【区域绿色发展】

“双碳”目标约束下我国经济社会发展全面绿色转型的核心挑战与路径探索*

张汉飞 高涌智

摘 要:“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型面临的全球气候治理格局复杂程度不同于以往,内部起点条件也不同于以往,是我国迈向碳达峰目标的关键攻坚期,也是为实现碳中和目标奠定基础的重要窗口期。在此背景下,基于外部性理论、路径依赖理论和协同治理理论等,构建“特征识别—机遇分析—挑战诊断—路径破解”的分析框架,以期为我国加快全面绿色转型、如期实现“双碳”目标提供理论依据与决策参考。研究发现,“十五五”时期我国全面绿色转型在政策、技术、市场等方面面临重大机遇,但也面临产业转型梗阻、能源结构约束和内外协同困境所共同构成的核心挑战。据此,本文提出构建绿色转型成本分担机制以破解产业梗阻,推进能源结构深度优化调整以缓解能源压力,完善内外联动协同治理体系以突破协同困境,以加快形成政府有为、市场有效、社会有序协同推进的全面绿色转型格局。

关键词:“双碳”目标;全面绿色转型;外部性;路径依赖;协同治理

中图分类号:F211 **文献标识码**:A **文章编号**:2095-5766(2026)05-0121-12 **收稿日期**:2026-05-10

***基金项目**:国家社会科学基金项目“区域协调发展与新发展格局战略的融合机制、效率与路径研究”(23BJL111);国家社会科学基金项目“全球碳博弈格局下中国低碳发展的宏观经济政策研究”(10BJY011)。

作者简介:张汉飞,男,中共中央党校(国家行政学院)经济学教研部教授,博士生导师(北京 100091)。
高涌智,男,中共中央党校(国家行政学院)经济学教研部博士生(北京 100091)。

一、引言

2020年9月22日,中国国家主席习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上郑重宣示:中国将提高国家自主贡献力度,采取更加有力的政策和措施,二氧化碳排放力争于2030年前达到峰值,努力争取2060年前实现碳中和①。党的二十届四中全会审议通过的《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十五个五年规划的建议》,将“加快经济社会发展全面绿色转型,建设美丽中国”确立为“十五五”时期经济社会发展的战略任务之一,并强调“以碳达峰碳中和为牵引,协同推进降碳、减污、扩绿、增长”。由此可见,“十五五”时期既是我国迈向碳达峰目标的关键攻坚期,也是为实现碳中和目标奠定制度、技术与产业基础的重要窗口期。然而,与传统渐进式调整不同,经济社会发展全面绿色转型要求生产方式、能源体系和消费模式发生系统性变革,在“双碳”目标刚性约束与有限转型窗口期的双重作用下,我国绿色转型面临更加复杂的现实挑战。特别是我国在长期传统发展模式下所形成的产业结构、能源体系以及制度政策层面的路径依赖,很大程度上构成了制约绿色转型向纵深推进的结构性障碍,传统的修补式治理已难以为继(艾四林等,2025)。在此背景下,如何在“双碳”目标约束下,系统把握“十五五”时期全面绿色转型的阶段性

特征，精准识别其中存在的机遇与挑战，进而构建靶向性、可操作的推进路径，已成为学界亟待回应的重大现实命题。

围绕经济社会发展全面绿色转型，现有文献已形成较为丰富的研究积累。一是关于转型的覆盖面，学者们强调应更好发挥“双碳”目标的牵引作用，将其系统嵌入宏观战略、中观政策与微观行为（庄贵阳等，2025），并重点关注森林碳汇（徐晋涛等，2022）、绿色消费（张永生，2026）等关键环节。二是关于转型的协同机制，研究发现财政与金融相协同（连飞等，2024）、金融发展与环境规制相协同（张景智等，2026）以及产业协同集聚（张军涛等，2021）均有助于加快绿色低碳转型的进度。三是关于转型的动力来源，现有研究普遍关注政策、技术和市场对转型的驱动作用，认为碳交易政策、绿色金融政策等制度安排（董直庆等，2021；陈国进等，2021）、数字技术和战略性技术创新（吴卫红等，2023；王洋洋等，2025）以及碳交易机制、绿色金融产品和商业模式创新（李晓等，2026）均能够为绿色转型提供动力。四是关于转型的风险，相关研究提出应将公正转型的理念纳入我国绿色转型的政策文件及实践中（窦晓铭等，2026；王政等，2025），以使利益相关方公平分担转型的成本和收益（中国人民银行研究局课题组，2023），进而更好地保障社会公平正义。还有一些学者分别从粮食安全（仇焕广等，2025）、能源安全（汤广福等，2023）、产业链安全（陈诗一等，2024）等视角，探讨了绿色转型过程中的安全保障问题，为理解绿色转型约束提供了重要参考。

综上，已有研究从转型的覆盖面、协同机制、动力来源与风险保障等多个维度，对经济社会发展全面绿色转型展开了较为丰富的探讨，为本文奠定了重要基础。然而，已有研究更多关注一般意义上的绿色转型，对“十五五”时期这一特殊窗口期的关注相对不足。区别于以往阶段，“十五五”时期面临碳达峰目标临近、转型时间窗口收窄与碳中和布局同步推进的特殊情境，呈现出短期减排压力与长期发展转型相互交织的阶段性特征。基于此，本文将从国际和国内两个视角全面分析“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型的阶段性特征。基于转型的动力来源，从政策、技术、市场三个维度考察这一时期我国全面绿色转型的重大机遇。在此基础上，结合外部性理论、路径依赖理论、协同治理理论等，系统分析转型过程中所面临的深层次挑战，并为全面绿色转型提出靶向实践路径。

二、“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型的阶段性特征

科学研判“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型所面临的阶段性特征，是准确把握转型机遇、精准识别核心挑战的基本前提。

（一）国际视角：“多边合作退潮”与“单边规则强化”

“十五五”时期全球气候治理格局呈现不同于以往的复杂特征。一方面，全球减排集体行动陷入碎片化。2025年是《巴黎协定》签署十周年，理应是全球在应对气候变化进程中总结成果、再度合作的关键节点。然而，全球共同应对气候变化的合作进程遭到了严重冲击。首先，美国总统特朗普在第二次就任总统的首日便宣布退出《巴黎协定》，并在随后数月内接连调整了一系列能源政策，包括撤销拜登政府时代的碳排放规则、终止对新能源行业的补贴、放宽对化石燃料电厂的排放限制等。其次，俄乌冲突、美伊冲突持续发酵，全球能源市场的不确定性进一步上升，欧盟、印度等多个国家和地区进一步增加了对煤炭、天然气等化石能源的依赖度，极大地冲击了全球绿色转型的协同性与一致性（庄星辉等，2025）。另一方面，碳规则呈现单边强化趋势。欧盟碳边境调节机制（CBAM）已于2026年1月1日进入实质性征收阶段。该机制以产品生产过程中的碳排放为征税依据，形成了以发达国家为主导的单边规则体系（汪阳，2025）。上述“多边合作退潮”与“单边规则强化”相互叠加，构成了“十五五”时期我国绿色转型面临的独特外部环境。

