

★ 军工T型台

前不久,土耳其拜卡尔公司对TB-3无人机进行首次滑跃起飞测试。从相关视频中可以看到,无人机起降跑道是根据“阿纳多卢”号航母甲板规格建造,被漆成与飞行甲板同种颜色。

测试中,TB-3无人机成功从模拟甲板上起飞了4次,标志着该型无人机上舰前测试正式开始,随后还将进行模拟着舰等内容测试,为真正上舰积累经验。

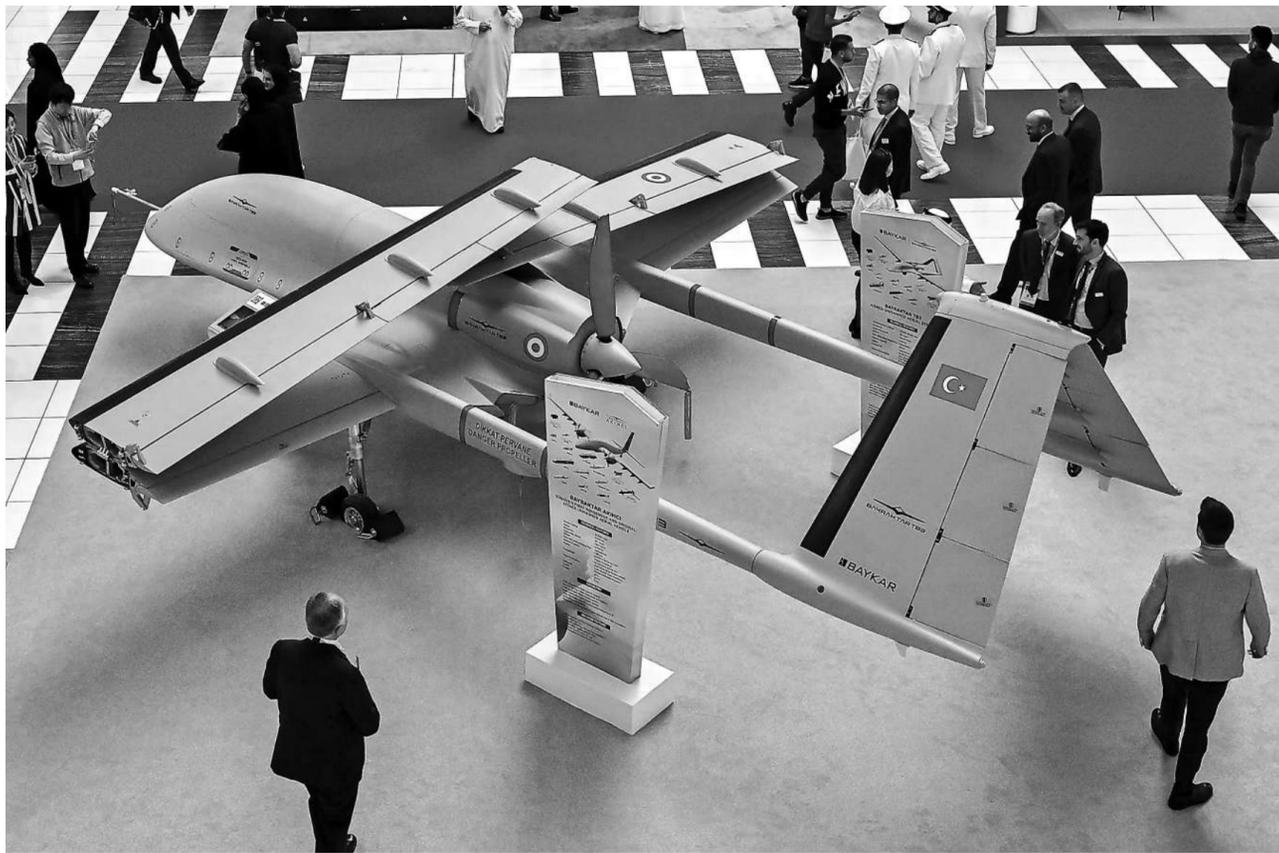
TB-3无人机的出现,是世界各国不断探索无

人机上舰之路的缩影。之前,已有不少国家进行类似的探索。2022年,美国对外公布了其研制的MQ-9B舰载无人机,这型无人机配置了新设计的机翼和尾翼,可以在两栖攻击舰上起降。2023年,“莫哈韦”短距起降无人机在英国航母上滑跃起飞。

