

Innovation of Corrosion Protection Management of Oil Refining and Chemical Equipment

Hepeng Liu Peng Jiang Runyu Liu Bo Geng Tao Wu

PetroChina Guangxi Petrochemical Company, Qinzhou, Guangxi, 535000, China

Abstract

Corrosion is one of the main factors of refinery accident, for the technology (complex corrosion mechanism, medium) and economy (reasonable material), equipment and pipeline corrosion is inevitable, corrosion leakage can cause group casualties, so the corrosion protection work is the priority of production safety management. Corrosion protection management, as the key work to ensure the smooth operation of the device, does not produce direct benefits and is in a passive and inefficient state for a long time. This paper takes the promotion of corrosion protection work of a 250,000 tons / year sulfur device as a case, discusses the process of establishing a more active corrosion protection management mode and special management improvement through management innovation, and promotes the innovative management mode to similar devices in the same industry.

Keywords

refining and chemical industry; device; corrosion protection; management; innovate

炼油化工装置腐蚀防护管理创新

刘鹤鹏 姜鹏 刘润宇 耿波 吴涛

中国石油天然气集团有限公司广西石化分公司, 中国·广西 钦州 535000

摘要

腐蚀是炼化企业发生事故的主要因素之一, 出于技术(腐蚀机理复杂、介质多变)和经济性(合理选材)的考虑, 设备及管道存在腐蚀是必然的, 腐蚀泄漏事件却会造成群体伤亡事件, 因此腐蚀防护工作是安全生产管理工作的重中之重。腐蚀防护管理作为保障装置平稳运行的重点工作不产生直接效益, 长期处于被动的低效状态。论文以某25万吨/年硫黄装置的腐蚀防护工作提升为案例, 论述通过开展管理创新, 探索建立更为主动的腐蚀防护管理模式, 进行专项管理提升的过程, 将该创新管理模式向同行业同类装置进行推广。

关键词

炼油化工; 装置; 腐蚀防护; 管理; 创新

1 引言

当前, 炼油化工行业原油劣质化是一个必然趋势, 腐蚀是炼化企业发生事故的主要因素之一, 出于技术(腐蚀机理复杂、介质多变)和经济性(合理选材)的考虑, 设备及管道存在腐蚀是必然的^[1], 但是出现腐蚀泄漏事件却会造成群体伤亡事件, 因此腐蚀防护工作是安全生产管理工作的重中之重。

论文以2018年10月开工运行的某25万吨/年硫黄装置的腐蚀^[2]防护工作提升为案例, 该装置自投用至2020年4月, 共出现因腐蚀泄漏造成的装置被动切换4次, 装置重

大生产波动及应急处置16次, 造成环保排放瞬时超标54次, 成为企业整体生产流程平稳运行的重大风险, 环保达标排放存在极大的不确定性, 直接威胁到企业的安全生产及经营绩效。装置的管理单位通过开展管理创新, 探索建立更为主动的腐蚀防护管理模式, 进行专项管理提升, 目的是形成更为有效可持续的腐蚀防护管理。

2 腐蚀防护管理创新的探索

2.1 分析现行的腐蚀防护管理现状

①装置概况: 论文中的硫黄装置由25万吨/年硫黄回收、280吨/时酸性水汽提、900吨/时溶剂再生组成。硫黄装置涉及的腐蚀性介质包括高硫化氢浓度的酸性气及尾气处理系统未吸收的含SO₂气体等。

②硫黄装置的主要腐蚀机理^[3]包括湿硫化氢损伤、硫化氢铵腐蚀、胺腐蚀、应力腐蚀开裂、多相流冲蚀、应力腐蚀开裂、露点腐蚀等。

【作者简介】刘鹤鹏(1985-), 男, 中国黑龙江七台河人, 本科, 工程师, 从事石油炼制及化工装置建设、流程工业过程控制、生产运行装置运维管理及设备设施全生命周期管理优化研究。

③已实施的腐蚀防护管理措施分析。

结合硫磺装置已实施的腐蚀防护管理措施（见表1），通过措施落实人员、管控措施的效果及特点进行分析。

表1 已实施的腐蚀防护管理措施及效果

序号	管理措施	落实人员	效果及特点
1	“一图两表一手册”工作	技术人员 外协人员	较为基础，仅具有指导作用
2	事故及数据分析	技术人员	定周期分析，辅助作用
3	水冷器循环水管控	技术人员	定周期治理，可调整范围有限
4	空冷偏流治理	技术人员	定周期治理，可调整范围有限
5	管线及设备测厚	技术人员 外协人员	按手册要求实施，范围分散，有一定防护作用

