

☆ 兵器广角

潜行数载 一朝破窗

20世纪50年代末,苏联成功研制出洲际弹道导弹并快速发展。为了弥补差距,美国空军提出了空射弹道导弹的发展设想,并于1959年启动了“太空闪电”空射弹道导弹项目。其目的是研制一型采用两级固体火箭发动机,最大射程达1850公里的远程空射弹道导弹,通过战略轰炸机挂载,在防区外发射,实现对苏联本土纵深目标的打击。可由于固体发动机等相关技术基础薄弱,导弹故障率极高,加之“北极星”潜射弹道导弹的成功研制冲击了该项目发展的必要性,“太空闪电”项目于1962年被迫终止,空射弹道导弹的初次探索无果而终。

到了20世纪60至70年代,苏联防空反导系统的快速发展,让美空军战略轰炸机部队面临严峻的生存危机。为了避开防空系统的威胁,美空军于1972年部署了短程空射弹道导弹AGM-69,该型导弹最大射程约160千米,飞行速度约3马赫,是美国第一种大规模实战部署的空射弹道导弹。与之相对应,苏联空军随后于20世纪80年代研制并部署了短程空射弹道导弹Kh-15。

随着冷战的结束,AGM-69与Kh-15于20世纪90年代初退役,空射弹道导弹进入了长达20余年的“空窗期”。这一时期精确制导与隐身材料等技术取得突破,空射巡航导弹性能显著提升。美俄先后装备了AGM-129、Kh-55等先进空射巡航导弹,这类武器以较低的技术门槛和生产成本取代了空射弹道导弹,成为了更加务实有效的防区外打击手段。空射弹道导弹陷入沉寂的同时,相关的技术路线却没有停滞不前。美国通过X-51、HTV-2等项目持续开展预研高超音速飞行技术,俄罗斯也开展了相关空气动力学研究,为空射弹道导弹的复兴奠定了技术基础。

21世纪第二个十年,空射弹道导弹最终迎来了“第二春”。其驱动力主要源自三个方面:一是高超音速技术的突破使助推-滑翔型武器成为可能;二是大国战略竞争加剧催生了对新型突防能力的迫切需求;三是现代防空反导系统的快速发展对传统巡航导弹的生存构成严峻挑战。俄罗斯率先列装了Kh-47M2“匕首”空射弹道导弹。美国于2018年启动了AGM-183A空射快速反应武器(ARRW)的研制,以色列、韩国、乌克兰等国也在积极发展各自的空射弹道导弹系统。

路线分化 各谋突破

总的来看,新一代空射弹道导弹总体技术路线有再入机动路线、高超音速

2026年6月8日,以色列对伊朗境内多地实施精准打击,以军使用的空射弹道导弹让这款特殊武器再次走进大众视野。在庞大的导弹家族中,空射弹道导弹是极为特殊的一个分支路线,它融合了航空平台全域机动、灵活部署和弹道导弹超高速突防、快速打击的独特优势,理论作战优势十分突出。但纵观弹道导弹半个多世纪的发展史,这款兼具多重优势的装备大部分时间只停留在理论阶段。受空中平台和复杂的空射环境约束,空射弹道导弹的研发难度较大,实战部署进度大幅滞后,现役列装型号寥寥无几。空射弹道导弹成为导弹家族中名副其实的“小

空射弹道导弹——

从“冷门装备”到新锐利器

■曹娟 于千惠 范雄飞



滑翔路线两种类型,各国结合本国作战需求以及相关技术积累情况,选择不同的设计思路与技术路线,导弹技术成熟度与性能特点也各不相同。

俄罗斯选择的是基于双锥体构型机动再入的务实路线。现役“匕首”导弹以陆基近程弹道导弹为技术母体,通过加装适配挂架、调整制导系统与气动外形等方式进行改进,有效降低研制难度,实现快速部署。“匕首”导弹可携带常规高爆炸头或核弹头,由图-22M3、米格-31K、苏-34挂载发射,由米格-31K高空高速发射时,射程可达2000千米,最大速度约10马赫,采用惯性+格洛纳斯组合制导体制,精度可达圆概率误差10米以内,其双锥体再入机动弹头具有有限气动控制能力,可在弹道末段实施一定范围的横向与纵向变轨机动,具有很强的突防与精确打击能力。自俄乌冲突爆发以来,俄军数十次使用“匕首”导弹打击乌克兰境内的能源设施、军工企业和防空阵地。

美国则是选择了火箭助推+乘波体滑翔的路线,试图一步到位,实现技术代际跃升。2018年,美国空军启动AGM-183A空射快速反应武器(ARRW)研制项目,旨在研制基于助推-滑翔原理的高超音速空射武器。拟采用单级固体燃料火箭助推器+楔形高超音速滑翔载具的技术架构,助推器将滑翔载具加速至30至60千米高度后两者分离,滑翔载具利用稀薄空气产生升力,以6至10马赫的速度进行远距离滑

