

引文: 侯梅芳, 李力民, 杨义轩, 等. 中国能源安全新战略实践成效与能源革命对策[J]. 天然气工业, 2025, 45(8): 150-161.

HOU Meifang, LI Limin, YANG Yixuan, et al. Practical achievements and energy revolution countermeasures of new energy security strategy in China[J]. Natural Gas Industry, 2025, 45(8): 150-161.

中国能源安全新战略实践成效与能源革命对策

侯梅芳¹ 李力民² 杨义轩¹ 王伟杰¹ 赵里傲¹

1. 中国石油勘探开发研究院 2. 重庆相国寺储气库有限公司

摘要: 2014 年 6 月“四个革命、一个合作”能源安全新战略正式提出。十余年来,中国持续推进能源革命,实施系列战略性举措,在能源消费结构优化、能效提升、生产供应能力增强、科技创新跨越发展、体制机制改革深化等方面取得突破性进展与标志性成果,有力支撑了经济社会高质量发展,保障了国家能源安全。然而,建设能源强国仍面临诸多挑战。为此,在阐述中国能源安全新战略提出的时代背景和重要意义的基础上,总结了十余年来取得的显著成效,分析了当前面临的形势和挑战,结合目前能源安全的现状,提出了深入实施能源安全新战略、实现能源高质量发展和高水平安全的对策建议。研究结果表明:①能源安全新战略实施显著优化了能源结构、提升了能效、增强了供应保障能力;②能源科技创新实现跨越式发展;③能源体制机制改革持续深入,有力支撑经济社会高质量发展,有力保障国家能源安全,但建设能源强国还面临着诸多问题和挑战。结论认为,在中国全面推进强国建设、民族复兴伟业的关键时期,能源领域须坚持以能源安全新战略为指引,持续深入推进能源革命,通过实施自主可控生产能力提升工程、供应安全保障能力提升工程、节能降碳提效能力提升工程、科技支撑引领能力提升工程、科学治理保障能力提升工程等“五大能力提升工程”,构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系,促进我国能源高质量发展和高水平安全,加快建设能源强国,有力支撑现代化强国建设。

关键词: 能源安全新战略; 能源强国; 能源革命; 能源转型; 能源安全

中图分类号: F407.22

文献标识码: A

DOI: 10.3787/j.issn.1000-0976.2025.08.013

Practical achievements and energy revolution countermeasures of new energy security strategy in China

HOU Meifang¹, LI Limin², YANG Yixuan¹, WANG Weijie¹, ZHAO Li'ao¹

(1. PetroChina Research Institute of Petroleum Exploration & Development, Beijing 100083, China; 2. Chongqing Xiangguosi Underground Gas Storage Co., Ltd., Chongqing 400015, China)

Natural Gas Industry, Vol.45, No.8, p.150-161, 8/25/2025. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

Abstract: In June 2014, the new energy security strategy centered on "four revolutions and one cooperation" was officially proposed. Over the past decade, China has consistently advanced its energy revolution and taken a series of strategic measures. As a result, breakthrough progresses and landmark achievements have been made in terms of energy consumption structure optimization, energy efficiency improvement, production and supply capacity enhancement, technological innovation leapfrog development, and system and mechanism reform deepening, which provide strong support for the high-quality economic and social growth while ensuring national energy security. However, China still faces many challenges in its way to grow into an energy power. This paper illustrates the historical background and significant importance of China's new energy security strategy. Then, the main achievements over the past decade are reviewed, and the current situations and challenges are analyzed. Based on the current situation of energy security, the countermeasures to deepen the implementation of the new energy security strategy and achieve high-quality energy development and high-level security are proposed. The following results are obtained. First, the implementation of the new energy security strategy significantly optimizes energy structure, improves energy efficiency, and enhances supply guarantee capability. Second, the leapfrog innovations and continuous advancements in energy technology vigorously support China's self-reliance in energy technology and modernization of industrial/supply chain. Third, the reform of energy system and mechanism continues to deepen, which has provided a strong support for the high-quality economic and social development and ensured national energy security. However, China still faces many difficulties and challenges in its way to grow into an energy power. In conclusion, during the critical period of comprehensively promoting the construction of a great country and the great cause of national rejuvenation in China, the energy sector shall insist on continuously promoting energy revolution under the guidance of the new energy security strategy, and build a clean, low-carbon, safe, and efficient new energy system by implementing the "five key capacity improvement engineering", i.e., independent and controllable production capacity improvement engineering, safe supply guarantee capacity improvement engineering, energy conservation, carbon reduction and efficiency enhancement capacity improvement engineering, technology supporting and leading capacity improvement engineering, and scientific treatment guarantee capacity improvement engineering, so as to foster domestic high-quality energy development and high-level energy security.

Keywords: New energy security strategy; Energy power; Energy revolution; Energy transition; Energy security

作者简介: 侯梅芳, 女, 1987 年生, 高级政工师; 主要从事能源战略、油气人工智能等方面的工作。地址: (100083) 北京市海淀区学院路 20 号中国石油勘探开发研究院。ORCID: 0000-0003-4913-7318。E-mail: houmeifang@petrochina.com.cn

0 引言

能源是经济社会发展的动力源泉，更关系到国计民生和国家安全。面对日益错综复杂的国际国内形势，推动能源领域高质量发展、保障能源安全，成为至关重要的时代命题。2014 年 6 月 13 日，中央财经领导小组第六次会议首次提出推动能源消费革命、能源供给革命、能源技术革命、能源体制革命以及全方位加强国际合作、实现开放条件下能源安全的重要论述，即“四个革命、一个合作”能源安全新战略，为新时代能源发展提供了根本遵循。本文阐述了能源安全新战略提出的时代背景和重要意义，回顾总结十余年来取得的显著成效，系统分析当前面临的形势挑战，提出深入实施能源安全新战略、实现能源高质量发展和高水平安全的对策建议。

1 能源安全新战略提出的时代背景

1.1 能源绿色低碳转型成为国际共识

人类社会进入工业化以后，社会生产力水平大幅提高，然而，人类对自然资源的过度开发和粗放利用，导致资源严重短缺、生态环境持续恶化，人与自然的矛盾冲突日益激化，逐渐引起了人类的思想转变，可持续发展理念应运而生。现代意义上的“可持续性”概念，最早诞生于 18 世纪初的德国“森林可持续产量”理念^[1]，当时工业化进程加速推进，木材消耗极大，造成森林资源供应危机，这一理念

让人们开始意识到自然资源的有限性，人类社会发
展需要可持续的资源支撑。此后，加速推进的工业
化和现代化进程，造成全球范围内生态环境加剧恶
化。1972 年，全球顶尖智库罗马俱乐部发布报告《增
长的极限》^[2]，其中警示道：人口和经济快速增长将
很快超越地球承载极限，如果人类不做出重大调整，
最迟到 21 世纪末，人口和工业将停止增长。这一报
告警示人们需要探索人与自然和谐共生的发展模式。
自此以后，可持续发展的理念不断发展进步（表 1），
绿色低碳发展逐渐成为全球共识。

近年来，全球气候逐渐变暖，极端天气频发。
联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）发布评
估报告称，煤、石油、天然气等化石能源燃烧产生
的大量温室气体是导致全球变暖的主要因素^[3]。全球
变暖成为人类社会可持续发展面临的最大威胁，应对
气候变化逐渐成为国际社会广泛重视的问题。1992 年，
联合国在里约热内卢召开环境与发展大会，153 个
国家和地区正式签署《联合国气候变化框架公约》（以
下简称公约），《公约》自 1994 年起生效，从 1995 年
起每年举行一次缔约方会议，评估应对气候变化进
展，探讨应对措施（表 2）。保护全球生态环境，推
动绿色低碳发展，也成为全球能源转型发展的关键
问题。

