

引用格式: 陆如泉, 余功铭, 李晓光, 等. 2024年全球油气行业勘探开发评述[J]. 世界石油工业, 2025, 32(1): 1-14.  
LU Ruquan, YU Gongming, LI Xiaoguang, et al. Review of global oil and gas exploration and development in 2024[J]. World Petroleum Industry, 2025, 32(1): 1-14.

## 2024年全球油气行业勘探开发评述

陆如泉, 余功铭, 李晓光, 张燕云, 张珈铭, 刘炜辰, 焦姣  
(中国石油集团经济技术研究院, 北京 100724)

**摘要:** 2024年全球油气勘探开发总体上保持平稳发展态势, 受能源安全、低碳转型和市场需求等诸多因素的影响, 油气勘探开发投资下滑2.5%, 油气储量依旧保持增长, 石油和天然气储量分别增长0.27%和0.18%。全球油气产量实现双增长, 原油产量达 $45.1 \times 10^8$  t, 增幅为0.8%, 天然气产量达 $4.39 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>, 增长 $1\,200 \times 10^8$  m<sup>3</sup>, 增幅为2.8%; 油田技术服务市场规模增长3.0%, 但动用钻机数仅增长0.1%。中国油气企业积极践行“大力提升油气勘探开发力度七年行动计划”, 勘探开发投资约 $3\,900 \times 10^8$ 元, 与2023年基本持平; 新增油气探明储量维持在较高水平, 其中新增石油探明地质储量超 $15 \times 10^8$  t, 新增天然气探明地质储量超 $1.6 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>; “两深一非”(陆上深层、深海、非常规油气)领域勘探成果丰硕, 万米深地科学探索并取得关键技术突破, 海域和非常规油气勘探取得标志性成果; 油气产量当量连续8年实现千万吨级增长, 2024年超过 $4.1 \times 10^8$  t, 其中原油产量为 $2.13 \times 10^8$  t (海洋原油产量突破 $6\,550 \times 10^4$  t, 页岩油产量突破 $500 \times 10^4$  t), 增幅为1.9%, 天然气产量达 $2\,464 \times 10^8$  m<sup>3</sup>, 增幅为5.7%, 连续8年增产超百亿立方米; 深层煤层气和页岩油开发进展显著, 成为油气增储上产的重要驱动力。国内外油气勘探开发理论与技术不断拓展深化, 智能化趋势凸显, 在物探、测井、钻完井等工程技术与装备领域持续创新。中国在多个盆地形成了独特的油气勘探开发理论, 有力推动了中国油气行业的高质量发展, 在全球油气领域的地位日益提升。未来全球油气行业将在动态变化中持续变革与前行。

**关键词:** 油气; 勘探开发; 储量; 产量; 技术进展; 投资; 全球

中图分类号: TE1

文献标识码: A

文章编号: 1006-0030(2025)01-0001-014 DOI: 10.20114/j.issn.1006-0030.20250122001

### Review of global oil and gas exploration and development in 2024

LU Ruquan, YU Gongming, LI Xiaoguang, ZHANG Yanyun,

ZHANG Jiaming, LIU Weichen, JIAO Jiao

(CNPC Economics and Technology Research Institute, Beijing 100724, China)

**Abstract:** In 2024, the global oil and gas exploration and development maintained a generally stable development trend. Influenced by numerous factors such as energy security, low-carbon transition, and market demand, investments in oil and gas exploration and development declined by 2.5%. However, oil and gas reserves continued to grow, with increases of 0.27% and 0.18% in oil and natural gas reserves, respectively. Global oil and gas production achieved dual growth, with crude oil production reaching  $45.1 \times 10^8$  tons, an increase of 0.8%, and natural gas production reaching  $4.39 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>, an increase of  $1,200 \times 10^8$  m<sup>3</sup> or 2.8%. The market size of oilfield technical services grew by 3.0%, while the number of drilling rigs in use increased by only 0.1%. Chinese oil and gas enterprises actively implemented the "Seven-Year Action Plan to Vigorously Enhance Oil and Gas Exploration and Development Efforts", with exploration and development investments amounting to approximately  $3,900 \times 10^8$  yuan, roughly the same as in 2023. New proven oil and gas reserves remained at a high level, with new proven geological reserves of oil exceeding  $15 \times 10^8$  tons and new proven geological reserves of natural gas exceeding  $1.6 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>. Exploration in the "two deeps and one unconventional" (deep onshore, deepwater, and unconventional oil and gas) fields yielded fruitful results, with key technological breakthroughs achieved in scientific exploration wells reaching depths of 10,000 meters, and landmark achievements made in offshore and unconventional oil and gas exploration. Oil and gas production equivalents have increased by over 10 million tons for eight consecutive years, surpassing  $4.1 \times 10^8$  tons in 2024. Among them, crude oil production was  $2.13 \times 10^8$  tons (with offshore crude oil production exceeding 65.5 million tons and shale oil production exceeding 5 million tons), an increase of 1.9%, and natural gas production reached 246.4 billion cubic meters, an increase of 5.7%, marking the eighth consecutive year of production growth exceeding 10 billion cubic meters. Significant progress has been made in the development of

收稿日期: 2025-01-10

修回日期: 2025-02-08

第一作者: 陆如泉(1976—), 男, 博士, 正高级经济师, 中国石油集团经济技术研究院院长, 中国石油集团国家高端智库研究中心副主任, 主要从事能源战略管理、政策研究、“一带一路”研究、管理变革、智库建设等工作。  
E-mail: luruquan@cnpc.com.cn

deep coalbed methane and shale oil, which have become important drivers for increasing oil and gas reserves and production. Theories and technologies for oil and gas exploration and development at home and abroad have continued to expand and deepen, with the trend of intelligence becoming prominent, and continuous innovations in engineering technologies and equipment in geophysical exploration, well logging, drilling and completion, and other fields. China has formed unique theories for oil and gas exploration and development in multiple basins, which have effectively promoted the high-quality development of the Chinese oil and gas industry and enhanced its position in the global oil and gas sector. The global oil and gas industry will continue to evolve and advance in dynamic changes in the future.

**Keywords:** oil and gas; exploration and development; reserves; production; technological advance; investment; global

## 0 引言

2024年,受到乌克兰危机、巴以冲突以及能源转型等诸多因素的影响,全球油气勘探开发在能源安全、低碳转型和市场需求的共同驱动下,总体上保持平稳发展态势。全球油气勘探开发投资同比下降2.5%<sup>[1]</sup>,但油气储量依旧维持小幅度上升,石油储量增长0.27%、天然气储量增长0.18%;石油产量微升,天然气产量保持增长<sup>[2]</sup>。全球油气发现数量及新发现储量均较2023年有所下降,据目前收集到的勘探活动信息及勘探成功率分析,估计2024年全球新发现油气数量和可采储量均低于2023年的277个油气发现和 $126.1 \times 10^8$  bbl\*油当量的可采储量<sup>[3]</sup>。

中国油气企业持续实施“大力提升油气勘探开发力度七年行动计划”(以下简称“七年行动计划”),油气勘探开发投资稳步增长,落实了多个亿吨级大油田和千亿立方米级大气田,进一步夯实资源基础;原油产量于2022年回升至 $2 \times 10^8$  t并保持稳产,天然气产量连续8年保持百亿立方米快速增长水平,奠定了国产油气“压舱石”地位。2024年,中国油气企业持续加大勘探开发力度,大力实施高效勘探,强化规模增储和效益开发,取得一批重大成果,油气产量当量达 $4.1 \times 10^8$  t,首次超过 $4 \times 10^8$  t,其中原油 $2.13 \times 10^8$  t,天然气 $2.464 \times 10^8$  m<sup>3</sup><sup>[4]</sup>。油气勘探在深层、深水、非常规油气领域取得一系列标志性成果,油气开发围绕深层超深层、页岩油气、煤层气、煤岩气加快上产,不断提升油气自主供应保障能力。在不断提高能源供应安全和保障能力的背景下,中国石油企业加大中国国内油气勘探开发力度,战略布局“一带一路”倡议沿线重点资源国,在积极投标获取海外油气资源的同时,也加大了现有海外油气合作项目的勘探开发力度。

预计2025年,全球油气勘探开发投资将保持基

本稳定,并有效支持全球油气工程技术服务市场,全球油气产量仍将持续增长。中国石油、天然气新增地质储量将继续保持高位,预计新增石油地质储量约 $10 \times 10^8$  t,新增天然气地质储量约 $1 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>;原油产量将达到 $2.15 \times 10^8$  t水平,天然气年新增产量将继续保持在 $100 \times 10^8$  m<sup>3</sup>以上。

