

# 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

薛飞<sup>1</sup>, 陈煦<sup>2</sup>

(1. 中国社会科学院大学 工业经济系, 北京 102488; 2. 西北大学 经济管理学院, 陕西 西安 710127)

**摘要:** 实施有效的绿色财政政策是推动节能减排, 确保实现“碳达峰、碳中和”的重要手段。文章以“节能减排财政政策综合示范城市”为切入点, 借助双重差分法评估了绿色财政政策的碳减排效应。研究发现: (1) 节能减排财政政策综合示范城市建设显著降低了示范城市的碳排放水平, 其碳减排效应在示范城市建设后的第二年后开始逐年显现, 并随着年份的推移逐渐增强。(2) 机制分析表明, 示范城市建设的碳减排效应主要是通过减少能源消耗、降低单位GDP能耗、推动产业低碳化和提升绿色技术创新等途径实现的。(3) 异质性分析表明, 示范城市建设对非老工业基地城市的碳减排效应大于老工业基地城市, 对非资源型城市的碳减排效应大于资源型城市。(4) 成本与收益分析表明, 开展示范城市建设虽付出了一定的财政成本, 但其在促进非碳指标减排和经济增长方面发挥了积极作用。文章为中国未来实施更加有效的绿色财政政策, 顺利实现“碳达峰、碳中和”目标提供了重要的经验证据与政策启示。

**关键词:** 碳减排; 绿色财政政策; “节能减排财政政策综合示范城市”; 双重差分法

中图分类号: F812; X321 文献标识码: A 文章编号: 1001-9952(2022)07-0079-15

DOI: [10.16538/j.cnki.jfe.20211114.204](https://doi.org/10.16538/j.cnki.jfe.20211114.204)

### 一、引言

气候变化是当今人类面临的重大全球性挑战, 严重威胁着人类健康和社会可持续发展。作为世界上重要的二氧化碳排放国和能源消费国, 中国在取得突出经济成就的同时, 也面临着巨大的国际碳减排压力。根据国际能源署(International Energy Agency, IEA)公布的数据显示, 2019年中国碳排放总量达到98.258亿吨, 占全球碳排放总量的28.8%。党和政府历来高度重视气候变化问题, 并将应对气候变化作为生态文明建设、实现“美丽中国”目标的重要内容。2020年9月, 习近平主席在第七十五届联合国大会一般性辩论上发表重要讲话, 承诺“中国将提高国家自主贡献力度, 采取更加有力的政策和措施, 二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值, 努力争取2060年前实现碳中和”(以下称“碳达峰、碳中和”)。随后, 在党的十九届五中全会、中央经济工作会议、2021年全国两会以及中央财经委员会第九次会议等重要场合, 党中央均对“碳达峰、碳中和”工作进行了相应部署。在此背景下, 如何实现“碳达峰、碳中和”目标成为当前我国

收稿日期: 2021-06-03

基金项目: 国家社会科学基金项目(21ZDA063); 中国社会科学院京津冀协同发展智库基础研究项目(2020G02); 中国社会科学院学科建设“登峰战略”重点学科区域经济学项目

作者简介: 薛飞(1995-), 男, 陕西兴平人, 中国社会科学院大学工业经济系博士研究生;  
陈煦(1991-), 男, 四川自贡人, 西北大学经济管理学院博士研究生。

社会各界所面临的重大课题,这不仅事关新时期我国经济实现向绿色、低碳的成功转型,更事关人民的福祉和经济长远发展。

事实上,学术界很早就关注到了碳排放这一重大研究主题。众多学者从经济增长(鲁万波等,2013;朱欢等,2020)、产业结构(张伟和王韶华,2015)、贸易开放(李锴和齐绍洲,2011;蔡礼辉等,2020)、科技研发(林伯强和徐斌,2020)等不同视角开展了广泛深入的研究。随着政策分析理论和工具不断发展,政府相关政策的碳减排效应也逐渐引起学者们的关注。例如,黄向岚等(2018)利用双重差分法对碳交易试点的环境红利进行分析,研究发现碳交易显著降低了试点地区的二氧化碳减排,实现了环境红利;薛飞和周民良(2021)进一步对碳交易市场规模的碳减排效应展开分析,发现碳交易市场规模的扩大有助于实现碳减排;张华(2020)则评估了低碳城市建设对碳排放的影响,研究发现低碳城市建设显著降低了碳排放水平,同时碳减排主要是通过降低电力能源消耗与提升技术创新水平而实现的。

作为推进节能减排、应对气候变化的重要工具,绿色财政政策也随着全球气候持续恶化而越发受到人们的重视,并逐步成为各国环境经济学、公共经济学领域的热点研究问题(洪源等,2018)。理论上,绿色财政政策能够利用“收入导向”的惩罚性环境税费矫正企业的排污成本,实现排污单位环境外部成本的内部化(盛丽颖,2011;郭俊杰等,2019);此外,政府还可以通过“支出导向”的环境治理直接投资来约束企业的排污行为,激励企业提升绿色生产技术,促进节能减排(朱小会和陆远权,2017)。近年来,更有一大批文献利用财政试点和示范政策,借助因果推断方法考察环保财政政策的环境效应。例如,熊艳等(2021)利用双重差分法对“煤改气、电”政策的空气污染治理效应进行考察,并发现在中央财政的支持下,“煤改气、电”政策能够有效降低试点城市的空气污染。Lin和Zhu(2019a,b)对节能减排财政政策的污染减排效应以及可持续发展效应进行评估,研究发现节能减排财政政策的实施不仅降低了示范城市污染排放,还提高了生态效率。然而,部分学者则持有相反的观点,认为环境税政策在实践中并未起到有效的激励作用(Goldar和Banerjee,2004)。特别是在一些发展中国家,地区经济发展不均衡、地方保护主义以及环保财政制度自身的不完善等使得绿色财政政策的实践效果受到较为广泛的质疑(李国平和李潇,2017)。

综上所述,不难发现既有文献还普遍存在以下几方面的不足:(1)在研究内容上,主要从碳交易、低碳城市等政策切入而展开研究,但鲜有文献从绿色财政政策的视角考虑其对碳排放的影响。此外,虽然部分文献对节能减排财政政策综合示范的实施效果进行评估,但并没有直接关注示范城市建设对碳排放的影响。(2)在研究方法上,由于环保财政支出与环境质量之间存在反向因果关系,既有文献普遍面临着内生性问题。(3)在指标选取上,由于数据可得性的限制,既有文献在测算城市层面碳排放时存在测算偏误问题。(4)绿色财政政策的碳减排效应不仅取决于其环境收益,而且还与财政成本有关。但既有文献主要关注相关政策的收益,而鲜有文献对其成本与收益情况进行综合评估。

