

分类号
U D C

密级
编号 10741



硕士学位论文

论文题目 新能源示范城市建设对城市碳排放的影响及其空间溢出效应研究

研究生姓名: 郭怡彤

指导教师姓名、职称: 武翠芳 教授

学科、专业名称: 理论经济学(人口、资源与环境经济学)

研究方向: 生态经济与可持续发展

提交日期: 2024年6月5日

独创性声明

本人声明所呈交的论文是我个人在导师指导下进行的研究工作及取得的研究成果。尽我所知，除了文中特别加以标注和致谢的地方外，论文中不包含其他人已经发表或撰写过的研究成果。与我一同工作的同志对本研究所做的任何贡献均已在论文中作了明确的说明并表示了谢意。

学位论文作者签名： 郭怡彤 签字日期： 2024年6月5日

导师签名： 武翠芳 签字日期： 2024年6月5日

关于论文使用授权的说明

本人完全了解学校关于保留、使用学位论文的各项规定， 同意（选择“同意” / “不同意”）以下事项：

1. 学校有权保留本论文的复印件和磁盘，允许论文被查阅和借阅，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存、汇编学位论文；

2. 学校有权将本人的学位论文提交至清华大学“中国学术期刊（光盘版）电子杂志社”用于出版和编入 CNKI《中国知识资源总库》或其他同类数据库，传播本学位论文的全部或部分内容。

学位论文作者签名： 郭怡彤 签字日期： 2024年6月5日

导师签名： 武翠芳 签字日期： 2024年6月5日

**Research on the Impact of New Energy
Demonstration City Construction on Urban
Carbon Emissions and Its Spatial Spillover
Effect**

Candidate : Guo Yitong

Supervisor: Wu Cuifang

目 录

1 绪 论	1
1.1 研究背景和意义	1
1.1.1 研究背景	1
1.1.2 研究意义	2
1.2 文献综述	2
1.2.1 新能源示范城市建设的相关研究	2
1.2.2 城市碳排放影响因素的相关研究	4
1.2.3 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的相关研究	6
1.2.4 文献述评	7
1.3 研究目的、方法与内容	8
1.3.1 研究目的	8
1.3.2 研究方法	9
1.3.3 研究内容	10
1.4 结构安排与技术路线	11
1.5 论文的创新点	14
2 新能源示范城市建设概况	15
2.1 核心概念界定	15
2.2 新能源示范城市建设背景	15
2.3 新能源示范城市建设概况	16
2.3.1 新能源示范城市建设理念与目标	17
2.3.2 新能源示范城市的规划与建设	17
3 新能源示范城市建设对城市碳排放的影响机理	19
3.1 理论基础	19
3.1.1 低碳经济理论	19

3.1.2 环境库兹涅茨曲线理论	19
3.1.3 外部性理论	20
3.2 新能源示范城市建设对城市碳排放的影响机理分析	21
3.2.1 技术创新效应	21
3.2.2 产业结构优化效应	22
3.2.3 政府财政扶持效应	23
4 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的实证分析	25
4.1 研究假设	25
4.1.1 新能源示范城市的碳减排效应	25
4.1.2 新能源示范城市的实现碳减排的机制	25
4.2 模型设计	26
4.2.1 基准模型设定	26
4.2.2 中介效应模型设定	27
4.3 变量与样本的选择	27
4.3.1 变量的选择	27
4.3.2 样本的选择	29
4.3.3 数据来源与描述性统计	29
4.4 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的基准回归结果	30
4.5 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的稳健性检验	32
4.5.1 平行趋势检验	32
4.5.2 安慰剂检验	33
4.5.3 倾向得分匹配检验	34
4.5.4 排除其他政策检验	35
4.5.5 更换被解释变量	36
4.6 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的中介效应检验	37
4.6.1 技术创新效应	38
4.6.2 产业结构优化效应	38
4.6.3 政府财政扶持效应	39
4.7 异质性分析	40

4.7.1 地理区位异质性	40
4.7.2 资源禀赋异质性	41
5 空间溢出效应分析	43
5.1 新能源示范城市碳减排的空间溢出效应	43
5.2 空间自相关	43
5.3 空间计量模型构建	44
5.3.1 空间误差模型 (SEM)	44
5.3.2 空间滞后模型 (SLM)	45
5.3.3 空间杜宾模型 (SDM)	46
5.4 空间计量模型选择	46
5.5 空间溢出效应结果分析	47
6 研究结论、政策建议与展望	49
6.1 研究结论	49
6.2 政策建议	50
6.2.1 以能源技术革新为导向, 发展绿色技术	50
6.2.2 完善政府财政资金扶持机制, 加强宏观引导	51
6.2.3 新能源建设与产业转型相结合, 促进产业结构高级化	51
6.2.4 加强区域碳排放协同监管, 促进多主体协同减排	52
6.3 研究展望	53
参考文献	54
致 谢	60

摘要

气候变暖问题已成为当前备受瞩目的全球治理重点。在应对气候变化并实现双碳目标的进程中，城市扮演着关键角色。2014年，国家能源局发布了新能源示范城市建设的首批名单，目的是提升城市的可持续发展能力，积极开发和利用各种新能源技术，降低城市对化石能源的消耗和依赖，增加新能源在城市能源结构中的占比。学术界越来越关注新能源示范城市建设，但很少有研究探讨这种建设对城市碳排放的影响和空间溢出效应，尚需研究新能源示范城市建设是否能够减少城市碳排放。此外，仍需进一步探讨新能源示范城市建设通过哪些中间因素影响城市碳排放。基于此，本文选取我国266个城市2009~2019的面板数据探究新能源示范城市建设对城市碳排放的影响，并结合多种稳健性检验方法，检验了研究结果具备可靠性。同时，进行了异质性分析以检验不同区域以及不同资源禀赋是否会使新能源示范城市建设对城市碳排放的影响存在差异。此外，本文通过机制分析验证了新能源示范城市建设影响城市碳排放的路径。最后，运用空间杜宾模型分析其空间溢出效应。

结果表明：（1）新能源示范城市建设促进了城市的碳减排效应，并且政策实施有时间滞后效应，新能源示范城市建设的碳减排效应在第三年开始显现。（2）新能源示范城市建设的碳减排效应具有异质性。不同区域以及不同资源禀赋都会使新能源示范城市建设的碳减排效果存在差异。（3）技术创新、产业结构优化和政府财政扶持是新能源示范城市建设实现碳减排效应的三个主要途径。实施新能源示范城市建设能够促进企业技术创新，科研成果转化为节能减排设备从而实现绿色低碳发展，大大提高了城市的生产力，降低了城市碳排放强度；实施新能源示范城市建设能够有效提升城市产业结构优化，降低城市工业比例，高效调整城市产业结构，进而降低城市碳排放强度；实施新能源示范城市建设能够提高政府财政扶持力度，通过引导资金流向新能源领域，淘汰落后产能，推动城市朝着绿色低碳方向发展。（4）政策虽然有效促进了新能源示范城市碳减排，但是对于周围城市的碳排放表现出“以邻为壑”的特征，新能源示范城市建设存在污染扩散转移的现象。这一研究结论表明，在制定发展新能源的相关政策过程中，需

要将碳排放的省际转移考虑在内。

基于上述结论，本文提出以下政策建议：第一，以能源技术创新为导向，实现城市新能源发展和绿色发展的协调共进。第二，充分发挥地方政府财政资金扶持作用，加强监管和宏观引导。第三，加大对传统能源清洁低碳化和可再生能源的扶持力度，促进产业结构高级化。第四，加强区域碳排放协同监管，促进多主体协同减排。

关键词：新能源示范城市 碳排放强度 DID 模型 中介效应 空间溢出效应

Abstract

The issue of climate warming has become a high-profile focus of global governance. Cities play a key role in tackling climate change and achieving the dual carbon goals. In 2014, the National Energy Administration released the first list of new energy demonstration cities, with the aim of improving the sustainable development capacity of cities, actively developing and utilizing various new energy technologies, reducing the city's consumption and dependence on fossil energy, and increasing the proportion of new energy in the city's energy structure. Academics are paying more and more attention to the construction of new energy demonstration cities, but few studies have explored the impact of such construction on urban carbon emissions and spatial spillover effects, and it is still necessary to study whether the construction of new energy demonstration cities can reduce urban carbon emissions. In addition, it is still necessary to further explore the intermediate factors that affect urban carbon emissions through the construction of new energy demonstration cities. Based on this, this paper selects the panel data of 266 cities in China from 2009~2019 to explore the impact of new energy demonstration city construction on urban carbon emissions, and combines a variety of robustness test methods to test the reliability of the research

results. At the same time, heterogeneity analysis and mechanism analysis were carried out, and the spatial Durbin model was used to analyze the spatial spillover effect.

The results show that: (1) The construction of new energy demonstration cities promotes the carbon emission reduction effect of cities, and there is a time lag effect in policy implementation, and the carbon emission reduction effect of new energy demonstration city construction begins to appear in the third year. (2) The carbon emission reduction effect of new energy demonstration city construction is heterogeneous. Different regions and different resource endowments will make the carbon emission reduction effect of new energy demonstration city construction different. (3) Technological innovation, industrial structure optimization and government financial support are the three main ways to achieve carbon emission reduction effect in the construction of new energy demonstration cities. The implementation of new energy demonstration cities can promote the technological innovation of enterprises, and the transformation of scientific research achievements into energy-saving and emission-reduction equipment to achieve green and low-carbon development, greatly improve the productivity of the city, and reduce the urban carbon emission intensity; the implementation of the construction of new energy demonstration cities can effectively improve the optimization of the urban industrial structure, reduce the proportion of

urban industry, and efficiently adjust the urban industrial structure, thereby reducing the urban carbon emission intensity; the implementation of the construction of new energy demonstration cities can improve the government's financial support, and promote the development of the city in the direction of green and low-carbon by guiding the flow of funds to the field of new energy, eliminating backward production capacity。 (4) Although the policy has effectively promoted the carbon emission reduction of new energy demonstration cities, the carbon emissions of surrounding cities show the characteristics of "beggar-thy-neighbor", and there is a phenomenon of pollution diffusion and transfer in the construction of new energy demonstration cities. The conclusion of this study shows that the inter-provincial transfer of carbon emissions needs to be taken into account in the process of formulating relevant policies for the development of new energy.

Based on the above conclusions, this paper puts forward the following policy suggestions: First, we should take energy technology innovation as the guide to realize the coordinated development of urban new energy and green development. Second, give full play to the supporting role of local government financial funds, and strengthen supervision and macro guidance. Third, we will increase support for clean and low-carbon traditional energy and renewable energy, and promote the upgrading of the industrial structure. Fourth, strengthen the coordinated

supervision of regional carbon emissions and promote multi-actor coordinated emission reduction.

Keywords: New energy demonstration; city carbon emission intensity; DID model; mediating effect; spatial spillover effect

1 绪 论

1.1 研究背景和意义

1.1.1 研究背景

我国作为世界上最大的能源消费国，在全球应对气候变化进程明显加快和新一轮能源革命高潮兴起的国际化背景下，做出了碳达峰碳中和的承诺。实现“双碳”目标，是立足于发展国情，积极应对国内外挑战的必然选择。当前，生态文明建设的重要任务是实现“双碳”目标，带动经济社会发展走向绿色转型。然而，仅仅依靠国家宏观层面的管控难以实现“双碳”目标，各级城市积极落实碳减排发展举措也至关重要。城市是我国工业的主要聚集地，而工业又是产生碳排放的主要领域，减少全国各城市碳排放将助力我国高效实现“双碳”目标。

国家能源局于 2014 发布新能源示范城市建设首批名单，旨在鼓励开发和利用风能、太阳能、生物质能、地热能、海洋能等可再生能源，以及氢能、储能、微电网等新能源技术，提高新能源在城市能源供应中的比重和质量，满足城市的电力、热力、燃料等多种能源需求。新能源示范城市的建设是我国能源转型的重要抓手，是我国实现“双碳”目标的重要支撑。通过新能源示范城市的建设，可以有效促进新能源的大规模开发和利用，加快新能源技术的创新和突破，培育新能源产业的发展和壮大，提高新能源的社会认知和接受度，为我国构建清洁、低碳、安全、高效的能源体系，实现碳达峰和碳中和的目标，做出积极的贡献。

此外，随着区域经济一体化的进程越来越快，在增加经济效益的同时也带来了碳排放外部性的挑战。本地区的碳排放会在空间上造成外部效应，进而显著影响周边地区的碳排放水平。已有研究表明，我国城市碳排放类型演化具有明显的空间溢出效应和路径依赖特征（王少剑等，2018）。因此，空间溢出效应分析对于探究新能源示范城市建设如何影响城市碳排放至关重要。

基于此，本研究以 2014 国家能源局设立的新能源示范城市为实验对象，评估新能源示范城市建设是否对城市碳排放产生影响，为政策的后续实施和改进提供参考。

1.1.2 研究意义

本研究的理论意义主要有：

第一，从理论视角探析新能源示范城市建设对城市碳排放的影响，并通过实证分析识别了新能源示范城市建设作用于城市碳排放的渠道，拓展了实现我国“双碳”目标的新思路。

第二，有利于拓展城市碳排放影响因素分析的相关研究。近年来，经济、结构和人口等变量是学者们广泛纳入城市碳排放影响因素分析的变量，但是以新能源示范城市建设构建虚拟变量做影响分析的文献较少。且本文在基准回归分析的基础上，展开区域异质性分析，有助于针对我国区域差异提出相应的政策改进建议，从而高效减少城市碳排放。

本研究的现实意义主要有：

第一，本文验证了新能源示范城市建设是否对城市碳排放产生影响，对于促进中国城市在能源领域的转型升级，推动绿色、可持续发展目标的实现有重要的现实意义，从而为全球应对气候变化和可持续发展挑战做出积极贡献。

第二，通过运用空间计量模型分析新能源示范城市建设对城市碳排放的空间溢出效应有助于整合优化新能源示范城市空间布局，实现多主体协同减排，从而充分发挥新能源示范城市建设的政策效应。

1.2 文献综述

1.2.1 新能源示范城市建设的相关研究

(1) 新能源示范城市建设的相关研究

国外学者们在新能源与城市 100%融合的探索领域进行了深入研究，关注点涵盖了经济可行性、影响因素、实施效果以及方案优化等重要内容。他们的研究不仅拓展了我们对这一领域的认识，也为未来的可持续能源发展提供了宝贵的参考意见。以 Lacko 等（2014）的研究为例，他们探讨了适用于单户家庭的自给自足电源的 RES-氢能系统，结果显示在 100%可再生能源系统中，最佳电力供应在技术上是可行的。这一发现为我们展示了可再生能源系统在实际中的潜力，为推

动可再生能源技术的发展提供了新的思路和方向。另外，Funkhouser 等（2015）的研究从政策监管和市场因素的角度探讨了美国社区太阳能的部署情况，强调了消费者需求、法规遵从性以及社会导向型规制的重要性。这表明在推动新能源发展过程中，除了技术因素外，政策和市场因素的影响也不可忽视，需要全方位考虑才能取得成功。此外，Young 等（2017）的研究着重探讨了地方能源系统向 100% 新能源社区转变的关键因素，强调了关键行动主体的作用以及治理模式对实际结果的影响。这再次凸显了在新能源社区建设过程中，合适的治理模式和关键行动主体的参与对于取得实际成果的重要性。德国作为一个案例展示了政治和政策条件如何成为发展新能源的激励因素，可靠的合作关系能够调动现有技术和财政资源，推动可再生能源产业的发展。这为其他国家提供了一个成功的参考范例，启示我们在推动新能源发展上应注重政策引导和国际合作，共同迈向更可持续的能源未来。在实施效果方面，Wu 等（2018）从新能源示范城市建设效果的视角做了深入分析，研究表明一系列国家政策的实施有助于城市积极进行能源转型。综上，国外学者更倾向于深入研究社会因素对新能源示范城市建设的作用。

在国内，新能源示范城市建设的相关研究主要集中在概念以及评价指标体系构建方面。在概念上，能源城市概念的起源可以追溯到早期研究，它指的是产量较大的能源城市，这些城市在能源生产和利用方面具有重要影响力。赵宗燠作为改革城市燃料结构的先驱，提出了发展清洁能源的概念，为城市能源转型奠定了重要基础。在 21 世纪初，“新能源与可再生能源城市”的概念逐渐崭露头角，引领着城市能源发展的新方向。从 2006 年开始，一系列新能源城市建设计划相继出台，为城市转型注入了活力。中国国家能源局于 2012 年发布了关于新能源示范城市的评价指标体系，通过这一体系，各城市可以更好地了解自身新能源发展的现状，找出不足之处并制定改进措施，进一步推动新能源产业的发展和普及。学者们也由此入手进行了深入研究，为推动城市能源结构转型和可持续发展提供了理论支持和实践指导。付允等（2010）提出了五大支撑低碳城市发展的体系。这些支撑体系被认为是构建低碳城市的关键要素，通过它们的协同作用，城市可以实现减少碳排放和可持续发展的目标。王波等（2013）运用层次分析法建立了新能源城市建设的决策支撑指标体系。娄伟（2014，2016）的研究中深入探讨了新能源城市规划的现状和方法。他以“6A”理念为基础，提出了新能源城市规