可以说,TB-3是土耳其紧跟当下世界无人机发展潮流的跟风之作。未来,TB-3无人机将成为土耳其海军“阿纳多卢”号航母的主力机型,以弥补该航母没有固定翼有人驾驶战机的缺陷。

土耳其推动舰载无人机上航母

■王笑梦



国防自主进程加速,收获大量国际军贸订单

航母是一座浮动的机场,要形成战斗力关键看搭载的舰载机。由于美国制裁,“阿纳多卢”号航母与F-35B短距/垂直起降战机擦肩而过,土耳其不得不另寻他法。近年来发展迅猛的土耳其无人产业,为其航母战斗力生成找到了一条新路。

2010年“阿拉伯之春”爆发后,土耳其奉行“回归中东”战略,谋求提升地区影响力。在内部战略需求和外部制裁压力的共同作用下,土耳其将扩大和发展本国国防工业作为国家优先发展战略。2012年,土耳其政府明确了实现国防工业自主化的发展路径。2018年,土耳其国防工业署颁布《2019至2023年战略规划》,提出了提升国产武器比例和增加防务、航空航天工业出口总额等一系列发展规划。土耳其还计划到2053年实现国防工业完全自主。

其中,无人机成为土耳其军工的支柱产业。拜卡尔公司、宇航公司等企业厚积薄发,“安卡”“旗手”等多个系列大中型无人机横空出世,不但丰富了土耳其军队装备序列,还大量出口国际军贸市场。截至2023年底,土耳其无人机已出口全球40多个国家。

此次试飞的TB-3无人机是拜卡尔公司TB-2“旗手”无人机的升级版改进版。拜卡尔公司是研制无人机的后起之秀,拥有一支由数千名青年工程师和专家组成的高效团队,其抓住了21世纪初美国禁止向土耳其出口无人机的契机,于2011年成功研发第一架TB-1无人机交付土耳其陆军。2014年,第二代TB-2无人机成功首飞,并在随后的叙利亚内战、纳卡冲突等战场上崭露头角,收获大量国际军贸订单。

良好的外贸环境带动着土耳其军工产业蓬勃发展。2023年,拜卡尔公司年度军品销售额增幅为94%,出口增幅约为50%,首次跻身全球军品百强榜单。明星产品TB-2等无人机出口

额占当年土耳其军品出口总额的32%,其中与沙特签订的一份价值30亿美元的无人机出口合同,成为土耳其军品出口历史上的最大订单。截至2023年底,拜卡尔公司共与全球33个国家签订出口合同,TB-2无人机出口至亚非欧32个国家,累计飞行时间超过75万小时,国产化率达到93%,年产能约为500架。这张闪亮的销售业绩单,不但为拜卡尔公司积累了丰富的无人机战场使用经验,还为研制TB-3无人机提供了充足的资金保障。

整合行业优质资源,集智攻克技术难题

TB-3是土耳其研制的第一款舰载无人机。为了填补这一空白,拜卡尔公司必须冲破一道道技术上的“拦路虎”。其中一些关键技术突破并不是该公司自身能够解决的,必须依靠土耳其无人产业的整体协作和对外技术合作。

土耳其无人产业生态系统由全国2000余家大中小型企业组成。土耳其政府大力支持无人机产业发展,为推动先进技术自主可控发展,规定无人机生产商必须将合同价值的60%至80%转给国内承包商,而这些厂商也普遍能够提供更好的薪酬和工作环境吸引优秀人才,使无人产业能够整合行业优质资源解决关键技术难题。

在TB-3无人机研制过程中,拜卡尔公司为攻克关键技术难题进行了一系列创新。

研制更强动力引擎。TB-3无人机的航空发动机公司突破重油发动机技术瓶颈,研制出2.1升重油四缸水冷直列增压型发动机,续航时间超过24小时,最大可用升限9144米,基本满足当前舰载机实战要求。

采用机翼折叠技术。TB-3无人机拥有14米的平直主翼,翼展甚至超过了F-35战机。为了在有限的航母空间停放更多无人机,拜卡尔公司采用机翼折

叠技术,TB-3无人机两侧机翼外段可以向上折叠160°以上,交叉于机身上部,有效减小了停放时的翼展宽度。这样,“阿纳多卢”号航母可搭载30多架TB-3无人机,作战效能得到有效提升。

