

双碳目标下低碳试点政策对于长三角城市绿色技术创新影响研究

于先新

上海工程技术大学, 上海

收稿日期: 2022年12月19日; 录用日期: 2023年1月13日; 发布日期: 2023年1月20日

摘要

绿色低碳发展理念是实现中国社会经济高质量发展的重要前提, 而绿色创新技术是实现传统经济发展过渡到低碳经济健康发展的重要推动力。本文基于长三角三省一市的面板数据, 利用双重差分模型(DID)从城市绿色创新技术角度对试点政策进行评估。经过评估发现, 长三角地区的低碳试点政策确实提升了该地区的绿色技术创新水平。不仅如此, 长三角地区内部城市之间较高的经济发展水平在低碳试点政策下的绿色技术创新更具优势。地方政府积极引导也有助于绿色创新水平的提升。

关键词

低碳, 长三角地区, 绿色技术创新, 双重差分模型

Research on the Impact of Low-Carbon Pilot Policies on Green Technology Innovation in Cities in the Yangtze River Delta under the Dual Carbon Goals

Xianxin Yu

Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Dec. 19th, 2022; accepted: Jan. 13th, 2023; published: Jan. 20th, 2023

Abstract

The concept of green and low-carbon development is an important prerequisite for achieving

文章引用: 于先新. 双碳目标下低碳试点政策对于长三角城市绿色技术创新影响研究[J]. 应用数学进展, 2023, 12(1): 124-131. DOI: 10.12677/aam.2023.121015

high-quality social and economic development in China, and green innovation technology is an important driving force for the transition from traditional economic development to the healthy development of low-carbon economy. Based on the panel data of three provinces and one city in the Yangtze River Delta, this paper uses the double difference model (DID) to evaluate the pilot policies from the perspective of urban green innovation technology. After evaluation, it is found that the low-carbon pilot policy in the Yangtze River Delta region has indeed improved the level of green technology innovation in the region. Not only that, the higher level of economic development among cities in the Yangtze River Delta region has more advantages in green technology innovation under the low-carbon pilot policy. The active guidance of local governments will also help to improve the level of green innovation.

Keywords

Low Carbon, Yangtze River Delta Region, Green Technology Innovation, Double-Difference Model

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

工业化给一个国家带来经济的快速发展，但同样也伴随着巨大的能源消耗。在全球能源形势日益严峻的大背景下，绿色低碳不可避免地成为可持续发展的主题。而中国作为能源消耗大国，同样也是全球生态文明的参与者，为了更好更快地构建人类命运共同体，中国政府在联合国气候大会上提出“力争在2030年前实现碳达峰，2060年前实现碳中和”，展现了大国在全球能源气候问题下的担当。

实现“碳达峰、碳中和”的“双碳目标”是我国国家层面的重大战略，它不仅是一项生态环境保护工程，更是一项广泛而深入的经济社会变革。这是一项严峻的挑战，不仅时间紧，而且任务重。面对“双碳目标”新形势的需要，构建一个与之相适应的政策体系以在宏观层面支撑“双碳目标”的实现就显得尤为重要。早在2010年，我国便正式启动了涉及五省八市的第一批低碳试点工作，而后又在2012年、2017年以城市为重心展开了第二、第三批试点工作。直至今日，这种政策试点也在全国范围内铺展开来。长三角地区作为中国国民经济的重要组成部分，也是国家各种政策试点尝试的重要承担者，其低碳化程度对全国的低碳化进程有着重要影响，其政策试点的经验也对全国其他地区的低碳化进程有着借鉴意义。

习近平总书记说过，“既要金山银山，也要绿水青山”。而在传统的发展模式下，这个目标是难以企及的。所以推动这一目标实现的，必定是走绿色低碳的发展道路。而这条路要走得通、走得顺，那也必定是通过绿色低碳技术的创新，创新是发展的第一驱动力。相较于传统发展模式的以牺牲环境为代价，绿色技术创新兼顾环境友好与经济效益。长三角的试点城市在资源、人才、发展水平以及地理位置等方面都有着一定优势，而且根据自身特点探索出针对性的绿色发展模式，并制定了支持绿色发展的相关政策。而在这些政策规划中，大多数都明确提出了要通过绿色技术创新来促进低碳城市建设，本文的目的就是为了探寻长三角地区的低碳试点政策对于绿色技术创新的实际影响。