划的方法论。胡润青（2015）对比分析了中欧新能源发展，由此提出界定新能源示范城市的办法。王晶晶（2016）在她的研究中对产业园区进行的低碳评估，着重关注了管理机制和保障措施等核心领域。

（2）新能源示范城市建设与经济增长关系的相关研究

当前，学术界普遍认为新能源示范城市建设有助于推动当地经济增长。徐祎（2017）验证了城市新能源发展与经济增长两者的关系是相互促进的。这一发现突显了新能源消费与经济增长之间相互促进的关系，为探讨可持续发展和能源政策制定提供了重要的理论基础。徐换歌（2021）研究验证了新能源示范城市建设能够积极提升区域经济发展活力，推动经济增长。崔立志等（2023）的研究对象为2009年至2019年间的A股上市公司，研究显示，通过新能源示范城市建设，建设地企业的绿色全要素生产率得到了显著提升。试点政策的正向影响效果也因企业所有制特征、行业特征、城市特征不同而产生差异。孙镇南和李中源（2023）以中国2005~2017年271个地级市数据为样本，采用双重差分法研究了新能源示范城市设立的政策效应，验证了该政策对城市绿色经济具有显著促进作用，且具备持续性。李豫新等（2023）的研究基于委托代理理论，分析地方政府实施新能源示范城市政策的行为动机，探讨地方政府激励与约束对政策绿色创新效应的影响机理，验证了新能源示范城市政策的实施显著提升了示范城市的绿色创新活力。

（3）新能源示范城市建设对环境影响的相关研究

从目前的现有文献来看，少有学者研究了新能源示范城市建设对城市碳排放的影响，部分学者研究了新能源示范城市建设是否有助于减轻区域环境污染。逯进和王恩泽（2019）评估了中国261个地级市在2002年至2016年间，新能源示范城市建设对环境污染的治理效果。他们的研究结果表明，新能源示范城市建设显著降低了废水和废气排放，有效减少了城市环境污染。王梦成等（2022）研究表明，新能源示范城市建设显著提高了城市土地利用效率，通过双重差分模型和空间计量模型得出这一结论。相较于非试点地区，示范城市的城市土地利用效率提升11.2%。

1.2.2 城市碳排放影响因素的相关研究

聚焦新能源示范城市建设对城市碳排放的影响，需要回溯国内外对于城市碳

排放影响因素的相关研究。为了实现经济社会高质量发展和减少城市碳排放，城市碳排放的影响因素相关研究逐渐成为学术界关注的重点。

许多国外学者从经济增长、人口规模和能源结构等角度展开了研究。许多研究已经运用环境库兹涅茨曲线（EKC）理论，就碳排放与经济增长之间的关系展开了深入探讨。Abid 和 Mehdi（2016）分析了部分非洲国家的碳排放问题，研究结果显示地区金融发展水平的提高能够促进区域碳减排，在制定碳排放政策时，需要考虑到金融和体制发展水平的影响，以实现可持续的经济增长和环境保护目标。Sinha 和 Shahbaz（2018）研究发现印度的经济增长与碳排放之间呈现出一种倒 U 型的关系；在人口规模方面，Cole 和 Neumayer（2004）研究发现人口增长、家庭规模减少以及城市化程度的提高可能导致碳排放的增加。此外，能源结构对城市碳减排至关重要。Gani（2021）运用 STIRPAT 模型验证了煤炭、石油、天然气对碳排放的影响，由此得出煤炭和石油的燃烧是导致碳排放增加的主要原因。能源结构在碳排放中发挥重要的作用。Wang 等（2020）研究发现导致中、印两国碳排放一降一升的关键在于两国不同的能源结构。

近年来，国内学者则将研究视角集中于城镇化、人口、产业结构、技术创新、政策支持等角度，研究其对城市碳排放的影响。孙艳伟等（2018）将舟山市作为研究对象，研究发现城市化率是影响舟山市碳排放的主要因素。张哲等（2020）将上海市作为研究对象探究该地区影响碳排放的因素，结果表明，城镇化以及经济发展水平是主要影响因素。唐晓灵和康铭敏（2020）对比分析了以上海市为代表东部城市和以西安市为代表的西部城市，发现能源强度、第二产业产值等因素均正向影响了地区碳排放。唐赛等（2021）研究了经济发展、技术进步等因素对我国代表性经济区城市的碳排放影响。韩传峰等（2022）研究了长三角地区产业结构等因素对该地区城市碳排放的影响。王少剑等（2021）在其研究中探讨了县域城市的人均碳排放问题。研究结果显示，人口规模和政府财政支出在一定程度上对人均碳排放起到抑制作用，这有助于优化环境状况。杨莉莎等（2019）以技术进步为切入点，分析影响地区产业碳排放的原因。邓荣荣和张翱翔（2021）验证了数字金融的发展程度提高能够通过促进技术创新效应降低区域碳排放强度。一系列低碳发展政策的出台对城市碳排放也有抑制作用。如郭沛和梁栋（2022）基于 2006~2018 年间的 279 个地级市样本数据，运用超效率 SBM 模型核算了城

市碳排放效率，研究表明：低碳试点政策促进了城市碳排放强度的降低。邵帅等（2022）研究了中国城市碳排放交易政策，探讨其减排效应和作用机制。研究发现，碳排放权交易试点政策能够产生显著的碳减排效应。张华和丰超（2021）研究了创新型城市试点政策对碳排放绩效的影响，发现试点城市碳排放绩效平均增加 2.47%。

1.2.3 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的相关研究

新能源示范城市建设属于国家政策的一环，近年来，关于政策变迁对城市碳排放的影响研究趋势逐渐增加。Cui 等（2022）研究发现新能源示范城市建设不仅能够降低本地 PM_{2.5} 浓度，而且具有空间溢出效应。韩金宝等（2023）研究了我国碳交易政策对地区碳绩效的影响，采用双重差分模型进行分析。结果显示：碳交易政策改善了区域碳绩效，并且技术创新和产业结构升级表现为正向空间溢出效应，碳排放量存在负向空间溢出效应。胡剑波等（2022）验证了国家生态文明试验区会通过降低能源消耗强度和提高技术创新水平来降低省域碳排放强度。张杰和王晓晶（2023）的研究结果显示，生态文明先行示范区的建设使得城市的碳排放得到抑制。周正柱和张明（2023）考察了 2010~2019 年绿色产业政策的情感偏好，并通过 PLS 和 PMC 指数模型进行分析，系统地考察了绿色产业政策的低碳减排效果。陈宇斌等（2022）分析了新发展理念提出下绿色创新对碳排放的影响及其异质性与作用机制。研究发现新发展理念提出对碳排放存在显著的抑制效果。陈道平等（2022）从全国和部分区域这两个角度出发分别验证了碳交易政策能够抑制地区碳排放。薛飞等（2022）考察数字基础设施建设对碳排放的影响和作用机制，研究发现“宽带中国”建设抑制了区域碳排放。

空间溢出效应分析是全面探究新能源示范城市对城市碳排放影响的重要一环。学者们大多认为各地区碳排放存在较高的空间相关性。赵巧芝等（2018）研究表明碳排放强度在中国区域间呈现强空间相关性。这一发现为了解中国碳排放格局提供了重要线索，对未来碳减排政策的制定具有重要的参考价值。张洪瑞和吴平（2023）验证了在空间溢出效应中只有政府环境监管具有调节作用。董康银等（2023）基于全球 68 个国家 2003~2021 年的面板样本数据，以空间溢出效应为切入点研究并证明了国家与国家间的碳排放相互影响。马大来等（2017）研究

了我国各省工业碳排放绩效，并分析了影响因素。结果表明：相邻区域之间的工业碳排放绩效表现具有一定程度的相似性和相关性。这一发现提示着在研究和改善工业碳排放绩效时，应考虑到空间因素对于碳减排政策和措施的制定与实施可能产生的影响。张德钢和陆远权（2017）利用社会网络分析方法（SNA），通过全新的分析方法对碳排放的空间关联特征进行了深入探讨，并利用 OAP 技术揭示了影响碳排放空间关联的主要因素。

1.2.4 文献述评

由此可见，现有文献关于新能源示范城市建设的相关研究，主要体现在新能源示范城市的建设、新能源示范城市建设与经济增长的关系、新能源示范城市建设对环境污染的影响这三方面。其中，研究新能源示范城市对环境污染的影响方面的文献较少。

国内外学者主要选择的城市碳排放影响因素是人口、产业结构、政府支持、技术创新等。城市碳排放受多种因素综合影响，其作用方向复杂多样。但较少有文献以新能源示范城市建设为切入点，探究其对城市碳排放的影响。此外，现有文献的碳排放研究对象包括多个维度，如重点能源、农业、旅游、交通、制造业等方面。但是，目前的研究更多地偏向于特定区域的分析，对全国范围内城市碳排放的研究相对较少。

中国作为全球最大的碳排放国之一，其城市碳排放情况备受关注。然而，关于中国城市碳排放的研究却揭示了许多复杂性。首先，中国城市碳排放具有明显的空间溢出效应和路径依赖特征。这意味着一个城市的碳排放行为可能会影响周边城市。值得注意的是，当前学术界研究城市碳排放影响的政策相关文献相对稀少。这种信息的缺乏可能导致在制定碳减排政策时存在盲区，限制了我们全面理解和有效应对城市碳排放问题。更为棘手的是，忽略城市碳排放的空间溢出效应可能会导致评估结果出现误差。在评估城市碳排放水平时，必须考虑城市之间相互影响的复杂性，否则可能会造成对实际情况的错误估计。

综上所述，为了有效应对中国城市碳排放挑战，我们需要更多的研究深入探讨城市碳排放的空间溢出效应和路径依赖特征，并建立更为全面的政策框架，以实现可持续发展目标并减少对环境的负面影响。

尽管已有研究做出了许多有益探索，但仍存在可拓展之处：

（一）学术界在新能源示范城市建设对城市碳排放影响方面的探究较少。新能源示范城市建设作为重要战略举措，旨在引领我国能源发展新方向，分析新能源示范城市建设对城市碳减排的效果不仅有助于衡量工作进展，也对于制定未来可持续发展的政策具有重要的指导意义。

（二）很少有文献以全国地级市为研究尺度，从空间溢出效应的角度出发，研究政策和制度安排对城市碳排放的影响。基于此，本文探讨了新能源示范城市建设对全国范围内城市碳排放的整体影响。这种综合性研究有助于全面了解城市碳排放的复杂性，并为制定有效的碳减排政策提供重要参考依据，有助于拓展政策变迁与制度安排对城市碳排放影响的相关文献。

1.3 研究目的、方法与内容

1.3.1 研究目的

新能源示范城市建设的目的是推动各种可再生能源和相关技术在城市中得到更广泛的应用和推广，从而提高城市的新能源发展水平，促进城市新能源技术进步。由此可见，新能源示范城市建设倡导城市以可再生能源替代传统化石能源燃烧，从理论上将有助于减少城市碳排放。据此，选题的研究目的如下：

第一，验证新能源示范城市建设是否能够抑制城市碳排放，结合理论和实证分析，探讨其影响机制。为有效减少城市的碳排放提供新思路，从而助力“双碳”目标的最终实现。

第二，新能源示范城市建设的影响不仅限于示范城市地区的碳排放，此影响还会蔓延至邻近地区，对其碳排放产生影响。评估新能源示范城市建设对城市碳排放的影响，包括其空间溢出效应的程度和趋势。

第三，中国的区域发展存在不均衡现象，东部、中部和西部地区的碳排放存在明显差异。据此，在研究新能源示范城市建设对城市碳排放的影响时，需要考虑地理位置的不同影响，展开区域异质性分析，从而针对各区域发展情况完善新能源示范城市政策，高效减少城市碳排放。

1.3.2 研究方法

本研究采用了基于因果推断的计量方法，旨在深入探究相关问题。其中，双重差分模型（DID）、倾向得分匹配（PSM）、空间自回归和空间杜宾模型（SDM）等被运用于研究框架中，以揭示并验证因果关系。除了定量分析，本文还进行了机制分析和异质性分析，以全面理解研究对象间的因果关系。通过综合运用这些方法，本研究旨在为相关领域的学术研究提供更为全面和深入的分析，促进对因果关系的理解和解释。

（1）双重差分模型

双重差分模型是一种用于研究政策效应的模型，通过构建回归方程式来估计政策对被解释变量的影响。该方法具有广泛的应用价值，可用于评估各种政策变化对个体、群体甚至整个社会的影响。通过评估重要政策效应，我们能够深入了解政策的实际影响和效果，为政策制定和决策提供科学依据和参考。在双重差分（DID）模型中，一般设定时间维度上不同个体在受到政策冲击之前的数值为 0，在冲击之后为 1。对于受到政策影响的处理组（*treat*），将其数值设为 1，否则为 0。最后，通过引入交互项(*time*treat*)以验证政策的实际效应。这种建模方法能够准确评估政策对个体、群体或其他实体的影响，进而推断政策的效果和效用。

（2）倾向得分匹配

在实验设计或观察研究中，由于个体间的差异或者自身选择，可能会导致处理组与对照组之间存在明显的不平衡，从而影响到因果推断的准确性。倾向得分匹配作为一种常用的统计方法，往往被用于处理因果推断中的选择偏差。

（3）空间计量模型

在研究中应用空间计量模型时，首要考虑的是研究内容是否存在空间依赖性。空间依赖性是指地理空间上相邻区域之间存在的相关性或相互影响关系。在进行

空间分析之前，必须对数据进行空间依赖性的检测，以确定是否需要采用空间计量方法。如果数据呈现空间自相关，即相近区域具有相似的变量数值，那么传统的统计方法可能会产生偏误或失真的结果，此时应当选择采用空间计量方法来更准确地分析数据。空间自相关可分为正空间自相关和负空间自相关两种类型。莫兰指数（Moran's I）是评估空间自相关程度的常用方法之一。它可以量化地理空间上数据之间的相关性程度，帮助研究者更好地理解数据的空间分布特征。莫兰指数的取值范围在-1 到 1 之间，其中正值表示正空间自相关，负值表示负空间自相关，而接近于 0 的值则表明数据之间不存在空间相关性。其公式如下所示：

$$I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (x_i - \bar{x})(x_j - \bar{x})}{S^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}} \quad (1)$$

式(1)中 $S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}$ 为样本方差， w_{ij} 为空间权重矩阵的 (i, j)

元素（用来度量区域 i 与区域 j 之间的距离），而 $\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij}$ 为多维空间权重之和。

空间计量模型主要包括空间滞后模型（SAR）、空间误差模型（SEM）和空间杜宾模型（SDM）。空间杜宾模型融合了 SAR 和 SEM 的优点，使得其成为了当前研究者在空间计量分析中首选的模型之一。本研究使用莫兰指数在空间关联性验证的基础上，构建空间计量模型，将新能源示范城市建设对城市碳排放影响进一步分解成直接效应和空间溢出效应并进行结果分析。

1.3.3 研究内容

本文主要涵盖三个研究部分。

在第一部分理论分析中，本文结合低碳经济理论和环境库茨涅兹曲线，分析新能源示范城市建设能够降低城市碳排放水平。低碳经济理论强调通过减少对化石燃料的依赖，推动可持续发展和减少温室气体排放。同时，环境库茨涅兹曲线指出，在经济发展初期，环境破坏会随着经济增长而加剧，但随着经济发展到一定阶段，环境破坏将开始减少。因此，新能源示范城市建设在推动经济增长的同

时，也有望实现碳排放的减少。其次，通过对现有新能源示范城市建设政策的解读分析和相关学者的研究，分析并提出了新能源示范城市建设促进城市碳减排的路径。

第二部分进行了实证分析，提出研究假设并进行了验证。本文首先构建了双重差分模型检验新能源示范城市建设对城市碳排放强度的影响。其次，构建中介效应模型验证了新能源示范城市建设影响城市碳排放强度的路径。此外，本文基于城市的地理区位以及资源禀赋进行异质性分析，探究新能源示范城市建设在地理区位不同以及资源禀赋不同的城市间是否具有差异性的碳减排效应。最后，结合空间杜宾模型验证了其空间溢出效应。

第三部分针对实证分析结果提出了相应的政策建议。本文基于机制分析结果和空间溢出效应检验结果，从加快能源技术革新、发挥地方政府财政资金扶持作用、促进产业结构高级化、优化新能源示范城市空间布局这四个角度提出政策建议，为碳减排政策的后续制定和执行提供参考。

1.4 结构安排与技术路线

论文总共包括六章，其具体结构如图 1.1 所示：

第一章构建了论文框架并为后续研究的开展奠定基础。首先，由我国实现“双碳”目标迫在眉睫这一现实背景引出本文的研究意义。通过梳理已有的国内外相关文献，将文献分为新能源示范城市建设的相关研究、城市碳排放影响因素的相关研究、新能源示范城市建设对城市碳排放影响的相关研究这三大部分，评述当前新能源示范城市建设与城市碳减排的相关研究进展，从中指出现有研究可拓展的方向。对文章的总体结构安排进行介绍，绘制技术路线图，并对创新之处做出说明。

