

确保“十四五”开好局 以优异成绩庆祝建党100周年

“螺蛳壳里”精巧布局迷你CCUS项目

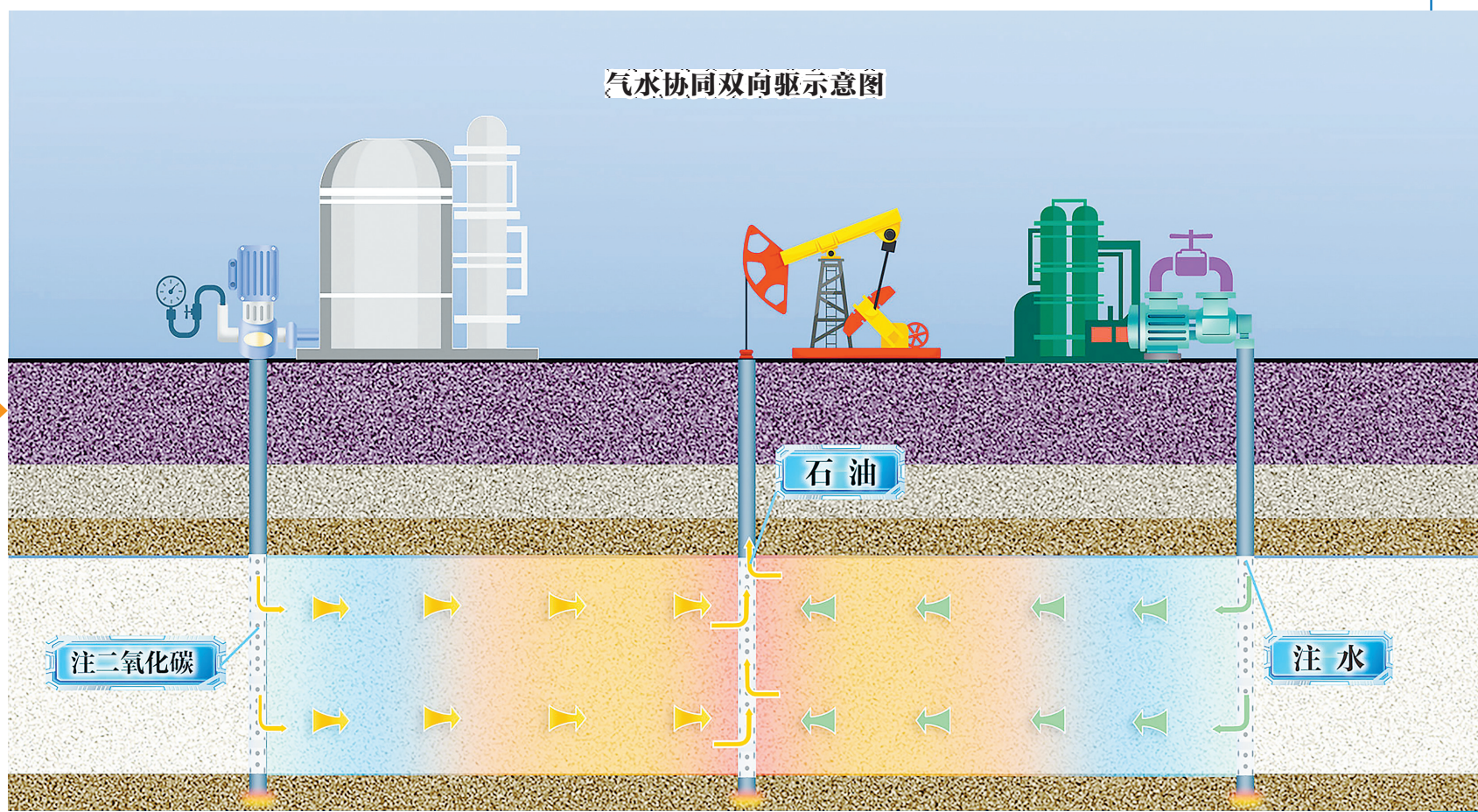
江苏油田已在“小、碎、贫、散、窄”的17个复杂小断块单元实施二氧化碳驱，
累计封存二氧化碳14.2万吨、增油6.2万吨

