

执行准IV类地表水标准的印染废水深度处理实例

郭训文¹, 李炳辉¹, 黄永秋¹, 简磊¹, 顾晓扬¹, 姜元臻¹, 汪晓军²

(1. 广州市华绿环保科技有限公司, 广东 广州 510006; 2. 华南理工大学 环境与能源学院, 广东 广州 510006)

摘要: 某毛纺有限公司原有一套设计规模为3 000 m³/d的废水处理系统,现要求出水水质(除总氮外)执行《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中IV类标准,其中总氮≤8 mg/L。设计采用絮凝沉淀/反硝化滤池/高效硝化滤池/臭氧催化氧化/双床层滤池工艺对原有处理系统出水进行深度处理。实际运行结果表明,出水水质可稳定达到设计要求,并顺利通过环保验收。介绍了工艺流程、主要构筑物的设计参数及运行效果。

关键词: 印染废水; 深度处理; 臭氧催化氧化; 双床层滤池

中图分类号: TU992.3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2019)04-0089-04

Case Study of Advanced Treatment for Printing and Dyeing Wastewater in Accordance with Surface Water Quasi IV Standard

GUO Xun-wen¹, LI Bing-hui¹, HUANG Yong-qiu¹, JIAN Lei¹, GU Xiao-yang¹,
JIANG Yuan-zhen¹, WANG Xiao-jun²

(1. Guangzhou Hualu Environmental Technology Co. Ltd., Guangzhou 510006, China; 2. School of Environment and Energy, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China)

Abstract: The effluent quality except for TN of a wastewater treatment system with designed capacity of 3 000 m³/d in a woolen spinning factory needed to meet the level IV criteria specified in the *Environmental Quality Standards for Surface Water* (GB 3838 - 2002) and effluent TN should not be more than 8 mg/L. Thus, the combined process consisting of flocculation settling, denitrification filter, efficient nitrification filter, catalytic ozonation and double-bed filter was applied for advanced treatment of effluent from the original treatment system. The actual operation results showed that effluent quality could stably meet the design requirements and had successfully passed the environmental protection acceptance. This combined process flow, design parameters of the main structures and the operation performance of the project were introduced.

Key words: printing and dyeing wastewater; advanced treatment; catalytic ozonation; double-bed filter

1 工程概况

某毛纺有限公司主要生产毛纱、混纺纱、毛衣

等,配套建有设计规模为3 000 m³/d的废水处理设施,采用水解酸化/接触氧化/加药絮凝/沉淀处理工

艺。因该厂位于生态保护区,当地环保部门要求其废水排放标准提高到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)的Ⅳ类标准,其中出水总氮按 ≤ 8 mg/L执行。为此,该厂决定增加深度处理系统以满足排放水质要求,并组织了为期近4个月的现场中试,获得了理想的处理效果^[1-2]。本工程在充分总结中试经验的基础上,结合工程实际,采用絮凝沉淀/反硝化滤池/高效硝化滤池/臭氧催化氧化/双床层滤池工艺对原有处理系统出水进行深度处理。

2 设计水质及工艺流程

2.1 设计进、出水水质

深度处理设计规模为 $3\,000\text{ m}^3/\text{d}$,每天24 h连续运行,考虑滤池反冲洗等自用水量,实际按 $150\text{ m}^3/\text{h}$ 设计,深度处理对象为现有废水处理系统二沉池出水。设计进水水质根据实测资料并适当预留一定的空间,以便将来水质恶化或生产扩大时仍能满足出水水质要求。设计出水水质除总氮按 ≤ 8 mg/L执行外,其余水质指标按《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中Ⅳ类标准执行。

