

附件 5

“海洋环境安全保障与岛礁可持续发展”

重点专项 2023 年度项目申报指南

(仅国家科技管理信息系统注册用户登录可见)

为落实“十四五”期间国家科技创新有关部署安排，国家重点研发计划启动实施“海洋环境安全保障与岛礁可持续发展”重点专项。

本重点专项总体目标是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，一是重点提升海洋自主传感器研制能力，构建自主可控的重点海域观测示范系统，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超越；二是持续突破岛礁安全和可持续发展的关键核心技术，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。

2023 年度拟启动 11 项指南任务，拟安排国拨经费 1.075 亿元。其中拟部署 5 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 1000 万元，每个项目 200 万元。

项目统一按指南二级标题（如 1.1）的研究方向申报。除特殊说明外，每个指南方向拟支持 1 项。实施周期 3~4 年。申报项目

的研究内容必须涵盖二级标题下指南所列的全部研究内容和考核指标。基础研究类项目下设课题不超过 4 个，项目参与单位总数不超过 6 家；共性关键技术类和应用示范类项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 家。项目设 1 名项目负责人，项目中每个课题设 1 名课题负责人。

青年科学家项目不要求对指南内容全覆盖，不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家。项目设 1 名项目负责人，青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 1985 年 1 月 1 日以后出生，女性应为 1983 年 1 月 1 日以后出生。原则上团队其他参与人员年龄要求同上。

每个指南任务原则上支持 1 项，特殊情况下，在同一研究方向下，当出现申报项目评审结果前两位评价相近、技术路线明显不同的情况时，可考虑支持 2 个项目。2 个项目将采取赛马制方式分两个阶段支持。第一阶段完成后将对 2 个项目执行情况进行评估，根据评估结果确定后续支持方式。

1. 海洋立体监测探测

1.1 海洋中微子探测技术（基础研究类）

研究内容：针对我国海洋中微子探测技术尚属空白，对利用海洋特性实现中微子探测需求紧迫，拟开展中微子与海洋物质弱相互作用机理研究，深入研究中微子与海水及海洋中其他物质的相互作用；开展海底中微子通量探测机制研究；开展海洋中微子望远镜技术研究，突破 PMT 灵敏度限制问题，解决中微子探测

过程中屏蔽其他本底噪声问题；研发深海中微子探测潜标，开展中微子潜标深海集成与组网实验，解决中微子探测 PMT、深海耐压与封装等关键技术，同时安装深海环境监测仪器获取海洋环境数据。

考核指标：中微子振荡测量误差： $<4\%$ ； μ 子探测效率： $>95\%$ ；PMT 量子效率： $>30\%$ ；中心探测器系统误差： $<0.38\%$ ；探测器能量分辨率： $<15\%/\sqrt{E(\text{GeV})}$ ；系统耐压： $\geq 4000\text{m}$ ；组网规模：中微子潜标不少于 6 个；组网深海实验连续在位观测不少于 1 年；获取底边界层 100m 流速和温盐剖面，流速垂直分辨率不低于 2m。

关键词：中微子探测、弱相互作用、PMT 灵敏度、中微子探测潜标

1.2 基于固定平台的规范化海上试验（共性关键技术类）

研究内容：针对“十四五”专项研发的各型自主海洋传感器、智能化新型高可靠海洋观测平台和重点海域组网海上测试平台技术和关键方法需求，在前期规范化测试技术研究与海上试验成果基础上，逐步构建浅海与深远海结合的基于固定平台的海上试验体系，提升浅海试验场区试验能力，开展深海试验场选址、深海试验环境建设设计工作，深化开展海上试验测试方法、标准体系和技术服务体系研究，固化海试服务和管理流程，构建业务化、规范化和标准化的海上试验平台，提升我国海洋仪器设备海上测试评估能力和水平，助力海洋仪器装备自主研发，为海洋高新技

术产品化和产业化提供服务平台。

考核指标：浅海试验覆盖海域核心面积不小于 20 平方千米；深海试验覆盖海域核心面积不小于 30 平方千米，最大水深不小于 2000 米；浅/深海试验海域观监测系统，能够实现对试验海域水文、气象、生态、声学、海底底质等多种要素的长期连续观测，在位运行时间不少于 2 年；浅海试验场区具有通信网络，可满足场内海洋仪器设备通信需要；浅/深海海域环境智能化测试与信息管理系统，具备环境数据管理与测试服务等功能；试验设施核心组部件国产化率达 90%；编制不少于 10 种仪器设备测试标准，完成不少于对已实施国家海洋专项任务中 5 家单位 20 型海洋仪器设备海试，覆盖上述编制测试标准中具备海试条件的仪器设备。

