

# 低碳试点政策对长三角绿色全要素生产率的影响研究

于先新

上海工程技术大学管理学院, 上海

收稿日期: 2023年8月14日; 录用日期: 2023年9月30日; 发布日期: 2023年10月9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, 为此国家先后进行了三个批次的低碳政策城市试点, 而城市的绿色全要素生产率能够较为直观地反映该地区经济的绿色低碳程度。本文基于长三角三省一市2003~2019年的面板数据, 使用DEA-GML指数测算长三角绿色全要素生产率, 并利用双重差分模型(DID)评估试点政策对长三角绿色全要素生产率的实际影响。研究结果发现, 低碳试点政策的实施促进了长三角地区的绿色全要素生产率的提升且效果显著。但是这种促进效果在长三角不同区域之间存在差异性。

## 关键词

长三角, 低碳, 绿色全要素生产率, 双重差分模型

## Study on the Impact of Low-Carbon Pilot Policies on Green Total Factor Productivity in the Yangtze River Delta

Xianxin Yu

School of Management, Shanghai University of Engineering Science, Shanghai

Received: Aug. 14<sup>th</sup>, 2023; accepted: Sep. 30<sup>th</sup>, 2023; published: Oct. 9<sup>th</sup>, 2023

## Abstract

The concept of green and low-carbon development is an important prerequisite for realizing the high-quality development of China's society and economy, and for this reason, the state has con-

ducted three batches of low-carbon policy city pilots, and the city's green total factor productivity can more intuitively reflect the degree of green and low-carbon of the region's economy. Based on the panel data of three provinces and one city in the Yangtze River Delta (YRD) for the period 2003~2019, this paper uses the DEA-GML index to measure the green total factor productivity in the YRD, and utilizes the double-difference model (DID) to assess the actual impact of the pilot policies on the green total factor productivity in the YRD. The results of the study found that the implementation of the low-carbon pilot policy promoted the green total factor productivity in the YRD with significant effects. However, this promotion effect varies among different regions in the YRD.

## Keywords

Yangtze River Delta, Low Carbon, Green Total Factor Productivity, Double Difference Modeling

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

随着时间进入到了中国特色社会主义习近平新时代，经济的高质量发展已经完全替代了过去一味追求经济发展速度传统模式，成为了目前中国经济发展的主旋律。经济的高质量发展，不是仅靠过去的核心城市来拉高整个区域经济发展数据表现的那种方式就能实现的。要实现经济的高质量发展，就必须得解决地区之间经济发展的不平衡以及区域间差异化的问题，这种情况也凸显于长三角地区的经济发展中。长三角要解决上述问题，就必须得进行经济发展上的转型升级，要提升产业发展的绿色水平，积极调整优化产业结构与能源结构，实现经济的绿色发展。同时，要注意长三角区域间的协同配合，促进长三角区域城市间的要素流动与资源的合理配置，以期实现集约式发展。在经济发展的同时兼顾环境的保护，就对区域的绿色发展水平的提升有了现实的要求，既要注重区域内绿色全要素生产率水平，也要注意提升区域的绿色技术创新水平。在平衡甚至消除经济发展与环境保护之间的矛盾的过程中，实现经济的高质量发展。

为了实现低碳经济转型，我国自 2010 年开始，便先后进行三次低碳政策的城市试点。到了 2021 年，我国已经在全国范围内建立 81 个城市低碳试点，其中长三角地区有 18 个试点城市，见表 1。

**Table 1.** List of low-carbon pilot policy cities in the Yangtze River Delta region

**表 1.** 长三角地区低碳试点政策城市名单

试点批次	试点城市名称
第一批次(2010)	杭州
第二批次(2012)	苏州、镇江、淮安、宁波、温州、池州、上海
第三批次(2017)	六安、南京、合肥、嘉兴、宣城、常州、淮北、滁州、金华、黄山

