研究在喷涂法制备高质量钙钛矿薄膜方面获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/37396.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

研究在喷涂法制备高质量钙钛矿薄膜方面获进展
。钙钛矿半导体作为下一代高效光伏与光电器件的核心候选材料，其产业化前景高度依赖于能否实现高质量、大面积均匀的钙钛矿吸光层薄膜的可控制备。旋涂、刮涂和狭缝涂布等方法制备钙钛矿薄膜，在大面积、复杂曲面沉积及图案化集成方面存在明显局限。相比之下，喷涂法因其快速、规模化潜力及对三维表面的优异适应性，在建筑光伏、交通工具表面等场景中展现出独特优势。然而现有喷涂工艺制备的钙钛矿薄膜存在相杂质多、晶粒取向无序和缺陷密度高等问题，致使器件性能落后，成为其产业应用的核心瓶颈。

中国科学院青岛生物能源
与过程研究所提出了一种全新的液滴限域结晶
策略，通过溶剂配位结构调控，
在喷涂液滴内部构建局域高浓度前驱体体系，从结晶源头上重构喷涂过程中的成核路径。

该策略利用弱配位溶剂限
制A位阳离子的扩散范围，同时增强其与$[PbI_x]^{2-x}$
配位结构之间的相互作用，从而抑制传统喷涂过程中常见的溶剂中间相和副反应路径。在这种受限环境中，
钙钛矿能够在液滴内部
发生均匀的体相预成核，并在沉积过程中实现
直接 α
相结晶和高度择优取向生长。限域结晶显著降低了前驱体向晶体转变的能垒，使喷涂法也能够制备出低缺陷、高结晶质量的钙钛矿薄膜，其体缺陷态密度低至约$10^{14}cm^{-3}$。

基于该策略结合机器学习建模筛选工艺，喷涂制备的钙钛矿太阳能电池实现了25.5%的最高光电转换效率（经第三方认证25.2%），并进一步制备出效率超过22.5%的小型组件，性能水平已接近当前最先进的旋涂器件。更重要的是，该方法在相对湿度约80%的环境中仍可稳定施行，显著拓宽了钙钛矿喷涂工艺的环境适用窗口。

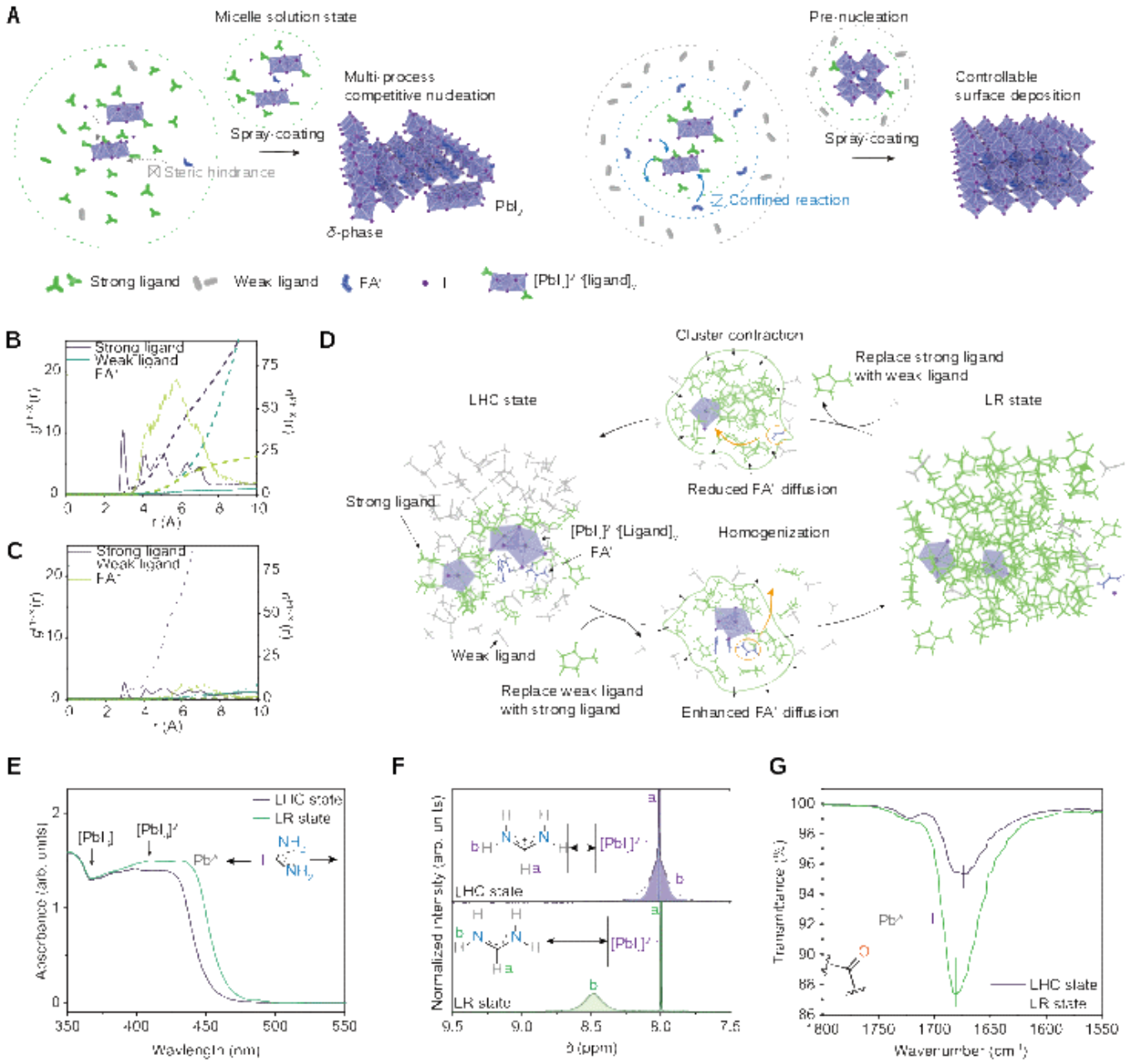
此外，研究突破了传统平面
制备的限制，在具有高斯曲率的刚性曲面
上实现了无旋涂的高效
钙钛矿器件制备，曲面太阳能电池效率超过23.2
%
。该喷涂策略还支持从纳米到微米尺度的膜厚连续调控，并可直接应用于复杂三维结构和图案化

