



## 兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察:谢安 喻润东 曹英超

在现代武器发展史上,强大的火力一直是武器设计孜孜不倦的追求。一脉相承的苏联与俄罗斯武器装备向来是“暴力美学”的代表。本期“兵器控”,让我们走近几款火力密集武器。

## ZPU M4防空机枪

火力密集指数:★★★



20世纪20年代,为应对当时日益增大的空中力量威胁,苏联按照当时防空机枪和小口径防空炮的设计思路,研制出ZPU M4防空机枪。

ZPU M4防空机枪以M1910马克沁机枪为基础,采用4挺机枪联装的形式。每挺机枪下方安装弹药盒,弹药盒容量从起初每个250发增加到后来的500甚至1000发,弹药密度惊人。

之所以采用M1910马克沁机枪,是因为它拥有每分钟600发的射速,且本身可靠性强,弹道特性符合当时防空需求。简单地“嫁接”,就省去了机枪的研制过程。

二战爆发后,苏联军队装备的诸多ZPU M4防空机枪发挥了重要作用。在布列斯特要塞战斗中,苏军防空营还将其用来水平扫射敌步兵,其密集的火力成功阻止了纳粹德国步兵的进攻。

## UMZ-K“克雷斯赫”布雷车

火力密集指数:★★★★



前不久,俄罗斯的一款新型抛撒布雷车现身。在卡车底盘上,6个蜂窝状的六边形撒布器向后斜置,撒布器上密密麻麻的孔洞格外引人注目。

这款布雷车被称为UMZ-K“克雷斯赫”近程抛撒布雷车。它是俄罗斯国防部牵头于新近完成的新型布雷系统的一部分。目前该车已通过军事测试。

据悉,该车可在自主模式下工作。借助所配备的轻型防弹和防碎片袭击装甲,它也可由士兵操作,在前沿地区进行布雷任务。

该款布雷车上的每个撒布器可盛放30枚地雷,整车可携带180枚地雷,因此能大面积快速布雷。它能够在40米~100米的范围内一次性布设1列到3列地雷,抛撒布设完所有地雷需15分钟。

## 图-2Sh对地攻击机弹舱

火力密集指数:★★★★



图-2轰炸机是图波列夫设计局在二战期间研制的一种双发中型快速轰炸机,它的载弹量达2.27吨。这一级别的载弹量加上528千米/小时的航速,使它衍生出鱼雷攻击机、截击机和侦察机等众多改进型号,而较著名的要数图-2Sh对地攻击机。该机密集的火力竟然是来自其内置的冲锋枪阵。

二战后期,根据作战需要,图波列夫设计局研制出了图-2轰炸机的对地攻击型。这种对地攻击机的设计思路比较简单,就是给图-2的机腹弹舱内塞进88挺PPSh-41冲锋枪。需要时,枪阵向下密集斜射,制造出惊人的金属弹幕。

88挺PPSh-41冲锋枪集火射击的射速高达79200发/分,打光全部弹药仅需几秒钟,能覆盖长550米、宽1.2米的长条状区域。

但随着二战结束,军用飞机向喷气式方向发展,飞行速度较快的图-2Sh的战场生存能力让人担忧,生不逢时的图-2Sh对地攻击机在完成测试后就没了下文。



## 兵器广角

在前不久举办的英国DSEI-2021国际防务展上,德国Diehl系统公司推出了一款采用隐身设计的空空导弹概念。这款空空导弹为矩形弹体,应用了超长边条和翼身融合技术,体现出未来空空导弹向隐身化发展的走向。

今年9月,在美空军协会年度会议上,一款被称为远程空空导弹(LRAAM)的武器概念亮相。这款导弹以其独特的前后两段式结构布局,引发外界对其

射程的猜测。

在此前后,俄罗斯展示了挂载在苏-35战机上的新型R-37M高超声速空空导弹。作为射程达400千米的R-37导弹的改进型,R-37M的射程更远,且呈现出载机多样化的发展趋势。

