

环境政策的“同伴效应”研究： 来自低碳城市试点的证据

蒋金荷^{1,2,3}, 丁新兴¹

1. 中国社会科学院大学应用经济学院, 北京 102488;
2. 中国社会科学院数量经济与技术经济研究所, 北京 100732;
3. 中国社会科学院环境与发展研究中心, 北京 100732)

摘要: 环境政策效应及机制一直是环境治理研究的重要学术议题。本文以低碳城市试点政策的外部效应作为研究视角, 基于 2006—2019 年 285 地级市面板数据使用交错 DID 模型探讨低碳城市试点对同伴城市碳排放的影响及其作用机制。研究发现: 低碳城市试点政策存在明显的“同伴效应”, 通过政府自发治理、诱导企业绿色创新、公众行为驱动 3 种机制实现; 异质性分析表明经济状况较好、非资源型城市、碳排放基础低以及主政官员晋升激励高的城市对“同伴效应”更加敏感。“同伴效应”的调节效果是基于周边低碳城市试点的数量和建设质量给邻接城市政府传递规范压力, 进而激励同伴城市碳减排。区分同伴压力来源后发现, “同伴效应”更多来自同省内试点城市的“标尺竞争”。

关键词: 同伴效应; 低碳城市试点; 碳排放; 双重差分模型

中图分类号: F127; X196 **文献标识码:** A **文章编号:** 1005-0566(2024)04-0112-10

Study on the peer effects of environmental policy: Evidence from low-carbon city pilot

JIANG Jinhe^{1,2,3}, DING Xinxing¹

1. School of Applied Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China;
2. Institute of Quantitative & Technological Economics, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China;
3. Centre for Environment and Development, Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 100732, China)

Abstract: The effects and mechanisms of environmental policies have always been an important academic topic in environmental governance research. This article takes the external effects of low-carbon city pilot as the research perspective, and based on panel data of 285 prefecture level cities from 2006 to 2019, uses the staggered DID model to explore the impact and mechanism of low-carbon city pilot policies on carbon emissions of peer cities. Research has found that there is a significant “peer effect” in low-carbon city pilot policies, which is achieved through three mechanisms: spontaneous government governance, inducing green innovation in enterprises, and driving public behavior; Heterogeneity analysis shows that cities with good economic conditions, non resource-based cities, low carbon

收稿日期: 2024-01-03 修回日期: 2024-03-05

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“区域协同推进碳达峰碳中和路径与政策研究”(22ZDA114); 中国社会科学院经济大数据与政策评估实验室项目(2024SYZH004)。

作者简介: 蒋金荷(1968—), 女, 浙江台州人, 博士, 中国社会科学院大学研究员, 研究方向为绿色低碳经济政策分析和评估。通信作者: 丁新兴。

emission bases , and high promotion probability are more sensitive to the “peer effect”; The moderating effect of “peer effect” is based on the quantity and quality of low-carbon city pilot in the surrounding areas , which transmit regulatory pressure to neighboring city governments , thereby incentivizing peer cities to reduce carbon emissions. After distinguishing the sources of peer pressure , it was found that the “peer effect” came more from the “scale competition” of pilot cities within the same province.

Key words: peer effect; low-carbon city pilot; carbon emissions; difference-in-differences model

党的二十大报告强调,推动经济社会发展绿色化、低碳化是实现高质量发展的关键环节。为鼓励地方因地制宜探索绿色低碳发展路径,2010年国家发展改革委颁布《关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》(以下简称《通知》),首次确立在五省八市地区开展试点工作。《通知》要求地方按照地方特色和资源禀赋探索适合本地的绿色低碳发展模式。后续2012年、2017年又分别公布了第二批、第三批试点名单,以期通过试点政策来积累低碳发展的成功经验并在全国推广,从而落实中国政府承诺的二氧化碳排放强度下降目标。通过与同类城市比较,试点城市的低碳工作成效和二氧化碳减排目标普遍优于同类地区,2017—2022年95%的试点城市碳强度显著下降,25%的试点城市碳排放总量增速下降,试点城市二氧化碳排放控制初见成效。

碳排放约束目标会从宏观经济活动和微观生产活动上对城市绿色转型、绿色创新、产业结构转型等方面产生冲击,进而影响到碳排放。试点政策分批发布,而不同发布时期我国的经济状况和发展目标有所改变,因此3次试点名单的目标和任务存在一定的区别。三批试点工作的主要目标是约束温室气体排放,探索和引领全国绿色低碳发展新模式,但归根到底还是绿色发展方式的转型。低碳城市政策的一个目标就是积累绿色低碳的发展经验,因此试点城市可能为周边城市产生示范效应,进而带动周边城市的绿色技术进步^[1]。除此之外,低碳城市试点可能会通过技术溢出效应诱发绿色技术的溢出,促进周边城市的模仿学习,而技术先进型的产品会在各区域内流动,加强区域内先进技术的交流融合^[2]。然而,不同地区存在发展不均衡现象,面对环境治理和绿色转型问题,各地区不能独善其身,联防联控和区域协同治理是提高我国绿色发展水平的重要着力点^[3]。不论是从学术研究还是从我国发展实践角

度出发,政策的“试点—扩散”都是一个重要的研究话题,同一层级的区域和部门间的政策扩散模式也值得进一步探讨。

关于低碳城市试点政策的相关研究,早期学者主要关注试点政策的减排目标和政策设计逻辑^[4-5],后续研究主要关注试点政策的环境效益和经济效益并取得了丰富的研究成果。在环境效益方面,低碳城市试点有利于降低碳排放^[6]和污染排放^[7],能够提升碳排放效率^[8]、改善空气污染^[9]、推动企业节能^[10];在经济效益方面,低碳城市试点有利于提高企业和城市的绿色全要素生产率^[11]、促进产业结构的优化升级^[12]、吸引外商直接投资^[13]。也有研究发现试点城市环境规制强度提高对辖区企业绿色技术创新和企业绩效产生影响^[14-15],有力地支持了试点政策的决策。多数研究将中央在各地逐步开展低碳城市试点作为一次“准自然实验”,使用双重差分方法识别政策的效应,在地方政府的策略互动和企业的跨区迁移情况下,政策效果可能会溢出到周边城市,这违反了个体处理值稳定假设,造成了内生性问题。

