

中国低碳城市试点政策扩散模式及减污效应

郑石明, 尤朝春

(暨南大学公共管理学院、公共政策研究院, 广东 广州 510632)

摘要: 低碳试点政策是实现双碳目标的一项重要制度安排, 然而不同扩散模式下的低碳试点政策对改善环境质量的政策效果差异尚不明确。基于 2003—2019 年中国 281 个地级市的面板数据, 将 3 批低碳试点政策视为准自然实验, 采用渐进双重差分模型评估不同扩散模式下的低碳试点政策对改善环境质量的差异化影响效应。研究发现: 第一, 低碳城市建设显著降低了空气污染水平, 有助于改善环境质量; 第二, 层级扩散模式下的低碳试点政策减污效应优于主动扩散模式; 第三, 层级扩散与主动扩散模式下的低碳试点政策对提升环境质量的影响效应在不同经济发展水平、不同类型的城市中表现出较为明显的异质性。研究结果为深入打好污染防治攻坚战、建设人与自然和谐共生的美丽中国提供了有益的政策启示。

关键词: 低碳试点; 扩散模式; 空气污染; 政策评估

中图分类号: D601; X51

文献标识码: A

文章编号: 1005-0566(2023)10-0098-11

Diffusion model and air pollution control effect of low-carbon city pilot in China

ZHENG Shiming, YOU Chaochun

(School of Public Administration and Institute of Public Policy, Jinan University, Guangzhou 510632, China)

Abstract: Low-carbon city pilot is an important institutional arrangement to achieve the goals of carbon peaking and carbon neutrality. However, the policy effect of low-carbon city pilot policies under different diffusion modes on improving environmental quality is not clear. Based on the panel data of 281 prefecture-level cities in China from 2003 to 2019, this study regards the three batches of low-carbon city pilots as quasi-natural experiments, and uses the time-varying DID method to evaluate the differential effects of low-carbon city pilot policies on improving environmental quality under different diffusion modes. The results show that (1) The construction of low-carbon city pilot significantly reduces the air pollution level and contributes to the improvement of environmental quality. (2) The air pollution control effect of low-carbon city pilot under hierarchical diffusion mode is better than that under active diffusion mode. (3) The effects of low-carbon city pilot under hierarchical and active diffusion modes on improving environmental quality show obvious heterogeneity among different levels of economic development and different types of cities. This study provides useful policy implications for further fighting the battle of pollution prevention and control and building a beautiful China with harmonious coexistence between man and nature.

Key words: low-carbon pilot; diffusion model; air pollution; policy evaluation

收稿日期: 2023-07-14 修回日期: 2023-10-07

基金项目: 国家社会科学基金重点项目“‘双碳’目标下环境污染与碳排放协同治理效应与机制创新研究”(22AGL029); 广东省自然科学基金项目“面向碳达峰碳中和的碳排放权交易政策作用机制与效应研究”(2022A1515010175)。

作者简介: 郑石明(1967—), 男, 湖南永州人, 暨南大学公共管理学院、公共政策研究院教授、博士生导师, 博士, 研究方向为环境与气候政策、科技创新政策等。

中国正处于经济社会发展全面绿色转型时期,良好生态环境质量事关人民福祉,也是实现中华民族伟大复兴中国梦的必然要求。近10年来,我国污染防治攻坚向纵深推进,绿色、循环、低碳发展迈出坚实步伐,生态环境质量改善成效显著。但整体而言重点领域、重点行业污染问题仍然突出,环境保护结构性、根源性压力尚未缓解。党的二十大报告提出“推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式”和“加强污染物协同控制,基本消除重污染天气”,可见我国污染防治攻坚战任重道远。加之全球突发公共卫生事件的负面冲击仍在全球蔓延,中国正面临着经济复苏、空气质量改善等多重压力。值此背景下,“十四五”时期如何科学部署大气污染防治行动、推动经济绿色复苏,成为当前亟须解决的问题。

为有效落实控制温室气体排放行动目标,积极探索低碳发展路径,国家发展和改革委员会于2010年发布了《关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》,确定首先在广东、辽宁等五省八市开展低碳试点工作。首批试点城市数量较少且多为经济发展水平较高城市,实践经验示范性不足。因而在总结第一批试点工作经验的基础上,我国陆续开展了第二、三批低碳试点,试点地区从省级和较大的中心城市进一步下沉到市区县,试点范围进一步扩大。与首批试点城市由中央政府“自上而下”指定确认不同的是,第二、三批试点城市增加了“自下而上”主动申报和专家评审环节,由此,低碳试点政策形成了“自上而下”“自下而上”两种扩散模式。低碳试点政策初衷在于实现碳减排,因而有大量研究讨论了试点政策的减排效果,亦有学者对低碳试点城市的扩散机制进行了探索。但温室气体和空气污染物排放均主要来源于人类生产生活中化石能源的使用,这使得温室气体与空气污染物协同减排在理论上具有可行性,低碳试点政策可能也会对污染物减排产生积极影响。因而将低碳试点政策扩散与低碳试点政策评估结合探讨,探讨不同扩散模式下的低碳试点政策的减污效应,具备一定的学术价值和现实意义。有鉴于此,本文以低碳试点这一综合性、全

面性的环境政策为切入点,试图回答以下几个问题:低碳试点政策能否有助于改善城市空气质量?在复杂的央地关系背景下,不同扩散模式下的低碳试点政策的减污效应是否存在显著差异?更进一步地,不同扩散模式下的低碳试点政策的减污效应是否受到经济发展水平、城市类型异质性的影响?为此,本文以低碳试点政策为研究对象,选取2003—2019年281个地级市的面板数据,借助渐进双重差分模型就上述3个问题进行尝试性分析与探讨。

本文的边际贡献主要体现在:第一,本文将政策评估与政策扩散纳入一个分析框架,是对现有研究的有益补充。目前,学术界在政策创新和扩散的研究中,主要聚焦于政策扩散的影响因素、机制的研究,本文从复杂的央地关系视角切入分析不同扩散动机下不同政策扩散模式带来的政策执行效果差异,丰富和拓展了有关文献。第二,对复杂背景下深入打好污染防治攻坚战的政策制定与实施具有一定的启示意义,这具体体现在以下3个方面。首先,空气污染物与温室气体排放同根同源,本文研究发现两种扩散模式下的低碳试点政策都有积极的减污效应,为今后我国减污降碳协同增效的政策制定提供了一定参考。其次,本文发现层级扩散模式下的试点政策相较于主动扩散模式下的试点政策减污效应更为明显,表明试点经验仍待进一步总结,为今后政策调整提供了依据。最后,本文发现两种扩散模式下试点政策的减污效应在经济发展水平较好、非资源型城市间表现更好,为今后实现治污减排与经济发展双赢目标、促进城市转型提供了直接的证据支持。

