

资源型城市可持续发展政策对碳排放的影响

张艳¹, 郑贺允¹, 葛力铭²

(1. 新疆财经大学 经济学院, 新疆 乌鲁木齐 830013; 2. 上海财经大学 城市与区域科学学院, 上海 200433)

摘要:在我国新时期碳达峰、碳中和目标的背景下,资源型城市可持续发展对突破“碳锁定”的重要性日益凸显。基于2003—2018年我国285个城市的面板数据,文章检验了资源型城市可持续发展政策对碳排放的影响,并探讨了该政策影响碳排放的具体路径。结果表明:资源型城市可持续发展政策能够显著地促降碳排放。机制分析表明,该政策能够通过优化技术选择、提升财政扶持力度和提高生活质量三方面促降碳排放,但产业协调对碳排放的影响尚不明显。异质性分析得出政策效果会随着不同的区域位置、不同投入程度的创新驱动要素、不同发展阶段和不同资源种类的资源型城市而产生差异,其中东部地区、南方地区、高水平的科技投入和人力资本积累更能显著地促降碳排放。文章扩充了资源型城市可持续发展政策与碳排放的研究,有利于更全面地了解该政策对碳排放的传导途径,对进一步推进资源型城市的绿色发展具有借鉴意义。

关键词: 碳达峰; 碳中和; 资源型城市; 碳排放; 双重差分法

中图分类号: F061.5 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-9952(2022)01-0049-15

DOI: 10.16538/j.cnki.jfe.20211015.401

一、引言

气候变化问题是人类面临的巨大挑战,以二氧化碳为主的温室气体大量排放导致全球气候变暖,严重威胁到人们正常的生产与生活活动。为了应对日益严峻的气候变化问题,《巴黎协定》提出了全球气温的控制目标。习近平总书记于2020年向世界承诺努力实现在2030年前碳达峰和2060年前碳中和的目标。这不仅对我国二氧化碳减排进程提出了新要求,也为推动中国经济实现全面绿色转型提供了重要机遇。以煤炭为主的能源消费结构在短期内难以改变,这使得我国碳减排压力较大。因此,如何促进碳减排,实现经济与环境的可持续发展成为当前亟待解决的问题。

资源型城市的发展主要依赖自然资源的开采与加工。在发展初期,资源型城市凭借富足的自然资源有力地推动了地区经济增长。但过度依赖资源所形成的高碳发展模式引发了诸如产业结构失调、自然资源浪费、环境污染加剧等一系列问题,造成城市缺乏人才吸引力和发展活力,产生“资源诅咒”效应(Auty, 1993)。因此,国务院在2007年发布《关于促进资源型城市可持续发展的若干意见》,进一步于2013年颁布《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》(以下简称《规划》),将126个城市确立为资源型城市,并提出了促进其可持续发展的相关内容。面对

收稿日期: 2021-06-27

基金项目: 新疆维吾尔自治区社科基金资助项目(14BJY032); 新疆财经大学科研创新项目(XJUFE2021K053)

作者简介: 张艳(1973—),女,新疆伊犁人,新疆财经大学经济学院副教授,硕士生导师;

郑贺允(1996—),女,河南郑州人,新疆财经大学经济学院硕士研究生;

葛力铭(1994—)(通讯作者),男,山东临沂人,上海财经大学城市与区域科学学院博士研究生。

节能减排的压力,《规划》对碳排放的影响效果关系着资源型城市的发展成效以及2030年碳达峰、2060年碳中和目标实施路径的制定,对我国经济实现绿色化转型至关重要。

作为城市类型的主要代表,资源型城市的可持续发展有助于促进增长方式的绿色化转型(段存儒和曾贤刚,2021)。关于资源型城市可持续发展水平的评估方法主要有构建综合经济、社会、生态等多方面的指标评价体系(汪涛等,2021)、测算绿色发展绩效值(胡博伟等,2020)等。目前对资源型城市可持续发展产生的效应研究主要集中于经济效应、社会效应和环境效应。在经济效应上,重点关注产业结构的优化调整、生态经济的发展(郭爱君等,2017),而减少资源依赖也有助于提升资源型城市的锁定突破能力。在社会效应上,一方面,劳动力的高流动(Martinus, 2016)和就业结构的变迁(Mitchell和O'Neill, 2016)能够促进财富分配,提高居民福利水平,进而激活城市发展动能。另一方面,行业特征和结构特性会抑制城市可持续发展。以高碳为特征的资源型行业的不断发展阻碍了收入水平的提升(Douglas和Walker, 2017),这种结构单一化的发展模式导致城市的衰落。在环境效应上,部分学者重点考察资源型城市的环境质量(Ma等, 2018),发现科教投入和政府政策执行力度的增加能够显著地降低资源型城市的碳排放(白雪洁等, 2014),而出口贸易和外商直接投资则会加剧资源型城市的环境污染(魏龙和潘安, 2016)。资源型城市发展过程中资源的过度消耗导致环境污染严重,对绿色可持续发展产生巨大阻碍作用。因此资源型城市的环境效应,特别是对碳排放的影响,逐渐成为学界关注的重点(张华明等, 2021)。

在已有文献中,关于资源型城市发展对碳排放的影响是不确定的。部分学者认为资源型城市的发展有助于减少碳排放(孙秀梅等, 2016)。绿色发展方式是资源型城市经济增长方式转换的最终目标(尚勇敏等, 2015)。资源型城市的发展能够提升碳排放效率,在一定程度上抑制碳排放,从而实现绿色可持续发展。而另有学者却认为资源型城市的发展会增加碳排放(王兴民等, 2020)。资源型城市的经济发展会带来碳排放量的不断增加,化石能源的严重依赖性和产业结构的不合理性使得资源型城市的低碳发展面临较大压力(张维阳等, 2012)。以第二产业为主的资源型城市发展模式呈现出典型的“路径依赖”与“锁定效应”特征。一方面,大量资本聚集在具有高额利润的第二产业,其污染密集属性不仅阻碍了产业优化转型的步伐,也加重了碳排放。另一方面,原有技术的自我强化机制使得企业不愿意为使用新技术而额外增加成本(Hou等, 2018),缺乏发展低碳技术的动力,导致城市的减排工作面临重重考验。

综上,目前的研究较少直接关注资源型城市对碳排放的影响;对资源型城市的可持续发展评估主要从评价指标体系构建、效率测算展开,较少从政策本身进行分析;在城市可持续发展的路径上,较少有从技术选择和生活质量的视角探究政策对碳排放的影响。在异质性分析中,较少对综合资源型城市的发展阶段和资源种类进行分析。因此,本文的边际贡献主要在于:第一,在研究视角层面,将《规划》作为一项准自然实验,使用双重差分法分析《规划》对资源型城市碳排放的影响,提供了《规划》影响碳排放的新证据;第二,在理论机制层面,首先基于产业结构和政策扶持的角度探究《规划》对碳排放的影响,并进一步从技术选择和居民生活质量的角度研究其政策效应,重点解析《规划》作用于城市碳排放的传导渠道;第三,在研究内容层面,在考虑地理区位和创新驱动特征的基础上,本文拓展到同时考察资源型城市的发展阶段和资源种类,综合探究《规划》实施效果的差异性,指明资源型城市未来绿色发展的侧重点。

