

引文: 王震, 孔盈皓, 马玉灏. 中国天然气行业“十五五”发展展望: 基础、挑战和建议[J]. 天然气工业, 2025, 45(11): 217-225.  
WANG Zhen, KONG Yinghao, MA Yuhao. Prospect of China's natural gas industry in the 15<sup>th</sup> Five-Year Plan period: Foundation, challenges, and proposals[J]. Natural Gas Industry, 2025, 45(11): 217-225.

# 中国天然气行业“十五五”发展展望: 基础、挑战和建议

王震<sup>1,2</sup> 孔盈皓<sup>1,2</sup> 马玉灏<sup>2</sup>

1. 中国海油集团能源经济研究院 2. 中国石油大学(北京)

**摘要:** 天然气作为衔接传统化石能源与可再生能源的关键桥梁, 其战略价值作用在“十五五”能源转型关键期愈发凸显。为此, 基于“十四五”时期中国天然气行业发展成果的系统梳理, 结合新时期能源转型逻辑与供需预测, 系统分析了“十五五”时期天然气行业发展面临的机遇与挑战, 最后提出了发展策略与对策建议。研究结果表明: ①天然气将在新型能源体系中承担替代高碳化石能源、充当新能源伴侣的双重重要角色; ②“十五五”期间中国天然气产量有望突破 $3\ 000\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ ; ③中国天然气行业预计呈现供应宽松、价格下行的态势, 到2030年中国天然气市场空间将达 $5\ 700\times 10^8\sim 5\ 900\times 10^8\text{ m}^3$ , 发展空间广阔, 但行业同时面临新能源替代、储气调峰能力薄弱等挑战。从天然气产业链自身完善与政策引导2个方面提出了对策和发展建议: ①夯实气源保障基础, 构建多元供给体系, 增强可获得性; ②破解天然气管网瓶颈, 打通输配“最后一公里”, 确保天然气运得到; ③筑牢供应安全防线, 构建韧性消费生态, 增强供应稳定性; ④聚焦气源端降本, 破解成本痛点, 提高天然气使用经济性; ⑤践行低碳转型使命, 构建可持续发展模式, 强化责任担当; ⑥在完善油气矿权出让机制、强化基础设施的监管与公平开放、健全天然气价格联动机制、完善天然气发电相关政策等方面加强改革力度与政策引导。

**关键词:** 天然气; “十五五”规划; 天然气发电; 天然气消费量; 天然气产量

**中图分类号:** TE-9 **文献标识码:** A **DOI:** 10.3787/j.issn.1000-0976.2025.11.017

## Prospect of China's natural gas industry in the 15<sup>th</sup> Five-Year Plan period: Foundation, challenges, and proposals

WANG Zhen<sup>1,2</sup>, KONG Yinghao<sup>1,2</sup>, MA Yuhao<sup>2</sup>

(1. CNOOC Energy Economics Institute, Beijing 100013, China; 2. China University of Petroleum - Beijing, Beijing 102249, China)

Natural Gas Industry, Vol.45, No.11, p.217-225, 11/25/2025. (ISSN 1000-0976; In Chinese)

**Abstract:** Natural gas, as a key bridge between traditional fossil energy and renewable energy, is increasingly prominent as a strategic resource in the 15<sup>th</sup> Five-Year Plan period, a critical phase of energy transition. Based on the review of achievements in China's natural gas industry in the 14<sup>th</sup> Five-Year Plan period, combined with the logic of energy transition and supply-demand forecast in the new age, the opportunities for and challenges to China's natural gas industry in the 15<sup>th</sup> Five-Year Plan period are systematically discussed, and the corresponding strategies and countermeasures are proposed. The following results are obtained. First, natural gas will play a dual role in the new energy system as an alternative to high-carbon fossil energy and a helpmate to new energy. Second, China's natural gas production capacity is expected to exceed  $3\ 000\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$  in the 15<sup>th</sup> Five-Year Plan period. Third, China's natural gas industry is presumed to witness an ease supply and a downward price. By 2030, China's natural gas consumption is predicted to reach  $(5\ 700\text{--}5\ 900)\times 10^8\text{ m}^3$ , suggesting a broad market space. Nonetheless, the industry will be challenged by new energy substitution and weak peak-shaving capacity of gas storage. With a view to the improvement of industry chain and the policy guidance, strategies and countermeasures for natural gas development are proposed as follows. First, a multi-source supply system is established to enhance natural gas accessibility. Second, bottlenecks in the natural gas pipeline network are broken to ensure delivery pervasiveness. Third, a resilient consumption ecosystem is built to consolidate supply security and enhance supply stability. Fourth, pain points in costs are addressed, especially by reducing the source-end costs, to improve the natural gas utilization economy. Fifth, a sustainable development mode is established, aiming to fulfill the mission of transition towards low-carbon energy and strengthen the due responsibilities and commitments. Sixth, reform activities and policy guidance are intensified with respect to the oil/gas mining rights transfer mechanism, the regulation and fair openness of infrastructures, the natural gas price linkage mechanism, and relevant policies for natural gas power generation.

**Keywords:** Natural gas; 15<sup>th</sup> Five-Year Plan; Natural gas power generation; Natural gas consumption; Natural gas production

**基金项目:** 教育部人文社会科学研究青年基金项目“契约视角下矿权‘圈而不探’困境解决机制研究”(编号: 20YJJCZH201)。

**作者简介:** 王震, 1969年生, 教授, 博士研究生导师, 本刊编委; 现任中国海油集团能源经济研究院院长, 主要从事能源经济和绿色金融等领域的研究工作。地址: (100013)北京市东城区和平里七区16号。ORCID: 0000-0003-2767-8862。E-mail: wzhen@pku.org.cn

## 0 引言

在全球能源转型进程持续提速以及中国“碳排放双控”政策不断深化落地的背景下，天然气作为衔接传统能源与可再生能源的关键纽带，其清洁低碳特性与电力系统调峰价值愈发凸显。“十四五”时期，中国天然气行业在供应体系多元构建、市场机制改革突破等方面经历了系统性变革，为能源结构低碳转型奠定了重要基础。“十五五”时期是能源转型的关键攻坚阶段，能源发展呈现新的阶段性特征与战略要求，不仅需要实现二氧化碳排放总量的峰值控制，更是中国从高碳排放经济模式向低碳发展模式转型的重要转折点，要求能源体系在供需结构优化、技术创新突破、制度设计完善等维度推进更深层次变革。在此背景下，天然气作为单位热值碳排放最低的化石能源，既肩负着替代煤炭等高碳能源的转型使命，也面临碳减排政策约束与新能源替代的双重压力。因此，在这一关键时期，系统性研判天然气行业的转型路径至关重要。

