

轻污油罐油水分离措施改造

纪贻翔 (中海油惠州石化有限公司储运部, 广东 惠州 516086)

摘要: 自2017年二期开工后, 某石化厂轻污油的污水中氯离子、氨氮超标, 回炼二期催化炼化装置时, 造成催化装置管线减薄率高达60%, 存在极大的安全隐患。针对轻污油脱水的瓶颈难题, 该公司召开了专题会, 通过分析, 轻污油污水无论进常减压还是进催化、焦化回炼, 都可能在塔内或管线内形成氯化铵结盐, 且氯离子对不锈钢材质腐蚀严重, 又因轻污油中H₂S含量高, 现场人工脱水对人员和周边环境也会有中毒风险。

关键词: 轻污油罐; 腐蚀; 油水分离; 措施

中图分类号: TE972 文献标识码: A 文章编号: 1674-5167 (2025) 018-0127-03

Light contaminated oil tank oil and water separation measures transformation

Ji Yixiang (CNOOC Huizhou Petrochemical Co., LTD. Storage and Transportation Department, Huizhou Guangdong 516086, China)

Abstract: Since the second phase of construction began in 2017, chlorides and ammonia nitrogen levels in the wastewater from a petrochemical plant's light contaminated oil have exceeded safety standards. During the second phase of the catalytic refining unit, this has resulted in a 60% reduction in the thickness of the catalytic unit's pipelines, posing significant safety risks. To address the challenge of dehydrating light contaminated oil, the company convened a special meeting. The analysis revealed that whether the wastewater is fed into the atmospheric and vacuum distillation or the catalytic and coking units, it can form ammonium chloride salts within the towers or pipelines. Chloride ions severely corrode stainless steel materials. Additionally, due to the high H₂S content in the light contaminated oil, manual dehydration on-site poses risks of poisoning to personnel and the surrounding environment.

Key words: light contaminated oil tank; corrosion; oil-water separation; measures

近年来轻污油罐腐蚀问题日益严重, 储罐罐顶局部腐蚀穿孔、整体更换底板和局部更换壁板时有发生。轻污油罐物料复杂、含水, 腐蚀非常严重。因此, 需针对轻污油罐发现的问题加以科学的原因分析, 制定合理有效的防护措施, 确保设备平稳、安全运行。

1 轻污油罐运行情况及生产过程中发现问题

1.1 轻污油罐运行情况

轻污油罐材质为Q235-B, 罐顶板及顶圈壁板板厚为6mm, 罐内直径13.2m、容积约为2000m³, 自2009年4月正式投用。轻污油系统的污油主要来源于正常生产时回收的轻污油、可燃气体放空系统回收的凝缩油及装置开停工时产生的不合格汽、柴油。各装置轻污油经管网的轻污油系统管线进入轻污油罐^[1]。

因此, 受装置生产运行工况影响, 储存介质状况复杂、多变。

1.2 轻污油罐顶腐蚀情况 (见表1)

检测概况:

1.2.1 检测位置

轻污油罐顶板 (超声波检测数据见表2)。

1.2.2 检测问题

发现壁厚腐蚀减薄部位共计8处, 见表2。

1.3 罐底板裂纹情况

检修期间, 对罐底板进行焊道无损检验, 发现底板焊道 (包括大角焊缝) 及热影响区存在多处裂纹。同时, 打磨消缺时发现, 局部裂纹随着打磨存在扩展的趋势^[2]。

表1 某石化厂脉冲涡流缺陷扫查项目检测报告

报告时间: 2022.06.20		报告人: ***			
项目组别	脉冲涡流缺陷扫查项目组				
检测时间	2022-04-24 至 2022-06-18				
检测部位	轻污油罐顶板				
检测人	***	审核人	***		
审批人	***				

表 2

序号	检测设备 / 管线	检测位置	检测最小值 (mm)	规格型号 (mm)		减薄率
				管径	壁厚	
1	轻污油罐 226-T-06 罐顶板	2# 罐顶板	4.71	-	6.5	27.54%
2	轻污油罐罐顶板	3# 罐顶板	3.72	-	6.5	42.77%
3	轻污油罐罐顶板	4# 罐顶板	3.48	-	6.5	46.46%
4	轻污油罐罐顶板	5# 罐顶板	4.46	-	6.5	31.38%
5	轻污油罐罐顶板	12# 罐顶板	4.36	-	6.5	32.92%
6	轻污油罐罐顶板	13# 罐顶板	4.04	-	6.5	37.85%
7	轻污油罐罐顶板	14# 罐顶板	4.56	-	6.5	29.85%
8	轻污油罐罐顶板	15# 罐顶板	4.89		6.5	24.77%