## 2. 文本回顾

### 2.1. 低碳政策相关研究

在相关低碳政策带来的生态效益的研究方面，最为直接也是最为有效的效益就是低碳政策对于碳排

放以及气候环境的影响。张华等(2020)在中国 285 个城市的面板数据的基础之上,通过实证研究,发现了低碳试点政策的试点城市的碳排放量显著降低[1]。邓荣荣等(2017)、周迪(2019)等学者利用双重差分法对比了试点城市与非试点城市之间的数据,低碳政策对城市低碳建设的引导是显著正向有效的,且这种影响是具有较长的持续性的[2] [3]。董梅等(2020)则通过收集整理中国六个低碳政策试点的省区的数据,实用合成控制法对其进行分析,得到了试点省区的碳排放强度显著下降的这一正向结果[4]。而在低碳政策的社会效益上,Crawford 等(2008)通过对英国低碳政策实施效果研究,认为低碳政策促进了新的技术的产生,进而使得社会在适应新技术的过程中构建了一个低碳产业空间进而使得碳排能被有效降低[5]。Khan 等(2009)认为,低碳城市的建设能够促进一个城市的空间规划,良好合理的空间规划能够极大提升资源的利用率,进而有效地减少碳排放[6]。

## 2.2. 绿色全要素生产率测算方法相关研究

考虑到单个模型或生产率指数在全要素生产率测算上或多或少存在着一些不足,国内外的学者们大多将这些模型与生产率指数结合运用。如郭庆旺(2005)等、刘秉镰等(2009)在研究中国各省份、中国 196 个城市的全要素生产率时,采用的就是 DEA-Malmquist 指数方法[7] [8]。Zhang W 等(2020)使用了 Super-Global-Malmquist 指数法用于测度中国煤炭矿产业的全要素生产率[9]。至于绿色全要素生产率的测算方法,SBM-ML (选用 SBM 方向距离函数的 ML 指数)指数应用较为广泛,李斌等(2013, 2016)在先后两次有关绿色全要素生产率的研究中,使用了 SBM-ML 指数作为测算方法[10] [11]。朱文涛等(2019)在研究 OFDI 与逆向技术溢出对于绿色全要素生产率的影响时,也将 SBM-ML 指数用于中国 29 个省份在 2003~2015 年间的绿色全要素生产率的测算[12]。其实,测算 GTFP 的方法并不固定,需要根据实际需要进行模型与指数的选取或组合。而在研究工业绿色全要素生产率时,张樨樨等(2021)采用非期望 SBM 模型用来测度 2006~2018 年长江经济带的工业绿色全要素生产率,并且使用了空间计量方法,用以反映其工业绿色全要素生产率的时空演变特征[13]。而李凯风等(2022)在测算黄河流域 2008~2017 年的绿色全要素生产率时,则使用了 SBM 模型与 Malmquist 指数结合的方法[14]。

## 3. 研究假设

在以往的经济发展模式,经济高速增长的代价就是更多的能耗、更大的碳排放量。但是在全球能源开始出现紧缺,地球的环境开始恶化以至于引发诸多自然灾害,这使得经济转型发展显得十分有必要。而近年来中国进行的经济高质量发展转型,就是针对实际现状提出的一种改革尝试。经济的发展不再一味地关注期望产出,而且还要关注到非期望产出,要改变以往只关注 GDP 的评价标准。然而,经济面向高质量发展转型并不是一蹴而就的事情,尤其是中国这个庞大的经济的转型。因此,国家提出了低碳试点政策,在全国范围内选择不同的城市进行政策试点,以此总结经验,为其他城市提供经验以及示范带头作用。

