表面固相反应策略精准构建纯相二维钙钛矿钝化层

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/35305.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！

表面固相反应策略精准构建纯相二维钙钛矿钝化层。2025年8月28日，中国科学院化学研究所绿色印刷重点实验室宋延林研究员课题组在钙钛矿太阳能电池表面钝化技术方面取得重要进展。相关研究成果以Surface diffusion engineering of a 2D perovskite layer for efficient perovskite photovoltaics为题，发表于Nature Synthesis期刊。该工作提出一种非侵入式表面固相反应策略，可在三维钙钛矿薄膜表面原位构建维度单一、相态纯净的二维钝化层，为提升器件的效率与运行稳定性提供了新路径。论文第一作者为博士研究生张堃，通讯作者为汪洋副研究员、宋延林研究员和北京大学周欢萍教授。

钙钛矿太阳能电池因其高效率和低制造成本，已成为光伏领域最具前景的技术路线之一。其中，构建二维/三维异质结构被认为是提升器件稳定性和性能的关键策略之一。然而，当前常用的表面钝化方法多依赖于高反应性的有机阳离子，它们易于在溶液处理中穿透三维体材料，诱发不可控的逐步相变，形成混合n值（n = 1、2、3等）的量子阱结构。这种混维结构往往带来能级错配和载流子传输障碍，成为限制光电转换效率和长期稳定性的主要瓶颈。

针对上述难题，宋延林研究员团队开发出一种非侵入式表面反应策略。该方法通过精确调控钝化过程中的温度与压力，在不借助溶剂渗透的前提下，诱导有机分子与三维钙钛矿表面发生固相反应，成功构建出n = 2的纯相二维钙钛矿钝化层。与传统溶液法相比，非浸入式表面固相策略可显著避免相变过程中形成的混合结构问题，在不破坏主体结构的同时实现表面重构。研究表明，该策略适配性强，可兼容多种Ruddlesden-Popper型有机阳离子，包括BAI、BABr、HAI、HABr、OAI、PEAI、4-MeO-PEAI等。基于该策略的钙钛矿太阳能电池器件实现了正式器件26.13%的光电转换效率（认证效率：25.66%，0.085 cm2），正式模组效率为23.03%（认证准稳态效率为22.32%，13.94 cm2），该工作展示了固相反应制备纯相二维钙钛矿钝化的重要作用，为制备高性能钙钛矿光伏器件提供了新思路。

