

前段时间,印度宣称,不再寻求自主研发六代机,而是加入欧洲六代机项目——“全球作战空中计划”(GCAP)或者“未来空中作战系统”(FCAS),以弥补未来战场空中力量的能力缺口。

一直以来,欧洲六代机项目研发走的是一条多国合作的路径。截至目前,两个欧洲六代机阵营并没有正式

接纳印度的加入。近年来,印度先进战机缺口巨大,而自研AMCA五代机进度拖沓,印度有意加入欧洲六代机项目,以期跳过五代机实现弯道超车,快速拥有一代隐身战机。印度五代机AMCA有着怎样的研发经历?欧洲六代机多国合作机制运行状况如何?这种跨国合作有何风险挑战?请看本文解读。

五代机发展受阻——

印度申请加入欧洲六代机研发计划

■姜子晗 白季平

军工T型台

印度自研战机步履维艰,寻求国际合作弥补技术短板

自主研发一款先进的五代机,一直是印度实现军工自主的重要目标,AMCA五代机是这一目标的体现。该项目概念机于2001年正式提出,定位为单座双发隐身多用途五代机,对标国外先进五代机,填补印度空军中型隐身战机的战力空白。

印度军工企业研制AMCA五代机20多年,至今项目难以落地,暴露出其军工研发体系的严重技术短板。今年1月,印度国防研究与发展组织公布,AMCA首架原型机推迟至2028年底出厂,2029年初首飞,量产服役延后至2034~2035年。原计划的首飞时间安排已完全打乱。

AMCA五代机项目进程推迟有着多重因素。从技术层面看,印度航空工业缺乏核心研发能力,战机的隐身涂层、大推力涡扇发动机、有源相控阵雷达、飞控系统核心部件均无法自主研发,项目初期计划依托俄罗斯的技术支持,后又转向欧美寻求合作。从产业层面看,印度航空制造产业链不完善,零部件加工精度与整机装配工艺难以满足五代机的严苛要求,配套企业技术水平参差不齐,导致项目研发进度一再滞后。

项目推进缓慢,带来的是印度先进战机缺口巨大。据报道,印度原计划于今年3月交付的“光辉”战机全部延迟交付;去年9月,印度空军最后两个飞行中队中的米格-21战机正式退役。在五代机短期内无法自研成功的背景下,印度寻求加入欧洲六代机项目,试图借助国外先进技术,一举跨越到六代机。

为实现航空装备领域“弯道超车”,印度加入欧洲六代机项目的方向十分明确。一方面,依托欧洲六代机项目相对稳定的研发进度,争取在2035年前后实现六代机列装,弥补空军战力缺口;另一方面,借助项目合作契机,争取获得关键技术转移,解决本土航空工业在核心部件研发、整机装配等方面的技术短板,逐步摆脱对国外技术依赖,实现军工自主的长期目标。

在欧洲两大六代机阵营中,GCAP有明显的新成员加入机制。去年,日本防卫省官员赴印度介绍GCAP,双方就该项目展开初步沟通。因此,印度或将目光锁定在GCAP项目上,将其作为国



际合作的选择。

项目潜在合作伙伴众多,印度加入六代机阵营难度很大

研制六代机的技术门槛高、资金投入大,单靠一个国家很难完成全部研发任务,寻求多国合作成为国际军工领域的一种趋势。多年前,英国曾邀请印度加入“暴风”六代机项目(GCAP前身)。

GCAP项目于2022年正式启动,由英国BAE系统公司、意大利莱昂纳多公司、日本三菱重工业公司作为研发主体,计划2027年前完成原型机试飞,2035年正式列装部队。该项目研发费用远超现役主流五代机。据公开数据测算,GCAP项目的整体研发成本将达到数百亿美元。英、意、日3国已敲定出资比例,日本与英国各承担40%,意大利承担20%,后续潜在合作伙伴将根据合作份额分摊相应费用。通过这种方式,将巨额研发成本分配给多国,大幅降低单一国家的资金压力,保障项目研发的资金持续性。

相比五代机,GCAP项目在技术指标上实现全方位升级。GCAP项目不仅要求更强的隐身性能、超视距作战能力,还融入“有人-无人”协同作战、跨域数据交换等先进技术。

多国合作推进项目,实现技术优势互补与风险共同承担。英国在战机整体设计、隐身技术、航空电子系统方面拥有深厚技术积淀;意大利在机载武器、航电设备小型化、无人机协同技术上具备优势;日本则在大推力涡扇发动机、先进材料、人工智能等领域有一定研究。3国将核心技术优势整合到项目中,

大幅降低单一技术领域研发失败的风险。同时,3国建立联合研发机制,针对研发过程中出现的技术难题开展联合攻关,共享研发成果与技术数据,保障项目稳定推进。

此外,GCAP项目还实现了六代机产业链的分工协同。3国的主要军工企业分别承担不同的研发与生产任务,英国BAE系统公司主导整机设计与总装,意大利莱昂纳多公司负责机载航电与无人协同系统,日本三菱重工业公司承担传感器、通信装备和先进材料研发。各企业依托自身产业优势参与项目,既提升研发与生产效率,又推动各国军工产业链升级。

