

引文：刘秀如, 孙士昌, 程鹏鑫, 等. 中国新型能源体系建设路径与重点举措[J]. 天然气工业, 2025, 45(8): 162-169.

LIU Xiuru, SUN Shichang, CHENG Pengxin, et al. Paths and key measures for constructing a new energy system in China[J]. Natural Gas Industry, 2025, 45(8): 162-169.

中国新型能源体系建设路径与重点举措

刘秀如 孙士昌 程鹏鑫 岳小文 孙春良

中国石油规划总院

摘要：世界各国推动能源转型的主要目的是推动能源生产与供给体系的绿色、清洁、高效、安全发展。加快规划建设新型能源体系是中国在新发展阶段面临的新任务和新要求，且综合考量技术、经济、社会等多维因素，中国能源转型压力较欧美国家显得更为突出。为此，基于中国能源安全新战略与新型能源体系建设目标，深入研究和分析了新型能源体系的内涵和主要特征，研判了未来能源体系发展趋势，指出了新型能源体系建设路径，最后结合目前中国的现状提出了加快构建新型能源体系的重点举措建议。研究结果表明：①新型能源体系的关键特征主要包括能源供应低碳化安全化、能源消费电气化清洁化、供需调节一体化智能化、资源配置市场化高效化、生产布局集散化均衡化等 5 个方面；②中国新型能源体系建设主要包括快速建设期（当前至 2035 年）、全面建成期（2036—2050 年）、成熟完善期（2051—2060 年）等 3 个阶段；③加快构建新型能源体系的重点举措包括健全绿色低碳能源供应体系、促进消费侧全面清洁化转型、完善能源系统运行保障机制、深化区域能源协同发展战略、推动技术创新与体制机制改革等方面。结论认为，建设新型能源体系仍需要政府、企业、社会多方协同，形成合力，共同推动能源体系实现系统性变革重塑，研究成果对中国未来的能源发展方向具有重要的指导意义。

关键词：新型能源体系；能源转型；能源需求预测；建设路径；重点举措

中图分类号：TE-9 文献标识码：A DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2025.08.014

Paths and key measures for constructing a new energy system in China

LIU Xiuru, SUN Shichang, CHENG Pengxin, YUE Xiaowen, SUN Chunliang

(PetroChina Planning and Engineering Institute, Beijing 100083, China)

Natural Gas Industry, Vol.45, No.8, p.162-169, 8/25/2025. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: The main purpose of each country to promote energy transition is to promote the green, clean, efficient and safe development of energy production and supply systems. A new task and demand of China in the new development stage is to speed up the planning and construction of a new energy system, and the analysis of multi-dimensional factors such as technology, economy and society shows that China faces greater pressure in energy transition than European and American countries. Based on China's new energy security strategy and the construction goals of the new energy system, this paper deeply analyzes the connotation and main characteristics of the new energy system, predicts the future development trend of the energy system, and points out the construction path of the new energy system. Finally, the key measures to speed up the construction of the new energy system are proposed based on the current situations in China. The following results are obtained. First, the key characteristics of the new energy system are manifested mainly in five aspects, i.e., low-carbon and safe energy supply, electrified and clean energy consumption, integrated and intelligent supply and demand regulation, market-oriented and efficient resource allocation, and distributed and balanced production layout. Second, the construction of new energy system in China is mainly divided into three stages, including rapid construction period (from now to 2035), full completion period (2036–2050), and improvement period (2051–2060). Third, the key measures to speed up the construction of new energy system include completing the green and low-carbon energy supply system, promoting the comprehensive clean transformation of consumption side, improving the operation guarantee mechanism of energy system, deepening the collaborative development strategy of regional energy, and impelling technological innovation and reform in systems and institutions. In conclusion, the construction of a new energy system still needs the cooperation of government, enterprises and society to jointly promote the systemic transformation and reshaping of the energy system. The research results are of important guiding significance for the future energy development direction in China.

Keywords: New energy system; Energy transition; Energy demand forecast; Construction path; Key measures

作者简介：刘秀如，1978 年生，正高级工程师，博士；现任中国石油规划总院企业高级专家，主要从事能源战略与规划方面的研究工作。地址：(100083) 北京市海淀区志新西路 3 号。ORCID: 0009-0008-7257-5117。E-mail: liuxiuru@petrochina.com.cn

0 引言

世界各国推动能源转型的主要目的是推动能源生产与供给体系的绿色、清洁、高效、安全发展^[1-2]。一方面，以化石能源为主体的资源主导型能源体系在驱动社会发展与文明进程的同时，也伴生了能源安全与生态环境的双重危机，其发展模式已难以契合新一轮科技革命、产业变革和可持续发展的时代要求^[3-4]；另一方面，世界能源贸易和供需格局发生深刻变化，各国加大对新能源产业本土化建设的投入，在保障能源安全与低碳转型之间寻求平衡^[5]。加快规划建设新型能源体系是中国在新发展阶段面临的新任务和新要求^[6]，为此，基于新型能源体系建设目标，结合可再生能源不确定性、新型能源系统多主体的现实背景，研判中国未来能源体系发展趋势，剖析新型能源体系的内涵特征，并在此基础上提出新型能源体系建设路径和九大重点举措，以期为中国新型能源体系建设和能源转型提供参考。

1 新型能源体系建设的背景形势

世界各国为解决经济社会发展面临的资源环境约束问题，推动能源体系向低碳化、高效化、多元化发展^[7]，能源体系从油气时代向低碳时代加快演进（图1）。例如欧盟积极推动能源绿色转型，加快可再生能源部署，陆续出台了《欧洲绿色协议》（European Green Deal）、《欧洲气候法案》（European Climate Law）、“减碳55”（Fit for 55）一揽子行动计划等系列政策举措，推动产业调整升级，并在俄乌冲突背

