

# 混凝与 AB 法联用处理制革废水

钟华文, 林培喜, 谢文玉, 廖艳

(广东石油化工学院 化工与环境工程学院, 广东 茂名 525011)

**摘要:** 针对制革废水 SS、有机物、总 Cr 及色度较高的特点, 采用混凝与 AB 法联合工艺处理。试验研究了混凝的条件和处理效果; 分别研究了 AB 法的 A、B 两段 HRT 和有机负荷对处理效果的影响。研究表明: 调节 pH 值为 8.8~10.0, PAC 的投加量为 300~400 mg/L, 混凝单元对制革废水的 SS、色度、总 Cr 和 COD<sub>Cr</sub> 的平均去除率分别为 64.3%、69.2%、97.5% 和 23.5%; AB 法的 A 段在 HRT 为 50~55 min、DO 质量浓度为 0.8~1.2 mg/L 时, COD<sub>Cr</sub> 的去除率不小于 48%, COD<sub>Cr</sub> 负荷达到 15~17.8 kg/(m<sup>3</sup>·d); B 段在 HRT 为 8~10 h、DO 质量浓度为 2.5~3.0 mg/L 时, COD<sub>Cr</sub> 的去除率不小于 75%, COD<sub>Cr</sub> 负荷为 0.55~0.75 kg/(m<sup>3</sup>·d)。制革废水经该工艺处理的出水达到 GB 8978—1996《污水综合排放标准》的一级标准。

**关键词:** 制革废水; 混凝法; AB 法; COD<sub>Cr</sub>; 有机负荷

**中图分类号:** X794.031 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-2455(2011)02-0030-03

## Treatment of tanning wastewater by combined technology of coagulation and AB method

ZHONG Hua-wen, LIN Pei-xi, XIE Wen-yu, LIAO Yan

(College of Chemical and Environmental Engineering, Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming 525011, China)

**Abstract:** In view of the fact that tanning wastewater contains high concentration of SS, organic matters, total Cr and chroma, a combined technology of coagulation and AB method was used for its treatment. The treatment effect under different coagulation conditions was investigated; besides, the influences of HRT of section A and section B of the AB method and the organic loading on the treatment effect were studied respectively. The results of the test showed that: when the pH value was adjusted to 8.8 - 10.0, and the PAC dosage was 300 - 400 mg/L, the average removal rates of SS, chroma; total Cr and COD<sub>Cr</sub> in tanning wastewater by coagulation were 64.3%、69.2%、97.5% and 23.5% respectively. In the section A of the AB method, when the HRT was 50 - 55 min, the mass concentration of DO was 0.8 - 1.2 mg/L, the removal rate of COD<sub>Cr</sub> was not below 48%, and the COD<sub>Cr</sub> loading reached 15 - 17.8 kg/(m<sup>3</sup>·d); and in the section B of the AB method, when the HRT was 8 - 10 h, the mass concentration of DO was 2.5 - 3.0 mg/L, the removal rate of COD<sub>Cr</sub> was not below 75%, and the COD<sub>Cr</sub> loading was 0.55 - 0.75 kg/(m<sup>3</sup>·d). The effluent quality of the tanning wastewater after the treatment by the said technology reached the first criteria specified in GB 8978—1996 *Integrated Wastewater Discharge Standard*.

**Keywords:** tanning wastewater; coagulation; AB method; COD<sub>Cr</sub>; organic loading

制革废水的特点是有机污染浓度高、悬浮物质多、水量大, 并含有一定的色度<sup>[1-2]</sup>。国内制革废水的处理一般采用生物法与物化法相结合的方法, 物化法一般采用沉淀、气浮或混凝, 生物法一般采用氧化沟、SBR 或接触氧化法<sup>[3-5]</sup>。吸附-生物降

解工艺(AB 法)兼具污泥高效吸附和生物降解的功能<sup>[6]</sup>, 适合制革废水有机负荷高的特点; 同时为了降低生物处理的有机负荷, 采用混凝作为预处理,

**基金项目:** 茂名市科技计划项目(2006021)

**收稿日期:** 2010-12-31; **修回日期:** 2011-01-21

再结合 AB 法。试验取得了较理想的处理效果。

## 1 材料与试验方法

### 1.1 试验水样

试验的制革废水取自某皮革加工厂, 该厂日排放废水约 2 000 t。废水水质见表 1。

表 1 试验废水水质  
Tab. 1 Quality of experimental wastewater

pH 值	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{SS})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{总 Cr})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
6.0~7.8	$\leq 1\ 300$	$\leq 300$	$\leq 30$
$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{总 P})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{S}^{2-})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	色度/ 倍
$\leq 30$	$\leq 0.5$	$\leq 1.0$	$\leq 300$

### 1.2 废水处理工艺及装置

化学混凝适合处理水中的微小固体和胶体杂质, 其对制革废水的 SS 和总 Cr 具有理想的沉淀效果及脱色效果。

AB 法生化工艺是由污泥负荷率较高的 A 段和污泥负荷率较低的 B 段二级活性污泥系统串联组成, 并分别有独立的污泥回流系统。A、B 两段有各自独特的微生物群体, 所以处理效果稳定; A 段的活性污泥吸附能力强, 能吸附污水中某些重金属、难降解有机物, 同时因其负荷高, 具有很强的抗冲击负荷能力, 并具有对有毒有害物质影响的缓冲能力<sup>[7]</sup>。因此, 废水通过吸附、絮凝、分解和沉淀等作用, 以较低的能耗取得较高的处理效率, 获得良好的出水水质。试验设计的 A 段(池)容积为 5 L, B 段(池)容积为 60 L, 总 HRT 为 8~12 h。

试验的工艺流程见图 1。

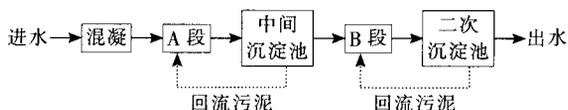


图 1 混凝与 AB 法联用处理制革废水工艺流程

Fig. 1 Process flow of tanning wastewater treatment by combined technology of coagulation and AB method

### 1.3 分析项目及方法

DO 采用 DO 测量仪测定; SS 采用重量法测定;  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  采用重铬酸钾法测定; 总 Cr 采用硫酸亚铁铵滴定法测定;  $\text{NH}_3\text{-N}$  采用氨气敏电极法测定; 总 P 用过硫酸钾氧化-钼锑分光光度法测定。

## 2 结果与讨论

### 2.1 混凝处理效果

根据对混凝剂筛选和适宜 pH 值的试验, 选用

聚合氯化铝(PAC)作为制革废水的混凝剂, 投加量约 300~400 mg/L; 在 pH 值为 8.8~10.0 条件下产生的矾花多, 沉淀较快, 澄清液显浅黄色, 混凝效果理想。混凝对制革废水的处理情况见表 2。

表 2 混凝单元进出水水质指标  
Tab. 2 Influent and effluent water quality of coagulation unit

项目	pH 值	$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{SS})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	$\rho(\text{总 Cr})/$ ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	色度/ 倍
进水	5.8	972	255	24	260
出水	9.7	744	91	0.6	80
去除率/%		23.5	64.3	97.5	69.2

由表 2 可知, 混凝对制革废水的 SS、色度和总 Cr 的去除效果很理想, 达到了利用混凝去除 SS、色度和总 Cr 的目的; 随着 SS 和色度的去除,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  也有部分消减。

### 2.2 AB 法 HRT 的确定

一个废水处理系统的效能通常可由进水负荷和出水水质 2 个因素来确定, 仅当二者都处于相对较高水平时, 系统的整体效能为佳。

为了分别确定 AB 法的 A 段和 B 段最佳 HRT, 控制 A 段 DO 的质量浓度为 0.8~1.2 mg/L, pH 值为 6.5~7.8, 污泥回流比为 40%, 控制 B 段 DO 的质量浓度为 2.5~3.0 mg/L, pH 值为 6.5~7.8, 污泥回流比为 55%。然后对 A 段 HRT 为 60、55、50、45、40 和 35 min 分别进行试验; 对 B 段 HRT 为 20、16、12、8、4 和 2 h 分别进行试验。每个条件运行 7 d, 分别考察 AB 法中 A 段和 B 段对主要污染指标  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  的去除情况。HRT 对处理效果的影响见图 2 和图 3。

由图 2 可知, 在 35~60 min 的 6 个 HRT 下,  $\text{COD}_{\text{Cr}}$  负荷从 23.8  $\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$  到 13.0  $\text{kg}/(\text{m}^3\cdot\text{d})$  之间变化, 达到一般活性污泥法的 10 倍左右。虽然

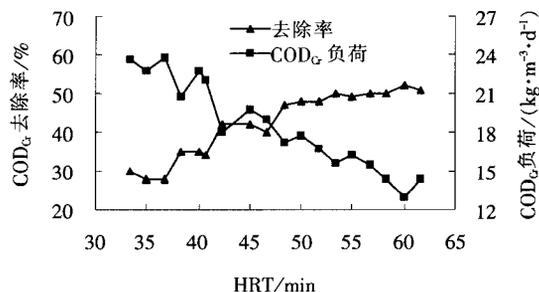


图 2 A 段 HRT 对处理效果的影响

Fig. 2 Relationship between HRT of section A and treatment effect

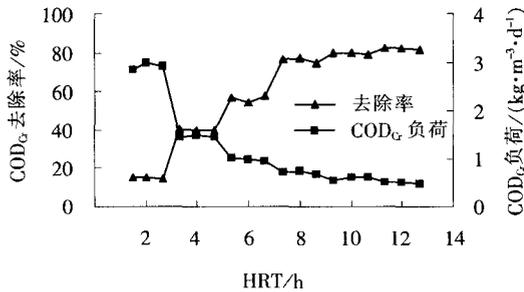


图3 B段HRT对处理效果的影响

Fig. 3 Relationship between HRT of section B and treatment effect

COD<sub>Cr</sub> 负荷很高, 但是 COD<sub>Cr</sub> 去除率在 HRT 大于 50 min 时已达到 48% 左右, 此时 COD<sub>Cr</sub> 负荷约为 17.8 kg/(m<sup>3</sup>·d); 继续延长 HRT, COD<sub>Cr</sub> 去除率增加缓慢, 但负荷下降却很快, 所以 A 段 HRT 确定为 50~55 min 较为合适。

