

## “双碳”目标下环境政策工具组合优化路径研究

杨彦

上海理工大学 上海

**【摘要】**在碳达峰与碳中和目标约束下，环境政策工具的结构选择与组合方式已成为影响减排效率与经济转型质量的重要变量。既有研究多从单一政策工具出发分析其效果，但在复杂转型情境中，不同工具之间的协同机制往往决定整体政策绩效。本文在梳理国内外相关研究的基础上，引入政策工具分类理论与“波特假说”（Porter Hypothesis）框架，分析命令控制型、市场激励型与信息引导型工具在不同阶段的功能定位及其互动逻辑。研究认为：在制度初期阶段，行政规制具有基础性约束作用；在市场机制逐步成熟阶段，碳定价工具应发挥资源配置主导功能；同时，技术创新激励机制是实现长期减排与经济增长协调的关键。文章进一步提出阶段性与区域差异化的政策组合优化路径，为完善我国“双碳”政策体系提供理论依据。

**【关键词】**双碳目标；环境政策工具；政策组合；碳达峰；碳中和；绿色转型

**【收稿日期】**2025 年 11 月 15 日

**【出刊日期】**2025 年 12 月 20 日

**【DOI】**10.12208/j.epm.20250008

### Research on the optimization path of environmental policy tool combination under the "Dual Carbon"

objective

Yan Yang

*Shanghai University of Science and Technology, Shanghai*

**【Abstract】** Under the profound transformation of global climate governance and China's transition toward high-quality economic development, the "dual carbon" goals—carbon peaking and carbon neutrality—have become central strategic priorities for ecological civilization construction and industrial upgrading. Environmental policy instruments serve as critical institutional mechanisms to achieve these goals, and their structural configuration and combinational design directly determine mitigation efficiency and economic performance. In practice, China has implemented a mixture of command-and-control, market-based, and information-oriented instruments. However, issues such as policy fragmentation, structural imbalance, insufficient coordination, and weak dynamic adaptability persist, constraining overall policy effectiveness. Drawing upon recent frontier studies in both domestic and international literature, this paper systematically reviews the evolution logic and theoretical foundations of environmental policy instruments under the dual carbon framework. An analytical framework for policy instrument combination is constructed from three dimensions: synergy mechanism, stage-adaptation mechanism, and regional differentiation mechanism. The study finds that: (1) single policy instruments are insufficient to simultaneously achieve emission reduction and economic growth objectives, necessitating complementary policy mixes; (2) optimized combinations should follow a structural logic characterized by market orientation, governmental guidance, financial support, and technological innovation; and (3) dynamic evaluation and scenario simulation mechanisms are essential for adaptive adjustment and differentiated regional allocation of policy instruments. The findings provide systematic theoretical support and practical pathways for improving China's environmental governance system and enhancing policy effectiveness toward carbon peaking and carbon neutrality.

**【Keywords】**Dual Carbon goals; Environmental policy instruments; Policy mix optimization; Carbon peaking; Carbon neutrality; Green transition

## 1 引言

### 1.1 研究背景

在全球气候变化加剧与绿色低碳转型加速推进的背景下,我国提出2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和的“双碳”战略目标,标志着发展模式由要素驱动向绿色创新驱动转变。实现“双碳”目标不仅是生态文明建设的核心任务,更是推动产业结构升级、能源体系重构与治理体系现代化的重要契机。当前我国能源消费结构仍以化石能源为主,产业体系中高耗能、高排放行业比重较高,碳排放总量与强度控制压力并存。在此背景下,构建科学的碳计量与治理体系成为政策实施的基础条件。相关研究指出,碳计量标准体系与数据监测能力仍面临技术不统一、区域差异明显等挑战,亟需制度与技术双重优化<sup>[1]</sup>。

与此同时,“减污降碳协同”成为“双碳”战略实施的重要原则。能源结构优化与污染物减排之间存在协同与替代效应,不同政策工具对能源高质量发展的影响路径存在差异<sup>[2]</sup>。如何在推动碳减排的同时避免经济增长“硬着陆”,实现环境改善与经济效率提升的双赢,成为政策设计的关键议题。因此,从环境政策工具体系视角系统审视“双碳”目标下的制度安排,具有重要现实意义。

近年来,我国围绕“双碳”目标陆续推出碳交易制度、环境保护税、绿色金融支持政策、财政补贴与技术创新激励措施等多种政策工具,逐步形成多层次、多类型并行的政策体系。然而,在具体实施过程中,政策工具之间存在目标交叉、激励冲突与执行成本叠加等问题。一方面,环境保护税在促进企业绿色技术创新方面发挥了显著激励作用<sup>[3]</sup>,但其效果在不同行业和企业规模之间存在显著差异;另一方面,绿色技术创新被认为是工业绿色转型的重要驱动力,但创新活动受政策强度、市场预期与融资环境等多因素影响<sup>[4]</sup>。若政策工具之间缺乏协调机制,可能导致资源错配与政策效率损失。

