兵器广角

近年来，和无人潜航器一样，在各国重视和推动下，无人水面舰艇得到快速发展。今年以来见诸媒体的消息，也充分印证这一点。

今年6月，在2024年欧洲防务展上，瑞士、法国和乌克兰有关公司纷纷展出各自研制的无人艇。这些无人艇性能各不相同，用途方面也有差异。

今年10月，在伊斯坦布尔举办的土耳其防务与航空航天展上，由土耳其阿瑞斯造船厂和梅泰克桑国防工业公司联合研发的ULAQ KAMA无人水面艇亮相。据介绍，该艇能够在多种天气条件下使用，可快速大量生产。

同样是10月，美国一家初创公司Saronic发布了其最新的无人水面艇Corsai。据称，Corsai是该公司目前所研发无人舰艇系列中的最大型号，长7.31米。

今年11月中旬，在第十五届中国航展期间，中国船舶集团制造的虎鲸号无人作战舰艇亮相。该舰艇排水量500吨，可配备垂直发射系统等。

那么，无人水面舰艇的快速发展源于何时？当前各国研发、列装的无人水面舰艇性能如何？未来会朝哪个方向发展？请看解读。

无人水面舰艇加速驶向战场

■包宇鹤 李学峰

从“走走停停”到“加速奔跑”

今年4月，围绕美国国防部提出的“复制器”计划，美国海事战术系统公司提交了3型不同的无人水面艇待选。这3型无人水面艇分别是：为完成一次性任务设计的“北美狗鱼”M18无人艇、可遂行多种任务的“魔鬼鱼”T12无人艇、采用开放式架构的“魔鬼射线”T38无人艇。

一家公司同时研发、提交3型不一样的无人水面艇，在当前各国无人水面艇制造商中不是个例。确切地说，这只是当前世界各国无人水面艇加速发展的一个缩影。

但是，对无人水面艇来说，这种发展速度并非向来如此。如果把当前无人水面艇的发展速度比作“加速奔跑”的话，那么，它早期的发展可谓是“走走停停”。

无人水面艇的出现最早可追溯到19世纪末。1898年，美国发明家尼古拉·特斯拉制造出世界上第一艘无线电遥控船。该艘船被不少人视为无人水面艇的起源。

二战期间，德国海军用无人摩托艇FL-Boote对盟军舰艇实施自杀式攻击，开启了将无人水面艇用于作战的先河。

二战后，无人水面艇进入低速发展阶段。囿于当时的无线电技术水平，该阶段的无人水面艇主要作为一次性制导武器、诱饵船和靶艇等使用，高度依赖人员操控。

20世纪七八十年代，随着无线电、自动化控制技术的发展，无人水面艇开始更多地充当各国军事演习中的海上靶标，出现了一些专用的较大型无人水面艇，如美国的“火鱼”靶船、苏联的1784型靶船等。

20世纪90年代，随着计算机、自动化控制、全球卫星定位导航技术的发展，美国开始研发新一代无人水面艇，赋予无人水面艇初步自主能力。

进入21世纪，随着微电子、网络信息、人工智能及高速通信技术的飞速发展，无人艇的发展步入快车道。各国先后推出了一批有代表性的无人水面艇，如美国的“斯巴达侦察兵”、以色列的“保护者”、法国的“检验者”等。

这个阶段的无人水面艇艇体大多由凯夫拉和碳纤维复合材料等制造，具有重量轻、强度高等特点。重量轻，不仅有助于无人水面艇降低航行阻力、提高航行速度、降低耗油量、搭载更多载荷，而且可使无人水面艇在更大范围水域活动，航行时变得更加机动灵活；强度高，则使无人水面艇能长时间使用，甚至能承受与礁石、沉船残骸等物体发生的一些碰撞。

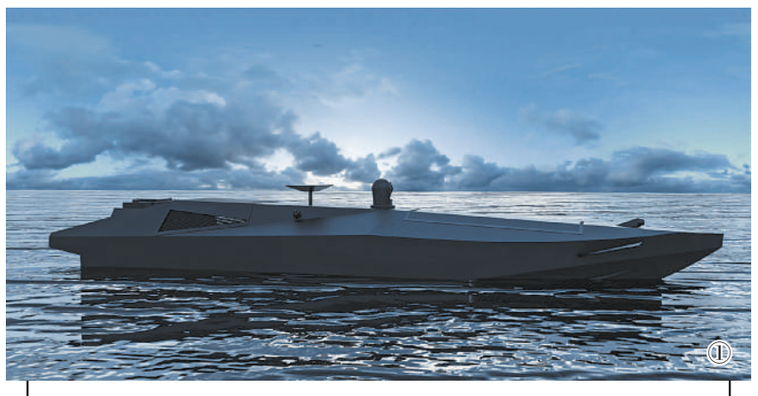
与此同时，艇载导航设施、感知系统、控制系统、通信系统、自主决策系统得到进一步发展，无人水面艇渐渐具备了较高程度的自主行动能力。加上海上作战对抗日趋激烈，各国日益重视降低作战人员风险，进一步推动了无人水面艇的快速发展。于是，多种构型、多种动力、多种用途的无人水面舰艇纷纷出现。