可见,有关绿色财政政策的有效性结论还有待进一步的考察与评估。为此,本文以中国2011年开始实施的“节能减排财政政策综合示范城市”政策(以下简称“示范城市”)为切入点,借助夜间灯光数据反向演算出城市层面的碳排放数据,系统探讨了中国绿色财政政策的碳减排效应。本文试图通过严谨的实证分析来回答如下问题:示范城市建设是否有助于降低碳排放?其影响碳排放的机制是什么?这一效应是否存在区域异质性?更进一步地,示范城市建设的成本收益情况如何?能否实现经济增长和碳减排的“双赢”?研究表明:首先,示范城市建设显著降低了示范城市的碳排放水平,其碳减排效应在示范城市建设后的第二年后开始逐年显现,并随着年

份的推移逐渐增强。其次,示范城市建设主要通过减少能源消耗、降低单位GDP能耗、推动产业低碳化和提升绿色技术创新等途径实现碳减排。同时,这种碳减排效应存在明显的区域异质性,绿色财政政策对非老工业基地城市的碳减排效应大于老工业基地城市,对非资源型城市的碳减排效应大于资源型城市。最后,成本与收益分析表明,示范城市建设虽然需要付出一定的财政成本,但其在实现碳减排的同时,还能够降低包括二氧化硫排放和工业废水等非碳指标的排放,并带动地方经济增长。本文的研究将为中国未来实施更加有效的绿色财政政策,顺利实现“碳达峰、碳中和”目标提供了重要的经验证据与政策启示。

相比于以往的研究,本文可能的边际贡献在于:第一,就研究视角而言,本文对绿色财政政策的环境效应方面的文献进行了补充。虽然已有少数文献对示范城市建设的政策效应进行了分析,但并未涉及碳减排效应评估。第二,就数据和研究方法而言,本文利用夜间灯光数据,构建了2003—2017年“城市—年度”层面的碳排放数据,并以“节能减排财政政策示范城市”为政策冲击,利用双重差分法对其碳减排效应进行评估,较好地缓解了既有文献中存在的内生性问题和数据限制问题。第三,就研究内容而言,本文不仅评估了示范城市建设的碳减排效应,还对其经济效应和财政支出成本进行比较,从而较为系统地考察其成本收益情况,并对实现“减碳”和“增长”双赢的机制进行深入的考察。

## 二、政策背景与理论假说

### (一)政策背景

《BP世界能源统计年鉴》的数据显示,中国碳排放总量从1978年的14.30亿吨增加到2010年的81.45亿吨,年均增长5.59%。面对节能减排压力,中国政府首次在“十一五”规划中将能源强度下降目标纳为约束性指标。在“十二五”规划中,中国政府在能源强度目标的基础上,进一步将碳排放强度下降目标列为约束性指标,并确定2015年中国单位能源消耗和单位GDP碳排放分别比2010年下降16%和17%的目标。在此背景下,为顺利实现能耗和碳强度下降目标,2011年起,财政部、国家发展改革委(以下简称“两部委”)分三批共计选择30个城市,开展节能减排财政政策综合示范工作。2011年6月22日,两部委联合发布《关于开展节能减排财政政策综合示范工作的通知》,确定北京、深圳、重庆、杭州、长沙、贵阳、吉林、新余等8个城市率先启动示范城市建设工作;2013年10月18日,两部委确定了第二批示范城市,石家庄、唐山、铁岭、齐齐哈尔、铜陵、南平、荆门、韶关、东莞、铜川等10个城市入选;2014年,两部委又新增天津、临汾、包头、徐州、聊城、鹤壁、梅州、南宁、德阳、兰州、海东、乌鲁木齐等12个城市为示范城市。我们通过梳理三批示范城市名单发现,示范城市范围覆盖全国27个省(直辖市和自治区),东、中、西部地区皆有分布。同时,这些城市在城市规模、经济发展水平方面存在明显差异,具有较强的代表性、典型性、示范性(刘昆,2015)。

### (二)理论假说

示范城市建设通过财政激励与目标约束相结合的方式影响示范城市的碳排放。一方面,示范城市建设通过资金激励的方式推动节能减排。示范城市建设的示范期为三年。在示范期内,中央财政将对示范城市申报备案的典型示范项目给予资金奖励。其中,奖励资金规模根据示范城市性质分档确定,直辖市和城市群、计划单列市和省会城市以及其他城市每年分别奖励6亿元、5亿元和4亿元。综合奖励资金由示范城市自行决定如何使用,中央仅负责对相关项目进行备案管理,这也有利于激发地方政府节能减排的积极性。另一方面,中央政府还对示范城市进行目标考核,以此保障节能减排工作的成效。中央政府要求示范城市的地方政府制定实施方案,设

置年度和总体节能减排目标,并依据相关综合示范绩效考核办法对其进行考核。综合示范绩效考核分为年度绩效考核和总体绩效考核。其中,年度考核结果与下一年的奖励资金挂钩,对于考核结果为优秀的城市,中央财政将给予额外20%的综合奖励资金;反之,对于考核结果为不合格的城市,将扣回20%的综合奖励资金。总体考核结果与示范城市称号和奖励资金挂钩。对于未完成总体节能减排目标或其有其他严重情节的城市,<sup>①</sup>将取消其示范资格并扣回全部综合奖励资金。由此可见,示范城市建设工作通过财政激励与目标约束两个方面共同推动示范城市的碳减排。据此,本文提出如下假设:

假设1:示范城市建设有利于降低示范城市的碳排放水平。

梳理示范城市的相关文件可知,示范城市的主要任务包括实现产业低碳化、交通清洁化、建筑绿色化、服务业集约化、主要污染物减量化、可再生能源利用规模化等六个方面。据此,上述示范城市政策将从节能提效、优化产业结构以及提升技术创新三个途径降低碳排放量。图1为示范城市建设影响碳排放的理论分析框架。

