

中国油气供需结构研究综述

王震*, 孔盈皓

中国海油集团能源经济研究院, 北京 100013

* 通信作者, wzhen@pku.org.cn

收稿日期: 2023-06-19

摘要 在双碳目标的约束下, 中国油气行业将迎来深刻变革。本文梳理了近期对中国油气行业供需结构的研究成果, 结果表明: 1) 化工用油将快速增长, 但难以弥补燃料用油的下降, 石油消费将在 2030 年前达峰; 2) 天然气消费有望突破 6000 亿 m^3 , 但达峰后下降路径分歧较大; 3) 原油产量已进入平台期, 天然气产量峰值高于 3000 亿 m^3 , 具有突破 4000 亿 m^3 的潜力; 4) 在较长时间内中国油气消费缺口仍需大量进口来填补。研究认为, 未来中国油气行业面临产量稳产增产难度大、进口风险敞口依然较高、转型任务艰巨等挑战, 并提出加大储量动用政策支持力度, 持续推动国内增储上产; 优化行业转型路径, 谨防资产搁浅风险; 推动产业转型升级, 助力行业高质量发展等相关建议。

关键词 双碳目标; 石油; 天然气; 消费; 产量

A comprehensive review of the supply and demand structure of China's oil and gas

WANG Zhen, KONG Yinghao

CNOOC Energy Economics Institute, Beijing 100013, China

Abstract Under the constraints of the carbon peaking and neutrality goal, oil and gas production, supply, and consumption will be significantly impacted. The review yields the following key findings: 1) Demand for petrochemical oil is projected to experience rapid growth; however, it is unlikely to offset the decline in fuel oil consumption. Consequently, petroleum consumption is anticipated to reach its peak before the year 2030. 2) The consumption of natural gas is expected to exceed 600 billion m^3/a ; nevertheless, there exists a significant disparity in terms of the path of decline subsequent to reaching its peak. 3) Crude oil production has currently reached a plateau; meanwhile, natural gas production holds the potential to peak at over 300 billion m^3/a and could potentially achieve a capacity of 400 billion m^3/a . 4) In the long run, China will continue to heavily rely on substantial imports to bridge the oil and gas consumption gap. Based on the findings, China's oil and gas industry faces challenges, including difficulties in maintaining and increasing production levels, persistently high import risks, as well as the arduous task of transformation. Thus, we propose a series of recommendations: 1) A more robust policy support that emphasizes the utilization of reserves and a sustained promotion of domestic exploration and production. 2) Optimizing the industry's transformation trajectory to mitigate the potential risks associated with stranded assets. 3) Facilitating industrial upgrade and transformation to ensure the achievement of high-quality industry development.

Keywords carbon peaking and neutrality goals; petroleum; natural gas; consumption; production

doi: 10.3969/j.issn.2096-1693.2023.04.038

引用格式: 王震, 孔盈皓. 中国油气供需结构研究综述. 石油科学通报, 2023, 04: 502-511

WANG Zhen, KONG Yinghao. A comprehensive review of the supply and demand structure of China's oil and gas. Petroleum Science Bulletin, 2023, 04: 502-511. doi: 10.3969/j.issn.2096-1693.2023.04.038

0 引言

2020年9月,中国首次向国际社会承诺二氧化碳排放力争2030年前达到峰值、2060年前实现碳中和。实现碳达峰、碳中和是一场广泛而深刻的经济社会系统性变革,是一项复杂艰巨的系统工程,面临诸多严峻挑战,其中能源领域是主战场之一。“双碳”目标要求中国能源体系在今后40年内实现史无前例的革命性变革和深度化脱碳,打破以化石能源为主体的既有能源消费模式,转向以可再生能源为主导的能源消费体系。中国共产党二十大报告进一步提出要加快规划建设新型能源体系,这是中国针对“碳中和碳达峰”工作实践经验的总结,也是中国能源行业转型升级的必然要求。

中国是世界上重要的油气消费国,是全球第一大石油和天然气进口国,国内油气消费高度依赖进口。在推进碳达峰碳中和、新型能源体系建设过程中,中国油气行业机遇与挑战并存。本文以中国油气供需结构为研究对象,以双碳目标为背景,以新型能源体系建设为抓手,分析中国油气行业供需现状和未来发展趋势。首先,分析中国油气产业的发展现状。其次,通过对机构能源展望以及相关学者研究成果的梳理,探讨中国油气生产、消费的未来变化以及不确定性。最后,针对中国油气的供需矛盾,提出优化油气供需结构的对策和建议,以期为中国油气行业的可持续发展提供政策参考。

1 油气在一次能源中的地位与供需现状

1.1 油气是中国重要的一次能源

油气在一次能源消费中的占比长期维持在20%以上的水平,是中国重要的一次能源。2011年,在中国一次能源消费中,煤炭占比为70.2%,油气合计占比为21.4%,非化石能源占比为8.4%。2011年以来,中国能源消费结构低碳化趋势明显,煤炭消费占比较快下降,非化石能源消费占比快速提升,天然气消费快速增长推动油气占比稳步上升。2022年,油气在一次能源消费中的占比提升至26.4%,与2011年相比增长5个百分点。其中,原油占比为17.9%,与2011年相比增长1.1个百分点;天然气占比为8.5%,与2011年相比几乎翻番。

1.2 中国石油供需现状

近十年来,中国原油消费依然保持较快增速。随着中国工业化进程持续推进,城镇化水平不断提升,中国石油表观消费量由2013年的不足5亿t增长至2022年的7.2亿t,年均增长4.4%。尽管交通用油依然是过去十年中国原油消费增长的主要驱动力,但成品油消费增速出现了明显的放缓迹象,化工用量较快攀升。

