

催化汽油吸附脱硫装置再生器底部提升线磨损泄漏原因分析及预防措施

梁秋标

中国石化海南炼油化工有限公司 海南 儋州 571700

【摘要】本文简述了催化汽油吸附脱硫装置（以下简称S-Zorb装置）再生器底部提升线六层斜管段多次出现泄漏及磨损减薄情况，影响装置安全平稳运行，经过对吸附剂管线的冲刷磨损部位的规律分析，从工艺操作、材料、测厚检测等方面提出了适当降低提升氮气量，使用陶瓷内衬或有内壁涂层耐磨管件，网格布点全面密集检测等有效措施，减缓和预防监控吸附剂管线冲刷磨损，减少生产波动。

【关键词】S-Zorb装置；提升线；冲刷磨损；减缓

Analysis of wear and leakage of catalytic gasoline adsorption desulfurization device
Liang Qiubiao Sinopec Hainan Refining and Chemical Co., LTD., Danzhou 571700

【Abstract】This paper describes the catalytic gasoline adsorption desulfurization device (hereinafter referred to as S-Zorb device) regenerator at the bottom of the six line leakage and wear thinning, affect the device, after the erosion of adsorbent pipeline wear rule analysis, from the process operation, material, thickness detection, appropriate to reduce the increase of nitrogen, using ceramic lining or inner wall coating wear-resistant pipe, grid cloth comprehensive dense detection effective measures, slow and prevent monitoring adsorbent pipeline erosion wear, reduce production fluctuations.

【Key words】S-Zorb device; lifting line; scouring and wear; slow down

前言

某厂S-Zorb装置于2013年11月建成投产运行，设计规模为120万吨/年，后于2017年扩能改造至140万吨/年，年开工8400小时，该装置由进料与脱硫反应、吸附剂再生、吸附剂循环、产品稳定和再生烟气碱洗五个部分组成。吸附剂将汽油中的硫吸附出来，降低到所希望的范围内，吸附剂连续再生，再生器（R-102）内已完成再生的吸附剂通过滑阀和氮气提升到再生器接收器（D-110），该转剂线在六层斜管段频繁出现磨穿泄漏或不同程度冲刷减薄现象，造成再生停车，吸附剂循环中断，生产波动，影响产品质量，为此，通过对了解管线磨损部位分布的规律，从工艺操作、管线材质、测厚检测等方面入手，分析出现磨损的原因，提出减缓再生器底部提升线磨损泄漏和预防监控措施，为装置长周期安全平稳运行打下基础。

1 吸附剂循环原理及转剂线磨损部位

1.1 吸附剂循环工艺原理

由于装置的特性，吸附剂要维持良好的活性，使能够连续性操作，因此设有吸附剂连续再生系统。再生过程：再生空气经加热后与再生器进料罐（D-107）来的待生吸附剂发生化学反应，再生器内的吸附剂为流化床，已完成再生的吸附剂通过吸附剂管线由氮气提升到再生器接收器（D-110），再输送到闭锁料斗，置换调压后通过压差和重力送到反应器接受器，返回到反应系统中。再生与待生的吸附剂通过闭锁料斗实现反应系统和再生系统的相互输送，步序和操作由闭锁料斗控制系统完成。再生器内部装有两级旋风分离器，再生生成的烟气经旋风分离器与吸附剂分离后自再生器顶部排出，吸附剂循环和输送过程中磨损生成的细粉最终被收集到再生粉尘罐定期排出装置^[1]。吸附剂循环流程简图如图1

