合肥研究院在金属氧化物表面等离激元性能调控和应用研究中获进展

近期，中国科学院合肥物质科学研究院固体物理研究所纳米材料与器件技术研究部研究员孟国文课题组在金属氧化物表面等离激元光学性能调控和光催化应用方面取得新进展，相关研究成果以Visible-Light Localized Surface Plasmon Resonance of WO_{3-x} Nanosheets and Its Photocatalysis Driven by Plasmonic Hot Carriers为题，发表在ACS Sustainable Chemistry Engineering上。该研究初步显示了半导体等离激元材料的优异性质以及其在光催化和太阳能转化等方面的应用潜力。

表面等离激元效应一般存在于金、银、铜等贵金属纳米结构中。近年来的研究显示，一些简并掺杂的半导体（如非化学计量铜硫系化合物、非本征掺杂金属氧化物和含氧空位金属氧化物等）具有显著的表面等离激元效应。和贵金属纳米结构相比，这些半导体材料（特别是金属氧化物）因其在地壳中丰度高、制备成本低，更有利于商业化和大规模应用。此外，目前的半导体等离激元材料的光学响应区间大都在红外区和近红外区，这不利于高效利用太阳能。相比于金属纳米结构，学界关于半导体中表面等离激元通过朗道阻尼（Landau damping）产生的热电子和热空穴的研究较少。

研究人员利用溶剂热法合成氧化钨纳米片后，采用氢气氛围下热还原方法，引入大量氧空位，将WO_{3-x}纳米片的局域表面等离激元共振（LSPR）吸收中心蓝移至540 nm，这是目前报道的WO_{3-x}纳米结构具有的最短LSPR吸收中心波长。此外，通过加载长波滤波片（＞470 nm），排除WO_{3-x}纳米片中可能出现的由带间跃迁产生的电子和空穴对催化的贡献，研究其表面等离激元产生的热电子和热空穴的催化性能。结果表明，研究人员制备的WO_{3-x}纳米片对甲基橙具有较好的光催化降解效果。通过不同的自由基捕获剂对比试验发现，WO_{3-x}纳米片中产生的热电荷和热电子与溶解氧产生的超氧自由基在降解甲基橙过程中起主要作用。

该研究显示，WO_{3-x}纳米片中产生的等离激元热电子和热空穴能够高效分离，而且热空穴可直接与甲基橙发生反应。相比之下，在金属纳米结构中，由于极短的寿命和相对较低的能量，热空穴不易直接氧化反应物，通常需要其他空穴收集材料（如P型半导体）与金属纳米结构复合或施加外电场，才能有效利用热空穴。

