



确保“十四五”开好局 以优异成绩庆祝建党100周年

中国石化2020年“十条龙”出龙项目之“超深高含硫气田提高采收率技术”

天然气开采属于能量衰竭式开采,气田在开发中后期难逃产量衰减的宿命,中国石化组织中原油田、石油勘探开发研究院、西南油气三家单位联合攻关,创新形成超深高含硫气田提高采收率技术,整体达到国际领先水平,应用后新增可采储量226.27亿立方米、新增年产能14.9亿立方米,普光、元坝气田采收率提高6.2个百分点,将有效指导我国后续高酸性气田的开发

高含硫气田“逆天改命”不是梦

中国石化攻关形成高含硫气藏控水、控硫与提高采收率技术

普光、元坝气田采收率提高6.2个百分点

天然气开采和油田开发不一样,没有二次开采、三次开采,只有一次开采,属于能量衰竭式开采。因此,气田进入开发中后期,难逃产量衰减的宿命。普光、元坝气田在经历10年高效开发后,怎样才能“逆天改命”,实现持续稳产高产?从2018年开始,按照集团公司部署,中原油田、石油勘探开发研究院、西南油气三家单位联合开展技术攻关,到2020年底逐步形成了高含硫气藏控水、控硫与提高采收率技术,应用后新增可采储量394.51亿立方米,新增年产能14.9亿立方米,普光、元坝气田采收率提高6.2个百分点。

石化天然气总产量的43%,成为低油价下重要效益增长点。但从2018年开始,普光、元坝气田相继步入稳产末期,储层纵、横层间差异大,水侵及硫沉积影响日益严重,产量急剧下降。但国家对天然气的需求不断增长,需要气田稳产高产。

据了解,目前全球已发现400多个具有商业开采价值的高含硫气田,主要分布在加拿大、俄罗斯、美国、法国、德国、中国和中东地区。其中,俄罗斯的奥伦堡气田储层非均质性强,边水发育,开发早期即面临气井水淹问题,后期通过采取排水、阻水等工艺,采收率由40%提高到65%。与之相比,四川某气田曾采用大压差方式生产,8年后全面水窜,年递减率高达32.6%,因气田调整及提高采收率技术未及跟上,动用储量损失50%以上,采收率仅为36%。和该气田相比,普光、元坝气田储层类型更复杂,埋藏更深,加之水侵及硫沉积影响,至2018年采收率为48%~57%,仍有较大提升空间。

为此,2018年1月,集团公司将超深高含硫气田提高采收率技术列入“十条龙”项目,组织三家单位共同攻关。

高含硫礁滩相气藏开发特征复杂,有效提高采收率面临储层精细描述、剩余气挖潜、控硫、控水等方面的严峻挑战,科研团队重点开展储层精细描述、剩余气分布规律研究、控水稳气、气井增产及湿气增压集输等技术攻关。

为加快推进现场试验,确保研究成果尽快落地见效,项目还专门设立了现场实施组,根据生产计划加强新技术现场应用。项目运行中,中原油田主导建立了季度报表和视频例会机制,每半年开展一次实物工作量检查和中期评估,保障项目顺利运行。

经过三年攻关,到2020年底,科研团队创新形成了低孔低渗滩相薄储层有效动用技术、高含硫气井硫沉积治理技术、高含硫气藏控水稳气技术、高含硫气田湿气集输系统增压开采对策等5项关键技术,共获得25项发明专利、3项软件著作权,有力支撑了普光、元坝气田稳产高产。



中原油田部署实施调整井普光10S-10T井,提高气田采收率。白国强摄

工程院大陆架公司 填补一项国内技术空白

本报讯 由石油工程技术研究院德州大陆架公司自主研发的VO级密封式尾管悬挂器,目前已在中国石化顺北油气田、元坝气田、中国石化呼图壁储气库,以及中国海油南海西部成功应用17井次,填补了国内VO级固井封隔器气密封技术空白。

这项技术是解决高温高压油气井环空气窜难题的关键,也是保障油气勘探开发安全的重要手段。大陆架公司历时3年攻关,最终实现封隔器在200摄氏度、气密封70兆帕下零气泡泄漏的VO级指标,形成了一套拥有自主知识产权的VO级耐高温高压固井封隔器气密封技术,达到国外同类技术先进水平,并取得挪威船级社(DNV)和美国石油学会(API)VO级产品认证,成为“大陆架”品牌在世界石油工程竞技场展示“中国智造”的新名片。(孙健 段风华 任丽丽 张金法)