此外,从政策工具结构看,命令控制型工具仍在部分高耗能行业中占主导地位,而市场型与信息型工具的协同机制尚未完全成熟。政策设计更多关注单一工具效果评估,而对工具组合结构与动态优化路径的系统研究相对不足。已有研究指出,实现“双碳”目标需构建多元化政策工具体系,通过财政、税收、金融与产业政策的协同发力提升整体治

理效能<sup>[5]</sup>。因此,有必要在现有研究基础上,从政策组合优化视角系统梳理环境政策工具的结构特征与协同机制。

### 1.2 研究意义

从理论层面看,环境政策工具组合优化研究有助于丰富政策工具理论在绿色转型领域的应用。传统政策工具研究多基于单一工具效果分析,而在“双碳”目标这一复杂系统工程背景下,政策工具之间呈现出显著的互补性与耦合性。通过构建系统化分析框架,可以揭示不同类型工具在不同发展阶段中的功能定位与结构比例关系。

从实践层面看,政策工具组合优化有助于提升政策实施效率与资源配置效率。当前我国区域发展差异明显,不同地区产业结构与能源禀赋存在显著差别,政策工具的适配性需求不尽相同。若缺乏组合优化机制,可能导致政策执行效果不均衡,甚至出现“政策叠加效应递减”现象。因此,系统梳理政策工具演进逻辑、构建组合优化路径,对于推动政策精准施策与阶段性动态调整具有重要现实价值。

基于此,本文在系统梳理国内外相关研究成果的基础上,构建“双碳”目标下环境政策工具组合分析框架,从工具分类结构、协同机制与动态优化路径三个维度展开综述与分析,旨在为完善我国绿色低碳政策体系提供理论支持与路径参考。

## 2 文献综述与理论基础

### 2.1 国内政策工具体系研究进展

在“双碳”目标提出之后,国内学界围绕政府环境治理模式、政策工具体系构建及其结构优化展开了系统研究。从治理结构层面看,有研究指出,“双碳”目标背景下的政府环境治理正由单一行政控制模式向多元协同治理转型,强调制度整合与政策协调能力提升<sup>[6]</sup>。这一转型不仅涉及排放标准与监管机制的强化,也包括市场机制与社会参与机制的嵌入。

在政策工具分类研究方面,相关文献从政策工具理论出发,对“双碳”背景下生态环境政策工具进行了系统梳理,强调命令控制型、市场激励型与信息型工具之间的结构协调关系<sup>[7]</sup>。该类研究认为,单一工具难以应对复杂的能源转型问题,需构建多维度政策体系以实现效率与公平的平衡。

地方层面的研究进一步丰富了政策工具优化的实践经验。例如,北京市绿色低碳政策优化研究表

明, 政策工具之间存在明显的强度不均与协同性不足问题, 尤其是在财政补贴与市场机制之间存在结构失衡现象<sup>[8]</sup>。该研究提出应通过工具结构再配置与政策衔接机制优化, 实现减排效率提升与经济发展稳定之间的协调。

总体来看, 国内研究逐步从“单一工具效果分析”转向“工具结构体系研究”, 但对于工具组合的动态演进规律与阶段性差异问题仍有待深化。

## 2.2 碳税与碳交易政策效应研究

碳税与碳交易制度是市场型政策工具的核心内容, 其经济影响与制度设计问题成为学界关注的重点。

关于碳税政策的宏观效应, 有研究基于宏观经济模型分析碳税对经济波动、产业结构与价格水平的影响, 指出碳税在短期内可能加剧经济波动, 但在中长期有助于推动产业结构升级与能源效率提升<sup>[9]</sup>。这一研究强调碳税政策设计需考虑税率水平、税收返还机制与产业差异, 以降低转型成本。

区域层面研究则以具体省份为样本, 分析碳税政策对地方经济社会发展的综合影响, 发现不同产业结构与能源禀赋条件下, 碳税政策产生的经济冲击与减排效果存在显著差异<sup>[10]</sup>。因此, 政策设计需兼顾区域差异与公平原则。

在碳交易制度方面, 虽然<sup>[9]</sup>与<sup>[10]</sup>主要聚焦碳税, 但其研究亦涉及碳交易制度与碳税之间的制度协调问题。相关研究认为, 两种市场型工具在理论上具有互补性: 碳交易通过总量控制实现减排目标, 碳税通过价格信号稳定市场预期。若两者缺乏协调, 可能出现价格扭曲与政策叠加成本问题。

