏误。因此,采用 Bacon 分解将 DID 估计量分解为各部分的加权平均值,通过分组结果判断先处理组个体和后处理组个体这类分组的权重是否会影响回归结果。由表 5 可知,总估计量受处理组和未处理组影响较大,该类分组权重高达 96.6%,表明本研究多期 DID 估计结果的偏误较小。

4. 剔除其他政策干扰

低碳城市(LCC)、碳排放权交易试点城市(CETC)、智慧城市(SC)、大数据综合试验区(BD)和创新型城市(IC)可能会对绿色低碳发展产生影响。表 6 考虑了五项政策的估计结果,发现剔除其他政策干扰后,“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效应依然显著。

表 4 PSM-DID 回归结果

	(1) 0.01 卡尺匹配	(2) 1:3 近邻匹配
<i>doublepolicy</i>	1.5222 *** (0.375)	1.2920 *** (0.381)
控制变量	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes
<i>_cons</i>	-27.1607 *** (7.510)	-19.5909 *** (7.547)
N	2362	3990
adj. R ²	0.972	0.971

表 5 Bacon 分解结果

分组类型	平均估计系数	权重
先处理组 VS 后处理组	0.831	0.015
后处理组 VS 先处理组	-1.192	0.019
处理组 VS 未处理组	2.730	0.966

表 6 剔除其他政策干扰检验

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>doublepolicy</i>	1.2733 *** (0.376)	1.3034 *** (0.374)	1.2702 *** (0.383)	1.3301 *** (0.370)	1.0424 *** (0.351)	1.0468 *** (0.331)
LCC	0.1624 (0.199)					0.1044 (0.193)
CETC		-0.6845 * (0.365)				-0.5385 (0.351)
SC			0.2686 (0.190)			0.2230 (0.195)
BD				-0.6411 ** (0.261)		-0.5474 ** (0.257)
IC					0.8434 ** (0.354)	0.8665 ** (0.347)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	-19.5759 ** (7.606)	-20.2436 *** (7.717)	-19.9748 *** (7.534)	-19.3286 *** (7.397)	-18.5459 ** (7.438)	-19.1156 ** (7.517)
N	3990	3983	3990	3990	3990	3990
adj. R ²	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971	0.971

5. 其他稳健性检验

(1) 调整样本区间。随机将样本时段调整为 2009 年—2017 年并重新回归估计,表 7 列(1)结果表明“双试点”政策的联动效应显著为正。(2) 剔除直辖市样本。考虑到直辖市可能会对回归结果造成一定干扰,剔除后,列(2)结果发现基准结论依然稳健。(3) 滞后一期。将解释变量和控制变量均滞后一期之后进行回归,列(3)结果表明回归结果具有稳健性。(4) 固定省份效应。由于省级层面仍可能存在随时间变动的不可预测因素。列(4)固定了省份效应和时间效应后的回归系数依旧为正且在 1% 水平上显著,说明回归结果具有稳健性。

表 7 其他稳健性结果

	(1) 调整样本区间	(2) 剔除四个直辖市	(3) 滞后一期	(4) 固定省份效应
<i>doublepolicy</i>	1.3676 *** (0.272)	1.2592 *** (0.395)	1.2527 *** (0.366)	5.4681 *** (1.131)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	-9.1783 (7.312)	-18.4736 ** (7.484)	-24.2934 *** (8.576)	-38.4582 *** (11.966)
N	2565	3934	3705	3990
adj. R ²	0.981	0.966	0.971	0.816

(四) 影响机制分析

表8列(1)为人才集聚效应(*TALENT*)的机制检验结果,发现“双试点”政策实施能加快人才集聚。人才是创新的第一资源,是科技创新和绿色发展的核心驱动力,“双试点”城市通过吸引和集聚各类高素质专业人才,为城市提供强大智力支持,从而促进知识的共享与协作,加速绿色低碳技术的研发和应用,为城市绿色低碳发展注入新活力。列(2)为绿色技术创新效应(*GTI*)的机制检验结果,发现“双试点”政策实施能驱动绿色技术创新。绿色创新是技术引领的关键路径,也是绿色低碳发展的重要手段。“双试点”城市通过研发和推广绿色低碳技术,有效降低碳排放,提高资源利用效率。

表8 机制检验结果

	(1) <i>TALENT</i>	(2) <i>GTI</i>
<i>doublepolicy</i>	0.0719 *** (0.026)	0.0915 *** (0.029)
控制变量	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes
<i>_cons</i>	-3.7844 *** (0.459)	-0.0551 (0.376)
N	3990	3990
adj. R ²	0.952	0.770