（二）国内视角：“转型基础夯实”与“减排约束趋紧”

“十五五”时期我国绿色转型面临不同于以往的特殊起点条件。“十四五”期间，在“双碳”目标的指引下，我国在生态、能源、产业等领域取得了一系列转型成果（见表1），为“十五五”时期经济社会发展全面绿色转型奠定了坚实基础。具体来看：在能源领域，我国非化石能源消费比重由2020年的16%

提高到2025年的21.7%[②]，超额完成“十四五”规划目标，能源清洁低碳转型步伐显著加快。在产业领域，根据中国汽车工业协会的数据，我国新能源汽车销量从2020年的136.7万辆提高到2025年的1649万辆[③]，年均复合增长率达64.5%，成为绿色产业发展的关键引擎。在生态领域，2025年我国森林覆盖率达到25.09%[④]，不仅超额完成“十四五”规划设定的目标，还为全球贡献了约25%的新增绿化面积[⑤]，为生态碳汇扩容提供了有利条件。

但与此同时，“十五五”时期我国减排约束将更趋收紧。根据“十四五”规划的要求，我国在“十四五”期间扣除原料用能和非化石能源消费量后的单位GDP能耗（以下简称能耗强度）需下降13.5%，单位GDP二氧化碳排放（以下简称碳强度）需下降18%。经测算（见表2），2021—2025年，我国能耗强度实际下降约15.4%，超额完成规划目标；而碳强度实际下降约12.4%，与18%的目标相差5.6个百分点，未能如期实现既定目标。这一缺口意味着，“十五五”时期我国碳减排任务将更为艰巨。这种“转型基础夯实”与“减排约束趋紧”并存的格局，意味着全面绿色转型既拥有前所未有的条件支撑，也承受着不断收紧的时间压力。

表1 “十四五”时期我国绿色低碳转型部分领域成效

领域	重要指标	基期（2020年）	报告期（2025年）	核心成效
能源	非化石能源消费比重	16%	21.7%	超额完成“十四五”规划目标，能源清洁低碳转型步伐显著加快
产业	新能源汽车销量	136.7万辆	1649万辆	年均复合增长率达64.5%，成为绿色产业发展的关键引擎
生态	森林覆盖率	23.04%	25.09%	超额完成“十四五”规划目标，成为全球增绿最多最快的国家

数据来源：根据国家能源局、中国汽车工业协会和国家统计局公布的数据整理。

表2 “十四五”时期我国能耗强度和碳强度年度同比下降率

年份	2021	2022	2023	2024	2025	共计
碳强度下降率	3.8%	0.8%	0%	3.4%	5.0%	12.4%
能耗强度下降率	累计7.3%			3.8%	5.1%	15.4%

数据来源：根据国家统计局历年国民经济和社会发展统计公报数据测算。

三、“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型的重大机遇

“十五五”时期是我国从“能耗双控”转向“碳排放双控”的首个五年期，也是碳达峰冲刺与碳中和布局叠加的关键窗口。从转型动力来看，这一时期我国全面绿色转型在政策、技术、市场等方面面临重大机遇（见表3）。基于此，本部分着重从上述三个维度，系统分析“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型所面临的重大机遇。

表3 “十五五”时期“政策—技术—市场”重大机遇

维度	重大机遇	关键要点
政策	顶层设计+政策体系	党中央多次决策部署 配套政策密集出台 （产业/能源/金融/数字化等）
技术	“单点冲突”到“系统集成”	新型能源技术 （风电/光伏/储能/氢能等） 零碳与负碳技术 数字化赋能技术 （AI+能源/工业/交通等）
市场	市场持续扩容	国内绿色消费市场 国际绿色消费市场 绿色商业模式创新

资料来源：作者绘制。

（一）政策维度：顶层系统部署，制度支撑筑牢转型根基

“十五五”时期是我国实现碳达峰目标的冲刺阶段，也是经济社会发展全面绿色转型加速推进的重要时期。从现有布局看，这一时期我国绿色转型的顶层设计和政策体系进一步完善（见表4）。相关政策通过降低绿色生产与消费成本、提高高碳行为约束强度，推动企业、居民等市场主体行为调整，为全面绿色转型提供制度支撑。

从顶层部署来看，党中央高度重视“十五五”时期全面绿色转型，并持续强化顶层设计。党的十九

届五中全会首次将“促进经济社会发展全面绿色转型”作为推动高质量发展的重要任务提出，为绿色发展实践明确了战略方向。2024年出台的《中共中央　国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》，作为中央层面对经济社会发展全面绿色转型进行系统部署的重要文件，明确提出到2030年和2035年的阶段性目标，为未来绿色转型提供了行动框架。同年，党的二十届三中全会进一步强调“促进经济社会发展全面绿色转型”，进一步巩固了其战略地位。“十五五”规划纲要将“加快经济社会发展全面绿色转型，建设美丽中国”列为重大战略任务，并细化了具体任务与约束性指标。上述战略部署层层递进，共同构成“十五五”时期我国全面绿色转型的制度基础。

从政策工具来看，围绕产业、能源、金融和数字化等重点领域，我国已形成多维度、系统化的绿色转型政策体系。在产业领域，《制造业绿色低碳发展行动方案（2025—2027年）》聚焦钢铁、化工、建材等重点行业，通过明确绿色改造路径和阶段目标，为传统产业低碳转型提供政策引导。在能源领域，《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》为全面实施碳排放双控制度提供制度框架；《关于推进绿色低碳转型加强全国碳市场建设的意见》进一步完善碳市场扩围、配额管理和交易机制，为利用市场机制促进减排提供政策基础；《节能降碳中央预算内投资专项管理办法》界定了中央财政支持节能降碳项目的范围、标准与实施路径。在金融领域，《关于进一步强化金融支持绿色低碳发展的指导意见》和《绿色金融支持项目目录（2025年版）》共同勾勒了绿色金融的支持框架与行动指南。在数字化领域，《2025年数字化绿色化协同转型发展工作要点》强调着力推动数字技术与电力、采矿等重点行业的绿色转型深度融合，为提升绿色转型效率提供技术支撑。总体来看，不同领域政策工具虽作用对象有所差异，但均通过降低绿色转型成本、提高高碳行为约束和稳定市场预期，强化了“十五五”时期全面绿色转型的制度保障。

