

聚焦外军新域新质

反无人机作战的困局与突围

■苏艳琴 周羽佳

瞭望台

近年来,无人机在多个地区冲突中的大规模运用,呈现作战模式的快速演变和作战效能的不断提升。目前,无人机已经从辅助装备逐步占据更重要地位。面对低慢小、低成本、集群化的无人机威胁时,传统防空体系往往陷入“发现难、拦截贵、防不住”的被动局面。面对这一困局,许多国家正加速推进装备迭代、体系重构与战法创新,反无人机作战正在深刻重塑未来战争的基本形态。

实战凸显体系短板

反无人机不是单一作战单元,而是防空作战体系的一部分。从中高空长航时的察打一体机,到贴地穿梭的穿越机,再到成群结队的无人机蜂群,不同类型无人机考验着防空作战体系的能力上限。

“够不着”与“看不见”并存。当前,一些中高空新型无人机的巡航高度可达8000米,超出部分防空导弹的有效射高上限。即使防空导弹勉强能够抵达,其剩余机动能量也几乎耗尽;如果采用专用高层反导弹,又面临效能比极差的问题。微小型无人机则呈现“看不见”的趋势。今年6月,俄军高速FPV无人机击毁了乌军的美制专用反无人机防空系统。该型FPV以210千米时速,沿村镇房屋在10米至30米的超低空范围内接近目标,等反无人机防空系统捕捉到FPV目标时只剩极短时间的拦截窗口,系统来不及调转而被命中。

“难干扰”成为新痛点。电子战曾被视为非常经济的无人机反制手段。然而,随着光纤制导FPV无人机大量投

入使用,遥控信号经物理线缆内部传输,可完全免疫电磁干扰,这令防御方苦心构建的电子战防线形同虚设。搭载AI视觉锁定模块的无人机,即便末端冲刺阶段被切断操控链路,仍能自主锁定目标完成任务。今年5月,黎巴嫩真主党运用光纤制导高速FPV无人机对以色列铁穹阵地防空网进行超低空突防,以军标准射频干扰设备完全无效。

“打不起”和“拦不完”凸显容量困境。一枚现代防空导弹造价动辄数万美元,而一架商用改装无人机成本仅数百至数千美元。面对无人机蜂群饱和和攻击,传统反导系统的火力通道与弹药上限捉襟见肘。今年7月,俄军在多布罗皮利亚方向投入加装“竞技场-M”主动防护系统的坦克集群。该系统单车最多可拦截7架来袭无人机,而乌军只需投入15架至20架FPV无人机实施饱和攻击便能耗尽其拦截弹药,导致俄多辆坦克接连遭遇打击。传统火力拦截在“量”的比拼中先天不足,极易陷入效能比失衡的窘境。

推进反制多元布局

面对实战倒逼,多国将反无人机作战摆到突出位置。反无人机手段不断调整丰富,逐步呈现装备多元化、体系一体化与战法创新化并行的格局。

针对无人机应用呈现出小型化、蜂群化、抗干扰的特征,多国兼顾软杀伤与硬杀伤手段,持续升级探测感知、反制拦截等全链条反无人机技术。2022年至2024年,美国陆战测试M-LIDS机动反无人机平台、THOR微波武器、“吸血鬼”车载反无人机火箭弹系统,探索低成本拦截无人机技术。今年,美陆军计划采购约20套“蝗虫”X3激光系统,这是美陆军首个正式列编的高能激光项目。美空军紧凑型激光武

器目前已在多个海外基地投入部署,另外还计划在2026年底前为5个本土基地配属定向能或高功率微波反无人机系统。以色列去年年底正式列装功率达100千瓦的“铁束”激光系统,单次拦截成本仅数美元,标志着定向能武器从试验走向实战。日本则将应对无人机集群攻击写入安保文件修订议程,在2026财年预算中为高功率微波武器列支研制经费,加快激光与微波手段研发。

反无人机作战在不断的实战检验中,战法上也呈现出新的变化。在混合编组模式上,已有多国组建了融合防空、电子战、侦察力量的混合反无人机分队,把反无人机力量下沉到连排级,实现战场伴随防护。在防御战法上,构建远中近多层防御——远程预警发现、中层电子压制、近层动能拦截,同时搭配阵地物理防护网、遮蔽伪装等被动防御手段,实现主动拦截与被动防护相结合。尤其值得注意的是,使用拦截型自杀无人机撞击敌方无人机、巡飞弹,用无人机执行空域巡逻搜索敌方蜂群,“以无人制无人”的作战样式正在加速落地。乌克兰国防部近期发布的战况显示,无人机成为乌低空反无人机主力。

