



物化-生化工艺处理窗饰喷涂废水工程实例

纪 振¹, 邱立伟², 尹业新³

(1. 常州工程职业技术学院, 江苏常州 213164; 2. 常州千帆环保科技有限公司, 江苏常州 213164;
3. 南京贻润环境科技有限公司, 江苏南京 211215)

[摘要] 窗饰喷涂废水 COD 和氨氮含量较高, 以某企业 60 m³/d 污水处理项目为例, 对不同工艺废水采用物化方法(Fenton 氧化、中和、混凝沉淀)分质预处理后, 利用水解酸化+接触氧化+MBR 工艺处理综合废水。实验结果表明, Fenton 氧化工艺最佳运行条件为 H₂O₂ 投加量为 80 mL/L, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 为 3:1, 初始 pH 为 3.0, 反应时间为 80 min。近 1 a 的工程运行结果表明: 物化预处理工艺段对废水中 COD 的去除率可达 40%, 有效降低了生物处理工艺的负荷, 整个工艺处理出水 COD 低于 200 mg/L, 氨氮低于 20 mg/L, 出水水质达到接管要求, 污水处理系统运行成本为 19.63 元/m³。

[关键词] 喷涂废水; 物化预处理; 接触氧化; 膜生物反应器

[中图分类号] X703.1 **[文献标识码]** B **[文章编号]** 1005-829X(2022)02-0173-04

Project case of treatment window trim spraying wastewater by physicochemical pretreatment-biochemical process

JI Zhen¹, QIU Liwei², YIN Yexin³

(1. Changzhou Institute of Engineering Technology, Changzhou 213164, China;
2. Changzhou Cheff Environmental Protection Technology Co., Ltd., Changzhou 213164, China;
3. Nanjing Eprobe Environmental Technology Co., Ltd., Nanjing 211215, China)

Abstract: The window trim spraying wastewater has the characteristics of high concentration of COD and ammonia nitrogen. Taking a 60 m³/d wastewater treatment project as example, separate physicochemical pretreatment(Fenton oxidation, neutralization, coagulation sedimentation) process was adopted to treat production wastewater, and hydrolytic acidification+contact oxidation+MBR process were used to treat comprehensive wastewater. The experimental results showed that the optimum conditions for Fenton oxidation method were as follows: the dosage of H₂O₂ 80 mL/L, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 3:1, the initial pH 3.0, and the reaction time 80 minutes. The engineering operation results in the past one year had shown that the removal rate of COD in wastewater by physicochemical pretreatment process could reach 40%, which effectively reduced the load of biological treatment process. The effluent COD was less than 200 mg/L and ammonia nitrogen was less than 20 mg/L. The effluent quality met the requirements of drain connection standard. The operating cost of the wastewater treatment system was 19.63 yuan/m³.

Key words: spraying wastewater; physicochemical pretreatment; contact oxidation; MBR

某公司主要生产卷帘、百折帘等窗饰面料, 生产过程中产生喷淋废水、洗桶废水及生活污水。因含有漆物颗粒、涂料溶剂和助剂等有机物染料, 废水的 COD 和氨氮含量较高。

1 设计水质和水量

对该公司提供的废水水质和水量数据进行解析, 确定污水处理站的设计处理能力为 60 m³/d, 出水水质应达到园区污水处理厂接管标准。各种类型

的废水水质和水量设计数据及接管标准见表1。

表1 设计进水水质、水量及接管标准

Table 1 Design influent quality, quantity and drain connection standard

项目	排放量/($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	COD/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	氨氮/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	pH
喷淋废水	35	5 000	70	6~9
洗桶废水	15	800	30	6~9
生活污水	10	400	25	6~9
接管标准	—	≤ 200	≤ 20	6~9

2 工艺流程

本工程设计在选择工艺流程时主要考虑以下因素：

(1)喷淋废水、洗桶废水中含有油漆颗粒、涂料、助剂等,COD较高,需进行分质预处理。喷淋废水采用Fenton法+中和+混凝沉淀法^[1-2]进行预处理,洗桶废水采用混凝沉淀法进行预处理。

(2)考虑到经预处理的喷淋废水、洗桶废水和生活污水混合后COD接近2 000 mg/L,氨氮约45 mg/L,确定采用缺氧、好氧生物联合处理技术^[3]。

工程设计最终确定采用物化预处理(Fenton氧化、中和、混凝沉淀)-水解酸化-接触氧化-MBR工艺处理该废水,整个工艺流程见图1。

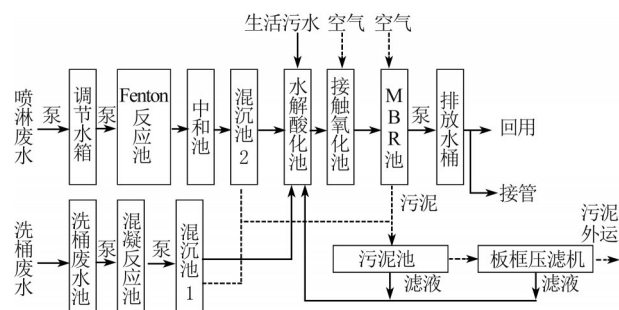


图1 废水处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of wastewater treatment process

