

引用格式: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,2024,46(7):1252-1264. [Han X F, Xiao J, Li B X. Synergistic carbon emission reduction effect of the “innovation-finance” policy instrument portfolio[J]. Resources Science, 2024, 46(7): 1252-1264.] DOI: 10.18402/resci.2024.07.02

“创新-金融”政策工具组合的协同降碳效应

韩先锋¹,肖坚¹,李勃昕²

(1. 昆明理工大学管理与经济学院,昆明 650093;2. 西安财经大学经济学院,西安 710100)

摘要:【目的】在资源环境与经济增长矛盾日益加剧的现实背景下,本文旨在从政策工具组合的视角出发,探究“创新-金融”政策组合如何影响城市碳排放,从而为实现“双碳”目标以及构建高效政策协同路径提供政策性建议。【方法】本文基于2006—2020年中国273个地级及以上城市的面板数据,以创新型城市、促进科技和金融结合“双试点”构造准自然实验,运用多期双重差分模型(DID)考察了“创新-金融”跨政策工具组合的协同降碳效应。【结果】①“双试点”政策协同显著有利于碳减排,且其能发挥比“单试点”政策更为明显的降碳效果,以上结论在一系列稳健性检验后依旧成立;②“双试点”政策通过驱动绿色技术创新和加快人才集聚来间接降低碳排放;③“双试点”政策的协同降碳效应在非资源型城市、行政等级较高以及官员任期较短的城市中表现得更为明显,且在先开展促进科技和金融结合试点再进行创新型城市建设情景下存在更为明显的协同降碳效应。【结论】应积极发挥“创新-金融”政策组合效能,加快释放政策协同的降碳红利,为实现“双碳”目标探寻政策协同的有效路径。

关键词:双重差分模型;协同赋能;跨政策工具组合;碳排放;异质性

DOI: 10.18402/resci.2024.07.02

1 引言

在第七十五届联合国大会上,中国做出了“2030年前实现碳达峰,2060年前实现碳中和”的承诺。然而,作为世界上最大的碳排放国家,长期以来对煤炭、石油等化石能源的高度依赖导致中国降碳进程面临着时间紧、任务重和成本高等一系列难题,使得现阶段单纯依靠市场机制的自发调节难以“立竿见影”。这种情况下,政府政策工具箱中的城市试点政策就为改善环境、加快降碳提供了一种新的解决思路。事实上,过去40年间,中国政府共出台了多达652项试点政策^[1],使得这些政策既呈现聚集于少数城市的扎堆现象,又不可避免地在相同地理空间上发生着不同程度的交互重叠。值得注意的是,关于如何降碳的前沿研究多聚集于观察单一试点政策的降碳效能,却忽略了不同试点政策之间可能存在的联动特征。因此,如何基于激励方式、

考核目标和运行规制,探寻发挥城市跨政策工具组合的协同效应成为降碳的重要突破口。其中,创新型城市、促进科技和金融结合试点是政府为提高国家创新能力、缓解创新融资约束而开展的两项关联度高、特色鲜明的政策试验,分别在实现“双碳”目标中扮演着技术驱动和金融支持的关键角色。比如,北京、天津、上海等“双试点”城市已在依托金融创新加快利用新能源、清洁能源,以及利用绿色技术创新促进低碳转型等方面走在了全国前列,这无形中为挖掘政策协同降碳提供了难得的“试验田”。

关于如何推动碳减排已成为社会各界普遍关注的焦点,现有文献已从数字金融^[2]、全球价值链嵌入^[3]、财政分权^[4]、技术创新^[5]等视角提供了宝贵的意见。在环境政策评估领域,大多数文献讨论了低碳城市^[6]、碳排放权交易试点城市^[7]、节能减排财政政策支持综合示范城市^[8]等政策对碳排放的影响,而关于

收稿日期:2023-10-28;修订日期:2024-04-06

基金项目:教育部人文社会科学规划基金项目(23YJA790026);教育部人文社会科学研究青年基金项目(22YJC790033);云南省基础研究计划面上项目(202401AT070393)。

作者简介:韩先锋,男,陕西商洛人,特聘教授,研究方向为绿色创新。E-mail: hanxianfeng2008@163.com

通讯作者:李勃昕,男,陕西定边人,副教授,研究方向为技术经济。E-mail: liboxin@hotmail.com

2024年7月

促进科技和金融结合试点、创新型城市的碳减排效应尚未引起充分关注。对于前者,江三良等^[9]认为,以促进科技和金融结合试点为代表的科技金融政策可显著提升城市碳排放绩效;汪克亮等^[10]研究发现,促进科技和金融结合试点可通过促进金融发展、激发技术创新以及扩大经济规模等路径来改善环境;对于后者,张华等^[11]指出,创新型城市可推动创新要素集聚,驱动城市转向更为低碳化的发展方式,从而降低碳排放。杨膨宇^[12]考察表明,创新型城市会显著促进碳排放效率提升,且这种积极作用存在空间溢出效应,即政策会带动150 km至250 km内城市的碳排放效率改善。总体看来,已有研究虽为本文分析提供了重要借鉴,但上述文献未能从多试点协同视角评估城市试点政策的碳减排效应。目前从协同视角评估政策效应的研究较为少见,个别文献虽基于“双试点”维度讨论了低碳城市和创新型城市“双试点”政策的碳减排效应^[13],但对该问题的认识还不够深入,甚至还有研究得出了完全相反的结论。比如,Zhang等^[14]的研究表明,低碳城市和创新型城市“双试点”政策在促进绿色创新方面存在互斥效应。更为重要的是,几乎未有文献开始关注创新型城市、促进科技和金融结合试点这项“创新-金融”政策组合的协同降碳问题。

本文以创新型城市、促进科技和金融结合“双试点”为准自然实验,探究其对城市碳排放的基本影响、作用机制以及异质性特征,不仅可为中央及地方统筹发挥跨政策工具的协同降碳效能提供参考,还对加快实现“双碳”目标和推动城市绿色低碳转型具有理论与现实意义。相较于以往研究,本文的边际贡献在于:①从“双试点”视角考察了“创新-金融”跨政策工具组合的协同降碳效应,在一定程度上避免了基于“单试点”视角进行政策评估可能出现的偏误及局限,也为政府统筹发挥试点政策的协同效能提供了一种新思路;②挖掘“双试点”政策实现协同降碳效应的内在机制,从绿色技术创新和人才集聚两个维度验证“双试点”政策协同降碳的传导效应,尝试探索“双试点”政策协同发挥降碳效应的可靠路径;③从试点政策实施顺序、资源依赖、行政等级以及官员任期差异角度探究“双试点”政策降碳效应的时空异质性,为更加因地制宜地实施“双试点”政策提供更有针对性的政策建议。

2 制度背景与研究假说

2.1 制度背景

创新型城市是中国政府为推动城市新旧动能转化、转变经济发展方式的一项重大政策试验。2006年1月,国务院提出了建设创新型国家的计划,并强调要把“绿色低碳”作为创新型城市的建设目标。在中央政策指引下,包括武汉、深圳等城市纷纷提出建设创新型城市的目标,而深圳也于2008年6月经国家发改委批准正式成为第一个创新型试点城市,并由此拉开了建设创新型城市的序幕。