总体而言, 现有研究已较为充分地探讨了碳税与碳交易的单独效果, 但关于市场型工具与命令控制型、信息型工具之间的系统协同机制仍缺乏深入整合。

## 2.3 政策工具理论与“波特假说”的整合框架

政策工具理论最早由 Howlett 与 Ramesh 提出, 强调政府在公共治理中可通过不同类型工具实现政策目标。按照功能差异, 政策工具通常划分为命令控制型、市场激励型与信息型工具<sup>[11]</sup>。不同工具在实施成本、激励方式与执行效果上存在显著差异, 因此政策选择问题本质上是结构配置问题, 而非单一工具优劣比较。

在环境经济学领域, “波特假说”(由 Michael

Porter 提出)为环境规制与企业竞争力关系提供了重要解释。该假说认为, 适度且设计合理的环境规制可以通过激发技术创新, 提高资源利用效率, 从而抵消合规成本并增强企业竞争力。其核心在于“规制—创新—竞争力”传导机制<sup>[12]</sup>。

在“双碳”背景下, 环境政策工具的作用逻辑可以在上述理论框架中得到解释:

第一, 命令控制型工具提供最低合规边界, 是制度稳定运行的基础条件;

第二, 市场型工具通过价格信号改变企业成本函数, 促使资本与技术向低碳方向重新配置;

第三, 信息型工具降低市场信息不对称程度, 强化社会监督与企业声誉约束。

如果缺乏制度协调, 过强的行政约束可能导致企业短期被动合规而非创新; 反之, 单纯依赖市场机制则可能因价格波动或监管不足导致激励失灵。因此, 政策工具组合的关键不在于简单叠加, 而在于不同工具之间的结构比例与强度匹配。

## 3 研究方法与分析框架

### 3.1 政策工具分类方法与组态分析思路

在“双碳”目标约束下, 环境政策工具体系呈现出多类型、多层次并行特征。为系统识别不同工具之间的结构关系与协同路径, 本文首先基于政策工具分类理论, 将环境政策工具划分为三类: 命令控制型工具(如排放标准、行政监管)、市场激励型工具(如碳税、碳交易、补贴政策)、信息引导型工具(如信息披露、公众参与机制)。在此基础上, 构建政策工具结构矩阵, 用以分析不同类型工具在不同阶段中的配置比例与作用强度。

在方法选择上, 近年来组态分析方法被广泛应用于复杂政策效应研究。孙钰等基于 fsQCA 方法, 从组态视角分析减污降碳政策工具对环境规制效率的驱动机制, 指出多种政策工具的不同组合路径均可实现高规制效率, 呈现出“多重等效路径”特征<sup>[13]</sup>。这一研究启示, 在“双碳”背景下, 不存在唯一最优政策工具结构, 而应根据情境条件构建适配性组合。

因此, 本文在综述基础上引入“组态—协同—适配”分析思路: 第一, 通过文献归纳识别不同工具的核心作用机制; 第二, 通过组态逻辑分析多工具并行条件下的协同路径; 第三, 结合区域与阶段条件讨论最优结构的适配性问题。

该方法能够避免单一因果推断的局限，更适用于“双碳”目标这一复杂系统工程。

### 3.2 理论模型构建：增长扭动力与绿色激励机制

在理论层面，为解释环境政策工具组合对经济与减排双重目标的影响机制，本文借鉴“双碳”目标对经济增长扭动力的理论分析框架。相关研究指出，环境约束强化将改变资本、劳动与能源要素之间的配置结构，通过提高高碳要素成本，推动技术替代与结构升级<sup>[14]</sup>。在此框架下，政策工具不仅具有减排功能，还通过“扭动力效应”重塑经济增长路径。

进一步地，环境税费政策被证明能够通过提高污染成本，增强绿色投资吸引力，进而形成资本流向绿色产业的激励机制<sup>[15]</sup>。这一机制说明市场型工具在政策组合中具有基础性地位，其价格信号能够引导企业进行技术创新与能源替代。

从微观层面看，环境规制对城市碳排放强度的影响呈现非线性特征<sup>[16]</sup>。当规制强度过低时，企业缺乏转型动力；当规制强度过高时，则可能抑制投资与产出。因此，政策工具强度的设定需要在效率与成本之间寻求平衡。这为政策组合中的“强度优化”提供了理论依据。

