

军工T型台

前不久,有报道称,韩国与印度尼西亚联合研制的KF-21“猎鹰”战斗机第三架原型机首飞成功,标志着这款新型战斗机研发项目取得新进展。

据了解,该项目计划制造6架原型机,前两架原型机已于去年进行试飞,第四架和第六架是双座原型机,第五架则是印尼制式原型机。今年上半年还将分阶段对后3架原型机

进行飞行测试,为KF-21最终服役铺平道路。

通过研制KF-21,韩国航空工业实现了从引进生产到自主研发的跨越,带动韩国航空技术全面进步。有专家猜测,如果KF-21能够实现定型量产,将保障韩国空军主战机型迭代更新,并在外贸市场上占据一席之地。

然而,值得关注的是,这款原本按

五代机标准设计的战斗机,因隐身性等多项关键技术储备不足,总体设计上不得不降级为四代半战机。

KF-21战斗机降级的背后,折射出五代机技术复杂、研制难度大等现实问题。自美军F-22战斗机首飞以来,随后20多年里,能够成功研制五代机的国家屈指可数。想要成功研制五代机,对于韩印两国来说,也许仅仅是一个开始。

韩国与印度尼西亚联合研制五代机,但囿于实力不足,只能勉强算是四代半——

“猎鹰”战斗机为何“降级”

■王笑梦



找盟友筹资金要技术, KF-21战斗机艰难起飞

在军事领域,传统的装备发展理念是将大量资金投入高度集成的高精尖武器平台研发中,以期在战争中凭借代际优势和性能优势实现对敌方的降维打击。众所周知,五代机具有隐形、超音速巡航能力、超机动能力、超级信息优势等方面优点,性能全面碾压前几代战斗机。世界上首架五代机F-22“猛禽”问世后,全球掀起了一股五代机研发热潮,韩国也开始跃跃欲试。

韩国航空工业起步较晚。20世纪70年代初,韩国创建一系列航空企业,并依靠美国的许可证组装生产韩国版KF-5E“虎”型战斗机。20多年后,韩国通过《航空工业法案》,进一步扶持本国航空工业发展,与美国洛·马公司签署协议,争取到了F-16战斗机生产许可证。为此,韩国开始大规模企业重组,三星、大宇、现代三大集团航空航天部门合并组建韩国航空工业公司,全面负责战斗机组装生产。期间,韩国航空工业还在美国洛·马公司帮助下同步启动了KTX-2超音速高级教练机计划,于2002年8月20日成功首飞原型机,命名为T-50“金鹰”教练机,并派出F-4U型轻型战斗机。这是韩国航空工业首次全过程主导喷气式战斗机的设计研发和组装生产,为研制先进战斗机奠定了基础。

此时,韩国已具备一定的航空工业实力。为替换即将大量退役的F-4E、KF-5E战斗机,韩国于2001年提出五代机KF-X项目。该项目被韩国政府提升到“国家目标”高度,按照最初设计的技术和战术指标,将全面超越法国“阵风”和欧洲“台风”战斗机。

直到2012年,韩国航空工业才提出多套拥有内部弹舱的隐身战斗机设计方案,并公布了一批概念图和模型,形成了鸭式气动布局和常规气动布局两个系列,经方案对比最终选择了难度较低的常规气动布局。3年后,KF-X项目进入工程设计阶段。韩国国防发展局作为牵头方,负责设计审核、项目监管和系统集成等工作;韩国航空工业公司作为总承包商,承担总体设计制造工作;其他几家韩国企业承担各子项目和零部件生产工作。

经测算,KF-X项目将耗资8.8万亿韩元。为有效分摊研制成本,韩国与印度尼西亚一起进行项目研发——研制费用韩国出80%,剩下20%由印尼支付,

后者还需按合同规定采购至少48架战斗机。

在争取技术支持方面,韩国再次找到美国洛·马公司。不过,美国这时候“打起了算盘”——为了防止韩国研制出比肩F-35的先进战斗机,对韩国提出包括25项核心技术在内的清单,美国进行了严格审查,甚至一度要求韩国停止KF-X项目,转而购买F-15战斗机来弥补老旧战斗机退役形成的战斗力空白。在韩国政府坚持下,美国最终同意洛·马公司转让21项技术,至关重要的机载有源相控阵雷达、红外搜索与跟踪系统、光电瞄准吊舱、射频干扰机4项核心技术则被禁止出口。