### 3.1. 低碳试点政策影响的积极性

低碳试点政策一个最为直观作用,就是限制企业制造、社会生活中的高碳高污染要素资源的投入以及产出,这种限制会直接提高绿色要素在社会生产生活中的占比,进而使得生产生活对环境更加友好。诸如,各政策试点城市设立污染物排放指标,并建立相对应的监管体系,以此来要求各个生产企业降低自身生产活动中的污染物以及碳排放。各个社会生产活动单位,则会在生产流程中加装环保设备,确保在生产过程中减少对于环境的影响。由于生产成本的提升,各个生产单位还会加强对于生产废物的利用,以此来降低成本以及降低碳排。不仅如此,有的试点城市,还会利用本市自身的能源特点,提高社会生产生活中清洁能源的占比,在投入端就减少碳排。如此一来,低碳试点政策会促进试点城市的产业结构优化、绿色生产技术的创新以及居民环保低碳意识的提升,进而促进当地绿色全要素生产率的提升。由

此, 提出假说 H1: 低碳试点政策将对绿色全要素生产率产生积极影响。

### 3.2. 低碳试点政策影响的区域异质性

由于长三角地区城市之间存在着发展的不均衡, 每个城市的地理位置、经济发展水平以及每个城市的产业结构都或多或少地存在着差异。而且每个地方城市政府的执政风格于侧重点也不同, 则城市对于相关技术创新能力的提升、对于城市环境的重视程度, 也会不尽相同。而且, 由于每个城市的群众构成不一样, 对于经济高质量发展的认知以及需求也不同。因此, 低碳试点政策在不同城市的实施效果也可能会出现较大差异, 政策每个城市的绿色全要素生产率的影响也会存在着不同。由此, 提出假说 H<sub>2</sub>: 低碳试点政策对长三角绿色全要素生产率的作用效果具有一定的区域异质性。

## 4. 长三角绿色全要素生产率的测算

本文收集整理了 2003~2019 年长三角投入产出的面板数据, 数据源自各个省市的统计年鉴, 并使用 EBM-GML 指数模型来测算 GTFP。

### 4.1. 测算方法

#### 4.1.1. EBM 模型

EBM 模型使用了径向与非径向两种。模型具体形式如下:

$$\gamma^* = \min \frac{\left( \theta - \varepsilon_x \sum_{i=1}^m \frac{\omega_i^- u_i^-}{x_{ik}} \right)}{\varphi + \varepsilon_y \sum_{r=1}^s \frac{\omega_r^+ u_r^+}{y_{rk}} + \varepsilon_b \sum_{p=1}^q \frac{\omega_p^{b-} u_p^{b-}}{b_{pk}}} \quad (1)$$

s.t.:

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j + u_i^- = \theta x_{ik}, i = 1, \dots, m$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - u_r^+ = \varphi y_{rk}, r = 1, \dots, s$$

$$\sum_{j=1}^n b_{pj} \lambda_j + u_p^{b-} = \varphi b_{pk}, i = 1, \dots, q$$

$$\lambda_j \geq 0, u_i^-, u_r^+, u_p^{b-} \geq 0$$

$\gamma^*$  代表最佳效率值;  $x_{ik}$ ,  $y_{rk}$ ,  $b_{pk}$  则表示第  $k$  个决策单元的第  $i$  种投入、第  $r$ 、 $p$  种期望和非期望产出;  $\lambda$  为线性组合系数;  $\theta$  为径向规划参数;  $\varepsilon_x$  表示非径向部分的重要程度,  $0 \leq \varepsilon_x \leq 1$ ;  $u_i^-$ ,  $u_r^+$  和  $u_p^{b-}$ 、 $\omega_i^-$ ,  $\omega_r^+$  和  $\omega_p^{b-}$  分别表示第  $i$  种投入要素、 $r$  种期望产出、 $p$  种非期望产出的松弛量和权重。

#### 4.1.2. GML 指数

EBM 模型测算出的是静态生产率, 所以无法说明生产率的动态变化。因此在 EBM 模型的基础上, 需要进一步分析生产率的动态变化, 构造相关指数来测算绿色生产率的动态变化情况, 即 GTFP 指数。由 Oh 改进的 DEA-GML 指数已被学者广泛使用, 采用 Oh 等(2010)提出的 Global Malmquist-Luenberger (GML)指数来测算 GTFP, 将档期生产可能集  $P(x)$  替换成全局生产可能集  $P^G(x)$ ,

$$\text{即: } P^G(x) = P^1(x^1) \cup P^2(x^2) \cup \dots \cup P^T(x^T) \quad (2)$$

