

# 二氧化钛-石墨烯复合物的制备及其光催化性质

邓玲娟\* 古元梓 徐维霞 马占营

(咸阳师范学院化学与化工学院 咸阳 712000)

**摘 要** 以氧化石墨和商业用二氧化钛为前驱物,在 150 ℃ 水热条件下制备了二氧化钛-石墨烯复合物,利用 XRD、Raman、SEM、TEM 和低温 N<sub>2</sub> 吸附-脱附测试对复合物的结构和形貌进行了表征。以亚甲基蓝溶液模拟染料废水,研究了二氧化钛-石墨烯复合物在紫外光及可见光下的光催化效果,结果表明,该复合物的光催化性能较之商业用二氧化钛有较大提高。对光催化机理的研究表明,二氧化钛-石墨烯复合物光催化性能提高的原因是其对于染料分子的吸附能力提高、吸光能力增强,并且复合物中电荷分离效率也有很大提高。

**关键词** 石墨烯,二氧化钛-石墨烯催化剂,光催化降解,亚甲基蓝

中图分类号:O643

文献标识码:A

文章编号:1000-0518(2012)08-0942-06

DOI:10.3724/SP.J.1095.2012.00394

近几十年来,光催化降解有机污染物引起了人们越来越多的关注<sup>[1]</sup>。而在众多的光催化剂中,TiO<sub>2</sub>是到目前为止研究的最为广泛和深入的一种半导体光催化剂<sup>[2-3]</sup>,但是 TiO<sub>2</sub>作为一种宽禁带材料,只能被波长较短的紫外光激发,这对于利用只有 4% 的紫外光含量的太阳光极为不利;另外光激发 TiO<sub>2</sub>所产生的光生电子-空穴复合率高,导致光量子效率低,光催化性能不突出,这也是半导体类光催化剂在实际应用中受到限制的主要原因。为了解决上面的问题,人们制备了基于 TiO<sub>2</sub>的复合物<sup>[4]</sup>,其中 TiO<sub>2</sub>与碳的复合物(TiO<sub>2</sub>-C)被认为是一种极具潜力的净化空气和水的光催化剂。目前已有关于 TiO<sub>2</sub>与活性炭<sup>[5-6]</sup>、碳纳米管<sup>[7-8]</sup>和富勒烯<sup>[9-10]</sup>等复合物的研究报道,并且每种材料均显示了优异的光催化效果。但是仍然有一些问题影响着此类复合物的实际应用<sup>[11]</sup>,例如:在光催化过程中催化剂吸附能力的降低;到达催化剂表面的激发光的强度降低以及催化剂的再生问题等,因此,制备一种光催化性能高并且可以回收再利用的 TiO<sub>2</sub>-C 光催化剂将极具应用前景。

石墨烯(GR)是一种由碳原子紧密堆积而成的具有蜂窝状结构的二维材料<sup>[12]</sup>,其特殊的结构蕴含了丰富而新奇的物理现象,从而表现出许多独特的性质,也使其成为材料学和物理学领域的研究热点。本研究以商业用 TiO<sub>2</sub>和氧化石墨(GO)为前驱物,在 150 ℃ 水热的条件下,制得了二氧化钛-石墨烯复合物,研究了该复合物在紫外光及可见光下对亚甲基蓝(MB)溶液的光催化降解性能,发现该复合物的光催化性能相对于商业用 TiO<sub>2</sub>有较大提高,并且探讨了该复合物光催化性能提高的原因。

## 1 实验部分

### 1.1 试剂和仪器

高锰酸钾、浓硫酸、五氧化二磷、过硫酸钾、硫酸钠、二氧化钛、乙炔黑和聚偏氟乙烯(PVDF)等试剂均为分析纯,天然鳞片石墨(含碳量≥99.9%)购自青岛奥科石墨公司。Rigaku D/Max 2550 VB+/PC 型粉末衍射仪(日本 Rigaku 公司),Quanta 200 型环境扫描电子显微镜(美国 FEI 公司),JEM-3010 型透射电子显微镜(日本 JEOL 公司),ALMEGA-TM 型激光拉曼光谱仪(美国 Therm Nicolet 公司),ASAP 2020M 型物理吸附仪(美国麦克公司),CS350 型电化学工作站(武汉科思特公司),T722 型分光光度仪(北京瑞丽公司),KQ-600kDE 型超声波清洗仪(昆山超声仪器公司)。

