

科学家揭示钠金属负极SEI的形成过程与失效机理

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/23600.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！

科学家揭示钠金属负极SEI的形成过程与失效机理。

北京时间2023年7月5日，北京大学潘锋&杨卢奕团队在Chem期刊上发表题为In-situ probing the origin of interfacial instability of Na metal anode的新研究。

作为一种理想的钠离子电池负极材料，钠金属的实际应用受制于其不稳定的SEI：一方面钠电电解液中SEI存在比锂电更为严重的溶解现象，导致了持续的界面副反应；另一方面SEI仍缺乏足够的机械强度来抑制钠枝晶的生长。同时，SEI的瞬间形成过程导致了其电化学生长机制难以解析，原位表征的测试结果不可避免与真实电池工况条件下的状态存在偏差，尽管大量研究对SEI的化学成分与物理性质进行了表征与分析，但对于SEI生长过程的直接观测目前仍是一个棘手的挑战。该工作通过对多种原位界面表征手段进行联用，多维度联合揭示了钠金属负极SEI的电化学生长过程，对影响SEI稳定性的关键因素进行了系统的研究。

该工作第一作者是冀昱辰和邱际民，通讯作者是潘锋教授和杨卢奕副研究员。

通过原位三维共聚焦显微镜、电化学石英晶体天平、原位原子力显微镜、原位拉曼、电化学微分质谱等原位分析手段，结合冷冻电镜、飞行时间二次离子质谱等离位分析手段，作者揭示了SEI的形成过程可以分为两个阶段：钝化阶段(阶段一)与生长阶段(阶段二)。SEI的化学-机械不稳定性的起因与SEI的电化学生长过程密切相关。在SEI生长的钝化阶段(~ 2.3 V到 ~ 1 V)，可溶性有机物是SEI的主要成分，它们发生溶解导致钠金属表面不能被有效钝化进而暴露在电解液中。当电位低于1 V时，进入了SEI的生长阶段，同时形成了大量的有机物与无机物。但由于高溶解度，有机物的反复形成和溶解导致了无机物与表面发生分离，致使SEI演化为有机/无机组分混杂在一起的均匀分布的结构。该结构由于以有机物为主体导致了SEI具有较差的机械强度，而有机物的溶解也会导致内嵌的无机组分失去支撑进而发生脱离，导致SEI整体都很难在电解液环境中稳定存在。

通过加入电解液添加剂等方式在钝化阶段预构建一层无机钝化层，可以有效地增强SEI的稳定性。钠金属表面被稳定的无机钝化层钝化，隔绝其在电解液环境中的暴露。在随后的生长阶段，SEI在该钝化层基础上进一步演化，使无机组分继续生长至更厚、更硬的无机组分层紧贴在钠金属表面，而有机分解产物只能生长在无机层的顶部。该结构的SEI提供了更高的机械强度与化学稳定性，更好地抵抗界面副反应与枝晶生长。

