

2020年美军F-35联合攻击机试验鉴定活动进展综述

| 王萍

美军F-35联合攻击机自2018年12月正式开展初始作战试验鉴定，按照计划要求，该项目在过去一年的试验重点主要包括部分外场试验和联合仿真环境（JSE）试验，取得的进展具体如下。

初始作战试验鉴定外场试验基本完成

据美军作战试验主管2019年底称，F-35初始作战试验鉴定阶段所要求的外场任务已经完成了91%，试验人员需要完成剩余外场试验和联合仿真环境（JSE）试验，该项目才能满足全速生产决策要求。F-35初始作战试验鉴定试验由JSF作战试验组（JOTT）负责，2020年开展的试验包括：

2020年7月，该项目完成了初始作战试验鉴定计划中的低可观测随时间稳定性（LOSOT）试验。

2020年7月10日，该项目在穆古海军试验场（PMSR）启动了四项电子攻击试验任务，评估F-35A和F-35C在压制/摧毁敌方空中防御和现代现场威胁方面的作用。

2020年7月，该项目还完成了一次AIM-120导弹试验和两次“宝石路”IV炸弹试验，评估了GPS拒止环境中的武器性能。

2020年10月，在完成对相关任务软件版本的缺陷修正后，该项目开展了初始作战试验鉴定计划中要求的一项AIM-120导弹试验，该计划中要求的另外一项AIM-120导弹试验预计于2021年开展。

联合仿真环境有所进展但成熟节点进一步延迟

联合仿真环境是一个人在回路、F-35软件在回路的任务模拟器，用来反应具有现代威胁类型和威胁密度且在外场靶场无法复制的场景。F-35项目初始作战试验鉴定计划要求在联合仿真环境中开展64项针对现代威胁的任务试验。

在联合仿真环境中，为了创建和确认这个适用于作战试验任务的高逼真度虚拟场景，设计人员需要执行多次真实的F-35飞行来获得存在典型真实地面和空中威胁时关于机动性能、操作品质、飞行控制、雷达、红外成像、武器弹药等的机上数据。这将是数字化重建F-35和其他保障飞机在空中和地面威胁模型的基础。这些模型将同预测的威胁相综合，构建一个能够逼



F-22A和F-35A编组飞行数据共享试验。

真地模拟大规模友军和敌军的全面战场环境，用以试验F-35的作战效能。真实的F-35传感器、电子战系统和侦察链路检测威胁并做出响应，向飞行员提供告警、地空导弹点火或其他响应。来自所有测量仪器和所有真实飞行试验的数据都被采集，并同验证模拟器重建的数据对比，当在多个试飞场景下两者对比的相似度都在合理范围内，验证模拟器才宣布有效。

2020年，洛马公司与海军航空系统司令部合作，完成了F-35的数字评估过程中，JSF联合作战试验组发现在模拟器稳定性、模拟器操作、数据采集过程和设施等方面有显著进展，但涉及几个模型交互的问题仍然存在。另外，由于F-35与联合仿真环境的集成工作是软件密集型的，受到2020年新冠疫情影响，对代码编写者的聚集限制使这个过程变慢，导致原本计划

于2021年3月完成的联合仿真环境试验进一步延迟，目前美军尚没有公布最新完成日期计划。

开展了多项典型实弹试验和联合试验活动

2020年3月27日，新墨西哥州霍洛曼空军基地的霍洛曼高速试验场的试验人员与F-35“闪电II”战斗机联合项目办公室、洛马公司，马丁·贝克公司和BAE系统公司的成员合作，成功进行了F-35座椅静态弹射试验，以评估穿透这种新型座舱盖时飞行员的生存能力。该试验的目的是验证在“可穿透性清除系统”（用于在弹射之前使丙烯酸座舱盖破裂）出现故障时，弹射座椅能够穿透座舱盖，而飞行员不会受到严重伤害。

