

光催化降解污染物制氢反应与原位红外表征

李越湘;吕功煊;李树本;董禄虎

中国科学院兰州化学物理研究所, 羰基合成与选择氧化国家重点实验室, 兰州 730000;

摘要:

研究了在Pt/TiO₂悬浮体系中单组分和双组分污染物为电子给体光催化分解水制氢反应. 比较了污染物甲醛、甲酸和草酸为电子给体光催化放氢反应效率, 发现其活性为: 草酸 > 甲酸 > 甲醛. 原位ATR(衰减全反射)红外研究表明, 光催化放氢活性与污染物吸附特性有关. 还研究了草酸与甲酸分解水放氢和污染物降解动力学, 发现总的放氢和污染物降解速率与污染物组分在TiO₂表面的吸附强度和溶液浓度有关. 污染物在TiO₂表面的竞争吸附决定了反应动力学. 原位ATR-IR方法研究双组分混合物体体系的吸附, 直观地证实了上述结果.

关键词: 光催化 制氢 有机污染物 吸附 原位红外

收稿日期 2002-07-08 修回日期 2002-10-30 网络版发布日期 2003-04-15

通讯作者: 吕功煊 Email: gxlu@ns.lzb.ac.cn

本刊中的类似文章

1. 王素华;陈德文. 卟啉氮氧自由基的光催化氧化产生及其机理[J]. 物理化学学报, 1995,11(11): 1014-1019
2. 傅宏祥;吕功煊;李树本. 有机物存在下Cr⁶⁺离子的光催化还原[J]. 物理化学学报, 1997,13(02): 106-112
3. 范山湖;余向阳;湛社霞;陈六平;古喜兰;李玉光;石宗娟. 循环流动固定床光催化反应器动力学数学模拟[J]. 物理化学学报, 2001,17(11): 1000-1005
4. 陈孝云;刘守新;陈曦;孙承林. TiO₂/wAC复合光催化剂的酸催化水解合成及表征[J]. 物理化学学报, 2006,22(05): 517-522
5. 张玉红;熊国兴;杨维祺;傅贤智. 溶胶-凝胶法制备复合M₂O₃-TiO₂光催化剂[J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 273-277
6. 刘平;周廷云;林华香;傅贤智. TiO₂/SnO₂复合光催化剂的耦合效应 [J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 265-270
7. 杨建军;李东旭;李庆霖;张治军;汪汉卿. 甲醛光催化氧化的反应机理[J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 278-281
8. 余家国;赵修建;陈文梅;林立;张艾丽. TiO₂/SiO₂纳米薄膜的光催化活性和亲水性 [J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 261-264
9. 刘鸿;吴鸣;吴合进;孙福侠;郑云;李文钊. 氢处理二氧化钛的光催化性能及电化学阻抗谱[J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 286-288
10. 李旦振;郑宜;傅贤智;刘平. 微波法制备SO₂⁻/TiO₂催化剂及其光催化氧化性能[J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 270-272
11. 水森;岳林海;徐铸德. 几种制备方法的掺杂二氧化钛光催化特性[J]. 物理化学学报, 2001,17(03): 282-285
12. 吕功勋;李树本; Savinov E N; Parmon V N. 酞菁钴界面修饰的Cu_xS CdS复合硫化物光催化剂[J]. 物理化学学报, 1994,10(09): 790-795
