

---

# 中国科大在分子链体系的单光子超辐射研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/5625.html>

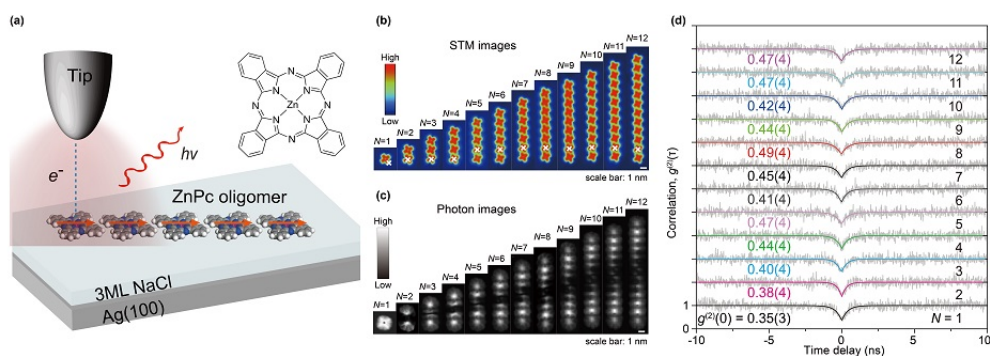
*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

中国科大在分子链体系的单光子超辐射研究中取得进展。最近，中国科学院副院长、中国科学院院士、中国科学技术大学教授侯建国领衔的单分子科学团队的董振超、张杨研究小组，利用扫描隧道显微镜(STM)诱导单分子电致发光技术，首次清晰地展示了等离激元纳腔中人工构筑酞青染料分子链结构的单光子超辐射现象，并且研究了纳腔等离激元对于分子链超辐射行为的影响。国际物理学术期刊《物理评论快报》于6月12日在线发表了这项成果。

在分子系统中，多个发光体可以通过相干偶极相互作用形成离域的集体态，它们在分子间能量转移、光合作用以及量子体系设计等方面具有重要的作用。单光子超辐射态是其中一种特别有趣的具有量子相干特性的离域集体态，其特征是所有发光单体的同相耦合，其量子本质是所有可能直积态(某个发光单体处于激发态而所有其它发光体处于基态)的量子叠加。但是，由于分子间的相干偶极相互作用会受到分子数目、分子间距、偶极取向等诸多因素的影响，因此，精确调控分子体系并定量研究相关的单光子超辐射态非常困难。

中国科大单分子科学团队长期致力于发展将STM高分辨空间表征和光学技术高灵敏谱学探测相结合的联用系统，特别是通过巧妙调控隧道结纳腔等离激元的宽频、局域与增强特性，极大地丰富了测量和调控手段，拓展了测量极限，为在单分子尺度上观察和调控分子的光电行为提供了新的机会。在这个工作中，他们将STM的单分子操纵能力、绝缘氯化钠薄层的脱耦合作用、以及纳腔等离激元的局域增强效应结合起来，构筑了包含2到12个酞青染料分子的有序分子链结构，并且研究了通过局域隧穿电子激发的这些分子链体系的发光特性及其随链长的演化。利用亚纳米空间分辨的电致荧光成像技术，他们发现发光强度最大并且能量最低的发光峰模式对应于所有的分子偶极以共线同相的方式耦合在一起，即该发光模式对应于超辐射模式。进一步的分子链光子发射统计特性的测量表明分子链的发光具有单光子发射特性，即整个分子链处于单激子态，必须被当作是单一的量子体系来看待。这表明，当分子链体系中的一个分子被局域电子激发后，激发能会迅速地离域到整个分子链，形成单激子超辐射态，进而产生单光子超辐射现象。此外，他们还发现纳腔等离激元会影响单光子超辐射峰的展宽和强度及其随链长的演化行为，但是并不会影响通过分子间偶极耦合建立的超辐射态的内在相干特性。这些结果不仅提供了对分子体系集体模式以及它们与局域纳腔等离激元相互作用的新理解，而且也研究了分子间相互作用以及多体相互作用提供了新途径。

骆阳和陈功为这篇文章的共同第一作者。该系列研究工作得到科技部、基金委、中科院、教育部、安徽省等的支持。



(a) STM测量分子链发光的示意图;(b)分子链体系的STM形貌图;(c)单光子超辐射模式的实空间电致荧光成像;(d)不同长度的分子链光子发射的二阶相关函数测量结果。

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