

老旧机型面临退役，新一代舰载教练机需求增长

作为培养舰载机飞行员的主要装备,舰载教练机串联起飞行学员从初学进阶到驾驶航母舰载机的全流程,是各国海军舰载航空兵飞行人才培养体系的基石。

受航母起降环境严苛、海洋盐雾腐蚀等条件影响,舰载教练机的研发门槛远高于普通陆基教练机,目前全球能够独立研制、列装专用喷气式舰载教练机的国家屈指可数。经过数十年发展,各国现役主力舰载教练机濒临退役,需要尽快更新换代。

T-45C“苍鹰”舰载教练机,是由美国麦道公司基于英国“鹰”式教练机改进而来,1997年交付美国海军。作为专门为航母起降设计的喷气式舰载教练机,T-45C长期承担美国海军舰载机飞行员训练与航母起降资格认证等任务,是美国海军舰载人才培养体系的支柱。不过,随着服役时间拉长,受高强度起降、满负荷使用等因素影响,T-45C机型逐渐暴露出多种问题。

一是机体结构老化严重。舰载机每次着舰都要承受瞬间冲击载荷,长期累积导致起落架等结构出现裂纹。美海军近年来多次发布T-45C结构检查报告,指出部分批次机身裂纹数量逐年上升,需要频繁停飞检修,导致可用架次率持续下滑。

二是航电设备系统陈旧。T-45C数字化程度低,缺乏先进玻璃座舱、数字飞控等设备,无法模拟现有舰载机的任务系统逻辑与态势感知模式,训练保真度不高,飞行员改装周期较长。

三是维护保障成本攀升。T-45C生产线早已关停,大量专用零部件停产,需依赖库存、翻修或者高价定制,导致维护周期延长、成本高企。据报道,近年来T-45C机队年均维护成本长期处于高位,机队平均完好率低于美军设定的目标,直接影响舰载机飞行员年度培训数量与质量。

俄罗斯海军目前主力舰载教练机为苏-25UTG,该机型于20世纪90年代量产列装,可正常执行任务的现役教练机数量很少,实际训练能力大打折扣。现阶段,俄海军只能临时使用米格-29KUB双座型舰载机承担部分教练任务,用主力战机开展训练,不仅消耗战机使用寿命,还推高训练成本。

意大利等国以改装陆基教练机为主。这些国家航母吨位较小、舰载机数量有限,优先采用成熟陆基高级教练机改装舰载型的路线,通过强化起落架、加装着舰钩等措施满足舰载起降训练需求,例如意大利基于M-346高级教练机开展舰载适配研究。这类方案成本低、周期短,但普遍存在适配性不足、训练课目受限、难以对接隐身舰载机等问题。

当前,全球舰载机力量正进入新一轮更新周期。五代舰载机逐步列装,舰载无人系统快速发展,航母作战模式向智能化、网络化演进。传统舰载教练机已难以匹配新装备、新体系、新战法训练要求。据统计,近年来多个拥有航母



图①：T-45C 舰载教练机。

图②：M-346T Block 20 教练机。

资料图片

或者准航母的国家启动舰载教练机更新计划,舰载教练机升级为全球海军装备发展的共同趋势。

并非简单的以旧换新,美启动新项目有多重考量

美海军此次启动UJTS项目,计划采购至少216架新型舰载教练机,项目周期跨度长、投入规模大,并非简单的以旧换新。新型舰载教练机的选型围绕使用成本、人才培养周期、数字化训练系统三大核心内容展开,旨在从装备层面重构舰载机飞行员培养模式。

控制全寿命周期使用成本,是UJTS项目的诉求之一。舰载飞行训练耗资大,舰载教练机燃油消耗、日常维护、零部件更换、机体大修等费用,常年占据海军航空训练经费的主要部分。现役T-45C“苍鹰”机队因机龄大,维护难度逐年递增,老旧零部件停产导致备件采购价格飙升,单次故障排查与维修耗时成倍增加,整体运营成本居高不下。

UJTS项目明确提出严苛的成本指标,要求竞标机型具备“低油耗、长寿命、易维护”的三大特性。部分竞标方案有针对性开展优化设计,例如美国内华达山脉公司推出的“自由”教练机,通过全新气动布局、模块化结构设

计,将发动机相关使用成本降低40%,整机使用寿命提升至1.6万小时,整体运营成本相比传统机型降幅明显。针对海洋高盐、高温等特殊环境,新机专门强化机身防腐设计,延长部件更换周期,从全寿命周期角度实现经费高效利用。

