
全氙代热活化延迟荧光材料显著提升蓝光OLED效率和寿命

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/25973.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！

全氙代热活化延迟荧光材料显著提升蓝光OLED效率和寿命。清华大学有机光电子与分子工程教育部重点实验室的段炼、张东东研究团队，在蓝色有机发光二极管（OLED）领域取得了重要进展。

该研究首次成功采用分子全氙代替策略，大幅度提高了基于蓝色热活化延迟荧光（TADF）OLED器件的效率和寿命，实现对现有蓝色磷光OLED性能的超越，为OLED显示和照明领域带来了新的发展机遇。全氙化TADF分子在OLED中表现出的最大外量子效率达到33.1%，并将1000 cd/m²初始亮度下的器件寿命（LT80）提升至1365小时。

北京时间2024年1月29日18时，该研究成果在线发表于《自然—光子学》。

蓝色光源作为有机显示和照明技术的重要组成部分，其发展受到效率和稳定性的双重挑战，特别是商用蓝色OLED的效率和寿命相对较低，亟需进行技术突破。热活化延迟荧光（TADF）材料因具有纯有机、高效率的特点而受到广泛关注，但其稳定性仍难以满足商业化要求，尤其是在蓝光区域。在2022年，韩国三星公司报道了超长寿命的蓝色磷光材料，接近量产要求，引起了广泛关注。因此，未来稳定蓝光OLED究竟路向何方？选择磷光还是TADF成为学术界和产业界研究的重点。

在这项研究工作中，研究团队采用多次水热合成的方法将TADF分子中的氢原子全部替换为氙原子，氙代率最高可达99%，成功开发出了全氙代的蓝色TADF分子。这一策略有效抑制了分子的高频振动，从而减小振动耦合，降低了无辐射跃迁速率和化学键解离概率，大幅提高了器件的外量子效率（EQE）和寿命；还实现了在固态薄膜中发射光谱的蓝移和窄化，提升能量传递速率，实现了高色纯度的深蓝光热活化敏化荧光（TSF）器件。