胜利石油工程钻井院 获一体化服务甲级资质

本报讯 近日,胜利石油工程公司钻井工艺研究院获得中国石化钻完井一体化服务甲级资质,具备了承接一体化钻完井大包项目的实力。

近年来,胜利钻井院针对区域钻井提速技术难题,凭借自身钻井工程专业门类齐全、产业链完整的优势,开展了井筒一体化提速增效技术攻关研究,实现了钻井工程设计、钻井液、轨迹控制、钻头、提速工具、取芯、固完井,以及地面自动化装备、钻井信息系统等多个专业的技术串联和资源优化配置,服务于东部中深层和滩浅海、西部火成岩及川渝页岩气勘探开发,显著降低综合施工成本。

近日,由该院提供一体化服务的涪陵1井顺利完钻,创一开机械钻速、二开取芯机械钻速最高两项区域施工纪录。在江西鄱阳1井,该院提供的一体化服务有效克服工期紧、地质条件复杂等困难,顺利完成3000米勘探任务,获甲方致信感谢。(王宁 董广华)

豫西-渭河盆地 二维地震勘探项目收官

本报讯 2月20日,伴随豫西大地一声沉闷的勘探炮响,地球物理公司华北分公司SGC2114队承担的华北油气豫西-渭河盆地二维地震勘探项目收官。

本次勘探历时88天,共完成3条大剖面,满覆盖工作量377.14千米,获得地震原始记录8764张,现场评价单炮一级品率达92.6%。

该项目工区涉及山西、陕西、河南3省5市19个县区67个乡镇,地表有山地、平原、黄土塬、丘陵、河滩水域、城镇,施工环境极其复杂。SGC2114队开展了精细尽职调查,发扬特别能吃苦、特别能战斗、特别能忍耐、特别能奉献的精神,克服生产战线长、疫情防控要求高、设备搬迁距离长及油地关系复杂等困难,创出日生产476炮的好成绩。(解核心 周伯炯 赵万红)

关键技术 1

低孔低渗滩相薄储层有效动用技术 勇啃薄差层

普光、元坝气田经历多年高效开发,“肥肉”已基本吃完,要想保持稳产,只能去啃“硬骨头”——开发薄差层。

但以识别和开发优质储层的技术,面对薄差层几乎无济于事。薄差层仿佛披着“隐身衣”,不仅常存在于边边角角,难以寻找,而且往往与非储层混为一体,“纠缠不清”。对此,研究人员创新形成基于相控的低孔低渗滩相储层精细预测技术,如同练就一双“火眼金睛”,将低孔低渗滩相储层厚度预测符合率由65%提高到81.6%。

薄层开发难度大,测算不到位就可能入不敷出。研究人员建立储层有效动用潜力综合评价指标,形成低孔低渗气藏储量有效动用对策技术,储层动用下限由孔隙度5%降至孔隙度3.5%,新增可动用地质储量220.5亿立方米。

在对储层的改造中,研究人员创新设计“分段封隔器+多级滑套”酸化(压)管柱,以及“滑溜水+清洁剂+缝内暂堵”交替注入工艺,形成低孔低渗滩相有效改造技术,能够最大限度提高裂缝复杂程度,实现单井缝控储量最大化。



中原油田研发井筒硫沉积解除技术,实现气井高产稳产。白国强摄

关键技术 5

高含硫气田湿气集输系统增压开采对策 增压开先河

采气靠的是地层压力。但随着气田进入开发中后期,地层压力变小,部分气井油压渐渐接近集输压力。在地层压力无法改变的情况下,要想让井底的气出来,办法只有一个:增加集输系统的压力,降低气藏废弃压力,延长稳产期,提高气田采收率。

但是,国内并无高含硫湿气增压集输的先例。研究人员创新形成高含硫气田集气站湿气增压工艺,达到

了增压5兆帕的要求,提高气田采收率4个百分点以上。

在研究攻关中,中原油田和相关厂家合作,研制出国内首台高含硫往复式压缩机。气井中的硫化氢如果在进入压缩机前不分离出去,将极大影响压缩机的性能。研究人员在压缩机上创新设计旋流式高含硫天然气分水分离装置,具备除硫清洗功能,形成“旋流分离+过滤分离”的高含硫集气站分水分离工艺。