本文介绍了全球油气勘探开发现状、理论与技术进展,分析了中国油气勘探开发形势、重大勘探发现和油田技术服务概况,展望了国内外油气行业的发展前景。

## 1 全球油气勘探开发现状

### 1.1 全球油气储量小幅度增长

2024年,全球石油剩余探明可采储量为 $2.483.5 \times 10^8$  t,较2023年增长 $6.69 \times 10^8$  t,增幅为0.27%;增量主要来自拉美和亚太地区,分别增长 $3.58 \times 10^8$  t和 $2.31 \times 10^8$  t。全球天然气剩余探明可采储量为 $200.8 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>,较2023年增长 $3.600 \times 10^8$  m<sup>3</sup>,增幅为0.18%;增量主要来自巴西和英国,分别增长 $1.700 \times 10^8$  m<sup>3</sup>和 $440 \times 10^8$  m<sup>3</sup>(见图1)。基于现有的油气勘探开发投资及发现结果,预计2025年全球石油和天然气剩余探明可采储量将会维持现有水平<sup>[5]</sup>。

### 1.2 全球油气发现数量和可采储量齐降,油气平均发现规模则上升

据现有的勘探活动信息及勘探成功率分析,估计2024年全球新发现油气数量和可采储量均低于2023年。据标准普尔全球公司(S&P Global)的不完全统计,截至2024年12月15日,全球共获168个油气发现<sup>[3]</sup>,低于2023年的277个;新增油气可采储量 $85.2 \times 10^8$  bbl油当量,低于2023年的 $126.1 \times 10^8$  bbl油当量,折算成油当量新发现石油超过天然气(见图2、图3)。2024年全球油气平均发现量为 $5.074 \times 10^4$  bbl油当量,高于

\* 非法定计量单位, 1bbl=0.137 t, 下同

2023年的 $4\ 552\times 10^4$  bbl油当量。区域分布上,重大发现多位于非洲和拉美地区;海陆分布上,重大发现多位于深海。2024年全球油气发现中,可采储量超过 $2\times 10^8$  bbl油当量的有11个(8个位于海上、3个位于陆上),合计可采储量达 $61.8\times 10^8$  bbl油当量,其中4个位于非洲,3个位于拉美,余下4个则分别位于北美、中东、亚太地区和俄罗斯。由葡萄牙的盖尔

普能源公司(Galp Energia)和道达尔能源公司(TotalEnergies)分别发现的Mopane 1X和Mangetti 1X油气田均位于纳米比亚深海,油气可采储量分别为 $13.0\times 10^8$  bbl油当量(石油 $10\times 10^8$  bbl、天然气 $509\times 10^8$  m<sup>3</sup>)和 $5.2\times 10^8$  bbl油当量(石油 $4\times 10^8$  bbl、天然气 $204\times 10^8$  m<sup>3</sup>),合计占全球油气发现总储量的21.4%(见表1)。

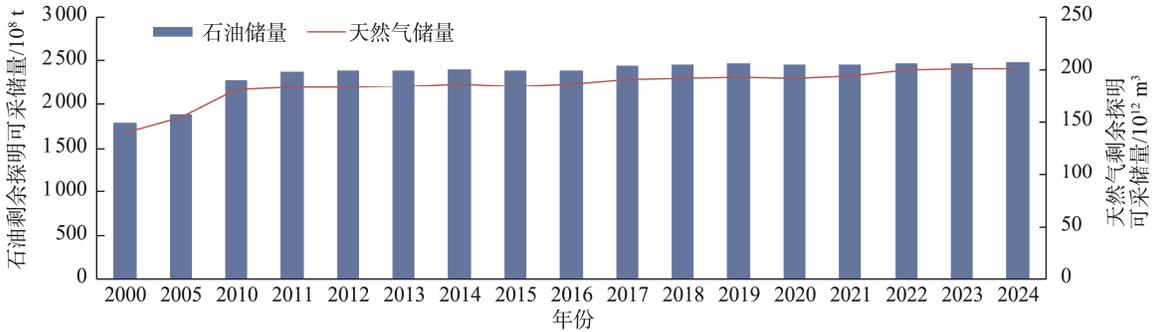


图1 2000—2024年全球油气剩余探明可采储量统计

Fig.1 Global remaining proven recoverable oil and gas reserves from 2000 to 2024

(数据来源: 中国石油集团经济技术研究院)

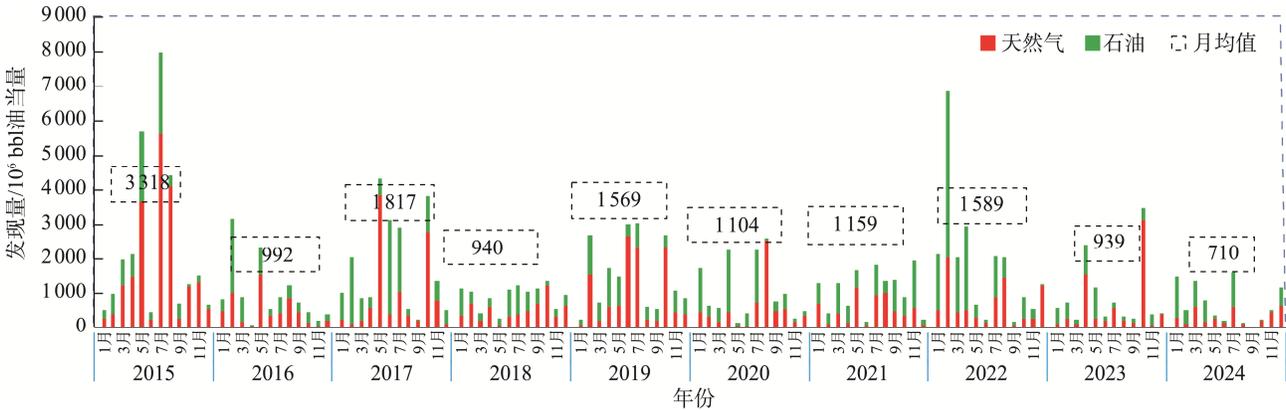


图2 2015—2024年全球油气发现量月度统计

Fig.2 Monthly statistics of global oil and gas discoveries from 2015 to 2024

(数据来源: S&P Global, 2024年12月)

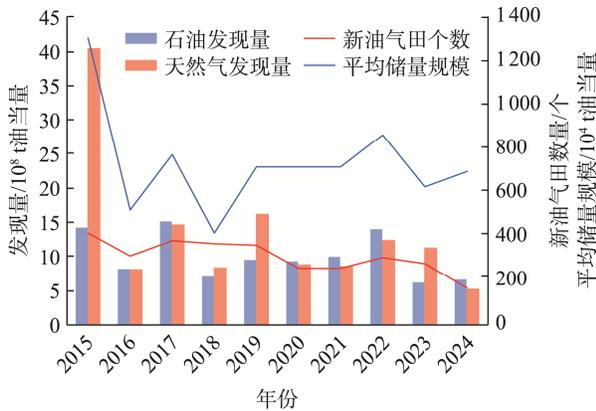


图3 2015—2024年全球油气发现情况统计

Fig.3 Global oil and gas discoveries from 2015 to 2024

(数据来源: S&P Global, 2024年)

### 1.3 全球油气产量双增长

2024年全球原油产量为 $45.1\times 10^8$  t, 同比增幅为0.8%。其中, 拉美和北美地区原油产量增长量居前, 分别增长 $2\ 950\times 10^4$  t和 $2\ 800\times 10^4$  t, 增幅分别为8.4%和2.2%; 中东地区产量下降量最多( $2\ 400\times 10^4$  t), 其次是俄罗斯-中亚地区(下降 $340\times 10^4$  t), 分别下降1.8%和0.5%(见表2、图4)。原油产量增长超过 $500\times 10^4$  t的国家包括美国( $3\ 030\times 10^4$  t)、伊朗( $2\ 360\times 10^4$  t)、巴西( $830\times 10^4$  t)、加拿大( $810\times 10^4$  t)、尼日利亚( $660\times 10^4$  t)和阿根廷( $650\times 10^4$  t)。原油产量下滑较大的国家有沙特阿拉伯( $3\ 300\times 10^4$  t)、科威特( $860\times 10^4$  t)、俄罗斯( $500\times 10^4$  t)。预计2025年全球石油产量将保持增长。

表1 2024年全球十大油气发现  
Tab.1 Top 10 global oil and gas discoveries in 2024

序号	国家	发现井	发现者	所在区域	资源类型	概算储量(2P储量)/ 10 <sup>6</sup> bbl油当量
1	纳米比亚	Mopane 1X	盖尔普能源公司	海上	油气	1 300
2	美国	Ahpun Topset East	大熊石油公司	陆上	油气	1 159
3	科威特	Al Nokhatha 1	科威特石油公司	海上	油气	885
4	纳米比亚	Mangetti 1X	道达尔能源公司	海上	油气	520
5	科特迪瓦	Murene 1X (Calao)	埃尼公司	海上	油气	429
6	俄罗斯	Ilginskoye	俄气公司	陆上	天然气	404
7	圭亚那	Bluefin 1	埃克森美孚	海上	石油	368
8	玻利维亚	Mayaya Centro X1	玻利维亚石油公司	陆上	天然气	299
9	苏里南	Fusaea 1	马来西亚国家石油公司	海上	油气	292
10	印度尼西亚	Tangkulo 1	MP有限公司	海上	天然气	268