世界各国为何一再推出新的空空导弹概念?空空导弹在空战中的定位及发展状况如何?请看专家解读。

## 空空导弹的进化之路

■张 馨 尚鸿博

历经70余年快速发展,空空导弹成为现代战争中夺取制空权的主战武器

世界上第一种空空导弹是二战末期德国研制的X-4空空导弹。该导弹由飞机发射,采用的是无线电指令制导方式和固体火箭发动机。这些技术在当时属于高科技,但由于技术不成熟,未能用于实战。

二战后,空空导弹迅速发展,于20世纪50年代中期装备军队,形成第一代空空导弹家族。第一代红外制导空空导弹的典型产品包括美国的AIM-9B“响尾蛇”、苏联的K-13等,均采用非致冷硫化铅红外探测器,用超小型电子管放大器进行信号处理,只能在目标尾后进行探测,有效攻击范围仅为目标尾后2千米~3千米。该代雷达制导空空导弹主要为半主动雷达制导,典型产品如美国的“麻雀”-1,采用雷达波束制导,攻击范围很小。所以,第一代空空导弹只能作为机炮的辅助武器来使用。

第二代红外空空导弹代表产品有美国AIM-9D“响尾蛇”、法国的“马特拉”R550、苏联的R-60T等,于20世纪60年代装备军队,采用致冷硫化铅探测器提高灵敏度,用晶体管电路进行信号处理,减重的同时提高了导弹可靠性和寿命,采用红外近炸引信。典型的雷达制导空空导弹有美国的“麻雀”-3A、英国的“火光”等,采用转动翼气动布局、连续波半主动雷达制导。这类导弹的攻击包线有所扩大,但仍只能在后半球攻击或迎头拦截小机动目标。

20世纪60年代,美国飞机设计师和空军决策者认为:导弹决定一切,“起飞-搜索-锁定-发射-脱离”将成为空战基本模式。因此,美空军的第二代喷气式战斗机如F-105“雷公”、F-4C“鬼怪”等,最初不装机炮,完全以导弹为空地武器,结果惨遭现实“打脸”。越战期间,美军空空导弹命中率极低,“麻雀”-3共发射589枚,仅55枚命中,“响尾蛇”发射后也屡屡不知所踪。在越南空军以机炮为主、导弹为辅的米格机面前,只装备空空导弹的美机一度被打得不得不重新安装机炮。

第三代红外空空导弹典型产品有美国的AIM-9L“响尾蛇”、以色列的“怪蛇”-3等,于20世纪80年代初开始装备部队。该代红外空空导弹采用陀螺仪作为倾斜稳定装置,采用灵敏度更高的碲化镉致冷探测器,使用激光或无线电等近炸引信,实现了全向攻击。虽然前向攻击距离仅2千米~3千米,但侧向攻击能力大



图①:AIM-9X空空导弹;图②:ASRAAM空空导弹;图③:挂载R-77空空导弹的苏-35战机;图④:发射IRIS-T空空导弹的台风战机;图⑤:python(怪蛇)空空导弹;图⑥:AIM-120空空导弹。

幅提高。20世纪90年代,改进的红外空空导弹相继问世,如美国AIM-9M“响尾蛇”和俄罗斯的R-73等。它们采用扫描探测技术或红外多元探测技术,在数字处理器中安装了功能强大的软件,能够超视距全向攻击,具有多种抗干扰措施和灵活的发射方式,可实现“发射后不管”,能有效拦截多种飞机。1994年,在波黑巡逻的一架北约战机4分钟内发射3枚半主动雷达导引头,具有前向拦截能力,一定的抗干扰能力和下视下射能力,这个时期空空导弹的性能已基本满足超视距空战的要求。

1982年,以色列为摧毁叙利亚在贝卡谷地部署的地空导弹阵地,发动了一场陆空协同的大规模空袭。两天的空战中,以色列空军共发射56枚AIM-9L和3枚AIM-9P空空导弹,击落对手战机41架,命中率高达69%。自此,空战模式迈入高技术时代,世界空战史翻开新的一页。

第四代红外空空导弹的典型产品有美国的AIM-9X、英国的ASRAAM、德国的IRIS-T、以色列的“怪蛇”-4/5等。这类导弹采用红外成像探测、发射后截获和推力矢量控制等技术,跟踪性、机动性、抗干扰性大幅提高,发射方式更灵活,攻击包线大大扩展。

