

【引用格式】唐庆辉, 董星佐, 戴嘉阳, 等. 深海作战战场环境保障需求问题研究[J]. 数字海洋与水下攻防, 2022, 5(6): 580-586.

# 深海作战战场环境保障需求问题研究

唐庆辉<sup>1</sup>, 董星佐<sup>1</sup>, 戴嘉阳<sup>1</sup>, 吴小涛<sup>2, 3</sup>

- (1. 中国人民解放军 32021 部队, 北京 100094;  
2. 中国船舶集团有限公司第七一〇研究所, 湖北 宜昌 443003;  
3. 清江创新中心, 湖北 武汉 430076)

**摘要** 深海战场空间的独特性和超前性引发了深海军事的发展和变革, 并逐步改变军事斗争的战略态势。因此, 迫切需要加速形成深海战场环境保障能力, 为维护我国安全和海外利益拓展等提供基础支撑。总结归纳了深海概念及环境影响, 提出面临形势与未来挑战, 深入分析深海战略威慑、水下航行、导航定位、预置武器和预报预警等场景下的战场环境保障需求, 最后提出深海战场环境保障建设的措施建议。

**关键词** 深海; 战场环境; 保障需求; 环境信息

**中图分类号** E953

**文献标识码** A

**文章编号** 2096-5753(2022)06-0580-07

**DOI** 10.19838/j.issn.2096-5753.2022.06.014

## Research on Battlefield Environment Support Needs in Deep-sea Operations

TANG Qinghui<sup>1</sup>, DONG Xingzuo<sup>1</sup>, DAI Jiayang<sup>1</sup>, WU Xiaotao<sup>2</sup>

- (1. No. 32021 Unit of PLA, Beijing 100094, China;  
2. No.710 R&D Institute, CSSC, Yichang 443003, China;  
3. Qingjiang Innovation Center, Wuhan 430076, China)

**Abstract** The distinctiveness and advancement of deep-sea battlefield space have led to progress and reforms in the deep-sea military field, and have been gradually changing the strategic pattern of military struggle. Therefore, it is imperative to accelerate the building of deep-sea battlefield environment support capabilities, so as to provide fundamental support for the safeguarding of China's national security and the expanding of overseas interests. In this paper, the deep-sea concept and the environmental impact are summarized, the situation and future challenges China are faced with are pointed out, the profound analysis on the battlefield environment support needs in scenarios such as deep-sea strategic deterrence, underwater sailing, navigating and positioning, presetting of weapons, forecast and early warning, etc. is performed, and the corresponding measures and suggestions for the building of deep-sea battlefield environment support are proposed.

**Key words** deep-sea; battlefield environment; support needs; environmental information

## 0 引言

深海战场环境, 较传统的陆地、海上和空中战场环境相比, 具有作战行动空间范围广、物理性质

独特、隐蔽性和威慑力强等显著特点。因此, “深海”也被称为继陆海空天电之后的“第六维”空间战场。未来, 以深海基地为中心、以深海预警和通信系统为基础、以深海后勤体系为依托、以隐蔽性

综合打击为手段,由此构成体系化的深海军事力量,可以充分发挥深海作战效能,有望颠覆传统海战模式<sup>[1]</sup>。为保障深海军事行动顺利开展,获得未来深海战场的主动权,亟需进行深海领域战场环境保障需求与建设研究论证,提前开展相关布局准备工作。