翔与横向大范围机动直至抵达目标上空,最大射程超过1600公里。相比“匕首”双锥体机动弹头,AGM-183A的乘波体滑翔弹头升阻比、横向机动能力与灵活性大幅提升,突防能力更强。但是,由于低估了空射的复杂环境,项目遭遇多次试射失败,进度严重滞后。美空军内部对ARRW的作战需求与成本效益长期存在争议,预算多次被削减,至今尚未研制成功。

以色列采取了基于陆基技术移植的速成式发展路线,通过快速移植陆基战术弹道导弹和火箭弹技术,形成了远近搭配、功能互补、多平台兼容的空射弹道导弹系列。现役型号包括Ram-page、ROCKS、Air LORA三种类型。其中Rampage由火箭弹发展而来,成本低,射程仅为150至250公里,主要用于打击轻装甲车队等目标,执行战术面杀伤任务;ROCKS由“麻雀”弹道导弹靶弹技术发展而来,最大射程200至300千米,主要负责打击掩体、摧毁地下深埋加固战略目标;Air LORA由陆基LORA战术弹道导弹改装而成,最大射程达400公里,核心使命是防空压制与精确打击战略点目标。三种类型空基弹道导弹均可由F-16、F-15等战斗机挂载发射,且已形成实战能力,其中Rampage首次实战使用在2019年,被用于打击叙利亚境内武器库和弹药储备设施;ROCKS曾作为以色列打击伊朗地下核设施的备选武器;Air LORA在2025年以色列对伊朗空袭中用于打击伊斯法罕空军基地S-300防空系统。

众装备”。

然而沉寂并非落幕。随着大国战略竞争持续升级,现代防空反导体系日趋完善,传统空射巡航导弹的优势持续弱化,同时固体火箭发动机、高超音速滑翔、智能制导等核心技术不断突破,空射弹道导弹开始摆脱发展桎梏,迎来新兴拐点。

俄罗斯、美国、以色列、韩国等多国纷纷加大空射弹道导弹的研发与列装力度,推动其从冷门装备转型为大国博弈的新锐利器。那么现役的空射弹道导弹有何特点?今后会朝哪个方向发展?请看本期解读。

机动智能 协同降本

多款空射弹道导弹在俄乌、伊以作战中的实战表明:单纯的速度优势不足以确保突防成功,体系化的饱和和攻击、机动变轨与成本压制才是制胜的关键。未来空射弹道导弹将朝着“更机动、更智能、更协同、更便宜”的方向发展。

一是弹道类型从再入机动弹道向多模态复合弹道体系演进。空射弹道导弹将出现以助推-滑翔弹道为主、传统再入机动弹道为辅,多种弹道样式分层结合、体系互补的发展格局,形成覆盖近、中、远程的空射弹道导弹系列。在近程打击层面,采取双锥体或轴对称旋成体构型,椭圆弹道辅以末段机动的空射弹道导弹,凭借低成本优势可满足前沿战术压制与放量打击需求。中远程作战区间,采用升力体和乘波体构型的临近空间高超音速助推滑翔弹道导弹,具有大射程、高速高机动、弹道难预测等优势。

二是制导方式从惯性/卫星导航向多源融合-智能决策的复合架构演进。2025年俄乌战场上,采取惯性+格洛纳斯复合制导体制的“匕首”导弹,受到乌克兰电子战系统“导航欺骗”干扰后,精度显著下降。实战表明提高制导系统在电子对抗条件下的抗干扰能力,是未来空射弹道导弹发展需解决的重要问

题。下一代空射弹道导弹制导系统正向多源融合-智能决策的复杂架构演进,其核心目标是在卫星导航失效环境下保持米级打击精度,主要技术路径包括采用多模复合末制导技术、量子导航、智能导引头自适应制导等。

三是作战方式从单弹独立攻击向有人-无人协同、弹群智能组网转型。空射弹道导弹的智能化升级不仅体现在制导系统层面,更延伸至作战体系的顶层架构。未来的空射弹道导弹不再只是“火力投送工具”,更要成为自适应战场网络中的“智能节点”,能够与其他平台协同作战。为此,新一代空射弹道导弹将大力发展弹载数据链、人在回路、自主目标识别与自主决策等技术,以支撑智能化自主协同作战需求。