关于低碳城市试点政策的外部效应,现有关于低碳城市试点政策评估的研究主体是试点省市,仅有较少文献涉及到低碳城市的绿色技术的溢出效应和环境规制的空间效应。有学者指出低碳城市试点对周边城市产生不同程度的“正向溢出效应”,即试点政策促进了周边城市的绿色技术进步^[1]和碳排放效率的提高^[8]。田玲等^[2]认为试点城市具有“先进者标签”,会对非试点城市政府主政官员带来同伴相比压力,同伴相比压力进一步进入到辖区内的企业,促使企业朝着绿色生产方式转变,从而造成绿色技术的溢出效应。也有学者认为低碳城市试点对非试点城市的存在负向的外部影响。如傅芳宁等^[16]研究发现低碳城市试点促进了试点城市的绿色技术进步,但是遏制了邻接城市的绿色创新水平;秦艳等^[17]则认为低碳

城市建设会对相邻城市新兴产业的发展产生负向影响。

由于划分标准、实证方法、数据处理等方面的不同,已有研究对于低碳城市试点的外部效应也没有统一的结论,更重要的是上述文献使用的模型识别出的是平均意义上的外部效应,即低碳城市试点对周边所有城市的平均影响,忽略了试点政策的外部效应在周边试点城市和非试点城市之间会有所不同,导致外部效应的错误估计。已有针对环境政策外部效应的研究几乎将溢出效应作为唯一机制,较少思考“同伴效应”对政府环境治理决策的影响。从估计方法来看,现有文献多使用依赖同质性处理效应假设的双向固定效应双重差分模型来识别政策的因果效应。最新理论文献表明,当存在多次外部冲击时,传统双向固定效应双重差分模型不再是处理效应的一致性估计量,甚至在政策效应为正的情况下出现估计系数为负的估计^[18]。此时即使满足平行趋势假设,也可能出现时间和组别间的异质性处理效应问题。目前国内已经有部分文献对交错 DID 模型存在异质性处理效应时的估计方法进行了介绍和梳理,但仍较少将其应用在实证研究中。

本文对低碳城市对非试点城市的外部效应进行了进一步细分,即低碳城市试点的负外部效应、溢出效应和同伴效应。基于 2006—2019 年的地级市面板数据,使用交错双重差分模型实证研究了低碳城市试点政策对同伴城市的碳排放的影响及其作用机制,并针对估计结果稳健性和异质性开展一系列检验和分析。

一、理论分析与假说提出

(一) 低碳城市试点政策的负向外部效应

低碳城市试点作为中央政府推行的环境治理试点政策,获批试点建设的城市为完成试点任务往往会执行较为严格的环境规制政策,当地官员一方面会以配套的法律法规政策加强对环境污染问题的治理,另一方面会加大各项配套政策的执行力度,确保政策的各项执行落到实处^[5]。要求企业更换环保设备、限产甚至停产改造,这些措施

可能会使得高排放企业向周边非试点地区转移^[14]。在环境规制“逐底竞争”的情况下,试点城市由于环境规制强度提高而挤出的企业,进一步被周边环境规制强度较低的城市引进,一些政府甚至会选择降低环境规制强度来引进这些高污染高耗能企业。试点城市虽然通过淘汰落后产业实现了碳减排,但却增加了周边非试点地区的碳排放,在一定程度上与试点政策的初衷背道而驰。污染避难所假说认为,污染密集型企业往往会优先选择对环境污染包容度较高的地方建厂,在以 GDP 为主要考核指标的体系下,经济增长仍是当地官员追逐的主要目标,没有面临试点政策的地方官员会降低对环境规制的强度要求。在低碳城市加强环境规制强度的同时,为了促进本地区的经济发展,同伴城市可能会通过降低环境规制强度以吸引“招商引资”^[19]。据此,本文提出假设 1:

假设 1: 低碳城市试点对同伴城市具有负向外部效应,提高了周边非试点城市的碳排放。

(二) 低碳城市试点政策的正向外部效应

1. 低碳城市试点政策的正向溢出效应

试点城市对同伴城市的正向外部影响可以分为“溢出效应”^①和“同伴效应”,其中“溢出效应”是在试点城市本身碳排放减少的情况下,通过先进技术和减排经验来影响周边的非试点城市,促进周边非试点城市的碳减排,这一情况依赖试点城市的成功减排。由于知识和技术具有非排他性,互联网的高速发展促进了技术和信息的跨区域流动^[20]。现有研究也证实低碳城市建设不仅可以促进当地的绿色技术进步,且对周边城市存在绿色技术溢出效应^[1]。试点城市通过生产技术、减排经验和制度建设无形中影响周边非试点城市,促进其绿色减排,随着两地地理距离的增加,彼此之间的交易成本便会不断增加,因此低碳城市的溢出效应会随着地理距离的增加而大大减小。相较于非同伴城市,同伴城市由于在地理上邻接周边低碳城市,可以充分享受到试点城市的溢出效应^[16]。这也意味着非试点城市具有了一定的后发优势,可以借助充分学习低碳城市的成功经

① 本文的溢出效应指政策实施后对周边非试点城市的影响,包括正向溢出效应和负向溢出效应,未特别指出情况下本文溢出效应指正向的溢出效应。

验,快速积累绿色发展的技术和经验,促进碳排放的减少。据此,本文提出以下假设:

