



“魔改”的双座机

韩国 FA-50 轻型战斗攻击机的单座化改进设计

■王笑梦

韩国航空航天工业公司最近发表声明,该公司已拨款 356 亿韩元(2650 万美元),用于开发 FA-50 轻型战斗攻击机的单座型号,未来将装备韩国空军,并加入出口波兰的 FA-50PL 战斗攻击机项目之中。

非典型的“双改单”

FA-50 是韩国在 T-50“金鹰”高级教练机基础上,发展的一款轻型战斗攻击机。该机沿用了高级教练机的双座构型,可搭载两名飞行员,执行对地、对海攻击等作战任务。与同级别的单座战斗机相比,双座战斗机的机体结构更复杂,燃油搭载量减少,航程、作战半径和空战格斗优势也不明显,机体内部还须多装配一套昂贵的航电设备和飞行员逃生系统。长期以来,韩国航空航天工业公司一直酝酿推出单座 FA-50 战斗机。

在战斗机研发过程中,通常是先有单座型号,后在其基础上改装双座型号。例如,美国先推出 F-15A/C 单座战斗机,后在其基础上又设计了 F-15B/D 双座战斗教练机和 F-15E 双座多用途战斗机。俄罗斯在苏-27 单座战斗机的基础上,发展出苏-30 多用途战斗机和苏-34 战斗轰炸机两款双座型号。

凡事总有例外。在战斗机研制过程中先推出双座机、后改装单座机的例子

也不在少数。例如,日本在 T-2 教练机基础上开发了单座型 F-1 支援型战斗机,俄罗斯在米格-29KUB 舰载教练机基础上开发了米格-29K 舰载战斗机。此类双座教练机改单座战斗机的案例,均在保持机体气动布局不变的情况下,使用电子设备舱或油箱直接代替后座飞行员舱,保留了双人座舱盖设计,视觉上与双座机无异。

还有一类“双改单”设计值得一提。这类改装方案针对双座机的座舱进行重新设计,彻底放弃臃肿的双人座舱,转而采用小巧、低矮的单人座舱。为此,其机头、座舱盖、前机身气动布局均需重新设计。例如,英国在“鹰”Mk1 教练机基础上研制的“鹰”Mk.200 轻型战斗机,机头加装了新型雷达,座舱盖外形更符合流线型设计,进一步提升了该机的飞行性能。

“金鹰”家族的单座机

FA-50 项目启动时曾有一个单座型设计方案,其改进部分包括加长机鼻,采用低矮的水滴形座舱盖等,整机外形酷似 F-16 战斗机。2023 年初的首航展上,这一模型首次参展,编号为 F-50,取消“A”保留“F”,体现该机更加重视空优作战任务。

然而,韩国近期公布的双座效果图显示,该机不仅恢复编号 FA-50,还保留了双人座舱盖的气动外形,只是将后座舱作封闭处理并改为油箱,在视觉上形成“驼背”效果。这样的设计可以大幅降低改装成本,不必因改变座舱盖外形重新接受风洞测试,省去了重新设计的麻烦,增大的载油量也让战斗机航程

进一步扩大。然而,其缺点也非常明显。原本透明的座舱盖变成了封闭的“驼背”后,导致飞行员后向视野变差,在近距空战格斗时,存在极大的致命风险。

除上述改动外,该机还使用韩国生产的机载有源相控阵雷达,代替目前使用的以色列的脉冲多普勒雷达。升级后,该机能够发射美国制造的 AIM-120 主动雷达制导中距空空导弹。另外,其机舱内将更换多功能显示器,使一名飞行员能够完成多项任务。机身侧面安装空中受油探管,并在翼下挂载大型副油箱,进一步提升该机航程。

市场前景待观察

近年来,韩国的 FA-50 轻型战斗攻击机在海外市场颇有斩获,开发单座型是为了满足客户对增加战时续航力和战斗力的实际需求。韩国航空航天工业公司评估,未来此类轻型战斗机在国际市场中的需求量约为 450 架,单座型 FA-50 将争取到至少 50% 的市场份额。

不过,上述评估仅作参考。当前,国际市场上轻型战斗机项目竞争非常激烈,FA-50 作为教练机改进而来的战斗攻击机,最大飞行速度仅 1.5 马赫,最大载重量仅 4.5 吨,与同类型战斗机相比并无太大优势。目前,仅有波兰采购 48 架 FA-50 轻型战斗攻击机,包括 12 架基础款 FA-50GF 双座战斗攻击机和 36 架改进型 FA-50PL 战斗攻击机,其中 FA-50PL 可能采用这一单座构型。

