前不久，在德国柏林国际航空航天展览会上，欧洲空中客车防务与航天公司发布“第六代战机团队”合作方案，计划构建德国、西班牙联合产业协作框架，依托两国军工企业研发第六代战机。

该方案的展示时机颇具意味。此前，德国宣布未来空中作战系统（FCAS）框架下的新一代战机（NGF）项目正式终止。作为欧洲历时最久、规模最大的第六代战机项目，NGF的流产并不意外。作为项目参与方，空中客车防务与航天公司和法国达索航空公司围绕项目主导权、工作份额分配和知识产权归属等问题长期僵持，研制合同一延再延，最终项目不了了之。

如今，德、西两国能否携手走出一条新的合作道路？在竞争产品众多、订单有限的现实条件下，“第六代战机团队”方案能否顺利推进？请看本文解读。

德西两国拟重启下一代有人战机项目

■张俊杰



未来空中作战系统框架下的新一代战机模型。 资料图片

主导权之争无果，多年合作走向终点

回顾FCAS的推进历程，主导权之争贯穿始终。2019年，德法两国先行授予空中客车防务与航天公司和达索航空公司一份联合概念研究合同，主要用于有人与无人平台等系统架构的概念研究；2020年，推出1A阶段演示验证框架合同，由德法各承担7750万欧元资金，之后西班牙加入该阶段计划；2022年，在谈判约一年多后，1B阶段合同最终签署，涵盖技术研发与飞行验证机工作。然而，原定于2025年中期启动的第二阶段研制合同未能签订，NGF项目陷入停滞。

据公开报道，僵局的焦点集中在三个方面。一是主承包商地位，达索航空公司主张凭借“阵风”战机的自主设计经验主导NGF的总体设计，并要求承担约80%的份额；二是作战需求分歧，法国坚持NGF必须具备航母起降和核武器投送能力，以满足本国军队的战略诉求，而德国与西班牙并无此类需求；三是知识产权与利益分配，核心技术归属与收益分配方案迟迟无法达成一致。

值得注意的是，就在今年德国柏林国际航空航天展览会开幕前后，德国内阁通过了新版《航空战略》，明确要求空中客车防务与航天公司在德国任何作战飞机研制项目中担任牵头方。这一规定与达索航空公司的主导权诉求形成难以调和的正面冲突。多年合作，资金投入很大，最终没有换来一架能飞的原型机。

不过，FCAS并非全盘终止，作为“系统之系统”的FCAS框架将作为联合项目继续推进。空中客车防务与航天公司相关负责人介绍，FCAS有多个子项目，除NGF外，还包括航空动力、远程无人作战飞行器、全域信息互联等。真正走向终结的是最核心、也最难协调的有人作战平台。

从具体内容看，留下来的两个板块颇具分量。一是“作战云”——这套由空中客车防务与航天公司担任主承包商，法国泰雷兹集团和西班牙英德拉集团为合作伙伴，主导传感器分系统的AI赋能战场网络，可将无人机、传感器与指挥节点联成一体，实时融合数据并协同作战；二是“远程载机”——包括一次性消耗式载机和可回收的大型无人平台。

两者均具备独立于NGF的战略价值。“作战云”能够将升级后的“阵风”和“台风”战机与远程载机实现信息互通，也能对接欧洲各国未来列装的新一代平台；远程载机无论搭载何种有人战机，均可执行压制敌方防空、侦察、电子攻击和携带武器等任务。

值得一提的是，这两部分恰恰是因为与有人机平台的利益争夺关联度不高，才得以保留下来的板块。

空客牵头重组，德西两国有望再续合作

NGF项目终止后，新合作方案的准备工作已经开始。据报道，作为牵头方的空中客车防务与航天公司在今年德国柏林国际航空航天展览会期间与7家德国防务与航空企业签署了“战略定位文件”，正式确认共同承担第六代战机的研制任务。这7家企业包括奥托弗鲁格公司、代傲防务公司、亨索尔特公司、利勃海尔航空与交通事业部、欧洲导弹集团德国分公司、MTU航空发动机公司、罗德与施瓦茨公司。西班牙方面，英德拉集团、GMV公司、奥埃西亚集团、森纳航空航天公司、ITP航空等企业也在紧密协同。

这份名单几乎覆盖了第六代战机的全部产业链环节。空中客车防务与航天公司负责整体集成与隐身技术，MTU航空发动机公司负责动力系统，亨索尔特公司提供雷达与传感器，罗德与施瓦茨公司负责安全通信，利勃海尔航空与交通事业部负责机载系统，欧洲导弹集团德国分公司与代傲防务公司主导武器系统开发。空中客车防务与航天公司表示，作为第六代战机团队，他们拥有相应的能力与产能，目前正在寻求与政策制定者和德国空军建立紧密协同关系。

