

能源强国调研纵深行

# “王牌”技术解世界级难题

江汉石油工程公司加强关键核心技术攻关,助力“深地一号”不断取得重大突破

## 核心阅读

石油天然气工业的发展史,也是一部石油工程技术的振兴史,每一次石油工程技术的跨越,都带来了油气储量及产量的快速增长。近年来,我油气发现中的重大战略性突破基本集中在深层超深层或深海,其中,石油工程技术发挥了至关重要的支撑作用。

油气勘探越来越深,配套的工程技术也相应越来越难。面对异常复杂的油气勘探开发对象,中国石化石油工程企业和科研院所注重自主创新,持续强化攻关研究,加强关键技术与配套技术的攻关集成,助力“深地工程”不断取得新突破,为我国更好地端牢能源饭碗提供战略科技支撑。

□成旺 姜邵华 李澎 朱沂

5月初,在央视的直播镜头下,中国石化“深地一号”两口超深井郑重亮相:跃进3-3井的钻头缓缓钻入地层,顺北10斜井放喷口燃起熊熊大火……这一幕幕鲜活的画面,将

钻井与测试的工作场景清晰地展现在全国人民面前,也对“向地球深部进军”的口号有了更直观的诠释。

“跃进3-3井钻井和顺北10斜井测试都是由我们负责施工的。深井超深井钻井和测试是江汉石油工程的‘王牌’,我们创新形

成的动态承压堵漏、地震剖面动态校正、高端测试完井工具等10多项深井超深井技术,助力顺北油气田喜获20口超深层千吨井。”江汉石油工程副总经理班国介绍。

目前,中国石化“深地一号”顺北油气田已经打出了50口垂直深度超过8000米的井,

落实了4个亿吨级油气区,累计油气产量已突破770万吨油当量。在这片油气增储上产的新阵地,江汉石油工程始终以保障油气勘探开发为己任,不断加强石油工程关键核心技术攻关,以一流的技术、优质的服务支撑保障深层超深层油气开发不断取得新突破。

## 动态承压堵漏技术,对易漏地层说“不”

钻井液被称作钻井的“血液”,可润滑钻头、支撑井壁,把钻进时产生的岩屑携带到地面,并能为钻头降温。钻井液一旦发生漏失将严重影响钻井时效,甚至造成井报废。防漏堵漏也是深井超深井施工面临的第一道难关。

“跃进3-3井属顺北区块,地层就像一个摔碎的盘子,裂缝多、易破碎。顺北二叠系、三叠系易漏易垮是世界级难题,也是向万米深地进军的‘拦路虎’。”江汉石油工程钻井二公司钻井液技术专家贺春明介绍。

如何才能将密度调控好,既防止钻井液漏失,又能支撑住井壁避免发生垮塌?该公司成立顺北复杂地层防漏堵漏创新团队,针对顺北区块志留系堵漏、二叠系火成岩防漏及硬脆性泥岩井壁稳定性技术开展攻关,创新形成了DLPP(动态承压堵

漏)技术,通过在钻井液中加入特殊的细微颗粒处理剂来改造地层,变缝为孔、逐级填充,在地层井壁上形成致密泥饼,堵塞裂缝,防止漏失。

在顺北53斜井施工中,志留系地层共发生9次井漏,复杂损失仅14天,损失时效相比同类型井降低了88%,在顺北区块呈现了最好的堵漏效果。跃进3平台已完成的跃进3-6井和正在施工的3-3井同样应用了这项技术,在地层裂缝发育的巨厚二叠系火成岩段,有效防止了钻井液漏失,实现了快速高效施工。

目前,该技术在顺北工区全面推广应用,防漏成功率超80%,二叠系堵漏一次成功率100%,井漏复杂时效降低87.7%,平均每口井周期成本节约近1500万元,为加快顺北油气田开发进程提供了有力支撑。



钻井人员正在接钻具,为跃进3-3井开钻施工做好准备。 李知聪 摄



顺北10斜井测试获日产天然气超过60万立方米。 张玉 余丽雯 摄影报道

## 地震剖面动态校正技术,为钻井装上“北斗导航”

跃进3-3井设计井深为9472米,而在近万米深的地下,一切都是未知。

“以前只能根据邻井的地质资料进行预测,但与实际会有不同程度的差距,所以井下安全风险仍然比较大。”江汉石油工程页岩气开采技术公司工程地质研究所所长刘勇江说。

“深地一号”的油气井深度普遍超过7500米,不仅储层埋藏深、复杂地层多,而且地层温度、压力及硫化氢含量都非常高。钻井过程中如果没有地质风险预警、没有提前做好准备,很可能出现钻井液漏失、井壁垮塌、钻头卡在地层里,以及钻具断裂等复杂情况。

