

**本科毕业设计[论文]**

**中国碳交易试点政策对试点地区减排效应的研究**

院 系 管理学院

专业班级 财务1802

姓 名 王宇轩

学 号 U201815916

指导教师 薛明皋

2022年 5 月 30 日

**学位论文原创性声明**

本人郑重声明：所呈交的论文是本人在导师的指导下独立进行研究所取得的研究成果。除了文中特别加以标注引用的内容外，本论文不包括任何其他个人或集体已经发表或撰写的成果作品。本人完全意识到本声明的法律后果由本人承担。

作者签名： 2022 年 6 月 2 日

**学位论文版权使用授权书**

本学位论文作者完全了解学校有关保障、使用学位论文的规定，同意学校保留并向有关学位论文管理部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权省级优秀学士论文评选机构将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

本学位论文属于 1、保密 囗 ，在 年解密后适用本授权书。

2、不保密 囗 。

（请在以上相应方框内打“√”）

作者签名： 2022 年 6 月 2 日

导师签名： 2022 年 6 月 2 日

# 摘 要

随着不可再生资源的枯竭和生态环境问题的日益凸显，人们愈发认识到环境保护和可持续发展的重要性。2020年9月22日，习近平主席宣布了努力在2030 年和2060年前实现碳达峰和碳中和的宏伟目标。碳交易试点政策是实现我国双碳目标的重要市场化减排路径。《关于开展碳排放权交易试点工作的通知》于2011年发布，正式批准了七个省市作为碳交易试点地区建立碳交易市场，分别为北京、上海、天津、重庆、湖北、广东和深圳。全国统一的碳排放权交易市场于2021年7月16日正式启动并开始交易。作为全国首个纳入碳市场的行业，发电行业是碳减排的重点突破行业，超过2000家企业被纳入碳排放市场。自此，碳排放权交易市场正处于初级发展阶段，接下来，要将更多行业纳入到碳交易市场的辐射范围中，根据各地区产业发展特征完善碳交易政策设计方案，逐步健全全国碳交易市场的机制设计以实现平稳持续健康发展。

在上述背景下，我们以中国碳交易试点政策为例，研究碳交易试点政策对降低碳排放强度的影响。基于 2008 年至 2019 年中国 30 个省市的数据，运用双重差分法及一系列稳健性检验发现碳交易试点政策促进了中国低碳经济发展，即碳交易试点政策不仅降低了试点地区二氧化碳排放量，还促进了当地的经济发展。进一步研究碳交易政策的作用机制，结果表明碳交易试点政策能够促进碳减排可以部分归因于低碳技术创新水平，因此能够促进中国低碳经济转型，同时对碳交易试点政策的不同地区进行异质性分析，发现东部地区的碳减排效果好于中部和西部地区，原因是重庆作为唯一一个位于西部的碳交易政策试点地区，主要依靠第二产业来实现经济增长，尚处于能耗持续上升的工业化快速发展阶段，碳减排效应尚不明显。

**关键词：**碳交易政策；双重差分；低碳技术创新；异质性分析

# Abstract

With the depletion of non-renewable resources and the growing prominence of ecological and environmental issues, people are increasingly aware of the importance of environmental protection and sustainable development on September 22, 2020, President Xi Jinping announced the ambitious goal of striving to achieve carbon peaking and carbon neutrality by 2030 and 2060. The carbon trading pilot policy is an important market-based emission reduction path to achieve China's dual carbon targets. The Notice on Piloting Carbon Emissions Trading was released in 2011, officially approving seven provinces and cities as carbon trading pilot regions to establish carbon trading markets, namely Beijing, Shanghai, Tianjin, Chongqing, Hubei, Guangdong and Shenzhen. The national unified carbon emissions trading market was officially launched and started trading on July 16, 2021. As the first industry in the country to be included in the carbon market, the power generation industry is the key breakthrough industry for carbon emission reduction, with over 2,000 enterprises being included in the carbon market. Since then, the carbon emission trading market is in the primary development stage, and next, more industries should be included in the radiation of the carbon trading market, and the carbon trading policy design plan should be improved according to the industrial development characteristics of each region, and the mechanism design of the national carbon trading market should be gradually improved to achieve smooth and sustainable healthy development.

In the above context, we take China's carbon trading pilot policy as an example to study the impact of carbon trading pilot policy on reducing carbon emission intensity. Based on data of 30 Chinese provinces and cities from 2008 to 2019, we apply the DID method and a series of robustness tests to find that the carbon trading pilot policy promotes the development of China's low-carbon economy, i.e., the carbon trading pilot policy not only reduces carbon dioxide emissions in the pilot areas, but also promotes local economic development. Further investigating the mechanism of carbon trading policy, the results show that the carbon trading pilot policy can promote carbon emission reduction can be partly attributed to the level of low-carbon technological innovation, and therefore can promote China's low-carbon economic transformation, while a heterogeneity analysis of different regions of the carbon trading pilot policy reveals that the carbon emission reduction effect in the eastern region is better than that in the central and western regions, because Chongqing, as the only carbon trading pilot region located in the west, mainly relies on the secondary industry to achieve economic growth, and is still in the rapid development stage of industrialization with a continuous increase in energy consumption, and the carbon emission reduction effect is not yet obvious.

**Key Words：**Carbon Trading Policy；DID；Low Carbon Technology Innovation；Heterogeneity Analysis

# 目 录

[摘 要 I](#_Toc103758898)

[**Abstract II**](#_Toc103758899)

[1 绪论 1](#_Toc103758901)

[1.1 研究背景与研究问题 1](#_Toc103758902)

[1.2 研究目的与研究意义 2](#_Toc103758903)

[1.3 研究方法与研究内容 4](#_Toc103758904)

[2 文献综述 7](#_Toc103758905)

[2.1 排污权交易 7](#_Toc103758906)

[2.2 碳排放交易机制设计及政策出台 7](#_Toc103758907)

[2.3 碳交易政策有效性 9](#_Toc103758908)

[2.4 碳交易市场发展的制约因素 10](#_Toc103758909)

[3 假设提出与研究设计 12](#_Toc103758910)

[3.1 假设提出 12](#_Toc103758911)

[3.2 研究设计 14](#_Toc103758912)

[4 实证结果及其分析 18](#_Toc103758913)

[4.1 描述性统计 18](#_Toc103758914)

[4.2 碳交易政策对碳减排和经济发展的影响 19](#_Toc103758915)

[4.3 机制分析 24](#_Toc103758916)

[4.4 异质性检验 25](#_Toc103758917)

[5 结论 27](#_Toc103758918)

[致 谢 29](#_Toc103758919)

[参考文献 30](#_Toc103758920)

# 1 绪论

## 1.1 研究背景与研究问题

### 1.1.1 研究背景

全球变暖将对人类所生活的自然生态环境造成不可逆转的损害，其中，造成上世纪中叶以来全球变暖的主要因素之一即是人类活动产生的温室气体排放。当前，保护环境、降低碳排放、实现低碳经济发展等理念已成为全球普遍认同的观念，为抑制当前全球气候变暖的加速趋势，降低以二氧化碳为代表的温室气体排放强度，世界各国都在加紧探索抑制碳排放增长的有效方法与路径。

上世纪末，《联合国气候变化框架公约》及其《京都议定书》的生效为发达国家规定温室气体减排的详细指标，碳金融由此兴起。其中，由于《京都议定书》制定了强制性减排的法律约束，使得各国的碳排放配额成了稀缺的资源，由此碳排放配额被赋予了商品的价值属性，可以在市场上进行交易，而交易碳排放权的平台就被称为“碳市场”。

部分西方发达国家和地区在建立碳排放贸易体系方面取得了领先，并且碳排放交易市场规模较大。其中欧盟碳排放交易体系是规模最大，制度最为完善的一个碳排放交易体系。2005年，欧盟的碳排放交易市场于就开始运行，目前已经发展为全球最大的碳交易市场。欧盟排放交易体系涵盖了上万个实体单位和工业基础设施，欧盟超一半的碳排放总量在这里进行交易。

我国是全球减排资源最丰富的国家，但目前我国仍在探索碳市场建设机制的核心要素，技术水平远远落后于西方国家。2014年9月我国发布的《国家应对气候变化规划（2014—2020 年）》以及2015年生效的《巴黎协定》制定了我国两个阶段的碳强度远景规划目标，即使得碳强度在2020年和2030年相较2005年分别下降40%-45%和60%-65%的目标。2020年9月22日，习近平主席宣布了努力在2030 年和2060年前实现碳达峰和碳中和的宏伟目标。随后，2021年“两会”将“30 60”目标纳入十四五规划建议。这彰显了中国实现碳减排目标的坚定决心，也是对政府部门工作和企业自主减排意识的严峻考验。

2011年，我国分别批准了北京、上海、天津、重庆、湖北、广东、深圳和福建等八省市成为碳排放权交易试点地区，若全国统一的碳交易体系启动，我国将步入碳排放交易的市场阶段。