假设 2a: 低碳城市试点会产生溢出效应,促进同伴城市的碳减排。

2. 低碳城市试点政策的同伴效应^②

“同伴效应”则是试点城市自身的“低碳城市”标签对周围非试点城市主政官员造成的同伴相比压力,非试点城市的官员面对这一同伴相比压力可能会提高当地的环境规制强度,进而带来当地的碳排放减少,这一效应并不要求试点城市的碳排放降低,因此二者的机理是不一样的。试点政策能否给试点城市带来“优秀者”标签取决于:试点城市是因为前期的环境治理工作做得好而入选,而不是做得差,如果是基于后者,则试点城市无法向同伴城市传递“优秀者”的信号,进而无法激励同伴城市。因此如果试点效应显著,对同伴城市碳排放影响也显著,则呈现溢出效应;如果试点效应不显著,对同伴城市碳排放的影响显著,则呈现“同伴效应”。城市入选试点名单的“优秀者”标签,可能被周边城市学习,进而影响周边城市主政官员的环境治理决策,即存在“进步学习”^[21]。入选试点城市可能传递出当地环境治理、绿色创新工作较好等正面信息,在信息外部性的作用下,正面信息会发生溢出^③。已有研究发现,城市拥有先进标签会提高企业的责任感以及官员的晋升几率,当地被授予先进称号对地方官员晋升存在显著的信号功能,且可以促进企业履行社会责任,激励邻近城市引进高质量绿色企业^[22]。据此,本文提出以下假设:

假设 2b: 低碳城市试点会产生“同伴效应”,通过同伴相比压力促进同伴城市的碳减排。

二、研究设计

(一) 模型设定

本文首先要验证的问题是低碳城市试点对同伴城市的外部效应的具体类型,由于低碳试点名单分批发布,因此具有多个政策冲击年份,本文采

用交错 DID 模型。部分城市数据缺失,删除这些城市后剩余 285 个城市样本。采用 285 个城市面板数据检验试点效应,之后剔除试点城市样本来检验外部效应。本文在郑汉等^[23]研究的基础上构建交错 DID 模型:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 sdcj_{it} + \delta X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 peer_{it} + \delta X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中,下标 i 和 t 分别代表个体和时间; Y_{it} 为被解释变量; $peer_{it}$ 为试点冲击;系数 α_1 表示低碳城市试点对试点城市碳排放的影响,衡量试点效应;系数 β_1 表示低碳城市试点对同伴城市碳排放的影响,衡量外部效应。 X_{it} 表示控制变量; μ_i 和 v_t 分别为个体固定效应和时间固定效应; α_0 、 β_0 和 ε_{it} 分别表示常数项和误差项。

(二) 变量选取与数据来源

本文选取 2006—2019 年为样本期间,基于以下两点考虑:一是能源消耗是碳排放的重要来源,宏观层面上国家 2006 年开始首次把能源强度作为约束性指标,研究时间段从 2006 年开始可以帮助发现更为一般的内在规律;二是受 2020 年新冠疫情影响,各项经济指标与 2020 年之前有较大的差异,为更加准确地评估低碳城市试点的外部影响,本文将样本时间段的结束时间选为 2019 年。

被解释变量变量为碳排放($\ln CO_2$)和碳强度($\ln ci$)。数据来自将 CEADs 中国碳核算数据库,对于缺失年份采用线性插值法进行补齐。核心解释变量为 $sdcj_{it}$ 和 $peer_{it}$,其中 $sdcj_{it}$ 用来定义试点城市,若城市 i 在 t 年入选低碳城市试点,则 $sdcj_{it}$ 在该年之后年份取值为 1,反之则取值为 0。 $peer_{it}$ 用来定义同伴城市,若城市 i 在 t 年其邻接的城市入选低碳城市试点,则 $peer_{it}$ 在该年之后年份取值为 1,反之则取值为 0。与后两批试点名单相比,第一批试点名单主要以省份为主,而且选拔过程不透明、选拔不规范^[5],不易对邻接地区产生溢出效应^[2]。后两批试点在各个类型的城市层面推开,

^② 同伴效应最初源于社会互动文献,社会互动是不同行为主体之间的相互影响,互动主体可以是人、企业、政府机构,地方政府由“人”组成,对于政府行为的解释离不开“人”的因素。在“环保一票否决制”纳入官员考核体系后衍生出的“环保资格赛”的激励下,身在其中的各地政府官员属于“同伴”范畴,其行为和决策不可避免会受到影响。因此地方政府在环境治理的决策中可能会产生模仿和跟随的特征,趋向于使自身行为与“同伴”保持一致。

^③ 第一批试点名单由中央直接遴选,后两批试点名单由地方上报,中央择优遴选,地方在申报试点时具有竞争性质。

更适合研究试点地区对毗邻地区的外部效应,因此本文仅研究后两批低碳城市试点对同伴城市的外部效应。后两批试点名单公布时间为 2012 年 11 月和 2017 年 1 月,考虑到政策效应存在一定的时滞性,因此试点年份分别设置为 2013 年、2017 年。依据国家发展和改革委员会公布的试点名单,根据地级市的空间位置手动梳理出 140 个同伴城市以及 80 个非同伴城市。

本文纳入以下控制变量:经济发展水平(*lngdp*),以地区 GDP 的对数表示;对外开放程度(*fdi*),以实际利用外资与 GDP 的比值表示;工业发展水平(*ind2*),以第二产业 GDP 占地区 GDP 比值表示;研发创新能力(*lnpatent*),以当年专利申请数的对数表示;政府管理水平(*gov*),以财政支出占地区 GDP 表示;高等教育水平(*edu*),以城市普通本专科以上人数占总人口比重表示。主要变量的描述性统计结果如表 1 所示,所有价格数据平减至 2006 年基期水平以避免价格因素的影响,实际利用外资采用人民币汇率进行调整。