一、文献回顾与述评

(一)政策扩散的基本规律、扩散机制与影响因素

政策扩散相关研究最早起源于西方国家,美国学者沃克认为一个政策或项目无论其已经被提出多长时间,只要该政策项目是本部门首次采用就是政策创新,其研究是政策扩散理论研究兴起的标志^[1]。目前,学术界围绕政策扩散基本规律、扩散机制、扩散驱动因素等方面展开了丰富的讨论。

在政策扩散基本规律方面,研究发现政策扩散在时间上呈现“S”型,在空间上呈现“邻近效应”,在区域内存在“层级效应”^[2]。在此基础上,杨志等^[3]认为实践中政策扩散过程可能并不完全符合传统的 S 型曲线,还包括以政策爆发为典型特征的非渐进模式,可见政策扩散分为渐进形态和非渐进形态两大类^[4]。在政策扩散机制方面,目前基本可以概括为学习、竞争、模仿、吸纳和强制 5 种机制^[5],其中学习机制受到了广泛关注^[6],王艺潼^[7]从机制、空间、模式等维度出发对比分析常规情境和危机情境下的政策创新扩散的差异,以此解释在危机情境下的政策扩散机制。在政策扩散驱动因素方面,大多数研究都是基于 Berry 夫妇的观点进行拓展和延伸,将影响政策扩散的驱动因素分为内部因素、外部因素两大类。具体来看政策扩散受到政策属性^[8]、行动者能力素质及特征^[9-10]、财政状况^[11]、经济发展水平^[12]、党派及利益团体等外部压力^[13-14]的影响。然而,中西方政治体制存在较大差异,众多学者基于中国的复杂情景解释了中国政策扩散现象^[15-16],其中吕芳^[17]突破地方政府整体性的视角,探究条块差异对政策扩散的影响。吴宾等^[18]尝试突破现有研究中强调政策扩散正向结果,创新性地提出“政策扩散异化”概念。

(二) 低碳试点政策的政策效果

自 2010 年首批试点工作开展以来,针对低碳试点政策的效果评估方面的研究不断涌现,其结论在部分层面达成共识。试点政策最初的目的在于实现城市碳减排,故有大量的研究证实了其存在积极的减排效应^[19-20],且发现这一影响效应存在区域异质性^[21]。此外,在机制分析中学者发现低碳试点政策主要是通过技术创新、产业结构升级、提升能源使用效率等路径减少碳排放量^[22-23]。由于减污降碳存在协同效益,亦有部分学者通过实证分析得出了低碳试点政策可以显著降低空气污染物排放水平的结论,证明了低碳政策对改善空气质量的积极效用^[24-25]。其中,宋弘等^[26]通过构建双重差分模型发现施行低碳试点政策可以有效地降低城市空气污染水平。同样地,王华星等^[27]发现低

碳城市建设能够显著降低城市的雾霾污染,且这一影响在信息化程度和人力资本水平较高的城市更加明显。陈启斐等^[28]采用多维固定效应模型进行实证分析,发现低碳城市与产业政策相结合有助于降低 PM_{2.5} 浓度。在机制分析方面,现有研究发现低碳试点政策主要通过技术创新、提升资源配置效率方面改善环境质量^[29]。还有部分研究探讨了低碳试点政策的评价指标和体系^[30],但很少有学者涉及不同扩散模式下低碳试点政策的执行效果差异。

(三) 文献述评

通过上述文献回顾可以发现,从研究内容来看,目前学术界分别对政策扩散、低碳试点政策展开了丰富的讨论,成果丰硕。其中关于政策扩散的研究多集中于扩散动机、扩散规律、扩散机制等方面,少有研究关注不同扩散动机下的政策实施效果差异。从研究视角来看,低碳试点政策作为中国实现节能减排双控目标、实现经济可持续发展的重要战略安排,现有研究对其节能减排、促进技术创新等实施效果进行了充分的论证,亦有部分学者讨论了低碳试点政策的设计逻辑以及评价试点城市的指标体系,但多局限于政策评估的单一视角,缺乏将其与政策扩散相结合多视角切入探寻中国本土实践下的政策试点问题。从研究方法来看,随着理论研究的不断深入,政策扩散的研究方法呈现出很强的创新性,目前多采用事件史的研究方法探究扩散动因和机制,评估低碳试点政策的效果则多采用双重差分的研究方法。综上,低碳试点政策的相关研究中,政策扩散与政策评估仍然是两支分轨而行的议题,或是单一研究试点政策的扩散机制,或是单一研究试点政策的政策执行效果。很少有研究结合政策扩散与政策评估这两大公共管理领域的热点议题,从政策扩散的角度出发,探讨不同扩散模式下的政策执行效果差异,并以央地关系视角切入这一对差异化影响效果进行解释。基于现有研究的不足及现实问题的复杂性,笔者开展了本次实证研究。

二、理论分析与研究假设

(一) 理论分析

依据扩散机制和扩散方向的不同,可将公共

政策扩散分为“层级扩散”和“主动扩散”两大模式,两种扩散模式的本质差异在于中央政府和地方政府在政策扩散中发挥的作用程度和大小不同。层级扩散模式,是由上级政策推动者(一般为中央政府)选择和采纳某项政策,并以行政命令的方式要求下级政府(一般为地方政府)采纳和实施,上级政府的控制力是推动政策扩散的主导力量。中国的政治体制具有明显的层级化、集权化特点,作为公共政策扩散行动主体的中央政府和地方政府之间,具有权力的命令和服从关系,故而层级扩散模式在政策试点实践中较为常见。主动扩散模式,是指地方政府由于受到学习、竞争、模仿等机制的影响主动和自愿采纳某项公共政策,此时地方政府的主动性在政策扩散中发挥主导作用。从对试点城市的遴选机制来看,中国第一批低碳试点城市是以中央政府自上而下指定的方式确定,属于层级扩散模式。第二、三批城市是由地方主动申报,中央政府综合考虑各地方政府在落实控制温室气体排放行动目标上表现出的主动性、前期准备工作、资源禀赋以及区域代表性等方面确定,属于主动扩散模式。层级扩散模式与主动扩散模式不仅在试点城市的选择上表现出明显的差异,在政策执行效果上也表现出明显的不同。在中国公共政策制度环境中,中央与地方被赋予了不同的政治地位和功能,央地关系在低碳试点政策扩散中扮演了重要角色,因而本文尝试以央地关系为分析视角,解释不同扩散模式下低碳试点政策的差异化政策执行效果,并构建如图1所示的分析框架。