中国原油供应增量长期以进口为主。在中国原油消费量较快增长的同时,国内原油产量增长几乎陷入停滞状态甚至在个别年份出现了负增长。为了适应经

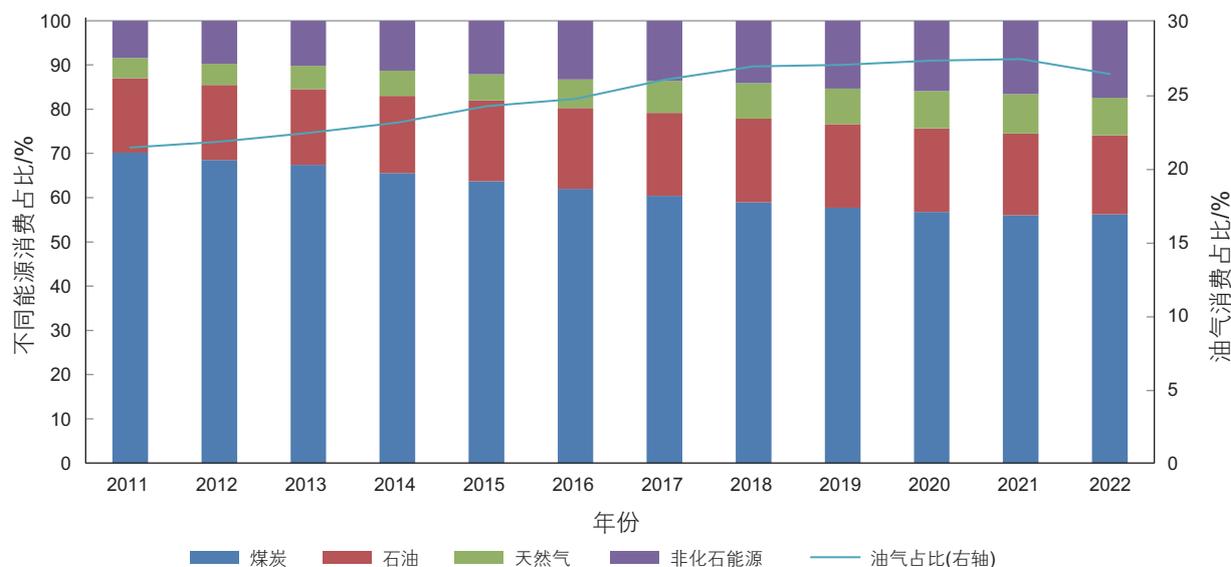


图1 中国一次能源消费占比

Fig. 1 Proportion of primary energy consumption in China

济增长对石油的高速需求,不得不大量进口原油以弥补缺口,2013年至2022年进口增量就超2亿t,对外依存度也由2013年的不足60%快速攀升至70%以上。

1.3 中国天然气供需现状

近十年中国天然气市场处于高速增长期。2015年至2022年,天然气消费量年均增长约200亿 m^3 ,实现消费量翻番。2016年天然气消费量首次超过2000亿 m^3 ,2019年消费规模就突破3000亿 m^3 ,2022年达3663亿 m^3 ,与2013年相比增量约1990亿 m^3 ,增长129.2%。城市燃气、工业和发电用气是天然气消费增长的主要驱动力。

中国天然气供应由国产为主快速转换为国产、进口并重^[1]。为了满足日益增长的天然气消费需求,中国进口气量呈现出快速增长态势。2022年中国天然气进口量约为1532亿 m^3 ,与2013年相比增加超过1000亿 m^3 。同时,天然气对外依存度也由不足30%快速攀升到40%以上。从进口渠道看,LNG进口量于2017年超过管道气进口量,2022年LNG进口891亿 m^3 ,与2013年相比增加约630亿 m^3 ,而管道气进口641亿 m^3 ,与2013年相比增加只有380亿 m^3 。

2 油气在新型能源体系中的作用与前景展望

2.1 中国油气消费前景研究

近年来,中国油气市场受到的关注日益提升,众多国内外研究机构以及学者对中国油气行业的发展前景进行了针对性的研究。目前,世界上具有影响力的能源展望报告从发布机构大致可以分为:国际机构、政府机构、咨询公司以及能源巨头。国际能源署(IEA)与欧佩克(OPEC)是具有代表性的国际机构;代表性的政府机构美国能源署(EIA)、中国国家发展改革委能源研究所;发布展望报告的主要能源公司有英国石油(bp)、壳牌(Shell)等。近些年来,中国三大石油公司的研究机构也相继发布了能源展望报告。还有一些咨询公司,如IHS、麦肯锡公司等也发布相关展望报告。除了研究机构之外,一些学者也对中国油气行业的发展前景进行了分析与研判。

不同的研究在情景设置上有较大不同,但可以大致分为3种^[17]。第一类基于当前能源、经济等政策,分析未来能源发展趋势,可以概括为“延续发展”情景;第二类可以概括为“加速转型”情景,指各国政府积极推动经济、能源变革;第三类则是立足1.5度或2度控温目标,反向推导未来能源系统变革,描

表1 国内外机构预测报告统计

Table 1 Statistics of major institutions' forecast reports

序号	来源	机构	年份	预测时间范围/年
1		中国石油集团经济技术研究院 ^[2]	2022	2020-2060
2	国内	中国石化集团经济技术研究院有限公司(内部资料)	2022	2020-2060
3		中国海油集团能源经济研究院(内部资料)	2022	2020-2060
4		国网能源研究院 ^[3]	2022	2020-2060
5		IRENA ^[4]	2022	2020-2050
6		IEA ^[5]	2022	2020-2050
7		EIA ^[6]	2021	2020-2050
8		DNV ^[7]	2022	2020-2050
9		bp ^[8]	2022	2020-2050
10	国外	Shell ^[9]	2022	2020-2100
11		ExxonMobil ^[10]	2022	2020-2040
12		Equinor ^[11]	2022	2020-2050
13		OPEC ^[12]	2022	2020-2045
14		IHS ^[13]	2022	2020-2060
15		全球能源互联网合作组织 ^[14]	2021	2020-2060
16		未来资源研究机构 ^[15]	2022	2020-2050
17		世界资源研究所(WRI) ^[16]	2021	2020-2050