2020年8月25日，美国能源部桑迪亚国家实验室与国家核安全管理局、洛斯阿拉莫斯国家实验室和美国空军合作完成了F-35A战斗机投放



位于爱德华兹空军基地的F-35 BF-17试验机。

B61-12核炸弹惰性弹试验。这次试验在位于内华达州的托诺帕试验场进行，参试的F-35A在内置弹舱中配备了B61-12惰性弹，该弹采用了非核组件和模拟的核组件。桑迪亚实验室从2020年夏季开始在托诺帕试验场对F-35A飞机和B61-12进行一系列实际综合试验，上述模拟攻击是其中首次对机弹之间的机械、电气、通信和投射装置等所有系统进行的飞行试验。

2020年12月9日，美国空军开展了F-22和F-35A飞机的连通性试验，这次试验由美国空军研究实验室和空军生命周期管理中心开展，由来自埃格林空军基地的第46试验中队在亚利桑那州的尤马试验场进行。参与这次试验的飞机包括爱德华兹空军基地第411飞行测试中队的F-22飞机和内利斯空军基地第59试验鉴定中队的F-35A飞机。试验过程中，每架战斗机均携带GatewayONE载荷，利用这种设备传递关键任务数据。基于GatewayONE的设备在试验中首次实现了地面站向F-22、F-35战斗机推送数据，F-22、F-35战斗机之间共享数据的目标。GatewayONE系统的出现，使F-22、F-35战斗机实现了对未知数据源的访问。这种数据链接能够使作战人员战场态势感知能力更强，也能使美军综合作战攻击能力更强。

此外，2020年，海军空战中心飞机部完成了F-35B飞机的系统级测试用于评价F-35B飞机对电磁脉冲威胁的兼容性。

完成了由新的运行数据集成网络硬件支持的多次飞行试验

自主保障信息系统（ALIS）是影

响F-35飞机作战适用性主要因素之一。2020年初，美国国防部宣布将用运行数据集成网络（ODIN）代替自主保障信息系统，预计2021年年底将新系统投入使用，2022年12月之前在所有F-35中队全面投入运行。



F-35A战斗机投放B61-12核炸弹惰性弹试验。

2020年9月29日，美国海军陆战队航空站在一个F-35B飞行中队装载了新型运行数据集成网络硬件。之后，美国海军陆战队开展了新硬件支持的首次飞行，并于第二天又进行了四次飞行。美国海军陆战队航空站的试验证明了下一代服务器可以作为老化的自主保障信息系统系统的可行替代者，并且可以对F-35带来重大性能升级。

新的运行数据集成网络硬件为自主保障信息系统带来了许多改进。显而易见的是其尺寸和重量大大减小。现有的自主保障信息系统服务器由一个全人高的电子设备机架组成，并需要附加的备用电源模块；而运行数据集成网络硬件则可装在两个可运输的



F-35C战斗机投放AIM-120导弹试验。

| 许佳

“无人自主”、“有人机/无人机协同”已成为现代空中作战领域热门概念，各国无人机发展的也获得极高重视。2020年，俄罗斯借“军队-2020”防务展的机会再次展示了其自主研发的多型无人机，除已多次披露的“猎户座”长航时无人机、“猎人”重型隐身无人机外，首次公开的“雷霆”无人僚机、“天狼星”察打一体无人机获得较多关注。这些新型号为俄军完善无人机体系、丰富作战样式提供了更多选择，同时也为俄军贸市场提供了更大空间。

“忠诚僚机”

所谓“忠诚僚机”是指能够与有人机编组执行任务，有人机通过编组任务系统下达命令（如话音、任务目标、机动动作等）后，无人机可按其去执行任务。可实现：为有人机提供前出的武器、传感器，为有人机提供额外挂载，为高价值目标护航，在紧急情况下替有人机“挡刀”等目的。2015年美军首次正式提出“忠诚僚机”概念后，美俄似乎开启“忠诚僚机”竞速模式，目前俄已有2型符合“忠诚僚机”概念研制的无人机。

1、“猎人”重型隐身无人机

“猎人”是俄罗斯首次根据“忠诚僚机”概念自主研发的首型重型隐身攻击无人机，首架原型机于2019年8月完成首飞，2019年9月底即与苏-57完成首次编队试飞，是目前已知的新型作战无人机中首飞后最快与有人机进行编队试飞的机型。