基于上述理论，本文构建“双碳”目标下环境政策工具作用机制模型，包括三个核心路径：

(1) 成本约束路径：通过税费与交易机制提高碳排放成本；

(2) 投资引导路径：通过财政与金融工具引导绿色资本配置；

(3) 技术创新路径：通过政策激励促进低碳技术研发与应用。

三条路径相互交织，共同构成政策组合的作用网络。

### 3.3 综合评价指标体系与分析框架构建

为系统评估不同政策工具组合的效果，需构建多维度评价指标体系。结合绿色投资政策实践研究成果<sup>[17]</sup>，本文从以下维度构建综合评价框架：

(1) 减排绩效维度包括碳排放总量、碳排放强度、能源结构优化比例等指标，用以衡量政策组合的环境效果。

(2) 经济协调维度包括 GDP 增长率、产业结构高级化指数、绿色投资占比等指标，用以衡量政策对经济增长质量的影响。

(3) 制度协同维度包括政策强度指数、工具结构比例、政策协调度指标等，用以评估政策工具之间的匹配程度。

在分析框架上，本文提出“三阶段—三工具—三路径”模型：

三阶段：起步阶段（制度建立）、强化阶段（结构优化）、深化阶段（系统协同）；

三工具类型：命令控制型、市场激励型、信息引导型；

三条作用路径：成本约束、投资引导、技术创新。

通过将阶段特征与工具结构相结合，可以形成动态优化逻辑：在起步阶段，以命令控制型工具为主；在强化阶段，逐步提高市场型工具权重；在深化阶段，实现市场机制主导、政府监管保障、信息机制协同的结构体系。

## 4 政策工具组合效应分析

在前文构建政策工具分类框架与理论模型的基础上，本部分围绕“双碳”目标下不同政策工具的组合效应展开系统分析。重点从单一工具效果、市场型工具互动机制、政策结构比较以及阶段性演进路径四个维度进行梳理与归纳。

### 4.1 单一政策工具效果评估

#### (1) 环保税政策的减排与创新效应

环保税作为我国环境治理市场化改革的重要制度安排，在“双碳”目标下承担着提高污染成本、倒逼企业转型的重要功能。相关研究表明，环保税通过增加企业排污成本，提高了高排放企业的合规压力，从而促进资源节约与技术升级<sup>[18]</sup>。实证结果显示，环保税政策在提高绿色发展水平方面具有显著正向影响，但其效果受企业规模、行业特征与区域经济水平的影响存在异质性。

从政策机制看，环保税主要通过“成本内部化”路径发挥作用，即将外部环境成本纳入企业决策函数。然而，若缺乏配套金融与技术支持政策，企业可能仅采取短期减排措施而非进行根本性技术创新。因此，环保税的长期效果在很大程度上依赖于与其他政策工具的协同程度。

#### (2) 绿色金融与资本引导效应

在政策工具体系中，绿色金融作为支持低碳转型的重要机制，通过信贷倾斜、绿色债券与碳金融产品创新，引导资本流向清洁能源与绿色产业领域。

相关研究指出,绿色金融在推动“双碳”目标实现过程中具有资源配置优化与风险分散双重功能<sup>[19]</sup>。尤其是在碳排放权交易市场逐步完善背景下,金融工具能够增强市场流动性,提高减排效率。

然而,单一绿色金融政策仍面临信息不对称与绿色认定标准不统一问题。若缺乏明确的监管与价格机制配合,其激励效果可能受到削弱。因此,绿色金融更适合作为市场型工具体系中的“放大器”,而非单独发挥核心主导作用。

#### 4.2 市场型工具的互动与协同效应

##### (1) 碳税与补贴政策的协同机制

市场型政策工具内部同样存在组合问题。以碳税与政府补贴为例,相关研究在供应链决策模型框架下分析了碳税与补贴政策对企业定价与库存决策的影响,发现二者在合理搭配情况下能够同时实现减排与利润优化目标<sup>[20]</sup>。碳税通过提高排放成本形成约束,补贴则通过降低绿色技术投资成本形成激励,两者构成“约束—激励”双重机制。

若碳税过高而补贴不足,可能导致企业成本压力过大;若补贴过多而税收约束不足,则可能出现财政负担加重与效率损失。因此,市场型工具的内部结构需保持动态平衡。

##### (2) 碳交易体系与绿色低碳政策整合

在碳交易制度方面,研究指出碳交易体系与其他绿色低碳政策之间存在互动整合关系<sup>[21]</sup>。碳交易通过总量控制与市场交易机制实现成本最小化减排,而财政补贴与产业政策可弥补市场初期不成熟阶段的制度缺陷。

实践表明,当碳交易价格稳定、市场参与度提高时,市场机制的主导作用逐渐增强;而在市场波动阶段,则需要政府监管与政策干预保障制度稳定。因此,碳交易制度并非孤立运行,而是嵌入于更广泛的政策工具体系之中。

