

军工T型台

前不久,土耳其宣布自主研发的“自由鸟”高级教练机中标西班牙空军新一代“综合作战训练系统”项目,并将搭配空客公司的训练系统,共同构建起西班牙空军全新飞行训练体系。据悉,这是土耳其军工首次以体系化方案进军欧洲防务市场。

众所周知,土耳其航空工业从承接美欧航空产业任务起家,核心技术长期受制于西方国家。近年来,土耳其加快新兴技术研发,相继推出教

练机、无人机等中小型装备平台,引起欧洲多国关注。去年以来,葡萄牙、罗马尼亚等国均与土耳其签署军购协议。如今,土耳其制造的航空平台也将融入欧洲防务体系,成为欧洲防务体系的一部分。

在竞争激烈的国际航空军贸市场,“自由鸟”高级教练机为何能够突出重围?它将如何影响欧洲作战体系?其背后又有着怎样的考量?请看本文解读。

西班牙空军采购土耳其“自由鸟”高级教练机——

土耳其军工进军欧洲防务市场

■白季平 姜子晗



引入土耳其教练机契合西班牙多重需求

据公开信息披露,此次西班牙与土耳其达成防务合作协议,西班牙将以26亿欧元采购30架“自由鸟”高级教练机。土耳其将从2028年起,向西班牙交付这30架“自由鸟”高级教练机。

作为欧盟成员国,西班牙为何弃购美、欧等西方国家的武器装备,转而采购土耳其战机?原因有两个方面,一方面西班牙空军装备更新换代迫在眉睫;另一方面“自由鸟”高级教练机性价比高。

目前,西班牙空军现役主力教练机为美制SF-5M,该机自20世纪70年代列装以来,虽然经过多次升级,但机体寿命、航电系统已无法适配现代空战需要。SF-5M机队整体机龄超过50年,面临严重的结构老化与零部件供应短缺等问题。受老旧机体影响,维护保障压力增大,2023至2024年西班牙国防部投入约2500万欧元用于航电与发动机维护,以保障机队安全飞行。

为填补空缺,2024年,西班牙发起全球招标,吸引包括土耳其航空航天工业公司、韩国航空航天工业公司、美国波音公司等多家企业前来竞标。土耳其推出的“自由鸟”高级教练机在招标中展现出显著的成本优势,单机全寿命周期成本明显低于美制T-7A与韩制FA-50等产品。同时,空客公司主导的本土化改装与维护体系,可将后续使用成本进一步降低。若按30架机队规模与20年服役周期计算,能为西班牙空军节省大量开支,这对预算有限的西班牙来说是重要考量因素。

但真正让“自由鸟”高级教练机在最后一轮评估中胜出的,不只是价格低廉,更多的是性能优势。该机型2023年首飞,搭载与韩国FA-50同款的

的美制F404发动机,从纸面数据上看,最大飞行速度为1.4马赫,实用升限突破13000米。除担负训练任务外,机身有7个武器挂点,能携带3吨弹药,可作为轻型战机执行近距离支援、战术打击等任务。

不仅如此,先进技术的应用使“自由鸟”高级教练机更好地融入北约训练与作战体系。该机采用全液晶显示驾驶舱与数字电传飞控系统,具备开放式任务架构与北约兼容的数据链,可对标F-35与“台风”等现役主力战机的操作。这表明飞行员在该机型上完成系统训练后,可衔接主力战机执飞任务,有效缩短战斗力生成周期。

自去年以来,西班牙与土耳其依托“自由鸟”高级教练机项目推进北约体系适配,实现该机与西班牙空军“台风”战机战术信息互联互通,为后续编队协同、联合训练奠定基础。这种兼容性优势将显著提升北约内部装备互操作性。未来,“自由鸟”高级教练机或将与土耳其正在研发的“可汗”五代机构建协同训练框架,为北约多机型一体化训练提供新选项。

“自由鸟”高级教练机训练体系与欧洲现役装备深度耦合

战机战斗力生成不完全取决于机型先进程度。从飞行员培养的角度来看,飞行员训练水平将直接影响战机作战效能。因此,在售卖“自由鸟”高级教练机之前,土耳其做足“功课”,不仅要完全替换西班牙老旧的教练机队,还要构建起能覆盖飞行员高级训练全过程的新型训练体系。

