

【引用格式】谭福国, 陈维义, 周勇, 等. 俄乌冲突中无人艇攻防及其启示[J]. 数字海洋与水下攻防, 2025, 8(4): 502-507.

俄乌冲突中无人艇攻防及其启示

谭福国¹, 陈维义^{1,*}, 周 勇², 邹 强¹

(1. 海军工程大学, 湖北 武汉 430033;
2. 中国人民解放军 91640 部队, 广东 湛江 524054)

摘 要 俄乌冲突中, 乌克兰无人艇以其小体积、低成本、机动灵活等独特优势, 塑造了“以小博大”的经典战例, 为无人艇在现代战争中成体系运用提供了“试验场”。基于开源情报信息, 通过梳理俄乌冲突中无人艇攻防装备情况, 总结双方攻防作战样式, 然后结合俄乌冲突中无人艇的应用案例分析了无人艇作战的优势与不足, 最后从体系建设、预警探测、综合防抗、装备研发 4 个方面展望了反无人艇装备的发展趋势。

关键词 俄乌冲突; 无人艇; 启示

中图分类号 E118 文献标识码 A 文章编号 2096-5753(2025)04-0502-07

DOI 10.19838/j.issn.2096-5753.2025.04.013

Attack and Defense of Unmanned Surface Vehicles in Russia-Ukraine Conflict and its Enlightenment

TAN Fuguo¹, CHEN Weiyi^{1,*}, ZHOU Yong², ZOU Qiang¹

(1. Naval University of Engineering, Wuhan 430033, China;
2. Unit 91640 of PLA, Zhanjiang 524054, China)

Abstract In the Russia-Ukraine conflict, Ukraine's unmanned surface vehicles (USVs), with their unique advantages such as small size, low cost, and flexibility, have created a classic example of "the smaller defeats the bigger", providing a "testing ground" for the systematic application of USVs in modern warfare. Based on open source intelligence information, the offensive and defensive combat methods of USVs on both sides are summarized by sorting the offensive and defensive equipment of Russian and Ukrainian USVs, and then the advantages and disadvantages of USV operations are analyzed in combination with the application cases of USVs in the Russian-Ukrainian conflict, and finally the development trend of anti-USV equipment is prospected from four aspects: system construction, early warning and detection, comprehensive defense and resistance, and equipment research and development.

Key words Russia-Ukraine conflict; USV; enlightenment

0 引言

2022 年 2 月至今, 俄罗斯和乌克兰爆发了激

烈的军事冲突。面对俄罗斯海军的压倒性优势, 乌克兰首次将无人艇作为反介入武器大规模投入实战, 通过自杀式攻击、集群突袭和跨域协同等战术,

收稿日期: 2025-04-30

作者简介: 谭福国 (1990-), 男, 硕士, 主要从事无人系统研究与应用。

*通信作者: 陈维义 (1966-), 男, 博士, 教授, 主要从事无人系统研究与应用。

多次成功袭击了俄海军舰船、基地和重要基础设施, 导致桥梁受损、舰船毁伤、航运受阻。俄乌冲突中无人艇的实战运用不仅改写了全球无人海战的记录, 也为现代海战模式带来了许多革命性的创新^[1]。

无人艇通过搭载不同载荷可完成情监侦 (ISR)、目标打击、扫雷、反潜、毁伤评估等多种任务, 具有体积小、成本低、机动灵活、雷达反射截面积小、无人员伤亡等优势, 在现代海战中展现了较好的应用前景和战争潜力, 推动了无人智能化战争形态发展, 给现有防御体系带来了严峻挑战, 迫使防御体系、防御手段和防御策略变革^[2-5]。

