科技赋能 产业焕新

——端牢能源饭碗的“胜利”回响

■朱向前 王维东

今年前9个月,中国石化胜利油田累计生产原油1777.8万吨,超计划2.06万吨……

成果不只体现在今年,“十四五”以来,胜利油田交出亮眼的“胜利”答卷:新发现新兴、新河两个亿吨级页岩油田,预测、控制、探明储量连续3年保持“三个1亿吨”以上;原油产量稳产6年后,连续3年年均增油10万吨以上;高质量建成新东营原油库、胜利济阳页岩油国家级示范区、国内首个百万吨级二氧化碳捕集、利用与封存(CCUS)全产业链示范工程……

这是科技创新和产业创新深度融合激荡的澎湃动能。胜利油田主要负责人杨勇说,胜利油田牢记嘱托,聚焦回答好“既要绿色发展又要能源安全”的时代考题,坚持产业出题、科技答题,激活新动能、培育新优势、打造新引擎,为助力端牢能源饭碗贡献力量。



胜利油田大力实施高效勘探开发,保障国家能源安全。图为埕岛中心三号平台。**胜利油田**/供图

激活油气产业新动能

页岩油很小,小到只能蜗居在微纳米孔隙中,孔隙直径只有头发丝的千分之一;页岩油很大,大到资源量达105.2亿吨,相当于又找到一个“新胜利”。

成熟度大于0.9%是页岩油富集可动门限,这是业内的普遍共识。胜利油田副总地质师张世明说,创新建立的“储—缝—压”三元储渗理论认识,打破传统的中高成熟度才富集可动用的“铁律”,将原来90%的资源从“不可动”变为“可动”,极大拓展了页岩油勘探空间。

找到资源只是第一步,能不能把油采出来也是巨大挑战。

济阳坳陷页岩油地质条件复杂,断层多、埋藏深、高温、高压,钻头进入储层,需要长距离保持在有效储层穿行,一旦井眼偏离储层,储量控制就打了折扣。

从133天到48天、29.5天再到17天,从博兴洼陷三层楼到牛庄洼陷五层楼,再到民丰洼陷七层楼,过去5年,胜利油田通过深化地质工程一体化,让地质的眼睛指引工程方向,用工程手段实现地质价值,使井越打越快、质效越来越好。

“原来,有什么装备打什么参数;现在,要什么参数就配什么装备。”中国石化集团公司原高级专家万绪新说,在旋转导向系统加持下,钻头如同搭载了精准的导航仪,“瞄着”油层去,“闻着”油味钻,自动绕开地层障碍和井下危险,直抵油气富集区。

如果说钻井工程是连通了地上地下,那么压裂工程就是在地下岩石中“修路搭桥”,铺平油气流动的通道,让油气流可以流到井筒中。

优化参数、改良材料、创新工艺,从无到有、从有到优,页岩油团队穷尽心智,锻造出独有的页岩油压裂技术,在纳米级微小孔隙中编织能源的动脉,让油藏产能得到充分释放。

技术攀“高”,产业向“新”。打开胜利油田的资源版图,页岩油储量、产量实现从无到有的历史性突破——探明石油地质储量3.27亿吨,累产油超220万吨,其中59口井单井日产油峰值超百吨,平均单井全周期产油量达4.3万吨,托举起胜利油田增储上产最大增量。7月21日,胜利济阳页岩油国家级示范区顺利通过验收。

近日,胜利济阳页岩油国家级示范区传来捷报:丰页1-8-B13HF井以11.68天的钻井周期,刷新国内6000米井深同类型页岩油最短钻井周期纪录。

钻井周期从原来的133天缩短到11.68天,这不仅是钻井技术的跃升,也是整套石油工程体系共同输出的结果。

在民丰8号台,页岩油团队创新“钻一压一投”Tank建产模式、“极致井工厂”流水化作业范式,彻底改变过去“一台钻机拖一套配套设备”的模式。目前已经完钻12口井,6000余米井深钻井周期平均控制在14天以内,最快钻井速度突破200米/小时,平均钻速提高200%、人员节约30%。

“民丰8号台的成功实践,意味着新型井工厂发展模式逐步成熟定型,页岩油效益开发进入规模化推广的新阶段。”杨勇表示,将采取“细胞裂变式”新型井工厂发展模式,以民丰8号台为母体,实施“1带1”裂变扩张,有效提高施工效率、降低施工成本,推动济阳页岩油从示范引领迈向规模高效开发,把能源的饭碗牢牢端在自己手里。

