



请输入关键字



科研动态

[首页](#) (<http://www.ieecas.cn/>) > [新闻动态](#) (.../..) > [科研动态](#) (.../)

地球环境研究所在氧空位工程调控光催化消减氮氧化物技术方面取得进展

发布时间：2022-02-28

人为衍生排放进入环境大气中的NO_x存在浓度虽极小（ppb级），却是酸雨、光化学烟雾、臭氧损耗的主要元凶，并对人体呼吸和心肺系统有强烈刺激和伤害作用。相比传统的NO_x治理技术（包括吸收、吸附和选择性催化还原处理技术等），纳米光催化净化技术可利用太阳能在常温常压下实现环境大气中低浓度NO_x的去除，被认为是保卫生态环境和有效处理污染问题的有效策略之一。然而，目前仍然需要克服一些关键科学问题来拓宽光催化净化技术的应用前景，如可见光响应范围窄、光诱导电子-空穴的快速复合和活性位点的暴露有限等，这些因素导致量子效率低下。

氧空位工程可以显著改善光吸收、电导率和载流子扩散，从而提高了光反应性。氧空位结构的引入可以从本质上调制光催化活性，实现“少即是多”的设计理念。然而，光催化过程中氧空位对电子行为的调控规律仍然缺乏深入研究，阻碍了光催化过程实现更高能量转换效率的进展。此外，还存在一个悬而未决的问题：是否所有的氧空位都能促进光催化性能？导致这一争论的关键因素可能是忽略了氧空位在不同空间位置的作用。因此，需要在原子水平上对氧空位工程的不同空间位置进行严格的调控和设计，以探索厘清这一问题。

近日，中国科学院地球环境研究所黄宇研究团队以烧绿石类的铋基半导体Bi₂Sn₂O₇为模型，围绕催化剂表面结构与光生电荷在表界面分离、传递之间关系这一科学问题，详细研究了Bi₂Sn₂O_{7-x}氧空位空间定位策略对光催化性能的调控机制。基于Bi₂Sn₂O₇特定晶体结构，构建了纳米晶体表面不同空间位置的氧空位，探究了不同位置氧空位对光催化反应性能的影响规

律。研究结果显示，（1）通过在氮气气氛精确控制热处理工艺条件，实现了 $\text{Bi}_2\text{Sn}_2\text{O}_{7-x}$ 纳米晶体表面氧空位由Sn-O位到Bi-O位的可控构建（图1）。（2）Sn-O位和Bi-O位引入氧空位的缺陷效应对其对光催化去除环境大气污染物 NO_x 性能有完全相反的作用（图2）。（3）由于不同空间位置氧空位结构引入能带间隙的缺陷态位置的不同，导致其对能带结构和界面电子性质产生了不同的影响（图3）。

上述研究的创新点在于通过催化剂表面局部微观结构的调整和对光催化剂的电子结构和载体浓度参数进行优化，从而提出了不同类型氧空位形成的策略，解析了不同存在形式氧空位对光催化性能调控的机制（图4）。本研究对表面氧空位化学在原子水平的理论认识，有助于深入理解不同取向晶体结构终端晶格面原子密度分布与其表面氧空位结构的动力学生长机制之间的关联，这对于开发高效选择性去除环境低浓度 NO_x 纳米光催化材料的具有重要指导意义。

以上研究成果发表于国际期刊《Environmental Science: Nano》。中国科学院地球环境研究所路艳峰博士为第一作者，黄宇研究员为通讯作者。该研究工作得到了科技部纳米专项，国家自然科学基金、中科院特别研究助理资助项目等项目的资助。

文章链接：

<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/en/d1en00260k> (<https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2021/en/d1en00260k>)

Yanfeng Lu, Meijuan Chen, Tingting Huang, Yu Huang, Jun-ji Cao, Haiwei Li, Wingkei Ho, Shun Cheng Lee, Oxygen vacancy-dependent photocatalytic activity of well-defined $\text{Bi}_2\text{Sn}_2\text{O}_{7-x}$ hollow nanocubes for NO_x removal. Environ. Sci.: Nano 2021, 8, 1927-1933.