选用国产光电设备。土耳其无人机原本采用加拿大光电设备,2021年加拿大以土耳其介入纳卡冲突为由,禁止向土耳其出口光电设备。土耳其阿塞桑公司经过3年研发攻关,成功实现无人机电光载荷国产化。此次试飞的TB-3无人搭载了新一代光电吊舱,重量约50千克,拥有中/短波红外、昼间彩色显示等功能,并将激光目标照射器、激光测距仪和激光指示器等集成到吊舱内,采用AI系统和图像融合算法等新技术,具备目标识别、打击优先级排序、目标异常温差报警和透烟雾观测能力。

改进降落拦阻方式。由于“阿纳多卢”号航母原始设计是搭载短距/垂直起降战机,并没有安装拦阻索,土耳其本土国防工业短期内也无法提供可靠实用的拦阻索系统,因此拜卡尔公司另辟蹊径,采用拦阻网代替,虽然这种回收方式更复杂,效率较低,但也解决了无人机上舰的大难题。

此外,土耳其军工企业还解决了加固起落架、气囊除冰、抗腐蚀材料、卫星通信等技术难题,为TB-3无人机上舰和海上飞行做足准备工作。

第一步虽然轻松,后续型号上舰面临困难

TB-3无人机通过“阿纳多卢”号航母运载,可赴海外执行情报搜集、侦察监视和对敌攻击等不同类型的作战任务,将对土耳其的海上威慑力产生倍增效应。

然而,TB-3毕竟是一种螺旋桨推进无人机,航速慢、载荷小,不能挂载大中型反舰导弹,并缺乏空空作战能力,整体效能不高。“阿纳多卢”号航母想要具备基本的制空和对海作战能力,还需要让作战能力更强的“红苹果”隐身喷气式无人机上舰,这对于土耳其国防工业来说将是巨大挑战。

同是拜卡尔公司研制的“红苹果”

无人机采用酷似隐身战机的外观设计,尺寸和空重达到一般高级教练机的水平,远比TB-3无人机的机大得多。“红苹果”无人机上舰有一台AI-25TLT涡轮风扇喷气式发动机,下一步还将安装AI-322F涡轮风扇喷气式发动机,实现超音速飞行。

由于缺少弹射系统,“红苹果”无人机未来在舰上起飞,除了依靠滑跃甲板提供支持外,拜卡尔公司还将在滑跃甲板顶部安装一台滑轮牵引系统,为无人机赋予一个初速度,但这一方案具有系统复杂、故障率高等问题,能否实现还不得而知。

相比起飞,更让设计人员担心的是降落,对于高速飞行的“红苹果”无人机,拦阻网显然已经失去了作用,土耳其正考虑在航母飞行甲板中后部加装2条拦阻索。目前,全球只有少数国家能够独立制造航母拦阻索,其技术含量较高,能否突破技术瓶颈,对土耳其国防工业将是一项严峻考验。

值得关注的是,无人机的实际作战效能还有待检验。制约舰载无人机发展的技术瓶颈依然存在,在无人感知与测量、算法与优化、自主与智能等方面仍需持续进行技术攻关,才能保证舰载无人机的安全起降。此外,无人机的舰机协同,关键是有人与无人作战平台的联合编组。要实现这一点,需要贯穿相关作战理论、发展相关装备技术、深度借力人工智能等措施,解决作战中的信息分析、人机交互、通信组网等问题。

无论是TB-3还是“红苹果”无人机,都是土耳其无人产业围绕“阿纳多卢”号航母提出的舰载机解决方案。虽然在技术上不是全球领先,但对于土耳其国防工业来说是最佳选择。在此基础上,土耳其已宣布设计建造排水量超过6万吨的第二艘国产航母,并搭载国产有人驾驶舰载机。这将是一项十分复杂的系统工程,虽然土耳其国防工业取得长足进步,但想要实现大型航母的设计建造和多种新型舰载机上舰,显然难度更高。

未来已来,唯变不变。新的技术、装备要想证明自身价值,往往需要很长一段时间进行改进完善,无人机的舰载能否发挥其战斗力,仍有待观察。

上图:TB-3无人机。

资料照片



前不久,意大利空军在伊斯特拉纳空军基地举行AMX攻击机退役仪式,5架AMX攻击机在其他战机的伴飞下,掠过伊斯特拉纳空军基地上空,服役35年的AMX攻击机正式宣布退役。

与高性能多用途战机相比,AMX攻击机执行任务更经济实用,凭借其灵活高效的机动性和优异空战能力,被冠以“口袋狂风”的称号。

AMX攻击机的研发史要追溯到1977年,意大利空军希望开发能够执行近距高空支援和侦察任务的新战机,以替换老旧战机。与此同时,有着类似需求的巴西军方也表现出对轻型战术飞机的浓厚兴趣,由此促成了两国对该战机的合作研发。

