

油田水处理系统过滤器性能分析

赵军凯¹ 张晓冬¹ Herbert Moses² 李艳莉¹

(1. 中海油基地集团采油服务公司; 2. Anadarko Petroleum Company KMCPL)

摘要 核桃壳过滤器是渤海曹妃甸油田生产水处理系统的关键设备, 本文对其运行现状进行了全面分析, 针对目前滤料再生困难和除油效率偏低等问题, 采取了相应的改造措施, 并对过滤器的安装调试和日常维修保养给出了具体建议。可供石油石化行业类似设备操作与维修提供借鉴。

关键词 曹妃甸油田 核桃壳过滤器 含油污水处理

0 引言

曹妃甸油田位于中国渤海湾西部, 西距天津新港 90 km, 东北距唐山港 60 km, 所处水域水深约 20 m。

油田上游产生的废水经水管汇入生产水处理系统。首先经撇油器除掉粒径大于 60 μm 的油滴和固体颗粒, 将废水含油浓度降至 400 mg/L 以下, 之后进入浮选器进一步除去粒径大于 10 μm 的油滴和固体颗粒, 将废水含油浓度降至 80 mg/L 以下, 再经注水增压泵增压后至核桃壳过滤器, 最终将废水含油浓度降至 30 mg/L 以下, 满足排放和回注要求^[1, 2]。

1 核桃壳过滤器

核桃壳过滤器是曹妃甸油田海洋石油 112 FPSO 生产水处理系统关键设备之一。由江汉石油机械厂设计生产, 型号为 GLWA425/1.77, 于 2004 年 7 月正式投入使用。

核桃壳内部滤料装填自下而上依次是: 底部三层不同尺寸的鹅卵石作为垫层, 之上为核桃壳滤料。核桃壳过滤器内部除填料外还有: 搅拌器, 上筛管和下筛管。

核桃壳过滤器结构见图 1。

2 运行现状和效果分析

以核桃壳过滤器 F2650 和 F2653 为例进行分析。从 2005 年 3 月至 2007 年 3 月每月选取一组数据, 包括处理水量、进口含油、出口含油以及过滤压差, 绘制曲线见图 2 和图 3。

2005 年 9 月在过滤器反冲洗出口管线汇管加装限流孔板, 改善操作条件; 2006 年 4 月 F2650 和 F2653

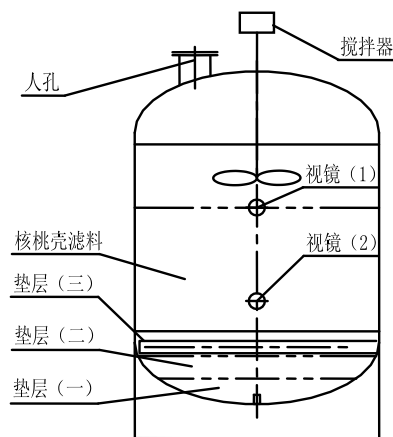


图 1 核桃壳过滤器结构

更换滤料, 2006 年 12 月 F2650 和 F2653 清洗滤料实验, 2007 年 2 月 F2653 更换滤料和鹅卵石垫层, 并加装筛管滤网。

2.1 运行效果分析

运行效果见图 2、图 3。

◆ 2005 年 4 月至 2006 年 4 月, 期间处理水量波动较大, 平均约 300 m^3/h 。随着时间的推移, 核桃壳过滤器 F2650 和 F2653 过滤压差和出口含油逐步上升, 说明滤料逐渐丧失再生能力, 除油效率下降, 运行效果变差。

◆ 2006 年 4 月核桃壳过滤器 F2650 和 F2653 两台过滤器更换滤料后, 其中 F2650 出口含油明显降低, F2653 出口含油没有明显变化, 原因可能为处理水量增加所致。过滤压差下降, 说明更换滤料后, 核桃壳过滤器处理能力加强。

