治理绩效

# 双环境试点政策的“降碳”与“增长”协同效果研究

金文捷

(长安大学经济与管理学院，西安 710054)

**摘要**：实现绿色低碳经济发展不仅有助于解决中国资源环境约束下经济发展的突出难题，也是达成人与自然和谐共生的中国式现代化的关键。基于2008—2021年中国275个地级市数据，对低碳城市和碳排放权交易双试点城市政策的“降碳”和“增长”效应进行实证检验。研究发现，双试点城市可以显著促进碳减排，且不以牺牲经济增长为代价。机制检验表明，双试点环境政策建设能够通过降低能源消耗、促进绿色创新、优化资源配置来实现“降碳”和“增长”协同发展，且在东部地区、非资源型城市和公众环境关注高的地区赋能的效果更好。进一步研究发现，政府环境关注度和金融市场发展程度存在一定的调节作用。该研究为落实绿色低碳目标以及发挥环境试点政策“1+1>2”的作用效果提供了一定启示。

**关键词**：双试点；低碳城市；碳排放权交易；协同作用；减排增效

**中图分类号**：F205；F026.1 **文献标志码**：A **文章编号**：1671－1807(2026)02－0282－11

党的二十大报告提出“协同推进降碳、减污、扩绿、增长”，体现了中国政府对全球性的气候变化与经济发展两大问题的全面与深远的应对。“降碳”与“增长”的战略部署不仅揭示了国家对于这两大议题的决心和行动力，也为实现绿色低碳发展勾勒出清晰的战略图景。在此背景下，“双碳”目标——力争2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和，进一步确定了“降碳”与“增长”协同发展的策略导向，为绿色低碳发展提供了更为具体和明确的指南。然而，中国作为全球最大的发展中国家，经济发展仍为核心使命，如何平衡“降碳”与“增长”的双重任务，并将其转化为推动绿色低碳发展的实际行动是最主要的挑战之一。

近年来，为了绿色发展的需要，中国推出了一些环境试点政策。其中，低碳城市试点属于传统意义上的行政手段，而碳排放交易试点则属于市场导向型，这两项政策的实施是中国在发展低碳经济、实现可持续发展的有益尝试。2022年7月，国家自然科学基金委员会发布的《“双碳”基础研究指导纲要》指出，重点探索碳减排经济政策之间的协同效应。研究这两类试点政策的减排效果，对理解政策效果、推动政策设计有重要参考意义。低碳城市和碳排放权交易试点这两种环境试点政策在实施过程中是否产生叠加协同效果？通过何种机制产生影响？单试点与双试点哪一种能够在“降碳”和“增长”的平衡中取得更优的效益？回答这些问题具有重要的学术和实践价值。

国内外学者对环境试点政策效果的评估研究主要集中在三方面：一是不同环境试点政策对降低碳排放的影响，Kautto等[1]关注不同政策之间的影响，研究了欧盟排放交易体系与主要国家气候政策工具的相互作用；Li和Jia[2]从理论层面探讨了中国不同的碳减排政策效果，环境试点政策可以显著促进碳减排，主要通过促进技术创新、产业结构升级等机制抑制碳排放[3]；从空间上看环境试点政策不仅能抑制本地区的碳排放，而且也会影响临近地区的碳排放，存在空间溢出效应[4]。二是环境政策的其他影响效果。例如，对德国低碳区域政策试点的研究发现可以明显改善空气质量[5]；此外，环境试点政策对城市污染减排[6]、经济高质量发展[7]也具有显著作用。三是考虑试点政策对环境和经济效应的协同影响。例如，清洁发展机制(clean development mechanism，CDM)项目的引入促进了当地经济发展，并显著降低了地区整体碳排放增速[8]；节能减排财政政策可以在保证经济稳定增长的同时有效降低污染排放，而

**收稿日期**：2025-07-06

**作者简介**：金文捷(2002—)，女，河南洛阳人，硕士研究生，研究方向为绿色低碳经济。

且可以提升示范城市的生态效率[9]；碳交易则在一定条件下能够实现绿色效率和企业效益双赢[10]；也有学者利用事件分析法比较了低碳试点和碳排放权交易试点的碳减排效果，发现低碳试点通过抑制经济产出而实现了总量减排目标，而碳交易试点可以降低碳排放强度，扩大了经济产出，但最终使碳排放总量增加[11]。

以上研究分别从环境试点政策和经济与减排协同层面展开了有益的探索，但现有关于低碳城市和碳排放权交易双试点政策对“降碳”协同“增长”的研究还很少，且并未从理论层面和实证层面系统评估现阶段双环境试点政策怎样实现环境与经济福利双赢。基于此，本文尝试从新结构环境经济学[12]理论出发构建理论框架，并运用双重差分模型进行实证分析低碳城市与碳排放权交易双试点政策叠加对地区“降碳”与“增长”的协同影响。可能的边际贡献在于：从研究视角来看，本文将双试点政策作为准自然实验，综合探讨其对“降碳”与“增长”的影响效应，拓展了试点政策协同的理论研究；从研究内容来看，从新结构环境经济学角度出发，从降低能耗效应、绿色创新效应和资源配置效应三方面揭示低碳城市和碳排放交易试点城市双试点政策的“增长”与“降碳”协同效果的内在机理，并从政府和市场层面探讨了政府环境关注度和金融市场发展度的调节效应，为探索低碳与经济双赢的发展路径，实现绿色经济增长提供了有效建议。

## 1　政策背景与理论机制

### 1.1　政策背景

近年来，气候问题日益严峻，低碳转型已经成为中国可持续发展战略之一。处于转型时期的中国面临碳排放与经济增长之间关系的协调。在此背景下，国家发展改革委相继开展了三批低碳城市试点。2010 年，《国家发展改革委关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》发布，批准了第一批试点，随后又分别于 2012 年和 2017 年推行了第二、三批低碳试点工作，进一步扩大了试点范围。在低碳城市试点稳步推进的同时，中国也在积极探索其他有益的减碳道路：2011 年，《国家发改委办公厅关于开展碳排放权交易试点工作的通知》，试点北京、广东等七个省市进行碳排放权交易，并于 2013 年正式启动碳交易试点。2017 年又新增了福建成为试点省份，2021 年全国碳排放权交易市场启动线上交易。

