

DOI: 10.14015/j.cnki.1004-8049.2024.06.006

况腊生:“全球深海区域军事化发展论析”,《太平洋学报》,2024年第6期,第77-92页。

KUANG Lasheng, “Development Trends and Impact Analysis of Militarization in Global Deep-Sea Regions”, *Pacific Journal*, Vol.32, No.6, 2024, pp.77-92.

# 全球深海区域军事化发展论析

况腊生<sup>1</sup>

(1.军事科学院,北京 100091)

**摘要:**随着深海科技与装备的快速发展,为全维度控制海洋和打赢未来海战,美国等西方军事强国利用现有深海国际军控机制的滞后,加快构建深海作战力量,企图将大部分处于“公域”状态的深海区域打造成新一维战场,以谋求制深海权和以深制海,并占据深海资源争夺的主动权,由此导致全球深海区域军事化发展加速。而全球深海区域军事化发展加速,又将反过来推动深海科技的飞跃,进而带动国家海洋军事实力和综合国力的提升,拓展国家发展空间。同时,深海军事化发展加速,也将使深海区域呈现军备竞赛趋势,提升大国战争的爆发风险,违背国际海洋法关于和平利用海洋的基本原则精神。由于经济成本投入巨大,广泛应用人工智能技术的潜在风险高,同时深海区域地理生态环境极其恶劣、脆弱,全球深海区域军事化发展加速也将面临诸多制约和挑战。

**关键词:**深海作战;深海军备竞赛;深海军事安全;海洋命运共同体

中图分类号:E11/D815

文献标识码:A

文章编号:1004-8049(2024)06-0077-16

全球深海区域通常为海平面 200 米以下海域、海床及底土,<sup>①</sup>主要是国际海底区域,即各国专属经济区和大陆架以外的区域。随着深海技术快速发展和陆地资源日益枯竭,大部分处于“公域”状态的全球深海区域,<sup>②</sup>在国家安全与经济发展中的重要性日益凸显,既是资源宝库、活动空间、战略纵深,也将是兵家相争之地。美国等军事强国开始试图将深海打造成继陆地、

水面、空中、太空和网络电磁等战场之后的新一维战场,积极发展集攻防武器装备、态势感知、导航定位、指挥控制,以及综合保障和作战人员等于一体的深海作战力量,以谋求制深海权和以深制海。这将加快深海军事化发展进程,带动海洋军事实力和国家综合国力的提升,也将挑起深海军备竞赛,加剧威胁对手国家主权安全和人类社会可持续发展。

收稿日期:2024-01-30;修订日期:2024-04-12。

基金项目:本文系国家社会科学基金项目“世界主要国家现行边海防体制研究”(20BGL311)的阶段性研究成果,智强基金项目资助。

作者简介:况腊生(1978—),男,江西九江人,军事科学院副研究员,法学博士,主要研究方向:边海防安全。

\* 作者感谢《太平洋学报》编辑部匿名审稿专家提出的建设性修改意见,文中错漏由笔者负责。

① Michael Lodge, “The International Seabed Authority and Deep Seabed Mining”, *UN Chronicle*, May 2017, <https://www.un.org/en/chronicle/article/international-seabed-authority-and-deep-seabed-mining>.

② 全球海洋的平均深度为 3 700 多米,90%的海域水深大于 1 000 米。参见:李颖虹、任小波:“深海的呼唤——深海技术发展现状及对策思考”,《中国科学院院刊》,2011 年第 5 期,第 561 页。

## 一、全球深海区域军事化发展加速

深海作战是在传统武器装备无法涉及的深海区域,通过有人/无人作战平台进行的态势感知、指挥控制、反潜反舰、对岸对空打击、特种作战等多种深海作战任务,进而夺取制深海权和以深制海。近年来,随着深海资源争夺加剧和深海科技与装备的快速发展,美西方等军事大国开始强化深海区域军事部署,导致全球深海区域军事化发展加速。<sup>①</sup>

### 1.1 构建深海作战的发展规划和理论

提出并验证合适的深海作战相关概念。为适应深海作战的发展需要,美军陆续提出“空海一体战”水下战、“全频谱反潜战”、深海无人“蜂群”作战、水下网络中心战、反无人潜航器战、海底战、战术海底网络架构、深海对抗战、深海基地作战、深海设施防御战等概念。美军未来的深海作战概念将是以上概念的融合:既要发挥无人系统、自主或半自主系统的主导作用,又要与空中、水上和水下的有人与无人系统形成紧密联系的网络,以提升作战效能。美军还对海底战相关概念开展仿真模拟,通过兵棋推演认为“全频谱反潜战”水下作战概念适应当时深海作战战略,使美军在深海攻防领域持续保持较大领先优势,最终形成并确认该水下作战概念。为突破美国反导系统,维持核威慑力,俄军开展深海特种作战概念研究,由此开发出“波塞冬”战略核动力无人潜航器。

聚焦深海武器装备研发,制定深海作战发展规划,以具体指导深海作战力量建设。冷战时期,美军就开发了大量深海核潜艇,铺设海底声呐监听系统,通过监听苏联海底电缆以获取大量情报。此外,美苏核潜艇还在深海展开激烈的对峙和较量。1994年,美国首次出台无人潜航器战略规划,确定研发总体原则和路线图。2000年,美军出台《美国海军水下无人航行器总体规划》,前瞻性地指出无人潜航器将在未来深海战场的情报监测、反潜等方面发挥重要作用,

甚至直接用于交战。<sup>②</sup> 2011年的美国海军《水下战纲要》,强调水下无人系统将部分替代潜艇执行水下作战任务。<sup>③</sup> 2014年的美军“第三次抵消战略”,强调发展无人集群系统为代表的深海作战能力,将机动水下系统作为“长期研发计划”的五大颠覆性技术领域之一。2015年,美国战略和预算评估中心公布《水下战新纪元》报告,强调建设信息主导的深海作战装备体系,包括多种新型无人装备。<sup>④</sup> 2016年,美国海军发布《2025年自主水下航行器需求》,阐述水下无人潜航器作战使命、作战任务、未来任务挑战、后续发展规划等,将其基本作战任务扩充到13项,构建新型完整的水下无人作战体系。<sup>⑤</sup> 2017年,美国战略和预算评估中心发布《恢复美国制海权》报告,要求美国海军未来装备超大型与智能型无人潜航器,可遂行深海的特种作战、分布式网络、全球打击等多种作战任务。<sup>⑥</sup> 2017年,美国国防部科学委员会发布《下一代无人水下系统》,指出水下无人系统的应用会为美军深海作战提供有力支撑,建议加快水下无人系统实战化,扩大发展计划并研究相关技术。<sup>⑦</sup>

颁布关于深海作战的国家战略,明确深海区域的重要军事作用和地位,并阐明深海作战

① 有专家认为这是深海军事部署加快,不等于深海军事化发展加快。笔者认为,深海区域军事部署加速,其实质也是深海军事化发展加速的主要内容和体现之一,两者并不矛盾。

② Department of the Navy, United States of America, “The Navy Unmanned Undersea Vehicle (UUV) Master Plan”, April 20, 2000, <https://higherlogicdownload.s3.amazonaws.com/AUVSI/958c920a-7f9b-4ad2-9807-f9a4e95d1ef1/UploadedImages/UUVMPPubRelease.pdf>, p.5-3.

③ John M. Richardson, Joel Ira Holwitt, “Preparing for Today’s Undersea Warfare”, *United States Naval Institute. Proceeding*, Vol.138, Issue 6, 2012, pp.16-23.

④ Bryan Clark, “The New Era Of Undersea Warfare”, *Sea Technology*, Vol.56, Issue 11, 2015, p.7.

⑤ Chief of Naval Operations Undersea Warfare Directorate, “Report to Congress: Autonomous Undersea Vehicle Requirement for 2025”, February 2016, <https://www.hsdl.org/?abstract&did=791491>.

⑥ Steven Stashwick, *Restoring American Sea Power—New Fleet Structure of the US Navy*, US Strategic and Budget Assessment Center (CSBA), 2017.

⑦ Defense Science Board, “Next-generation Unmanned Undersea Systems”, The U.S. Office of the Secretary of Defense, 2016.