“自由鸟”与传统教练机设计不同,其机身采用轻量化复合材料,配备数字电传飞控系统,可模拟三代机、四代机的飞行特性,满足从基础训练到高级训练,再到战术对抗训练的全流程需求。

不仅如此,土耳其与空客公司还将翻新西班牙塔拉韦拉-拉雷亚尔空军基地的训练设施,配置任务模拟器、虚拟现实系统与计算机教学平台等高端训练设施,并升级雷达监控系统、建设新型维护车间,为西班牙空军打造一整套以“自由鸟”高级教练机为核心的运行、维护与地面教学服务体系。

从训练体系融合角度看,此次土耳其采取与空客公司合作的方式,解决了“自由鸟”高级教练机从日常训练到维护升级的全链条适配问题。据外媒披露,空客公司将在西班牙建设“自由鸟”高级教练机改装中心,针对西班牙空军实际需求,加装通信设备、敌我识别系统,并与西班牙现役战机训练模拟器联网,构建“实机训练+模拟训练”的一体化训练体系。

这种装备与训练体系深度耦合的方案,避免了传统采购中“装备与体系脱节”的问题。例如,部分国家采购国外教练机后,因无法与本土训练系统兼容,不得不额外投入资金进行改造,而“自由鸟”高级教练机的合作模式从源头规避了这一风险。

“自由鸟”高级教练机还具有技术迭代潜力,其模块化设计为后续升级预留空间。该机型航电系统采用开放式架构,可根据技术发展逐步升级雷达、电子战设备等核心部件。

土耳其航空航天工业公司承诺,将与西班牙共享部分技术数据,支持西班牙参与后续改进项目。这对提升本土航空工业能力的西班牙而言,是重要的附加项。西班牙航空企业可通过参与“自由鸟”高级教练机的电子设备集成工作,积累先进教练机的系统集成经验,为未来参与欧洲教练机联合研发奠定基础。

如果该训练体系如期建设完成,欧洲军贸市场上以“自由鸟”高级教练机为核心的飞行员训练体系,将会打破传统由美、意、韩主导的高级教练机市场格局,打造出高级教练机发展的新样本。

合作新模式令土耳其军工成功“破圈”

斯德哥尔摩国际和平研究所去年发布的年度统计数据,土耳其2024年出口的防务产品总价值位列全球第17位,仅次于加拿大,已超过西班牙,有5家土耳其公司入选美国“防务新闻”网站评选的全球百强榜。

据了解,由于土耳其武器出口附加条件少,售价更低,土耳其防务产品的主要客户是那些希望摆脱他国控制、独立发展军力的国家。近年来,欧盟与美国的嫌隙不断,期待实现防务自主的欧洲各国在“自由鸟”高级教练机项目上看到了新希望。

空客公司与土耳其航空航天工业公司的合作模式证明,欧洲可以将土耳其等具备一定技术实力的国家纳入欧洲防务产业链,既降低装备成本,又拓展技术来源。这意味着“非美欧装备”进入传统欧洲市场,高端防务装备的垄断正在被打破。长期以来,欧洲防务市场被美国洛马、波音等企业主导,新兴国家的高端防务装备始终难以突破技术认证、体系兼容、地缘政治的壁垒,只能在低中端市场争夺份额。

欧盟在2025年“重新武装欧洲”计划中提出,要构建“泛欧防务供应链”,而土耳其在航空制造、电子设备等领域的产能,可填补欧洲产业缺口,缓解空客公司在教练机、运输机领域的产能压力。未来,欧洲可能进一步与土耳其在无人机、防空系统等领域开展合作,形成互补共赢的防务合作新格局。

去年7月,土耳其拜卡技术公司完成对意大利比亚乔宇航公司的收购。几乎同时,意大利莱昂纳多集团与拜卡技术公司合作成立了合资企业LBA系统公司。LBA系统公司将主要承担拜卡技术公司旗下两型无人机的制造工作。可以看出,土耳其无人产品必将在欧洲防务市场占据一席之地。

