

纳卡冲突,无人机主导战场决胜;俄乌冲突,FPV无人机批量猎杀重型装甲;红海地区,无人机持续牵制远洋舰队……大量现实充分表明:无人机已跳出侦察辅助的角色定位,一跃成为现代战争的重要作战力量。如今,无人机正在以“低成本、零伤亡、高收益”特性,深刻重塑战争底层逻辑,推动战争哲学产生全方位、深层次变革。

穿透纷繁的实战迷雾,审视其背后的技术支撑力量,更加强烈

的战场需求与日益完善的产业生态,正驱动无人机作战技术向六个方向加速演化——察打一体化、机动高速化、机体隐形化、结构灵巧化、攻防集群化、高空长时化。这六大技术进化路径不仅相互耦合、彼此催化,更以“融合裂变”之势,推动无人机平台向多维度、智能化、体系化方向跃升,其综合效益远超单一技术的线性叠加。下面,就让我们将目光沿着时间的轴线延伸,去看看全球无人机作战的变化趋势。

无人机作战技术加速演进

■周立星 郭志李博

科普军营

瞬间摧毁的“秒杀链”——察打一体化

在以往的战争中,从发现目标到摧毁目标,不可避免存在时间差。侦察机拍回照片,指挥员分析研判,再调动攻击机前往打击,但打击的黄金窗口期往往就在这数小时甚至数分钟内悄然关闭。

现在,情况早已不同。在前线,我们可能会见到这样的场景:旷野宁静,鸟叫虫鸣,看似没有常规战场的硝烟弥漫。然而,一辆正在移动的装甲车刚出现,下一秒就被从天而降的FPV无人机命中,巨大的爆炸声惊飞鸟群。

FPV无人机的“眼睛”长在远处的操作员头上,“獠牙”却能随时随地精准咬向目标。从某种意义上看,这种新型攻击手段带来的心理威慑力,远超其本身的物理毁伤力。

战场上空,察打一体无人机正在静默飞行。当机载光电吊舱或合成孔径雷达锁定目标的瞬间,人工智能辅助系统便自动完成目标识别、威胁判定与火控解算。地面操作员只需一个指令,导弹便朝着数据链传输的坐标疾驰而去。