### 1.2 实验方法

**1.2.1 GO 的制备** GO 的制备采用改进的 Hummers 方法<sup>[13]</sup>,具体实验过程如下:取 3 g 天然鳞片石

墨、2.5 g  $K_2S_2O_8$  和 2.5 g  $P_2O_5$  于圆底烧瓶内混合均匀,向体系中加入 12 mL 浓  $H_2SO_4$ ,将其置于 80 °C 油浴中剧烈搅拌反应 4.5 h,反应完毕后向圆底烧瓶内加入 500 mL 去离子水,静置过夜后,抽滤,用去离子水洗至中性,室温晾干后即得到了预氧化的石墨。

将 46 mL 98% 的浓硫酸加入三颈烧瓶中,用冰水浴冷却至 4 °C 左右,将 2 g 预氧化的石墨在不断搅拌下加入浓硫酸中,维持激烈搅拌,然后缓慢加入 6 g  $KMnO_4$  并保持体系温度在 5 °C 左右,加料完毕后将冰水浴移开。随后控制混合悬浮液温度在 35 °C 并继续搅拌 2 h,用恒压滴液漏斗向体系中缓慢加入 90 mL 蒸馏水,升高温度至 98 °C 并继续搅拌 15 min。然后用 144 mL 温水稀释,再加入 20 mL  $H_2O_2$  氧化。将所得金黄色产物趁热过滤,用 5% 的 HCl 充分洗涤滤饼,直到不能检出滤液中的  $SO_4^{2-}$  离子(用  $BaCl_2$  溶液检测),最后用去离子水将产物洗涤至中性,室温晾干后,得到 GO。

**1.2.2 二氧化钛-石墨烯纳米复合物及石墨烯的制备** 将 125 mg GO 和 80 mL 去离子水混合后超声 1 h,向体系中加入 0.5 g  $TiO_2$  粉末,室温下搅拌 2 h,然后将混合物转入 100 mL 聚四氟乙烯内衬的水热反应釜中,150 °C 水热处理 12 h,自然冷却至室温,过滤、水洗、室温干燥得二氧化钛-石墨烯复合物。在该复合物中,石墨烯的含量约为 20%,因此将该复合物标记为  $TiO_2$ -20% GR。

取 125 mg GO 和 80 mL 的去离子水混合后超声 1 h,然后将混合物转入 100 mL 聚四氟乙烯内衬的水热反应釜中,150 °C 水热处理 12 h,自然冷却至室温,过滤、水洗、室温干燥得石墨烯材料,标记为 GR。

**1.2.3 光催化性能测试** 光催化反应在烧杯中进行,以 18 W 的紫外灯(主要波长为 254 nm)为光源,烧杯与灯管间的距离约为 10 cm。在 50 mL 一定浓度的 MB 水溶液中,加入一定量的  $TiO_2$ -20% GR 纳米复合物,紫外光照反应前,先避光搅拌 30 min。光照反应中,间隔一定时间取样,离心机离心,吸取上层清液,用 T722 型分光光度计于 MB 水溶液的最大吸收波长处(580 nm)测定吸光度值。光降解效率以脱色率  $D(\%)$  表示:

$$D = \frac{A_0 - A_t}{A_0} \times 100\%$$

式中,  $A_t$  为光照  $t$  时刻染料溶液最大吸收峰的吸光度,  $A_0$  为光照前染料溶液最大吸收峰的吸光度。

**1.2.4 交流阻抗测试** 测定阻抗用粉末电极的制备过程如下:首先将制备的活性物质粉体材料、导电剂乙炔黑和浓度为 0.02 g/mL 的粘结剂 PVDF 按照质量比 75:20:5 的比例混合,加入适量乙醇研磨均匀,得到粘稠的混合物。将得到的粘稠混合物均匀涂在直径约为 1.6 cm 的圆形泡沫镍上,于 110 °C 干燥 8 h 后,用油压机将泡沫镍压成厚度约为 0.2 mm 的薄片,即可制成测试试验用的电极。