1 俄乌冲突中无人艇装备及其运用情况

1.1 典型无人艇装备

在无人艇攻防作战中, 乌克兰军方 (以下简称“乌军”) 承担进攻角色, 其使用的无人艇装备主要有 4 种, 如图 1 所示。

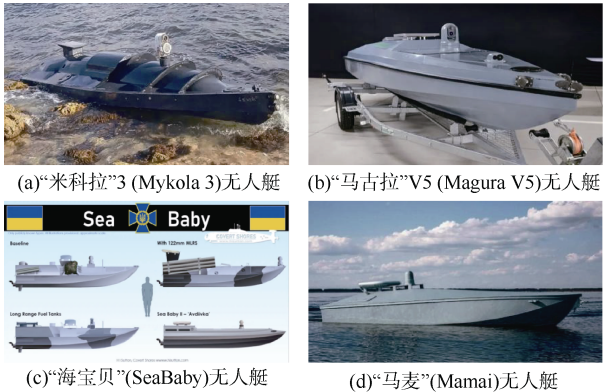


图 1 乌克兰典型无人艇装备
Fig. 1 Typical Ukrainian USVs

乌军无人艇由艇体、载荷、传感器和地面控制站 4 部分组成。艇体通常采用能见度较低的灰色涂装和快艇造型, 可有效提升无人艇的隐蔽性和机动性。载荷一般为高能炸药, 通过遥控或撞击方式引爆 (撞击引信位于艇艏); 部分载荷可以升级, 如 SeaBaby 上装载三联装 RPV-16 温压弹或 6 联装 122 mm 火箭发射架, 用以执行对空攻击和对地打击任务; Magura V5 上改装 R-73 空空导弹, 并在实战中成功击落 1 架俄军米-8 直升机^[6-8]。传感器配备了 1 个光电/红外摄像头, 以及星链卫星通

信设备。地面控制站通常采用笔记本电脑类的便携式电子终端, 通过传感器观察并遥控无人艇执行攻击任务; 控制软件采用开源的“自驾仪” (ArduPilot), 作战时通过微软的“积盒” (GitHub) 托管服务平台下载源代码即可使用^[9]。乌军典型无人艇装备技指标如表 1 所示。

表 1 乌军典型无人艇装备技术指标
Table 1 Indicators of typical Ukrainian USVs

参数	Mykola 3	Magura V5	SeaBaby	Mamai
尺寸/m	长 5.5	长 5.5, 宽 1.5	长 6, 宽 2	长 6
重量/t	1	1	1.5	—
航速/kn	最大 43	最大 42, 巡航 22	最大 48	最大 60
航程/n mile	430	450	540	—
材质	轻金属和复合材料	铝合金	防弹材料	防弹材料
导航	卫星/惯导	GPS/惯导/目视	卫星/惯导	卫星/惯导
传感器	光学	红外/热成像星链/凯米塔	红外/热成像	红外/热成像
通信	星链	/路由器+SIM 卡	星链/凯米塔	星链/凯米塔
控制	遥控	自主/遥控	遥控	遥控
引信	撞击引信	撞击引信	电控压力传感器/电液触发引信	撞击引信
有效载荷/kg	200	320	850	450
成本/万美元	25	27.3	21.2	—

1.2 无人艇的作战模式

俄乌冲突中, 乌军边实战、边创新, 在作战模式上取得了新的突破, 展现了现代海战的新特点、新形态。

1) 无人艇集群攻击的“鲨群”模式。

“鲨群”攻击时, 乌军根据被攻击目标特性, 出动不同数量的无人艇, 以“自杀式冲锋”形式高速冲向俄舰艇中部舱室集中处或艉部的舵叶、螺旋桨转轴布置处, 通过引爆自身携带的炸药, 使其丧失作战航行能力^[10], 如图 2 所示。2024 年 1 月和 2 月, 乌军出动多艘 Magura V5 无人艇, 采用“鲨群”战术, 先后击沉了俄海军“伊万诺维茨”号导弹护卫舰和“凯撒·库尼科夫”号登陆舰^[11]。

