

“科技+军事”未来战争高端论坛推荐论文

深海科技发展对未来战争的影响及战略选择

张卫华, 郭继周*

(国防科技大学气象海洋学院, 湖南 长沙 410073)

[摘要] 随着陆地资源的巨大消耗和逐渐枯竭, 深海蕴含的丰富能源、矿产及生物蛋白质资源, 使其成为人类生存与社会可持续发展的巨大宝藏, 同时也成为世界各国激烈博弈和争夺的热点领域。极端的环境条件和难以抵达性, 使深海成为引领推动众多高新技术聚集发展的策源地和天然试验场, 独特的军事利用价值则使其成为目前最有希望快速改变海上作战态势、取得非对称优势的战略空间。本文在分析预见深海科技发展趋势的基础上, 深入研判了深海科技发展对未来战争的影响, 最后从理论创新、需求牵引以及能力、条件、平台和人才建设等多个方面提出针对性的措施建议, 为强化海洋安全和建设海洋强国提供决策参考。

[关键词] 深海科技; 深海空间; 战争形态; 制深海权

[中图分类号] TP18/D631 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1671-4547(2023)01-0012-06

DOI: 10.13943/j.issn 1671-4547.2023.01.03

引言

深海具有作战空间大、环境优势显著、隐蔽性强的特点, 适合全海域、全方位、全天候实施大纵深、全维度、非对称作战。海洋历来是引领和推动高新技术聚集发展的重要领域, 深海更是海洋开发和海洋技术发展的最前沿和制高点, 深海科技发展是国家综合实力的集中表现。随着深海智能化技术的不断突破, 深海自主化武器装备正大量涌现, 一旦形成深海智能化力量体系, 将产生巨大威慑力。以深海作战为重点方向, 科学分析判断深海科技发展趋势及其对未来战争的影响, 加快推进深海领域基础研究和前沿探索, 突破深海领域核心关键技术, 提升进入深海与利用深海能力, 可为

建立建强深海作战体系, 实现“以深制浅、以深制海、以深拒止”战略, 有效抵消制空权和制海权, 提供强有力的科技支撑。

1 深海科技发展现状及趋势

1.1 关于“深海”的界定

目前, “深海”尚无国际统一标准定义, 不同行业有不同的界定。在海洋科学中, 通常以200 m、1 000 m、4 000 m和6 000 m 4个深度为界, 将全球海洋分为5大水层。世界自然基金会认为应该以水下200 m为基准来界定深海的范围; 中国学者陈皓文、于炳松分别将深海界定为水深1 000 m和2 000 m; 中国常驻国际海底管理局代表处官网则采用4 000 m的界定^[1]。

[收稿日期] 2022-10-10 **[修回日期]** 2022-11-28 **[采用日期]** 2022-12-09

[基金项目] 军队科研基金(22-xxx-012、20-xxx-21-03-02-003-01)

***[通信作者]** 郭继周, E-mail: jzguo@nudt.edu.cn

[作者简介] 张卫华, 男, 博士, 研究员, 研究方向为海战场环境保障、水下预警探测与系统仿真技术; 郭继周, 男, 博士, 副研究员, 研究方向为水下预警探测和海洋科技安全发展战略。

从世界海战武器装备发展的总体水平和抢占深海军事战略制高点的需求出发, 本文倾向于将1 000 m作为深海军事科技的边界值。

1.2 深海科技的军事应用

当前深海科技在军事领域的应用和引领主要体现在深海空间进入与长期驻留、海洋环境观测与目标侦察监视、深海环境预报与利用、深海作战体系构建与运用等方面。相关技术分类及其军事应用如表1所示。

1.3 深海科技的发展趋势

1.3.1 作战平台向更大深度、无人化、智能化、集群化发展

深海犹如太空, 武器平台下潜越深, 占据的空间优势就越大。目前中国、美国、俄罗斯和日本都已具备万米级载人深潜能力^[2]。我国“奋斗者号”深海载人潜水器的最大下潜深度达到10 909 m, 可在海底连续作业6 h。美国和俄罗斯还拥有相当规模的特种深海潜艇部队。可以预料, 作为未来水下作战核心装备和主要

