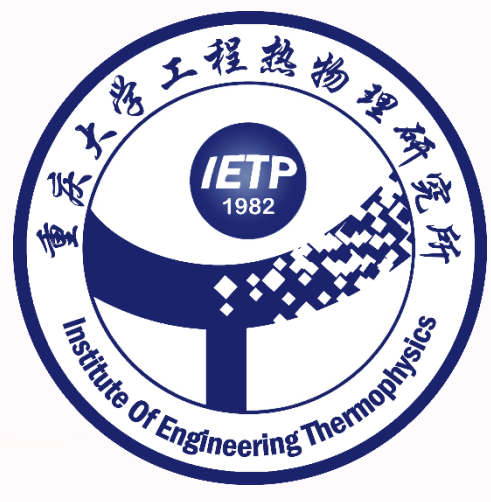




覆冰机理与防除冰技术

一、覆冰危害

结冰普遍存在于自然界和人类工业生产场景中，如船舶积冰、机翼覆冰、航空发动机积冰以及高压输电设备结冰等领域。覆冰危及航空安全、阻滞交通，损毁电力与能源设备，加剧安全风险与效率损耗。因此，明晰结冰机制，对结冰过程进行调控是使结冰驱“利”避“害”发展的重要途径。

二、防除冰技术的发展及应用

传统除冰技术因效率低、能耗高或污染环境存局限，推动新型技术发展。光热除冰借石墨烯等材料将太阳能转为热能，零能耗且环保，但依赖光照，需与电热协同以实现全天候应用。超疏水表面通过微纳结构降低冰粘附，如激光制造的三级结构表面助力飞机节能除冰。电场除冰则可调控过冷水成核与液滴撞击动力学，为防除冰装置设计提供支撑。