数据来源: S&P Global

表2 2024年全球十大油气生产国  
Tab.2 Top 10 global oil and gas producing countries in 2024

石油			天然气		
排名	国家	产量/10 <sup>4</sup> t	排名	国家	产量/10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>
1	美国	88 541	1	美国	11 660
2	俄罗斯	52 500	2	俄罗斯	6 700
3	沙特阿拉伯	46 069	3	伊朗	2 715
4	加拿大	29 931	4	中国	2 488
5	伊拉克	21 928	5	加拿大	1 935
6	中国	21 283	6	卡塔尔	1 820
7	伊朗	20 235	7	澳大利亚	1 536
8	巴西	19 013	8	沙特阿拉伯	1 360
9	阿联酋	18 025	9	挪威	1 284
10	科威特	12 636	10	阿尔及利亚	1 001

数据来源: 中国石油集团经济技术研究院

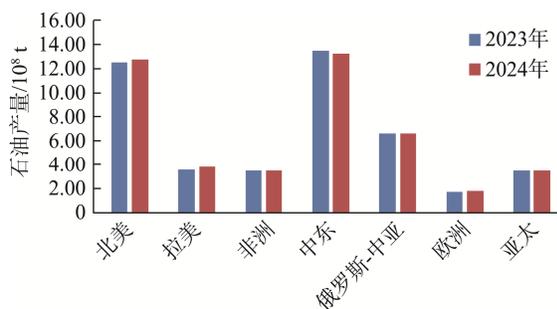


图4 2023—2024年全球各地区石油产量  
Fig.4 Global oil production by region from 2023 to 2024  
(数据来源: 中国石油集团经济技术研究院)

2024年, 全球天然气产量增长1 200×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 达到4.39×10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>, 增幅为2.8%。俄罗斯-中亚、亚太、中东、北美和欧洲等多数地区天然气产量增长; 俄罗斯-中亚地区, 因俄罗斯天然气向“东”出口量增加使该地区天然气产量增长310×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>, 达8 593×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>,

增幅为3.8%, 其中俄罗斯产量增长330×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。而拉美和非洲地区天然气产量则出现小幅下滑(见图5)。2025年, 预计全球天然气产量将保持增长。

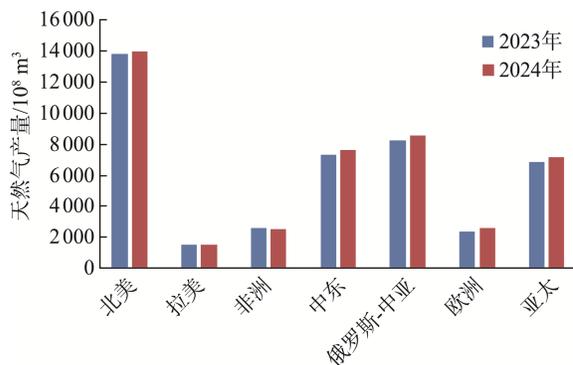


图5 2023—2024年全球各地区天然气产量  
Fig.5 Global natural gas production by region from 2023 to 2024  
(数据来源: 中国石油集团经济技术研究院)

### 1.4 全球油气勘探开发投资出现下降

2024年，全球油气勘探开发资本支出出现下滑，石油公司对油气勘探开发投资较为谨慎<sup>[6]</sup>。据S&P Global研究结果，2024年全球勘探开发投资支出5 538×10<sup>8</sup> 美元，较2023年下降142×10<sup>8</sup> 美元，降幅为2.5%<sup>[2]</sup>，为2021年投资反弹以来的首次下跌。区域上，北美、俄罗斯-中亚、亚太和中东等地区投资下降，

拉美、非洲和欧洲等地区投资增长。其中，北美地区投资下滑幅度为最大，下滑幅度为8.8%；其次是俄罗斯-中亚地区，同比降幅为5.3%；而拉美地区投资增幅则为最大，增幅为13.6%；其次是非洲地区，投资增幅为5.2%（见图6）。在能源转型的大背景下，尽管低碳能源投资正在增长，但油气需求量仍然保持上行，预计2025年全球油气勘探开发投资将恢复增长态势<sup>[7]</sup>。

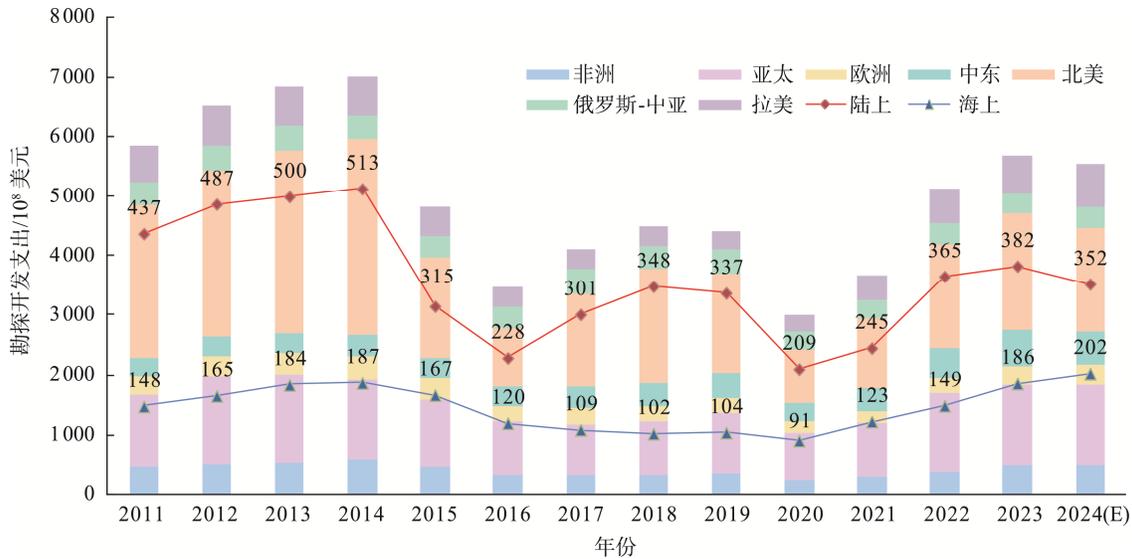


图6 2011—2024年全球各地区油气勘探开发投资

Fig.6 Global oil and gas exploration and development investment in different regions from 2011 to 2024

（数据来源：S&P Global，2024年12月；2024年数据为预估值）

### 1.5 全球油田技术服务市场规模增长

2024年，全球油田技术服务市场规模为3 161×10<sup>8</sup>美元<sup>[8]</sup>，继续保持增长，同比增长3.0%。在油田服务各个板块中，除了油田生产服务市场规模出现下滑之外，其他板块营业收入均实现增长。相较之而言，油田工程建设服务和油田测井-录井-试井服务板块表现好于平均水平，物探装备及服务、油田钻完井服务板块的市场规模增幅分别为2.5%和1.2%，低于平均水平（见图7、表3）。

2024年，全球工程技术服务市场规模仅小幅度增长，其中动用钻机数量（4 095台）只增长了3台，增幅为0.1%<sup>[9]</sup>。导致动用钻机数量增速低的主要原因是北美地区油气生产商削减钻井支出，动用钻机786台，同比减少79台，降幅为9.1%（见图8）。

预计2025年，全球多数地区动用钻机数量将继续增长。其中，中东和非洲地区动用钻机数量增幅有望超过8%，亚太和拉美地区将会保持3%以上的

增幅，而其他地区动用钻机数量也均将增长，但增幅会低于3%。由于巴西、圭亚那和苏里南海上新油气田开发需求，预计2027年拉美地区海上钻机市场需求量可能会达到50台钻机年，较2024年增加10台钻机年。

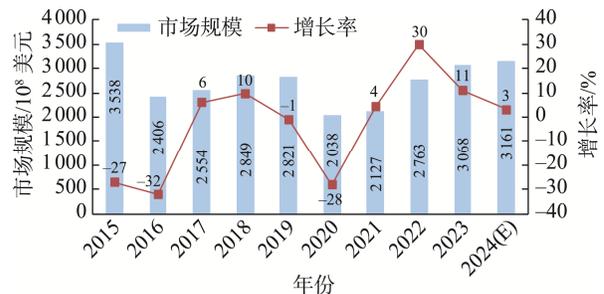


图7 2015—2024年全球油田工程技术服务市场规模及增长率统计

Fig.7 Global oilfield engineering and technical services market size and growth rate from 2015 to 2024

（数据来源：Spears & Associates公司，2024年10月；2024年数据为预估值）

表3 2023—2024年全球油田服务板块市场规模统计  
Tab.3 Statistics on the market size of the global oilfield services sector from 2023 to 2024

技术服务板块	2023年收入/ 10 <sup>8</sup> 美元	2024年收入/ 10 <sup>8</sup> 美元	年均增长率/ %	2024年各板块收入占 总收入比例/%
物探装备与服务	75	77	2.5	2.4
钻完井服务	1 549	1 568	1.2	49.6
油田生产服务	634	631	-0.6	20.0
测录试服务	218	227	4.4	7.2
油田工程建设服务	592	658	11.2	20.8
合计	3 068	3 161	3.0	100.0