绘能源转型图景的“目标倒逼”情景。

根据以上对情景的分类,在“目标倒逼”情景下,中国油气消费的达峰时间更早、峰值更低、达峰后下降速度更快。实现碳达峰碳中和是中国重大战略决策,因此本文主要对不同学者、机构研究成果中的“目标倒逼”情景进行分析。

2.2 石油在新型能源体系中的作用与前景

石油消费从燃料属性向原料属性过渡。油品的消费主要分为燃料、原料两大类。燃料用途主要包括汽油、煤油、柴油、燃料油等,主要用于交通部门;原料用途主要是用于工业领域。中国海油集团能源经济研究院发布的《2060 能源展望》指出,交通部门石油消费将在 2025—2030 年间达峰,温和转型碳中和情景(CNS)和深度转型碳中和情景(CND)下峰值分别约为 3.8 亿 t 和 4.2 亿 t;工业部门石油消费将在 2030 年前后达峰,CNS/CND 情景下峰值分别约为 2.4 亿 t 和 2.8 亿 t。交通部门石油消费在达峰后快速下降,2030—2060 年下降幅度超过 50%。而到 2060 年,CNS 和 CND 情景下,工业石油消费相较于 2030 年仅下降 25% 和 37%,预计工业石油消费占总消费量的 60% 以上。乞孟迪^[18]的研究指出,成品油需求 2025 年达峰,基础石化原料乙烯和 PX,以及三大合成材料消费峰值将出现在 2030 年之后。到 2050 年,交通用油下降至

1.4 亿 t;化工用油由 2.5 亿 t 峰值降至 2 亿 t。匡立春等^[19]的研究显示,2021—2030 年,在全球贸易和化工需求的强劲推动下,中国石油消费保持增长,2030 年左右达峰,峰值约 7.8 亿 t;2031—2050 年,交通运输电动化转型不断推进,交通用油持续下降,化工用油保持稳定,2050 年石油消费量约 3 亿 t;2051—2060 年,石油进一步回归原料属性,化工用油成为石油消费主力,2060 年石油消费量约 2.3 亿 t,化工用油占比超过 60%。

中国石油消费将在 2030 年前达峰。在中石油经济技术研究院^[2]的可持续转型情景下,电动车的快速发展将挤压石油消费的增长空间,石油需求于 2030 年前达峰约 7.8 亿 t,也使得石油作为燃料的利用空间受限。之后石油消费快速回落,2050 年消费约 3.8 亿 t,2060 年约 2.3 亿 t。除可持续转型情景外,中石油经济技术研究院发布的《2060 年世界与中国能源展望》同样分析了能源独立情景与新能源加速情景,与可持续转型情景相比,能源独立情景与新能源加速情景下中国石油消费的峰值略低、下降速度更快、2060 年的消费量略有减少。在中国海油集团能源经济研究院的 CNS 情景下,石油消费增速放缓,预计在 2025 年—2030 年间达峰后加快下降,峰值约为 7.5 亿 t。由于工业原料用油和航空用油等核心需求较难被替代,2060 年原油消费约 3.6 亿 t。此外,中国海油集团能

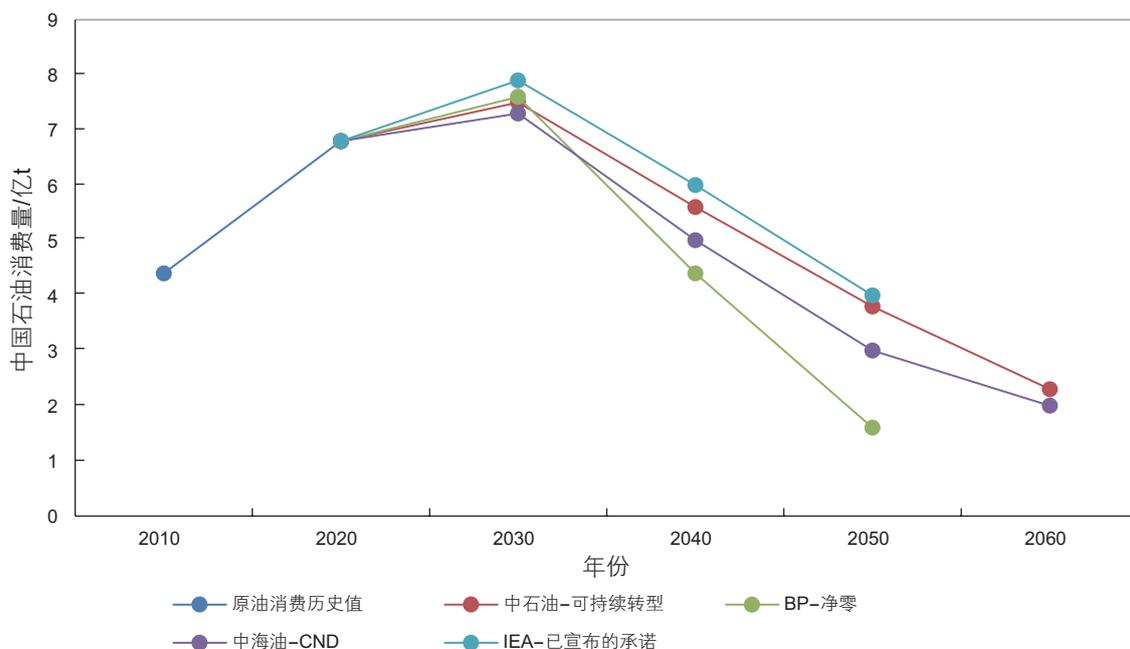


图 2 双碳约束下未来中国石油消费变化的典型路径^①

Fig. 2 Typical path of changes in China's oil consumption in the future under the constraints of the Dual Carbon Goal