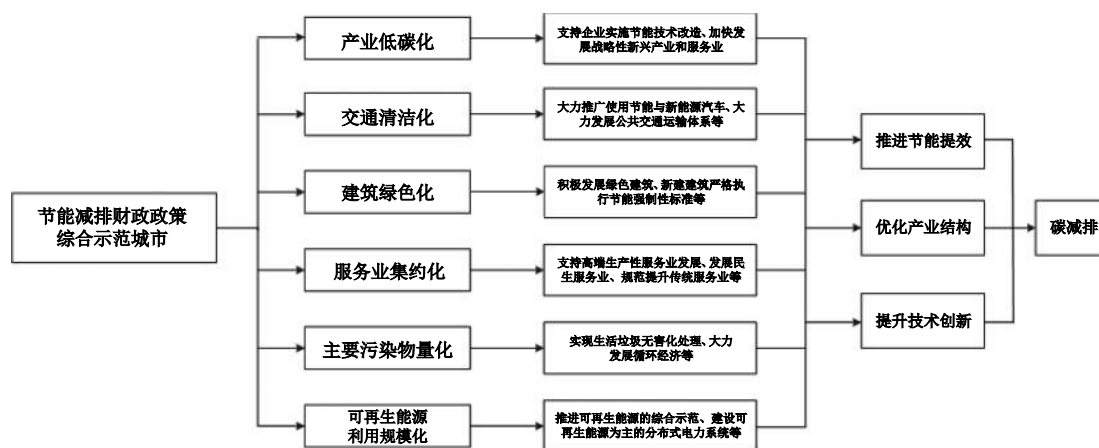


图1 示范城市建设影响碳排放的作用机制

第一,示范城市建设可能通过推动节能提效来降低碳排放水平。强化节能和提高能效是实现碳减排最直接也是最重要的途径。示范城市建设可以通过促进节能技术改造、机制创新以及加强节能减排宣传等途径降低能源消费量和提高能源利用效率。首先,示范城市可以通过支持传统行业实施节能技术改造,加快先进节能环保技术装备工艺推广应用,鼓励发展循环经济,促进产业低碳化转型,从而降低能源消耗和减少碳排放。其次,示范城市还可以不断寻求机制创新,采用能源合同管理、节能资源协议等市场化机制和实施产品能耗限额管理、“能源领跑者”等手段,倒逼企业提高能源利用效率。最后,示范城市还可加大全社会节能减排宣传力度。通过报纸、电视等媒体进行宣传,倡导低碳生活、建立低碳消费模式,推动企业、学校、社会民众全面参与到节能减排工作中。

第二,示范城市建设可能通过优化产业结构来降低碳排放水平。优化产业结构是碳减排的关键路径。向其凤和王文举(2014)、孙振清等(2020)均验证了产业结构调整对碳减排的积极影响。而在节能减排财政政策综合示范的激励和约束下,示范城市建设有利于推动产业低碳化转型和战略性新兴产业和服务业发展。一方面,示范城市利用财政手段加快推动淘汰落后产能,同时加大对“两高一资”企业准入审查力度,严控高耗能、高排放行业过快增长,从而推动产业低碳

<sup>①</sup> 其他严重情节包括骗取或截留挪用财政资金情节严重以及连续两年考核不合格。

化转型。另一方面,根据本地区的要素禀赋和比较优势,示范城市培育和发展各具特色的战略性新兴产业和服务业。围绕风电、光伏、太阳能、动力与储能电池、节能减排设备制造等新能源和可再生能源产业,示范城市大力发展战略性新兴产业。同时,通过打造服务业聚集区,支持现代物流、金融、科技等现代服务业和社区服务、家政服务、再生资源回收利用等民生服务业集约化发展。

第三,示范城市建设可能通过提升技术创新来降低碳排放水平。技术创新是引领低碳经济发展的动力源泉。既有研究表明,环境规制政策可能存在“波特效应”,从而促进绿色低碳技术创新(Porter和Van Der Linde,1995)。在示范城市建设过程中,示范城市会通过制定严格的环境规制政策以确保节能减排目标的顺利实现。在环境规制约束下,企业会增加技术研发投入,加强绿色低碳技术创新。同时,示范城市设立节能减排专项资金,通过资金配套、直接奖励等途径支持和鼓励生产企业进行低碳技术研发和改造。根据以上三点,本文提出如下假设:

假设2:示范城市建设通过降低能源消费、提升能源利用效率、优化产业结构、提高绿色技术创新等途径降低示范城市的碳排放水平。

### 三、研究设计

#### (一)模型设定

在本文285个样本中,共有29个城市入选示范城市。<sup>①</sup>这提供了一个良好的“准自然实验”,利用双重差分法来评估示范城市建设的碳减排效应。根据财政部和国家发展改革委公布的示范城市名单,设置处理组与控制组。具体来说,将29个示范城市视为处理组,其余未入选的城市构成控制组。需要指出的是,由于示范城市的批复并非一次性的,而是分期批复的,因此处理组城市在入选示范城市的具体年份上存在明显的差异,而这种渐进式批复的方式也使得我们无法按照传统双重差分法那样对样本设置统一的开设时间点虚拟变量。因此,本文借鉴刘瑞明和赵仁杰(2015)的处理方法,将研究重点放在处理组别虚拟变量与政策时间虚拟变量的交互项的符号和显著程度上。另外,考虑到遗漏变量所带来的内生性问题,本文还进一步控制城市虚拟变量和年份虚拟变量。具体的模型设定如下:

$$\ln ce_{it} = \alpha_0 + \beta eser_{it} + \delta X_{it} + v_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, $\ln ce_{it}$ 为被解释变量,表示*i*城市第*t*年的碳排放水平。 $v_t$ 代表时间固定效应, $\mu_i$ 代表各城市的个体固定效应, $\varepsilon_{it}$ 为随机误差项。 $X_{it}$ 为控制变量,包括经济发展水平、政府规模等可能对碳排放产生影响的变量。 $eser_{it}$ 为核心解释变量,表示示范城市建设虚拟变量,其系数 $\beta$ 衡量示范城市建设对碳排放的政策效应,若 $\beta$ 为负且显著,则表示示范城市建设有利于降低碳排放。

#### (二)变量选取与数据说明

本文的研究聚焦于示范城市建设的碳减排效应。此外,考虑到遗漏变量可能造成的内生性问题,还纳入了经济发展水平、产业结构、城市科研投入、外资投入、政府规模等一系列控制变量。具体的变量设置如下:

1.碳排放水平。本文采用碳排放总量衡量碳排放水平。已有文献主要基于天然气、液化石油气、电能和热能等能源消耗来估算城市层面的碳排放水平(吴建新和郭智勇,2016;张华,2020),但利用该方法所计算的碳排放量往往与实际值之间存在较大的偏差。近年来,利用夜间灯光指数估算碳排放的方法得到广泛应用。一般地,由于夜间灯光亮度和碳排放关系密切,因此

<sup>①</sup> 由于海东市在2013年才成为地级市,考虑到2013年之前数据的缺失,本文未将海东市纳入到研究样本中。

夜间灯光亮度越高,则该地区经济活动强度越高,相应的碳排放量也越多(史丹和李少林,2020)。因此,本文借鉴苏泳娴等(2013)的做法,利用 *DMSP/OLS* 和 *NPP/VIIRS* 两套夜间灯光数据,反向演算出 2003—2017 年 285 个城市的碳排放量。具体地,本文基于 *DMSP/OLS* 和 *NPP/VIIRS* 两套夜间灯光影像,获得地级市的建设用地夜间灯光,并统计出各省市的夜间灯光总值,然后构建夜间灯光数值与省级碳排放量的关系方程。在此基础上,我们利用拟合的系数以及地级市的夜间灯光指数估算出地级市的碳排放量。此外,本文还采用人均碳排放量作为碳排放效率进行稳健性检验。

