

兵器广角

据外媒报道,今年3月27日,美军驻沙特苏丹王子空军基地遭遇弹道导弹与无人机联合袭击,至少1架E-3“哨兵”预警机(以下简称“E-3‘哨兵’”)损伤严重,或将难以修复。这则消息,引发广泛关注。E-3“哨兵”是一型怎样的预警机?面对高端战争、复杂环境,它的能力如何?其受重创,给其他国家研用预警机带来什么样的启示?请看本期解读。

“哨兵”预警机为何折戟中东

■ 贡荣军 李 畅

回顾历史不难知道,E-3系列预警机的研发,始于20世纪60年代。当时,苏联大力发展轰炸机、巡航导弹等武器装备,低空突防能力明显增强。面对这些低空威胁,美国的地面预警雷达和EC-121预警系统难以高效应对。

这种情况下,美国空军经过多方研究论证,决定打造新的“空中预警与控制系统”,改变防空与空战指挥方面的被动局面。

此后不久,美国一家公司基于波音707-320B平台进行改装的方案在竞标中胜出,获得研发E-3预警机的资质。1975年,E-3预警机的原型机首飞成功,两年后,E-3“哨兵”交付使用,自此成为美国空军的主力预警机。

一度担负空中战场管理重任

E-3“哨兵”,也被称为“望楼”预警机,其背负的大型“雷达罩”是最显著的外部特征。历经多次技术迭代,这款预警机的作战能力不断提升,堪称美国空战体系的重要节点。

E-3“哨兵”的成功离不开其坚实的可靠的飞行平台——当时技术先进且运行成熟的波音707-320B商用客机。该平台装备的4台普惠TF33-PW-100A涡扇发动机,为E-3“哨兵”长时间执行空中警戒任务提供了有力保障。

在改装过程中,相关公司为波音707-320B配置了AN/APY-1/2型S波段脉冲多普勒雷达。这套雷达赋予了E-3“哨兵”强大的全方位监视和多目标跟踪能力。虽然采用机械扫描方式,但仍能有效过滤地面杂波干扰,对低空飞行目标的探测距离超过320千米。

但E-3“哨兵”远不止是一部空中雷达。它集成了先进的导航、通信、数据处理系统与显示终端,并配备了关键的Link-16数据链以及电子/光电侦察与对抗设备。这些系统共同构建起空对空、空对地实时联网的作战信息体系,使其能够高效执行预警探测、情报侦察、通信中继、指挥控制以及战场管理等多样化任务。

E-3“哨兵”的研制与不断升级,引发国际关注。鉴于预警机研发的高度复杂性与巨大投入,许多国家难以独立研制,一些国家如沙特阿拉伯、智利等选择通过采购来填补本国预警能力的空白。尤其在北约内部,诸如法国、英国等成员国采购装备E-3“哨兵”后,有效打通了空中指挥链路,为实施联合作战奠定了基础。

多年来,E-3“哨兵”活跃于多场局部战争,一度成为空中战场管理的支柱力量。海湾战争中,它累计出动数百架次,指挥协调了超过十万架次的战机行动,对伊拉克战机形成了“一起飞即被



E-3“哨兵”预警机。

李子博供图

锁定”的压制态势。科索沃战争期间,该机常进行全天候不间断空中巡逻,为有效掌控空域态势提供了关键支撑。在阿富汗战争与伊拉克战争中,E-3“哨兵”通过持续的空中态势管控、实时预警、精确打击引导以及协调近距空中支援,成为美军实施有效打击的重要保障。实战证明,集预警、指挥、控制、通信等多能作战范式于一体的E-3“哨兵”,当时已经成为空中力量加速升级的“倍增器”。

