

含硫污水油含量高对污水汽提装置的影响及改进措施探讨

孙鹏飞（中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司，内蒙古 鄂尔多斯 017209）

摘要：污水汽提通过脱硫和脱氨，将含硫污水处理为净化水至酚回收单元，因含硫污水中油含量高，成分复杂，在生产中造成污水汽提脱氨塔塔盘、重沸器堵塞，同时对下游装置造成不同程度影响，文章介绍了油含量高给装置带来的问题及改进措施。

关键词：油含量；堵塞；除油措施；水力旋流除油；气浮法除油

1 概述

某煤制油厂污水汽提装置主要处理自上游装置排放的含硫污水，自上游来含硫污水中油气含量高，水中油含量大约为 19000mg/L（设计值 ≤ 18000 mg/L），在含油污水中，油主要以浮油、分散油、乳化油和溶解油四种状态存在，目前通过脱气罐脱除油气轻组分后，含硫污水抽送进入含硫污水储罐，在此进行长时间静置以除去水中大部分浮油，大罐除油后含硫污水送至除油器采用旋液分离技术进一步除去水中微小油滴，此时水中油含量平均值为 1691mg/L，除油后的含硫污水至脱硫塔和脱氨塔进行水处理。由于煤制油厂工艺的特殊性，含硫污水经过一系列除油措施后，仍有少量浮油以及存在乳化油和溶解油无法脱除，导致净化水中油含量超标（具体数据见表 1，净化水中油含量设计值 ≤ 500 mg/L），油含量高给装置稳定生产带来诸多问题。

表 1 污水汽提净化水中油含量几组采样数据

采样时间	2020.12.23	2020.12.24	2020.12.25
净化水油含量	914.30mg/L	766.78mg/L	1023.23mg/L

2 现状分析

2.1 目前除油工艺流程

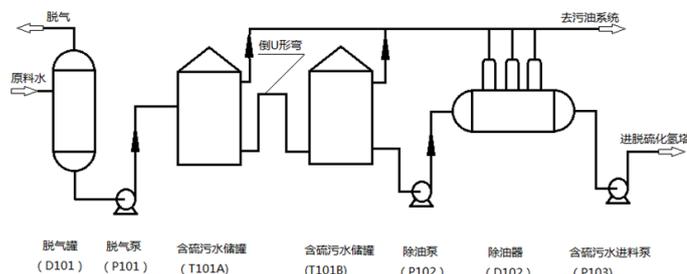


图 1 除油工艺流程图

含硫污水设计的除油流程按照介质流向可划分为四个环节，如图 1 所示，即进入脱气罐 D101 脱除轻组分、经过脱气泵 P101 进入含硫污水储罐 T101A，通过倒 U 形弯保持储罐液位长时间静置脱油、再经过含硫污水储罐 T101B、最后经过除油器 D102 除油，之后由离心泵 P103 送入脱硫化氢塔。从现场实际运行情况来看，上述设备的除油原理基本一致，就是靠油水自然重力沉降分离，进行脱油，该方法主要脱除浮油和分散油。

2.2 存在的问题

目前采用现有设备进行除油，将原料水中的油含量从 19000mg/L 左右降至 2000mg/L 左右，效果显著，但水中 2000mg/L 的油含量对装置影响仍然比较大，主要原因有：含硫污水进入储罐 T101A，通过倒 U 形弯保持储罐液位长时间静置脱油，脱油界位过高脱除来大部分水，界位过低时无法脱除油，控制 40%~50% 稳定脱油界位比较困难；装置现场除油器设备无法自动除油，需要操作工现场定期手动除油，如果装置波动，上游油含量过高时，如果除油不及时，导致有部分浮油带入系统；水中油成分含有乳化油、溶解油存在，用一般物理方法无法去除，带入系统，导致设备出现堵塞，需要频繁停工检修。

3 含硫污水油含量高对装置的影响

3.1 对脱硫化氢塔的影响

含硫污水中复杂的有机成分，难以脱除的油对脱硫化氢塔造成很大影响，通过除油器脱油后，油含量仍然比较高，从 2020 年上半年的分析数据可以看出（如图 2 所示），最高达到 2600.8mg/L，最低时也达到了 1820mg/L，汽提装置设计指标含硫污水中油含量小于等于 500mg/L。由于轻组分进入系统，脱硫化氢塔顶温波动大，操作难度大，导致酸性气中烃含量增多，造成下游硫磺回收装置配风困难，可能出现黑硫磺，有机硫成分增加，尾气 SO₂ 排放不达标。

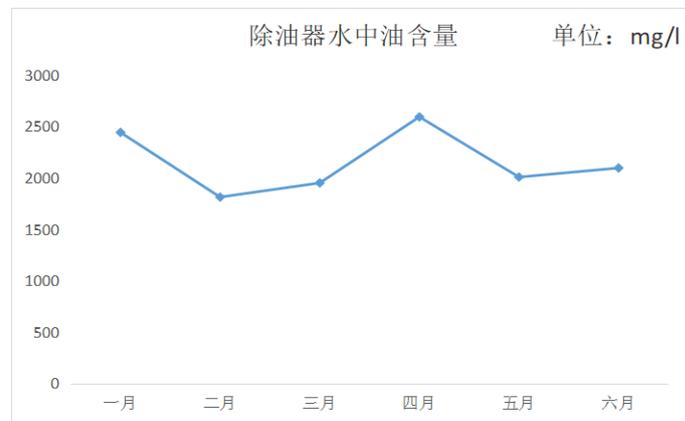


图 2 除油器出口水中油含量数据分析图

3.2 对脱氨塔的影响

因煤制油特殊的工艺特性，在煤液化反应过程中有

部分煤粉未能完全反应，部分煤粉随着含硫污水进入污水汽提，煤粉物质与油类在一定温度和压力下形成焦状物，堵塞脱氨塔重沸器，塔盘结焦。污水汽提脱氨塔塔底重沸器在上一运行周期4次因管束结焦堵塞而停工抢修，这是制约污水汽提长周期运行最突出问题。