表 3 检测位置超声波测厚数据列表

检测部位编号	检测设备 / 管线	位置名称	检测最大值 (mm)	检测最小值 (mm)	规格型号		减薄率	腐蚀速率	材质	温度 (°C)	介质
1	轻污油罐罐顶板	1# 罐顶板	6.24	5.38	--	6.5	17.23%	0.2445	Q235-B	常温	轻污油
2	轻污油罐罐顶板	2# 罐顶板	7.12	4.71	--	6.5	27.54%	0.3908	Q235-B	常温	轻污油
3	轻污油罐罐顶板	3# 罐顶板	6.81	3.72	--	6.5	42.77%	0.5802	Q235-B	常温	轻污油
4	轻污油罐罐顶板	4# 罐顶板	7.12	3.48	--	6.5	46.46%	0.6302	Q235-B	常温	轻污油
5	轻污油罐罐顶板	5# 罐顶板	7.05	4.46	--	6.5	31.38%	0.4257	Q235-B	常温	轻污油
6	轻污油罐罐顶板	6# 罐顶板	6.96	5.67	--	6.5	12.77%	0.1732	Q235-B	常温	轻污油
7	轻污油罐罐顶板	7# 罐顶板	6.92	5.55	--	6.5	14.62%	0.1983	Q235-B	常温	轻污油
8	轻污油罐罐顶板	8# 罐顶板	7.02	6.12	--	6.5	5.85%	0.0793	Q235-B	常温	轻污油
9	轻污油罐罐顶板	9# 罐顶板	7.09	5.91	--	6.5	9.08%	0.0464	Q235-B	常温	轻污油
10	轻污油罐罐顶板	10# 罐顶板	6.98	5.95	--	6.5	8.46%	0.0432	Q235-B	常温	轻污油
11	轻污油罐罐顶板	11# 罐顶板	6.98	6.10	--	6.5	6.15%	0.0834	Q235-B	常温	轻污油
12	轻污油罐罐顶板	12# 罐顶板	7.02	4.36	--	6.5	32.92%	0.4463	Q235-B	常温	轻污油
13	轻污油罐罐顶板	13# 罐顶板	7.08	4.04	--	6.5	37.85%	0.5131	Q235-B	常温	轻污油
14	轻污油罐罐顶板	14# 罐顶板	7.17	4.56	--	6.5	29.85%	0.4046	Q235-B	常温	轻污油
15	轻污油罐罐顶板	15# 罐顶板	7.15	4.89	--	6.5	24.77%	0.3358	Q235-B	常温	轻污油
16	轻污油罐罐顶板	16# 罐顶板	6.99	6.01	--	6.5	7.54%	0.1022	Q235-B	常温	轻污油

2 轻污油罐顶腐蚀及底板裂纹原因分析

根据轻污油罐检修期间发现的问题，进行针对性调查及原因分析，详细结果如下。

2.1 罐顶板腐蚀原因

2.1.1 罐顶板腐蚀垢样物相分析

分别在消防泡沫管道堵塞物、罐内漆皮与基体之间垢物和储罐外壁铁皮下腐蚀产物选取了 3 个垢样样品进行物相分析。

样品 1 (消防泡沫管道堵塞物) 为土黄色块状物，有强烈刺激性气味。样品 2 (罐内漆皮与基体之间垢物) 为

与样品 1 相似，为土黄色块状物，有强烈刺激性气味。样品 3 (储罐外壁铁皮下腐蚀产物) 为附着于储罐外壁铁皮下的黄褐色粉末物质。

对样品经研磨处理后进行 XRD 物相分析，样品 1 (消防泡沫管道堵塞物样品) 及样品 2 (罐内漆皮与基体之间垢物) 为 S_8 。样品 3 (储罐外壁铁皮下腐蚀产物) 为 Fe_2O_3 。

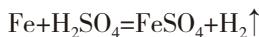
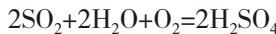
2.1.2 罐顶板定点测厚数据分析

通过核对该罐顶定点测厚数据台账发现，详见表 3。

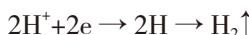
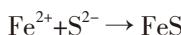
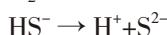
2.1.3 轻污油罐腐蚀机理分析

该轻污油罐随着使用年限增加，罐内防腐局部开始老化、落漆。在罐顶的气相部位，聚集着水汽及油品挥发出的大量 H_2S 、 SO_2 等硫化物气体^[3]。

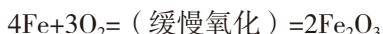
这些气体溶解在液膜内，当液膜中的 H_2SO_4 质量分数达到 0.23% 左右时，形成严重的稀硫酸腐蚀^[4]，反应原理：



