

# 预处理 反渗透耦合工艺深度处理印染废水

卢徐节<sup>1</sup>, 朱华土<sup>2</sup>, 裘伟民<sup>2</sup>

(1. 江汉大学 化学与环境工程学院, 武汉 湖北 430056 2. 上虞华杰环保有限公司, 浙江 上虞 312352)

**摘要:** 采用预处理 反渗透耦合工艺深度处理印染废水并回用。运行结果表明, 此工艺能有效处理印染废水, 对色度和浊度的去除率达到 100%, 对 COD 的去除率 > 90%, 脱盐率 > 98%。整体系统运行稳定, 出水水质完全符合印染车间的使用要求。

**关键词:** 印染废水; 预处理; 反渗透; 回用

**中图分类号:** X703 **文献标识码:** C **文章编号:** 1000-4602(2010)14-0116-03

## Pretreatment and RO Process for Advanced Treatment and Reclamation of Printing and Dyeing Wastewater

LU Xu-jie<sup>1</sup>, ZHU Hua-tu<sup>2</sup>, QIU Wei-min<sup>2</sup>

(1. School of Chemical and Environmental Engineering, Jiangnan University, Wuhan 430056 China; 2. Shangyu Huajie Environmental Protection Co. Ltd., Shangyu 312352 China)

**Abstract** The combined process of pretreatment and RO was used for advanced treatment and reuse of printing and dyeing wastewater. The results show that the combined process can effectively treat printing and dyeing wastewater. The removal rates of color, turbidity and COD are 100%, 100% and more than 90% respectively, and the desalinization rate is more than 98%. The total system operates stably and the treated effluent quality meets the requirement for printing and dyeing process.

**Key words** printing and dyeing wastewater; pretreatment; RO; reclamation

某针织印染有限公司位于浙江省上虞精细化工园区, 该公司主要从事纱、线、布、纺织品的印染加工, 排放的废水中主要包括分散染料、活性染料、大量助剂以及产品加工过程中产生的细小纤维。此印染废水具有盐分高、色度高、悬浮物多、水量大的特点, 该公司废水处理站采用 A/O—气浮絮凝组合工艺, 处理出水水质达到《纺织染整工业水污染物排放标准》(GB 4287—92)的一级标准, 但不符合车间用水要求。2009年4月该公司建设了中水项目, 针对印染废水二级处理出水特征, 采用预处理系统和反渗透技术, 使出水水质完全符合车间印染工艺要求, 取得了满意效果。

### 1 进、出水水质

该厂原废水处理站的二级处理出水水量为 3 500 m<sup>3</sup>/d 新建中水项目的一期回用规模为 300 m<sup>3</sup>/d 设计进水量为 450 m<sup>3</sup>/d 污水的再生回用率为 66.7%。

进水水质和回用水水质要求见表 1。

表 1 进水和回用水水质

Tab 1 Requirement for quality of influent and reclaimed water

项目	电导率 / ( $\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1}$ )	COD / ( $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ )	色度 / 倍	浊度 / NTU	pH
进水	5 800	100	40	30	6~9
回用水	< 100	< 60	无色	< 1	6~9

## 2 工艺流程及构筑物设计参数

### 2.1 工艺流程

反渗透预处理系统选择运行稳定、技术成熟、维护方便、占地少、运行费用低的工艺及设备。具体工艺流程见图 1。

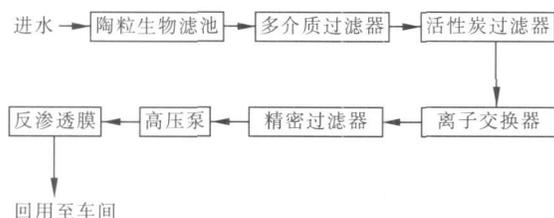


图 1 工艺流程

Fig 1 Flow chart of wastewater treatment process

### 2.2 构筑物设计参数

#### ① 陶粒生物滤池

陶粒生物滤池设计停留时间为 50 min, 陶粒填料高为 2 m。陶粒生物滤池为压力式, 采用多相泵进水, 在进水的同时利用负压溶气, 气体经过多相泵溶解在水中, 为压力式陶粒生物滤池提供溶解氧, 陶粒生物滤池配备反冲系统, 反冲洗强度为 8~10 L/(m<sup>2</sup>·s), 滤层膨胀率为 10%~15%。