力量的无人潜航器也必然向更深、更智能方向发展^[3]。例如, 俄罗斯“波塞冬”核动力无人潜航器的下潜深度可达2 000 m, 而且具备核打击能力, 是俄军的深海杀手锏武器。美国已对“虎鲸”超大型无人潜航器进行了测试, 并计划启动“美杜莎”无人潜航器的采办工作。此外, 以美国为首的北约更是频繁举行以无人系统和人工智能应用为重点的有人无人平台组网协同反潜演习。2022年9月在葡萄牙沿海举行的“动态信使”演习是北约指挥下第一次使用自主水下系统的大规模演习, 来自15个北约国家的11艘战舰、120台自动驾驶装备和1 500名人员参加了此次演习, 并操作使用了无人机与无人潜航器^[4]。

1.3.2 海洋环境与目标信息获取向水声与非声探测多源融合发展

水声与各型声呐系统仍然是水下环境目标信息获取和信息传输的主要方式和手段。但是, 随着安静型潜艇以及无人潜航器、智能水雷、

表1 深海科技相关技术分类及其军事应用

	技术分类	军事应用
深海环境	海洋环境预报与水声传播特性	水下航行安全与水声探测以及通信、导航等
	深海地质与重力、磁力环境	水下重力、磁力导航
	深海生物与化学环境	军事仿生、生化检测
深海材料	耐高压、耐腐蚀材料及磁隐身、声隐身材料	深海空间进入与隐蔽
	光电传输缆、高密度电池材料	深海长时驻留
深海工程	深海水下布缆、开槽、采矿工程作业船/作业平台	海战场建设
	深海水下机器人及其相关设备(如机械手等)	海战场建设与维修维护
	救援打捞船及配套装备	潜艇救援与事故打捞
深海武器	深海基地	水下能源供给、武器储备等
	深海载人潜水器、特种潜艇、空间站	水下情报侦察、特种作战
	深海无人潜航器	水下攻防作战、侦察预警
	深水鱼雷、预置武器	火力打击与战略威慑
	水声探测技术(声呐)	水下目标探测、避撞及探索成像等
深海探测、通信与导航	水声通信与导航技术	作战指挥控制、集群组网协同
	光电感知技术(如微弱电场感知等)	水下侦察预警
	重力、磁力感知测量技术	水下重力、磁力导航
	其他探测技术(如生物、化学等)	水下侦察预警
通用技术	微电子、信息网络、卫星遥感、材料、能源技术等	深海作战体系构建、作战指挥控制

蛙人等微小型水下目标的增多,潜艇全电及无轴推进动力系统、声隐身与海洋生物仿生技术的广泛应用,仅依赖声呐,通过声纹特征识别目标的难度将越来越大,水下探测将向电磁、激光、生物、化学等非声探测和多源信息融合探测方向发展^[5]。随着弱磁传感技术的快速发展,超导以及量子领域的研究成果将被引入到磁探测领域,未来将出现极高灵敏度的磁探仪系统,以实现对其极其微弱的磁信号进行检测。从美国海军多年的研究经费支持情况和已有研究基础来看,美国最新一代的反潜巡逻机和反潜直升机上都极有可能已经或即将装备这种超高灵敏度的磁探仪。此外,由于潜艇在水下运动时形成的尾流会使海水中的离子产生一种被称为“德拜磁场”的离子效应^[6]。有报道称,在3~4级海况下,这种尾迹磁场可以持续1~1.5 h,延伸区域可达15~25 km。因此,各国也在积极发展新的磁源探测技术。

1.3.3 海底观测与水下监视向“深网”和机动分布式网络发展

载人或无人深潜器、深海钻探船和联网的海底观测系统并称“三深”,是深海探索最重要的手段。“深网”即联网的海底观测系统,可以进行长期连续的实时原位观测。自1996年美国建成LEO-15海底生态观测站以来,“深网”只有二十几年的发展历史^[7]。美国于2016年建成了海底观测系统(OOI),包含区域网、近岸网和全球网,其中最大的是俄勒冈海岸外的深海区域网;日本于2015年建成太平洋海底地震海啸观测网(S-net),缆线长5 700 km,最大水深达8 000 m,号称世界最大的地震观测网。海底观测系统不仅可以连续观测海洋环境,也可以通过接驳盒加装声、磁、电等水下目标探测系统,实现远程水下监视体系。早在冷战时期,美国就沿太平洋岛链建设了三条岛链水声监听系统(SOSUS)。近十年来,除部署升级岛链海底固定探测系统之外,美军还在不断发展更多更先进的水下探测系统,重点发展广域分布式深海探测系统等。其中,单台套“深海主动声探测系统”即可在6 000 m的深海海域