本文立足能源转型的底层逻辑，系统探究天然气在新型能源体系中的功能定位，并以行业中长期发展空间预测为基础，进一步剖析“十五五”时期天然气行业在资源开发、市场消纳、制度建设等关键领域面临的核心机遇与挑战，最后提出天然气行业发展策略与政策建议，以期天然气在能源转型中找准定位、突破瓶颈、实现可持续发展提供参考。

## 1 “十四五”期间中国天然气行业发展概述

### 1.1 消费市场稳步扩大

“十四五”以来，中国天然气消费量呈波动增长态势：2022年消费量出现历史性下降，但2023—2024年，受国际气价下跌等因素影响，中国天然气消费量逐步恢复增长。据预测，2025年中国天然气消费量有望突破 $4\,400\times 10^8\text{ m}^3$ <sup>[1]</sup>，较2020年增长34%，年均增速达6.1%，但远低于“十三五”时期12%的年均增速。从消费结构来看，城市燃气用气以 $280\times 10^8\text{ m}^3$ 的增量贡献了全国天然气消费总增量的40%，工业用气则保持约38%占比，持续位居用气量首位。

### 1.2 供应端呈现“国产快速增长、进口持续多元”格局

“十四五”以来，依托国内油气企业油气勘探

开发力度持续加大、国际能源合作深入推进、进口气源多样化拓展，中国天然气供应总体保持稳定增长趋势。预计2025年，中国天然气总供应量将由2020年的约 $3\,300\times 10^8\text{ m}^3$ 提升至 $4\,440\times 10^8\text{ m}^3$ ，年均增速约6%。其中，国产气量将由 $1\,888\times 10^8\text{ m}^3$ 增至 $2\,600\times 10^8\text{ m}^3$ ，天然气对外依存度由42.4%降至41.6%；进口气量由 $1\,400\times 10^8\text{ m}^3$ 增至 $1\,840\times 10^8\text{ m}^3$ ，进口来源国拓展至24个。

### 1.3 市场化改革取得突破

“十四五”以来，中国天然气行业遵循“管住中间、放开两头”的总体改革要求，持续优化价格机制，市场化改革成效显著。2023年7月，中央全面深化改革委员会第二次会议审议通过了《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》，明确围绕提升国家油气安全保障能力的核心目标，针对油气行业体制存在的突出问题，积极稳妥推进油气行业上中下游全链条体制机制改革，确保能源稳定可靠供应。在改革的实践中，上游领域将矿业权竞争性出让上升到法律层面，确保了矿业权获取的公开、公正、公平<sup>[2]</sup>。运输环节持续完善天然气管输价格形成机制<sup>[3]</sup>，干线管输价格形成机制由“一线一价”“一企一率”逐步向“一区一价”过渡<sup>[4]</sup>；同时，进一步规范储存、气化等环节的基础设施价格管理；价格上下游价格联动机制进一步完善<sup>[5]</sup>。截至2024年12月，全国已有超过130个市县发布了涉及居民侧天然气价格联动机制的相关文件或通知。“十四五”以来天然气行业关键政策如表1所示。

整体来看，“十四五”以来，中国天然气市场化改革政策已围绕上游法律保障、中游基础设施运营与定价、下游终端价格形成等多个维度构建起更加市场化、规范化和透明化的框架体系。相关政策的出台有利于激发产业链各环节的活力，优化资源配置效率，改善成本传导机制。

### 1.4 基础设施建设加快

全国天然气管道总里程持续增长，“全国一张网”建设稳步推进<sup>[6]</sup>。截至2024年，全国天然气长输管道总里程约 $12.3\times 10^4\text{ km}$ ，较2020年底增长12%；一次管输能力从2020年的 $2\,230\times 10^8\text{ m}^3$ 增长至 $3\,940\times 10^8\text{ m}^3$ ，增幅达76%，天然气“全国一张网”日供气能力超 $10\times 10^8\text{ m}^3$ 。储气能力显著提升，调峰能力短板有所改善。据公开资料测算，截至2024年，中国地下储气库共42座，设计总库容达 $796\times 10^8\text{ m}^3$ ，工作气量超 $262\times 10^8\text{ m}^3$ ，较2020年增

表 1 中国“十四五”以来天然气行业关键政策梳理表

政策领域	发布时间	文件名称	核心内容
行业顶层改革	2023 年 7 月	《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》	推进油气上中下游体制机制改革，聚焦提升国家油气安全保障能力，解决体制机制突出问题
上游资源管理	2024 年 11 月	《中华人民共和国矿产资源法（2024 年修订）》	将矿业权竞争性出让纳入法律框架，保障矿业权获取的公开、公正、公平
运输环节管理	2021 年 6 月	《天然气管道运输价格管理办法（暂行）》 《天然气管道运输定价成本监审办法（暂行）》	干线管输价格由“一线一价”“一企一率”调整为“一区一价”，强化成本与价格监管
基础设施管理	陆续发布	《关于加快推进天然气储备能力建设的实施意见》 《关于完善进口液化天然气接收站气化服务定价机制的指导意见》等	规范储存、气化等基础设施价格管理，优化定价方式
终端价格机制	2023 年 6 月	《关于建立健全天然气上下游价格联动机制的指导意见》	加强上下游价格联动，扩大市场调节比重

加  $121 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，增幅达 85%，地下储气库供气量占天然气消费总量的比重达 6.2%，较 2020 年提高 2%；LNG 接收站储罐罐容折合气态天然气  $151 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，较 2020 年增加  $62 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，增幅达 70%。

LNG 接收站建设加速推进，运营主体持续多元化<sup>[7]</sup>。截至 2024 年，全国已投产 LNG 接收站 31 座，总接卸规模达  $1.575 \times 10^8 \text{ t/a}$ ，较 2020 年增加  $6.523 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，增幅达 71%。在运营主体方面，截至 2024 年，除国家管网、中国海油、中国石油和中国石化外，地方国有企业、民营企业已多达 12 家。其中，国家管网接卸能力  $3.960 \times 10^4 \text{ t/a}$ （占比 25%），位居首位；其次是中国海油  $2.860 \times 10^4 \text{ t/a}$ （占比 18%）；中国石油  $2.060 \times 10^4 \text{ t/a}$ （占比 13%）；中国石化  $2.180 \times 10^4 \text{ t/a}$ （占比 14%）；地方国有企业、民营企业（广汇能源股份有限公司、新奥能源控股有限公司、深圳市燃气集团股份有限公司等）接收能力逐渐增强，规模达  $4.690 \times 10^4 \text{ t/a}$ （占比 30%）。