KF-21战斗机研发一波多折。虽然在研发独立性上做了妥协,但在项目主导权、自研还是外购战斗机等问题上,韩国没有退让。也正是这种务实做法,对KF-X项目的持续推进、KF-21战斗机的首飞起到关键作用。

2021年4月9日,KF-X首架原型机顺利下线,命名为“KF-21”。该机于去年7月首飞,预计2026年完成一系列试飞后定型生产,在2032年前制造至少120架,以满足韩印两军需要。

缺少关键核心技术, 战斗机无奈降级为四代半

当KF-21原型机下线后,现实与梦想的差距也随即呈现在世人面前。外界对KF-21战斗机的质疑不限于战机自身性能,其研发的合理性也一度被打上了问号。该机没有内部弹舱,以机腹半埋方式搭载中距空空导弹,机翼和机身侧面也用来挂载其他外挂武器和光电吊舱。显然,这种布局具有较大雷达反射面积,与五代机要求相差甚远,只能勉强算是一架四代半战斗机。

事实上,在KF-X项目启动不久,韩国就意识到光靠本国航空工业无法研制出五代机。韩国不具备高性能航空发动机研发能力,因此从美国采购发动机成为项目顺利推进的关键。最终,韩国决定采用美国通用电气F414-GE-400K型涡扇发动机,为此还向美国采购了240台发动机和相应备件以供货量使用。

韩国航空工业曾表示掌握了实施项目所需的412项关键核心技术中的90%,剩下40余项关键核心技术还没有着落。但这未掌握或还不成熟的10%却直接导致KF-X项目从五代机降级为四代半。为此,韩国不得不另寻欧洲、以色列等国家的技术援助。有源相

控阵雷达方面,通过引进以色列埃尔比特系统公司关键核心技术,由韩国一家防务公司制造出一款适用的雷达系统。光电瞄准吊舱、红外搜索与跟踪系统、红外/雷达干扰系统也在欧洲企业技术支持下研制成功。

不过,最关键的隐身问题却始终未能解决。虽然韩国加强了与瑞典萨博公司在隐身技术上的合作,但吸波材料研发、内部弹舱设计等方面并不成熟。韩国航空工业在无法“神似”的情况下只能无奈地先做到“形似”,通过采用S形进气道、复合材料机体、菱形截面设计等,设计了一个具有隐身战斗机外形但需要武器外挂的非隐身战斗机方案。

为此,韩国与印尼协商后决定将项目分成三步:第一步是制造非隐身的Block1批次战斗机,该机成本低廉,设计难度较低,能够最快拿出成品;第二步是对外置天线进行一体化设计,并改进隐身涂层,提升战斗机隐身性能;第三步是待隐身关键技术突破后,重新改良设计Block2批次战斗机,将具有内埋弹舱等隐身特性。

从五代机降级到四代半,KF-21的研发历程,凸显出韩国航空工业存在关键技术缺失等现实问题。看似轰轰烈烈的型号开发,更多是依靠盟友成熟技术和货架产品支持,在研发五代机这样高精尖装备时,一旦失去“外援”支持或关键核心技术受到制约,项目必然不会推进顺利,这也是韩国必须直面的难题。

新机研制只是开始, 未知挑战接踵而至

在战斗机研发方面的务实态度,使韩国取得一定领先优势。反观印度、土耳其、日本等已经公布五代机研制计划并正在推进的国家,韩国是最先实现了项目落地。

对于一个航空工业底子相对较薄的国家来说,能够深度参与国产新型战斗机研发,并顺利实现从图纸走向现实,这种“特殊体验”使其自身航空工业水平得到很大提升。

一是夯实航空工业基础。韩国航空工业从组装到研发,逐步获得了一定水准的技术积累,也培养了一批航空技术人才。目前,韩国航空工业设计领域专业人才超过2000人,整个航空产业从业者超过7000人。据媒体报道,KF-21战斗机全面投产后将提供10000个以上的就业机会,让韩国航空工业成为继