交流阻抗测试:在电化学分析仪上,采用饱和甘汞电极做参比电极、铂电极做辅助电极、所制备的粉末电极做工作电极构成三电极体系。所选电解液为 1 mol/L 的  $Na_2SO_4$  溶液,在 0.1 ~ 50 000 Hz 频率范围内进行交流阻抗测试。

## 2 结果与讨论

### 2.1 XRD 分析

图 1 为  $TiO_2$ -20% GR、 $TiO_2$  和 GR 的 XRD 谱,其中  $TiO_2$ -20% GR(图 1 谱线 a)显示出了与  $TiO_2$ (图 1 谱线 b)几乎相同的衍射图谱,其中  $2\theta$  位于 25.1°、37.66°、47.99°、53.97°、54.97°、62.97° 和 68.83° 的衍射峰分别归属为锐钛矿  $TiO_2$ (JCPDS 21-1272)的(101)、(004)、(200)、(105)、(201)、(204)和(116)的晶面。 $TiO_2$ -20% GR 的 XRD 谱中未出现 GR 的衍射峰,这是因为 GR(图 1 谱线 c)位于 25° 处归属于(002)晶面的衍射峰被锐钛矿相  $TiO_2$  的强而尖锐(101)衍射峰掩盖掉了。

### 2.2 Raman 光谱

图 2 为  $TiO_2$ -20% GR 及 GR 复合物的 Raman 光谱, $TiO_2$ -20% GR(图 2 谱线 a)的 Raman 光谱不仅出现了 GR(图 2 谱线 b)的特征吸收带,还显示出了  $TiO_2$  的特征吸收带,其中位于 398、516 和 637  $cm^{-1}$  处的吸收峰分别归属于锐钛矿型  $TiO_2$  的  $B_{1g}$ 、 $A_g$  和  $E_g$  振动模式,而位于 1350 和 1570  $cm^{-1}$  处的峰分别归属于石墨烯分子的 D 峰和 G 峰的吸收带<sup>[14]</sup>。

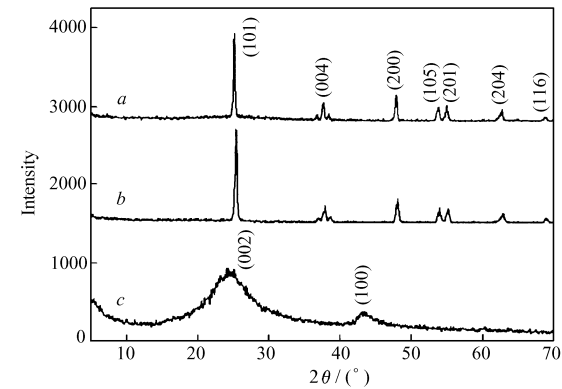


图 1 TiO<sub>2</sub>-20% GR(*a*)、TiO<sub>2</sub>(*b*) 及 GR(*c*) 的 XRD 图谱

Fig. 1 XRD patterns of TiO<sub>2</sub>-20% GR(*a*), TiO<sub>2</sub>(*b*) and GR(*c*)

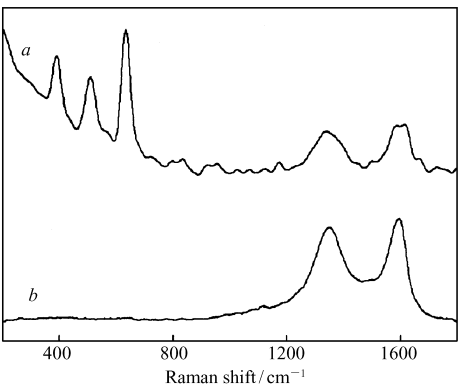


图 2 TiO<sub>2</sub>-20% GR 及 GR 的 Raman 光谱

Fig. 2 Raman spectra of TiO<sub>2</sub>-20% GR(*a*) and GR(*b*)

