

加快推动我国深海矿产资源商业化开发进程

中国外贸金融租赁有限公司战略发展部 唐咏悠

党的二十大报告提出，“发展海洋经济，保护海洋生态环境，加快建设海洋强国”。深海深地是强化国家战略科技力量的前沿领域，海洋装备则被列入加快发展的战略性新兴产业之一。我国自上个世纪 80 年代起涉足深海矿产资源开发领域，但迄今为止系统性海上试验尚不充分，装备产业化与国际领先水平尚有差距，在全球进入国际海底矿区争抢划分与国家海洋权益维护阶段将处于不利位置。建议加大财政资金支持力度，探索政策性银行牵头引导，相关企业与社会资本加入的模式，多方筹措资金形成长期资本、战略资本和耐心资本；建议相关部委研究税收优惠、产业补贴配套政策，发展风勘资本市场基础设施，多措并举营造“科技-产业-金融”良性循环的市场环境，加紧缩小与国际领先水平的差距，抓住深海矿产资源商业开发的机遇。

一、全球各国积极探索深海矿产资源开发商业模式

深海矿富含镍、钴、铜与锰等金属元素，在陆地浅部优质矿产资源逐年减少与新能源汽车、储能等新兴产业需求拉动的共同影响下，日渐成为攸关国家安全与发展的新领域新赛道。具有商业开采价值的深海固体矿物资源包括四类，即多金属结核、多金属硫化物、富钴铁锰结壳和深海稀土。其中，多金属结核赋存在水深 4000 米至 6500 米被沉积物覆盖的深海盆地，资源量巨大，富含锰、铜、镍和钴等金属元素。

相比分布在洋中脊、海山的多金属硫化物和富钴结壳，多金属结核发育在深海平原的表层，具有资源总量大、勘探风险和采掘难度较低（无需剥离和研磨）等优势，使其最有可能率先成为被商业开采的深海矿种。

深海采矿是极其重技术和资金的未来产业，两者对于深海采矿的商业进程至关重要。当前，美国、加拿大、比利时和日本等深海矿产资源开发领先的国家已完成多金属结核采矿系统技术积累与装备试制，正持续开展海上试验，最早计划于 2026 年启动商业开采。然而，全球尚无成熟的商业模式。探索中的投资开发模式大体可以分为两类：一是以企业为承包主体的投资开发模式，譬如加拿大的金属公司（The Metals Company, TMC）、比利时的环球海洋矿产资源公司（Global Sea Mineral Resources NV, GSR）和英国海底资源公司（UK Seabed Resources Ltd., UKSR）。二是以政府部门及国有企业为承包主体的投资开发模式，典型代表包括中国、德国、法国、俄罗斯和日本。

（一）加拿大金属公司 TMC 采取轻资产战略

在深海采矿技术研发和勘探进度上，TMC 是最接近商业化的承包者。2022 年 11 月，TMC 在矿区完成了自 20 世纪 80 年代以来全球首次多金属结核采输和环境监测联合试验，该试验代表了当前深海采矿技术的全球领先水平。尽管监管方面的不确定性仍然存在，TMC 计划于 2025 年向国际海底管理局递交《开发合同》申请，2026 年启动试采。

TMC 采用轻资产战略，旨在通过改造现有生产设备，以较低的前期资本尽早启动商业生产并降低运营风险。通过拆分终极目标并制定标准后交由世界领先机构研发，TMC 同步

推进技术研发、资源勘探和环境影响评估三大任务。在融资与风险分担机制方面，TMC 积极拓展战略合作伙伴，以股权支付航运或海洋工程服务，以未来收益分成降低研发投入或运营成本，从而获得融资、海洋工程装备与技术咨询服务等。

