

doi: 10.11933/j.issn.1007-9289.2015.05.005

纤维素/ZnO 复合膜的制备及其光催化性能^{*}

王 赫^{1,2}, 杨弋涛¹, 曾志翔², 王 刚², 乌学东², 薛群基²

(1. 上海大学 材料科学与工程学院, 上海 200072; 2. 中国科学院宁波材料技术与工程研究所 a. 中国科学院海洋新材料与应用技术重点实验室, b. 浙江省海洋材料与防护技术重点实验室, 浙江 宁波 315201)

摘 要: 为克服纳米粉体光催化剂易团聚、难回收和容易引起二次污染等缺点, 采用“一步”水热法在纤维素膜表面原位生长多孔球形微纳米 ZnO 颗粒。利用扫描电子显微镜(SEM)、能谱仪(EDS)和 X 射线衍射仪(XRD)和热重分析仪(TG)分析了纤维素/ZnO 复合膜的微观形貌、组成、晶体结构、热稳定性以及 ZnO 的负载量; 采用紫外-可见分光光度计根据亚甲基蓝溶液的降解测试其光催化活性。结果表明: 该方法可成功实现纤维素膜对 ZnO 颗粒的负载, 且当加热时间为 12 h 时, 负载的 ZnO 颗粒数量多分布均匀, 且为多孔球状并呈典型的纤锌矿结构。在紫外光照射下, 纤维素/ZnO 复合膜具有优越的光催化性能, 可用于降解染料等有机物; 当 ZnO 负载量为 6 mg 时, 3 h 内亚甲基蓝的催化效率为 90%。

关键词: “一步”水热法; 纤维素; 光催化; 负载型光催化剂

中图分类号: TG174.45; O643.36 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9289(2015)05-0030-07

Facile Synthesis of Cellulose/ZnO Composite Film and Its Photocatalytic Activity

WANG He^{1,2}, YANG Yi-tao¹, ZENG Zhi-xiang², WANG Gang², WU Xue-dong², XUE Qun-ji²

(1. School of Materials Science and Engineering, Shanghai University, Shanghai 200072; 2a. Key Laboratory of Marine Materials and Related Technologies, 2b. Zhejiang Key Laboratory of Marine Materials and Protective Technologies, Ningbo Institute of Materials Technology and Engineering, Chinese Academy of Sciences, Ningbo 315201, Zhejiang)

Abstract: In order to overcome the aggregation and overlap of nanopowder photocatalysts, the cellulose/ZnO composite films with porous spherical ZnO crystals immobilized in cellulose matrix were prepared by an in-situ hydrothermal method. The morphologies, composition and crystal structure of the prepared composite films were characterized by scanning electron microscopy (SEM), energy dispersive spectrum analysis (EDS) and X-ray diffraction (XRD). The thermostability of the composite films and content of ZnO particles were calculated by thermogravimetric analysis (TG). The photocatalytic activities were evaluated by degrading methylene blue and determined by UV-vis spectrophotometer. The results show that the composite films are successfully prepared by this method with ZnO particles distributing uniformly on their surface when heated for 12 h. These ZnO particles are porous spherical and presented typically hexagonal wurtzite structure. Under UV light irradiation, the prepared cellulose/ZnO composite films exhibit excellent photocatalytic activity; the photocatalytic efficiency within 3 h can reach 90% with the amount of ZnO less than 6 mg.

Keywords: one-step hydrothermal method; cellulose; photocatalysis; supported photocatalysts

收稿日期: 2015-03-29; **修回日期:** 2015-06-23; **基金项目:** * 国家自然科学基金(51335010); 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2014CB643302); 国家自然科学基金(51475450); 浙江省创新团队(2011R50006); 宁波市先进涂层与薄膜材料创新团队(2011B81001)

通讯作者: 曾志翔(1982-), 男(汉), 研究员, 博士; **研究方向:** 电化学、防腐抗磨涂层; **Tel:** (0574) 8668 5809; **E-mail:** zengzhx@nimte.ac.cn

网络出版日期: 2015-09-09 15:31; **网络出版地址:** <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3905.TG.20150909.1531.026.html>

引文格式: 王赫, 杨弋涛, 曾志翔, 等. 纤维素/ZnO 复合膜的制备及其光催化性能 [J]. 中国表面工程, 2015, 28(5): 30-36. Wang H, Yang Y T, Zeng Z X, et al. Facile synthesis of cellulose/ZnO composite film and its photocatalytic activity [J]. China Surface Engineering, 2015, 28(5): 30-36.

