

DOI:10.19853/j.zgjsps.1000-4602.2020.14.023

浙江某印染废水处理工程改造及分析

赵健忠¹, 王学华², 王浩¹, 余洁¹

(1. 江苏中升太环境技术有限公司, 江苏 苏州 215011; 2. 苏州科技大学 环境科学与工程学院, 江苏 苏州 215011)

摘要: 介绍了浙江某印染厂废水处理工程改造的工艺流程、技术参数、运行成本及实施效果。改造工程主要采用物化+推流式生化系统+砂滤+反渗透处理工艺,在系统平均进水 COD、色度、电导率分别为 2 300 mg/L、337 倍、3 335 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 的情况下,系统平均产水 COD、色度、电导率分别为 16.75 mg/L、6.25 倍、116.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$,满足印染工艺回用标准,回用率达到 60%。该工艺处理成本(电费+人工费+药剂费+污泥处置费+设备维护费)为 2.552 元/ m^3 ,具有处理技术可靠、运行稳定、易于维护等特点。

关键词: 印染废水; 工艺改造; 砂滤; 反渗透

中图分类号: TU993 **文献标识码:** B **文章编号:** 1000-4602(2020)14-0134-04

Reconstruction and Analysis of a Printing and Dyeing Wastewater Treatment Project in Zhejiang

ZHAO Jian-zhong¹, WANG Xue-hua², WANG Hao¹, YU Jie¹

(1. Jiangsu Zhongshengtai Environmental Technology Co. Ltd., Suzhou 215011, China; 2. School of Environmental Science and Engineering, Suzhou University of Science and Technology, Suzhou 215011, China)

Abstract: The technological process, parameters, operation cost and effect of a printing and dyeing wastewater treatment project in Zhejiang were introduced. The combined process of physiochemistry, plug flow biochemical system, sand filtration, and reverse osmosis (RO) was used in the reconstruction project. The average effluent concentrations of COD, chroma and electrical conductivity were 16.75 mg/L, 6.25 times, 116.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectively, with average influent concentrations of 2 300 mg/L, 337 times, 3 335 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectively, which could meet the reuse standard of dyeing and printing process. The recycling rate of wastewater reached over 60% and the treatment cost including electricity, labor, chemicals, sludge disposal and equipment maintenance cost was about 2.552 yuan/ m^3 . It had the characteristics of reliable processing technology, stable operation, easy maintenance and etc., which showed good practical application value.

Key words: printing and dyeing wastewater; process reconstruction; sand filtration; RO

1 工程背景

浙江某纺织印染厂生产废水主要来自碱减量、

染色、漂洗等工序,含有乙二醇、助剂及染料等污染物,废水产量为 10 000 m^3/d 。原有处理工艺为调节

池 + 混凝气浮 + 初沉池 + 脉冲式水解酸化池 + 接触氧化池 + 二沉池 + 混凝沉淀 + 中间水池 + 超滤 + 反渗透(RO), 该系统运行 3 年期间, 存在以下问题: ①系统处理能力下降, 整个系统最高处理水量为 $8\,000\text{ m}^3/\text{d}$; ②外置式超滤系统清洗频繁, 超滤产水量下降严重, 导致反渗透不能满负荷生产, 从而影响回用水量。对原有处理系统进行调研后, 制定改造工艺

表1 进水水质、水量

Tab. 1 Influent quality and quantity

项 目	pH 值	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	电导率/ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)	SS/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	色度/倍	水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)
低浓度废水	9 ~ 10	$\leq 2\,000$	$\leq 2\,600$	≤ 200	≤ 400	9 000
高浓度废水	12 ~ 13	$\leq 12\,000$	$\leq 8\,000$	≤ 400	≤ 250	1 000

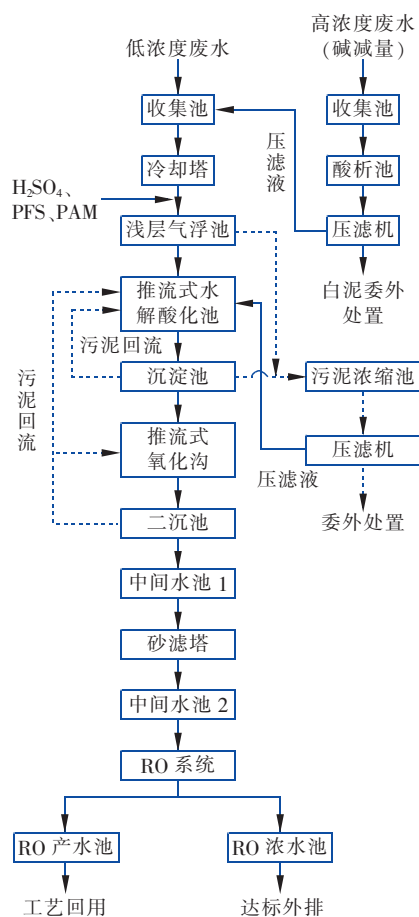


图1 改造后废水处理工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process after reconstruction