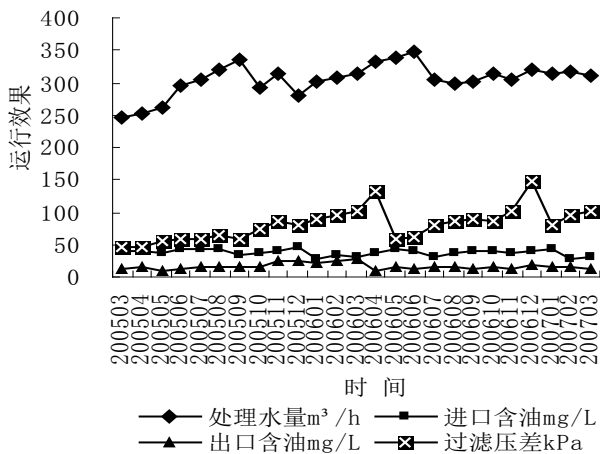


图2 核桃壳过滤器 F2650 运行效果曲线

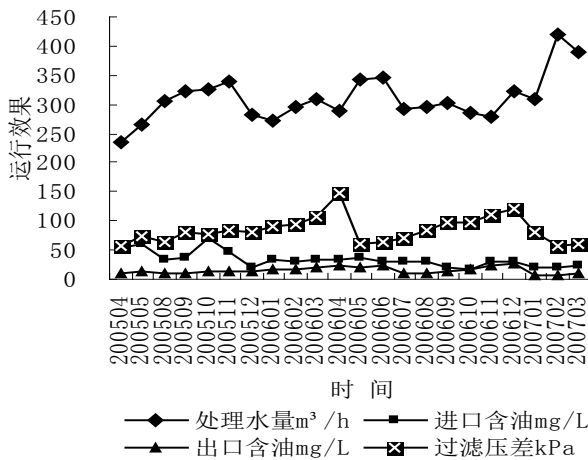


图3 核桃壳过滤器 F2653 运行效果曲线

◆ 2006年6月至2006年12月间，F2650处理水量和进口含油保持相对稳定的情况下，过滤压差逐步升高；F2653处理水量略有下降，过滤压差和出口含油持续上升。从2006年4月核桃壳滤料更换至2006年12月仅8个月的时间，使运行效果变差。分析原因：更换滤料时，滤器最下面两个垫层没有更换，其下积存的黑油以及上下筛管内粘附在滤料上的污油等，经过滤液浸泡释放将新滤料污染，缩短了使用寿命。

◆ 2006年12月对两台滤器完成清洗滤料实验后，F2650过滤压差明显降低，处理水量和出口含油没有明显变化。F2653处理水量上升、过滤压差降低和出口含油下降。说明实验取得一定效果，部分恢复了滤料再生能力，但实验有效期短。

2.2 核桃壳滤料浸泡清洗实验效果分析

2006年11至12月间，过滤器出口含油达到最高值，必须采取措施提高滤料再生能力，保证排海和

表1 F-2650 加药前后试验对比数据

时间	处理水量 (m³/h)	进口含油 (mg/L)	出口含油 (mg/L)	过滤压差 (kPa)
2006.11.29	301	32	15	94
2006.12.02	298	28	19	106
2006.12.09	289	33	22	109
2006.12.15	272	40	18	125
2006.12.20	268	35	19	141
2006.12.24	256	31	18	152
2006.12.26	340	35	11	70
2006.12.27	332	40	10	78
2006.12.28	328	28	13	76
2006.12.30	330	26	9	82
2007.01.02	326	30	12	88
2007.01.14	320	26	10	92
2007.01.17	318	24	13	98
2007.01.19	320	31	11	102
2007.01.20	316	26	10	105

表2 F-2653 加药前后对比试验数据

时间	处理水量 (m³/h)	进口含油 (mg/L)	出口含油 (mg/L)	过滤压差 (kPa)
2006.11.28	280	30	17	105
2006.12.05	308	35	18	114
2006.12.10	297	27	20	116
2006.12.15	290	40	22	125
2006.12.20	250	35	23	137
2006.12.25	230	30	20	177
2006.12.26	320	35	17	57
2006.12.27	331	40	15	69
2006.12.28	290	27	14	73
2006.12.31	275	32	17	82
2007.01.05	310	34	20	88
2007.01.10	220	30	22	97
2007.01.12	250	28	16	102
2007.01.15	280	36	15	112
2007.01.20	260	40	13	115

注水水质达标。为此设计了清洗剂与水体积比为3%的浸泡清洗核桃壳滤料实验。浸泡一段时间后，利用气浮除油原理通氮气鼓泡，并启动搅拌器发以提高除油效果。

清洗剂主要由5%~10%的甲醇，10%~30%的

壬基酚聚氧乙烯醚以及 0~5% 的牛脂烷基乙氧化胺等组成, 为无色透明水溶性液体。温度 25℃, 密度为 1.0~1.1 g/mL, pH 值 6.0~7.5, 闪点 49℃。

