

2023 年度中国光学学会科技创新奖简介

项目名称：光谱响应范围可调的倍增型有机光电探测器

获奖类别：自然科学奖

获奖等级：二等奖

主要完成单位：北京交通大学

主要完成人：张福俊，王健，杨凯旋

学科分类：光学

推荐单位：北京交通大学

项目简介：

界面隧穿注入是凝聚态物理及半导体器件中非常重要的过程之一。在有机半导体器件中，受有机激子结合能大与载流子迁移率低的双重限制，碰撞激发和碰撞离化过程在有机半导体薄膜中无法实现，这从根本上限制了有机光电探测器对弱光的探测能力。如何实现有机光电探测器对弱光的高灵敏探测是本领域的前沿科学问题。

自 2012 年，我们潜心研究如何在有机半导体器件获得光电倍增效应。我的课题组率先提出了一种新型的有源层设计方案，即有源层具有单载流子传输特性且具有大量孤立的电荷陷阱，在光照条件下界面附近受陷电荷的库仑场将诱导界面能带弯曲实现隧穿注入，使有机光电探测器的外量子效率远远大于 100%，即实现倍增效应。诺贝尔奖得主 Alan J. Heeger 教授发表在 *Chem. Soc. Rev.* 45 (2016) 4825 的论文中指出：“张提出的方案为解决近红外有机光电探测器响应度低、暗电流大的问题，指明了重要的研究方向”。我们提出了“载流子注入窄化”的新概念，通过调控有源层中的光场分布，实现了无滤光片的超窄响应倍增

型有机光电探测器。相关的研究成果入选了 2017 年度“中国光学十大进展”。我们还率先提出了双有源层方案，通过协同优化光子俘获层与倍增层，实现了宽响应倍增型有机光电探测器。为了进一步拓展倍增型有机光电探测器的性能，我们利用光场调控技术和光学微腔方案，实现了一系列光谱响应范围可调的倍增型有机光电探测器。相关的研究成果，得到了中国、美国、德国、澳大利亚、荷兰、加拿大等国 8 位院士正面评价及引用。2023 年受德国科学院 Karl Leo 院士的邀请，将最新的研究成果发表在 *Applied Physics Letters* 上。

该研究项目不仅在科学研究方面取得重要进展，在人才培养方面也做出卓越贡献。已毕业 13 名博士生曾获多项奖励或荣誉，例如：宝钢优秀学生、北京市优秀毕业生、香江学者计划、澳门学者计划、博新计划(A、B、C 类各 1 人)、中科院特别研究助理项目、河北省优秀青年基金等；4 篇博士学位论文分别入选北京市优秀博士学位论文、中国光学工程学会优秀博士学位论文、以及中国光学学会郭光灿光学优秀博士论文提名（2 篇），5 名博士生荣获中国光学学会王大珩高校学生光学奖。1 人还入选了科睿唯安—全球高被引科学家（2022-2023 年度）、1 人破格晋升为三级教授。