
研究实现接触起电引起的液-固-气三相界面处的静电击穿

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31970.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！

研究实现接触起电引起的液-固-气三相界面处的静电击穿。北京时间2025年2月27日凌晨，中国科学院北京纳米能源与系统研究所王中林团队在Matter期刊上发表一篇名为Electrostatic breakdown at liquid-solid-gas triple-phase interfaces owing to contact electrification的研究成果。

该成果首次证明了由于液-固界面接触起电引起的静电击穿现象，并且表明该静电击穿是由液-固-气三相接触线附近气体中电场增强引起的静电击穿。

论文通讯作者：王中林、蒋涛；第一作者：叶翠英、刘迪。

水-固界面的接触起电（Contact electrification, CE）可以增强界面的物理、化学反应，在静电催化、界面润湿、液滴操纵和功能化涂层等领域具有较大的应用潜力，极大地推动了对水-固界面电荷转移机制的深入探索。然而，目前对于水-固界面接触起电机制的了解仍不够全面，明晰水-固界面电荷转移的详细机制可以大大促进各方面的研究工作。此外，近几年水-固摩擦纳米发电机的研究有望实现为小型电子器件供电或自驱动传感，这一需求使得对水-固界面电荷转移的机制探究更为紧迫。

先前的研究工作认为水-绝缘体界面的转移电荷量很低，特别是与固-固界面的转移电荷量相对比。研究者们通过结构设计、表面改性和离子溶液调控等方式不断地提升水-绝缘体界面的转移电荷量，但水-绝缘体界面的电荷密度仍然局限在几十 $\mu\text{C m}^{-2}$ 。近几年，大量研究通过引入类晶体管结构提高表面电荷利用率，使得水滴发电机的表面电荷密度提高到了几百 $\mu\text{C m}^{-2}$ 。然而，由于对水-绝缘体界面电荷转移的动力学机制不清楚，导致水-绝缘体界面的电荷转移量上限无法进一步提高。

在本工作中，王中林团队通过对液滴和固体表面携带电荷量的系统表征、光学成像以及电场模拟等手段，证明了在液-固-气三相界面附近由接触起电引起的静电击穿（Electrostatic breakdown, EB）现象。并且建立了EB的物理模型来理解水-绝缘体界面处的EB物理机制和电荷转移动力学过程，修正了先前工作对由水-绝缘体界面CE引起的EB的理解。

在这一物理模型的指导下，作者获得了一个高电荷密度值 1.36mC m^{-2} （增加了约一个数量级），颠覆了先前人们对水-绝缘体界面转移电荷量低的认知。此外，还确定了EB对能量收集、表面润湿和液滴运动的广泛影响。该研究表明水-固界面上的电荷转移可被视为一个多功能平台，以促进液-固界面的科学研究，如接触电致催化、能量收集、自供电传感、液滴操纵、微流控、电润

