

关于申报 2026 年度自然资源科学技术奖的公示

一、成果基本情况

成果名称：深海多金属结核资源勘探和环境调查评价关键技术创新及应用

主要完成单位：自然资源部第二海洋研究所，长沙矿冶研究院有限责任公司，中国海洋大学，武汉理工大学

主要完成人：卓晓军，李小虎，刘禹维，李正刚，孙栋，权永峥，郑皓，王浩，王献忠，鹿博，黎宙，杨克红，陈时平，章伟艳，曾轩

二、推荐意见

项目依托中国五矿集团国际海底多金属结核勘探合同，在国家大洋专项及中国五矿科技专项支持下，从成矿基础理论研究、资源勘探评价方法体系、环境基线构建、环境扰动和原位监测等方面取得原创性突破，形成了成矿新理论，构建了基线数据库，研制了环境监测评价新装备，建立了从基础理论、技术方法、专业数据库到新技术装备研发应用的完整体系，实现了以我国首份国际海底管理局批准的采矿技术试验“环境影响声明报告”为代表的重大突破与创新。

项目获授权专利 23 项，发表论文 17 篇，制定国家标准 1 项，软著 3 项。成果成功应用于中国大洋 47、50B 等 8 个航次，探明资源潜在经济价值约 204 亿元。近三年，应用单位依托项目成果新增产值和项目经费 7.62 亿元，实现了深

海勘探装备自主可控，经济社会效益显著。

经审查，申报材料真实有效，符合申报要求。我单位同意推荐该项目申报 2026 年度自然资源科学技术奖特等奖或一等奖。

三、成果简介

深海多金属结核资源富含钴、镍、铜和稀土等关键战略性新兴产业金属，已成为未来产业发展热点和科技竞争新高地。当前，深海矿产资源开发进入探采并重阶段，但我国在深海矿产资源精准勘探评价与环境影响监测领域面临勘探精度不足、资源储量和环境影响评价标准欠缺、环境监测装备手段不足等主要瓶颈，难以支撑我国深海矿产资源开发需求和战略资源安全保障。

本项目依托中国五矿集团国际海底勘探合同，在国家大洋专项及中国五矿科技专项支持下，从成矿理论、勘探评价、环境基线、原位监测等方面取得原创突破，形成成矿新理论，构建基线数据库，研制监测新装备，建立从基础理论、技术方法、专业数据库到装备研发应用的完整体系，实现以我国首份国际海底管理局批准的采矿技术试验“环境影响声明报告”为代表的重大突破，主要创新点如下：

创新点一：构建合同区三级资源量分布格局，创新成矿理论与精准勘探技术，取得探明资源量重大突破。立足合同区近十年航次调查，形成“勘查-理论-技术-工程”一体化精准勘探体系，完成 8 个区块（7.24 万 km²）资源评价及 A-5 区块（2.3 万 km²）精细勘探，构建“推断-控制-探明”三级资源量分布格局，获取控制资源量亿吨级、探明资源量百万

吨级；提出基于结核微区元素-矿物相变耦合的成矿新理论，创建近底声光与原位取样协同的精准勘探技术，系统支撑矿址圈划与资源评价。

创新点二：构建合同区环境基线，阐明七大环境基线特征，建立基线数据库，支撑取得国内首份国际海底管理局批准的“环境影响声明报告”。创新融合 eDNA、数字成像、多频声学探测与生物分层采样的环境基线调查方法体系，应用于多个航次调查，构建学科齐全、参数完善的矿区环境基线数据库；全面分析基线特征及自然变化，剖析采矿车单体海试环境扰动特点，建立扰动模型量化潜在影响，编制《中国五矿多金属结核合同区 A-5 区块采矿车单体试验环境影响声明报告》并率先获国际海底管理局批准。

创新点三：研制环境扰动监测与原位测试技术装备，实现多参数全周期监测与土工力学原位测量，首次建立矿区原位土工力学特征，制定国家标准，有力支撑首份“环境影响声明报告”获批。研制采集扰动、多参数实时监测、时序采样三位一体的智能化系统，实现 14 种环境参数全周期原位监测，强扰动环境下多参数测量技术达国际领先；研制 6000 米级沉积物原位土工力学测量装备，首创原位极小变量测量方法和非接触式扭力传递技术，实现极稀软底质参数原位实时测量，精度达 $\pm 2.5\%FS$ 。上述装备在多个航次中开展应用，为深海采矿环境影响监测提供自主技术手段。

项目获授权专利 23 项，发表论文 17 篇，制定国家标准 1 项，软著 3 项。成果成功应用于中国大洋 47、50B 等 8 个航次，探明资源量潜在经济价值约 204 亿元。近三年，应用

