责任编辑：高飞 联系电话：010-58354199 美术编辑：韩晓红
2020年10月27日 星期二

FA-50 的改装经验让韩国航宇工业公司的优势明显。

T-38 过去一直是扮演陪练的主力角色。

莱昂纳多公司为竞争推出的 T-100 教练机。

F-22 机队的战备情况不理想。

空军将其下一代训练飞机命名为 T-7A“红鹰”，以表彰塔斯基吉航空兵。

美空军新训练概念将大幅压缩飞行员培养周期

何晓骁

美军空战司令部（ACC）负责人迈克·霍尔姆斯于 2020 年 6 月 2 日签发了一种全新的战斗机训练概念，简称为“重铸锻造厂”（Reforge the forge）或“重铸”（Reforge）。如果该概念被验证成功，将导致自 1950 年以来美空军战斗机飞行员训练概念的最根本性转变。该概念以 12 个月的初始战术训练（ITT）教学大纲为中心，该教学大纲建议正规训练部队（FTU）使用先进的训练飞机（如 T-7A）来训练新飞行员，并在过渡到作战部队之前传授重要的战术技能和经验，目标将飞行学员转变为战斗机长机飞行员所需培养时间从 40 个月缩短至 22 个月。在签发新训练概念后的 20 天也就是 6 月 22 日，迈克·霍尔姆斯迫不及待的表示要加速概念的验证。由于新研的 T-7A 最早在 2023 年才能交付，ACC 打算先租赁其它教练机展开“重铸”的先期验证工作。

全新的“重铸”

根据 ACC 负责人于 6 月 2 日签署的“重铸”概念文件，新的概念充分利用了新型 T-7 A“红鹰”高级教练机的内置仿真功能，并结合了在地面使用的虚拟现实和人工智能技术，以加快学员的学习进度，把专业本科飞行员训练（SUPT）过程缩短 18 个月。新的概念已经被提出了很长时间了，利用 T-7A 和新技术带来的机会“重铸整个战斗机训练体系，并把美军保持为世界上最强大的战斗飞行员锻造场。”

1. 提出的背景

美空军飞行员训练系统长期以来一直处于世界一流水平，但随着其将战略重心转移到大国竞争后，美空军飞行员训练系统一直未能跟上不断增长的军事需求。当前的训练概念正在用陈旧的训练方法和训练装备培养驾驶更加先进战斗机的飞行员，主战装备的发展速度远超过训练装备的进步，并且能力差距不断扩大。目前，为了弥合这一差距，往往使用再培训计划或者让更多的战斗机投入训练任务，这种方式的成本高并且影响战备。

诸如机载数据链路的广泛应用以及机载传感器性能的显著提升等，使飞行员的角色从设备操作员的角色演变为系统管理者、战术专家和团队负责人。鉴于空军飞行员短缺愈发严重，以及新教练机（T-7A）取代 T-38 带来的机会，空军就有机会从根本上改革其飞行员培养方式（“重铸”仅专注于战斗机飞行员的培训，不改变或破坏空中教育与训练司令部的现有飞行员培训计划）。

2. 存在的问题

一方面，目前美空军训练飞行员的方式源于在第二次世界大战中的训练架构，如今尽管技术水平进步，任务系统更复杂，普及了玻璃化座舱、自动驾驶仪和数字化辅助飞行控制系统等，但训练的重点还是偏重于“飞行”，没有重视在新技术下发展战术训练。主要体现在以下两点：一个是专业本科飞行员训练中使用的过时 T-38 教练机无法满足第四代（美称为五代）战斗机能力提升和复杂性转变，使用 T-38 无法有效训练四代机飞行员；另一个是由于对手能力的快速发展和成熟，正规训练部队的能力和作战中队战备要求之间的缝隙增加，战斗机飞行员必须更早学习并整合他们所学的战术内容才能保持优势地位。

另一方面，一部分的作战飞机用于正规训练部队导致了美军可用作战飞机数量的下降。以 F-22 战斗机为例，美空军目前共有 185 架 F-22，其中约有 125 架被分配给作战中队，其余 60 架飞机被分配给训练、测试和评估单位，去支持专用训练飞机无法提供的入门训练。这相当于每购买 2 架战斗机，就需要额外购买 1 架用于支持基本训练。第 43 战斗机中队是 F-22 正规训练部队，其 60％ ~70％的飞行小时数与练习相对基本的技能有关，并且飞机的飞行小时数超出了最初的预期，导致 F-22 发动机短缺。若使用高级教练机与战斗机搭配使用培训这些基本技能，可节约很多战斗机飞行小时和训练经费，通过更有效地利用技术（例如增强型虚拟现实模拟器和机上训练设备）来减少飞行员的培训时间。这种方式在 B-2A 和 U-2S 的部队已经应用，其同时装备了 T-38，以帮助飞行员保持基本飞行能力并建立飞行时长。

