

未来新型海底战发展研究初探

付圣峰 张仁群 范强 楚立鹏

中国电子科技集团有限公司电子科学研究院，北京，100040；

摘要：随着无人装备新技术的发展，无人智能化是未来新型海底战主要作战形式。本文简要介绍了美军当前已部署和正在发展的 AUWS、Hydra、TIMEly 等项目情况，并简要分析了水下无人集群、水下预置系统技术发展情况。通过对美军公开的相关项目资料梳理解读，本文提出了基于无人化的未来新型海底战的部分关键技术，希望能对我国周边海域水下安全体系建设提供一些思路。

关键词：海底战；水下无人集群；水下预置系统

DOI:10. 69979/3041-0673. 24. 5. 047

引言

为应对未来可能发生的战争或冲突，2016 年，美军公布了《2025 无人潜航器需求》，报告中提到，未来无人潜航器将要执行的新任务包括反无人潜航器（UUV）、电磁机动战、非致命海上控制作战和海底战，可见海底战一直以来是各国谋划海域作战的重点模式之一，同年 10 月份美国国防科学委员会围绕新型海底战发表了《下一代水下无人系统》，文中定义了水下新型无人系统内涵，同时定义了四项由水下无人系统可参与的新型潜在作战任务，包括控、阻、骗、反，即控制重要航道、阻拦水上舰船作战队、实行水下目标诱骗作战以及反潜战。

由此可见，未来新型海底战将重点利用海底无人系统或可支援海底的无人系统，执行反水雷、反潜、反水面、情报监视侦察、欺骗和打击等任务。新型海底战作战能力作为未来新型海上作战能力体系的重要组成部分，既存在各种短板，又面临广阔发展前景，值得我们予以持续关注。

1 国外研究现状

美国海军是水下攻防作战研究的“领头羊”，其最早开展了海底战作战系统的研究，具体可追溯到冷战时期。由于水下作战系统一直是各国关注及发展的重点，为保护己方水下作战系统的前沿技术的隐密性，可查找的公开研究资料极其有限。本文通过介绍可搜集到的美海军近几年布局的部分典型水下项目研究现状来简要分析未来新型海底战发展趋势。主要有：

2 体系作战类

2.1 先进水下作战系统（AUWS）

该项目关键核心是一个多技术领域融合的水下战斗系统，即水下通信网络领域和水下装备技术领域等，该先进作战系统集成装备包括平台类和载荷类两种，平台类主要是水下无人潜航器（按照规模包括 LUUV、UUV 等），载荷类主要是鱼

雷、水雷及多种水下传感器等。该系统主要部署于美军近海海岸，可按需提前部署布防，系统具备预警及打击目标的能力，主要作战任务包括反潜、反舰等^[1]。

AUWS 不同于以往传统的水下作战系统，其优势主要有以下三点：一是延展性，即作战指挥员可根据作战区域和威胁等级调整系统部署规模；二是强韧性，即系统可按照指令收放各分系统平台，灵活改变系统通信网络布局，增加系统抗毁能力；三是可定制性，即根据作战任务安排一定的系统战力，包括平时预警和战时打击。根据研究进展，AUWS 有望在 2030 年形成战斗力。目前，该系统仍在研究。

2.2 海上作战即时信息（TIMEly）

TIMEly 项目是美军提出的马赛克战概念的衍生物，旨在为美军方提供空海跨域态势感知和空海跨域指控能力。该项目于 2019 年 6 月启动，重点关注水下通信，以及有人和无人潜艇、水面舰船、有人和无人飞机同卫星之间的通信，其主要目的是为美军水下、海上和空中部队之间创建可快速重构的响应式通信网络架构。利用该项目成果，海战部队可快速重构作战兵力，具有不可预测、高灵活和强适应力等特点，符合“马赛克战”需求^[2]。

该项目设计研发的异构海上通信架构很快将完成海上演示验证。水下环境会对跨平台传输的距离、容量、时延和安全性产生限制，该项目所开发的架构就是需要解决上述难题，项目重点关注空海跨域网络协议、服务质量和空海跨域多平台信息交换等技术。目前，该项目正处于关键技术研究阶段。

