



中国深海大洋事业跨越发展的三十年

刘 峰¹, 刘 予¹, 宋成兵¹, 李向阳¹, 罗 祎¹, 高 岩¹, 张 丹²

(1. 中国大洋矿产资源研究开发协会, 北京 100860;

2. 自然资源部海洋发展战略研究所, 北京 100860)

摘 要: 自国务院决定成立中国大洋矿产资源研究开发协会(简称中国大洋协会)、将大洋多金属结核资源勘探开发作为国家长远发展项目开始, 中国的深海大洋事业已经走过了三十个年头。经过我国深海大洋工作者的不懈努力和拼搏奉献, 我国的深海事业从世界的边缘, 迈入国际深海舞台的中央, 在深海资源调查、深海技术发展、基础保障能力、国际规则制定话语权等方面实现了跨越发展。当前中国处于近代以来最好的发展时期, 世界处于百年未有之大变局, 两者同步交织、相互激荡。中国的深海事业发展同样面临机遇和挑战, 机遇和挑战并存, 挑战是机遇, 机遇也是挑战。在新的发展时期, 准确把握大势, 科学谋划好今后一段时期深海事业发展的思路、目标、重点、措施, 是我们必须解决的重大课题。

关键词: 大洋事业; 深海资源; 深海探测; 深海开发; 深海治理

文章编号: 1004-0609(2021)-10-2613-11

中图分类号: TF11.31

文献标志码: A

引文格式: 刘 峰, 刘 予, 宋成兵, 等. 中国深海大洋事业跨越发展的三十年[J]. 中国有色金属学报, 2021, 31(10): 2613–2623. DOI: 10.11817/j.ysxb.1004.0609.2021-42112

LIU Feng, LIU Yu, SONG Cheng-bing, et al. Three decades' development of China in deep-sea field[J]. The Chinese Journal of Nonferrous Metals, 2021, 31(10): 2613–2623. DOI: 10.11817/j.ysxb.1004.0609.2021-42112

中国系统性开展深海大洋工作以 1991 年中国大洋矿产资源开发协会(后文简称中国大洋协会)成立为标志, 至今已经走过了 30 个年头。但中国开展深海调查的历史可以追溯到 20 世纪 70 年代。1978 年 4 月“向阳红 5 号”远洋科考船赴太平洋开展深海调查, 在 4784 m 的海底首次获得多金属结核样品。1982 年 4 月第三次联合国海洋法会议通过关于对深海多金属结核开辟活动预备性投资决议时, 中国代表团团长梁于藩在致会议主席的信中声明, 中国在国际海底的活动总投资已超过 3000 万美元, 具备深海采矿先驱投资者资格。1990 年国务院批准中国大洋矿产资源研究开发协会申请国际海底矿区, 并将大洋多金属结核资源勘探开发作为国家长远发展项目, 正式拉开了中国系统性进军深海大洋的序幕。按照“持续开展深海勘查、大力发

展深海技术、适时建立深海产业”的深海大洋工作方针, 开启了全面进军深海大洋的征程^[1-4]。

1 中国深海大洋事业三十年的跨越发展

1.1 国际海底资源: 从先驱投资者到 5 个国际海底矿区、从矿物资源到生物基因资源

国际海底又称“区域”, 是指国家管辖范围以外的海床和洋底及其底土, 约占海洋总面积的 54%、地球表面积的 38%, 其蕴含着极其丰富的资源, 主要有多金属结核、富钴结壳、多金属硫化物、天然气水合物、深海生物基因等^[5-6]。《联合国海洋法公约》确立了“区域”及其资源是人类共同继承财产的原则, 国际海底管理局代表全人类行使

基金项目: 国家重点基础研究发展计划资助项目(2015CB755900); 国家高技术研究发展计划资助项目(2002AA401000, 2011AA09A101, 2011AA09A102); 国家重点研发计划资助项目(2016YFC0304100)

收稿日期: 2021-07-21; **修订日期:** 2021-08-31

通信作者: 刘 峰, 教授级高级工程师, 博士; 电话: 010-68022117; E-mail: liufeng@comra.org

“区域”内资源的一切权利^[7]。

中国是《联合国海洋法公约》缔约国，是国际海底管理局理事会成员，在“区域”资源的勘探和研究开发方面取得了显著成就。20世纪80年代有计划地进行了较大规模的大洋矿产资源调查研究，在中太平洋和东北太平洋累计调查面积达200多万 km^2 ，圈定远景矿区约30万 km^2 ，为申请国际海底矿区打下了坚实的基础。1990年，经国务院批准，中国大洋矿产资源研究开发协会向联合国海底筹委会申请了矿区登记。

1991年中国大洋协会成为继印度、法国、日本和苏联的相关机构之后第五个深海采矿“先驱投资者”，在东太平洋克拉里昂-克里伯顿区(CCZ)获得了15万 km^2 的多金属结核资源开辟区。至1998年底，先后经过8个航次的资源调查，完成了开辟区50%区域面积的放弃工作，圈定了7.5万 km^2 的资源矿区。2001年5月中国大洋协会与国际海底管理局签订多金属结核矿区《勘探合同》，确定了中国在国际海底区域拥有专属勘探权和优先开发权的第一块矿区^[8-9]。

随着我国深海资源调查工作的深入，中国大洋协会组织开展了多金属硫化物、富钴结壳资源的研究工作。自1997年起我国在中、西太平洋海山区开展富钴结壳资源调查，2005年“大洋一号”科考船开展了主要针对热液硫化物资源调查，获取了具有代表性的热液硫化物样品。我国紧随国际海底管理局勘探规章的制定进程，于规章审议通过的第一

时间提出矿区申请。中国大洋协会分别于2011年11月、2014年4月与国际海底管理局签订西南印度洋1万 km^2 多金属硫化物矿区《勘探合同》和西太平洋3千 km^2 富钴结壳矿区《勘探合同》^[10]。至此，我国成为第一个在国际海底区域拥有三种资源矿区的国家。

