

某煤焦化有限公司 LDAR 检测

曹鹏¹ 崔靖² 王佳琪¹ 丁雨欣¹ 方岱¹

1. 南京理工大学泰州科技学院环境与制药工程学院, 中国·江苏 泰州 225300

2. 泰州职业技术学院基础部, 中国·江苏 泰州 225300

摘要: VOCs 泄漏修复与检测 (LDAR) 是石化企业 VOCs 减排的重要手段, 本文对某煤焦化有限公司实施 VOCs 泄漏修复与检测, 通过该项目的实施, 发现其存在泄漏点 113 处, 经修复成功减少 22 处泄漏点, 有效地减少了 VOCs 的无组织排放, 提高了企业环保保护工作的水平。

关键词: 挥发性有机物 (VOCs); 泄漏检测; 修复; 石化行业

LDAR Detection of a Coal Coking Co., Ltd.

Peng Cao¹ Jing Cui² Jiaqi Wang¹ Yuxin Ding¹ Dai Fang¹

1. School of Environmental and Pharmaceutical Engineering, Taizhou Institute of Sci. & Tech., NUST, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

2. Basic Department of Taizhou Vocational and Technical College, Taizhou, Jiangsu, 225300, China

Abstract: VOCs leakage repair and detection (LDAR) is an important means of petrochemical enterprise VOCs emissions, this paper on a coal coking co., LTD. VOCs leakage repair and detection, through the project, found its leakage point 113, the repair successfully reduce 22 leakage point, effectively reduce the VOCs unorganized emissions, improve the level of enterprise environmental protection work.

Keywords: volatile organic compounds (VOCs); leakage detection; repair; petrochemical industry

1 VOCs 及 LDAR 的定义

挥发性有机化合物简称 VOCs, 指除 CO、CO₂、H₂CO₃、金属碳化物、金属碳酸盐和碳酸铵之外, 任何参加大气光化学反应的碳化合物。是一种对人体非常有害的物质。VOCs 经大气光化学反应产生的一些污染物, 例如臭氧和过氧乙酰硝酸等一些氧化性较强的气态污染物, 不但能危害人体健康, 而且伤害职务, 严重时甚至导致死亡^[1], 因此, 控制 VOCs 的排放对保护空气环境质量具有重要意义。

VOCs 泄漏修复与检测 (Leak Detection And Repair) 是对工业生产活动中工艺装置泄漏 VOCs 的现象进行发现和维修的一种技术。该技术采用固定或移动监测设备, 定量或定性检测生产装置中阀门、法兰、机泵、压缩机、开口阀、密封系统排口、人孔等易产生挥发性有机物泄漏处的泄漏情况, 并修复超过一定浓度的泄漏源, 从而达到控制物料泄漏损失, 减少对环境造成的污染^[2-4]。

2 LDAR 流程

本文拟对某煤焦化有限公司实施 VOCs 泄漏修复与检测, 根据该企业的生产性质和工艺, 本次 LDAR 项目实施流程如下。

2.1 LDAR 项目建立

2.1.1 资料准备

收集拟实施 LDAR 的项目工艺流程图 (PFD)、管道

仪表图 (PID)、物料平衡图 (表)、操作规程等资料, 工艺变更资料不全, 应补充完整^[5,6]。

2.1.2 装备适合性分析

所有涉及 VOCs 的装置应纳入适合性分析, 依据规范分析装置内设备或管件的 VOCs 组分。VOCs 的总质量分数大于 10% 的, 应纳入泄漏管控范围。对于符合豁免条件的装置或单元, 应按照规定要求填写^[7]。

2.1.3 装置物料流的组分和状态分析

根据工艺参数对物料流进行分类, 并在 PID 图上进行标注, 气体、轻液体、重液体应分别标注。通过物料平衡表或操作手册查找计算设备、管件内 TOC、VOCs 和甲烷含量^[8]。

2.1.4 边界确定

不同状态的物料由阀门或盲板隔离, 边界处的阀门或盲板按如下原则划分:

- ①气体和液体交界, 按接触气体计;
- ②轻液体与重液体交界, 按接触轻液体计;
- ③ VOCs 与非 VOCs (如氢气、氮气、蒸汽、水等) 交界, 按接触 VOCs 计。

2.1.5 密封点标识

应对泄漏管控范围内的每个密封点设置唯一编码, 与基础信息、检测和修复等信息关联^[9]。本次通过现场挂牌、拍照或 PID 标识等方式实现密封点准确定位, 对不可达密

封点进行特别标注。

2.1.6 现场信息采集

现场信息采集的信息主要为：密封点编码、密封点类型、空间位置描述、公称直径、物料信息、可达性、PID 图号等。对于不可达密封点需记录原因。

2.1.7 密封点台账建立

根据现场采集的信息、PID 和 PFD 等其他资料对每一密封点建立基于 Excel 的密封点检测台账^[10]。

密封点台账包括但不限于以下信息：装置、区域、密封点编码、密封点类型、介质状态（气体、轻液体或重液体）、公称直径、可达性、保温保冷等信息。

2.1.8 数据合规性审核

审核的内容主要包括：密封点的数量、密封点编码唯一性、必填信息的完整性、字段信息有效性及兼容性等。

2.1.9 检测任务分配和路径的建立

根据规范要求，制定检测计划，按照密封点的空间及工艺分布，以安全、快捷为原则建立检测路径^[11]。

2.2 现场检测工作流程

2.2.1 泄漏检测仪器准备及校准

仪器的检定检查：检测仪器应进行周期计量检定，新购或经维修的仪器应进行计量检定。

响应因子确定：应确定所用检测仪器对 VOCs 的响应因子。响应因子可由仪器制造商提供，或直接测定。本次检测时先使用校准参考化合物标准气体对仪器进行校准，然后将与校准参考化合物标准气体浓度值相同的目标化合物的校准气体通入仪器，待仪器读数稳定后记录，最后将零气通入仪器，待仪器读数稳定后记录。重复以上步骤 3 次，共获得 3 组标气测值和零气测值，计算标准气体浓度值与仪器读数的比值，取平均值作为该化合物对参考化合物的响应因子。

零点核查和（或）校准：通入零气，待检测仪器显示稳定后，检查仪器^[16]。三次读数平均值小于 10mol/mol，视为合格；超出范围应进行重新校准。

量程核查和（或）校准：通入校准气体，待检测仪器显示稳定后，检查仪器。三次读数平均值小于校准气体浓度的 10%，视为合格。

2.2.2 检测与漏点挂牌

密封群检测顺序如下：

调节阀组：前手阀、调节阀、后手阀、副线阀、放空；

换热器：管程、入口阀、入口法兰、出口法兰、出口阀、副线阀、去油污阀、放空，管程法兰；

壳程：入口阀、入口法兰、出口法兰、出口阀、副线阀、去油污阀、放空，壳程法兰；

流量计：前手阀、流量计、后手阀、副线阀、放空；

一进一出泵：入口阀、过滤器、入口法兰、泵体、出口法兰、单向阀、出口阀、副线阀、放空、压力表；

二进二出泵：第一入口阀、第二入口阀（两者比较轻者为第一，重者为第二）、过滤器、入口法兰、泵体、出口法兰、单向阀、第一出口阀、第二出口阀、副线阀、放空、压力表；

阻火器：前手阀、阻火器、后手阀、副线阀、放空；

玻璃板液位计：上部手阀、玻璃板上部连接件、玻璃板下部连接件、下部手阀、放空；

安全阀：前手阀、安全阀、后手阀、副线、放空；

对泄漏管控范围内的每个密封点设置唯一编码，与基础信息、检测和修复等信息关联。通过现场挂牌、拍照等方式实现密封点准确定位。泄漏量大于 500ppm 用黄牌标识，以便于检维修。在现场挂牌之前，会对所填写的标准数据表格进行仔细审核，确保填写数据符合要求规范。

