

范堡罗航展折射航空业发展趋势

■王大宁

7月20日至24日,2026年度范堡罗航展在英国汉普郡的范堡罗国际展览会议中心举办。本届航展的主要展品与参展商结构变化,充分折射出当前全球政治军事格局复杂演变背景下,航空武器装备和产业的新发展态势。

新式装备加速成型

本届航展集中展示全球航空领域的前沿突破,涵盖自主无人航空器、新一代倾转旋翼机、战术运输机、机动防空系统、六代机等装备及相关技术。

无人旋翼与固定翼自主作战装备实现多项技术突破。美国安杜里尔公司的“雷霆”自主攻击型倾转旋翼机,采用人工智能与模块化载荷集成与快速切换,适配情报搜集、侦察监视、电子对抗、精准打击等多元任务,配合有人战机编队作战,可提升空中编队作战韧性。意大利莱昂纳多公司的“普罗透斯”无人直升机采用开放式模块化架构,适配舰载部署、陆上分布式作战等场景,可远程操控或自主飞行,执行情报侦察、后勤支援与海上保障等任务。空客公司的U145无人直升机基于H145直升机改装,依托现有成熟机身大幅降低研发成本,可深入高危区域执行后勤补给、伤员撤离、情报侦察等任务。

空中机动与战术后勤装备全面升级,适配分布式远征作战需求。美国贝尔德事隆公司的MV75新一代军用倾转旋翼机,融合直升机垂直起降与固定翼高速巡航特点,专攻特种作战、远程突击与兵力投送。美国贝塔防务技术公司的MV250自主垂直起降飞机作为无人后勤平台,可自主完成伤员后送、情报侦察与物资补给等任务,适配前沿分散部署保障需求。德事隆航空公司的塞斯纳“空中信使”特种运输机可在简易短跑道起降,运营成本低、载荷性能优异,适配中小规模特种作战与轻量化战术空运场景。巴西航空工业公司的新型军用垂直起降飞行器,可在基础设施匮乏的前沿狭小区域起降,契合分布式作战的兵力机动与保障需求。

防空与下一代空战体系实现跨越式发展。欧洲导弹集团的“地面发射型先进近距空空导弹”系统,将成熟的空空导弹改造为地面机动防空装备,依托高机动载具快速部署,可拦截战机、直升机、巡航导弹与无人机,为部队机动和关键设施提供快速响应式防护。英



图①:莱昂纳多公司展出“普罗透斯”无人直升机等装备。

图②:贝塔防务技术公司展出MV250自主垂直起降飞机。

图③:空客公司展出U145无人直升机。

国、意大利和日本联合推出的跨国六代机合作项目,深度集成人工智能、多源传感器融合、有人/无人协同作战、新一代电子战与全域互联战场管控技术,旨在打造未来空战主力机型。

科创企业入局军工

本届航展参展商总数超过1600家,创历史新高,其中防务企业占半数,超过往届40%的比例。这凸显出,随着全球安全环境日趋复杂,始于1948年,最初以民用航空技术展示为主的范堡罗航展,重心已然转变,正主动对接全球军火市场的新一轮扩张。

电动垂直起降飞行器(eVTOL)的“军民双线”布局,是本届航展的一大看点。英国垂直起降航空航天公司的VX4全尺寸原型机完成首次公开过渡飞行演示,标志着电动航空技术正从概念走向现实。同时,多家厂商给出军用规划:贝塔防务技术公司的MV250自主垂直起降飞机,采用混合动力推进系统,是该公司全电动垂直起降飞行器A250的军用无人化版本。安杜里尔公司的“雷霆”无人机也采用混合动力。这折射出在当前技术条件下,纯电动力的飞行器在航程方面仍无法满足部分军事任务需求,混合动力将是未来一段时期的主流技术路线。

eVTOL制造商通过“民转军”切入全球军贸市场并非个例。一批人工智能、云服务领域的新兴国防科技初创企业也积极参展。巴西航空工业公司在航展上宣布与安杜里尔公司签署协议,共同开展托盘式武器项目,将“梭鱼”-

