

现代战争形态的新变化,使军事行动越来越注重 快速反应、精准打击和低附带损伤。尤其是在局部武 装冲突等低烈度军事行动中,轻型目标的增多、威力的 增强,使传统大型导弹在应对这类目标时不仅力有不 逮,而且效费比较低。为应对这类造价不高、分布分

2025年10月17日 星期五

散、隐蔽性强、威力不小的轻型目标,小微型导弹得到

近年来,在俄乌、巴以冲突中,小微型导弹频频现 身,引发广泛关注。那么,什么是小微型导弹?它的发 展进程、主要作用和今后走向如何?请看本期解读。

小微型导弹——

轻型目标的"新天敌"

娟 靳成刚 于千惠

问世较晚 快速演进

与20世纪五六十年代美、苏两国研 发的一些便携式防空导弹不同,当前的 小微型导弹大都采用轻量化、智能化、低 成本设计。这些新型小微型导弹最早 现身于20世纪末期,旨在精确打击单兵 和无人机、轻型车辆等作战平台。

北约各国军工行业的标准可在一定 程度上体现这类导弹的特点。其行业标 准为:弹重一般不超过15千克,弹长不超 过1.5米,直径不超过150毫米,单价不超 过5万美元,能有效填补火箭筒与大中型 导弹之间的火力空白。

虽然问世较晚,但小微型导弹的发 展速度较快,其历程可分为3个阶段。

技术起源与初代探索阶段。这一时 期,大体从1990年开始,至2010年结 束。当时,为了满足单兵反装甲的新需 求,有的国家借助微系统技术的发展,开 始基于传统便携式防空/反坦克导弹研 发小微型导弹,并催生了两种都被命名 为"长钉"的小微型导弹。第一种"长钉" 导弹指的是以色列"长钉"反坦克导弹家 族,包括短程型"长钉-SR"、中程型"长 钉-MR"、远程型"长钉-LR"和增程型 "长钉-ER"等,射程从800米到8000米 不等,前三型弹重(含发射筒)约为10千 克左右,增程型为20千克。在此基础 上,以色列相关公司于2009年展示了所 研发的严格意义上的小微型导弹—— "长钉-Mini",弹重4千克,弹长约为80 厘米,射程1.2千米,携带高爆破片杀伤 战斗部,由2人小组携行,通过肩射或三 脚架支撑发射。

第二种"长钉"导弹指的是美国相关 公司于2006年研制成功的单兵肩扛式导 弹,弹重2.4千克,弹长63.5厘米,射程3.2 千米,战斗部为1千克高爆弹头,单个士 兵可携带2枚导弹。这两种"长钉"导弹, 通过微型化、精确制导技术集成,为单 兵、班组、无人机等提供了灵活、轻便、低 成本的精确制导弹药。

深度轻量化与多平台扩展阶段。 这一时期,大体从2011年开始,至2020 年结束。该阶段,微系统、轻量化复合 材料等关键技术取得新突破,城市战、 反恐行动增多,无人机带来的威胁日 增。这些因素相互叠加,推动小微型 导弹迅速发展。"长矛""岩燕""萤火 虫""郊狼"等型号先后出现,并呈现出 深度轻量化、多平台适配等特点。美 国一家公司生产的"长矛"导弹有一定 代表性,该导弹长42.7厘米,弹径40毫 米,体积比"长钉"更小,弹重仅771克, 射程2千米,能用榴弹发射器发射,单 兵携行量达到6枚。为实现轻量化与 低成本,它采用发动机燃料、壳体、喷 合材料制成,实现了大幅减重缩体。 英国"岩燕"轻型多用途导弹则体现了 千克,弹长1.3米,弹径76毫米,采用破 片/聚能双效战斗部,最大射程8千 米。该型导弹的发射平台涵盖单兵、 车辆、舰艇及航空器,其中AW159"野 猫"直升机最多可挂载20枚"岩燕"导



弹,用于反水面快艇、近岸火力支援 等。它采用单兵肩射、三脚架发射或 使用轻型"星爆"地基防空系统发射 时,可有效杀伤轻型装甲目标和无人 机等低慢小目标。

巡飞弹的应用,成为该阶段的一大特 征。巡飞弹是无人机技术与巡航导弹技 术融合的产物,其尺寸重量、技术特征、使 用场景高度契合小微型导弹的定义,因此 可视为一种具有较长时间滞空功能的小 微型导弹。该时期的代表性巡飞弹有美 国微型直接碰撞杀伤导弹(MHTK)、"郊 狼"巡飞弹、波兰"战友"巡飞弹等,小微型 导弹反无人作战能力初现