可以将 GML 指数定义为:

$$\begin{aligned}
 GML_t^{t+1} &= \frac{1 + \bar{D}_0^G(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \\
 &= \frac{1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \times \left[ \frac{1 + \bar{D}_0^G(x^t, y^t, b^t, g^t)}{1 + \bar{D}_0^t(x^t, y^t, b^t, g^t)} \times \frac{1 + \bar{D}_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})}{1 + \bar{D}_0^G(x^{t+1}, y^{t+1}, b^{t+1}, g^{t+1})} \right] \\
 &= EC_t^{t+1} \times TC_t^{t+1}
 \end{aligned} \tag{3}$$

## 4.2. 变量设定与数据来源说明

本文使用 2009~2019 年长三角地区的面板数据, 由于巢湖于 2011 年被撤销了地级市的建制, 因而本研究使用长三角地区 41 个城市作为决策单元, 并使用以下指标进行测算。

### 4.2.1. 投入指标

- (1) 劳动要素。选择各个城市年末各行业从业人员数的总和。
- (2) 资本要素。用资本存量来表示资本要素。并使用永续盘存法来估算资本存量, 公式为:

$$K_{it} = K_{i(t-1)}^* (1 - \delta) + I_{it} + d_{it} \tag{4}$$

其中  $\delta$  为折旧率,  $K_{it}$ 、 $K_{i(t-1)}$  分别为第  $i$  个省区在  $t$  时期、 $t-1$  时期的资本存量。 $I_{it}$ 、 $d_{it}$  分别为  $t$  年城市  $i$  现价的固定资产投资和固定资产投资的省级价格指数。令折旧率等于为 9.6%。

- (3) 能源投入。使用各个城市的用电量来作为城市的能源投入。

### 4.2.2. 产出指标

- (1) 期望产出: 以 2003~2019 年各地 GDP 作为期望产出。
- (2) 非期望产出: 根据环境指标数据的可得性及其经济含义, 非期望产出选择工业废水、工业二氧化硫、工业烟(粉)尘排放量。

经过收集整理, 得到长三角地区投入产出变量的描述性统计, 见表 2。

**Table 2.** Descriptive statistics of input-output variables in the Yangtze River Delta

**表 2.** 长三角地区投入产出变量描述性统计

变量	单位	观测量	平均数	标准差	最小值	最大值
劳动	万人	697	148.7152	180.2741	11.7069	1384.533
资本存量	亿元	697	7189.213	7301.103	363.052	43017.87
用电量	亿千瓦时	697	140.0812	233.8984	2.9853	1646.46
GDP	亿元	697	2086.504	2431.307	74.7627	25876.64
废水	万吨	697	13119.85	14801.04	462	89535
SO2	万吨	697	5.746348	5.421023	0.1397	50.7377
烟粉尘	万吨	697	2.84831	2.000311	0.0981	13.6633

## 4.3. 测算结果

本文采用 EBM-GML 指数, 并通过 MaxDEA 软件进行指数测算, 长三角地区 41 个城市 GML 指数在 2003 年到 2019 年的几何均值如表 3 所示。



**Table 3.** Geometric mean of GML index in Yangtze River Delta region, 2003~2019  
**表 3.** 长三角地区 GML 指数 2003~2019 年几何平均值

