

文章编号: 1005- 8893 (2003) 03- 0027- 03

铁屑过滤- 光催化氧化处理染料废水^{*}

张智宏, 宋封琦

(江苏工业学院 化学工程系, 江苏 常州 213016)

摘要: 探讨了采用铁屑过滤- 光催化氧化法处理印染废水和合成染料废水的工艺, 与单独用铁屑过滤法和光催化氧化法进行比较, 结果表明将两者联合使用效果较好, 对印染废水和染料废水的脱色率分别达 91%、85%, 对 COD 的去除率也分别达 73% 和 44%。

关键词: 铁屑过滤; 光催化; 染料废水

中图分类号: X 703. 1

文献标识码: A

印染和染料化工中产生的废水是含染料的着色废水, 它含有大量的有机化合物及助剂, 对环境和生态造成很大危害, 而工业用染料往往是分子结构和特征不确定的混合物, 化学成分上存在着很大差异, 是目前难处理的工业废水之一。本文尝试采用铁屑过滤- 光催化氧化联合处理此类废水。

铁屑过滤法处理工艺简单, 运转费用低, 可明显降低色度和 COD, 而铁屑来源于钢铁加工生产的废料, 符合以废治废的方针, 而近年来发展起来的光催化氧化法具有省资、高效, 最终使有机物完全矿化的优点^[1, 2], 可弥补铁屑法对不同种类染料处理效果差异大的问题^[3, 4], 进一步降低废水中复杂的有机物, 且铁屑法处理后的废水中产生的 Fe^{3+} 可加强光催化氧化效果^[5], 所以联合处理综合了二者的长处。

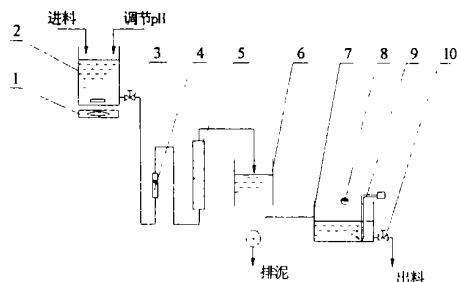
本文分别用 5 种染料溶液考察影响处理效果的因素, 在此基础上处理合成染料废水和印染废水, 均取得较好的效果, 说明了此法的可行性。

1 实验材料与方法

1.1 实验方法

实验装置如图 1。废水在调节酸度和流量后经铁屑柱过滤, 出水经静置, 进行光催化氧化降解。

染料溶液的脱色率 D , $D = (A_0 - A) / A_0 \times 100\%$, 其中 A_0 、 A 分别是处理前后溶液在最大波长处的吸光度。



1. 磁力搅拌器; 2. 废水储罐; 3. 调节阀; 4. 流量计; 5. 铁屑柱; 6. 沉淀槽; 7. 光催化槽; 8. 高压汞灯; 9. 微型空气泵; 10. 卸料阀

图 1 试验装置图

1.2 仪器和材料

铁屑柱 (自制, 长 66 mm, 直径 1.55 cm 玻璃柱, 内装工业废铸铁屑); 二氧化钛 (自制, 固载在多孔硅胶上, 40~ 60 目); 光催化光源为 250 W 高压汞灯 (飞利浦亚明照明有限公司); 微型空气泵 (振化电器实业公司); UV- 160 紫外可见分光光度计; 分散红, 还原黑 (江苏亚邦集团公司); 酸性黄, 酸性蓝, 直接湖蓝 (由常州染料厂提供); 废水取自常州市某印染厂和染料厂。

* 收稿日期: 2003- 05- 19

作者简介: 张智宏 (1966-), 女, 江苏丹阳人, 副教授, 主要研究方向为精细化工及工业分析。

2 实验结果与讨论

2.1 pH 值对处理效果的影响

染料废水进水浓度和 COD 分别为: 分散红为 0.069 g/L、463.7 mg/L; 还原黑为 0.040 g/L、685.4 mg/L; 酸性黄为 0.038 g/L、448 mg/L; 酸性蓝为 0.070 g/L、151.3 mg/L; 直接湖兰为 0.044 g/L、123.6 mg/L。

用稀盐酸调节进水时染料溶液的 pH 值, 考察 pH 值对处理效果的影响。pH 值对脱色率的影响见图 2。

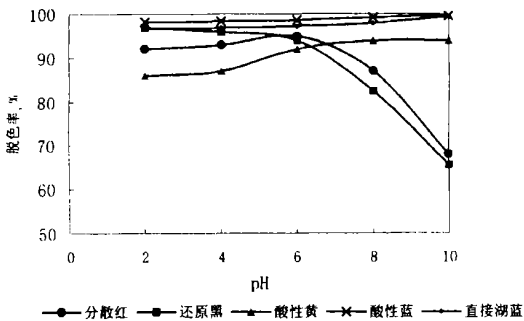


图 2 pH 值对脱色率的影响

从图中可以看出对不溶性染料分散红、还原黑, 在酸性条件下脱色率较高; 对可溶性染料酸性黄, 在碱性条件下有利于脱色; 可溶性染料酸性蓝、直接湖蓝, pH 值的变化对脱色率的影响不大。在较适宜的酸度范围, 所有染料脱色率均达 94% 以上, 说明铁屑过滤对染料的脱色效果较好。

图 3 为 pH 值对 COD 的影响。从图 3 可看出, 酸性条件有利于分散红、还原黑 COD 去除率的提高, 碱性条件有利于酸性黄、酸性蓝、直接湖蓝 COD 去除率的提高, 且 COD 的最高去除率为酸性蓝 > 酸性黄 > 分散红 > 还原黑 > 直接湖蓝。各染料最高去除率之间的差异较最高脱色率的差异大, 说明铁屑过滤法对色度的去除较 COD 的去除更容易。

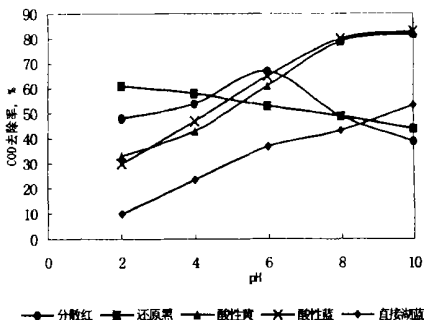


图 3 pH 值对 COD 的影响

铸铁屑中的铁碳在废水中形成许多微原电池, 铁屑过滤法改善废水水质是基于电极反应产物化学活性高, 可破坏染料的发色基团, 另外, 电池反应产物的絮凝、铁屑对絮体的电附集、新生絮体的吸附以及床层过滤都对废水的脱色及降低 COD 起综合作用, 而 pH 值的不同会影响电极反应、絮凝胶粒或微絮体的电性质及吸附性, 从而影响处理效果。

2.2 停留时间对脱色率的影响

染料溶液在铁屑柱中的停留时间反映了染料在铁屑柱中作用时间, 对脱色率的影响见图 4。

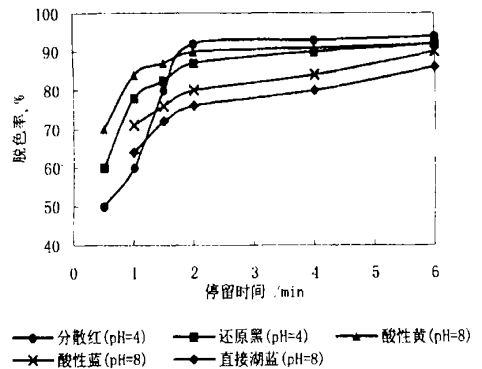


图 4 停留时间对脱色率的影响

从图 4 可见在 5 种染料在各自地适宜酸度下, 停留时间越长, 各种作用越充分, 脱色效果越好。当停留时间达到一定数值时, 反应趋于完成, 脱色率提高地趋势变缓。

2.3 光催化氧化处理效果的影响因素

取铁屑过滤静置后的水 150 mL 进行光催化降解条件研究, 水质基本为中性, 加入不同量的催化剂 TiO_2 , 考察对光解效果的影响, 结果表明在适度增加 TiO_2 的量有利于光催化降解, 当加入量达 0.2 g 时, 光解 1 h 时, 5 种染料的脱色率均达 98% 以上。说明此时催化剂的量已能满足光解要求, 光解时间的延长有利于脱色率特别是 COD 去除率的提高, 说明光解初期染料脱色后产生的大量中间体, 随着光解的进行仍然可进一步降解。光解 3 h, 处理效果见表 1。

表 1 光催化降解效果

染料	分散红	还原黑	酸性黄	酸性蓝	直接湖蓝
脱色率	100	100	99.1	100	99.3
COD 去除率	92	84	83.0	88.4	91

另外, 通过实验还发现光催化时水质的酸度影响处理效果, 酸性条件下的处理效果优于碱性条件

下的处理效果。

2.4 处理印染废水和合成染料废水

根据上述对可溶性、不溶性染料处理条件的考察来对印染废水和合成染料废水进行处理，印染废水中多为可溶性染料，原水 pH = 10.00~ 12.00，COD 为 400~ 1 000 mg/L，色度为 200~ 400 倍，经初步沉淀后，调节 pH = 8.00，经铁屑柱过滤，停留时间 4 min，调节酸度使 pH = 6.00 后，加入催化剂 0.2 g，光解 3 h。

合成染料废水中为合成分散类染料的废水。原水 pH = 3.00~ 4.00，COD 为 2 000~ 3 300 mg/L，色度为 100~ 200 倍，经初步沉淀后，加酸调节 pH = 6.00，经铁屑柱过滤，停留时间 4 min，调节酸度使 pH = 6.00 后，加入催化剂 0.2 g，光解 3 h。铁屑过滤法或光催化降解单独处理与铁屑- 光解联合处理的对比实验时，原水 pH = 12.00，COD 为 933 mg/L，色度为 320 倍，合成染料废水的 COD 为 2 780 mg/L，色度为 150 倍。

为说明铁屑法- 光解联合处理效果，在相同条件下作光催化降解实验对比，废水处理结果见表 2。

处理方法	印染废水		合成染料废水	
	D	COD 去除率	D	COD 去除率
铁屑过滤	71	54	47	14
铁屑法- 光解	91	83	85	54
光解	66.3	51.2	49.0	22.0

从表中可看出，经铁屑过滤- 光催化氧化处理后印染废水、合成染料废水的脱色率分别达 91%、85%，脱色效果较满意。对 COD 的去除率也分别达 83% 和 54%。而在同样条件下，单独使用光催

化降解、铁屑过滤法的处理效果均远未达到联合处理的效果，说明铁屑过滤- 光催化氧化处理含印染废水和染料废水是可行的。

3 结 论

通过将铁屑过滤与光催化氧化法联合起来处理废水，可充分利用二者的优点，铁屑法处理废水兼有氧化还原反应、吸附、絮凝等作用降低了色度，增加了水体的透明度，降低了废水的 COD，同时破坏去除了水体中以胶体状态分散的污染物，有利于后续光催化氧化的进行，铁屑过滤后，水体中的 Fe³⁺ 也可加强光催化效果，使光催化氧化更彻底，同时可使复杂的有机污染物降解、矿化，进一步降低 COD，无论对纯染料体系，还是对印染废水，以及极难处理的合成染料废水均显示了二者联合使用的优势，所以，对这种方法的探索是有意义的。

参考文献:

[1] Manical V B. Photocatalytic Treatment of Toxic Organics in Wastewater: Toxicity of Photodegradation Products [J]. Water Res, 1992, 26 (8): 1 035- 1 038.

[2] 范洪波, 孙晓娟, 吴卫忠. 难降解染料废水处理方法的研究进展 [J]. 江苏石油化工学院学报, 2002, 14 (1): 61- 64.

[3] 沈学优, 李华英, 陈群燕. 载铂 TiO₂ 对 3B 艳红染料溶液光催化降解性能的研究 [J]. 水处理技术, 2001, 27 (1): 33- 36.

[4] 庄玉贵. 水处理含铁废料综合利用的研究进展 [J]. 环境污染与防治, 1997, 19 (6): 27- 29.

[5] Sclafani A, Davi E. Photocatalytic Degradation of Phenol in Aqueous Polycrystalline TiO₂ Dispersions: The Influence of Fe³⁺, Fe²⁺ and Ag⁺ on the Reaction Rate [J]. J Photochem Photobiol A: Chem, 1991, 56 (1): 113- 117.

Treatment of Dye Wastewater with Iron Chips Filtration- photocatalytic Degradation Process

ZHANG Zhi- hong, ZONG Feng- qi

(Department of Chemical Engineering, Jiangsu Polytechnic University, Changzhou 213016, China)

Abstract: The treatment of dye wastewater and synthetic dye wastewater with iron filtration- photocatalytic degradation process was investigated. Comparing with single iron chips filtration or photocatalytic degradation process, the results showed that the efficiency of combined process was higher. The decolorizing efficiencies of dye wastewater and synthetic dye wastewater was 91% and 85% respectively, furthermore, COD removal efficiencies was 73% and 44% respectively.

Key words: iron filing filtration; photocatalytic; dye wastewater