第四代雷达空空导弹有美国的

AIM-120、欧洲的“流星”、俄罗斯的R-77等。这类导弹外形通常为常规气动布局,采用中途指令、惯性制导和雷达主动末制导等复合制导方式,嵌入式计算机中安装了功能强大的软件,能够超视距全向攻击,具有多种抗干扰措施和灵活的发射方式,可实现“发射后不管”,能有效拦截多种飞机。1994年,在波黑巡逻的一架北约战机4分钟内发射3枚半主动雷达导引头,具有前向拦截能力,一定的抗干扰能力和下视下射能力,这个时期空空导弹的性能已基本满足超视距空战的要求。

## 远、快、准、灵,关键技术有力支撑助力空空导弹跨越式发展

武器发展离不开科技支撑,纵观当今世界各国较为先进的空空导弹,通常具备以下技术特点:

射程越来越远。随着机载雷达和战场预警侦察体系的快速发展,战机和无人飞行器的感知能力大大延伸。此外,敌我识别系统日趋成熟,超视距空战成为对抗的重要模式。为做到先敌发现、先敌发射和先敌摧毁,各国对空空导弹射程提出了更高要求。

美国近年来中程、中远程和远程空空导弹项目数量比近距格斗空空导弹项目多出不少,甚至对小型先进能力导弹(SACM)项目都提出了超视距攻击要求。美国的AIM-120D增强型空空导弹射程达到160千米,还在积极研发预期射程是其两倍的AIM-260,实现所谓的“穿透型制空”。欧洲6国联合研发的“流星”是世界上最早采用固体火箭冲压发动机的空空导弹,最大射程达150千米。俄罗斯的K-77M采用增强型双脉冲发动机,射程近200千米。K-37M的射程据称可达300千米~400千米。

速度越来越快。第四代战机普遍具备超光速巡航和高机动能力。要想有效打击此类目标,必须具备比目标更快的飞行速度。目前,空空导弹最大飞行速度可达5倍声速以上。据俄罗斯《消息报》报道,俄军的苏-35战机将装备新式R-37M高超声速空空导弹。该导弹主要用来攻击大型目标,如敌方的轰炸机、预警机、加油机等,最大速度可超过6倍声速。该导弹发射后不需要用机载雷达持续照射目标,导弹根据参数借助惯性自动制导飞行,接近目标后开启主动雷达引信,锁定目标后发起攻击。面对R-37M超过6马赫的高速,战机一旦被

锁定要逃脱基本没有可能。

精度越来越高。空空导弹战斗部受尺寸和重量限制只有几千克到几十千克,有效杀伤半径通常只有几米到十几米。同时,各种人为的光电、电子干扰及太阳、云、雨、雾、地/海杂波等背景干扰都会对空空导弹探测、锁定、跟踪目标产生影响。要想摧毁目标,必须保证导弹具有很高的制导精度和抗干扰能力。单一模式的制导技术难以满足作战需求,因此,新一代空空导弹多采用多模导引头技术提高命中精度。多模导引头可由不同种类的探测系统(红外、雷达、激光等)组合而成,也可由同一种类不同波段探测系统或同一种类不同体制(主动雷达、半主动雷达、被动雷达)探测系统组合而成。常见的多模导引头包括:光学双(多)波段导引头、主动雷达/红外双模导引头、主/被动雷达复合导引头等。

发射方式越来越灵活。由于发射平台和目标的高速运动,空战态势瞬息万变。要想在战斗中取得先机,空空导弹必须借助灵活的发射方式。第一代空空导弹对载机的站位要求很高,实战中很难捕捉到良好的发射机会;第二代空空导弹提高了灵活性,可从目标尾后较大范围实施攻击;第三代空空导弹技术日趋成熟,具有全高度、全方位、全天候作战能力;第四代空空导弹实现了“发现即发射”,空战真正进入超视距时代。目前世界各国的空空导弹都把“全向发射”作为一项重要发展指标,即导弹可以向后发射,攻击载机后方目标,或者实现“越肩发射”。

