

聚焦新质生产力·实践

编者按:近日,中国生产力促进中心协会公布2024年度“中国好技术”评选结果。中国石化共有15项创新成果被授予“中国好技术”称号,展现了公司在推动行业科技进步与成果转化方面的强劲实力。其中,青岛安全工程研究院申报的“低超压超低泄漏呼吸阀成套技术”和“基于爆轰诱导消减技术的新型阻火器”、胜利油田勘探开发研究院申报的“复杂储层多学科协同精细地质建模关键技术”、上海石油化工研究院申报的“稀乙烯增值转化高效催化剂及成套技术”等4项成果入选A类项目。本版推出专题,介绍这4项“中国好技术”,敬请关注。

# 研发有用好用的“中国好技术”

## 升级呼吸阀守护工业储罐安全

## 创新地质建模支撑高效勘探

### 技术名片

<b>【名称】</b>	低超压超低泄漏呼吸阀成套技术
<b>【研发单位】</b>	青岛安全工程研究院
<b>【用途】</b>	该技术适用于石油化工、生物制药、煤化工等涉及挥发性物料或对内部环境有严格要求的工业领域,能够通过精确调控储罐内部压力,保障装置稳定运行、抑制物料挥发、守护区域环境。
<b>【成效】</b>	安工院利用这一成套技术开发出低超压超低泄漏型、阻火型及长时耐烧型等系列呼吸阀产品,解决了长期困扰行业的呼吸阀通气效率低、泄漏量大、定期拆卸送检成本高周期长等难题。这些产品已在多家能源化工企业实现规模化应用,收到良好效果,为工业储罐的本质安全与绿色低碳运行提供了坚实技术支撑。



安工院研发人员对呼吸阀制样品进行初步检验,细致核对其外观质量与关键尺寸。 杨美芝 摄

张健中

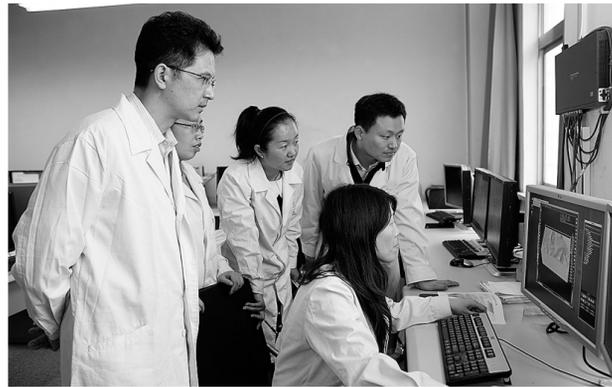
在石油化工、生物制药、煤化工等涉及挥发性物料或对内部环境有严格要求的工业领域,呼吸阀肩负着储罐安全与环保的双重职责,能够通过精确调控储罐内部压力,有效预防超压或真空风险,是保障装置稳定运行、抑制物料挥发、守护区域环境的关键设备。业界衡量呼吸阀性能的核心指标是通气能力与密封性能,前者决定系统的安全泄放能力,后者关系到挥发性有机物的泄漏控制效果。针对行业长期存在的呼吸阀通气效率低、泄漏量大、定期拆卸送检成本高周期长等共性技术难题,青岛安全工程研究院经过多

年系统研究与持续攻关,成功开发出低超压超低泄漏呼吸阀成套技术。“我们开发的这套技术,系统解决了传统呼吸阀在结构设计、密封机制、安全防护与运维检测等方面存在的问题,能够帮助行业向更高效、可靠与经济协同的方向发展。”安工院研发人员程龙军介绍。通过构建多物理场耦合动态模型,研发团队揭示了呼吸阀在瞬态工况下的超压特性与流场分布规律,据此研发出采用同轴稳流与独立双出口结构的低超压呼吸阀。该阀在超压值仅为10%时便能达到额定通气量,同时有效解决了阀盘颤振导致的磨损问题。他们创新提出双重气环变形密封结构,研制出高弹性与耐腐蚀性复合膜片,显著提升了密封可靠性。实测结果表明,DN150规格及以下,呼吸阀泄漏率低于0.0015立方米/小时;规格为DN200~DN300,呼吸阀泄漏率低于0.0025立方米/小时,仅为API 2000国际呼吸阀标准的十分之一,VOCs(挥发性有机物)减排率达89%,技术水平国际领先。基于胞格破坏专利与流场主动调