其中，管线及设备测厚工作包括定期定点的测厚，临时性的抽查测厚，重点部位及隐患部位的重点监控与排查；定点测厚是指定周期定位位置定频次的测厚计划；临时性测厚、腐蚀重点部位及隐患部位的壁厚监测工作方式较为灵活，实施方法与定点测厚相同，该项工作可以提升隐患发现概率，依照实测数据可以进行腐蚀程度预测，是硫磺装置最有效而且可行的腐蚀防护及指导隐患治理的重要手段。

综合上述分析情况，现有腐蚀防护管理主要存在以下问题：

①各项腐蚀防护工作均处于较为基础的阶段，因为不产生直接经济效益，所以投入较少，停留在上级要求开展什么工作才开展的被动工作状态。

②腐蚀防护的具体工作全部由技术人员承担，呈现出的状态是由技术人员完成一项又一项单独的工作，与全员全方位多层次无死角进行腐蚀防护工作的要求差距非常大。

③现有的腐蚀防护管理工作脱离了装置运行的最大多数成员，即岗位操作员；岗位操作人员责任不清，积极性不高，甚至对腐蚀防护工作持旁观态度，形成了无腐蚀防护工作能力，无腐蚀防护工作意愿，无腐蚀防护工作意识的岗位员工三无状态。

④测厚工作具备管理提升的可能，测厚工作体量大，周期长，范围广，随机性强，但是技术难度不高，操作入门难度低，可操作性强，入手快，效果直接，具备短时间收到成效的可能性。

2.2 确定管理创新措施并推广应用

经过细致梳理已实施的腐蚀防护管理措施，结合现有条件，确定通过组织，管理，经济及技术四类措施，以全员主动的定点测厚作为管理提升的技术突破口，建立主动腐蚀防护管理模式，具体的各项措施如下。

2.2.1 组织措施

①建立装置腐蚀防护管理组织机构。

组织机构分为三个层级：

主管领导层级：腐蚀防护主管主任由车间主任担任。

技术人员层级：腐蚀防护技术员分为工艺及设备两个专业，由专业工程师担任。

创新设置操作层级：腐蚀防护操作员由各岗位班内成员担任，优先培养班组长以外的青年成员。

②明确各层级岗位职责分工。腐蚀防护主管主任岗位职责表如表2~表4所示。

表2 腐蚀防护主管主任岗位职责表

序号	岗位职责
1	负责本单位工艺防腐工作的全面管理
2	负责对本单位防腐工作进行总体规划并组织分解实施
3	负责组织本单位防腐数据监测与分析
4	负责组织本单位防腐异常数据的处理、应急方案的编制等
5	负责组织本单位腐蚀防护培训工作并考评

表3 腐蚀防护技术人员岗位职责表

序号	岗位职责
1	负责按本单位总体规划落实防腐蚀各项工作
2	督促班组完成装置内腐蚀防护各项工作并考评
3	负责参与并组织落实一图两表一手册编制及应用
4	负责组织各装置技术人员编制本单位工艺防腐周报、月报
5	负责统计各班组防腐蚀数据、合格率，并开展数据分析
6	负责组织本单位防腐异常数据的处理、应急方案的编制等
7	负责组织落实开展定点测厚及隐患排查工作
8	负责培训各装置班组腐蚀操作人员及其他成员并考评
9	负责组织参与进行腐蚀事故事件的调查分析
10	负责组织完善腐蚀防护管理各类技术资料、档案

表4 腐蚀防护操作员岗位职责表

序号	岗位职责
1	统计班组防腐数据和合格率、异常数据的监控和初期处理
2	负责本装置腐蚀防护的各项基础工作
3	负责参与本单位防腐异常数据的处理、应急方案的编制等
4	负责协助腐蚀防护技术员编制本单位工艺防腐周报、月报
5	负责完成已下达的各项腐蚀防护任务
6	负责本装置定期腐蚀数据的收集、整理、汇总
7	负责本装置腐蚀数据日常监测分析，发现异常及时通报处理
8	负责协助开展本装置定点测厚及隐患排查工作
9	负责参与本装置腐蚀泄漏事故事件的调查处理
10	负责协助本装置防腐管理各类技术资料、档案的建立完善

