

财政环保支出提升城市碳排放绩效的机制与效应

鲍鹏程^{1,2},黄林秀²

(1. 湖南农业大学 经济学院,湖南 长沙 410128;2. 西南大学 经济管理学院,重庆 400715)

摘要:评估财政环保支出对碳排放绩效的影响是科学治理环境的前提。基于2011—2021年中国285个城市的面板数据,采用混合距离函数的序列参比曼奎斯特-卢恩伯格指数(Sequential Malmquist-Luenberger, SML)对城市碳排放绩效进行准确测算,就财政环保支出对城市碳排放绩效的影响及其机制进行了实证考察。研究表明,财政环保支出能够显著提升城市碳排放绩效,该结论通过了多重稳健性检验。异质性分析发现,财政环保支出对南方城市、产业结构优化较高城市、财政透明度较高城市、研发投入强度较高城市和政府环保注意力较高城市的碳排放绩效的促进作用更为明显。机制检验发现,财政环保支出能够通过激励绿色技术创新和加快数字经济发展两个渠道提升城市碳排放绩效。进一步分析表明,本地财政环保支出可以显著改善周边城市碳排放绩效。基于研究结论提出对策建议,为地方政府优化财政支出结构以推进低碳转型发展提供决策参考。

关键词:财政环保支出;碳排放绩效;绿色技术创新;数字经济发展;空间溢出效应

中图分类号:F812.45;X321 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-9841(2025)05-0147-11

一、引言和文献综述

党的二十大报告指出,完善支持绿色发展的财税、金融、投资、价格政策和标准体系^[1]。在现行的财政分权制度下,中央政府和地方政府共同承担生态环境领域基本公共服务支出责任,但环保资金的支出主体主要是地方政府。宝贵的财政资金来之不易,强化支出预算执行管理可以让有限的生态环保资金发挥更大的环境效益。碳排放绩效是指产生碳排放的经济活动过程中可以获得的期望产出,其提升反映了生产率的优化和环境保护的正外部性。新时代的中国成为全球空气质量改善速度最快的国家,碳排放绩效也得到有效改善。财政环保支出通过壮大环保人才队伍、投资环境治理项目等途径提供环境公共服务^[2],这势必会对市场主体的环保行为产生影响,进而影响碳排放绩效。那么,财政环保支出能否提升城市碳排放绩效?其中的影响机制是什么?回答上述问题不仅有助于厘清财政环保支出与城市碳排放绩效之间的关系和机制,而且有助于为地方政府优化财政支出结构与提升碳排放绩效提供可靠的理论与经验依据。

碳排放绩效的测算及其影响因素是环境领域研究的焦点。碳排放绩效测度可以分为单要素和全

作者简介:鲍鹏程,湖南农业大学经济学院,讲师。

通讯作者:黄林秀,西南大学经济管理学院,教授,博士生导师。

基金项目:国家社会科学基金教育学项目“促进新质生产力发展的劳动者技能需求与高等教育模式变革研究”(BGA240086),项目负责人:黄林秀。

要素两类。单要素主要采用国内生产总值除以二氧化碳排放量来衡量碳排放绩效^[3],考虑到单一指标难以衡量整个复杂的区域绿色经济效率,从全要素生产率的角度衡量碳排放绩效得到学者们的广泛使用^[4-5]。学者们就碳排放绩效的决定因素展开了深入考察。一方面,从经济社会发展的具体因素出发。现有研究认为绿色技术创新^[5]、互联网发展^[6]、创新人才集聚^[7]对碳排放绩效具有正向激励作用,而自然资源丰裕^[8]、地方经济增长目标^[9]等因素抑制碳排放绩效的提升。此外,张建等得出数字经济对碳排放绩效正向影响具有非线性递增的结论^[10]。另一方面,外生政策冲击可以较好地处理内生性问题,更加客观识别出政策的经济效应或环境效应。有研究证明省级开发区升格^[3]和高铁开通^[11]能够成为提升碳排放绩效的动能。

已有文献就财政环保支出的影响效应作了广泛研究。从宏观层面来看,财政环保支出作为激励型环境规制手段,显著促进了经济增长^[12],降低了二氧化硫排放量^[13],相邻地区间还表现出相互模仿的策略性互动行为^[2]。从中观层面来看,财政环保支出不仅能够降低本地区 and 邻近地区环境污染^[14],还能激励绿色技术创新和实现雾霾治理^[15]。除了直接探讨财政环保支出对空气污染的影响之外,还有学者探讨了财政环保支出的经济效应。马荣等基于中国长三角城市数据研究表明,财政环保支出明显促进了本地区 and 周边地区高质量发展^[16]。杜俊涛等采用地理坡度、年降雨量和寺庙数量缓解模型存在的内生性问题,证实了财政环保支出能够提高城市资源利用效率^[17]。从微观层面来看,财政环保支出日渐成为加快企业绿色创新的重要支撑^[18]。唐大鹏等从财政环保补助视角,探讨了财政环保支出如何影响企业绿色创新^[19]。总体来看,鲜有文献揭示财政环保支出对城市碳排放绩效的影响,对二者之间的作用机制探讨更为匮乏。

