研究方向二

表界面与复杂材料动力学

Interfaces, Crystal Growth & Relaxation in Complex Matter

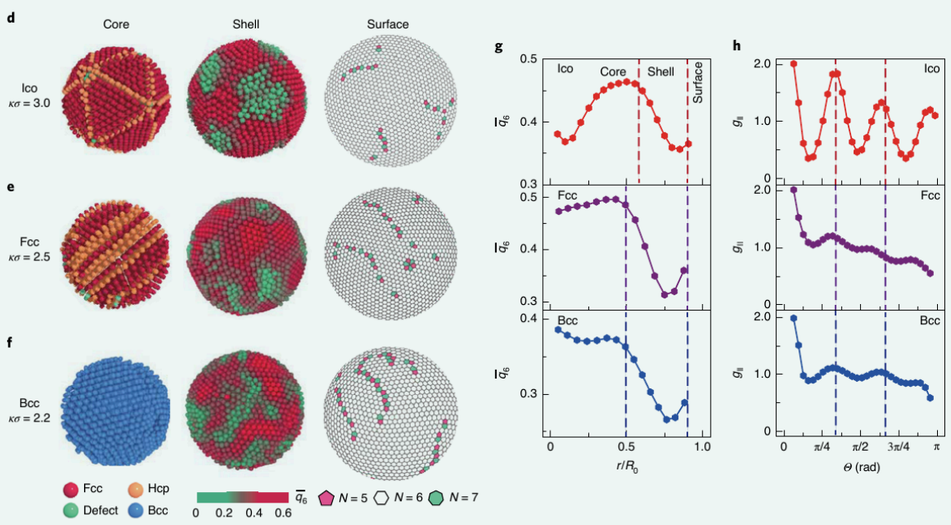
颗粒尺度的结构演化，界面尺度的反应机制

以单粒子成像、长时间跟踪和原位振动光谱，研究限域结晶、玻璃弛豫、杂质输运及水下表面重构。

专题一　受限结晶与玻璃态动力学

Nature Physics · 2021 / 2023

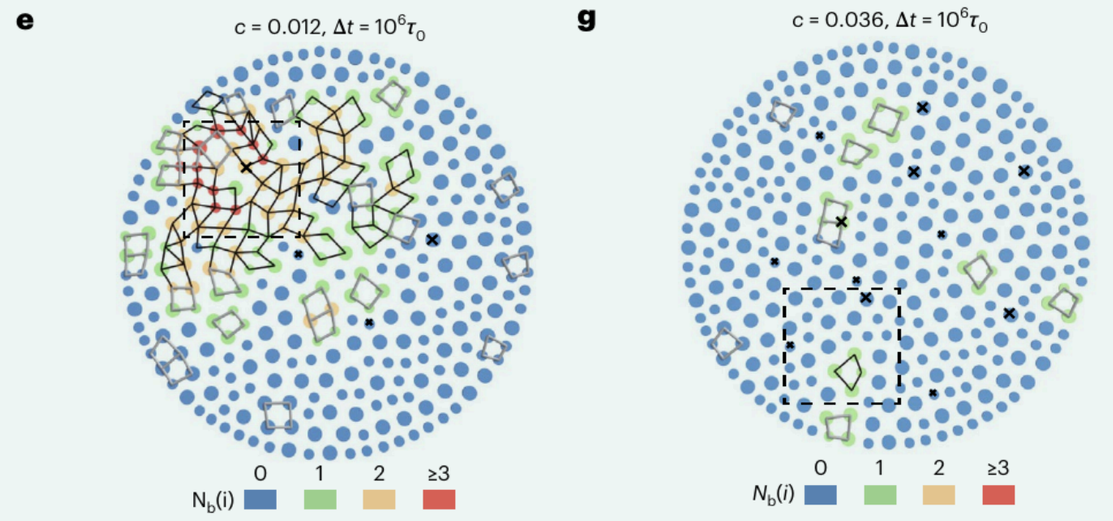
球形限域中的结晶形貌选择



三种结晶终态与结构分析 · Fig. 1d–h [1]

球形边界诱发表面有序与曲面壳层。调节相互作用，改变壳层与内部有序化的竞争，选择不同结晶路径与最终形貌。

α 弛豫冻结后，局域重排仍然存在

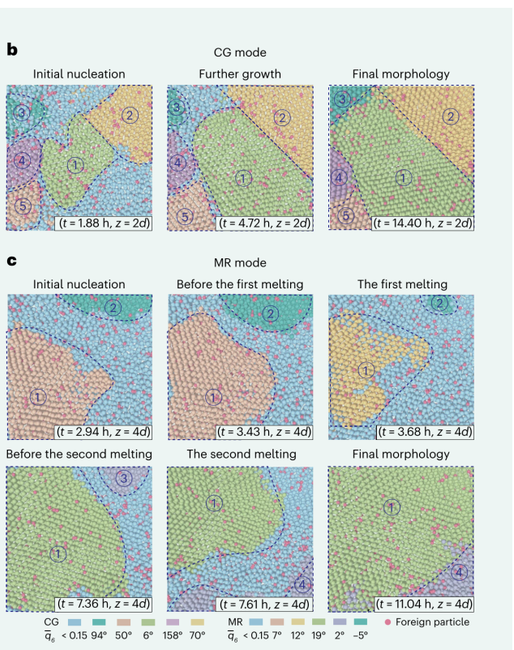


钉扎浓度 c = 0.012（左）与 0.036（右） · Fig. 2e,g [2]

