

电絮凝/离心沉淀器/多介质过滤工艺处理含煤废水

肖学权*, 杨彬, 常亮, 宋建超, 李文毅

杰瑞环境工程技术有限公司, 湖南 长沙

收稿日期: 2022年2月22日; 录用日期: 2022年3月22日; 发布日期: 2022年3月30日

摘要

针对含煤废水色度大、悬浮物浓度高的特点,采用电絮凝/离心沉淀器/多介质过滤器工艺处理含煤废水,介绍了处理工艺流程及工艺特点,给出了主要处理单元设计参数、项目投资及运行成本。工程运行结果表明,在原水SS \leq 5000 mg/l、pH为6~9、色度 \leq 500,处理后出水SS \leq 20 mg/l、色度 \leq 50,达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准,并回用至洗车台进行运煤车的清洗用水。

关键词

含煤废水, 电絮凝, 离心沉淀反应器, 回用

The Treatment of Coal-Bearing Wastewater by Electric Flocculation/Centrifugal Precipitator/Multiple Agent Filtration

Xuequan Xiao*, Bin Yang, Liang Chang, Jianchao Song, Wenyi Li

Geri Environmental Engineering Technology Co., Ltd., Changsha Hunan

Received: Feb. 22nd, 2022; accepted: Mar. 22nd, 2022; published: Mar. 30th, 2022

Abstract

In view of the characteristics of large chroma and high concentration of suspended solids in coal-containing wastewater, the process of electric flocculation/centrifugal precipitator/multi-media filter is adopted to treat coal-containing wastewater. The process flow and characteristics are introduced, and the design parameters of main treatment units, project investment and operation cost are given.

*第一作者。

文章引用: 肖学权, 杨彬, 常亮, 宋建超, 李文毅. 电絮凝/离心沉淀器/多介质过滤工艺处理含煤废水[J]. 水污染及处理, 2022, 10(2): 55-59. DOI: 10.12677/wpt.2022.102008

The engineering operation results show that the raw water SS ≤ 5000 mg/L, pH 6~9, chroma ≤ 500 , the treated effluent SS ≤ 20 mg/L, chroma ≤ 50 , meet the "Comprehensive Sewage Discharge standard" (GB8978-1996) level 1 standard, and can be reused to the car wash for cleaning water of coal truck.

Keywords

Coal-Bearing Wastewater, Electric Flocculation, Centrifugal Precipitation Reactor, Recycling

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 工程概况

1.1. 工程背景

某电厂总装机容量为 196 万千瓦。一期工程建设 2×330 MW 亚临界参数燃煤机组, 已于 2001 年全部投产; 二期工程扩建 2×650 MW 超临界燃煤发电机组于 2008 年全部投产。产生含煤废水的区域主要集中在 3 个煤场以及周边排水沟、煤粉运输道路的雨水排水、灰尘抑制以及输煤设备的冲洗水等。含煤废水水量为 $2400 \text{ m}^3/\text{d}$, 废水中污染物主要以悬浮物(SS)为主, 有机污染物含量较少。采用传统的混凝沉淀工艺具有加药量大、自动化水平低、运行成本高等缺点, 经综合比较, 采用电絮凝/离心沉淀反应器/多介质过滤器处理工艺, 处理后水质达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准, 并回用至洗车台进行运煤车的清洗用水。

1.2. 设计水量、水质

该项目含煤废水设计处理量为 $2400 \text{ m}^3/\text{d}$ 。含煤废水主要含有色度、SS 等污染物, 具有色度高, 悬浮物浓度高、有机污染物等含量较少等特点, 经监测, 进、出水水质如表 1。

Table 1. Design influent and effluent quality

表 1. 设计进、出水水质

水质指标	SS (mg/L)	色度	pH
进水	≤ 5000	≤ 500	6~9
出水	≤ 70	≤ 50	6~9

1.3. 工艺流程

根据含煤废水的水质特点, 废水中主要含有色度、SS 等污染物, 目前, 此类废水国内很多采用传统加药混凝沉淀为核心的处理工艺。混凝法的基本原理是在废水中投入混凝剂, 因混凝剂为电解质, 在废水里形成胶团, 与废水中的胶体物质发生电中和, 形成绒粒沉降。混凝沉淀不但可以去除废水中的细小悬浮颗粒, 而且还能够去除色度、油分、微生物、氮和磷等富营养物质以及有机物等。但该工艺具有加药量较大、污泥量较多等缺点[1][2][3]。

由于该工程污泥不进行压滤脱水处理, 直接返回煤场环沟, 通过煤场环沟进行自沉, 再定期通过清淤的方式对污泥进行清理, 如果系统运行过程中污泥产生量较大, 将会增加环沟清淤的频次, 且可能会导致污水站进水 SS 较高, 影响处理系统的正常运行。