### 1.5 天然气与新能源融合发展初见成效

“十四五”以来，中国通过政策创新与技术突破，初步构建了天然气与新能源融合发展的产业生态。2022 年 1 月，《“十四五”现代能源体系规划》明确提出，因地制宜建设天然气调峰电站，推动气电与风电、光伏发电融合发展及联合运行<sup>[8]</sup>。2024 年 6 月，国家发展和改革委员会发布了《天然气利用管理办法》，将油气电氢综合能源供应项目、终端天然气掺氢示范项目，以及综合能源利用效率 70% 以上的天然气分布式能源项目（包括与可再生能源的综合利用、多能互补项目）纳入优先类。从实际发展情况来看，天然气与新能源融合模式已呈现多元化、规模化特征，覆盖油气田绿色转型、氢能掺混示范、生物天然气农业循环、分布式能源综合利用等领域。

中国石油西南油气田公司统筹天然气勘探开发与新能源协同发展<sup>[9]</sup>，打造“天然气+风光电、余压发电、伴生资源、氢能”的绿色发展西南模式。2021 年 12 月，国家电力投资集团有限公司成功完成 15% 掺氢燃烧改造并实现正常运行，成为首个全球商业领域燃气轮机燃氢示范项目。2023 年 9 月中国石油和浙江省能源集团有限公司联合开发的全国首个城市燃气—氢能制储掺输分用一体化示范项目成功投运。2024 年 11 月，国内首条可掺氢高压长输管道，包头—临河输气管道工程项目正式竣工通气。2020 年年底，中国天然气分布式能源总装机量达  $2.274 \times 10^4 \text{ kW}$ ，2022 年增长至  $2.640 \times 10^4 \text{ kW}$ <sup>[10]</sup>。中国城市燃气协会分布式能源专业委员会研究认为，2025 年装机规模有望突破  $3.000 \times 10^4 \text{ kW}$ <sup>[11]</sup>。

## 2 中国天然气行业“十五五”期间发展空间

### 2.1 天然气在新型能源体系中的地位与作用

新型能源体系是党的二十大报告提出的重要能源发展新概念。新型能源体系以绿色、低碳为核心导向，以保障能源安全、高效、可持续供应为首要目标，重点强调传统化石能源与新能源之间协同互补<sup>[12]</sup>。天然气具有高效、低碳、灵活和便捷的特点，相较于其他化石能源展现出更强的新能源互补性与跨界融合潜力<sup>[13-14]</sup>，因此成为聚焦研究的关键领域。

贾爱林等<sup>[15]</sup>认为，天然气作为可再生能源的长期伙伴，将在中国能源结构转型中发挥稳定与调节作用。邹才能等<sup>[16]</sup>指出，天然气具有双重替代和支撑价值，既是煤炭、石油等高碳能源的重要替代选项，又是与新能源融合发展的安全“稳定器”。周淑

慧等<sup>[17]</sup>认为,在能源安全、推进能源转型等新时代背景下,中国天然气发展进入了新阶段,工业领域“补煤替煤”、发电领域“融合新能源”将是中国天然气未来发展的两大战略方向;同时天然气将继续在城市燃气领域长期发挥基础能源作用、在交通领域发挥过渡性能源作用。综合来看,天然气的定位既植根于其物理特性与基础设施适配性,也顺应了能源系统对安全与低碳的双重需求。在新型能源体系中,天然气将承担多重关键角色:短期是高碳能源退出的替代主体,中长期是多能系统耦合的调峰枢纽与氢能发展的过渡载体,是不可跨越的过渡性能源与面向未来的创新载体。

## 2.2 中国天然气供应能力

天然气产量的预测方法主要有类比法(如资源

采气速度法)、生命轮回模型法(如哈伯特、翁氏模型等)<sup>[18-20]</sup>、储采比控制法、产量构成法<sup>[21]</sup>、数值模拟法<sup>[22]</sup>等。长期预测方法主要是从油气聚集、成藏、资源量、探明地质储量、可采储量产量出发<sup>[23]</sup>,统筹考虑已发现(在生产、在建设)、待发现储量,聚焦资源量、技术可采储量、探明率、采气速度等油气藏参数对油气产量进行中长期预测<sup>[24]</sup>。本文借鉴已有方法的核心思想,以海域、陆上常规气+致密气、陆上页岩气、陆上煤层气+煤岩气为研究对象<sup>[25]</sup>,分年度分阶段刻画在生产气田、在建设气田、在评价气田和待发现气田的产量规律。预测结果显示(图1),中国天然气产量仍有较大的增长空间。持续推进中国天然气增储上产,2030年天然气产量有望突破 $3\ 100\times 10^8\text{m}^3$ 。

