

“十四五”国家重点研发计划“海洋环境安全保障与岛礁可持续发展”重点专项 2021 年度项目申报指南

(征求意见稿)

为全面贯彻落实建设海洋强国战略部署,科技部会同有关部门,共同启动实施了国家重点研发计划“海洋环境安全保障与岛礁可持续发展”重点专项。本专项围绕提升海洋环境安全保障能力、保障岛礁可持续发展的重大需求,一是重点发展海洋自主传感器研制能力,构建自主可控的南海观测示范体系,发展先进的自主同化与预报技术,实现重点海区观测水平、预报产品和预警能力的提升;二是持续突破岛礁安全和可持续发展的核心技术,巩固和保持岛礁开发利用方面的整体技术优势,并解决岛礁及海域安全监测的技术难题;三是开发海洋生态环境保护、治理与修复等共性关键技术,支撑海洋生态文明建设。

本专项执行期从 2021 年至 2025 年,2021 年拟针对上述方面首批部署 9 项指南任务共约 9 个项目。

本专项 2021 年度公开发布项目申报指南如下。

1. 海洋立体监测探测

1.1 适于移动观测的海洋环境传感器研发

研究内容: 研发低成本水文传感器,针对剖面浮标、水下滑翔机、AUV、漂流式小浮子、漂流式海气界面浮标、波浪能滑翔

器等海洋移动平台以及投弃式测量的应用场景，在已有基于船载平台和固定平台的海洋动力环境要素传感器基础上，研发面向移动平台的低成本、小型化、低功耗的水文动力环境传感器，实现海洋环境高可靠、长期、稳定观测。研发基于目标探测的声学传感器，针对南海及周边关键海域目标感知、探测和识别需求，开展水下目标的声学特性的监测/探测/识别研究，研发系列海洋主被动声学探测传感器，实现多种平台搭载，开展多种距离背景下的嵌套式目标识别和探测需求。

考核指标：低成本 CTD 工作水深不小于 500 米，抛弃式 CTD 最大测量深度不小于 1800 米，低成本和抛弃式 CTD 深度测量精度 0.5% 满量程，温度测量精度 $\pm 0.02^{\circ}\text{C}$ ，电导率测量精度 $\pm 0.05\text{mS/cm}$ ；水声矢量传感器声压灵敏度不小于 $-190\text{dB}@1\mu\text{Pa}$ ，振速灵敏度不小于 $-180\text{dB}@1\text{kHzref}1\mu\text{Pa}$ ，最大工作深度不小于 1500 米，标量水声传感器接收频带 10Hz-1000Hz，灵敏度不低于 $-184\text{dB}@1\mu\text{Pa}$ ，直径不大于 30mm，微型水声地貌测量探测传感器，满足小型水下移动平台的安装要求，水深和地貌的探测频率频段不少于 2 个，地貌探测的垂直航迹分辨率优于 1.25 厘米，水深探测精度满足 IHO 标准，地层穿透深度不小于 15 米(软泥)。传感器稳定、可靠运行的时间不少于 1 年，传感器芯片级国产率 90% 以上，技术成熟度不低于 8 级，低成本 CTD 价格不超过人民币 3000 元。

1.2 易布放式移动观测平台研发

研究内容：研发基于机载、船舶等多种投放方式的海洋移动观测平台，包括漂流式海气界面浮标、基于海洋环境能源（风能、波浪能、太阳能等）的小型海面无人平台、低成本海面小浮子、可空投的剖面浮标等，提供海量、详实、可靠、准确且具时效性的现场信息。所研发平台应符合本专项海洋观探测组网和南海综合集成示范要求。

考核指标：漂流式海气界面浮标和低成本海面小浮子生存周期不低于6个月，小型海面无人平台续航力不低于1年，空投式剖面观测浮标生存周期不低于1个月，具备8级及以上风力条件下工作能力；漂流式观测平台最大挂载能力不低于2Kg，低成本海面小浮子最大挂载能力不低于1kg，小型海面无人平台最大挂载能力不低于15Kg，具备通信定位、CTD、小型水听器、电磁传感器等搭载能力；具备海上目标识别、探测能力，具备水下通讯中继能力；观测数据实时传输率90%以上，空投式剖面观测浮标剖面观测深度不小于1000米；核心组部件国产化率达90%；技术成熟度不低于8级；低成本海面小浮子（不含传感器）价格不超过人民币5000元；非正常被打捞情况下，具备发出警报信息并自毁存储数据和通讯功能的能力。