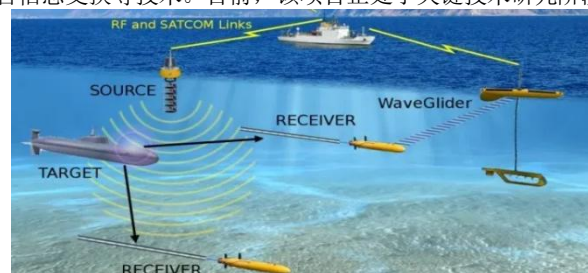


图 1 TIMEly

3 无人平台类

3.1 预置类—海德拉（Hydra）、浮沉载荷（UFP）

该类项目主要针对深海作战领域，核心思想是设计出可长久静默、提前规划布放的分布式水下无人作战系统，根据查找的资料可知，UFP 系统最初的设计需求是能在纵深 4000m 的深海海底静默待机至少 5 年。该系统具备远程激活能力，被激活后，Hydra、UFP 将直接释放装有载荷（UAV、UUV、各类型导弹、多种类型预警或干扰装备等）的密闭舱至水面，待密闭舱浮至水面后直接释放部署载荷，按照载荷作战功能，或预警敌方目标，或打击敌方目标，或充当己方通信中继节点[3]。UFP 系统主要包括三种分系统：一是可接收远程激活指令的信号接收分系统，二是能使 Hydra、UFP 从海底上升的动力装置分系统，三是 Hydra、UFP 携带的无人载荷分系统。在马赛克战及新型海底战理念框架下，美军重点投资并积极推进该系统的研发，从而应对“反介入/区域拒止”（A2/AD）对其的威胁。目前，该项目已形成部分重要实物成果，预计在不久的将来投入实际应用。



图 2 Hydra、UFP

3.2 集群类—复仇女神（NEMESIS）

从 2015 年以来，美国海军正在研究一种新型电子战项目，即复仇女神（NEMESIS），2020 年初该项目已经接近实用化，号称在电子战领域具有革命性的里程碑意义。NEMESIS 的全称是 Netted Emulation of Multi-Element Signature against Integrated Sensors，意为：用以对抗整合后的多传感器的多单元组网信号仿真。

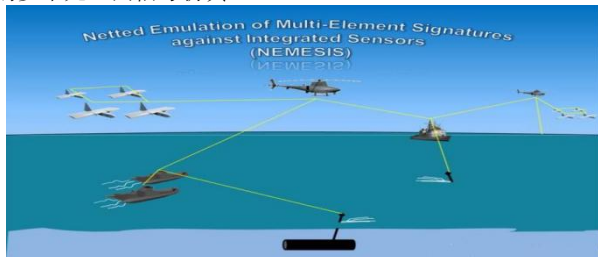


图 3 NEMESIS

复仇女神系统是一个庞大的无人集群作战体系，在众多无人分布式电子战平台/诱饵组成的集群中实现同步电子战，达到协同电子战效果。该系统主要包括：空中电子战无人机

群/诱饵群、水面电子战无人艇群/诱饵群以及水下电子战无人潜航器群/诱饵群[4]。

该项目旨在突破传统电子战系统的局限，融合多种前沿电子战概念，形成创新型联合电子战系统，不仅能在指挥与控制环节干扰敌军能力，还能针对战斗空间的敌方传感器实施欺骗，实现大规模网络化、智能化的联合电子战。

4 发展趋势

无人技术的快速发展促进了新型海底战作战方式的转变，有人潜艇将逐渐从主要作战力量转变为偏向“水下司令”的角色，相对地，作为低成本、高性价比的无人潜航器、水下预置系统将逐渐作为未来新型海底战主要作战力量，承担战略突袭、中继保障等任务。

通过梳理国外针对新型海底战能力建设布局及项目支持研究现状，未来新型海底战发展将主要体现全域驱动化、无人智能化、功能通用化等趋势：即在作战空间方面，新型海底战作战区域将包括从近海浅海到远海深海的纵横两向全海域；在作战设计方面，新型海底战作战领域将不仅仅包括传统的预警探测、火力打击，还将包括中继支援、干扰诱骗等；在作战任务方面，作为新型海底战中核心力量的无人系统应具备预、测、骗、导、继、扰、隐等多种能力。

5 关键技术概述

结合国外研究现状及发展趋势，未来新型海底战将主要围绕无人化、智能化作战形态进行谋划布局，相关关键技术群也在蓬勃发展。该类技术群主要包括水下无人集群技术、水下预置技术等。

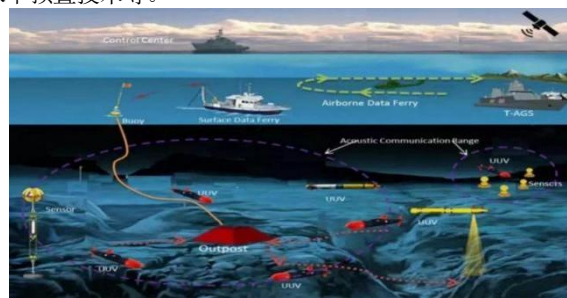


图 4 无人智能化海底战作战概念图

5.1 水下无人集群（UUVs）技术

随着 UUV 技术迅猛发展，其所承担的任务复杂度和难度也不断提高，单一平台已不能满足作战规划需求发展，水下无人集群技术应运而生[5]，其主要运作机理是将多个 UUV 单平台通过一些列技术协同协作形成一个群体去执行作战任务，集群形态需求的出现对 UUV 集群智能控制算法、协同通信网络设计、任务分配、导航定位等关键技术提出了新的要求。