“开车导航时,我们常会用到提前预警、错峰换线的功能。那钻井能不能也这样,通过技术实现自动导航呢?”乍现的灵光为解决问题提供了新的思路。于是,刘勇江带领工程地质科研人员多方摸索,经过一年多的技术攻关,终于研发出了地

震剖面动态校正技术。

利用该技术,研究人员可预测钻头前方50~100米地层的断裂带、破碎带、天然裂缝发育区和储集体分布范围,并形成实时地质跟踪图像,实现钻井风险与地质分析可视化,提前做好钻头的“出行方案”。

与以前普遍使用的文字地质设计相比,地震剖面动态校正技术形成的地质图像更加准确和直观。“即使不是相关专业的人,也能一看就懂。”刘勇江介绍,与跃进3-3井同平台的跃进3-6井就应用这项技术,通过精准定位到各个地层系,仅用18天就完成了3753米的钻井任务,创下了顺北工区跃进区块钻井的新纪录。

截至目前,江汉石油工程利用该技术在“深地一号”施工中提出地质建议33条,意见验证率100%,完成8口井安全钻进,助力我国“深地工程”技术向更深层迈进。

## 自主研发JMR封隔器,解决进口工具昂贵且“水土不服”问题

“顺北10斜井初期测试日产天然气超过60万立方米。”在记者的现场连线中,央视镜头见证了“深地一号”在新油气储藏带取得的新突破。

顺北10斜井测试获得高产油气流不仅彰显了江汉石油公司在深井超深井高温高压测试方面的技术实力,也再次验证了该公可自主研发的JMR封隔器(江汉机械可回收封隔器)的可靠性和优良性能。

JMR封隔器是江汉石油公司依托高温高压工具检测中心,自主研发的一款高端测试完井工具。早在顺北油气田建产之初,该

公司就看到了制约我国深井超深井高温高压测试技术发展的瓶颈——高端测试完井工具完全依赖进口。国外配套工具价格昂贵、组织周期长,还会出现“水土不服”,无法满足新的测试需求。

为从根源解决问题,江汉石油工程在沙漠里建起了高温高压工具检测中心,积极开展高端测试完井工具的研发和检测。该检测中心具有国内最高检测指标,并且获得了中国实验室(CNAS)和中国质量(CMA)双认证。

“我们完全具备了自主研发、设计、生产井下工具能力,顺北10斜井使用的关键测试

完井工具JMR封隔器就是在这里研发生产的。”谈起JMR封隔器,江汉石油工程公司高级专家唐永祥难掩自豪。

在顺北区块4号油气储藏带刚开始开发时,由于顺北4井钻井耗时太长,全井筒套管偏磨严重,急需根据这口井的实际情况特殊定制一款封隔器。为保证按时施工,该公司专门组建了工具研发技术团队,全力开展适

用顺北4井的高性能测试封隔器研发,仅用10天就完成了方案设计、设计验证、工程图设计和样机加工与组装。但在进行第一次室内评价测试时,试验失败了。研发团队

连夜会商进行原因分析并提出解决方案,随后,连续开展两次测试均获得了成功,达到了现场应用条件。最终,JMR封隔器经受住了酸压3070立方米、最高施工压力119兆帕的考验,顺利完成了顺北4井高难度的测试施工任务。

经过多年的研究和改进,JMR封隔器性能指标已达到国际领先水平,累计应用21井次,施工成功率100%,创造了坐封最深深度7344.17米、承受最大压差67兆帕、单个封隔器累计压裂液量最大10920立方米等多项纪录,成为“深地一号”不可或缺的“功臣”。

## 胜利石油工程

### 超深示范井展现技术硬实力

□邱振军 游少雄 王帅

胜利石油工程塔里木分公司自2017年进入西北油田顺北区块以来,相继打成顺北84斜井、顺北4-5H井和顺北10斜井等3口高产井,为中国石化“深地工程”油气突破作出了积极贡献,充分展现了在深井超深井领域的硬核实力。

