

“绿色井场”代表了一种全新的作业模式和环保标准。中国石化石油工程企业采用先进的环保技术和设备,减少钻井过程中的废水、废气排放,同时实施严格的废弃物管理和循环利用机制,将“减量化、资源化、无害化”原则贯穿生产全过程,努力实现经济效益与生态效益双赢。

►西南石油工程重庆钻井分公司70771井队正在施工的元坝702井。  
唐茂华 摄

企业实践

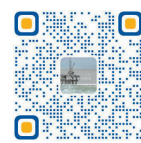
# 打一口井 留一片绿

中国石化石油工程企业倾力打造“绿色井场”



装备工程

责任编辑:魏佳琪  
电话:59963398  
邮箱:weijq@sinopec.com  
审校:张春燕  
版式设计:王 强



周“油”列国  
油事精彩

## 江汉石油工程

## 花园式井场内,钻塔与胡杨“共生”

## 中原石油工程

## “钻井结束后,土地清洁如初”

□李知聪

今年1月,江汉石油工程钻井二公司90108JH钻井队搬离工作生活了两年的“花园式”井场——超深大位移井组跃进3平台。临走前,井队长杨江辉带着员工又仔细地把井场上的胡杨数了一遍。

“216棵胡杨。当初进驻的时候就立下誓言,保证井场上的胡杨一棵都不少,现在我们做到了。”杨江辉笑着说。

2022年初,90108JH钻井队受命赶赴新疆沙雅,接下了在胡杨林保护区边缘打出3口超深油井的任务。为了保护地面上的胡杨林,西北油田部署了大位移超深平台井组,并将井口设在生态保护区外,目的层靶点则在保护区内。

“我们应用了深层大位移钻井技术,优选造斜点,打到地下5000多米时让钻头拐弯,再水平延伸,精准获得了丰富的油气资源。井组中水平位移最长的达到了3439米。”钻井二公司副经理李锦峰介绍。

虽然场地设置在树木稀疏的地方,但要在胡杨林里打井,井场建设也是一门学问。

“树能砍绝对不能砍,设备也要安全放置,不影响生产。”杨江辉举例,安全通道上不能有树,设计方案时就要考虑到,一些较长的管架就拆分为两个。

经过实地勘察,井场设计方案不断优化,一次次构思调整、一遍遍模拟分析,“钻塔与胡杨共生”的超常规设计逐渐清晰。他们通过铺设平移导轨装置,缩减设备放置所需空间,尽可能缩小井场面积,减少征地,最终,部署了3口井的大位移井组占地面积只比西北工区一个常规标准化井场稍大一点儿,井场内还保留了216棵胡杨。

队员们自发组成了胡杨养护组,为树干包上保护层,自费网购了栅栏和动物模型,将耐旱的花草种子撒在沙土上,围成一



在跃进3平台,江汉石油工程钻井队员工在清理井场。

黄志勇 摄

实践案例

### 部署大位移超深井 守护胡杨林保护区

为守护胡杨林保护区生态环境、动用区块规模剩余储量,江汉石油工程创新性地部署大位移超深平台井组跃进3平台,并将井口设置在保护区外,目的层靶点则在保护区内。跃进3平台靶点垂深超7000米,3口井水平位移均超过2000米。面对复杂的地质构造,江汉石油工程攻关超深大位移井优快钻井关键技术,优化钻头选型、钻具组合和钻井液体系,优选造斜点和剖面设计方案,优质高效地完成了钻井施工任务。

□杨敏 全道丰 潘 涛

在中原油田东濮工区,文东1井巍然屹立在广袤麦田间,仿佛是绿色画卷中的一座钢铁丰碑。在环保生产模式下,油田产能建设工作正在有条不紊地进行。这是中原石油工程公司众多“绿色井场”的缩影,见证了企业绿色转型发展的坚定决心。

近年来,中原石油工程积极响应集团公司绿色洁净发展战略,将环境保护与安全生产深度融合,以“源头预防、过程控制”为核心策略,精心打造“绿色井场”,加速推进“双碳”目标实现。

“绿色低碳发展不仅仅是一种理念的植入,更是一场深刻的生产模式变革。”安全环保部经理樊好福说,“我们的目标很明确,就是通过每一个环节的精细管理,为公司清洁可持续发展贡献力量。”

一切始于精心规划。中原石油工程从施工设计着手,严格分析污染物产生的种类、数量,提前识别环境风险,制定管控方案,确保施工活动与环境保护并行不悖。在井场布置上,该公司严格遵循钻井现场环境保护标准化建设要求,通过优先选用同台井、推广“井工厂”模式,以减少占地,同时对易污染区域实施严格的分区管理与防渗处理,确保钻井作业与自然生态和谐共生。