基本理论、原则指导、发展路线图、组织机构、装备研发和力量建设等内容,以指导深海作战的发展。早在20世纪80年代,苏联就提出“谁能控制海底,就能控制海洋”的海洋战略,提出要拓展深海空间,维护深海主导权。<sup>①</sup>进入21世纪后,美军2015年版的《21世纪海权合作战略》,首次明确深海海底战争关乎海权。<sup>②</sup>美军2016年《水下战科学和技术战略》,确立了深海作战中水下自主系统、水下机动战、水下精确导航和授时等10个重点发展领域。<sup>③</sup>2020年美军的《美国海上战略:海上优势》,宣称深海是海军力量投送关键区域,深海部队是打造更加均衡、多元海军的重要组成部分。<sup>④</sup>2017年,俄罗斯颁布《2030年前俄联邦海上军事活动政策原则》,强调深海对于国家安全的重要意义,提出要加强反潜等水下防御。<sup>⑤</sup>2019年修订的《2030年前俄联邦海洋活动发展战略》,强化深海军事作战能力建设。<sup>⑥</sup>2021年,英国公布《安全、防务、发展与外交政策综合审查——竞争时代的全球化英国》的国家安全战略报告,开始关注海底战。<sup>⑦</sup>“法国2030”规划将深海探索列为未来战略重点。2022年2月,法国国防部发布全球首部深海作战战略——《海底战战略》,认为海底是大国博弈新领域,必须做好海底防御、攻击和反击准备,控制海底空间以维护法国战略利益。<sup>⑧</sup>

## 1.2 发展体系化、无人智能化深海作战装备

随着深海技术的发展,主要国家加快发展深海作战武器装备,主要包括:新型深海核潜艇、深海无人潜航器、深海机器人、深海跨介质飞行器、深海预置武器等。在人工智能技术支撑下,深海武器装备朝智能化、无人化、体系化方向发展,不仅能在深海构建大型分布式打击系统,而且还链通陆上、空天、水面等战场武器平台,可攻击深海目标、水下水面舰艇、空中和陆上目标等,显示出巨大威力。

发展新型深海核潜艇以构建深海分布式打击网络。新型深海核潜艇具备快、深、静、灵等特点,能长时间活动于全球绝大部分深海区域,并搭载大量深海无人潜航器,通过深海信息系

统实时传输海底数据,通过链通陆海空作战平台,构成深海大型分布式打击网络,既可发动常规精确打击,也可实施二次核反击行动。美国海军新一代“哥伦比亚”级战略核潜艇潜深达1000米,搭载大型深海无人潜航器。俄海军特种深海核潜艇专门窃听海底电缆,能够在不物理损害海缆的情况下干扰或改变海缆传输数据。2022年俄乌冲突爆发后,俄海军核潜艇潜入太平洋深海区域,实施深海战略威慑。<sup>⑨</sup>

研制可改变未来海战规则的深海无人潜航器。深海无人潜航器拥有续航时间长、潜深大、无人智能化和隐身能力强等优势,可执行侦察打击、通信导航、装备投送、反潜反舰、电子战等

① 转引自:招聪、谢仁和、徐纪伟等:“深海能源基站技术现状与发展趋势”,《舰船科学技术》,2023年第16期,第7页。

② Sam Lagrone, “Document: U.S. Cooperative Strategy for 21st Century Seapower 2015 Revision”, USNI News, March 13, 2015, <https://news.usni.org/2015/03/13/document-u-s-cooperative-strategy-for-21st-century-seapower-2015-revision>.

③ Undersea Warfare Center Chief Technology Office, *Undersea Warfare Science & Technology Strategy 2016*, Washington DC: Department of the Navy Naval Undersea Warfare Center, 2016, <http://www.innovation4.cn/library/r50571>.

④ The U.S. Naval Institute Staff, “U.S. Maritime Strategy: Advantage at Sea”, USNI News, December 17, 2020, <https://news.usni.org/2020/12/17/u-s-maritime-strategy-advantage-at-sea>.

⑤ Anna Davis, “Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the Field of Naval Operations for the Period Until 2030”, Russia Maritime Studies Institute of United States Naval War College, July 2017, [https://dnnlgwick.blob.core.windows.net/portals/0/NWCDepartments/Russia%20Maritime%20Studies%20Institute/2017\\_RMSI\\_ENG\\_RUS\\_RFNavyFundamentals\\_FINAL.pdf?sv=2017-04-17&sr=b&si=DNNFileManagerPolicy&sig=DvTVL%2BX7s7gA1K20aM92QrVC%2FtStqTWHw81%2F61E%2Bybg%3D](https://dnnlgwick.blob.core.windows.net/portals/0/NWCDepartments/Russia%20Maritime%20Studies%20Institute/2017_RMSI_ENG_RUS_RFNavyFundamentals_FINAL.pdf?sv=2017-04-17&sr=b&si=DNNFileManagerPolicy&sig=DvTVL%2BX7s7gA1K20aM92QrVC%2FtStqTWHw81%2F61E%2Bybg%3D).

⑥ 《Распоряжение Правительства Российской Федерации от 30.08.2019 г. № 1930-р》, Документы - Правительство России, 30 августа 2019, <http://government.ru/docs/all/123507/>.

⑦ Cabinet Office, “Global Britain in a Competitive Age: The Integrated Review of Security, Defence, Development and Foreign Policy”, The UK Government, March 16, 2021, <http://www.gov.uk/government/collections/the-integrated-review-2021>.

⑧ Vivienne Machi, “French Military Tees up New Tech in Rush to Conquer the Seabed”, DefenseNews, February 14, 2022, <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/02/14/french-military-tees-up-new-tech-in-rush-to-conquer-the-seabed/>.

⑨ “How Should the U.S. Respond to Putin’s Nuclear Provocation?” February 2022, <https://www.theatlantic.com/ideas/archive/2022/02/how-the-west-should-respond-to-putins-nuclear-provocation/622943/>.

广泛作战任务,可采用“狼群战术”打击航母编队等高价值目标,是深海作战主要武器平台之一。美国海军先后推出“曼塔”“海神”“回声旅行者”“虎鲸”等超大型无人潜航器。“虎鲸”最大潜深超过3 000米,续航力可达6 000海里,任务包模块包括60枚潜舰导弹、2艘“马林”无人潜航器、96或72单元水听阵列、16枚轻重型鱼雷等,被称为水下机动无人武器库。<sup>①</sup>美国海军计划装备5艘“虎鲸”,2023年12月刚刚接收第1艘。美军“金枪鱼”无人潜航器衍生出海底探测型、反水雷型、环境监测型等多个型号,曾搜寻到6 000米海底的F-15战机残骸。英国MASTT超大型无人潜航器外挂20多枚鱼雷和水雷,以及数十名蛙人。日本海上自卫队计划用新型无人潜航器增强其海洋观测能力。

研发能实现即时“唤醒”型、定时定向打击的深海预置武器。通过特种封舱技术,深海预置武器将无人机、无人潜航器、鱼雷和导弹等有效载荷预先长期潜伏于敏感海底,远程随时“唤醒”执行突袭察打等任务。美军现有“深海浮沉有效载荷”和“海德拉”两种深海预置武器,可在数千米深海中待机数年,并携带无人机、无人潜航器、反舰导弹、巡航导弹、鱼雷等多种战斗载荷。俄军“赛艇”海底弹道导弹系统,装备射程达8 000多千米的“轻舟”潜射导弹及分弹头,安装在特殊容器中潜伏海底,可随时根据指令点火发射,攻击水面、水中和陆地目标。

制造可自主攻击目标的深海作战机器人。深海作战机器人长时间在深海作业,可替代人工,检修深海设施或实施深海作战。美军MOCCA水下机器人由核潜艇鱼雷管发射,能帮助发现深海中敌方潜艇等目标。美国海军还研发能在1 000米水深停留90天的深海机器人,计划部署可载弹攻击的深海作战机器人。2021年11月,英国“伊丽莎白”号航母上1架F-35B战机坠毁在1千多米深的地中海海底,英方利用深海机器人成功打捞该飞机残骸。2021年,俄罗斯推出可水下自主运行3个月、进行海底侦察和电子战的无人车辆ANGAPP和MTK200遥控潜水机器人。<sup>②</sup>

发展以深海为基地,自由出入深海与海空,实现多域一体化察打的跨介质深海武器。美军研发“XFC”“扫描鹰”“弹簧折刀”等多款潜射无人机,由核潜艇深海发射,可执行水下和空中作战任务。美国开发40架以上微小无人机集群工作模式,成功协助美国海军找到深海“未爆炸军械”。<sup>③</sup>深海无人机和自主无人潜航器将成为未来俄海军舰艇不可或缺的重要组成部分。美俄竞相研发深海航母,水下是潜艇,浮出水面则为航空母舰。俄军拟将“台风”级核潜艇改造成深海航母,可携带近40架战斗机、反潜直升机和预警直升机。美国未来深海航母排水量1万吨,搭载数十架F-35B战机。

### 1.3 完善深海作战力量组织机构和指控体制

成立深海作战指挥机构,集中统一指挥深海作战力量。美国海军规划组建深海部队司令部,下辖新型深海核潜艇、深海航母、深海机器人、深海电子战以及后勤保障等部队。美国海军已成立数个水下无人艇分队和深海机器人中队,具备跨域集成特点,与太空、水面、空中等多个无人系统编队协同作战。法国加快培养并招募水下作战人员,筹建国家级“深海海底”卓越研究中心,通过军民融合方式发展深海作战力量。俄罗斯国防部深海研究局集中管理深海作战力量,研发和测试深海武器装备,并监测深海军事动向。

建立集中一体化、分布式深海作战指挥控制体制。构建集侦察预警、指挥控制、攻防兼备和综合评估于一体的“云端作战链”,将深海攻防对抗信息流与武器能量流高度融合,并与陆岸、海上、空中和天空力量链接成一体化跨域联合作战指挥控制体制,综合运用跨域、立体、多节点资源,构建攻防兼备、协同一体的深海攻防力量架构。美军还将深海指挥控制能力广泛分

