

脉冲式轴向外延生长胶体量子点- 纳米线分段异质结研究获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/3014.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

脉冲式轴向外延生长胶体量子点-纳米线分段异质结研究获进展。设计新型半导体纳米材料以捕获太阳能并实现高效光化学转化，是解决当前全球能源与环境危机的一种理想途径之一。胶体量子点具有尺寸可调的光学和电学特性，因而作为一种重要的光催化剂材料在太阳能转化领域备受青睐。然而，胶体量子点的表面悬挂键会导致大量的陷阱态，从而将载流子强烈局域化并阻碍其进一步参与表面化学反应。目前，如何同时实现量子点表面钝化和电荷转移仍然面临挑战。

近日，中国科学技术大学教授俞书宏课题组与多伦多大学教授Sargent课题组合作，设计了一种“脉冲式轴向外延生长”方法，成功制备了尺寸、结构可调的一维胶体量子点-纳米线分段异质结，利用ZnS纳米线对CdS量子点的晶面选择性钝化作用，可同时实现量子点表面的有效钝化和光生载流子的有效转移。该研究成果以Pulsed axial epitaxy of colloidal quantum dots in nanowires enables facet-selective passivation为题，于11月23日发表在《自然-通讯》杂志上(Nature Communications 2018, 9, 4947)。论文第一作者是博士生李毅和多伦多大学博士后庄涛涛。

研究人员发现，对于闪锌矿(ZB)和纤锌矿(WZ)结构的半导体材料，量子点-纳米线结构通常是沿着[111]ZB或[0001]WZ方向外延生长。据此，利用纳米线选择性钝化量子点高缺陷浓度的(111)晶面，同时保证光生载流子高效转移至量子点侧面发生氧化还原反应，从而实现高效光化学转换。然而，外延生长量子点-纳米线要求周期性切换反应前驱物以交替生长量子点和纳米线，这在传统的一锅法胶体化学合成中通常难以实现。

研究团队基于此前他们在液-固-固相催化生长一维纳米异质结构的工作基础，提出了一种“脉冲式轴向外延生长”合成胶体半导体纳米晶的新策略(图1)。理论计算表明，Zn和Cd原子在Ag₂S固相催化剂中的嵌入能差异使得在Cd前驱物存在时能够优先生长CdS，因而可通过控制Cd前驱物的加入调控CdS量子点-ZnS纳米线的结构参数。该方法具有高度的灵活性，可对量子点的尺寸、数量、间距和晶相进行精准控制。以光催化水分解为例，研究者发现这种量子点-纳米线结构的光催化制氢效率较纯的CdS量子点得到明显提高(图2)，其中单位质量CdS的催化活性相比于纯量子点材料提高了一个数量级。进一步结合时间分辨泵浦-探测技术和理论计算，研究者发现ZnS纳米线选择性钝化CdS量子点(111)晶面以后，明显降低了(111)面的陷阱态密度，从而降低了载流子局域化程度，延长了载流子寿命，有利于载流子迁移至催化剂表面进行反应。

这项研究提出了一种“脉冲式轴向外延生长”合成胶体半导体纳米晶的新策略，通过晶面选择性钝化成功制备了尺寸、结构可调的一维胶体量子点-纳米线分段异质结，为今后设计开发新型高效光催化剂提供了新途径。此外，该合成策略还有望拓展到其他胶体量子点体系并通过完善合成

方法实现其结构参数的精细调控，预期在激光、单光子源以及单电子探测等方面展现出独特的应用价值。

该项研究受到国家自然科学基金委创新研究群体、国家自然科学基金重点基金、国家重大科学研究计划、中科院前沿科学重点研究项目、中科院纳米科学卓越创新中心、苏州纳米科技协同创新中心、合肥大科学中心卓越用户基金等资助。

