

## 确保“十四五”开好局 以优异成绩庆祝建党100周年

### 江汉油田涪陵气田 复兴区块走向复兴

本报讯 记者石建芬 通讯员葛蕊茜子报道:截至目前,江汉油田今年在复兴区块投产的涪陵8-1HF井已累计产气超200万立方米、产油超2300吨。自去年涪陵10HF井获重要勘探突破以来,涪陵页岩气公司加快复兴区块产能建设步伐,已投产4口井,累计产气逾千万立方米,产凝析油超5000吨,复兴区块正走向复兴。

涪陵页岩气田复兴区块横跨重庆市梁平、垫江、忠县、丰都和涪陵5个区县,是四川盆地侏罗系陆相页岩油气富集的重要地区,也是中国石化“十四五”重要增储基地。

早在2011年,江汉油田就开始研究川东南复兴区块侏罗系,对建111井东岳庙页岩层进行老井复试,随后部署两口水平井,但产量都较低。2012年,他们重点勘探大安寨页岩气层,3口井试获工业油气流,但随后钻探的6口页岩气评价井均未取得实质性突破。

2019年,科研人员研究认为川东南东岳庙段有更好的页岩气赋存条件,优选实施复兴区块第一口东岳庙段陆相页岩气风险探井涪陵10HF井。该井去年3月试获日产气5.6万立方米、日产油17.6立方米稳定工业油气流,实现新区新层系突破。

为加快复兴区块产能建设步伐,涪陵页岩气公司去年成立项目组,与施工单位联合攻关,改进泥浆性能、优选钻头螺杆、升级改造设备、设计低摩阻轨道,实现机械钻速不断提升,钻井周期有效缩短。

### 胜利油田孤东采油厂 巧打水平井穿糖葫芦

本报讯 针对分散剩余油和零散油藏,胜利油田孤东采油厂采油管理三区巧打水平井穿“糖葫芦”,今年前4个月投产水平井6口,累计产油2700多吨,平均综合含水率仅55.5%。

油田开发后期水洗油层,剩余油在油层上部形成油帽,常规直井采收率低。技术人员精细油藏描述,摸清剩余油分布情况和油帽厚度,精确设计钻井靶点、油管下入深度,采出剩余油而不惊扰下面的水层。据此设计的孤东35CP314井日产油7.6吨,含水率2.8%,累计产油900多吨。

零散分布的“小土豆”油藏,常规直井一次只能采一个,打水平井则可以横向连通几个油藏,将原油尽收囊中。孤东7P22井150多米长的水平井段就贯通3个“小土豆”,能量足、产量大,日产油8.1吨,累计产油700多吨。

此外,该区还精心设计“细水长流”开采方案,将这些水平井日产量控制在10立方米左右,地面用电少、地下能量足,保持单井长效生产最佳状态。(宋小花 尹永华)

### 华北油气密切割压裂 助气田水平井获高产

本报讯 今年以来,华北油气技术人员总结前期密切割压裂施工经验,开展地质工程一体化研究,使密切割压裂技术更具针对性、更精细,取得较好成效。

在大牛地气田,随着大2气藏持续滚动开发,井网越来越密、井距越来越小,传统分段压裂设计段间距大,对于大2砂坝非均质性储层来说,缝控储量得不到有效控制。技术人员因此在D12-P51井应用密切割体积压裂技术,有效“切割”储层,使基质渗流单元最小化,进而降低驱动压差,增加有效渗流波及体积,提高单井产量。近日,D12-P51井进站日产气5万立方米,刷新近3年来大牛地气田大2气藏产量纪录。

在杭锦旗区块,技术人员对不同地质条件的水平段精细设计密切割压裂工艺:对显示较好的水平段,采用大排量+段内多簇压裂思路,利用簇间应力干扰形成复杂缝;对显示一般的水平段,采用大排量长缝压裂思路;对平面上靠近断层的水平段,采用适度规模压裂思路。同时,合理优化段间距及射孔参数,利用缝间干扰增强缝网复杂性,最大程度增加压裂改造体积及缝控储量,实现单井产量大幅提升。

截至目前,杭锦旗区块今年已在5口井应用密切割压裂技术,单井平均日产气达6.6万立方米,比方案配产翻番。(柴妮娜 刘威 陆皎平)



5月7日,胜利油田河口采油厂工艺人员现场检查柱塞气举新工艺应用情况。新工艺突破了传统泡沫排水采气工艺单一、排水量受限的瓶颈,埋118-40井应用新工艺后,日产气由不到0.1万立方米提高至1万立方米。该厂将扩大新工艺应用规模。吴木水 崔双燕 摄影报道

