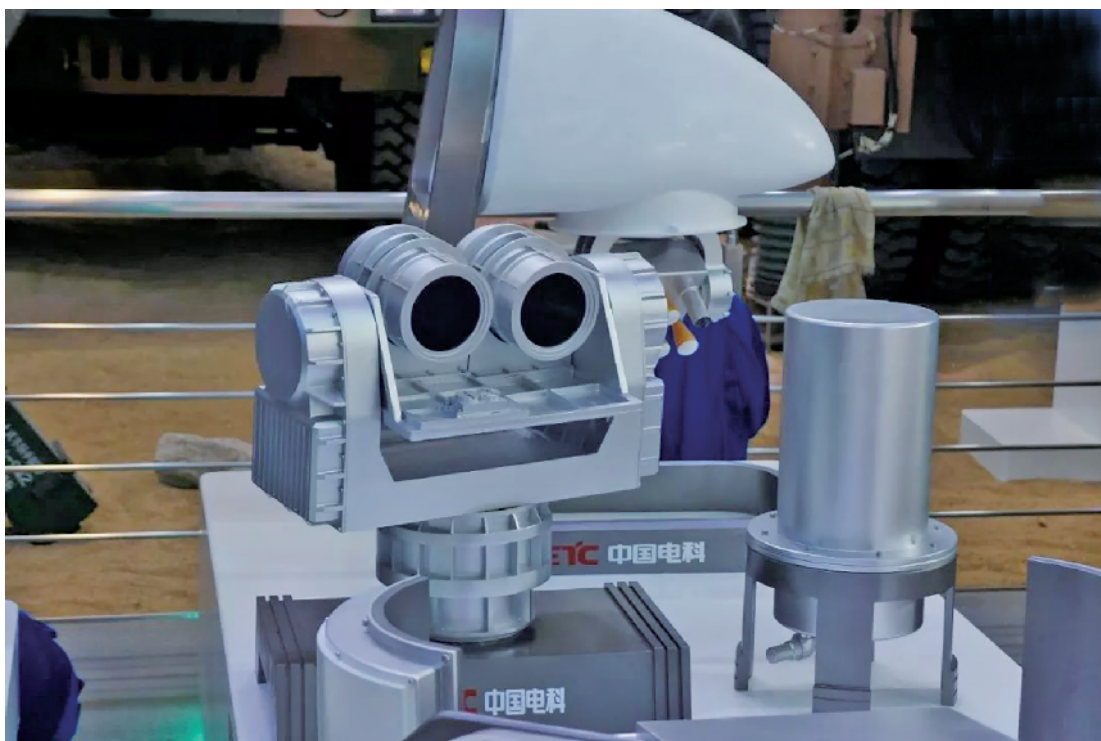


量子雷达：撕开战场“隐身衣”

■张竣敏

日前,我国研究人员首次实现高纬度量子隐形传态。中国科学院院士、武汉大学校长宾贤康表示,我国首台量子激光雷达的探测性能相比西方同类设备提升3个数量级,标志着我国在量子科技领域取得重要突破。量子雷达是一种利用量子现象进行目标状态感知和信息获取的特殊传感设备,广义上讲,只要是利用电磁波量子效应对感兴趣目标进行远距离探测的雷达都可看作是量子雷达。相比传统雷达,量子雷达具有探测距离远、可识别和分辨隐身平台及武器系统等突出特点,未来可进一步应用于导弹防御和空间探测等领域,具有广阔的应用前景。



第十二届中国国际航空航天博览会上展示的中国首部单光子检测量子雷达样机

突破技术瓶颈

传统雷达主要通过发射电磁脉冲并接收回波实现目标探测,然而,随着隐身技术和电子干扰技术的快速发展,这一探测手段面临挑战。近些年,以隐身战机为代表的各类隐身装备逐渐引领发展潮流。隐身战机采用波束控制手段和隐身涂料降低雷达的探测能力,甚至还会通过发布虚假信息干扰雷达探测,在与传统雷达的“斗智斗勇”中显得技高一筹。