控技术,他们研发了DN50~DN300全系列呼吸阀。该系列产品具备大气阻爆燃和两小时持续耐烧能力,能为储罐在潜在点火源环境下提供可靠防护,是国内唯一通过相关认证的呼吸阀产品,成功打破国外垄断,价格仅为进口产品的30%。除此之外,研发团队还研制了安装于呼吸阀与储罐间的隔离工装,采用双向密封设计,在实现绝对密封的同时将拆装工作量降低50%,有效提高运维效率;结合自研的气体稳流控制方法,实现对呼吸阀开启压力与泄漏量的高精度同步检测,误差小于1%。该装置已通过计量与国防防爆认证,为行业提供了安全高效的原位检验手段。该成套技术已成功应用于国内多家能源化工企业,所产呼吸阀工作稳定,实现了近零泄漏;同期开发的呼吸阀原位检验技术装备也已实现推广,使检测成本下降60%,将检测时间缩短90%。目前,安工院正积极推进集成状态监测与智能预警功能于一体的下一代呼吸阀研发,致力于为工业安全生产构建更加坚固、智慧的防护体系。

### 技术名片

<b>【名称】</b>	复杂储层多学科协同精细地质建模关键技术
<b>【研发单位】</b>	胜利油田勘探开发研究院
<b>【用途】</b>	该技术是解决复杂地质体勘探难题的有效手段,适用于石油地质综合研究、地球物理技术研究与应用、油气勘探井位部署、油气勘探储量上报等。
<b>【成效】</b>	该技术革新了传统的地质建模理论和技术,创建了一套复杂储层多学科协同精细地质建模技术体系,建立了“模型驱动—三维解释—立体部署”的研究工作新模式,在砂砾岩体、油积层、滩坝砂体、页岩油等复杂地质体预测中推广应用,支撑了胜利油田东部老区油气田高效勘探实践。



胜利油田勘探地质科研人员运用大模型进行储层构造研究。罗红梅 摄

徐海峰 代俭科

打开孔隙度地质模型,蓝色、黄绿色等色彩鲜艳的图形颇为显眼。“颜色背后是地下的秘密,黄绿色偏向于砂岩,代表孔隙度较高,物性比较好,是良好的储层,而蓝色区域则物性较差。”胜利油田勘探开发研究院首席专家罗红梅介绍,复杂储层多学科协同精细地质建模关键技术对油田高效勘探发挥了重要作用。目前,胜利油田东西部探区资源潜力巨大,但勘探难度极大。为实现东部稳定增储、西部规模发现和页岩油高速发展,亟须攻关支撑高效勘探的地质地质理论技术。传统地质建模主要用在油田开发

阶段,有着钻井资料充足的优势,对地下认识比较充分。“勘探阶段井点稀少,地质多解性强,必须综合地震等多源信息加以约束。因此,油气勘探不仅需要钻井资料,也需要地震资料。”罗红梅表示,“这意味着,传统地质建模不适用于油气勘探阶段。”此外,地下空间的状况变化比较快,砂砾岩体、油积层、滩坝砂等分布特征难以琢磨。以砂砾岩体为例,高山上冲下的岩石,经短距离搬运、快速堆积,粗细混杂。然而,只有细粒碎屑砂砾岩才具备良好的储油能力。因此,准确识别其与粗粒大砾石的界限是勘探难点。综合测井、地质和地震等学科的三维建模技术,是解决复杂地质体勘探难题的有效手段。为解决勘探工作快速定井位难题,胜利油田勘探院攻关形成复杂储层多学科协同精细地质建模关键技术。攻关团队构建基于成分、颗粒堆积结构及成岩强度约束下的岩石物理模型,形成复杂储层地质结构的静态、多维度离散信息表达技术,创建了面向地质目标的地球科学大数据平台,内含沉积相、岩性组合、孔隙度、含油

