



智能化防空作战的发展趋势

□ 高轲轩

随着信息技术、智能技术与军事领域不断交融，巡飞弹、无人机等空袭兵器已成功运用于现代战场，并在近几场局部冲突中取得了高效费比，对现代反空袭作战提出了新的挑战。以变应变量制变，面对智能化空袭，推动防空作战发展已刻不容缓，研究防空作战发展趋势对推动防空作战发展大有裨益。

第一，多向饱和攻击，推动攻击防御一体化。

近几场局部战争和武装冲突表明：高端低端空袭平台相结合、多方向饱和突击能够有效稀释防空火力密度，进而突破防空作战体系。打击对手重要目标，已成为全新的“非对称”空袭手段。这就需要更新防空理念，化被动防御为攻防兼备，以“非常规”对“非对称”。

进行多方向饱和攻击需要对重要目标、防空作战体系的关键要害了如指掌，才能多向发难、一击破敌，这是多方向饱和攻击的出招之源。通过对敌方侦察的核心节点进行攻击，使其搞不清打击方向、打击重点，降低其打击效能。一方面，可对敌方天基、空基预警平台进行干扰，适时进行打击，毁其“目”；另一方面，可增加己方远程火力打击范围，限制敌方陆基、海基、空基打击平台活动范围，有效阻止限其“足”。

多方向饱和攻击，必然是多弹种、多机种、多平台、多手段、多维度力量并用，力争快速打出缺口，持续进击、拓口为面，彻底撕裂防空反导体系。为此，防多方向饱和攻击的关键就在于以快制反，重点是破敌打击能力。一方面，可运用病毒攻击、电磁干扰等手段，对敌方制空作战网络、数据链等指挥通联系统进行网电攻击，破网断链；另一方面，可采取制空于地、以空制空等硬打击手段，对敌方载机平台进行打击，对敌方导弹、火箭弹发射点和空基打击平台等进行递次拦截，力争在视距外降低敌方多方向饱和攻击效果。

多方向饱和攻击是技术性要求、保障要求高的空袭行动，发起一方必须立足于大体系予以支撑。为此，对敌方支撑体系进行打击，能够有效打破多方向饱和攻击，达成“围魏救赵”的目的。对敌方组织多方向饱和攻击的指挥节点、通信枢纽等软硬结合一体打击，使其指挥不了攻击行动。对敌方技术维修、器材供应、弹药供应、油料供应等保障基地进行打击，降低其持续打击能力。

第二，“蜂群”自主袭击，催生

硬打软防一体化。

近几场冲突中穿越机、巡飞弹在战场上作用的发挥已然显现，可以预见，随着智能化技术不断成熟，“蜂群”空中待战、自主察打目标将成为可能。对待这一变化，在提升防空武器平台效能、实现“去中心化”的同时，还需灵活运用手中兵力兵器，提升软硬一体抗击能力。

多层划区预警。依托数据链、网络信息体系，融入陆、海、空、天、网等多维侦察力量构建联合侦察情报网，将空中预警力量与海、陆侦察力量结合部署，空中预警负责全域侦视，海、陆侦察力量区分高度、区分方向，分区划片重点侦监。将不同频段、波段雷达结合部署，将技术预警与人力侦察结合部署，构建远距侦侦、人力补盲、功能互补的侦察配系，并加强对敌指挥中心、通信枢纽、干线节点的侦察力度，发现情况立即预警。

多域联动指控。以指挥信息系统为中枢，融合有/无线通信网、初级战术互联网、一体化指挥平台和“北斗”卫星通信网，构建纵横联接、多网备份的网状指挥体系。采取“任务式”指挥方式，压缩指挥层级、分流指挥内容、平行展开指挥活动，提高作战指挥效率。运用数据指挥、代码指挥等手段，使射击口令简短化，力争快捕快打、以快制快，保证火力单元有较长反应时间和较多射击窗口抗击“蜂群”。

多法结合抗击。在用好战机、防空导弹、高炮的基础上，突出电子防空、激光、微波等新质防空作战力量运用，软硬一体抗击来袭“蜂群”。发挥战机速度快、反应灵活的优势，地空导弹射程远、区域制空能力强的优势，立足早打、远打、精打，尽远拦截“蜂巢”。发挥网电力量侦察预警距离远、干扰防护能力强的优势，在主要目标周边进行环形配置、梯次部署，对“蜂群”指控系统进行压制。在重要目标周边配置相应速射炮、激光、微波力量，对敌目标进行区域面杀，层层截击。