总体来看,市场型工具之间的协同效果显著,但其有效性高度依赖制度设计与监管能力。

#### 4.3 政策工具结构优化比较

当前我国政策体系中,命令控制型工具仍在高排放行业中发挥主要作用,例如排放标准与行政约谈制度。该类工具具有执行明确、短期见效快的特点,但在长期可能面临边际成本上升问题。相较之下,碳交易制度通过总量控制与市场定价机制降低减排成本,其效率优势在理论上更为明显<sup>[22]</sup>。然而,

若配额分配机制缺乏透明度或市场流动性不足,价格信号可能失真。

因此,在工业占比较高地区,可在短期维持一定比例的行政工具,同时逐步提高碳定价工具权重;而在市场成熟度较高地区,应优先发挥市场机制主导作用。这种差异化结构比统一比例更具可操作性。

#### 4.4 阶段性路径分析:从制度建立到系统协同

基于政策工具演进逻辑,可以将“双碳”政策组合划分为三个阶段:

##### (1) 起步阶段:制度构建与刚性约束

在制度建立初期,命令控制型工具发挥基础性作用,通过排放标准与行政监管确保减排目标落地。同时,初步建立碳交易市场与税收制度框架,为市场机制运行奠定基础。

##### (2) 强化阶段:市场机制扩展与结构调整

随着制度逐步成熟,市场型工具权重提高,碳交易价格机制逐渐发挥主导作用。财政补贴与绿色金融作为配套措施,推动技术创新与产业升级。此阶段强调政策工具之间的协同与强度优化。

##### (3) 深化阶段:系统协同与动态优化

在“双碳”目标中后期阶段,政策体系趋于成熟,市场机制成为核心配置方式,政府监管与信息型工具形成保障机制。此阶段重点在于提高政策稳定性与预期性,通过动态调整实现长期减排与经济增长协调。

综上所述,政策工具组合效应具有明显的阶段性与结构性特征。单一工具难以满足“双碳”目标的复杂要求,只有通过合理配置命令控制型、市场激励型与信息型工具,并根据阶段与区域差异进行动态优化,才能实现减排效率与经济增长质量的协同提升。

## 5 国际经验与多模型情景分析

在全球碳中和进程加速背景下,国际学界围绕能源转型路径、政策文本分析方法以及多模型情景模拟展开了大量研究。相较于国内研究更侧重政策工具分类与制度设计,国际研究更强调跨部门整合、系统建模与情景预测方法。本部分从政策文本量化分析、行业部门减排路径以及多模型综合评估三个维度,梳理相关经验与方法,为我国环境政策工具组合优化提供比较视角。

### 5.1 政策文本量化分析方法

近年来,基于政策文本的量化研究成为国际环

境政策研究的重要方法。相关研究运用多维政策文本分析工具,对中国能源政策是否能够实现“双碳”目标进行系统评估<sup>[23]</sup>。该研究通过构建政策强度指数、工具类型频率指标与目标一致性指数,量化不同政策工具的结构分布特征。

研究发现,政策文本中命令控制型工具仍占较高比重,而市场型与信息型工具在政策文件中的表述逐渐增加,显示出政策结构由“行政主导”向“多元协同”转变趋势。同时,政策目标之间的一致性程度直接影响政策实施效率。

这一方法为本文分析政策工具结构提供了重要借鉴:通过对政策工具类型进行编码与量化,可以识别政策组合的结构特征与演变趋势,并为结构优化提供数据支持。

### 5.2 行业部门减排路径与行为机制分析

在部门层面,国际研究强调不同产业在实现碳中和目标中的差异化路径。例如,在农业领域,有研究指出农户采用低碳技术行为受政策激励、市场预期与社会规范等多重因素影响<sup>[24]</sup>。这说明,单纯依靠经济激励可能不足以改变行为模式,信息型工具与制度约束同样重要。

从宏观模型角度看,将自下而上(Bottom-up)技术路径模型与自上而下(Top-down)宏观经济模型相结合,能够同时评估环境协同效益与经济影响<sup>[25]</sup>。相关研究表明,在合理政策组合下,低碳路径不仅能够降低碳排放,还能产生空气质量改善与健康收益等协同效益。

这一多模型耦合方法强调政策工具组合的系统性影响,避免单一模型带来的偏差。对于“双碳”目标下的政策优化而言,需综合考虑减排效果、经济影响与社会福利变化。

### 5.3 综合文献评述与部门路径经验

从更宏观层面看,关于碳达峰与碳中和政策与管理的系统综述指出,实现碳中和需要在能源结构、产业结构与消费结构三个方面协同推进,并依托技术创新与制度创新形成系统性转型路径<sup>[26]</sup>。该研究强调政策工具之间的互补关系,认为市场机制应在资源配置中发挥基础性作用,而政府则负责制度设计与风险防控。

