

重力驱动超滤膜技术在煤化工清净下水回收利用中的应用

朱传友

(山东亿玖特电气科技有限公司, 山东 潍坊 261031)

摘要 重力驱动超滤膜技术 (GDM) 已经在饮用水、地表水上得到应用, 并取得良好的效果, 但是在工业水上的应用比较少。本文介绍了重力驱动超滤膜技术 (GDM) 在煤化工清净下水回收利用中的应用。煤化清净下水主要污染物为悬浮物, 有机物含量比较低。采用混凝+重力驱动超滤的处理工艺, 可实现清净下水的回收利用, 出水水质满足《城市污水再生利用工业用水水质》GB/T 19923-2005, 回用与循环冷却塔补充用水。

关键词 重力驱动超滤膜技术; 煤化工清净下水; 回收利用

中图分类号: X87

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)05-0013-03

重力驱动超滤膜技术 (GDM) 采用超滤膜, 依靠重力驱动进行过滤产水, 具有运行成本低、运行稳定、出水水质好等优点; 但是重力驱动膜滤技术稳定通量略低、对部分污染物去除能力有限等缺点限制了其推广应用^[1]。重力驱动膜滤技术已经在饮用水、地表水上进行了大量的研究试验, 并得到了广泛的应用, 取得了良好的效果^[2]。对于工业水上的研究比较少, 鲜有应用案例。

1 项目概述

某煤化工公司拥有一套年产 25 万吨合成氨、60 万吨尿素生产装置。该装置正常生产年运行用电 2.5 亿度, 年用水总量 660 万吨, 年用煤超过 100 万吨, 是用水、用电大户, 因此节能减排成为该公司面临的重大问题。

重力驱动超滤膜为中空纤维内衬、PVDF 外压超滤膜, 靠重力驱动 (进出水的位差) 作用而产水。重力驱动超滤膜对预处理的要求较低、耐冲击负荷能力强, 特别是对于微污染物的滤除效果具有普通超滤膜不可比拟的优势^[3]。

本项目针对该公司清净下水, 采用混凝+重力驱动超滤的处理工艺, 实现清净下水的回收利用, 回用于循环冷却塔补充用水, 年节约用水 87.6 万 m³。

2 重力驱动超滤膜技术

2.1 重力驱动超滤膜

从微滤到超滤、纳滤、反渗透, 孔径越小, 所需要的过滤压力越高, 而高压运行必然带来越来越严重的膜堵塞。

重力驱动超滤膜采用全新的超低压重力流过滤代

替高压过滤、膜外、内气洗代替水反洗化学药剂清洗, 改善了膜过滤产水性能, 降低了不可逆膜污堵风险, 提高了膜使用寿命, 降低了运行成本。

2.2 重力驱动膜性能参数

具体内容见表 1。

3 清净下水情况

3.1 清净下水来源

煤化清净下水水量 2400 m³/d, 清净下水来源包含: 原水净化器反洗水占 75%、多介质过滤器反洗水、活性炭过滤器反洗水占 15%、双膜系统反洗水占 10%。

3.2 水质特点

- 水质偏黄, 浊度高, 色度高。
- 有机物含量低, COD_{Cr} 在 100 mg/L 以下。
- 悬浮物含量高, SS 最高可达 300 mg/L。

3.3 水质及回用标准值

具体内容见表 2。

4 处理工艺流程及特点

4.1 工艺流程

具体内容见图 1。

4.2 工艺特点

- 膜的截留精度高, 微污染物的滤除效果好, 出水水质好。
- 预处理要求低, 流程短, 设备配置简单。
- 抗污染力强, 应用寿命长。
- 能耗和运行成本低。
- 设备紧凑, 占地面积小。

表 1

指标	参数	指标	参数
组件型号	重力驱动超滤膜	气洗风量	0.0033-0.0066 m ³ /min/m ²
过滤方式	超低压重力流	膜外气洗时间间隔	≤ 3 h
膜丝孔径	0.05 ~ 0.1 μm	膜外气洗持续时间	10 min
运行跨膜压力	-10 ~ -50 KPa	膜内气洗时间间隔	≤ 24 h
设计产水量	15 L/m ² · h	膜内气洗持续时间	10 min
污泥浓度	5000 ~ 10000 mg/L	最低恢复性清洗时间间隔	30 d
进水含油量	矿物油 ≤ 3 mg/L; 动植物油 ≤ 50 mg/L	恢复性清洗持续时间	2 h (膜内 + 膜外气洗)
进水温度范围	5 °C ~ 35 °C	水反洗	无
设计 pH 操作范围	2 ~ 12	化学药剂清洗	无