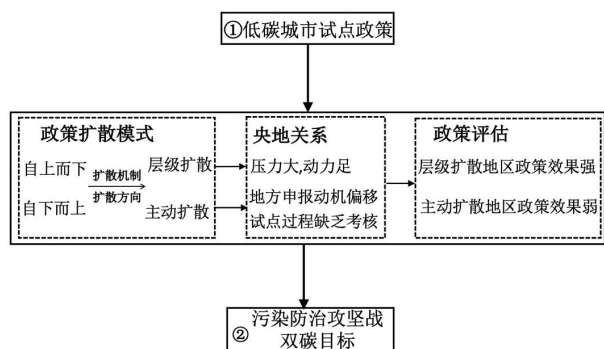


图1 理论分析框架

对于层级扩散城市而言,中国的地方政府内嵌于一个压力型体制之中,自上而下的政治势能可以调动政策执行者的注意力和重视程度,以此有效推动资源的集中和政策的有效执行^[31]。第一批低碳政策试点城市是由中央指定确认,因而在政策的整个试点扩散的过程中,中央对政策的执行有明确的意向性,试点地方政府明显地受到政治命令、政治权威及政治偏好的影响,面临来自中央政府的强制性的行政压力,这一自上而下的压力机制对地方政府行为起到了有效的约束调节作用,有助于实现政策目标;对于主动扩散城市而言,从其申报动机来看,低碳试点政策属于典型的“中央请客,地方买单”的形式^[32],是一种消耗地方财政资源但是不直接产生经济收益的政策,同时地方政府还承担一定的试点失败的风险。此外,在低碳试点过程中,除了部分关于建设试点能力项目资金支持外,国家未向主动试点城市给予额外的政策倾斜。但是在中国的政治环境中,获批为试点城市总是有助于地方获取中央政府的资源倾斜和其它领域的政策优惠,因此即使低碳试点政策本身不享有资源支持,但是地方政府依然会积极参与申报。在这种情况下,地方政府的申报动机可能是为了获取资源而非仅仅是“实现碳减排”,申报动机产生偏移。其次,从考核力度来看,总体上低碳试点政策表现出较为明显的弱约束属性,试点城市没有将具体的碳减排目标纳入经济社会发展综合评价以及官员政绩考核体系中,地方政府官员面临的绩效考核压力小,难以有效地将实现碳减排的目标责任转换为切实的工作压力。所以,第二、三批主动试点扩散城市在入选试点城市后并未以积极的态度和行动将节能减排举措落入实践,在试点后期表现出较为明显的动力不足,许多试点工作出现“虎头蛇尾”的情况,削弱了低碳试点政策的执行效能。

综上分析,从央地关系视角来看,层级扩散模式的试点城市由于受到自上而下压力机制的影响更有动力去实现政策目标,而主动扩散模式的试点城市申报动机可能存在偏移,加之试点过程缺乏考核,综合致使其低碳试点政策效果弱于层级扩散城市。

(二) 研究假设

本文关注低碳试点政策的减污效应,主要是出于以下几点考量。首先,低碳试点政策最初目的是为了实现在碳减排,因而大量研究集中讨论了低碳试点政策的积极减排效应,但关注减排效应外的其他政策效果,也是评估试点政策的重要视角。其次,温室气体排放和大气污染物排放具有同根、同源以及时空一致性的特征,减污与降碳存在协同效益。此外,以往研究已经证实了低碳试点政策可以优化产业结构、能源结构、促进技术创新^[33-35],而这些都是降低空气污染水平的重要路径,因而低碳试点政策可能产生积极的减污效应。综上分析,本文在理论分析框架部分详细阐述了层级扩散模式为何会比主动扩散模式政策执行效果好,因而本文实证部分旨在验证层级扩散模式下的低碳试点政策减污效应优于主动扩散模式。据此,提出研究假设:H1:层级扩散模式下的低碳试点政策有助于降低空气污染水平;H2:主动扩散模式下的低碳试点政策有助于降低空气污染水平;H3:层级扩散城市低碳试点政策的减污效应优于主动扩散地区。

三、变量说明与模型构建

(一) 变量及数据说明

1. 因变量

本文以空气污染水平作为因变量,考察不同扩散模式下低碳试点政策的减污效应。 $PM_{2.5}$ 浓度是反映空气污染水平的重要指标,故本文以 $PM_{2.5}$ 浓度数据作为因变量的衡量指标。 $PM_{2.5}$ 浓度数据来源于达尔豪斯大学大气成分分析组的公开数据,该数据是基于美国国家航天局发布的气溶胶光学浓度数据,利用地球科学—统计方法以及卫星、模型和监测器的信息来估计区域细微颗粒物的化学成分,其估计方法可见 Hammer 等^[36]的研究,数据都经栅格处理,其中 2019 年浓度数据由插值法计算获得。

2. 自变量

低碳试点政策是本文的自变量。根据国家发展和改革委员会下发的通知,我国三批低碳试点分别始于 2010 年、2012 年以及 2017 年,故而本文

将三批低碳试点政策的发生年份分别设定为 2010 年、2012 年以及 2017 年。由于三批低碳试点城市存在交叉重合,参考现有学者的做法,若某城市同属于两个批次的试点名单,则将该城市低碳试点政策的启动年份设定为前一批开始年份。如湖北省武汉市都在两批低碳试点名单中,则将政策实施年份归为时间更早的批次。本文将低碳试点城市设为实验组,将非低碳试点城市设为控制组。同时引入政策虚拟变量,采取的具体做法是在样本期内,低碳试点城市入选当年及以后所有年份赋值为 1,入选之前则赋值为 0,非低碳试点城市样本期内所有年份统一赋值为 0。政策变量为本文关心的核心解释变量,预期系数为负。

