

## 宁波材料所在钙钛矿电池稳定性方面取得进展

钙钛矿太阳能电池成本低，效率高，被认为是最有希望实现低成本发电的光伏技术之一。现在高效率的钙钛矿电池普遍采用高温烧结的TiO<sub>2</sub>，限制了其在柔性器件中的应用，而且TiO<sub>2</sub>在光的作用下可以催化分解钙钛矿，严重影响电池的稳定性。目前钙钛矿电池的效率已经超过23%，稳定性问题已经成为限制其走向实用化的最大瓶颈。

中国科学院宁波材料技术与工程研究所研究员方俊锋围绕上述问题展开深入研究，并取得新进展。首先，针对TiO<sub>2</sub>需要高温处理的问题，提出采用极性富勒烯（C60 pyrrolidine tris-acid, CPTA）来替代TiO<sub>2</sub>作为电子传输材料，实现了柔性钙钛矿电池效率>17%（Adv. Energy Mater. 2017, 7, 1701144）；在此基础上，进一步在界面处引入PbI<sub>2</sub>作为晶核，通过界面诱导成核优化钙钛矿晶体生长，使器件效率提升至20.2%（Adv. Funct. Mater. 2018, 28, 1706317）。同时，在空穴传输材料方面，通过对聚电解质传输材料抗衡离子的选择（P3CT-N），有效抑制了聚电解质的过度聚集，从而改善了钙钛矿薄膜在界面上的生长，实现了反向p-i-n钙钛矿电池效率>19%，柔性器件效率也达到18%，1cm\*1cm的大面积器件效率>15%（ACS Appl. Mater. Interfaces 2017, 9, 31357; Advanced Science, 2018, 1800159）。

在上述高效p-i-n钙钛矿电池的基础上，最近，该研究团队在钙钛矿电池的工作稳定性方面进一步取得新进展。太阳能电池在实际发电（光照且外加负载）过程中的连续功率输出是衡量其能否实用化的核心指标。在实际工作中，钙钛矿薄膜内部的离子会沿晶界发生定向迁移，这是造成钙钛矿电池效率衰退的重要原因。针对此问题，该团队率先提出原位交联的策略来制备钙钛矿电池。在钙钛矿薄膜中引入一种可交联的液体有机小分子（trimethylolpropane triacrylate, TMTA, 图1a），借助TMTA与晶界处PbI<sub>2</sub>的配位作用，使TMTA化学“锚钉”在钙钛矿晶界处，有效钝化晶界缺陷，实现>20%的器件效率；更重要的是，经过进一步加热处理，TMTA能够发生原位交联（图1b），在晶界处形成稳定的交联聚合物网络（图1c），使钙钛矿薄膜的离子迁移活化能由0.21eV提升至0.48eV，从而有效抑制离子沿晶界的迁移。基于此策略的钙钛矿电池在全光谱标准太阳光下经过400小时的连续最大功率输出（负载0.84V）仍能维持初始效率的80%（图2），相对于传统的钙钛矿电池，其工作稳定性（T80）提升了590倍。该工作首次实现了甲胺铅碘钙钛矿电池在标准太阳光（Xe灯）、全光谱（不滤光）下>200小时的长期工作稳定性，为高效稳定钙钛矿电池的制备提供了全新的思路与方法。同时，钙钛矿电池的空气稳定性（湿度45%-60%）和热稳定性（85℃）也有明显提升，经过>1000小时老化后仍能维持初始效率（或post burn-in效率）的90%以上。相关工作以In-situ cross-linking strategy for efficient and operationally stable methylammonium lead iodide solar cells 为题发表于《自然-通讯》（Nature Communications, 2018, 9, 3806）。方俊锋为该论文的唯一通讯作者，李晓冬为第一作者。

上述工作得到中科院前沿科学重点研究计划（CAS QYZDB-SSW-JSC047）、国家自然科学基金（51773213, 61474125）及博士后基金（2017M610380）等的支持。

