

美陆军“未来垂直升力”项目发展简介

何鸣

美国陆军拥有规模庞大的直升机部队，但新世纪以来尚没有新型号加入现役。阿富汗战争、伊拉克战争已经暴露了这批上世纪六七十年代装备的局限性，在“科曼奇”遗憾下马后，美国试图用“未来垂直升力”计划更新下一代陆军空中力量。

项目概况

项目名称：Future Vertical Lift (FVL)，未来垂直升力

目标产品：美军下一代直升机、旋翼机

重点子项目：未来攻击侦察机 (FARA)、未来远程突击机 (FLRAA)

预计完成时间：2030年 (FARA、FLRAA)

发展历程

未来垂直升力 (FVL) 项目于2009年由国防部批准开展。根据计划，FVL将由多军种联合开展研制，在规模、范围和费用上将与洛马公司的F-35项目类似。FVL最终可能将替换美军现役的H-60“黑鹰”、AH-64“阿帕奇”、H-47“支奴干”以及OH-58“基奥瓦勇士”等多个直升机型号。

按照最初计划设想，FVL项目将推出一个联合系列设计，从轻型 (CS1) 到超重型 (CS5)。其中美国陆军重点关注CS1轻型攻击及空中侦查型别和CS3中型通用/攻击型别。如今，CS-1和CS-3分别对应未来攻击侦察机 (FARA) 和未来远程突击机 (FLRAA) 两大项目。CS2为海军MH-60R/S“海鹰”舰载直升机的替换型别，CS4 (重型) 和CS5 (超重型) 分别计划在将来替换CH-47“支奴干”运输直升机和C-130J“超级大力神”固定翼运输机，目前均未见显著进展的公开报道。下面是FVL五种分类的大致情况表。

FARA 项目

“未来攻击侦察机” (FARA) 计划由美国陆军于2018年发起，目的是开发贝尔 OH-58“基奥瓦”侦察直升机的后继机，并以此作为“未来垂直起降”计划 (FVL) 的一部分。

FARA 计划的候选项目设计合同已于2019年4月授予5家制造商，包括：美国卡瑞姆 (Karem) 飞机公司，美国 AVX 飞机公司 (与 L3Harris 技

术公司——LHX 合作)，西科斯基飞机公司 (洛马公司旗下)，贝尔直升机公司和波音公司。其中将选出两家公司在2020年开展其设计，而原型机计划于2023年首飞，2028年加入陆军现役。

2020年3月25日，美国国防部宣布，选择西科斯基公司 (西科斯基) 和贝尔公司 (贝尔) 的竞标方案进入下一轮 FARA 原型机制造工作。

2020年10月，美国陆军未来垂直升力计划负责人表示，两家公司设计的 FARA 项目原型机的部分部件，如铸造件、变速器、齿轮箱、旋翼、座舱、机身等均已制造完成，原型机部分实物已经得到真实呈现。虽然受到新冠疫情的影响，但是按照原计划，西科



贝尔 360 Invictus 概念图

斯基公司和贝尔公司均将于11月完成 FARA 项目原型机的最终设计。两家公司的研制进度均未受到影响。另外，两家公司交付最终设计成果后，美国陆军将在一个月时间内，完成两型飞机最终设计审查，并计划在12月中旬由陆军高层领导进行战备评估，拟形成 FARA 项目的最终批准决定，确保原型机于2023财年一季度完成首飞。

1、西科斯基 RAIDER X

洛马公司旗下西科斯基公司的 FARA 计划竞争机型为 RAIDER X。该机设计理念为一种敏捷、致命性和生存力强的复合共轴直升机，专用于确保垂直起降优势以对付未来战场上不断发展的对手和临近威胁。

Raider X 基于 S-97“侵袭者”高速直升机设计。S-97 直升机于2011年开始研制，2014年制成首飞原型机，2015年5月22日成功首飞。该机进行了多次飞行测试，充分验证了高速直升机的核心设计，为西科斯基公司后续机型飞行计划的开展积累了大量基础数据，有助于完善 Raider X 设计，降低 FARA 计划风险。



