

机载武器挂架——

从“小构件”到“子系统”

■王奕阳 周灵康 王平帅

据外媒报道,英国皇家空军在“台风”战斗机上安装钛合金挂架组件,以提升作战灵活性;美国波音公司为B-1B轰炸机研制新型模块化挂架,将其打造为高超声速武器测试平台。这些动向表明,机载武器挂架这一“小构件”,正逐渐演变为提升作战飞机战力的重要“子系统”,进而影响空射制导武器的使用方式与空战效果。



图①:瑞典空军JAS-39“鹰狮”战斗机挂载IRIS-T格斗空空导弹和AIM-120中距空空导弹。

图②:美国A-10C攻击机的四联装挂架挂载GBU-39/B小直径炸弹。

图③:“台风”战斗机挂载“流星”中距空空导弹。

功能逐步升级

机载武器挂架,是作战飞机外挂、携带和投放武器的专用装置。其核心部件包括悬挂钩、防撞制动器、挂架等,用于在高速飞行中稳固承载武器,按照指令安全释放,并为制导武器提供电力和数据链路支持。

早期的机载武器挂架为纯机械式,依靠人力解锁投弹,结构简单、承载力小。第二次世界大战期间,战斗机开始大量采用电动式挂架,并出现为绕开螺旋桨而设计的伸缩式挂架,如德国Fw190战斗机的ETC系列挂架。

战后,随着空空导弹等精确制导武器快速发展,多联装武器挂架应运而生,如F-4战斗机上的LAU-17/A、MAU-12挂架及其适配器,同时还出现了翼上挂架、可旋转挂架等多种构型,以满足不同武器的挂载需求。

进入信息化、隐身化时代,机载武器挂架类型进一步丰富、功能显著扩展。例如,隐身战机使用的伸缩式挂架,平时隐藏在内部弹舱中,发射时伸出,兼顾超声速飞行安全性与隐身外形完整性。通用化挂架通过适配器可兼容多型武器,实现“一架多弹”,提升了作战灵活性。弹射式挂架利用燃气或液压力,将武器“推离”载机,改

善了低空高速条件下的投放安全性。还有负载自适应模块化挂架等,通过模块化设计和可调接口适配多种武器,为高超声速武器试验和批量挂载提供平台。

至此,机载武器挂架完成从单一机械构件向综合航空系统部件的转变,不再只是“挂导弹的钩子”,而成为打通载机平台与挂载武器之间的关键节点。

战力不断增强

机载武器挂架的技术演进,不仅直接改变了武器与载机平台关系,还带来多方面“战术增益”。

搭载灵活性倍增。例如,新型模块化挂架使得地勤人员能在短时间内快速调整挂载方案,灵活适配不同任务。同一架战机可根据任务需要,在反舰、对地打击、防空压制之间迅速切换,选择性携带精确制导弹药、重型钻地弹和高超声速导弹,提升了出动响应速度和任务适应性。这种“快速重配”能力有效压缩了从决策到行动的时间,使得敌方难以进行防御性部署。

标准化接口适配性强。通过统一的物理接口、数据协议和供电标准,通用化挂架实现了同一型导弹对不同平台的广泛适配,真正实现“一弹多机”。

这对武器研制而言,减少了针对不同载机平台重复研制配件的成本;对使用方而言,简化了后勤保障和训练体系,便于规模化装备和快速部署。更重要的是,通用化挂架还能在新旧系统之间充当“桥梁”。例如,美军在B-52H轰炸机的武器舱升级项目中,通过在挂架内部集成通用接口单元,可将机载旧式指令转换为新型导弹可识别的信号,并把导弹制导数据适配给座舱显示,从而使B-52H轰炸机可搭载AGM-158隐身巡航导弹等。

战斗力“跨代升级”。老型号战机航电系统往往难以与先进导弹直接通信,而集成数据处理与协议转换能力的智能挂架,可在载机仍按原有格式发出指令时,完成信号转换、数据封装与解封,导弹则按新标准工作,将关键参数回传给挂架,由其再适配给座舱显示。如此一来,在不用大幅改动机体和航电的情况下,老旧载机平台就能使用新武器,实现“接口不兼容,战力仍升级”的效果。

难题尚待破解

在向高度通用、深度集成方向演进的过程中,新一代机载武器挂架技术还面临诸多现实约束。

复杂度与成本高。一款先进智能

挂架往往集成精密机械结构、高性能数据处理单元和多套冗余安全控制电路,研发、试验与维护成本较高。例如,为适配“流星”超视距空空导弹,部分欧洲现役战机不得不对机载武器挂架供电、数据总线接口等进行改造,直接影响新武器的批量生产和快速列装。

