



巴山建气田 “福气”送万家

——记国家科技进步特等奖项目“特大型超深高含硫气田安全高效开发技术及工业化应用”

许颖 刘晓敏

安全高效开发利用高含硫天然气资源,不仅能为我国提供大量清洁能源,还可以将剧毒的硫化氢转化为国家紧缺的化工原料,对保障国家能源安全、促进国民经济发展具有十分重要的意义。为此,国务院将“川气东送”工程列为“十五”国家重点工程,普光气田是工程的主供气源。

2003年,中国石化在四川东北地区发现迄今为止我国规模最大、丰度最高的特大型整装海相高含硫气田——普光气田。2005年1月,中原油田承担普光气田的开发建设管理任务,并启动高含硫气藏安全高效开发关键技术研究。2009年,普光气田建成投产。普光气田的成功开发,填补了我国高含硫气田开发技术的空白,使我国成为世界上少有的几个掌握高含硫气田高效开发核心技术的国家之一。2012年,“特大型超深高含硫气田安全高效开发技术及工业化应用”项目荣获国家科技进步特等奖。

十余年来,中原油田不断推动核心技术迭代升级,实现了普光气田安全平稳生产,累计生产天然气905亿立方米、硫黄1868万吨,惠及四川和长江沿线80个城市、数千家企业、近两亿人口,为长江经济带绿色发展注入清活动能,在保障国家能源安全、改善区域能源结构的进程中,彰显了国企担当。

自主创新,掌握破解难题的核心

大自然丰厚馈赠的背后,是世界级难题的挑战。作为川气东送工程的主供气源,普光气田集超深高压、剧毒强腐蚀于一体,气藏埋藏深、施工难度大;硫化氢含量高达15%,是致人死亡浓度的数百倍。而在当时,国内外没有成功的开发技术和经验可以借鉴。一系列世界级难题横亘在气田开发者面前。

中国石化组织成立近3000人的产学研团队,针对高含硫气田开发技术难题,规划攻关技术路线,开展联合攻关。

通过艰苦攻关及现场工业化应用,科研人员攻克了高含硫气田腐蚀防护技术难题、高含硫天然气特大规模深度净化及硫黄安全储运难题、高含硫气田安全控制难题、抗硫管材国产化难题,取得了重大突破。自主创新特大型超深高含硫气田高产高效开发技术,建成年产100亿立方米的普光气田;自主创新高含硫天然气特大规模深度净化技术,高含硫天然气处理能力120亿立方米/年;自主创新特大型高含硫气田安全控制技术,建成国内首座

项目名片

名称:特大型超深高含硫气田安全高效开发技术及工业化应用
奖项:国家科技进步特等奖

完成单位:中原油田、石油勘探开发研究院、西南油气分公司等十余家单位
主要成效:项目成果在普光气田产能建设中得到极大推广应用,直接指导普光气田方案编制、开发井位优化、气井射孔、酸压改造、集输和腐蚀防治等工作,使国内难以开发的高含硫气藏首次得到有效利用,对缓解我国天然气供需紧张、指导国内元坝等类似高含硫气田的安全高效开发起到重要作用。



图为普光气田钻井施工现场。

复杂山地油气田应急救援基地,确保了安全生产;自主研制3种高含硫气田关键管材,打破国外技术封锁,实现国产化,各项性能指标达到国外同类产品先进水平,价格降低35%到50%。

气田投产以来,气井产能高,储量落实稳产基础牢固,采气、集输、净化联合装置运行平稳,各项经济技术指标均优于方案设计。

持续攻关,形成较完备的高含硫天然气安全高效开发与净化技术

进入“十二五”后,普光气田进入全面生产阶段,需进一步研究气田开发规律、攻关稳产增产、腐蚀控制及优化运行等技术,保证气田安全、高效、平稳运行;

在“十一五”研发抗硫油管、套管、燃烧炉等产品的基础上,自主研发高含硫气田开发关键的两种装备(HH级抗硫采气井口和抗硫高压分离器装备)及3种管材(大口径抗硫输气管、6英寸抗硫钻杆、大口径双金属复合管)。形成的复杂高含硫气田水平井整体开发、特大型高含硫气田高产稳产及高含硫气田开发