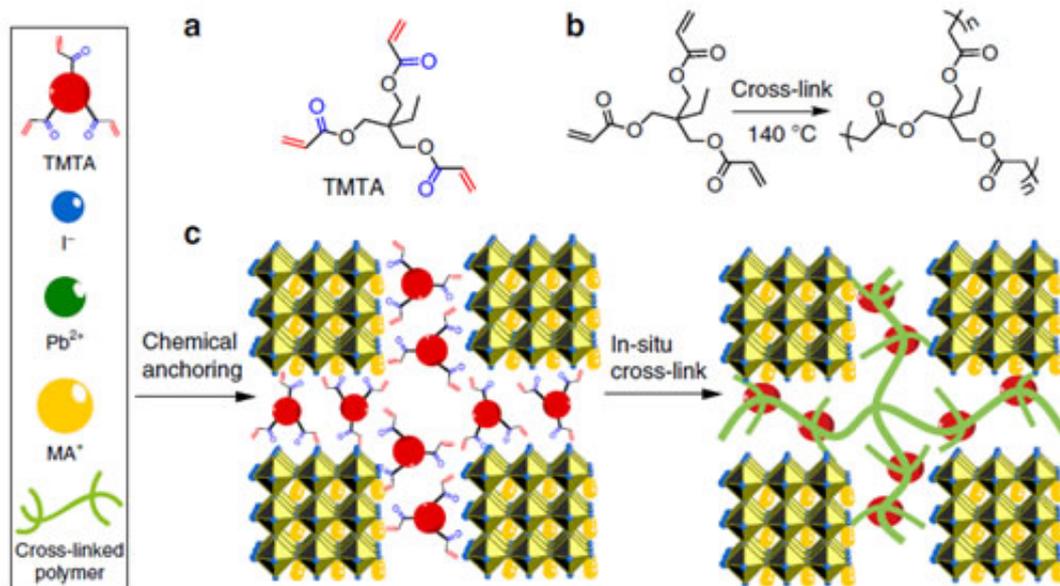


图1 (a) TMTA化学结构；(b) TMTA加热交联；(c) TMTA在钙钛矿薄膜中原位交联示意图

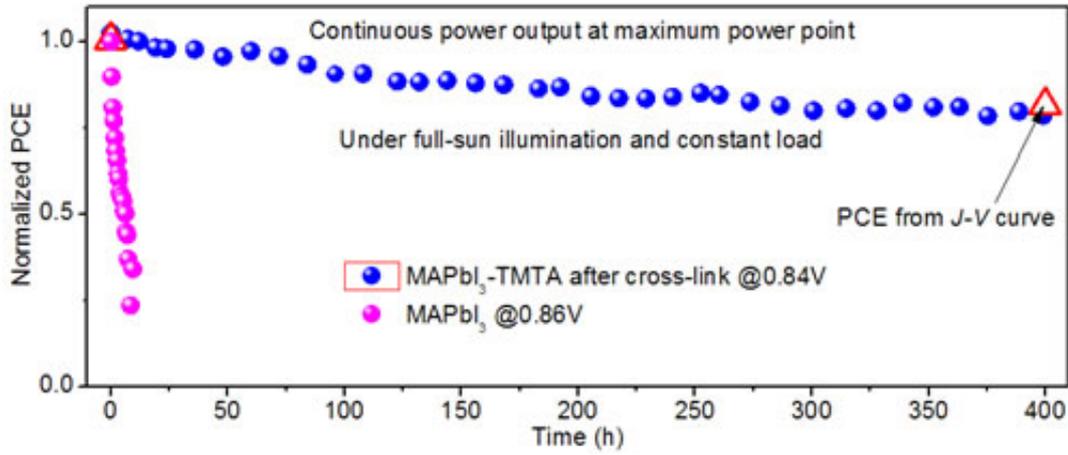


图2 基于原位交联策略的钙钛矿电池连续功率输出（标准Xe灯光源，全光谱，恒定0.84V负载）

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/129697.html>