① IEA 未对 2040 年消费量做出明确预测,图中值为笔者推测值,图 3 类似。

源经济研究院发布的《2060 能源展望》分别探讨了电力大发展情景(CNS-E)、氢能大发展情景(CNS-H)、CCUS大发展情景(CNS-CCUS)以及深度转型碳中和情景(CND),与CNS相比,CNS-H、CNS-CCUS情景下石油消费变化有限,但在CND情景下,2060年石油消费约为2亿t,显著低于CNS情景。在《BP世界能源展望》^[8]的净零情景下,2030年中国石油消费量约为7.9亿t,2060年降至1.3亿t。IHS^[13]的研究认为,中国石油消费量在2027年达峰,峰值超过8亿t,2050年下降至4.3亿t。

石油消费增长即将见顶,但在较长时间范围内仍然保持较大的消费规模,石油在能源消费中始终占据重要地位,战略地位仍不可替代^[20]。综合各种观点,未来石油的原料属性将进一步凸显,但原料用油需求难以弥补燃料用油需求的下降,预计中国石油消费量大概率在2030年前达峰,峰值7.5亿t左右,2060年降至1.3亿~4.3亿t,主要集中在2.0亿t左右。

2.3 天然气在新型能源体系中的作用与前景

中国天然气消费增长空间巨大。在中石油经济技术研究院^[2]的可持续转型情景下,天然气是碳达峰阶段推动经济社会清洁低碳发展的主体能源,是碳中和阶段支撑可再生能源跃升发展的最佳伙伴。2040年前,各领域用气需求均将保持增长,2040年峰值突破6000亿m³,发电用气贡献增量的55%。2040年后,各领域用气需求均回落,2060年降至3700亿方。与可持续转型情景相比,在能源独立情景与新能

源加速情景下,中国天然气消费峰值更低、达峰时间更早、2060年消费量更少。在中国海油集团能源经济研究院的CNS情景下,天然气在中短期内仍有较大的发展空间。在工业、交通、建筑等领域,利用天然气代替煤炭等高碳燃料,仍有较大的需求空间。天然气消费量预计在2040年前后达峰,峰值约为5500亿~6500亿m³,2060年降至4200亿m³。与CNS相比,CNS-CCUS情景下天然气的空间明显扩大,而在CND情景下,电气化的推进、氢能的规模化发展将促进天然气消费提早达峰,预计在2030—2035年即进入峰值平台期,峰值约为5200亿m³,2060年降至2100亿m³,发展空间被显著压缩。在《BP世界能源展望》^[8]的净零情景下,2030年中国天然气消费量约为4700亿m³,2060年降至1800亿m³。IHS的研究认为,中国天然气消费量在2036年达峰,峰值约4700亿m³,2050年下降至3600亿m³。黄维和等^[21]的研究指出,统筹考虑“双碳”目标、能源安全、资源禀赋、经济性等因素,“碳中和”目标下预计2035—2040年中国天然气消费将达到峰值6000亿~6500亿m³,2060年天然气消费约为3500亿~5300亿m³,在一次能源消费结构中占比10%左右,在新型能源体系建设中将发挥重要作用。匡立春等^[19]的研究表明,天然气是可再生资源的“最佳伙伴”,未来将与其融合发展。2021—2035年,天然气消费快速增长,城市燃气、工业燃料、发电用气均有较大增幅,2035年消费量约6000亿m³;天然气消费在2040年前达峰,峰值近6500亿m³,2036—2050年间预计调峰发

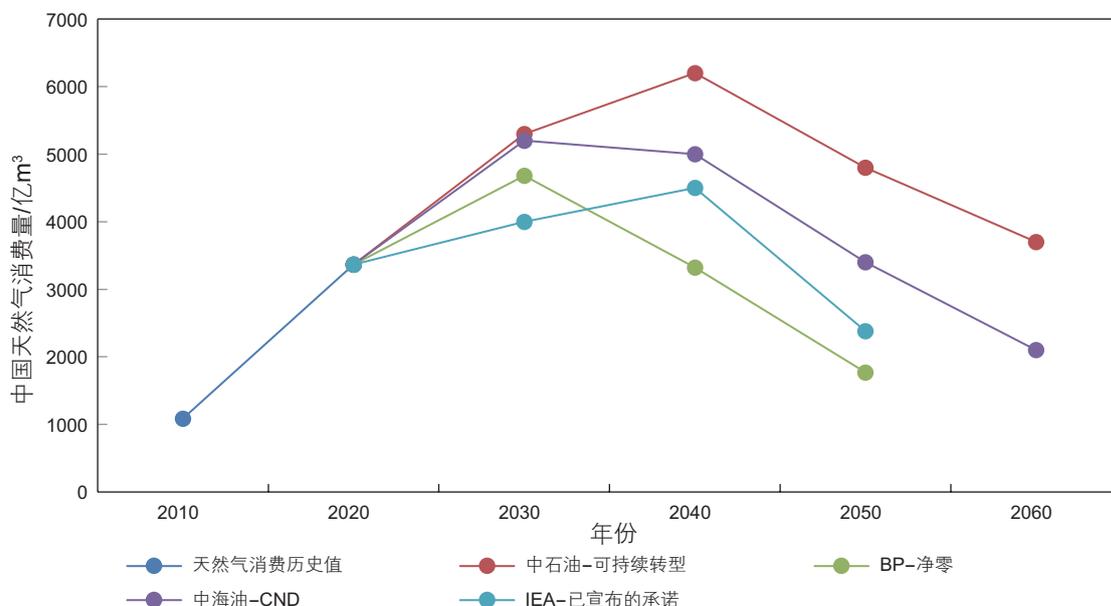


图3 约束下未来中国天然气消费变化的典型路径

Fig. 3 Typical path of changes in China's natural gas consumption in the future under the constraints of the Dual Carbon Goal

电用气是主要增长来源;2051—2060年,随着取暖、工业用气电力替代,天然气消费平稳下降,2060年降至约4000亿 m^3 。范静静等^[22、23]研究指出,2020—2030年,天然气消费将稳步上升;2030年之后,天然气发展降速,并在2035—2040年间达到峰值,峰值约为6000亿 m^3 ;2040年之后,随着可再生能源在能源系统中的主体地位不断上升,天然气将逐渐退出。Xunzhang Pan等^[24]研究表明,中国天然气消费将于2040年达峰,峰值为7800亿 m^3 ,2050年下降至6200亿 m^3 。

