

在线腐蚀监测技术在炼油装置上的应用研究

郭武宾

中国石油化工股份有限公司 茂名分公司 广东茂名 525000

【摘要】 炼油装置长期运行阶段中面临着严重的腐蚀困扰，腐蚀会造成设备的使用寿命缩减，引起维修成本上涨，还会引发安全相关事故，对炼油企业的生产流程和经济效益造成重大影响。本文主要探讨在线腐蚀监测技术在炼油装置上的应用事宜，以提高炼油装置的腐蚀监测水平，保障装置实现安全稳定运行。研究结果说明，在线腐蚀监测技术可实时且精准地采集炼油装置的腐蚀数据，为设备腐蚀状况评估与防腐策略制定提供科学支撑，切实减小炼油装置的腐蚀风险，增进企业经济效益及生产安全性。

【关键词】 在线腐蚀监测技术；炼油装置；腐蚀监测；防腐措施

Research on the Application of Online Corrosion Monitoring Technology in Refining Units

Guo Wubin

China Petrochemical Corporation Limited Maoming Branch Maoming, Guangdong 525000

【Abstract】 Refining units face severe corrosion challenges during long-term operation. Corrosion can shorten equipment service life, increase maintenance costs, and even trigger safety-related accidents, significantly impacting production processes and economic benefits of refining enterprises. This paper primarily explores the application of online corrosion monitoring technology in refining units to enhance corrosion monitoring capabilities and ensure safe and stable operation. The research findings demonstrate that online corrosion monitoring technology can collect real-time and accurate corrosion data from refining units, providing scientific support for equipment corrosion assessment and anti-corrosion strategy formulation, effectively reducing corrosion risks in refining units, and improving corporate economic efficiency and production safety.

【Key words】 online corrosion monitoring technology; refinery unit; corrosion monitoring; anti-corrosion measures

引言

炼油产业是国民经济的核心支柱产业，炼油装置在高温、高压、强腐蚀等恶劣情形下运转，介质往往囊括硫化氢、氯化氢、二氧化碳、水等腐蚀性物质，这些物质会让设备出现不同程度的腐蚀现象。而定期停工检查、取样分析这类传统的腐蚀监测方法，有着监测周期过长、数据不连续、不能迅速反映设备腐蚀状况等弊端，无法契合现代炼油装置安全、高效生产的要求。在线腐蚀监测技术作为一种新式的腐蚀监测手段，能实时、连贯地监测设备腐蚀状态，为设备的防腐维护迅速提供确切的信息，对确保炼油装置安全稳定运转、延长设备使用期限、削减生产成本意义重大。

1 在线腐蚀监测技术概述

在线腐蚀监测技术凭借电化学、物理、化学等原理开展，采用在设备表面或介质当中安装特定传感器，实时检查与腐蚀相关的参数，如腐蚀速度、腐蚀产物的成分、介质导电率之类，并把这些参数变换为电信号或其他可测度的信号，通过数据处理及分析后，获知设备腐蚀状态的信息内容^[1]。如电化学阻抗谱技术凭借测量电极系统阻抗随频率的变化情形，考察电极表面的电化学反应情形，从而获得腐蚀速率及

腐蚀机理等资讯；电阻探针技术依靠金属丝在腐蚀期间电阻的变化以反映腐蚀深度，进而求取腐蚀速率。

2 在线腐蚀监测技术在炼油装置不同部位的应用

2.1 常减压装置中的应用

2.1.1 电脱盐系统腐蚀监测

电脱盐是常减压装置原油预处理的核心环节，倘若脱盐效果欠佳，盐类在后续设备表面结晶，形成垢下腐蚀现象。在线腐蚀监测技术在此处起着关键作用，常以电阻探针与电化学噪声监测仪组合应用的方式开展，电阻探针安置在换热器入口及出口管线上，实时查看金属丝因腐蚀产生的电阻变化情形，进而精准计算出腐蚀率，采用长期监测的方式，可以掌握各工况下换热器管线的腐蚀情形，如原油流量和温度变化对腐蚀速率的影响，为优化电脱盐操作参数给出依据^[2]。

