

北京大学在反式钙钛矿太阳能电池研究中的突破性成果

北京大学物理学院“极端光学创新研究团队”的朱瑞研究员、龚旗煌院士与合作者展开研究，首次采用“胍盐辅助二次生长”技术调控钙钛矿半导体特性，在提升反式结构钙钛矿太阳能电池性能方面取得了突破性成果，创下了该类太阳能电池器件效率的最高记录。相关研究于2018年6月29日在国际顶级学术期刊《科学》(Science)上发表(Enhanced photovoltage for inverted planar heterojunction perovskite solar cells, Science, Vol. 360, Issue 6396, pp. 1442-1446, DOI: 10.1126/science.aap9282)。

随着人类社会的不断进步，由工业生产所导致的能源和环境问题日益凸显，化石燃料(石油、煤炭、天然气等)的有限储量及其燃烧带来的全球变暖等问题促使人们不断地寻找和开发绿色可再生的新型能源。太阳能具有清洁、无污染、分布广泛且能量充分的优势，是有希望获得大规模应用的新型能源之一。太阳能电池利用光生伏特效应将太阳光能直接转化为电能，受到来自学术界和工业界的广泛关注和研究，也得到了各国政府的大力支持。

近年来，钙钛矿太阳能电池以其制备简单、成本低和效率高的优势迅速崛起成为新型光伏技术领域的新宠，其光电转换效率在短短八年内实现了跳跃式增长，目前报道的最高效率已达到商业化单晶硅太阳能电池的效率水平，表现出极大的优势和应用潜力。

钙钛矿太阳能电池分为正式(n-i-p)和反式(p-i-n)两种器件结构。相比于正式器件，反式结构器件因制备工艺更加简单、可低温成膜、无明显回滞效应、适合与传统太阳能电池(硅基电池、铜铟镓硒等)结合制备叠层器件等优点，受到越来越多的关注。但是，反式结构器件也存在一些显著不足，例如，开路电压与理论值差距较大、光电转换效率相对偏低，这主要是由于器件中存在大量的缺陷所导致。这些缺陷主要存在于钙钛矿活性层中、钙钛矿活性层与电荷收集层界面处，造成了光生载流子的非辐射复合，进而致使能量损失严重，最终限制了开路电压的提升和光电转换效率的改善，制约了该类结构器件的发展。

针对反式结构钙钛矿太阳能电池在光电转换效率上存在的瓶颈，朱瑞研究员、龚旗煌院士与合作者展开研究，首次提出了“胍盐辅助二次生长”方法，开创性地实现了钙钛矿薄膜半导体特性的调控，显著降低了器件中非辐射复合的能量损失，在提升器件开路电压方面取得了突破，首次在反式结构器件中获得了超过1.21 V的高开路电压(材料带隙宽度~1.6 eV)。同时，在不损失光电流和填充因子等性能参数的情况下，显著提高了反式结构钙钛矿电池的光电转换效率——实验室最高效率达到21.51%。经中国计量科学研究院认证，器件的光电转换效率也高达20.90%，这是目前反式结构钙钛矿太阳能电池器件效率的最高记录。该结果为提升反式钙钛矿太阳能电池器件效率、推进该类新型光伏器件的应用化发展提供了新思路。这种制备技术也有望进一步拓展到钙钛矿叠层太阳能电池以及钙钛矿发光器件中，具有潜在的应用前景和商业价值。



图1. 左：反式结构钙钛矿太阳能电池。右：电池器件在正向电压（2 V）下的发光照片（表明电池器件具有较低的非辐射复合能量损失）。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/126075.html>