做大增量资源的同时,胜利油田全力做优存量资源,夯实老区“压舱石”。温度超过80摄氏度、矿化度超过20000毫克/升的高温高盐油藏被视为化学驱开发的禁区,而胜利油田有近7亿吨这样的储量。

化学驱创新团队潜心攻关,成功跨越80摄氏度这道鸿沟,把化学驱应用场景提高到85摄氏度,释放超3.2亿吨化学驱资源储量,相当于又找到一个大油田。

如今,胜利油田化学驱覆盖范围从中高温到高温、从稀油到稠油、从陆地到海上,形成世界领先的化学驱技术体系。“十四五”时期,年增油量增长50%。

胜利油田有数亿吨储量属于低渗透油藏,这类油藏的渗透性极差,被视为注水开发“禁区”。胜利油田创新运用压驱技术,注水从“渗”变成“灌”,实现大排量注水驱油,破解低渗透油藏“注入难、采出难”的世界级难题。目前,压驱技术已成为低渗透油藏主导开发技术,累增油超160万吨。

塑造绿色转型新优势

在胜利油田,有一种“化腐朽为神奇”的“黑科技”,原料是二氧化碳,成品是黑色的原油,油井“吃进”二氧化碳,“吐出”石油。这是CCUS的魅力所在。

“二氧化碳注入油藏,可以增加原油流动性,把岩层缝隙中的原油驱赶出来,大幅提高石油采收率的同时,还可以让二氧化碳永久埋存。”胜利油田CCUS项目部党支部书记于法珍说,他们成功攻克关键核心技术难题,构建形成覆盖全链条、可工业化推广应用的技术装备系列,建成全国最大的CCUS全产业链示范基地,累计注入二氧化碳超14亿立方米,日产油从220吨上升至525吨,实现翻番并呈稳定增长态势。

让胜利油田科技管理部副经理李宗阳自豪的是,胜利油田百万吨CCUS项目建成我国首条百万吨输送规模、百公里输送距离、高压常温密相二氧化碳输送管道,管输增压泵、密相注入泵等核心装备实现100%国产化,填补我国在该领域装备制造及应用上的空白,让中国CCUS技术有了自主可控的大国底气。

2023年,在全球“碳封存领导人论坛”(CSLF)部长级会议上,胜利油田百万吨级CCUS项目通过大会旗舰项目认证,拥有了全球实施CCUS“通行证”。今年,在第51届日内瓦国际发明展上,由胜利油田自主研发的二氧化碳捕集、管输及封存关键技术装备,斩获展会最高荣誉——特别嘉许金奖,组委会同时为该项目颁发“特别创新奖”。中国工程院院士李阳表示,这标志着我国CCUS全链条关键技术装备达到国际领先水平,为全球碳减排治理提供了可复制、可落地的“中国方案”。

近日,胜利发电厂低浓度百万吨CCUS示范工程开工,标志着胜利油田已成功建立高、低浓度气源的CCUS技术体系。未来,胜利油田将依托CCUS全链条产业化建设工程,建设“四个百万吨”示范项目,争当CCUS全产业链技术方案的提供者和标准制定者,回答好“既要绿色发展又要能源安全”的时代“答卷”。

地处黄河三角洲腹地,胜利油田主动融入黄河流域生态保护和高质量发展国家战略,把绿色低碳贯穿勘探开发全过程,致力于“绿色企业”建设。

按照“绿电—绿热—绿色油田”建设路线图,胜利油田加快构建多能互补绿色能源供给体系。目前,已累计建成光伏发电装机规模660兆瓦,年发绿电能力8.4亿千瓦时,油气生产用电“含绿量”占比突破26%;年绿热供应能力达352万吉焦,年替代天然气超1亿立方米。

“十五五”时期,胜利油田将集中资源打赢风电突围战,实施三大地热工程,打造三大零碳油区。杨勇表示,要像抓原油生产一样抓新能源,探索“油气风光热储氢”一体化开发模式,加速生产用能方式革命,形成传统能源保供稳链、新能源增效赋能、全要素价值创造的协同发展格局,加速上扬“第二增长曲线”,助力中国石化形成油、气、新能源三足鼎立产业发展格局。

厚植科创攻坚新沃土

走进胜利油田地质工程一体化专家工作室,室内既有深耕油藏研究的地质专家,又有专攻钻井、压裂领域的工程专家,各路专业力量齐聚一堂、集体会诊、指导解决生产一线传来的疑难问题……