五、进一步讨论

(一) 政策实施效果对比分析

1. “双试点”与“单试点”效果对比

为深入探究“双试点”政策与不同类型“单试点”政策之间是否存在异质性冲击效应。本研究分别以“双试点”城市为实验组,知识产权示范城市为对照组,对“双试点”与知识产权示范城市“单试点”进行对比,回归结果见表9列(1)和列(2)。以“双试点”城市为实验组,科技金融政策试点城市的城市为对照组,对“双试点”与科技金融政策“单试点”进行对比,回归结果见表9列(3)和列(4),发现“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效应明显高于“单试点”政策实施效果。

表9 “双试点”与“单试点”效果对比

	(1)	(2)	(3)	(4)
	“双试点”与知识产权示范城市“单试点”对比		“双试点”与科技金融政策“单试点”对比	
<i>doublepolicy</i>	1.2814 ** (0.517)	0.9068 ** (0.360)	1.5680 *** (0.531)	1.2654 *** (0.402)
控制变量	No	Yes	No	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	34.2508 *** (0.159)	-36.8080 *** (12.790)	34.0381 *** (0.215)	-22.5448 (15.831)
N	924	924	700	700
adj. R ²	0.966	0.974	0.974	0.980

2. “单试点”政策实施先后顺序的效果对比

为识别“单试点”政策实施顺序对绿色低碳发展的影响,本研究首先仅将“双试点”城市中先成为“知识产权示范城市”的样本为实验组,“无试点”城市为对照组。回归结果见表10列(1)和列(2)。同理,仅将“双试点”城市中先成为“科技金融政策试点城市”的样本为实验组,“无试点”城市为对照组,回归结果见表10列(3)和列(4)。发现先“知识产权示范城市”后“科技金融政策试点城市”的实施顺序能更加有效推进绿色低碳发展。

进一步剔除“无试点”样本,仅保留“双试点”城市中先“知识产权示范城市”后“科技金融政策试点城市”,再次对比“单试点”政策实施先后顺序的作用效果。“双试点”城市中先成为“知识产权示范城市”的样本为实验组,后成为“知识产权示范城市”的样本为对照组,回归结果见表11列(1)和列(2)。同理,“双试点”城市中先“科技金融政策试点城市”后“知识产权示范城市”的样本为实验组,后成为“科技金融政策试点城市”的样本为对照组,回归结果见表11列(3)和列(4)。发现剔除“无试点”样本之后,先“知识产权

示范城市”后“科技金融政策试点城市”的实施顺序能更加有效推进绿色低碳发展。究其原因,知识产权示范城市能优化创新要素配置并提升创新资源利用率和城市创新质量,为实施科技金融政策提供良好政策环境、法治保障和创新资源,进而推动科技型企业的快速发展和城市的创新能力提升。同时,完善知识产权保护体系,能有效减少知识产权纠纷和侵权风险,有利于金融资本对科技型企业的有效投入。

表 10 “无试点”样本作为对照组时“单试点”政策实施先后顺序的效果对比

	(1)	(2)	(3)	(4)
	先知识产权示范而后科技金融试点		先科技金融试点而后知识产权示范	
<i>doublepolicy</i>	2.4765 *** (0.562)	1.5644 *** (0.435)	4.1742 *** (0.709)	1.3331 * (0.742)
控制变量	No	Yes	No	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	23.6275 *** (0.043)	-28.5278 *** (5.904)	21.7054 *** (0.009)	-25.9083 *** (6.316)
N	3262	3255	2940	2933
adj. R ²	0.966	0.972	0.919	0.935

表 11 剔除“无试点”样本时“单试点”政策实施先后顺序的效果对比

	(1)	(2)	(3)	(4)
	先知识产权示范后科技金融试点		先科技金融试点后知识产权示范	
<i>doublepolicy</i>	8.5605 *** (0.761)	2.8968 ** (0.814)	-0.9192 (0.552)	-0.6883 * (0.355)
控制变量	No	Yes	No	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	32.3403 *** (0.326)	-16.1264 (22.879)	41.8119 *** (0.337)	-37.5945 * (18.582)
N	84	84	406	406
adj. R ²	0.745	0.900	0.961	0.972

(二)“双试点”政策联动效应的空间异质性分析

1. 金融发展水平

参考江三良等研究方法以 2011 年为基准^[19],按照中位数划分金融发展水平(*fin*)高低,回归结果见表 13 列(1)和列(2),表明在金融发展水平较高的城市,“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效果显著,而在金融发展水平较低的城市不显著。城市金融发展水平高,金融服务相对完善,能够为知识产权转化和科技金融创新提供充足的资金支持,促进绿色低碳技术的快速发展和应用。