湿和水传输等。

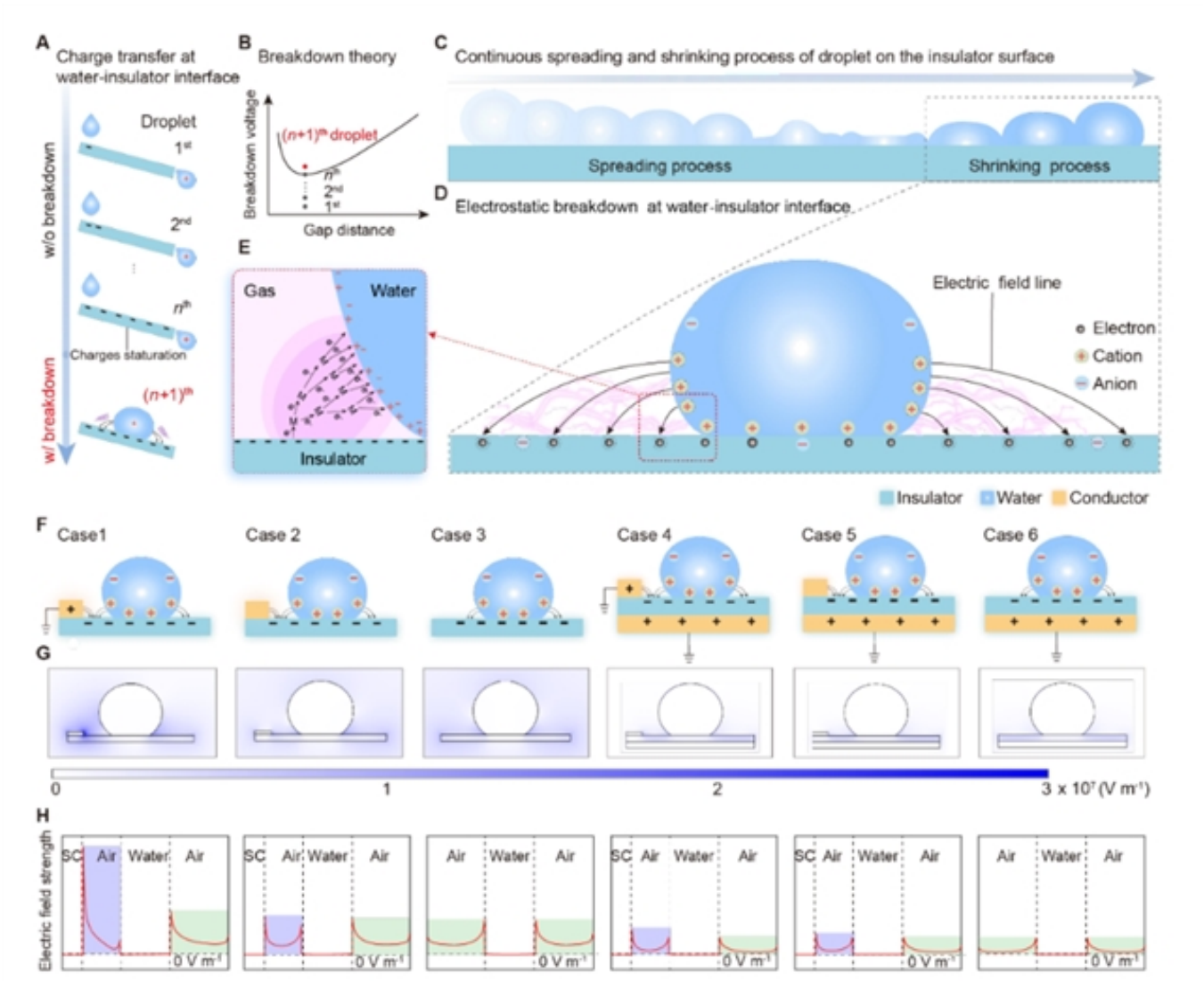


图1：水-绝缘体界面的静电击穿现象和动力学过程。

图2：通过表征液滴和表面电荷以及光学成像证明静电击穿现象的存在。

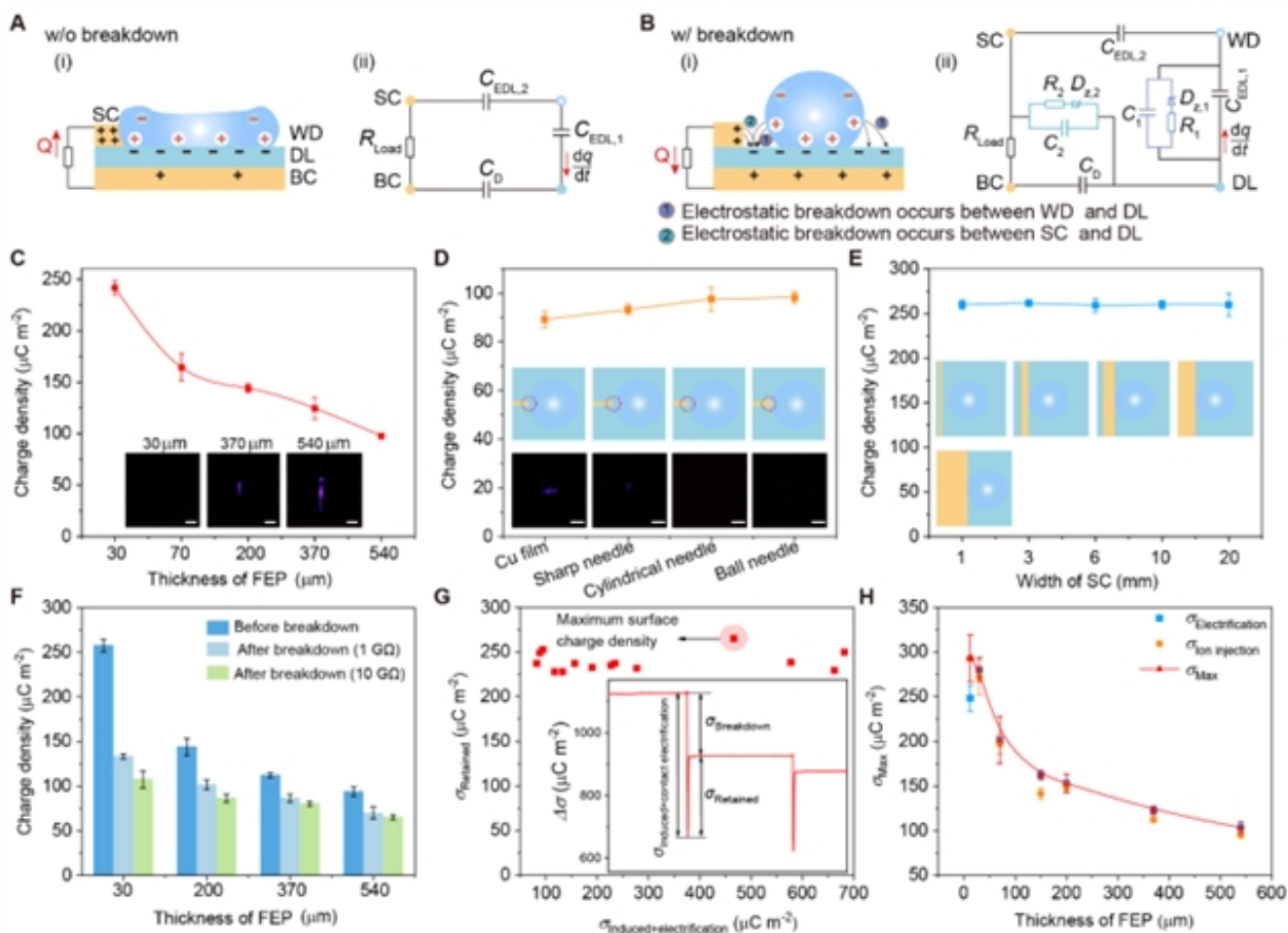


图3：水-绝缘体界面静电击穿的物理模型和影响因素。

