

The Pilot Study of Dyeing Wastewater Using Coagulating Sedimentation-Hydrolytic Acidification-Oxidation Process

Jing Guo, Feng Liu

Beijing Key Laboratory for Water Quality Science and Water Environment Recovery Engineering, Beijing University of Technology, Beijing
Email: guojing3055@163.com

Received: Dec. 31st, 2012; revised: Jan. 30th, 2013; accepted: Feb. 9th, 2013

Abstract: Based on high organic content, complex composition, high alkalinity, poor biodegradability, higher chrominance of printing and dyeing wastewater, this paper adopted coagulation precipitation-hydrolysis acidification-aerobic process for pilot scale processing. The result of the experiment, which was operated stably for 120 days, showed that the final effluent concentration of anaerobic tank was 600 mg/L with removal efficiency 24% in the flooding water of COD_{cr} 1365 mg/L. B/C was promoted from 0.2 to 0.33 - 0.63, which meant higher biodegradability. The final COD_{cr} effluent concentration of aerobic pond was 192 mg/L. The total COD_{cr} removal efficiency was 84% that had a significant effect. The final effluent concentration of TN, TP was 31.95 mg/L, 1.1 mg/L, the average removal rate was 76% and 81% respectively. This technology has advantages of impact resistance, easy operation, simple mature etc.

Keywords: Dyeing Wastewater; Coagulate; Hydrolytic Acidification

混凝沉淀 - 厌氧水解酸化 - 好氧工艺处理印染废水的中试研究

郭 静, 刘 峰

北京工业大学水质科学与水环境恢复工程北京市重点实验室, 北京
Email: guojing3055@163.com

收稿日期: 2012年12月31日; 修回日期: 2013年1月30日; 录用日期: 2013年2月9日

摘 要: 针对具有有机物含量高、成分复杂、碱度大、可生化性差以及色度高等特点的印染废水, 本文采用混凝沉淀 - 水解酸化 - 好氧工艺进行了中试规模的处理。运行结果表明, 中试系统稳定运行 120 d, 在进水 COD_{cr} 1365 mg/L 的情况下, 厌氧水解池出水 COD_{cr} 平均值为 600 mg/L, 平均去除率 24%, B/C 由 0.2 提升至 0.33~0.63, 厌氧水解池提高了废水的可生化性。好氧池出水 COD_{cr} 平均值为 192 mg/L, 系统 COD_{cr} 总去除率平均值为 84%, 效果显著。TN、TP 的出水均值为 31.95 mg/L、1.1 mg/L, 平均去除率分别为 76%、81%。该工艺具有耐冲击负荷, 易操作, 简单成熟等优点。

关键词: 印染废水; 混凝沉淀; 水解酸化

1. 引言

印染废水具有排放量大、水质水量波动大、有机物含量高、色度高、碱性差、可生化性差并含有有毒物质等特点, 是难处理的工业废水之一^[1-3]。

实践表明, 物化法脱色快速、效果好, 但其去除

有机物的效率较低; 生物法能有效去除有机物, 且运行费用较低, 但对色度的去除不够理想。因此, 对于有机物浓度和色度都比较高的印染废水, 目前普遍采用物化 - 生化组合工艺处理印染废水^[4]。本次试验在小试的基础上, 通过混凝沉淀 - 厌氧水解酸化 - 好氧

工艺处理印染废水的中试试验, 全面了解本次设计流程及所选择的工况参数对某污水厂印染污水的适应程度, 通过试验全面掌握此流程运行变化规律, 考察此工艺的稳定性 and 处理效能。

2. 试验内容和方法

2.1. 废水的水质、水量

此实验用水水质以印染、化工废水为主, 同时还有生活污水及其它各种工业废水。进水水质特征见表 1。

水质总体呈现明显的印染废水特点: 污染物种类繁多、含量高、碱性大、色度高、B/C 平均约为 0.21, 可生化性差, 且进水中往往含有较多难生化降解的有机物, 外观呈灰黑色, 有化工废水的恶臭味。

2.2. 处理的工艺流程

2.2.1. 主要构筑物

中试系统的进水量为 5 m³/h。一级混凝的混凝剂是硫酸铝和硫酸亚铁, 絮凝时间为 22 min, 一级混凝沉淀池的表面负荷是 0.6 m³/(m²·h), 有效水深 2.5 m; 厌氧水解池采用内设机械搅拌机的折流式水解池, 分二级以串联的方式工作, 单池 HRT 为 14.9 h, 有效水深 5.51 m, 污泥回流比 100%; 水解沉淀池的表面负荷是 0.33 m³/(m²·h), 有效水深 3 m; 曝气池采用微孔曝气三廊道推流式曝气池, HRT 为 37.0 h, 有效水深 5.35 m, 污泥回流比 150%; 二沉池的表面负荷是 0.25 m³/(m²·h), 有效水深 3 m。

Table 1. Raw water characteristics of sampling point in pilot
表 1. 中试试验现场取样点原水特征

项目	pH	COD	BOD	TN	NH ₃ -N	TP
最高	11.75	2148	424	204.4	68.51	16.32
最低	7.76	1003	177	163.8	37.62	1.50
平均	10.35	1365	314	165.9	48.83	6.77

2.2.2. 工艺特点

根据该水质特点, 同时借鉴国内有关印染废水处理经验, 确定采用了混凝沉淀 - 厌氧水解 - 好氧这一成熟的处理工艺, 见图 1。为减轻后续处理工艺的负荷, 废水首先经混凝沉淀池, 去除一部分难降解有机污染物和色度, 调整原水的 pH 值, 为后续的厌氧水解提供良好环境; 厌氧水解池, 对难降解的有机物进行预处理, 使原污水中部分大分子难降解有机物转化成易于生物氧化的小分子有机物, 提高废水的可生化性, 同时进一步降低 pH 和色度; 由于厌氧出水中含有 H₂S 等有害气体和部分厌氧污泥, 在厌氧水解池和好氧池之间设置沉淀池, 沉淀去除厌氧出水中夹带的部分厌氧污泥, 改善厌氧出水水质, 为好氧处理创造有利条件。好氧池主要承担有机物的氧化的作用。

2.3. 系统调试

厌氧水解池和好氧反应池进水均采用循序渐进的方式, 污泥接种采用人工接种方式, 取自绍兴县江滨水处理有限公司滨海污水处理厂剩余污泥。

水解池污泥培养, 采用搅拌、沉淀、不进水内循环方式, 使污泥处于厌氧状态进行厌氧水解污泥培养, 接下来是原污水细菌驯化阶段, 采用 20% 设计水量进原污水, 使细菌逐渐适应试验原水的性质, 根据镜检逐渐加大进水量, 直到设计水量。由于此次试验处于严寒时期, 水解池平均水温 9.2℃, 所以在回流污泥系统安装加热器用以克服水温低的困难, 提高污泥增长率。

曝气池污泥, 采用间歇曝气方式进行培养驯化, 每天上、下午各曝气 1 小时, 接下来是原污水细菌驯化阶段, 采用 40% 设计水量直接进原污水, 逐渐实现对细菌驯化, 达到设计流量后继续加大进水流量直至最高达到设计流量的 300%, 目的就是增加污泥有机负荷, 迅速提高污泥生长率, 使曝气池污泥浓度在短时间达到较高数值。

运行六个月后, 将厌氧水解段和好氧段串联运行

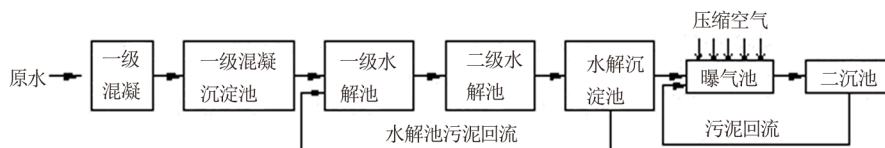


Figure 1. Curve: Process flow
图 1. 工艺流程图

至稳定, 此时水解池的 MLSS 为 419 mg/L; 好氧池的 MLSS 为 3597 mg/L, 曝气池溶解氧控制在 1.5~1.7 mg/L。

2.4. 水质分析方法

COD 采用 COD 快速催化消解法(含分光光度法); BOD 采用稀释接种法; MLSS 和 MLVSS 采用滤纸重量法; TN、NH₃⁺-N 分别采用过硫酸钾氧化 - 紫外分光光度法、纳氏试剂分光光度法; 总磷采用钼锑抗分光光度法; 水温采用温度计法; pH 采用复合电极法^[5]。

3. 试验结果与分析

中试系统于 2011 年 1 月开始启动, 于 2011 年 6 月将分开培养的水解酸化池和好氧池串联起来, 此时系统开始运行, 系统连续运行 4 个月后, 出水水质稳定。

3.1. COD_{cr} 的处理效果

中试系统稳定运行对 COD_{cr} 的去除情况见图 2。由图 2 可知, 进水 COD_{cr} 的平均值是 1365 mg/L, 一级水解池进水的 COD_{cr} 浓度在 600~1100 mg/L 之间波动, 当厌氧水解池的厌氧水力停留时间为 28 h 时, 出水基本维持在 600 mg/L 左右, 水解池对 COD_{cr} 的去除效果明显, 对整个系统的稳定运行起到很好的缓冲作用; 同时水解池出水的 BOD₅ 明显提高, 由一级絮凝后的 0.2 提升至 0.33~0.63, 对 BOD 的转化起到至关重要的作用。厌氧水解在印染废水的处理工艺中必不可少, 其一方面提高了废水的可生化性, 另一方面有效降解了废水的 COD_{cr}, 将大分子有机物转化为小分子有机物, 降低色度, 改善废水的可生化性, 同时相对于废水的物化处理工艺, 有效削减了污泥的产生量。

曝气池 MLSS 在 3800 mg/L, 污泥沉降比为 30% 左右时, 溶解氧控制在 1.5~1.7 mg/L, 当曝气池的水力停留时间为 38 h 时, 出水的 COD_{cr} 的平均值为 192 mg/L, 平均去除率为 84%, 曝气池氧化能力较强, 但是氧化速率较低。

3.2. 总氮的处理效果

由图 3 知, 进水总氮的平均值为 165.9 mg/L, 出水总氮的均值维持在 31.95 mg/L, 平均去除率为 76%,

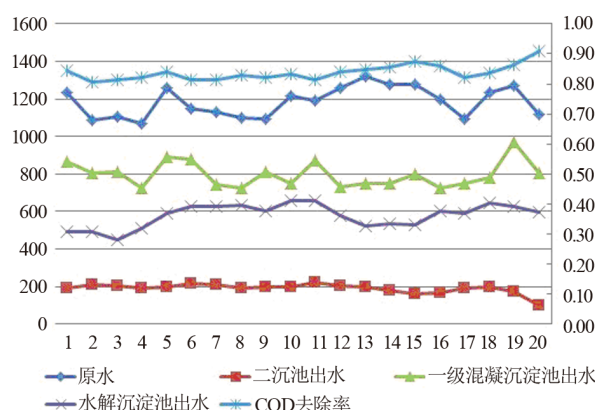


Figure 2. Curve: Treatment result of COD
图 2. COD 处理效果图

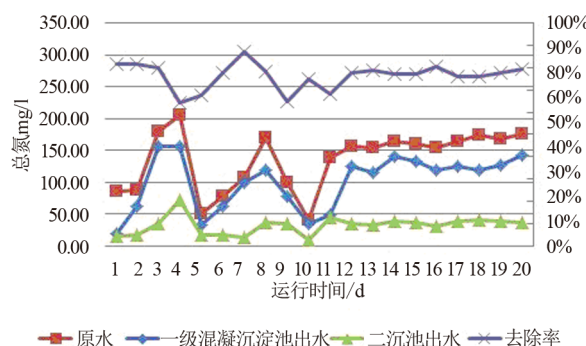


Figure 3. Curve: Treatment result of TN
图 3. TN 处理效果图

印染废水染料中的偶氮键在缺氧或厌氧条件下, 通过偶氮还原酶作用下断裂, 生成双胺分子, 在好氧阶段的硝化作用下, 氨氮转化为硝态氮, 同时, 随着好氧微生物的合成代谢作用, 将部分 N 合成细胞物质, 使总氮得到部分去除。

混凝沉淀在中试系统中起预处理的作用, 对某些有机物通过混凝沉淀的方式加以去除. 经过混凝沉淀后, 污染物得到有效去除, 经过曝气氧化后, 含氮有机物得到了有效去除, 废水中的有机物主要是烷烃、烯醇类物质, 基本没有胺类物质. 有机物明显减少, 基本达到了去除有毒有机物的目的. 好氧异养菌对可生物降解或慢速生物降解的有机物进行氧化、转化、利用, 达到去除有机物的目的。

3.3. 总磷的处理效果

由图 4 可知, 进水总磷的平均值为 6.77 mg/L, 出水总磷的均值维持在 1.1 mg/L, 平均去除率为 81%, 聚磷菌在厌氧段释磷, 在好氧段, 从环境中摄取过量

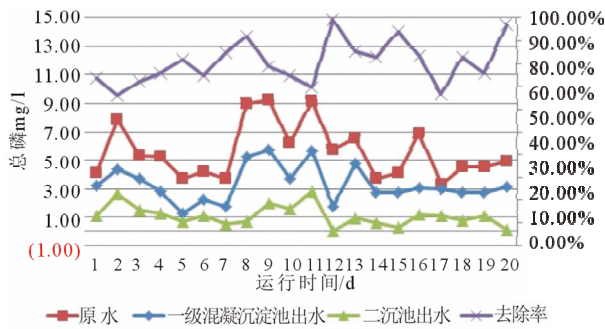


Figure 4. Curve: Treatment result of TP
图 4. TP 处理效果图

的磷合成自身细胞物质，最终高磷污泥以剩余污泥的形式排出系统。由于印染废水中可被生物利用的营养含量低，虽然污水中含有 15% 的生活污水，仍不能满足微生物生长的营养比例需求，故在曝气池的起始段连续不断的添加 KH_2PO_4 ，浓度为 6 mg/L，可保证微生物营养的需求。

4. 结论

1) 绍兴印染集聚废水水质变化大，具有高有机污染、COD 含量高、有机物降解速度慢、高含氮量、高硫酸盐、高 pH、低 B/C 比和低磷的特点。

2) 废水先进行物化处理，去除一部分难降解有机

污染物和色度，调整原水的 pH 值，从而减轻了后续处理工艺的负荷，节省了能耗。生化处理采用水解酸化-好氧的工艺，通过水解酸化反应，使原污水中部分大分子难降解有机物转化成易于生物氧化的小分子有机物，成功的使印染废水的 B/C 比经过水解池后从 0.2 升高至 0.33~0.63 并稳定保持在该区间，为后续好氧生化处理创造了良好的条件。

3) 工程实践表明：采用混凝沉淀 - 水解酸化 - 好氧工艺处理印染废水，处理效果较好；运行结果表明：COD_{cr}、总氮、总磷的平均去除率分别为 84%、76%、81%，具有耐冲击负荷，易操作，简单成熟等优点。

参考文献 (References)

- [1] 张双圣, 刘汉湖, 张龙, 吴伟, 王晓青. 厌氧水解 - 分点进水倒置 A2/O 处理低含量印染废水研究[J]. 水处理技术, 2011, 37(2): 90-97.
- [2] 李川. 水解酸化 - 活性污泥法处理印染废水研究[J]. 环境工程学报, 2009, 3(10): 1789-1792.
- [3] 于慧卿, 牛涛涛, 张豪等. 水解酸化 - 好氧 - 曝气生物滤池工艺处理印染废水[J]. 给力排水, 2011, 37(5): 48-49.
- [4] 丁春生, 黄燕, 张越茜. 混凝沉淀 - 水解酸化 - 好氧工艺处理印染废水[J]. 能源环境保护, 2011, 25(1): 34-37.
- [5] 国家环保总局. 水和废水监测分析方法(第四版)[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 2002.