

可见光活性 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂的光还原制备及其光催化性能研究

秦海玉 刘建军* 左胜利 于迎春

(北京化工大学 理学院, 北京 100029)

摘 要:以硝酸银与三聚氰胺为原料,采用简单的热解和光还原法制备出纳米银负载的复合可见光催化剂 Ag/g-C₃N₄,并通过 XRD、TEM、EDX、FT-IR、UV-vis、PL、XPS 对样品进行表征,结果表明在所制备的 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂中纳米 Ag 粒径为 5~15 nm,在 g-C₃N₄ 载体上均匀分散。对不同质量分数的 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂的光催化评价结果表明:当 Ag/g-C₃N₄ 的质量分数为 25% 时,样品 25-PACN 有较强的光吸收以及较低电子空穴复合率而表现出最高的光催化活性,对罗丹明 B 的降解率达 75%;5 次循环实验后,25-PACN 的活性仍在 60% 左右,稳定性较好。

关键词: g-C₃N₄; 纳米 Ag; 可见光响应; 光催化; 罗丹明 B

中图分类号: O613.61 **DOI:** 10.13543/j.bhxbzr.2017.04.008

引 言

光催化技术能够利用太阳光分解水制氢和降解环境污染物,是解决人类社会可持续发展所面临的能源危机和环境污染等问题最有前途的技术之一,而开发更高效、经济且环保的可见光响应光催化剂仍是目前影响光催化技术实用化的一个重大挑战^[1]。如何进一步拓宽催化剂的光响应范围,提高光生载流子的分离效率是光催化研究的前沿领域^[2]。Wang 等^[3]报道了石墨型氮化碳(g-C₃N₄)——一种具有 2.7 eV 窄带隙的可见光活性的新型有机非金属聚合物半导体光催化剂——表现出在可见光下光解水生成氢和氧的良好活性。为进一步提高 g-C₃N₄ 的可见光催化活性,人们研究将其与其他半导体复合^[4-7],或进行非金属掺杂^[8-10]以及与纳米金属颗粒复合^[11-13]。通常用 Ag、Au 和 Pt 等贵金属纳米颗粒负载改性半导体,可以大大拓宽复合光催化剂的可见光响应,并显著改善光生载流子的分离效率,进而有效提高其光催化活性^[14]。Ge 等^[15]采用两步煅烧法合成 g-C₃N₄,之后通过红外光照还原法得到

Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂,结果表明:与纯 g-C₃N₄ 相比,Ag/g-C₃N₄ 光催化剂表现出较优异的光催化制氢性能,析氢速率为 10.105 μmol/h,是纯 g-C₃N₄ 的 11.7 倍;但因其利用的是红外光照,光照条件受到很大限制。Yang 等^[16]通过程序升温法得到 g-C₃N₄,之后采用光沉积法制备了不同比例的 Ag/g-C₃N₄,其中 Ag 的粒径为 10~100 nm,分布不太均匀,Ag 颗粒可能聚集成 Ag 簇。与纯 g-C₃N₄ 相比,Ag/g-C₃N₄ 对甲基橙和硝基苯酚降解的光催化活性有明显提高。Fontelles-Carceller 等^[17]通过微乳液法将金属 Ag 沉积在 g-C₃N₄ 光催化剂上,通过在可见光的照射下降解甲苯来评价 Ag/g-C₃N₄ 的活性,结果显示,含有质量分数 1%~10% Ag/g-C₃N₄ 的可见光降解效果优于纯的 g-C₃N₄,但此方法相对较为复杂。

本文以三聚氰胺原料,在马弗炉中经过一步煅烧得到 g-C₃N₄,进一步采用可见光还原法制备出不同比例的 Ag/g-C₃N₄,得到的 Ag 纳米颗粒的尺寸范围较小,并且在载体上分散均匀;研究了其最佳配比,最后通过光催化降解罗丹明 B(RhB)染料来评价复合光催化剂的光催化活性及稳定性。

1 实验部分

1.1 实验原料

三聚氰胺(C₃N₆H₆),天津市光复精细化工研究所;硝酸银(AgNO₃),过硫酸铵((NH₄)₂S₂O₈),北京

收稿日期: 2017-01-11

基金项目: 国家自然科学基金(11172043)