上图:韩国 FA-50 轻型战斗攻击机单座型号改装效果图。

“光辉”坠机影响印五代机项目

■徐秉君



印度“光辉”战斗机。

据印度媒体报道,近日印度空军一架国产“光辉”战斗机在训练时坠毁,飞行员弹射逃生。这起事故引起印度媒体对“光辉”战斗机性能的关注和讨论,可能影响其五代机项目进展。

“光辉”战斗机是由印度自行研制的一款单座单发轻型超音速战斗机,被认为是印度航空工业“自力更生”的典范,印度政府和军方对该机寄予厚望。然而,“光辉”战斗机研发进度缓慢,首架原型机于 2001 年试飞成功后,第一架“光辉”战斗机 2016 年才正式交付印度空

军。在“光辉”战斗机研发期间,印度先后从俄罗斯采购苏-30MKI,从法国采购“幻影”2000 等多型战斗机,以弥补空中作战能力的不足。“光辉”战斗机服役后,作为与这些战斗机进行“高低”搭配的轻型战斗机使用。

印度空军对“光辉”战斗机性能一直持保留意见,但在莫迪政府推动“印度制造”的背景下,该机成为具有代表性的一款装备。2023 年 11 月 25 日,印度总理莫迪乘坐一架“光辉”战斗机升空,以示对印度国产装备的支持。印度官员曾表示,“光辉”战斗机服役以来从未发生过

事故,表明“光辉”战斗机的可靠性较高。此次坠机事故打破“光辉”战斗机的零事故记录,将对“印度制造”产生不利影响。

据美国《防务新闻》周刊网站 13 日报道,印度内阁安全委员会已经批准 1500 亿卢比(约合 18 亿美元)项目资金,用于印度第五代战斗机项目“先进中型战斗机”的全面设计、开发和飞行测试等。印度媒体称,“先进中型战斗机”将于 2029 年前首飞,2035 年开始量产,2040 年形成作战能力。

分析认为,作为印度的第二个国产战斗机项目,“先进中型战斗机”很难不受“光辉”战斗机项目影响。“光辉”战斗机从首飞到正式交付作战部队,历时 15 年。以此类推,“先进中型战斗机”的项目推进时间表也可能继续推迟。印度前海军航空试飞员和航空评论员 K.P. 桑吉夫·库马尔表示,新型战斗机获得最终作战许可的时间将在 2040 年以后。

分析认为,作为印度首款自研战斗机,“光辉”的坠机事故不仅为该机带来压力,同时还可能影响其五代机项目。从印度继续加大投入自主研发“先进中型战斗机”的举动看,印度正在加快装备更新换代的进程,以摆脱对俄罗斯和欧美国家装备的依赖。现实却是印度缺少支撑五代机研发的技术储备,发动机等重要设备都依赖进口,这意味着“先进中型战斗机”的研发进程,很可能像“光辉”战斗机项目那样耗时漫长。

陆上列车

■王蕊

这是一张拍摄于 20 世纪 60 年代的老照片,照片中这辆造型奇特的“无轨道列车”静静地停放在戈壁深处,仿佛一条巨蟒匍匐蜿蜒。照片在下角的两名工作人员渺小的身影,与巨型列车产生强烈对比,令人印象深刻。

20 世纪 50 年代初,为防止苏联的远程轰炸机飞越北极圈对北美地区进行核打击,美国与加拿大计划在北极圈内打造一个由 63 座雷达站组成的预警网,用于监视苏联远程轰炸机的动向。这项计划落在具体方案中遇到的第一个困难是,如何将修建雷达站的建筑材料和物资安全、快速地运往指定地点。当时,通过陆路、海路或空中,向这些地点进行大量快速运输的计划均不成熟。为此,一个大胆甚至疯狂的陆上解决方案出现,最终催生了照片中的这

辆 TC-497 陆上列车。

TC-497 由车头和若干辆独立的拖车首尾相连而成,全长 170 米。该车动力系统采用 4 台燃气涡轮发动机,分别安装在车头和 3 节拖车内,单台发动机的功率为 1170 马力。该车能以 32 千米/小时的速度,运载 150 吨物资行进 644 千米。

与当时美国陆军发展的其他陆上列车不同,TC-497 的每辆拖车都装有驱动,可以独立操纵。理论上,该车不仅可以通过增加拖车的方式,让车体无限延长,同时,得益于拖车的独立操作技术等,无论车体多长,都能以统一的“步伐”前进、转弯。此外,该车的车头内设有卧室、厨房和卫生间等,方便司机在执行长途运送任务中使用。

TC-497 的出现,着实令美国陆军兴奋不已。就在其测试进展顺利之际,重型直升机出现了,这让美国陆军看到了新希望。TC-497 就这样以意想不到的方式,结束了研发测试,很快便被抛之脑后。