近十年来，我国在国际海底区域的资源勘探和研究工作取得跨越式发展。中国五矿集团有限公司、北京先驱高技术开发公司先后在国际海底区域再获两块多金属结核勘探矿区，我国矿区数量达到5个，矿区面积达23.5万 km^2 。中国目前是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。同时中国大洋协会利用航次调查发现，推动了中国在国际海底地理实体命名工作，建立了以《诗经》为依托的命名体系^[11]。截至2020年底已发现并命名的地理实体达243个，其中97个名称通过国际海底地理实体命名分委会审议，在国际海底地图上写下来自中国的名字。

相比于欧美发达国家，我国的深海生物基因资源研究工作起步较晚。随着我远洋科学调查能力的提升，2000年以来通过大洋航次调查，同步实施深海生物基因资源的取样、分离和潜力评估工作，开发能力迅速增强。分离、鉴定出约18万余株深海极端微生物，其中含300个新品种，建设了国家海洋微生物资源库。开发了面向工业、农业、医药卫生等领域一批具有经济价值的酶和小分子化合物，申请国内外发明专利百余项^[12-13]。

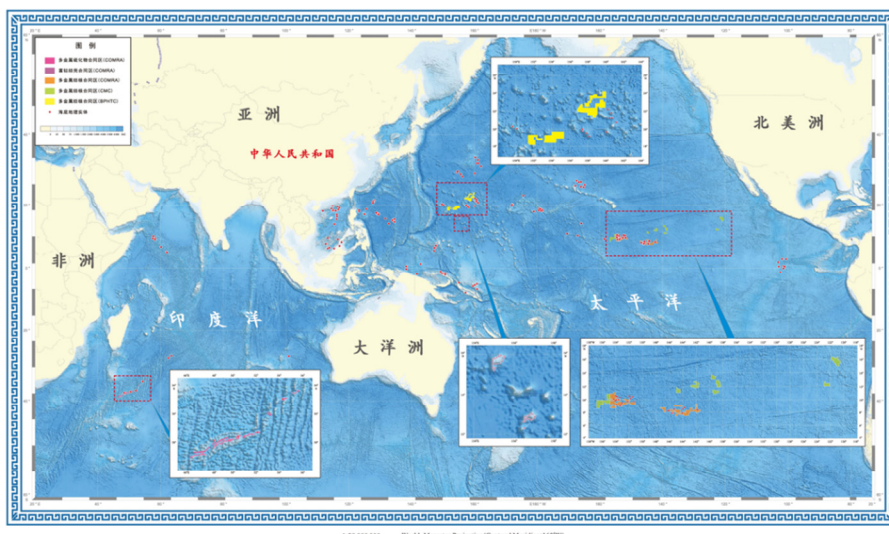


图1 中国在国际海底区域的矿区分布图

Fig. 1 Distribution of China's exploration contract areas in International Seabed Area

中国在国际海底开展调查活动的三十年间,从单一多金属结核资源调查,到太平洋、印度洋三种矿产资源5块矿区,再到深海生物基因资源潜力评估与开发,我国海上调查与资源评价能力得到了迅猛发展和提升,处于世界前列。

1.2 深海资源勘探、开发技术装备:从自返式无缆取样器到深海勘探装备系列化、从湖试到海试

深海资源勘探开发活动离不开深海技术装备的支撑,深海技术装备的发展直接决定了深海资源勘探开发活动的广度、深度和精度。

中国大洋协会成立初期,我国的国产深海装备无论是船载调查装备还是大型水下作业平台、无论是地质和生物取样装备还是水下长期监测装备、无论是取样观测装备还是支撑保障设施几乎都处于空白状态,整体国产深海装备水平远远落后于世界先进水平^[14]。海上地质调查工作主要依靠无缆自返式抓斗、箱式取样器、拖网,调查的可靠性和精细化程度完全满足不了工作要求,这其中拖网可以国产,箱式取样器采取仿制,无缆抓斗则需要依靠进口。而比如大型船载深水多波束测深系统、重力仪、深海光学拖曳系统、深海声学拖曳系统、深海超短基线定位系统等高精度大型调查装备均需要从国外引进,调查船上装备基本是“万国造”。

经过三十年自主创新、艰苦创业和跨越式发展,我们已经形成了以“蛟龙”、“海龙”、“潜龙”三龙大型调查装备等为突出代表的一流深海装备技术体系(见图2),发展了世界先进水平的船载深水多波束测深系统、船载超短基线定位系统、深海声学 and 光学拖曳系统等等,目前已经可以满足深海大洋高精度的调查和勘探工作的需要,装备的技术水平、稳定性和可靠性已达到世界先进水平,国产深海装备发展在国际上已从“跟跑”发展为“并跑”,部分装备领域实现了“领跑”^[15-16]。

中国大洋协会成立以来,对标国际海底区域活动勘探标准,在深海资源勘探技术装备方面取得了长足的进步。海底取样装备由单一的抓斗取样器发展到箱式取样器、多管取样器,由无缆自返式取样器发展到遥控潜水器(Remotely operated vehicle, ROV)精确控制取样和载人潜水器(Human occupied vehicle, HOV)亲临海底取样;海底探测技术装备由传统的测深仪、水下照相发展到深拖系统、全覆盖