### 西北油田探索“跨临界二氧化碳热泵技术”,沙漠油气生产和集输有望实现零排放

# 致力零排放:千余台水套炉将退出大漠

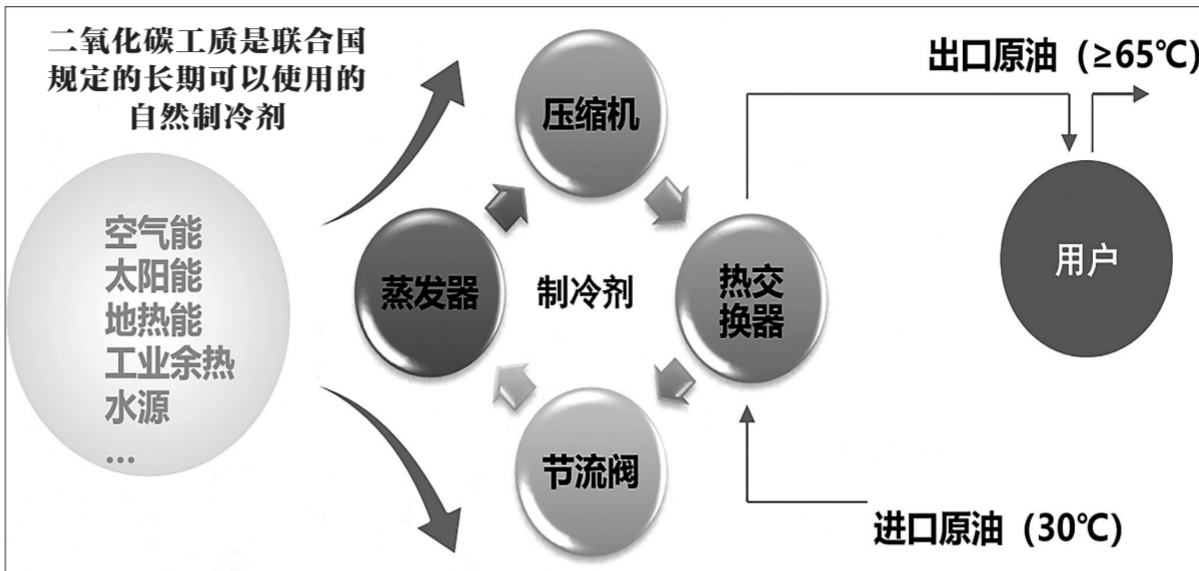
本报讯 西北油田目前探索的“跨临界二氧化碳热泵技术”已明显见效,有望跨越横亘在沙漠石油绿色开采道路上的“大山”——水套加热炉,实现沙漠油气生产和集输零排放。

该油田两个主力区块均位于塔克拉玛干沙漠。塔河老区以稠油为主,需要加热降低原油黏度;顺北新区虽是轻质油,但昼夜温差大,也须对流程加热保温。

目前,该油田加热原油用的燃气水套加热炉有1450台,年消耗燃气1.8亿立方米、排放二氧化碳10.5万吨。该油田规划明年建成千万吨级油气田,“十四五”期间持续上产,按常规模式,还需要加热炉750台,碳排放量将进一步增加,这与国家减排要求不相符,且区块所在地方政府也已制定“碳中和”目标,将严控新增锅炉。

事实上,近年来,为绿色开发石油,西北油田投入了大量资金和精力。从热泵、冷采到化学采油,技术人员遍尝各类工艺,但因油井间距远、管线长、温差大,加热水套炉成了一座无法逾越的大山。

技术人员对加热炉的优化改进从未停歇,如去年改进加热炉气嘴,使天然气和空气充分混合燃烧,年节气500万立方米。但这种小革新对于建设千万吨级油气田和实现“碳中和”目标来说,无异于杯水车薪。



但效果相反,二氧化碳就像氟利昂,被压缩为高温超临界气体,换热后变为低温低压气体,再进入压缩机反复循环,不断制取热量。

但是,该技术尚未用于原油加热领域。西北油田因此与清华大学技术团队及负责生产样机的山西新能源研究院联合研发这项技术。具体方案设计历时半年,数易其

稿,优化提升达31次。后经严格选材选型,样机于去年9月组装完毕,11月在S29-4X井进行现场试验,经历沙漠冬季5个月的低温考验,成功实现用电能替代燃气,可在零下20摄氏度环境下提供最高50摄氏度的温差,碳排放为零。

