

# 含油污水系统中核桃壳过滤器的优化与应用

孙 俊

(辽河油田锦州采油厂, 辽宁盘锦 121209)

**摘 要** 锦州采油厂集输系统中污水处理的困难程度不断增加, 过滤罐后的水质及过水量未达到系统设计的要求, 如果水质超标, 严重影响后端污水软化的效果, 影响注气质量及注气安全。在对系统问题进行排查后, 发现过滤系统存在筛管布水不均匀, 筛板强度不足导致连接处开焊等问题。通过优化过滤罐筛管布局, 更换筛板及增加强碱反洗工艺, 改善了过滤效果, 缩短反洗时间, 降低操作成本。经计算, 核桃壳过滤器整体改造之后, 全年可节约成本 141.75 万元, 经济效益非常显著。

**关键字** 含油污水 核桃壳 筛管

中图分类号: R123.3; TP65+2.1

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)04-0026-02

## 1 前言

近几年, 锦州采油厂集输系统中污水处理困难程度不断增加, 过滤罐后的水质及过水量未达到系统设计的要求。经调查发现污水系统中过滤装置内存在顶部筛管布水不均, 强度不够焊口开焊, 过滤罐内滤料板结等现象。增大反洗水量、延长反洗时间后, 效果依旧不理想, 填换、清洗板结滤料等措施不但工艺繁琐, 还大大增加了生产成本, 2016 年全年填换、清洗滤料费用就达到 79 万元。因此, 我们通过抓住关键环节, 从内部改造和外部改造两方面着手进行控制从而彻底解决污水处理的生产问题并降低其处理成本。

通过对过滤罐内部结构和滤料清洗工艺的调查研究, 优化顶部筛管布局, 更换底部筛板和加碱反洗工艺, 不仅改善了过滤效果, 还解决了滤料板结的问题, 缩短了反洗时间, 降低了生产成本。将碱洗滤料工艺加入反洗流程中, 简化了工艺, 缩短了 97% 的清洗时间, 缩减了 99% 的单罐清洗滤料成本。经计算, 核桃壳过滤器整体改造之后, 全年可节约成本 141.75 万元, 经济效益非常显著。

## 2 主要研究内容及技术创新点

### 2.1 污水过滤器内部结构

锦州采油厂集输系统污水处理装置过滤器由 6 个一组并联组成, 主要滤料为核桃壳, 日处理量约为  $2000\text{m}^3/\text{d}$ , 过滤罐压差  $\leq 0.15\text{MPa}$ , 出水指标: 含油  $< 5\text{mg/L}$ , 含悬浮物  $< 5\text{mg/L}$ 。过滤器是一种过滤分离设备, 主要原理是滤料过滤。内部核桃壳滤料的特点是比表面积大、吸附污油能力强, 能够有效去除含油污水水中的油和悬浮物。该设备正常运行时, 水流自上而下, 经布水器、滤料层、集水器完成过滤。反洗时, 搅拌器翻转滤料, 水流自下而上, 使滤料得到彻底清洗再生。

#### 2.1.1 过滤器内部工艺缺陷

由于过滤器处理量不能满足生产需要, 表现为反洗的时间和效果均不理想, 因此对过滤罐内部工艺结构进行了分析:

1. 进口布水筛管面积大于汇管面积, 导致过滤器偏流, 影响过滤效果。原核桃壳过滤器进水管排以一根  $\phi 219$ ,

长 3m 的母管为依托, 从母管上、左、右方向分别支出 60 根  $\phi 100$ , 长 0.3m 的筛管, 筛管截面过大。进水从母管到筛管流速迅速降低, 使进水中的油、悬浮物、药物垢以及细菌等物质容易附着在筛管表面上, 无法冲刷掉, 日积月累, 筛管将严重堵塞。此时只能通过反洗时增大反洗水量和压力、延长反洗时间来处理, 单罐反洗时间延长至 90-120min, 反洗水量增加至 180-250 $\text{m}^3$ , 过滤器反洗所用水会重新进入流程进行处理。这种方法增加了单方水处理成本, 且处理效果未达到要求。

2. 筛板总面积过大, 易开焊漏料。核桃壳过滤器底部筛板由 8 块大小不同的筛板组成, 通过焊接式固定在横梁槽钢上, 形成一块整体大筛板, 总面积为 7  $\text{m}^2$ 。由于筛板总面积过大, 正反洗进水对筛板瞬间冲击力都极大, 容易造成筛板间隙过大和严重变形, 甚至出现裂纹和断裂, 使罐内滤料出现泄漏及越级现象, 每月需开罐向内补充近 1t 核桃壳滤料, 不但繁琐而且增加了生产成本。

3. 筛管数量多, 清洗堵塞筛管增加清洗难度和清洗成本, 影响生产。进出口筛管成对布置, 为保证过水面积, 每根支管上均布置 4 根筛管, 共计内部筛管数量 48 根, 人工清洗时需进入过滤罐内部, 逐个拆卸, 拿出清洗后再进行安装。操作难度大, 时间长。

#### 2.1.2 改进措施及效果

1. 过滤罐内部工艺优化, 提高过滤效果。过滤罐内部工艺优化方案: 将原有进口汇管上的闲置筛管拆除, 改为两端各两根与其平行纵向相对  $\phi 159$  筛管, 从进口汇管中点分别向左右两侧延伸  $\phi 159$  长为 0.85m 的分支管, 使汇管形成十字形, 两端各增加一组顶部筛管和底部法兰。优化后将原有的 60 根筛管减少到 10 根, 每根筛管直径由  $\phi 100$  增加到  $\phi 159$ , 筛管的截面积等同于新加进口汇管截面积。这样改造的结果一是保证进出过滤罐的流速, 防止憋压, 避免水中的含油悬浮物附着在筛管表面上; 二是筛管分布角度更加合理, 过滤器运行时布水均匀无死角, 过滤效果及处理量达到生产要求。