景下提出“REPowerEU”（为欧盟重新供能）能源计划，计划投资约3 000亿欧元以加快摆脱对俄罗斯化石能源的依赖，通过能源供应多样化、加快替代化石燃料、加大新能源投资规模、提高能源效率等行动，推动太阳能、风能、氢能、生物质能等清洁能源产业的发展，着力提高能源独立性^[8-9]。美国页岩油气革命的爆发，推动其在能源转型的同时实现能源独立，通过科技创新扩大技术优势，维护其在全球能源体系治理中的主导地位。2022年美国颁布重要的气候投资法案《通胀削减法案》（Inflation Reduction Act of 2022, IRA），通过税收减免和财政激励加大能源安全投资^[10-13]，明确氢能、海上风电、先进电池、聚变能等领域的发展战略与路线图，加快关键竞争领域的技术创新和产业投资，全面保障其国家战略利益。日本致力于以创新引领对冲资源弱势，持续加大可再生能源的投入，发布《2050年碳中和绿色增长战略》《氢能基本战略》等政策，在《第6次能源基本计划》明确以“S+3E”为基本原则，即以安全性（Safety）为前提，同时实现能源稳定供给（Energy Security）、经济效率（Economic Efficiency）和环境适应性（Environment），稳步推进日本的能源开发利用^[14-18]，加强电池、储能、氢能、碳捕集与封存等基础性研究，积极争夺新能源领域科技主导权。总体来看，能源独立自主、增强环境友好性是各国能源转型的核心目标；立足资源禀赋、推动多能互补协调发展是各国能源转型的主要路径；清洁低碳的风电、光伏等新能源与潜力突出的氢能、聚变能等未来能源是当前各国推动能源替代与发展的重要方向。但各国能源的重点发展领域和能源体系的演化路径也呈现出一定差异性。

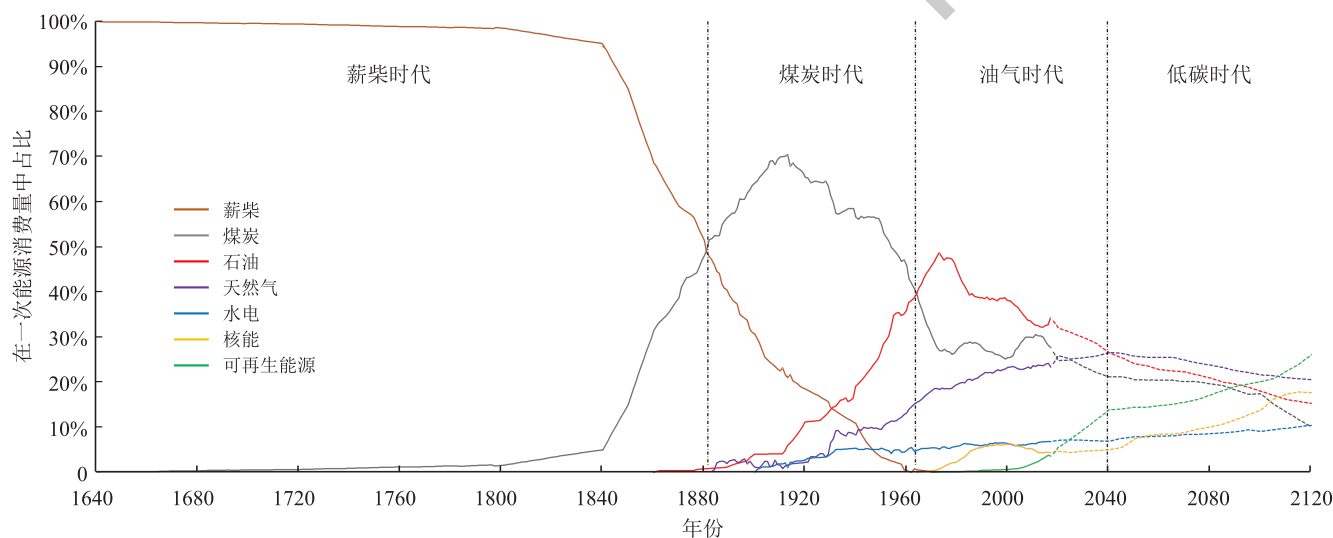


图1 世界能源体系演变示意图

当前,中国深入推进能源革命,化石能源核心支撑作用增强,新能源产业实现大规模跃升,可再生能源已成为电力新增装机的主体,储能、绿氢产业高速发展。但是,中国能源转型过程中面临煤炭消费量占比过高的突出问题,综合考量技术、经济、社会等多维因素,中国能源转型压力较欧美国家更为突出,需要进一步统筹能源供应安全与节能降碳,深化能源体制改革与路径创新。规划建设清洁低碳、安全高效的新型能源体系是保障中国能源转型的基础性工程,是积极参与应对气候变化全球治理的重要落脚点,是中国转变经济发展方式、保障经济持续健康发展的重要一环。