第二章包括新能源示范城市建设的背景和新能源示范城市建设概况这两大部分。背景主要从国内外两方面进行介绍。新能源示范城市建设概况主要分为新能源示范城市建设的理念与目标、规划与具体建设内容这四个方面。

第三章包括理论基础与新能源示范城市建设对城市碳减排的影响效应分析这两大部分。理论基础主要包括低碳经济理论、环境库兹涅兹曲线、外部性理论，由相关理论进一步探索新能源示范城市建设对城市碳排放的影响效应。

第四章为实证分析。首先，进行了基准模型回归分析。采用双重差分法并固定时间和城市效应，探究其对碳排放强度的影响。其次，进行了一系列稳健性检验。再次，进行机制分析，构建中介效应模型验证新能源示范城市建设作用于城市碳减排的渠道。此外，进行异质性分析，基于城市的地理区位以及资源禀赋进行异质性分析，探究新能源示范城市建设在地理区位不同以及资源禀赋不同的城市间是否具有差异性的碳减排效应。最后，构建空间杜宾模型对新能源示范城市建设的空间溢出效应进行了验证。

第五章主要包括空间计量模型的设定、空间权重矩阵构建与空间溢出效应测算结果分析这三大部分。首先构建空间权重矩阵并运用莫兰指数进行空间相关性分析；其次，对空间计量模型进行选择；最后，对空间计量模型估计结果进行分析。

第六章为研究结论、对策建议与展望。

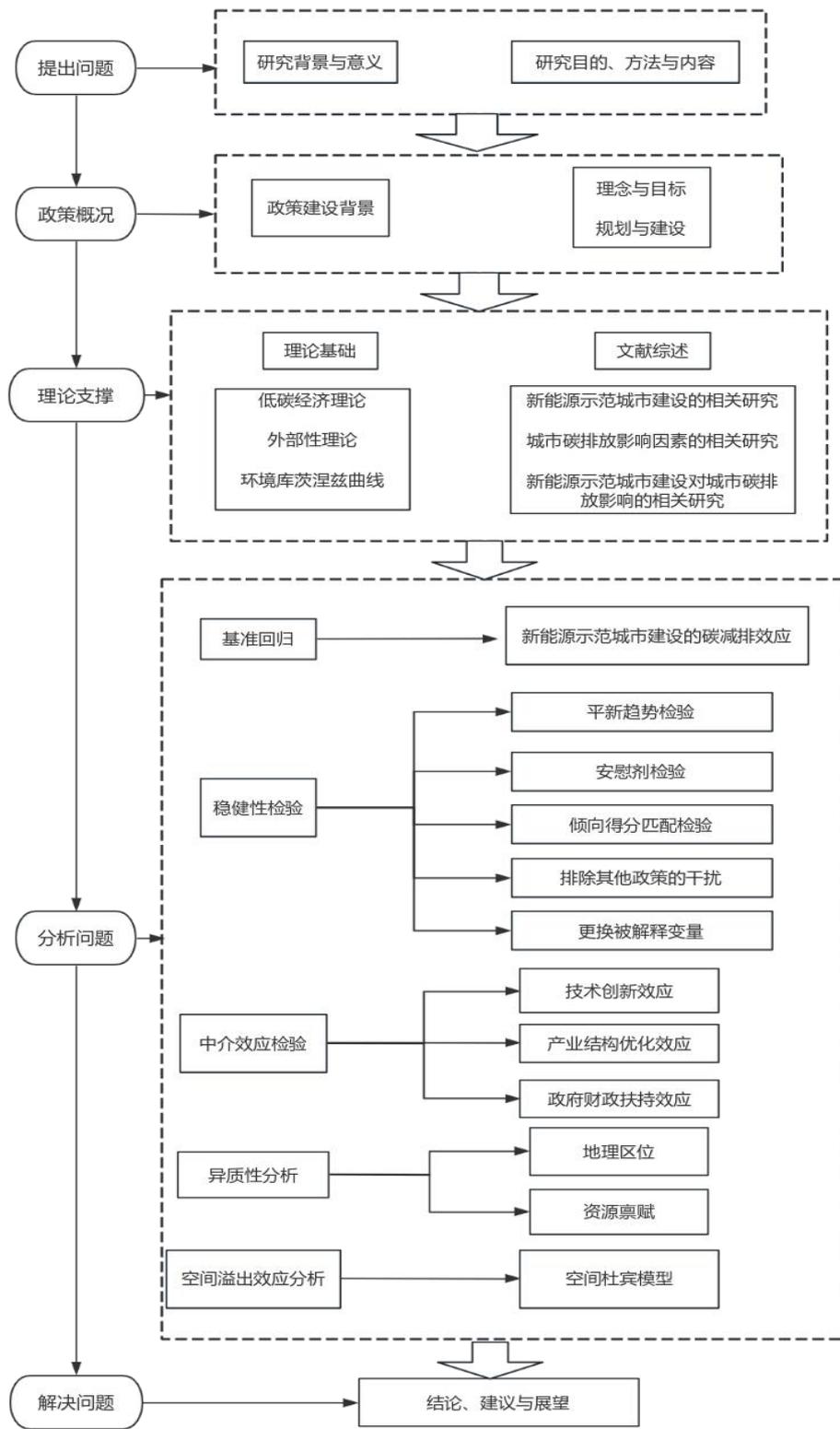


图1.1技术路线图

1.5 论文的创新点

第一，研究视角的创新。目前，学术界对新能源示范城市建设展开了一定的研究，主要集中在新能源示范城市的概念和评价体系、新能源示范城市与经济增长的关系、新能源示范城市对环境污染的影响这三方面，在当前的新能源示范城市建设的相关研究中，缺乏其对城市碳排放影响的全面评估。基于此，本文探究新能源示范城市建设对城市碳排放的影响并进行全面评估，不仅有助于优化城市发展模式，提升城市可持续发展水平，还能为我国实现“双碳”目标提供重要的决策支持和科学依据。

第二，目前学术界中，以全国为研究尺度探究政策转变对城市碳排放影响的相关内容，较少考虑了空间效应的影响。本文以全国地级市为研究尺度，利用莫兰指数在空间关联性验证的基础上，构建空间面板模型，进行结果分析，丰富了政策变迁与制度安排对城市碳排放影响的相关内容。

2 新能源示范城市建设概况

2.1 核心概念界定

新能源示范城市是指在城市层面上推广和应用新能源技术，以实现能源资源的高效利用、减少对传统化石能源的依赖、降低碳排放、改善环境质量和促进可持续发展的城市。这些城市通常致力于建设智能、绿色、低碳的城市环境，通过示范和引领作用，推动整个城市和周边地区向清洁能源转型。新能源示范城市的建设通常涉及多个方面，包括但不限于：（1）清洁能源利用：推广利用太阳能、风能、水能等可再生能源，减少对传统化石能源的依赖。（2）智能能源管理：引入智能电网、能源存储技术和能源管理系统，实现能源的高效利用和管理。

（3）绿色交通：推广电动汽车、公共交通工具和自行车出行，减少交通尾气排放。（4）节能建筑：推广绿色建筑技术，提高建筑能效，减少能源消耗。（5）循环经济：倡导资源循环利用和废弃物资源化处理，减少环境污染。一些国家和地区已经在新能源示范城市建设方面取得了一定的成就，为其他地区提供了借鉴和参考。这些示范城市的建设不仅可以改善城市居民的生活质量，还可以为全球应对气候变化和实现可持续发展目标做出积极贡献。

2.2 新能源示范城市建设背景

从国际背景来看，全球范围内的气候变化和环境问题已经引起了国际社会的广泛关注。工业化、城市化和大规模能源消耗是导致温室气体排放增加的主要原因之一，对气候系统和生态环境造成严重影响。为了缓解气候变化、保护生态环境，各国纷纷采取措施，加强新能源的研发和应用。新能源示范城市的兴起是在这一背景下的应对之一。新能源示范城市建设致力于探索和应用新能源技术，推动可再生能源的广泛应用，实现低碳、环保、可持续的城市发展。这一发展趋势得到了国际组织、政府和企业的支持，形成了一个全球性的合作网络。各国政府纷纷出台政策，支持新能源示范城市的建设。这些政策包括财政激励、减税优惠、技术创新支持等方面，旨在为新能源示范城市提供良好的政策环境和经济支持。此外，国际间也存在多种合作机制，促进新能源技术的跨国交流和合作。

从国内发展现状来看，中国经济快速增长的同时，传统能源消耗急剧增加，全球能源供给不确定性加剧，能源供需矛盾日益突出。为此，中国正在实施严格的污染防治和制度创新措施。为弥补“先发展后治理”的问题，中国制定了绿色发展路线图和时间表，持续探索高效清洁能源的开发和应用，取得了环境治理的显著成效。可再生能源在资源约束、能源安全和环境安全方面发挥着重要作用。中国高度重视可再生能源的发展，通过出台一系列政策法规，如《可再生能源法》和《可再生能源中长期规划》，推动可再生能源产业的发展和运用。

在当今全球气候变化日益严峻的背景下，新能源示范城市的建设显得尤为重要。2012年，国家能源局组织开展新能源示范城市申报工作，旨在落实可再生能源发展“十二五”规划，推动城市可持续发展能力。这一举措不仅是对传统能源消耗模式的挑战，更是对城市发展方式的重新思考。通过引入清洁能源技术和优化能源结构，新能源示范城市的建设旨在为全国能源转型提供示范和引领，推动绿色低碳发展模式的深入实践。新能源示范城市的建设将为我国可持续发展路径的探索和实践提供有力支撑，为构建清洁、高效的现代能源体系贡献力量。2012年，国家能源局启动了新能源示范城市申报工作，旨在贯彻可再生能源发展“十二五”规划，推动城市可持续发展。申报要求城市具备综合能力和新能源利用基础，其中综合能力包括主要污染物减排和能源消耗强度等指标；新能源利用基础则考量新能源消费比例或总消费量。评价标准涵盖新能源利用量（城市新能源占比超过6%）、分类新能源利用（多项技术应用）、组织管理、激励政策和宣传教育。2014年，国家能源局公布了首批新能源示范城市和产业园区名单，涵盖81个城市和8个产业园区。这一举措旨在推动城市能源转型，减少对传统能源的依赖，促进清洁能源的普及与应用，为城市可持续发展奠定基础。通过示范城市的建设，可以为其他地区提供经验借鉴，推动全国新能源产业的发展，助力构建绿色低碳的能源体系，实现经济与环境的双赢。

2.3 新能源示范城市建设概况

新能源示范城市建设展现了国家在能源领域的前瞻性思维和行动。这一举措得到了全面的顶层设计，涵盖了多个关键方面，包括设定明确的发展目标、倡导创新的理念、引入先进的技术手段以及推动可持续发展的战略规划。城市被视为

一个巨大的能源消耗中心，而利用当地的太阳能、风能、生物质能等可再生能源，不仅可以降低对传统能源的依赖，还有利于减少环境污染和碳排放，推动城市向绿色、低碳发展的转变。新能源示范城市建设的根本目的在于通过在城市层面的创新发展模式，提升城市的可持续发展能力。这意味着在城市规划、建设和运营中，要更多地考虑能源效率、环境保护和资源利用的可持续性，促进经济、社会和环境的协调发展。通过示范城市的成功实践，可以为其他城市提供可复制、可推广的经验，推动全国乃至全球范围内的新能源转型和可持续发展进程。

2.3.1 新能源示范城市建设理念与目标

新能源示范城市建设旨在实现城市能源可持续发展，为此，国家制定了一系列关键目标和策略。首要目标是降低城市发展对化石资源的依赖，这需要地方政府积极参与并承担重要任务。其次是为了实现城市各类新能源的循环利用，从而提升城市能源利用效率和可持续性。此外，新能源示范城市建设还将有助于推动新能源技术产业化和新能源产业集群化。通过示范城市的建设，新能源技术将得到更广泛的应用和推广，新能源产业也将在城市中形成集聚效应，进一步推动新能源产业的发展 and 壮大。这将为城市能源转型提供重要的支持和保障，推动城市向更为可持续、清洁的能源发展路径迈进。

2.3.2 新能源示范城市的规划与建设

首先，新能源示范城市的选址和规划是整个建设过程的关键步骤。通常会选择地理位置优越、资源丰富、具备发展潜力的地区，以最大程度地利用当地的自然条件。城市规划将考虑新能源设施的布局，包括太阳能光伏场、风力发电场、能源储存设施等，以及相应的基础设施规划，如电网升级、智能能源管理系统等。

其次，新能源示范城市在基础设施建设上通常涉及多个领域。太阳能和风能等可再生能源的发电装置是重要组成部分，这可能包括光伏电池板、风力涡轮机等。同时，城市还会投资于智能电网系统，以便更高效地整合和分配能源。能源储存技术也是关键的一环，确保城市在能源需求波动时能够提供稳定的电力供应。再者，新能源示范城市致力于改善交通系统，推动绿色出行。这可能包括电动汽车充电基础设施的建设、公共交通的电动化，以及鼓励非机动车工具的使用。

通过减少传统燃油交通工具的使用，城市可以降低空气污染和温室气体排放。

此外，为了更有效地管理新能源示范城市的能源资源，智能能源管理系统变得至关重要。这种系统通过先进的技术，如人工智能、大数据分析等，实现对能源的实时监测、调度和优化。这有助于平衡能源供需，提高能源利用效率，并支持城市的可持续发展目标。新能源示范城市的建设也涉及社区层面的参与和教育。城市可能通过设立示范区、开展社区活动、推动能源知识的普及，增强居民对新能源的认知和参与度。社区参与有助于建立一个更加紧密、可持续的新能源社会。

新能源示范城市还致力于促进创新和新能源产业的发展。这可能包括支持新能源科技企业、设立研发中心、鼓励创新项目等。通过吸引和培育新能源产业，城市可以成为创新的引领者，并为经济提供新的增长点。

通过以上方面的综合规划和建设，新能源示范城市旨在为城市未来提供可持续、清洁、高效的能源解决方案，推动城市减少碳排放，为全球其他地区提供可借鉴的经验，以此促进全球碳排放的降低。

3 新能源示范城市建设对城市碳排放的影响机理

3.1 理论基础

3.1.1 低碳经济理论

2003年,“低碳经济”概念由英国政府在白皮书《我们能源的未来:创建低碳经济》中首次提出。低碳经济是一种通过减少碳排放、提高资源利用效率,以及发展清洁能源等手段,实现经济增长的同时降低对碳资源的依赖的经济模式。这一理论的出发点是要在经济发展过程中实现对生态环境的最小负面影响,通过调整产业结构和能源结构,降低碳排放,实现可持续发展。

低碳经济的核心在于提高能源效率和推动清洁能源结构转型,通过能源改革减少碳排放,缓解环境问题(付加峰等,2010)。低碳经济理论认为低碳经济不仅不与经济发展相矛盾,而且将成为未来的新增长引擎。中国在实施低碳经济发展模式方面采取了多项政策措施,这些举措有助于推动经济可持续增长,促进环境保护,为未来的经济发展奠定了坚实基础(付允等,2008)。研究表明,气候政策不仅有助于减少排放,还能促进经济发展,实现环境与经济的双赢。此外,财政激励措施等经济政策也被证实能有效降低碳排放(吴文值等,2022)。在新能源示范城市建设过程中,绿色低碳理念被视为贯穿始终的重要原则。新能源示范城市建设不仅仅是为了满足城市能源需求,更是为了实现低碳经济的转型与升级,推动城市向着更加绿色、可持续的方向发展。

3.1.2 环境库兹涅茨曲线理论

Grossman 和 Krueger 认为,环境污染与社会经济增长之间存在一种特定模式,可以用一条呈现“倒U型”形状的曲线来描述这种关系。在这一基础上,Stem(2015)进一步研究了影响环境污染的因素,并提出了环境库兹涅茨曲线理论。在经济起步阶段,国家主要关注经济增长和生产能力的提升。这一时期,通常会伴随着能源的大量消耗和环境资源的过度利用,导致环境污染程度上升。随着经济的不断增长,社会逐渐开始意识到环境质量的重要性。政府、企业和社会组织

采取一系列措施，包括环境监管、技术创新、法规制定等，以减缓环境污染的速度。在达到拐点后，环境污染不再与经济增长同步上升。在经济发展的后期，社会逐渐转向可持续发展的路径。采用清洁技术、推动绿色产业发展等措施，使环境污染逐渐减少，最终达到环境质量的提升。

根据库兹涅茨曲线理论，经济初期发展往往会以牺牲环境为代价。随着社会财富的不断积累，人们开始深入反思经济增长对环境的影响。在经济发展进入高级阶段时，人们逐渐意识到环境保护的重要性，因此开始转向新能源的开发和利用。这一转变标志着经济增长与环境污染之间的脱钩。新能源示范城市的兴起成为推动经济增长并改善环境的重要举措。这些示范城市不仅注重经济的发展，更重视环境保护和生活质量的提升。通过发展新能源技术，这些城市旨在适应经济增长和环境保护的双重需求，实现经济与环境的良性互动。因此，新能源示范城市的发展不仅有利于经济的持续增长，也为环境改善提供了重要支持。这一发展模式体现了人类社会在追求经济繁荣的同时，也越来越重视环境保护和可持续发展的理念，为未来经济与环境的协调发展奠定了坚实基础。

