

摘要

改革开放以来，中国经济飞速发展，但过去的粗放式经济增长导致多种问题出现，加重了环境负担。当前，中国经济进入“新常态”，追求高质量发展，过去伴随能源大量消耗的粗放式经济增长模式不可持续。在气候变暖的背景下，加强节能降碳减排工作成为国际社会的紧迫挑战。在中国经济高质量发展中，将传统消耗式的发展模式向绿色低碳式新的发展模式转变，成为至关重要的任务，需要全面研究技术创新能力对碳排放强度的影响。

本文基于低碳经济理论、创新理论与可持续发展理论，构建了理论分析框架，研究了技术创新能力对碳排放强度的影响效应，并将能源结构作为中介变量分析间接影响。基于 2010-2021 年中国 30 个省的面板数据，使用双向固定效应模型和中介效应模型进行实证检验，得出以下结论：（一）通过提升技术创新能力，可以有效抑制碳排放强度。（二）经济发达地区在技术创新对碳排放强度的抑制作用上表现更为显著，经济中等和落后地区则不显著，提示政策制定者应根据地区特点制定差异化政策。（三）技术创新不仅具有直接减排效果，还通过促进能源结构优化发挥重要的间接作用，但间接效应相对较小，直接效应更为明显。

结合实证结论，本文提出以下政策建议：加强技术创新支持，鼓励研发投入，提升创新能力；推动绿色低碳发展，促进可再生能源和低碳技术应用；优化能源结构，减少对高碳能源的依赖；制定差异化节能减排政策，针对不同地区的经济和产业特点；加强区域合作与交流，共享技术和经验，提升整体碳减排水平。

关键词：碳排放强度；技术创新能力；能源结构；中介效应

Abstract

Since the reform and opening-up, China's economy has developed rapidly. However, the previous extensive economic growth model has led to various problems and exacerbated environmental burdens. Currently, as China's economy enters a "new normal" and pursues high-quality development, the unsustainable extensive economic growth pattern associated with massive energy consumption in the past is no longer tenable. Against the backdrop of climate change, strengthening energy conservation, emission reduction, and carbon reduction has become an urgent challenge for the international community. In the process of China's high-quality economic development, transforming the traditional consumption-oriented development model into a new green and low-carbon economic development model is crucial. Therefore, it is necessary to comprehensively study the impact of technological innovation capability on carbon emission intensity.

Based on the theories of low-carbon economy, innovation, and sustainable development, this paper constructs a theoretical analysis framework to study the impact of technological innovation capacity on carbon emission intensity, using energy structure as an intermediary variable to analyze the indirect effects. Using panel data from 30 provinces in China from 2010 to 2021, the study employs a bidirectional fixed effects model and a mediation effects model for empirical testing. The findings are as follows: (1) Enhancing technological innovation capacity effectively suppresses carbon emission intensity. (2) The inhibitory effect of technological innovation on carbon emission intensity is more significant in economically developed regions, while it is not significant in moderately developed and underdeveloped regions, suggesting that policymakers should formulate differentiated policies based on regional characteristics. (3) Technological innovation not only has a direct effect on reducing emissions but also plays an important indirect role by promoting the optimization of energy structure, although the indirect effect is relatively small compared to the more pronounced direct effect.

Based on the empirical conclusions, this paper proposes the following policy

recommendations: enhance support for technological innovation, encourage R&D investment, and improve innovation capabilities; promote green and low-carbon development by fostering the use of renewable energy and low-carbon technologies; optimize the energy structure to reduce dependence on high-carbon energy sources; formulate differentiated energy-saving and emission-reduction policies tailored to the economic and industrial characteristics of different regions; and strengthen regional cooperation and exchange to share technology and experience, thereby improving overall carbon reduction levels.

Key Words: Carbon emission intensity; Technological innovation capability; Energy structure; Mediation effect

目录

第一章 研究背景与意义	1
第一节 研究背景及意义	1
一、研究背景	1
二、理论意义	2
三、现实意义	2
第二节 研究内容	2
第三节 研究思路与方法	3
一、研究思路	3
二、研究方法	5
第四节 创新点	5
第二章 文献综述与理论机制分析	6
第一节 核心概念界定	6
一、技术创新能力	6
二、碳排放强度	7
第二节 文献综述	8
一、技术创新能力测度的相关研究	8
二、碳排放的相关研究	10
三、技术创新能力与碳排放强度关系现状研究	12
四、文献评述	13
第三节 相关理论基础	14
一、低碳经济理论	14
二、创新理论	15
三、可持续发展理论	16
第四节 技术创新能力影响碳排放强度的机制分析	17
一、技术创新能力影响碳排放强度的效应分析	17
二、技术创新能力影响碳排放强度的能源结构中介效应机制	19
第五节 本章小结	21