事实上，两个试点政策既紧密联系、高度融合，又各自在地点、时间线与目标上有所侧重。不同的环境规制制度安排在强制性、经济效率、交易成本和制度建设成本等方面具有不同的优势和劣势。具体而言，低碳城市三批试点在全国范围内广泛分布，且低碳试点涵盖了不同规模和行政等级的城市，包括直辖市、省会城市、地级市、县级市等。低碳城市试点工作的开展通常与当地政府的政策和规划密切相关。政府通过制定碳减排目标、培育低碳产业等措施，积极推动低碳城市试点的建设和发展。碳排放交易试点城市则主要分布在东部沿海地区和中部地区等，覆盖行业主要以高耗能行业为主，如电力、石化、钢铁等。通过纳入碳排放权交易体系，可以推动这些行业进行节能减排和技术创新，降低碳排放强度。综上所述，低碳城市与碳排放权交易试点城市建设均有利于降低碳排放，改善经济发展方式，因此两者协同耦合将可能进一步为“降碳”与“增长”赋能，这为该研究奠定了现实基础。

### 1.2　双环境试点政策协同对“降碳”与“增长”的影响

低碳城市的建设旨在通过一系列的政策和措施，实现城市经济的低碳转型和可持续发展。这些政策和措施包括调整产业结构、优化能源结构等多个方面。低碳城市试点的政策性特征推动了试点城市政府积极强化环境规制约束，促进高污染、高排放等行业的低碳化发展，降低碳排放[13]。而碳排放权交易试点政策是一种市场导向的环境政策工具，该政策通过在特定行业或区域内实施碳排放总量的控制和配额分配，允许企业在市场上购买和出售碳排放权。因此企业为了降低成本，会主动寻求减排途径，从而减少地区碳排放并提高能源利用效率[14]。

对于经济增长的影响，目前大致分为新古典经济学派的“遵循成本说”和修正学派的“创新补偿说”。前者提出，生产者为了达到环境规制中的环保目标会进行环境治理投资，从而对生产性资金造成“挤出效应”，导致经济收益下降。后者认为，适度的环境规制可以促进企业资源配置优化，激励企业技术创新，并且创新补偿的收益部分可以抵消企业的环境成本，有助于实现经济和环境绩效的双赢。目前有一部分文献证实了环境规制确实具有“创新补偿”效应，可以促进经济与环境相容发展[15]。

相较于单试点政策的促进碳减排作用，双试点城市对“降碳”和“增长”的协同作用效果可能会更强。一方面，行政手段的低碳城市可以有效降低碳排放的总量和强度，为碳排放权交易试点政策提供良好的环境和条件；另一方面，通过市场机制激励和技术创新推动等措施，碳排放权交易试点政策可以促进低碳产业的发展和壮大，为低碳城市的建设提供有力的支撑，且更能在以不牺牲经济的前提下实现绿色发展。因此低碳城市和碳排放权交易双试点政策可能会对“降碳”和“增长”有更重要的协同影响。基于此，提出以下假设。

H1：低碳试点与碳排放权交易双试点政策可以有效抑制地区碳排放，促进经济增长。

### 1.3 双环境试点政策协同对“降碳”与“增长”的作用机制

新结构环境经济学认为，处在一定发展阶段的经济体的要素禀赋结构与所决定的最优生产结构要相适应，以达到最优环境结构[12]。接下来，从结构逻辑来进一步深入探究双试点政策协同“降碳”与“增长”的作用机制。

#### 1.3.1 禀赋结构——降低能源消耗效应

已有研究表明，能源与碳排放之间存在密切的关系。行政手段下的低碳城市建设倡导企业生产节约能源，优化能源生产消费结构[16]。试点地区会积极引导全社会节约用能，使居民养成绿色低碳的生活方式，如通过调整公共交通定价来引导居民的低碳出行[17]。此外，通过政策规划不断优化能源消费结构，降低不合理能源消费所带来的碳排放。而碳排放权的交易和定价机制对能源消费和效率有很大影响。首先，通过市场导向将能源使用的外部性成本转移给企业，减排的经济激励会促使企业提高能源利用效率、采用清洁能源等，从而降低能源消耗和碳排放。其次，碳排放权交易制度会迫使能源密集型产业转型、升级或高效生产，一些高能耗、高排放的产业可能会因为碳排放成本而进行低碳转型或逐渐退出市场，从而为节能环保的产业提供市场空间，这有助于优化产业结构，降低整体能源消耗。

综上所述，低碳试点和碳排放权交易试点政策均有助于降低能源消耗，低碳城市可以有效促使城市生产方式低碳化，推动城市绿色经济发展。而碳排放权交易试点会因为成本问题迫使企业降低能源消耗，提高能源利用效率。城市能源消耗直接关系低碳治理与绿色经济增长的协调发展。在这些措施共同作用下，有助于实现节能减排和经济可持续发展的双赢目标。

#### 1.3.2 生产结构——绿色技术创新效应

低碳城市政策作为一种行政手段，会通过限制企业行为来减少碳排放和污染，这种政策环境会促使企业进行绿色创新活动。实证研究表明，低碳试点城市的设立可以显著提高企业的绿色创新水平[18]。此外，低碳城市建设为企业提供金融、人才、财政等优惠政策，有助于企业投入绿色技术创新。而创新所带来的收益可以抵消环境成本，减少环境规制带来的经济损失，有助于实现环境和经济绩效的双赢。同样的，碳排放权交易试点也有助于绿色技术创新：在碳交易市场上，一些企业可以凭借绿色技术创新减少碳排放，并将额外的排放权出售获取额外利润。这种经济激励促使企业更积极地投入升级清洁能源技术、节能技术等绿色创新技术，以降低碳排放并增加收入。随着技术进步和技术溢出效应的增强，试点城市的整体技术水平会显著提高，有助于降低试点城市的碳排放[19]。

低碳试点和碳排放权交易试点政策在推动绿色技术创新方面具有显著的综合作用。为了降低碳排放，企业需要不断探索新的减排技术和方法。绿色创新不仅有助于企业降低碳排放成本，还会使企业不断提高自身竞争力和优势。双试点政策作为外部驱动力，不仅能通过绿色技术创新减少碳排放，还能改变高能耗成本的粗放型经济增长模式，为实现经济与环境兼顾的高质量发展提供新动能[20]。

