

“双碳”目标下区域能源结构优化路径与政策研究

冯杰

西安明德理工学院经济与管理学院 陕西西安 710100

摘要:在全球气候变化与能源转型的背景下,中国提出的“碳达峰、碳中和”目标对区域能源结构优化提出了紧迫要求。本研究系统探讨了“双碳”目标下区域能源结构优化的路径与政策体系。首先,通过分析我国区域能源结构的现状特征,揭示了其与“双碳”目标之间的差距及面临的核心挑战,包括路径依赖、技术瓶颈与系统协同难题。在此基础上,研究提出以非化石能源规模化发展为主导、化石能源清洁高效转型为关键支撑、全链条系统效率提升为坚实保障的协同优化路径。进一步地,研究构建了一个涵盖法律法规、市场机制、技术创新与区域协调的综合性政策框架,强调通过差异化政策供给激发各区域转型潜力。最后,本文针对政策落地提出具体建议,并展望未来研究方向,以期为推动区域能源结构低碳转型、实现“双碳”目标提供理论参考与实践指引。

关键词: 双碳目标; 能源结构优化; 区域差异; 转型路径; 政策体系

引言

随着全球气候变化对人类社会构成的威胁日益凸显,中国作为负责任的大国,主动提出了“2030年前实现碳达峰、2060年前实现碳中和”的宏伟目标,这不仅是应对全球环境危机的庄严承诺,更是推动国内经济社会系统性变革、实现高质量发展的内在要求。能源活动作为碳排放的主要来源,其结构转型的深度、广度与速度,直接决定了“双碳”目标的实现进程。然而,我国幅员辽阔,各区域在资源禀赋、发展阶段、产业结构和能源消费特征上存在显著差异,这意味着全国“一刀切”的能源转型模式并不可行。因此,从区域层面入手,探究符合本地实际、兼具效率与公平的能源结构优化路径,并构建与之配套的政策支持体系,具有至关重要的理论价值与现实紧迫性。本研究旨在回应这一时代命题,为区域层面的能源低碳转型提供学理支撑与决策参考^[1]。

为了系统、深入地展开本项研究,我们明确了以下核心研究框架。研究的目标在于,精准识别不同区域在“双碳”目标约束下能源结构转型的关键瓶颈与核心动力,进而设计出差异化的、具有可操作性的优化路径,并提出支撑这些路径落地的系统性政策方案。在研究思路上,我们将遵循“理论梳理-现状诊断-路径构建-政策设计”的逻辑主线。具体研究方法上,将综合运用文献分析法,对国内外相关研究进行系统评述;采用定量与定性分析相结合的方法,对区域能源结构现状与碳排放特征进行刻画;通过案例比

较法,提炼不同区域转型的共性与个性;并尝试运用模型模拟等工具,对优化路径的效果进行前瞻性评估。通过这一系列方法的综合运用,力求保障研究过程的科学性与研究结论的可靠性^[2]。

任何扎实的研究都离不开对前人学术积累的审视与借鉴。围绕能源转型与结构优化,国内外学者已构建了丰富的理论体系,并在驱动因素、转型模式、政策工具等领域取得了丰硕成果。国外研究起步较早,已在能源-经济-环境复杂系统建模、碳定价机制、技术创新扩散等方面形成了较为成熟的分析框架。国内研究则紧随国家战略步伐,近年来聚焦于“双碳”目标下的能源安全、煤电退出、可再生能源消纳、全国统一电力市场等议题展开了热烈讨论^[3]。然而,现有研究在区域层面仍存在可深化的空间:一是部分研究侧重于宏观国家战略,对区域异质性的精细化考量不足;二是多集中于技术路径分析,将路径与政策进行系统性、一体化研究的成果相对有限;三是对于不同区域路径间的协同联动效应探讨不够深入。本研究正是在充分吸收既有学术成果的基础上,力求弥补现有研究的些许不足,强化区域视角、路径与政策的协同视角,以期能为该领域的研究贡献新的知识增量。