多手配合防护。注重通过机动、伪装等方式保存有生力量，用好“机动—打击—机动”的方式，不断变换作战阵位，增加“蜂群”寻找目标时间。用好隐真示弱、变形伪装等方法，对重要节点目标进行伪装，用好声、光、电等欺骗手段，增加“蜂群”寻找目标难度。

第三，隐身穿透打击，推动分布机动一体化。

隐身战机、隐身轰炸机、隐身无人机配合网电攻击力量对敌高价值目标进行打击已成为现代空袭作战“敲门”的重要手段，通常都是精干力量小编组，这就使得其打击目标选择受限。可反其道而行之，依托高效传输的作战网络将高价值目标分散部署，构建立体分布、快反制敌的作战体系。

全维分布的侦察预警力量。以天基、空基预警为核心，以海基、潜基预警为骨干，以陆基、网基预警为补充，以留空预警、基地预警、地方预警为拓展，广域布设智能感知设备，构建空天防御“情报云”。以一体化指挥平台为基础，基于“情报云”分析敌情态势，给出对应预警等级、实时更新预警信息，展现预警目标动态，通报全网、实时跟监。

全局响应的敏捷指控力量。在网系构建上，将关键节点、核心目标及其防护力量作为一个大体系，构建一点对多点的网络架构，提高决策效率。在指挥编组上，打破“中心+组”的模式，结合不同防护等级建立相应的“精干”指挥机构，有利于实时掌控部队，快速组织行动应对突发情况。在指挥方式上，采取任务式指挥方式，明确不同受威胁等级下相应行动要点、保障力量配属等，发挥战术级指挥效能。

全域待战的机动作战力量。在对关键节点、核心目标进行“解构”的前提下，运用陆基、海基、天基、空基等高机动平台，将防空作战体系进行功能重组。一方面，着眼实现网系通联、侦察预警、指挥控制、综合保障等不同功能，对关键节点、核心目标进行小型化、隐身化处理，形成分布在战场空间的作战要素群系。另一方面，在海空联合防空反导体系支撑下，依托高机动平台集成导弹、小型火炮、激光、微波等功能于一体的武器平台，实现动中快速防卫。

全时供保的综合保障力量。在平时注重太阳能、风能等自然能的运用维持低能耗运转的基础上，战时着眼区域、机动、定点、直达目标。利用既有管线、道路、水运、空中等输送保障方式，将各类保障物资快速前进。根据不同任务方向编组不同动中保障群，实现动中保障。运用人工智能预测保障需求，灵活调整资源，采取点对点方式进行弹药、维修、供给等综合保障，确保体系高效运转。

第四，极速贯顶突击，推动防空反超一体化。

现代空袭不仅具有无人化、隐身

化的特点，还向着极速、极高方向发展。未来，防空作战不仅要关注战机、巡航导弹等常规空气动力学目标，还要关注高超声速、弹道导弹、临近空间等非常规空气动力学目标，实现反导反超一体化。

指挥体制一体化。应对常规空气动力学目标，现有防空作战指挥职责、指挥权限、指挥流程清晰，能够给各级指挥员及指挥机关留有足够的“判、定、处”时间。但当目标速度极快时将压缩指挥机构处置情况的“窗口”，这就需要下沉指挥层级，建立由战略层直达战术层、技术层的指挥链路。为此，需要构建“集中决策、分区指挥、越级控制”的一体化防空作战指挥体制，为指挥员争取更多的机动时间。

网信体系一体化。反导反超作战区域广阔、作战空间交织、作战力量多元，需要诸军兵种联动才能发挥出作战效能。这就需要运用栅格化技术，按照“分布式、开放式”系统架构思路，对照作战数据标准，统一空情数据格式，模块化嵌入侦察预警、指挥控制、反击作战、火电打击、战场支撑等系统构件，建立相应可取用的“数据池”。通过跨要素取用数据协议、设置密钥等方式，构建可随遇接入、即插即取、态势共享的防空反导反超作战“信息云”，实现防空作战信息网系一体化融合。