3.1.3 外部性理论

外部性理论最初源自经济学家马歇尔在其著作《经济学原理》中的探讨。外部性所涉及的概念包括边际私人成本、边际私人收益、边际社会成本以及边际社会收益，这些因素之间的不一致性在经济活动中具有重要意义。“庇古税”作为一种解决负外部性问题的有效方式，通过排污收费制度的实施，成功引导经济主体更加注重环境保护。科斯在此基础上进一步提出，借助市场交易和自愿协商的机制，可以有效减少负外部性，实现“帕累托最优”的经济状态（沈满洪、何灵巧，2002）。负外部性作为经济活动中的一种消极影响，与正外部性形成鲜明对比，前者体现了经济行为对他人的不利影响，而后者则表现为积极影响。研究外部性问题已有悠久历史，其中包括对基础设施对经济增长所带来的正外部性效应的深入探讨（刘生龙、胡鞍钢，2010）。本文将聚焦于探讨新能源示范城市建设所带来的外部性效应，旨在分析这一政策举措对社会经济环境的影响，以及其对非示范城市的潜在影响。通过深入研究新能源示范城市建设所涉及的外部性效应，可以更好地评估这一政策对整体经济和社会发展的贡献，为未来的城市规划和政

策制定提供有益参考。

3.2 新能源示范城市建设对城市碳排放的影响机理分析

根据《新能源示范城市评价指标体系及说明》的规定，新能源示范城市在迈向可持续发展的道路上需要不断增强其新能源技术创新能力。在这一战略指导下，企业将不断提升其前沿技术开发水平，积极推广新能源应用，以实现减少碳排放的目标。新能源技术的推广将成为绿色发展的引擎，推动高污染企业转型或退出，进而促进产业结构的合理优化。为实现新能源示范城市的建设目标，政府在其中扮演着至关重要的角色。政府需要制定支持政策，利用专项基金等手段促进新能源技术的研发和应用，从而推动新能源示范城市的全面发展。财政支持等形式的政府扶持将成为新能源示范城市建设的重要推动力。

由此，本文将探讨新能源示范城市建设是否通过技术创新、产业结构优化以及政府财政扶持进而抑制城市碳排放，从而可以更好地理解新能源示范城市建设的内在逻辑，为相关决策提供理论和实践支持。这一研究将有助于推动新能源示范城市的健康发展，促进我国能源结构的转型升级，为可持续发展注入新的活力。

3.2.1 技术创新效应

新能源产业的发展不仅可以推动经济增长，还能对生态环境产生积极影响。然而，中国当前的新能源产业在技术创新方面仍面临着一些挑战，如研发投入不足和人才短缺等问题，这些因素可能限制其技术创新能力。根据洪雪飞等（2021）的研究，新能源技术创新作为科技创新的重要组成部分，被视为推动绿色生产力增长的基础动力之一。这种创新不仅推动了经济的持续增长，还有助于缓解能源危机和减少环境污染，为实现可持续发展目标提供了重要支持。因此，加强科技创新，特别是在新能源技术领域的创新，对于促进经济、能源和环境系统的协调发展具有重要意义。吴卫红等（2023）认为技术创新带来的环境效应有助于推动其与重污染行业碳排放之间实现“强脱钩”。田容至等（2023）以长江经济带地级市为研究样本验证了创新要素集聚在碳减排中具有显著的正面作用，而创业要素集聚虽增加了地区碳排放，但同时降低了碳排放强度。刘朝等（2022）结合LSTM神经网络和情景分析对工业碳排放进行预测，验证了自主技术创新对工业

碳排放具有显著减排效应。通过引入新技术和工艺，企业和行业能够实现更高效的能源利用，从而达到节能减排的目标。这种技术创新不仅可以短期内降低能源消耗，还能够在长期内形成节能减排的长效机制，为可持续发展提供有力支持。随着技术的不断进步，分布式能源与集中式能源之间的结合将更加紧密。分布式能源的灵活性和集中式能源的稳定性相互补充，二者共同作用下，能够更好地满足不同能源需求和应对能源系统的挑战。技术创新为这种结合提供了更多可能性，推动着能源领域的发展和变革。城市能源系统作为能源消费的重要载体，也受益于技术创新的推动。技术创新促进了城市能源系统内部的替代与转换，推动城市能源结构向更清洁、更高效的方向发展。通过引入新技术和管理模式，城市能源系统能够更好地应对能源安全和环境保护的双重挑战，实现可持续发展目标。

总的来说，技术创新对于减少碳排放强度具有重要意义。通过不断推动技术创新，我们可以实现更加智能、高效的能源利用方式，降低碳排放，减缓气候变化的影响，为建设美丽中国、推动经济可持续发展作出重要贡献。在新能源开发与利用领域，探索与创新适应新技术的重要性不言而喻。然而，地方政府追求政绩工程可能导致技术引进取代自主研发，这种现象在新能源领域尤为突出。国内新能源技术水平的滞后与技术引进的盲目性息息相关，自主研发受到挑战。为了纠正这一现状，新能源示范城市的设立成为一种解决途径。通过新能源示范城市的建设，政府将更多关注引领企业自主研发适宜性技术，推动新能源前沿技术的开发，以减少地区碳排放强度。

新能源示范城市建设的重要性不仅在于其作为技术创新的试验田，更在于其能够引导地方政府与企业共同关注自主研发。这种关注不仅有助于推动新能源技术的发展，还能够促使企业在技术研发过程中更加注重技术的适宜性和前沿性，逐步纠正技术发展思路的偏颇，促进自主研发思维的形成，从而推动企业技术的创新与应用。这种以新能源示范城市为引领的发展模式，有望掀起一股技术创新的浪潮，为我国企业的健康发展注入新的活力。

3.2.2 产业结构优化效应

新能源示范城市作为推动新能源比重增加、减少对化石能源依赖的关键举措，具有重要意义。通过制定相关政策，这些新能源示范城市建设地区能够推动产业

升级，实施产业结构调整。传统的能源依赖型产业体系将受到冲击，迫使产业结构向更为环保、可持续的方向调整。这种调整不仅仅体现在能源生产和利用领域，还将影响到相关产业链的发展和整体产业结构的合理化。其次，政策实践在促进产业升级方面发挥着关键作用。政府在新能源示范城市建设中的政策支持和引导，可以推动相关产业向高新技术、低碳发展方向转变，从而促进产业结构的优化和升级。透过政策的引导，企业将更多地投入到新能源技术研发和应用中，推动新能源比重的提高，并降低整体产业的碳排放强度。最后，新能源技术的推广与高新技术产业的发展密切相关。新能源示范城市建设不仅仅是为了提高新能源比重，更是为了推动高新技术产业的发展。新能源技术的不断推广和应用，将为高新技术产业提供更广阔的市场空间和发展机遇，进而推动产业结构向更为智能、绿色的方向发展。综上所述，新能源示范城市建设不仅仅是提高新能源比重，更能够推动产业结构的优化和升级。通过产业结构的变动配合、政策实践的促进和新能源技术的推广，新能源示范城市建设将促使产业结构朝着更加环保、可持续的方向发展，为经济可持续发展注入新的动力和活力。

根据现有文献研究，产业结构优化升级会进一步促进城市碳减排。赵玉焕等（2022）研究了中国整体以及三大经济区域在 1998-2017 年间的产业结构升级对碳排放的影响。研究表明，从国家整体视角和区域视角来看，产业结构升级都有助于实现碳减排。邵帅等（2022）的研究表明，地区产业结构的优化升级促进了本地和空间关联地区碳排放绩效的改善。孙攀等（2018）研究了产业结构变迁对省域碳排放的影响，着重考虑了合理化和高级化两个方面。结果表明，产业结构的优化和升级对碳减排具有积极影响。

综上，新能源技术的广泛应用能够推动城市绿色发展，引领了传统企业向绿色化转型，优化了产业结构。地方落后企业得以淘汰，从而降低了城市能源消耗，推动产业优化升级，有效抑制地区碳排放。

3.2.3 政府财政扶持效应

国家能源局发布的关于建设新能源示范城市的通知强调了建设地区政府的支持新能源产业方面的重要性。通知指出，建设地区政府应当加大对地区新能源产业的支持力度，通过多种途径发挥政府扶持作用，以推动新能源行业的蓬勃发

展。这些途径包括增加专项支出和财政补贴等措施，旨在激励和引导企业投身新能源领域，从而推动产业的发展。因此，新能源示范城市的建设将扩大建设地区政府的财政支出，以支持和引导新能源产业的发展。这种支持不仅体现在财政补贴上，还体现在政策扶持、项目扶持等多方面。通过这些举措，地方政府将为新能源产业的发展提供更为稳定和可持续的支持，推动新能源产业走向更加繁荣和可持续发展的道路，新能源产业将得到更好的发展机遇，为地方经济的转型升级和可持续发展注入新的活力。这将进一步推动我国新能源产业的快速发展，为实现能源可持续发展和生态文明建设作出重要贡献。因此，建设新能源示范城市的举措将为地区经济带来积极影响，推动新能源产业朝着更加绿色、可持续的发展方向迈进。

现有研究表明，政府财政资金扶持将有助于城市碳减排。张平和郭青华（2023）基于 2018-2021 年我国省级面板数据，实证分析了地方政府财政扶持政策的空间碳减排效应。结果表明：地方政府专项债券的发行显著地降低了碳排放水平，且具有空间溢出效应。赵晓春等（2023）研究并验证了政府干预对区域碳排放效率起抑制作用，且政府的干预在邻近地区的碳排放效率上产生了积极的空间溢出效应。基于此，本文认为新能源示范城市建设将通过推动地方政府财政扶持力度加强，最终降低地区碳排放强度。

4 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的实证分析

4.1 研究假设

4.1.1 新能源示范城市的碳减排效应

新能源示范城市建设是否具有碳减排效应，能够降低碳排放强度？在新能源示范城市建设的政策背景下，该建设旨在调整能源结构、推动生态文明建设，其核心目标是实现低碳化。从新能源示范城市的相关政策研究上看，新能源示范城市建设在促进城市经济增长的同时，推动能源生产和消费的革命，充分利用可再生能源来调整能源结构，催生新业态，提升能源效率，降低碳排放量。据此，本文提出如下假设：

H1：新能源示范城市建设具有碳减排效应，能够显著降低城市碳排放强度。

4.1.2 新能源示范城市的实现碳减排的机制

新能源示范城市建设的碳减排机制，在实现路径上，关键在于探索与创新适应新能源开发与利用的技术，追求自主研发，减少对引进技术的依赖，提高前沿技术开发能力。然而，存在着追求政绩工程可能导致技术引进优先于自主研发的问题根源，这或许会影响新能源高新技术水平的提升。新能源示范城市的设立有望改变这一偏向，通过鼓励企业自主研发适宜性技术，推动技术创新的发展。预期结果显示，示范城市建设将以创新为驱动力，通过普遍推广新能源帮助减少碳排放，为构建碳中和贡献力量。这一过程将为其他城市提供借鉴，促进全国碳减排工作的全面推进，推动我国向低碳经济转型迈出坚实步伐。

新能源示范城市建设旨在通过优化能源结构、减少化石能源使用，以及提高新能源比重，为我国能源转型注入新动力。这一举措旨在应对气候变化、减少碳排放，同时推动经济可持续发展。政策实施在新能源示范城市建设中扮演关键角色，其作用不仅在于推动新能源产业发展，更在于促进产业升级，实现产业结构变动，从而达成示范城市的目标。为了实现新能源示范城市建设的目标，限制煤炭过度使用和调整生产模式是至关重要的一环。煤炭作为传统能源之一，在过去

长期占据主导地位，但其高碳排放和污染性质使得转型势在必行。通过限制煤炭过度使用，新能源示范城市将推动产业结构向合理化方向发展，促进绿色低碳发展路径的构建，为可持续发展奠定基础。新能源技术的推广与技术密集型产业的发展息息相关。随着产业向知识、技术密集型方向调整，新能源技术的应用将不断提升，从而推动产业向高级化发展。这种发展模式不仅提高新能源应用效率，还将产生显著的碳减排效应，有助于实现碳中和目标。综合而言，新能源示范城市建设不仅是能源结构调整的重要举措，更是通过促进产业升级推动碳减排的关键路径。

申报新能源示范城市和产业园区，地方政府需要加大政府支出以带动地方新能源的发展。通过各项发展专项基金，探索新型运营管理模式。政府财政扶持力度的加强旨在推动我国新能源产业的发展，提高可再生能源利用率，促进绿色经济的持续增长。这些措施将有助于激发市场活力，推动新能源产业的快速发展。总的来说，政府财政资金的扶持和引导将为示范城市的新能源发展注入活力，促使产业升级，同时也将产生积极的碳减排效应，为可持续发展注入新动力。

据此，本文设定以下假设：

H2：新能源示范城市建设可以通过技术创新渠道发挥碳减排效应。

H3：新能源示范城市建设可以通过产业结构优化渠道发挥碳减排效应。

H4：新能源示范城市建设可以通过政府财政扶持渠道发挥碳减排效应。

4.2 模型设计

4.2.1 基准模型设定

双重差分模型由于可以很好地控制内生性问题而在政策评估中被广泛应用，其核心变量是以政策虚拟变量与时间虚拟变量作为交互项。本文以 2014 年新能源示范城市名单确定对照组和实验组所涵盖的城市，接着，根据双重差异方法的原理，首先确定政策影响变量 $treated$ （0 代表对照组；1 代表实验组），然后将 2014 年定为政策实施时间点，设定时间分组变量 $time$ （2014 年前为 0，2014 年及之后为 1）；最终将这两者相乘得到倍差项 DID_{it} 。基准模型设定如下：

$$WICO_2 = \alpha + \beta DID_{it} + \gamma x_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

式(2)中： $WICO_2$ 代表碳排放强度的大小； i 表示城市； t 表示时间； DiD_{it} 代表虚拟变量，当 $DiD_{it}=1$ ，代表城市 i 在时间 t 属于新能源示范城市，当 $DiD_{it}=0$ ，代表城市 i 在时间 t 不是新能源示范城市； X_{it} 为一系列控制变量； μ_i 和 δ_t 表示个体固定效应和时间固定效应； ε_{it} 表示残差项。

4.2.2 中介效应模型设定

基于上文对理论机制的分析，本文认为新能源示范城市建设发生城市碳减排效应，主要依靠技术创新、政府财政扶持和产业结构优化作为中介变量。为确保研究结果的准确性，避免内生性，本文参考江艇（2022）的研究，以验证中介效应。借助式（3），研究政策对机制变量的影响，机制变量对结果变量的影响程度取决于上文的政策解读和文献分析。具体设定如下：

$$mid_{it} = \alpha_1 + \beta_1 DID_{it} + \gamma_1 X_{it} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (3)$$

式（3）中： mid_{it} 为技术创新水平、产业结构优化以及政府财政扶持3类机制变量；其余符号含义均与公式（2）相同。

4.3 变量与样本的选择

4.3.1 变量的选择

（1）被解释变量

被解释变量：碳排放强度（ $WICO_2$ ），将各城市的碳排放总量除以地区生产总值即可得到该数值。本文参考吴建新等（2016）的研究，测算城市层面碳排放强度，对城市碳排放来源进行分类，包括天然气、液化石油气、电能和热能等消耗产生的碳排放，计算城市的总碳排放量。并通过GDP平减指数以基准年（2009年）的不变价格对名义GDP进行转换得到实际GDP，进而各城市二氧化碳排放总量除以地区实际GDP得到地区碳排放强度。主要的城市碳排放源自直接能源使用，如煤气、液化石油气，以及电力和热力消耗所引发的碳排放。可以利用IPC

C提供的转换系数来计算直接能源使用所产生的碳排放量。根据中国各大区域电网历年发布的基准线排放因子，结合各地区的电能消耗量，可以推算各城市电能使用所引起的碳排放量。如果假设各种交通方式的能源消耗和碳排放与运输强度成正比，可以根据《中国统计年鉴》中的运输部门能源消耗数据，来计算不同交通方式在单位客运量和货运量下的能源消耗情况。接着，结合《中国城市统计年鉴》中各城市交通方式的客运量和货运量数据，可以推测各城市在交通运输方面的能源消耗和碳排放情况。

（2）解释变量

解释变量：虚拟变量 did ，如果城市 i 在 t 年是新能源示范城市则赋值为1，如果城市 i 在 t 年不是新能源示范城市则赋值为0。

（3）控制变量

参照逯进和王恩泽（2019）以及崔立志等（2022）的相关研究，本文将控制变量设定如下：

人口规模。本研究以人口密度（即地区常住人口除以城市面积）作为控制变量，因为人口规模越大、越密集，对应的产品消费量也越大，相应的碳排放量也越高。

城镇化水平。在城市建设过程中，大量的基础建材如钢铁和水泥被广泛使用，这不仅对资源造成了巨大压力，还导致了大量二氧化碳的排放。此外，城乡收入差距是社会经济发展中一个重要的现象，其与生活习惯的差异常常导致城市居民相较于农村居民拥有更高的生活碳排放量。城市居民由于收入水平较高，通常倾向于消费更多的碳密集型产品和服务，如高能耗的交通方式、大型购物中心等。与此同时，城市居民的生活方式也更倾向于使用一次性消费品和快餐，这些行为进一步加剧了其碳排放量。所以，本文以城镇常住人口与总常住人口之比表征城镇化水平，作为控制变量。

