

新闻博览

[首页](#) / [新闻博览](#) / 正文

© 2024年02月28日

中国科大在高效单分子上转换电致发光研究中取得重要进展

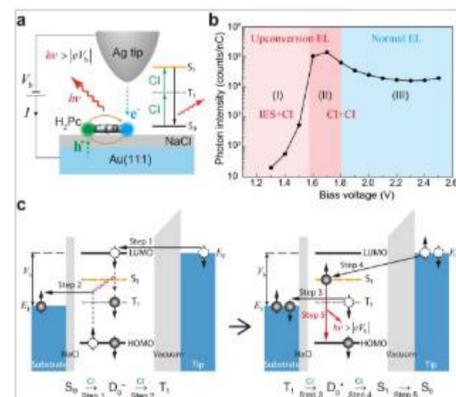
最近，中国科学技术大学单分子科学团队的董振超研究小组，利用扫描隧道显微镜（STM）诱导发光技术，通过调控分子界面能级排布，首次观察到超常明亮的单分子上转换电致发光现象，提出和实现了一种全新的高效上转换发光机制，并且从理论上阐释了界面能级排布对单分子电致发光行为的影响。国际学术期刊《自然-通讯》于2月23日在线发表了这项成果。

上转换电致发光通常指材料在低能量的电子激发下发射出高能量光子的现象，这一非线性电光转换现象涉及分子的不同电子能态、以及分子与周围环境之间的相互作用。深入理解这些相互作用的微观机制和能量转换的微观过程，对于拓展上转换过程在有机光电器件、乃至光催化和光合作用等方面的应用，都有着至关重要的意义。

董振超研究小组长期致力于发展将STM高空间分辨表征与光学技术高灵敏探测相结合的联用技术，特别是通过巧妙调控隧道结构内腔等离激元的局域增强特性，显著提升了光学成像分辨极限，为在单分子水平上观测和调控分子的光电行为提供了有力手段。2019年，该研究团队通过STM诱导发光技术，首次报道了单分子上转换电致发光行为[PRL 122, 177401 (2019)]，并且提出了以自旋三重态作为中间态、同时结合非弹性电子散射和载流子注入两种激发机制的单分子上转换发光物理图像。然而，受限于非弹性电子散射激发的低效率，之前报道的单分子上转换发光效率非常低。另一方面，许多宏观体系中的高效上转换发光机制，如三重态-三重态湮灭、热辅助、俄歇效应等，在单分子体系很难有效发挥作用。因此，如何实现高效的单分子上转换电致发光，仍然是科学和技术上的重要难题。

最近，该研究团队结合STM诱导发光技术和单分子界面能级排布的精细调控，成功使单分子上转换电致发光效率较之前报道的提升了一个量级以上。令人惊讶的是，他们发现在上转换偏压下测量到的单分子上转换发光强度甚至超过了正常偏压下的电致发光强度。通过深入细致的理论分析，他们发现，通过分子界面能级排布的精细调控，可以摆脱低效的电子非弹性散射过程的限制，实现一种全新的只涉及载流子注入过程的高效上转换激发机制。该机制可以巧妙地借助单分子的自旋三重态、阴离子和阳离子充电态等作为中间态，仅通过多步的载流子注入过程，将两个低能隧穿电子的能量依次转移到分子中，实现自旋三重态到单重态激子的有效上转换电致激发。在他们报道的体系中，新机制下的上转换发光效率甚至比之前报道的涉及非弹性散射过程的上转换发光效率高两个量级以上。他们还进一步发展了基于量子主方程的理论模型，构建了用于理解单分子发光效率与能级排布关系的电致发光图谱（“相图”），不仅直观的展示了实现高效上转换发光的先决条件，还揭示了单分子电致发光行为对偏压和能级排布的依赖关系。研究团队表示，这项研究结果不仅显著提高了单分子上转换电致发光效率，还为单分子尺度非线性电光转换过程提供了新的理解，对单分子光电子器件的节能优化和有机电子学的设计与发展具有指导意义。

骆阳博士和孔繁芳博士为这篇文章的共同第一作者，陈功副研究员和董振超教授为该工作的共同通讯作者。深圳大学高等研究院的李晓光研究员是该文的合作作者。该系列研究工作得到了科技部、基金委、中国科学院、教育部、安徽省等单位的支持。



图注：(a) STM诱导单分子电致发光的实验构型示意图；(b) 单分子电致发光强度的偏压依赖关系，展示了超常明亮的单分子上转换电致发光现象；(c) 通过多步载流子注入过程实现的高效上转换激发机制示意图。

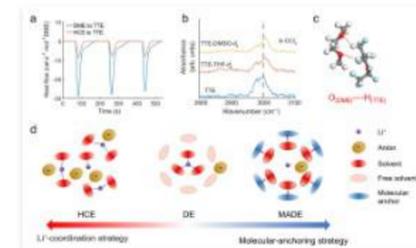
论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-024-45450-5>

(合肥微尺度物质科学国家研究中心、中国科学院量子信息与量子科技创新研究院、科技部)

分享本文



相关新闻



中国科大在锂电池高安全性电解液的研究...

近日，中国科学技术大学化学与材料科学学院、合肥微尺度物质科学国家研究中心任颖迪教授团队联合火火火...

03.13 “核光同行 学有所成”——国家同步辐射...

03.13 科普漫画《火团团大冒险》新书发布会成...

03.13 化材植梦，科技树人——化学与材料科学...

03.13 高新园区举行2024年植树主题团日活动