性等具体指标;研发多维数据聚类层次聚类算法,建立多类型复杂地质体训练图像库,构建生成式网络深度学习的多学科协同一体化储层建模平台;研发模型约束的储层参数精细表征技术,建立“模型驱动—三维解释—立体部署”新模式,实现了透明盆地勘探研究范式的重要转变。目前,他们依托该技术,成功指导济阳凹陷东营北带、牛庄洼陷、博兴洼陷、孤北、埕岛等多个地区高效勘探和效益开发,储层预测准确度达85%,比之前的技术提高了5~10个百分点;指导部署井位,钻井成功率达80%,钻井成功率大幅提高。该技术完善和发展了陆相断陷盆地隐蔽油气藏勘探理论技术,实现了胜利油田老区高效勘探,为我国其他地区复杂地质体勘探提供了指导和借鉴。“这项技术带来的不仅是方法上的革新,更是研究范式的转变。”罗红梅表示。传统的勘探研究主要依靠专家的经验判断,而现在实现了地质认识的数字化、地质建模的智能化、储层预测的模型化。

## 研发高性能阻火器保障安全生产

## 高效利用稀乙烯助力绿色化工

### 技术名片

<b>【名称】</b>	基于爆轰诱导消减技术的新型阻火器
<b>【研发单位】</b>	青岛安全工程研究院
<b>【用途】</b>	该技术可用于石油化工、油气储运等工业领域,能够高效阻断火焰传播路径、防止能量意外释放,保障企业安全生产。
<b>【成效】</b>	基于该技术,安工院开发了低压降管道稳态爆轰型、IIC等级型、非稳态爆轰型、耐烧型、高温型及高压型等系列阻火器产品,其关键性能指标达到国际先进水平。目前,这些产品已应用于国内多家能源化工企业,实现了高端阻火器的国产化替代,并凭借卓越性能成功进入中东市场,为全球工业安全提供了稳定可靠的“中国方案”。



安工院阻火器研发测试人员对即将开展爆轰测试的样品进行前序检查。 江勇 摄

张健中

在石油化工、油气储运等工业领域,安全生产是不可逾越的生命线。这些行业的生产环境中常存在易燃易爆气体,如何高效阻断火焰传播路径、防止能量意外释放,成为保障企业安全生产的关键课题。面对这一挑战,青岛安全工程研究院聚焦关键安全装备——阻火器的研发与应用,系统研究火焰传播与稳定机制,创新形成爆轰诱导消减技术,成功突破国外在高端阻火领域的技术垄断,开发出达到国际先进水平的系列高性能阻火器产品,并形成系统解决方案,为我国阻火器产业摆脱低端锁定、迈向高端市场提供了关键技术支撑。

该院研发人员王鹏介绍,高性能阻火器的开发围绕5个关键任务系统展开,涵盖从理论模型构建到测试平台建设的完整技术链条。针对阻火机理不清制约研发的难题,研发团队深入探究爆轰火焰在阻火器腔体内的传播与淬熄规律,揭示了收缩段压缩爆轰与高温烟羽射流点火复燃两种失效机理,构建了可量化指导设计的有效阻火单元尺寸计算模型。围绕现有阻火器存在的性能差、压降大、易堵塞等问题,他们成功研发出爆轰诱导消减技术。该技术通过诱导爆轰实现激波与火焰解耦,并利用胞格破坏使火焰均匀分布,在兼顾流通性的同时,将阻火效率提高了35%。基于爆轰诱导消减技术,研发团队开发了低压降管道稳态爆轰型、IIC等级型、非稳态爆轰型、耐烧型、高温型及高压型等系列阻火器产品。其中,低压降管道稳态爆轰型阻火器的压降较现有技术降低20%,创造了国内阻火器口径最大实测纪录;非稳态爆轰型与耐烧型阻火器成功打破国外技术垄断;IIC等级型阻火器填补了市场空白,实现国产化替代;高温型、高压型阻火器达到国内外最高标准,整

体技术达到国际先进水平。在制造环节,研发团队开发出全自动阻火器加工设备,从根本上提升了产品关键指标的一致性。同时,首创基于图像识别的智能检测系统,实现缝隙值0.02毫米精度的全自动分析与判读,全面实现阻火器加工质量的精准智能化控制。此外,安工院建成了国内规模最大、测试能力最完备的阻火器综合性测试平台。该平台已通过中国计量认证(CMA)与国家实验室认可(CNAS),具备阻火、耐烧、流通等完整测试能力,可为各类阻火器及阻火呼吸阀提供权威测试服务。值得关注的是,随着安工院实现核心技术自主可控与本土化生产,用户在获得相当甚至更加优质性能产品的同时,采购成本较进口产品下降30%~50%,显著提升了产业安全水平与供应链韧性。目前,该系列产品已进行产业化与市场推广。其阻火器产品已成功服务于中国石化、中国石油、中国海油等国内大型能源化工企业,并随“一带一路”倡议走出国门,出口至中东地区,赢得国际客户信赖。

