文章编号:1001-3555(2008)05-0454-07

# 光催化降解丙酮的原位红外研究

宋 寒,周小平

(1. 湖南大学 化学化工学院化工系,湖南长沙410082;2. 微宏科技(湖州)有限公司,浙江湖州313000)

**摘** 要:对催化剂 Pt/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>在反应温度为 120~150°C 之间进行了光催化降解丙酮的研究,研究在可见光下进行,发现反应温度对光催化反应有明显的影响.在排除热反应的情况下,温度升高能加速丙酮的光催化反应. 丙酮的光催化反应是从它的甲基上开始的,可能先生成了 CH<sub>3</sub>COCH<sub>2</sub>O<sup>-</sup>吸附物,它进一步被氧化成丙酮醛、丙酮酸以及碳二醛、乙酸和碳一吸附物种,最终氧化成 CO<sub>2</sub>和水.在没有光和较低的反应温度下,有 CO 生成,但是在可见光的照射下 CO 被迅速转化成 CO<sub>2</sub>.研究表明,V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>与 Pt/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>为可见光条件下具备活性的光催化剂.

关键 词:原位红外;光催化降解;光催化剂;丙酮氧化

中图分类号 0643.32 文献标识码: A

大量研究表明,室内空气污染给人类身心健康 带来的危害远远大于室外空气污染,污染程度可达 到现阶段国家规定标准的数十倍,而挥发性有机化 合物是室内空气污染物的主要成分<sup>[1]</sup>.由于传统的 空气净化方法存在一定的局限性,自20世纪90年 代以来,利用光催化方法降解低浓度挥发性有机物 成为室内空气净化的一个新方法.光催化剂在光催 化降解反应中把有机物氧化成 CO<sub>2</sub>和 H<sub>2</sub>O,不产生 其它有害物质,是理想的空气污染治理材料,成为 近年研究的热点<sup>[2~10]</sup>.

目前研究较多的光催化材料主要有 TiO<sub>2</sub><sup>[11]</sup>, SnO<sub>2</sub><sup>[12]</sup>, WO<sub>3</sub><sup>[13]</sup>等,其中以 TiO<sub>2</sub>最为广泛. 高锐 钛矿含量的 TiO<sub>2</sub>(包括 TiO<sub>2</sub>掺杂改性材料)具备较 好的光催化降解有机污染物的效果. 现有的研究表 明其在降解有机污染物方面具备较高的效率,但是 也存在不足:它需要在能量较高的紫外光(波长小 于 387.5 nm)激发下才具有好的催化活性,而在可 见光的照射下没有催化活性,所以研究在可见光下 有高催化活性的催化剂是非常重要的.

原位红外光谱在催化反应方面的应用有许多的 报道,利用它观察反应中间物的生成和进一步反应 能够加强我们对催化反应机理的认识.近年来关于 光催化反应的原位红外研究主要是在 TiO<sub>2</sub>或 TiO<sub>2</sub> 掺杂的光催化剂上进行,对反应的机理做出了一些 有价值的研究<sup>[14, 15]</sup>. 到现在为止,光催化研究几乎 都是在室温下进行的,温度对光催化反应的影响的 研究不多见,但是温度对半导体光催化材料性能的 影响非常显著.本研究工作中制备了一种新的光催 化剂,能够在可见光条件下催化氧化丙酮,本文使 用原位红外光谱研究反应温度对丙酮光催化降解反 应的影响.

### 1 实验部分

#### 1.1 试剂与仪器

所有药品均为 AR 级试剂.氧气,氮气均为高 纯气体; XRD 表征使用 Philips PW3040/60 仪. UV-Vis 表征使用 Nicolet Erolution 500 仪.使用 Nicolet Nexus 670 仪测红外光谱.Harrick Scientific 原位漫 反射反应池进行实验,气体流量使用质量流量计控 制,反应物浓度由 Agilent 6890N 气相色谱分析,反 应光源使用普通卤素灯,光源辐照度使用北京师范 大学光学仪器厂光合有效辐照计测试.