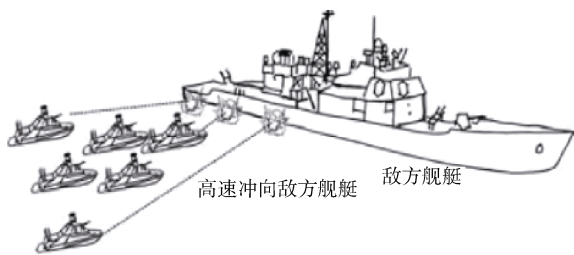


图2 乌克兰无人艇集群作战使用样式
Fig. 2 Combat mode of Ukrainian USV swarm

2) “无人+无人”的跨域协同作战模式。

2022年10月,乌军使用7艘Mykola 3无人艇和9架“战友”无人机协同发动攻击,突袭了塞瓦斯托波尔港,造成包括“马卡罗夫海军上将”号护卫舰和“伊万·戈卢罗茨”号扫雷舰在内的多艘俄军舰艇受损^[12]。此次战例标志着无人系统首次作为主战力量,在天基网络和空基侦察信息的支持下,实现了海空跨域协同作战模式的运用。

3) “卒子”乘“直车”的母舰作战模式。

母舰作战,即以有人舰艇平台作为“母舰”,支撑无人艇的机动投放与回收、指挥控制和综合保障,在降低有人舰艇风险同时,有效提升整体作战效能。典型的如2023年7月17日凌晨,乌军出动多艘SeaBaby无人艇突袭刻赤大桥。行动过程中,乌军多艘母舰组成的船队携带无人艇航行一段距离,在抵近目标后释放无人艇,操纵员控制2艘无人艇先后撞上桥墩并引发爆炸,导致桥面受损倾斜。

4) 无人艇与导弹跨域协同打击模式。

2023年9月13日凌晨,乌军采用“无人艇诱敌耗敌+巡航导弹突防打击”的跨域协同打击战术,在3艘Magura V5无人艇的战术掩护下,出动5架苏-24战机发射巡航导弹对俄造船厂进行打击,3枚巡航导弹成功击中目标。无人艇与苏-24战机分工明确,充分发挥各自作战优势,通过有序配合完成了作战任务。此次战例表明,乌军对无人艇的体系化运用已较为成熟。

2 俄乌冲突中反无人艇装备及其运用情况

自从塞瓦斯托波尔港以及多艘舰艇被乌军无人艇袭击以来,俄黑海舰队依托现有装备组织了无人艇防御作战体系。其手段主要包括探测、软杀伤、

硬杀伤3种主动反制技术,以及物理拦阻这一被动反制技术^[13]。俄军反无人艇技术手段与反无人艇作战的关系如图3所示。

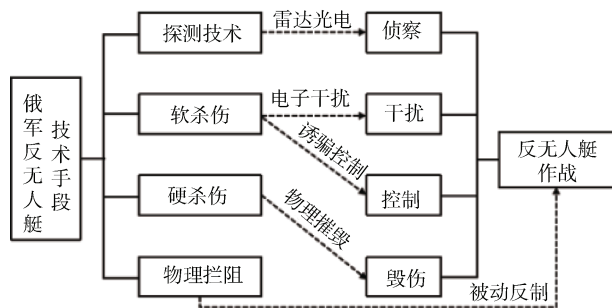


图3 俄军反无人艇技术手段与反无人艇作战的关系
Fig. 3 Relationship between Russian anti-USV technical means and anti-USV operations

尽早发现、识别来袭的无人艇是实现有效反制的前提条件。俄军22160型巡逻舰上的“波齐蒂夫-MK”相控阵雷达是一款采用X波段的三坐标雷达,拥有300 km的搜索距离,该舰还配备有热成像夜视仪,有助于在夜晚发现目标^[14]。此外,2024年6月,“俄罗斯电子”控股公司研发了一套远程无线电技术监测系统。该系统采用无源追踪方式对无人艇的控制信号进行精确追踪,其工作频率覆盖300 MHz至18 GHz范围,配备的天线具备360°全方位观测能力,可以有效侦测并定位由“星链”技术操控的乌军无人艇^[15]。

软杀伤就是通过压制干扰、诱骗控制、网络攻击等手段,破坏通信、导航链路,进而实现对无人艇的控体夺权。乌军无人艇主要依赖于艇载光电/红外探测设备获取目标视频图像,经卫星回传至控制站,由控制站操纵员遥控无人艇实施攻击。俄军的R-330ZH“居民”电子战系统主要用于探测、定位和压制卫星和移动通信,以及20~30 km半径内的卫星导航系统,可用于港口要地防御无人艇^[16]。此外,俄罗斯还研发了一款舰用模块化、集装箱式无线电电子战系统,安装在约12 m标准的海运集装箱中,22160型巡逻舰“瓦西里·科拜夫”号已列装该系统^[17]。