H_2S 融入液膜中，形成 H_2S-H_2O 弱酸环境，电离后与金属接触，发生低温湿硫化氢腐蚀，即氢去极化反应，反应原理：



由于内防腐破损、金属本体裸露，与空气进行缓慢氧化，生成三氧化二铁，反应原理：

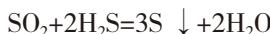


关于罐内大量硫单质产生堵塞泡沫线及存在于漆皮与基体之间的情况，主要分析为三个原因。

一是局部液膜中 H_2SO_4 浓度较高，与 H_2S 反应，反应原理：



二是弱氧化性， SO_2 与 H_2S 发生归中反应，反应原理：



三是 SO_2 进入液膜后的水溶液成为亚硫酸溶液， H_2SO_3 与 H_2S 发生反应，反应原理：



3 解决措施

2023 年，某石化针对轻污油储罐油水分离项目进行了改造，主要改造点有：

① 将其中一个轻污油罐作为轻污油的含油污水罐；

② 轻污油罐罐壁开孔增加采样点及油水界位仪，用于判断储罐油水界面，及时外送污水^[5]；

③ 轻污油罐罐壁开孔增加高位压油口，保证储罐高位后，上部污油能够压至轻污油低位罐，避免液位过高；

④ 轻污油罐增加去污水去向，解决轻污油罐底污水去向问题^[6]。

4 轻污油罐脱水及回炼控制要点

① 确认轻污油罐其中一个罐已收满，并静罐沉降 4 小时以上；

② 将沉降完成后的轻污油罐，通过抽罐底线启动倒油泵向含油污水罐进行转输操作，液位转输 2m 后泵出口采样分析水含量及氯离子，如储运部外操现场观察样品外观，如明显含水，继续转输 1m 至含油污水罐，采样过程中需做好硫化氢防护工作；

③ 当水含量 $\leq 0.1\%$ ，总氯 $\leq 3\text{mg/kg}$ ，分析合格后，开始向催化装置回炼，初期催化（I）控量 2t/h，催化（II）控量 5t/h，待装置操作稳定后根据轻污油库存情况，切换为 226-P-08 向装置回炼，催化（I）控量 3t/h，催化（II）控量 12t/h；

④ 当水含量 $\leq 0.1\%$ ， $3\text{mg/kg} \leq \text{总氯} \leq 10\text{mg/kg}$ ，启动回炼泵，开始向装置回炼，初期催化（I）控量 2t/h，催化（II）控量 5t/h；

⑤ 当水含量 $\leq 0.1\%$ ，总氯 $\geq 10\text{mg/kg}$ ，启动回炼泵，开始向装置回炼，初期催化（I）控量 2t/h，当总氯 $\leq 10\text{mg/kg}$ 开始回炼催化（II）控量 5t/h。

5 结语

日常运维期间，一要加大轻污油储罐腐蚀监测力度，多进行数据积累，有利于及时发现分析问题、消除储罐运行隐患。二要加强操作人员人身安全，避免出现人员中毒、罐顶跌落至罐内的严重事故发生。在发现罐顶存在严重腐蚀时，若不具备立马停工检修条件时，要做好防护措施，封禁上罐通道，收高硫化氢的污油时周边做好境界，防止人员中毒。三要关注轻污油罐本体腐蚀情况的同时，也要关注轻污油系统管线情况，对关键、冲刷部位进行定点测厚监控腐蚀情况，抽检关键焊道进行打磨检测硬度，核对初始设计资料，定期采样查看硫化氢、水等物质含量。四要关注硫化亚铁自燃的情况，日常生产采样氮封隔绝氧气，清罐前要做好钝化处理避免硫化亚铁发生自燃。只有做好日常轻污油罐的脱水和防护工作，才能确保日常平稳、安全生产。

参考文献：

- [1] 刘英斌, 等. 惠州炼化轻污油系统存在问题与优化 [J]. 中外能源, 2013, 18(12):80.
- [2] 余秀才. 轻污油罐腐蚀原因分析及防腐措施建议 [J]. 化工管理, 2023(05):158-160.
- [3] 张雷. 低温柴油吸收法在轻污油储罐恶臭气体治理中的应用 [J]. 齐鲁石油化工, 2019, 47(04):271-273+286.
- [4] 金文敏. 轻污油储罐腐蚀原因分析及防护措施 [J]. 石油化工技术与经济, 2010, 26(4):50.
- [5] 尤顺. 延迟焦化装置轻、重污油回炼技术的优化与应用 [J]. 化工管理, 2023(14):39-42.
- [6] 王海龙. 污油罐结构设计优化分析 [J]. 天津科技, 2018(06):66-68.