项目名称：高效光驱动污染控制催化材料的制备及应用基础研究

提名者：中南民族大学

提名意见：

项目针对代表性光催化材料TiO2和g-C3N4的制备及其在环境领域中的应用，开展了系统深入的研究工作，在表面化学和空心结构制备，以及污染物光催化降解等方面取得了若干创新性研究成果，项目在国际上发展了高活性 TiO2 和g-C3N4及其复合光催化材料的合成方法和微结构调控策略，提出了具有理论指导意义的光催化材料活性增强机制，阐明了高活性光催化材料制备方法、微结构调控与性能增强之间的关系，实现了通过界面微结构调控增强材料的宏观光催化性能。

项目在Applied Catalysis B：Environmental和Chinese Journal of Catalysis等多种国际著名期刊上发表SCI论文60余篇，5篇代表性论 文被Chem. Rev.和Chem. Soc. Rev.等SCI他引604次，单篇最高SCI他引271次，取得了一系列重大科学发现，产生了较大的国际国内影响。该项目已经在中南民族大学网站公示，公示期满无异议，同意推荐该项目申报湖北省自然科学奖一等奖。

项目简介：

项目属污染控制领域。

针对典型环境光催化材料二氧化钛和氮化碳存在的太阳能利用率不高和光生载流子容易复合的问题，依据半导体能带和表面科学理论，在多项国家自然科学基金等项目的持续资助下，开展高效半导体光催化材料的制备，以及其在环境净化等方面的应用基础研究，取得如下主要科学发现：

1、（1）发现TiO2与g-C3N4进行复合时，接触晶面的选择显著影响复合材料的光催化活性，提出了“半导体复合存在晶面效应”这一思想，并通过构建由纳米片组装的TiO2空心纳米盒，利用（101）晶面与g-C3N4的有效复合来大幅度提升TiO2的光催化活性；（2）提出用g-C3N4量子点(CN QDs)敏化金红石相TiO2，极大增强太阳能利用效率并促进界面电子转移，可见光催化空气净化性能显著提升；（3）发现TiO2/g-C3N4复合材料受光激发产生羟基自由基能力显著增强，提出它们之间是通过Z型载流子转移机制（Z-Scheme）而非II型异质结模式进行复合，修正了传统文献对于二者复合模式的错误认识。

2、（1）用简易方法构建了碳点修饰的g-C3N4 (C-dots/g-C3N4)，发现碳点修饰可以加使界面电荷转移（储蓄电子），通过抑制载流子的复合来增强g-C3N4的光催化性能；（2）用非贵金属Bi的等离子体效应，拓展g-C3N4的可见光响应范围和构建内建电场，极大提升g-C3N4可见光催化消除氮氧化物性能。

3、空心结构TiO2因为具有大的比表面积、良好的光吸收性能和气体通透性而成为理想的光催化空气净化材料。我们用氟离子化学诱导自转变法制备了具有分级结构的TiO2空心微球（由空心纳米颗粒组装的空心微球），发现其具有高热稳定性，其锐钛矿到金红石相的热相变温度由传统TiO2的500-600℃急剧提升到1000℃，而表面氟离子的强烈吸附，是抑制其晶粒长大和相变的主要原因，这为TiO2光催化材料在高热环境中的使用提供了可能。

项目构建了典型环境光催化材料二氧化钛和氮化碳的结构与其性能间的关系模型，发展了4个复合光催化材料的制备方法，推进了国际光催化材料的研究与应用化进程。项目在Applied Catalysis B: Environmental和 Chinese Journal of Catalsis等国际主流学术期刊上发表SCI论文60余篇，5篇代表性论文被Chemical Reviewers和 Chemcial Society Reviewers等SCI他引604次，单篇最高SCI他引271次，包括国际著名光催化专家W. Choi等多位本领域国际权威学者引用本项目工作，并给予充分肯定和高度评价。第一完成人吕康乐多次在国际国内学术会议上做邀请报告，依托本项目入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”和国家民委“领军人才支持”，并获聘中国感光学会光催化专业委员会委员、国际SCI期刊Chinese Journal of Catalysis青年编委和Frontiers in Chemistry副编辑等职。

代表性论文专著目录：

1. Ze’ai Huang, Qiong Sun, **Kangle Lv\***, Zehui Zhang, Mei Li, Bing Li, Effect of contact interface between TiO2 and g-C3N4 on the photoreactivity of g-C3N4/TiO2 photocatalyst: (001) *vs* (101) facets of TiO2. *Appl. Catal. B: Environ.* **2015**, *164*, 420-427.
2. Yuhan Li, **Kangle Lv\***, Wingkei Ho\*, Fan Dong, Xiaofeng Wu, Yang Xia, Hybridization of rutile TiO2 (rTiO2) with g-C3N4 quantum dots (CN QDs): An efficient visible-light-driven Z-scheme hybridized photocatalyst. *Appl. Catal. B: Environ.* **2017**, *202*, 611-619.
3. Shun Fang, Yang Xia, **Kangle Lv\***, Qin Li, Jie Sun, Mei Li\*, Effect of carbon-dots modification on the structure and photocatalytic activity of g-C3N4. *Appl. Catal. B: Environ*. **2016**, *185*, 225-232.
4. Yuhan Li, **Kangle Lv\***, WingKei Ho\*, Zaiwang Zhao, Yu Huang, Enhanced visible-light photo-oxidation of nitric oxide using bismuth-coupled graphitic carbon nitride composite heterostructures. *Chin. J. Catal.* **2017**, 38, 321-329. FEB 2017.
5. Li Liang, Kaining Li, Kangle Lv\*, Wingkei Ho\*, Youyu Duan, Highly photoreactive TiO2 hollow microspheres with super thermal stability for acetone oxidation, *Chin. J. Catal.* **2017**, *38*, 2085-2093.

专利：**吕康乐**，程金水，方顺，伍晓锋，李玫，李覃，杨昌军，唐和清，一种高可见光活性石墨相氮化碳及其应用，授权日期：2019年8月22日，专利号：ZL201710267741.X

主要完成人（完成单位）：

1. 吕康乐（中南民族大学）
2. 何咏基（香港教育大学）
3. 李宇涵（香港教育大学）
4. 黄泽皑（中南民族大学）
5. 方顺（中南民族大学）