自2021年1月1日起，全国碳市场首个履约周期(截止于2021年12月31日)正式启动，其中覆盖了2225家重点发电行业。生态环境部数据显示，超过40亿吨的碳市场排放量将使得中国成为全球碳排放量规模最大的碳市场。我国碳排放主要集中在电力、热力生产供应业、制造业中的黑色金属冶炼，第三产业中的交通运输、仓储及邮政业。未来，我国的碳排放权交易市场会扩展到更多的行业，涉及更多的碳排放企业，拥有更大的交易额。在这样的市场背景下，碳交易试点政策能否促进二氧化碳排放强度下降，实现低碳排放下的高质量经济发展值得我们探究。

### 1.1.2 研究问题

基于1.1.1 本文主要探讨以下两个问题：

1）碳交易政策对碳减排与经济发展的影响

中国碳交易试点政策是否能够降低试点地区的二氧化碳排放强度？是否对试点地区的经济发展产生影响？所产生的影响是正向的还是负向的？这种影响是否因试点省市所处地区不同而发生不同变化？

2）分析碳交易政策影响碳减排的作用机制

若碳交易试点政策的确降低了试点地区的二氧化碳排放强度，那这种影响是否是通过低碳技术创新引起的？若确实是由低碳技术创新水平影响了二氧化碳排放强度，那么他在多大程度上产生了影响？

## 1.2 研究目的与研究意义

### 1.2.1 研究目的

1）分析与探究提出的研究问题

在文章后半部分，我们将建立双重差分模型，运用stata统计分析软件通过实证分析对以上一系列问题进行回答，即碳交易试点政策是否会降低二氧化碳排放强度，对经济增长产生正向效应，并探究产生这一影响的作用机制；

2）补充现有文献

其次，全国碳交易市场运行不久，对于碳交易试点政策是否能够促进碳减排，降低二氧化碳排放强度，学界已经有部分学者进行研究并给出肯定的结论，而关于碳交易试点政策对经济绩效是否产生了积极作用，现有文献的结论莫衷一是；与此同时，碳交易试点地区涉及我国东中西三个地域，而现有文献鲜有分析碳交易市场对不同地区碳减排强度的差异，因此，本文将对碳交易试点政策产生的环境和经济绩效以及地区异质性性影响进行分析，对现有文献进行一个有益的补充。

3）提出政策启示

当前，我国全国碳交易政策初步实施，在政策设计方面仍有待完善；碳达峰碳中和目标提出不久，具体实施机制和手段仍需社会各界的共同努力；实现二氧化碳减排与经济持续发展的目标一样要并行不悖，切不可因为过度追求碳减排而损失经济增长效率，我们希望本文的研究能够给与碳交易政策设计一定的政策启示，实现碳减排前提下的高质量经济发展。

### 1.2.2 研究意义

基于上述研究目的，我们认为本文的研究具有现实和理论两个层面的意义：

1）现实意义

展望未来，在碳达峰和碳中和目标的引领下，我国碳交易市场机制为实现二氧化碳减排做出巨大贡献。当前，全国统一的碳交易市场已初步建立，而碳交易市场运行过程中面临交易机制不健全、碳价定价不合理、碳交易量增长缓慢等不可忽视的问题，那么碳交易市场的的碳减排效果如何，是否产生正向的经济绩效，碳交易减排的作用机制是怎么样，受到了社会和学界的广泛关注和研究。由此，希望通过我们的研究能够对碳交易试点政策产生的经济和环境绩效做出确切的评估以回应社会关切，为碳交易政策设计的完善和碳达峰碳中和目标的实现注入动力，确保全国统一的碳交易市场平稳有效健康发展。

2）理论意义

碳达峰碳中和目标提出不久，碳交易试点开展时间还较短，碳交易市场建设仍处于初级阶段，碳交易市场仍存在着一些制度构建和碳价波动等问题，学者对碳排放交易产生的经济和环境绩效以及对不同地区产生的异质性影响研究较少，本文希望通过此次研究对碳交易政策产生的碳减排效应以及经济效应、碳减排的作用机制和异质性影响的相关研究进行拓展。

## 1.3 研究方法与研究内容

### 1.3.1 研究方法

本文的研究主要通过阅读与梳理文献并进行实证分析以达到我们的研究目的与意义。

1）文献分析

首先，我们海量阅读并整理了近年来碳交易试点政策和碳减排相关的文献，以了解当前学界对碳交易试点政策和碳减排所作研究得出的结论、成果以及需要完善的地方；随后，我们根据当前研究存在的不足之处和社会关切热点，我们提出了所要研究的内容并探讨了内容研究的方法。

2）实证分析

我们首先建立双重差分模型去探究碳交易试点政策是否会降低试点地区的碳排放强度，是否会对经济增长产生正向影响，并且进行了平行趋势检验去验证此事件是否适用于双重差分模型，随后，我们将进行稳健性检验，以证实研究结论的可靠性；其次，若碳交易试点政策确实能降低二氧化碳排放强度、促进经济增长，则利用中介效应模型去探究其是否是通过低碳技术创新从而实现碳减排；与此同时，我们还将进行异质性检验，探究碳交易试点政策对碳减排的影响是否因所处地区不同而不同。

### 1.3.2 研究内容

基于1.1.2，我们首先确立了本文的大致研究方向，即我国碳交易试点地区的二氧化碳排放强度是否因碳交易试点政策的实施而有所下降？是否对试点地区的经济发展产生正向影响？并进一步分析了这种影响的作用机制，进行了地区异质性检验。利用中国碳排放数据库（CEADS）的中国省级碳排放数据，我们整理了2008年至2019年中国30个省市（不包括港澳台和西藏地区）的碳排放数据，从国家统计局搜集到30个省市（不包括港澳台和西藏地区）的地区生产总值、对外开放水平、森面临覆盖率、产业结构和主要能源消耗量等数据，作为我们实证分析的数据来源。基于双重差分模型，我们发现，在实施碳交易试点政策后，试点地区的二氧化碳排放强度平均下降24.1%，并且通过平行趋势检验我们发现，碳交易政策是使得试点地区碳排放强度变化的显著外部因素，即碳交易试点政策实施前，试点地区与非试点地区碳排放强度变化趋势基本相同，而碳交易政策实施之后，试点地区与非试点地区的碳排放强度趋势出现明显分化，碳排放强度呈明显下降趋势。在经济发展方面，研究表明碳交易试点政策的实施对试点地区的经济发展水平提升。值得注意的是，在异质性检验中，我们发现碳交易试点政策对试点地区二氧化碳排放量减排的影响会因所处地区不同而有所差异，东部地区的减排效应会好于中部和西部地区。

为了进一步探究碳交易试点政策对二氧化碳排放强度的影响机制，我们选取了低碳技术创新水平作为中介变量。通过建立中介效应模型并进行回归分析，我们发现，碳交易试点政策实施之后不仅能够对碳排放强度产生直接影响，并且能够通过影响低碳技术创新水平对碳排放强度产生间接影响。这说明碳交易试点政策对碳排放强度的影响可以部分归因于低碳技术创新水平。

全文结构安排如下：

第2章作为文献综述，从排放权交易、碳排放交易机制设计及政策出台、碳交易政策有效性以及碳交易市场发展的制约因素方面对现有研究和结论进行了详细梳理与总结。

第3章是假设提出与模型设计。我们在上一章所整理的文献综述的基础上，分析了碳交易市场发展现状，提出了机制检验的理论支撑基础，总结了现有文献的可取与不足之处，针对研究目的与问题列示了两个主要假设；随后，我们逐一描述了数据搜集方法和来源、定义了实证分析模型的变量并建立了多元回归模型，以便读者更好地了解本文的实证分析思路。

第4章展现了变量的描述性统计、实证分析过程及其结论。研究发现，碳交易试点政策确实有助于降低试点地区二氧化碳排放强度，并对经济发展具有正向效应，能够实现低碳排放情况下的经济高质量发展，为碳达峰碳中和目标实现注入了动力；与此同时，我们还发现，低碳经济转型是产生这种正向减排效应的中介变量，恰好印证了波特假说的结论。随后，我们运用平行趋势检验和稳健性检验等方法证实了研究结论的可靠性。最后，我们还对碳交易试点政策产生的地区异质性影响展开分析，发现东部地区的减排效应会优于中部和西部地区。

最后是结论、建议与值得优化的地方，我们总结了实证分析部分得出的结论，针对结论提出了优化碳交易市场的政策设计建议；与此同时，我们列出了本文考虑不够周全完善的地方，指出了今后完善论文逻辑和丰富论文内容的方法与路径。

# 2 文献综述

近百年来，以二氧化碳为代表的温室气体的大量排放已经造成了日益严重的温室效应，对人类赖以生存的生态环境造成了不可逆的损害。当前，绿色低碳发展理念已成为全球共识，许多国家都在不断探索抑制碳排放增长的措施及方法。碳排放交易作为市场化的碳减排机制发挥着越来越重要的作用。因此，在碳交易政策机制设计的后续完善中我们亟需证明的问题是：碳交易政策的减排效应是否显著？为了回答以上问题，我们阅读了大量碳交易政策及碳交易市场运行相关的文献，从排放权交易、碳排放交易机制设计及政策出台、碳交易政策有效性以及碳交易市场发展的制约因素方面对现有研究进行了分析。