持续“添丁进口”，“家族”日益壮大

当前，在一些热点地区，无人水面艇频频被投入实战并取得一定成效。

在中东地区相关海域，胡塞武装多次运用无人水面艇，对一些国家的舰船发动袭击。在俄乌冲突中，乌克兰海军使用多型无人水面艇，对俄罗斯的港口、舰船和一些桥梁进行攻击。俄罗斯海军则加快对无人水面艇的研制列装，将其投入实战之中，也取得一定战果。

这些成效和战果，使更多国家认识到无人水面舰艇的重要性，纷纷加入研发行列，并形成当前无人水面舰艇发展的一些特点。



图①：ULAQ KAMA无人水面艇；图②：Corsai无人水面艇；图③：Magellan无人水面艇；图④：SeaBaby无人水面艇。 资料图片

一是体形有大有小，发展多头并进。由于各国需求不同，研发理念和实力水平不同，因此无人水面舰艇的发展也各有侧重。在世界范围内，无人水面舰艇呈现出大、中、小型全面发展的态势。如我国在第十五届中国航展上亮相的虎鲸号无人作战舰艇排水量达500吨，而法国Couach公司在2024年欧洲防务展上推出的Magellan无人水面艇排水量只有1吨多，澳大利亚国防军采购的“蓝瓶”无人水面艇可由1名士兵携带、组装与部署。乌克兰海军在俄乌冲突中，先后使用了5种以上的自杀式无人艇。美国海军的一些供应商研发的系列无人水面舰艇，涵盖了从微型、小型到大型、超大型等不同型号。

二是可遥控操作，也可自主航行。可遥控操作的无人水面艇发展时间较长，借助现代高速通信与加密手段，这类无人水面艇行动精准度进一步提升。被赋予自主航行能力的无人水面艇则是更加澎湃的“后浪”，在人工智能等技术加持下，它们能在一定程度上自主规划线路、自主避障、自主作出判断和遂行任务。

如以色列的“银色马林鱼”和“黄貂鱼”无人水面艇配置了“无人水面艇自主舵手系统”，能根据环境和任务的不同自主调整行驶状态；土耳其的ULAQ KAMA无人水面艇配备了先进通信、定位导航设施及感知设备，在人工智能算法加持下，不仅可实现一定程度的自主航行，还可自动辨别目标、实施群体作战。

为了实现自主航行，一些国家先后推出了类似“无人水面艇自主舵手系统”的装置，如英国一家公司在2021年发布的新型Sprint-Nav混合导航系统，不仅可为无人水面艇服务，也可用于无人潜航器的航行。

三是载荷模块化，舰艇多功能化。各国无人水面艇中，有些是新研制的，如美国的“海上猎人”无人艇，源自DARPA“反潜战持续跟踪无人艇”项目；有的则来自对先前有人艇的改装，如美国海军陆战队的LRUSV无人艇，是对“挑战者40”有人快艇的无人化改造。无论是新建还是改造的无人水面艇，当前很多都呈现出载荷模块化的趋势。

乌克兰的SeaBaby无人水面艇，一度作为自杀式无人水面艇来使用，今年5月，乌克兰相关方面展开测试，着手为该艇配备火箭弹发射器，使它能够发射“冰雹”系列火箭炮的122毫米火箭弹。同月，美国海军陆战队为LRUSV无人艇配备了一套Hero-120巡飞弹发射器，也体现出这一趋势。

在舰艇多功能化方面，澳大利亚MARTAC公司研制的MANTAS无人水面艇具有一定代表性。按照设计，该型无人水面艇是一种自主式水面平台，可通过选装不同设备与载荷，遂行侦察监视、扫雷等不同任务。

四是多举并用，注重隐身。当前各国研发的无人水面艇，普遍重视隐身设计。有的无人水面艇如乌克兰的MaguraV5无人水面艇，外形低矮，体积较小，这种半潜型的无人水面艇较难被侦测到。有的无人水面艇艇体采用特殊材料制成，如美国Kraken科技集团研发的K4 MANTA无人艇，用泡沫碳建造，不仅雷达和热信号特征不明显，而且可在需要时潜入水下秘密行动。有的无人水面艇在动力方面做文章，采用全电动力或者采用柴电混合动力，借此大幅降低在水中航行时的噪声。如Magellan无人水面艇，采用的就是柴电混合推进系统，以适应遂行多种任务的需要。

