

## 军工T型台

前段时间,在第55届巴黎航展上,瑞典萨博公司公布一项重要试验结果,将德国赫尔辛公司研制的“半人马座”人工智能系统整合到新一代“鹰狮”E战机中,并从今年5月开始进行了3次测试飞行。测试中,该系统在超视距空中自主计算复杂机动轨迹,助力飞行员有效规避打击,并辅助飞行员模拟发射导弹攻击远距离目标。

近年来,随着人工智能技术的迅猛发展,其向国防

军事领域迈进的步伐也在加快,尤其是在军事航空领域,各大航空强国纷纷尝试为战机配备带有人工智能技术的辅助驾驶和决策支持系统,协助飞行员处理各类信息,提升空战的精准判断和灵活反应能力。

萨博公司“鹰狮”E战率先配置了开放式和模块化综合航空电子系统,一度被称为“智能战机”。此次,“鹰狮”E战机搭载并验证了人工智能系统,空战能力会得到再度提升,并为欧洲六代机研发奠定基础。

## AI改变未来空战模式——

## “鹰狮”战机升级之路

■王笑梦



## 从本土需求到走向海外,“鹰狮”家族不断扩充新机型

位于斯堪的纳维亚半岛的瑞典,长期奉行中立政策,国防工业也走独立自主发展道路。近年来,欧洲地缘政治格局发生变化,瑞典于2024年加入北约,国防工业更加积极主动参与全球合作,在国际军贸市场上占据一席之地。这一系列变化,在“鹰狮”战机家族的发展中得到体现。

20世纪50年代至70年代,瑞典萨博公司先后成功研制了萨博-29、35、37等一系列国产战机,其中一机多型的萨博-37战机,凭借优异飞行性能,以及能够在野战机场、公路跑道等简陋条件下实现短距起降等方面优点,得到业界普遍认可。但早期瑞典战机主要是围绕北欧特殊作战环境设计,雷达、导弹、发动机等均是国产装备,对于其他国家空军来说兼容性不高,备件供应链也不顺畅,因此难以打开国际军贸市场。

1979年,瑞典空军为替代萨博-37战机,曾打算引进美制F-16或F/A-18战机,但瑞典最终决定在保持本国独立航空科研生产能力的根本要求下,继续支持萨博公司研制新一代国产战机。

为此,萨博公司牵头打造出一个JAS工业团队,字母分别代表战斗、攻击和侦察。萨博公司负责战机体设计,沃尔沃航空发动机公司研制动力系统,STN宇航器材公司研制航电显示系统和电子对抗系统,爱立信公司研制雷达和电子设备,FFV军械公司负责提供地面维护和保障系统。在多方通力合作下,JAS-39“鹰狮”轻型多用途战机研制成功,量产型于1996年装备瑞典空军。

冷战结束后,国际政治环境发生巨变,欧洲安全形势趋于缓和,瑞典为了维护本国航空科研和生产体系,支持萨博公司在全球推销JAS-39“鹰狮”战机,并采用灵活的“买租结合”商业销售手段,吸引了匈牙利、捷克、泰国、南非等国先后采购“鹰狮”战机,波兰则以租赁方式获得该机使用权,萨博公司在竞争激烈的全球市场上收获不少订单,实现盈亏平衡。

在此基础上,萨博公司与英国BAE系统公司组成“鹰狮”国际公司,在对JAS-39“鹰狮”战机进行出口和售后服务支持的同时,整合国际市场上的先进

航空技术成果改进升级战机,先后研制出基础款A/B型、性能改进型C/D型,并制造了“鹰狮”NG技术验证机,创新融入新型航空电子系统,其采用的开放式架构让战机拥有强大计算能力,并为后续电子技术升级留有余地。

以“鹰狮”NG技术验证机为样本,萨博公司开发了新一代JAS-39“鹰狮”E/F战机,很快成功赢得瑞典空军60架“鹰狮”E单座机和巴西空军28架“鹰狮”E单座机、8架“鹰狮”F双座机的订单,2022年巴西空军又增购4架“鹰狮”E单座机,并保留72架的意向合同。此外,巴西航空工业公司也引进了“鹰狮”战机全链条体系,在国内新建生产厂,负责机体等重要部件生产。

