

## 确保“十四五”开好局 以优异成绩庆祝建党100周年

石勘院无锡所

海域招商区块评价初战告捷

本报讯 近日,中国石化获得海域4个区块的合作勘探开发权,并参与1个区块的战略合作。

中国海油2020年5月发布招商通告,首次允许国内大型油气企业参与招商。石勘院抽调无锡所盆地中心精兵强将,组织专项攻关团队,克服疫情防控力度大、资料少、时间紧、任务重、英文材料多等困难,实行多学科、跨系统作战,与各油田企业资料互享、信息互通、工作互助,高效完成海域招商区块评价工作。

(宋在超 梁世友 王再锋)

西南油气

对须二段实施体积压裂新工艺

本报讯 3月30日,西南油气首次对须家河组二段储层实施桥塞分段体积压裂新工艺获得成功,为难动用储量升级动用提供了新手段。

须二段储层埋藏深、应力高,属于超致密特低渗储层,前期加砂困难,压后产能差异大,制约气藏高效开发。西南油气工程院借鉴页岩气体积压裂工艺,结合须家河组储层特点,在新盛101井设计大排量、精细分层、纵向多簇的体积压裂工艺,配套可变黏压裂液技术,在储层中形成复杂缝网并沟通远端天然裂缝。

(屈 静 尹 琅)

河南油田

一体化运行增强压裂措施效果

本报讯 记者常换芳 通讯员王 肃 贺子满报道:3月27日,河南油田研究院、工程院、铜川油气开发公司秉承地质工程一体化思路,研讨集团公司首个流转区块旬邑-宜君区块的措施选井工作,最终确定压驱试验井组两个、压裂措施井8口。

鄂尔多斯盆地南部旬邑-宜君区块油藏埋藏浅,人工压裂缝主要为水平缝,导流能力弱,储层纵向动用程度低,注水开发产量递减快,容易面积水淹。去年以来,河南油田决定在该区块实施重复压裂,前四批重复压裂单井并初期日增油1~5吨。三家单位综合分析认为,从地质方面考虑,选取油藏有效厚度大、注采连通好的区域;从动态方面考虑,选取目前产能相对较低、对应注水量较大、射孔层段多、射孔段之间垂向跨度大的油井,压裂效果会更好。

同时,针对部分区域注水压力大、注入困难等问题,三家单位优选不同压裂类型的两个井组9口井开展压驱技术先导试验。

华北油气

实施拉链式作业提高压裂效率

本报讯 3月30日,华北油气在D12-P60井组成功实施首次“拉链式”压裂作业。该井组压裂21段的作业时间共112小时,相比单井“顺序压裂”施工模式,可减少作业等待时间约36小时。

该井组是华北油气部署在大牛地气田大12井区的气藏开发井组,共部署两口水平井。为提升压裂施工效率,华北油气采用可溶桥塞分段多簇压裂工艺,实施拉链交叉作业,即一口井进行加砂压裂作业,另一口井同步进行桥塞工具入井并射孔等作业工序,实现“人停机不休”。

(李 松)

油气田开发专标委

获标准化管理先进专标委称号

本报讯 近日,依托石油勘探开发研究院组织运行的油气田开发专业标准化技术委员会,荣获全国石油天然气标准化技术委员会“十三五”标准化管理先进专标委称号。

油气田开发专标委是全国油气标委下设机构,主要负责石油天然气开发方面国家标准和行业标准的制修订工作。“十三五”期间,油气田开发专标委依托石勘院油田开发所和标准化室,组织标准立项申报41项,修订国家标准1项,制修订行业标准29项,复审标准25项,宣传贯彻31项。

(刘红英 程力沛)



胜利油田河口采油厂通过地质、工艺、工程、成本一体化运行增强水驱效果,两年来共实施水井工作量523井次,恢复水驱储量2300多万吨。图为4月2日,该厂技术人员在渤南注水采气站精细调节注水参数。

吴木水 邵 萍 摄影报道

# 二十载持续攻关 征服特超稠油

原油黏度超过100毫帕·秒就是稠油,超过5万毫帕·秒则为超稠油,而塔河油田的稠油黏度高达几百万毫帕·秒,西北油田采油二厂自2001年建厂伊始就开展稠油效益开采技术持续攻关,到目前已探索形成了五大技术系列、28项关键技术,累计生产原油5400余万吨,撑起了西北油田原油产量的半壁江山

