



当前位置: 首页 (../..)/>科研进展 (../)

魏志祥课题组在降低有机太阳能电池能量损失研究方面取得重要进展

发布时间: 2022-06-17 | 【打印】 【关闭】

近日, 国家纳米科学中心纳米系统与多级次制造重点实验室魏志祥研究员、吕琨研究员、朱凌云研究员和山东大学郝晓涛教授合作, 设计合成了兼具低能量损失和高能量转换效率的非富勒烯小分子受体材料。结果表明, 通过降低受体在光电转换过程中的重组能, 可以有效降低非辐射复合和驱动激子解离引起的能量损失, 在开路电压 (V_{OC}) 高于0.93 V的情况下, 效率仍可高达18.2%, 能量损失低至0.48 eV。这是迄今为止文献报道的效率超过17%的二元有机光伏体系中最小的能量损失。相关研究成果发表在*Nat. Commun.*, 2022, 13, 3256上。

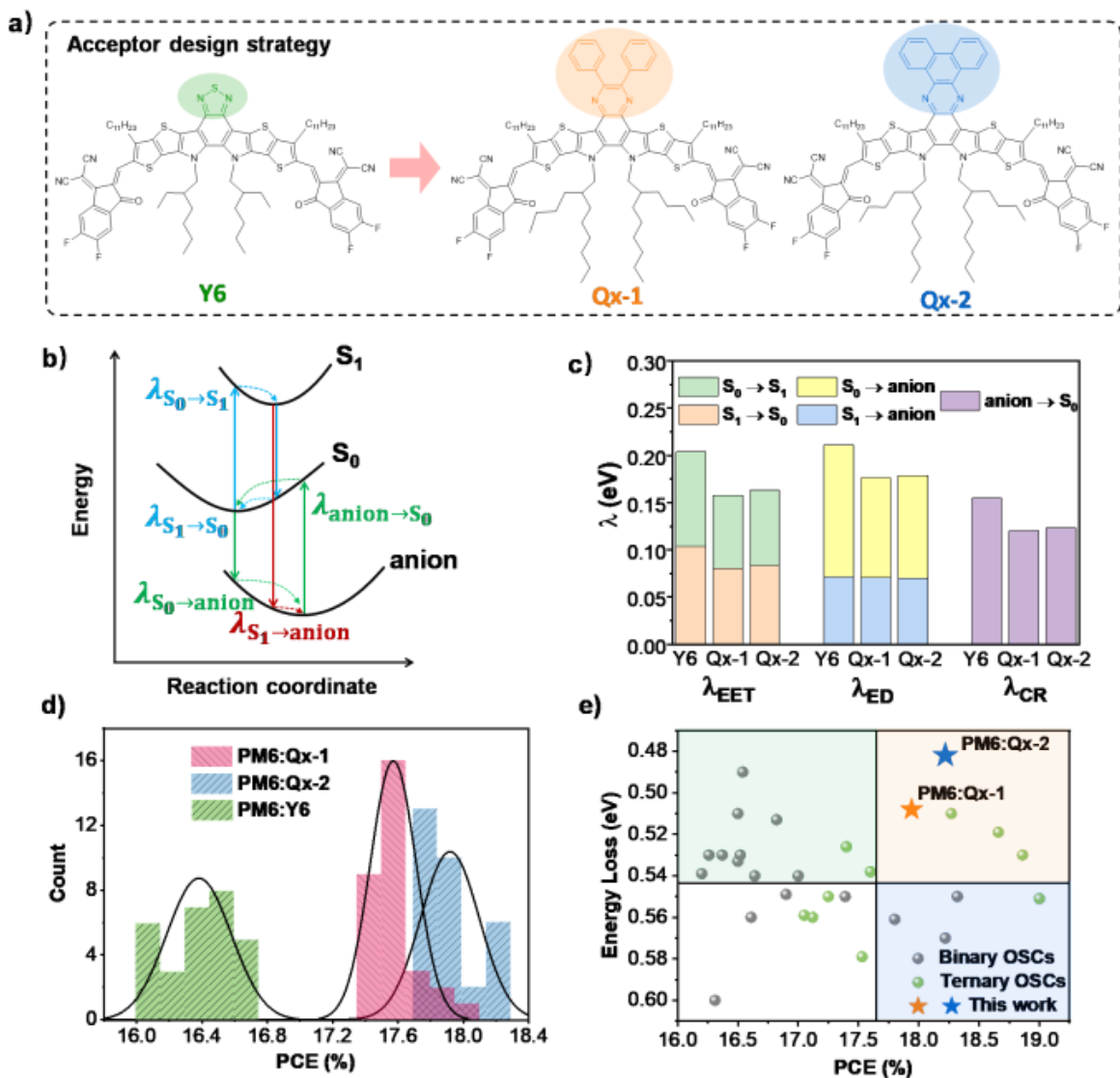
有机太阳能电池 (OSCs) 因其重量轻、可溶液加工、半透明以及柔性等优点而受到广泛关注。随着材料设计的不断深入和器件工艺的不断优化, 基于Y-体系的非富勒烯受体的OSCs的效率在二元器件中已达到18%以上, 在三元器件中已达到19%以上。然而, 与无机和钙钛矿太阳能电池相比, OSCs的能量损失 (电压损失) 相对较大, 成为限制OSCs光伏性能的瓶颈因素。目前, 大多数高性能OSCs的开路电压仍被限制在0.8~0.9 V, 能量损失普遍大于0.5eV。因此, 为了进一步提高OSCs的效率, 有必要深入了解能量损失的来源, 并通过合理的分子设计进一步降低能量损失。