表4　促进经济社会发展全面绿色转型的相关顶层设计和政策

年份	文件/会议名称	主要内容
2020	《中共中央关于制定国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标的建议》	首次提出“促进经济社会发展全面绿色转型”
2023	《中共中央　国务院关于全面推进美丽中国建设的意见》	提出“加快发展方式绿色转型”的具体措施
2024	《关于进一步强化金融支持绿色低碳发展的指导意见》	金融系统服务绿色转型的核心行动指南
2024	《中共中央　国务院关于加快经济社会发展全面绿色转型的意见》	中央层面首次对该议题进行系统部署
2024	《加快构建碳排放双控制度体系工作方案》	提出“十五五”时期在全国范围实施碳排放双控制度
2024	《中共中央关于进一步全面深化改革、推进中国式现代化的决定》	中央层面强调“促进经济社会发展全面绿色转型”
2024	2024年中央经济工作会议	中央提出“促进经济社会发展全面绿色转型”
2025	《制造业绿色低碳发展行动方案（2025—2027年）》	推动传统产业深度绿色转型的具体方案
2025	《2025年数字化绿色化协同转型发展工作要点》	推动数字技术与电力、采矿等重点领域的协同转型方案
2025	《关于推进绿色低碳转型加强全国碳市场建设的意见》	碳市场领域的首份中央文件
2025	《节能降碳中央预算内投资专项管理办法》	中央财政直接支持节能降碳项目的核心操作指南
2025	《绿色金融支持项目目录（2025年版）》	明确绿色金融支持范围
2026	《中华人民共和国国民经济和社会发展第十五个五年规划纲要》	明确“十五五”时期经济社会发展全面绿色转型的具体任务和指标

资料来源：根据中国政府网（https://www.gov.cn）信息整理。

注：相关顶层设计和政策包括但不限于以上内容。

（二）技术维度：创新集群突破，系统集成激活转型动能

“十五五”时期，我国绿色技术发展将由单项技术突破逐步转向多领域技术融合与系统集成。特别是，能源、工业、交通、建筑等领域的技术转型路线日益清晰，技术间的耦合协同效应逐步显现。根据技术融合理论和通用目的技术理论，绿色转型所

需技术并非孤立演进，而是在能源、工业、交通、数字等领域技术交叉融合过程中形成系统性创新。随着关键技术逐步成熟并实现协同应用，技术融合效应不断增强，有助于降低绿色转型成本、提升资源配置效率，进而重塑绿色转型的成本—收益结构。

一是新能源技术加快进入规模化应用阶段。当前，我国新能源技术体系持续完善，部分关键技术正由示范验证阶段迈向规模化应用阶段。深远海风电领域，漂浮式风机、动态海缆等关键装备技术取得突破，国产化水平不断提升（李达等，2025），推动海上风电开发向深远海拓展；绿氢制备成本持续下降，应用场景不断拓展，为钢铁、化工、重型运输等难减排领域提供新的脱碳路径。上述技术突破有助于提高新能源供给能力，为能源结构绿色低碳转型提供重要技术支撑。二是零碳与负碳技术加快由示范应用向规模化部署迈进。与新能源技术主要通过替代化石能源实现源头减排不同，零碳与负碳技术主要针对难以避免的碳排放，通过捕集、利用和封存等方式降低碳排放压力，是实现碳中和目标的重要技术储备。一方面，碳捕获、利用与封存（CCUS）技术持续发展，示范项目不断增加，技术效率和经济性逐步提升（窦立荣等，2025）；另一方面，生物质能碳捕集与封存（BECCS）、直接空气捕集（DAC）等负碳技术研发不断推进，为未来深度减排和碳中和实现提供技术储备。三是数字化智能化技术深度赋能绿色转型全过程。当前，人工智能、大数据、物联网等数字技术与绿色技术加速融合，“AI+能源”“AI+工业”“AI+交通”等应用场景持续拓展。数字技术通过提升碳排放监测能力、优化能源资源配置、促进生产流程智能化改造，有助于降低绿色转型中的信息成本和协调成本，并通过技术外溢效应提升绿色全要素生产率（周晓辉等，2021），为经济社会发展全面绿色转型提供新的技术动能。

（三）市场维度：供需双向扩容，商业创新夯实转型支撑

“十五五”时期，我国全面绿色转型的内生市场动力将进一步增强。根据需求引致创新理论，持续扩大的绿色市场需求能够增强企业绿色创新内生激励（刘维林等，2026），引导创新资源向绿色领域集聚，推动绿色技术创新和商业模式创新不断涌现，进而形成需求牵引供给、供给创造需求的动态循环，为全面绿色转型提供持续稳定的市场支撑。

一是国内绿色消费市场加速扩容。消费者层面，随着生态文明理念深入人心和居民收入水平的不断提高，广大消费者在满足基本生活需求的基础上，会更加注重健康、环保、品质等方面的消费体验，对绿色低碳产品的支付意愿将持续提升。企业层面，在消费升级和供应链碳管理压力的共同作用下，越来越多的龙头企业将绿色低碳作为供应商准入和考核的核心指标，倒逼上下游企业增加对绿色技术、绿色设备和低碳原材料的采购需求。绿色技术持续进步和规模化生产也将进一步丰富绿色产品供给，提升绿色产品品质并降低生产成本，推动绿色供给能力与市场需求同步提升。政府层面，当前绿色采购制度不断完善，公共部门通过绿色采购发挥示范引领作用，不仅进一步释放公共绿色需求，而且能够形成稳定市场预期，引导企业扩大绿色产品供给，推动绿色产业加快发展。二是国际绿色消费市场持续拓展。一方面，以欧盟碳边境调节机制（CBAM）为代表的绿色贸易壁垒短期内虽会增加企业出口合规成本，但长期来看，将形成“倒逼效应”，促使企业加快碳足迹核算、绿电使用与低碳技术改造，进而有助于提升我国绿色产品在国际市场的竞争力。另一方面，“十四五”期间我国企业积极参与共建“一带一路”国家绿色基础设施建设，绿色技术合作持续深化，在全球绿色价值链中的地位不断提升，为“十五五”时期拓展国际市场、深化绿色贸易与投资创造了有利条件。三是绿色商业模式创新层出不穷。合同能源管理、碳资产托管、虚拟电厂等新型商业模式不断涌现，通过将减排收益转化为可交易的经济价值，有效降低了绿色转型的进入门槛，拓宽了市场主体参与绿色转型的渠道。与此同时，依托数字化平台和共享经济特征，新型商业模式能够带来网络外部性和规模经济效应，加快绿色技术推广应用，进一步降低绿色产品和服务供给成本，从而促进绿色消费与绿色投资相互促进、协同发展。