重塑作战样式形态

反无人作战的困境,本质上是工业时代防空体系与信息时代无人化战争之间的代际差距。从纳卡战争到俄乌冲突反复证明,单一手段、固定部署、高成本消耗的传统防御模式已不能适应现代战争的要求。随着人工智能广泛应用,未来战场将出现具备真正自主能力的反无人机平台,实现“以智能应对智能”的全域防御。反无人防御正从基于特征识别的被动防御,迈向融合多源情报、运用人工智能和大

数据提前预判对手攻击意图的预测性防御,防御方得以从被动应对转向主动布局。

算法对抗将重构作战节奏与指挥模式。AI驱动的无人集群使对抗重心从火力密度转向感知、决策、打击等环节的决策速度,“发现即摧毁”渐成常态。传统层级化指挥体系向“去中心化”转变,指挥员从下达具体指令转向设定任务边界,分布式作战趋势更加明显。美军今年举行的“捕蝇草计划5.0”演习中,AI指挥控制系统自主进行目标识别、威胁分级、手段分配,完成了营级规模的无人机蜂群对抗。指挥员不再下达具体打击指令,仅设定防御边界与毁伤阈值,充分验证算法优先于火力的作战新范式。

软杀伤与硬摧毁手段协同建设,攻防成本曲线持续博弈。俄乌战场上,俄军激光反无人机系统已经投入实战,搭配电子战压制、专用拦截无人机构建多层防御体系。美军范堡罗航展推出MORFIUS可回收高功率微波装备,单次脉冲即可批量瘫痪数十架蜂群目标。激光武器“转正”列编,拦截无人机批量上岗的动向表明,定向能武器与动能拦截、电子干扰、网络攻击的复合运用,正在织就软硬兼备、多维全域的防御网络。

多国在装备、体系、战法上的多元探索,正推动反无人机作战由被动拦截转向主动免疫、由火力摧毁转向算法对抗。未来,谁在智能决策、体系融合、跨域协同上占据先机,谁就将在无人与反无人对抗的博弈中掌握主动权。

(作者单位:海军航空大学)

图①:乌克兰士兵将安装调试好的无人机搬运到发射装置上。

图②:巴西航空工业公司A-29“超级巨嘴鸟”轻型攻击机反无人机作战概念图。战机可利用机载激光对小型无人机进行软杀伤。

本版图片均为资料图片

评论区

在全球低空作战模式不断演变的当下,一场颠覆传统防空逻辑的变革正在加速到来。曾被视为防空系统“补丁”的无人机反无人手段,凭借多场实战的闭环检验、较高的效费比优势和全场景的战术适配性,快速跃升为现代低空对抗的重要模式之一。“以无人制无人”正改写现代攻防作战的底层逻辑,成为当今无人力量角逐的新赛道。

实战运用如火如荼。在中东地区,伊朗国产358型巡飞弹多次击落美军“死神”无人机,该型巡飞弹具备较长航时的空中巡逻待机能力,可在划定空域内自主搜索、锁定并攻击空中目标。战场的迫切需求直接推动技术的全面升级。在实战中受挫后,美军今年5月完成了对“死神”无人机发射APKWS导弹拦截小型目标的全流程测试。APKWS导弹由非制导火箭弹加装制导套件改装,“死神”无人机单次最多可携带42枚,大幅提升应对无人机集群的持续作战能力。以色列今年量产了升级版“哈洛普”反无人巡飞弹,增加抗干扰数据链和AI目标识别系统,兼具战术反无人与短程精确打击能力。

技术赋能不断外溢。从技术层面看,无人机产业链的成熟与民用技术的赋能,解决了无人机反无人核心技术瓶颈,拦截无人机已实现小型化、高机动化与低成本化的平衡,AI算法的融入更使目标识别准确率大幅提升。从战术层面看,面对传统防空系统难以对付的低慢小无人机,拦截无人机可前置部署、低空巡逻,既能作为防空系统的有益补充,也能随作战部队机动部署,形成机动式低空防御网。此外,拦截无人机凭借效费比优势,扭转了传统反无人机作战成本过高的不利局面。例如乌军使用拦截无人机击落一架“沙赫德”无人机的平均成本是使用防空导弹的1/25。伊朗358型巡飞弹成本约9万美元,仅为“死神”无人机的1/330。这种成本优势使得长期、大规模的反无人作战具备了经济可持续性。