第一作者: 女,1989年生,硕士生

* 通讯联系人

E-mail: jiliu717@126.com

化工厂;罗丹明 B(C₂₈H₃₁ClN₂O₃),北京化学试剂公司。本文实验中所用试剂均为分析纯,实验用水为去离子水。

1.2 光还原法制备 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂

1.2.1 g-C₃N₄ 载体

称量 10 g 三聚氰胺,放入坩埚中。在马弗炉中以 10 °C/min 的速率升温至 550 °C,保持 4 h,自然冷却至室温,研磨称重。得到 5 g 的 g-C₃N₄,装入自封袋中备用。

1.2.2 Ag/g-C₃N₄ 的制备

将 9.0 mL 水加入到 0.3 g 的 g-C₃N₄ 中,超声 30 min,之后加入 21 mL 0.045 mol/L 的 AgNO₃ 溶液,搅拌 30 min,氙灯光照 2 h。抽滤,洗涤,干燥,得到样品中 Ag 占 g-C₃N₄ 的质量分数为 30%,记做 30-PACN。之后按同样方法制备一系列不同比例的 Ag/g-C₃N₄ 复合催化剂,向 0.3 g g-C₃N₄ 中分别加入相同浓度的 AgNO₃ 3.5 mL、7 mL、10.5 mL、14 mL、17.5 mL,对应的 Ag 占 g-C₃N₄ 的质量分数为 5%、10%、15%、20%、25%,分别记做 5-PACN, 10-PACN, 15-PACN, 20-PACN, 25-PACN。

1.3 光催化剂的表征

采用德国 Bruker 公司的 D8 Advance 型 X 射线衍射仪(XRD)分析样品的物相组成。测试条件为:以铜靶为辐射源($\lambda = 0.154056$ nm),工作电压 40 kV,工作电流 200 mA,扫描速度 10(°)/min,扫描角度 $2\theta = 10^\circ \sim 90^\circ$ 。将待测粉末样品置于样品槽,用玻璃片反复压实。

采用美国 FEI 公司的 TecnaiG²20S-TWIN 透射电子显微镜观察样品形貌,加速电压 200 kV。测试前取少量粉末样品滴加一定量的无水乙醇,之后超声分散,在铜网上滴两滴分散液,待干燥后进行观察。

采用日本日立公司的 S-4700 扫描电子显微镜配备的 EDX 能谱仪来检测元素种类及含量,加速电压 20 kV。

采用美国赛默飞世尔公司的 Escalab 250Xi 型 X 光电子能谱(XPS)检测样品元素的组成及价态。以 MgK α 靶为 X 光源,真空度为 2×10^{-9} Pa。将待测样品粉末均匀地分散于导电胶带上,用两个铝片夹住,放在压片机中压片,待测。

采用日本岛津公司的 UV-3600 紫外可见分光光度计测定样品的紫外可见吸收光谱。以 BaSO₄ 作为参比,检测波长范围 220 ~ 800 nm。测试时,以

BaSO₄ 作为背底,将粉末样品均匀分散在 BaSO₄ 上,将其压平后放入固体样品槽中测试。

采用日本日立公司的 F-7000 型荧光光谱仪测定样品的荧光光谱。光电倍增管副高压设为 800 V,扫描速度 240 nm/min,狭缝宽度 5.0 nm,激发波长 300 nm。将待测固体粉末样品放置到石英样品槽内,再放入固体专用样品架中待测。

使用美国 Thermo Nicolet 公司的 Nexus 470 型傅利叶红外光谱仪测定样品的红外光谱,扫描范围 4000 ~ 400 cm⁻¹。将待测的粉末样品与固体 KBr 以最佳比例混合均匀、研磨,再压成均匀薄片测试。

1.4 光催化活性评价

称量 0.1 g 样品加入至 100 mL 的 1×10^{-5} g/mL RhB 中,超声 10 min,分散均匀,放入暗箱中搅拌进行暗反应 30 min,使其达到吸-脱附平衡,然后光照,每隔 10 min 取一次样。30 min 的暗反应之后加入 3.33 mL 0.013 mol/L 的电子捕获剂(NH₄)₂S₂O₈,之后进行光照,光源采用 500 W 的氙灯,加入滤光镜滤掉 $\lambda < 400$ nm 的紫外光,光源光强为 12 mW/cm²。反应中保持光源与烧杯中液面间距为 15 cm,每隔 15 min 取样,在 4000 r/min 的条件下离心 20 min,取上层清液采用 752 型紫外可见分光光度计(上海元析仪器有限公司)测定 RhB 在 $\lambda_{\max} = 554$ nm 处的吸光度值,由浓度-吸光度工作曲线绘制出 RhB 浓度随时间的变化曲线及浓度变化速率曲线进行催化剂光催化性能的评价。

