

★ 军工T型台

前段时间,在2024年范堡罗国际航空展上,韩国韩华集团展出一款新型发动机的概念原型机。据报道,该发动机有望在未来10年内取代美国F414发动机,成为韩国KF-21战机和新型无人机的国产“心脏”。

当前,KF-21战机搭载的F414发动机,是美国20世纪90年代的产品,性能表现平平,韩国下决心研发

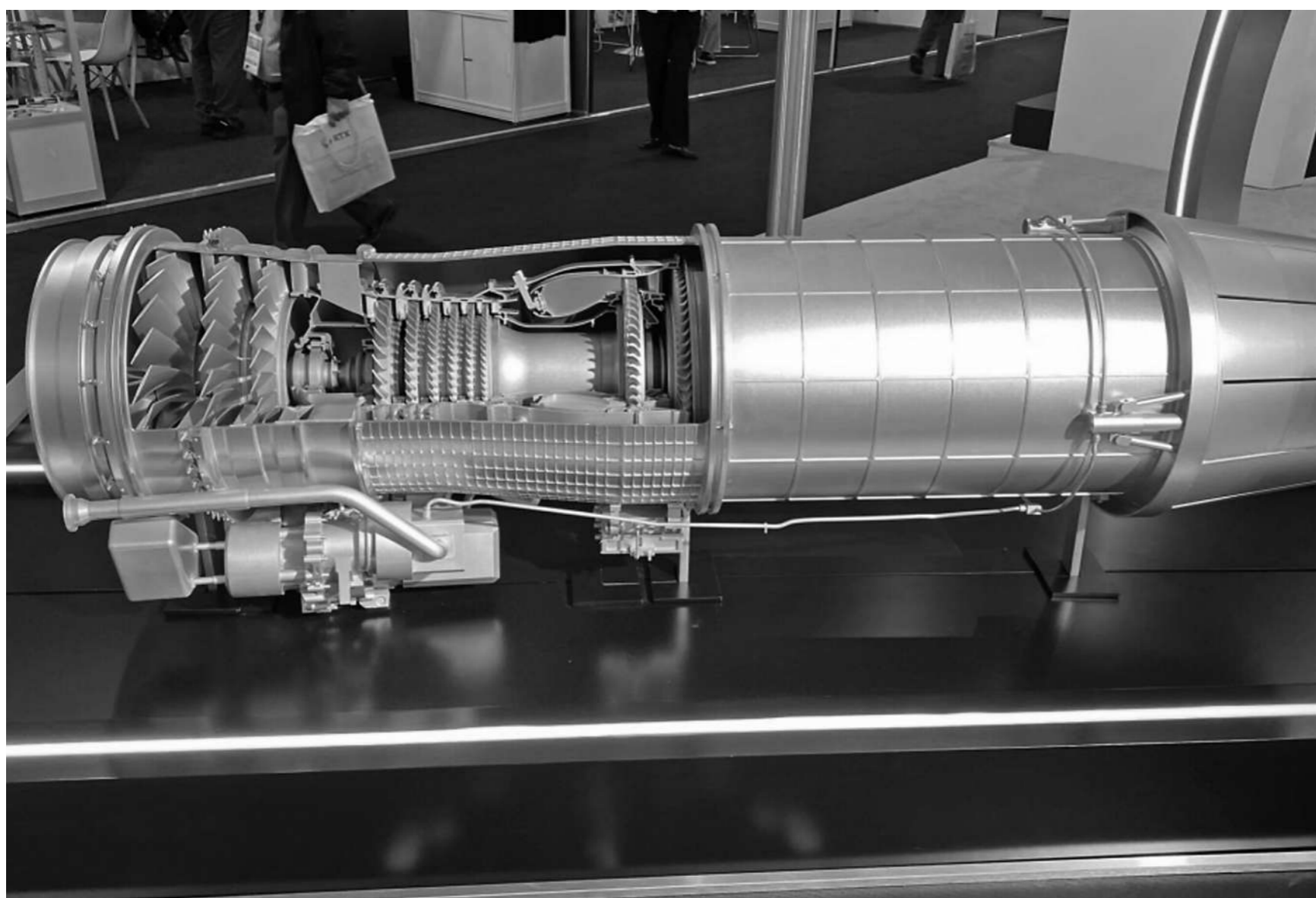
国产“心脏”,试图打破发动机技术受制于人的局面。

航空发动机被称为现代工业“皇冠上的明珠”。近年来,韩国通过承接美军战机组装任务引进F-16等战机生产线,逐步掌握了航空发动机的总体设计、生产工艺、质量控制等方面技术。那么,韩国研发国产发动机能否一帆风顺?其航空工业发展前景如何?请看解读。