## 1 深海战场环境与作战影响

### 1.1 深海概念

目前,深海在不同领域之间尚未形成统一的界定,通常由相关领域根据自身行业特点做出相应界定。随着时间、区域、专业领域变化和科学技术发展,深海对水深的界定也在发生变化。目前深海界定的差别主要集中在200~2 000 m:海洋资源与海洋工程装备开发领域,从200~500 m作为深水的界限;2002年世界石油大会针对海洋勘探开发,以400 m以内为常规水深,400~1 500 m为深水,1 500 m以上为超深水;对于腐蚀材料领域一般以500 m为深水;沉积地质学中将200~2 000 m称为半深海;军事领域一般将深海定义为300 m以深的海洋。考虑常规潜艇潜深一般在300 m以内,国外核潜艇主流下潜深度虽在450~600 m,但潜艇常规接受超低频(超长波)通信信号深度在100 m左右。综合以上技术现状,结合深海沉积领域的半深海概念,建议军事领域以300~1 000 m为半深海,1 000 m以上深水层称为深海较为合适。当然,随着海洋科学技术的发展,未来军事领域的深海定义界限水深会逐渐增加。实际上未来的水下战场环境将是一个涵盖浅水与深水的综合战场环境,因此过于严格的定义深海概念意义不大。美军目前也未对深海进行严格定义,其水下作战领域也并未按照深海-浅海的维度进行区分。美军水下作战重点发展项目中,有的具有鲜明的深度特征,如美国高级研究计划局的深海作战项目,目的为在深海区域构建传感器网络,工作深度为数千米,实现对安静型潜艇自下而上的发现和跟踪;有的主要应用于浅水区域,如美国和北约联合发展的通用海洋技术声呐项目,目的是在米级深度的浅水区完成反水雷作业。

### 1.2 深海战场环境及影响

在当前水下作战的大背景下,深海往往并非

作为一个独立的战场存在,其存在是服务于浅海。深海作为新的军事斗争空间出现,其价值并不是取代传统的水下作战,而是助力于传统水下作战的核心任务——反潜及水雷战。深海作战的重点是水下情报侦察,其次为打击<sup>[2]</sup>。深海环境具有以下特征及影响。

#### 1.2.1 深海可增大作战力量行动的自由度

地球70%由海洋覆盖,因此深海战场空间广阔,深海的军事应用使战争真正实现上至太空、下至海底的全域多维作战。水下300 m以下已无可见光,因此深海区域无昼夜之分,作战行动、力量运用受时间影响小。同时,相对于陆地和浅海,深海作战力量受海底地形、洋流等因素的制约较少,具有更好的隐蔽性。尤其是在临近深海底部的区域,作战力量可借助复杂、通常海图难以明确标定的海底地形地貌隐蔽部署,并能在作战能力允许的范围内达成行动的突然性,更易打破战场平衡态势,赢得战争主动。

#### 1.2.2 深海是作战平台免受外来攻击的保护层

由于深海巨大的水压和阻力,水中兵器最大攻击深度的提高极为困难。当前主流的轻型反潜鱼雷、反潜/反舰两用重型鱼雷的最大攻击深度为700~900 m,要大幅度提高攻击深度,在耐压设计和耐压材料等基础技术未获得重大突破的前提下,几乎是不可能的。这意味着一艘在深层海水中的潜艇,在目前的技术条件下,各国现役的反潜武器很难对其造成实质性的伤害。此外,深海底部地理环境和海水层密度差异,也使得反潜武器的制导系统很难追踪锁定深海航行目标,使得水下兵器具备较强的被动防御和自我保护效应。

#### 1.2.3 深海水压造成深海装备设计建造难度极高

深海作战面临诸多挑战,主要困难均源自深度。首先是传统的耐压壳结构面临挑战。例如,美军“俄亥俄”级弹道导弹核潜艇因为采用大直径耐压壳设计,为达到相同的抗压效果,耐压壳厚度达127 mm。如研制潜深大幅度增加的深海有人潜艇,耐压壳厚度也必须随之增长以抵抗更高的水压<sup>[3]</sup>。但考虑到潜艇的整体重量限制、浮力平衡、钢材的加工技术,耐压壳的厚度是不能无限增加的。其次

是传统潜艇、鱼雷的推进轴系很难在大深度下工作。在超高的水压作用下,当前潜艇的轴系密封方式无法阻止海水灌入,因此必须采用特殊构型。另外,当前水中兵器的工作模式也很难在深海环境下使用。

#### 1.2.4 深海装备通信、导航保障困难

当前潜艇的通信系统仍主要采用电磁波通信,主要包括2种:短波通信,为双向高速通信方式,在潜望镜或上浮状态使用;超长波和极长波通信,是岸基电台对潜艇的单向低速率通信方式,最大可穿透约100 m深的海水。很显然,这2种电磁波通信方式不适合作为深海装备的主通信系统。目前,美国海军规划研制的深海装备,基本上以音响通信为主。这通常需要通信中继站予以支持,即深海装备以声波收/发信息,中继站与深海装备建立通信连接后,将信息载体从声波转换为电磁波,从而使深海装备与其他作战平台节点连接。

