

---

# 大连化物所纳米晶三线态能量转移动力学研究取得新进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/4268.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！**

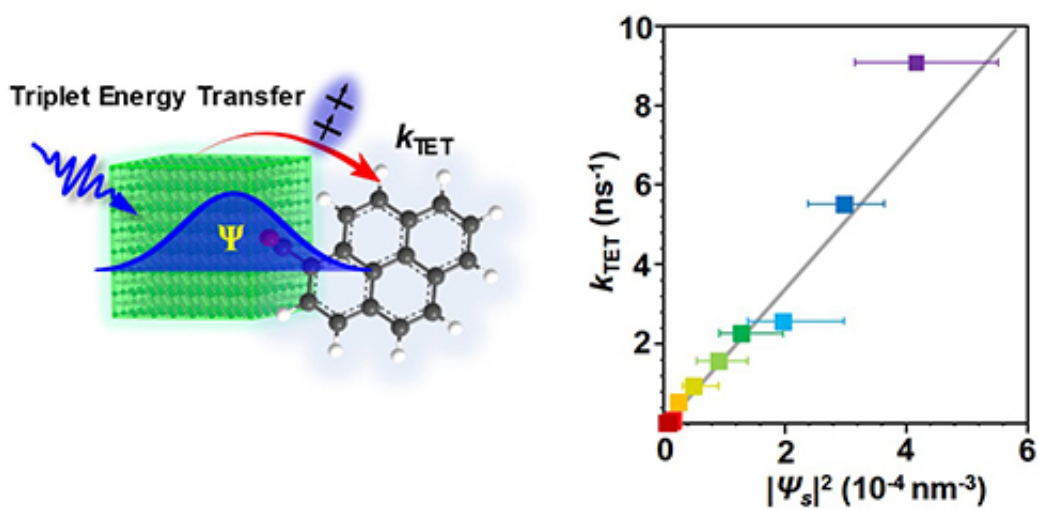
大连化物所纳米晶三线态能量转移动力学研究取得新进展。近日，中国科学院大连化学物理研究所光电材料动力学特区研究组研究员吴凯丰团队基于量子限域的CsPbBr<sub>3</sub>纳米晶与多环芳烃分子构建模型异质结，并结合稳态和飞秒瞬态光谱，揭示了该体系内纳米晶量子限域效应主导的三线态能量转移动力学过程，清晰地展示了转移速率对纳米晶载流子表面概率密度的线性依赖关系。相关成果发表于《美国化学会志》(Journal of the American Chemical Society)上。

多环芳烃的三线态敏化在光子上转换和光催化有机合成等领域具有重要应用。光子上转换可减小太阳能转换中的低能光子透过损失，有望使转换效率突破传统的Shockley-Queisser极限。三线态敏化的一般途径为：含重金属的敏化剂分子受光子激发后通过系间窜越产生敏化剂分子的三线态，此三线态再通过能量转移产生多环芳烃的三线态。然而，敏化剂分子的系间窜越会带来较大的能量损失(0.5eV)，降低上转换过程的有效增益(上转换光子与激发光子的能量差)。近年来，半导体纳米晶作为三线态敏化材料开始受到广泛的关注。与传统的敏化剂分子不同的是，纳米晶具有较弱的电子-空穴交换作用，明态-暗态能量分裂极小(几个meV)，所以几乎不存在系间窜越能量损失。因此，纳米晶作为三线态敏化材料可最大化光子上转换过程的有效增益。然而，由于其较大的尺寸和复杂的内部和表面态电子结构，从纳米晶到多环芳烃的三线态能量转移机理可能不同于传统的敏化剂分子，到目前为止文献中都缺乏深入系统的研究。比如，最近的研究大多采用荧光量子产率很低的半导体纳米晶(如CdSe和PbS等)作为敏化材料，且将能量转移速率的影响因素笼统地归因于纳米晶尺寸相关的能量转移驱动力和光谱重叠。

吴凯丰研究团队提出，近期在光伏和发光应用领域广受关注的钙钛矿纳米晶也是一类理想的三线态敏化材料，因其具有较高的荧光量子效率(60%)和对称的载流子波函数分布，可用于构建模型体系，探索纳米晶三线态能量转移的主要影响因素。光谱动力学研究发现，纳米晶尺寸相关的能量转移驱动力和光谱重叠对转移速率的影响极小；相反，纳米晶的波函数表面分布在三线态能量转移过程中起主导作用，其速率随尺寸相关的载流子表面概率密度(波函数平方)呈线性关系。纳米晶尺寸越小，量子限域效应越强，载流子在纳米晶表面的波函数分布越大，越能有效地与吸附于纳米晶表面的多环芳烃进行波函数交换从而实现三线态能量转移。这与三线态能量转移的Dexter机理是符合的。

该研究首次揭示了纳米晶到多环芳烃分子三线态能量转移的核心影响因素，对采用纳米晶吸光材料驱动的光子上转换和光催化反应具有重要指导意义。此外，该研究也表明，虽然在光伏和发光应用领域钙钛矿材料的量子限域效应未受关注，但在三线态敏化等应用领域量子限域对钙钛矿材料是不可或缺的。

该工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金等的资助。



大连化物所纳米晶三线态能量转移动力学研究取得新进展

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](http://www.iikx.com)转发