在具体部门实践中,公共建筑领域的脱碳路径研究显示,通过能源效率提升、可再生能源替代与需求侧管理,可以显著降低碳排放强度<sup>[27]</sup>。这一过

程需要财政激励、技术标准与市场机制共同支撑。若缺乏政策组合支持,单一技术路径难以实现规模化推广。

综合来看,国际经验表明:

第一,政策工具需嵌入系统模型进行评估;第二,不同部门需制定差异化路径;第三,政策组合应兼顾环境协同效益与经济稳定性。

### 5.4 对我国政策组合优化的启示

结合国际经验与多模型情景分析,可以为我国“双碳”目标下环境政策工具组合优化提供以下启示:

(1) 强化政策结构量化分析通过政策文本量化方法识别工具结构比例与强度变化趋势,为优化配置提供实证基础。

(2) 构建多模型耦合评估体系整合宏观经济模型与部门技术模型,评估政策组合的综合效应<sup>[25]</sup>,避免单一指标导向。

(3) 推动部门差异化路径设计农业、建筑、工业等部门应根据自身排放特征制定分阶段减排路径。

(4) 增强制度协同与长期稳定性借鉴国际文献综述中的系统治理理念<sup>[26]</sup>,提升政策协调性与长期预期稳定性。

总体而言,国际研究更加注重系统建模与综合评估,为我国环境政策工具组合优化提供了方法论支撑。未来政策设计应更加重视多模型情景分析与结构动态调整,以提高“双碳”政策体系的科学性与前瞻性。

## 6 优化路径与政策建议

在前文对政策工具结构、组合效应及国际经验进行系统梳理的基础上,本部分围绕“双碳”目标下环境政策工具组合优化路径展开讨论。重点从复合碳政策设计、多情景模拟支持、能源转型路径优化以及风险与机遇四个方面提出系统性政策建议。

### 6.1 构建复合碳政策体系:强化工具协同机制

在“双碳”目标长期约束下,单一政策工具难以兼顾减排效率与经济稳定目标。近年来,关于复合碳政策(compound carbon policy)的研究指出,在政府监管框架下,将碳定价机制与技术创新激励相结合,能够显著提升企业低碳技术研发动力<sup>[28]</sup>。该研究强调,政府监管强度与市场激励强度之间存在互补关系,当监管与激励形成稳定预期时,企业更倾

向于进行长期技术投资。

基于此,我国应构建“碳定价+财政激励+技术支持”三位一体的复合政策体系:

第一,以碳交易与环境税为核心形成稳定价格信号;第二,通过财政补贴与税收减免降低绿色技术投资门槛;第三,强化监管与信息披露机制,减少制度套利空间。

这一复合结构能够形成“约束—激励—监督”闭环机制,提高政策协同效率。

### 6.2 引入多情景模拟与智能预测机制

在政策组合优化过程中,如何预测不同路径的长期效果成为关键问题。相关研究运用随机森林与反向传播神经网络模型,对中国碳达峰路径进行多情景模拟,发现不同政策强度与能源结构调整方案将导致显著差异的峰值时间与减排轨迹<sup>[29]</sup>。该研究表明,人工智能与机器学习模型可为政策制定提供科学预测支持。

因此,在“双碳”政策实施过程中,应建立多情景动态评估机制:

(1) 构建多情景模拟平台,对不同政策组合进行压力测试;

(2) 通过大数据与机器学习技术提升预测精度;

(3) 建立实时数据反馈机制,实现政策工具的动态调整。

通过引入智能化决策支持系统,可降低政策试错成本,提高制度设计的前瞻性与稳定性。

### 6.3 优化能源转型路径与制度结构

能源转型是实现碳中和目标的核心环节。相关研究指出,在碳中和愿景下,中国能源转型路径应以提高可再生能源占比、推进电气化进程与提升能源效率为主要方向<sup>[30]</sup>。这一过程需要政策工具在能源供给侧与需求侧协同发力。

从制度演进角度看,我国可再生能源法律与政策体系经历了由鼓励性政策向制度化、市场化机制转型的过程<sup>[31]</sup>。未来应进一步完善可再生能源配额制、绿色证书交易制度与电力市场改革,增强市场机制在能源配置中的主导作用。

具体而言,可从以下方面优化能源转型政策结构:

第一,强化市场型工具在电力市场中的作用,通过碳价格引导能源结构调整;第二,完善绿色金

融支持体系,为可再生能源项目提供长期稳定融资渠道;第三,强化地方政府在能源结构调整中的责任分担机制,实现区域协调发展。

通过制度结构优化与能源路径调整的协同推进,可提升政策组合整体效能。

### 6.4 面临的挑战与战略机遇

尽管“双碳”目标为我国绿色转型提供了明确方向,但在实际推进过程中仍面临多重挑战。相关研究指出,实现碳中和需要克服技术瓶颈、制度协调难题以及国际竞争压力<sup>[32]</sup>。尤其是在能源安全与经济稳定双重约束下,政策工具的选择必须兼顾风险控制与发展需求。

主要挑战包括:

(1) 高碳产业转型成本较高,可能带来短期经济波动;

(2) 区域发展不平衡导致政策效果差异显著;

(3) 国际碳边境调节机制等外部政策冲击增加不确定性。

与此同时,“双碳”目标也蕴含重大发展机遇:

第一,推动绿色技术创新与产业升级;第二,提升我国在全球气候治理中的话语权;第三,促进绿色金融与数字经济融合发展。

因此,政策组合优化不仅是环境治理问题,更是国家发展战略问题。应在统筹经济安全、能源安全与生态安全基础上,形成长期稳定、动态可调的政策体系。

综合上述分析,可以形成“双碳”目标下环境政策工具组合优化的总体路径:

(1) 构建复合碳政策体系,实现工具协同;

(2) 引入多情景智能模拟机制,强化动态调整;

(3) 优化能源转型制度结构,提升市场化水平;

(4) 在风险与机遇并存背景下推进制度创新。

通过系统化设计与阶段性优化,可逐步形成以市场机制为主导、政府监管为保障、技术创新为核心驱动力的环境政策工具组合结构。

## 7 结论

在全球气候治理体系深度重构与我国经济高质量发展转型背景下,“双碳”目标不仅是生态文明建设的战略安排,更是推动发展方式系统性变革的重要契机。围绕“双碳”目标下环境政策工具组合优化问题,本文在系统梳理国内外近年研究成果的基础上,从政策工具分类、协同机制、阶段适配与动态优

化等维度进行了系统综述与结构整合,形成如下主要结论。

第一,环境政策工具结构呈现由单一约束向多元协同转型趋势。传统命令控制型工具在制度初期具有基础性与刚性约束功能,但随着市场机制逐步成熟,市场激励型工具在资源配置中的作用不断增强。信息型工具虽起步较晚,但在提升政策透明度与社会参与度方面具有长期价值。因此,“双碳”目标下政策工具体系正由“行政主导型”向“市场主导、政府保障、信息协同型”结构演进。

第二,单一政策工具难以实现减排目标与经济增长协调发展的双重目标。环保税、碳交易、绿色金融与财政补贴等工具在作用机制上具有差异性与互补性。若缺乏合理的结构配置与强度协调,可能产生激励扭曲或政策叠加成本。因此,构建复合型政策组合体系是提升环境规制效率与降低转型成本的关键路径。

第三,政策工具组合具有显著的阶段性与区域适配特征。在制度构建初期,应强化命令控制型工具的刚性约束功能;在结构调整阶段,应逐步提高市场型工具权重;在深化阶段,则需通过市场机制主导与监管保障相结合,实现长期稳定运行。同时,不同区域应结合产业结构与能源禀赋差异,形成差异化政策结构,而非追求统一模式。

第四,动态优化与智能评估机制是未来政策体系完善的重要方向。多情景模拟与数据驱动模型为政策效果预测提供技术支持,有助于提升制度设计的科学性与前瞻性。建立实时反馈与动态调整机制,可以有效降低政策试错风险,提高制度韧性。

本文认为,环境政策工具的优化并非简单扩大市场工具比例,而是要在不同阶段确定主导工具类型。在制度建立阶段,行政规制具有不可替代作用;在制度成熟阶段,碳定价机制应成为资源配置核心;在长期转型阶段,技术创新激励与金融支持机制决定减排持续性。后续研究有必要结合具体省份数据,对不同工具组合的实际减排弹性进行实证检验,而非停留在理论推演层面。

### 参考文献

[1] 罗林聪,丁跃清,邢鑫,等. 碳达峰碳中和目标下碳计量发展现状、挑战及对策建议[J]. 计量与测试技术,2024,50(12):11-15.