通过战术数据链和人工智能系统,一张覆盖战场的杀伤网就此形成,将从发现到击杀的时间缩短至数十秒甚至实时。

生与死的“极速竞赛”——机动高速化

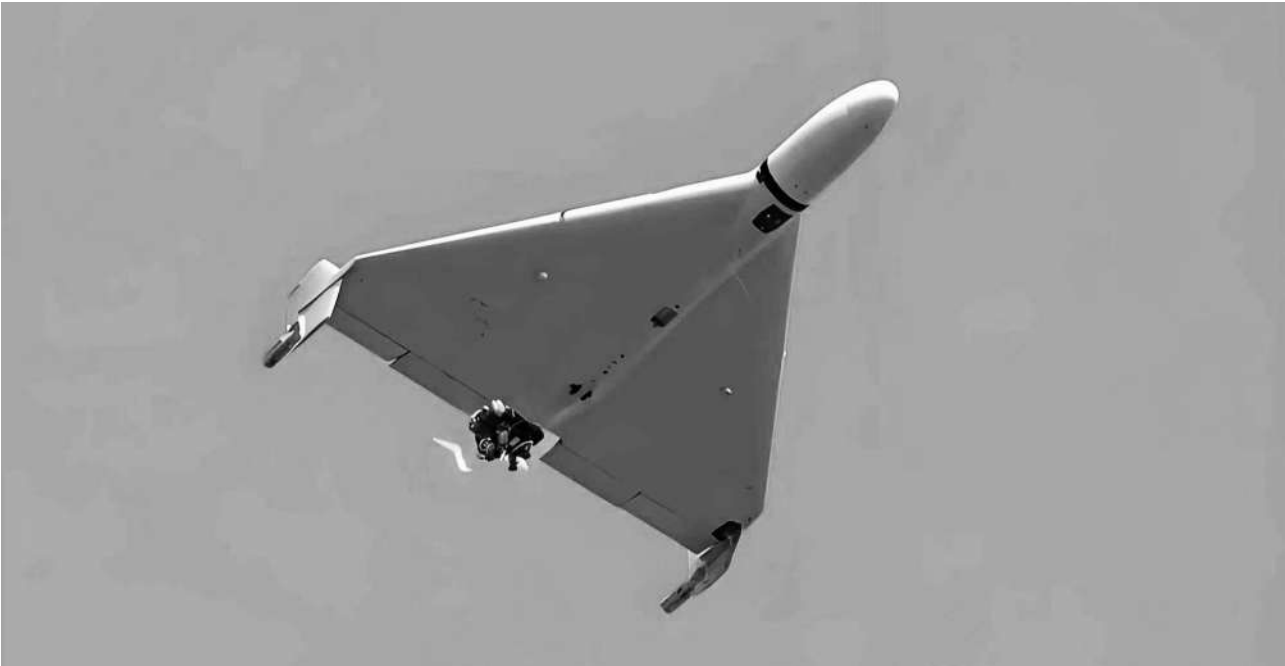
相比风驰电掣的导弹和战斗机,大多数入印象里的无人机似乎显得“缓慢”。然而这这只是表面观感,事实上,无人机机动早已出现高速化趋势。

当前,无人机的高速化可分为两个层次:一是“跨声速”战术无人机,用于伴随有人战斗机协同作战,也就是所谓的“忠诚僚机”;二是“高超声速”打击平台。

在现代战争的第一波次打击中,高速无人机可以凭借其速度优势率先突防,摧毁敌方的预警雷达、防空导弹阵地和指挥中心,扮演“踢门者”的角色。一旦“门”被踢开,后续常规机群便可协同突入。

进行近距格斗时,无人机能以人类飞行员无法想象的过载完成“眼镜蛇机动”或“落叶飘”,实现瞬间攻防转换。这种“非对称”的机动能力,正在重新定义“制空权”的争夺方式。

随着更多无人机具备了高机动能力,战场上的攻防平衡将被彻底改变。高超声速无人机凭借极高的速度与惊人的横向机动过载,可以在敌方雷达屏幕上划出一道令人绝望的轨迹。传统的弹道预测算法对这类“跳跃式”飞行的目标几乎失效,现有的末端防御系统将面临前所未有的拦截挑战。



喧嚣之下的“静谧杀手”——机体隐形化

随着雷达技术的普及,以及红外、光电探测手段的丰富,战场变得愈发“透明”。非消耗型高端无人机若想提高战场生存能力,隐形化是最重要的必选项。

从早期的表面涂覆吸波材料,到如今的全频段、全向、全频谱隐身,隐形化已成为大国高端无人机的标准配置。红外隐身通过改变尾喷口形状、利用发动机喷流与冷空气掺混技术,降低被红外制导导弹锁定的概率。同时,视觉隐身与声学隐身也在微小型无人机领域得到长足发展。这种“多方位的沉默”,使得无人机在夜间低空突袭时,如同一片融入夜色的落叶,悄无声息。

为了不破坏隐身外形,高端隐身无人机普遍采用内置弹舱。通过精巧的机械结构设计,在发射弹药时迅速开启舱门,投射完毕后立即关闭。这种设计不仅考验机械可靠性,更考验飞行控制系统的补偿能力。如何在保持隐身外形的前提下,实现大载弹量和快速连续攻击,是当前各国工程师攻坚的重点。