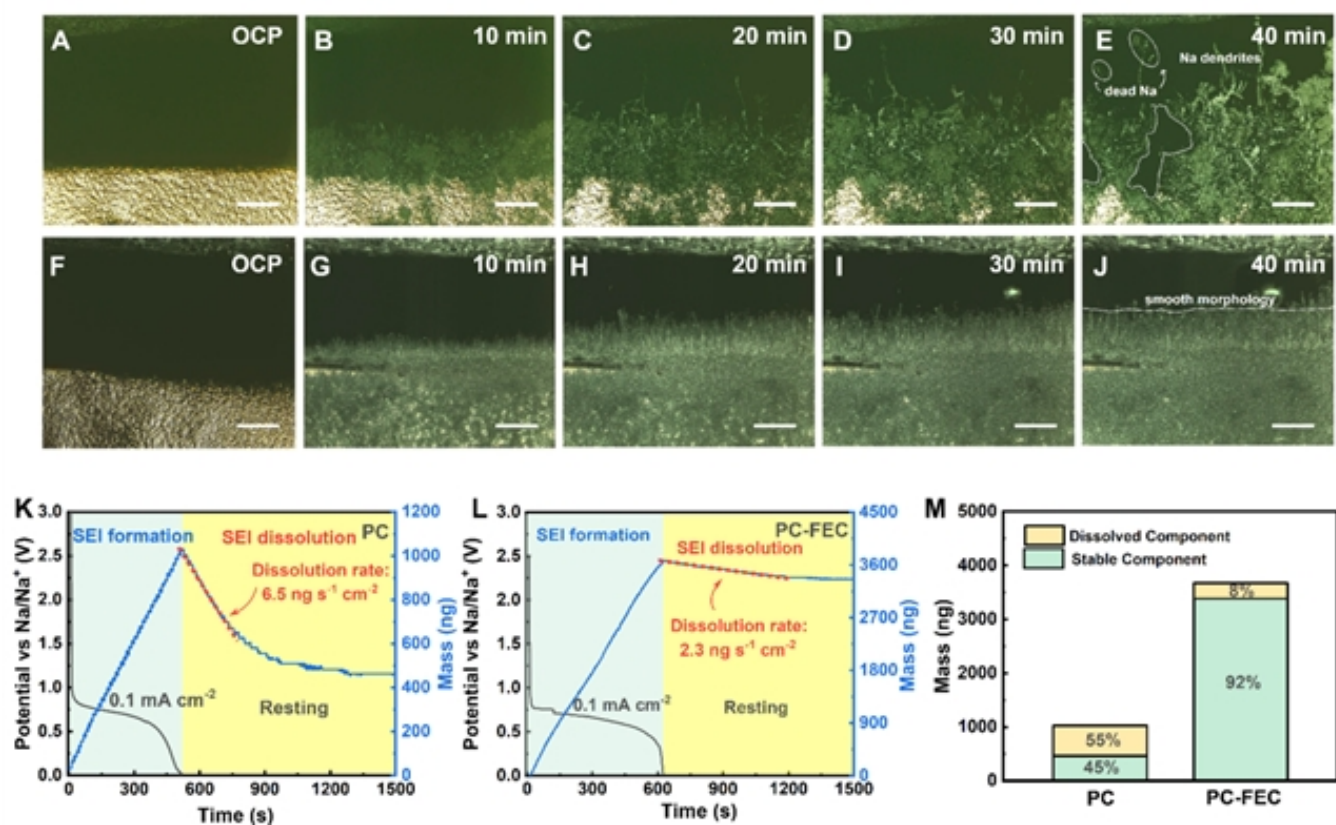


图1：SEI在PC和PC- FEC中的稳定性。

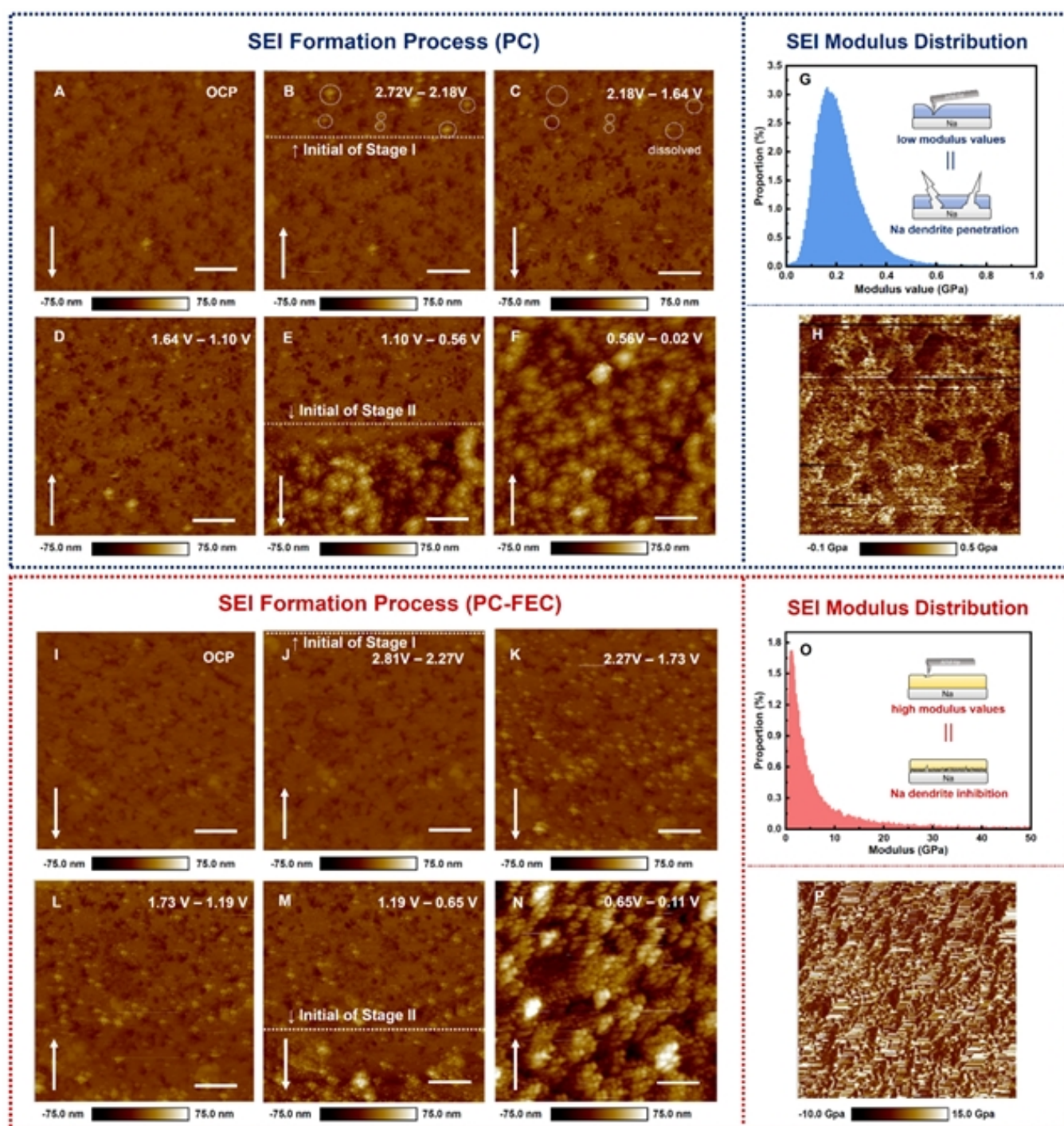


图2：SEI形成过程的原位形貌和力学检测。

