中国科学院大连化学物理研究所
优秀博士后奖励基金申请表

申请人: 林峰

研究组: 2301

学科专业: 金催化

合作导师: 黄家辉 研究员

填表日期: 2016年4月22日

中国科学院大连化学物理研究所制

姓 名	林峰	性 别	女
出生日期	1984.02	民 族	汉
学历/学位	研究生/博士	专业技术职务	讲师
毕业院校	中国科学院大连化学物理研究所	专 业	物理化学
(拟)进站时间	2016.05	进站性质	☐ 统招统分 ☒ 在职人员
E-Mail	Flin@dicp.ac.cn	联系电话	
学 习 简 历	起止年月	所在单位/专业	所获学位
	2006.09-2013.07	大连化物所/物理化学	博士
	2002.09-2006.07	内蒙古大学	学士
工 作 经 历	起止年月	所在单位	职务
	2011.07-2016.03	大连民族大学	讲师
博 士	博士论文题目	担载双助催化剂半导体上光催化氧化含硫有机化合物及染料的研究	
	指导教师姓名	李灿 研究员/院士 蒋宗轩 研究员	

学位论文摘要

(限 800 字)

光催化降解污染物对环境保护具有重要的意义, 光催化氧化的方法已经被证明是去除污染物的非常行之有效的方法之一。本论文以开发在含硫有机化合物及有机染料等污染物的光催化氧化脱除反应中具有高活性的半导体基光催化剂为目的, 围绕担载助催化的半导体光电材料 TiO_2 和 BiVO_4 等的制备合成, 光电性能, 反应机理等展开了研究, 考察助催化剂以及催化剂结构对半导体光催化剂光催化氧化性能的影响, 并深入探讨光催化氧化反应的机理, 旨在于提高光催化剂的光催化氧化活性, 寻求可以适用于提高光催化剂活性的普遍规律。

首先制备了担载 RuO_2 的 $\text{SO}_4^{2-}/\text{TiO}_2$ 超强酸催化剂 (标记为 $\text{RuO}_2/\text{SO}_4^{2-}/\text{TiO}_2$), 考察其用于光催化氧化含硫有机分子噻吩的反应性能, 结果发现含硫有机化合物噻吩可以在其上得到较高的光催化氧化活性, 这可能是由于表面缺陷位及催化剂表面酸量的增加导致催化剂对 O_2 的吸附能力增加; 另一方面催化剂表面酸量的增多与表面氧化助催化剂 RuO_2 之间酸性和氧化性之间协同作用对于提高其光催化氧化活性也起了很重要的作用。

其次, 制备了担载助催化剂 Pt 和 RuO_2 的 TiO_2 (标记为 $\text{Pt-RuO}_2/\text{TiO}_2$, 载量低于 0.05 wt%) 催化剂, 考察其用于光催化氧化含硫有机分子反应的性能, 并将其拓展应用于光催化氧化有机染料罗丹明 B (RhB) 和甲基橙(MO) 的反应中, 得到很高的转化效率, TiO_2 上共担载的还原助催化剂 Pt 和氧化助催化剂 RuO_2 对光催化氧化活性的提高表现出强烈的协同作用。光催化氧化反应中分子氧和污染物分子的活化同时在 $\text{Pt-RuO}_2/\text{TiO}_2$ 催化剂表面发生。

再次, 制备了担载双助催化剂的 BiVO_4 可见光催化剂并考察了其以分子 O_2 为氧化剂可见光催化氧化噻吩反应的光催化氧化性能, 可以得到 99% 以上的转化率, 噻吩中的硫最终被氧化到三氧化硫。光催化过程中检测到的活性氧物种 ($\cdot\text{OH}$ 和 $\text{O}_2^{\cdot-}$) 参与了光催化氧化反应。双助催化剂 Pt 和 RuO_2 在提高光催化氧化活性上表现出强烈的协同作用, 这种共担载氧化助催化剂和还原助催化剂的方法对于发展高活性的光催化剂, 在太阳能转换及环境保护方面都是很重要的。

1、主持或参与项目情况:

序号	项目名称	项目来源	项目金额	起止年度	角色
1	以层状双氢氧化物为结构模板剂合成具有超高加氢脱硫活性的 NiMoW 本体催化剂	国家自然科学基金面上项目	59 万元	2012/01-2015/12	参加

2、论文发表情况:

序号	论文题目	期刊名	影响因子	发表年度/卷期/页码	排序

入 站 前 期 科 研 情 况 简 介	1	Photocatalytic oxidation of thiophene on RuO ₂ /SO ₄ ²⁻ -TiO ₂ : Insights for cocatalyst and solid-acid	Applied Catalysis B: Environmental	7.435	2016 , 188 : 253-258	1
	2	Study on the modified montmorillonite for adsorbing formaldehyde	Applied Surface Science	2.711	2015, 356 : 150-156	1
	3	Photocatalytic oxidation of thiophene on BiVO ₄ with dual co-catalysts Pt and RuO ₂ under visible light irradiation using molecular oxygen as oxidant	Energy & Environmental Science	20.523	2012 , 5 : 6400-6406	1
	4	Highly efficient photocatalytic oxidation of sulfur-containing organic compounds and dyes on TiO ₂ with dual cocatalysts Pt and RuO ₂	Applied Catalysis B: Environmental	7.435	2012, 127: 363-370	1
	5	Hydrothermal syntheses and crystal structures of crystalline catalysts based on 3-D Ln ³⁺ -pdc ₂ frameworks and [BW ₁₂ O ₄₀] ₅ and their heterogeneous photocatalytic oxidation of thiophene	Journal of Coordination Chemistry	2.012	2013 , 66 : 2829-2842	2
	6	Oxidation of dibenzothiophene catalyzed by [C ₈ H ₁₇ N(CH ₃) ₃] ₃ H ₃ V ₁₀ O ₂₈ using molecular oxygen as oxidant	Chemical Communication	6.834	2012, 48: 11647-11649	3
	7	Improvement of adsorptive desulfurization performance of Ni/ZnO adsorbent by doping with Mn additive	Chinese Journal of Catalysis	1.964	2013, 34(1): 140-145	3
	8	Electrospun Pt/TiO ₂ hybrid nanofibers for visible-light-driven H ₂ evolution	International Journal of Hydrogen Energy	3.313	2014, 39 (34) : 19434-19443	5

9	Catalytic oxidation of thiophene and its derivatives via dual activation for ultra-deep desulfurization of fuels	Journal of Catalysis	6.921	2012, 287: 5-12	5
3、专利情况:					
序号	专利名称	授权/申请	授权/申请号	起始日期	排序
1	脱除燃油中含硫化合物的可见光催化剂及其制备和应用	申请	PCT/CN2011/082513	2011	3
2	一种以氧气为氧化剂超深度脱除柴油中硫化物的方法	授权	ZL201110226034.9	2011	5
3	一种柴油的超深度氧化脱硫方法	授权	ZL201210289149.7	2012	4
4、获奖情况:					
序号	奖励名称	奖励等级	授奖单位	奖励年度	排序
1	担载双助催化剂Pt和RuO ₂ 的BiVO ₄ 在可见光下以分子氧为氧化剂光催化氧化噻吩反应的研究	辽宁省自然科学学术成果奖学术论文二等奖	辽宁省自然科学学术委员会	2012	1
2	担载双助催化剂的TiO ₂ 上光催化氧化含硫有机化合物及燃料的研究	辽宁省自然科学学术成果奖学术论文三等奖	辽宁省自然科学学术委员会	2013	1
3	延长石油优秀博士生奖学金	三等奖	延长石油	2012	1
4	中国科学院三好学生	三好学生	中国科学院	2006-2007年	1
博士后研究题目: 酸性载体负载金基纳米催化剂制备及其催化应用					

