

★ 军工T型台

日前,新加坡国防部宣布计划采购3架湾流G550海上监视机,该机型将与新加坡现有的波音P-8A“海神”反潜巡逻机形成功能互补,共同构建一体化海上安全监视网络。

近年来,包括韩国、加拿大、澳大利

亚在内的多个国家陆续宣布采购或部署基于公务机平台改装的特种任务飞机,这一趋势反映出现代军事对高效、灵活、低成本平台的迫切需求。

从象征贵宾专属出行的空中座驾,到如今可执行情报侦察、战场预

警、通信中继、频谱侦测的军中尖兵,公务机的“从军之路”究竟经历了怎样的发展?相较于传统军用侦察机,它又具备哪些独特优势?其背后又蕴含着怎样深层次的考量?请看本期解读。

★ 军工科普

“敌跟踪!”空战影视剧,这句台词往往伴随一阵急促刺耳的“滴滴”声,飞行员随即猛拉操纵杆,释放干扰弹并做极限机动规避,这声音正是战机的机载雷达告警器发出的预警信号。作为现代战机态势感知的核心装备,这个看起来不起眼的装置,时刻守护着战机安全。

雷达告警器本质上就是一个“空中信号侦察兵”。敌方雷达想要探测、跟踪战机,就必须持续发射电磁波信号。告警器的任务就是捕捉这些在空中传播的“电波踪迹”。它通过机身各处的天线接收雷达信号,再对信号的特征进行分析,判断是敌方的搜索雷达、跟踪雷达,还是已经发射的导弹制导雷达,进而区分威胁等级,向飞行员发出预警。

雷达告警器诞生于越南战场,当时美军战机频繁遭遇苏军S-75防空导弹的打击,初代雷达告警器应运而生,专门捕捉这种防空导弹的跟踪雷达信号,为飞行员争取宝贵的规避时间。

冷战时期,机载火控雷达进入快速发展期,晶体视频接收机成为告警器的核心部件,苏军广泛使用的SPO-15告警器就是其中的代表。它能识别低中频和中重频雷达信号,可一旦遇上脉冲多普勒雷达,就只能发出粗略预警,没法区分具体的跟踪模式。海湾战争中,米格-29战机被美军“麻雀”导弹击落,大概率是因为告警器没能识别出敌方雷达的脉冲跟踪模式,飞行员没能及时察觉危险。

机载雷达告警器进化史

■ 胡勇华

从奢华座驾到关键平台——

公务机的“从军之路”

■ 李 伦 孙定宇

历史沿革:公务机军用化的演进之路

公务机被外界称为“奢华座驾”,不仅因其是高端交通工具,更源于其极致的客舱体验、灵活的出行方式与高度的私密性,加之稀缺性、高成本等独特价值,其意义已远超传统交通工具范畴。

然而,公务机的军用化历程并非一蹴而就。它从最初的民用交通运输工具,逐步演变为集成多种特种任务功能的关键平台。这一历史沿革不仅受航空技术发展军事需求牵引的共同驱动,更离不开不同国家在不同历史阶段的持续探索,多方合力共同推动了公务机的军用化进程。

20世纪30年代,世界上第一架专门设计的公务机——比奇17双翼机开启了公务航空的新纪元,一度成为各国政要与企业高管出行的首选。二战期间,美国大规模使用比奇18执行运输与训练任务,进一步推动公务机军用化发展。

1956年,洛克希德公司响应美国空军“低成本喷气式通用运输机”招标,启动JetStar项目。虽然军方采购规模缩减,但项目未被取消,反而成功转型为全球首款量产喷气式公务机,于1961年投入民用市场,并赢得各界政商名流青睐。1961年10月,美军开始接收首架VC-140B军用专机改装机,此后根据不同任务需求,逐步发展出C-140系列军用型号。

1963年,里尔23作为全球首款专为民用设计的喷气式公务机,不断推动现代商务航空迈向新高度。1984年4月,美军正式列装里尔35A,该机型主要用于前线指挥员运输、紧急物资投送等非战斗支援任务。在海湾战争期间,里尔35A承担低风险后勤保障工作,虽未参与直接作战,但其高效可靠的性能使日本、阿根廷等国空军将其列为评估轻型喷气军用公务机的重要参考案例。