关键词：海上实验平台、岸基保障基地、安全保障系统、信息与服务系统

1.3 上层海洋水体要素主被动遥感探测技术与装备（共性关键技术类）

研究内容：研制上层海洋次中尺度生态环境高灵敏度光谱探测系统；研制上层海洋水体要素大动态范围的主动遥感探测系统；研制上层海洋辐射传输机制及偏振体散射测量装备；研发水体次表层生物与非生物悬浮颗粒物识别技术；研发复杂背景下遥感探测数据降噪处理和折射校正技术；研发上层海洋生态过程的主被动遥感融合探测技术；研发水柱气泡密度分布对体散射信号影响的探测技术；研发浅海水深主被动遥感融合探测技术；研发上层

海洋环境参数和次中尺度生态过程的三维重构技术；研发水下珊瑚礁的主被动融合识别技术；构建上层海洋水体要素主被动遥感探测综合系统并开展应用示范。

考核指标：光谱探测系统的噪声等效反射率差优于 0.1%，主动遥感探测系统的动态范围优于 10000:1，偏振体散射测量装备的测量角度范围大于 5~175°、测量偏振度优于 0.99，数据降噪处理和折射校正技术的图像对比度提高 10%，主被动遥感融合探测精度提高 10%，三维重构技术的时空分辨率提高 50%。上层海洋探测要素多于 5 种，其中浮游植物优势种群探测精度优于 60%，生物与非生物悬浮颗粒物探测精度优于 70%，水柱气泡密度探测精度优于 70%，浅海水深探测精度优于 0.25 米，珊瑚礁区域底质类型识别精度优于 80%，珊瑚礁识别准确率优于 80%。次表层剖面色素浓度反演精度优于 70%，上层海洋水体要素遥感产品探测深度大于 100 米，水体要素遥感产品分层精度优于 0.5 米，应用示范水体类型多于 5 种，综合技术指标偏移量小于 10%，时间不少于半年。

关键词：主被动遥感、水体剖面光谱探测、海洋辐射传输模型、偏振体散射测量

2. 海洋环境预报预测

2.1 多要素多尺度一体化耦合数值模式研制和应用（共性关键技术类）

研究内容：针对当前预报系统中物理与生态、声场等预报要

素分治，且预报时效较短的问题，自主发展海洋生态、海洋声场、大气波导等耦合模型；建立包含声学 and 生态等过程的多要素、多尺度、多圈层耦合的高分辨率一体化数值模式；基于统一的耦合框架，实现多要素、多圈层、跨尺度耦合与资料同化，开展从天气到季节内尺度的一体化多要素预报；评估生态模式与自主一体化动力模式在线耦合对预报精度和时效性的影响。

考核指标：基于耦合器框架，实现包含全球大气—陆面—海洋—海冰—海浪耦合的自主一体化动力模式构建，其中大气和陆面模式水平分辨率优于 25 千米，海洋、海冰和海浪模式水平分辨率优于 10 千米；自主发展海洋生态、海洋声场和大气波导模型，并与动力模式在线耦合，海洋声场和海洋生态模型水平分辨率优于 10 千米，大气波导模型水平分辨率优于 25 千米，实现对溶解无机碳、碱度、溶解氧、硝酸盐、磷酸盐、叶绿素浓度、声传播损失、声线分布、蒸发波导等要素的预报。一体化耦合模式支持新一代超算，可实现百万核以上规模的高效众核异构并行计算，百万核时强扩展性加速比优于 30%（相对最小运行规模）；具有天气至季节内尺度无缝隙预报能力，预报时效不低于 90 天；5 日平均海表温度均方根误差小于 0.8°C ，强流区预报海流流速相对误差小于 30% 的概率 $\geq 65\%$ ，海浪有效波高均方根误差不大于 28% 或 0.9 米，2000 米以浅海域 50 千米距离内、2000 米以深海域 180 千米距离内声传播损失均方根误差小于 5dB；海表温度的季节内尺度预报水平高于持续性预报水平；在航海保障、远洋航