2 结果与讨论

2.1 Ag/g-C₃N₄ 的物相组成

图 1 为不同比例 Ag/g-C₃N₄ 样品的 XRD 图谱。从图中可以看出,g-C₃N₄ 分别在 13.7° 和 27° 具有两个特征峰,分别对应(100)和(002)晶面,其中 27° 处的衍射峰最强,但不同 Ag 负载量的系列 PACN 样品中均没有发现单质 Ag 的衍射峰,分析是由于光还原得到的纳米 Ag 粒径较小,且在 g-C₃N₄ 载体上处于高分散态,导致其衍射能力变弱,从而没有出现明显的 Ag 的特征衍射峰。

2.2 Ag/g-C₃N₄ 的形貌和元素组成

2.2.1 TEM 表征结果

从图 2 中可以看到,不同比例 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂中,单质 Ag 为球形颗粒,粒径约为 5 ~ 15 nm 且在 g-C₃N₄ 中分散良好,与图 1 中的 XRD 推测结果一致。其中图 2(a) 中 Ag 纳米粒径约为 7 ~

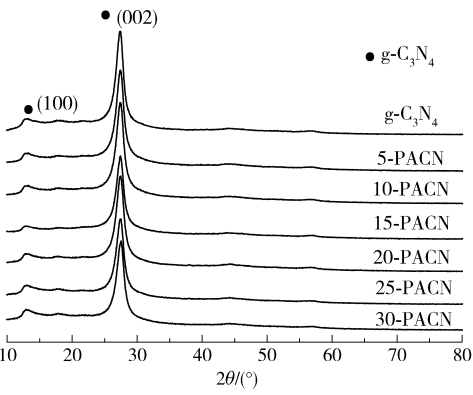


图1 不同比例的 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂的 XRD 谱
Fig.1 XRD patterns of Ag/g-C₃N₄ composite photocatalysts

8 nm,整体分散性良好;图(b)、(c)中 Ag 纳米粒径约为 9 ~ 12 nm,主要分散在 g-C₃N₄载体卷曲的边缘部分,说明 g-C₃N₄载体的边缘结构对 Ag 有更好的固定作用;图(d)、(e)、(f)中 Ag 纳米粒径约为13 ~ 15 nm,整体分散均匀。

2.2.2 EDX-mapping 表征结果

为了进一步确定 Ag/g-C₃N₄中 Ag 的负载量,采用 EDX 测定不同样品的各元素含量,结果列于表 1 中,可以发现 Ag/g-C₃N₄的主要组成元素为 C、N、Ag。测量表明 5-PACN、10-PACN、15-PACN、20-PACN、25-PACN、30-PACN 中 Ag 的实际负载量分别为 1.30%、1.38%、1.58、1.76%、2.08% 和 2.25% ,