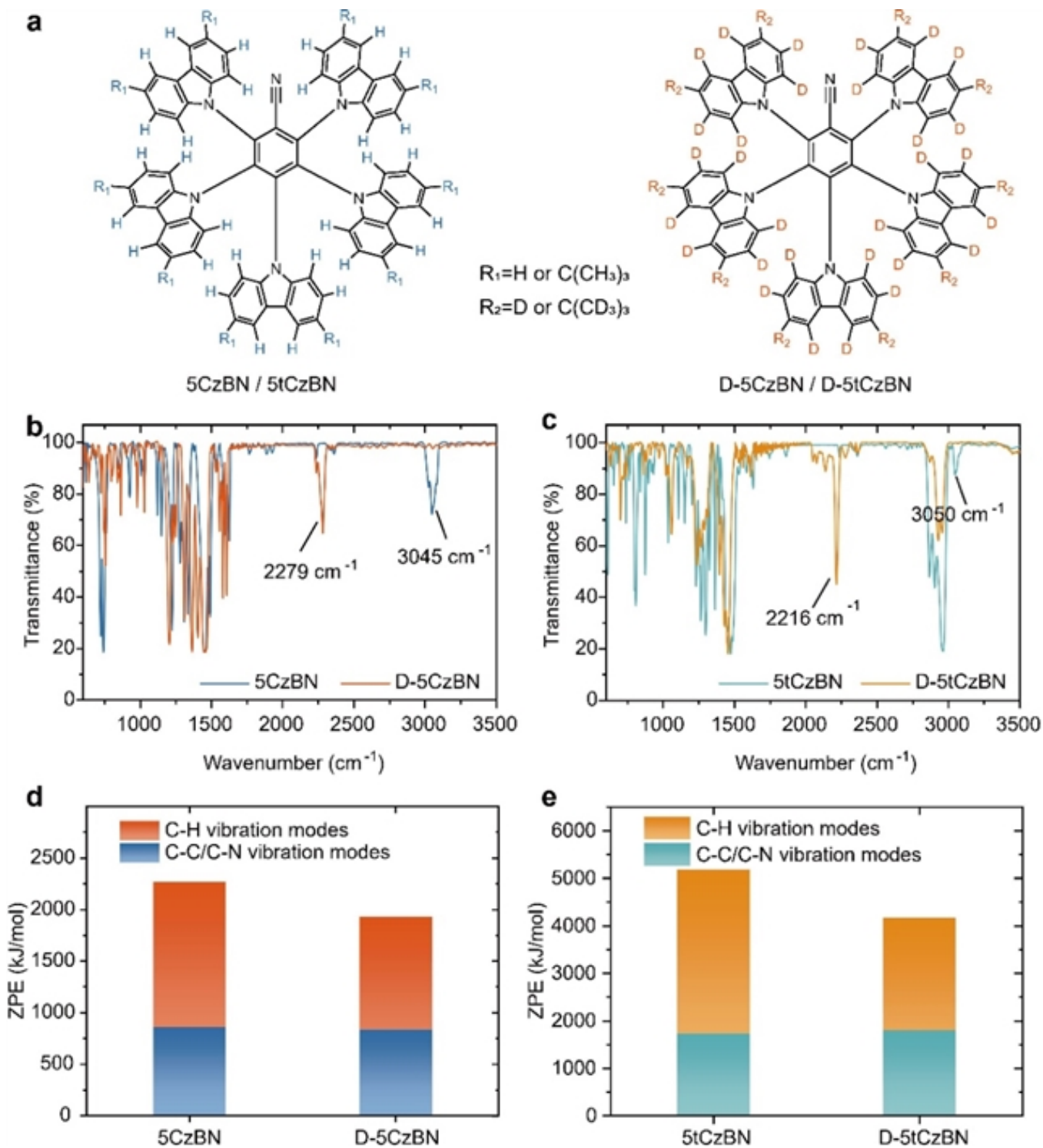


图1 全氘代与非氘代分子的结构分析。(a) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN的化学结构；(b)-(c) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN, and D-5tCzBN的红外光谱；(d)-(e) 化学键振动模式对分子振动零点能的贡献分布。

研究团队采用TSF策略，以TADF分子为敏化剂，掺杂窄光谱荧光染料以实现高色纯度的深蓝光发射。全氘化TADF分子在敏化器件中表现出的最大EQE达到了33.1%，并将器件寿命提升至1365小时，CIE色坐标达到(0.15, 0.20)。相较于非氘化分子的OLED器件，性能得到了显著提高。在相同的器件结构下，器件效率和寿命均超越了三家公司报道的磷光材料(BD-02)。此外，通过

对光物理特性的详细分析，研究团队发现全氘代分子在光致发光量子产率、光化学稳定性、荧光共振能量转移效率上均有显著提升，这些都归功于全氘代对分子高频振动模式的有效抑制及其导致的振动能级重新分布。