提高能源利用率、实施节能技术改造是降低能耗的重要途径。在钻井施工阶段,中原石油工程引入电力、天然气等清洁能源,替代传统燃油动力,并优先选用符合环保要求的设备设施,显著降低了二氧化碳排放量。页岩气井足201H16A井和17A井使用26台电动压裂橇,共计压裂施工12段,总耗电仅105万千瓦时,节约能耗413.55吨标准煤,若采用传统压裂方式,则需52台压裂车,消耗柴油456吨。

技术创新是助力“绿色井场”建设的强劲引擎。为有效保护地表环境和地下水资源,中原石油工程自主研发了由生物物质合成的环保型钻井液,全程使用“泥浆不落地”设备,并以转盘为中心,在钻台上铺设防渗膜、在井口加装防漏装置,有效避免泥浆飞溅造成污染。如今,泥浆池不见了,取而代之的是环保型泥浆循环回收系统,整个井场干干净净。“不让一滴油污落地,这是我们的承诺。钻井结束后,土地清洁如初。”中原石油工程钻井一公司70228钻井队平台经理孙洪旺说。

在油气钻探过程中,钻井液废弃物产生的总量大,并包含各种处理剂,污染物成分复杂。面对这一难题,中原石油工程摒弃了传统钻井液废弃物末端治理思路,积极探索循环经济路径。“我们追求的是全过程控制,通过技术创新,让废弃物不再是负担,而转化为宝贵的资源。”中原石油工程钻井工程技术研究院环境保护研究所技术人员单海霞说。

该公司不断完善钻井液废弃物中劣质固相去除技术,创新研发并推广配置吸盘式负压钻井液振动筛,通过过程减量化,最大限度回收利用废弃钻井液及废水,减少钻井液废弃物的产生与排放,单井油基钻井液成本降低11.7万元,减少油基岩屑排放60余吨,节约油基岩屑处置费用16.4万元。如此一来,钻井液废弃物不再是“废品”,生态效益显著。

在基层,绿色企业创建活动更是蔚然成风。从员工的日常操作到钻井搬迁作业,每一个细节都融入了环保考量。“因钻井施工的特殊性,在搬迁过程中,无论是设备的清洗排空,还是废物的合规处置,每一步操作都力求无泄漏、无污染,确保绿色理念渗透到每一个角落。”中原石油工程安全环保部副经理谢双成介绍。



实践案例

中原石油工程钻井工程技术研究院员工正在研制生物质合成基钻井液。  
程相东 摄

### 地沟油和植物油变身环保钻井液

为实现“绿色钻井”,中原石油工程将来源丰富、价格低的地沟油及棕榈油、菜籽油、大豆油等植物油依照生产指标,进行生物和化学等物理性改造,成功研制出生物质合成基钻井液。与常规柴油基钻井液相比,生物质合成基钻井液除了环保性能遥遥领先,机械钻速还提高65%,钻井液吸附损失减少40%,大幅降低了钻井成本。今年以来,生物质合成基钻井液已在川西区块成功应用4口井,为该区域难动用储层开发提供了安全、高效、环保钻井液的技术支持。

## 西南石油工程

## 系列绿色技术“变废为宝”

□孙 岩 王佳妮

作为中国石化上游板块中最早开展环保业务的“先行者”,西南石油工程公司深耕油气田环保服务近25年,始终将扩绿、节能、减污、降碳贯穿生产环节全过程。从井场生活垃圾清运、污油回收净化,到钻井液与压裂返排液综合处理利用,再到钻井废弃物无害化处理、生态环境恢复……该公司以“源头减量、无害处置、资源利用”为目标,不断推进“绿色井场”建设。

### 打造“清洁生产”样板

钻探施工离不开钻井液,科学处置钻采废弃钻井液,以及随之产生的岩屑等固废废弃物,是实现钻探工程清洁生产的关键。

西南石油工程通过近20年的探索创新、优化完善,率先实现了钻井施工“泥浆不落地”工艺全覆盖,并完成了废弃水基钻井液现场处理装置应用研究,取得了高效脱稳-固液分离工艺的突破,实现了废弃泥浆的减量化、资源化和无害化处置。

“目前,我们已逐步将泥浆‘变形’为免烧砖、水泥等多种用途的建筑材料。”该公司环保工程师胡志勇介绍。他们建设运营的罗江钻井固废资源化利用站,通过将泥浆固废与页岩、石灰石等进行配比,高温烧结形成水泥石料,不仅实现了“变废为宝”,而且减少了水泥厂矿石开采对生态环境的影响,形成了多元化的固废资源化利用技术体系。

对于页岩气勘探开发产生的油基岩屑,西南石油工程建设了自贡油基岩屑综合利用站,采用“连续回转式热分离”工艺,可实现液相与固相分离,回收的矿物油用于炉用燃料油,分离的残渣则外售水泥厂作为部分替代原料,有力保障了页岩气洁净开发。