本文可能的边际贡献如下:首先,较新的研究视角。不同于以往文献基于省级层面探讨碳排放绩效的制度成因,本文从地级市层面探究财政环保支出的作用,廓清财政环保支出与城市碳排放绩效之间的理论逻辑,拓展碳排放绩效的研究视角。其次,明确的作用机制。本文从绿色技术创新和数字经济发展两个视角理论分析并实证检验财政环保支出对城市碳排放绩效的作用机制,为更深入地理解碳排放绩效提升的驱动因素提供新的思路。再次,完善的回归设计。本文采用混合距离函数模型(EBM)测算效率,有效兼顾径向与非径向两种方法的优点,较为准确地测度决策单元效率,为经验分析提供更可靠的数据;从区位特征、产业结构等多个角度揭示财政环保支出影响城市碳排放绩效的异质性效应,为强化环保资金预算提供更精准的政策参考,夯实此类城市的经济低碳转型步伐。同时,从多个维度综合评估财政环保支出对城市碳排放绩效的空间溢出效应,以期为搭建区域协作体系提供实践依据。

二、理论分析与研究假设

(一) 财政环保支出对城市碳排放绩效的影响分析

财政环保支出能够对城市碳排放绩效产生积极影响。首先,财政环保支出有助于强化环保意识。根据信号理论,加大财政环保支出会释放加强生态环保的政策信号,激励资本投向绿色低碳行业和企业。财政环保支出能够发挥资金的带动作用,引导社会资本和优质人才等向节能、环保等绿色领域倾斜^[19],鼓励城市居民养成绿色生活习惯,带动绿色消费,实现减碳与经济增长双赢。其次,财政环保支出有利于加快节能改造。政府给予企业相应的节能环保资金补贴,既能鼓励企业自主完成环保设备与设施的技术改造,又能激励企业购买无污染或少污染的原料以及高科技产品,推进资源节约集约利用,进而提升城市碳排放绩效。再次,财政环保支出有助于推动经济转型。根据外部性理论,碳排放具有强负外部性,市场机制难以有效解决,因而需要政府介入。财政环保支出可以改善区域内环境监测设备,助力环境行政监管、环保执法等主体之间的协同联动,强化碳排放超标的处罚效率,倒逼经济发展方式转型,从而改善城市碳排放绩效。由此,提出如下假设 H1。

H1: 财政环保支出对城市碳排放绩效具有显著正向影响。

(二) 财政环保支出对城市碳排放绩效的影响机制

财政环保支出能够有效激励绿色技术创新。一是提高创新意愿。在企业自身创新投入一定情况下,环保资金涵盖的绿色技术研发补贴可以缓解创新活动的筹集资金压力,合理降低创新成本提升盈利能力,从而增强企业绿色创新意愿与动力。二是凝聚绿色共识。长期以来国家层面高度重视生态环境保护以及居民觉察到气候变化带来的不利影响,有力推动全社会凝聚更广泛的绿色发展共识,促使环保资金优化配置,吸引更多的社会资本流入绿色低碳领域,激励多元创新主体发挥专业优势并奋力投身绿色技术创新。三是释放政府效能。地方政府面临政绩考核压力,其财政环保支出除了用于改善生态环境质量,还需要争夺其他城市的创新人才、绿色资本等生产要素来驱动经济增长。兼顾多维发展目标的地方政府会持续提升政府服务效能,出台配套的金融、人才发展等政策,支持绿色技术创新。

与此同时,绿色技术创新为提升城市碳排放绩效创造了条件。一方面,绿色技术创新能够提高产品附加值。绿色技术变革引致创新补偿效应超过污染治理的内部成本,将会获得更多的市场机会,赢得更大的经济效益和社会声誉,其塑造的品牌价值持续激励企业担当环境社会责任。市场主体寻求绿色技术创新,能够增加绿色低碳产品数量和种类,为消费者提供更多可选的绿色低碳产品,这不仅可以满足城市居民对绿色生活的需求,还可以增加城市期望产出。另一方面,绿色技术创新可以减少生产与生活带来的碳排放。绿色技术迭代更新,提升了企业更新生产设备与生产工艺的速度,及时转变城市粗放型增长模式,迅速推进光伏、风电和可再生资源的开发利用,逐步减少对传统能源的依赖,在不降低产值的情况下减少碳排放,加速碳排放绩效的提升^[7]。绿色技术亦能有针对性地治理汽车尾气、家庭消费碳排放等各类生活污染源,实现生活消费低碳转型。由此,提出如下假设 H2。

H2: 财政环保支出可以通过激励绿色技术创新进而提升城市碳排放绩效。

财政环保支出能够促进数字经济发展。一是执行环境标准。地方政府重点支持高附加值且环保的优质企业,而污染严重或不达标的企业在获取政府环保资金上不占据优势,容易倒逼该类企业加快传统产业绿色化改造并规模化生产便民利企数据产品,进而促进数字经济发展^[20]。二是挖掘优质资源。财政环保支出有利于营造绿色低碳发展的良好氛围,促进就业、投资、消费和环保等政策联动,持续完善绿色基础设施,切实保护区域生态功能并创造性地转化为优质旅游资源,吸引更多的文旅企业入驻,丰富拓展信息技术应用场景,进而释放数字经济发展潜能。三是激活共享经济。财政环保支出能够优化资源利用方式,激活社会存量资源,引导存量资源参与到经济社会发展的大循环中,这时共享单车、共享民宿等共享经济模式层出不穷,企业也会抓住时机降低数据共享和数据流通的成本,这种共享效应推动加快数字经济发展。

