

工程实例

SMF/RO 在印染中水回用工程中的应用

高 健, 黄江益, 吴低潮

(浙江净源膜科技股份有限公司, 浙江 宁波 315800)

摘 要: 采用氧化脱色+气浮+浸没式膜过滤(SMF)+反渗透工艺深度处理印染废水达标排放水,产水回用到染色生产等工艺。设计系统进水 COD \leq 100 mg/L,电导率 \leq 12 000 μ S/cm,色度 \leq 80 倍,浊度 \leq 10 NTU,铁 \leq 10 mg/L,处理水量为 5 000 m³/d,回用水量为 2 500 m³/d。系统产水 COD 为 3 mg/L,电导率为 326 μ S/cm,色度、浊度、铁未检出,优于《纺织染整工业废水治理工程技术规范》(HJ 471—2009)中染色用水水质指标,处理成本为 3.51 元/m³。

关键词: 印染废水; 回用; SMF; RO

中图分类号: X703.1 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2017)06-0088-03

Applying SMF/RO in the Treatment of Reclaimed Water from Printing and Dyeing Process

GAO Jian, HUANG Jiang-yi, WU Di-chao

(Zhejiang Jingyuan Membrane Technology Co. Ltd., Ningbo 315800, China)

Abstract: After the printing and dyeing wastewater was treated via secondary process, the effluent was subjected for further treatment with a combined process of oxidation decolour, flotation, submerged membrane filtration(SMF) and reverse osmosis. The final effluent was then reused to the dyeing process. The design parameters of the raw water including COD, conductivity, chroma, turbidity and Fe were respectively below 100 mg/L, 12 000 μ S/cm, 80 times, 10 NTU and 10 mg/L. The treatment capacity was 5 000 m³/d, while half capacity, e. g. 2 500 m³/d was reused. As for the final effluent, COD and conductivity were respectively 3 mg/L and 326 μ S/cm, while chroma, turbidity and Fe were not detected. The cost of the advance treatment was 3.51 yuan/m³. The final effluent quality could meet the *Waste Water Treatment Project Technical Specification for Dyeing and Finishing of Textile Industry* (HJ 471-2009).

Key words: printing and dyeing wastewater; reclaimed water; SMF; RO

目前我国是世界上最大的纺织品生产、消费和出口国家,纺织印染业需水量大,也是工业废水排放大户^[1]。近年来,随着国家各项环保政策的日趋严格,实现印染废水的深度处理并回用已成为各印染企业污染治理的主流趋势^[2]。超滤、纳滤和反渗透等膜技术在印染废水处理回用中已逐渐兴起,出水能达到回用水的标准^[3]。刘劲松等^[4]研究发现,膜

分离技术不仅能去除废水中残存的 COD、BOD₅ 和色度,还能脱除无机盐类,防止系统中无机盐类的累积,保证系统长期稳定运行。印染废水水质复杂, COD、SS、色度都很高,膜在使用过程中易发生堵塞和膜污染,对进水水质要求非常高^[5]。如果选用膜技术处理印染废水,必须选择合适的前处理工艺来防止废水中的胶体、有机质、悬浮物等对膜造成的污

染^[6]。张云等^[7]研究发现,对经过生化处理后达标的印染废水,采用微滤膜进行预处理,出水浊度、SDI 值均达到 RO 系统进水要求;RO 系统能够稳定运行,产水水质完全满足纺织印染工艺的要求。

1 工程概况

浙江绍兴某纺织印染有限公司主要从事棉、麻等质地的布料纺织、印染生产。印染废水排放量为 5 000 m³/d,经过调节池/絮凝反应池/一沉池/好氧池/二沉池/二级好氧池/组合气浮工艺处理后,水质达到《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—2012)的现有企业直接排放标准。但随着当地对纺织印染行业废水污染治理力度的加强,实施了排污总量控制和刷卡排污法,企业生产用水受到明显的制约。为了满足企业用水需求,现需要将达标排放的 5 000 m³/d 印染废水进行回用,回用率为 50%。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	pH 值	COD/ (mg · L ⁻¹)	色度/ 倍	浊度/ NTU	铁/ (mg · L ⁻¹)	电导率/ (μS · cm ⁻¹)
原水	6 ~ 9	≤100	≤80	≤10	≤10	10 000 ~ 12 000
产水	6.5 ~ 7.5	≤20	≤10	≤1	≤0.1	≤1 000