#### 1.2 实验过程

采用溶胶-凝胶法制备催化剂基体.具体的方法为,分别配制2.0 mol/L 硝酸镁溶液,2.0 mol/L 氟化铵溶液,0.5 mol/L 偏钒酸铵溶液(加热溶解);取100 mL 上述硝酸镁溶液加入100 mL 上述氟化铵溶液中,不断搅拌,得到 MgF<sub>2</sub>溶胶;在上述胶体溶

收稿日期: 2008-03-19;修回日期: 2008-05-07.

基金项目:国家自然科学基金(20277008).

作者简介: 宋 寒, 男, 生于 1982 年, 硕士. E-mail: songhan18@126.com.

液中加入 40 mL 的 0.5 mol/L 偏钒酸铵溶液, 搅拌 后静置老化 12 h; 将老化后的溶胶于 120°C 干燥 10 h 得到干凝胶, 干凝胶在空气气氛下于 450°C 灼烧 5 h 得到催化剂 9.1% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>. 采用浸渍法制备 催化剂, 具体方法为, 称取 0.1600 g 氯铂酸溶于 10 mL 二次蒸馏水中, 浸渍 40 g 催化剂基体 12 h 后于 120°C 干燥 4 h 得到 0.13% Pt/9.1% V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>催 化剂.

在管式固定床光催化反应器(内径8.0 mm,长 12.0 cm 硼玻璃管) 中采用氧气鼓泡法通入丙酮, 活化新制催化剂并进行催化剂光催化降解丙酮的反 应. 活化催化剂时, 氧气流量 5.0 mL/min, 气相色 谱分析在实验条件下氧气中丙酮的浓度为8.5%. 使用高压汞灯作为光源,活化时间4h. 单次原位 红外反应均使用相同量的上述活化后的催化剂装入 红外原位反应池中,反应前将催化剂加热至180°C 并使用氮气吹扫1h,得到清洁的催化剂表面,降 温至反应温度后对原位池抽真空, 使得原位池中的 压力小于10<sup>-4</sup> Pa. 在不同温度下,采用质量流量计 控制氧气的流量为5.0 mL/min,氧气在室温下于液 体丙酮中鼓泡将丙酮带入原位样品池中, 经气相色 谱分析在实验条件下氧气中丙酮的浓度为8.5%. 原位池通入丙酮后考察丙酮在黑暗条件下与可见光 照条件下的氧化反应.

### 2 结果与讨论

#### 2.1 催化剂表征

前期工作指出,  $V_2O_5$ (禁带宽度 2.0 eV)具备 较宽的激发波长分布,在可见光区域容易被激发, 但所形成的电子-空穴对寿命较短,而 MgF<sub>2</sub>(禁带 宽度 6.2 eV)可以作为阻止电子-空穴对复合的良好 分散基体,提高  $V_2O_5$ 光量子效率.研究发现,组成 为9.1%  $V_2O_5$ /MgF<sub>2</sub>的催化剂光催化活性最好,而 组成为 0.13% Pt/9.1%  $V_2O_5$ /MgF<sub>2</sub>负载 Pt 的催化 剂具备更高的 CO<sub>2</sub>与 H<sub>2</sub>O 选择性<sup>[16]</sup>.

从图 1 所示催化剂 9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 的 XRD 谱 图可见,催化剂中只观察到  $V_2O_5$ 与  $MgF_2$ 物相的衍 射峰,没有不属于这两个物相的新相出现.从这个 实验结果,我们认为  $V_2O_5$ 是分散在  $MgF_2$ 物相中的. 图 2 是  $MgF_2$ 、TiO<sub>2</sub>、 $V_2O_5$ 、9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 、 0.13% Pt/9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 的紫外可见光谱.  $MgF_2$ 和 TiO<sub>2</sub>只在光波长小于 380 nm 时有活性.  $MgF_2$ 中 加入 $V_2O_5$ 制备的催化剂9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ ,其光吸收



Fig. 2 Uv-vis spectra of the catalysts

可以达到 630 nm. 在 9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 催化剂上掺 入 Pt 制备的催化剂 0.13% Pt/9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 具 有更宽的可见光吸收区,其最长光波长达到 650 nm. 因此从 9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 和 0.13% Pt/9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 的紫外吸收光谱,我们推测它们可能在 可见光中有催化活性. 而  $MgF_2$ 和 TiO<sub>2</sub>在光的波长 大于 380 nm 时应该没有活性.

