

## 兵器广角

据美国市场调查和咨询公司的一份预测报告称,受近年来数场武装冲突影响,全球坦克装甲车辆主动防御系统的市场销售额将从2022年的39亿美元上升到2027年的52亿美元,许多国家军方对新一代主动防御系统的需求明显提升。虽然高性能复合装甲、爆炸反应装甲能够为现代坦克装甲车辆提供一定防护,但随着反坦克

导弹、火箭弹等武器弹药威力增加,加之巡飞弹、FPV穿梭机等新兵器投入战场,坦克装甲车辆防护薄弱的侧面、后部、顶部装甲成为精确打击的重点,通过增加装甲厚度这一传统做法已难以有效应对上述威胁。为此,发展和装备新一代主动防御系统,成为当前坦克装甲车辆提高防护力的重要途径之一。

## 新一代主动防御系统——

## 坦克装甲车辆的“金钟罩”

■王笑梦 刘含钰

## 为提高战场生存力而生

如果说现代化的复合装甲和爆炸反应装甲是坦克装甲车辆的“铁布衫”,那么主动防御系统就相当于它的“金钟罩”,两者共同作用,以求打造坦克装甲车辆的“金刚不坏之身”。

主动防御系统本质上是坦克装甲车辆用于拦截、摧毁或者干扰敌方来袭弹药的一种自卫系统。根据机理不同,分为压制型(软杀伤)和拦截型(硬杀伤)两大类。

压制型防御系统的历史较为悠久,坦克装甲车辆上的烟雾弹发射器、热烟雾释放装置等,理论上都属于这一类,通过隐身假对坦克装甲车辆进行防护。现代化的压制型主动防御系统,包括激光、红外告警等装置,能自动感应来袭威胁,并通过干扰弹、干扰器等对敌方制导弹药或瞄准装置进行干扰,使其丢失或无法锁定目标。

俄罗斯安装在一些坦克上的“窗帘”光电干扰系统就属于这一类。此外,还有一些坦克装甲车辆搭载着激光防御系统,可摧毁反坦克武器器的光电观瞄设备、导引头或直接致盲射手。

拦截型防御系统由雷达系统、主动拦截弹药等组成,其中雷达系统负责发现敌方来袭弹药,在计算机控制下,该系统会自动向相应方向发射拦截弹,将来袭弹药摧毁或使其偏离目标。

苏联从1977年开始研制“鸚”主动防御系统。该系统的突出标志是坦克炮塔周围装有2组四联装拦截弹发射器,每组上方装有一部毫米波雷达天线,与炮塔后部的火控计算机相连。当雷达探测到来袭弹药后,系统发射拦截弹在距离车辆2.7~7米处引爆,用爆炸破片摧毁目标或通过爆炸冲击波让来袭弹药偏离,起到保护作用。该系统能够对炮塔正面较大区域进行防护,拦截速度小于700米/秒的导弹或火箭弹。20世纪90年代,俄罗斯研制了“鸚”-2主动防御系统,据称为坦克装甲车辆提供全方位防护。

苏联解体后,美国通过一定渠道获得“鸚”主动防御系统样品,并在不久后推出了“速杀”主动防御系统。该系统依靠相控阵雷达搜索和发现目标,拦截装置是垂直发射的数枚制导拦截弹和10余枚非制导拦截弹,通过拦截弹飞出后向下引爆战斗部来摧毁目标。

“鸚”主动防御系统技术的外泄,促使俄罗斯在20世纪90年代中后期开始研发“竞技场”主动防御系统。该系统由控制装置、毫米波雷达和发射装置组成,能够对50米内的来袭目标进行探测和预警,在合适时间点引爆炮塔周围的爆炸弹片盒,在车辆1.3~3.9米处形成大量爆炸破片,毁伤来袭弹药或让其改变方向。

这些早期研发的主动防御系统,在一定程度上提升了坦克装甲车辆的战场生存力,但也存在明显缺陷,比如雷达系统反应速度较慢,无法探测速度太快的目标,拦截弹爆炸后会向车辆附近的己方人员造成伤害等。因此,这些主动防御系统并没有大规模量产装备部队。