2. 政府干预程度

参考韩亮亮等的方法^[35],按照中位数划分政府干预程度(*gov*)高低,回归结果见表 12 列(3)和列(4),表明在政府干预程度较低的城市,“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效果显著,而在政府干预程度较高的城市不显著。政府干预程度较高会产生过度监管或政策执行僵化,限制市场和创新主体的活力。

3. 是否为环境保护重点城市

根据 2007 年国务院印发的《国家环境保护“十一五”规划》将研究样本划分为环境保护重点城市和非环境保护重点城市,回归结果见表 12 列(5)和列(6),表明在环境保护重点城市,“双试点”政策协同推进绿色低碳发展的联动效果更显著,而在非环境保护重点城市不显著。非环境保护重点城市应聚焦产业绿色转型与落后产能淘汰。

表 12 空间异质性分析结果

	(1) <i>High fina</i>	(2) <i>Low fina</i>	(3) <i>High gov</i>	(4) <i>Low gov</i>	(5) 环境保护重点城市	(6) 非环境保护重点城市
<i>doublepolicy</i>	1.4770 *** (0.422)	0.1012 (0.799)	0.8102 (1.129)	1.2782 *** (0.407)	1.3543 *** (0.373)	-1.8348 (1.932)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
<i>_cons</i>	-25.0341 ** (10.045)	3.4012 (7.563)	-19.4444 * (10.611)	-16.0828 ** (8.046)	-16.5406 (14.274)	-26.0294 *** (7.080)
N	1992	1976	1982	1984	1540	2450
adj. R ²	0.978	0.951	0.963	0.971	0.974	0.930

(三) 空间邻近效应分析

根据 2008—2021 年全局莫兰指数值^①,发现 Moran's I 均在 1% 的水平上显著为正,表明存在空间集聚特征。均显著通过 LR、Hausman 检验以及 Wald 检验等,进而确定采用双重差分空间杜宾模型。

表 13 是“双试点”政策协同推进绿色低碳发展联动效应的双重差分空间杜宾模型估计结果,发现“双试点”政策联动效应存在正向空间自相关性,虽然能显著促进本地绿色低碳发展,但对相邻地区表现出明显的负向空间邻近效应。间接溢出效应显著为负,表明“双试点”政策对相邻地区存在虹吸效应。可能原因在于,“双试点”政策实施地区能够更容易吸引人才、资源、资金和技术支持。在实际执行中,可能由于人才资源竞争、科技金融政策倾斜,产生了人才、资金在地区间的不均衡流动或技术溢出的局限性。这种资源聚集和虹吸效应会影响技术的溢出效应,并导致邻近地区吸引力下降,资源分配不均,进而影响绿色低碳发展的整体效果。

表 13 空间邻近效应分析结果

	(1) <i>Main</i>	(2) <i>Wx</i>	(3) <i>Direct</i>	(4) <i>Indirect</i>	(5) <i>Total</i>
<i>doublepolicy</i>	1.1846 *** (0.169)	-3.4044 *** (0.976)	1.1552 *** (0.174)	-10.1944 ** (4.071)	-9.0392 ** (4.087)
控制变量	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
个体、时间效应	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
N	3990	3990	3990	3990	3990

六、结论性评述

本文基于 2008—2021 年 285 个城市面板数据,运用多期双重差分模型、双重机器学习模型以及空间计量模型等,探究了知识产权示范城市和科技金融政策“双试点”协同推进绿色低碳发展的联动效应、作用路径、空间异质性和空间邻近效应。研究结果表明:(1)知识产权和科技金融“双试点”政策能够显著推进绿色低碳发展,且比“单试点”政策的实施效果更佳。(2)“双试点”政策可以通过人才集聚效应和绿色技术创新,有效推进绿色低碳发展。(3)先“知识产权示范城市”后“科技金融政策试点城市”的实施顺序对绿色低碳发展的推进效果更佳。(4)在金融发展水平较高城市、政府干预程度较低城市以及环境保护重点城市,“双试点”政策能够显著推进绿色低碳发展。(5)“双试点”政策存在空间邻近效应,对本地的绿色低碳发展具有推进作用,而对邻近地区产生虹吸作用。

基于上述研究结论,具体政策启示如下:第一,应加强政策规划与部门协同,推进知识产权示范城市建设与科技金融试点的系统衔接与资源整合,充分发挥双政策的联动效应。例如,可在知识产权示范城市中优先布局科技金融试点,或在科技金融试点城市同步完善知识产权保护体系,避免单一政策因覆盖局限而