金融是现代经济的支柱,也是创新活动不可缺少的要素。为克服低碳创新过程中存在的“融资难、融资贵”问题,中国政府进一步出台了促进科技和金融结合试点政策,第一批试点政策于2011年在天津、上海、南京等41个城市启动,期间各试点城市共出台了多达350多项科技金融政策,不断为低碳产业发展筑牢来自金融端的增长引擎。为进一步深化金融支持并促进创新发展,郑州、厦门和宁波等9座城市被纳入第二批促进科技和金融结合的试点城市名单,为培育低碳产业、推动节能减排等提供了坚实的金融支持。

截至2022年,全国范围内共有37座城市成为本文讨论的“双试点”城市。而由于“双试点”政策建设目标、时间跨度和覆盖范围的实质差异,使得非常有必要在原有单一视角的基础上,进一步深入挖掘“双试点”政策的协同降碳效应。事实上,这两项试点政策能否产生协同赋能作用一直受到政策制定者的关注,科学技术部于2011年发布的《关于促进科技和金融结合加快实施自主创新战略的若干意见》指出,要以促进科技和金融结合、培育战略性新兴产业的方式加速建设创新型国家,这就意味着深化金融支持是建设创新型城市的重要支撑。同时,促进科技和金融结合试点在制定之初就被要求在创新型城市中优先实现,创新型城市为促进科技和金融结合试点提供了优越的金融环境。这均为本文探究跨“创新-金融”政策工具组合的协同降碳效应提供了难得的试验基础。表1具体展示了“双试点”城市名单及政策实施时间。

2.2 研究假说

2.2.1 “双试点”政策协同降碳的基本机制

在创新型城市降碳过程中,降低创新人才落户

表1 “双试点”城市名单及政策实施时间

Table 1 List of “dual pilot” cities and policy implementation time

城市	政策实施年份
重庆、宝鸡、连云港、苏州、天津、镇江、西安、常州、无锡、成都、深圳、南京、长沙、大连、上海、北京、武汉	2011
南通	2012
盐城、扬州、杭州、湖州、青岛、泰州	2013
包头、宁波、贵阳、银川、厦门、郑州、南昌、沈阳、济南	2016
徐州、东莞、芜湖、佛山	2018

标准、给予财政补贴、扩大财政科技投入和落实优惠政策等方式,可持续为低碳创新提供动力和要素支持,从而起到驱动碳减排的作用。而促进科技和金融结合试点更注重凭借金融市场纾解低碳创新过程中的融资约束、分散低碳创新风险,通过促进低碳产业发展来实现碳减排。首先,鼓励和支持低碳企业进入新三板、中小板、创业板等资本市场,有效增加企业融资多元化程度,一定程度上转变企业以银行信贷为主的融资结构,缓解银行主导的信贷融资体系下资金向高碳行业集中的矛盾^[15];其次,专利质押、股权质押等一系列金融产品,能为尚处于种子期、成长期的低碳企业提供融资支持,有效缓解企业成本与收益不匹配的现实矛盾;最后,科创风险分散机制、科创保险服务也可克服低碳创新的高风险、高不确定性。因此,创新型城市、促进科技和金融结合试点均可在一定程度上助力“双碳”目标实现。

进一步,“双试点”政策具有更有效的协同降碳效应。创新型城市在碳减排过程中面临着因政企信息不对称而产生的逆向选择和道德风险。一方面,宏观层面难以分辨真正需要支持的低碳企业或项目,基于对低碳创新风险和收益的考量,相关优惠政策可能会集中于与政府有紧密关联或收益预期较高的少数大型企业^[16],从而产生逆向选择,这不仅对整个行业产生扭曲激励效应^[17],也加剧了中小企业的低碳创新风险。此时,专利质押、股权融资等多元化融资渠道可缓解财政投入和政策支持导致的资金供需错配,科创风险分散机制也能克服逆向选择下降碳与发展的矛盾;另一方面,在现阶段低碳创新成本居高难下的情形下,企业有因经营压力而将财政补贴用于其他用途的道德风险^[18]。而

促进科技和金融结合试点将低碳企业引入资本市场,通过资本市场上股价波动带来的激励和监督机制减少低碳创新与碳减排过程中的道德风险;同时,在不同的发展模式,金融支持与碳排放的关系也呈现出异质性规律^[19],当经济处于要素或投资驱动发展模式时,资本逐利天性以及低碳产业风险收益之间的不匹配会导致资本的漂绿现象^[20]。这就意味着,促进科技和金融结合试点的降碳效应更离不开创新型城市的支持。原因在于,大规模技术创新改造下生产部门的低能耗会使得这些企业通常拥有更好的资本市场表现^[21],由此推动了金融机构投资低碳产业,而居民部门对绿色产品的偏好也能促使金融资本向低碳产业倾斜,从而有效为金融赋能碳减排提供制度和方向指引。因此,“双试点”政策通过实现政策驱动和金融支持的互补作用,在克服创新政策驱动逆向选择和道德风险的同时,不断鼓励和引导金融资本持续支持低碳领域,从而发挥协同降碳效应。

基于上述分析,本文提出假设:

H1:创新型城市、促进科技和金融结合“双试点”政策可协同实现降碳效应。

2.2.2 “双试点”政策协同降碳的传导机制

一般而言,技术和人才是实现经济增长和社会绿色转型的根本内生动力,因此从绿色技术创新和人才集聚两个维度探究“双试点”政策发挥协同降碳效应的传导机制。

(1)绿色技术创新机制。“双试点”政策有利于驱动城市绿色技术创新。具体表现为:创新型城市建设中政府的信号效应可在一定程度为金融资本投资指引方向,并通过促进科技和金融试点建设的多元化融资渠道,实现财政资金的杠杆作用,为绿色技术创新提供政策保障和融资支持,从而驱动绿色技术创新的发展。进一步,绿色技术创新能够提高生产过程中的能源利用效率,并减少新型清洁能源的推广和使用成本,加快光伏、风能等清洁能源的开发利用,由此起到提高能源效率和改善能源消费结构的作用^[22]。同时,绿色技术创新既有助于产业结构向更清洁化、低碳化转型,也能够为以碳捕获、碳封存为代表的末端治理渠道提供技术支撑,并最终赋能“双试点”政策的协同降碳效应。

(2)人才集聚机制。“双试点”政策可以通过政

2024年7月

策驱动和金融支持的协同作用吸引和聚集人才。具体地,促进科技和金融结合试点的融资支持和风险分散机制可在一定程度上缓解低碳行业的融资约束和创新风险,推动低碳行业均衡发展并激发其对低碳创新人才的需求。而创新型城市亦能发挥创新政策驱动优势,降低人才引进与落户标准,并通过财政和政策支持,给予绿色人才适当的工作平台、住房、教育与医疗补贴,为其解决后顾之忧,从而协力加快创新人才集聚。进一步,创新人才集聚是实现碳减排的重要路径,大量创新人才可高效分享专业知识、降低信息交流成本,既有助于推动产学研有机融合,也能在持续降低低碳创新成本的同时不断提升技术扩散效果;另外,创新人才集聚也有助于传播绿色低碳理念,使得生产部门和居民部门的生产、生活方式更为低碳环保,从而实现协同降碳效应。

基于此,本文提出假设:

H2:“双试点”政策可通过促进绿色技术创新和加速人才集聚来减少城市碳排放。

2.2.3 “双试点”政策协同降碳的空间异质性

由于不同城市间显著的自然禀赋、历史人文以及行政沿革差异,“双试点”政策的协同降碳效应可能出现空间差异。因此,本文从资源禀赋、行政等级和官员任期差异视角考察“双试点”政策协同降碳效应的空间异质性,具体分析如下:

(1)资源禀赋差异。自然资源分布的客观差异使得部分城市形成了以自然资源为主导的产业结构,并产生了诸如产业结构单一、环境污染以及过度依赖自然资源等弊端,由此可能会影响“双试点”政策的协同降碳效应。具体地,资源型城市经过长时间发展,不仅政策、财政以及金融支持等增长要素长期集中于风险低、收益高的高碳行业,而且长期依赖资源的单一产业结构也在不断挤压着低碳产业发展空间^[23],导致短期内“双试点”政策缺乏内生动力去转变城市经济发展方式。因此,相对于非资源型城市,资源型城市更难以有效发挥“双试点”政策的协同降碳效应。

(2)行政等级差异。城市间行政等级差异对地区间的资源分配产生了深远影响。一方面,行政等级更高的城市可以自主出台更优惠的政策,并通过加大补贴力度来保持对低碳创新人才、低碳创新要

素的吸引;另一方面,行政等级较高的城市往往具有更加完善的公共基础服务和较高的经济发展水平,其多元化的产业层次和较低的信息交流成本也能促使低碳要素和金融资源向这些城市集中^[24]。而与之相对应的低行政等级城市则缺乏必要的资源来响应“双试点”政策,从而使“双试点”政策的协同降碳效应在城市行政等级上体现出一定差异。

(3)官员任期差异。任期考核制下地方官员发展经济的能动性缔造了中国经济增长的奇迹,但任期考核的短期性也与试点政策的长时间、高成本特点存在一定冲突^[25]。具体而言,在地方官员任期之初,其可预见的短期内晋升概率较低,随之产生的短期考核压力也相对较小,因此其通常更有意愿调度地方资源支持长期试点建设;而随着在任时间变长,晋升和考核压力也随之凸显,在以经济建设为主要竞争标尺的考核制度下,主政官员往往倾向于将资源配置于能够在短期内对经济起到明显拉动的高污染、高排放等短平快领域,进而使得“双试点”政策的协同降碳效应在不同官员任期下呈现出异质性规律。

综上,本文提出假设:

H3:“双试点”政策的协同降碳效应会因城市之间资源禀赋、行政等级和官员任期差异而呈现出空间异质性。

3 模型构建、数据来源与变量设定

3.1 模型构建

3.1.1 基准回归模型

本文使用多期双重差分模型(DID)评估“双试点”政策的协同降碳效应,具体计量模型如下:

$$Y_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 cipt_{it} + \alpha_2 X_{it} + \lambda_i + time_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

式中: Y_{it} 为*i*城市*t*年的碳排放水平; $cipt_{it}$ 为本文的核心解释变量,即“创新-金融”政策工具组合“双试点”; X_{it} 为影响碳排放的控制变量; λ_i 为城市不可观测的个体效应; $time_t$ 为时间固定效应; ε_{it} 代表随机扰动项; α_0 为常数项; α_1 为反映“双试点”政策对城市碳排放的影响系数,如果 α_1 的系数小于0,则符合假设H1,即“双试点”政策具有协同降碳效应; α_2 为控制变量的影响系数。同时,为减少异方差干扰,本文所有实证均使用聚类至城市层面的聚类稳健标准误。

3.1.2 平行趋势检验模型

本文使用事件研究法进行平行趋势检验,具体模型如下:

$$Y_{it} = \beta_0 + \sum_{s=-6}^9 \beta_s D_{it}^s + \beta_1 X_{it} + \lambda_i + time_i + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式中: β_0 为常数项; β_s 为“双试点”政策实施后第 s 年的动态效应; β_1 为控制变量影响系数; D_{it}^s 为“双试点”政策实施后第 s 年的时间虚拟变量和政策虚拟变量的交乘项。

3.1.3 空间异质性检验模型

本文引入虚拟变量交互项检验“双试点”政策的空间异质性,具体计量模型如下:

$$Y_{it} = \delta_0 + \delta_1 cipm_{it} + \delta_2 cipm_{it} \times Pocation_{it} + \delta_3 Treat_i \times Position_{it} + \delta_4 Post_{it} \times Pocation_{it} + \delta_5 X_{it} + \lambda_i + time_i + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式中: δ_0 为常数项; δ_1 和 δ_2 为“双试点”政策在不同空间异质性情况下的估计系数; δ_3 和 δ_4 分别为 $Treat_i \times Pocation_{it}$ 、 $Post_{it} \times Pocation_{it}$ 的估计系数; δ_5 为控制变量影响系数。 $Pocation_{it}$ 为划分资源禀赋、行政等级和官员任期的哑元变量,具体划分方法分别为:按照国务院出台的《全国资源型城市可持续规划(2013—2020)》中的划分标准,资源型城市的 $Pocation_{it}$ 为1,非资源型城市为0;按照是否为直辖市、省级城市、副省级城市、省会城市以及计划单列市为标准来判断城市的行政等级,如果满足上述条件则为高行政等级城市,其 $Pocation_{it}$ 为1,反之为低行政等级城市,其 $Pocation_{it}$ 为0;按照市委书记任期是否大于等于4年作为判断地方官员任期长短的依据,将任期大于等于4年城市的 $Pocation_{it}$ 设为1,反之则为0。

3.2 数据来源与变量说明

3.2.1 数据来源

本文使用2006—2020年中国273个地级及以上城市的样本数据进行研究(因数据缺失,未包含港澳台、西藏地区,以及吐鲁番、铜仁、毕节等城市)。其中,煤电发电量占总发电量的比例数据来自《中国电力年鉴》,全社会电力、天然气及液化石油气使用量数据来自《中国城市统计年鉴》,用于辅助测试的碳排放测算数据来源于《中国碳核算数据库》(<https://www.ceads.net.cn>),数据截至2019年,为匹配主要变量的研究期限,使用线性插值法补齐至2020年。经济增长目标数据来自各城市政府在政府工作报告所制定的预期增长目标,城市绿色专利

数据来自CNRDS数据库,其余变量原始数据均来自历年《中国城市统计年鉴》及各省份统计年鉴。由于《中国电力年鉴》最新数据更新至2020年,因此,最终选取了2006—2020年中国273个地级及以上城市的样本数据进行研究。

3.2.2 变量说明

首先,本文的被解释变量为城市碳排放水平(carbon)。借鉴韩峰等^[26]对地区碳排放水平的测算方法,立足于中国能源生产和消费结构现状,通过换算全社会天然气、液化石油气以及火电消耗总量得到地区碳排放水平,计算公式如下:

$$I = C_n + C_p + C_e = \kappa E_n + \gamma E_p + \phi(\eta \times E_e) \quad (4)$$

