

Bi(Nb)OCl 光催化剂的制备及其可见光降解 罗丹明 B 溶液的性能

朱 蕾, 王其召, 袁 坚, 上官文峰¹⁾

(上海交通大学 燃烧与环境技术研究中心, 上海 200240)

摘 要: 半导体光催化剂作为环境净化材料, 具有稳定性好、光效率高、无二次污染等特点, 具有广泛的应用前景. 过去的研究大都集中在以 TiO_2 为基础的光催化剂上. 本文制备了具有层状结构的 Bi 基氧氯化物 Bi(Nb)OCl 光催化剂, 用 XRD、BET 和 UV-VIS 吸收对样品进行了晶相、孔结构和光吸收性能表征, 用罗丹明 B 的降解表征了材料的光催化活性. 结果表明, BiOCl 和 $\text{Bi}_4\text{NbO}_8\text{Cl}$ 均具有可见光光催化降解活性, 但两者的反应机理不同, $\text{Bi}_4\text{NbO}_8\text{Cl}$ 是光催化机制, BiOCl 是染料光敏化机制.

关 键 词: 光催化; 降解; BiOCl ; $\text{Bi}_4\text{NbO}_8\text{Cl}$

中图分类号: O643.32

文献标识码: A

自从第一篇 TiO_2 光解水的文章发表以来, TiO_2 作为一种典型的光催化材料而受到人们的广泛关注^[1]. 目前, 它们被应用于降解污水中的有机物、净化空气以及光解水制氢等^[2~4]. 但是, TiO_2 材料本身的局限性也非常明显, 它只能响应太阳光谱中的紫外光, 因此太阳能利用率较低, 同时光催化效率也有待提高. 研究表明, 利用非金属离子对 TiO_2 进行掺杂, 可以有效提高 TiO_2 的可见光响应能力. 自从 Asahi 等报道了 N 掺杂 TiO_2 在光降解亚甲基蓝中表现出了很好的可见光光催化活性以来^[5], 用 Br 和 Cl 掺杂的 TiO_2 被用来获得在紫外光下高的光催化量子效率^[6].

除了对 TiO_2 进行改性研究外, 人们也以极大的热情关注新材料的开发. 研究发现, 很多含 Bi 的氧化物具有较高的光催化活性, 其中 Bi_2O_3 的禁带宽度为 2.8 eV, 具有可见光吸收能力^[7]. 最近作者所在的课题组报道了 BiYW_6O_6 可以在可见光下完全分解纯水产生氢气和氧气^[8]. 这都归因于 $\text{Bi}6\text{S}$ 特殊的电子结构. 众所周知, 光催化剂的活性与光生电荷的迁移率以及催化剂中导带和价带的位置密切相关. 金属氧化物光催化剂中, 价带顶通常由 $\text{O}2\text{p}$ 道构成. 然而, 含有 Bi 元素的材料的价格带大部分由 O

2p 和 $\text{Bi}6\text{s}$ 混合轨道组成, 而导带由 $\text{Bi}6\text{p}$ 轨道组成. $\text{Bi}6\text{S}$ 电子的分散程度很大, 形成的较宽的价带可以增加光生电荷的迁移率^[9]. 本文制备了 Bi 基光催化材料 BiOCl 和 $\text{Bi}_4\text{NbO}_8\text{Cl}$, 讨论了可见光降解活性和作用机理.

1 实验部分

1.1 光催化剂的制备

将 BiCl_3 溶液 (0.3675 mol/L) 滴加到一定量的去离子水中稀释, BiCl_3 溶液和水的体积比是 1: 4, 去离子水中提前加入 1.7% ~ 4% (体积比) 盐酸 (1: 1). 将混合液匀速搅拌使反应完全. 反应温度为 90 ~ 95 °C, 体系的 pH 值 1 ~ 2, 搅拌速度 300 r/min, BiCl_3 滴加速度 3 ~ 4 mL/min, 反应时间 30 min. 反应完毕后经过滤、冲洗、干燥、碾磨后制得 BiOCl 白色粉末.

将 Bi_2O_3 、 Nb_2O_5 以及用上述方法制备的 BiOCl 按摩尔比 3: 1: 2 混合, 在空气中 700 °C 下煅烧 24 h, 碾磨后制得 $\text{Bi}_4\text{NbO}_8\text{Cl}$ 的黄色粉末.

1.2 光催化剂的性能表征

用 X-射线衍射仪 (D/max-2200/PC, Japan Rigaku Corporation) 测试两种样品的晶型结构; 用紫外-可见光漫反射 (TU-1901 双光束紫外可见分光光

收稿日期: 2009-01-20; 修回日期: 2009-02-26.

基金项目: 国家 973 项目 (2007CB613305).

作者简介: 朱 蕾, 女, 生于 1984 年, 硕士.

1) 通讯联系人, e-mail: shangguan@sjtu.edu.cn.