2021 年 3 月，TMC 发布了同时符合美加两国标准的《NORI 矿产资源初步评估技术报告》，7 月提交了《环境影响报告书》，9 月通过在美 IPO 募集约 1.37 亿美元。2022 年至今，TMC 又通过定向增发、ATM 增发、发行认股权证募资以及股东贷款维持运营。但 TMC 公司实际 IPO 募资净额远低于计划融资额，投产计划一再被迫推迟，TMC 面临严峻的财务压力，股票交易价格持续低迷，再融资十分困难。

（二）比利时环球海洋矿产资源公司 GSR 依赖母公司支持

2018 年，GSR 率先提交了全球首份多金属结核开采的《环境影响评价报告书》。GSR 以在 2026 年至 2028 年实现商业化试开采为目标，计划在 2025 年进行系统集成测试，即把全尺寸的海底结核收集器采集到的结核通过立管提升至水面船舶，以验证在商业化生产规模下从海底回收多金属结核的技术和环境可行性。

与 TMC 通过资本市场融资不同，GSR 依靠母公司比利时疏浚、环境和海洋工程集团 DEME 的资金支持及海上工程经验推进深海采矿项目，于 2021 年在矿区完成了预原型海底结核收集器 4500 米级海试。通过与瑞士越洋钻探公司 Transocean 进行战略合作，GSR 获得了后者的一条超深水钻井船、现金投资和工程能力。

然而，据了解，减少企业应缴税款与促进高端海洋设备制造是 DEME 集团决定投资设立子公司 GSR 的两大动机。母公司缺少金属矿业背景，或导致 GSR 对相关金属产品市场了解不充分、对把结核加工成何种产品的研究投入不够，缺少对商业模式的设计，从而制约 GSR 推进深海采矿。另一方面，GSR 在矿产资源调查评价进度方面相对落后，至今仍未完成矿区资源评估报告。GSR 如今面临资金不足的问题，但是缺乏资源评估报告导致外部融资难以实现。

（三）美国国防巨头全资控股公司 UKSR 易主初创企业

UKSR 拥有两个多金属结核矿区，计划在 2027 年作出投资决策，在 2030 年启动深海采矿。2023 年 3 月，美国国防巨头洛克希德·马丁公司将全资子公司 UKSR 出售给挪威初创企业洛克海洋矿产公司 (Loke Marine Minerals, LMM)，退出了深海采矿领域。LMM 由经验丰富的海上能源领导者和企业家成立于 2019 年，继承了挪威注重 ESG 的传统与海上油气开采技术优势，旨在成为领先的、服务于绿色能源转型的矿产供应商，其主要技术合作伙伴和投资者包括全球知名油气工程公司德希尼布福默诗、挪威海事工业集团 Wilhelmsen Holding 以及挪威国防和航天系统提供商康斯伯格集团。LMM 计划在调查、环境测绘和技术开发方面发力，鉴于今年 1 月挪威议会通过了允许在挪威海部分大陆架进行矿产资源勘探的提案，LMM 也积极寻求该国沿海专属经济区（勘探）许可证。

据悉，UKSR 在深海采矿技术与装备研发方面曾一度领先 TMC 的前身 DGM，但近年来发展势头有所减弱。UKSR 被专注

于海洋矿产资源开发的挪威公司收购，提升了在深海环境中的作业能力，将助力其走向商业化。

（四）日本政府在深海矿产资源开发中发挥主导作用

日本视深海矿产资源开发为确保本国稳定矿产资源供给的重要途径，政府在该国深海矿产资源开发中起主导作用，从国家制度层面上保障了海洋矿开发的连续性。在财政资金的全力支持下，日本国家油气和金属公司（JOGMEC）及其控股子公司日本深海资源开发有限公司（DORD）在该国专属经济区与国际海底矿区同步推进多种海洋金属矿产资源勘探开发，总体技术处于全球第一梯队。日本取得的相关重大科技成果包括：JOGMEC 于 2017 年 9 月在冲绳县附近海域成功进行了全球首次海底多金属硫化物开采和提升中试，于 2020 年 7 月在南鸟礁南部成功实施了全球首次富钴结壳的采矿试验。深海稀土方面，日本海洋科学技术中心于 2022 年 10 月成功在茨城县近海开展了全球首次稀土沉积物采输和环境监测联合试验，于 2024 年在南鸟岛附近海域对深海稀土进行试开采，还未见公开报道。