天然气是最为清洁低碳的化石能源,是中国能源行业由高碳向低碳、零碳转型的重要抓手,在较长时间内仍将持续增长^[25-26]。综合来看,不同机构与学者对中国天然气消费峰值的预测存在较大差异。中国天然气消费将在2040年前达峰,峰值在4500亿~7800亿 m^3 之间。在2040年后,不同机构对国内天然气消费量的预测差距进一步扩大,2060年消费量的预测区间在1500亿~5500亿 m^3 ,集中在4000亿 m^3 附近。

3 中国油气供应来源

3.1 原油供应来源

原油产量进入平台期,但有望长期稳产在2亿t以上。中石油经济技术研究院的研究指出,中国将持续加大油气勘探开发支持,推动2040年前石油产量稳定在2亿t。中国海油集团能源经济研究院认为,中国原油产量在2030年前将保持在2亿t水平,随后进入缓慢下降期,到2060年降至1.7亿t左右。贾承造^[27]研究指出,预测2035年中国原油产量有望继续维持在2亿t的水平,但需要技术进步的推动非常规原油增产,低渗透、致密油、页岩油增产有望超过2000万t。潘继平^[28]研究指出,国内石油产量在“十四五”后期达到峰值并保持到2030年前后,随后5年时间小幅下降,但预计仍将维持2.0亿t以上。

进口在较长时间内依然是国内原油供应主要的来源之一^[29]。中石油经济技术研究院的研究表明,到2040年,原油进口规模仍维持3~5亿t,需立足国内国外两种资源两个市场,持续打造开放条件下的能源安全保障体系。中国海油集团能源经济研究院研究认为,石油对外依存度经历平台期后稳定下降,但进口需求长期存在。石油对外依存度在2030年前将小幅上升,随后持续下降;CNS和CND情景下,2040年石油对外依存度分别为68%/55%,进口量分别为

4.1亿t/2.5亿t,2060年将降至52%/16%。

3.2 天然气供应来源

中国天然气勘探开发处于早中期阶段,增产潜力大。中石油经济技术研究院的研究认为,国内天然气产量有望突破3000亿 m^3 。中国海油集团能源经济研究院指出,在常规天然气与非常规天然气“双轮”驱动下,国内天然气产量继续稳步增长,2035年有望突破3000亿 m^3 。中国工程院发布的《油气工程技术2035发展战略研究》显示,随着深水、陆上深层-超深层常规天然气、深层-超深层页岩气、深层煤层气勘探开发技术的突破和完善,2035年中国天然气产量有望突破3000亿 m^3 ,其中致密气、页岩气以及煤层气等非常规天然气占比约50%^[30]。贾承造^[27]研究指出,非常规资源将成为增长主力,预测2035年中国天然气产量在3000亿 m^3 水平稳产。其中,常规气产量1400亿 m^3 、致密气700亿 m^3 、页岩气700亿 m^3 、煤层气200亿 m^3 。潘继平^[28]研究表明,国内天然气在“十四五”持续加大投入的基础上,在2030年前将持续保持年均增产100亿 m^3 以上,年产气量超3000亿 m^3 ,之后5至10年可持续增产至3300亿 m^3 以上,年均增产幅度逐步放缓。黄维和等^[21]研究表明,中国天然气产量2040年后达峰,峰值产量超过3000亿 m^3 ,并且有望稳产到2060年,叠加煤制气、生物质制气后,国内资源自主供给能力可保持在50%以上。陆家亮^[31]、王建良等^[32]研究认为,中国天然气产量具有突破4000亿 m^3 的潜力。

中国天然气进口量将持续增长^[33]。在中国海油集团能源经济研究院的CNS/CND情景下,2040年天然气进口量分别为3000亿 m^3 /1800亿 m^3 ,对外依存度分别为49%/38%。

未来中国管道气进口仍有较大增长空间。2022年,中国管道气进口超过600亿 m^3 ,约350亿来自土库曼斯坦,约150亿来自俄罗斯。截至2022年底,中国天然气管道进口能力约为1050亿 m^3/a ,其中中亚管道进口能力约550亿 m^3/a ,中俄东线进口能力约380亿 m^3/a ,中缅管道进口能力约120亿 m^3/a 。未来中国管道气的进口能力有望达到1850亿 m^3/a ,其中中亚管道进口能力有望增长至850亿 m^3/a 。若中俄中线能够建成,中俄天然气管道的总进口能力有望达到980亿 m^3/a ^[34]。

中国LNG进口能力将持续攀升。截至2022年底,中国LNG接收站的接收能力约为1亿t/a(约1400亿 m^3/a)。考虑在建以及规划项目,2025年中国

接收站的接收能力有望增长至 1.5 亿 t/a, 2040 年有望突破 2 亿 t/a^[34]。

4 中国油气行业发展面临的不确定性

油气消费前景存在不确定性。综合以上研究, 石油消费达峰时间与峰值几乎形成行业共识, 但达峰后下降路径存在较大差异。而天然气消费的达峰时间几乎形成共识, 但峰值消费量差距较大, 达峰后的下降路径差异更大。

油气行业稳产增产面临不确定性。一是国内油气勘探开发难度日益增大^[35]。目前中国石油资源已经进入勘探中期, 尚有开发潜力的常规资源主要位于中西部, 且绝大多数是低品质资源, 短时间发现新油田、大油田的可能性很小; 同时东部老油田普遍存在资源条件逐年变差、成本上升等现象, 中后期开发难度日益增加。非常规石油资源勘探开发目前仍处于局部领域探索阶段, 大规模商业性开采的技术和经济可行性还有待进一步验证。二是放开国内油气勘查开采市场, 有利于吸引外企和私人资本流入, 提高勘探开发活跃度, 增加油气储产量, 但目前相关部门推动下国家石油公司退出大量探矿权勘查区, 但这些勘查区并未全部重新投放市场, 造成全国在登记油气勘探面积显著下降^[36], 全国油气勘探投入受到影响, 进而可能对未来一段时期内实现国内增储上产任务产生不利影响。三是油气开采面临愈加严格的环保约束。油气生产企业既是能源生产者也是耗能和排放大户, 随着环保呼声日益高涨、环保法规日益严格^[37], 油气勘探开发活动面临越来越大的环保压力和限制^[38]。