## 2.1排污权交易

排污权交易是指在一定范围内，在污染物排放总量不超过限制排放量的前提下，各污染源之间以货币作为交易工具进行交换的方式优化排污量配置，从而达到降低排污量、保护环境的目的。二氧化碳排放权的概念也由此产生。但是由于各国拥有各不相同的政策制度和市场条件，各界对排污权交易政策是否能有效降低排污量各持己见。一方面，涂正革（2015）研究发现尽管排污权交易机制在一定程度上缓解了我国二氧化硫排污权分配的严重低效，但从现实和潜力来看，二氧化硫排污权交易试点政策在我国并未产生波特效应。另一方面，斯丽娟（2020）等使用双重差分等模型探究了排污权交易试点政策对约束性总量控制污染物的减排效应，研究发现：排污权交易对三类约束性总量控制污染物具有显著的减排效应，此外，排污交易的环境影响并没有受到排污费和“两个控制区”政策的干扰。李永友（2016）等运用PSM-DID方法分析得出，中国在11个地区试点的排污权交易政策对工业二氧化硫排放强度产生了显著政策效应。

## 2.2 碳排放交易机制设计及政策出台

碳排放交易作为排污权交易的一个重要分支，是实行碳减排的市场化减排政策工具。为了更好地支持碳交易市场机制的设计与完善，维护碳交易市场的持续健康发展，当前国内外学者主要从碳排放交易机制设置及政策出台方面展开对我国碳交易市场发展的研究分析。

碳排放交易机制方面，主要研究碳交易机制设计和相关政策的出台。首先，从不同行业和各地区碳配额分配入手，研究行业减排优先顺序和权重分配，模拟分析了不同碳交易机制设计对碳市场及宏观经济带来的影响；Kim等（2018）提出了包含减排成本和碳资产两个子目标函数的双目标规划模型，能够在降低减排成本的同时提高减排主体的减排意识并调动参与者的积极性。崔焕影（2018）研究认为国家应制定一个减排总量目标，并根据不同地区的经济发展水平、产业结构及自然资源禀赋条件，实行差异化的碳配额初始分配方案。马天祥（2019）建立了结合各省市经济人效应的集中DEA模型，发现东部省市的优化结果大于国家制定的减排目标，国家应给予其他省份较多的碳初始配额。段茂盛（2014）认为碳配额分配的关键是以属地化分级管理制度为基础，中央政府负责确定统一分配方法和差异化区域调节系数。其次，是从碳价影响因素方面展开研究，有学者认为将配额拍卖机制引入全国碳市场有助于降低碳交易价格；也有学者研究发现，碳格受其自身历史价格影响最大，其次是煤炭价格指数，最后是宏观经济因素；此外，也有学者运用多元回归模型分析得出，技术水平进步对碳价具有较强的影响力，二者之间呈显著的负相关关系。具体而言，Yun-Jung Lee（2020）研究发现欧盟碳交易市场的价格回报路径具有多重分形特征，在市场的上升和下降阶段具有不同的表现。Qi（2017）认为成交价格与监管成本呈负相关关系。郑宇花（2016）认为决定碳交易市场配额现货的交易价格的核心要素是供给与需求两方面。孙悦（2018）研究发现欧盟碳排放权市场的碳配额成交价格受到供给、需求与外部因素的影响，其中使得碳价波动最大的是能源价格和温度条件，而在宏观经济环境影响下，碳价波动较小，当前我们仍需加强碳现货交易市场与金融市场之间的联系。随后，从碳市场风险识别与防控角度入手，有学者基于风险价值VaR模型及条件风险价值CVaR模型对我国碳金融交易市场的风险进行度量和研究，据此给出了有效防范碳金融市场交易风险的主要措施与建议。最后，有学者认为当前至关重要的是建立统一的碳排放交易市场，Murphy等(2017)认为虽然各地碳交易市场规模越来越大，碳排放权交易总额不断攀升，然而当前世界各地的碳交易市场对建立统一的碳交易市场仍未达成共识，严重阻碍了碳交易效率的提高和碳减排目标的实现。

## 2.3 碳交易政策有效性

伴随着2013年中国碳交易试点政策的实施，学界纷纷运用模拟分析和准自然实验的方法去考证碳交易政策的减排效应如何，部分研究结果表明试点地区碳交易市场的运行确实能够在某种程度上降低碳排放强度，达到保护环境的目标。但也有部分学者表明：部分试点地区碳交易机制仍不完善，交易效率较低，碳交易市场建立仍处于蹒跚学步的状态，尚未能为碳减排做出较大贡献。

现有文献主要围绕碳交易政策实施和碳交易市场建立所产生的环境和经济影响展开，研究碳交易试点政策实施的实际效果。环境效应方面，现有研究发现碳交易政策能使试点地区的碳排放强度下降。曾诗鸿（2021）等人运用连续双重差分法评估 2004-2017 年我国碳交易试点政策的减排效应及地区异质性，发现碳交易政策对东中部地区的减排效应较为显著，对西部地区不明显。薛飞（2021）等人采用连续双重差分法以及中介效应模型检验发现，扩大碳交易市场的规模能够通过减少煤炭消费量、调整能源消费结构、提高低碳技术创新水平以及第三产业的比重来实现碳减排。Zhang等运用双重差分模型对2004—2015年中国城市层面的面板数据进行评估，研究结果表明，排污权交易政策实施使得试点地区的碳排放减少了约16.2 %，这种减排效应在经济较为发达的中国东部地区更加明显。此外，影响碳排放的还有第二产业发展、外商直接投资等其他因素。杨秀汪（2021）使用合成控制法进行实证分析，发现中国碳交易试点政策对试点地区湖北、广东和重庆起到了较为显著的碳减排效果。刘传明（2019）利用合成控制法与双重差分法结合的方法分析发现，碳排放权交易试点的实施降低了二氧化碳排放，但是由于各试点地区在经济发展水平、产业结构等方面存在差异，导致各试点省份的碳减排效果参差不齐。国外对碳交易市场的研究伴随着碳交易市场的建立而兴起，但对碳交易市场的碳减排效应结论莫衷一是。Zhao（2021）认为合理的碳价格可以有效促进低碳经济转型。Stern认为碳排放权机制比碳税等其他机制具有更强的激励效应。Keohane（2019）研究发现在碳交易实行配额的模式下，企业采用任何减排方式都可以实现二氧化碳减排，由此证明了统一的碳排放市场建立的有效性和必要性。然而，Wang（2021）通过计算2020年无大流行病碳排放与实际碳排放之差，发现大流行病对发展中国家碳减排的影响可能被低估，碳市场的碳减排效应可能因大流行的肆虐而难以发挥。

在经济效应方面，当前较多研究认为碳交易政策实施带来的影响符合波特假说，即碳交易政策能够激励企业进行低碳技术创新而降低碳排放强度。周朝波（2020）等人通过双重差分法和一系列稳健性检验发现，波特假说在西部地区得到验证，而在中部和东部地区则没有产生显著的效果，即碳交易试点政策鼓励了西部地区企业进行低碳技术创新从而降低了当地碳排放强度，而低碳技术创新水平在中部和东部地区却没有显著的变化。王为东等人（2021）以我国七个碳排放权交易试点为研究对象，采用合成控制法进行准自然实验，发现碳排放权交易试点政策整体上诱发了试点地区的低碳技术创新活动，但各试点地区对政策反应存在一定差异。Chen 采集了2006—2017 年中国30个省市（不包括港澳台和西藏地区）的面板数据，采用双重差分方法探究了碳交易试点政策实施对各个省市碳减排产生的影响，并运用了中介效应模型去进行机制检验，研究结果同样印证了波特假说，碳交易试点政策通过激励试点地区提高低碳技术创新水平从而降低了二氧化碳排放量。

## 2.4 碳交易市场发展的制约因素

汪惠青（2021）认为当前碳交易市场存在试点碳市场发展不均衡、碳市场交易不活跃、流动性不足、碳价不合理、产品创新不足和服务不到位等问题。张健华（2011）分析发现，中国碳交易市场的发展存在一些制约因素，如金融参与不足，减排区域分割特征明显，国际碳交易市场定价权缺失，中介服务能力不足和制度不规范等制约因素。面对以上制约因素，政府部门亟需在制定碳交易政策时予以有效解决，以确保碳交易市场平稳有效发展。

综上所述，目前学界对中国实施碳交易试点政策带来的环境效应与经济效应已经有了较为全面的探究，也开发了许多创新之处值得我们学习与借鉴。但目前由于中国碳排放权交易市场还处于发展初级阶段，碳达峰碳中和目标提出不久，当前学界对碳交易试点政策是否产生正向的环境和经济效应莫衷一是，且对不同地区减排效应的异质性分析也探究较少。

与上述文献相比，本文研究重点主要在于：

利用中国碳排放数据库（CEADS）的中国省级碳排放数据，我们整理了2008年至2019年中国30个省市的碳排放数据，另外，我们从国家统计局搜集到30个省市的地区生产总值、对外开放水平、森面临覆盖率、产业结构和主要能源消耗量等数据，作为我们实证分析的数据来源。基于双重差分模型，探究了碳交易试点政策对二氧化碳减排和经济发展的影响效果，为碳交易试点政策在促进中国经济实现低碳排放情况下的高质量经济发展上提供了直接的经验证据，进行平行趋势检验以确保我们的研究结果是足够可靠的；构造中介效应模型研究了碳交易试点政策对碳减排的影响机制，并探讨了碳交易政策对碳减排的影响是否因地区不同而有所区别。