缩短飞行学员成长周期,提升人才培养效率,是UJTS项目的第二个目标。舰载机飞行员培养链路长、淘汰率高,一名零基础学员成长为合格的舰载机飞行员,需要历经基础飞行、喷气式飞机改装、陆地模拟着舰训练、航母资质认证等多个阶段,传统训练模式环节繁琐,培养周期往往长达数年。T-45C航电系统、操纵逻辑均基于早期三代机标准设计,与当下美军主力舰载机存在明显差异。学员在T-45C上掌握的操作习惯、设备使用逻辑,无法直接适配新型战机,完成教练机训练后,还需要花费大量时间重新适应主力战机,拉长培养周期,也增加训练风险。

美军在UJTS项目需求书中着重强调飞行操控仿真性,要求新型舰载教练机能够模拟主流舰载机的操纵特性。借助可编程飞控技术,新机需具备模拟不同型号战机飞行质感的能力。学员在教练机阶段就能熟悉五代机的操纵逻辑、机动特性,完成技能无缝衔接,大幅减少后续机型改装时间。同时,新机将优化座舱布局,采用与现役舰载机同源的操纵杆、多功能显示屏,让学员在基础训练阶段养成标准化操作习惯,降低跨机型适应难度。据了解,新型教练机

这场牵动全球军迷目光的舰载航空装备招标,不仅是美海军老旧机型的更新换代,更折射出当下世界舰载教练机发展与训练理念的转变。此次招标有着怎样的考量?提出哪些新指标?又将引发哪些竞争?请看本文解读。

美海军舰载教练机项目招标启动——

“苍鹰”老矣,谁堪“换羽”

■白季平

竞标方案各有千秋,技术路线分歧引发行业博弈

UJTS项目颇为可观的采购量和广泛的应用前景,吸引多家航空企业参与竞标。前期共有4款方案入围:美国波音与瑞典萨博公司联合推出的T-7“红鹰”海军型、美国洛马联合韩国一家公司研发的TF-50N、美国德事隆与意大利莱昂纳多公司合作的M-346N,以及美国内华达山脉公司的“自由”教练机。4种机型平台技术路线各异,优劣分明,引发激烈的行业博弈。

今年6月,波音公司宣布退出UJTS项目竞标。在此之前,洛马公司也宣布退出该项目。目前,UJTS项目仅剩M-346N、“自由”教练机两种型号展开竞标。

M-346N源自莱昂纳多公司成熟量产的M-346T Block 20教练机。从性能方面看,该机型采用双发方案,强调高安全性与专业化训练能力。双发动机力在海上低空环境中优势明显,故障容错率更高,搭配数字电传飞控系统,低速进近、触舰复飞等训练课目表现优异。该机型配套的智能化训练系统功能完备,可模拟五代机飞行特性,在北约多国训练体系中得到验证。但双发结构推高了采购与使用成本,加之该型机技术问题复杂,成为其竞标短板。去年10月,德事隆公司承诺若中标,将在美国本土建设专用总装生产线,仅需追加少量适配改装即可满足多重训练要求,整体开发改动量小、技术成熟度高。

内华达山脉公司的“自由”教练机则是全新研制的专用舰载教练机,设计完全围绕海洋环境与舰载训练需求展开,没有改装带来的技术局限。该型机针对高频次模拟航母着陆需求,对机身、动力系统等部件进行专项优化,运营成本控制良好,模块化设计也便于后续升级。但目前该型机技术成熟度低于M-346N。

综合各竞标方案截然不同的技术路线与美军当下装备建设需求,UJTS项目的最终抉择,或代表美国海军在短期填补飞行员培养缺口与中长期舰载航空训练体系迭代两大核心目标之间的战略权衡。

若选择“自由”教练机的全新设计,意味着美军可加速升级其舰载航空训练体系,但要承担项目进度风险。若选择M-346N教练机,则能实现新型教练机快速交付,但可能失去部分针对舰载教练机的特殊性能设计。

今年初,美空军T-7A高级教练机已经入役成为下一代喷气教练机。可以看出,美海空军飞行人才训练体系共用教练机平台的可能性基本消失。这不仅意味着未来在后勤保障等领域可能出现問題,更可能造成美海空军飞行员在共同专业训练、联合演习中的技术语言与操作习惯上产生分歧。在美军强调“联合全域指挥控制”的时代,这种基础训练阶段的割裂,恐成为战略层面的倒退。UJTS项目结局如何,需要持续关注。

(作者单位:海军航空大学)

前段时间,俄罗斯联合航空制造集团公司公布,苏-57D原型机完成首飞。从媒体发布照片看出,该原型机最大特点是双座型布局。那么,这种设计有着怎样的考量?