1.3 沉浮式智能组网的声学探测关键技术

研究内容：为解决水中重大事件和海底地震缺乏有效观测的

难题，利用低频和甚低频声音在海洋中远距离传播的优势，研发低成本、低功耗、智能化的海上事件探测声学浮标和潜标，突破海底地震和水中事件同步探测、超远程水下探测与目标精确定位等关键技术，提高海底深部探测精度和分辨率，实现水中重大事件的高效探测和定位。

考核指标：研制一款新型的沉浮式声学智能探测仪，可防盗窃、抗撞击，其续航能力 ≥ 24 个月，最大工作水深 $\geq 2000\text{m}$ ，水下悬浮定深精度优于 $\pm 20\text{m}$ ，国产化率 $\geq 90\%$ ；声学探测频带（ $0.1-10$ ）Hz，灵敏度大于 -195dB ，具备天然地震和目标噪音谱在线识别功能；实现声学探测数据准实时传输；灵敏度可监测 5000km 以内6级以上地震。研制新型潜标系统，具备超远程声信号的检测和探测、声速剖面同步测量及潜标间声信号的同步采集等功能；超远程探测距离不小于 500km ，超远程水下声定向精度： $\pm 1^\circ$ ，超远程水下声测距精度： $\pm 5\% \times$ 目标事件距离。

2. 海洋环境预报预测

2.1 全球多尺度耦合无缝海洋模式平台研制

研究内容：针对短期-季节内时间尺度的海洋动力环境无缝隙预报，研发自主可控的全球-区域一体化海洋环流模式动力框架，其离散算法具有高精度、低耗散、多物理量守恒和高效省时等特性，并具备守恒的开边界条件；完善和改进次中尺度涡旋、内波、波浪和潮汐等次网格物理过程参数化方案，发展模式参数

的自动优化算法；研发具有多圈层耦合、全球-区域双向嵌套、移动嵌套等功能的大规模、多模式、多过程的耦合技术；基于国产 E 级超算平台，自主发展具有高可扩展性、大规模的关键过程并行算法，以及高效 I/O 算法和策略，构建“全球-重点海域-战略通道”一体化、多圈层耦合无缝隙海洋动力环境预报模式。

考核指标：支持国产 E 级超算，实现百万核以上规模的高效并行计算；支持多圈层耦合，并且具有全球-区域双向嵌套、移动嵌套等功能的灵活易用的模式平台；建立多圈层耦合全球-区域一体化预报模式，海洋和大气等主要分量模式自主可控，全球和区域海洋模式协调一致，分辨率在全球、重点海域和重要战略通道分别达到 10km 级、1km 级 100m 级；全球多圈层耦合模式应至少包括大气、海洋、陆面和海冰等四个分量模式，重点海域多圈层耦合模式应至少包括大气、海洋和陆面等三个分量模式；研发的模式应参与国际相关的模式比较计划，性能与国际一流模式相当；应开展不少于 6 个月的准业务化试运行。

2.2 区域高分辨率多圈层耦合资料同化系统

研究内容：发展能够处理非线性非高斯分布的海洋资料同化算法，发展新型海洋观测资料的同化应用技术，研发能够分辨中尺度/亚中尺度物理过程的区域高分辨率海洋资料同化系统；研究海洋多源声学信号传播模型，发展海洋水文-水声观测资料同化技术，研发适用于岛礁周边多尺度复杂环境的超高分辨率海洋