“深地一号”顺北油气田储层平均埋藏深度超过7300米,具有超深、超高压、超高温特点。面对深部地层可钻性差、易漏失、压力大、井壁不稳定、施工难度大等诸多钻探难题,该公司不断完善易漏地层防漏堵漏技术和破碎性地层井壁稳定技术,实现了安全高效生产。

施工中,该公司采取“钻头优选+工具配套+参数强化”的集成提速技术,按照“上部高泵压、下部大钻压、全程大排量”的思路,逐一攻克技术难关。在顺北4-5H井,该公司创新采用多元协同井壁强化技术,配合液体套管技术,确保志留系复杂地层井壁稳定,成为顺北工区首口三开合揭石炭

系、奥陶系鹰山组套管下至油气层顶部中完的井,并提前18.04天完井。

在集团公司特深层二期技术集成应用示范项目顺北10斜井施工中,该公司集成应用以异形齿个性化PDC(聚晶金刚石复合片钻头)、大扭矩螺杆为核心的复合钻井提速技术,配合预弯曲钻具组合防斜打快、强抑制强封堵钻井液体系,以及控压钻井等七大类别15项中国石化自主技术研发成果,克服上部地层裂缝发育导致的易塌易漏等复杂问题,圆满完成集团公司示范项目,周期节约率23.2%,平均机械钻速较设计提高36.6%。

在亚洲陆上垂深最深干井顺北84斜井施工中,该公司推行“首席专家包区块、技术专家包单井、工程师包技术措施执行”网格化技术管理模式,全面执行地质工程一体化模式,持续攻关关键核心技术,不断深化深地技术科研攻坚和高效运用,以钻井技术创新引领带动超深井钻井能力不断提升。

## 华北石油工程

### 新技术开发助力超深层突破

□王军 张均

作为最早进入塔河油田和顺北油气田的队伍之一,华北石油工程1986年就购进国内首台陆上9000米钻机,目前已配备了国内最先进的80D、90D钻机和国内钻深能力最强的12000米钻机,完成了16口垂深超过8000米的油气井,多次取得“深地工程”主断裂带、次生断裂带油气突

破。2003年,华北石油工程在塔河工区组建了深井超深井技术中心,经过20年的积累,逐步掌握了超深复杂井安全成井关键方法,培育出以超深复杂井钻完井配套技术为代表的20项关键技术系列。其中,针对深部火成岩地层易垮塌、志留系地层漏点多漏层长等复杂地层情况,该公司制定了复杂井段钻井液系列技术对策、防漏堵漏防垮塌专项技术方案,提高了井壁的稳定性,并创新采用浓度为12%的随钻堵漏钻井液,应用全井堵漏法,为顺北油田提

供了新的堵漏思路和方法。

针对深部地层温度高、岩石可钻性差等难题,他们引进并开发了深部地层复合驱动高效破岩技术,特别是在顺北油气田率先使用“PDC钻头+高温螺杆+旋转冲击工具”组合钻进,以及液体套管、Power-V垂钻等新技术与新工艺,有效提升了井底净化和清岩效率,施工效率平均提高26.92%。

在持续攻关的同时,该公司把课堂搬到实验室和施工现场,培养出了一批深井超深井技术、井控专家和操作能手,形成了完备的人才保障体系,保持着在顺北油田施工井故障率最低的竞争优势。自2006年完成8408米深度的塔深1井刷新亚洲最深井纪录后,截至目前,华北石油工程已累计刷新1项世界纪录、9项亚洲纪录、9项国内纪录、9项集团公司纪录、30多项工区纪录;相继完钻了以塔深1井、顺北1井等“一号井”工程及重点井为代表的各类超深、特深层油气井。

## 装备工程

责任编辑:魏佳琪  
电 话:59963398  
邮 箱:  
审 校:张春燕  
版式设计:赵博



周“油”列国

油 事 精 彩

## 新闻链接

●5月1日,中国石化部署在塔里木盆地的“深地一号”跃进3-3XC井开钻。该井设计井深9472米,比珠穆朗玛峰的高度还要多624米,将刷新亚洲最深井纪录。这也将再次证明我国深地系列技术已跨入世界前列,为进军万米超深层做好了重要技术和装备储备。

●5月2日,顺北10斜井在测试过程中获得高产油气流,初期测试日产天然气超过60万立方米,标志着“深地一号”在新的油气储藏带取得新的勘探突破。



扫码看视频