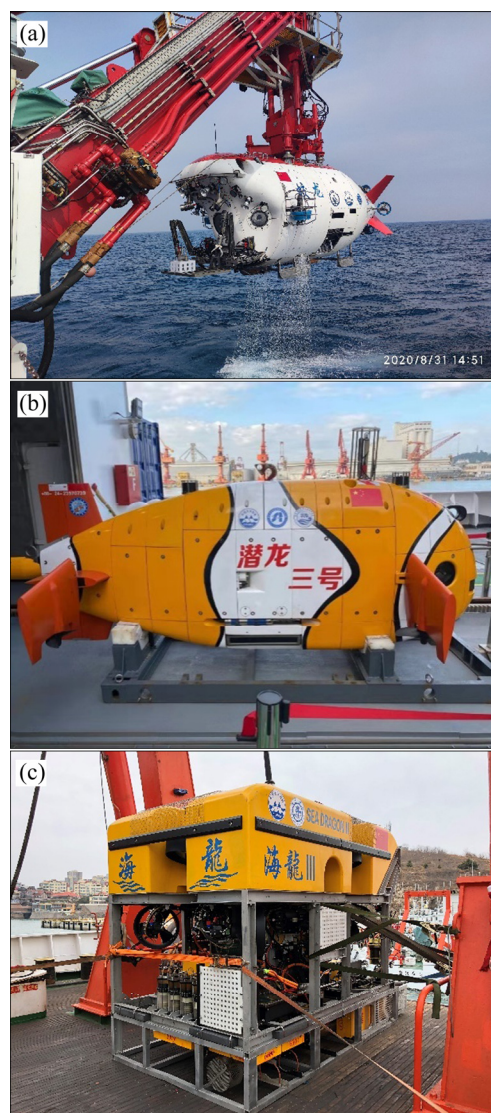


图2 中国的“三龙”深海运载设备: (a)“蛟龙”号载人潜水器; (b)“潜龙”号自主潜水器; (c)“海龙”号遥控潜水器

Fig. 2 China's “Three Dragons” deep-sea carrying equipment: (a) “Jiaolong” HOV; (b) “Qianlong” AUV; (c) “Hailong” ROV

多波束测深系统、高精度测深侧扫探测系统,以及国际先进的大范围多要素高精度自主潜水器(Autonomously underwater vehicle, AUV)和长航程水下滑翔机(Glider)系统,形成了以“蛟龙”号载人潜水器、“潜龙”系列自主潜水器、“海龙”系列遥控潜水器、“翼龙”系列水下滑翔机为代表的深海资源探测技术装备体系,解决了深海资源探测的一系列关键技术问题,走出了一条从“走出去、引进来”,到“自主研发、自主创新”的深海探测装备发展之路,有力支撑了深海资源勘探活动的开展。

特别是,“蛟龙号”载人潜水器的研制与试验性应用,树立了国产装备的研发信心,将我国深海资源勘探活动推进到一个新的高度^[17-21]。

深海资源探测的目标是深海资源开发。自“九五”以来,中国大洋协会持续支持深海采矿与选冶技术研发,于2000年前完成了深海采矿系统的实验室水池采集输送联动试验,2001年在云南抚仙湖实现了143米水深的采矿部分系统联动湖泊试验,实现了中国深海采矿从实验室到水下试验的重要跨越。2016年以来,在国家重点研发计划和自然资源部(国家海洋局)的支持下,中国大洋协会牵头组织国内数十家优势研发团队,研发了我国首套深海多金属结核采矿试验系统,并先后完成了方案设计、详细设计、实验室联调、码头试验、1000米级海试等各阶段的任务(见图3),实施了深海采矿试验全程立体环境影响监测,为我国后续深海矿产资源开发奠定了坚实基础。

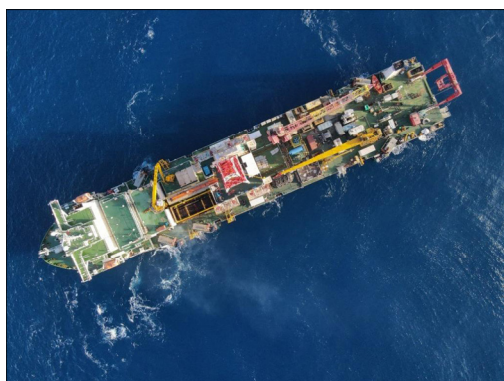


图3 1000米级采矿试验

Fig. 3 1000 m-test for deep-sea mining system

1.3 深海环境保护:从NaVaBa到REMP计划

作为具有潜在环境污染风险的人类活动,深海采矿的环境影响一直备受国际社会关注^[22]。中国大洋协会高度重视国际海底区域环境影响评价工作,1996年起,在总结和借鉴国内外深海环境项目成果和经验教训的基础上,发起了服务于深海环境长期监测的“基线自然变化研究(Nature Variability Baseline Study, NaVaBa)”计划。通过每年或隔年在位于东太平洋CCZ的中国大洋协会多金属结核勘探合同区及其邻近海域开展自然基线调查,观察全球气候变化对合同区环境基线变化的影响,更好地识别自然因素和人类活动对环境基线的扰动。随

着中国大洋协会再获两块勘探合同区,基线及其自然变化的调查范围拓展至西南印度洋中脊区域及西北太平洋海山区域。该计划兼具前瞻性、科学性和长期性,自实施起已历时二十余年,被列为国际海底管理局的重点国际合作计划之一^[23]。

2016年5月1日,《中华人民共和国深海海底区域资源勘探开发法》(简称《深海法》)正式颁布实施。根据《深海法》对承包者在环境保护、科学研究等方面的要求,中国大洋协会启动了西北太平洋海山区生态系统监测与保护、印度洋中脊热液区域生态系统监测与保护、东太平洋CCZ生态系统监测与保护等五项深海环境科学研究计划。为实质性推动国际海底区域生物多样性保护、促进科学有效的海洋空间规划管理并促成广泛务实的国际合作,2017年7月7日,中国大洋协会在国际海底管理局第23届理事会第二次会议期间组织边会,正式发起在西北太平洋富钴结壳海山区和印度洋中脊区域设立“区域环境管理计划”(Regional Environment Management Plan, REMP)的倡议,得到了国际海底管理局及与会各方的积极回应。2018年5月,国际海底管理局与中国大洋协会联合在我国青岛举办了西北太平洋富钴结壳“三角区”(Triangle Area)区域环境管理计划研讨会,国际海底管理局秘书长及主管部门、联合国及相关国际组织、科学界等一百余名代表与会,共议西北太平洋富钴结壳海山区的生物多样性保护及环境管理问题,相关会议成果已作为国际海底管理局第23号技术报告(Technical Study No. 23)发布。会后,中国大洋协会以组织联合调查航次、承包者研讨会等方式,进一步推动深海环境科学合作研究。2020年11月,在西北太平洋区域环境管理计划科学研讨会上,中国大洋协会基于大洋航次调查取得的科学理据,向会议提交了3个“需要保护的站点”,受到与会各界的肯定并纳入会议成果。同时,为促进洋中脊区域科学研究与环境保护,2020年12月,中国大洋协会与国际海底管理局、香港科技大学共同举办印度洋中脊视频科学研讨会。会议发布了由中国大洋协会组织编制的印度洋中脊科学数据报告,重点围绕洋中脊热液生态系统保护问题展开交流研讨,得到了国际深海领域各界人士的积极响应和广泛参与。会议成果将作为下一步印度洋中脊区域