13. 华南平;吴建文;杜玉扣;邹志刚;杨平;Pt、N共掺杂TiO₂在可见光下对三氯乙酸的催化降解作用[J]. 物理化学学报, 2005,21(10): 1081-1085
14. 杨俊伟;王绪绪;戴文新;李旦振;付贤智. Pt/TiO₂上苯和乙烯光催化氧化过程的磁效应[J]. 物理化学学报, 2006,22(01): 92-97
15. 熊裕华;李凤仪. Fe³⁺掺杂TiO₂光催化降解聚乙烯薄膜的研究[J]. 物理化学学报, 2005,21(06): 607-611
16. 李越湘;王添辉;彭绍琴;吕功煊;李树本. Eu³⁺、Si⁴⁺共掺杂TiO₂光催化剂的协同效应[J]. 物理化学学报, 2004,20(12): 1434-1439
17. 邵宇;戴文新;王绪绪;丁正新;刘平;付贤智. 铝片表面阳极氧化铝膜的光催化作用[J]. 物理化学学报, 2005,21(06): 622-626
18. 彭峰;陈水辉;张雷;王红娟;谢志勇. 纳米ZnO薄膜的制备及其可见光催化降解甲基橙[J]. 物理化学学报, 2005,21(08): 944-948
19. 李志杰;侯博;徐理;吴东;孙子罕. 共沉淀法制备氧化硅改性的纳米二氧化钛及其性质[J]. 物理化学学报, 2005,21(03): 229-233
20. 连文浩;郑琰;付贤智. 新戊基钛在MCM-41表面的接枝反应及产物性质[J]. 物理化学学报, 2004,20(09): 1138-1143
21. 井立强;付宏刚;王德军;魏霄;孙家钟. 掺Sn的纳米TiO₂表面光致电荷分离及光催化活性[J]. 物理化学学报, 2005,21(04): 378-382
22. 苏文悦;张勇;王绪绪;付贤智. 甲基叔丁基醚光催化降解的反应历程[J]. 物理化学学报, 2004,20(10): 1211-1215
23. 沈杰;沃松涛;邢晓莉;蔡臻炜;杨桐良;章壮健. 射频磁控溅射制备纳米TiO₂薄膜的光电化学行为[J]. 物理化学学报, 2004,20(10): 1191-1195
24. 吴玉琪;吕功煊;李树本. 无氧条件下Pt/TiO₂光催化重整降解一乙醇胺水溶液制氢[J]. 物理化学学报, 2004,20(07): 755-758
25. 张琦;李新军;李芳松;常杰. WO_x/TiO₂光催化剂的可见光催化活性机理探讨[J]. 物理化学学报, 2004,20(05): 507-511
26. 韩世同;刁海玲;付贤智;王绪绪;丁正新. 林志聪;苏文悦. 芥子气模拟剂2-氯乙基乙硫醚的光催化降解[J]. 物理化学学报, 2004,20(03): 296-301
27. 刘守新;孙承林. Ag改性提高TiO₂对Cr(VI)的光催化还原活性机理[J]. 物理化学学报, 2004,20(04): 355-359
28. 卢晗峰;周琪;徐柏庆;陈银飞;刘化章. Au掺杂方式对锐钛矿TiO₂光催化性能的影响[J]. 物理化学学报, 2008,24(03): 459-464
29. 刘守新;陈孝云. 活性炭孔结构对TiO₂/AC复合光催化剂光催化活性的影响[J]. 物理化学学报, 2008,24(03): 533-538
30. 孙毅;许刚;蔡文斌;林志裕. 纳米TiO₂-免疫-电生孔复合技术光催化氧化杀伤LoVo肠癌细胞的机理[J]. 物理化学学报, 2008,24(08): 1359-1365
31. 冯彩霞;王岩;金振声;张顺利. N掺杂纳米TiO₂可见光催化氧化丙烯的动力学行为[J]. 物理化学学报, 2008,24(04): 633-638