2.3 样品的形貌分析

图 3 为 2 个样品的 SEM 和 TEM 照片。从图 3 可以看出,前驱体 TiO<sub>2</sub>与 TiO<sub>2</sub>-20% GR 复合物显示出了明显不同的形貌,前驱体 TiO<sub>2</sub>为颗粒状且伴有团聚现象,而 TiO<sub>2</sub>-20% GR 复合物则为厚度约为 3 μm 的块状材料。图 3C 为 TiO<sub>2</sub>-20% GR 复合物的 TEM 照片。从 TEM 照片可以明显看出 2 种不同形貌的物质,其中如薄纱状的物质为 GR 材料,而直径约为 100 nm 且均匀负载于二维的 GR 片上的颗粒状物质为 TiO<sub>2</sub>材料。

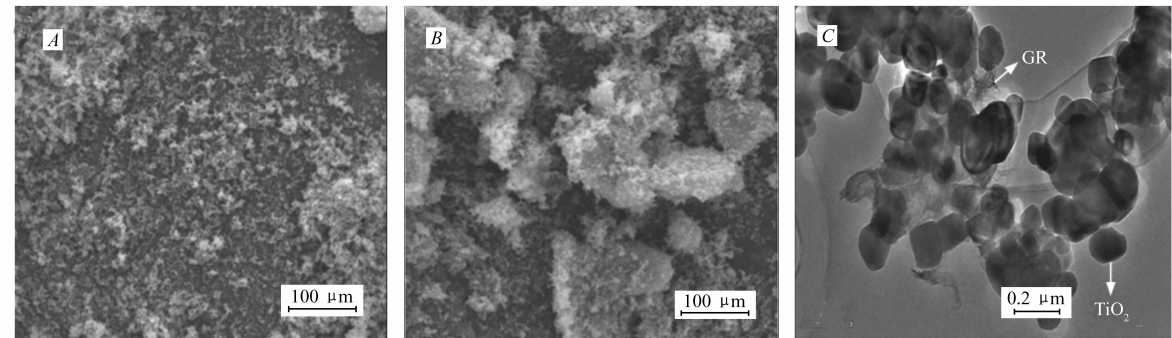


图 3 TiO<sub>2</sub> 的 SEM 照片(*A*)及 TiO<sub>2</sub>-20% GR 的 SEM(*B*)和 TEM(*C*)照片

Fig. 3 SEM image of TiO<sub>2</sub>(*A*), SEM(*B*) and TEM(*C*) images of TiO<sub>2</sub>-20%

2.4 比表面积测试

表 1 列出了 TiO<sub>2</sub>及 TiO<sub>2</sub>-20% GR 的孔结构参数。从表 1 可以看出,TiO<sub>2</sub>-20% GR 复合物与前驱物 TiO<sub>2</sub>相比,比表面积和孔容均有较大的提高,说明在商业用 TiO<sub>2</sub>中引入 GR 形成复合物后,样品的孔隙结构变得更加发达,从而有利于提高其与污染物的接触概率,进而更有利于其光催化活性的发挥<sup>[3]</sup>。

表 1 TiO<sub>2</sub> 及 TiO<sub>2</sub>-20% GR 的孔结构参数  
Table 1 Pore structure parameters of the TiO<sub>2</sub> and TiO<sub>2</sub>-20% GR

Sample	Average pore diameter/nm	Average pore volume/(cm <sup>3</sup> ·g <sup>-1</sup> )	Specical surface area/(m <sup>2</sup> ·g <sup>-1</sup> )
TiO <sub>2</sub>	54.74	0.063	9
TiO <sub>2</sub> -20% GR	13.33	0.086	46

根据以上表征结果,TiO<sub>2</sub>-20% GR 复合物的形成过程可以描述如下:GO 经超声处理后得到了剥离的 GO 纳米片,当 GO 剥离液与 TiO<sub>2</sub>搅拌 2 h 后,TiO<sub>2</sub>粒子负载到了 GO 表面,在 150 ℃水热处理 12 h 的条件下,GO 被还原成 GR<sup>[15]</sup>,同时也形成了 TiO<sub>2</sub>-20% GR 复合物。