武器平台一体化。在侦察预警平台上，在确保常规目标发现概率的基础上，突出对小型化、隐身化、悬停类目标的侦察效率。在火力打击平台上，依托网络信息体系将各类火力打击平台入网建链，数据实时共享，运用数据引导、信息支援等方式，实现接力抗击。一方面要注重提升火力打击装备的火力密度，强化网电干扰装备干扰效能；另一方面要注重激光、微波、电磁轨道等装备研究开发及实战运用，软硬两手、新旧多法抗击，提升抗击效能。在综合保障平台上，强化集成化、集约化、预储化理念，构建依网分布式保障物资管理模式，实现按需保障，提升保障效率，确保武器既能够抗击普通目标，又能够抗击超高声速、临近空间目标。



2026年1月，澳大利亚海军从安杜里尔公司接收首艘量产型“幽灵鲨”超大型无人潜航器，标志着该国投入17亿澳元的水下无人作战力量建设进入实质部署阶段。近年来，军事大国纷纷斥巨资加码超大型无人潜航器（XLUUV）的研发，这些兼具长续航、大载荷与智能化优势的“钢铁幽灵”，正从试验场走向大洋，逐步改写未来海战的底层规则。

超大型无人潜航器竞速深海

作为水下作战领域的颠覆性装备，超大型无人潜航器已成为各国海军建设的核心发力点。目前全球已有10余国启动相关项目，形成少数国家领跑、多国协同追赶的竞争格局。

2023年12月列装的“虎鲸”超大型无人潜航器，全长26米、排水量超80吨，最大潜深达3300米，柴油—锂电池混合动力使其续航突破1.2万公里，可连续部署6个月。按照规划，美军2027年前将列装6艘以上“虎鲸”，2040年建成40余艘规模的无人潜航器舰队，并完成远征基地舰适配改装。此外，“垂钓者”“魔鬼鱼”等特种型号同步推进，构建起覆盖浅海深海、侦察攻击的多元装备体系。有的国家另辟蹊径，凭借核心技术积累开发超大型无人潜航器。例如，“波塞冬”核动力无人潜航器水下航速超70节，最大潜深1000米，可搭载核弹头执行战略打击任务。2022年“别尔哥罗德”号核潜艇服役后，已具备携带6艘“波塞冬”的部署能力，计划打造独特的水下战略威慑力量。

欧洲多国以“联合研发+精准突破”紧追不舍。英国“神剑”超大型无人潜航器完成跨洋远程测试后，未来2年将加入舰队试验中队，与“XV帕特里克·布莱克特”号试验舰协同海试。法国海军集团展示的样机采用模块化设计，基础型长10米，可扩展至25米，兼具情（报）监（视）侦（察）、反水雷和反潜功能，探索短周期增量式研发模式。德国“灰鲨”无人潜航器在北约演习中完成反潜和水雷搜索测试，8000海里最大航程相当于往返纽约，搭载的高分辨率声呐与激光雷达系统表现亮眼。

多维战力改写海战形态

各国争相布局的核心，在于超大型无人潜航器对传统作战模式的突破性价值。这款集长续航、高隐蔽、多载荷于一身的装备，正从辅助工具向主战力量转型，为海战注入全新活力。

全域感知的“水下鹰眼”，构建无死角监控网络。凭借超长续航能力，该类装备可隐蔽渗透至敌方港口、海峡等敏感海域，通过前视声呐、测深仪等设备收集海底地形、声学特性数据，监控舰艇活动轨迹。“虎鲸”能自主规划航线、规避障碍，通过卫星或水声通信回传情报；“神剑”的避碰声呐与惯性导航系统，支持复杂海域长时间自主巡航侦察，大幅降低有人平台风险，构建全天候水下传感器网络。要道封锁的“深海工兵”，掌控海洋咽喉。相比传统平台，超大型无人潜航器可深入高威胁海域，隐蔽布设数十枚智能水雷，形成立体封锁线。“虎鲸”10米长载荷舱可搭载大量智能水雷，预设程序自主激活伏击目标；“幽灵鲨”强化布雷功能，能在关键航道构建持久封锁区。这种“无人布雷+智能触发”模式，使反介入/区域拒止能力大幅提升，敌方反水雷作战难度呈几何级数增加。