2. 文本回顾

自改革开放以来，尤其是步入新世纪之后，我国国民经济就处在发展的快车道上，经济成就举世瞩目。

目，但过去的经济发展模式处于一种高度依赖对高碳化能源系统的状态。在经过新世纪第一个十年发展之后，中国政府开始将重心逐步转移到发展低碳经济上。中国政府对于低碳政策也正处于探索中的状态。如开始进行碳排放交易政策试点，并测评其对于能源环境效率提升效果如何[1]。张意翔(2021)等人通过 Logistic 模型对绿色创新与气候变化的相关性分析后认为，绿色创新驱动是实现“双碳目标”的重要途径[2]。KH-Lee (2015)等发现要想实现温室气体的减排，就必须通过增强绿色创新能力来实现[3]。而邵帅(2022)等人通过渐近双重差分模型(DID)对已构建的专利引证网络分析后认为，我国高污染行业朝着低碳化转型是低碳试点政策的关键目标之一，进而也需要更深层次的绿色技术的支撑[4]。而董梅(2021)则发现，试点城市的工业产值在地区生产总值中占比越大，则试点政策对于碳排放的控制更为明显[5]。苏涛永(2022)等人通过对低碳城市、创新城市的试点城市进行相关研究之后发现，双试点城市的低碳化效果比单一试点城市的低碳化效果更好，进而认为应该关注试点政策之间的协同效应[6]。

在实现“双碳目标”的过程中，企业作为经济发展的主导力量，自然也是实现“双碳目标”的主体。然而，许多企业并不能够直接看到绿色低碳转型的潜在效益，而且在转换期间的巨大的投资成本会动摇其转型的决心。陶伦康(2011)、张莉(2021)等人认为，应通过特定的税制政策双向调控的作用，促进企业朝着低碳创新转型[7] [8]。政府在税制上调整的目的，不是为了对企业进行惩罚，而是为了促进企业朝着技术创新的方向发展。除了税收政策的调整，政府对于企业的技术创新还出台了对应的补贴政策。张杰(2020, 2021)通过对全国微观企业创新数据进行 OLS 以及 2SLS 估计后发现，政府对于不同所有制类型的企业创新补贴，会产生不同的效果，但在不同分位区间下，政府对于创新的补贴行为对企业的创新投入都会产生显著的“U型”关系激励效应[9] [10]。李晖(2022)等人通过 SBM 模型测算了火电上市企业的绿色全要素生产率并配合双重差分法考察政策对于火电企业的影响后发现，试点政策在短期内并不能通过绿色创新来降低碳排放，反而会带来能源消耗增加的负面效应[11]。

在国家大政方针的大方向下，现今有不少对于低碳试点政策及绿色技术创新的研究，但大多数是将视角放在全国范围内。本文在已有文献的基础上，将视角缩小至长三角的三省一市，探究低碳相关政策对于该地区的绿色技术水平的影响，以便能提供更加精细的参考。

3. 理论分析与研究假设

虽然低碳试点政策对于一个地区的产业合理化的提升并无显著的影响，但是对于地区的产业转型方向有着显著影响，如使促进一个地区的产业的升级[12]，使得产业变得更加“高级”和“绿色”。当然，政府对于企业的环境保护规制和补贴等政策是政府引导地区产业低碳化的主要方式。政府是政策的发布者，企业作为政策的执行者，两者的所处的位置和目的并不完全相同。政府关注的公共效益的最大化，而企业关注的是自身经营效益的最大化，但由于低碳试点政策的存在，企业必定会为了低碳经济转型而努力，进而进行低碳技术创新。“双碳目标”的实现需要政府和企业的合作，而地区的低碳建设，关键就在于能否争取到适合的人力资源、物力资源以及相应的政策资源，这个对于长三角地区更是如此。

3.1. 低碳试点政策对于长三角地区的绿色技术发展的影响分析

长三角的高速发展，还是得益于工业制造能力的高速提升，工业的健康发展离不开充足的能源保障，由于长三角地区的地理环境限制，清洁能源在工业中的占比较低。所以，低碳试点政策的实施，必定会使得相关行业的运行成本增加。由于政策的环境规制，绿色技术创新对于企业来说势在必行。虽然政策的环境规制使得企业的运行成本增加了，但是由于长三角地区经济发展水平高，所以地区对于绿色技术创新的补贴的力度可观，进而使得企业更加有动力进行绿色技术的创新。因而，本文提出假设 H_1 ：长三角地区的低碳试点政策，会使得地区的绿色技术水平提升。