式中: I 是城市碳排放总量(kg),可以根据天然气、液化石油气以及火电这3类能源使用量分解为 C_n 、 C_p 、 C_e 。 E_n 为天然气消费总量(m^3);碳排放系数 κ 为2.1622 kg/ m^3 ; E_p 为液化石油气消费总量(m^3);碳排放系数 γ 为3.1013 kg/ m^3 ; E_e 和 η 分别为城市电力消耗总量(kW·h)以及煤电发电量占总发电量的比例,二者相乘得到城市火电消耗量; ϕ 为煤炭燃烧链温室气体排放系数,折合等效二氧化碳为1.3203 kg/kW·h。为缓解异方差问题,对得到的碳排放数据进行对数化处理。同时,为避免碳排放统计口径和测算方法不同可能产生的回归偏误,还使用Shan等^[27]的方法构建了碳排放的辅助指标(carbon_s),同样对该指标进行了对数化处理。

其次,创新型城市、促进科技和金融结合“双试点”(cipm)是本文的核心解释变量,为 $Treat_i$ 与 $Post_{it}$ 乘积。如果城市在当年及以后年度成为“双试点”城市,则其 $Treat_i$ 赋值1并列入实验组,否则为0且列入对照组,实验组实施“双试点”政策当年及以后年份 $Post_{it}$ 赋值1,由于“双试点”政策于2011年开始实施,故对照组 $Post_{it}$ 在2011年前赋值0,2011年后赋值1。按照此识别策略一共产生了37个“双试点”城市。

再次,本文的机制变量分别为绿色技术创新和人才集聚。参照金培振等^[28]的方法,采用每万人绿色专利授权量来衡量绿色技术创新(gti);使用王猛等^[29]测算地区创新人才集聚的方法,将科学研究和技术服务,教育业,金融业,计算机服务和软件业,租赁和商务服务业,文化体育和娱乐业6个行业总就业人口与城市总人口之比作为人才集聚(flo)的

2024年7月

代理变量。

最后,为得到无偏的估计结果,本文加入了若干变量作为控制变量:①经济发展水平($pgdp$),采取人均GDP作为城市经济发展的代理变量;②对外开放水平($open$),以人民币表示的进出口总额与GDP的比值来表征;③经济增长目标(mb),使用政府年初工作报告中的预期增长目标作为代理变量;④城镇化水平(urb),使用年末城镇人口占总人口的比重作为城镇化水平的代理变量;⑤政府规模(gov),选取政府一般公共预算支出占GDP的比重来反映;⑥产业结构(ind),使用第二产业增加值与第三产业增加值的比值表示。

4 结果与分析

4.1 识别假设检验

在构建双重差分模型进行政策评估前需要进行识别假设检验,以此确保“双试点”政策的外生性。因此,这里分别引入平行趋势检验和安慰剂检验。

平行趋势检验方面,采用事件研究方法对“双试点”政策的协同降碳效应进行平行趋势检验。具体的平行趋势检验结果如图1所示。可以观察到,“双试点”政策启动前,其对碳排放的政策冲击均未通过显著性检验,这说明,实验组和对照组的碳排放水平在“双试点”政策启动前保持了相同趋势。分析动态效应发现,“双试点”政策的协同降碳效应具有动态变化特征,且随着时间推移,其对碳排放水平的抑制作用趋于显著加强。

安慰剂检验方面,随机抽取政策时间和37个

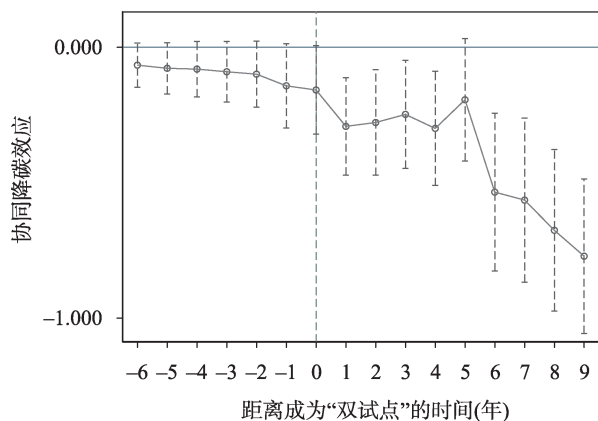


图1 平行趋势检验

Figure 1 Parallel trend test

“双试点”城市,重复500次来得到伪“双试点”政策的政策冲击效应,以此进行安慰剂检验。结果如图2所示,虚线反映了真实“双试点”政策协同降碳效应的估计系数大小,而伪“双试点”政策估计系数的显著性和大小均显著异于真实“双试点”政策,这表明本文研究结果受不可观测的潜在因素影响不大。

4.2 基准回归结果分析

表2模型1、2分别为加入和不加入控制变量的基准回归结果,可以发现“双试点”政策发挥了显著的协同降碳效应。同时,为更加准确地识别“双试点”政策与碳排放之间的因果关联,并排除试点政策可能带来的前置政策效应,参考韩先锋等^[30]的做法,主要采用如下识别策略:剔除仅成为“单试点”城市的399个观测值,得到以“双试点”城市样本为实验组,“无试点”城市样本为对照组的估计结果,具体结果如模型3和模型4所示。模型1-4的回归结果表明,“双试点”政策显著降低了城市碳排放水平,这在一定程度上验证了本文所提出的假设H1。以模型3的估计结果可知,在排除“单试点”政策可能带来的前置政策效应后,相较于非“双试点”城市,“双试点”政策可以推动所在城市降低24.7%的碳排放水平,且通过了1%的显著性检验。

4.3 稳健性检验

为进一步加强本文结论的稳健性,在前文平行趋势和安慰剂检验的基础上,还进行了倾向得分匹配估计、随机调整样本区间、排除同期其他政策干扰、被解释变量时滞处理和替换被解释变量等5种稳健性检验(表3):①倾向得分匹配估计。使用倾向得分匹配结合DID(PSM-DID)方法来消除自选

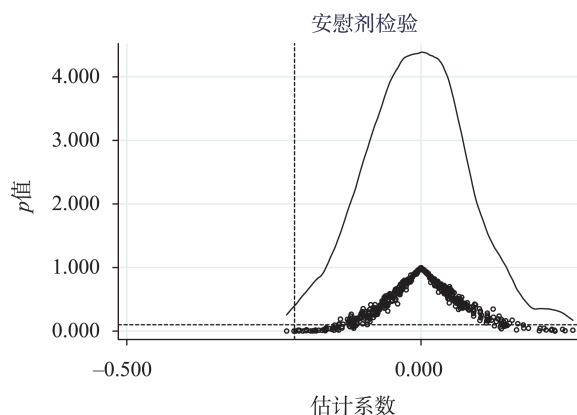


图2 安慰剂检验

Figure 2 Placebo test

表2 基准回归结果

Table 2 Benchmark regression results

变量	模型1 <i>carbon</i>	模型2 <i>carbon</i>	模型3 <i>carbon</i>	模型4 <i>carbon</i>
<i>cipm</i>	-0.215*** (-3.32)	-0.248*** (-3.88)	-0.247*** (-3.66)	-0.270*** (-4.17)
控制变量	yes	no	yes	no
年份固定	yes	yes	yes	yes
城市固定	yes	yes	yes	yes
<i>Obs</i>	4095	4095	3696	3696
<i>R</i> ²	0.703	0.692	0.703	0.691