## 小型、联网、多用、跨域、智能,空空导弹未来可期

小型化。为适应第四代隐形战机高密度内埋挂要求,提高载机作战效能,小型化空空导弹需求强劲。此外,随着无人机与有人机协同作战、无人蜂群作战模式的出现,深入敌纵深实施突击的无人机也需要携带小型空空导弹。从外军装备发展情况来看,导弹拦截技术逐步成熟后,小型化拦截器将成为下一代战斗机的重要空战武器。这种小型拦截器不占用飞机挂点,发射微型拦截弹,主要拦截来袭的空空导弹或地空导弹,预计其重量在10千克~15千克、长度在1米~1.5米范围内,可以从现有的箔条、红外诱饵弹投放器中发射。

网络化。随着网络信息体系日臻完善,现代空战也从早期的平台对抗转变为以网络为依托的体系对抗。空空导弹需要与整个作战体系深度融合,具备网络信息获取和网络制导能力,综合利用地面雷达、机载雷达、预警机甚至天基卫星获取目标信息,通过信息融合提高情报的可靠性和稳定性。此外,空空导弹作为空中对抗的前出节点,不仅可实施硬摧毁,还可兼顾对敌侦察、干扰等多种任务,或临时充当通信节点,通过网络将信息传给作战体系。美军明确提出,新一代空空导弹要能接入下一代战术数据链,实现动态入网。

多用化。空空导弹需要打击战场上的各种飞行器,除第四代战机、无人机外,还包括预警机、电子战飞机等高价值目标,巡航导弹、战术弹道导弹、中远程空空导弹等战术导弹目标,甚至还包括无人机蜂群等集群目标。此外,应对来自空中和地面的双重威胁也是其任务之一。这就要求空空导弹具备多用化能力,携带一种弹药即可胜任多种任务,既可遂行未知性较强的空中对抗任务,兼顾近距格斗和中距拦截,也可有效实施对地面防空雷达的压制和攻击。

跨域化。未来战场呈现出空天融合、大纵深、深尺度的趋势。一些国家正在将作战空间向临近空间乃至外层空间拓展。而且,随着2019年美国退出《中导条约》,大量中远程弹道导弹也成为很多国家面临的巨大威胁。地面反导系统难以有效应对,空基平台在其拦截上则有一定优势。隐身战机还需深入敌后方,直接拦截敌方处于上升段的中远程弹道导弹。因此,在未来,空空导弹或将通过改进,用作反临近空间高速目标的拦截等,担负更多跨域打击任务。

智能化。将人工智能技术应用于空空导弹的飞行控制、弹道规划、任务决策、目标探测、对抗干扰等环节,使空空导弹实现作战的高度自主化,或将成为未来发展方向。面对未来战场,空空导弹需要实现智能感知与对抗、自主规划与决策、灵巧飞行、多弹协同等功能。当前,空空导弹面临的作战环境复杂,目标种类繁多,作战效费比不高等问题,也可通过发展智能化技术来突破瓶颈,实现空空导弹跨越式发展。

压题照片:发射R-37M空空导弹的米格-31战机。

供图:阳明  
版式设计:谢安  
本版投稿邮箱:jfbqdg@163.com

## 相关链接

## 空空导弹简介

空空导弹是从飞行器上发射,攻击空中目标的导弹,主要由制导装置、战斗部、引信、动力装置、弹体与弹翼等组成,是战空中搏击的“重拳”以及现代空战的制胜利器。

空空导弹按导引方式通常分为红外型和雷达型两大类。按作战用途一般分为3类:近距格斗型,攻击距离在20千米以内,主要用于视距内空战;中距格斗型,攻击距离20千米~100千米,用于视距外拦截;远距拦截型,攻击距离达200千米以上,主要用于攻击预警机、加油机、电子战飞机等高价值目标。

仿真结果表明:战机的空战效能与机载武器性能的4次方成正比。因此,很多国家采用“一代平台、几代武器”的研发策略,通过改善空空导弹性能,来提高整个飞机武器系统的作战效能。