通过实证分析,本文得出如下结论:第一,《规划》能够显著地促降碳排放,该结论通过了一系列稳健性检验;第二,《规划》主要通过技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应三条路径

促降碳排放,但通过产业协调效应对碳排放的影响较小;第三,《规划》的碳减排效应会随着不同的区域位置、不同投入程度的创新驱动要素、不同发展阶段和不同资源种类的资源型城市而产生差异,其中东部地区、南方地区、高水平的科技投入和人力资本积累更能显著地促降碳排放,衰退型资源城市对碳排放的促降作用相比于成长型资源城市更为明显,而森林工业型资源城市对碳排放的促降作用相比于煤炭型资源城市更为明显。

本文剩余内容安排如下:第二部分是理论分析与假说提出;第三部分为研究设计,包括模型构建和变量说明;第四部分为《规划》对碳排放的基准回归和稳健性检验;第五部分是对本文理论机制的验证;第六部分是异质性分析;最后是结论与政策建议。

二、理论分析与假说提出

以本地矿产、森林等自然资源开采和加工为主导产业的资源型城市占全国城市总数的40%,^①因此资源型城市的发展对全国可持续发展进程的作用不容小觑。资源型城市过度依赖资源开发,资源型产业的繁荣发展挤占了服务业和新兴产业的生存空间,而高利润的特性也促使资本更多地流向具有比较优势的资源型产业,产业结构日趋单一化,致使资源型城市的发展模式形成“路径依赖”(Romanelli 和 Khessina, 2005)。高碳的发展模式进一步加剧了碳锁定效应,是实现经济与环境良性互动的重大障碍。

面对我国提出力争实现2030年碳达峰以及2060年碳中和的目标,资源型城市的碳减排行动势在必行。资源型城市的发展伴随着资源过度消耗和二氧化碳等污染物大量排放,其高度依赖资源的发展模式具有不可持续性。为了促进资源型城市的绿色可持续发展,《规划》于2013年应运而生。《规划》通过加强重点污染物的排放量控制、设定具体指标等方式对资源型城市的发展予以引导。此外,已有文献表明碳排放的主要影响因素涵盖环境规制、产业结构、技术选择、政府财政和居民收入等方面(宋敏等,2016;王东和李玥凝,2017;李虹和邹庆,2018;熊娜等,2021;张华和丰超,2021)。因此,《规划》对碳排放的影响包含两个层面。一方面,《规划》本身可能会对碳排放产生影响。另一方面,《规划》可能通过产业协调效应、技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应对碳排放产生影响。

首先,《规划》的实施将对碳排放产生直接影响。当前环境规制对碳排放的影响主要存在“倒逼效应”与“倒退效应”两种观点。“倒逼效应”是指政府通过强制命令、设定节能减排目标等方式增加企业生产成本,约束企业(特别是高污染、高能耗企业)的生产行为,倒逼企业进行绿色技术创新和改善管理模式以降低碳排放(张先锋等,2014)。而“绿色悖论”和“逐底竞争”都会导致环境规制下的碳排放量上升,即“倒退效应”。“绿色悖论”是指当政府出台控制气候变化的环境政策(如碳税等)时,化石能源的消费反而出现骤增现象,导致碳排放增加与环境恶化(Sinn, 2008)。而地方政府对经济效益的追逐导致环境规制的“逐底效应”(张华,2014),致使碳排放增加。事实上,随着经济发展与环境保护的矛盾日益突出,以GDP考核为主的政府官员评价机制正在被扭转,环境绩效逐渐成为官员政绩考核的重要内容(宋马林和金培振,2016)。因此,目前环境规制对碳排放的影响主要表现为倒逼作用(王书斌和徐盈之,2015)。为了实现资源型城市的可持续发展,《规划》通过对主要污染物排放量和资源产出率等进行量化,强化了区域的环境规制力度。这有助于限制企业的排污行为,迫使企业淘汰落后技术,加强低碳技术的研发与应用,提高资源利用效率,从而降低碳排放,发展清洁生产。因此,本文提出如下假说:

^① 详见国务院于2013年11月12日颁布的《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020年)》。

假说 1:《规划》能够显著地促降碳排放。

其次,《规划》可能通过产业协调效应、技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应从而促降碳排放。第一,产业协调效应。《规划》强调要加快构建多元化的产业体系,培育和发展接续替代产业,并引导产业向重点园区和集聚区集中,鼓励企业探索适合本地发展的产业模式。《规划》的实施将提升污染要素价格,淘汰污染密集型企业的落后产能。为了降低生产成本,企业会将生产要素逐步投入至清洁型产品的生产上(钟茂初等,2015)。《规划》所引致的绿色壁垒阻碍了污染型厂商的进入,使清洁型企业数目有所增加(郑加梅,2018)。在《规划》的低碳导向下,政府鼓励服务业、新兴产业等清洁型产业的发展。产业结构的多元化有利于促进要素资源在产业之间的配置,推动不同产业的协调发展。产业集聚推动企业调整自身生产结构,有利于促进资源的高效利用与生产的集约化。而且由产业集聚所引发的环境治理规模效应有利于抑制当地碳排放的进一步增加(申伟宁等,2020)。第二,技术选择效应。《规划》提出构建资源型城市的开发秩序约束机制,严格执行开发准入门槛和管理机制。一方面,治污成本的提高迫使企业缩小生产规模,劳动力需求有所下降。为了保持原有的产出水平,企业将加强资本深化以提高劳动生产率。《规划》能够在一定程度上改善资源型城市的环境质量,提升人才吸引力(de Longueville 等,2019),有利于推动劳动要素的有效流动,优化劳动力结构,提高资本劳动比。技术选择体现了资本深化的程度,能够直观体现出产品的技术密集型特征。资本深化程度的合理加深能够推动我国的经济发展模式从粗放型向集约型转变,有利于促降碳排放。另一方面,相关约束机制虽然对部分资本存量具有“挤出效应”,但也相应地引导剩余资本从污染密集型行业转向清洁生产型行业,能够优化资源配置,是对资本深化固有模式的革新(宋德勇和赵菲菲,2018),加强了技术选择效应,有利于推动企业开展绿色生产活动,减少生产行为对环境造成的不利影响,进而表现出抑制碳排放增长的结果。第三,财政扶持效应。政府的财政支持是企业投身节能减排技术研发的重要动力,也是降低碳排放的资金保障。《规划》指出政府财政资金需要更多地向资源型城市倾斜,强调政府投资在引导生产要素向接续替代产业集聚方面的重要作用,主张把产业项目更多地布局到资源型城市。因此,在《规划》的实施下,政府对产业园区的投资行为能够向投资者释放利好信号,促进产业集聚。产业集聚所产生的经济集聚效应能够促进要素之间的优化配置与信息交流(计小青和乔越,2018),减少信息不对称和因生产活动所导致的负外部性。政府财政资金不仅缓解了资源型城市的财政压力,有益于提高城市生产率和资源利用效率(胡彬和余子然,2021),还在一定程度上减轻了企业的创新压力,分担部分资金难以收回的风险,提升企业改进低碳技术的主动性。此外,政府环保支出力度的加大能够使社会、企业重视环境保护,促进低碳产品的研发与使用,进而促降碳排放。第四,生活质量效应。环境污染严重威胁人体健康,阻碍劳动生产率的提升与居民收入的增加,降低人才吸引力,不利于城市良性发展(Chang 等,2016)。通过设定城镇与农村的“居民人均可支配收入”和“城镇登记失业率”等民生指标以及“单位国内生产总值能源消耗降低”和“主要污染物排放总量减少”等环境指标,《规划》有利于加强对资源型城市环境的约束与监管,倒逼企业进行清洁生产,改善当地环境质量,增加居民从环境中获取的福利,提升城市的人才吸引力,促进经济的高质量发展,进而推动整体收入水平的提高。伴随着生活质量的提升,居民的消费观念逐步转变,低碳消费意识逐渐增强。居民在生活中更倾向使用绿色环保产品以代替高碳、高能耗产品(Salim 等,2017),有利于促降碳排放。因此,本文提出如下假说:

假说 2:《规划》能够通过产业协调效应、技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应显著地促降碳排放。

三、研究设计

(一)模型设立

双重差分法(*difference in difference, DID*)能够较好地识别政策实施效应,并在一定程度上解决内生性问题,在政策评估领域得到了广泛应用。因此本文使用 *DID* 模型探究《规划》实施后对碳排放的政策效果。鉴于数据的可得性,本文把 2013 年国务院颁布的《规划》中 115 个资源型城市作为实验组,其余的非资源型城市作为控制组,考察两组在《规划》实施前后是否具有显著差异,具体模型设立如下:

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 did_{it} + \beta_2 X_{it} + \alpha_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

其中, y_{it} 表示被解释变量。 did_{it} 为核心解释变量,是《规划》实施年份与是否为资源型城市的交乘项, β_1 是本文重点关注的系数,如果 $\beta_1 > 0$, 代表《规划》对碳排放具有提升作用,如果 $\beta_1 < 0$, 代表《规划》能够减少区域的碳排放。 X_{it} 表示一系列的控制变量。 α_i 为城市固定效应, λ_t 为年份固定效应。

(二)变量说明与数据来源

1. 被解释变量。二氧化碳排放量为本文的被解释变量。碳排放量的计算参考 Chen 等(2020)的做法,使用 *PSO-BP* 神经网络算法对 *DMSP/OLS* 和 *NPP/VIIRS* 卫星影像的尺度进行统一。将基于夜间灯光数据的省际能源碳排放拆分至县域层面,进而通过加总至城市层面得到中国 285 个地级市的二氧化碳排放量。^①

2. 核心解释变量。《规划》颁布的年份与是否为资源型城市的交乘项即为本文的核心解释变量。由于《规划》于 2013 年 11 月颁布,考虑到政策实施的滞后性,对资源型城市自 2014 年起赋值为 1,对非资源型城市都赋值为 0。

3. 控制变量。参考现有文献,本文对以下因素予以控制:消费水平(金晓彤和黄蕊,2017)、工业化水平(秦蒙等,2016)、人口密度(袁华锡等,2019)、市场化水平(蒋殿春和张宇,2008)、对外开放程度(朱金鹤和王雅莉,2018)、基础设施和语言多样性(李光勤等,2017)。

4. 机制变量。机制变量包括产业协调效应(韩永辉等,2017)、技术选择效应(毛丰付等,2012)、财政扶持效应和生活质量效应。

5. 数据来源。本文选取 285 个地级市 2003—2018 年的面板数据进行分析。上述变量主要来源于《中国城市统计年鉴》和各省份统计年鉴,语言多样性的原始数据来自《中国语言地图集》和《汉语方言大词典》。缺失值统一采用插值法补齐。核心解释变量的数据根据 2013 年国务院出台的《规划》整理得出。^②相关变量的描述性统计如表 1 所示。

表 1 各变量描述性统计

变量	变量名称	变量定义	均值	标准差
co_2	碳排放量	基于夜间灯光数据计算得到	25.2825	23.2154
did	政策变量	《规划》颁布的年份与是否为资源型城市的交乘项	0.1261	0.3320
$consume$	消费水平	社会消费品零售总额占 GDP 的比重	35.4496	10.0740

① 具体方法为:首先,参考联合国政府间气候变化专门委员会(*IPCC*)发布的“2006 年气专委国家温室气体清单指南”,估算中国省级二氧化碳排放量。其次,鉴于省级碳排放与夜间灯光数据的非线性关系,本文使用 *PSO-BP* 神经网络算法对其进行测算,输入参数为 *DN* 值、相同虚拟变量与年份之和,输出参数为各省份的碳排放量,从而建立各省碳排放量和夜间光照数据(即 *DN* 值之和)之间的关系,并将 *DN* 值的总和作为估算县级碳排放的替代值。最后将其加总至地级市层面,得到 285 个地级市的碳排放数值。

② 详见国务院于 2013 年 11 月 12 日颁布的《全国资源型城市可持续发展规划(2013—2020 年)》。

续表 1 各变量描述性统计

变量	变量名称	变量定义	均值	标准差
<i>industry</i>	工业化水平	工业生产总产值占 GDP 的比重	130.9712	69.2844
<i>pop</i>	人口密度	地区总人口占该地行政土地面积的比重	425.0919	327.4034
<i>market</i>	市场化水平	私营从业人员占总就业人数的比重	45.3488	13.8280
<i>fdi</i>	对外开放程度	外商直接投资占 GDP 的比重	2.0541	2.3309
<i>infrastructure</i>	基础设施	地区城市道路面积占地区总人口的比重	10.9478	8.1530
<i>fangyan</i>	语言多样性	本城市所拥有的方言种类	1.3263	0.6060
<i>rational</i>	产业协调效应	产业结构合理化指标	-313.0461	713.6192
<i>tech</i>	技术选择效应	资本存量占劳动力总量的比重	10.0200	5.8106
<i>gov</i>	财政扶持效应	政府财政支出占 GDP 的比重	16.4673	9.9908
<i>lnincome</i>	生活质量效应	以 2000 年为基期的城镇居民人均可支配收入实际值的对数	9.4124	0.4881

