

福建交通运输科技计划“揭榜挂帅”项目 需求榜单详情表

需求名称	福建省近海港区波浪能精细化评估及其综合利用研究	
选题方向	☐ 低空经济 ☐ 大数据综合应用 ☐ 人工智能大模型应用 ☐ 跨海通道技术研究 ☒ 交能融合发展	
应用场景 (用途)	厦门港古雷港区将军澳作业区防波堤和进港航道工程 EPC 项目	
“揭榜挂帅” 项目需求 内容	需求概述	1. 当前福建沿海港口及码头区域尚缺乏高分辨率、精细化的波浪能资源评估体系，现有资源评估多停留在大尺度、宏观层面，难以准确反映港口群内部受复杂岸线、航道和防波堤影响下的波浪能空间分布特征，导致波浪能开发选址存在较大不确定性，难以为港口群绿色能源总体布局提供科学依据。 2. 港口波浪能电站选址涉及经济效益、交通安全、能源输出稳定性和生态环境等多因素，但目前缺乏适用于港口情境的综合决策模型，现有方法在选址定量化、可视化及交通安全耦合分析方面存在不足，难以兼顾防波堤布局、航道通行和港口功能需求，制约了港口波浪能资源高效开发与合理利用。 3. 现有港口波浪能开发技术多为独立式

	装置，普遍存在占用岸线资源大、建设成本高、维护困难等问题，尚未形成防波堤与波浪能装置一体化设计技术。如何实现“防波+发电”双功能结构的协同设计与水动力优化，提升防波堤综合效益并降低建设成本，是当前港口绿色能源开发亟需突破的技术瓶颈。 4. 港口波浪能装置在实际运行中受波浪条件、潮汐变化和极端天气等影响，传统固定控制策略无法兼顾高效发电与结构安全，缺乏可动态切换的智能控制系统。特别是在台风等极端海况下，设备易受损毁，导致运行可靠性不足。亟需开发适用于港口波浪能装置的多模式智能控制技术，实现“发电优化模式”与“生存保护模式”的智能切换，提高设备稳定性与发电效率，支撑后续工程示范应用。 5. 在交能融合的现实场景下，港口波浪能开发不仅涉及能源产出，还需兼顾交通安全、港口运营与能源基础设施协同。目前尚无成熟的港口防波堤式波浪能开发工程示范案例，缺乏成套化、工程化的建设与运行技术体系。通过科技创新打通从高精度资源评估、智能选址决策、一体化装备设计到智能控制与示范应用的全链条技术壁垒，是实现
--	---

		福建港口绿色能源转型与交通基础设施清洁化升级的迫切需求。
	预期目标	1. 港口波浪能资源高分辨率评估 构建适用于福建沿海港口群的多尺度嵌套波浪能资源评估模型，实现港口群波浪能资源时空分布精细化模拟，空间分辨率$\leq 100\text{m}$，时间分辨率$\leq 1\text{h}$，覆盖福建沿海主要港口及航道区域，资源评估准确率提升至90%以上。为全省港口绿色能源总体布局提供科学依据，实现港口群波浪能资源精细化可视化展示与动态更新。 2. 港口波浪能电站科学选址与优化 研发面向港口情境的多准则决策模型，实现港口波浪能电站选址多因素综合定量分析，选址方案综合评分模型可信度$>85\%$，交通安全冲突率控制在5%以内。形成适应福建沿海港口群的标准化选址指标体系和决策支持工具，为港口群波浪能开发提供可推广的科学决策方法。 3. 防波堤一体化波浪能装置技术突破 攻克防波堤与波浪能装置一体化设计的关键技术，形成“防波+发电”双功能结构优

		化设计方法。 (1)波浪能装置与防波堤结构整体水动力效率提升$\geq 20\%$; (2)装置结构安全裕度提升$\geq 30\%$; (3)单位发电装置建设成本降低$\geq 15\%$; (4)形成示范性港口防波堤一体化波浪能装置成套技术方案,实现节省岸线资源和降低工程占地。 4. 波浪能装置智能控制与可靠运行 研发适用于港口防波堤式波浪能装置的多模式智能控制系统,实现“发电优化模式”与“生存保护模式”动态切换: (1)装置发电效率提升 15%-30%; (2)极端海况下设备生存率$\geq 95\%$; (3)实现控制响应时间< 5 秒,智能化程度$> 90\%$。 (4)通过数值模拟与物理模型试验验证,形成可推广的港口波浪能智能控制算法与系统原型。 5. 示范工程与交能融合应用 依托在建项目建设 1 处小型港口波浪能开发试点示范工程,以单台千瓦级原型为核心,优先在港口试验段或防波堤局部区域实施海上试验,并预留后续扩容至阵列的接口。
--	--	---

		形成可推广的工程建设与运行管理技术体系，推动福建港口绿色能源开发和交通设施低碳化转型。
现有工作基础	省交规院公司长期参与河流能、波浪能和潮汐能的综合利用研究工作，2023 年 12 月，国家市场监督管理总局、国家标准化管理委员会联合发布国家标准化指导性技术文件《河流能资源评估及特征描述》（GB/Z43465-2023），省交规院公司作为标准的第三起草单位，全程参与标准的研究编写工作，该标准于 2024 年 7 月起正式实施。本标准给出了确定理论河流能源资源的方法，以确保资源评估的一致性和准确性；该方法基于测量的、历史的或数值结果或前者的结合得到标准水流速度分布，用以协同进行适当的河流能资源发电性能评估。本标准规定了河流能源资源评估中可行的数据收集方法和或建模技术，以及报告结果的框架。本标准适用于布放河流能转换装置的区域确定理论河流能源资源阶段。 在波浪能综合利用研究方面，省交规院公司波浪能利用研究小组在以下几个方面取得一定成果： 1. 港口波浪能资源评估方面 研究小组长期参与波浪能资源评估与数值模拟相关研究，掌握了波浪数值模型 TELEMAC-MASCARET	

