
附件 5

“深海关键技术与装备”重点专项 2018 年度项目申报指南

为贯彻落实国家海洋强国战略部署，按照《关于深化中央财政科技计划（专项、基金等）管理改革的方案》（国发〔2014〕64号）要求，科技部会同发展改革委、教育部、中科院等部门及上海市科委等省级科技主管部门，共同编制了国家重点研发计划“深海关键技术与装备”重点专项实施方案。本专项紧紧围绕海洋高新技术及产业化的需求，将重点突破全海深（最大深度 11000 米）潜水器研制，形成 1000~7000 米级潜水器作业应用能力，为进入、认识深海，开发利用深海油气、矿产和生物资源提供技术装备，加快我国深海科技体系建设，为我国深海资源开发利用和海洋强国建设提供科技支撑。

本专项执行期从 2016 年至 2020 年，2016-2017 年重点围绕全海深（最大工作深度 11000 米）潜水器研制及深海前沿关键技术攻关，深海通用配套技术及 1000~7000 米级潜水器作业及应用能力示范，深海能源、矿产资源勘探开发共性关键技术研发及应用等方向启动了“全海深高能量密度高安全性锌银电池研究”等 64 个项目。2018 年拟针对上述方面继续支持约 40 个项目，同一

指南方向下，如未明确支持项目数，原则上只支持 1 项，仅在申报项目评审结果相近，技术路线明显不同，可同时支持 2 项，并建立动态调整机制，根据中期评估结果，再择优继续支持。国拨经费概算约 6 亿元。

本专项以项目为单元组织申报，项目执行期 3 年。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 1:1，用于典型应用示范类项目的中央财政资金不得超过该专项中央财政资金总额的 30%。除有特殊要求外，所有项目均应整体申报，须覆盖相应指南研究方向的全部考核指标。每个项目下设课题数不超过 6 个，项目所含单位总数不超过 10 家。

本专项 2018 年项目申报指南如下。

1. 全海深（最大工作深度 11000 米）潜水器研制及深海前沿关键技术攻关

1.1 全海深视频采集、传输、处理技术研发及系统集成和示范应用

研究内容：针对全海深载人潜水器海试、科学应用的需求，研究全海深视频采集及传输核心关键技术，研制具有自主知识产权的深海超高清及 3D 视频摄录和照明设备、水下大深度长距离实时视频数据压缩及有线/无线视频传输设备；研究深海视频应用技术；构建水下搭载平台与全海深载人潜水器互动的全海深视频

拍摄系统，实现对全海深载人潜水器在海底作业状况及场景的拍摄和原位观测，并将视频信号实时传输至水面母船，实现全海深水下视频信号通过卫星实时传送。

考核指标：系统最大工作深度 11000 米；视频采集系统满足超高清及 3D 录制要求，视频分辨率不小于 4096×2160 个像素，视频帧率不低于 60 帧/秒；通信系统：水下到水面的视频信号传输满足超高清大电视视频播出的需求。完成一套万米级多机位海底拍摄系统的研制，实现载人潜水器万米级海底作业的实时传输，完成 3D 影视资料。通过海试验证及应用。

1.2 用于全海深技术装备的关键材料研制

研究内容：针对全海深（最大工作深度 11000 米）潜水器和探测设备的研制需求，研制适用于全海深海底地震仪的耐压玻璃球罩材料及其成型工艺，适用于全海深摄像机镜头保护罩或类似装备的耐压、高透光性、可曲面加工的透明材料及其成型工艺，适用于深海滑翔机壳体的新型耐压复合材料及其成型工艺。

考核指标：（1）全海深海底地震仪耐压玻璃球罩：最大工作深度 11000 米，外压试验达到 1.1 倍最大工作压力，不出现破坏或裂纹；（2）全海深摄像机镜头保护罩：最大工作深度 11000 米，有效尺寸直径不小于 120 毫米，可见光透光率不小于 90%，折射率一致性不大于 0.0003，弯曲强度不小于 400MPa，断裂韧性不小于 $4.0 \text{ MPa} \times \text{m}^{1/2}$ ，加工后表面光洁度不低于 III 级；（3）深海滑

翔机壳体新型耐压复合材料：最大工作深度 11000 米，结构体重量体积比不大于 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ ，满足深海滑翔机的制造需求。通过海试验证。