□本报记者 王福全  
通讯员 郑金国 涂 东

西北油田采油二厂是中国陆上最大的稠油采油厂,承担着塔河油田九成以上的稠油生产任务。建厂20年来,该厂稠油开发历经突破禁区、高油价下快速上产、低油价下效益开发三个阶段,先后探索形成稠油开发五大技术系列、28项关键技术,累计生产原油5400余万吨,撑起了西北油田原油产量的半壁江山。

突破“禁区”,打开超稠油有效开采大门

稠油,因胶质沥青质含量大,黏度高、密度大,国外一般称为重油。原油黏度超过100毫帕·秒就是稠油,超过5万毫帕·秒则为超稠油,塔河油田的稠油黏度则高达几百万毫帕·秒。常温下,这种超稠油就像黑泥一样,可用铁锹铲、用手抓起。

这样黏稠的油,很难从地层中开采出来。通常情况下,由于地层温度高,稠油在5000米深处仍有一定的流动性,但随着原油在井筒中温度降低,黏度增大、流动性变差,到井深3000米左右便失去流动性。

“稠油开采本身难度就很大,而塔河油田稠油普遍超深、高温、高压,国内外油田降黏采用的蒸汽热采、闭式热水循环开采、微生物降黏等技术在这里均水土不服。”采油二厂厂长张伟说,该厂在2001年建厂之初,塔河油田稠油开采正处于极其困难的阶段,当年全厂原油产量仅67万吨。

没有路,就闯出一条路。

技术人员创新开展了电缆加热、油管加热、电加热杆加热等井筒加热先导试验。但电加热技术耗电量大,且因原油含水易造成电热杆、电缆被击穿,原油到地面后还需二次降黏,因此首先“出局”。

2001年8月,TK612井酸压后产出稠油。稠油自喷后,温度急剧降低,将井筒和临时地面管线完全堵死,无法正常生产。

技术人员创造性地提出了掺稀油加热的方法,解堵效果良好,由此形成了一种降黏新工艺:向井筒中注入稀油,掺稀生产。

碳酸盐岩油藏地层能量递减快,自喷很快需要机抽作业。技术人员结合稠油特性,配合掺稀降黏工艺,对螺杆泵、电潜泵、抽稠泵、水力喷射泵等设备进行了一系列优化改造,形成了适合塔河稠油开采的人工举升配套技术。

2004年,“塔河油田深层稠油掺稀降黏技术研究与应用”课题立项,技术人员重点开展了超深层稠油掺稀降黏室内试验、数值模拟、工艺技术创新和现场应用等多项研究,在多个领域取得了重要进展。

