

中原油田联合多家单位集智聚力,攻克百亿立方米级国家战略储气库群安全防控及应急救援关键技术,建立起“储气库地质体—井筒—地面”三位一体全域风险管控体系

全域管控守护大国重“气”

张松才 吴志欣 刘婷婷 龚旗林

初冬时节,豫鲁交界处的中原储气库群不舍昼夜,冲刺满仓!

作为华北地区及黄河流域能源保供的“压舱石”,14年来,中原储气库群累计注采天然气313.11亿立方米,用稳定可靠的能源供给交出了亮眼的成绩答卷。

这份答卷的背后,是坚实的安全保障在托底。2012年以来,面对复杂断块地质条件、高压力注采循环等多重挑战,中原油田携手多家单位集智聚力,建立起储气库地质体—井筒—地面“三位一体”全域风险管控体系,以全链条、精细化的安全管控,确保储气库群运行14年实现“零事故”,为能源保供筑牢了安全屏障。

精密监测,让地质体安全受控

中原储气库群是我国首个大规模复杂断块型储气库群,注气压力均超过20兆帕。在储气库数十年的全生命周期中,周而复始地注气、采气,就像在来来回回“吹气球”。

在地下2500米至3500米深处,

包裹储气库“腔体”的地层称为储气“地质体”。储气库长期承受交变压力,极易“激活”储气地质体,引发地层滑移、产生裂隙,进而丧失封存遮挡功能。

中原油田科技人员深耕储气库复杂地质体全生命周期动态密封技术领域,创建复杂地质体动态极限承压定量技术密封理论和数字模型,将地质体激活风险控制在万分之一的安全阈值内。

10月19日,微地震监测项目负责人赵林带领6名技术人员驱车来到卫11储气库储2-1注采井场。他们在周围300米内,埋入24只陀螺似的微地震检波器。

“这些检波器与地面接收传输器相连,能精准测出6000米深的储气地质体发生的负4级微地震。”赵林打了个比方,“负4级微地震,相当于我们对着一张A4纸吹口气产生的振动。”

每年注气后期,储气库压力增大、安全风险升高。专业团队都会对储气库进行连续数日的微地震监测。储气库管理单位根据微地震监测预警,灵活调整交变载荷下的注采

井运行参数。

揪漏治漏,让井筒安全可控

中原储气库群库容145亿立方米,日调峰能力5800万立方米,是国内库容最大、调峰能力最强的储气库群,每年夏秋注气、冬春采气,大吞大吐。

井筒是天然气注采的通道,安全至为关键。

中原石油工程公司在井下的盐膏层下入高强度套管,以对抗地层在蠕动中产生的巨大剪切力。固井中,技术人员将增稠水泥浆挤入套管与井壁之间的环形空间。这种水泥浆胶结形成的水泥环极为均匀、结实,且富有弹性,可对抗多周期注采中的交变载荷及强大的地应力。

储气库运行中,中原油田为保护井筒因井制宜,对新井强注强采,对老井温注温采,对修复井只采不注。此外,还采取“一井一策”,优化注采井运行参数,筑牢井筒安全防线。

注采压力的交替变化与地应力的周期性扰动,易造成套管变形、泄漏,导致井筒密封失效。中原油田联合科研单位,在国际上首创多层套管

三维阵列成像技术与多频谱声源监测技术,可精准锁定千米级套管上的厘米级变形及漏失部位,定位精度控制在0.5米以内。

“针对套管轻微泄漏,我们与科研单位联合研发的压差聚合微粒堵剂就能派上用场。这种堵剂性能优异,在井下抗压差达25兆帕,可精准封堵千米级管柱上的微米级漏点。”中原油田石油工程技术研究院井下作业技术专家宋胜利介绍,若套管出现较大漏点,技术人员会下入高强度膨胀管对漏点进行“打补丁”式修复;若发生套管缩径,则采用高钢级大壁厚整形器开展扩眼治理。

“降魔神器”,让地面安全能控

10月20日9时,文24储气库安全工程师何冉刚接班,便手持激光泄漏检测仪,对集输工艺区和压缩机房的各个角落进行全面巡检。“这台检测仪能精准识别20米范围内的气体泄漏点,既精准又高效。”何冉介绍。

