

文章编号: 1000-5862(2017)01-0056-06

微/纳结构 TiO_2 微球的微结构及 光催化性能调控研究

梁艳¹ 胡伟¹ 刘文华¹ 周清华¹ 杨勇^{2*} 袁彩雷²

(1. 江西科技学院理学教学部, 江西 南昌 330098;

2. 江西师范大学物理与通信电子学院, 江西省微纳材料与传感器件重点实验室, 江西 南昌 330022)

摘要: 采用微波辅助湿化学结合后退火的方法制备了由锐钛矿相纳米颗粒组装而成的分级微/纳结构 TiO_2 微球. 通过退火温度的调控可以对 TiO_2 微球的结构参数(包括晶粒尺寸、比表面积、孔径和相组成)进行精细调控. 进一步的研究表明, TiO_2 微球结构参数对其最终的光催化性能影响较大, 600°C 退火样品表现出其最高的光催化活性, 高于商用的 P25TiO_2 近3倍. 分析表明, 该优异的光催化性能得益于其优良的结晶度、相对高的比表面积和丰富的介孔结构.

关键词: 微/纳结构; TiO_2 微球; 光催化性能

中图分类号: O 643.32 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.01.11

0 引言

二氧化钛(TiO_2)由于具有无毒、廉价、氧化能力强、稳定性好等独特的优点,已成为最为研究广泛的半导体材料之一,尤其是在光催化领域得到了广泛的关注^[1-5]. 为了获得优异的光催化性能,已设计合成出各种 TiO_2 纳米结构,如0维纳米颗粒^[6]、1维纳米线^[7]、纳米管^[8]、纳米棒^[9]、2维纳米片^[10]和3维分级微/纳结构等^[11-13]. 其中,由于纳米尺度的结构单元(如纳米颗粒、纳米管、纳米线、纳米片等)按照一定规律组装而成的3维分级微/纳结构 TiO_2 具有独特的功能,近年来已引起了特别的关注. 3维分级微/纳结构在微观结构具有纳米尺度的结构单元,保持了纳米结构材料的特性,即高比表面积、高活性等;而在宏观尺度上达到微米数量级,又克服单一纳米结构材料的不稳定性、易团聚等不足,同时它还能够有效解决单一形貌纳米结构材料难以回收的问题. 大量的研究表明,相对于单一形貌的微米和纳米结构材料,3维分级微/纳结构材料表现出了结构增强的光催化活性^[13-16]. 近年来,研究工作者们研究出各种方法用于构建分级微/纳结构 TiO_2 ,包括

硬/软模板法^[17-19]、Ostwald 熟化法、化学诱导的自转移法^[20-27]等. 然而,大多数的方法涉及到繁琐和费时的反应过程,且经常需要昂贵和有毒的前驱物,这大大限制了分级微/纳结构 TiO_2 的广泛应用. 此外,由于含钛前驱体在反应体系中,尤其是水溶液中的快速水解,因此在反应过程中精细控制微/纳结构材料的结构参数(包括晶粒尺寸、比表面积、孔径和相组成等)仍然是一个挑战^[22]. 总之,开发实用可控的分级微/纳结构 TiO_2 材料的合成方法意义重大.

众所周知,结构参数(包括晶粒尺寸、比表面积、孔径和相组成等)对光催化剂最终的光催化活性有着重要的影响. 为了更好地设计 TiO_2 光催化剂,对于光催化活性与结构参数之间的内在关系,必须有充分地了解. 有研究表明,结晶度和比表面积是影响 TiO_2 光催化活性的2个决定性因素^[15]. 也有研究表明,锐钛矿和金红石型的混合相组成将大大提高 TiO_2 的光催化活性^[3]. 然而,关于微/纳结构 TiO_2 的结构参数与其光催化活性之间关联方面的系统研究仍然相对缺乏.