#### 1.3.3 禀赋与生产结构——优化资源配置效应

在禀赋结构层，要素配置理论指出，在能源总量使用不变时，如果能将更多的能源配置给使用效率更高的企业，经济总产出将会增加，能源消费强度下降[21]。现实中，由于能源配置扭曲导致1998—2013年中国全要素生产率降低42%左右[22]。可见通过优化资源配置可有效提高能源使用效率。行政手段的低碳城市试点政策可以促使企业提高能源利用效率；而当碳排放权可以在企业之间进行交易，也会促使企业高效生产，不断提升能源效率，促进资源的有效配置。

在生产结构层，碳排放权交易的市场化允许碳排放配额在不同的生产者之间流动，从而实现配置的帕累托最优。碳排放权交易本质上是通过产权界定的方式来处理外部性问题，从源头对碳排放进

行控制与治理。企业用碳排放权进行交易时,一些企业为了满足生产经营需求可以买入额外的碳配额实现更高的产出,而一些生产效率高的企业也可以出售多余的碳配额,从而实现了碳配额资源的有效利用。

因此,低碳城市和碳排放权交易双试点政策有利于实现资源合理分配,具体表现为:双试点政策实施过程中,市场这只“看不见的手”在持续发挥作用,能加速各类资源从生产效率较低的部门向生产效率较高的部门流动[23],并不断淘汰产能与技术相对落后的企业,有效引导资金、技术与人才等向高生产率企业再配置,进而实现整体效率提升。这将有助于抑制碳排放总量,提升单位碳排放的经济产出。综上,碳城市和碳排放权交易双试点政策有助于发挥资源配置效应,进而赋能“降碳”与“增长”协同发展。基于此,提出以下假设。

H2:低碳试点与碳排放权交易双试点政策会通过降低能源消耗、促进绿色创新、优化资源配置来减少碳排放,提升经济效率。

## 2 研究设计

### 2.1 模型构建

为了探究低碳城市和碳排放权交易双环境试点政策对“降碳”与“增长”的协同影响作用,构建双重差分(difference-in-difference,DID)模型。

$$Y_{ct}=\alpha_0+\alpha_1\mathrm{DID}+\alpha_2\mathrm{Controls}_{ct}+\varepsilon_c+\varepsilon_t+\mu_{ct} \quad (1)$$

式中:被解释变量 $Y_{ct}$ 为 $c$ 市 $t$ 年的碳排放与经济增长数据;解释变量 DID 为低碳城市和碳排放交易机制双试点政策的虚拟变量;$\mathrm{Controls}_{ct}$ 为一系列控制变量;$\varepsilon_c$、$\varepsilon_t$ 分别为城市固定效应以及时间固定效应;$\mu_{ct}$ 为随机误差项。

### 2.2 变量设定

2.2.1 被解释变量

(1)碳排放量($\ln_pCO_2$):参考丛建辉等[24]的做法,本文基于碳排放核算的边界界定方法,通过划分排放源的范围来测算城市碳排放总量,主要的排放源可分为三大范围:范围 1 是指城市辖区内的所有直接排放,包括工业、农业和交通等产生的温室气体排放;范围 2 是指发生在城市辖区外的间接排放,如外购的电力、供热等二次能源;范围 3 是指未被范围 2 包括的其他间接排放,包括从辖区外购买的物品在生产、运输等环节产生的温室气体排放。这三大范围排放量之和即为城市当年碳排放总量,此外为排除人口因素影响,均采取人均碳排放量来进行衡量;

(2)经济增长($\ln_gdp$):采用历年各地级市生产总值 GDP 衡量当年城市经济发展程度,并以 2008 年为基期进行调整,用实际 GDP 的对数值来衡量经济增长。

2.2.2 核心解释变量

双重差分变量(DID)。按照是否同时为低碳城市和碳排放权交易试点城市构造虚拟变量:当城市同时成为低碳城市和碳排放权交易试点城市的当年及以后年度,DID 赋值为 1,否则赋值为 0。

2.2.3 控制变量

科技支持(Tec):用科技支出占地方财政支出的比例表示;财政支持(Gov):用地方财政支出与地方财政收入比值表示;绿化覆盖率(Gre):用城市绿地覆盖率表示;交通基础设施水平(Roa):利用人均城市道路面积衡量;人口规模(Pop):用人口密度的对数表示。

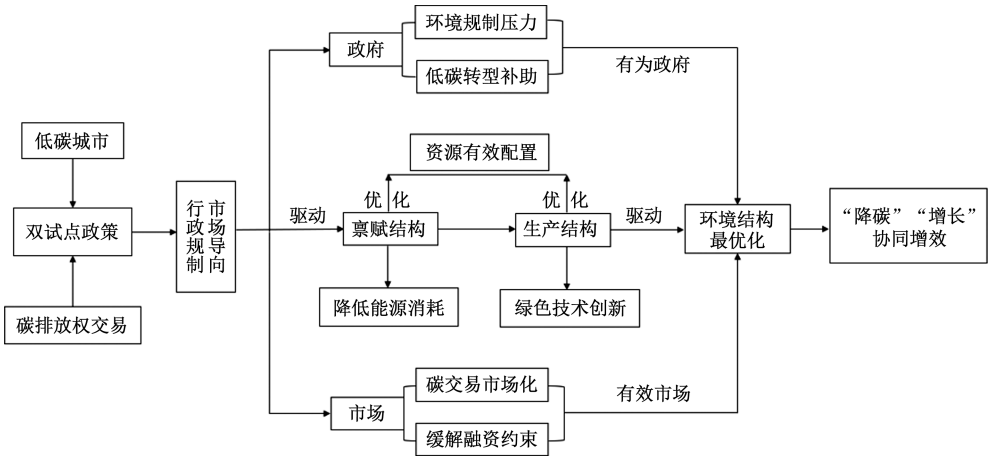



**图 1 理论机制**

### 2.3　样本说明与数据来源

采用 2008—2021 年中国 275 个地级市面板数据作为研究样本，并剔除一些数据缺失较多的城市。其中，变量数据主要来源于《中国城市统计年鉴》《中国统计年鉴》《中国能源统计年鉴》《中国城市建设统计年鉴》等，绿色专利数据主要来源于国家知识产权局。部分缺失数据使用插值法进行补齐，主要变量的描述性统计如表 1 所示。