中原储气库群共有8座储气库。中原油田在每座储气库场站及注采井场均配备激光云台气体泄漏检测

仪等侦检设备,实现全时段、全天候不间断侦检;在卫11、文24等储气库,还配置了巡检无人机,提升巡检覆盖面与效率。

中原油田携手多家单位联合攻关,构建起国际领先的储气库泄漏燃爆应急救援体系。“我们与中国石化安全工程研究院、河南理工大学通力协作,成功研制出多孔材料复合碱金属盐抑爆粉剂。”中原油田应急救援中心副总工程师郭庆介绍,“这种粉剂可使天然气与空气的混合气体迅速降压60%。”

与此同时,中原油田还联合汽车制造企业成功研发重型粉体远距离投送装备。这款“降魔神器”通过大面积强力喷洒抑爆粉剂,可在15毫秒内使泄漏源气体惰化,有效避免爆炸发生;同时能在1000立方米空间内持续发挥6分钟抑爆作用,为人员疏散争取宝贵时间。

中原油田锚定“智能消防”目标,构建92个储气库事故场景智能化消防决策模型,实现秒级响应。自2012年中原储气库群首座储气库——文96储气库投运以来,中原油田累计组织专项应急救援演练84场,培训员工1900人次,全面提升应急处置能力。

河南油田构建以严字为基调的安全管理网络,推动“雷霆行动”取得实效

全员查隐患 动态除隐患

本报记者 常焕芳

通讯员 单朝玉 陈涛

10月15日10时,河南油田新疆采油厂春光巡检班排十区块排2-99井井场上,员工熊大庆巡检时发现井口阀门松动,立即用工具拧紧阀门压帽,“安全生产无小事,看似小问题,可能埋下大隐患。”熊大庆的语气里满是警觉。

自“雷霆行动”启动以来,这样严格排查隐患的场景,在河南油田随处可见。其间,油田突出“严”字核心,构建全员查隐患、动态除隐患网络,通过严格排查隐患,严格消除异常,严格督查考核,全力保障生产安全平稳。

构建全员查隐患网络,保障安全责任全覆盖

“雷霆行动”启动后,河南油田迅速搭建“油田领导—二级单位—基层班站—基层员工”四级架构安全管理网络,将不同岗位、不同人员的安全管理责任纳入网格化范畴,明确各岗位、各领域的安全管理职责。

此外,河南油田从查摆问题人数、发现问题数量、发现问题质量三个维度,建立安全风险措施落实效果评价机制,引导干部员工主动查摆问题、消除隐患。

“要凝聚‘雷霆行动’合力,形成人人有责任、个个有担当的局面。”10月13日,油田健康安全环保管理部副经理谭洪来在四季度安委会上通报“雷霆行动”阶段成效时强调。

构建动态管控风险网络,保障隐患整改实时在线

10月16日,河南油田采油二厂古城维护班党支部书记盛伟超带领设备、仪表、工艺专业技术人员到各岗位开展安全检查。发现部分设备标识存在轻微磨损后,他监督岗位人员整改完毕才离开。

“‘严’字不能挂在口头上,必须落实到行动中。”盛伟超语气严肃。

河南油田按照“底数清、进度明、分级治、动态管”原则,遵循“周分析、月通报、季总结”标准,

构建动态管控风险网络。该网络将日常隐患排查治理、专项安全隐患排查治理、安全隐患重点项目治理全部纳入管控范围;每日根据施工作业内容研判安全风险,每周结合项目施工、生产调整、重大变更等情况调整管控内容;对当日发现的问题,按“红、黄、紫、绿”四色实施分级管理,确保问题“日清日结”;每周对重点问题开展溯源分析,制定整改措施,并根据隐患整改进度实施动态销号,避免问题重复发生。

“雷霆行动”启动以来,河南油田通过该网络动态消除日常安全风险2642项,生产异常率实现下降。

构建督查考核网络,保障整改责任高效落实

“前三季度,共奖励580项优秀安全隐患整改事项,全员参与安全工作的积极性持续高涨。”10月16日,河南油田前三季度安全隐患整改优秀案例通报表上,“580项”这一数字格外醒目。

在安全隐患整改督查与奖励工作中,河南油田始终坚持严基调和高标准。

“雷霆行动”启动后,油田建立安全风险管控措施落实月度跟踪督办机制,每月对管控措施落实情况跟踪、验证,及时改进管控过程中的问题,确保安全风险整体受控。同时,每月聚焦“典型性、重复性、普遍性”三类问题开展分析,量化考核一类风险单位的问题发生率,严重问题发生率、重复问题发生率,并将考核结果纳入领导干部考核任务清单,保障问题高质量整改。