# 3 假设提出与研究设计

在上一章所整理的文献综述的基础上，我们分析了碳交易市场发展现状，提出了机制检验的理论支撑基础，针对研究目的与问题列示了两个主要假设；随后，我们根据所作假设确立了研究思路，逐一描述了数据搜集方法和来源、定义了实证分析模型的变量并建立了多元回归模型，以便读者更好地了解本文的实证分析思路。

## 3.1 假设提出

### 3.1.1 碳交易试点政策对环境和经济发展的影响

2020年，我国制定了分别在2030年和2060年前实现碳达峰和碳中和的宏伟目标。在此目标激励下，最重要的是建立与完善实现路径和机制，不仅需要科研水平的提升，也需要限制性碳减排政策的约束，还需要市场这只“无形的手”在其中发挥重要作用，当前，要实现我国制定的“30 60“碳减排目标，其中起决定作用的一定是碳排放权交易市场的建立。2013年，中国7个省市被设立为碳交易试点地区，率先实行碳交易政策并建立碳交易市场。2021年7月，全国碳排放权交易市场正式开市。在实现双碳目标这一背景下，碳交易市场的良好运行无疑是助力碳减排和维持经济稳定运行的强有力手段。

近年来，我国的碳交易市场日益活跃，交易规模也越来越大。巨大的市场潜力会引导大量资本涌入绿色金融低碳领域。首先，碳交易试点政策以及全国碳排放权交易市场的运行会激励企业逐渐脱离过度碳排放的现状而不需要在碳交易市场额外购买碳排放权，其次，碳排放交易制度会倒逼企业调整经济结构，大力发展节能减排技术，去除不合理的产业结构进行产业转型，还会培育新的产业集群，催生绿色金融低碳服务新产业，开发新的经济增长热点。由此，碳交易试点政策不仅改变了二氧化碳过度排放的现状，助力碳达峰碳中和目标实现，还开发了新的经济增长点，促进绿色低碳产业发展，可谓是一举两得。

因此，本文提出假设1：

H1：碳交易试点政策的实施有利于降低碳排放强度，促进经济增长。

### 3.1.2 机制检验：低碳技术创新

传统古典经济学家认为，企业的生产成本会因为环保政策的实施而增加，因而企业竞争力可能有所下降，环境保护给社会带来的正向效应逐渐消减，经济发展也可能会重新面临压力。但波特等学者认为环境保护与经济发展的关系不能简单地分为两个对立面，他们之间可能存在着倒立“U”的关系。在第一阶段，环境政策会激励企业进行技术创新，随后，通过技术创新来提升企业整体的核心竞争力并有效实现环境保护的目标，这即是所谓的波特假说。波特假说认为企业的技术创新能力是缓和经济发展与环境保护不协调关系的重要纽带，环境政策下的技术创新能够实现经济发展与环境保护的双赢。

根据波特假设，适当的环境规制可以激励企业提高研发能力和创新水平，创新水平的提升同时也能增强企业的盈利能力和市场竞争力，由此为实现企业减排而支付的部分成本能够抵消。在市场化的碳交易试点政策的背景下，企业会权衡是向其他碳排放主体购买碳配额还是进行自主低碳技术创新，若向其他碳排放主体购买碳配额的耗费小于进行自主低碳技术创新，企业可能会更倾向于向其他碳排放主体购买碳配额，否则，会进行低碳技术创新。此外，在我国碳市场建立之初，对大部分碳市场都分配了免费碳排放权额度，而若由于低碳技术创新水平提高使得企业的排放强度低于国家分配的碳排放额度，那么企业可以将多余的配额出售以获得额外收益。综上，碳交易试点政策激励了企业进行技术创新，而企业的绿色创新行为使得企业利用创新活动获得的“补偿”弥补了“规制成本”并获得了额外收益。与此同时，试点地区的碳排放量也因为低碳技术创新水平提升而有所下降，从而实现了低碳排放下的高质量经济发展。其影响机制如图3-1所示。



图3-1 影响机制

因此，本文提出假设2

H2：碳交易试点政策可以诱发试点地区的低碳技术创新，从而促进降低碳排放强度。

## 3.2 研究设计

基于3.1节所提出的两个假设，我们选取了碳排放强度与碳交易试点政策相关的变量并搜集了相应的数据，随后，我们根据研究目的与假设建立了回归模型，以验证我们的假设H1和H2是否成立。

### 3.2.1 变量定义与数据来源

1）被解释变量：二氧化碳排放强度和人均地区生产总值

本文决定采用普通双重差分模型检验碳交易试点政策对二氧化碳排放强度和人均GDP的影响，其中被解释变量为二氧化碳排放强度和人均GDP，这两个指标能反映在碳达峰碳中和目标下碳交易政策的实施能否同时兼顾生态环境保护与经济发展。若碳交易政策实施后，碳排放减少而经济发展保持上行趋势，则说明实现了经济与环境的双重红利，能够实现低碳排放下的高质量经济发展，促进碳达峰碳中和目标实现；反之，则说明碳交易政策的实施与双碳目标实现的愿景背道而驰，亟需改变当前降低碳排放强度以实现环境保护的路径与方法。

2）解释变量

本文选取了双重差分方法去对比在碳交易政策实施前后碳交易试点地区与其他地区的二氧化碳排放强度变化。首先，我们将全国30个省份（不包括西藏、港澳台地区）分为处理组与控制组，其中，将有碳交易政策实施的地区作为处理组，包括北京市、天津市、上海市、重庆市、湖北省以及广东省，控制组为未实行碳交易政策。我国碳交易政策试点地区在2013年完成了试点准备工作，因此，我们将2013年选做政策执行年份。那么核心解释变量为两个虚拟变量的交互项，这两个虚拟变量分别为*policy*和*implement*，*policy*表示该地区是否是碳交易试点地区，若该地区为碳交易试点地区，即为1，否则为0；*implement*表示时点，若是政策实施后，即为1，实施前为0.

3）中介变量：低碳技术创新水平

在假设提出部分中我们提到，在市场化的碳交易试点政策的背景下，企业会权衡是向其他碳排放主体购买碳配额还是进行自主低碳技术创新，若向其他碳排放主体购买碳配额的耗费小于进行自主低碳技术创新，企业可能会更倾向于向其他碳排放主体购买碳配额，否则，会倾向于进行低碳技术创新。因此，在机制分析当中，我们将用规模以上工业企业的专利申请数去衡量低碳技术创新水平，并将其作为中介变量去分析碳交易试点政策对碳减排影响的作用机制，探究碳交易试点政策对二氧化碳减排的影响是否符合波特假设。

4）其他变量

表3-1 变量说明

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 变量名称 | 变量定义 | 单位 |
| 主要变量 | *Ce* | 二氧化碳排放强度 | 亿吨 |
| *GDP* | 各省市人均地区生产总值 | 万元 |
| *Policy\*Implement* | 政策实施地区\*时间 | 虚拟变量 |
| 其他变量 | *Open* | 进出口总额按汇率折算为人民币的金额/GDP | % |
| *Invest* | 工业污染治理投资/GDP | % |
| *Research* | 研发投入/GDP | % |
| *Forest* | 森林覆盖率 | % |
| *Consume* | 主要能源消费总量 | 亿吨 |
| *Coal* | 煤炭消费量/能源消费总量 | % |
| *Urban* | 城镇化水平 | % |
| *Is* | 第三产业增加值/GDP | % |
| 中介变量 | *Tech* | 规模以上工业企业专利申请数 | 件 |

参考曾诗鸿等（2021），我们选取了对外开放水平（*open*）、工业污染治理投资（*invest*）、各省市的研发投入水平（*research*）、森林覆盖率（*forest*）、主要能源消费总量（*consume*）、能源消费结构（*coal*）、城镇化水平（*urban*）、产业结构（*is*）作为控制变量。

本文选取了2008-2019年中国30个省市（不包括西藏和港澳台地区）的面板数据进行实证分析。其中，二氧化碳排放量相关数据来源于中国碳核算数据库（CEADS），人均生产总值、中介变量以及控制变量均来源于国家统计局、2008-2019年的《中国统计年鉴》。

### 3.2.2 模型设计

1）碳交易试点政策对环境和经济发展的影响

为了研究碳交易试点政策对试点地区碳排放强度和经济发展的影响，我们构造了如下双重差分模型：

(3-1)

(3-2)

其中， 是地区*i*在*t*时期的碳排放强度，地区 *i*在*t*时期的人均GDP， 和分别是碳交易试点政策和表示政策实施前后的虚拟变量，若实施了政策，则为1，否则为0；若是政策实施后，则为1，否则为0。是两个虚拟变量的交互项。是控制变量，包括对外开放水平、工业污染治理投资、各省市的研发投入水平、森林覆盖率、主要能源消费总量、能源消费结构、城镇化水平、产业结构。表示地区固定效应，表示时间固定效应，表示误差项。若(3-1)中系数为负数，表明实施碳交易政策有助于降低碳排放强度，若(3-2)中系数为正数，表明实施碳交易政策有助于促进经济发展。