0 引言

光催化氧化法直接利用太阳光驱动氧化-还原反应,具有反应条件温和、无二次污染和有机物降解彻底等优点,是一种理想的环境净化技术^[1-3]。氧化锌(ZnO)是一种新型宽禁带Ⅱ-VI族半导体材料,禁带宽度为3.37 eV,激子结合能高达60 MeV,且物理化学性质稳定,对环境无毒无污染,原料易得、成本低廉,在光催化剂领域具有非常广阔的应用前景^[4]。

纳米材料与块体材料相比,具有小尺寸效应、表面效应、量子尺寸效应等性质,使材料展现出比表面积增大等许多特殊性质,在化学、电学尤其光催化剂领域倍受青睐,所以目前使用的氧化锌光催化剂一般为纳米氧化锌粉体。然而,纳米粉体在实际处理液相污染物的过程中,存在易团聚、难回收而引起二次污染等缺点,此外纳米粒子堆积遮挡也会影响光催化效率^[5]。在实际应用中,通常将纳米氧化锌负载于载体上,制备负载型光催化剂。

常用的载体包括陶瓷、玻璃和硅片等,一般采用烧结法、溶胶-凝胶法或者交联法等将催化剂固定于载体上。G. Torres Delgado等人采用溶胶-凝胶法在玻璃基底上制备了ZnO薄膜,并且通过降解亚甲基蓝溶液证明了其具有良好的光催化活性,但制备过程中需要进行长时间的热处理和凝胶化,工艺复杂^[6]。Yang等人利用化学气相沉积法在硅片表面制备了针状的ZnO薄膜,并评估了其光催化活性^[7]。但是,这些载体通常存在负载困难、非再生、难降解、价格昂贵等缺点,且在固定过程中需要ZnO添加量大,负载的ZnO无固定形貌等。另外,制备过程冗杂,对设备要求苛刻,制作成本昂贵。因此,选择绿色可再生的载体及简单有效的负载方式对光催化的应用具有重要意义。

纤维素是地球上最丰富的天然聚合物之一,易降解,属于环境友好型材料。而且纤维素具有多羟基结构,亲水性好,吸附性强;分子间存在极强的氢键作用,化学物理性能稳定^[8]。由纤维素制备的过滤膜、微球等材料被广泛应用于水环境中重金属离子和有机物的吸附^[9]。因此,纤维素膜作为光催化剂载体具有广阔的发展前景。

水热法以水为反应介质,所得产物纯度高、晶型好,且可通过控制如反应物浓度、生长温度等反应参数来调控晶体形貌;同时工艺简单,因此被广泛应用于纳米氧化锌等各种纳米材料的制备中^[10]。目前,利用水热法,合成了多种形貌的ZnO微纳米结构,如纳米线阵列、纳米棒和微米管等^[11-12]。

因此,文中通过“一步”水热法在纤维素表面原位生长多孔球形的微纳米ZnO颗粒,制备纤维素/ZnO复合膜,并对复合膜的形貌、成分、结构和光催化性能等进行研究。

1 试验

1.1 纤维素/ZnO复合膜的制备

采用“一步”水热法生长ZnO晶体。具体步骤为:①配制纤维素溶解液:按氢氧化钠:尿素:水($w/\%$)=7:12:81配置纤维素溶解液并放入冰箱预冷至 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$;②溶解纤维素粉末并成膜:预冷后的溶解液中加入质量分数为8%的纤维素粉末,冰浴中搅拌至得到均匀透明的纤维素溶液,离心后在玻璃片上涂膜,制备的纤维素膜尺寸为 $20\text{ mm}\times 75\text{ mm}$,膜厚约为2 mm;③负载ZnO:将涂膜后的玻璃片浸入10 mmol/L的氯化锌溶液中,纤维素凝固成膜,ZnO成核,静置10 min后在 $80\text{ }^{\circ}\text{C}$ 下分别加热6 h和12 h。反应结束后,将复合膜取出并用去离子水洗涤3~5次,在室温下风干(如图1所示)。