船舶工业后又一个具有代表性的高端制造产业。

虽然KF-21在研发中存在各种问题,但韩国航空工业十分需要这样一个综合性强的项目,来带动整个战斗机研发系统的迭代升级,全面提升韩国国防工业水平,进一步摆脱国外限制,因此其中意义不言而喻。

二是强化世界军贸竞争力。作为一个航空工业领域的新秀,韩国研制新型战斗机除了满足本国军队装备需求外,更希望通过军贸竞争在国际市场上站稳脚跟。

当韩国企业进入国际市场时,发现“蛋糕”已被军火巨头瓜分了,想要分得一块“蛋糕”,必须另辟蹊径。近年来,韩国武器装备大量出口,甚至很多时候亏本出售,主要考虑是进一步扩大韩国武器装备的市场占有量,培养客户群体的使用习惯,进一步巩固与使用国的政治外交关系。

这种思维在KF-21战斗机研制过程中收到了实惠。韩国之所以能够邀请印尼共同参与项目,是因为印尼空军率先采购了16架韩国T-50“金鹰”教练机,成为其首个海外用户。相比其他国家,印尼对韩国航空工业的认可度更高,也更容易成为合作伙伴。韩国也确实按照印尼空军需求,专门打造了1架原型机,并将印尼国防工业的一些技术产品应用到该机上,体现了韩国军工业灵活的出口政策。

KF-21战斗机的用户显然不会只定位为韩国、印尼两国空军。对无法获得先进五代机或者承受其高昂研发费用的国家来说,KF-21战斗机也有可能被列为选项之一。去年9月,多次购买韩国武器装备的波兰宣布了从韩国继续采购战斗机、榴弹炮和主战坦克的一揽子计划,未来很可能发展为KF-21战斗机的潜在用户。

不过,从未来五代机发展趋势看,KF-21的外销并不会太顺利。该机未来可能凭借低价策略,抢占“阵风”“台风”甚至是部分F-35战斗机的市场,但关键核心技术并不在自己手中,极易受到欧美航空工业以技术和零部件供应“断血”为手段的反制。

就目前看,韩国和印尼研制KF-21的决心非常大,项目进展也相对顺利。但原型机试飞只是开始,未来能否定型列装服役,真正形成战斗力,获得国内外客户认可,并在改进发展中脱胎换骨成为真正的五代机,还有很多不确定因素。

上图:KF-21原型机试飞场景。

资料照片



科学界,一些新发现或新技术的诞生通常会以发现者发明者的名字冠名。物理学上的多普勒效应,其发现者正是奥地利科学家克里斯蒂安·多普勒。他用科学智慧连接光与声,解开了错综复杂的频率之谜。

1803年,多普勒出生于奥地利一个石匠家庭。按照家族传统,多普勒会接管石匠生意。然而,多普勒从小身体羸弱,他并没有从事家族生意,而是选择了科学探索这条不同常人的路。

多普勒效应,虽然不像苹果砸到牛顿头上激发“万有引力”灵感那么神奇,但它的诞生也是缘于一次偶然的发现。

1842年的一天,多普勒带着他的孩子沿着铁路散步,路过铁路交叉处时,恰逢一列火车从他的身旁驶过。多普勒细心观察到:火车靠近他们时汽笛声越来越刺耳,在火车经过他们身旁的一刹那,汽笛声又变小了。随着火车驶向远方,汽笛声变得越来越弱,直到最后消失。这个很普通的现象引起了多普勒的注意。

为什么汽笛声会发生变化呢?那个时代,没有仪器设备能测量出这种变化。多普勒通过研究发现,当观察者与声源相对静止时,声源的频率不变;而观察者与声源之间相对运动时,则听到的声源频率发生变化。他得出结论:观察者与声源的相对运动决定了观察者所听到的声源频率。