2.5 光催化性能

图 4A 为  $\text{TiO}_2$  及  $\text{TiO}_2$ -20% GR 在紫外光下对于 MB 的光催化活性。 $\text{TiO}_2$  在此条件下几乎没有活性, 而  $\text{TiO}_2$ -20% GR 却显示出很高的活性, 当催化剂用量为 1 g/L, MB 溶液的初始浓度为 20 mg/L 时, 光照 60 min 后, 溶液的脱色率可达 88%。当将 MB 溶液的浓度增大至 50 mg/L 时, 紫外光照 60 min 后, 溶液的脱色率仍可达 80% (图未给出)。图 4B 为  $\text{TiO}_2$ -20% GR 在室内自然光 (散射光) 下对于 MB 溶液 (50 mg/L) 的光催化降解效果, 反应 5 h 后, MB 的脱色率可达到 52%, 而在此条件下, 前驱物  $\text{TiO}_2$  没有任何光催化活性。

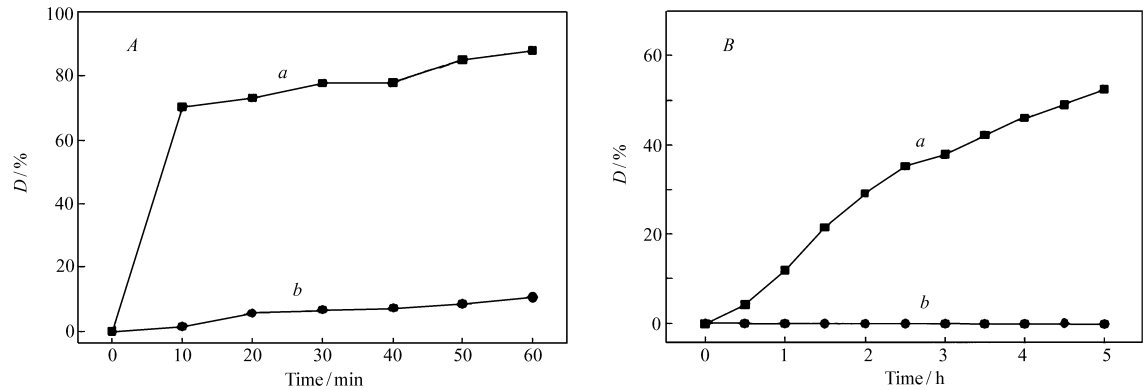


图 4  $\text{TiO}_2$ -20% GR (a) 及  $\text{TiO}_2$  (b) 在紫外光下 (A) 及可见光 (B) 下对 MB 的光催化降解曲线

Fig. 4 Photodegradation curves of MB under UV light (A) and visible light (B) over  $\text{TiO}_2$ -20% GR (a) and  $\text{TiO}_2$  (b) respectively

2.6 光催化机理讨论

在光催化反应中, 影响整个反应光催化效率的有以下几个因素: 1) 催化剂对于染料分子的吸附能力; 2) 催化剂的吸光能力; 3) 电荷在催化剂表面的分离和输送能力。图 5 为  $\text{TiO}_2$  和  $\text{TiO}_2$ -20% GR 对于 MB 分子的吸附性能。由图 5 可知,  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物对于 MB 分子的吸附能力明显强于纯  $\text{TiO}_2$ , 当避光搅拌 30 min 后, 只有约占最初投料 42% 的 MB 分子残留于溶液中, 而对于  $\text{TiO}_2$  体系, 大部分的 MB 分子 (约 78%) 存在于溶液中。以上的结果表明,  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物对于 MB 分子的吸附能力明显强于单纯  $\text{TiO}_2$ , 这与之之前对于材料的比表面积的分析结果是一致的。

