

兵器广角

兵器广角

对战机来讲,雷达就是眼睛。今天,机载雷达性能的高低,会直接影响空战的胜负。

因此,战机配备什么样的雷达成为衡量其作战能力的重要标准之一。如俄罗斯的苏-57战机,据称装备有多部雷达,拥有环状视野,具备跟踪打击多个目标的能力。其中机头位置安装的前视X波段雷达,最大探测距离达350-400千米。由法佐特龙雷达研究

院研制的“甲虫”-AME有源相控阵雷达与米格-35战机的“合体”,才使后者“达到完全体状态”。

前不久,美国一家公司研发出一款紧凑型机载有源相控阵雷达,重量约为50千克,重量轻,成本低,有望安装到包括无人机和直升机在内的多种飞行器上。这预示着,当前和今后各国在这方面的研发与角逐仍将继续。

机载雷达:锐利的空中“鹰眼”

刘传武 罗钉 张昊

不断进化的机载雷达让战机“耳聪目明”

机载雷达,被形象地称为空中“鹰眼”。

世界上第一台机载雷达出现在英国。为应对敌方潜艇,英国于1937年进行了首次雷达空中试验,该雷达也可用来协助载机在军舰上起降。

经过80余年发展,世界各国已经发展出多种具有不同体制和用途的雷达,其功能早已突破最初测距、测速、测向的范围,完成了向高分辨率地图测绘、气象探测、目标识别和电子对抗等功能拓展。

按照其功能和载机平台的不同,机载雷达一般分为以下几种:

气象导航雷达:通常配装运输机、直升机等,主要用于雷暴、湍流、风切变等危险气象探测,引导载机进行规避飞行。

预警雷达:一般配装大型预警指挥机,用于战场远程早期预警和空中指挥引导。

搜索监视雷达:通常配装大中型运输机、无人机等,多用于对海面目标的搜索和监视,部分具备搜潜功能。

成像侦察雷达:主要配装大中型运输机、无人机等,通过合成孔径雷达(SAR)成像,对陆海战场进行成像侦察和监视地面、海面目标,部分雷达兼具对空中动态目标的监视功能。

多功能火控雷达:通常配装战斗机、轰炸机等,一般具备多目标搜索跟踪、地图测绘、气象导航等功能,主要用于对空中、地面和海面目标的搜索、跟踪和武器制导。

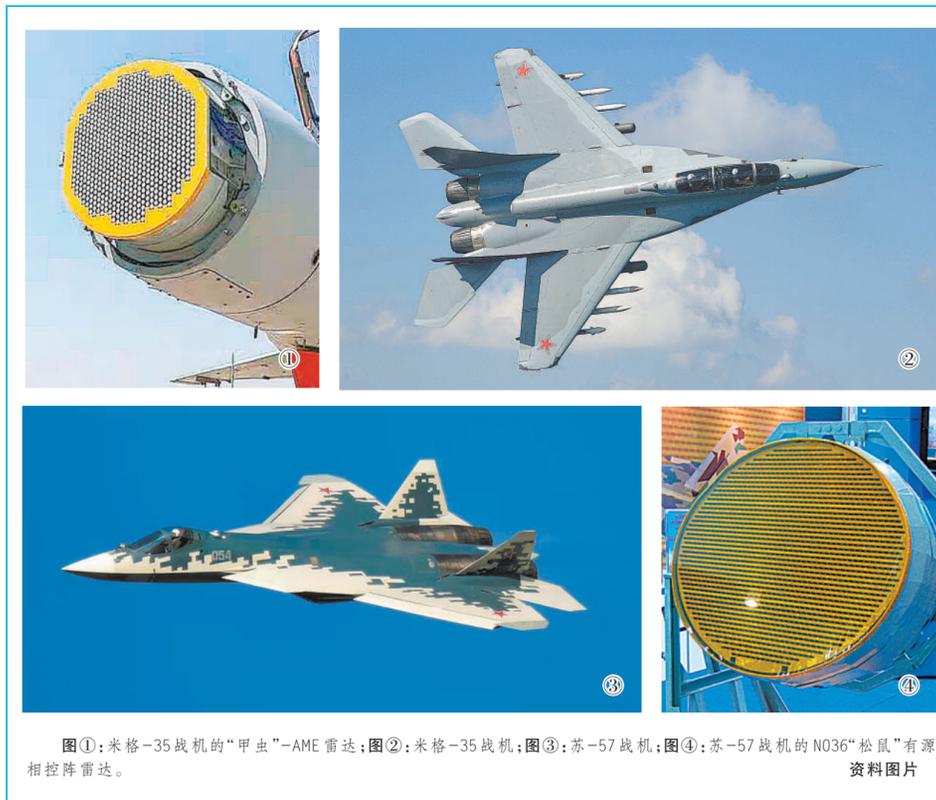
其中,机载火控雷达的性能高低与战机攻击时的“临门一脚”成效紧密相关。

最初的机载火控雷达采用的是脉冲体制,依靠发射微波脉冲信号和对回波脉冲的检测,确定目标是否存在及距离。由于下视时地面回波强度远大于空中目标的回波强度,因此简单脉冲体制的机载火控雷达不具备下视和引导武器下射能力。另外,这种方式易受敌方干扰,精度也不高。