面对传统雷达的探测困境,量子雷达横空出世。量子雷达是将量子信息调制到雷达信号中,通过收发量子信号

对目标进行探测的一种量子传感器。量子雷达可探测、识别和分辨隐身武器系统,被认为是未来最有效的反隐身手段之一。

通常认为,量子雷达通过将量子信息技术与传统雷达进行联合互补,可以突破传统雷达在探测、测量和成像等方面的技术瓶颈,为雷达反隐身作战注入“新生命力”。不过,量子雷达并没有“跳出”传统雷达探测的框架体系,而是利用更先进的量子理论对诸如接收机噪声等物理现象进行了全新的、更准确的诠释。

量子雷达灵敏度极高,显著提升了雷达测距、测角和成像分辨率。同时,量子雷达采用的量子芯片也大幅提升

了信息处理速度、减小了系统体积,同时消耗的功率更少。

形成发展浪潮

自新世纪以来,随着技术的进步,各国对量子雷达的研究逐步系统化,主要围绕量子纠缠与干涉、量子照明和量子相干态接收3个方面展开。目前,量子雷达主要分为干涉式量子雷达、接收端量子增强雷达和量子照明雷达等,也可根据发射光子数量多少分为单光子量子雷达和纠缠态光子量子雷达等。

在量子雷达领域,以美国为首的西方国家为积极抢占军事科技制高点,相继投入大量人力物力开展相关研究。早

在1995年,美国马里兰大学首次完成被称为“鬼成像”的量子成像实验,美陆军研究实验室进一步推出可“看穿”烟雾和热浪的量子成像技术,推动量子雷达成像系统的发展。2007年,美国国防部高级研究计划局启动“量子传感器项目”,旨在进一步提升量子雷达的成像分辨率。2012年,在美国国防部高级研究计划局“单光子量子信息”项目资助下,美国罗切斯特大学开发出抗干扰量子雷达,可对隐身目标进行探测和成像。

2018年11月,第十二届中国国际航空航天博览会上,我国首部单光子检测量子雷达样机首次公开展示。此前该量子雷达系统已完成大气环境下目标探测试验,具备百公里级的探测能力。

2018年底,俄罗斯首个采用量子无线电技术的试验雷达完成探测跟踪空中目标任务,标志着俄罗斯在量子雷达研究领域迎头赶上。2019年8月,奥地利研究人员宣布研制出一种量子雷达系统,可用于医学、安全和军事等用途,例如帮助医务人员在无伤害条件下研究细胞的内部组织结构。

“透视眼”又有新进步

目前,量子雷达仍处于研究和探索阶段。美国国防部高级研究计划局先后提出开展“量子传感器计划”和“量子辅助传感和读出”等项目,对量子雷达技术继续进行探索。同时,美国海军研究实验室、空军研究实验室等机构也相继开展量子雷达研究工作。

随着量子雷达技术不断成熟,未来部署到地面和水面作战舰艇的量子雷达,可对几乎所有空中目标进行探测,并能持续跟踪目标轨迹和行踪。装备量子雷达的作战飞机,相当于拥有一双战场“透视眼”,可实现对极远距离目标的提前打击,作战潜力不可小觑。据估算,装备单光子量子雷达制导的超远程空空导弹,作战距离可提升至几千公里。利用量子成像传感器还可进行战场观测,有效消除现有技术对成像产生的干扰,并过滤大气气流等干扰因素,形成普通摄像机无法直接获得的战场图像。

由于对电磁波的依赖大为减少,量子雷达可有效避开反辐射导弹的攻击,进一步改变现有导弹的作战机理和作战模式,促使战场作战形态向“量子化”转变。可以预见,基于量子雷达技术的各种雷达将在战略预警、区域防空和空中侦察以及精确打击方面得到广泛应用,成为未来战场上反隐身作战的“先行者”。