喷淋废水经泵提升至调节水箱调节水质、水量后,进入Fenton反应池,加入Fenton试剂氧化水中难降解污染物,出水加碱调节pH并投加PAM后进入混沉池2沉淀去除絮凝物。洗桶废水经混凝沉淀后,与混沉池2出水、生活污水一起进入水解酸化池混匀,经过接触氧化和MBR工艺处理后接管排放。

3 主要构筑物及参数

混凝反应池、混沉池1、Fenton反应池、中和池、

混沉池2、水解酸化池、接触氧化池、MBR池、污泥池采用一体化设备,总尺寸14.5 m×4.0 m×4.5 m,碳钢防腐。

(1)混凝反应池。1座,尺寸1.0 m×0.5 m×1.5 m,有效水深1.3 m,超高0.2 m,有效容积0.65 m³,HRT=62 min,配备PAC、PAM加药系统。

(2)混沉池1。1座,尺寸2.0 m×1.0 m×4.5 m,有效容积5.6 m³,HRT≈9 h,池内设置斜管填料。

(3)Fenton反应池。1座,尺寸3.0 m×2.5 m×4.5 m,有效水深4.2 m,有效容积31.5 m³,HRT=21.6 h,配备酸、双氧水、硫酸亚铁加药系统。

(4)中和池。1座,尺寸2.5 m×1.0 m×1.0 m,有效水深0.7 m,有效容积1.75 m³,HRT=72 min,配备碱加药系统。

(5)混沉池2。1座,尺寸4.0 m×2.0 m×4.5 m,有效容积20.8 m³,HRT=14.2 h,池内设置斜管填料。

(6)水解酸化池。1座,尺寸为4.0 m×2.5 m×4.5 m,有效水深3.9 m,HRT=15.6 h。水解酸化池内设置D=150 mm立体弹性填料20 m³,填充率为51.3%。通过水解酸化提高废水的B/C。

(7)接触氧化池。1座,尺寸5.0 m×2.0 m×4.5 m,有效水深3.8 m,HRT=15.2 h。池内设置D=150 mm立体弹性填料20 m³,填充率为52.6%,配备膜片式微孔曝气器27套。

(8)MBR池。1座,尺寸5.0 m×2.0 m×4.5 m,有效水深3.7 m,HRT=14.8 h。池内设置膜组件,配备膜片式微孔曝气器27套。

(9)污泥池。1座,尺寸3.0 m×2.5 m×4.5 m,有效水深4.2 m。

(10)洗桶废水池。1座,地下式,钢砼结构,有效容积15 m³。利用泵将废水提升至混凝反应池进行处理。

本工程配套设备还包括污水提升泵、罗茨风机、污泥回流泵、螺杆泵、压滤机等^[4]。

4 工程调试

本污水处理站调试时,先通过实验室小试确定Fenton工艺最佳运行参数,然后指导工艺运行。

4.1 Fenton工艺小试

根据纪振等^[5]的研究,Fenton工艺小试采用2.5 L玻璃烧杯进行投药试验,废水取样量为1.0 L,主要

研究 H_2O_2 投加量、 $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 、废水初始 pH、反应时间等条件对 COD(采用快速消解分光光度法测定)去除效果的影响。本工程小试将 H_2O_2 投加量分别设为 40、60、80、100、120 mL/L, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 分别设为 1:2、1:1、2:1、3:1、4:1, 废水初始 pH 分别设为 1.0、2.0、3.0、4.0, 反应时间分别设为 0、40、80、120 min。

将废水初始 pH 调为 3.0, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 设为 2:1, 反应时间设为 80 min, 研究不同 H_2O_2 投加量对 COD 去除效果的影响, 结果见图 2。可见, 当 H_2O_2 投加量为 80 mL/L 时, COD 的去除率最高, 可达 51.2%。

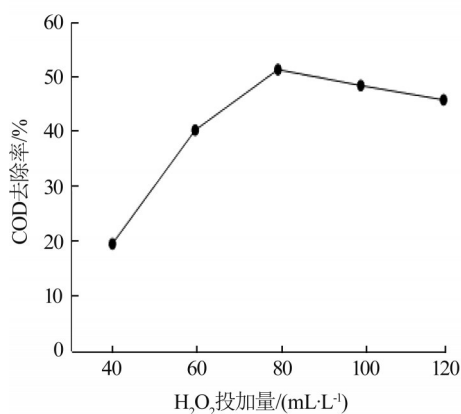


图 2 不同 H_2O_2 投加量对 COD 去除效果的影响
Fig. 2 Effect of different H_2O_2 dosage on COD removal