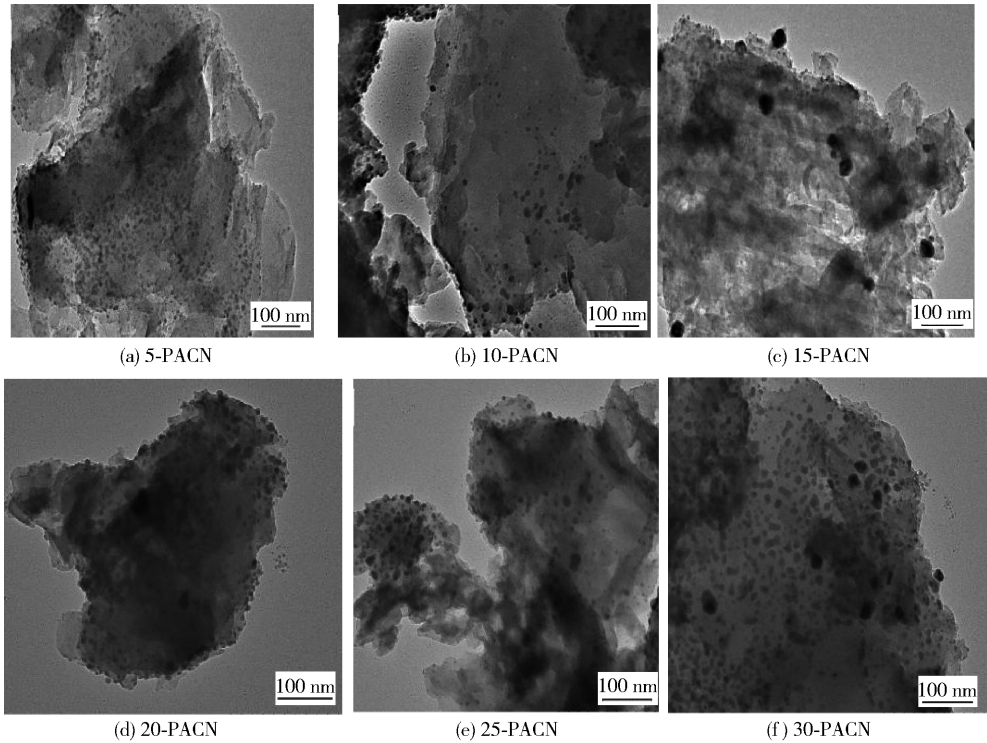


图2 Ag/g-C₃N₄复合光催化剂的 TEM 照片

Fig.2 TEM images of Ag/g-C₃N₄ composite photocatalysts

表1 Ag/g-C₃N₄复合光催化剂的元素含量 EDX 测试结果
Table 1 EDX test results for Ag/g-C₃N₄ composite photocatalysts

样品	w/%			C、N 质量比
	C	N	Ag	
5-PACN	35.30	63.40	1.30	0.56
10-PACN	35.78	62.84	1.38	0.57
15-PACN	34.02	62.84	1.58	0.54
20-PACN	34.04	64.20	1.76	0.53
25-PACN	34.18	63.74	2.08	0.54
30-PACN	34.28	63.47	2.25	0.54

可以看出,实际负载量随理论负载量的增加而增大,但负载率较低,最后实际负载量趋于相同,表明通过光还原实际负载 Ag 单质的量较少,由于光的透射深度较浅,只能还原位于载体表面的 Ag⁺,因此被光还原出纳米银的数量较少,但这一特点也有利于表面高分散负载 Ag 的形成,提高纳米银的单位利用率。

2.2.3 XPS 表征结果

为了进一步验证样品中元素的结构状态,采用 XPS 对 25-PACN 样品进行了分析,结果如图 3 所

示。从图中 3(a) 中可见, 样品主要由 C、N、Ag 元素组成, 还有少量的 O 元素, 可能是三聚氰胺在煅烧过程中形成的 C—N—O 中的羟基或其他基团。在 XPS 的高分辨谱图中, 样品的结合能数据用 C1s 标准结合(284.8 eV)进行了校准。从图 3(b) 中可见, C1s 可以拟合为 284.7 eV 和 288.1 eV 两个峰, 分别对应于 sp² 杂化的 C—C 键和 sp² 杂化 N—C=N 键

的结合能^[18]; 图 3(c) 中 N1s 的峰可拟合为 398.6 eV 和 399.7 eV 两个峰, 对应于氮化碳七嗪环中 C—N=C 和 N—(C)₃ 的结合能, 表明存在氨基基团。在图 3(d) 中, Ag3d 在 368.0 eV 和 374.0 eV 的两个峰可分别归属于 Ag3d_{5/2} 和 Ag3d_{3/2} 的结合能, 而 3d 双峰的分裂间距为 6.0 eV, 表明 Ag 以金属态存在^[16]。这与图 1 和图 2 的分析结果是一致的。