（五）我国多方通力合作，积极布局深海矿产资源开发

我国深海勘探开发技术起步于 20 世纪 80 年代，在进入 21 世纪以来展现出强劲的发展势头，参与方也由自然资源部直属的事业单位与科研院校扩大至具有相关技术的央国企。

中国大洋协会是我国最早从事多金属结核勘探的单位，是深海采矿的“先驱投资者”，持有三份《勘探合同》，涵盖三种矿物资源，对外具有发声能力，积极参与各项国际规则制定；对内具有大洋事务管理能力，负责包括远洋科考和矿区试验在内的各类审批工作，同时作为我国深海矿产资源开

发利用的政府代表，组织国内相关力量进行深海矿产资源勘探和调查，在深海矿的勘探和开采技术上取得了丰富的成果。已在东太平洋克拉里昂-克里帕顿断裂带圈划了面积约 1.3 万平方公里的多金属结核矿址，计划在 2035 年前实现深海矿的商业化开采。北京先驱高技术开发公司是中国大洋协会的全资子公司，拥有位于西太平洋的多金属结核矿区的勘探权，具备完成深海矿产资源勘探任务的组织、协调和实施能力，在深海环境监测方面具有技术优势。

中国五矿集团有限公司于 2017 年 5 月与国际海底管理局签署了多金属结核勘探合同，为我国开创了以企业为承包主体申请国际海底矿区的先河。作为深海采矿未来产业的培育者、深海矿产资源开发利用技术国家重点实验室的依托单位，中国五矿集团有限公司持续开展装备技术研发、矿区资源与环境调查，经过多年不懈努力，实现了中国深海采矿技术第一次从陆地走向海洋，第一次海底矿石采集和矿石水下输送试验及第一次深海采矿整体系统联动试验，已在勘探、开采、输送和矿物加工等环节不断取得重大突破。迄今为止，已经联合包括中国大洋协会、自然资源部第二海洋研究所、中南大学在内的众多行业领军企业、高校与科研院所展开了 7 次海上航行调查与矿产资源评估、一系列设备与技术研发及海上试验验证，取得丰硕成果。在《勘探合同》的第一个五年阶段，完成了矿区全覆盖多波束测深调查、99 个地质取样以及约 760 千米的海底摄像测线，选定 A-5 区块作为下一步勘探工作的重点，整个合同矿区达到推断资源量。今年上半年，已完成采矿车单体试验环境影响声明报告，计划于 2025 年在合同区 A-5 区块开展采矿车单体试验，于 2028 年

完成矿区多金属结核采集-提升-环评联合试验。同时，深度参与国际国内海洋规章制度建设，提高中国海洋话语权，实施面向商业化开发的顶层设计，支撑我国深海采矿事业长远发展。

在多方共同努力下，我国已成为世界上在国际海底区域拥有矿区数量最多、矿种最全的国家。我国拥有 5 个国际海底矿区的专属勘探权和优先开采权，涵盖多金属结核、多金属硫化物与富钴结壳三个矿种，总面积达 23.5 万平方公里，相当于三个渤海海域面积。2011 年至 2020 年，我国深海采矿技术与装备研发进程加快，自主研制出深海采矿车与水下输送系统等关键装备，试验由湖试转向海试，目标矿种也由多金属结核为主发展至兼顾富钴结壳和多金属硫化物。2021 年至今，我国密集开展装备海试，从浅海到深海，由近海到原位矿区，形成了总体技术储备。