TC-497 的故事并未就此结束。就在 TC-497 问世不久,美国陆军曾试图为 TC-497 配备便携式核裂变反应堆,使其拥有源源不绝的动力。当然,其结果如你所见。便携式核反应堆至今仍停留在美军相关的科研项目方案当中,而 TC-497 身上早已布满尘埃。

图文兵戈



美“超重-星舰”再引关注

■少谋

北京时间 3 月 14 日 21 时,美国太空探索技术公司在位于得克萨斯州的博卡奇卡星舰基地,开展了“超重-星舰”的第三次飞行试验。试验中,“超重”推进器上升段飞行正常,但在返回后的着陆点火阶段姿态失稳,点火异常并高速坠海;“星舰”飞船在分离后正常点火,进入预定轨道并开展试验,但发动机离轨点火失败。起飞约 49 分钟后,“星舰”飞船再入大气层时姿态失稳,最终解体。此次发射受到广泛关注。

本次任务中,“超重”推进器和“星舰”飞船并未完全按照预定计划,仅完成了上升段任务,相当于完成了一次传统火箭发射任务。

可重复使用

“超重-星舰”由“超重”推进器和“星舰”飞船组成,为两级完全可重复使用运载器,直径 9 米,高 121 米,使用



美国太空探索技术公司的“超重-星舰”。

低温液氧/甲烷作为推进剂,最大起飞推力 7590 吨,超过美国 20 世纪 60 代实施载人登月计划的“土星五号”运载火箭。其中,“超重”推进器高 71 米,总重 3400 吨;“星舰”飞船为入轨器,高 50 米,总重 1200 吨。据美国太空探索技术公司网站公布的数据,“超重-星舰”在完全重复使用时的载重量为 150 吨,一次性使用时的载重量 250 吨(“土星五号”为 118 吨),一旦研制成功,将是目前运载能力最强的可重复使用运载火箭。

“超重-星舰”的最大特点是可重复使用,就像汽车、飞机等运输工具一样。其发射服务费主要是消耗的火箭推进剂费用,大幅降低进入太空的成本,对现有航天发射的价格体系带来较大冲击。目前,“超重-星舰”还在研制当中。此次飞行试验主要为两级完全重复使用技术进行多项技术验证,包括“超重”推进器的返回点火、“星舰”飞船在轨转移推进剂和轨道再入等。其中,“超重”推进器的返回点火与“星舰”飞船在轨转移推进剂两项测试顺利完成,“星舰”飞船的轨道再入测试因发动机未能顺利点火而失败,最终未实现正常返回。

未来用途广

如果“超重-星舰”实现完全可重复使用,其大规模低成本进入太空的能力,将带来诸多直接和潜在的应用需求。

其一,大规模太空发射需求。例如,太空探索技术公司的“星舰”计划三期星座计划发射 3 万颗卫星,每颗卫星重 1.25 吨。如果由“猎鹰”9 号火箭发射,其建设周期将非常长。如果使用“超重-星舰”进行发射,将大大提升部署速度,并进一步降低发射成本。

其二,太空旅游产业将迎来大发展。早在“超重-星舰”研制初期,日本企业家前泽友作已经购买了“星舰”飞船的环月旅行“船票”,并邀请朋友一同前往。结合目前“超重-星舰”的发展速度,私人太空旅行已经不远,太空经济也将迎来新一轮大发展。

其三,潜在的军事应用需求。美军在较早时期已关注到“超重-星舰”的研制进展,并向其投入研发资金。分析认为,“超重-星舰”研制成功后,其拥有的一小时全球“点对点”大规模人员货物投送能力,将改变未来战争样式。同时,“超重-星舰”具有的低成本、大规模、快速重复使用等特点,拥有广泛的军事用途。

研发模式新

近年来,随着“猎鹰”系列火箭在国际航天发射市场上成熟应用,可重复使用技术几乎成为下一代运载火箭的技术标志。同时,太空探索技术公司借助互联网思维发展运载火箭的做法,取得意想不到的效果。以“超重-星舰”为例,其从 2019 年正式研发到 2023 年首飞,仅用时 4 年;美国相同规模的 SLS 重型火箭,从立项到首飞用时 12 年。SLS 重型火箭于 2022 年首飞后,迄今没有进行过第二次发射。“超重-星舰”在首失利后一年内完成了 3 次发射,今年计划完成 6 至 9 次发射任务。这种“小步快跑、快速迭代”的发展模式,给技术升级和产业创新带来大量机会,几乎改变传统火箭发射领域的产业生态。如今,这种发展模式已广泛应用于诸多行业领域,推动技术迅速更新换代。

“超重-星舰”发射虽未完成全部任务,但距离成功已然不远。其具有的商业航天价值与潜在军事用途值得进一步关注。