沉积。

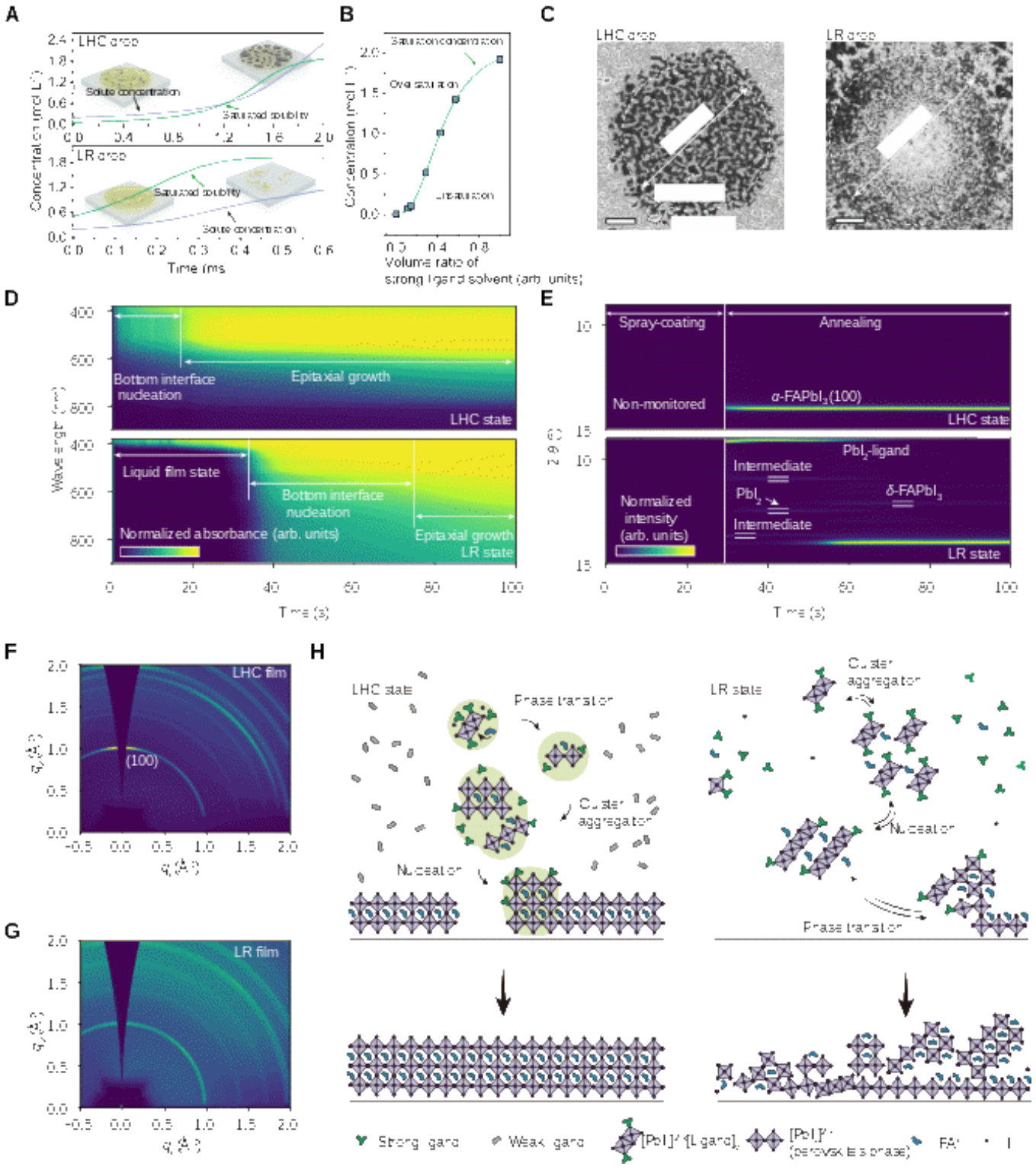
该工作不仅在效率上将喷涂法钙钛矿器件提升至与旋涂工艺相当的水平，更在复杂曲面制造、湿度耐受性和图案化制备潜力方面展现出独特优势，为钙钛矿光伏与光电器件在建筑、交通及空间应用中的原位制造提供了重要技术基础。