3. 控制变量

本文将影响城市空气污染水平的因素分为政策因素、法律因素、区域特征因素三大类。就政策因素而言,本文梳理相关政府文件,发现 2013 年生态环境部发布的《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》与低碳城市试点政策启动年份接近,可能会影响样本期间样本城市的污染物排放水平,因而本文将该政策予以控制。具体的做法是在样本期内若施行该项政策,则赋值为 1;反之,则赋值为 0。就法律因素而言,2008 年正式施行的《中华人民共和国节约能源法》明确了各权力主体的法律责任,严厉打击违法行为,有助于保护和改善环境,因而本文同样将其作为政策虚拟变量纳入模型中。就区域特征因素而言,参考其他学者的研究^[37-41],本文将地区经济发展水平、环境污染治理投入、人口规模、产业结构以及城市绿地覆盖水平纳为控制变量,并将衡量指标分别设定为人均地区生产总值的对数、环境污染治理投资占国民生产总值比重、年平均人口的对数、第三产业增加值占国民生产总值比重、城市绿地面积的对数,数据来源于各城市统计年鉴、中国环境统计年鉴、环境状况公报。

考虑到地级市在低碳试点计划中分布范围最广,且城市是应对气候变化最重要的行动主体,因而本文最终采用 281 个地级市(其中包括 72 个第一批试点城市,51 个第二、三批试点城市,158 个非

试点城市)2003—2019 年的面板数据为样本进行实证分析,对于非地级市的县和区本文未将其纳入考虑。所有变量设置情况及描述性统计如表 1

所示,同时对自变量进行方差膨胀因子检验,结果表示各自变量的方差膨胀因子 VIF 值都在 1 到 4 之间,意味着各变量之间不存在严重多重共线性问题。

表 1 变量设置及描述性统计

变量性质		变量名称	衡量指标	均值	标准差	最小值	最大值
因变量		PM _{2.5}	PM _{2.5} 浓度数据的对数	42.20	18.99	3.13	110.12
自变量		policy	是否施行低碳城市试点政策	0.21	0.41	0	1
控制变量	政策因素	limit	是否施行《关于执行大气污染物特别排放限值的公告》	0.07	0.25	0	1
	法律因素	save	是否施行《中华人民共和国节约能源法》	0.71	0.46	0	1
	区域特征因素	gdp	人均地区生产总值的对数	10.22	0.84	4.60	13.06
		input	环境污染治理投资占国民生产总值比重	0.013	0.03	0.001	0.38
		per	年平均人口的对数	5.87	0.69	2.80	8.14
		ind	第三产业增加值占国民生产总值比重	0.39	0.95	0.86	0.85
		tree	城市绿地面积的对数	7.98	1.15	3.14	12.03

(二)模型构建

低碳城市的确定不是随机的,试点城市与非试点城市在地理位置、发展水平方面表现出较大差异,这些不可观测的特征可能会对城市空气污染水平产生影响,产生估计偏差。有鉴于此,为了应对既有研究中普遍存在的政策内生性问题,本文将 3 批低碳试点城市作为实验组,非低碳试点城市作为控制组,并以低碳试点政策作为准自然实验构建城市层面、年份层面的双重倍差,缓解不可观测因素对实证结果造成的不利影响。在我国的政治实践中,地方政府内嵌于一个自上而下的压力型行政体制中,自上而下和自下而上两种扩散模式政策的推进过程存在明显差异,可能带来不同的政策执行效果。因而本文实证检验的问题是,低碳试点政策是否有助于改善空气质量以及不同扩散模式下的低碳试点政策的减污效应差异。由于 3 批低碳试点政策开始时间不同,因而本文首先采用全样本即 281 个城市面板数据,并利用渐进双重差分模型对低碳试点政策的政策效果进行检验,进而将全样本城市划分为层级扩散城市模式和主动扩散城市模式两大类进行分组回归,以探索不同扩散模式下试点政策的减污效应差异。计量模型如式(1)。

$$IPM2.5_{it} = \beta_0 + \beta_1 Policy_{it} + \beta_2 control_{it} + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式(1)中,下标 i 和 t 分别代表城市和年份, $IPM2.5_{it}$ 是本文的因变量。 $Policy_{it}$ 是本文的自变量,为政策实施的虚拟变量。若城市 i 在年份 t 属于低

碳试点城市,则将 $Policy$ 赋值为 1;反之,若城市 i 在年份 t 不属于低碳试点城市,则将 $Policy$ 赋值为 0。 $control_{it}$ 是影响空气污染水平且会随着 i 和 t 变化的控制变量, ε_{it} 是随机扰动项。由于 3 批试点城市始于不同的时间,且试点城市覆盖了不同经济发展水平、城市类型、区位的城市,因而从城市—时间层面进行控制。其中, η_i 表示城市固定效应,控制了样本城市层面不随时间变化的因素, γ_t 表示时间固定效应,控制了样本城市时间层面不随地区变化而变化的特征。自变量的回归系数 β_1 即为本文关心的,在全样本回归中若 $\beta_1 < 0$ 且通过检验,则表明低碳试点政策有明显的减污效应。在分组回归中,若两组回归结果中自变量的估计系数都显著为负,且层级扩散试点城市回归结果中自变量估计系数的绝对值大于主动扩散试点城市,则表明层级扩散模式下的低碳试点政策减污效应优于主动扩散模式。

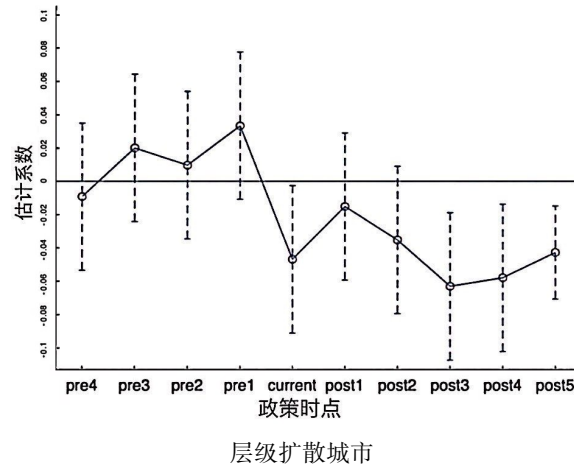
四、实证结果与分析

(一)平行趋势检验

双重差分模型的最重要的一个前提条件是满足平行趋势假定,本文采用事件史方法对平行趋势假定进行检验。由于层级扩散试点城市与主动扩散试点城市低碳试点政策的启动年份不一致,政策试点前后考虑的时间应有所差别,因而本文构建式(2)、式(3)所示的计量模型,分别对层级扩散试点城市和主动扩散试点城市进行平行趋势检验。其中, D_{pre-s} 、 $D_{current}$ 、 D_{post-s} 分别代表低碳试点政策启动之前、试点政策启动年以及低碳试点政策启动之后的年份虚拟变量与对应政策虚拟变量的