3. 大纲的变化

目前，战斗机飞行员训练分为三个阶段。首先，飞行员经历了本科飞行员训练（UFT），在该阶段中，包括了地面培训，使用 T-6 飞机的飞行训练，后续飞行员将根据自己的任务转向更具代表性的飞机类型。要成为战斗机飞行员的人目前在 T-6 上花费更多的时间，然后才转向 T-38 喷气教练机。从使用 T-38 开始训练的阶段称为战斗机基础知识课程（IFF）。之后，他们进入正规训练部队（FTU），在那里学习分配给他们的战斗机所需的基本战术技能。

F-22 机队也使用 T-38C 开展部分训练任务，节省 F-22 的飞行小时。

完成上述三个阶段的学习后，才能进入他们的战斗机中队，在那里有资格参加中队的战斗任务。学员在 UFT 和 IFF 中获得的飞行小时和战术训练较少，虚拟训练越来越受到重视。此外，现有的训练方式导致了几次部队的变化和驻地变化，增加了训练的负担。

新的训练概念设置了初始战术培训课程（ITT），该课程将后两个阶段（IFF 和 FTU）合并。ITT 为期 12 个月，最根本的变化之一是可以部分取代或有效消除正规训练单位（FTU）。ITT 课程将包括增强或虚拟现实以及人工智能增强的指导，使飞行员有更多机会以最适合其学习的方式学习和进步，仿真的高保真度还将允许以比实际飞机少得多的费用重复进行更多所需的训练。根据计划，T-7A 喷气教练机可能会分配给战斗机中队的基地。不用去 FTU，学员就可以在 T-7A 上完成训练的最后一部分，然后直接加入一个作战中队，无需再将学员频繁的派遣。根据 ACC 的文件，ITT 学员只需要一半的时间就可以胜任其未来驾驶战斗机所需的基本要求。

T-7A 训练系统

1. 基本情况

波音公司于 2016 年 9 月 13 日首次向公众地面展示了 T-X 飞机，于 2016 年 12 月 20 日进行了首飞。2018 年 9 月 27 日，美国空军宣布波音设计的 T-X 飞机成功竞标为新型先进喷气教练机，被命名为 T-7A，以取代正在使用的 T-38。空军 T-7A 的不确定交付 / 不确定数量合同的飞机和地面训练系统最高预算为 92 亿美元。该合同规定预期交付 351 架飞机，46 台相关的训练设备以及其他辅助产品和服务，例如，初始备件、支持设备、维修和训练，全部交付工作预计将于 2034 年完成。未来，根据合同协议购买的最大数量为 475 架飞机和 120 个地面训练系统。

此外，波音还获得了包括飞机和模拟器的工程和制造开发的初始交付订单，金额为 8.339 亿美元。包括交付 5 架 T-7A 飞机和 7 台模拟器，首批产品将于 2023 年到达德克萨斯州圣安东尼奥 – 兰道夫联合基地，在 2024 年形成初始作战能力，可以开展培训服务。预计到 2034 年将具备全部作战能力。

T-7A 飞机采用了先进的串列双座驾驶舱和数字电传飞行控制系统，翼展为 30.60 英尺（9.32 米），长度为 46.93 英尺（14.3 米），高度为 13.55 英尺（4.13 米），配备通用电气 F404-GE-103 加力涡扇发动机，静推力 11000 lbf（49 kN），加力推力 17000 lbf（76 kN）。

有 90% 的飞机可以在美国制造，这是特朗普政府的重要限定词，要求美军购买美国人制造的装备。瑞典飞机制造商萨博公司将在印第安纳州西拉法叶市建造 T-7A 工厂，在那里与波音公司共同生产一些主要结构型材，并进行部装。然后，将被发送到位于密苏里州圣路易斯的波音公司的工厂。新工厂的建设将于 2020 年开始。

波音公司 T-7A 设计使用了数字工程，该技术使飞机生产和制造所需的体力劳动减少了 80％。还为教练机创建了精确的数字模型，使各个部件可以紧锁在一起，而无需使用垫片来填充间隙。T-7A 的数字工程应用作为空军未来战斗机计划（也称为下一代空中优势）的模型。这架飞机从开始无纸化设计到首次飞行用了 36 个月。

