

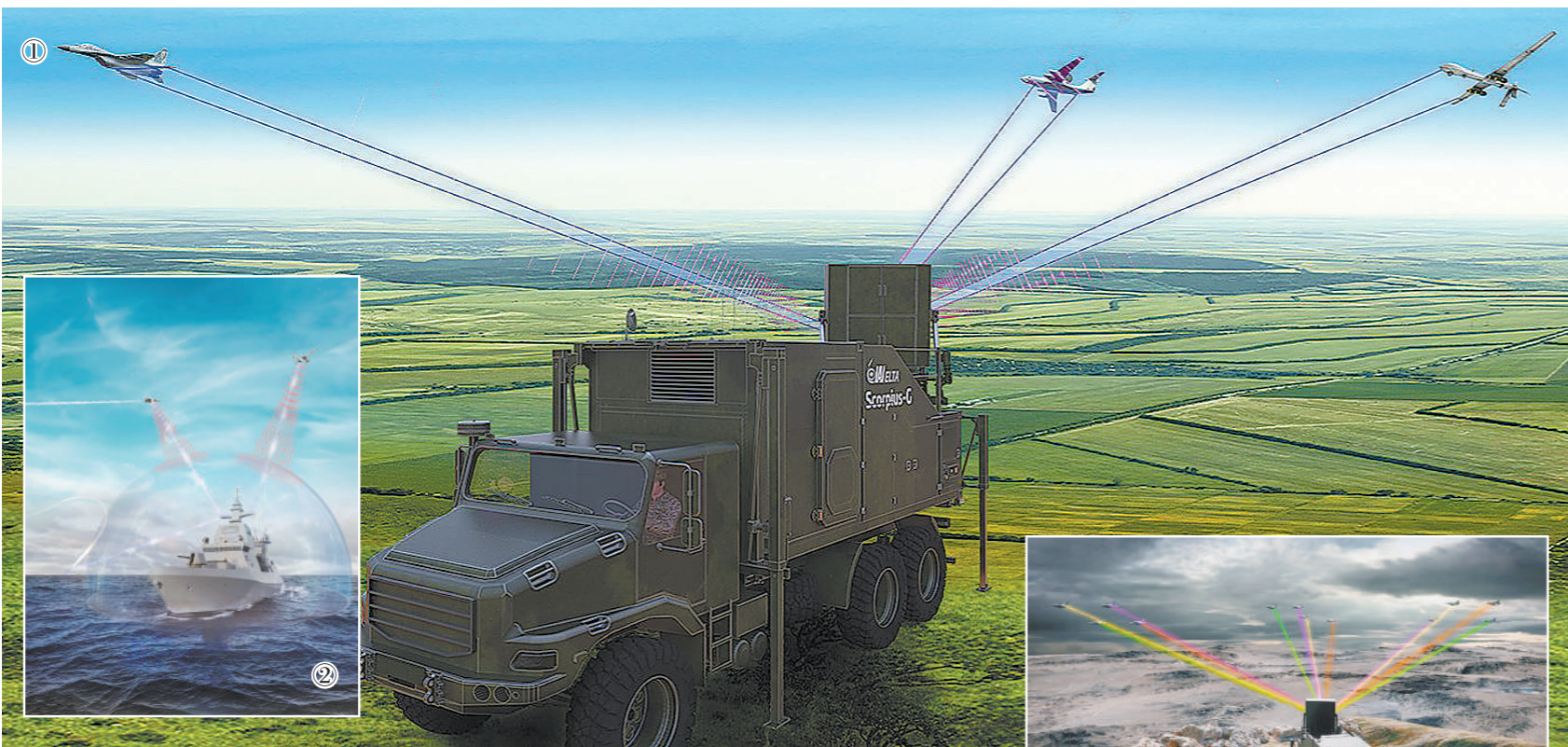
装备动态

去年11月,以色列航空航天工业公司(IAI)公布了被称作“天蝎座”(Scorpius)组合的多个新成员,并称“天蝎座”电子战系统具有干扰、对抗包括敌方无人机、舰船、导弹和雷达系统等多样化目标的能力,可以同时针对不同方向、具有不同频谱特征的敌方电子目标实施干扰。