高效开发理论,攻克开发生产及净化运行重大技术难题。

科研人员针对礁滩相气藏微裂缝发育的特点,建立双重介质气藏中液态硫渗流和固态硫颗粒运移的渗流数学模型两项高含硫气田开发理论模型,丰富了大型油气田及煤层气开发理论,属于国内外首次。形成礁滩相双重介质储层精细描述技术、高含硫气藏开发动态模拟与评价技术、高含硫气藏开发监测技术、高含硫气井稳产增产工艺技术、高含硫气田湿气集输硫沉积与腐蚀控制技术等7项高含硫气田安全高效开发关键技术,进一步发展了复杂类型气藏开发技术系列。

在“十一五”研发抗硫油管、套管、燃烧炉等产品的基础上,自主研发高含硫气田开发关键的两种装备(HH级抗硫采气井口和抗硫高压分离器装备)及3种管材(大口径抗硫输气管、6英寸抗硫钻杆、大口径双金属复合管)。形成的复杂高含硫气田水平井整体开发、特大型高含硫气田高产稳产及高含硫气田开发

工程装备国产化3项标志性成果,对重大专项总体目标的实现起到积极作用。首次采用水平井成功开发复杂高含硫气田大湾气田,普光特大型高含硫气田实现高产、稳产。

“十二五”期间,大湾、元坝气田新建生产能力72.8亿立方米/年,普光气田实现高产稳产、集输系统平均腐蚀速率控制在0.04毫米/年、天然气净化装置能耗降低15%、天然气净化收率提高1.02个百分点。

立足安全稳产,夯实川气东送气源基础

通过“十一五”“十二五”期间持续攻关,创新形成高含硫气田安全高效开发技术系列,建立我国高含硫气田安全开发标准体系,实现抗硫关键装备及管材国产化,使我国成为少数几个掌握开发特大型超深高含硫气田核心技术的国家之一。

随着气田的开发,普光、元坝气田储层类型复杂,实现长期稳产难度大。并且,硫析出对气田开发的影响大,国内外缺乏成熟的理论与技术。同时,高含硫气田中后期安全环保风险持续增高,安全管控更困难。另外,大型高端装备存在“卡脖子”风险,必须实现国产化。

针对这些棘手的问题,“十三五”油气重大专项设置了项目17《高含硫气藏安全高效开发技术》(三期)的研究任务。中原油田投入科技攻关人员868人,共开展室内实验、模拟计算、工程设计、测试加工、现场实验等18531项,全面完成合同规定的实物工作量,今年6月21日顺利通过国家验收。

通过5年攻关研究,创新形成高含硫气田稳产技术系列、高含硫气田沉积积防治技术系列、高含硫气田开发关键装备及仪器、高含硫气田开发安全环保技术系列4项重要成果,创新形成储层内幕精细刻画技术,制定分类有效应用对策,研发高含硫气井增产及控堵水工艺,实现普光、元坝气田稳产期延长3年。

研发7项高含硫气田开发关键装备及仪器,国产化率由“十二五”末的85%提升至95%,解决了高含硫气田开发“卡脖子”难题。应用研发的高含硫气田安全环保技术,确保了高含硫气田安全平稳运行12年。

“十四五”期间,中原油田将继续攻关高含硫气田开发中后期的安全生产,提高采收率技术,加快气田智能化建设,为我国天然气工业大发展、实现碳达峰碳中和目标作出新的更大贡献。

●中原油田气藏评价专业专家张纪喜:

中原油田自2005年接手普光气田以来,因为国内缺乏成熟的高含硫气田开发技术和关键装备,使得在此类高含硫气藏首次得到有效开发利用方面,面临极大的压力和挑战,一度未能充分发挥其在国民经济建设中的重要作用。

依托“十一五”国家重大专项“高含硫气藏安全高效开发技术”的系统研究,经过三年多的科技攻关,初步形成高含硫气藏开发配套技术,建立发展高含硫气藏一液-固(硫)相平衡理论模型、气井筒超临界态理论模型等两项开发理论模型,形成超深层礁滩相储层评价技术、非均质厚气层开发井产能评价技术、高含硫气藏开发数值模拟技术,以及高含硫气井安全钻井技术、长井段射孔技术等十项关键技术。

项目成果在普光气田产能建设中得到了极大的推广应用,直接指导普光气田方案编制、开发井位优化、气井射孔、酸压改造、集输和腐蚀防治等工作,使国内难以开发的高含硫气藏首次得到有效开发利用,对缓解我国天然气供需紧张、指导国内元坝等类似高含硫气田的安全高效开发起到重要作用。

