

兵器扫描

近年来,随着军事需求的牵引与科技的发展,空空导弹和防空导弹不断“进化”。其中一些“进化”体现在外形上,有的国家新研发的空空导弹和防空导弹弹体舍弃了传统的中段弹翼或边条翼,仅保留尾部控制翼面,如

美国的AIM-260空空导弹、SM-3 BLOCK IIB反导拦截弹等。那么,这是一种什么样的导弹?有着怎样的特点和发展历程?为什么会受到多方关注?今后发展方向如何?请看本期解读。

兵器连连看

近期,美国海军启动了“集装箱化能力行动计划”,旨在将导弹、无人机、侦察雷达等集成到标准海运集装箱内,从而实现对这些武器系统的高效部署与使用。

近年来,集装箱武器系统成为各国研发的热点。俄罗斯不断完善“俱乐部-K”集装箱导弹系统,并同步推进无人机、激光武器与集装箱的集成;以色列持续优化其LORA集装箱弹道导弹系统;德国莱茵金属公司推出了集装箱巡飞弹发射系统,等等。

集装箱武器系统的不断发展,源于两个方面因素的共同作用。

一方面,全球标准海运集装箱体系走向成熟。统一的尺寸规格,使集装箱这种“货柜”能在更多的船舶、卡车、列车乃至军用运输机上搭载。这种全球便捷投送能力,为高效部署武器装备提供了新选择。

另一方面,现代战场对作战平台投送提出了更高要求。比如,要求它更易于部署、具备更强的战场生存能力等。集装箱在全球范围大量存在的特点,让它可以为更隐蔽地运送、更灵活地部署一些大威力作战平台。

集装箱武器系统当前的发展,具有三个鲜明特点。

普遍采用模块化架构。在将武器系统集成到集装箱里这一过程中,不少国家的研发企业采用了模块化架构和标准化接口设计。也就是说,该武器系统具有一定的独立性,本身是一个完整的作战单元。同时,它具有一定的开放性,能较为便捷地接入舰艇、车辆等各类平台的指挥与火力体系,与其他装备无缝衔接。

主要体现在火力平台集装箱化。当前各国的集装箱武器系统,主要用来承担火力打击任务。换句话说,集装箱化的主要对象是各种火力平台。如美国的MK70载荷投送系统,集装箱内集成的是四联装垂直发射单元,可兼容发射“战斧”巡航导弹、“标准-6”防空导弹等。芬兰的帕特里亚公司选择了将NEMO120毫米迫击炮集装箱化,以便将其部署在多种任务区。不过,有些国家的军工企业也开始尝试将电子战装备等集成到集装箱内,类似举措将进一步丰富“集装箱武器系统”这一概念的内涵。

渐渐形成两条不同发展路径。从集装箱武器系统的具体研发情况来看,其研发路径主要有两种:一种是将成熟武器集装箱化,比如帕特里亚公司将

大威力“暗箭”藏身货柜

集装箱武器系统

■张文曜 马 朔

光杆弹:灵动“长矛”挥向远空

■曹 娟 范雄飞 于千惠

时势造就光杆弹

近年来,在空空导弹和防空导弹领域兴起了一种无翼式气动布局的导弹。它的弹体表面光滑,没有中段弹翼或边条翼,看起来像一根光滑的杆子,因此也被称为“光杆弹”。

事实上,光杆弹这种气动外形设计出现得较早。早期的弹道导弹包括弹道导弹鼻祖V2导弹,采用的就是光滑弹体加十字形尾翼的气动外形。

但是,这种气动外形对于空空导弹与防空导弹而言是新生事物,为什么?