1.2 能源革命是中国生态文明建设的必然要求

改革开放以来，中国经济社会持续快速发展，
在 2014 年能源安全新战略提出之前的三十多年间
（1978—2013 年），中国国内生产总值从 $3\,645\times 10^8$

表 1 人类社会可持续发展理念演变统计表

年份	重大事件	主要思想内涵
1713	德国矿务官卡洛维茨发表《森林经济》	提出“森林可持续产量”理念，自然资源是有限的，需要解决资源过度开发使用的矛盾，人类社会发 展需要可持续的资源供应
1962	美国海洋生物学家卡森发表《寂静的春天》	指出人类滥用农药等化学合成制剂，将会危害鸟类和其他野生生物， 也会通过污染食品、空气和水，直接威胁人类健康和生存
1972	罗马俱乐部发布《增长的极限》	人口和经济快速增长将很快超越地球承载极限，如果人类不做重大 调整，最迟到 21 世纪末，人口和工业将停止增长
1972	联合国在瑞典斯德哥尔摩召开第一次人类环境 会议，发布《人类环境宣言》	呼吁和指导各国政府、人民为维护和改善人类环境，造福全体人民， 造福后代而共同努力
1987	世界环境与发展委员会发布《我们共同的未来》	将“可持续发展”定义为：既能满足当代人的需要，又不对后代人 满足其需要的能力构成危害的发展
1992	联合国在里约热内卢召开环境与发展大会，通过 《21 世纪议程》	提出有针对性的改革目标和执行方案，促进各国政府把宽泛的政策 目标转化为具体行动
2003	英国发布《我们能源的未来：创建低碳经济》	首次在官方文件中提出以低能耗、低污染、低排放为基础，适应全 球气候变化的低碳经济发展模式
2012	联合国可持续发展大会发布《我们憧憬的未来》	绿色经济是实现可持续发展的重要手段，注重消除贫困

表 2 国际社会应对气候变化重大事件统计表（2014 年之前）

年份	重大事件	主要内容
1979	第一次世界气候大会	气候变化首次作为一个引起国际社会关注的问题提上议事日程
1988	IPCC	IPCC 专门负责评估气候变化状况及其影响
1990	IPCC 发布第一次评估报告	报告确认了对有关气候变化问题的科学基础，促使联合国大会建立政府间谈判委员会，开始进行气候变化框架公约谈判
1990	联合国设立政府间谈判委员会（INC）	该委员会负责有关气候问题的国际公约谈判
1992	《联合国气候变化框架公约（UNFCCC）》	第一个为应对全球气候变暖、提出全面控制温室气体排放的国际公约，1992 年 5 月，联合国大会通过 UNFCCC，同年 6 月联合国环境与发展会议，150 多个国家和地区共同签署
1995	IPCC 发布第二次评估报告	提交 UNFCCC 第二次缔约方大会，为《京都议定书》诞生奠定基础
1997	UNFCCC 缔约方大会签订《京都议定书》	首次以国际性法规的形式限制温室气体排放，规定发达国家的减排量化指标，并具有法律约束力
2001	IPCC 发表第三次评估报告	指出过去 50 年人类活动造成全球变暖的概率为 66%，为《京都议定书》生效提供科学支撑
2007	IPCC 发表第四次评估报告	明确提出过去 50 年的气候变化很可能归因于人类活动，推动了“巴厘路线图”的诞生
2007	巴厘岛气候大会	确立“巴厘路线图”，为气候变化国际谈判的关键议题确立了明确议程
2009	UNFCCC 缔约方大会达成《哥本哈根协议》	提出针对发展中国家的自主减排和发达国家的强制减排方法
2013	IPCC 发表第五次评估报告	指出气候变化由人类行为造成的概率提升到 95%，进一步凝聚国际社会应对气候变化的共识

元跃升至 $568\,845\times 10^8$ 元，占世界经济比重由 1.8% 跃升到 12.3%，经济社会发展成就举世瞩目。作为经济社会发展的重要物质支撑，能源消费量必然伴随经济的快速增长而持续攀升(图 1)。根据 bp 统计数据，2009 年中国已超越美国成为世界第一大能源消费国；至 2013 年一次能源消费总量达 121.38 EJ。与此同时，能源利用带来的 CO₂ 排放持续增长。长期以来，中国富煤的资源禀赋决定了能源消费以煤为主。2013 年中国煤炭消费占比已经高达 67.9%（bp 数据），偏煤的能源结构是导致 CO₂ 排放量大、生态环境问题日益严重的直接原因。

长期以来，依赖资源要素投入实现经济增长的

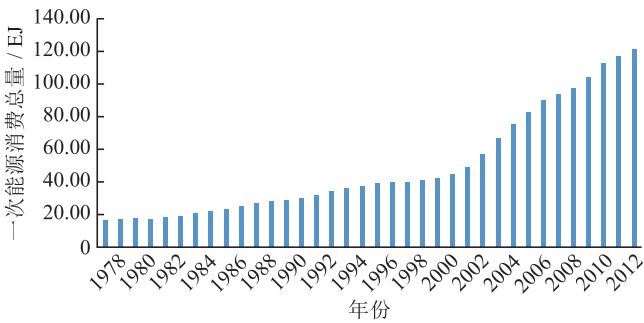


图 1 1978—2013 年中国一次能源消费总量统计图

粗放发展模式以及能源利用效率低的问题，已成为制约经济社会高质量可持续发展的障碍，中国逐渐开始探索经济发展和生态环境保护的统筹协调^[4]。2007 年正式提出“生态文明”理念。“十一五”时期，首次将主要污染物排放总量和单位 GDP 能耗下降比例作为约束性指标，建立节能降耗和污染减排相关制度。2009 年生态文明建设被纳入经济建设、政治建设、文化建设、社会建设、生态文明建设“五位一体”总体布局^[5]。近年来，将“美丽中国”纳入社会主义现代化强国目标，2012 年首次提出建设美丽中国的战略目标。

1.3 能源安全是保障国家安全的关键因素

能源安全是关系经济发展、社会稳定、国家安全的全局性、战略性问题，确保能源资源安全是保障国家安全的应有之意。改革开放以来，中国能源消费量增长速度远超能源产量增速，油气增产空间有限，油气供需缺口不断扩大，对外依存度持续攀升^[6]（图 2）。根据中国石油集团经济技术研究院发布的《2013 年国内外油气行业发展报告》，2013 年中国油气均为净进口状态，受“富煤、贫油、少气”的资源禀赋限制，石油和天然气的对外依存度已经分别达到 58%

和29%，且仍有可能继续升高。油气对外依存度过高，加之当时围绕产油气国的地缘政治冲突不断，获取海外油气资源的形势愈发严峻复杂，油气供应安全成为影响我国能源安全的核心风险，2014年提出能源安全新战略恰逢其时。