2 新型能源体系内涵特征

现有研究探讨了新型能源体系的概念内涵及特征^[19-25],李金泽等^[26]对现有新型能源体系的代表性观点进行了总结,并归纳提出新型能源体系的特征可以概括为“五新”,即新能源结构、新系统形态、新技术体系、新运行模式及新治理体系。李岚春等^[27]基于国家安全的视角下提出,新型能源体系不仅是“清洁低碳、安全高效”现代能源体系的延伸和拓展,还是能源资源、技术、市场、制度、治理的全面现代化、高度体系化的高级复杂形态。周宏春等^[28]从全球能源格局、国内经济转型、能源结构变化趋势、能源安全保障、创新驱动、碳中和目标等维度论述了新型能源体系建设的必要性和重大意义,提出了新型能源体系的第一要义是重安全、稳发展,概括了新型能源体系能源组成新、技术谱系新、制度安排新的基本特征。

在“四个革命,一个合作”(能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命和全方位加强国际合作)中国能源安全新战略的引领下,新型能源体系是清洁低碳、安全高效的中国式现代能源体系,是保障国家能源安全的坚实屏障,是推动国家高质量发展的有效支撑,是中国积极参与应对气候变化全球治理的重要抓手。从能源供应、能源消费、供需调节、资源配置、生产布局等五方面分析,新型能源体系呈现能源供应低碳化安全化、能源消费电气化清洁化、供需调节一体化智能化、资源配置市场化高效化、生产布局集散化均衡化等五大核心特征(图2)。

在能源供应方面,新型能源体系是可以实现多品种能源之间高效转化、协同融合的低碳高效能源供应体系。煤炭是国家能源安全的“压舱石”,在能

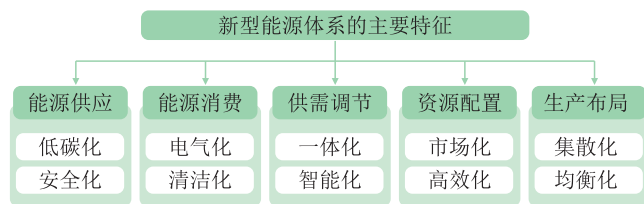


图2 新型能源体系主要特征图

源体系中发挥兜底保障作用;油气是国家能源保供的“顶梁柱”,在能源体系中发挥支撑保障作用;新能源逐步成为新型电力系统的主体,推动形成以电能为核心的终端能源消费结构。由可再生能源拓展发展氢基能源,在增加能源供应总量的同时,可减少能源整体对外依存度。通过一次能源之间,以及一次能源与二次能源的高效转化,推动化石能源和可再生能源的互补利用,形成“煤炭+新能源”“油气+新能源”等协同发展模式,实现清洁低碳、安全稳定的能源供应^[29-31]。

在能源消费方面,新型能源体系是可以实现多能互补、供需互动的综合智慧能源消费体系。通过大力发展分布式能源,形成供需一体化产销模式,通过多元供应和产销协同,提高能源系统整体利用效率。分布式能源应用场景丰富,包括产业园区、大型公共建筑集群、智慧城镇等;服务类型多样,包括售电服务、市场化交易、直供电、增量配网、智能微网、综合供能系统建设与运营等多种方式,体现系统内部多种能源互联耦合、就近消纳,提高能源利用效率^[32-33]。

在供需调节方面,新型能源体系可以联合调储系统保障整个能源体系安全运行。目前行业内提到的储能多指电力系统储能(含储热),但是在新型能源体系发展过程中,应该更关注广义储能,即通过加强石油储备、天然气储备、煤炭储备能力建设,发挥油气基础设施的储能调节作用,以及利用废弃矿井建设适合天然气、氢气、压缩空气或二氧化碳等多种能源的“储能库”,与抽水蓄能、新型储能、用户侧储能共同构建“大储能”系统,确保能源供给体系安全稳定。此外,随着电动汽车规模化发展和V2G(双向充放电)等新技术突破,发挥电动汽车为代表的用户侧负荷调节及反向送电功能,助力构建柔性智慧的用户侧储能与调节作用。促进虚拟电厂、负荷聚集商、分布式光伏、储能等新兴市场主体快速发展,引导需求侧灵活资源参与系统调节,促进源网荷储协调发展^[34]。

在资源配置方面,新型能源体系可以优化资源配置方式推动产业协同发展。在能源转型的发展趋

势下，基于多能融合的业务发展形态，煤炭、油气、电力等单一能源企业均向综合性能源公司转型，有利于推进产业联合、跨界合作、资源共享、高效利用，引导资本、人才等要素向关键核心技术领域集中，提升创新链与产业链的匹配效率。充分发挥市场在资源配置中的决定性作用，通过市场竞争激发市场活力与创新动力，推进不同能源企业深度融合与合作，通过协同机制实现全要素的最优配置，助力能源低碳转型和绿色发展^[35]。

在生产布局方面，新型能源体系可以通过区域战略推动能源与社会经济均衡发展。基于共建共治共享理念，统筹区域内外资源，增强多品种、多渠道能源安全供给能力，以油气、电力为重点，构建多元多向安全灵活的能源保障格局。同时，围绕国家城镇化建设布局，聚焦实现战略目标和提升引领带动能力，实施区域能源协同发展战略，促进区域间融合互动、融通补充，在高质量发展中着力解决区域发展不平衡不充分的问题，实现基本能源公共服务均衡化、能源基础设施通达程度均衡化、人民群众获取能源质量与保障水平均衡化^[36]。

3 新型能源体系建设路径

3.1 中国能源主要发展趋势

能源需求预测是通过能源供需的历史和现状数据，预测未来的能源需求状况。能源需求预测是制定能源发展战略的基础，其预测结果的准确性直接与国家或地方经济发展息息相关，因此做好能源需求预测对经济发展和社会的稳定有着重要意义^[37-39]。笔者基于相关研究的预测结果^[40-43]，分析中国一次能源需求量、终端能源消费量、电力需求量等变化趋势，进而提出中国新型能源体系建设路径。