由于意大利和巴西本就存在长期良好的双边合作关系,此次合作推进也相对顺利。1981年3月,巴西与意大利共同签署了联合规格书,明确了新战机的性能指标。结合两国空军的不同需求,参与研发的3家公司明确了各自在研制计划中的工作份额及分工,并负责战机的不同部件的制造。最终,从1984年至1985年,两国共同制造了多架原型机进行测试。

AMX攻击机采用两侧进气、后掠中单翼设计,主要材料为铝合金,垂尾及升降舵由碳纤维复合材料制成。为了便于发动机拆装,机身后段被设计成可拆卸结构,提高了日常维护和修理保养的便捷性。AMX攻击机的另一大特点是全机的高冗余度——电气、液压和航电设备几乎都采用双重体制,在执行战斗任务的情况下提高了战机的安全性和稳定性。值得注意的是,由于AMX攻击机的航空电子设备和装置均采用模块化设计和台架式安装,因此可以结合作战需要进行灵活布置,还可以对重要设备进行物理隔断,提升战机抗损伤能力。

虽然造价便宜,但AMX攻击机依然设计了类似于多用途战机上的襟翼设置,具备较好的短距起降能力,能以最大起飞重量在不到1000米的跑道上起飞,增强了其在不同环境下的适用性。

自服役以来,AMX攻击机参加了多场国际军事演习和实战任务。在一些低烈度军事任务中,有着明显优势。近年来,随着空战模式改变和军事科技飞速发展,在密集部署的防空系统和先进雷达系统的“围剿”下,AMX攻击机的劣势逐渐显现,生存空间日趋狭小。

结合世界空军发展历程来看,多用途战机和无人机等现代化装备将逐

『口袋狂风』在地中海停息

意大利AMX攻击机全面退役

■谢安周新涛

渐取代传统专用攻击机。近年来,意大利空军采购了美国F-35和欧洲“台风”战机。此次意大利全面退役AMX攻击机,不仅是技术发展的必然结果,更是意大利空军顺应全球空军发展新趋势、调整装备结构、适应未来战场的明智选择。

上图:AMX攻击机。

资料照片

★ 军工世界观

穿墙雷达“透视”战场

■赵阳洪 黄楠

★ 军工科普

一些热门战术竞技类游戏中,经常会看到这样画面:在危机四伏的作战区域内,玩家将手持雷达贴在墙上,墙后敌人影像立即在屏幕上清晰显现,这种贴墙使用的手持雷达就是穿墙雷达。该雷达具有体积小、重量轻、功耗低、移动性能好等特点,可以有效提升城市作战能力。

那么,有网友问:穿墙雷达是如何实现对目标定位跟踪的?

目前常用穿墙雷达是基于超宽带微波探测技术,即通过发射S波段以下电磁波信号,穿透墙壁再对回波信号进行处理与分析,实现对墙体后方目标定位和跟踪。

从技术标准划分,目前各国军队装备的穿墙雷达可分为一维测距、二维定位和三维成像等类型。

一维测距穿墙雷达主要是利用人体心跳、呼吸伴随的胸部扩张与收缩、肢体摆动等弱运动的多普勒回波,对藏匿于障碍物后方的人员进行大范围快速探测搜索与定位。一维穿墙雷达只测量目标距离信息,功能上侧重于

判断目标有无,可用于对目标建筑初步侦察。

二维定位穿墙雷达则在一维测距的基础上,增加了目标方位信息的获取技术,可精确定位目标。实际应用中,对隐蔽目标成像定位是为了确定目标在建筑物内部的相对位置,而不是目标与雷达的相对位置。因此,与一维测距穿墙雷达相比,二维定位穿墙雷达增加了建筑物内部画面重置功能。

三维成像穿墙雷达能够快速探测建筑物墙体后方的目标活动情况,并可以从多个维度定位和观察,具备三维成像、定位、人体姿态识别等功能,可实现对环境的快速感知,有效降低人员伤亡风险,提高突击行动效率。

当前,穿墙雷达技术正向加大探测距离、穿墙厚度和加强识别人体特征能力等方向发展,国外已出现多种可实现三维成像远距离探测的穿墙雷达。比如,英国一款穿墙雷达发射的无线电波能穿透钢筋混凝土、石板、砖等材料墙体,探测距离可达20米,能快速检测建筑物内状况,并实时追踪生命体的运动方向。可以预测,穿墙雷达必将在未来城市作战中发挥更加重要作用,也必将迎来更广阔的军贸市场。