#### ② 多介质过滤器

多介质过滤器设计滤速 < 8 m/h, 内填充石英砂、无烟煤, 用于过滤陶粒生物滤池出水挟带的悬浮颗粒及陶粒碎末。在多介质过滤器与陶粒生物滤池之间安装有加药系统, 以备进水污染物浓度较高时通过絮凝加药降低出水水质指标。多介质过滤器配备反冲洗系统, 反冲强度为 12 L/(m<sup>2</sup>·s), 反冲时间约 10 min。

#### ③ 活性炭过滤器

活性炭过滤器采用椰壳活性炭, 填充高度为 2 m, 设计滤速为 4 m/h, 利用椰壳活性炭吸附水中的色度、溶解性物质、有机物, 确保后续工艺稳定运行。活性炭过滤器的另一个重要功能是确保反渗透进水余氯 < 0.1 mg/L, 避免余氯与反渗透膜直接接触, 减小膜的损伤。

#### ④ 离子交换器

离子交换器采用钠离子树脂, 主要通过钠离子交换树脂降低进水中的盐分, 提高反渗透的去除效率, 减小反渗透的清洗频率, 延长反渗透膜的使用寿命。离子交换器配备再生系统, 当检测到离子交换器出水效果不佳时应对其进行再生处理, 恢复其树

脂功能。再生系统包括再生溶药桶 (4 m<sup>3</sup>), 再生液相当于钠离子树脂体积的 2~3 倍, 浓度配制 6%~10%, 利用再生泵从离子交换器底部进入。

#### ⑤ 保安过滤器

保安过滤器内部安装 5 μm 的滤芯, 可确保反渗透膜不受损伤。高压泵最高出水压力为 1.44 MPa, 采用变频控制, 开启时慢慢启动, 避免瞬时启动对膜造成影响, 也可避免水锤破坏膜元件, 高压泵前后设置压力开关自控, 进水压力低时关高压泵, 出水压力高时关压力泵。

#### ⑥ 反渗透膜

选择 LFC3-LD 膜, 该膜元件不仅具有复合膜的低压、高通量和脱盐效率高等特点; 还具有亲水性和电中性的特点。此外, 该种膜组件抗污能力强, 适合工业废水的中水回用项目, 同时可以减小印染废水中阳离子染料的影响。反渗透膜元件采用 2:1 排列, 第一段两根膜壳, 第二段一根膜壳。膜元件 21 根, 采用 20 32 cm 膜 (8 英寸膜), 有效面积为 37.2 m<sup>2</sup>, 膜元件标准产水量为 41.6 m<sup>3</sup>/d, 设计产水量为 17.0 m<sup>3</sup>/d, 标准压力为 1.55 MPa, 设计进水压力为 1.0 MPa。反渗透膜组件配备清洗系统, 分段清洗膜元件。

反渗透膜清洗分为物理清洗和化学清洗, 物理清洗利用低压大流量进水直接冲洗, 可去除附着在膜表面的污染物或堆积物。化学清洗系统配有清洗槽、清洗泵, 每个膜元件的清洗液量为 34~68 L, 每支压力容器的清洗循环流量为 5.5~9.1 m<sup>3</sup>/h。

### 3 运行情况

该工程于 2009 年 5 月底投入试运行, 6 月底正式投入使用, 整体系统分两部分, 且两部分均达到设计要求。具体出水水质见表 2。

表 2 运行结果

Tab 2 Effect of wastewater treatment

项目	电导率 / (μS·cm <sup>-1</sup> )	COD / (mg·L <sup>-1</sup> )	色度 / 倍	浊度 / NTU	pH
进水	4 600~5 300	89~112	40	25~30	6~9
活性炭滤后水	3 800~4 800	53~67	32	5~8	6~9
出水	36~78	3~8	无色	0	6~9

由表 2 可知, 活性炭过滤器出水水质基本稳定, 确保了反渗透膜的进水水质, 除盐率 > 98%, 对 COD 的去除率 > 91%, 对色度和浊度的去除率达到 100%, 处理设施稳定运行。