四是发展模式从定制化高成本向通用化低成本生产转变。在大国竞争和潜在持久冲突背景下,空射弹道导弹的研制与采购成本已成为制约装备规模、影响长期作战能力的关键因素。当前,高超音速滑翔空射弹道导弹采购成本较高,以美国ARRW为例,单枚导弹成本超过1300万美元。为了提高经费比,各国均在计划通过模块化设计、民用技术转化等方式实现低成本规模化生产。如美国国防部近年推动“开放任务系统”(OMS)标准,要求新研武器装备采用标准化接口和协议,允许不同供应商组件即插即用,以市场机制降低组件成本,同时大幅提升生产速度。

上图:美国AGM-183A高超音速导弹。资料图片

☆ 新装备动态

现代空战正转向隐身对抗、强电磁干扰、多任务攻防的作战格局,空战环境的改变迫使法国对老牌米卡空空导弹开展深度迭代升级,以此适配当下空对抗需求。

近期,由法国达索航空、欧洲导弹集团(MBDA)共同研发的新一代米卡NG空空导弹顺利完成多轮实弹试射,其独特的升级思路与实战适配优势,引发全球防务领域的广泛关注。

米卡NG空空导弹延续经典米卡系列常规气动布局,弹长3.1米、弹径160毫米、全弹重112千克的尺寸重量不变,无需对战机原有挂架进行改造,能直接兼容幻影、阵风等法国主力战机。本次升级核心集中在两方面:首先是换装全新一代双脉冲固体火箭发动机,改善了老款米卡导弹末端动能快速衰减的问题,射程相较前代提升40%,有效作战射程达到84至112千米;另一方面保留原有雷达、红外双寻引头的成熟架构,但两套导引系统全部换代升级。雷达版本换装小型有源相控阵雷达寻引头,红外型号升级为双波段红外成像寻引头。升级后导弹抗电磁、光学干扰能力大大提升,对小型无人机和低可探测目标的锁定能力大幅增强。与此同时,该弹大量采用通用标准化成熟零部件,生产成本可控、量产速度快,既能快速完成法军现役战机弹药迭代,也能满足海外原有米卡导弹采购国的装备升级需求。

皮囊依旧 五脏俱新

■李伦

法军新一代米卡空空导弹——

在作战性能上,米卡NG空空导弹在保留推力矢量控制、越肩攻击、360°全向截击、发射后锁定等核心作战能力的同时,兼容机载头盔瞄准系统,战机无需调整机头朝向,就能直接拦截从侧后方逼近的敌方目标。配套双向高速数据链,导弹飞行全程可实时接收作战体系下发的更新目标坐标,高效融入现代化网络化空战体系。在部署应用上,米卡NG空空导弹定位十分清晰,与流星导弹形成高低搭配。流星导弹负责远距离先手压制,米卡NG空空导弹承担中距离拦截和近距离自卫。同时,这款导弹还具有较强的通用性,既能装在战机上,还能改装成舰载、陆基防空弹。

米卡NG空空导弹的核心竞争力集中在两方面:一方面是具有多用途性,兼顾中距拦截与近距格斗双重任务;另一方面是具有较高的性价比,在机动性能、目标探测能力全面强化的前提下,可适配原有全部发射平台,能快速批量换装,形成战斗力。

但米卡NG空空导弹的局限性仍比较明显,受限于原始弹体尺寸,动力上限被锁死,其最大射程还不到主流远程中距弹的一半,超视距交战时只能跟在流星远程导弹身后打辅助。近距离格斗也是其短板之一,其设计的气动布局为了优化中距拦截能力,导致其瞬时过载、大离轴攻击能力不如专用格斗弹,贴身缠斗很难占到优势。

目前,米卡NG空空导弹已完成多项实弹试射,预计在2026年开始批量生产,2030年左右全面列装法国阵风战机部队。

延伸阅读

弹道导弹和巡航导弹有何区别

弹道导弹和巡航导弹作为导弹武器的两大类型,其核心区别在于动力来源与飞行方式。

弹道导弹是在火箭发动机推力作用下按照预定程序飞行,关机后按照自由抛物线轨迹飞行的导弹。传统弹道导弹的飞行轨迹与炮弹的弹道相似,点火后火箭发动机将其推入高空、冲出大

气层,随后发动机关机,弹头沿着固定抛物线轨迹靠惯性飞行,最后高速再入大气层攻击目标。弹道导弹射程远、速度快,但飞行轨迹相对固定。现代弹道导弹为了增强弹道不可预测性,提高突防能力,通常在弹头上携带小型动力与制导装置,具备机动变轨能力。

巡航导弹是依靠空气喷气发动机

的推力和弹翼的气动升力,以巡航状态在大气层内飞行的有翼导弹。巡航导弹像无人驾驶的飞机,飞行轨迹大部分呈水平状态并处于大气层内,它从发射起飞到命中目标,始终在发动机推力作用下和制导系统控制下飞行。巡航导弹飞行速度慢、射程较近,但弹道灵活、可规划、精度高,低空隐蔽突防能力较强。