环境管理的重要科学基础。

中国大洋协会研发的深海多金属结核采矿试验系统以“环境友好”为设计理念,并开展了全程环境监测工作。采矿车以尽可能减少对海底沉积物的扰动为原则,保持矿物的破碎和提升始终在密闭系统内进行,并采取废水一定深度排放等措施,以有效减轻对深海环境的影响^[24]。采矿试验前,开展了三个航次的环境基线调查,获取海洋地质、海洋物理、海洋化学等本底数据,选定了环境参照区,为采矿系统“环境友好”设计提供基础依据,并为采矿试验监测数据提供对比基础。试验期间,利用多种手段进行了现场环境监测,采矿试验船实时获取水样 31 份,水下采矿设备实时获取监测数据 72374 组,派遣“向阳红 03”环境监测船对试验区周边及环境参照区进行实时监测,获取 69 个站位的水样和沉积物样品,同时在海底布放 6 套锚系,形成了对采矿试验全过程、全方位的立体监测。后续还将对试验区域及其周边进行长期监测,形成环境影响监测报告。试验取得的环境保护经验和成果,对于制定国际深海采矿环境规则、标准和指南提供了有益的借鉴。

1.4 深海基础能力:从老旧船舶到船队现代化,从半路出家到领军人才

在经历了“八五”到“十三五”六个国家五年计划的高速发展之后,中国的深海大洋基础能力已经根本性地改变了技术装备落后、基础设施老化、人才队伍薄弱的被动局面。

1.4.1 船队发展

中国大洋协会成立初期,我国可用于开展海洋调查的大型远洋调查船总数少、调查能力差,远远落后于世界主要海洋大国,尤其缺少先进大型远洋调查船舶,只有“海洋四号”、“向阳红 09”船等老旧船舶勉强支撑。调查船舶普遍缺乏动力定位能力,无法支撑高精度定点作业,船舶舒适性、人居环境也与国外同类调查船存在较大差距。在三十年的发展历程中,通过改装和新建,形成了由“大洋一号”、“海洋六号”“向阳红 01”、“向阳红 03”“向阳红 10”、“大洋号”、“深海一号”等船组成的重点从事深海大洋调查的国家深海船队(见图 4)。调查船总量和调查能力均已达到国际先进水平,实现了跨

越式发展^[25-28]。

1.4.2 基础保障平台发展

中国大洋协会成立初期,国内具备开展深海大洋工作能力的机构极少,保障设施条件简陋,也没有专用的码头、仓库、实验室,样品无法实现集中管理,调查数据也缺乏共享平台。经过三十年的发展,形成了以国家深海基地管理中心为代表的国家陆基综合保障平台、中国大洋样品馆(见图 5)、中国大洋样品馆生物分馆、中国大洋资料中心等国家级的业务服务平台,为维护国家海洋权益、高效开展深海大洋工作提供了坚实的基础^[29-30]。



图 4 中国深海大洋调查船队: (a) “大洋号”; (b) “深海一号”

Fig. 4 China deep-sea research vessels: (a) “Da-Yang-Hao”; (b) “Shen-Hai Yi-Hao”



图 5 中国大洋样品馆

Fig. 5 China ocean sample repository

1.4.3 人才队伍发展

中国大洋协会成立初期,深海大洋工作主要依托国家海洋局、地质矿产部、冶金部和有色金属工业总公司相关单位开展,许多人才都是“半路出家”转行进入大洋领域。三十年来,中国大洋协会高度重视大洋资源研究开发人才队伍的建设,致力于通过大洋专项的实施为搭建我国大洋工作平台,培育一批高水平的研究人员,形成一支持续、稳定的大洋队伍。迄今为止,已有来自国内十几个部门、超过100个科研院所的上千名科技人员参加大洋工作,涌现出一批深海资源、环境、技术、法律和管理等多领域、站在国际前沿、热爱深海事业的高素质领军人才,形成了以自然资源部所属研究所、业务中心为主体,国内高校、相关研究机构共同支撑的深海大洋人才队伍,为我国全面参与国际海域工作提供了强有力的队伍支撑,为深海大洋事业的可持续发展提供了人才保障,为海洋战略的实施提供了重要的智力支持。同时,每年还有大批博士、硕士研究生以深海大洋为研究方向,助力深海事业发展,标志着我国的深海大洋事业不断逐浪前行、兴旺发达。

1.5 深海治理:从国内无法可依到依法治国,从国际规则制定的边缘化到贡献中国方案

2015年7月1日颁布实施的《中华人民共和国国家安全法》首次明确规定,“国家坚持和平探索和利用外层空间、国际海底区域和极地,增强安全进出、科学考察、开发利用的能力,加强国际合作,维护我国在外层空间、国际海底区域和极地的活动、资产和其他利益的安全”,为维护我国在国际海底的海洋权益和安全利益奠定了坚实的法律基础。2016年的《深海法》是首部规范中国公民、法人或者其他组织在国家管辖范围以外海域从事深海海底区域资源勘探、开发活动的法律,确立了中国对“深海海底区域”资源勘探开发活动的许可制度、环境保护制度、科学技术研究与资源调查等制度,建立了相应的管理和监督检查机制,明确了有关法律责任,对于合理管控我国“深海海底区域”资源勘探开发活动,规范我国承包者全面履行勘探合同,加强“深海海底区域”环境保护,促进“深海海底区域”资源的可持续利用,维护全人类共同