综合竞争实力日益凸显。相较于激光和电磁武器只有数百公里的有效射程,拦截无人机可前出数十公里执行任务,大幅拓展了防御纵深。无人机反无人系统还具备全场景战术弹性,可适配单兵、车载、舰载等部署场景,无需复杂的配套保障设施,既能执行被动末端拦截任务,也可前出执行侦察、干扰、打击任务,战术灵活性远超传统防空系统和其他新质反无人手段。远程操控模式可使操作员在安全区域执行作战任务,减少前线防空阵地易遭定位打击的风险。

当然,无人机反无人系统目前还存在续航与滞空能力受限于电池容量、操控链路和导航系统易被干扰、复杂条件下敌我识别准确率下降等

『以无人制无人』革新低空作战模式

■徐长帅

短板。但这些问题并不影响“以无人制无人”发展趋势。未来的反无人作战,将不再是单一武器平台之间的对抗,而是无人系统与无人系统之间的体系化博弈;不再是被动的末端防御,而是主动的前沿压制与源头打击。无人机反无人系统引发的低空作战模式变革,才刚刚拉开序幕。(作者单位:空军研究院)

美军加速推进反无人机能力建设

■许芳铭

指向体系层面的整合短板。随后,该部队提出两项关键举措:一是选定安杜里尔公司的Lattice软件作为全军反无人机战术指控平台,统一传感器数据融合与威胁响应;二是建立全军统一的测试评估标准体系。从发现问题到确立标准,这支部队用不到半年时间完成了过去需要数年才能完成的制度搭建。

基于统一的标准和指控架构,第401联合跨部门特遣部队随即以高强度演习试验推动能力落地。在本土防御方向,演习覆盖了从首都核心区到核设施、从南部边境到海外基地的多类场景。去年11月,首都地区举行大规模反无人机综合演习。今年2月,11型传感器与3套软硬杀伤装备完成测试;3月至4月,2个军事基地开展分层防御测试。在核战略设施方向,该部队组织多司令部反无人机实射资格考核,在不同射程条件下,对无人机目标实施从探测识别到实弹毁伤的训练。另外,美军还将在3处本土军事基地开展蜂群攻防专项演习,检验基地在持续蜂群冲击下的抗冲击能力。

海外作战方向同样密集铺开多场联合演习,以验证装备效能,测试美军及其盟友反无人作战场景下的协同能力。去年9月,美军与沙特举行中东最大规模反无人实弹演习,出动300余人、20套反无人系统。今年4月,第401联合跨部门特遣部队在立陶宛参加多国联合反无人演习,这是该部队的测试评估标准首次应用于海外联演。

尤为值得关注的是,美军正将这种“特遣部队牵头、多场景演习练兵”的模式,视为加速新质作战能力生成的有效路径。过去美军通过第59无人特遣部队等前沿部队,推动了无人能力从试验走向实战。如今第401联合跨部门特遣部队又在反无人领域复刻这一路径,在不到一年间完成演习发现问题、标准跟进、能力迭代的闭环,推动反无人作战从碎片化应急向体系化常态战备演进。(作者单位:军事科学院)

焦点CT

威胁分析框架

2026年7月,美军反无人机牵头单位第401联合跨部门特遣部队发布“反无人机第一性原理”报告,提出威胁分析框架。该框架从操控人员、无人机平台、指挥控制链路、载荷任务四个维度开展全要素的威胁研判,同步评估飞手动机、飞行器性能、通信导航模式与攻击意图。这套分析框架为美军反无人作战行动提供了一份标准化判断清单,将支撑其作战人员快速分级威胁,并为后续选择拒止、干扰、打击手段提供决策依据。

资料整理:许芳铭

体系溯源破击

反无人作战需要跳出只关注“打击平台”的传统思维,瞄准整套无人作战支撑链条、实施源头打击,并区分作战场景来与之适配处置手段。在交战区域可运用动能、电磁手段摧毁地面支撑节点;在本土空域,则转为情报溯源、定位飞手、固定证据、司法追责的处置模式。美军已在近期演训中将溯源取证纳入处置闭环,在应对空中威胁的同时追溯后方网络,力求实现“制止本次入侵、瓦解后续袭击能力”的效果。

认知小站

分层防御布势

在反无人防御体系的整体建设上,梯次化的分层设防成为多国目前推行的主流建设思路,加速搭建预警探测、区域拦截、要点防御、单兵末端逐级衔接的完整防御体系,力争在无人机释放攻击载荷前完成多轮抗击。该体系按照远距发现、中程拒止、近距处置的逻辑配置反无人力量,针对不同等级威胁匹配对应的探测传感器与对抗手段,重点优化多装备协同交战流程,通过多重防御叠加提升对多波次突袭的整体抵御效能。