“迟暮老兵”疲惫日益显露

虽然E-3“哨兵”本身具有广域覆盖、强抗杂波和体系协同等优势,但在对抗强度不断提升、防空系统日益精湛的复杂战场环境下,其诸多引以为傲的优势,正面临着严峻考验。

首当其冲的便是它那略显“老迈”的雷达。E-3“哨兵”采用的是机械脉冲多普勒雷达。这个关键的“眼睛”每分钟大概6转,全局360度刷新周期约10秒。这样的刷新速度,在瞬息万变的现代空战中,注定对那些拥有隐身能力的“新锐杀手”,以及对稍纵即逝的“敏感目标”的探测、跟踪和持续锁定“力不从心”。更关键的是,“哨兵”的雷达尚未使用氮化镓等新型材料,这进一步限制了它在探测精度、效率和抗干扰能力上

的提升空间,使其在同代预警机中的技术光环逐渐褪色。

然而,技术上的差距只是挑战的一部分。E-3“哨兵”庞大的身躯和独特的雷达罩,在战场上几乎成了一个难以隐藏的“靶标”。它的起降要求苛刻,部署灵活性本就受限,雪上加霜的是,当雷达工作时,其相对固定且特征明显的电磁信号,极易被电子侦察设备捕捉、定位。部分较老的“哨兵”型号,缺乏有效的电子对抗和定向干扰能力,自身防护堪称薄弱。面对射程远、精度高的导弹威胁,以及强大的区域防空系统,这头缺乏有效“盔甲”的空中巨兽,生存能力面临严峻考验。即使雷达勉强发现了威胁,其相对落后的抗干扰设计,以及不够灵活的自适应处理能力,也让它难以有效应对复杂的战场环境。尤其是遭遇精心设计的欺骗式干扰时,E-3“哨兵”的探测能力会大打折扣,甚至面临被“致盲”的风险。

不仅如此,支撑整套系统的波音707飞行平台,也已走到了“风烛残年”。这款客机平台的生产线早已关闭,关键发动机和零部件的断供,导致E-3“哨兵”的维护成本不断攀升。较长的服役年限,也让机身结构饱受金属疲劳的折磨,各种故障频频发生。尽管机载计算机系统历经多次软件升级,但陈旧的核心硬件架构,导致其在处理海量的传感器数据和多源信息时,无论是反应速度还是处理效率,都被新一代预警机远远抛在身后。这架平均服役年限超过45年的机

队,正经历着任务完成率持续下滑的困扰。美国空军深知其局限,早已将E-7A“楔尾”预警机选定为接班人。然而,“楔尾”的诞生之路同样一波三折。面对高强度对抗环境的适应力不足、研制成本持续高涨、作战需求不断调整等难题,该项目被多次“叫停”。另一方面,作为临时替代方案的E-2D舰载预警机,又无法满足空军对大型、长航时、全局性空中指挥平台的核心需求。于是,一个“迟暮老兵,退而不得”的尴尬局面就此形成。在“楔尾”真正披挂上阵、填补空缺之前,老迈的E-3“哨兵”,仍不得不拖着疲惫的身躯,继续“坚守岗位”。

“空中指挥所”面临新挑战

“哨兵”遇重创,折射出的不仅是高价值目标防御能力的拷问,更是现代战争所呈现出的非对称性和不可预测性。“哨兵”的继任者,究竟需要什么样的能力才能有效应对战场的复杂环境,引发了人们对未来预警机能力的深思。

此次事件中,停放在基地的E-3“哨兵”遭受弹道导弹和无人机的复合突袭。固然不能排除该基地基础设施防护不力等因素,但其未出动就被摧毁,也映射出无人机与远程导弹对预警

机类等高价值目标的巨大威胁。如何防止类似“蛛网行动”中那种“被动挨打”甚至“不战而亡”的剧情上演,是需要从这次“哨兵”折戟中汲取的迫切现实课题。

“哨兵”老矣,尚能战否?这个问题的答案,很大程度上取决于它面临的战场环境。在相对宽松的天空下,这位“老兵”或许尚能游刃有余。然而,一旦面对高超声速导弹、隐身战机、远程空空导弹以及自杀式无人机等威胁,其生存变得岌岌可危。这种在高压战场上的脆弱性,正是美军加速其退役进程的核心考量,甚至让空军对其继任者“楔尾”能否真正扛住这种极端环境也投下了疑虑的目光。因此,世界各国在勾勒新一代预警机的蓝图时,战场生存力被前所未有地置于优先位置。