联盟团队诉求明确。立场文件已提交德国总理府和国防部，敦促政府在今年下半年按计划、按进度全额授予合同，以保持项目势头并留住关键工业能力。空中客车防务与航天公司首席执行官米夏埃尔·舍尔霍恩表示，联盟“已准备好承担责任”，同时强调该方案无意成为一个纯粹的国家项目，而是要在欧洲框架内确保德国工业发挥主导作用。

此外，西班牙的入局并非临时起意。在德法“分手”前，西班牙已为可能的变局预留接口，批准了由空中客车防务与航天公司和英德拉集团联合开展下一代战机的系统研究项目。同时，ITP航空也是空中客车防务与航天公司在发动机领域的既有合作伙伴，具有较高的产业协同黏性。

从技术基础看，联盟方案并非从零起步。NGF项目1A和1B阶段对有人与无人平台任务分工的剖析成果被完整保留，它在很大程度上界定了未来有人战机必须承担的核心职能。而这一职能指向，与当前主流的“有人机充当无人僚机指挥节点”的技术路线高度吻合。

另一条信息同样值得关注。空中客车防务与航天公司正在为德国空军整合协同作战无人机（UCCA）系统，计划于2029年前交付。该系统以美制XQ-58A“女武神”无人机为平台，搭载空中客车防务与航天公司自主研发的多平台自主可重构安全任务系统。该型机已于今年首飞。同时，空中客车防务与航天公司还在推进“台风”战机的通信设备升级，使其具备指挥无人僚机的能力。空中客车防务与航天公司的目标，是让具备空中指挥能力的“台风”战机于2029年投入部署。

面临严峻挑战，项目落地尚需时日

NGF项目终止的是一个法德欧式合作范式，但并未终结欧洲对第六代战机的追求。对六代机的追逐，本质上不是单纯的机体研发竞速，而是有人平台、无人平台与网络信息三位一体的体系能力比拼。

空中客车防务与航天公司选择从“指挥型战机”切入，以即将更新升级的“台风”战机为能力载体，先将体系作战能力落地，再谋求新型号研制，这种“边补齐、边迭代”的思路，或许比一次性押注新型号更具可行性。

然而，空中客车防务与航天公司的六代机合作计划推进依旧艰难，主要面临四大严峻挑战。

一是政府决策摇摆。德国并未将空中客车防务与航天公司六代机方案作为唯一发展路径，同时追加采购F-35A、加入GCAP项目两大备选方案。德国目前已敲定F-35A战机采购计划，短期内难以摆脱对国外依赖。多条路线并行发展分散了德国的研发资源与政策重心，导致空中客车防务与航天公司新项目缺乏稳定、专一的政策支持，整体推进节奏极易出现波动。

二是外部产品竞争。当前全球新型战机研发赛道高度拥挤，各类产品持续挤压新项目生存空间。英意日联合打造的GCAP项目已进入工程研制阶段，进度相对较快，相对具有先发优势；法国目前更关注自主研发六代机，深耕本土航空产业赛道。与此同时，韩国KF-21、土耳其“可汗”等战机项目快速落地，抢占中低端国际市场，让德西联合六代机方案面临内外承压的竞争格局。

三是市场盈利不足。此次空中客车防务与航天公司主导的六代机新项目，核心采购主体仅为德国与西班牙，市场规模极为有限。六代机研发、试验及量产成本高昂，有限的本土订单体量难以覆盖整体投入，项目长期盈利前景黯淡。为了盘活项目、分摊成本，团队必须吸纳瑞典等外部伙伴扩容市场，但外部合作的引入又会衍生出利益分配、技术壁垒等方面的新矛盾。

四是跨国协同复杂。欧洲各国均将技术主权和本土产业利益放在首位，不断收紧对外合作边界，加剧区域协同难度。空中客车防务与航天公司六代机新项目需要整合多国军工技术与产业资源，但各国技术标准、发展目标、利益诉求差异显著。同时，瑞典等潜在合作方受政治因素制约，不确定性强，叠加欧洲过往战机联合研发的合作遗留问题，进一步提升了项目落地的难度。

空中客车防务与航天公司提出的开发模式能否避免重蹈覆辙，德西联盟如何在政府决策的摇摆中稳住节奏，瑞典等潜在合作伙伴能否成功入局，可能决定这条路线的成败。

从这个角度看，欧洲六代机之争的真正落点，或许不在于哪一款战机最先起飞，而在于欧洲如何在日趋分化的合作格局中，重新建立起跨国产业协同能力。从“旗舰项目”到“精干联盟”，空中客车防务与航天公司交出的答卷能否被市场接受，德法分道扬镳留下的教训能否被后来者吸取，仍需时间给出答案。

（作者单位：联勤保障部队工程大学）

军工T型台

军营创客

“草根创客”获得国家专利

■牛利 胡鸿浪

金秋时节，沙场砺兵。南部战区陆军某旅某连无人机侦察训练现场，一架无人机腾空而起，在超出常规电池续航极限的情况下，依旧稳定盘旋翱翔，持续传回清晰侦察画面，为实战化训练提供坚实的空中支撑。