这是因为,弹道导弹在飞行环境、任务需求方面与空空导弹、防空导弹有所不同,这种不同决定了空空导弹与防空导弹长期以来普遍“身有翼片”。传统的弹道导弹采用抛物线弹道,大部分时间依靠惯性飞行,不需要气动升力面,且攻击的大多是固定或预定坐标目标,无需大过载机动,依靠尾翼和空气舵面即可满足需求,所以弹体结构简洁。传统空空导弹和防空导弹从发射到命中全程在大气层内飞行,需要弹翼产生足够升力维持飞行和机动,且打击的都是空中高速移动目标,往往以弹翼为主要控制面与尾翼配合,提供快速响应能力。所以,长期以来,弹翼成了空空导弹和防空导弹的标配。

那么,既然弹翼如此重要,光杆弹为何又要想方设法把它“砍”掉呢?

简单来说,从有翼到光杆,是空战隐身化、远程化以及导弹朝高超声速、大过载机动方向发展的结果。其原因主要有以下三个。

一是为了确保低可探测性与大火力密度。第五代战机为了提高隐身作战能力,均采用内置式弹舱。弹舱通常为长方形,挂载的弹药纵向有序排列。为了增加弹药挂载数量,就需要减少弹药宽度,取消弹翼就是方法之一。与此同时,取消弹翼可以显著降低自身雷达的雷达反射截面,对于隐身战机而言,这确保了导弹离舱之后,不会破坏平台的隐身性能,有利于实现全程低可探测性的目标。

二是为了实现减阻增程。超视距远程开火,避免陷入“狗斗”,是现代空战的主要特点。鉴于此,增加射程成为空空导弹的“追求”。传统弹翼在超超声速飞行时会产生激波阻力,取消弹翼可将阻力降低约30%至50%,使导弹在同样动力配置下,大幅提升速度和射程。

三是为了更好地实现大过载、快反应。第五代战机最大飞行速度超2马赫,机动过载达9G。拦截弹需达到目标速度的2至3倍,目标过载的4至5倍才能确保命中。传统有翼导弹在激波阻力和诱导阻力作用下,实用速度上限为4马赫,过载难以突破35G。采用光杆弹造型可让防空导弹更快地改变飞行姿态,满足高速、大过载机动要求。

让导弹“断翼”不容易

显然,为了适应现代战场超视距远



图①: AIM-132 ASRAAM导弹。图②: F/A-18F战斗机发射AIM-260空空导弹(渲染图)。

程作战的需求,空空导弹与防空导弹“断翼”势在必行,然而要做到这一点并不容易。“断翼”只是其表象,本质则是控制技术和材料技术的发展对气动布局的反向定义。根据“弹翼消减+控制方式变革”的程度,光杆弹按演进过程可划分为三代。

第一代是减阻型光杆弹,主要技术特征是“小翼或无翼外形+尾翼气动控制”,典型代表是英国于1998年列装的AIM-132 ASRAAM导弹。该型导弹完全无弹翼,仅保留尾舵实施气动控制,被誉为全球首款“纯光杆”空空导弹。这样的设计使该型导弹重量轻、加速快、体积小,擅长隐身突击5至10千米范围内的直升机、无人机、运输机等低速目标。但是仅靠尾舵控制也决定了它一旦飞高、飞慢、飞远,都会导致气动动力不足、舵面失灵,反应迟钝。砍掉弹翼又无主动助力的设计,使其只能“秒冲”不能“长跑”,无法打击高空、高速、高机动和远距离目标,只适合近程格斗。

第二代是推力矢量辅助型光杆弹,也称半光杆弹,主要技术特征是“小翼或无翼外形+推力矢量与气动力混合控制”,即取消弹翼甚至消除,依靠固体火箭发动机推力矢量与尾舵气动力

混合控制飞行姿态。以美国AIM-260空空导弹为例,该型导弹完全取消中部弹翼,仅保留尾部4片梯形控制翼。与AIM-132 ASRAAM不同,AIM-260的推进系统采用了拥有两个独立燃烧室的双脉冲固体火箭发动机,除了在发射初段点火将导弹快速加速至3至4马赫进入滑翔状态外,在飞行中段距目标30至50千米处可再次点火,重获推力,确保中段以5马赫速度攻击目标。此外,AIM-260发动机采用摆动喷管,可通过偏转燃气射流,对导弹飞行速度、方向进行控制,过载能力预计在40G以上。在导弹全程飞行中,发动机推力矢量与尾翼空气舵分工协作共同控制导弹飞行,特别是在高空滑翔和末端攻击阶段,推力矢量控制占据了主导地位。但是,AIM-260从接到姿态控制指令至推力矢量变化,响应时间需10至15毫秒,面对超声速、高超声速目标仍然存在追不上、打不中的问题。