导航系统方面,深海装备无法使用天文导航和无线电定位导航(含无线电基站定位和卫星定位系统),主要的导航设备为地形匹配声呐结合洋底地图导航,以及地球物理场导航。前者只能在本国已掌握详细海底地形图的海区使用,为此需要情报收集船队进行大量的数据采集工作;后者目前的定位精度还较低,只能作为辅助导航手段使用。

## 2 面临形势与未来挑战

### 2.1 面临形势

进入21世纪,海洋科技的发展和竞争,正面临着“从水面到水下、从浅海到深海、从近海到大洋、从自动化到智能化”的快速演变。美俄等海洋强国从上世纪中叶起,通过深海探测、通信、导航及信息利用等方面的技术综合与创新,逐步构建起深海立体观探测体系,重点发展贯穿深海、海面、空天、电磁等多维一体的综合环境信息保障能力。一系列重大项目在巨资投入下纷纷逐步实施,主要包括:全球海洋实时观测网计划(ARGO)、一体化海洋观测系统(IOOS)、海王星海底观测网络计划(NEPTUNE)、欧洲海底观测网(ESONET)、密集型地震海啸海底监测网系统(DONET)等。

与此同时,深海的军事应用也广泛开展。20世纪80年代以后,美军在潜艇平台、水下无人系统、海底监视系统、反潜装备等多方面都处于世界领先水平,并开始朝着组建深海部队、完善深海作战条例、发展深海武器系统的方向发展,其深海部队将下辖潜艇部队、水下航母部队、深海电子战部队以及后勤保障部队等。在未来战场上,这支部队可能成为新的独立作战力量,使得美军全域作战范围更广、手段更多、威慑更大<sup>[4]</sup>。俄罗斯长期将潜艇平台和水下作战能力视为维持海上非对称军事平衡的重要抓手,持续发展新型潜艇、水下武器、综合探测等装备和技术,着力提升其深海军事力量。可见,世界海洋强国竞相研发深海武器,并同时加快深海作战力量建设速度,未来在深海领域的竞争将更趋激烈,深海作战发展趋势将呈现作战样式多样化、武器装备无人化智能化、深海战场环境保障精细化等特点。

### 2.2 未来挑战

深海安全已经成为我国必须面对的现实问题,是确保国家和民族生存权、发展权的重大前提条件。新冠疫情爆发以来,国际上一些政治势力将极端主义、单边主义、霸权主义推行到极致,致使深海、极地、太空等公共领域角逐日趋激烈。在军事层面,快速发展的深海科技和深海军事应用深度融合,深海的军事威胁及挑战也与日俱增,深海的军事安全也必将成为深海安全的重要部分,未来必将引起海上作战理论与作战运用的深刻变化,对国家总体军事安全带来冲击影响<sup>[5]</sup>。随着我国深海科技的迅速发展,对深海的认识水平越来越高,但如何深入挖掘深海科学问题与深海技术的军事价值,以有效的为未来海军深海作战提供基础支撑尚显不足。因此,亟需制定和实施深海科技战略,加快深海科学技术与国防军事应用的融合,以搞清深海环境、加强深海预置、支撑深海作战。

## 3 担负任务与保障需求

战场环境保障是军事力量存在的先决条件,迫切需要加速形成深海战场环境保障能力,为维护我国安全和海外利益拓展等提供基础支撑。当

前, 我深海军事力量存在的迫切需求主要表现为以下 2 方面: 一是争夺深海战略优势的迫切需求。深海环境里可见光和电磁波在水下传播的距离都非常短, 300 m 以下深海是完全黑暗的, 电磁波在水中传播的距离很难超过几十米。深海固有的天然属性形成对军事力量很强的防护性, 是军事力量的“安全屋”; 另一方面, 深海具有较强的“进攻性”。深海作战因为潜的越深, 越具有位置优势, 这种“自下向上”的打击模式可形成对水面、空中、陆地, 甚至太空形成非对称作战优势。深海因具有独特的空间战场攻防优势, 更易打破战略平衡态势, 赢得战争主动权, 因此必将成为打赢未来战争的新型作战域。因此, 迫切需要全面掌握深海自然环境关键信息, 全面验证武器装备的深海适应性, 以满足深海作战行动、战场环境建