另外，当前的一些无人水面舰艇还呈现出追求更强续航力、可大规模生产等方面的趋势。

日趋高度自主，或将深度融入战场

如今，无人水面舰艇已能承担侦察监视、诱骗干扰、火力打击、搜索救援、充当通信节点、反水雷等任务。随着大数据、信息网络尤其是人工智能技术的发展，无人水面舰艇或将在更大程度上融入战场。

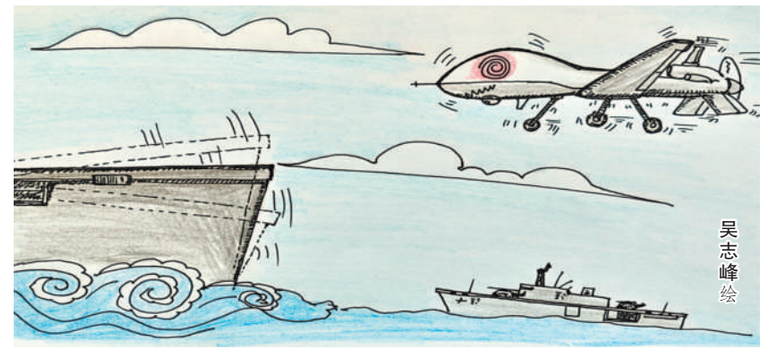
进一步高度自主。当前，无人水面舰艇的应用大多采用类似“人在回路中”的方式，一些基于艇载装备和卫星导航系统等进行长时间远距离作业的无人水面舰艇，存在无法应对复杂场景的问题。这种情况下，让无人水面舰艇拥有“智慧”，在更大程度上自主分析判断决策、提高应变能力，就成为一种选择。土耳其推出的ULAQ KAMA无人水面艇、美国初创公司Saronic研发的Corsai无人水面艇就带有这种特征，两者都可在GPS受干扰甚至中断的情况下自主行动，后者还融合了人工智能与机器学习能力，能将人为干预降到最低程度。今后，无人水面舰艇在这方面会走得更远。

与更多无人系统携手。在当前的一些武装冲突中，无人水面舰艇用于作战的次数越来越多。多艘无人水面艇联手攻击一个目标的情况已非个例。显然，这种与其他无人水面艇的携手，能明显提升攻击效率。当然，无人水面艇携手的对象不只是其他无人水面艇，今后，除了与有人舰船配合作战外，它还可能与无人机、无人潜航器等联手，实现对目标的高效打击。土耳其相关方面已测试过TB-2无人机与8艘“信天翁”-S无人水面艇的联手，组成的攻击群成功将目标舰船击毁。今后，这些“组团”的无人系统，或许能够独立于中央控制系统遂行群编队任务。

重视远程集群使用。2023年11月，包括4艘无人水面舰艇在内的美国海军特遣舰队穿越太平洋，访问了西太平洋多个港口，于11月底抵达悉尼港。这4艘无人水面舰艇体形大小有所区别，用途各有不同，分别是“海鹰”“海上猎人”“游骑兵”“水手”。虽然是与特遣舰队其他舰船共同行动，但它们所表现出的远程集群使用能力，仍然受到广泛关注。值得一提的是，“游骑兵”“水手”无人水面艇，此前已在美国海岸附近累计自主航行了16万千米左右。今后，在无人水面舰艇大型化、集群化发展的背景下，这类可远程集群使用的无人水面舰艇或将具备主战装备属性，成为更多国家海军的新选择。

此外，低成本化也是无人水面舰艇的重要发展方向之一。需要强调的是，这种低成本化是在确保高性能前提下的低成本化，包括进一步提升壳体所用复合材料性能、创新驱动方式、使用更先进简约的电子设备等。如此，无人水面舰艇才有可能大批量投入海战场，并发挥更大作用。

供图：阳 明



兵器漫谈

大型固定翼无人机的舰上起降

■裴杰 刘聪

前不久，外媒报道，“灰鹰”短距起降无人机成功完成从韩国独岛号两栖攻击舰到陆上基地的首次飞行。这个消息，反映出该大型固定翼无人机已具备在两栖攻击舰上短距离起飞和快速部署的能力。也有媒体分析认为，要具备安全着舰能力，该机舰还需要进一步升级和磨合。

舰载无人机能延伸舰船作战范围、丰富海上作战手段、优化空海力量体系构成、有效提高舰艇编队作战能力，因此成为各国竞相研发的热门兵器。其中直升机类、倾转旋翼类及中小型固定翼等实际运用较多，而大型固定翼无人机的运用大多处于技术验证阶段。