实现1万 km²范围的探潜,单台套“分布式敏捷反潜系统”可在4 500 m深海区域实现25万 km²范围内的水下目标探测与跟踪^[8]。

1.3.4 基础研究、学科交叉、政府主导的作用与特点更加突出

深海是当前及未来各种通用技术和高新技术的综合试验场、基础研究的天然实验室,也是多学科交叉融合的黏合剂。随着陆地资源与能源的逐渐枯竭,各国纷纷将海洋尤其是深海作为地球上最后待开辟的疆域,展开激烈的争夺。深海技术不仅是一个国家开发新资源、确保社会经济可持续发展的支撑,也是涉及国防和海洋安全的战略屏障。许多国家都非常重视主导深海技术,纷纷出台相应的中长期海洋科技发展规划和发展战略。海洋领域的竞争实质上正演化成为国家之间、利益集团之间海洋高技术能力和装备技术手段的竞争^[9]。

2 深海科技发展对未来战争的影响

2.1 推动战争形态演变

深海科技革命将引起深海战争形态、作战样式发生深刻变革。一是随着作战要素进入深海,隐蔽性增大,作战空间维度由平面向多维多域立体拓展,通过“以深制海”“以深制浅”可以实施降维打击。二是随着网络化、智能化时代的来临,深海作战空间由现实物理空间向网络空间拓展,智能化武器平台、武器系统、信息链路和保障要素成为基本力量。利用智能化作战攻击敌重要信息系统和关键基础设施,能够达到慑战止战的效果,智能优势也将成为决定未来水下作战行动优势、战争胜势的关键。三是随着物联网、无人自主系统与人工智能技术的发展,水下战争形态将由有人平台为主向有人无人协同、无人集群作战演变,作战样式将发生全新变革,以深海为主要活动空间的作战力量将大量涌现,深海无人集群作战、水下有人无人协同作战、海床战、海底预置战、全海深立体作战等作战样式应运而生,“跨域作战”“有人无人体系对抗”“集群/蜂群作战”

等非对称作战理论将得到广泛应用。

2.2 实现武器装备及作战体系效能跨越式提升

深海科学技术的突破和发展及其在军事领域的广泛应用,以及传统技术的物理极限不断突破,将使新一代水下武器装备研制步伐加快,技术跨度加大。在深海科学理论和智能科技的支撑下,水下信息支持系统的信息获取、传输、处理和应用发生重大突破,水下信息支持系统的作战效能、可靠性和生存能力将大幅提高,推动水下平台信息化水平出现质的飞跃。石墨烯电子器件、光电子与光子器件、忆阻器及忆阻系统等新型电子元器件技术的发展,能够有效解决传统信息器件和设备在复杂性、成本、功耗等方面遇到的巨大障碍,提高水下预警探测装备的信息化、智能化水平和作战能力。量子通信技术、光通信技术的进展,将极大提高对海量信息的实时、安全、可靠传输能力,大幅提高未来水下信息系统的安全性,最大限度地满足水下网络中心战的通信需求。将不同类型、不同地域、不同空间的武器装备通过网络化的信息链路无缝连接,使更多作战要素进入深海作战体系,进而提升作战体系的要素集成规模和互联互通互操作水平,可加速水下武器装备系统的体系化进程,极大提高一体化联合作战能力。水下战场信息融合、综合处理与决策支持技术的发展,能扩展水下战场感知的时间和空间覆盖范围,提高合成信息的精度和可信度,增强作战人员信息共享和指挥控制的协同认知能力。

2.3 推动力量编成变革

深海智能科技的发展和突破将导致军队组织结构和力量编成发生革命性变化。深海武器装备向信息化、智能化方向发展,使作战力量编成进一步向水下深层空间拓展。新的水下信息高效传输与通信技术的发展及智能化运用,将实现水下水面空中天基传输链路的智能化,信息链路实现无缝连接,未来水下作战空间必定是陆海空天电水下一体的多维空间联合作战,多域力量联合编组成为水下作战的主要编成样式。深海领域科技成果向新型武器装

备物化的步伐不断加快,将催生深海空间站、深海潜艇、深海机器人、水下无人母舰、水下预置平台、水下无人作战集群等新型作战力量,引发深海作战兵力结构的重大变化。随着人工智能、机器学习、协同控制等技术的发展,深海力量的自主化程度进一步提高,深海独立作战单元的出现将实现力量编成优势。深海预警探测力量向有人/无人探测平台、深海预置系统、深海浮沉载荷、海底探测阵列等倾斜,水面、空中和天基平台探测系统等向多元化、网络化方向发展。美军在综合水下监视系统(IUSS)基础上,已经将预警探测重点转向深海,提出“水下信息网络中心战”概念,发展水下分布式网络系统(DNS)、深海主动声探测系统(DWADS)以及分布式敏捷反潜系统(DASH)等,通过将“广域海网”扩展成为水下信息网络,使得水下预警探测力量更加智能化。由深海浮动基地、深海大陆架基地、海洋山脉基地等构成的深海保障体系可直接在水下操作,充当分发、补给和维修中心,并为作战人员提供居住场所,极大提高行动效益。

