

# “最强大脑”引领勘探开发智能革命

□ 张 洋

日前,TK954H等6口地低效井成为上返井,从生产原油变为生产凝析气的气井,从而焕发老井的二次青春。这是西北油田勘探开发研究院建立塔河9区油气藏数模建模,利用3D可视数字成像查找剩余油气的一项举措。

今年以来,位于新疆塔里木盆地的中国石化西北油田科研生产向一线下沉,促进科研成果转化,通过普通浏览器在异地便能实现三维可视化远程应用,是该研究院建设“资源云”运用的冰山一角。在各行各业进入“大数据”时代之际,西北油田在人工智能数字化进程上进行了重要的转型升级,解决了勘探开发“数据孤岛”和“信息烟囱”等难点问题,推动西北油田油气勘探开发的数字化发展。

## 统一管理勘探开发大数据

2018年初,中国地质学会公布2017年度十大地质科技进展,首次建成的国家地质大数据共享服务平台——“地质云1.0”赫然在列,标准着地质行业数据大时代的来临。

“我们走在行业潮流之前,在2016年便启动了勘探开发云平台建设,实现综合研究云平台的建设、虚拟化环境的搭建、三维可视化环境的搭建,将专业软件和数据库部署在虚拟化服务器端。一年后,我们开始二期建设,形成‘资源云’平台。”该研究院院长、党委书记,西北油田

副总地质师黄太柱说。

2018年底,“资源云”建设完毕,开始规模化运用,在中国石化首次实现兰德马克综合解释系统通过云平台方式的规模化应用。

“勘探开发是丰富的学科领域,包括地质、物探、测井、油藏等多种学科,兰德马克是地震资料处理、解释、建模等综合地质研究的主流软件之一,将各种学科整合到一个平台管理,实现了油田科研全业务链数据的统一管理、治理与共享应用。”黄太柱说。

目前统一数据库管理了10个油气田、2061口油气生产井、59个三维地震工区26838平方公里的数据,共计100TB的数据资产。

## 两个跨越推动科研智能发展

石油行业专业软件对设备硬件要求高,需要在工作站和高性能计算机上应用,造成资源分散,数据共享程度低。

“通过云平台,科研人员可以在任意地点,仅通过浏览器便能调用大型软件,实现三维可视化的远程应用,跨操作系统多软件协同工作,提升科研成果质量,提高工作效率,而且数据安全性高。”该研究院总工程师李海英。

通过统一数据管理,“资源云”建立起统一技术平台,发布了16个专业软件,涵盖地质、物探、开发、反演、制图等软件,实现多学科多专业协同研究环境,提升科研

效率和成果质量。

“资源云”研发了云环境下海量、异构、分布式地质数据的统一组织、调度和服务技术,初步解决了异构、异地数据的共享技术难题,实现跨区域、跨系统的科研数据同步,解决一线生产难题。

顺北油气田油藏超过7300米,面对超深层钻井,需要利用物探技术根据钻井情况,快速调整井位轨迹。顺北5-3井钻至一间房组时遭遇地层掉块,导致卡钻,科研人员在一线利用浏览器打开数据库,调取剖面资料开展攻关,及时得出向南方强异常体侧钻,钻至目的层后试油获得高产工业油气流,初期日产80吨,并稳定生产。

## 三维建模实现采油可视化

随着油气勘探开发的不断深入和发展,西北油田现阶段油气开发领域的主要任务集中在缝洞体精细刻画、砂体构型刻画、韵律段并网开发、隔夹层展布、剩余油分布、提高采收率和控制递减率等方面。

“我们结合当前资源特点和技术发展状况,加快推进以三维地质模型为中心的一体化油藏工作平台的建设,并贯彻到勘探开发中具体应用。”该研究院总地质师李新华说。

在“资源云”实现统一数据管理,跨越专业领域和地域限制的基础上,将油藏综合平台收录其中,综合了地震资料解释、测井分析、地质综合研究、地质建模、数值模拟等技术,实现油气藏精细描述,计算

其储量、定量估算风险性、优选模型、设计井位和钻井轨迹、无缝集成生产数据和数值模拟器,发现剩余油藏和隐蔽油藏,从而降低开发成本。

“我们从2003年便开始运用三维地质建模技术,从随机建模发展到以组分模拟器开展注气、化学驱等开发阶段。直到‘资源云’搭建后,这项技术发展至高精度数值模拟技术阶段。”李新华说。