基于以上的研究背景,本文首先采用快速简便的微波辅助湿化学方法制备了由锐钛矿相纳米颗粒组装而成的分级微/纳结构 TiO_2 微球,然后通过后

收稿日期: 2016-11-13

基金项目: 国家自然科学基金(51602134, 51661012)和江西省微纳材料与传感实验室开放基金(2015004)资助项目.

通信作者: 杨勇(1988-),男,安徽六安人,博士,主要从事微纳结构材料的可控合成、物性及其在环境方面应用基础问题的研究. E-mail: yyong@jxnu.edu.cn

退火处理对 TiO_2 微球的结构参数(包括晶粒尺寸、比表面积、孔径和相组成等)进行了精细调控.最后,系统研究了这些结构参数对光催化活性的影响.

1 实验

1.1 样品制备

采用微波辅助湿化学结合后退火的方法构建分级微/纳结构 TiO_2 微球.实验过程中使用的所有化学药品均为分析纯,没有进一步地纯化.选用硫酸钛(上海南汇化学试剂有限公司)和尿素(国药化学试剂有限公司)作为反应物.典型实验过程如下:称取 2 mmol 的硫酸钛和 16 mmol 的尿素中加入到 40 mL 去离子水中,连续磁搅拌 3 h 后,将混合物转移到一个 100 mL 的聚四氟乙烯高压反应釜中,在 180 $^{\circ}\text{C}$ 下使用微波辐射加热 30 min(QWAVE 4000, Questron-Technologies Corp).反应结束后,产生的沉淀物用去离子水 and 无水乙醇离心洗涤,然后 70 $^{\circ}\text{C}$ 干燥 5 h(此时得到的样品记作 MTS).最后,在不同温度下退火 1 h,退火温度分别为 400 $^{\circ}\text{C}$ 、500 $^{\circ}\text{C}$ 、600 $^{\circ}\text{C}$ 、700 $^{\circ}\text{C}$ 、800 $^{\circ}\text{C}$,得到的样品分别记作 MTS400、MTS500、MTS600、MTS700 和 MTS800.

1.2 样品表征

样品的 X 射线衍射谱(XRD)采用 X 射线衍射分析仪测定(飞利浦 X'Pert PRO, $\text{Cu K}\alpha$ 辐射, $\lambda = 0.154\ 178\ \text{nm}$).样品的形貌和微观结构采用场发射扫描电子显微镜(FESEM, Sirion 200FEI)和透射电子显微镜(TEM, JEOL-2010)观察.样品的比表面积和孔结构信息采用氮气吸附-脱附法(Micrometrics ASAP2020M)测定.样品的拉曼光谱采用共聚焦拉曼显微镜进行测定.

1.3 光催化活性测定

在光催化活性测定中,选择有机染料甲基橙(MO)作为污染物.典型实验过程如下:称取 40 mg 光催化剂粉末,在黑暗条件下,将其加入到 80 mL MO 水溶液中(质量分数为 20 $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$),超声处理 3 min 后,放在黑暗条件下磁力搅拌 30 min 以达到催化剂与污染物分子的吸附平衡.然后将混合溶液在搅拌条件下置于 300 W 的高压汞灯(光波波长集中在 365 nm)下辐照,在辐照过程中,用循环水对汞灯降温,避免因紫外辐照引起的混合液升温,使整个光催化过程保持在室温条件下.在辐照不同时间段分别取出 3 mL 混合液于离心试管中,待混合溶液颜色降至无色后,将不同时间段内收集的混合液高

速离心,并将离心后的溶液在光谱仪(CARY-5E)上进行紫外-可见光吸收谱的测试,根据 464 nm 处的特征吸收峰得到溶液中 MO 浓度的变化曲线.光催化剂的循环使用实验是按以下步骤完成的:在光催化反应后,将所有的光催化剂粉体收集、清洗、然后干燥.回收的粉末在第 2 个和第 3 个周期,采用上述同样的步骤重复使用.

