



# 试飞机为何是「绿皮肤」

我国产新型战机开展新年第一飞

姜子晗 肖凡 张晓敏

今年1月,中国航空工业集团沈飞发布一则视频,一架身披绿色底漆的我国产新型试飞机腾空而起,圆满完成新年第一飞。视频中,这架独特的“绿飞机”引起广泛关注。

1月10日,央视新闻频道对此进行专家访谈报道,新华社、人民网等主流媒体也纷纷跟进解读。

试飞机“皮肤”为何是绿色的?这种“皮肤”离不开一种材料——铬酸盐。据悉,这种富含铬酸盐的绿色底漆,具有极强的防腐蚀、防锈功能,能为金属机身提供最基础、最重要的保护,就像装修房子时在毛坯墙面上刷的“防潮腻子”,可以有效防止内部损坏。

我国自20世纪60年代起,歼-8、歼-10系列、歼-15/16原型机乃至歼-20早期原型机试飞时均使用黄色底漆。这种黄色底漆历经了三代材料升级,具备较强的防腐性能。当前,绿色底漆的设计更多出于战术需要和测试目的。

一是保护战机体。现代战机体身由铝合金、钛合金、复合材料等拼接组合而成,这些材料虽然轻便坚固,但对高空的温度变化和潮湿空气极为敏感,短短几天就可能出现锈迹。铬酸盐底漆作为保护机体结构的屏障,能在机身金属及复合材料表面形成钝化膜,抵抗高盐、高湿的海洋环境腐蚀。这种涂层可以为战机未来在航母长期部署提供更强大的基础防护。

二是帮助研发设计。在首飞和初期试飞阶段,绿色涂装的战机有利于工程人员全面评估战机的飞行稳定性、操控性能以及结构耐受能力。此次,试飞机除绿色底漆外没有复杂的涂层,可以省去多余的涂装步骤,方便检查机体蒙皮的裂纹、应力变形等问题,并能迅速进行标记、定位和修复。

三是提升战机体性能。对于隐身战

机而言,铬酸盐底漆具备更加卓越的附着特性,能够使其与金属表面紧密结合,从而形成一个极为均匀、平整的过渡层,为后续的隐身涂料提供良好的附着基底,避免因涂层剥落影响战机的隐身性能和外观防护。不少隐身涂料具有腐蚀性,底漆作为附着层还能隔开金属材料与隐身涂料,可以减少机身金属材料受到的腐蚀。

对于长期暴露在高盐高湿环境下的舰载机而言,这种具备极强抗盐雾腐蚀能力的绿色底漆非常关键。例如,美国舰载机在出厂测试时也使用绿色底漆,其要求耐盐雾2000小时后划痕无腐蚀,耐丝状腐蚀达到1000小时,相关标准远高于陆基战机。可以说,“绿皮肤”是目前舰载机机体最可靠的保护者,一定程度上决定了舰载机的使用寿命和结构安全。

此外,试飞机喷涂绿色底漆还体现出节省成本的实际考虑。在设计和状态尚未完全固化时,喷涂昂贵的正式涂料过于浪费。一旦机身结构需要修改,这些涂层要被磨掉重喷。所以,只喷绿色底漆能大大减少出厂测试的成本。随着试飞工作深入,试飞机还会进入不同阶段的涂装,直至定型量产后才会上正式作战涂装。

从单纯的防腐到需要兼顾隐身、耐高温、海洋环境防腐等复杂需求,战机体底漆发展是航空材料与工艺技术发展的一个缩影。未来,战机的“绿皮肤”将更加聚焦环保、耐污性和轻量化,在更好地保障一线作业人员的前提下,为战机体减阻减重,提升防腐和隐身能力。

上图:国产新型试飞机。 陈阳摄

## 军工科普

前段时间,韩国与阿联酋在阿布扎比举行的元首双边峰会上签署了国防、军事等领域谅解备忘录,将建立国防工业合作框架。会议期间,阿联酋对韩国自主研发的KF-21“猎鹰”战机表现出浓厚兴趣,希望联合研制升级版KF-21EX战机。