2.节能减排财政政策综合示范城市虚拟变量。本文根据财政部和国家发展改革委批复的示范城市名单,对各城市进行赋值。若某一城市在当年入选或已入选示范城市名单,则赋值为 1;否则为 0。

3.控制变量。为了控制其他潜在影响因素的干扰,本文参照黄向岚等(2018)、张华(2020)的做法,还纳入了一系列控制变量,具体包括:经济发展水平,用地区生产总值除以年末总人口计算得到的人均地区生产总值衡量;政府规模,利用公共财政支出占 *GDP* 比重衡量;外商投资水平,采用外商实际投资额占 *GDP* 的比重衡量;财政科技支出,采用财政科技支出占财政支出的比重衡量;金融发展水平,采用金融机构贷款余额占 *GDP* 的比重衡量;城镇化水平,采用城市建设用地占市区面积比重进行衡量;人口密度,以单位行政区域面积上的人口数量进行衡量。

考虑到部分城市行政区划的调整以及数据的缺失,本文剔除了拉萨、铜仁、毕节、海东等城市,最终采用我国 285 个地级市 2003—2017 年的面板数据作为研究样本。在所有变量中,示范城市虚拟变量由作者手工整理得到;*DMSP/OLS* 和 *NPP/VIIRS* 数据来自美国国家地球物理数据中心,省域层面的碳排放数据来自中国碳核算数据库;其他数据均来自《中国城市统计年鉴》《中国区域统计年鉴》。表 1 报告了各变量的描述性统计结果。

表 1 主要变量描述性统计结果

变量名称	变量符号	观测值	均值	标准误	最小值	最大值
碳排放总量	<i>lnco<sub>2</sub></i>	4275	7.492	0.817	5.030	10.046
人均碳排放量	<i>lnpco<sub>2</sub></i>	4272	10.849	0.720	8.155	13.545
节能减排财政政策综合示范城市	<i>eser</i>	4275	0.035	0.183	0.000	1.000
经济发展水平	<i>lnpgrp</i>	4272	9.906	0.854	7.546	12.910
政府规模	<i>gov</i>	4270	16.040	9.445	3.128	148.516
外商投资水平	<i>fdi</i>	4164	2.060	2.280	0.000	32.309
金融发展水平	<i>finance</i>	4270	82.724	50.395	7.532	745.078
财政科技支出	<i>rd</i>	4269	1.160	1.311	0.000	20.684
城镇化水平	<i>urban</i>	4225	8.301	9.480	0.000	97.180
人口密度	<i>lnpd</i>	4271	5.721	0.912	1.548	7.887

#### 四、实证分析

##### (一)基准回归

表 2 汇报了示范城市建设影响碳排放的基准回归结果。其中,列(1)是未加入控制变量的回归结果,列(2)是加入控制变量后的回归结果。从中可以发现,无论是否加入控制变量,示范城市建设的估计系数均为负,且通过了 5% 的显著性检验,表明示范城市建设有利于降低碳排放水平。上述结果初步验证了本文提出的假设 1,即示范城市建设发挥了预期的碳减排效应。进一步

分析列(2)的估计结果可以发现,示范城市建设的估计系数为-0.054,即与非示范城市相比,示范城市的碳排放总量降低了5.4%。这一结论与Lin和Zhu(2019a,b)的结论较为一致,均肯定了示范城市建设在节能减排和推动城市可持续发展方面的积极作用。

关于控制变量的回归结果,以表2中列(2)的估计结果为基准进行解释。其中,经济发展水平的回归系数在1%的水平上显著为正,说明碳排放会随着经济发展水平的提高而增加;政府规模的回归系数为在1%的水平上显著为正,说明政府对于经济的过度干预不利于实现碳减排;外商直接投资占比的回归系数虽然未能通过显著性检验,但其回归系数为负,这在一定程度上说明外资的流入能够降低碳排放水平,即说明“污染天堂”假说并不成立;金融发展对碳排放的影响为正,且通过5%显著性检验,这在一定程度上说明金融发展水平的提升显著增加了碳排放量,这与赵军等(2020)的研究结论相似;人口密度的回归系数显著为正,说明人口集聚不利于实现碳减排。

表2 基准回归结果

	lnco <sub>2</sub>		lnpco <sub>2</sub>	
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>eser</i>	-0.079*** (0.027)	-0.054** (0.023)	-0.110*** (0.037)	-0.073*** (0.024)
常数项	6.898*** (0.008)	3.284*** (0.850)	10.310*** (0.009)	4.369*** (0.755)
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制
观测值	4 275	4 097	4 272	4 097
R <sup>2</sup>	0.904	0.918	0.866	0.907

注:括号内为聚类到城市层面的稳健标准误;\*、\*\*和\*\*\*分别表示在10%、5%和1%的水平上显著;控制变量包括经济发展水平、政府规模、外商投资水平、金融发展水平、财政科技水平、城镇化水平和人口密度。下同。

在分析地区碳排放水平时,碳排放总量不仅与地区的能源消费和能源利用效率有关,而且受到地区人口规模等因素的影响(范子英和赵仁杰,2019)。为了进一步验证示范城市建设的碳减排效应是否稳健,本文将人均碳排放量作为被解释变量重新进行回归。回归结果如表2列(3)与列(4)所示。从中不难发现,无论是否加入控制变量,示范城市建设仍然能够有效降低人均碳排放量,即示范城市建设不仅能够降低碳排放总量,而且能提升示范城市碳排放效率。

## (二)平行趋势检验

双重差分法进行政策评估的有效性是建立在平行趋势假设的基础上的,即假设未开展节能减排财政政策示范城市建设,那么示范城市与非示范城市碳排放应该具有共同的变化趋势。为了检验这一假设,本文借鉴Beck等(2010)的做法,采用动态双重差分法来进行平行趋势检验。具体而言,在公式(1)的基础上,构建如下模型:

$$\ln ce_{it} = \alpha_0 + \beta_k \sum_{k=-8}^{k=6} D_{it}^k + \delta X_{it} + \nu_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

其中, $D_{it}^k$ 为一系列虚拟变量,表示示范城市建设这一事件。具体来说, $D_{it}^k$ 表示城市*i*实施示范城市建设的第*k*年。本文样本数据的时间区间为2003—2017年,因此覆盖了政策实施前的8年与政策实施后的6年。同时,本文还将示范城市建设实施的上一年作为基准年份,即上式中未纳入

的  $D_{it}^1$ 。本文所关注的参数是  $\beta_k$ ，其反映了示范城市建设开展前与开展后该政策对城市碳排放水平的影响。如果  $\beta_k$  在  $k < 0$  期间不显著异于 0，则说明本文样本满足平行趋势假设；反之，则说明不满足平行趋势假设。此外，当  $k \geq 0$  时， $\beta_k$  还能刻画示范城市建设的动态效应。