使用管式固定床光催化反应器,对光催化剂进 行丙酮降解性能反应.图3为不同反应温度时催化 剂9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 和0.13% Pt/9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 分别在紫外光条件( $\lambda > 320$  nm)与可见光条件( $\lambda > 380$  nm)下,反应温度与丙酮转化率的关系曲线. 由图3可知,在不同的催化剂与不同的反应条件 时,丙酮在催化剂上的转化率随反应温度的升高而 提高,其中催化剂0.13% Pt/9.1%  $V_2O_5/MgF_2$ 在相 同的反应温度下具备更好的丙酮降解性能,同时紫 外光条件下光催化剂的性能优于可见光条件.



▼ Visible light irradiation

#### 2.2 丙酮在光催化剂表面吸附的红外光谱

有报道称丙酮蒸气在室温条件下,在密闭容器中的分压因丙酮在器壁上吸附-脱附而发生变化<sup>[17,18]</sup>;同时有报道指出丙酮在不同类型的催化剂表面上具备不同的吸附特性<sup>[14,15]</sup>,在本工作中也发现有类似现象.丙酮在催化剂表面的吸附情况如图4所示,具体的谱峰归属如表1所示.

由表1可知,图4A中谱峰位置与文献报道中 气相丙酮谱峰无明显差异,说明丙酮在KBr粉末与 原位池上并没有发生明显的吸附与反应;而在催化 剂表面(图4B,C)观察到了吸附态丙酮的谱峰 1722、1710、1425、1370和1234 cm<sup>-1</sup>,同时图 4B和C中气相丙酮甲基在1304 cm<sup>-1</sup>处的摇摆振 动与图1C中-CCH在1092 cm<sup>-1</sup>处的摇摆振动消 失.这是由于丙酮在催化剂表面发生了化学吸附, 丙酮分子在催化剂表面的离解导致了吸附态丙酮谱 峰相对于气相丙酮的部分偏移.同时,在催化剂上 也观察到少量的丙酮二聚物生成.丙酮的二聚物 (异丙叉丙酮, Mesityloxide)一直以来被认为是丙酮



图 4 室温下分别以催化剂与 KBr 粉末为背景时丙酮/氧气的红外谱图对比

Fig. 4 IR spectra of acetone oxidation with KBr powder and catalyst as background at room temperature
The catalyst or KBr powder in the reaction cell was degassed at 180 °C in vacuum (10<sup>-4</sup> Pa) for 2 h and then cool
down to room temperature before feeding reactant gasses into the cell. degassed at 180 Spectra A and B were collected
after feeding acetone/O<sub>2</sub>(5.0 mL/min, 5.0 mL/min) and stabilized for 20 min.
Spectrum C was collected after 30 min of N<sub>2</sub> purging on the acetone-1hour-preadsorbed catalyst surface.

\* The Figure 4 (2) is the magnification of the wavenumbers from 2 000 to 1 000 cm<sup>-1</sup> of (1).

在催化剂表面上的 Adol 缩合产物,而1,3,5-三甲 基苯(Mesitylene)则为丙酮的三聚缩合物. Panov 等 人把1450 cm<sup>-1</sup>处的谱峰归属为丙酮二聚物的特征 谱峰,将1473 cm<sup>-1</sup>处的肩峰归属为1,3,5-三甲 基苯 (Mesitylene)的环振动<sup>[21]</sup>.本实验中观察到了 丙酮二聚缩合物的生成,但没有观察到三聚缩合物.由于丙酮在催化剂表面的二聚物、三聚物形成量较少,两者的特征谱峰均不易观察到.文献报道称在 TiO<sub>2</sub>表面,由于丙酮浓度的不同,导致丙酮及其二聚物的分布呈互补关系,丙酮量减少的同时其