按以色列相关研发公司的说法,在各国现有有的电子战系统、平台和装备中,以色列“天蝎座”电子战系统“第一次实现了在时间、空间、频段上的多功能自主调适和自适应变化,堪称突破性进展”。那么,这究竟是一款什么样的电子战系统?又预示着电子战系统怎样的发展方向?请看相关解读。

揭开“天蝎座”的神秘面纱

■吴敏文 杨 杨



以色列“天蝎座”电子战系统各分系统电脑效果图。图①:“天蝎座”-G(陆基型)电子战系统;图②:“天蝎座”-N(舰载型)电子战系统;图③:“天蝎座”-T(训练型)系统。

电子战是指使用电磁和定向能技术来控制电磁频谱或攻击对手的军事手段或行动。

随着电磁器件及装备越来越多地应用于作战感知、通信和导航环节,电子战的地位作用日益凸显。

1982年的贝卡谷地之战中,以色列用电子侦察无人机获取叙利亚防空导弹阵地雷达数据,又安排预警机、电子战飞机与战斗机群一起作战。这是典型的电子战。

2020年亚美尼亚与阿塞拜疆在纳卡地区爆发的冲突中,久姆里基地的“克拉苏哈”电子战系统至少击落了9架“贝拉克塔”无人机,电子战装备的威力再次显现。

近年来,随着网络和电子信息技术高速发展,武器系统对网络信息的依赖程度加深。适应这种变化,电子战装备的发展也呈现出新变化。以色列的“天蝎座”电子战系统,就体现着这种变化。

四位一体的新形态

去年11月,以色列航空航天工业公司宣布了新的“天蝎座”-G(陆基型)和“天蝎座”-N(舰载型)系统的存在。这两个最新产品应用了“天蝎座”电子战系统前期推出的两个机载吊舱——“天蝎座”-SP(自卫防护型)和“天蝎座”-SJ(防区外干扰型)的相关技术,并与“天蝎座”-SP、“天蝎座”-T(训练型)共同构成了四位一体的“天蝎座”电子战系统。

“天蝎座”-G(陆基型)主要用来探测和干扰来自地面和空中的威胁,在野战防空和要地防空提供电子掩护。

由于引入了新型有源相控阵技术,“天蝎座”-G可以同时干扰不同方向多个来袭目标的电子侦察、定位和制导系统。与传统电子战系统相比,它的反应速度更快,灵敏度更高,干扰距离更远。人工智能技术和数字化设备的使用,使它能对不同目标进行长时间探测、跟踪,显示电子战斗序列,进而通过自动运行或操作员控制,针对性地对目标实施精确干扰。

由于采用模块化设计,它能以不同尺寸、重量和复杂程度安装在不同平台上。多个“天蝎座”-G电子战系统组网时,可以覆盖更大、更复杂的区域,形成对己方目标的电子防护,同时干扰、破坏敌方的感知、通信、制导系统。



图为“天蝎座”-SJ电子战系统。

“天蝎座”-N(舰载型)由4个共形安装在中央桅杆上的面板组成,能独立运行或与其他船舶上的电子战系统联网运行。针对海上作战,“天蝎座”-N进行了优化,能保护己方军舰免受包括对手舰载系统、反舰导弹、无人机和有人机所搭载电磁感知手段的探测威胁。

“天蝎座”-N同样引入了新型有源相控阵技术,发现目标更快、更多,看得更近、更清晰。

氮化镓固态放大器的应用,使“天蝎座”-N能够更好地感知、获取敌方电磁装置的运行信息,甚至能跟踪和拦截低截获率雷达的探测,为在更远距离上干扰目标提供信息支撑。

“天蝎座”-SP及其衍生型号“天蝎座”-SJ推出时间稍早一些。两者同为机载吊舱,能搭载的平台多,干扰频段范围较宽。“天蝎座”-SP可干扰敌方空中和地面电子系统,为己方作战飞机提供电子掩护。“天蝎座”-SJ侧重提供防区外干扰,它的干扰距离更远、范围更大,可搭载在运输机、空中加油机上,在一些安全空域遂行护航和干扰任务。

“天蝎座”-T是其训练型。研发出训练型,是“天蝎座”电子战系统的创新,一方面避免了直接用电子战飞机训练形成资源浪费,另一方面也可避免因训练导致电子战系统作战特性、电磁频谱特征等信息泄露。据称,这个平台可用于“天蝎座”电子战系统所有组成型号的模拟训练。