“这次实战表现，依赖于一级上士冯波潜心4年攻关研发的创新成果——无人机太阳能续航装置。”该连干部介绍，这一装置可以让无人机边飞边充电，有效解决无人机续航时间短的难题，并对机身外形进行优化，在减小风阻的同时降低暴露风险。

谈及此次技术革新，冯波坦言是源于一次刻骨铭心的记忆。2021年，一场重要课目示范中，一架无人机飞行不久，便电量耗尽，导致示范流程中断，这让作为装备操作骨干的冯波深受触动。

“训练场上的短板，就是未来战场上的隐患。”那一刻，冯波暗下决心，立足战位自主革新，为无人机加装太阳能续航装置，实现飞行、储能同步进行。

从零起步的基层创新，远比想象中艰难。冯波没有专业研发基础、缺乏相关技术经验，完全依托训练之余的钻研摸索。

为了啃下这块“硬骨头”，冯波白天全身心投入战备训练、装备实操，高标准完成各项教学训练任务，细致记录无人机飞行状态、续航短板、设备故障等一线数据；夜晚，他钻研装备原理、电路结构、能量转化等专业知识，反复观看教学视频、研读电路图纸，从零搭建知识体系，一点点探索技术优化路径。

创新之路并非一帆风顺。最让冯波感到棘手的技术难题，是如何平稳切换双供电系统。太阳能板与机载电池两套供电系统衔接复杂，电压稍有波动，就会出现航拍画面卡顿等情况，极端情况下甚至会导致无人机空中骤停。同时，野外飞行震动剧烈、气流冲击较强，太阳能板固定不牢、线路松动等问题频发，每一次试飞都是一场严苛的考验，试飞结束后都要全面排查检修。

面对重重困难，冯波始终劲头不减。4年间，冯波放弃了大量休息时间，扎根岗位、潜心钻研。为解决设备轻量化、固定稳定性的难题，他在带教师傅的指导下，就地取材，利用军营废旧材料手工打磨适配支架，反复调试安装角度与设备位置；为了攻克双电源切换核心技术，他主动利用休假时间奔赴无人机维修厂家，虚心向专业技术人员求教，带着一线训练的具体难题对标专业技术，逐步攻克电路改造、系统适配、防震加固等一系列技术难题。

深耕不辍，春华秋实。历经4年潜心攻关，冯波终于成功研发出无人机太阳能续航装置。该装置实现了无人机飞行过程中实时储能、持续供电，从根源上解决了无人机续航时长不足、持续作战能力弱的实战化训练难题，大幅提升无人机野外侦察、持续执勤、应急处置的实战效能，且具备轻量化、易安装、成本低、稳定性强等特点，适配各类野外复杂环境。2025年4月，该技术成果顺利定型并通过专业检测，同年12月获得国家外观设计专利。

面对沉甸甸的专利证书，冯波坦言，这既是肯定，更是鞭策。下一步，他将以此次技术革新为新起点，持续优化技术、拓展装备应用场景，全力推动创新成果落地转化、赋能实战，以平凡岗位的坚守与创新，为部队战斗力建设贡献力量。

下图：冯波检修无人机设备。 王伟摄



张线天线：机背上的“钢丝绳”

■李彦霖

军工科普



在预警机机背上，我们常常能看到一根细长的“钢丝绳”，连接着机身顶部蒙皮与垂尾。这根看似普通的钢索，实则是战机的远程通信设备——张线天线，可以提供超远距离的短波通信信号，保障战机在复杂空域、无基站覆盖环境下的稳定通信。

那么，张线天线是如何发展而来的呢？这要追溯到早期战机研究。早期战机多采用木质帆布结构，需要大量斜拉钢索加固机身和机翼。彼时机载通信天线短小，远距离飞行极易失联，严重影响军机远航协同。设计师通过试验发现，机身紧绷的加固钢索导电性好，适配短波传输。他们借鉴加固钢索的设计布局思路，单独架设拉线接入电台作为通信天线，破解了远程通信难题——这便是张线天线的前身。

随着航空技术迭代，铝合金机身让加固钢丝绳失去用武之地，液压与电传操控也取代了老式机械拉线。但张线天线是个例外，从二战B-17轰炸机到现役美军C-130运输机、E-2C预警机，张线天线一直沿用至今。

张线天线的留存，并非技术落后的表现，在电磁干扰、设备故障等战场极端条件下，先进通信系统随时可能瘫痪，必须有托底手段。而张线天线无需复杂配套设备，运行稳定可靠，能够依托传统短波通信模式，实现军机远程通信。不过，外露钢索会增加飞行阻力、提升油耗，低温下还容易结冰，因此先进超声速战机大多改用低阻的刀片天线。

日常飞行中，这根“钢丝绳”很少派上用场，存在感并不高，但一旦机载通信、卫星链路全部失效，它就能稳定传输指挥信号，保障大型军机飞行、完成作战任务。

左上图：搭载张线天线的E-2C预警机。 资料图片