利益,具有重要的里程碑意义。《深海法》通过后,国务院海洋主管部门制定了《深海海底区域资源勘探开发许可管理办法》《深海海底区域资源勘探开发样品管理暂行办法》《深海海底区域资源勘探开发资料管理暂行办法》《深海海底区域资源勘探开发许可审批事项服务指南》等一系列管理办法,这些配套制度为进一步构建我国深海法律制度体系奠定了良好基础^[31-32]。

中国是深海治理的重要参与方,自1971年恢复在联合国合法席位后,即作为联合国海底委员会成员参加相关活动。中国代表团参加了自1973年至1982年的第三次联合国海洋法会议的历次会议,并全程参加了联合国海底筹委会和联合国秘书长主持的国际海底问题非正式磋商会议,为《联合国海洋法公约》生效和建立公平公正的国际海底制度以及筹备建立国际海底管理局开展了大量工作。随着国家深海事业的发展,中国在深海国际规则制定中的话语权不断提升。在《“区域”内富钴铁锰结壳探矿和勘探规章》(简称《富钴结壳勘探规章》)制定过程中,中国建议将富钴结壳勘探区面积从2000 km²提高为3000 km²,开采区面积从500 km²提高为1000 km²,被国际海底管理局理事会采纳,解决了富钴结壳资源的面积问题,使《富钴结壳勘探规章》最终得以通过。中国深入参与了当前《“区域”内矿产资源开发规章》(简称《开发规章》)制订和“国家管辖范围以外区域海洋生物多样性养护与可持续利用协定”(简称BBNJ协定)谈判等重大深海国际立法进程,中国代表团在相关会议和议题下积极发言,全面、系统阐述中国的政策立场。中国政府和承包者多次向国际海底管理局提交书面评论意见,就《开发规章》及配套标准和指南的制定贡献中国智慧和方案^[33-38]。

为帮助发展中国家公平参与国际海底事务,2020年11月9日,中国自然资源部(国家海洋局)与国际海底管理局共建的联合培训和研究中心正式启动。该中心将为发展中国家提供深海科学、技术、政策等方面的业务培训;开展深海环境与生态、深海采矿与技术等国际海底区域热点领域的合作研究,支撑国际海底区域政策制定。该中心的设立是中国履行《公约》、践行“一带一路”合作倡议、秉持“共商共建共享”发展理念、促进全球海洋合

作的重要举措,也是中国致力于提升发展中国家参与国际海底事务能力、推进海洋科学研究与技术发展,为共同构建海洋命运共同体、推动深海事业发展、增进全人类共同利益做出的积极贡献。

2 中国深海大洋事业面临的机遇挑战及发展建议

2.1 中国深海大洋事业面临的机遇

随着人类对海洋的不断探索,深海事业不断发展,已进入前所未有的机遇期。世界各主要海洋国家围绕海洋空间拓展、战略资源开发、新型技术装备研发、海洋环境保护等正在积极推动深海领域进入新发展阶段。

首先,世界海洋地理空间格局正在发生显著变化。深海作为人类活动的新空间,已成为当前各海洋强国竞相拓展的战略新疆域。一是相关国家充分利用大陆架划界规则拓展其在海底区域的合法权益。二是国家管辖外海域以公海保护区选划为代表的全球空间规划管理正在加速演进。

其次,深海保护和利用正在加速变革,尤其在深海资源、航运、环保、科技等领域。一是历经三十余年的发展,国际海底矿产资源正由勘探阶段向开发阶段过渡,部分深海技术强国正在加快推动深海矿产资源开发技术装备研发,预计在2030年左右实现深海矿产资源商业开发利用。美国、加拿大、比利时等国的国际财团纷纷开展深海采矿试验,以期进入深海开发第一梯队。二是海洋生物基因资源受到广泛关注,欧美等海洋强国纷纷发起相关研究计划,加速海洋生物基因资源的采探与储备。三是远洋航运正面临全球气候变化带来的环保管控,欧盟积极倡导“零排放”,绿色低碳变革时代即将来临。四是海洋保护受到史无前例的关注,联合国发起“海洋科学促进可持续发展十年”,将加大海洋科学研究投入,以科学认识海洋来实现有效的保护海洋。五是深海科技发展正进入以人工智能为代表的新科技革命,无人化、智能化、集群化深海装备研制和部署步伐加快,并将加速在深海领域的应用。

最后,国际海洋规则正在加快重塑。一是《开发规章》制定正加速推动,将为人类利用深海矿产

资源提供法律依据。二是BBNJ协定谈判已进入实质性磋商阶段。特别是公海保护区议题受到广泛关注,各海洋大国和有关国际组织正在加大深海生物、环境调查研究力度,引领深海环境保护规则加速定型。

2.2 中国深海大洋事业面临的挑战

面对全球深海领域发展态势,我国在深海科技创新能力、参与国际治理能力等方面仍存在明显短板,面临较大挑战。

一是我国深海科技创新能力有待提升。深海科技研发力量较为分散,协同创新能力不强。深海调查和监测装备智能化程度不高,深海多平台设备联合作业和深海装备协同作业自主可控能力不强,深海资源开发和环境监测技术装备水平与世界领先水平还存在较大差距,难以有效支撑深海资源的保护和利用。

二是我国参与国际海域治理能力不足。当前,以《开发规章》制定、BBNJ协定谈判为核心的深海国际规则治理体系正在加速重塑。由于我国起步晚,深海认知与国际先进水平有较大差距,熟悉国际规则和深海事务的复合型人才依然不足,导致我国在推动国际海域治理体系变革的话语权和影响力与我大国地位不相称,难以发挥应有的作用。

2.3 中国深海大洋事业发展建议

党的十八大明确提出要“建设海洋强国”,习近平总书记提出“深海蕴藏着地球上远未认知和开发的宝藏,但要得到这些宝藏,就必须在深海进入、深海探测和深海开发方面掌握关键技术”。我国已进入高质量发展阶段,正在加快推动形成以国内大循环为主体、国内国际双循环相互促进的新发展格局,为我国积极推动深海领域工作提供了重要契机。