**表 1　描述性统计**

| 变量名称 | 观测值 | 平均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
|---|---|---|---|---|---|
| ln_gdp | 3 850 | 7.276 | 0.987 | 4.328 | 10.670 |
| ln_$pCO_2$ | 3 850 | 2.153 | 0.739 | 0.026 | 5.372 |
| DID | 3 850 | 0.090 | 0.287 | 0.000 | 1.000 |
| Pop | 3 850 | 8.006 | 0.708 | 5.525 | 9.619 |
| Roa | 3 850 | 2.738 | 0.441 | 0.315 | 4.054 |
| Gre | 3 850 | 2.522 | 0.364 | 0.122 | 4.318 |
| Tec | 3 850 | 1.653 | 1.652 | 0.057 | 20.680 |
| Gov | 3 850 | 2.930 | 2.038 | 0.649 | 21.530 |

## 3　实证结果分析

### 3.1　基准回归

表 2 报告的是低碳城市和碳排放交易双试点对“降碳”和“增长”影响的基准回归结果。其中列(1)和列(3)未添加控制变量，结果表明低碳城市和碳排放交易双试点政策对人均碳排放总量的估计系数显著为负，对经济增长的估计系数显著为正。在添加控制变量后，列(2)和列(4)实证结果表明，双试点同样能显著降低碳排放量并具有显著的经济增长效应。上述结果说明双试点政策能够带来环境与经济的双重红利，H1 得到验证。

**表 2　基准回归结果**

| 变量 | (1) | (2) | (3) | (4) |
|---|---|---|---|---|
| | ln_$pCO_2$ | ln_$pCO_2$ | ln_gdp | ln_gdp |
| DID | −0.038*** | −0.028*** | 0.063*** | 0.048*** |
| | (0.009) | (0.009) | (0.015) | (0.014) |
| Pop | | 0.005 | | −0.007 |
| | | (0.005) | | (0.007) |
| Roa | | 0.026*** | | 0.007 |
| | | (0.008) | | (0.012) |
| Gre | | 0.009 | | 0.078*** |
| | | (0.008) | | (0.013) |
| Tec | | −0.014*** | | 0.045*** |
| | | (0.002) | | (0.003) |
| Gov | | −0.000 | | −0.030*** |
| | | (0.002) | | (0.003) |
| 常数项 | 2.156*** | 2.042*** | 7.270*** | 7.122*** |
| | (0.002) | (0.049) | (0.003) | (0.073) |
| 城市固定 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 3 850 | 3 850 | 3 850 | 3 850 |
| 调整后 $R^2$ | 0.982 | 0.983 | 0.975 | 0.978 |

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

### 3.2　平行趋势检验

使用双重差分的前提是满足平行趋势假定，借鉴 Jacobson 等[25]、冯祯祯等[26]的思路，采用事件研究法进行平行趋势检验，结果如图 2 和图 3 所示，横坐标表示政策实施前后的期数，并以双试点政策实施前五年作为基期。如图 2 和图 3 所示，在双试点政策实施之前，每年的估计系数均不显著，试点城市与非试点城市的碳排放与经济增长变化趋势并无显著差别，而在双试点政策实施后，试点城市碳排放在第二期开始显著低于非试点城市，经济增长在第二期开始显著得到提升。以上分析表明了基准回归通过了平行趋势检验。

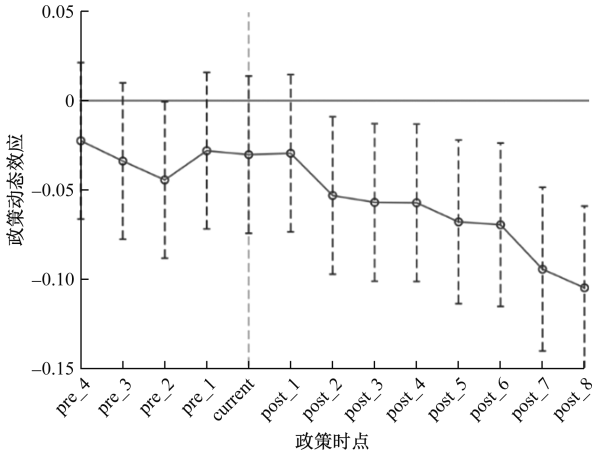



**图 2　碳排放平行趋势检验**

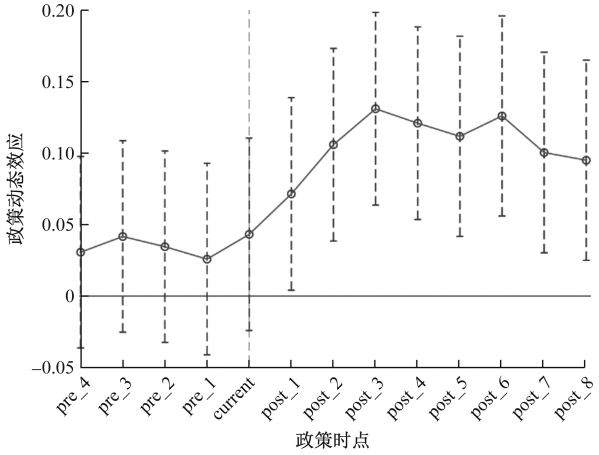



**图 3　经济增长平行趋势检验**

### 3.3　稳健性检验

3.3.1　*安慰剂检验*

借鉴 Li 等[27]、王芝炜等[28]的做法，本文通过随

机选取实验组与对照组进行安慰剂检验，根据基准模型随机抽取 500 次并绘制 $P$ 值与核密度如图 4 和图 5 所示。可以看出虚构的随机实验组中被解释变量的估计系数值基本上呈现以零为均值的正态分布，而真实事件中回归系数分别为 −0.027 6 和 0.048 1，显著异于安慰剂检验的估计值，这说明基准回归结果是稳健的，通过了安慰剂检验。

3.3.2 倾向得分匹配双重差分法

为了避免样本选择偏误导致内生性问题，保证处理组的选择是随机的。本文利用倾向得分匹配双重差分法（PSM-DID）模型来缓解可能造成的估计偏误。采用最近邻匹配（1∶3）的方法匹配对照组，结果由表 3 列（1）和列（2）可知，核心解释变量的估计系数都保持显著，且与基准回归结果不存在较大差异，证明了研究结果的稳健性。