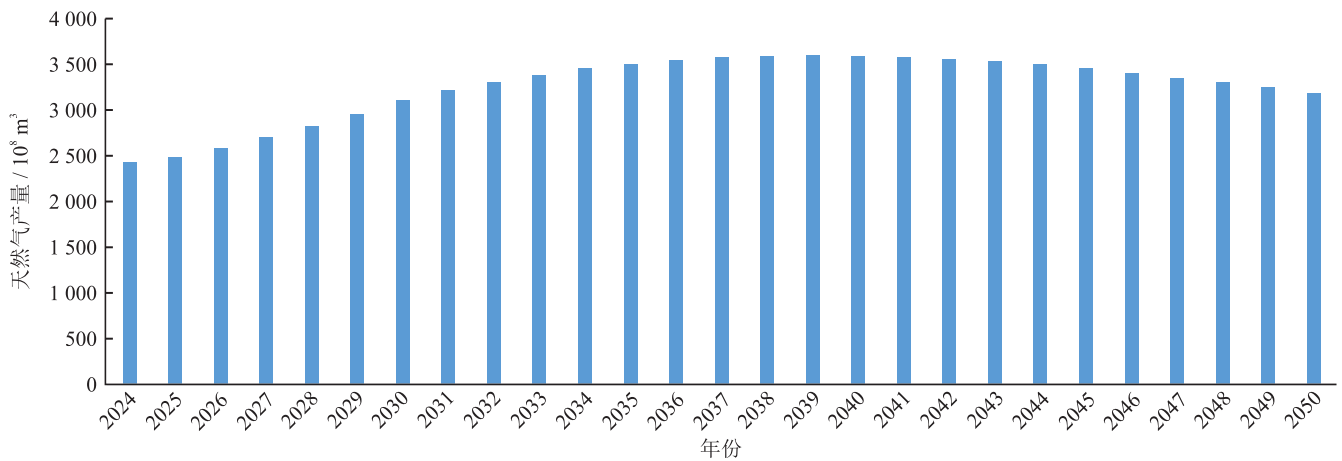


图1 中国天然气产量中长期预测图

中国持续推进管道气进口能力建设。2024年,中国在役进口天然气管道输气能力超过 $1\ 000\times 10^8\text{m}^3$ ,2024年实际完成管道气进口 $759\times 10^8\text{m}^3$ 。其中,中缅管道于2013年建成,设计输气能力 $120\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ;中亚管道A、B、C线设计能力合计 $550\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ,在2026年中亚管道D线完工后,中国中亚天然气进口管道的输送能力将增加 $300\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ,达 $850\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ;中俄东线于2019年建成,设计输气能力约 $380\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ ,在2026年中俄一远东线建成后,中俄管道气进口能力将增加到 $480\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ 。若中俄中线工程能够顺利开工建设,中国自俄罗斯的天然气进口能力将进一步增加至 $980\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ 。综合来看,未来中国的管道气进口能力有望达到 $1\ 950\times 10^8\text{m}^3/\text{a}$ 。中国跨境天然气管道情况如表2所示。

LNG接收站产能建设处于快速增长期。截至2025年3月,已投产LNG接收站数量达31座,总

接卸规模为 $1.57\times 10^8\text{t}/\text{a}$ 。考虑在建以及规划项目,2030年,LNG接卸规模将提升至 $2.6\times 10^8\text{t}/\text{a}$ 。

表2 中国跨境天然气管道情况表

相关方	跨境管道	状态	投产时间	设计能力 / $(10^8\text{m}^3\cdot\text{a}^{-1})$
俄罗斯	中俄东线	运行中	2019年	380
	中俄远东线	建设中	2027年(预计)	100
	中俄中线	待定	—	500
	中俄西线	搁置	—	—
中亚	中亚管道A	运行中	2009年	150
	中亚管道B	运行中	2010年	150
	中亚管道C	运行中	2017年	250
	中亚管道D	建设中	2026年(预计)	300
缅甸	中缅管道	运行中	2013年	120

注:表中数据根据公开信息整理。

储气库建设规划稳步推进，储气规模持续提升。为保障国家能源安全，有效提升市场调节和风险应对能力，中国将持续统筹推进地下储气库、LNG 储罐等储气设施建设。预计“十五五”期间，新增重庆万顺场储气库、大港油田储气库等 15 座地下储气库。预计到 2030 年，中国天然气储气能力达到  $800 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，其中地下储气库工作气量约  $500 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ ，LNG 储罐储气能力折合气态天然气超  $300 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

### 2.3 中国天然气消费量预测

中国天然气消费量受 GDP、产业结构、城镇化率、人均可支配收入等多个关键因素影响<sup>[26-31]</sup>。本文在综

合以上影响因素的基础上，充分考虑天然气消费量与人均可支配收入的长期协整关系<sup>[32]</sup>，建立误差修正模型，并基于该模型对天然气消费量进行预测研究。

《关于〈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〉的说明》(2020)<sup>[33]</sup>中明确指出，到 2035 年实现我国经济总量或人均收入翻一番。本文以“2035 年人均可支配收入较 2020 年翻倍”为核心假设条件，用误差修正模型预测未来中国天然气消费总量，预测结果如图 2 所示。研究数据显示，2030 年中国消费总量有望接近  $5\,700 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。需要指出的是，本文天然气消费量预测模型的潜在假设是“供给中性”与“价格中性”，即未考虑供应以及价格对消费量的影响。

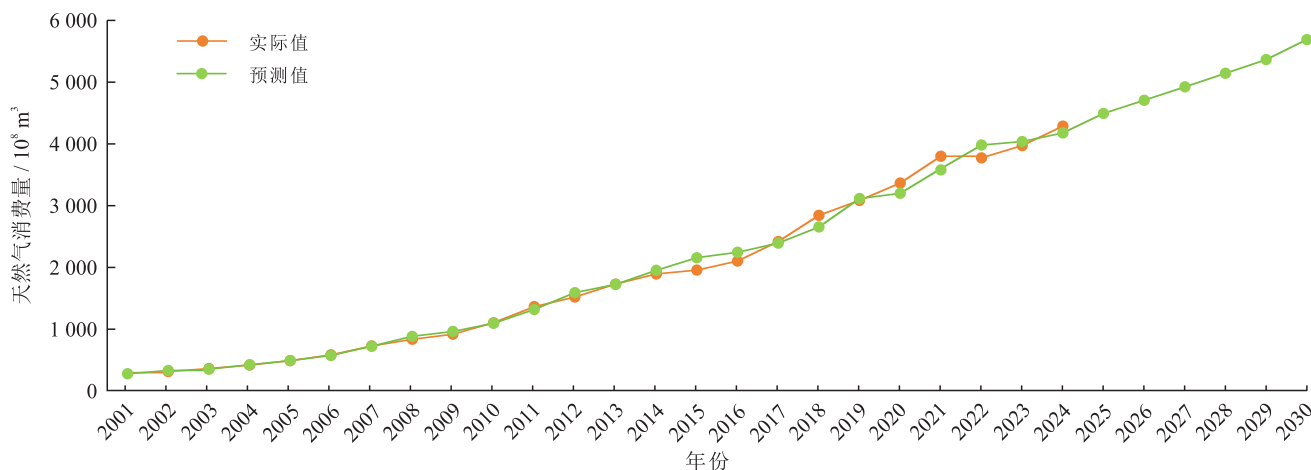


图 2 中国天然气消费量预测图

### 2.4 中国天然气供需态势

“十五五”期间，中国天然气将进入供需宽松期，发展空间广阔。2030 年中国天然气供应量有望达到  $5\,900 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，显著高于预测的天然气消费量。管道气方面，综合考虑现有进口管道、管道气合同以及拟建管道等因素，预计到 2030 年中国管道气进口量接近  $1\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，其中，从中亚进口  $430 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，从俄罗斯进口  $510 \times 10^8 \text{ m}^3$ ，从缅甸进口  $40 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。进口 LNG 方面，按照 2024 年全国 LNG 接收站平均利用率 50% 计算，2030 年中国 LNG 进口量将超过  $1\,800 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。综合供需两端预测，到 2030 年中国天然气市场空间将处于  $5\,700 \times 10^8 \sim 5\,900 \times 10^8 \text{ m}^3$  区间。

在供应能力显著充裕的背景下，市场供需格局的转变将深刻影响行业发展。供大于求的基本面不仅将显著增加国内天然气价格的下行压力，也将充分刺激天然气需求的释放。同时，供应来源的多元化格局与总量充裕的市场环境，为推进国内天然气