2.3.1 加强深海科技协同创新,掌握深海核心技术。

传统海洋强国和新兴海洋大国对深海持续高度关注,均将深海技术创新和升级换代提升到战略高度。我国要发挥新型举国体制优势,加强深海科技力量整合和协同创新,完善由科技引领、工程推进、前瞻布局、产学研融合等深海科技创新链条。

加快推动深海长时间序列智能观测技术、深海自航观测技术、海底大深度钻探与测井技术、深海高精度地形高效测量技术、深海观测网技术和深海生物基因获取与保存技术等突破,提升我国深海核心关键技术自主可控能力。

2.3.2 加强深海活动统筹,提高深海活动质量。

以深海资源开发利用和环境保护为主题的深海活动能力和水平是世界各国综合实力的体现,更是主要海洋强国引领未来全球深海治理体系变革的重要举措。随着国内各部门积极响应党中央建设海洋强国号召、积极进军深海之际,深海调查活动、深海调查支撑保障平台出现了同质化发展现象和低水平重复趋势,亟需加强各部门、地方及企业等深海力量统筹,加强国家深海事务协调。加强深海战略性基础性工作统筹布局,实施全球矿产资源勘查计划和全球深海典型生境发现计划,推动深海运载平台建造、深海基础设施建设,提升深海活动支撑保障水平,有效提升我国深海活动质量。

2.3.3 加快深海产业布局优化,提升深海产业发展动能。

认真研究落实党中央和国务院有关推动战略性新兴产业发展精神,研究出台深海战略性新兴产业发展支持政策,加快解决深海技术成果产权模糊、深海科技成果转化和产业化激励机制不健全、深海产业培育进展缓慢等问题。积极发挥企业在深海资源开发、装备制造和深海生物及基因技术产业化中的主体作用,更好地发挥政府在规划引导、政策支持、市场监管等指导作用,着重提高深海装备和深海生物产业的市场规模和国际竞争力,加快推动深海矿产资源开发利用,提升深海领域自身发展动力。

2.3.4 推动构建“海洋命运共同体”,加强深海领域国际合作。

要深入贯彻落实习近平生态文明思想,秉持“人类命运共同体”和“海洋命运共同体”理念,切实增强深海领域环保意识,建设性参与国际海底《开发规章》、联合国 BBNJ 协定等深海国际规则制定进程,提出中国主张。积极参与国际海底管理局西北太平洋、印度洋中脊等区域环境管理计划,贡献中国智慧。积极参与联合国“海洋十年”计划,发起全球深海典型生境发现计划。充分发挥中国—

国际海底管理局联合培训和研究中心的平台作用,务实推进对发展中国家的技术援助和人才培养。

3 结语

1990年国务院决策设立国家大洋专项,启动我国大洋资源调查与开发工作。三十年来,按照“持续开展深海勘查、大力发展深海技术、适时建立深海产业”的工作方针,中国深海大洋事业取得了跨越式的发展:在政治上,维护了我国在国际海底区域的权益,拓展了走向深海大洋的战略活动空间;在经济上,开辟了我国战略资源的新来源,培育了着眼未来深海新兴产业的国际竞争力;在科学技术上,提高了对深海底部的科学认知水平,促进和带动了我国深海技术装备的发展。国家大洋专项的实施已日益显示出其长远的战略意义,为我国全面走向国际海域奠定了坚实的基础。

党和国家高度重视深海大洋事业发展,把深海确定为四大“战略新疆域”之一,我国正处在从海洋大国迈向海洋强国的关键时期,深海大洋事业面临重要战略机遇。我们应当把握好这难得的机遇,继往开来、开拓进取,将我国深海大洋事业推向新的高度。

REFERENCES

- [1] 金建才. 走向大洋与建设海洋强国[J]. 中国机构改革与管理, 2014(4): 17-19.
JIN Jian-cai. Going to the ocean and building a maritime power[J]. China Institutional Reform and Management, 2014(4): 17-19.
- [2] 刘 峰. 中国大洋事业发展的里程碑[N]. 中国海洋报, 2016-03-04(001).
LIU Feng. A milestone in the development of China's deep-sea field[N]. China Ocean News, 2016-03-04(001).
- [3] 张利民. 全面发展我国大洋事业[N]. 中国海洋报, 2006-01-06(001).
ZHANG Li-min. Comprehensive development of China's deep-sea field[N]. China Ocean News, 2006-01-06(001).
- [4] 中国大洋矿产资源研究开发协会办公室. 统筹谋划推动大洋事业新发展[N]. 中国海洋报, 2016-03-30(001).
China Ocean Mineral Resources Research and Development