硬杀伤是指运用舰载AK-630近防炮、轻重机枪等常规动能武器、武装直升机、定向能武器等手段,直接毁伤无人艇平台或其内部电子元件,是战

场上反无人艇的保底手段。俄海军还组建了直升机大队, 利用米-8、卡-27 和卡-29 等现有直升机, 发挥其长滞空和悬停能力, 进一步增强对无人艇的拦截与打击能力^[18]。

物理阻拦, 即通过设置抗冲击、抗爆炸、耐老化、易安装、能开闭的浮栅、阻拦网等海上障碍, 把保护目标与外界水域分离隔开, 使无人艇无法高速接近港口设施和停泊的舰船, 从而达到防御无人艇袭击的目的^[19]。据报道, 俄黑海舰队在 2023 年 1 月开始使用浮栅障碍保卫塞瓦斯托波尔军港, 2023 年 8 月, 刻赤大桥也采用了类似的防护。

此外, 俄海军还研发建造了专用反无人艇舰船, 实现对来袭无人艇的主动驱离猎杀, 如俄罗斯 03160 型(“猛禽”级)巡逻艇和 02510 型(BK-16)高速突击艇, 利用其搭载的 3 座武器站和红外/热成像光电系统, 通过高速机动性实现对来袭无人艇的主动驱离猎杀^[20-21]。

综合上述手段, 俄黑海舰队防御无人艇的策略为: 通过侦察无人机、岸基/舰载雷达以及各类光学手段进行远距离探测, 发现来袭无人艇后, 使用直升机机载火力在尽可能远的距离将其击沉, 如有漏网之鱼, 则通过 FPV 无人机、近防炮以及各类轻重机枪进行拦截, 如有突破火力网的无人艇, 水面物理屏障则会作为保护港口的最后手段。

3 俄乌冲突中无人艇的强弱点分析

3.1 无人艇的作战优势

1) 非对称作战, 战场效费比高。

乌军无人艇具有成本低、易改装、量产快、可消耗等优势, 可通过规模化集群化运用, 以较小代价对传统高价值大型武器装备平台造成毁伤, 实现低投入高收益的作战效果。据乌克兰“团结 24”网站公布的数据, 乌军 Mykola 3 无人艇造价为 25 万美元, 而被无人艇击沉的 22160 型导弹艇“谢尔盖·科托夫”号造价高达 6 500 万美元。这种“以小博大”“以廉制优”的效果使得无人艇成为海上作战中经济高效的选择。

2) 突袭作战, 行动隐蔽效果显著。

乌军无人艇体积小、速度快、机动性强、航行噪声小, 具备高度的隐蔽性, 能够避开俄方雷达和

探测系统, 灵活穿梭于复杂的水域环境, 实施隐蔽性打击。此外, 其伪装色涂装也利于在波浪的掩护下实现可见光隐身。在遂行作战任务时, 无人艇利用夜色掩护, 隐蔽迅速进入目标区域附近, 对目标实施火力突袭或自杀式攻击, 可迅速达成有效毁伤目标的目的。冲突中, 乌军多次运用无人艇对俄军舰船、刻赤大桥、港口等重要目标实施攻击, 先后毁伤俄军 10 余艘大型舰艇^[22]。

3) 协同作战, 行动方式灵活多样。

乌军无人艇与其它武器平台跨域协同运用, 组合方式灵活多样, 表现出与无人机、导弹、无人艇之间的多种协同运用样式。无人艇协同无人机, 可发动海空联合突袭; 协同导弹系统, 可实现无人艇消耗敌方防御兵力、导弹有效毁伤敌目标; 无人艇相互协同, 可灵活实施“鲨群”战术。此外, 在护卫舰、驱逐舰、常规潜艇等有人舰艇缺位的情况下, 无人艇还能与无人机、无人潜航器等平台协同, 发挥各自独特的载荷优势, 构建海空潜一体化的立体作战体系。