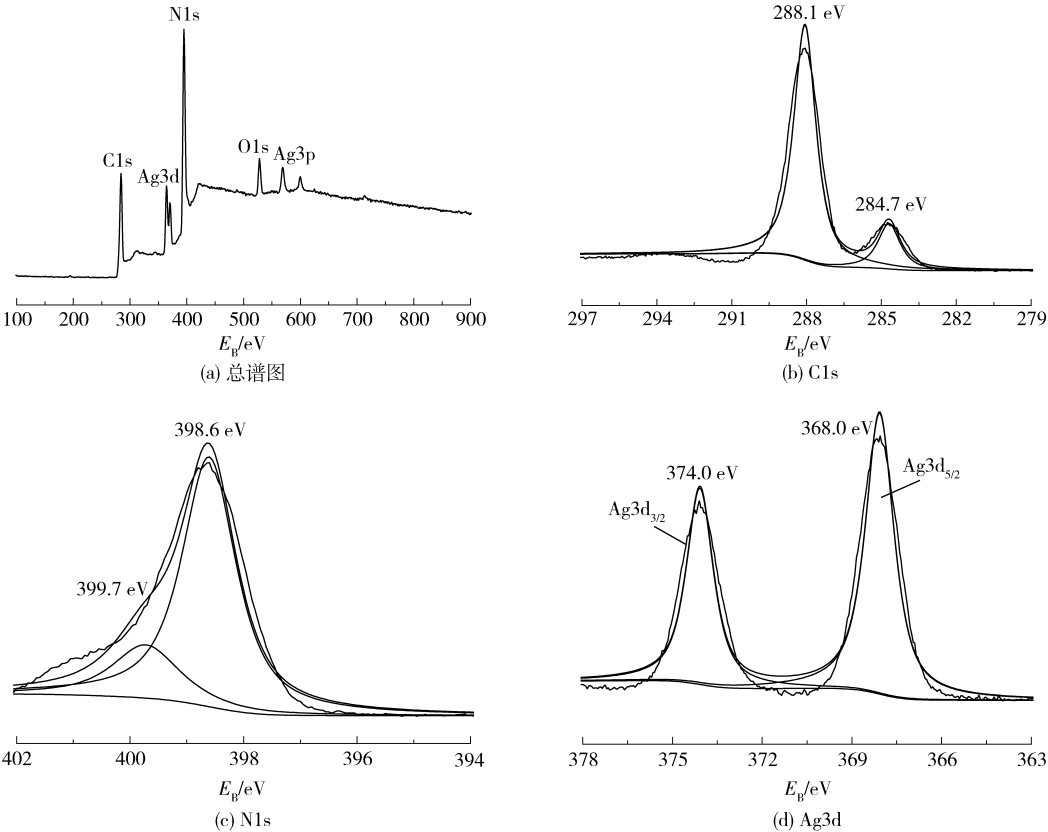


图 3 25% Ag/g-C₃N₄ XPS 谱图及 C1s、N1s、Ag3d 高分辨谱图

Fig. 3 XPS spectra and high resolution spectra of 25% Ag/g-C₃N₄

2.3 Ag/g-C₃N₄ 的光谱吸收

2.3.1 UV-vis 表征结果

图 4 为不同比例的 Ag/g-C₃N₄ 的 UV-vis 谱图。由图 4 可见, 所有样品的光吸收截止波长约为 460 nm, 没有出现明显的截止波长红移, 表明纳米 Ag 的负载基本没有影响 g-C₃N₄ 载体的能隙宽度。但纳米 Ag 的负载明显拓宽了复合光催化剂在 460 ~ 800 nm 可见光区的吸收。从图 4 中的放大图可以看出, 与载体 g-C₃N₄ 相比, 不同比例的 Ag/g-C₃N₄ 的光吸收强度明显增大, 表明 Ag 负载后复合光催化剂 Ag/g-C₃N₄ 对可见光具有良好的响应范围。这是因为纳米 Ag 具有的独特表面等离子体共振 (SPR) 效应, 促进了其对广谱可见光的吸收。但不同比例的 Ag/g-

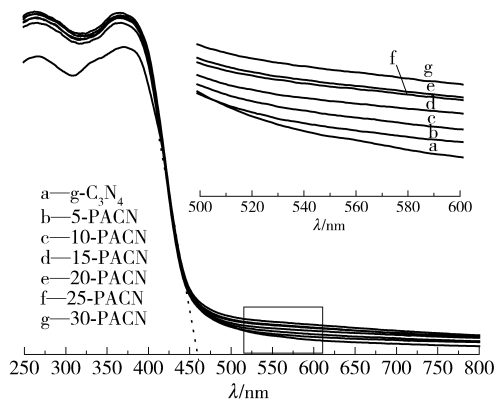
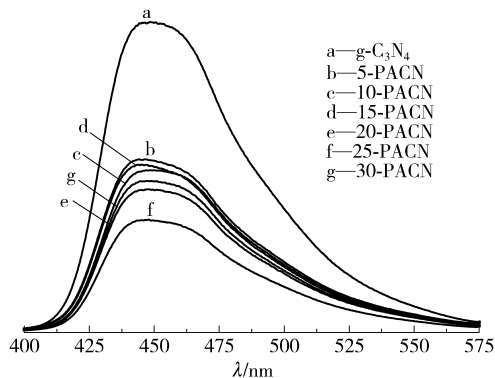
C₃N₄ 光吸收强度相差并不大, 可能是因为 Ag 的实际负载量相差不大, 由于其 SPR 效应产生的额外光吸收响应也基本相同。