T-7A 是一种任务训练机，具有可扩展性、互操作性和可配置性，使用软件来模拟现代战斗机战术所依赖的一些先进传感器和系统。T-7A 让学员可以在教练机中就提前接触传感器、任务系统和战术训练。开放设计令空

波音 T-7A“红鹰”的“玻璃座舱”具有可重新配置的显示器，使飞行员可以练习飞机中真实的传感器操作和武器投放。而 T-38C 虽然有一些数字显示器，但大部分使用机械仪表，因此无法进行此类高级培训。

军能够使 T-7A 不断更新，使学员能够将在 T-7A 中学习到战斗机的任务系统。软件的设计是 T-7A 的重要环节。软件可以使显示和系统功能模仿目标战斗机的显示和系统功能，从而从根本上简化了飞行员在不同飞机之间来回转换。借助 T-7A 设计和合同中已考虑的选项，T-7A 可以提供“真实 – 虚拟 – 构造”（LVC）训练，为战斗机提供真正的任务教练机和敌机扮演。

2.T-7A 模拟器

T-7A 是波音公司正在开发的更广泛的训练系统的一部分。陆基训练系统（GBTS）即将在第一架飞机抵达之前交付给空军，包括从桌面模块到飞行模拟器的一系列组件。GBTS 的一个关键要素是，它使用与飞机相同的运行飞行程序（OFP）软件，从而使其能够通过同时更新软件来与实际飞机状态保持一致性。模拟器还与飞机采用了相同的简要 / 汇报系统，从而使 GBTS 和飞机之间的转换尽可能无缝。

训练系统包括飞机上的嵌入式战术模拟、模拟器和基于地面的教学设备。先进的地面模拟器，用于在飞行员进入飞机之前对其进行培训。T-7A 的武器系统模拟器和作战飞行模拟器设备将具有飞机飞行模拟器中配备的最先进的窗外可视显示系统，能提供模拟器系统上最高的保真度视觉显示。

T-50 已经批产，在竞争中有优势。

此外，机组人员的训练装置（包括武器系统训练器，作战飞行训练器和小队训练装置）将经过设计和测试，以确保它们能够复制飞机的物理特性和性能。高保真度将使美国空军和未来的其他客户将许多训练任务从飞机本身转移到模拟器上，其中一个例子是在训练系统中增加了夜视仪功能，这将使飞行员在此过程中更早地进行夜间飞行训练。

T-7A 的模拟器研制和飞机设计在同步开展。T-7A 模拟器最近参加了程序级别的系统需求审查 / 系统功能审查。它还进行了初步设计审查。模拟器将为飞行员提供与位于不同基地的其他飞行员联网的选择。武器系统模拟器和作战飞行模拟器设备可以在训练基地以各种配置联网在一起，支持多机训练活动。还可以使用机载训练数据链接和机载嵌入式训练功能将现场飞机联网在一起。此外，现场飞机和训练设备可以联网，以进行多机联网的 LVC 训练。LVC 将模拟、实装训练和计算机模型相结合，以创建一个全面的培训环境。

3. 嵌入式训练

飞行中嵌入式战术训练模拟（ETTS）套件是 T-7A 的关键功能，也是综合训练系统（ITS）的核心要素。

T-7A 的原型机 BTX-1，其外形采用一些隐身设计。

ETTS 的功能可以支持“单机”（执行单机任务）或“多机”联网操作，通过专用的训练数据链路将飞机和模拟器联网，以与其他参与者交换战术数据。

ETTS 使 T-7A 能够在飞行中提供全范围的模拟培训功能，并提供以下机载模拟：

战术方案（带有威胁和目标的数字地图）

生成实时的计算机生成部队（敌对和友军）

机载传感器（例如多模式火控雷达、瞄准吊舱和主动 / 被动电子对抗）

武器模拟，包括特定的符号和制导参数

支持实时，虚拟，建设性（LVC）

4. 实装“入侵者”的理想选择

美国空军一直将 TX 视为潜在的下一代模拟训练平台，其性能接近 F-16，但运营和购置成本却低得多。由于第五代隐身战斗机不受小型编队的挑战，而第五代隐身战斗机与其他第五代战斗机进行飞行以进行基本的空对空训练非常浪费，坦率地说，在财政上不可持续，因此越来越需要对手的支持。私人承包商将满足部分需求，但美国空军将需要维护其现有的模拟训练部队，并在未来以更有效的方式提供更多的能力。这正是 TX 可能发挥作用的地方。