结合本工程的实际情况,采用以电絮凝为核心的处理工艺,主要工艺为电絮凝 + 离心沉淀反应器 + 多介质过滤器[4]-[10]。

本工程工艺流程图详见图 1。原水池收集废水,然后进入电絮凝系统,通过其内部可溶解的极板及电流发生器来对流入装置的水体附加电流,从而达到将水中的颗粒物凝结成絮状物沉淀的目的。电絮凝系统出水切向进入离心装置,通过离心力的作用进行固液分离,出水经过斜管沉淀区,进一步截留上浮的污泥。最后污水进入多介质过滤器,进一步去除废水中的悬浮物,以保证出水达标。

该工艺具有处理效果好、设备体积小、占地面积小、运行稳定可靠、操作简单、污泥产量少及自动化程度高等优点,同时,系统不需要添加任何化学药剂,降低运行费用。该系统在国内有多项成功案例。

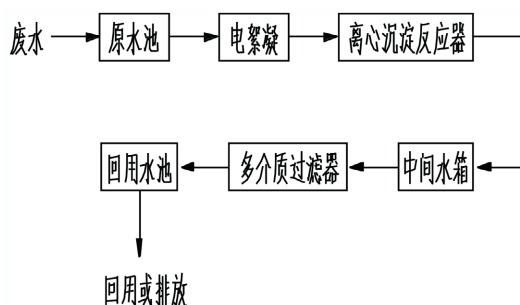


Figure 1. Flow chart of wastewater treatment process

图 1. 废水处理工艺流程

2. 主要构筑物设计参数及设备配置

① 原水池。1 座,停留时间 2 h,采用钢筋混凝土结构,池体尺寸: $L \times B \times H = 14 \times 4.0 \times 4.0$ m; 配套污水提升泵及液位计。

② 电子絮凝器。2 套,单套处理量 $50 \text{ m}^3/\text{h}$,单套设备尺寸为 $\Phi 1800 \times 5150$ mm,碳钢防腐;配套内部极板、自控系统等。

③ 离心沉淀反应器。2 座,单套处理量 $50 \text{ m}^3/\text{h}$,单套设备尺寸为 $\Phi 5500 \times 6500$ mm,碳钢防腐;配套离心装置、斜管填料等。

④ 中间水箱。1 座,处理量 $100 \text{ m}^3/\text{h}$,停留时间 36 min,设备尺寸 $\Phi 4000 \times 5800$ mm,碳钢防腐;配套过滤提升泵及液位计。

⑤ 多介质过滤器。2 套(单套 5 座),单套处理量 $50 \text{ m}^3/\text{h}$,单套设备尺寸为 $\Phi 1200 \times 2800$ mm,碳钢防腐;配套填料、滤头及自控系统等。

⑥ 回用水池。1 座,停留时间 1.6 h,采用钢筋混凝土结构,池体尺寸: $L \times B \times H = 8.0 \times 5.0 \times 4.0$ m; 配套回用水泵及液位计。

⑦ 污泥沉淀池。1 座,有效容积 100 m^3 ,采用钢筋混凝土结构,池体尺寸: $L \times B \times H = 8.0 \times 4.0 \times 4.0$ m; 配套排泥泵。

3. 工艺特点及工程运行情况

3.1. 预处理系统

针对该项目废水进水水质的特性,需对进水进行预处理后再进入后续处理工序,该项目废水中主要污染物是 SS,建设方在堆煤场附近都建设有煤水沉淀池,对煤水进行初步沉淀,沉淀池出水($\text{pH} = 7.0 \sim 8.5$, SS 含量 $\leq 5000 \text{ mg/l}$) [1],降低后续处理系统的负荷。

3.2. 电絮凝处理系统

经预处理后的含煤废水提升后进入电子絮凝系统，通过其内部可溶解的极板及电流发生器来对流入装置的水体附加电流，从而达到将水中的颗粒物凝结成絮状物沉淀的目的。电子絮凝系统的极板浸没在水中，通过外部电源使电流通过极板导入水体，污水在电流的作用下将会发生电荷凝聚作用、破乳化作用、漂白及氧化、电子泛流等一系列的电化学过程。电絮凝系统色度的去除率 $\geq 90\%$ ，SS 的去除率 $\geq 80\%$ 。

3.3. 离心沉淀反应器

离心沉淀反应器内设置离心装置及斜管填料等，污水切向进入离心装置，通过离心力的作用进行固液分离，出水经过斜管沉淀区，进一步截留上浮的污泥。

为了避免当被絮凝的颗粒在脱离电子絮凝环境后有可能在水中重新被充电，从而导致絮凝颗粒分散，我们必须使颗粒在絮凝过程结束后快速沉降下来，配置快速沉降装置，因此该项目选用无动力式离心沉淀反应器。