20世纪50年代,脉冲多普勒火控雷达现身。这种雷达运用脉冲多普勒效应,利用飞行状态下所感知的运动目标回波和地面回波频率的差异,来抑制地面回波,检测被掩盖的运动目标回波,从而具备下视发现低空飞行目标的能力。

之后,脉冲多普勒火控雷达经历了从反射面天线到低副瓣平板阵天线的,从模拟信号处理到数字信号处理及数字化操控显示的发展过程。具有高、中、低脉冲重复频率全波形和数字化信号处理能力的战机火控雷达的出现,使战机拥有了全向探测和同时多目标搜索、跟踪能力。

典型的脉冲多普勒雷达包括配装F-16系列飞机的AN/APG-68雷达,配装F-18系列飞机的AN/APG-73雷达,



图①:米格-35战机的“甲虫”-AME雷达;图②:米格-35战机;图③:苏-57战机;图④:苏-57战机的NO36“松鼠”有源相控阵雷达。

配装阿帕奇武装直升机的AN/APG-78“长弓”雷达,以及意大利的Grifo系列雷达、欧洲雷达集团的Captor雷达、俄罗斯的“甲虫”系列雷达等。

脉冲多普勒雷达能够制导中距空导弹实施攻击,还具备对地面、海面目标搜索跟踪和引导攻击以及对地面目标进行高分辨率成像的能力,但受到天线机械扫描、发射功率和工作带宽等限制,脉冲多普勒雷达的发展也有瓶颈,难以在探测距离、多目标跟踪、可靠性和抗干扰方面再进一步。为此,有源相控阵雷达应运而生。

有源相控阵雷达与脉冲多普勒雷达的天线不同。其天线的核心是成百上千个收发组件(T/R组件),每个T/R组件都包含了一组小型发射机、接收机和移相等。

通过分别调整每个T/R组件中移相器的发射、接收信号的相位,就可以实现雷达波束扫描。这种扫描没有机械扫描的惯性限制,因此可以实现波束扫描的捷变(跳变),提升多目标跟踪性能和抗干扰能力。受行波管发射机的限制,脉冲多普勒雷达的工作带宽难以超过1吉赫,而现在有源相控阵雷达的工作带宽可以达到4吉赫水平,大幅提高了抗干扰能力。

一些四代机的雷达也因此获得电子战侦察、干扰和数据链制导武器的能力。例如,在进行电子战时实施高增益电子支援(侦察)和高功率电子对抗(干扰),传统机载电子战系统只能对对手的雷达主瓣信号进行截获侦察,一些四代

机雷达则可以截获、侦察远距雷达副瓣信号。在对敌方雷达进行远距大功率压制干扰时,传统机载电子战系统干扰有效功率只能达到百瓦量级,一些四代机雷达干扰有效功率可达1兆瓦以上。

新的作战方式正在将雷达性能推向极致

现代空战正沿着超视距作战方向发展,强调早发现、先攻击。

新的作战方式,正在将雷达性能推向极致。

当前,在超视距空战理论中,空空作战区域已被细分为态势感知、交战/回避决策、超视距攻击、威胁回避、威胁对抗等不同区域,每个区域都有明确的边界和对传感器的要求。

为此,工程师专门设计了多种有针对性的雷达工作模式,以充分发挥有源相控阵火控雷达的技术优势,比如空中优势模式、先进空-空模式、先进打击模式、电子对抗模式等。这些工作模式中又包括一些子模式。如空中优势模式又包括搜索跟踪、近距格斗子模式,先进空-空模式包括边搜索边测距、边扫描边跟踪、单目标跟踪、入侵群目标分辨子模式等。

空中优势模式是自动化程度较高的空战模式,通常用于激烈的空战对抗阶段。这种模式下,雷达在指定空域搜

索目标,自动截获、发现目标并转入跟踪状态,可以有效降低飞行员在空战中操作雷达的工作压力。

先进空-空模式下,飞行员的操作选择较多,主要用于远距态势感知,为激烈的空战对抗做好准备。

先进打击模式是为地图导航、侦察测绘和对地/海面目标打击设置的。飞行员操作雷达对指定区域进行搜索,发现目标后进入截获跟踪,并制导导弹、炸弹等攻击固定目标或运动目标。