2005年,采油二厂稠油年产量突破200万吨。面对塔河稠油开发这一世界级难题,西北油田终于找到了打开宝藏的“金钥匙”。

快速上产,形成超稠油开发多种技术体系

2014年,西北油田“超深井超稠油高效化学降黏技术研发与工业应用”获得国家科技进步一等奖。

塔河十二区是这一技术的主要实践对象。

塔河油田稠油多,而塔河十区、十二区的原油又属于“稠油PLUS”。特别是塔河十二区,原油黏度最高超过200万毫帕·秒,属于特超稠油。

“2004年,塔河十区投入开发。2008年,塔河十二区开始动用。别看间隔只有4年,原有的方法就已经不灵光了。”采油二厂开发研究所所长梅胜文说。

从理论上说,稀油掺入越多,降黏效果越好。而现实情况是,稀油价格高,在保证降黏效果的前提下,稀油用量越少,经济效益越高。但致命的是,塔河油田稀油产量并不高。

“在‘水少面多’的情况下,唯有优化掺稀比例,用有限的稀油开采出最多的稠油,才能保持产量稳定增长。”梅胜文说。

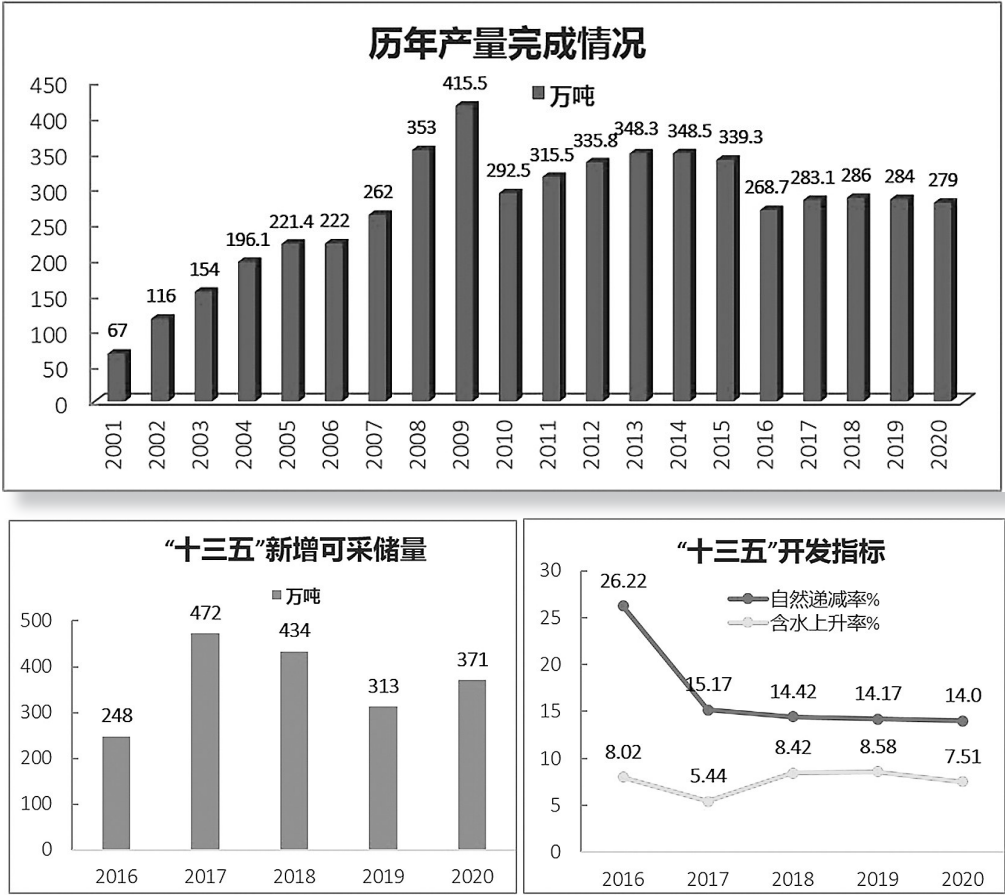
塔河十二区特超稠油的高黏度,给掺稀降黏带来巨大挑战,加上配套举升工艺不给力,油井非正常停产时间明显延长,井下作业难度大。

技术人员开始在掺稀工艺优化、



链接

西北油田采油二厂主要开发指标持续创优



“黏人”的流体

任何流体都有黏度。黏度越高越难以流动。黏度与温度有关。以下是常见流体在20摄氏度的黏度。

流体	黏度(毫帕·秒)
空气	0.018
水	1
啤酒	1.1
牛奶	3
果汁	60
食用油	65
稠油	>100
酸奶	150
止咳糖浆	190
番茄酱	1000
洗涤剂	1500
蜂蜜	3000
糖蜜	10000
特稠油	10000~50000
巧克力	17000(50摄氏度)
超稠油	>50000

稠油举升工艺升级等方面开始了技术创新的“新长征”,并取得了一个又一个胜利。

2008年,首创中质油混配工艺,将稀油与密度较低的“轻稠油”按不同比例混合,配制成中质油,大幅增加了可用掺稀油资源。

2009年,自主研发电缆穿越封隔器稠油接力举升技术,以接力举升实现能量传递,很好地解决了稠油深抽的问题。该技术为国内首创。

2012年,自主研发尾管悬挂装置,有效解决了塔河十二区北部稠油井稠油与稀油难以充分混合的难题,在提高稀油利用率的同时,改善了抽油机工况。

2012~2016年,成功研制出侧向进油大排量抽稠泵,解决了塔河十二区因掺稀比高导致排量受限的难题;后经不断改进,创新研制双绝缘双护套电缆、电泵尾管悬挂装置、小扁电缆插头等配套装置,形成了适应性更强的深抽抗稠油泵技术。