表 1 主要变量描述性统计

变量	均值			标准差	最小值	最大值
	总体	同伴城市	非同伴城市			
<i>lnco2</i>	2.964 1	3.023 8	2.859 7	0.691 9	1.614 3	4.263 9
<i>ci</i>	2.624 8	2.622 5	2.628 9	1.606 4	0.359 8	12.756 8
<i>peer</i>	0.248 1	0.389 8	0.000 0	0.432 0	0.000 0	1.000 0
<i>lngdp</i>	15.967 9	16.029 1	15.861 0	0.903 7	13.160 2	19.118 7
<i>fdi</i>	0.020 2	0.022 5	0.016 2	0.021 7	0.000 0	0.268 0
<i>ind2</i>	0.481 0	0.481 4	0.480 3	0.110 3	0.117 0	0.909 7
<i>lnpatent</i>	7.810 0	8.014 9	7.452 1	1.621 4	0.693 1	12.474 2
<i>gov</i>	0.184 1	0.186 8	0.179 5	0.103 6	0.042 7	1.026 8
<i>edu</i>	0.028 9	0.030 7	0.025 7	0.038 9	0.000 3	0.252 7

三、实证结果和稳健性检验

(一) 试点效应和外部效应检验

试点城市的确立以“公开申报,择优选择”为准则,试点城市的选择本身具有非随机性,但在获批试点之前试点城市是否申报低碳城市试点与毗邻的非试点城市无关,因此本文的外生冲击情景下试点城市对同伴城市的碳减排影响具有严格的外生性。首先对公式(1)进行回归以判断试点效应是否显著,由于本文仅考察后两批试点的外部效应,在检验试点效应时分别检验了第一批试点

和后两批试点城市的试点效应,分别通过将样本期间调整为 2006—2012 年、整个样本期间内剔除第一批试点城市样本实现,估计结果如表 2 第(1)列~第(4)列所示,发现第一批试点的政策效应显著,后两批试点的政策效应不显著^④。其原因可能是:中央遴选试点城市时优先选择基础条件较好的城市,后两批试点城市相较第一批试点城市的减排潜力较小;另一方面,低碳城市的标签为试点城市贴上了合法合规的环境优势标签,一定程度上降低了当地政府的环境规制压力,试点政策对城市的碳减排的促进作用也就不显著,因此初步判断试点效应不显著,排除假设 2a。郑石明等^[24]的研究也发现:由于地方的申报动机与中央的治理目标产生偏移,加之中央未确定明确的考核达标时间和标准,削弱了低碳试点政策的执行力度。根据理论分析,试点城市对周边非试点城市还可能存在负向的外部效应和正向的“同伴效应”,本文通过实证检验来进行判别。模型(6)和模型(7)结果表明,试点冲击对同伴城市的碳排放和碳强度的影响系数均在 5% 水平下显著为负,排除假设 1,低碳城市试点存在“同伴效应”。这与郑汉等^[23]的观点相符:即低碳城市由于“优秀者”标签,自身环保行为的合法性反而降低了其减排动力,试点城市传递的同伴压力使得同伴城市更有动力进行减排,这一方面也是地方政府“竞争向上”的策略表现^[2],假设 2b 得到验证。

表 2 低碳城市试点对试点城市和同伴城市的影响

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
	<i>lnco2</i>	<i>lnco2</i>	<i>lnco2</i>	<i>lnco2</i>	<i>lnco2</i>
<i>sdcj</i>	-0.033 5*** (0.007 4)	-0.033 5*** (0.007 4)	-0.008 0 (0.007 9)	-0.008 0 (0.007 9)	-0.026 6*** (0.006 4)
<i>N</i>	1 981	1 981	2 968	2 968	3 990
调整 <i>R</i> ²	0.995 1	0.988 1	0.982 9	0.968 7	0.983 9
变量	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
	<i>lnco2</i>	<i>lnco2</i>	<i>gtzc</i>	<i>GpApp</i>	<i>RatioGpApp</i>
<i>peer</i>	-0.016 6*** (0.006 5)	-0.019 0*** (0.007 1)	0.033 8*** (0.011 7)	0.022 4* (0.012 3)	0.019 0 (0.013 9)
<i>N</i>	3 080	3 080	3 080	3 080	3 080
调整 <i>R</i> ²	0.984 3	0.968 1	0.965 3	0.941 5	0.534 9

注:括号内为稳健标准误,***、**、* 分别表示在 $p < 0.01$ 、 $p < 0.05$ 、 $p < 0.1$ 时有统计学意义,且结果均考虑了常数项、控制变量及个体与时间固定效应。下同。

^④ 模型(5)报告了 3 批政策试点的平均政策效应,限于篇幅未报告对碳强度的回归结果,发现政策效应显著但低于第一批试点水平,这在另一方面佐证了后两批试点的减排效果可能不尽人意。

严格来说,低碳城市试点会使得当地环境规制强度提高,部分高碳排放企业会选择搬迁到附近地区^[14],进而增加周边非试点地区的碳排放。为了检验这一外部效应,参考孙鹏博等^[25]的研究,以同伴城市高碳企业工商企业新注册数据(gtzc)衡量高碳企业的进入情况。估计结果如表2模型(8)所示,同伴城市的高碳企业新注册数在周围出现低碳城市后显著增加。在环保资格赛和晋升锦标赛情况下,面对中央的多项任务,地方主政官员会综合选择利益最大的政策行为,以满足其避责和逐利动机^[26]。同伴城市可能会为了经济发展承接一些高碳企业,但是为了拿到环保资格赛的门票并在政治晋升中脱颖而出,就必须采取更加积极的环境治理策略。因此,低碳城市建设的“同伴压力”使得同伴城市的碳排放减少大于高碳企业进入带来的碳排放增加。本文进一步使用非试点地区的绿色专利申请数(GpApp)和绿色专利申请数占总专利申请比例(RatioGpApp)表征绿色技术进步,表2模型(9)~模型(10)分别表明低碳城市试点对同伴城市绿色专利申请数影响的系数为在10%水平下显著为正,对绿色专利占比影响为正但不显著。承接高碳企业短期内虽然会通过收入效应加大技术投资规模来促进绿色技术进步,但高碳产业转移不利于同伴城市的产业结构朝清洁方向发展,长期来看不是可依赖的绿色发展路径。综合以上分析,本文认为低碳城市试点对同伴城

