

喜迎二十大·油气勘探开发一线行

走进大牛地和东胜气田

破解复杂致密砂岩气藏效益开发难题



企业名片

大牛地气田

位于陕蒙交界处毛乌素沙漠的大牛地气田,面积2003平方千米,因气田开发初期在大牛地村周边而得名。大牛地气田拥有上下古生界多套气藏,具备典型的“低压、低渗、低丰度、低产”四低特征。历经20年的勘探开发,大牛地气田快速发展,已跨入国内十大气田行列,累计产气455亿立方米,年产气30亿立方米以上。

东胜气田

位于内蒙古自治区鄂尔多斯市杭锦旗境内,距大牛地气田200千米,面积7700平方千米,因鄂尔多斯市过去名为东胜市而得名。东胜气田属复杂致密高含水气藏,高含水区块占比70%以上。自2015年进入规模开发期。目前,东胜气田已累计产气74亿立方米,具备年产气20亿立方米能力,是中国石化重要的上产阵地之一。

石化科普

大牛地、东胜气田效益开发有哪些技术利器?

强非均质致密砂岩气藏剩余气定量表征技术

揭示了强非均质致密砂岩气藏剩余气形成机理,创建了基于水锁、应力敏感、启动压力梯度的致密储层剩余气定量描述技术,压力预测精度85%;实现剩余气定量描述,明确了大牛地气田6类剩余气分布模式,评价效益动用储量约600亿立方米,支撑了气藏剩余气挖潜与调整。

盆缘复杂带富集区优选技术

针对盆缘复杂带天然气差异成藏规律开展攻关研究,建立了“源-储-输-构”为核心的开发选区定量评价标准,形成了沉积模式约束下的地质-地震一体化甜点识别描述技术,优选出锦58及锦30井区有利富集区可动用储量750亿立方米,支撑新建产能25亿立方米。

不同类型气藏开发部署技术

针对东胜气田气藏类型多样的特点,瞄准不同类型气藏储层发育规模、心滩叠置样式及物性等特征,开展井网井型优化研究,形成了气藏储层构型定井型、效益最优定井组的多层位、立体式的混合井型+丛式井组开发部署技术,一次性井网储量动用率81%,平均单井钻采投资降低10%,实现复杂含水气藏的规模动用。

非均质致密气藏储层保护技术

自主研发致密低渗气藏电阻率岩芯侵入深度评价方法,明确低渗差、无土相、全酸溶是致密储层保护关键要素。自主研发无土相储层高性能钻井液体系,渗透率伤害小于9.45%。目前,在气田优化推广27口井,单井成本降低82%。

本报记者 马献珍 通讯员 赵楠

6月,记者驱车来到大牛地气田、东胜气田所在的毛乌素沙漠。与想象中的不同,沙漠上生长着连绵不断、色彩丰富的植被。沙漠下铺设着总长度5000多千米的输气管道,国内十大气田之一的大牛地气田就诞生在此。截至目前,承担这两个气田开发的华北石油局累计新建产能113.5亿立方米,天然气累计提交探明储量7296.41亿立方米;向沿黄河6省区供气超过530亿立方米,为黄河流域生态保护、建设“美丽中国”作出了贡献。

坚定信心,挑战规模开发难题 | 实时调整,优选技术提升产量 | 措施挖潜,延长气田寿命周期

2022年是东胜气田持续稳产30亿立方米的第10个年头。回想起20年前开发之初,时任华北石油局副总工程师的刘克成感慨万千:“别说要建10亿立方米产能,能建3亿立方米都不敢想。”这里的天然气储存在致密的砂岩层,被喻为“磨刀石”,实现效益开采属于世界级难题。

开发区地层古老而坚硬,钻成一口直井需要半年甚至更长时间,有时钻进1米需要几个小时,钻头钻几米就要更换,单井投资高达1000多万元,气田开发综合成本居高不下。

尽管困难重重,华北石油人发扬敢于碰硬的钻研精神,在经历一项项试验、一次次失败后,2003年,终于成功探索出快速钻井的技术,单井钻井周期压缩了三分之二,气田有效开发有了希望。

2004年,气田开发先导性试验正在紧张进行中。当年,气井因发生冻堵,生产时率仅为70%,几乎都是靠人力不间断进行解冻堵作业来维持天然气生产的。

为突破这一瓶颈,时任华北采气一厂技术员的李冰毅经常深夜蹲守在冰天雪地里,细心观察现场试验效果。历经两个冬季的反复验证,他们终于开发出一套用甲醇防气井冻堵的系统方法,并于2005年在气田推广应用。

那一年,大牛地气田正式拉开效益大开发序幕,实现了当年建设、当年投产、当年向华北地区供气,当年建成10亿立方米产能,打破了致密砂岩气田难以效益开发的魔咒。

“随着气田进入规模开发,遇到的难题接连出现,但我们能运用针对性的工程工艺技术进行破解。”华北石油局副总工程师刘克成说。

大牛地气田自上而下有7套气藏。开发初期,按照“先肥后瘦”原则,针对气藏显示较好的层位部署开发井,以直井单采为主。之后,通过打开两套以上的气藏,气田开发进入了多层合采阶段。

历经5至6年开发,较好的气层先后被开发,占据储量三分之二的较差气藏无法采用直井实现效益开发。此时他们想到了水平井,沿气藏横截面穿越,可以获得更大的泄气面积。经过几年反复试验,2012年水平井在大牛地气田成功应用,单井产量提升2-3倍,当年全部运用水平井建成10亿立方米产能。

