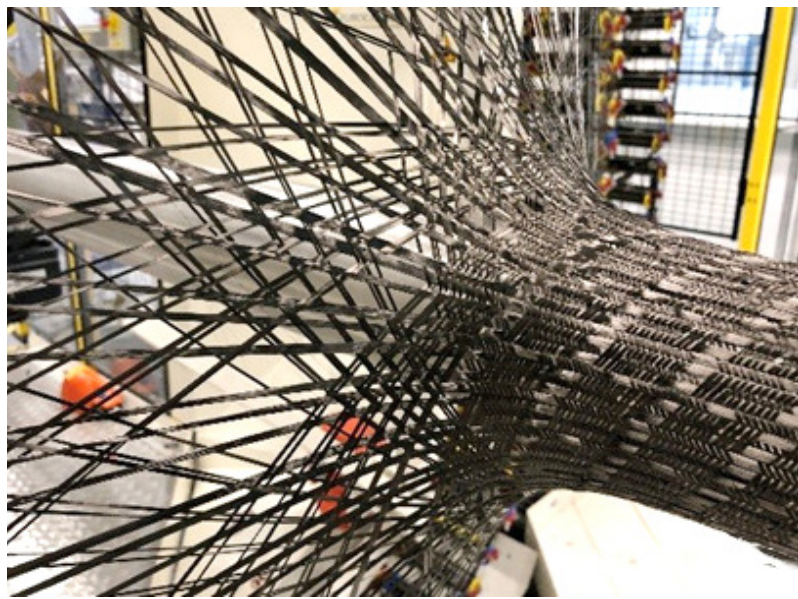


# DigiProp： 为涡轮螺旋桨飞机开发下一代复合材料叶片

陈济桥

随着航空业对清洁能源、低成本航空飞行的需求不断增加，飞机设计和制造正经历新一轮创新。对于英国来说，保持和推广其在可持续航空推进技术方面的全球领先地位至关重要。根据航空航天行业的预测，涡轮螺旋桨飞机的需求将逐步开始上升，因为与传统的喷气式飞机相比，这种类型的飞机可以节省更多燃料。

作为“数字螺旋桨推进器”（DigiProp）计划中的一项重要任务，英国国家复合材料中心（NCC）采用了一种前所未有的制造工艺和系统，设计并制造了全新的复合材料涡轮螺旋桨叶片全尺寸原型件。这款叶片已经显示出了降低成本的极大潜力。



## 项目背景

“数字螺旋桨推进器”计划是一项英国政府和行业于2017年推出的联合投资计划，为期4年，总价值达到2000万英镑，由GE航空旗下的Dowty螺旋桨推进系统公司领导。该计划旨在发展和维持英国制造商在涡轮螺旋桨飞机推进技术方面的优势地位，集结全英国

的优势资源，对Dowty螺旋桨系统的设计、制造和测试等各个方面进行创新。该计划通过英国航空航天技术研究所、英国商业、能源和工业战略部以及英国专注于创新的实体“创新英国”共同发起，计划通过合作解决技术、能力和供应链挑战。

作为该计划的重要组成部分，Dowty公司与NCC合作，致力于设计和开发一款新型复合材料螺旋桨叶片，不仅可降低成本，还可提高性能。这项创新研究工作将加速Dowty的数字制造能力，进一步展示和验证英国在涡轮螺旋桨飞机推进技术方面的全球领先地位。

## 项目进展

在该项目的实施过程中，研发团队需要克服诸多挑战：一是螺旋

三是编织——确定编织角度并测试材料的厚度、强度和性能是NCC研发团队面临的重大挑战。最终研究人员通过在半尺寸叶片上利用材料表征和实验室测试等方式，了解零部件是否符合规格，从而克服了此难题。



四是材料成分中的干纤维和用于灌注干纤维叶片的树脂尚不确定，因为叶片的结构要求耐用且没有表面缺陷。干纤维预制件须严格保持外形，并且在缠绕芯轴分层时不会出现下垂、扭曲或位移。这是为了确保纤维能够正确定位，符合设计意图并保证叶片性能。

五是热塑性复合材料叶片的制造工艺解决方案需要开发用于编织的刚性芯轴。该芯轴能够比较容易地从模具中取出，但仍保留一个可充气的弹性硅胶气囊，使其能够在内部对复合材料预成型件施加压力。同时，还需要使表面存在小孔的结构获得足够的强度和刚度。主要的解决方案是使用蜡和硅胶制造芯轴。其中研发团队面临的一个重大挑战是硅胶的厚度。如果厚度不合适，就会存在气囊失效，叶片预制件难以完全固化的风险。