□王庆辉 文/图

12月1日，江苏油田联38块二氧化碳提高采收率示范区历经1年注气，已累计埋碳1万多吨。这是一个集二氧化碳捕集、运输、注入、回收全流程于一体的绿色项目，通过探索实施超前注气，预计提高采收率14.58个百分点。

近年来，江苏油田积极响应国家能源转型及中石化绿色低碳战略部署，针对复杂断块低渗透和特低渗透油藏，实施“层层分藏施策、块块精巧布局”的迷你版CCUS（碳捕集、利用与封存）项目，加快建设二氧化碳驱提高采收率示范区，持续扩大二氧化碳驱油与埋存规模。

截至目前，江苏油田已有效封存二氧化碳14.2万吨，累计增油6.2万吨，1吨二氧化碳可换油0.44吨，实现降碳增油双赢。

业界视点
Industry Vision

加快建设 两个示范区

江苏油田早在上世纪90年代就开始探索二氧化碳驱油。科研人员期望，利用二氧化碳溶解性、洗油能力、扩散能力更强等特性，可以啃下最难啃的硬骨头——进一步提高水驱后油藏和难注水低渗透油藏的采收率。他们在富14断块开展的二氧化碳混驱驱油试验，虽然收到较好效果，但因气源问题而终止。

2015年起，科研人员针对花26、马38等多种类型的低渗透、低采收率储量，开展不同注气技术的扩大试验，探索小断块油藏二氧化碳驱技术，见到良好效果。

2019年，江苏油田将二氧化碳驱作

为提高采收率的重要技术进行部署，按照“探索试验、扩大试验、推广应用”三个层次制定发展规划，力争应用范围从井组扩大到油藏，应用阶段从先导试验推进到规模应用，应用领域从老区提高采收率拓展到新区产能建设，并专门成立二氧化碳驱提高采收率项目组，稳步推进超前注气、快速提压、保压开采等现场应用。

江苏油田复杂小断块油藏以“小、碎、贫、散、窄”著称。其中，近一半的油藏是含油带宽度小于400米的窄条状低渗透油藏。同时，随着勘探开发向“低、深、隐、难”进军，新增储量中，近八成都是低渗

透、特低渗透储量。

江苏油田针对深层低渗透油藏与复杂构造岩性油藏两类目标，着力打造“花一沙一瓦”“马一部一联一黄”两个二氧化碳驱提高采收率示范区，以实现重点突破，拓展老区发展空间。

“针对不同类型的复杂断块油藏，我们一藏一策、一块一策，分类注气、精准施策，做到高效驱油；科研单位与生产单位组成联合体，强化地质工程地面一体化，加快技术集成，加速推广应用。”江苏油田二氧化碳驱提高采收率项目组负责人金勇说。

创新锻造 四把高效驱油“气剑”

“花一沙一瓦”示范区的花26断块是典型的特低渗窄条带油藏，宽长比仅1:5。常规的面积布井方式，在这里受到制约。

同时，花26断块主体部位15口井全部压裂过，地层裂缝纵横，而裂缝被称为气驱的“天敌”——二氧化碳会沿着裂缝四处扩散，离开原有的驱油通道。

“我们因地制宜，扬长避短，通过创新布井方式，让裂缝为我所用，变不利条件为有利条件。”项目组油藏负责人王智林博士说。

在垂向上，根据地层倾向采用高注低采模式，使气驱方向与裂缝垂直。在横向上，利用每一条裂缝的疏导功能，使气驱的宽度达到区块裂缝的长度，收到类似水平井的效果，犹如一把“水平剑”。

“仿水平井布井方式，让一条条裂缝成为平行的气驱通道，使井间渗流变为缝间渗流，加倍增强了气驱效果。”王智林说，花26断块设计6注10采井网，采用高部位“仿水平井”注气实现重力稳定混相驱，区块产量保持较稳定。