2017年,创新形成了以矿物绝缘加热电缆技术为核心的自喷井加热、抽稠泵泵下加热等技术,提高了加热效率,增加了电缆强度,为进一步降低掺稀比提供了可靠的技术手段。

2018年,引入纳米保温油管技术,实现原油在纳米保温油管内加热、保温开采。

经过持续创新,塔河稠油开发逐渐形成了不同岩溶背景井网构建技术、不同油品性质稠油开采技术,以及相关配套技术等五大技术系列,同时

形成矿物绝缘加热电缆、纳米保温油管、抗稠油泵等28项关键技术。

在这些技术的加持下,2008年,采油二厂原油产量突破300万吨,成为中国石化第一大采油厂。2009年,原油产量达到415.5万吨,占西北油田年度总产量的63%。2009年10月,采油二厂部分区块划给新成立的采油三厂,原油产量继续保持增长势头,从2010年的292.5万吨提高至2014年的348.5万吨,年均增长近14万吨。

经过15年发展,塔河稠油实现从突破到上产的跨越,成为西北油田原油产量持续增长的主力军。

更低成本,超稠油迎来效益开发春天

4月5日,TH12261井日产原油11吨,压力、产量保持稳定。该井前期因底水上升、注气效果变差等问题,原油日产量曾一度降至3吨。2020年2月,技术人员对该井实施不动管柱堵水作业,效果良好。该井至今稳定生产14个月,累计效益增油超3000吨。

不动管柱堵水技术是采油二厂自主研发的低成本系列工艺技术之一。塔河稠油开发成本远高于普通原油。2014年下半年以来,持续低油价给稠油生产带来致命冲击。

“低油价下,西北油田所有措施方案都要经过经济评价,按预期效益排队实施。而我厂基本都是稠油井,评

价为低效、无效的油井,只能维持现状或暂时关井。”张伟说,“主力区块塔河十二区62口生产井中,被关停或暂停措施作业的曾一度达33口,区块原油日产量由最高时的5800多吨降至不到4100吨。”

2015年,采油二厂生产原油337万吨,比上年降低11万吨。这是该厂建厂14年来,产量箭头首次向下。

稠油能否实现效益开发,成为产量突围的关键。自2015年起,采油二厂全力推进低成本稠油开采工艺技术的研发和推广,在控制自然递减、增加经济可采储量、提高采收率等方面全面出击,走出了一条超稠油也能实现效益生产的突围之路。

自然递减创历史新低。塔河稠油油藏属于碳酸盐岩缝洞型油藏,油水关系复杂、含水上升规律差异大,油井见水后产量快速下降,导致控制自然递减一直是稠油生产的痛点。2015年以前,塔河稠油油藏的自然递减率一直在16.5%左右。

“十三五”以来,技术人员进一步深化岩溶规律认识,结合风化壳、断裂、水系三大岩溶背景,精细刻画缝洞体空间展布特征及连通模式,形成了一套可量化、易推广的技术体系。他们将影响稠油自然递减的因素细分为5大类16亚类45小类70个节点,分因素建立了相应的自然递减控制对策。2020年,采油二厂稠油自然递减率降至14%,创历史新低。

低成本提高采收率技术获得突破

性进展。技术人员围绕提高井周剩余油动用程度,在构建井储有效连通关系、增强水驱与气驱效果、高含水井治理三个方向形成技术系列,开发出6项关键技术,初步形成了适应塔河油田缝洞型油藏特征的提高采收率技术体系。目前,这些技术现场应用132井次,累计增油达9.6万吨。

技术人员还创新形成“四线三定”定量表征征技术系列,通过应用试井曲线、注水指示曲线等“四线”资料,结合地震“三定”资料,准确表征储层结构、流动能力和能量,创新发展了国内独有的缝洞型油藏工程表征技术系列。近3年,缝洞油藏表征和量化技术将挖潜有效率由78%提高至85%。

此外,塔河稠油开发还形成了不动管柱堵水、短半径侧钻及调流势控水等多项低成本技术,有力抵御了油价寒冬,超稠油迎来效益开发春天。

2020年,采油二厂稠油采收率达16.4%,比2016年提高1.3个百分点;经济可采储量达371万吨,比2016年增加123万吨;稠油开采盈亏平衡油价为40.16美元/桶,比2016年降低6.24美元/桶,降幅达13.4%。

油稠人不愁,稠油效益开发同样大有可为。当前,采油二厂正全力突破油藏地质研究、采油工艺等六个方面的瓶颈,力争以更高产量、更优效益实现稠油更高质量发展。