第三章 技术创新能力与碳排放强度的测度与现状分析	23
第一节 技术创新能力的测算	23
一、指标构建及数据来源	23
二、测算模型构建	23
第二节 技术创新现状分析	24
一、国内专利申请授权现状	24
二、国内技术市场交易额现状	25
三、国内技术创新能力现状	26
第三节 碳排放强度现状分析	28
第四节 本章小结	30
第四章 技术创新能力影响碳排放强度的效应分析	32
第一节 研究设计	32
一、模型构建	32
二、变量选取	33
三、数据来源与描述性统计分析	34
第二节 技术创新能力对碳排放强度影响效应的实证结果分析	35
一、F 检验与豪斯曼检验	35
二、双向固定效应模型回归结果分析	36
三、稳健性检验	37
四、区域异质性分析	39
第三节 基于能源结构的中介效应分析	40
第四节 本章小结	41
第五章 结论与建议	42
第一节 研究结论	42
第二节 政策建议	43
参考文献	44
致谢	51

第一章 研究背景与意义

第一节 研究背景及意义

一、研究背景

近年来，全球气候变化问题日益严重，各国纷纷采取措施以应对这一挑战。作为全球最大的碳排放国之一，中国在节能减排和环境保护方面面临着巨大的压力和挑战。自改革开放以来，中国经济实现了快速增长，但这种增长模式主要依赖于高能耗和高排放的工业化路径，导致了严重的环境污染和资源浪费。为了应对这些问题，推进高质量发展，必须由传统的粗放式经济增长模式转变到可持续发展的低碳经济模式。与此同时，技术创新被广泛认为是推动经济转型升级和实现绿色发展的重要动力。

技术创新在提升生产效率、减少资源浪费以及推动清洁能源技术开发和应用方面，具有极大的潜力和显著的作用。通过技术创新，可以提高能源利用效率，降低生产过程中能源消耗和污染物排放，从而实现经济增长与环境保护的双赢。已有研究表明技术创新对碳排放有一定的抑制作用，但其具体的影响机制仍需继续探究，特别是技术创新如何通过能源结构这一中介变量影响碳排放强度，还需要进一步系统的实证研究。

能源结构是指一个国家或地区能源消费中不同能源种类的比例构成。优化能源结构，即增加清洁能源和可再生能源的使用比例，减少对煤炭等高碳排放能源的依赖，是降低碳排放强度的重要途径。技术创新不仅能够直接推动清洁能源技术的发展和應用，还能通过提高传统能源利用效率，减少能源浪费，间接促进能源结构的优化。因此，探索技术创新通过优化能源结构进而抑制碳排放强度的路径，对深入理解技术创新在碳减排中的作用具有重要意义。

本研究将重点分析技术创新能力对碳排放强度的影响，并通过构建中介效应模型，探讨能源结构在这一影响过程中的中介作用。这一研究将为低碳经济理论体系的完善提供新的视角，同时也为中国制定有效的节能减排政策和推动经济绿色低碳转型提供科学依据。

二、理论意义

研究技术创新能力影响碳排放强度的理论意义如下：

（一）进一步探索相关关系：本文将探索技术创新能力和碳排放强度之间的关系。论文将分析技术创新能力对碳排放强度的直接影响，并考虑能源结构在其中可能扮演的中介角色。通过这些分析，希望为对碳排放控制的理解提供更多观点和理论基础。

（二）推动创新理论与实践结合：理论分析提供了技术创新能力如何影响碳排放强度的研究框架和方法。通过理论分析，希望能够深入探讨技术创新对碳排放的影响机制，揭示其中的规律和关键因素。这些理论研究为政府制定政策、企业开展创新提供了指导和理论基础。

三、现实意义

（一）加强科技创新合作：科技创新通过提高生产效率、推动清洁能源应用、优化产业结构和加强监测与管理等方式，直接降低碳排放强度；或者改善生产技术和工艺、提高资源利用效率，进而降低碳排放强度；同时促进清洁能源技术发展，减少对传统高碳能源的依赖。此外，科技创新还能推动产业结构升级，促进绿色、低碳产业发展，减少高碳排放产业对经济的负面影响。科技创新还能提供精准高效的碳排放监测与管理手段，助力制定更有效的碳排放控制政策，进一步降低碳排放强度。