为完成这一具有创新性的项目，NCC与Dowty公司和来自高价值制造弹射器计划（HVM Catapult）的研究中心——谢

菲尔德大学先进制造研究中心和制造技术中心开展了合作。通过DigiProp计划，NCC研发团队首先将热塑性复合材料的先进三轴碳纤维编织技术作为低成本、可自动化、高性能和环保的制造工艺。热塑性复合材料可以通过熔融的方法

进行回收，也可以再成形为另一种产品，因此可以减少废料产生。整个过程是全自动化实现的，全面减少了制造过程中产生缺陷的数量，同时减少了不必要的返工。

为了以更低的成本生产更轻的叶片，NCC团队还进行了材料和工艺的重重筛选，研发团队利用测试得到的数据进行了技术和工艺流程的实验。NCC团队先后共开发制造了6个螺旋桨叶片原型件，每个新的原型件都在前一版原型件基础上强化了设计和制造技术。

## 影响意义

与目前传统的工艺相比，采用新工艺制造复合材料叶片可显著降低制造时间，节省大量成本。与此同时，用材的改变也大大缩短了工艺固化阶段。通过使用热塑性复合材料，NCC发现新工艺流程可将制造时间减少至5分钟左右，而使用热固性环氧树脂复合材料制造同类零部件则通常需要4小时。此外，新工艺去除泡沫芯材改善了疲

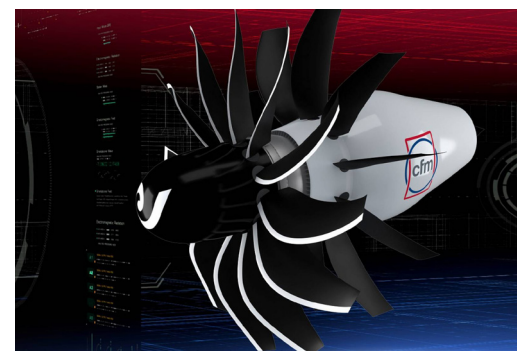
劳寿命，同时也使结构更轻。考虑到螺旋桨桨叶部位可能会受到更多外来物体撞击，新材料和工艺也能明显提升结构的损伤容限。

DigiProp计划是Dowty公司开展过的最大研究项目。该项目的持续推进使Dowty拥有了一套先进的新技术，能够为公司在新冠疫情后加速发展可持续航空平台奠定基础。对NCC来说，在DigiProp计划中，与Dowty公司和其他高价值制造弹射器计划中心合作，NCC可以为螺旋桨叶片设计开发数字制造技术和解决方案，同时技术也能够其他中空的3D结构中取得更广泛的应用，例如用于小型电动飞行器低成本可回收复合材料组件。通过DigiProp积累的专业技术和研发经验也使NCC开展了另一个项目，研究使用类似制造技术开发复合材料山地自行车，这可以进一步演示验证复合材料如何推动各类应用的发展。

在项目执行期间，Dowty公司与合作伙伴还共同探索了许多其他领域。例如，通过与MTC的合作，Dowty在其新工厂内的研发过程中引入了数字孪生，不仅优化了工厂的占地空间，同时还首次确定了生产过程中的瓶颈。这种产出方式不仅减少了制造时间和能源消耗，还显著提高了产品的首次产量和性能，并加快了客户所需产品的问世。通过建立复杂的数据模型，该项目将为Dowty的客户的全系统级空气动力学和声学性能改进，并通过创建数字线索为大数据的使用奠定基础。Dowty工程负责人表示，研究人员开发的参数化螺旋桨系统模型使他们能够用几周时间就在一些复杂问题上提供人脑需要数千年才能完成的运算能力。这些能力为客户提供了比以往更快的设计响应能力和更高水平的设计优化能力。

Dowty目前已经开始使用DigiProp计划中实现的新技术开展研发工作，并瞄准了下一代飞机平台。潜在客户也正受益于Dowty提供的数据分析能力。

# RISE验证项目： 打造可持续发展的 未来航空



近年来，全球气候问题越来越成为社会热议与关注的焦点，由之带来的全球性影响正促使各行各业加快减少碳排放的步伐。航空业作为目前增长最快的运输行业，已经提出了“到2050年，二氧化碳排放量减至2005年的一半”的承诺。