2.4 创新作战力量运用模式

深海具有海底空间广袤、水体空间巨大、深度空间广阔等特点,是未来海上军事力量预置、海基核力量部署运用和实施跨域打击的重要场所,将创新作战力量运用模式。预先部署的深海军事力量具有隐蔽性强、预置时间久、运用时机灵活等特点,平时可在水平广度和垂直深度多层次纵深部署、大范围立体机动,战时可灵活机动、远程激活、就近启动,选择最优路径实施打击。随着深海高技术和智能技术发展,深海力量将可实现平台与武器、系统与火力、人员与装备分离,化集中部署为分散预置,确保深海力量预置的灵活性和隐蔽性。鉴于深海空间预置的巨大优势,世界主要海洋强国可能把更多力量预置到深海,把海洋变为武器装备的预置库,海基核力量部署也将逐步向深海化、分布式方向发展。携带核弹头的弹道导弹可装载至专用任务载荷,预先部署至相关海域,由专用指控系统通过水声手段进行远程

控制。海基核力量实现发射单元与控制单元的物理分离,可大幅提高海底核威慑核打击能力。随着远程精确打击和深海技术的重大突破,水面平台受到的威胁越来越大,深海空间跨域打击能力不断增强,深海逐步成为以海为基发起力量投送的主要场所。深海可部署几乎所有种类的智能化武器和无人作战平台,一旦需要可从临近预置点选择最优兵力,快速反应、隐蔽行动,达到出其不意的作战效果。

3 推进深海科技发展的战略选择

3.1 创新深海军事战略理论

深海空间大、隐蔽性强,敌我技术力量相对比较接近,将深海作为重点突破方向,有望以技术创新为基础出奇制胜,快速抢占“制深海权”。建议在深海实施“以深制浅、以深制海、以深拒止”战略,通过创新深海作战理论和作战样式,加强深海进入、深海存在、深海感知、深海通信等体系化能力和前沿科技发展,经略深海、把握先机,夺取深海单向透明的非对称战略优势空间,形成深海威慑与控制能力,实现从深海空间制约浅海作战、主导海上作战、拒止强敌介入的战略目标。

3.2 以需求牵引开展基础研究和前沿探索

深海是由海洋物理场、海洋化学场、海洋生态、海洋目标与深层海洋环境复合作用的极端环境空间,比其他任何空间都更复杂、更难探明。要以进入深海、利用深海和经略深海的前瞻需求牵引深海领域基础研究和前沿探索,把深海作战保障需求贯彻到科技创新发展的全过程。瞄准深海高技术和智能科技发展趋势,推动深海领域国家重大工程的实施,加强“国家深海关键技术与装备”专项攻关,抢占国际深海科学前沿制高点。力争在深海装备、深海探测、深海通信导航、深海动力能源和深海装备材料等重大科技创新上有所突破,带动我国深海科技创新能力整体跃升^[10-11]。重点发展深海环境监测感知、激光通信、水下GPS级精度的量子导航等前沿技术,加强深海协同探

测、组网通信、能源自给技术研究,构建透明海洋和全息海疆,形成深海区域控制能力。

3.3 军民一体推进能力和产业体系建设

深海领域具有天然的军民融合特性,军民两用技术占比高、互用性强。应加快建立健全涉海各主体、各方面、各环节有机互动、协同高效的军民一体化创新体系,以深海战略性新兴产业体系发展带动战略竞争能力的形成,深化产学研合作,加大创新成果向深海力量和能力建设转化运用力度。要发挥集中力量办大事的精神,整合国家涉海人、才、物、机构等资源,军民一体推进深海前沿科技攻关、高端装备制造、产业链发展,大幅提高深海科技资源开放共享水平;引导民方科技资源和人才力量积极参与深海国防科技创新,推动深海作战保障能力需求与民方科技创新和服务保障能力有效对接;通过军民融合产业布局培育深海新域新质作战能力、打造深海战斗力新增长点。