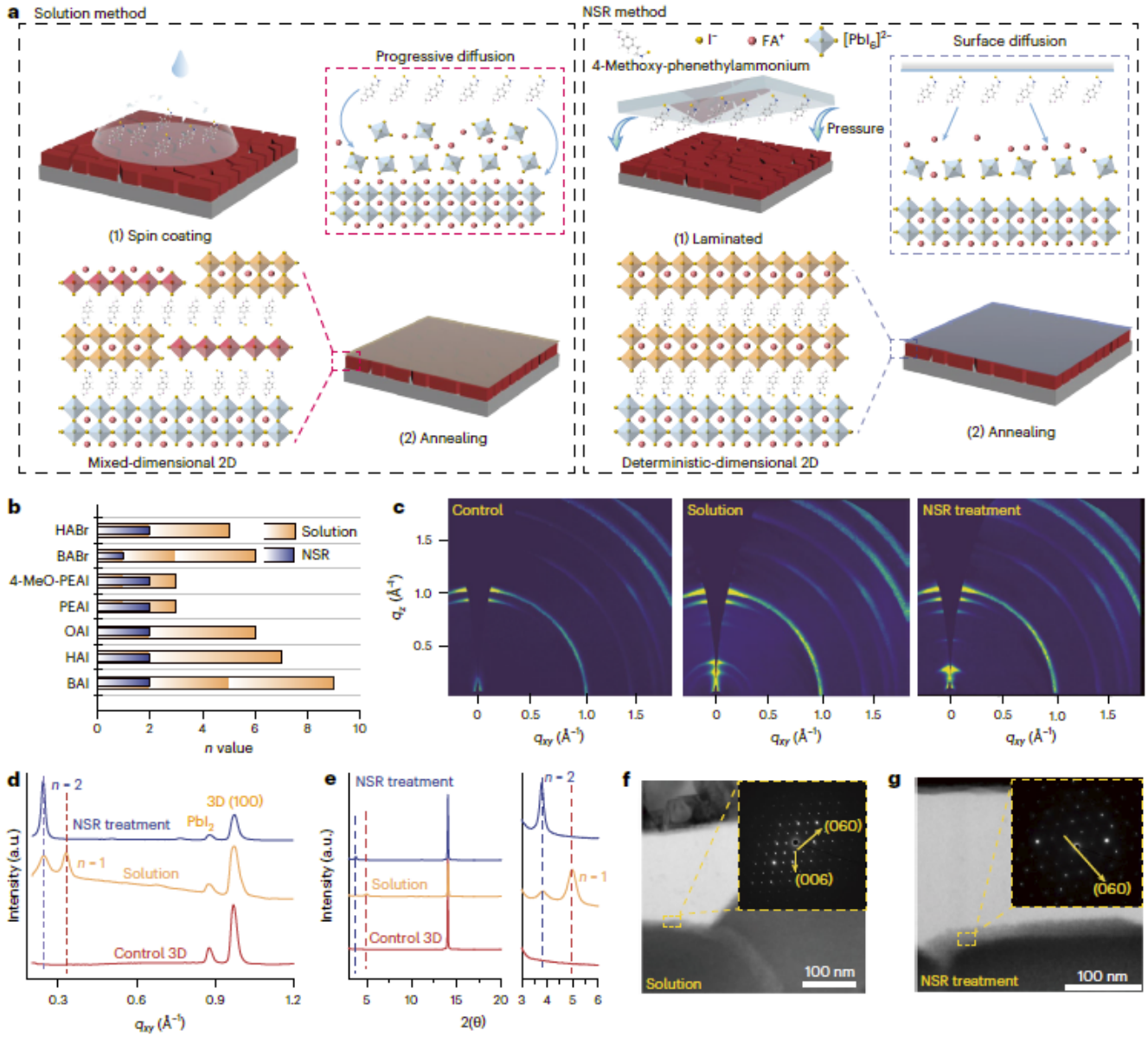


图1：表面扩散调控二维钙钛矿结构维度。

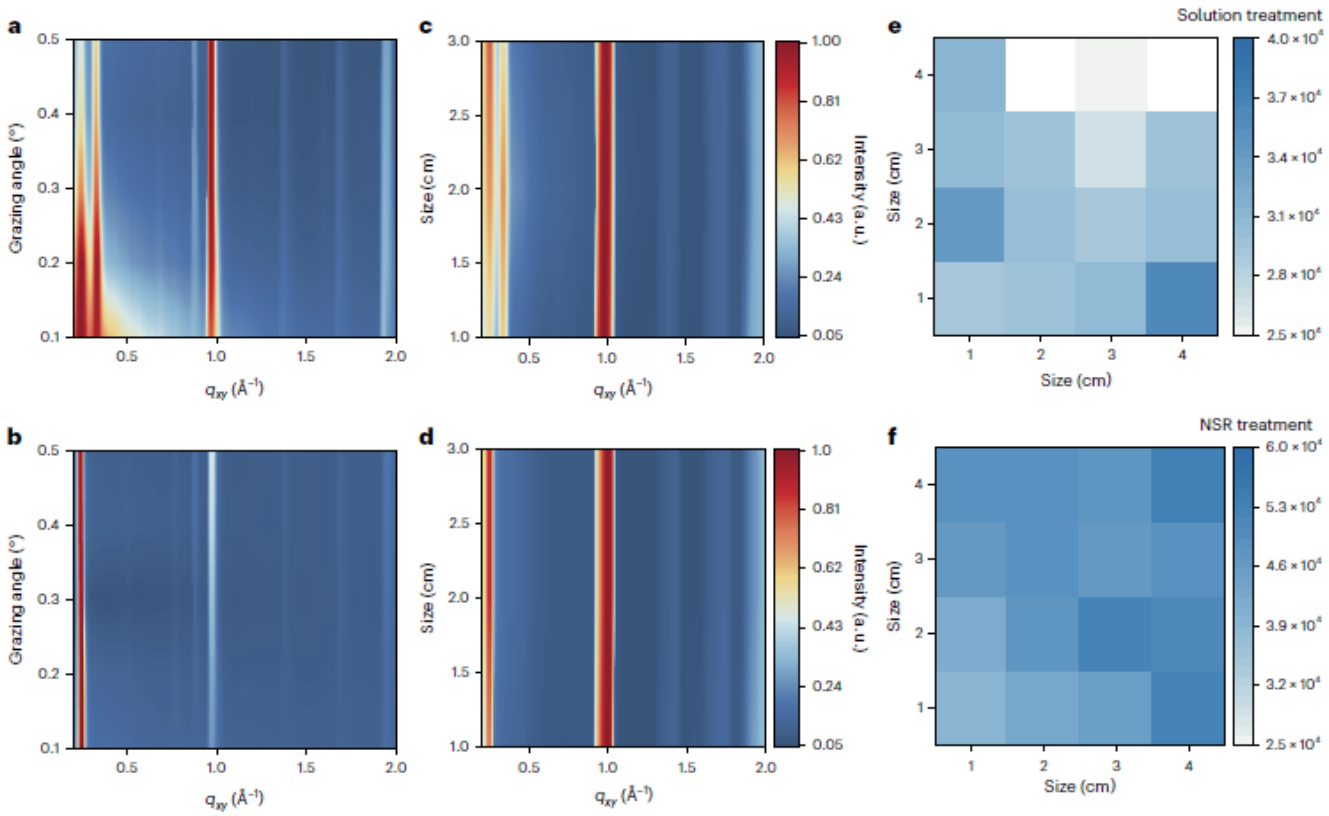


图2：表面扩散策略实现大面积均匀界面钝化。