确定 H_2O_2 投加量为 80 mL/L, 废水 pH 调为 3.0, 反应时间定为 80 min, 研究不同 $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 对 COD 的去除效果, 结果见图 3。可见, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 对 COD 的去除率影响不明显, 当 $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})=3:1$ 时, COD 去除率最高, 可达 53.7%。

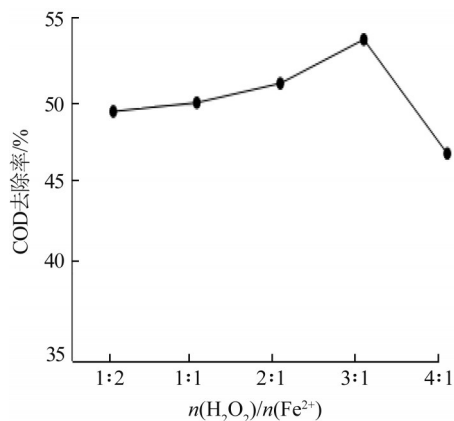


图 3 不同 $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 对 COD 去除效果的影响
Fig. 3 Effect of different $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ on COD removal

确定 H_2O_2 投加量为 80 mL/L, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 为 3:1, 反应时间定为 80 min, 研究不同初始 pH 对 COD 去除效果的影响, 结果见图 4。可见, 初始 pH 对 COD 的去除率有较大影响, 当初始 pH 为 3.0 时, COD 去除率可达 53.7%; 当 pH 降低时, COD 去除率变化不大。因此, 从节约成本的角度考虑, 建议选择初始 pH 为 3.0。

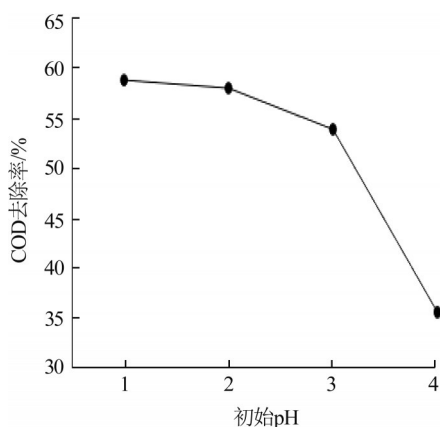


图 4 不同初始 pH 对 COD 去除效果的影响
Fig. 4 Effect of different initial pH on COD removal

确定 H_2O_2 投加量为 80 mL/L, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 为 3:1, 初始 pH 为 3.0, 研究不同反应时长对 COD 去除率的影响, 结果见图 5。反应开始后, 随时间延长, COD 的去除率上升较快, 反应 80 min 时, COD 去除率可达 53.7%; 80 min 后 COD 去除率上升趋于平缓, 当反应 120 min 时, COD 去除率达到最高, 为 57.4%; 120 min 后 COD 去除率基本不变。考虑经济因素, 最佳反应时间选择 80 min 时所需反应池的池容较小, 较为经济。

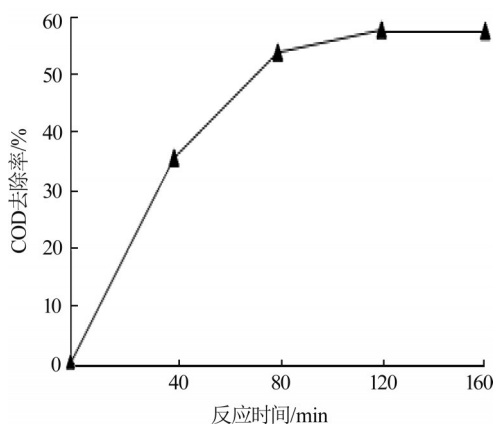


图 5 不同反应时间对 COD 去除效果的影响
Fig. 5 Effect of different reaction time on COD removal

根据小试试验,本工程 Fenton 工艺采用的运行条件为: H_2O_2 投加量为 80 mL/L, $n(\text{H}_2\text{O}_2)/n(\text{Fe}^{2+})$ 为 3:1, 初始 pH 为 3.0, 反应时间为 80 min。

4.2 生化系统的调试运行

本工程生化系统包括水解酸化、接触氧化和 MBR 这 3 个单元。

从园区同类型企业污水处理站取若干量浓缩污泥投入水解酸化池,用生活污水浸泡 2 d 后,向池中注入混合污水,系统进入调试运行。调试阶段将污泥池污泥回流至水解酸化池,控制回流比为 1:3,以增加水解池内的微生物数量。