注:***、**、*依次为1%、5%、10%水平下显著;()内数值表示*t*统计量。下同。

表3 稳健性检验

Table 3 Robustness test

变量	模型1 <i>carbon</i>	模型2 <i>carbon</i>	模型3 <i>carbon</i>	模型4 <i>carbon</i>	模型5 <i>carbon</i>	模型6 <i>carbon</i>	模型7 <i>carbon_s</i>	模型8 <i>carbon_s</i>
<i>cipm</i>	-0.219*** (-3.34)	-0.238*** (-3.72)	-0.181*** (-2.97)	-0.221*** (-3.28)	-0.202*** (-3.52)	-0.170*** (-3.40)	-0.190*** (-2.81)	-0.172** (-2.49)
<i>lcp</i>				-0.041 (-0.85)				
<i>gfp</i>				-0.147*** (-2.66)				
控制变量	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
年份固定	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
城市固定	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes	yes
<i>Obs</i>	2796	3511	2636	3696	3423	3150	3696	3471
<i>R</i> ²	0.720	0.706	0.655	0.704	0.682	0.664	0.679	0.655

择偏差对估计结果的潜在干扰。模型1、2分别展示了采用逐年PSM-DID和截面PSM-DID两种方法的估计结果,结果表明“双试点”政策仍可显著降低城市碳排放水平。②随机调整样本区间。将样本区间随机调整为2009—2019年并重新进行回归估计,模型3的结果说明“双试点”政策可降低城市碳排放水平的结论保持稳健。③排除同期其他政策干扰。在基准回归模型的基础上同时加入低碳城市和节能减排财政政策综合示范城市的试点虚拟变量,模型4的结果说明,在排除同期政策干扰之后,“双试点”政策仍能实现显著的协同降碳作用。④被解释变量时滞处理。使用被解释变量滞后一期和滞后两期来替换被解释变量,模型5、6的结果说明,在对被解释变量进行时滞处理后,“双试点”政策对城市碳排放的影响仍显著为负。⑤替换被解释变量。使用辅助碳排放指标(*carbon_s*)替换被解释变量,估计结果见模型7。此外,考虑到使用线性插值法

进行数据预测可能存在一定偏误,这里使用2006—2019年未经线性插值法补齐的辅助碳排放指标进行回归,具体结果见模型8,对模型7、8进行联合分析可知,替换被解释变量后,“双试点”政策对碳排放依然具有显著的抑制作用。上述一系列稳健性检验结果再次验证了本文所提出的假设H1。

4.4 影响机制分析

基于前文理论假设,采用江艇^[31]的实证策略进行机制分析,具体估计结果如表4所示。可以发现,“双试点”政策可以通过驱动绿色技术创新、加快人才集聚来实现协同降碳效应,验证了假说H2成立。

4.4.1 驱动绿色技术创新

模型1的结果表明,“双试点”政策可显著地驱动试点城市的绿色技术创新。考虑到绿色发明专利从申请到获得有一定的时滞性,使用每万人绿色发明专利申请量(*gtis*)进行辅助测试,模型2估计结果表明,“双试点”政策对每万人绿色发明专利申请

2024年7月

表4 影响机制分析

Table 4 Analysis of the influencing mechanism

变量	模型1	模型2	模型3	模型4
	<i>gti</i>	<i>gtis</i>	<i>flo</i>	<i>flof</i>
<i>cipm</i>	1.024*** (6.85)	1.604*** (6.10)	0.004*** (2.90)	0.003** (2.36)
控制变量	yes	yes	yes	yes
年份固定	yes	yes	yes	yes
城市固定	yes	yes	yes	yes
<i>Obs</i>	3696	3696	3696	3696
<i>R</i> ²	0.653	0.620	0.289	0.210

量也能起到显著的驱动作用。事实上,绿色技术创新是实现碳减排的主要动力,其能明显有利于风能、生物能以及核能等新能源的开发利用,并通过优化以煤炭、石油为主的能源消费结构来直接减少生产、生活过程中的碳排放。并且,绿色技术创新还可通过提高能源利用效率、发展碳捕获和封存(CCS)技术以及供应绿色节能产品等方式间接助力“双试点”的协同降碳效应。

4.4.2 加快人才集聚

模型3的回归结果表明,“双试点”政策能够起到加快创新人才集聚的作用。考虑到促进科技和金融结合试点可能会引发金融领域对人才需求的扩大,并且吸引有能力进行低碳创新的人才投身金融领域^[32],进一步挤占低碳领域的人才储备,为分析“双试点”政策是否能引导人才流向对技术进步贡献更高的创新部门,克服人才向金融部门过度集中的现实问题,剔除金融业从业人数来重新计算创新人才集聚水平(*flof*)并重新回归,可以发现模型4变量*flof*的估计结果没有本质变化。这说明,“双试点”政策在人才集聚上发挥了一定的协同作用,促进科技和金融结合试点能有效激发对创新人才的需求,而创新型城市通过一系列生活补贴、人才激励等措施,可有效引导人才流入创新部门,一定程度上避免有低碳创新潜力的人才盲目向高薪金融部门流动。进一步,人才集聚在知识共享、专业化分工以及提高生产效率等方面发挥着重要的作用,在人才集聚的溢出效应下,低碳绿色的生产、生活方式得到共享和传播,进而赋能“双试点”政策的协同降碳效应。

4.5 “双试点”政策协同赋能效果的比较分析

在讨论“双试点”政策的协同降碳效应之前,有

必要分析“单试点”政策的降碳效应。这里剔除了所有促进科技和金融结合试点城市,构建以创新型城市“单试点”样本为实验组,“无试点”城市为对照组的样本结构来评估创新型城市“单试点”政策的降碳净效应。此时变量*icp*的估计系数反映了创新型城市的降碳净效应。同理,*tfp*估计系数展示了促进科技和金融结合试点的降碳净效应。表5模型1和模型2的回归结果表明,创新型城市与促进科技和金融结合试点均能实现显著的降碳效应。

进一步地,参考孟望生等^[33]的方法,遵循重构样本结构的识别策略来捕捉“双试点”政策的协同降碳效应:剔除所有“无试点”城市样本,仅保留已经成为创新型城市或促进科技和金融结合试点的城市样本,构建出以“双试点”城市为实验组,“单试点”城市为对照组的样本结构,并对实验组和处理组进行差分估计,捕捉“双试点”政策发生后,“双试点”城市相对于“单试点”城市所产生的降碳效应。此时,变量*cipm*的估计系数反映了排除“无试点”城市后,“双试点”政策的降碳净效应。具体估计结果如表6所示。模型1、2的结果表明,相较于“单试点”政策,“双试点”政策可以发挥更为有效的降碳效应。

同时,为考察“双试点”政策是否会对不同“单试点”城市产生异质性的协同降碳效应,在上文构建的“单试点”和“双试点”样本结构的基础上,剔除已经成为创新型城市但未能成为“双试点”的城市样本,得到“双试点”城市为实验组,促进科技和金

表5 “单试点”政策减排净效应分析

Table 5 Analysis of the net effect of emission reduction of the “single pilot” policy

	模型1	模型2
变量	创新型城市净效应	促进科技和金融结合试点净效应
	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>
<i>icp</i>	-0.218*** (-3.38)	
<i>tfp</i>		-0.113* (-1.65)
控制变量	yes	yes
年份固定	yes	yes
城市固定	yes	yes
<i>Obs</i>	3375	2985
<i>R</i> ²	0.712	0.714

表6 “双试点”政策协同降碳净效应分析

Table 6 Analysis of the net effect of the “double pilot” policy on synergistic carbon emission reduction