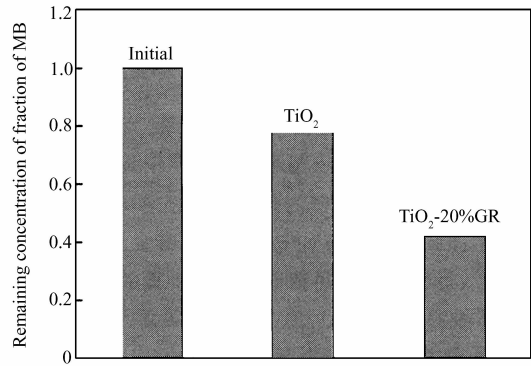


图 5  $\text{TiO}_2$  和  $\text{TiO}_2$ -20% GR 对于 MB 溶液的吸附性能

Fig. 5 Bar plot showing the remaining MB in solution in dark after 30 min stirring using  $\text{TiO}_2$  and  $\text{TiO}_2$ -20% GR as photocatalyst respectively

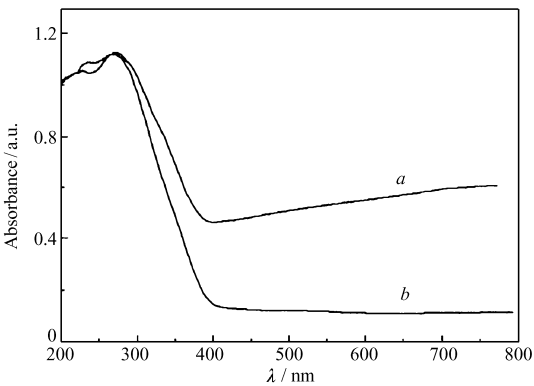


图 6  $\text{TiO}_2$ -20% GR (a) 及  $\text{TiO}_2$  (b) 的固体紫外漫反射光谱

Fig. 6 UV-Vis diffuse-reflectance absorbance spectra of  $\text{TiO}_2$ -20% GR (a) and  $\text{TiO}_2$  (b)

考察了  $\text{TiO}_2$ -20% GR 及  $\text{TiO}_2$  的固体紫外漫反射光谱。从图 6 可以看出, 相对于  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物的吸收边发生了明显的红移, 从 400 nm 红移至约 440 nm (对应于紫颜色光)。这说明当向商业

用  $\text{TiO}_2$  中引入 GR 形成复合物后,  $\text{TiO}_2$  材料价带与导带之间的带隙宽度变小, 也说明此材料可以被可见光激发, 这也是  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物在可见光下具有一定的光催化性能的原因。

$\text{TiO}_2$  及  $\text{TiO}_2$ -20% GR 的 Nyquist 谱示于图 7。2 个样品显示出了相似的交流阻抗谱, 都是由高频区的半圆和低频区的直线组成, 其中高频区的半圆对应于电子传递过程, 而低频区的直线部分对应于物质扩散过程。对于单纯的  $\text{TiO}_2$  材料, 高频区的半圆半径较大, 说明在该材料中, 电荷传输的阻值较大; 而在  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物的阻抗谱中, 高频区半圆的半径明显变小, 说明在该复合物中, 电荷传输的阻值大大减小。当复合物被紫外或可见光激发后, 光生电子能较快的被传递至 GR 上, 这样在  $\text{TiO}_2$  材料上就会留下较多的活性位点, 从而大幅度提高了  $\text{TiO}_2$  降解 MB 染料的效率, 复合物中的 GR 在光催化反应中起到了接受和快速传递光生电子的作用。

### 3 结 论

采用水热方法制备了  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物, TEM 结果表明,  $\text{TiO}_2$  颗粒均匀负载于 GR 薄片上。以 MB 水溶液模拟染料废水, 以  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物为光催化剂研究了其在紫外光和可见光下对于 MB 的光催化降解效果, 结果表明,  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物的光催化性能相对于商业用  $\text{TiO}_2$  有较大提高。对于光催化机理的研究表明, 较之于商业用  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ -20% GR 复合物对于 MB 分子的吸附性能增强, 并且易于被外界光源激发, 另外复合物中电荷分离的效率也大幅提高, 从而使得复合物的光催化性能较  $\text{TiO}_2$  有较大提高。