### 二聚物的量增多<sup>[23]</sup>.在本催化剂上观察到的二聚 物相对较少,可能是由于丙酮的浓度较高的缘故. 表1丙酮分别在KBr和催化剂上的红外谱峰归属

Table 1 The assigning of the absorption bands of acetone on both KBr and catalyst

Mode description	Frequency ( cm <sup>-1</sup> )			
	Gas phase acetone		Adsorbed acetone	
	Literature a	Spectrum A, B	Literature b	Spectrum B, C
ν(CH)	3 020, 2 973, 2 9263	015, 2 970, 2 948, 2 927	2 973, 2 931	3 012, 2 969, 2 927
$\nu$ (C=O)	1 738	1 755, 1 737, 1 727	1 702	1 722, 1 710
$\delta_{as}(CH_3)$	1 456, 1 438	1 457, 1 448	1 422	1 425
$\delta_{s}(CH_{3})$	1 363, 1 360	$1 365, 1 304^{\text{A}}$	1 366	1 370
$\nu$ (C-C)	1 218	1 228, 1 217, 1 206	1 240	1 234
$\delta(CCH)$	1 093, 1 067	1 092		
	Adsorbed n	nesityl oxide		
	Literature c	Spectrum B, C		
ν(C-H)	2 967, 2 932, 2 918,	2 870		
	2 928			
$\nu$ (C=O)	1 666	1 670, 1 653		
$\nu(C = C)$	1 602	1 636		
$\delta_{as}(CH_3)$	1 450	1 448		
$\delta_{s}(CH_{3})$	1 378, 1 365	1 370		

文献:  $a^{[19]}$ ,  $b^{[20, 21]}$ ,  $c^{[22]}$ ; Refs:  $a^{[19]}$ ,  $b^{[20, 21]}$ ,  $c^{[22]}$ 

#### 2.3 丙酮在光催化剂上反应的红外光谱

前期工作表明,丙酮在本催化剂上的氧化需要 一定的温度.图5是丙酮在不同的反应温度下,在 催化剂上的红外光谱随时间的变化图谱,其谱峰归 属见表2.

在催化剂上反应温度为120°C时,在样品池中 通入丙酮,黑暗条件下随时间延长几乎没有发现催 化剂表面生成吸附态的 CO<sub>2</sub>(2 297、2 383 cm<sup>-1</sup>); 但是在可见光的照射下,在2 297 cm<sup>-1</sup>和2 383 cm<sup>-1</sup>处发现 CO<sub>2</sub>的谱峰. 在 130 ℃时, 在黑暗条件 下反应 120 min 后有非常微弱的 CO, 谱峰, 这可能 是由于丙酮在加热条件下与氧气反应生成了微量的 CO<sub>2</sub>;但是在可见光照射情况下与 120 ℃时的谱图 比较,在130℃时有更多的CO2生成.在反应温度 为140 ℃时,虽然在暗反应中有更多的 CO,生成, 但是光催化反应更加明显. 在150 ℃时, 在120 min 内的黑暗反应中相对于光照条件没有生成太多的 CO<sub>2</sub>, 但是在可见光作用下生成大量的 CO<sub>2</sub>. 当反 应时间延长到 120 min 时,出现气态的 CO<sub>2</sub>(2 372, 2 309 cm<sup>-1</sup>),同时光照下1 417 与1 312 cm<sup>-1</sup>处的 峰强度也有所增强, 1 586 cm<sup>-1</sup>处谱峰亦增强. 这 表明丙酮在催化剂表面被深度氧化. 图 5 中的结果 表明在等于和高于120℃的反应温度下,催化剂表 面可能有羧基生成(-COO-, 1 586、1 417、1 312 cm<sup>-1</sup>)生成.