市场化改革打开了机遇窗口。但必须看到，天然气基础设施可能面临利用效率不足的挑战，这一问题需在行业发展中重点关注与应对。

## 3 “十五五”期间中国天然气行业机遇与挑战

### 3.1 天然气行业机遇

全球正步入新一轮 LNG 产能扩张周期，价格中枢持续下移，为国内市场带来“价优量足”的外部供给环境。受 2016—2017 年新达成最终投资决定(FID)的 LNG 项目大量减少等因素的影响，2023—2025 年全球 LNG 供应能力增速放缓，全球 LNG 供需维持紧平衡态势。但“十五五”时期，因 2018—2022 年全球通过 FID 的 LNG 项目产能较高，全球 LNG 供应量大幅增加，预计 2026—2030 年国际 LNG 市场平均新增产能约  $4\,250 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，显著高于 2021—

2024 年不到  $1\ 000 \times 10^4 \text{ t/a}$  的增速, 国际 LNG 市场将由当前紧平衡转为宽松态势。在国际 LNG 市场供应宽松背景下, 预计 TTF、JKM 现货价格逐步回落<sup>[34]</sup>, 为国内获取低成本 LNG 资源创造有利条件。

“十五五”时期, 中国天然气行业发展空间广阔, 供需两侧均具备增长动能。从消费侧看, 在能源转型目标的引领下, 工业绿色低碳转型进程加速、用气人口稳步增加、电力调峰需求快速攀升, “更高效、更低碳、更灵活”的天然气作为支持国家清洁低碳战略的重要资源, 消费量将持续增长。从供给侧看, 国内天然气市场供应宽松, 天然气价格有望下行, 进一步刺激潜在需求充分释放, 尤其是在价格敏感度较高的工业燃料、交通(重卡、船舶)以及尚未充分开发的城镇燃气等领域。具体来看, “十五五”时期, 中国城镇化进程将进一步向纵深推进, 2030 年城镇燃气普及率将提升至 99% 以上, 基本实现城镇地区全覆盖。同时, 南方供暖市场潜力释放, 长江中下游地区分户式采暖用气需求将持续增长。在新型电力系统建设的驱动下, 可再生能源大规模并网并催生大量调峰调频需求, 成为燃气发电增长的核心驱动力, 带动发电用气量稳步上升。长途物流占比提升叠加“以旧换新”政策加速老旧货车的更新, LNG 重卡保有量将较快增长, 预计 2030 年达 150 万辆左右, 较 2024 年增长 80%, 拉动交通用气需求量较快增长。此外, 在碳排放权交易市场逐步完善、国际 LNG 价格下行、国内供需宽松的背景下, 工业企业主动实施清洁能源替代的积极性或有所提高, 特别是在钢铁、有色、化工、建材等高耗能行业, “气代煤”的经济性和环保效益更加突出, 预计工业用气量稳定增长。

总体来看, 中国天然气行业市场化改革迎来机遇期。历史经验表明, 宽松市场环境下的价格改革阻力更小<sup>[35]</sup>, 且能通过价格信号引导资源向高效领域配置。供应来源多元化与总量充裕, 为打破传统价格管制、构建市场化定价机制提供了缓冲空间。

### 3.2 天然气行业挑战

中国天然气产供储销体系建设已取得了显著成效, 但在能源转型的大背景下, 中国天然气行业存在发展空间面临多重挤压、虽具低碳属性但仍含碳、储气调峰能力存在不足、市场化价格机制尚未充分形成等问题。

在能源转型的进程中, 天然气行业将面临多维度挤压。虽然天然气凭借其相对较低的碳强度, 在工业燃料、城市燃气等领域具备替代高碳能源的天

然优势, 有望在能源消费结构优化中实现规模扩容。然而, 这种发展机遇始终伴随挑战。特别是在发电领域, 受天然气发电成本高的影响<sup>[36]</sup>, 天然气正面临双重竞争: 一方面, 煤炭清洁利用技术持续迭代升级, 以超超临界机组的广泛应用为代表, 传统煤电在保持成本优势的同时大幅降低污染物排放, 与天然气发电形成竞争; 另一方面, 光伏、风电等可再生能源在技术进步和政策扶持的双重驱动下, 装机规模正实现跨越式增长, 不断挤压天然气发电的市场空间。在电力系统调峰能力建设方面, 天然气调峰电源同样面临多元替代方案的竞争: 煤电灵活性改造技术的成熟应用, 使传统煤电机组能够在更宽负荷区间内快速响应电网调度需求, 以较低的改造成本实现调峰功能的转型升级; 而储能技术的蓬勃发展, 无论是电化学储能的快速部署, 还是压缩空气储能、飞轮储能等物理储能方式的创新突破, 都在逐步构建更加灵活高效的调峰资源体系。

与可再生能源相比, 天然气虽具备低碳属性, 但仍存在碳排放量。虽然天然气是相对清洁的化石能源, 但燃烧过程中仍会产生二氧化碳等温室气体。随着全球气候变化问题的日益严峻, 减少温室气体排放成为各国共识性目标, 天然气行业需要通过创新技术来减少燃烧过程中的排放量, 以满足更严格的环保要求。此外, 甲烷是天然气的主要成分, 也是全球第二大温室气体, 天然气行业在未来或面临更为严格的甲烷泄漏管控政策约束。天然气生产、加工、运输以及利用等环节的甲烷泄露标准将会进一步提高, 这也将增加天然气全产业链的成本。

储气调峰能力不足仍是当前中国天然气行业的突出短板。理想状态下, 当天然气对外依存度达到或超过 30% 时, 储气量需要满足消费量的 12%<sup>[37]</sup>。从实际数据来看, 截至 2024 年, 中国地下储气库工作气量仅占天然气消费量比重的 6.2%, 不仅未达到上述标准, 也远低于欧美平均水平。到 2030 年, 中国天然气消费有望达到  $5\ 700 \times 10^8 \text{ m}^3$ , 若按照 12% 的标准计算, 中国需要配套储气调峰能力  $684 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。此外, 在全球极端天气频发背景下, 天然气消费的季节性、突发性波动将更为频繁, 或进一步加剧对储气调峰能力的压力。

当前中国天然气市场化价格机制仍未完全成熟, 核心短板体现在价格传导机制仍有较大完善空间<sup>[38]</sup>, 尤其是国际 LNG 价格波动无法通过管制气价格疏导, 价格信号的市场调节作用被削弱。尽管经过了几轮价格机制改革, 大部分天然气的销售价格已不受规定