此外,欧洲多国已经与土耳其签署协议,购买土耳其防务产品。例如,葡萄牙与土耳其签署协议,将购买价值2亿欧元的补给舰;罗马尼亚与土耳其签署协议,计划购买超过1000辆“眼镜蛇II”装甲车……据估算,土耳其国防出口额将从2025年的98.7亿美元提升至2028年的110亿美元,土耳其也将实现“成为全球十大防务出口国”的目标。

当然,要实现这个目标仍需克服诸多难题。土耳其军工面临技术可靠性、长期实战验证不足等问题,欧洲防务体系的多方合作也需跨越地缘政治分歧与技术标准统一的障碍,美国的外部干扰同样可能影响这一进程发展。

不可否认,“自由鸟”高级教练机中标西班牙军贸项目,将成为欧洲防务自主化进程中的一个新突破,也为未来国际防务合作提供全新思路。

左上图:土耳其“自由鸟”高级教练机。资料图片

战机机翼的进化之路

■严子昌 胡庆峰

军工科普

小时候,我们或许都折过不同形状的纸飞机。有的机翼宽大,飞得慢又稳;有的机翼细长,飞得快又远。这种看似简单的玩具,却暗合了机翼设计的奥秘。从人类历史上第一架飞机“飞行者一号”采用的双翼布局,到现代先进六代机采用的兰姆达机翼,其形状已进化出多种形态。

20世纪初,飞行器设计先驱们的核心任务是让飞行器脱离地面。由于当时发动机动力有限,只能增加机翼面积来获得更大升力,为此,双翼机、三翼机应运而生。1903年,莱特兄弟设计的“飞行者一号”采用的是双翼布局,一战期间的王牌飞行员李希特霍芬,曾创下击落80架敌机的惊人纪录,他驾驶的战机采用的是三翼布局。

多翼布局的空气阻力大、结构笨重,随着人们对飞行速度的要求提高,单翼机逐渐取代多翼机。

20世纪30年代,平直翼布局成为战机机翼设计主流方向,这种矩形、梯形或者椭圆形的翼面布局设计简单,在亚声速范围内升力效率稳定。德国梅塞施密特Bf-109、英国“喷火”等战机均采用平直翼,在二战初期的空战中展现了出色性能。

然而,当战机试图突破音速时,平直翼却遇到“音障”的技术瓶颈——前方空气被压缩形成激波,阻力剧增,战机失控甚至解体的风险急剧上升。

1935年,德国阿道夫·布兹曼提出后掠翼航空设计理念。这一领先时代的创新设计,囿于当时风洞技术不够成熟难以“落地”,却为后续突破埋下伏笔。

发动机的迭代更新加速战机机翼的突破。多年后,首款搭载喷气式发动机的德国Me-262战机投入实战使用。该战机采用18°后掠翼,但这一改变主要考虑的是重心调整,并非布兹曼创新理念的真正应用。

战后,美国招募布兹曼进入美国国家航空航天局,苏联则借助缴获资料研究后掠翼设计,两国同时开启后掠翼实用化探索。1947年,美国F-86“佩刀”战机采用约35°后掠翼,苏联米格-15战机紧随其后,同样采用35°后掠翼设计。

与此同时,三角翼布局异军突起。该布局虽然早在16世纪就已有工程师提出构想,但直到1944年,才首次应用在德国的Me-163火箭动力战机上。战后,德国科学家亚历山大·利佩什赴美参与F-102三角翼战机研制,法国达索公司则推出“幻影”系列三角翼战机。三角翼的大后掠角设计能有效降低超声速阻力,成为冷战初期高速截击机的优选布局。

出于对飞行速度与操控稳定性的双重追求,边条翼设计开始流行。20

世纪60年代,美国国家航空航天局风洞试验发现,大后掠边条可产生强涡流,将高能气流注入机翼上表面,显著延缓气流分离。1972年,美国F-5E战机首飞,该机创新采用小面积边条,升力明显提升。

此外,鸭式布局也在这一时期走向成熟。这种将水平前翼置于机翼前方的布局设计,能通过涡升力提升机动性。我国歼-10战机采用此类布局,通过鸭翼与边条的涡流耦合大大提升升力。

