



# 曝气生物滤池处理印染废水 二级出水试验研究<sup>\*</sup>

夏明芳<sup>1,2</sup>, 陆继来<sup>1,2</sup>, 尹协东<sup>2</sup>, 周 峰<sup>3</sup>, 任洪强<sup>1</sup>, 吴浩汀<sup>3</sup>, 邱 阳<sup>2</sup>

(1 南京大学环境学院, 江苏 南京 210093; 2 江苏省环境科学研究院,  
江苏 南京 210036; 3 东南大学环境工程系, 江苏 南京 210096)

**摘 要:**考察了曝气生物滤池 (BAF)对经水解、接触氧化二级处理的印染废水进行深度处理的效果,结果表明,针对达到二级标准的生化处理出水,BAF水力负荷为  $0.9 \sim 1.6 \text{ m}^3/\text{h}$ ,气水比 (2~3) 1时,COD去除率稳定在 50%左右,出水可达到一级排放标准 ( $\text{COD} \leq 100 \text{ mg/L}$ )。

**关键词:**曝气生物滤池; 印染废水; 深度处理

**中图分类号:** X505; X703; X796 **文献标识码:** A

## Pilot Test on Advanced Treatment of Printing and Dyeing Wastewater by Biological Aeration Filter

XIA Ming-fang<sup>1,2</sup>, LU Ji-lai<sup>1,2</sup>, YIN Xie-dong<sup>2</sup>, ZHOU Feng<sup>3</sup>, REN Hong-qiang<sup>1</sup>, WU Hao-ting<sup>3</sup>, QIU Yang<sup>2</sup>

(1 School of Environment Sciences, Nanjing University, Nanjing, Jiangsu 210093, China;

2 Jiangsu Academy of Environmental Sciences, Nanjing, Jiangsu 210036, China;

3 Department of Environment Engineering, Southeast University, Nanjing, Jiangsu 210096, China)

**Abstract:** This paper studied the advanced treatment of printing and dyeing wastewater process by biological aeration filter (BAF). Under the condition of hydraulic load  $0.9 \sim 1.6 \text{ m}^3/\text{h}$  and the gas water ratio at 2: 1, the process got the optimal COD removal efficiency of 50%. The BAF could purify the wastewater from standard to the standard.

**Key words:** biological aeration filter; printing and dyeing wastewater; advanced treatment

纺织印染产业是江苏省的传统优势和支柱产业之一。加入 WTO 后,纺织产业迅猛发展,纺织印染废水排放大量增加。尽管中国已推行了《纺织印染工业水污染物排放标准》,但是由于水环境容量限制,原有排放标准已不能满足环境要求。江苏省《关于加强生态环境保护和建设的意见》明确要求,到 2007 年底全省所有纺织印染企业的废水要达到《纺织印染工业水污染物排放标准》一级标准,出水 COD 浓度控制在  $100 \text{ mg/L}$  以下。因此,对原有按照二级排放标准设计的印染废水处理设施进行改进和改造,已成为行业发展的迫切需要。

曝气生物滤池 (BAF)是在生物滤池和普通快速滤池的基础上而发展起来的新型水处理技术,于 1981 年由法国首先投入工业应用。与普通活性污泥法相比,BAF 具有有机负荷高、占地面积小 (传

统工艺的  $1/5 \sim 1/10$ )、投资少 (节约 30%)、不会产生污泥膨胀、氧传输效率高、出水水质好等优点<sup>[1]</sup>。用于城市的废水处理已有较多案例,但是用于印染废水的深度处理尚未见报道。

### 1 试验装置和流程

#### 1.1 试验流程

试验在南京印染装饰总厂进行,采用水解 + 接触氧化 + BAF 组合工艺。具体流程见图 1。

#### 1.2 BAF 设计

BAF 柱体采用有机玻璃,结构见图 2。滤池底

<sup>\*</sup>基金项目:江苏省环保科技计划资助项目 (2003075)

收稿日期:2006-03-07;修订日期:2006-03-28

作者简介:夏明芳 (1970—)男,安徽马鞍山人,博士研究生,高级工程师,主要从事环境科研工作,已发表论文 20 余篇。

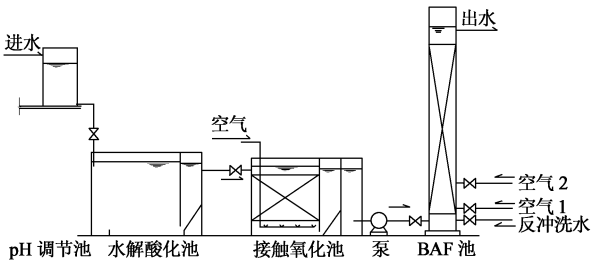


图 1 印染废水深度处理试验工艺

部至进气口 1 为承托层,测压孔 1 至测压孔 2 为滤料层。实验采用气水同向运行,空气由填料底部的进气口 1 进入。有效填料高度为 2.5 m,反应器的直径为 200 mm,容积为 78.5 L。