3.4. 多介质过滤器

过滤器中装有石英砂、无烟煤等滤料，未过滤的水通过三层布水器，配合特殊设计的外壳，以接近平流的状态到达过滤器内的填料层。当水流过填料层时，杂质被截留在填料层内。过滤器底部蘑菇状的过滤集水器，将过滤后的水均匀地收集并流出。平流过滤，决定过滤器可以在高的流速下过滤，仍可达到较好的过滤效果，进一步去除废水中的悬浮物，以保证出水达标。

4. 工艺运行状况

该工艺稳定成熟、运行可靠、管理方便、自动化程度高，经过调试，系统运行效果良好，各项水质指标优于排放标准，电絮凝系统运行监测数据见表 2，各主体单元运行结果见表 3。

Table 2. Monitoring results of the electric flocculation system

表 2. 电絮凝系统运行监测结果

项目	流量(m ³ /d)	电絮凝进水 SS (mg/L)	电絮凝出水 SS (mg/L)	SS 去除率(%)
11 月 18 日	2378	4620	728	84.0
11 月 19 日	2384	4318	706	83.6
11 月 20 日	2365	4590	709	84.5
11 月 21 日	2393	3980	678	82.9
11 月 22 日	2316	4265	702	83.5
11 月 23 日	2325	4430	694	84.3

Table 3. Monitoring results of system main unit operation (The average data)

表 3. 系统主体单元运行监测结果(平均数据)

水质指标	SS (mg/L)	色度	pH
进水	≤ 5000	≤ 500	6~9
电絮凝	≤ 800	≤ 40	6~9
离心沉淀反应器	≤ 80	—	6~9
多介质过滤器	≤ 10	—	6~9
排放标准(GB8978-1996)	≤ 70	≤ 50	6~9

5. 调试遇到的难题及解决办法

① 前期电絮凝出水絮体较小，色度较高，几乎没处理效果。

原因：内部极板通电未连接好

解决办法：由设备厂家检测出故障，并连接好通电。

② 多介质过滤器反洗频次增加，反洗时间加长，日处理量减少。

原因：由于前期电絮凝内部极板通电未连接好，出水效果较差，过滤器进水负荷较高。

解决办法：将电絮凝内部极板通电连接好，增加排泥次数，降低过滤器进水负荷。

建议：在设计过滤器的过程中应当适当考虑前段设备故障等问题，避免在系统前段设备故障的情况下，反洗时间加长，从而使系统达不到设计处理量。

6. 工程投资及运行成本

本工程总投资 436 万元，其中土建部分 92 万元，设备及安装 315 万元，其他费用 29 万元。

本工程直接吨水运行成本约为 0.16 元，系统主要运行费用为电费，系统中不需投加任何药剂，故无药剂费。

7. 结论

① 采用电絮凝/离心沉淀器/多介质过滤器工艺处理含煤废水，处理后出水 $SS \leq 20 \text{ mg/l}$ 、色度 ≤ 40 ，出水优于《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准。

② 电絮凝与离心沉淀反应器在满负荷运行时，SS 最大去除率可达 98%。

③ 电絮凝工艺相比传统混凝沉淀工艺具有处理效果好、运行稳定、占地小、管理方便、操作简单及运行费用低等优势。

④ 该工程实施后，废水经处理后基本回用至洗车台，用于清洗运煤车辆，大量节省了水资源，环境效益明显。

参考文献

- [1] 林栋柱. 电厂含煤废水处理新技术应用及优化[J]. 价值工程, 2015, 34(19): 93-95.
- [2] 孙际平. 电厂含煤废水处理系统工艺探讨[J]. 中国高新技术企业, 2016(12): 118-119.
- [3] 白纯红. 发电厂含煤废水的处理分析[J]. 科技创新与应用, 2016(16): 139.
- [4] 马英, 张成舜. 含煤废水处理工艺在电厂的应用[J]. 华北电力技术, 2002(1): 31-32, 34.
- [5] 朱学兵, 韩东浩, 徐忠明, 王璟, 芦玉珍. 火电厂含煤废水处理及回用系统设计[J]. 热力发电, 2008, 37(1): 104-105, 108.
- [6] 郑小, 姚向宁, 张康年. 火力发电厂含煤废水处理工艺选择与方案探讨[J]. 江西电力职业技术学院, 2014(1): 9-11.
- [7] 李后森. 2X40t/h 含煤废水处理新技术在电厂中的应用[J]. 化工管理, 2017(32): 99.
- [8] 袁书保. 电厂含煤废水处理新技术应用及优化[J]. 化工管理, 2018(11): 44-45.
- [9] 王仁雷, 唐国瑞, 晋银佳, 等. 火力发电厂含煤废水处理工程改造及分析[J]. 中国给水排水, 2019, 35(14): 88-90, 94.
- [10] 陈晓燕. 含煤废水处理工艺在电厂的应用[J]. 建材与装饰, 2016(15): 185-186.