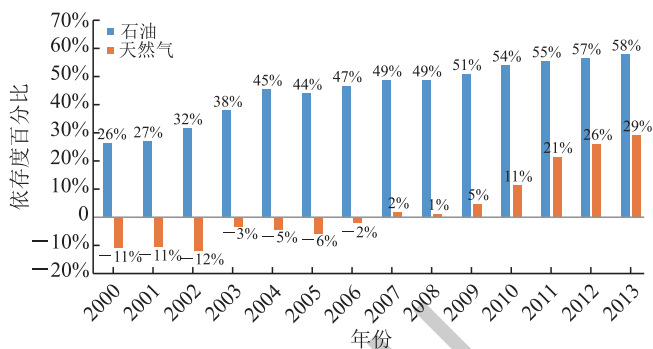


图2 2000—2013年油气对外依存度趋势图

在应对气候变化、生态文明建设、维护能源安全等多重形势之下，2014年提出的“四个革命、一个合作”能源安全新战略，高度契合国家发展和安全的战略需要，为新时代能源高质量发展提供根本遵循。

2 能源安全新战略十年实践成效

2.1 能源消费革命

10余年来，在能源安全新战略指引下，中国深入推进能源消费革命，消费结构显著优化。能源消费从以煤炭为主加速向多能融合、清洁低碳转变（图3），能源行业的发展动力从传统能源加速向新能源转移。煤炭作为兜底保障的主体能源，占能源消费总量比重始终保持第一，但总体呈下降趋势。根据bp统计数据，2013—2023年期间，中国煤炭消费占比从68%降至54%，下降14个百分点；天然气、水电、核电、风电、太阳能发电等清洁能源消费量快速增长，占

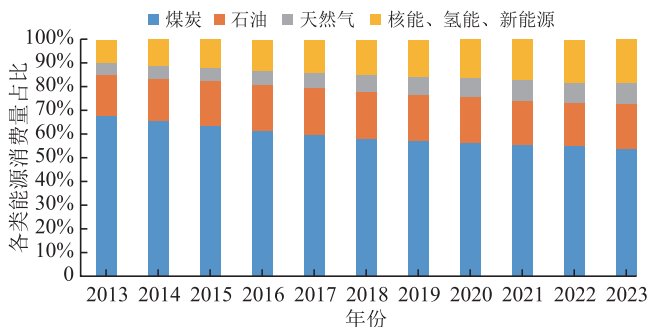


图3 2013—2023年中国各类能源消费量占比统计图

比从15%提高到27%，上升12个百分点，其中天然气消费量占比从5.1%提高到8.5%，能源消费增量约2/3源自清洁能源。同时，中国加快转变用能方式，持续推进重点领域电能替代，终端用能电气化水平显著提高，2023年电能占终端能源消费量比重达28%，其中，工业部门电气化率为27.6%，建筑部门电气化率为48.1%，交通部门电气化率为4.3%。

10余年来，中国持续加大节能降耗力度，能效水平大幅提升。坚持能源开发与节约用能并重，把节能作为“第一能源”，将节能指标纳入生态文明、绿色发展等绩效评价体系^[7]。自“十一五”起，国民经济和社会发展规划纲要均将单位GDP能耗作为约束性指标，2013—2023年期间，中国以年均3.5%的能源消费量（根据bp统计数据测算）增长（图4），支撑了年均超过6%的国民经济增长，单位GDP能耗整体呈下降态势，2023年比2013年累计下降34%。持续优化完善能耗“双控”制度，逐步从能耗“双控”向碳排放总量和强度“双控”转变，建立健全节能降碳市场化机制。因此，碳排放控制取得明显成效，2023年单位GDP的CO₂排放量相比2013年下降43%。

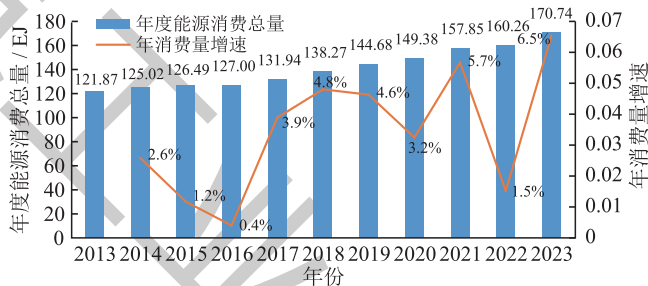


图4 2013—2023年能源消费量及其年增速统计图

2.2 能源供给革命

10余年来，在能源安全新战略指引下，中国大力推进能源供给革命，生产供应能力不断提升，能源供给结构向绿色低碳加速转型，为经济社会高质量发展奠定了坚实保障。根据中国国家统计局数据，中国一次能源生产总量从2013年的 35.9×10^8 t标准煤增长至2023年的 48.3×10^8 t标准煤，累计增长35%。中国一次能源产量稳居世界首位，能源自给率长期保持80%以上。目前，中国已基本形成涵盖煤炭、石油、天然气、新能源的多元化能源生产供应体系，能源供应安全保障水平持续提升。

煤炭产业持续升级优化，有效发挥能源保供“压舱石”作用。基于中国“富煤”的资源禀赋，煤炭

长期占据能源消费主体地位,通过释放优质产能,原煤产量于 2021 年跃上 $41\times 10^8\text{t}$,2023 年产量达 $47.1\times 10^8\text{t}$,较 2013 年增长 19%,占全国一次能源生产总量的 65% 以上,产量规模占全球煤产量的 1/2 以上,供应保障能力显著增强。

煤炭供给侧结构性改革持续推进,产业逐渐向资源条件好、竞争力强的地区和企业集中。根据《2023 煤炭行业发展年度报告》,截至 2023 年底,全国煤矿数量减少至约 4 300 处,年产 $1.2\times 10^6\text{t}$ 及以上大型煤矿产量占全国 85% 以上,年产 $3\times 10^5\text{t}$ 及以下小型煤矿产量占比下降至 1% 以下。煤炭企业战略性重组整合取得新突破,17 家企业原煤产量超 $5\times 10^7\text{t}$,原煤产量合计约为 $26.9\times 10^8\text{t}$,占全国总产量 57.1%,有效改善煤炭产能落后、多、散、小的格局,煤炭资源配置能力显著增强。

煤炭清洁高效利用加速发展。2023 年,超低排放的煤电机组占比超过 95%,由此建成全球规模最大的清洁煤电系统,原煤入洗率超过 70%。矿井水综合利用率、煤矸石综合利用处置率、土地复垦率分别为 74.6%、73.6%、57.9%。智能开采加快发展,全国建成智能化煤矿 572 处,产能达 $19.4\times 10^8\text{t}$,约占全国煤炭总产能的 40%。同时,现代煤化工产业逐步向高端化、多元化、低碳化转型,煤制油气、低阶煤分质利用等煤炭深加工产业化示范取得积极进展,

主要产品产能、产量居世界首位。2023 年,煤制气产能达 $67.1\times 10^8\text{m}^3$,煤制乙二醇产能达 $1.118\times 10^7\text{t}$,煤制油产能达 $1.138\times 10^7\text{t}$ 。

油气增储上产持续发力,不断夯实国内产量基础。保障油气稳定供应,是维护国家能源安全的关键。十余年来,油气行业深入贯彻落实能源安全新战略,实施“大力提升油气勘探开发力度七年行动计划”,油气核心需求自主保障能力不断增强。2010 年中国原油产量首次突破 $2\times 10^8\text{t}$,特别是“七年行动计划”启动后,原油产量连续 5 年保持增长,2023 年原油产量达 $2.09\times 10^8\text{t}$,筑牢国内原油 $2\times 10^8\text{t}$ 稳产基本盘。据 bp 统计数据,2023 年,中国天然气产量达 $2\,343\times 10^8\text{m}^3$,连续 10 年保持增长,特别是“七年行动计划”以来,连续保持每年百亿立方米增产。