（二）环境保护与可持续发展：深入了解技术创新对碳排放的影响，可为制定更有效的环境政策提供科学依据，推动企业向绿色低碳发展转型，促进清洁能源技术的应用，从而实现碳排放减少和资源利用优化，为高质量发展目标作出贡献。

第二节 研究内容

本文基于低碳经济理论、创新理论与可持续发展理论，构建了理论分析框架，结合 2010-2021 年 30 个省级面板数据，分析了各地区碳排放强度的时空差异，利用双向固定效应模型，深入研究了技术创新能力对碳排放强度的影响。再进一

步研究能源结构在技术创新能力和碳排放强度关系之间的中介作用。主要研究内容如下：

（一）理论基础及影响机制分析

本文通过理论分析，深入挖掘技术创新能力与碳排放强度之间的内在关系，揭示二者之间的影响机制。理论分析将结合技术创新能力的概念，深入剖析其对碳排放强度的可能影响路径。通过理论构建，进一步在实证层面进行检验，通过实际数据分析，验证理论模型的合理性和可靠性。

（二）技术创新能力与碳排放强度的测度与现状分析

利用 SFA 模型，对技术创新能力进行测算，进一步分析中国各省在技术创新和碳排放方面的现状和趋势。通过对技术创新能力和碳排放强度的分析，本文揭示了中国在科技创新和环保减排方面的显著成就，并提出了加强科技创新、优化能源结构等方面的政策建议，以推动经济社会的绿色低碳转型，实现更高质量、更可持续的发展目标。

（三）技术创新能力影响碳排放强度的效应分析

本文将采用双向固定效应模型，以探究技术创新能力对碳排放强度的影响，为制定可持续发展政策提供科学依据，促进经济绿色转型和环境保护。通过对实证结果的分析，研究二者之间的影响，并分析其是否具有区域异质性。此外，本研究采用中介效应模型研究揭示了技术创新通过能源结构间接影响碳排放强度的路径。

第三节 研究思路与方法

一、研究思路

本文旨在研究分析技术创新能力影响中国碳排放强度的效应与路径。首先，通过文献研究明确了技术创新能力和碳排放强度的内涵，并结合经济学理论框架，揭示了两者的可能关系及潜在影响路径。随后，从多种测度方法中选择了适合各省实际情况的前沿方法，结合 2010-2021 年 30 个省的数据，构建了全面的测度指标体系对技术创新能力进行测度，并分析技术创新能力与碳排放强度的现状。随后，通过采用双向固定效应模型，深入研究了技术创新能力对碳排放强度

的定量影响，以及区域间的异质性差异，定量分析了技术创新能力对碳排放强度的综合影响效应。利用中介效应模型探究了技术创新能力通过能源结构对碳排放强度的影响情况。最终，结合实证研究结果，提出了针对中国经济发展的政策建议，着重于激发技术创新能力对碳排放强度的抑制作用，为经济可持续发展提供理论指导和实践支持。