四、“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型的核心挑战

“十五五”时期，我国经济社会发展全面绿色转

型在迎来政策、技术、市场等多重机遇的同时，也面临着一系列深层次挑战。从系统性跃迁的视角看，全面绿色转型的核心在于推动经济结构、能源体系与社会治理的深层重构与全面升级（袁亮，2026）。因此，本部分结合外部性理论、路径依赖理论、协同治理理论等，重点从产业转型、能源结构和协同治理三个维度，深入研判“十五五”时期我国全面绿色转型面临的核心挑战。

（一）产业转型约束：成本高企与激励扭曲的双重梗阻

依据外部性理论，当经济主体创造社会收益却无法获得相应补偿时，市场资源配置将偏离社会最优水平。绿色转型具有典型的正外部性特征，企业实施节能减排、低碳改造等绿色投资，所带来的生态改善与气候收益由全社会共享，而转型成本却主要由企业自身承担。这种成本与收益的主体错位，削弱了市场主体自主推进绿色转型的积极性，从而构成产业绿色转型的重要约束。具体表现在以下三个方面。

一是传统高耗能产业绿色转型面临较高成本约束。钢铁、水泥、石化等高耗能产业的碳排放主要来自生产过程，要实现绿色转型需要采用先进的节能减排技术，对生产设备进行全面升级改造。在现有技术条件下，相关改造普遍具有投资规模大、回收周期长、收益实现慢等特点，短期内可能对企业的财务状况和盈利能力形成一定压力，导致企业绿色转型的内生激励不足。二是产业链协同转型存在结构性约束。传统高耗能产业往往涉及上游原材料供应、中游生产加工、下游产品应用等多个环节，产业链条长、关联度高，使得绿色转型具有显著的系统性特征。以钢铁产业为例（见图1），钢铁产业绿色转型不仅要求钢铁企业推进生产工艺低碳化改造，还要求上游铁矿石、焦炭、废钢等原材料供应环节实现绿色化生产，同时需要下游汽车、建筑、家电等行业形成对绿色钢材的稳定需求和合理支付意愿。产业链各环节相互依存，任何一个环节绿色转型滞后，都可能削弱整个产业链绿色转型的整体成效，增加协同推进成本。三是碳定价机制尚不完善，绿色转型激励不足。根据外部性理论，要矫正市场失灵，需要通过制度安排将绿色转型产生的社会收益内部化，使企业获得与减排贡献相匹配的经济回报。然而，目前我国碳定价机制仍存在一定不足。一方面，全国碳市场覆盖范围相对有限。大量中小企业尚未被纳入交易体系（徐晋涛，2024），导致绝大多数企业的碳排放行为不受碳价格约束，正外部性无法转化为企业的经济收益。另一方面，碳价整体水平偏低，信号引导作用不足。全国碳市场碳价长期在80元/吨左右波动，远低于欧盟约75欧元/吨的水平[6]，尚不足以充分反映碳排放的环境成本，使得企业减排所获得的经济回报十分有限，难以形成足够的价格激励。此外，目前碳市场与电力市场、绿证市场之间仍缺乏有效衔接，导致碳价信号在跨市场传导中容易受阻，难以发挥其对资源配置的引导作用（李玲，2024）。

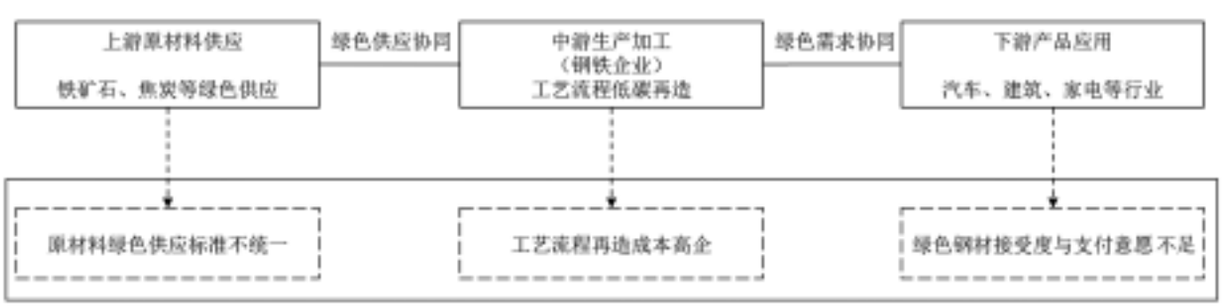


图1 产业链协同转型的结构性障碍：以钢铁行业为例

资料来源：作者绘制。

（二）能源结构约束：结构惯性与时序压缩的叠加压力

能源活动是温室气体的主要来源，能源体系绿色低碳转型是推动全面绿色转型的重要途径。依据路径依赖理论，一个系统一旦沿着某条路径发展，便会在规模经济、学习效应、协调效应与适应性预期等机制的作用下产生自我强化，形成退出成本高昂的结构惯性（王凤彬等，2012）。我国长期形成的以煤炭为主体的能源体系，正是路径依赖作用下的典型表现。与此同时，“双碳”目标显著压缩了我

国能源绿色低碳转型的时间窗口，要求在较短时期内完成能源结构深度调整。路径依赖形成的结构惯性与“双碳”目标带来的时序压缩相互叠加，使能源转型既面临较高的调整成本，又承受更加紧迫的时间约束，成为“十五五”时期全面绿色转型面临的突出挑战。

从能源供给侧看，结构惯性提高了能源结构调整的转换成本。当前，我国以煤为主的化石能源主导格局尚未根本改变。图2展示了我国自2015年以来的能源消费结构情况。其中，2025年我国能源消费结构中，化石能源占比约为78.30%[⑦]，煤炭消费比重仍超过50%。这一长期形成的结构惯性具有较强的路径锁定效应：一是资产锁定。企业长期投资所形成的煤电专用设备、矿井、运输铁路等基础设施具有高度的资产专用性，难以转作他用，构成了巨大的沉没成本。若在短期内强制退出，将导致大量资产搁浅，企业和金融机构需承担较高的沉没成本。二是技术锁定。围绕煤炭开采、运输、利用形成的技术体系经过长期积累，具有较高的技术成熟度和产业配套能力，短期内难以完全由新能源技术体系替代。三是就业锁定。根据第五次全国经济普查数据，2023年末全国煤炭开采和洗选业从业人员为277.2万人[⑧]。这部分劳动者技能具有较强的行业专用性，转向新能源产业需要较长的技能转换周期。同时，资源型地区财政收入和就业岗位仍高度依赖煤炭产业，大规模压减煤炭产能可能带来财政减收、就业压力等一系列经济社会问题，进一步增强了能源结构调整的现实约束。