主要设计进、出水水质见表1。

表1 设计进、出水水质

Tab.1 Design influent and effluent quality

项目	设计进水水质	设计出水水质
pH 值	6~9	6~9
COD/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 120	≤ 30
BOD ₅ /($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 20	≤ 6
NH ₃ -N/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 20	≤ 1.5
TN/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 40	≤ 8
TP/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 2	≤ 0.3
SS/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 100	≤ 10
苯胺类/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 1	≤ 0.3
色度/倍	≤ 50	≤ 10

注: 出水苯胺类指标根据环境保护部公告2015第41号规定,仍按1 mg/L执行,设计出水苯胺类、SS、色度标准为甲乙双方约定值。

2.2 工艺流程

原有废水处理系统采用水解酸化/接触氧化/物化沉淀工艺,其中在物化沉淀单元投加PAC和PAM进行化学除磷,由于水质波动较大,且二沉池因加药后固体负荷增高、二沉池至生化池的回流污泥中活性污泥占比降低,导致处理效果不甚理想。此外,因深度处理系统规划用地与原有废水处理系统距离较远,深度处理系统滤池反冲洗水需内部消纳。因此,

在深度处理系统中设置絮凝沉淀单元,起到化学除磷、稳定水质和消纳滤池反冲洗水的作用。

深度处理工艺流程见图1。

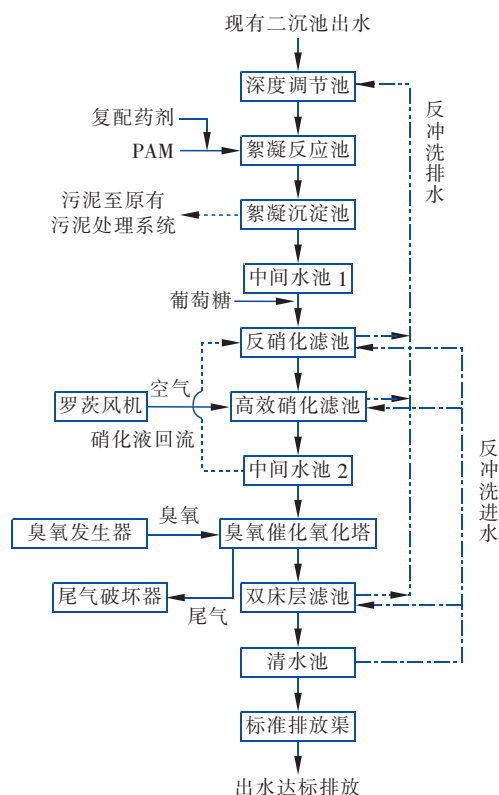


图1 深度处理工艺流程

Fig.1 Flow chart of advanced treatment process

在中试阶段,曾以深床厌氧滤池进行后置反硝化脱氮^[1-2],在污水厂提标改造或要求出水达到准Ⅳ类地表水标准的水处理工程中,也多在工艺末端采用反硝化深床滤池来保障出水的达标稳定性,因其具有同步去除SS、TN、TP和COD等污染物指标的作用^[3-4]。但由于该工程水质波动较大,难以控制出水COD和TN始终同时达标(碳源投加不足则出水TN偏高,碳源投加过量则出水COD不达标);且有研究指出,当滤池进水水温 $< 15\text{ }^{\circ}\text{C}$ 或碳源投加过量时,会导致出水COD超标^[5]。因此,工程设计时将后置反硝化调整为前置反硝化,以确保出水水质稳定达标。

原有废水处理系统出水氨氮存在较大的波动性且要求出水氨氮值较低,设计采用以生物陶粒和改性沸石为载体的高效硝化滤池,对氨氮具有吸附及生物降解的双重作用。

为了进一步去除废水中难生物降解有机物及对

废水脱色,同时起到杀菌消毒的作用,采用臭氧催化氧化工艺。臭氧发生器采用氧气源,氧气由液氧站供给。臭氧催化氧化塔产生的臭氧尾气经管路收集后,由臭氧尾气破坏器处理后安全排放。