的构建与嵌套技术，并具备一定的港口局部精细化建模经验。研究小组已参与全国典型近岸海域波浪要素的数值模拟工作，空间分辨率可达 500 m 级，时间分辨率为 1 小时，能够提供波浪能资源初步分布特征。具备港口局部地形、工程布局及航道条件的集成建模能力。

2. 港口波浪能电站选址与优化方面

研究小组在港口波浪能开发的综合决策模型方面已有一定探索，形成了多准则决策的研究基础：参与全国主要港口波浪能选址的初步研究，结合经济性、波浪资源量和建设条件等三大类因素，完成了全国 9 个典型港口的初步选址方案。

3. 防波堤一体化波浪能装置研究方面

研究小组多年来积极参与波浪能装置研发，尤其在波浪能装置水动力设计与性能优化方面积累了一定经验：曾参与开发浮力摆式、浮筒式等多型波浪能装置，并在水槽物理模型试验及数值仿真模拟方面形成了一套完整的研究方法。已在项目中探索防波堤集成化波浪能装置的概念设计，参与了小尺度结构模型的水动力性能初步验证，包括装置与防波堤耦合效应分析。目前已具备实现单体装置水动力效率>15%的技术能力，并可通过结构与布置优化实现进一步提升，但尚未实现与防波堤结构完全一体化的成套设计。

4. 波浪能发电单元智能控制方面

研究小组参与了波浪能装置的控制策略研究，尤其是在实验室环境下：建立了波浪能装置实时监测与控制实验平台，实现了装置基本运行状态的实时采集与反馈。已完成传统线性控制与简单自适应控制算法的对比测试，验证了控制算法对发电效率的提升效果，单机在典型工况下发电效率可提高 10% - 15%。已具备制作千瓦级装置控制原型的基础条件，包括传感、执行和通信模块，但尚未形成完整的多模式控制系统和海上运行可靠性验证。研究小组已参与近岸波浪环境的实验监测工作，积累了基础环境数据，为控制策略优化提供初始数据库。

5. 示范工程实施条件

揭榜挂帅项目研究依托工程《厦门港古雷港区将军澳作业区防波堤和进港航道工程 EPC 项目》位于福建省漳州市漳浦县赤湖镇南侧海域，西邻将军湾，北连前湖湾，东面台湾海峡；作业区 S~E~NE 向直接与外海相通，工程海域风、浪、流条件复杂。根据多年观测资料，实测最大 H_{max} 波高为 9.77m，受台风影响较大。工程海域 50 年一遇最大波浪波高 10.73m，为目前福建省内波高最大的港区。

该防波堤工程呈反“L”型布置，口门朝向西南，内侧规划 8 个泊位。防波堤总长 3155 米，其中开口段为高桩梁板结构长 360 米，透水斜坡抛石堤（涵

	洞段)长320米,采用斜坡式抛石堤结构,外侧及堤头段采用26t~45t扭王块护面防护,内侧采用2.6t扭王块护面防护。 该项目于2024年9月开工建设,建设总工期4年,项目业主漳浦金瑞港务发展有限公司,设计单位福建省交通规划设计院有限公司(EPC成员方),施工单位中铁建港航局集团第二工程分公司(EPC牵头方)。 揭榜挂帅项目研究工作取得依托工程业主和施工方的大力支持。依托工程为福建省建设规模最大、防浪里程最长、总投资最多的在建防波堤项目,工程概算162043.23万元,其中研究试验费735.00万元,工程建设资金已经全部落实并按建设需要拨付到位,工程建设进展顺利,能够为项目研究提供可靠的应用场景。目前该工程尚未取得任何科研项目立项,业主希望能够深度参与揭榜挂帅项目的研究工作,同时提供必要的研究经费支持。中铁建港航局集团在福建省还有多个防波堤渔港在建工程,也同意为揭榜挂帅项目研究提供应用场景和提供研究经费支持。
时限要求	项目周期三年,预期2028年12月完成
产权归属	合作各方独立研发所产生的知识产权归各自所有,共同研发的知识产权由合作方共同拥有。未经

		授权，共同拥有的知识产权不得向合作方以外的单位或个人转让，或擅自对外发布。合作各方保证合作期间所使用的研究方法、手段等不存在侵犯任何第三人合法权益的情况。		
需求单位一		福建省交通规划设计院有限公司		
需求单位二		中国铁建港航局集团有限公司		
项目负责人	姓名	郑清松	手机	13799930690
	学历	本科	学位	硕士
	职务	副总经理	职称	正高级工程师
联系人	姓名	高谭坤	手机	18860116398
计划研究经费	计划研究经费投入总预算 <u>700</u> 万元（原则上不低于 500 万元） 其中：需求单位提供资金 <u>500</u> 万元，申请资金补助 <u>200</u> 万元，揭榜单位自筹资金 <u>0</u> 万元。			
出资承诺	本单位愿意为该“揭榜挂帅”项目提供研发资金不少于 <u>500</u> 万元。			

需求单位 (一) 意见	主要负责人 (签名) 杨金松 申请单位: (公章) 日期: 年 月 日
需求单位 (二) 意见	主要负责人 (签名): 陈清 申请单位: (公章) 日期: 年 月 日
归口管理单位意见	归口管理单位: (公章) 日期: 年 月 日

备注: 以上需求单位栏目可据实增减。