这不是一个人的战斗,而是一群人的冲锋。胜利油田科技管理部经理张雷说,坚持产业出题、科技答题。对内,打破单位与专业壁垒,构建“研究院+研发中心+开发单位”融合创新机制,实施“项目群”大兵团作战,实现资源共享、优势互补;对外,针对核心技术难题,面向全国顶尖院所广发“英雄帖”,推进跨系统跨专业协同创新。

围绕产业链所需,打造创新链所能。突出需求导向和产业化方向,明确了关键核心技术清单,建立揭榜挂帅机制,组建页岩油、CCUS/CCS、人工智能等“十大科技产业创新融合团队”,打造陆上油气资源勘探开发原创技术“策源地”。

张雷介绍,“十四五”时期,胜利油田打造形成以国家重点实验室和国家研发中心为引领、省部级重点实验室和油田级重点实验室为支撑的高层次基础研究平台,累计承担国家重大项目(课题)32项,获得省部级以上科技奖励111项,增强了高质量科技供给。

“深度域高精度地震成像与解释技术”正是揭榜挂帅诞下的硕果。2022年,中国石油大学(华东)成功揭榜“深度域高精度地震成像与解释技术”,校企共同组建一体化研究团队,历时3年攻关,研制出具有自主知识产权的软件,实现纯国产软硬件大规模工业化应用,储层预测精度和效率实现新跃升。

围绕创新链所能,布局产业链所向。坚持数智产业化、产业数智化,用数智化技术改造提升老油田,赋能油气勘探开发。

过去“石油在地质学家的脑海里”,开发工作者依赖图纸认识石油世界;数智化时代,石油有了新的呈现方式——在模型里。在地质大模型上,原本看不见、摸不着的地下油藏活灵活现了,油藏在地下的构造格局、空间展布和流体分布完整地复刻在数字空间。找油,从经验驱动转向模型驱动。

手握地质大模型,勘探开发研究院非常规开发研究室经理李伟有了打开油藏的正确方式。原来,井位部署时,他只能利用有限的构造图、测井、地震等资料和经验,进行人工分析和解读,难免陷入“一叶障目”的认知局限性;现在是“一览众山小”,在大模型上,他可以俯瞰全域、洞察全貌,为找油打开全新视野。

如果说基础研究是“从0到1”的突破,那么产业应用就是“从1到N”的裂变。胜利油田畅通科研成果转化应用渠道,搭建供需对接线上平台,定期发布需求和推广应用目录清单,健全新技术优先使用、赋权转化等机制,推动科研成果加速转化为现实生产力。

“十四五”时期,胜利油田累计转化专利1000余件,签订对外技术许可合同25项,其中,共聚粘弹性颗粒驱油剂技术成为中国石化上游首个合同额超千万的许可技术。

“随着勘探开发时间的延长,胜利油田高质量发展面临诸多挑战,科创攻坚比以往任何一个时期都更为重要、更为紧迫。”杨勇满怀信心,胜利油田将以科产融创为方法路径,持续推动创新链与产业链深度融合,用创新拓资源、增产量、提效率、激活力,为保障国家能源安全、助力经济社会发展贡献更多、更优“胜利油”。

为能源饭碗筑牢绿色调节底座

——探访梅州抽水蓄能电站

■黄昉

深入贯彻落实习近平总书记2021年考察调研胜利油田时的重要讲话精神,我国抽水蓄能产业在能源强国建设引领下,加快推动高质量发展,为能源饭碗持续筑牢绿色调节底座。其中,位于广东的梅州抽水蓄能电站是我国抽水蓄能行业标志性工程的示范标签,也是筑牢绿色调节底座的鲜活案例。

在梅州市五华县的地下百米深处,国家抽水蓄能规划重点实施项目——梅州抽水蓄能电站(以下简称“梅蓄电站”)二期工程厂房里灯光明亮,4台高超30米、重约2000吨的机组在这个体积相当于140个标准游泳池大小的电力“地宫”里“一”字排开。水车室里,巨大轴承正以每分钟375转的速度飞快转动,发出低沉稳定的嗡鸣声。

抽水蓄能电站具有上下两个水库,电力负荷低谷时用电抽下水库的水到上水库储能,负荷高峰时放下水库的水到上水库发电顶峰,被喻为新型能源体系里的“充电宝”和“调节器”。“1台机组转动1个小时,可将30万立方米的水能高效转化为30万千瓦时清洁电能,相当于5万居民用户1天的用电需求。”南网储能公司梅蓄二期项目部总经理朱金华牵头负责梅蓄电站一期工程建设攻坚、推动二期工程落地,据他介绍,总规模240万千瓦的梅蓄电站2025年11月全面建成投产,每年可消纳清洁能源72亿千瓦时,相应减排二氧化碳约550万吨。