OSCs的能量损失主要来自两个方面: 激子解离需要的驱动力和非辐射复合。非辐射复合与电子-振动耦合有关 (即重组能 λ , 它描述了电子转移过程中分子几何形状的变化, 反映了电子与分子内振动之间的相互作用)。重组能在OSCs的整个光电转换过程中起着至关重要的作用, 小的重组能不仅有助于抑制非辐射复合, 还可以减小激子解离所需的驱动力。最近, 该课题组以Y型非富勒烯受体为分子骨架, 将苯并噻唑(BT)五元环核替换为喹喔啉(Qx)六元环核, 设计合成了非富勒烯小分子受体Qx-1和Qx-2。通过理论计算与薄膜形貌、激子和电荷动力学结果表明, 这两种受体在光电转换过程中的重组能比Y6显著降低, 从而有利于提高激子寿命和扩散长度, 促进电荷传输, 抑制电荷复合带来的能量损失。以聚合物PM6为给体, Qx-1和Qx-2为受体的二元有机光伏体系的能量损失分别降低到0.508 eV和0.482 eV, 且两种体系的 V_{OC} 均达到0.9 V以上, 同时能量转换效率达到18%以上。该工作揭示了减小重组能对于降低OSCs能量损失的重要性, 从而为进一步提高OSCs的效率提供了一种新策略。

国家纳米科学中心博士研究生史雅因和常艺琳为文章的共同第一作者, 国家纳米科学中心吕琨研究员、山东大学郝晓涛教授, 国家纳米科学中心朱凌云研究员和魏志祥研究员为通讯作者, 同时感谢西安交通大学马伟教授、北京师范大学薄志山教授、徐新军

教授对上述工作的帮助。该成果得到了国家自然科学基金委,中国科学院战略性先导专项、CAS-CSIRO联合项目的支持。

论文链接：<https://www.nature.com/articles/s41467-022-30927-y>
(<https://www.nature.com/articles/s41467-022-30927-y>)



a) Y6、Qx-1和Qx-2受体的化学结构; b)光电转换过程中,不同电子态之间相互跃迁的重组能变化示意图; c) 理论计算的三个受体中不同电子态之间相互跃迁的重组能; d)效率统计分布图; e)不同体系能量损失与效率统计图。

理事单位 (<http://www.nanoctr.cas.cn/lstdw2017/>) |

机构设置 (<http://www.nanoctr.cas.cn/jgsz2017/>) |

挂靠单位 (<http://www.nanoctr.cas.cn/gkdw2017/>) |

博士后流动站 (<http://www.nanoctr.cas.cn/bshldz2017/>) |

招生咨询 (<http://edu.nanoctr.cas.cn/zs/dsjs/>) |

主任信箱 (<http://www.nanoctr.cas.cn/zrxx2017/>) |

违纪违法举报 (<http://www.nanoctr.cas.cn/xfjb/>) |

友情链接 (<http://www.nanoctr.cas.cn/xglj/yqlj2017/>)



(<http://www.cas.cn/>)

版权所有 © 2017-2018 国家纳米科学中心 京ICP备05064431号-1 (<https://beian.miit.gov.cn/>) 京公网安备: 110402500013

地址: 北京市海淀区中关村北一条11号 邮编: 100190

电话: 010-62652116 传真: 010-62656765 Email: webmaster@nanoctr.cn

电话: 010-62652116 传真: 010-62656765 Email: webmaster@nanoctr.cn