设、力量部署运用所需。二是维护深海航行安全的迫切需求。世界各海洋强国不断发展深海技术, 陆续在全球各重要深海领域布设监听探测和武力装置, 尤其是在我出入岛链的关键通道对我实施严密跟踪和监控, 收集分析我武器装备相关参数。隐蔽性得不到保障, 出动即被监视、行动即被跟踪, 对我深海航行安全造成极大威胁。另一方面, 各国将深海作为未来发展重点领域, 势必将极力抢占关键海底通道, 对各个战略通道进行严密封控, 一旦发生战事, 可实施封锁, 以达到限制我行动自由的目的。因此, 迫切需要深海海底地形地貌、海洋重磁、海底底质、水文、水流、声场等战场环境信息, 提升深海领域军事行动保障能力等, 为我遂行深海航行、武器预置、预警预报等非战争军事行动提供重要支撑。

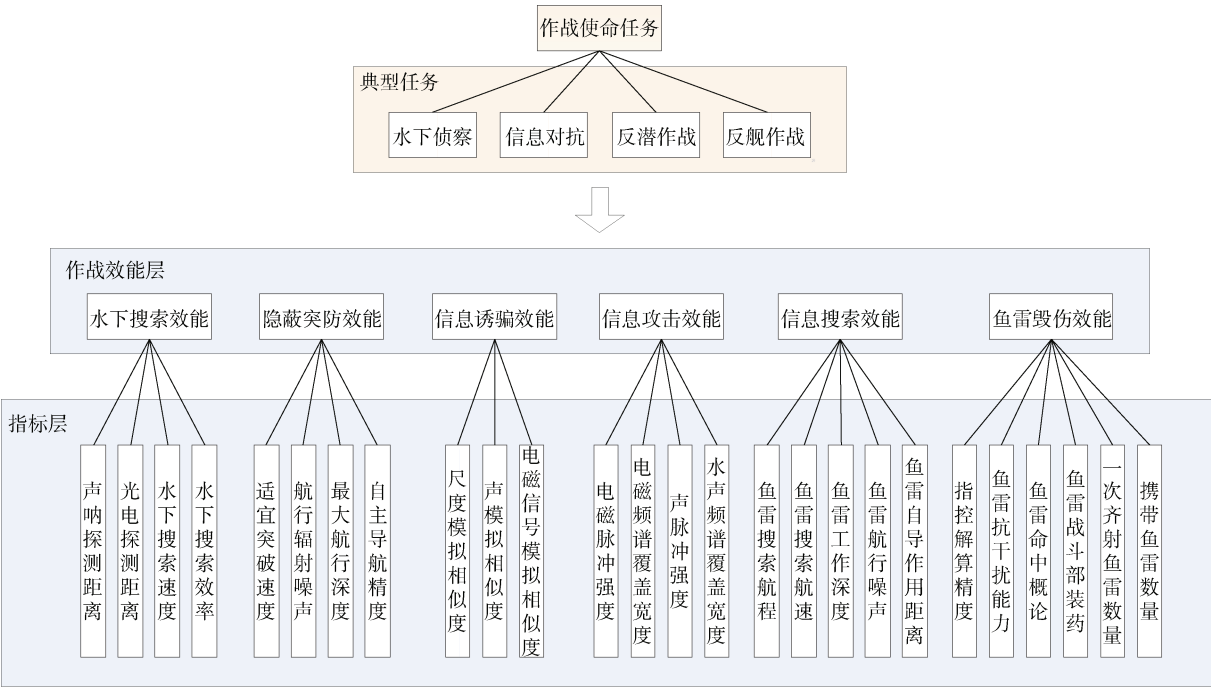


图 1 深海水下作战典型任务及效能指标体系

Fig. 1 Typical tasks and efficiency indexes system of deep-sea underwater operations

