

附件

“深海和极地关键技术与装备”重点专项 2022 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“深海和极地关键技术与装备”重点专项。根据本重点专项实施方案部署，现发布 2022 年度项目申报指南。

本专项着眼国家发展与安全的长远利益，坚持重点突破，一是着力突破深水油气和水合物一体化勘探技术瓶颈，实现核心装备自主可控；二是突破深海资源精准勘探、绿色开发、高效利用、监测评估等关键技术，增强深海矿产资源自主可控开发能力；三是突破深海生物资源原位观测、样品采集、培养保藏、深层次开发利用等关键技术，创制一批具有自主知识产权的高端深海生物新产品。

2022 年度指南部署按照分步实施、重点突出原则，面向深海和极地国家战略需求，围绕国家深海装备关键部件产品化、深水油气勘探开发共性关键技术、深海矿产资源勘探和评估、深海生物资源原位观测、样品采集、培养保藏、深层次开发利用等方向，部署 11 个指南方向共 18 个项目，拟安排国拨经费 2 亿元。其中拟部署 8 个青年科学家项目，拟安排国拨经费 1600 万元，每个

项目 200 万元。本专项指南要求以项目为单元整体组织申报，须覆盖所申报指南二级标题（例如 1.1）下的所有研究内容和考核指标（青年科学家项目除外），项目执行期 3~5 年。根据相关规定，本批指南用于典型应用示范类项目的中央财政资金不超过该专项中央财政资金总额的 30%，对典型应用示范类项目，要充分发挥地方和用户作用，加强军民协同，强化产学研用紧密结合。对于企业牵头的应用示范类项目，其他经费（包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等）与中央财政经费比例不低于 2:1。

指南各方向拟支持项目原则为 1 项（青年科学家项目除外），若在同一研究方向下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，可同时支持 2 个项目。2 个项目将采取分两个阶段支持的方式。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。除特殊要求外，每个项目下设课题数不超过 5 个，项目参与单位总数不超过 10 个。项目设 1 名负责人，每个课题设 1 名负责人。青年科学家项目不再下设课题，项目参与单位总数不超过 3 家，项目设 1 名负责人。青年科学家项目负责人年龄要求，男性应为 38 周岁以下（1984 年 1 月 1 日以后出生），女性应为 40 周岁以下（1982 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。

1. 深海油气、水合物资源勘探开发

1.1 深海勘探新型低频高压气枪研制与应用

研究内容：针对海洋勘探传统高压气枪低频能量不足的难

题，研发深海勘探新型低频高压气枪阵列总体技术、新型低频高压气枪枪体与电磁阀设计以及高精度同步控制方法；研究新型低频高压气枪阵列大尺度气泡群耦合机制、正反演优化技术，开发新型低频高压气枪阵列专用控制软件；研发新型低频高压气枪阵列子波模拟技术及软件，从时间域、空间域及频率域等多个维度实现常规水平枪阵和延时、立体等气枪阵列三维波场的模拟和对比功能，指导气枪阵列最优设计；开展新型低频高压气枪海上试验验证及应用示范。

考核指标：研制新型低频高压气枪 4 套，容积 $\geq 20000\text{in}^3$ ，有效低频达到 2Hz，单枪连续激发次数不少于 10 万次，机械故障率为零。开发新型低频高压气枪阵列专用控制软件 1 套，压力子波峰值、周期等计算误差不超过 4%；气枪子波模拟软件 1 套，至少包含气枪阵列读取、远场子波模拟及频谱分析、不同枪阵的子波对比及分析、气枪子波时一空一频多域属性分析等功能，远场子波模拟结果与实测结果对比相关系数不低于 0.95；可完成不少于 60 个气枪组合的阵列优化。设备国产化率 100%，海上试验验证数据采集测线长度 $\geq 200\text{km}$ ，开展应用示范不少于 20km^2 。

1.2 天然气水合物储层压裂防砂一体化技术研究及应用

研究内容：开展弱胶结泥质粉砂水合物储层端部脱砂压裂理论和数值模拟研究，配套研发通井扩孔增产工作液体系，构建水合物储层端部脱砂压裂技术；开展水合物储层纤维压裂研究以及水合物储层压后评估，建立水合物储层纤维压裂工艺技术；配套

开展控砂防堵高效筛管及解堵技术方法研究。形成一套泥质粉砂天然气水合物储层压裂防砂一体化技术方案，为水合物生产性试采提供技术支撑。

考核指标：构建天然气水合物储层压裂防砂一体化技术体系，研发水合物储层端部脱砂压裂模拟软件 1 套，研发新型防砂筛管和配套工具 1 套，水合物储层改造深度不少于 10m，储层出砂量降低 20%以上，筛管堵塞周期超过 40 天，完成海试验证。