随着当前战斗机更加注重多军种和多机种协同作战,机载雷达也在这方面被赋予更多更强的能力,以支持战机通过共享战场信息实现高度协同。

预警指挥机搭载的早期预警雷达与战斗机、攻击机、轰炸机所配备多功能火控雷达的组合较为常见。一些预警雷达的早期预警雷达对中型战斗机的探测距离可达400千米以上,处理目标数量超过2000批次,可以提早发现敌方来袭飞机。

为实现作战飞机编队内多机、多机种间的协同,新一代机载雷达正在发展“协同探测”“协同干扰”和“协同攻击”等能力。

未来空中战场呼唤更善协同的机载雷达

未来战场的一大特征是伴随着强

度高而复杂的电磁对抗。

这种基于体系化架构下的博弈,需要功能、性能更加强大和抗电磁攻击能力更强的机载探测感知系统。

未来机载雷达的发展将不只是对单个机载雷达性能的追求,而是更加注重雷达与外界平台的协同。

与其他电磁传感器相融合。机载的电磁传感器除雷达以外,还有电子战系统、数据链和光电探测跟踪系统等。今后,机载雷达与其融合的方向包括协同探测、探测信息的融合和物理实体的一体化等等。

通过异构多传感器的协同探测和探测信息的融合,可以增加信息的获取源,增加信息的维度和可信度,减少辐射信号被截获的可能,提高抗干扰能力。物理实体的融合可以极大地降低传感器系统的体积、重量和功耗等,这对于载机平台来说非常重要。

一些先进的四代机上,已经实现了一定程度的电磁传感器相融合。其主要体现在以下几个方面:运用先进的射频电子技术、总线技术等,将传统上各自独立的雷达、电子战和通信导航识别等传感器综合设计为一体,构成一个多频谱、多手段、自适应的综合一体化航空电子系统;按区域、分段实现天线共用,减少天线的数量,既满足载机隐身要求又降低重量、体积和成本开销;减少模块的种类,实现模块共用,降低维护保障的费用;采用集中统一的核心处理机,有利于信息融合和对备份处理能力的共享。

与分布式目标感知网络相融合。体系化作战的主要特征之一,是多平台分布式目标探测、情报获取和电磁对抗,以及网络化的协同作战与信息分享。今后机载雷达只有进一步融入分布式目标感知网络,才能借力多平台分布式探测的优势,更好地对抗隐身飞机和电磁干扰,还可以降低对单台雷达综合性能的要求,适应未来有人无人协同和无人蜂群作战等新的作战样式。

与载机平台机体相融合。以雷达功能为核心的机载综合电磁传感器,正在通过超薄轻量化来实现与飞机蒙皮的共形。这种设计可以扩大天线面积、降低雷达散射面积。今后,这种融合将逐步走向“智能蒙皮”;通过机体上分布多天线的布局,实现探测的全频谱和全角度覆盖。

与人工智能相融合。人工智能的应用是机载电磁传感器发展的重大助推力。它有助于大幅提升机载雷达的认知探测能力,即能通过对信号环境和目标的认知,自适应地改变探测或干扰的波形与行为,以降低环境对信号的干扰。

人工智能机载雷达的下一步发展与应用方向,是在战场环境中实现自主学习,减少对飞行员干预的需求,使飞行员能够把精力放在更需要关注的地方。

供图:阳明
本版投稿邮箱:jfbqdg@163.com

兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察:张朋 薛乃豪 赵光超

什么是出色的步兵战车?常用的衡量标准有3个:一是够坚固,能为车载步兵提供相当水平的防护;二是跟得上,能跟上主战坦克的攻击节奏与步伐,帮助坦克及时扫清来自有生力量和敌方步兵战车等威胁;三是火力猛,能对一些掩体甚至是坦克发起有效攻击。此外,强大的态势感知,发起突然攻击等能力也成为步兵战车的新特征。本期“兵器控”为大家介绍3种不同类型的步兵战车。

油电混动 静音行驶

德国“创世纪”步兵战车



除防护力、机动性、火力要素外,为达成攻击突然性,一些步兵战车还被要求行进时“蹑手蹑脚”。

德国“创世纪”步兵战车为兼顾机动能力和攻击突然性,采用了不一样的动力系统。它装有一套柴油复合动力系统,在设计上与其他电传动方式有所不同——柴油发动机发电后并不直接供给电动机,而是先为电池组充电,再由电池组为8个独立的电动机供电,分别驱动8个轮子前进。

这种动力系统的优势在于,电池组不仅是辅助动力源,还能直接驱动战车前进,采用电力驱动的战车行驶时声音很小,能有效降低被发现的概率。单个电动机或车轮发生故障后,可调整为空转状态,以确保战车继续前进。