市的外部效应主要呈现为正向的“同伴效应”。

(二) 平行趋势检验及动态效应分析

同伴城市在周围城市入选低碳城市后碳排放和碳强度的降低,是否一定是来自试点城市“优秀者”标签带来的“同伴压力”而不是其他难以观察到的因素,需要进行更为细致的考察。本文借鉴Beck等^[27]学者的做法,使用事件研究法对事前平行趋势和政策动态效应进行检验,模型设定如下:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{j=-11, j \neq -1}^6 \beta_j peer_{it}^j + \delta X_{it} + \mu_i + v_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, $peer_{it}^j$ 是外部冲击的虚拟变量,当处理组个体在试点冲击前 j 年即($j < 0$)或试点冲击之后 j 年(即 $j > 0$)时, $peer_{it}^j = 1$,否则取0,其估计系数代表的含义为:与基期相比,同伴城市和非同伴城市碳排放以及碳强度的差异;其余变量与前文公式(2)保持一致,为避免多重共线性以-1期作为基期。由图1可知,在试点名单公布之前,同伴城市和非同伴城市的碳排放和碳强度的变化过程没有差异,即满足了双重差分模型的平行趋势假设。试点名单公布后的前两年的估计系数为负但不显著,从试点名单公布后第3年起,同伴城市的碳减排进程显著加快,“同伴效应”呈现一定的滞后性,这是因为地方政府行为的滞后性和行为转换的成本,地方政府在收到周边城市入选低碳城市的信号后做出决策需要一定的时间。

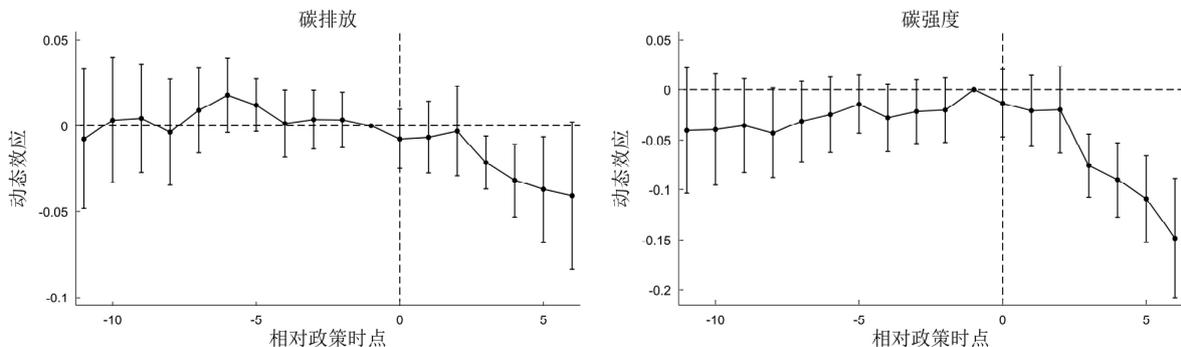


图1 平行趋势检验和动态效应识别

(三) 稳健性检验

本文还进行了其他稳健性检验。包括,第一,安慰剂检验。第二,更改变量定义方式,使用人均碳排放和人均碳排放对数替代被解释变量,使用

强度 DID 模型和冲击时间更精细设定的 DID 模型。第三,改变研究样本,将所有变量进行1%缩尾、剔除第一批试点城市影响、调整样本区间为2006—2013年。第四,减缓内生性和控制其他固

定效应。将被解释变量和解释变量分别滞后 1 期以避免联立方程偏误,引入省份一年份固定效应来捕捉系统性宏观因素的影响。第五,排除样本期间其余政策影响。加入碳排放权交易试点、节能减排财政政策、国家创新型城市试点等政策变量重新回归。第六,外部效应辐射范围检验。在公式(2)中加入城市之间的地理距离虚拟变量,检验本文的样本选择范围是否合适。第七,异质性处理效应及潜在负权重问题。计算负权重比例,确认其对估计的影响程度,并计算 6 种稳健性估计量。未报告的稳健性检验结果与基准回归保持一致,证明了本文的结论是稳健可信的。

四、进一步分析

(一) 机制检验

同伴城市未获批试点城市一定程度上会向利益相关者传递该城市环境治理水平较低的信号,2015 年颁布的《新环保法》也确定了以政府为主导、企业为主体、社会组织和公众参与的多元化环境治理体系。因此,理论上存在 3 种机制来解释“同伴效应”。

(1) 政府自发治理。地方申报政策试点具有一定的竞争性质,但也包含着中央的偏好考虑,如地方的低碳工作基础、地区差异和试点要求,在试点的选择上,中央更倾向于选择资源禀赋好、试点经验积累较多、试点成功可能性较大的地区。由于试点往往会有获取财政和政策等方面的支持,且地方获得先进标签可以提高主政官员的晋升概率^[22],因此尽管低碳试点政策尽管没有资源支持,地方政府会争取成功申报试点,并以入选试点名单作为一种政绩。为了应对竞争激烈的政治晋升,地方官员往往还会积极学习周边先进城市,积极探索创新模式,以谋求尽快入选下一次试点名单。地方环境治理重视程度的提高将会形成较为严格的环境规制,特别是对本地高耗能、高污染企业的管制和约束,因此地方政府的自发治理会提高地区环境规制强度,从而促进碳减排。