船舶积冰



飞机机翼



绝缘子



军舰炮塔



航空发动机



高压输电线

三、主要研究进展

1. 低温下的电气设备覆冰机制

电场下静置液滴凝固相变特性

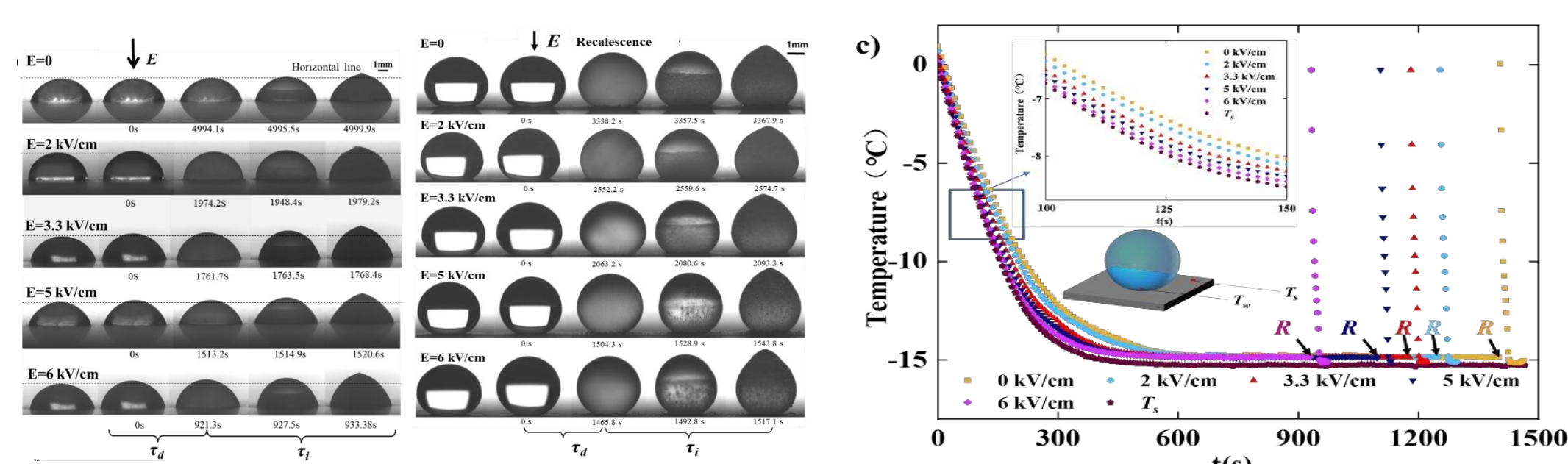


图1 电场下亲水/超疏水表面液滴的凝固相变特性

电场作用下液滴撞击行为