2 结果与讨论

2.1 样品的物相和微结构表征

微/纳结构 TiO_2 微球的 X 射线衍射谱见图 1.对于 MTS、MTS400、MTS500、MTS600 和 MTS700,所有的衍射峰均可标定为锐钛矿相结构 TiO_2 (JPCDS No. 21-4272)^[23].但是对于 MTS800,除了锐钛矿相结构 TiO_2 的衍射特征峰之外,在 27 $^{\circ}$ 左右还出现了一个微弱的金红石相结构 TiO_2 (JPCDS No. 89-0552)的衍射峰,说明锐钛矿相在 800 $^{\circ}\text{C}$ 时开始向金红石相转变,这和文献[24]中的报道基本一致.随着退火温度的升高,样品的 XRD 衍射峰变得越来越尖锐,说明样品的结晶度逐渐增强.通过 Scherrer 公式计算,发现微/纳结构 TiO_2 微球的晶粒尺寸可以在 8.8 nm 到 59.4 nm 之间通过退火温度简单方便地调控(见表 1).图 2 显示了 TiO_2 微球的 FESEM 照片.可以清楚地看出,MTS 呈现出平均直径在 1 ~ 2 μm 的微球形态,其表面粗糙,由许多小的纳米颗粒堆积而成(见图 2(a)).退火后微球整体形态保持良好(见图 2(b) ~ 图 2(f)),但通过高倍的 FESEM 照片(参见图 2 的插图),可以清楚地看到,随着退火温度的升高,微球的表面变得越来越粗糙,这是由于组成微球的纳米颗粒越来越大,这与 XRD 分析结果一致.

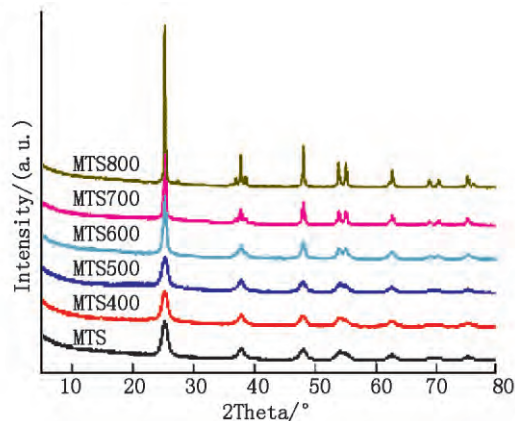
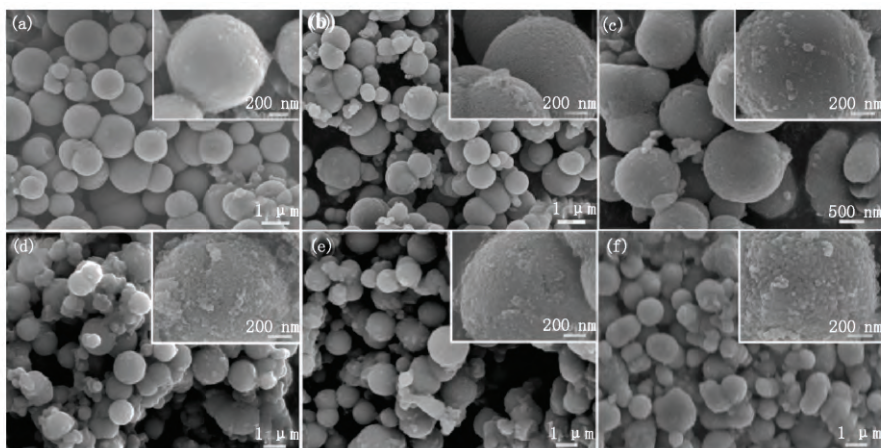


图1 不同样品的 X 射线衍射谱



(a) MTS; (b) MTS400; (c) MTS500; (d) MTS600; (e) MTS700; (f) MTS800 插图是相应的高倍照片。

图2 不同样品的 FESEM 照片

表1 不同样品的结构参数

样品	晶粒尺寸 /nm	比表面积 /($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	平均孔径 /nm
MTS	8.8	190.2	4.0
MTS400	9.9	168.7	4.2
MTS500	11.4	131.2	4.4
MTS600	16.9	101.9	4.9
MTS700	23.7	38.2	6.7
MTS800	59.4	11.2	8.7

