



空客的“1+1>2”：无人机+自动空中加油

郑宇航

5年前的有人-无人机编队MUT试验

时间倒回5年前的10月初，空客公司宣布使用Do-DT25无人机完成了有人-无人机编队(manned-unmanned teaming, MUT)试验。试验中从德国托登多夫军事训练区起飞的5架Do-DT25无人机，跟随作为有人机的“里尔”喷气公务机飞越了波罗的海，验证了从有人机上控制无人机系统的能力。

对于MUT的价值，空客就表示“安装了传感器的无人机系统可以为在安全距离之外的有人驾驶飞机上的机组指挥官提供态势感知。”在当时的报道中，空客宣称预计在2025年开发出战斗机的无人机护航系统，也就是通称的“忠诚僚机”，而无人机群的可能任务包括侦察、干扰对手的通讯甚至使用武器等，以及MUT中的技术将迁移应用到未来作战系统(FCAS)中。

A400M运输机的空射无人机

时间再切换到2022年2月，这场在空客A400M运输机上进行的飞行试验中Do-DT25就成了配角，它也不再是像2018年那次的常规从地面弹射器上弹射升空，而是从飞行中A400M打开的尾舱门中发射出，由此空客验证了空中发射无人机的能力。试验中，



Do-DT25无人机系统，是衍生自空客出品的性能成熟的中途靶机无人机系统，本用于模拟红外目标，其起飞重量120千克、3米长、翼展2.5米，地面气动弹射起飞。

出舱后的Do-DT25无人机发动机启动，转而动力飞行，随后A400M上的机组人员将控制权转交给地面控制人员，在后者的指挥下无人机打开降落伞，安全降落到地面。

对于试验后的成果转化，空客的



空客在自主空中加油A3R技术上已取得实质性技术突破。

远期规划是A400M货舱内将能装下50架小型无人机或12架重型远程无人机，作为无人机的“母机”的它会尽可能将无人机带到靠近战场前沿的区域，而空射(或者说称之空投)后的无人机转置于FCAS这类有人机的控制之下，以高度自动化、自主化来配合有人机的行动，以及在“蜂群战术”、“战斗云”等技术的加持下，将这些无

人机化身为己方的“力量倍增器”、战场上的“眼睛和耳朵”。

从MUT、“忠诚僚机”到A400M的空射无人机，空客公司的无人机技术蓝图又在近期增加上了这样一块拼图——自主编队飞行和自动空中加油

技术A4R(Autonomous Formation Flight and Autonomous Air-to-Air refuelling)。

给无人机自动空中加油的A4R

3月28日，空客官网发布消息称，在空客防务和它的全资子公司空客UpNext进行的飞行试验中，通过A310MRTT多用途加油机对飞行中的无人机进行了自主导航和控制试验，向终极目标A4R迈出了关键性一步。在近6个小时的飞行试验中，4架Do-DT25无人机从地面依次弹射升空，在加的斯湾水域上空，无人机的控制权从地面站转交给了A310MRTT。A310MRTT自动引导Do-DT25飞抵空中加油汇合位置，整个过程中没有人工干预，全部都是AI人工智能和协同控制算法的自动控制与指挥，直至将Do-DT25引导到距离A310MRTT仅有150英尺(约45米)的位置。

对于A4R背后的核心技术，空客方面介绍称，主要是这三个方面：精准的相对导航，以精准地确定加油机和受油机之间的相对位置、速度和姿态(通过摄像头、激光雷达和高精度GPS来实现)；平台之间的机内通信，以允许不同平台之间的信息交互，提高系统的自主性；协同控制算法，为加油机和受油机提供导航、协调、保持一致和防撞等功能。在目前试验的



空客设想中，A400M将化身为无人机的“母机”、“中枢大脑”。那么，空射无人机技术再加上可以给无人机空中加油的A4R技术会产生怎样的化学反应呢？

基础上，空客下一阶段计划是测试基于人工智能的导航传感器和自主编队飞行的增强算法；演示两架无人机同时在加油机附近飞行的情况下多架无人机的自主操作与防撞避碰算法。

突破的自主空中加油A3R(automatic air-to-air refuelling)技术。同样是5年前，空客初提A3R概念，并与澳大利亚空军出手试验；2年前空客与新加坡方面合作，测试了A330 MRTT