这是因为，从当前的技术与制造水平来看，大型固定翼无人机上舰还存在不少限制。这些限制，一方面来自海上环境中机舰的相互协同水平，另一方面来自无人机本身的能力。

在海上航行时，舰船姿态会处在持续动态变化中。海上的风浪会让舰船呈现六自由度扰动运动，着舰区气流、舰船四周复杂的电磁环境会扰动无人机的飞行姿态、干扰通信控制系统，尤其是舰船甲板空间有限，必须作出科学严格的安排，才能实现大型固定翼无人机的安全起降。

从国外公布的大型固定翼舰载无人机研发情况来看，螺旋桨式无人机短距起降能力进一步提升，如“灰鹰”短距起降无人机和TB-3无人机可以不使用舰载弹射装置起飞，前者可在平直甲板上自主起飞，后者可在上翘甲板上滑跃起飞。对于喷气式无人机来说，它通常具有更大的飞行速度和起降重量，能携带更多的弹药和任务载荷，对起降速度有较高要求，如X-47B无人机，就需要使用弹射和拦阻装置进行起降，在舰船六自由度扰动运动等情况下，其精准着舰的难度可想而知。

众所周知，战机着舰对甲板强度的要求很高。其实这一过程中，对战机的要求也相当高。大型固定翼无人机要上舰，也要能经受住这方面的考验。

一方面，大型固定翼无人机在结构上要能适应短距起降所带来的大过载冲击，其结构材料既要有较高的耐腐蚀性，还要有较高的韧性和抗冲击性，以减小弹性变形、永久变形和热变形累积效应所带来的影响。另一方面，大型固定翼无人机的飞控系统要过关。舰载无人机着舰时，很大程度上依靠的是机上的飞控系统，由该系统根据引导信息、本机状态信息作出判断，自动生成飞行指令。只有如此，才能面对变化及时反应，实现精准着舰。要满足这两方面的要求，目前还有不少难题需要攻克。

总之，让大型固定翼无人机上舰是一个复杂的体系工程，机舰均需要做适配性优化改装。具体到某一型无人机和舰船，值不值得改装还需要综合衡量技术路径、经济成本、军事效益等因素。

从L129A1到L129A2——

一支步枪的升级之路

■刘建元

图为L129A2狙击步枪。 资料图片

去年9月，美国路易斯机械/工具公司与英国海军陆战队合作，将L129A1精确步枪升级为L129A2狙击步枪。

经过一番改造后，与L129A1精确步枪相比，L129A2狙击步枪的枪管更长、子弹更细，枪托设计得到进一步优化。这种基于原有型号进行迭代升级的方式，有其值得借鉴之处。因为，它不用推倒重建，可以节省不少研发经费；基于已有条件进行升级，也可实现性能的稳中有升。

从型号名称上看，似乎只存在“A1”“A2”的不同，但两者的功能方面，绝不只是“+1”这么简单。

变化最明显的是枪管长度，L129A2狙击步枪的枪管长度为457毫米，比L129A1精确步枪增加41毫米，更长的枪管可让子弹在膛内获得更高初速，飞得更快、打得更远。

同时，L129A2狙击步枪的子弹变得更细。它没有继续使用传统的7.62毫米口径子弹，而是使用了6.5毫米口径子弹，减轻了弹药质量，减小了所受阻力，增强了弹头穿透力。

发生明显变化的还有枪械机匣。随着模块化理念在枪械领域得到运用，L129A2狙击步枪顺应了这种趋势。它采用模块化双侧结构系统，拆装更便捷，机匣上的拉机柄、手动保险均能左右手操作。机匣顶部至护手顶部有连续的皮卡汀尼导轨，能够加装白光、热成像等各类瞄准镜。

作为狙击步枪，扳机的性能决定着射手的手感以及击发时控枪的精准度。L129A2狙击步枪采用新型二道火扳机，改进了阻铁形状，使射击时的手感更好，射击精度进一步提升。

L129A2狙击步枪的枪托可以调节长度和贴腮板的前后高低，以满足各种体形射手的情况。枪托抵肩处装有橡胶缓冲垫，底部设计有皮卡汀尼导轨，可安装脚架等辅助装置。

此外，L129A2狙击步枪还配备了Helix消声器，采用的螺旋消声腔，能实现降低枪声、减小后坐力、减弱枪口焰的效果。

与巴雷特等传统狙击步枪相比，L129A2狙击步枪更短、更轻、更便携。按照其升级理念，这款狙击步枪既能用来射击千米之外的有生力量，也能在巷战近战中使用。

一系列的升级，使L129A2狙击步枪理论上成为一款多功能的枪械。但这款枪械是否真的好用、管用、实用，还需要进一步检验。

新装备展台