对外开放水平。“污染港”假设指出，发达国家通过将高碳排放产业外包到发展中国家，从而在一定程度上实现了经济增长与环境保护的“分工”，但这种做法加剧了这些国家的污染负担，导致了环境恶化、健康问题加剧以及社会不平等的加剧。根据“污染港”和“污染光环”理论，本文将对外开放水平（外商直接投资额/地区生产总值）作为控制变量。

人力资本水平。人力资本的积累不仅能够推动创新发展，实现经济增长，还能帮助实现减排目标，促进可持续发展。据此，本研究采用普通高等院校在校学生数与地区年末总人口数之比作为评估人力资本水平的指标，并将其作为控制变量。

城市绿化程度。城市绿化程度会对城市的碳排放水平产生影响，城市通过植树造林、建设公园和绿地等方式，增加城市的绿色空间，并提高城市的生态环境质量。首先，植物利用光合作用吸收二氧化碳并释放氧气，有助于降低大气中的温室气体水平。其次，城市绿化可以文供阴凉和净化空气的功能，减少能源消耗和空气污染，进一步降低碳排放。因此，本文用城市绿地面积作为控制变量来表征城市绿化程度。

工业用电强度。煤炭发电在当前电力供应系统中扮演关键角色，同时也是碳排放的主要来源之一。工业用电量的增加导致煤炭发电需求增加，进而增加碳排放强度。本文用工业用电强度作为控制变量，使用工业用电量占全社会用电量的比例来衡量。

4.3.2 样本的选择

考虑到政策实施时间和数据可得性，本文将 2009-2019 年中国 266 个地级市作为研究样本，对数据缺失过多的城市本文暂不予考虑。此外，为确保研究结论的稳健性，本研究在筛选实验和对照对象时，排除了 81 个示范城市中的 24 个县级市（自治州），从而确定了实验组。最终，本文的实验组包含 53 个城市，对照组则包括 213 个城市。经过数据处理，得到了中国 266 个地级市在 2009 年至 2019 年间的 11 年面板数据。

4.3.3 数据来源与描述性统计

模型所需变量及其描述性统计如表 4.1 所示。其中，计算城市碳排放所需的数据、城市生产总值和城市人口数据主要来自历年《中国城市统计年鉴》、《中国统计年鉴》、《中国城市建设统计年鉴》和《中国区域统计年鉴》等统计资料。计算碳排放强度所需的实际GDP数据来自《中国城市统计年鉴》，并通过GDP平减指数以基准年（2009年）的不变价格进行转换。其他控制变量数据均来自

于《中国城市统计年鉴》及各地级市统计公报，前者分为全市和市辖区两个统计口径，本文统一使用全市统计口径。部分缺失数据采用线性插值法或者相同年份相同省份其他城市的均值进行补齐。

表 4.1 各变量指标描述性统计

变量类型	变量符号	变量名称	变量计算	观测值	平均数	标准差	最小值	最大值
被解释变量	WICO ₂	碳排放强度	城市碳排放量/实际 GDP	2926	0.523	0.573	0.028	10.281
解释变量	did	新能源示范城市建设	treat(0, 1)*post(0, 1)	2926	0.109	0.311	0	1
控制变量	Ln(pop)	人口密度	人口数/面积	2926	5.757	0.915	1.603	7.881
	urban	城镇化水平	城镇常住人口/总常住 人口	2926	0.536	0.153	0.151	1
	FI	对外开放水平	外商直接投资额/GDP	2926	0.018	0.018	0	0.199
	HR	人力资本水平	高等院校在校学生数/ 总人口	2926	0.020	0.026	0	0.164
	Green	城市绿化程度	绿地面积	2926	8.238	1.042	3.135	11.969
	EI	工业用电强度	工业用电量/全年用电 总量	2926	0.646	0.172	0.023	1.518

4.4 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的基准回归结果

利用公式（2），本文对新能源示范城市建设对碳排放强度的影响进行了分析，具体结果见表 4.2。在这些表格中，（1）至（7）列分别代表了在加入不同控制变量后，新能源示范城市建设对碳排放强度的影响，将城市和时间固定效应纳入在内。结果发现，加入控制变量与否，新能源示范城市建设对碳排放强度均有显著的影响。以加入全部控制变量的第（7）列作为最终分析依据，可知影响碳排放的新能源示范城市建设通过了 5% 的显著性检验，其系数值为-0.0581。从经济意义上来看，这意味着与非新能源示范城市相比，新能源示范城市建设使得城市碳排放强度下降 5.81%。这表明，新能源示范城市建设发挥了碳减排效应，验证了假设 1。也就是说新能源示范城市的建设有助于降低城市碳排放，助力城

市低碳可持续发展。

控制变量方面，通过分析控制变量的回归系数，发现对外开放水平（FI）在10%的显著性水平上负向影响了地区碳排放强度，表明地区外商投资增加一定程度上也使得高碳排放产业迁移到该地区。城市绿化面积（Green）的回归系数在1%的显著性水平上为负，表明增加城市绿化投入是实现环境可持续发展的关键策略，该举措能够有效抑制区域碳排放。工业用电强度（EI）的回归系数在1%的显著性水平上为正，意味着工业用电强度越大，煤炭发电的需求越大，碳排放强度也就越大。

表 4.2 基准回归结果

	(1) WICO ₂	(2) WICO ₂	(3) WICO ₂	(4) WICO ₂	(5) WICO ₂	(6) WICO ₂	(7) WICO ₂
did	-0.0660*** (-3.41)	-0.0649*** (-3.33)	-0.0640** (-3.28)	-0.0651*** (-3.32)	-0.0664*** (-3.36)	-0.0654*** (-3.32)	-0.0581** (-3.04)
Ln(pop)		-0.251 (-1.01)	-0.261 (-1.05)	-0.259 (-1.05)	-0.259 (-1.04)	-0.243 (-0.98)	-0.255 (-1.05)
urban			0.379 (1.63)	0.380 (1.64)	0.383 (1.66)	0.374 (1.61)	0.323 (1.42)
FI				0.501 (1.35)	0.475 (1.29)	0.329 (0.89)	0.794* (2.18)
HR					1.062 (1.43)	0.893 (1.25)	0.560 (0.82)
Green						-0.00000701*** (-4.18)	-0.00000664*** (-4.31)
EI							0.796*** (9.62)
_cons	0.531*** (89.16)	1.974 (1.38)	1.832 (1.30)	1.812 (1.28)	1.786 (1.26)	1.758 (1.24)	1.335 (0.97)
R ²	0.756	0.757	0.758	0.758	0.758	0.759	0.772
N	2926	2926	2926	2926	2926	2926	2926

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

4.5 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的稳健性检验

4.5.1 平行趋势检验

平行趋势条件是因果推断的关键假设之一，其要求在处理组和对照组之间，除了政策干预外，其他因素的变化趋势保持平行。如果这一条件不成立，交互项系数 β 就可能受到外部因素的干扰，从而无法准确反映政策效应的真实影响。参考任胜钢等（2019）的研究方法，本文使用式（4）来检验处理组和对照组之间平行趋势假设的有效性：

$$DID_{it} = \sum_{j=-5}^5 \beta_j treat_i \times period_{j-t} + \mu_i + \delta_t + \varepsilon_{it} \quad (4)$$

式（4）中：个体固定效应用 μ_i 表示；时间固定效应用 δ 表示；一系列虚拟变量用 $treat_i \times period_{j-t}$ 表示；设定当期的政策效应为 β_0 ；将政策实施前的1-5期分别被定义为 $\beta_{-1}-\beta_{-5}$ ，对应 pre_1-pre_5 ；将政策实施后的1-5期定义为 $\beta_1-\beta_5$ ，对应 $post_1-post_5$ 。交互项系数反映了特定年份处理组与控制组之间的差异，为避免多重共线性，此处删除-1期。图4.1展示了碳排放强度的平行趋势检验结果，在政策实施之前，交互项系数不显著，置信区间包含0，符合平行趋势假定。然而，一旦政策生效，处理组的减排效果逐渐显著增强。本研究采用双重差分方法评估新能源示范城市建设对城市的碳减排效应，这一方法在当前背景下被证明是合适的。值得注意的是，政策实施存在时间滞后效应，尤其是从第三年开始，碳减排效应开始凸显，呈现出明显的积极趋势。

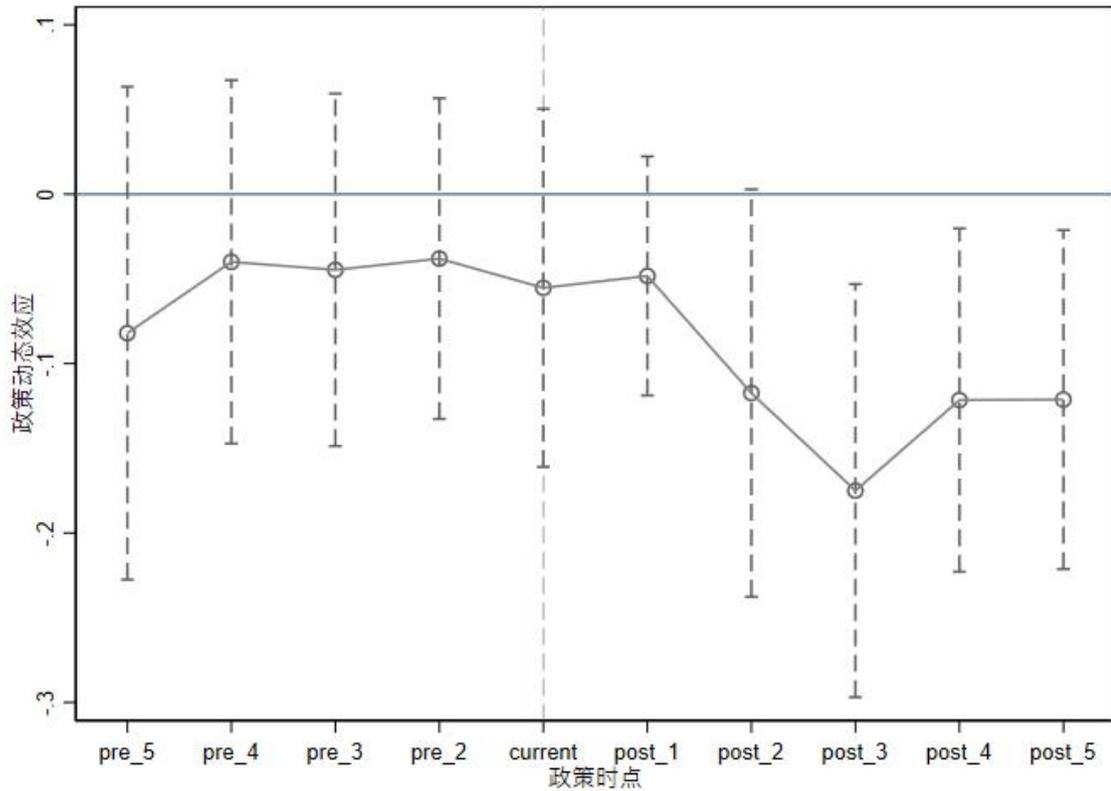


图 4.1 平行趋势检验结果

4.5.2 安慰剂检验

为验证基准回归结论的可靠性，本研究采用随机化处理组和对照组的方式。观测回归系数的核密度估计，若其主要集中在接近零的区域，则进行稳健性检验。以下是具体操作步骤：对所有样本城市进行随机非重复抽样。原样本中处理组包含 53 个地级市，对照组包含 213 个地级市，因此每次抽取 53 个城市。这 53 个城市被视为“伪”处理组，其余城市被视为“伪”对照组。通过 500 次反复抽样，获得 500 个虚拟回归结果，从而得到 500 个“伪”估计系数。通过上述随机过程的模型估计，发现估计系数遵循围绕零的正态分布，大多数系数与基准回归估计值（即-0.0581）相差甚远。研究结果显示，基准估计并非偶然得出，这进一步验证了基准回归结果的稳健性。

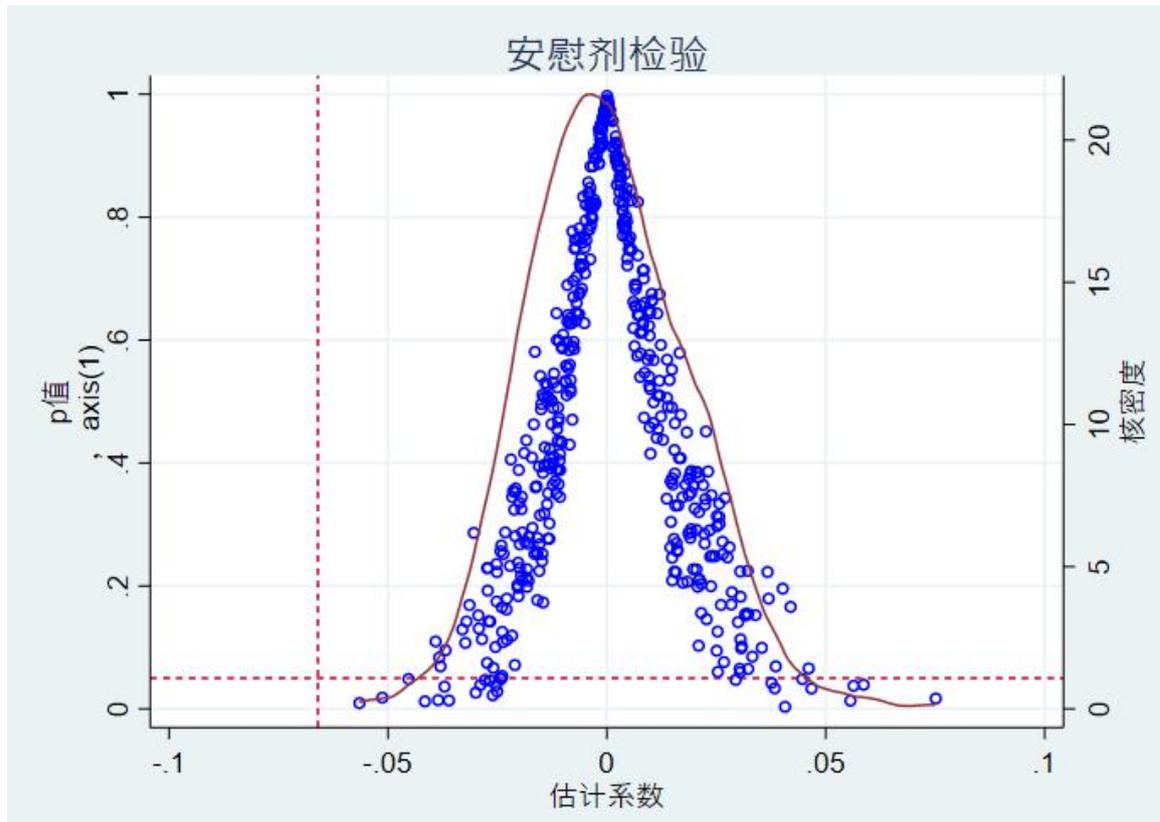


图4.2 安慰剂检验结果

4.5.3 倾向得分匹配检验

鉴于样本选择偏差可能对政策评估效果产生影响，本研究采用倾向得分匹配双重差分法（PSM-DID）作为进一步验证基准回归结果稳健性的方法。在考虑这一因素的情况下，确保评估效果的准确性和可靠性，以更全面地评估政策的实际影响。下面是具体的操作步骤：通过逐年将基准模型中的控制变量作为协变量进行倾向得分匹配，筛选出位于共同取值范围内的样本点。随后，利用这些样本再次运用基准模型进行双重差分法回归。研究中使用了半径匹配（卡尺为 0.05）、核匹配和最近邻匹配这三种匹配方法，相关回归结果详见表 4.3。不论采用何种匹配方法，政策变量的估计系数均显著为负，证实新能源示范城市建设有助于减少城市碳排放。因此，可以得出本研究的基准回归结论是稳健的。

表 4.3 倾向得分匹配检验结果

	(1) 半径匹配	(2) 核匹配	(3) 最近邻匹配
did	-0.0594** (-3.08)	-0.056** (-2.93)	-0.0554** (-2.92)
控制变量	控制	控制	控制
城市固定	控制	控制	控制
年份固定	控制	控制	控制
_cons	1.305 (0.95)	1.208 (0.88)	1.245 (0.90)
R ²	0.7725	0.7745	0.7727
N	2897	2870	2925