目前,西北油田的碎屑岩油藏利用数值模拟技术优化方案使用率达到100%,碳酸盐岩油藏达到50%。“我们以前采用油藏工程方法计算剩余油分布,一个小区块需要耗费3个人,花费2个月的时间,现在采取数值模拟方法,1个人在两周内可以完成剩余油定量研究。而且以前只能看到剩余油的轮廓,现在能清晰反应剩余油的分布情况,从估算开发转变为可视化开发。”李新华说。

碳酸盐岩油藏非均质性强,油藏像桂林山水的溶洞一般深埋在地下5000多米的深处,该研究院在行业内率先开始碳酸盐岩油藏建模数模攻关。在利用“资源云”大数据后,科研人员建立9个缝洞单元建模数模模型,支撑新井部署12口、单元注水7井组、单元注气15井组,增油14.5万吨,新增经济可采储量165万吨。

科普时报讯(陈小华 杨荣衡 刘勇)8月11日,从生产现场传来喜讯,由川西钻探公司技术应用与研发中心承担定向技术服务的双鱼X133井顺利钻至井深8102米完钻。这口井垂深7498米,最大井斜90.3度,井底水平位移923米,刷新中国石油陆上水平井井深最深、川渝地区钻至8000米以上周期最短等多项纪录。

该井是双鱼石区块第一口水平井,开发意义重大。相比于常规井没有现成的施工资料,井史可以借鉴。接到该井施工任务后,公司立即组织技术专家及技术骨干进行施工难点分析;利用专业软件,进行摩阻扭矩和水力学计算优化,制定了详细的技术措施和复杂处置方案。同时成立单井定向技术攻坚小组,进行全程跟踪指导,并指派队长带队,由具有丰富现场钻井经验和成熟定向施工经验的定向工程师负责施工。根据该井井温高,井底压力大难题,提前组织优选进口双175定向仪器。

直井段钻进过程中,全程采用预弯钻具组合带MWD仪器进行防斜纠斜作业,力求将直井段打直,避免上部井段井斜过大或者局部狗腿过高,为下步定向施工创造良好的井眼条件。造斜段采用水泥浆浆液施工是该区块同类井首次。施工过程中引入高温水力振荡器和西钻“微摆减阻”特色技术,优选钻头,根据实钻情况及及时优化钻具组合,有效解决了造斜段摩阻大、定向托压的问题。同时与地质技术人员配合,在人窗点地层垂厚两次调整提前50m的情况下,顺利入窗。水平段钻进过程中积极和地质导向工程师紧密配合,提前了解地质建模情况,优化井眼轨迹;严格按照建设方要求施工,在满足地质要求的情况下,实现井眼轨迹平滑,保证钻头在产层安全平稳穿越,储层钻遇率达100%。

该井的成功实施,为该区块今后水平井的施工积累了成功的经验,同时为公司培养和储备了超深水平井定向人才。

## 川西钻探完成中国石油陆上最深水平井定向施工



## 射孔新工艺攻克套管变形难题

科普时报讯(葛文帅 于海涛)8月12日,测井公司辽河分公司C4176队优质完成四川项目套管变形的202H64-6井9、10段射孔作业任务。施工首次采用6支射孔枪+贝克10工具泵送外径88mm桥塞,作业一次成功率100%,为复杂的井下环境提供“个性化”施工手段,成功“挽救”套管变形井段以下射孔层段,保障开发进度,助力油气田上产。

202H64-6井是一口投产带压气井,该井储层总体评价为脆性岩石,有利于通过体积压裂形成缝网。独特的地质环境也为射孔施工制造极大的困难。该井共识别出1个Ⅱ级、6个Ⅲ级套变风险段,第8段套变风险因素为裂缝发育,施工难度极大。

项目部组织技术人员与施工人员对如何安全优质完成射孔作业进行反复推敲,决定采用特殊泵送工艺,精心制定了施工方案和作业计划书,详细探讨施工风险和关键点。施工中,各岗位密切配合,工作衔接有序,以3小时每段的速度不间断作业,顺利解决该井工程难题。