俄罗斯给航天器穿「软猬甲」

■兰顺正

据俄罗斯媒体报道,俄联邦知识产权局近日发布消息称,俄联邦航天局发明一种新型“保护罩”,用于减少太空垃圾碎片撞击给卫星带来的危害。

众所周知,随着航天技术的发展,外层空间利用已逐渐成为各国关注和发展的重点方向,随之而来的,则是航天器受到的威胁越来越大。

一方面是空间环境的恶化。由于各种航天活动频繁,导致目前近地空间漂浮着多达70万件太空垃圾碎片。试验表明,直径3.6毫米的铝弹丸在6.22千米/秒左右的速度下能击穿50毫米厚的铝板,而空间碎片撞击卫星的平均速度达到10千米/秒,给各种空间飞行器带来严重威胁,特别是对一些敏感的电子设备,将造成不可逆转的损伤。至于毫米级以下的碎片,即便不会伤及星内设备,对星外设备也可能造成不同程度损伤。

另一方面,随着相关国家太空军事化步伐的加快,未来太空爆发军事冲突的可能性大大增加,围绕军用卫星系统展开的攻防对抗将难以避免。而在各种反卫星手段中,制造碎片采用动能撞击对方卫星是重要手段之一。因此,对卫星整体结构进行强化或对关键部位采取保护措施,使其能在一定程度上抵御动能武器或碎片的攻击尤为必要。

早在1947年,国外曾有人提出一种双层板卫星防护结构。其基本方法是在航天器舱体外表面一定距离上布置一张缓冲板,弹丸超高速撞击缓冲板后,在靶板和弹丸间形成很强的冲击波,在冲击波作用下,碎片和缓冲板发生破碎、融化甚至气化现象,并在缓冲板后面形成一片碎片云,碎片尺寸和飞行速度明显变小,在缓冲板与航天器之间进一步扩散,当抵达航天器表面时,通常仅形成一片轻损伤区域。这种方式,通过缓冲板使空间碎片从撞击能量密度很大的点,变成扩散面积很大的面,从而降低对航天器的危害。据悉,这类防护板已被采用,并发展出填充式防护结构、蜂窝夹层板防护结构、铝网双屏防护结构、泡沫铝防护结构和多层板防护屏结构等不同类型。

根据资料看,此次俄罗斯公布的这种卫星“保护罩”很可能采用类似防护结构设计,同时有所创新,相当于给卫星穿上“软猬甲”。据报道,该装置由两层铝制保护板组成,表面布满有碳纤维增强复合材料。垃圾碎片撞击后将变成更小碎片,大大削弱其破坏性,这些更小碎片撞上保护板底部时将弹向不同方向。据其专利发明书介绍,锥体保护装置将比类似平面保护板轻薄10%。在太空碎片与日俱增变得越来越危险的当下,这种太空装甲技术将进一步提升卫星生存能力。

