



力学所在高速航行体水动力学载荷研究方面取得进展

2014-07-22 11:14

【放大 缩小】

航行体在水下高速运动过程中, 表面低压区的压力低于饱和蒸汽压时, 液态水会相变为水蒸气, 形成水汽混合的空泡。云状空泡是在航行体高速水动力学领域中最重要空泡表现形态之一。云状空泡的非定常、周期性演化特性能够诱导产生航行体的载荷波动, 其衍生的空泡稳定性问题非常具有挑战性。

在航行体出水等条件下, 空泡周围压力升高到一定程度, 泡内水蒸气凝结为液态水, 引起空泡剧烈收缩并伴随很高的冲击压力, 这就是空化的逆过程-溃灭。航行体高速水动力学问题中, 通常表现为空泡群的溃灭行为。群体溃灭的累积效应, 能够形成较大面积、较长脉宽的压力脉冲。溃灭冲击与结构振动发生耦合, 往往会直接危害结构的完整性, 其特征和机理是高速水动力学相关问题的重要研究对象。



图 1 水平与垂直发射机理性实验系统

前期工作中, 力学所建立了水下发射水动力学与多体动力学仿真方法, 率先基于流固耦合技术形成了水下发射全过程载荷仿真平台; 研发了水平和垂直水下发射机理性实验系统, 基于不同尺度实验完成了数值模拟方法的验证; 建立了回射流动力学模型, 揭示了自然云状空泡不稳定性机制, 形成了空泡脱落条件准则; 提出了出水溃灭压力物理模型, 探索了溃灭与结构振动耦合作用机制, 澄清了此前采用的溃灭压力的相似条件中的问题; 研究了通气对空泡稳定性和溃灭的影响机理, 得到了通气空泡脱落这一新现象的特征和机制, 预示了通气的良好效果; 上述工作为有关工程提供了及时的支持。

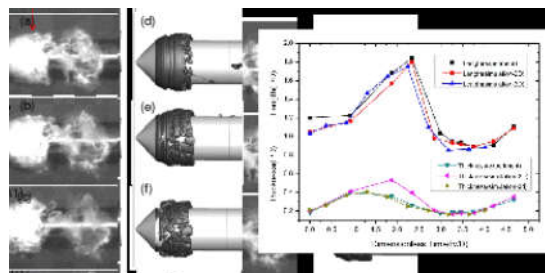


图 2 自然云状空泡非稳态演化计算与实验结果对比

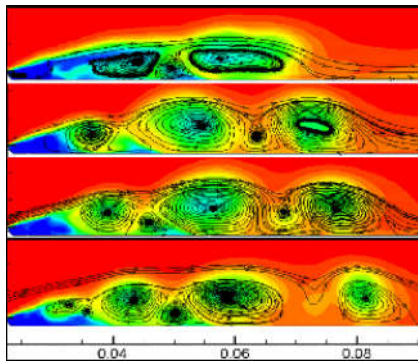


图 3 通气云状空泡脱落机理分析

2014年6月13日，郑哲敏院士应邀以“水下发射高速水动力学问题研究”为题，就相关研究工作在中国科学院第十七次院士大会数学物理学部第四届学术报告会上进行报告交流。



图 4 郑哲敏先生在院士大会上作报告

相关工作已发表于Journal of Fluids Engineering - Transactions of ASME, Ocean Engineering, Chinese Physics Letters, 《力学学报》等刊物上。

上述研究工作得到了中国科学院知识创新工程重要方向项目“结构水动力载荷及其动力学响应特征研究”等计划的支持，由黄晨光研究员等主持完成并已在日前通过验收。



中国科学院 (http://www.cas.cn)
CHINESE ACADEMY OF SCIENCES

中国科学院力学研究所 版权所有 京ICP备05002803号 京公网安备110402500049

地址：北京市北四环西路15号 邮编：100190

(http://bszs.conac.cn/sitename?method=show&id=081D2D6355AD574EE053022819ACB7)