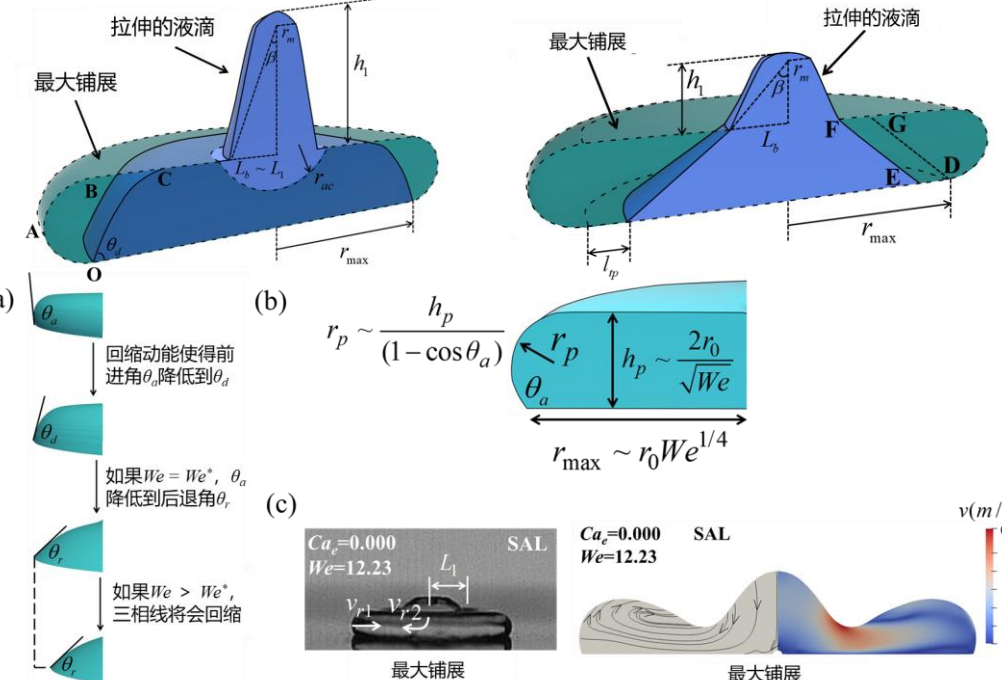


图2 电场下液滴的撞击铺展特性

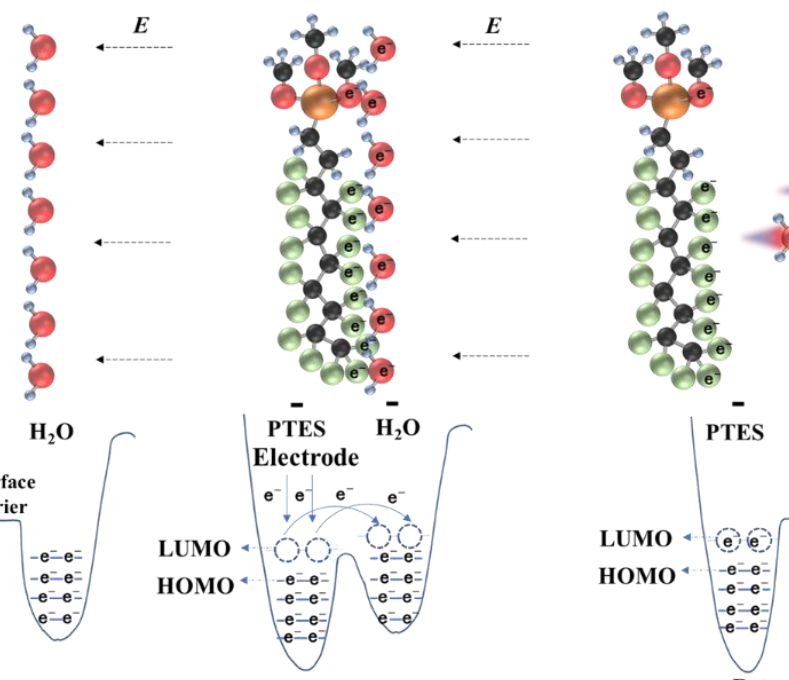


图3 荷电表面电荷注入机制

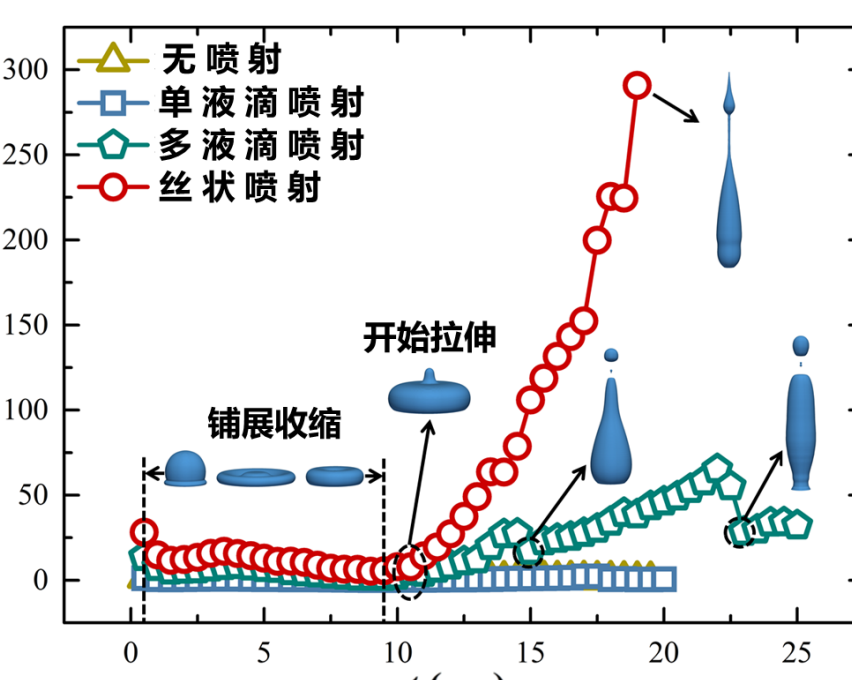