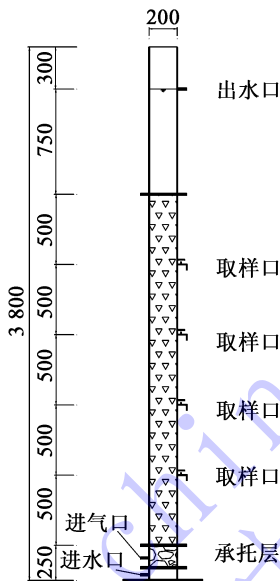


图 2 BAF试验装置结构

### 1.3 填料

BAF中采用的填料为马鞍山钢铁设计研究院自行研制的陶粒。陶粒的主要成分为:  $\text{SiO}_2$  52.29%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  16.44%、 $\text{Fe}_2\text{O}_3$  4.32%、 $\text{CaO}$  2.86%、 $\text{MgO}$  0.46%。填料粒径为 3.5~5.0 mm,堆密度为  $1.13 \text{ g/cm}^3$ ,空隙率为 0.527,比表面积为  $9 \times 10^3 \sim 1.4 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{g}$ 。

## 2 实验条件和启动过程

### 2.1 试验水质

研究项目进水取自南京印染装饰总厂排水,进水 COD  $1000 \sim 1500 \text{ mg/L}$ ,最高值达  $2000 \text{ mg/L}$ ,平均值约为  $1300 \text{ mg/L}$ 。期间 BAF进水 COD 在

$150 \sim 320 \text{ mg/L}$ ,  $\text{BOD}_5$  在  $35 \sim 50 \text{ mg/L}$ 。

### 2.2 启动期

BAF接种污泥为试验装置接触氧化池中的活性污泥,试验进水为试验装置二沉池的出水。污泥接种后闷曝一天,开始小流量进水(进水水量  $10 \sim 20 \text{ L/h}$ ,气水比  $2 \sim 3:1$ ),使填料表面逐渐附着生物膜,待出水变清澈后,逐渐增加水力负荷,挂膜终止时水力负荷为  $50 \text{ L/h}$ 。

挂膜期间,BAF进水 COD 在  $200 \sim 300 \text{ mg/L}$ ,  $\text{BOD}_5$  为  $35 \sim 50 \text{ mg/L}$ ,出水 COD 去除率呈上升趋势。调试 2 周后,COD 去除率稳定在 40%以上,出水比较清澈,表明 BAF挂膜基本完成。

## 3 试验结果与分析

### 3.1 填料高度对 COD 去除率的影响

COD 去除率与填料高度的关系见图 3。由图 3 可知,COD 的去除率与填料的高度成正相关,随着填料高度的增加,COD 去除率也呈增加趋势。但是单位高度上的去除率增加值随着填料高度的增加而递减。最下层 50 cm 厚的滤料对 COD 的去除效率最高,在不同的水力负荷下,去除率分别达到 29.4%、28.9%、15.9%,占整个柱体 COD 去除率的 (43.7~61.9)%。而最上层填料对 COD 去除率仅占总去除率份额的 (3.7~6.3)%。试验结果表明,对二级出水的处理,2~2.5 m 的有效填料层就可以达到较好的去除效果,过高的层高对出水水质改善的意义不大。

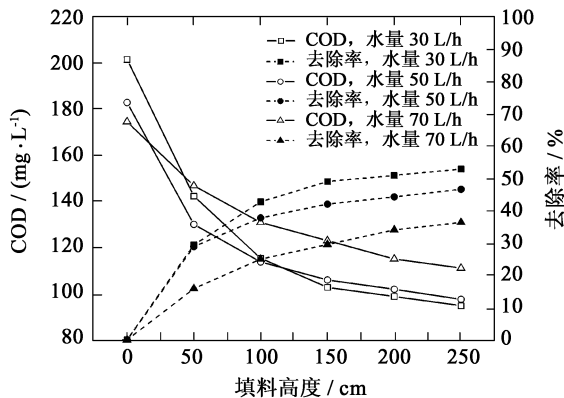


图 3 COD、去除率与填料高度的变化关系

### 3.2 水力负荷条件对 BAF出水水质的影响

进水 COD 浓度在  $150 \sim 300 \text{ mg/L}$  时,COD 去除效果与水力负荷的关系见图 4。

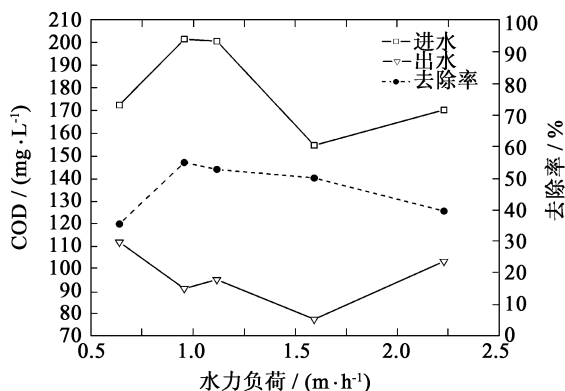


图 4 COD去除率与水力负荷的关系

水力负荷对 COD 去除率的影响是一个先上升后下降的过程。在低水力负荷条件下,水力负荷的增加使 F/M 比提高,微生物的活性增强,有利于改善出水水质。而当水力负荷进一步增加时,去除率有下降趋势。因水力负荷和 HRT 成正比,水力负荷的增加导致水力停留时间缩短,减少了生物膜和污水的接触时间,导致生化处理效率下降。另外,由于水力负荷增加,导致水力冲刷加剧,使 BAF 出水携带的生物膜增加,SS 去除率下降,也使出水水质劣化。根据试验结果,对于印染废水的深度处理,水力负荷取 0.9~1.6 较合适。

### 3.3 不同气水比对出水水质的影响

在水力负荷为 1.59 m³/(m²·h) 时,不同气水比下 COD 在填料高度上的变化,见图 5。

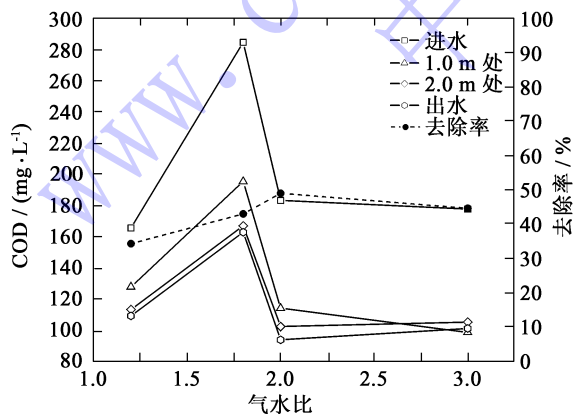


图 5 不同气水比 COD 的变化

COD 的去除效率随着气水比的增加逐步上升,但当气水比超过 2:1 后, COD 去除率略有下降。在气水比为 1:2 时, BAF 内 DO 处于较低的水平,使微生物的代谢活动受到抑制, COD 总体去

除率不高;当气水比为 3:1 时, BAF 内 DO 较高,其填料高度 0.5 m 以下对 COD 的去除效果明显,去除率达到 38.4%,较气水比低于 3:1 时的去除率高,但填料高度 2.0 m 以上, COD 值反而上升。较高的气水比对滤池起了冲洗的作用,导致生物膜脱落量增加,影响处理效果,且能耗也随之增加。因此,气水比以 2:1 为最佳。

### 3.4 BAF 对印染废水二级出水的处理效果

印染废水经水解、接触氧化二级生化出水后,可生化性显著降低至 0.15 左右。受可生化性所限, BAF 对 COD 的去除率稳定在 50% 左右。如图 6 所示,进水 COD 在 154~183 mg/L 之间变化时,控制气水比为 2:1,表面负荷为 1.5 m³/h,去除率受进水 COD 影响很小,稳定在 50% 左右。

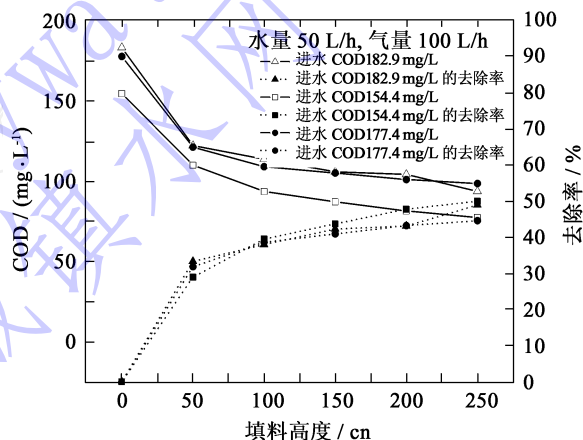


图 6 BAF 对二级出水的处理效果

## 4 结 论

(1) 采用 BAF 对达到二级标准的印染废水进行深度处理,其优化设计参数为:滤层高度 2~2.5 m,水力负荷 0.9~1.6 m³/h,气水比 2:1。

(2) 在合理的运行条件下, BAF 对印染废水达到二级标准的出水 (COD ≤ 180 mg/L) 进行深度处理,出水可以达到一级排放标准 (COD ≤ 100 mg/L) 的要求。COD 去除率稳定在 50% 左右。

### [参考文献]

- [1] 郑俊,吴浩汀,程寒飞.曝气生物滤池污水处理新技术及工程实例[M].北京:化学工业出版社,2002:27-28.