五代机的出现,标志着气动布局已开始追求“隐身、气动性能、结构完整性”的多目标平衡。美国F-22战机将机头棱边、进气道前缘等设计为混合流发生器,虽然边条面积缩减,却实现了1.8马赫超声速巡航,激波阻力比F-15明显降低。

战机机翼的外形进化,见证了飞行器从“飞起来”到“飞得快”,再到“飞得好”的跨越。未来,随着流体力学与智能控制技术的融合,战机机翼或将在“全天候、全空域、全任务”的目标追求上进一步突破。

秘鲁韩国将携手研发新型潜艇



HDS-1500型潜艇模型

新闻播报:前段时间,韩国现代重工集团与秘鲁海军工业服务集团正式签订了新一代潜艇联合研发合同。随后,双方启动潜艇研发设计工作,标志着双方合作从前期磋商迈入实质性开发阶段。

海军大连舰艇学院某教研室副主任盛达:双方将基于HDS-1500型潜艇共同研发一款新型潜艇。这次合作,对于秘鲁而言,既可以有效提升海军装备水平与作战能力,也将有效促进军工业发展升级。目前,秘鲁海军拥有6艘德国209型潜艇,服役超过40年,已接近使用寿命极限。尽管秘鲁曾联

合蒂森克虏伯海洋系统公司对部分潜艇进行现代化改造,但从长远看,还是要加快推进潜艇的更新换代。根据规划,HDS-1500改进型潜艇的设计研发预计耗时2至3年,建造周期至少4年,首艇有望于21世纪30年代初服役。新型潜艇计划采用锂离子电池技术,相比传统铅酸电池潜艇,水下续航力将显著提升。不过,在合作过程中,秘鲁可能会遭遇关键技术受到限制、研发成本攀升等情况,这些都是秘鲁发展国防工业需要关注的难题。(谢安、张佳宁整理)

军工档案

美国华盛顿陆军博物馆的一个枪械展柜里,一把意大利伯莱塔M9手枪引人注目,铭牌上标注着其服役时间:1985至2017年。

一款意大利手枪缘何能在美国陆军服役30多年?这还得从一段故事说起。1983年,美军启动XM9计划,旨在为全军换装一款新型制式手枪,替代服役多年的M1911手枪。

意大利伯莱塔公司的92SB-F型手枪,凭借其紧凑结构和高可靠性,进入候选名单。当时,美军有人质疑:“一款意大利手枪能经受美军实战环境考验吗?”也有人直言:“不能让外国制造的武器决定我们的战斗命运。”

这些观点,不仅是对国外枪械技术

的质疑,更是美国倡导军工自主的固有思维。为了打破偏见,伯莱塔公司同意在美军全程监督下进行手枪极限测试。

美军在佛罗里达州的一个军事基地开展了为期数个月的手枪极限测试。伯莱塔92SB-F型手枪连续射击5000发子弹仅发生一次故障,且故障原因被查明为弹药问题,而非枪械本身设计缺陷。

最终,在可靠性、耐用性、精度和人工功效等方面,这款手枪均表现优异,被美军选定为制式手枪,并命名为M9。

意大利手枪跨国服役

■何梓源 彭四疆

这一决定,不仅是对M9手枪性能的认可,更是一次跨国军工合作的突破——美军自1911年以来首次采用非本国设计的制式手枪。

列装美军后,M9曾经历过一次升级改进。1987至1988年,多支早期生产的M9手枪套筒出现断裂事故。伯莱塔公司调查发现,早期意大利生产的套筒使用了含磷钢材,导致金属韧性不足。

找到问题后,伯莱塔公司科研人员迅速开展技术攻关,并推出解决方案:采用新型钢材,并在枪械结构上增加套

筒阻挡装置,即使套筒发生断裂,该装置也能有效阻止其向后飞出击伤射手。至此,M9手枪套筒断裂问题得到彻底解决。

此后,伯莱塔M9手枪伴随美军征战30多年,直至2017年,才逐渐被新式手枪取代。

伯莱塔M9手枪的跨国服役表明,优秀的装备不仅源于出色的初始设计,更在于面对问题时的改进创新能力。可以说,可靠性与适应性,是武器装备的核心生命力。

专家连线