1 核心概念与理论基础

“双碳”目标与能源结构优化是本研究的两个核心概念,二者紧密关联、相互驱动。“双碳”目标,即碳达峰与

碳中和的统称，是中国为应对全球气候变化而提出的国家战略。碳达峰指的是某个地区或行业年度二氧化碳排放量达到历史最高值后经历平台期进入持续下降的过程，是碳排放由增转降的历史性拐点。碳中和则是指通过植树造林、节能减排、碳捕集利用与封存等形式，抵消自身产生的二氧化碳排放，实现净零排放。这一目标深刻界定了我国中长期发展的生态边界与环境约束^[4]。而能源结构优化，在此目标下被赋予了新的内涵，它不再仅仅是能源供应保障与经济性的问题，更是一个指向清洁、低碳、安全、高效的核心进程。其核心要义在于，推动能源系统从以高碳化石能源为主导向以非化石能源为主导的根本性转变，并同步提升整个能源链的效率与韧性，其优化程度直接决定了“双碳”目标的实现进度与质量。

支撑这一复杂系统研究的，是一个多维度、交叉性的理论集合。可持续发展理论与生态经济学为我们提供了根本的价值观与方法论。它们强调经济发展必须与资源环境承载能力相协调，要求我们将能源系统视为生态经济大系统中的一个子系统，在追求能源服务价值最大化的同时，必须将碳排放等环境负外部性内部化，这为能源结构优化提供了伦理导向和长远目标。能源转型理论则从历史动态视角，揭示了能源系统从一种稳定状态向另一种稳定状态跃迁的规律，分析了技术、政策、市场、社会等多重因素在推动化石能源体系向可再生能源体系过渡过程中的复杂相互作用，为理解转型的动力、阶段与障碍提供了分析工具。

进一步地，区域发展理论与系统协同理论则为区域层面的路径设计提供了直接指导。区域发展理论强调，不同区域因其自然禀赋、产业基础、发展阶段的不同，其发展路径应具有差异性，这要求我们必须摒弃“一刀切”的模式，探索符合区域特色的个性化能源转型方案。系统协同理论则指出，能源结构优化并非孤立进程，它涉及电源、电网、负荷、储能等各个环节，以及能源、经济、环境、社会等多个维度的协同演进。优化路径的成功，在很大程度上取决于能源子系统内部及其与外部系统之间能否形成高效的协同机制，从而产生“1+1>2”的整体效应。这些理论共同构筑了本研究的坚实基石，指引着后续分析的深入展开。

2 区域能源结构现状与挑战分析

当前我国区域能源结构呈现出显著的多元化特征与梯度性格局，其现状与“双碳”目标要求之间存在着深刻而复

杂的矛盾。从总体来看，以煤炭为主体的化石能源在许多区域，尤其是北方资源富集省份和传统工业基地，依然占据着绝对主导地位。尽管近年来风电、光伏等新能源装机容量迅猛增长，但在能源消费总量中的占比仍然偏低，且面临着并网消纳难、波动性大等现实瓶颈。东部沿海经济发达地区虽然能源结构相对清洁化程度较高，但其巨大的能源消费总量和对外部能源的高度依赖，使其转型面临着供应安全与低碳化的双重压力^[5]。这种结构性矛盾直接导致了碳排放强度居高不下，成为实现“双碳”目标进程中必须啃下的“硬骨头”。

深入剖析现状背后，各区域在迈向“双碳”目标的征程上面临着多重核心挑战。首当其冲的是路径依赖与技术瓶颈的制约。传统工业区域对煤炭形成了深度的技术与产业依赖，短期内难以彻底摆脱；而支撑新型电力系统的储能、智能电网、氢能等关键技术的成熟度与经济性仍有待突破。其次是系统性与协同性挑战。能源结构的转型并非孤立事件，它涉及到产业结构的重塑、基础设施的更新、市场机制的重构乃至社会观念的转变，任何一个环节的滞后都可能形成“木桶效应”。此外，区域间的发展不平衡也构成了严峻挑战。如何协调好能源输出区与负荷中心区的利益，如何避免转型过程中出现区域性的能源供应风险或经济衰退，都需要在顶层设计中予以充分考虑。这些挑战相互交织，共同构成了当前区域能源结构优化道路上亟待破解的难题。

