

上向流炭吸附澄清池用于工业废水的深度处理

郭庆英¹, 刘翊², 高飞亚¹, 王阳¹, 刘晓茜¹

(1. 中国市政工程华北设计研究总院有限公司, 天津 300381; 2. 天津泰达新水源科技开发有限公司, 天津 300457)

摘要: 某经济开发区污水处理厂针对进水 B/C 比偏低、二级出水中难降解 COD 指标较高的问题, 在升级改造工程中采用上向流炭吸附澄清池作为深度处理的主体工艺。实际运行效果表明, 该工艺处理效果优异, 对难降解 COD 的去除率达 60% 以上, 出水各项指标优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002) 中的一级 A 标准。

关键词: 工业废水; 上向流炭吸附澄清池; 粉末活性炭; 难生物降解 COD

中图分类号: TU993.3 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2018)02-0056-03

Application of Upflow Carbon-adsorption Clarifier in Advanced Treatment of Industrial Wastewater

GUO Qing-ying¹, LIU Yi², GAO Fei-ya¹, WANG Yang¹, LIU Xiao-qian¹

(1. North China Municipal Engineering Design & Research Institute Co. Ltd., Tianjin 300381, China;
2. Tianjin TEDA New Water Source Technology Co. Ltd., Tianjin 300457, China)

Abstract: The wastewater discharged by industrial development zone is characteristics by low value of B/C and high content of refractory COD. In order to resolve this problem, upflow carbon-adsorption clarifier was used as the main advanced treatment process in upgrading project. Actual operation results showed that the process performance was excellent. The COD removal was more than 60%. Effluent quality was better than the first level A criteria specified in the *Discharge Standard of Pollutants for Municipal Wastewater Treatment Plant* (GB 18918 - 2002).

Key words: industrial wastewater; upflow carbon-adsorption clarifier; PAC; refractory COD

活性炭在水处理中最初的使用目的是去除饮用水中的色度和嗅味, 在 20 世纪 50 年代初期先后应用于西欧和美国的部分自来水厂, 可以去除水中臭味的土臭素和 2-甲基异茨醇。发展到今天, 活性炭吸附已成为国内外净水和污水深度处理的主流工艺之一^[1]。在国内, 该技术应用在净水厂深度处理较为常见, 在污水厂应用刚刚起步, 尤其是上向流炭吸附澄清池在污水厂的应用案例非常少。

1 项目背景

某市经济开发区污水处理厂一、二期工程设计处理水量为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$, 二级处理工艺采用 HY-BAS 工艺, 出水设计达到《城镇污水处理厂污染物

排放标准》(GB 18918—2002) 中的一级 B 标准。由于污水处理厂投产后, 进水中含有 80% ~ 85% 工业废水, 工业企业类型包括生物及制药、电子信息产业、化学及材料、汽车制造、机械加工等。原有处理工艺对有机物处理效果不理想, 总磷、总氮也时常超标, 出水含有一定的色度。为了满足污水排放要求, 需对生化出水进行深度处理, 经比选, 确定采用可有效处理难降解 COD 的活性炭深度处理工艺。

2 进、出水水质

以 2014 年二沉池出水水质作为确定本次深度处理工程设计进水水质的主要依据, 在此基础上适当留有余地。设计出水水质执行《城镇污水处理厂

污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级 B 标准。具体水质指标见表 1。

表 1 深度处理工程设计进、出水水质

Tab. 1 Design influent and effluent quality of advanced treatment project $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$

项目	COD	SS	TN	TP	$\text{NH}_3 - \text{N}$	BOD_5
进水	80	60	22	3	—	—
出水	60	20	20	1	8(15)	20

注：“—”表示该控制指标已经达到出水标准。

为了准确对进水有机物进行定性分析,厂区委托相关机构分析了进水中难降解 COD 的具体成分,结果表明,进水中包括 N-(甲基)苯胺、三乙基磷酸酯、苯并噻唑、N-甲基富马胺、甲基苯砒、2,6-二叔丁基对甲苯酚、对甲苯磺酰胺、邻苯二甲酸二乙基己基酯、倍他米松、粪甾烷-3-醇、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二异辛酯、胆固醇、氯碘甲烷、二碘甲烷、3-乙酰氨基苯酚、邻苯二甲酸二甲酯、胆甾烷醇、角鲨烯。可见在二级处理后,进入深度处理部分的污染物均为难降解有机物,分子链都比较长,其中比较有代表性的是氯代物、聚合物,都是化学键比较稳定的难降解溶解性 COD。

3 工艺流程

针对难降解 COD 的处理,确定选用上向流炭吸附澄清池作为深度处理的主体工艺,具体工艺流程见图 1。

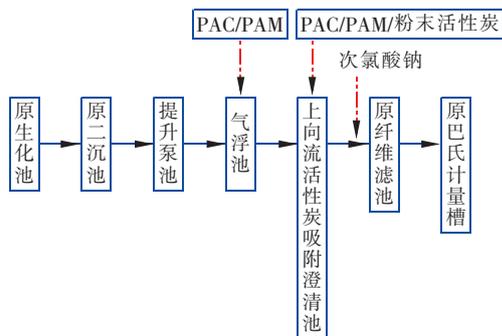


图 1 深度处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of advanced treatment process

污水厂二沉池出水经过二次提升泵池提升进入高速气浮池,然后进入活性炭吸附澄清池,再进入纤维滤站,经计量后出水排放。选择高速气浮池作为炭吸附澄清池的预处理工艺,首先在气浮池中去除 TP、SS,然后在活性炭吸附澄清池中去除 COD,将两个功能分开,可以有效避免污水中的 SS、絮凝剂(PAC、PAM)优先吸附于活性炭,降低 COD 处理效