为了更加直观地检验是否满足平行趋势假设以及示范城市建设对碳排放的动态影响，图 2 和图 3 分别绘制了碳排放量和人均碳排放量两类方程中参数  $\beta_k$  的回归系数和 90% 的置信区间。由图可知，无论是以碳排放量还是以人均碳排放量指标为被解释变量，当  $k < 0$  时， $\beta_k$  的值相对平缓，且在 10% 的水平上均不显著，表明示范城市与非示范城市在试点前两类碳排放指标并无显著差异，即本文样本满足平行趋势假设；当  $k \geq 0$  时，除了  $\beta_0$  外，其余系数均通过了 10% 的显著性检验，且系数的绝对值逐年变大，这说明示范城市建设的碳减排效应具有一定滞后性，政策效应在示范城市建设后第二年才开始逐步显现，且具有一定持续性，但在政策实施的第六年政策效应有所降低。之所以政策效应的滞后性和持续性并存，一个可能的原因是节能减排示范项目的建设往往需要经历审批、报备、建设与运营，而随着越来越多的项目投入到运营中，示范城市建设的政策效应才能得以充分发挥。

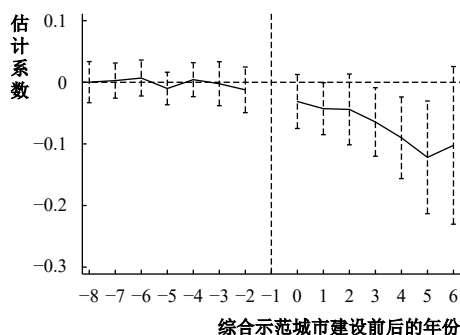


图 2 碳排放量在示范城市建设前后的差异

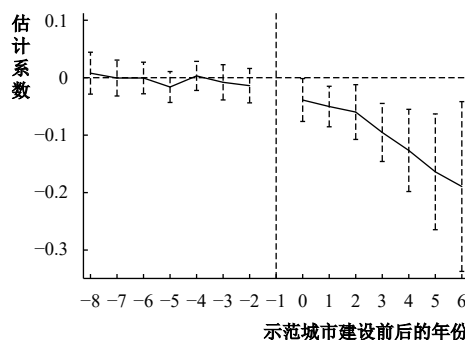


图 3 人均碳排放量在示范城市建设前后的差异

### (三)非随机选择讨论

采用双重差分法评估示范城市建设的碳减排效应的理想状况是，示范城市和非示范城市都是随机选择的。但在现实中，示范城市的选择往往是基于城市的政府财政能力、资源禀赋等因素进行的。这些城市固有的差异会随着时间的推移对城市碳排放产生不同影响，从而导致估计偏差。为了控制上述因素可能对示范城市建设造成的影响，本文借鉴 Li 等(2016)的做法，在基准回归的基础上加入示范城市选择标准变量、控制变量与时间趋势的交互项，构建如下模型：

$$\ln ce_{it} = \alpha_0 + \beta ser_{it} + \delta X_{it} \times Trend_t + Z_{it} \times Trend_t + v_i + \mu_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

其中， $Z_{it}$  表示城市固有属性和政府财政能力等潜在的示范城市选择标准变量。具体来说，选取是否为 1998 年“两控区”城市、是否为省会城市、是否为副省级城市、是否为较大城市作为示范城市选择的标准变量； $Trend_t$  为时间趋势项。因此，通过加入  $X_{it} \times Trend_t$  和  $Z_{it} \times Trend_t$  控制了控制变量和示范城市选择标准因素随时间推移对碳排放的影响，在一定程度上缓解了示范城市和非示范城市非随机选择造成的估计偏差。

表 3 汇报了示范城市非随机选择的回归结果。由列(1)结果可知，在加入示范城市选择标准变量与时间趋势的交互项后，示范城市建设的回归系数依旧为负，并通过了 1% 的显著性检验。同时，与基准结果相比，估计系数的大小相差不多，这无疑印证了基准结果的可靠性。此外，本文还以人均碳排放量为被解释变量展开了非随机选择讨论，回归结果如表 3 列(2)所示。从中不难发现，在以人均碳排放量为被解释变量时，上述结论依旧成立。



表3 非随机选择讨论

	lnco <sub>2</sub>	lnpco <sub>2</sub>
	(1)	(2)
<i>eser</i>	-0.047** (0.023)	-0.052** (0.025)
控制变量×时间趋势	控制	控制
选择标准变量×时间趋势	控制	控制
时间固定效应	控制	控制
城市固定效应	控制	控制
观测值	4 163	4 163
R <sup>2</sup>	0.919	0.892

## (四)剔除其他节能减排政策的影响

在中国改革进程中,针对某一经济目标,经常会出台多个政策,形成政策交叉或并行。因此,除示范城市建设外,其他节能减排政策也可能对碳排放造成影响,从而对估计结果产生影响。在本文样本期间,为了控制和降低碳排放量,中央政府于2010年开展了低碳城市试点,于2011年开展了碳排放权交易试点。为剔除其他节能减排政策的影响,本文在基准回归方程的基础上加入了这两项政策的虚拟变量。回归结果如表4所示。从中不难发现,在考虑到其他节能减排政策的影响后,示范城市建设的回归系数依旧显著为负,表明示范城市建设有助于降低碳排放水平,这与上文结果相一致。但与基准回归相比,系数绝对值有所降低,这也说明示范城市建设的政策效应受到了其他低碳政策的干扰,即验证了政策叠加效应的存在。

表4 剔除其他政策影响

	lnco <sub>2</sub>	lnpco <sub>2</sub>
	(1)	(2)
<i>eser</i>	-0.045** (0.021)	-0.063*** (0.022)
<i>ets</i>	-0.097*** (0.014)	-0.109*** (0.013)
<i>lcc</i>	0.013 (0.019)	0.012 (0.017)
控制变量	控制	控制
时间固定效应	控制	控制
城市固定效应	控制	控制
观测值	4097	4097
R <sup>2</sup>	0.921	0.911

注: *ets*和*lcc*分别表示碳排放权交易和低碳城市试点的虚拟变量。

## (五)稳健性检验

首先,为了避免极端值对回归结果的干扰,本文对被解释变量进行上下1%缩尾处理并进行重新回归。其次,考虑到示范城市建设的碳减排效应并非立即产生影响,本文对示范城市建设的虚拟变量进行滞后一期处理;同时,为了避免联立方程偏误,本文对所有控制变量也进行了滞后一期的处理。再次,考虑到不同城市的碳排放可能会随着时间的推移表现出不同的变化趋势,因此本文在基准模型的基础上引入各省份虚拟变量与各年度虚拟变量的交互固定效应,从而识别