数据来源：Spears & Associates公司，2024年10月

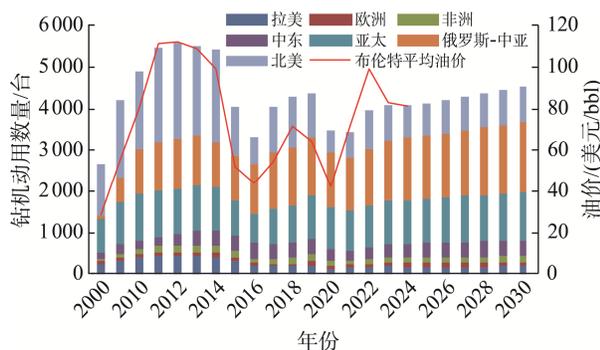


图8 2000—2024年全球各地区动用钻机数量和油价变化  
Fig.8 Changes in the number of drilling rigs in operation and oil prices across various regions globally from 2000 to 2024

（数据来源：Spears & Associates公司，2024年9月）

## 2 中国油气勘探开发现状

### 2.1 中国油气勘探形势与勘探发现

#### 2.1.1 油气新增探明储量保持较高水平

“七年行动计划”实施以来，勘探发现了玛湖、富满、顺北、庆城、垦利10-2、渤中26-6等一批亿吨级大油田，博孜一大北、长宁一威远、宝岛21-1、綦江等多个千亿立方米级大气田，支撑形成中国新的油气储量增长高峰期。

截至2023年底，中国石油剩余探明可采储量为

38.51×10<sup>8</sup> t，同比增长1.2%；天然气剩余探明可采储量为6.74×10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>，同比增长2.6%，其中页岩气剩余探明可采储量为5 516.1×10<sup>8</sup> m<sup>3</sup>。2024年，中国新增油气储量保持稳健增长态势，新增石油探明地质储量超15×10<sup>8</sup> t（见图9），新增天然气探明地质储量超1.6×10<sup>12</sup> m<sup>3</sup>（含页岩气、煤层气、煤岩气）（见表4）。

#### 2.1.2 “两深一非”仍是勘探重点领域

（1）万米深地科学探索取得突破。万米深地科探项目不仅是中国石油工业在超深层油气勘探领域的重要里程碑，也是推动中国能源安全和科技进步的关键举措之一。在塔里木盆地，中国石油天然气集团有限公司（以下简称中石油）已完钻超8 000 m深钻井140多口，中国石油化工集团有限公司（以下简称中石化）已完钻超8 000 m深钻井119口。2024年，中国首口自主设计井深超万米科探井—深地塔科1井攻克超高压、超高温等地质难题，钻探深度突破1×10<sup>4</sup> m，刷新亚洲最深直井纪录，成功取出全球万米深地第一筒岩心，标志着中国油气勘探工程进入万米深层时代<sup>[10]</sup>。在四川盆地，深地川科1井攻克超高含量硫等7项世界级工程难题，四开中完井深超7 400 m，并创下444.5 mm井眼钻深最深等多项新的世界纪录。



图9 2013—2024年中国新增油气探明地质储量变化

Fig.9 Changes in China's newly proven geological reserves of oil and gas from 2013 to 2024

（数据来源：中石油、中石化、中国海洋石油有限公司（以下简称中海油）、陕西延长石油（集团）有限责任公司（以下简称延长石油）等）

表4 2024年中国油气勘探重要发现  
Tab.4 Important discoveries in China's oil and gas exploration in 2024

类别	盆地	发现井	简述	作业公司
	鄂尔多斯	霍探1H、洪探1H、安探1H	聚焦纳林河—米脂、大吉、佳县南、宜川等已发现区，落实含气面积1 242 km <sup>2</sup> ，新增天然气探明地质储量1 657×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	中石油
		宁探1	遂宁地区部署的探井，压裂后获日产气量8.1×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ，进一步证实了煤岩气的勘探潜力	中石油
		—	川中茅口组一体化部署探井25口，新增探明常规天然气地质储量1 952×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ，其中经济可采储量为911×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ，川中茅口组成为该盆地继安岳气田后第二大整装常规气区	中石油
	四川	魏探1、文浅4	魏探1井在须三段3 690~3 850 m井段9 mm油嘴测试，获日产气量109×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ，新增预测天然气地质储量669×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ，其中技术可采储量268×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ；文浅4井在沙一段测试，获日产气量88.3×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ，沙溪庙组横向扩区、纵向拓层取得重要进展。川西北梓潼地区落实了又一个千亿立方米级致密气规模增储新领域	中石油
		资阳2	资阳区块寒武系页岩气测试日产气量为125.76×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ，成为全球超深层寒武系页岩气产量最高的井，该盆地超深层页岩气勘探取得重大突破	中石化
		—	涪陵页岩气田南川常压页岩气区块平桥构造带、东胜构造带、阳春沟构造带等3个千亿立方米增储区连片成带、实现整装探明，新增1 213.56×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> 天然气探明地质储量，为该盆地提供了新的页岩气建产阵地	中石化
		兴页9	复兴探区取得页岩油高产突破，侏罗系凉高山组压裂试获日产油108 m <sup>3</sup> 、日产气1.5×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ，新落实拔山寺向斜北部页岩油气资源量超亿吨油当量	中石化
重大突破	塔里木	叶探1、杜瓦1、甫探1	新增控制天然气地质储量295×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ，其中经济可采储量102×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> ；凝析油地质储量2 609×10 <sup>4</sup> t，其中经济可采储量522×10 <sup>4</sup> t；预测石油地质储量3 927×10 <sup>4</sup> t，其中技术可采储量552×10 <sup>4</sup> t，新落实一个亿吨级油当量效益储量区	中石油
	准噶尔	丰探1	新增预测石油地质储量2.6×10 <sup>8</sup> t，其中技术可采储量2 417×10 <sup>4</sup> t，实现了玛北掩伏带风城组油气勘探重大突破，掩伏带—斜坡区5×10 <sup>8</sup> t规模场面基本形成	中石油
	松辽	英页1H	先导试验井组10口井单井日产油1.8~16.3 m <sup>3</sup> ，证实具备稳产能力，为致密油、夹层型页岩油10×10 <sup>8</sup> t级增储工程奠定了资源基础	中石油
	江汉	钟99斜	潜江凹陷潜四下亚段碳酸盐岩专探井压裂试获日产油量137.6 m <sup>3</sup> ，继潭口地区突破后，新发现一个千万吨级资源阵地	中石化
	南襄	阳页油1	风险勘探核三段页岩油战略领域，压裂试获日产油量为17.9 m <sup>3</sup> 的工业油流，落实基质型页岩油资源量超亿吨	中石化
	渤海湾	秦皇岛27-3	渤海中北部海域秦皇岛27-3油田测试单井日产油量约110 t，新增探明石油地质储量超1×10 <sup>8</sup> t，该海域时隔10年再次实现勘探老区获亿吨级重大发现	中海油
		龙口7-1-1	渤海东部海域中生界潜山勘探领域获重大突破，龙口7-1-1发现井日产天然气近百万立方米、日产原油约210 m <sup>3</sup> ，创造了渤海油田天然气测试产能的最高纪录	中海油
	珠江口	开平18-1-1d	南海东部海域开平凹陷发现中国首个深水深层大油田开平南油田，新增探明油气地质储量超1×10 <sup>8</sup> t油当量，测试平均日产油气超过1 000 t油当量，展现了南海深水油气勘探的广阔前景，进一步夯实了中国海上油气资源量	中海油
		陵水36-1	平均水深约1 500 m，平均气层埋深210 m，新增天然气探明地质储量超千亿立方米，探井测试天然气无阻流量超1 000×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d，落实了全球首个超深水超浅层大气田	中海油

表4 (续)