32. 潘海波;王芳;黄金院. 陈雨生. 原位合成CoPc/SnO₂的键合特性及可见光催化活性[J]. 物理化学学报, 2008,24(06): 992-996
33. 李金环;康万利;闫文华;郭伊君;高洪峰. 刘忠和. Eu³⁺掺杂TiO₂纳米晶的制备及光催化降解部分水解聚丙烯酰胺[J]. 物理化学学报, 2008,24(06): 1030-1034
34. 罗大超;张兰兰;龙绘锦;陈咏梅;曹亚安. 镍离子表面处理对二氧化钛光催化活性的影响[J]. 物理化学学报, 2008,24(06): 1095-1099
35. 石健;李军;蔡法云. 具有可见光响应的C、N共掺杂TiO₂纳米管光催化剂的制备[J]. 物理化学学报, 2008,24(07): 1283-1286
36. 许迪;高爱梅;邓文礼. 簇形和花形CdS纳米结构的自组装及光催化性能[J]. 物理化学学报, 2008,24(07): 1219-1224
37. 李海龙;罗武林;陈涛;田文字;孙茂;黎春;朱地;刘冉冉;赵宇亮;刘春立. 载Ag二氧化钛纳米管的制备及其光催化性能[J]. 物理化学学报, 2008,24(08): 1383-1386
38. 邱晓斌;曹亚安;马颖;管自生;姚建年. 担载材料对TiO₂薄膜光催化活性的影响[J]. 物理化学学报, 2000,16(01): 1-4
39. 张金龙;赵文娟;陈海军;徐华胜;陈安平;安保正. 一负载贵金属光催化剂的光催化活性研究[J]. 物理化学学报, 2004,20(04): 424-427
40. 赵文宽;方佑敏;董庆华;王怡中. 用高温水热法制备高活性TiO₂纳米微晶光催化剂[J]. 物理化学学报, 1998,14(05): 424-428
41. 范山湖;孙振范;邹泉周;李玉光. 偶氮染料吸附和光催化氧化动力学[J]. 物理化学学报, 2003,19(01): 25-29
42. 丁正新;侯乙东;李旦振;王绪绪;付贤智;刘平. 形态结构和光电特性对纳米TiO₂光催化性能的影响[J]. 物理化学学报, 2003,19(10): 978-981
43. 刘守新;孙承林. 担载Ag对TiO₂界面光电子转移效率的影响[J]. 物理化学学报, 2004,20(06): 621-625
44. 吴树新;马智;秦永宁;何菲;贾立山;张彦军. 掺铜二氧化钛光催化剂的XPS研究[J]. 物理化学学报, 2003,19(10): 967-969
45. 鲍兴旺;张金龙;梁学海;黄家桢;张利中. 二氧化钛薄膜的低温制备及其性能表征[J]. 物理化学学报, 2005,21(01): 69-73
46. 王桂贤;王延吉;赵新强;宋宝俊. CoO/SrTiO₃的合成及光催化分解水制氢性能[J]. 物理化学学报, 2005,21(01): 84-88
47. 冯春波;杜志平;赵永红;台秀梅;李秋小. Au改性纳米TiO₂材料对NPE-10光催化降解的活性[J]. 物理化学学报, 2006,22(08): 953-957
48. 邹吉军;刘昌俊. 冷等离子体处理制备NiO/SrTiO₃及其光催化水分解制氢性能研究[J]. 物理化学学报, 2006,22(08): 926-931
49. 陈其凤. 姜东. 徐耀. 吴东. 孙子罕. 溶胶-凝胶-水热法制备Ce-Si/TiO₂及其可见光催化性能[J]. 物理化学学报, 2009,25(04): 617-623
50. 沈晶晶. 刘畅. 朱育丹. 李伟. 冯新. 陆小华. 介孔TiO₂的水热法制备及其光催化性能[J]. 物理化学学报, 2009,25(05): 1013-1018