“标准化”落地难。“标准化”在实际改造过程中并非一蹴而就,不同年代的不同载机与武器系统之间,机械公差、电气特性、软件驱动逻辑往往存在较大差异,这些都会使“即插即用”的改造效果大打折扣。俄罗斯在为苏-57战斗机整合武器时,不得不开发专门的适配接口,以解决新型导弹与复杂航电系统之间的“沟通障碍”。

隐身条件下的结构挑战。五代机的内置弹舱有利于保持隐身外形,却限制了武器的尺寸和数量,对应的伸缩式、旋转式发射架需要在狭小空间内完成安全存储与锁定等,这些对武器挂架的可靠性、轻量化和响应速度提出了近乎苛刻的要求,是机械与控制工程领域的难题。

要破解上述瓶颈,机载武器挂架技术有待持续升级。一方面,机载武器挂架不只是武器与作战飞机间的“物理桥梁”,还是嵌入战术网络的智能节点,能参与跨平台的武器引导与发射控制等。另一方面,通过采用开放式任务系统等先进架构,实现载机平台与武器挂架之间软硬件深度耦合。在这种网络化、开放式架构下,新一代机载武器挂架有望实现跨域、跨平台运用,完成从“简易挂钩”到战力“倍增器”的角色转变,成为塑造未来空中作战样式的重要支点。

美国陆军近日斥资1.86亿美元,采购最新一代“弹簧刀”系列自杀式无人机。值得注意的是,美陆军首次要求为这款可装入背包的小型无人机配备“爆炸成型穿甲弹头”(EFP),使其具备视距外攻击装甲目标的能力。

此次采购装备包括“弹簧刀600型”和“弹簧刀300型”的最新改进版本。其中,“弹簧刀300型”应美陆军要求加装EFP穿甲弹头,可有效破坏装甲车辆,让单兵小组能在视距外发动精准打击。“弹簧刀600型”体型较大,采用AI技术,能够在复杂战场环境下快速侦测和自动锁定目标。

分析认为,随着地区冲突凸显无人机在反装甲作战中的重要性,这项采购反映了美陆军的战术调整:基层步兵单位将拥有自行应对装甲威胁的作战能力。

EFP穿甲弹头的作战原理很巧妙,它能在引爆瞬间将金属药型罩压垮成为高速密实的金属弹丸,在极短距离内穿透数十毫米厚的均质钢装甲。其与无人机组成的“轻平台+重杀伤”组合,将使原本用于打击人员和小型目标的无人机变成具备反装甲能力的战术节点,进而在多层面上改变未来作战逻辑。

首先,单兵反装甲能力获得提升。“弹簧刀300型”全重仅3.27千克,可由步兵背负,使普通士兵无需依赖重型反坦克导弹,即可在数分钟内完成对敌方装甲车辆、自行车甚至主战坦克的“侦察—锁定—打击”,提升了轻装部队在城市巷战、山地伏击或非对称冲突中的火力强度。

其次,“侦打一体”模式强化精确打击能力。“弹簧刀”系列无人机配备高清光电设备和AI辅助目标识别系统,操作人员可在终端实时确认目标,选择最佳攻击角度,配合EFP穿甲弹头小口径、定向破片的特性,附带损伤远小于传统高爆炸弹,适合在城镇等人员密集区执行精确打击任务,可降低误伤。

最后,推动构建分层火力体系。未来战场上,美陆军单兵、班组和无人平台均可携带不同型号的“弹簧刀”系列无人机,形成连续打击链条。例如,

“弹簧刀300型”专攻装甲目标,“弹簧刀600型”打击固定工事或雷达站。这种梯次配置的打击网络,将增加对手的防御难度。

应对“无人机+EFP穿甲弹头”这一组合的手段,包括加装主动防护系统、激光告警与烟幕干扰系统等。另外,EFP穿甲弹头对复合装甲和反应装甲的穿透效能有限,难以正面击毁新型主战坦克。不过总体而言,“弹簧刀”与EFP穿甲弹头的组合,标志着美陆军单兵作战单元可能走向“智能杀伤节点”。

■和美丞

无人机首配穿甲弹头

美陆军加强基层步兵单位反装甲能力——



“弹簧刀”系列自杀式无人机。

能自由弯曲的可逆智能材料

韩国科学技术院近日宣布,其研发团队开发出一种“双向记忆记忆混合致动器”,无需依靠电机驱动,即可实现快速弯曲和复原运动,有望用于机器人、航天设备制造等领域。

这种致动器由形状记忆合金和形状记忆聚合物两种材料复合而成:前者负责在变形时“记住”并恢复预设形状,后者提供柔性变形能力。团队通过调整聚合物的化学组成,并加入碳纤维提高刚度和耐久性,使材料在保持轻质的前提下具备足够强度。