利用 TEM 进一步研究了微/纳结构 TiO_2 微球的微结构信息。由图 3(a) 可以明显看出微球的分级结构, 它是由大量纳米小颗粒组成, 并且纳米小颗粒之间存在大量孔洞。可以清楚地看出构成微球的纳米小颗粒尺寸在 10 nm 左右。而 600 °C 退火后的 MTS600 中纳米颗粒的大小增加到 20 nm 左右(图 3(b))。这与 XRD 分析结果一致(见表 1)。由图 3(a) 和图 3(b) 插图可以看出纳米小颗粒的锐钛矿相 TiO_2 晶格条纹, 说明样品结晶较好^[23]。图 3(c) 中的选区电子衍射(SAED) 照片显示出了明显的衍射环, 说明了微球的多晶结构。通过 java 电子显微镜模拟软件的模拟, 可以发现 MTS600 具有四方对称的晶型结构(空间群为 $P4_2/mnm$)。其典型的晶胞单元示意图见图 3(d)。

不同样品的氮气吸附脱附等温曲线和相应的孔径分布曲线如图 4 所示。根据 Brunauer-Deming-De-ming-Teller(BDDT) 国际标准分类, 所有等温曲线明显属于第 IV 类, 表明结构中存在丰富的介孔^[15-16]。另外还发现, 随着退火温度的升高, 样品吸附的氮气的量逐渐下降, 这是由于随着晶粒生长引起的样品比表面积下降所致。通过 Brunauer-Emmett-Teller(BET) 理论计算可知, 样品的 BET 比表面积可以在

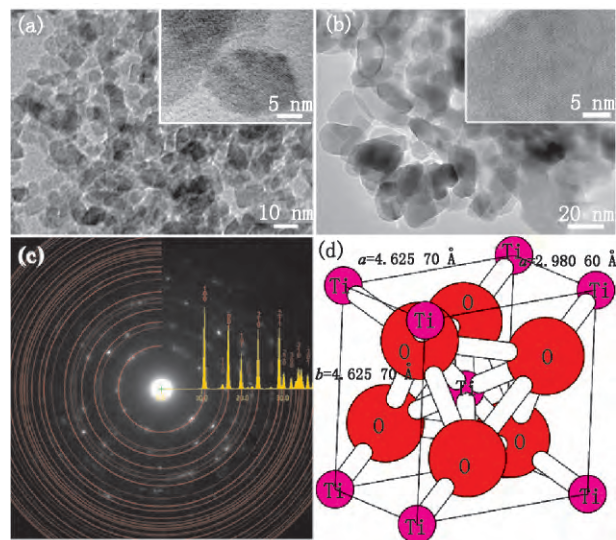


图3 (a) MTS 和(b) MTS600 边缘区域的 TEM 照片, 插图为对应的高分辨 TEM 照片; (c) MTS600 的选区电子衍射图案, 插图为其模拟的衍射图像; (d) $P4_2/mnm$ TiO_2 晶胞单元示意图

190.2 $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 到 11.2 $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ 之间通过退火温度连续调节, 其平均孔径大小同样可调。

最后, 值得一提的是, 相比于以往报道的繁琐和费时的合成方法^[16], 本文报道的微波辅助湿化学结合后退火的方法可简单方便地调控微/纳结构 TiO_2 微球的各种结构参数(包括晶粒尺寸、比表面积、孔径和相组成等), 这种方法可以拓展到其他无机分级微/纳结构材料的合成中去。

2.2 光催化性能研究

为了研究样品的光催化活性, 选择 MO 作为光催化降解目标污染物。空白试验表明, 黑暗吸附过程对污染物的去除基本可以忽略。不加光催化剂条件

下光照, 污染物的光降解也是可以忽略的. 图 5 显示了不同样品作为光催化剂时 MO 的归一化浓度与光照时间之间的依赖关系. 作为对比, 进一步考察了一种最常用的 TiO₂ 纳米粉 Degussa P25 的光催化活性, Degussa P25 一般作为光催化活性衡量的基准物