3.1.1 中国一次能源需求量将在 2035—2040 年间达峰

中国一次能源需求量预计在 2035—2040 年间达峰，峰值为 $(56 \sim 62) \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤（1 t 标准煤 $\approx 29.3 \text{ GJ}$ ）之间，2060 年一次能源需求量预计降至 $(47 \sim 57) \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤。中国能源消费强度（单位 GDP 能耗）将稳步下降，预计 2023—2060 年年均下降超过 3.0%。中国终端能源消费总量在 2025 年后增幅放缓，2030 年前后将达到峰值，峰值为 $(36 \sim 37) \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤，随后终端能源消费量逐年降低，2060 年下降至 $(22 \sim 24) \times 10^8 \text{ t}$ 标准煤。2023—2060 年中国一次能源需求量预测如图 3 所示。

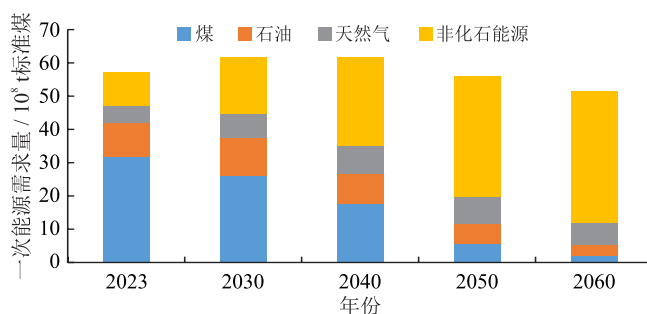


图3 2023—2060年中国一次能源需求量变化预测图

3.1.2 非化石能源地位将与化石能源发生互换

随着中国加快推进非化石能源规模化开发利用，能源结构将由“一煤独大”逐步转向非化石能源独大，煤炭、石油、天然气占比较小，新“一大三小”发展格局。预计 2030 年非化石能源需求量占一次能源需求总量比例将超过 25%；2035 年非化石能源需求量占比超过 33%；2050 年前非化石能源需求量占比将超过化石能源，占比超过 60%；2060 年非化石能源需求量占比将接近 80%。2023—2060 年中国一次能源需求结构预测如图 4 所示。数据表明，到 2060 年，煤炭需求总量占一次能源需求总量比例下降至 5% 以下，石油占比下降至 6% 左右，天然气占比从 2050 年的 14.6% 降至 13% 左右。

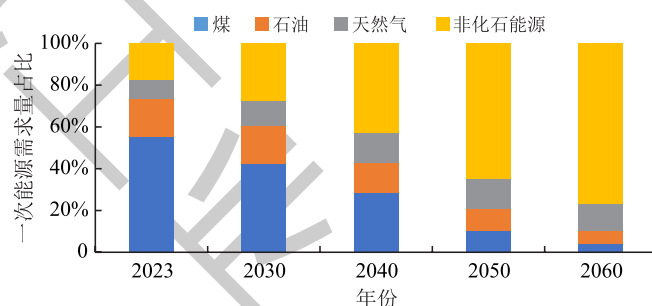


图4 2023—2060年中国一次能源需求结构变化预测图

3.1.3 终端能源消费中电能将逐步占据核心地位

随着清洁电力供应在经济和环境等方面的优势日益突出，在终端消费中，清洁电力替代的趋势将进一步加速。预计 2025 年，终端电力消费量占终端能源消费总量比例将超过煤炭；到 2050 年终端电力消费量将超过化石能源消费量，成为终端用能主体；到 2060 年终端电力消费量占比将进一步提升至 60%。到 2060 年煤炭、石油、天然气等化石能源的终端能源消费量占比均下降至 10% 以下，其中，煤炭、天然气消费量占终端能源消费总量比例将低于 5%，石油消费量占终端能源消费总量比例降低至 10% 以下。2023—2060 年中国终端能源消费结构变化预测见图 5。

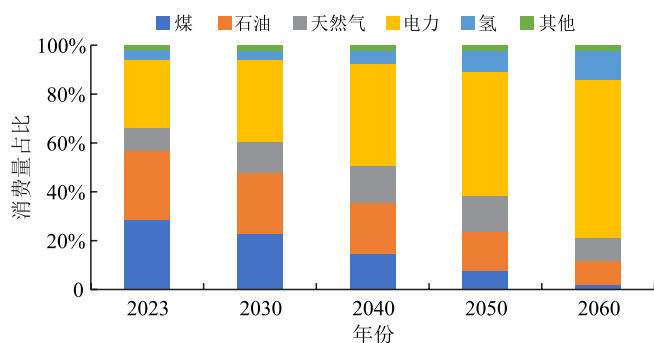


图 5 2023—2060 年中国终端能源消费量结构变化预测图

3.1.4 可再生能源发电逐步成为电能主体来源

中国电力系统逐步向清洁化、低碳化发展，可再生能源发电占比快速上升，以可再生能源为主的清洁电力体系将逐步形成。到 2030 年可再生能源发电量占比将超过化石能源。到 2040 年、2050 年、2060 年，可再生能源发电量占比将分别超过 60%、70% 和 80%。到 2060 年，煤电发电量占总发电量比例将从 2023 年的 58% 下降至 3% 以下；燃气发电量占总发电量比例到 2040 年将提高到约 7%，到 2060 年下降至约 6%。2023—2060 年中国发电量结构变化预测如图 6 所示。