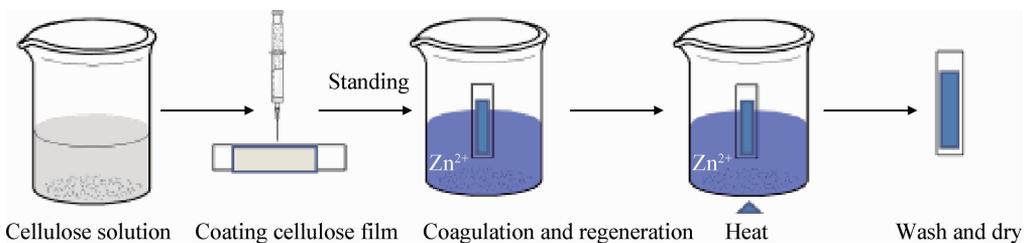


图1 纤维素/ZnO复合膜的制备流程示意图

Fig. 1 Schematic diagrams of the preparation process of the cellulose/ZnO composite film

同时作为对比,制备了纤维素空白膜,其制备过程主要包括配置纤维素溶解液、溶解纤维素、凝固浴成膜和水洗风干。其中配置纤维素溶解液和溶解纤维素与复合膜制备过程相同,涂膜后直接在乙醇中凝固成膜,水洗风干。

1.2 光催化降解试验

采用光化学反应仪进行亚甲基蓝(Methylene blue, MB)光催化降解试验。取 30 mL 浓度为 2×10^{-5} mol/L 的亚甲基蓝溶液,加入 0.06 g 纤维素/ZnO 复合膜,使其悬吊于溶液中并与汞灯平行。黑暗环境下搅拌 30 min,进行脱吸附平衡,在紫外-可见分光光度计上测其吸光度。然后开启紫外光源(Hg, 300 W),每隔 30 min 取亚甲基蓝溶液 1 mL,再测其吸光度。

作为对比,在相同条件下测试了纯亚甲基蓝溶液的自降解效率及纤维素空白膜的催化性能。不同膜的催化性能用亚甲基蓝溶液的降解率 η 来表示:

$$\eta = \frac{C_0 - C_t}{C_0} \times 100\%$$

其中, C_0 为亚甲基蓝溶液的初始吸光度值, C_t 为光照 t 时间后亚甲基蓝溶液的吸光度值。

1.3 分析与表征

采用扫描电子显微镜(FEI Quanta 250 FEG, US)对纤维素/ZnO 复合膜进行形貌观察,加速电压为 20 kV。利用 X 射线衍射仪(XRD)测定复合膜的物相结构, Cu 靶, $K\alpha$ 线($\lambda = 0.154$ nm), 靶电压为 40 kV, 电流为 200 mA, 扫描速度为 $2^\circ/\text{min}$, 扫描范围 $10^\circ \sim 80^\circ$ 。

采用热重法(Thermogravimetric, TG)计算负载量, 试验条件为: N_2 保护, 流速为 200 mL/min, 升温速率为 $10^\circ\text{C}/\text{min}$, 升温过程为 $30 \sim 1\,000^\circ\text{C}$ 。紫外-可见分光光度计(Lambda 950, US)测定亚甲基蓝溶液的吸光度。

2 结果与讨论

2.1 纤维素再生前后的结构

纤维素具有多羟基结构,亲水性好,吸附性强,为了研究纤维素再生成膜前后结构的变化,对纤维素粉末及纤维素膜进行红外光谱分析,见图 2。

从图 2 可以看出:纤维素粉末溶解再生前后红外谱图中各峰位置相近,表明溶解过程中纤维

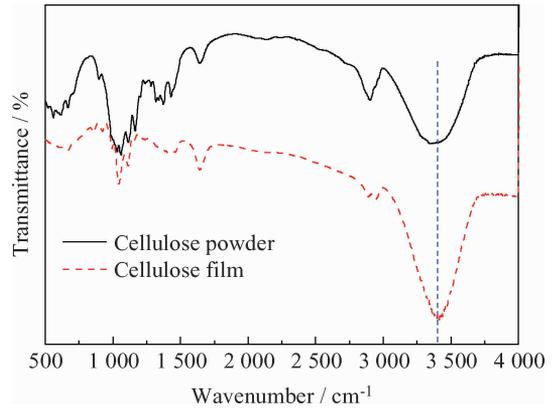


图 2 纤维素再生前后的红外光谱图

Fig. 2 FTIR spectra of the cellulose before and after regeneration

素粉末未发生衍生化反应^[13]。在 $3\,400\text{ cm}^{-1}$ 处的吸收峰为一 OH 伸缩振动吸收峰,说明制备的纤维素膜中含有大量羟基。多羟基结构赋予纤维素膜亲水性及强吸附性^[14],在污水处理过程中,可以吸附污水中的有机物分子。由此可见,纤维素膜是一种优异的光催化剂载体材料。