质^[14]. 可以清楚地观察到, 退火处理对微/纳结构 TiO₂ 微球的光催化活性影响较大. 为了定量地比较各个样品的光催化活性, 对光催化过程进行了一阶动力学模拟(见表 2). 此时光催化活性可以用

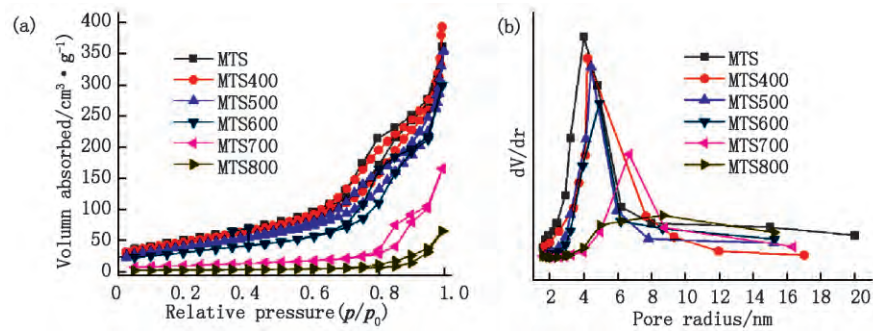


图 4 不同样品的 (a) 氮气吸附脱附等温曲线和 (b) 相应的孔径分布曲线

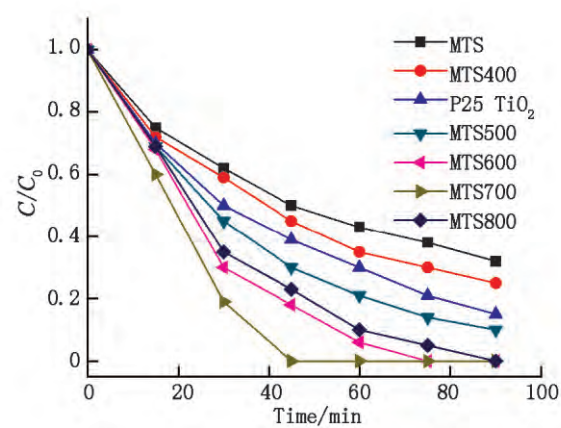


图 5 不同光催化剂存在条件下 MO 溶液的光降解曲线

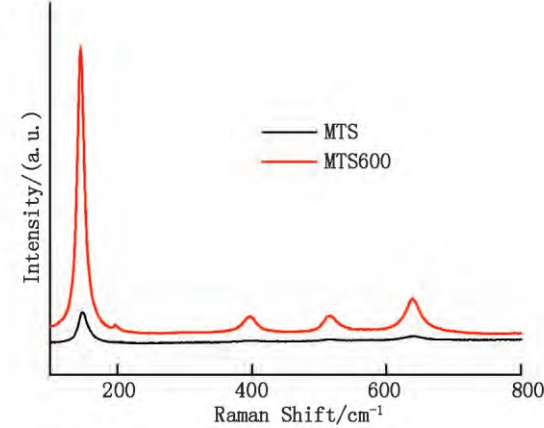


图 6 不同样品的拉曼光谱

表 2 不同光催化剂存在条件下 MO 光催化降解的反应速率常数(min⁻¹) 和线性相关系数 R²

样品	MTS	MTS400	MTS500	MTS600	MTS700	MTS800	P25 TiO ₂
k_{app}	0.012	0.015	0.026	0.055	0.047	0.040	0.021
R^2	0.981	0.988	0.999	0.976	0.965	0.984	0.997