3.2. 长三角地区城市经济发展水平对于绿色技术创新水平的影响

长三角地区的整体发展水平处于全国前列，但是地区内部是存在着发展不平衡的。比如，安徽省相较于江、浙、沪地区就显著落后。而作为长三角地区的“老大哥”江苏，苏南、苏中以及苏北地区发展也有显著不均衡。这些地区之间不同的经济发展水平，必然会影响政府的补贴力度、对于资源要素的获取能力，进而对绿色技术创新水平产生一定的影响。比如经济发展好的苏南地区相较于苏北地区，在财税政策上、相关人才的待遇上更有优势，更容易形成一个良好的绿色创新环境。因此，本文提出假设 H_2 的：长三角地区低碳试点政策实施中，高的经济发展水平更有利于提升地区绿色技术创新水平。

3.3. 长三角地区地方政府的积极引导对于绿色技术创新的影响

我国有关环境保护政策的出台，都是“自上而下”式的。也就是上级政府怎么说，下级政府怎么做。这种往往会展开一种重视前期政策宣传与形式，而忽略后期政策实际落实情况与监管(逮进 2020) [13]。所以，想要真正落实低碳试点政策的实施，就需要地方政府积极参与其中，而不是简单执行上级政府的政令。而地方政府在对于绿色技术创新的态度，也会在很大程度上影响低碳试点政策的实施效果[14]。本文因此提出假设 H_3 ：长三角地区地方政府的积极引导有利于提升绿色技术创新水平。

4. 研究设计

4.1. 模型设定

论文中的低碳试点政策的颁布到目前为止共有三次，所以传统的单时点双重差分方法并不适用，本文采用多时点双重差分的方法来分析长三角地区的低碳试点政策是否促进地方城市绿色技术创新水平。本文以是否实施了试点政策为标准将长三角地区城市划分为实验组和对照组，以此比较城市间低碳试点政策前后绿色技术创新水平的差异。由于低碳试点政策产生的影响属于非随机效应，因而参考了 Gehrsitz (2017) [15]的建模思路，将基准回归模型设定如下：

$$GTI_{it} = \alpha + \beta_1 treated_i + \beta_2 politic_{it} + \beta_3 treated_i \times politic_{it} + \beta_4 X_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

在模型(1)中，被解释变量 GTI_{it} 表示在 t 时期内 i 城市绿色技术创新水平。 $treated_i$ 用以表示地级市是否为低碳试点城市的虚拟变量。若 i 地级市是低碳试点城市，即为实验组，则 $treated_i = 1$ ；若 i 地级市不是低碳试点城市，即为对照组，则 $treated_i = 0$ 。 $politic_{it}$ 则用以表示低碳试点政策实施的虚拟变量，若在 t 时期之后该政策实施了，则 $politic_{it} = 1$ ，若没有实施，则 $politic_{it} = 0$ 。 $treated_i \times politic_{it}$ 则用以表示两个虚拟变量的交互项。应注意模型中的系数 β_3 ，它是衡量低碳试点政策净效应的指标，若该系数显著为正，则代表试点政策对于地区绿色技术创新水平有促进作用。 X_{it} 则用以表示其它能对绿色技术创新水平产生影响的控制变量。 μ_i 、 η_t 、 ε_{it} 则分别代表城市固定效应、时间固定效应以及由随机效应产生的误差项。

4.2. 变量解释与选取

本文选择单个地级市的绿色专利申请量数据作为该市被解释变量(绿色技术创新水平)的衡量指标。绿色专利申请数量相较于绿色专利的授权量，在时延上更具优势，更能及时反映一个城市的在某一时期的绿色技术创新能力。

本文的核心解释变量为低碳试点政策，即 DID 变量。这是城市虚拟变量 $treated_i$ 与政策虚拟变量 $politic_{it}$ 的交互项，即 $treated_i \times politic_{it}$ 。

在控制变量的设置上，本文设置了五个控制变量。城市发展水平($CGDP$)。本文参考了邵帅(2020)的研究[4]，认为城市发展水平对于低碳试点政策的实施效果也具有显著影响。本项采用该市的人均 GDP

取对数作为其城市发展水平的指标。产业结构水平(STR)。邵帅(2020)苏涛永(2022)等学者通过研究发现,地区的产业结构水平对于碳排放量也有显著的影响[6] [13],因而对于低碳试点政策的效果也会有一定程度的影响。本文以该市第二产业总体占比作为其产业结构水平的指标。政府干预程度(GOV)。张杰(2020,2021)通过对政府政策对绿色创新激励的研究发现,政府拥有对于公共资源的调配权,合理适当行政干预,会促进市场的良性发展,否则,则会造成负面影响[9] [10]。本文使用公共财政支出与该地区当年的GDP比值作为政府干预程度的指标。对外开放程度(OFF)。自改革开放以来,国家不断加大对外开放的力度以进一步提升国家竞争力。对外开放可以使得地区在国际竞争之中占有一席之地,本文用地区当年使用外资与其GDP比值作为对外开放程度的指标,该变量的选取参考了邵帅(2020)的研究[4]。科研能力(RC)也是影响地区的绿色技术创新水平的重要因素,孙梦罗(2022)等人的研究发现地区较高的科研水平对绿色创新具有促进作用[16],本项由该市高校数量取对数测度。