(2) 诱导企业绿色创新。企业作为辖区环境治理的主体,政府会将辖区环境治理的压力传递

给企业,地方政府的环境治理压力越高,对辖区企业的干预强度也会越大^[28]。在“同伴压力”下,同伴城市会激励辖区企业进行绿色创新以改善环境质量,以提升地方环境合法性。另外,环境考核目标由地市政府分配给辖区各企业,地方政府享有向污染企业问责的权力,企业作为政府环境治理的执行人,完成政府分配的环境治理任务有助于获取更多的资源支持,因此企业有动机与政府保持积极互动。本文将地级市数据库与中国上市公司数据库进行匹配,对沪深 A 股的高污染行业进行分析。

(3) 公众行为驱动。公众参与是推进环保事业的关键力量,也是践行绿色低碳生活方式的社会基础。周边城市建设低碳城市有助于促使同伴城市公众关注环境治理问题,增强公众的环境监督力度和环境治理维权意识,在社会层面营造低碳出行、绿色消费的新风尚。一方面通过自发监督和媒体曝光等方式表达自己的环保诉求,另一方面在资本市场上公众通过“用钱投票”支持环境友好型企业提供资金支持,对环境污染型企业施加惩罚,倒逼企业适应消费者选择,调整生产方式、改进生产技术、加大污染治理投资,转型成更加绿色、环保、低碳的环境友好型企业^[29]。

以上 3 种机制检验的代理变量测算方法如下:第一,以地方政府工作报告中“环保”相关词汇词频计算出的环境治理重视程度(ep)和根据工业三废计算的地方环境规制强度(er)作为地方政府自发治理的代理变量;第二,以企业绿色发明专利($GpInvAuth$)和绿色实用专利($GpUtiAuth$)的总授权量来衡量企业的绿色创新水平;第三,以 17 个关键词的 PC 端和手机端百度搜索指数衡量公众环境关注度(分别对应 $pbpc$ 和 $pbsj$)作为公众行为驱动的代理变量^⑤。

表 3 第(1)列~第(2)列估计结果显示低碳城市试点提高了同伴城市的环境自发治理程度,通过提升环境治理关注度和环境治理强度促进地方减碳。表 3 第(3)列~第(4)列估计结果显示,同伴压力提高了企业的绿色实用型专利授权量,

⑤ 百度搜索数据始于 2011 年,因此本部分回归样本期间为 2011—2019 年,涵盖了后两批试点政策期间。具体关键词包括“低碳、环保、环境保护、二氧化硫、二氧化碳、生态、减排、排放、污染、排污、清洁能源、空气质量、雾霾、PM2.5、节水、可持续、温室效应”。

而绿色发明专利由于授权周期更长、创新水平要求更高、申报难度更高^[2],授权量没有明显增长。以上结果说明地方政府进一步将同伴相比带来的环境治理压力传递到辖区企业,推动企业进行绿色创新布局,改变企业传统的用能和生产方式,加速企业低碳转型。表3第(5)列~第(6)列回归结果显示无论是何种关键词的百度指数, $peer_{it}$ 的系数都显著在1%水平下显著为正。这说明了低碳城市试点有助于带动同伴城市加强对环境的关注和环境污染的监督,在日常生活中践行绿色低碳生活方式,及时关注清洁能源发展情况。同时,在消费端加大对绿色产品的需求,激发和释放绿色产品的消费潜力,公众在环境治理中的参与推动了地方在减碳方面的治理成效。

表3 机制检验结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	ep	er	GpInvAuth	GpUtiAuth	pbpc	pbsj
$peer$	0.0515* (0.0283)	0.0066* (0.0036)	0.1334 (0.1236)	0.0818* (0.0427)	0.0584*** (0.0198)	0.0626*** (0.0243)
N	3080	1944	5848	5848	1980	1980
调整 R^2	0.9415	0.7321	0.2071	0.2627	0.8120	0.8564

注:企业层面数据控制了企业层面的控制变量和固定效应。

(二) 异质性分析

本文研究的主要解释变量为同伴城市的地理邻接城市是否入选低碳城市试点名单,由于同伴城市的邻接城市是否被选为试点城市与同伴城市本身是没有关系的,因此以邻接城市入选作为政策冲击存在内生性的可能性较小。由于低碳城市对同伴城市的“同伴效应”的影响因素较多,本文通过一系列检验来考察文献中公认的一些经典因素。

第一,经济状况。随着环境规制治理压力加大,地方政府由普遍不完全执行中央政策到“逐底竞争”和“竞相向上”并存的局面,经济发达地区和经济不发达地区的治理政策因此也出现分野,经济发达地区的占优策略为主动治理,经济不发达地区的占优策略为被动等待。第二,减排难度。历史碳排放水平较高的城市在面临环境规制时面对着更高的排放约束和排污标准,同伴压力对其减排的激励较弱。第三,资源禀赋。资源型城市产业结构多为资源消耗型和环境污染型,“同伴效应”下城市环境规制强度的提高直接导致资源型城市部分企业关停整顿,这在一定程度上有助于控制碳排放但并不具有可持续性。第四,主政官员晋升激励。当主政官员处于晋升关键期时,得

到政治晋升的几率较大,因此更倾向于积极落实碳减排工作。而当主政官员处于非晋升关键期时,晋升几率较小,即使知道碳减排工作是中央政府极力推进的方向,出于平稳离任的考虑,也不会环境保护上下太多功夫,只求环保工作达到合格即可,“同伴效应”对其影响较弱。因此,本文预期经济状况更好、非资源型城市、历史碳排放水平更低以及主政官员晋升几率高的城市对同伴压力更加敏感。以人均GDP均值、是否为资源型城市、碳排放均值、市委书记是否在其任期前3年为分组标准进行分组回归,未报告的结果与预期一致。