所示。

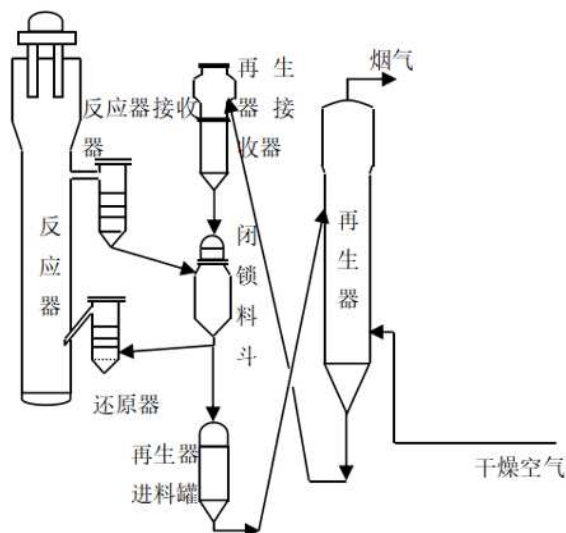


图1 吸附剂循环流程简图

1.2 转剂线磨损分布图

S-Zorb装置再生器是关键设备，器内高温再生吸附剂（温度约510℃，操作压力0.1MPa）经再生器底部提升氮气提升作用，通过转剂线C-2601输送至再生器接收器，在吸附剂管线输送过程中，吸附剂颗粒与管道内壁存在强烈摩擦和撞击造成管线磨损，结合装置现场运行情况，发生频率较高的两个部位：（1）六层平台弯头。（2）六层平台斜管段。主要磨损位置分布图如图二3#、4#区域所示。

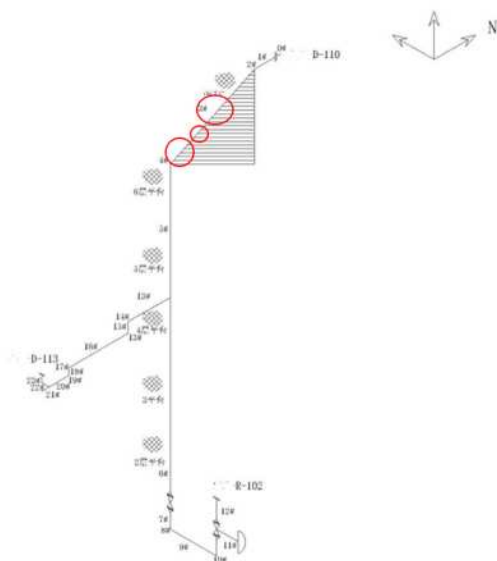


图2 磨损位置分布图

2 故障描述

2.1 近期出现磨穿泄漏及磨损减薄案例

（1）2022年5月25日，再生器底部提升线C-2601（规格为 $\Phi 89\text{mm} \times 7.5\text{mm}$ ）检修更换，于2022年10月20日S-Zorb装置再生器提升线六层平台斜管段上部出现磨损，其中Z04点减薄至5.83mm、Z05点减薄至5.14mm、Z06点减薄至5.22mm（见图3），对该部位进行贴板处理。

（2）2023年1月28日S-Zorb装置再生器底部提升线六层平台距离弯头W06约100mm处Z05点左上部磨穿泄漏（见图4），且弯头W06外弯已减薄至4.74mm，停再生对磨穿及减薄部位贴板处理。

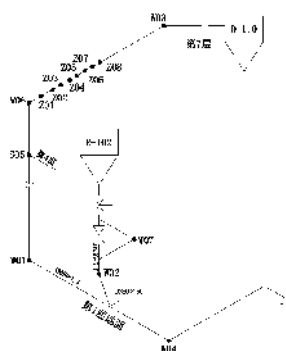


图3 再生器提升线测厚点简图 图4 斜管段磨穿部位图

3 磨损原因分析

3.1 磨损机理

输送固体颗粒的管道主要涉及的磨损：冲击磨损、表面疲劳磨损、磨粒磨损。

冲击磨损是指管道内壁面被气体和固体颗粒的两相流混合物以高速和连续不断的方式冲击作用，产生持久不断地塑性变形和疲劳状态而发生剥落。其中对壁面的冲击方向有垂直方向和斜方向，两种方向均能破坏管内壁面材料。

表面疲劳磨损是由于固体颗粒在壁面的滚动和滑动使壁面材料疲劳而形成表面或亚表面裂纹，从而使壁面磨损，可以发生在与壁面有接触的地方及风口内壁。磨粒磨损主要是由于硬质固体颗粒的不规则形状引起的^[2]。在正常条件下，颗粒硬度越高，冲刷磨损就会越严重。

3.2 六层平台弯头及斜管段磨损分析

在有流体的管道里，流速流态对冲刷腐蚀有着相当大的影响，在流态发生突然变化的部位（如突然扩充、收缩、凸台、凹槽等），这种恶性循环会造成过流部件过早失效^[3]。特别是流体经过弯头等结构不连续位置的时候，流速方向发生