#### 4 经济分析

① 人工费。设 2 人, 工资按 1 500 元/(人·月)计, 折合为 0 222 元/m<sup>3</sup>。

② 电费。按运行负荷为 36 89 kW 计, 电价为 0.6 元/(kW·h), 则电费为 1.18 元/m<sup>3</sup>。

③ 药剂费。NaClO 用量为 0.004 kg/m<sup>3</sup>, 费用为 3.168 元/d; NaHSO<sub>3</sub> 用量为 0.008 kg/m<sup>3</sup>, 费用为 17.60 元/d; 阻垢剂用量为 0.003 5 kg/m<sup>3</sup>, 费用为 61.60 元/d。折合共计 0.183 元/m<sup>3</sup>。

④ 滤料、膜元件更换费用为 1.219 元/m<sup>3</sup>。

处理成本总计为 2.804 元/m<sup>3</sup>。

#### 5 常见问题讨论

根据该厂运行情况, 结合该工艺对印染废水二级出水进行深度处理回用的实例分析。采用该工艺常会遇见如下问题:

① 当印染废水二级处理系统出现问题时, 该系统的进水指标波动较大, 可能使预处理出水水质达不到反渗透膜的进水要求, 一般可以通过在陶粒生物滤池后投加絮凝剂来解决。但是这会增加介质的反冲洗频率, 如果无法降低这些污染指标时, 可将预处理出水通过排污出口重新进入调节池, 进行再处理或直接排放不回用。

② 陶粒过滤器、多介质过滤器和活性炭过滤器都需要反冲洗, 在设计时反冲洗时间需另外计算, 也就是说整体系统不能按照每天运行 24 h 计, 应该留有时间空余。离子交换器需要再生, 同样也需要考虑再生时间。

(上接第 115 页)

从表 2 可看出, 硫酸井水单耗及合计硫酸水单耗逐年降低。

#### 4 结语

① 净化工序的稀酸储存量和废水处理工序的回用水储存量都不增加, 这是实现净化废水零排放的基本条件之一。

② 根据水质要求的不同, 硫酸系统的水可阶梯使用, 自来水冷却系统的循环水排到井水冷却系统中, 井水冷却系统的循环水排到净化洗涤水中。

③ 只有根据水质、水温、水量的要求, 进行综合利用, 才能最大限度地降低水耗。

③ 在运行过程中处理效果的好坏, 设备运行是否正常, 需要从水质指标中计算获得, 故每个设备均需设置取样口。

④ 反渗透系统运行过程会因水中 CO<sub>2</sub>、HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 等的转换和盐分离子的截留而使出水 pH 出现一定程度的降低, 可以通过出水调整 pH 解决。

#### 6 结论

① 采用陶粒生物滤池/多介质过滤器/活性炭过滤器/离子交换器作为反渗透系统的预处理系统, 处理出水水质稳定、运行管理方便, 可以确保反渗透系统进水指标。

② 采用低污染、电中性的反渗透膜可以有效抵抗进水轻度污染, 延长使用寿命, 降低运行成本, 确保出水水质、水量。

③ 该系统正常稳定的运行, 为该厂生产提供了优质水源, 降低了该厂的运行成本, 同时还减少了该厂的排污量, 对附近的水环境保护起到了重要的作用, 具有显著的环保效益和经济效益, 并为后期项目的扩大奠定了基础。

#### 参考文献:

- [1] 北京水环境技术与设备研究中心, 北京市环境保护科学研究院, 国家城市环境污染控制工程技术研究中心. 三废处理工程技术手册——废水卷 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2000.

E-mail: xujie\_h@163.com

收稿日期: 2010-02-01

#### 参考文献:

- [1] 张均杰, 李鹏. 烟台鹏晖铜业有限公司 60kt/a 铜冶炼烟气制酸系统的设计和和生产实践 [J]. 硫酸工业, 2001 (3): 6-10.
- [2] 王举良, 张均杰. 炼铜烟气制酸净化污水零排放 [J]. 中国有色冶金, 2009 (5): 41-44.

电话: (0535) 6532324 × 2088 13905358768

E-mail: wj1515@sina.com

收稿日期: 2009-12-24