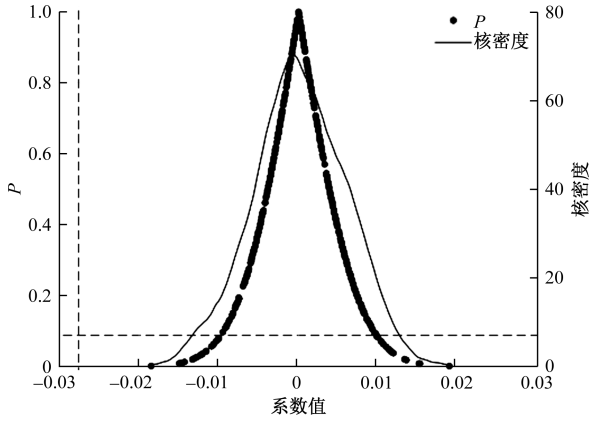



**图 4 碳排放安慰剂检验**

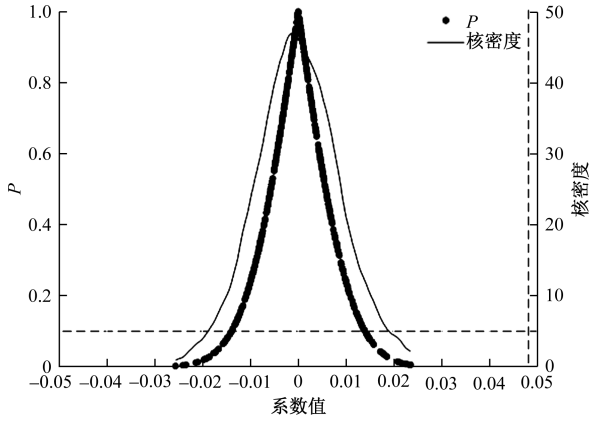



**图 5 经济增长安慰剂检验**

3.3.3 剔除直辖市和省会

省会城市和直辖市相较于普通地级市有着不同的生态建设和发展水平，可能在“降碳”与“增长”协同方面更有优势，因此本文通过剔除来排除对回归结果的干扰。表 3 列（3）和列（4）的回归结果表明，在排除特殊研究样本后，双试点对“降碳”和“增长”协同的作用依然存在。

3.3.4 缩尾处理

为控制极端值对研究结论的潜在影响，对各变量的样本数据进行 1% 的缩尾处理，并基于此调整后的数据重新展开参数估计，具体结果如表 3 列（5）和列（6）所示。结果表明，在对数据进行缩尾修正后本文的基准结论仍然显著稳健。

### 3.4 影响机制检验

基于前文理论分析，本文对降低能源消耗效应、绿色技术创新效应和优化资源配置效应展开机制检验分析。参考江艇[29]的做法，选取经济学文献中常用的“两步法”完成机制检验，构建模型。

$$MV_{it} = \beta_0 + \beta_1 DID + \beta_2 Controls_{it} + \varepsilon_c + \varepsilon_t + \mu_{it} \quad (2)$$

式中：$MV_{it}$ 为中介变量，具体指代能源消耗、绿色创新、资源配置。

3.4.1 降低能源消耗效应

参考黄寰等[30]的构造能源消耗方法，选用城市耗能总量作为代理变量，采用历年城市用电量、液化石油气、天然气及热力按照折标煤系数计算而得。其中，电力折标煤系数为 0.123 kg/kWh，液化石

**表 3 稳健性检验**

| 变量 | PSM-DID | | 剔除直辖市和省会 | | 缩尾处理 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | $\ln_pCO_2$ | ln_gdp | $\ln_pCO_2$ | ln_gdp | $\ln_pCO_2$ | ln_gdp |
| | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) | (6) |
| DID | −0.043** | 0.065*** | −0.036*** | 0.088*** | −0.027*** | 0.041*** |
| | (0.018) | (0.020) | (0.010) | (0.015) | (0.009) | (0.014) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 1 065 | 1 065 | 3 416 | 3 416 | 3 850 | 3 850 |
| 调整后 $R^2$ | 0.980 | 0.988 | 0.982 | 0.973 | 0.982 | 0.979 |

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10% 的显著性水平；括号内为稳健标准误。

油气折标煤系数为1.714 kg/kg,天然气折标煤系数为1.330 kg/m³,热力折标煤系数为0.034 kg/10⁶J。

回归结果如表4列(1)所示,核心解释变量系数显著为负,说明双试点有助于降低能源消耗水平。这可能是因为试点地区倡导低碳生产和低碳生活,提高了能源利用效率,降低能源消耗。

3.4.2 绿色技术创新效应

绿色技术创新对低碳转型的促进效果已经基本达成共识[31-32]。关于绿色技术创新的衡量,借鉴陈超凡等[33]的做法,采用全国地级市绿色专利授权量来体现绿色技术创新效应。并且为了避免人口规模影响,选取每万人地级市绿色专利授权数表示。

表4列(2)为绿色技术创新这一中介效应的回归结果,可以看出核心解释变量至少通过1%的显著性检验水平,证明双试点政策有助于发挥绿色技术创新效应,中介机制成立。可见,双试点政策通过激励企业开展研发创新活动,促进清洁能源和低碳技术更广泛的生产应用,最终实现"降碳"与"增长"协同发展。

3.4.3 优化资源配置效应

资源有效配置是指在市场机制作用下,劳动和资本要素配置合理,向高生产效率的部门流动,实现帕累托最优产出最大化,而资源错配或者市场扭曲意味着偏离最优状态。借鉴Hsieh和Klenow[34]、徐波等[35]的做法,采用C-D函数推导劳动和资本的边际产出,再求出相对应的市场扭曲程度间接衡量资源配置效率,二者之间的关系表现为市场扭曲程度越高,资源配置效率越低。

表4列(3)检验了优化资源配置的中介效应,核心解释变量显著为负说明双试点政策效应有助于降低市场扭曲系数,从而缓解资源错配、优化资源配置。因此,双试点政策通过优化资源配置,有效降低了碳排放并促进经济增长。至此H2得证。

**表4 中介效应**

| 变量 | 降低能源消耗 | 绿色技术创新 | 优化资源配置 |
|---|---|---|---|
| | NY | GT | RW |
| | (1) | (2) | (3) |
| DID | −0.059* | 0.093*** | −0.455*** |
| | (0.035) | (0.016) | (0.040) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定效应 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 3 838 | 3 850 | 3 836 |
| 调整后 $R^2$ | 0.908 | 0.864 | 0.836 |