### 技术名片

<b>【名称】</b>	稀乙烯增值转化高效催化剂及成套技术
<b>【研发单位】</b>	上海石油化工研究院
<b>【用途】</b>	长期以来,大多数企业将大量稀乙烯资源作为低品位燃料气使用,造成资源浪费。该技术能够以廉价的稀乙烯为原料,生产乙苯、甲乙苯、甲基异丙苯等多种高附加值产品,助力炼油化工产业实现降本增效和绿色发展。
<b>【成效】</b>	该催化剂在18家企业成功应用;成套技术许可11套装置,建成世界最大规模稀乙烯制乙苯装置。截至目前,该技术已累计转化低品位乙稀2000万吨,成为我国独立炼厂稀乙烯高效利用的主体技术,为我国炼化企业降本增效和绿色发展提供了坚实技术支撑。



上海院科研团队就稀乙烯高效利用开展研讨。 本报记者 周梦瑾 摄

本报记者 周梦瑾 通讯员 王达锐

长期以来,上海石油化工研究院聚焦国家重大战略需求,着力开发具有自主知识产权的绿色化工核心技术,持续推动绿色化工做大、做强、做精,为我国炼化化工产业的转型升级与绿色转型贡献力量。资源与环境问题是当前全球经济社会发展所面临的重大挑战,资源高效利用已成为世界性研究热点。我国是世界第一大石油进口国,石油资源对外依存度高,但大量石油副产资源未得到充分利用。其中,来自炼化装置尾气的稀乙烯是一种多质资源,含有的乙稀浓度低,杂质组分多且复杂,转化难度大。长期以来,大多数企业将大量稀乙烯资源作为低品位燃料气使用,造成资

源浪费。发展稀乙烯增值转化技术能够助力炼油化工产业实现降本增效和绿色发展。而乙苯是重要的有机化学品,主要用于生产苯乙烯,进而制造工程塑料、合成树脂及合成橡胶等,用途广泛,需求量大。以廉价的稀乙烯为原料生产高附加值的乙苯极具经济性。在已有技术中,国外公司将稀乙烯深冷精制后再催化转化得到乙苯,从而避开了催化剂活性和稳定性低的难题,这种路线虽然提高了催化转化效率,却属于高能耗转化,经济性差,因此没有得到推广。国内同类技术未经深冷分离,直接催化转化,但难以克服原料杂质对催化剂活性、稳定性及产品质量的影响,稀乙烯利用率低,属于低效率转化。上海院科研团队历经十余年的持续创新,以提高稀乙烯资源利用率与价值为目标,突破了高性能耐杂质催化材料及反应工艺、高效节能低耗预处理及分离、成套技术及装备大型化工程技术等关键瓶颈,成功研发稀乙烯增值转化高效催化剂及成套技术。与同类催化剂相比,该催化剂具有活性高、选择性强、稳定性好、再生

周期长等优势,通过该催化剂生产的产品乙苯纯度高、关键杂质二甲苯含量低。该成套技术具有原料适应性强的特点,能适应来自流化催化裂化(FCC)、深度催化裂解(DCC)、重油高效催化裂解(RTC)、乙烷裂解及煤化工等装置的稀乙烯原料,可生产乙苯、甲乙苯、甲基异丙苯等多种高附加值产品。据悉,稀乙烯增值转化高效催化剂及成套技术获国家知识产权局发明专利授权72件,获国外发明专利授权5件;获国家科技进步奖二等奖、中国专利金奖、上海市科技进步奖一等奖、中国石化科技进步奖一等奖、日内瓦国际发明评审团特别嘉许金奖等科技奖项。目前,这一催化剂已在18家企业成功应用,成套技术许可11套装置,分别在茂名石化、安庆石化建成世界最大规模42万吨/年稀乙烯制乙苯装置。截至目前,该技术已累计转化低品位乙稀2000万吨,成为我国独立炼厂稀乙烯高效利用的主体技术,为我国炼油化工企业降本增效、促进资源节约的可持续发展提供了重要技术支撑。