

海上跨域无人作战样式研究

冯田田 居北京 黄瑾 彭传微

江苏自动化研究所, 江苏连云港, 222000;

摘要: 本文首先概述了海上跨域无人作战的基本概念与发展必要性, 其次深入剖析了影响海上跨域无人作战的核心要素: 跨域协同、人工智能、指挥控制、通信安全, 然后以不同异构平台的联合协同方式为基础, 分析了 4 种典型的海上跨域无人作战模式, 最后研究了国外跨域无人作战的新进展, 研究成果可为我军海上跨域无人作战体系建设提供参考。

关键词: 无人系统; 跨域作战; 协同

DOI:10. 69979/3041-0673. 25. 03. 066

引言

海上跨域无人作战是指在编队作战体系顶层一体化设计要求下, 将不同类型、不同能力的无人平台根据各自能力优势进行集成和协同, 以信息网络系统为依托, 在立体的海战场空间单独或协同有人作战平台进行的、跨越不同作战域的战斗, 并完成特定的作战任务, 是一种智能化无人作战的样式^[1]。

然而, 各类无人平台在行为模式、作战所处领域、作战任务执行能力以及智能程度这四个维度上, 展现出极为显著的异构特性差别^[2]。这些异构特性极大地提升了操控的工作量与复杂程度, 分散了操控人员的注意力, 致使无人系统的综合作战能力难以达到预期。所以, 若想充分释放异构无人平台在整体协同作战中的效能, 就必须搭建扁平高效的协同作战控制体系, 提升异构无人系统自主能力, 强化系统自组织与自适应能力。

1 海上跨域无人作战的核心要素

为确保作战优势, 未来海上作战将大量应用无人系统作战, 从多维度、多领域、多方向对目标发动攻击。影响海上跨域无人作战的核心要素包括如下几点内容。

1.1 跨域协同

无人系统的跨域协同, 意味着将海陆空天等不同空间领域的多套/套无人系统整合为一个有机整体。它们间能够进行信息共享融合, 行为交互与协调, 以及任务协同与合作, 以实现功能互补, 能效倍增, 进而提高复杂环境和任务下的应对能力^[3]。在技术层面, 协同属于无人系统自主性技术发展的高阶阶段, 跨域协同与人工智能、信息技术等学科的交叉融合, 极有可能大幅推动

无人系统整体技术的进步与升级。跨域协同与传统的多机协同、当下的集群协同等概念有着显著区别, 已然成为无人系统应用和技术发展的新方向。

1.2 人工智能

人工智能技术是跨域无人作战的主导技术。在未来作战体系里, 不管是无人系统的自主决断, 还是指挥员做出的决策, 都会变得愈发复杂, 也会更加倚重人工智能技术。它们能够实现分布式态势感知, 自适应规划与控制, 助力作战人员进行任务规划、拟定战斗计划, 从而实施分布式指挥控制和作战管理^[4]。基于人工智能和自主学习, 未来系统能在动态环境中、甚至可能在有源干扰下自主运行, 从而把操作员从简单工作中解放出来, 去处理敏感和关键的决策。

1.3 指挥控制

跨域作战平台数量大、平台结构各异、且协同关系复杂。在指挥控制范畴, 要规范指挥所、无人平台控制站与无人平台任务控制系统间的数据交互技术, 搭建对应的交互标准体系, 为各类指挥控制系统间实现互连、互通和互操作提供有力支撑。

跨域指挥控制系统可帮助缩短战术指挥控制杀伤链, 通过机器对机器连接向武器平台发送指令, 实现战术级作战管理提升; 同时有助于改变联合部队数据共享的方式, 加速从传感器到决策者的信息流动, 提高快速行动能力^[5]。

1.4 通信安全

通信安全包括不同介质中的异质无人平台之间的通信, 各无人平台之间需具备可靠、安全的通信手段,

一方面平台之间交互导航信息,以提高生成的导航参数的准确性;另一方面协同无人集群的行动以完成一个目标。

明确规范无人系统通信传输的技术要求,包括消息框架与格式、接口关系及组网需求等,为跨域无人系统间实现互联互通提供了可靠依据。另一方面,发展多代理系统(MAS)成为解决各领域问题的有效工具^[6]。