“鹰狮”战机凭借高性能、低成本等方面优点,在出口市场上赢得不少份额。借此,瑞典航空工业成功跻身先进战机供应商的行列。

## 是设计者也是集成商,萨博公司走向国际合作道路

冷战结束后,萨博公司与各大全球顶尖航空设备供应商建立良好合作关系,各类货架产品供其挑选。

在“鹰狮”E/F战机研制过程中,萨博公司负责战机的总体设计和系统集成。“鹰狮”E/F与“鹰狮”C/D在外形上变化不大,但整体设计是全新的。与“鹰狮”C/D相比,“鹰狮”E/F机身长度增加1.1米,翼展增加0.2米,最大起飞重量增加2.5吨,内部燃油增加约40%,拥有更大飞行作战半径。萨博公司设计人员将主起落架位置从机腹挪至机身后方,腾出的机腹空间并列布置多个外挂点,总数增至10个,能够搭载更多任务载荷,可以达到中型战机标准。

萨博公司与美国一家公司达成战略合作协议,后者提供F414C型涡轮风扇发动机,相比之前的沃尔沃航空发动机公司RM12涡扇发动机,性能明显提升,可以达到2马赫的最大飞行速度。

作为合作伙伴,意大利塞莱斯克斯公司为“鹰狮”E/F提供了新型有源相控阵雷达,与早期战机搭载的爱立信公司PS-05/A脉冲多普勒雷达相比,新型雷达拥有更高的目标更新率、更小的雷达盲区、更远的探测距离,并配合该公司的前视红外搜索/瞄准系统,可以在复杂电磁环境下对隐身目标进行探测,并引导发射中距空空导弹打击远距离空中目标。塞莱斯克斯公司还

提供了新型挂架系统,用于搭载中距空空导弹和以多联复合方式挂载地对地攻击导弹。

此外,“鹰狮”E/F战机还引入以色列埃利比特公司的PAWS-2红外导弹告警系统、意大利塞莱斯克斯公司的“亮云”多用诱饵系统、英国马丁-贝克公司的Mk10弹射座椅,以及巴西AEL系统公司的航电显示器、平视显示器和智能头盔显示器等多家供应商产品。

为了满足瑞典和巴西空军不同的装备体系,提升战机外销潜力,“鹰狮”E/F完成了搭载多国武器弹药和任务载荷的测试工作。该机除了配置一门德国毛瑟27毫米航炮外,还可以挂载欧洲多国联合研制的“流星”中距空空导弹和IRIS-T短距空空导弹、美国AIM-120中距空空导弹、南非A-Darter短距空空导弹、以色列“怪蛇”5短距空空导弹、英国AIM-132短距空空导弹,以及美国GBU系列激光制导炸弹、瑞典RBS-15F ER增程反舰导弹、德国“金牛座”远程巡航导弹、以色列拉斐尔公司激光指示吊舱、法国泰雷兹公司数字联合侦察吊舱等各种载荷。

从用户需求角度出发,萨博公司在战机研制、生产和使用阶段全面控制成本,大量采用国际军贸市场上成熟的货架产品,在系统整合上下功夫,改善设计和集成工艺,有利于战机未来持续提升,增强市场竞争力。

## 搭载人工智能系统,“鹰狮”E战机完成3次超视距空战测试

与德、法等欧洲国家一样,瑞典没有研制并装备五代机。一直以来,瑞典通过各种途径,意图打造新一代先进战机。为此,瑞典国防装备管理局启动了旨在为未来战机系统开展预研的“超越”概念计划,其中一个重要环节是为战机引入人工智能系统,并选择“鹰狮”E战机作为试验载体。