并且,数字经济发展与城市碳排放绩效之间具有紧密的关系。第一,重塑消费模式。数字经济发展能够广泛宣传“双碳”目标及其具体要求,多渠道提升城市居民节能环保意识,带动“无纸化”工作方式、在线缴费等快速应用,促进绿色低碳消费,有效提升城市碳排放绩效。第二,拓宽市场范围。互联网平台可以对接用户与生产者,并依托大数据分析推进生产要素的高效匹配,降低资源投入与消耗,从而实现经济低碳转型^[21];数字经济发展能驱动新业态与新模式的形成,构建绿色消费数字平台,打通产供销低碳链条堵点,精准挖掘消费者的个性化需求,从而拓宽经济活动的广度和深度^[22]。第三,助力环境治理。遥感测量、云计算等数字技术能够迅速整合不同系统、部门和企业各自碎片化的环境数据信息,这有助于环境监管部门及时掌握碳排放数据并据此进行碳排放管理,也便于企业根据现有生产合理科学制定碳减排行动方案,进而改善城市碳排放绩效。由此,提出如下假设 H3。

H3: 财政环保支出可以通过加快数字经济发展进而提升城市碳排放绩效。

(三) 财政环保支出对城市碳排放绩效的空间溢出效应

财政环保支出会通过空间溢出效应改善邻近城市碳排放绩效。其一,经济关联效应。财政环保支出有助于增加本地环保企业和绿色投资者的数量,在外部范围经济的作用下,会引起企业和投资者向周边地区扩张,带动周边城市碳排放绩效的提升。其二,示范效应。节能环保相关的财政政策能够通过信息交流、技术外溢等途径对关联地区产生良好的示范作用,环保治理经验也会随着官员流动而

产生外溢效应。低碳转型“后进”地区通过对优势地区节能降碳工作经验做法的借鉴和学习,加强对环境领域的治理,逐步优化经济增长模式,实现本地经济低碳化^[5]。其三,竞争效应。财政环保支出支持新兴产业发展会带来城市碳排放绩效的持续改善,这种良好效果促使其他城市制定合理的节能环保政策,适度增加环保预算并实施碳减排行动,实现地区间的良性竞争。当然,周边地区削减碳排放可以降低本地经济发展成本,削弱本地政府绿色投资的动力,使得财政环保支出对城市碳排放绩效具有负向溢出效应。财政环保支出对城市碳排放绩效的空间效应取决于正向溢出和负向溢出这两种效应的相对大小。由此,提出如下假设 H4。

H4: 财政环保支出通过空间溢出效应影响周边城市碳排放绩效。

三、研究设计

(一) 模型构建

1. 基准回归模型

为研究财政环保支出是否能够提升城市碳排放绩效,构建如下模型:

$$Cep_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 Fee_{it} + \alpha_2 X_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, Cep_{it} 代表城市*i*在第*t*年的碳排放绩效, Fee_{it} 代表财政环保支出, X_{it} 表示城市层面控制变量的集合; μ_i 和 θ_t 分别为城市和年份的固定效应, ε_{it} 为随机误差项; α_0 为常数项, α_1 为财政环保支出的回归系数, α_2 为各控制变量的回归系数。

2. 中介效应模型

为识别财政环保支出影响城市碳排放绩效的机制,构建如下模型:

$$Med_{it} = \beta_0 + \beta_1 Fee_{it} + \beta_2 X_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$Cep_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 Fee_{it} + \gamma_2 Med_{it} + \gamma_3 X_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中, Med_{it} 表示机制变量; β_0 和 γ_0 为常数项; β_1 表示财政环保支出对机制变量的效应, γ_1 表示控制了机制变量之后财政环保支出对城市碳排放绩效的效应, γ_2 表示机制变量对城市碳排放绩效的效应; β_2 和 γ_3 为各控制变量的回归系数;其余项和式(1)相同。

3. 空间杜宾模型

为检验财政环保支出对城市碳排放绩效的空间效应,构建如下模型:

$$Cep_{it} = \alpha_0 + \rho WCep_{it} + \alpha_1 Fee_{it} + \varphi_1 WFee_{it} + \alpha_2 X_{it} + \varphi_2 WX_{it} + \mu_i + \theta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, ρ 表示空间自回归系数, φ_1 和 φ_2 依次表示核心解释变量和控制变量的空间交互项系数。 W 为空间权重矩阵,具体包括:(1)空间邻接矩阵,其元素是指两城市直接接壤为1,反之则为0;(2)地理距离矩阵,以经纬度坐标计算的两个城市地理距离平方的倒数表示;(3)经济距离矩阵,由任意两个城市实际人均GDP之差的绝对值取倒数与地理距离矩阵元素相乘得到。

(二) 变量设定

1. 被解释变量

本文被解释变量为城市碳排放绩效(Cep),其在具体测算过程中需要设定投入要素和产出要素。投入方面,资本存量参照单豪杰的做法^[23],估算2010年起始资本存量,并根据永续盘存法计算后续年份资本存量;劳动力以各地级市年末从业人数衡量;能源消耗采用全年全市用电量表示。产出方面,期望产出以实际GDP表示,非期望产出以二氧化碳排放量表示。