500M 巡航导弹集成到C-390运输机上,使之首次具备进攻能力。“运输机+托盘式远程弹药”这一方案,是对远程空地打击手段的低成本重构。在新一轮融资中,安杜里尔公司估值有望达到约1000亿美元,可与洛克希德·马丁等传统军工企业比肩,本次合作使其在军工业务版图上再有斩获。

美欧产业竞合加剧

装备和订单展示之外,范堡罗航展也是美欧开展产业竞争的“缩影”。相比上届航展,今年美国政府机构和企业参展商数量增加21%,约占整个展会的三分之一。9位美国参议员、多位州长及官员出席此次展会。多个美国州政府设立展台,宣传低税收、低监管、有竞争力的能源价格和联邦补贴等有利办企条件。美国航空制造业正同步进入新一轮扩产周期,叠加特朗普政府推动国防工业扩产,也为欧洲企业赴美投资及产业合作留出空间。

降低对美国国防技术的依赖、强化欧洲本土制造能力,已成为欧洲多国的共识。面对这一趋势,美国防务企业迅速调整欧洲业务战略:扩大在欧洲本土的生产制造,在当地建立合资企业,承诺更多技术转让,针对性开发适配欧洲需求的装备,同时强调采购成熟美制装备比研发新系统更经济、交付更快。本届航展上,洛克希德·马丁、雷神、波音等防务企业纷纷宣布与欧洲公司深化协作,合作领域涵盖低成本“爱国者”防空导弹开发、陆军战术导弹系统生产、“毒刺”导弹增产乃至无人僚机德国版

研制等。美国新兴科创企业也在加大欧洲布局,安杜里尔公司在本届航展上首次占据核心展区,宣布扩大英国子公司规模,并在波兰建设“梭鱼”-500M巡航导弹生产基地。

军事航空迎来变革

本届航展充分体现出,为适配不断变化的作战需求和应对全新战场威胁,军用航空领域正迎来深刻变革。代表性展品并非单纯的装备更新迭代,而是集中体现未来空战向自主化、智能化、多域协同、分布式机动、低成本可持续作战等方向的转型趋势,对现代空战、防空与后勤保障体系产生一定影响。评论认为,相当长一段时期内,面对日益增长的无人机与导弹威胁,反无人机装备与低成本防空装备将占据军贸市场热门席位,技术路线与产品迭代节奏将持续加快。相较于传统防空导弹,这类装备研发门槛更低,技术路径更多元,大量新兴企业能够入场参与竞争。

伴随欧美各国国防开支持续加码,新型航空装备从概念设计、原型试制到批量生产、投入实战的转化节奏将不断加快。全球军事航空已告别单一战机迭代的发展模式,转向自主无人集群、全域机动投送、智能防空反导、多域协同组网的体系化发展新阶段。未来10年,军用航空装备现代化建设将以有人/无人融合编组、人工智能深度赋能、全域高速网络化协同、低成本可消耗为核心特征,全面提升军队的快速反应、远程机动、持续作战与战场生存能力。

美国国防部7月底宣布,其与L3哈里斯科技公司和洛克希德·马丁公司签署为期7年的采购框架协议,目标是大幅扩充“爱国者”和“萨德”反导系统关键组件的产能。该协议旨在夯实美国导弹工业根基,加快弹药交付速度,填补库存缺口,满足美军自用与盟友装备供给需求,被视为美国强化全球反导布局的关键举措。

协议全面落地后,“爱国者”和“萨德”反导系统推进部件的产能,可分别扩充至原来的近3倍和4倍。此次扩产覆盖“爱国者”导弹的双脉冲固体火箭发动机、姿态控制发动机和杀伤增强装置,以及“萨德”的固体助推发动机和液体分流姿态控制系统(LDACs)。这类组件技术壁垒较高,生产线扩建周期长,是制约拦截弹乃至整个反导系统量产的主要瓶颈。