工艺调整后一个过滤罐反洗时间为 45-60 分钟, 反洗

表1 核桃壳过滤器改造前后生产数据对比

日期	日均进出口压差 (MPa)	日均反洗水量 (m <sup>3</sup> )	日均出口含悬浮物 (mg/L)	日均出口含油 (mg/L)
改造前	0.4	196	16.3	2.4
改造后	0.06	102	4.4	1.1

表2 不同加碱浓度及其过滤效果

加碱浓度 (m/m)	进出口压差 (MPa)	出口含悬浮物 (mg/L)	出口含油 (mg/L)
0.10%	0.6	18.1	1.8
0.20%	0.2	11.5	1.4
0.40%	0.04	3.6	1.3
0.60%	0.04	5.2	1.1

水量 100–150m<sup>3</sup>, 污水系统中一天较原方案可减少反洗用水 480–600m<sup>3</sup>。

2. 底部筛管结构优化, 提高强度, 减少滤料漏失。将孔径 0.2mm 的筛板更换为筛管结构, 主要结构为: 一根  $\phi 219$  母管, 在母管周围鱼翅形分布 22 根长短不同  $\phi 50$  短管交错打孔管, 管外连接着  $\phi 80$  筛管。打孔截面积与母管相同<sup>[1]</sup>。这样反洗时水自下向上多角度喷射, 减少反洗水对筛管单点的冲击。这样做的结果是使整套筛管在反洗时, 不易变形和震动, 反洗均匀无死角, 能够长时间运行稳定, 滤料运行时不漏失, 提高过滤罐的运行效率。

## 2.2 碱洗的反洗工艺研究

### 2.2.1 存在问题

由于锦州油田的开发不断深入, 污水中化学物质增加, 处理难度不断升高。具体表现为现有的过滤系统滤料板结严重, 导致反洗频次增加, 处理污水效果差, 耗电量和耗水量也持续增加。

2016 年对采油厂污水系统过滤罐内滤料进行清洗, 共清洗两次花费 60 万元, 但是板结滤料依旧存在, 生产问题仍无法得到解决。截至 2016 年年底六个核桃壳过滤器内滤料全部更换, 共花费 13.86 万元。

### 2.2.2 改进措施及效果

通过在污水处理系统的实验发现, 碱可以破坏过滤罐滤料上附着物的表面张力, 降低其吸附性, 能有效解决滤料板结问题。为此, 在污水过滤系统前端新建一套过滤罐自动加碱清洗装置, 在反洗工艺流程中增加碱洗流程, 可以提高过滤器整体的反洗效果, 降低滤料的反洗时间。

通过实验确定反洗最佳加碱浓度。在对比加碱浓度和进出口压差, 以及出口含油和悬浮物后, 确定最佳浓度为 0.40%–0.60%, 浓度过低, 无法去除过滤罐滤料表面附着物, 浓度过高会腐蚀金属结构配件, 最终选择加碱浓度 0.40%, 每次单罐加碱量为 0.30t。

现场试验表明: 改工艺操作简单, 效果显著, 无需开罐操作, 对原生产工艺无不良后果。在原有 PLC 上经过编程即可自动完成过滤罐反洗, 单罐清洗时间由 48 小时减少为 1.3 小时, 有效节省清洗时间。经过碱洗后, 现有核桃壳过滤罐单罐日处理量由 2100m<sup>3</sup> 增加到 3300m<sup>3</sup>, 单罐清洗

成本从 5 万元降至 0.05 万元。碱洗以后, 废液进入后端软化系统继续利用, 未对环境造成污染。

全年加碱反洗成本 = (加碱量 × 碱单价 + 加碱量 × 加碱浓度 × 酸单价) × 12

$$= (0.30 \times 1421.56 + 0.30 \times 0.004 \times 630.79) \times 12$$

$$= 0.51 \text{ 万元}$$

节约成本 = 旧清洗滤料成本 + 更换滤料成本 - 加碱反洗成本

$$= 60 + 13.86 - 0.51$$

$$= 73.35 \text{ 万元}$$

## 3 现场应用情况及经济效益分析

核桃壳过滤器改造前由于出水指标达不到生产需求, 通过增加前段加药量等措施进行水处理, 所以单方水处理价格上升为 0.72 元, 改造后单方处理价格降为 0.50 元。

节约成本 = 改造前后单方水处理价格差值 × 全年处理水量

$$= (0.72 - 0.50) \times 6415941 \times 10^{-4}$$

$$= 141.15 \text{ 万元}$$

$$\text{经济效益} = \text{节约成本} - \text{投入资金}$$

$$= 141.15 - 70$$

$$= 71.15 \text{ 万元}$$

## 4 结论与建议

1. 污水处理系统过滤罐工艺优化通过对顶部筛管以及底部筛板的合理改造, 使其内部达到布水均匀无死角的效果, 保证了过滤水质, 改善了反洗效果, 降低了维修费用及清理费用, 可以对该措施进行推广利用。

2. 过滤罐加碱反洗工艺属能有效去除滤料附着物, 降低滤料污染, 减少滤料板结问题发生。同时也减少了过滤罐清洗时间, 降低滤料清洗成本, 具有很大的经济效益, 有很好的推广意义。

## 参考文献:

[1] 赵军凯. 核桃壳过滤器运行现状分析与改进 [J]. 中海油基地集团采油服务公司, 2008(02):75–78.