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误。

### 3.5 异质性

根据前文分析,低碳城市和碳排放交易双试点具有显著的"降碳"与"增长"效应,本文从区位特征、资源型城市、公众环境关注三个方面来展开异质性分析。

3.5.1 区位特征

由于东、中、西部地区的产业结构和经济发展水平等存在较大差异,双环境试点政策的实施可能会产生不同效果。因此,按照国家统计局划分标准将样本分为东部和中西部地区进行异质性检验。

回归结果如表5列(1)~列(4)所示,双环境试点政策对东部地区的降碳效果更好,而对中西部地区的经济增长效应更好。这可能是因为东部地区城市产业基础和降碳相关基础配套设施更好,政府也更加关注环境问题;而中西部地区降碳效果较弱,政府可能是较为注重经济效益而环境政策相对宽松,致使双试点政策的经济效果优于降碳效果。因此中西部地区对绿色减排的重视仍有很大的提升空间。

**表5 区位特征异质性**

| 变量 | ln_pCO₂ | ln_pCO₂ | ln_gdp | ln_gdp |
|---|---|---|---|---|
| | 东部地区 | 中西部地区 | 东部地区 | 中西部地区 |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| DID | −0.067*** | 0.045** | 0.060*** | 0.132*** |
| | (0.008) | (0.017) | (0.018) | (0.023) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 1 400 | 2 450 | 1 400 | 2 450 |
| 调整后 $R^2$ | 0.990 | 0.979 | 0.977 | 0.973 |
| 组间系数 $P$ | 0.000 | | 0.000 | |

注:***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平;括号内为稳健标准误;组间系数差异是采用邹检验方法得到的相应经验$P$值。

3.5.2 资源型城市

自然资源禀赋的差异很大程度上决定了城市能耗结构甚至经济发展方向,使得环境政策会对"降碳"与"增长"产生不同影响。资源型城市的经济发展往往依赖于本地区丰富的自然资源,而资源的开发又伴随着能源消耗和污染排放,因此资源型城市面临的经济发展与碳减排压力会更大。依据《全国资源型城市可持续发展规划》名单,将城市样本分为资源型和非资源型城市。

结果如表6列(1)~列(4)所示,双试点的设立对非资源城市的降碳效果更好,但经济发展不明显;

**表 6　资源型城市异质性**

| 变量 | $\ln_pCO_2$ | $\ln_pCO_2$ | ln_gdp | ln_gdp |
|---|---|---|---|---|
| | 资源型城市 | 非资源城市 | 资源型城市 | 非资源城市 |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| DID | 0.013 | −0.038*** | 0.188*** | −0.007 |
| | (0.023) | (0.010) | (0.034) | (0.014) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 1 523 | 2 324 | 1 523 | 2 324 |
| 调整后 $R^2$ | 0.980 | 0.984 | 0.963 | 0.983 |
| 组间系数 $P$ | 0.015 | | 0.000 | |

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误；组间系数差异是采用邹检验方法得到的相应经验 $P$ 值。

资源型城市降碳效果不显著，但经济发展效果更好。如前文所分析，资源型城市的发展路径主要依赖于资源开发，因此累积的生态环境问题较多，其粗放式发展经济的模式使得双试点政策对碳减排的作用不明显，可持续发展压力较大。相比之下，非资源型城市发展对资源依赖程度较低，更加注重产业多元化和可持续发展，因此双试点环境政策促进降碳的效果更为显著。

3.5.3　公众环境关注

作为一种非正式规制，公众环境关注在环境治理中也发挥着重要的正外部性作用。首先，公众环境关注会通过新媒体平台传递出环境偏好与舆论压力，促使企业降低污染排放，提升环保表现。其次，公众环境关注可以监督地方政府与企业的合谋，有助于促使政府规范环境治理行为，提升环境治理绩效[36]。参照郑思齐等[37]的做法，采用“环境污染”的百度搜索指数来测度公众对于环境问题的关注，并以公众环境关注度指标的中位数将样本划分为公众环境关注高和公众环境关注低两组。

根据表 7 结果可知，双试点在公众环境关注高的地方的“降碳”效果更好，但在公众环境关注低的地方“增长”效果更好。可能的原因是，公众环境关注高引发的“群体效应”会引起地方政府部门的高度重视，并及时采取环境规制措施。企业也会更重视环境污染，积极参与绿色低碳可持续的社会建设，从而“降碳”效果更好。而公众环境关注低的地方，政府可能会用“漂绿”“达标”行为进行绿色建设，更重视发展经济，企业在发展战略中也会由于缺少监督而较少融入绿色理念，因此不利于碳减排。

**表 7　公众环境关注异质性**

| 变量 | $\ln_pCO_2$ | $\ln_pCO_2$ | ln_gdp | ln_gdp |
|---|---|---|---|---|
| | 公众环境关注高 | 公众环境关注低 | 公众环境关注高 | 公众环境关注低 |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| DID | −0.044*** | −0.002 | 0.052*** | 0.154*** |
| | (0.014) | (0.026) | (0.018) | (0.039) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 1 498 | 1 507 | 1 498 | 1 507 |
| 调整后 $R^2$ | 0.983 | 0.981 | 0.983 | 0.939 |
| 组间系数 $P$ | 0.000 | | 0.001 | |

注：***、**、* 分别表示 1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误；组间系数差异是采用邹检验方法得到的相应经验 $P$ 值。

## 4　双环境试点政策协同的调节作用

当低碳城市和碳排放交易机制双试点政策发挥作用时，可能还存在其他渠道抑制或促进“降碳”与“增长”政策效果。选取政府环境关注度、金融市场发展程度作为调节变量，构造以下模型。

$$Y_{ct} = \alpha_0 + \alpha_1 \mathrm{DID} + \alpha_2 \mathrm{DID} \times \mathrm{adjust}_{ct} + \alpha_3 \mathrm{adjust}_{ct} + \mathrm{Controls}_{ct} + \varepsilon_c + \varepsilon_t + \mu_{ct} \quad (3)$$

式中：adjust 为调节变量，具体指代政府环境关注度或者金融市场发展程度指标。

### 4.1　政府环境关注度

地方政府工作报告作为地区发展的战略规划，不仅总结和展望了地方年度工作，还引导经济社会发展目标与环保规划的整合，构建了实现“降碳”与“增长”协同进展的策略框架。各地方政府工作报告根据实际情况，通过政策创新和制度设计制定规划，推动地区绿色、低碳、高效发展。此外，低碳城市与碳排放权交易双试点政策实施也离不开地方政府的规划与推动。参考徐妍等[38]的做法，利用文本分析法对 275 个地级市政府工作报告进行文本统计，用当年政府工作报告中与环境约束有关字段词频占报告总篇幅的比例来衡量地方政府对环境的关注度(HC)。