第三代是全主动光杆弹,也称全光杆弹,主要技术特征是“无弹翼+推力矢量与直接侧向力控制”。这一代光杆弹不仅砍掉了弹翼,尾翼也大幅压缩,仅保留极小尾舵,在双脉冲固体火箭发动机提供主动力与推力矢量控制的基础上,弹体周围布置微型侧推火箭

实施直接侧向力控制。在射程末端或与拦截目标即将交汇瞬间点火,产生横向推力,让导弹横向平移,能拦截速度更快的高超声速导弹等目标。与自身的速度、过载相适应,第三代光杆弹采用先进的新型复合材料制造,在减重同时,进一步增大了结构强度与高温耐受性能。

光杆弹的演进历程,是一场气动外形与控制方式的双重“革命”。正是这种“革命”,让光杆弹这种灵动的“长矛”能更好地挥向远空。

“智能”将成为重要发展特征

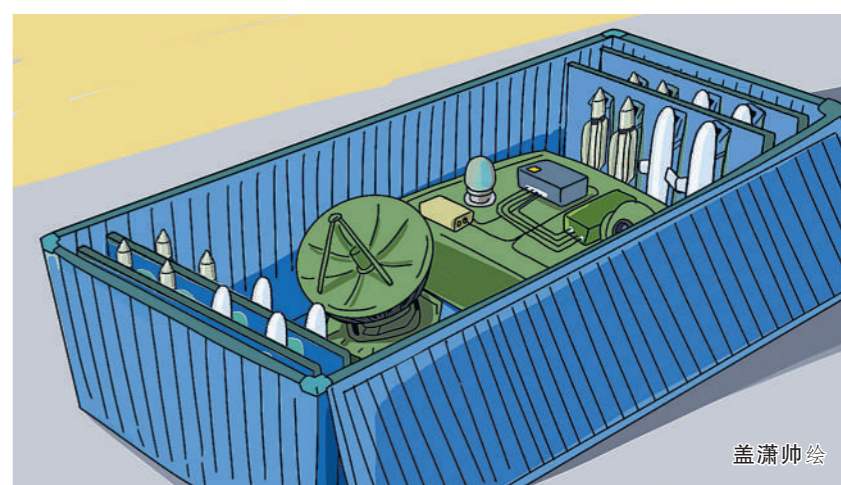
作为空空导弹、防空导弹发展到一定阶段的产物,光杆弹在作战需求牵引、关键技术推动下,正在以“智能”为重要特征持续向前发展。其主要趋势包括三个方面。

一是采用智能蒙皮技术打造“隐形弹翼”。智能蒙皮技术是一项可主动改变弹体外形的材料技术。采用智能蒙皮技术的壳体通常分为3层结构,以传统壳体材料作为中间结构承压层,在中间层内表面布置压电陶瓷/形状记忆合金微作动器阵列等构成传感与驱动层,外表面涂覆等离子体隐身涂层、抗烧蚀纳米涂层构成功能防护层。需要调整弹体飞行姿态时,压电陶瓷微作动器会通电产生形变,局部顶起外层蒙皮,使得弹体表面从光滑圆柱变为局部有凸起或凹陷的非光滑外形,凸起处产生可控涡流,类似弹翼的升力和控制力矩,用完即收,弹体恢复原来外形。换句话说,智能蒙皮技术能为导弹插上“隐形的翅膀”。目前智能蒙皮技术尚处于试验阶段,美国的AFRL“自适应弹形导弹”项目就旨在打造智能蒙皮可变形导弹。