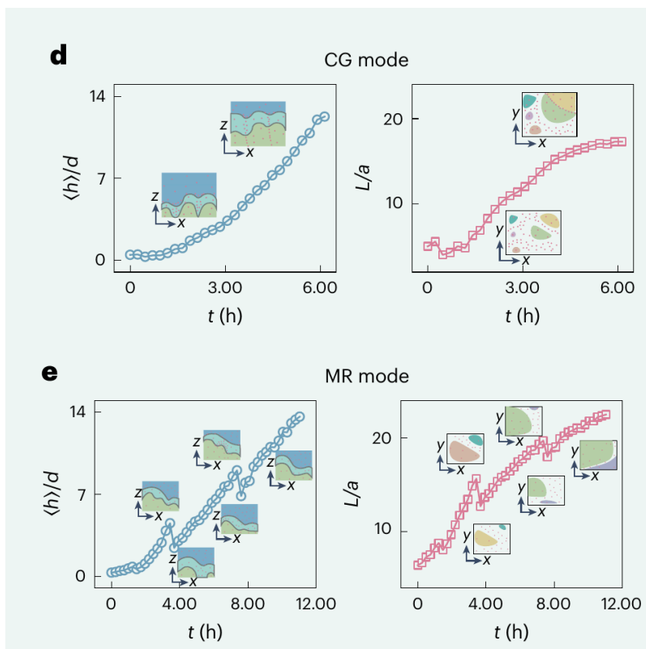
长时观测区分破笼运动与局域键重排。随钉扎增强，大幅破笼受到抑制，可逆的局域 T1 重排仍支持慢 β 弛豫。

专题二　杂质输运与晶体生长

Nature Physics · 2025



生长模式的单粒子原位观察 · Fig. 1b,c [3]



晶体高度与晶粒尺寸演化，上：CG；下：MR · Fig. 1d,e [3]

杂质如何离开生长前沿，决定晶体如何长大

单粒子原位观察表明：初始晶核布局改变杂质排出路径，进而改变晶体生长模式。

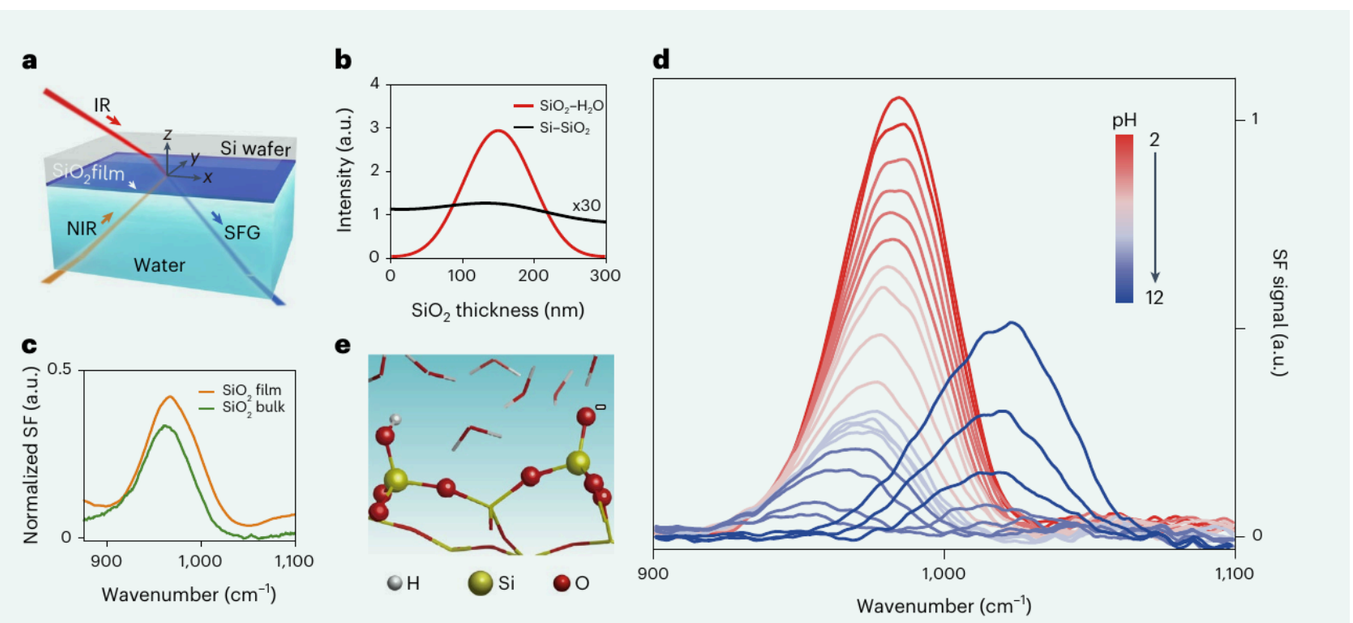
CG • 连续生长
杂质向晶界输运，晶粒尺寸单调增长。

MR • 熔化—再结晶
前沿杂质积累可触发局域熔化，晶粒尺寸出现回落。

> 同样的实验条件下出现不同生长路径，揭示结晶与玻璃化的动力学竞争。

专题三　水下表界面原位光谱

Nature Chemistry · 2025



实验几何、界面增强、pH 依赖谱线与界面结构 · Fig. 1 [4]

氧化物表面重构

方法　界面选择性和频光谱（SFG）
结合理论计算

对象　水中二氧化硅表面
随 pH 的结构演化

发现　表面出现五配位硅物种

> 把 pH 依赖的振动谱线与界面结构联系起来，追踪埋藏界面的反应机制。

[1] Y. S. Chen, **Nat. Phys.** 17, 121–127 (2021).
[2] Y. S. Chen, **Nat. Phys.** 19, 969–977 (2023).
[3] Q. Gao, **Nat. Phys.** 21, 938–946 (2025).
[4] X. Q. Li, **Nat. Chem.** 17, 198–203 (2025).