的门站价格管制，但在实际操作中仍存在一些问题。海上气、页岩气、LNG、直供用户、2015 年投产的进口管道气等门站价虽然理论上由市场形成，但油气企业进口的 LNG 现货很大一部分进入长输管网后价格仍受约束。此外，居民与非居民用气、管制气与非管制气等多轨制并存<sup>[39]</sup>，加剧市场扭曲，居民用气价格严格受控，非居民用气部分市场化<sup>[40]</sup>，交叉补贴严重，制约了市场对资源配置的优化作用。

## 4 结论与建议

“十四五”以来，中国天然气行业政策体系加速完善，天然气产供储销体系建设稳步推进，为“十五五”时期中国天然气市场发展奠定了良好的基础。预计“十五五”时期中国天然气将呈现供应宽松，价格下行的态势，到 2030 年中国天然气市场空间将处于  $5\,700 \times 10^8 \sim 5\,900 \times 10^8 \text{ m}^3$  区间，发展空间广阔。但中国天然气行业仍面临多元能源替代竞争、储气调峰能力存在短板、市场化价格机制尚未充分形成等问题。天然气行业若要实现高质量发展，不仅需要依托自身夯实产业基础、提升全链条运营能力以补齐发展短板，更需要政策的精准引导与支持。具体来看，“十五五”时期，中国天然气行业应从以下几个方面强化发展根基。

### 4.1 打造 5A 级产业链

天然气行业要给消费者提供“可获得 (Availability)、运得到 (Access)、用得稳 (Assurance)、买得起 (Affordability)、有责任 (Accountability)”属性的商品，打造 5A 级天然气产业链<sup>[41]</sup>，才能充分发挥天然气在构建新型能源体系中的过渡能源作用，与新能源协同、互补发展，共同推动中国的能源转型。通过“可获得”筑牢资源根基、“运得到”畅通输送脉络、“用得稳”夯实安全底盘、“买得起”激发消费活力、“有责任”引领绿色变革，不断增强天然气行业竞争力。

首先是要夯实气源保障基础，构建多元供给体系，增强可获得性。一是强化国内勘探开发韧性。加大常规气田精细开发，推进页岩气田、煤层气规模化开采，突破深海、煤岩气勘探开发技术瓶颈。二是构建多元化的进口网络。优化“海气+陆气”进口布局，推进中俄远东天然气管道、中亚 D 线等陆上通道建设。

其次是要打破管网瓶颈，打通输配“最后一公里”，确保运得到。一是推进“全国一张网”建设。加快中俄东线、西气东输四线等主干管网互联互通，

消除省间“断头线”，形成“北气南下、西气东输、海气登陆”多向互济格局。二是完善城乡输配通道。针对农村地区、工业园区等区域，推进乡镇小型 LNG 气化站、CNG 子母站建设，解决村镇用户“用气难”问题。

然后是要构建韧性生态，筑牢供应安全防线，增强供应稳定性。健全储备调峰体系。打造华北、东北、西南、西北等数百亿立方米级地下储气库群、沿海 LNG 接收站储罐群，构建地下储气库为主，规模化 LNG 储罐应急为辅，气田调峰、可中断供应、可替代能源和其他调节手段为补充，管网互联互通为支撑的多层次储气调峰系统。

再而是要聚焦气源端降本，破解成本痛点，提高使用经济性。一是加快天然气关键前沿核心技术攻关和设备研发，加大数字化、智能化技术应用，提高勘探开发效益，有效降低国产气成本。二是利用“十五五”时期国际 LNG 市场宽松的窗口期，做好进口合同的价格回顾，降低进口气成本。

最后是要践行低碳转型使命，构建可持续发展模式，强化责任担当。一是打造低碳天然气产业链。上游加强甲烷排放治理，积极探索和推动天然气“集中利用+CCUS”的近零排放；中游实施 LNG 接收站冷能梯级利用；下游推进天然气掺氢试点，推动减排强度提升。二是深化天然气—新能源协同发展。与光伏、风电共建“多能互补”基地，在西北、华北建设“风光气储”一体化项目。探索生物天然气开发，利用畜禽养殖、餐厨垃圾生产沼气提纯生物天然气，替代部分化石天然气。

### 4.2 加强改革与政策引导

根据“管住中间、放开两头”原则，完善矿权出让机制，强化基础设施的监管与公平开放。按照《中华人民共和国矿产资源法》要求，完善矿权出让机制，加大区块投放力度，激发上游市场活力。进一步完善透明、非歧视的基础设施公平开放机制，确保符合条件的市场参与者无差别使用。

在当前以门站价格管理为核心的天然气产运储销价格体系下，通过完善“放管结合”政策，实现上下游价格高效联动。将全国天然气市场从消费端划分为管制气与非管制气两类市场，其中管制气市场严格执行国家发展和改革委员会制定的政府指导价，非管制气价格完全由供需双方自主协商确定。

完善相关政策，推动天然气发电发展。优化规划布局与产业引导，将天然气发电纳入国家及区域

能源发展整体规划,明确其在新型电力系统中的战略定位与发展路径,重点支持在负荷中心、可再生能源富集区合理布局调峰气电项目。深化电力市场化改革,建立健全反映环境成本和灵活调节价值的市场化电价形成机制,保障项目合理收益预期。