截至目前,油田级安全风险管控的118项措施已按计划全部落实,高处作业、吊装作业等同类问题较“雷霆行动”前减少32%。



11月6日,扬子石化芳烃厂开展“识风险、懂预防”消防主题活动,重点聚焦施工动火作业安全、电气安全隐患、消防器材完好性等关键环节,通过专项隐患排查,切实增强员工安全防范意识,筑牢安全生产防线。图为芳烃厂一氧化碳装置员工检查辖区消防器材完好情况。 李树鹏 摄 邓昂 文



严查细防 稳保供应

自“雷霆行动”启动以来,甘肃石油构建全员查隐患、动态除隐患的闭环管理网络,通过严格排查隐患、严格消除异常,严格督查考核,全力保障油品安全平稳供应。图为10月25日,天水石油天水东十里加能站员工对油气回收装置开展常态化巡检。

石化机械“三机”压缩机获国际绿色认证

本报讯 近日,石化机械三机分公司自主研发的“RDS往复式天然气压缩机—延长电驱100万方机组”通过法国必维国际检验集团(Bureau Veritas)全生命周期评估(LCA)认证。该认证表明该产品在节能降碳方面获国际权威认可,为其拓展海外高端市场提供了绿色通行证。

全生命周期评估(LCA)是国际通行的环境影响评价方法,覆盖产品

从原材料、生产、运输、使用到回收的全过程,可客观量化碳足迹和资源消耗。法国必维国际检验集团作为全球知名检验认证机构,其LCA认证在国际市场具有广泛公信力。

该款RDS往复式压缩机组采用高效电驱技术,适用于天然气增压集输、储气库注采等场景,从源头实现节能降耗。近年来,三机分公司持续推动电驱压缩机研发与应用,已为中国

石化、中国石油、中国海油等多家企业实施压缩机“燃改电”项目。

此次获证,从全周期角度验证了石化机械“三机”压缩机在节能降耗与长效运行方面的优势,对其推动油气装备绿色升级具有重要意义。下一步,三机分公司将持续优化产品环境性能与经济效益,让更多产品融入全生命周期管理,为全球油气行业低碳发展提供可靠装备支持。(秦永生 沈玉梅)

石工建中原设计公司以“光热+”多能互补系统为核心,通过清洁能源替代与余热回收利用技术创新,实现柳屯油库显著节能降碳,打造石油行业老设施绿色转型可推广的标杆

为老油库打造清洁“太阳灶”

陶丹玉

初冬时节,走进中原油田濮阳柳屯油库,和煦的阳光穿透云层倾泻而下。举目望去,743千瓦太阳能集热器铺满罐区,正源源不断为大型储罐提供热能。

“如今淘汰了燃气锅炉,换上咱这个‘太阳灶’,更加低碳环保了。”石工建中原设计公司新能源技术负责人宋树勇感慨道。

宋树勇口中的“太阳灶”,是该公司研发的“光热+”多能互补系统。这套系统以“光热主导、热泵调峰、余热全收”为技术路线,构建起高效可再生能源热力供应体系。自2023年改造投用以来,已累计替代天然气消耗195.5万立方米,减排二氧化碳3217吨。

柳屯油库是年周转量超百万吨的大型油库,原先配备5台燃气设备,用

于油库供暖、储罐保温及原油加热。2023年春天,中原设计公司新能源技术团队在调研时发现,罐区日照条件充足,具备利用太阳能替代燃气的天然优势。一场新能源综合利用改造项目就此启动。

该项目属于既有油库改造工程,站内管线密集,空间布局受限,给设备安装带来不小挑战。为破解这一难题,技术团队通过优化集热器高度、旋转角度和排列方式,在管网间隙中巧妙排布设备。经过200余天攻坚,成功建成投运6座碟式太阳能集热器撬,以及总面积近700平方米的平板式太阳能集热器。如今,光能、空气能等清洁能源的利用,可满足油库87%的供热需求。

这套系统还具备跨季节错峰储热供热功能:夏季将太阳能集热器捕获的富余热能储存在蓄热罐内,冬季再

通过热泵转化为热源,为储罐伴热和原油加热提供稳定保障。

此外,罐区东南角由高效板式换热器组成的余热回收系统,也是节能降耗的关键。宋树勇介绍,以往80摄氏度的原油仅经简单处理就进罐储存,而夏季油库只需50摄氏度油温即可满足储存要求,其间大量富余热量未得到充分利用。技术团队创新采用两级高效宽流道板式换热器,将原油进罐前的换热温差从10摄氏度提升至30摄氏度,回收效率提高3倍。回收的余热直接用于进站原油的预加热,真正实现了从“热量放空”到“热尽其用”的转变。