调节效应检验结果如表 8 列(1)和列(2)所示，政府环境关注度对于减少碳排放具有正向的促进作用，对于经济增长则具有负向的调节作用。这可能是因为地方政府对于环境的关注可能通过行政手段来具体实施，从而有效减少碳排放。但是限制环境污染也在一定程度上限制了地方经济发展[39]。由此看出，地方政府在推动区域经济增长与环境治理协同发展方面也作出了重要努力。

表8 调节效应结果

| 变量 | 政府环境关注度 | | 金融市场发展度 | |
|---|---|---|---|---|
| | ln_pCO$_2$ | ln_gdp | ln_pCO$_2$ | ln_gdp |
| | (1) | (2) | (3) | (4) |
| DID | −0.012** | 0.098*** | −0.027*** | 0.024 |
| | (0.005) | (0.012) | (0.019) | (0.025) |
| DID×HC | −1.600** | −3.178*** | | |
| | (0.657) | (0.791) | | |
| HC | 0.148 | 2.180*** | | |
| | (0.292) | (0.464) | | |
| DID×FI | | | −0.048*** | 0.008 |
| | | | (0.007) | (0.009) |
| FI | | | 0.011*** | −0.125*** |
| | | | (0.003) | (0.004) |
| 控制变量 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 城市固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 年份固定效应 | 是 | 是 | 是 | 是 |
| 观测值 | 3 850 | 3 850 | 3 850 | 3 850 |
| 调整的 $R^2$ | 0.983 | 0.979 | 0.983 | 0.984 |

注：***、**、*分别表示1%、5%、10%的显著性水平；括号内为稳健标准误。

### 4.2 金融市场发展程度

已有文献表明，金融市场的发展有助于缓解企业融资约束，从而有助于降低碳排放。从金融支持的角度来看，碳排放权交易机制的运行需要金融工具的支持，从而减少融资约束，引导企业加大绿色研发资金的投入。本文使用金融机构存贷款余额之和比地方生产总值的与值来衡量金融市场的发展程度(FI)。

表8列(3)和列(4)为金融市场发展程度的调节作用检验结果，交乘项系数在1%的水平上显著为负，说明金融市场发展程度对双试点与“降碳”表现之间关系有正向调节作用。可以看出，金融市场有助于正向促进碳排放减少，但对经济增长的调节效果不是很显著。

## 5 结论与启示

本文基于2008—2021年中国275个地级市的面板数据，以低碳城市和碳排放交易试点城市政策作为准自然实验，通过构建双重差分模型实证检验双试点政策的“降碳”和“增长”效应。研究发现，双试点城市可以显著促进碳减排，且碳减排不以牺牲经济增长为代价，并通过了一系列的稳健性检验。双试点环境政策建设能够通过降低能源消耗、促进绿色创新、优化资源配置三条途径来实现“降碳”和“增长”协同发展，且在东部地区、非资源型城市和公众环境关注高的地区赋能的效果更好。进一步研究发现，政府环境关注度和金融市场发展程度存在一定的调节作用。基于研究结论，提出以下政策启示。

(1)进一步扩大和深化低碳城市与碳排放权交易试点政策，强化政策之间的协同效应。政府在制定绿色发展政策时，不应只关注实现单一政策目标，还应充分考虑其他政策因素，注重不同政策工具间的互补互促效应，与其他试点政策等形成政策组合拳，发挥不同政策的叠加效应和联动效应，以实现“降碳”与“增长”的最优化和最大化。

(2)对双试点城市的建设要不断深入探索促进经济绿色发展的多维路径。在要素禀赋结构层，政府通过政策规划调整能源生产消费结构，倡导企业节约生产能源、居民消费绿色低碳，并加快新能源在能源结构中的渗透力度。在生产结构层，各城市应当持续加大创新投入力度，鼓励和引导创新活动，推动绿色技术的研发应用，充分发挥绿色技术创新对绿色低碳发展的关键作用。最后，引导实现资源的有效配置，实现绿色经济效率的提升。

(3)为低碳城市和碳排放权交易双试点政策的发挥提供良好的外部条件，引导经济社会发展目标与环保规划的整合。绿色低碳发展需要充分发挥有为政府和有效市场的作用，因此也应重视金融市场发展对降低碳排放的重要作用，促进碳减排与经济增长协调发展。在制定政策时，注重不同区位城市在经济发展程度、产业条件等方面的差异，坚持以因地制宜、因城施策的原则合理布局，提升公众对环境的关注，寻求特色的绿色发展路径与模式，从而更好地发挥政策效用。

## 参考文献

[1] KAUTTO N, ARASTO A, SIJM J, et al. Interaction of the EU ETS and national climate policy instruments: impact on biomass use[J]. Biomass & Bioenergy, 2012, 38: 117-127.

[2] LI W, JIA Z. Carbon tax, emission trading, or the mixed policy: which is the most effective strategy for climate change mitigation in China? [J]. Mitigation & Adaptation Strategies for Global Change, 2017, 22: 973-992.

[3] 徐盈之，杨英超，郭进. 环境规制对碳减排的作用路径及效应——基于中国省级数据的实证分析[J]. 科学学与科学技术管理，2015，36(10)：135-146.

[4] 董直庆，王辉. 市场型环境规制政策有效性检验——来自碳排放权交易政策视角的经验证据[J]. 统计研究，2021，38(10)：48-61.

[5] GEHRSITZ M. The effect of low emission zones on air pollution and infant health[J]. Journal of Environmental Economics and Management, 2017, 83(5): 121-144.