攻防兼备的“隐蔽猎手”，打造非对称优势。超大型无人潜航器可通过两种方式实施攻击：一是布放智能水雷与诱饵，引诱敌方潜艇进入伏击圈；二是直接搭载鱼雷、导弹，精准打击水下水面目标。4艘该类装备即可控制100×100海里作战区域，携载武器数量堪比“弗吉尼亚”级核潜艇。“波塞冬”凭借核动力与核弹头，可打击航母战斗群和沿岸目标。此外，该类装备还可与有人潜艇协同，作为水声传感器平台或诱饵，构建有人—无人协同作战体系。

电磁对抗的“破局先锋”，拓展作战维度。美国海军《2025年AUV需求》报告明确，超大型无人潜航器可执行电磁情报收集、干扰压制任务，释放虚假信息诱骗敌方反潜兵力，为敌方潜艇开辟安全通道。同时能携带专用工具，破坏敌方海底通信电缆、水声监听系统等基础设施，实施隐蔽“灰色攻击”。法国样机已集成电磁战模块，英国则重点验证了水下目标探测与处置功能。

效费优化的“战力倍增器”，降低作战成本与风险。超大型无人潜航器造价仅为有人潜艇的几十分之一，“虎

改写未来海战规则的超大型无人潜航器

□ 薛飞

鲸”单价5500万美元，而“弗吉尼亚”级核潜艇的单价高达35亿美元。无需人员驾驶的特性，使其可承担枯燥、恶劣、危险的前沿部署任务，避免人员伤亡。对于面临潜艇船员短缺的国家，该类装备培训周期短、维护简便，能快速形成作战能力，有效缓解人力压力。

水下战场新变革将至

展望未来，随着人工智能、新能源、跨域通信技术的持续突破，超大型无人潜航器将向“更智能、更隐身、更协同”方向演进，作战场景进一步拓展，对海战形态的影响愈发深远。

技术迭代迈向更高维度。动力系统方面，核动力、氢燃料电池等新型动力逐步普及，“波塞冬”核动力技术已验证可行性，未来将向小型化、低成本发展，使续航力突破1万海里、部署时间延长至1年以上。自主控制领域，人工智能算法优化将实现“无通信链路自主决策”，法国已在样机测试中验证相关能力，未来可自主应对复杂海况和突发敌情，完成目标识别、任务切换与协同攻击。隐身性能上，消声瓦敷设、磁特征消除等技术广泛应用，结合3000米以上大潜深优势，隐蔽性持续提升，探测难度显著增大。

规模部署构建无人作战体系。各国加速推进规模化列装，美国计划2040年形成40余艘集群，俄罗斯拟装备30艘“波塞冬”，澳大利亚、印度等国也制定数十艘采购计划。域跨协同成为新趋势，美国海军“幽灵舰队霸王”计划与水下无人潜航器联动测试启动，未来将构建“空—海—潜”一体化无人作战网络。英、法等国通过企业合作，推进无人潜航器与有人舰艇协同适配，提升体系作战效能。

作战场景向多元拓展。极地领域，“大键琴—1R”已完成北极勘探，未来将配备攻击型载荷，具备掌控北极航道的作战能力。网络电磁领域，搭载电子战模块的潜航器可构建水下电磁屏障，干扰通信导航系统，甚至植入病毒破坏指挥链路。非战争军事行动中，该类装备可用于海洋环境监测、海底搜救、反海盗等任务，实现“军民两用”价值。值得警惕的是，装备出口引发区域扩散，澳大利亚“幽灵鲨”计划出口多国，可能加剧相关地区水下军备竞争。

尽管超大型无人潜航器仍面临通信受限、自主能力不足等挑战，但不可否认其已成为争夺水下制权的核心抓手。从“神剑”的跨洋测试到“波塞冬”的战略威慑，从单平台验证到集群化运用，这场深海装备革新不仅是军事技术的突破，更是各国海洋战略博弈的缩影。未来，随着技术突破与作战理念的创新，这些深海“魅影”将彻底重塑水下作战规则，成为影响海洋安全格局的关键力量。