隐身“响尾蛇”亦不可怕

——美国推出AIM-9X近距格斗导弹新改型

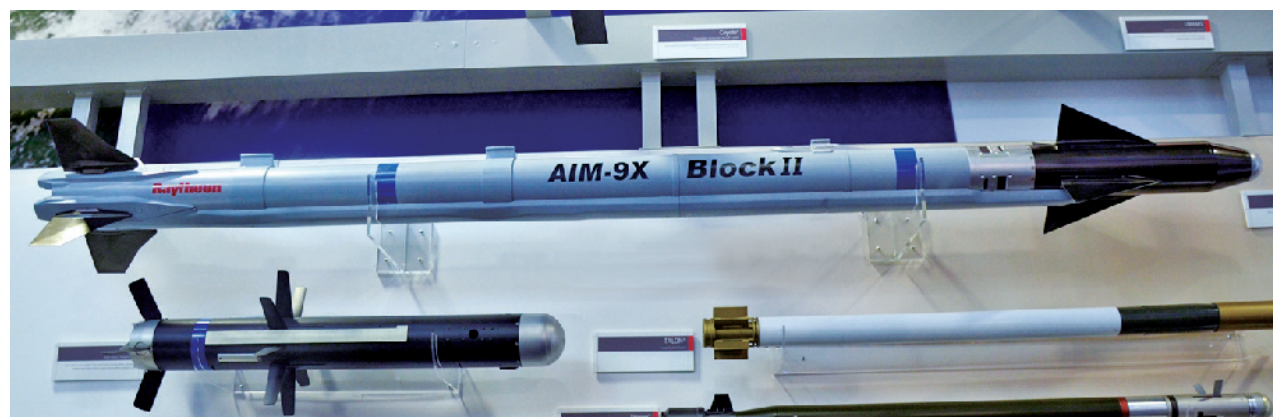
■王笑梦

8月29日,美国海军航空系统司令部宣布将与雷神公司达成新协议,对AIM-9X空空导弹进行持续研究以支持未来作战能力需求。拥有隐身和增强功能的AIM-9X Block II+空空导弹将挂载在F-35战机翼下,最大限度降低外挂导弹对战机隐身性能的破坏。

从“响尾蛇”到空空导弹

AIM-9空空导弹的研制灵感来源于响尾蛇。科学家发现,响尾蛇的眼睛视力严重退化,依靠眼睛下方的热感应器官捕捉动物身上发出的红外线,并将其从背景的热辐射环境中分离出来形成影像,进而实施捕杀。利用响尾蛇的这一特性,人们制造出第一代“响尾蛇”红外制导空空导弹,这种导弹通过感知飞机的红外辐射对其进行打击,在近距离格斗空战中具有良好的灵活性和更快的反应速度。

自诞生以来,“响尾蛇”空空导弹不断升级,先后发展出十多种型号,其中最具代表性的是AIM-9X空空导弹(代号“超级响尾蛇”)。该导弹沿用上一代的圆柱形弹体,头部略有改变,换装火箭发动机以增加导弹射程,采用环形破片式战斗部和主动激光近炸引信,推力矢量控制装置由4个喷气导流片组成,转弯速率达60至100度/秒,不仅提高了导弹的敏捷性,获得全向格斗所需的大机动过载,还使导弹能在低速状态进行大迎角飞行,从而能有效攻击高速飞行的战机,另外还换装更先进的红外成像导引头。



AIM-9X Block II+空空导弹

2015年再次改进的AIM-9X Block II空空导弹投入服役,该弹创新性安装战术数据链,具备发射后锁定功能,作战能力大幅提升。

“响尾蛇”隐身有何用?

AIM-9X Block II空空导弹服役后,美国海军认为,随着各国隐身战机投入服役,主动雷达制导中空空导弹将面临锁定目标难等问题,需要一款红外制导空空导弹应对。为此,美国海军推出AIM-9X Block III导弹项目。该导弹保留上一代AIM-9X Block II空空导弹的导引头、激光引信和数据链系统等部件,重新研制弹体、发动机和战斗部。其中,弹体直径增加到6英寸(152毫米),以容纳更大的发动机和战斗部;射程增加60%,同时具备强大的机动过载能力,满足近距离格斗空战需求。不过,AIM-9X Block III项目在2016财年预算中被取消。2019年8月29日,美海军航空系统司令部宣布与雷神公司达成新协议,对AIM-9X继续升级,具备AIM-9X Block III导弹部分性能,进一步向中空空导弹靠近,同时还保持近程格斗导弹的高机动性能,新导弹被命名AIM-9X Block II+。

AIM-9X Block II+导弹的最大特点是拥有隐身能力。新导弹将采用隐身外形设计,并覆盖隐身涂料,有助于抵消外挂时带来的雷达截面增量,维护挂载战机的整体隐身性,甚至为后者“提供更高的生存能力”。

从公开介绍看,AIM-9X Block II+

导弹既具有中空空导弹的射程,又具有短程格斗导弹的高机动性能;既拥有隐身发射的优势,又拥有高性能红外导引头和数据链加成,这样的导弹,岂不成为一种“全能”空空导弹?