5.2 水下预置技术

水下预置装备是近些年新型水下攻防装备研究的热门课题之一水下预置装备体现了无人智能化特点,其具有隐蔽探测、通信中继突袭打击等任务功能[6]。

5.3 远程激活技术

水下预置装备任务剖面按时间方式主要分为部署、管控及激活三个阶段。部署即为利用空中、海上、水下等平台进行装备布放;管控即为在预置装备使用寿命范围内定期或不定期查看装备状态,按需更新或回收;激活即为利用一些信号触发手段让预置装备发射载荷并执行任务。由于预置装备的隐蔽部署及按需及时响应等特点,远程激活技术是支撑水下预置装备的关键技术之一。当前,主要技术途径有海底电缆激活、电磁信号岩石层激活、水声多重汇聚区激活、机动平台触发激活等。

5.4 预置载荷发射技术

水下预置装备主要作战使命是在接收到指令后释放舱内载荷使其投入到作战中,载荷按照使用空间分为水上载荷和水下载荷,水上载荷包括无人机、导弹等,水下载荷包括UUV、鱼雷等。因此,预置载荷发射技术要综合考虑部署海域环境特点、载荷种类等,基于水下装备结构设计、动力设计等进行相应设计。

6 对我启示

新型海底战将体现无人智能化、效能分散化等特点。其作战模式将由传统的“有人平台为主”变为“无人平台为主”,期间将会过渡“有人—无人协同作战”模式。为维持我国“A2/AD”优势,充分利用我国近海作战资源,围绕无人化、智能化、多样化的发展趋势,建议重点构建基于水下无人系统的符合我国特色的水下安全体系,对维护我海洋战略安全和权益具有重大意义。对其建设发展与不断完善有如下几点思考:

(1) 顶层设计,体系建设

新型海底战作战体系涉及跨学科、高难度的科学技术难题众多,此外还要面对水下压强、腐蚀等复杂环境,在设计时不仅要夯实技术基础,更要针对不同时期、不同区域、不同威胁程度等维度统筹顶层科学设计规划;在体系建设方面,要遵从系统工程方法,从科技研发、装备发展、综合运用、管理保障等全方位开展;瞄准水下无人集群、水下预置、水下长续航能源等关键技术,协同指控、自主决策等作战运用以及隐蔽与安全等自身防护等方面问题做重点攻关。

(2) 以点带面,重点发展

未来海底战体系涉及系统众多,每个系统之间都有着很强的关联性,根据现有技术成熟度及研究力量的投入,可优

先重点开展部分系统的科研,如水下无人集群系统、水下预置系统等。以点带面,在取得一定研究成果基础上,逐步以网系扩散研究其他系统,以此充实我国维护水下安全的作战力量。

(3) 实际牵引,设用相融

在新形态武器装备为代表的新型作战力量兴起过程中,以前瞻性的思维探索新的作战理念和战法十分重要^[7],但对于装备研究,一定重点关注实际应用。建议做到设用相融,即针对水下无人系统的作战特点,积极探索新理念,研发的新装备不断参与实际演示、比赛等,在实际中遇到的问题要不断反馈到新理念的设计中,并不断优化。

7 结语

美军对水下作战有着深刻的认识与理解,其围绕新型海底战设计的水下无人作战体系的发展具有典型性,师夷长技以制夷,我们可以借鉴他们的优势,在紧跟围绕无人系统设计的水下作战先进理念和关键技术攻关发展的同时,还应基于实际情况清楚地认识到在新型海底战领域与美海军的差距,不仅仅在科学理论和技术攻关方面,更应关注作战思想与实战应用设计等方面上。因此,围绕我国海洋战略和海底地形地貌特征,应建设发展具有我国特色的水下安全体系,有效地遏制敌方实施未来新型海底战的“跨代优势”。

参考文献

- [1] 聂卫东,马玲等.浅析美军水下无人作战系统及其关键技术[J].鱼雷技术,2017(5):310-318.
- [2] 王雅琳,刘都群,杨依然.水下无人系统发展综述[J].水声之家.
- [3] 太阳谷.美国典型海底预置武器项目.高端装备产业研究中心.
- [4] 王一星,张春磊.体系级全息欺骗:美海军“复仇女神”项目.国防工业出版社.
- [5] 石剑琛.无人系统在未来海战场中的应用构想[J].舰船电子工程,2017(12):5-8.
- [6] 杨智栋,李荣融,蔡卫军,等.国外水下预置武器发展及关键技术[J].水下无人系统学报,2018,26(6):521-526.
- [7] 刘大庆,赵云飞,吴超,王骥等.美军水下无人作战力量发展趋势及启示[J].数字海洋与水下攻防,2021年第4期.

作者简介:付圣峰(1991-),男,汉族,黑龙江省哈尔滨市,硕士研究生,高工,系统工程,中国电科电科院