



编者按

近日,我国页岩开发取得里程碑式突破:5月13日,中国石化四川资阳东峰页岩气田2356.87亿立方米探明地质储量通过审定,标志着我国超深层千亿方级页岩气田诞生。这不仅实现了我国页岩气开采从深层向超深层的战略跨越,也为我国页岩气规模增储上产拓展了战略接替空间。

2026年全国能源工作会议要求增强油气生产供应能力,推动实现更高水平能源安全保障;集团公司2026年工作会议也明确提出,引领“中国页岩革命”,全面提升能源安全保障能力。当前地缘政治风险高企、国际油价高位震荡,页岩开发的战略价值越发凸显。与此同时,全球页岩开发格局正经历深刻重塑,产业重心向着多元方向迁移。本期专题聚焦全球页岩产业发展差异,深入剖析行业趋势,为我国能源行业实现高质量发展提供参考。

本版文字除署名外由中国石化石油勘探开发研究院侯明扬提供



全球页岩开发或将迈入2.0时代

资阳东峰页岩气田资阳6井钻井施工现场。
肖燕摄

2005年至今,美国页岩革命的成功经验推动全球页岩油气产业持续发展。在当前油气地缘政治风险高企、国际油价近中期或将处于较高区间波动的复杂背景下,部分产油国的国家石油公司及国际石油公司均计划加大页岩油气勘探开发力度,以应对短期油气供给的不确定性,这也将推动全球页岩油气开发进入新阶段。

2005年~2025年美国引领全球页岩油气发展

20世纪70年代初期,美国油气产量呈下降态势,石油峰值论广泛传播,引发市场对能源供给安全的担忧。美国政府随即开展了长达20多年的东部页岩气工程,最终形成断口分析、泥盆纪页岩测井、井下视频、水力压裂、水平井钻等关键技术体系。在此基础上,米切尔能源公司在巴奈特页岩区实现商业开发,开启了世界石油工业史上页岩革命的新篇章,也为美国实现油气自给奠定了基础。

从产量角度看,美国能源信息署(EIA)数据显示,美国页岩气产量从2005年的不足200亿立方米增至2025年的8650亿立方米,推动美国天然气产量接近1.1万亿立方米,约占全球天然气总产量的1/4;美国页岩油产量从2011年的100万桶/日增至2025年的969万桶/日,推动美国原油产量接近1370万桶/日,占全球原油总产量的比例超过1/5。

从成本角度看,据能源咨询公司伍德麦肯兹测算,2005年起,非常规油气成为美国石油公司资源接续的主要来源,当时油气盈亏平衡价分别约70美元/桶和5美元/立方英尺;到2025年,二叠盆地开发成本最低的页岩区

油气盈亏平衡价已分别降至35美元/桶和2.5美元/立方英尺以下,优于全球多个顶级常规盆地水平,具备较强市场竞争力。从技术角度看,美国石油公司持续改进钻井完井工艺;井平台不断优化,“超级井场”成为生产常态;“一趟钻”技术迭代升级,钻井时间大幅压缩;水平井水平段长度逐步延伸,分段压裂段数和簇数持续增加;支撑剂和压裂液品质稳步提升;重复压裂技术应用日趋成熟。

从管理角度看,美国石油公司注重供应链管理创新,一方面采用集中管理方式,组建专业化采购团队,有效降低关键耗材自采成本;另一方面在油价相对低位时,依托长期供销协议锁定成本。同时,石油公司对页岩油气生产全过程实施精细化管理,包括压缩地面作业设施规模、控制作业时长、强化水资源管理等,全力实现降本增效。

从政策角度看,美国政府注重以完善的政策法规支持页岩油气产业发展。一是形成了成熟的矿权管理制度及相关交易市场,天然气开发准入与退出机制十分顺畅;二是制定了相对友好的上游税收条款,即使陆上核心页岩区部分区块资源税较高,石油公司仍有逾65%的价值留存;三是建立了高效务实的政府监管机制,在保障页岩油气生产的同时,兼顾安全与环保约束。

截至2025年底,除美国外,全球范围内仅加拿大、中国、阿根廷和沙特等少数国家实现了页岩油气商业化开发。其中,我国近年来页岩油气产业稳定发展,成为国内油气增储上产的重要接替力量;加拿大萨斯喀彻温省等地区的页岩气开发也成果显著,成为该国天然气产量的重要来源;阿根廷Vaca Muerta页岩区随着后续勘探开发技术、油田工程服务和资本

运营的一体化优化,页岩油产量有望大幅提升;沙特贾鲁拉页岩气项目今年初已投产,预计峰值产量为20亿立方英尺(约合0.566亿立方米)/日的页岩气和超过60万桶/日的凝析油。

但总体而言,2005年~2025年,全球页岩油气勘探开发规模低于市场预期。从“地下”因素分析,其他地区已发现页岩区资源禀赋与二叠盆地等北美页岩油气富集区差异较大,对技术要求更高,开发成本也随之攀升;从“地面”因素来看,部分资源国对页岩油气开发政策支持力度不及美国,勘探开发许可审批周期较长,配套基础设施也不完善。此外,2014年后,美国页岩革命引发国际油价大幅下跌,导致部分国际石油公司页岩油气勘探开发投资“回流”北美,这一趋势延续至今。