从能源需求侧看，时序压缩放大了能源绿色转型压力。一方面，“十五五”时期我国潜在经济增速预计能达到年均5.1%左右（易信等，2025），新型工业化、新型城镇化将持续推进，常住人口城镇化率有望超过70%，居民生活、交通出行、公共服务等领域的能源需求将持续增长。另一方面，人工智能等战略性新兴产业进入快速发展阶段，其高电力密度、高负荷强度的用能特征将持续推升电力需求。在此背景下，“十五五”时期能源消费总量仍将保持增长态势，而“双碳”目标要求碳排放尽快实现达峰并持续下降，这意味着能源绿色转型必须在能源需求持续扩张的条件下同步推进，既要保障能源安全和经济增长，又要实现能源结构快速优化。能源转型的时间约束与发展约束相互交织，显著增加了绿色转型的复杂性和艰巨性。

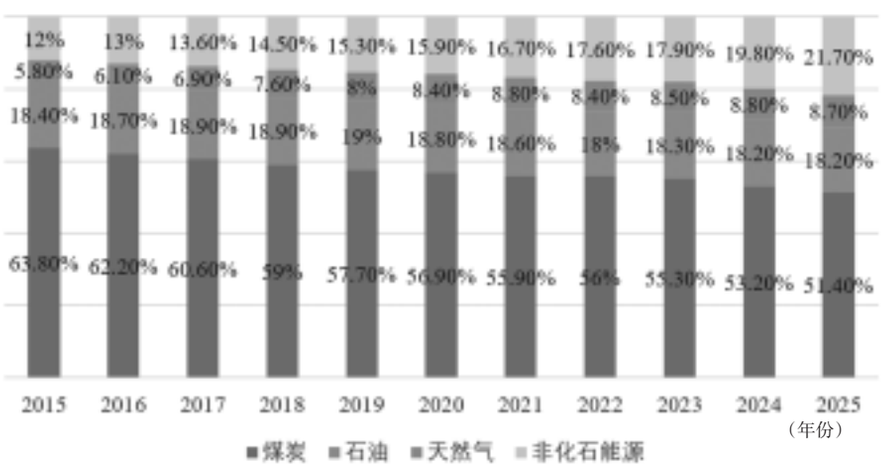


图2 2015—2025年我国能源消费结构

数据来源：根据国家统计局公布的数据整理绘制。

（三）内外协同约束：协同失灵与规则失衡的治理困境

经济社会发展全面绿色转型本质上是一项涉及多层次、多主体协同推进的系统性制度变迁。依据协同治理理论，这类涉及多主体、多领域、多政策的复杂制度变迁，其成功需要依赖于政府、市场、社会及个人之间的相互协调合作（张贤明等，2016），任何一个环节发生协同失灵，都可能削弱整体治理效能，增加绿色转型成本。“十五五”时期我国绿色转型仍面临国内协同不足与国际规则失衡交织叠加的双重约束，具体如下：

一是国内绿色转型协同效能仍有待提升。绿色转型在目标衔接、政策协同和监管联动等方面仍存在不足，具体表现为央地目标分化、部门间协调

失灵与监管体系碎片化。从央地目标看，中央与地方存在一定程度的激励不相容。中央政府更注重碳达峰碳中和等长期战略目标，而地方政府更注重当地GDP增长、就业保障等短期硬考核指标。绿色转型的生态改善、长期减排等效益具有滞后性和外部性，难以在短期内转化为地方经济增长和财政收入，使部分地区推进绿色转型的积极性受到一定影响。从部门间协调来看，绿色转型涵盖能源、工业、交通等多部门，具有强跨域性，但现行治理架构中由于各部门政策目标函数不一，存在职能交叉与真空，容易导致政策信号不一致，影响政策组合效应的充分发挥。从监管体系来看，监管体系存在碎片化问题。目前我国碳排放监管主要聚焦于大型重点排放企业，而对广大中小企业和非重点行业监管覆盖不足，尚未形成全行业的减排监管网络。与此同时，我国碳排放统计核算体系在标准统一、数据互通、方法衔接等方面仍存在一定不足，导致碳排放信息难以实现高效共享和有效传导，在一定程度上影响了碳定价机制和绿色金融体系的运行效率。

二是全球绿色治理面临规则失衡压力。全球气候治理具有典型的全球公共产品属性。依据奥尔森的集体行动理论，各国利益诉求存在差异，容易产生“搭便车”行为，导致全球减排行动难以形成稳定合作机制。近年来，全球气候治理合作出现一定波动，美国退出《巴黎协定》、欧盟因能源危机重启煤电、部分发展中国家延缓减排等一系列国际事件均表明全球减碳行动呈现“碎片化”特征，集体行动困境凸显，正从“共同责任”滑向“责任稀释”。与此同时，以欧盟碳边境调节机制（CBAM）和美国《通胀削减法案》（IRA）为代表的新型绿色贸易规则不断演进，国际绿色规则竞争日趋激烈，全球绿色产业竞争逐渐由产品竞争向规则竞争延伸。对于我国而言，“十五五”时期既需要统筹推进国内绿色低碳转型，又需要积极适应国际绿色规则变化、提升绿色产业国际竞争力，在参与全球绿色治理过程中将面临更加复杂的规则协调和国际博弈，外部制度环境变化带来的绿色转型成本也将进一步上升。

五、“十五五”时期我国经济社会发展全面绿色转型的实践路径

针对产业转型、能源结构和内外协同等方面面临的突出约束，“十五五”时期应坚持问题导向与系统思维，以构建绿色转型成本分担机制破解产业梗阻，以推动能源结构深度优化调整缓解能源压力，以完善内外联动协同治理体系突破协同困境，加快形成政府有为、市场有效、社会有序协同推进的绿色转型格局，进而推动经济社会发展全面绿色转型取得更大成效。

（一）破解产业梗阻：构建绿色转型成本分担机制

依据外部性理论，绿色转型具有显著的正外部性特征，企业承担了大部分转型成本，而生态环境改善等社会收益难以通过市场机制得到充分补偿，导致绿色转型激励不足。因此，“十五五”时期应着力构建政府、市场和产业链协同参与的绿色转型成本分担机制（见图3），通过合理分担转型成本、有效补偿绿色收益和降低系统协调成本，推动企业绿色转型由“成本约束”向“收益驱动”转变。