4) 载荷灵活搭配, 作战适应性强。

随着冲突的进行, 乌军无人艇已从最初简单的自杀式攻击方式, 逐步发展成为能够搭载多样化载荷的作战平台, 实现了从反舰攻击、对岸攻击到防空打击的多任务能力, 能够根据不同的作战任务和复杂多变的战场环境, 迅速、高效地进行适配性调整。可见, 乌军正在逐渐通过“平台+载荷”方式, 将通用性较强的船体与不同作战载荷组合搭配, 以提升其态势感知、侦察监视、火力打击、电子干扰等作战能力。

3.2 无人艇存在的不足

1) 高对抗环境作战能力有限。

目前, 乌军无人艇均为小型无人艇, 受尺寸限制, 能够搭载的任务载荷和燃料有限, 功能相对单一, 限制了其在广阔海域内的作战范围和活动能力^[23]。在俄军采取多种主/被动应对措施后, 乌军无人艇在实战中并不具备优势。特别是在一些高威胁、强对抗条件下的战场环境中, 俄军可充分发挥体系作战优势监测并打击来袭无人艇。乌军无人艇若不能“出其不意”, 其所能构成的威胁将微乎其微。

2) 高度依赖卫星通信导航。

目前乌克兰主要是利用北约国家的信息支援,其自身并不具备卫星引导无人艇发起袭击的能力。一旦外部卫星通信援助中断,无人艇将无法执行任务。同时,乌军无人艇的作战指挥依赖远程控制系统,一旦远程控制链路受到干扰和破坏,将会导致其失去控制或误操作,对目标的定位和攻击也将更加困难。

3) 无人艇技术成熟度仍需提高。

冲突初期,乌军通过申请北约国家军援、线上集资采办等方式,利用商业现货快速组改装获得了大量无人艇,其设计理念虽然先进,但技术含量却相对较低。乌军无人艇虽有一定的自主能力,但主要依靠“人在回路”监控,随着无人艇的大量运用,必然会增加海上作战节点数量,对后台支持和协同组织带来挑战。乌军亟需在自主决策、协同作战等方面加强研发和改进,以提升其作战效能和可靠性。

4 俄乌冲突对反无人艇装备的发展启示

本次俄乌冲突中诸多战例充分展示了无人艇的非对称作战优势,暴露出传统防御武器在反无人艇作战时存在探测难、拦截难等现实问题^[24]。参考俄乌冲突中无人艇攻防运用情况,可获得以下发展启示。

反无人艇装备体系建设与发展是一项复杂系统工程,需要加强顶层规划设计,以“依托体系、敏于侦察、软硬结合”为能力目标,从预警探测、技术创新和综合防护等多方面综合施策。

4.1 强化防御体系顶层设计

乌克兰国防工业基础薄弱,需要北约国家支援才能实施一定规模的无人艇作战。但可以预见,无人艇正在逐渐发展成为集“侦、打、评、扰”于一体的新质武器平台,还能与其它有人/无人平台形成多样化作战能力。俄乌冲突中,俄军“谢尔盖·科托夫”号巡逻舰在保卫刻赤大桥行动中遭乌军无人艇“鲨群”攻击后沉没。虽然俄军拥有“波齐蒂夫-MK”相控阵雷达、AK-630近防炮、卡-29直升机、水面浮栅以及铠甲-S1武器系统等多种防御无人艇装备,但缺乏一个核心的指控系统来协调这些武器装备实现一体化反制无人艇。未来海上作战将不再是武器对武器、平台对平台的对抗,而是

转变为体系之间的对抗^[25]。面对无人艇的体系化进攻,反无人艇装备也应实施体系化作战。要将各类武器装备统一接入该系统,制定通用的技术标准,不断提高反无人艇系统的互联、互通、互操作性,形成一体化、多维度、多手段的反无人艇作战能力。