交乘项。为了更加直观地检验是否满足平行趋势假设以及试点城市低碳建设对碳排放的动态影响,本文绘制了平行趋势检验图(见图2)。

$$lPM2.5_{it} = \beta_0 + \sum_{s=1}^4 \beta_{pre-s} D_{pre-s} + \beta_{current} D_{current} +$$



$$\sum_{s=1}^5 \beta_{post-s} D_{post-s} + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

$$lPM2.5_{it} = \beta_0 + \sum_{s=1}^9 \beta_{pre-s} D_{pre-s} + \beta_{current} D_{current} +$$

$$\sum_{s=1}^2 \beta_{post-s} D_{post-s} + \eta_i + \gamma_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

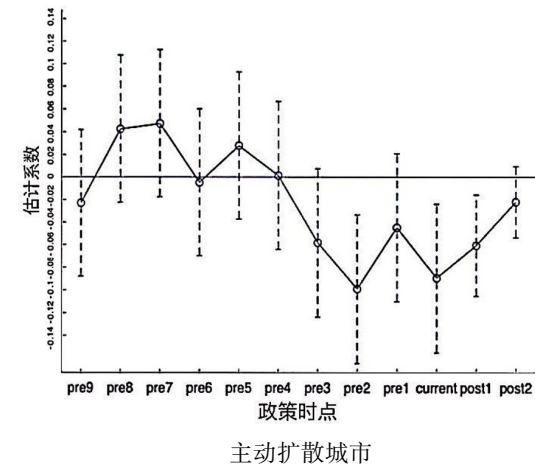


图2 平行趋势检验

由图2可知,层级扩散与主动扩散试点城市在低碳试点政策实施前对应系数在零值附近上下波动且不显著,这说明试点城市与非低碳试点城市空气污染水平在政策试点前并无显著差异,满足平行趋势假设。

(二) 实证结果估计

本文采用 Stata 16 软件进行回归,表2第(1)列报告了全样本城市的回归结果,核心解释变量的回归系数为负,且在1%水平下显著,可见相较于非试点城市,试点城市空气污染物水平得到明显降低、空气质量得以改善。表2第(2)列为层级扩散模式下低碳试点政策的回归结果,核心解释变量的回归系数在1%水平下显著为负,说明层级扩散模式下的低碳试点政策减污成效显著,假设 H1 得到验证。表2第(3)列为主动扩散模式下低碳试点政策的回归结果,低碳试点政策对空气污染水平的影响为负,且在1%水平下显著,意味着主动扩散模式下的低碳试点政策也可以起到明显的减污效应,假设 H2 得到验证,但其估计系数绝对值小于层级扩散试点城市,假设 H3 得到验证。

两种扩散模式下的低碳试点政策都存在明显的减污效应,可能的解释是,低碳试点政策的开展与实施是一项复杂的系统性工程,涉及能源、交通、建筑、居民日常生活等各个领域。此外,在我

国以石油、煤炭等传统化石能源为主的能源结构下,温室气体排放与空气污染物排放存在“同根同源同过程”的特性,二者在管控思路、实践措施等方面表现出一致性。因而低碳试点城市在实现碳减排的同时,在一定程度上也可以有助于降低空气污染水平。

层级扩散模式下的低碳试点政策实施效果要优于主动扩散模式,可能的解释是:层级扩散试点城市由中央自上而下指定,面临来自中央的行政压力,因而层级扩散城市更有动力统筹推进各项政策。主动扩散试点城市由地方积极申报+中央审批的方式确定,地方政策的主动性在获批低碳城市试点发挥了关键作用。但从申报动机来看,入选成为试点城市是荣誉与能力的双重体现,一般地方城市获批成为试点城市后新闻稿中多出现“恭喜XX城市”字样,各地申报热情高涨,希冀通过获批低碳城市试点证明城市综合实力。但由于地方政府角色的多元性。除了保护环境之外,受“晋升锦标赛”的影响,地方政府还有一定的政绩需求。因此,地方政府积极争取成为试点城市最初的目的可能并非只是为了实现碳减排,还可能是出于获取中央的资源支持、政策优惠的考量。在此情况下,地方申报试点的动机与“实现碳减排”的目标产生一定偏移,导致政策目标不能圆满

实现。从考核力度来看,中央并未制定统一的减碳标准和明确的考核目标,主动扩散城市在获批成为试点城市之后,对低碳试点政策的实施情况和目标达成情况关注度有限,可能并未将政策真正落地,出现试点政策选择性执行、替代性执行等各类政策“伪扩散”的现象,致使其政策执行效果弱于层级扩散城市。

表2 低碳试点政策减污效应回归结果

变量	(1) $LPM_{2.5}$	(2) $LPM_{2.5}$	(3) $LPM_{2.5}$
<i>policy</i>	-0.032 *** (-4.04)	-0.055 *** (-5.75)	-0.034 *** (-2.84)
<i>limit</i>	-0.033 *** (-2.94)	0.142 *** (8.69)	0.080 *** (5.67)
<i>save</i>	0.257 *** (11.57)	0.253 *** (9.73)	0.293 *** (10.82)
<i>lgdp</i>	-0.058 *** (-4.79)	-0.058 *** (-3.95)	-0.094 *** (-6.20)
<i>input</i>	-0.431 (-1.03)	-0.439 (-0.74)	-0.047 (-0.09)
<i>lper</i>	-0.235 *** (-6.44)	-0.249 *** (-6.37)	-0.190 *** (-4.41)
<i>ltree</i>	-0.013 ** (-2.28)	-0.012 ** (-2.03)	-0.019 *** (-2.60)
<i>ind</i>	-0.001 (-1.52)	-0.001 ** (-2.15)	-0.001 (-1.61)
常数项	5.645 *** (22.87)	5.720 *** (20.84)	5.791 *** (19.72)
样本量	4 775	3 908	3 551
城市数	281	230	209
R^2	0.563	0.568	0.548