线优化、典型生态灾害预警等方面开展不少于 6 个月的应用。

关键词：多圈层和多要素耦合、季节内无缝隙预报、海洋生态、海洋声场、异构并行

2.2 区域可重构自主可控海洋环境快速数值预报系统研制与应用（共性关键技术类）

研究内容：针对当前数值预报系统中预报区域固定、计算量大导致计算时间长等问题，自主发展可灵活区域加密的、计算速度快、满足多物理量守恒的海洋环流和海浪数值模式；研发观测资料的快速融合与同化技术，建立区域高分辨率海洋资料同化系统；研发海洋环境预报系统的智能订正技术和智能释用技术；建立完全自主可控区域可重构快速海洋环境数值预报系统，可以在海上移动平台上开展关键区域短期预报的示范应用。

考核指标：预报模式和同化系统自主可控，核心技术申请发明专利 5 项以上；同化系统支持国产卫星遥感数据；海洋环流模式主要代码自主开发率超过 90%，支持多物理量守恒。模式支持结构化和多边形非结构化网格，全球模式水平分辨率优于 5 千米，海洋环流满足垂直分辨率不低于 100 层。灵活设置重点加密区域数量、范围及分辨率，同时加密区域数量不少于 3 个，加密区域范围不小于 300km×300km，分辨率优于 1000 米。同化资料类型不少于 4 种，海上移动平台获取的现场观测数据可进行实时同化。模式和同化系统支持硬件加速，可在海上移动平台的单台工作站运行，全球或洋盆 10 千米分辨率和加密区域海洋环流和海浪预

报系统的模式运行时长均不超过 40 分钟，海洋环流同化系统运行不超过 60 分钟。预报时效不短于 7 天。全球预报系统海洋环流 168 小时时效内 0~1000 米水深海温的最大日均方根误差不高于 0.8°C，盐度的最大日均方根误差不高于 0.1g/kg，海表面温度的最大日均方根误差不高于 0.6°C，海表面强流区（日均流速大于 0.5m/s）海流流速日均相对误差小于 30%的保证率 $\geq 65\%$ ；海浪有效波高 24 小时相对误差小于 22%，72 小时相对误差小于 24%。在加密区域内，上述指标比全球预报系统在该区域的准确度提升 5%。预报系统在海上移动平台上开展不少于 6 个月的应用示范。

关键词：灵活区域加密、自主可控、快速融合和同化、多物理量守恒、硬件加速、移动平台应用示范

2.3 远洋船舶气象智能化导航关键技术研发（共性关键技术类）

研究内容：针对远洋船舶气象导航服务需求，研发基于国产卫星全球遥感、常规海面观测、机动观测和远洋船舶船载观测等多源观测资料处理、精度验证与融合分析技术；发展影响全球重要航线及主要港口的热带气旋、温带气旋、海雾、强对流等灾害性天气智能化监测与预报技术；研究全球全天候恶劣海况条件下船舶航行风险评估技术；研发自主可控的船舶大风浪下失速精准计算、避台航线设计、航线动态规划等智能化导航核心算法。

考核指标：建立自主可控的远洋船舶气象导航服务技术体系。形成基于国产卫星全球遥感、融合其他多源观测资料的逐 3

小时 5 公里分辨率的全球海上实况数据集，海表温度的均方根误差小于 0.5°C ，洋面风均方根误差小于 1.8m/s ，有效波高均方根误差小于 0.9m 。全球热带气旋 3~7 天中期时效路径强度、海上大风、海雾、风浪和涌浪等要素预报准确率较现有主流数值模式提高 5%~10%。提供覆盖国际国内主要航线不少于 5 类船型（集装箱船、油船、液化气船、散货船、客滚船）的航行风险评估及高精度自动航线规划导航产品。研究航速智能优化技术，实现船舶失速准确率不低于 90%，优化航线预计航行时间误差率不大于 5%，24 小时船位推算误差 10 海里以内，到港前 3 天的预计抵港时间误差在 3 小时以内。实现上述成果在船舶导航平台、岸基服务平台的集成，平台具备为不少于 10000 艘船舶提供在线并发远洋气象导航服务的能力，并在导航业务平台开展不少于 6 个月符合国际标准的海事服务示范应用。