在工艺末端设置由生物陶粒和石英砂组成的双床层滤池,并预留微絮凝反应池,可在来水水质恶化导致出水达标存在风险时,投加少量碳源或絮凝剂,起到同时去除 TN、COD、TP 和 SS 的作用,提高系统的抗冲击能力。

3 主要构(建)筑物设计参数

3.1 深度处理调节池及设备房

设深度处理调节池 1 座,全地下钢筋混凝土结构,尺寸为 25.35 m×4.90 m×2.65 m,有效容积为 224 m³。

深度处理调节池顶部设设备房 1 座,框架结构,尺寸为 30 m×7 m×5 m,分隔成加药间、臭氧设备间、风机房、中控室和配电室等。

3.2 絮凝沉淀

絮凝反应池 1 座,分 4 格,每格尺寸为 2 m×2 m×3 m,采用机械搅拌絮凝池,设置不同的搅拌强度,总停留时间为 16 min。在絮凝反应池第一格和第四格分别投加复配药剂(由有机高分子絮凝剂和液态铝盐组成)和 PAM 助凝剂。

絮凝沉淀池 1 座,地上钢筋混凝土结构,平流式,平面尺寸为 25 m×5 m,有效水深为 4 m,表面负荷为 1.2 m³/(m²·h),水力停留时间为 3.3 h。

中间水池 1,1 座,地上钢筋混凝土结构,尺寸为 5 m×3 m×5 m,停留时间为 24 min。

3.3 生物脱氮

反硝化滤池 2 座,地上钢筋混凝土结构,单池尺寸为 7 m×6 m×8 m。设计反硝化容积负荷为 0.48 kgNO₃⁻-N/(m³·d),表面水力负荷为 5.36 m³/(m²·h)(硝化液回流比为 200%),空床停留时间为 33.6 min,采用葡萄糖作为外加碳源。

高效硝化滤池 3 座,地上钢筋混凝土结构,单池尺寸为 7 m×6 m×6 m。设计硝化负荷为 0.19 kgNH₃-N/(m³·d),表面水力负荷为 3.57 m³/(m²·h)(硝化液回流比为 200%),空床停留时间为 0.7 h。

反硝化滤池和高效硝化滤池均采用滤板和长柄滤头布水布气,并采用气水联合反冲洗,其中气洗强度为 12 L/(m²·s),水洗强度为 4 L/(m²·s)。反

冲洗时,首先单独气洗 5 min,然后气水联合冲洗 10 min,最后单独水洗 5 min。反冲洗周期为 48~72 h。

中间水池 2,1 座,地上钢筋混凝土结构,尺寸为 5 m×3 m×5 m,停留时间为 24 min。

3.4 臭氧催化氧化塔

臭氧催化氧化塔 2 座,密闭钢结构塔体,单座尺寸(Φ×H)=3.2 m×7.5 m,内设布水及承托装置、臭氧布气盘、臭氧催化剂、丝网除沫器等。设计上升流速为 9.4 m/h,催化接触时间为 16 min,设计臭氧投加量为 25~30 mg/L。

3.5 双床层滤池

双床层滤池 2 座,地上钢筋混凝土结构,单池尺寸为 7 m×3 m×6 m。采用下向流式,滤速为 3.57 m/h,强制滤速为 7.14 m/h。反冲洗形式同反硝化滤池,反洗周期为 24~36 h。池顶预留微絮凝反应池 2 座,每座分 2 格,每格尺寸为 1.4 m×1.4 m×2.5 m,采用机械搅拌,絮凝时间为 6.6 min。

4 工程运行效果

该工程于 2018 年 5 月开始调试,并于 2018 年 7 月通过环保验收。目前,各项出水水质均满足设计出水水质要求。近两个月的实际进、出水水质如表 2 所示。