EBM模型不仅兼容投入前沿值与实际值的径向比例,还充分考虑各个投入或产出变量非径向部分的差异。本文在超效率EBM模型的基础上,参考鲍鹏程等的做法^[7],采用混合距离函数的序列参比曼奎斯特-卢恩伯格指数(Sequential Malmquist-Luenberger, SML)测算各城市碳排放绩效的跨年变化,并以2010年为基期逐年累乘SML值得到考察期内各城市碳排放绩效。

2. 核心解释变量

本文核心解释变量为财政环保支出(Fee),参照李子豪等的做法^[15],采用节能环保支出占财政总支出的百分比加以衡量。

3. 控制变量

参照刘秉镰等的研究^[3], 在回归模型中纳入如下控制变量: (1) 人口密度 (*Dens*), 以自然对数的每平方千米常住人口数量表示; (2) 经济发展水平 (*Pgdp*), 以实际人均 GDP 的自然对数表示; (3) 对外开放程度 (*Open*), 以汇率转换后的实际利用外资额占 GDP 的比重表示; (4) 融资便利程度 (*Fin*), 以年末金融机构贷款余额占 GDP 的比重表示; (5) 基础设施建设 (*Road*), 以公路面积占地域面积之比表示。

4. 机制变量

基于上述分析, 机制变量设置如下: 一是绿色技术创新 (*Gti*), 采用每万人绿色发明专利申请数进行衡量。二是数字经济发展 (*Dige*), 与赵涛等测度一致^[24], 选取每百人互联网用户数、每百人移动电话数、信息化从业人员占比、人均电信业务总量和数字普惠金融指数 5 个指标, 采用熵权法计算数字经济发展指数。

(三) 数据说明

本文选取 2011—2021 年中国 285 个城市数据作为研究样本。研究使用的节能环保支出部分数据通过各市统计局和财政局申请获得, 现代城市的清代城墙面积数据来自王峤等的研究^[25], 其他数据主要来自《中国城市统计年鉴》、各省市统计年鉴、国家统计局、国家知识产权局和北京大学数字金融研究中心。

四、实证结果分析

(一) 基准回归结果

表 1 报告了财政环保支出与城市碳排放绩效的基准回归结果。其中, 第(1)列在控制城市 and 年份固定效应时, 只加入了核心解释变量。结果显示, 财政环保支出对城市碳排放绩效具有显著正向影响。第(2)~(6)列依次将控制变量放入回归方程中, 财政环保支出系数均在 1% 的水平上显著为正。这表明在考虑其他相关变量的可能影响后, 财政环保支出对城市碳排放绩效具有显著促进作用的结论保持了较高的稳健性。至此, 假设 H1 得到验证。

表 1 基准回归结果

	<i>Cep</i>					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>Fee</i>	0.114*** (0.029)	0.110*** (0.029)	0.114*** (0.028)	0.113*** (0.028)	0.110*** (0.028)	0.107*** (0.027)
<i>Dens</i>		0.170*** (0.057)	0.209*** (0.063)	0.210*** (0.064)	0.227*** (0.068)	0.110* (0.066)
<i>Pgdp</i>			0.160*** (0.046)	0.164*** (0.046)	0.124*** (0.048)	0.149*** (0.050)
<i>Open</i>				-0.218 (0.422)	-0.214 (0.449)	-0.104 (0.424)
<i>Fin</i>					-0.071*** (0.027)	-0.070*** (0.026)
<i>Road</i>						0.195** (0.095)
常数项	0.738*** (0.073)	-0.220 (0.325)	-2.106*** (0.682)	-2.140*** (0.685)	-1.760** (0.723)	-1.386** (0.650)
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
R^2	0.382	0.391	0.402	0.403	0.415	0.440
<i>N</i>	3 135	3 135	3 135	3 135	3 135	3 135

注: ***, ** 和 * 分别表示在 1%、5% 和 10% 的水平上显著, 括号内为稳健标准误, 下同。

(二) 内生性处理

为避免遗漏变量和反向因果带来的内生性问题, 本文选用城市层面清代城墙面积作为财政环保

支出的工具变量。由于该变量是截面数据,借鉴鲍鹏程等的思路^[26],引入省级层面财政环保支出水平赋予其时变特征,即各城市清代城墙面积与上一年全省财政环保支出的交互项作为最终使用的工具变量(IV1)。该工具变量具有两方面优势:一方面,中国清代城墙在规划建设过程中,重视人居之城与地域自然环境的巧妙结合,为现阶段生态环境保护贡献生态智慧,加之城墙内部区域是现代城市发展的早期形态,城墙面积越大引发环保关注的可能性越大,地方政府越有可能增加财政环保支出预算,符合相关性要求。另一方面,清代城墙面积作为历史数据,其对当下城市碳排放绩效的影响微乎其微,并且上一年省级财政环保支出变动主要由全省财政条件决定,不会受到单个城市的碳排放绩效影响,因而满足工具变量外生性要求。此外,鉴于历史上环保人力配置会影响样本期内环保资金预算,使用2003年每百人环保类从业人数乘以上一年全省财政环保支出作为第二个工具变量(IV2)^①。

表2列示了两种工具变量的回归结果。第一阶段回归中,工具变量与财政环保支出之间为显著正相关关系,表明清代城墙面积越大和环保类从业人数越多,城市财政环保支出力度越大。同时,LM统计量和Wald F统计量检验表明,工具变量通过了不可识别检验和弱工具变量检验。第二阶段结果显示,在控制内生性问题后,财政环保支出仍能提升城市碳排放绩效。