变量	“单试点”总效应与“双试点”对比		促进科技和金融结合“单试点”与“双试点”对比		创新型城市“单试点”与“双试点”对比	
	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
	carbon	carbon	carbon	carbon	carbon	carbon
<i>cipm</i>	-0.123* (-1.84)	-0.137** (-2.02)	-0.169* (-1.93)	-0.163* (-1.88)	-0.061 (-1.08)	-0.077 (-1.31)
控制变量	yes	no	yes	no	yes	no
年份固定	yes	yes	yes	yes	yes	yes
城市固定	yes	yes	yes	yes	yes	yes
<i>Obs</i>	795	795	506	506	685	685
<i>R</i> ²	0.641	0.633	0.621	0.593	0.702	0.686

融结合试点城市为对照组的样本结构,从而进一步差分出“双试点”相对于促进科技和金融结合试点所产生的政策效应。同理,按照上述步骤也可以捕捉相对于创新型城市“单试点”,“双试点”政策所产生的降碳效应。表6模型3-6的结果表明,当对照组为促进科技和金融结合“单试点”城市时,“双试点”政策可以发挥显著的降碳作用,但“双试点”对已经成为创新型城市样本的降碳效应尚未体现。

进一步,本文拟从“单试点”政策实施的顺序异质性角度,探究实施“双试点”政策的最佳路径。

采用如下识别策略来探究“单试点”政策的实施顺序差异是否会干扰“双试点”政策的协同降碳效应:仅保留“双试点”城市中先成为促进科技和金融结合试点的城市,此时,变量*cipm*的估计系数反映了先成为促进科技和金融结合试点再成为创新型城市样本的降碳效应,同理,按此方法仅保留“双试点”城市中先试点创新型城市的样本,也可识别出先试点创新型城市再实施促进科技和金融结合

试点对碳排放的影响。对表7模型1-4进行联合分析发现,先实施促进科技与金融结合试点,再进行创新型城市建设,能更有效地发挥“双试点”政策的协同降碳效应。

4.6 “双试点”政策协同降碳效应的空间异质性分析

由于城市之间的发展水平和发展路径由于历史因素、自然禀赋等原因具有显著差异,导致“双试点”政策的协同降碳效应可能由此产生异质性。表8汇报了“双试点”政策协同降碳效应的空间异质性。

4.6.1 资源禀赋异质性

模型1和模型2的结果表明,“双试点”政策在资源型城市中并未产生显著的协同降碳效应。出现该现象可能的原因在于,资源型城市面临着地方产业结构单一、过度依赖资源的问题,仅依靠试点政策驱动来实现城市发展方式的转型客观上缺乏一定动力。更重要的是,资源型城市已经形成了较为牢固的就业结构、社会业态,短期内转变城市发

表7 政策实施顺序异质性分析

Table 7 Heterogeneity analysis of policy implementation sequence

变量	先促进科技和金融结合试点再创新型城市		先创新型城市再促进科技和金融结合试点	
	模型1	模型2	模型3	模型4
	carbon	carbon	carbon	carbon
<i>cipm</i>	-0.142* (-1.74)	-0.220*** (-2.97)	-0.022 (-0.37)	-0.006 (-0.09)
控制变量	yes	no	yes	no
年份固定	yes	yes	yes	yes
城市固定	yes	yes	yes	yes
<i>Obs</i>	110	110	275	275
<i>R</i> ²	0.848	0.731	0.713	0.691

表8 空间异质性分析

Table 8 Spatial heterogeneity analysis

变量	模型1	模型2	模型3	模型4	模型5	模型6
	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>	<i>carbon</i>
<i>cipm</i>	-0.247*** (-3.35)	-0.277*** (-3.96)	-0.077 (-0.79)	-0.078 (-0.81)	-0.306*** (-4.38)	-0.332*** (-4.97)
<i>cipm</i> × <i>Pociton</i>	-0.001 (-0.01)	0.072 (0.75)	-0.299*** (-2.92)	-0.332*** (-3.11)	0.185*** (5.11)	0.200*** (5.27)
控制变量	yes	no	yes	no	yes	no
年份固定	yes	yes	yes	yes	yes	yes
城市固定	yes	yes	yes	yes	yes	yes
<i>Obs</i>	3696	3696	3696	3696	3696	3696
<i>R</i> ²	0.703	0.691	0.705	0.694	0.707	0.692

展方式会带来失业加剧等问题,增加社会不稳定因素。而非资源城市对自然资源的依赖较小,地方政府能及时调整财政支出结构和政策引导方向,促进城市低碳绿色产业发展,从而使得“双试点”政策因资源禀赋而产生异质性。

4.6.2 行政等级异质性

模型3、4的估计结果表明,“双试点”政策对高行政等级城市起到了有效的协同降碳效应,而在行政等级较低的城市中则没有表现出明显的降碳效应。究其原因,城市行政等级制度在一定程度上扭曲了低碳创新要素和金融资源在地区间的分配,并容易形成不公平竞争环境,造成“强者愈强”的马太效应。高行政等级城市可以持续利用其行政等级优势,吸引周边较低行政等级城市的低碳创新要素和金融资本集聚,加速对辖区内低碳产业的培育,从而完成其对高污染、高碳产业的转型进程。同时,污染产业由高行政等级城市向周边低行政等级城市转移的趋势也是产生这一现象的重要原因^[34]。

4.6.3 官员任期异质性

模型5、6的估计结果表明,相较于官员任期较短的城市,“双试点”政策在官员任期时间较长的城市中对碳排放的抑制效果较差。出现该现象的原因可能在于,地方官员会利用其对部分地方资源的自由配置权来应对晋升和考核压力^[35],比如通过调控银行信贷、提供土地出让以及实施优惠政策等手段,可能将政策与金融的支持方向引导至高污染、高效益产业,从而使“双试点”政策难以发挥相应的协同降碳效应。

基于上述实证和理论分析,“双试点”政策的协

同降碳效应会因城市资源禀赋、行政等级和官员任期差异而产生异质性,假设H3得到验证。

5 结论与政策启示

5.1 结论

本文基于2006—2020年中国273个地级及以上城市面板数据,以创新型城市、促进科技和金融结合“双试点”政策为一项准自然实验,采用多期双重差分模型系统分析了“双试点”政策实现降碳的协同效应、影响机制以及异质性。主要得到如下结论:

(1)基准回归表明,“双试点”政策表现出了显著的协同降碳效应,且采用协同分析策略表明,相较于单独实施“单试点”政策,协同实施“双试点”政策的碳减排效果更为明显。

(2)“双试点”政策不仅能直接实现协同降碳效应,还可通过驱动绿色技术创新和加快人才集聚这2条路径降低城市碳排放水平,进而间接实现协同降碳效应。

(3)异质性分析表明,一方面,“双试点”政策在具体实践过程中还需考虑“单试点”政策的实施顺序,先进行促进科技和金融结合试点建设,再实施创新型城市政策可以更好发挥“双试点”政策的协同降碳效应。另一方面,“双试点”政策在非资源型城市、高行政等级城市以及官员任期较短城市中表现出更有效的协同降碳效应。

5.2 政策启示

本文评估了跨工具政策组合的协同降碳效应,对推动经济可持续发展和构建有序高效的多试点政策体系具有重要的参考价值。具体蕴含的政策启示如下:

(1)注重合理发挥“双试点”政策的协同降碳效应。一方面,“双试点”政策可发挥显著的协同降碳作用,上级政府可适当扩大“双试点”政策的城市覆盖范围。在“双试点”政策推广过程中,应首先考虑实施促进科技和金融结合试点,再配以创新型城市的创新政策引领,进而实现“双试点”政策的协同降碳效应;另一方面,需要在促进科技与金融结合试点中加快创新型城市建设,进而发挥“双试点”政策的协同降碳作用。同时,还需出台一系列试点评价和监测方案,实时检测试点建设进度,确保试点建设方案落到实处。

(2)畅通“双试点”政策实现协同降碳效应的潜在路径。绿色技术创新和人才集聚是“双试点”政策发挥协同降碳效应的重要机制,地方政府应加强对具有“低碳、零碳、负碳”特点的绿色技术创新活动的补贴和政策优惠力度,借助金融创新对绿色技术创新的融资优势,发挥金融市场的激励和监督作用,促进绿色创新驱动稳步发展;另外,地方政府不仅要保持房价、物价等生活成本稳定在合理区间,更需要加大对人才的财政补贴力度,逐步落实相关人才引进、落户等一系列优惠政策,加快低碳创新人才向创新部门的流动和集聚速度,从而为有效发挥跨政策工具协同降碳的“组合效能”创造有利条件。

(3)因地制宜、因时制宜实施“双试点”政策。首先,借鉴高行政等级城市“双试点”建设的经验,既要扩大“双试点”政策在低行政等级城市中的覆盖范围,也要倡导、完善公平的要素竞争环境;其次,非资源城市应加快利用“双试点”政策实现经济社会的绿色低碳转型,而资源型城市则应坚持低碳产业发展和高碳污染产业有序退出与调整这两条线齐头并进,为城市绿色低碳转型增添内生动力;最后,应设计多元化官员考核指标,构建包含绿色、低碳与经济增长并重的晋升指标体系,着重平衡经济发展过程中的短期和长期目标,切实为城市碳减排提供跨“创新-金融”政策工具组合的叠加支撑。

参考文献(References):

[1] Wang S, Yang D Y. Policy Experimentation in China: The Political Economy of Policy Learning[R]. Cambridge: National Bureau of Economic Research, 2021.

- [2] 王元彬, 张尧, 李计广. 数字金融与碳排放: 基于微观数据和机器学习模型的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(6): 1-11. [Wang Y B, Zhang Y, Li J G. Digital finance and carbon emissions: An empirical test based on micro data and machine learning model[J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(6): 1-11.]
- [3] 白俊红, 余雪微. 全球价值链嵌入对节能减排的影响: 理论与实证[J]. 财贸经济, 2022, 43(6): 144-159. [Bai J H, Yu X W. The impact of global value chain embedment on energy conservation and emissions reduction: Theory and empirical evidence[J]. Finance & Trade Economics, 2022, 43(6): 144-159.]
- [4] 张克中, 王娟, 崔小勇. 财政分权与环境污染: 碳排放的视角[J]. 中国工业经济, 2011, (10): 65-75. [Zhang K Z, Wang J, Cui X Y. Fiscal decentralization and environmental pollution: From the perspective of carbon emission[J]. China Industrial Economics, 2011, (10): 65-75.]
- [5] 徐建中, 佟秉钧, 王曼曼. 空间视角下绿色技术创新对CO₂排放的影响研究[J]. 科学学研究, 2022, 40(11): 2102-2112. [Xu J Z, Tong B J, Wang M M. Research on the impact of green technology innovation on CO₂ emissions from a spatial perspective[J]. Studies in Science of Science, 2022, 40(11): 2102-2112.]
- [6] 黄寰, 何广, 肖义. 低碳城市试点政策的碳减排效应[J]. 资源科学, 2023, 45(5): 1044-1058. [Huang H, He G, Xiao Y. Carbon emission reduction effect of the low-carbon city construction pilot program[J]. Resources Science, 2023, 45(5): 1044-1058.]
- [7] 张兴祥, 孙赛杰. 碳排放权交易政策能否促进碳减排? 基于地级市面板数据的研究[J]. 南开经济研究, 2024, (2): 160-178. [Zhang X X, Sun S J. Can carbon emission trading policy promote carbon emission reduction? A study based on prefecture-level city panel data[J]. Nankai Economic Studies, 2024, (2): 160-178.]
- [8] 薛飞, 陈煦. 绿色财政政策的碳减排效应: 来自“节能减排财政政策综合示范城市”的证据[J]. 财经研究, 2022, 48(7): 79-93. [Xue F, Chen X. The carbon emission reduction effect of green fiscal policy: Evidence from the “national comprehensive demonstration city of energy saving and emission reduction fiscal policy”[J]. Journal of Finance and Economics, 2022, 48(7): 79-93.]
- [9] 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, 38(3): 37-43. [Jiang S L, Jia F F. Impact of science and technology finance policy on urban carbon emission performance: A quasi-natural experiment[J]. Soft Science, 2024, 38(3): 37-43.]
- [10] 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, 41(10): 109-121. [Wang K L, Jiang W. Can the science and technology financial policy reduce environmental pollution? Quasi-natural experiment based on “the pilot of combining science and technology with finance”[J]. Journal of Technology Economics, 2022, 41(10): 109-121.]
- [11] 张华, 丰超. 创新低碳之城: 创新型城市建设的碳排放绩效评价