2.3.2 PL 表征结果

图 5 为不同比例 Ag/g-C₃N₄ 的荧光对比图。从图中可以看出, g-C₃N₄ 的荧光发射峰在 460 nm, 表明其具有蓝色荧光发射特性。负载了 Ag 之后, 不同比例的 Ag/g-C₃N₄ 样品较 g-C₃N₄ 的荧光强度明显减弱, 这可能是因为具有优异光生电子传输能力的纳米 Ag 有利于光生电子-空穴的分离, 降低其复合率, 进而导致荧光强度降低。

2.3.3 FI-IR 表征结果

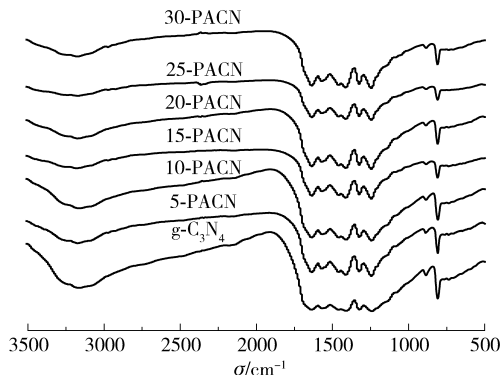
从图 6 可以看出不同比例 Ag/g-C₃N₄ 的 FT-IR

图4 Ag/g-C₃N₄复合光催化剂的紫外-可见光谱Fig. 4 UV-vis absorption spectra of Ag/g-C₃N₄ composite photocatalysts图5 Ag/g-C₃N₄复合光催化剂的荧光光谱Fig. 5 Fluorescence spectra of Ag/g-C₃N₄ composite photocatalysts

谱图的峰位置和 g-C₃N₄ 都相同,主要集中在 2800 ~ 3200 cm⁻¹, 1200 ~ 1700 cm⁻¹ 和 803 cm⁻¹ 这 3 处。其中, 2800 ~ 3200 cm⁻¹ 处的吸收带是 g-C₃N₄ 边缘芳香环上的 —NH 和 —NH₂ 的伸缩振动吸收峰, 1200 ~ 1700 cm⁻¹ 处的吸收带可归因于 g-C₃N₄ 的组成单元三嗪杂环上的 C—N 和 C=N 及环外 C—N 伸缩振动吸收峰, 而 803 cm⁻¹ 处的吸收峰则是其 C—N 键的弯曲振动峰。这一结果表明了 Ag 的负载对 g-C₃N₄ 的结构不会产生影响。

2.4 光催化活性评价

本文以 RhB 的光催化降解反应来评价 Ag/g-C₃N₄ 的光催化活性, 如图 7(a) 所示。从图中可见, 不同 Ag 负载量的 Ag/g-C₃N₄ 催化剂在 30 min 内都能达到吸-脱附平衡。在光照后, 随着 Ag 单质负载量的增加, Ag/g-C₃N₄ 光催化活性先增强后降低, 其中 25-PACN 的光催化活性最好, 降解率达到 75%。此外, 运用一级反应动力学方程 $\ln(c/c_0) = kt$ 对相应

图6 Ag/g-C₃N₄复合光催化剂的 FT-IR 图Fig. 6 FT-IR spectra of Ag/g-C₃N₄ composite photocatalysts

的光催化反应速率进行拟合, 其中 c_0 代表达到吸附-脱附平衡后罗丹明 B 溶液的初始浓度, c 代表光反应开始后不同时间下罗丹明 B 溶液的浓度, t 为光反应时间, k 为表观动力学反应速率常数, k 不随反应溶液浓度变化而变化, 以此评价样品的光催化速率。结果见图 7(b)。可以看出, 25-PACN 的降解速率最快, $k = 0.01483 \text{ min}^{-1}$, 与其紫外可见吸收最强相对应。但不同 Ag 负载量的光催化剂的降解效果相差不是很大, 与其紫外可见吸收光谱特性相吻合 (图 4)。

2.5 25-PACN 催化剂的稳定性

图 8 为 25-PACN 催化剂重复 5 次降解罗丹明 B 的活性变化。从图中可以看出, 随着循环次数的不断增加, 25-PACN 催化剂降解罗丹明 B 的催化活性有所降低, 由初始的 75% 降到 60% 左右, 之后就趋于稳定。因此, 由光还原法制备得到的 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂具有较高的可见光催化降解 RhB 活性及催化稳定性。

3 结论

(1) 通过光还原法制备了一系列不同质量分数的复合光催化剂 Ag/g-C₃N₄, Ag 颗粒均匀地负载在 g-C₃N₄ 上, 粒径为 5 ~ 15 nm, 且分散性良好。