2 海上跨域无人作战的作战样式

跨域作战环境中纳入了更为丰富的作战资源,并且作战资源之间的协同模式也变得更为繁杂。面对作战任务,能否规划合理的作战流程,直接关系到作战的胜负。

2.1 海空潜无人系统协同

水面无人艇,海底预置平台,水下无人潜航器,无人机等无人系统可组成海空潜协同作战体系。海空潜无人系统协同可从如下方面进行部署:

2.1.1 立体防御

依据敌方潜艇可能的活动区域,在空中安排无人机开展电子战;无人水面艇搜寻敌方潜艇;警戒巡逻无人机及无人潜航器对海陆空潜进行全方位持续监视并获取侦察信息;指挥中心对个无人平台上报的情报信息进行融合处理,形成区域态势,指挥察打型无人机、无人艇、无人潜航器与基地防御火力联合对目标进行拒止,并使用装备武器有人/无人机进行攻击^[7]。

2.1.2 联合反潜

运用无人机、无人艇以及无人潜航器等无人平台,共同执行对潜艇的搜索、识别以及跟踪任务,生成关于敌方潜艇目指信息,无人艇和无人潜航器使用鱼雷、深水炸弹等武器,对敌方潜艇发动攻击。

2.2 海潜无人系统协同

无人艇集群、无人潜航器集群、无人系统控制舰等可组成海潜无人系统协同架构。海潜无人系统协同可从如下方面进行部署:

2.2.1 战略机动投送

大中型水面舰艇可搭载小型导弹无人艇和无人潜航器,到达预定海域后进行投放,让它们投入相关任务;在两栖作战中还可使用无人水下潜航器和无人水面艇为行动提供支援保障。

2.2.2 协同扫雷破障

在扫雷作业中,运用扫雷舰艇、扫雷型无人水面艇以及无人水下航行器,对登陆区域的水际和滩头开展作业,排查水雷与障碍物,开辟登陆通道。指挥舰艇负责收集无人系统上报的探测信息,经综合识别与决策后,向无人作战平台下达具体的扫雷指令。此外,还能安排无人艇群和无人潜航器群开展集群智能化自主扫雷行动。

2.3 海潜陆空天无人系统协同

无人机、无人艇、无人潜航器、无人车,联合卫星、飞艇等其他无人力量以及有人装备,共同搭建起了海潜陆空天无人系统架构,以实现协同作战。

2.3.1 两栖联合侦察监视

抢滩登陆前,借助侦察卫星、高空长航时无人机及无人侦察艇等设备,对登陆场展开全方位侦察监视;进入两栖海上突击上陆阶段,在提升续航能力与载荷的前提下,将无人艇、无人机、无人潜航器部署到登陆高风险区域,实现有人无人设备的协同探测,从而构建战场多维立体预警侦察体系。

2.3.2 两栖跨域协同火力突击

登陆前,利用岸海空火力对登陆区域、海域进行预先火力打击,依据无人侦察机与无人侦察车所提供的目标信息,无人攻击机和无人装甲车向目标区域靠近并发射空地制导炸弹与火箭弹,摧毁敌方重要防御力量;登陆过程中,利用舰载直升机、舰炮、舰载无人艇、无人机火力协同对岸滩打击压制,掩护登陆兵力扫残破障及突击上陆,并组织火力投送。

跨域协同作战能够将陆海空天电网等不同作战领域的无人装备有效整合,构建起一个全方位、无死角的立体式态势感知网络,打造覆盖各个作战域的通信网络,建立一体化的指挥控制系统,实现高效统一的指挥调度^[8]。

3 海上跨域无人作战的相关项目

近年来,以美国为代表的军事强国以军事演戏为依托,进行了一系列探索性研究。2024 年 9 月,美海军举行了年度混合舰队试验,测试各作战域无人平台及其与有人舰船的一体化作战能力。该项目演示了美国海军在空中、水面和水下等域的无人作战能力,共有 24 架无人空中/水面/水下航行器参与,还评估了新兴通信能力