一阶动力学表观速率常数 k_{app} 表示^[23]. 可以清楚地看到, 随着退火温度从 400 °C 增加到 600 °C, 样品的光催化活性逐渐增加, 600 °C 退火的样品表现出了最高的光催化活性, 高于商用的 P25TiO₂ 近 3 倍. 然而, 进一步提高退火温度到 700 °C 和 800 °C, 光催化活性逐渐降低. 退火后 TiO₂ 微球增强的光催化活性可以从其增强的结晶度角度解释(见表 2). 已经有研究表明, 光催化剂结晶度的提高将大大提高光催化降解效率^[15]. 这是由于光催化剂的晶体缺陷可以作为电子和空穴的复合中心, 不利于光生电子和空穴的有效分离. 通过拉曼光谱表征进一步确认了不同样品结晶度的差异(见图 6), 可以清楚地看出, MTS600 中锐钛矿相 TiO₂ 的拉曼特征峰相对

于 MTS 显著增强, 表明退火后样品结晶度得到明显增强^[27].

值得一提的是, 虽然 TiO₂ 微球的结晶度随着退火温度的升高逐渐增强, 但是其比表面积和介孔数量却逐渐下降(见表 1). 以往的研究表明, 除了结晶度之外, 高比表面积和丰富的介孔结构也是提升光催化活性的重要因素^[15-16]. 而结晶度的提高一般总是伴随着比表面积的下降和介孔结构的减少. 为了实现最高的光催化活性, 必须在二者之间找到一个平衡点. 本文中, MTS600 表现出了最高的光催化活性, 这是由于它具有适中的结晶度、比表面积和介孔结构. 值得注意的是, 具有锐钛矿和金红石混合相结构的样品 MTS800 表现出相对较高的光催化活性,

尽管其比表面积很小($11 \text{ m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)。以往的研究表明,由于能带结构的差异,光生电子可以从锐钛矿相向金红石相转移,这促进了光生电子和空穴的分离,延长了它们的寿命,从而提高光催化活性。商用的 P25TiO_2 具有相对较高的光催化活性,其中一个很重要的原因就是由于其具有锐钛矿和金红石混合相结构^[3]。因此,获得具有良好结晶性、高比表面积、丰富介孔结构,同时具有混合相结构的 TiO_2 可能是未来光催化剂设计的一个很有前景的研究方向。

除了光催化活性之外,可回收性和稳定性对于光催化剂的实际应用也很重要。特别是在液相光催化后,很多纳米尺度的光催化剂粉末即使使用高速离心机也很难分离出来,这就造成了2次污染。本文制备的分级微/纳结构 TiO_2 微球可以方便地通过自然沉降的方式从液相中分离出来,这得益于微球具有整体的微米尺寸。而商用的 P25TiO_2 粉末在液相中使用后很难自然沉降,即使使用高速离心也很难完全分离,这说明分级微/纳结构材料相对于单一形貌的纳米颗粒确实表现出了易回收的特性。以 MTS600 为例,考察了 TiO_2 微球的循环使用特性。发现通过回收后的 TiO_2 微球依然保持良好的活性,循环3次后其对 MO 的光降解效率依旧保持在94%以上,说明光催化剂具有良好的稳定性。

3 结论

本文发展了一种简单快速的微波辅助湿化学结合后退火的方法构建分级微/纳 TiO_2 微球。通过退火温度的调控,可以精确调控微/纳结构 TiO_2 微球的结构参数(包括晶粒尺寸、比表面积、孔径和相组成等)。此外,对不同退火温度下得到的 TiO_2 微球的光催化性能进行了研究,发现了其具有结构增强的光催化活性,并且详细讨论了结构参数与光催化活性之间的相关性。由于 TiO_2 微球这些结构上的特点,它可以进一步应用于染料敏化太阳能电池、锂离子电池、气体传感等领域。

4 参考文献

- [1] Lachheb H, Puzenat E, Houas A, et al. Photocatalytic degradation of various types of dyes(Alizarin S, Crocein Orange G, Methyl Red, Congo Red, Methylene Blue) in water by UV-irradiated titania [J]. Applied Catalysis B Environmental 2002, 39(1): 75-90.
- [2] Sugimoto T, Zhou Xingping, Muramatsu A. Synthesis of u-