改变, 固体颗粒就对该位置连续性冲击, 磨损加剧。S-Zorb 装置再生器底部转剂线投用时, 泄漏点主要发生在六层平台 45° 弯管及弯管后的斜管段上侧部位, 再生器底部高温吸附剂颗粒经提升氮气的吹扫提升, 管道垂直向上, 在六层平台 45° 弯管内方向发生变化, 造成颗粒对后方管壁的不断冲刷, 转剂线垂直向上, 由于重力的作用, 吸附剂颗粒不会在这个弯管处形成保护层物料垫, 导致该处弯管及斜管段管子上侧部内壁完全暴露在吸附剂颗粒的冲刷中, 吸附剂管线冲刷磨损的速率加快, 该位置属于磨损泄漏或减薄的高频发部位。

4 减缓磨损及预防措施

4.1 工艺操作调整

气固两相混合输送的管道, 影响磨损的因素有输送速度、输送固体颗粒硬度及形状尺寸, 管道材质等, 气固两相连续不断的对管道壁面有冲击作用, 向上输送改变方向时, 弯管跟斜管段冲刷加剧, 管道材质相同时, 气体的输送速率和磨损率有相关联的计算式:

$$\varepsilon = kV^n$$

关系式中 ε 表示磨损率, V 表示气速, k 、 n 均为常数, 其中 n 的值在 1-2 之间。

从公式中看出, 气速增大, 磨损率增高; 气速越高, 磨损率增加的速率越快^[4]。

所以, 在满足吸附剂循环输送速率的前提下, 适当降低提升氮气流从而降低吸附剂管内流体的流速, 可以减缓吸附剂管线的磨损。通过实际调研分析, 在原先 S-Zorb 装置再生器实际的生产操作中, 控再生器底部提升氮气流平均为 74NM³/h, 为减缓磨损速率, 在不影响吸附剂输送情况下, 将提升氮气流降至约 64NM³/h, 有效将管线磨损时间延长 2-3 个月。

参考文献

- [1]苏福辉、吴子安、唐士贵等 S-Zorb 装置工艺技术规程 中国石化海南炼化有限公司质量体系文件(工艺) 2022.08
- [2]王中营、张海红、武文斌等物料颗粒在弯管内的摩擦磨损与运动分析[J].粮食与饲料工业, 2014, 12; 15-16)
- [3]郑玉贵, 姚治铭, 柯伟.流体力学因素对冲刷腐蚀的影响机制[J].腐蚀科学与防护技术, 2000.12(1), 37
- [4]李辉.S-Zorb 装置再生系统转剂线泄漏原因及对策, 炼油技术与工程, 2016 年第 46 卷第 10 期, 20

4.2 使用耐磨管

S-Zorb 装置吸附剂转剂线磨损泄漏的问题比较突出, 在保证装置长周期平稳运行策略上, 使用耐磨管件是解决吸附剂转剂线的重要方向, 使用内衬陶瓷管使其具有较高的抗冲刷性能, 经检验: 2019 年 2 月 18 日 S-Zorb 再生器底部吸附剂提升管线斜管段更换为衬陶瓷耐磨管, 直至 2020 年 3 月 18 日斜管段才发生磨穿泄漏, 管件使用时间约 13 个月, 比普通 P11 管件使用寿命长约 6-8 个月。后期将根据现场情况使用内壁有耐磨涂层的管件, 从材质上利用更先进的技术解决冲刷磨损严重问题。

4.3 优化检测方法

目前, 在石化行业中, 检测管线冲刷减薄的主要手段为定点测厚, 在原先的定点测厚方式中, 管线布点不够密集, 导致冲刷减薄部位未检测到, 为此对该管线实施重点监控运行, 每月定期采用网格布点全面密集检测, 优化后的检测方式如下: 再生器底部转剂管线弯头、三通及大小头等管件以 20mm × 20mm 网格布点全面密集检测, 六层平台斜管段以 20mm × 20mm 网格布点全面密集检测, 其余直管段自焊缝边缘 15mm 区域内开始布点, 焊缝处以 20mm × 20mm 网格布点检测 200mm 后每 300mm 检测 1 个部位、每个部位环向 20mm 检测一个点, 超 1500mm 长度的直管段每 1500mm 范围内需以 20mm × 20mm 网格布点 300mm 长度检测点。通过定期的全面密集检测, 提前发现磨损部位并处理, 减少生产波动。

5 结语

通过分析气固两相输送管道的磨损机理以及发生磨损严重的高频部位, 得出了有效减缓和预防监控管线磨损的措施, 主要是通过降低提升氮气流、使用耐磨管件和采用网格布点全面密集检测等措施达到控制冲刷磨损的目的, 减少生产波动。