2）稳健性检验（平行趋势假设检验和动态效应估计）

为了确保前文双重差分模型实证结果是足够可靠的，我们进行了稳健性检验，其中包括平行趋势检验和动态效应估计。只有满足平行趋势检验，即要求碳交易试点地区与非试点地区的碳排放强度在碳交易政策实施前有相同的发展趋势，双重差分模型的估计结果才是足够可靠，具有一定说服力的，由此，本文将年份虚拟变量与处理组虚拟变量的交互项作为解释变量来构造模型去进行平行趋势检验。模型如下：

(3-3)

其中，是表示年份的虚拟变量（t=2008，2009，…，2019），若t=2008，则=1，其余均为0。通过检验2008至2012年的年份虚拟变量的系数至是否均不显著，而至，即可能够分析双重差分模型是否满足平行趋势假设检验。

3）机制检验：低碳技术创新

在假设提出部分中我们提到，在市场化的碳交易试点政策的背景下，企业会权衡是向其他碳排放主体购买碳配额还是进行自主低碳技术创新，如果向其他碳排放主体购买碳配额的成本大于进行低碳技术创新的成本，企业可能会更倾向于进行低碳技术创新。因此，在机制分析当中，我们将低碳技术创新水平作为中介变量去探究碳交易试点政策对碳减排影响的作用机制，构建了如下中介效应模型：

(3-4)

(3-5)

其中，是中介变量低碳技术创新水平，具体用规模以上工业企业的专利申请件数来表示，当、和都显著时，说明低碳技术创新水平会对碳减排产生间接影响，即碳交易政策可以通过影响低碳技术创新水平从而对碳排放强度产生影响。

# 4 实证结果及其分析

## 4.1 描述性统计

描述性统计如表4-1所示，我们共搜集到2008-2019年中国30个省市的共360个观测值，随后，我们对这些观测值进行了描述性统计分析如表4-1所示。在这些观测值中，有11.7%的城市是碳交易试点城市，并且已经实施了碳交易试点政策；煤炭能源消费占总能源消费的比重平均为73.9%，表明当前煤炭能源仍占据能源消费的大头，今后二氧化碳减排要着重从减少煤炭资源消耗入手。

表4-1 描述性统计

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
| 变量 | N | 均值 | 标准差 | 最小值 | 最大值 |
| *Year* | 360 | 2,014 | 3.457 | 2,008 | 2,019 |
| *Province* | 360 | 15.50 | 8.667 | 1 | 30 |
| *Ce* | 360 | 3.511 | 2.831 | 0.320 | 17 |
| *Pi* | 360 | 0.117 | 0.321 | 0 | 1 |
| *GDP* | 360 | 4.592 | 2.585 | 0.970 | 16.18 |
| *Open* | 360 | 0.284 | 0.314 | 0.01000 | 1.460 |
| *Invest* | 360 | 0.000222 | 0.00148 | 0 | 0.01000 |
| *Research* | 360 | 0.0105 | 0.00638 | 0 | 0.0300 |
| *Forest* | 360 | 0.339 | 0.180 | 0.0400 | 0.670 |
| *Consume* | 360 | 1.810 | 1.302 | 0.150 | 6.460 |
| *Coal* | 360 | 0.739 | 0.142 | 0.0700 | 0.940 |
| *Urban* | 360 | 0.559 | 0.132 | 0.290 | 0.940 |
| *Is* | 360 | 0.472 | 0.0921 | 0.300 | 0.840 |
| *Tech* | 360 | 0.0886 | 0.0153 | 0.0439 | 0.125 |

## 4.2 碳交易政策对碳减排和经济发展的影响

### 4.2.1 双重差分结果

对方程（3-1）和（3-2）进行双重差分估计，得到一系列估计结果如表4-2所示。我们首先检验了核心自变量*policy\* implement*系数是否显著，即碳交易试点政策的减排效应如何以及对经济发展会产生怎样的影响。表4-2中的第(1)列结果显示， *policy\* implement*的系数在5%的水平上显著为负，表明碳交易政策具有显著的二氧化碳减排效应，试点地区的碳排放强度平均下降了24.1%，碳交易试点地区的二氧化碳减排效果优于非试点地区。表4-2中的第(2)列结果显示，核心自变量*policy\* implement*在1%的水平上显著为正，表明碳交易政策的实施是有助于试点地区经济发展水平提升的，平均上升了72.5%。

表4-2 双重差分模型结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | 被解释变量 | |
|  | （1） | （2） |
| 变量名称 | *Ce* | *GDP* |
|  |  |  |
| *Policy\* Implement* | -0.241\*\* | 0.725\*\*\* |
|  | (0.115) | (0.132) |
| *Implement* | -1.297\*\* | 4.583\*\*\* |
|  | (0.606) | (0.302) |
| *Policy* | -6.730\*\*\* | 11.79\*\*\* |
|  | (2.354) | (1.214) |
| *Invest* | -100.7 | 8.437 |
|  | (69.21) | (10.41) |
| *Forest* | 14.96\*\*\* | -5.738\*\* |
|  | (3.764) | (2.346) |
| *Consume* | 2.384\*\*\* | 0.0881 |
|  | (0.232) | (0.0954) |
| *Coal* | 0.433 | -4.424\*\*\* |
|  | (0.760) | (0.816) |
| *Research* | -5.957 | 10.33 |
|  | (6.717) | (9.044) |
| *Open* | 0.199 | -2.906\*\*\* |
|  | (0.393) | (0.465) |
| *Is* | 7.237\*\* | -5.867\*\*\* |
|  | (3.094) | (1.290) |
| 常数 | -4.355\*\*\* | 7.992\*\*\* |
|  | (1.529) | (0.817) |
| 观测个数 | 360 | 360 |
| R2 | 0.961 | 0.978 |

\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1% 、5% 和 10% 的水平上显著

### 4.2.2 稳健性检验

**1）平行趋势假设检验和动态效应分析**

双重差分模型的估计结果首先要满足平行趋势检验，即要求碳交易试点地区与非试点地区的碳排放强度在碳交易政策实施前有相同的发展趋势，由此，我们首先绘制了实验组与非实验组的碳排放发展趋势如图4-1所示，直观上展现了碳交易政策实施前后实验组与非实验组碳排放的趋势差异。由于我国于2011年颁布了设立碳交易试点地区的通告，随后试点地区的碳排放量已有小幅下降，2013年即碳排放交易政策实施以前，两组的发展趋势基本相同。而2013年后实验组碳排放量逐渐下降，控制组仍然保持增长趋势，两组碳排放强度差异越来越大。

为了更直观地显示政策的作用效果与持续时间，我们运用表4-3第(1)列的系数绘制了碳交易试点政策的动态效应图(见图4-2)，虚线表示了双重交互项对二氧化碳减排的边际效应。动态效应图的时点范围为政策实施前5年至政策实施后5年。我国于2011 年发布了设立碳交易试点的通知，从动态效应图中可以看出，2011年之前双重交互项的估计系数在0值之下小幅徘徊，并不显著；而在2011年至2014可以看到边际效应线的斜率突然变大，负向影响效应显著增加，表明了碳交易试点政策的实施具有显著的二氧化碳减排效应，且影响效应越来越大。2014年之后，碳交易试点政策对碳减排的正向影响仍在持续。



图4-1处理组与控制组碳排放强度趋势（2008-2019年）



图4-2 碳交易政策动态效应

随后，本文将年份虚拟变量与处理组虚拟变量的交互项作为解释变量来构造模型（3-3）去进行平行趋势检验，其检验结果如表4-3所示。由检验结果可知，2013年前的虚拟变量的双重交互项的系数均不显著，而2013年后双重交互项的系数均在1%的水平上显著，表明碳交易政策对碳排放量减少具有显著且持续的正向影响，表明平行趋势假设得到了验证，也印证了本文的结论。

表4-3平行趋势检验结果

|  |  |
| --- | --- |
|  | (1) |
| 变量名称 | 平行趋势检验 |
| 5年前 | -0.0441 |
|  | (0.218) |
| 4年前 | -0.117 |
|  | (0.211) |
| 3年前 | -0.192 |
|  | (0.189) |
| 2年前 | -0.205 |
|  | (0.176) |
| 1年前 | -0.170 |
|  | (0.162) |
| 2013年 | -0.435\*\* |
|  | (0.157) |
| 1年后 | -0.650\*\*\* |
|  | (0.147) |
| 2年后 | -0.372\*\*\* |
|  | (0.118) |
| 3年后 | -0.362\*\*\* |
|  | (0.0966) |
| 4年后 | -0.292\*\*\* |
|  | (0.0573) |
| 5年后 | -0.109\*\*\* |
|  | (0.0281) |
| 常数 | -4.456\*\*\* |
|  | (1.368) |
| 控制变量 | 控制 |
| 观测个数 | 360 |
| R2 | 0.962 |