考虑到2020年新冠疫情对于社会经济生活产生了较大影响,故而本文选取了2003~2019年长三角地区41个地级市(含上海市)数据。本文的样本数据均来源于国泰安数据库、国家以及地方省市的统计年鉴。主要变量的描述性统计如表1。

Table 1. Descriptive statistics

表1. 描述性统计

变量	变量符号	样本数量	均值	标准差	最小值	最大值
绿色技术创新	GTI	697	5.194	1.831	3.123	9.878
城市虚拟变量	<i>treated</i>	697	0.414	0.223	0	1
政策虚拟变量	<i>politic</i>	697	0.861	0.197	0	1
城市发展水平	$CGDP$	697	11.563	0.794	4.423	12.997
政府干预水平	GOV	697	0.353	0.105	0.241	2.249
对外开放水平	OFF	697	0.015	0.003	0	0.032
科研能力	RC	697	2.011	0.897	0	7.684
产业结构水平	STR	697	0.887	0.079	0.327	0.999

5. 实证分析

5.1. 基准回归

本文根据是否考虑时间固定效应、地区固定效应,组合成为四种情况,利用双向固定效应模型检验低碳试点政策对于长三角地区城市绿色技术创新的影响。根据基准回归计量结果(见表2),可以看出核心解释变量系数显著为正,这表明低碳试点政策会使地区的绿色技术创新水平得到提升,因而假设 H_1 得到证实。同样的,可以从表中得到城市发展水平与城市绿色技术创新水平也呈显著正相关性,因此假设 H_2 也得到了证实。而在其他控制变量中,政府干预水平、对外开放水平、科研能力、产业结构水平平均与城市绿色技术创新有正相关性,但政府干预水平的相关性较弱。

5.2. 稳健性检验

本文对模型(1)进行了稳健性检验。选择了在政策出台前五年进行验证。结果发现,低碳政策试点城市与非试点城市绿色技术创新水平保持相同的趋势,平行趋势检验通过。在随机选择城市作为实验组和控制组进行重复模拟回归的安慰剂检验,以及使用 PSM-DID 方法评估之后,结论均具有一定的稳健性。

Table 2. Baseline regression measurement results
表 2. 基准回归计量结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	0.331*** (0.06)	0.427*** (0.061)	0.681*** (0.069)	0.799*** (0.071)
<i>CGDP</i>	0.402*** (0.034)	1.398*** (0.032)	0.431*** (0.04)	1.411*** (0.028)
<i>GOV</i>	0.021*** (0.205)	1.204*** (0.194)	0.012*** (0.244)	0.022*** (0.178)
<i>OFF</i>	30.214*** (5.231)	12.342* (5.332)	65.234*** (5.221)	33.629*** (5.432)
<i>RC</i>	2.143*** (1.003)	1.977*** (0.961)	1.879*** (0.932)	1.736*** (0.903)
<i>STR</i>	2.109*** (0.301)	-0.186 (0.231)	2.062*** (0.285)	-0.193 (0.298)
<i>Constant</i>	-1.521*** (0.298)	-8.957*** (0.342)	-5.672*** (0.401)	-10.899*** (0.472)
时间固定效应	YES	YES	NO	NO
地区固定效应	YES	NO	YES	NO
观测值	697	697	697	697
<i>R</i> ²	0.732	0.729	0.711	0.699

注: ***、**和*分别表示在1%、5%和10%的水平下显著; 括号内数值为稳健标准误差。下同。

5.3. 地方政府积极引导水平影响与异质性分析

地方政府是中央政策的实施者, 它负责将中央的政策具体落实到地方社会的对应方面。低碳政策的有效执行, 需要地方政府的积极参与, 为其城市营造一个良好的低碳技术创新环境。本文以地方政府在科研财政支出在其总的公共支出占比作为地方政府积极引导水平(*AGL*)的衡量指标。在原先的基础回归基础上, 加入一个交互项, 来检验地方政府积极引导水平对于城市绿色技术创新的影响, 可得模型如下:

$$GTI_{it} = \alpha + \beta_1 DID + \beta_2 AGL_{it} + \beta_3 (DID \times AGL_{it}) + \beta_4 X_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it}$$