突出鲜明的新特点

和以往一些电子战系统的发展模式和功能多寡不同,“天蝎座”电子战系统总体上呈现出“批处理”的鲜明特点。

一是电子战系统装备的系列化。电子战能力来自电子战系统和装备。陆、海、空作战平台由于活动空间特性、形体特征、容纳能力和机动特性不同,对电子战系统的外形和功能要求也不同。这就导致了以前的一些电子战系统,虽然也有技术上的相互借鉴关系,但大都各有侧重,瞄准一个方向发展,在一定程度上甚至自成体系。而且,这些电子战系统的发展路径大都是“研发一个、成熟一个、列装一个”。“天蝎座”电子战系统各组成型号的现身接近于“批处理”模式,即在很短时间先后推出4个型号,用这些不同的装备型号来满足不同军兵种、不同作战空间、不同作战平台的需要。

二是可同时对和处理多个方向的不同目标。以往的一些电子战系统只能干扰一定频段和方向角度的目标,“天蝎座”电子战系统则可以同时对周边作战空间进行全方位扫描,寻找、定位目标,进而聚焦电磁波束,对包括无

人机、舰船、导弹、通信链路、低截获率雷达等相关的多个敌方电子目标进行干扰,具有“批处理”对抗、干扰敌方多种不同目标的特点。

这主要是因为,“天蝎座”电子战系统引入了有源相控阵技术。

和有源相控阵雷达的原理类似,融入有源相控阵技术的电子战系统可使用一个天线阵列,同时向多个方向发送波束。该天线阵列由许多能够辐射和接收电磁信号的单元有规则地排列而成,各单元能按照一定规律组合并相对独立地完成任务。

尤其是第二代有源电子扫描阵列的发射/接收模块开始采用氮化镓基器件,这类器件功率密度和带宽容量更大。因此,使用氮化镓基器件的电子扫描阵列不仅扫描性能更加优异,在探测距离和峰值输出功率方面也今非昔比。

凭借此类技术上的突破,“天蝎座”电子战系统探测的距离更远、目标更多,且可同时探测多种类型的多个威胁,通过定制响应,向不同目标精确发送专用的狭窄干扰波束。

当然,将有源相控阵技术应用于电子战系统并不是以色列航空航天工业公司的创举。其他一些国家如美国,也在这方面取得了一些进步。

三是感知与干扰带有一定自适应性。“天蝎座”电子战系统被设计为同时针对多个威胁,能适应复杂战场电磁环境。形成这种能力的前提,是要能及时、精准地获取敌方电磁信号,分析出这些电磁信号的特征,根据各类技术参数调制出对应的干扰信号。这一过程,显然离不开智能化信息处理系统的“加盟”。同时全方位应对多种威胁,在一定程度上证明,“天蝎座”电子战系统对目标的感知与干扰带有自适应性,即能根据实际状况和需求有选择、有针对性地确定对策加以干扰。

这一点也可从另一方面得到证明。“天蝎座”电子战系统的4个型号,其数据库都可通过编程进行更新,加入最新的威胁目标数据。其地面训练型也具备训练应对当前和未来更多威胁的功能——据其模拟训练内容中还包含第四代和第五代战斗机的相关训练场景。

不同以往的新趋势

“天蝎座”电子战系统的现身,反映出一些事实:一是电磁频谱正成为现代战争中各方激烈争夺的又一个核心领域;二是电子战系统的发展逐渐呈现出不同以往的新趋势。

一是一体化。这一方面是指将功能相近的各型电子战设备组合成一个体系,在简化系统基础上实现信息更优交互,提高电子战效能。较为典型的做法,是将陆基、空基、海基等电子战系统

整合为一个既相对独立又相辅相成的综合性电子战系统,使其发挥更大效用。另一方面,则指网络攻防与电子战的一体化。以往,电子战通过对射频截获和干扰来进行,网络战则重在代码的干预与处理。随着科技的发展,电磁空间与网络空间的界限逐渐变得模糊起来。网络攻防可以借助电磁信号的接收、处理和发射来更好地实现,而电子对抗的延伸也必定与网络攻防息息相关。尤其是赛博空间作战概念的提出,使网络攻防与电子战的一体化需求变得更加现实而紧迫。2007年,以色列就曾采用“舒特”系统压制叙利亚防空体系并摧毁叙利亚核设施,昭示了网电一体化作战的潜力与前景。2019年,美陆军与诺斯罗普·格鲁曼公司签订了一份价值9亿多美元的合同,旨在支持后者进行网络和电子战的研发、集成、测试等活动。