如何与岸上和远征快速运输舰上的无人系统进行集成。

2024 年 3 月,美海军举行“无人综合战斗问题 24.1”演习,旨在实现无人系统的多域运用。演习重点在于多域异构无人系统的指挥与控制。美海军利用“晶格”人工智能软件平台,成功实现了多作战域内异构无人系统的协同作战。

表 1 其他跨域无人作战项目

项目名称	参演平台	关键技术	主导单位	演习时间
年度海军技术演习	4 艘 USV	跨域通信、协同任务分配、敌我识别	美海军	2016
ANTX	多型 UUV、USV	协同探测和识别、跨域指控通信	美海军	2019
自主推进 4.0	多型 UAV、Remus UUV、MADFOX USV	通信网络、集群控制	英皇家海军陆战队	2021
OCEAN	4 架 UAV、3 艘 USV、2 艘 UUV	异构平台互操作性、多源信息融合	欧洲防务局	2021
UxS IBP 21	10 余艘有人舰艇及 10 余型无人空中、海上、水下无人系统	有人/无人系统指挥、跨介质通信	美海军	2021
IMX22	50 余艘舰艇及 80 多型空中、海上、水下无人系统	异构平台互操作性、跨介质通信、协同态势感知	美海军	2022
环太平洋 RIMPAC	4 艘 USV 及多型 UAV	任务规划、协同态势感知	美海军	2022
数字地平线	15 种不同类型 USV 及 UAV	跨域通信网络、态势感知	美第 59 特遣部队	2022
数字盾牌	10 个国家的 80 多个无人系统	态势感知	美第 59 特遣部队	2022 & 2023
IBP 23	MUSV、USV、RQ-20 Puma、MQ-9B UAV	有人/无人平台协同、跨域协同、态势感知	美海军	2023
BALTOPS	多型 USV、UAV、UUV	网络通信、任务规划、跨域协作	美第六舰队、北约葡萄牙海军、北约	2023
REPMUS	37 架 UAV、20 艘 USV 和 36 艘 UUV	多领域情报、监视和侦察、互操作性	北约	2024

4 结语

海上跨域无人作战是无人系统应用和技术的重要发展方向,未来海军将继续推进无人系统的开发工作,长期目标是找到将无人系统集成到水下、水面和空中作战的方法,同时可以更快地闭合杀伤链,并在竞争激烈

的环境中保持闭合时间更长,使海军保持竞争优势^[9-10]。

参考文献

- [1]黄东亮等.美国跨域作战体系研究[J].航空电子技术 2021 (6) 22-26
- [2]李凌昊等.海上异构无人装备一体化协同作战架构[J].舰船科学技术,2019(12):50-53.
- [3]初军田等跨域无人系统系统作战需求分析[J]指挥信息系统与技术 2022 (12) 1-8
- [4]程翔人工智能时代马赛克战致胜机理研究[J].舰船电子对抗,2020,43(002):12-15,25.
- [5]Navy large unmanned surface and unmanned vehicles:Background and issues for congress[2023-04-17]Congressional Research Service
- [6]U. S. Navy. Sea power 21[EB/OL]. [2021-08-02]. http://www.navedu.navy.mil/nwc/handbook_learning_nwc52/1mankong/part6book/5_5Clark_SeaPower_21.pdf.
- [7]何玉庆,秦天一,王楠.跨域协同:无人系统技术发展和应用新趋势[J].无人系统技术,2021,4(4):1-13.
- [8]王文豪,姚振兴,李志鹏,等.无人作战体系在登陆场景中的运用[J].飞航导弹,2018(3):33-35.
- [9]Science and Technology Strategy for Intelligence Autonomous Systems[R].Department of the Navy, 2021: 4-15.
- [10]韩光松,侯博,李萍.无人自主系统在海战场的应用[J].飞航导弹,2020(11):84-89.
- [11]李杰等.无人化联合战术跨域协同及规划能力发展[J].国防科技 2023(4)82-88

作者简介:冯田田(1992-),工程师,主要研究方向为海上无人装备与技术;

居北京(1991-),工程师,主要研究方向为海上无人装备与技术;

黄瑾(1981-),高级工程师,主要研究方向为海上无人装备与技术;

彭传微(1982-),高级工程师,主要研究方向为海上无人装备与技术。