此次,萨博公司的合作方是德国著名的AI初创公司赫尔辛公司。该公司成立于2021年,从瑞典筹集到1亿欧元启动资金后,很快进入武器装备市场,并开发出HX-2人工智能无人机,能够打击100公里外目标,在投放市场后很快接受实战检验。赫尔辛公司市场估值不断上涨,2024年底约为50亿欧元,成为欧洲防务人工智能领域的“翘楚”。在法国、德国、英国和爱沙尼亚均有分公司,与安杜里尔、微

软、帕兰蒂尔、亚马逊、波音、空客等公司也有密切合作。

正是看好赫尔辛公司的欧洲本土企业身份和较强的人工智能研发能力,萨博公司决定与之合作开展“鹰狮”E战机改进工作。“鹰狮”E战机继承了“鹰狮”NG战机的综合航空电子系统,将负责飞行控制的软件和战术管理软件分离开来,当用户为战机增加新的使用性能时,只需对战术管理软件升级,而不会触及飞行安全关键功能,有利于提升改进进度和降低升级成本。据了解,赫尔辛公司“半人马座”人工智能系统仅需72个小时,就可以获得飞行员100万小时的飞行时长经验。

今年5月28日,搭载“半人马座”人工智能系统的“鹰狮”E战机在波罗的海上空进行首次飞行,标志着人工智能应用于作战飞机的新进展。此后又进行了2次测试,其中在6月3日的第三次测试中,瑞典空军出动了一架双座型“鹰狮”D战机作为假想敌,与装有人工智能系统的“鹰狮”E战机进行超视距空战测试,并通过改变目标战机的距离、速度、方向等空中态势,检验人工智能系统的作战能力。

萨博公司和赫尔辛公司并未透露战斗的具体细节。据目前掌握的信息,“半人马座”人工智能系统可以根据不同情况调整策略,并请示飞行员发出命令指示开火。得益于“鹰狮”E战机的开放性电子架构,“半人马座”人工智能系统能够快速安装在战机上,无需进行重大改装。根据计划,赫尔辛公司的团队将持续分析飞行数据,升级人工智能系统,直到年底拿出一个完全稳定运行版本,可以在所有“鹰狮”E/F战机快速安装,成为飞行员的“电子参谋”。

近年来,欧美国家持续探索人工智能系统在战机上的应用,不断增强在高速数据处理、智能飞行控制、大数据分析与决策支持、自主学习与优化等方面的功能,通过AI算法实时分析不同传感器数据,全面感知和自动分析敌我态势,辅助飞行员决策,并在多机编队或者有人机/无人机作战中实现高度协同。

人工智能技术的比拼与较量,是未来战场的一个重要方向。人工智能系统在态势感知、战术决策、快速反应等方面展现出显著优势,飞行员将不再单纯依赖传统飞行技巧,而是通过AI提供实时支持、预测和决策优化,在复杂空战环境中及时做出判断,进而提升作战效能。

上图:搭载“半人马座”人工智能系统的“鹰狮”E战机。 资料图片

## 历史钩沉

现代陆战,坦克被誉为“陆战之王”,火控系统则是控制坦克武器瞄准与发射的核心部件。迄今为止,火控系统已走过百余年的发展史。

一战时期,英国“大游民”坦克的火控系统极为简单,仅由准星和表尺组成。炮手需通过目标在瞄准镜中的大小来估算距离,再手动调整射击参数。由于火炮缺少反后坐装置,稳定性差,命中率完全依赖炮手经验。索姆河战役中,尽管“大游民”坦克凭借其钢铁身躯成功撕开德军防线,但射击精度低,导致其在战场上的威慑力大打折扣。

随着战争需求升级,坦克火控系统开始逐步改进。英国MKV坦克首次配备反后坐装置,有效提升火炮的射击稳定性。苏联T-34坦克则引入分划线测距法,通过目标尺寸与分划线格数的比例计算距离。而部分先进坦克,如德国“虎”式坦克,更是搭载了光学测距仪与机械弹道计算机,大幅提升对静态目标射击命中率。然而,受制于当时的技术水平,动态射击仍是坦克火控系统难以攻克的难题。