技术路线及框架如下：

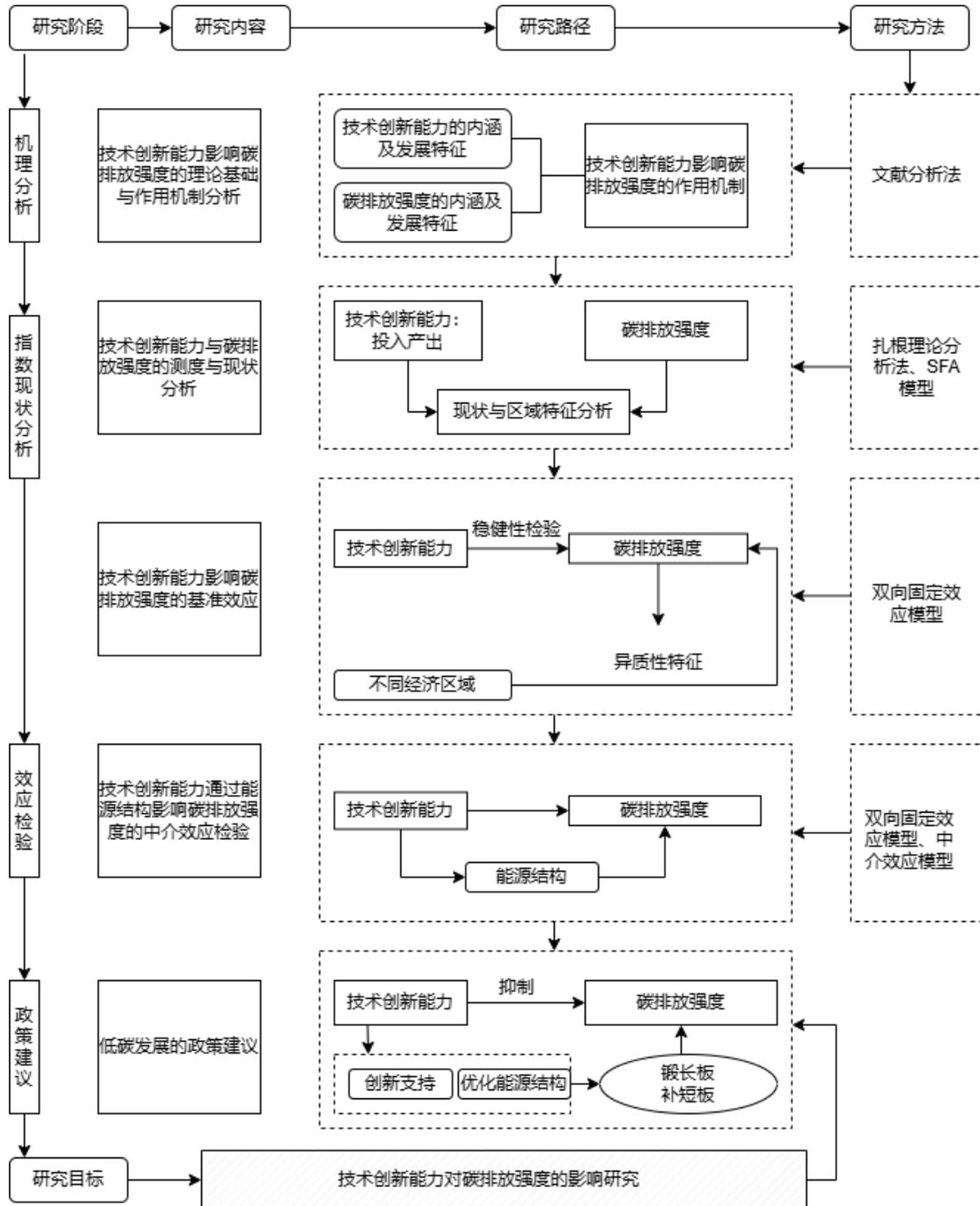


图 1.1 技术路线图

二、研究方法

本研究采用了多层次的计量统计方法，主要以双向固定效应模型和中介效应模型为主要工具。

(一) 深入研究技术创新能力对碳排放强度的实证影响。双向固定效应模型被用于处理个体固定效应和时间固定效应，通过引入省份和年份的固定效应，有助于准确捕捉技术创新能力对碳排放强度的可能影响。同时，中介效应模型被应用于研究技术创新能力通过能源结构对碳排放强度的间接影响，并分析其变化趋势。

(二) 为确保研究结果的稳健性和可信度，本文对省级的数据进行了详尽的检验分析，包括异质性检验和稳健性检验等。

通过多角度的方法组合，本研究旨在为碳排放强度提供更为精准的政策建议。选择这些方法有助于全面考虑省份固有特征和时间变动趋势，同时揭示技术创新能力通过优化能源结构对碳排放强度的间接抑制影响。

第四节 创新点

本文可能存在的特色与创新如下：

(一) 文献梳理发现，当前研究集中分析绿色技术创新对碳排放的影响。考虑到传统技术创新同样对碳排放强度具有不容忽视的抑制作用，尽管这些技术创新不直接针对碳排放问题，但通过提升生产效率、优化资源配置和促进产业升级，它们间接地减少了碳排放。例如，信息技术、自动化技术和先进制造技术的应用，提高了能源利用效率和生产过程的精确度，从而降低了单位产出的碳排放量。故本文旨在研究综合的技术创新能力对碳排放强度广泛的抑制作用。

(二) 已有文献或者研究技术创新对能源结构的影响，或者研究能源结构对碳排放的影响，本文系统地将这两个环节结合起来，通过中介效应模型，分析其中的影响路径，揭示了技术创新不仅通过直接路径抑制碳排放，还通过优化能源结构这一间接路径发挥重要作用。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/188133100032007007>