3.3 对下游装置的影响

污水汽提脱硫脱氨后，净化水油含量仍然比较高，以及净化水携带的结焦状物质进入下游酚回收装置，造成水塔重沸器堵塞，同时因原料水带油，影响萃取效率，需要加大注醚量，生产负荷大。水中部分油通过萃取带入粗酚产品中，产品油含量高，影响产品销售。脱酚净化水进入污水处理系统，水中COD高，对下游水处理带来生产压力。

4 改进措施探讨

4.1 加强水中油脱除

利用现有除油设备加强脱油，通过装置倒罐泵抽送其余缓冲罐污水进入含硫污水储罐（T101A），保证储罐脱油界位保持在40%~50%之间，稳定脱油。加强除油器除油频率，由之前的每班一次改为每次巡检除油一次。经过以上一些举措，除油器出口水中油含量减少20%左右，脱硫化氢塔能实现稳定操作，脱氨塔重沸器运行周期延长。

4.2 含硫污水旋流分离脱油

对于溶解油和部分乳化油来说，单纯采用物理方法是无法将其从污水中去除，可以通过产生1500倍重力加速度来放大油和水的密度差的原理，达到油和水快速分离的目的，对于自然重力无法分离粒径在10~50微米的油滴，或者悬浮在水中的油泥，具有非常好的分离效果。2020年12月24日~25日，某除油公司在装置现场，针对含硫污水中溶解油脱除进行了小试实验，具体实验脱油流程：在装置进料泵P103泵出口导淋连接至旋流实验设备，产出的脱油后污水返回至P103泵入口导淋，实验中产生的污油及水的混合物返回至污油罐，形成一个稳定的脱油实验流程，通过近2天的连续实验，分别在运行实验中取4组样品进行分析，污水入口、净水出口、污油出口，具体水中油分析结果见表2。

表2 污水脱油实验分析结果

采样时间	样品	污水入口水中油 mg/L	净水出口水中油 mg/L	污油出口水中油 mg/L
24日 15:00	A	1252	802	15000
25日 09:45	B	1607	756	10000
25日 11:30	C	1739	1009	10000
25日 14:00	D	1966	835	10000

实验前后采样目测观察污水进出效果有明显变化，

水中悬浮物得到有效脱除，但通过实验分析数据可以看出，污水进出口水中油含量脱除率在50%左右，净水出口水中油含量平均在850mg/L左右。

4.3 含硫污水特种气浮法除油

含硫污水旋流分离脱油虽然能够有明显的脱油效果，但水中油含量仍然较高，超出净化水油含量设计指标，针对水中乳化油、溶解油这些难以去除的微小粒径油类，可以采用特种气浮法除油，其原理是在特种气浮反应器中内置特殊电极，在外加电场条件下，电极组产生电流，电流以油水混合液为电解质，电流在油水混合液进行导电流通，电流遇到乳化油时，击穿乳化油液膜，促使乳化油液膜破裂从而实现破乳。

同时利用特殊电极的电化学作用，产生特种微气泡气浮效应，使水中的破乳后的分散油粒粘附在所产生的细微气泡上，随气泡一起上浮到水面，形成浮渣，从而实现油水分离。2020年7月18日委托某除油公司利用该技术进行小型试验，当废水含油量≤3000mg/L，经过处理后含油量≤200mg/L，样品水质清澈，可以实现净化水中油含量达标。

4.4 脱氨塔增设备用重沸器

本次生产周期，通过加强除油，精细操作，脱氨塔重沸器运行周期由原来两个月延长至三个月左右检修一次，虽然运行周期延长，但脱氨塔重沸器需频繁切出检修清理，仍然是制约生产长周期稳定运行的瓶颈问题，为不影响装置正常运行，建议在脱氨塔西侧新增1台备用重沸器，一主一备以延长装置运行周期。

5 结论

目前污水汽提采用的含硫污水除油技术主要为重力自然沉降技术、旋流分离技术，这些技术具有一定除油效果，但普遍存在水中小颗粒油、乳化油和溶解油难以去除的缺点。为了提高水中油的脱除，可以采用文中介绍的几种技术联合使用，达到高效除油。还可以从含硫污水源头实行清污治理，减轻下游处理压力。

参考文献：

- [1] 路蒙蒙. 含硫污水汽提装置除油措施及应用 [J]. 化学工程师, 2012(8):46-49.
- [2] 金尚君. 酸性水汽提装置新技术工业应用 [J]. 石化技术与应用, 2007,25(6):527-530.
- [3] 王建文, 汪华林. 污水汽提装置酸性水旋流分离器的研制 [J]. 炼油技术与工程, 2007,37(2):49-51.
- [4] 王建立. 煤制油酸性水汽提脱氨塔改造措施 [J]. 科技创新先导报, 2012(34):94-95.
- [5] 常洁, 周龙, 高敏. 污水汽提装置原料水脱气、脱油系统改造分析 [J]. 化学工程与装备, 2012(6):187-196.
- [6] 李志健, 付政辉. 电凝聚气浮技术处理采油废水的研究 [J]. 中国给水排水, 2009,25(7):83-85.