得了西班牙的认证。

空客的空中加油技术从A3R向着A4R进发，虽然都是主打以自动化来提高加油机操作效率和安全性、降低加油机组人员的负担(工作量)和培训成本等，探索实现更快、更有效的空中加油新方法。但显然A4R将受油机类型从有人机向着无人机拓展，由此发生了从3到4的“量变到质变”。而这背后也是空客公司多个项目和产品线的交汇，并发生了“1+1>2”的化学反应。

在MUT中无人机是有人机的“云中侧卫”，在空射无人机技术中无人机是A400M的舱中“子机”。而转眼之间，在A4R技术中无人机又是受油机，通过空中加油来飞越山海，能够执行更远距离的任务；同时在可以预见的A4R技术迁移中，无人机又可以化身为无人加油机，给有人机空中加油，实现无人机之间的伙伴加油。

至此，这几则跨度5年的新闻在此次“连线”之中，粗浅地勾勒出了空客在无人机技术、空中加油技术领域的“愿景图”。在这两条技术路线交汇融合所形成的“闭环”之中，我们管窥到了未来无人机发展与应用的更多可能性。



此次试验中，模拟受油无人机的Do-DT25被系统自动引导到硬管加油装置下方，距离A310MRTT仅几十米的距离。

空客的技术蓝图，1+1>2

而我们再回溯“连线”过去的相关新闻，会发现今天空客的A4R试验又是生发自此前空客已取得实质性技术

加油机对A330 MRTT、F-16和F-15战斗机的多个机型全自动空中加油能力，试验中成功完成了近30吨燃料的自动空中加油。直至，去年7月下旬，空客的白天自动空中加油技术A3R获

“数小时内攻击全球任何目标” 美军孤注一掷B-21，重建太平洋计划

徐秉君

随着美国新一代隐身轰炸机B-21高调曝光，美空军对其寄予厚望，并认为B-21是一种不可或缺的能力，可在未来提供快速响应和致命的全局力量。尤其是这型隐身轰炸机将帮助美军加快太平洋地区的行动，甚至可以降低美军的最大弱点——太多的大飞机停在太多的岛屿跑道上。

B-21的出现意味着将改变这一切。为此，美空军官员表示，空军正在围绕新生的B-21轰炸机重新设计其太平洋作战概念，这种轰炸机将比其前辈飞机能做得更多事情。

在美空军看来，B-21的巨大优势是，有望为对手带来更具挑战性的困境。B-21将是有史以来最具有生存能力、最致命和最具成本效益的轰炸机。B-21可以在数小时内攻击全球任何地方的任何目标，而且风险远低于美国任何其他力量工具。况且，B-21机队规模越大，其威慑价值就越大。

美太平洋空军司令肯尼斯·S·威尔斯巴赫将军说，B-21拥有出色的传感器，当然它将有更多武器选择以及它可以创造的其他效果。

重要的是，B-21不仅解决了远程投射问题，而且还扩大了美军指挥官渗透和坚持在有争议的地区寻找和攻击时间敏感的移动目标的选择。

值得注意的是，美兰德公司(RAND)《确定对抗中国和俄罗斯最需要的军事能力》论文指出：“中国和俄罗斯的反介入和区域封锁能力，都是为了让美国和盟国军队保持一定距离，并在一段时间内压制美国和盟国的行动，这段时间足以允许强加既成事实。”日益激烈的竞争环境，对美国在印度-太平洋的力量投射构成了重大挑战。

当然，美国不会忘记继续把中国预想为战略对手。文章指出，为了在冲突中获胜，美国作战指挥官需要在尽可能短的时间内，在战场上创造大规模效果的能力。

因此，B-21的设计，本身就是为了解决繁重的工作量。威尔斯巴赫说，轰炸机作为机载数据中心的能力是一个巨大的新优势。B-21将在更大的联合全域指挥和控制计划中充当组织通信中枢，帮助收集数据并将其发送给旁边的其他喷气



式飞机和无人机。

他认为，B-21编队之间的网络将改变游戏规则，因为它能够以更快的速度向目标发射弹药，无论敌人是谁，都很难以连贯的方式做出反应。

美空军重建太平洋计划的一个重要方面，是加强后勤保障。B-21在设计上吸取了B-2的教训，除了保持先进的能力外，更注重飞机的可维护性。尤其是当该机出现故障时，更易于维护，地勤人员很快就能修复它，从而使它尽快恢复到作战状态。