地区	GML	地区	GML	地区	GML
南京市	1.027	嘉兴市	1.007	黄山市	1.007
无锡市	1.019	湖州市	0.980	安庆市	1.038
徐州市	1.041	舟山市	1.044	芜湖市	1.016
常州市	1.020	金华市	0.975	淮北市	1.007
苏州市	0.999	绍兴市	1.000	马鞍山市	1.043
南通市	1.006	温州市	1.037	淮南市	1.036
连云港市	1.020	台州市	1.024	蚌埠市	1.021
淮安市	1.028	丽水市	0.994	合肥市	1.035
盐城市	0.992	衢州市	1.010	六安市	1.020
扬州市	1.016	宁波市	0.993	阜阳市	1.032
镇江市	1.017	上海市	1.053	滁州市	0.997
泰州市	0.998	宣城市	1.005	宿州市	1.001
宿迁市	0.995	池州市	1.031	铜陵市	1.013
杭州市	1.005	亳州市	0.973	几何平均值	1.024

## 5. 研究设计

### 5.1. 数据来源及样本

根据现有文献研究，并基于相关数据的可获得性、齐整性、准确性原则，本文选取 2003~2019 年长三角地区(江苏省、浙江省、上海市、安徽省)地级及以上城市的面板数据。数据来源于国泰安数据库以及各地方统计年鉴。对于部分确实的数据，采用线性插值法进行处理。长三角地区拥有 41 个地级及以上城市，其中三个批次的低碳试点城市共 18 个，详见表 1。对于长三角绿色全要素生产率的测度数据，详见第三章。

### 5.2. 模型设定与变量解释

#### (1) 模型设定

本研究采用加入双向固定效应的双重差分模型，用来评估低碳试点政策对长三角绿色全要素生产率产生的影响。参考 Gehrsitz (2017) [15]的建模思路，构建计量模型如下：

$$GTFP_{it} = \alpha + \beta_1 treated_i + \beta_2 politic_{it} + \beta_3 treated_i \times politic_{it} + \beta_4 X_{it} + \mu_i + \eta_t + \varepsilon_{it} \quad (5)$$

在模型(1)中，被解释变量  $GTFP_{it}$  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  $treated_i = 0$ 。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  $\beta_3$ ，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全要素生产率提升有促进作用。 $X_{it}$  则用以表示其它能对绿色全要素生产率产生影响的控制变量。 $\mu_i$ 、 $\eta_t$ 、 $\varepsilon_{it}$  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。

#### (2) 变量解释

本研究的核心解释变量为 DID，且  $DID = treated_i \times politic_{it}$ 。 $treated_i$  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  $treated_i = 0$ 。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  $politicit = 1$ , 若没有实施, 则  $politicit = 0$ 。  $Treated_i \times politicit$  则用以表示两个虚拟变量的交互项。

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) [16] 的研究, 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) [16] [17]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, 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)。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)。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) [16]的研究。高素质人力资本(EDU)的增加, 还可以提高科技创新能力, 带来技术进步, 对长三角高校学生数量取对数测算, 该变量参考了张如玉(2022) [18]的研究。主要变量的描述性统计如表 4。

**Table 4.** Descriptive statistics of variables  
**表 4.** 变量描述性统计

变量	变量符号	样本数量	均值	标准差	最小值	最大值
绿色全要素生产率	<i>GTFP</i>	697	1.141	0.25	0.413	2.291
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	<i>CGDP</i>	697	11.563	0.794	4.423	12.997
政府干预水平	<i>GOV</i>	697	0.353	0.105	0.241	2.249
对外开放水平	<i>OFF</i>	697	0.015	0.003	0	0.032
人力资本水平	<i>EDU</i>	697	11.507	0.706	7.163	13.626
产业结构水平	<i>STR</i>	697	0.887	0.079	0.327	0.999

### 5.3. 实证结果与分析

#### 5.3.1. 基准回归结果

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绿色全要素生产率的影响。根据基准回归计量结果, 见表 5, 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长三角绿色全要素生产率得到提升, 因而假设  $H_1$  得到证实。