在高含水油藏，他们开展气水协同双向驱试验，在顶部注气，在底部注水、在中部采油，气驱、水驱“双剑合璧”，不仅加倍提高驱油速度，而且通过技术优势互补，使原先水驱采不到的油藏顶部“阁楼油”得到充分挖潜。庄13块实施气水协同双向驱后，井组采收率提高8.5个百分点。

对极复杂断块，他们探索实施驱吐协同技术。如花32块就是被复杂断层分隔成的众多小块之一，单块油藏面积不足

0.8平方公里，无法形成完善的注采井网。这样的袖珍区块，如何通过少量布井实现高效动用？科研人员采取注气井和采油井交替注采、焖井的方式，如同“左右互搏术”来回驱替，实现驱油效果翻倍。花32块应用1注2采井网，在注气焖井阶段达到近混相驱，已提高采出程度4.62个百分点。

对稠油油藏，他们采用“二氧化碳+多类化学剂”的复合吞吐技术提高采收率。潘庄等区块的6口稠油井实施复合吞吐后，单井累计增油超500吨。

至此，科研人员针对特低渗透已压裂油藏、高含水油藏、极复杂断块油藏和稠油油藏，锻造出仿水平井布井、气水协同双向、驱吐协同、复合吞吐四把独具特色的“气剑”，实现二氧化碳高效驱油。

高采收率11个百分点。

截至12月初，区块阶段累计注水11.9万立方米，地层压力已超过最小混相压力，11口井见到明显的注水效果，区块日增油18.3吨。

下一步，纯梁采油厂将继续深化高压混相驱开发技术认识和应用，持续推进区块地层压力提升工程，实施“超前注水+超前注气”，优化注水周期、注入强度，通过压驱注水、气水交替、注采耦合等方式，实现全周期、全过程混相驱，为百万吨级CCUS项目顺利实施提供可靠保障。（王蕊仙 刘赛军 朱贵廷）

奋力打造
长三角CCUS示范基地

二氧化碳驱如何实现高效建产及长期增产？

“在复杂断块打造精致高效的CCUS项目，我们要在注采模式上有‘螺蛳壳里做道场’的精巧，又要在参数优化上有‘下足绣花功夫’的精准，让二氧化碳驱增油周期持续延长。”王智林说。

科研人员应用油藏数值和物理模拟技术，开展注气机理研究试验，加强效益分析，以获取最大换油率。一个区块，至少开展上百组数值模拟和5次室内试验。

工艺方面，科研人员创新形成了防腐防垢、防杆管失效、防气窜、防气举升等“四防”工艺技术，高效保障生产。

如二氧化碳易造成腐蚀、结垢等问题，科研人员开



科研人员取气样分析测试。

展一体化防范和治理。“我们系统研究二氧化碳驱过程中成垢离子的溶出规律、腐蚀结垢规律，创新思路，将缓蚀剂、阻垢剂的功能团相互嫁接，成功研发缓蚀阻垢一体剂，缓蚀率达90%，阻垢率达85%。”项目组工艺负责人时维才说。

此外，针对复杂小断块的地下地面特点，项目组创新形成了移动注气、移动回收、移动控压、移动集输等特色地面技术，实现在同一个井场注入、产出、回收、再注入的闭环循环，做到了零排放。

经过不断实践，目前，江苏油田有注气单元17个，覆盖储量超千万吨，已有效封存二氧化碳14.2万吨，累计增油6.2万吨，平均1吨二氧化碳可换0.44吨油，最高可达1吨二氧化碳换1吨油，这对复杂断块油藏来说实属不易。

复杂断块油藏的迷你版CCUS，已成为美丽水乡的一道亮丽风景线。当前，江苏油田正瞄准长三角经济区巨大的碳减排、碳封存需求，大力推进CCUS技术研究和示范工程建设，奋力打造长三角地区CCUS示范基地。

今年6月29日，江苏油田与金陵石化签署了二氧化碳捕集利用项目合作协议。8月，由胜利油田牵头、江苏油田参与的“百万吨二氧化碳驱油封存示范应用技术研究”入选集团公司科研项目，江苏油田将重点开展复杂断块油藏二氧化碳驱油封存技术政策研究。