颠覆常规的“微末之力”——结构灵巧化

与传统高大上的隐形战机相比,结构灵巧化的微型无人机代表了一种截然不同的战争哲学:低成本、可消耗、规模大。

如果说高端隐形战机是“削铁如泥的宝剑”,那么这些灵巧化微型无人机就是“漫天花雨的飞针”。这种独特的作战形态,主要依托无人机模块化结构设计实现。无人机原本一体化的整机结构,按照功能属性被拆解为机身主体、机翼结构、动力单元、任务载荷等相互独立的

标准化功能模块,可快速予以结构拆分、重组与替换。

这种设计直接带来物理尺寸的显著缩小。通过轻量化独立模块组合替代厚重整体机身,在保证完整作战功能的前提下,微型无人机实现了单兵携带、徒手起降。其重量仅为几百克甚至几十克,却能完成数千米的侦察、监视甚至精确打击。

模块化设计使得同系列无人机模块可通用互换、批量生产,极大降低单机制造成本与维护成本。用低成本无人机进行攻击时,这种“小、快、零”的特点,常常让防御方陷入尴尬:用昂贵的防空导弹拦截低廉的无人机显然得不偿失;如果不拦截,重要目标又会遭受损失。

由“群狼”向“蜂群”进化——攻防集群化

传统的“狼群”战术需要头狼指挥,一旦头狼被击毙,狼群即溃散。而现代无人机集群的核心在于去中心化——每一个个体都是一个独立的节点,它们共享信息,通过“涌现效应”形成整体智能化。

在AI算法的驱动下,几百架无人机可以瞬间完成复杂的任务分配:有的负责电子干扰、有的负责欺骗诱导、有的负责纵深突防……这种分工协作完全由机器自主完成,反应速度超过人类指控。

集群化带来了真正的“饱和攻击”。现有的防空系统通常能够同时拦截数个或数十个目标。然而,当面对上百甚至上千个从不同高度、不同方向来袭的无人机蜂群时,防空系统的火力通道会被瞬间填满。即便击落了大部分无人机,只要有一架突破防线,就能完成任务。这种“数量即质量”的信条,在现代算法的支持下,焕发出了新的生命力。

未来攻防集群化,将不仅仅是飞行器之间的对抗,更是算法与算法、算力与算力之间的残酷较量。算力资源决定着集

群态势感知、指令迭代的实时性上限。谁能实现算法快速迭代优化、全域分布式算力统筹调度,谁就能在集群博弈中掌握协同突防与反制压制的主动权。

站在“临近空间”的哨兵——高空长时化

如果说前文中种种打磨的是无人机的“锐度”,那么高空长时化则拓宽了无人机的“广度”。

高空长时无人机通常飞行在20千米以上的临近空间。它们搭载太阳能电池板和大展弦比机翼,理论上可以连续飞行数天、数月乃至数年。相比于价值昂贵的侦察卫星,高空长时无人机的成本更低、部署更灵活。这类平台的出现,弥补了卫星侦察的“空白期”与“重访周期”缺陷。

除了侦察,高空长时无人机还有一个巨大的价值,那就是通信中继。传统地面无线电通信受地球曲率限制,高空长时无人机则把基站搬到了高空,极大地延伸了战术通信的距离。在未来“全域作战”中,这种平台将成为整个系统的关键节点。

为了实现“长时”,各国工程师在能源系统上绞尽脑汁。从高效的砷化镓太阳能电池,到能量密度极高的氢燃料电池,再到利用高空稀薄大气工作的冲压推进技术,谁率先突破了动力瓶颈,谁就掌握了在“临近空间”长期驻留的人场券。

现在,我们再来回顾上述这些变化,不难发现:单一的侦察或打击功能正在被摒弃,察打一体化、机动高速化、机体隐形化、结构灵巧化、攻防集群化、高空长时化的“六化”特征正越来越凸显。它们交叉关联、互为因果,正在重写未来的作战规则,催生一种新的战争“生态圈”。