## 在实践中不断完善

进入21世纪,世界格局发生变化,从冷战时期的阵营对抗渐渐变成了热点地区冲突。反坦克武器的改进升级与大规模扩散,在给各国坦克部队造成不小压力的同时,也使主动防御系统的研发、列装与完善进入快车道。

车臣战争中,城市巷战让俄罗斯损失大量坦克,尤其是从高处发起的



图1:俄罗斯“霞石”主动防御系统(局部);图2:德国AMAP-ADS主动防御系统(局部);图3:美制坦克上搭载的以色列“战利品”主动防御系统(局部)。

攻击,让坦克顶部装甲的防护力几近于无。为此,俄罗斯在设计T-14“阿玛塔”主战坦克时融合了全新的“霞石”主动防御系统。该系统是一种兼具软、硬杀伤机理的主动防御系统,由紫外波段预警定位仪、主动毫米波相控阵雷达、与探测装置互联的火控计算机和拦截弹发射器等组成,可拦截全向来袭的反坦克导弹、火箭弹和尾翼稳定脱壳穿甲弹。

其中,紫外波段预警定位仪负责探测反坦克导弹及火箭弹等。与早期的红外探测装置相比,紫外探测装置能够屏蔽战场上过多的热源干扰,专门盯住导弹和火箭弹尾焰在空中电离后生成的紫外线辐射信号,进而测定来袭弹药方位坐标、飞行轨迹和速度,具有更强的抗干扰能力。同时,毫米波相控阵雷达能发现尺寸更小的来袭弹药。主要拦截武器则是炮塔底部的2套五联装大直径拦截弹发射装置和炮塔上方的2套12联装小直径拦截弹发射装置,可以防御包括脱壳穿甲弹这样的高速来袭目标和攻顶弹药。

多年身陷武装冲突,使以色列也很重视研制、完善主动防御系统。2009年,以色列第一款“战利品”主动防御系统完成研制并进入量产,2011年正式列装,如今列装总数量达上千套。该系统由位于炮塔或车体四周的4套相控阵雷达、光电预警系统、爆炸成型拦截弹以及装填机构组成。这种爆炸成型拦截弹爆炸后能形成3个小型穿甲弹丸,毁伤效果优于爆炸破片,并可降低附带伤害。“战利品”主动防御系统拥有2套拦截弹发射装置,不但具有全向防御能力,还能够高仰角拦截攻顶弹药。

以色列军事工业公司则研制了“铁拳”主动防御系统。其采用模块化设计,体积更小、质量更轻,适合装备在轻型装甲车辆上。该系统包括4具轻型相控阵雷达,2套可再装填的双联装拦截弹发射装置以及相应控制装

置。与其他硬杀伤拦截弹不同,其所用拦截弹外形与小型迫击炮弹相似,主要通过战斗部爆炸产生的冲击波破壳,让拦截弹用易燃材料制成,在爆炸时完全燃尽,不会产生爆炸破片,以减小附带损伤。

其他国家的一些防务公司近年来也投入大笔资金研发主动防御系统,比如德国迪尔防务公司研发的“阿维斯”模块化主动防御系统、莱茵金属公司研制的AMAP-ADS主动防御系统。这两型系统已投入使用,安装在“豹”2主战坦克、“黄鼠狼”2步兵战车等车辆上。

此外,美国的CICM和“铁幕”系统、法国的“鲨鱼”系统、韩国的KAPS系统、土耳其的AKKOR系统、乌克兰的“屏障”系统、波兰的“大黄蜂”系统等,都是近年来各国研制的主动防御系统,可谓各显其能。

## 研发新一代产品势在必行

随着战场环境发生变化,坦克装甲车辆开始面临更多威胁,巡飞弹、FPV穿梭机器的出现与运用,使得坦克装甲车辆战场生存力下降。不仅各国早期研制的主动防御系统在提供防护方面力有不逮,一些后期研发出的主动防御系统在应对新型反坦克弹药时防御效果也不理想。正所谓“一寸长一寸强,一寸短一寸险”,为适应战场形势变化,已有国家针对相关短板,开始加大投入,研发新一代主动防御系统。种种迹象表明,未来的主动防御系统将重点突出如下功用:

第一,新一代主动防御系统最好是软硬杀伤力兼具的复合防御系统。在重视拦截功能的同时,不放弃

对压制功能的拓展,或将成为新一代主动防御系统的研发特点之一。其中,压制功能必须高度重视对无人机、巡飞弹、FPV穿梭机等空中无人兵器的对抗和干扰能力,将反无人机电子战系统融入新一代主动防御系统,从而帮助坦克装甲车辆提高应对能力。

第二,新一代主动防御系统的雷达和火控系统需要拥有同时识别快慢两类目标的能力。一方面,主动防御系统要能够拦截尾翼稳定脱壳穿甲弹这类高速小目标,其配套的雷达系统必须能够快速识别,火控系统能够快速对其做出反应。另一方面,小型无人机、巡飞弹的飞行速度较慢,多普勒效应较弱,要发现这种易淹没在地形杂波之中的目标,必须让雷达和火控系统继续“长本事”,能够对这类“低、慢、小”目标进行预警发现、精准识别,从而确保将其击落。

第三,新一代主动防御系统应具备可换用不同弹头的拦截弹,来应对复杂威胁。按照毁伤机理来区分,目前拦截弹的战斗部主要分为破片杀伤、爆炸成型、冲击波效应战斗部等类型。其中破片杀伤战斗部适合拦截速度较慢的目标,但易对周边己方人员造成附带伤害。新一代主动防御系统已呈现同时部署两种甚至多种不同拦截弹的趋势,通过有针对性地选择不同战斗部来高效应对多种威胁。

第四,新一代主动防御系统将进一步小型化、模块化。新一代主动防御系统除安装在主战坦克上之外,还要能够安装在中型型装甲车辆甚至是无装甲车辆上。这就要求,必须通过创新升级电子技术设备,以此类设备的小型化来推动主动防御系统的“瘦身”,并通过模块化设计,有侧重地打造不同主动防御系统来适应不同的战场环境,在控制成本的同时,提高其作战效能。

供图:王笑梦、阳 明

## 兵器知识

当前的战争形态,已发展为以科技、智能为核心驱动的体系对抗。在这种对抗中,数据链的作用越来越大。比如,对C<sup>4</sup>ISR系统来说,数据链就起着重要的架构支撑作用。

数据链是指通过网络通信技术和相关应用协议建立起的通信系统,它能将战场上的多种传感器系统、武器平台系统和指挥控制系统联为一体,让使用者在快速安全传输数据的基础上,具备更高效的情报获取、信息处理与任务决策能力。

根据数据链实际应用领域的不同,可将其分为专用数据链、战术数据链、武器协同数据链及宽带数据链4种类型。

专用数据链通常是卫星通信、航空通信等特定场景设计的数据链,优点是数据交换高效、针对性和适应性较强,但其组网能力较差、传输容量有限。

战术数据链一般采用窄带传输方式,工作在频率较低的通信波段,传输速率较低,主要用于传输与战场态势有关的报文信息,保密性和可靠性程度高。

武器协同数据链旨在实现武器平台的相互“联手”,以及决策平台对武器单元的如臂使指,从而拥有精准火控定位、协同组网、强抗干扰、实时追踪打击等能力。

和前面3种数据链相比,宽带数据链的应用场景很广泛。研制宽带数据链的目的,主要是为实时传输分发对带宽要求高的一些侦察情报,如多媒体信息、高速数据流信息等。宽带数据链具有较强的通用性、兼容性和抗干扰能力。

之所以要打造宽带数据链,是为了更好地抢占信息高地、获得战场先机。毕竟,当前信息化战场背景下,仅靠窄带的战术数据链,已无法满足快速传输更多情报信息的需求。为获取、处理、运用海量数据,各国先后开始这方面的研究。

美军自20世纪70年代开始研发宽带数据链,旨在解决图像、视频等大容量侦察情报高速传输的难题。美国国防部后来开发了通用数据链(CDL),建立起相关标准。随后,其他国家也开始布局建设战场“云”生态。宽带数据链的现身,很快让更多国家认识到其重要性——战场情报信息能实现高效共享,不同作战系统间的互联互通互操作能力更强。

