

超疏水壁面影响下空泡溃灭诱导涡分布规律研究¹⁾

黄剑霖*, 吕鹏宇⁺, 李宏源⁺, 王静竹^{*,2)}, 王一伟*

* (中国科学院力学研究所, 北京 100190)

⁺ (北京大学工学院, 北京 100871)

摘要: 超疏水固体壁面影响下空泡溃灭诱导的流动规律, 在海洋工程、生物医学等领域有重要的应用。文章结合实验和数值模拟, 深入研究了单个空泡在超疏水壁面影响下溃灭诱导涡产生机制与分布规律。在实验中, 使用 NeverWet 涂层形成超疏水壁面, 通过电火花低压放电生成空泡, 溃灭过程和涡分布使用高速摄像机进行捕捉。数值模拟采用 OpenFOAM 两相可压缩求解器开展模拟, 考虑到超疏水壁面的表面滑移现象, 数值模拟通过改变壁面滑移边界条件和壁面接触角来模拟超疏水壁面, 观察涡的分布规律。结果证实了不同间距下空泡溃灭会产生不同运动状态的涡, 包括沿壁面迁移、向上迁移和震荡消失三种, 得到了不同间距下的涡种类相图, 并讨论了超疏水壁面对涡分布规律的影响。同时, 文章重点分析了不同间距下涡的产生机理, 认为气泡溃灭过程会产生三种方向射流, 不同间距决定了主导射流从而决定涡的种类和分布。最后, 文章讨论了超疏水壁面附近空泡溃灭在表面清洁、混合和生物医学等方向的应用。

关键词: 空泡溃灭; 超疏水壁面; 涡分布规律

1) 国家自然科学基金优秀青年基金项目 (12122214)、中国科学院青年创新促进会 (Y201906 和 2022019)