3.4 重视加强创新平台和人才队伍建设

深海已经成为新时代国家安全与经济发展的重点关注领域。国家重大专项正加速实施,迫切需要军民一体建设能够整合、凝聚科技资源和作为创新力量的国家级深海科技实验室。科技创新本质上是人的创造性活动,要充分尊重和信任科研人员,赋予创新团队更大的自主权和决策权,不断提升和激励科研人员的创新意愿和积极性。要加强国家、军队涉海院校及研究机构在深海领域的人才培养力度,为深海科技装备和产业发展培养亟需的战略和科技人才。同时要加强与世界海洋强国的科研教学交流合作,培养有国际视野的深海安全领域战略和专业人才。

4 结语

作为地球上最后待开发的“新疆域”,深海既是已知生命的发源地,也是人类未来延续的希望。得益于国家重大专项、大科学工程、重点研发计划等的有力支持,近十年来,我国在深海领域取得了一系列重大成果和关

键技术突破, 为促进海洋经济与实现国防建设跨越式发展奠定了良好基础。但是, 面向深海的每一步探索都注定是艰难和漫长的过程, 必须牢牢把握新时代发展机遇, 以国家重大战略需求为牵引, 坚持开放引进与自主可控相结合, 加强创新平台和人才队伍建设, 科技创新与产业化推动并举, 实现在深海科技领域的赶超和引领。

参考文献

- [1] 梁怀新. 深海安全治理: 问题缘起、国际合作与中国策略[J]. 国际安全研究, 2021, 39(3): 132-155.
- [2] 刘保华, 丁忠军, 史先鹏, 等. 载人潜水器在深海科学考察中的应用研究进展[J]. 海洋学报, 2015, 37(10): 1-10.
- [3] 王强. 大型无人潜航器的发展与军事用途[J]. 数字海洋与水下攻防, 2019, 2(4): 33-39.
- [4] WILLETT L. NATO Uses unmanned systems exercises to stay ahead in capability development [EB/OL]. (2022-10-10) [2022-10-17]. <https://seapowermagazine.org/nato-uses-unmanned-systems-exercises-to-stay-ahead-in-capability-development/>.
- [5] 丁忠军, 任玉刚, 张奕, 等. 深海探测技术研发和展望[J]. 海洋开发与管理, 2019, 36(4): 71-77.
- [6] 张东泉. 水下航行体诱发的德拜磁场研究[D]. 西安: 西安工业大学, 2019.
- [7] 汪品先. 从南海10年展望深海科技前景[J]. 前瞻科技, 2022, 1(2): 9-19.
- [8] 董晓明, 冯浩. 美国海军水面舰船作战系统及装备-PEO IWS项目概览[M]. 北京: 国防工业出版社, 2021.
- [9] 李颖虹, 任小波. 深海的呼唤: 深海技术发展现状及对策思考[J]. 中国科学院院刊, 2011, 26(5): 561-569.
- [10] 中华人民共和国中央人民政府. 三部门联合印发《“十三五”海洋领域科技创新专项规划》[EB/OL]. (2017-05-22)[2022-12-10]. http://www.gov.cn/xinwen/2017-05/22/content_5195566.htm.
- [11] 中华人民共和国中央人民政府. 国务院关于印发“十三五”国家科技创新规划的通知[EB/OL]. (2016-07-28)[2022-12-10]. http://www.gov.cn/zhengce/content/2016-08/08/content_5098072.htm.

The impact of the development of deep-sea technology on future war and its strategic choice

ZHANG Weihua, GUO Jizhou

(College of Meteorology and Oceanography, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China)

Abstract: Land resources are gradually depleting due to massive consumption. Owing to its rich energy and mineral and biological protein resources, the deep sea has become a vast treasure trove for human survival and the sustainable development of society. Meanwhile, it has become a source of contention for countries all over the world. Deep sea has become an incubator and natural testing ground to lead and promote the clustered development of multiple high-tech projects due to its extreme environmental conditions and difficult accessibility. Furthermore, because of its unique value in military use, it has become one of the most promising strategic spaces for changing the combat situation at sea and gaining asymmetric operational advantages. This paper analyzes and foresee the development trend of deep-sea technology, as well as investigates the impact of deep-sea technology development on future war. Finally, targeted measures and suggestions are proposed from various perspectives, such as theoretical innovation, demand traction, capability, conditions, platform, and talent incubation, to provide decision-makers with a reference for strengthening marine security and building maritime power.

Key words: deep-sea technology; deep-sea space; form of warfare; command of the deep sea

(责任编辑: 王姝)