③建立标准的工作流程如图1所示。

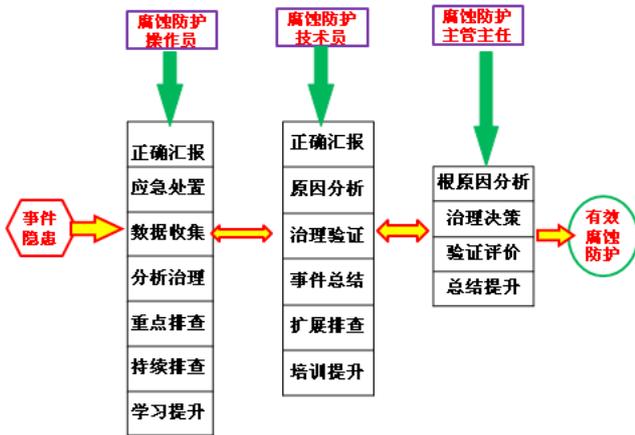


图1 腐蚀防护事件处置分工与工作流程导图

2.2.2 管理措施

- ①修订腐蚀防护管理办法，编制工艺防腐管理提升方案，为高效推进建立健全新腐蚀管理模式提供制度依据。
- ②总结腐蚀防护经验办法，对装置重点腐蚀事件进行汇编，进行腐蚀事件全面的根本原因分析（RCA）并形成报告汇编成册，为提升主动腐蚀防护能力提供方法。
- ③修订绩效考核管理办法及各岗位分工，细化腐蚀防护工作的岗位绩效规则及奖惩规定，充分引导岗位员工参与腐蚀防护管理工作，并对消极懈怠情况给予处罚。
- ④梳理腐蚀防护管理的各专项工作定期开展，固化管理工作项目。

腐蚀防护定周期工作统计表如表5所示。

表5 腐蚀防护定周期工作统计表

序号	工作内容	工作周期	备注
1	修订一图两表一手册一报告	年度	
2	工艺防腐监测体系	年度	
3	工艺防腐分类检查表	6个月	
4	工艺防腐日常监测分析	每周	
5	定点测厚工作	每季度总结	
6	重点测厚监测	按需（周/次，月/次）	
7	重点措施进行监控和治理	周（腐蚀问题清单制）	
8	腐蚀在线监测系统完善	年度（结合装置检修）	
9	腐蚀事故事件分析与总结	发生与处置一周内	
10	建立腐蚀防护专题例会	月/次	
11	专项排查及治理	每周一主题	
12	腐蚀防护工作专项内审	半年	

2.2.3 经济措施

加大腐蚀防护管理工作资金投入，配置测厚仪4台，红外热像仪1台以及红外测温仪2台，提升现场腐蚀防护监

测工作的实施能力；腐蚀管控及腐蚀隐患治理的项目均优先实施，使腐蚀防护管理工作不受成本及投入限制。

2.2.4 技术措施

①重视信息交流与腐蚀防护意识提升，按照集团公司体系审核中腐蚀专项的量化标准及元素构成，对腐蚀管理专项资料进行整合，上传至网页专有模块，包括定期更新腐蚀防护专项报告及周报、月报，并不断更新重点事件汇编材料，根据原因分析（RCA）及失效分析报告，分享同类装置相关腐蚀事件及优秀论文等供全员进行学习交流。

②开展全员腐蚀防护基础能力提升培训，开展企业级的百日现场实操培训与考评，将腐蚀防护基础知识及现场测厚专项能力的培训列为重点项目，培训目标是各班组岗位员工均具备完成指定位置测厚排查工作，并可以就现场采集到的数据进行初步的现象分析的能力。

③选取全面全员定点测厚作为管理提升的技术突破口，进行重点提升。硫磺装置建设期未设置在线腐蚀监测系统，无法通过在线腐蚀监控与分析指导腐蚀防护工作，现场测厚方式成为最直接的腐蚀防护监测手段。