2 工程设计

2.1 工艺流程

原有废水处理系统出水 COD、电导率、悬浮物、色度等污染指标仍然较高,满足不了染色等工艺用水要求。针对此种废水,需要先将悬浮物、色度等去除,再去除小分子及盐分等。根据对水样的分析结果,结合已有的工程经验,在充分考虑系统安全稳定运行的前提下,采用如图 1 所示的工艺流程。

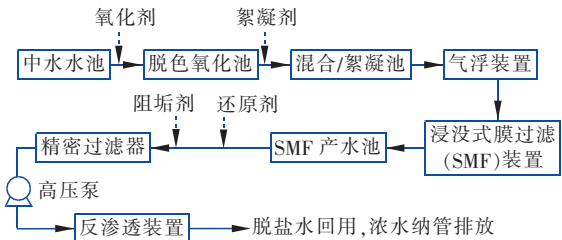


图 1 工艺流程

Fig. 1 Flow chart of wastewater treatment process

2.2 主要处理单元

① 中水水池。1 座,目的是平衡废水处理系

统出水流量与新建回用工程的进水流量,按照水力停留时间为 10 min 设计,尺寸($L \times B \times H$)为 5 m × 2.5 m × 3 m,钢筋混凝土结构。

② 脱色氧化池。1 座,采用钢制防腐形式,尺寸($L \times B \times H$)为 5 m × 3.7 m × 3.8 m,水力停留时间为 18 min。在脱色氧化池进水管道上投加次氯酸钠药剂,对进水进行脱色氧化处理,使原水中二价铁离子氧化生成三价铁絮体,再通过后续处理工艺去除。

③ 混合池。1 座,采用钢制防腐形式,尺寸($L \times B \times H$)为 1.5 m × 1.5 m × 3.8 m,混合时间为 2 min。池内设置混合搅拌机 1 台,转速为 120 r/min,分别投加聚合氯化铝和聚丙烯酰胺。

④ 絮凝池。1 座,尺寸($L \times B \times H$)为 4.5 m × 3.7 m × 3.8 m,水力停留时间为 17 min。设置絮凝搅拌机 1 台,转速为 17 r/min。

⑤ 气浮装置。GF 型组合气浮装置能够对原水经絮凝形成的悬浮物、细小颗粒、胶体等杂质通过气浮刮渣步骤去除,减缓对 SMF 膜的污堵,使 SMF 装置产水周期稳定。气浮装置处理水量为 210 m³/h。

⑥ SMF 装置。SMF 系统包括 SMF 膜装置、自吸产水泵、反洗装置、气洗装置、膜清洗系统等。设置膜池两座,单座膜池尺寸($L \times B \times H$)为 12 m × 2.77 m × 3.8 m,并联运行。每座膜池设 7 组膜架,每组膜架安装 40 帘 PTFE 膜,总计安装 560 帘膜片。系统设计平均通量为 19.8 L/(m² · h),运行压力为 -60 ~ -20 kPa。

PTFE 膜片规格参数见表 2。

表 2 SMF 膜参数

Tab. 2 Parameters for SMF

型号	组件尺寸/ (mm × mm × mm)	膜丝外 径/mm	膜面积/ m ²	过滤孔径/ μm
CFP - A3 - PTFE	534 × 45 × 2 020	2.5	18.5	0.2

⑦ SMF 产水池。1 座,目的是平衡 SMF 装置与反渗透装置运行流量,设计尺寸($L \times B \times H$)为 5 m × 2.5 m × 3 m,碳钢防腐结构。

⑧ 反渗透装置。设 2 套,主要包含:反渗透本体装置、5 μm 精密过滤器、高压泵、阻垢剂加药装置、还原剂加药装置、反渗透冲洗/清洗装置、在线电导率仪表、在线 ORP 仪表等。单套反渗透装置产水