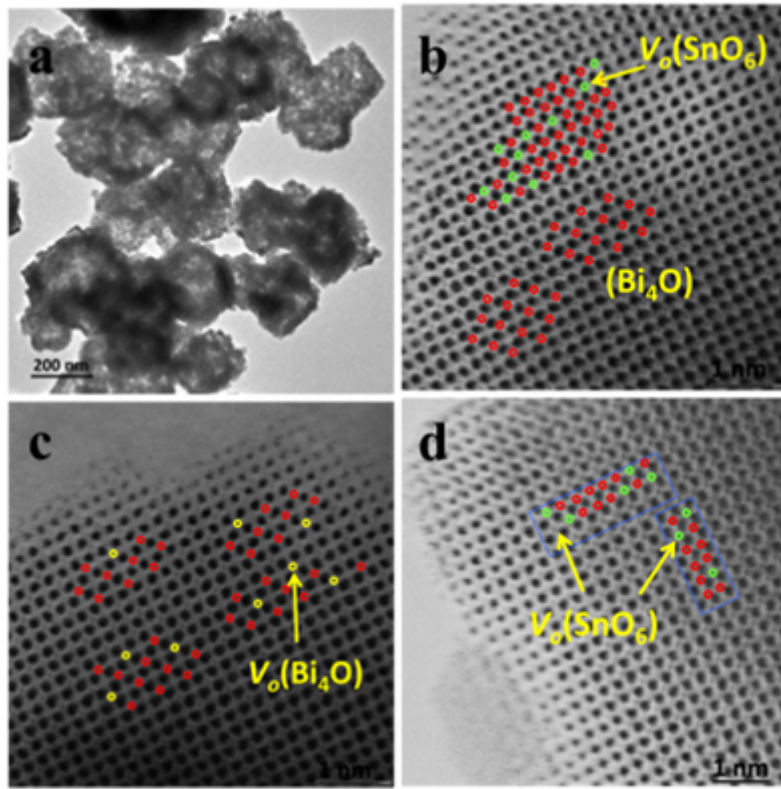


图1 (a) HRTEM和(b) $V_{O1}-Bi_2Sn_2O_{7-x}$ 的HAADF-STEM图像(c-d) $V_{O2}-Bi_2Sn_2O_{7-x}$ 的HAADF-STEM图像，图中红色圆圈代表氧原子，黄色和绿色的圆圈代表氧原子的缺失位置。

图2 $Bi_2Sn_2O_{7-x}$ ， $V_{O1}-Bi_2Sn_2O_{7-x}$ 和 $V_{O2}-Bi_2Sn_2O_{7-x}$ 纳米材料光催化去除氮氧化物性能。