同时,通过高含硫化氢、二氧化硫气田用双金属复合管、镍基合金油管、抗硫套管等管材的开发,解决了进口国外耐蚀管价格昂贵及供货周期过长影响气田的正常开发等难题,既可节约成本,为提高气田开发效果并创造更大的经济价值,又可为国家节省数亿美元的外汇,为宝钢等国内企业创造巨大的经济效益,整体增强民族工业的竞争能力。

●中原油田勘探开发研究院天然气开发研究所所长师彭松:

“十一五”期间,建立的一项高含硫气藏开发理论模型,形成的三项地质与气藏工程关键技术,对我们后期研究有很大帮助。

创新建立的高含硫气田一液-固(硫)三相渗流理论模型,首次揭示了高含硫气藏单质硫析出、远移、沉积的特殊渗流规律,直接用于少井高产的开发方案设计和优化,优化气井12口,减少投资20余亿元。在后续气藏开发过程中,应用理论模型持续跟踪气藏硫沉积动态,及时制定硫沉积治理对策,保障气井正常生产。

研发7项高含硫气田开发关键装备及仪器,国产化率由“十二五”末的85%提升至95%,解决了高含硫气田开发“卡脖子”难题。应用研发的高含硫气田安全环保技术,确保了高含硫气田安全平稳运行12年。

“十四五”期间,中原油田将继续攻关高含硫气田开发中后期的安全生产,提高采收率技术,加快气田智能化建设,为我国天然气工业大发展、实现碳达峰碳中和目标作出新的更大贡献。

田的开发调整井位部署,收到了较好的效果。

形成的高含硫气藏开发数值模拟技术,采用震波、变速度场技术、波阻抗反演数据体作为约束,优选序贯高斯随机模拟方法建立礁滩相储层模型;采用多尺度-多重物理方法、精准流动模型,在细尺度上计算局部网格流动问题,求解粗化网格的等效渗透率,对模型进行粗化;基于常规气藏数值模拟软件系统,设计模拟硫沉积过程及对储层物性伤害的插件模块,解决高含硫气藏的数值模拟问题。

形成的深层礁滩相储层表征技术,解决了礁滩相储层集类型多、岩相变化大,开发阶段储层表征难度大的问题,岩相及储集空间识别符合率80%以上;形成的超深层礁滩相储层预测技术,解决了超深层礁滩相储层泥质和膏质层与储层的强反射、三类储层及非储层波阻抗差别小难以区分的问题,预测精度达86.5%,提高了18.7个百分点。在“十二五”“十三五”期间,上述两项技术持续应用于普光气田。

业内人士谈应用

集团公司举办氢能产业链专题研讨班

本报讯 10月10日,氢能产业链发展专题研讨班在集团公司党校开班。来自29家生产、科研、设计单位氢能产业链的52名相关负责人参加培训。本次培训针对氢能产业发展前

景、国内外氢能产业技术前沿、中国石化氢能产业链布局等方面进行学习和研讨,旨在为集团公司氢能战略发展提供智力支撑。

(易轶虎 高晨阳)



河南油田推广EMBP异常管理系统

本报讯 9月28日,河南油田在采油二厂新庄采油管理区开展EMBP异常管理系统的应用试点推广工作,并对相关工作人员进行了培训。

EMBP系统是一套较为成熟的异常管理系统,主要功能是实现现场异常情况的实时提报、分级推送和统计分析,使用者能够在手机和电脑端实时掌握相关信

(乔庆芳)

石化机械推进海洋油气装备工具研发应用

孙海涛 朱岩 朱军

9月下旬,石化机械控股企业四机赛瓦公司与广州黄船海洋工程有限公司达成战略合作,双方将在海洋油气装备工具领域深化合作,促进深水能源开发。

瞄准海洋油气装备工具开发,石化机械坚持“打造大国重器,支撑油气发展”,以用户为中心、以价值创造为主线、以改革创新为动力,不断推进新技术研发、新成果应用。

依托国家和省部级科技项目,不断加深基础共性技术、核心关键技术研究,大力推进海洋油气装备工具自主研发。石化机械研制的混合钻头和等壁厚螺杆钻具,在南海东部定向探井

中应用效果显著,提供的高频焊管用于海底穿越。在固定式平台(浅海)基础上,重点开发浮式平台(深海)的钻机、修井机(作业设备)、固井、压裂、水处理等装备,具备了平台装备、水下装备的设计、制造、成套集成和服务能力。