当前,GCAP项目的潜在合作伙伴竞争激烈,沙特等国均在积极寻求加入。相比印度,这些国家拥有两点优势:一是资金实力雄厚,能够为项目提供充足研发资金,满足项目方分摊成本的需求;二是无过高的技术转移诉求,更多是寻求六代机装备的采购与战略合作,与项目方的合作规则契合度更高。反观印度不仅资金投入能力有限,还将技术转移作为加入项目的核心前提,这让其在合作伙伴竞争中处于劣势。此外,印度航空工业基础薄弱,即便获得部分技术,也将很难实现技术的消化与吸收,难以将其转化为本土研发能力进而实现军工自主目标。

GCAP项目发展,成为检验多国合作模式的重要样本

GCAP项目能够在多国合作下持续推进,得益于英、意、日3国均具备深厚的航空工业基础、完善的研发与生产

体系。而印度航空工业仍停留在“组装制造”阶段,缺乏核心研发能力与产业链支撑,即便加入六代机项目,也难以参与到核心研发过程中,可能将沦为项目的“配角”。

从各国军工发展历程看,任何一个国家的军工自主,都很难通过跨代研发实现。美、俄等军工强国,均是通过自主研发逐步掌握各代装备的核心技术,建立完善的产业体系,最终实现技术跨越。特别是在先进战机研发方面,一个国家要打造自主空中作战力量,唯有从基础做起,逐步积累技术能力,完善产业链布局,一步步推动航空工业发展,而非寄望于通过国际合作走捷径。

对于GCAP项目而言,吸纳印度加入,能够分摊部分研发成本,扩大项目的国际影响力,但也要应对印度的技术短板与合作诉求带来的诸多问题,甚至有可能会影响项目的整体进度。

此外,印度过去在与俄罗斯、欧美等国的军工合作中,多次出现中途变更需求、拖欠资金、要求额外技术转移等情况,恐怕也会让项目方对其合作稳定性存在顾虑。印度的政治立场也较为复杂,加入项目可能会让GCAP项目陷入地缘政治博弈之中,影响英、意、日3国的核心战略利益。

在全球六代机研发的浪潮中,各国均在加速布局,技术与利益的博弈也在不断升级。印度期望加入GCAP项目,反映出部分军工基础薄弱国家努力摆脱先进装备研发中的困境,GCAP项目发展,也将成为检验多国合作模式的重要样本。未来在多国合作模式下,GCAP项目能否顺利落地,印度能否借助国际合作实现军工产业升级,还需要进一步关注。

上图:印度AMCA战机模型。
资料图片

近期的全球军工领域,多个国家在装备研发、项目合作等方面取得新进展:美国XRQ-73新型隐身无人机完成首飞,德荷两国军工企业携手提升欧洲导弹产能,巴西塔曼达雷级护卫舰首舰入列。本期,国防大学副教授梁君对这3则新闻进行点评。

美新型隐身无人机完成首飞



新闻播报:5月6日,美国国防部高级研究计划局宣布,与诺斯罗普·格鲁曼公司联合研发的XRQ-73新型隐身无人机已于4月在美国加利福尼亚州爱德华兹空军基地完成首次试飞,迈出了“展示混合动力推进系统军事应用价值的重要一步”。

梁君:XRQ-73是美军“串联式混合动力推进飞行器验证机”项目的一部分,定位为一款中空高长航时情报监视侦察无人机,原定于2024年首飞,因技术问题推迟至今。该机最大起飞重量为567千

克,采用飞翼隐身气动布局,搭载串联式混合电推进系统,不但可以大幅减少燃油消耗,还能有效降低声学信号与红外热辐射特征,避免传统无人机噪声大、易被发现的弊端。此次XRQ-73成功试飞,验证了其在战术应用场景下的技术可行性,对隐身无人机发展具有重要意义。不过,这种隐身无人机研发仍面临不少技术挑战,混合电推进系统的能量二次转换损耗、复杂电磁环境下系统稳定性、低温环境下电池可靠性等问题,有待于后续开展试验论证。

德荷企业携手提升欧洲导弹产能



新闻播报:4月13日,德国莱茵金属公司与荷兰Destinus公司达成协议,拟于今年下半年成立一家合资公司。公司选址在德国下萨克森州,核心业务涵盖先进导弹系统的制造、组装、测试与销售等。

梁君:这是德国构建自主导弹产业链,提升本土国防生产能力的一次标志性事件。莱茵金属公司作为老牌军工企业,拥有丰富军工生产经验和全球销售网,但未涉足远程巡航导弹领域,此次与拥有高超声速及巡航导弹前沿技术的荷兰