2. 深海矿产资源勘探开发

2.1 深海表生矿产高效精准探测技术及应用示范

研究内容：针对深海矿产资源近底高精度快速勘探，突破可搭载 AUV 等多类平台的水下声、光、磁和高光谱探测三维立体成像关键技术，构建矿体微结构高分辨率成像，开发声光海底底质分类方法与多类平台多参数智能评估系统，实现矿物高光谱特征定量化提取技术，建立智能化资源与底质识别方法，实现深海矿产资源高效快速探测。

考核指标：实现单次作业 $\geq 500\text{m}^2$ 的声、光、磁探测，形成深海矿产资源表层资源分布精准圈定横向分辨率 $\leq 10\text{m}$ ；声学精度亚米级；光学图像空间分辨率 > 1000 万像素，单帧图像处理时间 $\leq 0.1\text{s}$ ；光谱波段范围 450~700nm，光谱分辨率优于 10nm，水下光谱辐射校正误差 $\leq 10\%$ ；磁法识别 $\leq 30\text{nT}$ 的目标体磁异常，获得多分量的磁异常；研制探测设备 1 套，AUV 集群协同作业控制软件 1 套，完成软件模拟仿真验证，建成深海矿产资源多参数

智能评估系统，在我国深海重点矿区开展应用示范。

2.2 深海采矿柔性混输管关键技术研究

研究内容：针对深海资源绿色、高效与经济性开发需求，突破 6000m 深海柔性采矿管设计、制造和评价技术，开发超耐磨内衬材料，重点攻克高耐磨、轻量化高分子柔性管的设计与制造技术，研究混输管结构损伤识别技术与健康管理，形成柔性混输管测试工艺与评价方法，研制超深水、轻量化、高耐磨的连续柔性管，为深海资源开发利用提供重要技术支撑。

考核指标：系统设计作业水深 6000m，管径 $\geq 200\text{mm}$ ，空重 $\leq 150\text{kg/m}$ ；弯曲半径 $\leq 4\text{m}$ ；内径 200mm 柔性管道质量磨损量 $\leq 60\text{g/摇摆 100 万次}$ (QB/T 5101-2017)；完成矿物体积浓度 $\leq 15\%$ ，额定流量 $\geq 400\text{m}^3/\text{h}$ 条件下，超深水高耐磨柔性管的样机实验验证；实现材料、制造工艺与装备全面自主国产化。

2.3 深海采矿羽流影响监测模拟关键技术

研究内容：针对羽状流及再沉积对底层环境与生物影响监测技术需求，突破深海粒子超高分辨率成像、羽状流再沉积厚度监测和生化要素原位监测、生物学特征和沉积环境特征图像分析等关键技术，研制具有高带宽远程双向通讯控制，通过可受控移动和/或固定的海底沉积环境和生化要素原位监测平台及便携型监测节点，构建面向采矿羽流环境监测的深海远程受控局域网络，在多金属结核矿区示范应用，在线获取实验监测数据，并结合环境基线及自然变化资料和实验室模拟实验，建立深海采矿羽状流

模型、数值仿真系统和羽状流再沉积对底栖生物及底层环境影响的预测模型。

考核指标：系统具备实时或准实时传输数据图像资料且可远程调整海底监测策略功能，最大工作深度 6000m，持续工作时间 ≥ 3 个月；具备深海近底层颗粒物监测、羽状流再沉积监测及底栖生物图像分析测量等功能；深海采矿羽流模型的水平分辨率优于 30m，近底层垂向分辨率优于 2m；建立羽状流再沉积对底栖生物和底层环境影响的预测模型，可预测的主要生物类群数 ≥ 5 个，可预测的环境参数 ≥ 2 个；核心装备国产化率 $\geq 90\%$ ，在多金属结核矿区实现应用示范。

2.4 深海采矿生物生境影响评估关键技术

研究内容：面向深海金属矿产资源开采，评估深海矿区环境基线，识别多金属结核矿区的指示种、关键种和生物分布关键控制要素，提出评估指标和阈值，建立影响模型和预警系统；构建环境监测评估的计量标准化体系；突破生物栖息地分类关键技术，建立参照区选划技术体系，形成深海采矿对生物及其栖息地影响评估综合技术体系。

考核指标：形成深海采矿影响评估及生物栖息地分类关键技术，建立深海环境监测评估的传感器装备的计量标准化体系，深海采矿对生物与栖息地影响评价指标 20 个、定量化阈值数量 10 个，影响评估模型 2 个，生物栖息地分类标准类型数量 ≥ 6 类，定量化指标数量 ≥ 4 个，在多金属结核矿区实现应用示范。