地缘风险或推动全球页岩油气发展

近年来,美国页岩油气开发已进入平稳发展阶段,未来产量大幅提升的难度较大。一方面,资源禀赋成为产量持续增长的瓶颈。部分生产商认为,二叠盆地产量正接近峰值,“甜点”区域的钻探和生产将达到地质极限,其他区域单井产量也不及预期。虽然二叠盆地仍是当前美国油气产量增长的主要来源之一,但2022年以来产量增速已逐步放缓。另一方面,在世界经济复苏乏力导致油气需求增长预期放缓、全球能源转型加速推进的背景下,当前美国大部分页岩油生产商强调投资纪律,通过压缩勘探投入等方式减少上游投资,并优先向股东稳定返还利润,以此吸引资本市场的长期关注,实现了从“重产量”向“重效益”的转变。

全球页岩格局生变: 资本涌向国际高增长区块

全球页岩油气产业正出现结构性分化。美国页岩区聚焦资本纪律与运营优化,以阿根廷Vaca Muerta页岩区为代表的页岩盆地则凭借巨大资源规模与长期生产潜力,吸引了大量投资。

美国巴肯页岩区进入成熟阶段,项目经济性收紧,开发模式从规模扩张转向增量优化。受5%~7%的年自然递减率限制,运营商主要通过重复压裂与加长水平段弥补产量递减。

阿根廷Vaca Muerta页岩区页岩油产量2025年9月曾达到55万~58万桶/日,同比增幅为30%,占阿根廷石油总产量(85万~86万桶/日)的六成以上。该页岩区的技术可采储量逾160亿桶,近两年水平井成本下降30%,单井成本降至800万~1000万美元,2030年前产量有望提升至75万~80万桶/日,但产量增长高度依赖相关基础设施的扩容升级。

由于美国优质区块储量快速消耗,页岩油气企业正加速收购海外资产以维持产量增长。这场被称为“全球页岩2.0浪潮”的核心驱动力是美国单井产能的下滑,二叠盆地单英尺水平段产量已从2016年的65桶降至2025年的46桶。大陆资源公司大举收购Vaca Muerta页岩区资产,称其为“全球最具吸引力的页岩区块之一”。Tamboran资源公司则主攻澳大利亚比图盆地,页岩气资源量约500亿立方英尺(约合14.16亿立方米)。EOG资源公司和斯伦贝谢正将美国技术应用于阿联酋、巴林和沙特的非常规油气田。

全球油气行业正迎来临界点。美国页岩区开发成熟,增产空间收窄,欧佩克剩余产能收缩,市场亟须寻找新的产量来源。私募股权公司Formentera合伙人布莱恩·谢菲尔德表示:“未来3~5年,美国企业必须走出本土,凭借技术经验开发新兴页岩盆地。”(黄丽敏)

我国页岩产业加速发展

2012年,中国石化涪陵页岩气田正式进入开发建设阶段,拉开了我国页岩气商业化开发的序幕,我国成为全球第三个实现页岩气商业化开发的国家。自然资源部地质调查司最新数据显示,2025年我国页岩油产量突破850万吨,页岩气产量稳定在270亿立方米以上。

随着全球能源格局调整与国内能源需求增长,我国页岩油气勘探开发立足自主研发关键技术,朝着“深层突破、效益开发”的目标加速迈进。

从资源分布看,我国页岩油气勘探开发呈现“南气北油、陆海并举”格局。南方四川盆地是页岩气开发核心区,涪陵、威远、长宁等区块已实现百亿立方米规模稳产;北方鄂尔多斯盆地、松辽盆地、渤海湾盆地则是页岩油开发主战场,胜利济阳、苏北盆地、新疆吉木萨尔等区块相继获得战略性突破。

从技术进展看,我国页岩产业聚焦“水平井+体积压裂”核心技术,突破多项“卡脖子”难题,逐步实现从“单点突破”向“多区域协同发展”的转变,技术体系进一步完善并持续迭代,推动页岩油气产量同步增长。

其中,中国石化聚焦战略领域和规模增



涪陵页岩气田焦页40号平台。

李东勇摄

储,在陆相页岩油领域,成功建成济阳、苏北、复兴3个十亿吨级整装规模阵地和胜利页岩油国家示范区。在页岩气新区新层系领域,成功开拓四川盆地基江、南川、永川志留系,红星二叠系和涪陵寒武系等5个千亿立方米级的新阵地;滚动评价东胜、阳春湾等外围新区,推动涪陵页岩气田成为中国石化首个累计探明储量超万亿立方米的页岩气田。

美国页岩油气产业步入战略平台期

挪威能源咨询公司Rystad指出,美国页岩油生产商不会快速大幅增产。在2025年低油价环境下,企业持续消耗已钻未完井(DUC)存量以维持分红,应对油价暴涨的备用产能有限。