我国进入深海矿产资源开发领域历经四十余载，开展了关键技术攻关和原理样机研制，但系统性海上试验尚不充分，装备产业化与国际领先水平存在差距。一是对深海成矿理论缺乏系统认识，精准勘探和原位测量处于跟跑阶段；二是深海采矿基础理论较为薄弱，高效低扰动开采技术、生态环境影响研究、数字化智能化采矿体系亟待突破，整体联动试验深度和规模远小于发达国家；三是核心传感器、深海通用材料和关键工业软件主要依赖进口，全系统协同作业技术先进性和成熟度验证尚不充分；四是深海作业对海洋环境的影响研究停留在起步阶段。

在商业模式探索上，我国虽然建立了中南大学多金属结核经济评价模型，也对多金属结核的开发前景进行了分析论

证，但尚未形成系统性的商业模式，不能有效贯通“科技-产业-金融”的良性循环。

二、深海采矿面临技术装备难以商业化挑战

深海矿产资源勘探开发是多学科交叉的技术密集型产业，想要实现商业运营需要前期投入大量财力、物力，现阶段商业前景的不明朗与缺少风勘资本市场又导致社会资本被迫保持观望回避的态度，使得我国深海矿产资源勘探开发陷入“先有鸡还是先有蛋”的困境。在领先国家即将完成技术与装备试验，实现由资源勘探向开发转化的过渡时期，我国仍面临因技术装备水平落后，持有的 5 个国际海底矿区勘探合同将于 2026 年至 2034 年间陆续到期，可能丧失相应矿区资源优先开发权益的风险。

表 1：我国深海采矿承包和勘探情况

承包者	矿种	勘探合同生效	勘探合同到期 (含延期)	矿区位置
中国大洋协会	多金属结核	2001 年	2026 年	东太平洋 CCZ
中国大洋协会	多金属硫化物	2011 年	2026 年	西南印度洋脊
中国大洋协会	富钴结壳	2014 年	2029 年	西太平洋
中国五矿	多金属结核	2017 年	2032 年	东太平洋 CCZ
北京先驱高技术 开发公司	多金属结核	2019 年	2034 年	西太平洋

(一) 科研经费分散，协同攻关缺少体制机制保障

现阶段，国内深海采矿相关优势单位以自主申报揭榜挂帅任务的形式，通过承担国家重点研发计划、国家大洋专项、国家自然科学基金、工信部高技术船舶项目、省科技重大专项等为代表的国家和省部级科技类项目，获得资金支持，推进深海采矿关键技术与装备研发，但是科研经费比较分散，难以形成规模效应。国家科研经费以资助基础科学研究和勘探阶段为主要目的，而要达到深海采矿工程总体设计和实施、探转采的过渡阶段仍存在预计 80 亿元的资金缺口。

（二）科研装备难以满足工业化重载设备试验需求

深海勘探需要包括中试基地、近海试验场和大型海试及试开采所需水面支持平台（深海采矿试验母船）在内的科研基础设施与装备。现有深海采矿装备试验基地由于其试验水池尺寸和性能测试能力难以满足未来上百吨工业化重载水下装备试验需求，且原有内陆试验条件难以模拟海洋复杂环境，亟需建设深海采矿中试基地和近海试验场，经过调研获知，满足未来工业化采矿设备试验需求的基地建设费用预计在 8 亿至 10 亿元。深海采矿试验母船不可或缺，单船建造成本接近 10 亿元人民币，后续运营和维护成本高昂。国内尚无可满足商业开采要求的采矿船，水面支持系统制约我国大深度规模化深海采矿试验或试开采进程。

（三）商业前景不明朗，资本市场持观望态度

我国矿业资本市场不及美国、加拿大、澳大利亚等国成熟，无现金流的初级勘探企业难以上市。全球首个商业化深海采矿者——鸚鵡螺公司的失败案例与 TMC、GSR 的再融资困境也说明：深海采矿项目投产时间存在高度不确定性，长期稳定的资金支持必不可少。另一方面，由于缴费机制、环