出更为干净的计量结果。最后,前文中利用省级层面夜间灯光数据与碳排放量对碳排放量进行估算,但这一处理方式是假设样本期间内各地级市不存在结构效应或者技术效应的变化。为此,本文通过更替碳排放量的估算方法进一步增强本文回归结果的可信性。具体策略如下:第一,本文借鉴张华(2020)的做法,基于天然气、液化石油气、电能和热能等能源消耗对碳排放重新估算,并以此作为被解释变量进行回归;第二,本文利用截面数据构建方程得出拟合值对碳排放量进行估算,从而在时间维度上缓解样本期间内夜间灯光数值与排放量关系不变的假设。上述稳健性检验结果表明,示范城市建设存在碳减排效应。<sup>①</sup>

## 五、拓展性分析

### (一)机制检验

根据示范城市的政策实施总体任务,本文将从节能降耗、产业结构以及绿色技术创新三个方面来综合考察示范城市建设降低碳排放的具体机制。本文借鉴宋弘等(2019)的做法,通过设置如下模型来考察示范城市建设的碳减排效应:

$$M_{it} = \alpha_0 + \beta eser_{it} + \delta X_{it} + \nu_t + \mu_i + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中,  $M_{it}$  为机制变量,包括:(1)节能降耗,采用城市层面的能源消费总量和单位 GDP 能耗来衡量,相关数据直接来源于史丹和李少林(2020)的研究成果。(2)结构效应,采用第一产业占 GDP 比重、第二产业占 GDP 比重以及第三产业占 GDP 比重来衡量。(3)绿色技术创新,采用每万人绿色发明专利申请量来衡量。

表 5 汇报了示范城市建设影响碳排放的机制检验结果。其中,由列(1)和列(2)可知,示范城市建设对能源消耗总量和单位 GDP 能耗的回归系数均在 5% 的水平上显著为负,说明示范城市建设有利于推动节能提效。由列(3)—列(5)可知,示范城市建设对二产比重具有显著的负向影响,对一产比重具有显著的正向影响,说明示范城市建设能够促进城市产业转型升级,推动产业低碳化发展。由列(6)可知,示范城市建设对绿色技术创新的影响系数在 1% 的水平上显著为正,说明示范城市建设能够促进绿色技术创新。综上所述,示范城市建设能够通过降低能源消费、提升能源利用效率、优化产业结构和提高绿色技术创新等途径降低碳排放。

表 5 机制分析

	能源消耗 总量	单位GDP 能耗	第一产业 GDP占比	第二产业 GDP占比	第三产业 GDP占比	每万人绿色发 明专利申请量
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>eser</i>	-0.079*** (0.029)	-0.047*** (0.014)	0.857*** (0.268)	-1.280*** (0.440)	0.423 (0.355)	0.319*** (0.044)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
观测值	4 020	4 020	4 095	4 095	4 095	4 056
$R^2$	0.636	0.755	0.526	0.403	0.502	0.390

为了进一步量化上述机制的效应大小,本文借鉴 Heckman 等(2013)、Gelbach(2016)和宋弘等(2019)的做法,对其进行机制量化分解,具体的量化分解结果如表 6 所示。从中可以发现,示范城市建设通过推动节能降耗解释了 18.77% 的政策效应,其中,降低能源消耗总量能够解释

<sup>①</sup> 限于篇幅未报告稳健性检验的具体估计过程,感兴趣的读者可向作者索取。

11.91%的政策效应,而降低单位GDP能耗能够解释6.86%的政策效应;示范城市建设通过促进产业结构升级解释了15%的政策效应;此外,示范城市建设通过推动绿色技术创新解释了5.68%的政策效应。上述机制一共解释了39.45%的政策效果,这一结果进一步增强了本文分析的可信度和解释力。

表6 机制量化分解

	能源消费	单位GDP能耗	产业结构	绿色技术创新
$\ln\text{co}_2$	11.91%	6.86%	15.00%	5.68%
$\ln\text{pco}_2$	6.39%	11.63%	6.29%	10.88%

## (二)异质性分析

上文分析了示范城市建设对碳排放的总体影响,然而这种基于样本总体的分析可能掩盖了潜在的地区间存在的差异,即示范城市建设对碳排放影响在不同城市可能存在差异。由于各个城市在资源禀赋、产业基础等方面存在巨大差异,各个城市的碳排放水平也差异明显,因此本文进一步检验示范城市建设对碳排放是否存在的异质性影响。本文按照两种不同的思路进行考察:第一,将样本城市按照产业基础划分为老工业基地和非老工业基地两个子样本;第二,根据资源禀赋将样本城市划分为资源型城市和非资源型城市。具体的回归结果如表7所示。

表7 异质性分析

	$\ln\text{co}_2$		$\ln\text{pco}_2$	
	老工业基地	非老工业基地	老工业基地	非老工业基地
<i>Panel A</i>	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>eser</i>	-0.020 (0.013)	-0.056*** (0.013)	-0.006 (0.013)	-0.094*** (0.012)
观测值	1380	2717	1380	2717
$R^2$	0.932	0.922	0.917	0.912
$\chi^2$ 值	3.20*		16.87***	
<i>Panel B</i>	资源型城市	非资源型城市	资源型城市	非资源型城市
	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>eser</i>	-0.014 (0.016)	-0.082*** (0.012)	-0.040** (0.016)	-0.093*** (0.012)
观测值	1645	2452	1645	2452
$R^2$	0.915	0.922	0.904	0.911
$\chi^2$ 值	11.14***		5.59**	
控制变量	控制	控制	控制	控制
时间固定效应	控制	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制	控制

注: $\chi^2$ 值为基于似无相关模型检验的估计量。

表7中的Panel A汇报了按照产业基础分组的回归结果。可以发现,示范城市建设对老工业基地城市的碳排放量和人均碳排放的影响在10%的水平上并不显著;对非老工业基地城市的碳排放量和人均碳排放量的影响在1%的水平上均显著为负,系数绝对值也高于老工业基地城市。同时,基于似无相关模型的检验结果发现,组间系数存在显著的差异。这表明示范城市建设对非老工业基地城市的影响效应更大。可能的原因在于,重工业和传统制造业在老工业基地城市的经济结构中占据主导地位,在调整转型过程中往往存在路径依赖,从而导致老工业基地的

碳减排效应相对较小。表 7 中的 Panel B 汇报了按照资源禀赋分组的回归结果。可以发现,示范城市建设对非资源型城市的碳排放和人均碳排放均存在显著的抑制作用,但仅对资源型城市的人均碳排放量具有显著的负向影响,非资源型城市回归系数的绝对值高于资源型城市。同时,基于似无相关模型的检验结果发现,组间系数存在显著的差异。这表明示范城市建设对非资源型城市的影响效应更大。可能的原因在于,资源型城市对资源开发依赖性强,且其经济发展以资源开采及其相关产业等为主,导致碳排放水平长期居高不下,碳减排实现难度较大,从而导致资源型城市的碳减排效应相对较小。

