

2019年招生计划

六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介

1. 博士论文研究方向： 破浪航行舰船甲板上浪的强非线性模拟与分析

选题类别： ☐基础性研究                      ☒应用性研究                      ☐工程技术攻关研究  
☐新开辟的研究方向                      ☒已有研究方向的继续                      ☐其他

2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介

1) 选题背景及意义  
海洋平台和船舶等海上建筑物对蓝色海洋经济的发展有着积极推动作用。而近20年的海难记录显示：全球每年平均有242艘沉船事故，其中80%是由于恶劣的海况造成的；而恶劣海况引发的船舶与海洋工程结构物大幅运动和甲板上浪是其主要受害形式之一。甲板上浪会冲击结构物的上部结构；轻则冲塌设备、货物，重则造成结构物本身的破坏或倾覆。对于这一问题的研究，一直以来都是船舶与海洋工程水动力学的一个难题。通过研究甲板上浪、及其对结构物的冲击破坏和对结构物运动响应的影响机制，实现对船舶与海洋工程结构物的安全性能、作业（航行）性能、经济性能进行可靠、准确地分析和预报；为新型舰船、新型海洋平台等海洋结构物的设计与开发提供重要的理论依据和技术支持。

甲板上浪指当结构物遭遇波浪，来波超越干舷并冲上甲板的现象；主要是陡峭的波浪（群）和海上建筑物的大幅低头运动（首下沉）共同作用的结果。一般少量上浪时，上浪水体最终会慢慢流出甲板，不会对结构物造成破坏或灾难；在恶劣海况下，当大量海水涌上甲板时，会对上部结构等造成冲击，甚至造成结构物的破坏或倾覆。其发生过程大致可分为：波浪抨击船首并爬高、水体进入甲板、上浪水体沿甲板的流动及其对上部结构的冲击。这一过程是现象十分复杂的波浪和结构物相互作用的强非线性问题，在数学上极难求解，以往理论和数值研究工作也仅是在一定程度上对其进行了描述。甲板上浪的物理机制、对结构物的冲击破坏、及对结构物运动响应的影响机制尚未清楚。

2) 研究内容简介  
基于CIP法的多相流模型，建立高精度数值水池，真实地模拟船舶与海洋工程结构物在波浪中的大幅入水运动及甲板上浪等问题，并分析甲板上浪的冲击破坏作用、甲板上浪与结构物运动的强非线性耦合作用。从甲板上浪的两种机制出发，对本项目展开研究：

（1）基于CIP技术，建立强非线性多相流数值水池模型  
由于船舶与海洋工程结构物在波浪中的大幅运动和甲板上浪均为强非线性现象，常伴随着波浪破碎、飞溅、水气混合等复杂现象，使得势流理论无法适用，而物理模型试验难度大、成本高、系统性机理研究不具实践性。因此本研究的首要任务是通过求解粘性流N-S方程，实现全计算域压力-速度场的匹配，建立固-液-气体相互作用的多相流模型。

（2）大浪作用下结构物大幅运动的研究与验证  
运用以上建立的数值模型，研究海上建筑物在波浪中的运动响应问题。通过与已有的势流理论模型结果和实验结果进行对比，来检验该强非线性数值模型。然后，研究波浪的频率、波高、结构物形状特征等参数对结构物运动响应的影响。

（3）甲板上浪及其与船体运动的耦合影响  
对船体运动和甲板上浪进行模拟，通过对结构物周围的复杂流场的分析，并对局部流场进行精细地模拟，分析流场的特征与冲击荷载的关系；计算上浪过程中，结构物上的冲击压力的分布与变化过程、最大冲击压力出现的时间及位置；分析船体的运动和甲板上浪的耦合影响。

（4）甲板上浪的物理模型实验研究  
对甲板上浪的物理模型实验展开研究，与上述建立的数值模型形成相互验证、相互对比。揭示甲板上浪的物理机制、对结构物的冲击破坏、及其对结构物运动响应的影响机制。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