博士 后 工 作 的 研 究 计 划	<p>(简述研究计划的可行性、先进性和创新性，理论和现实意义)</p> <p>1980年以前，Au一直被认为是催化反应中的惰性金属。在Hutchings 和 Haruta教授的开创性工作发表之后，Au 催化成为多相催化的研究热点。金催化是纳米催化的代表性体系，表现出复杂的结构敏感性。金纳米粒子几何结构和电子结构、Au--氧化物载体相互作用等都对金催化作用有重要的影响。Au 催化剂在CO氧化反应、加氢反应、选择氧化反应中均表现出优异的催化性能，具有一些独特特性：(1) Au 催化剂在温和条件下就具有高活性和高选择性，Fe₂O₃，Co₃O₄，NiO 等负载5nm的Au催化剂可以在-70℃催化CO氧化反应，负载Au纳米粒子/ 原子簇的催化剂在丙烯环氧化催化反应中选择性高达90%。(2) Au纳米粒子尺寸直接影响Au 催化剂的活性。(3) 载体会影响Au 催化剂的活性。载体不仅通过载体--Au 相互作用影响Au纳米粒子尺寸，还直接参与到催化反应中。研究表明在CO氧化反应中，活性氧物种会在活性载体表面如TiO₂，Fe₂O₃，CoO_x 及 NiO_x 等生成从而给CO氧化反应提供氧源。(4) 氧分子参与的负载型金催化反应活性受湿度（气相反应）和酸碱性（液相反应）影响。</p> <p>最近的报道显示酸性载体对负载的纳米粒子有稳定作用，如何作用仍在研究中，基于负载型金催化剂的高活性以及酸性载体对金纳米粒子的影响，本课题拟设计合成酸性载体负载金基纳米催化剂，并考察其催化性能。通过考察酸性载体-Au相互作用，讨论酸性载体对Au纳米粒子尺寸、参与反应催化特性等方面的影响。考察其在CO氧化、选择氧化等反应中的活性规律，得到酸性-Au相互作用的一些理论结果以及催化氧化反应的一些应用结果。在理论上是可行的。</p> <p>申请人在前期研究工作中成功制备合成固体催化剂如杂多酸、酸性氧化物、固体酸等，这些催化剂均可作为酸性载体用于课题设计中。并发现担载助催化剂 RuO₂ 的固体酸催化剂在可见光下可以高效催化氧化噻吩。一方面 RuO₂ 作为氧化助催化剂有利于空穴传输，另一方面，酸性载体作为路易斯酸捕获活性氧活化噻吩分子，在催化剂表面将噻吩氧化为 SO₃。氧化催化和酸催化之间的协同作用对环境光催化反应性能的提高起到至关重要的作用(Applied Catalysis B: Environmental, 2016, 188: 253-258)。这些实验结果为本课题的顺利实施提供了研究基础和实验支持。</p> <p>综上所述，Au 催化是多相催化的研究热点，考察 Au 纳米粒子/ 原子簇几何结构和电子结构、Au--酸性载体相互作用等都对金催化作用有重要的意义。酸性载体负载金基纳米催化剂在CO 氧化、选择氧化等反应中活性规律和实验结果对催化氧化反应也有一定应用价值。</p>
本 人 承 诺	<p>本人承诺：申请表所填内容均真实可靠。对因虚报、伪造等行为引起的后果及法律责任均由本人承担。</p> <p>本人签字：_____ 年 月 日</p>

博士后合作导师考核推荐表

对申请人学术水平、科研能力等方面的考核意见：

林峰的博士课题处于学科前沿，取得了具有创新性的研究成果。以第一作者发表多篇研究论文，其中 4 篇为 SCI 刊源收录。在科研工作中能够熟练操作金属负载及掺杂的功能材料的制备合成及其表征分析技术，对催化理论、实验有深入的理解和掌握。熟练地查阅国内外专业资料，分析问题并提出解决问题的方法，表现出优秀的科研创新精神，已经具备了独立从事科研工作的能力。

对申请人提出的研究计划的评价（如可行性、先进性、创新之处、理论和实用意义）：

林峰的博士后课题围绕酸性载体负载金基纳米催化剂开展研究，选题具有理论意义和实用价值。在综述前人研究工作的基础上，以我国 CO 氧化、选择氧化等反应技术的需求为背景，研究方案先进，技术路线可行，可望获得具有创新性的研究成果。

推荐意见（是否同意推荐申请优秀博士后奖励基金）：

林峰工作勤奋努力，做事认真踏实，团结合作，乐于助人，与老师、同学关系融洽。作为林峰的博士后合作导师，我愿意推荐林峰申请优秀博士后奖励基金。

合作导师签字

年 月 日