类别	盆地	发现井	简述	作业公司
		双龙1HF、东湾1XHF	旬宜探区延长组长7 <sub>2</sub> 亚段和长7 <sub>3</sub> 亚段测试分别获得日产油量6.9 t、7.8 t的工业油流, 中生界致密油勘探实现“小步快走”	中石化
	鄂尔多斯	—	长8新层系吴旗新增石油探明储量5 396×10 <sup>4</sup> t, 长6新区带武峁子新增石油控制储量1.28×10 <sup>8</sup> t, 陕北老区近5年首次提交亿吨级规模可开发储量, 夯实了原油稳产的资源基础	中石油
		—	正宁地区页岩油新增探明储量6 697×10 <sup>4</sup> t、预测储量7 225×10 <sup>4</sup> t, 正宁地区长7段落实了亿吨级页岩油储量	中石油
		新128、茂44等	甩开勘探湖盆外围31口井新获工业油流, 其中新128、茂44等12口井测试获日产油量20 t以上的高产, 延长组长6段—长9段新增石油预测地质储量2.35×10 <sup>8</sup> t, 其中技术可采储量3 375×10 <sup>4</sup> t。该盆地中生界石油勘探领域向北拓展3 000 km <sup>2</sup>	中石油
	塔里木	英西2、庆玉2	英西2井测试获日产油量134 m <sup>3</sup> , 庆玉2井测试获日产气量105.6×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> , 新增探明天然气地质储量412×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> , 石油地质储量2 142×10 <sup>4</sup> t, 富满油田东西两翼油气勘探取得新突破	中石油
		—	克拉苏盐下新增天然气地质储量2 430×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> 、凝析油地质储量2 026×10 <sup>4</sup> t, 落实了克深5西、博孜南、博孜北3个超千亿立方米级规模天然气储量区	中石油
	准噶尔	金沙1	玛南深凹区金沙1井风城组获日产油56 m <sup>3</sup> 、日产气3.6×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> , 开辟了玛湖凹陷风城组深凹区高熟油气勘探全新领域, 有望打开玛湖凹陷深层天然气勘探新局面	中石油
		奇2	奇2井芦苇沟组获日产油量157 m <sup>3</sup> , 吉南—吉木萨尔凹陷二叠系井子沟组新增石油探明储量5 760×10 <sup>4</sup> t、控制储量3 909×10 <sup>4</sup> t、预测储量5 936×10 <sup>4</sup> t, 落实了吉南、吉木萨尔2个亿吨级规模储量区	中石油
重大发现	北部湾	乌石16-5-4	南海北部湾海域乌石凹陷成功探获“千方井”, WS16-5-4的完钻深度达4 185 m, 是该区域首口测试日产油量超过1 000 m <sup>3</sup> 的评价井, 该构造有望成为中型油田, 进一步巩固北部湾作为重要能源区的地位	中海油
		丰谷108	合兴场气田东扩新场丰谷地区, 在须二段试获天然气无阻流量55.9×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /d, 新增天然气探明地质储量超1 330×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> , 是川渝千亿立方米级天然气产能基地建设增储上产的重要领域	中石化
		丁页11	綦江探区页岩气勘探试获日产气量20.45×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> , 评价盆缘复杂构造区页岩气资源量近3 000×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup>	中石化
	四川	蓬阳103、堰探1	蓬阳103井长兴组测试获日产气量108×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> , 堰探1井针对川东二叠系—三叠系礁滩体测井解释储层厚度45.5 m, 该盆地二叠系—三叠系浅水陆棚边缘礁滩天然气勘探获重要发现	中石油
		平安101、陇页1HC	平昌地区凉高山组泥纹型和夹层型页岩油勘探均获得突破, 新增页岩油探明地质储量151×10 <sup>4</sup> t、预测地质储量9 032×10 <sup>4</sup> t, 展现出页岩油规模增储新场面	中石油
		龙岗163、德页1	岗163井须五段、德页1井须六段、营山6井区须三段下亚段获高产气流, 新增天然气探明地质储量149.3×10 <sup>8</sup> m <sup>3</sup> , 开辟了仪陇—平昌地区须五段源内超压致密气勘探新领域, 须家河组展现出千亿立方米规模天然气增储前景	中石油
	松辽	新胜1	测试获日产气量6×10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> , 实现了松辽盆地北部林甸新区断陷层天然气勘探新突破	中石化
	渤海湾	保清9X	保定凹陷清苑构造带保清2区块新增石油探明储量911×10 <sup>4</sup> t; 拓展南部再庄构造, 部署保清10X等井获工业油流, 新增石油控制储量2 296×10 <sup>4</sup> t, 有望形成新的亿吨级含油区带	中石油
	柴达木	翼东1	翼东1井下油砂山组获日产7.9 m <sup>3</sup> 工业油流, 2口评价井、3口老井复查均获工业油流, 新增预测石油地质储量5 972×10 <sup>4</sup> t, 实现了老油田向斜坡区、向新层系的规模扩展, 南翼山成为继苏斯库勒之后柴达木盆地第2个亿吨级整装效益大油区	中石油

(2) 海域油气勘探持续获得大发现。中国海上油气勘探开发持续发力,通过创新建立复合陆缘盆地成藏、超浅层天然气富集新模式,通过持续加快新区建设,全力做好老区调整,积极提升深海油气开发设计、建造、安装及生产运营能力等措施,推动海洋油气产量持续规模提升。中国海域油气勘探获5个新的重大突破,分别为开平南油田、秦皇岛27-3、龙口7-1、陵水36-1和乌石16-5,其中,陵水36-1是中国首个超深水超浅层领域勘探发现,测试获天然气无阻流量超过 $1 \times 10^7 \text{ m}^3/\text{d}$ ,开拓了新领域,标志着南海万亿立方米大气区的实现;成功评价乌石16-5含油气构造,测试日产油当量超过 $1 \times 10^3 \text{ m}^3$ ,该构造有望成为中型油田。2024年,我国海上最大油田——渤海油田原油日产突破 $10 \times 10^4 \text{ t}$ 大关,累计生产原油超 $5.6 \times 10^8 \text{ t}$ ,新发现龙口7-1单井测试日产天然气近百万立方米,创造了渤海油田天然气测试产能的最高纪录。

(3) 非常规油气勘探屡获佳绩。四川盆地复兴探区页岩油实现高产突破,新落实拔山寺向斜北部页岩油气资源量超过 $1 \times 10^8 \text{ t}$ 油当量;綦江探区页岩气勘探试获日产气量 $20.45 \times 10^4 \text{ m}^3$ ,初步评价盆缘复杂构造区页岩气资源量近 $3\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,深层页岩气攻关取得积极进展;涪陵页岩气田南川常压页岩气区块平桥构造带、东胜构造带、阳春沟构造带等3个千亿立方米级增储区连片成带,实现整装探明。塔北于奇探区奥陶系试获轻质高产油流,常规测试日产量超过 $100 \text{ t}$ ,实现超重质油区晚期聚集轻质油藏勘探重大突破;鄂尔多斯盆地发现2个千亿立方米级储量规模的深部煤层气田,对保障国家能源安全具有重要意义。

### 2.1.3 中国石油企业加强海外油气合作勘探开发

(1) 加强与“一带一路”沿线及金砖国家的合作,加快海外油气合作核心区建设。2024年,中国石油企业加强核心区建设,重点加强了在中东、俄罗斯-中亚、拉美等合作区的油气资源获取和勘探开发投资力度。主要项目包括:中石油卡塔尔北方气田扩容项目、伊拉克西古尔纳-1项目作业权协议项目取得显著进展,阿克纠宾公司76号合同成功延期,伊拉克哈法亚天然气处理厂满足进气条件,亚马尔LNG项目保持高负荷运行,以及巴西布兹奥斯5单元浮式生产储存提卸油海上平台(FPSO)等多项重点产能建设工程成功投产<sup>[11]</sup>。中海油在2024年

前3季度实现了海外油气产量的显著增长,海外权益产量 $172.9 \times 10^6 \text{ bbl}$ 油当量,同比上升12.2%,主要得益于圭亚那Payara项目顺利投产。中石化在伊朗的南帕尔斯气田项目、在伊拉克的鲁迈拉油田项目,以及科威特的布比肯油田项目等取得一系列油气勘探开发成果,成为海外油气产量的重要来源。2024年5月12日,振华石油控股有限公司(简称振华石油)、中海油、中石化分别中标伊拉克4个陆上区块,面积共计 $1.75 \times 10^4 \text{ km}^2$ ;2024年1月18日,中国石油天然气海外控股联合公司(China Oil Natural Gas Overseas Holding United)中标非洲刚果陆上Nanga II Bis和Nanga IV区块,面积共计 $2\,023 \text{ km}^2$ 。

(2) 聚焦勘探热点,加快迈向深海勘探的步伐。2024年5月23日,中海油中标非洲莫桑比克5个深水区块,面积 $2.9 \times 10^4 \text{ km}^2$ <sup>[12]</sup>。2024年10月17日,中海油与巴西国家石油局签署了4份特许经营合同,在Pelotas(P-M-1737/39/97)和Santos(S-M-1813)盆地进行勘探。上述4个海上区块是通过第4个永久特许权要约周期获得的,区块总面积 $2\,600 \text{ km}^2$ ,水深从 $600 \text{ m}$ 到 $3\,000 \text{ m}$ 不等。中海油巴西石油公司持有S-M-1813区块100%的权益,并且持有P-M-1737/39/97各区块20%的非经营权益。2024年9月13日,中石油中标苏里南陆架2个区块——Block 14、Block 15,合计面积为 $0.59 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。

## 2.2 中国油气开发形势

### 2.2.1 油气产量当量连续8年保持千万吨级增长

中国原油产量在2015年达到历史峰值 $2.15 \times 10^8 \text{ t}$ 之后,连续3年下跌,2018年跌至 $1.89 \times 10^8 \text{ t}$ 。2019年“七年行动计划”实施后,中国原油年产量逐步回升,并于2022年重回 $2 \times 10^8 \text{ t}$ 。

2024年,中国油气产量当量 $4.1 \times 10^8 \text{ t}$ ,首次超过 $4 \times 10^8 \text{ t}$ 大关,近8年年均增幅达 $1\,170 \times 10^4 \text{ t}$ 油当量,形成了新的产量增长高峰期。2024年中国原油产量为 $2.13 \times 10^8 \text{ t}$ ,同比增长1.9%;其中,海洋油气产量当量超 $8\,500 \times 10^4 \text{ t}$ ,原油产量连续5年增产超 $200 \times 10^4 \text{ t}$ ,为中国原油 $2 \times 10^8 \text{ t}$ 持续稳产发挥重要作用。2024年中国天然气产量为 $2\,464 \times 10^8 \text{ m}^3$ ,同比增长5.7%,连续8年增产超百亿立方米。中国油气产量当量前5名依次为中石油长庆油田、中海油渤海油田、中石油大庆油田、中石油西南油气田、中石油塔里木油田。长庆油田连续5年油气当量超过 $6\,000 \times 10^4 \text{ t}$ ,2024年