为KF-21战机打造国产“心脏”——

韩国推出新型发动机概念原型机

■姜子吟 肖凡 王文辉



从修飞机到造飞机,韩国航空工业艰难起步

研制五代机是一个难度系数很高的航空系统工程。作为高精尖装备的典型代表,谁拥有了自研五代机的能力,谁就拿到了航空强国的“入场券”。在过去几年里,土耳其、日本等国跃跃欲试,韩国也不例外。

2021年4月9日,时任韩国总理文在寅主持了首架国产战机KF-21原型机的下线仪式,并宣布韩国自主国防时代已经到来。尽管多项关键技术未取得实质性突破,但这款战机依然是韩国航空工业20多年艰苦研发取得的重要成果。

20世纪80年代,由于美日贸易摩擦,美国航空产业开始向韩国转移。为了抓住难得机遇,韩国航空工业从零起步,以廉价劳动力换取F-5、A-10等多型战机组装维修合同,边生产边学习提升仿制能力。20世纪90年代,韩国空军引进F-16战机生产线。韩国与美国达成授权组装生产协议,韩国大宇、现代以及LG等多家航空制造企业纷纷响应,加入对美军战机生产技术的引进计划。1994年,首架韩国版KF-16下线,实现70%机体、40%至50%电子设备国产化。由此可见,韩国当时就不满足于维修、组装和仿制,更希望研制出真正的国产战机。

紧随引进F-16战机生产线,1992年,韩国与美国联合启动超高速高级教练机计划,于2002年8月20日成功首飞原型机,命名为T-50“金鹰”教练机,并派生出FA-50轻型战机。这是韩国航空工业首次全程主导喷气式战机的设计研发和组装生产,为研制先进战机奠定基础。

为了追赶航空强国步伐,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”战机。此后,韩国航空工业迎来高速发展时代。

一方面,整合航空产业布局。韩国韩华集团收购三星特克温公司,成立韩国唯一的航空发动机整机制造企业,在壮大自身力量的同时对国外技术公司

进行收购。比如,在越南首都河内成立海外生产基地,提升国际竞争力和生产能力;收购美国一家航空发动机零件商,成立韩华航空航天美国公司,进一步提升产品研发能力。

另一方面,打造国产基础设施。韩国颁布《航空航天产业开发促进法》,由政府带动100多家企业参与相关配套设备研发,推动国产战机发展。比如,韩国航空航天研究院自1995年开始逐步构建压气机、燃烧室、涡轮以及航空发动机整机试验和评估设施;韩国国防发展局打造高空试验台,用于中等推力军用涡扇发动机试验和核心机试验;电子系统、控制软件等也都用了国产研发产品。

去年6月,随着KF-X项目最后一架KF-21原型机完成试飞,该项目进入量产准备阶段。通过KF-X项目,韩国航空工业正迈出武器装备国产化的重要一步。

引进核心技术受限,国产“心脏”研发举步维艰

航空界有句名言:“一代发动机决定一代战机。”以第五代发动机为例,相比上一代发动机,燃气温度和推力都有很大提升,能够帮助战机实现超声速巡航。自KF-21战机设计以来,韩国军方一直期盼KF-21战机装备性能更先进的发动机。

面对更新换代需求,韩国政府提出“先引进后自研”的两步走发展战略。作为军用航空发动机的研制方之一,韩国韩华集团也认为,高性能发动机研制并非一蹴而就,需要依靠美国的技术力量。

然而,美国为了防止韩国研制出比肩F-35的先进战机,对韩国提出包括25项核心技术在内的清单,并予以严格审查。在韩国政府的坚持下,美国最终同意洛克希德·马丁公司转让21项技术,但在至关重要的核心技术上,美国仍然拒绝转让。最终,韩国决定采用美国通用电气公司生产的第四代涡扇发动机F414,采购了240台发动机和相应备件以供量产使用。

目前,KF-21战机有40余项核心技术没有取得实质性突破,包括最关键的隐身技术问题也迟迟未能解决,

五代机的设计定位因为装备F414发动机不得不降级。虽然在战机性能上做出妥协,韩国自主研发发动机的决心却十分坚定。近年来,韩国韩华集团接连公布多种推力级涡扇发动机研发计划,并积极开展先进发动机相关技术研究,力图缩短高性能航空发动机研发周期。

尽管如此,从近年来韩华集团在航空发动机的研发成果来看,包含低压压气机叶片在内的冷端部件技术相对成熟,而对于高压压气机等热端部件的设计能力依然偏弱。

为此,韩国国防发展局“撮合”从事燃气轮机制造的斗山重工集团与韩华集团合作研发,利用斗山重工集团在燃气轮机热端部件设计制造上的优势弥补韩华集团的短板弱项。

凭借地缘政治优势,韩华集团还在2019年以3亿美元收购了美国EDAC科技公司。EDAC科技公司专门从事航空发动机零部件制造,韩华集团不仅从该公司获得诸多先进转子部件的制造技术,还得到了超过110家美国航空发动机零部件制造企业的业务合作关系。