另外,该车采用模块化装甲布局,可根据战斗威胁安装不同防护等级的装甲。它的炮塔、炮管也经过隐身化处理,可有效降低雷达与红外信号特征。

体形较大“獠牙”尖利

哈萨克斯坦“雪豹”步兵战车



在步兵战车中,哈萨克斯坦的“雪豹”步兵战车属于一种特殊的存在。与传统步兵战车尽可能地“矮下身子”不同,它更像一个长着獠牙的大象,体形相对高大。该车采用发动机前置的布局,后部为大尺寸的载员舱,可搭载9人。

这种造型与其专为哈萨克斯坦研制有关。哈萨克斯坦国土面积较大,新型步兵战车突出机动性与火力就成为必然选择。加上对防护力的强调,“雪豹”步兵战车就有了大象般的身板。

火力方面,该车可以安装不同的炮塔以满足不同火力需求,可选择的火炮口径最大为57毫米,还可在搭载30毫米火炮时,选配反坦克导弹和机枪。这几种炮塔自动化程度都较高,堪称“獠牙”尖利。出于某种考虑,该车舍弃了两栖能力,却配备了空调和温度调节系统,可以应对较为恶劣的气温条件。

武器聚集 火力强大

俄罗斯BMP-3履带式步兵战车

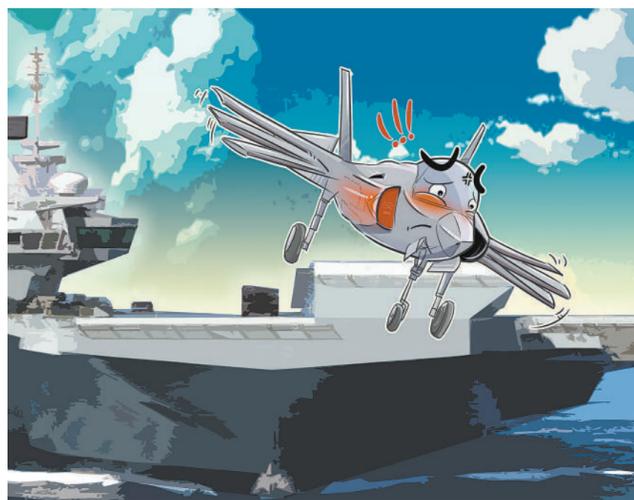


BMP-3履带式步兵战车,被称为步兵战车中的“坦克”。依靠车载武器赋予的强大火力,它具有很强的进攻性。

BMP-3步兵战车上聚集了多款武器装备,不仅装备有100毫米口径的火炮、30毫米口径的机关炮各一门,还装备3挺机枪,使它既可以杀伤对方的有生力量,还可以摧毁敌方的步兵战车、装甲运输车,甚至可以攻击对方的主战坦克。

在陆地上,它可纵横沙场;浮渡时,即使没有两栖浮渡装置的协助,凭借自身的两栖设计,它也可水中行。

由于体重较轻,它可由重型运输直升机空运。借助大型运输机,它可通过空投使强大火力快速延伸。



绘图:左玉洋

“肥电”坠海,罩盖惹的祸?

■杨柏松 李磊

F-35,是美国联合多国研制的第四代多用途战斗机,被予以“闪电”的官方命名。然而,因其外形臃肿,它又赢得了“肥电”的绰号。11月17日,英军一架“肥电”坠海,引来各方关注。

有外媒称,这架“肥电”失事是“人祸”,即F-35B舰载机起飞时,进气道防水保护罩和发动机盖板没有摘除,结果导致“肥电”因“呼吸不畅”而坠机。

对绝大多数战机来说,进气道防水保护罩和发动机盖板是标配。因为进气道连着发动机,平时停止飞行时在进气道上盖上保护罩,就可以防止异物进入而引发事故。在战机其他一些部位,如大气数据计算机探头、电气设备冷却

进气口,也有保护罩或盖子。对停驻航母的“肥电”来说,防水保护罩还被用来“护卫”升力风扇顶部。

当然,这些罩盖必须在起飞前摘下,否则就会危及飞行安全。尤其是进气道防水保护罩和发动机盖板,如果不及时摘除,最直接的结果就是发动机“呼吸”困难。即使一些战机设计有辅助进气道,可以起飞,也可能因罩盖被大力吸入发动机而危及飞机安全。

英国国防部对有关媒体的这种说法不予置评,只是表示正在调查原因。如果该原因属实的话,显然会坐实大家对英军训练水平低、纪律性欠缺的推测与评价。损失这架价格昂贵的“肥电”,

英军只能牙碎了往肚子里咽,因为人为失误造成的损失不在销售商的赔偿范围内。

也有专家分析认为,因没有摘除罩盖而导致该机坠海的概率不大。毕竟,飞机起飞前摘掉机身上各种保护罩的规定“极其严格”,且“肥电”发动机启动时也有一定程序及自我保护措施。但随着越来越细节的披露,“进气道防水保护罩和发动机盖板没有摘除”被认为是事故成因的可能性也越来越大。

兵器漫谈