2.2 纤维素/ZnO 复合膜的形貌及结构表征

图 3 为纤维素空白膜和纤维素/ZnO 复合膜的 SEM 形貌。由图 3(a)可知:纤维素空白膜表面具有多孔结构,孔的尺寸约为 $100 \sim 500$ nm。图 3(b)为纤维素氯化锌溶液中成膜并静置 10 min 后的 SEM 形貌。图 3(c)为静置 10 min 并在 80°C 下加热 6 h 后的 SEM 形貌。图 3(b)(c)表明:纤维素膜表面随机分布着一些团聚物,未生成具有特殊形貌的 ZnO 颗粒。这主要由于反应时间不足, ZnO 颗粒未生长完全所致。

相比之下,加热 12 h 得到的纤维素/ZnO 复合膜,在低放大倍率下(图 3(d))观察发现,其表面均匀、密集地分布着许多 $\Phi 0.5 \sim 5\ \mu\text{m}$ 的多球形颗粒。在高放大倍率下(图 3(e)(f))观察发现,每个球状颗粒由纳米薄片组成,形成三维立体结构,相对比表面积增大,颗粒之间未重叠遮挡。

图 4 为加热 12 h 制备的纤维素/ZnO 复合膜对应位置(图 3(f)虚线框位置)的能谱图。由图 4 可知:这些颗粒主要由 Zn、O 元素组成,可以初步判断为 ZnO 颗粒。为进一步证明所制备颗粒的成分及晶型,利用 XRD 测定复合膜的物相结构,结果见图 5。