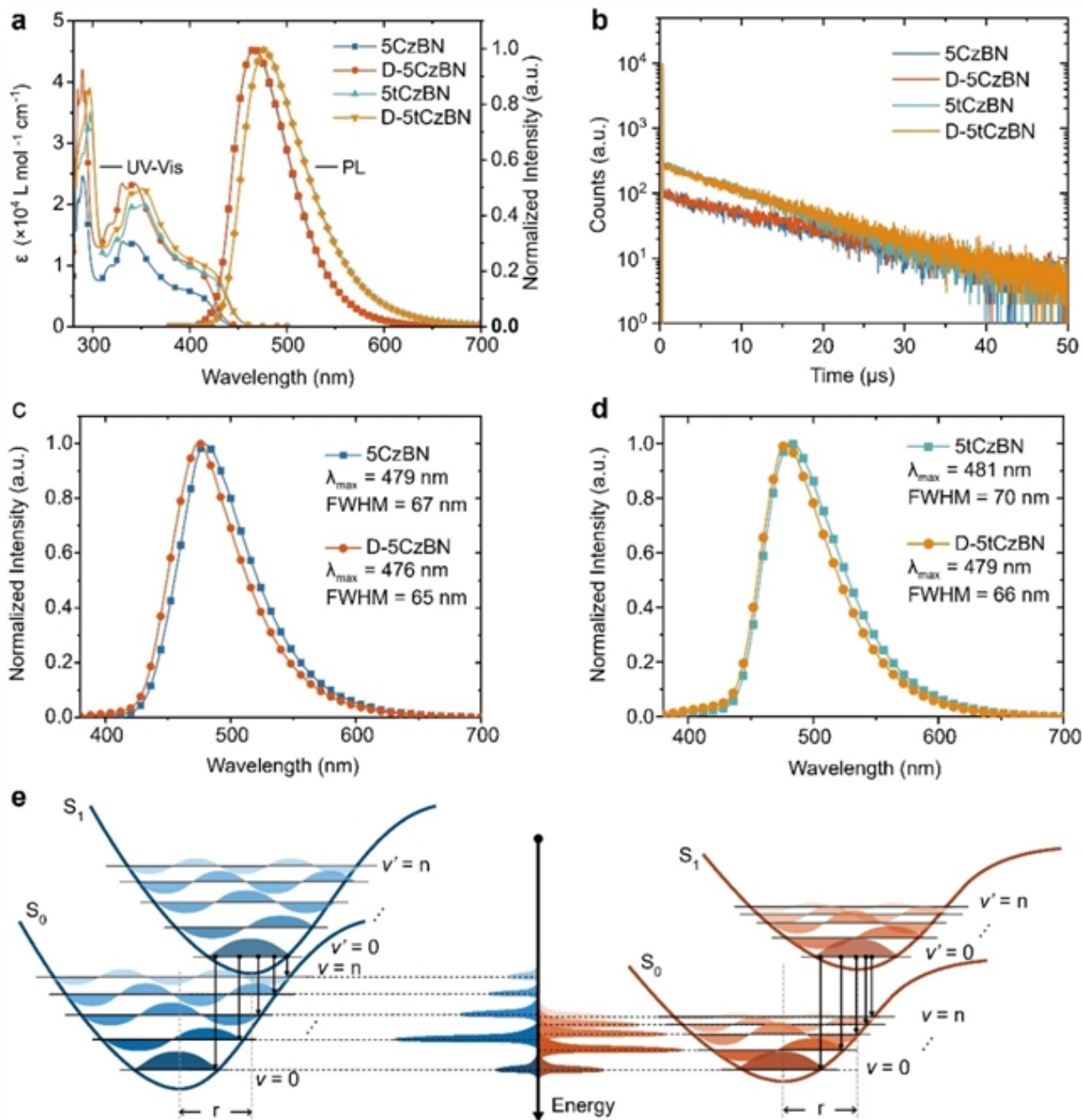


图2 全氘代与非氘代分子的光致发光性质表征。(a) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN在甲苯溶液中的紫外可见吸收光谱和荧光光谱；(b) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN在甲苯溶液中的瞬态衰减曲线；(c)-(d) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN在固态薄膜中的荧光光谱（15 wt%）；(e) 全氘代与非氘代分子在基态(S_0)和激发态(S_1)之间的振动耦合示意图。