但是，美空军认为飞机只是这个过程的一部分。美空军正在努力将零件和技术人员转移到更多的地方，以便他们在需要时随时待命。

美空军全球打击司令部后勤和工程主任肯扬·贝尔对媒体说，距离的重要性肯定会发挥作用。他表示：“我们能够提前定位资产，这样一来，如果我们必须去全球任何地方，我们都有可用的资产，可以在需要时使用我们的武器。”

不过，美空军最近提出的2024年预算申请，包括数亿美元用于预置设备。但威尔斯巴赫说，实战用兵的一个难点是后勤，尤其是受到攻击的后勤。



根据美军计划，如果预先放置一些可能需要的设备，特别是在潜在冲突的早期，就可以减轻一些负担，立即获得后勤保障。所以美空军已经开始预先准备了。

但支持多样化轰炸机编队的远征行动，是一项极其复杂的任务，这是“防御状态”系列的一部分。例如，有70年历史的B-52需要大量的燃料、许多难以找到的零件和庞大的跑道。

因此，美空军着眼于预先解决这类问题：

- 加强合同管理，以便在购买替换零件时有更大的灵活性，而不是等待批量购买。
- 更多地使用3D打印部件，并敦促指挥部想办法在严格监管的

核武器飞机上，使用这种“令人兴奋”的技术。

● 美国正试图获得更多基地的使用权，并在太平洋上建造更长的跑道，这是一项为期三年的名为“敏捷战斗部署”的一部分。

● 把明年的预算中的数亿美元投入到扩建机场建设，以容纳更多的飞机数量，以及存放足够的燃料和弹药。

● 加紧部署应用新技术，让受损的简易机场重新投入使用。如用一种快干混凝土修复受损跑道，45分钟就可以在上面行走，三小时后，C-17就可以在修复的跑道上降落。

分析认为，随着美国新一代隐身轰炸机的B-21快速推进，美空军将其视为一种不可或缺的能力，并将在未来提供快速响应和致命的全局力量。

由于太平洋地区是美国新的战略重点，因此，美空军围绕B-21这一战略装备的部署，重新构建太平洋计划，是一种预先进行的战略布局。

美军“敏捷作战部署”的提出，旨在有效提升美军的机动性、隐蔽性与灵活性。其重点在于提升其生存和抗打击能力，同时迫使对手不得不同时应对大量目标。

美国重建其太平洋计划，既反映了美国遏制地区大国崛起的焦虑心态，也反映了美军在军事上追求绝对优势的迫切性。

美空军积极推动该计划，既是“敏捷作战部署”的具体实施，也是未来战场的预先布局与实际准备。

由此可见，美军的这些举措，不仅给太平洋地区国家的安全稳定带来冲击和消极影响，而且也正在崛起的大国，带来实质性威胁和更为严峻挑战。

俄罗斯Ruselectronics公司 宣布成功研制新型隐身材料



俄罗斯Ruselectronics公司3月30日宣布已开发出一种能够吸收高达

95%雷达电磁辐射的新材料。该公司所属的中央特种无线电材料设计所还开发了一种带有金属芯的轻质玻璃纤维材料，用于制造发动机压缩机叶片。Ruselectronics公司表示，现代军用飞机工程很久以前就面临着开发吸波结构材料的问题，现有类型的隐身飞机涂层需要定期修复，而低反射率玻璃纤维则无须维护，该产品原型已经成功通过了所需的工厂测试。

(郭辰鑫)

欧洲联合军备合作组织牵头 开发机载电子战技术



据defense-aerospace网站3月27日报道，欧洲联合军备合作组织(OCCAR)总监Joachim Sucker和西班牙英德拉公司(Indra Sistemas)意大利电子公司(Electronica Spa)和德国亨索特公司(Hensoldt Sensors GmbH)的代表签署了名为“响应式电子攻击协同任务”(REACT)的机载电子战项目关联采购合同(LPC)。瑞典萨

博公司(SAAB)也参与了该项目，并将在晚些时候签署合同。

“响应式电子攻击协同任务”项目将定义机载电子攻击能力和架构，并交付设计产品，但其重点在于研究和开发活动，旨在通过仿真和演示来评估不同的技术，以降低未来开发和生产的风险。

(瑞承宜)