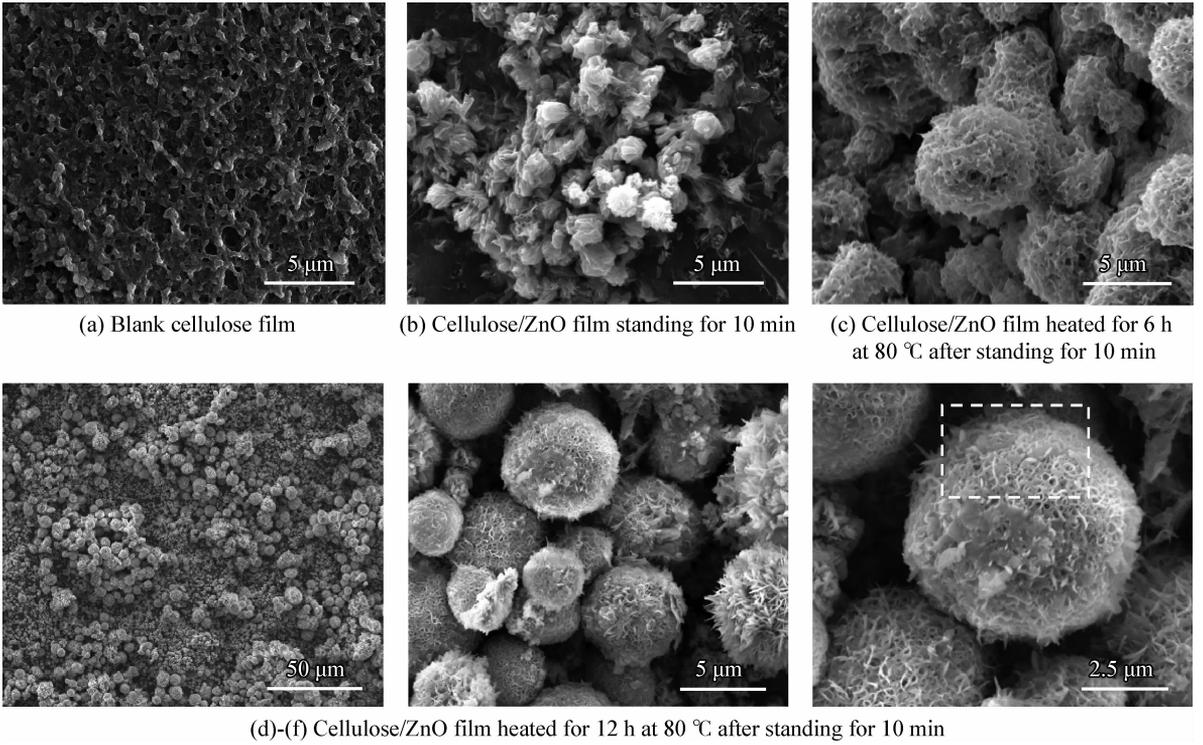


图 3 纤维素空白膜和纤维素/ZnO 复合膜的形貌

Fig. 3 Morphologies of the blank cellulose film and cellulose/ZnO composite film

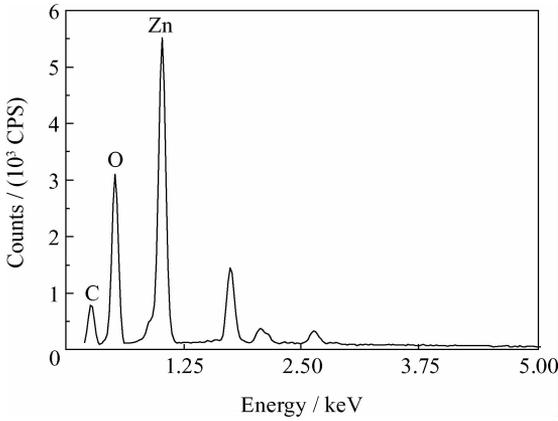


图 4 加热 12 h 制备的纤维素/ZnO 复合膜的能谱

Fig. 4 EDS spectra of the cellulose/ZnO composite film heated for 12 h

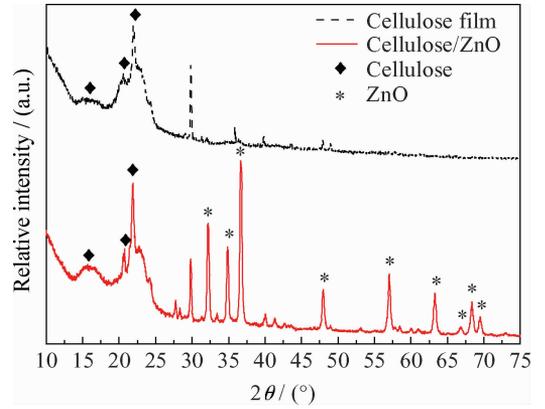


图 5 纤维素空白膜和纤维素/ZnO 复合膜的 XRD 图谱

Fig. 5 XRD patterns of the blank cellulose film and cellulose/ZnO composite film

通过对比纤维素空白膜与复合膜的 XRD 图谱可知:复合膜中出现在 $2\theta=32.3^\circ, 35.1^\circ, 36.2^\circ, 47.5^\circ, 56.3^\circ, 63.5^\circ, 66.2^\circ, 67.7^\circ$ 和 69.0° 的衍射峰与标准六方晶系纤锌矿 ZnO(JCPDS, No. 36-1451)吻合^[15],说明制备的 ZnO 颗粒为标准六方纤锌矿结构。剩下的衍射峰与空白膜的衍射峰一一对应,无其他杂峰,故足以证明反应所得复合膜中颗粒为均一、纯净的 ZnO 晶体,且结晶性

良好。以上结果表明:采用“一步”水热法加热 12 h 成功制备了纤维素/ZnO 复合膜。

2.3 纤维素/ZnO 复合膜的热稳定性及负载量

通过热重分析仪评估纤维素/ZnO 复合膜的热稳定性及 ZnO 负载量,结果见图 6 微商热重曲线 (Derivative thermogravimetric analysis, DTG)和图 7 热重曲线(Thermogravimetric analysis, TG)。

由图6可知:纤维素空白膜与纤维素/ZnO复合膜最大失重速率所对应的温度分别为350℃和315℃(图6虚线位置处)。由图7可知:纤维素空白膜与纤维素/ZnO复合膜的主要裂解阶段起始温度分别为302℃和280℃(图7虚线位置处),表明纤维素/ZnO复合膜的热稳定性较空白膜有所降低,这是因为在纤维素基体中的ZnO颗粒具有催化性能,会引起基体碳骨架交联结构更快的分解^[16]。