二是采用AI智能算法增强制导可靠性、优化能量分配。在制导控制方面,现阶段光杆弹主要采用“惯导+卫星修正+数据链+多模未制导”的复合制导体制,可实现米级制导精度,但是这种制导体制对数据链路、人在回路依赖性较高,抗干扰能力与鲁棒性有限。未来将大力推动人工智能算法应用,强化光杆弹自主识别与决策能力,实现“发射后不管”。在能量管理与姿态控制方面,现阶段第三代光杆弹固体火箭发动机与侧推火箭独立工作,在飞行各阶段按预定程序分配推力权重,未来可采取AI智能控制算法根据飞行状态动态分配各个阶段推力矢量与直接力控制权重,进一步优化能量分配。

三是建强杀伤链路提高协同作战能力。与第六代机有人/无人协同作战指挥平台理念相适应,下一代光杆弹势必会进一步加强弹、弹、弹星数据链路建设以及蜂群自组织算法的研究,打造“弹-机-星”一体化网络,构建“预警机发射信号-隐身战机发射导弹-低轨卫星/无人机群末端精确引导”杀伤链路,强化A射B导C控与多弹协同攻击、蜂群饱和攻击能力。

本版供图:阳 舟



盖潇帅绘

“海鸥进化版”无人机亮相

■马 朔

新装备展台

近日,荷兰高空警戒公司研发的仿生固定翼无人机“海鸥进化版”亮相布鲁塞尔贝德克斯防务展。作为一款侦察平台,它专为融入海岸环境而设计。一般来说,无人机在目标海港、海岸线等区域遂行侦察任务较为困难,会引起相关人员的警觉。但是,“海鸥进化版”无人机则不易被察觉。这是一款看似海鸥的无人机,能模仿海鸥的外形与飞行姿态,在海岸环境中易于被视为“自然存在”。

“海鸥进化版”无人机的设计理念属于仿生学范畴。近年来,仿生学被越来越多地应用到无人机设计中。以荷兰一家公司研发的扑翼无人机Robird为例,它的仿生的对象是飞鸟的扑翼动作,依靠机械结构驱动双翼产生升力和推力,飞行姿态与真鸟相似。“海鸥进化版”无人机的仿生的对象是海鸥的扑翼动作,它依靠机翼前端的螺旋桨驱动,同时具备利用热气流进行无动力滑翔能力。滑翔时,操作员可



“海鸥进化版”无人机。

兵器知识

155毫米炮弹的演进趋势

■牛义杰

面对无人机、巡飞弹等新型装备的冲击,作为炮兵主要装备弹药之一的155毫米炮弹,将走向何方?

可以预见,未来相当长一段时间内,这种炮弹仍将是各国陆军大口径火炮的主流弹药,技术迭代将使其射程更远、精度更高、更加智能,也更符合体系作战的要求。

将取得射程与精度的双重突破。在

这方面,美国研发的“杖杖”精确制导炮弹有一定代表性。通过吸气式推进技术,该炮弹最大射程有望突破150千米。美军正在测试的MDAC多域火炮系统,其使用的超高速炮弹不仅射程达70千米,还具备拦截无人机和巡航导弹

的能力。

与无人机等深度协同。未来的155毫米炮弹或将普遍配备数据链和惯性导航模块,可在飞行中接收无人机或前沿观察员传输的目标修正数据,实现“飞行中重新瞄准”。美军正在测试的适配网

络中心战理念的信息化弹药,据称能与卫星、预警机形成数据共享,在复杂电磁环境下自主规避干扰,确保命中精度。

降低造价的同时练就新“本领”。155毫米炮弹的进化史,从某种程度上说,就是不断在新情况下追求高性价比的历史。今后,这种炮弹将继续向简化生产工艺、采用新材料和标准化组件等方式借力,以降低生产成本;同时,针对无人机、巡飞弹等新威胁,向超高速飞行、获得定向效应方面发展,一定程度上弥补传统防空系统的不足,在未来战场上争得一席之地。