表2 工具变量回归结果

	第一阶段:Fee		第二阶段:Cep	
	IV1	IV2	IV1	IV2
Fee			0.265*** (0.045)	0.148*** (0.056)
IV	0.144*** (0.017)	0.915*** (0.150)		
控制变量	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
Kleibergen-Paap rk LM 统计量(P值)	61.535 [0.000]	22.055 [0.000]	61.535 [0.000]	22.055 [0.000]
Kleibergen-Paap rk Wald F统计量	67.941 {16.38}	37.029 {16.38}	67.941 {16.38}	37.029 {16.38}
R ²	0.415	0.418	0.384	0.368
N	3 135	3 135	3 135	3 135

注:{ }内数值为 Stock-Yogo 检验 10%水平上的临界值。

(三) 稳健性检验

本文从四个方面进行稳健性检验:(1)替换被解释变量:基于非期望产出的EBM-GML模型,构建包含非期望产出的SBM-SML模型重新测算城市碳排放绩效。(2)替换核心解释变量:选取上一年财政环保支出替换当期财政环保支出。(3)调整研究样本:其一,剔除直辖市和省会城市;其二,对财政环保支出和城市碳排放绩效两个核心变量进行上下1%缩尾处理;其三,将样本区间缩减为2011—2019年。(4)控制省份与时间交互固定效应。以上回归结果显示(限于篇幅,正文未列示稳健性检验结果,备索),核心解释变量系数均显著为正,进一步增强基准结论的可信度。

(四) 异质性分析

1. 区位特征异质性

本文以秦岭—淮河为界将样本城市分为南方地区、北方地区,并对两个子样本依次进行回归,估计结果见表3列(1)、列(2)。分组检验结果显示,财政环保支出对城市碳排放绩效的提升作用主要集中在南方地区。主要原因在于:北方地区拥有大量大型工业企业,相较于农业和服务业会消耗更多的化石能源,加之冬季大面积长时间供暖,从而产生较多的碳排放量;同时,北方经济增速放缓,安排节

① 之所以使用2003年的数据,是因为《2004年中国城市统计年鉴》首次报告水利、环境和公共设施管理从业人数这一环保类数据。

能环保资金相对不足,使得财政环保支出对城市碳排放绩效的提升作用在北方地区难以充分释放。然而,南方地区面对经济低碳转型,地方政府着力打造优越的营商环境,吸引人才、资金等生产要素流入,促进经济增长,并且企业在政府节能环保政策支持下,有序开展绿色创新活动和加快数字经济发展,有效遏制碳排放量快速增长的态势,从而更好地发挥财政环保支出的环境正效应。

2. 产业结构异质性

本文以第三产业增加值与第二产业增加值之比衡量产业结构,再根据中位数将所有样本划分为产业结构优化程度高(大于等于中位数)、产业结构优化程度低(小于中位数)两组,估计结果见表3列(3)和列(4)。可以看到,财政环保支出对产业结构优化程度较高城市碳排放绩效的提升效果更为明显。主要原因在于:城市产业结构优化程度越高,越容易准确把握绿色发展理念的要义,这不仅有利于形成绿色低碳循环的生产方式,还能引导节能环保资金向更高效率部门流动,发展壮大战略性新兴产业和绿色环保产业,从而实现城市碳排放绩效的提升。相比之下,产业结构优化较低的城市,高耗能产业转型至战略性新兴产业或生态环保类产业还有一个循序渐进的过程,财政环保支出短期内难以转变粗放式经济发展模式,这使得财政环保支出对城市碳排放绩效的提升作用无法完全凸显。

3. 财政透明度异质性

本文根据清华大学公共管理学院公开的《中国市级政府财政透明度研究报告》,使用2013—2021年财政透明度的平均数衡量样本考察期内财政透明度,依据中位数将全样本划分为财政透明度高、低两组,估计结果见表3第(5)和(6)列。分组检验结果表明,财政环保支出对城市碳排放绩效的影响受所在城市财政透明度的制约,在财政透明度较高的城市,财政环保支出对城市碳排放绩效的提升效应更显著。主要原因在于:城市财政透明度越高,当地财政状况更容易被社会各界监督,政府财政行为将会受到更强的约束,财政收支预算的调整和执行会更加严格,更好地将节能环保资金用到环保领域,更加有力改善城市碳排放绩效;反之,若财政透明度越低,地方政府有较高的概率出现软预算约束和权力寻租腐败问题,致使财政环保支出没有发挥对城市碳排放绩效应有的积极作用。

表3 异质性估计结果 I

	地理区位		产业结构		财政透明度	
	(1)南方	(2)北方	(3)高	(4)低	(5)高	(6)低
<i>Fee</i>	0.198*** (0.031)	0.073 (0.057)	0.155*** (0.049)	0.045 (0.032)	0.164*** (0.050)	0.072 (0.061)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
R^2	0.477	0.466	0.410	0.614	0.488	0.426
<i>N</i>	1 705	1 430	1 573	1 562	1 562	1 573