(2) 不同 Ag 负载量的 Ag/g-C₃N₄ 样品的光吸收截止波长约为 460 nm, 没有出现明显的截止波长红移, 但纳米 Ag 的负载明显拓宽了复合光催化剂在 460 ~ 800 nm 可见光区的吸收。负载了 Ag 之后, 不同 Ag 负载量的 Ag/g-C₃N₄ 样品较 g-C₃N₄ 的荧光强度明显减弱。在 RhB 的降解中, 25-PACN 样品的降解率最高, 达到 75%, 经过 5 次循环实验, 其降解率

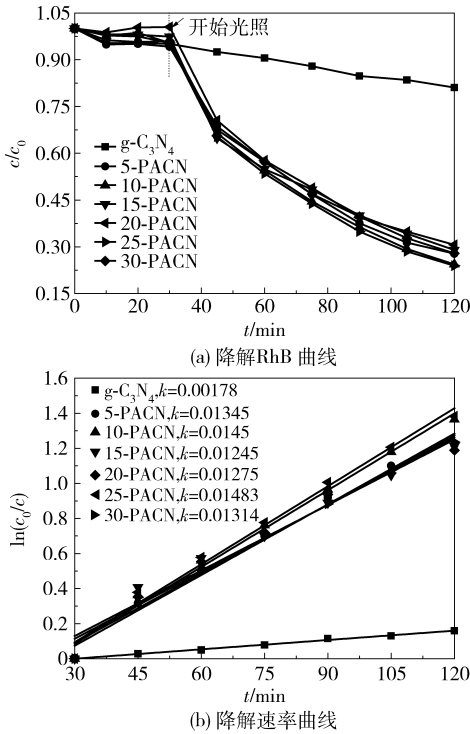


图 7 Ag/g-C₃N₄ 复合光催化剂在可见光下降解 RhB 曲线和降解速率曲线

Fig. 7 Photocatalytic degradation RhB curves and rate curves of the Ag/g-C₃N₄ composite photocatalyst under visible light irradiation

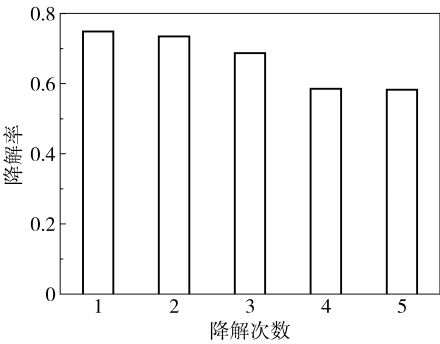


图 8 25% Ag/g-C₃N₄ 在可见光下降解 RhB 的循环实验

Fig. 8 Photocatalytic degradation RhB curve cycle experiment using 25% Ag/g-C₃N₄ under visible light irradiation

由原来的 75% 降到了 60% 左右, 整体稳定性良好。

参考文献:

[1] Bai X J, Wang L, Wang Y J, et al. Enhanced oxidation-ability of g-C₃N₄ photocatalyst via C₆₀ modification[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2014, 152/153: 262–270.

[2] Pawar R C, Pyo Y J, Ahn S H, et al. Photoelectrochemical properties and photodegradation of organic pollutants using hematite hybrids modified by gold nanoparticles and graphitic carbon nitride[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2015, 176/177: 654–666.

[3] Wang X C, Maeda K, Thomas A, et al. A metal-free polymeric photocatalyst for hydrogen production from water under visible light[J]. Nature Materials, 2009, 8 (1): 76–80.

[4] Tian Y L, Chang B B, Lu J L, et al. Hydrothermal synthesis of graphitic carbon nitride-Bi₂WO₆ heterojunctions with enhanced visible light photocatalytic activities[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2013, 5 (15): 7079–7085.

[5] Chen J, Shen S H, Guo P H, et al. In-situ reduction synthesis of nano-sized Cu₂O particles modifying g-C₃N₄ for enhanced photocatalytic hydrogen production[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2014, 152/153/154: 335–341.

[6] Cao S W, Liu X F, Yuan Y P, et al. Solar-to-fuels conversion over In₂O₃/g-C₃N₄ hybrid photocatalysts[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2014, 147: 940–946.

[7] He Y M, Wang Y, Zhang L H, et al. High-efficiency conversion of CO₂ to fuel over ZnO/g-C₃N₄ photocatalyst[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2015, 168/169: 1–8.

