

微柱阵列亲液表面的润湿动力学研究

袁泉子, 赵亚溥

中国科学院力学研究所, 北京 100190

采用跨尺度实验、分子动力学模拟和分子动理论相结合的方法, 探索了不同黏度的液滴在不同粗糙度的微柱阵列亲液刚性/柔性表面的润湿动力学。在整个动态润湿过程中, 通过高速摄像机、高分辨率显微镜和分子动力学模拟追踪并记录了液滴整体的动力学行为, 特别是移动接触线附近液体和微柱的行为。在微米尺度下锯齿状的移动接触线组成了宏观尺度下连续光滑的液滴边缘。在液体黏性和微柱阵列(形状和分布)的影响下, 液滴呈多边形(正方形、长方形、八边形等)或圆形铺展。当液体接近微柱, 微柱加速液体的铺展; 当液体经过微柱, 微柱又钉扎住液体, 导致微柱的变形和移动接触线附近较大的能量耗散。液体在微柱表面的润湿速度取决于铺展方向, 因此不同粗糙度基底上的润湿显示出不同的特征润湿图案。采用分子动理论来分析整个动力学过程背后的物理机制。受到液体性质(尺寸、黏性、表面张力)和微柱阵列(粗糙密度、高度、杨氏模量)的影响, 液滴在微柱阵列亲液表面的润湿存在两种极限区域: 对于粗糙表面来说 $R \propto \tau l/3$, 对于光滑表面来说 $R \propto \tau l/7$, 并被我们的实验和分子动力学模拟所证实。通过从原子尺度(分子动力学)到连续尺度(实验观测)的跨尺度研究手段, 探索了液滴在微柱阵列亲液表面的润湿动力学, 研究了液体性质和微柱阵列对于润湿过程的影响, 得到了粗糙表面润湿的两个极限区域。该研究有助于理解粗糙表面上的润湿现象, 辅助在实际应用中设计主动控制液滴润湿的微柱阵列表面。

Email: yuanquanzi@lnm.imech.ac.cn