4.2 构建多维立体探测网络

俄乌冲突中,俄军综合使用舰载直升机、舰载雷达/光电系统和无线电技术监测系统实施目标探测、跟踪、识别和定位。参考实战经验,针对海杂波背景下探测和稳定跟踪无人艇目标需要,应综合使用主/被动相结合的探测手段,突出陆、海、空、天、网多维一体预警体系建设,强化复杂环境下目标探测效能。通过整合空中、地面、海上等多平台预警系统,构建多层次、梯次配置、多维互补的探测跟踪网络,实现对来袭无人艇的早期预警和连续跟踪。同时,通过情报共享和信息融合技术,及时对雷达、光电、声学、情报等多源信息进行实时处理,实现全向、持续、无盲区的侦察、跟踪和预警,提前识别敌方无人艇的潜在攻击行动,为应对敌无人艇攻击预留充足的时间窗口,合理确定防御重点和分配防御力量,针对性设计防反措施。

4.3 综合运用软硬装备拦截

在获悉敌无人艇来袭情报后,从无人艇平台、通信组网、导航控制等领域着手。一方面,采用电子干扰等手段压制、干扰特定区域的“星链”卫星信号,阻断敌后方控制站与前方无人艇间的指挥通联;另一方面,强化近程硬杀伤火力,可在重要目标附近部署大量精确火力打击武器,采用雷达和光电/红外信道,在发现目标后能够及时抓住时间窗口,对高速移动的无人艇实施精确打击。同时,可采用发烟桶形成能够遮蔽可见光和红外的大面积烟幕,使无人艇的光电/红外探测设备难以清晰辨认目标的轮廓特征,舰船可在烟幕遮障的掩护下紧急机动规避,有效抵消无人艇预先标定的攻击路径规划。此外,还可以假目标模拟舰艇或目标红外特征,达到诱敌骗敌的效果。

4.4 加强新质武器研发运用

尽管导弹、舰炮等常规武器在反无人艇方面存在效费比低、转火时间长等缺点,但仍是目前最为成熟的反无人艇技术手段。因此,应将常规武器作

为基础保障,积极研发新型武器系统。一方面,遵循“以无反无”作战理念,充分发挥无人系统低成本、高机动性等优势,积极推进巡飞弹、无人机等便携式无人系统的研发;另一方面,研发性价比高、持续战斗力强的高功率微波、高能激光等定向能武器。其中,高功率微波武器可以通过定向发射高能电磁脉冲来干扰、摧毁敌无人艇内部精密电子设备,实现对无人艇集群的“面杀伤”;高能激光武器凭借其精度高、转火迅速等优点,可在视距范围内对来袭无人艇实施精准“点杀”。下一步,还可采用新材料、新技术大力发展小型化定向能武器,在不降低作战效能的情况下,实现定向能武器的多平台搭载。

5 结束语

俄乌冲突中,无人艇以其独特的自主性和灵活性,为现代海战带来了革命性的模式变革,其重要性日益凸显。未来,随着无人艇技术的不断发展,海战格局将更加复杂多变。我们需要密切关注这一趋势,深入剖析无人艇技术可能引发的各类影响,并采取积极措施以适应这一变革,确保我国在未来的海上竞争中占据优势地位。