- niform anatase TiO_2 nanoparticles by gel-sol method 4 Shape control [J]. J Colloid Interf Sci 2003, 259(1): 53-61.
- [3] Vijayabalan A, Selvam K, Velmurugan R, et al. Photocatalytic activity of surface fluorinated TiO_2 -P25 in the degradation of reactive orange 4 [J]. J Hazard Mater 2009, 172(2/3): 914-921.
- [4] Das S K, Bhunia M K, Bhaumik A. Self-assembled TiO_2 nanoparticles: mesoporosity, optical and catalytic properties [J]. Dalton Trans 2010, 39(18): 4382-43909.
- [5] Yang Yong, Wang Guozhong, Deng Quan, et al. A facile synthesis of single crystal TiO_2 nanorods with reactive {100} facets and their enhanced photocatalytic activity [J]. Cryst Eng Comm 2014, 16(15): 3091-3096.
- [6] Han C, Luque R, Dionysiou D D. Facile preparation of controllable size monodisperse anatase titania nanoparticles [J]. Chem Commun 2012, 48(13): 1860-1862.
- [7] Miles D O, Lee C S, Cameron P J, et al. Hierarchical growth of TiO_2 nanosheets on anodic ZnO nanowires for high efficiency dye-sensitized solar cells [J]. J Power Sources 2016, 325: 365-374.
- [8] Nguyen N H, Bai H. Effect of washing pH on the properties of titanate nanotubes and its activity for photocatalytic oxidation of NO and NO_2 [J]. Catal Today 2015, 355: 672-680.
- [9] Li Jianming, Xu Dongsheng. Tetragonal faceted-nanorods of anatase TiO_2 single crystals with a large percentage of active {100} facets [J]. Chem Commun 2009, 46(13): 2301-2303.
- [10] Yang Weiguang, Li Jianming, Wang Yali, et al. A facile synthesis of anatase TiO_2 nanosheets-based hierarchical spheres with over 90% {001} facets for dye-sensitized solar cells [J]. J Am Chem Soc 2011, 133(6): 1809-1811.
- [11] Li Guoliang, Liu Jiyan, Lan Jing, et al. 3D hierarchical anatase TiO_2 superstructures constructed by "nanobricks" built nanosheets with exposed {001} facets: facile synthesis, formation mechanism and superior photocatalytic activity [J]. Crystengcomm 2014, 16(46): 10547-10552.
- [12] Li Zhongtao, Ren Zhiyu, Qu Yang, et al. Hierarchical N-Doped TiO_2 Microspheres with Exposed {001} Facets for Enhanced Visible Light Catalysis [J]. Eur J Inorg Chem 2014, 12: 2146-2152.
- [13] Tsai M C, Lee J Y, Chen P C. Effects of size and shell thickness of TiO_2 hierarchical hollow spheres on photocatalytic behavior: An experimental and theoretical study [J]. Appl Catal B Environ 2014, 147: 499-507.
- [14] Jiang Yongjian, Li Meicheng, Song Dandan, et al. A novel 3D structure composed of strings of hierarchical TiO_2 spheres formed on TiO_2 nanobelts with high photocatalytic