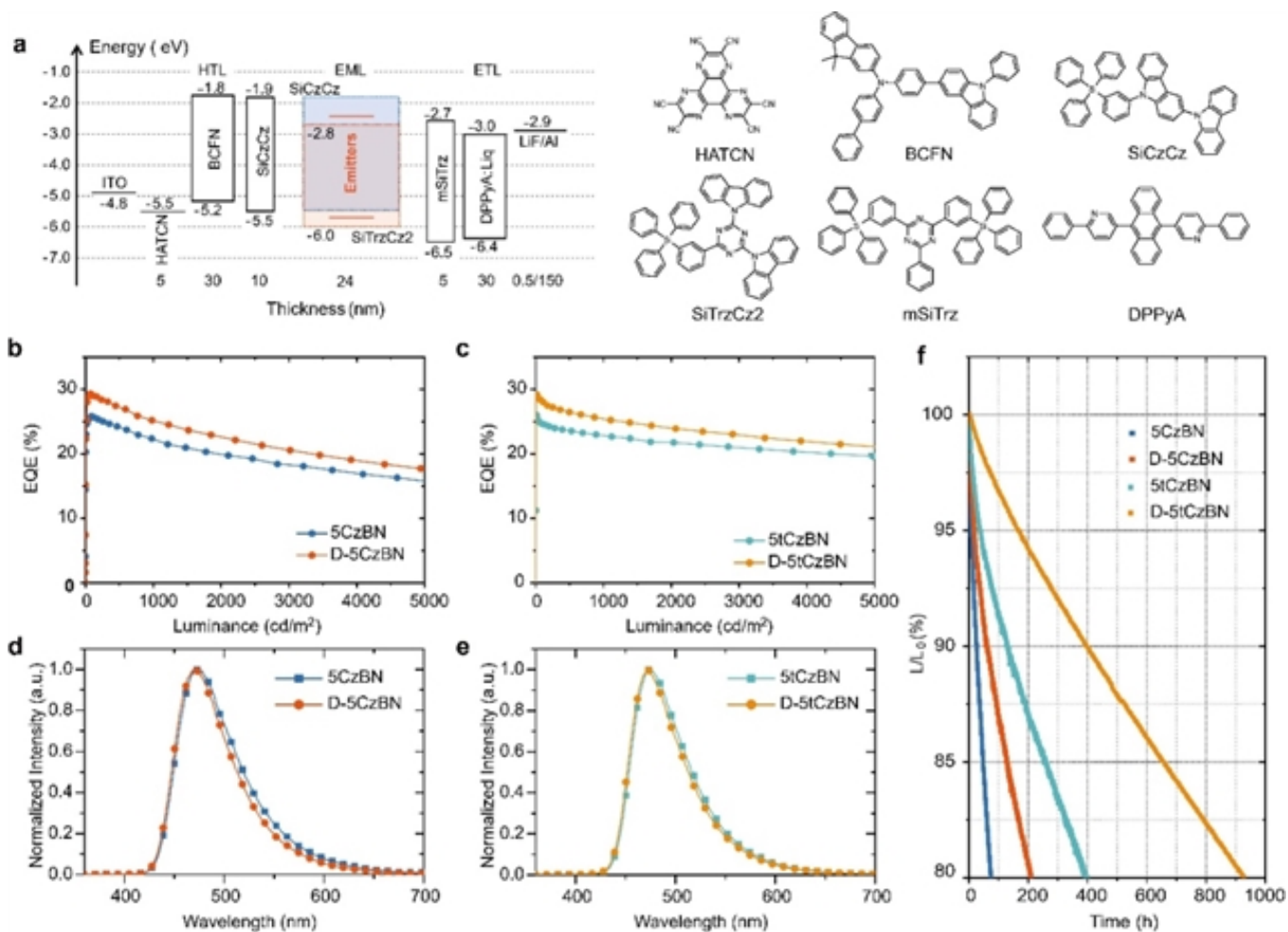


图3 TADF器件的电致发光性质。(a) 器件结构与功能层化合物的化学结构；(b)-(c) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN器件的EQE-亮度关系；(d)-(e) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN器件的电致发光光谱；(f) 5CzBN, D-5CzBN, 5tCzBN和D-5tCzBN器件的寿命衰减曲线（初始亮度为1000 cd/m²）。