由图 3 可知, 当 HRT 为 2~6 h 时, COD<sub>Cr</sub> 负

荷超过 1.0 kg/(m<sup>3</sup>·d), 但 COD<sub>Cr</sub> 去除率只有 55% 左右, 出水也还达不到排放标准; 当 HRT 超过 8 h, COD<sub>Cr</sub> 去除率达到 75% 以上, COD<sub>Cr</sub> 负荷在 0.75 kg/(m<sup>3</sup>·d) 以下; 继续延长 HRT, 污染物负荷下降、COD<sub>Cr</sub> 去除率变化不大。综合考虑, B 段 HRT 确定为 8~10 h 较为合适。

### 2.3 混凝与 AB 法联用的处理效果综合分析

调节制革废水的 pH 值为 8.8~10.0, 按 400 mg/L 投加 PAC; 混凝过程的澄清水调节 pH 值到 6.5~7.8, 再进入 AB 池; A 段的 HRT 为 50 min, 污泥回流比为 40%, 控制 DO 的质量浓度为 0.8~1.2 mg/L; B 段的 HRT 为 10 h, 污泥回流比为 55%, 控制 DO 的质量浓度为 2.5~3.0 mg/L。联合工艺连续运行了 2 个月, 制革废水的主要污染物指标见表 3。

从表 3 看出, 制革废水经混凝与 AB 法联合处

表 3 混凝与 AB 法联合工艺处理制革废水的水质指标

Tab. 3 Effect of combined technology of coagulation and AB method on tanning wastewater treatment

项目	进水	混凝		A 段		B 段		总去除率/%	排放标准
		出水	去除率/%	出水	去除率/%	出水	去除率/%		
$\rho(\text{COD}_{\text{Cr}})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	935	738	21.1	384	48.0	78	79.9	91.7	$\leq 100$
$\rho(\text{SS})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	236	94	60.2	91	4.2	52	42.9	78.0	$\leq 70$
$\rho(\text{NH}_3\text{-N})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	21	19	9.5	17	10.5	11	35.3	47.6	$\leq 15$
$\rho(\text{总 Cr})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	23	0.6	97.4	0.4	33.3	0.4	0	98.3	$\leq 1.5$
色度/倍	260	80	69.2	30	62.5	25	16.7	90.4	$\leq 50$

理后, 取得了较好的处理效果。混凝单元对制革废水的 SS、色度和总 Cr 的去除效果非常理想; AB 法(尤其 A 段)对 COD<sub>Cr</sub> 及进一步脱色效果理想, 在 A 段的生物预处理基础上, B 段处理出水的水质较高。从表 2 可知, A 段对 SS 去除不大, 但经 A 段处理后色度有很大下降, 说明 A 段对废水中颜色及 SS 的吸附性很好, 只是因为自身污泥多, 经中间沉淀池后排水中 SS 含量仍较高。

### 3 结论

混凝单元对制革废水的 SS、色度、总 Cr 和 COD<sub>Cr</sub> 的平均去除率分别为 64.3%、69.2%、97.5% 和 23.5%; AB 法的 A 段对 COD<sub>Cr</sub> 的去除率不小于 48%、COD<sub>Cr</sub> 负荷达到 15~17.8 kg/(m<sup>3</sup>·d), B 段对 COD<sub>Cr</sub> 的去除率不小于 75%、COD<sub>Cr</sub> 负荷为 0.55~0.75 kg/(m<sup>3</sup>·d); 制革废水经混凝与 AB 法联合处理后出水达到 GB 8978—1996 的一级标准。

### 参考文献:

- [1] 高忠柏, 苏超英. 制革工业废水处理[M]. 北京: 化学工业出版社, 2001.
- [2] 吴浩汀. 制革工业废水处理技术及工程实例[M]. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [3] 魏业香, 戴红, 唐英. 制革废水处理技术现状及展望[J]. 西南给排水, 2010, 32(1): 25-27.
- [4] 张丽丽, 买文宁, 王晓慧. 制革废水处理技术的发展[J]. 工业用水与废水, 2004, 35(5): 12-15.
- [5] 谢文玉, 钟华文, 廖艳, 等. H-O-BAF 生物组合工艺处理皮革废水[J]. 现代化工, 2009, 29(5): 37-39.
- [6] 高廷耀, 顾国维, 周琪. 水污染控制工程(下册)[M]. 北京: 高等教育出版社, 2009.
- [7] 江伟军, 毛蔚莉. 改良 AB 生化法处理革基布废水应用实践[J]. 环境科技, 2009, 22(2): 48-50.

作者简介: 钟华文(1967-), 男, 江西赣州人, 副教授, 硕士, 主要从事水污染控制的的教学及科研工作, (电子信箱)gdmmzhw@126.com.