关键词：远洋气象导航、海上实况、灾害性天气智能监测与预报、航行风险评估、自动航线规划、海事服务示范

3. 海洋生态环境保护

3.1 近海生态质量监测评估与环境分区管控关键技术（应用示范类）

研究内容：从支撑重点海域综合治理攻坚战的需求出发，研发高灵敏、高通量的环境 DNA 检测技术，并结合经典生物多样性、卫星遥感等监测手段构建空天地一体化的近海生态环境监测技术体系。研究环境胁迫下海洋生态质量变化规律，建立充分体

现海洋生态特征的近海生态质量与生态系统稳定性评估技术体系，实现近海多区域、多类型、长时序的动态评估。定量识别环境和生物因子变化对生态质量的长短期贡献，提出稳定性演变的关键驱动因子阈值，构建基于稳态转换的多层级海洋生态系统稳定性预测预警模型。以海洋生态环境精细化治理为目标，研发基于近海生态系统特点和区域特征的环境分区管控技术。开发近海生态质量评估与生态系统稳定性预测预警可视化决策支撑系统，并在渤海湾和珠江口等重点海域示范应用。

考核指标：构建我国近海的环境 DNA 序列数据库，涵盖近海主要生态区的重要物种数量不少于 1000 种（包含生态重要物种、旗舰种、珍稀/濒危种、经济物种等），研发空天地一体化的近海生态环境监测技术体系 1 套。研发基于多源异构数据融合的近海生态质量监测评估信息产品不少于 10 种，趋势评估时间跨度不少于 20 年，分辨率优于 30×30 米。研发近海生态系统稳定性模拟模型 1 套，多要素类型至少包括 5 种，可实现年内和年际间模拟，预测预警准确率达到 80% 以上，阈值种类不少于 5 类、数量不少于 8 个，阈值分布范围的偏差低于 25%。创建海洋生态环境分区管控技术体系 1 套，分级尺度不少于 3 层。决策支撑系统在不少于 2 个重点海域推广应用，业务化运行时间不少于 6 个月。

关键词：生态质量、监测评估、分区管控、近岸海域、重点海域攻坚战

3.2 近海典型碳汇功能区碳汇清单、控制机理与增汇容量(基础研究类)

研究内容: 围绕国家“双碳”战略, 针对近海碳汇底数不清、增汇途径不明等突出问题, 完善陆—海—空跨基界面协同通量观测体系, 实现近海不同系统碳源汇的准实时监测与准确定量; 厘清近海碳收支自然变率和控制机制以及人为 CO₂ 含量, 阐明碳源汇的时空格局和演变规律; 协同已实施的滨海湿地(红树林、盐沼、海草床等)蓝碳项目, 系统估算近海不同碳汇功能区(还包括河口区、陆架区等)的碳通量与碳储量, 绘制碳汇空间分布图和碳收支清单; 评估碳库稳定性、碳汇可持续性及其增汇潜力与容量, 为推动海洋碳汇纳入国家自主贡献(NDC)范畴提供支撑。

考核指标: 搭建融合现场观测与卫星遥感的立体监测系统, 并结合数值模拟手段与机器学习等大数据技术, 开发距今 20 年的高时空分辨率的中国海 CO₂ 通量网格化数据集, 时间分辨率不低于季节, 空间分辨率不低于 10km×10km; 集成构建近海不同系统边界明确的碳汇核算方法, 实现滨海湿地、河口、大陆架等碳汇功能区空间划分, 摸清碳汇底数, 在现有水平上提高碳收支清单评估准确性 50%; 揭示界面交换过程和内部多种碳泵过程对近海碳源汇的调控, 定量人为 CO₂ 现存量, 评估未来碳中和情境下我国典型碳汇功能区的增汇容量。

关键词: 近海碳功能区、碳汇清单、控制机理、增汇容量、碳中和

3.3 我国近海致灾水母的关键监控与预测预报技术（共性关键技术类）

研究内容：研究水母爆发影响海洋生态系统的关键过程，发展基于致灾水母及其环境因素长时序观测资料的统计模型，开展水母灾害预测预报；研发水母幼体水下原位显微成像和水母成体低空遥感自动识别技术，形成水母全生活史监测关键技术体系；面向海水浴场、核电取水区和养殖区等近海典型海洋服务功能区需求，综合生物竞争、物理喷射、化学消杀、高效拦截及驱离技术等构建水母灾害综合防控体系。