可再生能源产业发展壮大,不断提升电力保障能力和清洁电力比例。10 余年来,中国可再生能源实现从小到大、由弱到强的跨越式发展,新能源发电量不断增加,占比稳步提高,成为能源保供的重要力量。据国家能源局发布的《2023 年度全国可再生能源电力发展监测评价报告》,2023 年,中国可再生能源发电量为 $2.95\times 10^{12}\text{kW}\cdot\text{h}$,占全社会用电量的 31.8%,截至 2023 年底,可再生能源装机总量达 $15.16\times 10^8\text{kW}$,占全国发电装机容量的 52%,可再生能源已形成先进、完备、国际领先的全产业链(表 3)。

表 3 截至 2023 年底中国可再生能源发电情况统计表

类型	2023 年底累计装机容量/ 10^8kW	2023 年发电量/ ($10^8\text{kW}\cdot\text{h}$)	全社会用电量占比	国际领先水平
风电	4.41	8 858	9.5%	并网装机容量已连续 14 年稳居全球第一,继火电、水电之后的第三大主力电源
光伏	6.09	5 833	6.3%	新增装机量连续 10 年位居全球首位,累计装机量连续 8 年位居全球首位,全球最大的光伏产品生产和消费国
水电	4.22	12800	13.8%	水电规模与技术均位居世界首位
生物质能发电	0.44	1 980	2.1%	占全球生物质发电装机容量的 30%

注:根据国家能源局发布数据。

2.3 能源技术革命

10 余年来,在能源安全新战略指引下,中国持续推进能源技术革命,有力支撑能源科技自立自强和产业链供应链现代化。加大原创性、颠覆性技术攻关,在煤炭清洁高效利用技术、非常规油气勘探开发技术、可再生能源技术、电网技术等方面均实现从量的积累迈向质的跃升,能源科技在国际上实现从全部“跟跑”到部分“并跑”、甚至部分“领跑”的跨越。

2.3.1 煤炭高效清洁利用技术取得突破,推动产业绿色低碳转型升级

煤炭开发方面,成功研发特厚煤层大采高综放开采关键技术及装备,首次实现年产 $1\times 10^7\text{t}$ 以上特厚煤层安全高效开采,自主研发盾构机打破进口限制,国产化盾构机已占据全球市场份额 2/3 以上^[8]。煤电超低排放方面,超临界燃煤发电技术实现跨越式发展,达到国际领先水平,95% 以上煤电机组实现超低排放,已建成全球最大清洁煤电系统。煤炭清

洁高效转化方面，煤制烯烃、煤制芳烃等煤化工关键技术已达到国际领先水平，全球首创煤直接液化、粉煤中低温热解及焦油轻质化工艺^[9]。

2.3.2 油气自主创新成效显著，有力支撑国内油气增储上产

常规油气勘探开发、老油田 / 常规气田提高采收率、近海油田开发等技术达到国际先进水平，特别是化学驱技术已达到国际领先水平^[10]。深层超深层油气勘探开发理论技术实现突破。陆相页岩油陆续突破出油关，获得工业产量，实现效益开发，中国已成为国际上实现陆相页岩油商业规模开发最成功的国家之一。历经 10 余年勘探开发技术攻关和探索实践，中国成为美国之外首个实现页岩气规模化商业开发的国家^[11-12]。海洋油气方面，陆续攻克深水、超深水及深水高温高压等世界级技术难题，天然气水合物试采成功，自主研发的全球首座 10×10^4 t 级深水半潜式生产储油平台“深海一号”投产，中国成为全球少数能够自主开展深水油气勘探开发的国家之一。

2.3.3 可再生能源技术突飞猛进，清洁能源产业世界领先

光伏发电方面，光伏电池、组件转换效率多次刷新世界纪录，主要设备基本实现国产化，光伏产业技术水平世界领先，光伏组件产量已连续 16 年位居全球首位。风电方面，低风速、抗台风、超高塔架、超高海拔风电技术位居世界前列，大兆瓦级风电整

机、关键核心部件已实现自主可控，陆上风电机组新增装机平均容量从 2013 年 1.7×10^3 kW 提高到目前的 10×10^3 kW 级，风电技术装备水平位居世界前列。水电方面，大型特大型水电机组装备制造水平世界领先，白鹤滩水电站安装 16 台自主研发、全球单机容量最大功率百万千瓦水轮发电机组，总装机容量达 1.6×10^7 kW^[13]。核电方面，已形成较为完备的第三代核电技术和装备体系，综合国产化率超过 90%。自主研发百万千瓦级第三代核电“华龙一号”、全球最大非能动压水堆核电站“国和一号”，主要技术和安全性能指标均达到世界先进水平。第四代核电技术取得重大突破，山东荣成石岛湾高温气冷堆示范工程攻克多项世界技术难题，是全球首座第四代核电站^[14]。

电网技术创新不断，引领新型电力系统建设。攻克特高压输电技术并实现装备国产化，解决了电力输送距离远、损耗大难题，标志中国电力输送技术达到世界领先水平，成为“中国制造”闪亮名片。大电网系统仿真、智能调度控制、安全控制等技术实现突破，支撑建成全世界最大的交直流混合电网。

2.4 能源体制革命

10 余年来，在能源安全新战略指引下，中国不断深化能源体制机制改革，有力保障能源高质量发展。能源安全新战略提出以来，中国在全面深化能源体制机制改革方面采取了一系列重要举措（表 4），逐步还原能源商品属性，优化资源配置效率。

表 4 2014 年以来中国能源领域改革重要政策举措统计表

年份	政策
2014	中央财经领导小组第六次会议提出，“四个革命、一个合作”能源安全新战略
2015	党中央、国务院发布《关于进一步深化电力体制改革的若干意见》
2016	国家发展和改革委员会、国家能源局发布《能源生产和消费革命战略（2016—2030）》
2017	党中央、国务院发布《关于深化石油天然气体制改革的若干意见》
2021	党中央、国务院发布《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》，国务院发布《2030 年前碳达峰行动方案》
2022	国家发展和改革委员会、国家能源局发布《关于完善能源绿色低碳转型体制机制和政策措施的意见》
2023	中央全面深化改革委员会第二次会议通过《关于推动能耗双控逐步转向碳排放双控的意见》《关于进一步深化石油天然气市场体系改革提升国家油气安全保障能力的实施意见》《关于深化电力体制改革加快构建新型电力系统的指导意见》

2.4.1 能源体系的定位不断优化调整

2006 年“十一五”规划提出“构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系^[15]”。2011 年“十二五”规划提出“构建安全、稳定、经济、清洁的现代能源产业

体系^[16]”。2016 年“十三五”规划提出“建设清洁低碳、安全高效的现代能源体系^[17]”。2021 年“十四五”规划提出“推进能源革命，建设清洁低碳、安全高效的能源体系，提高能源供给保障能力^[18]”。2022 年

提出“加快规划建设新型能源体系”。

2.4.2 能源市场化改革加快推进, 打造有效竞争的能源市场体系

油气方面, 勘探开发市场有序放开, 通过市场化手段调动油气上游投资积极性, 加大油气勘探开发力度; 油气干线管网独立运营, 油气基础设施公平开放成为常态; 陆续在上海、重庆、深圳、浙江、天津等地成立油气交易平台, 探索资源配置、价值机制市场化。电力方面, 已初步形成覆盖国家/省(区)级、涵盖中长期/现货交易、交易品种广泛的多层次多元化电力市场体系; 截至 2023 年底, 全国交易机构注册量达到 70.8×10^4 个, 国家电网代理购电量仅占全部工商业电量 30% 左右, 市场化交易电量占全社会用电量比例从 2014 年的 5.4% 增长到 2023 年的 61.4%^[19]。