贝尔公司 V-280

司则将推出贝尔 360 Invictus，将采用经过验证的技术来实现优异的性能，且经济可承受，其技术将基于已经过验证的贝尔 525 的不同断转子系统技术。

关键技术指标包括：速度超过342千米/时 (185节)。作战半径达250千米 (135海里)，飞行时间可超90分钟。可配备20毫米口径航炮、可整

2019年，西科斯基公司开始建造 Raider X 直升机部件，按计划推进 FARA 项目原型机建造工作。另外，西科斯基公司还与主要供应商签订了超过一年的合同，确保 FARA 项目原型机相关配套部件的制造供应如期进行。

2、贝尔 360 Invictus 德事隆公司旗下的贝尔德事隆公



西科斯基 RAIDER X 概念图

合空射效果的综合弹药发射器、未来武器以及当前的列装弹药等。

贝尔公司在2019年美国陆军协会年度会议召开之前，就提出了 FARA 项目原型机设计思路。目前，贝尔公司已完成了360 Invictus 直升机多次设计/风险评估，完成了对直升机旋翼和动力系统的關鍵设计审查。同时，贝尔公司位于德克萨斯州阿灵顿的工厂已开始接收直升机零件，很快能够开始原型机的制造。360 Invictus 直升机原型机制造计划按预期进度进行，预计将于2022年首飞。

FLRAA 项目

未来远程突击机，也被称为 FLRAA，目标是在2030年替换美国陆军 UH-60“黑鹰”运输机和 AH-64“阿帕奇”攻击直升机。FLRAA 计划的竞争时间将从2022年开始，在2030年投入使用。

美国陆军联合多功能技术验证机 (JMR-TD) 项目为 FLRAA 项目的背景项目。早在正式确定 FLRAA 这一项目名称前，贝尔 V-280 和西科斯基-波音 SB-1 便入选 JMR-TD 项目。



西科斯基波音 SB-1“挑衅”

2020年3月17日，美国陆军已选择贝尔和西科斯基公司在未来的“远程突击攻击机” (FLRAA) 项目开始之前进行竞争性演示试验和降低风险 (CDRR) 的工作。CDRR 将包括两个阶段，每个阶段大约持续一年。两家公司将使用基于模型的系统工程进行初步的概念设计，评估需求可行性并进行商务研究。

1、贝尔公司 V-280 V-280“英勇”倾转旋翼机由美国贝尔公司研制，于2017年12月首飞。贝尔从 V-22 的设计中吸取了教训，增加了旋翼桨叶的挥舞角和扭矩瞬变，以便能够获得更多的灵活性。

2019年12月，德事隆贝尔公司宣布，V-280 倾转旋翼机在为期两年的飞行验证中取得了非常卓越成果。V-280 飞机共飞行了150多个飞行小时，实现了超出预期的性能里程碑，包括：速度 > 550 千米/时，在气温 35°C 的 1800 米高空实现脱离地面效应悬停 (HOGE)，满足陆军 1 级操纵品质要求的低速敏捷性，连续多天的多次起落飞行操作，与美国陆军飞行员一起试飞等。为满足多域作战需求，

V-280 集成了洛马公司的领航分布式孔径系统 (PDAS) 任务设备套件，并进行了针对性飞行测试，展示了快速索降选项。未来，测试还将包括额外的任务装备包集成、吊索载荷测试以及自主飞行演示。

2019年12月18日，贝尔公司的 V-280 倾转旋翼演示验证机首次在该公司位于德克萨斯州阿灵顿的工厂进行了两次自主飞行。在飞行过程中，V-280 进行了自主起飞，然后转换为巡航模式，对各个航路点进行精确导航，巡逻机动，最后转换为垂直起飞和着陆模式，并自主着陆。在 V-280 飞行状态的转换过程中，V-280 驾驶舱中的飞行员接管了飞行操作。贝尔公司没有进一步推进 V-280 自主性的试飞计划，也没有确定是否会进行没有飞行员干预的纯自主飞行。

