

液滴在超疏水表面上的电场启动以及碰撞的实验研究

赵亚溥

中国科学院力学研究所

摘要：液滴操纵和控制是实现微全分析系统 (μ TAS) 和芯片上的实验室 (lab-on-a-chip) 功能的基础, 基于液滴操控的显示及微透镜已经成功应用。目前电润湿启动液滴方法简单、响应时间快, 引起越来越多的关注。另一方面超疏水表面上的液滴具有低摩擦、低粘附的特性, 借由这种原理制作的微流器件可以实现微量液体传输。为了更好的利用超疏水表面的特性, 就需要研究液滴运动规律, 以及表面特性的影响。

技术方案：1、实验中, 在荷叶表面施加电场使之产生一个电势梯度, 进而导致 Maxwell 应力, 克服了粘性力、接触滞后阻力等实现液滴的启动。

2、液滴与超疏水表面的碰撞实验中, 采用自制基于 ZnO 材料的超疏水表面, 通过控制液滴自由降落高度调节碰撞速度, 碰撞角度也可通过基底调节, 通过高速摄影记录观测碰撞及反弹过程。

3、采用接触角测量仪、高速 CCD 完成了对液滴接触角以及液滴动作行为的实时观测, 并通过自建 PIV 系统以及热成像测量仪对液滴内部流场以及表面温度分布进行在位观察。

研究成果：1、在荷叶超疏水表面利用电润湿方法成功实现了液滴的启动, 启动速度约为数十毫米/秒, 启动时间仅为十毫秒左右。在理论上进行了解释, 并开展了分子动力学模拟;

2、实验观测了的毫米量级液滴与超疏水表面的碰撞行为, 发现无量纲数 We 数在 0-0.74 范围内液滴与基底最大接触面积与 We 基本呈线性关系; 斜碰撞 (倾斜角 0-30°) 情况下, 法向 We_n 数是决定液滴反弹的主要因素, 同时较大的切向 We_t 数有利于液滴的反弹。