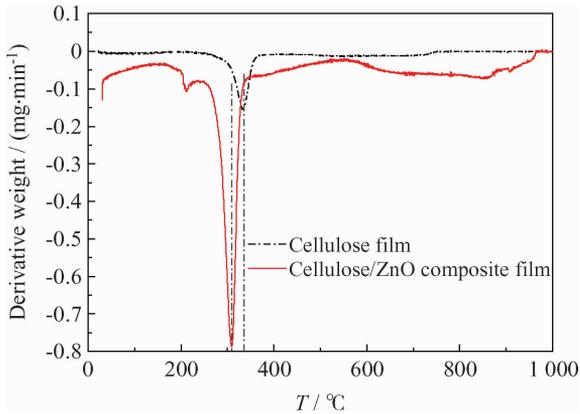


图6 纤维素空白膜和纤维素/ZnO复合膜的微商热重曲线

Fig. 6 DTG curves of the blank cellulose film and cellulose/ZnO composite film

通常用热重仪(TG)来测试有机/无机复合材料中无机成分的含量。当加热到一定温度时,有机物会完全降解燃烧,剩余部分为无机成分,根据材料的失重率即可计算复合材料中无机成分的含量^[17]。由图7可知:纤维素空白膜在800℃左右完全降解,残留量为0,这是因为试验条件虽然为N₂保护下,但仪器中仍存在残留氧,故纤维素无石墨化作用,会完全降解至残留量为0;复合膜加热到1000℃仍未降解完全,且重量变化趋于稳定(如图7虚线框位置所示),说明剩余成分为复合膜中的无机ZnO颗粒。通过失重率可看出,剩余重量约为10%,即复合膜中ZnO的负载量($w/\%$)约为10%。

2.4 纤维素/ZnO复合膜的光催化性能

通过紫外光下复合膜对亚甲基蓝溶液的降解,评价其光催化性能。亚甲基蓝溶液是常见的染料污染物之一,它的特征吸收峰(最大吸光度)对应的波长为665nm。亚甲基蓝溶液在665nm处吸光度的变化代表其浓度的变化^[5]。

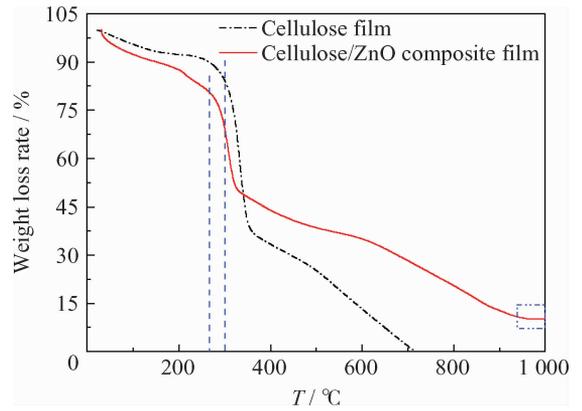


图7 纤维素空白膜和纤维素/ZnO复合膜的热重曲线
Fig. 7 TG curves of the blank cellulose film and cellulose/ZnO composite film

图8为不同光照时间下亚甲基蓝溶液的紫外-可见光吸收光谱图。由图可知:在降解过程中,随光照时间增加,亚甲基蓝溶液的特征吸收峰位置(665nm)未发生变化,但强度逐渐降低,说明亚甲基蓝逐渐被降解。光照3h后,665nm处的吸收峰基本消失。降解的机理为:负载的光催化剂ZnO受到紫外光照射后,产生光生电子(e⁻)和空穴(h⁺)对,空穴与吸附在ZnO表面的OH⁻反应生成氧化性很高的羟基自由基(·OH),·OH能有效地氧化亚甲基蓝溶液,从而使其褪色^[18]。

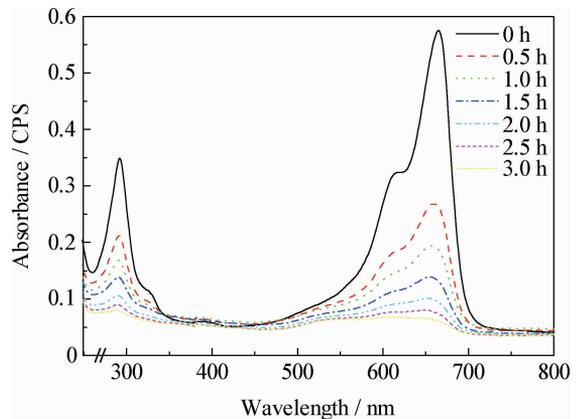


图8 不同光照时间下亚甲基蓝溶液的紫外-可见光吸收光谱

Fig. 8 UV-visible absorption spectrums of the methylene blue at different irradiation times

亚甲基蓝溶液的降解率与反应时间的关系如图9所示。由图可知:在照射相同时间下,纯亚甲基蓝溶液(Pure MB)的降解率为28%,这是

由于在高压汞灯下亚甲基蓝溶液不稳定,存在一定程度的自降解所致^[19]。当加入纤维素空白膜时,亚甲基蓝的降解率为62%,纤维素空白膜不具有催化作用,证明其有一定的吸附性,导致亚甲基蓝溶液浓度降低。而加入加热6 h制备的纤维素/ZnO复合膜,亚甲基蓝的降解率不足60%,主要是由于加热时间不足,未形成规则形貌的ZnO颗粒,颗粒团聚分布于纤维素表面,导致紫外光利用率低、催化性能差。