资料同化系统；研究多圈层变量之间的平衡关系，发展高分辨率大气-海洋-陆面耦合资料同化算法，研发区域高分辨率多圈层耦合资料同化系统。

考核指标：区域高分辨率海洋资料同化系统具备水下滑翔机、漂流浮标、盐度卫星、Argo 轨迹反演流场等新型海洋观测资料同化能力，水平分辨率能够达到 1km 级；岛礁周边超高分辨率海洋资料同化系统具备海洋声层析、CPIES 和声基阵等声信息同化能力，水平分辨率能够达到 500m 级；区域高分辨率多圈层耦合资料同化系统具备大气-海洋强耦合、大气-陆面弱耦合资料同化能力，耦合资料同化分析场用于十三五区域耦合模式，72 小时预报精度提高 5%以上；同化系统支持国产 E 级超算系统，可实现大规模高效并行计算并能满足业务系统的时效要求，具有同化我国国产气象和海洋卫星遥感数据以及本专项获取的实时海洋环境观测数据能力。

2.3 高精度快速海气边界层及海洋水体表层遥感产品研制

研究内容：面向海洋环境要素高精度快速预测预报的需求，针对海气边界层及表层参数的遥感产品高分辨率实时化的挑战，利用国内外卫星遥感数据，研究动态化（由单时相到多时相）海洋向量场的海气边界层及表层参数反演技术，研究可支持同化预报的实时高精度海洋动力环境和海洋生态遥感产品技术，研发支持全球海洋高分辨率预报的高精度全球网格化遥感反射率率、叶

绿素浓度、海流、海表温度、海面风场、海面高度、海面波浪、海冰等遥感产品，研究快速交付产品质量控制方法和技术，研发支持模式预报的数据同化，为全球海洋环境快速准确预报提供遥感参数产品的支撑。所研发产品应符合本专项南海综合集成示范要求。

考核指标：生成每天至少两个时相的全球动态遥感产品，产品数量 ≥ 10 种，从一级卫星数据制作并发布海洋遥感产品的时长 ≤ 90 分钟；大洋清洁水体遥感反射率产品不确定度 $\leq 5\%$ ；海面多普勒速度产品，绝对误差 $\leq 0.1\text{m/s}$ ，空间分辨率 $\leq 1\text{km}$ ；海面径向流场产品，绝对误差 $\leq 0.2\text{m/s}$ ，空间分辨率 $\leq 1\text{km}$ ；海表温度产品绝对误差 $\leq 0.5\text{K}$ ；海面高度产品绝对误差 $\leq 5\text{cm}$ ；海面风速产品绝对误差 $\leq 0.5\text{ m/s}$ ，海面风向产品绝对误差 $\leq 5^\circ$ ，且海面风速反演最大有效范围 $\geq 25\text{ m/s}$ ；雷达高度计海浪有效波高产品绝对误差 $\leq 0.25\text{ m}$ ，SAR海浪有效波高产品绝对误差 $\leq 0.35\text{ m}$ ，且波高反演最大有效范围 $\geq 10\text{ m}$ ；SAR遥感无人工干预海冰检测产品海水和海冰的检测精度（与目视解译相比） $\geq 90\%$ ，空间分辨率 $\leq 1\text{km}$ ；微波辐射计海冰密集度产品反演精度 $\geq 85\%$ ，时间分辨率 ≤ 24 小时，空间分辨率 $\geq 25\text{km}$ 。

2.4 基于大数据和人工智能的海洋环境快速预报技术研究与应用

研究内容：针对水面和水下移动平台航行安全、防灾减灾等

海洋环境保护重大现实需求，基于海上观测、卫星遥感、同化再分析和模式结果等海量数据，研究多源观测数据的智能化联合质控与快速融合技术，研究海洋环境要素时空分布、变化规律等自动学习特征分析方法，构建海洋大数据融合数据集；基于“十三五”形成的海洋大数据分析预报方法，开展时空大数据关联挖掘和分析，发展轻量化海洋环境智能预报技术，改进和发展基于大数据和人工智能的海表温、海面高、水下三维温盐、海洋声场、海浪、海雾等6种海洋环境预报模型，并开展模型预报结果偏差订正；利用水面和水下移动平台实时观测资料，构建“单点实时观测-区域三维背景场更新”的映射关系模型，联合上述大数据预报模型，开展现场海洋环境快速重构和迭代预报；建立支持船载、移动平台等的轻量化海洋环境快速预报系统，开展业务化应用。