油气进口面临不确定性。尽管目前全球油气资源总体丰富, 勘探开发潜力依然较大, 但分布不均衡, 少数国家或地区占据绝对垄断地位^[39-40]。特别是, 乌克兰危机后, 欧美对俄罗斯展开全面制裁, 将大幅削弱俄罗斯未来油气供应能力^[41], 全球油气供应将会处于一个“脆弱平衡”或“紧平衡”的状态, 市场波动将进一步加剧, 进口成本面临不确定性。此外, 中国能源运输航道封锁等风险较大^[42]。中国超过 80% 的原油进口需途经马六甲海峡和霍尔木兹海峡, 原油运输依赖海运, 且通道单一^[43-44]。天然气消费仍处于快速增长期, 对外依存度持续上升。但目前全球天然气定价机制尚不成熟, 容易受到投机因素的影响大涨大跌, 影响中国天然气进口安全^[45-46]。

油气产业升级面临挑战。随着炼油产能不断释放与新能源车销量快速增长, 中国汽、柴油等燃料产能

过剩严重^[47], 传统炼厂转型升级极为迫切^[48-49]。更重要的是, 油气行业特别是石油行业, 消费即将达峰, 消费达峰后油气行业部分炼厂、加油站等固定资产将不得不被处置^[50]。

5 结论及建议

油气是中国现阶段重要的一次能源, 在中国能源系统中的作用短期内难以被替代, 将长期在中国能源系统重占据重要地位。国内油气产量难以满足需求, 进口将在中国油气供应中长期占据主要地位。当前世界正经历百年未有之大变局, 能源行业步入重大变革期, 中国油气进口、消费以及行业转型面临的不确定性因素增大, 油气行业以及政府部门需积极应对。

一是加大储量动用政策支持力度, 持续推动国内增储上产。持续推动非常规、深海、深层油气勘探开发联合技术创新力度, 加大油气探矿权勘查区块出让频次、出让数目, 同时对于临近区块的夹缝资源、同一区块的浅层资源等以协议方式向临近矿权人、同一矿权人出让; 对于勘探程度低、风险大的区块, 发挥主要国有企业资金、技术与经验优势, 允许以协议方式向“三桶油”出让。建议设立难动用油气储量开发国家专项工程, 加强联合攻关, 尽快形成适应性开发技术系列, 利用资源类税费收入设立开发专项基金、取消特别收益金等措施优化财税支持政策结构, 推动难动用储量增产上产。

二是优化行业转型路径, 谨防资产搁浅风险。随着非化石能源占比的快速提升, 油气消费将受到挤压, 特别是天然气消费在达峰后可能面临较快的下降, 油气相关的固定资产存在搁浅风险。对天然气而言, 明确天然气在不同时期的定位与价值, 并制定相应的发展目标以及路线图; 对石油产业链而言, 严格控制新建炼油项目、增加高端高值化工产品, 完善炼化产业监管制度, 强化高分子材料科技创新。

三是推动产业转型升级, 助力行业高质量发展。作为能耗与碳排大户, 在未来发展过程中, 油气行业必须在增储上产的同时, 解决自身转型问题, 面临的内外部压力将不断增加。完善针对油气行业的绿色金融政策, 通过提供环境保护基金、绿色债券等方式, 加强对现代信息技术与产业深度融合工作、绿色低碳转型业务以及负碳产业的支持力度, 鼓励开展项目示范、模式创新。

