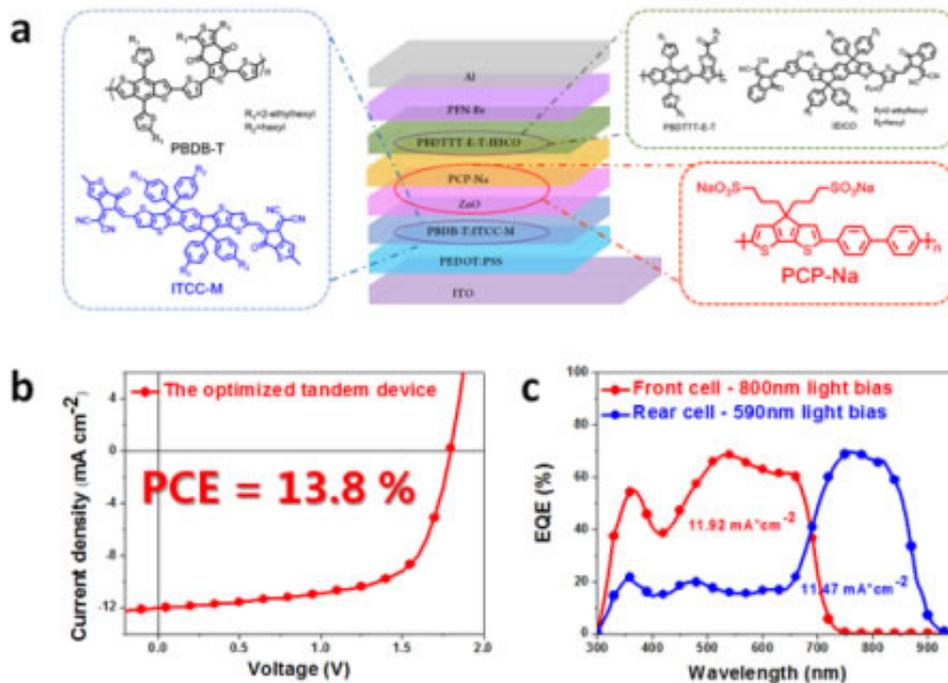


化学所叠层有机太阳能电池材料与器件制备取得系列进展



(a) 高效率叠层器件前电池、后电池和中间连接层所使用材料的分子结构。(b) 叠层器件J-V曲线。(c) 叠层器件EQE曲线。

叠层器件结构可有效拓宽太阳能电池的光响应范围，在提升各种类型光伏电池的光电转换效率（PCE）方面具有重要应用。相比于单结电池，叠层电池中涉及更多类型的光电活性和电极修饰层材料，且具有更加复杂的器件结构，实现高效率的叠层电池材料与器件制备是一项十分具有挑战性的工作。在关键材料方面，高效率叠层有机太阳能电池需要分别具有较宽和较窄光学带隙的子电池活性层材料以及用于联结子电池的中间连接层材料。宽光学带隙的子电池用于吸收高能量的短波太阳光，易于实现较高的开路电压，但由于材料的能级排列方式不够理想，现有的大多数宽带隙有机光伏活性层材料的开路电压大幅低于理论值。窄光学带隙的子电池用于吸收低能量的长波太阳光，易于获得较高的电流密度，现有的窄带隙有机光伏活性层的外量子效率偏低，显著限制的电流密度的提升。此外，在叠层器件设计中，各子电池吸收光谱之间的互补性不够好也是限制其效率提升的瓶颈因素。有机叠层电池成功制备之后的多年时间中，此类电池的最高光电转换效率一直由国外研究机构所保持。

中国科学院化学研究所高分子物理与化学实验室侯剑辉课题组研究人员持续围绕叠层有机光伏电池关键材料和器件制备开展了大量研究。首先，研究人员围绕基于聚合物-富勒烯的有机光伏电池，系统优化了宽带隙（*Adv. Mater.* 2014, 26, 5880）和窄带隙（*Chem. Mater.* 2014, 26, 3603）的光伏活性层材料以及相应的叠层器件制备方法，在2015年和2016年分别实现了10%和11%的光伏效率（*Adv. Mater.* 2015, 27, 1189；*Adv. Mater.* 2016, 28, 5133），达到国际领先水平。

研究人员借助团队在聚合物-非富勒烯型有机光伏电池中的积累，分别优化了非富勒烯型宽、窄带隙材料和电池制备方法，在宽带隙电池中实现了超过1V的开路电压（*Adv. Mater.* 2017, 29, 1700254），在窄带隙电池中实现了超过20 mA/cm²的短路电流密度（*Adv. Mater.* 2016, 28, 8283）。基于此，团队进一步发展了用于制备叠层电池子电池之间连接层的中性导电高分子电极修饰材料（*Adv. Mater.* 2016, 28, 434；*Macromolecules* 2016, 49, 8126），成功构建了高效率叠层器件。当叠层电池中两个子电池之一为富勒烯受体时，叠层电池的光电转换效率超过了文献报道的最高值，达到12.8%（*Adv. Mater.* 2017, 29, 1606340）当均采用非富勒烯型光伏活性层子电池时，电池效率实现进一步突破，达到了13.8%（*J. Am. Chem. Soc.* 2017, 139, 7302）。该结果大幅超过了已见报道的最高结果，创造了新的叠层有机光伏电池的世界记录。

该研究工作得到了中科院和国家自然科学基金委的支持。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/113801.html>