

试验研究

纳米氧化锌光催化降解有机染料
废水污染物的研究刘兴强^{1,2} 刘辉峡¹ 王琳¹

(1.厦门大学嘉庚学院环境科学与工程学院,福建 漳州 363105;

2.河口生态安全与环境健康福建省高校重点实验室,福建 漳州 363105)

摘要:采用醋酸锌和过氧化钠为原料制取纳米氧化锌,研究了纳米氧化锌对活性艳红模拟有机染料废水的光催化能力。考察了光照时间、磁力搅拌时间、原料投加比例对光催化效果的影响。结果表明:纳米氧化锌对活性艳红具有较好的光催化效果,在反应时间 1 h,最佳磁力搅拌时间 5 h,投加比例 1:1 的条件下,纳米氧化锌对 50 mL (10 mg/L 浓度)活性艳红的吸附率最大值为 99.19%。

关键词:光催化活性;纳米氧化锌;活性艳红;光催化降解

中图分类号:X703

文献标识码:A

文章编号:1006-8759(2018)01-0013-03

STUDY ON PHOTOCATALYTIC DEGRADATION OF
ORGANIC DYE WASTEWATER BY NANO ZINC OXIDELiu xingqiang^{1,2}, Liu huixia¹, Wang lin¹

(1. Department of Environmental Science and Engineering, Tan Kah Kee College Xiamen University, Zhangzhou, 363105, China; 2. Key Laboratory of Estuarine Ecological Security and Environmental Health, Fujian Province University, Zhangzhou, 363105, China)

Abstract: Zinc acetate and sodium peroxide were used as raw materials for the preparation of nano zinc oxide. The photocatalytic activity of nano zinc oxide in organic dyestuff wastewater (reactive brilliant red) was studied. The influences of light time, magnetic stirring time and raw material dosing ratio on photocatalytic effect were investigated. The results show that nano zinc oxide has a good photocatalytic effect on the reactive brilliant red. Under a specific condition (reaction time=1 h, optimum magnetic stirring time=5 h, volume of reactive brilliant red solution =50 mL, and the concentration of reactive brilliant red=10 mg/L), the reactive brilliant red removal reaches a maximum value of 99.19%.

Key words: photocatalytic activity, nano zinc oxide, reactive brilliant red, photocatalysis.

近年来,由于工业的快速发展与社会生活不断提高,使得工业废水、生活污水、农田灌溉用水等大量排放,给江河湖泊等的自然环境带来严重污染,且给人类健康带来了巨大的危害^[1-2]。因此在

现代材料和科技飞速发展的现代社会,寻找新的光催化材料降解有机染料废水已变得迫在眉睫。

纳米氧化锌是一种多功能性的新型无机材料。由于晶粒的细微化,其表面电子结构和晶体结构发生变化,产生了宏观物体所不具有的表面效应^[3]、体积效应^[4]、量子尺寸效应^[5]和宏观隧道效应^[6]以及高透明度、高分散性等特点。同时纳米技术^[7]是当今世界尖端技术之一,纳米材料^[8]具有的特殊结构使得其具有了许多普通材料所不具有的特殊

收稿日期:2017-08-10

基金项目:福建省自然科学基金面上项目(2015J01062);福建省教育厅科技研究 A 类科技项目(JA13354),福建省高等学校新世纪优秀人才支持计划。

第一作者简介:刘兴强(1975-),男,湖南武冈人,博士,副教授,研究方向:光催化降解污染物。

性质,在诸多领域有着广泛的应用,其表现为,一方面,可以通过提高能源和原材料的利用效率来降低废物排放总量,实现清洁生产,保护环境;另一方面,利用纳米材料和技术的环境监测技术,可以将水中污染物和细菌检测精度提高到纳米级水平,并使得高效快速在线监测更加容易,而利用纳米材料和技术的环境治理工艺可以达到强化处理效果、降低处理能耗和成本的目的。而纳米氧化锌具有优良的吸附性能和光催化性能,具有能耗低、操作简便、反应条件温和、可减少二次污染等突出优点,能有效地将有害气体及有机污染物转化为 H_2O 、 CO_2 等无机小分子,许多难吸附或用其他方法难以去除的物质也可以有效去除,所以在污染治理方面应用潜力巨大。

1 主要实验仪器试剂

1.1 实验仪器

DGG-9023A 电热恒温鼓风干燥箱、SHB-III 循环水式多用真空泵、TDL80-2B 台式离心机、TE124 电子天平、ZWKJ-02 紫外可见分光光度计。

1.2 主要试剂

醋酸锌、过氧化钠、活性艳红等

2 实验

2.1 纳米氧化锌的制备

将醋酸锌和过氧化钠按一定的物质的量的比进行称取,并将其在 250 ml 蒸馏水中混合,放在温度为 25℃的磁力搅拌器上搅拌 5 h。待搅拌完成后将搅拌液用真空抽吸机进行抽吸过滤。将抽吸过后的固体放在 60℃的烘箱内烘烤 12 h。

2.2 实验方法

向容量为 50 mL 的烧杯中加入初始浓度为 C_0 的活性艳红废水 50 mL,加入质量为 0.1 g 的纳米氧化锌,在光照下照射一定时间后放入离心机中进行离心分离,取出离心液在活性艳红的最大吸收波长 538 nm 处测定其吸光度,通过吸光度在活性艳红中浓度 C_1 ,计算出吸附率(%)。

$$\text{吸附率}(\%) = (C_0 - C_1) / C_0 \times 100\%^{[7]}$$

3 结果与讨论

3.1 投加比例的影响

取 50 mL, 10 mg/L 的活性艳红溶液于 50 mL

的锥形瓶中,加入制备时醋酸锌和过氧化钠的物质的量比分别为 1:1, 1:2, 1:4, 1:6, 1:8, 1:10, 加入纳米氧化锌 0.1 g。在太阳光下照射 2 h, 静置 5 min 后并取其 10 mL 的上清液放置于离心管中,在转速 3 000 r/min 条件下离心 10 min 中,并取上清液测量吸光度,计算制备纳米氧化锌时的磁力搅拌时间条件下的活性艳红溶液的去除率。结果如图 1 所示。

由图 1 可以看出,当投加比例不断增加可以发现去除率呈现平稳状态,但在 1:8 之后呈现较大幅度的下降,这是因为随着过氧化钠物质的量的增加,所制备纳米氧化锌时的溶液呈现出碱性,而在此状态下反应活性越来越低。并且分析醋酸锌和过氧化钠的反应式可以确定当醋酸锌与过氧化钠物质的量比为 1:1 时,达到最适比例,并在光照两小时去除率即达到 99% 以上。

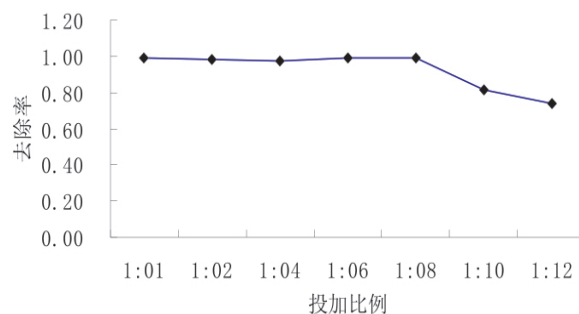


图 1 投加比例对去除率的影响

3.2 磁力搅拌的影响

取活性艳红废水浓度为 10 mg/L 的废水 50 mL,向废水中加入纳米氧化锌 0.1 g,制备纳米氧化锌磁力搅拌时间分别为 3 h、4 h、5 h、6 h、7 h、8 h、9 h、10 h 情况下光照 2 h。考察磁力搅拌时间对活性艳红的去除率的影响,结果如图 2 所示。

由图 2 可以看出,从 3 h 增加到 10 h 的过程中去除率先呈现逐渐上升趋势在 5 h 之后呈现下降趋势,原因可能是在磁力搅拌时间为 5 h 的时候,醋酸锌和过氧化钠是最佳的反应搅拌时间,其反应形成的内部化学结构是最适宜光催化有机废水污染物质。因此,处理 50 mL、浓度 10 mg/L 的活性艳红溶液时,磁力搅拌的最佳时间为 5 h。此时去除率可达 99% 以上。

3.3 光照时间影响

取活性艳红废水浓度为 10 mg/L 的废水 50

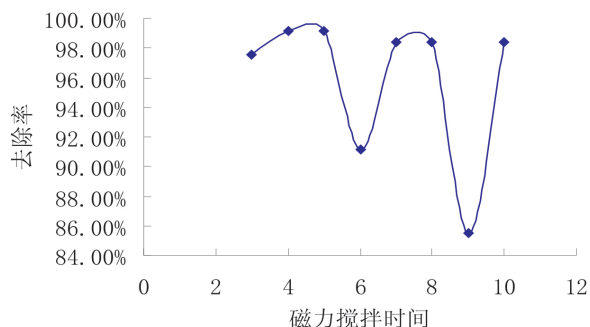


图 2 磁力搅拌时间对去除率的影响

mL, 向废水中加入纳米氧化锌 0.1 g, 在光照下 1 h、2 h、3 h 下考察光照时间对活性艳红废水去除率的影响, 结果如图 3 所示。

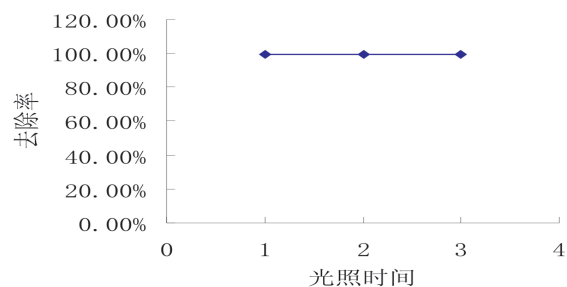


图 3 光照时间对活性艳红去除率的影响

由图 3 可以看出随着光照时间的增长, 去除率基本保持不变, 说明光照时间在 1h 之内已达处理饱和, 随着时间的增加可能出现处理的物质已经被基本催化掉。处理 1h 去除率已达 99% 以上。

3.4 紫外灯照射时间的影响

取活性艳红废水浓度为 10 mg/L 的废水 50 mL, 向废水中加入纳米氧化锌 0.1 g, 在紫外灯照射下 1 h、2 h、3 h。考察紫外灯照射时间活性艳红的去除率的影响, 结果如图 4。

由图 4 可以知道, 随着紫外灯照射时间的增长, 去除率不断上升, 在第 2 h 与第 3 h 已趋于稳定, 可能是由于在紫外灯照射 2 h 已接近光催化饱和, 而且有机污染物质已经基本被催化降解掉。所以在紫外灯照射下 3 h 已达处理要求, 达到 95.16% 以上。

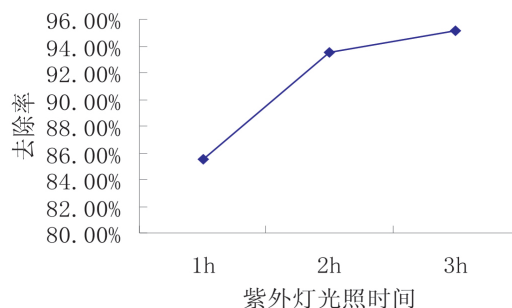


图 4 紫外灯照射时间对活性艳红去除率的影响

4 结论

实验采用了吸收分子光度法并结合纳米技术测定纳米氧化锌对活性艳红废水的光催化效果, 与传统的去除方法相比较, 具有成本低、去除率高、经济、污染少、结果较准确等特点。并且为避免在阴天时无光情况, 本实验也探究了在紫外灯照射下的处理效果, 寻找替代光源。

纳米氧化锌对活性艳红具有较好的光催化效果, 在反应时间为 1 h, 最佳磁力搅拌时间为 5 h, 投加比例为 1:1 时, 纳米氧化锌对浓度为 10 mg/L 的 50 mL 活性艳红的吸附率达到最高为 9.19%。

参考文献

- [1] 王丽, 陈永, 赵辉, 韩冰, 孙瑞敏. 非金属掺杂二氧化钛光催化剂的研究进展[J]. 材料导报, 2015(01):147-151.
- [2] 温沁雪, 王进, 郑明明, 陈志强. 印染废水深度处理技术的研究进展及发展趋势[J]. 化工环保, 2015, 35(04):363-369.
- [3] 王孝华, 聂明. 纳米氧化锌制备的新进展[J]. 化工新型材料, 2011, 39(3):16-18.
- [4] Philip B, Laura G. Science at the atomic scale [J]. Nature, 1992, 355(6363):761-766.
- [5] Cavicchi P E, Silsbee R H. Coulomb Suppression of Tunneling Rate from Small Metal Particles[J]. Phys. Rev. Lett., 1984, 52(16):1453-1456.
- [6] Prashant V K, Nada M D. Colloidal semiconductors as photocatalysts for solar energy conversion[J]. Solar Energy, 1990, 44(2):83-98.
- [7] 关敏, 李彦生. 国内外纳米 ZnO 研究和制备情况[J]. 化工新型材料报, 2005, 02:18-19.