勘探分公司
超额完成天然气储量任务

本报讯 记者王孝祥 通讯员刘春光 报道：日前，勘探分公司2021年度新增探明储量报告通过自然资源部审查，新增天然气探明地质储量323.67亿立方米，完成年度目标任务的161%。此外，该公司2021年度新增天然气控制储量完成年度目标任务的125%，预测储量完成年度目标任务的125%。

中国石化
完成首个全节点资料处理

本报讯 近日，中国石化首个全节点采集地震资料处理项目——湖南2021全节点地震资料叠前深度偏移处理项目通过验收，有力推动地震技术从有缆向无缆转变，实现“全时间、全空间”地震技术的跨越式发展。

该项目满次覆盖面积163平方公里、总炮数近3.7万炮，总数据量达35T，给计算能力带来严峻考验。胜利油田物探院采用压缩感知技术大幅提高了运行效率，提前1个月完成最终验收。

这是集团公司第一个全节点采集资料，处理工作没有经验可借鉴，加之目的层埋南断层两侧速度差异大，建模难度大，陡坡带处理尤为困难。该院创新引入超十字排列三维异常振幅压制、剩余多次波衰减、全节点超大偏移距回转变层析等技术，初步形成了一套全节点资料针对性处理流程，探索形成了可复制的全节点采集地震资料处理模式，并申报发明专利两项。

新处理的资料目的层波组特征明显，埋南断层成像改善显著，潜山断裂及内幕更清楚，砂砾岩体反射轮廓易于识别，得到验收专家高度认可。（武天祥 王彦军）

西南油气
秀水三维项目创多项纪录

本报讯 12月5日，西南油气秀水三维项目圆满收官。该项目由地球物理南方分公司SGC2138队施工，采集历时43天，比原计划提前27天；完成2.8万余炮，满次覆盖面积310平方公里；一级品率88.69%，高于设计要求；创南方山地全有线物探施工平均仪器日效、自然日效、最高日效、月效等多项新纪录。

秀水三维项目是新一轮龙门山前带地震一体化攻关的收官之战，此前西南油气已完成了永昌三维和绵竹三维。龙门山特有的艰难施工环境、极差的激发接收条件、复杂的地下地质构造，导致地震资料信噪比极低，无法有效落实构造和断裂展布等，地震资料采集成为世界难题。工区北部是特大山，受岩层破碎、垮塌堆积及汶川大地震的影响，地震采集施工难度上加难。

施工中，西南油气与SGC2138队大力应用新方法、新技术、新设备，利用源驱动放炮技术、冷压维修设备、全流程信息化组织模式等手段，使施工效率提高近60%。（涂远民 李显贵）

石化员工团购网

百万石化员工专属优惠购物平台

石化员工团购网 石化员工团购网 石化美旗微店
公众号 商城 (京东)

☎咨询热线：4000-700-838



中国石化供应商

锡安达防爆电机
与世界同进步电话：0510-83591888 83591777
网址：http://www.xianda.com
单位：江苏锡安达防爆股份有限公司

胜利油田CCUS项目气水交替见成效

本报讯 截至12月初，在集团公司CCUS项目试验区块高89-1块二氧化碳气水交替试验中，11口油井明显见效，日增油18.3吨。

为探索低渗透油藏提高采收率的新方法，自2008年3月起，胜利油田在纯梁采油厂正理庄油田高89-1块开展注二氧化碳混相驱先导试验。截至去年7月底，11口井累计注二氧化碳30.71万吨，累计增油8.3万吨，1吨二氧化碳可换油0.27吨。

但受地层能量不足及人工裂缝影响，该区块二氧化碳混相能力不高、注

气井波及系数低，制约进一步高效开发。为增强开发效果，胜利油田搭建院厂合作平台，探索实施“地层高压保混相、气水交替扩波及、大段塞注入提效益”气水交替混相驱。

高89-1块二氧化碳气水交替试验自去年12月开始，科研人员树立“全程高压混相驱”理念，关停主裂缝方向油井调流线，整体提升地层能量，交替注入气和气，扩大水、气驱波及体积，快速增能提液，提高注采比。同时，他们通过大段塞注入水和二氧化碳，实现高效驱油和高效封存。方案实施后，预计提