在产量自然触顶的背景下,技术创新成为维持产量稳定的关键手段。康菲石油2024年~2025年通过4.83~6.44公里超长水平井实现了15%的效率提升,显著降低了盈亏平衡成本。部分企业还使用化学表面活性剂、轻质支撑剂提高现有区块采收率,雪佛龙计划今年85%的新井采用表面活性剂技术,

与此同时,中国石化持续强化技术创新和管理提升双轮驱动,推动页岩油效益增产规模持续扩大,已形成百万吨级产能规模;在页岩气开发中加强储层精细描述和提产提效技术攻关应用,推动深层及常压页岩气等难采储量实现效益上产,打造碳酸盐岩气藏、页岩气、致密气、海域天然气等多领域、多类型协同发展的新格局。

2027年实现全覆盖。埃克森美孚正测试逾40项可堆叠开发技术,以提高资本效率,增强穿越油价周期的能力。

不过,美国能源信息署(EIA)的能源展望报告给出了相对乐观的预期,认为2027年美国原油总产量将达到1383万桶/日。但生产商强调,实质性增产需要可持续、长期的市场信号支撑,而非地缘政治冲突驱动的短期油价暴涨。2025年页岩油气企业为维持分红,现金储备减少40亿美元,当前主流策略应是利用高价窗口期修复资产负债率,而非盲目追产。(王敏)

多国拥有页岩油气加速发展潜力

阿联酋: 力争2030年天然气自给自足

阿布扎比国家石油公司(ADNOC)将非常规油气资源作为能源战略的重要组成部分,希望通过提升页岩气产量,实现2030年天然气自给自足的目标,并提高在全球液化天然气(LNG)市场的竞争力。该公司计划充分借鉴美国页岩革命的成熟经验,并引入我国的实用技术方案,加速陆上和海上非常规资源勘探开发。阿布扎比国油已与中国石化江汉油田、石化机械等企业开展技术交流,寻求在非传统油气开发领域的技术和装备支持,还与EOG资源公司等美国企业达成合作勘探协议,同步推进原油产能提升与页岩气资源开发。

阿尔及利亚: 巩固欧洲市场出口地位

阿尔及利亚页岩气技术可采资源量位居世界第三,该国政府将开发页岩资源作为提升天然气产量、保障欧洲市场供应的关键举措,以巩固欧洲市场的出口地位。2025年10月,阿尔及利亚国家石油公司(Sonatrach)与沙特米达德能源公司签署价值54亿美元的协议,计划合作开发阿尔及利亚东部伊利兹盆地的油气资源。此外,阿尔及利亚能源监管机构Alnafat披露,已与埃克森美孚、雪佛龙达成初步协议,共同开发国内页岩气资源。

墨西哥: 减少对美国油气依赖

墨西哥东北部Pimienta和Eagle Ford等页岩区具有较好的资源禀赋,墨西哥国家石油公司(Pemex)前期曾进行少量勘探,但未获突破。去年下半年以来,该国政府采取解禁水力压裂技术限制、加快对外合作、重组墨西哥国油债务等举措,加大页岩油气勘探开发与配套基础设施建设力度,目标是到2030年原油产量提升至180万桶/日以上,并大幅增加天然气产量,减少对美国油气的进口依赖。

澳大利亚: 依托市场需求推进非常规开发

澳大利亚政府正积极引进国际石油公司和石油工程服务公司,推进比塔卢盆地的勘探开发。其中,Liberty能源公司已将先进压裂设备推广到澳大利亚,用于该盆地的页岩开发项目。此外,受该国LNG出口增长预期和东海岸市场供给价格较高等因素影响,Cooper和Bowen等盆地的深层煤层气和页岩油气等非常规油气资源的勘探开发将更活跃。

土耳其: 与外资合作挖掘资源潜力

美国大陆自然资源公司去年6月与土耳其企业签订合资协议,将在土耳其迪亚巴克尔盆地和色雷斯盆地开发页岩油气资源。该公司评估认为,前者最终可采油气资源量分别为60亿桶和12万亿~20万亿立方英尺,后者为20万亿~45万亿立方英尺。此前,土耳其石油公司(TPAO)也与康菲石油和大西洋石油公司达成合作协议,共同勘探开发迪亚巴克尔盆地的非常规油气资源。在当前复杂的地缘政治背景下,土耳其加大页岩油气勘探开发力度具有长远的战略意义,但油气基础设施的投资缺口仍是产业发展的重大挑战。

印尼: 聚焦新发现推进开发合作

2025年11月,印尼国家石油公司在苏门答腊岛中东部沿岸发现7.24亿桶油当量的非常规油气资源,这是该国近年来最大的油气发现。目前,印尼监管机构与油气生产商正积极吸引美国石油公司参与苏门答腊盆地的页岩油气开发,重点瞄准潮间沉积地层资源。印尼国油已与哈里伯顿签署谅解备忘录,计划通过多级水力压裂、酸化压裂等技术提升钻井效率,释放成熟油田与非传统资源潜力。