这种致动器采用类似弹簧的结构设计,变形时储存的能量能够瞬间释放,从而实现“快速翻转”等动作。实验表明,该致动器在亚秒级时间内即可完成弯曲与恢复动作,具有更宽的可逆变形范围和接近百分之百的形变恢复率。

这种致动器采用类似弹簧的结构设计,变形时储存的能量能够瞬间释放,从而实现“快速翻转”等动作。实验表明,该致动器在亚秒级时间内即可完成弯曲与恢复动作,具有更宽的可逆变形范围和接近百分之百的形变恢复率。

采用“回声定位”的仿生无人机



手掌大小的四旋翼无人机。

美国伍斯特理工学院研究人员近日开发出一款手掌大小的仿生无人机,拥有蝙蝠的“回声定位”本领,能在烟雾、狭窄及黑暗空间中自主导航。

这款四旋翼无人机主要采用两个微型超声波传感器和轻量级计算单元进行工作。机体外侧加装隔音罩,用



“双向形状记忆混合致动器”模型。

变恢复率。

与依靠电机驱动的复杂机械结构相比,这种基于智能材料的致动器结构轻巧,在多次循环中仍能保持稳定性能。研究团队称,该技术适用于需要反复开合的机器人以及航天设备上的可展开结构。

多轮测试结果显示,这款仿生无人机在约5分钟的时间内,能够多次完成自主飞行任务,展现出在视觉受限环境下的良好机动性。

未来,这款仿生无人机有望用于灾害现场、坍塌建筑等搜救人员和普通无人机难以进入的危险区域,辅助搜救和勘查。

(子渊)

■ 前沿技术

“鱼叉”发射趣谈

■王笑梦

左图中这枚倾斜悬挂在单臂发射架上的RGM-84“鱼叉”舰舰导弹,看上去有点反常。在很多人印象里,“鱼叉”导弹通常会封装在一次性存储/发射筒里,安装在多联装发射架上,这种弹架发射的情况并不常见。其实,“鱼叉”导弹从一开始就被设计为可适配多种发射装置,因此拥有不同发射方式。

“鱼叉”是美国研发的一款通用亚音速反舰导弹,根据发射平台不同,大致分为3个型号:AGM-84空舰型、UGM-84潜舰型和RGM-84舰舰型。

AGM-84空舰型不带固体火箭助推器,尺寸最短、重量最轻,以裸弹形式挂在战斗机、攻击机和轰炸机的外挂点上。UGM-84潜舰型装有固体火箭助推器,被封装在一个外形像鱼雷的发射筒中,通过潜艇的鱼雷管发射到水面后,再点火升空。

RGM-84舰舰型/岸舰型是装备量最大的型号,能兼容多种水面舰艇及岸舰导弹发射车,发射方式也五花八门。其标准配置是将导弹密封在存储/发射筒里,以双联装、四联装等形式安装在MK141固定式倾斜发射架上,整组发射筒布置在军舰甲板上,这种方式已在多型军舰上广泛使用。同样的发射筒还可组成六联装,安装在车辆上进行岸基

机动发射,从而把“鱼叉”导弹从海上搬到陆地。

另外,为让老舰能搭载反舰导弹,RGM-84舰舰型/岸舰型还可兼容早期的MK11双臂旋转发射架、MK13单臂旋转发射架和MK16八联装旋转发射器。只是,这几套系统原本是“标准”舰空导弹和“阿斯洛克”反潜导弹的发射装置,一旦增加“鱼叉”反舰导弹,自然会减少防空、反潜导弹的携带数量。

20世纪80年代起,MK41垂直发射系统出现。“标准”舰空导弹、“阿斯洛克”反潜导弹一股脑被打包送入这种方格子垂直发射井里,唯独“鱼叉”导弹没有跟进。原因有3点:一是反舰作战需要较长时间的侦察和筹划,对“秒级反应”的依赖不如防空、反潜作战那样迫切;二是“鱼叉”导弹从一开始就是按照倾斜发射方式设计,不具备垂直发射所需的推力矢量装置,若要改成垂直发射,改装工程复杂;三是现役MK141固定式倾斜发射架设计成熟,占用的甲板空间比MK41发射井更节省。因此,美军最终选择让“鱼叉”导弹继续采用倾斜发射方式。

■ 图文兵戈