参考文献

- [1] 向军. 深度|关注俄乌冲突中的无人艇战术[EB/OL]. [2024-06-12]. <https://mp.weixin.qq.com/s/xSqOYzNkJ SKXxtMeyCyBA>.
- [2] 柳晨光, 初秀民, 吴青, 等. USV 发展现状及展望[J]. 中国造船, 2014, 67(4): 194-205.
- [3] 王石, 张建强, 杨舒卉, 等. 国内外无人艇发展现状及典型作战应用研究[J]. 火力与指挥控制, 2019, 44(2): 11-15.
- [4] 曲毅, 潘民子. 无人艇路径自主规划方法及策略研究综述[J]. 信息通信, 2019(8): 278-280.
- [5] 张君彪, 吴静, 赵飞, 等. 俄乌冲突中无人机作战运用情况及启示[J/OL]. 现代防御技术[2025-04-20]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/11.3019.TJ.20241227.1702.008.html>.
- [6] 孙峰. 一种基于海空无人集群的自杀式无人艇防御策略[J]. 水下无人系统学报, 2024, 32(2): 267-274.
- [7] 专知防务. 2022-24 年俄乌冲突中海上无人系统(USV)概览[EB/OL]. [2024-09-29]. https://mp.weixin.qq.com/s/z9dhySJ_ThUwyuPNiFo0UA.
- [8] 林潇. 乌无人艇创“战史首次”俄军直升机惨成背景板[EB/OL]. [2025-01-05]. <https://mp.weixin.qq.com/s/O3N2811xoo-xYaBSmzUQLA>.
- [9] 舰船知识. 黑海斗法——俄乌无人艇攻防战[EB/OL]. [2024-06-12]. <https://mp.weixin.qq.com/s/7PEAcD5ImI5dxKyCPpjuYw>.
- [10] 冯炜, 崔东华, 夏天冰, 等. 国外无人船集群运用特点分析及其应对启示[J]. 中国舰船研究, 2023, 18(1): 1-12.
- [11] 张家奎, 李晓东, 周河宇, 等. 俄乌冲突中无人艇作战运用的分析研究[J]. 数字海洋与水下攻防, 2024, 7(6): 616-622.
- [12] 胡智焕, 谢威, 刘若楠, 等. 俄乌冲突中无人艇海上作战模式的新突破[J]. 海洋工程装备与技术, 2024, 11(1): 18-22.
- [13] 凌海风, 李瑞, 柏林元, 等. 俄罗斯反无人机装备发展现状及启示[J]. 国防科技, 2023, 44(3): 81-87.
- [14] 喜乔智研. 俄乌冲突后外军海上无人作战装备发展研究[R]. 北京: 北京喜乔智妍信息咨询服务有限公, 2024.
- [15] 崔岩. 俄罗斯多措并举破解海上反无人艇攻击难题[EB/OL]. [2024-08-23]. https://mp.weixin.qq.com/s/LxvIuqVU-1Ri_fnVFhGqgg.
- [16] 王培美. 当代俄罗斯电子战产品主要研制单位及装备发展综述[J]. 国防科技, 2020, 41(6): 68-76.
- [17] 指挥控制与仿真. 俄罗斯加强舰艇反无人装备蜂群作战能力[EB/OL]. [2023-07-28]. <https://mp.weixin.qq.com/s/ZE2Tj5w83fEWkmxAOv3uug>.
- [18] 侯兵. 俄海军组建直升机大队打击无人艇[EB/OL]. [2023-10-28]. https://mp.weixin.qq.com/s/4DNs1Oexot7IPfli3dr_0Q.
- [19] 刁景华, 李艳茹, 王立强. 港口安全防护拦阻系统的研究及应用[J]. 港口科技, 2016(4): 18-22.
- [20] 马岩. 俄罗斯两艘新型高速巡逻艇服役, 可搭载 20 名海军陆战队员执行任务[N/OL]. 环球时报[2020-07-22]. <https://3w.huanqiu.com/a/c36dc8/3z9lpWc9w8s>.
- [21] 黄国志. 俄罗斯 BK-16 高速突击艇的武器装备[EB/OL]. [2021-03-19]. <https://mp.weixin.qq.com/s/Z0AaZzGAENE8W9k9xOtjkg>.
- [22] 中国舰船研究. 俄乌冲突中海上无人装备运用概览[EB/OL]. [2024-06-17]. <https://mp.weixin.qq.com/s/mDvDvBRUjpV3nfVPb41Fqg>.
- [23] 陈骊, 刘志坤, 胡生亮, 等. 马赛克战背景下小型无人艇集群作战样式探析[J]. 数字海洋与水下攻防, 2022, 5(1): 11-16.
- [24] 谢兴, 蔡玄, 梁武, 等. 俄乌海战对我国海军建设的启示[J]. 数字海洋与水下攻防, 2023, 6(6): 713-718.
- [25] 谢伟, 杨萌, 龚俊斌. 水下攻防对抗体系及其未来发展[J]. 中国工程科学, 2019, 21(6): 71-79.

(责任编辑: 曹晓霖)