6月14日，GE集团与赛峰集团不仅将双方基于CFM的合作关系延长到了2050年，还正式宣布双方为致力于实现航空业减排承诺而共同启动了一项突破性的技术研发项目——CFM的RISE验证项目，该项目将以一系列全新颠覆性技术推进未来发动机的研发，实现较现役发动机减少20%以上的油耗和碳排放，并与100%可持续航空燃油和氢等替代能源兼容，产生更高的可持续效益。此外，RISE项目还将涵盖混合动力、复合材料风扇叶片、增材制造，以及300多个独立的组件、模块和完整的发动机架构。该项目验证计划将于本世纪20年代中期使用，发动机计划将于2030年代中期正式投入使用。

事实上，自上世纪80年代以来，CFM国际公司始终致力于推动先进发动机及其技术的研发，不断挑战创新极限，在可靠性、利用率、减排和总体拥有成本等方面取得了很大改善，极大地促进了行业的稳步发展。过去40年里，凭借持续的技术突破，CFM发动机在油耗和碳排放上较上一代发动机累计减少了40%。

纵观航空推进系统的演进历史，支持更大尺寸风扇和更高涵道比的新技术是实现效率突破的关键，最终催生了开式风扇架构的概念。

早在上世纪80年代，GE公司就曾携手赛峰集团合作研发了GE36无涵道发动机（UDF），但由于研发之后石油价格的大幅下跌，客户兴趣减弱，以及受当时技术限制无法达到可接受的噪声水平等种种因素，GE36最终未能正式投入商业运营。2017年，由赛峰集团联合Avio Aero公司合作研发成功反向旋转开式转子发动机，开式风扇架构得到了进一步的完善与发展。

CFM国际公司认为，得益于在GE36与CROR项目上积累的丰富经验，以及GE和赛峰在创新技术上取得的突破，此次推出的RISE项目不仅在燃油效率方面得到了显著提升、实现一流的发动机推进效率，还能提供与当前涡扇发动机相当的速度与噪声水平。而基于GE36无涵道发动机UDF项目中开发出的关键性复合材料风扇技术也在之后诸多项目中得到运用。GE和CFM数十年在复合材料叶片上积累的经验可以为下一代开式风扇发动机的安全性提供强有力的保障。

更为重要的是，GE航空集团已与全球各国建立了牢固的合作伙伴关系，此次RISE项目将携手美国联邦航空局和美国航天局，通过CLEEN计划（即持续降低能耗、排放和噪声计划）推动可持续航空技术的研发。赛峰集团也与Avio Aero公司一同参与了欧洲清洁航空研发项目，共同致力于推动实现行业可持续发展的目标。

但说到底，飞机制造是一项庞大而复杂的系统工程。正如CFM所称，下一代开式风扇架构发动机将来会采取高翼展、低翼展、尾吊哪种形式与飞机进行整合，还需与飞机制造商进行更紧密的合作，充分优化先进架构发动机装机后的性能。此外，未来航空业的进步也将更加依赖整个航空生态链的密切合作。（颜思铭）

# 罗罗联合捷豹路虎欲打破 全电动飞行时速纪录



罗尔斯·罗伊斯公司近日表示，“创新精神”号全电动飞机将在未来几周内首次飞上蓝天，尝试以超过300英里/时（480千米/时）的目标时速打破全电动飞行速度世界纪录。该创新项目将以碳中和的方式进行。为此捷豹路虎将提供纯电动零排放捷豹I-PACE车型作为牵引和保障车辆。

该飞机由罗罗“加速飞行电气化”（ACCEL）项目团队开发，合作伙伴包括电机和控制制造商YASA以及航空初创公司Electroflight。英国航空技术研究所（ATI）、英国商业、能源及产业战略部和英国创新署共同为该项目提供了一半资金。

“创新精神”号采用功率超过500马力的电动推进系统，配备能量密度最大的飞机用电池组。I-PACE使用两台电机，配备432个软包电池的最先进90kWh锂离子电池组可产生高达394马力的总功率。I-PACE一次充电可行驶292英里（470千米）。

捷豹路虎英国董事总经理劳登·格洛弗表示：“I-PACE是真正的先驱车型；2018年推出时曾是全球首款高端全电动SUV，2025年前将实现全面电气化。”

ACCEL项目是罗罗支持自身业务所在领域到2050年实现净零碳的一部分。ACCEL项目的相关技术将应用于上市产品，电机、动力电子和电池产品组合将引入通用航空、城市空中交通和小型通勤飞机领域。