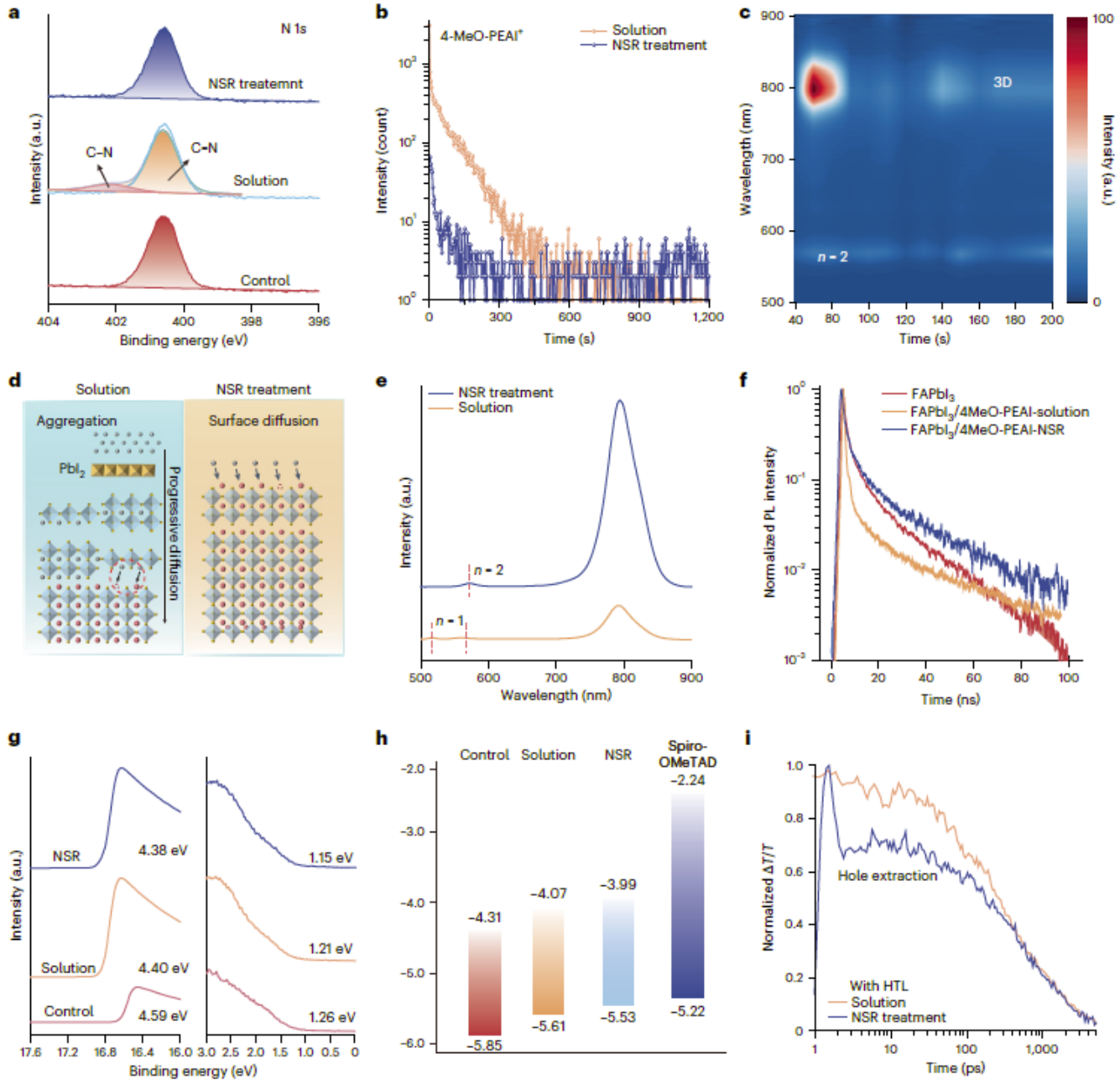


图3：表面扩散处理的二维钙钛矿的光电性能。

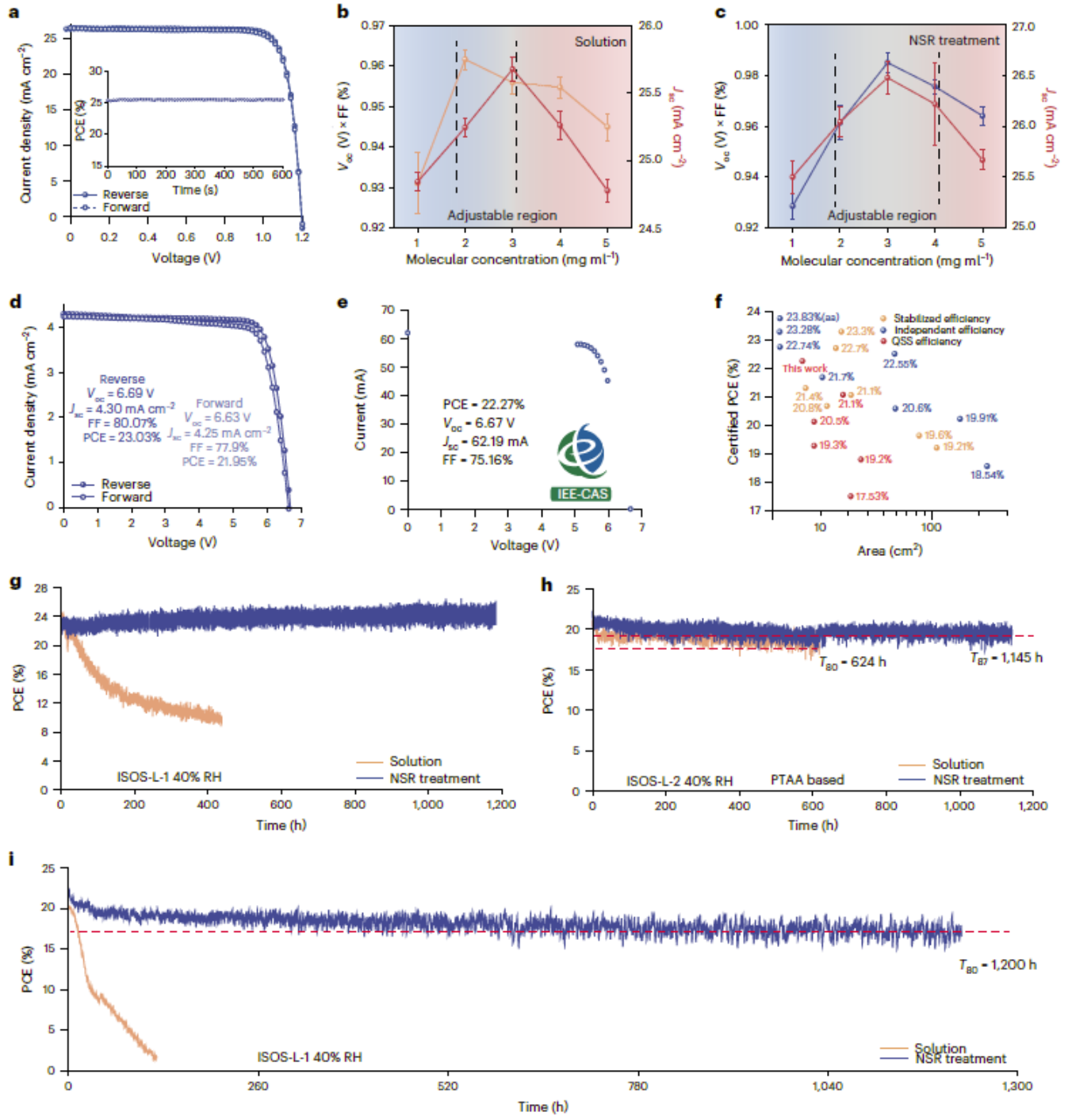


图4：器件的光伏性能。

该研究首次在器件层面实现了维度可控、纯相一致的二维钙钛矿钝化结构构建，并通过系统实验验证了其在高效率与长期运行稳定性方面的显著优势。（来源：科学网）

相关论文信息：https://doi.org/10.1038/s44160-025-00865-w

作者：宋延林等 来源：《自然-合成》

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