\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1% 、5% 和 10% 的水平上显著

**2）安慰剂检验**

接下来我们将进行安慰剂检验，以确保前文研究结果的可靠性。首先，我们删掉2013年及之后的样本，并通过调整施行碳交易试点政策的时间，即分别假设碳交易试点政策实施的年份是2008年、2009年、2010年、2011年和2012年，随后进行双重差分回归，来判断试点地区碳排放强度下降的真正原因，到底是由周期性变化导致的，还是因为碳交易试点政策的实施。结果见表4-4的(1)列至(5)列，发现双重交互项的系数并不显著，说明二氧化碳排放强度下降是由碳交易试点政策带来的，因此本文得到的结果是稳健的。

表4-4 安慰剂检验结果

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | (1) | (2) | (3) | (4) | (5) |
|  | *Policy\*y2008* | *Policy\*y2009* | *Policy\*y2010* | *Policy\*y2011* | *Policy\*y2012* |
| *Policy\* Implement* | -0.141 | -0.206 | -0.204 | -0.219 | -0.229 |
|  | (-0.89) | (-1.04) | (-1.00) | (-1.03) | (-1.04) |
| 常数 | 0.444\* | 0.297 | -0.0454 | -0.388 | -0.309 |
|  | (2.29) | (1.12) | (-0.33) | (-1.10) | (-1.06) |
| 控制变量 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 | 控制 |
| 观测个数 | 150 | 150 | 150 | 150 | 150 |

\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1% 、5% 和 10% 的水平上显著

## 4.3 机制分析

在前文的双重差分模型分析当中，我们研究发现碳交易政策具有显著的二氧化碳减排效应。在此结论的基础上，本文以波特假说中提到的低碳技术创新水平为中介变量去进行机制检验，探究低碳技术创新在实现碳减排过程中的产生的间接影响(如表4-5所示)。

在表4-5中，我们检验了低碳技术创新水平（用规模以上工业企业的专利申请件数代表）的中介效应，其中，第(1)列的交互项*policy\* implement*的回归系数显著为正，表明低碳技术创新水平会因为碳交易政策的实施而显著提高，平均提高8%。第(2)列中，核心自变量*policy\* implement*与低碳技术创新水平(*tech*)被同时纳入回归中，低碳技术创新水平的回归系数显著为负，说明规模以上工业企业的专利申请件数越多即低碳技术创新水平提高，那么碳排放强度会降低，同时交互项*policy\* implement*的回归系数显著为负，但其绝对值小于模型（3-1）的回归系数的绝对值，表明碳交易政策的实施之所以能够降低碳排放强度可以部分归因于企业低碳技术创新水平的提高。碳交易政策的实施会改变企业原有乱排乱放的市场格局，倒逼企业增加研发成本，鼓励员工积极进行技术创新，增加企业拥有专利数量，增强通过技术创新而降低碳排放量的能力，印证了波特假说的结论。

表4-5 中介效应检验结果

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | (1) | (2) |
| 变量 | *Tech* | *Ce* |
| *Policy\* Implement* | 0.008\*\*\* | -0.131\*\* |
|  | (0.002) | (0.058) |
| *Tech* |  | -10.713\*\* |
|  |  | (3.836) |
| 常数 | -0.049\*\*\* | -2.753\*\* |
|  | (0.004) | (1.005) |
| 观测个数 | 360 | 360 |
| R2 | 0.969 | 0.873 |

\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1% 、5% 和 10% 的水平上显著

## 4.4 异质性检验

我国选取的碳交易试点地区涉及东、中、西三个地区，因此本文将我国30个省份(不含西藏、港澳台)按照东部、中部、西部地区进行划分，以便进行分组研究和对比。探究碳减排效应的地区异质性(如表4-6示)，其中，第(1)列、第(2)列、第(3)列分别为东中西部地区的碳减排效应结果。实证分析结果表明，我国东部地区与中部地区碳减排效应较为显著，西部地区的碳排放强度在碳交易试点政策的刺激下甚至有一定的反向作用，且作用较为显著。在碳交易政策的作用下，东部试点地区的碳排放强度降低64.8%，碳交易政策对中部地区碳减排有一定的促进作用，但作用并不显著。近年来，国家推动高耗能产业向新能源富集的西部地区有序转移，而作为7个碳交易试点地区中唯一的西部省市，目前重庆的经济增长点仍然是第二产业，尚处于能耗持续上升的工业化快速发展阶段，并且由于重庆碳交易市场的碳配额供给较为充足，以至于碳交易市场规模最小、活跃性较差、交易效率低下。因此碳交易试点政策对重庆发挥的碳减排效应及环境约束作用不够明显。

表4-6 地区异质性检验结果

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | 东部 | 中部 | 西部 |
| 变量 | *Ce* | *Ce* | *Ce* |
| *Policy\* Implement* | -0.648\*\*\* | -0.591 | 0.174\*\*\* |
|  | (0.203) | (0.501) | (0.0535) |
| *Forest* | 5.846\*\*\* | 47.28\*\* | -0.351 |
|  | (1.100) | (22.35) | (1.435) |
| *Consume* | 1.440\*\*\* | 3.078\*\*\* | 1.784\*\*\* |
|  | (0.128) | (0.348) | (0.115) |
| *Coal* | 3.519\*\*\* | 2.160 | 0.633\*\*\* |
|  | (0.819) | (6.086) | (0.236) |
| *Research* | 5.691 | 35.68 | 2.054 |
|  | (7.713) | (24.68) | (3.773) |
| *Open* | 2.765\*\*\* | 0.502 | -0.00210 |
|  | (1.023) | (4.711) | (0.160) |
| *Is* | 0.546 | 24.44\*\*\* | -3.037\*\*\* |
|  | (1.208) | (5.512) | (0.752) |
| 常数 | -5.649\*\*\* | -30.47\*\*\* | 2.094\*\* |
|  | (1.040) | (10.81) | (1.050) |
| 观测个数 | 144 | 108 | 108 |
| R2 | 0.978 | 0.959 | 0.998 |

\*\*\*、\*\*和\*分别表示在 1% 、5% 和 10% 的水平上显著

# 5 结论

本章我们总结了实证分析部分得出的结论，针对结论提出了优化碳交易市场的政策设计建议；与此同时，我们列出了本文考虑不够周全完善的地方，指出了今后完善论文逻辑和丰富论文内容的方法与路径。

本文基于2008-2019年中国30个省份（不包括港澳台和西藏地区）的面板数据，构建双重差分模型研究了碳交易试点政策的减排效果以及对经济发展的影响。随后，我们运用了平行趋势检验和安慰剂检验等方法确保我们研究结果的可靠性和稳健性。并以低碳技术创新水平为中介变量建立了中介效应模型，以探究碳交易试点政策是如何对碳减排产生中介效应的，是否符合波特假说。最后，我们对碳交易试点政策所产生的地区异质性影响展开研究，即碳交易试点政策对试点地区的碳减排效应是否会因所处地区不同而产生差异。我们的研究结论如下：1、碳交易试点政策的实施会使试点地区碳排放强度降低24.1% ，与此同时，会使得试点地区经济发展水平提高72.5%，实现环境保护和经济发展并行不悖；2、碳交易试点政策可以通过诱发试点地区的低碳技术创新而实现碳减排，能够促进中国低碳经济转型；3、碳交易试点政策对试点地区产生的的碳减排效应存在地区异质性影响，东部地区的碳减排效应最为显著，中部次之。重庆是唯一一个处于西部的试点地区，碳交易试点政策并没有诱发西部地区的碳减排效应。

基于以上结论，本文的政策建议及启示如下：

1、健全全国碳交易市场机制，提高碳交易市场交易额。通过本文的实证研究发现碳交易试点政策具有显著的碳减排效应，因此为了推进全国温室气体排放减少，促进碳达峰碳中和目标实现，建立和完善全国统一的碳交易市场势在必行。碳交易市场交易价格、交易方式、交易主体均遵循市场经济规律，同时政府要做好顶层设计，为市场提供碳配额分配服务，及时解决市场交易的堵点难点。由于电力行业碳排放量巨大，因此全国碳交易市场建设应将电力行业作为重点，在建立相应的基础设施和实施规范后逐渐向其他行业扩散。

2、推进低碳创新技术，疏通碳交易市场减排路径。在中介效应分析当中我们发现低碳技术创新对碳减排具有一定的作用机制，因此，为更好地创建全国碳交易市场，应疏通碳交易市场减排路径，充分发挥低碳技术创新对碳减排的助力作用。要加速推进绿色技术创新攻关行动，聚焦于节能环保、清洁生产、可再生清洁能源等领域布局一批前瞻性、战略性、颠覆性科技攻关项目，大力发展生物碳汇、森林碳汇、CCUS等各种碳移除和碳利用技术，加快研发和储备零碳排放生产、储能、氢能等替代能源等一批核心战略技术。支持工业企业整合各大高校、科研院所、高新技术开发区等力量建立市场化机制的绿色技术创新联合体，鼓励企业牵头或参与政府财政资金支持的绿色技术研发项目、以市场为明确导向的绿色技术创新项目。