## 川南永页5-2HF井二开施工创纪录

科普时报讯(赵成兵 罗卫东)8月10日,西南石油工程公司重庆钻井分公司70837井队施工的永页5-2HF二开钻至井深3645米完钻,平均机械钻速6.63米/小时,创川南页岩气永川区区块二开平均机械钻速最高纪录。

永页5-1HF井位于重庆市永川区宝峰镇,是西南分公司部署在四川盆地川东南低陡构造带璧山-永川断褶带方家沟向斜构造上的三开制开发评价水平井,完钻层位龙马溪组。

针对邻井正在进行采气作业,间距近,直井段易发生交叠,井控风险大等施工难点,施工前,该队认真调研邻井资料,根据各井段的特点,制定详细的钻井技术措施和钻采同步应急预案,并组织员工进行技术交底。

施工中,加强与录井、钻井液、定向、钻头厂家等配合方的沟通协调,在每道工序上挖潜力、抢时效,在确保安全和质量的前提下,优化作业项目;严格执行钻井规范,优选PDC钻头,强化钻井参数,实现安全高效钻井施工。

## 大牛地气田D66-P10井创2019年直井试气新高

科普时报讯(吴永峰 韩蕾 雷涛)8月12日,大牛地气田的D66-P10在太1段单层完成射孔压裂改造当天即出气,日产气3.67万方/天,油压14.4MPa,套压16.4MPa,刷新2019年上吉单层试气最高纪录。D66-P10井是部署在大66井区的一口老区加密调整井,旨在提高老区采收率和储量动用程度。该井段向钻遇4套气层,厚度总计21米,其中太1段钻遇潮坪坝相控下的石英砂岩优质储层3.1米。

D66-P10的单层日产量气的突破,证实了太1段薄层石英砂岩储层高产富集潜力,为太1段开发提供技术支持,为老区剩余气挖潜和调整增强了信心,助力“奋战150天,确保油气全超产”,有利保障了产能建设任务的实施。

## 测井华北分公司再创华北油田水平井传输记录

科普时报讯(李若君)8月14日获悉,测井公司华北分公司C4664作业队历时9天,钻具传输4趟,圆满完成晋古14-55x传输完井和取心任务,完成传输井段长度2631米,再创华北油田水平井传输测井新纪录。

晋古14-55x井,井深4011米,水平位移达2447米,是目前华北油田冀中地区井段最长的水平井。复杂的测井过程,对测井仪器、水平井工具、人员作业都提出了更高的要求和挑战。

三分测井,七分准备。C4664作业队在出发之前,对下井仪器进行优选和通电检查,保证传输过程一次成功;对仪器O圈全部更换,确保在高温高压的井下仪器绝对密封;对绞车和发电机认真检查,确保长时间作业运行稳定;对传输工具认真检查保养,确保湿接头在大斜度处对接一次成功。

服务油气,保障钻探。作业队在施工现场,根据井眼情况、套管情况,优选传输方案,保证传输高效和一次成功。作业队克服高温酷暑、雷电暴雨等恶劣天气的不利因素,在确保人员和设备安全的前提下,通力协作,取得了2631米的优质井下资料和79颗地质岩心。

## 新闻记者证遗失声明

科技日报社记者宋莉,不慎将本人新闻记者证遗失,记者证号: B11007585000169,即日起作废,特此声明。

2019年08月20日



## 中韩石化新增裂解炉土建主体完工

8月13日,炼化工程十建公司承建的中韩石化新增10号裂解炉土建基础主体顺利完工,标志着该工程进入炉本体安装阶段。新增10号裂解炉是中韩石化110万吨/年乙烯瓶颈改造项目中的核心装置,建成投产后将对中韩石化乙烯产能提升具有重要意义。在近两个月时间里,十建公司参建员工累计完成土方开挖1490立方米,绑扎钢筋89.5吨,浇筑混凝土748立方米等土建施工任务。

田文武 摄

## 东胜气田:尾追纤维防砂压裂技术初试成功

科普时报讯(闫志洪)近日,东胜气田JPH-445井盒2-2层可溶桥塞分段压裂顺利完成,创杭锦旗区今年以来规模最大、段数最多的压裂施工新纪录,为防止压后井筒出砂,本次压裂首次采用了尾追纤维防砂新技术,并获圆满成功。