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

4.5.4 排除其他政策检验

国家在推进新能源示范城市建设政策时，颁布了多项环境规范措施，这些政策有可能对当地的碳排放产生影响。这可能导致新能源示范城市建设政策在减少碳排放方面产生偏差。本文重点考察三种环境政策，分别是2010年开始的低碳城市试点政策、2011年开始的节能减排示范城市政策以及2013年开始的碳交易试点政策。为消除这些相关政策的影响，本文在基准回归模型的基础上，分别引入三项政策的虚拟变量，并同时考虑这三种政策虚拟变量的回归结果，具体见表4.4。由列（1）、列（2）、列（3）结果可得，在依次加入碳市场、低碳、节能减排试点虚拟变量后，新能源示范城市建设仍能够在5%水平上能显著降低碳排放强度；由列（4）结果可得，同时实施三种试点政策，新能源示范城市建设仍能在1%水平上能有效减排。因此，新能源示范城市建设政策确实能够有效减少碳排放。

表 4.4 排除三种政策干扰的稳健性检验结果

	(1) 碳市场试点政策	(2) 低碳试点政策	(3) 节能减排试点政策	(4) 三种政策
did	-0.0619** (-3.13)	-0.0583** (-3.04)	-0.0626** (-3.27)	-0.0653*** (-3.30)
控制变量	控制	控制	控制	控制
城市固定	控制	控制	控制	控制
年份固定	控制	控制	控制	控制
_cons	1.305 (0.94)	1.361 (0.99)	1.315 (0.96)	1.317 (0.96)
R ²	0.7723	0.7723	0.7733	0.790***
N	2926	2926	2926	2926

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

4.5.5 更换被解释变量

为了增加本文研究结论的稳健性，本文更换被解释变量，参考任晓松等（2020）通过对天然气、液化石油气和全社会用电量三种能源消费进行测算，来估算碳排放强度。对于全社会用电量，采用燃煤发电来计算二氧化碳排放量。在城市层面计算燃煤发电时，根据历年《中国电力年鉴》中的统一比例进行核算。城市总二氧化碳排放量的计算方法如下式（4）所示：碳排放强度以城市单位地区生产总值的二氧化碳排放量来表示。表 4.5 第（1）列、第（2）列分别为未加入控制变量和加入控制变量后用更换计算方法后的城市碳排放强度作为被解释变量的回归结果。根据回归结果显示，即使替换了被解释变量，政策实施的回归系数仍然显著为负，与基准回归结论保持一致。

$$CO_2 = C_1 + C_2 + C_3 = kE_1 + vE_2 + \varphi(\eta \times E_3) \quad (5)$$

式（5）中 C_1 、 C_2 、 C_3 分别代表天然气、液化石油气、全社会用电量引起的

二氧化碳排放量； E_1 表示天然气消费量， k 为天然气的 CO_2 折算系数， E_2 表示液化石油气消费量； v 表示液化石油气的 CO_2 折算系数； E_3 表示全社会用电量， η 表示煤电在总发电量中的比例， ϕ 代表煤电燃料链的温室气体排放系数。

表 4.5 更换被解释变量的检验结果

	(1)	(2)
	RICO ₂	RICO ₂
did	-0.0973*** (-3.84)	-0.0868*** (-3.48)
Ln(pop)		-0.380 (-1.15)
urban		0.385 (1.58)
FI		1.020* (2.14)
HR		1.157 (1.36)
Green		-0.0000100*** (-5.05)
EI		1.093*** (9.98)
_cons	0.747*** (91.07)	2.053 (1.09)
R ²	0.766	0.782
N	2926	2926

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

4.6 新能源示范城市建设对城市碳排放影响的中介效应检验

本研究使用中介效应模型即公式（3）研究新能源示范城市建设实现碳减排效应的机制。从技术创新效应、产业结构优化效应、政府扶持效应三个方面评估新能源示范城市建设降低碳排放强度的具体途径。为避免中介效应逐步法检验存在的内生性偏误，本文参考江艇（2022）的研究，进一步分析新能源示范城市政策促进绿色低碳发展的作用机制，机制变量对结果变量的作用主要依赖于前文的文献和逻辑分析。实证结果如表 4.6 所示。

4.6.1 技术创新效应

(1) 技术创新水平的指标选取与数据来源

本文选用中国区域创新创业指数代表城市技术创新水平，中国区域创新创业指数（IRIEC）由北京大学企业大数据研究中心发布，其通过微观数据，立足于各城市企业、资本与技术三大核心要素，运用客观性产出类指标对各城市创新活力进行真实度量，具有良好的代表性。

(2) 技术创新效应结果分析

新能源示范城市建设在促进技术创新方面发挥着关键作用，同时也有助于降低城市的碳排放水平。这种建设通过推动生产技术的革新，有效减少了碳排放。由表 4.6 第（2）列可知，在技术创新水平作为因变量的模型中，新能源示范城市政策的回归系数为 5.768，在 1% 的统计性水平上显著，说明实行新能源示范城市政策可以高效提高城市技术创新能力。政策实施后，企业研发成果增加，科研成果转化为节能减排设备从而实现绿色低碳发展，大大提高了城市的生产力，降低了碳排放强度，假说 H2 得证。

4.6.2 产业结构优化效应

(1) 产业结构优化的指标选取与数据来源

新能源示范城市建设在推动能源结构转型方面发挥着关键作用。随着这些示范城市的建设和发展，第三产业得到了促进，进而带动了整体经济的增长。第三产业在这些示范城市中的发展主要集中在清洁无污染的新兴产业领域，这为经济的可持续增长奠定了坚实基础。通过提高第三产业在国民经济中的比重，我们不仅可以实现经济结构的优化升级，还可以有效降低碳排放强度，为生态环境保护和可持续发展贡献力量。本文参考干春晖等（2011）的研究，选取第三产业产值与第二产业产值之比作为产业结构优化的度量，具体数据来源于《中国城市统计年鉴》。

(2) 产业结构优化效应结果分析

为验证产业结构优化在新能源示范城市建设的碳减排效应中所起到的作用，本文将产业结构优化放入式（3）中进行回归。表 4.6 第（3）列为相关回归结果。

由估计结果显示，在以产业结构优化作为因变量的模型中，新能源示范城市政策的回归系数为 0.134，且在 1% 的显著水平下，结果表明实施新能源示范城市政策能够显著提升城市产业结构优化，降低城市工业比例，高效调整城市产业结构，进而减少城市碳排放强度，证实了假说H3。

4.6.3 政府财政扶持效应

(1) 政府财政扶持的指标选取与数据来源

在新能源示范城市政策方面，政府需制定有利于新能源发展的经济扶持政策，其中包括合理利用可再生能源发展专项基金。此外，应当探索新型城市新能源发展的运营管理模式，其原则为“政府扶持、企业负责、市场运作、多方支持”。这些举措将有助于推动新能源产业的发展，促进示范城市的可持续发展。基于此，本文选取地区年末财政支出来表征政府财政扶持，检验其在新能源示范城市建设的碳减排效应中所起到的作用。财政支出数据来源于 2009-2019 年《中国城市统计年鉴》中的地区年末财政支出。

(2) 政府财政扶持效应结果分析

为验证政府财政扶持在新能源示范城市建设的碳减排效应中所起到的作用，本文将政府财政扶持指标放入式（3）中进行回归。表 4.6 第（4）列为相关回归结果。由估计结果显示，在以地区年末财政支出作为因变量的模型中，新能源示范城市政策的回归系数为 0.278，显著性水平为 1%，表明实施新能源示范城市建设能够提高政府财政扶持力度，在地方政府的财政补贴的支持下，资金充分流入新能源领域，新能源示范城市企业不断淘汰落后产能，倒逼依赖高能耗高污染能源的工业企业迁移或绿色转型升级，新能源得到进一步开发利用，资源的配置效率不断提高，从而促进城市绿色低碳发展。

表 4.6 机制检验结果

	(1) WICO ₂	(2) 技术创新	(3) 产业结构优化	(4) 政府财政扶持
did	-0.0581** (-3.04)	5.768*** (8.66)	0.134*** (6.23)	0.278*** (11.18)
Ln(pop)	-0.255 (-1.05)	-2.782 (-1.49)	-0.211* (-2.54)	0.0777 (1.00)
urban	0.323 (1.42)	103.3*** (22.30)	2.289*** (18.56)	4.491*** (23.41)
FI	0.794* (2.18)	6.403 (0.49)	-1.966*** (-3.61)	-0.0253 (-0.05)
HR	0.560 (0.82)	55.65* (2.24)	-0.516 (-0.57)	1.412 (1.26)
Green	-0.0000664*** (-4.31)	0.0000112 (0.24)	0.0000110*** (4.40)	0.0000199*** (6.17)
EI	0.796*** (9.62)	-7.080*** (-3.49)	-0.332*** (-5.94)	-0.347*** (-5.21)
_cons	1.335 (0.97)	40.24*** (3.66)	1.109* (2.32)	11.91*** (26.09)
R ²	0.772	0.766	0.815	0.884
N	2926	2926	2926	2926

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

4.7 异质性分析

4.7.1 地理区位异质性

新能源示范城市建设的地理区位在很大程度上影响着其发展。东部和中部地区在新能源示范城市建设方面拥有明显的经济优势，相较于西部地区，这两个地区的发展更为突出。这种区域间的差异不仅在经济层面体现明显，同时也在碳减排效应方面有所体现。基于此，本研究对样本数据进行了按照东部、中部和西部地区的划分，然后进行了分区回归分析，具体结果见表 4.7。

可以发现，新能源示范城市建设对中部地区的碳减排效应显著，而对东部、西部地区的政策效果不显著。文章推测原因可能在于以下几点：一方面，我国的重工业产业主要分布在东部地区。近年来，新能源产业在东部地区尽管发展迅速，但重工业仍在东部地区经济发展中占据一席之地，产业结构转型压力大，能源消费结构调整较为困难。另一方面，在地区环境承载力有限的情况下，东部地区工

业集聚虽然促进了经济发展，但也导致大量污染集中排放。造成治理难度变大、平均治理成本升高。因此，新能源示范城市建设虽对东部地区碳减排有促进作用但并不显著。由于西部地区的产业结构单一制约了该地区在新能源领域拥有规模优势，进而限制了减排工作的进展。尽管新能源示范城市建设在一定程度上对西部地区工业碳排放具有一定的抑制效果，但这种影响并不十分显著，仍需要进一步探索和实施更有效的减排措施以应对环境挑战。中部地区积极响应新能源示范城市建设目标，着重发展绿色小水电和分布式光伏发电项目。同时，中部地区支持山西煤层气和鄂西页岩气的开发转化，为能源结构转型注入活力。此外，中部地区加快农村能源服务体系建设，以满足农村地区能源需求，提高能源利用效率，促进农村经济可持续发展。这些举措将为中部地区新能源发展和能源结构调整带来积极影响，为城市提供清洁电力。

表 4.7 地理区位异质性检验结果

	(1) 东部	(2) 中部	(3) 西部
did	-0.0150 (-0.85)	-0.0797** (-3.16)	-0.0633 (-0.80)
控制变量	控制	控制	控制
城市固定	控制	控制	控制
年份固定	控制	控制	控制
_cons	-2.883** (-3.12)	-2.192*** (-4.57)	5.848* (2.37)
R ²	0.6843	0.7814	0.7908
N	1210	1133	583

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

4.7.2 资源禀赋异质性

地区的资源分布情况可能对新能源示范城市建设的碳减排成效产生影响。为了检验该影响，本研究将样本分为资源型城市和非资源型城市两组，然后进行各自的基准回归分析。资源型城市根据国务院《全国资源型城市可持续发展规划（2013-2020）》划分，主要以矿产、森林等资源开发加工为主要产业。

根据表 4.8 的回归结果，非资源型城市中，新能源示范城市建设显著降低了

碳排放强度，显著性水平为 1%。但是，新能源城市建设在资源型城市中并未显著减少碳排放。究其原因，资源型城市通常依赖高耗能、高污染产业，这种依赖性导致了资源的过度消耗和“资源诅咒”现象的出现。由于长期专注于传统产业，这些城市往往缺乏足够的环保资金，导致生态治理工作的滞后和不足。转型到更为可持续的发展模式变得异常困难。相比之下，非资源型城市在新能源示范城市中更具优势，有利于实现可持续发展和减少碳排放。这些城市相对较少受到资源依赖的限制，更容易转向清洁能源和绿色产业。因此，它们在推动碳减排和生态环境改善方面拥有更大的潜力。通过在新能源示范城市中的积极参与，非资源型城市可以加速转型，实现经济结构的升级和环境质量的改善。

表 4.8 资源禀赋异质性检验结果

	(1) 非资源型城市	(2) 资源型城市
did	-0.0844*** (-3.45)	-0.0125 (-0.36)
控制变量	控制	控制
城市固定	控制	控制
年份固定	控制	控制
_cons	3.452 (1.92)	-2.257*** (-3.87)
R ²	0.7630	0.7944
N	1760	1166

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

5 空间溢出效应分析

根据上一章的验证分析可得, 新能源示范城市建设能够抑制建设地区碳排放, 然而, 缺乏对相邻城市的空间相关性讨论。基于此, 本文将继续借助空间计量模型来进一步研究新能源示范城市碳减排的空间溢出效应。

5.1 新能源示范城市碳减排的空间溢出效应

新能源示范城市建设政策对本地碳排放强度产生深远影响。通过推动清洁能源利用和减少化石能源消耗, 政策措施有效降低城市内部碳排放水平。然而, 这种影响并不仅限于示范城市范围内, 而且可能会扩散至周边城市。示范城市在实践新能源政策的过程中, 产生的经验和效果可能会通过多种途径传播至邻近地区, 引导周围城市加大对清洁能源的采用和碳排放控制力度。同时, 新能源示范城市建设的推进在一定程度上可能引发高耗能高排放企业向周边地区转移的现象。这种转移趋势主要源于企业为规避新的严格环境监管政策而寻求低成本生产环境的需求。然而, 这种转移行为可能会对周边地区的节能减排目标构成一定挑战。因为这些企业在转移后可能继续沿用传统高耗能高排放的生产模式, 导致周边地区环境质量受到影响, 甚至可能加剧区域范围内的污染问题。

据此, 本文提出如下假设:

H5: 新能源示范城市建设在碳减排方面具有空间溢出效应。

5.2 空间自相关

本文选取反地理距离矩阵作为空间权重矩阵, 以考虑新能源示范城市建设对周边城市的影响。与传统的地理距离矩阵不同, 反地理距离矩阵考虑了地理上的相对接近性。具体公式如下:

$$w_{ij} = \begin{cases} \frac{1}{d_{ij}}, & i \neq j \\ 0, & i = j \end{cases} \quad (6)$$

式(6)中: d_{ij} 表示城市 i 和城市 j 之间的距离。

被解释变量是否存在空间相关性是进行空间计量分析的前提。莫兰指数作为

一种常用的空间自相关性测度工具，能够通过对被解释变量的空间分布进行分析，更准确地评估空间溢出效应的存在与影响，从而有效地推进研究的深入探索。表 5.1 展示了 2009 年至 2019 年期间被解释变量碳排放强度的空间相关性测度结果。结果表明，在 1% 的显著性水平下，被解释变量的莫兰指数均呈正值。

在研究时间区间内，检验结果显示城市的碳排放强度呈现显著的空间正相关性，表明城市与城市在地理空间上存在明显的集聚现象。这一发现为进一步探讨城市碳排放的空间效应提供了有力的基础。

表 5.1 莫兰指数

研究项	Moran 指数	期望值	标准差	Z 值	P 值*
2009WICO ₂	0.039	-0.004	0.004	9.543	0.000
2010WICO ₂	0.051	-0.004	0.005	10.309	0.000
2011WICO ₂	0.049	-0.004	0.005	10.004	0.000
2012WICO ₂	0.036	-0.004	0.005	7.736	0.000
2013WICO ₂	0.025	-0.004	0.005	6.182	0.000
2014WICO ₂	0.027	-0.004	0.004	7.088	0.000
2015WICO ₂	0.073	-0.004	0.005	14.476	0.000
2016WICO ₂	0.021	-0.004	0.003	7.468	0.000
2017WICO ₂	0.044	-0.004	0.005	10.536	0.000
2018WICO ₂	0.060	-0.004	0.005	13.022	0.000
2019WICO ₂	0.054	-0.004	0.005	12.091	0.000

5.3 空间计量模型构建

空间计量模型的构建对于具体问题的研究至关重要。为了选取本文拟合效果最合理的空间计量模型，提高实证结果的可靠性和科学性，本文构建了如下所示的三种空间计量模型，最后根据相关检验结果做出模型选择。

5.3.1 空间误差模型 (SEM)

空间误差模型 (SEM) 是一种重要的空间统计工具，该模型的关键创新之一是引入了空间误差项，以探讨外部干扰是否会对邻近地区和本地地区因变量产生影响，为研究者提供了更全面的视角来理解空间数据的动态变化过程。空间误差模型 (SEM) 的基本形式为：

$$Y = \alpha + \beta X + \theta, \theta = \varepsilon w\theta + \lambda, \lambda \in (0, \sigma^2 I_n) \quad (7)$$

式（7）中， Y 为被解释变量， x 为解释变量，常数项为 α ， w 是空间权重矩阵， β 为回归系数， ε 为表示影响程度的空间误差项系数， θ 和 λ 是表示随机扰动项。均服从服从独立分布。