长三角地区内部试点城市存在着发展水平差异, 这样可以更好地为相似水平的城市提供低碳政策实施上的借鉴。将各个城市按照2019年的城市发展水平(*CGDP*)分为高水平城市和低水平城市, 分析其政策影响差异。结合对地方积极引导水平的分析, 合并两个分析结果(表3)。可见地方政府的积极引导对城市绿色技术创新水平有正向作用, 假设H₃得到验证。高水平城市的结果相较于低水平城市更加显著, 这也表明低碳试点政策对于高水平城市的绿色技术创新水平影响更加明显。因为高水平城市经济基础更加雄厚, 可以投入更多以提升自身科研水平或者引进更新的绿色技术。而低水平城市则容易在转型中遇到瓶颈, 制约其城市绿色技术创新能力。

Table 3. Positive guidance as well as heterogeneous measurement results
表3. 积极引导以及异质性计量结果

	积极引导水平	高水平城市	低水平城市
<i>DID</i>	0.263*** (0.079)	0.612*** (0.09)	0.262** (0.107)
<i>DIDAGL</i>	9.786*** (2.872)		
<i>AGL</i>	4.823*** (0.593)		
<i>Constant</i>	-2.367*** (0.447)	-7.532*** (0.496)	-3.769*** (1.094)
控制变量	YES	YES	YES
时间固定效应	YES	YES	YES
地区固定效应	YES	YES	YES
观测值	697	204	493
R2	0.815	0.863	0.808

6. 结论

本文基于长三角地区一省三市共 41 个城市在 2003~2019 年的面板数据, 利用双重差分模型, 从多时点检验低碳试点政策对于其城市的绿色技术创新水平的影响。根据结果发现: 在长三角地区实施的低碳试点政策确实提升了该地区的绿色技术创新水平。而且相较于城市发展水平较低的城市而言, 长三角地区内部城市间较高的经济发展水平在低碳试点政策下的绿色技术创新更具优势, 这个结论在异质性分析计量结果中同样得到了验证。不仅如此, 地方政府积极引导也有助于绿色技术创新水平的提升, 这也为之后要加入低碳城市行列的城市提供了参考。

参考文献

- [1] 刘海英, 郭文琪. 碳排放权交易政策试点与能源环境效率——来自中国 287 个地级市的实证检验[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2022, 42(5): 72-86.
- [2] 张意翔, 成金华, 徐卓程, 等. 绿色创新是否适应气候变化: 中国专利和 GHG 排放数据的实证[J]. 中国人口·资源与环境, 2021, 31(1): 48-56.
- [3] Lee, K.H. and Min, B. (2015) Green R & D for Eco-Innovation and Its Impact on Carbon Emissions and Firm Performance. *Journal of Cleaner Production*, **108**, 534-542. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.05.114>
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 陶伦康, 尹奎. 低碳经济视域下我国财政支出模式研究[J]. 天府新论, 2011(2): 47-52.

-
- [8] 张莉, 马蔡琛. 碳达峰、碳中和目标下的绿色税制优化研究[J]. 税务研究, 2021(8): 12-17.
 - [9] 张杰. 中国政府创新政策的混合激励效应研究[J]. 经济研究, 2021, 56(8): 160-173.
 - [10] 张杰. 政府创新补贴对中国企业创新的激励效应——基于U型关系的一个解释[J]. 经济学动态, 2020(6): 91-108.
 - [11] 李晖, 尹瑞成. 低碳城市试点政策对火电上市企业绿色全要素生产率的影响及机制分析[J]. 中南林业科技大学学报(社会科学版), 2022, 16(2): 36-46.
 - [12] 袁传琴, 孙鹏. 低碳城市建设促进了地方绿色——来自准自然实验的经验证据[J]. 财贸研究, 2021, 32(10): 27-40.
 - [13] 逯进, 王晓飞, 刘璐. 低碳城市政策的产业结构升级效应——基于低碳城市试点的准自然实验[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2020, 40(2): 104-115.
 - [14] 张明斗, 王亚男. 低碳政策试点、区域非均衡与城市财富增长[J]. 山西财经大学学报, 2022, 44(8): 1-16.
 - [15] Gehrsitz, M. (2017) The Effect of Low Emission Zones on Air Pollution and Infant Health. *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, 121-144. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2017.02.003>
 - [16] 孙梦罗, 钟昌标, 黄远渐. 低碳试点政策对城市绿色创新的影响研究[J]. 科技与经济, 2022, 35(4): 26-30.