2006 年 12 月 24 日和 25 日, F2650 和 F2653 分别完成滤料浸泡清洗实验, 实验前后各三周的详细数据对比见上表 1 和表 2。

从表 1 和表 2 可以看出: 实验后, 两台滤器处理水量上升、压差明显降低、出口含油略有下降。说明实验结束后的几天内效果比较明显。但是在随后的 3 周内, 两台滤器均出现处理水量下降, 压差持续升高的现象, 出口含油基本保持实验前水平。说明清洗实验虽然部分恢复了滤料再生能力, 但有效期太短, 效果不够理想。

3 存在问题、改进措施及操作维护

3.1 存在的问题和改进措施

3.1.1 筛管

为解决筛管被核桃壳堵塞的问题, 对筛管进行了改造, 在筛管外表面包覆 20 目不锈钢丝网, 并用不锈钢带捆扎固定, 这样可以有效地防止或减缓粒径较小的核桃壳和其它杂质进入筛管, 确保核桃壳滤器正常操作, 延长滤料使用寿命, 降低操作费用。

以上只是临时解决方法, 要从根本上解决筛管堵塞的问题, 需要对进水管和出水管进行重新设计。目前比较先进的方法是: 进水管和出水管采用防堵型水管取代普通的出水筛管, 避免了过滤器在运行过程中因搅拌摩擦产生的核桃壳碎屑、鹅卵石碎屑、脱落漆皮和其它悬浮杂质等与污油粘附在一起堵塞筛管。

3.1.2 反冲洗流程^[3]

核桃壳过滤器反冲洗时, 流量过大, 造成下游的注水缓冲罐压力低于注水泵吸入口要求压力, 导致注水泵关停。另外当核桃壳滤器反冲洗时, 反冲洗出口管线及球阀剧烈震颤, 造成阀门盘根损坏甚至阀杆断裂, 不得不数次维修和更换阀门。

改进措施: 在核桃壳滤器反冲洗汇流管线上增加限流孔板, 消除反冲洗对下游注水缓冲管的压力波动的影响。针对反冲洗管线上球阀震颤问题, 增加了该管线的支撑。在反冲洗出口管汇还增加一个球阀, 以便更换反冲洗管线上损坏的球阀时, 隔离反冲洗出口管线, 避免了因更换球阀而关停生产水处理系统。

3.1.3 填装技术要求

2~8 mm 鹅卵石应覆盖在集水筛管上的厚度, 尺

寸为集水管中心线上 300mm; 干核桃壳滤料层垂直高度应不少于 1 m, 在管壁人孔下端处; 封罐后, 投入运行前, 应先用清水将核桃壳滤料浸泡 12~24h, 使其充分吸收水, 让其发胀, 沉降到滤床, 以达到最佳吸附再生能力, 同时减少堵塞筛管的可能性。

3.1.4 调试期间

核桃壳滤器管线存水结冰造成蝶阀变形; 现场控制柜控制线路接线错误, 标示混乱; 电器设备安装质量问题, 控制柜旋钮和电磁阀格兰进水; 搅拌器机械密封漏水; 观察孔渗水等。调试期间出现的这些问题一经发现就得到了解决。

3.2 日常操作和维护

不论核桃壳过滤器滤后水质有多好, 只要过滤时间达到 23.5h, 必须下线反洗; 加反洗药剂应在搅拌机启动前进行, 加药搅拌时间应不少于 20min, 反冲洗时间应不少于 15min; 反洗结束后, 应静置 10min 后上线运行; 筛管必须每年清理, 并作定期的保养。

更换滤料施工时发现六个罐内壁防腐层有部分脱皮和起泡, 建议先清除损坏处表面脏物和锈蚀然后, 使用环氧树脂类涂料防腐。

4 结 论

◆ 受生产现状和操作条件的制约, 反冲洗频度和时间不足, 核桃壳滤器超负荷运转, 滤料污染加剧, 逐渐丧失再生能力, 导致除油效率降低; 筛管被粘附污油的滤料等堵塞造成过滤压差大, 反洗效果差, 滤料再生困难。

◆ 反冲洗出口管线汇管加装限流孔板和隔离阀。经过一年的运行观察表明效果良好。

◆ 解决了核桃壳过滤器滤料更换周期短, 除油效率低, 运行效果差的问题。

参 考 文 献

- [1] 海洋石油开发工业含油污水排放标准. GB4914—85
- [2] 碎屑岩油藏注水水质指标及分析方法. 石油天然气行业标准 SY/T5329—94
- [3] 赵军凯, 谭耀模, 谭家祥等. 渤海曹妃甸 11—1/2 油田生产水和注水系统改进. 石油工程建设[J], 2007 (1) 11~14

(修稿日期 2008-01-10)

(编辑 李娟)