进入21世纪,公务机军用化呈现全球化普及、多任务集成等特征,加之军用改装技术的日趋成熟,军用公务机形成了多元化发展态势。以色列将湾流G550公务机改装为“海雕”预警机,该机型搭载有源相控阵雷达,对大型空中目标的探测距离达400公里。同一时期,美国启动基于庞巴迪环球6000公务机的E-11A通信中继机项目,推动公务机从辅助装备向多用途任务装备转型。

近年来,欧洲、亚洲、中东等地区国家纷纷结合自身防务需求,大量采购或改装公务机。法国将达索猎鹰8X公务机改装为信号情报飞机;意大利从以色列引进湾流G550预警机;韩国选择加拿大庞巴迪环球6500作为其下一代预警机平台;阿联酋向瑞典采购萨博“全球眼”预警机;澳大利亚正式接收首架MC-55A“游隼”电子侦察机。

如今,公务机不只是民用的“奢华座驾”,其军用化演进之路不仅折射出军事战略转型的主流趋势,更日益成为



各国提升现代战争能力的关键载体。

关键优势:相较于传统军机的几大特点

公务机军用化,是作为信息智能化主导下战争形态转型的重要战略补充。相较于各类传统的军用预警机、侦察机及巡逻机,公务机的军用化并非在火力突防、武器外挂、装甲防护等方面具备优势,而是凭借成本可控、性能适配、安全可靠、任务隐蔽等特点,形成了独特的竞争力。

全寿命周期成本可控。传统军机研发周期长、经费投入大、维护成本高,而公务机依托成熟的民用平台,采购成本远低于新研发军用特种飞机,甚至仅为大型军用运输机平台的30%-50%;加之全球已有的零部件供应网络体系,后期维护成本也大幅降低。如湾流G550公务机,其年总运营成本约在300万美元左右。这种成本优势,对预算有限的中小国家而言尤为关键,通过改装公务机可快速提升作战能力。

性能优势更能匹配多样化任务。基于公务机平台改装的军用飞机,在气动设计、航电架构、续航能力等方面具备显著优势,并与传统大型军机形成优势互补。在续航里程方面,部分超远程公务机的航程已突破10000公里,续航时间可达10小时以上。不仅能独立执行任务,还可与大型预警机协同配合,承担前沿部署、补盲侦察、战术中继等辅助性角色;在内舱载荷方面,随着军用电子元器件持续向小型化发展,公务机宽敞的内部空间足以容纳任务操作台、

电子侦察系统、数据处理单元、通信中继设备等,从而形成一个高度集成的空中作战节点;在快速响应方面,公务机高速巡航能力突出,可快速抵达任务区域并获得广阔探测视野。同时,少数轻型公务机还具备较好的机场适应能力,能在800米以下的短跑道、未铺装路面或前线简易机场起降,突破传统军机对标准跑道的依赖。

具有良好的可靠性。市面上主流的公务机,均经过长期市场实践检验,在故障间隔与运行稳定性方面表现优异。以湾流G550、环球6000等机型为例,其平均故障间隔可达500飞行小时以上。此外,公务机的技术迭代速度快于传统军机,其综合模块化航空电子系统与开放式系统架构,为军用设备集成提供了理想接口,可大幅缩短升级周期,降低后期运维风险。

任务隐蔽属性优势突出。军用改装公务机与民用公务机外形高度相似,流线型设计与复合材料的应用使其雷达反射截面积较小,红外特征不明显,便于在敏感战场环境中执行秘密侦察、跨境监视等任务,可有效提升战场生存能力。

深层逻辑:军事转型的驱动与防务格局的重塑

公务机的军用化演进,并非单纯的军事装备形态转型,同时也是现代军事任务需求牵引与防务格局重构的生动体现。

一是重构杀伤链结构,成为现代空战任务的重要载体。一些公务机经军用化改装后,成为去中心化作战网络中

的智能节点。凭借高改装性、任务隐蔽性与快速部署能力,这类作战单元能够在短时间内实现动态组合,推动杀伤链从以往的线性形态向网状形态跃迁。

基于公务机模块化军用任务系统,单一机体可在数小时内从运输平台切换为电子战平台,彻底打破传统军机单一任务的局限性。例如,美国空军E-11A通信中继机可充当战场通信节点,实现跨域协同,而澳大利亚空军MC-55A“游隼”电子侦察机则可承担数据融合任务。