3.1 深海战略威慑保障需求

深海战略威慑主要通过深海潜艇、深海预置武器等战略武器精确打击来实现。为实现深海战略武器在全球任意预定海域航行或布设, 需要高精度全覆盖的海底地形地貌、海洋重力、海底底质等测绘地理信息, 为实现深海战略武器深潜、隐蔽和通信,

需要详实的温、盐、深、密、流等海洋环境信息, 为实现潜射远程武器发射和精准打击, 需要精确的时间基准、大地基准、重力基准、地磁基准以及组合导航等关键信息与技术。<sup>[6]</sup>

3.2 深海水下航行安全保障

由于深海区域更接近海底, 海底山脉、海底

盆地、海底火山、珊瑚群、泥沙沉积、沉船、礁石等未知的海底地形地貌以及复杂的海洋环境会对深海潜航器航行安全造成巨大威胁。且深海通透性差,难以通过目视躲避危险目标,为确保深海潜航器航行安全,需要比海上航行精度更高的覆盖全球海域的海底地形地貌信息作为保障,同时要进海水温度、盐度、密度、海流、中尺度涡、内波等预报,以支持水下航行安全。例如,2021年10月,美国“康涅狄格”号核潜艇在南海海域与不知名的海底山脉相撞,导致潜艇损伤和多人受伤,原因在于区域海图保障不精细、海洋环境信息缺失。

### 3.3 深海导航定位保障需求

惯性导航定位是目前水下潜航器采用的主要手段,但存在累计误差,长期航行时容易导致严重偏离预设航线和预设地点,因此需要辅助导航对惯导系统进行校正。常用的辅助导航方式主要有海洋地球物理辅助导航和海底大地基准网辅助导航两种方式。海洋地球物理导航需要全球高精度、高分辨率的海洋重力场模型、海洋磁力和海底地形模型数据支撑。海底大地基准网辅助需要通过在全球海上重要海域海底布设声学基准站,搭载相关声学传感器和应答器等设备,通过声学交互方式,为深海潜航器等提供导航定位服务。

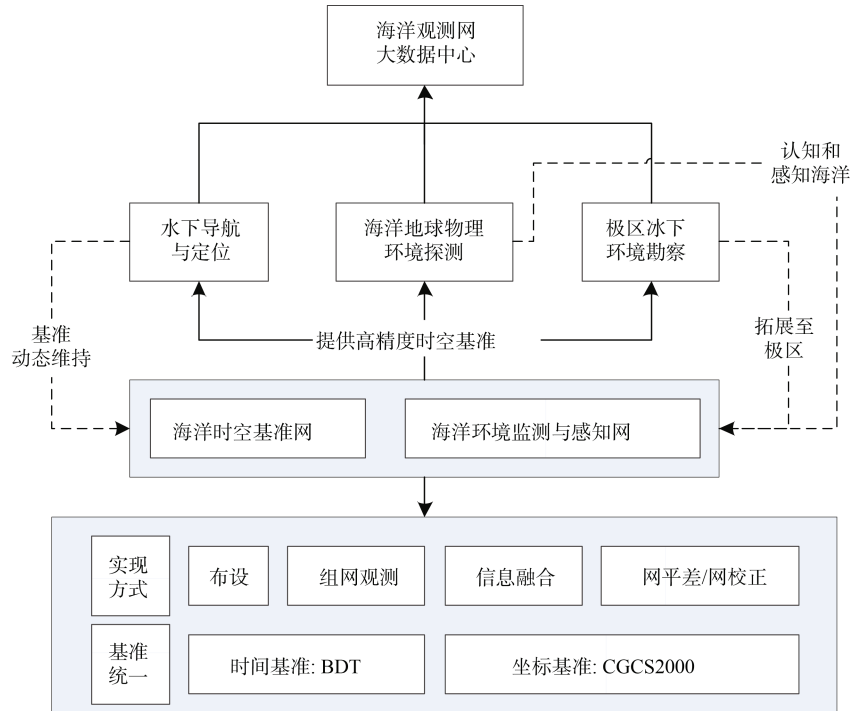


图2 海洋观测网及其核心装备相互逻辑关系

Fig. 2 Logical relationship between ocean observation network and its core equipment