去年8月,韩国航空航天工业公司(KAI)首次发布KF-21EX战机概念图,重点展示双内置弹舱

设计,宣称将显著提升该机在高威胁环境下的生存能力。

KF-21是韩国与印度尼西亚正在合作研发的多用途战机,计划于2026年交付。该机虽然采用部分隐身设计,但因无内置弹舱,只能外挂导弹武器,隐身能力名不副实。韩国自身航空工业实力有限,欲将“准隐身”升级为“真隐身”战机并不容易,出口他国也需要很长一段时间。

# 韩国欲联合阿联酋研制升级版“猎鹰”战机

王笑梦

## 军工T型台

转变战略合作方向,摆脱美制装备采购制约

核心技术仍然匮乏,KF-21隐身能力大打折扣

阿联酋作为中东最大武器进口国之一,近年来成为韩国的重要武器装备出口国,双方签署了多种装备出口协议。

从军贸战略角度看,阿联酋大规模采购韩国武器装备,旨在突破对美西方国家武器装备的依赖,重塑地区安全自主权。阿联酋军队装备有F-16、“幻影”2000、“阵风”战机以及“爱国者”导弹等美西方国家装备,同样也面临着政治捆绑、技术封锁、价格垄断等方面限制。早在2021年,美国曾拒绝向阿联酋交付F-35战机和MQ-9无人机。去年,卡塔尔在遭受以色列袭击时,“爱国者”导弹失灵,让拥有同款导弹的阿联酋意识到使用美制武器装备容易受制于人,更清醒地认识到多元化武器装备采购和自主国防能力的重要性。

近年来,阿联酋空军提出采购新型战机替代老旧“幻影”2000战机。俄罗斯作为阿联酋武器装备供应商之一,多年前曾对阿出口BMP-3步兵战车等装备,看到巨大商机后,俄罗斯又多次在阿布扎比防务展上展示先进五代机。由于俄制战机与阿联酋空军装备体系完全不同,互操作性差,所以并没有打动阿联酋。

在当前国际军贸市场上,韩国武器装备受到关注,具有品种全、通用性好等特点,价格也比西方国家同类产品便宜,技术引进限制较少,可助力阿联酋本土国防工业发展,因此阿联酋很快将韩国视为军贸合作伙伴。

去年4月,阿联酋空军代表团访问位于韩国泗川的生产厂,查看KF-21“猎鹰”战机原型机,随后签署了“KF-21全面合作意向书”,迈开双方合作的第一步。

从韩国视角看,对阿联酋的武器装备出口及军工合作框架构建,具有经济、技术、地缘政治与产业升级等多重意义。阿联酋是韩国主要的原油进口国之一,双方军工合作进一步强化了韩国的能源议价权。同时,阿联酋为韩国武器提供了高温、沙尘环境下实战化测试场地,使其能够有针对性开发适应性更强的武器装备,比如去年推出的K2ME主战坦克是专门为沙特、阿联酋等国研制的,进一步打开了中东、北非市场。

在这种情况下,阿联酋与韩国开展

新一轮国防合作,共同开发KF-21战机,成为阿联酋打造“非西方安全圈”的标志性举措,也为韩国武器装备在中东地区站稳脚跟打下坚实基础。

KF-21战机对外出口存在诸多不确定性

近年来,韩国在国际军贸市场所占比重有所增加,FA-50轻型战机已获得多笔订单,并寄希望KF-21EX能够复制这一模式,为想获得五代机的国家提供新选择。

韩国与阿联酋两国领导人的声明绘制了一幅巨大的蓝图,仅对阿方而言,其愿景远远超出了简单的战机销售,而是设想一个由两国联合生产、阿联酋本地制造、共同向第三国出口以及拥有长期综合运营自主权的下一代国防生态系统。但值得注意的是,双方仅签署谅解备忘录,并未签订采购合约,在KF-21战机出口方面依然存在诸多不确定性。

一是总体设计尚未定型,技术风险较大。KF-21EX虽然是现有战机的改进方案,但研制难度很大,完善内部弹舱设计、升级雷达红外隐身技术、国产武器弹药匹配等并非一蹴而就,从敲定设计到投入量产还有很长一段路要走,这一期间存在太多不确定因素。例如,战机适应沙漠极端高温环境等问题,均需要进行耐久性测试和改进升级。

二是关键技术来自西方,出口限制颇多。KF-21战机并非韩国完全自主研发,除了导弹选择欧洲外,关键的涡轮风扇发动机更是美国提供,战机中还有大量来自美西方国家公司产品。阿联酋等中东国家是美西方国家武器的传统“买家”,韩国战机想要分食这块“蛋糕”,必然触动美西方国家公司利益。出于对技术流动和市场竞争的担忧,美国可能对KF-21出口进行审查,一旦对关键设备进行限制,将使整机出口化为泡影。