4. 研发投入强度异质性

本文以研发内部经费支出占GDP比重的年度中位数为界限,将全样本划分为研发投入强度高、低两组,依次进行回归。由表4第(1)和(2)列可知,财政环保支出的城市碳排放绩效提升效应在高研发投入强度城市中更强。主要原因在于:高研发投入强度城市在众多技术领域积累了丰富知识,具有较强的抵抗创新风险能力,能够率先将绿色技术应用于生产与生活,也会加快数字技术更新换代,此时财政环保支出进一步激发创新活力,进而对城市碳排放绩效产生积极影响。与之不同,在研发投入强度较低的城市,财政环保资金虽然能激励企业购买环保设备,但企业绿色创新资金投入相对不足,难以自主完成环保设备更新,不能快速实现清洁生产,从而财政环保支出对城市碳排放绩效没有显著影响。

5. 政府环保注意力异质性

本文以环保词频占地级市政府工作报告总词频比重的年度中位数为界限,将样本划分为政府环

保注意力高、低两组,检验结果见表4列(3)和列(4)。不难看到,财政环保支出在政府环保注意力较高的城市对碳排放绩效有更强的促进作用。主要原因在于:政府环保注意力较高时,将会增强环保政策执行力度,提高节能环保支出效率,加快辖区内企业开展减污降碳行动,从而财政环保支出对城市碳排放绩效产生提升作用;政府环保注意力较低时,企业承受的环境监管压力较小,实施治理环境措施的意愿较为薄弱,关注绿色创新信息不足,同时城市居民没有充分发挥监督作用,使得财政环保支出不能合理用于环境监测、能源开发等方面,进而财政环保支出没有显著影响城市碳排放绩效。

表4 异质性估计结果II

	研发投入强度		政府环保注意力	
	(1)高	(2)低	(3)高	(4)低
<i>Fee</i>	0.146*** (0.053)	0.072 (0.166)	0.120*** (0.040)	0.099 (0.068)
控制变量	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是
R^2	0.526	0.327	0.504	0.379
<i>N</i>	1 573	1 562	1 573	1 562

(五) 机制检验

前文证实了财政环保支出对城市碳排放绩效产生明显的积极作用,本部分着重检验其作用机制。根据前文模型设定,具体估计结果如表5所示。第(1)~(3)列报告了以绿色技术创新为机制传导的检验结果。由列(1)可知,财政环保支出估计系数为正且具有较高的显著性,表明财政环保支出确实有助于提升城市碳排放绩效。列(2)中被解释变量为绿色技术创新,可以看到,财政环保支出对绿色技术创新的影响系数为0.234,且在5%水平上显著,说明财政环保支出能够激励绿色技术创新。列(3)报告了财政环保支出与绿色技术创新同时引入回归方程后的估计结果,财政环保支出的系数值相较于基准回归有所下降,绿色技术创新系数估计值在1%水平上显著为正,这表明财政环保支出可以带动地区重视绿色技术创新并有序开展绿色创新活动,进而对城市碳排放绩效产生积极作用,即佐证了假设H2。

表5列(4)和列(5)呈现了以数字经济发展为机制传导的检验结果。其中,列(4)是被解释变量为数字经济发展时式(2)的回归结果,财政环保支出系数在1%水平上显著为正,这表明财政环保支出能够促进数字经济发展。而列(5)显示在基准回归引入数字经济发展变量之后的回归结果,数字经济发展估计系数为1.282且具有较高的显著性,说明数字经济发展显著提升城市碳排放绩效,此时财政环保支出的系数小于基准回归系数且具有统计学意义,这意味着存在财政环保支出→数字经济发展→城市碳排放绩效的传导机制,即假设H3得到验证。综合表5来看,财政环保支出有效激励绿色技术创新,加快数字经济发展,从而提升城市碳排放绩效。

表5 机制检验结果

	<i>Cep</i>	<i>Gti</i>	<i>Cep</i>	<i>Dige</i>	<i>Cep</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>Fee</i>	0.107*** (0.027)	0.234** (0.118)	0.086*** (0.017)	0.003*** (0.001)	0.102*** (0.025)
<i>Gti</i>			0.087*** (0.028)		
<i>Dige</i>					1.282*** (0.486)
控制变量	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是
R^2	0.440	0.491	0.520	0.902	0.474
<i>N</i>	3 135	3 135	3 135	3 135	3 135

(六) 空间溢出效应

本文预先进行空间相关性检验, 遵循 LM、LR、Wald 和 Hausman 检验等空间计量模型选择标准, 最终确定使用时空双固定的空间杜宾模型, 并将财政环保支出滞后一期纳入回归模型作为稳健性检验, 空间效应的估计结果见表 6 所示。从核心解释变量来看, 财政环保支出系数都在 1% 水平上显著为正, 表明纳入空间因素时财政环保支出对城市碳排放绩效的正向影响显著存在。空间杜宾模型估计结果显示, 财政环保支出的空间交互项系数均显著为正, 初步表明财政环保支出对城市碳排放绩效具有显著的正向空间溢出效应。考虑到点回归解释空间估计结果可能存在偏差, 有必要进一步揭示财政环保支出对城市碳排放绩效的直接效应和间接效应。从溢出效应来分析, 在不同的空间矩阵情形下, 财政环保支出的间接效应估计系数均显著为正, 这说明财政环保支出不仅会促进本地城市碳排放绩效的提高, 还会促进周边城市碳排放绩效的提升。主要原因在于: 财政环保资金可以支持环保领域交流, 会对周边城市碳排放绩效产生经济关联效应和示范效应, 加强环保企业间的良性互动, 传播低碳知识, 促进相邻城市及时学习优势地区低碳治理思路, 提升企业的绿色技术水平与劳动生产率, 从而改善周边城市碳排放绩效。特别地, 2013 年之后同级地方政府在环保考核上竞争愈发明显, 推动形成“为环保而竞争”的良性竞争, 共同提升城市碳排放绩效。由此, 假设 H4 得到验证。

