

竖直振动管道中上升泰勒气泡的动力学研究 1)

姚权*, 汤龙民*, 周光照*,+2)

* (中国科学院大学 工程科学学院, 北京 101408)

+ (中国科学院力学研究所 非线性力学国家重点实验室, 北京 100190)

摘要: 段塞流是管道两相流中的一种常见流型, 其中呈长子弹形的气体段塞被称为泰勒气泡。在实际工业生产环境中, 各种机械设备的运行常引起管道的微幅振动, 从而影响泰勒气泡的动力学特性, 引起偏离系统设计工况的潜在风险。本文对管道竖直振动条件下的气液两相流场进行了直接数值模拟, 重点关注泰勒气泡的形状和上升速度对管道振动参数的依赖关系。计算结果显示, 管道振动可以显著降低泰勒气泡的终端速度, 这与文献中实验研究的结论一致。在此基础上, 我们提取了决定气泡速度下降幅值的关键参数, 对已有经验公式进行了修正, 讨论了气泡周围液膜内的液体流动对气泡行为的重要影响, 并分析了这一现象背后的流体力学原理。本研究的结果有助于理解泰勒气泡在振动管道中的运动特点, 为工业流程的设计、优化和泰勒气泡的流动控制提供参考。

关键词: 段塞流; 泰勒气泡; 管道振动; 流动控制

1) 资金资助项目 (国家自然科学基金项目 12202441; 中央高校基本科研业务费专项资金资助)