为了在这片危险的天空生存,未来的空中指挥所正经历着外形与武装的双重蜕变。它们正在告别“大圆盘”等突兀设计,转而采用更隐蔽的共形天线、智能蒙皮和隐身气动外形等优化设计,同时加装雷达告警、激光干扰、电子压制等套件提升自卫能力。此外,为便于快速部署,部分新型预警机还着重强化了在简易机场起降的自主保障能力,大大提升了灵活性和生存几率。

E-3“哨兵”在强对抗环境中的力不从心,更深层次地触发了对现代战场预警、指挥、控制、通信等能力的深刻反思与革新。面向未来的高端战争,新一代预警机正加速进化——全数字收发技术带来更精准的信号掌控;氮化镓材料赋予雷达更高的效率;多波段复合探测和多频谱信息融合能力,让高速、隐身目标无处遁形。同时,新锐机型甚至可以借助人工智能,在信息洪流中甄别威胁、辅助决策。

更重要的是,单一的“空中帅府”思维正被摒弃,取而代之的是更具韧性的分布式预警与指挥体系。构想中的未来天空,将是天基传感预警卫星在苍穹之上提供广域监视和早期预警;大型预警机在相对安全的空域进行超视距值守;而深入高风险区域执行探测、干扰、通信中继甚至引导打击的任务则由前出部署的无人机执行。这种“后方坐镇指挥,前方灵活探路,多层接力联动”的模式,核心目标就是适应信息化智能化战争的复杂棋局,让整个空中预警指挥体系更加坚韧。

与此同时,让这些肩负重任的“空中指挥所”用得起、耗得起,也成为设计者们无法绕开的现实课题。通过模块化、开放式架构设计,为未来不断涌现的新技术预留升级空间,避免出现整机淘汰的“浪费现象”;探索应用前沿能源技术,力求降低长期运行成本。在追求顶尖战力与战场生存力的征途上,精打细算、注重性价比的“持家之道”,同样是确保未来空中力量可持续性的关键智慧。

伏击的概率,有效降低伤亡风险。值得一提的是,这种“单兵一终端、地空双侦察”的运用模式,并未要求班组额外增加一名专门的装备操作手,而是将多平台操控权限直接下沉至单兵,更贴合小规模特种作战灵活机动、人员精简的需求。目前,FirstLook-125及其空地协同系统正处于优化和推广阶段。尽管其设计理念颇具创新性,展示了单兵无人侦察装备向体系化协同、轻量化设计、多平台发展的清晰方向,但它在实战复杂电磁环境下的可靠性、持续作战能力以及面对针对性反制措施时的生存力,仍有待进一步检验。

此外,成本控制和规模化部署也是需要考虑的现实因素。可以说,这款小小的投掷式侦察车及其配套体系,正在尝试为步兵推开一扇应对城市战场复杂侦察挑战的新大门,但这扇门后的道路能走多远,还需经过实战的严格考核。

左上图:FirstLook-125投掷式无人车。马 驹供图

兵器控

品味有故事的兵器

■本期观察:梁 铎 倪秀豪

在人工智能与自主控制技术的加持下,新一代无人艇正打破传统局限,以更低成本、更高风险承受力,承担起侦察监视、精确打击、反潜护航等关键海战任务。本期“兵器控”,解读3款各具特色的新锐无人艇。

多面“突击手” USX-1“挑衅”无人艇



如何让一艘艇快速切换角色,应对瞬息万变的海上战场?美国国防高级研究计划局新近研发的USX-1“挑衅”无人艇,以其开放式模块化设计,提供了一种前沿解决方案。

该艇长约55米,前后甲板设有大型标准化模块载荷区。该区域能集成不同导弹发射模块,使其能灵活化身防空、反舰、对陆或反潜平台。同时,艇体隔舱填充的高浮力复合泡沫材料,以及独特的故障降级运行机制,可让艇体受损时维持基本功能,避免彻底瘫痪。