四、实证分析

(一) 平行趋势检验

双重差分法的使用前提是实验组和控制组在政策实施之前不存在显著差异,即通过平行趋势检验。而动态效应检验要求在政策实施之后,实验组和控制组存在明显差异。借鉴张华和冯烽(2019)的做法,将政策前一年作为基准年份进行验证,结果如图 1 所示。在《规划》实施之前,处理效应的系数值位于 0 值附近,表明两个小组不存在明显差异,平行趋势检验通过。在《规划》实施之后,处理效应的系数值在政策实施当年及之后都表现出显著的特征,说明《规划》对碳排放具有明显的作用。

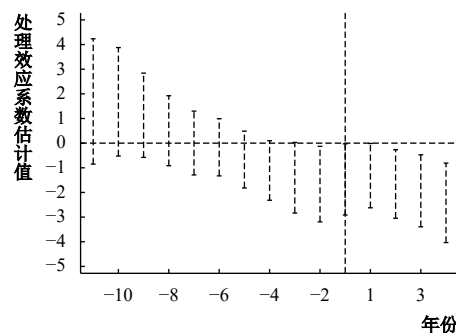


图 1 平行趋势检验

(二) 基准回归

为了研究《规划》对碳排放的影响,本文使用双重差分法进行估计,回归结果见表 2。《规划》的系数在整体上为负,表明《规划》对城市的碳排放具有促降作用。以模型(4)为基准,在其他变量保持不变的情况下,与非资源型城市相比,资源型城市的碳排放约降低 1.5892 个单位。资源型城市可以通过财政扶持、技术进步等方式调整产业结构、发展节能减排技术,提升锁定突破能力,假说 1 得以验证。

表 2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>did</i>	-0.3458(-0.4030)	0.1168(0.2644)	-4.0809***(-3.6843)	-1.5892***(-5.0282)
<i>consume</i>	0.1747*** (5.1031)	0.1494*** (7.6850)	0.0613(1.6029)	-0.0150(-0.7604)
<i>industry</i>	0.0183*** (3.6708)	0.0339*** (3.8477)	-0.0063(-1.1851)	-0.0042*(-2.2415)
<i>pop</i>	0.0226*** (8.6395)	0.0442*** (6.5330)	0.0234*** (9.1261)	0.0145*** (3.5478)
<i>market</i>	-0.0664*** (-3.1876)	0.0979*** (6.7407)	-0.1673*** (-7.5646)	-0.0213*** (-2.4090)
<i>fdi</i>	0.5832*** (3.5844)	-0.5993*** (-5.8605)	1.1191*** (6.2370)	-0.1637* (-1.7925)
<i>infrastructure</i>	0.8155*** (13.6049)	0.5227*** (5.3071)	0.6920*** (11.6352)	0.2525*** (3.1531)

续表 2 基准回归结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>fangyan</i>	2.0265***(4.4919)	30.6401***(5.0746)	2.2209***(5.0132)	49.3963***(11.5999)
常数项	-2.6928**(-1.9627)	-39.9283***(-5.6496)	-2.7303*(-1.7091)	-50.0143***(-10.7174)
年份效应			控制	控制
城市效应		控制		控制
<i>N</i>	4560	4560	4560	4560
<i>R</i> ²	0.2511	0.9296	0.2871	0.9522

注：***、**和*分别表示 1%、5% 和 10% 的显著性水平，括号内的是 *t* 值，下表同。

(三)稳健性检验

为了验证上述基准回归结果的合理性，本文进一步采用如下方式进行稳健性检验。

1. 安慰剂检验。借鉴宋弘等(2019)的做法，首先，随机产生一个资源型城市名单，形成虚假的 $\hat{\beta}$ 。并重复该过程 1000 次，得到 1000 个虚假的 $\hat{\beta}$ 。如果虚假的 $\hat{\beta}$ 为 0，表明虚假的估计变量尚未对最终结果产生影响，即不存在其他能够影响回归结果的因素。如图 2 所示，虚假的 $\hat{\beta}$ 位于 0 值附近并且服从正态分布，表明安慰剂检验通过。

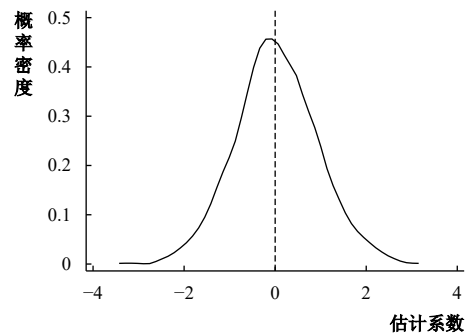


图 2 安慰剂检验

2. 更换被解释变量。本文参考韩峰和谢锐(2017)的做法，更换了城市碳排放的数据。具体计算公式如下：

$$I = C_n + C_p + C_e = \kappa E_n + \gamma E_p + \phi(\eta \times E_e) \quad (2)$$

其中， E_n 、 E_p 和 E_e 分别表示全社会的天然气用量、液化石油气用量和用电量， κ 、 γ 、 ϕ 和 η 分别表示天然气的 co_2 排放系数、液化石油气的 co_2 排放系数、煤电燃料链温室气体排放系数和煤电发电量占总发电量的比例。相关回归结果如表 3 第(1)列所示。《规划》对碳排放仍具有显著地促降作用，表明基准回归结果是稳健的。

表 3 稳健性检验

	更换被解释变量	被解释变量 滞后一期	剔除资源县 所在地级市	剔除异常值	排除其他政策干扰		PSM-DID
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
<i>did</i>	-0.0694*** (-2.9397)	-0.1652* (-1.8236)	-0.7993** (-2.3275)	-1.5310*** (-4.7465)	-1.7976*** (-5.8070)	-1.5892*** (-5.0282)	-1.6478*** (-5.2154)
<i>L.co₂</i>		0.8604*** (69.4197)					
<i>co₂usedid</i>					-2.6813*** (-4.1227)		
<i>airpollutedid</i>						-1.7684 (-1.2107)	
常数项	8.7099*** (39.8990)	-7.2650*** (-3.4114)	-54.1461*** (-12.3919)	-49.3973*** (-10.5612)	-49.8232*** (-10.8072)	-48.2459*** (-11.7249)	-48.1924*** (-10.0646)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制

续表 3 稳健性检验

	更换被解释变量	被解释变量 滞后一期	剔除资源县 所在地级市	剔除异常值	排除其他政策干扰		PSM-DID
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
城市效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	4 560	4 275	3 632	4 560	4 560	4 560	4 496
<i>R</i> ²	0.9400	0.9961	0.9525	0.9516	0.9525	0.9522	0.9457

3. 被解释变量滞后一期。考虑到上一期的碳排放可能通过《规划》的政策效应影响到本期的碳排放,因此本文将上一期的碳排放作为解释变量纳入基准模型进行回归,估计结果如表 3 第(2)列所示。《规划》的回归系数显著为负,验证了基准回归结果的稳健性。