空军现已雇用了七个不同的承包商在全国各地的基地提供对抗训练支援，以减少这些作战和后勤负担。尽管如此，将 T-7A 与对抗训练的战斗机共同部署，除了它们的训练职能也能减少相应的后勤负担。

租飞机提前验证新概念

1. 发布 RFX

美国空军一直计划提前验证其随 T-7A 诞生的新训练概念，其正在计划重新设计概念验证（RFX）计划以对概念进行测试验证。空军希望在其首批 T-7A 到来之前就开始尝试新飞行员训练理念，但 T-7A 的交付要到 2023 年。ACC 指出新飞机应该具有与目前处于工程和制造开发（EMD）阶段的 T-7A 相似的能力，并且在未来 5 年中每年将提供约 3000 架次 / 4500 飞行小时的飞行时间。但 RFX 所需的教练机可能与用于本科飞行员训练的 T-7A 不同，并且可能需要使用不同的名称，例如，F / T-7X，这可能需要对平台开展工程设计和制造开发计划。

因此，ACC 需要租用或以其他方式获得一种临时试验台，用于验证概念的同时协助定义 F / T-7X 的必要功能。自 ACC 于 2019 年 5 月首次发布 RFX 需求，增加了验证所需高级教练机的数量，同时也将其公开竞争。空军现在预计将通过竞争租赁至少八架高级教练机，并要求在 2021 年中期之前交付这些飞机。

2.T-50 与 M-346 的竞争

RFX 的竞争会在与波音 T-7A 竞争失败者中选取，即洛克希德·马丁公司已经与韩国 KAI 合作 T-50 与意大利莱昂纳多的 M-346。有两家美国航空服务公司作为代理商为美国空军提供教练机，以为弗吉尼亚州兰利空军基地提供的全部“交钥匙”飞行解决方案。希尔伍德航空租赁使用 T-50，Mission Support Systems（MSS）公司租赁使用 M-346 喷气教练机。

最初的 RFX 计划包括对超声速飞行的要求，这是 T-50 的能力，但是目前市场上许多其他先进的喷气教练机（包括 M-346）都没有。空军取消了这一要求，使 MSS 得以竞争，但随后又增加了新的要求，即它选择的任何喷气教练机都必须能够安装雷达。

目前，尚无 M-346 的生产版本或已改装的带雷达版本。这些飞机具有嵌入式战术训练系统（ETTS），可模拟各种系统（包括雷达）的功能，以节省成本。M-346FA 轻型战斗机确实有雷达，但安装雷达与基本的 M-346 飞机不相兼容。KAI 的 T-50 一直装有雷达。韩国空军最初的 T-50 飞机装有洛克希德·马丁公司的 AN / APG-67（V）4 机械扫描脉冲多普勒雷达。新型的 TA-50 配备了以色列制造的 EL / M-2032 雷达。

在空军已经增加了雷达要求后，有理由证明取消竞标并与希尔伍德签订独家合同。希尔伍德航空确定为唯一能够为飞机提供有源雷达，并能够在不超过 20 英里（32 千米）的范围内检测出战斗机大小目标；具有嵌入式（综合）培训系统；进行编队空战训练时的接近速率至少为 1100 节（1786 千米 / 时）。

小结

“重铸”概念也许会在将来真正改变训练规则，优化空军训练飞行员的理论方法，简化培训流程并减少未来飞行员训练的艰辛。更好地利用有限训练时间，教飞行员如何使用完成任务而不是“如何起飞、着陆，以及操作雷达和瞄准吊舱等设备”，解决飞行员的短缺给一线航空兵部队带来严重问题。减少驻地的转换能加快过程，也将使学员之间结成宝贵的纽带，并获得与未来并肩战斗伙伴一起工作的经验。相比于目前的训练方式，不能保证离开 FTU 的飞行员将进入同一作战中队。在与作战战斗机中队相同的基地配备 T-7A 训练部队，也可能有助于减轻其他训练需求。尤其是在 F-35 等飞机的每飞行小时成本较高的情况下，使用高教机能减少战斗机的正常磨损，并为战斗机节省宝贵的飞行时间。如果“重铸”概念被证明是成功的，那么空军很有可能会在 T-7A 计划采购的 351 架飞机基础上增加订单。