大牛地气田年产量跨越30亿立方米后,寻求资源接替摆在华北石油人面前,他们一面瞄准大牛地气田北部的杭锦旗区块,一面向大牛地气田下古生界进军。

杭锦旗区块位于大牛地气田北邻,同属于致密低渗气藏。“但是该区块属于国内罕见的高含水气藏,气井在生产过程中发生频繁水淹,产量递减快,稳产上产难度大。”华北石油局采气二厂厂长齐宏伟介绍。

经过3年多的差异化排水采气技术先导性试验,杭锦旗区块自2015年进入规模开发,年产量连续7年攀升。目前已经建成年产20亿立方米产能的东胜气田。同时,大牛地气田下古生界开发也实现了突破性进展,为气田稳产发挥重要作用。

“气田管理水平是体现在对老井的管理方面,它关系到气田的寿命周期及可持续发展。”华北石油局采气管理专家王立新介绍。

随着气田深入开发,部分老井进入衰竭期,成为低效、无效井,气田综合递减加快。今年,华北石油局将对老井的措施维护作业当成一项重点工作推进,计划全年措施增产达到1.7亿立方米。

华北采气一厂编制措施作业管理提升方案,从方案设计、工艺技术水平等方面制定5大类11项措施。目前,DK13-PP13等3口井相继措施完井后,增产效果显著。今年已完成措施井8口,累计增产232.4万立方米。

今年以来,东胜气田拥有的600余口生产气井中,因井内堵塞、遗留节流器,90多口气井不能正常生产,严重影响气田稳产增产。

JPH-469井节流器失效,堵塞油气管道,随时有可能发生水淹关停。采气二厂多次进行打捞均未成功。他们总结经验,优化措施,5月9日,经过4个小时艰苦努力,节流器被成功提出井口。“这为我们处理类似的井积累了经验,同时节约了带压更换管柱施工作业费近60万元。”技术人员杨亮亮说。

截至目前,东胜气田实施措施作业8口井,已投产5口,累计增产116万立方米。“下一步,我们继续对地层能量足、钻遇显示好、具备潜力的关停井逐井分析排查,让这些井重新焕发活力。”杨亮亮说。

▲大牛地气田天然气处理厂员工对天然气外输设备进行安全巡检。本报记者 胡庆明 摄

一线故事

姚昌宇:手握利剑让气龙腾飞



姚昌宇在东胜气田压裂作业现场进行压裂液性能测试。赵楠 摄

本报记者 马献珍 通讯员 赵楠

“目前保产形势严峻,我们更应该保证每口井的改造效果,将少井高产的作用发挥到极致。”在公司勘探开发工程技术研讨会上,总能听到姚昌宇铿锵有力的声音。姚昌宇是谁?

记者在DK13-PP24井现场施工的压裂车上找到了他,华北石油局石油工程技术研究院储层改造研究所所长。入职12年来,不论是鄂北天然气主力区、鄂南致密油田,还是外围探区富集、定北,在重点井、首口风险井的现场,总能看到姚昌宇的身影。

2020年,鄂尔多斯盆地致密低渗油藏单井产量连年降低,姚昌宇率先提出应用密切割多簇压裂技术。该技术在锦58井区一经推广,就解决了分散心滩和微裂缝发育储层高效动用难题,压后单井日产量由3.1万立方米提升至5.6万立方米。

面对东胜气田含水气藏、气井液比高、产量低、关停井多等问题,姚昌宇坚持从差异化设计上谋突破,从点滴中提效益。他改变以往含水气藏动用思路,建议采用大规模透气疏水压裂技术。在他的带领下,技术团队攻关形成含水气藏差异化增气控水压裂技术,单井产能提高56%~63%。

别人都说姚昌宇推广的技术总能取得成果,产量提升都能获得突破。看似巧合的背后是姚昌宇12年如一日的潜心研究。今年端午节前,他在现场连轴转,一待就是3个月,日夜奔波于大牛地和东胜气田压裂现场,只能在坐车去井场的途中偷偷补个觉,但是只要一到井场,他就立刻精神抖擞。站在压裂仪表车上,他眼睛从来不会离开施工曲线,稍微一个波动,他都会反复对比测井图和压力图,不放过任何一个细节。在他的火眼金睛下,JPH-489井获得无阻流量超百万立方米。打开思路的姚昌宇乘胜追击,接连打造出J30-4-P11井、J30-4-P7井等8口配产超10万立方米的气井。

姚昌宇说,试气作业时巨大的气流腾空而起,火龙高达十几米。看着气龙腾飞,他感觉自己像是握着一把劈开地层的利剑。那个瞬间,所有的辛苦都化为兴奋快乐,所有的付出都是值得的。

大牛地气田东胜气田大事记

2002年 大牛地气田实施先导性试验,拉开了气田大开发的序幕。

2003年 高速钻头试验成功,大牛地气田钻井周期由100多天压缩到30天以内,使效益开发成为可能。

2005年 大牛地气田进入规模开发期,实施直井单采,2005年实现当年开发、当年建成10亿立方米产能,年产量4亿立方米,当年向北京供气。

2007年 大牛地气田实施直井多层合采,新建产能4.3亿立方米,年产量23.3亿立方米。对直井难以效益开发的次类气藏,持续进行水平井开发试验。

2012年 大牛地气田水平井试验成功,成为全国唯一全部利用水平井建成的10亿立方米产能的气田,年产量27.3亿立方米。

2015年 东胜气田经过4年多的先导性试验,开始规模开发。大牛地、东胜气田进入混合井组立体开采阶段,年产量32.6亿立方米。

2021年 两大气田年产量增加至50.8亿立方米,创历史新高。