^①限于篇幅,全局莫兰指数未列示,留存备案。

出现边际效益递减。第二,应以人才集聚与绿色技术创新为核心路径,配套落实高层次人才引进与培养措施,并通过增加研发投入、支持低碳专利转化等方式强化绿色技术供给。同时,引导金融资源向清洁生产与循环经济等领域倾斜,推动产业结构绿色升级。第三,优化政策实施时序,宜采用知识产权先行、科技金融跟进的阶段性推进策略。先着力完善知识产权保护与交易体系,夯实创新基础;待创新生态成熟后,再通过绿色信贷、碳金融等工具支持技术转化。对已同步推行双试点的城市,可开展政策时序评估,防范政策叠加过快带来的执行脱节。第四,需实施差异化的试点布局,优先在金融发展较高水平、政府干预程度较低城市以及环境保护重点城市推行双试点。加快绿色金融体系建设和绿色金融产品创新,逐步提升绿色投融资能力;不断优化政府与市场关系,注重通过市场机制、价格工具和环境规制激发绿色创新动力;持续加强政策执行力度与环保投入。第五,应构建跨区域协同机制,通过信息共享、资源互补与技术合作缓解虹吸效应。推动建立生态补偿与横向财政转移支付机制,并探索跨区域碳市场互联互通,将本地绿色技术外溢转化为区域协同减排项目,促进形成本地创新与区域协同互促的空间发展格局。

参考文献:

- [1]王茹. 人与自然和谐共生的现代化:历史成就、矛盾挑战与实现路径[J]. 管理世界,2023(3):19-30.
- [2]高维龙. 数字经济对城市减污降碳的协同效应及空间机制[J]. 华东经济管理,2025(3):70-82.
- [3]于潇,林建鑫. 公众环境关注是否促进减污降碳协同增效?——来自居民与企业的机制考察[J]. 西安财经大学学报,2024(3):55-67.
- [4]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(4):19-33.
- [5]杨晓军,薛洪畅. 创新驱动政策是否促进城市减污降碳协同增效?——来自国家创新型城市试点政策的经验证据[J]. 产业经济研究,2024(3):1-14.
- [6]胡剑波,张宽元. 试点政策对城市减污降碳的协同增效研究——基于国家生态文明先行示范区的准自然试验[J]. 长江流域资源与环境,2023(10):2196-2211.
- [7]吴雪萍,邱文海. 用能权交易制度的减污降碳协同效应分析[J]. 环境科学,2024(8):4627-4635.
- [8]邢会,孙语泽,霍晓谦. 创新与环境政策叠加对城市减污降碳协同的影响研究[J]. 软科学,2025(8):77-84.
- [9]黄海昕,郭俊华. 国家低碳战略协同的减污降碳效应[J]. 经济问题,2024(12):45-57.
- [10]韩先锋,肖坚,李勃昕. “创新-金融”政策工具组合的协同降碳效应[J]. 资源科学,2024(7):1252-1264.
- [11]郭秋秋,马晓钰. “宽带中国”战略和低碳城市双试点的减污效应研究[J]. 产业经济研究,2023(5):129-142.
- [12]韩先锋,郑酌基,肖远飞. 创新驱动政策“双试点”协同赋能与碳排放“量降质升”——来自国家自主创新示范区与创新型城市的证据[J]. 中国人口·资源与环境,2023(10):112-123.
- [13]郭丰,杨上广,柴泽阳. 知识产权示范城市、知识产权保护与企业创新——基于中国工业企业的微观证据[J]. 审计与经济研究,2022(5):117-127.
- [14]李强,唐幼明. 知识产权制度建设与工业污染排放[J]. 中国人口·资源与环境,2023(7):145-156.
- [15]景国文,陈光. 推动知识产权保护与改善大气环境污染效应关系分析——基于知识产权示范城市的准自然实验[J]. 企业经济,2022(6):34-45.
- [16]王韶华,李乔,张伟. 知识产权保护对城市“双化”协同发展的影响研究[J/OL]. 科研管理,1-16. (2025-01-22)[2025-10-17]. <https://link.cnki.net/urlid/11.1567.G3.20250121.1803.006>.
- [17]张天舒,邱晶晶. 科技金融政策的城市环境改善效应——基于“科技和金融结合试点”的准自然实验[J]. 税务与经济,2023(4):73-81.
- [18]汪克亮,姜伟. 科技金融政策能否降低环境污染?——基于“促进科技与金融结合试点”的准自然实验[J]. 技术经济,2022(10):109-121.
- [19]江三良,贾芳芳. 科技金融政策对城市碳排放绩效的影响效应研究——基于“科技与金融结合试点”的准自然实验[J]. 软科学,2024(3):37-43.
- [20]Nie S. Does intellectual property rights protection matter for low-carbon transition? The role of institutional incentives[J]. Economic Modelling, 2024, 140: 106842.