研究工作得到国家基金委自然科学基金、安徽省自然科学基金、中科院前沿科学重点项目等的支持。

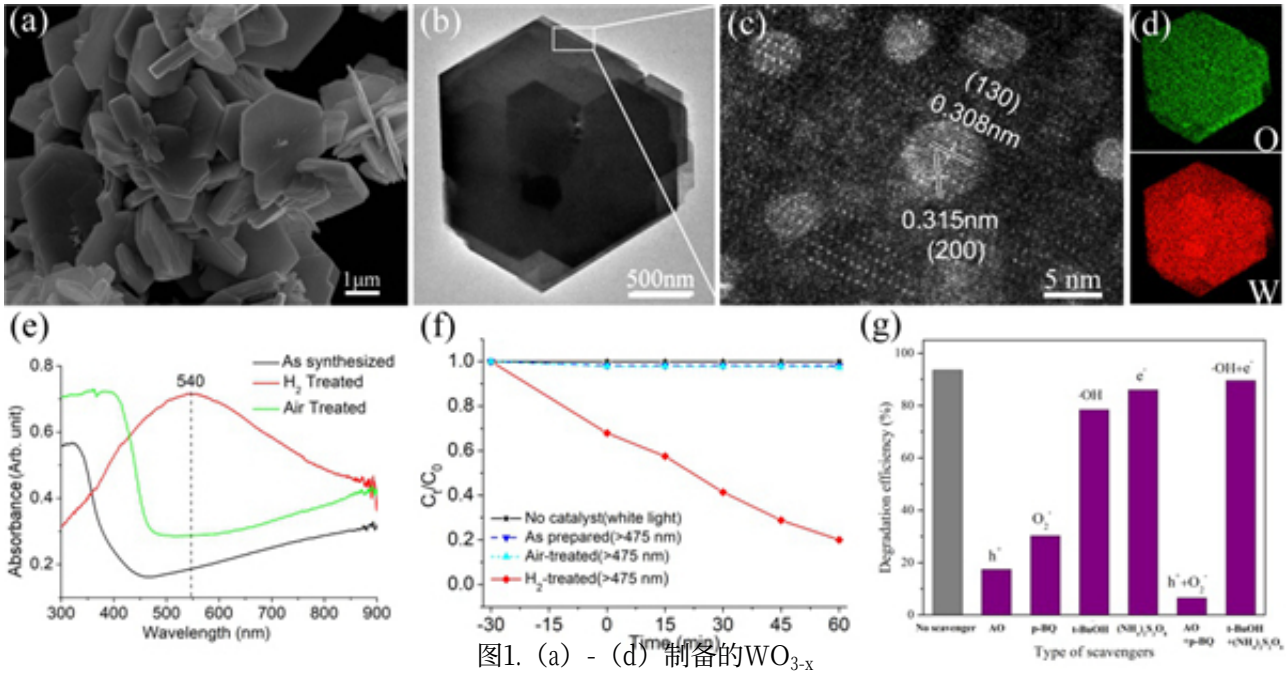

图1.（a）-（d）制备的WO_{3-x}

纳米片扫描电镜、透射电镜和能谱表征结果；（e）WO_{3-x}纳米片及其对照样品的光学吸收谱；（f）WO_{3-x}纳米片对甲基橙的光催化降解；（g）不同捕获剂对催化效率的影响

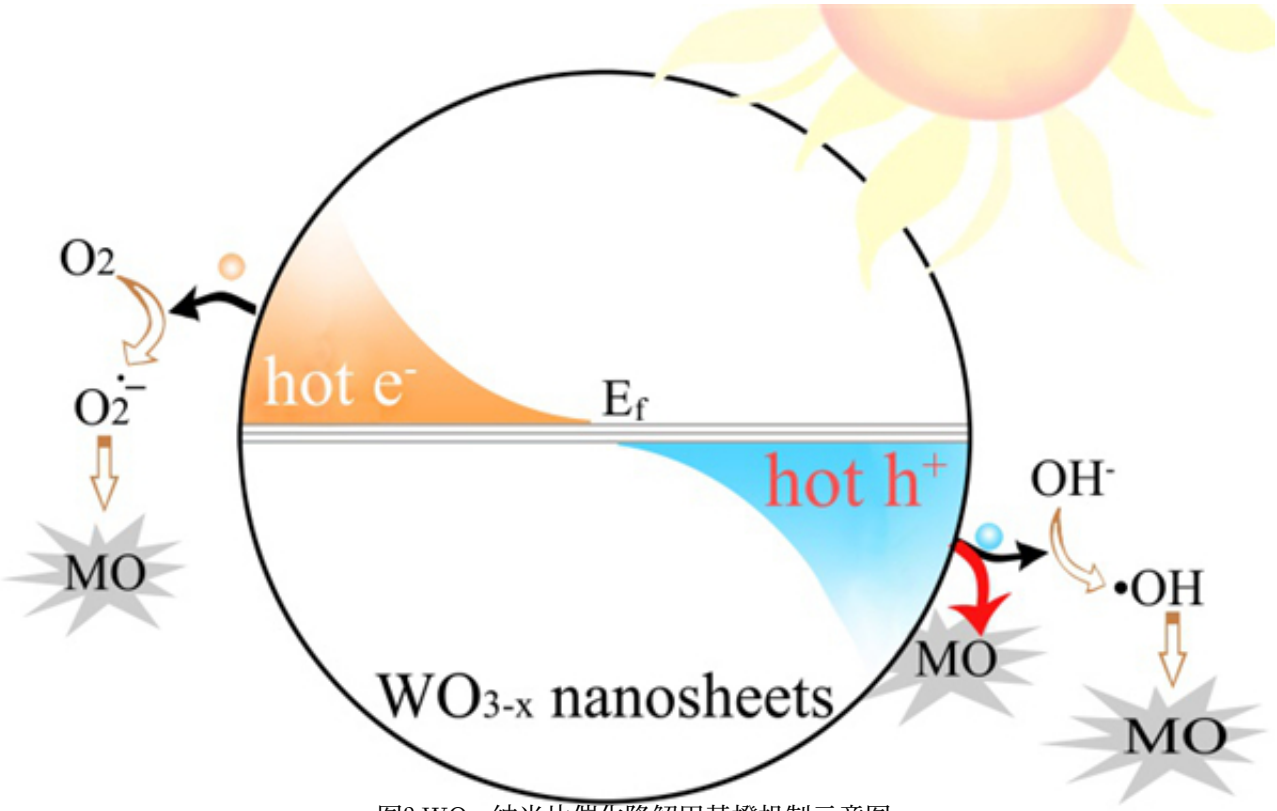

图2.WO_{3-x}纳米片催化降解甲基橙机制示意图

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/166484.html