2.3 初次检测数据汇总

通过对该煤焦化有限公司实施 VOCs 初次泄漏修复与检测，按照机泵、调节阀、冷换设备、界区阀门、塔类、容器类、温度计、压力表、取压点等随设备走的顺序完成检测后，初次检测到的所有 VOCs 排放数据录入密封点信息数据库，汇总后的数据库作为检测成果之一提交给该煤焦化有限公司。从初次检测数据汇总表 1 中可以得到结果为：某煤焦化公司共采集图像共 2646 张，共计密封点 17649 个，漏点 113 处。

表 1 某煤焦化有限公司密封点状态统计表

组件类型	密封点个数	泄漏点个数	泄漏率 (%)
阀门	1270	25	1.97
法兰	3590	74	2.06
泵	9	0	0.00
取样连接系统	2	0	0.00
其他	217	12	0.46
压缩机	59	2	3.39

2.4 泄漏点修复与维护

初次检测完毕，将检测数据库及泄漏点数据汇总结果反馈该公司，该公司集中进行整改，整改后对泄漏点进行复测，通过复测发现，经过在线维修处理，共计修复 22 个泄漏点，泄漏点数有一定减少，但尚有 91 处泄漏点无法在线维修，故列为延迟修复点。

3 结语

本次检测应属于装置初次检测，泄漏部位的密封点组件涉及阀门填料、法兰、泵轴封、压力释放装置、其他连接件等。本次检查共采集图像 2646 张，密封点总计 17649 个，其中泄漏点为 113 处，压缩机的泄漏率较高，饱和器装置泄漏点数较多，经过在线维修处理，共计修复了 22 个泄漏点，对无法在线维修的 91 处泄漏点制定了停车修复的延迟修复方案。通过 LDAR 的实施，发现了生产过程存在的各类问题，并确定了日常维护、检维修及操作巡检等要重点关注的

位置,减少了企业 VOCs 的无组织排放,有效提高了企业环境管理的水平。

参考文献:

- [1] 车达.LDAR检测对石油化工挥发性有机物排放影响[J].中国仪器仪表,2023(9):69-72.
- [2] 韩占圣.LDAR检测技术助力气分装置VOCs减排实践[J].石化技术,2023,30(4):138-140+43.
- [3] 李凌波.简析中美石化行业泄漏检测与修复(LDAR)标准[J].石油炼制与化工,2023,54(10):22-29.
- [4] Chengliang Z, Tong X, Gengchen W, et al. Reduction of fugitive VOC emissions using leak detection and repair (LDAR) in a petroleum refinery of Pearl River Delta, China [J]. Applied Energy, 2022,324.
- [5] 白杨,罗慧荣,杨利航.LDAR检测周期对石化企业VOCs排放量估算的影响[J].皮革制作与环保科技,2022,3(3):61-63+69.
- [6] 张蒲根.基于LDAR检测技术对化工装置VOCs的泄漏分析[J].化工装备技术,2021,42(6):7-10.
- [7] 陈志冰.LDAR技术在化工行业VOCs减排中的应用研究[J].浙江化工,2021,52(10):36-39.
- [8] 杨刚,周晓曼,易容,等.天然气净化厂VOCs泄漏检测与修复技术应用探讨[J].油气田环境保护,2021,31(3):47-50.
- [9] 毛学军,刘伟,朱中元,等.智能化技术在泄漏检测与修复(LDAR)监管中的应用与实践[J].安全、健康和环境,2021,21(2):30-33.
- [10] 张钢锋,费波,修光利.泄漏检测与修复(LDAR)建档方法研究及应用进展[J].环境科学研究,2021,34(4):882-889.
- [11] 张钢锋,费波,修光利.泄漏检测与修复(LDAR)技术在涂料制造行业的应用研究[J].涂料工业,2020,50(12):63-68+76.

作者简介:曹鹏(1978-),男,中国江苏泰兴人,硕士,副教授,从事环境监测技术研究。