二是智能化。随着无人机、舰船、导弹所搭载电子信息设备的升级,通信链路加密手段的改进,以及其反干扰能力的提升,在日益密集和复杂的电磁环境中,电子战系统要发挥作用,必须在智能化方面更进一步。简而言之,一方面要继续借力数据建模、智能算法、大数据技术等,优化电子战系统运行效能;另一方面,要通过运用机器学习、深度学习等智能技术,在电子对抗实践中持续改进和升级电子战信息处理系统,使电子战系统更高效地对目标进行分析判别,制订应对策略,达成作战目的。近年来,一些国家提出了“认知电子战”概念,其中的“认知”指的正是应用人工智能技术,即通过将电子战系统的频谱接收传感器和机器学习工具、神经网络等算法结合在一起,使电子战系统具有自动发现、分析、判别敌方电磁辐射的能力。

三是模块化与开放性。借助标准化的模块结构和弹性系统骨架,通过对模块种类、数量等进行调整,就能根据战斗需要快速组合成各具特色的电子战系统。这一直是电子战系统研制者追求的目标。如此,不仅能有效提高电子对抗系统的反应速度和作战效能,还能避免设备的重复研制,降低维护成本,简化后勤保障和技术维护。“天蝎座”电子战系统的研制成功证明了这种做法的可行性。单纯地体现在外观上,凭借模块化设计,不同的“天蝎座”型号可以在尺寸、复杂性和效能方面进行调整。这也为今后其他国家研制电子战系统提供了思路。此外,开放性或将成为今后电子战系统发展的一大特征。在反干扰设备不断迭代及新威胁目标不断出现的大背景下,电子战系统只有采用开放式架构,才能不断吸纳像有源相控阵技术这样的新“营养”。

供图:阳 明
本版投稿邮箱:jfjbbqdg@163.com

半潜双体航母构想“浮出水面”

■孙 军



半潜双体航母概念图

在不少国家的历史上,有使用双体船的记录。双体船的最大特点是横向稳定性好,因此常被用来进行水上作业,如捕鱼等。

现代意义上的双体船——双体船舶平台,同样具有这一特点和优势,不过在科技推动下,它开始具有更多优点。比如,其机动灵活、速度较快,每个船体有独立螺旋桨;相同排水量前提下,可以获得比其他单体船更大的甲板面积。

加拿大发明家克里德研发的SWATH双体船,有两个鱼雷型平底船体,像支柱一样撑起桥型甲板平台。这种布局的船舶,俄罗斯称之为半潜双体船。

近年来,俄罗斯提出了半潜双体航母构想。据俄罗斯克拉伊洛夫国家海军科学研究中心提出的方案,半潜双体航母的设计满载排水量比库兹涅佐夫海军元帅号中型航母的排水量要小,但在载机数量方面与后者几乎差不多。显然,这一构想的提出,旨在让同等排水量的航母获得更大甲板面积,搭载更多战机。

虽然是双体结构,外观上与传统航母有一定差异,但从构想的能力上讲,其功用与传统航母相比有过之而无不及。除了可搭载苏-33、米格-29K、米格-29KUB、卡-52K等战机外,它还可以部署无人机、导弹攻击艇、舰载预警机和水陆两用飞机等。

舰载机可以像搭载在传统航母上那样遂行任务,还能在一定的恶劣天气和较差海况条件下起降。导弹攻击艇从高度较低的下甲板离舰,还可以携带水陆两用飞机,半潜双体航母在设计上也有考虑,能通过计算、分析满足其起降条件,使航母能在远离大陆情况下实施搜救、消防作业。此外,半潜双体航母还可使用“波塞冬”无人潜航器和后送人员的救援潜艇。如此集群协同,