一是强化政府政策引导，分担绿色转型成本。政府应综合运用财政、税收、金融等政策工具，合理分担企业绿色转型初期成本，缓解企业绿色投资压力。在财政支持方面，对符合条件的绿色技术改造项目给予税收优惠、财政补贴或加速折旧等政策支持，引导企业加快绿色低碳技术改造。同时，持续完善政府绿色采购制度，通过扩大绿色产业采购规模，为绿色产品构筑稳定的市场需求，增强企业绿色投资信心。此外，针对资源型地区，设立绿色转型专项基金，支持传统高耗能产业有序退出或转型。在金融支持方面，应大力发展绿色信贷、转型贷款、绿色债券等金融产品，引导金融机构优化绿色金融资源配置，为企业绿色转型提供长期、稳定、低成本的融资支持。

二是健全市场激励机制，增强长期收益预期。从长期来看，绿色转型不能长期依赖财政补贴，而应充分发挥市场机制配置资源的决定性作用，使绿色发展的生态价值能够持续转化为企业收益。为此，应加快推进碳排放双控制度落地，健全碳定价机制，使减排收益真正反映在企业的财务报表中。同时，稳步扩大全国碳排放权交易市场的行业覆盖范围，将更多高排放行业纳入交易体系，并根据市场运行情况逐步完善碳价形成机制，增强价格信号对绿色投资和技术创新的引导作用。此外，应加快完善用能权交易、绿色电力交易、绿证交易等市场体系，拓宽企业绿色价值实现渠道，形成多元化绿

色收益机制。积极探索碳普惠等公众参与机制，对中小企业和居民自愿减排行为给予适当激励，进一步增强全社会参与绿色转型的积极性。

三是深化产业链协同治理，降低系统协调成本。绿色转型不仅是单个企业的行为，更是产业链上下游协同推进的系统工程。应充分发挥龙头企业的链主作用，引导产业链上下游协同推进绿色转型，通过绿色供应链建设降低全链条绿色转型成本。一方面，鼓励龙头企业建立“产业链绿色联盟”，完善绿色供应商准入制度，统一产品碳足迹核算规则和绿色评价标准，引导上下游企业共同提升绿色发展水平；积极探索产业链绿色集中采购模式，由龙头企业牵头采购绿色电力、低碳原材料等绿色生产要素，充分发挥规模效应，降低绿色投入成本。另一方面，政府部门和行业协会应协同搭建产业链协同转型平台，建立绿色技术推广、供需对接、碳排放信息共享等公共服务机制，促进绿色技术、绿色产品和绿色标准在产业链上下游协同扩散，降低信息不对称和交易成本，推动产业链由单点绿色改造向全链条绿色协同转型。

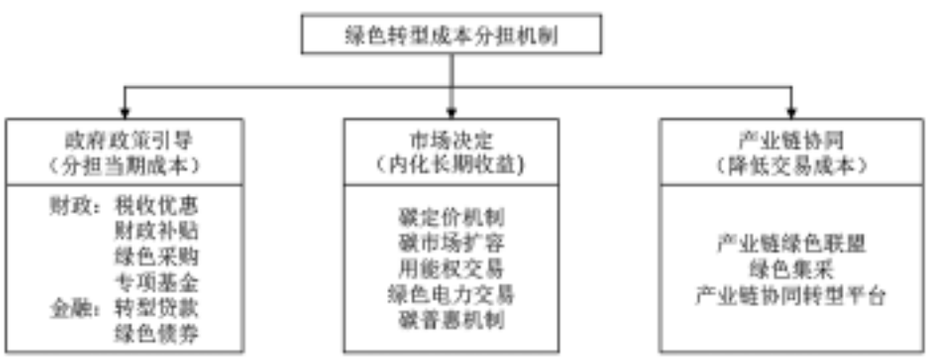


图3　绿色转型成本分担机制

资料来源：作者绘制。

（二）缓解能源压力：推动能源结构深度优化调整

依据路径依赖理论，我国以煤为主的能源体系历经长期发展，形成了显著的结构惯性，而“双碳”目标大幅压缩了转型周期。破解这一困境，核心在于以更大力度推动能源结构深度优化调整，在保障能源安全的前提下，实现化石能源清洁高效利用与新能源高质量发展的协同推进（袁惊柱，2025）。具体而言，需从供给优化、效率提升、需求管理三个层面系统发力。

一是加快构建多元清洁的能源供给体系。破解能源结构惯性的关键，在于持续增强新能源供给能力，逐步降低对传统化石能源的路径依赖。一方面，国家发展和改革委、国家能源局应统筹推进风电、光伏、水电、生物质能等新能源开发利用，加快建设大型清洁能源基地和新型电力系统，完善跨区域输电网络、储能设施和新能源消纳保障机制，提高新能源稳定供给能力和跨区域配置能力，逐步提升非化石能源消费比重。另一方面，财政部门应综合运用财政补贴、税收优惠、专项债券等政策工具，引导社会资本加大对新能源领域的投资力度，形成多元化投（融）资机制。针对煤电机组提前退出可能带来的搁浅资产风险，财政部门可会同国家能源局探索建立煤电转型成本分担机制，对承担基础调峰功能、因绿色转型提前退役的煤电机组给予适度补偿，并支持煤电企业通过“煤电+新能源”“煤电+储能”等模式加快转型发展，推动传统能源与新能源优势互补、协同发展，实现能源结构平稳有序调整。

二是加快提升化石能源利用效率。考虑到煤炭在我国能源体系中的基础性作用短期内仍难以根本改变，“十五五”时期应坚持减量替代与提质增效相结合，充分挖掘存量能源绿色低碳发展潜力。国家能源局应持续推进煤电机组节能降碳改造、供热改造和灵活性改造，提高煤电清洁利用水平和系统调节能力；科技部门应加大煤炭清洁高效利用、碳捕集利用与封存（CCUS）、新型储能等关键技术研发支持力度，加快先进低碳技术成果转化和规模化应用。针对煤炭产业转型过程中可能出现的就业和区域发展问题，人力资源社会保障部门应会同财政部门完善煤炭行业就业转型支持政策，加强职业技能培训和转岗就业服务，引导煤炭从业人员向新能源装备制造、电力运维、绿色制造等领域有序

流动。财政部门还应完善资源型地区转移支付制度，对煤炭资源型地区给予适度财政支持，引导其培育绿色制造、现代能源、生态修复、文旅康养等接续替代产业，增强资源型地区绿色转型的内生发展能力。

