

光催化材料：环境净化与绿色能源的希望之星

——光催化材料分论坛侧记

文/武汉理工大学 夏阳

随着人类日益增长的能源需求与能源日益短缺矛盾的加剧，新能源尤其是太阳能的开发利用显现出更加重要的位置。光催化以其反应条件温和、能直接利用太阳能转化为化学能的优势，备受科研人员的关注。近年来光催化材料在能源与环境领域的研究不断深入，已经取得了显著的成就和进步。光催化在环境净化方面已经得到了初步应用，而在绿色能源方面有待进一步的深入研究。

“2019新材料国际发展趋势高层论坛——光催化材料分论坛”于2019年9月26日在武汉举行，旨在研讨国内外光催化材料科学与工程前沿研究进展与发展趋势，以及光催化材料产业化研究与应用进展，致力于促进光催化材料科学领域的交流与发展。本论坛邀请了国内14位知名材料专家就光催化材料的结构修饰与表面化学，光生载流子转移与分离及其在水电解、CO₂还原、NO催化氧化等领域的应用作了精彩报告。

精彩报告

陕西科技大学王传义教授 阐述了光催化材料结构修饰和表面化学在催化反应中的重要性。讨论了TiO₂纳米晶、硅酸锌、Ti³⁺掺杂TiO₂等材料的可控合成以及CaCu₃Ti₄O₁₂和g-C₃N₄等材料的表面结构修饰。介绍了表面和频光谱分析系统在研究催化剂表面分子种类、表面活性位点等信息的重要作用。

武汉理工大学余家国教授 阐述了传统II型和Z型异质结光催化的缺陷，提出了新的梯型（step-scheme）异质结的概念。这种S型异质结由氧化型催化剂和还原型催化剂组成。光生电子和空穴在空间上得到分离，分别位于还原型催化剂的导带和氧化型催化剂的价带上，电荷载流子转移的驱动力来自氧化型催化剂和还原型催化剂之间的内建电场。

武汉大学彭天右教授 通过设计合成系列对称、非对称金属卟啉、酞菁类衍生物或其聚合物，并将其用于光催化体系，探索了金属卟啉、酞菁类衍生物的分子结构对其能带结构、光吸收、光生电荷转移以及敏化半导体的光催化性能的调控策略。

中南大学刘敏教授 合成了硼掺杂的石墨相氮化碳，并用于光催化CO₂还原。实验研究发现改进石墨相氮化碳的局部电子结构是提高电荷转移和反应效率的有效途径。为此，将硼通过与两个配位的N原子配合，注入相邻的三均三嗪单元之间的大空腔，证明了新的电子激发路径改善了电荷局域化和转移动力学，从而提高了催化反应动力学。

国家纳米科学中心宫建茹研究员 指出了光（电）解水体系的界面电荷传输机制，讨论了界面电荷转移调控策略以及协同效应在界面电荷转移的作用。对于这一机制的深入理解与研究有望为高性能光（电）催化材料的设计与合成提供有力支持。



南京大学李朝升教授 介绍了课题组发展的一系列新型宽光谱响应光电材料，讨论了如何通过构建电荷传输通道、增加电子-空穴分离效率，从而提升光电催化分解水的性能，揭示了晶体缺陷对光电催化分解水性能的影响规律，阐述了电催化剂对光电催化电解水影响的微观作用机制。

中南民族大学吕康乐教授 讨论了具有光催化、环境修复、能量收集等应用潜力的表面氧缺陷TiO₂空心微球，阐述了TiO₂空心球由纳米颗粒到纳米片转化的机制和表面氧缺陷对单原子Au的锚定作用。概括了通过调控TiO₂空心球的结构来增强光催化性能的一些策略，并为其在环境净化方面的应用提供了意见。

电子科技大学向全军教授 针对课题组在硫化镉基光催化材料制备及在能源与环境应用这一领域的研究成果，总结了如何通过调控硫化镉基光催化材料组成-结构-性质的关系，实现硫化镉基光催化材料的高效光催化制氢。

福州大学李留义副研究员 利用共价有机框架（COFs）材料的结晶性、多孔性和易功能化的特点，提出了用COFs协同增强光催化选择性还原CO₂的策略。COFs不仅提供了催化反应的场所，还通过其孔道内的功能基元与重要反应中间体的作用提高了催化反应的活性和选择性，促进了光催化CO₂转化反应。

华中师范大学余颖教授 制备了纳米结构金属铜及其氧化物的各种复合物，将其应用于光催化、电催化和光电催化还原CO₂。不仅实现了催化活性的提高，还利用氧化铜来修饰金属铜催化电极，实现了产物选择性的调控。该研究将为利用太阳能实现CO₂转化为燃料提供理论依据。

中山大学刘升卫教授 介绍了空心微球光催化剂的制备工艺，以及光沉积贵金属和表面调控增强TiO₂空心球光催化CO₂还原性能。并且指出，多级纳米结构设计与透明导电吸附层构筑是改善CO₂吸附活化的有效方式，对改善CO₂光催化还原转化性能有重要影响。

武汉理工大学余火根教授 介绍了半导体材料硫化镉（CdS）应用在光催化制氢领域中存在的科学问题，讨论了通过表面助催化剂修饰、高效空穴助剂修饰、界面调控等手段来解决纯CdS在光催化过程中存在的科学问题，以提高硫化镉基材料的太阳能-氢能转换效率。

华中科技大学王靖宇副教授 通过在光催化剂表面修饰多孔材料的组装策略，改善光催化材料的比表面积和孔结构，实现了在无助剂和牺牲剂参与条件下高效可见光催化CO₂还原。创造性地阐明了光催化反应过程中小分子吸附、扩散行为的决定性影响。

武汉理工大学曹少文研究员 介绍了以低温溶剂法代替传统的高温煅烧法，利用极性溶剂与前驱体的相互作用，加速前驱体聚合过程，获得结构高度有序的高结晶氮化碳材料，从而提高材料电子迁移能力，进一步提高太阳能的转化效率。

光催化在环境领域已经实现应用并具有一定的规模，但在能源方面的应用还有待突破。采用光催化技术进行高效制氢和CO₂还原是一项十分有吸引力的工作，如能实现，必将极大地改善我们的生活。但光催化产氢和CO₂还原的效率还有待进一步提高。从本次论坛报告来看，中国科学家在这一领域已取得一些重要进展，并获得了广泛关注。相信不久的将来光催化领域研究一定会获得重大突破，给人类带来福音！