本文根据空间误差模型（SEM）的基本形式和选取的变量指标，构建空间误差模型（SEM），具体如下：

$$WICO_{2it} = \alpha_3 + \beta_3 DID_{it} + \beta_4 x_{it} + \theta_i, \theta = \varepsilon w \theta + \lambda, \lambda \in (0, \sigma^2 I_n) \quad (8)$$

式（8）中， $WICO_2$ 表示*i*地区*t*年的碳排放强度； DID_{it} 为解释变量新能源示范城市建设； x_{it} 为控制变量；常数项为 α_3 ； β_3 、 β_4 为回归系数； w 是空间权重矩阵。

5.3.2 空间滞后模型（SLM）

空间滞后模型（SLM）是一种用于研究区域间变量相互影响的方法。该模型的核心关注点在于探究特定区域内的变量变化是否会产生溢出效应，即该区域内某一变量的变化是否会直接影响到相邻区域的变量。通过分析这种空间关联性，我们可以更好地理解区域间的相互作用和影响，从而揭示出区域发展和变化背后的复杂关系。其基本表达式为：

$$Y = \alpha + \rho WY + \beta X + \theta, \theta \in (0, \sigma^2 I_n) \quad (9)$$

式（9）中， Y 为被解释变量， X 为解释变量， α 是常数项，空间权重矩阵是 W ，回归系数是 β ， ρ 表示被解释变量 Y 的空间滞后项系数， θ 是表示随机扰动项。服从服从独立分布。

本文根据空间滞后模型（SLM）的基本形式和选取的变量指标，构建空间滞后模型（SLM），具体如下：

$$WICO_2 = \alpha_4 + \rho w WICO_{2_{it}} + \beta_5 DID_{it} + \beta_6 x_{it} + \theta_i, \theta \in (0, \sigma^2 I_n) \quad (10)$$

式（10）中， $WICO_2$ 表示*i*地区*t*年的碳排放强度； DID_{it} 为解释变量新能源示范城市建设； ρ 为表示被解释变量 Y 的空间滞后项系数； x_{it} 为控制变量；常数项为 α_4 ； β_5 、 β_6 为回归系数； w 是空间权重矩阵。

5.3.3 空间杜宾模型 (SDM)

空间杜宾模型 (SDM) 结合了空间误差模型和空间滞后模型的优点, 并进一步拓展其适用范围。在空间杜宾模型 (SDM) 中, 通过引入更多的条件约束, 可以更准确地捕捉空间数据中的潜在关联性, 从而提高模型的预测和解释能力。因此, 空间杜宾模型 (SDM) 为空间数据分析提供了一种更加灵活和强大的建模工具, 有助于深入挖掘空间数据背后的复杂关系和规律。其基本的模型表达式如下:

$$Y = \alpha + \rho WY + \beta X + \lambda WX + \theta, \theta \in (0, \sigma^2 I_n) \quad (11)$$

式 (11) 中, Y 为被解释变量, X 为解释变量, 常数项为 α , W 是空间权重矩阵, β 为回归系数, ρ 为表示被解释变量 Y 的空间滞后项系数, λ 是一个参数向量, θ 是表示随机扰动项, 服从独立分布。

本文根据空间杜宾模型 (SDM) 的基本表达式和选取的变量指标并借鉴相关研究构建如下空间杜宾模型 (SDM) 来对新能源示范城市建设的碳减排空间溢出效应进行估计:

$$WICO_{2it} = \alpha_3 + \rho w \times WICO_{2it} + \beta_7 DID_{it} + \gamma_3 x_{it} + \beta_8 w \times DID_{it} + \beta_9 w \times x_{it} + \theta_{it} \quad (12)$$

式 (12) 中, $WICO_2$ 表示 i 地区 t 年的碳排放强度; w 为空间权重矩阵, $w \times WICO_{2it}$ 表示被解释变量的空间滞后项; $w \times DID_{it}$ 表示解释变量的空间滞后项; $w \times x_{it}$ 表示控制变量的空间滞后项; β_7 、 β_8 、 β_9 分别表示各变量的待估系数; 其余符号含义均与公式 (3) 相同。

5.4 空间计量模型选择

首先, 通过引入拉格朗日乘数, 本文进行了模型的选择。根据表 5.2 的结果, 在显著性水平为 1% 的情况下, 空间滞后模型和空间误差模型均通过了检验。据此, 本文确定选用空间杜宾模型, 因为该模型融合了上述两种模型的优点。其次通过比较固定效应模型和随机效应模型在豪斯曼检验中估计值之间的差异, 以确定哪种模型更适合数据研究。根据表 5.3 中的豪斯曼检验结果, 固定效应更为合适。第三步通过 LR 检验验证混合固定效应是否趋向于退化为个体固定效应或时

间固定效应，同时，验证空间杜宾模型是否趋向于退化为空间滞后模型或空间误差模型。根据表 5.3 的分析结果，在显著性水平为 1%时，原假设被拒绝。因此，本研究采用了混合固定效应的空间杜宾模型。

表 5.2 LM 检验和稳健性 LM 检验结果

	LM 检验		稳健性 LM 检验	
	检验值	P 值	检验值	P 值
空间滞后模型	544.576	0.000	34.595	0.000
空间误差模型	548.694	0.000	38.713	0.000

表 5.3 豪斯曼检验和 LR 检验结果

	检验	检验值	P 值
	豪斯曼检验	26.71	0.0312
LR 检验	lrtest both ind	45.43	0.0000
	lrtest both time	3343.62	0.0000
	lrtest sdm sar	57.45	0.000
	lrtest sdm sem	58.11	0.000

5.5 空间溢出效应结果分析

在经历一系列模型筛选步骤后，本文构建了空间杜宾模型即公式（4）来进行溢出效应的估计，表 5.4 列（1）、列（2）结果显示新能源示范城市建设示范城市有效降低了本地区的碳排放强度，然而，在一定程度上呈现出“以邻为壑”的特征，导致了周围地区的二氧化碳排放强度增加的现象。这不仅验证了假设 5，同时也揭示了新能源示范城市建设中存在着污染扩散转移的趋势。

这种“以邻为壑”的现象可以归因于多种因素。首先，新能源示范城市的建设往往需要大量的资源投入，包括建筑材料、能源设施等，这些资源的生产和运输过程本身就可能产生大量的二氧化碳排放。其次，示范城市的能源需求可能会影响周边地区的能源供给结构，导致周边地区转向更为碳密集的能源来源，从而

增加了其碳排放量。为解决“以邻为壑”的问题，需要综合考虑示范城市建设对周边地区的影响，并采取相应的措施。一方面，可以加强示范城市与周边地区的协同规划，促进能源资源的共享和协同发展，避免单纯依赖示范城市的能源供给。另一方面，应该加强示范城市建设的全生命周期分析，充分考虑建设过程和运行阶段的碳排放，减少不必要的环境影响。总的来说，新能源示范城市的建设对减少碳排放具有积极作用，但同时也需要警惕其可能带来的“以邻为壑”效应。通过综合考虑示范城市与周边地区的关系，可以更好地实现碳减排目标，推动可持续发展进程。

表 5.4 空间溢出效应测算结果

VARIABLES	(1) Main	(2) Wx	(5) LR_Direct	(6) LR_Indirect	(7) LR_Total
did	-0.043* (0.09)	1.983*** (0.00)	-0.035 (0.18)	3.047*** (0.00)	3.013*** (0.00)
Ln(pop)	-0.206*** (0.01)	-3.004*** (0.00)	-0.220*** (0.00)	-4.709*** (0.00)	-4.928*** (0.00)
urban	0.265* (0.06)	-11.444*** (0.00)	0.239* (0.08)	-17.599*** (0.00)	-17.360*** (0.00)
FI	1.080** (0.04)	-7.357 (0.12)	1.050** (0.04)	-11.026 (0.15)	-9.976 (0.18)
HR	0.663 (0.46)	-21.775 (0.17)	0.598 (0.50)	-31.901 (0.26)	-31.303 (0.27)
green	0.058*** (0.00)	-0.005 (0.99)	0.059*** (0.00)	-0.017 (0.97)	0.042 (0.93)
EI	0.764*** (0.00)	0.772 (0.36)	0.768*** (0.00)	1.693 (0.23)	2.461* (0.09)
空间自回归系数			0.343** (0.01)		
方差			0.073*** (0.00)		
Observations	2, 926	2, 926	2, 926	2, 926	2, 926
R-squared	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051
Number of city	266	266	266	266	266

注：*、**、***分别表示显著性水平为10%、5%、1%，括号内为对应的t值。

6 研究结论、政策建议与展望

新能源示范城市建设是推动城市能源结构转型、减少污染和碳排放的关键举措。本文利用双重差分模型评估了新能源示范城市建设对城市碳排放的影响。在验证新能源示范城市建设能够抑制建设地区城市碳排放的基础上,进行了机制分析、异质性分析,并对其空间溢出效应进行验证。本章在分析前几章研究结果基础上提出相关的对策建议,为完善新能源示范城市建设、实现能源结构转型、城市低碳高质量发展提供参考。

6.1 研究结论

上述研究表明:

第一,本文运用双重差分方法,以2009~2019年中国266个城市为研究对象,研究了新能源示范城市建设是否能够抑制城市碳排放。研究表明:不加入控制变量前,新能源示范城市建设在5%的显著性水平上使得建设地区城市碳排放强度下降了6.98%。该结论在加入了一系列控制变量之后依然稳健,能够在5%的显著性水平上使得城市碳排放强度下降5.52%。随后通过平行趋势检验、安慰剂检验、PSM-DID、排除低碳试点政策、节能减排试点政策和碳市场试点政策的影响检验证明了结果的可信性,即新能源示范城市建设确实能够降低碳排放强度。

第二,从传导机制来看,新能源示范城市政策主要通过促进技术创新、优化产业结构以及增加政府扶持来发挥碳减排作用。本文选取中国区域创新创业指数表征技术创新来进行中介效应检验,检验结果显示新能源示范城市建设能够促进城市技术创新从而降低碳排放强度。通过选取产业高级化指数来表征产业结构优化来进行中介效应检验,检验结果显示,新能源示范城市建设有助于通过促进产业结构升级来降低碳排放强度。通过选取政府财政支出占地区生产总值的比重来表征政府财政扶持进而进行中介效应检验,检验结果表明新能源示范城市建设能够促进政府财政扶持从而降低碳排放强度。

第三,进一步研究发现,新能源示范城市建设对于不同地理区位、不同资源禀赋的城市,其碳减排效应存在显著差异性。相较于东部、西部地区,中部地区更能发挥新能源示范城市建设的碳减排效应。相较于资源型城市,非资源型城市

更能发挥新能源示范城市建设的碳减排效应。

第四，使用莫兰指数对空间相关性进行评估，结果发现各个城市的碳排放强度之间存在正空间相关性，并且呈现出明显的集聚现象。政策虽然有效促进了新能源示范城市碳减排，然而，对周边城市的碳排放表现出了“以邻为壑”的特征，新能源示范城市建设存在污染扩散转移的现象。

6.2 政策建议

要充分发挥新能源示范城市建设的碳减排效应，关键在于畅通政策影响碳减排的机制，同时警惕新能源示范城市建设存在的污染扩散转移现象。基于此，本文提出如下政策建议：

6.2.1 以能源技术革新为导向，发展绿色技术

在新能源示范城市建设方面，企业部门扮演着至关重要的角色。企业应积极配合新能源示范城市建设的要求，推动能源技术的革新，加速企业生产结构的转型升级。这种转型不仅仅是企业自身的发展需要，也符合社会对可持续发展的迫切需求。企业部门应以能源技术革新为导向，不断探索新的发展路径，推动生产方式向更加环保、高效的方向转变。通过引入新技术、新理念，企业可以提升自身竞争力，同时也为新能源产业的发展注入新的活力。此外，企业部门还应以点带面，积极推动能源产业和绿色发展的协调共进。通过在示范城市建设中的先行探索，企业可以为后续大范围示范城市建设积累经验，为推动整个能源产业的升级和转型奠定坚实基础，加大对新能源关键技术的自主研发力度。

在中国，技术创新水平的滞后和关键设备依赖进口的现状使得经济难以实现飞跃发展。为了弥补这一不足，需要加强技术创新，减少对进口设备的依赖。实现这一目标，首先需要着力培养新能源领域的专业型人才，并且建立科技创新平台。除此之外，也需要着力促进新能源产业形成绿色技术产业链。这不仅有助于推动新能源产业结构向更加绿色和低碳的方向转变，同时也能够提升整个产业链的竞争力和可持续发展能力。在当今全球化的背景下，强调区域间协同发展至关重要。为了促进经济的均衡可持续增长，必须致力于消除各种形式的壁垒，包括但不限于地理、政治和经济上的壁垒。在这一过程中，促进产业技术转移是关键，

因为这有助于实现产业结构的优化和经济发展的协同效应。通过加强区域间合作和交流，不仅可以促进技术和知识的流动，还可以推动资源的有效配置，从而实现经济的均衡发展和可持续增长。

6.2.2 完善政府财政资金扶持机制，加强宏观引导

为促进新能源技术的发展与应用，政府应积极实施财政补贴政策，加强宏观引导。从而提高企业在新能源技术上的创新能力和水平，以推动整个行业的发展。以专项资金扶持助力企业开展新能源项目开发，从而推动可再生能源的广泛应用。

与此同时，新能源示范城市建设是推动绿色可持续发展的重要举措，需要国家和地方政府的积极参与和监督。为确保示范城市建设的顺利推进和质量保障，政府需加强指导和监督工作，提高建设力度，以确保工程质量。同时，政府部门应持续改进示范城市评选体系，逐步完善评选标准，构建科学评估指标，逐步增加示范城市的数量，以促进新能源示范城市的全面发展。为强化示范城市建设质量监督，政府应制定监管法规，建立健全的监督体系，包括加强对建设过程的监督和管理，确保符合相关标准和规定。这些举措将有助于提高示范城市建设的整体质量水平，推动新能源示范城市建设在全国范围内取得更为显著的成就，并为绿色可持续发展提供更为坚实的基础。

最后，政府部门应当系统总结并广泛推广成功案例，推动新能源示范城市建设的规模化和标准化，实现经济增长与环境保护的双赢局面。通过倡导和支持新能源示范城市建设，可以减少城市发展对传统能源的依赖，为打造环保型社会奠定坚实基础，为未来可持续发展提供重要支持。

6.2.3 新能源建设与产业转型相结合，促进产业结构高级化

新能源示范城市建设应与城市产业转型紧密融合，实现双赢局面。政府部门应重点扶持低耗能环保型产业的发展，构造并充分发挥绿色制造产业集群的引领作用，加快钢铁冶炼、石油利用等低碳技术革新，在兼顾经济发展的同时也注重环境资源的约束，逐步建立低碳产业体系，制定并完善新能源示范城市建设规划，将“新能源”和“绿色低碳”有机融合，以此充分发挥新能源示范城市的碳减排效应。同时，通过产业结构升级助力传统企业绿色转型。当前，我国经济主要以传

统化工企业为主，重化工企业占据主导地位，急需推动低碳产业发展，优化产业布局。为此，巩固新能源产业的领先地位至关重要，尤其要关注那些在新能源领域取得显著成就的潜在领军企业。在这一背景下，建立健全的产业链体系至关重要，以实现产业上下游的互补，推动新能源产业配套发展模式的形成。这种模式将有助于推进产业结构的高级化，为传统企业提供转型升级的路径，从而促进整体经济的绿色发展。

6.2.4 加强区域碳排放协同监管，促进多主体协同减排

在肯定新能源示范城市建设促进建设地区碳减排的基础上，环境问题治理的有效实施需要跨地区、跨部门之间的协同监管。在当前的城市发展中，我们不可忽视“以邻为壑”的现象，这种现象加剧了环境负外部性的程度，对周边地区和城市造成了不可忽视的影响。特别是，城市间的“以邻为壑”现象可能导致一场环境治理的逐底竞赛，各城市为了自身利益而忽视整体环境的改善，最终损害了整个地区生态环境。

因此，需要在政策和实践层面加强协调与合作，推动各方共同参与环境治理，实现环境可持续发展的目标。政府部门应对此现象加强防范和重视。陈诗一（2022）指出碳排放具有负外部性特征，即企业或个人在生产或消费过程中产生的碳排放对社会和环境造成的负面影响未在市场价格中得到充分内部化。这种市场失灵导致了碳排放行为的过度，从而加剧了全球气候变化和环境破坏。为实现低碳经济转型、2030年“碳达峰”目标以及2060年“碳中和”愿景，政府在制定和执行相关政策方面发挥着至关重要的作用。政府需要通过科学的方法制定一系列包括碳定价、减排目标、碳交易体系等在内的政策措施，以引导企业和个人转变碳排放行为，推动经济向低碳方向发展。有效的政策实施需要政府在监管、激励和引导方面发挥积极作用。政府应当建立健全的监管体系，确保企业和个人遵守碳排放相关法规，同时通过激励措施如碳排放权分配、减排补贴等，鼓励各方积极参与减排行动。此外，政府还应当通过科学研究和技术支持，促进低碳技术的研发和推广，为经济转型提供技术支持和保障。通过政府的科学制定和有效实施相关政策，才能实现2030年“碳达峰”目标和2060年“碳中和”愿景，推动全社会迈向可持续发展的新征程。