参考文献

- [1] 能源蓝皮书.中国能源发展前沿报告(2021):“十三五”回顾与“十四五”展望[J].中国工业经济,2022,(04):2.[Energy Bluebook. China Energy Development frontier report (2021): Review of the 13th Five Year Plan and outlook of the 14th Five Year Plan [J] China Industrial Economics, 2022, (04): 2.]
- [2] 中国石油集团经济技术研究院.2060年世界与中国能源展望[R].2022.[Economics & Technology Research Institute,CNPC. World and China energy outlook 2060[R].2022.]
- [3] 国网能源研究院.中国能源电力发展展望 2022[R].2022.[State Grid Energy Research Institute. China energy and electricity outlook 2022[R].2022]
- [5] IRENA. World energy transitions outlook 2022:1.5°C Pathway [EB/OL].2022(03)[2023-06-18]. <https://www.irena.org/publications/2022/Mar/World-Energy-Transitions-Outlook-2022>.
- [6] IEA. World energy outlook 2022[EB/OL].2022(10)[2023-06-18].<http://www.iea.org/weo>.
- [7] EIA. International energy outlook 2021[EB/OL].2021(10)[2023-06-18]. <https://www.eia.gov/outlooks/ieo/>
- [8] BP. World energy outlook 2022[EB/OL]. 2022(09) [2023-06-18]. <https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>
- [9] Shell. The energy transformation scenarios[EB/OL]. 2021(06)[2023-06-18] .<https://www.shell.com/energy-and-innovation/the-energy-future/scenarios/what-are-the-previous-shell-scenarios/the-energy-transformation-scenarios.html#iiframe=L3dIYmFwcHM-vU2NlbnFyaW9zX2xvbmdfaG9yaXpvnMv>.
- [10] ExxonMobil. 2022 outlook for energy: A perspective to 2040[EB/OL].2022(10) [2023-06-18] . <https://corporate.exxonmobil.com/Energy-andinnovation/outlook-for-energy>.
- [11] Equinor. Energy perspectives 2022 long-term macro and market outlook[EB/OL].2022(09)[2023-06-18]. <https://www.equinor.com/news-and-media/energy-perspectives-2022-presentation>.
- [12] OPEC. World oil outlook 2045[EB/OL].2021(09)[2023-06-18] . https://www.opec.org/opec_web/en/publications/340.htm
- [13] IHS.A revolutionary transformation toward a sustainable low-carbon economy [R].2022.
- [14] 全球能源互联网发展合作组织.中国2060年前碳中和研究报告[R]. 2021. [Global Energy Interconnection Development and Cooperation Organization. Research report on China's carbon neutrality by 2060[R]. 2021.]
- [15] RFF. Global energy outlook 2022: Turning points and tension in the energy transition[EB/OL].2022(04)[2023-06-18] . <https://www.rff.org/publications/reports/global-energy-outlook-2022/>
- [16] 世界资源研究所中国办公室.零碳之路:“十四五”开启中国绿色发展新篇章[EB/OL].2020(12)[2023-06-18] . <http://www.wri.org.cn>. [WRI China. Accelerating the net-zero transition : Strategic action for China's 14th Five-year Plan[EB/OL].2020(12)[2023-06-18]. <http://www.wri.org.cn>.]
- [17] 李江涛. 谈及世界能源展望,我们用情景想说什么[J]. 能源,2019,(07):57-59.[LI J T. When it comes to World energy resources outlook, what do we want to say with the scenario [J] Energy, 2019, (07): 57-59.]
- [18] 乞孟迪,柯晓明,程一步,等. 中国石油峰值与石化行业低碳转型发展[J]. 石油石化绿色低碳,2021,(05):1-6+43.[QI M D, KE X M, Cheng Y B, et al .China's oil consumption peak and petrochemical Low-Carbon transformation [J] green petroleum&petrochemicals, 2021, (05): 1-6+43.]
- [19] 匡立春,邹才能,黄维和,等. 碳达峰碳中和愿景下中国能源需求预测与转型发展趋势[J]. 石油科技论坛,2022,(01):9-17.[KUANG L C, ZOU C N, HUANG W H,et al. China's energy demand projection and energy transition trends under carbon peak and carbon neutrality situation [J]. Petroleum Science and Technology Forum , 2022, (01): 9-17.]
- [20] 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,(12):9-16.[HOU M F, PAN S Q, LIU H L .World energy trend and China's oil and gas sustainable development strategies [J]. Natural Gas Industry, 2021, (12): 9-16.]
- [21] 黄维和,周淑慧,王军. 全球天然气供需格局变化及对中国天然气安全供应的思考[J]. 油气与新能源,2023,(02):1-12+20.[HUANG W H, ZHOU S H, WANG J.Changes of the pattern of global natural gas supply and demand and thought on the security of Chinese natural gas supply [J] Petroleum and New Energy, 2023, (02): 1-12+20.]
- [22] 范静静,王建良,黄辉,等. “双碳”目标下中国天然气发展定位及潜在路径研究[J]. 煤炭经济研究,2022,(08):38-47.[FAN J J, WANG J L, HUANG H, et al. Study on the positioning and potential path of natural gas development in China under the dual-carbon target [J] Coal Economic Research, 2022, (08): 38-47.]
- [23] FAN J J, WANG J L, LIU M M, et al. Scenario simulations of China's natural gas consumption under the dual-carbon target[J].Energy, 2022,252(Aug.1): 124106.1-14.
- [24] PAN X Z , WANG L N, DAI J Q, et al. Analysis of China's oil and gas consumption under different scenarios toward 2050: An integrated