其中,研制的成套深水固井装备、全自动化电驱固井机、固井机双泵橇等固井装备在蓝鲸1号、蓝鲸2号、HY943、HY981等海洋钻井平台成功应用,实现了从大陆到海洋、从水上到水下延伸,实现海洋固井装备从“柴驱”到“电驱”的跨越,向绿色制造和智能制造转变,打破国外对我国深水固井的技术垄断,各项技术指标均达到国际先进水平。

技术检测中心长期深耕绿色低碳、节能减排领域,在推进碳达峰碳中和进程中,开展甲烷逸散分析、碳足迹核算工作,持续推进碳资产管理相关业务,持续推进碳资产管理工作,持续推

朱益飞 岳宇

近日,国家工业与信息化部官方网站《公众参与》栏目,发布公开征集对“石油和化工行业碳排放核查技术规范”等197项碳达峰相关行业标准计划项目的意见,涉及11大行业197项。其中,胜利油田技术检测中心能源监测站申报的3项技术标准——《石化行业碳排放管理技术及定义》《石化产品碳足迹核算技术规范》《石化产品碳足迹核算技术规范》成功入选。

技术检测中心长期深耕绿色低碳、节能减排领域,在推进碳达峰碳中和进程中,开展甲烷逸散分析、碳足迹核算工作,持续推进碳资产管理相关业务,持续推

在集团公司碳排放量核算及碳减排潜力挖掘等工作中发挥了重要的技术支撑作用。该中心持续加强安全绿色低碳技术研究应用,开展节能减排技术研究35项,形成注、采、输、电、辅助、过程优化等6大类35项节能减排技术,有力保障了安全绿色生产,为实现碳达峰碳中和目标提供技术支持。

依托监测数据,结合企业耗损特点,技术检测中心编制损耗气体监测的相关标准规范,研究配套螺杆式伴生气增压装置、气体存储工艺等回收治理装备及技术,有效控制二氧化碳、甲烷等温室气体排放。

该中心作为中国石化甲烷减排工作主要技术支撑单位,在甲烷排放控

中韩石化 乙烯脱瓶颈改造项目收官

9月28日,中韩石化乙烯脱瓶颈改造项目最后一套装置——30万吨/年HDPE(高密度聚乙烯)装置开车成功,生产出合格产品,标志着中韩石化通过挖潜增效实施的乙烯脱瓶颈改造项目“三建三改”装置全部建成投产,推进了乙烯及下游装置优化达标和节能减排。图为操作工在采样口采出合格的聚乙烯颗粒料。付松 摄 桂永文

长城润滑油杯新闻摄影竞赛

找准创新落脚点

王鹏

作为一家由测录定业务重组成立的新企业,中石化经纬有限公司瞄准打造技术先导型企业目标,立足服务对象和行业需求,结合本身实际与已有技术,在此基础上深入研究分析,明确提出旋转导向、高温测井等十大科技攻关技术,可以说是一个找对了技术创新定位和发展方向的典型案例。

这些技术攻关完成后,就会进一步增强发现和保护油气田的能力、评价和识别油气田的能力、改造和提升单井产量的能力、提高储量动用率和采收率的能力等关键的能力,切实为国家油气勘探开发提供强有力的技术服务支撑。

创新的“新”字,不仅仅是字面上的新颖、奇特和别具一格,更须注意和注重的是其创新成果的针对性和实用性,包括新设备、新技术等,都要切实找到落脚点和着力处,做到出发时有方向,抵达后有舞台。

石化 Yusi 新闻

安庆石化上线实验室执行系统

本报讯 9月28日,安庆石化实验室执行系统(LES)成功上线,将进一步规范实验室管理,提升精细化管理水平,成为质量分析的重要支撑。

该系统是分析过程的标准化管理平台,通过现代化电子信息化手段监控分析过程,实现所有使用的标准物质、标准溶液合格有效。通过移动端跟踪记录各类原始数据,做到边分析边记录,确保第一手原始数据真实可靠。同时,可将数据自动录入系统,生成报告仪器,有效避免人工录入数据差错。目前,该系统平稳运行,分析人员严格分析操作,为多个品种产品出厂提供了准确数据。

(张恒敏)