2024年7月

- 估[J]. 南方经济, 2021, (3): 36-53. [Zhang H, Feng C. Innovative and low-carbon city: The impact of innovative city construction on carbon emission performance[J]. South China Journal of Economics, 2021, (3): 36-53.]
- [12] 杨彭宇. 国家创新型城市建设能否促进碳排放效率? 理论构建、机制分析及空间效应评估[J]. 贵州财经大学学报, 2023, (2): 93-102. [Yang P Y. Whether national innovative city construction can promote carbon emission efficiency? Theoretical construction, mechanism analysis and spatial effect evaluation[J]. Journal of Guizhou University of Finance and Economics, 2023, (2): 93-102.]
- [13] 苏涛永, 郁雨竹, 潘俊汐. 低碳城市和创新型城市双试点的碳减排效应: 基于绿色创新与产业升级的协同视角[J]. 科学学与科学技术管理, 2022, 43(1): 21-37. [Su T Y, Yu Y Z, Pan J X. Carbon emission reduction effect of low-carbon cities and innovative cities: Based on the synergic perspective of green innovation and industrial upgrading[J]. Science of Science and Management of S.&T, 2022, 43(1): 21-37.]
- [14] Zhang P, Zhou D P, Guo J H. Policy complementary or policy crowding-out: Effects of cross-instrumental policy mix on green innovation in China[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2023, DOI: 10.1016/j.techfore.2023.122530.
- [15] Dong Q M, Wen S Y, Liu X L. Credit allocation, pollution, and sustainable growth: Theory and evidence from China[J]. Emerging Markets Finance and Trade, 2020, 56(2): 1-19.
- [16] 熊勇清, 秦书锋. 新能源汽车产业政策促进了何种创新?[J]. 科研管理, 2023, 44(3): 102-111. [Xiong Y Q, Qin S F. What kind of innovation has the new energy vehicle industry policy promoted? [J]. Science Research Management, 2023, 44(3): 102-111.]
- [17] Lerner J. The government as venture capitalist: The long-run effects of the SBIR program[J]. The Journal of Private Equity, 2000, 3(2): 55-78.
- [18] 胡洁, 于宪荣, 韩一鸣. ESG评级能否促进企业绿色转型? 基于多时点双重差分法的验证[J]. 数量经济技术经济研究, 2023, 40(7): 90-111. [Hu J, Yu X R, Han Y M. Can ESG rating promote green transformation of enterprises? [J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2023, 40(7): 90-111.]
- [19] 金英君, 刘晓峰, 王义源. 政府调控碳排放路径研究: 基于金融效率的视角[J]. 中国软科学, 2021, (5): 135-144. [Jin Y J, Liu X F, Wang Y Y. Government research on the path to regulating carbon emissions: Based on a financial efficiency perspective[J]. China Soft Science, 2021, (5): 135-144.]
- [20] 洪祥骏, 林嫫, 陈丽芳. 地方绿色信贷贴息政策效果研究: 基于财政与金融政策协调视角[J]. 中国工业经济, 2023, (9): 80-97. [Hong X J, Lin X, Chen L F. Incentive effect of green loan interest subsidies policy: From the perspective of coordination of fiscal and financial policies[J]. China Industrial Economics, 2023, (9): 80-97.]
- [21] Zhu Q, Lu K, Liu S, et al. Can low-carbon value bring high returns? Novel quantitative trading from portfolio-of-investment targets in a new-energy market[J]. Economic Analysis and Policy, 2022, 76: 755-769.
- [22] Du K R, Li P Z, Yan Z M. Do green technology innovations contribute to carbon dioxide emission reduction? Empirical evidence from patent data[J]. Technological Forecasting and Social Change, 2019, 146: 297-303.
- [23] 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. [Guo P, Liang D. Does the low-carbon pilot policy improve the efficiency of urban carbon emissions? Quasi-natural experimental research based on low-carbon pilot cities[J]. Journal of Natural Resources, 2022, 37(7): 1876-1892.]
- [24] 王如玉, 王志高, 梁琦. 金融集聚与城市层级[J]. 经济研究, 2019, 54(11): 165-179. [Wang R Y, Wang Z G, Liang Q. Financial agglomeration and urban hierarchy[J]. Economic Research Journal, 2019, 54(11): 165-179.]
- [25] 葛晶, 刘瑞明. 中国特色政策试点制度的突出问题与完善路径[J]. 江苏行政学院学报, 2022, (3): 111-118. [Ge J, Liu R M. Prominent issues of Chinese-style policy experiments and pathway for improvement[J]. The Journal of Jiangsu Administration Institute, 2022, (3): 111-118.]
- [26] 韩峰, 谢锐. 生产性服务业集聚降低碳排放了吗? 对我国地级及以上城市面板数据的空间计量分析[J]. 数量经济技术经济研究, 2017, 34(3): 40-58. [Han F, Xie R. Does the agglomeration of producer services reduce carbon emissions? [J]. Journal of Quantitative & Technological Economics, 2017, 34(3): 40-58.]
- [27] Shan Y L, Huang Q, Guan D B. China CO₂ emission accounts 2016-2017[J]. Scientific Data, 2020, 7(1): 54-54.
- [28] 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, 42(11): 99-123. [Jin P Z, Yin D S, Jin Z. Urban heterogeneity, institution supply and innovation quality[J]. The Journal of World Economy, 2019, 42(11): 99-123.]
- [29] 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. [Wang M, Xuan Y, Chen Q F. Creative class agglomeration, knowledge externalities and urban innovation: Evidence from 20 large cities[J]. Economic Theory and Business Management, 2016, (1): 59-70.]
- [30] 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, 33(10): 112-123. [Han X F, Zheng Z J, Xiao Y F. Innovation-driven policy “double pilot” synergistic empowerment and carbon emissions quantity and quality improvement: Evidence from national independent innovation demonstration zones and innovative cities[J]. China Population, Resources and Environment, 2023, 33(10): 112-123.]
- [31] 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, (5): 100-120. [Jiang T. Mediating effects and moderating effects in causal inference[J]. China Industrial Economics, 2022, (5): 100-120.]

- 2022, (5): 100–120.]
- [32] Célérier C, Vallée B. Returns to talent and the finance wage premium[J]. *The Review of Financial Studies*, 2019, 32(10): 4005–4040.
- [33] 孟望生, 李丁. 创新型城市和低碳城市双试点的绿色发展效应研究[J]. *城市问题*, 2023, (11): 55–65. [Meng W S, Li D. Impact of dual pilot policies for innovative and low-carbon cities on the green economic development[J]. *Urban Problems*, 2023, (11): 55–65.]
- [34] 庞军, 石媛昌, 李梓瑄. 基于MRIO模型的京津冀地区贸易隐含污染转移[J]. *中国环境科学*, 2017, 37(8): 3190–3200. [Pang J, Shi Y C, Li Z X. Inter-provincial transfer of embodied pollution in Beijing–Tianjin–Hebei region based on the MRIO model[J]. *China Environmental Science*, 2017, 37(8): 3190–3200.]
- [35] 干春晖, 邹俊, 王健. 地方官员任期、企业资源获取与产能过剩[J]. *中国工业经济*, 2015, (3): 44–56. [Gan C H, Zou J, Wang J. Tenure of local officials, access to corporate resources, and overcapacity[J]. *China Industrial Economics*, 2015, (3): 44–56.]

Synergistic carbon emission reduction effect of the “innovation–finance” policy instrument portfolio

HAN Xianfeng¹, XIAO Jian¹, LI Boxin²

(1. Faculty of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. School of Economics, Xi'an University of Finance and Economics, Xi'an 710100, China)

Abstract: [Objective] In the context of increasingly intensifying conflicts between resources and environment and economic growth, the purpose of this paper is to explore how the “innovation–finance” policy portfolio affects urban carbon emissions from the perspective of policy instrument portfolio, so as to provide policy suggestions for achieving the “dual carbon” goal and building an efficient policy coordination path. [Methods] Based on the panel data of 273 cities at the prefecture level and above in China from 2006 to 2020, this study used the “dual pilot” of innovative cities and the pilot of combining science and technology with finance to construct quasi-natural experiments, and used the multi-phase difference-in-differences (DID) model to investigate the synergistic carbon emission reduction effect of “innovation–finance” policy instrument portfolio. [Results] (1) The synergy of the “dual pilot” policy was significantly conducive to carbon emission reduction and it can exert a more obvious carbon emission reduction effect than the “single pilot” policy, and the above conclusion was still true after a series of robustness tests; (2) The “dual pilot” policy indirectly reduce carbon emissions by driving green technology innovation and accelerating talent agglomeration; (3) The synergistic carbon emission reduction effect of the “dual pilot” policy was more obvious in non-resource-based cities, cities at higher administrative levels, and cities with shorter tenured officials, and there was a more obvious synergistic carbon emission reduction effect in the scenario of promoting the integration of science and technology and finance followed by carrying out innovative city construction. [Conclusion] It is necessary to give full play to the effect of the “innovation–finance” policy portfolio, accelerate the release of carbon emission reduction dividends from policy coordination, and explore an effective path of policy coordination to achieve the dual carbon goals.

Key words: difference-in-differences model; collaborative empowerment; portfolio of cross-policy instruments; carbon emissions; heterogeneity