图4 液滴拉伸喷射行为

低温环境液滴撞击特性

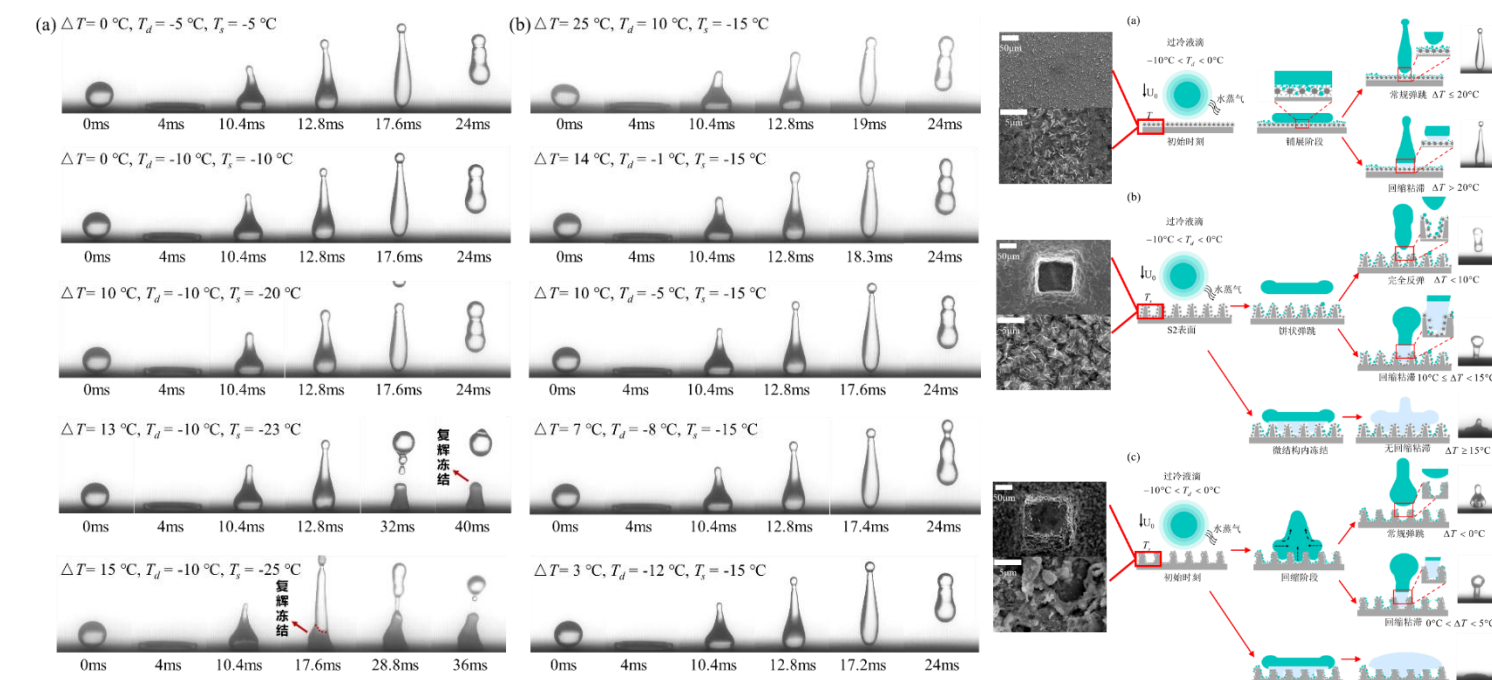


图5 过冷液滴撞击微结构冷壁面冻结特性

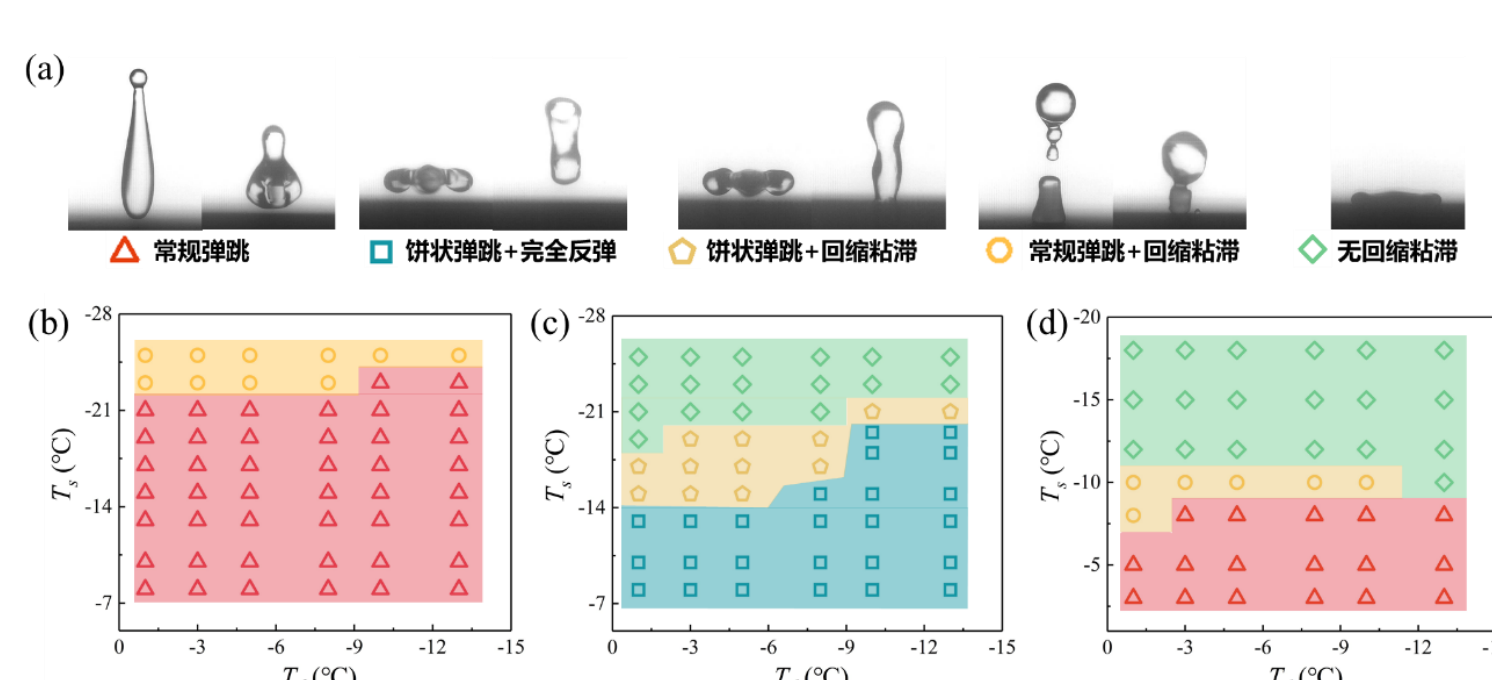


图6 液滴与表面温差影响下的液滴撞击冻结行为

电场下低温环境液滴撞击特性