从空间集聚视角来看, 在空间邻接衡量城市间关联时, ρ 系数显著为正; 在以地理距离和经济距离衡量城市之间的空间互动关系时, ρ 值估计结果不显著。主要原因在于: 部分邻接城市为同省内城市, 省级政府搭建碳排放、碳减排监测体系, 促进辖区内的企业参与碳市场交易, 优化经济发展模式, 进而碳排放绩效溢出效应存在于邻接城市之间。与之不同, 地方政府重视低碳转型发展, 通过关停高能耗、高排放和重污染企业来降低碳排放, 这对距离过远城市的同类企业有一定的威慑作用, 但资源禀赋、营商环境等方面存在较大差异, 同类企业需要一定的时间发展战略性新兴产业或现代服务业, 短期内溢出效应有限, 导致城市碳排放绩效的空间溢出效应不显著。

表 6 空间杜宾模型估计结果

	财政环保支出当期			财政环保支出滞后一期		
	空间邻接 (1)	地理距离 (2)	经济距离 (3)	空间邻接 (4)	地理距离 (5)	经济距离 (6)
ρ	0.077*** (0.025)	0.017 (0.036)	0.013 (0.033)	0.079*** (0.025)	0.019 (0.036)	0.014 (0.033)
Fee	0.095*** (0.031)	0.091*** (0.031)	0.090*** (0.031)	0.103*** (0.032)	0.098*** (0.032)	0.097*** (0.032)
$W \times Fee$	0.031*** (0.009)	0.026** (0.013)	0.021** (0.010)	0.038*** (0.012)	0.032** (0.016)	0.029** (0.014)
直接效应	0.118*** (0.033)	0.107*** (0.033)	0.106*** (0.033)	0.121*** (0.035)	0.114*** (0.035)	0.113*** (0.035)
间接效应	0.044*** (0.008)	0.034** (0.015)	0.025** (0.010)	0.049*** (0.009)	0.041** (0.019)	0.031** (0.015)
总效应	0.162 (0.188)	0.141*** (0.050)	0.131*** (0.045)	0.170 (0.189)	0.155*** (0.052)	0.144*** (0.048)
控制变量	是	是	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是	是	是
年份固定效应	是	是	是	是	是	是
Log-Likelihood	3 463.772	3 473.716	3 473.853	3 485.970	3 495.935	3 497.554
R^2	0.431	0.419	0.425	0.439	0.429	0.428
N	3 135	3 135	3 135	3 135	3 135	3 135

五、结论与政策启示

本文以 2011—2021 年中国 285 个城市数据为研究样本, 综合运用多种计量方法, 实证检验了财政环保支出对城市碳排放绩效的影响。主要结论如下: 其一, 财政环保支出能够显著提升城市碳排放

绩效。其二,异质性分析表明,财政环保支出对城市碳排放绩效的提升效应在南方城市、产业结构优化较高城市、财政透明度较高城市、研发投入强度较高城市和政府环保注意力较高城市中更加明显。其三,从影响机制来看,激励绿色技术创新和加快数字经济发展是财政环保支出提升城市碳排放绩效的重要作用渠道。其四,空间分析表明,财政环保支出的空间溢出效应在提升城市碳排放绩效的过程中同样发挥至关重要的作用。

基于以上研究结论,提出以下政策启示:

第一,健全财政环保支出制度,助力提升城市碳排放绩效。地方政府应着手建立与“双碳”目标相匹配的绿色财政预算体系,围绕环境监测、污染防治和能源开发等方面持续加大财政环保支出,引导社会资本加大对环保领域的支持力度,为经济低碳转型提供可靠的资金保障;综合运用专项支出、政府采购、财政补贴等绿色财政支出方式,引导市场主体生产绿色产品和全社会绿色消费,实现发展和减排的双赢。同时,中央政府选派南方省份干部前往北方任职,积极推广环境治理成功模式,优化北方地区营商环境,并引导国家低碳转型资金加大对产业结构优化较低城市绿色产业的培植力度。对于财政透明度较低城市,应主动利用微信小程序、微信公众号等载体及时、准确和全面披露在法定范围内的财政预算信息,以及强化财政预算执行过程中的监督和审计。对于研发投入强度较低城市,应完善与企业研发投入相挂钩的正向激励机制,落实好研发支出税费减免政策,鼓励企业更大力度承担环境领域的国家科技项目。对于政府环保注意力较低城市,政府部门应在碳排放问题上提高注意力,及时听取社会各界对环境保护提出的意见和建议,逐步完善“双碳”行动方案。

第二,充分发挥绿色技术创新与数字经济发展在财政环保支出提升城市碳排放绩效中的机制作用。一方面,财政环保资金适度向绿色技术创新型企业倾斜,持续优化国家级创新基地布局,推动各平台围绕节能环保、清洁生产、清洁能源等领域构建跨学科、跨行业的创新联合体,形成多方长期联合攻关的稳定机制。政府鼓励创新能力较弱企业引进并应用先进绿色技术改变生产模式,增强绿色产品供给能力,助推“双碳”目标的实现。另一方面,加快建立和完善绿色发展财政奖补机制,支持数字经济企业壮大以及数字经济示范场景打造,倡导数据要素应用于生产经营中的各个环节,提高企业生产效率,同时通过数字化智慧手段在网络空间加大环境保护宣传力度,建立碳减排数字台账,推动消费端减排,实现数字经济赋能城市碳排放绩效。