Destinus公司合作,既能弥补德国在先进巡航导弹研制领域的技术空白,又可以借助项目产能落地德国,强化其本土导弹工业基础。此外,这一举措可以带动欧洲军工产业一体化整合,助推欧洲防务装备标准化。不过,跨国军工合作容易产生权益纷争,德国莱茵金属公司虽然控股主导,但荷兰Destinus公司掌握核心技术,未来双方在技术路线选择、研发经费投入、武器出口权限、收益利润分配等问题上,可能会出现利益冲突与路线分歧风险。

巴西塔曼达雷级护卫舰首舰入列



新闻播报:4月24日,巴西海军塔曼达雷级护卫舰首舰正式入列,结束了巴西海军40余年没有全新主力护卫舰入列的历史。该舰具备防空、反舰、反潜、远洋巡逻综合能力,巴西将其视为建设蓝水海军的核心支撑和本土造船工业复兴的标志。

梁君:该舰采用德国蒂森克虏伯MEKO A-100型护卫舰成熟设计方案,由巴西本土造船厂负责建造。通过技术引进、本土承建的模式,巴西得以系统掌握现代护卫舰舰体设计、模块化建造、舰载系统集

成、管线布局、海上试验调试等全套流程,并同步培养专业技术与管理人才队伍,补齐船坞码头等配套基础设施短板,培育本土造船产业链,实现军舰从“买”到“造”的转型。不过,目前该舰动力系统、舰载雷达、反舰导弹等核心部件需要从国外进口,一旦西方国家中断技术支持和零部件供应,舰艇后期升级改造工作将陷入被动,影响到巴西造船工业的自主发展。

(李杰整理)



航展上空,战机呼啸抛出绚丽“焰火”,引来观众阵阵惊呼。有的观众以为可能是精心设计的表演特效,殊不知,“焰火”是战机身处险境的“护身符”——干扰弹。从二战时期的铝制金属箔片到现代的复合诱饵,干扰弹走过漫长的发展史。

1943年7月24日晚,汉堡市上空夜黑如墨,盟军决定启动秘密行动,首次投放铝制金属箔片。这些看似普通的金属箔片在空中散开,形成一片悬浮的“金属云”,在德军雷达屏幕上显示出密密麻麻的虚假回波,让地面高炮群成为“睁眼瞎”,升空拦截的战机只能在茫茫夜色中盲目搜寻。此次行动,盟军战机战损率明显降低。这便是箔条干扰弹的雏形,其原理如同给雷达布下“迷魂阵”,用“金属云”的强反射信号掩盖战机飞行踪迹。

二战硝烟散尽,美苏冷战大幕拉开。“矛”与“盾”展开较量,很快催生了一种能追踪热量的空空导弹。这种导弹能够精准锁定战机的热源,让战机无处遁形。战机发动机尾焰的高温,成为空空导弹追踪的目标。

“矛”的变化,带动“盾”的升级。科研人员从侦察机夜间侦察用的照明弹中汲取创新灵感,研发出热诱弹。这种弹以特殊金属粉末为燃料,燃烧时温度很高。热诱弹被抛射后,会瞬间产生比战机自身更强的热源,形成一连串虚假目标,导致红外导弹迷失方向。自此,“铝箔防雷达,焰火诱红外”成为战机防护的黄金组合,航展上的绚丽“焰火”,正是热诱弹被抛射时的真实场景。

科技日新月异,“矛”与“盾”的对决持续上演。如今,更先进的雷达可以精准识别战机和干扰物;新型红外导弹则

搭载了高精度探测设备,大幅降低了热诱弹的干扰效果。然而,更具威胁的是“双模导弹”,同时具备追踪雷达信号和热量的能力,让单一类型的干扰弹难以奏效。

为应对这些更先进的“矛”,干扰弹也不再局限于单一功能,朝着“一弹双防”的方向发展。它的内部装填特殊纤维,燃烧时产生高温模拟战机发动机尾焰热源,表面的金属涂层可以反射雷达信号,兼顾了铝箔和热诱弹的核心原理,可以应对多种制导方式的导弹。

红外导弹“魔高一尺”,倒逼干扰弹“道高一丈”。可以说,干扰弹技术的每一次突破,都伴随着制导武器的升级;而制导技术的进步,又反过来倒逼干扰弹创新发展。

不过,再先进的武器终究是“器”,

干扰弹——

战机脱险“不一样的焰火”

■胡勇华

决定战场胜负,人是关键因素。干扰弹能制造虚假目标,让导弹偏离航向,但它无法替代飞行员对战机的熟悉操纵,更不能取代对战场态势的精准判断。科研人员的卓越设计、飞行员的灵活运用,才是让“盾”真正发挥威力的关键。

未来,随着武器装备迭代更新,这场“矛”与“盾”的对决还将继续。新科技的赋能,将使“矛”磨得更加锋利,“盾”铸得更加坚固。

左上图:在第六届中国天津国际直升机博览会上,陆军“风雷”飞行表演队直-20战术通用直升机发射干扰弹。

新华社发

军工科普

专家连线