为兑现产能目标,L3哈里斯科技公司正投入数十亿美元资金,在阿肯色州、亚拉巴马州和弗吉尼亚州升级或建设约60处生产厂区,新增和改造超过9万平方米的生产与办公场地。公司同步扩招从业人员、绑定上游供应商和稳固原材料供应链,预计今年内敲定最终合同细节。该公司位于卡姆登的生产基地已完成现代化改造,增设专用加工车间与全自动数字化检测设备,以提高生产效率并强化质量管控能力。

“萨德”与“爱国者”系统形成高低搭配,负责在中近程弹道导弹飞行的末段实施分层拦截。两种系统依托美国弹道导弹防御体系实现数据互通,搭配AN/TPY-2雷达等探测设备及“宙斯盾”弹道导弹防御系统等配套作战单元,形成火力重叠的多层拦截窗口。

美国急于大规模提升拦截弹产能,根源在于近期持续高强度消耗带来的严峻库存压力。面对俄乌冲突和中东变局,美国持续向乌克兰输送大量“爱国者”拦截弹,并频繁动用“爱国者”与“萨德”系统抵御伊朗方面的导弹袭击,弹药储备缺口已成为美军公开承认的棘手难题。在此背景下,美国试图通过长期增产框架,快速补充美军自身弹药库存、补齐装备短板,适配当下导弹技术快速扩散且迭代升级的局面,同时通过夯实本土导弹工业产能,持续向欧洲和中东盟友输出反导

装备,巩固和绑定与盟友的防务关系,强化前沿军事威慑。

美国军方此次采购延续了其与洛克希德·马丁、波音和霍尼韦尔围绕弹体、导引头及其他组件建立长期增产安排的做法,不再简单采购拦截弹成品,而是将采购管理向下延伸至二、三级供应商。不过,从框架协议签署到实际产能兑现仍存在多重变数,厂区扩建、人员技能培训、关键材料供货及批量增产下的质量管控,均需经历漫长周期考验。



美将在欧亚增设F-35维修基地

■观山海

7月25日,美国国防部授予洛克希德·马丁公司一份价值2308万美元的合同,用于帮助芬兰、瑞士和韩国建立F-35隐身战斗机的综合维修保障基地。此举标志着该型战机的全球后勤保障网络向区域化、自主化方向加速迈进。

根据美军公布的细节,本次维修基地建设合同采用成本加固定费用模式,内容涵盖技术指导、基地筹建、初始备件与专用设备储备。关键部件的维修将在洛克希德·马丁公司位于得克萨斯州沃斯堡的总部完成,三国主要承担常规部件检修等基础维修任务,维修基地预计2028年12月前建成。

芬兰、瑞士和韩国在推进F-35战斗机本土化维修能力建设的大方向上比较一致,但具体诉求与战略定位各有侧重。

芬兰是与俄罗斯拥有最长边境线的北约成员国,高度重视空军战备水平和韧性。2020年,芬兰决定采购64架F-35A战斗机,首批战机于2025年底在美国下线,预定今年开始陆续交付。哈里空军基地成为F-35维修节点后,芬兰将大幅降低对海外维修渠道的依赖,确保空军在紧急情况下具备独立持续保障能力。

瑞士是身居欧洲纵深腹地的“永久中立国”。尽管该国在2025年底因项目成本超支宣布适度缩减原定36架F-35的采购计划,但仍推进埃门空军基地的维修设施建设。该国依托这一军事航空枢纽打造欧洲中部F-35维保节点,旨在减少跨区域维修成本。

韩国空军自2019年起已接收40架F-35A,后续计划增购20架,预计2027年交付。此前受美方限制,韩国仅能开展简单日常保养,重大检修需送位

于日本的区域维修中心。为改变这一局面,韩国国防事业厅2024年公布计划,在清州空军基地建设F-35维修中心,目标是在2027年前形成独立维修保障能力,以匹配战机运维需求。此次合同将为该基地建设提供初始设备、备件配置和启用支持。