4. 剔除资源县所在地级市。《规划》中涉及的资源型城市涵盖地级市、县级市、县(自治县、林区)和市辖区(开发区、管理区)。为了排除控制组中资源县等的干扰,本文借鉴石大千等(2018)的做法,删除控制组包含的资源县所在地级市,重新进行回归,估计结果见表 3 第(3)列所示。在剔除资源县所在地级市的样本后,《规划》仍能显著地促降碳排放,证明了回归结果的稳健性。

5. 排除异常值干扰。为了排除变量的异常值可能对估计结果产生的影响,本文对低于 5% 和高于 95% 分位的控制变量分别用 5% 和 95% 分位进行替换,相应结果如表 3 第(4)列所示。《规划》能够显著地促降碳排放,证明了估计结果是稳健的。

6. 排除其他政策干扰。由于碳排放交易权政策和大气污染防治政策都对碳排放予以约束,使得《规划》的碳减排效果可能受到这两个政策的影响,易导致该政策效应的估计存在偏误。因此本文分别将碳排放交易权政策与实施时间的交乘项(*co₂usedid*)、大气污染防治政策与实施时间的交乘项(*airpollutedid*)作为控制变量,估计结果如表 3 第(5)列和第(6)列所示。在考虑上述政策后,《规划》仍对碳排放具有显著地促降作用,表明了回归结果的稳健性。

7. PSM-DID。为了进一步降低资源型城市与非资源型城市的系统性偏差,本文采用 PSM-DID 的方法进行检验,估计结果如表 3 第(7)列所示。《规划》的系数值在 1% 的显著性水平上显著为负,与基准回归结果基本一致,证明了估计结果的稳健性。

五、机制分析

基准回归结果表明《规划》能够显著地促降碳排放,因而本文进一步探究《规划》促降碳排放的具体路径。上文理论机制部分提出的假设认为,《规划》能够通过产业协调效应、技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应的途径对碳排放产生作用。为了验证该假设的合理性,本文构建如下模型:

$$M_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 did_{it} + \sum_{i=1}^N b_j x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

$$y_{it} = \beta_0 + \beta_1 M_{it} + \sum_{i=1}^N b_j x_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

其中, M_{it} 为机制变量,包括产业协调效应、技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应,式(3)验证了《规划》对机制变量的影响,式(4)检验了机制变量对碳排放的作用。具体估计结果见表 4。

表 4 《规划》对资源型城市碳排放的机制分析

	<i>rational</i>	<i>co₂</i>	<i>tech</i>	<i>co₂</i>	<i>gov</i>	<i>co₂</i>	<i>lnincome</i>	<i>co₂</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
<i>did</i>	0.1242** (2.0963)		1.0035*** (7.2046)		0.7849*** (2.8766)		0.0371*** (4.2618)	
<i>rational</i>		0.1744 (1.6114)						
<i>tech</i>				-0.2817*** (-5.6032)				
<i>gov</i>						-0.1579*** (-2.6640)		
<i>lnincome</i>								-1.8164** (-2.3889)
常数项	4.7655** (2.1638)	-51.2485*** (-10.9506)	79.8754*** (30.9061)	-27.8423*** (-4.4635)	-3.9894** (-2.0634)	-51.0109*** (-11.0941)	8.5403*** (31.7193)	-34.8828*** (-4.7562)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	4 560	4 560	4 560	4 560	4 560	4 560	4 560	4 560
<i>R</i> ²	0.1714	0.9520	0.8774	0.9526	0.7783	0.9530	0.9368	0.9521

在产业协调效应方面,表 4 第(1)列显示《规划》能够提升产业结构的合理化程度。第(2)列表明产业结构的协调尚未对碳排放具有明显影响。《规划》提出大力培育和发展接续替代产业,鼓励环保产业的发展,有利于提高产业结构发展的协调性。然而,当前我国以煤炭为主的能源结构在短期内难以改变,高度依赖资源开采与加工的资源型城市发展模式存在固化现象,突破“路径依赖”的难度较大。虽然《规划》促使产业结构朝绿色化方向发展,但其碳减排效应大多被高碳发展模式的负面影响所抵消,因而当前产业协调效应难以发挥对碳排放的促降作用。

在技术选择效应方面,表 4 第(3)列中,《规划》对技术选择具有积极的促进作用。第(4)列中,技术选择显著地促降了碳排放。《规划》主张加强资源节约利用并发展深加工产业。这有益于推动资源型城市将更多的资本投入到技术升级与产业结构优化中,加强资本深化的程度,提高经济发展的集约性,促进清洁生产和环境保护。因此,《规划》通过加强资本深化显著促降碳排放。

在财政扶持效应方面,表 4 第(5)列中《规划》的系数显著为正,说明《规划》提升了地方政府对资源型城市的资金扶持力度,第(6)列中财政扶持的系数显著为负,表明政府对城市的财政支持有助于促降碳排放。《规划》强调政府需要重点关注资源型城市的发展,并给予其更多的优惠与资金补贴。当前资源型城市的高碳发展模式严重阻碍了城市在技术、产业上的革新与优化。而政府的财政支持能够为打破资源型城市的路径依赖提供外部动力,减轻城市在突破“锁定困境”上的资金压力,进而推动城市的绿色可持续发展。因此,《规划》通过提升财政扶持力度显著地促降碳排放。

在生活质量效应方面,根据表 4 第(7)列和第(8)列的结果可知,《规划》的实施能够提升居民的生活质量,居民生活质量的提高又有助于减少碳排放。《规划》旨在引导资源型城市转变经济发展方式,提高可持续发展水平。通过提高环境规制准入门槛、限制污染物排放量等方式迫使企业应用低碳技术和进行清洁生产,环境质量有所改善,进而提升了该地的人才吸引力,居民整体收入水平也得到提高。随着生活质量的提升,居民更加关注自身行为对环境的影响,消费理念日益低碳化,从而有利于降低碳排放。因此,《规划》通过提高生活质量显著地促降碳排放。

综上所述,《规划》能够通过技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应三条路径促降碳排放,但产业协调效应对碳排放的影响尚不明显。因而假说2得到部分验证。

六、异质性分析

本文进一步分析《规划》对碳排放的异质性影响。地理位置、创新驱动因素以及资源型城市的发展阶段和资源种类都会影响《规划》对碳排放的作用。因此本文对上述问题进行分析,具体回归结果见表5。