今年5月10日,现场试验进入第二阶段,联合团队将换热器由卧式管壳式优化为立式盘管式,换热性能提升13%,热交换能力比燃气水套炉提升5倍,吨油加热成本比水套加热炉降低0.14元。

1450台水套炉,即将退出大漠。(江杰 李敏)

今年5月10日,现场试验进入第二阶段,联合团队将换热器由卧式管壳式优化为立式盘管式,换热性能提升13%,热交换能力比燃气水套炉提升5倍,吨油加热成本比水套加热炉降低0.14元。

空气源跨临界二氧化碳热泵的优势	
对环境友好:	对臭氧层、气候变暖无影响
制热效率高:	低温工况平均能效比达到2.5
供热温度高:	全年可生产95摄氏度高温热水
低温性能优异:	在-20摄氏度低温环境下可稳定运行
供热温度高:	低温环境下出水温度可达65摄氏度以上

壳式优化为立式盘管式,换热性能提升13%,热交换能力比燃气水套炉提升5倍,吨油加热成本比水套加热炉降低0.14元。

1450台水套炉,即将退出大漠。(江杰 李敏)

今年5月10日,现场试验进入第二阶段,联合团队将换热器由卧式管壳式优化为立式盘管式,换热性能提升13%,热交换能力比燃气水套炉提升5倍,吨油加热成本比水套加热炉降低0.14元。

## 西南油气升级绿色技术变废为宝

本报讯 “世界上没有真正的垃圾,只有放错地方的资源”。近年来,西南油气石油工程技术研究院确定“源头减量、资源利用、无害处置”技术思路,持续升级发展钻井液重复利用、钻屑焚烧制砖、水泥窑协同处置等绿色生产技术,实现变废为宝。

该院研究团队首先制定钻井液重复利用技术要求及管理流程,在钻井密集区建立钻井液中转站,逐步提高钻井液回收利用率。他们进一步研究分析发现,供需信息不对称是钻

井液报废率高的主要原因。为此,他们研发钻井液重复利用在线调度管理系统,将中转站和钻井现场的钻井液信息全部录入系统,调度人员根据供需优化调度路径、提高运转效率,使钻井液的重复利用率提高至95%。截至目前,西南油气共重复利用钻井液30余万立方米。

对钻屑的治理,研究团队尝试了很多方法,如化学清洗、生化处理等,最终发现,只有高温焚烧才能真正实现彻底无害化。他们由此想到:可以

将钻屑作为烧结制砖的原材料。研究团队分析发现,钻屑和烧制用的矿物成分类似,他们选取不同井不同层位的岩屑,尝试手工制砖并进行高温烧制,制出的样品结构致密,成分与常规砖一致,砖体各项指标经检测均符合国家相关标准。目前,钻屑烧制技术已在西南油气全面推广,累计资源化处置钻屑30余万吨。

海相地层钻屑以碳酸盐岩为主,在烧制过程中易爆裂,影响砖的成品率。研究团队注意到碳酸钙是

烧制水泥的主要原料,因此提出采用水泥窑协同处置的技术思路。经过多次试验,他们确定了钻屑与水泥原料的混配比例,钻屑烧制的水泥顺利通过国家标准检测。截至目前,西南油气采用水泥窑协同处置碳酸盐岩钻屑超过13万吨。

研究团队成员兰林说:“这些年,我们像哺育自己的孩子一样培育钻井废弃物资源化利用技术,看到钻井废弃物变成有用的建筑材料,心里特别欣慰。”(简高明)



□田真 徐姿

纵向共计6套含油气层系,46个砂层组、172个含油小层,断层发育、构造破碎,平均单块含油面积仅0.14平方公里,胜利油田东辛油田是典型的复杂断块油藏。

“复杂是挑战更是潜力。”东辛采油厂厂长赵明宸说,他们亮剑复杂断块,在骨头缝里剔肉,“十三五”以来年均新发现储量96万吨、新动用储量59万吨、新建年产能0.94万吨,资源接替基础持续夯实。

实的断层位置。

在图件拼接中,他们还融入注采、录井、取芯等数据,重点锁定大断层末端、断层接合区、构造转换带、含油空白带这“两区两带”,排查可疑点。

沙二2砂组营47斜40地区位于营1、营31断层转换带,与这两个高产断层有着相同的沉积和构造背景,却没有探明储量。技术人员在这个“可疑区”新描绘低序级断层9条,有利圈闭6个,成功部署滚动井4口,建成年产能2.5万吨。

该厂规范地震资料处理、井位标定评价、断层系统解释等断块油藏评价技术流程11项,实现人人会找可疑;由“两区两带”再认识拓展到高效措施、高效新井、低效区块多方向再认识,实现处处能找可疑。