表 2 原水水质及回用放标准

水质指标	COD _{Cr} / (mg/L)	BOD ₅ / (mg/L)	SS/ (mg/L)	色度 / (倍)	浊度 / (NTU)
原水	110	20	300	80	150
回用标准	50	10	10	30	5

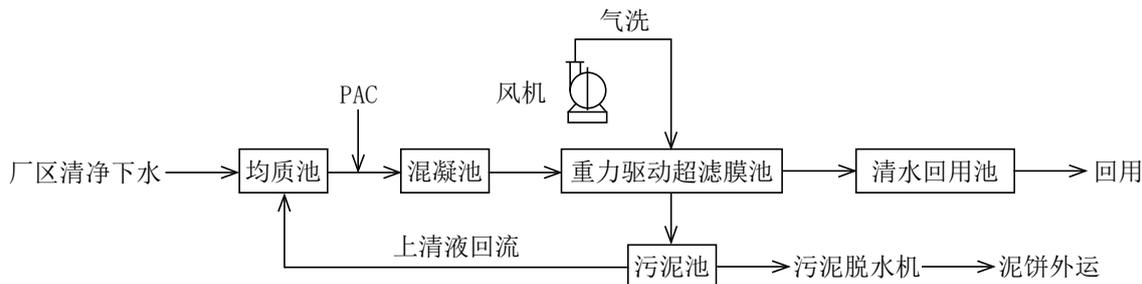


图 1 清净下水处理工艺流程图

5 处理单元的设备配置与功能

5.1 均质池

均质池采用地下钢混结构, 各种清净下水通过排水沟渠自流进入。由于清净下水排放的不连续性, 在不同时间段排出的水质、水量不同, 设有均质池, 起到调节水量, 均衡水质的作用^[4]。池内设置潜水搅拌机 2 台, 污水提升泵 2 台 (1 台备用), 电磁流量计 1 台。

5.2 混凝池

混凝池采用地上式不锈钢水箱。清净下水经泵提升进入混凝池, 投加 PAC (聚合氯化铝), 混凝反应, 形成较大的絮体, 提高微污染物的滤除效果。池内设置框式减速搅拌机 1 台, PAC 投加装置 1 套。

5.3 重力驱动膜过滤池

重力驱动膜过滤池采用地上式不锈钢水箱, 2 组, 并联使用。混凝池出水自流进入重力驱动膜过滤池, 利用膜的高效截留作用, 去除反应器中颗粒、胶体、

大分子有机物及细菌等, 实现净化水质, 达标回用^[5]。

配置重力驱动超滤膜组器 2 套, 反洗风机 1 台, 膜抖动风机 1 台, 产水电动调节阀 2 套, 产水电磁流量计 2 台, 排泥电动阀 2 套, 气反洗电动阀 2 套, 气抖动电动阀 2 套, 雷达液位计 1 套, 由 PLC 实现全自动控制, 恒流量出水。

5.4 污泥池

污泥池采用地下钢混结构。重力驱动膜过滤池的排泥, 重力排入污泥池, 储存污泥。配置污泥泵 2 台, 板框污泥脱水机 1 套, 污泥脱水, 形成含水率小于 60% 的泥饼, 外运处置。

5.5 清水回用池

清水回用池采用地下钢混结构。重力驱动膜过滤池的出水, 重力流入清水回用池, 储存清水, 回用与循环冷却塔补水。配置回用水泵 2 台; 压滤机冲洗水泵 1 台。

6 运行效果分析

运行期间,在进水端、出水端取样监测,分析混凝+重力驱动超滤工艺运行的稳定性、可靠性。取样频率,每天一次;监测因子:COD_{Cr}、浊度。

经过一个月的连续监测,监测结果见图 2、图 3。

监测结果表明:在进水水质波动较大的情况下,

出水水质稳定。出水 COD_{Cr} 最高值 45.8 mg/L,最低值 24.9 mg/L,平均值 36.2 mg/L,去除率达到 60% 左右;出水浊度最高值 4.3 NTU,最低值 0 NTU,平均值 1.1 NTU,去除率达到 95% 以上;特别是连续运行 15 天以后,重力驱动超滤膜表面形成一层过滤层后,出水水质稳定,波动比较小,出水 COD_{Cr} 稳定在 35.0 mg/L 以下,