2.1 工艺说明

此次改造主要依托原有处理工艺,依然采用物化+生化+膜系统对印染废水进行处理回用,但是对现有系统存在的问题进行整改:分质处理,增加一

方案并实施。

2 设计水质和工艺流程

改造工程设计规模为 $10\,000\text{ m}^3/\text{d}$, 处理后回用水量为 $6\,000\text{ m}^3/\text{d}$, 各项进水水质见表 1。回用水质需要达到: pH 值为 $6.5 \sim 8$ 、色度 ≤ 10 倍、电导率 $\leq 150\text{ }\mu\text{S}/\text{cm}$ 、浊度 $\leq 1\text{ NTU}$ 。改造后的废水处理工艺流程见图 1。

套碱减量废水预处理系统;对原有的水解酸化池、接触氧化池进行改造,提高处理效率,从而提高处理水量;采用砂滤系统替代超滤,确保产水量、产水水质达到 RO 系统的要求。

① 分质处理

印染废水中的碱减量废水含有大量的对苯二甲酸钠、乙二醇, 浓度高, 污染重^[1-3]。该部分废水收集后先经过酸洗, 投加硫酸将 pH 值调至 2~3, 然后进行压滤, 去除对苯二甲酸, 压滤后的白泥可回收利用, 而压滤液则与低浓度废水混合后进入后续主体处理流程。

② 物化预处理

经过预处理的高浓度废水与低浓度废水混合后,调节 pH 值至 7.5~8 左右,由水泵提升至浅层气浮池,投加聚合硫酸铁(PFS)、聚丙烯酰胺(PAM)进行混凝,然后在浅层气浮池进行泥水分离,出水自流进入推流式水解酸化池,污泥则进到污泥浓缩池进一步处理。

③ 生化处理

废水进入生化处理系统前,根据来水温度确定是否进到冷却塔进行冷却。根据运行记录,一般每年6月底启动冷却塔,一直运行到10月初,确保进到生化处理系统的废水温度 $<38^{\circ}\text{C}$ 。浅层气浮的出水进到推流式水解酸化池后,在微生物的作用下将大分子有机物分解成小分子有机物,提高废水的可生化性,废水中的部分COD得以去除。推流式水解酸化反应器的出水在沉淀池进行泥水分离,厌氧污泥回流至推流式水解酸化反应池前端,保证反应池内的污泥浓度,沉淀池的出水进到推流式氧化沟,

利用好氧微生物对废水中的污染物进行去除。氧化沟的出水进入二沉池进行泥水分离,好氧污泥部分回流至氧化沟的前端,保证沟内的污泥浓度,部分剩余污泥进至水解酸化池进行厌氧消化,以降低污泥产生量。

④ 回用系统

回用系统包括砂滤和 RO 系统。砂滤对二沉池的出水进行过滤,确保进入 RO 系统的 SS 符合要求。RO 系统对废水中盐分、色度进行分离,确保出水水质达到印染工艺回用标准,浓水进至下游污水处理厂进一步处理。

2.2 工艺特点

① 先对印染废水进行清污分离,分质处理,解决了碱减量废水对主体工艺的冲击问题,从而保证了整个系统的稳定运行和回用效率。

② 采用混凝气浮工艺,对废水中的 SS、浮油进行去除,降低后续生化系统的负荷,在生产淡季水量较低时,可停运该系统,降低废水处理成本。

③ 生化处理系统依托原有的脉冲式水解酸化池和接触氧化池进行改造。因为长时间运行,缺少维护管理,污泥淤积,脉冲式水解酸化池布水系统堵塞,污泥和污水不能充分混合,处理效率降低;接触氧化池因为填料老化坍塌,曝气头损坏,处理效率下降。对以上两个系统进行改造,水解酸化池采用推流器进行推流,氧化沟采用轴流泵回流污水保持推流状态。

④ 砂滤 + RO 回用系统的产水直接用于印染工艺,可降低运行成本。

3 主要构筑物及设计参数

① 推流式水解酸化池

2 座,每座 4 格,每格中段安装一台 4.5 kW 的推流器,保证池内流速维持在 0.2 m/s,每座有效容积为 3 400 m³、水力停留时间为 16 h、污泥回流量为 180 m³/h。水解酸化池后设置平流沉淀池,配置 2 台 $Q = 143 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H = 80 \text{ kPa}$ 的变频污泥回流泵,保证系统内的污泥浓度。

② 推流式氧化沟

2 座,每座 7 格,有效容积为 6 700 m³/座,水力停留时间 32 h,每格重新均匀布置可提式微孔曝气管,最后一格末端设置一台流量为 3 000 m³/h、扬程为 60 kPa 的轴流泵,进行泥水回流,保证沟内流态及泥水充分混合,污泥浓度维持在 4 ~ 6 g/L。推流

式氧化沟后设置二沉池,池内设置 2 台 $Q = 150 \text{ m}^3/\text{h}$ 、 $H = 100 \text{ kPa}$ 的变频污泥回流泵,1 用 1 备,保证系统内的污泥浓度。