**Table 5.** Baseline regression measures  
**表 5.** 基准回归计量结果

	(1)	(2)	(3)	(4)
<i>DID</i>	0.042*** (0.601)	0.046*** (0.551)	0.048*** (0.664)	0.052*** (0.671)
<i>CGDP</i>	—	1.398*** (0.032)	0.431*** (0.04)	1.411*** (0.028)
<i>GOV</i>	—	—	0.012*** (0.244)	0.022*** (0.178)
<i>OFF</i>	—	—	—	28.629*** (7.432)
<i>EDU</i>	—	—	—	1.636*** (0.803)

Continued

<i>STR</i>	—	—	—	-3.293 (2.298)
<i>Constant</i>	-1.521*** (6.154)	-8.957*** (6.213)	-5.672*** (5.430)	-10.899*** (1.472)
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
$R^2$	0.722	0.734	0.731	0.736

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。

### 5.3.2. 稳健性检验

对本次的结果进行安慰剂检验，分别进行 500 次至 1000 次样本回归估计。回归结果如图 1，因此稳健性检验通过。

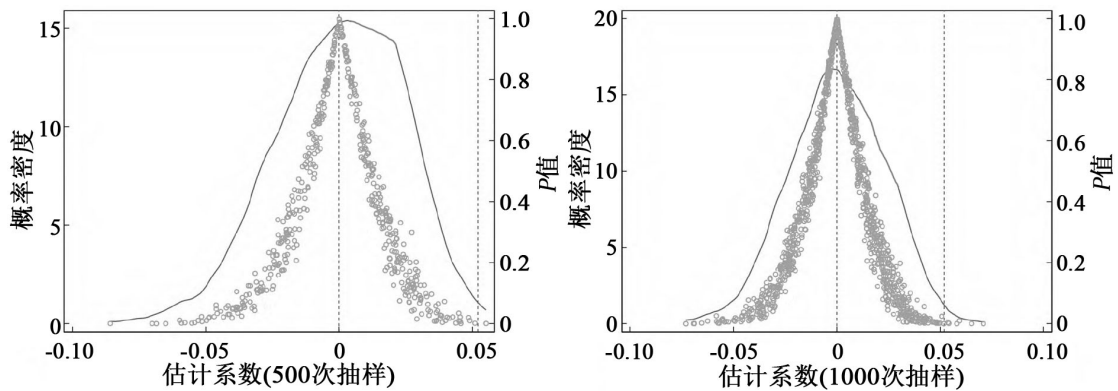


Figure 1. Policy time sampling coefficient and p-value distribution  
图 1. 政策时间抽样系数及 P 值分布

### 5.3.3. 政策效果地区异质性

由于长三角地区之间发展有着较大的不均衡，所以低碳政策在不同地区可能存在不同的影响效果。现将长三角的地区划分为安徽地区及苏浙沪地区进行分析，然后再将长三角地区划分为中心城市与外围城市。按照上述两种方法分别进行回归分析，得到表 6。通过表可以发现低碳试点政策虽然在长三角地区均有显著影响，但是安徽地区的系数远小于苏浙沪地区。同样地，外围城市的系数也远小于中心城市。这是因为苏浙沪地区、中心城市在地理位置以及经济发展水平领先于安徽地区、外围城市，其地区的民众也更加关心生态环境的质量，所以会进一步加大这种差距。综上，低碳试点政策在对长三角地区绿色全要素生产率的影响上具有显著的区域异质性，进而验证了假说 H<sub>2</sub>。

Table 6. Regression results of policy implementation effects in different types of cities  
表 6. 不同类型城市政策实施效果回归结果

变量	(1)	(2)	(3)	(4)
	安徽地区	苏浙沪地区	外围城市	中心城市
did	0.021** (2.32)	0.079** (2.36)	0.012 (0.67)	0.131** (2.57)
控制变量	是	是	是	是
_cons	0.864	0.294	1.224	0.886



## Continued

	(2.66)	(0.86)	(9.89)	(1.71)
年份固定	是	是	是	是
城市固定	是	是	是	是
<i>N</i>	272	306	391	187
<i>R</i> <sup>2</sup>	0.899	0.593	0.645	0.798