## 参 考 文 献

- [1] 夏潇远. 2024 年全球天然气市场回顾及 2025 年展望 [J]. 国际石油经济, 2025, 33(2): 68-75.  
XIA Xiaoyuan. Review of global natural gas market in 2024 and outlook for 2025[J]. International Petroleum Economics, 2025, 33(2): 68-75.
- [2] 许书平, 司芩, 韩亚琴, 等. 探索构建加快勘查进程新机制研究——落实新《矿产资源法》思考与建议 [J]. 中国国土资源经济, 2025, 38(9): 26-32.  
XU Shuping, SI Xiang, HAN Yaqin, et al. Research on exploring and constructing a new mechanism to accelerate the exploration process—Thoughts and suggestions on the implementation of the new mineral resources law[J]. Natural Resource Economics of China, 2025, 38(9): 26-32.
- [3] 段言志, 郭焦锋, 郭宗婧, 等. 天然气管输体制改革成效与展望 [J]. 油气储运, 2024, 43(10): 1089-1098.  
DUAN Yanzhi, GUO Jiaofeng, WU Zongjing, et al. Achievements and future prospects of natural gas pipeline transportation system reform[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2024, 43(10): 1089-1098.
- [4] 付亚轩, 邵禹博. 新管输价格机制下的区域天然气市场竞争形势分析 [J]. 中国石油和化工标准与质量, 2024, 44(23): 136-138.  
FU Yaxuan, SHAO Yubo. Analysis of the competitive situation in regional natural gas markets under the new pipeline transportation price mechanism[J]. China Petroleum and Chemical Standard and Quality, 2024, 44(23): 136-138.
- [5] 杨鑫磊, 孔朝阳, 董秀成. 中国天然气定价市场化路径研究 [J]. 价格理论与实践, 2024, 43(11): 157-161.  
YANG Xinlei, KONG Chaoyang, DONG Xiucheng. Research on the market-oriented path of natural gas pricing in China[J]. Price: Theory & Practice, 2024, 43(11): 157-161.
- [6] 赵洋, 徐水营, 张也, 等. “天然气一张网”物理架构分层分级构建方法 [J]. 油气储运, 2024, 43(12): 1321-1336.  
ZHAO Yang, XU Shuiying, ZHANG Ye, et al. Layered and classified construction of the physical architecture of "one natural gas pipeline network"[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2024, 43(12): 1321-1336.
- [7] 高芸, 王蓓, 胡逸丹, 等. 2024 年中国天然气发展述评及 2025 年展望 [J]. 国际石油经济, 2025, 33(2): 55-67.  
GAO Yun, WANG Bei, HU Yidan, et al. Review of China's natural gas development in 2024 and outlook for 2025[J]. International Petroleum Economics, 2025, 33(2): 55-67.
- [8] 国家发展改革委, 国家能源局. “十四五”现代能源体系规划 [EB/OL]. (2022-01-29)[2023-09-04]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220322\\_1320016.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220322_1320016.html).  
National Development and Reform Commission & National Energy Administration. 14<sup>th</sup> Five-Year Plan: Modern energy system planning[EB/OL]. (2022-01-29)[2023-09-04]. [https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220322\\_1320016.html](https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202203/t20220322_1320016.html).
- [9] 文绍牧, 何润民, 敬兴胜, 等. 西南油气田天然气与新能源深度融合的路径探索 [J]. 石油与天然气化工, 2024, 53(5): 1-6.  
WEN Shaomu, HE Runmin, JING Xingsheng, et al. Exploration of the path for deep integration of natural gas and new energy in PetroChina Southwest Oil & Gasfield Company[J]. Chemical Engineering of Oil and Gas, 2024, 53(5): 1-6.
- [10] 王立敏, 戚永颖, 石卫. 油气在构建新型能源体系中的地位与作用——“第十届全国石油经济学术年会暨 2024 年油气市场形势研讨会”综述 [J]. 国际石油经济, 2023, 31(12): 9-21.  
WANG Limin, QI Yongying, SHI Wei. The position and role of oil and gas in building a new energy system—overview of the 10<sup>th</sup> annual national petroleum economic research conference and 2024 oil and gas market seminar[J]. International Petroleum Economics, 2023, 31(12): 9-21.
- [11] 杨雷. 燃气分布式能源产业报告 (2022)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2022.  
YANG Lei. Gas distributed energy industry report(2022)[M]. Beijing: Social Sciences Academic Press (China), 2022.
- [12] 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.
- [13] 黄龔, 赵文轸. 推进中国天然气与可再生能源融合发展的思考 [J]. 世界石油工业, 2021, 28(4): 38-43.  
HUANG Yan, ZHAO Wenzhen. Thoughts on promoting the integrated development of natural gas and renewable energy in China[J]. World Petroleum Industry, 2021, 28(4): 38-43.
- [14] 梁鹏. 推进天然气与新能源融合发展研究 [J]. 北京石油管理干部学院学报, 2020, 27(1): 24-28.  
LIANG Peng. Research on promoting the integrated development of natural gas and new energy[J]. Journal of Beijing Petroleum Managers Training Institute, 2020, 27(1): 24-28.
- [15] 贾爱林, 王国亭, 李易隆. 中国天然气开发形势与远景展望 [J]. 天然气工业, 2025, 45(5): 31-42.  
JIA Ailin, WANG Guoting, LI Yilong. Natural gas development in China: Present situation and prospect[J]. Natural Gas Industry, 2025, 45(5): 31-42.
- [16] 邹才能, 林敏捷, 马锋, 等. 碳中和目标下中国天然气工业进展、挑战及对策 [J]. 石油勘探与开发, 2024, 51(2): 418-435.  
ZOU Caineng, LIN Minjie, MA Feng, et al. Development, challenges and strategies of natural gas industry under carbon neutral target in China[J]. Petroleum Exploration and Development, 2024, 51(2): 418-435.
- [17] 周淑慧, 郝迎鹏, 沈鑫, 等. 对天然气在新型能源体系中地位和作用的认识 [J]. 国际石油经济, 2024, 32(1): 2-16.  
ZHOU Shuhui, HAO Yingpeng, SHEN Xin, et al. The position and role of natural gas in the new energy system[J]. International Petroleum Economics, 2024, 32(1): 2-16.
- [18] 余果, 李海涛, 方一竹. 基于组合预测理论的天然气产量峰值模型 [J]. 天然气勘探与开发, 2025, 48(1): 87-96.  
YU Guo, LI Haitao, FANG Yizhu. A peak gas production model based on combination prediction theory[J]. Natural Gas Exploration and Development, 2025, 48(1): 87-96.
- [19] 王建良, 刘睿. 中国天然气产量中长期走势预测研究 [J]. 煤炭经济研究, 2019, 39(10): 41-47.  
WANG Jianliang, LIU Rui. Prediction study of the medium and long-term natural gas production in China[J]. Coal Economic Research, 2019, 39(10): 41-47.
- [20] 冯连勇, 王建良, 赵林. 预测天然气产量的多循环模型的构建