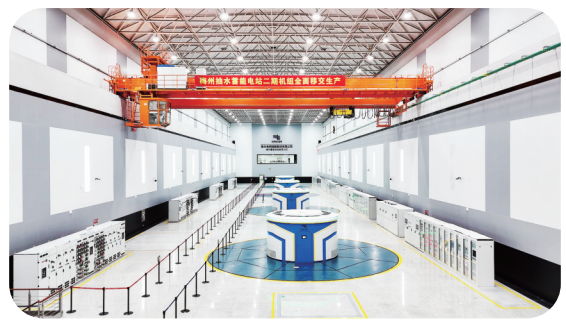
随着梅蓄电站“入列”,粤港澳大湾区在运抽蓄规模突破1000万千瓦,达到1088万千瓦,分别是旧金山湾区、纽约湾区、东京湾区在运抽蓄规模的2.6倍、3.1倍、1.6倍。

“作为‘十四五’粤港澳大湾区首个抽水蓄能工程,梅蓄电站二期工程与一期工程共用总体积相当于6.5个西湖大小的上下水库,大幅优化施工工期,成为我国首个核准、开工、投产均在一个五年规划内完成的抽蓄工程。”朱金华说。

我国提出“双碳”目标以来,新能源发展持续提速,抽水蓄能作为促进这一波动性、间歇性绿色能源稳定接入电网的调节电源,产业发展同步驶入快车道,在运规模和增长速度连续10年居世界第一。“相较美国、日本等国家,我国抽水蓄能发展晚起步超过20年。新时代能源绿色低碳转型推动中国抽水蓄能发展向世界领先水平从‘跟跑’‘并跑’到‘领跑’,实现后来居上。”南网储能公司规划发展部总经理黄卫华介绍。



图为梅州抽水蓄能电站上下水库。**南网储能公司**/供图



图为梅州抽水蓄能电站二期厂房。 **南网储能公司**/供图

产业规模壮大催生技术创新的突破。作为我国能源领域重大技术装备的依托工程,梅蓄电站二期工程不仅规模化应用国产首台(套)抽水蓄能成套开关设备,还实现控制系统的完全技术自主可控。“电站8号机组安装115类我国自主生产的关键技术元器件,应用500余块国产控制芯片,国内首次实现抽蓄机组的100%国产化。”南网储能公司一级领军技术专家陈泓宇表示。

与此前想象不同的是,这个占地超过8700亩的大国工程,平时驻站人员仅30余人,全面承担电站运行、机组检修、设备维护等一系列高复杂性的生产任务,奥秘就藏在600多里外的广州。

在广州番禺的我国首个抽水蓄能多厂站集控中心,值班员正以“一人一席多厂站”的先进运行模式远程控制着包括梅蓄电站在内的广东6座百万千瓦级抽蓄电站。而在仅一墙之隔的我国首个抽水蓄能人工智能数据平台上,38台在运机组的全部运行信息完整接入,借助1000多套算力模型和1.3万个算法的毫秒级分析,运维人员可以足不出户轻松掌握机组设备的实时“健康”状态。

新质生产力正加速赋能抽水蓄能产业发展。

走进梅蓄电站发电机厂房,有的机组在抽水,有的机组在发电,此起彼伏的启动声不绝于耳,并非传统运行模式下的“夜间抽水,白天发电”,这种“高频灵活启动”的运行新形态得益于电站2年前的“入市”。

2024年10月,梅蓄电站一期工程4台机组率先在国内以保量报价参与电力市场现货交易,开启我国抽水蓄能市场化运营的新路径;2025年8—11月,二期工程4台机组实现“投产即入市”,推动梅蓄电站成为我国统一电力市场规模最大的抽蓄交易主体。

“梅蓄电站‘入市’以来累计交易市场电量近50亿千瓦时,响应电力市场的调节需求超12000次。‘入市’让抽蓄电站以更精准的调节功能服务更高效的电力时空转移,有效提升电力系统灵活性和新能源消纳水平,将为新型能源体系建设提供市场化的调节支撑。”南网储能公司运行公司电力市场工作组副组长黄晓佳介绍,截至今年9月底,南方五省区42台在运抽蓄机组已累计运行超9万小时,启动超4.1万次,给电力系统调节电量超210亿千瓦时,分别同比增长9.8%、9.9%、8.9%。

作为传统储能,抽水蓄能正通过建设规模化、技术自主化、运维数智化、运营市场化加快推动产业优化提升,在“能源饭碗必须端在自己手里”的“答卷”中书写高质量发展的新篇章。