多普勒不仅注重研究科学理论,而且善于运用试验去反复证明结论。3年后,在荷兰进行的相关试验,验证了多普勒的理论,被人们称为“多普勒效应”。这一理论,不仅在声学 and 光学适用,在电磁波等研究领域也有广泛的用途。

二战前期,英国科学家沃特森·瓦特根据多普勒效应原理研制出雷达,在英国的东海岸建立了对空雷达警戒网。在随后的伦敦保卫战中,英国的对空雷达警戒网能够及时发现德国战斗机,有效降低了德国空军作战能力,为战争最终胜利起到重要作用。

20世纪70年代以来,随着大规模集成电路和数字处理技术的发展,脉冲多普勒雷达广泛应用于机载预警、导航、导弹制导、武器火控等设备上,成为先进武器的“千里眼”和“顺风耳”。

脉冲多普勒雷达的工作原理是:当目标相向而来时,雷达回波的频率就会增高。速度越快,频率越高。面对来袭的飞机或导弹,脉冲多普勒雷达将不同速度和方向的目标分开,群体体的使用习惯,进一步巩固与使用国的政治外交关系。

尤其可贵之处在于:一般雷达的下视能力较弱。这是因为地面的杂波干扰很大,不容易辨别目标。而脉冲多普勒雷达基于多普勒效应,可以很容易把移动目标和不动背景分开,因

用科学智慧连接光与声

■胡勇华

陈韵宇

奥地利科学家克里斯蒂安·多普勒

此极大提高了雷达的下视能力,这对空战有着十分重要意义。

多普勒效应不仅在军事领域上应用广泛,在医学、交通、航空航天等民用领域同样发挥出重要作用。例如,天文学家观察到的遥远星体光谱的红移现象就是通过多普勒效应完成的。

多普勒的一生经历,传奇又坎坷。年轻时的多普勒,当过中学老师、工厂会计员,直到37岁才有幸进入布拉格理工学院,期间他发现了多普勒效应,迎来人生巅峰。多普勒治学严谨,要求苛刻,经常遭到学生投诉而被学校调查。繁重的科研任务和多重压力,让他的身体健康状况每况愈下,年仅49岁就不幸去世。

作为一名伟大科学家,多普勒为世界贡献巨大。后人对他评价:“他是一头牛,用压不弯的背脊驮给后人无数段神奇的科学谜底。”

上图:多普勒年轻时的素描画。

资料照片

历史钩沉

飞机着陆为何“复飞”

■褚玉玺

遭遇大风天气,部分民航客机刚一着陆就会选择复飞。其实,不仅是民航客机,军用飞机也会出现复飞现象。这时候,有人会问:飞机后轮明明已经接地了,只要稍微一减速,飞机就能安全降落,为什么还要复飞呢?

事实上,飞机着陆有一个决断高度,当飞机下降到此高度时,未达到着陆形态和着陆所需速度或者未处于正常着陆航迹和正常高度时,飞行员就要果断选择复飞。

复飞是保证飞行安全的有效措施之一,大多有以下4种原因:

一是飞机遇到严重的弹跳着陆时,后轮触地后会反弹到空中。如果飞机再次接地,那么二次接地时承受的载荷会比第一次接地时承受的载荷大得多,为避免对飞机起落架造成不可逆的损坏,飞行员只能选择复飞。

二是飞机遇到车辆和异物侵入跑道、跑道损坏等紧急情况,为了避免发生重大事故,复飞往往是第一选择。

三是飞机着陆时,如果遇到风切变,改变了飞机正常的着陆姿态和飞行轨迹,这时候为了防止飞机撞地,就必须选择复飞。

四是在能见度比较低的情况下,当飞行员达到决断高度却无法目视跑道,无法确认飞机的着陆状态与位置,也要果断选择复飞。

如果经过多次复飞飞机仍不能着陆,为了安全起见,飞机需要改落至备降机场。

军工科普