Feng等（2013）研究发现单纯依靠发达省份的减排努力可能会导致碳排放转移到经济落后省份，从而减缓减排效果甚至逆转减排进展。因此，在制定政策时，需要考虑如何协调各省份之间的碳减排努力，以避免碳排放的简单转移，从而实现全国范围内的减排目标。为警惕跨区域碳排放现象，不同行政区域可实施定期通报情况、信息共享，同一流域上下游间建立协同监管机制和交叉执法机制，借助大数据技术搭建碳排放监管平台，实现跨区域监测和处罚等。

新能源的开发和利用是实现经济可持续发展和环境保护的重要途径。政府、企业和个人都应积极参与其中，加大投资和支持，推动技术进步和创新。通过共同的努力，实现国内新能源的广泛应用，建设更加清洁、可持续的能源未来。

6.3 研究展望

在新能源城市建设影响城市碳排放的机制检验这一部分中，本文仅根据现有文献，选取了三个中介变量，后续研究可以拓展多方面、多视角，探索更多潜在的中介变量，以揭示新能源城市建设影响城市碳排放的机制。

此外，本研究尚未对空间溢出效应进行进一步的分解探讨。对于这一重要课题，还有待进一步的研究和分析，以全面把握空间溢出效应对研究领域的影响和意义。为了更好地理解其在学术和实践中的作用，有必要开展更深入的研究，以推动该领域的发展和创新。

参考文献

- [1] Abid, Mehdi. Impact of economic, financial, and institutional factors on CO₂ emissions: Evidence from Sub-Saharan Africa economies[J]. Utilities policy, 2016, 41: 85-94.
- [2] Cole M.A. , Neumayer E. Examining the impact of demographic factors on air pollution[J]. Social Science Electronic Publishing, 2004, 26(1): 5-21.
- [3] Cui H, Cao Y. Do smart cities have lower particulate matter 2.5(PM2.5)? Evidence from China[J]. Sustainable Cities and Society, 2022, 86: 104082.
- [4] Feng K., Davis, S.J, Sun L., Li X., Guan D., Liu W., Liu Z., and Hubacek K., 2013“Outsourcing CO₂ within China”, Proceedings of the National Academy of Sciences, 110(28), 11654-11659.
- [5] FUNKHOUSER E, BLACKBURN G, MAGEE C, RAI V. Business model innovations for deploying distributed generation: The emerging landscape of community solar in the U.S.[J]. Energy Research & Social Science, 2015, 10.
- [6] Gani A .Fossil fuel energy and environmental performance in an extended STIRPAT model[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, 297.
- [7] LACKORDROBNIC B, SEKAVCNIK M, et al. Hydrogen energy system with renewable for isolated households: The optimal system design,numerical analysis and experimental evaluation[J]. Energy & Buildings, 2014, 80.
- [8] Qi T, Weng Y. Economic impacts of an international carbon market in achieving the INDC targets[J]. Energy, 2016, 109: 886-893.
- [9] Sinha A, Shahbaz M. Estimation of environmental Kuznets curve for CO₂ emission: role of renewable energy generation in India[J]. Renewable Energy, 2018, 119: 703-711.
- [10]Wang Q, Wang S. Why does China’s carbon intensity decline and India’s carbon intensity rise? A decomposition analysis on the sectors[1]. Journal of Cleaner Production, 2020, 265: 121569.
- [11]Wu J, Zuidema C and Gugerell K, Experimenting with decentralized energy

governance in China: The case of New Energy Demonstration City program. Journal Of Cleaner Production, Vol. 189, 2018.

- [12] YOUNG J, BRANS M. Analysis of factors affecting a shift in a local energy system towards 100% renewable energy community[J]. Journal of Cleaner Production, 2017.
- [14] 陈道平, 廖海凤, 谭洪. 中国碳交易政策的减排效应及其机制研究[J]. 技术经济, 2022, 41(07): 106-119.
- [15] 陈诗一. 低碳经济[J]. 经济研究, 2022, 57(06): 12-18.
- [16] 陈宇斌, 王森, 陆杉. 新发展理念驱动下绿色创新对碳排放的影响及其机制研究——基于连续型双重差分的经验证据[J]. 经济与管理研究, 2022, 43(09): 3-16.
- [17] 崔立志, 孙旺, 黄敏敏. 新能源示范城市建设对企业绿色全要素生产率的影响研究——基于 A 股上市公司的实证分析[J]. 广西财经学院学报, 2023, 36(01): 92-104.
- [18] 邓荣荣, 张翱翔. 中国城市数字金融发展对碳排放绩效的影响及机理[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2316-2330.
- [19] 丁丁, 蔡蒙, 付琳, 等. 基于指标体系的低碳试点城市评价[J]. 中国人口·资源与环境, 2015, 25(10): 1-10.
- [20] 董康银, 赵君, 董秀成. 中国对外直接投资对东道国碳排放效应研究——基于空间溢出视角[J]. 工业技术经济, 2023, 42(07): 133-142.
- [21] 方恺, 张琦峰, 杜立民. 初始排放权分配对各省区碳交易策略及其减排成本的影响分析[J]. 环境科学学报, 2021, 41(02): 696-709.
- [22] 付加锋, 庄贵阳, 高庆先. 低碳经济的概念辨识及评价指标体系构建[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(08): 38-43.
- [23] 付允, 刘怡君, 汪云林. 低碳城市的评价方法与支撑体系研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2010, 20(8) : 44 -47.
- [24] 付允, 马永欢, 刘怡君等. 低碳经济的发展模式研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2008(03): 14-19.
- [25] 干春晖, 郑若谷, 余典范. 中国产业结构变迁对经济增长和波动的影响[J].

- 经济研究, 2011, 46(05): 4-16+31.
- [26]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(07): 1876-1892.
- [27]国家能源局. 关于申报新能源示范城市和产业园区的通知[Z]. 2012.
- [28]韩传峰, 宋府霖, 滕敏敏. 长三角地区碳排放时空特征、空间聚类与治理策略[J]. 华东经济管理, 2022, 36(05): 24-33.
- [29]韩金宝, 蔡雯霞, 诸葛瑞阳. 碳排放权交易政策对地区碳绩效的影响——基于链式中介效应的检验[J]. 金融理论与实践, 2023(07): 60-70.
- [30]洪雪飞, 李力, 王俊. 创新驱动对经济、能源与环境协调发展的空间溢出效应——基于省域面板数据与空间杜宾模型的研究[J]. 管理评论, 2021, 33(04): 113-123.
- [31]胡剑波, 叶树. 试点政策对省域碳排放强度的影响及其空间溢出效应——以国家生态文明试验区为例[J]. 城市发展研究, 2022, 29(09): 33-41+83+53.
- [32]胡润青. 中欧新能源城市发展思路对比研究和启示[J]. 中国能源, 2015. 37(5): 26-29.
- [33]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(05): 100-120.
- [34]李豫新, 程洪飞, 倪超军. 能源转型政策与城市绿色创新活力——基于新能源示范城市政策的准自然实验[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(01): 137-149.
- [35]刘朝, 王梓林, 原慈佳. 结构视域下自主技术创新对工业碳排放的影响及趋势预测[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(07): 12-21.
- [36]刘生龙, 胡鞍钢. 基础设施的外部性在中国的检验: 1988—2007[J]. 经济研究, 2010, 45(03): 4-15.
- [37]娄伟. 基于“6A”理念的新能源城市规划方法研究[J]. 华中科技大学学报(社会科学版), 2014, 28(02): 54-59+136.
- [38]娄伟. 新能源与可再生能源城市评价标准研究[J]. 城市, 2016(06): 22-28.
- [39]逯进, 王恩泽. 新能源示范城市建设对区域环境污染治理的影响[J]. 资源科学, 2019, 41(11): 2107-2118

- [40]马大来, 武文丽, 董子铭. 中国工业碳排放绩效及其影响因素——基于空间面板数据模型的实证研究[J]. 中国经济问题, 2017(01): 121-135.
- [41]任胜钢, 郑晶晶, 刘东华, 等. 排污权交易机制是否提高了企业全要素生产率——来自中国上市公司的证据[J]. 中国工业经济, 2019(5): 5-23.
- [42]邵帅, 范美婷, 杨莉莉. 经济结构调整、绿色技术进步与中国低碳转型发展——基于总体技术前沿和空间溢出效应视角的经验考察[J]. 管理世界, 2022, 38(02): 46-69+4-10.
- [43]邵帅, 徐乐, 章绍一. 碳排放权交易能否助力实现“双碳”目标? ——来自能源供给侧与消费侧的异质性证据[J]. 兰州大学学报(社会科学版), 2022, 50(04): 27-40.
- [44]沈满洪, 何灵巧. 外部性的分类及外部性理论的演化[J]. 浙江大学学报(人文社会科学版), 2002(01): 152-160.
- [45]孙攀, 吴玉鸣, 鲍曙明. 产业结构变迁对碳减排的影响研究——空间计量经济模型实证[J]. 经济经纬, 2018, 35(02): 93-98.
- [46]孙艳伟, 李加林, 李伟芳等. 海岛城市碳排放测度及其影响因素分析——以浙江省舟山市为例[J]. 地理研究, 2018, 37(05): 1023-1033.
- [47]孙镇南, 李中源. 经济高质量发展与新能源政策研究——基于双重差分模型[J]. 上海管理科学, 2023, 45(04): 110-115.
- [48]唐赛, 付杰文, 武俊丽. 中国典型城市碳排放影响因素分析[J]. 统计与决策, 2021, 37(23): 59-63.
- [49]唐晓灵, 康铭敏. 我国东西部城市碳排放差异性比较研究——基于对上海市和西安市的数据分析[J]. 价格理论与实践, 2020(05): 169-172+176.
- [50]田容至, 曹高航, 项松林等. 长江经济带区域创新创业能力对碳排放的影响及空间效应研究[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(07): 1365-1378.
- [51]王波, 常杪, 李宗轩等. 中国城市新能源发展决策支持指标体系构建及应用[J]. 可再生能源, 2013, 31(11): 141-144.
- [52]王晶晶. 武汉市低碳产业园区指标体系研究[D]. 武汉: 湖北工业大学, 2016.
- [53]王梦成, 卢新海, 马宇翔等. 新能源示范城市建设对城市土地利用效率的影响及其空间溢出效应[J]. 中国土地科学, 2022, 36(02): 43-52.

- [54]王少剑, 苏泳娴, 赵亚博. 中国城市能源消费碳排放的区域差异、空间溢出效应及影响因素[J]. 地理学报, 2018, 73(03): 414-428.
- [55]王少剑, 谢紫寒, 王泽宏. 中国县域碳排放的时空演变及影响因素[J]. 地理学报, 2021, 76(12): 3103-3118.
- [56]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, 33(01): 54-60.
- [57]吴卫红, 蔡海波, 刘佳等. 技术创新双重效应与重污染行业绿色转型升级——基于碳排放的视角[J]. 经济与管理研究, 2023, 44(11): 45-61.
- [58]吴文值, 王帅, 陈能军. 财政激励能否降低二氧化碳排放? ——基于节能减排财政综合示范城市的证据[J]. 江苏社会科学, 2022(01): 159-169.
- [59]辛玲. 低碳城市评价指标体系的构建[J]. 统计与决策 2011(7): 78-80.
- [60]徐换歌. 新能源示范城市与地区经济增长[J]. 华东经济管理, 2021. 35(1): 76-85.
- [61]徐祎. 新能源消费与我国经济增长关系的实证研究[J]. 经济纵横, 2017(5): 69-74.
- [62]薛飞, 周民良, 刘家旗. 数字基础设施降低碳排放的效应研究——基于“宽带中国”战略的准自然实验[J]. 南方经济, 2022(10): 19-36.
- [63]杨莉莎, 朱俊鹏, 贾智杰. 中国碳减排实现的影响因素和当前挑战——基于技术进步的视角[J]. 经济研究, 2019, 54(11): 118-132.
- [64]张德钢, 陆远权. 中国碳排放的空间关联及其解释——基于社会网络分析法[J]. 软科学, 2017, 31(04): 15-18.
- [65]张洪瑞, 吴平. 绿色信贷对碳排放的空间溢出效应——基于环境监管调节效应的分析[J]. 西南金融, 2023(08): 18-31.
- [66]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(03): 36-53.
- [67]张杰, 王晓晶. 生态文明建设对城市碳排放的影响——基于生态文明先行示范区的准自然实验[J]. 生态经济, 2023(09): 1-16.
- [68]张平, 郭青华. “双碳”目标下我国绿色地方政府专项债券的空间碳减排效应[J]. 当代财经, 2023(11): 28-40.

- [69]张哲, 任怡萌, 董会娟. 城市碳排放达峰和低碳发展研究: 以上海市为例[J]. 环境工程, 2020, 38(11): 12-18.
- [70]赵巧芝, 闫庆友, 赵海蕊. 中国省域碳排放的空间特征及影响因素[J]. 北京理工大学学报(社会科学版), 2018, 20(01): 9-16.
- [71]赵晓春, 龙来春, 周瑛. 绿色金融、政府干预与区域碳排放效率[J]. 统计与决策, 2023, 39(10): 149-154.
- [72]赵玉焕, 钱之凌, 徐鑫. 碳达峰和碳中和背景下中国产业结构升级对碳排放的影响研究[J]. 经济问题探索, 2022(03): 87-105.
- [73]周黎安, 陶婧. 官员晋升竞争与边界效应: 以省区交界地带的经济发展为例[J]. 金融研究, 2011(03): 15-26.
- [74]周正柱, 张明. 绿色产业政策量化与减排效果研究——以长三角区域为例[J]. 长江流域资源与环境, 2023, 32(11): 2254-2272.

致 谢

时光荏苒，转眼间我的硕士生涯也即将落下帷幕。二十余载求学路，我深感这一路走来属实不易，纵然有万般不舍，但也要继续向前走。回顾在兰财这三年的时光，如烟花一般，绚烂而短暂。

首先，我要由衷感谢我的恩师武翠芳，感谢武翠芳老师在研究生生涯里对我指导和帮助。在读研期间，武翠芳老师以渊博的专业知识和平易近人的处事态度让我受益良多。在我做学术研究遇到困难时，为我指引方向，在我对未来迷茫的时候，给予我很多的人生建议。武翠芳老师以身作则、严于律己的人生态度让我发自内心的敬佩。初次见到武翠芳老师时，便从她身上感受到了亲切与温柔，三年接触下来，武翠芳老师对我产生的影响不仅仅是学术上要脚踏实地，同时还有为人处事的看法以及生活与规划的建议，以严谨而又乐观的态度激励我不断成长。其次，我要由衷感谢经济学院的各位老师传授给我不同方向的专业知识，使我更加了解学术前沿并不断夯实自己的学术基础。最后，我要由衷感谢师门的小伙伴：于琦颖师姐、梁蒙蒙师姐、赵慧、王飞、孔玲慧、姜文媛，山水一程有幸相遇，愿师门越来越好，蒸蒸日上。同时，愿经济学院的各位老师工作顺利、身体健康。

三年读研时光，幸得室友们一直陪伴在我身边，给予我无限包容、安慰和鼓励。感谢我的室友小梅、杨杨、恬恬，希望我们能在各自的领域闪闪发光，都能成为自己想要成为的人。愿大家前程似锦，万事胜意。

父母之恩，常记于心。漫漫求学路离不开父母的无条件支持，感谢父母二十余载养育恩情，感谢你们对我每一次选择的理解与支持，家永远是我温暖的港湾和最坚硬的后盾。养育之恩，无以为报，希望未来我可以像你们于我一样，成为你们的依靠。愿父母身体健康、万事顺意。

写尽千山，落笔有你。感谢胡先森三年来跨越千里的陪伴，包容爱较真、不理性、做事凭冲动的我，在我生气时捋顺我的炸毛、难过时收藏我的眼泪，教我学会更理性地表达自己、更冷静地处理问题。愿此后余生，不辞青山，相随与共。

始于初秋，终于盛夏。我想感谢这三年里迷茫、焦虑、内耗、遗憾过以及努力、幸福、感动、快乐过的自己，尽管一路跌跌撞撞的前进，但也从未想过放弃。无数个自我否定，自我治愈的日子，让我发现并学会了接受自己的平庸。特别感

谢这段人生经历，尤其是那些宝贵又温暖的帮助，让我不断地了解自己、认识自己，让我能够以更从容、更平和的心态迎接人生的新篇章。愿自己赤诚勇敢，热烈自由。

感谢所有百忙之中抽出时间参加我论文评阅、评议和答辩的专家们，感谢你们宝贵的意见与建议。这篇论文是我硕士三年学习的成果，但其中的不足之处还请各位老师和同学们多多指教。我将虚心接受，不断完善自己，为未来的学术研究和职业生涯打下更坚实的基础。

再次感谢所有在我毕业论文创作过程中给予帮助和支持的人，祝你们身体健康，工作顺利，家庭幸福！