注:括号内为*t*值;***、**分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 时有统计学意义。

(三)稳健性检验

为了保证实证结果的可靠性和稳健性,本文滞后自变量、剔除离群值、增加控制变量3种方式进行稳健性检验。

1. 滞后自变量

3批低碳试点正式文件分别于2010年、2012年、2017年下发,且第二批试点城市名单发布时间接近年底,试点政策真正开始实施时间可能延后。加之政策效果的影响本身就可能具有滞后性,前一年实施的低碳试点政策对城市空气污染水平的影响可能在后一年才显现,因而本文将3批试点城市政策实施时间滞后1年,以再次考察两种扩散模式下政策的减污效应差异,滞后自变量后变量标识为*l.policy*。表3第(1)列、第(4)列报告了回归结果。可以发现,层级扩散城市的低碳政策减污效应依然优于主动扩散城市。

2. 处理异常样本

为检验本文的实证结果未受离群值带来的干

扰,本文将所有连续变量进行Winsorize处理,具体做法是将小于1%百分位数和大于99%百分位数的数值分别替换为1%、99%分位数数值,缩尾后因变量标识为*LPM2.5_w*,表3第(2)列、第(5)列报告了回归结果。可以发现,在剔除连续变量的离群值之后,层级扩散城市的低碳政策减污效应依然优于主动扩散城市。

3. 增加控制变量

双重倍差法可以在一定程度上避免内生性问题,但依然可能存在因遗漏变量而导致内生性问题。地方科技支出、地方教育支出等都可能对降低空气污染水平产生积极影响,因而本文将二者取对数后作为控制变量纳入式(1)中再次回归,表3第(3)列、第(6)列报告了回归结果。结果显示层级扩散城市的低碳政策对污染物排放的控制效果依然优于主动扩散城市。

表3 稳健性检验

变量	层级扩散城市			主动扩散城市		
	(1) $LPM_{2.5}$	(2) $LPM_{2.5_w}$	(3) $LPM_{2.5}$	(4) $LPM_{2.5}$	(5) $LPM_{2.5_w}$	(6) $LPM_{2.5}$
<i>l.policy</i>	-0.048 *** (-5.02)	—	—	-0.021 * (-1.66)	—	—
<i>policy</i>	—	-0.05 *** (-5.39)	-0.056 *** (-5.905)	—	-0.041 *** (-3.62)	-0.02 * (-1.72)
常数项	5.88 *** (21.27)	5.62 *** (20.51)	5.58 *** (19.42)	5.94 *** (20.18)	5.80 *** (19.79)	5.98 *** (19.90)
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
样本量	3 908	3 908	3 908	3 551	3 551	3 551
城市数	230	230	230	209	209	209
R^2	0.558	0.569	0.571	0.543	0.563	0.561

注:括号内为*t*值;***、*分别表示在 $p < 0.01$ 与 $p < 0.1$ 时有统计学意义。

(四)异质性分析

本文以低碳试点城市为实验组、非试点城市为控制组,构建渐进双重差分模型,发现低碳城市试点政策可以有助于降低城市污染物排放水平,且层级扩散模式政策效果优于主动扩散城市,但是两种扩散模式下,低碳试点政策的减污效应是否会受到其他因素的影响尚不明确。从国家发展和改革委员会下发的通知可见,3批试点城市涵盖了不同经济发展水平、类型的城市,城市的选择有明显的异质性倾向,这些差异可能会导致城市对低碳试点政策的反应程度存在差异并最终影响城市的空气污染水平。有鉴于此,本文进一步开展异质性分析,分别检验层级扩散城市、主动扩散城市试点政策的减污效应是否存在城市经济发展水

平以及城市类型的异质性。

1. 城市经济发展水平异质性

地方所具备的资源禀赋是执行政策的约束性条件^[42]。因而本文将层级扩散样本城市划分为经济发展水平较好城市与经济发展水平一般城市,进行分样本回归。划分依据为各城市统计年鉴上公布的 2019 年人均生产总值,人均生产总值排名前半部分的为经济发展较好城市,排名后半部分的为经济发展一般城市,对主动扩散城市同样采取上述做法进行分样本回归。表 4 报告了层级扩散城市与主动扩散城市在不同经济发展水平下的回归结果。结果显示,对于层级扩散城市而言,虽然经济发展水平较好的城市 and 经济发展水平一般的城市其对应系数都在 1% 水平下显著为负,但是经济发展水平较好的城市其对应系数的绝对值大于经济发展水平一般的城市,这意味着在经济发展水平较好的城市实行试点政策更有助于改善空气质量。对于主动扩散城市而言,经济发展水平较好的城市其对应系数在 1% 水平下显著为负,表明试点政策的减污效应明显,而经济发展水平一般的城市回归结果未通过检验,意味着试点政策尚未实现空气质量的改善。综上所述,两种扩散模式下,低碳试点政策的减污效应存在关于经济发展水平的异质性,经济发展水平较好的城市试点政策的减污效应更为明显。可能的解释是:第一,经济发展水平更高的城市拥有更强的技术、人才、资金等资源禀赋。改善环境质量的一般行动例如促进产业结构、能源结构优化,促进技术创新都离不开资金、人才、技术的支持,因而资源禀赋越强的城市应对环境污染的疑难杂症更具有能动性。第二,低碳试点城市建设行动例如倡导低碳出行、低碳的生活方式等行动都离不开居民参与。经济发展水平更好的城市居民的受教育水平一般更高,对城市生活质量的要求相对也更高,越乐于参与到低碳生活实践中,低碳政策的执行效果更好。第三,经济发展水平一般的城市常常面临经济发展与环境保护的两难困境,在受到晋升锦标赛以及发展本地经济的压力下,地方政府的注意力一般很难分配在环境保护上,虽然制定了一系列的低碳政策措施,但是难以落地实践,政策执行效果大打折扣。

表 4 经济发展水平异质性的回归结果

变量	层级扩散城市		主动扩散城市	
	经济发展较好 $LPM_{2.5}$	经济发展一般 $LPM_{2.5}$	经济发展较好 $LPM_{2.5}$	经济发展一般 $LPM_{2.5}$
<i>policy</i>	-0.057 *** (-4.92)	-0.048 *** (-3.13)	-0.038 *** (-3.21)	0.005 (0.20)
常数项	5.072 *** (15.90)	6.67 *** (12.85)	5.11 *** (14.53)	6.719 *** (13.99)
控制变量	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
样本量	1 954	1 954	1 767	1 784
城市数	115	115	104	105
R^2	0.637	0.513	0.638	0.498