2020年8月，美国陆军红石试验中心 (RTC) 的试飞员试飞了贝尔 V-280 倾转旋翼机，为美国陆军测试与评估司令部 (ATEC) 进行测试评估做准备。

2、西科斯基/波音 SB-1“挑衅”西科斯基/波音 SB-1“挑衅”高速直升机，采用复合推力构型，该构型基于西科斯基公司此前打破直升机飞行速度世界纪录、高度成功的 X2 技术验证机发展而来。该方案采用了刚性共轴双旋翼和推进式螺旋桨的组合，克服了传统直升机构型对飞行速度固有限制。SB-1 进展相比 V-280 较为落后，直到2019年3月21日才首飞，主要是为解决共轴旋翼相关问题引起的延误。

2020年10月12日，SB-1 直升机演示样机进行了飞行测试，该机以约三分之二的螺旋桨扭矩和发动机功率实现了232节 (430千米/时) 下降速度，211节 (391千米/时) 垂直上升和水平飞行速度，满足美国陆军2030年“未来远程突击飞机”项目的速度指标要求。西科斯基公司和波音公司联合团队将继续推进 SB-1 直升机飞行测试工作，在每次测试过程中，将持续提升直升机的速度、倾斜角和爬升率，收集重要的测试数据，提升速度和可控性，验证建模仿真结果。

未来展望

可以看到，作为一个已实施快20年的项目，FVL 已经取得一定的进展。在陆军着重发展的两种型别上，FLRAA 的两型方案已进行多次试飞，FARA 尚处原型机制造阶段。在陆军如火如荼推进项目的同时，今年七月美国空军表示正在密切关注陆军的下一代旋翼机项目，可能用来填补敏捷空运领域的空白。

此外，FARA 和 FLRAA 的竞争供应商均为贝尔和西科斯基 (波音有参与 SB-1)，美国相关军火公司的发展情况值得关注。

美军推进自主作战系统在飞行器上应用



韩杨楠冰

今年10月下旬，美陆军进行了一次历史性的试验。在该试验中，地面目标被设置为直升机传感器探测距离和导弹射程之外几千米的位置，一架波音 AH-64E“阿帕奇”直升机组人员利用传感器识别并使用激光指示器标记了目标位置，最终发射导弹成功将其摧毁。

这是有人/无人协同 (MUM-T) 的一个应用场景。美国国防部计划使用有限的高价值战斗机、轰炸机和直升机与成本低、数量大的无人机协同，共同完成对目标的打击。这样做在将更多的风险转移给无人机的同时，能够倍增有人机队的武器效能。这次试验标志着美军朝有人/无人协同方向迈出了关键的一步，但同时也揭示了军方认为目前可以实现的极限。

在2020年10月底的这次试验之前，美陆军 AH-64 直升机组人员还未实现过控制他机导弹的发射。这次试验需要三架飞机：RO-7BV2 Block 3 无人机远远地飞在 AH-64E 直升机的前面，对直升机视野之外的地形进行扫描，并在发现目标后使用其传感器和激光指定器锁定目标。AH-64E 直升机组人员指挥一架 MQ-1C 增程型无人机发射导弹，该无人机也位于直升机的前方。三天后，这三型飞机协作，使用戴内提克斯 (Dynamics) 公司的 GBU-69 小型滑翔弹击中了一个目标。

尽管有关 MUM-T 概念的研究和几次成功的试验已使美军技术人员信心十足，他们仍会在2021年加紧研发和试验工作。对于“空射效应” (Air-Launched Effects) 项目和“天空博格人” (Skyborg) 项目，继续进行新

试验的目的是建立机组人员和作战管理人员之间的信任。他们必须确信未来的机器人僚机足够安全，才能够与他们分享领空，并且至少应具有足够的洞察力来支撑任务。

美军正将自主能力逐渐融入作战中，但主要还是在幕后发挥支撑作用。2020年，陆军的“融合项目” (Project Convergence) 和空军“先进战斗管理系统” (ABMS) 的“高速路匝道” (On-Ramp) 演习试验表明，传感器与自动处理器之间的端到端连接可以加速目标决策。美国国防部联合人工智能中心已资助通用原子航空系统公司开发用于无人机的智能传感器，力求实现决策信息的自主收集、处理和分发。与此同时，海军计划在2024财年之前交付第一架能够自主加油的波音 MQ-25“黄貂鱼”无人机，空军也在寻求在波音 KC-46 的加油管上引入具备自主加油能力的监视系统 2.0 版本。