3 区域能源结构优化的核心路径

在“双碳”目标的指引下，区域能源结构的优化必须遵循一条系统性、多维度的转型路径。这条路径的核心在于构建一个以非化石能源为主体，化石能源清洁高效利用为关键过渡，整体系统效率全面提升为坚实支撑的新型能源体系。这并非单一技术的突破或孤立政策的推行，而是一场涉及能源生产、输送、储存和消费全链条的深刻革命，要求各环节协同发力、稳步推进。

实现优化目标的首要驱动力在于坚定不移地推动非化石能源成为能源供应的主导力量。各地区应立足自身资源禀赋，规模化、高比例发展风电、光伏发电，在资源条件优越区域积极推进水电和核电建设，并探索地热能、生物质能的多元化利用。这一过程远非简单的装机容量堆砌，更需要关注技术进步的引领作用，通过持续降低成本、提升发电效率来增强其市场竞争力。同时，必须着力解决其固有的间歇性、波动性问题，这便要求将非化石能源的发展置于整个能源系

统升级的大背景下进行统筹规划，其大规模接入的成功与否，直接决定了能源结构低碳转型的深度与广度。

在非化石能源担当主体的漫长过渡期内，化石能源的战略性转型扮演着至关重要的“稳定器”与“调节器”角色。其转型的关键并非立即退出，而是朝着清洁、高效、灵活的方向深刻变革。重点是严格控制煤炭消费总量，并大幅提升其利用效率，推动煤电功能从主体电源向提供可靠容量和灵活调节功能的支撑性电源转变。与此同时，要积极发挥天然气作为低碳化石能源的过渡桥梁作用，在保障能源供应安全的同时，为可再生能源的消纳提供灵活性支持。此外，碳捕集、利用与封存等前沿技术作为潜在的“负碳”手段，也应被视为化石能源领域实现深度脱碳的重要战略储备技术。

最终，上述两方面的努力都需要落脚于整个能源系统效率的跃升之上。系统效率是支撑能源结构优化的底层基石，它贯穿于从生产到消费的每一个环节。在供给侧，需要大力建设智慧电网，增强区域电网的互联互通和互济能力，并加快发展规模化储能设施，以平抑供需波动。在需求侧，则要深入推进工业、建筑、交通等关键领域的终端用能电气化，并持续强化全社会节能提效，通过技术进步和管理创新，以更少的能源消耗支撑更高质量的经济社会发展。唯有将效率提升贯穿始终，区域能源结构的优化之路才能行稳致远。

4 支撑优化的差异化政策体系

为确保区域能源结构优化路径的顺利实施，必须构建一个多层次、差异化的综合性政策框架。这一框架的核心理念在于，通过精准的政策引导与制度保障，将“双碳”目标的内在要求转化为各地区、各市场主体主动转型的持久动力。它不应是单一政策的简单叠加，而应是法律法规、市场机制、技术创新与区域协调四大支柱相互支撑、协同发力的有机整体，能够灵活适应不同区域的资源条件、发展阶段和转型痛点。

首先，健全的法律法规与灵活有效的市场机制是政策体系得以有效运转的双轮驱动。在法律法规层面，需要加快完善与“双碳”目标相适应的能源与气候变化法律体系，明确各类主体的责任与义务，为能源结构优化设定清晰的法制轨道。同时，必须高度重视市场在资源配置中的决定性作用。这包括积极培育和完善全国与区域层面的碳排放权交易市场，利用碳价格信号引导低碳投资；深化电力市场化改革，通过现货市场、辅助服务市场等机制设计，为可再生能源发展和灵活性资源调用创造有利条件；并综合运用财税、