网络化与智能化升级阶段。这一时 期,从2021年至今。该阶段,分布式作战 概念受到重视,进而引发小微型导弹的升 级换代。"长钉""郊狼""弹簧刀""萤火虫" "岩燕"等导弹适应实战要求进行了升 级。"柳叶刀-3""索利斯特""迷你哈洛普" 巡飞弹、"铠甲-SM"系统57E6M-E微型 拦截弹等新型小微型导弹开始出现。随 着网络化、智能化水平逐步提升,该阶段

的小微型导弹初步具备蜂群作战能力。 如俄罗斯"柳叶刀-3"巡飞弹采取 "AI自主识别+MESH动态组网"技术, 管一体化成型技术,弹体由碳纤维复 起飞后可共享态势信息,由机载AI完成 目标分配、角色协同和时序打击,可以 每组12架为最小火力单元实施蜂群作 多平台适配特征,弹重(含发射筒)13 战。美国的"郊狼"Block3巡飞弹,采用 模块化、标准化设计,支持快速更换侦 察模块、电子战模块、动能战斗部。蜂 群作战时,携带不同功能模块的巡飞 弹,可根据任务需求灵活配置,实现弹 间实时数据共享,支持动态编队调整与 任务分配。

或打或防 作用明显

经过30多年的发展,小微型导弹凭 借轻量化、多用途、智能灵巧、低成本等 特点,逐渐成为轻型目标的"新天敌", 在步兵支援、城市作战、反无人作战、特 种作战等领域发挥了不小作用。

简要地说,其作用主要表现在以下

在战术末端提供精确火力支援。单 兵肩扛式、车载式小微型导弹的问世与应 用,有效延伸了班组火力打击范围,缩短 了杀伤链,降低了附带损伤。以"弹簧刀-300"为例,其发射准备时间较短,打击距 离达10千米,采用定向破片战斗部,命中 精度CEP≤1米。纳卡冲突中阿塞拜疆侦 察班组使用Orbiter-1K巡飞弹攻击对方 坦克、火炮阵地的战例,也说明小微型导 弹正在延伸班组作战的远界,提升战术末 端定点打击能力。

应对轻型目标的手段更多更高 效。小微型导弹不少采用开放式架构、 模块化设计,能搭载侦察、干扰、中继、 打击等多样化载荷,因而应对轻型目标 的手段更多。换句话说,它能通过选用 不同载荷,在"侦一控一打一评"杀伤链 的多个环节发挥重要作用。如以色列 的"萤火虫"巡飞弹可通过设伏的方式, 用红外传感器发现有生力量,通过AI算 法识别不同目标,能在操控人员确认目 并对目标的毁伤效果进行评估,按需发 弹的智能化水平。

起补充打击。

有效应对无人机群等新目标带来 的威胁。无人机的广泛应用,使现代战 场的变数更多,所带来的威胁也越来越 大。小微型导弹具有低成本、易部署、 数量多等特点,能有效应对一些新型目 标如无人机的威胁,从而填补这方面的 火力空白。去年5月至今年初,以色列 运用美提供的集成"郊狼"Block2的M-LIDS 反无人机系统,在一些防空任务中 多次击落来袭无人机。今年3月,美军 阿利·伯克级驱逐舰曾使用"郊狼 Block2巡飞弹成功拦截多架无人机。 俄罗斯装备的"树冠-E"防空导弹系统, 能使用9M340和9M333小微型导弹,拦 截重20至200千克的中型无人机,有效 填补轻武器和"凯甲-S1""道尔-M2"等 中近程防空导弹之间的火力空白。

借力科技 方兴未艾

武器装备的发展,从来都是"矛"与 "盾"相生相克的过程。面对现代战场 的新变化,小微型导弹的发展正呈抬头 之势。但随着无人机技术的迅猛发展 以及更多轻型目标进入战场发挥作用, 小微型导弹今后必将进一步加快发展

步伐,以有效应对不断增多的威胁。 一是持续提高自主协同水平。数 据链、分布式指控架构与算法框架、中 继组网等技术的发展,为网络协同作战 奠定了基础。多传感器、智能识别与控 标后,按照所接收指令发动俯冲攻击, 制算法的运用将进一步提升小微型导 般为同域协同、半自主协同。未来,随 着网络信息技术和智能控制技术的发 展,小微型导弹或将实现跨域蜂群协 同,包括与有人或无人作战力量协同, 执行作战任务。与此同时,组内协同模 式也将从半自主协同向全自主协同方 向发展,以免因通信链路受干扰或攻击 而造成小微型导弹行动的不可靠。未 来,小微型导弹或可通过自主组网实现 节点间的通信与协同,并具备更强的抗 电磁干扰能力和更快的响应速度,进而 高效执行目标打击任务。 二是继续丰富毁伤手段。当前,小