表5 异质性分析

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
<i>did</i>	-1.5236*** (-4.8553)	-1.4262*** (-4.6008)	-2.3408*** (-6.9268)	-1.8508*** (-4.1764)	16.2232*** (6.1745)	13.4342*** (6.0337)
<i>did</i> × <i>mid</i>	0.6842 (0.8262)					
<i>did</i> × <i>west</i>	7.0034*** (6.1180)					
<i>did</i> × <i>north</i>		7.2222*** (6.0333)				
<i>did</i> × <i>lowtech</i>			1.3243*** (3.4966)			
<i>did</i> × <i>lowhuman</i>				0.3309 (0.7180)		
<i>did</i> × <i>mature</i>					-4.9537*** (-4.0416)	
<i>did</i> × <i>declining</i>					-7.0056*** (-5.6685)	
<i>did</i> × <i>reborn</i>					-0.9698 (-0.6582)	
<i>did</i> × <i>metallurgy</i>						-2.6205*** (-4.0627)
<i>did</i> × <i>petroleum</i>						-1.4134** (-2.4559)
<i>did</i> × <i>forest</i>						-3.0062*** (-3.3883)
常数项	-49.2860*** (-10.5777)	-47.5675*** (-9.2833)	-50.1408*** (-10.7716)	-49.9319*** (-10.7119)	110.5335*** (9.9333)	118.5025*** (10.5176)
控制变量	控制	控制	控制	控制	控制	控制
年份效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
城市效应	控制	控制	控制	控制	控制	控制
<i>N</i>	4 560	4 560	4 560	4 560	1 840	1 840
<i>R</i> ²	0.9532	0.9535	0.9523	0.9522	0.9335	0.9305

(一)分东、中、西部的区域异质性

改革开放以来,东部地区凭借优越的地理位置促使经济实现长效发展,其发展基础远远高于中部、西部地区。近年来“中部崛起”“西部大开发”等政策的实施虽然在一定程度上缓解了地区间发展差距继续扩大的趋势,但目前区域间仍存在较大差距。因此本文将城市划分为东部、中部、西部城市,以东部城市作为基准组(*did*),中部和西部城市分别与其进行交乘(*did*×*mid*和*did*×*west*)并纳入基准模型进行回归,估计结果如表5第(1)列所示。

《规划》在东部城市的系数显著为负,表明《规划》在东部地区具有明显的碳减排效应。相比于东部城市,《规划》在中部和西部城市的系数变化表明这两个地区对碳排放的增加存在不同程度的促进作用。相对发达的东部地区在资金、技术、人才等方面具有先天优势,为产业的转型升级提供了重要条件,高新技术产业和现代服务业的发展使得当地的碳排放不断减少。中部地区工业基础雄厚,第二产业比重较大,其产生的污染部分抵消了来自东部地区在知识、技术等方面的“外溢效应”。西部地区是东部和中部地区重污染产业转移的主要阵地,转移的高污染企业也成为促进当地经济发展的主要源头,减排工作的推进难度较大,导致《规划》难以发挥碳减排效果。

(二)分南、北方的区域异质性

由于存在气候差异,相比于南方,北方地区冬季供暖所产生的燃煤行为可能会影响该区域的碳排放。为了进一步考察南北方的差异性是否会影响《规划》作用于碳排放的方向,本文将样本分为南方和北方地区,以南方地区作为基准组(did),将北方地区与其进行交乘($did \times north$),再纳入基准模型进行回归,估计结果如表5第(2)列所示。

在南方地区,《规划》的系数在1%的显著性水平上显著为正,说明《规划》能够显著地促进南方地区的碳排放。相对于南方地区,北方地区的《规划》系数的变化程度表现出其能够显著提高碳排放。南方地区的发展依托于对资本、创新要素的融合,对资源的依赖相对较小。北方地区的煤炭、钢铁等传统工业占比较大,环境污染严重。且冬季来自于燃烧煤炭的供暖行为也加剧了环境污染,导致现阶段《规划》在北方地区难以发挥碳减排效应。

(三)分不同程度的创新驱动异质性

科技要素、人才要素是城市创新的重要支撑,是推动我国经济实现高质量发展的重要因素。为了考察不同程度的科技投入、人力资本下《规划》对碳排放的影响是否不同,本文使用政府在科技上的财政支出来表示科技投入,使用每万人在校大学生数来衡量人力资本,并将科技投入、人力资本分为高、低两个阶段。首先把高水平的科技投入作为基准组(did),将低水平科技投入与其进行交乘($did \times lowtech$),并纳入基准模型进行回归。其次,把高水平的人力资本视为基准组(did),将低水平的人力资本与其交乘($did \times lowhuman$),再次进行相应回归。相关结果如表5所示第(3)列和第(4)列所示。

在高水平的科技投入下,《规划》对碳排放具有明显的降低作用。相比于高水平的科技投入,在低水平科技投入下,《规划》能够显著地增加碳排放。这表明科技投入越多,节能减排技术的更新能力越强,越有助于降低区域碳排放。当人力资本较为丰富时,《规划》具有明显的碳减排效应。而相比于丰富的人力资本,在匮乏的人力资本下,《规划》的碳减排效应有所削弱。说明高素质人才的集聚更有助于促降区域的碳排放。

(四)分不同发展阶段的城市异质性

由于资源型城市不同发展阶段的资源相关产业占GDP的比重存在差异,资源禀赋的变化可能会影响《规划》对碳排放的作用。因此本文根据《规划》将资源型城市分为成长型、成熟型、衰退型和再生型。以成长型作为基准组(did),将成熟型、衰退型和再生型资源城市分别与其进行交乘(具体变量分别为 $did \times mature$ 、 $did \times declining$ 和 $did \times reborn$)。回归结果见表5第(5)列。

在成长型资源城市,《规划》对碳排放具有显著的促进作用。相比于成长型资源城市,成熟型、衰退型资源城市的系数变化表明《规划》在这些城市削弱了碳排放的增长,且衰退型资源城市的削弱作用更为明显。成长型资源城市的资源开发处于初级阶段,开发强度大但资源利用效率低,城市发展缺乏合理规划,污染物的排放标准较为宽松等都助长了碳排放的增加。成熟型资源城市的资源开发呈现稳定状态,经济发展水平较高,对环境问题的重视程度提高。衰退型资源

城市的资源日益枯竭,资源产业占比逐渐下降。面临转变经济发展方式的迫切问题,亟需协调经济发展与环境保护之间的关系。因此相比于成长型资源城市,《规划》在成熟型和衰退型资源城市对碳排放具有一定的促降作用。而再生型资源城市摆脱了对资源的依赖,经济发展步入良性循环,使得其碳减排空间较小,因而表现出《规划》对碳减排不具有明显影响的结果。

(五)分不同资源类型的城市异质性

不同资源种类下资源型城市在资源禀赋、产业构成、转型道路等方面具有差异性。为了探究《规划》对不同资源类型城市碳排放的具体影响,本文参考 Zeng 等(2016)和孙天阳等(2020)的划分方法,将资源型城市的资源种类分为煤炭、冶金、石油和其他、森林工业。把煤炭型资源城市作为基准组(*did*),将冶金、石油和其他、森林工业资源型城市分别与其进行交乘(具体变量分别为 $did \times metallurgy$ 、 $did \times petroleum$ 和 $did \times forest$),并进行相应回归。估计结果如表 5 第(6)列所示。