关键技术 2

生物礁储层精细刻画及高效动用技术 巧采“蜂窝”气

在普光和元坝气田,还有一种气藏像“蜂窝”一样,与滩相储层完全不同。

它们的形成过程是这样的:在漫长的时间里,造礁生物因海水深度及光照、氧气含量的变化,围绕古地貌高地垂直或侧向生长,长成一坨一坨的“蜂窝”,每个“蜂窝”里都装着天然气,正所谓“一礁一气囊”。

生物礁如同调皮的孩子,有的三三两两聚在一起,有的则游离于群体之外,行踪不定。怎样才能准确找到它们?研究人员创新形成了以古地貌、瞬时相位、频谱成像和三维可视化为核心的礁体内幕结构精细刻画技术,将普光气田生物礁储层预测精度由78%提高到86.5%。

礁体如同一座大楼,搞清楚哪间屋子装的是气、哪间装的是水,才能有针对性地部署井位,避免打到水层。针对礁体储层叠置关系复杂的特点,研究人员形成了生物礁动用潜力定量判定方法,建立了复杂礁体井型、采气速度、避水高度等技术政策确定图版,新增可动用地质储量174亿立方米。

普光和元坝气田高含硫化氢,安全永远是第一位的。

同样是射孔和酸压作业,对常规气井来说非常简单,可在高含硫化氢气井就相当棘手。常规气井进行射孔作业,通常会把油管拔出来,作业完成再下入井底。但为避免硫化氢泄漏风险,高含硫化氢井下入的是作业生产一体化永久不动管柱,如果进行射孔作业,射孔弹就要穿过油管、套管及油管之间的环空区域,属于世界级难题。

对此,研究人员持续攻关,独创抗硫无枪身深穿透射孔系统及过油管精准安全射孔工艺,达到了深穿透、大孔径射孔的目的,可完成对生物礁储层的深度改造,射孔成功率、有效率达100%,整体性能指标与国际大公司无枪身射孔技术指标相当,实现了装备技术国产化。措施后单井平均增气4.6亿立方米,平均成本比国外技术低90万元。

此外,研究人员创新设计过油管电缆输送无枪身射孔管串结构,研制了抗硫化氢减震器及磁定位、伽马、温度、压力四参数测井仪,首次将温度、压力监测引入射孔作业,实现射孔状况实时评价,有效保障了射孔作业安全。

关键技术 3

高含硫气井硫沉积治理技术 高效除“污垢”

随着普光、元坝气田步入稳产末期,地层单质硫析出,严重影响气田产能。

地面集输管线、井筒中的单质硫,就像水管中的污垢,必须彻底去除才能保证输气能力。

针对高含硫气藏硫沉积规律认识不清的问题,研究人员开展单质硫溶解析出试验分析,首次建立了高含硫气藏地面-井筒-地层一体化硫沉积预测模

型。在此基础上,研究人员攻关井筒与集输系统硫沉积治理技术。他们创新研发了井筒、地面一体化高效环保新型溶解剂体系,复合硫沉积物溶解率达90%以上;设计了循环浸泡、连续加注等井筒、地面溶解工艺,实现高速溶解,累计实施35井次,累计增气4.28亿立方米。

关键技术 4

高含硫气藏控水稳气技术 精准治水侵

气井见水,是稳产大忌。但随着气田深入开发,这又是必然现象。

礁滩相储层非均质性强,水侵预测及治水难度大,对此,研究人员创新形成了完善的高含硫含水气藏全生命周期控水稳气技术。

治水,首先要了解地质特征,掌握水的推进规律。研究人员创新建立礁滩相双介质储层水侵动态预测技术和剩余气挖潜技术,能准确识别气水界面及出水点,掌握气井出水规律,预测误差在3个月

以内,填补了国内高含硫气井找水技术的空白。在此基础上,研究人员创新研发高含硫气井治水工艺。他们自主研发了多组份饱和度和测井仪,创新形成中子爆发延迟能谱测量方法和解谱技术,为我国酸性气田饱和度和测井提供了技术支撑,改变了同类测井装备长期依赖进口的局面,增强了我国饱和度和测井技术的全球竞争力;首创了高膨胀率抗硫堵水桥塞及耐硫自愈水泥浆体系,设计了过油管堵水工艺,有效复产水淹停产井。

石化员工团购网 百万石化员工专属优惠购物平台

中国石化供应商 锡安达防爆电机 与世界同进步