在图 5 中在 140 ℃和 150 ℃反应时,催化剂表 面并没有出现相应的-OH 和 H<sub>2</sub> O 的谱峰(3 600 cm<sup>-1</sup>左右).丙酮被氧化生成 CO<sub>2</sub>时,应该生成 H<sub>2</sub>O,而且在反应过程完成后,当反应温度降低时 发现样品池上有小水珠生成.所以在 140 ℃和 150 ℃时,在催化剂上没有观察到-OH 和 H<sub>2</sub>O 的谱峰可 能是由于催化剂 Pt/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>对水的吸附能力很 弱的原因.

图 6 所示为不同反应温度下原位红外谱图中 CO<sub>2</sub>的特征谱峰(2 372, 2 309 cm<sup>-1</sup>)峰面积随反应 时间的变化.随反应温度的提高,CO<sub>2</sub>谱峰面积也 有所增加(图 6B),当反应温度达到 150 ℃时(图 6A),CO<sub>2</sub>谱峰面积在光照后迅速增加,大大高于反 应温度低于 150 ℃时的结果.尽管在黑暗条件时温 度较高的情况下会发生少量的丙酮热催化氧化情 况,但在光照后明显观察到氧化速度加快,CO<sub>2</sub>生 成速率提高(图 5、6),这表明在催化剂表面发生了 光催化反应,同时随反应温度的提升,光催化反应 的效率也提高,这一点与催化剂的表征结果一致.

表 2 所列红外谱峰归属表明,反应过程中观察 到中间产物甲酸吸附物(Bindentate formate),碳酸



Fig. 5 The IR spectra of acetone degradation over catalyst at conditions of dark reaction and under visible light. The A series are the IR spectra of dark-reaction, while B series are the spectra obtained under visible light. Before introducing the acetone/oxygen mixture, the catalyst was purged by  $N_2$  at 180 C for 1 h, and then cool down to room temperature. The cooled cell was vacuumed to  $10^{-4}$  Pa.

In each reaction at the selected temperature, 5 mL of acetone/oxygen gas was introduced into the cell system.

The background of the spectra recording is the spectra of catalyst predegassed at the reaction temperature.

The reaction temperatures were given in the figure



Fig. 6 The CO<sub>2</sub> IR peak area change with reaction time over catalyst in darkness and under visible light
■120 °C; ▲130 °C; ▼140 °C; ◆150 °C

盐类(Carbonate).由于气相与吸附态丙酮甲基伸缩 振动谱峰强度较高,同时由于观察到的中间产物强 度较弱,导致中间产物对应的甲基伸缩振动偏移被 掩盖.但羧基 C-H键在1312 cm<sup>-1</sup>处的摇摆振动 峰说明了羧基的生成,而 CH<sub>3</sub>摇摆振动在1417 cm<sup>-1</sup>的增强表明 CH<sub>3</sub>C-片段的存在(图5,150°C, 140°C),这些谱峰在反应温度为140°C 时较反应温 度150°C 时强,这可能是催化剂表面活性氧物种与 丙酮反应生成了带羧基的物种,如丙酮酸和乙羧 基,丙酮酸在温度较高时容易分解.

甲酸盐类(1586 cm<sup>-1</sup>)在不同的温度下均能观 察到,在130、140°C 时较强,而在120、150°C 时 相对较弱.可能是因为在较低温度下(120°C)生成 的中间物甲酸吸附物较少(丙酮需要多步氧化反应 才能生成),在较高温度下150°C 中间物甲酸吸附 物分解速度太快,所以观察到的信号弱.本 FTIR 研究表明,丙酮的光催化反应生成了CH<sub>3</sub>COCH<sub>2</sub>OH (在质谱分析中发现它是主要副产物)和羧酸中间 体,中间体为相对较少的物种,在较高温度下迅速 表2催化剂在可见光条件下光催化降解丙酮的红外谱峰归属

Table 2 The IR band	assignments of acet	tone photodegradation of	over catalyst unde	er visible light