(三) “同伴效应”的传导途径以及策略互动

在中国分权式下的“晋升锦标赛”下,地方官员在晋升职位固定且数量有限的情况下为获得晋升机会,他们需要比周边城市主政官员关键评价指标上有更加突出的表现^[30]。当同伴城市周边的低碳城市数量不断增多,会给同伴城市利益相关者传导其在环保治理方面落后的信号,因此同伴城市周边的试点城市数量越多,其减排动力和决心可能也就越大。而与试点城市绿色低碳建设质量的差距越大,也会让非试点城市审视自己的环境治理强度,通过模仿环境治理领域的“优秀者”来提高自己的合法性或者获得社会的认可^[21],因此同伴城市周边试点城市的建设质量也会对同伴城市的碳排放造成影响。以同伴城市邻接低碳城市数与邻接城市总数比值来衡量同伴数量 ($quantity_{it}$),以同伴城市周围试点城市的绿色专利申请数量来衡量同伴质量 ($quality_{it}$)。为了考察“同伴效应”的传导途径,在公式(2)中分别加入 $quantity_{it}$ 和 $quality_{it}$ 与 $peer_{it}$ 的交互项进行回归。回归结果如表4所示,模型(1)~模型(4)交互项的系数均显著为负,说明低碳城市对同伴城市的“同伴效应”与邻接的低碳城市数量和环境质量正相关,周边进行低碳城市建设的城市越多,建设成果越好,“同伴效应”也就越强。结合上述分析,低碳城市试点的数量和建设质量是“同伴效应”的传导途径。

在现行的官员任命和政绩考核机制下,同一省份下的地级市是彼此学习和比较的对象,相较不同省的城市竞争更加激烈。同省份的地市经常会共同参与省级会议,彼此之间的信息交流减缓了信息不对称,也为同省份的地市之间相互模仿

和竞争提供了条件,因此同伴压力的来源和大小在跨越省级行政边界后可能存在差异。两个邻近状态下的影响机理可能存在不同,且同伴压力可能来自省内低碳城市或者邻省低碳城市抑或是二者的共同作用,将公式(2)中 $peer_{it}$ 分解为行政邻接 ($inpeer_{it}$) 和地理邻接 ($expeer_{it}$) 两个虚拟变量来进行区分。地理邻接为同伴城市与邻接低碳城市不属于同一省份,行政邻接为同伴城市与邻接低碳城市属于同一省份。估计结果如表 4 模型(5)~模型(6)所示,当低碳城市试点与同伴城市位于同一省份时,低碳城市试点显著促进了同伴城市碳排放的减少和碳强度的降低;当低碳城市试点与同伴城市位于不同省份时,低碳城市试点对同伴城市碳排放和碳强度影响的系数显著为负但系数绝对值有所降低。这个结果表明“同伴效应”不完全来自同省内邻接城市的“标尺竞争”,同省外地理邻近地区间的策略互动也起到了显著作用。为了考察地理邻接与行政邻接两种情况的共同影响,进一步本文只保留同时与省内外试点城市邻接的同伴城市,估计省内外协同对同伴压力的影响,模型(7)~模型(8)估计系数绝对值大于模型(5)~模型(6),即省内省外同时作用下对同伴城市碳减排和碳强度降低的作用要大于省内省外单方面传递同伴压力的减碳作用,客观上起到了城市协同减碳的作用,这也与上一部分的分析相印证:邻接低碳城市数量会影响“同伴效应”的大小。

表 4 同伴效应的传导渠道及省内外差异

变量	邻接低碳城市数量		邻接低碳城市质量	
	(1) $lnco2$	(2) $lnci$	(3) $lnco2$	(4) $lnci$
$peer \times quantity$	-0.142 5*** (0.018 2)	-0.146 0*** (0.018 9)	—	—
$peer \times quality$	—	—	-0.118 9*** (0.038 6)	-0.090 0** (0.042 2)
$peer$	0.001 7 (0.006 9)	-0.000 3 (0.007 6)	0.179 0*** (0.065 3)	0.129 0* (0.071 8)
N	3 080	3 080	3 080	3 080
调整 R^2	0.984 6	0.968 6	0.984 4	0.968 1
变量	省内省外差异		省内省外同时作用	
	(5) $lnco2$	(6) $lnci$	(7) $lnco2$	(8) $lnci$
$peer$	—	—	-0.044 4*** (0.008 7)	-0.040 0*** (0.009 9)
$inpeer$	-0.028 6*** (0.006 8)	-0.029 9*** (0.007 4)	—	—
$expeer$	-0.026 3** (0.011 5)	-0.017 3 (0.012 1)	—	—
N	3 080	3 080	1 582	1 582
调整 R^2	0.984 4	0.968 2	0.985 7	0.967 1

五、结论与政策建议

(一) 结论

(1) 试点城市的“优秀者”标签会对同伴城市产生“同伴效应”,通过政府自发治理、诱导企业创新、公众行为驱动三个机制促进了同伴城市的碳减排。

(2) 异质性分析表明经济状况较好、非资源型城市、碳排放基础低以及主政官员晋升激励高的城市对“同伴效应”更加敏感。

(3) “同伴效应”通过周边低碳城市试点的数量和建设质量给同伴城市政府传递规范压力,进而激励同伴城市减排。区分同伴压力来源后发现,“同伴效应”更多来自同自省内试点城市的“标尺竞争”。

(二) 建议

第一,对于政策的设计和评价,不仅要考虑试点地区,还要考察受试点政策影响的非试点地区。在扩大试点范围时,应优化试点地区的筛选机制,选出示范效应好,具有代表性的地区,以充分发挥环境政策的示范作用,促进区域间协同减碳。改善以往弱激励弱约束的政策环境,依据国家温室气体排放中长期发展战略设定低碳城市发展的约束性目标,探索更加灵活的市场经济手段,更好地服务于城市高质量发展目标。通过经济激励和政治激励,调动非试点地区参与的积极性。