三是完善能源需求侧管理机制。“十五五”时期，我国能源消费总量仍将保持增长态势，能源绿色低碳转型不能依赖压缩能源消费实现减排，而应加强需求侧管理，提高能源利用效率，在满足新增用能需求的同时控制碳排放增长。为此，国家发展和改革委、国家能源局应进一步加强工业、建筑、交通等重点领域节能管理，制定更加严格的能效标准，推动重点行业实施节能降碳改造。电网企业应加快完善需求响应机制，充分运用分时电价、峰谷电价、容量电价等价格工具，引导居民和企业合理用能、削峰填谷（杨迎春等，2025），分担时序压缩带来的供给端转型压力。与此同时，应进一步完善能源价格形成机制，建立能够反映能源资源稀缺程度、市场供求关系和环境外部成本的价格体系（谢旭轩等，2014），引导市场主体形成绿色低碳消费方式。国家能源局还应统筹完善能源储备体系和应急保障机制，加强煤炭、天然气、石油等战略能源储备以及跨区域能源应急调配能力建设，提高能源供应韧性和风险防控能力，为“十五五”时期经济社会发展全面绿色转型提供安全稳定的能源保障。

（三）突破协同困境：完善内外联动协同治理体系

依据协同治理理论，绿色转型是一项涉及多主体、多层级协同推进的系统性工程。破解绿色转型中的协同失灵与规则失衡，需要统筹国内制度体系与国际规则，健全央地协同、部门协同、监管协同和国际合作机制，进而形成系统集成、高效协同的绿色治理体系。国内层面，应着力增强政策协同性和治理整体性，形成激励相容、高效协同的治理格局；国际层面，应积极参与全球绿色规则制定，强化关键核心技术自主创新，提升国际规则协调与制度应对能力，将外部压力转化为绿色转型的内生动力。

一是完善央地激励机制，增强地方绿色转型内生动力。地方政府在绿色转型中普遍面临“收益外部化、成本本地化”的现实约束，这是部分地区绿色转型积极性不足的重要制度原因。为此，应在中央组织部统筹指导下，由国家发展和改革委会同生态环境部进一步完善地方绿色发展考核体系，将碳减排绩效、能源资源利用效率、生态环境质量状况等指标纳入地方政府综合考核体系，并对资源型地区实行差异化考核和适度延长转型过渡期，增强政策适应性。财政部应完善绿色转型财政补偿机制，综合运用一般性转移支付、专项转移支付和绿色发展专项资金等政策工具，将地方减排成效、生态保护贡献与财政激励挂钩，使绿色发展的生态效益逐步转化为地方可持续发展的现实动力。

二是健全跨部门协调机制，提高绿色转型政策协同性。绿色转型涉及能源、工业、交通、财政、科技等多个领域，具有显著的跨部门、跨行业特征。为此，国家发展和改革委应会同生态环境部、工业和信息化部、交通运输部等部门建立绿色转型跨部门协调机制，加强重大政策统筹、重大事项协调和重大项目推进，避免政策目标冲突。与此同时，应建立绿色低碳影响评估制度，在重大政策出台前开展碳排放影响和绿色发展影响评估，提高政策制定的科学性和协同性。国家发展和改革委、生态环境部还应统筹推进全国碳市场、电力市场和绿证市场建设，加强价格机制和交易规则衔接，完善“电—碳—证”协同运行机制，充分发挥市场机制在资源优化配置中的作用，降低制度性交易成本。

三是完善碳排放监管和标准体系，夯实绿色转型制度基础。当前碳排放监管主要聚焦于大型重点排放企业，中小企业覆盖不足，核算标准也不统一。为此，生态环境部应进一步完善碳排放监管体系，按照重点行业先行、重点企业突破、逐步扩大覆盖范围的思路，健全分层分类监管机制，稳步扩大碳排放监管覆盖范围，提升重点行业和重点企业碳排放管理水平。同时，加快完善统一规范的碳排放统计核算标准体系，推动行业标准、地方标准与国家标准有效衔接，提高碳排放数据的一致性和可比性，降低企业重复填报成本。在此基础上，加快建设国家产品碳足迹数据库和基础数据平台，完善产品碳足迹核算规则，为全国碳市场建设、绿色金融发展以及国际绿色规则对接提供统一、可靠的数据支撑。

四是积极参与全球绿色治理，提升国际规则应对能力。面对全球绿色规则重构和国际竞争加剧的新形势，应坚持高水平对外开放，积极参与全球绿色治理体系建设。生态环境部、商务部等部门应

加强与欧盟等主要经济体在碳市场制度、产品碳足迹核算、绿色认证等领域的沟通协调，积极推动我国碳市场制度与国际规则有效对接，降低绿色贸易壁垒带来的制度成本。同时，进一步健全企业绿色贸易合规服务体系，加强对欧盟碳边境调节机制（CBAM）、产品碳足迹、ESG信息披露等国际绿色规则的跟踪研究和风险预警，为企业开展绿色贸易和国际投资提供政策咨询、标准解读和合规指导，增强企业适应国际规则变化的能力。科技部应会同国家发展和改革委、国家能源局持续加大氢能、碳捕获、利用与封存（CCUS）、新型储能等关键低碳技术的研发投入，加快突破绿色低碳领域关键核心技术，提高产业链供应链自主可控能力。同时，应完善跨境碳数据流动和安全管理机制，健全国际绿色规则动态监测与风险应对机制，不断提升我国参与全球绿色治理和国际规则协调的能力。

注释

①新华社：《中国应对气候变化的政策与行动》，2021年10月27日，https://www.gov.cn/zhengce/2021-10/27/content_5646697.htm。②数据来源：国家能源局官网，https://www.nea.gov.cn/20260424/6cf11b8b01a74679abb187b4bff5abc9/c.html。③数据来源：中国汽车工业协会官网，http://www.caam.org.cn/tjsj。④数据来源：国家统计局官网，https://data.stats.gov.cn/dg/website/page.html。⑤数据来源：国家统计局官网，https://data.stats.gov.cn/dg/website/page.html。⑥数据来源：商务部官网，https://chinawto.mofcom.gov.cn/article/jsbl/zszc/202607/20260703635253.shtml。⑦数据来源：国家统计局官网，https://data.stats.gov.cn/dg/website/page.html。⑧数据来源：国家统计局官网，https://data.stats.gov.cn/dg/website/page.html。

参考文献

[1]艾四林，郑懿烽.“加快经济社会发展全面绿色转型”的内在逻辑与实践要求[J].思想理论教育导刊，2025(12)：19-25.