油气产量当量超过 $6\,600\times 10^4$  t, 目前稳居中国第一大油气田; 渤海油田油气产量当量超 $3\,960\times 10^4$  t, 创历史新高, 其中原油产量约 $3\,650\times 10^4$  t、天然气产量近 $40\times 10^8$  m<sup>3</sup>。延长石油践行“稳油增气”发展战略, 产量当量突破 $2\,000\times 10^4$  t, 研发特低渗透油藏渗吸-驱替渗流理论与注水系列技术, 油田综合递减率由2021年的7.3%降低至2024年的5.3%, 推动2024年原油产量达 $1\,169\times 10^4$  t。

### 2.2.2 深层煤层气、煤岩气将成为增储上产新动力

“十四五”以来, 随着大宁—吉县、神府气田等一批千亿立方米级深层煤层气规模储量提交和快速上产, 煤层气进入深层规模开发阶段<sup>[13]</sup>。2023年中国煤层气产量突破 $117\times 10^8$  m<sup>3</sup>, 同比增长20.5%, 增量占比达到18%。2024年, 中国煤层气产量超过 $140\times 10^8$  m<sup>3</sup>, 同比增长20%, 呈现出快速增长的态势。其中, 中石油大吉气田深层煤层气日产气量突破 $500\times 10^4$  m<sup>3</sup>, 具备 $150\times 10^4$  t油气当量的年生产能力, 成为中国首个百万吨油气当量深层煤层气田; 中石化延川南区块年产量 $4\times 10^8$  m<sup>3</sup>, 实现了中—深层煤层气商业规模开发; 中海油临兴区块创新致密气与煤层气“互补式”“立体式”勘探开发, 落实千亿立方米深层煤层气田<sup>[14]</sup>。初步预测, 到2035年, 中国有望探明煤层气地质储量 $5\times 10^{12}$  m<sup>3</sup>, 实现年产量 $(400\sim 500)\times 10^8$  m<sup>3</sup>。同时, 中国深层煤岩气已经获得商业开发突破, 资源潜力相当大, 基于与页岩气成藏特征的相似性, 通过类比评价, 预判中国深层煤岩气峰值产量将为 $(500\sim 600)\times 10^8$  m<sup>3</sup>, 鄂尔多斯盆地大吉气田成为中国首个百万吨油气当量煤岩气田。深层煤岩气产量仅用3年时间快速提升至 $25\times 10^8$  m<sup>3</sup>, 成为天然气增产新亮点。

### 2.2.3 页岩油开采规模与产能不断扩大

初步形成了中国特色的陆相页岩油开发技术系列及配套工艺, 鄂尔多斯、松辽、准噶尔、渤海湾等盆地页岩油产区主体开发技术基本定型, 新区新领域页岩油勘探持续拓展。中国已经成立3个国家页岩油示范区和1个页岩油开发示范基地, 即吉木萨尔国家级页岩油示范区、济阳页岩油国家级示范区、古龙陆相页岩油国家级示范区、长庆陇东页岩油开发示范基地<sup>[15]</sup>, 页岩油产量快速提升至 $600\times 10^4$  t, 同比增长超过30%; 页岩气产量保持 $250\times 10^8$  m<sup>3</sup>以上规模。吉木萨尔示范区已整装提交探明石油地质储量 $2.27\times 10^8$  t, 2024年产量突破

$110\times 10^4$  t, 2025年即将建成首个国家级陆相页岩油示范区。济阳示范区持续深化基础理论与关键技术攻关, 勘探开发理论、立体开发技术取得重大突破, 钻井、压裂工程技术持续迭代升级, 2024年产量达 $50\times 10^4$  t。古龙示范区通过技术、管理双向驱动, 深化“甜点”评价、锁定最优靶窗, 固化主体工艺、提升压裂改造效果, 年产油量连续翻番, 2024年产量达 $40\times 10^4$  t<sup>[16]</sup>。此外, 长庆油田页岩油产量连续6年保持 $(30\sim 50)\times 10^4$  t的增幅, 2024年产量突破 $300\times 10^4$  t。长庆H100平台作为亚洲陆上最大的页岩油长水平井平台, 182 d高效完钻31口水平井, 刷新了该区块最短钻井周期7.8 d、最短建井周期11.2 d的纪录, 日产油气当量超400 t, 已累计产油 $25.4\times 10^4$  t。

## 2.3 油气上游投入与成本情况

### 2.3.1 上游投资保持较高水平

2024年, 中国石油企业坚持高效勘探、效益开发, 优化完善油气勘探开发方案并调整投资计划, 油气勘探开发投资约 $3\,900\times 10^8$ 元, 与2023年基本持平, 其中勘探投资约 $900\times 10^8$ 元, 开发投资约 $3\,000\times 10^8$ 元(见图10)。

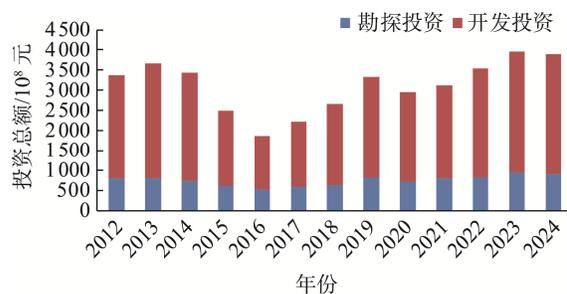


图10 2012—2024年中国油气勘探开发投资变化  
Fig.10 Investment in China's oil and gas exploration and development from 2012 to 2024

(数据来源: 中石油、中石化、中海油、延长石油等)

### 2.3.2 油气操作成本与2023年基本持平

2024年, 油气企业在克服原材料上涨、勘探开发难度和作业费用增加的同时, 坚守提质增效、低成本经营策略, 加强成本费用管控, 努力提升成本竞争力, 单位油气操作成本与2023年基本持平。中石油单位油气操作成本为11.03美元/bbl, 比2023年同期的10.82美元/bbl增加1.9%, 主要由于作业费等基本运营费用增加。中石化、中海油增产降本增效取得良好效果, 其中中石化单位油气操作成本为14.9美元/bbl, 中海油单位油气操作成本约7.3美元/bbl, 同比均下降约3.2%。

### 2.3.3 油田技术服务行业持续向好，步入新景气周期

2024年，油田技术服务公司优化业务结构、深耕科技创新，业务量再攀高峰，经营业绩保持稳定发展，营收回报率增加。大部分油服企业净利润稳步增长，一些企业实现扭亏为盈，部分企业亏损收窄（见图11）。石化油服、杰瑞股份、中油工程、海默科技等油田技术服务公司全力开拓海外市场，海外业务发展呈现出较好的增长势头。油田技术服务公司依托重点工程项目加速培育新质生产力，绿色转型、数字化转型取得新进展，“热氢风光电”、CCUS全产业链等领域业务多点突破；积极探索大数据、云计算、人工智能与油田技术服务行业的融合发展路径，实施数智化改造，全力打造“绿色油服”“智慧油服”。持续加大科研投入和攻关力度，锻造核心技术利器，2024年研发投入强度稳定在2.5%~3.0%。

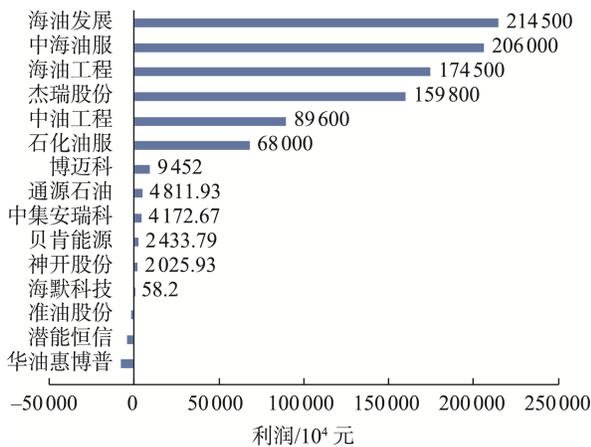


图11 2024年中国主要油田技术服务公司利润统计

Fig.11 Profits of major oilfield technical service companies in China in 2024

（数据来源：中国石油集团经济技术研究院）

## 3 油气勘探开发技术进展

### 3.1 油气勘探开发理论与技术新进展

全球油气勘探理论与技术进展表现为理论的多元化与精细化，以数字化和智能化为核心驱动，继续向深水、深层、非常规油气领域拓展，借助高精技术认识和分析油气的形成机制、运移规律、储层特征、流体性质、资源潜力等。智能油田建设呈

