

“双碳”背景下能源绿色转型的多维探索

樊成, 陈姝婷

湘潭大学 公共管理学院, 湖南 湘潭 411199

DOI: 10.61369/SSSD.2026010027

摘 要 : 能源系统的绿色低碳转型作为实现“双碳”目标的关键任务。为实现此目标, 需从政策、技术、产业、国际社会四大维度协同推进能源绿色转型。我国虽已取得显著成效, 但在实践中也仍面临技术瓶颈、制度障碍、生态冲突与国际不确定性等挑战。为促进能源系统的绿色低碳转型, 本研究立足系统思维提出以政策制度为保障, 以技术创新为驱动, 以产业实践为载体, 以国际合作为支撑的协同发展路径。实践表明, 该路径可提升新能源利用效率, 助力绿色能源扩大市场容量, 为“双碳”目标达成和绿色能源可持续发展注入强劲动力。

关 键 词 : “双碳”; 能源绿色转型; 协同

Multi-Dimensional Exploration of Energy Green Transition Under the "Dual-Carbon" Background

Fan Cheng, Chen Shuting

School of Public Administration, Xiangtan University, Xiangtan, Hunan 411199

Abstract : The green and low-carbon transition of the energy system is a key task to achieve the "dual-carbon" goals (carbon peaking and carbon neutrality). To accomplish this goal, it is necessary to promote the energy green transition in a coordinated manner from four dimensions: policy, technology, industry, and the international community. Although China has achieved remarkable results, it still faces challenges such as technological bottlenecks, institutional obstacles, ecological conflicts, and international uncertainties in practice. To advance the green and low-carbon transition of the energy system, this study proposes a coordinated development path based on systematic thinking, with policy and institutional guarantees as the foundation, technological innovation as the driving force, industrial practice as the carrier, and international cooperation as the support. Practice has shown that this path can improve the utilization efficiency of new energy, help expand the market capacity of green energy, and inject strong momentum into the achievement of the "dual-carbon" goals and the sustainable development of green energy.

Keywords : "dual-carbon" goals; energy green transition; coordination

引言

目前全球极端天气事件频发、海平面上升、生态系统退化等问题威胁着人类生存发展。中国作为全球最大的发展中国家和碳排放大国, 主动承担大国责任, 提出“双碳”的战略目标, 为全球气候治理注入中国力量。当前, 我国能源转型已取得阶段性成效。非化石能源消费有所提高; 风电、光伏发电装机规模达到2020年的3倍以上。但同时, 我国能源转型仍面临诸多深层次挑战。化石能源消费占比依然较高, 能源结构短期内难以根本改变; 区域发展不平衡、产业结构偏重等因素加剧了转型难度; 关键领域技术仍存在卡脖子风险。2025年作为《巴黎协定》签署十周年, 联合国气候变化大会 COP30 的召开为全球气候行动注入新的动力, 也对中国能源转型提出更高要求。在此背景下, 系统探索能源绿色转型的多维路径, 破解转型瓶颈, 实现能源安全与低碳发展的协同推进。

一、能源绿色转型的内涵

能源绿色转型是以“双碳”目标为引领, 以构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系为核心, 通过能源生产、传输、消费全链条的系统性变革, 实现能源结构由化石能源为主向非化石能源

为主转变, 能源利用方式由粗放低效向集约高效转变的过程。^[1] 其核心内涵包括三个维度, 一是结构转型, 即逐步提高非化石能源在能源消费总量中的比重; 二是技术转型, 即通过科技创新推动新能源技术、储能技术、智能电网技术等的应用; 三是制度转型, 即建立健全适应绿色转型的政策体系、市场机制与监管

作者简介:

樊成, 女, 湖南湘潭人, 湘潭大学公共管理学院教师;
陈姝婷, 女, 湖南道县人, 湘潭大学公共管理学院研究生。

模式。“双碳”背景下的能源绿色转型具有鲜明系统性，是一场广泛深刻、涉及多维因素协同发力的变革。

二、“双碳”背景下能源绿色转型的多维实践

（一）政策制度维度：构建转型顶层设计与制度保障

我国已形成多层次、全方位的能源转型政策体系，为转型提供坚实的制度保障。在国家战略层面，《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》明确了能源绿色转型的总体要求、主要目标与重点任务。^[2]在“十五五”规划中，进一步明确了优化能源结构、推动产业升级、强化碳市场作用的转型路径，强调精准施策与系统联动。在具体政策层面，形成了“激励+约束”的政策组合拳。一方面，通过财政补贴、税收优惠等激励政策，支持新能源项目建设与技术研发；另一方面，通过能耗双控、碳排放约束、环保标准等约束政策，倒逼高耗能行业节能降碳。

（二）技术创新维度：突破转型核心技术瓶颈

技术创新是能源绿色转型的驱动力，我国在新能源发电、储能、智能电网等领域的技术研发与应用取得显著突破，为转型提供有力支撑。在新能源发电领域，新研发的伞梯式陆基技术，突破了近地风电资源有限、稳定性不足的瓶颈。在储能技术领域，压缩空气储能系统实现产业化应用，核心装备全面国产化，通过“储能-释能”闭环设计，可以有效解决新能源随机性、间歇性问题，为电网提供灵活性调节支撑。在智能电网领域，特高压输电技术跨越式发展，提升电网对新能源的消纳与输送能力，为新型电力系统建设提供坚实支撑。

（三）产业实践维度：推动能源产业结构优化

能源绿色转型推动产业结构深度调整，形成传统能源清洁化改造与新能源产业快速发展并行的格局。在传统能源领域，实施煤电机组提质升级，合理控制煤炭消费增长，在重点区域继续实施煤炭消费总量控制。油气行业正加速勘探开发新能源，持续优化化石能源消费结构。在新能源领域，已构建起覆盖技术研发、装备制造、项目开发到运营服务的全产业链体系。同时产业绿色转型也正呈现出区域协同推进的格局，京津冀、长三角、粤港澳大湾区合力培育全球性的绿色低碳产业集群；长江经济带与黄河流域则坚持生态优先、绿色发展，探索出各具特色的区域转型路径。

（四）国际合作维度：拓展转型全球空间

能源绿色转型已成为全球共识，我国积极参与全球气候治理，深化国际能源合作，构建绿色低碳的国际合作新格局。在双边合作层面，中国与冰岛加强地热和绿色转型合作，在政府间、行业间层面开发利用地热能资源，创造绿色产业和就业岗位。与“一带一路”沿线国家深化能源合作，推动新能源技术与装备出口，助力沿线国家能源转型。在多边合作层面，上合组织天津峰会上，中国承诺与成员国共同扩大可再生能源产能，共建能源与绿色产业合作平台；在COP29大会上，积极推动《巴黎协定》第六条落实，倡导跨境碳交易，反对基于气候问题的单边贸易

壁垒。

三、当前能源绿色发展存在的困境分析

（一）绿色电力供需结构性矛盾突出

当前电力系统中可再生能源装机规模持续扩大，风电、光伏等清洁能源在新增发电容量中占主导地位，但其实际消纳水平并未同步提升，造成较大的产能过剩压力。^[3]这暴露出电源建设提速与本地消纳空间有限的脱节。现有电网调度体系对间歇性电源的适应能力有限，导致系统难以有效吸纳波动性较大的绿色电力。同时，区域间电力输送能力不均加重了供需错配。部分风光资源丰富区位于西北、华北等偏远地带，本地用电需求有限，东部沿海经济发达地区用电负荷集中，但绿色电力输入通道建设尚未完全匹配需求增长速度。跨区域特高压输电工程虽已取得进展，但在运行协调、利益分配和调度机制方面仍存在障碍，限制了绿色电力的大范围优化配置。^[4]