就煤炭类型资源城市而言,《规划》能够显著地提升碳排放。相比于煤炭类型资源城市,《规划》在冶金、石油和其他、森林工业类型的资源城市中能够在一定程度上阻碍碳排放的增加,其中森林工业类型资源城市的促降作用最大。煤炭开采和燃煤发电对环境的污染较大,因而煤炭资源型城市的碳排放量较大。与煤炭、金属、石油资源相比,作为可再生资源的林业资源更能在《规划》的指引下提升当地的可持续发展能力,有利于抑制碳排放不断增加的趋势。

七、结论与政策建议

为了评估资源型城市可持续发展政策(即《规划》)对碳排放的影响,本文使用 2003—2018 年我国 285 个城市的数据,采用双重差分法进行相关分析,主要结论如下:首先,《规划》对碳排放具有显著的促降作用,并且通过了一系列稳健性检验;其次,《规划》主要通过增强技术选择效应、财政扶持效应和生活质量效应促降碳排放,但产业协调效应对碳排放并无显著影响;最后,《规划》的碳减排效应在不同城市存在异质性。《规划》能够显著地促降东部地区、南方地区、高水平的科技投入和人力资本积累地区的碳排放。就资源型城市的发展阶段和资源种类而言,衰退型资源城市(相比于成长型资源城市)和森林工业型资源城市(相比于煤炭型资源城市)对碳排放的促降作用更为明显。

基于以上结论,本文提出如下建议:(1)适当提升环境规制的强度,促进产业协调发展,提高其对碳排放的促降作用。中央政府需要设置合适的环境质量目标,通过考核城市环境质量,倒逼地方政府积极解决环境污染问题,降低高污染、高能耗产业的比重,大力推进现代服务业、高新技术产业的发展,加强传统产业与新兴产业的融合发展,促进产业结构的低碳化发展。(2)推动资本深化的发展,强化要素配置能力。提升科技投入水平和人才吸引力,提高生产水平的技术化和资源利用效率,推动技术创新和生产方式的转变,进而降低碳排放。(3)进一步加强对资源型城市的财政支持力度。通过财政投资的方式,引导生产要素向接续替代产业集聚,优化产业结构,弱化资源型城市发展对化石能源的依赖性,为资源型城市打破“路径依赖”提供强有力的资金保障。加大科技投入,提升企业研发和使用低碳技术的主动性,为人才引进、企业技术创新提供良好的社会环境。(4)提高居民的生活质量,促进绿色消费。政府应大力倡导低碳消费方式,强化居民的低碳理念意识。增加清洁能源供应,引导居民更多地使用清洁能源。企业需要加强低碳产品的研发力度和供给能力,共同推动居民消费结构的绿色化转型,进而减少因消费产生的碳排放。(5)重视区域差异,因地制宜地促进资源型城市的绿色可持续发展。今后《规划》应重点关注东部地区、南方地区、高水平的科技投入以及人力资本积累地区、衰退型资源城市和森林工业型资源城市,以便更好地发挥《规划》的碳减排作用。

主要参考文献:

- [1]白雪洁,汪海风,闫文凯. 资源衰退、科教支持与城市转型——基于坏产出动态 SBM 模型的资源型城市转型效率研究[J]. 中国工业经济, 2014, (11): 30-43.
- [2]段存儒,曾贤刚. 中国资源型城市转型对劳动力需求的影响[J]. 自然资源学报, 2021, (3): 606-617.
- [3]郭爱君,胡安军,王祥兵. 资源型经济区产业路径依赖的形成机制、特性与破解[J]. 经济问题探索, 2017, (10): 73-79.
- [4]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, (3): 40-58.
- [5]韩永辉,黄亮雄,王贤彬. 产业政策推动地方产业结构升级了吗?——基于发展型地方政府的理论解释与实证检验[J]. 经济研究, 2017, (8): 33-48.
- [6]胡彬,余子然. 地方财政压力对城市生产率的异质性影响研究: 基于新型城镇化背景的分析[J]. 财经研究, 2021, (6): 139-153.
- [7]胡博伟,周亮,王中辉,等. 干旱区资源型城市绿色经济效率时空分异特征[J]. 资源科学, 2020, (2): 383-393.
- [8]计小青,乔越. 政府干预、资本深化与中国劳动生产率[J]. 当代财经, 2018, (9): 3-14.
- [9]蒋殿春,张宇. 经济转型与外商直接投资技术溢出效应[J]. 经济研究, 2008, (7): 26-38.
- [10]金晓彤,黄蕊. 技术进步与消费需求的互动机制研究——基于供给侧改革视域下的要素配置分析[J]. 经济学家, 2017, (2): 50-57.
- [11]李光勤,曹建华,邵帅. 语言多样性与中国对外开放的地区差异[J]. 世界经济, 2017, (3): 144-168.
- [12]李虹,邹庆. 环境规制、资源禀赋与城市产业转型研究——基于资源型城市与非资源型城市的对比分析[J]. 经济研究, 2018, (11): 182-198.
- [13]毛丰付,潘加顺. 资本深化、产业结构与中国城市劳动生产率[J]. 中国工业经济, 2012, (10): 32-44.
- [14]秦蒙,刘修岩,全怡婷. 蔓延的城市空间是否加重了雾霾污染——来自中国 PM_{2.5} 数据的经验分析[J]. 财贸经济, 2016, (11): 146-160.
- [15]尚勇敏,曾刚,倪外,等. 中国典型城市经济增长方式的特征与选择[J]. 经济与管理研究, 2015, (2): 3-10.
- [16]申伟宁,柴泽阳,张舒. 产业协同集聚的工业污染减排效应研究——基于长三角城市群的实证分析[J]. 华东经济管理, 2020, (8): 84-94.
- [17]石大千,丁海,卫平,等. 智慧城市建设能否降低环境污染[J]. 中国工业经济, 2018, (6): 117-135.
- [18]宋德勇,赵菲菲. 环境规制、资本深化对劳动生产率的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, (7): 158-166.
- [19]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.
- [20]宋马林,金培振. 地方保护、资源错配与环境福利绩效[J]. 经济研究, 2016, (12): 47-61.
- [21]宋敏,刘学敏, Nelson N T. 资源型城市财源建设的风险识别与制度优化路径——以陕西省延安市为例[J]. 中国软科学, 2016, (10): 62-70.
- [22]孙天阳,陆毅,成丽红. 资源枯竭型城市扶持政策实施效果、长效机制与产业升级[J]. 中国工业经济, 2020, (7): 98-116.
- [23]孙秀梅,王格,董会忠,等. 基于 DEA 与 SE-SBM 模型的资源型城市碳排放效率及影响因素研究——以全国 106 个资源型地级市为例[J]. 科技管理研究, 2016, (23): 78-84.
- [24]王书斌,徐盈之. 环境规制与雾霾脱钩效应——基于企业投资偏好的视角[J]. 中国工业经济, 2015, (4): 18-30.
- [25]汪涛,张志明,禹湘,等. 资源型城市的可持续发展路径——以太原市创建国家可持续发展议程示范区为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, (3): 24-32.
- [26]王兴民,吴静,王铮,等. 中国城市 CO₂ 排放核算及其特征分析[J]. 城市与环境研究, 2020, (1): 67-80.