### (三)成本与收益分析

作为一项重要的绿色财政政策,示范城市建设虽然有利于节能减排,但其公共支出也是昂贵的。因此,本部分基于成本与收益框架,进一步考察示范城市建设的有效性。

从收益的角度来看,示范城市建设的收益来自多个方面。首先,最直接的收益是示范城市建设所实现的碳减排效应。其次,化学需氧量、氨氮、二氧化硫、氮氧化物等四项污染物以及单位 GDP 能耗等非碳指标都被作为节能减排的重点指标列入示范城市建设的工作重点。因此,示范城市建设对其他非碳污染物可能存在减排效应。最后,示范城市建设的收益还体现在其经济效益上。在政策的激励下,地方政府利用财政手段,撬动地方大型环保项目投资,促进相关产业发展,从而推动地方经济的持续增长。例如,2015 年梅州市利用中央财政综合奖励资金,撬动 136.65 亿元的环保投资。因此,为了验证示范城市建设所带来的非碳减排与经济收益,本文采用二氧化硫排放量和工业废水排放量的对数值作为其他污染物减排的代理变量,采用实际 GDP 作为经济效益的代理变量进行回归,回归结果如表 8 所示。列(1)和列(2)汇报了示范城市建设的非碳减排效应。从中可以发现,相较于非示范城市,示范城市建设使得示范城市的工业二氧化硫排放量和工业废水排放量分别显著下降了 23.1% 和 11.6%,这进一步验证了示范城市建设的绿色效应。列(3)则汇报了示范城市建设的经济效应。从中不难发现,示范城市建设对地区生产总值的影响显著为正,具体来说,示范城市建设的估计系数为 0.019,说明示范城市建设使得示范城市的地区生产总值增长了 1.9%。

表 8 成本与收益分析

	lnso <sub>2</sub>	lnwater	lngdp
	(1)	(2)	(3)
<i>eser</i>	-0.231** (0.106)	-0.116* (0.065)	0.019*** (0.004)
时间固定效应	控制	控制	控制
城市固定效应	控制	控制	控制
观测值	4040	4036	4097
R <sup>2</sup>	0.389	0.183	0.994

从成本的角度来看,通过梳理相关文件可以发现,示范城市的建设周期为 3 年,而节能减排示范综合奖励资金规模根据示范城市性质分档确定。其中,直辖市和城市群、计划单列市和省会城市以及其他城市每年的奖励资金分别为 6 亿元、5 亿元和 4 亿元。此外,在中央奖励资金的基础上,示范城市所在省级政府和本级政府还会安排一定资金用于专项配套。据此估计,示范城市建设资金总支出在 708 亿元。综上可知,示范城市建设在实现节能减排的同时,需要付出高额的财政成本,当然,示范城市建设还能通过促进环保投资带动经济增长,从而抵消一部分财政成本。这在一定程度上说明,示范城市建设能够实现节能减排与经济增长的“双赢”。

## 六、研究结论与政策启示

实施有效的绿色财政政策是实现“碳达峰、碳中和”目标的重要手段。本文将“节能减排财政政策综合示范城市”的实施视为准自然实验,利用2003—2017年中国285个城市的面板数据,借助双重差分法系统考察了示范城市建设对碳排放的影响及其机制。主要结论如下:第一,示范城市建设显著降低了示范城市的碳排放水平,节能减排财政政策使得示范城市的碳排放量下降了5.4%;第二,示范城市建设的碳减排效应存在滞后性,示范工作开展后的第二年起政策效应开始显现,且随着年份的推移,政策效应逐渐增强;第三,机制分析表明,示范城市建设的碳减排效应主要是通过减少能源消耗、降低单位GDP能耗、推动产业低碳化和提升绿色技术创新等途径实现的;第四,示范城市建设对碳排放的影响存在异质性,示范城市建设对非老工业基地城市的碳减排效应大于老工业基地城市,对非资源型城市的碳减排效应大于资源型城市;第五,成本与收益分析结果表明,示范城市建设虽然需要付出一定的财政成本,但其在实现碳减排的同时,还能够降低包括二氧化硫和工业废水等非碳指标的排放,并带动地方经济增长。

本文的政策启示包括以下几个方面:第一,由于示范城市建设显著降低了城市碳排放水平,因此中央政府和省级政府需要及时总结示范试点经验,形成可复制、可推广的经验模式;同时,应进一步扩大节能减排财政政策示范工作的范围和领域,积极整合各级政府节能减排资金,突破重点环节、重点领域。第二,由于示范城市建设对碳排放存在异质性影响,因此各地在开展节能减排财政示范工作时,应因地制宜打造富有自身特色的低碳产业体系,尤其是老工业基地城市和资源型城市,应将示范工作重点放在传统产业低碳转型上,避免一哄而上、盲目跟风发展战略性产业。第三,由于示范城市建设的资金支出小于其可能带来的收益,因此在开展相关示范试点工作时,应完善相应考核机制,加强财政绩效管理,提高财政资金的使用效益。第四,由于示范城市建设的碳减排效果主要来自降低能源消耗和促进产业结构调整,而绿色技术创新的作用比较有限,因此其他非示范城市可以整合节能减排资金,并将降低能源消耗和促进产业结构调整作为工作重点,扎实推动节能减排工作。此外,在开展示范工作时,应加大对绿色技术创新的支持力度,鼓励和支持非基础性绿色技术研发项目和市场导向明确的绿色技术创新项目。

### 参考文献:

- [1]蔡礼辉,张朕,朱磊.全球价值链嵌入与二氧化碳排放——来自中国工业面板数据的经验研究[J].国际贸易问题,2020,(4):86-104.
- [2]范子英,赵仁杰.法治强化能够促进污染治理吗?——来自环保法庭设立的证据[J].经济研究,2019,(3):21-37.
- [3]郭俊杰,方颖,杨阳.排污费征收标准改革是否促进了中国工业二氧化硫减排[J].世界经济,2019,(1):121-144.
- [4]洪源,袁若健,陈丽.财政分权、环境财政政策与地方环境污染——基于收支双重维度的门槛效应及空间外溢效应分析[J].山西财经大学学报,2018,(7):1-15.
- [5]黄向岚,张训常,刘晔.我国碳交易政策实现环境红利了吗?[J].经济评论,2018,(6):86-99.
- [6]李国平,李潇.国家重点生态功能区的生态补偿标准、支付额度与调整目标[J].西安交通大学学报(社会科学版),2017,(2):1-9.
- [7]李锴,齐绍洲.贸易开放、经济增长与中国二氧化碳排放[J].经济研究,2011,(11):60-72.
- [8]林伯强,徐斌.研发投入、碳强度与区域二氧化碳排放[J].厦门大学学报(哲学社会科学版),2020,(4):70-84.
- [9]刘昆.深入推进节能减排财政政策综合示范[J].中国财政,2015,(5):10-13.
- [10]刘瑞明,赵仁杰.国家高新区推动了地区经济发展吗?——基于双重差分方法的验证[J].管理世界,2015,(8):30-38.

