

装备动态

近年来,为了应对无人机等低空目标,一些国家在积极发展各类陆基反无人机系统的同时,也在推进空中反无人机平台的研发。其中,为现役有人战机加装反无人机装备就是研发路径之一。

去年12月,乌军将集成了AN/AAQ-33“狙击手”ATP先进瞄准吊舱与APKWS II激光制导火箭弹的F-16战机,用于反无人机作战。

今年4月,BAE系统公司宣布,英国皇家空军“台风”战机在本土靶场成功试射了APKWS激光制导火箭弹。

这些反无人机平台,采用的都是“有人战机+吊舱+激光制导火箭弹”的组合方式。

那么,这种组合为何会成为反无人机作战的新选择?新组合现身的意义何在?除了优点外有哪些短板与局限性?请看本期解读。

“有人战机+吊舱+激光制导火箭弹”

反低空目标作战的新选择

■吴志峰 孙斌

有人战机单独出手效果不佳

现代战争中,无人机与巡航导弹已成为低空突防的核心力量。面对这类慢速、低成本的低空目标,传统有人战机对其进行反制,往往会陷入“高炮打蚊子”般的困境,作战效果不佳。

以2024年的一次空中对抗为例,4月13日夜间,在以色列周边空域,一架美军F-15E战机追击“沙赫德-136”无人机组,20分钟内耗尽8枚空空导弹,总价值超过800万美元,最终依靠机炮才勉强完成拦截,而单架“沙赫德-136”无人机的成本不到5万美元。

乌克兰空军装备F-16战机后,也出现类似窘况。当时,乌军用F-16战机应对俄军的“天空葵-2”无人机,发射的是AIM-120、AIM-9X空空导弹,虽说命中率较高,但效费比很低,甚至出现F-16战机反被无人机爆炸碎片击中坠毁的案例。

这种“高炮打蚊子”般困境的出现,源于传统有人战机作战性能与目标特征的错配。

一般来说,无人机的雷达反射截面积较小,且突防时可长时间贴地飞行。有人战机的机载雷达、空空导弹甚至机炮等并非专为应对这类目标而设计。从某种程度上来说,未加改装的传统有人战机反低空小目标,属于“不擅长而强”。

首先,传统机载雷达下视探测易受地面杂波干扰,难以发现目标;即使发现目标,锁定距离也较近,拦截窗口期短,会严重影响整体作战效能。

其次,空空导弹的过载能力、战斗部威力等均针对高机动空中目标设计,面对机动性差、身板相对单薄的无人机,易出现脱靶或过度杀伤的情况。

再次,由于速度差距悬殊,有人战机不得不长时间以大仰角飞行,以降低飞行速度,逼近目标。此时发射攻击,易失速或被目标爆炸碎片伤及。

新组合使高效拦截成为现实

先进瞄准吊舱与激光制导火箭弹的出现,让传统有人战机得以承担起反低空目标重任。这两者中,一个是擅长探测低空目标的设备,一个是低成本的高效能拦截弹药。两者的结合,能在一定程度上避开传统机载雷达与空空导弹容易陷入的“战力之坑”。

以配备AN/AAQ-33“狙击手”ATP先进瞄准吊舱与APKWS II激光制导火箭弹的F-16战机为例,AN/AAQ-33“狙击手”ATP先进瞄准吊舱,同时集成



战机发射激光制导火箭弹(电脑合成图)。

了红外、高清电视探测与激光制导能力。其前视红外系统能够在昼夜复杂气象条件下进行被动探测,从较远处发现、识别并自动跟踪空中目标,具备一定的抗电子干扰能力;配套的高清画面摄像机,可提供清晰图像,呈现目标外形与细节,与红外探测系统形成互补,提升识别目标的可靠性;激光测距与目标指示系统,既能完成火控所需的距离测量,又能对目标进行照射,为激光制导火箭弹提供引导,支持战机在高空、安全距离外实施打击;激光光斑跟踪器可接收友机发射的编码激光信号,实现多机协同作战与交叉引导打击。该瞄准吊舱系统搭载在六自目标。APKWS II激光制导火箭弹,是在“九头蛇-70”无制导火箭弹基础上加装了分布式半主动激光制导套件。其战斗部的威力,能够有效毁伤无人机与巡航导弹,且不会造成过度杀伤,兼具空对地打击与低空空中目标拦截能力。