现阶段,一些小微型导弹已能在一 定程度上实施蜂群作战,但这种协同一

微型导弹主要通过电子干扰、动能穿 甲、碰撞拦截、破片杀伤等传统软、硬毁 伤方式来打击目标。为进一步提升作 战效能和可控性,小微型导弹将继续丰 富毁伤手段。比如,在强化动能毁伤基 础上,向定向能、多模式战斗部发展。

在强化动能毁伤方面,各国或将发 展微型聚能毁伤战斗部和含能微弹丸 等。前者采用紫铜药型罩和特定的装 药结构,使得装药量仅为数克的弹药爆 炸形成的高速金属射流能穿透20毫米 均质钢装甲;后者可利用含能活性材料 使导弹具备侵彻、爆破、燃烧多重杀伤 效应,成倍增加毁伤能力。

在定向能毁伤方面,重点发展微电 磁脉冲弹、高功率微波武器。一些国家 为巡飞弹研制的电磁脉冲战斗部,能有 效瘫痪对手电子设备,降低反无人机作 战成本。

多模式战斗部可根据目标类型自 动选择不同作用模式。其装药结构单 一,但会预设多个起爆点,根据不同目 标,采用不同起爆策略,生成不同的毁 伤元素以高效打击目标。例如美国 LOCAAS巡飞弹采用多模起爆控制技 术,会根据地面目标是重装甲、轻装甲 还是有生力量,产生杆式射流、爆炸成 型弹丸或破片,通过"临时定制"毁伤方 式增强打击效果。

三是不断提升抗干扰能力。制导 方式、指控链路易受干扰,是现阶段困 扰小微型导弹作战的一大难题。今后, 各国势必会在这方面继续用力,以保证 小微型导弹成功实现"精确打击"

采取多模复合制导。如波兰的"闪 电"防空导弹采用紫外/红外双波段导 引头以及被动射频探测制导技术,在强 红外干扰环境下仍能追踪目标,对小型 无人机和巡航导弹进行探测。

推动惯性导航技术小型化、集成 化。通过采用先进微机电系统技术和 纳米技术,进一步缩小惯导器件尺寸, 提高其集成度,让导弹的飞行路径更多 地由内部"大脑"来指挥,从而摆脱对外 界指控渠道的依赖。

采用抗干扰高宽带自组网通信技 术。人工智能技术的发展与应用,为增 强小微型导弹的抗干扰能力提供了新 途径。今后,人工智能或将更多地为小 微型导弹赋能,通过练就"慧眼"和"智 慧大脑"来保障小微型导弹蜂群内部及 与后方指挥节点间的信息流畅诵,有效 解决指控链路脆弱的问题。

供图:阳 明

吴志峰

前不久,一段隶属于波兰军队的 米-24"雌鹿"直升机滑跑起飞的视频, 引发军迷"围观"。

视频中,这架米-24"雌鹿"直升机 在跑道上扬起尾部,仅以前轮接触地 面,以一种近乎"倒栽葱"的姿势,轰鸣 着升上了天空。

军用直升机为何会出现这种"倒栽 葱"般的起飞姿势?简单来说,这和直 升机的滑跑增速起飞有关。

对直升机的垂直起降,人们比较 熟悉。直升机功率足够大时,可相对 容易地进入近地悬停状态,然后再"旱 地拔葱",转入空中增速阶段。采用滑

橇式起落架的直升机,一般都是这样 军用直升机执行任务时,如果遇到

载重较大以及高原、高温环境下起飞等 特殊情况,有些则会采用滑跑起飞这种 方式。该方式分为前后两个阶段——先 进行地面滑跑增速,起落架离地后再进 行空中增速。

采用这种方式有一个前提,那就是 该军用直升机采用的是轮式起落架,而 非滑橇式起落架。

之所以要采用滑跑增速这种起飞 方式,是因为此时军用直升机可以向 "地面效应"借力。

直升机旋翼旋转时会推动大量空 气向下流动,旋翼和地面之间的空气被 压缩,形成一层厚厚的气垫,这层气垫 会把直升机"托举"起来。这种效应就 是"地面效应"。直升机"地面效应"高 度范围通常在距离地面1.5倍旋翼直径 以内。当直升机高度超过这一高度时, "地面效应"就基本消失。

直升机为何"倒栽葱"起飞

■刘奕君 孙翊豪

直升机滑跑时,能通过借助这种"托 举力",把更多的功率用于直升机向前加 速。直升机速度越快,起飞所需的功率 就越小。当加速到一定速度后,发动机 输出的可用功率就能满足近地悬停的要 求,直升机就能在悬停状态下继续增