<sup>①</sup> 钟宏伟等:“国外大型无人水下航行器发展综述”,《水下无人系统学报》,2018年第4期,第279页。

<sup>②</sup> 梁怀新:“国际深海空间军事化趋势及其治理”,《现代国际关系》,2022年第8期,第10页。

<sup>③</sup> 楚立鹏等:“国外水下无人潜航器及其通信技术发展综述”,《中国电子科学研究院学报》,2022年第2期,第115页。

布于深海无人机、无人潜航器、深海预置武器等多样化平台中,<sup>①</sup>不断加强深海无人作战系统通用性和互操作性,构成深海作战分布式打击体系,从而颠覆深海作战模式。

#### 1.4 强化深海作战力量的演习训练

建设深海作战训练与试验场。通过深海训练场模拟深海作战演训,定型深海作战装备,验证深海作战理论与战法,从而以最小成本、最小代价获取最大的深海作战能力和经验。2021年,日本防卫装备厅成立深海无人潜航器实验基地,进行深海作战训练。2022年11月,美国海军完成南加州、巴哈马群岛和夏威夷附近等3个深海训练场的升级。训练场由数百个水下传感器、岸基电子系统和线缆终端组成,可提供近实战环境的深海作战场景。

加快深海作战战法训练与装备技术验证。美国海军通过年度先进海上技术演习探索验证新技术,随时修正技术发展方向,稳步推动深海作战能力创新。2016年的先进海上技术演习中,美国海军核潜艇深海发射1具“金枪鱼”-21无人潜航器,金枪鱼再释放2具微型无人潜航器和1架水下无人机,微型无人潜航器充当核潜艇、无人机通信中继,实现深海、水面和空中三维度侦察监视,极大拓展并提高了核潜艇的深海态势感知和指挥控制能力。据普利策奖获得者、美国资深记者西摩·赫什披露,2022年9月,美国海军以波罗的海例行军事演习为名,派遣深海作战力量秘密潜入波罗的海海底,炸毁了“北溪”海底天然气管道。<sup>②</sup>

#### 1.5 健全深海作战综合保障体系

建立深海态势感知系统。深海态势感知系统由海底固定传感器、深海无人滑翔机、潜艇和无人潜航器等构成,具有多平台、网络化和体系化等特征。美军深海态势感知系统包括海网水声网络、自主式分布传感器系统、近海持续监视网计划、深海对抗项目、深海主动探测系统等。如自主式分布传感器系统,采用携带被动声纳的海底固定传感器,联合数十个配备主动声纳的无人潜航器,布放于6000米深海底处,能够

监视18万平方千米水域内敌方潜艇活动。<sup>③</sup>以无人潜航器对中国海底电缆进行秘密窃听,是美国获取中国情报的主要方式。美国将深海主动探测系统部署在关键海洋航道,由水面浮标、声源、接收阵组成,一套系统探测范围近1万平方千米,多套系统可组网大范围探测。分布式敏捷反潜系统的深海子系统由固定式“可转换可靠声学路径系统”和移动式“猎潜系统”组成,前者应用固定声呐节点在深海实施大面积覆盖探测,后者由数十个搭载主动声呐的无人潜航器组网,相互配合进行深海探测跟踪,“可转换可靠声学路径系统”探测到深海目标后,由“猎潜系统”继续进行跟踪。美国海军在海洋战略要道布放“可转换可靠声学路径系统”,为全球美军反潜作战提供灵活和快速响应的广域监视信息。<sup>④</sup>日本在冲绳海槽铺设海底探测网,随时监控进出太平洋的中国海军潜艇。

开发深海导航系统。在海底将导航信标像GPS导航卫星一样组建成“星座”,使用声波发送定位信号,能提供米级以下导航定位服务,预计2030年前可生成详细物体照片。美国“金枪鱼”-21BP无人潜航器组合导航精度可达到航程的0.1%,超大型无人航行器为0.15%。<sup>⑤</sup>美国还开发出世界上第一个基于MUNS-M信号的手持式小型军用深海导航系统,可提供精确定位。<sup>⑥</sup>俄军建立基于信标的新型水下导航系统,

① 王天忠、张东俊、江莲:“美国海军水下战概念的发展分析及思考”,《舰船科学技术》,2021年第6期,第188页。

② Seymour Hersh, “How the US Took Out the Nord Stream Pipeline”, PeoplesDispatch, February 10, 2023, <https://peoplesdispatch.org/2023/02/10/how-america-took-out-the-nord-stream-pipeline/>.

③ 王晓静等:“美国水下战发展新思路”,《现代军事》,2017年第12期,第216页。

④ “SCALABLE Network Technologies to Support U.S. Navy Drone Communications”, NavalDrones, September 1, 2016, <http://www.navaldrone.com/FDECO.html#SCALABLE>.

⑤ 刘洋等:“水下无人飞行器装备技术发展与应用研究”,《舰船科学技术》,2020年第12期,第5页。

⑥ “Collins Aerospace Announces World’s First Military Underwater Navigation System that Supports the New Generation of Military GPS”, Collins Aerospace, September 2021, <https://www.collinsaerospace.com/newsroom/News/2021/09/Collins-presents-worlds-first-military-Underwater-Navigation-System>.

由“格洛纳斯”导航系统、声纳浮标、无人潜航器组成,<sup>①</sup>提供米级以下导航定位服务,定位水深8 000米。

发展多种深海通信系统。美国海军打造“深海快速通信系统”,通过海面固定浮标和自由声呐浮标,利用超高频无线电波或卫星网络,连接深海武器装备与国防部全球信息网络,实现双向信息交流。俄海军通过多维联合信息空间系统来实现深海通信,包括声呐通信系统、水下高速互连网络、水下“格洛纳斯”导航系统和海上监视系统等。<sup>②</sup>

完善深海作战后勤保障系统。美军在大西洋海底和山脊建立数处深海作战基地,集中部署深海作战武器,在海底建立多个储油库和作战物资储备设施,保障深海作战油料、弹药等供应,推动“无人潜航器水下母港”和水下服务站建设,联手欧洲开展无人潜航器与深海基地能源补给与对接技术,逐步建设“艾森豪威尔海底高速公路网”。发展各种水下电池技术。“金枪鱼”无人潜航器采用二次锂电池的比能量达210瓦时/千克,循环寿命2 000次。<sup>③</sup>俄军持续强化北冰洋海底战场建设,发展深海物资储备设施、深海电池和水下充电技术,计划建立有核反应堆的深海无人充电站网络。未来大型无人潜航器将结合燃料电池、蓄电池和传统推进方式,能实现1~2个月续航能力。<sup>④</sup>

## 二、全球深海区域军事化发展加速的原因

在海底资源争夺加剧、深海技术驱动、深海军控治理机制缺失和实现对海洋全维控制等主观因素作用下,深海军事化发展进程不断加速。

### 2.1 深海科技与装备的突破

进入深海的每一步都离不开高科技,对科技要求之高是不能与海面相比的。<sup>⑤</sup>正是深海科技与装备的突破,才带来了深海军事化发展加速的趋势。

人工智能技术的介入大大促进深海军事化发展进程。以人工智能技术为主的深海武器装备,凭借强大学习能力和超越人体生理极限的能力,适应了深海恶劣的自然地理环境,又没有受到国际法具体有效的制约,为深海军事化加速提供了技术基础和动力。深度学习算法在深海环境中操控和协调无人智能化武器装备体系,能完整地还原深海全部战场信息,全面高效搜集深海战场信息,多线程同时处理多种复杂作战任务,具备自我学习、认知和创造力,能自动识别并自主发起超精确快速攻击,完全颠覆传统水下作战模式,最大限度地获得深海战场优势,推动深海作战向智能化战争转变。美国海军实现数十艘无人潜航器集群编组协同深海核潜艇作战。这种深海“狼群”战术不仅提高了深海作战精度,还极大增强深海作战强度和规模。同时,人工智能技术使得深海战场与水面、空中、陆地、太空和网络电磁等战场联为一体,实现跨域协同,提高整体作战效率和能力。此外,深海人工智能装备门槛越来越低,越来越容易被中小国家、非政府组织、跨国财团甚至犯罪组织获得和利用,也加剧了深海军事化发展进程。

深海武器装备关键材料和工艺的突破,有效克服了深海环境制约。深海武器大量使用高强度合金钢、钛合金和陶瓷基复合材料承受深海高压,使用新型耐腐蚀材料、喷涂有机涂层、阴极保护及增强材料表面耐腐蚀性能,为深海装备内部电子元器件装置、仪器设备提供合适的安全环境。目前由于先进工艺和材料的使用,美军深海沉浮载荷贮存深度最大可达4 000米。深海装备质量管理技术能够根据装备监控数据和先验知识,定位故障、评估性能情况和预