拟支持项目数：针对以上 3 个研究内容，拟分别支持 1 个项目。

1.3 深海潜水器谱系化集成与高效运维保障信息平台技术研究

研究内容：针对我国实现深海潜水器国产化、谱系化的目标，开展覆盖全海深的潜水器关键核心部件国产化技术、产品化信息、高效运维规范技术及信息集成研究，建立支撑国产化深海潜水器的运维保障信息平台系统；采用虚拟现实技术，实现深海潜水器及探测装备谱系化成果的展示，并形成面向大众宣教的科普产品；针对本专项支持的科考航次和海试航次获取的各类生物、地质、环境样品和各类观测数据（包括动力、化学、地震数据及视频资料）等，建立全海深样品信息管理系统和管理机制；开展深海技术与装备领域的发展趋势与发展战略研究。

考核指标：（1）深海潜水器谱系化技术集成与高效运维保障信息平台系统：构建覆盖全深海潜水器谱系化集成系统、深海潜水器系列标准规范及全寿命运维信息管理系统以及深海潜水器测试和支撑保障系统；（2）形成基于虚拟现实技术的谱系化成果展示系统和科普产品；（3）构建全海深（11000 米级）样品信息管理系统，使用机制和规范，形成深海技术与装备领域的发展战略报告。

拟支持项目数：针对以上 3 个研究内容，拟分别支持 1 个项目。

2. 深海通用配套技术及 1000~7000 米级潜水器作业及应用能力示范

2.1 全海深传感器研制

研究内容：针对全海深科学考察的需求，研制全海深（最大工作深度 11000 米）温盐深仪（以下简称 CTD）、声学释放器、全海深声学记录器，实现国产化。

考核指标：（1）全海深 CTD：温度测量范围为 $-5\sim+35^{\circ}\text{C}$ ，初始准确度 $\leq\pm 0.002^{\circ}\text{C}$ ，年漂移 $\leq 0.002^{\circ}\text{C}$ ，响应时间 $\leq 70\text{ms}$ ；电导率测量范围为 $0\sim 9\text{S/m}$ ，初始准确度 $\leq\pm 0.0003\text{S/m}$ ，月漂移 $\leq 0.0002\text{S/m}$ ，响应时间 $\leq 70\text{ms}$ ；深度测量范围为 $0\sim 11000$ 米，初始准确度 $\leq\pm 0.03\%\text{F}\cdot\text{S}$ ，年漂移 $\leq 0.03\%\text{F}\cdot\text{S}$ ，响应时间 $\leq 20\text{ms}$ ；（2）全海深声学释放器：最大工作深度 11000 米，释放功能正常；3.全海深声学记录器：最大工作深度 11000 米，监测和采集深海背景声学信号，最大采样率不小于 96kHz，最长连续工作时间不少于 360 天，存储容量不小于 5TB。国产化率 90%以上，通过海试验证。

拟支持项目数：针对温盐深仪、声学释放器和全海深声学记录器，拟分别支持 1 个项目。

2.2 深海潜水器配套通用技术及产品化

研究内容：针对各类深海潜水器及探测装备的需求，开展深海海水密接插件、长距离光纤微缆等关键产品研发和批量生产，实现全部国产化和产品化，替代进口。

考核指标：（1）水密接插件最大工作深度 11000 米，试验压力达到 1.1 倍最大工作压力，绝缘和通讯性能满足载人潜水器要求；（2）光纤微缆最大工作深度 11000 米，微缆外径不大于 0.4 毫米，拉断力不小于 85N，微缆线团最大长度不小于 40 千米。批量生产的产品通过海试验证。

拟支持项目数：针对水密接插件、长距离光纤微缆，拟分别支持 1 个项目，鼓励企业牵头。

2.3 深海科考船载装备的研制

研究内容：针对深海科考设备国产化的需求，（1）研制适用于主动源地震的船载高压气枪；（2）研制全海深地质绞车系统；（3）针对开展多种类无人潜水器规范化海上试验的需要，研制船载无人潜水器收放系统；（4）研制海底沉积物力学特性的原位测试装置，具备孔隙水压力、贯入阻力和剪切强度的测试能力。