“猎人”机长14米，翼展19米，最大飞行速度约1000千米/时，最大起飞重量20~25吨，内埋载弹量2吨。首飞原型机配备1台去掉加力燃烧室的AL-31F发动机（俄国防部称后期可能选用AL-41F发动机）。“猎人”无人机研制计划出台较早，俄国防部在2009年的莫斯科航展上就宣布过研制计划，2012年国防部授予苏霍伊公司“猎人”研发合同，米格公司深度参与，其早期在“鳐鱼”无人机上的研发经验为该项目提供了支撑。但由于论证、经费等问题，“猎人”项目研发进度很慢，直到2015年左右才逐渐步入正轨。俄空军对“猎人”无人机的定位是“高速和自主的无人机侦察和打击系统”，要求其不仅能够自主执行防空突防和侦察任务，还需具备与有人机的协同能力，发挥“忠诚僚机”角色作用。

目前，苏霍伊公司已完成机体雷达信号特征的设计完善，正在加快推进“猎人”无人机试验进度。2021年1月“猎人”无人机使用内



2019年9月27日，俄国防部发布的“猎人”与苏-57战斗机编队试飞视频截图。

埋500千克航空炸弹对靶场地面目标实施轰炸，并计划下半年挂载用于苏-57的同款空空导弹，进行空中目标打击试验。据俄某军工人士透露，按照“猎人”无人机项目合同，苏霍伊公司可能会在2021年年底前再提供3架“猎人”试验机，以完成接下来的地面和飞行试验。2020年年底前，第1套零部件可能已交付总装厂，另外两套设备零件会在2021年交付。

2、“雷霆”无人机

被定位为“忠诚僚机”的“雷霆”无人机在“军队-2020”防务展上展出全尺寸模型，引起关注。该机与“猎人”的使用相同，可与有人机配合前出执行侦察和对地打击任务；也可自主执行侦察和对地/对海打击任务。根据展览模型来看，“雷霆”外形类似美国军的XO-58A“战神婢女”无人机（美“忠诚僚机”第一代验证机，2019年3月完成首飞），总体外形设计使之具有一定的隐身能力。该型机机长约13.8米，翼展10米，高3.8米，最大起飞重量7吨，有效载重2吨，飞行速度1000千米/时，实用升限12000米，作战半径700千米。为增加隐身性能，使用了一定比例的复合材料和隐身涂层。

该机配备2台A1-222-25发动机（已配备俄罗斯雅克-130高级教练机/战斗教练机），单台推力2500千克力。

两侧翼下各有一个外挂点，机腹设有两个内埋弹舱，可挂载100千克、250千克（KAB-250LGE）和500千克（KAB-500S-E）级精确制导炸弹，及相同重量级的其他航空炸弹，也可挂载新研制的100千克级和500千克级的反辐射导弹，称为“产品85”。

随着俄罗斯在有人机/无人机协同领域的



“雷霆”无人机全尺寸模型后视图。

长航时无人机

1、“猎户座”中空长航时无人机

俄罗斯现役无人机多为小型无人机，无法长时间执行空中情报侦测和战场损伤评估等任务。“猎户座”中空长航时无人机的列表，将填补这一空缺。

“猎户座”机长8米，翼展16米，最大起飞重量约1.2吨，有效载重0.2~0.25吨，实用升限7500米，续航时间24小时，最远控制距离250千米（当前版本未配备卫星通信，后续版本已考虑升级卫星通信）。2011年，俄国防部与“喀琅施塔得”公司签订了“监视侦察类长航时无人机”项目，工作代号“走马”（网络多有将“走马”作为无人机名称的说法，实为将“走马”和“猎户座”混淆）。2015年首飞，2017年首次公开并正式命名为“猎户座”，2018年年底在叙利亚进行战斗测试，共执行17次作战任务；2019年11月俄空军接收首架试验机并开展作战试验，同月在梁赞一居民区坠毁；2020年12月首次在靶场进行小型炸弹发射试验。