### 塑造“循环利用”典范

川渝地区处于长江上游,河网密集,水

实践案例

### 培养驯化生物菌实现低成本处理废水



西南石油工程环保中心科研团队开展耐盐高效降解菌的培养驯化。

尚秋丽 摄

系丰富。同时,作为国内天然气最丰富、勘探开发潜力最大的区域,川渝地区年采气产水量大,仅川西区域年采气产水量就超百万立方米。

要想把采气产出水变为可使用的达标水,研发升级水处理技术是重中之重。西南石油工程聚焦废水处理系列技术的开发利用,研发了“混凝除硬一体化+高效生物+高压膜减量+低温多效蒸馏”的高含盐钻井废水处理核心工艺,帮助解决了西南油气田采出水物性日趋复杂、水处理难度不断加大、能耗居高不下等难题,为油气勘探开发开出了绿色、低碳、高质量发展的“治水良方”。

依靠此类工艺,处理后的达标水被源源不断地应用于配置泥浆、清洗设备和道路除尘等领域,每年可减少从长江流域水系取水逾7万立方米,从源头为长江经济带生态环境保护作出了积极贡献。

同时,西南石油工程积极推广钻井液

循环利用技术,先后在袁家、元坝、威远等地建成了5座钻井液中转站,显著降低了污染排放量。

### 构筑“节能减排”生态

在“双碳”背景下,西南石油工程坚持以新发展理念为引领,持续推进“节能减排”工作,积极培育绿色生产力。

截至目前,该公司为野外作业队伍全覆盖配置环保卫生间96个,配置生活废水处理装置14套,有效降低了现场取水量,单井节约用水500吨以上,累计节水5万吨以上,节能减排、清洁生产效果显著。

同时,他们积极实施传统产业清洁化改造,全面完成了冬季供暖锅炉“煤改气”升级改造,一举结束了塔河油田20年依靠燃煤锅炉供暖的历史,并优选节能高效设备,加大“电代油”“气改电”实施力度,积极推进“电网”建设,进一步推动新旧动能转换,实现绿色发展。

专家观点

## “绿色井场”建设 赋能高质量勘探开发

□石油工程公司井下特种作业首席专家、安全环保部经理、西南工区项目管理部常务副主任 卢云霄

作为集团公司油气勘探开发的重要支撑,石油工程公司牢固树立并践行“绿水青山就是金山银山”的发展理念,坚持绿色施工是高质量发展的治本之策,在工艺、技术、装备等方面持续发力,全面打造绿色示范井场,坚定不移地走“降碳、减污、提效、增绿”高质量发展之路。

一是工艺优化助力施工清洁高效。石油工程公司深入推进“四提”工作,紧密结合井筒作业特点,优选高效PDC(聚晶金刚石复合片)钻头、大扭矩螺杆等提速工具,不断提升钻井施工效率;持续推广应用丛式井组工厂化压裂作业模式,采用“顺序压裂”和“井筒处理一越过、压裂施工一越过、放喷试气一越过”,减少重复施工的能源消耗。2023年,“四提”工区平均机械钻速比2022年提高7.64%,压裂施工效率比2022年提高13.12%,生产能耗、碳排放得到有效降低。

二是技术研发助力储层绿色开发。石油工程公司充分分析钻井液有害成分控制要素,研发71种关键处理剂,基于分层实施、分段优化的技术理念,形成适合上部地层快速钻进、中下部地层耐高温的高性能水基和近油基钻井液体系,目前已在西北、西南、东部等工区推广应用1000余口井。

三是装备迭代助力井场清洁低碳。石油工程公司精准剖析井场施工作业高碳排放的关键点,狠抓源头控制,网电装置、电动压裂橇、电动回井车等配套设施规模持续扩大,“油改电”进程不断深入,除边缘井、偏远井外,国内井场基本形成以网电为主、柴油发电机组为辅的清洁能源利用模式。2023年,国内市场应用网电钻井进尺占比66%,替代柴油35.5万吨,节约标准煤37.5万吨,全面降低了柴油机施工带来的高能耗、高碳排放和高噪声。

下一步,石油工程公司将深入开展“四提”,持续优化生产组织模式,发挥统一的“装备库”“物料库”作用,加强资源统筹共享,进一步降低生产过程中的资源能源消耗;深入推进能源消费结构优化,持续实施网电钻机改造、电动动力装备覆盖和自动化装备迭代研发,加快打造西北工区钻机自动化示范区,全面降低大气污染物排放和厂界噪声;强化绿色钻井液体系研究,进一步提升环保钻井液高温(≥200摄氏度)、高盐(≥15%)环境性能,逐步研发基于可反应生物基基础材料的钻井液处理剂,实现钻井液本质环保。