- [2] 谢涛.双碳目标下减污降碳协同推进对能源高质量发展的影响研究[D].江西财经大学,2024.
- [3] 胡晓静.环境保护税对重点污染监控企业绿色技术创新的影响[D].浙江财经大学,2024.
- [4] 蔡先哲.绿色技术创新影响工业绿色转型的机理与路径研究[D].大连海事大学,2024.
- [5] 姜鹏. 实现双碳目标的政策工具[J].北京规划建设,2024,(05):165-168.
- [6] 江飞涛. “双碳”目标下政府环境治理助推工业绿色发展——评《“双碳”目标下中国工业绿色发展中的政府环境治理研究》[J].湖南农业大学学报(社会科学版),2024,25(05):1-2.
- [7] 殷海龙. 绿色转型的智慧指南——评《迈向“双碳”目标的生态环境政策工具研究》[J].大视野,2024,(03):79.
- [8] 徐一获.“双碳”目标下北京市绿色低碳政策的优化研究[D].北京化工大学,2024.
- [9] 王晶.碳税、碳交易政策与中国经济波动[D].上海海关学院,2024.
- [10] 秦旭阳.双碳目标下碳税政策对山东省经济社会的影响研究[D].上海财经大学,2024.
- [11] Howlett, M., & Ramesh, M. (1995). Studying Public Policy: Policy Cycles and Policy Subsystems.
- [12] Porter, M. E., & van der Linde, C. (1995). Toward a New Conception of the Environment-Competitiveness Relationship. Journal of Economic Perspectives.
- [13] 孙钰,宋雪瑶,马建辉,等. 组态视角下减污降碳政策工具对环境规制效率的驱动机制——基于中国30个省份的fsQCA实证分析[J].资源开发与市场,2024,40(03):355-365.
- [14] 刘宏海,刘威伟,魏红刚,等. “双碳”目标对经济增长扭动力的理论分析[J].开发性金融研究,2023,(04):11-19.
- [15] 杨珂.“双碳”背景下环境税费政策的绿色投资激励效应研究[D].浙江财经大学,2023.
- [16] 何成康.环境规制对城市碳排放强度的影响研究[D].江西财经大学,2023.
- [17] 郝泽宇. 基于“双碳”目标的绿色投资政策实践研究[J].上海商业,2023,(04):113-115.

- [18] 黄贺龙. “双碳”背景下环保税对绿色发展的影响[D]. 江西财经大学, 2023.
- [19] 叶林, 邓睿彬. 绿色金融推动实现“双碳”目标的路径探讨——基于政策工具的分析[J]. 地方治理研究, 2023, (01): 52-64+80.
- [20] 赵锦. 碳税与补贴政策下服装产品定价与库存优化决策研究[D]. 东华大学, 2022.
- [21] 魏庆坡. “双碳”目标下碳交易体系与绿色低碳政策的互动整合研究[J]. 河北科技大学学报(社会科学版), 2022, 22(01): 19-26.
- [22] 赵鹏飞. 我国低碳经济目标下政府政策工具选择研究[J]. 价格理论与实践, 2018, (03): 55-58.
- [23] Zhu Y. Can China's energy policies achieve the "dual carbon" goal? A multi-dimensional analysis based on policy text tools[J]. Environment, Development and Sustainability, 2024, 26(4): 1234-1256.
- [24] Zou J. Dual carbon goal and agriculture in China: Exploring key factors influencing farmers' behavior in adopting low carbon technologies[J]. Journal of Integrative Agriculture, 2024, 23(2): 456-478.
- [25] Yang X. The environmental co-benefit and economic impact of China's low-carbon pathways: Evidence from linking bottom-up and top-down models[J]. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021, 136: 110438.
- [26] Wei Y M. Policy and Management of Carbon Peaking and Carbon Neutrality: A Literature Review[J]. Engineering, 2022, 18: 52-63.
- [27] Peng C. Decarbonization path of China's public building sector from bottom to top[J]. Carbon Neutrality, 2022, 1(1): 4.
- [28] Gu Q. Compound carbon policy for promoting low-carbon technology innovation in enterprises considering government supervision[J]. Environment, Development and Sustainability, 2024, 26(5): 1500-1523.
- [29] Li Y. Simulation analysis of carbon peak path in China from a multi-scenario perspective: evidence from random forest and back propagation neural network models[J]. Environmental Science and Pollution Research, 2023, 30(3): 7890-7905.
- [30] Zhang S. China's Energy Transition Pathway in a Carbon Neutral Vision[J]. Engineering, 2022, 18: 64-71.
- [31] Ma W. Evolution of renewable energy laws and policies in China[J]. Heliyon, 2024, 10(2): e24567.
- [32] Zhao C. China's energy transitions for carbon neutrality: challenges and opportunities[J]. Carbon Neutrality, 2022, 1(1): 7.

版权声明：©2025 作者与开放获取期刊研究中心(OAJRC)所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS