

C纤维负载二氧化钛纳米粒子的制备

向玉春

(咸阳职业技术学院, 陕西 西咸新区 712046)

摘要: 二氧化钛 (TiO_2) 是宽禁带半导体化合物, 只有在紫外光照射条件下才表现出光催化活性, 且粉末状 TiO_2 在空气中易飞散、在水中易凝结、使用后不易回收等缺陷, 严重的限制了其使用。因此, 二氧化钛的负载化和可见光可催化是扩大光催化材料实用范围的关键所在。本论文以棉花为天然纤维素制备的C纤维为载体, 钛酸丁酯为钛源, 利用水热法制备碳纤维负载二氧化钛纳米粒子复合材料。

关键词: TiO_2 ; C纤维; 水热法; 吸附-光催化性能

中图分类号: G712

文献标识码: A

文章编号: 2019-SY035-(2020)04-002

TiO_2 作为一种n型无机半导体材料, 由于其具有良好的催化活性、化学稳定性、成本低和无毒无污染等特点^[1]。因此, 以 TiO_2 作为光催化剂越来越受到人们的关注, 被广泛地用来光解水、杀菌、制备太阳能敏化电池、防晒护肤品、塑料薄膜制品、水处理^[2]、陶瓷、气敏传感元件等领域。特别是在环境保护方面, TiO_2 作为光催化剂更是展现了广阔的应用前景。

为了改善二氧化钛的光催化性能, 可以采用了二氧化钛固载^[3]的方法, 以天然纤维制备的C纤维为载体, 用水热法制备碳纤维负载二氧化钛^[4]纳米颗粒, 它具有增强了光催化剂的比表面积, 催化剂的稳定性以及电子界面效应等优点; 此外, 还解决了单一碳纤维作为吸附剂时, 易达到吸附饱和和不足和 TiO_2 粉体难以回收的问题。因此, 通过掌握二氧化钛的光催化机理及碳纤维负载二氧化钛纳米粒子的制备过程及其相关理论十分重要。

1 C纤维的制备

选取棉花为原料, 因放置一段时间其表面及内部空隙都会沉积或粘附上尘埃等物质, 所以有必要先对其进行预处理, 以去除附着在表面的污垢及尘埃等物质。将已裁剪好的棉花浸入酒精中浸泡并超声30 min后, 将其取出去去离子水冲洗, 低温烘干后放入瓷舟, 然后将其放入高温燃烧管式炉热处

理, 过程如下图1所示:

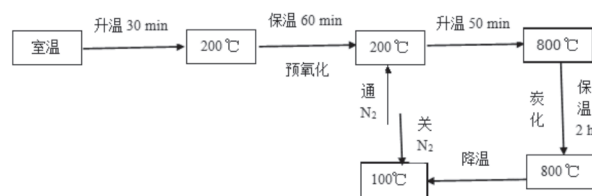


图1 C纤维的制备流程图

2 TiO_2 的制备

量取2ml钛酸丁酯溶于20ml无水乙醇中, 加入1ml冰醋酸作为抑制剂; 然后, 分别加入4ml去离子水和2ml分散剂乙二醇乙醚, 调节pH值, 磁力搅拌60min, 形成 TiO_2 溶胶。

3 C纤维负载 TiO_2 复合材料的制备

取0.1 mg处理后的纤维加入上述溶胶中, 充分吸附并取出C纤维, 用乙醇和去离子水的混合液清洗后, 放入乘有2/3体积的去离子水的50 ml高压反应釜中, 将高压反应釜置于烘箱中, 于180℃、200℃、220℃温度下热处理5h后, 用冷水冲洗, 取出C纤维, 低温烘干, 得到C纤维负载 TiO_2 纳米颗粒 (CF/ TiO_2) 复合材料。

4 合成工艺的优化

4.1 C纤维的选择

收稿日期: 2020-11-08

作者简介: 向玉春 (1990—), 女, 陕西渭南人, 硕士, 主要研究方向: 光学薄膜制备。

4.1.1 C纤维的表面形貌 为了清楚地观察四种棉花在850℃下炭化2h后的表面形貌,利用金相显微镜对单根的碳纤维放大3000倍,如图2所示。由图可知:1、2、3、4四种C纤维中1、2号C纤维直径较大,4号次之,3号碳纤维直径最小,因为在后续的碳化活化处理时,纤维直径还会变细,因此,初始纤维直径不易太细,否则经碳化活化会纤维会断裂。又由图可得,3号纤维螺旋数最多,1、2号次之。螺旋数越多越C纤维的表面越不光滑均匀,不利于负载。2号螺距较1号的大,增大了比表面积负载利用。因此选择1号C纤维最佳。

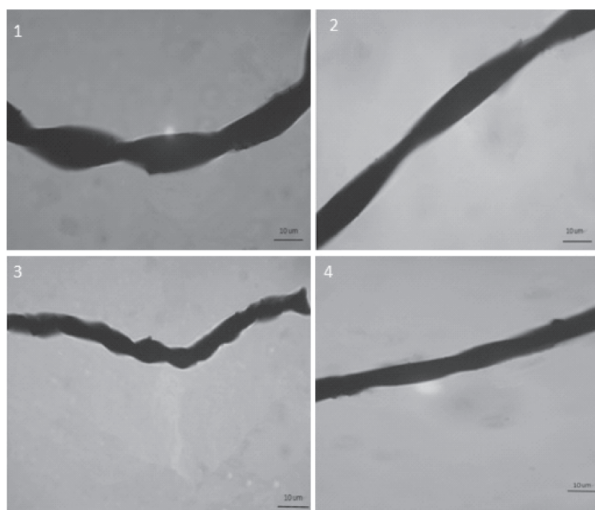


图2 四种C纤维的金相显微镜下的图谱

4.1.2 C纤维的吸附性 图3中四幅图分别为四种100 mg/L的C纤维样品加入20 mg/L甲基蓝溶液的吸附曲线图,每隔10 min取样测取的吸光度。由图可知,在0 min时,C纤维还未开始吸附,测甲基蓝溶液的吸光度为0.384,反应10 min后,溶液的吸光度在对应的波长处吸光度变大幅度较大,这是由于C纤维的吸附性使样品溶液变的澄清,使光的透过度变大,吸光度变小。随着反应时间的增加,吸光度逐渐减小,这是因为C纤维的吸附属于物理吸附,C纤维内部的吸附量增加,接近于饱和状态,吸附率逐渐减小。图4为四种纤维吸附30min后的吸附曲线图,从图中可以看,测其吸光度分别为:0.026、0.028、0.083、0.059,且用公式 $D = (1 - A_t / A_0) \times 100\%$ 计算知,四种CF的吸附率为93.2%、92.7%、78.3%、84.6%,这说明1号棉花炭化后制备的CF其吸附性较好。CF的吸附性与CF表面的孔结构和比表面积有很大的关系,结合纤维的表面形貌分析,3号纤维的

吸附性低是由于螺旋数最多,螺距小,可能会导致纤维表面的比表面积减小,孔结构减小,导致CF的吸附性减小。1号CF与2号CF的吸附性相差较小,这是因为二者的螺旋距与螺旋数相当,比表面积相差不大,对甲基蓝的吸附率仅相差0.5%,考虑到原材料的充足性与吸附性,选用1号C纤维为C纤维负载TiO₂纳米粒子的载体。

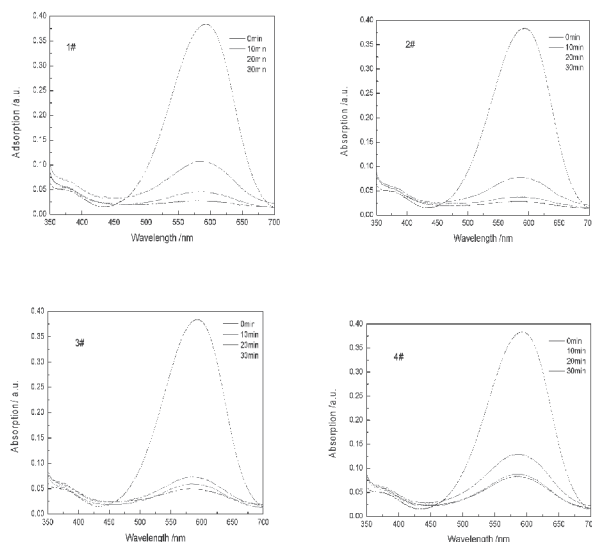


图3 四种棉花制备的C纤维吸附甲基蓝的曲线图谱

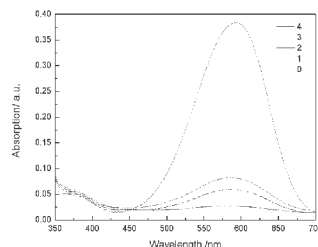


图4 四种C纤维吸附30 min后的吸附图

四种不同的棉花在氮气气氛下850℃热处理2h制备的C纤维,以甲基蓝为被吸附物,实验结果表明,1号C纤维对甲基蓝的吸附率最大,达到93%,结合其表面形貌及吸附性选择最佳的1号棉花为负载型二氧化钛的载体。

参考文献

- [1] 吴玉程,宋林云,刘晓璐,等.碳纳米管负载纳米复合材料的制备及组织机构表征[J].功能材料,2008,3(39):497-502.
- [2] 贺飞,唐怀军,赵文宽,方佑龄.纳米TiO₂光催化剂负载技术研究[J].环境污染治理技术与设备,2001,2(2):47-58
- [3] 陈影声,陈震,卢才英,等.纳米碳纤维固载TiO₂[J].应用化学学报,2010,27(10):1187-1191.
- [4] 施银桃,等.湖水净化研究进展[J].自然杂志,2000,23(1):15-28.

[责任编辑 王军利]