第三,突破城市行政边界限制,积极搭建区域协作体系。资源禀赋相近且地理位置邻近城市应突破行政管辖边界,积极探索一体化的协调机制,以各地碳排放现状为基础投入环保资金搭建信息化基础平台和数字底座,促进规范标准的生态环境数据共享,辅助跨区域协同治理,切实发挥财政环保支出对城市碳排放绩效的正向空间溢出效应。针对碳排放绩效自身溢出仅存在于邻近城市,政府在制定政策提升本地碳排放绩效时,还应该实时关注周边城市的就业、消费和生态环保等政策变动,立足地区优势和环境治理能力,扎实推进经济发展和节能减排政策方面的区域联动机制,推动产业链上中下游企业深度融合,避免同质化竞争带来的产能过剩,从而助力城市碳排放绩效的同步提升。

参考文献:

- [1] 习近平. 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N]. 人民日报,2022-10-26(1).
- [2] 曹鸿杰,卢洪友,潘星宇. 地方政府环境支出行为的空间策略互动研究——传导机制与再检验[J]. 经济理论与经济管理,2020(1):55-68.
- [3] 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.
- [4] CHOI Y,ZHANG N,ZHOU P. Efficiency and Abatement Costs of Energy-Related CO₂ Emissions in China: A Slacks-Based Efficiency Measure[J]. Applied Energy,2012,98:198-208.
- [5] 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.

- [6] LIN B Q,ZHOU Y C. Does the Internet Development Affect Energy and Carbon Emission Performance? [J]. Sustainable Production and Consumption,2021,28:1-10.
- [7] 鲍鹏程,尹朝静,杨坤. 创新人才集聚能提升城市碳排放绩效吗? ——来自中国地级市的经验证据[J]. 经济与管理研究,2025(2):24-42.
- [8] WANG K Y,WU M,SUN Y P, et al. Resource Abundance, Industrial Structure, and Regional Carbon Emissions Efficiency in China[J]. Resources Policy,2019,60:203-214.
- [9] 孙浩,郭劲光. 地方经济增长目标管理对碳排放效率的影响[J]. 自然资源学报,2024(1):186-205.
- [10] 张建,王博. 数字经济发展与绿色全要素生产率提升[J]. 审计与经济研究,2023(2):107-115.
- [11] LIN B Q,JIA H Y. Does the Development of China's High-Speed Rail Improve the Total-Factor Carbon Productivity of Cities? [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment,2022,105:103230.
- [12] 姜楠. 环保财政支出有助于实现经济和环境双赢吗? [J]. 中南财经政法大学学报,2018(1):95-103.
- [13] 胡骁马. 地方政府环保支出及其策略互动对环境污染的影响[J]. 财经问题研究,2022(1):102-109.
- [14] 王华春,刘腾飞,崔伟. 财政环保支出、地方政府竞争与环境污染治理——基于中国 284 个城市的实证研究[J]. 城市问题,2022(4):96-103.
- [15] 李子豪,白婷婷. 政府环保支出、绿色技术创新与雾霾污染[J]. 科研管理,2021(2):52-63.
- [16] 马荣,伯娜. 财政支出结构对长三角城市群高质量发展的影响机制与效应研究[J]. 财贸研究,2023(4):69-82.
- [17] 杜俊涛,宋马林. 绿色财政支出对资源利用效率的非线性影响——基于政府治理的调节效应分析[J]. 中国地质大学学报(社会科学版),2023(5):31-43.
- [18] 陈骏,单美贤,谭建华. 领导干部自然资源资产离任审计如何影响绿色创新? [J]. 审计研究,2023(3):19-32.
- [19] 唐大鹏,杨真真. 地方环境支出、财政环保补助与企业绿色技术创新[J]. 财政研究,2022(1):79-93.
- [20] HAO X L,WANG X H,WU H T, et al. Path to Sustainable Development: Does Digital Economy Matter in Manufacturing Green Total Factor Productivity? [J]. Sustainable Development,2023(1):360-378.
- [21] 张元庆,刘烁,齐平. 数字产业协同创新发展对碳排放强度影响研究[J]. 西南大学学报(社会科学版),2023(3):114-128.
- [22] REN S M,LI L Q,HAN Y Q, et al. The Emerging Driving Force of Inclusive Green Growth: Does Digital Economy Agglomeration Work? [J]. Business Strategy and the Environment,2022(4):1656-1678.
- [23] 单豪杰. 中国资本存量 K 的再估算:1952—2006 年[J]. 数量经济技术经济研究,2008(10):17-31.
- [24] 赵涛,张智,梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界,2020(10):65-76.
- [25] 王峤,刘修岩,李迎成. 空间结构、城市规模与中国城市的创新绩效[J]. 中国工业经济,2021(5):114-132.
- [26] 鲍鹏程,黄磊. 创新人才集聚如何影响城市生态财富[J]. 山西财经大学学报,2023(5):28-42.

责任编辑 任剑乔 柳为易

网 址: <http://xbbjb.swu.edu.cn>