- [21] 范兆媛,杜伟泉. 人口增长与收缩对城市绿色发展的影响[J]. 软科学,2025(11):72-80.
- [22] 徐军海,黄永春. 科技人才集聚能够促进区域绿色发展吗[J]. 现代经济探讨,2021(12):116-125.
- [23] 马彦瑞,刘强. 新型城镇化建设的减污降碳效应[J]. 中国人口·资源与环境,2024(1):33-45.
- [24] 肖义,孔庆申,李茹,等. “一枝独秀”抑或“花开并蒂”:国家中心城市对城市群减污降碳协同的影响[J]. 产业经济研究,2025(1):71-85.
- [25] Li L, Gan Y, Bi S, et al. Substantive or strategic? Unveiling the green innovation effects of pilot policy promoting the integration of technology and finance[J]. International Review of Financial Analysis, 2025, 97: 103781.
- [26] 邵汉华,王庆祥,何铿辉. 绿色技术创新对省域减污与降碳协同水平的影响及其驱动机制[J]. 经济地理,2025(1):17-24.
- [27] 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):4-10.
- [28] 申立忠,庚辰,李秀婷,等. 新质生产力赋能绿色能源效率提升的机制和路径研究[J]. 管理评论,2025(11):41-53.
- [29] 张超,胡宗光. 绿色金融如何实现城市减污降碳协同推进——基于绿色金融改革创新试验区的经验证据[J]. 商业研究,2025(2):51-62.
- [30] 柳剑平,张菡. 绿色技术创新对绿色发展的影响研究——基于中国地级市层面的实证分析[J]. 湖北大学学报(哲学社会科学版),2025(4):157-166.
- [31] 王淑佳,孔伟,任亮,等. 国内耦合协调度模型的误区及修正[J]. 自然资源学报,2021(3):793-810.
- [32] 崔新蕾,王冉冉. 中国降碳-减污-扩绿-增长协同发展空间关联网络特征及影响因素研究[J]. 环境科学研究,2024(7):1446-1457.
- [33] 王猛,宣烨,陈启斐. 创意阶层集聚、知识外部性与城市创新:来自20个大城市的证据[J]. 经济理论与经济管理,2016(1):59-70.
- [34] 金培振,殷德生,金桩. 城市异质性、制度供给与创新质量[J]. 世界经济,2019(11):99-123.
- [35] 韩亮亮,彭伊,孟庆娜. 数字普惠金融、创业活跃度与共同富裕——基于我国省际面板数据的经验研究[J]. 软科学,2023(3):18-24.

[责任编辑:苗竹青]

Can Cross-Policy Tool Synergy Promote Green and Low-Carbon Development?

A Quasi-Natural Experiment Based on the “Dual Pilot” of Intellectual Property and Sci-Tech Finance

GAO Sheng^a, CHEN Sirun^b, SHAO Xiaoling^a

(a. School of National Audit, b. School of Engineering Audit, Nanjing Audit University, Nanjing 211815, Jiangsu, China)

Abstract: Based on panel data from 285 Chinese cities from 2008 to 2021, this research constructed a “dual pilot” quasi-natural experiment using intellectual property model cities and sci-tech finance pilot cities. Multi-period difference-in-differences (DID) model and double machine learning (DML) model were employed to investigate the synergistic effects of cross-policy tool combinations on promoting urban green and low-carbon development. The findings showed that the “dual pilot” policy significantly promoted green and low-carbon development, with effects markedly stronger than those of single pilot policies, and these results passed a series of robustness tests. The “dual pilot” policy promoted green and low-carbon development indirectly through talent agglomeration effects and green technology innovation. The promotion effect of the strategy that demonstrated intellectual property rights first and then piloted sci-tech finance was better. The “dual pilot” policy demonstrated significant synergistic effects in cities with higher levels of financial development, cities with lower levels of government intervention, and key environmental protection cities. A spatial proximity effect was also observed, whereby the policy boosted local development while creating a siphon effect on neighboring regions. These findings provide important insights for rationally coordinating the spatial synergy and sequential configuration of the “dual pilot” policy to accelerate urban green and low-carbon development.

Key Words: intellectual property; sci-tech finance; dual pilot; policy synergy; green and low-carbon; pollution reduction and carbon abatement; double machine learning; spatial proximity effect