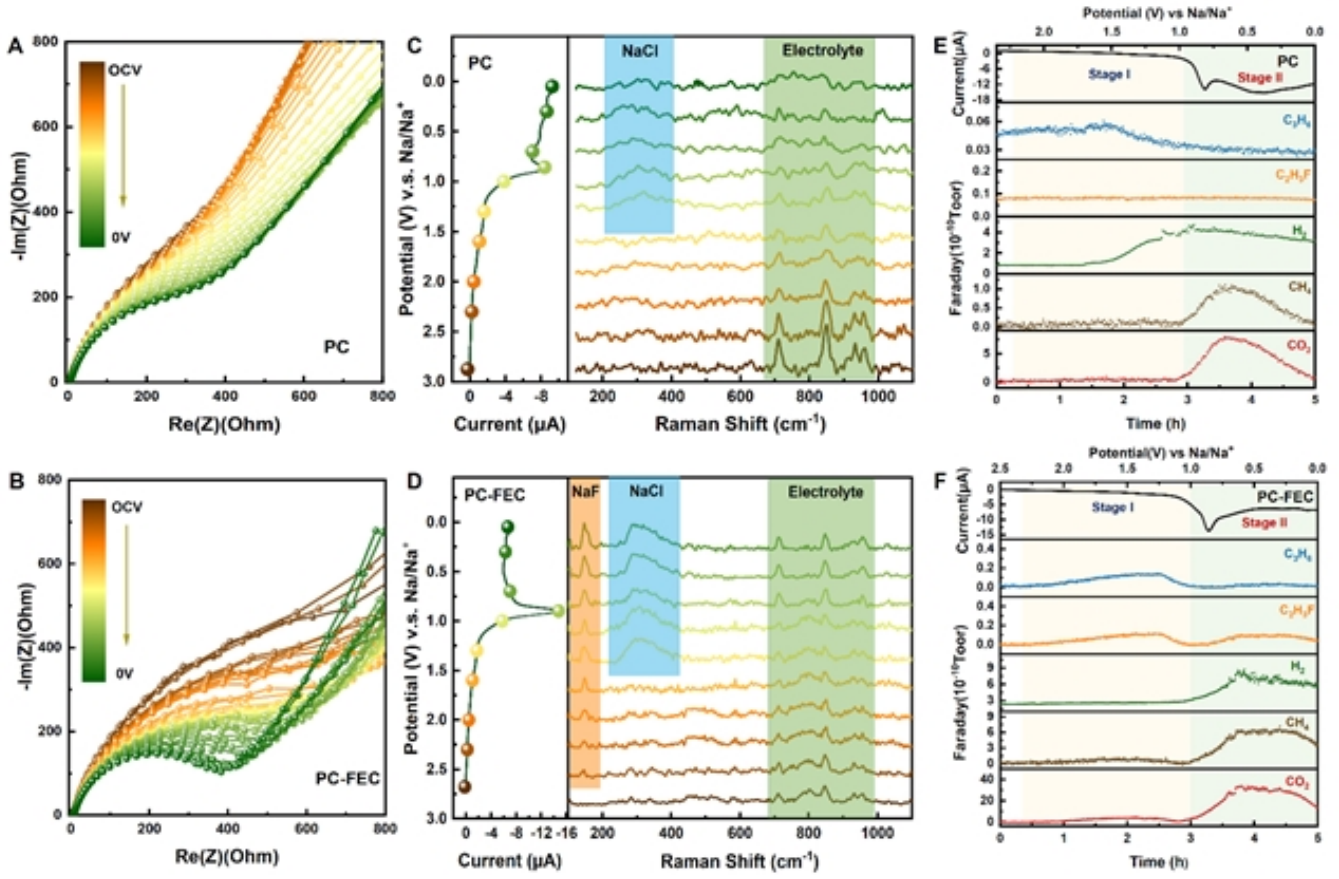


图3：原位检测钝化层的形成及后续演化。

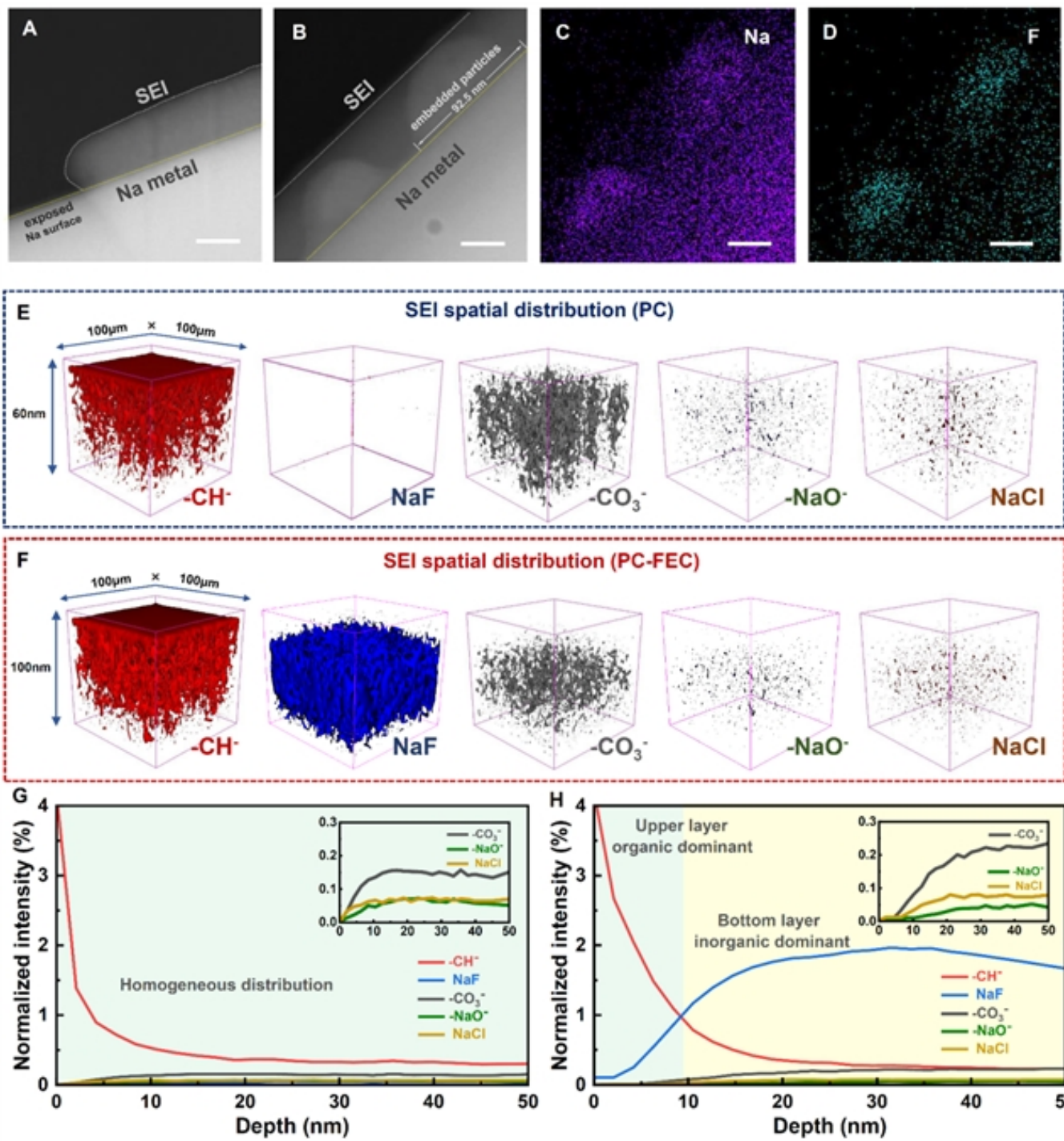


图4：SEI成分的内部空间分布。

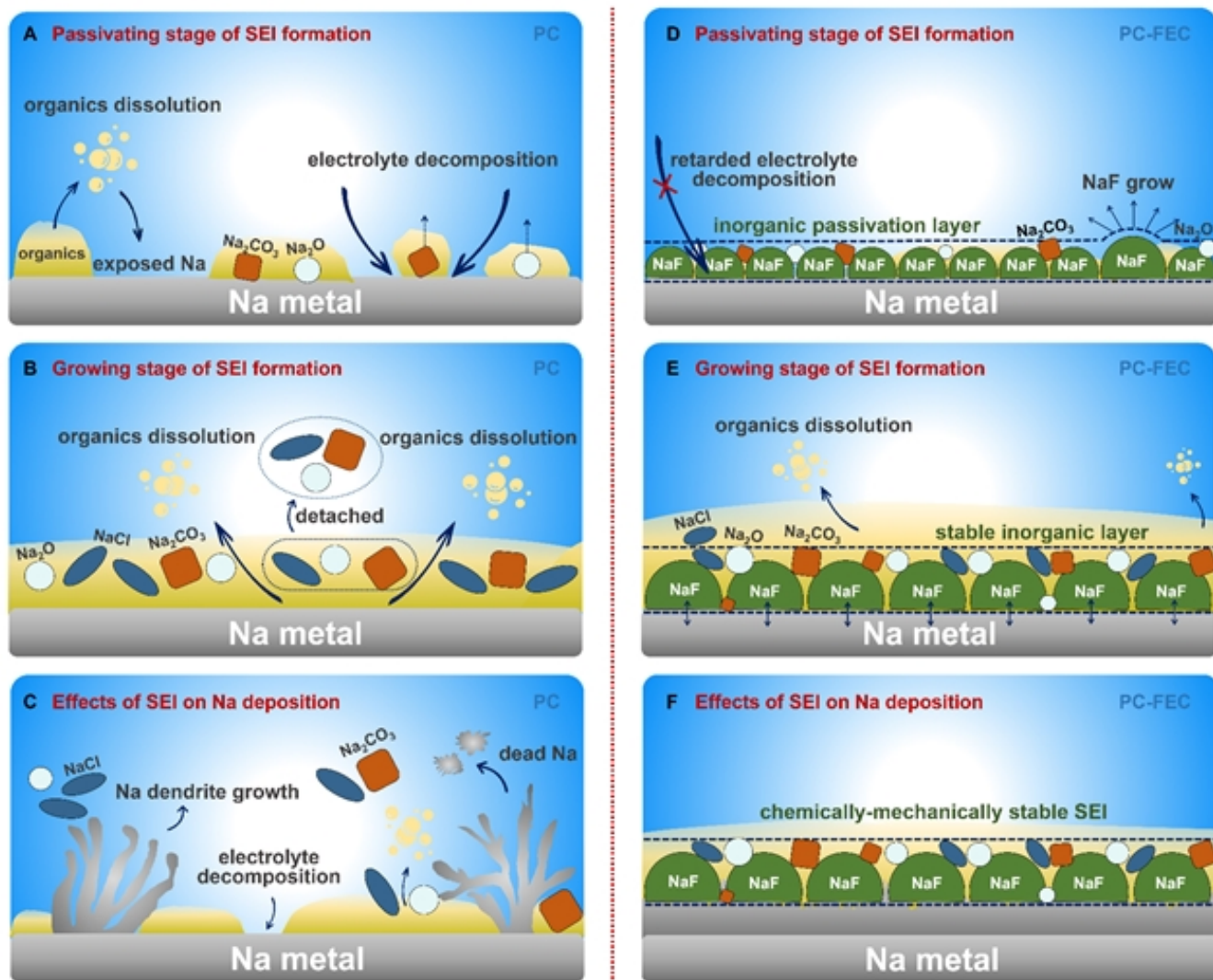


图5：SEI形成过程示意图。

通过研究钠金属负极SEI的形成过程与溶解模型，该研究工作揭示了SEI的组分、结构与其稳定性之间的关联，为今后的相关电解液、界面优化设计提供了新的思路。(来源：科学网)

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.chempr.2023.06.002>

作者：杨卢奕等 来源：《化学》

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](https://www.iikx.com)转发