见证黄洋界烽火的工事铁镐

□ 黄军红

在江西井冈山革命博物馆，珍藏着一把国家一级文物——铁镐。其镐身两端微翘，一端呈五棱长条形，另一端为扁平扇形。镐身中部装有长51厘米的扁圆形木柄，与镐身构成“T”字形。这把铁镐曾由井冈山大小井暴动队队长邵文楷使用，于1928年黄洋界保卫战中修筑工事，见证了这场著名战役。

1928年8月下旬，湘赣敌军趁红四军主力尚未自湘南归建，通敌合谋，调兵进犯，对井冈山革命根据地发动第二次“会剿”。8月26日起，湘敌吴尚部4个团兵分两路进逼宁冈；赣敌王均部等3个多团自永新、遂川方向压境，企图分进合击，摧毁井冈山革命根据地。30日，湘敌先头抵达酃县、龙王铺一带。然敌慑于红军声威，实际敢犯黄洋界者，仅湘敌3个团与赣敌1个团，余皆逡巡观望，未敢轻进。

留守根据地的红三十一团团长朱云卿、党代表何挺颖，获悉敌人发动第二次“会剿”消息后，即率三十一团一营两连进守井冈山，会同袁文才、王佐的连守三十二团保卫井冈山革命根据地。8月29日，朱云卿、何挺颖等召开紧急军事会议，决定依托天险，坚守井冈山。



具体部署为：主力一营于黄洋界哨口正面御敌；三十二团二营分守其余四哨；袁文才率一营下山迂回抗敌，并广泛动员群众，协同作战。

会后，各部迅速投入备战：三十二团一营与宁冈赤卫大队在黄洋界下袭扰敌军；二营及特务连、酃县赤卫队分守四个哨口；宁冈县委组织群众坚壁清野，并动员大陇、乔林群众连夜削竹钉布设“竹钉阵”，同时组建担架队与救护队。

朱云卿团长具体部署黄洋界御敌：以三十一团一营一、二连及大小五井地方武装负责守卫。一连防守哨口两侧主工事，阻击大陇方向敌军；一个排防御哨口北侧，阻截

茅坪来敌；山顶瞭望哨部署两个排，作为预备队协防前后；大小五井赤卫队则隐蔽于周边山头，配合作战。各连排连夜加固工事，自大陇、茅坪两条小路上山，筑五道防线：首为数里竹钉阵，次设竹篱障碍，再布滚木礮石，再次下掘深壕满布毒钉，最后为石筑掩体。

军民同心，铸成保卫井冈山革命根据地之铜墙铁壁。大小井暴动队队长邵文楷，亦持此镐参与黄洋界工事修筑。

8月30日清晨，湘敌吴尚部3个团自宁冈沔头进犯黄洋界。红军与赤卫队、暴动队早已隐蔽于各处山头，严阵以待。敌军受地形所限，只能以鱼贯式散兵沿山间小路匍匐上行，兵力难以展开，射击受限，陷入被动仰攻。

敌军以一师之众企图偷袭井冈山，但实际投入火线的兵力有限。红军仅以两个连进驻黄洋界，加固工事、构筑掩体，一连一排固守前沿堑壕，另两排在其侧后部署，三连则于山后待命。敌以机枪射击掩护推进，但低射妨碍前进，高射则毫无效果。待敌进入射程，红军指挥员一声令下，战士们弹无虚发，毙敌甚众。为节省弹药，红军甚至

以石块击敌。敌人连续四次冲锋皆被击溃，敌军尸横遍野。下午4时，赤卫队队员从茨坪修械处抬来修竣的迫击炮置于指挥阵地。连发三炮，未弹正中敌指挥所腰子坑。敌军原以为红军主力不在，闻炮响误判主力回山，军心崩溃，败退湖南。

赣敌王均一部正欲经茅坪进犯，听闻黄洋界炮声及湘军败退之讯，旋即狼狽退回永新。黄洋界保卫战中，我军以不足一营兵力，凭山险与群众支援，击溃湘赣敌军4个团，成功保卫根据地，成为以少胜多的著名战例。9月上旬，毛泽东率红军主力回师井冈山途中，欣闻黄洋界保卫战告捷，豪情所至，挥笔写下《西江月·井冈山》：“山下旌旗在望，山头鼓角相闻。敌军围困万千重，我自岿然不动。早已森严壁垒，更加众志成城。黄洋界上炮声隆，报道敌军宵遁。”