2.4.3 价格市场化改革深入推进, 不断完善能源价格机制

成品油定价方面, 继 2013 年改为“十个工作日一调整”之后, 2016 年、2022 年, 国家先后发布《关于进一步完善成品油价格形成机制的通知》《关于做好国际油价触及调控上限后实施阶段性价格补贴有关工作的通知》, 成品油价格逐步走向市场化。天然气价格方面, 按照“放开两头、管住中间”总目标, 放开气源和销售价格, 充分激发市场活力, 政府指导和市场调节价并存, 超过 60% 门站气量价格由市场决定, 科学核定垄断环节价格, 不断完善油气管道运输定价机制。电力方面, 构建了覆盖区域电网、省级电网、地方电网、增量配电网的独立输配电价体系, 实现分电压等级不分用户类型核定输配电价, 发电侧通过市场交易在“基准价+上下浮动”范围内形成上网电价, 用户侧全面放开工商业用电价格^[19]。

2.5 全方位加强能源国际合作

10 余年来, 在能源安全新战略指引下, 中国统筹国内国际 2 个市场 2 种资源, 通过构建多领域、多层次、全产业链的合作平台, 广泛开展能源领域国际合作交流, 努力打造国际能源合作命运共同体, 有效提升国际影响力和开放条件下的能源安全保障水平。

2.5.1 油气进口日益多元化, 保障油气供应安全

近年来, 持续拓展油气进口来源, 已形成 4 大油气进口战略通道和 5 大国际油气合作区, 有效降低对资源国依赖和进口风险。油气进口来源地分布上, 从中东地区、俄罗斯、中亚地区、北美地区、亚太

地区进口量增加, 从南美洲、非洲进口量有所减少, 原油进口来源国从 10 年前的 36 个增至 44 个^[20], 多元的能源进口渠道有效提升了能源供应链稳定性。

2.5.2 深化绿色能源合作, 助力全球低碳发展

中国已经成为全球绿色能源供应链的主要贡献者之一。2023 年全球可再生能源新增装机 5.1×10^9 kW, 其中中国贡献超过 50%。中国凭借光伏、风电等技术领先优势, 加强清洁能源技术交流与合作, 成立中欧能源技术创新平台、中阿清洁能源合作中心等联合创新平台, 建设柬埔寨低碳示范区、老挝万象赛色塔低碳示范区等示范项目。与 100 多个国家和地区开展了绿色能源项目合作, 通过巴基斯坦卡洛特水电站、埃塞俄比亚阿达玛风电项目等一系列重大项目, 助推项目所在国能源绿色低碳转型。

2.5.3 以“一带一路”倡议为统领, 建立能源主场外交机制

自 2013 年发起共建“一带一路”倡议以来, 中国已与 152 个国家、32 个国际组织签署了 200 多份共建“一带一路”合作文件, 覆盖 83% 建交国^[21], 其中能源合作是重点领域, 在共建“一带一路”国家的能源项目投资占总投资的比重超过 40%。中国已成为全球最大的可再生能源市场和设备制造国, 风电整机装备生产量占全球一半以上, 光伏产业为全球市场供应超过 70% 组件, 以“华龙一号”为代表的核电技术成功“走出去”, 以巴西美丽山水电特高压直流送出项目为代表, 特高压直流输电技术落地海外, 积极引领全球能源治理。同时, 中国积极参与全球能源治理, 陆续成为国际可再生能源署成员国、国际能源宪章组织签约观察员国、国际能源署联盟国, 为全球能源治理贡献中国力量^[22]。

3 中国能源发展面临的问题和挑战

新中国成立 75 年以来, 实现从能源小国、弱国到能源大国的转变, 特别是深入实施能源安全新战略十年以来, 中国坚定不移推进能源革命, 为能源强国建设奠定了坚实基础。然而, 能源体系仍存在不少短板, 建设能源强国还面临着诸多挑战。

3.1 能源消费革命仍面临结构偏重问题

近年来, 中国大力推行能源消费绿色新模式, 然而化石能源在能源消费总量占比始终过高。根据 bp 统计数据, 2023 年, 中国煤炭、石油、天然气等传统化石能源在一次能源消费总量中占比高达

82%，其中煤炭占比54%，是全球仅有的3个煤炭消费量占比超过1/2的国家之一，能源消费结构明显偏重。

中国能源供需总体平衡，但区域性矛盾依然突出。能源生产与消费地域逆向分布，能源产区集中在西部、北部等经济相对落后地区，而能源消费则主要集中在中部、东南沿海发达地区，因此形成了北煤南运、西气东输、西电东送、南水北调等大型资源调配工程，这样的能源利用和流向格局产生了极大的运输成本和能源损耗^[24]。

3.2 能源供给革命仍面临自给能力不足、供应链韧性偏弱等问题

3.2.1 油气、关键矿物难以自给，对外依存度偏高

近年来，随着中国经济社会快速发展，能源消费量持续增长，虽然能源总体自给率处于较高水平，但油气产量难以满足消费量增长需求，高度依赖海外进口，石油、天然气对外依存度分别达到73%和42%^[25]。

可再生能源产业快速发展，所需的锂、镍、钴、稀土、碲等关键矿产需求激增。中国锂、钴、镍的对外依存度分别超过60%、95%、90%，关键矿物已经成为除油气以外影响能源安全的关键风险^[26]。根据国际能源署报告，要实现《巴黎协定》目标，到2040年各国发展清洁能源所需的矿物量至少比2021年翻2番，其中锂的需求量增长42倍、钴增长21倍、镍增长19倍。在2050年净零排放情景下，2020年到2030年，锂、钴、镍等关键矿物的市场规模将增加6倍以上。中国作为可再生能源开发利用第一大国，所需矿产资源势必持续增长，如果没有关键矿物的安全稳定供应，就难以支撑以可再生能源为主体的绿色能源体系。

3.2.2 供应链韧性偏弱

中国油气储备能力仍未达到国际通行的安全标准线，远低于发达国家水平。石油储备以国家战略石油储备为主，至2020年底，中国已建成12个国家石油储备基地^[19]，虽然已具备一定规模，但仍达不到国际能源署设定的90天储备安全标准线。天然气战略储备相对滞后，储气能力严重不足，目前，我国已建成地下储气库的有效工作气量仅占全年消费量的4.6%^[27]，远低于12%~15%的国际平均水平。

随着极端天气频发、可再生能源发电大规模并网，电力系统的灵活稳定性不足。近年来，国内极热极寒等极端天气发生的频率和强度均有所上升，

由此带来多次电力供应紧张，现有技术条件下风电、光伏均高度依赖气候条件，存在很大的间歇性、不稳定性，随着越来越高比例的可再生能源发电并网，电力系统的电力平衡和稳定运行面临很大挑战。

3.3 能源技术革命仍面临科技创新能力偏弱问题

深入推进能源革命必将带来能源领域的颠覆性变革，现有的科技创新体系还难以支撑。中国能源供应以煤炭为主的基本格局短期内不会改变，当前煤炭清洁高效利用技术还无法支撑煤炭产业在发挥兜底保障作用的同时满足绿色低碳要求。中国油气、关键矿物对外依存度持续攀升，当前美西方对华“脱钩”趋势明显，正在加大对中国科技封锁，支撑油气增储上产、新能源发展壮大关键核心技术和装备还存在“卡脖子”风险，亟待攻关突破。构建新型能源系统，各种能源行业间壁垒、多能互补融合的瓶颈、传统行业流程改造的难点，这些都需要能源科技创新去突破。