- [27]熊娜,宋洪玲,崔海寿.产业协同融合与碳排放结构变化——东盟一体化经验证据[J].*中国软科学*,2021,(6):175-182.
- [28]袁华锡,刘耀彬,胡森林,等.产业集聚加剧了环境污染吗?——基于外商直接投资视角[J].*长江流域资源与环境*,2019,(4):794-804.
- [29]张华.“绿色悖论”之谜:地方政府竞争视角的解读[J].*财经研究*,2014,(12):114-127.
- [30]张华,丰超.创新低碳之城:创新型城市建设的碳排放绩效评估[J].*南方经济*,2021,(3):36-53.
- [31]张华,冯烽.绿色高铁:高铁开通能降低雾霾污染吗?[J].*经济学报*,2019,(3):114-147.
- [32]张华明,元鹏飞,朱治双.中国城市人口规模、产业集聚与碳排放[J].*中国环境科学*,2021,(5):2459-2470.
- [33]张维阳,段学军,于露,等.现代工业型与传统资源型城市能源消耗碳排放的对比分析——以无锡市与包头市为例[J].*经济地理*,2012,(1):119-125.
- [34]张先锋,韩雪,吴椒军.环境规制与碳排放:“倒逼效应”还是“倒退效应”——基于2000~2010年中国省际面板数据分析[J].*软科学*,2014,(7):136-139.
- [35]郑加梅.环境规制产业结构调整效应与作用机制分析[J].*财贸研究*,2018,(3):21-29.
- [36]钟茂初,李梦洁,杜威剑.环境规制能否倒逼产业结构调整——基于中国省际面板数据的实证检验[J].*中国人口·资源与环境*,2015,(8):107-115.
- [37]朱金鹤,王雅莉.创新补偿抑或遵循成本?污染光环抑或污染天堂?——绿色全要素生产率视角下双假说的门槛效应与空间溢出效应检验[J].*科技进步与对策*,2018,(20):46-54.
- [38]Auty R M. Sustaining development in mineral economies: The resource curse thesis[M]. London: Routledge, 1993.
- [39]Chang T, Zivin J G, Gross T, et al. Particulate pollution and the productivity of pear packers[J]. *American Economic Journal: Economic Policy*, 2016, 8(3): 141-169.
- [40]de Longueville F, Zhu Y J, Henry S. Direct and indirect impacts of environmental factors on migration in Burkina Faso: Application of structural equation modelling[J]. *Population and Environment*, 2019, 40(4): 456-479.
- [41]Hou Y L, Long R Y, Chen H, et al. Research on the sustainable development of China's coal cities based on lock-in effect[J]. *Resources Policy*, 2018, 59: 479-486.
- [42]Ma Y F, Yan J J, Sha J H, et al. Dynamic simulation of the atmospheric environment improved by a focus on clean energy utilization of resource-based cities in China[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2018, 192: 396-410.
- [43]Martinus K. Regional development in a resource production system: Long distance commuting, population growth, and wealth redistribution in the Western Australia Goldfields[J]. *Geographical Research*, 2016, 54(4): 420-432.
- [44]Mitchell C J A, O'Neill K. Tracing economic transition in the mine towns of northern Ontario: An application of the “resource-dependency model” [J]. *The Canadian geographer*, 2016, 60(1): 91-106.
- [45]Romanelli E, Khessina O M. Regional industrial identity: Cluster configurations and economic development[J]. *Operations Research*, 2005, 46(4): 344-358.
- [46]Salim R, Yao Y, Chen G S. Does human capital matter for energy consumption in China?[J]. *Energy Economics*, 2017, 67: 49-59.
- [47]Sinn H W. Public policies against global warming: A supply side approach[J]. *International Tax and Public Finance*, 2008, 15(4): 360-394.
- [48]Zeng L J, Wang B C, Fan L, et al. Analyzing sustainability of Chinese mining cities using an association rule mining approach[J]. *Resources Policy*, 2016, 49: 394-404.

The Impact of Sustainable Development Policy of Resource-based Cities on Carbon Emissions

Zhang Yan¹, Zheng Heyun¹, Ge Liming²

(1. School of Economics, Xinjiang University of Finance & Economics, Urumqi 830013, China; 2. School of Urban and Regional Sciences, Shanghai University of Finance and Economics, Shanghai 200433, China)

Summary: Under the background of carbon peak and carbon neutralization in the new period of China, the sustainable development of resource-based cities has become increasingly important for breaking through the effect of “carbon lock-in”. The effect of the sustainable development of resource-based cities on carbon emissions is related to the effect of the economic green transformation of resource-based cities. Therefore, based on the panel data of 285 cities in China from 2003 to 2018, this paper uses the DID method to test the impact of sustainable development policy on carbon emissions in resource-based cities, and explores the specific path of the policy on carbon emissions from the perspectives of industrial coordination, technology selection, financial support and residents’ quality of life.

This paper draws the following conclusions: First, the sustainable development policy of resource-based cities can significantly reduce carbon emissions. Second, the policy can curb carbon emissions by optimizing technology selection, enhancing financial support and improving quality of life, but the impact of industrial coordination on carbon emissions is not obvious. Third, the heterogeneity analysis shows that the eastern region, the southern region and the high level of science and technology investment and human capital accumulation have a more significant carbon emission reduction effect, the carbon emission reduction effect of resource-based cities in declining is more obvious than that of growing cities, and the carbon emission reduction effect of resource-based cities of the forest industry is more obvious than that of coal cities. Therefore, the following suggestions are put forward: First, the government should enhance appropriately the intensity of environmental regulation, promote industrial coordination and capital deepening development, and strengthen financial support for resource-based cities, so as to enhance residents’ quality of life and improve the impact on carbon emissions. Second, the government should attach importance to regional differences and promote the green and sustainable development of resource-based cities according to local conditions.

This paper tries to make contributions in the following aspects: First, the policy is regarded as a quasi-natural experiment, and the DID method is used to analyze the impact of the policy on the carbon emissions of resource-based cities, providing new evidence for the impact of the policy on carbon emissions. Second, in terms of theoretical mechanism, the impact of the policy on carbon emissions is firstly explored from the perspectives of industrial structure and policy support, and further studied from the perspectives of technology selection and residents’ quality of life, focusing on the transmission channels of the policy on carbon emissions. Third, on the basis of geographical location and innovation-driven characteristics, this paper expands to simultaneously investigate the development stages and resource types of resource-based cities, comprehensively explore the differences in the policy effect, and point out the focus of the green development of resource-based cities in the future.

Key words: carbon peak; carbon neutralization; resource-based cities; carbon emissions; DID method

(责任编辑 顾 坚)