3、充分考虑各地经济发展水平和自然禀赋差异，因地制宜调整政策设计。在异质性检验中我们发现碳交易试点政策对不同地区的碳减排影响有所差异，因此为了缩小各地区碳减排效果的差异，在建立全国碳交易市场时应针对各地区实际情况调整政策设计细节，充分考虑各地经济发展水平和自然禀赋差异。具体而言，各地区应结合当地产业发展现状和经济发展水平，从碳排放强度大的产业入手，为扩展到其他产业提供经验，对于欠发达地区应提供更大的资金和政策扶持，提高欠发达地区对环境保护和实现绿色低碳发展的重视程度，培养主动降低碳排放强度的意识。

同时，我们的研究仍存在一些不足之处和后续值得优化的地方。在机制检验当中，我们以规模以上工业企业的专利申请件数去衡量低碳技术创新水平，专利申请件数能够在一定程度上衡量企业的创新能力，却难以完全代表企业在低碳创新方面的水平。此外，碳交易政策对不同行业的减排效应会产生怎样的差异也是社会的关切问题，本文由于篇幅问题未曾涉及，因此，我们建议进一步的研究可以从如下角度入手：

1）将规模以上工业企业的专利申请件数细化至低碳创新相关的专利申请件数，以此提高中介变量的相关性，在机制检验中更加准确的分析低碳技术创新水平对二氧化碳减排的中介效应。

2）搜集2008-2019年各个试点地区重点减排行业的二氧化碳排放的面板数据，以行业为分类依据探讨碳交易政策的异质性影响，即碳交易政策产生的减排效应是否会因为行业不同而有所差异。

# 致谢

“尚未佩妥剑，转眼便江湖”。时光飞逝，喻家山下度过匆匆四年，毕业在即，回想起来感慨颇多。我很庆幸，四年来有良师引路，有益友在侧，有家人做坚实的后盾。

感谢薛明皋老师，在课堂中孜孜不倦的传授课程内容使我受益匪浅，给我的论文选题和研究打下了坚实的基础！学生祝愿您身体健康，学术成就更上一层楼！

感谢财务18级的全体同学们，四年来我们朝夕相处，互相探讨学术知识，共同进步，正因为有了你们的陪伴才使得我的大学生活更加丰富多彩，才不会让我感到孤单。你们的勤勉认真，青春活力给了我今后学习工作的不竭动力。“春风得意马蹄疾，一日看尽长安花”，愿此去繁花似锦，再相逢笑颜依旧！

感谢我的家人，你们总是无私的包容我、爱护我、支持我，让我没有后顾之忧能够专心于学业。祝愿我的家人在未来的岁月中永远幸福快乐，事事顺遂！

前路漫漫，但那是我的必经之路，我会承载着良师、益友和家人的关怀，勇往直前，绝不退缩！

愿历尽千帆，归来仍少年！

# 参考文献

[1] 刘楠峰,范莉莉,李树良,陈肖琳,毛亮.碳交易制度对企业碳减排绩效影响研究[J/OL].系统工程:1-15[2022-04-15].http://kns.cnki.net/kcms/detail/43.1115.N.20211209.0006.002.html

[2] 路正南,罗雨森.中国碳交易政策的减排有效性分析——双重差分法的应用与检验[J].干旱区资源与环境,2020,34(04):1-7.DOI:10.13448/j.cnki.jalre.2020.087.

[3] 斯丽娟,曹昊煜.排污权交易对污染物排放的影响——基于双重差分法的准自然实验分析[J].管理评论,2020,32(12):15-26.DOI:10.14120/j.cnki.cn11-5057/f.2020.12.002.

[4] 李永友,文云飞.中国排污权交易政策有效性研究——基于自然实验的实证分析[J].经济学家,2016(05):19-28.DOI:10.16158/j.cnki.51-1312/f.2016.05.004.

[5] 涂正革,谌仁俊.排污权交易机制在中国能否实现波特效应?[J].经济研究,2015,50(07):160-173.

[6] 马天祥.考虑各省经济人效应的我国省域碳排放权DEA分配[J].中外能源,2019,24(03):7-14.

[7] 崔焕影. 碳排放权配额分配与交易定价研究[D].西南交通大学,2018.

[8] 段茂盛,庞韬.全国统一碳排放权交易体系中的配额分配方式研究[J].武汉大学学报(哲学社会科学版),2014,67(05):5-12.DOI:10.14086/j.cnki.wujss.2014.05.001.

[9] 丁辉. 双碳背景下中国气候投融资政策与发展研究[D].中国科学技术大学,2021.DOI:10.27517/d.cnki.gzkju.2021.001763.

[10] 易纲,吴秋余.主动作为，支持绿色低碳高质量发展[N].人民日报,2021-04-15(012)

[11] 王为东,王冬,卢娜.中国碳排放权交易促进低碳技术创新机制的研究[J].中国人口•资源与环境,2020,30(02):41-48.

[12] 万志宏,曾刚.国际绿色债券市场:现状、经验与启示[J].金融论坛,2016,21(02):39-45.DOI:10.16529/j.cnki.11-4613/f.2016.02.005.

[13] 曲鸥.国内外绿色金融发展分析与我国未来绿色金融的展望[J].纳税,2019,13(29):170+172.

[14] 钱立华,方琦,鲁政委.碳中和与绿色金融市场发展[J].武汉金融,2021(03):16-20.

[15] 毛春梅.碳中和目标下绿色金融的发展问题研究[J].农场经济管理,2021(03):22-24.

[16] 赵洋. 健全绿色金融体系促进实现“双碳”目标[N]. 金融时报,2021-08-12(007).DOI:10.28460/n.cnki.njrsb.2021.004128.

[17] 马险峰.碳达峰碳中和目标下的中国绿色金融发展[J].环境经济研究,2021,6(04):1-7.DOI:10.19511/j.cnki.jee.2021.04.001.

[18] 张宁,庞军,冯相昭.全国碳市场引入配额拍卖机制及实施碳税配套措施的经济影响研究[J/OL].中国环境科学:1-13[2022-04-05].DOI:10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20211022.011.

[19] 姜瑜,吴哲宇.我国碳排放权交易价格影响因素回归分析[J].环境与可持续发展,2021,46(01):77-83.DOI:10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202101077.

[20] 孙兆东. 中国碳金融交易市场的风险及防控[D].吉林大学,2015.

[21] 徐爽. 碳交易政策对城市经济高质量发展的影响研究[D].大连海事大学,2020.DOI:10.26989/d.cnki.gdlhu.2020.002029.

[22] 孙振清,李欢欢,刘保留.中国碳交易下的工业绿色发展效率及影响因素[J].华东经济管理,2020,34(12):57-64.DOI:10.19629/j.cnki.34-1014/f.200810015.

[23] 曾诗鸿,李璠,翁智雄,钟震.碳市场的减排效应研究——来自中国碳交易试点地区的经验证据[J/OL].中国环境学:1-15[2022-02-22].DOI:10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20211022.007.

[24] 薛飞,周民良.中国碳交易市场规模的减排效应研究[J].华东经济管理,2021,35(06):11-21.DOI:10.19629/j.cnki.34-1014/f.201211011.

[25] 韦育君. 我国碳排放权交易价格影响因素研究[D].华中师范大学,2019.

[26] 周朝波,覃云.碳排放交易试点政策促进了中国低碳经济转型吗?——基于双重差分模型的实证研究[J].软科学,2020,34(10):36-42+55.DOI:10.13956/j.ss.1001-8409.2020.10.07.

[27] 张健华.我国碳交易市场发展的制约因素及路径选择[J].金融论坛,2011,16(05):3-7.DOI:10.16529/j.cnki.11-4613/f.2011.05.001.

[28] 张中祥,宋梅.碳中和背景下资源型城市转型面临的新挑战新机遇[J/OL].国家治理:1-6[2022-04-05].DOI:10.16619/j.cnki.cn10-1264/d.20211228.001.

[29] 荆克迪. 中国碳交易市场的机制设计与国际比较研究[D].南开大学,2014.

[30] 王文军,骆跃军,谢鹏程,骆志刚,赵黛青.粤深碳交易试点机制剖析及对国家碳市场建设的启示[J].中国人口•资源与环境,2016,26(12):55-62.

[31] 郑宇花. 碳金融市场的定价与价格运行机制研究[D].中国矿业大学(北京),2016.

[32] 汪惠青.碳市场建设的国际经验、中国发展及前景展望[J].国际金融,2021(12):23-33.DOI:10.16474/j.cnki.1673-8489.2021.12.004.

[33] 李阳. 低碳经济框架下碳金融体系运行的机制设计与制度安排[D].吉林大学,2013.

[34] 吴茵茵,齐杰,鲜琴,陈建东.中国碳市场的碳减排效应研究——基于市场机制与行政干预的协同作用视角[J].中国工业经济,2021(08):114-132.DOI:10.19581/j.cnki.ciejournal.2021.08.007.

[35] 杨秀汪,李江龙,郭小叶.中国碳交易试点政策的碳减排效应如何?——基于合成控制法的实证研究[J].西安交通大学学报(社会科学版),2021,41(03):93-104+122.DOI:10.15896/j.xjtuskxb.202103010.

[36] 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.

[37] 吴军,李曼,徐广姝,王璇,尹文琦.碳排放总量控制下行业间碳配额分配的博弈机制研究[J].北京化工大学学报(自然科学版),2020,47(06):115-120.DOI:10.13543/j.bhxbzr.2020.06.015.