(本栏目军事科技顾问:赵云祎)
上图:沙赫德-136型无人机。

资料图片

热点追踪

近期,一款名为“同事.Skill”的AI技能包在社交媒体引发热议。用户只需将离职同事的工作文档、记录、邮件等材料输入AI,辅以简单描述,即可生成一个替代其工作的AI助手。网友纷纷调侃:“离职后把工作痕迹‘喂’给AI,也算实现‘赛博永生’了。”

Skill,字面意思为技能,我们可以将其理解为AI的“工作手册”或“即插即用式专业工具箱”。其本质是将用户与AI沟通的“提示词”,从一种随意的、需要技巧的“对话艺术”,转化为稳定、可靠、可重复使用的“工程化部件”。这些并非AI与生俱来的能力,而是来自精心装配的、模块化的“专业技能包”,其核心在于“结构化的提示词工程”。

想象一下,我们需要教一名学习能力强但缺乏常识的助手整理凌乱的图书馆。如果只说“把书整理好”,结果可能难以预料。但如果给出一本详细的《图书馆整理标准作业程序》,明确整理的要求和步骤,那么这名助手就能出色地完成任。AI技能的构建者所做的工作便与此类似。他们将某个专业领域的知识与实践,解构成一系列逻辑严密的步骤、清晰的规则和判断标准,然后将其用AI能理解的自然语言描述出来,形成一套“超级提示词”。这不仅仅是简单几句话,而是一个包含身份设定、目标任务、步骤分解、输出格式、错误规避、参考示例等在内的复杂“剧本”或“程序流程图”。随后,通过工程化封装,将这个复杂的提示词集合包装成一个拥有简单接口的技能,如一个按钮或一句语音指令。用户无需知晓背后繁杂的细节,只需触发它,就能调用一整套专业的AI服务。

如今,各大AI平台、开源社区,已形成初具规模的Skill商店,提供了海量的Skill,实现了技能包的广泛流通和共享。

在国防与军事这个对精确性、可靠性与效率要求极高的领域,AI技能包的引入,或将带来一场更加深刻的智能变革。它将以更快的速度、更高的效率为指挥员和作战单元提供近乎实时的决策与行动支持。

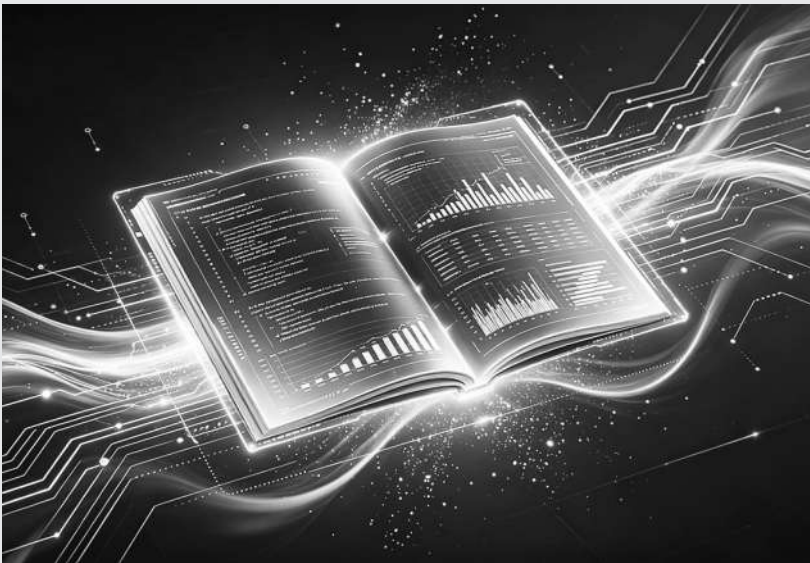
例如,“多元情报融合分析”技能可以被装配在情报分析人员的AI助手界面上。当卫星影像、雷达信号、无线电侦听和开源情报数据如洪流般涌入时,该技能包会按照预设的、融合了顶尖情报专家经验的流程自动启动,快速生成数份不同可信度等级的敌情判断摘要,供情报分析人员快速决断,极大程度上压缩从“数据”到“情报”的周期。同样,在后勤保障、模拟训练、网络防御等领域,诸如“动态路径规划与后勤优化技能”“高仿真蓝军模拟技能”“自适应网络威胁狩猎技能”等,都可将以往依赖个