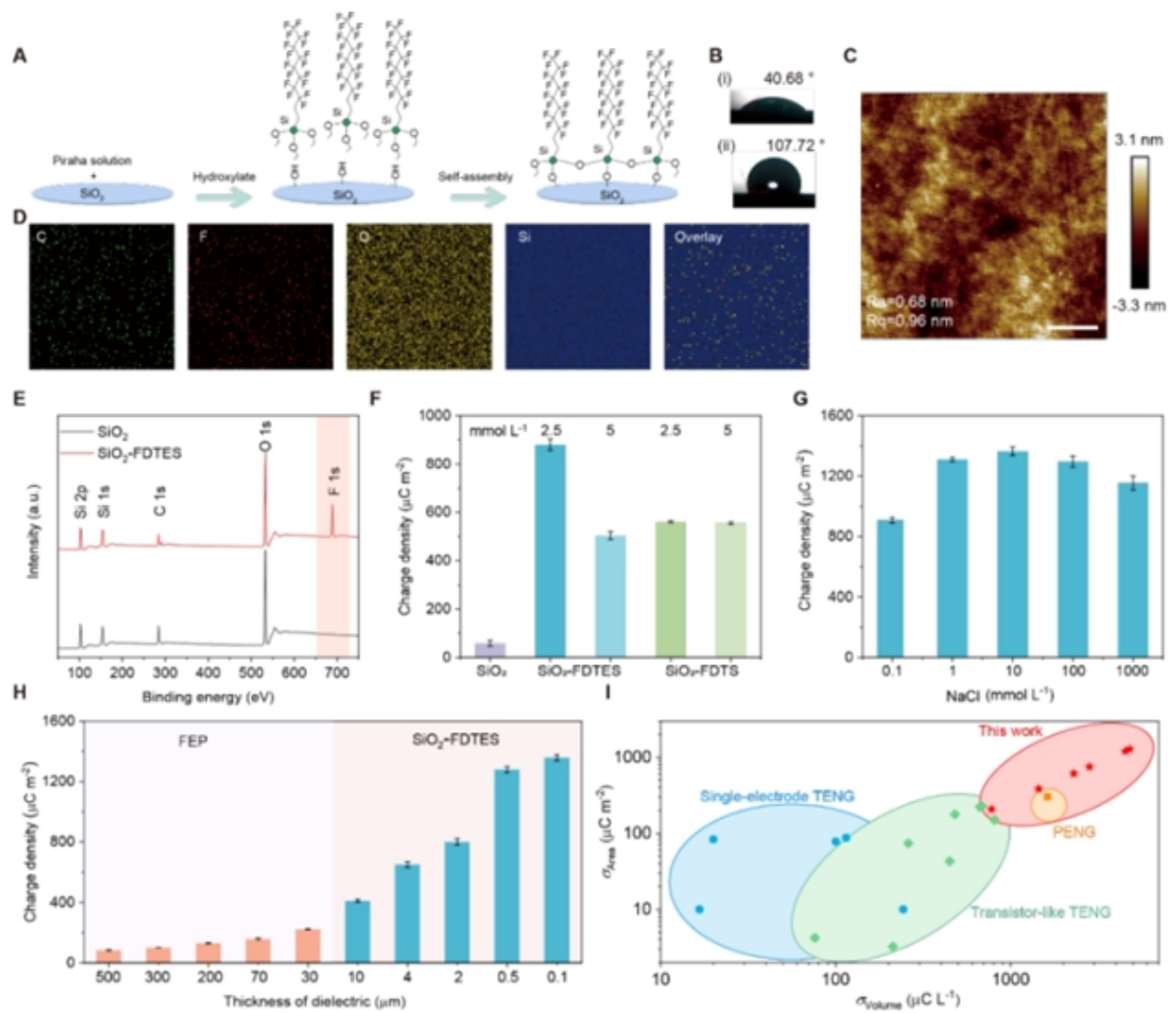


图4：水-绝缘体界面接触起电的电荷密度提升。

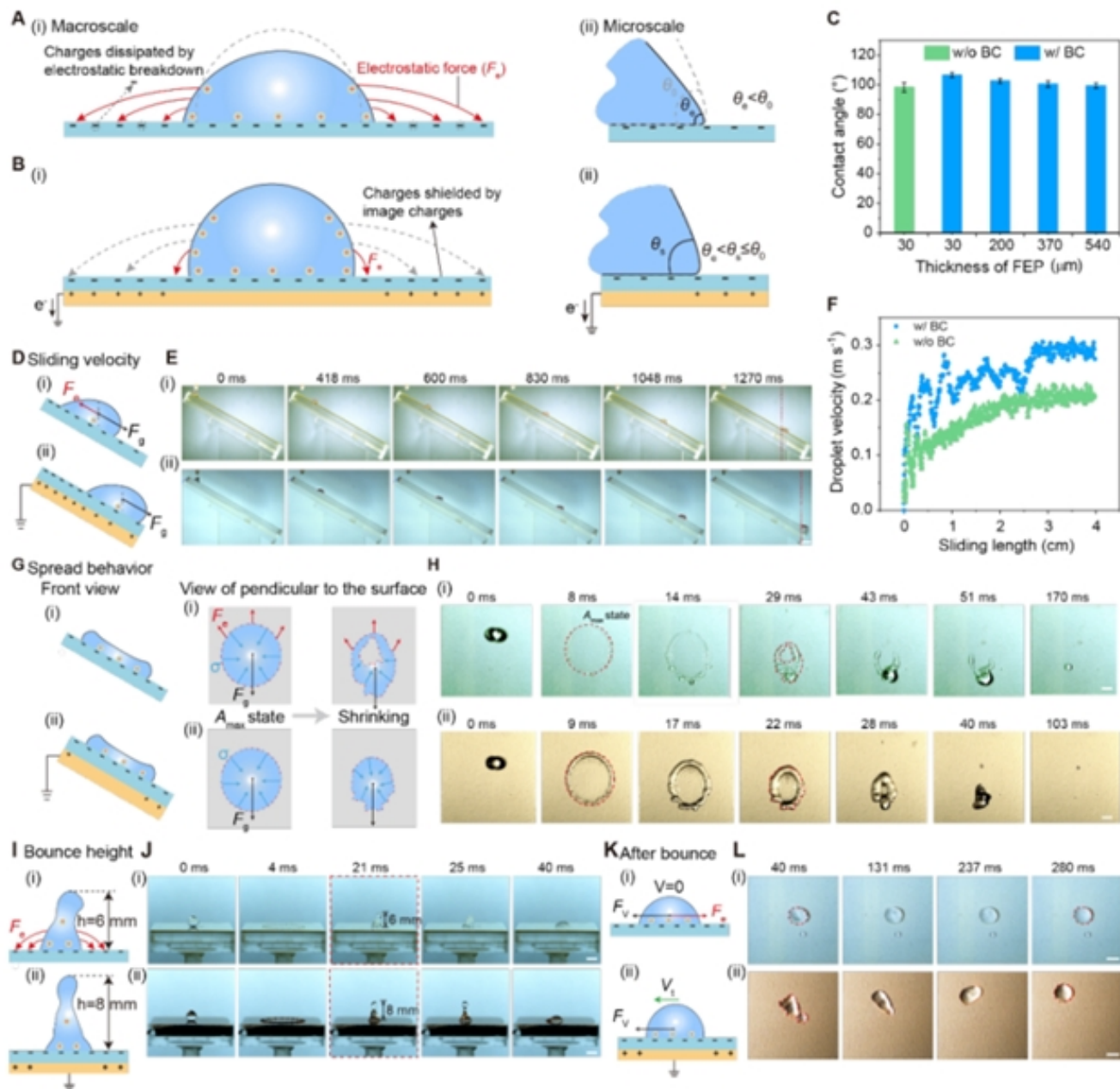


图5：静电击穿对水-绝缘体界面润湿性、液滴滑动、铺展、弹跳行为的广泛影响。

相关论文信息：<https://doi.org/10.1016/j.matt.2025.102007>

作者：王中林等 来源：《物质》

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

本文版权归作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://iikx.com)转发