### 3.4 水下预置武器部署保障需求

水下预置武器需要借助复杂海底地形地貌环境,混杂在礁岩和海底沉积物中,以确保不被传统声呐探测装置进行定位和识别。海底地形地貌可以分为大陆边缘、深海洋底和大洋中脊,不同海域的海底地形地貌和海底地质表现形式也不尽相同,且随着洋流、地震、海底火山、海底热泉、黑烟囱等因素影响时刻变化<sup>[7]</sup>。因此,在进行水下预置武器

布设之前,必须掌握部署海域的局部高精细化海底地形地貌和海底地质等信息;同时在部署作业时还需要海流、海温、声速场等海洋环境预报信息支撑。此外,为实水下预置武器发射和精准打击,需要提供高精度海洋重力场信息保障。

### 3.5 深海预警保障需求

深海预警系统可为水下作战力量提供侦察探测及环境信息。长期以来,美、日等国在西太地区



不断调整兵力部署,强化其联合反潜作战体系,通过布设全时、可靠性高、成本低、隐蔽性好的声基阵及辅助设施,编织构建日益严密的水下作战网络,持续加大对我水下侦察、监视力度,尤其是以潜艇和无人潜航器为主的水下作战平台实施侦察日趋频繁,已严重影响我水下环境安全。而我缺乏针对敌方潜艇目标的长期、自主、远程预警探查手段,这给潜艇战和反潜战、航母编队的巡航安全、

水下核战略打击有效防御等方面带来了严峻的挑战。为保证我深海战场环境安全,提升深海环境信息获取能力,解决水下攻防短板弱项,亟需通过船基平台或潜基平台,搭载多波束、侧扫声呐、UUV、ROV 等设备常态化开展水下可疑目标战场环境勘察;通过布设深海监听系统依托浮标和卫星通信方式实现深远海潜艇的水下武器平台监测预警,提升水下战场环境勘察和预警能力。

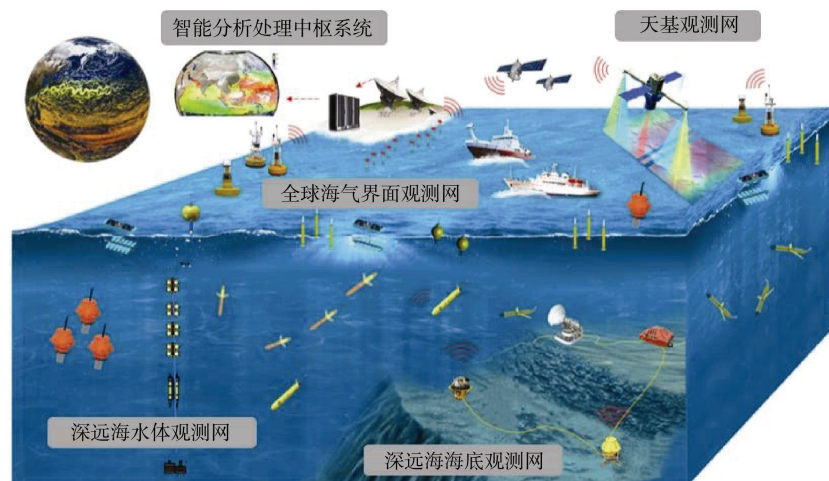


图3 深海立体观探测组网示意图

Fig. 3 Schematic diagram of deep-sea stereoscopic exploration network

## 4 主要措施与建议

近年来,我国深海技术与装备研发工作取得重要突破和进展,大深度作业型载人潜水器装备谱系初步建立,“蛟龙”号、“深海勇士”号和“奋斗者”号相继完成研制投入应用,形成了全海深载人进入能力;载人潜水器应用作业力有了大幅提升;AUV、ROV、ARV、Glider 等无人潜水器得到长足发展,已形成“潜龙”、“探索”、“海马”、“海斗”、“海燕”、“海翼”等系列产品;深海通用配套技术显著提升,全海深载人舱制造技术已经进入国际先进行列、全海深固体浮力材料研制成功并实现批量生产、已建成大型深海超高压模拟试验装置。这种情况下,应以军民融合发展重要战略为指引,加快解决深海战场环境保障的短板弱项。