考核指标：（1）船载高压气枪：研制 4 种不同容积（150，250，380，520 in^3 ）的高压气枪，激发时间 1ms，频谱范围 10~120Hz，持续能力 5 万发；完成气枪软件开发，水中压力峰值、气泡比和气泡周期的计算误差不超过 8%；（2）全海深地质绞车系统：最大工作水深 11000 米，绞车安全工作载荷 $\geq 15\text{t}$ 、容绳量 $\geq 13000\text{m}$ ；（3）船载无人潜水器收放系统：安全工作负荷分别满足布放 100~4000 公斤级 AUV、ARV、滑翔机等多种无人潜水器的要求，开展安全高效的海试作业和维护保障；（4）海底沉积物

力学特性的原位测试装置：最大工作水深 11000 米，插入深度不小于 0.5 米，测量误差不超过 8%。国产化率大于 90%，通过海试验证。

拟支持项目数：针对以上 4 个研究内容，拟分别支持 1 个项目，鼓励企业牵头。

2.4 基于虚拟现实（VR）技术的潜水器仿真与辅助作业系统研发和应用

研究内容：（1）针对深海潜水器技术研发和装备制造、使用培训、科普示范等需求，研发面向潜水器的 VR 人机工程分析与评价技术，研制应用于潜水器仿真设计、制造与培训的 VR 系统；（2）建立无人遥控潜水器（ROV）典型作业区环境三维场景和作业目标模型数据库，研发基于 VR 技术的 ROV 辅助作业系统。

考核指标：（1）VR 系统完成针对载人潜水器的仿真应用，具备用户二次开发功能；提交载人潜水器操作教学与培训系统，具备 2~3 人同时使用能力；（2）深海 ROV 实时三维场景再现辅助作业系统一套，完成应用示范，或通过第三方验证。

拟支持项目数：针对以上 2 个研究内容，拟分别支持 1 个项目。

2.5 大深度饱和潜水安全劳动强度及巡回潜水能力生理研究

研究内容：研究潜水员 500 米高压环境出潜实施巡回潜水的劳动强度极限（确定水中做标准体力劳动的安全劳动时间）；研究 500 米深度下巡潜作业的合理时长；研究 500 米深度巡回潜水的

安全深度范围以及巡回潜水的安全间隔时间；在构建大深度饱和潜水员生理监测研究平台基础上,开展 0 米到 500 米深度的加压、饱和停留、最终减压的一系列人体生理研究。研究成熟安全的 500 米深度饱和潜水加减压技术和高压环境控制技术。

考核指标:制定 500 米深度下潜水员的劳动强度和时程限制;实施外海 500 米深度饱和潜水试验,在研究确定的安全范围内,实现潜水员不少于 45 分钟的巡回潜水,通过海上试验验证。

有关说明:项目牵头单位负责落实与中央财政经费比例不低于 1:1 的其它经费(包括地方财政经费、单位出资及社会渠道资金等)。

2.6 深海应急响应示范系统构建

研究内容:针对深海应急搜救和打捞的特殊作业环境和作业需求,研究“水下—空中”一体化的实时监测及数据采集技术,应急通信与数据传输技术,海上特殊环境大规模数据快速存取与分析技术,应急数据实时分析技术,水下目标协同搜寻与定位技术,突破“水下—空中”应急信息链构建、深海应急处置态势智能分析与动态辅助决策支持技术,船载、机载 5G 小型化智能天线技术研究,Ka 波段甚小口径卫星通信技术应用,深海特殊作业环境下,多种通信方式的融合,船队和飞机组网的通信技术研究,并实际搭载在深水打捞作业船上形成能力,构建我国的深海应急响应示范系统。

考核指标：实现水下、水面、空中等多方信息互联互通，形成应急通信方案，满足海量数据可靠传输与存储要求；系统具备分层响应、自主判断、辅助决策功能，深海作业环境下，对空通信距离不低于 150 千米，对海通信距离不低于 40 千米。Ka 波段甚小口径卫星通信带宽上行不低于 2Mbps，下行不低于 4Mbps，且覆盖南北极以外的全球区域。协调目标定位误差不低于 10 米。海上终端搭载在深水打捞作业船上形成伴随保障能力开展应用示范。

2.7 大吨位沉船整体打捞关键技术与装备研制

研究内容：针对大吨位沉船整体打捞作业需求，研究坚硬底质穿引钢索或钢梁技术，适用于沉船舱室不规则空间的气囊浮力提升技术，可集中控制、具有升沉补偿功能的沉船整体液压同步提升系统；研究整体打捞作业时水面船舶、提升系统及水下沉船间的耦合运动及风险控制策略。