## 亮剑复杂断块 骨头缝里剔肉

胜利油田东辛采油厂“十三五”以来年均新发现储量96万吨、新动用储量59万吨、新建年产能0.94万吨,资源接替基础持续夯实

可疑变潜力,“十三五”以来,该厂断块油藏建产规模由2016年的0.3万吨增至目前的1.1万吨。

矛盾就是潜力。该厂反复分析,认为永42断块投产初期生产资料匮乏、含油面积圈定过小,重新圈定含油面积后地质储量增至12.3万吨,重新优化井网后累计增油1.4万吨。

在油田开发过程中,静态研究与动态研究往往各管一段、互不干涉。“画出地层真实模样,才能挖出地下宝藏。”该厂打破分工界限,建立动

静结合、动静静找的矛盾判别挖潜模式,形成复式油气藏地层对比、断棱精细刻画、断裂系统组合描述等6项复杂断块地质研究技术,提炼出储采关系矛盾、注采关系矛盾、油水关系矛盾等7类矛盾,形成地质连通注采不见效、地质不连通注采见效、水驱非主波及区高水淹等48小类矛盾判别模板,剑锋直指低序级断层的识别和描述。

“图件上看起来连续,实际却采不到油,这就可能存在低序级断层。”卢惠东介绍,低序级断层细小,在油藏形成过程中没起到遮挡作用,但在开发过程中却能控油。

营2井区在部署1口注水井3口采油井之后,出现供液不足,地质人员结合这一矛盾和判别模板,画出一条断距10米的低序级断层,部署营2更

### 涪陵气田 白马区块完成取芯

5月5日,焦页162-1井取芯工作顺利完成,图为科研人员参照笔石形态确认岩芯地层。该井是江汉油田部署在涪陵气田白马区块的一口重点评价井,对五峰-龙马溪组系统取芯、评价页岩含气性,事关白马区块千亿立方米探明储量的提交和后续规模效益开发。蒋瑜 谢光宇 摄影报道



长城润滑油杯 新闻摄影竞赛

## 数值正演模拟 助高精度成像

本报讯 4月23日,西北油田勘探开发研究院处理成像专家组与石油物探技术研究院地球物理实验中心专家一同,开展顺北断溶体三维地震地质建模与数值正演模拟研讨,力争通过高逼近地质模型下数值正演模拟实现断溶体高精度成像。

就像航空航天系统利用数值仿真模拟设计可缩短飞行器的设计周期,西北油田希望通过数值正演模拟摸清地震波传播与成像的机理。

在顺北断溶体油藏,地震信号能量被沙漠地表吸收衰减严重、火山岩难以刻画、深层假构造和储层弱信号难以识别解释等一系列问题制约了高精度成像。研究人员不断尝试,确立了沙漠地表、火山岩、断溶体分体建模的思路,通过逐步分析地层接触关系、时深关系、断裂系统样式来建立深度域构造框架模型,再对模型进行融合,并结合地质地震因素不断优化完善模型,最终形成顺北断溶体仿真模型。

建好地质模型后,研究人员观察实际野外单炮与模拟单炮的差别,分析不同大小断溶体、走滑断裂的模拟剖面及成像差异,深化特深断溶体成像认识。

数值正演模拟技术不断发展,深化了塔里木盆地地震波信号传播规律认识,为地震处理及成像技术提供了验证手段,为地震解释和预测提供了理论指导,为断溶体量化分析和储量计算提供了依据,对断溶体高效勘探开发意义重大。(王超 董小诗)

斜17井,初期日产油17吨。近年来,该厂重新描述断距5~15米的低序级断层近400条,增加可采储量300余万吨。

### 精细挖出潜力

为实现用最经济的手段精准动用储量,东辛厂精细评价每个小层每个小块的储量动用状况和潜力,分类适配低成本开发技术。

莱38单元处于高采出、特高含水开发阶段,技术人员为其配套“措施优化+配产配注”的复合增效方案,堵截强渗流线17条,恢复和强化弱渗流31条,减少低效液量620立方米/日,在没有新井投入的情况下实现连续6年稳产,采收率提高2.1个百分点,吨油成本下降117元。

辛151单元地质条件有利于剩余油二次富集,但油井多为合采生产,效益低。他们下入分采管柱,让两个高含水小层“轮流轮休”,下层停产19个月后,含水率由92.5%降至31.5%,先后轮采轮休4井次,单元日产油上升18.5吨,吨油成本下降91元。

目前,该厂已在辛151、营17、营26等单元实施轮流轮休,综合含水率下降1.8个百分点。