现出加速发展的态势，智能油藏模拟与优化系统能够实时监测油藏动态变化，通过实时分析海量数据，自动调整开发方案。如沙特阿美石油公司在其油气田开发中不断推进智能化建设，广泛涉及250个创新领域，通过整合各类数据资源，构建了统一的智能油田管理平台，实现了对油气田生产过程的实时监控、故障诊断和智能决策。

高精度多相流数值模拟技术更加精准预测油井的产量变化以及剩余油分布情况，指导井网加密调整、注水注气方案优化等措施的实施，显著提高油藏采收率。高分辨率成像、分子模拟等技术发展，精准揭示了页岩纳米级孔隙的分布特征、形态类型以及与有机质的相互关系，明确了页岩气在不同地质条件下的吸附—解吸规律，为页岩气的高效开发提供了关键的理论支撑。GeoGPT揭示地球演化以及从地震到能源开发的相关问题，利用人工智能集成实现最佳油气藏数据分析和模式识别，借助理工空间AI技术快速构建区域三维模型等。

近年来，中国陆上油气勘探开发技术水平已跻身全球石油行业前列，工程技术与装备水平大幅度提升，深水油气勘探开发技术装备研发能力取得了长足的进步。① 油气勘探理论与技术。中石油创新发展基于“源储耦合”的盆缘区常规油气—斜坡区致密油气—凹陷区页岩油气序次分布的全油气系统地质理论与勘探配套技术，支撑了十亿吨级准噶尔盆地风城组源内非常规资源新发现<sup>[17]</sup>；在四川盆地、塔里木盆地等创新形成深层-超深层古老海相碳酸盐岩油气成藏机理、构造分异控制油气富集等理论认识及勘探开发配套技术；攻关断褶裂缝精细刻画与高效钻完井技术，支撑四川盆地西部地区须家河组致密砂岩气藏高效滚动建产；渤海湾盆地伸展—走滑复合断裂带深部油气勘探技术获得突破，指导新发现多个亿吨级油田群；珠江口盆地超深水超浅层天然气成藏理论创新，指导发现陵水36-1气田；北部湾盆地深层储层地质认识突破，推动成功评价乌石16-5构造。② 油气开发理论与技术。针对稠油开发千米深层蒸汽干度不达标、注汽锅炉能耗高、碳排高且无革命性替代技术的问题，中国石油通过多管缆结构、绝缘主料、外铠材料、预制工艺创新，突破外径38 mm小尺寸极限预制、4 kV高压绝缘、450 °C高温、5 kW/m高功率密度等技术难

题,并在国际首创1 MW井下大功率电加热蒸汽提干技术。在辽河油田曙一区成功开展中试,干度提升了36%。热辅助混相驱油技术通过升温相变,实现气体与原油的超临界气相混相,有效解决混相难题,驱油效率高达95%,具备极限提高采收率理论基础,实现了低渗透注水油藏由控递减到大幅度增油的根本性转变,为低渗透-致密等难采储量大幅度提高单井产量和采收率提供了革命性开发新技术;陆相混积型页岩油立体开发关键技术取得突破,创建以“可动性”为核心的页岩油“甜点”评价方法,落实了 $300 \times 10^4$  t效益建产区,辅以 $\text{CO}_2$ 前置压裂提产技术,吉木萨尔页岩油示范区实现资源动用率从50%增至89%,采收率从7%增至11%,在中国页岩油开发领域具有广阔的应用前景。

### 3.2 油气工程技术与装备进展

物探技术基于大道数采集系统和大吨位可控震源的地震采集、高密度节点采集稳步发展;高精度成像技术、全波形反演多参数建模等关键技术持续推进;基于深度学习的人工智能地震数据处理与解释应用深入推进,全自动油藏描述技术提高了地震储层特征描述的精度。中国地震采集迈向“两宽两高”(宽方位、宽频带、高密度、高保真)新阶段<sup>[18]</sup>。节点装备、光纤分布式声波传感系统应用发展势头迅猛。中石油在国内率先攻克了超高静压密封、长时间守时等卡点技术,研发出中国首套“3 000 m oSeis海洋节点仪器”,性能达到国际先进水平,支撑超深水地震采集装备自主可控。数据处理解释软件系统围绕新一代信息技术、AI大模型、高性能计算等场景持续推进完善。GISeis2024智能化作业管理系统取得新突破。中国自研地震勘探装备实现突破,相继在多个海域实现规模化应用,标志着中国海上油气勘探开发迈入高精度探测新时代,为海上深层超深层油气勘探提供高端装备和技术支撑。

测井方面推出多项新型裸眼测井技术装备,以及大位移井随钻测井、非常规油藏射孔等技术进步推动测井技术装备在非常规油藏领域的应用。同时,测井业务拓展至绿色低碳领域,在CCS/CCUS井筒完整性评估、 $\text{CO}_2$ 扩散和泄漏受地层影响的相关研究以及地热资源评价技术等领域的应用不断拓展<sup>[19]</sup>。中国首套移动式井场岩样“核磁-激光-CT”一体化集成测量装备研发成功。井场第一时间对岩心近原位高保真测量,是克服油气散失、应力及结构

改变带来的误差,精确确定储层物性、含油气性的关键,实现重大突破。中国自主研发的耐高温高压测井装备不断向深地深水进发;高精度模块化地层测试器CNLC-RDxT研制成功;中国首套 $230\text{ }^\circ\text{C}/180\text{ MPa}$ 高温高压地层元素测井仪器——HTFEM地层元素测井仪研发成功;成功研发渗透率测井仪器原型机,第三代测井技术研发取得新突破。

钻完井行业持续推进钻机自动化,提升作业安全性,最终实现钻台无人化。斯伦贝谢公司和Equinor公司在巴西Peregrino C钻井平台上实现了迄今为止自主化程度最高的2 600 m钻井,其中99%的进尺都是在自主控制模式下完成的<sup>[20]</sup>。钻井工艺、工具、仪器和材料持续创新,有缆供电钻杆研发成功,商业化应用在即;为满足深井超深井钻井和地热井钻井的需要,加拿大一家公司试验了隔热钻杆,OSSO公司为地热井钻井推出了一种钻井液冷却系统;沙特阿拉伯一家油服公司研发出了一种树脂基水泥体系,其强度高于常规水泥体系。中国海洋油气工程装备紧跟发展需求,积极推动智能化技术应用,加速深海油气勘探开发技术装备研制。中国钻完井方面形成了以超深井钻机、大深度修井机、旋转导向系统等为代表的系列化新产品,带压作业装备全面实现国产化<sup>[21]</sup>,大扭矩螺杆钻具、旋转导向和控压钻井等技术实现规模化集成应用,连续管作业装备基本满足了中国油气田生产的需求,无水压裂、电驱压裂装备日益成熟。在海洋油气装备方面,中国自研装置成功应用在水深1 500 m“深海一号”二期工程。中国深水油田主要生产设施亚洲第一深水导管架平台“海基二号”和亚洲首艘圆筒型浮式生产储卸油装置(FPSO)“海葵一号”在流花油田成功投用。“海基二号”和“海葵一号”的投用,大幅度降低工程建设和生产成本,带动中国高端海洋装备高速发展,支撑中国海洋油气开发不断向深水、超深水迈进<sup>[4]</sup>。

油气上游数智化跨代升级,加快培育壮大新质生产力。油气上游紧跟时代步伐,加快数智化转型升级,有力支撑行业提质降本增效,加快培育发展新质生产力。中石油发布 $700 \times 10^8$ 参数昆仑大模型,自然语言处理、语音视觉识别、多模态交互、科学计算等专业能力大幅提升,构建了覆盖上、中、下游全业务域的昆仑大模型,全方位、深层次推进人工智能赋能新型工业化<sup>[4]</sup>。中石化加强智能油气田

建设规划实施，建成了覆盖所有油气田的工业物联网、集团级的勘探开发数据资源中心、油气生产信息化平台、勘探开发业务协同平台、地质工程一体化平台、勘探开发专业软硬件共享平台。中国海油海洋油气装备“智能工厂”全面投产，国内首个海洋油气装备“智能工厂”全面建成，形成可有效指导海洋油气生产平台上部模块智能化建造的整体解决方案。

油气勘探开发与新能源加快融合，厚植行业“绿色家底”。油气行业积极拥抱绿色转型发展理念，加快油气勘探开发与新能源融合，持续推动生产用能清洁替代、新能源规模化利用，二氧化碳捕集、利用与封存/二氧化碳捕集与封存等负碳产业发展，为油气上游高质量发展“增绿添新”。陕西延长石油加强煤化工低成本CO<sub>2</sub>捕集、低渗透致密油藏非混相驱油、压裂高效改造增产、油藏全空间CO<sub>2</sub>封存安全评价及监测技术的研发，保障CO<sub>2</sub>安全有效封存。

## 4 结论与展望

(1) 2024年全球油气行业在能源安全、低碳转型和市场需求、技术进步等的综合作用下，呈现出油气勘探开发投资下滑但储量与产量双增的复杂态势，不同地区的发展差异显著，而油田服务市场规模的增长与动用钻机数的微增形成对比，预示着行业结构正在深度调整。预计2025年将在投资恢复增长的带动下迎来新的发展格局，油气产量将有望延续上升趋势。