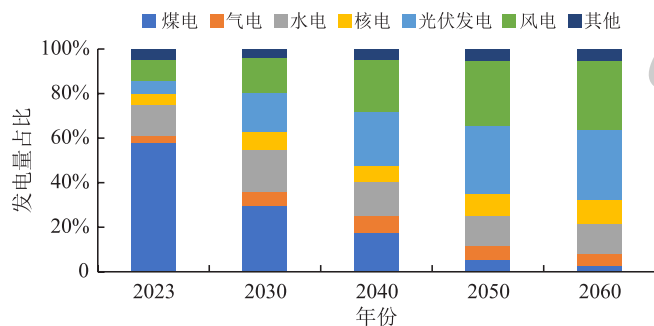


图 6 2023—2060 年中国发电量结构变化预测图

3.2 新型能源体系建设的阶段

在预测中国能源需求量和消费量变化的基础上，提出中国新型能源体系建设的 3 个阶段。

当前至 2035 年为快速建设期。到 2035 年，新型能源体系初步建成，助力中国基本实现社会主义现代化。在该阶段，煤炭、石油需求量依次达峰，化石能源需求总量及一次能源需求总量也依次达峰，到该阶段末期，煤炭、油气和非化石能源成为能源消费结构的主要组成部分，其中非化石能源占比超过 30%。

2036—2050 年为全面建成期。到 2050 年，新型能源体系全面建成，助力中国全面建成社会主义现代化强国。在该阶段，相较 2020 年，能源结构中非

化石能源地位与煤炭发生互换，终端电气化率接近 50%，全面步入电能社会，非化石能源消费量超过化石能源，占一次能源消费总量比例超过 60%。

2051—2060 年为成熟完善期。到 2060 年，新型能源体系建设基本成熟完善，助力中国能源结构实现清洁低碳转型目标。在该阶段，相较 2020 年，能源结构中非化石能源地位与化石能源发生互换，能源结构持续优化，非化石能源消费量占一次能源消费总量比例超过 70%，甚至有望超过 80%。

4 新型能源体系建设的重点举措

4.1 健全绿色低碳能源供应体系

健全绿色低碳能源供应体系，提高能源自主保障能力。立足中国能源禀赋现状，统筹能源安全保障与绿色转型，构建“煤、油、气、核、新能源、可再生能源多轮驱动”的能源供给体系。以油气安全保障为重点，增强能源战略安全保障能力，加大油气勘探开发与储备能力，特别是加强页岩气、煤层气等非常规资源勘探开发。同时大力发展可再生能源，推动风、光、地热、氢能、生物质能源对油气的替代，降低油气对外依存度，保障国家能源战略安全。加快构建新型电力系统，充分利用各类电源互补互济特性，构建多元化电力供应体系。规模化开发水电、风电、光伏等清洁能源，推动煤电向清洁低碳、灵活高效方向转型升级，发挥气电调节能力强、响应速度快、碳排放量低等灵活清洁优势，强化多时间尺度储能的规模化应用，依托电力设备智能化升级与数字技术深度赋能，保障电力系统安全稳定运行，提升能源系统安全运行水平。

4.2 促进消费侧全面清洁化转型

推动终端电气化率提升与用能清洁替代，促进消费侧清洁转型。积极推进终端用能领域电能替代，加快工业、建筑、交通等领域的电气化、智能化、清洁化发展。通过控制煤炭消费量增长、调控油气消费量、推动绿氢在工业领域规模化应用，加快消费侧绿色转型。在工业领域，以燃气锅炉、电锅炉、电窑炉逐步替代燃煤锅炉；在建筑领域，以天然气、电能、地热能、生物质能、太阳能、工业余热等逐步替代燃煤进行供暖；在交通领域，积极发展电动汽车与燃料电池汽车，优化充电与加氢基础设施布局，发展电气化轨道交通以及港口岸电；在农业领域，积极推广农业电排灌、电烘干、电动农业机械、电

气化农业辅助生产等技术。

4.3 完善能源系统运行保障机制

加强输配网络建设,提升能源应急保障能力。统筹发展“油气煤电氢”多种能源输运方式,完善能源输送网络和储存设施,构建主要产地与主要消费区域间互联互通输配网络。加强跨省跨区骨干能源输送通道建设,推进跨省跨区输电通道建设,完善铁路运煤通道,推进天然气主干管道与省级管网互联互通,形成调度灵活、安全可靠的天然气输运体系,打造稳定可靠的储备调峰体系。聚焦矿产资源与新能源上下游产业链,保障能源体系全产业链供应链安全。牢牢掌握战略主动,加强光伏、风电、锂电池等新能源产业链供应链监测能力建设,加强风险识别;推动产业链上下游合作与协同发展,提升新能源产业链的供应渠道多样化,加大中间品、原材料和控制系统等短板方面的技术研发投入;加强战略性矿产资源规划管控,提升储备安全保障能力,确保矿产资源安全,保障产业链供应链韧性和安全水平。

4.4 深化区域能源协同发展战略

深化实施区域能源协同发展战略,保障能源可及性,增进民生福祉。中国幅员辽阔,不同地区资源禀赋差异大,用能水平和用能效率差异大,因此需要因地制宜构建普惠、可靠、价格可接受、发展可持续的区域能源体系,推动各地能源资源、产业结构、消费结构转型升级,通过能源产业带动经济社会可持续发展。推进各区域生产布局均衡化,促进西部地区承接中东部产业转移,减少西气东输与西电东送带来的通道问题、能源使用成本增加问题、能源动脉的安全问题。依托西部资源优势,建设清洁低碳综合能源大基地,带动产业集群发展,实现能源生产与消费的均衡化。