此外,简化的建造标准有效降低了生产成本与量产门槛,普通游艇码头即可维修。但其全自主运作能力及复杂环境下的可靠性,仍需实战检验。

近海“突袭尖兵” “玛古拉-7”无人艇



乌克兰近期展示的“玛古拉-7”无人艇,凭借其高速机动性能,成为近海突击作战领域的新力量。

该艇全长约7.1米,体量设计兼顾速度与续航。其核心价值在于支持多任务适配,可执行侦察监视、反舰突击、对空拦截,甚至布雷和搜救等多种作战行动。该艇通过多通道卫星通信实现远程操控,在卫星信号受干扰时可切换为惯性导航,保持作战能力。

武器配置可根据作战需求选装反舰、防空等模块,或直接作为自杀式攻击艇使用。但其作战效能受海况影响较大,在复杂电磁环境下的实际表现仍存疑。

反潜“专业哨兵” ASW-KUSV双声呐无人艇



韩国ASW-KUSV无人艇,专注于反潜和水雷战领域。艇上搭载的远程主动声呐与侧扫声呐两种声呐系统,共同赋予了其出色的水下侦察能力。

远程主动声呐可将传感器阵列下放至240米深度,可对30公里范围内的目标进行搜索和跟踪。侧扫声呐则专注于对艇体两侧进行宽域、高分辨率扫描。两种声呐功能互补,大大提升其发现和识别威胁的精准度。

该艇艇体采用非磁性复合材料并经过低噪声优化设计,这种组合显著提升了其在高威胁水域行动的隐蔽性和生存能力。

值得注意的是,ASW-KUSV主要扮演水下“哨兵”的角色,负责探测、定位水下威胁,自身并未配备主动攻击武器。

新装备展台



城市巷战中,紧闭的房门后、倒塌的瓦砾堆里,狭窄的街角拐弯处,这些视线盲区往往是士兵面临致命威胁的源头。贸然侦察,风险极高;缺乏信息,寸步难行。如何安全、高效地“看清”这些危险角落,一直是步兵班组,尤其是执行特种突袭任务小队面临的严峻挑战。近日,在美军特种作战年会上亮相的FirstLook-125投掷式侦察无人车,为

FirstLook-125投掷式无人车——

单兵侦察有了地空“双哨位”

■ 牛 强 黄娟萍

应对这一挑战提供了一种创新思路。其最大亮点在于能与“黑黄蜂”4微型无人机共用一套操控终端,实现单兵同步管控空地两类无人侦察平台。

这款仅重2.6千克的小车,核心理念就是“可投掷”。士兵可以在相对安全的距离外,像投掷手榴弹一样,将其投入可疑的室内、废墟缝隙或障碍物后方。其坚固结构能承受将近5米的跌落冲击,落地后能自动摆正“身体”,无需士兵冒险上前调整。装备了特殊履带和铰接摆臂的它,能够自主翻越常见的战场障碍,灵活穿梭于人员难以或不宜直接进入的复杂区域。车上搭载的“眼睛”是可见光和

红外一体化光电探头,配合辅助照明和双向语音对讲功能,能让隐蔽在掩体后的士兵远程“看清”目标区域的内部环境,甚至与潜在目标进行喊话交流,大大降低了抵近侦察带来的暴露风险。

然而,FirstLook-125带来的真正变革,在于操控体系的融合。它巧妙地沿用了已在多国特种部队服役的“黑黄蜂”4微型无人机的同款手持操控终端。这意味着,士兵无需携带额外设备或学习全新的操作界面,就能同时指挥地面和空中的两名“侦察兵”。

这种“单兵一终端、地空双侦察”的协同模式,彻底改变了传统单兵侦察装备各