（二）能源治理机制薄弱引发生态隐忧

大规模推进风电、光伏等可再生能源项目建设虽有助于减少碳排放，但其选址与建设过程对生态系统造成的扰动不容忽视。^[5]例如，部分地区的光伏电站建设占用大量荒漠草原或林地资源，导致原有生态系统遭到破坏；风力发电机组多布局于山地、海岸带或候鸟迁徙通道附近，可能造成生物栖息环境压缩甚至物种回避现象。另外，新能源基础设施运维阶段的环境管理机制尚不健全。光伏板老化后的回收处理技术尚未普及，大量退役组件面临无序堆积或不当处置风险，可能释放有毒物质进入环境。^[6]这都体现出生态保护与能源转型协同治理的制度衔接不足，跨部门协调机制薄弱，环境监管执法力度在偏远地区相对松弛，使得一些本可规避的生态冲突未能及时干预。

（三）绿色能源技术创新动力不足

现有能源系统中风能、太阳能等可再生能源受自然条件影响大，发电波动性强，储能技术尚未实现低成本、长周期、高安全性的全面突破，电网调度难度加大，弃风、弃光现象在部分地区依然严重。^[7]氢能、生物质能等新兴绿色能源技术尚处于示范或初期推广阶段，核心设备依赖进口，自主化水平低，难以支撑大规模商业化应用。技术研发投入周期长、风险高，企业创新动力受限于短期经济回报压力下普遍“不愿投、不敢投”，成为制约绿色技术产业化的首要瓶颈。科研机构与产业之间的协同机制不健全，科技成果向实际生产力转化的通道不畅，形成“实验室先进、市场落后”的脱节局面。^[8]

（四）能源转型国际安全风险频发

全球能源转型面临复杂的国际环境，部分发达国家推行碳边境调节机制等单边贸易措施，可能对我国出口形成绿色贸易壁垒；国际地缘政治冲突加剧，能源市场波动频繁，影响我国能源进口安全与价格稳定；发达国家与发展中国家能源发展立场存在分歧，影响全球能源转型协同推进。动荡不安的国际局势也意味着能源转型面临着多重安全风险。极端天气事件对新能源发电设施的破坏可能引发供电中断；新能源产业部分核心零部件、原材

料依赖进口，国际地缘政治冲突可能导致产业供应链中断；部分高耗能行业面临转型压力，可能引发就业结构性矛盾；资源型地区转型面临经济下行、财政收入减少等风险，影响区域稳定发展。

四、“双碳”背景下能源绿色发展的多维路径

（一）优化能源消费结构，缓解供需失调问题

在“双碳”目标的引领下，传统以煤炭为主的高碳能源体系正面临深刻调整。为实现减排承诺，大力发展化石能源，并以此构建以新能源为主体的新型电力系统，提高电网对高比例可再生能源的消纳和调控能力。^[9]要让能源结构彻底转身，需要政策指挥棒与市场杠杆同向发力，引导全社会用能换绿。再者，供需平衡也依赖于跨区输电通道建设与智能电网的发展。特高压输电工程将西部丰富的风电、光伏电力输送至东部负荷中心，以缓解资源分布与消费需求的空间错配问题。促进数字化调度系统、储能技术与电网深度融合，以提高电力系统对波动性可再生能源的适应能力，保障供电稳定性^[10]。

（二）强化技术创新驱动，突破核心技术瓶颈

加大研发投入力度，建立起多主体协同研发体系，重点支持新能源发电、长时储能、智能电网等领域的核心技术攻关，提高技术自主可控水平，推动融合创新。其中大数据、物联网、人工智能等技术被广泛应用于能源监测与预测分析，构建起动态响应的智慧能源管理体系。企业可实时采集设备运行数据，识别低效运行状态并自动调整参数，实现用能过程的自适应优化。借助区块链、遥感监测和大数据技术，提升碳汇项目全生命周期的透明度与监管效能，防范碳汇虚报与重复计算风险。企业可通过投资碳汇项目履行社会责任，抵消难以削减的碳排放，形成绿色供应链闭环。^[11]