虽然空军和海军没有公开过任何类似的固定翼战斗机和轰炸机的飞行试验，其对空战中 MUM-T 的应用的研究可追溯到十年前。2013年至2017年，美国空军研究实验室 (AFRL) 和美国海军研究实验室 (NRL) 都为国防部长办公室赞助的“空战任务自主化” (ATACM) 项目提供了新技术和一系列狗头的仿真。

并非所有人都认可“忠诚僚机”的概念。诺斯罗普·格伦公司认为 MUM-T 削弱了无人机长航时的特点，

并为人类飞行员带来注意力方面的负担。诺格公司提出了由一个自动指挥控制系统单独负责无人机组，多个无人机独立于有人机来执行任务的作战概念。

尽管有这些顾虑，AFRL 和美国国防预先研究计划局 (DARPA) 还是开始着手推进 MUM-T 作战。AFRL 最初专注于开发一系列新的低成本可消耗飞机技术 (LCAAT)。在 LCAAT 项目中，AFRL 资助了能够针对不同的任务进行优化的无人机自主通用底层架构的开发，以及为 MUM-T 作战而设计的 XQ-58A 无人机的研制。XQ-58A 无人机和“通用底层架构”项目正在融合，以支持“天空博格人” (Skyborg) 项目的下一阶段。

Skyborg 项目的目的不是开发自主飞行器，而是提供一种使多个无人机能彼此协作或与有人机协作来执行任务的架构。2020年，AFRL 选定莱多斯 (Leidos) 公司牵头进行通用自主系统的整合，该系统将归政府所有。空军希望在未来能够开发一种专有的操作系统，作为任何新飞机的作战飞行程序与任何可用传感器和武器之间的单一接口。Skyborg 项目的自主控制系统旨在提供这种通用接口，以及 TBM 工具在 ATACM 项目中展示出来的机器学习和决策功能。

在12月15日的 U-2 侦察机飞行测试中，控制高空侦察机传感器和导航系统的算法——ARTU μ 进行了试

验。该算法 (ARTU μ) 未来将配装在“天空博格人” (Skyborg) 无人机上。在谈论到这次飞行试验时，美空军采办主管威尔·罗珀表示：“ARTU μ 能够为我们提供重要的能力，并且处理速度比人类更快，让我们在即将到来的算法战争中可以抢夺先机。”

Skyborg 项目计划为无人机添加人工智能模块，使其能与有人机协同



执行任务。由于可消耗无人机成本低廉且可复用，能够实现大规模的部署，美空军对其展现出强烈的兴趣。同时，人工智能模块往往容易受到对手的攻击，可消耗无人机也因其低成本的特性成为了早期试验人工智能能力的最佳选择。罗珀表示：“可消耗平台意味着承担作战风险，而人工智能是不会害怕的，我们已经准备好去执行

这样的高风险任务。”美空军正在投资麻省理工学院的人工智能加速器 (AI Accelerator) 之类的项目，来保证人工智能算法的万无一失。

“天空博格人”项目将于2021年开始三架原型机的试验，且其中一架已经实现了与战斗机的协同飞行。克拉托斯公司无人系统部门总裁史蒂夫·芬德利在一次采访中表示，U-2 侦察机

的这次测试为“天空博格人”项目即将进行的试验提供了支撑，从底层代码到基本技术，都存在大量可互相借鉴的地方。芬德利指出，XQ-58A 无人机能部署人工智能所需的大数据处理能力，克拉托斯公司正在与政府和其他伙伴合作开发开放式任务架构，这对后期使用其他公司的软件和有效载荷也是十分必要的。