电化学噪声监测仪将安装在电脱盐罐体或关键管线附近，对电化学腐蚀阶段产生的噪声信号加以监测，这些信号存有丰富的腐蚀相关资讯，如腐蚀类型（均匀与局部腐蚀）、腐蚀活跃性等，采用分析噪声信号功率谱密度、噪声电阻等参数的方式，能预先发觉垢下腐蚀的早期迹象，当监测出噪声信号频率分布发现异常变动，也表明垢下腐蚀开始进展，此时可迅速调节破乳剂用量等，增进电脱盐效果，降低垢下

腐蚀出现频率。

2.1.2 高温部位腐蚀监测

常减压装置高温区段,如加热炉管道、转油的管线,硫化物分解所生成的硫化氢跟水蒸气形成酸性环境,造成设备出现腐蚀情形,聚焦这些高温区域,主要借助高温电化学探针和超声波测厚仪实施监测。

高温电化学探针有承受高温环境的能力,实时核实高温酸性介质中金属的腐蚀电化学参数,如腐蚀电流密度、极化电阻等数值,按照这些参数的变化情形,可精准评价高温部位的腐蚀速率与腐蚀机理,若监测到腐蚀电流密度陡然增大时,则表示高温酸性介质的腐蚀性变得更强,此时可探究是硫化氢含量增加还是温度变化引发,而后开展恰当的行动,如调整加热炉运行温度、投放缓蚀剂等。

定期用超声波测厚仪测量高温设备及管线的壁厚,在装置停工检修时期或正常运行期间,采用在设备表面涂抹耦合剂的方式,依靠超声波反射原理进行壁厚测定,创建壁厚变化相关数据库,剖析壁厚减薄走向,估测设备的剩余使用寿命,若壁厚减薄达一定水平时,迅速安排检修或替换,防范因设备腐蚀穿孔引起的安全事故。

2.2 催化裂化装置中的应用

2.2.1 反应-再生系统在线腐蚀监测

催化裂化装置的反应-再生系统面临高温、高压,还有催化剂磨损与腐蚀性介质的复杂工况,设备受腐蚀的问题突出,在线腐蚀监测技术的应用显得尤为迫切且意义重大。而电阻探针作为在线腐蚀监测技术中的关键工具,在反应-再生系统中发挥着不可替代的作用。

借助对电阻探针数据的深度剖析,可精准把握设备在不同操作条件下的腐蚀速率。例如,反应温度、压力的起伏以及原料特性的转变,皆能对腐蚀速率造成影响。若监测数据显示腐蚀速率有异常升高,技术人员可凭借数据趋势,即刻调整各项操作参数,如对反应温度、压力做优化,还可改变催化剂的循环量与活性水平,以达到减缓腐蚀速度的目的^[1]。这些数据还可为设备检修计划给出科学指引,可预先安排有针对性的设备检修,杜绝因设备过度腐蚀引发的泄漏、破裂等重大安全事故,让反应-再生系统实现安全稳定运行。

2.2.2 分馏系统在线腐蚀监测

催化裂化装置的分馏系统承担着把反应产物分离成不同馏分的职责,此系统在高温、含硫、含水等复杂介质环境下,腐蚀问题不能忽视。

线性极化电阻(LPR)探针在分馏系统的在线腐蚀监测中发挥关键作用。把LPR探针装于分馏塔的塔板、塔壁以及关键管线上,凭借测量极化电阻计的腐蚀速率,LPR探针具备响应迅疾、测量精度高的特性,能马上反馈设备的腐蚀情形。

诸多因素会对分馏系统内的腐蚀情况造成影响,如塔内温度梯度状况、介质流速与成分的变化等。依靠LPR探针记录的监测数据,可清晰探知不同位置的腐蚀内在规律,因塔顶部位的温度偏低,水蒸气极易冷凝,形成酸性环境,存在较为严重的腐蚀;而塔中与下部则因高温以及介质成分情

况有别,腐蚀状况呈现差异,结合这些监测得出的结果,可制定有针对性的防腐策略,如塔顶注水、添加中和剂等举措,切实减缓设备的腐蚀速度,让设备使用的寿命延长,降低设备维修的开支,让分馏系统实现可靠运行。