能有效提升航母的战斗效能。

从建造半潜双体航母的条件上讲,俄罗斯相关技术与设施较为完备。苏联解体后,俄罗斯虽失去了重要的航母建造基地——黑海造船厂,但在北德文斯克等地的造船厂,仍保持着建造高水平潜艇的能力,这使建造半潜双体航母所需平底船体、支柱结构的生产条件相对完备。建造传统航母对造船台的要求较高,半潜双体航母的建造通过干船坞组装就可以实现,所需的主要结构部件包括连接桥结构可以在不同企业制造,然后运往组装地点。

从造价上讲,半潜双体航母相对经济实惠。美国福特级航母的研制、建造费用高达130亿美元。俄罗斯在已有的科技、生产基础上设计、制造半潜双体航母,包括设计建造两个平底船体、连接桥结构、电动转向支柱系统、弹射器等,预估的单艘总造价不到前者的一半。而且,半潜双体航母还可通过部分采用民用方案,进一步降低研制费用。

从可行性上讲,研制半潜双体航母有一定实践基础。在航母研发历史上,曾有不少非常规设计,其中小水线面双体航母就是其中之一。1992年,英国皇家造船工程师学会提出了三体船的概念。俄罗斯也提出过建造三体小水线面航母的方案。但是,这些方案最后都束之高阁。原因之一,就是相关方对这类设计心存疑虑——如果风浪过大,两个船体之间连接处所产生的巨大扭矩,会不会撕裂双体航母。事实上,虽然建造双体航母尚无先例,但商用的双体船舶已在运行。Pieter Schelte号是瑞典一家公司运营的通用海上平台,作为世界上当前最大的双体船,它的长度达382米,宽124米,“块头”已经超过俄罗斯设计的半潜双体航母。而且,该公司目前正在建造“块头”更大的双体船。商业领域的这种运用,无疑给研制半潜双体航母提供了底气。

总之,事实胜于雄辩。半潜双体航母能否走下图纸?在海战场上表现如何?还需要更多国家在这方面投入时间、资金,进行更多实践。

热点追踪

三坐标雷达一直在“进化”

■胡勇华



图为德国APAR雷达。

磁波也随之上下移动,如此就能从天线和回波的变化中算出目标高度。

将两坐标雷达与测高雷达结合使用,可以得到目标的三维坐标。但是,由于它们都是机械扫描雷达,不仅占地广、耗资多,速度也较慢,可以同时扫描的目标数目较少,测量精度较差,当空中目标以高速度、高密度出现时,就有些力不从心了。

于是,集这两种雷达功能于一身的三坐标雷达应运而生。该类雷达也叫一维电扫描雷达,即在水平方向上用机械扫描,垂直方向上进行电扫描,从而获得目标的距离、方位和高度信息。

三坐标雷达的作用距离一般可达400千米左右,有较强的抗干扰能力。由于它提供信息更快更全面,所以很快成为引导飞机作战的关键设备。

电扫描指用电来控制雷达波束的指向变化进行扫描。当雷达搜索远距离目标时,虽然看不到天线转动,但实际上,有很多辐射器通过电子计算机控制,集中向一个方向发射、偏转信号。如果是探测较近的目标,这些辐射器又可以分工负责,产生多个波束,有的搜索、有的跟踪、有的引导,牢牢地“抓住”目标。这种雷达后来发展为相控阵雷达,意思是“相位可以控制的天线阵”。

相控阵雷达是三坐标雷达中的一种。此类雷达采用平板阵天线,明显不同于其他类型的雷达造型。它主要被用于引导飞机进行截击作战和给武器系统提供目标指示数据。20世纪70年代末美军研制的AN/TPS-59雷达,就是一种L波段、全固态、远程对空监视相控阵三坐标雷达。

两坐标,简单地说,就是方位和距离;三坐标,就是方位、距离和高度。两坐标雷达指的是能给出目标所在方向和距离两个测量值的雷达。这种雷达一般通过机械来转动天线,进行360度的扫描,从而获得目标的方位和距离信息。它通常用于追踪海面或陆地上的移动目标。但是,对于空中的目标,两坐标雷达在能力上就有些“捉襟见肘”。要“抓住”空中的移动目标位置,还需要有高度方面的参数。

出于这个原因,两坐标雷达过去一度常与专门测定高度的雷达同时使用,双方联手才能达成目的。当时的测高雷达,天线一般上下摆动,所发出的电

兵器知识