[6] 郭秋秋，马晓钰. “宽带中国”战略和低碳城市双试点的减污效应研究[J]. 产业经济研究，2023(5)：129-142.
[7] 张跃胜，张少鹏，王晓红. “双碳”目标下低碳城市建设对城市高质量发展的影响——基于低碳城市试点政策的准自然实验[J]. 西安交通大学学报(社会科学版)，2022，42(5)：39-48.
[8] 万攀兵，杨冕，王怡怡. 清洁发展机制的“降碳”与“增长”协同效果评估[J]. 世界经济，2023，46(6)：158-182.
[9] 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，2019，220：1111-1120.
[10] 胡玉凤，丁友强. 碳排放权交易机制能否兼顾企业效益与绿色效率？[J]. 中国人口·资源与环境，2020，30(3)：56-64.
[11] 林鹏昇，李硕. 行政手段与市场机制：中国气候政策碳减排效果的比较[J]. 世界经济，2024(6)：149-175.
[12] 林毅夫，付才辉，郑洁. 新结构环境经济学：新框架与新见解[J]. 经济理论与经济管理，2023，43(9)：4-17.
[13] 张兵兵，董安然，段玉婉. 碳达峰目标如何引领城市低碳转型——来自准自然实验的证据[J]. 数量经济技术经济研究，2024，41(7)：177-196.
[14] 李荣华，杜昊. “双碳”目标下碳排放权交易试点的减排效应与区域差异[J]. 经济与管理研究，2023，44 (11)：25-44.
[15] 李青原，肖泽华. 异质性环境规制工具与企业绿色创新激励——来自上市企业绿色专利的证据[J]. 经济研究，2020，55(9)：192-208.
[16] 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.
[17] 张雪峰，宋鸽，闫勇. 城市低碳交通体系对能源消费结构的影响研究——来自中国十四个城市的面板数据经验[J]. 中国管理科学，2020，28(12)：173-183.
[18] 郭丰，杨上广，柴泽阳，等. 低碳城市建设能够提升城市绿色技术创新吗？——来自准自然实验的证据[J]. 软科学，2023，37(1)：40-49.
[19] 刘传明，孙喆，张瑾. 中国碳排放权交易试点的碳减排政策效应研究[J]. 中国人口·资源与环境，2019，29(11)：49-58.
[20] 陈丽娜，柏杨. 双试点政策对绿色全要素生产率的影响——基于低碳城市和创新型城市双试点政策的准自然实验[J]. 科技管理研究，2023，43(17)：49-58.
[21] 杨豪，潘颖豪，才国伟. 碳排放总量控制、配置效率与产出收益[J]. 中国工业经济，2023(7)：46-65.
[22] 陈诗一，陈登科. 中国资源配置效率动态演化——纳入能源要素的新视角[J]. 中国社会科学，2017(4)：67-83.
[23] 钱雪松，康瑾，唐英伦，等. 产业政策、资本配置效率与企业全要素生产率——基于中国2009年十大产业振兴规划自然实验的经验研究[J]. 中国工业经济，2018(8)：42-59.
[24] 丛建辉，刘学敏，赵雪如. 城市碳排放核算的边界界定及其测度方法[J]. 中国人口·资源与环境，2014，24(4)：19-26.
[25] JACOBSON L. S，LALONDE R. J，SULLIVAN D. Earnings losses of displaced workers[J]. American Economic Review，1993，83(4)：685-709.
[26] 冯祯祯，崔凡，邓兴华. 人口流动与企业生产链长度——基于户籍制度改革的准自然实验[J]. 经济科学，2024(4)：138-161.
[27] LI P，LU Y，WANG J. Does flattening government improve economic performance? evidence from China[J]. Journal of Development Economics，2016，123：18-37.
[28] 王芝炜，孙慧，张贤峰，等. 用能权交易制度能否实现减污降碳的双重环境福利？[J]. 产业经济研究，2023(4)：15-26.
[29] 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.
[30] 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.
[31] 刘涛，韩悦. 绿色投资、产业结构生态化与低碳经济转型[J]. 经济与管理评论，2023(6)：17-29.
[32] LI J，CHEN L，CHEN Y，et al. Digital economy，technological innovation and green economic efficiency：empirical evidence from 277 cities in China[J]. Managerial and Decision Economics，2022，43(3)：616-629.
[33] 陈超凡，王泽，关成华. 国家创新型城市试点政策的绿色创新效应研究：来自281个地级市的准实验证据[J]. 北京师范大学学报(社会科学版)，2022(1)：139-152.
[34] HSIEH C T，KLENOW P J. Misallocation and manufacturing TFP in China and India[J]. The Quarterly Journal of Economics，2009，124(4)：1403-1448.
[35] 徐波，王兆萍，余乐山，等. 新质生产力对资源配置效率的影响效应研究[J]. 产业经济评论，2024(4)：35-49.
[36] 马平平，张明，王龙可. 公众环境关注与企业绿色转型：政府环境规制与企业内部能力的双重审视[J]. 中国人口·资源与环境，2024，34(6)：112-123.
[37] 郑思齐，万广华，孙伟增，等. 公众诉求与城市环境治理[J]. 管理世界，2013(6)：72-84.
[38] 徐妍，郑冠群，沈悦. 地方政府环境治理目标约束强度与绿色经济效率[J]. 中国经济问题，2022(6)：165-177.
[39] 程华，樊沁怡，龚强. 地方政府环境关注度、媒体监督和国有企业减排绩效[J]. 经济科学，2023(5)：183-198.

# Researchon the Synergistic Effect of "Carbon Reduction" and "Growth" of Dual Environmental Pilot Policies

JIN Wenjie

(School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710054, China)

**Abstract**: How to achieve green development of low-carbon economy is not only helpful to solve the outstanding problems of economic development under the constraints of resources and environment in China, but also the key to achieving Chinese path to modernization in which people and nature coexist harmoniously. Based on data from 275 prefecture level cities in China from 2008 to 2021, using the low-carbon city and carbon emission trading dual pilot city policies as quasi natural experiments, a double difference model was constructed to empirically test the "carbon reduction" and "growth" effects of the dual pilot policies. Dual pilot cities can significantly promote carbon reduction, and carbon reduction does not come at the expense of economic growth. Mechanism testing shows that the construction of dual pilot environmental policies can achieve coordinated development of "carbon reduction" and "growth" through three ways, such as reducing energy consumption, promoting green innovation and optimizing resource allocation. Moreover, the empowerment effect is better in areas with high urbanization, non- resource based cities and high public environmental concern. Further research has found that it is a certain moderating effect of government environmental attention and financial market development. Some inspiration are provided for implementing green and low-carbon goals and leveraging the effectiveness of the environmental pilot policy "1+1>2".

**Keywords**: dual pilot; low-carbon cities; carbon emission trading; synergistic effect; emission reduction and efficiency increase