量为 $52 \text{ m}^3/\text{h}$, 进水压力为 1.5 MPa , 平均产水通量为 $13 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

3 运行效果

该系统于2014年12月初投产运行,已持续运行两年多,氧化脱色+气浮+浸没式膜过滤+反渗透的工艺流程运行稳定。系统产水经过检测,各项产水指标均优于《纺织染整工业废水治理工程技术规范》(HJ 471—2009)中染色用水水质指标。2016年5月5日对系统各段进行取样检测,水质指标见表3。

表3 系统运行效果

Tab.3 Performance of treatment system

项目	pH 值	COD/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	色度/ 倍	浊度/ NTU	铁/ ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)	电导率/ ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$)
原水	6.15	132	74.62	4.83	2	13 000
气浮出水	6.03	105	35.63	4.58	0.3	12 070
SMF 产水	7.09	93	21.15	0.54	0.04	12 210
反渗透产水	6.50	3	N. D.	N. D.	N. D.	326
反渗透浓水	6.77	148	36.08	1.67	0.11	21 980

注:“N. D.”表示未检出。

4 技术经济分析

整套中水回用系统总投资为426万元,处理水量为 $5\,000 \text{ m}^3/\text{d}$,其中 $2\,500 \text{ m}^3/\text{d}$ 脱盐水回用到纺织染色车间。土建等投资为50万元,其余376万元为设备投资,吨水设备投资为1504元。

运行中电耗为 $2 \text{ kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3$, 电价按照 $0.8 \text{ 元}/(\text{kW} \cdot \text{h})$ 计,电费为 $1.6 \text{ 元}/\text{m}^3$; 药剂费为 $0.8 \text{ 元}/\text{m}^3$; SMF 膜耗费用为 $0.53 \text{ 元}/\text{m}^3$ (膜寿命按5年计); 反渗透膜耗费用为 $0.33 \text{ 元}/\text{m}^3$ (膜寿命按3年计); 人工及其他费用为 $0.25 \text{ 元}/\text{m}^3$ 。该工程总运行成本为 $3.51 \text{ 元}/\text{m}^3$, 而浙江绍兴地区印染企业自来水到户价格为 $6.2 \text{ 元}/\text{m}^3$, 对比自来水费用,中水回用工程的经济优势比较明显。

5 结论

① 采用氧化脱色+气浮+浸没式膜过滤+反渗透的工艺深度处理印染废水,产水水质良好,能够回用到纺织生产染色工艺中。

② 在实施排污总量控制和刷卡排污法等治污措施后,深度处理产生的脱盐水,既能满足严格的水资源管理要求,在经济上也比使用自来水优惠。

参考文献:

- [1] 王奕阳,杜圣羽,薛立波,等. 超滤—反渗透处理染整废水并回用工程实例[J]. 水处理技术,2015,41(5): 132-135.
- [2] 李昊,王坦,王恩革. 印染废水回用技术研究进展[J]. 山东化工,2010,39(12):46-49.
- [3] 何晋保,赵哲颖,赵琪,等. 混凝—矿物催化类 Fenton 深度处理漂洗废水的工业实验[J]. 水处理技术,2015,41(7):131-134.
- [4] 刘劲松,张健君,杨淑芳,等. 超滤/反渗透膜法深度处理印染废水并回用工程案例[J]. 中国给水排水,2013,29(10):76-78.
- [5] 黄万抚,严思明,丁声强. 膜分离技术在印染废水中的应用及发展趋势[J]. 有色金属科学与工程,2012,3(2):41-45.
- [6] 张挺,唐佳琦,高冲. 印染废水深度处理及回用技术研究进展[J]. 工业水处理,2013,33(9):6-9.
- [7] 张云,杨柳俊. 连续微滤应用于印染废水反渗透预处理的研究[J]. 水资源保护,2012,28(5):57-65.



作者简介:高健(1981—),男,江苏宿迁人,大学本科,技术员,从事污水处理、中水回用工程技术工作。

E-mail:blue_gj@163.com

收稿日期:2016-10-09