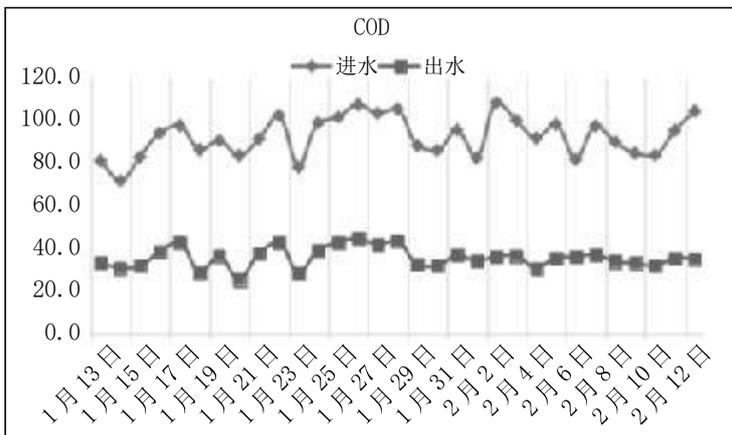


图 2 进水端、出水端 COD_{Cr} 监测结果对比图 (单位: mg/L)

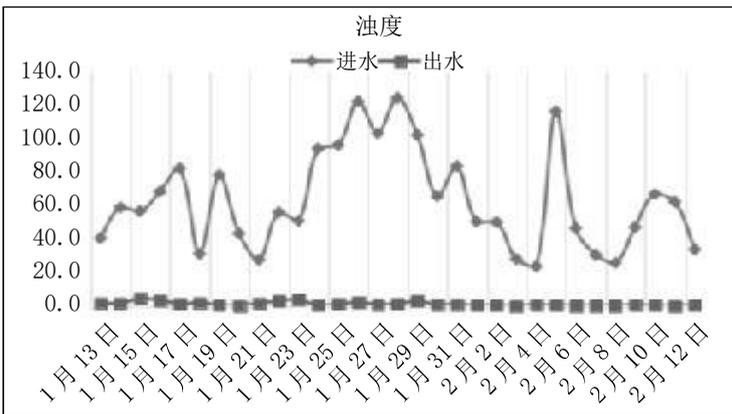


图 3 进水端、出水端浊度监测结果对比图 (单位: NTU)

出水浊度稳定在 0.7 NTU 以下。

7 结论

采用混凝+重力驱动超滤的处理工艺,对煤化公司的清净下水进行处理,COD_{Cr} 去除率达到 60% 左右,浊度去除率达到 95% 以上,运行稳定,出水水质满足《城市污水再生利用 工业用水水质》GB/T 19923—2005,实现了清净下水的回收利用,回用于循环冷却塔补充用水,年节约用水 87.6 万 m³。

参考文献:

[1] 梁恒,唐小斌,王金龙,等.无清洗重力驱动超滤工艺

净水效能及机理[J].哈尔滨工业大学学报,2020,52(06):103-110.

[2] 鹿晓菲,余军科,马军,等.重力驱动膜滤技术净水效能优化策略研究进展[J].环境工程,2023,41(09):10-17.

[3] 胡长鑫,吴瑞军,马百文,等.重力驱动浸没式超滤技术在某饮用水厂提标改造中的应用案例[J].环境工程学报,2021,15(03):799-805.

[4] 何强,左庆扬,陈子惟,等.预沉积生物炭强化重力驱动超滤膜处理受污染地表水的效能研究[J].中国环境科学,2023,43(03):1122-1130.

[5] 唐小斌,张洪嘉,王元馨,等.缓速滤池耦合重力流超滤工艺净化微污染地表水研究[J].给水排水,2020,46(11):25-32.