速。当直升机达到可以爬升的速度后, 飞行员才会操纵直升机脱离近地悬停状 态,从空中增速继续爬升,完成起飞。

军用直升机起飞时的"倒栽葱"姿 势,往往出现在直升机地面滑跑增速结 束,进入近地悬停状态,就要转入空中 增速阶段时。

以视频中的米-24"雌鹿"直升机为 例,其承重的后起落架抬起,后轮离地, 前起落架缓冲支柱没有被压缩,说明转 向轮只是短暂的"蜻蜓点水",甚至是完 全不受力。此时的直升机,显然是在从 悬停状态进入空中增速阶段。

也就是说,直升机起飞时出现"倒

栽葱"姿势,并非地面滑跑增速时的长 期行为,而是从悬停状态进入空中增速 阶段时的瞬间行为。

这种起飞姿势,在一些场合也被用 来展示飞行员的飞行技巧与能力。

处于这一阶段的直升机较难驾 驭。此时,飞行员需目视前飞地面,通过 操纵总距杆、驾驶杆、脚蹬不断修正偏 差,保持飞机平衡,稍有差错就会造成严 重事故。另外,前起落架缓冲支柱行程 和承载能力有限,受力过大会导致机头 触地,发生"二次接地"事故。因此,驾驭 直升机采用这种姿势飞行,能较好地考 验飞行员的心理素质和技术水平。

除了米-24"雌鹿"直升机,美国 AH-64"阿帕奇"、俄罗斯的米-17"河 马"等机型也可采用地面滑跑增速这种 起飞方式,当然也就可能出现"倒栽葱" 这种奇怪的飞行姿势。



品味有故事的兵器

■本期观察:徐 剑 张育源 王少猛

随着传感器、通信和人工智能等技 术的发展,无人车在现代战场上可承担 的任务越来越多,如情报侦搜、火力支 援、自杀式袭击等,所发挥的作用越来越 大。本期"兵器控",介绍3种各有特点 的无人车。

多能"拳手"

"浩劫"轮式战车



在今年2月的阿布扎比国际防务展 上,爱沙尼亚米雷姆机器人公司展示了 与阿联酋 EDGE 集团联手研制的"浩劫 轮式战车。

与此前米雷姆机器人公司研制的 Type-X无人战车采用履带式底盘不同, "浩劫"轮式战车采用了8×8轮式底盘。 不过,在动力方面,"浩劫"轮式战车采用 了与 Type-X 无人战车类似的混合动力 驱动装置。这种驱动方式,既能满足该战 车隐蔽前出、长时间执行任务的要求,也 能在需要时让该车快速机动。

该战车可视情集成所需的武器,比 如,可选择搭载30毫米机炮与多联装倾 斜式导弹发射装置的遥控无人炮塔,也 可选择搭载四联装导弹武器系统,或者 选择搭载智能布雷系统,执行打击、布雷 等任务。

该战车具备"人在回路"能力,因融 入人工智能技术,还可在复杂战场环境 中自主作战,并与己方人员、其他作战平 台进行协同。

装甲"猎手"

"爆炸矮子"反坦克车



目前,反坦克装备迅速发展。乌克 兰一家公司研发的"爆炸矮子"反坦克车

该反坦克车基于乌克兰现有无人车 产品和反坦克弹药研发而成,采用四轮 设计,电力驱动,行动比较隐蔽。使用者 可通过无线电对无人车进行遥控,遥控 距离在800米左右,如果使用中继器,遥 控距离还可能增加。

按照该公司的设计,"爆炸矮子"反 坦克车原本为一次性用品,即由无人车 驮运一枚反坦克地雷至目标装甲车下引 爆。后期的改进,使该反坦克车具备了 自卸地雷等能力。不过,有些媒体认为 其低矮的车体在增强隐蔽性的同时,可 能影响到它在复杂地形中的通过能力。

便携"助手"

"狼蛛"侦察车



波兰军方计划列装的"狼蛛"无人 车,是一种侧重于侦察的无人车辆。其 车体材料主要是轻质碳纤维、高强度铝 合金等,结构紧凑,可以由单兵背负,也 可以搭载在一些轻型运输平台上。该车 底盘为履带轮式混合样式,既具备较强 的越野能力,又兼具一定灵活性。

该侦察车搭载的传感器较多,包括 高倍率变焦的日间摄像机、夜视摄像机, 并可选装热成像仪,实现昼夜全天候侦 察监视。摄像头安装在云台上,具备 360° 环视能力。此外该车还配备高灵 敏度麦克风用于环境监听。传感器所获 信息,可通过加密数据链回传给指挥员, 为后者决策提供依据。

此外,该侦察车还配有机械臂,可抓 取、拖拽和转移危险物品,因而具有辅助 排雷排爆、为步兵开辟安全通道等能力。