考核指标：设计最大工作深度 300 米，单体气囊水下提供浮力不小于 20t，液压同步提升系统总提升力不小于 10000t，单套升沉补偿装置工作荷载不小于 300t，补偿幅度不小于 1 米。关键技术指标通过实验室验证，系统功能通过海试验证。

2.8 依托深海运载及探测技术装备的深海前沿科学问题研究

研究内容：面向海斗深渊、热液硫化物及冷泉等深海科学的前沿领域，依托我国自主研发的各类深海有人/无人运载和探测平台，开展深海领域前沿科学问题研究。

考核指标：产出原创性重大科研成果，经国内外同行专家联合认定。发表与项目紧密相关，具有国际影响力的科研论文 15 篇以上，SCI/EI（科学引文索引/工程索引）收录认定。

拟支持项目数：针对海斗深渊、热液硫化物区和冷泉区域，拟分别支持 1 个项目。

3. 深海资源开发及利用共性关键技术研发与应用

3.1 深水油气地球物理技术攻关及应用

研究内容：（1）海上高精度地震海量数据处理软件平台研发：研究海量地震数据管理及复杂并行计算和大数据 I/O 技术，以及配套的工具模块，形成具有自主知识产权的海上高精度地震海量数据处理软件平台；（2）海底飞行节点地震仪勘探技术与应用研究：研发 1500 米级水下飞行节点地震仪，以及配套的地震数据全弹性波成像技术，完成海底飞行节点地震仪试验应用，结合大洋钻探资料，开展深水盆地地质与地球物理综合研究。

考核指标：（1）1 套深水地震海量数据资料处理软件平台，能够实现多类型多格式海洋勘探数据的管理与分析，且具有灵活的交互与批量处理功能和复杂计算模型，系统总体 I/O 效率达到硬件配置的 65% 以上，软件通过第三方测试，完成不少于 2 个企业或单位的试验应用；（2）海底连续工作时间 ≤ 25 天，定位误差小于 5 米，单节点数据存储容量 $\geq 8\text{GB}$ ，完成至少 50 台工程样机并完成试验应用。

拟支持项目数：针对以上 2 个研究内容，拟分别支持 1 个项目，鼓励企业牵头申报。

3.2 深水油气开发共性核心技术及装备

研究内容：（1）双梯度钻井技术研究及应用：研发用于 1000 米水深的无隔水导管双梯度钻井系统、隔水导管双梯度钻井系统和同心钻杆反循环双梯度钻井系统，解决易漏产层和疏松表层安全钻进难题；（2）高应变海洋管线管研制：开展基于应变的海底管道设计和高应变管线管技术攻关，研制高强度、高应变海洋管线管，研发管线焊接接头焊接工艺评定与检验技术，为实现国产化提供支撑；（3）用于 FLNG 装置的紧凑高效换热器研制：开展微通道换热器流动换热机理、板片蚀刻和焊接工艺研究，研发换热器设计软件，完成紧凑高效换热器的设计及工程样机制造，开展工业试验。

考核指标：（1）1 套同心钻杆反循环双梯度钻井系统工程样机，最大钻井液密度梯度差不小于 0.5g/cm^3 ；1 套无隔水导管和 1 套隔水导管双梯度钻井系统工程样机，最大钻井液密度梯度差不小于 0.3g/cm^3 ；陆地实钻试验不少于 2 井次、海上示范作业不少于 1 井次；（2）高应变管线管直径 559 毫米、壁厚 31.8 毫米、钢级 485MPa，实测屈服强度 $\leq 585\text{MPa}$ ，屈强比 ≤ 0.85 ，总伸长率 $\geq 25\%$ ，均匀延伸率 $\geq 7\%$ ；应变硬化指数 > 0.1 ；（3）换热面积不小于 100m^2 ，设计压力不低于 12MPa，芯体尺寸不大

于 0.5m^3 ，完成不少于 1 次的工业试验。换热器设计软件通过第三方验证。

拟支持项目数：针对以上 3 个研究内容，拟分别支持 1 个项目，鼓励企业牵头申报。

3.3 深海油气开发工程及安全保障技术

研究内容：（1）深海结构物全生命周期安全可靠评估与完整性诊断技术研究与应用：开展海洋环境载荷预报、强度失效模式评估等技术研究，开发深海浮式结构物全寿命周期综合安全评估软件。（2）环保型海洋工程装备防污保障技术：针对污损严重的静态海洋装备防污难度大的关键问题，开展自身具有防污性能的新型树脂的分子结构设计与制备，研发环保型海洋工程装备防污材料；开展关键基础材料、涂料制备、涂层结构设计、应用性能加速评价等关键技术攻关，研发长效防腐材料。