1) 2016. 01-2019. 12，国家自然科学基金面上项目：舰船破浪中的强非线性砰击与颤振响应的耦合分析（51579058），75. 04万元，主持。

2) 2016. 01-2018. 12，国家自然科学基金青年科学基金项目：“海上隐形衣”及其对波漂移力低减效果的研究（11502059），24万元，主持。

2019年招生计划
六、预计招收博士生的课题研究方向和研究工作简介
1. 博士论文研究方向： 地效翼高效潮流能发电装置的关键水动力研究 选题类别： <input type="checkbox"/> 基础性研究 <input checked="" type="checkbox"/> 应用性研究 <input type="checkbox"/> 工程技术攻关研究 <input checked="" type="checkbox"/> 新开辟的研究方向 <input type="checkbox"/> 已有研究方向的继续 <input type="checkbox"/> 其他
2. 博士论文的选题背景及意义和主要研究内容简介 1) 选题背景及意义 我国海域面积广阔，拥有巨大的海洋能源潜力。开发利用无污染且可再生的海洋能源，对优化我国能源结构，缓解我国能源环境压力，实现建设资源节约型和环境友好型社会等将发挥重要作用，也是解决我国能源危机和实现国家的长远发展的关键所在。根据我国海洋能分布和储能状况，潮流能发电有着广大的工程应用前景。本项目旨在研究一种新型、高效的对摆翼潮流能发电技术。通过理论分析、数值模型和模型实验相结合的方式，开发一种具有高环保、高生态、高效能、低启动、低维护、低成本的新型翼潮流发电装置。通过本项目的开展，开发和完善对摆翼潮流能的高效发电技术，建立对摆翼潮流能发电装置的分析优化模型，对对摆翼潮流能发电装置进行一体化优化和设计；针对优化模型，展开物理模型实验研究，为数值分析系统提供检验和验证的同时，也为该新型潮流能发电装置的样机设计、优化和建造提供实验数据和依据，并制造出小型样机进行海试。 2) 研究内容简介 本项目以理论分析、数值计算、物理模型实验、海试相结合的方式，旨在研发一种新型高效的对摆翼潮流发电技术及其装备；该新型翼潮流发电装置具有三高（高环保、高生态、高效能）三低（低启动、低维护、低成本）的优势和特征。研究的重点在于：开发和完善对摆翼潮流能的高效发电技术；建立对摆翼潮流能发电装置的分析优化模型；建立对摆翼潮流能发电装置的一体化优化设计系统。通过项目的开展，拟采用物理模型实验研究、数值模拟分析、海试等方式来开发该新型潮流能发电装置。最终为对摆翼潮流能发电装置的开发、设计、优化、制造和运行提供一套完整的分析优化系统和一套潮流能发电装备测试评价系统。为对摆翼潮流发电技术和潮流能发电在我国的技术推广和应用提供工程示范作用和相应的技术支持，推动我国在海洋能开发利用技术与产业化进程，为我国可再生海洋能的利用和发展提供技术保障与支撑。研究思路与方案具体如下： 1) 进行对摆翼透平发电特性的水动力理论研究与分析； 2) 进行对摆翼潮流能发电装置水动力性能的数值模拟和转化效率的分析；并对摆翼透平进行优化设计； 3) 建立或获取发电水域的流速分布图； 4) 设计制造试验装置模型，并进行相应的对比物理模型实验研究； 5) 耦合分析物理模型实验和数值模拟研究，进行小型对摆翼潮流能发电装置的实尺度优化设计，并进行样机建造、安装、调试和运行； 6) 完善对摆翼潮流能发电装置的水动力性能分析系统和设计优化系统，形成潮流能发电装备测试评价系统。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 1) 2016.01-2018.12，国家自然科学基金青年科学基金项目：“海上隐形衣”及其对波漂移力低减效果的研究（11502059），24万元，主持。 2) 2016.01-2019.12，国家自然科学基金面上项目：舰船破浪中的强非线性砰击与颤振响应的耦合分析（51579058），75.04万元，主持。 3) 2017.01-2018.12，航天科学技术基金项目：水下航行体的兴波尾迹分析及其型线优化与规避（17XXXXX），8.0万元，主持。