不过,KF-21战机多项核心技术仍由美国提供,未来该战机出口必须征得美国政府批准。如果研制不出国产发动机,KF-21项目便无法摆脱美国控制,这是韩国必须直面的问题。

概念机呼声颇高,难掩多重现实难题

经过多年技术积累,韩国为KF-21战机打造国产发动机的计划终于揭开“面纱”。前段时间,在2024年范堡罗国际航空展上,韩国韩华集团展出了一款新型发动机的概念原型机。该原型机采用6级压气机设计,无加力状态下的推力范围为15000至18000磅,全加力推力可达到24000磅,多项指标超过美国F414发动机。

新型发动机一亮相,就引起世人关注。此次国产发动机研发项目由韩国政府主导,投资超过22亿美元,动员国内十余家军工企业、高校、研究所参与其中,将成为“韩国建国以来规模最大的国防力量项目”。

尽管呼声颇高,韩国新型发动机研

发仍处于概念论证阶段,后续还需要细化设计、样机制造与试验、生产定型、持续改进等阶段,才能最终达到一款成熟航空发动机的设计标准。目前,韩国航空工业需要攻克以下几道难题。

一是满足算力需求。研制航空发动机是一个庞大又复杂的系统工程。即使韩国设计人员以F414发动机为蓝本设计制造更先进的发动机,同样需要对叶片布局、结构设计、材料应用等方面进行重新考量。据统计,一台军用航空发动机零件数量超过30万个,需要动用超级计算机进行仿真计算。有数据统计,目前韩国拥有12台超级计算机,计算能力排在全球第九位,航空发动机产业从业人数不超过7000人,相关设计人才缺口很大。

二是高温材料制造。军用涡扇发动机的涡轮前温度越高,越有利于提升发动机推力。发动机燃烧室的温度超过2000℃时,涡轮产生的温度将达到1500℃,需要使用耐高温、高强度、耐腐蚀的先进材料。目前,韩国在航空发动机专用材料方面的研发还处于起步阶段,需要投入很长时间攻克这些材料技术难题。此外,韩国矿产资源较少,主要工业原材料均依赖进口,原材料和设备无法实现自给自足,制约了航空发动机专用材料的研发工作。在发动机进入量产阶段后,材料匮乏和进口限制等问题或将更加突出。

三是试验平台搭建。航空发动机研发需要通过“技术验证机—工程验证机—原型机”的模式生成,经过反复验证,样机的可靠性、耐久性将会得到持续提升,直至达到定型标准。特别是先进航空发动机,必须经过叶片飞脱试验、耐久试验、吞鸟试验等30多种试验。在试车台、高空模拟试车台和试验机上运转上万个小时,才能在性能、质量、适航等方面应对不同使用环境的挑战。目前,韩国仅拥有一座中等推力发动机的高空模拟试验台,故障模拟种类和诊断排除故障能力仍需提升,与将要研发的新型发动机试验能否匹配还是未知数。

航空发动机是现代工业“皇冠上的明珠”。韩国想要摘下这颗“明珠”,既需要强大的国力作后盾,更需要完整雄厚的航空工业作保障。韩国能否突破西方技术封锁,实现自主国防,还有待观察。

上图:在2024年范堡罗国际航空展上,韩国韩华集团展出一款新型发动机的概念原型机。 资料图片

★ 匠心慧眼

所谓“长鞭效应”,是对需求信息扭曲在供应链中传递的一种形象描述。其要义是,当产品供应链上的各节点企业,只根据来自其相邻的下级企业的需求信息进行生产或者供应决策时,需求信息的不真实性会沿着供应链逆流而上,产生逐级放大的现象。当信息达到最高位的生产商时,其所获得的信息和实际消费的顾客需求信息会发生巨大偏差,并且中间环节越多,失真效应也就越严重。

这种“长鞭效应”,不仅在经济社会领域中经常出现,在武器装备领域也是屡见不鲜。人们常说,人类以什么方式生产,就会以什么方式打仗。军队打仗有什么样的实际需求,就会打造什么样的武器装备。作为产品供应链的前端,武器装备研制的源头,军事需求往往发挥着牵引作用,决定着武器装备的发展方向。从一定程度上讲,确立一套科学明晰、准确无误的军事需求指标,意味着找到了武器装备研制的目标靶向。但不容忽视的是,目前武器装备研与用、供与求相互脱节的问题,在一些国家武器装备研制中依然存在,导致战场上士兵想要的武器研制不出来,研制出来的武器士兵又不认可,作战能力大打折扣。之所以出现这种状况,与“长鞭效应”带来的供求偏差有很大关系。