考核指标：海洋环境大数据融合数据集1套，要素包括温盐、海面高、海浪、海雾、气温、气压、风等不少于10个，时间跨度不小于50年，来源至少包括海上观测、卫星遥感、同化再分析和模式结果等；智能化联合质控、快速融合和自动学习特征分析方法不少于5种；支持船载、移动平台等轻量化预报业务化能力，预报要素不少于海表温、海面高、水下三维温盐、海洋声场、海浪、海雾等6种，在业务部门试运行不少于6个月，在南海和印度洋海区开展远洋一体化预报试验与检验评估；预报全球空间

分辨率不低于 10 公里级，南海达到公里级，预报时效不少于 30 天，7 天海表温平均误差不超过 0.6℃、海面高平均误差不超过 6cm、垂直上 1000 米平均误差温度不超过 0.5℃盐度不超过 0.2psu，支持中尺度涡识别；有效波高 24h 预报平均相对误差不超过 25%，浓雾 24h 预报准确率不低于 85%；预报速度比传统动力模式提高至少 2 个数量级。

3. 岛礁安全稳定与可持续发展

3.1 海上遇险目标立体搜寻与高清晰观测关键技术

研究内容：研究高海况下基于运动补偿技术的海面遇险目标的高精度定位和跟踪技术；研究高精度海上落水人员漂移预测技术与应用系统；研究基于空天、水面、水下多维度信号数据的岛礁海域海面目标的检测、分类、动态识别技术，并研制一体化搜寻监测支撑平台；研究岛礁海域海洋环境对海面遇险目标搜寻的影响规律；研究群体自治机器人协同控制搜寻技术，开发并研制基于多载体传感器融合的海面遇险目标立体搜寻定位装备；研究适应于岛礁环境的无人航行器自主搜寻与探测路径规划技术。

考核指标：形成多载荷岛礁海域典型遇险目标遥感成像特征库 1 套；完成多维度多尺度的岛礁海域典型物标遥感监测处理成套关键技术，实现遇险目标遥感监测应急响应时间优于 0.5 小时；构建并研发典型岛礁海域落水人员漂移轨迹仿真模型 1 套，海上落水人员漂移预测定位精度累积误差优于 0.5 海里/小时；建立空

天、海面、水下的多维一体化搜寻监测支撑平台，实现多源信号集成和数据互操作，海面目标综合检测准确度优于 90%；研制基于多载体传感器融合的海面遇险目标立体搜寻定位装备 1 套；研发无人飞行器智能搜寻模型 1 套，搜寻路径规划方案自动生成时间优于 1 小时；在南海周边省市海上搜救中心开展不少于 6 个月应用示范。

4. 海洋生态环境保护

4.1 近岸海域主要污染陆海气协同防治关键技术

研究内容：针对我国近海氮、磷和 COD 等主要污染物，基于多元同位素、微生物指纹、荧光光谱等方法，研发陆海气污染物精准溯源、定量解析技术；研究污染物关键输移路径、迁移转化过程及控制机制，阐明海域生态系统变化与陆海气污染输入之间的响应关系；研发 DPSIR 近海富营养化评价方法和污染物容量分区分类及其优化分配模型，进一步完善海洋生态环境质量标准 and 污染控制标准；研发污染防治费效优化配置技术，构建我国近海主要污染物“精准溯源-健康评估-协同防治”综合技术体系，开展应用示范。

考核指标：建立 1 套针对氮、磷、COD 等主要污染物的精准溯源、定量解析技术；构建陆海气主要污染物输入与近海生态系统变化多主体耦合模型，阐明海域生态系统变化与陆海气污染输入之间的响应关系；研发 1 套基于陆海统筹的 DPSIR 近海富营养

化评价方法,构建1套污染物容量分区分类、优化分配指标体系,制定2-3项技术规范;形成污染防治费效优化配置技术,经综合优化配置后,费效比降低20%以上;形成1套我国近海主要污染物“精准溯源-健康评估-协同防治”综合技术体系,在我国近海典型海域开展业务化示范应用。