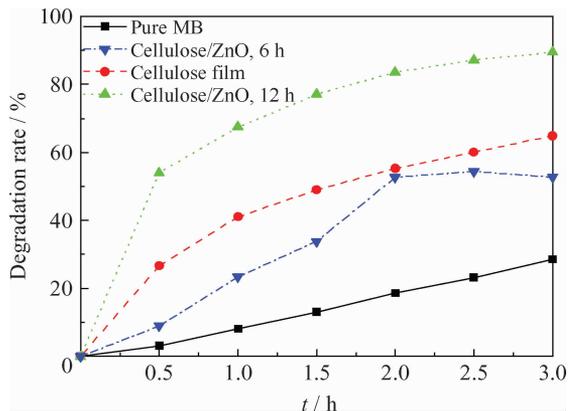


图9 不同条件下亚甲基蓝溶液的降解率与降解时间的关系

Fig. 9 Relationships between the degradation efficiency of methylene blue and degradation times under different conditions

相比之下,加入加热12 h所制备的纤维素/ZnO膜,亚甲基蓝的降解率为90%,具有很好的光催化降解效果。光催化试验中复合膜质量为60 mg,根据TG测试结果,复合膜中ZnO负载量约为10%,故实际氧化锌量约为6 mg。表明通过纤维素负载ZnO,可以在ZnO用量较小的情况下获得较高的光催化效率。这主要是由于催化剂固定在纤维素表面,不是分散的粉末,不容易团聚堆积,互相之间不会遮挡,有利于负载的光催化剂充分参与催化反应,提高催化效率。因此选择纤维素作为载体制备复合膜具有重要意义。

3 结论

(1) 采用“一步”水热法成功制备了纤维素/ZnO复合膜,实现了纤维素膜对ZnO颗粒的负载。当水热时间为12 h时,制备的ZnO呈稳定多孔球形,且纯度高、结晶性好。

(2) 在紫外光照射下,制备的纤维素/ZnO复合膜表现出优越的光催化性能;当复合膜中ZnO

负载量为6 mg时,3 h内对亚甲基蓝的催化降解效率达到90%。

参考文献

- [1] Zhou P, Yu J G, Jaroniec M. All-solid-state Z-scheme photocatalytic systems [J]. *Advanced Materials*, 2014, 26(29): 4920-35.
- [2] Marin M L, Santos-Juanes L, Arques A, et al. Organic photocatalysts for the oxidation of pollutants and model compounds [J]. *Chemical Reviews*, 2011, 112(3): 1710-50.
- [3] Ahmed S, Rasul M, Martens W N, et al. Advances in heterogeneous photocatalytic degradation of phenols and dyes in wastewater: a review [J]. *Water, Air, & Soil Pollution*, 2011, 215(1/2/3/4): 3-29.
- [4] Chan S H, Wu Y T, Juan J C, et al. Recent developments of metal oxide semiconductors as photocatalysts in advanced oxidation processes (AOPs) for treatment of dye wastewater [J]. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 2011, 86(9): 1130-58.
- [5] Wang M, Zhang Y, Zhou Y, et al. Rapid room-temperature synthesis of nanosheet-assembled ZnO mesocrystals with excellent photocatalytic activity [J]. *CrystEngComm*, 2013, 15(4): 754-763.
- [6] Delgado G T, Romero C Z, Hernández S M, et al. Optical and structural properties of the sol-gel-prepared ZnO thin films and their effect on the photocatalytic activity [J]. *Solar Energy Materials and Solar Cells*, 2009, 93(1): 55-59.
- [7] Yang J L, An S J, Park W I, et al. Photocatalysis using ZnO thin films and nanoneedles grown by metal-organic chemical vapor deposition [J]. *Advanced Materials*, 2004, 16(18): 1661-4.
- [8] Moon R J, Martini A, Nairn J, et al. Cellulose nanomaterials review: structure, properties and nanocomposites [J]. *Chemical Society Reviews*, 2011, 40(7): 3941-94.
- [9] Siró I, Plackett D. Microfibrillated cellulose and new nanocomposite materials: a review [J]. *Cellulose*, 2010, 17(3): 459-494.
- [10] 王虎, 谢娟, 段明. 特殊形貌的ZnO晶体, 水热法生长及光催化性能 [J]. *无机化学学报*, 2011, 27(2): 321-326. Wang H, Xie J, Duan M. ZnO crystals of special morphologies: preparation by hydrothermal method and photocatalytic properties [J]. *Chinese Journal of Inorganic Chemistry*, 2011, 27(2): 321-326 (in Chinese).
- [11] Zhang J, Sun L, Yin J, et al. Control of ZnO morphology via a simple solution route [J]. *Chemistry of Materials*, 2002, 14(10): 4172-7.
- [12] 王洪洪, 陈永生, 周建朋, 等. 氧化锌微米棱棒的水热法制备和稀土掺杂 [J]. *人工晶体学报*, 2012, 41(5): 1250-3. Wang H H, Chen Y S, Zhou J P, et al. Hydrothermal synthesis of ZnO and rare-earth doped ZnO micro-prisms [J]. *Journal of Synthetic Crystals*, 2012, 41(5): 1250-3