单位依托项目成果新增产值和项目经费 7.62 亿元，实现了深海勘探装备自主可控，经济社会效益显著。

四、客观评价

成果名称	评价方式	评价单位	评价意见	评价日期
6000 米级深海沉积物原位土工力学测量技术与装备	科技成果评价	湖南省科学技术信息研究所	整体国际先进，部分技术国际领先	2022/4/13
深海多金属结核环境扰动与测试系统研制	科技成果评价	湖南省科学技术信息研究所	整体国际先进，部分技术国际领先	2024/6/29
多金属结核区原位测试仪土工力学参数测试	项目验收意见	长沙矿冶研究院有限责任公司	通过	2021/9/14
中国五矿集团公司国际海底区域多金属结核保留区矿区 2017 度勘探任务	项目验收意见	中国五矿集团有限公司	通过	2019/1/3
中国五矿集团有限公司国际海底区域多金属结核矿区 2018 年度勘探任务	项目验收意见	中国五矿集团有限公司	通过	2019/12/13
中国五矿集团有限公司国际海底区域多金属结核合同区 2019 年度勘探任	项目验收意见	中国五矿集团有限公司	通过	2020/11/24

务				
中国五矿集团有限公司国际海底区域多金属结核合同区2021 年度勘探任务	项目验收意见	中国五矿集团有限公司	通过	2023/1/15
中国五矿集团有限公司国际海底区域多金属结核合同区2022 年度勘探任务	项目验收意见	中国五矿集团有限公司	通过	2023/12/9

五、主要知识产权目录

知识产权 (标准) 类别	知识产权 (标准) 具体名称	国家 (地区)	授权号 (标准 编号)	授权 (标准 发布) 日期	证书编号 (标准批准 发布 部门)	权利人 (标准起草 单位)	发明人 (标准 起草人)	发明专利 (标准) 有效状态
发明专利	一种沉积物 测年校正方 法及系统	中国	ZL202311 745543.1	2025- 04-01	7846794	自然资源 部第二海 洋研究所	韩喜彬,张怡, 王逸卓,马朋 云,韩瑞,李小 虎,罗孝文,吴 自银	有效
发明专利	一种基于加 权信息量模 型的流域滑 坡易发性评 价方法	中国	ZL202510 968719.2	2025- 09-09	8239776	自然资源 部第二海 洋研究所	韩喜彬,刘昀, 李小虎,张怡, 韩瑞,洪昱恺, 袁寰,罗孝文	有效

发明专利	一种海底多金属结核原位丰度评估装置及其评估系统	中国	ZL201910813627.1	2021-01-26	4222949	长沙矿冶研究院有限责任公司	曾轩, 程阳锐, 黎宙, 郑皓, 毛桂庭, 彭建平, 李小艳, 彭赛锋, 肖红	有效
发明专利	一种海底多金属结核取样装置	中国	ZL202110859276.5	2025-05-09	7929450	长沙矿冶研究院有限责任公司	黎宙, 程阳锐, 刘禹维, 李俊, 彭建平, 李小艳, 彭赛锋	有效
发明专利	一种海底羽状流再沉积环境影响的原位实验平台及评估方法	中国	ZL202410931064.7	2025-09-03	7343138	长沙矿冶研究院有限责任公司	程阳锐, 毛桂庭, 王炳坤, 彭建平, 李俊, 吴冬华, 黎宙, 刘禹维	有效
发明专利	可模拟海底采矿系统采集排放的试验平台及模拟测试方法	中国	ZL202210931036.6	2023-01-13	5696345	长沙矿冶研究院有限责任公司	陈时平, 郑皓, 双志, 何成	有效
发明专利	海底沉积物原位力学测试装置	中国	ZL202411203667.1	2024-11-05	7498822	长沙矿冶研究院有限责任公司	程阳锐, 黎宙, 李俊, 吴冬华, 彭建平, 李小	有效

						司	艳	
发明专利	海上自主升 沉式探杆贯 入综合监测 平台及其工 作方法	中国	ZL202210 541622.X	2023- 04-07	5853341	中国海洋 大学	权永峥; 贾 永刚; 鲁德 泉; 刘晓磊; 胡聪; 孙中 强	有效
发明专利	MEMS 水声 换能器基阵 及水下蛙人 目标探测方 法	中国	ZL202210 926743.6	2025- 01-03	7648452	武汉理工 大学	王献忠, 詹 必鑫, 姜权 洲, 董帅	有效
标准	国际海底区 域和公海环 境调查规程 第 4 部分: 海洋沉积物 物理特性调 查	中国	GB/T 42629.4 2023	2023- 08-06	ICS 07.060 CCS A 45	自然资源 部第二海 洋研究所	章伟艳, 张 富元, 姜 静, 陈庆, 商和辉, 郑 皓, 李宏 亮, 杨克红 等	有效