第二,畅通作用渠道,多措并举协同推进地方减碳。充分调动各行为主体积极性,要明确中央和地方在环境治理的领域的财政支出责任,设计与地方激励相容的环境治理激励机制。社会层面,要完善环境信息依法披露制度,不断提高公众的环保素养和环境参与度,完善公众环保监督和举报反馈渠道,发挥社会组织在环境治理中的作用,在社会上倡导绿色消费、低碳出行的生活方式。政府应加强对重点地区重点企业的政策引导和主动调控,鼓励重点企业做好产品研发,加快绿色专利布局深化绿色生产理念,推动企业和行业的良性竞争,实现生态环境效益、社会效益和企业生产效益的共赢。

第三,紧密结合各地不同的经济发展阶段,谨慎适时适度地实施环境规制政策。不同城市的资源禀赋不同,在全国统一大市场中的定位也不同,对于碳减排工作不能一刀切。需要增加对资源型

城市的财政支持力度和政策倾斜力度,推进资源型城市产业升级并朝着绿色低碳发展方式转型。对地方官员进行考核时,不仅要考虑当前的碳减排绩效,也要考虑当地碳减排的基础,完善地方干部政绩考核指标。根据不同地区、不同层级领导班子和领导干部职责要求,设置有所侧重的考核指标,以充分激励官员对环境治理责任的落实。

参考文献:

- [1]邵帅,李嘉豪. “低碳城市”试点政策能否促进绿色技术进步: 基于渐进双重差分模型的考察[J]. 北京理工大学学报(社会科学版) 2022, 24(4): 151-162.
- [2]田玲,刘春林. “同伴”制度压力与企业绿色创新: 环境试点政策的溢出效应[J]. 经济管理, 2021, 43(6): 156-172.
- [3]董直庆,王辉. 环境规制的“本地—邻地”绿色技术进步效应[J]. 中国工业经济 2019(1): 100-118.
- [4]KHANNA N, FRIDLEY D, HONG L. China's pilot low-carbon city initiative: a comparative assessment of national goals and local plans[J]. Sustainable cities and society, 2014(12): 110-121.
- [5]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, 30(3): 19-28.
- [6]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.
- [7]YANG S, JAHANGER A, HOSSAIN M R. How effective has the low-carbon city pilot policy been as an environmental intervention in curbing pollution? evidence from Chinese industrial enterprises[J]. Energy economics, 2023(118): 106523.
- [8]YU Y, ZHANG N. Low-carbon city pilot and carbon emission efficiency: quasi-experimental evidence from China[J]. Energy economics, 2021(96): 105125.
- [9]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.
- [10]ZHOU Q, CUI X, NI H, et al. The impact of environmental regulation policy on firms' energy-saving behavior: a quasi-natural experiment based on China's low-carbon pilot city policy[J]. Resources policy, 2022(76): 102538.
- [11]CHENG J, YI J, DAI S, et al. Can low-carbon city construction facilitate green growth? evidence from China's pilot low-carbon city initiative[J]. Journal of cleaner production, 2019(231): 1158-1170.
- [12]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.
- [13]ZHAO C, WANG B. Does China's low-carbon pilot policy promote foreign direct investment: an empirical study based on city-level panel data of China[J]. Sustainability, 2021(131): 10848.
- [14]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.
- [15]戴永安,张潇. 环境政策的空间溢出与城市能源偏向型技术进步[J]. 世界经济 2023, 46(5): 119-151.
- [16]傅芳宁,李胜兰. 是绿色虹吸还是绿色涓滴: 低碳试点政策对绿色技术创新的邻里效应研究[J]. 南方经济, 2023(8): 115-133.
- [17]秦艳,蒋海勇. 低碳试点城市建设与新兴产业发展: 基于政策推力与市场拉力双重视角[J]. 技术经济与管理研究 2022(3): 117-123.
- [18]CALLAWAY B, SANT' ANNA P H C. Difference-in-Differences with multiple time periods[J]. Journal of econometrics, 2021, 225(2): 200-230.
- [19]薄文广,徐玮,王军锋. 地方政府竞争与环境规制异质性: 逐底竞争还是逐顶竞争? [J]. 中国软科学, 2018(11): 76-93.
- [20]吴玉鸣,何建坤. 研发溢出、区域创新集群的空间计量经济分析[J]. 管理科学学报 2008, 11(4): 59-66.
- [21]尚虎平. 我国地方政府绩效评估悖论: 高绩效下的政治安全隐患[J]. 管理世界 2008(4): 69-79.
- [22]张天舒,王子怡. 荣誉称号影响官员晋升的信号机制研究: 来自全国文明城市评比的证据[J]. 中国行政管理, 2020(9): 121-127.
- [23]郑汉,郭立宏. 低碳城市试点对邻接非试点城市碳排放的外部效应[J]. 中国人口·资源与环境 2022, 32(7): 71-80.
- [24]郑石明,尤朝春. 中国低碳城市试点政策扩散模式及减污效应[J]. 中国软科学 2023(10): 98-108.
- [25]孙鹏博,葛力铭. 通向低碳之路: 高铁开通对工业碳排放的影响[J]. 世界经济 2021, 44(10): 201-224.
- [26]张振波. 从逐底竞争到策略性模仿: 绩效考核生态化如何影响地方政府环境治理的竞争策略? [J]. 公共行政评论 2020, 13(6): 114-131, 211-212.
- [27]BECK T, LEVINE R, LEVKOV A. Big bad banks: the winners and losers from bank deregulation in the United States[J]. The journal of finance 2010, 65(5): 1637-1667.
- [28]余泳泽,刘大勇,龚宇. 过犹不及事缓则圆: 地方经济增长目标约束与全要素生产率[J]. 管理世界, 2019, 35(7): 26-42, 202.
- [29]吴力波,杨眉敏,孙可智. 公众环境关注度对企业和政府环境治理的影响[J]. 中国人口·资源与环境 2022, 32(2): 1-14.
- [30]周黎安. 中国地方官员的晋升锦标赛模式研究[J]. 经济研究 2007(7): 36-50.

(本文责编: 润 泽)