近年来，中国能源系统始终坚持创新驱动发展战略，发挥新型举国体制优势，培育了一系列重大科技成果，能源科技创新正在从“跟跑”“并跑”向“创新”“主导”转变。然而，科技创新能力水平与国际先进水平还存在一定差距，科技创新体系还存在科技攻关散而不精、泛而不深、创新主体多而不强、基础研究稳而不活、成果碎而不实等突出问题^[28]，科技创新体系还不能完全满足高质量发展要求。

3.4 能源体制革命仍面临治理体系偏差问题

加快构建新型能源体系、新型电力系统，需要能源体制机制保障。市场在资源配置中决定性作用尚未充分发挥，能源价格形成机制仍存在“计划定价”与“市场定价”双轨制，行政审批、配额管理、特许经营等非市场手段仍然占据主导地位，多元市场主体竞争不充分，跨省跨区交易存在壁垒^[29]。新能源消纳调控和激励政策还不够完善，新能源发电波动性大，电网调节能力却相应不足，弃风弃光现象仍局部存在，绿证绿电交易市场机制仍不完善。能源立法保障方面，在全面依法治国背景下，能源领域法律法规体系尚不完善，立法进程、法律修订频率相比能源行业发展严重滞后，虽然已出台基础性统领性的能源法，但是可再生能源法、节约能源法、电力法等单行法也亟需制修订。能源监管方面，针对已出台的能源重大政策、重大规划、已实施的重大能源项目，政策法规层面还存在监管缺位、错位、不到位的问题。

3.5 国际合作仍面临受制于人问题

尽管中国在能源国际合作方面已取得显著进展,但仍面临一系列问题。我国能源技术水平与世界发达国家相比仍有较大差距,深水能源开采技术、硅基薄膜太阳能技术等关键核心技术仍不具备自主可控能力,这些领域的关键技术严重依赖国际市场。在国际能源贸易投资方面,虽然我国已经是世界第一大能源消费国、进口国,但是当前能源市场结算仍以美元为主,严重影响中国在国际市场的参与度和话语权。

4 加快深入推进能源革命的对策建议

能源是强国建设、民族复兴的重要基础和关键支撑,能源行业须以“四个革命、一个合作”能源安全新战略为指引,持续深入推进能源革命,通过实施自主可控生产能力提升工程、供应安全保障能力提升工程、节能降碳提效能力提升工程、科技支撑引领能力提升工程、科学治理保障能力提升工程等“五大能力提升工程”,构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系,实现能源高质量发展和高水平安全。

4.1 自主可控生产能力提升工程

坚持立足国内,统筹传统能源与新能源,完善国内能源综合多元化生产体系,增强能源自主保障能力,将能源饭碗端在自己手里。在传统化石能源方面,煤炭要稳住存量,大力实施煤炭清洁高效利用,加快建设基础性支撑性调节性电源,发挥调峰和兜底保障作用;持续加大油气勘探开发和增储上产力度,特别是持续加大“两深一非”探索力度^[30-31],确保原油 $2 \times 10^8 \text{ t}$ 长期稳产、天然气上产 $3\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$,建立不同类型储气库,优化升级储气库运行体系^[32],保障油气核心需求。在可再生能源方面,发挥我国可再生能源资源优势和全产业链优势,因地制宜,积极稳妥推进水电、核电等重大工程实施,在能源转型过程中,坚持多能融合、协同发展,打造一批传统化石能源与新能源融合发展的综合能源生产基地。在关键矿产资源方面,加快战略性矿产勘探开发力度,推进青藏高原锂矿、南方离子型稀土矿等潜力矿区开发,提升资源自给率。

4.2 供应安全保障能力提升工程

自 20 世纪 70 年代中东战争引发的石油危机以来,能源安全的内涵不断丰富,除了传统油气断供风险,还增加了能源市场风险、地缘政治风险、能源转型风险等非传统风险^[33]。面对日益严峻复杂的能

源安全风险,必须大力提升能源供应的韧性和可持续性。推动油气进口渠道多元化,采取差异化合作策略,进一步提升国际能源市场的资源配置能力,保障海外油气供应安全。加强油气储备基础设施建设,保障用能高峰、油气断供等紧急情况下的能源安全供应。推进分布式智能电网和微电网建设,增强电网对新能源的消纳能力,加快建设多能互补、源网协同、供需互动、灵活智能的智慧能源管理体系^[34]。务实稳妥地推进能源转型,处理好传统能源退出与新能源接替的关系,统筹好煤、油、气、新能源、电力等各类能源,确保各类能源协同发展、相融相促。

4.3 节能降碳提效能力提升工程

牢固树立“节能”是第一能源的理念,抑制不合理消费,实施全面节约战略^[35]。通过立法约束和政策鼓励,完善能源循环利用、节能提效等法律法规和政策制度^[23]。持续推动煤电机组节能减排升级改造,进一步提升煤炭清洁高效利用水平。持续推动石油化工有限公司绿色低碳转型,通过技术革新降低能耗,实施燃料原料清洁替代,与新能源融合发展优化产业布局^[36]。钢铁、水泥、玻璃等高能耗产业,加快推动落后产能淘汰,实施能源回收利用。在民生用电方面,牢牢把握以人民为中心的发展思想,着力解决公民使用现代清洁能源的平等性问题,推动农村新能源发展、散煤治理、电网升级改造等,提升农村清洁能源供给能力和消费水平。

4.4 科技支撑引领能力提升工程

以国家能源转型战略性需求为导向,以能源安全风险问题为导向,着力提升能源科技的支撑引领作用。强化顶层设计,制定能源科技领域中长期发展规划,明确关键核心技术攻关任务清单。优化科技创新体系,加快构建能源领域国家实验室体系,规划布局前瞻性、战略性、应用性基础研究。积极推动国家、企业、科研机构、高校组建创新联合体,协同推进研究开发与科技成果转化。在传统化石能源领域,加快推动煤炭清洁高效利用技术、常规油气提高采收率技术、“两深一非”油气勘探开发技术与工程装备等研发攻关。在新能源领域,加大关键原材料和核心部件研发力度,加快布局钙钛矿晶硅叠层电池、深远海风电机组、固态电池等前沿技术研究,推动氢能、新型储能、四代核电等新技术试点示范和产业化应用^[37]。

4.5 科学治理保障能力提升工程

能源革命涉及经济社会的系统性变革,影响广

泛而深刻，是一项长期的战略性任务，必须要有与之相适应的系统科学的能源治理体系。相关部门要进一步健全运行机制，在能源发展战略、统筹协调重大问题方面发挥更大作用^[38]。坚持“全国一盘棋”，根据地区资源条件、经济发达程度，引导能源产业合理布局，加快规划建设多能互补融合的新型能源体系。加快建立健全能源政策法规体系，在能源法框架下，完善重点能源领域的法律法规，深化能源领域市场机制改革，推动能源商品化、价格市场化，通过市场竞争形成能源价格^[39]，同时要加强政策监管，打造公平有序能源市场环境。