表 2 实际进、出水水质

Tab. 2 Actual influent and effluent quality

项目	进水水质	出水水质
pH 值	6~9	6~9
COD/(mg·L ⁻¹)	30~95(65±10)	8~28(18±6)
BOD ₅ /(mg·L ⁻¹)	8~26(14±5)	0~6
NH ₃ -N/(mg·L ⁻¹)	0.5~15.0(5±3)	0~0.8
TN/(mg·L ⁻¹)	12~32(22±6)	2.5~8(4±2)
TP/(mg·L ⁻¹)	0.3~2.6(1±0.5)	0~0.3
SS/(mg·L ⁻¹)	40~90(65±10)	5~10
苯胺类/(mg·L ⁻¹)	0.3~1.5(0.7±0.4)	0~0.35
色度/倍	32~72(48±12)	4~8

注: 括号外数值为监测时间内最小值至最大值范围,括号内数值为出现概率≥90%时的平均值及偏离范围。

5 结论与建议

① 采用絮凝沉淀/反硝化滤池/高效硝化滤池/臭氧催化氧化/双床层滤池工艺对印染废水进行深度处理,可使出水水质达到《地表水环境质量标准》(GB 3838—2002)中 IV 类标准,其中总氮≤8 mg/L,苯胺类≤0.3 mg/L。

② 对于前端已有生物硝化但不彻底,需深度

脱氮,且要求出水 COD 值较低时,可优先考虑采用前置反硝化;条件许可时,外加碳源优先考虑甲醇。实践表明,在前置反硝化中,只要碳源充足、氨氮均已转换为硝氮或亚硝氮,那么采用厌氧生物滤池可使出水总氮稳定低于 5 mg/L,有时甚至可低于 1.5 mg/L。

③ 生物法和臭氧催化氧化法均可去除苯胺类物质,但很难将其完全去除到低于检出限,建议对苯胺类的去除进行深入研究。

参考文献:

- [1] 王蓓蓓. 印染废水深度处理工艺研究[D]. 广州:华南理工大学,2017.
Wang Beibei. Study on Advanced Treatment of Printing and Dyeing Wastewater [D]. Guangzhou: South China University of Technology, 2017 (in Chinese).
- [2] 王蓓蓓,汪晓军,萧志豪,等. 纺织印染废水深度处理中试设计与运行[J]. 中国给水排水,2017,33(5): 72-75.
Wang Beibei, Wang Xiaojun, Xiao Zhihao, et al. Design and operation of pilot-scale advanced treatment of textile printing and dyeing wastewater [J]. China Water & Wastewater, 2017, 33(5): 72-75 (in Chinese).
- [3] 马刚,张琦,张飞. 大型地理式地表水IV类出水标准污水处理厂工艺设计[J]. 中国给水排水,2018,34(8): 45-50.
Ma Gang, Zhang Qi, Zhang Fei. Design of large-scale underground wastewater treatment plant with effluent standard as surface water class IV [J]. China Water &

Wastewater, 2018, 34(8): 45-50 (in Chinese).

- [4] 沈晓铃,李大成,蒋岚岚,等. 深床反硝化滤池在污水处理厂提标扩建工程中的应用[J]. 中国给水排水,2010, 26(4): 32-34.
Shen Xiaoling, Li Dacheng, Jiang Lanlan, et al. Application of deep-bed denitrification filter in upgrading and extension project of WWTP [J]. China Water & Wastewater, 2010, 26(4): 32-34 (in Chinese).
- [5] 张海. 反硝化深床滤池深度脱氮效果的分析[J]. 环境与发展,2018,30(8): 114,117.
Zhang Hai. Analysis of denitrification effect of denitrification deep bed filter [J]. Environment and Development, 2018, 30(8): 114, 117 (in Chinese).



作者简介:郭训文(1987-),男,广东梅州人,硕士,工程师,主要从事工业废水和垃圾渗滤液处理工艺研究及工程设计工作。

E-mail: 574623578@qq.com

收稿日期:2018-11-20

保护生态环境就是保护生产力

改善生态环境就是发展生产力