2.3 加氢装置中的应用

2.3.1 反应器出口高温高压管线监测

加氢装置反应器出口的高温高压管线,长期处于存在氢气、硫化氢等腐蚀性介质的高温高压恶劣境地。面对这样的极端条件,管线容易遭遇氢致开裂、硫化氢腐蚀等麻烦,若升温升压操作存在失误,管线材料的韧性开始下降,破裂危险急剧攀升,对加氢装置的安全运行造成重大干扰。

为及时开展此类腐蚀的实时监测与预防,可采用电化学噪声(EN)监测手段,把专用的电化学噪声传感器装到管线上。此技术按照金属腐蚀时产生的电位和电流波动信号评估腐蚀现状。在高温高压的情境,管线金属与介质起反应,引起微弱电位、电流的改变,传感器实时捕捉后传至数据分析系统。

系统借助特定算法与模型对数据进行深度处理,精准衡量管线腐蚀速率、类型及程度,对电位和电流噪声的功率谱密度、相关系数等参数加以分析,能够分辨管线发生的是均匀、局部还是应力腐蚀类型。依照分析给出的结果,可调整操作参数(像温度、压力、介质流速等方面),接着更换耐蚀材料,或者实施防腐涂层等措施^[4]。

2.3.2 循环氢压缩机入口分液罐监测

循环氢压缩机入口分液罐是加氢装置的核心要点,承担起对循环氢内液体杂质进行分离收集。然而该部位长期受湿硫化氢的纠缠,在特定的温度、压力及介质成分环境中,湿硫化氢会引起应力腐蚀开裂(SCC)及氢致开裂(HIC)现象,造成设备性能变差,乃至丧失其功能,引起分液罐寿命的明显缩短,为加氢装置的安全运行埋下隐患。

为实现对腐蚀的有效监测与预防,可采用超声波测厚仪腐蚀速率监测相配合的技术。在罐体那些壁厚较薄、易遭腐蚀的关键部位,安装超声波测厚探头与腐蚀速率传感器,超声波测厚探头凭借超声波传播特性对罐体壁厚进行测量。经由定期或实时监测,可直观掌握腐蚀减薄态势,采用电化学或电阻原理,腐蚀速率传感器运作,实时对硫化氢含量、环境湿度、pH值的腐蚀环境参数检测,直接影响金属腐蚀速率的是这些参数。

数据分析系统实时对采集的数据做监控分析,把不同时间的壁厚数据对比一下,就能算出腐蚀速率。结合环境参数的变化对影响因素展开深入分析,若检测到硫化氢浓度出现异常、湿度偏高或腐蚀速率增大,系统迅速发出预警,技术人员能据此情形注入中和剂、调节操作条件或做局部修复工作,维持分液罐稳定安全运转,实现加氢装置高效运作。

3 在线腐蚀监测技术在炼油装置应用中存在的问题及解决途径

3.1 存在的问题

3.1.1 监测数据精确性跟可靠性存在的问题

实际应用过程中的在线腐蚀监测技术,监测数据大概会受多种因素的干扰,引起数据的准确性及可靠性受干扰,电化学类监测技术易受介质温度、压力、流速、电导率等因素的牵扯;物理类监测技术中的电阻探针,测量精度或许会因探针表面的污垢、结垢及机械损伤而受影响;化学类监测技术取样、分析的过程也许存在偏差。

3.1.2 监测设备的适应性问题

炼油装置运行工况复杂又多变,温度、压力、介质成分等参数间差异较为明显,对在线腐蚀监测设备适应环境的能力要求颇高,部分监测设备或许无法在高温、高压、强腐蚀等恶劣环境里长期稳定运作,导致设备频繁陷入故障状态,影响监测工作的顺利实施。

3.1.3 数据处理和分析能力不足

在线腐蚀监测技术生成的数据量极其惊人,该如何对这些数据进行高效处理、分析及挖掘,提取有价值资讯,成为目前面临的一项重要课题,某些炼油企业在数据处理和分析上,缺乏专业技术人才与先进分析软件,不能对监测数据展开深度剖析,不易及时找出潜在的腐蚀问题与腐蚀态势,导致监测技术的优势未能得以充分施展。