- properties [J]. *J Solid State Chem* 2014 211: 90-94.
- [15] He Fei ,Ma Fang ,Li Jinlin ,et al. Effect of calcination temperature on the structural properties and photocatalytic activities of solvothermal synthesized TiO₂ hollow nanoparticles [J]. *Ceram Int* 2014 40(5) : 6441-6446.
- [16] Liu Baoshun ,Nakata K ,Sakai M ,et al. Hierarchical TiO₂ spherical nanostructures with tunable pore size ,pore volume and specific surface area: facile preparation and high-photocatalytic performance [J]. *Catal Sci Technol* 2012 2 (9) : 1933-1939.
- [17] Yu Jiaguo ,Liu Wen ,Yu Huogen ,et al. A one-pot approach to hierarchically nanoporous titania hollow microspheres with high photocatalytic activity [J]. *Cryst Growth Des* , 2008 8(3) : 930-934.
- [18] Yang Weiguang ,Wan Farong ,Chen Qingwei ,et al. Controlling synthesis of well-crystallized mesoporous TiO₂ microspheres with ultrahigh surface area for high-performance dye-sensitized solar cells [J]. *J Mater Chem* 2010 , 20(14) : 2870-2876.
- [19] Sun Ziqi ,Kim J H ,Zhao Yue ,et al. Rational design of 3D dendritic TiO₂ nanostructures with favorable architectures [J]. *J Am Chem Soc* 2011 ,133(48) : 19314-19317.
- [20] Yang Yong ,Wang Guozhong ,Deng Quan ,et al. Enhanced photocatalytic activity of hierarchical structure TiO₂ hollow spheres with reactive(001) facets for the removal of toxic heavy metal Cr(VI) [J]. *RSC Adv* 2014 4(65) : 34577-34583.
- [21] Yang Yong ,Wang Guozhong ,Gu Gang ,et al. One pot microwave-assisted synthesis of Ag decorated yolk @ shell structured TiO₂ microspheres [J]. *RSC Adv* ,2015 ,5 (15) : 11349-11357.
- [22] Chen Qifeng ,Chen Chunheng ,Ji Hongwei ,et al. Surfactant-additive-free synthesis of 3D anatase TiO₂ hierarchical architectures with enhanced photocatalytic activity [J]. *RSC Adv* 2013 3(38) : 17559-17566.
- [23] Yang Yong ,Wang Guozhong ,Deng Quan ,et al. Microwave-assisted fabrication of nanoparticulate TiO₂ microspheres for synergistic photocatalytic removal of Cr(VI) and methyl orange [J]. *ACS Appl Mater Interfaces* ,2014 ,6(4) : 3008-3015.
- [24] Sarkar D ,Ghosh C K ,Chattopadhyay K K. Morphology control of rutile TiO₂ hierarchical architectures and their excellent field emission properties [J]. *CrystEngComm* , 2012 ,14(8) : 2683-2690.
- [25] Stadelmann P A. EMS-a software package for electron diffraction analysis and HRTEM image simulation in materials science [J]. *Ultramicroscopy* ,1987 21: 131-137.
- [26] Yuan Cailei ,Ye Shuangli ,Xu Bo ,et al. Strain induced tetragonal SrTiO₃ nanoparticles at room temperature [J]. *Appl Phys Lett* 2012 ,101(7) : 10-14.
- [27] Kartmagaran B ,Mangalaraj D ,Kim K ,et al. Effect of calcination on the crystallinity of sputtered TiO₂ thin films as studied by Raman scattering [J]. *Cryst Res Technol* , 2005 40(3) : 222-225.

The Controlling of Microstructure and Photocatalytic Performance of the Micro/Nanostructured TiO₂ Microspheres

LIANG Yan¹ ,HU Wei¹ ,LIU Wenhua¹ ,ZHOU Qinghua¹ ,YANG Yong^{2*} ,YUAN Cailei²

(1. Department of Science Education ,Jiangxi University of Technology ,Nanchang Jiangxi 330098 ,China;

2. College of Physics and Communication Electronics ,Jiangxi Key Laboratory of Nanomaterials and Sensors , Jiangxi Normal University ,Nanchang Jiangxi 330022 ,China)

Abstract: Hierarchical micro/nanostructured TiO₂ microspheres composed of anatase nanoparticles were fabricated by a microwave-assisted wet-chemical combined with post annealing method. The structural parameters(including particle sizes ,specific surface areas ,pore sizes and phase composition) of the TiO₂ microspheres could be finely tuned by the annealing temperature. Further study indicated that those structural parameters had a great effect on the final photo catalytic performance and the TiO₂ microspheres annealed at 600 °C showed the highest photo catalytic activity exceeding that of commercial P25 TiO₂ for nearly three times due to its excellent crystallinity ,relative high specific surface area and abundant mesopores.

Key words: micro/nanostructure; TiO₂ microspheres; photocatalytic performance

(责任编辑: 冉小晓)