### 参 考 文 献

- [1] Hoffmann M R, Martin S T, Choi W Y, *et al.* Environmental Applications of Semiconductor Photocatalysis[J]. *Chem Rev*, 1995, **95**:69-96.
- [2] Linsebigler A L, Lu G Q, Yates J T. Photocatalysis on  $\text{TiO}_2$  Surface: Principles, Mechanisms, and Selected Results[J]. *Chem Rev*, 1995, **95**:735-758.
- [3] YAN Xiaoling, JIA Lihua, GUO Xiangfeng. Synthesis and Photocatalytic Activities of Chlorine-doped  $\text{TiO}_2$  Pillared Montmorillonite[J]. *Chinese J Appl Chem*, 2011, **28**(3):278-283 (in Chinese).  
闫小玲, 贾丽华, 郭祥峰. 氯掺杂二氧化钛柱撑蒙脱土的合成及光催化性能[J]. *应用化学*, 2011, **28**(3):278-283
- [4] Rajeshwara K, Osugib M, Chanmanee W, *et al.* Heterogeneous Photocatalytic Treatment of Organic Dyes in Air and Aqueous Media[J]. *J Photochem Photobiol C*, 2008, **9**(4):171-192.
- [5] Woan K, Pyrgiotakis G, Sigmund W. Photocatalytic Carbon-Nanotube- $\text{TiO}_2$  Composites[J]. *Adv Mater*, 2009, **21**:2233-2239.
- [6] Yao Y, Li G, Ciston S, *et al.* Photoreactive  $\text{TiO}_2$ /Carbon Nanotube Composites: Synthesis and Reactivity[J]. *Environ Sci Technol*, 2008, **42**:4952-4957.
- [7] Tryba B, Morawski A, Inagaki M. Application of  $\text{TiO}_2$ -Mounted Activated Carbon to the Removal of Phenol from Water[J]. *Appl Catal B*, 2003, **41**:427-433.
- [8] Wang W, Silva C, Faria J. Photocatalytic Degradation of Chromotrope 2R Using Nanocrystalline  $\text{TiO}_2$ /Activated-Carbon Composite Catalysts[J]. *Appl Catal B*, 2007, **70**:470-478.
- [9] Long Y, Lu Y, Huang Y, *et al.* Effect of  $\text{C}_{60}$  on the Photocatalytic Activity of  $\text{TiO}_2$  Nanorods[J]. *J Phys Chem C*, 2009, **113**:13899-13905.
- [10] Lin J, Zong R, Zhou M, *et al.* Photoelectric Catalytic Degradation of Methylene Blue by  $\text{C}_{60}$ -Modified  $\text{TiO}_2$  Nanotube Array [J]. *Appl Catal B*, 2009, **89**:425-431.
- [11] Zhang Y H, Tang Z R, Fu X Z, *et al.*  $\text{TiO}_2$ -Graphene Nanocomposites for Gas-Phase Photocatalytic Degradation of Volatile Aromatic Pollutant: Is  $\text{TiO}_2$ -Graphene Truly Different from Other  $\text{TiO}_2$ -Carbon Composite Materials? [J]. *ACS Nano*,

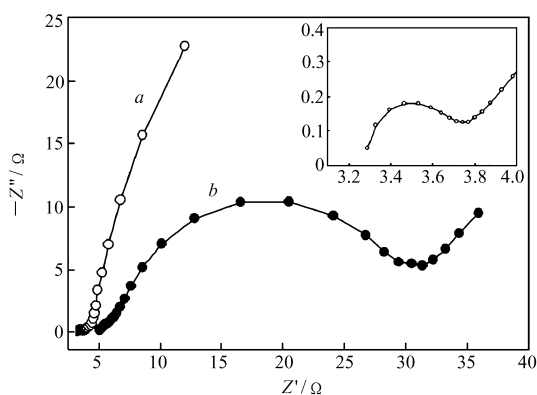


图7  $\text{TiO}_2$ -20% GR (a) 及  $\text{TiO}_2$  (b) 的 Nyquist 谱  
Fig. 7 Nyquist plots of  $\text{TiO}_2$ -20% GR (a) and  $\text{TiO}_2$  (b) (inset: enlargement part for  $\text{TiO}_2$ -20% GR)

2010,4(12):7303-7314.