现场测厚工作具备短时间内产生管理成效的可能性，通过以提升全员测厚能力及壁厚减薄监控作为腐蚀防护工作的突破口，现场测厚腐蚀防护模式突出多层次全员参与，解放技术人员头脑用于技术管理及能力提升，将腐蚀防护工作变为多层次协作；提升基层班组操作人员整体的腐蚀防护工作意识和积极性，基础性的工作下移，扩大提高测厚排查的较短时间内的可实施范围与数量，为预知性消除腐蚀泄漏事故及处置腐蚀事件提供充足数据支持、时间及可能性。

3 管理创新应用取得良好成果

①腐蚀事件发生频次明显下降。自2021年04月硫磺装置推行主动腐蚀防护管理创新至2022年04月，共发生腐蚀事件11次，其中腐蚀泄漏事件8次，未遂泄漏事件3次，腐蚀事件发生频次较上一个年度下降48%；未发生因腐蚀事件造成的非计划停工，未因腐蚀事件造成环保排放超标。

②实现预知管理消除重大泄漏隐患。成功消除溶剂再生后冷器腐蚀泄漏^[4]的重大事故隐患。该设备为管壳式换热器，壳程介质为含高浓度硫化氢的酸性气，在运行过程中出现湿硫化氢环境下三相流冲刷腐蚀与硫化铵腐蚀叠加造成的壳体减薄^[5,6]，设备无泄漏监控运行4个月后完成了无风险处置，避免了高浓度硫化氢泄漏的重大危险。

③2021及2022年度，由企业组织的20多项腐蚀排查专项活动中，部门凭借着多层次联动的方式展开排查，排查工作开展有序细致，结果详实有效，形成总结标准高，多次获得通报表扬及奖励，并作为工作模板得到推广。

④形成多项制度性文件，有效指导后续腐蚀防护工作

(见表6)。

表6 腐蚀防护管理创新编制及修订的制度性文件统计表

序号	制度性文件	最近一次修订时间	备注
1	硫黄装置低负荷运行期间腐蚀防护方案	2020年06月10日	
2	腐蚀与防护管理办法	2021年08月10日	
3	工艺防腐管理提升方案	2021年08月10日	
4	硫黄装置腐蚀控制手册	2021年09月10日	
5	防腐工作经验办法总结	2021年09月15日	
6	硫黄回收装置重点腐蚀事件汇编	2022年04月20日	
7	腐蚀事件根本原因分析(RCA)报告汇编	2022年06月20日	
8	生产装置主要设防值	2022年05月10日	
9	工艺防腐监测项目检验计划	2022年02月10日	
10	工艺防腐信息统计表及计算书	2022年02月10日	

⑤创新管理模式得到推广。创新的建立主动腐蚀防护管理模式，建立新型的工艺防腐管理组织机构，基于硫黄回收装置推广至公司各装置，通过增设班组腐蚀操作员增加腐蚀防护工作的层级，明确各层级分工与职责，按照标准化的工作流程及分工模式有效提升了各装置腐蚀防护管理工作效率。

4 结语

通过建立多层次机构实现有序分工，创新的设立了班组腐蚀操作员，制定了标准的工作流程，技术上全面提升了已实施的腐蚀防护能力，管道及设备现场监测方面更是取得了丰厚成果，形成主次分明的腐蚀防护管理模式，有效地提高了腐蚀防护管理工作的效率；在实际的工作过程中充分的提高了腐蚀防护的主动性，发现并处置了多次隐患，减少了腐蚀泄漏事件发生的频次，避免了非计划停工事故，有效地保障了装置的安全平稳运行，该管理创新实用性强，技术难度较低，成本小而收益高，适于同行业及同类装置推广。

参考文献

- [1] 李学翔.硫黄尾气处理装置腐蚀与防护技术[J].硫黄回收二十年论文集,2015,1(4):680-683.
- [2] 刘鹤鹏.硫黄装置事故原因分析[J].炼化设备管理技术年会论文集,2023,8(1):24-30.
- [3] 袁辉,王会强.硫黄回收装置腐蚀机理与防护分析[J].装备环境工程,2020,11(17):24-30.
- [4] 刘鹤鹏,董玮,徐明强,等.溶剂再生装置再生塔顶后冷器腐蚀泄漏分析与处理[J].石油石化物资采购,2020(3):1.
- [5] 段永锋,于凤昌,崔新安,等.炼化设备冲刷腐蚀失效分析及控制策略[J].表面技术,2016,10(45):173-179.