考核指标：建立致灾水母趋势预测模型，对未来1年水母发生概率和规模进行预测，针对典型海域水母暴发预测准确率 $>80\%$ ；研发高浊度海区（ $>10\text{NTU}$ ）水下显微成像技术，识别目标个体大小 $>100\mu\text{m}$ ， $<1\text{mm}$ ，实现对致灾水母幼体的原位定量监测；研发无人机自动识别监测技术，表层水母监测效率 >8 平方千米/小时，识别准确率 $>80\%$ ；在海水浴场、核电取水区和养殖区等典型海洋服务功能区开展示范应用，时间不小于6个月；研发水母灾害的生态、物理、化学消除技术，对野外水母水螅体的综合清除率 $>70\%$ ，水母成体防控效率 $>60\%$ 。

关键词：致灾水母、趋势预测、水下显微成像、全生活史监测、灾害综合防控体系

3.4 海洋环境突发性污染事故风险防控关键技术（共性关键技术类）

研究内容：研发海上薄油膜、危化品及放射性核素的快速、灵敏检测技术和方法，形成近海污染事故的陆—海—空—天一体化监控体系；发展海域污染物分布精细化预测预报方法，构建我国海上重特大突发污染事故风险预警体系和环境损害评估方法；完善海上溢油与常见危化品应急处置与回收关键技术与装备，降低处置成本，构建近海突发性污染事故监测、评估、预警和应急处置综合防控体系并示范应用。

考核指标：构建近海突发性污染事故陆—海—空—天一体化监控体系，覆盖我国近海 200 海里以内海域；实现对海面厚度 $\leq 5\mu\text{m}$ 薄油膜的遥感观测，危化品检测方法重点针对苯、甲苯、对二甲苯和丙烯酸酯类等常见危化品，对海水中放射性核素检测覆盖碳-14、碘-129、钨-99 等核污染废水中的主要放射性核素；完成基于多源观测数据同化的污染物分布精细化数值预报方法，局部分辨率达到 100m，构建 1 套海上污染风险预警体系；建立 1 套海洋突发环境污染事故生态环境损害评估方法体系；研制溢油与危化品快速回收清除技术与装备，海上溢油回收速率 $\geq 500\text{t/h}$ 、现场分离效率 85% 以上、处理后油含量 $\leq 15\text{ppm}$ ，危化品应急处置技术重点面向前 100 种高风险化学品，海上溢油与危化品处置成本均降低 20% 以上；构建近海突发性污染综合防控技术体系，形成突发污染事故防控的技术标准或规范，开展综合防控体系的示范应用，溢油应急处置技术体系在国内重大海上溢油事故应急处置中回演示范。

关键词：近海突发性污染事故、检测技术和方法、风险预警体系、环境损害评估方法、应急处置与回收

3.5 海洋生态环境保护关键技术研发（青年科学家项目）（共性关键技术类）

研究内容：针对我国近海面临的污染加重、生态系统退化、多种风险叠加等系列生态环境问题，在解析近海生态环境退化关键过程和机理的基础上，研发典型海域污染防治、生态灾害与突发性事故防控、生境修复，以及生态系统安全评估等关键技术，推动构建我国海洋生态环境保障科技支撑体系。研究内容包括：

（1）近岸海域病原微生物快速监测与来源解析技术；（2）近海典型生态灾害预测预警与趋势分析；（3）基于环境基因组的近海生物多样性解析；（4）观测数据驱动的近海生态系统健康评估；（5）重大海洋工程对热带海域典型生态系统影响监测、评估与风险防控技术。研究内容中5个方向每个方向支持1项青年项目。

考核指标：聚焦科学前沿和颠覆性技术，在近海典型污染风险管控与高效防治、近海典型生态灾害与突发性事故防控、典型海洋生态系统保护与生境修复等方面取得原理、核心技术突破或集成突破，服务于海洋生态环境保障体系的构建和推广应用。

关键词：病原微生物监测、生态灾害防控、生物多样性解析、生态系统健康评估、重大海洋工程影响评估