Adsorbed	Mode discription -	Frequency ( cm <sup>-1</sup> )		
species		This work	Literature	
Bidentate	$\left[\nu_{as}(COO)C \pm \delta(CH)\right]$	Been coverd	2 957 ª	
formate	$\nu_{\rm s}({ m CH})$		2 873 <sup>a</sup>	
	$\nu(COO)$	1 586, 1 528	1 575, 1 358°	
	$\delta(CH)$	1 417, 1 312	1 323 ª	
Carbonate	$\nu(CO_3)$	1 446	1 441 <sup>ª</sup>	
CO	$\nu(CO)$	2 105	2 176, 2 116 <sup>b</sup>	
$CO_2$	$\nu(CO_2)$	2 383, 2 372, 2 326, 2 316	2 358	

<sup>a</sup>文献:  $a^{[19]}$ ,  $b^{[23]}$ ; Refs:  $a^{[19]}$ ,  $b^{[23]}$ 

分解.

吸附态的 CO(2 105 cm<sup>-1</sup>,图 5)分子在 120、 130°C 时黑暗条件下随时间的延长,谱峰强度增强,而在光反应条件下消失,同时 CO<sub>2</sub>的谱峰强度 增强表明在光照情况下 CO 在催化剂表面的寿命很 短,CO 迅速被氧化为 CO<sub>2</sub>.在更高的反应温度 140 和 150 ℃时在暗反应中没有观察到 CO 吸附物种, 一方面说明 CO 可能迅速从催化剂表面脱附,另一 方面可能是 CO 一旦生成就迅速被氧化为 CO<sub>2</sub>.

由以上数据,我们可以推断出在黑暗条件下丙 酮在催化剂上的反应如图7所示.我们可以观察到 吸附态的CO\*和相应的羧基的物种,尤其是在反



图 7 丙酮在催化剂上反应的可能途径



应温度较低时(如120℃)更为明显.

在有光照的条件下,由于光能激发出更多的空 隙 O \* 、\* OH 和 \* O<sup>-</sup>等,同时光激发出来的电子 与 O<sub>2</sub>结合也可以生成强氧化性的 \* O<sup>-</sup>、O<sub>2</sub><sup>2-</sup>和 \* OH 等物种,加速了丙酮的氧化反应.以上的 FTIR 研究表明 Pt/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>催化剂表现出了明显的可 见光催化活性.

## 3 结 论

研究表明 Pt/V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/MgF<sub>2</sub>催化剂在可见光下具 有催化活性,能把丙酮氧化成二氧化碳和水,反应 温度对反应具有明显的影响,反应温度升高会加速 光催化反应.光的照射可以加速 CO 向 CO<sub>2</sub>的转化, 使反应更加彻底.丙酮的光催化氧化反应是从它的 甲基上开始的,可能先生成了 CH<sub>3</sub> COCH<sub>2</sub>O<sup>-</sup> 吸附物,它进一步被氧化成丙酮醛、丙酮酸以及碳二 醛、乙酸和碳一吸附物种,最终氧化成 CO<sub>2</sub>.

#### 参考文献:

- [1] Liu qingju (柳清菊). Advanced Materials Industry (新 材料产业)[J], 2007, 4: 47~50
- [2] Lixin Cao, Zi Gao, Timothy N, Obee, et al. J. Catal.
   [J], 2000, 196: 253 ~ 261
- [3] Zhang Pengyi (张彭义), Chen Qing (陈 清), Yu Gang (余 刚), et al. Chin. Soc. Envir. Sci. (中国环 境科学) [J], 2003, 23(2): 139~143
- Wu Jeng-Fong, Hung Chung-Hsuang, Yuan Chung-Shin.
  J. Photochem. Photobiol. A: Chem. [J], 2005, 170: 299 ~ 306