## 6. 结论及政策建议

本文采用 EBM-GML 指数及使用 MaxDEA 软件,对长三角地区的绿色全要素生产率进行测算,并通过双重差分法对长三角地区低碳试点政策效果进行了评价,且研究了该政策的区域异质性。本文的主要结论有:

低碳试点政策对长三角地区的绿色全要素生产率具有显著的促进作用,且低碳试点政策在长三角地区存在较为显著的区域异质性。这是由于长三角地区经济发展存在着较为显著的不平衡,经济发展水平高的城市在地理位置以及经济实力方面处于优势地位,在技术创新以及企业转型上,政府能够提供更多支持。加之发达城市在人力资本上具有优势,居民素质也使得整个城市对于低碳绿色有着更强烈的意愿需求。

由此,在长三角低碳试点政策实施过程中,应该充分考虑到不同城市的实情,有针对性地制定实施方案及规划;各个城市之间应该积极学习低碳试点政策效果好的城市的经验,以期有效提升本市绿色全要素生产率;政府部门应该加强顶层设计,促进地区之间在技术、经验、政策上合作交流,发挥试点城市的导向作用,以此更好地提升长三角绿色全要素生产率,促进长三角经济高质量发展。

## 参考文献

- [1] 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, 42(6): 25-41.
- [2] 邓荣荣, 詹晶. 低碳试点促进了试点城市的碳减排绩效吗——基于双重差分方法的实证[J]. 系统工程, 2017, 35(11): 68-73.
- [3] 周迪, 周丰年, 王雪芹. 低碳试点政策对城市碳排放绩效的影响评估及机制分析[J]. 资源科学, 2019, 41(3): 546-556.
- [4] 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.
- [5] Crawford, J. and French, W. (2008) A Low-Carbon Future: Spatial Planning's Role in Enhancing Technological Innovation in the Built Environment. *Energy Policy*, **33**, 121-144. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.09.008>
- [6] Khan, E.M. (2009) Urban Growth and Climate Change. *Annual Review of Resource Economics*, **1**, 333-349. <https://doi.org/10.1146/annurev.resource.050708.144249>
- [7] 郭庆旺, 赵志耘, 贾俊雪. 中国省份经济的全要素生产率分析[J]. 世界经济, 2005(5): 46-53, 80.
- [8] 刘秉镰, 李清彬. 中国城市全要素生产率的动态实证分析: 1990-2006——基于 DEA 模型的 Malmquist 指数方法[J]. 南开经济研究, 2009(3): 139-152.
- [9] Zhang, W.K., Meng, J. and Tian, X.L. (2020) Does De-Capacity Policy Enhance the Total Factor Productivity of China's Coal Companies? A Regression Discontinuity Design. *Resources Policy*, **68**, Article ID: 101741. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101741>
- [10] 李斌, 彭星, 欧阳铭珂. 环境规制、绿色全要素生产率与中国工业发展方式转变——基于 36 个工业行业数据的实证研究[J]. 中国工业经济, 2013(4): 56-68.
- [11] 李斌, 祁源, 李倩. 财政分权、FDI 与绿色全要素生产率——基于面板数据动态 GMM 方法的实证检验[J]. 国际贸易问题, 2016(7): 119-129.
- [12] 朱文涛, 吕成锐, 顾乃华. OFDI、逆向技术溢出对绿色全要素生产率的影响研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(9): 63-73.
- [13] 张樨樨, 曹正旭, 徐士元. 长江经济带工业绿色全要素生产率动态演变及影响机理研究[J]. 中国地质大学学报

- 
- (社会科学版), 2021, 21(5): 137-148.
- [14] 李凯风, 李子豪. 黄河流域绿色全要素生产率测度[J]. 统计与决策, 2022, 38(4): 98-101.
- [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] 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.
- [17] 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.
- [18] 武戈, 张如玉. 长三角绿色全要素生产率及其影响因素研究[J]. 生产力研究, 2022(6): 26-30.