- 及应用[J]. 天然气工业, 2010, 30(7): 114-116.  
FENG Lianyong, WANG Jianliang, ZHAO Lin. Construction and application of a multi-cycle model in the prediction of natural gas production[J]. Natural Gas Industry, 2010, 30(7): 114-116.
- [21] 杨菊兰, 常毓文, 王燕灵, 等. 油田开发规划计划编制的产量构成方法[J]. 东北石油大学学报, 2009, 33(1): 36-40.  
YANG Julan, CHANG Yuwen, WANG Yanling, et al. The production composition study for oilfield development planning[J]. Journal of Northeast Petroleum University, 2009, 33(1): 36-40.
- [22] 黄家宸, 张金川. 机器学习预测油气产量现状[J]. 油气藏评价与开发, 2021, 11(4): 613-620.  
HUANG Jiachen, ZHANG Jinchuan. Overview of oil and gas production forecasting by machine learning[J]. Petroleum Reservoir Evaluation and Development, 2021, 11(4): 613-620.
- [23] 陆家亮, 赵素平, 孙玉平, 等. 中国天然气产量峰值研究及建议[J]. 天然气工业, 2018, 38(1): 1-9.  
LU Jialiang, ZHAO Suping, SUN Yuping, et al. Natural gas production peaks in China: Research and strategic proposals[J]. Natural Gas Industry, 2018, 38(1): 1-9.
- [24] 潘继平. 中国国内气勘探开发现状与中长期前景研究[J]. 国际石油经济, 2024, 32(8): 1-14.  
PAN Jiping. Status quo of exploration and development of domestic natural gas in China and its mid-long term outlook[J]. International Petroleum Economics, 2024, 32(8): 1-14.
- [25] 中国海油集团能源经济研究院. 2060 能源展望 (2024 版)[R]. 北京: 中国海油集团能源经济研究院, 2024.  
Energy Economics Institute of CNOOC. Energy outlook 2060 (2024 Edition)[R]. Beijing: Energy Economics Institute of CNOOC, 2024.
- [26] 张同蕾. “双碳”目标下中国天然气消费影响机制研究[J]. 上海节能, 2024, 42(5): 743-751.  
ZHANG Tonglei. Study on the influence mechanism of natural gas consumption in China under the "double carbon" goal[J]. Shanghai Energy Conservation, 2024, 42(5): 743-751.
- [27] 郑小强, 钱璐璐. 基于 LEAP 模型的中国天然气消费情景分析[J]. 天然气技术与经济, 2023, 17(1): 87-92.  
ZHENG Xiaoqiang, QIAN Lulu. Scenario analysis on China's gas consumption based on LEAP model[J]. Natural Gas Technology and Economy, 2023, 17(1): 87-92.
- [28] 温泉, 王宁, 魏学华. 基于 MF-DFA 与 BorutaShap 的天然气需求预测模型[J]. 油气储运, 2025, 44(1): 109-119.  
WEN Quan, WANG Ning, WEI Xuehua. Natural gas demand forecast model based on MF-DFA and BorutaShap[J]. Oil & Gas Storage and Transportation, 2025, 44(1): 109-119.
- [29] 郑陈达, 兰雁宁. 基于 XGboost 和 Prophet 组合模型的天然气需求预测[J]. 城市燃气, 2024, 32(12): 32-36.  
ZHENG Chenda, LAN Yanning. Natural gas demand forecasting based on XGboost and prophet combined model[J]. Urban Gas, 2024, 32(12): 32-36.
- [30] 高振宇, 白桦, 王英国, 等. 基于终端消费结构的中国天然气市场研究[J]. 中外能源, 2021, 26(4): 1-8.  
GAO Zhenyu, BAI Hua, WANG Yingguo, et al. Study on China's natural gas market based on terminal consumption structure[J]. Sino-Global Energy, 2021, 26(4): 1-8.
- [31] 徐博, 金浩, 向悦, 等. 中国“十四五”天然气消费趋势分析[J]. 世界石油工业, 2021, 28(1): 10-19.  
XU Bo, JIN Hao, XIANG Yue, et al. Analysis of natural gas consumption trend in China during the 14<sup>th</sup> Five-Year Plan[J]. World Petroleum Industry, 2021, 28(1): 10-19.
- [32] 黎彬. 工业能源消费、工业增加值与碳排放的关系分析[J]. 中国资源综合利用, 2025, 43(3): 248-250.  
LI Bin. Analysis of the relationship among industrial energy consumption, industrial value added and carbon emissions[J]. China Resources Comprehensive Utilization, 2025, 43(3): 248-250.
- [33] 习近平. 论把握新发展阶段、贯彻新发展理念、构建新发展格局[M]. 北京: 中央文献出版社, 2021.  
XI Jinping. Study on understanding the new development stage, applying the new development philosophy and creating a new development pattern[M]. Beijing: Central Party Literature Publishing House, 2021.
- [34] 朱岩岩, 马俊, 金羽翔. 欧洲天然气市场形势中期展望[J]. 国际石油经济, 2025, 33(3): 87-93.  
ZHU Yanyan, MA Jun, JIN Yuxiang. Medium-term outlook for the European natural gas market[J]. International Petroleum Economics, 2025, 33(3): 87-93.
- [35] 吴敬琏. 全面深化改革的关键一步[J]. 价格理论与实践, 2015, 34(10): 7-8.  
WU Jinglian. A crucial step in comprehensively deepening reform[J]. Price: Theory & Practice, 2015, 34(10): 7-8.
- [36] 孙大陆. “双碳”背景下中国天然气发电战略思考及中国海油实践[J]. 中国海上油气, 2023, 35(5): 232-242.  
SUN Dalu. Strategic thinking of natural gas power generation development under the background of "double carbon" of China and the practice of CNOOC[J]. China Offshore Oil and Gas, 2023, 35(5): 232-242.
- [37] 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.
- [38] 张颀, 何春蕾, 杜波, 等. 中国油气价格改革的比较研究——加快实现天然气价格市场化的政策设计[J]. 天然气技术与经济, 2022, 16(3): 1-10.  
ZHANG Yong, HE Chunlei, DU Bo, et al. Comparative study on China's oil and gas price reforms: Policy design to speed up marketization of gas price[J]. Natural Gas Technology and Economy, 2022, 16(3): 1-10.
- [39] 白俊. 以竞争为标尺重构中国天然气价格市场化改革[J]. 天然气工业, 2020, 40(5): 117-125.  
BAI Jun. Reconstructing China's natural gas price marketization reform based on competition[J]. Natural Gas Industry, 2020, 40(5): 117-125.
- [40] 王震, 孔盈皓, 李伟. “碳中和”背景下中国天然气产业发展综述[J]. 天然气工业, 2021, 41(8): 194-202.  
WANG Zhen, KONG Yinghao, LI Wei. Review on the development of China's natural gas industry in the background of "carbon neutrality"[J]. Natural Gas Industry, 2021, 41(8): 194-202.
- [41] 王震, 薛庆. 充分发挥天然气在我国现代能源体系构建中的主力作用——对《天然气发展“十三五”规划》的解读[J]. 天然气工业, 2017, 37(3): 1-8.  
WANG Zhen, XUE Qing. To fully exert the important role of natural gas in building a modern energy security system in China: An understanding of China's National 13<sup>th</sup> Five-Year Plan for Natural Gas Development[J]. Natural Gas Industry, 2017, 37(3): 1-8.

(修改回稿日期 2025-10-11 编辑 陈 嵩)



本文互动