① 周伟、李仲铀:“俄、美新型水下导航系统发展分析”,《现代军事》,2017年第3期,第66页。

② 谢伟、杨萌、龚俊斌:“水下攻防对抗体系及其未来发展”,《中国工程科学》,2019年第6期,第72页。

③ 王汉刚等:“水下作战的发展分析与启示”,《舰船科学技术》,2015年第4期,第243页。

④ 郭勇、陈强:“UUV电池的发展现状”,《中外船舶科技》,2011年第4期,第29-32页。

⑤ 汪品先:“深海的机遇与中国的选择”,《学术前沿》,2017年第18期,第8页。

测寿命,生成故障处理和系统维护方案。<sup>①</sup>

深海通信导航等关键技术的突破,为深海作战创造了良好条件。如水声通信、电磁波水下通信、蓝绿激光深海通信技术,以及GPS/北斗、惯导、多普勒测速仪的组合定位导航技术取得突破性进展,实现宽带、高速、安全的深海指挥控制能力,助力实现深海网络中心战,使深海与陆地、水面、空天和网络等战场连为一体,作战力量也融为一体,从而建立更加广阔的跨域协同联合作战体系。如美国ATM系列水声通信系统在1000米水下具有4800~9600比特每秒(bit/s)的通信速率,<sup>②</sup>日本在水深700~800米完成水下移动物体间蓝绿激光通信,通信距离超过100米,通信速率达20兆比特每秒(Mbps)。<sup>③</sup>

## 2.2 深海资源开采主导权的争夺

深海区域蕴藏着极其丰富自然资源。随着陆地资源的逐步枯竭,越来越多的国家将目光转向尚未大规模开采的、丰富的深海资源。深海天然气水合物(可燃冰)储量为 $10^{14} \sim 10^{15}$ 立方米,已探明储量约为16.7亿吨,够人类使用1000年。<sup>④</sup>近年来,深海油气占海上油气总产量的30%,全球重大油气发现有70%来自超过1000米的深海,并且呈现逐年升高的趋势。<sup>⑤</sup>在油气开发全球排名前50名的超大项目中,3/4是深海项目。<sup>⑥</sup>目前深海油气探明储量约为548亿吨,占全球待发现量的47%。日本先后在太平洋中部及东南部6000米深海底淤泥中发现大量稀土资源,可开采量是陆地的1000倍,<sup>⑦</sup>在西太平洋南鸟岛附近水深5700米处海底发现含稀土元素的软泥,其储量足够全球数十年之用。<sup>⑧</sup>在国际海底地区分布最广、储量最大的多金属结核,现探明资源总量达 $3000 \times 10^9$ 吨,比已知陆地全部锰储量还要大,其镍和钴的含量更分别是陆地储量的3倍和5倍。<sup>⑨</sup>而深海多金属结核是军事航空航天的主要材料来源,具有重要战略价值。

国际海底管理局难以有效规范各国深海资源开采活动。《联合国海洋法公约》规定国际海底区域及其资源为人类共同继承遗产,由国际

海底管理局代表全人类行使管理开发权。国际海底管理局先后通过三个海底矿产勘探规章,开始制定开采利用的规章草案。截至2021年,国际海底管理局与22个承包商签订31个为期15年的深海海底多金属结核、多金属硫化物和富钴铁锰结壳勘探合同。<sup>⑩</sup>由于发达国家的阻挠和单方行为,国际海底局对深海资源开采利用的规章迟迟无法出台,各国纷纷通过立法抢夺深海资源。如1982年日本《深海海底采矿临时措施法》、2000年捷克《国家管辖外海洋矿产资源探矿、勘探和开发法》、2010年德国修订的《海底开采法》、2013年斐济的《国际海底资源管理法》、2014年英国修订的《深海采矿法》、2014年汤加的《海底矿产资源法》、2015年新加坡的《深海开采法》和2017年韩国的《深海开发与管理法》等。2020年库克群岛出台第三版《海底矿物法》。2021年,太平洋岛国瑙鲁直接致信国际海底管理局,要求其在两年内完成深海开矿规则制定,否则将自行开采。<sup>⑪</sup>2024年1月,挪威批准北极深海采矿行动,以便用于制造智能手机、电动汽车等产品。挪威成为首个批准深海商业采矿的国家。

① 冯景祥、姚尧、潘峰、张晓霜:“国外水下无人装备研究现状及发展趋势”,《舰船科学技术》,2021年第12期,第7页。

② 潘越:《无人潜航器在国际公法上法律地位的研究》,华东政法大学博士论文,2019年,第78页。

③ 刘洋等:“水下无人飞行器装备技术发展与应用研究”,《舰船科学技术》,2020年第12期,第6页。

④ 马培浩:“进军深海的战略意蕴”,《战略视野》,2020年第2期,第17页。

⑤ 汪品先:“发展深海科技的前景与陷阱”,《科技导报》,2021年第3期,第72页。

⑥ 汪品先著:《深海浅说》,上海科技教育出版社,2020年,第177页。

⑦ Kato Y., Fujinaga K., Nakamura K., et al., “Deep-sea Mud in the Pacific Ocean as a Potential Resource for Rare Earth Elements”, *Nature Geoscience*, Vol.4, No.8, 2011, pp.535-539.

⑧ Iijima K., Yasukawa K., Fujinaga K., et al., “Discovery of Extremely REY-rich Mud in the Western North Pacific Ocean”, *Geochemical Journal*, Vol.50, No.6, 2016, pp.557-573.

⑨ 于森、邓希光、姚会强、刘永刚:“世界海底多金属结核调查与研究进展”,《中国地质》,2018年第1期,第29-38页。

⑩ ISA, “Exploration Contracts”, <http://www.isa.org.jm/exploration-contracts>, 访问时间:2024年4月24日。

⑪ “Pacific Island of Nauru Sets Two-year Deadline for U.N. Deep-sea Mining Rules”, Reuters, June 29, 2021.

军事强国通过加强深海作战能力来占据深海资源开采主导权。美国借口未签署《联合国海洋法公约》，不遵守海底管理局相关规章，而是基于其国内法勘探开采全球深海资源，并利用强大的深海作战力量来强化争夺深海资源的主导权。早在1945年，美国就宣称处于公海之下但毗连美国海岸的大陆架底土和海底的自然资源受美国的管辖和控制。<sup>①</sup> 1980年，美国出台《深海底硬固体矿物资源法》，规定经美国国家海洋和大气管理局审批，美国人可开发这些深海资源。<sup>②</sup> 1984年，按国内立法，美国海洋和大气管理局先后向4个美国财团颁发深海资源勘探执照。目前，洛克希德·马丁公司获得许可的三块勘探区总面积约24.3万平方千米。为确保深海资源开采的主导地位，美国海军规划建设深海作战部队。2022年，俄罗斯颁布第三版《俄联邦海洋学说》，强调俄联邦在全球海洋中的利益，阐明俄联邦国家利益是指其拥有的水域及其上方的空域、海底、地下资源等全部主权和国家完整，要为深海资源勘探开发创造条件和机会，为此需要不断提升深海军事能力。<sup>③</sup> 2022年，法国国防部发布的《海底战战略》，明确深海作战能力与经济诉求一致。<sup>④</sup>

### 2.3 全维度控制海洋并打赢未来海战的需要

深海作战决定未来海战的胜负。随着高低轨道卫星侦察、通信、导航、定位等技术的日益普及，以及远程精确打击武器和技术的不断扩散，传统水面舰艇不仅面临海上、水下和空中武器的打击，还面临陆上远程精确打击武器的威胁，海上生存能力急剧下降。如在俄乌冲突中，乌克兰政府军依靠美西方的态势感知和指挥控制系统，利用空中和水面的无人系统，先后击沉俄海军黑海舰队旗舰“莫斯科”号重型巡洋舰、“新切尔卡斯克”大型坦克登陆舰等数艘大型水面舰艇，迫使黑海舰队不得不撤离克里米亚半岛以保存实力。在未来海战中，一旦实现深海环境透明，掌握制深海权，不但可有效保障己方水面水下安全，还可从深海突袭摧毁对手水下、水面、空中甚至地面目标，包括对手大型水面舰

艇编队和海军基地等设施，成为夺取未来海战胜利的关键因素之一。

深海作战的战场广阔、条件便利。海洋是地球上可利用的最大战略空间和领域。海洋平均水深3700米，水深超过1000米的海域约占海洋总体的70%。<sup>⑤</sup> 海洋面积约占地球总面积的71%。其中，国际海底区域总面积为2.517亿平方公里，是世界海洋总面积的69.7%，占地球表面积的49%，<sup>⑥</sup>占世界海洋水体的95%。<sup>⑦</sup> 随着全球变暖趋势加快，海平面持续升高，海洋面积持续扩大。从20世纪70年代迄今，海平面已上升10~20厘米，到2100年可升高2米，将淹没170多万平方公里陆地。而人类目前对海洋探测和了解的范围仅占5%左右。<sup>⑧</sup> 因此，国际海底区域是人类可以利用的最大潜在战略空间。深海战场范围大，受国界、地形、气象等条件的限制少，远距离部署使得受到敌方威胁较少，大纵深极大增强隐蔽性和生存能力，可全天候、全方位部署作战。通过发展深海作战力量，掌握深海空间，对扩大人类活动空间和拓展海洋战略空间，影响陆地空间具有重大意义。

