

2023年招生计划

三、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： 内波作用下水下航行体水动力与动力特性研究

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
潜艇等水下航行体作为海军实施战略战术的重要武器，具有较强的隐蔽性、侦探性和突袭性，在现代海战中具有十分重要的作用；潜艇性能也是各国国防综合实力的体现。内孤立波作为一种特殊的非线性内波，其波高往往较大，且广泛分布在全球海洋中，尤其我国南海为世界最大振幅内孤立波发生的海域。研究大波高、长波长的内孤立波对于水下航行体的水动力性能的影响具有十分重要的军事价值。由于内孤立波难于观测，不像海面上波浪那样汹涌澎湃，它隐匿于海洋内部，常常让人们防范不及，故有“水下魔鬼”之称；潜坐在密度跃层上的潜艇，在迎面相遇大振幅内孤立波时，其隐蔽性和安全性易受到影响；而运行中的潜艇，当遇到强内孤立波时，突然而至的强流对其操作性能、运行稳定性和安全性等都将产生较大影响。如：潜艇在水下航行中突遭“海中断崖”。研究分层流体中水下航行体在内孤立波作用下的水动力及运动特性具有十分重要的意义。但对于“内孤波与潜艇相互作用”的研究，主要有以下特点：1) 以浅水理论研究居多，而有限深水理论及深水理论研究相对较少；2) 且当前一维、二维情形研究居多，三维情形研究相对较少；3) 与内孤立波相互作用的潜艇多采用固定模型，对于自由运动尤其是带航速潜艇与内孤立波的相互作用研究偏少。

2) 研究内容简介
本课题通过引进坐标变换移动计算窗口技术、动网格技术、二维FFT谱分析技术等，采用数值模拟的方式，实现掌握内波与水下航行体相互作用研究方法与分析技术，对水下航行体运动激发内波的机理以及内孤立波作用下水下航行体水动力性能与运动特性展开预报分析，建立精确、高效地的波-物耦合求解仿真模型。

1) 内孤立波仿真数值水池的建立；
2) 内孤立波与固模潜体的相互作用研究；
3) 内孤立波与自由运动潜体的相互作用研究；
4) 内孤立波与有航速潜体的相互作用研究；
5) 开展缩尺物理模型试验研究。

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况

3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况
1) 2021. 9-2022. 12，分层流XXXX数值仿真研究(ITOAHJZ002105)，19万元，负责人；
2) 2021. 10-2023. 5，航参XXXX影响测验研究(ITOAHJZ002106)，35万元，负责人；
3) 2020. 1-2024. 12，山东省泰山学者工程专项经费资助(tsqn201909172)，200万元，负责人；

2023年招生计划
三、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： 波浪宽频带隐形操控及其在结构物防护中的应用 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 鉴于陆上和浅海区域的油气资源正在逐渐枯竭，深远海油气资源的开发和利用将是缓解国家当前严峻的能源安全形势的必然趋势。深海油气资源的开发所面临的更加恶劣的海洋环境条件，对海洋工程结构的设计强度和安全作业提出了更高的要求。随着人类的活动全面进入海洋时代，浮式海洋工程结构物被广泛用于像油气开发等海洋资源和海洋空间利用上。降低海上建筑物的造价和提高生产作业的安全成为迫切需要解决的工程实际问题。波浪荷载是海上建筑物所受的最主要荷载之一。各类海洋工程结构物事故频发和海上建筑物的造价升高，大都是由于大幅波浪等恶劣海洋环境引起的。目前人们主要着眼于：通过改变海上建筑物的水动力特性，提高结构强度和安全系数来确保海上建筑物的安全。但是，海上建筑物仍然置身于恶劣海洋环境中这一事实并没有改变。如何从根本上保护波浪中的结构物是当前亟待解决的科学难题。此外，海洋波浪频率具有很强的随机性，如何实现宽频带波频率下的防护具有重要的工程意义。本项目提出了一个全新的理念——通过在海上建筑物周围架设“海上防护衣”(cloaking)，来给海上建筑物提供一个低波漂移力或零波漂移力的“平静港湾”，从而从根本上实现这一目标。综上，本课题拟研究一种全新的防护技术方法——多浮体之间的波浪相互干涉效应和群遮效应，提出波浪宽频带隐形操控方法，实现对海上建筑物的宽频带隐形防护。利用该技术方法可以在降低海上建筑物的成本和缩短生产作业周期的同时，实现海洋开发利用的节能、节材、和绿色环保。这一新方法也可用来解决海洋工程装备和海上建筑物行业的一个共通的关键难题——大波浪荷载引起的结构破坏和造价推高。 2) 研究内容简介 正如光波一样，当光绕过物体，就能实现对物体的隐形；水波作为一种波，具有波的一些特性。“海上防护衣”是利用水波在外围浮体群之间（隐形衣）的相互干涉所引起的一种群遮效应，来实现入射波达到完美零波漂移力的作用。通过隐形衣的设计，可实现在宽频带范围内的隐形防护，适应复杂海况。本课题拟研发一套海洋工程防护装备——“海上波浪隐形防护衣”。该课题研究以数值模拟为主，以物理模型试验为辅。拟开展的具体研究内容包括， (a) 基于波浪相互干涉理论、高阶边界元数值方法，建立精确的浮体群相互干涉作用的三维水动力分析求解模型。 (b) 开展单一频率下波浪隐形防护衣的设计，从理论上验证隐形防护效果，并探究波浪隐形防护的机理。 (c) 提出宽频带波浪隐形实现方法，进行双色波、特定波频段的隐形防护衣设计，分析隐形衣及其被防护装置的水动力特性，阐明宽频带隐形防护机理。 (d) 开展物理模型试验研究，对单频率、宽频带隐形防护效果及其隐形防护机理进行验证。
3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 3. 该选题所依托的科研项目或研究经费来源情况 1) 2021. 1-2022. 12，哈尔滨工业大学原创前沿探索基金（基础研究杰出人才跃升培育计划）：海上隐形聚波技术及其“外形隐与内聚能”耦合机理的研究（HIT.OCEF.2021037），40万元，负责人； 2) 2020. 1-2024. 12，山东省泰山学者工程专项经费资助(tsqn201909172)，200万元，负责人； 3) 2020. 1-2022. 12，山东省教育厅，青年科技创新团队计划（ITAAZMZ002001），18万元，负责人。