二是整合核心技术,提升研发效率。公务机军用化涉及航空平台、雷达系统、电子战设备、数据处理软件等多项关键技术。如今全球产业链深度协同已成为各国当前重点选择的发展方向,各国依托自身技术优势,在公务机军用化全链条研发中承担不同角色,以此实现核心技术的优化配置。

以韩国新型预警机项目、瑞典萨博“全球眼”预警机为例,二者均为全球产业链协同的典型代表。在韩国新型预警机项目中,加拿大庞巴迪公司提供环球6500公务机平台,以色列埃尔特塔系统公司提供雷达技术,美国L3哈里斯技术公司负责整个系统的任务集成,韩国大韩航空则承担最终组装与本土化维护工作。这一模式不仅帮助韩国在较短时间内获得了具备先进水平的预警机,还打破了传统国防工业的封闭性,大幅提升了武器装备的研发效率。

三是分摊成本压力,适配多元化防务预算需求。传统军机在设计、研发、列装、维护等环节需投入大量经费,单一国家不仅难以承受,也无法兼顾其他军项目的推进。公务机军用化则可通

“联合研发采购、技术人才共享、维护体系共建”等方式,构建起灵活的成本分摊机制,帮助各国尤其是中小国家高效利用防务预算经费,快速提升军事实力。

北约曾参与由美国主导的E-7A“楔尾”预警机联合采购计划,该计划因美国空军于2025年单方面退出而宣告失败。相比之下,瑞典萨博“全球眼”预警机项目借助跨国采购与服务外包模式,实现了维护设施与培训资源的共享,大幅降低了中小国家的运营门槛。

四是提升战略互信,构建新型防务合作关系。军用公务机涉及敏感军事技术的转移、集成与共享,其合作必然建立在双方互信的基础上,这种合作模式超越传统军事同盟架构,正日益成为当前国际防务合作的重要纽带。如前文所述,欧洲通过萨博“全球眼”预警机的军事合作,强化了欧洲防务一体化进程。萨博“全球眼”虽是以加拿大庞巴迪环球6000公务机平台为基础,但核心改装由欧洲企业完成,这一模式契合欧洲防务自主的战略诉求,推动了欧洲防务体系的协同发展。

公务机作为连接民用航空与军事领域的重要载体,其“从军之路”是当前全球军事转型与国际防务合作的重要缩影。随着人工智能、大数据、无人系统、云计算等新兴技术的迭代升级,在模块化、智能化技术深度集成的加持以及可持续航空燃料逐步推广的背景下,军用公务机正从单一功能向多用途平台持续演进,以较低成本实现整体作战效能的提升。

上图:新加坡空军G550-AEW预警机。

资料图片

延伸阅读

湾流G550:公务机军用化主流平台

湾流G550是美国湾流宇航公司研发的远程公务机,于2003年投入使用。凭借超长续航能力、高可靠性、宽敞的客舱空间以及先进的航电系统等优势,使其成为全球范围内被最广泛用于军用改装的公务机平台之一。该机长29.39米,翼展28.5米,配备两台劳斯莱斯C4-11涡扇发动机,标准巡航速度为0.8马赫,航程11686公里,最大巡航高度15545米。其军用改装型号已被美国、以色列、意大利、澳大利

亚等多个国家采用。例如美国空军EA-37B电子战飞机、以色列“海雕”空中预警机、澳大利亚MC-55A“游隼”电子侦察机等,均基于湾流G550平台改装而来。

美国湾流宇航公司是全球领先的豪华公务机制造商,其历史可追溯至1958年格鲁曼公司推出的“湾流1”涡轮螺旋桨公务机,该机最初旨在为美国军方高层提供高速、远程的空中通勤平台。1973年,湾流品牌开始独立运营。

2001年,湾流宇航公司被美国通用动力公司全资收购,这一举措进一步强化了其在国防与高端航空领域的战略定位。目前,湾流宇航公司专注于高性能、长航程大型公务机的设计、制造与维护,产品广泛应用于民用、商业、政府及军用领域。截至2025年,湾流宇航公司已累计交付超2800架飞机,并已构建起覆盖全球的售后服务网络。

左图:湾流G550公务机。

资料图片