美在欧亚三国增设F-35维修基地,看似可优化其海外机队运维和防务布局,却也暴露出F-35深层次的备件短缺与妥善率低迷问题,折射出美军工体系的结构性弊病。

美国政府问责局今年6月发布的报告显示,2025财年F-35机队基础任务能力率跌至44.1%,完全任务妥善率更是从2021年的67%跌至24.6%。F-35联合项目办公室曾于2025年推出“全球保障解决方案重置计划”,确立到2030年将F-35的基础任务能力率提升至80%的目标。欧亚三国新增维修基地,是该计划的主要落地举措之一。

然而,多重枷锁让上述计划举步维艰。F-35的备件供应体系正被机队规模快速膨胀和美国去工业化的双重压力撕扯。F-35 Block4升级所需的AN/APG-85氮化镓雷达量产已延迟至2028年,导致327架已交付或即将交付的机身只能以“无雷达”状态等待,部分甚至用金属配重块临时替代。更深层次的矛盾来自固化的军工利益格局:F-35的主承包商洛克希德·马丁公司长期垄断备件供应和全生命周期维修权限,缺乏开放供应链,降低维修成本的内在动力。新增区域维修基地只能就近调拨库存备件,无法从根源上解决产能不足与技术垄断问题。

上图:美军人员对F-35战斗机进行维护保养。



英法竞相推出无人僚机方案

■李 海

主打损耗可控、批量部署的实用化路线。

目前,“风暴战士”项目虽处于方案设计阶段,但已引发欧美军工巨头激烈角逐。波音公司曾推出适配英国航母起降的改装方案,契合英军海空协同无人作战需求,且依托“奥库斯”合作框架具备技术对接基础;BAE系统公司不仅为MQ-28无人机提供飞行器管理系统、地面控制站等组件,还拥有“雷神”隐身无人战机验证项目的技术积累,其自研隐身CCA概念机与英国“暴风”六代机设计理念高度契合;通用原子公司则推出模块化舰载版“先手策略”无人机;英国本土企业MGI工程公司的T-022“涡旋”僚机,凭借模块化、可复用和低成本设计,成为英国自研主力候选机型。

相较于英国的激进布局,法国选择循序渐进的发展模式,聚焦电子战与前置感知能力,搭建“阵风”战机的无人协同链条。近期,达索公司联合哈马坦人工智能公司完成一次有人/无人机协同实战测试。一架搭载NAMIB电子战载荷的无人机前出,在数十公里外侦测并定位敌方雷达信号,回传坐标数据后,由“阵风”F4战机在安全空域完成模拟打

击,搭建起“无人机前端侦察、有人机远程投弹”的防空压制全新链条。

值得注意的是,NAMIB载荷自今年1月启动研发,仅半年便投入测试,展现了较高的技术成熟度。尽管此次测试未进行实弹攻击,仅验证了数据链互通能力,但它标志着法军有人/无人协同作战体系迈出实质性一步。法国规划到2035年前后,依托“阵风”F5战机列装“斯特拉图斯”超声速防空压制及反舰导弹。NAMIB载荷将作为作战链的前沿感知节点,为后方战机提供目标指引,构建“无人机前置感知、战机远程打击”的非对称优势。

总体来看,英法分别从“协同攻防僚机”与“关键感知节点”定位发力,其底层逻辑均遵循“高低搭配、可消耗部署”的范式,旨在通过低成本无人平台承接高危任务,协助和掩护高价值有人战机,进而构建网络化分布式作战体系。随着欧洲无人僚机竞赛全面提速,未来空中力量建设格局将围绕“无人平台适配、体系融合、成本管控”持续博弈和重塑。

左上图:英国BAE系统公司推出的无人僚机概念图。