应把握国际能源治理体系重塑战略机遇，深化国际能源合作，深度参与全球能源治理。引进、吸收目前无法自主研发的电解氢、清洁煤燃料处理、生物质能开发等关键能源技术^[40]，在跟跑学习的过程中，逐步攻克技术瓶颈，掌握核心技术。以“一带一路”能源合作为主体，带领中国能源领域技术、产品、装备、标准“组团出海”，深度融入全球能源供应链产业链，打造能源命运共同体。充分发挥我国最大能源消费国的市场优势，积极参与国际能源治理，密切跟踪前沿动态，参与先进能源技术标准制修订，加强与国际能源署等国际组织对话机制，推动构建公平合理、互惠互利的定价机制，提升在国际治理体系中的话语权和影响力。

5 结束语

新中国成立以来，中国能源发展取得显著成就，为经济快速发展和社会长期稳定提供了坚实的物质基础。特别是2014年“四个革命、一个合作”能源安全新战略提出以来，能源领域发生一系列巨大变革，取得一系列突破性进展和标志性成果。然而，与建设能源强国的目标相比，还面临很多挑战，还存在油气和关键矿物对外依存度偏高、能源供应链安全水平偏低、能源消费结构偏重、科技创新能力偏弱、能源治理体系待完善等问题。能源领域须统筹高质量发展和高水平安全，以“四个革命、一个合作”能源安全新战略为指引，持续深入推进能源革命，通过实施自主可控生产能力提升工程、供应安全保障能力提升工程、节能降碳提效能力提升工程、科技支撑引领能力提升工程、科学治理保障能力提升工程等“五大能力提升工程”，构建清洁低碳、安全高效的新型能源体系，加快建设能源强国，有力支撑现代化强国建设。

参 考 文 献

- [1] 樊越. 可持续发展理念的历史演进及其当前困境探析[J]. 四川大学学报(哲学社会科学版), 2022(1): 88-98.
FAN Yue. The historical evolution of the concept of sustainable development and the current difficulties it faces[J]. Journal of Sichuan University (Philosophy and Social Science Edition), 2022(1): 88-98.
- [2] 王晓飞, 张莹, 郭焦锋. 中国能源安全新战略与实现途径[J]. 中国煤炭, 2021, 47(3): 62-67.
WANG Xiaofei, ZHANG Ying, GUO Jiaofeng. The new strategy and realization approach of China's energy security[J]. China Coal, 2021, 47(3): 62-67.
- [3] 侯梅芳, 梁英波, 徐鹏. 中国式现代化目标下构建新型能源体系之路径思考[J]. 天然气工业, 2024, 44(1): 177-185.
HOU Meifang, LIANG Yingbo, XU Peng. The path of building a new energy system under the goal of Chinese modernization: A discussion[J]. Natural Gas Industry, 2024, 44(1): 177-185.
- [4] 相伟. 我国经济发展方式演变历程及影响因素[J]. 经济纵横, 2011(11): 76-79.
XIANG Wei. The evolution process and influencing factors of China's economic development mode[J]. Economic Review Journal, 2011(11): 76-79.
- [5] 中国共产党新闻网. 中国共产党第十七届中央委员会第四次全体会议公报[EB/OL]. (2009-09-18)[2025-06-25]. <https://cpc.people.com.cn/GB/64093/64094/10080626.html>.
CPC News Network. Communiqué of the fourth plenary session of the 17th Central Committee of the Communist Party of China[EB/OL]. (2009-09-18)[2025-06-25]. <https://cpc.people.com.cn/GB/64093/64094/10080626.html>.
- [6] 邹才能, 赵群, 张国生, 等. 能源革命: 从化石能源到新能源[J]. 天然气工业, 2016, 36(1): 1-10.
ZOU Caineng, ZHAO Qun, ZHANG Guosheng, et al. Energy revolution: From a fossil energy era to a new energy era[J]. Natural Gas Industry, 2016, 36(1): 1-10.
- [7] 邹才能, 熊波, 李士祥, 等. 碳中和背景下世界能源转型与中国式现代化能源革命[J]. 石油科技论坛, 2024, 43(1): 1-17.
ZOU Caineng, XIONG Bo, LI Shixiang, et al. World energy transformation and China's modern energy revolution under carbon neutrality background[J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2024, 43(1): 1-17.
- [8] 袁亮. 我国煤炭工业高质量发展面临的挑战与对策[J]. 中国煤炭, 2020, 46(1): 6-12.
YUAN Liang. Challenges and countermeasures for high quality development of China's coal industry[J]. China Coal, 2020, 46(1): 6-12.
- [9] 谢克昌. 新型能源体系发展背景下煤炭清洁高效转化的挑战及途径[J]. 煤炭学报, 2024, 49(1): 47-56.
XIE Kechang. Develop new energy system and promote clean and efficient conversion of coal[J]. Journal of China Coal Society, 2024, 49(1): 47-56.
- [10] 唐玮, 张国生, 徐鹏. “十四五”油气勘探开发科技创新重点领域与方向[J]. 石油科技论坛, 2022, 41(5): 7-15.

- TANG Wei, ZHANG Guosheng, XU Peng. Analyze key areas and orientations of technological innovation for oil and gas exploration and development in 14th Five-Year Plan period[J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2022, 41(5): 7-15.
- [11] 邹才能, 朱如凯, 董大忠, 等. 页岩油气科技进步、发展战略及政策建议[J]. 石油学报, 2022, 43(12): 1675-1686.
- ZOU Caineng, ZHU Rukai, DONG Dazhong, et al. Scientific and technological progress, development strategy and policy suggestion regarding shale oil and gas[J]. Acta Petrolei Sinica, 2022, 43(12): 1675-1686.
- [12] 聂海宽, 党伟, 张珂, 等. 中国页岩气研究与发展 20 年: 回顾与展望[J]. 天然气工业, 2024, 44(3): 20-52.
- NIE Haikuan, DANG Wei, ZHANG Ke, et al. Two decades of shale gas research & development in China: Review and prospects[J]. Natural Gas Industry, 2024, 44(3): 20-52.
- [13] 顾国彪, 郑小康, 阮琳. 浅谈中国未来大型水电装备技术挑战与创新[J]. 中国电机工程学报, 2024, 44(17): 6959-6973.
- GU Guobiao, ZHENG Xiaokang, RUAN Lin. Discussion on the technical challenges and innovations of large hydropower equipment in the future in China[J]. Proceedings of the CSEE, 2024, 44(17): 6959-6973.
- [14] 李莹, 孙玉兵. 我国核电发展现状、问题和建议[J]. 当代化工研究, 2021(22): 175-177.
- LI Ying, SUN Yubing. The present situation, problems and suggestion of nuclear power development in China[J]. Modern Chemical Research, 2021(22): 175-177.
- [15] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要[EB/OL]. (2006-03-14)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_268766.htm.
- The Central People's Government of the People's Republic of China. Outline of the Eleventh Five Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China[EB/OL]. (2006-03-14)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/gongbao/content/2006/content_268766.htm.
- [16] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要[EB/OL]. (2011-03-16)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/2011lh/content_1825838.htm.
- Outline of the Twelfth Five Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China[EB/OL]. (2011-03-16)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/2011lh/content_1825838.htm.
- [17] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要[EB/OL]. (2016-3-17)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm?url_type=39&object_type=webpage&pos=1.
- The Central People's Government of the People's Republic of China. Outline of the 13th Five Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China[EB/OL]. (2016-3-17)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/xinwen/2016-03/17/content_5054992.htm?url_type=39&object_type=webpage&pos=1.
- [18] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要[EB/OL]. (2021-03-13)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- The Central People's Government of the People's Republic of China. Outline of the 14th Five Year Plan for national economic and social development of the People's Republic of China and the long range objectives for 2035[EB/OL]. (2021-03-13)[2023-07-15]. https://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [19] 邓良辰, 赵晓东, 刘坚. 电力体制改革回顾与展望[J]. 中国能源, 2024, 46(3): 96-103.
- DENG Liangchen, ZHAO Xiaodong, LIU Jian. Retrospect and prospects of the electricity system reform[J]. Energy of China, 2024, 46(3): 96-103.
- [20] 蒋珊, 刘潇潇, 郝风云, 等. 新形势下中国油气进口安全面临的挑战及应对建议[J]. 国际石油经济, 2024, 32(4): 12-17.
- JIANG Shan, LIU Xiaoxiao, XI Fengyun, et al. Challenges and responses to China's oil and gas import security under the new situation[J]. International Petroleum Economics, 2024, 32(4): 12-17.
- [21] 陈耀, 杨尧均, 毛尹于, 等. “一带一路”能源合作高质量发展研究: 中国的实践贡献与路径选择[J]. 科学管理研究, 2024, 42(3): 161-167.
- CHEN Yao, YANG Yaojun, MAO Yinyu, et al. Research on high-quality development of energy cooperation under the Belt and Road Initiative: China's practical contribution and path selection[J]. Scientific Management Research, 2024, 42(3): 161-167.
- [22] 焦兵, 李佳. 新发展格局下推进能源国际合作的历史演进、现实依据与路径选择[J]. 西安财经大学学报, 2024, 37(5): 103-114.
- JIAO Bing, LI Jia. Historical evolution, practical basis and path choice of promoting international energy cooperation in the new development pattern[J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2024, 37(5): 103-114.
- [23] 赵文智, 梁坤, 李志欣, 等. 从能源大国到能源强国: 国际经验与中国路径[J]. 中国工程科学, 2024, 26(4): 9-15.
- ZHAO Wenzhi, LIANG Kun, LI Zhixin, et al. Improve China's strength in energy: International experience and Chinese path[J]. Strategic Study of CAE, 2024, 26(4): 9-15.
- [24] 巢清尘. 世界格局变化下的中国碳中和之路[J]. 环境经济研究, 2022, 7(2): 1-10.
- CHAO Qingchen. China's pathway to carbon neutrality under the changing world[J]. Journal of Environmental Economics, 2022, 7(2): 1-10.
- [25] 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 Zhaofang, 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.
- [26] 张国生, 梁英波, 贺新春, 等. 固根补短强优加快建设现代化能源强国[J]. 北京石油管理干部学院学报, 2023, 30(1): 37-43.