境影响与保护等内容争议较大，《开发规章》何时出台也具有不确定性，但这又是在国际海底区域对矿石进行商业化开发的前提。我国正处于装备研制和海上试验验证阶段，深海采矿暂不能产生经营性现金流，短期内难以盈利，商业前景不明朗，资本市场持观望态度，仅靠市场进行资源配置尚不可行，前期政府的支持和引导必不可少。

三、解决深海采矿“先投入后产出”问题的思路与建议

国际海底区域蕴藏着丰富的矿产资源，对于拓展国家发展空间、增加战略资源储备意义重大，关于开展深海矿产资源的勘探开发必要性，社会各界是没有异议的，解决“先投入后产出”问题的关键是：充分调动社会各主体、各类别生产要素，形成战略资本、长期资本和耐心资本，合理、有效地分散未来产业培育过程的风险，共享未来产业发展带来的收益。基于上述思路提出以下建议。

一是建议政策性银行牵头引导，多方筹措资金，加快推进深海勘探所必需的基础设施与装备建设，协调解决“鸚鵡螺新纪元”号的历史遗留问题。以国家科研经费、政策性银行资金为牵引，通过政府背景资金牵头，引导相关企业、社会资本多方筹措资金，以设立深海矿产资源开发引导基金的形式支持深海采矿中试基地、近海试验场等基础设施的建设，加速完成矿产资源评估报告和环境影响评价报告，提升我国深远海矿产资源勘探和技术与装备研发领域的竞争力。由鸚鵡螺公司下单，马尾造船厂承建的“鸚鵡螺新纪元”号深海采矿船具有一定的科研价值，经改造可基本满足海上试验要求，由于原船东违约，自建成起就被闲置在福州保税区。马尾造船厂有意以1.5亿美元的价格出售该船，另有补缴税费、

改造维修和试验等成本支出，国内多家企业有购买“鸚鵡螺新纪元”意向，但与马尾造船厂在转让价格上未能达成共识。

二是建议相关部委出台阶段性税收减免政策，辅之以贷款贴息和无偿补助，推动海洋技术实现高水平自立自强，打造我国深海采矿产业生态，形成产业集群。近年来，中央财政通过购置补贴政策支持新能源汽车推广应用，这是我国新能源汽车经历了十年爆发式增长的重要原因之一；在光伏发电成本极高的初期，光伏电价财政补贴和产业税收优惠政策也对我国光伏发电产业降本增效起到了巨大的推动作用，促使其从“两头在外”的产业快速成长为我国在全球具有主导性优势的产业。上述经验做法值得借鉴，建议政府给予使用深海矿产品的中下游企业一定的税收减免，给予国际海底矿区承包者研发费用税前加计扣除与增值税即征即退等税收鼓励政策，推动技术进步，培育新质生产力。

三是建议相关部委加快推进风勘资本市场基础设施建设。目前，国内现有资本市场架构和通道未与风险勘查企业对接，虽然深海勘探比陆地勘探更加前沿，短期更难实现资本市场“造血”，但存在“风勘资本市场正在建设”的预期对形成长期资本、耐心资本是非常重要的鼓励信号。风勘资本市场的基础设施包括：体现矿业储量特点的信息披露标准和办法，矿业权评估师、地质师专业服务人员执业行为的管理。

对深海矿产资源进行合理的开发利用契合我国经济发展需求，是保障我国战略资源安全和发展高质量海洋经济的重要举措，加速推进深海采矿商业化是对总体国家安全观的深刻理解和把握。只要充分发挥新型举国体制优势，加快推

进关键核心技术协同攻关，加大科创研发投入，推动市场和政府有机结合，解决困扰中国深海采矿未来产业发展的融资问题，就可早日将矿区优势转化为开发优势和国家利益，让深海采矿成为继我国海上油气开发、载人航天之后的又一伟大壮举。