- modeling[J].Energy, 2020, 195: 116991.1-10.
- [25] 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,(08):194-202.[WANG Z, KONG Y H, LI W. Review on the development of China's natural gas industry in the background of "carbon neutrality" [J]. Natural Gas Industry, 2021, (08): 194-202.]
- [26] 朱兴珊,陈蕊,潘继平,等. 天然气在清洁能源体系中的关键支撑作用及发展建议[J]. 国际石油经济,2021,(02):23-29+105.[ZHU X S, CHEN R, PAN J P, et al. Key supporting role of natural gas in clean energy system and development suggestions [J] International Petroleum Economics, 2021, (02): 23-29+105.]
- [27] 贾承造. 全国油气勘探开发形势与发展前景[J]. 中国石油石化,2022,(20):14-17.[JIA C Z. The situation and development prospects of national oil and gas exploration and development [J]. China Petrochem, 2022, (20): 14-17.]
- [28] 潘继平. 中国油气勘探开发新进展与前景展望[J]. 石油科技论坛,2023,(01):23-31+40.[PAN J P. New progress and outlook of China's oil and gas exploration and development [J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2023, (01): 23-31+40.]
- [29] 陈洪波,杨来. “双碳”目标和能源安全下中国油气资源开发利用的战略选择[J]. 城市与环境研究,2022,(03):56-69.[CHEN H B, YANG L. The strategic selection for the exploitation and utilization of oil and gas resources under the background of “Double Carbon” goals and energy security in China [J] Urban and Environmental Studies, 2022, (03): 56-69.]
- [30] 马永生,蔡勋育,罗大清,等. “双碳”目标下中国油气产业发展的思考[J]. 地球科学,2022,(10):3501-3510.[MA Y S, CAI X Y, LUO D Q, et al. Thoughts on development of China's oil and gas industry under “Dual Carbon” goals [J]. Earth Science, 2022, (10): 3501-3510.]
- [31] 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(01):1-9.[LU J L, ZHAO S P, SUN Y P, et al. Natural gas production peaks in China: Research and strategic proposals[J]. Natural Gas Industry, 2018, v.38 (01):1-9.]
- [32] 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 J L, LIU R. Prediction study of the medium and long-term natural gas production in China[J]. Coal Economic Research, 2019, v.39, No.460(10):41-47.]
- [33] 薛庆,刘明明,程承,等. 中国天然气进口规模与结构仿真研究[J]. 石油科学通报,2021,6(02):315-328.[XUE Q, LIU M M, CHENG C, et al. Simulation study on the scale and structure of China's natural gas import [J]. Petroleum Science Bulletin, 2021, 6(02): 315-328.]
- [34] 王震,孔盈皓,李梦祎. 新形势下中国天然气安全态势研究[J]. 天然气与石油,2023,41(01):1-7.[WANG Z, KONG Y H, LI M Y. Research on the supply security of China's natural gas under the new situation [J]. Natural Gas and Oil, 2023, 41(01): 1-7.]
- [35] 潘继平,焦中良. 面向碳达峰碳中和目标的中国油气发展战略思考[J]. 国际石油经济,2022,30(08):1-15.[PAN J P, JIAO Z L. Study on China's development strategy for oil & gas industry toward the goal of carbon peaking and carbon neutrality [J]. International Petroleum Economics, 2022, 30(08): 1-15.]
- [36] 潘继平. “十四五”油气增储上产的政策困境及对策建议[J]. 石油科技论坛,2021,40(01):7-14.[PAN J P. Policy bottlenecks for increasing oil and gas reserves and production in 14th Five-Year Plan period and suggestions on countermeasures [J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2021, 40(01): 7-14.]
- [37] 戴宝华. “双碳”目标约束下炼化产业转型发展思考[J]. 石油炼制与化工,2021,52(10):25-30.[DAI B H. Countermeasures of the refining and petrochemical industry transformation development under the targets of carbon emission peak and carbon neutrality [J] China Petroleum Processing Petrochemical Technology, 2021,52 (10): 25-30.]
- [38] 王震,孔盈皓,和旭. 碳中和愿景对全球油气贸易格局的影响与政策建议[J]. 中国能源,2022,(04):29-35.[WANG Z, KONG Y H, HE X. The impact of the carbon Neutral Vision on the global oil and gas trade pattern and policy recommendations [J]. ENERGY OF CHINA, 2022, (04): 29-35.]
- [39] 王小林,张国生,唐玮,等. 碳中和愿景下典型国家油气发展策略及对中国的启示[J]. 国际石油经济,2022,30(10):40-47.[WANG X L, ZHANG G S, TANG W, et al. Typical national oil and gas development strategies under the carbon neutrality vision and its enlightenments for China [J]. International Petroleum Economics, 2022,30 (10): 40-47.]
- [40] 窦立荣,李大伟,温志新,等. 全球油气资源评价历程及展望[J]. 石油学报,2022,43(08):1035-1048.[DOU L R, LI D W, WEN Z X, et al. History and outlook of global oil and gas resources evaluation [J]. Journal of Petroleum Science, 2022, 43(08): 1035-1048.]
- [41] 李晓依,许英明,肖新艳. 俄乌冲突背景下国际石油贸易格局演变趋势及中国应对[J]. 国际经济合作,2022,(03):10-18.[LI X Y, XU Y M, XIAO X Y. Evolution trend of global oil trade pattern under Russia-Ukraine conflict and China's countermeasures [J]. International Economic Cooperation, 2022, (03): 10-18.]
- [42] 王安建,王春辉. 国际动荡局势对中国能源资源安全的挑战与应对策略[J]. 中国科学院院刊,2023,(01):72-80.[WANG A J, WANG C H. Challenges of international turmoil situation to China's energy resource security and coping strategies [J]. Bulletin of Chinese Academy of Sciences, 2023, (01): 72-80.]
- [43] 李游. 中国石油安全风险有多大[J]. 中国石油石化,2016,(13):39-43.[LI Y. What are the risks to China's oil security[J]. China Petrochem, 2016, (13): 39-43.]
- [44] 王永中. 全球能源格局发展趋势与中国能源安全[J]. 人民论坛·学术前沿,2022,(13):14-23.[WANG Y Z. Trends in global energy

- landscape and China's energy security [J]. People's Forum · Frontiers, 2022, (13): 14–23.]
- [45] 柴建, 张晓空, 张雪君, 等. LNG新型定价模式与天然气市场供需失衡的暴露-滞后-反应关系研究[J]. 系统工程理论与实践, 2022, (10): 2697–2709. [CHAI J, ZHANG X K, ZHANG X J, et al. Research on the exposure-lag-response relationship between the new LNG pricing pattern and the supply-demand imbalance in the natural gas market [J]. Systems Engineering Theory & Practice, 2022, (10): 2697–2709.]
- [46] 史建勋. 中国天然气市场价格风险分析与防范建议[J]. 国际石油经济, 2022, (05): 19–24. [SHI J X. Price risk analysis and prevention suggestions of natural gas market in China [J]. International Petroleum Economics, 2022, (05): 19–24.]
- [47] 蒋小凤. “十四五”国内成品油消费将进入峰值平台期[J]. 中国石油企业, 2022, (08): 48–49. [JIANG X F. Domestic refined oil consumption will enter the peak platform period during the 14th Five Year Plan period [J]. China Petroleum Enterprise, 2022, (08): 48–49.]
- [48] 王德亮, 周志茂, 林梦蕾, 等. 中国炼油转型化工现状及发展约束因素的思考[J]. 化工进展, 2021, (10): 5854–5860. [WANG D L, ZHOU Z M, LIN M L, et al. Status and thinking of development constraints of refining to chemical transformation in China [J]. Chemical Industry and Engineering Progress, 2021, (10): 5854–5860.]
- [49] 闫俐辰, 马杰, 赵志强. 炼油向化工转型发展现状[J]. 炼油与化工, 2022, (06): 1–5. [YAN L C, MA J, ZHAO Z Q. Current situation of transformation from oil refining to chemical industry [J]. Refining and Chemical Industry, 2022, (06): 1–5.]
- [50] 罗艳托, 张蕾, 丁少恒, 等. 加油站向综合能源服务站转型探讨[J]. 国际石油经济, 2023, (03): 83–89. [LUO Y T, ZHANG L, DING S H, et al. Discussion on the transformation from gas stations to comprehensive energy service stations [J]. International Petroleum Economics, 2023, (03): 83–89.]

(编辑 付娟娟)