防空作战时,“狙击手”吊舱可以与F-16战机的AN/APG-66V2机载雷达配合,以“雷达粗引导、光电精锁定”模式工作。AN/AAQ-33“狙击手”ATP先进瞄准吊舱也可采用红外、高清电视模式,静默被动探测和发现低空目标,无需开启雷达,在完成自动锁定后,还会持续发射编码激光照射目标,引导火箭弹实施精准打击。

从实际情况来看,这种新组合的造价远低于“传统雷达+空空导弹”的组合。

具体来说,有人战机可挂载多联装火箭发射巢,单次出击可实施多次拦截。同时,该类火箭弹兼容现有发射装置与挂架,无需对战机进行改装,能够快速形成作战能力。而且,其射程区间针对低空低速目标进行了优化,战机打击后可快速机动脱离,有效规避目标反击或爆炸后的碎片威胁。由于采用的是激光制导体制,其不易受到电子干扰,在复杂电磁环境下也拥有较高的可靠性。

如此,不用投入太多,就能构建起高精度、高密度的反低空目标空中平台。

用低成本精确弹药来反制无人机,让高端拦截导弹专注于应对高价值空中目标,从而提升资源利用率与整体作战效能……这同样也是英国皇家空军“台风”战机试射APKWS激光制导火箭弹的诱因。

新选择也存在战术短板

从战场表现中,可以约略看出“有人战机+吊舱+激光制导火箭弹”这种新选择的效果。集成了AN/AAQ-33“狙击手”ATP先进瞄准吊舱与APKWS II激光制导火箭弹的F-16战机,在今年二、三月间,对多架“天空葵-2”无人机和数十枚巡航导弹,实现了有效拦截。

这虽然提升了有人战机拦截低空目标的效能,但是这种新选择也存在一定局限性。

一是载机吊舱需全程对目标进行

激光照射,不具备“发射后不管”能力,这会导致在面对多目标饱和攻击时,单平台的持续拦截能力受限。

二是火箭弹的有效射程较短,战机需抵近目标区域实施攻击,在高威胁环境下载机自身的暴露与受损风险有所增加。

三是激光与红外探测手段易受大雨、浓雾、强沙尘等恶劣气象条件影响,信号衰减严重,难以全天候作战。

四是该系统仅适用拦截低速、低机动目标,对于高机动战斗机、高超音速武器等,目前不具备有效拦截能力。

五是激光制导照射阶段,载机需要保持相对稳定的飞行姿态,机动性受到限制,从而增加遭对方反击的风险。

未来,随着更多国家对反无人机作战的关注,相关难题有可能得到破解,这种组合的功能也将进一步提升。比如,随着吊舱、激光制导火箭弹以及火控系统的持续升级,这种组合有可能朝着AI自动多目标识别跟踪、激光分时快速轮照方向发展,实现单个吊舱制导多枚火箭弹,打击多个目标;火箭弹可能升级为“激光+红外”双模制导,具备“发射后不管”能力;火控系统有可能添加专用反无人机空战模式,让有人战机的反制更有针对性。其整体作战能力也会从一对一单点防御,转变为智能化、规模化反制。那时,“有人战机+吊舱+激光制导火箭弹”这种组合或许会在应对“低、慢、小”目标构成的蜂群中,体现出重要实战价值。

本版供图:阳明

“超级巨嘴鸟”变身反无人机平台

■宋伟坤 李宗裕



“超级巨嘴鸟”拦截无人机(电脑合成图)。

3月4日,巴西航空工业公司与美国瓦尔基里航空公司签署合作协议,计划将后者研发的“枪手”人工智能系统集成到A-29“超级巨嘴鸟”轻型攻击机(以下简称“超级巨嘴鸟”)上,使该型战机具备反无人机能力。