- [11]鲁万波,仇婷婷,杜磊.中国不同经济增长阶段碳排放影响因素研究[J].经济研究,2013,(4):106-118.
- [12]盛丽颖.中国财政政策碳减排效应实证分析[J].经济与管理研究,2011,(7):125-128.
- [13]史丹,李少林.排污权交易制度与能源利用效率——对地级及以上城市的测度与实证[J].中国工业经济,2020,(9):5-23.
- [14]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,(6):95-108.
- [15]苏泳娴,陈修治,叶玉瑶,等.基于夜间灯光数据的中国能源消费碳排放特征及机理[J].地理学报,2013,(11):1513-1526.
- [16]孙振清,李欢欢,刘保留.碳交易政策下区域减排潜力研究——产业结构调整与技术创新双重视角[J].科技进步与对策,2020,(15):28-35.
- [17]吴建新,郭智勇.基于连续性动态分布方法的中国碳排放收敛分析[J].统计研究,2016,(1):54-60.
- [18]向其凤,王文举.中国能源结构调整及其节能减排潜力评估[J].经济与管理研究,2014,(7):13-22.
- [19]熊艳,廖文军,王岭.“煤改气、电”政策的空气污染治理效应研究[J].财经论丛,2021,(3):103-112.
- [20]薛飞,周民良.中国碳交易市场规模的减排效应研究[J].华东经济管理,2021,(6):11-21.
- [21]张华.低碳城市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,(6):25-41.
- [22]张伟,王韶华.碳强度对中国主要产业部门产值变动敏感性的动态估计[J].北京理工大学学报(社会科学版),2015,(4):41-48.
- [23]赵军,刘春艳,李琛.金融发展对碳排放的影响:“促进效应”还是“抑制效应”?——基于技术进步异质性的中介效应模型[J].新疆大学学报(哲学·人文社会科学版),2020,(4):1-10.
- [24]朱欢,郑洁,赵秋运,等.经济增长、能源结构转型与二氧化碳排放——基于面板数据的经验分析[J].经济与管理研究,2020,(11):19-34.
- [25]朱小会,陆远权.开放经济、环保财政支出与污染治理——来自中国省级与行业面板数据的经验证据[J].中国人口·资源与环境,2017,(10):10-18.
- [26]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.
- [27]Gelbach J B. When do covariates matter? And which ones, and how much?[J]. [Journal of Labor Economics](#), 2016, 34(2): 509-543.
- [28]Goldar B, Banerjee N. Impact of informal regulation of pollution on water quality in rivers in India[J]. [Journal of Environmental Management](#), 2004, 73(2): 117-130.
- [29]Heckman J, Pinto R, Savellyev P. Understanding the mechanisms through which an influential early childhood program boosted adult outcomes[J]. [American Economic Review](#), 2013, 103(6): 2052-2086.
- [30]Li P, Lu Y, Wang J. Does flattening government improve economic performance? Evidence from China[J]. [Journal of Development Economics](#), 2016, 123: 18-37.
- [31]Lin B Q, Zhu J P. Is the implementation of energy saving and emission reduction policy really effective in Chinese cities? A policy evaluation perspective[J]. [Journal of Cleaner Production](#), 2019, a,220: 1111-1120.
- [32]Lin B Q, Zhu J P. Impact of energy saving and emission reduction policy on urban sustainable development: Empirical evidence from China[J]. [Applied Energy](#), 2019, b,239: 12-22.
- [33]Porter M E, Van Der Linde C. Toward a new conception of the Environment-Competitiveness relationship[J]. [Journal of Economic Perspectives](#), 1995, 9(4): 97-118.

# The Carbon Emission Reduction Effect of Green Fiscal Policy: Evidence from the “National Comprehensive Demonstration City of Energy Saving and Emission Reduction Fiscal Policy”

Xue Fei<sup>1</sup>, Chen Xu<sup>2</sup>

(1. Department of Industrial Economics, University of Chinese Academy of Social Sciences, Beijing 102488, China;  
2. School of Economics & Management, Northwestern University, Xi'an 710127, China)

**Summary:** Climate change is a major global challenge facing mankind today and poses a serious threat to human health and sustainable social development. In response to climate change, the Chinese government has proposed the goal of peaking CO<sub>2</sub> emissions by 2030 and the vision of achieving carbon neutrality by 2060. Green fiscal policy is undoubtedly an important tool to promote “carbon peak and carbon neutrality”, and has received increasing attention from academics. However, the relevant literature does not cover the evaluation of carbon emission reduction effect.

This paper evaluates the carbon emission reduction effect of green fiscal policy using the DID method with the panel data of 285 cities in China from 2003 to 2017, taking the “National Comprehensive Demonstration City of Energy Saving and Emission Reduction Fiscal Policy” in 2011 as an entry point. We find that the demonstration city construction significantly reduces the carbon emission level, and the carbon emission reduction effect starts to appear after the second year of policy implementation and gradually increases with the year. The heterogeneity analysis shows that the carbon emission reduction effect of demonstration city construction is stronger for non-old industrial cities than for old industrial cities, and for non-resource cities than for resource cities. The mechanism analysis shows that the demonstration city construction achieves a win-win situation of “carbon reduction” and “growth” through the mechanisms of energy saving and efficiency improvement, industrial structure upgrading, and technological innovation.

The academic value of this paper could be concluded in three aspects: First, taking the “National Comprehensive Demonstration City of Energy Saving and Emission Reduction Fiscal Policy” as an entry point, this paper directly evaluates the carbon emission reduction effect of green fiscal policy, which makes a strong addition to the literature on the environmental effect of fiscal policy. Second, with the help of night light data, this paper constructs the carbon emission data at the urban annual level from 2003 to 2017, uses the DID method to better alleviate the problems of endogeneity and data limitation existing in the literature, and more effectively evaluates the effectiveness of green fiscal policy. Third, this paper not only evaluates the carbon emission reduction effect of demonstration city construction, but also conducts an in-depth investigation on its mechanism, and systematically examines its cost-benefit through the comparative analysis of economic effect and financial expenditure cost. It provides empirical support for the adoption of green fiscal policy to achieve the goals of carbon peak and carbon neutrality.

**Key words:** carbon emission reduction; green fiscal policy; “National Comprehensive Demonstration City of Energy Saving and Emission Reduction Fiscal Policy”; DID method

(责任编辑 景行)