③ 砂滤系统

7 座,6 用 1 备,每座尺寸 $\varnothing \times H = 3 \text{ m} \times 3.5 \text{ m}$,单个砂滤罐处理水量为 80 m³/h,过滤流速为 11.3 m/h,实际每运行 10 h,反冲洗 1 h。

④ RO 膜系统

砂滤出水进至中间水池,之后经过泵提升通过保安过滤器进至 RO 系统。设 5 套 RO 系统,正常运行使用 4 套,单套一级两段,18 : 9 排布,单套 27 支压力容器,每套 162 支膜元件。采用抗污染膜元件,回收率为 60% ~ 70%。

4 运行效果及成本分析

该系统改造完成后已稳定运行一年,年均进水 COD、色度、电导率分别为 2 300 mg/L、337 倍、3 335 $\mu\text{S}/\text{cm}$,RO 产水的 COD、色度、电导率分别为 16.75 mg/L、6.25 倍、116.75 $\mu\text{S}/\text{cm}$,浊度为 0.12 NTU,出水各项指标均满足回用要求。

该工程稳定处理水量为 10 000 m³/d,耗电量为 16 450 kW · h/d,电价以 0.8 元/(kW · h)计,则电费为 1.316 元/m³;药剂费为 0.62 元/m³;整个废水处理站定员 9 人,平均工资为 6 000 元/(月 · 人),人工费为 0.18 元/m³;污泥产量为 10.6 t/d(污泥含水率为 70%),平均污泥产量为 1.06 kg/m³,污泥处理费按 350 元/t 计,折合污泥处理费为 0.371 元/m³;设备保养维修费为 0.065 元/m³,则直接运行费为 2.552 元/m³。

5 结论

在浙江某印染厂原废水处理系统的基础上,采用以推流式生化系统为核心的“物化 + 生化 + 砂滤 + RO”的改造工艺,对印染废水的 COD、色度、电导率都具有较好的去除效果,RO 出水水质能够满足印染工艺回用要求。该项目改造完成后减少 180 × 10⁴ m³/a 的废水排放量,实现了水资源的高效利用,可为存在类似问题的印染废水处理工程改造提供新的技术思路。

参考文献:

- [1] 朱秀荣,王锐,金鑫,等. 印染企业废水分质处理及再生利用工程设计[J]. 中国给水排水,2017,33(22): 58-62.

Zhu Xiurong, Wang Rui, Jin Xin, *et al.* Design of source separated wastewater treatment and reclaimed water reuse project from a printing and dyeing enterprise [J]. *China Water & Wastewater*, 2017, 33 (22): 58 - 62 (in Chinese).

- [2] 吕志园,朱和林,曹杰. 碱减量印染废水处理工程实例[J]. *印染*, 2014(11): 29 - 30, 47.

Lü Zhiyuan, Zhu Helin, Cao Jie. Practice on wastewater treatment from alkali peeling facility [J]. *Dyeing & Finishing*, 2014(11): 29 - 30, 47 (in Chinese).

- [3] 杨波,钟启俊,李方,等. ABR反应器处理碱减量印染废水的启动研究[J]. *环境科学*, 2013, 34(3): 968 - 973.

Yang Bo, Zhong Qijun, Li Fang, *et al.* Study on the start-up of the anaerobic baffled reactor for treating alkali-dewighting and dyeing-printing wastewater [J]. *Environmental Science*, 2013, 34 (3): 968 - 973 (in Chinese).



作者简介:赵健忠(1967 -),男,江苏江阴人,硕士,高级工程师,主要研究方向为水污染控制工程和环境咨询。

E-mail: zjz_js@126.com

收稿日期:2020-02-15

(上接第133页)

- [5] 伍新政. 平流沉淀池排泥系统的优化改造[J]. *给水排水*, 2011, 37(2): 19 - 21.

Wu Xinzheng. Optimal modification of horizontal settling tank sludge drainage system [J]. *Water & Wastewater Engineering*, 2011, 37(2): 19 - 21 (in Chinese).

- [6] 赵以刚,穆宏,马顺君. 自来水厂排泥水处理系统调试改进案例[J]. *净水技术*, 2019, 38(增刊): 93 - 95, 172.

Zhao Yigang, Mu Hong, Ma Shunjun. Case study of adjustment and improvement of sludge water treatment system in waterworks [J]. *Water Purification Technology*, 2019, 38(S1): 93 - 95, 172 (in Chinese).

- [7] 丁文东,何英华,宋振洪. 平流沉淀池刮泥车的改造和应用[J]. *净水技术*, 2019, 38(12): 128 - 130.

Ding Wendong, He Yinghua, Song Zhenhong. Reconstruction and application of scraper in horizontal sedimentation tank [J]. *Water Purification Technology*, 2019, 38(12): 128 - 130 (in Chinese).



作者简介:刘彦华(1976 -),男,湖北襄阳人,工学硕士,高级工程师,主要从事城市市政给排水、水环境治理等设计和研究工作。

E-mail: liuyanhua99@cemi.com.cn

收稿日期:2019-07-09