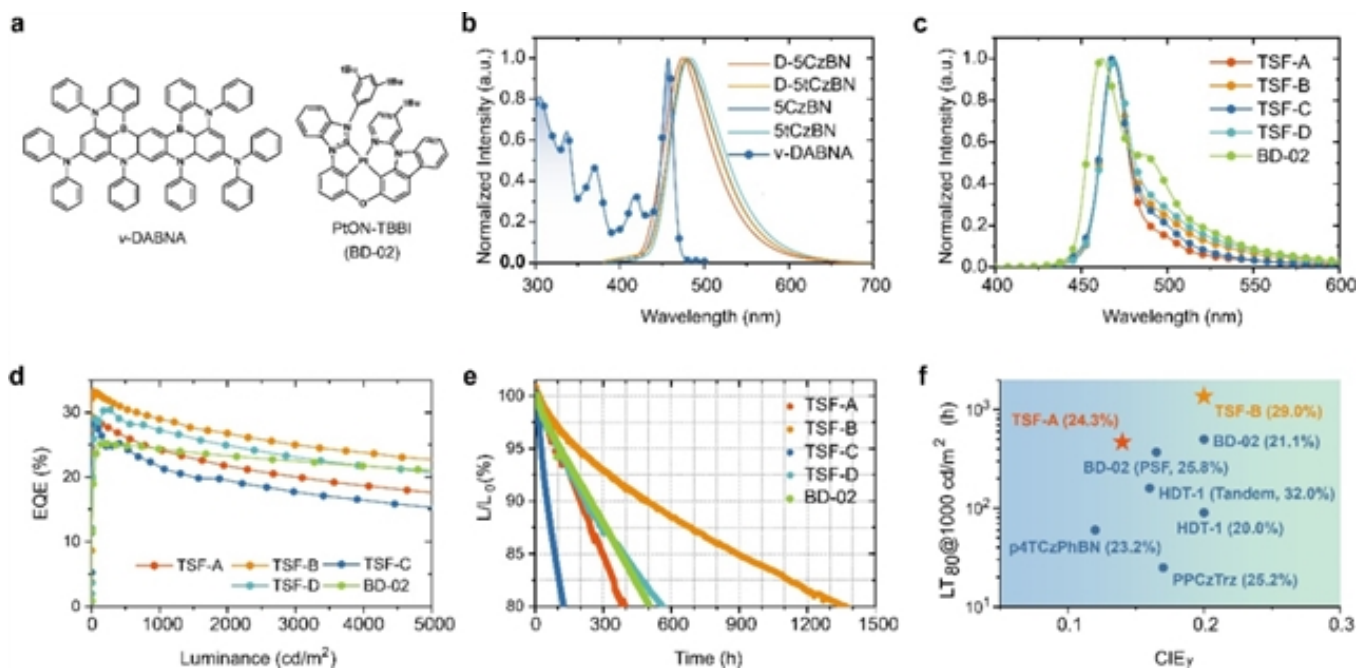


图4 TSF器件和磷光（BD-02）器件的电致发光性质。(a) v -DABNA和PtON-TBBI的化学结构；(b) v -DABNA的紫外可见吸收光谱和TADF敏化剂的发射光谱；(c) TSF器件和磷光器件的电致发光光谱；(d) TSF器件和磷光器件的EQE-亮度关系；(e) TSF器件和磷光器件的寿命衰减曲线（初始亮度为1000 cd/m²）；(f) 文献已有的高性能蓝光OLED器件寿命-CIE_y分布图（括号中为1000 cd/m²下的器件EQE值）。

该工作不仅在理论上为TADF分子的设计和 optimization 提供了新的视角，也为实现更高效、更稳定的蓝光OLED器件开辟了新的道路，将进一步推动有机发光技术的发展，对实现蓝光TADF材料的产业化应用具有重要意义。

该工作的第一作者是清华大学化学系黄天宇博士，共同通讯作者为清华大学化学系张东东助理研究员和段炼教授。合作者还有清华大学化学系博士生王琪、张海、助理研究员张跃威博士以及北京大学化学与分子工程学院战鸽博士。该研究工作得到了国家自然科学基金优秀青年基金项目、科技部国家重点研发计划等项目的资助。（来源：科学网）

相关论文信息：<https://www.nature.com/articles/s41566-024-01379-1>

作者：段炼等 来源：《自然—光子学》

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