- Association. Overall planning to promote the new development of China's deep-sea field[N]. China Ocean News, 2016-03-30(001).
- [5] 刘峰. 继往开来跨越发展续写大洋新华章[J]. 海洋开发与管理, 2016, 33(z1): 33-35.
LIU Feng. Carrying on the past and opening up the future, promoting new development in the deep-sea field[J]. Ocean Development and Management, 2016, 33(z1): 33-35.
- [6] 高威, 马佳珍. 深海资源概述[J]. 金属世界, 2011(1): 22-25.
GAO Wei, MA Jia-zhen. Overview of deep sea resources[J]. Metal World, 2011(1): 22-25.
- [7] 金建才. 经略大洋拓展我国在国际海域的活动空间[J]. 海洋开发与管理, 2011, 28(4): 35-37.
JIN Jian-cai. Exploration activities of China in sea area beyond national jurisdiction[J]. Ocean Development and Management, 2011, 28(4): 35-37.
- [8] 简曲, 陈新明, 刘予. 大洋多金属结核采矿方法的发展现状与前瞻[C]//中国黄金学会、中国金属学会、中国有色金属学会、中国煤炭学会、中国化工学会、中国硅酸盐学会、中国核学会、中国地质学会、中国矿业协会. 第六届全国采矿学术会议论文集. 1999: 83-85.
JIAN Qu, CHEN Xin-ming, LIU Yu. Developing status and prospects of ocean polymetallic nodules mining methods[C]//China Gold Society, China Metals Society, China Nonferrous Metals Society, China Coal Society, China Chemical Industry Society, China Silicic Acid Salt Society, China Nuclear Society, China Geological Society, China Mining Association. Proceedings of the 6th National Mining Academic Conference. 1999: 83-85.
- [9] 简曲, 成湘洲. 大洋多金属结核资源开发的回顾与展望[J]. 中国矿业, 1996, 5(6): 14-18.
JIAN Qu, CHENG Xiang-zhou. Retrospect and prospect of the development of ocean polymetallic nodules resources[J]. China Mining Industry, 1996, 5(6): 14-18.
- [10] 石学法, 符亚洲, 李兵, 等. 我国深海矿产研究: 进展与发现(2011—2020)[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2021, 40(2): 305-318.
SHI Xue-fa, FU Ya-zhou, LI Bing, et al. Research on deep-sea minerals in china: Progress and discovery (2011—2020)[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2021, 40(2): 305-318.
- [11] SONG Cheng-bing, ZHOU Yang, LUO Yi. China is making significant progress in the nomenclature of international undersea features[J]. Acta Oceanologica Sinica, 2017, 36(10): 120-121.
- [12] 胡学东. 发展深海生物基因产业助力蓝色经济腾飞[N]. 中国海洋报, 2018-04-04(002).
Hu Xue-dong. Developing deep-sea biological gene industry, promoting the blue economy[N]. China Ocean News, 2018-04-04(002).
- [13] 高岩, 李波. 我国深海微生物资源研发现状、挑战与对策[J]. 生物资源, 2018, 40(1): 13-17.
GAO Yan, LI Bo. Advances and challenges in deep-sea microbial resource research and development of China[J]. Biological Resources, 2018, 40(1): 13-17.
- [14] 刘峰. 浅析国家深海活动能力建设及其构成要素[J]. 海洋开发与管理, 2014(11): 1-3.
LIU Feng. Analysis of the national deep-sea activity capacity building and its constituent elements[J]. Ocean Development and Management, 2014(11): 1-3.
- [15] 赵燕枫. 十年潜心七千米[J]. 科学世界, 2012(10): 58-60.
ZHAO Yan-feng. Ten years of diving to seven kilometers in deep-sea[J]. Science World, 2012(10): 58-60.
- [16] 张宁. 浅论我国深海载人潜水器的发展趋势及管理体制[J]. 海洋开发与管理, 2008(8): 37-40.
ZHANG Ning. The development trend and management system of China's deep-sea manned submersibles[J]. Ocean Development and Management, 2008(8): 37-40.
- [17] 李向阳, 刘峰, 胡震, 等. 2013年蛟龙号首个试验性应用航次(英文)[J]. 船舶力学, 2014, 18(3): 344-355.
LI Xiang-yang, LIU Feng, HU Zhen, et al. The first test cruise of the "Jiaolong" manned submersible in 2013[J]. Journal of Ship Mechanics, 2014, 18(3): 344-355.
- [18] 崔维成, 刘峰, 胡震, 等. 蛟龙号载人潜水器的7000米级海上试验[J]. 船舶力学, 2012, 16(10): 1131-1143.
CUI Wei-cheng, LIU Feng, HU Zhen, et al. 7000 m sea trials test of the "Jiaolong" manned submersible[J]. Journal of Ship Mechanics, 2012, 16(10): 1131-1143.
- [19] LIU Feng. Jiaolongmanned submersible: A decade's retrospect from 2002 to 2012[J]. Marine Technology Society Journal, 2014, 48(3): 7-16.
- [20] 崔维成, 刘峰, 胡震, 等. 蛟龙号载人潜水器的5000米级海上试验[J]. 中国造船, 2011, 52(3): 1-14.
CUI Wei-cheng, LIU Feng, HU Zhen, et al. 5000 m sea trials test of the "Jiaolong" manned submersible[J]. Ship Building