美国一名军方高官曾说过:“我们的新装备研制一度堪称科幻,新编陆军作战手册也对未来作战充满了不着边际的遐想。当然,这一切在巴格达小巷和托拉博拉山洞的枪声里破灭了,实战总是打破梦幻最可靠、最直接的办法,还是士兵对新装备研发的褒奖更靠谱。”这说明,一种武器从理论上讲无论多么先进、多么“科幻”,最终都要看前线士兵的认可度和满意度。

显然,造成供应链上“长鞭效应”的实质是信息不对称,问题是信息传递过程中变形走样。现实中,有一个信息漏斗理论能说明这个问题:一个人心里想的是100%的信息,但用语言表达出来的往往只有80%,而当这80%的信息进入别人耳朵里时,可能只剩下60%,真正被人理解消化的东西大概只有40%,等到按照这个人领悟的40%开始执行时,已经变成了20%。针对这种信息层层衰减的现象,管理学家明茨伯格指出:“信息在不失真的情况下,集中起来发送给上级,这其实是一个经常实现不了的假设。”

其实,规避“长鞭效应”的办法也很简单,那就是尽可能减少中间环节,压缩上下层级。恩格斯认为,要想真正成为一军事行业的专家,不亲自

军事需求论证须防「长鞭效应」

■张西成

到战场上听一听弹丸的呼啸声,嗅一嗅火药的硝烟味,那是十分困难的。装备好不好用,官兵最有发言权,战场最有裁定权。科研人员不妨走出实验室,到一线多倾听官兵呼声,以一线官兵的视角开展论证设计,充分挖掘蕴含其中的军事需求,打造出接地气、有威力的武器,为部队战斗力建设注入动力。

海军南沙某守备部队一级上士孙伟——

“多用脑思考,多动手实践”

■本报记者 李由之 特约通讯员 吴强

椰林掩映,云舒浪卷。秋日,记者走进海军南沙某守备部队艇库,巡逻艇分队班长孙伟拿着工具,正在处理一艘巡逻艇操作面板故障。战友们围在孙伟的身旁,认真学习维修技巧。

战友们对孙伟的专业能力赞许有加,称赞他是巡逻艇维修保障的“兵专家”。单位每每出现装备故障,孙伟总能快速找准症结,并及时予以排除。

然而,过去孙伟曾被大家视为“专业小白”。7年前部队调整改革后,孙伟从其他岗位转岗而来,此前从未接触过巡逻艇。为了提高操作能力,他下苦功夫潜心学习理论知识,不断填补专业知识方面空白,学习笔记平均两三个月就能记满一大本,并将所学知识用于实操。随着学习的深入和实践经验的积累,他的专业能力一点点提升,逐步成长为本专业的“行家手里手”。

“行家里手”孙伟十分重视动手能力。每次厂家来部队巡修,他都会全程跟班见学,并主动要求亲自动手操作,厂家工作人员则在一旁指导。孙伟说:“看十遍不如做一遍,动手能力需要通过不断实践来培养。”

一次出海经历,孙伟至今记忆深刻。那天返港途中,巡逻艇发动机突发故障。茫茫大洋上,巡逻艇如一叶扁舟在波峰浪谷间起伏。孙伟没有慌乱,结合日常实践经验,仔细排查主机电源和马达供电系统。在确定设备没有问题后,他又对发电机供电线路进行排查,并最终发现问题根源——原来是一段线路故障

导致发电机无法给启动开关供电。孙伟果断重新接线,迅速紧固松动部位,再次启动主机。随着发动机一声“低吼”,战友们驾驶巡逻艇安全返港。

多年来铆在装备维修一线,孙伟深知,受高温、高湿、盐雾以及海水侵蚀等影响,装备保养工作一刻也不能松懈。

前段时间,巡逻艇执行出海任务,历经一天一夜,靠岸后战友们已经十分疲惫,但孙伟还是带领大家及时完成装备保养工作。

“我们不光是在返港后及时保养巡逻艇,平日里我们对它也是‘关爱有加’。”孙伟对记者说,出艇前,他会明确每个人的分工,仔细检查各个舱位,确保符合出艇条件;航行中,他时刻关注巡逻艇各个系统工作情况,遇到设备报警第一时间前出排除故障。

日拱一卒,功不唐捐。这些年,孙伟带领大家在一次次日常实践中淬炼保障技能,班里战友进步明显。在前不久的一次装备维修比武中,副班长杨康操作规范,维修装备既快又准,取得了优异成绩。

看着战友们专业技能越来越精湛,一种幸福感在孙伟内心涌起。孙伟坦言:“我常和战友们说,要多用脑思考,多动手实践,练好练强维修本领,才能在关键时刻拉得出、上得去、打得赢。”

★ 保障达人