- [5] Ku Young, Ma Chi-ming, Shen Yung-shuen. Appl. Catal. B: Enviro. [J], 2001, 34: 181 ~ 190
- [6] Ding Zhen (丁 震), Feng Xiaogang (冯小刚), Yuan Chunwei (袁春伟), et al. Chin. J. Envir. Sci. (环境 科学) [J], 2006, 27(9): 1814~1819
- [7] Tian Jian-hua(谭建华), Zhong Shun-he(钟顺和). J.
   Mol. Catal. (China)(分子催化)[J], 2006, 20(3):
   245~248
- [8] Li Qiu-ye(李秋叶), Lu Gong-xuan(吕功煊). J. Mol. Catal. (China)(分子催化)[J], 2007, 21(6): 590~ 598
- [9] Guan Chen(管 臣), Xi Hai-ling(习海玲), Zhao Jincai(赵进才), et al. J. Mol. Catal. (China)(分子催 化)[J], 2007, 21(2): 162~167
- [10] Zhang Jian-hong(张建宏), Guo Nan(郭 楠), Xi Hai-ling(习海玲). J. Mol. Catal. (China)(分子催 化)[J], 2007, 21(6): 585~589
- [11] Akira Fujishima, Rao T N, Tryk D A. J. Photochem.
   Photobiol. C: Photochem. Rev. [J], 2000, 1: 1 21
- [12] Xia Hui-li, Zhuang Hui-sheng, Xiao Dong-chang, et al. Mater. Lett. [J], 2008, 62(6~7): 1 126~1 128
- [13] Ke Ding-ning, Liu Hua-jun, Dai Ke, et al. Mater. Lett.
  [J], 2008, 62(3): 447 ~ 450

- [14] Panov A G, Fripiat J J. J. Catal. [J], 1998, 178: 188 ~ 197
- [15] El-Maazawi M, Finken A N, Nair A B, Grassian V H. J. Catal. [J], 2000, 191: 138 ~ 146
- [16] Chen Fei, Wu Ting-hua, Zhou Xiao-ping. Catal. Commun. [J], 2008, 9: 1 689 ~ 1 703
- [17] Vakhlueva V I, Finkel A G, Zaitseva L A, et al. Opt. Spectroscopy[J], 1968, 25(160): 1 115 ~1 120
- [18] Rogers J D, Rub B, Person W B, et al. J. Phys. Chem.
  [J], 1981, 85(24): 3 727 ~ 3 729
- [19] Mann R H, Dixon W B. J. Chem. Phys. [J], 1972, 57 (792): 2 147 ~ 2 151
- [20] Shimanouchi T. Tables of Molecular Vibrational Frequencies, Vol. 1, National Standard Reference Data Series, NBS (US) [M]1972. 325
- [21] Panov A G, Fripiat J J. Langmuir [J], 1998, 14: 3 788 ~3 796
- [22] Rochester G C. J. Chem. Soc. Faraday Trans. [J], 1978, 1 (74): 403 ~ 408
- [23] Li Zhen-hua (李振花), Song Ying (宋 瑛), Wang Bao-wei (王保伟), et al. Natural Gas Chem. Indus. (天然气化工) [J], 2002, 27: 25~28

### An In-situ FTIR Investigation of Acetone Photodegradation

SONG Han, ZHOU Xiao-ping

(1. College of chemical engineering, Hunan University, Changsha, Hunan 410082, China;

2. Microvast Technologies, LTD, Zhejiang 31300, China)

**Abstract**: The acetone photodegradation over  $Pt/V_2O_5/MgF_2$  catalyst was investigated in the temperature region of 120 to 150 C under visible lights. It was found that the reaction temperature has significant influence on catalytic activity. At conditions of ruling out the thermal reaction (usually set the reaction temperature below that that thermal reaction occurs), high reaction temperature favors the photodegradation of acetone. It was found that the photodegradation of acetone starts from the hydrogen abstraction on the methyl group. Possibly,  $CH_3COCH_2O^-$  is the first oxidation species, which could be further oxidized to  $CH_3COCO^-$ ,  $CH_3COCO_2^-$ ,  $CH_3CO^-$ ,  $CH_3CO_2^-$ , and  $HCO_2^-$ . These species were finally oxidized to  $CO_2$  and  $H_2O$ . The investigation shows that under visible light, CO could be converted to  $CO_2$  more rapidly. Both  $V_2O_5/MgF_2$  and  $Pt/V_2O_5/MgF_2$  are visible light active catalysts. **Key words**: In-situ FT-IR; Photodegradation; Photocatalyst; Acetone oxidation