### 4.1 推进深海环境探测装备研制

发展测绘地理、导航定位和海洋环境观探测设备小型化技术,实现在无人潜水器上搭载测

量,开展重要海域深海重力、磁力、海底地形地貌、海底地质、可疑目标、海洋环境等自然要素的探查测量,验证地球物理辅助导航装备等关键军事装备的深海适应性;检测现有国家信息基础设施的深海远距离信号传输覆盖能力等。基于上述战场环境数据开展深海战场环境军事应用研究,开展军事平台和装备的深海环境效能评估等工作。

### 4.2 建设海底大地控制网

以“国家空间基准军民融合工程”为依托,建立海底大地基准网。通过在海底布放的基准站,组建海底位置基准系统,采用声学交互的方式,对水面及水下的各类设备提供导航定位服务,为深海领域作战力量建设提供精准可靠的空间基准;基准站同时搭载声呐设备、压力传感器、地磁日变站和重力仪等载荷,实现深海重力、磁力、温盐密流、声场等环境要素测量,为深海军事行动提供战场环境

综合保障。

### 4.3 大力推进数据共享融合

目前,深海等新型领域环境数据本就匮乏,且有散落在军内、地方各个部门手中,难以实现共享共用,应在国家层面上开展军民数据共享融合工作,逐步形成深海战场环境资料数据集。同时,军地联动支撑开展深海自然环境要素的变化特征和物理机制研究,支撑研发作战所需的各类海底地形地貌、海洋重力、海洋磁力、海底底质、海洋环境、专题图及地球物理匹配导航基准图等保障产品,支撑形成深海战场环境保障业务体系<sup>[8]</sup>,平战一体、形成合力。

## 5 结束语

习近平总书记指出“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、深海开发方面掌握关键技术”,明确提出了中国深海战略“三部曲”。同时深海战场空间的独特性和超前性引发了深海军事的发展和变革,并不断地通过新技术新手段成为现实,逐步改变军事斗争的战略态势,“制深海权”成为海洋强国竞相争夺的战略制高点。为保障我军深海领域作战能力发挥更大效能,就必须开展深海战场环境保障力量建设,为深海领域作战提供更精确高效的深海战场环境全要素信息。本文总结归纳了深海

概念及环境影响,提出我面临形势与未来挑战,深入分析深海战略威慑、水下航行、导航定位、预置武器和预报预警等场景下的战场环境保障需求,最后提出深海战场环境保障建设的措施建议,旨在探索未来深海战场建设、加速推进深海战场环境保障布局提供理论支撑。

## 参考文献

- [1] 原溱,高东广.新兴领域战略探析[J].国防理论,2018(9):27-29.
- [2] 鲍旭,张文盛.海洋地理信息公共平台的设计和实现[J].测绘地理信息,2017(3):79-82.
- [3] 宋君强,陈祥国.北极军事利用的重大科技问题及对策建议[C]//首届战场环境保障学术年会论文集.军委战场环境保障局.武汉:首届战场环境保障学术年会,2018.
- [4] 陈锋,杨清轩,周泓伯,等.国外深海作战概念发展及启示[J].舰船科学技术,2020,42(4):186-189.
- [5] 马培浩.对加强深海作战力量建设实现海洋强国战略的几点思考[J].国防,2015(11):60-62.
- [6] 朱大奇.深海潜水器研究现状与展望[J].安徽师范大学学报(自然科学版),2018,41(3):205-216.
- [7] 费云生,章其.考虑海流影响的水下机器人全局路径规划研究[J].中国造船,2018,49(10):58-59.
- [8] 林胜,张金峰.深海大数据应急救援指挥系统设计与实现[J].指挥与控制学报,2018,33(6):12-13.

(责任编辑:肖楚楚)