

双氧水装置尾气吸附机组故障分析与对策

高 飞 (中国石油化工股份有限公司长岭分公司, 湖南 岳阳 414012)

摘要: 双氧水装置氧化尾气通过吸附机组处理后达标排放, 本文通过对近年来吸附机组故障停机的原因进行分析和总结, 提出相应有效的处理方法和预防措施, 这将有利于防止类似故障的发生, 保障关键设备正常投用和装置安全平稳运行。

关键词: 吸附机组; 故障; 原因分析; 对策

1 前言

氧化尾气处理机组是双氧水装置重要的物料回收设备和环保设施, 主要作用为回收氧化尾气中的重芳烃, 降低生产物耗、使氧化尾气达标排放^[1]。尾气处理机组故障停机将导致大量 VOCs 污染物排放至大气, 从而造成环境污染事故或装置停工。

目前国内尾气处理机组主要有三种: 碳纤维毡吸附、活性炭吸附和分子筛吸附。某公司双氧水装置氧化尾气处理采用的是碳纤维毡吸附机组, 该机组为杭州清本科技环保公司制造, 采用两级吸附原理。设计入口总气量 40000Nm³/h, 机组入口有机物浓度 ≤ 2000mg/m³, 一级出口排放浓度 ≤ 100 mg/m³, 二级出口排放浓度 ≤ 10mg/m³, 总处理效率 ≥ 99.5%, 箱体设计压力 ≤ 30kPa。

2 吸附机组基本原理

该吸附机组包含 5 组吸附箱, 每个吸附箱内有 12 组碳纤维毡卷成的过滤芯。正常运行过程中, 2 个吸附箱进行一级吸附, 2 个吸附箱进行二级吸附, 1 个吸附箱自动隔离脱附再生^[2]。机组主要由碳纤维吸附器、溶剂回收装置两部分组成。其中: 碳纤维吸附器主要完成尾气一级吸附、尾气二级吸附、蒸汽脱附、真空脱附、干燥降温等五个过程, 此过程将尾气净化成洁净气体, 产生可回收再利用物—工作液; 溶剂回收装置主要由冷凝器、计量槽、分层槽等组成, 完成对处理后可再利用物的回收计量工作; 系统的两部分共同完成对尾气的净化和回收工作。

3 吸附机组停机故障分析与处理措施

3.1 吸附机组憋压变形

某年 6 月 17 日开始, 吸附机组间断出现阀门卡涩, 机组频繁跳停现象, 卡涩的阀门位号不固定。6 月 18 日机组跳停后, 维修调试阀门期间出现憋压, 导致 5 个吸附箱及各吸附箱进气管道均出现不同程度膨胀变形, 各箱体中部支撑角钢弯曲, C 吸附箱顶盖西侧封口掀开, 其他各箱体出现不同程度变形漏气。

3.1.1 故障原因分析

3.1.1.1 直接原因: 操作人员误操作

吸附机组进气量达到 33000m³/h, 机组跳停后事故三通阀未完全切换(切大气排放)到位, 操作人员调校吸附箱阀门时, 误认为一二次排气阀“开”位置为排大气, 箱体一二次排气阀为两位三通阀(结构如图 1 所示), 该阀门“开”位置为气缸下部进气, 气缸活塞及三通阀阀板上移至“上止点”, 气缸上“限位开关”检测到活塞位置信号, 显示“阀门开”, 此时箱体气体排至二级吸附流程。A/B/C/D/E 箱体一二次排气阀都“打开”, 氧化尾气排气流