发展到今天,宽带数据链俨然已成为现代战场上的神经网络和高等级的信息高速公路。在一体化作战背景下,能够构建多层次、立体化的通信系统,实现高动态、大信息量情报的低时延传递。这种“战场物联网”的特性,恰好契合了无人化、智能

## 让更多兵器接入战场神经网络

宽带数据链

■姚昌松 于开一

化作战的发展潮流。

长期以来,数据链往往是根据需求进行差异化研发。宽带数据链的出现与投入运用,反映出新的需求与发展方向——随着近年来“作战云”概念的落地,使用者更需要的,是一种弹性、动态的作战资源池。体现在数据链的发展上,从单链专用走向多链体系化运用、从专型专用走向全域多平台通用、从分类独立发展走向按所需能力组合、从硬件设备加装走向软件服务加载,已成为一种趋势。这种趋势,客观上弱化了各型数据链用途的固有界定,以适配目标战场宽地域、高机动性、强对抗性的特征。

可以预见,宽带数据链在今后将发展成为以信息流为中心,“盘根错节”指控各类平台、节点的战场神经网络,在一个通用体系结构下提供更安全、可靠、智能的数据传输服务,为基于链路、网络的作战体系提供更好支撑。

## 逆向加油:空中加油新方式

■吴志峰 侯胜利

根据有关报道,美国空军前不久首次使用C-5M“超级银河”运输机为KC-10空中加油机进行了逆向空中加油。此次测试中,C-5M在大约30分钟内向KC-10输送了约10.65吨燃料。

这种逆向空中加油是如何实现的?首先得从飞机地面加油说起。

飞机的地面加油主要有两种方式:一种是重力加油,即燃油依靠自身重量从油箱上部加油口流入飞机油箱。这种加油方式所需加油设备简单,缺点是加油速度慢;另一种是压力加油,即通过压力接头将燃油从供油管道或加油车注入飞机油箱。压力加油的管路通常接在飞机油箱底部。这种加油方式所需设备比较复杂,但加油速度快。另外,通过压力加油口,必要时还可把一些飞机油箱里的燃油快速抽出。

空中加油一般采用压力加油方式,加油系统分软管-锥管式(简称软式)及伸缩管式(简称硬式)两大类。软式加油成本较低,许多运输机经过简单改造就可具备加油能力,可以同时给2~3架飞机加油,甚至可以给直升机加油。和软式加油相比,硬式加油的效率更高,每分钟加油量可达到软式加油的4倍,且对受油机的机动性要求不高。不过,硬式

加油可以给大型飞机加油,无法给直升机加油,且每次只能给一架飞机加油,还要设专门的加油员。

此次测试中,美军采用的是硬式加油方式。当两机通过加油杆对接后,C-5M“超级银河”运输机油箱底部管路的抽油电磁阀打开,在KC-10空中加油机油泵的带动下,其油箱里的燃油通过加油杆管路源源不断地逆向输送到KC-10空中加油机的油箱。

这种逆向加油的难点在于,随着燃油的输出,C-5M运输机所属的12个翼内整体油箱内的油量会发生变化,导致飞机重心发生变化,影响飞行稳定性。因此,C-5M运输机油箱之间有连通管或转输器连接,确保各油箱内的油量大体相当。

同时,这一过程中,还会通过注入氮气来填充油箱的空余空间,避免因抽油过快导致油箱被抽瘪变形,防止因燃油蒸汽引发火灾和爆炸事故。

美军宣称,这项测试的目的是为验证大型运输机是否具备延长加油机航程的能力。其实,背后原因是美军面临着双重压力。

一是随着世界范围内隐身战机的发展和空导弹射程的不断增长,美军作战体系中的高价值节点目标如空中加油机、预警机等不再安全。考虑到这些高价值节点目标可能被重点打击并击落,美军转而开始谋划在这方面“留有后手”。

二是随着美军在海外频繁活动,其对空中加油力量的需求有所增加。尽管美国空军和国民警卫队拥有不少空中加油机,但是老式的KC-135、KC-10在不断退役,而新型的KC-46价格昂贵且故障缠身、问题不断,所以美军开始把目光投向运输机,以便在紧急时刻,让大型运输机充当“空中油罐车”的角色,为加油机逆向加油,缓解这方面的压力。



## 兵器漫谈