51. 雷建飞. 李伟善. 多孔阵列TiO₂/Ti的光电催化性能[J]. 物理化学学报, 2009,25(06): 1173-1178
52. 曹永强. 龙绘锦. 陈咏梅. 曹亚安. 金红石/锐钛矿混晶结构的TiO₂薄膜光催化活性[J]. 物理化学学报, 2009,25(06): 1088-1092
53. 陈威. 董新法. 陈之善. 陈胜洲. 林维明. 可见光下Fe³⁺掺杂对K₂La₂Ti₂O₁₀分解水制氢性能的影响[J]. 物理化学学报, 2009,25(06): 1107-1110
54. 敏世雄. 王芳. 张振敏. 韩玉琦. 冯雷. PANI/AMTES-TiO₂纳米复合材料的制备及其光催化性能[J]. 物理化学学报, 2009,25(07): 1303-1310
55. 冯利利. 赵威. 刘洋. 焦亮. 李星国. MCM-41分子筛担载纳米TiO₂复合材料光催化降解罗丹明B[J]. 物理化学学报, 2009,25(07): 1347-1351
56. 杜卫平. 李臻. 冷文华. 许宜铭. 氧化铁和羟基氧化铁光催化还原银离子[J]. 物理化学学报, 0, 0: 0-0
57. 李长玉. 刘守新. 马跃. 可见光响应Cu-Cu₂x₁O复合材料的热水法一步合成[J]. 物理化学学报, 0, 0: 0-0
58. 李莉. 马禹. 曹艳珍. 计远. 郭伊君. 有序介孔材料H₂P₁₈O₆/TiO₂ (Brij-76)的制备与微波增强光催化降解一氯苯[J]. 物理化学学报, 2009,25(07): 1461-1466
59. 胡元方;李越湘;彭绍琴;吕功煊;李树本. SiO₂复合Pt-Cd_{0.53}Zn_{0.47}S固溶体的光催化性能[J]. 物理化学学报, 2008,24(11): 2071-2076
60. 李晓辉. 刘守新. N、F共掺杂TiO₂可见光响应光催化剂的酸催化水解法制备及表征[J]. 物理化学学报, 2008,24(11): 2019-2024
61. 王唯诚. 李硕. 温怡芸. 龚茂初. 张磊. 姚艳玲. 陈耀强. TiO₂/FeO₃复合光催化剂的制备、表征及其对气相苯的降解[J]. 物理化学学报, 2008,24(10): 1761-1766
62. 陈玉娟;胡中华;王晓静;赵国华;刘亚菲;刘巍. 活性炭孔结构和比表面积对TiO₂/AC光催化性能的影响[J]. 物理化学学报, 2008,24(09): 1589-1596
63. 刘鼎. 许宜铭. 杂多酸存在下X3B染料光降解和Cr(VI)光还原的协同反应机理[J]. 物理化学学报, 2008,24(09): 1584-1588
64. 田宝柱;童中元;陈峰;张金龙. 水洗处理对Au/TiO₂催化剂光催化活性的影响[J]. 物理化学学报, 2007,23(07): 978-982
65. 闫智英;武丽艳;孙桂香;张宁;郑文君. 离子液体-水混合溶剂中制备纳米晶TiO₂的结构特性及其光催化活性[J]. 物理化学学报, 2007,23(07): 1032-1036
66. 张天水;冯巧芳;曾鑫. 王正. 夏文娟;池立峰. 耐晒大红BBN与表面活性剂双组分光催化降解[J]. 物理化学学报, 2007,23(11): 1803-1807
67. 张炜;王书亮;马云庆;王翠萍;刘兴军. 铝基板的界面扩散对薄膜型TiO₂光催化活性的影响[J]. 物理化学学报, 2007,23(09): 1347-1352
68. 张霞;赵岩;张彩韵;孟皓. 低温水热合成异形TiO₂纳米晶及其表征[J]. 物理化学学报, 2007,23(06): 856-860