程阻断, 导致整个系统超压。瞬间吸附机组系统压力涨至 100kPa 以上, 吸附机组各箱体超压变形。

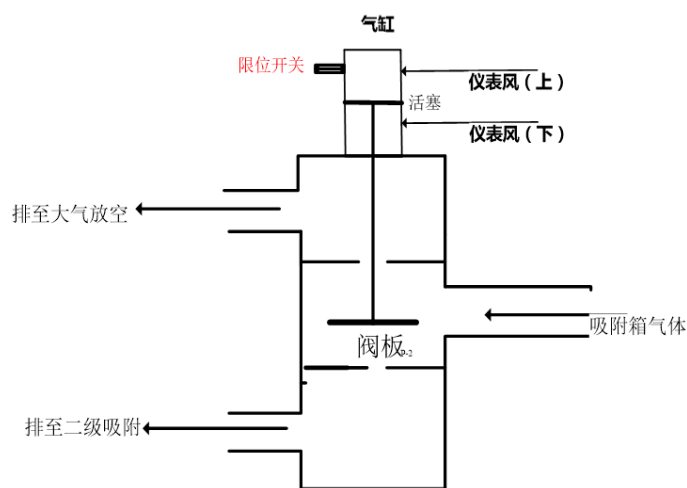


图 1 一二次排气阀结构图

3.1.1.2 根本原因: 事故三通阀动作不到位

C 箱干燥进气阀故障导致吸附机组连锁停车, 事故三通阀切换至排空位置不到位。该吸附机组原始设计时, 吸附机组设计操作压力 ≤ 15kPa。目前装置氧化尾气流量为 33000 m³/h 时, 吸附机组入口压力为 18–21kPa, 超过设计压力值。吸附机组的气动阀门气缸普遍设计偏小, 除吸附箱蒸汽脱附阀为气动蝶阀外, 其余各阀均为气动挡板阀。根据当时工况进行受力分析计算如下:

已知: 事故三通阀闸板直径为 600mm, 挡板厚度 10mm, 气缸活塞直径 100mm, 装置仪表风压力 0.45MPa, 工艺气压力 18kPa, 求该仪表风压力是否能驱动事故三通阀?

紧急切断时, 闸板向下运动, 受到自身重力(向下), 汽缸向下压力(向下), 工艺气托力(向上), 放空管尾气压力(向下)(如图 2 所示), 则:

$$F_{\text{阀板}} = \rho V g = (7.85 \times 10^3) \times \left[3.14 \times \left(\frac{0.6}{2} \right)^2 \times 0.01 \right] \times 9.8 \quad (1)$$

$$F_{\text{介质}} = P_{\text{介质}} S_{\text{阀板}} = [(101+18) \times 10^3] \times \left[3.14 \times \left(\frac{0.6}{2} \right)^2 \right] \quad (2)$$

$$F_{\text{活塞}} = P_{\text{仪}} S_{\text{活塞}} = P_{\text{仪}} \times \left[3.14 \times \left(\frac{0.1}{2} \right)^2 \right] \quad (3)$$

$$F_{\text{大气}} = P_{\text{大气}} S_{\text{阀板}} = (101 \times 10^3) \times \left[3.14 \times \left(\frac{0.6}{2} \right)^2 \right] \quad (4)$$

式中:

$F_{\text{阀板}}$ - 阀板的重力, N;

$F_{\text{介质}}$ - 工艺介质对阀板的压力, N;

$F_{\text{活塞}}$ - 活塞杆对阀板的推力, N;

$F_{\text{大气}}$ - 大气压对阀板的压力, N。

根据式子(1)、(2)、(3)、(4)计算, $P_{\text{仪}} = 520\text{kPa}$

当入口工艺气压力为 18kPa , 需要 520kPa 的仪表风压, 目前装置无法提供如此压力仪表风, 导致事故三通阀难以动作。

而当入口工艺气压力为设计压力 15kPa 时, 只需要 412kPa 的仪表风压驱动事故三通阀。

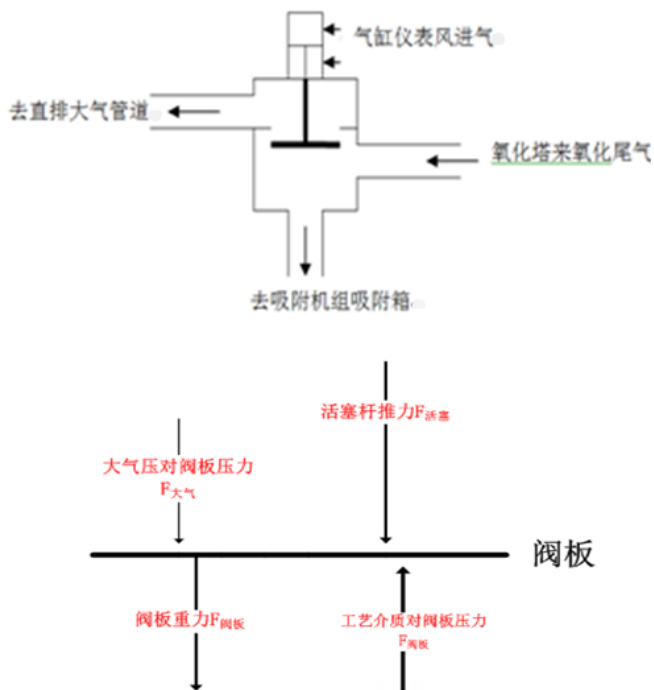


图 2 事故三通阀受力情况分析

3.1.1.3 其他原因: 干燥进气阀动作或回讯不到位。

此次吸附机组箱体超压变形事故为处理 C 箱干燥进气阀故障停机过程中发生的次生事故, 后排查 C 箱干燥进气阀故障过程如下:

3.1.1.3.1 排查仪表风系统故障

吸附机组干燥进气阀为气动开关挡板阀, 由仪表风驱动气缸活塞, 通过阀杆带动挡板上下移动, 气缸下部给气时, 阀板上移, 阀门打开, 反之则阀门关闭。正常运行时机组箱体内部(即阀板上部)带压, 因此只有仪表风压力大于某一值时, 才能驱动该阀门正常动作。通过核算, 当仪表风压力 $\geq 0.38\text{MPa}$ 时, 此阀门可以正常动作。针对性的检查仪表风减压阀后至气缸管线压力, 实测管线风压为 0.43MPa , 排除仪表风系统故障可能性。

3.1.1.3.2 排查气缸故障

干燥进气阀阀杆在阀门及气缸内部, 无法通过观察阀杆位置来判断阀门开关状态。在吸附机组停机状态下打开该阀侧盖板, 通过现场 PLC 控制柜“手动”开关阀门, 从侧盖板可以观察到阀板上下移动正常, 活塞卡涩的可能性基本排除。

如气缸密封或活塞密封漏气, 则可能导致活塞推力不足, 吸附机组运行时阀板带压, 则可能导致阀门不能正常开关到位。通过在气缸上下仪表风接口处加装三通及压力表, 分别对气缸上下给风, 观察压力表压力均 $\geq 0.4\text{MPa}$, 排除气缸密封或活塞密封故障可能性。

3.1.1.3.3 排查阀门回讯器故障

因干燥进气阀的特殊结构, 只能通过阀门回讯器来检测阀门的开关状态。此阀门回讯器为一个小磁性开关, 通过检测活塞的位置来判断阀门是否为“开”, 当活塞下部给气时, 活塞上移至磁性开关位置时, 磁性开关检测到信号, 显示阀门状态为“开”, 其他位置磁性开关未检测到信号则显示阀门为“关”。通过对回讯器的离线检测, 发现该阀回讯器故障损坏。

3.1.2 采取对策

①加强对设备操作人员的“四懂三会”培训, 只有懂得设备的结构、原理, 才能正确对设备进行操作及维护保养, 避免设备故障处理时发生次数事故; ②改造事故三通阀。在满足装置最大负荷情况下, 计算阀板受力情况, 选择合适缸径的气缸, 应选择气缸行程可见的气缸。气缸行程可通过活塞顶部延长杆来判断; ③疏通工艺流程。事故三通阀后与吸附机组入口之间有一填料分液罐, 罐中填料过多增加氧化尾气阻力。通过清理填料分液罐中的瓷球, 吸附机组入口压力降至 12kPa 以下; ④更换干燥进气阀的故障回讯器, 同时, 因回讯器可检测到的范围较小, 可选择在回讯器上部或下部并联一至两组回讯器, 扩大其检测范围。

3.2 其他故障及建议措施

3.2.1 现场 PLC 高温死机

吸附机组目前大多采用现场 PLC 控制方式, 现场 PLC 控制柜露天摆放, 夏季高温天气易导致 PLC 高温“死机”。可对现场 PLC 柜接工厂风或氮气冷吹, 起冷却降温 and 正压防爆作用; 同时对 PLC 柜增加防雨棚, 避免雨淋和阳光直射。建议有条件的装置将吸附机组控制系统接入 DCS 系统控制。

3.2.2 静密封点泄漏

本吸附机组系统管线法兰为非标法兰, 箱体法兰为方形法兰, 部分法兰面凹凸不平, 运行过程中经常出现静密封点泄漏情况。建议吸附机组制作厂家按国家标准制作法兰, 同时加强设备制作质量管控。

3.2.3 系统电路配置问题

本吸附机组系统电路配置为装置低压室供电至现场 PLC 柜, 动设备(风机、废油回收泵等)与仪表供电共用一个回路、一个空开, 如动设备过载跳闸会导致机组所有仪表失电无法正常显示。建议吸附机组仪表系统单独供电, 并配置 UPS 不间断电源。

4 结语

近年来, 随着我国环保制度及法律法规的逐步完善, 环保设备的正常投用和稳定运行也得到了各企业的高度重视。由于企业的认识加强及技术的进步, 双氧水装置尾气吸附机组逐步采用了 DCS 控制、标准化阀门、可靠性更强的容器及动设备、更加合理的流程布置等, 使吸附机组运行更加可靠, 减少 VOCs 污染物的排放量, 降低企业的物耗成本。

参考文献:

- [1] 张国臣. 过氧化氢生产技术 [D]. 北京: 化工工业出版社, 2012.