3. 深海生物资源开发利用

3.1 深海生物来源药源分子的高效发现与筛选

研究内容：完善基于分子网络、小分子准确识别以及组学信息驱动等的深海生物（包括动物、植物、微生物）来源药源分子的高效发现和筛选技术体系；建设具有我国深海特色的海洋天然产物分子网络数据库；挖掘针对重大疾病的药物先导化合物，开展重要药源分子成药性评价，为我国海洋新药创制提供候选品种。

考核指标：建设具有我国深海特色的海洋天然产物分子网络数据库（不少于 2000 个化合物）；挖掘出 50 个以上具有开发前景的药源功能基因；获得深海生物来源新天然产物 1500 个以上；获得具有开发前景的药物先导化合物 150 个以上；完成 15 个以上重要先导化合物的应用潜力评价，其中不少于 5 个完成系统性成药性评价。

3.2 深海候选药物工程化制备技术研究

研究内容：围绕恶性肿瘤、严重感染性疾病、突发公共卫生疾病、代谢性和神经退行性疾病等重大疾病，选择具有成药前景的活性分子为研究对象，分别开展工程化化学全合成或微生物产物工程化发酵技术研究，建立快速、高效、可产业化的化学合成/微生物发酵工艺路线，突破深海药物开发瓶颈，为增强我国海洋药物的国际竞争力发挥引领作用。

考核指标：建立 5~10 条工程化化学绿色合成工艺路线，完

成 10~20 个活性天然产物的全合成，其中 1 种规模达到千克级；确定 5~10 个药物候选分子，完成不少于 5 个化学合成候选药物的成药性潜力评估；实现 5 个以上候选药物分子的工程化发酵，规模不低于 1000 升，其中 1 种批次发酵总产量达千克级；完成不少于 5 个微生物发酵候选药物的成药性潜力评估。

3.3 深海药物先导化合物深度挖掘与开发新技术研究

研究内容：（1）探索深海药物先导化合物高效发现和深度挖掘新技术，包括新结构的快速排重技术、基于结构基团的活性预测技术、高通量构效关系分析研究技术等；（2）发展深海药物先导化合物结构改造与优化新方法、新技术，包括高效生物电子、前药、软药设计新方法等；（3）建立深海药物先导化合物活性评价新技术，包括基于靶点、通路、细胞、类器官、器官以及整体动物模型的活性筛选新技术等；（4）开发药物靶标和作用通路鉴定新技术，包括高通量药物-靶点分子对接新技术，高通量药物作用通路发现、确认新技术等；（5）开展深海生物来源、针对重大疾病、有成药前景的药物先导化合物作用机制研究，包括但不限于作用靶点、通路，体内主要代谢特征等。

考核指标：完成相应的深海药物先导化合物深度挖掘，结构改造/优化，活性筛选/评价，靶点/作用机制研究新方法、新技术、新工艺的建立，通过试验验证并获得实际应用。

有关说明：青年科学家项目，围绕上述研究内容申报者可自行选题并确定项目名称，平行支持 8 个项目。

3.4 深海新型生物酶制剂创制与产业化

研究内容：攻克深海生物酶分子规模化发酵或异源表达、酶分子高效分离等技术瓶颈，发展酶固定化、酶制剂组方与稳定性等产业化关键技术与工艺，建设重要酶制剂工业化生产线，实现部分重要酶制剂的国产化和产业化，推进一批重要酶制剂及其催化/转化产品在行业中的应用与推广。

考核指标：建立 2~3 种适合于深海来源、可工程化应用的酶蛋白高效表达体系；建立 2~3 种批次发酵规模千升以上、酶蛋白批次制备千克级的技术工艺；建立酶的固定化、多元复配与制剂应用技术 10 项以上并获得实际应用；建立重要酶制剂工业化生产线 2~3 条；实现 10 种以上酶制剂在行业中的推广应用，其中 2~3 种替代或部分替代进口。

4. 前沿和颠覆性技术

4.1 海洋仿生技术装备

研究内容：突破常规深海装备的设计理念及运用方式的限制，由海洋生物组织结构与行为特性启发，开展新概念装备的设计和技术研发，重点突破新概念水动力设计、模块制造成型、深海环境自适应等关键技术。

考核指标：在材料、器件或整体系统方面取得原理或技术性突破，完成概念设计、关键技术研发及原理样机/工程样机研制，工作深度大于 1000 米，通过海试验证。