在喷气式战机快速发展的当下,涡桨动力的“超级巨嘴鸟”为何受到青睐?一言以蔽之:性价比高。

“超级巨嘴鸟”是涡桨动力,油耗较低,每小时飞行成本约为喷气式战机的十分之一至十五分之一;滞空时间超过7小时,可为地面部队提供持续空中支援;失速速度约100千米/小时,低空空

速飞行性能好。

此外,该机对起降场地要求较低,简易跑道上也可起降。同时,其采用串列双座布局,飞行员与任务操作员分工协作,可适配复杂战场环境。

近年来,无人机在战场上迅速崛起为常态化、规模化威胁。面对这一新威胁,传统防空导弹、喷气式战机虽可执行拦截任务,但普遍存在使用成本较高、持续作战能力不足等问题。鉴于此,一些国家开始依托成熟平台,打造低成本、高适配的反无人机作战体系。“超级巨嘴鸟”变身,正是诸多尝试之一。

“超级巨嘴鸟”此次“变身”,未对机体结构进行大幅改动,主要通过集成

“枪手”人工智能系统、优化传感器与武器系统的协同效能来实现。

“枪手”人工智能系统可综合分析机载光电/红外传感器及战术数据链传输的信息,自动完成对无人机目标的探测、分类与威胁排序,帮助任务操作员快速作出反应。

该机保留有内置机炮与多个外挂点,可挂载激光制导火箭弹与常规火箭弹,形成“近距离机炮拦截+中远距离火箭弹击杀”的梯次火力。与其他硬杀伤手段尤其是用防空导弹反无人机相比,这样的组合拦截成本相对较低。

“超级巨嘴鸟”的低空低速、长时间滞空能力,刚好适合用来对飞行速度较慢的无人机“边追边打”。当然,

“超级巨嘴鸟”变身反无人机平台也有局限性。它主要依赖硬杀伤能力,作战样式相对单一。加上身为有人驾驶平台,战场生存能力取决于轻型装甲的防护等,面对搭载空空导弹的无人机,很可能被击落,机上人员面临较大风险。

“超级巨嘴鸟”变身反无人机平台,在一定程度上为各国依托成熟装备打造反无人机作战体系提供了借鉴。但是,在实战中,其反无人机能力究竟如何,还需进一步观察。

兵器扫描

“务实”的SMASH导弹

■冷妹 赵一博

新装备展台

今年2月,巴基斯坦在利雅得世界防务展上公开展出SMASH导弹。据巴方介绍,SMASH是一款超音速反舰导弹,兼具对陆攻击能力。

长期以来,不少国家在为军舰配备反舰导弹方面左右为难:传统亚声速反舰导弹技术成熟、量产规模大,价格相对较低,但面对现代舰载防空体系,其突防能力较弱;装备专用超音速反舰导弹,可以获得较强的突防能力,但使用成本较高。此外,一些军舰还要另外装备对陆攻击导弹。如此,导弹研发及使用成本颇高。

为解决上述问题,SMASH导弹采用了不一样的思路。与部分国家追求“极限射程、极致速度”的反舰武器设计不同,SMASH导弹突出了立足本国装备体系这一点,根据自身需求加以研发,力求在速度、射程、适配性之间找到

一个平衡点。

据公开资料,SMASH导弹采用单级双推力固体火箭发动机,末端可机动变轨。制导系统以“惯性导航+卫星修正”为基础,反舰型号则加装主动雷达导引头。

为提升突防能力,SMASH导弹没有盲目追求极端速度,而是通过“拉起滑翔”与近乎垂直的“灌顶”攻击弹道,压缩敌方拦截窗口并实现对现役主流舰载防空系统的有效穿透。

SMASH导弹支持冷发射模式,首批部署采用倾斜发射箱,未来有望适配垂直发射系统。这样,巴基斯坦现役的护卫舰无需大幅改造即可搭载和使用该导弹。

从装备发展的角度看,SMASH导弹的研发,是通过务实手段打造超音速打击武器的一个案例。立足实战需求、适配现有装备、控制研发与集成成本,进而打造出用得起、易部署、高效能的战场装备,这种做法或能给其他国家带来一定启示。