[2]庄贵阳，王思博.“十五五”时期“双碳”引领经济社会发展全面绿色转型：战略意蕴与保障机制[J].改革，2025(7)：71-81.

[3]徐晋涛，易媛媛.“双碳”目标与基于自然的解决方案：森林碳汇的潜力和政策需求[J].农业经济问题，2022(9)：11-23.

[4]张永生.中国全面绿色转型引领全球生态文明建设：“十五五”时期加快全面绿色转型的内在要求和世界意义[J].财贸经济，2026，47(3)：5-19.

[5]连飞，尚莹，吴晨.“双碳”目标下低碳转型的金融风险防范：基于财政补贴与绿色信贷的政策协同[J].财政研究，2024(10)：79-96.

[6]张景智，余涛，曹雁超，等.地方激励政策、绿色信贷投放与区域绿色低碳转型：基于省际面板的财政与金融政策协调视角[J].投资研究，2026，45(1)：112-133.

[7]张军涛，朱悦，游斌.产业协同集聚对城市经济绿色发展的影响[J].城市问题，2021(2)：66-74+94.

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

[9]陈国进，丁赛杰，赵向琴，等.中国绿色金融政策、融资成本与企业绿色转型：基于央行担保品政策视角[J].金融研究，2021(12)：75-95.

[10]吴卫红，杨帆，张爱美，等.数字化技术转型、数字化治理能力与制造业企业绿色转型升级：基于数字化赋能理论的作用机制研究[J].科技进步与对策，2023，40(12)：32-41.

[11]王洋洋，陈洪波，王伟光.战略性技术创新如何促进企业绿色转型?[J].中国政法大学学报，2025(5)：118-131.

[12]李晓，黄婧.制造企业商业模式创新对碳排放强度的影响研究[J].科技进步与对策，2026，43(7)：96-108.

[13]窦晓铭，庄贵阳，王思博.碳中和目标下公正转型的主流化：概念源起与政策设计[J].北京工业大学学报(社会科学版)，2026，26(1)：104-117.

[14]王政，李佩霖.“双碳”目标下公正转型的价值及其实现[J].西安电子科技大学学报(社会科学版)，2025，35(3)：34-43.

[15]中国人民银行研究局课题组，许均平，黄沁.公正转型的国际经验与启示[J].中国金融，2023(15)：38-40.

[16]仇焕广，黄青.农业绿色转型与高质量协调发展的理论逻辑与实践[J].农业经济问题，2025(2)：15-23.

[17]汤广福，周静，庞辉，等.能源安全格局下新型电力系统发展战略框架[J].中国工程科学，2023，25(2)：79-88.

[18]陈诗一，许璐，吴海鹏.“双碳”目标下中国产业链绿色低碳转型的理论阐释与实现路径[J].广东社会科学，2024(5)：63-74+286.

[19]庄星辉，王强，党牛，等.俄乌冲突背景下世界能源贸易格局演变及能源安全评价研究[J].世界地理研究，2025，34(3)：37-53.

[20]汪阳.欧盟碳边境调整机制的运行机理解构与发展中国家因应[J].中国软科学，2025(2)：12-25.

[21]李达，孙涛，易丛，等.深远海浮式风电技术发展研究[J].中国工程科学，2025，27(2)：108-122.

[22]窦立荣，郜峰，王曦，等.全球CCUS行业发展趋势及国际油公司业务发展模式[J].钻采工艺，2025，48(5)：21-29.

[23]周晓辉，刘莹莹，彭留英.数字经济发展与绿色全要素

生产率提高[J].上海经济研究,2021(12):51-63.
[24]刘维林,赵雅婷.超大规模市场需求牵引现代化产业体系建设的机制与路径[J].江西社会科学,2026,46(5):35-48+213.
[25]袁亮."十五五"应如何加快经济社会发展全面绿色转型[N].中国经济时报,2026-01-12(1).
[26]徐晋涛.中国绿色低碳转型的几个关键问题[J].新金融,2024(12):22-27.
[27]李玲.绿证与碳市场亟待协同减排[N].中国能源报,2024-08-26(3).
[28]王凤彬,陈建勋,杨阳.探索式与利用式技术创新及其平衡的效应分析[J].管理世界,2012(3):96-112+188.
[29]易信,彭慧."十五五"时期我国经济发展阶段性特征及战略趋向[J].改革,2025(4):31-43.
[30]张贤明,田玉麒.论协同治理的内涵、价值及发展趋向[J].湖北社会科学,2016(1):30-37.
[31]袁惊柱.新型工业化背景下能源体系绿色低碳转型研究[J].发展研究,2025,42(2):44-50.
[32]杨迎春,杨斯媛.价格政策在推动我国能源绿色低碳转型中的应用、局限与改进建议[J].经济纵横,2025(3):87-96.
[33]谢旭轩,任东明,赵勇强.推动我国能源革命体制机制改革研究[J].中国能源,2014,36(4):16-19+44.

Core Challenges and Pathways for a Comprehensive Green Transition in China's Economic and Social Development under the Constraints of the "Dual Carbon" Goals

Zhang Hanfei Gao Yongzhi

Abstract: During the 15th Five-Year Plan period, the global climate governance landscape for China's comprehensive green transition in economic and social development will become more complex than ever, while the domestic starting conditions are also different from the past. This period constitutes a critical phase for China to attain its carbon-peak target, as well as a crucial window of opportunity to lay the groundwork for carbon neutrality. Against this backdrop, drawing on theories such as externalities, path dependence, and collaborative governance, this paper constructs an analytical framework of "Characteristic Identification - Opportunity Analysis - Challenge Diagnosis - Path-Breaking Countermeasures". It aims to provide a theoretical basis and decision-making reference for China to accelerate its comprehensive green transition and accomplish the "dual-carbon" goals on schedule. This study finds that in the 15th Five-Year Plan period, China's comprehensive green transition will faces significant opportunities in policy, technology and market dimensions. Nevertheless, it also faces core challenges stemming from intertwined industrial transition bottlenecks, energy-structure constraints, and domestic-international coordination dilemmas. Accordingly, this paper proposes establishing a cost-sharing mechanism for green transition to overcome industrial bottlenecks, promoting in-depth optimization and adjustment of the energy structure to ease energy pressure, and improving a collaborative governance system linking domestic and international efforts to resolve coordination dilemmas, thereby accelerating the formation of a comprehensive green transition pattern featuring a proactive government, an efficient market, and well-ordered collaborative social participation.

Key Words: "Dual-Carbon" Goals; Comprehensive Green Transition; Externalities; Path Dependence; Collaborative Governance

(责任编辑:柳 阳)