JPH-445井位于内蒙古鄂托克旗境内,构造位置处于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡北部,三级井身结构,该井水平段长1100米,设计人员依据该井储层情况以及规模优化并结合测井综合解释结果,分别为该井12段压裂进行了优化泵注程序

设计。负责东胜气田产能建设运行的华北采气二厂项目部,积极响应分公司提出的“奋战150天,确保油气全超产”的号召,克服暴雨、冰雹等极端天气带来的困难,紧盯施工现场。施工前,管理人员对压裂液、压裂砂、支撑剂、液氮、纤维等压裂材料对照施工方案仔细查看,对压裂设备和工具进行全面检查。由于是首次采用纤维防砂压裂工艺,因此对加入的纤维质量要求较高,对纤维的直径、长度等严格把关,并要求纤维在水中浸泡24小时后,水不变色、不发浑,纤维不变

色。同时,为加快返排速度、增加返排量,采用液氮伴注增能助排,优化液氮泵注程序。

施工中,在泵送桥塞时,他们对泵入液体的清洁程度严格把关,决不允许有砂粒和颗粒,并对加砂量、液量、液氮量以及各段加入的纤维量、加入时间和停止时间等进行全程监督,对仪表车实时监测,全面采集压裂施工的油压、套压、排量、加砂量、液量及砂液比等参数,记录时间间隔为1秒,并确保数据取全、取准。施工结束后,作业队按照要求将该井的压裂施工曲

线图、压裂施工秒点数据等参数严格保管并上报相关部门。

本次压裂施工历时5天,入地总液量3874.5方,砂量512.9方,纤维用量517千克。在采气二厂项目部管理人员的精心指导和施工人员的密切配合下,施工作业顺利完成,并于第二天见气。此井的成功,对今后同类型井压裂新工艺的应用具有重要的指导意义。经过压裂改造数天后,8月12日,该井日产天然气达3.9万方,为东胜气田的快速上产奠定了良好的基础。

## 新疆油田非常规能源开发取得新进展

# 国内陆上固井完井最长水平段纪录诞生

科普时报讯(宋鹏 陈海 王雪刚)8月2日,随着JHW00421井固井碰压成功,新疆油田公司吉木萨尔页岩油井区3100米超长水平段水平井顺利完成固井施工,标志着新疆油田非常规能源开发取得新进展,创造了国内陆上非常规油藏最长水平段水平井下套管固井的新纪录。

JHW00421井是准噶尔盆地东部吉木萨尔凹陷以开发二叠系芦草沟组非常规油藏为目的的一口产能井。该井由西部钻探东钻

井公司承钻,于7月17日完钻,完钻井深5830米,垂深仅2500米,水平段长3100米,水垂比达到1.39。

在准噶尔盆地重点探区现场指挥部的持续关注和有力支持下,该井自方案设计阶段,就充分发挥工程与地质一体化的优势,在储层连续性、具备长水平段钻进的区域优化井位部署,同时工程技术人员通过精细描述地层压力,强化油基钻井液体系性能等研究,解决了多层系、多压力系统同一裸眼段井壁易失稳的难题,确定了技术套管

下至A靶点的井身结构,为后续钻井提供了天然的良好条件。

随着该井的顺利完钻,如何保证顺利下套管和优质的固井质量两个难题摆在面前。由新疆油田工程技术处牵头,开发公司组织工程院、固井公司、准东钻井公司等多家单位围绕难题开展攻关,逐项攻克水平段套管偏心影响顶替效率、油基钻井液在套管和井壁形成油膜导致一二界面胶结质量差,电测井径数据失准影响水泥用量计算等多个难题,并进行下套管摩阻

分析计算,模拟下套管全过程施工,确定了固井方案。为确保方案顺利执行,工程院科研人员在相邻

钻井平台超前论证并跟踪三维轨迹二维化、扶正器优化等多项技术及现场试验。开发公司结合各单位专业优势,组织专业技术专家驻井监督,全程跟踪该井下套管作业和固井作业,确保了套管的顺利下入。

该井实施过程中积累的宝贵经验,将有效引领准噶尔盆地页岩油高效开发技术的不断提升。