深海作战部署与样式灵活多样，可全维度

① [美]杰拉尔德·丁·曼贡著，张继先译：《美国海洋政策》，海洋出版社，1982年，第248页。

② “30 U.S. Code Chapter 26—Deep Seabed Hard Mineral Resources”，Cornell Law School，1980，<https://www.law.cornell.edu/uscode/text/30/chapter-26>。

③ Olga R. Chiriac, CIMSEC, “The 2022 Maritime Doctrine of the Russian Federation: Mobilization, Maritime Law, and Socio-Economic Warfare”, Ocnus.net, November 28, 2022, [http://www.ocnus.net/artman2/publish/Defence\\_Arms\\_13/The-2022-Maritime-Doctrine-of-the-Russian-Federation-Mobilization-Maritime-Law-and-Socio-Economic-Warfare.shtml](http://www.ocnus.net/artman2/publish/Defence_Arms_13/The-2022-Maritime-Doctrine-of-the-Russian-Federation-Mobilization-Maritime-Law-and-Socio-Economic-Warfare.shtml)。

④ Vivienne Machi, “French Military Tees up New Tech in Rush to Conquer the Seabed”, DefenseNews, February 15, 2022, <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/02/14/french-military-tees-up-new-tech-in-rush-to-conquer-the-seabed/>。

⑤ 王书明、杨国蕾：“深海治理概念与主题研究进展——基于我国深海政治与政策研究文献的解读”，《中国海洋大学学报（社会科学版）》，2022年第4期，第50页。

⑥ 朱广菁、裴广江：“深海高技术问鼎郑和路”，《大众科技报》，2005年7月7日，第A01版。

⑦ 谢伟、殷克东：“深海海洋生态系统与海洋生态保护区发展趋势”，《中国工程科学》，2019年第6期，第2页。

⑧ 孙松、孙晓霞：“对我国海洋科学研究战略的认识和思考”，《中国科学院院刊》，2016年第12期，第1285-1292页。

控制海洋。深海作战力量在深海可从广度和深度上进行多层次部署,更加方便构建广阔的立体作战和防御体系,进行多层次、多体系的作战,力量运用和战法更加灵活,可广泛控制海底、海床、深海区域、水下和水面,甚至可以控制一定范围的空中和陆地。在冲绳海沟和马里亚纳海沟部署深海核潜艇和深海航母等远程打击力量,可快速控制附近大陆沿海。在北极冰层下部署深海武器装备,可迅速打击世界主要国家的战略目标。俄军在北极圈海底发射战略导弹,可在数分钟内打击美国内陆腹地,美国的导弹防御系统根本来不及反应。在大西洋亚速尔群岛和斯匹次卑尔根群岛的深海区域集结作战力量,可向全球任意地点发起快速远程机动打击。深海作战力量可破坏敌方重要海上交通线,控制某一咽喉航道,切断对手海上补给,袭击舰艇及基地,破坏对方海上和水下基础设施等,打击对手陆上目标等,以最小代价以迫使对手屈服。如“北溪”海底天然气管线被炸毁事件,有力策应了欧美等国在乌克兰战场上与俄罗斯的战略博弈。

#### 2.4 现有深海国际军控机制的滞后

当前,深海军事化发展处于国际法的“灰色地带”。深海规则及制度几乎一张白纸,吸引了各大海洋国的浓厚兴趣。<sup>①</sup> 现行国际法没有明确限制深海军事化发展。《联合国海洋法公约》没有明确限制深海军事化发展,如规定公海自由原则。《联合国海洋法公约》规定海洋和平使用目的的基本原则,其理解也指海洋军事活动既要符合《联合国宪章》关于禁止使用武力、自卫权和安理会授权的规定,同时还要符合该国承担的其他国际法义务。<sup>②</sup> 第三次联合国海洋法会议提到“非侵略化”问题,最终以“非正式协商案文”对“和平目的”的理解是“非侵略化”。《南极条约》明确南极地区的“非军事化”,同时有列举和平目的的军事行动,该条约为“海洋和平使用目的”一词的最权威解释。但《联合国海洋法公约》没有明确肯定《南极条约》“非军事化”的规定。目前没有争议的和平目的的海洋

军事活动,有依据《联合国宪章》的自卫权和联合国安理会授权的军事活动,如安理会授权在索马里海域打击海盗。此外,国际海事组织和裁军等相关机构和机制职能均相对有限,难以有效制约深海军事化加速发展。当前,深海国际治理机制集中于深海资源勘探与开发,深海军事化发展难以得到有效制约,甚至连“深海塑料污染问题”都无法达成有约束力的法律规定。

现有深海国际军控机制仅限于对核武器和大规模杀伤性武器的海床部署。1972年,为防止核军备竞赛扩散到深海区域,联合国通过了《禁止在海床洋底及其底土安置核武器和其他大规模毁灭性武器条约》<sup>③</sup>。但该条约只实现了“海床洋底无核化”,即要求缔约国承诺不在12海里以外的海床洋底及其底土埋设或安置“任何核武器或任何其他类型的大规模毁灭性武器”,而没有限制其他非核武器和非大规模毁灭性武器的海床部署,没有限制核潜艇的深海部署,也没有限制深海移动型核武器的部署,如“波塞冬”战略核动力无人潜航器。该条约的“和平目的”并非完全“非军事化”。

### 三、全球深海区域军事化发展加速的影响

深海军事化发展加速,将推动深海科技的飞跃,增强国家海洋实力并拓展国家发展空间,但也将军备竞赛带到深海区域,严重违背海洋和平利用的国际法原则和精神要求,同时将加剧大国战争的爆发风险,还将极大恶化海洋生态环境,危及全人类生存与可持续发展。

<sup>①</sup> 胡波:“中国的深海战略与海洋强国建设”,《人民论坛》,2017年第18期,第12页。

<sup>②</sup> 刘冰玉、冯翀:“‘和平目的’利用公海的法律问题研究”,《学习与探索》,2020年第2期,第94-97页。

<sup>③</sup> *Treaty on the Prohibition of the Emplacement of Nuclear Weapons and Other Weapons of Mass Destruction on the Sea-Bed and the Ocean Floor and in the Subsoil Thereof*, UN, February 11, 1971, [https://treaties.unoda.org/t/sea\\_bed](https://treaties.unoda.org/t/sea_bed); “禁止在海床洋底及其底土安置核武器和其他大规模毁灭性武器条约”,对我国生效时间:1991年2月28日,中华人民共和国条约数据库, <http://treaty.mfa.gov.cn/Treaty/web/detail.jsp?objid=1531876061090>。

### 3.1 增强国家海洋实力并促进国家的发展

先进科技往往首先充分应用于军事领域,再扩散到民用领域,从而推动整个社会的发展进步,这是人类社会普遍的发展规律。在包括深海在内的海洋领域,是军民融合发展程度最明显的领域之一。如深海机器人可以应用于深海作战,也可以应用于深海养殖业和深海救援打捞。深海科技直接推动了深海军事化发展加速,而深海军事化发展加速,反过来又进一步推动深海科技的飞跃,进而又极大增强国家综合国力,拓展人类发展空间,促进人类社会发展。

深海军事化发展加速将增强国家海洋军事实力,并推动未来海上军事变革。在先进深海科技支撑下,深海军事化发展加速将极大推进深海武器装备体系的发展,包括各型深海移动式、固定式、智能无人化武器装备体系,覆盖水下200米到海床底土,并依靠现代信息和人工智能技术链通其他战场作战平台,形成包括水上、水面、水下、深海、海床的立体攻防体系,构建一个更大范围的多域联合精确作战体系,将从根本上颠覆未来海战模式,极大增强国家海洋军事实力,也将对未来海战理论和制度产生重大影响,引领未来海洋军事革命。

深海军事化发展加速将带动海洋经济向更高层次的深海领域迈进。广泛应用于军事领域的深海技术与装备扩散到海洋经济领域后,推动海洋经济迈向更高层,形成包括深海油气产业、深海矿产业、深海智能渔业和深海生物工程等新兴深海产业和新质生产力,将极大促进海洋经济和人类社会的可持续发展。以深海资源开发为例,深海资源包括深海油气资源、海底可燃冰、海底金属矿产、深海热液硫化物矿床、深海生物资源等五大类资源。<sup>①</sup>但要得到这些宝藏,就必须在深海进入、深海探测、深海开发方面掌握关键技术。<sup>②</sup>海洋发达国家竞相制定深海科技发展战略与规划,如美国深海地球采样联合海洋研究所先后实施深海钻探计划、大洋钻探计划、综合大洋钻探计划等,发现海底“深海生物圈”和“可燃冰”,创立古海洋学,验证大