4.5 推动技术创新与体制机制改革

深入实施创新驱动发展战略,构建绿色能源技术创新体系。加强能源关键前沿核心技术攻关,研发超大型海上风电机组技术、钙钛矿等新一代高效低成本光伏电池技术,以及钠离子电池、液态金属电池等高能量密度储能技术,适用于可再生能源制氢的新型电解水设备、大功率海上风电等清洁能源装备,突破能源装备制造关键技术、材料和零部件等瓶颈。持续创新体制机制与管理模式,统筹电、油气、煤、碳等多品类能源交易市场,构建统一开放、竞争有序的能源市场,提升资源配置效率与公平性。健全

油气期货产品体系,规范油气交易中心建设,优化交易场所与交割库等布局;深化天然气市场化改革,建立统一能量计量计价体系;健全多层次统一电力市场体系,研究推动组建全国电力交易中心;强化全国煤炭交易中心功能,推动完善全国统一的现代化煤炭交易市场;建立全国统一碳交易市场,规范设计碳交易市场管理模式,加强碳交易市场国际合作。

5 结束语

世界能源体系从油气时代向低碳时代加快演进,加快推动能源绿色低碳转型已成为国际共识,各国能源体系演化路径和发展方向存在差异,相较于欧美国家,中国能源转型过程中面临的压力更为突出,需要统筹能源安全、经济社会发展与节能降碳,深化能源体制改革与路径创新。规划建设新型能源体系是对能源体系整体进行系统科学布局,以推动能源供需平衡和发展模式产生深刻变化。总体来看,建设新型能源体系仍需要政府、企业、社会多方协同,形成合力,在能源安全新战略的指引下共同推动能源体系实现系统性变革重塑,深度支撑中国能源产业高质量发展。

参 考 文 献

- [1] 邹才能,马锋,潘松圻,等.世界能源转型革命与绿色智慧能源体系内涵及路径[J].石油勘探与开发,2023,50(3): 633-647.
ZOU Caineng, MA Feng, PAN Songqi, et al. Global energy transition revolution and the connotation and pathway of the green and intelligent energy system[J]. Petroleum Exploration and Development, 2023, 50(3): 633-647.
- [2] 孙士昌,岳小文,杜国敏,等.能源转型发展历程与趋势[J].石油规划设计,2020,31(4): 5-9.
SUN Shichang, YUE Xiaowen, DU Guomin, et al. Development history and trends of energy transformation[J]. Petroleum Planning & Engineering, 2020, 31(4): 5-9.
- [3] 侯梅芳,潘松圻,刘翰林.世界能源转型大势与中国油气可持续发展战略[J].天然气工业,2021,41(12): 9-16.
HOU Meifang, PAN Songqi, LIU Hanlin. World energy trend and China's oil and gas sustainable development strategies[J]. Natural Gas Industry, 2021, 41(12): 9-16.
- [4] 邹才能,薛华庆,熊波,等.“碳中和”的内涵、创新与愿景[J].天然气工业,2021,41(8): 46-57.
ZOU Caineng, XUE Huaqing, XIONG Bo, et al. Connotation, innovation and vision of "carbon neutral"[J]. Natural Gas Industry, 2021, 41(8): 46-57.
- [5] 杨宇,于宏源,鲁刚,等.世界能源百年变局与国家能源安全[J].自然资源学报,2020,35(11): 2803-2820.