3.1.4 同现有生产管理系统的集成相关问题

在线腐蚀监测系统往往是独立的系统,跟炼油企业现存的生产管理系统(如DCS、MES之类)不存在有效的集成,致使监测数据难以迅速、无误地传进生产管理系统,无法为企业生产决策给予全面性支持。

3.2 解决途径

3.2.1 提高监测数据的准确性和可靠性

对于不同类型监测技术的特质,实施传感器的优化设计,提升其抵御干扰能力与测量的精准度,电化学传感器采用先进电极材料及电极结构,降低介质因素对测量结果造成的干扰;对电阻探针表面采用特殊防护涂层,防止污垢及结垢的生成。

定期对在线腐蚀监测设备做校准,保障测量数据精准无误,形成完备的设备维护管理制度,加大设备日常巡检及维护力度,及时察觉并消除设备故障。

把不同款式的在线腐蚀监测技术予以有机组合,全面发挥各种技术的特长,彼此补足与核验,把物理类和电化学类监测技术整合在一起,经由对比不同技术得到的监测数据加以分析,强化对设备腐蚀情况判定的精准水平。

3.2.2 增强监测设备的适应性

应对炼油装置的恶劣工况环境,研发拥有出色抗高温、高压、强腐蚀性能的材料及传感元件,采用特种合金材料制成传感器的外壳和内部组件,提高设备抗腐蚀及机械方面的强度;开发在高温高压环境中稳定运行的电子元件,维持监测设备的正常工作状态。

按照设备的腐蚀特征及运行状态,恰当挑选监测设备的安装位置,防止设备直面高温、高压、强腐蚀介质的直接冲击,采用切实的安装形式,保证设备跟被监测对象之间接触良好、密封性能好。

3.2.3 提升数据处理和分析能力

加大腐蚀监测技术与数据分析专业人才的培养力度,增进企业技术人员对监测数据的处理及分析能力,采用组织培训、学术交流等活动办法,让技术人员熟练运用先进的数据分析手段与工具,可从海量监测数据里挖掘出有价值的信息。

采用专业软件进行在线腐蚀监测数据的处理与分析,借助机器学习、数据挖掘等手段构建腐蚀预测模型,对设备的腐蚀走向进行预判与告警,开发贴合炼油企业特点的数据管理系统,实现监测数据的集中保存、管理与分享。

3.2.4 实现同现有生产管理系统的集成

设定在线腐蚀监测系统和炼油企业既有生产管理系统的接口规格,保障监测数据能精准、迅速地传至生产管理系统,采用数据集成方式,完成监测数据与生产运行、设备管理类数据的融合,为企业生产决策奉上全面的协助。

打造集在线腐蚀监测、生产运行管理、设备维护管理等功能融合的一体化管理平台,实现各系统相互间的信息共享与协同配合,生产管理人员可通过一个平台同时查看、分析生产运行及腐蚀监测数据,提高工作成效及决策的科学性。

结语:

综上所述,在线腐蚀监测技术在炼油装置上应用的现实意义重大。通过实时且精准地监控设备腐蚀状况,该技术能给炼油企业提供具有科学性的腐蚀评估及防腐决策依据,有效削减设备的腐蚀隐患,提高设备使用的年限,增强装置运行效率和产品质量水平,保证企业安全生产,稳固经济效益。未来,伴随科技的不断提升,在线腐蚀监测技术将朝着智能化、集成化、网络化的趋向前行,运用物联网技术实现对监测设备的远程监控及数据传输,凭借大数据和人工智能技术对监测数据实施深度挖掘分析,组建更精准无误的腐蚀预测模型,为炼油装置的腐蚀监测及防腐工作给予更高效、精准的扶持。

参考文献

- [1]张旭亮.基于腐蚀控制策略制定优化的防腐管理[J].设备管理与维修, 2024, (06): 13-17.
- [2]丁程兵.炼油装置塔顶回流系统腐蚀及控制措施[J].石化技术, 2023, 30 (06): 317-319.
- [3]代敏, 贾永杰.炼油厂常减压装置常见腐蚀与防护措施探析[J].清洗世界, 2023, 39 (06): 16-18.
- [4]郭雷.炼油装置腐蚀监测技术应用[J].全面腐蚀控制, 2021, 35 (08): 168-173.