“军队-2020”防务展上，“喀琅施塔得”公司展示了“猎户座”与后期装配的武器，武器型号包括KAB-20小型炸弹、50千克级空



无人机“天狼星”在“军队-2020”防务展上的全尺寸模型。

地导弹（其长1.8米，直径180毫米，重量50千克，导弹弹头20千克；展出时弹体上标号X-50，但仅表示50千克级空地导弹，不可与俄罗斯空军正式编号为Kh-50的中程空射巡航导弹混淆）、UPAB-50滑翔炸弹、FAB-50爆破弹等。“猎户座”现已作为重点产品在俄国内外推广，在“军队-2020”防务展上，“喀琅施塔得”公司与俄陆军签署了首个批量交付该无人机的合同；作为“猎户座”的重点用户，2020年底俄海军接收了首批“猎户座”无人机和配套设备，并签订了下阶段的采购合同。2021年3月，俄国防部表示将继续为俄军采购21套（每套包含3架无人机）“猎户座”无人机。“猎户座”无人机未来可能会在俄海军和空军大规模服役，出口型“猎户座”-1也将成为无人机出口型号的主力，出口对象多为无法或排斥从欧洲、以色列、美国购买飞机的国家。但中小型无人机的研制难度相对较小，在全球无人机装备发展迅速的背景下，别国研制的“彩虹”系列和“翼龙”系列无人机在阿尔及利亚、埃及和伊拉克都赢得了良好的市场基础，并且仍在进行改型升级，给“猎户座”-1的军贸带来较大竞争压力。

在民用领域，俄罗斯立法机构正在为民用领域使用无人机制定授权框架，考虑采用“猎户座”用于森林和海上空巡巡逻侦察。

2、“赫利俄斯”高空长航时无人机

“赫利俄斯”无人机同为“走马”代号下的新型产品，翼展30米，机长13米，最大起飞重量4吨，载重0.8吨。在11000米高度巡航速度为350~450千米/时，最大续航时间30小时，最大航程为3000千米。携带0.4吨的武

器和任务载荷时，能够在7000米高度续航20小时。发动机位于尾部，除标准导航和控制系统外，机身下方还装配了一部侧视雷达，配有卫星通信终端，通信不受地形遮挡，这是“猎户座”所不具备的。该无人机还配有一套有人机/无人机协同通信套件，使无人机能够执行人机/无人机编组任务。“赫利俄斯”机体尺寸大于“猎户座”和“天狼星”，飞行性能也得到提升。

察打一体无人机

在“军队-2020”防务展中与“猎户座”一同展示的，还有“喀琅施塔得”公司研制的新型察打一体无人机“天狼星”。该无人机采用常规无人机空气动力学设计，机身纤细，平直翼，V型尾翼，配备2台涡轮发动机。机长9米，翼展23米，最大起飞重量2.5吨，有效载重0.45吨。

“天狼星”被俄多家媒体称为“猎户座”的升级版，尺寸、起飞重量和机载设备明显优化，并且与“喀琅施塔得”公司开发的其他无人机有很好的兼容性，公开后已获得首批订单。不久前“喀琅施塔得”公司曾透露俄海军提出要求基于“猎户座”升级一款载弹量更大的无人机，公司已为此做足准备。或许可以推断，“天狼星”可能就是“喀琅施塔得”公司针对海军需求研制出的新型号。

小结

在确保侦察监视用的小型无人机稳步列装的同时，俄军近年来对察打一体等高性能无人机的发展非常关注，明确了装备发展需求，推动军民企业在该领域的产品多样性发展。“雷霆”、“猎户座”、“天狼星”和“赫利俄斯”等不同类型的无人机产品为俄军提供了更多的产品选择空间，为探索更多的作战样式提供装备基础，同时也推动了俄罗斯打开无人机海外市场的步伐。

在“猎户座”无人机投入使用后，尚处于演示样机阶段的“天狼星”和“赫利俄斯”可能在几年后也发展成熟。俄业内人士认为，“天狼星”和“赫利俄斯”虽都属于长航时无人机，但由于性能参数的不同，两者在作战使用上并不重复，可起到互补作用。伴随有人机/无人机协同概念探索的不断深入，以及各型无人机装备的不断成熟，俄罗斯陆、海、空军都可能在未来几年装备多型中大型无人机，构成完善的无人机装备体系。