在战机发展史上,双座型布局并不罕见。苏-27UB、苏-30等俄系机型早已证明,双座型战机可用于飞行员换装训练、长航时飞行任务和执行复杂对地攻击任务。尤其对于俄罗斯这样领土面积大、巡逻空域广的国家来说,双座型战机对其日常战备和军事行动十分重要。全球进入五代机时代后,战机飞行员需要完成隐身突防、传感器融合、电子战管理、远程弹药运用和多平台数据链协同等工作,单座型战机飞行员在高威胁空域的负荷显著上升。同时,俄乌战场上无人机作战愈演愈烈,俄军迫切需要一个能在隐身条件下统一指挥无人机平台的空中节点。因此,苏-57D应运而生。

从外观看,苏-57D的垂直尾翼上印有无人机和有人机的组合图案,强调了苏-57D将采用与无人机协同作战的战法。据俄方表述,苏-57D既可用于飞行员训练,也能组织和管理有人机与无人机编组协同作战。这说明其设计价值不局限于多坐一名飞行员,而是在于试图把有人机从单个平台变成有人无人编组。未来,后座机组成员可能承担态势整合、目标分配、电子战协同、无人平台任务调整等工作,苏-57D不只是武器发射平台,更是空中编队的信息和指挥节点。

谋求率领俄式「忠诚僚机」

■刘一澳

俄推出双座型五代机原型机——

这一设计理念与S-70隐身无人机的研发初衷高度契合。俄罗斯此前已公开苏-57战机与S-70无人机联合飞行画面,并强调有人无人协同作战的巨大潜力。按照这一设想,苏-57D可指挥无人机执行前出侦察、实施高危区域纵深打击等任务,有人机则担负指挥调度、关键火力运用等职能。这种作战模式将危险任务交给无人机,把指挥权留在飞行员手中。

据公开资料显示,该型机由苏-57原型机改装而来,沿用了部分设备和发动机,并采用以往串列双座布局。这样设计有利于扩大后座视野,便于后座机组成员洞察全局。此外,改装成本低、工程风险小,符合俄国防经费紧张的现实。

外贸因素同样不能忽视。印度曾与俄罗斯联合研制五代机FGFA,并长期对双座型战机有需求,后来因技术转让等问题退出。近年来,俄罗斯又持续向印度推销苏-57E,试图借助印度既有的苏-30MKI战机工业生产基础,打开五代机外贸市场。苏-57D此时亮相,可能也有这方面的考量。

当然,首飞不等于战斗力形成。想将苏-57D打造成率领俄式“忠诚僚机”的“空中指挥所”,还需要配备抗干扰数据链、成熟无人僚机、任务规划系统等。当前,S-70尚处于试验阶段,未来能否成功搭配苏-57D,形成体系作战能力,还需要时间检验。

(作者单位:国防科技大学)

下图:苏-57D原型机。

资料图片



延伸阅读

■白季平

舰载与陆基教练机有何不同

主要专用的舰载教练机。其余部分拥有航母的国家,除依赖盟友的训练体系外,通常使用现役舰载机充当教练平台。

由于起降场景与条件不同,舰载与陆基教练机性能结构的差异明显。首先是结构承载能力差异,陆基教练

机依托平整稳固的陆地跑道起降,载荷冲击小、飞行环境稳定,机身、起落架按常规航空标准设计,结构强度高,满足常规机动、平稳起降的需求即可,设计侧重轻量化、经济性 with 机动灵活性。而舰载教练机起降条件严苛,航母甲板颠簸、拦阻瞬间冲击、弹射轴向

拉力会产生数倍于陆地起降的过载,因此必须进行全机强化设计:采用加粗高强度机身框架、双轮前置加型起落架,重点提升抗冲击、抗疲劳性能,可长期耐受高频次极限起降载荷。此外,舰载教练机长期部署海洋空域和航母甲板,面临高盐雾、高湿

度、强腐蚀的特殊环境,往往采用全套防腐密封工艺,机身关键零部件均做防腐蚀、防盐雾、防潮专项处理,设备耐用性、整机可靠性和维护标准高于陆基教练机。

作为专门培养航母舰载机飞行员的教练机,舰载教练机与陆基教练机承担的常规基础驾驶、编队飞行、基础战术对抗等通用训练任务不同,重点开展弹射起飞、拦阻着舰、甲板滑跑调度、近海复杂气象起降等舰载专属课目训练。其核心任务是衔接基础训练与舰载机训练,精准模拟舰载机起降特性与操纵逻辑,为飞行员进入作战部队完成战备训练任务大幅降低主力舰载机的训练损耗。