三是同类产品竞相亮相,市场竞争激烈。由于KF-21EX要在10余年后才能具备实战能力,彼时大国空军将步入六代机时代,俄罗斯、土耳其等国家的五代机可能更加成熟,五代机市场竞争将更加激烈,若美国打算恢复与阿联酋的F-35外售协议,可能会使KF-21EX出口受限。

当前,准隐身的KF-21战机量产工作还未开始,讨论隐身版的KF-21EX战机能否顺利出口阿联酋还为时尚早,这既取决于韩国航空工业能否实现关键技术突破,为客户提供不受政治因素影响的成熟产品,也取决于韩国和阿联酋之间未来伙伴关系的牢固程度。若两国最终确定联合研制KF-21EX战机,不仅将改变双方国防生态体系,还将影响到中东、北非乃至全球战机场格局。

下图:韩国KF-21战机。 资料图片



第76集团军某旅反坦克火箭班班长陈丽斌——

# 巧制“重叠瞄准器”解难题

潘翔 汶睿



战场上,反坦克火箭“一击必中”靠什么?是装备性能,是射手手感,还是班长口中的经验?在第76集团军某旅,反坦克火箭班班长陈丽斌和战友们为此反复研究。他们发现,最大的挑战往往隐藏在视线之外——那些看不见却又影响的瞄准偏差。

在实弹打靶训练当天,蹲在反坦克火箭射击阵地,陈丽斌望着射出的火箭弹尾迹偏离靶标,眉头不禁一皱。身边上等兵小吴扛着发射筒,语气满是不甘:“班长,我明明瞄准了。”

作为经验丰富的反坦克火箭班班长,陈丽斌心里清楚,问题不在战士的训练态度——大家平时苦练操作技能,模拟训练成绩也不错,可一进入实弹射击场,那种关键的“精准感”常常难以

把握。

问题背后隐藏着“看不见”的偏差。射手瞄准习惯上的细微差异,会直接影响射击效果,但瞄准过程无法被旁人直接观察,组训者往往只能依靠经验推测,导致误差在教学中难以得到真正的校正。

“必须攻克这项训练难题!”当晚,陈丽斌留在学习室里翻阅资料,一位老班长的话在耳畔回响:“打火箭弹,三分靠技术,七分靠眼力。”他下定决心将这种依靠眼力感知的技能,转化为可传授的科学训练方法。

那段时间,陈丽斌反复研读专业教材,拆解瞄准部件结构,还向连里的大学生士兵请教光学成像原理。战友们见他终日与图纸、镜片为伴,吃饭时还在研究问题,打趣道:“陈班长较较劲

来,比谁都拼!”

创新灵感总是眷顾努力付出的人。陈丽斌清晰记得那天下午,窗外阳光将剪纸影子投射在墙上,他“脑洞”大开:既然无法直接观察镜内景象,何不打造“镜像”系统,让隐蔽的瞄准点显现出来?他摒弃复杂光学设计思路,聚焦基层训练简易实用需求,瞄准外置放大镜像装置的改造方向,随即紧锣密鼓地开展行动。

陈丽斌绘制完数十张草图后,最终选用透明塑料板放大绘制瞄准镜的分划盘,再按比例制作用于训练的靶标卡片——这款“重叠瞄准器”装置,为“靶心”加上了清晰刻度,能精准还原镜内瞄准景况,让组训者可以更直观地指出射手瞄准偏差,及时纠正错误训练方法。

“你瞄准时,瞄准点偏上容易带来射击误差”“你的左眼主导视觉导致瞄准点右偏”……“重叠瞄准器”装置使用一段时间后,精准诊断带来实弹射击优良率明显提升,这一成果也被单位迅速推广。如今,一批批新射手借助“重叠瞄准器”反复锤炼,快速掌握射击要领。

这次成功发明,给陈丽斌积累了信心,也点燃了他的创新火花。最近,他结合日常训练难题梳理出多个“金点子”,这些“金点子”也是他今后创新的突破方向。

左上图:陈丽斌进行反坦克火箭瞄准训练。 朱星隆摄

## 军营创客