相关研究成果以*Confined crystallization strategy enabling high Quality perovskite film for advanced photovoltaics*为题，发表在《焦耳》（*Joule*）上。
研究工作得到国家自然科学基金、山东省自然科学基金、
山东省“泰山学者”计划以及中国科学院青年创新促进会等的支持。

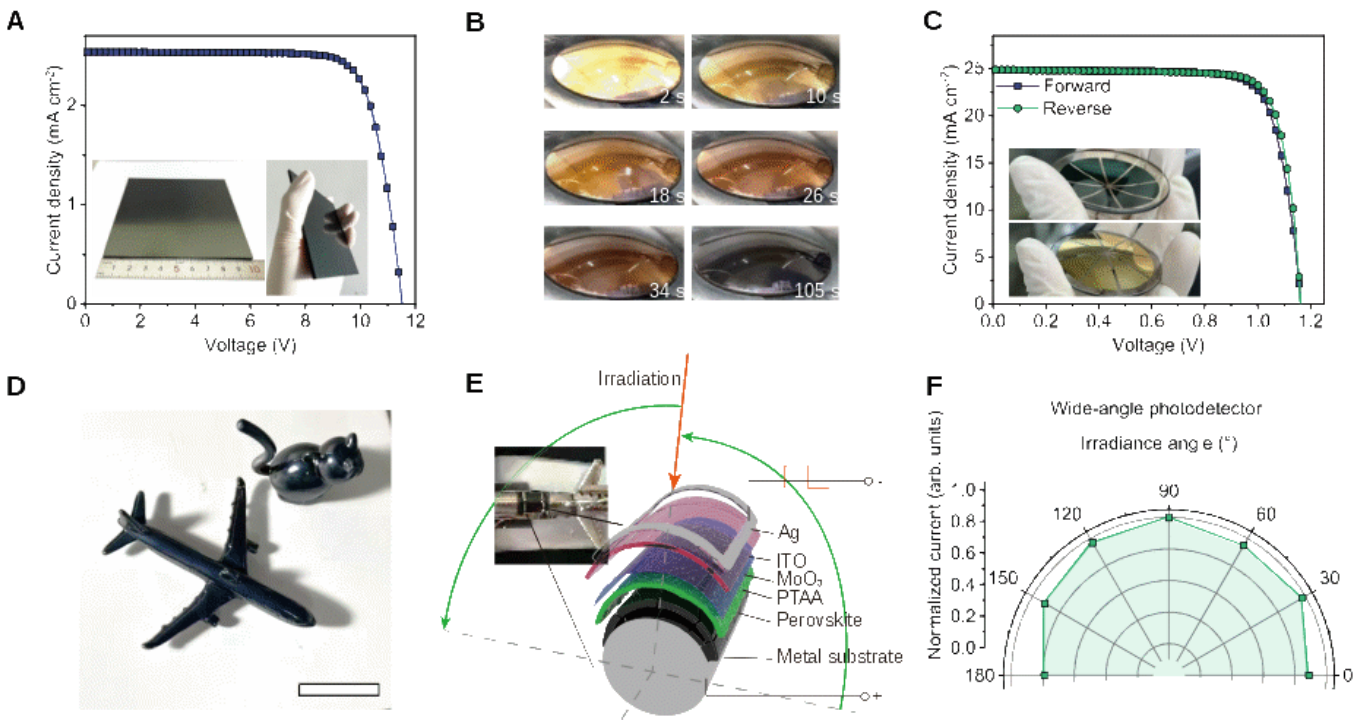
论文链接



溶液环境对A位离子(FA^+)溶剂化结构



钙钛矿前驱体液滴结晶过程监测



喷涂法制备钙钛矿薄膜的应用

研究团队单位：青岛生物能源与过程研究所

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发