- YANG Yu, YU Hongyuan, LU Gang, et al. Interview on the unprecedented changes of energy geopolitics and national energy security[J]. Journal of Natural Resources, 2020, 35(11): 2803-2820.
- [6] 刘鸿渊, 杨茜然, 彭新艳. 新型能源体系建设: 现实基础、实践逻辑与路径支持[J]. 重庆社会科学, 2025(3): 46-60.
- LIU Hongyuan, YANG Qianran, PENG Xinyan. Construction of new energy system: Realistic basis, practical logic and path support[J]. Chongqing Social Sciences, 2025(3): 46-60.
- [7] 王震, 李强, 周彦希. 中国“双碳”顶层政策分析及能源转型路径研究[J]. 油气与新能源, 2021, 33(6): 1-5.
- WANG Zhen, LI Qiang, ZHOU Yanxi. Research on China's top-level policies of "carbon peak and carbon neutrality" and the path of energy transformation[J]. Petroleum and New Energy, 2021, 33(6): 1-5.
- [8] 杨成玉. 欧盟绿色发展的实践与挑战——基于碳中和视域下的分析[J]. 德国研究, 2021, 36(3): 79-97.
- YANG Chengyu. The practice and challenges of green development in the EU: An analysis from the perspective of carbon neutrality[J]. Deutschland-Studien, 2021, 36(3): 79-97.
- [9] European Commission. REPowerEU plan[EB/OL]. (2022-05-18)[2024-03-14]. https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:fc930f14-d7ae-11ec-a95f-01aa75ed71a1.0001.02/DOC_1&format=PDF.
- [10] 张荣楠. 美国“能源独立”战略影响全球大格局[J]. 宏观经济管理, 2012(6): 87-89.
- ZHANG Monan. United States's "energy independence" strategy affects the global pattern[J]. Macroeconomic Management, 2012(6): 87-89.
- [11] SHEPARD J U, PRATSON L F. The myth of US energy independence[J]. Nature Energy, 2022, 7(6): 462-464.
- [12] U.S. Congress. Public law 117-169: 117th congress[EB/OL]. (2022-08-16)[2024-02-13]. <https://www.congress.gov/117/plaws/publ169/PLAW-117publ169.pdf>.
- [13] BISTLINE J, BLANFORD G, BROWN M, et al. Emissions and energy impacts of the Inflation Reduction Act[J]. Science, 2023, 380(6652): 1324-1327.
- [14] 刘平, 刘亮. 日本迈向碳中和的产业绿色发展战略——基于对《2050年实现碳中和的绿色成长战略》的考察[J]. 现代日本经济, 2021(4): 14-27.
- LIU Ping, LIU Liang. Japan's green industrial development strategy towards carbon neutral: Based on the review of *green growth strategy through achieving carbon neutrality in 2050*[J]. Contemporary Economy of Japan, 2021(4): 14-27.
- [15] SOKOŁOWSKI M M, KUOKAWA S. Energy justice in Japan's energy transition: Pillars of just 2050 carbon neutrality[J]. The Journal of World Energy Law & Business, 2022, 15(3): 183-192.
- [16] 日本经济产业省. 2050年碳中和绿色增长战略[EB/OL]. (2021-06-18)[2024-01-28]. https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_honbun.pdf. Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). Formulated the green growth strategy following the 2050 carbon neutral goal[EB/OL]. (2021-06-18)[2024-01-28]. https://www.meti.go.jp/policy/energy_environment/global_warming/ggs/pdf/green_honbun.pdf.
- [17] 日本经济产业省. 第六次能源基本计划[EB/OL]. (2021-10-22)[2024-01-28]. https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf. Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). The sixth strategic energy plan was decided by the cabinet[EB/OL]. (2021-10-22)[2024-01-28]. https://www.enecho.meti.go.jp/category/others/basic_plan/pdf/20211022_01.pdf.
- [18] 日本经济产业省. 氢能基本战略(草案)[EB/OL]. (2023-06-06)[2024-01-28]. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_1.pdf. Ministry of Economy, Trade and Industry (METI). Basic hydrogen strategy(draft)[EB/OL]. (2023-06-06)[2024-01-28]. https://www.meti.go.jp/shingikai/enecho/shoene-shinene/suiso_seisaku/pdf/20230606_1.pdf.
- [19] 朱晔, 徐石明, 丁孝华, 等. 新型能源体系建设的背景形势、策略建议和未来展望[J]. 中国科学院院刊, 2023, 38(8): 1187-1196.
- ZHU Ye, XU Shiming, DING Xiaohua, et al. Background situation, strategic suggestions and future prospects of construction of new energy system[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, 38(8): 1187-1196.
- [20] 谢克昌. 新型能源体系发展思考与建议[J]. 中国工程科学, 2024, 26(4): 1-8.
- XIE Kechang. Strategic thinking and suggestions on new energy system[J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(4): 1-8.
- [21] 陈洪波. 构建新型能源体系的战略意义[J]. 上海企业, 2022(12): 84.
- CHEN Hongbo. The strategic significance of building a new energy system[J]. Shanghai Enterprise, 2022(12): 84.
- [22] 郝宇. 新型能源体系的重要意义和构建路径[J]. 人民论坛, 2022(21): 34-37.
- HAO Yu. The significance and construction path of the new energy system[J]. People's Tribune, 2022(21): 34-37.
- [23] 王锐, 周友, 黄群健, 等. 构建新型能源体系[J]. 企业管理, 2023(1): 32-33.
- WANG Rui, ZHOU You, HUANG Qunjian, et al. Building a new energy system[J]. Enterprise Management, 2023(1): 32-33.
- [24] 尹明. 构建新型能源体系的时代背景与现实意义[J]. 中国电力企业管理, 2023(7): 58-61.
- YIN Ming. The historical background and practical significance of building a new energy system[J]. China Power Enterprise Management, 2023(7): 58-61.
- [25] 刘鸿渊, 吴昊, 彭新艳, 等. 加快规划建设新型能源体系: 基本内涵、价值意蕴与践行路径[J]. 成都理工大学学报(社会科学版), 2025, 33(2): 80-93.
- LIU Hongyuan, WU Hao, PENG Xinyan, et al. The basic connotation, value implications, and practical pathways for accelerating the planning and construction of a new energy system[J]. Journal of Chengdu University of Technology (Social Sciences), 2025, 33(2): 80-93.
- [26] 李金泽, 张国生, 梁英波, 等. 中国新型能源体系内涵特征及建设路径探讨[J]. 国际石油经济, 2023, 31(9): 21-27.