绿色金融等经济手段，为清洁能源项目与技术创新提供精准激励。

其次，强有力的技术创新政策与精准的区域协调机制是破解转型瓶颈、保障公平转型的关键所在。政府应加大对储能、智能电网、氢能、碳捕集等关键低碳与零碳技术的研发投入与示范推广支持，打通从实验室到产业化应用的“最后一公里”。更重要的是，政策设计必须充分考虑区域异质性，实施分类指导。对于传统能源富集地区，政策应侧重于产业转型升级援助和就业培训，确保公正转型；对于可再生能源优势区，重点在于解决外送消纳瓶颈和本地产业链培育；对于能源负荷中心，则需鼓励分布式能源发展和多元外引通道建设。通过这种差异化的政策供给，才能有效激发各区域的转型潜力，形成全国一盘棋下的百花齐放格局。

5 结论与展望

本研究通过对“双碳”目标下区域能源结构优化路径与政策的系统考察，得出若干核心结论。研究发现，我国区域能源结构转型虽取得显著进展，但仍深陷于路径依赖、技术瓶颈与系统性挑战的多重约束之中，其转型进程呈现出显著的复杂性与不平衡性。研究进一步揭示，成功的转型绝非依靠单一技术或政策的突破，而必须依赖于一条以非化石能源规模化发展为主导、化石能源战略性转型为关键支撑、全系统效率全面提升为根本保障的协同路径。尤为关键的是，鉴于各地区在资源禀赋、产业结构和转型压力上的巨大差异，任何“一刀切”的方案都难以奏效，必须构建一个融合了法律法规强制约束、市场机制内在驱动、技术创新根本动力以及区域协同精准施策的综合性、差异化政策体系，方能有效引导并加速这一历史性转型进程。

基于上述研究结论，本文提出以下针对性政策建议。在战略层面，建议强化顶层设计与区域差异化指导的有机结合，尽快出台针对不同类型区域的能源转型路线图与行动指南。在政策工具箱的运用上，应更加注重市场机制的核心作用，着力完善全国碳市场，深化电力市场化改革，并辅以精准的财税与绿色金融政策，激发市场主体内生动力。同时，必须将技术突破视为长远基石，加大对关键领域“卡脖子”技术的研发投入与产业化扶持。在区域层面，亟需建立有效的生态补偿与区域协同机制，破解能源跨区调配中的利益壁垒，确保转型过程的公平性与稳定性。

本研究虽力求深入，仍存在一定的局限性。例如，对

区域内部分不同类型城市群的细化研究尚显不足，在量化模型运用上对转型社会经济成本的动态评估亦可进一步深化。展望未来，本研究认为以下几个方向值得持续关注：一是数字化技术与能源系统深度融合带来的转型新模式与新业态研究；二是极端气候事件与地缘政治冲突等不确定性因素对区域能源安全与转型路径的影响评估；三是在公正转型框架下，如何更精准地识别并帮扶受转型冲击的群体与区域，这些都将构成未来研究的重要生长点。

参考文献：

- [1] 何京."双碳"目标下我国工业经济与电力能源结

构优化的路径探索 [J]. 中国哈尔滨经济贸易洽谈会会刊 , 2024(4):45–46.

[2] 庞加兰, 王薇, 袁翠翠. 双碳目标下绿色金融的能源结构优化效应研究 [J]. 金融经济学研究 , 2023, 38(1):129–145.

[3] 楼荣达, 周锐 ." 双碳 " 目标下云南省能源结构优化研究 [J]. 环渤海经济瞭望 , 2022(10):78–81.

[4] 刘笼楚 . 双碳政策背景下 G 市增量配电改革实践及优化路径 [D]. 云南师范大学 , 2024.

[5] 姜红 ." 双碳 " 目标驱动下旅游产业结构升级的技术路径与动力机制 [J]. 旅游学刊 , 2022(5).