注:括号内为 t 值;*** 表示在 $p < 0.01$ 时有统计学意义。

2. 城市类型异质性

考虑到城市对自然资源的依赖程度可能会影响低碳试点政策的政策效果,因而本文依据国务院印发的《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020 年)》,将层级扩散样本城市划分为资源型城市和非资源型城市,进行分样本回归,以此进一步探索城市类型的异质性是否会带来差异化的政策效果,对主动扩散城市同样采取上述做法进行分样本回归。表 5 回归结果显示,在层级扩散模式下,非资源型城市的相关估计系数在 1% 水平下显著为负,资源型城市未通过检验,可见层级扩散模式下,非资源型城市低碳试点政策的减污效应优于资源型城市。在主动扩散模式下,非资源型城市的相关估计系数在 10% 水平下显著为负,资源型城市同样未通过检验,可见主动扩散模式下试点政策的减污效应在非资源型城市间表现更为明显。综上所述,两种扩散模式下,试点政策的减污效应在不同类型的城市间表现出明显的关于城市类型的异质性,非资源型城市减污效应更为明显。可能的解释是,目前我国空气污染的重要来源是石油等化石燃料的燃烧,而要想改善环境质量,减少对化石能源的使用是必行之策。而资源型城市是以本地区矿产、森林等自然资源开采、加工为主导产业的城市类型,无法摆脱对自然资源的高度依赖,给环境带来的负面影响相对非资源型城市更大,削弱了低碳试点政策的实施效果。相反,非资源型城市产业结构中自然资源的开采和加工比重低,对资源的依赖程度较资源型城市低,更容易实现产业、能源结构的优化,低碳政策执行效果好。

表5 城市类型异质性的回归结果

变量	层级扩散城市		主动扩散城市	
	资源型 $IPM_{2.5}$	非资源型 $IPM_{2.5}$	资源型 $IPM_{2.5}$	非资源型 $IPM_{2.5}$
<i>policy</i>	0.008 (0.46)	-0.068*** (-6.15)	-0.038 (-1.60)	-0.025* (-1.95)
常数项	5.921*** (14.30)	5.359*** (14.75)	6.392*** (15.04)	4.914*** (12.02)
控制变量	是	是	是	是
城市固定效应	是	是	是	是
时间固定效应	是	是	是	是
样本量	1 699	2 209	1 563	1 988
城市数	100	130	92	117
R^2	0.503	0.636	0.482	0.624

注:括号内为 t 值;***、* 分别表示在 $p < 0.01$ 与 $p < 0.1$ 时有统计学意义。

五、结论与启示

(一) 研究结论

第一,低碳试点政策有助于改善空气质量。低碳试点政策的最初目的在于实现碳减排,但是本文通过构建渐进双重倍差模型发现低碳试点政策对于降低空气污染水平、改善环境质量亦有积极效果。可见,在我国能源结构以化石能源为主的情况下,空气污染物排放和温室气体排放同根同源,“减污”与“降碳”在管控思路、管理手段等方面存在一致性,低碳试点政策有助于实现温室气体和空气污染物排放协同控制。

第二,层级扩散模式下的低碳试点政策减污效应优于主动扩散模式。由于地方政府角色的多样性,地方政府申报试点动机可能存在偏移,加之中央并未制定明确的考核目标,进一步削弱了低碳试点政策执行的整体效果。而层级扩散城市受到来自中央自上而下的压力机制的影响,更有动力统筹规划各项政策举措的落地与实践,政策执行效果更好。

第三,层级扩散模式与主动扩散模式下的低碳试点政策的减污效应都存在异质性。在分样本回归中,经济发展水平好、非资源型城市试点政策的减污效应优于经济发展水平一般、资源型城市。这可能是由于经济较发达地区拥有更为优越的资金、技术、人才等资源禀赋,正向调节了低碳试点政策的政策效果。除此之外,目前我国仍有部分城市属于资源型城市,对自然资源形成路径依赖,产业转型困难,不利于降低空气污染水平。

(二) 启示

(1) 贯彻落实低碳试点政策,有序扩大低碳试点范围。近几十年,低碳技术成为推动经济社会发展的关键力量,许多发达国家将低碳试点建设作为加强国际竞争力的重要手段。但发展中国家

相关体制机制建设较为薄弱,在地方上执行环境规制政策往往较为困难,本文发现低碳试点政策在中国同样具有理想效果,因而中央政府应提炼试点经验,继续在全国范围内推广低碳试点政策的实施。

(2) 给予地方政府试点自主性,同时保证中央政府的控制力。由于中国政治环境的复杂性,层级扩散模式与主动扩散模式下的试点政策效果存在差异。因而在今后的试点政策的推广与扩散过程中,应当建立激励与约束并举的长效机制。具体的做法是加强对试点地区政策执行的全过程监管,并将试点成效纳入地方官员的绩效考核体系,从申报动机源头以及试点过程两手抓,以此保障政策的有效执行。

(3) 坚持发展与保护并重,制定多样化政策实施方案。长期以来,经济发展与环境保护是地方政府面临的两难困境,异质性分析中发现经济发展水平调节了低碳试点政策的减污效应,这表明低碳试点政策为特征的环境规制可以实现污染防治与经济发展的和谐共赢。有鉴于此,“十四五”期间应当持续推动经济高质量发展、深入打好污染防治攻坚战。此外,不同类型的城市试点政策的实施效果存在差异,因而需要因地制宜精准施策,针对不同类型的城市采取差异化措施。

参考文献:

- [1] WALKER J L. The diffusion of innovations among the American states [J]. American political science review, 1969, 63(3): 880-899.
- [2] BROWN L A, COX K R. Empirical regularities in the diffusion of innovation [J]. Annals of the association of American Geographers, 1971, 61(3): 551-559.
- [3] 杨志,魏妹. 政府考察学习如何影响政策扩散:以县级融媒体中心政策为例[J]. 公共行政评论,2020,13(5): 160-180, 209-210.
- [4] 郭强,刘冬梅. 基于 LDA 模型的农业农村科技创新政策扩散特征研究[J]. 中国软科学,2023(1):32-39.
- [5] 万健琳,杜其君. 生态扶贫政策创新扩散模式的情境机制分析[J]. 中国行政管理,2022(12):73-80.
- [6] ABEL D. The diffusion of climate policies among German municipalities [J]. Journal of public policy, 2021, 41(1): 111-136.
- [7] 王艺潼. 政策默契:危机情境下政策创新扩散的新机制[J]. 行政论坛,2023,30(2):94-100.
- [8] MITCHELL J L. Does policy diffusion need space? spatializing the dynamics of policy diffusion [J]. Policy studies journal, 2018, 46(2): 424-451.