- of China, 2011, 52(3): 1–14.
- [21] LIU Feng, CUI Wei-Cheng, LI Xiang-yang. China's first deep manned submersible, JIAOLONG[J]. Science China Earth Sciences, 2010, 53(10): 1407–1410.
- [22] 何宗玉. 深海采矿的环境影响[J]. 海洋开发与管理, 2003, 20(1): 61–65.
HE Zong-yu. The environmental impact of deep-sea mining[J]. Ocean Development and Management, 2003, 20(1): 61–65.
- [23] 冯旭文, 马乐天, 倪建宇, 等. 国际海底区域环境标准的现状及对策研究[J]. 标准科学, 2020, 551(4): 19–24.
FENG Xu-wen, MA Le-tian, NI Jian-yu, et al. Study on the status and countermeasure of environmental standards in the International seabed area[J]. Standard Science, 2020, 551(4): 19–24.
- [24] 李向阳. 我国深海多金属结核采矿试验之初论[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(1): 63–66.
LI Xiang-yang. Preliminary discussion on Chinese deep-sea polymetallic nodules pilot mining test[J]. Ocean Development and Management, 2017, 34(1): 63–66.
- [25] 张 勇, 周 宁, 张福民, 等. “深海一号”载人潜水器支持母船设计关键技术[J]. 船舶工程, 2021, 43(3): 48–55.
ZHANG Yong, ZHOU Ning, ZHANG Fu-min, et al. Key design technology of “Shen-Hai Yi-Hao” manned submersible supporting ship[J]. Ship Engineering, 2021, 43(3): 48–55.
- [26] 李宝钢, 丁忠军, 周宁等. 载人潜水器母船发展现状及设计分析[J]. 船舶工程, 2016, 38(7): 1–5.
LI Bao-gang, DING Zhong-jun, ZHOU Ning, et al. Current developing situation and design analysis of manned submersible supporting ship[J]. Ship Engineering, 2016, 38(7): 1–5.
- [27] 周 宁. 中国远洋调查船发展现状及未来设想[J]. 舰船科学技术, 2014, 36(S1): 15–20.
ZHOU Ning. Current situation and prospect of China's deep-sea research vessels[J]. Ship Science and Technology, 2014, 36(S1): 15–20.
- [28] 周 宁. “大洋一号” 勘查技术体系的设计与建设[J]. 海洋学研究, 2005(4): 61–65.
ZHOU Ning. The enhance and integration of investigating technology for the R/V DayangYihao[J]. Journal of Marine Sciences, 2005(4): 61–65.
- [29] 张 欢, 韩春花, 杨锦坤, 等. 中国大洋数据共享现状与展望[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(3): 3–11.
ZHANG Huan, HAN Chun-hua, YANG Jin-kun, et al. Current sharing status and the utilization prospect of ocean data in China[J]. Ocean Development and Management, 2017, 34(3): 3–11.
- [30] 郑 莹, 张 奕, 丁忠军, 等. 载人潜水器运行管理考核评价体系构建研究[J]. 海洋开发与管理, 2020, 37(9): 40–43.
ZHENG Ying, ZHANG Yi, DING Zhong-jun, et al. Research on operation management assessment and evaluation system construction of deep sea Manned submersible[J]. Ocean Development and Management, 2020, 37(9): 40–43.
- [31] 刘 峰. 以《深海法》为基石开拓创新奋发图强开创我国深海大洋工作新局面[J]. 海洋开发与管理, 2017, 34(z1): 34–38.
LIU Feng. Taking “Deep Sea Law” as the cornerstone, pioneering and innovating, working hard to create a new situation in my country's deep sea and ocean work[J]. Ocean Development and Management, 2017, 34(z1): 34–38.
- [32] 刘璐璐. 深海法治的构建之路[C]//辽宁省法学会海洋法学研究会 2016 年学术年会论文集. 2017.
LIU Lu-lu. The road to the construction of the rule of law in the deep sea[C]//Proceedings of the 2016 Annual Conference of the Ocean Law Research Association of the Liaoning Law Society. 2017.
- [33] 何宗玉, 林景高, 杨保华, 等. 国际海底区域采矿规章制定的进展与主张[J]. 太平洋学报, 2016, 24(10): 9–17.
HE Zong-yu, LIN Jing-gao, YANG Bao-hua, et al. The progress and viewpoints on the development of the regulations for mineral exploitation in the “Area”[J]. Pacific Journal, 2016, 24(10): 9–17.
- [34] 胡学东. 海洋生物多样性国际谈判前瞻及建议[N]. 中国海洋报, 2017–12–20(002).
HU Xue-dong. Prospects and suggestions for international negotiations on marine biodiversity[N]. China Ocean News, 2017–12–20(002).
- [35] 胡学东, 高 岩, 戴 瑛. 生物多样性国际谈判的基础问题与解决途径[N]. 中国海洋报, 2017–06–28(002).
HU Xue-dong, GAO Yan, DAI Ying. Basic issues and solutions of international negotiations on biodiversity[N]. China Ocean News, 2017–06–28(002).
- [36] 陶春辉, 丘 磊, 李守军, 等. “鸟巢”海底丘——我国

- 第一个国际海底地形命名支撑技术研究[J]. 中国科学: 地球科学, 2012, 42(7): 969–972.
- TAO Chun-hui, QIU Lei, LI Shou-jun, et al. “Niao Chao” Hill—Study of supporting techniques for China’s first international undersea feature name[J]. *Scientia Sinica (Terrae)*, 2012, 42(7): 969–972.
- [37] 赵 鹏, 胡学东. 国际蓝碳合作发展与中国的选择[J]. 海洋通报, 2019(6): 613–619.
- ZHAO Peng, HU Xue-dong. International blue carbon cooperation and China’s choice[J]. *Marine Science Bulletin*, 2019(6): 613–619.
- [38] 李晓飞, 左高山. 深海采矿规章制度协同推进——中国海洋强国战略的一个构想[J]. 中南大学学报(社会科学版), 2014, 20(5): 54–59.
- LI Xiao-fei, ZUO Gao-shan. Deep-sea mining regulation-making synergistic propelling strategy—A new proposition of marine powers construction of China[J]. *Journal of Central South University (Social Science)*, 2014, 20(5): 54–59.

Three decades’ development of China in deep-sea field

LIU Feng¹, LIUYu¹, SONG Cheng-bing¹, LI Xiang-yang¹, LUO Yi¹, GAO Yan¹, ZHANG Dan²

(1. China Ocean Mineral Resources Research and Development Association, Beijing100860, China;

2. China Institute for Marine Affairs, Ministry of Natural Resources, Beijing100860, China)

Abstract: It has been three decades for China’s development in the field of deep-sea since the establishment of China Ocean Mineral Resources Research and Development Association (COMRA) approved by the Chinese State Council. Since then, COMRA launched the national long-term project for deep-sea resources exploration, including poly-metallic nodules. With years of strenuous efforts, China has come into the world first echelon in the deep-sea field. The capabilities of resource exploration, technology development, infrastructure construction and the decision making influence have been significantly promoted. China today is at the best time for development since modern times, while the world is undergoing profound transformation unseen in a century. These two are coexisting and intertwining. Obviously, we are facing coexisted opportunities and challenges from deep-sea filed. Challenges are also opportunities and vice versa. In the new period of development, we need to follow the world general trend and make proper prior planning of the paths, goals, priorities and measures for the development in the deep-sea field.

Key words: deep-sea field development; deep-sea resources; deep-sea exploration; deep-sea exploitation; deep-sea governance

Foundation item: Project(2015CB755900) supported by the National Key Basic Research Program of China; Projects(2002AA401000, 2011AA09A101, 2011AA09A102) supported by the National High Technology Research and Development Program of China; Project(2016YFC0304100) supported by the National Key Research and Development Program of China

Received date: 2021-07-21; **Accepted date:** 2021-08-31

Corresponding author: LIU Feng; Tel: +86-10-68022117; E-mail: liufeng@comra.org

(编辑 龙怀中)