其实不然。AIM-9X Block II+空空导弹存在明显缺陷。例如,虽然该导弹的理论射程达到50公里,但真正射程则视情况而定且有较大差异。通常情况下,载机和目标的高度差,导弹的飞行高度、相对速度、迎头还是尾追以及目标的机动情况等,都会对攻击距离产生很大影响。换句话说,如果导弹携带的机动能量在抵达目标前被消耗过多,有效射程将大打折扣,甚至可能被限定在视距内,如此一来,其隐身性能、增强打击等都意义不大。

另外,F-35战机的“野兽模式”所搭载的主要是尺寸较大的AIM-120中空空导弹,这种导弹目前没有隐身化改型。而F-35战机能够搭载近程空空导弹的外部挂架仅两具,即使挂载的AIM-9X Block II+导弹能够实现隐身,但其他十几枚中空空导弹同样会将飞机的整体隐身性破坏殆尽。

最后,虽然F-35战机可以使用数据链引导AIM-9X Block II+空空导弹打击空中目标,但数据链的抗干扰性能值得怀疑,特别是在高强度、高对抗性的复杂电磁环境下,数据链是否能够正常运作是一大问题。一旦失去数据链的指引,AIM-9X Block II+导弹的超远射程将无从实现,最后只能沦为一枚普通的近程格斗导弹。

美B61核弹升级计划受阻

■柳 军

近日,美国《防务新闻》周刊援引美国国家核安全管理局负责人的话报道称,由于检测到缺陷,美国B61-12核弹和W88 ALT 370弹头批量生产计划将被推迟。此前,美国空军已对B61-12核弹进行测试,并计划将其部署到欧洲各军事基地,对俄罗斯形成核威慑,但眼下该计划将无限期推迟。

据悉,美国原计划于2020年开始批量生产这些核弹,但测试结果表明,这些核弹和弹头的部分零部件使用寿命较短。因此,美国国家核安全管理局决定将B61-12核弹的批量生产推迟一年半,升级版W88潜射弹道导弹弹头的生产也推迟一段时间,以找到这些短寿命零部件的替代品。B61核弹是在20世纪60年代冷战高峰期发展起来的,并于1968年装备。此后,这款核弹一再升级。最新升级版B61-12核弹原计划替代已过期的部分旧式核弹,包括B61-3、B61-4、B61-7和B61-10等,计划服役时间为20至30年,将于2020年3月投入批量生产。

B61-12核弹主要用于执行战术核打击任务,也可执行战略任务。该弹采用“GPS+惯导”复合制导方式,圆概率误差可控制在30米内,尾部去除减速伞,弹翼改为可动式设计。该弹爆炸当量可调节,最高可升至5万吨TNT当量,也可根据作战需要,调低爆炸当量,以达到不同的打击效果。B61-12核弹是美国最昂贵的核弹,400枚造价高达110亿美元,这项计划也是美国核武现

代化的核心项目之一。西方军事专家认为,B61-12核弹将成为美核武库中“最致命”的核弹。一旦投入使用,不仅对俄罗斯,而且对其周边国家安全都会造成威胁。

W88核弹头于1988年底进入美国核武库,部署在俄亥俄级弹道导弹核潜艇上,服役时间接近30年,老化问题严重,因此这也是美国国家核安全管理局正在进行的现代化改造计划中的一个项目。不过,由于这两款核弹在测试中均被发现缺陷,该局负责人已经宣布,B61-12核弹和W88核弹头都不会在原计划的2020年按时投产。

俄罗斯《报纸报》报道称,美国军方原计划将B61-12核弹部署在位于德国、荷兰、比利时、意大利和土耳其的美军军事基地,并计划使用B-2隐形战略轰炸机和F-35A战机携带,推迟生产无疑将使这一计划落空。

俄罗斯《国家军火库》杂志军事专家阿列克谢·列昂科夫则表示,美国推迟生产核弹的时间与俄罗斯在高超声速导弹领域取得的显著成果有关。俄罗斯的高超声速导弹能够突破美国所有导弹防御系统,而美国耗费巨资的核武器现代化计划对此毫无帮助,五角大楼并不满意,开始以各种借口放慢批量生产的速度。他们声称,导弹零部件已经过时,存在一些技术故障,包括弹头不稳定等。但实际上五角大楼只是需要一个合理的理由,将这些钱用于其他核武器建设上。