水解酸化池调试的同时,取若干量浓缩污泥投加到接触氧化池和 MBR 池中,然后将混合污水注满全池,闷曝 2 d 后观察接触氧化池的挂膜情况。本工程闷曝 2 d 后即进入启动阶段,此时物化预处理系统正常运行,经过预处理的废水和生活污水一起进入生化系统。启动阶段需每天监测接触氧化池和 MBR 池的出水 COD,同时测定接触氧化池和 MBR 池的 DO,控制接触氧化池和 MBR 池中的 DO 为 2~4 mg/L。运行 2 周左右,接触氧化池填料成功挂膜,MBR 池出水 COD 趋于稳定,整套污水处理系统即可投入正常运行。

5 运行效果及经济分析

5.1 运行效果

该工程目前已运行近 1 a,对污水处理站各工艺段水质数据进行监测,结果见表 2。可以看出 MBR 池出水 COD<200 mg/L,氨氮<20 mg/L,能稳定达到接管要求。

表 2 处理出水水质

Table 2 Effluent quality after treatment

处理单元	COD/(mg·L ⁻¹)	氨氮/(mg·L ⁻¹)	pH
混凝反应池进水	645~792	25~30	—
混沉池 1 出水	375~427	21~26	—
Fenton 反应池进水	4 639~4 922	62~70	—
混沉池 2 出水	2 785~2 870	53~59	—
水解酸化池出水	1 765~1 839	40~44	—
接触氧化池出水	384~416	19~22	—
MBR 池出水	152~170	8.5~11	6.9~7.5

5.2 经济分析

该工程主要采用一体化设备,土建工程量较小,土建费用为 18.32 万元,设备费用为 101.26 万元,总

投资为 119.58 万元。经过核算,污水处理系统运行成本为 19.63 元/m³,其中电费为 5.29 元/m³,药剂费为 12.54 元/m³,人工费为 1.8 元/m³。

6 结论

(1) 采用物化预处理-水解酸化-接触氧化-MBR 工艺处理窗饰喷涂废水,运行结果表明:出水 COD 低于 200 mg/L,氨氮低于 20 mg/L,能达到地方接管要求。

(2) 物化预处理工艺段(Fenton 氧化+中和+混凝沉淀)对废水中 COD 的去除率可达 40%,有效降低了生物处理工艺的负荷。

参考文献

- [1] 李东升,纪振. 物化预处理-水解酸化-A/O 工艺处理化工废水研究[J]. 工业水处理, 2017, 37(8): 98-100.
LI Dongsheng, JI Zhen. Case study on the treatment of chemical industrial wastewater by physicochemical pretreatment-hydrolytic acidification-A/O process[J]. Industrial Water Treatment, 2017, 37(8): 98-100.
- [2] 毕磊. 水解酸化-UASB-好氧生化-芬顿组合工艺处理制药废水[J]. 水处理技术, 2021, 47(2): 133-136.
BI Lei. Treatment of pharmaceutical wastewater by combined process of hydrolysis acidification, UASB, aerobic biochemical and Fenton[J]. Technology of Water Treatment, 2021, 47(2): 133-136.
- [3] 王旭波,纪振,吕文明,等. 物化预处理-UASB-SBR 工艺处理化工中间体废水[J]. 工业水处理, 2018, 38(1): 93-95.
WANG Xubo, JI Zhen, LÜ Wenming, et al. Treatment of chemical intermediates wastewater by physicochemical pretreatment-UASB-SBR process[J]. Industrial Water Treatment, 2018, 38(1): 93-95.
- [4] 戴希羽,徐君航,胡辉露,等. 物化预处理-UASB-好氧工艺处理化工废水工程实例[J]. 山东化工, 2019, 48(16): 252-253.
DAI Xiyu, XU Junhang, HU Huilu, et al. Project example of the treatment of chemical wastewater by physicochemical pretreatment-UASB-aerobic process[J]. Shandong Chemical Industry, 2019, 48(16): 252-253.
- [5] 纪振,吕文明,王旭波,等. 物化预处理-CASS 工艺处理农药中间体废水工程实例[J]. 工业水处理, 2019, 39(3): 96-99.
JI Zhen, LÜ Wenming, WANG Xubo, et al. Case of the treatment of pesticide intermediates wastewater by physicochemical pretreatment-CASS process[J]. Industrial Water Treatment, 2019, 39(3): 96-99.

[作者简介] 纪振(1982—), 硕士, 讲师。电话: 15895060402, E-mail: jzh263@163.com。

[收稿日期] 2021-12-06(修改稿)