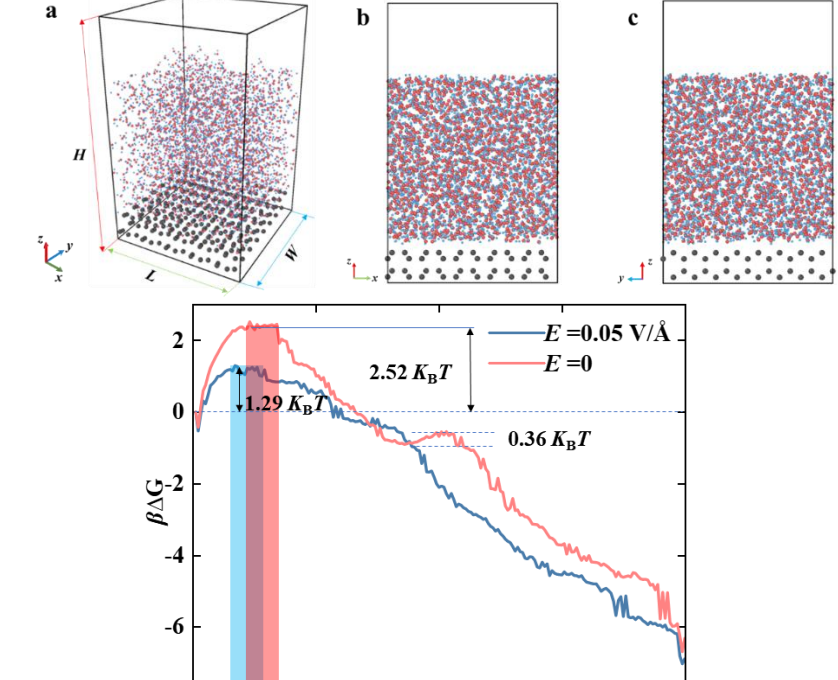


图7 电场下分子异相成核过程

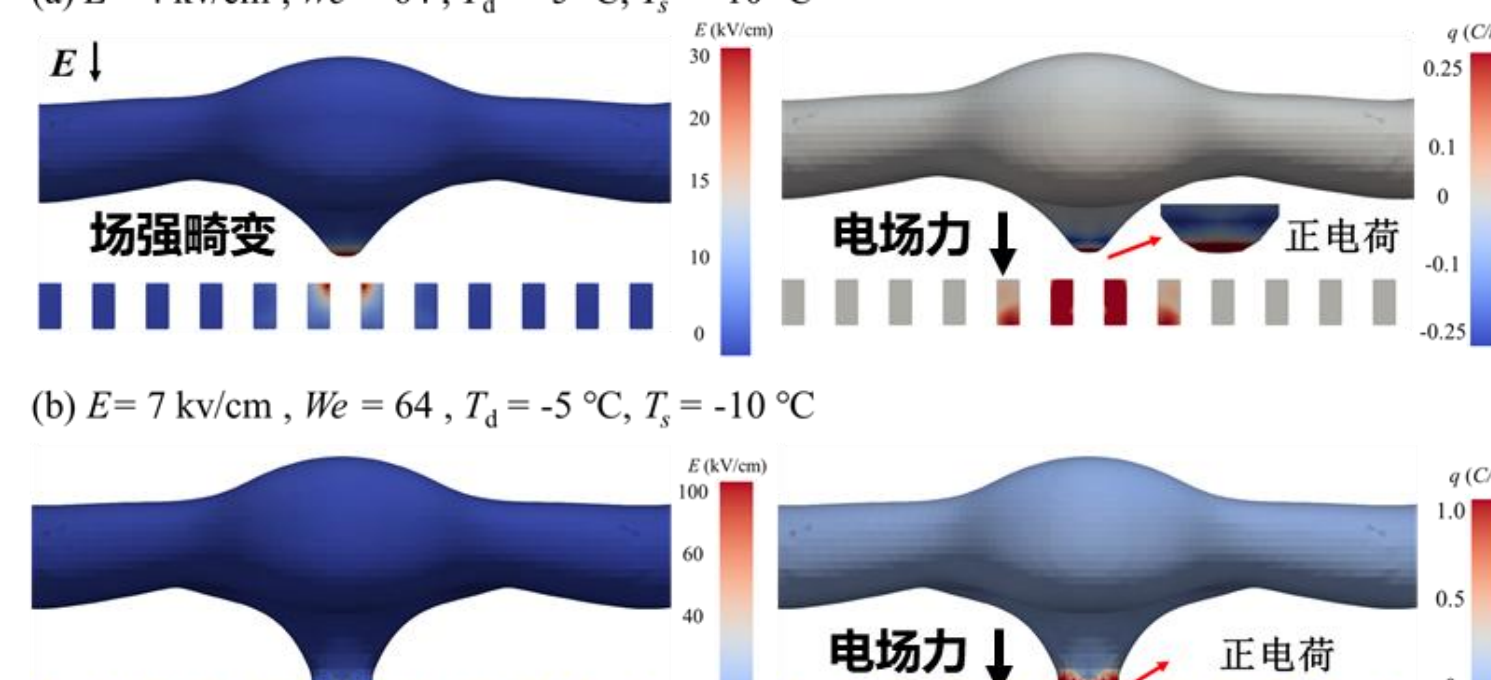


图8 电场下液滴撞击超疏水冷壁面的电荷分布及受力

2. 全天候光热防除冰技术

光热多级微纳结构表面防/除冰特性