如今,这一零碳化供热模式不仅改变了老油库的传统用能方式,更凭借成熟的技术路径,为石油行业绿色低碳升级提供了可复制、可推广的实践方案。

安全,始于第一次做好

牛勇

安全生产容不得半点侥幸,事故隐患往往潜藏在“第一次”的疏忽之中。安全管理的核心,从不是事故后的补救,而是“第一次就做好”。源头把控让每个环节都不留隐患,这是保障石化行业生命与生产安全的根本所在。

安全始于理念,第一次就要立牢安全红线。许多事故的肇事者并非不懂规程,而是首次违规时抱着“下次注意”的侥幸。建筑工人第一次未系安全带登高,操作工首次动火省略气体检测……若未被及时制止,“违规一次没关系”的念头便会生根,最终可能酿成悲剧。对石化行业而言,“第一次就做好”不是口号,而是铁规,唯有将安全意识入脑入心,才能从思想上杜绝隐患。

安全始于设计,第一次就要筑牢先天防线。设计建设是安全的“先天基石”,源头若有缺陷,后续管理再严密也难以弥补。那些数十年安全运行的工程,无不将“第一次就规范”贯穿全程:装置布局、管材选用、防腐标准均对标最高要求,从一开始就画下不可逾越的安全红线,为装置全生命周期安全打下坚实基础。

安全始于培训,第一次就要练就过硬本领。安全培训不是形式主义,而是保命必修课。对石化从业者而言,培训要“第一次就教会真本事”:新员工入职先掌握灭火器正确使用办法,操作工首训要在模拟装置中排查管线泄漏,让安全技能成为肌肉记忆。

安全始于习惯,第一次就要守住标准底线。动火作业是严格按流程检测气体,还是因省事省略步骤;开关阀门是缓慢调节保护设备,还是猛拧硬扳导致冲蚀;发现管线滴漏是立即上报,还是视而不见。这些“第一次”的选择,终将沉淀为日常习惯。“第一次就守标准,次次都守标准”,才能长久远离危险。

安全没有“第二次机会”,一次疏忽就可能让无数努力付诸东流。唯有将“第一次就做好”贯穿理念、设计、行为全过程,才能从根源消除隐患、实现零事故目标。守住“第一次”,就是守住石化行业的安全红线,守住每一名从业者的平安与幸福。

石化语丝

北京石油铁腕监督 护航安全生产

本报讯 10月28日,北京石油召开“雷霆行动”阶段性工作汇报会,安全环保部通报典型问题,公司纪委全程参会,传递出整治形式主义官僚主义、以铁腕手段推动安全环保责任穿透式落地的坚定决心。

北京石油将“雷霆行动”、反“三违”等专项整治纳入公司纪委季度日常监督清单,紧盯关键环节精准发力。方案制定环节,公司纪委督促明确组织架构、细化安排,确定3项培训内容和8个排查重点;工作落实环节,推动直属单位深入一线真查,监督专业部门核查工作推动落实情况;问题整改环节,督促建立问题清单与整改台账,明确措施、责任和时限,要求月度例会汇报进度,杜绝敷衍现象。

下一步,北京石油将持续紧盯问题整改进展与成效,深化专项整治,推动安全生产责任链条闭环,为企业高质量发展筑牢安全屏障。(齐康花)

江汉油田清河采油厂 投运智能加热炉

本报讯 近日,江汉油田清河采油厂联合站4台全自动智能加热炉正式投运。数据显示,天然气消耗量明显下降,预计每年可节约70万立方米;智能系统全时守护,消除了人工操作的误判风险,真正实现省人、省事、省心。

该厂联合站原有加热炉已连续运行21年,设备老化带来的运行效率低、安全隐患多等问题愈加明显。对此,该厂开展加热炉更新换代工作,为加热炉系统装上“智慧大脑”和“安全屏障”。

新投用的智能加热炉配备了燃烧器智能控制系统,通过PLC自动调节燃烧参数,实现恒温恒压运行,操作人员只需设定目标值,系统即可自动完成优化调节,大幅提升运行效率与稳定性。在环保方面,节能超低氮烟气排放系统新增烟气循环燃烧装置,实测氮氧化物排放量均低于20毫克/立方米,远优于地方标准。

与此同时,该系统配备双冗余压力保护、熄火自动切断等16项安全联锁机制,风险预警响应时间缩短至0.1秒,真正实现从源头防控风险,提升安全管理水平。(谢江 单建云)