[12] Geim A,Novoselov K. The Rise of Graphene[J]. *Nat Mater*,2007,6:183-191.

[13] Kovtyukhova N, Ollivier P, Martin B, *et al.* Layer-by-Layer Assembly of Ultrathin Composite Films from Micron-Sized Graphite Oxide Sheets and Polycations[J]. *Chem Mater*,1999,11(3):771-779.

[14] Wang G X, Yang J, Park Jinsoo, *et al.* Facile Synthesis and Characterization of Graphene Nanosheets[J]. *J Phys Chem C*, 2008,112:8192-8195.

[15] Nethravathi C, Rajamathi Michael. Chemically Modified Graphene Sheets Produced by the Solvothermal Reduction of Colloidal Dispersions of Graphite Oxide[J]. *Carbon*,2008,46:1994-1998.

# Synthesis of TiO<sub>2</sub> -Graphene Composite for Using as a Photocatalyst

DENG Lingjuan<sup>\*</sup>, GU Yuanzi, XU Weixia, MA Zhanying

(School of Chemistry & Chemical Engineering, Xianyang Normal University, Xianyang 712000, China)

**Abstract** TiO<sub>2</sub> graphene composite was obtained by a one step hydrothermal method, using graphite oxide and commercial TiO<sub>2</sub> as precursors. The morphology and structure of the composite were examined by scanning electron microscopy, transition electron microscopy, X-ray diffraction, N<sub>2</sub> adsorption-desorption and Raman spectrum. The as-prepared TiO<sub>2</sub>-graphene photocatalyst possessed great adsorptivity of dyes, extended light absorption range, and efficient charge separation properties. Hence, in the photodegradation of methylene blue, a significant enhancement in efficiency was observed with TiO<sub>2</sub>-graphene compared to the neat TiO<sub>2</sub>.

**Keywords** graphene, TiO<sub>2</sub>-graphene catalyst, photocatalysis degradation, methylene blue

## 2012 年全国有机质谱学术会议 (第一轮通知)

由中国分析测试协会主办,清华大学分析中心承办的 2012 年全国有机质谱学术会议,将于 2012 年 10 月 11 ~ 16 日在云南省西双版纳召开。会议设有大会报告、专题报告、质谱公司技术新发展和应用报告、优秀论文评选。热诚邀请广大学者、相关单位代表及相关仪器厂商参会。

本届学术会论文将在《分析实验室》增刊刊登,有意参会代表请在网上在线投稿、注册。有关会议注册、投稿要求、论文格式等,请登录会议网址查阅:<http://www.ms-china.org/>

### 一、会议主题和征文内容

(1)有机质谱在生命科学、生物技术中的应用;(2)有机质谱在药物分析研究中的应用;(3)有机质谱在环境分析研究中的应用;(4)有机质谱在食品安全分析研究中的应用;(5)有机质谱在石油化工分析研究中的应用;(6)有机质谱在疾病预防控制中的应用;(7)有机质谱在法庭科学中的应用;(8)有机质谱基础与新技术研究。

### 二、来稿要求

凡未在刊物上发表和未在学术会议上宣读过的反映近期有机质谱基础研究,新技术、新方法的发展,以及在各个领域的分析应用论文或综述均可投稿。论文请务必提供稿件联系人电话、通讯地址和 E-mail,并于 2012 年 6 月 30 日前在线投稿(网址:<http://www.ms-china.org/>)

### 三、联系人

梁建华 电话:010-62771139, E-mail:jhliang@mail.tsinghua.edu.cn  
张炜奋 电话:010-62792607, E-mail:zhangweifen@mail.tsinghua.edu.cn  
张 颖 电话:010-59202133, E-mail:zhangy.bjhy@sinopec.com

有关会议的详细介绍、组织机构、征文格式、日程安排、宾馆住宿等相关信息,请登录会议网址(<http://www.ms-china.org/>)查询。敬请关注!