考核指标：（1）工程建设阶段完整性管理数据高效采集系统实现工程同步采集；完整性诊断系统较常规评估项目的诊断效率提高 30%；进行工程示范应用；通过船级社验证；（2）防污材料不含防污剂，海上应用实验 2 个生物旺季，海生物附着面积 $\leq 5\%$ ；防腐涂料耐盐雾、耐湿热 $\geq 5000\text{h}$ ，耐蒸馏水、 $3.5\%\text{NaCl}$ $\geq 300\text{d}$ ；性能指标达到国际同类产品先进水平，形成关键基础材料及防腐防污材料的产品化技术体系。

拟支持项目数：针对以上 2 个研究内容，拟分别支持 1 个项目。

3.4 海底硫化物采矿系统与装备技术开发

研究内容：开展海底硫化物采矿技术研究，研发不同赋存状态下的矿块开采方法和工艺，研制一套海底硫化物采矿试验系统，为开展海底硫化物商业开采奠定技术基础。

考核指标：一套适用于海底硫化物采矿试验系统，系统具备联动作业功能，采矿能力 30t/h，完成水深不小于 1000 米试验验证。

3.5 深海生物资源研究与应用评价

研究内容：选择深渊、深海热液区、深海冷泉等典型深海区域，依托国内外相关深海航次或前期已获得的深海生物样品，开展深海生物资源勘探、获取、培养、保藏和开发技术体系建设，获得一批具有研究和潜在开发价值的生物和基因资源，完善深海生物及其基因资源库；开展深海生命过程（如环境适应性机制、生物多样性演替机制及其生态效应等）前沿科学研究；系统开展深海生物基因资源应用潜力评价研究，初步形成深海生物及其基因资源开发技术体系。

考核指标：建立相应海区主要生物类群信息资源库；分离、鉴定深海来源微生物 5000 株以上，保藏 2000 株以上，发表新种 10~20 个，完成 100 株深海功能微生物、5 种深海多细胞生物的基因组和 50 个典型海底沉积物样本宏基因组测序和注释，充实和完善深海生物基因资源库；获得 20 个以上具有应用潜力的深海来源功能基因及其产物，并完成初步的功效评价；在本领域主流期

刊发表 **SCI**（科学引文索引）论文 **20** 篇以上，申请国内外发明专利 **20** 件以上。

拟支持项目数：针对深渊、深海热液区、深海冷泉，拟分别支持 **1** 个项目。

3.6 深海生物资源开发与高值化利用技术

研究内容：（1）发展和集成深海生物（包括动植物、微生物）来源药物先导化合物高效筛选和挖掘技术，建立和完善药源规模化制备技术（化学合成和/或微生物发酵），开展针对重大疾病候选药物的系统性成药性评价；（2）开展海洋高端生物制品研制、功效评价、绿色制造和应用等关键技术研究，创制一批高附加值新型海洋生物制品。

考核指标：（1）筛选获得深海动植物或微生物来源新天然产物各 **500** 个以上，获得具有开发前景的药物先导化合物各 **50** 个以上，建立 **5** 种以上动植物来源重要药源分子的全合成技术或 **5** 个以上微生物来源药物先导化合物的规模化发酵及制备技术，完成 **5** 个针对重大疾病候选药物的系统性成药性评价；（2）研发新型海洋生物材料与酶制剂（海洋医用生物材料、海洋生物来源分离介质、海洋生物酶制剂及其催化产品等）**20** 个左右，其中 **1~2** 个海洋医用生物材料获得应用批文，**2~3** 个海洋生物来源分离介质获得推广应用，**5** 个左右酶制剂或其催化产品实现产业化；研发健康相关海洋功能新产品（包括特殊环境和特殊人群用途）**20**

个左右，其中 10 个左右具有明确功效的产品获得应用批文；研发高端农用海洋生物产品（重要海洋经济动物疫苗、植物绿色免疫调节剂等）5~10 个，其中 1~2 个疫苗获得新兽药证书，5 个左右植物免疫调节剂获得登记证。

拟支持项目数：针对海洋动植物来源药物、海洋微生物来源药物、新型海洋生物材料与酶制剂、健康相关海洋功能新产品、高端农用海洋生物产品，拟分别支持 1 个项目。