陆板块构造理论,揭示气候演变规律,引发整个地球科学领域的革命。

深海军事化加速发展将极大提升国家的综合国力。只有海洋才能造就真正的世界强国,跨越海洋这一步在任何民族的历史上都是一个重大事件。<sup>③</sup>与太空和太空技术一样,深海和深海技术代表当今世界前沿领域和先进技术,是一个国家综合国力的象征与代表,也是国际竞争最激烈的领域和技术之一。如深海基地不仅可以为深海作战的无人潜航器及其工作母船提供各种保障,还可以建成集深海科学研究、海洋资源调查、深海装备研发和试验、海洋新兴产业服务的多功能公共服务平台,开展多学科、综合性科学研究和科普工作,孵化深海产业关键技术,为深海海底电缆、管道铺设、油气开采等深海工程提供技术服务,更有利于维护国家海洋安全,提高海洋综合国力。某种程度上,未来国际竞争实质是海洋竞争,而深海竞争的胜负,可能将最终决定海洋竞争的胜负。所以,深海科技发展与深海军事化发展加速的相互作用,对于在海洋世纪由陆向海发展的海洋国家而言,是增强海洋实力,拓展国家发展空间,维护海洋主权与权益,实现国家和社会可持续发展的关键内容之一,并可有效抵御西方海洋列强的海上遏制围堵和他国海上“蚕食”,也是广泛参与国际海洋治理的重要手段。

### 3.2 引发深海军备竞赛

美国加快发展攻防一体的深海作战力量,企图获取深海霸权。2020年的《美国海上战略:海上优势》指出,通过以“弗吉尼亚”级攻击核潜艇取代“洛杉矶”级核潜艇、改善综合水下监视系统基础设施、研发使用无人潜航器等重点手

<sup>①</sup> “蓝色经济:加速向深海推进”,《国际商报》,2011年7月6日,第B04版。

<sup>②</sup> 习近平:“为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话”,2016年5月30日,中华人民共和国教育部网站,[http://www.moe.gov.cn/jyb\\_xwfb/moe\\_176/t20160601\\_247259.html](http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/moe_176/t20160601_247259.html)。

<sup>③</sup> [英]杰弗里·帕克著,李亦鸣等译:《二十世纪的西方地理政治思想》,解放军出版社,1992年版,第63页。

段提升深海地区作战力量。<sup>①</sup> 美国海军计划2024年前配备45艘无人潜航器,2030年前组建一支约2000艘不同级别航行器组成的无人水下舰队,包括装备超大型与智能型无人潜航器,并能携带多种有效载荷。由于无人潜航器在深海作战中的独特地位作用,美军重点发展以无人潜航器为代表的深海作战武器装备。美军无人潜航器体系齐全,功能先进,包含小型、中型、大型和超大型,功能从监视侦察、反水雷等战场保障转变到联合协同作战,主要目的是维持水下优势。美国年度国防授权法案连续多年专门列支中小型无人潜航器采购经费,规划水下战专项应用研究,进一步加强海底车辆、连续分布式传感系统水下智能装备的研发。<sup>②</sup> 美国海军新版建船计划(2023—2052财年)将大力扩充水下无人装备规模,将无人潜航器纳入355艘舰船目标。美军无人潜航器可在水深10~1000米的海域遂行海洋环境监测、水下移动目标跟踪与监视、水下情报搜集和关键海域数据获取等多种任务。<sup>③</sup> 美国海军《自主无人潜航器2025年需求》提出要加强装备大型无人潜航器,可遂行水下特种作战、分布式网络、全球打击等任务,重点发展滑翔型、巨型、仿生型等智能无人潜航器,组建完整深海无人作战体系。美国开始论证无人潜航器同时携带4~6枚重型鱼雷/导弹,60枚小型鱼雷、导弹、水雷、微小无人潜航器的可行性。与此同时,美军同步发展深海作战反制技术和装备,构建攻防一体的深海作战力量。如构建深海监视系统,发展无人潜航器软杀伤技术,包括捕获、欺骗干扰及网络对抗等技术,利用超空泡子弹直接硬杀伤无人潜航器。<sup>④</sup>

其他军事大国纷纷跟进,颁布深海军事化发展战略,制定深海武器装备发展计划,发展深海作战力量。日本2018年的《防卫大纲》强调研发无人潜航器,推进周边海域水下情报监测以及深化潜艇部队建设等涉及深海军事的战略规划,<sup>⑤</sup>开发无人潜航器开展水雷战,阻止对手从海上攻击西南诸岛或破除对手海上封锁。“浦岛”深海无人潜航器最大潜深为3500米,续

航能力达100公里,配备高精度声纳和探测仪,能有效监控深海。<sup>⑥</sup> 日本还研发海底潜行鱼雷型机器人。2024年1月,日本与澳大利亚签署协议,合作研发用于水下作战的机器人和自主系统。俄罗斯《2030年前国家海军行动基本原则》,提出要加快发展深海作战力量,将无人潜航器列为海军装备重点,大力发展大型、小型和核动力无人潜航器。如“波塞冬”战略核动力无人潜航器最大航速近60节,最大潜深1000米,可携带200万吨当量热核弹头,可搭载在核潜艇上,可使美国现有导弹防御体系形同虚设。俄军计划2027—2030年间装备32艘“波塞冬”,正在开发的无人潜航器设计方案超过17个。<sup>⑦</sup> 2022年2月,法国国防部宣布将开发深海自主无人驾驶车辆和遥控车辆,计划装备第一台新型水下机器人。同年的法国《海底战战略》,提出控制深海的措施路线图和重点研发的技术与武器装备,从军事理论、组织管理、实施路径、人力资源等四个方面形成稳定的海底控制能力,重点发展反水雷中小型无人潜航器和

<sup>①</sup> “U. S. Maritime Strategy: Advantage at Sea”, USNI News, December 17, 2020, <https://news.usni.org/2020/12/17/u-s-maritime-strategy-advantage-at-sea>.

<sup>②</sup> “S.1605—National Defense Authorization Act for Fiscal Year 2022”, The White House, July 2022, <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2021/12/27/statement-by-the-president-on-s-1605-the-national-defense-authorization-act-for-fiscal-year-2022/>.

<sup>③</sup> 谢伟等:“水下攻防对抗体系及其未来发展”,《中国工程科学》,2019年第6期,第75页。

<sup>④</sup> 李晓东、胡光兰、吴晓婧:“美国无人潜航器反制措施研究现状”,《数字海洋与水下攻防》,2020年第3期,第198—203页。

<sup>⑤</sup> 「平成31年度以降に係る防衛計画の大綱について」及び「中期防衛力整備計画(平成31年度~平成35年度)について」,防衛省・自衛隊,平成30年12月18日, <https://www.mod.go.jp/j/approach/agenda/guideline/2019/index.html>.

<sup>⑥</sup> “Deep Sea Cruising AUV URASHIMA”, Japan Agency for Marine—Earth Science and Technology, <https://www.jamstec.go.jp/e/about/equipment/ships/urashima.html>, 访问时间:2024年5月14日。

<sup>⑦</sup> 伍尚慧:“俄罗斯大力发展无人潜航器以提升水下作战能力”,《军事文摘》,2019年第9期,第29—30页。

深海智能无人潜航器,确保形成深海作战能力。<sup>①</sup>英国2021年《安全、防务、发展与外交政策综合审查——竞争时代的全球化英国》国家安全战略报告,提出将装备智能无人潜航器。<sup>②</sup>英国海军第一艘大型水下无人潜航器“鳐鱼”号水下航速达12节,长达30米。<sup>③</sup>2021年,印度海军发布《无人驾驶路线图》,强调发展深海智能无人潜航器。<sup>④</sup>

许多中小国家寻求深海作战装备与技术,以期在深海资源争夺中获取一席之地,深海技术与武器装备加速向中小国家扩散。为谋求获得核潜艇,巴西加强与法国在巴西—法国潜艇联合委员会框架下的合作,同时与俄展开合作,希望获得俄核潜艇技术援助。韩国希望获得美国核反应堆小型化技术,以推动深海核潜艇研发。美国和英国联手向澳大利亚出售核潜艇编队,同时还积极拉拢新西兰、加拿大和日本加入。

### 3.3 违背国际海洋法基本原则精神要求

深海军事化发展加速,违反和平利用海洋的国际法基本原则和精神。《联合国海洋法公约》序言第四段、第88条、第141条、第143(1)条、第147(2)(d)条、155(2)条、第138条、第240(1)(a)条、第246(3)条、第242条和第301条等原则规定和平使用公海,包括深海区域。但欧美等国加快建设深海作战力量,试图凭借深海作战的军事优势,以公海航行自由为名,在深海领域拉大与发展中国家距离,以谋求制深海权和以深制海,推动深海军备竞赛。这将直接威胁深海区域和平稳定,违背上述关于和平使用海洋的国际法原则精神要求。

欧盟凭借深海军事优势抢夺深海资源,违反海底资源为全人类共同财产的国际法原则和精神。联合国大会1970年12月17日第2749(XXV)号决议和《联合国海法公约》序言原则规定:国家管辖范围以外的海床和洋底区域及其底土以及该区域的资源为人类的共同继承财产,其勘探与开发应为全人类的利益而进行。但实际上,全球深海治理带有明显的“南北政

治”印记,<sup>⑤</sup>仍为欧美海洋大国主导。欧美海洋大国利用自身先进的深海科技和力量,通过“先占先得”“公海自由”和竞争性海洋治理理念,假维护全球公域之名,以强大的深海作战力量谋取深海治理格局主导地位,在深海资源开采、科学探索、军事活动、主权争夺等方面占据主导权,将深海作为自己的势力范围,不断挑战联合国海洋法公约体系。欧美等海洋大国组成深海“大国共同体”“富国俱乐部”,使得属于人类共同财产的深海成为西方治理乃至霸权治理的深海。发展中国家难以迈进深海治理的各种“门槛”,长期处于全球深海治理机制的边缘地带,深海资源实际将归属于欧美等少数海洋大国所有。

### 3.4 加剧大国战争的爆发风险

以人工智能技术为主的深海军事化加速发展,将颠覆传统海战模式,使未来海战加速迈向智能化战争。从长远来看,深海作战的快速发展将削弱现有核大国的核威慑能力,改变现有大国战略力量平衡,冲击和挑战以核威慑为基础的全球战略稳定,大大增加大国战争的爆发风险。

深海成为美国推进“大国竞争”战略的重要

① Vivienne Machi, “French Military Tees up New Tech in Rush to Conquer the Seabed”, *DefenseNews*, February 15, 2022, <https://www.defensenews.com/global/europe/2022/02/14/french-military-tees-up-new-tech-in-rush-to-conquer-the-seabed/>.