直到20世纪60年代,美国M60A1坦克引入机电模拟计算机,实现弹道数据的快速处理,使得坦克在机动时也能精确打击移动目标。计算机技术的发展为火控系统带来质的飞跃,坦克在战场上的作战能力得到显著提升。

1970年后,数字计算机的应用成为坦克火控系统发展的转折点。美国“艾布拉姆斯”主战坦克配备弹道火控计算机,能够整合多种数据源,包括前置角、弹药类型、炮管磨损、推进剂温度、风速、气温、目标与坦克的相对运动以及到目标的距离等,以确保主炮精准打击。这些因素都被计算成弹道解决方案,每秒更新30次,大大简化了炮手工作,提高了射击精度和作战效率。

之后,坦克火控系统迎来技术突破。苏联T-62M坦克首次将激光测距仪整合到火控系统中,测距精度提升至±10米内,配合机械弹道计算机,可以自动修正风速、仰角等参数。这一技术革新,使坦克可以在远距离锁定目标并准确命中,展示出新技术带来的优势。

## 坦克火控系统的前世今生

■黄辛舟

进入20世纪90年代,坦克火控系统迈入信息化时代。现代火控系统通过激光测距仪、热成像仪、毫米波雷达等多传感器融合,构建出360°战场态势图,提供全方位的战场感知能力。德国豹2A7坦克的全数字化系统,能够在5000米外锁定目标,命中率很高。

未来,坦克火控系统还将向着智能化、网络化、多功能化方向发展,不断适应各种复杂条件下的作战任务需求。

## 袁班长的“维修宝典”

■杨明 张育源

## 保障亲历

“系统发生故障,无法锁定目标!”最近,在北京卫戍区某团开展的一次装备保障训练中,考官给出某新型火炮光电系统突发故障的特情,三级军士长、修理技师袁闯迅速前出检查。只见他利用检测仪器仔细排查信号传输线路,很快判定故障为视频线缆接头损坏。更换备件后,装备“满血复活”。

排除故障后,袁闯从包里拿出维修笔记,将当天排除故障过程记录下来——遇到光电系统故障,必须先检测硬件功能是否正常,进而分析电流信号传输情况,最后判定故障点。

结束一天训练,袁闯来到学习室。他的个人书柜里整齐摆放着各类书籍和13本维修笔记。笔记的封面上标注不同型号装备,这些笔记详细记录了他维修过的装备参数、原理和排除故障方法。袁闯告诉笔者,这一本本笔记是他能够顺利完成各项保障任务的“维修宝典”。

“只有多学多记多积累,才能把装备问题搞明白、研究透。”袁闯向笔者讲述起多年前的一段经历。一次部队远程机动途中,某新型车辆的一个设备突发故障,袁闯记得在之前接装时,工厂专家讲授过这个问题,但他怎么

也想不起来故障检测方法。几经周折,他联系到工厂专家。在专家远程指导下,故障才得以排除。

好记性不如烂笔头。自那以后,袁闯每次学习,都会认真记录维修流程和方法,并将心得体会写在维修笔记里。

笔者翻开一个夹着五颜六色便签的笔记本,里面针对某新型装备电气系统记录了大量数据。该系统电子器件多、电路复杂,袁闯学起来非常吃力。他从设备基础构造和应用原理学起,遇到不懂的地方就打电话向工厂专家请教。几次通话下来,袁闯写下了40多页笔记,详细记录了设备运行数据、维修操作流程、日常保养方法。随后,袁闯探索出一套管用高效的故障排除方法,有效提升了该系统抢修效率。

这些年,袁闯记下13本维修笔记,字里行间是他满满的收获。他将这些笔记一一分类,整理后形成一本常见故障速查手册,供全团官兵学习使用。“袁班长的‘维修宝典’既好用又管用,是我们训练的好帮手。今后,我们还要不断丰富手册内容,将这些经验做法分享给更多战友,帮助他们快速成长。”战士张文科说。

下图:袁闯正在检修装备。

单雷摄