- ZHANG Guosheng, LIANG Yingbo, HE Xinchun, et al. Consolidate the foundation, make up for shortcomings, strengthen the advantages and accelerate the construction of a modern energy power[J]. Journal of Beijing Petroleum Managers Training Institute, 2023, 30(1): 37-43.
- [27] 马新华, 郑得文, 丁国生, 等. 复杂地质条件储气库 " 极限动用 " 理论与实践 [J]. 石油勘探与开发, 2023, 50(2): 373-383.
- MA Xinhua, ZHENG Dewen, DING Guosheng, et al. "Extreme utilization" theory and practice in gas storages with complex geological conditions[J]. Petroleum Exploration and Development, 2023, 50(2): 373-383.
- [28] 刘合, 张国生, 徐鹏, 等. "两论" 视角看中国关键核心技术创新体系建设 [J]. 科技导报, 2022, 40(7): 6-12.
- LIU He, ZHANG Guosheng, XU Peng, et al. Analysis on China's key and core technology innovation system construction from the perspective of on contradiction and on practice[J]. Science & Technology Review, 2022, 40(7): 6-12.
- [29] 景春梅, 何七香. 新型能源体系的内涵、挑战及建设重点 [J]. 全球化, 2024(2): 52-59.
- JING Chunmei, HE Qixiang. The connotation, challenges and construction priorities of the new energy system[J]. Globalization, 2024(2): 52-59.
- [30] 黄福喜, 汪少勇, 李明鹏, 等. 中国石油深层、超深层油气勘探进展与启示 [J]. 天然气工业, 2024, 44(1): 86-96.
- HUANG Fuxi, WANG Shaoyong, LI Mingpeng, et al. Progress and implications of deep and ultra-deep oil and gas exploration in PetroChina[J]. Natural Gas Industry, 2024, 44(1): 86-96.
- [31] 贾爱林, 闫海军, 唐海发, 等. 中国深层、超深层气藏开发关键技术对策建议 [J]. 天然气工业, 2024, 44(1): 119-127.
- JIA Ailin, YAN Haijun, TANG Haifa, et al. Key technologies and countermeasures for deep and ultra-deep gas reservoir development in China[J]. Natural Gas Industry, 2024, 44(1): 119-127.
- [32] 丁国生, 王云, 完颜祺琪, 等. 不同类型复杂地下储气库建库难点与攻关方向 [J]. 天然气工业, 2023, 43(10): 14-23.
- DING Guosheng, WANG Yun, WANYAN Qiqi, et al. Construction difficulties and research directions of various complex UGSs[J]. Natural Gas Industry, 2023, 43(10): 14-23.
- [33] 侯梅芳, 葛苏, 程小島. 新形势下中国能源安全的内涵、挑战和举措 [J]. 天然气工业, 2022, 42(9): 157-165.
- HOU Meifang, GE Su, CHENG Xiaodao. China's energy security under the new situation: Connotation, challenges and strategic initiatives[J]. Natural Gas Industry, 2022, 42(9): 157-165.
- [34] 邹才能, 潘松圻, 赵群. 论中国 " 能源独立 " 战略的内涵、挑战及意义 [J]. 石油勘探与开发, 2020, 47(2): 416-426.
- ZOU Caineng, PAN Songqi, ZHAO Qun. On the connotation, challenge and significance of China's "energy independence" strategy[J]. Petroleum Exploration and Development, 2020, 47(2): 416-426.
- [35] 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.
- [36] 朱红钧, 李英媚, 陈俊文, 等. "双碳" 目标下中国石油企业绿色减碳路径 [J]. 天然气工业, 2024, 44(4): 180-189.
- ZHU Hongjun, LI Yingmei, CHEN Junwen, et al. Carbon reduction paths for Chinese oil companies under the carbon peaking and carbon neutrality goals[J]. Natural Gas Industry, 2024, 44(4): 180-189.
- [37] 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(4): 502-510.
- CAI Rui, ZHU Hanxiong, LI Wanjun, et al. Development path of energy science and technology under "dual carbon" goals: Perspective of multi-energy system integration[J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2022, 37(4): 502-510.
- [38] 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.
- [39] 何春蕾, 段言志, 张颀, 等. 中国天然气价格改革理论研究进展及其应用回顾与展望 [J]. 天然气工业, 2023, 43(12): 121-129.
- HE Chunlei, DUAN Yanzhi, ZHANG Yong, et al. Theoretical research and application of China's natural gas pricing reform: Progress, review and prospect[J]. Natural Gas Industry, 2023, 43(12): 121-129.
- [40] 赵烁. 能源高质量发展框架下的国际合作问题与对策 [J]. 中国能源, 2024, 46(增刊 1): 101-112.
- ZHAO Shuo. Problems and countermeasures of international cooperation under the framework of high-quality energy development[J]. Energy of China, 2024, 46(S1): 101-112.

(修改回稿日期 2025-07-01 编辑 张晓雪)



本文互动