69. 刘福生;吉仁;吴敏;孙岳明. 花染料敏化Pt/TiO₂光催化分解水制氢[J]. 物理化学学报, 2007,23(12): 1899-1904
70. 陈启元;董海霞;尹周澜;胡慧萍;李洁;刘亮亮. 氧缺陷型TiO₂的制备、表征及其光催化析氧活性[J]. 物理化学学报, 2007,23(12): 1917-1921
71. 周雪峰;李伟;张妍;杨祝红;冯新;陆小华. 以OTS自组装单分子膜为探针研究TiO₂液相空穴氧化机理[J]. 物理化学学报, 2007,23(07): 1113-1116
72. 吴玉程;刘晓璐;叶敏;解挺;黄新民. 碳纳米管负载纳米TiO₂复合材料的制备及其性能[J]. 物理化学学报, 2008,24(01): 97-102
73. 李鸿建;陈刚;李中华;周超. 烧绿石结构La₂Ti₂Co₄O₉的制备及可见光分解水性能[J]. 物理化学学报, 2007,23(05): 761-764
74. 武伦鹏;赵莲花;张海明;赵青南. 光电流法研究TiO₂薄膜表面吸附氧对光催化活性的影响[J]. 物理化学学报, 2007,23(05): 765-768
75. 陈孝云;刘守新. S掺杂宽光域响应Ti_{1-x}S_xO₂光催化剂的制备及表征[J]. 物理化学学报, 2007,23(05): 701-708
76. 伍彦;姚文清;朱永法. Ta₂O₅/Si薄膜界面结构及光催化活性[J]. 物理化学学报, 2007,23(05): 625-629
77. 方舒玫;欧延;林敬东;廖代伟. Cu/Sr₃Ti₂O₇的制备及其光催化分解水制氢活性[J]. 物理化学学报, 2007,23(04): 601-604
78. 燕姗姗;吴连弟;陈峰;张金龙. 双晶型TiO₂薄膜的低温制备及表征[J]. 物理化学学报, 2007,23(03): 414-418
79. 李旦振;郑宜;付贤智. 微波-光催化耦合效应及其机理研究 [J]. 物理化学学报, 2002,18(04): 332-335
80. 尹峰;林原;林瑞峰;肖绪瑞. 强度调制光电流谱研究TiO₂悬浮体系光催化机理 [J]. 物理化学学报, 2002,18(01): 21-25
81. 赵文宽;方佑龄. 光催化活性TiO₂薄膜的低温制备[J]. 物理化学学报, 2002,18(04): 368-371
82. 水森;岳林海;徐铸德. 稀土掺杂二氧化钛的光催化特性[J]. 物理化学学报, 2000,16(05): 459-463
83. 颜秀茹;李晓红;崔明亮;郭伟巍;巩永进. 纳米SnO₂@TiO₂的制备及其光催化性能[J]. 物理化学学报, 2001,17(01): 23-27
84. 苏文悦;付贤智;魏可镁. SO₄²⁻表面修饰对TiO₂结构及其光催化性能的影响[J]. 物理化学学报, 2001,17(01): 28-31
85. 李芳柏;古国栋;李新军;万洪富. WO₃/TiO₂纳米材料的制备及光催化性能[J]. 物理化学学报, 2000,16(11): 997-1002
86. 孙波;孟祥举;王世超;孙淑清;肖丰收. 颜色指示法高通量筛选多相催化材料[J]. 物理化学学报, 2006,22(04): 441-444
87. 井立强;孙晓君;蔡伟民;郑大方;徐跃;徐朝鹏;徐自力;杜尧国. Pd/ZnO和Ag/ZnO复合纳米粒子的SPS和XPS研究[J]. 物理化学学报, 2002,18(08): 754-758
88. 张敏;金振声;王守斌;张顺利;张治军. 在Pd/TiO₂上CO的光催化增强效应[J]. 物理化学学报, 2003,19(02): 100-104
89. 李玉光;Porter John F;Chan Chak K. 焙烧的P-25 TiO₂ 微结构特性和光催化活性[J]. 物理化学学报, 1999,15(01): 82-86
90. 李静谊;斯琴高娃;刘丽娜. TiO₂/膨润土光催化降解有机污染物[J]. 物理化学学报, 2007,23(01): 16-20
91. 张士成;姚文清;朱永法;施利毅. 可见光响应Bi₂WO₆薄膜的制备与光电化学性能[J]. 物理化学学报, 2007,23(01): 111-115
92. 田蒙奎;蒋丽;上官文峰;王世杰;欧阳自远. 可见光响应光催化剂K₄Ce₂Ta₁₀O₃₀、K₄Ce₂Nb₁₀O₃₀及其固溶体的电子结构[J]. 物理化学学报, 2007,23(04): 466-472
93. 苏碧桃 孙佳星 胡常林 张小红 费鹏 雷自强. Fe³⁺掺杂TiO₂光催化纤维材料的制备及表征[J]. 物理化学学报, 0, 0: 0-0
94. 王其召, 蒋丽, 刘恢, 袁坚, 陈铭夏, 施建伟, 上官文峰. 光催化剂Bi_{1-x}Gd_xVO₄的制备和表征及其光催化分解水[J]. 物理化学学报, 0, 0: 0-0
95. 张晓艳, 崔晓莉. C-N共掺杂纳米TiO₂的制备及其光催化制氢活性[J]. 物理化学学报, 0, 0: 0-0
96. 周波, 刘志国, 王红霞, 黄喜强, 隋郁, 王先杰, 吕喆, 苏文辉. 花状Cu₂O/Cu的水热合成及其光催化性能[J]. 物理化学学报, 0, 0: 0-0