SMASH导弹。



“幽蓝鲨”无人潜航器。

广袤的海战场,一种没有驾驶舱、悄无声息地潜伏数月、航行数千海里的新型作战平台正悄然崛起。它,就是被誉为“深海幽灵”的无人潜航器。

看到一些无人潜航器,有人会把它和鱼雷混为一谈。其实二者有着本质区别:鱼雷是一次性攻击武器,而无人潜航器是可回收、可重复使用的多功能平台。一些无人潜航器采用仿鱼雷外形,大多是为了便于水下机动和布放,并非全部由鱼雷改装。

按控制方式,水下无人潜航器可分为遥控无人潜航器和自主无人潜航器两大类;按体量,则可分为小型、中型、大型和超大型。其中,超大型无人潜航器也被称为“无人潜艇”。

无人潜航器的军事应用,最早始于水下侦察与情报搜集。它搭载声呐、光学传感器,可隐蔽航行至敏感水域,长期收集海底地形、水文环境数据及舰艇活动情报。英国神剑号无人潜航器曾在关键航道潜伏数月,绘制高精度海底地图。

在反水雷和布雷作战中,无人潜航器同样能大显身手。反水雷时,它可对敌方水雷进行探测、定位,部分型号还能携带水雷或机械臂执行排除任务;布雷时,它可自主航行至敌方港口等关键水域构建水下封锁体系。

值得关注的是,大型及超大型无人潜航器已具备对水下和水面目标的打击能力。美国“虎鲸”无人潜航器采用模块化设计,可搭载水雷、鱼雷等多种载荷;澳大利亚“幽蓝鲨”无人潜航器则能布设智能水雷封锁关键航道,或发射鱼雷等打击敌方水面舰艇和水下目标。此外,它们还能遂行电子战、水下诱骗、通信中继等特种作战任务。

与传统有人潜艇相比,无人潜航器有着突出优势。

首先是隐蔽性强。中小型号体积小、噪声低,不易被探测;大型型号通过消声瓦、低噪推进等技术,同样具备较好的突防能力。同时,其下潜深度达数百米至数千米,可用武之地更多。

其次是续航能力较强。据公开资料,美国“虎鲸”无人潜航器最大续航里程约6500海里,可在海上连续部署数月。

再者是无人人员伤亡风险。由于是无人系统,无人潜航器可以深入危险海域执行任务,且可重复使用。随着人工智能技术融入,它还能在更复杂的海洋环

「深海幽灵」悄然崛起

■马頔

境遂行任务。

当前,超大型无人潜航器成为多国海军的发展重点。美国、俄罗斯以及其他一些国家都在积极推进相关项目。美国海军计划于2027年前列装6艘“虎鲸”无人潜航器,2040年左右列装数量达到40余艘。澳大利亚计划投入17亿澳元打造水下无人攻击舰队,该国的“幽蓝鲨”无人潜航器已进入量产阶段。

展望未来,无人潜航器将向自主化、多任务化、集群化、跨域协同化方向持续演进。多台无人潜航器可组成“狼群”,执行分布式侦察、协同攻击等任务;它们还将与无人水面艇、无人机、卫星等平台深度融合,构建“空—天—海—潜”一体化作战网络。

可以预见,随着技术迭代加速与列装规模不断扩大,无人潜航器正逐步从作战支援保障装备转变为主战水下平台,成为重塑未来海上作战规则的关键力量。幽蓝的深海,或将因这些无声潜行的“幽灵”而变得更加云谲波诡。

兵器连连看