

公示材料

一、基本信息			
项目名称	中文	石化高耗能装备燃烧烟气露点腐蚀在线检测及精准预防技术	
	英文	On-line detection and precise prevention of dew point corrosion of combustion flue gas in high energy-consuming petrochemical equipment	
成果申报等级		<input type="checkbox"/> 一等奖 <input checked="" type="checkbox"/> 二等奖 <input type="checkbox"/> 三等奖	<input checked="" type="checkbox"/> 是否同意调级
主要完成人		陈昇、赵博、李运涛、李文广、金栋、何萌、李秀峰、赵志娟	
主要完成单位		中国特种设备检测研究院、河南赛福特特种设备检测有限公司	
推荐单位(盖章)		中国特种设备检测研究院	
奖项的主要项目来源		<input type="checkbox"/> 国家级 <input checked="" type="checkbox"/> 省部级 <input type="checkbox"/> 其他	
具体计划、基金的名称和编号：国家市场监管总局科技计划项目“压力容器泄漏的高精度数值模拟研究”（2017QK119）； 国家市场监管总局科技计划项目“在役奥氏体不锈钢压力管道对接接头的涡流阵列检测技术研究”（2015QK248）；			
成果的主要项目起止时间		起始： 2015-6	完成： 2020-6
组织验收/鉴定单位		国家市场监督管理总局	
成果登记号	G2020-059；G2018-089	成果登记时间	2020年9月7日；2018年1月29日

二、奖项简介

石化化工行业占我国工业碳排放总量 10%，其低碳高质量发展为支撑我国“双碳”目标实现具有重要作用。其中，大型加热炉、反应器等高耗能装备排放烟气占石化装置总废气排放量的 80% 以上，排烟温度每降低 15℃，热效率升高约 1%。降低排烟温度是目前石化企业降碳增效最为直接有效的手段，但会带来设备露点腐蚀问题。因此，平衡排烟降温与露点腐蚀之间的关系，解决降碳增效与安全运行之间的矛盾，是石化行业最为迫切的需求。本项目通过预测复杂环境下露点腐蚀损伤规律和发生边界，合理降低排烟温度实现降碳增效；通过损伤和泄漏在线高灵敏度检测和精准防控，有效保障低排烟温度下装备运行安全。目前存在的技术瓶颈包括：1) **装备露点腐蚀规律不明**，“流动场-温度场-电化场”多场交互作用下，多介质腐蚀规律和损伤边界预判有待研究；2) **损伤和泄漏在线检测技术不足**，装备损伤程度辨识度差，泄漏预测难、在线检测技术有待突破；3) **损伤精准防护方法缺乏**，腐蚀发生区域不确定，传统防护手段效果差、成本高，亟需精准防控方法。本项目主要创新成果如下：

1) **建立了多场、多介质作用下露点腐蚀损伤规律预测方法**。采用气相凝结方法，攻克了露点腐蚀环境精准模拟的难题，研制了国际首台/套露点腐蚀测试装置，揭示了高温薄液膜环境下多种酸性气体的传质机理，探明了典型金属材料的露点腐蚀损伤规律，建立了多场、多介质环境下损伤预测模型及临界损伤预判方法，开发了“模拟硫酸露点腐蚀”等测试装置，“管板接头制造规范”等标准，部分成果被 GB/T30579 标准采纳。

2) **研发了露点腐蚀损伤和泄漏在线高灵敏度检测技术**；攻克了酸性气体结露时温度瞬态变化造成数值漂移的技术难题，研制了露点温度 $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 高精度在线传感器，实现了露点温度直接精准测量；突破了涡流阵列成像多相位提离干扰信号抑制的技术瓶颈，提出了损伤判别和缺陷评定评价方法，研发了国际先进的损伤分辨率达 1.6mm 在线检测装备，部分成果被 NB/T 47013.18 标准采纳；攻克了环境多源干扰下窄频激光信号精准调制解调的技术难题，提出了气体泄漏扩散高分辨率推演方法，国际首次开发了开放光路多组分气体泄漏可调谐二极管激光吸收光谱（TDLAS）在线检测装备，遥测精度达 ppm 级。

3) **攻克了多场、多介质环境下露点腐蚀损伤精准防控技术**；研制了聚氨酯改性涂料和天然提取物复配缓蚀剂，解决了传统涂料阻隔性差和缓蚀剂效率低的难题；建立了材料耐蚀热处理工艺改进与评价方法，解决了酸性气结露造成奥氏体不锈钢焊缝局部晶间腐蚀的问题；基于露点腐蚀损伤规律预测和在线检测技术，构建了损伤定位、定级的防护方法体系，突破了低排烟温度下露点腐蚀精准防控的技术瓶颈，实现了设备露点腐蚀速率降低 90% 以上，热效率提升 1% 以上，碳排放减少约 1 万吨/年台；形成了“隔热保温聚氨酯防腐涂料及其制备方法”等专利，“材料防腐蚀涂层性能的电化学检测与评价方法”等标准。

本项目已获得授权专利 19 项（其中授权发明 8 项），研究论文 43 篇（SCI/EI 收录 29 篇）、新装置 11 台套、行业/团体标准 5 项、软著 7 项，并在我国多家石化企业进行了推广应用，通过防腐产品销售、腐蚀防控技术服务、运行周期延长等获得经济效益超 50 亿元。经论证，本项目的研究成果达到国际先进水平。