（三）完善制度机制保障，激发市场内生动力

国家通过设定非化石能源消费占比目标、实施能耗“双控”向碳排放“双控”转变、完善绿色电价机制等方式，为清洁能源

拓展市场提供制度支撑。地方政府结合区域资源禀赋、发展阶段制定差异化实施方案，建立区域协调机制，加强区域能源合作，推进能源资源优化配置，避免同质化竞争。同时深化碳市场建设，扩大碳市场覆盖范围，完善碳排放核算、核查与交易机制，提高市场交易活跃度与定价合理性。节约能源在能源消费总量持续增长背景下，还须从用能端入手，推动全链条、全领域的节能变革。

（四）统筹国际发展与安全，防范转型安全风险

国际形势的变化多端要求我国深化国际合作以求共赢，在拓展转型发展空间中不断防范转型安全风险。坚定支持《巴黎协定》，积极参与全球气候治理。深化能源技术合作，加强与发达国家的交流合作，构建自主可控、安全稳定的产业链供应链。加强能源产供储销体系建设，保障能源安全，还需构建“源网荷储”一体化新型电力系统，加快抽水蓄能、压缩空气储能等调节性资源建设，提升电力系统灵活性与抗干扰能力。在提高能源自给率的基础上，推动新能源技术与装备出口，助力发展中国家能源转型，构建绿色“一带一路”。

五、结论

“双碳”背景下的能源绿色转型是一场涉及政策制度、技术创新、产业实践、市场机制与国际合作系统性变革，是实现高质量发展与生态文明建设的核心路径。我国能源绿色转型已取得显著成效，非化石能源装机规模全球领先，技术创新能力持续提升，市场机制不断完善，国际社会合作日益深化。但同时，转型过程中仍面临技术瓶颈、制度障碍、安全风险与国际环境复杂多变等多重挑战。要实现能源绿色转型，需要坚持系统思维，构建多维协同的转型框架。我国能源领域的绿色转型任务艰巨但意义重大，通过多维度协同发力，实现能源清洁低碳转型与安全稳定供应的动态平衡，为“双碳”目标实现提供坚实支撑。我国也将稳步构建起清洁低碳、安全高效的新型能源体系，不断推动能源绿色化与经济社会高质量发展良性循环。

参考文献

- [1] 蔡睿，朱汉雄，李婉君，等. “双碳”目标下能源科技的多能融合发展路径研究[J]. 中国科学院院刊，2022，37(04):502-510.
- [2] 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[C]. 中国企业改革与发展研究会. 2024 蓝皮书中国企业改革发展. 中共中央；国务院. 2025:379-384.
- [3] 林智钦. 中国能源环境中长期发展战略[J]. 中国软科学，2013，(12):45-57.
- [4] 中华人民共和国国务院新闻办公室. 碳达峰碳中和的中国行动[N]. 人民日报，2025-11-09(004).
- [5] 彭响月，罗永梅，靳彤，等. 减缓陆上集中式光伏及风电电场生态影响的早期选址规划方法与工具[J]. 生物多样性，2025，33(01):159-168.
- [6] 徐创，李宾，袁晓，等. 废旧晶体硅光伏组件的回收利用[J]. 环境工程学报，2019，13(06):1417-1424..
- [7] 刘畅，卓建坤，赵东明，等. 利用储能系统实现可再生能源微电网灵活安全运行的研究综述[J]. 中国电机工程学报，2020，40(01):1-18+369.
- [8] 李新男，王海燕. 绿色技术成果转化困境与对策研究——基于风险-收益匹配视角[J]. 中国科技论坛，2023(9): 68-76.
- [9] 祝月艳，石红，马乃锋，等. 双碳目标下车用能源低碳发展需求分析及发展建议[J]. 汽车工业研究，2022，(04):14-18.
- [10] 李洁，孙宏宇，许椿凯，等. 参与新型电力系统需求响应的分布式储能资源管理与策略研究[J]. 供用电，2022，39(02):29-35.
- [11] 陈晓红，胡东滨，曹文治，等. 数字技术助推我国能源行业碳中和目标实现的路径探析[J]. 中国科学院院刊，2021，36(09):1019-1029.