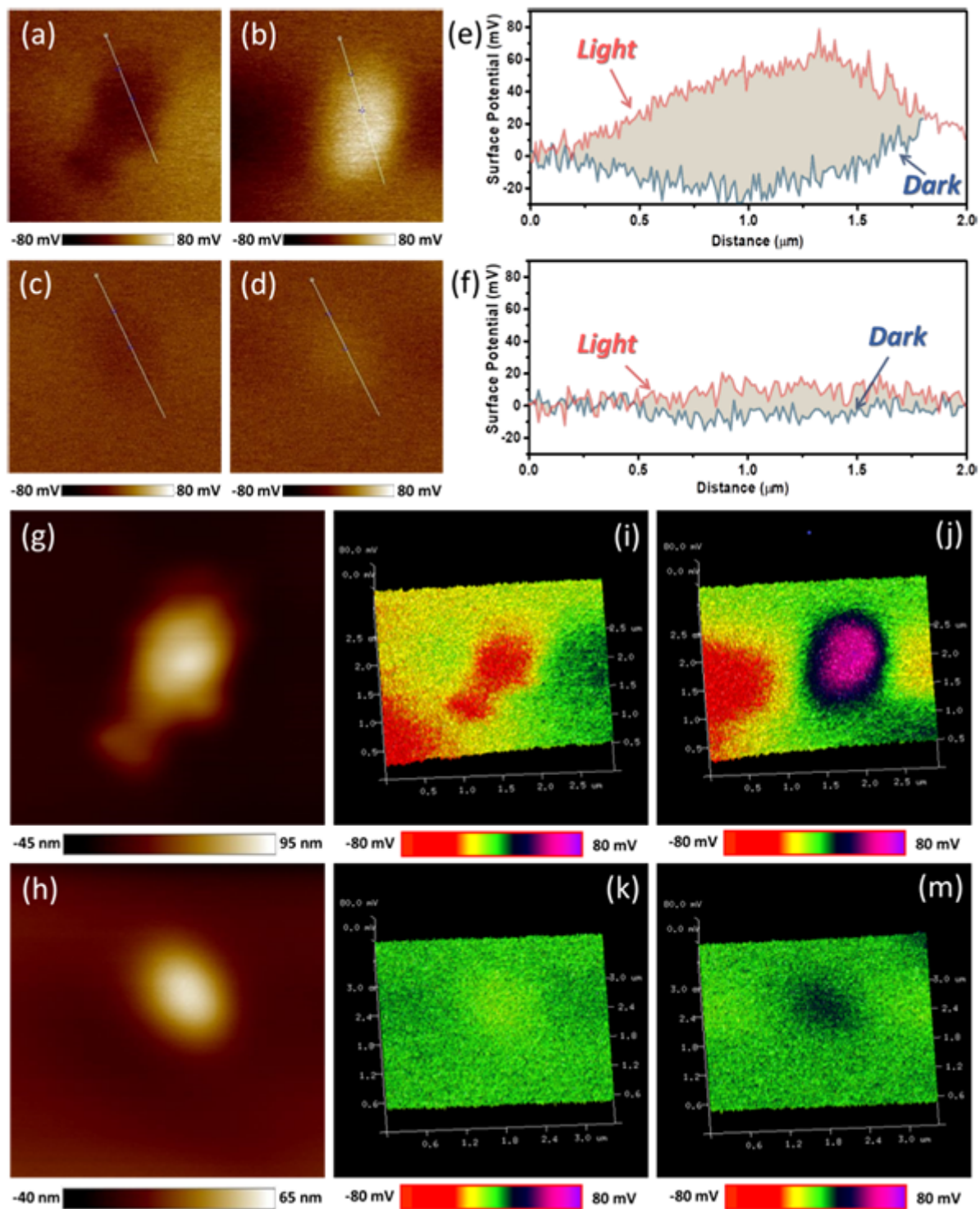


图3 $V_{01}\text{-Bi}_2\text{Sn}_2\text{O}_{7-x}$ (a, b, e, g, i, j)和 $V_{02}\text{-Bi}_2\text{Sn}_2\text{O}_{7-x}$ (c, d, f, h, k, m)样品的形貌 (a-d) 和表面电势分布(e-f), 包括在黑暗条件下(i, k)和光辐照下(j, m)的 (g-h)三维表面电位图像。

图4 $\text{Bi}_2\text{Sn}_2\text{O}_{7-x}$ 中空纳米立方体的能带结构及氮氧化物光催化转化反应机理示意图。

=== 政府部门 ===

=== 科研机构 ===

=== 相关单位 ===

(<http://www.cas.cn/>)

版权所有：中国科学院地球环境研究所 网站备案号：陕ICP备11001760号-3 (<https://beian.miit.gov.cn/>)

 公安网备61011302001284 (<http://www.beian.gov.cn/portal/registerSystemInfo?recordcode=61011302001284>)

单位地址：陕西省西安市雁塔区雁翔路97号 单位邮编：710061

电子邮件：web@ieecas.cn (mailto:web@ieecas.cn) 传真：029 - 62336234



(<https://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=CB9FE425F37A584EE05310291AACD09B>)