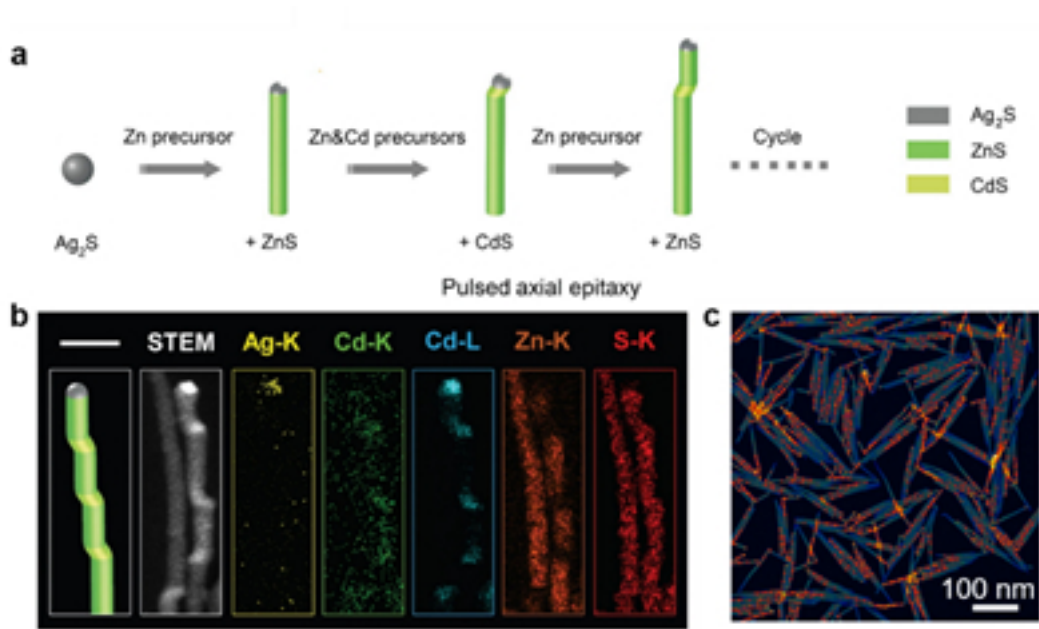


图1.脉冲式轴向外延生长胶体量子点-纳米线分段结构。a,合成示意图。b, CdS-ZnS量子点-纳米线的元素面分布图。c, CdS-ZnS量子点-纳米线的暗场像图片。

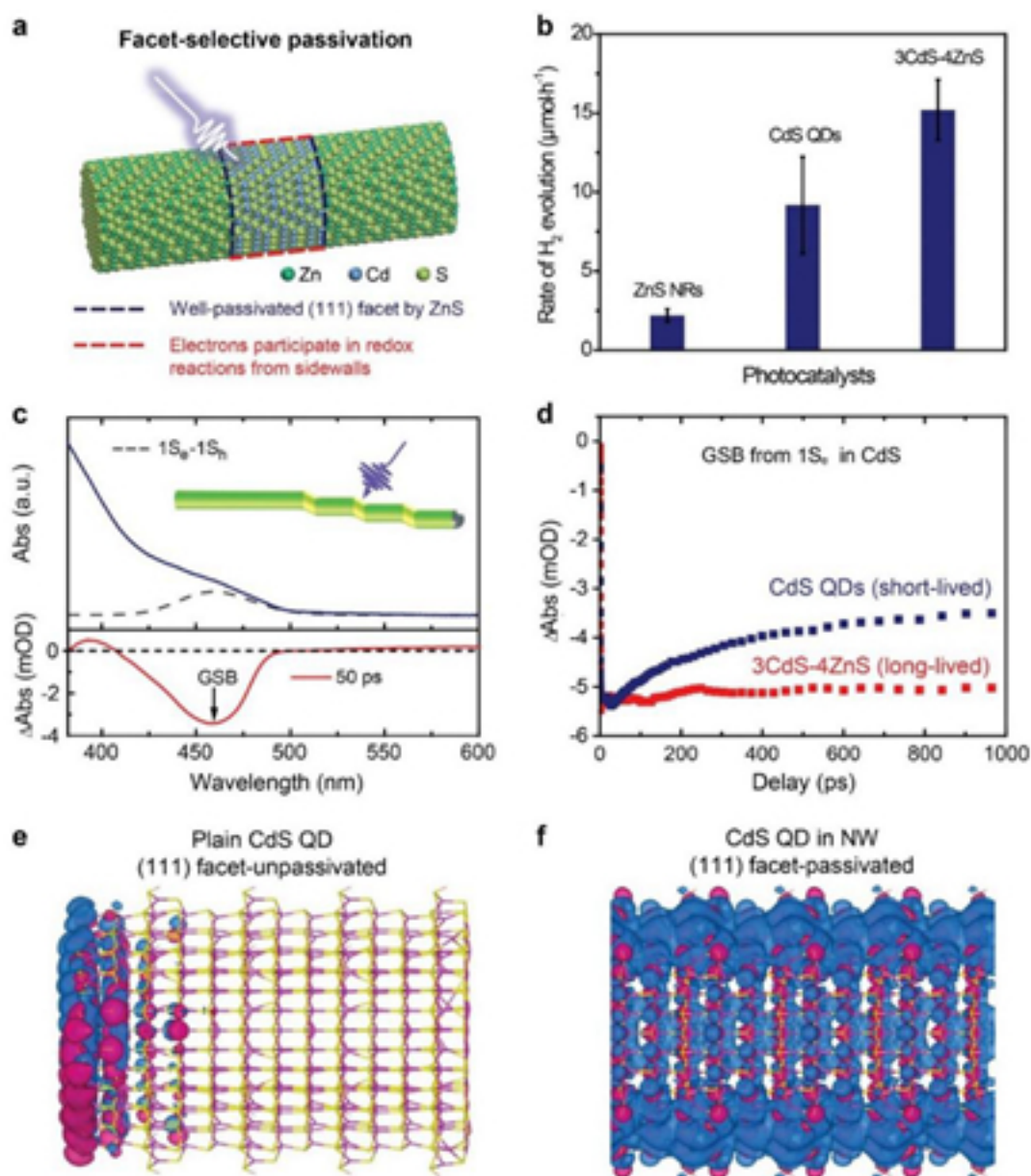


图2.光催化性能与机理研究。a,晶面选择性钝化效应示意图。b,不同光催化剂的产氢速率。c,吸收光谱与瞬态吸收光谱。d,瞬态吸收衰减谱。e,纯CdS量子点的电荷分布图。f,量子点-纳米线的电荷分布图。

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发