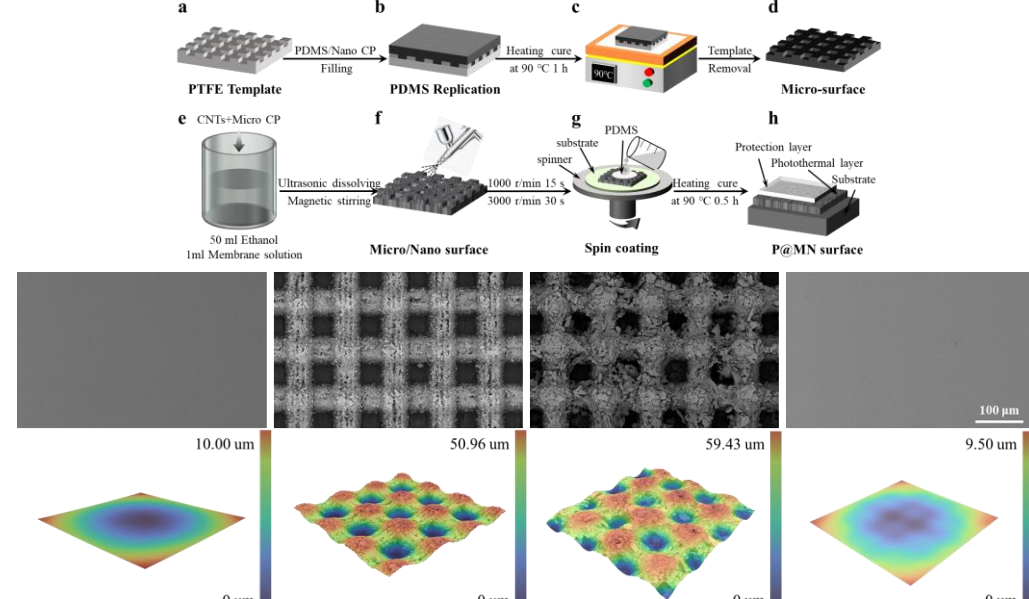


图9 多级微纳结构光热表面

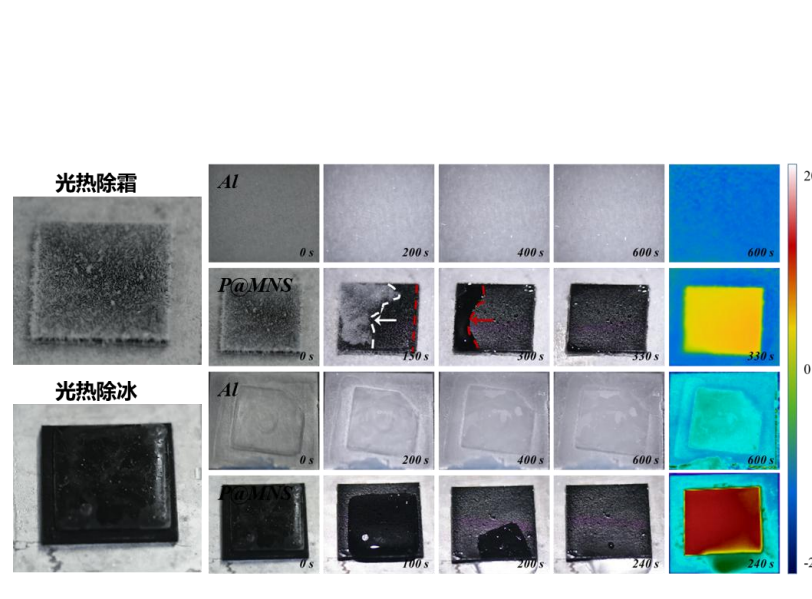


图10 光热除冰/除霜特性

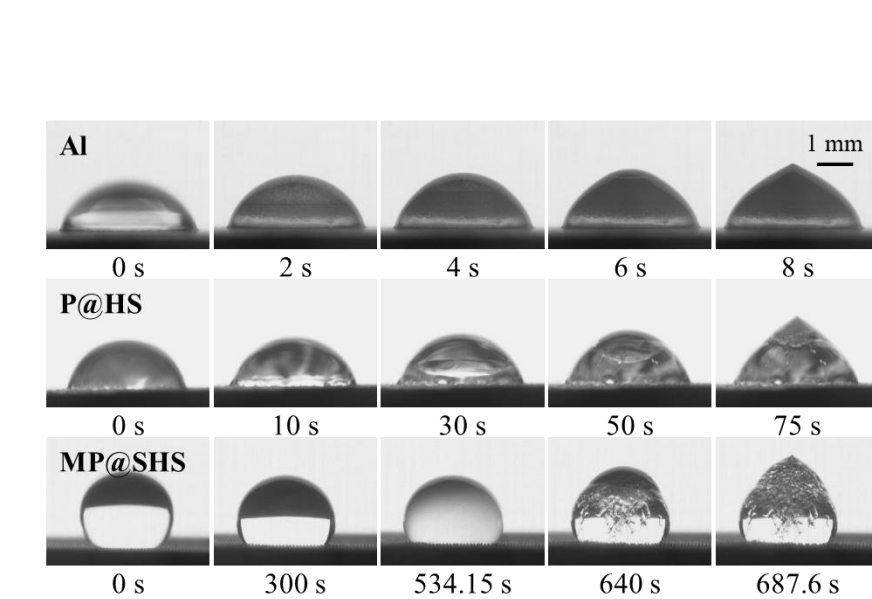


图11 光热防冻冻结特性