[8] Zhou Y J, Zhang L X, Liu J J, et al. Brand new P-doped g-C₃N₄: enhanced photocatalytic activity for H₂ evolution and Rhodamine B degradation under visible light[J]. Journal of Materials Chemistry A, 2015, 3 (7): 3862–3867.

[9] Wang W J, Yu J C, Xia D H, et al. Graphene and g-C₃N₄ nanosheets cowrapped elemental α-sulfur as a novel metal-free heterojunction photocatalyst for bacterial inactivation under visible-light[J]. Environmental Science & Technology, 2013, 47 (15): 8724–8732.

[10] Lin H X, Deng W H, Zhou T H, et al. Iodine-modified nanocrystalline titania for photo-catalytic antibacterial application under visible light illumination[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2015, 176/177: 36–43.

[11] Ong W J, Tan L L, Chai S P, et al. Heterojunction engineering of graphitic carbon nitride (g-C₃N₄) via Pt loading with improved daylight-induced photocatalytic reduction of carbon dioxide to methane[J]. Dalton Trans, 2015, 44 (3): 1249–1257.

[12] Xue J J, Ma S S, Zhou Y M, et al. Facile photochemical synthesis of Au/Pt/g-C₃N₄ with plasmon-enhanced photo-

- catalytic activity for antibiotic degradation[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2015, 7 (18): 9630–9637.
- [13] Zhang P, Shao C L, Li X H, et al. In situ assembly of well-dispersed Au nanoparticles on TiO_2/ZnO nanofibers: A three-way synergistic heterostructure with enhanced photocatalytic activity[J]. Journal of Hazardous Materials, 2012, 237/238: 331–338.
- [14] Kang S F, Fang Y, Huang Y K, et al. Critical influence of $\text{g-C}_3\text{N}_4$ self-assembly coating on the photocatalytic activity and stability of Ag/AgCl microspheres under visible light[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2015, 168/169: 472–482.
- [15] Ge L, Han C C, Liu J, et al. Enhanced visible light photocatalytic activity of novel polymeric $\text{g-C}_3\text{N}_4$ loaded with Ag nanoparticles [J]. Applied Catalysis A: General, 2011, 409 /410: 215–222.
- [16] Yang Y X, Guo Y N, Liu F Y, et al. Preparation and enhanced visible-light photocatalytic activity of silver deposited graphitic carbon nitride plasmonic photocatalyst[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2013, 142/143: 828–837.
- [17] Fontelles-Carceller O, Muñoz-Batista M J, Fernández-García M, et al. Interface effects in sunlight-driven $\text{Ag}/\text{g-C}_3\text{N}_4$ composite catalysts: study of the toluene photodegradation quantum efficiency[J]. ACS Applied Materials & Interfaces, 2016, 8(4): 2617–2627.
- [18] Ge L, Han C C, Xiao X L, et al. In situ synthesis of cobalt-phosphate (Co-Pi) modified $\text{g-C}_3\text{N}_4$ photocatalysts with enhanced photocatalytic activities[J]. Applied Catalysis B: Environmental, 2013, 142/143: 414–422.

Preparation and photocatalytic activity of $\text{Ag}/\text{g-C}_3\text{N}_4$ composite photocatalysts for use under visible light

QIN HaiYu LIU JianJun* ZUO ShengLi YU YingChun

(Faculty of Science, Beijing University of Chemical Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: In this paper, a series of $\text{Ag}/\text{g-C}_3\text{N}_4$ composite photocatalysts were prepared by a simple pyrolysis and photoreduction method using melamine and silver nitrate as raw materials. The structures of the composite photocatalysts were characterized by XRD, UV-vis, TEM, EDX-mapping, XPS, FT-IR and PL techniques. The results indicate that Ag nanoparticles with diameters of 5 to 15 nm were homogeneously loaded onto $\text{g-C}_3\text{N}_4$ supports. The photocatalytic activities of the composite photocatalysts with different mass fractions show that when the mass fraction of $\text{Ag}/\text{g-C}_3\text{N}_4$ is 25%, the resulting 25-PACN sample has the highest photocatalytic activity for RhB degradation, stronger light absorption and the lower electron-hole recombination rate. The photocatalytic degradation ratio of the 25-PACN sample is 75% in the first cycle and about 60% after 5 cycles which shows its excellent stability.

Key words: $\text{g-C}_3\text{N}_4$; nanosized Ag; visible light response; photocatalysis; Rhodamine B

(责任编辑:吴万玲)