- [9] LINDSEY I, BITUGU B B. Distinctive policy diffusion patterns, processes and actors: drawing implications from the case of sport in international development [J]. *Policy studies*, 2018, 39(4): 444-464.
- [10] YI H, BERRY F S, CHEN W. Management innovation and policy diffusion through leadership transfer networks: an agent network diffusion model [J]. *Journal of public administration research and theory*, 2018, 28(4): 457-474.
- [11] 李健, 张文婷. 政府购买服务政策扩散研究: 基于全国 31 省数据的事件史分析[J]. *中国软科学*, 2019(5): 60-67.
- [12] 郑石明, 何裕捷. 气候政策采纳的影响机制: 基于省级面板数据的证据[J]. *中国软科学*, 2022(5): 169-182.
- [13] DEMORA S L, COLLINGWOOD L, NINCI A. The role of super interest groups in public policy diffusion [J]. *Policy & politics*, 2019, 47(4): 513-541.
- [14] ZHANG Y, ZHU X. Multiple mechanisms of policy diffusion in China [J]. *Public management review*, 2019, 21(4): 495-514.
- [15] 张海柱, 林华旌. 政策扩散中“政策再创新”的生成路径与内在逻辑: 基于 16 个案例的定性比较分析[J]. *公共管理学报*, 2022, 19(1): 27-39, 166.
- [16] 张海清, 廖幸蓼. 领导挂点调研与政策扩散: 中国改革过程的风险调控[J]. *中国行政管理*, 2020(11): 92-98.
- [17] 吕芳. 条块差异与公共服务政策的扩散[J]. *政治学研究*, 2021(5): 77-88, 157.
- [18] 吴宾, 张丽霞. “政策扩散异化”何以发生?: 以 A 区共有产权住房政策过程为例[J]. *公共管理学报*, 2022, 19(2): 49-59, 168.
- [19] 禹湘, 陈楠, 李曼琪. 中国低碳试点城市的碳排放特征与碳减排路径研究[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(7): 1-9.
- [20] 董梅, 李存芳. 低碳省区试点政策的净碳减排效应[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(11): 63-74.
- [21] 徐英启, 程钰, 王晶晶, 等. 中国低碳试点城市碳排放效率时空演变与影响因素[J]. *自然资源学报*, 2022, 37(5): 1261-1276.
- [22] 郭沛, 梁栋. 低碳试点政策是否提高了城市碳排放效率: 基于低碳试点城市的准自然实验研究[J]. *自然资源学报*, 2022, 37(7): 1876-1892.
- [23] 张华. 低碳试点政策能够降低碳排放吗?: 来自准自然实验的证据[J]. *经济管理*, 2020, 42(6): 25-41.
- [24] GEHRST M. The effect of low emission zones on air pollution and infant health [J]. *Journal of environmental economics and management*, 2017(83): 121-144.
- [25] WOLFF H. Keep your clunker in the suburb: low-emission zones and adoption of green vehicles [J]. *The economic journal*, 2014, 124(578): F481-F512.
- [26] 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, 35(6): 95-108, 195.
- [27] 王华星, 石大千. 新型城镇化有助于缓解雾霾污染吗: 来自低碳城市建设的经验证据[J]. *山西财经大学学报*, 2019, 41(10): 15-27.
- [28] 陈启斐, 王双徐. 发展服务业能否改善空气质量? 来自低碳试点城市的证据[J]. *经济学报*, 2021, 8(1): 189-215.
- [29] 彭璟, 李军, 丁洋. 低碳试点政策对环境污染的影响及机制分析[J]. *城市问题*, 2020(10): 88-97.
- [30] 丁丁, 蔡蒙, 付琳, 等. 基于指标体系的低碳试点城市评价[J]. *中国人口·资源与环境*, 2015, 25(10): 1-10.
- [31] 贺东航, 孔繁斌. 中国公共政策执行中的政治势能: 基于近 20 年农村林改政策的分析[J]. *中国社会科学*, 2019(4): 4-25, 204.
- [32] 庄贵阳. 中国低碳试点的政策设计逻辑[J]. *中国人口·资源与环境*, 2020, 30(3): 19-28.
- [33] 徐佳, 崔静波. 低碳城市和企业绿色技术创新[J]. *中国工业经济*, 2020(12): 178-196.
- [34] ZHENG J, SHAO X, LIU W, et al. The impact of the pilot program on industrial structure upgrading in low-carbon cities [J]. *Journal of cleaner production*, 2021(290): 125868.
- [35] HUANG J, ZHAO J, CAO J. Environmental regulation and corporate R&D investment—evidence from a quasi-natural experiment [J]. *International review of economics & finance*, 2021(72): 154-174.
- [36] HAMMER M S, VANDONKELAAR A, LI C, et al. Global estimates and long-term trends of fine particulate matter concentrations (1998–2018) [J]. *Environmental science & technology*, 2020, 54(13): 7879-7890.
- [37] 李卫兵, 张凯霞. 空气污染对企业生产率的影响: 来自中国工业企业的证据[J]. *管理世界*, 2019, 35(10): 95-112, 119.
- [38] 孙伟增, 张晓楠, 郑思齐. 空气污染与劳动力的空间流动: 基于流动人口就业选址行为的研究[J]. *经济研究*, 2019, 54(11): 102-117.
- [39] 孙传旺, 罗源, 姚昕. 交通基础设施与城市空气污染: 来自中国的经验证据[J]. *经济研究*, 2019, 54(8): 136-151.
- [40] 王兆华, 马俊华, 张斌, 等. 空气污染与城镇人口迁移: 来自家庭智能电表大数据的证据[J]. *管理世界*, 2021, 37(3): 19-33, 3.
- [41] 胡庆龙, 伍亚. 基于社会经济因素的中国 PM_{2.5} 排放的区域差异分解分析[J]. *数量经济技术经济研究*, 2020, 37(6): 169-185.
- [42] 吕芳. 资源约束、角色分化与地方政府的政策执行: 基于公共文化服务示范区建设的案例研究[J]. *管理世界*, 2023, 39(2): 113-124.

(本文责编: 辛 城)