② Cabinet Office, *The Integrated Review 2021: Global Britain in a Competitive Age, the Integrated Review of Security, Defence, Development and Foreign Policy*, The UK Government, March 16, 2021, <http://www.gov.uk/government/collections/the-integrated-review-2021>.

③ “Manta – the Royal Navy Gets Its First Extra-large Autonomous Submarine”, *Navy Lookout*, March 31 2020, <https://www.navylookout.com/manta-the-royal-navy-gets-its-first-extra-large-autonomous-submarine/>.

④ Akash Pandey, “India Gearing to Develop Use of Unmanned Underwater Vehicle (UUV)”, *IndSamachar*, July 28, 2021, <https://indsamachar.com/india-gearing-to-develop-use-of-unmanned-underwater-vehicle-uuv/>.

⑤ Surabhi Ranganathan, “Global Commons”, *The European Journal of International Law*, Vol.27, No.3, 2016, pp.711-717;胡斌:“国家管辖范围以外区域海洋遗传资源开发的国际争议与消解——兼谈‘南北对峙’中的中国角色”,《太平洋学报》,2020年第6期,第59-71页。

场所。在“大国竞争”战略指导下,美国将中俄列为主要竞争对手,大国间战略博弈不断升级,美国从深海全面强化对中俄的军事围堵。“自由进入并主导全球公域”是美国护持霸权的重要基础。<sup>①</sup> 进入21世纪以来,随着大国加速发展“深蓝”海军,美国在大洋的制海权受到挑战。在匆忙结束“反恐”战争和确立“大国竞争”战略后,美国海军重新确立以大洋作战为主的“制海战略”,深海开始占据越来越重要的地位。美军2015年版的《21世纪海权合作战略》,明确必须保持深海海底主导地位。<sup>②</sup> 2020年12月,美国海军、海军陆战队、海岸警卫队共同发布第三版海洋战略《海上优势:以一体化多域海上力量制胜》,强调必须保证美国从海底到太空所有领域的主导权和影响力。<sup>③</sup> 为实现独霸深海的目的,美军研制智能化、体系化、规模化的深海作战力量,丰富深海作战理论,已具备从近海到深海的全海域水下作战能力,并形成深海无人集群作战,深海有人/无人协同作战,空海与深海一体作战模式,把深海变成战场。结合陆军“多域战”、太空军“致盲战”、海军“分布式作战”、空中“穿透性制空作战”和“敏捷作战运用”、海军陆战队的“远征前进基地作战”、网络部队“常态化接战”、人工智能技术的“马赛克战”等,美军加快建设针对中俄的攻防一体的深海作战力量,强化从陆上、水面、空中、太空、网络、电磁到深海无缝衔接、立体无死角、多维一体大国高端作战体系,意图构筑对中俄绝对军事优势。这将大大提高美国武力攻击中俄的冲动,从而严重加剧大国战争的爆发风险。俄乌冲突中的“北溪”海底天然气管道爆炸事件,就是美军典型的深海作战行动。

#### 四、全球深海区域军事化发展的制约因素

深海军事化发展的技术难度和经济投入大、风险高,也受到深海特殊地理环境的影响,因而其加速发展也面临诸多制约和挑战。

#### 4.1 深海武器装备研制难度大、成本高

深海区域高压强、无光线、无氧气、高盐,如深海1000米处的压强为近100倍大气压。在深海11000米处,压强就高达110兆帕,足可以将一辆主战坦克瞬间压扁。要在这样极端恶劣的自然地理条件下遂行作战任务,对武装装备本身的性能和技术提出了极高要求,既要使用大量的特殊材料和工艺,又要使用最新的技术,这也直接推升了武器装备的研发周期和投入成本,使得深海武器装备的研发风险极高,只有大国和强国才可能负担得起。

深海作战大型武器装备成本投入巨大,一般国家难以承受其经济投入成本。如2019年2月,美国海军与波音公司签订制造5艘“虎鲸”大型无人潜航器的合同,总耗资2.4亿多美元。2022年,英国皇家海军计划建造的“鲸鱼”超大型无人潜航器,造价约1540万英镑。美军新一代深海核潜艇——“哥伦比亚”级战略核潜艇,首艘单价高达170亿美元,12艘总价高达1570亿美元。如此昂贵的深海作战武器装备,不是一般中小国家所能承受的,而且一旦研发失败,经济损失将更大。

深海作战主战武器装备研发周期长。由于技术难度极大,使得深海作战主战武器装备建造周期变长。如美国波音公司原定2020年向美国海军交付首艘“虎鲸”无人潜航器,一直拖到2023年12月才交付。同样12艘“哥伦比亚”级核潜艇建造时间严重推迟,原定首艘2021年初开工、2028年下水、2031年服役,剩余2039年全部完工。但实际上,首艘直到2022年6月才开工,2030年才能完成建造,整个工期可能要延迟数年时间。

<sup>①</sup> Barry R. Posen, “Command of the Commons: The Military Foundation of U.S. Hegemony”, *International Security*, Vol.28, No.1, 2003, pp.5-46.

<sup>②</sup> Sam Lagrone, “U.S. Cooperative Strategy for 21st Century Seapower 2015 Revision”, *USNI News*, March 13, 2015, <https://news.usni.org/2015/03/13/document-u-s-cooperative-strategy-for-21st-century-seapower-2015-revision>.

<sup>③</sup> US Navy, USMC, USCG, *Advantage at Sea: Prevailing with Integrated All-Domain Naval Power*, The U.S. Department of Defense, December 17, 2020, <http://mide.defense.gov/2020/Dec/17/2002553481/-1/-1/0/TROSERVOCESTRATEGY.PDF>, p.1.

深海武器装备研发技术难度极大,涉及众多海洋领域基础学科和前沿技术。深海武器装备要真正遂行深海作战任务,除运用先进原材料和工艺外,还要解决深海导航定位、指挥控制、通信、能源保障等等系列问题,同时还需要掌握深海海底地形地貌、海洋重磁、海底地质、水文、水流、声场等战场环境信息等,涉及深海地质、深海矿物、深海生物、基因技术等高科技支撑,这都是当前海洋领域尖端前沿科技,其难度极大。如深海资源开发技术集成与关键技术研发是该领域国际竞争和合作的前沿。<sup>①</sup>

#### 4.2 广泛使用人工智能技术的潜在风险高

当前,由于人工智能技术较好适应了深海特殊的自然地理环境,因而在深海作战武器装备中得到广泛的应用。但由于人类无法完全了解掌握人工智能技术的内核能力,人“想”不过机器,导致人工智能技术的广泛应用存在技术、伦理等风险,对作战和战场带来潜在的威胁比较高。人工智能技术潜在的高风险,必将随着其在深海军事化发展中的普及而日益凸显,也将对深海军事化发展构成巨大影响。

人工智能技术存在认知上的不可解释性风险。以深度学习、深度神经网络模型为主的人工智能技术,模拟人类大脑数以百万亿的神经元突触碰撞产生指令或方案,但人类无法了解和掌握人工智能中神经元突触碰撞的全过程,也就无法清楚其制定指令或方案的过程,从而无法判断这些指令或方案的可行性和准确性,进而带来误导作战的巨大风险。人工智能技术存在不可解释和不可预知的风险,也给深海作战带来潜在威胁。如不断迭代的算法决策过程中,不可知性始终存在,导致其结果存在失控风险,其后果是不可想象的。此外,人工智能技术还存在“智障”问题,其容易被有意掩盖和伪造的环境所欺骗,进而作出错误指令及动作,这将给战场带来巨大风险,甚至可能面临失败的风险。