[38] 张宁,庞军,冯相昭.全国碳市场引入配额拍卖机制及实施碳税配套措施的经济影响研究[J/OL].中国环境科学:1-13[2022-04-05].DOI:10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20211022.011.

[39] 姜瑜,吴哲宇.我国碳排放权交易价格影响因素回归分析[J].环境与可持续发展,2021,46(01):77-83.DOI:10.19758/j.cnki.issn1673-288x.202101077.

[40] Chen S，Shi A N，Wang X．Carbon Emission Curbing Effects and In- fluencing Mechanisms of China's Emission Trading Scheme: The Mediating Ｒoles of Technique Effect，Composition Effect and Allo- cation Effect［J］．Journal of Cleaner Production，2020，264: 121700．

[41] Fionnuala Murphy and Kevin McDonnell. Investigation of the potential impact of the Paris Agreement on national mitigation policies and the risk of carbon leakage; an analysis of the Irish bioenergy industry[J]. Energy Policy, 2017, 104 : 80-88.

[42] Lixu Li et al. A bi-objective programming model for carbon emission quota allocation: Evidence from the Pearl River Delta region[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 205 : 163-178.

[43] Yifei Zhang et al. The effect of emission trading policy on carbon emission reduction: Evidence from an integrated study of pilot regions in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 265(prepublish)

[44]Fred Krupp and Nathaniel Keohane and Eric Pooley. Less Than Zero: Can Carbon-Removal Technologies Curb Climate Change?[J]. Foreign Affairs, 2019, 98(2) : 142-152.

[45] Chen S，Shi A N，Wang X．Carbon Emission Curbing Effects and In- fluencing Mechanisms of China's Emission Trading Scheme: The Mediating Ｒoles of Technique Effect，Composition Effect and Allo- cation Effect［J］．Journal of Cleaner Production，2020，264: 121700．

[46] Fionnuala Murphy and Kevin McDonnell. Investigation of the potential impact of the Paris Agreement on national mitigation policies and the risk of carbon leakage; an analysis of the Irish bioenergy industry[J]. Energy Policy, 2017, 104 : 80-88.

[47] Lixu Li et al. A bi-objective programming model for carbon emission quota allocation: Evidence from the Pearl River Delta region[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 205 : 163-178.

[48] Yifei Zhang et al. The effect of emission trading policy on carbon emission reduction: Evidence from an integrated study of pilot regions in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 265(prepublish)

[49] Fionnuala Murphy and Kevin McDonnell. Investigation of the potential impact of the Paris Agreement on national mitigation policies and the risk of carbon leakage; an analysis of the Irish bioenergy industry[J]. Energy Policy, 2017, 104 : 80-88.

[50] Chenhao Fang and Tieju Ma. Technology adoption with carbon emission trading mechanism: modeling with heterogeneous agents and uncertain carbon price[J]. Annals of Operations Research, 2019, 300(prepublish) : 1-24.

[51] Yun-Jung Lee et al. Analysis of the Informational Efficiency of the EU Carbon Emission Trading Market: Asymmetric MF-DFA Approach[J]. Energies, 2020, 13(9)

[52] Dong Feng et al. Exploring volatility of carbon price in European Union due to COVID-19 pandemic.[J]. Environmental science and pollution research international, 2021, 29(6) : 8269-8280.

[53] Qi Zhu. A Perspective of Evolution for Carbon Emissions Trading Market: The Dilemma between Market Scale and Government Regulation[J].Discrete Dynamics in Nature and Society, 2017, 2017 : 1-7.

[54] Zhao Lu-Tao et al. A multi-factor integrated model for carbon price forecasting: Market interaction promoting carbon emission reduction[J]. Science of the Total Environment, 2021, 796 : 149110-149110.

[55] Wang Qiang et al. Underestimated impact of the COVID-19 on carbon emission reduction in developing countries - A novel assessment based on scenarioanalysis.[J]. Environmental research, 2021, 204(Pt A) : 111990-111990.



**本科毕业设计（论文）任务书**

题 目 中国碳交易试点政策对试点地区减排效应的研究

（任务起止日期：2021 年 11 月 2 日～2022 年 6 月 5 日）

院 系 管理学院

专业班级 财务1802

姓 名 王宇轩

学 号 U201815916

指导教师 薛明皋

教研室（系、所）负责人 2021 年 10 月 28 日审查

院（系）负责人 2021 年 11 月 2 日批准

|  |
| --- |
| 课题内容：  本文主要研究了中国碳交易试点政策是否能够使得试点地区的二氧化碳排放强度有所下降？是否对试点地区的经济发展产生影响？并进一步分析了这种影响的作用机制，同时，我们还研究了碳交易试点政策是否对不同行业的碳减排产生异质性影响。基于双重差分模型，我们研究了中国碳交易试点政策是否能够使得试点地区的二氧化碳排放强度有所下降，并且进行平行趋势检验。为了进一步探究碳交易试点政策对二氧化碳排放强度的影响机制，我们选取了低碳创新水平作为中介变量。通过建立中介效应模型分析碳交易试点政策实施是否不仅能够对碳排放强度产生直接影响，并且能够通过影响低碳技术创新水平对碳排放强度产生间接影响。 |
| 课题任务要求：  1、希望通过此课题的研究，能够比较详细的了解我国碳交易试点政策设计细节、碳交易市场的发展历程和现状。  2、探究中国碳交易试点政策是否能够使得试点地区的二氧化碳排放强度有所下降？是否对试点地区的经济发展产生影响？所产生的影响是正向的还是负向的？这种影响是否因试点行业不同而发生不同变化？  3、进行机制分析，如果碳交易试点政策确实影响了试点地区的二氧化碳排放强度，我们希望能够了解到这种影响是否是通过低碳技术创新引起的？若确实是由低碳技术创新水平影响了二氧化碳排放强度，那么他在多大程度上产生了影响？  4、最后，通过以上的分析希望能够为碳交易政策设计提供一定的启示，使得碳交易政策更加完善从而更好地服务于碳交易市场。 |
| 主要参考文献（由指导教师选定）：  [1] 曾诗鸿,李璠,翁智雄,钟震.碳市场的减排效应研究——来自中国碳交易试点地区的经验证据[J/OL].中国环境学:1-15[2022-02-22].DOI:10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20211022.007.  [2] 薛飞,周民良.中国碳交易市场规模的减排效应研究[J].华东经济管理,2021,35(06):11-21.DOI:10.19629/j.cnki.34-1014/f.201211011.  [3] 韦育君. 我国碳排放权交易价格影响因素研究[D].华中师范大学,2019.  [4] 周朝波,覃云.碳排放交易试点政策促进了中国低碳经济转型吗?——基于双重差分模型的实证研究[J].软科学,2020,34(10):36-42+55.DOI:10.13956/j.ss.1001-8409.2020.10.07.  [5] 张健华.我国碳交易市场发展的制约因素及路径选择[J].金融论坛,2011,16(05):3-7.DOI:10.16529/j.cnki.11-4613/f.2011.05.001.  [6] 荆克迪. 中国碳交易市场的机制设计与国际比较研究[D].南开大学,2014.  [7] 王文军,骆跃军,谢鹏程,骆志刚,赵黛青.粤深碳交易试点机制剖析及对国家碳市场建设的启示[J].中国人口•资源与环境,2016,26(12):55-62.  [8] 郑宇花. 碳金融市场的定价与价格运行机制研究[D].中国矿业大学(北京),2016.  [9] 汪惠青.碳市场建设的国际经验、中国发展及前景展望[J].国际金融,2021(12):23-33.DOI:10.16474/j.cnki.1673-8489.2021.12.004.  [10] Chen S，Shi A N，Wang X．Carbon Emission Curbing Effects and In- fluencing Mechanisms of China's Emission Trading Scheme: The Mediating Ｒoles of Technique Effect，Composition Effect and Allo- cation Effect［J］．Journal of Cleaner Production，2020，264: 121700．  [11] Fionnuala Murphy and Kevin McDonnell. Investigation of the potential impact of the Paris Agreement on national mitigation policies and the risk of carbon leakage; an analysis of the Irish bioenergy industry[J]. Energy Policy, 2017, 104 : 80-88.  [12] Lixu Li et al. A bi-objective programming model for carbon emission quota allocation: Evidence from the Pearl River Delta region[J]. Journal of Cleaner Production, 2018, 205 : 163-178.  [13] Yifei Zhang et al. The effect of emission trading policy on carbon emission reduction: Evidence from an integrated study of pilot regions in China[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, 265(prepublish)  [14]Fred Krupp and Nathaniel Keohane and Eric Pooley. Less Than Zero: Can Carbon-Removal Technologies Curb Climate Change?[J]. Foreign Affairs, 2019, 98(2) : 142-152.  [15] Chen S，Shi A N，Wang X．Carbon Emission Curbing Effects and In- fluencing Mechanisms of China's Emission Trading Scheme: The Mediating Ｒoles of Technique Effect，Composition Effect and Allo- cation Effect［J］．Journal of Cleaner Production，2020，264: 121700． |
| 同组设计者：  无 |
| 指导教师签名：  2022 年 2 月 21日 |