率。

4 设计内容及参数

活性炭吸附澄清池设计规模为 $5 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{d}$,分为两组,总尺寸为 $25.7 \text{ m} \times 22 \text{ m}$,水深为 4.65 m 。污泥层面积为 442 m^2 ,污泥层上的沉淀速率为 3.1 m/h 。

4.1 快速混合区(炭区)

在两组上向流炭吸附池前,各设有一组串联的两个矩形快速混合池,池内配有快速搅拌器,主要用于待处理水和粉末活性炭的快速混合。水力停留时间为 10 min ,分为两格,每格 5 min ;单格混合池有效容积为 113 m^3 。配置进水电动方形镶铜铸铁闸门 2 台;4 台混合快速搅拌器,功率为 9 kW ,转速为 1500 r/min 。

4.2 快速混合区(絮凝剂区)

池内配有快速搅拌器,主要用于投加的少量混凝和絮凝剂的混合。水力停留时间为 10 min ,分为两格,每格 5 min ;单格混合池有效容积为 23 m^3 。配置混合快速搅拌器 2 台,功率为 3 kW ,转速为 1500 r/min 。

4.3 真空室

混凝后的原水首先以稳定流量进入一个真空室。该室配备一台真空鼓风机,将空气从真空室的顶部吸出,使得室内水位上升。随后真空破坏阀打开,让空气进入室内,这样造成室内水位突降,并通过和真空室相连的原水配水渠和有孔配水管将水流以较快速度排放,使得水流形成脉冲进入澄清池。进入澄清池的脉冲水流确保流量均匀分配在澄清池的表面上,维持均质污泥层。

配置设备如下:鼓风机 2 台,风量为 $1326 \text{ Nm}^3/\text{h}$,压力为 5.5 kPa ,功率为 11 kW ;离线真空泵 1 套,功率为 11 kW ;空气释放气动蝶阀 4 台,直径 $\text{DN}200$;气动排泥阀 8 台,直径 $\text{DN}125$;不锈钢出水槽 2 组套,规格为 $6200 \text{ mm} \times 350 \text{ mm} \times 350 \text{ mm}$ 。

4.4 污泥层及澄清水层结构

上向颗粒流将凝聚集结,在池底部形成一层污泥。水流穿过污泥层,防止其板结并保持其处于蓬松状态。水流滤过密实集结的污泥层后到达其表面的收集系统,絮凝颗粒则被凝聚在污泥层内预先形成矾花。污泥层的厚度受邻近污泥浓缩区隔墙的高度限制。过剩污泥则通过浓缩区隔墙顶部溢流。在浓缩区内部不存在上升流速,使得污泥在槽内浓缩

后排放。

经过污泥层的澄清水流过安装在澄清池上部的斜管沉淀区。斜管覆盖澄清池的整个沉淀表面,包括污泥浓缩单元。该区用于捕捉没有被污泥层截留的残留固体。穿孔收集管安装在斜管沉淀区的上方,用于收集澄清水,并将其排入澄清水收集槽。澄清水随后靠自重流入砂滤池。

池子余下部分还包括几个大泥斗,用作污泥浓缩器。污泥通过溢流进入这些泥斗,并由装有自动阀的管道间断性地将浓缩污泥从泥斗内排出。从浓缩池污泥的排放在计时器的控制下有规律地自动进行。该计时器设定连续排泥的时间间隔和每次排泥的持续时间。排泥频率将根据原水流量进行调整。排放出的污泥重力流入污泥收集池(即气浮池底部污泥收集池),由提升泵输送至污泥脱水系统。

4.5 配套加药间

采用湿法投加粉末活性炭。粉末活性炭储存在室外的料仓中,料仓底部配备输送机 and 加注机,将粉末活性炭投加到2座粉炭溶液制备池中,然后由转子泵输送到投加点。粉末活性炭的最大投加量按200 mg/L计,平时投加量为50 mg/L,投加点粉末活性炭溶液浓度控制在50 g/L以内,投加点为炭吸附池前的快速混合池。设粉末活性炭防爆型储存罐1个,容积为60 m³,其容量不低于平均投加量下7 d的存储量;粉末活性炭浆贮存池数量不少于2座,单池有效容积不低于20 m³,满足粉炭最大投加量下2 h左右的投加要求。

配置设备如下:粉末活性炭料仓1套,直径为3.5 m,容积为60 m³;螺旋输送机2套,功率为1.1 kW;粉炭溶解搅拌器2套,功率为3 kW;粉炭投加泵2台,流量为7 m³/h,扬程为0.4 MPa,功率为1.5 kW。

5 运行效果

稳定运行后,该工程出水水质优于预期目标。

COD去除率高达60%以上,出水平均COD、BOD₅、TP、SS分别为<40、<2、<0.2、8 mg/L,不仅达到一级B标准,而且优于一级A标准,有些指标甚至达到地表水Ⅳ类水指标。粉末活性炭日均投加量约为50 mg/L,可见上向流炭吸附澄清池在工业开发区污水处理厂提标升级改造中运行效果优异。

6 结论

① 上向流炭吸附澄清池在工业开发区污水处理厂提标改造工程中去除难降解COD稳定有效,COD去除率高达60%以上,出水水质优于《城镇污水处理厂污染物排放标准》(GB 18918—2002)一级A标准。

② 通过合理确定上向流炭吸附澄清池的设计参数,调节进水难降解COD和投加粉炭的比例,可以提高COD去除率并降低运行成本。

参考文献:

- [1] 李秀辉,于海波. 活性炭吸附水中污染物[J]. 广州化工,2011,39(1):117-118,133.



作者简介:郭庆英(1976-),女,天津人,本科,高级工程师,主要从事市政给排水设计工作。

E-mail: guoqingying99@cemi.com.cn

收稿日期:2017-08-11