(in Chinese).

- [13] Li R, Wang S, Lu A, et al. Dissolution of cellulose from different sources in an NaOH/urea aqueous system at low temperature [J]. *Cellulose*, 2015, 22(1): 339-349.
- [14] Qi H S, Chang C Y, Zhang L N. Properties and applications of biodegradable transparent and photoluminescent cellulose films prepared via a green process [J]. *Green Chemistry*, 2009, 11(2): 177-185.
- [15] Xu L, Hu Y L, Pelligra C, et al. ZnO with different morphologies synthesized by solvothermal methods for enhanced photocatalytic activity [J]. *Chemistry of Materials*, 2009, 21(13): 2875-85.
- [16] Bagheri M, Rabieh S. Preparation and characterization of cellulose-ZnO nanocomposite based on ionic liquid ([C4 mim]Cl) [J]. *Cellulose*, 2013, 20(2): 699-705.
- [17] Chauhan I, Mohanty P. Immobilization of titania nanoparticles on the surface of cellulose fibres by a facile single step hydrothermal method and study of their photocatalytic and antibacterial activities [J]. *RSC Advances*. 2014, 4(101): 57885-90.
- [18] Jing L, Zhou W, Tian G, et al. Surface tuning for oxide-based nanomaterials as efficient photocatalysts [J]. *Chemical Society Reviews*, 2013, 42(24): 9509-49.
- [19] 黄艳芹. 超声协同纳米 ZnO 光催化降解亚甲基蓝研究 [J]. *河南师范大学学报(自然科学版)*, 2012, 40(5): 106-109.
- Huang Y Q. Ultrasonic synergy preparation of nanometer ZnO and its photocatalytic degradation of methylene blue [J]. *Journal of Henan Normal University (Natural Science Edition)*, 2012, 40(5): 106-109 (in Chinese).

(责任编辑:黄艳斐)

• 学术动态 •

2015 电子束离子束专业委员会学术研讨会在北京圆满召开

2015 电子束离子束专业委员会学术研讨会于 2015 年 8 月 28—30 日在北京召开。会议由中国电工技术学会电子束离子束专业委员会主办,北京航空航天大学物理科学与核能工程学院承办。电子束离子束专业委员会主任委员、《中国表面工程》副主编谭俊教授参加了此次会议。

会议代表就离子束电子束的学科建设、技术前沿、产业发展和科技合作等 5 方面进行了深入的探讨。北京大学赵渭江教授作了题为“离子束加工技术发展及基础研究”的主题报告,概述了离子束加工技术的发展历程,指出了该技术的局限性,并对离子束加工技术的发展方向给出了清晰的判断。谭俊教授就“离子束表面工程及其在装备上的应用”进行了报告,报告将离子束表面工程与装备应用紧密结合,展望了该技术在装备应用上的发展趋势。武汉大学付德君教授和清华大学邵天敏教授分别就“低能团簇离子束技术研究”以及“粒子束表面改性技术”进行了探讨。

作为会议支持媒体,《中国表面工程》在 2010~2015 年间发表的近百篇“离子束表面工程”相关论文中,选取了 18 篇代表性论文收录于“离子束表面工程”专题,旨在促进我国电子束离子束表面工程的发展与创新,服务于电子束离子束技术研究单位的科研交流与合作,为广大从事电子束离子束表面工程研究工作的专家、学者提供借鉴和参考。该专题得到了参会代表的充分肯定和一致好评。

(本刊编辑部 供稿)