热致变色防过热功能表面防/除冰特性

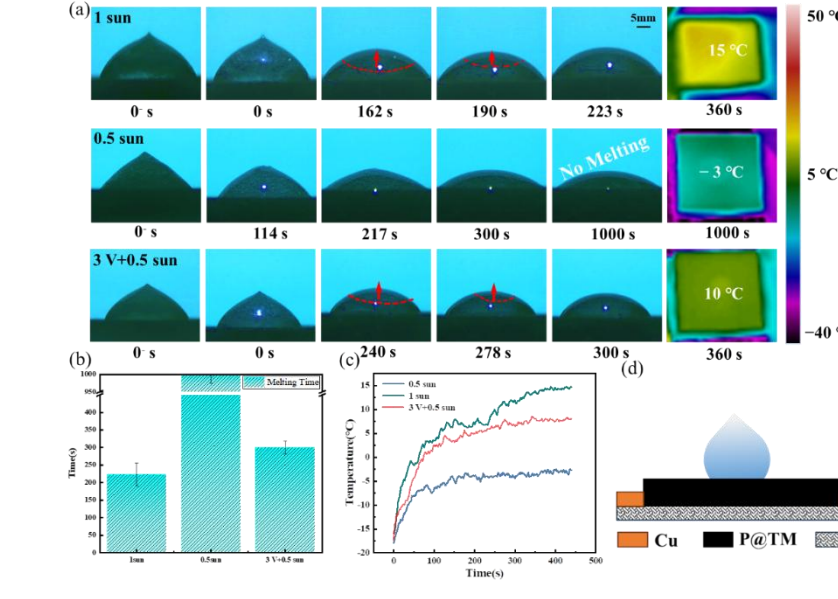


图12 防除冰性能

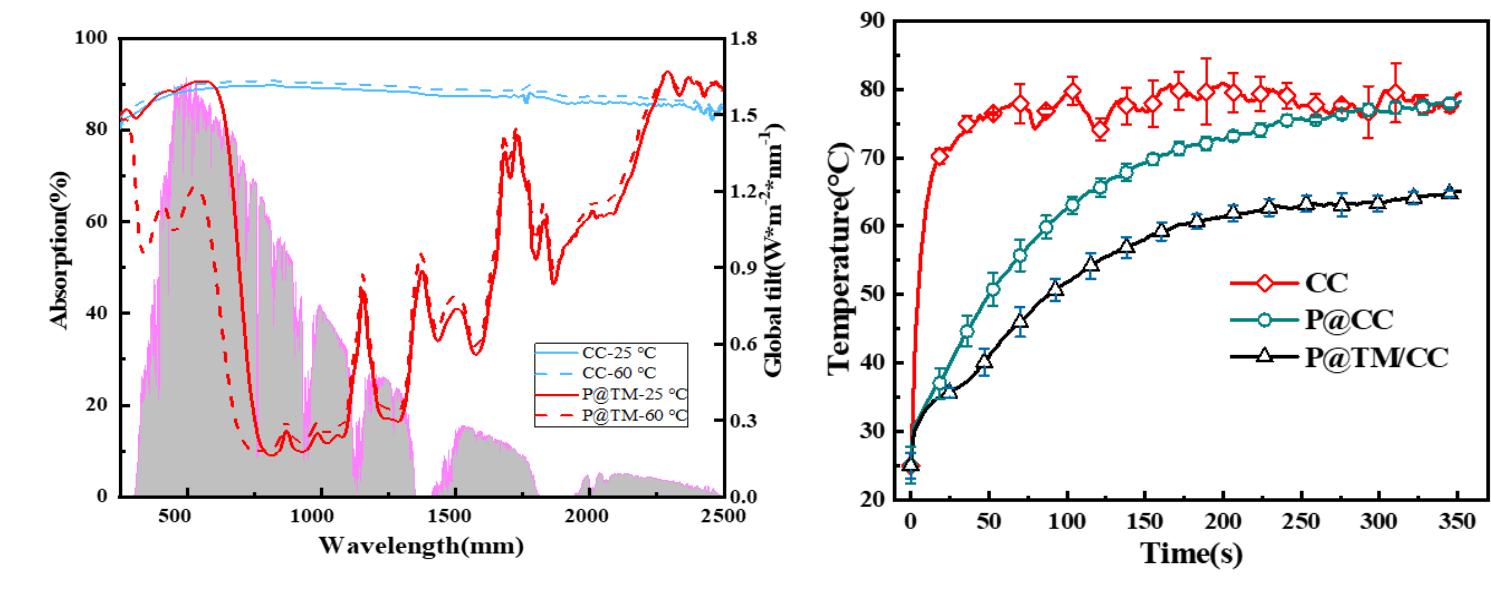


图13 光热能力及防过热性能

光热-电热全天候防/除冰特性

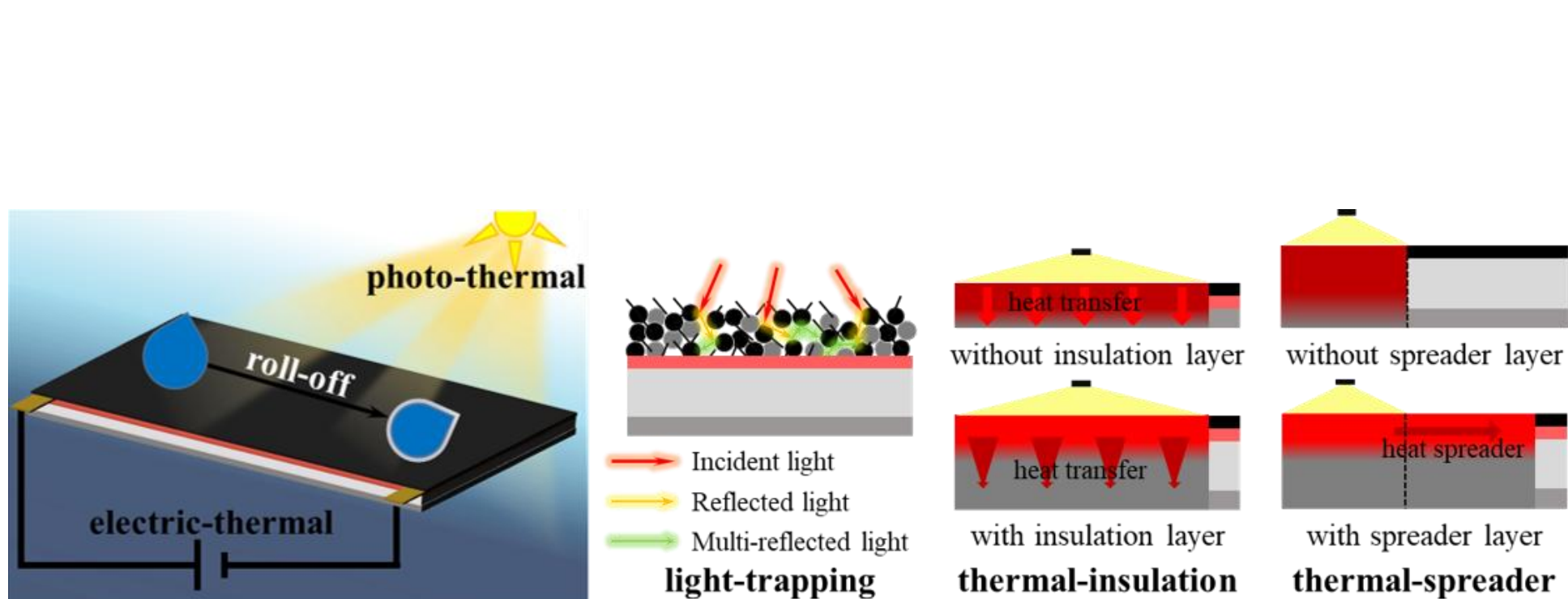