人工智能技术还存在巨大伦理风险。人工智能本质是让机器像人类一样思考,就是一个模拟的“人”。但在深度学习和大数据模型的支

持下,人工智能技术的智力水平远远超过人类智力水平,这在数次人类顶尖高手在与机器人的国际象棋大赛中败北就可以看出。这就产生了在伦理上,未来人工智能或机器人可能取代人类的伦理风险。人工智能技术这种“数学杀伤性武器”正日益操控着人类,或者少数垄断算法和数据的人成为“智神”,造成前所未有的颠覆性社会政治问题。<sup>②</sup>一方面,少数掌握人工智能技术的精英或资本,将操控世界秩序和大部分民众,“独狼式”黑客、网络极端分子破坏和毁灭人类更加便利,一旦像“波塞冬”之类的深海核武器和技术失控,将给人类带来毁灭性灾难。另一方面,具有智识、意识的人工智能可能统治和操控人类,人类文明面临失序、失控,甚至灭亡。2015年,著名物理学家霍金在内的全球数百名人工智能专家和多家企业签署公开信,警告如果不对人工智能技术进行有效限制,“人类将迎来一个黑暗地的未来”。2023年3月31日,美国非营利组织未来生命研究所(Future of Life Institute)发布一封名为“暂停巨型AI实验”的公开信,“人工智能教父”杰弗里·辛顿、特斯拉公司总裁埃隆·马斯克、图灵奖得主约书亚·本希奥等上千名人工智能专家和行业高管在信中呼吁,所有人工智能实验室应当暂停对更强大的人工智能系统的开发和训练。<sup>③</sup>2023年6月,在美国空军一次模拟测试中,一架采用AI技术的自主无人机,突然化身为“终结者”,向阻碍其执行摧毁任务的人类操作员发动攻击,以确保高效执行任务。<sup>④</sup>虽然当事人后来又

<sup>①</sup> F. Wenzhöfer, K. Oguri, et al., “Benthic Carbon Mineralization in Hadal Trenches: Assessment by in Situ O<sub>2</sub> Microprofile Measurements”, *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers*, Vol.116, No.0, 2016, pp.276-286.

<sup>②</sup> [以色列]尤瓦尔·赫拉利,林俊宏译:《未来简史——从智人到智神》,中信出版集团,2017年版,第299页。

<sup>③</sup> Akhil, “Future of Life Institute Newsletter: Pause Giant AI Experiments!” Future of Life Institute, March 31, 2023, <https://futureoflife.org/newsletter/future-of-life-institute-newsletter-pause-giant-ai-experiments/>.

<sup>④</sup> Elias Atienza, “Fact Check: Did An Ai-Controlled Drone Kill Its Operator in a Simulation?” CheckYourFact, June 2, 2023, <https://checkyourfact.com/2023/06/02/fact-check-ai-drone-operator-simulation/>.

否认此事,并把该事当成一个自己的猜想,但也足以说明人工智能技术潜在的高风险并非空穴来风。所以,2023年12月,联合国人工智能高级别咨询机构发布《为人类治理人工智能》的临时报告,明确机器自主瞄准和伤害人类是一条不可逾越的“红线”。<sup>①</sup> 在当前的巴以冲突中,以色列军队利用“Lavender”(薰衣草)人工智能辅助系统暗杀哈马斯目标,结果却导致大量平民伤亡,遭到联合国的公开谴责。

### 4.3 深海恶劣地理环境带来的挑战多

当前,人类对深海和海底的了解甚少。全球只有5%的深海海底从船上做过一般调查,只有0.01%的深海海底做过详细调查和采样。深海对于人类来说还是个未知世界,复杂恶劣的深海地理环境,为深海作战带来前所未有的挑战。

复杂海底地形给深海作战航行器带来重大安全隐患。海底地貌主要包括长达数千公里、宽数百公里的大洋中脊系统,深不可测的海沟,海沟上的岛弧,数千万座大小不等的海山,遍布海底的火山,由沉积物覆盖形成的深海扇和堆积体,以及珊瑚礁等,包括温度达300~500度的热液区。在海底环境中,需要高精度、实时更新的海底地形地貌信息作为深海作战力量的保障,包括水温、盐度、密度、海流、中尺度涡、内波等信息,以确保海底作战人员与武器平台的安全。2021年10月,美国海军“康涅狄格”号核潜艇在南海海底撞山,人员和潜艇受损严重。据说原因是海底航道上出现了新的海山,而美军的海底区域保障图没有及时更新,没有补充海底地形变化信息而造成的。

深海区域各种自然灾害,严重威胁深海武器装备和人员的安全,进而影响深海军事化发展进程。如海底火山分布比较广泛活跃。全球80%的火山分布在海底,共有2万多座,其中太平洋海底占据了一半以上。世界上最大海底火山位于日本以东1600公里的太平洋海底,长约450公里,宽约650公里,高2000多米,比陆地最大火山——夏威夷莫纳罗亚火山大50倍。<sup>②</sup>

2010年2月,日本“Fukutoku-Okanoba”海底火山爆发,喷出海面的烟雾柱高达上百米。2022年1月的汤加海底火山爆发中,火山灰柱在太平洋海面上升高达28千米。此外,深海地震引发的海啸中,巨大的波涛可长达数百米,深度可达水下数百米,也容易影响深海作战的安全。大规模海底滑坡也屡见不鲜,规模更大,如挪威岸外的斯图尔加大滑坡,整个海底沿近3000公里长的大陆架外缘滑到了2000多米深的深海底,形成了9.5万平方公里的巨大滑坡。<sup>③</sup>

### 4.4 深海脆弱生态环境的制约

深海是海洋最主要的组成部分,在全球生物量产生和生物地球化学循环过程中,扮演了重要的角色,对地球生态环境起到非常重要的作用。90%以上的地球生物居住在海平面200米以下的深海中,<sup>④</sup>如冷水珊瑚礁存在于世界各地的大陆架、斜坡、海底山等,不仅是深海生态系统的重要组成部分,而且具有较高的生物多样性和生态资源价值,同时也是记录长时间尺度气候变化的良好载体。许多海洋生物的栖息地,都在深海珊瑚和海绵中。

深海生态环境非常脆弱,遭破坏后极难恢复。深海是个慢世界,生态系统一旦遭到破坏,要恢复的时间尺度不是年代际的几十年,而是按世纪计算。如深海珊瑚每年只生长4~35微米,土豆大小的锰结核经过数百万年才能形成。早在2003年,国际海洋考察理事会认为大多数“深水种群可能超出安全生物限度”,如1978—1994年,西北大西洋几个目标物种和非目标物种数量下降90%以上。全球变暖导致海水中氧溶解度下降,缺氧致使深海生物量和生物多样性大大减少,如深海鱼类下降了60%。近年

<sup>①</sup> The UN Secretary-General's AI Advisory Body, *Interim Report: Governing AI for Humanity*, UN, December 2023, <http://www.un.org/en/ai-advisory-body>.

<sup>②</sup> “科学家开始绘制世界最大海底火山3D地图”,《知识文库》,2015年第23期,第1页。

<sup>③</sup> 汪品先著:《深海浅说》,上海科技教育出版社,2020年,第162页。

<sup>④</sup> 张文韬编译:“气候变化下的深海世界”,《世界科学》,2016年第1期,第33页。

来,受到来自陆源污染物、深海活动、气候变化等深刻影响,深海生物多样性显著下降。

深海军事化发展的加速并引发深海军备竞赛,将对海洋生态环境造成不可逆转的影响,进而加剧全球生态环境的恶化,最终将危害到整个人类社会的生存和可持续发展。如“北溪”海底天然气管线被炸毁事件中泄露的8亿立方米天然气,相当于50万吨甲烷,严重损害了当地海洋生态环境,并将加剧全球变暖进程。

## 五、结 语

在当前的海洋世纪中,深海在全球安全与

可持续发展中的战略价值日益凸显,成为人类未来发展的新兴领域。美西方等军事强国利用深海国际军控机制的滞后和自身先进的深海科技、装备与资金优势,加快发展攻防一体的深海作战力量,企图以深制海和独霸深海。这将加剧深海军事化发展进程,挑动深海军备竞赛,严重威胁深海和海洋的和平发展。中国应以海洋命运共同体为依托,共同完善深海开发利用的国际法律制度,推动建立深海国际军控机制,维护深海和平,维护国家主权安全和人类社会的可持续发展。

责任编辑 邓文科

# Development Trends and Impact Analysis of Militarization in Global Deep-Sea Regions

KUANG Lasheng<sup>1</sup>

(1. Academy of Military Science, Beijing 100091, China)

**Abstract:** With the rapid development of deep-sea technology and equipment, the intensification of deep-sea resource competition, the lag of deep-sea military control mechanisms, and the need for comprehensive management of the ocean and potential sea battles, major military powers are accelerating the construction of deep-sea combat systems, attempting to turn most of the deep-sea areas from a public domain state into a new one-dimensional battlefield, in order to seek control over deep-sea areas, which will accelerate the development of militarization in the global deep-sea region. The acceleration of militarization in global deep-sea region will in turn promote a leap in deep-sea technology, thereby driving the improvement of national ocean military strength and comprehensive national strength, and expanding the space for national development. At the same time, this acceleration will intensify the deep-sea arms race, violating the basic principles and spirit of international ocean peaceful utilization, and greatly increasing the risk of major powers' war. However, due to the significant investment in the development of deep-sea militarization, the potential risks from widespread application of artificial intelligence technology and the harsh geographical and fragile ecological environment of the deep-sea will also pose constraints and challenges to the accelerated development of deep-sea militarization.

**Key words:** deep-sea operations; deep-sea arms race; deep-sea military security; deep-sea community with a shared future