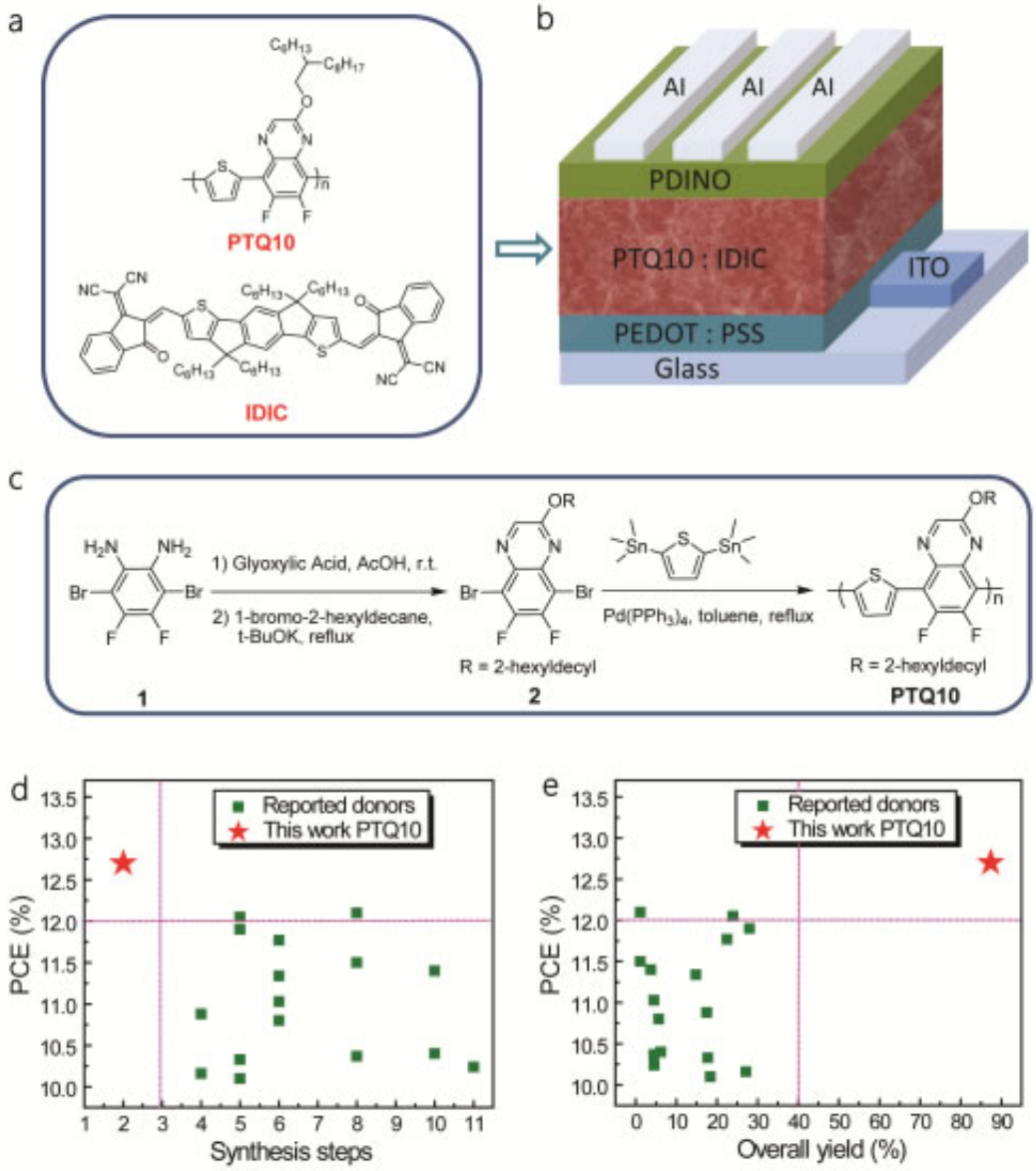
化学所在低成本高效聚合物给体光伏材料方面取得进展

聚合物太阳电池由p-型共轭聚合物给体和富勒烯衍生物或非富勒烯n-型有机半导体受体的共混活性层夹在透明导电电极和金属电极之间所组成，具有可溶液加工、质量轻以及可制备成柔性和半透明器件等突出优点，近年来成为全球能源领域研究的热点。聚合物太阳电池的商业应用需要实现器件的高效率、高稳定性以及低成本，这主要依赖于光伏材料的发展。

自1995年Alan J. Heeger等提出本体异质结概念以来，聚合物太阳电池光伏材料和器件的研究获得了持续发展。在研究的早期阶段，器件的效率很低，研究的关注点主要是提高效率，通过设计和合成窄带系、宽吸收和具有较低HOMO能级的聚合物给体光伏材料，以及具有较高LUMO能级的富勒烯衍生物受体光伏材料，来提高器件的短路电流、开路电压和能量转换效率。近年来，随着窄带隙非富勒烯n-型有机半导体受体光伏材料以及与之吸收互补的宽带隙聚合物给体光伏材料的发展，聚合物太阳电池的能量转换效率获得快速提升，最近实验室小面积器件的效率已经突破12~13%，达到了可以向实际应用发展的门槛。因此，提高稳定性和降低成本就成为了实现聚合物太阳电池实际应用的关键。但是，当前已报道的高效光伏材料大多结构复杂、合成困难，很难满足商业应用的需求。开发低成本高效光伏材料将是聚合物太阳电池商业应用的巨大挑战。

在国家自然科学基金委员会和中国科学院有关项目的支持下，中科院院士、中科院化学研究所有机固体院重点实验室研究员李永舫课题组研究人员最近设计并合成了一个低成本高效的聚合物给体材料PTQ10（分子结构见图a）。PTQ10是一种结构简单的D-A共聚物，其中噻吩环作为给体单元、喹喔啉作为受体单元。在喹喔啉上引入烷氧基侧链是为了提高聚合物的溶解性并增强光吸收、引入双氟原子取代以降低聚合物的HOMO能级和提高空穴迁移率。该分子可以通过廉价的原材料两步合成（图c）并同时实现接近90%的总产率，使得该材料的成本大大降低。更重要的是，使用PTQ10为给体、结构相对简单的n-型有机半导体IDIC（图a）为受体制备的聚合物太阳电池（器件结构见图b）的最高能量转换效率达到12.70%，同时反向结构器件的效率也达到了12.13%（由中国计量科学研究院确认的效率为12%）。同时，活性层厚度在100nm至300nm范围内器件效率都能超过10%，这非常有利于器件的大面积制备。与当前文献报道的效率超过10%的其它高效聚合物给体光伏材料相比，PTQ10无论是合成步骤、产率和效率上都具有非常突出的优势（图d,e）。

考虑到低成本、高效率和厚度不敏感等优点，PTQ10极有希望成为聚合物太阳电池商业应用中的聚合物给体材料。该工作2月21日在《自然-通讯》发表（Nat. Commun. 2018, 9, 743）。



（a）给体PTQ10和受体IDIC的分子结构；（b）电池器件结构图；（c）PTQ10的合成路线；（d）和（e）聚合物太阳电池给体材料合成步骤、产率与效率的对比分析图。

原文地址：http://www.china-nengyuan.com/tech/121374.html