AI使用有了『专业技能包』

■透心一张如意

人经验与临场反应的复杂工作,转化为稳定、可复制、可大规模部署的标准化AI能力。

然而,与任何强大的工具一样,标准化技能包的广泛运用也伴随着新的挑战与思考。在民用领域,过度依赖标准化技能可能会导致服务同质化,削弱人类的创造力与灵活应变的能力。在军事领域,风险则更为严峻:一旦核心技术被攻破,可能导致系统性风险;将致命性攻击链的决策环节过度交由标准化技能执行,更是触及了战争伦理的深水区。因此,未来的重点发展方向在于设计“人在回路”的智能技能,即让AI技能包负责处理海量信息、执行复杂计算,提供优化选项,而最终的决策权则牢牢保留在人类手中。



Skill概念图。

AI制图

新成果速递

6G通信技术迎来新突破

■朱勒威

在前不久举行的2026中关村论坛年会上,北京大学发布了一款面向6G全频段无线通信的超宽带光电融合集成芯片,在国际上首次实现了光纤与无线通信的“无缝融合”。

这款仅指甲盖大小的芯片,可实现超过250GHz的光电转换能力。团队首创光纤—无线融合通信模式,打通了有线光纤高速传输与无线灵活接入的壁

垒,实现跨网络无缝衔接。研究人员还通过引入AI算法优化信号处理,提升复杂环境下的传输稳定性。

这项成果创造了3项世界纪录:调制器带宽突破250GHz,光纤单通道速率达到512Gbps,无线单通道速率达到400Gbps。这不仅为6G开发太赫兹高频谱资源扫清了障碍,更将有力推动通信向智能化、自适应方向演进。

量子传感赋能战场环境构建

■范大昭 古林玉

论见

最近,一套名为“铁石蛋白石”的量子导航系统入选美国《时代》杂志2025年度最佳发明。公开资料显示,该系统在卫星导航信号完全缺失的条件下,在海上试验中连续稳定工作超过144小时,并保持着较高的定位精度。

从近年来世界范围的多项实验验证中,我们不难发现,随着量子科技持续演进,量子传感正由前沿探索加快进入军事应用阶段,或将深刻重塑战场环境的感知与构建方式。

从技术原理层面看,量子传感为战场环境构建提供了全新的“感官”。传统传感器受限于物理规律,常常难以发现如地球磁场、重力场等微弱的信号。量子传感器则以微观粒子为探测媒介,利用量子叠加与纠缠等特性,将测量灵敏度提升若干个数量级。例如,基于原子干涉的量子磁力仪、重力仪,能捕捉到地球地质构造留下的独特“磁场印记”和“重力印记”。这意味着过去被当作“背景”而忽略的环境物理量,正在被转化为可量化、可成图的战场要素。

从战术运用层面看,量子传感与现有侦察感知体系可以形成有机互补。其一,在卫星导航被压制或欺骗

的复杂电磁环境下,量子惯性导航可提供不依赖外部信号、难以被干扰的自主定位基准,为各类有人/无人平台构建稳定的空间参照框架。其二,凭借对磁异常、重力异常的超高灵敏度,量子传感有望“看见”深海、地下等传统手段难以发现的隐蔽目标,压缩对手的隐身与机动空间。其三,量子传感可拓展全频谱电磁态势感知能力,与雷达、光电、电子侦察等手段融合,为战场环境的多维、精细刻画提供新的维度。

不过,从目前来看,量子传感距离大规模实战应用还有一段距离。2024年英国就已完成量子光钟的机载试