(2) 全球油气勘探开发技术在理论层面不断向深水、深地和非常规油气领域拓展，智能化成为核心发展方向贯穿于工程技术全领域，为全球油气产业可持续发展提供了技术支撑。以AI大模型为代表的通用人工智能取得突破性进展，如推出全球首个融合大语言模型和代理型人工智能的油田开发方案ENERGYai，实现降本增效、减少碳排放；基于大语言模型的智能化Lumi平台重构并完善了地质-工程一体化流程，物探、测井、钻完井装备持续向智能化发展，并且积极融入绿色低碳理念，在CCS等领域的应用逐渐增多。

(3) 中国油气领域在“七年行动计划”的持续推动下，取得令人瞩目的成绩。新增油气探明储量维持高位，油气产量当量连续8年实现千万吨级增长，2024年保持了原油稳步增产、天然气快速上产的态势，“两深一非”仍然是中国油气勘探开发的重点资源领域，深层煤层气、煤岩气和页岩油的快速发展为油气增储上产注入了强大动力，有力地保障了国家能源安全。

(4) 中国油气勘探开发理论和技术在诸多方面取得重大突破。深层超深层成烃成储成藏机理等勘探开发理论与耐高温高压井下工具仪器材料等重大工程技术装备方面取得突破，推动深层超深层油气、页岩油气、深层煤层气、煤岩气等新型油气资源成为支撑油气增储上产的重要力量；工程技术与装备在物探、测井、钻完井及海洋油气装备领域迈向高端，国产化替代和规模化应用成果丰硕，极大地增强了中国油气产业的自主发展能力。人工智能技术与传统油气技术加速融合，创新突破万米级深地、千米级深水、纳米级非常规和老油田勘探开发理论技术，以及工程技术装备，支撑“两深一非一老”持续增储上产。

(5) 中国油气企业的海外油气合作战略布局在复杂地缘政治环境下稳步推进，通过加强与“一带一路”沿线及金砖国家的合作，在中东、俄罗斯-中亚、拉美等重点区域的油气资源获取和勘探开发投资力度不断加大，多个重大项目顺利投产运营，海外油气产量显著增长，同时深海油气勘探取得积极进展，成功中标多个海外区块，有效提升了中国油气企业的国际竞争力和全球资源配置能力。

(6) 2025年中国石油、天然气新增地质储量将继续保持高位，预计新增石油地质储量约 $10 \times 10^8$  t，新增天然气地质储量约 $1 \times 10^{12}$  m<sup>3</sup>；原油产量将达到 $2.15 \times 10^8$  t水平，天然气年新增产量将继续保持在 $100 \times 10^8$  m<sup>3</sup>以上。

## 参考文献：

- [1] S&P Global. Global upstream spending-Issue 50[R]. London: S&P Global, 2024.
- [2] 罗良才, 张焕芝, 张珈铭, 等. 国内外油气勘探开发形势及发展趋势[J]. 石油科技论坛, 2024, 43(4): 18-24.

\*非法定计量单位, 1 in=2.54 cm, 下同

- LUO Liangcai, ZHANG Huanzhi, ZHANG Jiaming, et al. Situation and development trend of Chinese and foreign oil and gas exploration and development[J]. *Petroleum Science and Technology Forum*, 2024, 43(4): 18-24.
- [3] S&P Global. EDIN [R]. London: S&P Global, 2024.
- [4] 国家能源局. 2024年全国油气勘探开发十大标志性成果[R/OL]. (2025-01-20) [2025-02-06]. <https://www.nea.gov.cn/20250120/f16a9ad91ce8459d9fc03d1d2869a588/c.html> National Energy Administration. 2024 top ten achievements of oil and gas exploration and development in China[R/OL]. (2025-01-20) [2025-02-06]. <https://www.nea.gov.cn/20250120/f16a9ad91ce8459d9fc03d1d2869a588/c.html>.
- [5] XU C L, BELL-HAMMER L. OGJ survey shows global oil reserves increase while natural gas reserves decline[EB/OL]. (2024-12-11)[2025-01-24]. <https://www.ogj.com/exploration-development/reserves/article/55250010/ogj-surveyshows-global-oil-reserves-increase-while-natural-gas-reserves-decline>.
- [6] 钱兴坤, 陆如泉, 罗良才, 等. 2023年国内外油气行业发展及2024年展望[J]. *国际石油经济*, 2024, 32(2): 1-13. QIAN Xingkun, LU Ruquan, LUO Liangcai, et al. Global oil and gas industry in 2023 and outlook for 2024[J]. *International Petroleum Economics*, 2024, 32(2): 1-13.
- [7] S&P Global. Global upstream performance review: worldwide-2024 [R]. London: S&P Global, 2024.
- [8] Spears & Associates. Drilling and production outlook: November 2024 [R]. Tulsa: Spears & Associates, 2024.
- [9] Spears & Associates. Oilfield market report [R]. Tulsa: Spears & Associates, 2024.
- [10] 蒋俐, 受吉相, 朱崇艳. 逐梦深地 破阵万米[N]. *中国石油报*, 2024-12-20(05). JIANG Li, SHOU Jixiang, ZHU Chongyan. Chasing dreams in the deep earth, breaking through the ten-thousand-meter barrier[N]. *China Petroleum Daily*, 2024-12-20(05).
- [11] 王馨悦. 逐浪而进, 海外业务如何行稳致远?[N]. *中国石油报*, 2025-01-15(02). WANG Xinyue. Surfing the waves, how can overseas business achieve steady and long-term development?[N]. *China Petroleum Daily*, 2025-01-15(02).
- [12] 王震, 王思允. 全球深水油气勘探开发进展与研究综述[J]. *天然气与石油*, 2024, 42(6): 1-10. WANG Zhen, WANG Siyun. Comprehensive review of advances and research in global deepwater exploration and development [J]. *Natural Gas and Oil*, 2024, 42(6): 1-10.
- [13] 吴裕根, 门相勇, 姜钰. 我国“十四五”煤层气勘探开发新进展与前景展望[J]. *中国石油勘探*, 2024, 29(1): 1-13. WU Yugen, MEN Xiangyong, LOU Yu. New progress and prospect of coalbed methane exploration and development in China during the 14th Five-Year Plan period[J]. *China Petroleum Exploration*, 2024, 29(1): 1-13.
- [14] 何勇, 付明丽. 山西加大煤层气开发力度[N]. *人民日报*, 2024-10-09(10). HE Yong, FU Mingli. Shanxi increases its efforts in coalbed methane development[N]. *People's Daily*, 2024-10-09(10).
- [15] 贾承造, 王祖纲, 姜林, 等. 中国页岩油勘探开发研究进展与科学技术问题[J]. *世界石油工业*, 2024, 31(4): 1-11. JIA Chengzao, WANG Zugang, JIANG Lin, et al. Progress and key scientific and technological problems of shale oil exploration and development in China[J]. *World Petroleum Industry*, 2024, 31(4): 1-11.
- [16] 孙龙德, 贾承造, 张君峰, 等. 松辽盆地古龙页岩油重点地区资源潜力[J]. *石油学报*, 2024, 45(12): 1699-1714. SUN Longde, JIA Chengzao, ZHANG Junfeng, et al. Resource potential of Gulong shale oil in the key areas of Songliao Basin[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2024, 45(12): 1699-1714.
- [17] 郭旭升, 胡宗全, 申宝剑, 等. 中国页岩油气源-储耦合类型划分及勘探意义[J]. *石油学报*, 2024, 45(11): 1565-1578. GUO Xusheng, HU Zongquan, SHEN Baojian, et al. Classification and exploration significance of source-reservoir coupling types of shale oil and gas in China[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2024, 45(11): 1565-1578.
- [18] 赵邦六, 董世泰. “两宽两高”地震勘探技术及应用成效[J]. *世界石油工业*, 2024, 31(4): 24-34. ZHAO Bangliu, DONG Shitai. “Two widths and two heights” seismic exploration technology and application results[J]. *World Petroleum Industry*, 2024, 31(4): 24-34.
- [19] 尹成芳, 刘炜辰, 杨虹, 等. 国外测井技术发展现状与趋势[J]. *世界石油工业*, 2024, 31(6): 77-87. YIN Chengfang, LIU Weichen, YANG Hong, et al. Advances in foreign well logging technology development [J]. *World Petroleum Industry*, 2024, 31(6): 77-87.
- [20] SLB. SLB and Equinor drill most autonomous well section to-date[EB/OL]. (2024-01-30) [2025-01-25]. <https://www.slb.com/zh-cn/news-and-insights/newsroom/press-release/2024/slb-and-equinor-drill-most-autonomous-well-section-to-date>.
- [21] 张冠军, 宋志龙, 尚超. 我国石油石化装备制造业高质量发展对策研究[J]. *石油科技论坛*, 2022, 41(6): 10-16. ZHANG Guanjun, SONG Zhilong, SHANG Chao. Study countermeasures for high-quality development of petroleum and petrochemical equipment manufacturing industry[J]. *Petroleum Science and Technology Forum*, 2022, 41(6): 10-16.

(编辑: 曹梦迪 编审: 居维清)