图14 全天候防/除冰复合基底设计

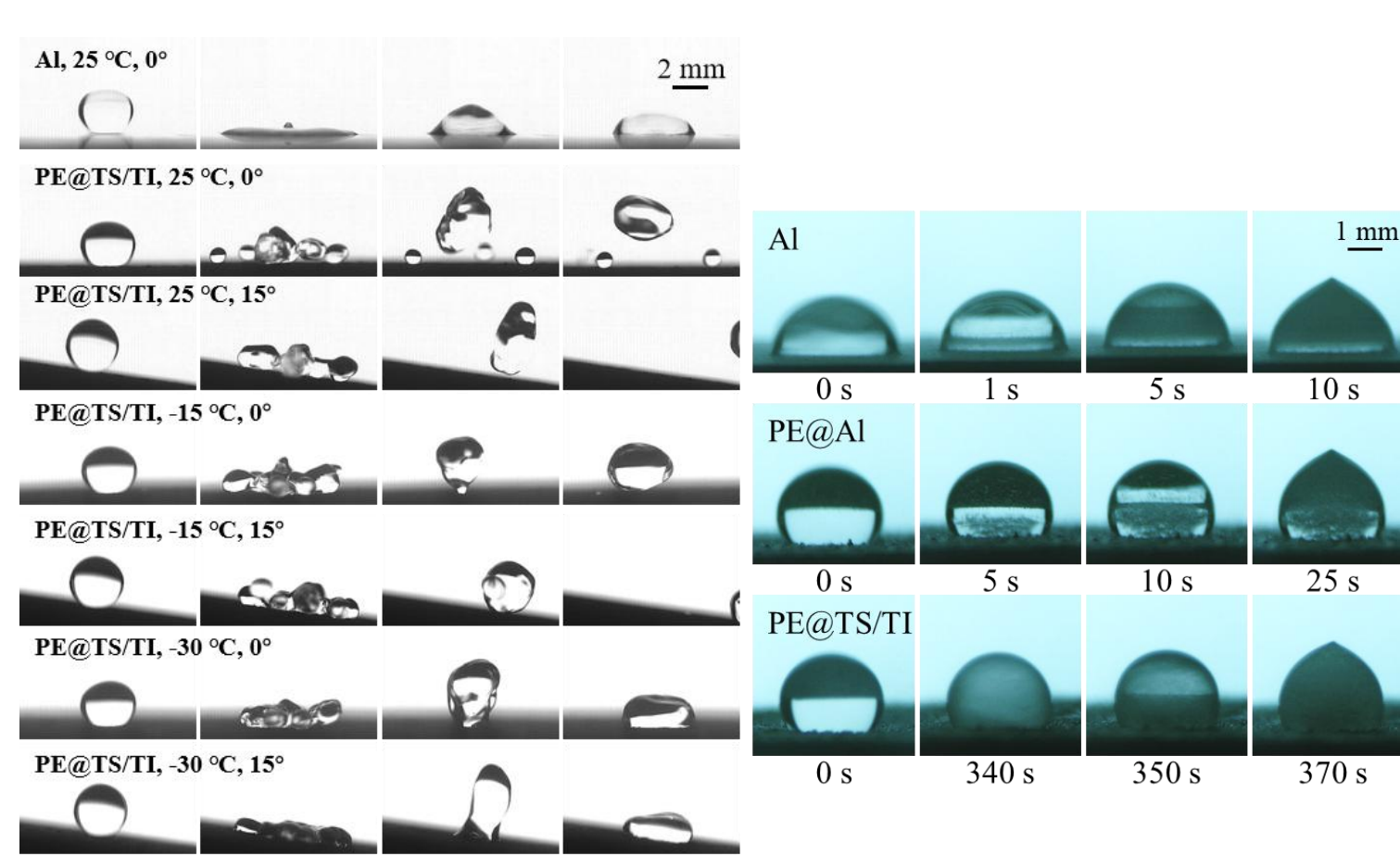


图15 疏水防冻粘滞+延迟结冰

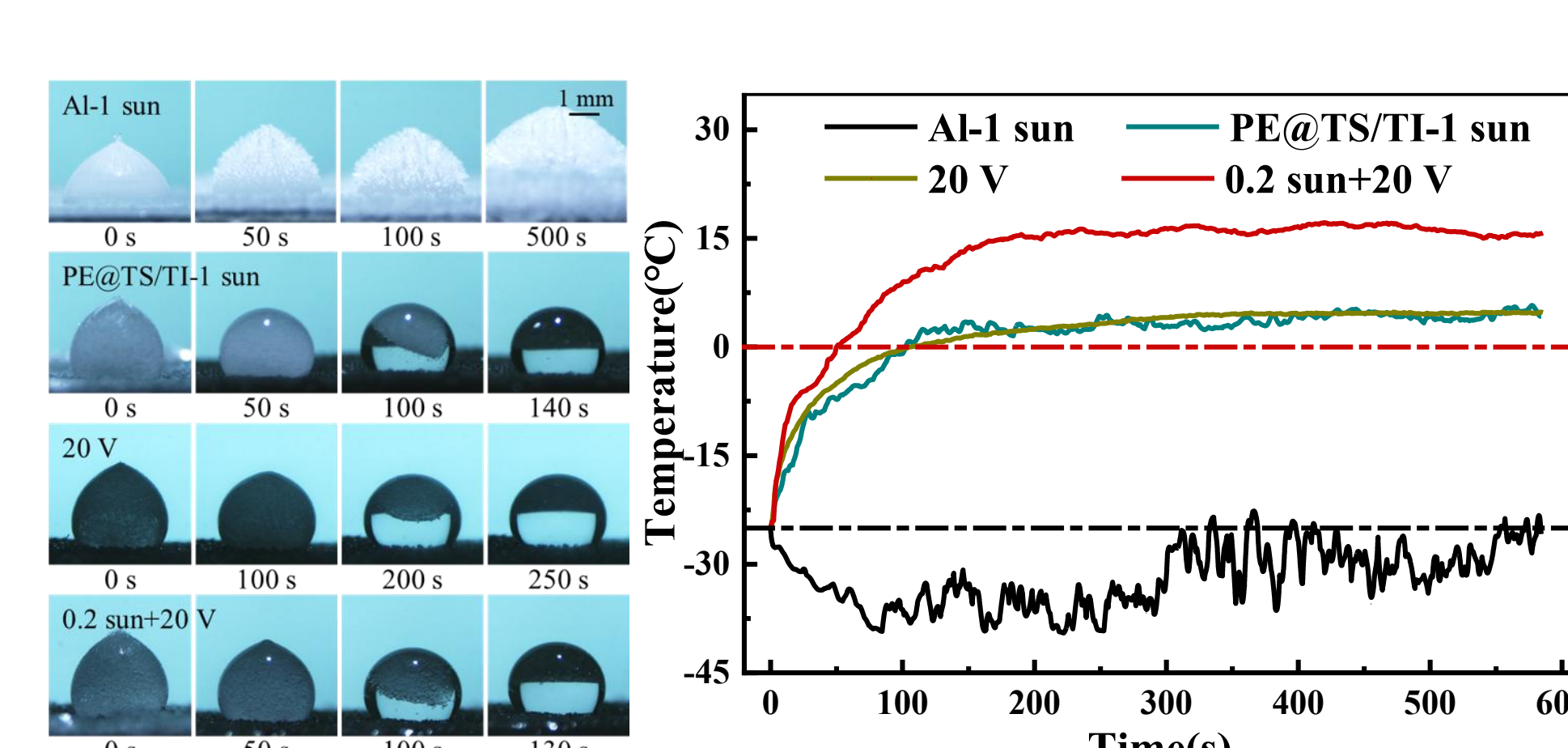


图16 光热电热协同除冰



Welcome to CQU