- LI Jinze, ZHANG Guosheng, LIANG Yingbo, et al. Connotation and characterization of China's new energy system as well as its construction path[J]. *International Petroleum Economics*, 2023, 31(9): 21-27.
- [27] 李岚春, 岳芳, 陈伟. 国家安全视域下新型能源体系的内涵特征与构建路径[J]. *智库理论与实践*, 2023, 8(3): 180-191.
- LI Lanchun, YUE Fang, CHEN Wei. Research on the connotation, characteristics and path of new energy system from the perspective of national security[J]. *Think Tank: Theory & Practice*, 2023, 8(3): 180-191.
- [28] 周宏春, 管永林. 新型能源体系建设的内在逻辑、基本内涵与支撑体系[J]. *能源研究与管理*, 2023, 15(1): 1-11.
- ZHOU Hongchun, GUAN Yonglin. Internal logic, basic connotation and supporting system of new energy system construction[J]. *Energy Research and Management*, 2023, 15(1): 1-11.
- [29] 孔令峰, 杜建林, 孔梓拯, 等. 系统推进油气煤与新能源协同融合发展促进新型能源体系建设[J]. *国际石油经济*, 2025, 33(2): 11-24.
- KONG Lingfeng, DU Jianlin, KONG Zizheng, et al. Systematically promoting the synergistic and integrated development of oil, gas, coal, and new energy to facilitate the construction of a new energy system[J]. *International Petroleum Economics*, 2025, 33(2): 11-24.
- [30] 梁英波, 张国生, 张安, 等. 新型能源体系建设路径及油气与新能源融合发展的思考[J]. *北京石油管理干部学院学报*, 2024, 31(2): 22-27.
- LIANG Yingbo, ZHANG Guosheng, ZHANG An, et al. Construction path of new energy system and thoughts on integration development of oil & gas and new energy[J]. *Journal of Beijing Petroleum Managers Training Institute*, 2024, 31(2): 22-27.
- [31] 吴谋远, 王利宁, 段兆芳, 等. 新型能源体系建设下的油气高质量发展研究[J]. *当代石油石化*, 2024, 32(1): 8-13.
- WU Mouyuan, WANG Lining, DUAN Zhao Fang, et al. Research on high-quality development of oil and gas under the construction of new energy system[J]. *Petroleum & Petrochemical Today*, 2024, 32(1): 8-13.
- [32] 苗壮, 李悦颜. 以新型能源体系建设驱动能源新质生产力发展[J]. *兰州财经大学学报*, 2024, 40(6): 1-10.
- MIAO Zhuang, LI Yueyan. Driving the development of new quality productive forces in energy through the construction of a new energy system[J]. *Journal of Lanzhou University of Finance and Economics*, 2024, 40(6): 1-10.
- [33] 胡剑. 双碳背景下电力源网荷储一体化和多能互补发展的路径探索[J]. *中国战略新兴产业*, 2025(5): 78-80.
- HU Jian. Exploration of the development path for integration of generation-grid-load-storage and multi-energy complementarity in the context of dual carbon goals[J]. *China Strategic Emerging Industry*, 2025(5): 78-80.
- [34] 张宁, 卢静, 代红才. 源网荷储协调发展下我国电力系统灵活性资源展望[J]. *中国电力企业管理*, 2020(16): 44-47.
- ZHANG Ning, LU Jing, DAI Hongcai. Prospect of flexible resources in China's power system under the coordinated development of source-grid-load-storage[J]. *China Power Enterprise Management*, 2020(16): 44-47.
- [35] 王国荣, 周莉, 周守为, 等. 多种能源融合发展战略研究[J]. *中国工程科学*, 2024, 26(4): 84-95.
- WANG Guorong, ZHOU Li, ZHOU Shouwei, et al. Multi-energy integrated development strategy[J]. *Strategic Study of CAE*, 2024, 26(4): 84-95.
- [36] 高丹, 孔庚, 麻林巍, 等. 我国区域能源现状及中长期发展战略重点研究[J]. *中国工程科学*, 2021, 23(1): 7-14.
- GAO Dan, KONG Geng, MA Linwei, et al. Energy development status and developing focus of varied regions in China[J]. *Strategic Study of CAE*, 2021, 23(1): 7-14.
- [37] 王建良, 李擘. 中国东中西部地区天然气需求影响因素分析及未来走势预测[J]. *天然气工业*, 2020, 40(2): 149-158.
- WANG Jianliang, LI Nu. Influencing factors and future trends of natural gas demand in the eastern, central and western areas of China based on the grey model[J]. *Natural Gas Industry*, 2020, 40(2): 149-158.
- [38] 周淑慧, 王军, 梁严. 碳中和背景下中国“十四五”天然气行业发展[J]. *天然气工业*, 2021, 41(2): 171-182.
- ZHOU Shuhui, WANG Jun, LIANG Yan. Development of China's natural gas industry during the 14th Five-Year Plan in the background of carbon neutrality[J]. *Natural Gas Industry*, 2021, 41(2): 171-182.
- [39] GHALEHKHONDABI I, ARDJMAND E, WECKMAN G R, et al. An overview of energy demand forecasting methods published in 2005–2015[J]. *Energy Systems*, 2017, 8(2): 411-447.
- [40] 中国石油规划总院. 中国油气与新能源市场发展报告-2023[M]. 北京: 石油工业出版社, 2023.
- PetroChina Planning and Engineering Institute. Report on the development of China's oil, gas and new energy market (2023) [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2023.
- [41] 中国宏观经济研究院能源研究所. 中国能源转型展望2023[R/OL]. (2024-03-21)[2024-07-10]. https://news.sohu.com/a/765778745_121637204.
- Energy Research Institute of China Macro Economic Research Institute. China's energy transition outlook (2023) [R/OL]. (2024-03-21) [2024-07-10]. https://news.sohu.com/a/765778745_121637204.
- [42] 中国石油集团经济研究院. 2060年世界与中国能源展望[R]. 北京: 中国石油集团经济研究院, 2024.
- CNPC Economics & Technology Research Institute. Energy outlook 2060[R]. Beijing: CNPC Economics & Technology Research Institute, 2024.
- [43] 中国石化集团经济技术研究院有限公司, 中国石化咨询有限责任公司. 中国能源展望2060(2024版)[R/OL]. (2024-02-25)[2024-07-10]. <https://max.book118.com/html/2024/0215/6103044235010045.shtml>.
- Sinopec Economics & Development Research Institute Company Limited, Sinopec Consulting Co., Ltd. China energy outlook 2060 (2024 edition) [R/OL]. (2024-02-25) [2024-07-10]. <https://max.book118.com/html/2024/0215/6103044235010045.shtml>.