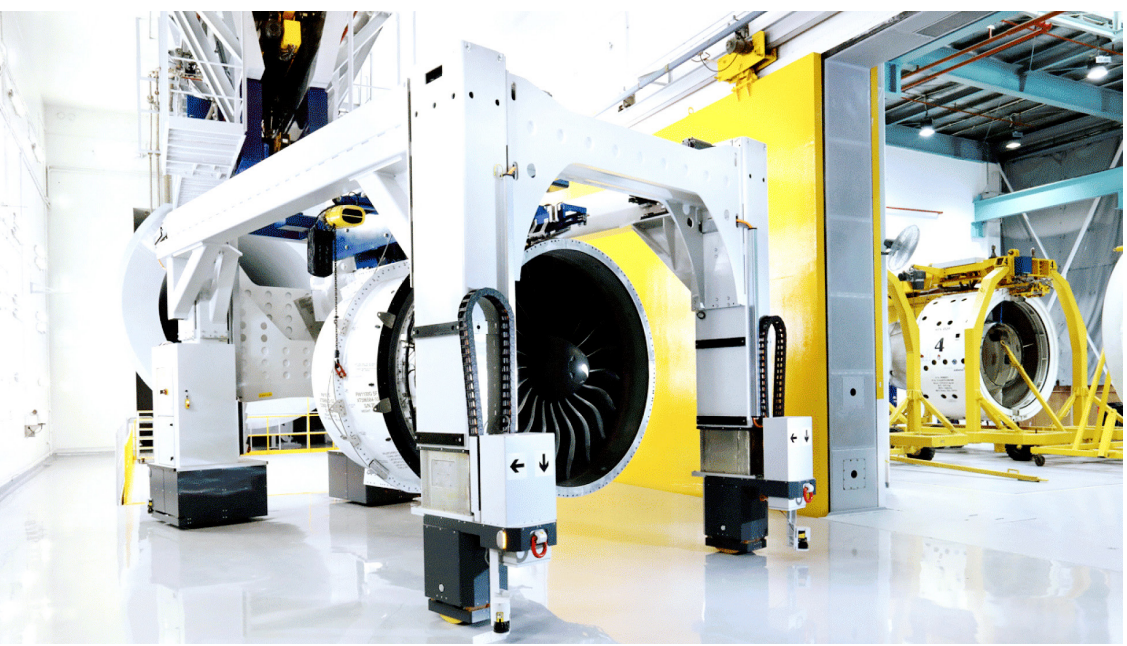
罗罗和捷豹路虎均致力于自身脱碳。自2014年起，罗罗运营和设施相关的温室气体排放已经减少一半，并正在逐步实现2030年运营净零碳的目标；捷豹路虎的目标是到2039年实现供应链、产品和运营净零碳。（任文）

# GTF系列发动机2021年收获超800台订单

普惠公司近日宣布，今年以来公司已获得800多台GTF发动机订单。选择由GTF发动机提供动力的客户包括边疆航空、Volaris航空、法国航空、达美航空以及AerCap公司等。

AerCap公司拥有超过300架飞机，近日选择了普惠GTF发动机为其80架空客A320neo和A321neo飞机提供动力。该批飞机计划于2021~2027年交付。

GTF系列发动机是齿轮传动式涡扇发动机，自2016年初投入使用以来，该系列发动机已达到降低20%燃油消耗和碳排放量、降低75%的噪声污染目标。（曾凡苍）



# CAE将投资10亿加元开发 基于人工智能的航空技术

日前，加拿大航空电子设备公司（CAE）表示，将在未来5年为“韧性项目”投资10亿加元，旨在开发基于人工智能的航空技术，为先进空中交通提供运营/培训支持，开发环保轻型飞机相关技术等。

CAE公司与加拿大政府、魁北克省政府积极开展合作，共同推进“韧性项目”在航空安全、国防保障、医疗救援等方面的关键支撑作用。

在项目推进过程中，CAE公司将充分发挥其在利用航空技术、适航测试、模拟仿真、虚拟/混合现实和数据分析等方面创新优势，推进电动垂直起降平台、大型/轻型教练机改造等颠覆性前沿技术领域的新发展。（石峰）



# UVH-500货运无人直升机 完成飞行测试

据外媒报道，UAVOS公司作为一家客户改装的UVH-500无人直升机近期完成了一系列飞行测试。

该测试通过对自动旋转、降落伞自动紧急释放系统、无线电高度表以及指挥无线电链路的备用卫星通道的测试，进一步验证了该机安全系统的可靠能力。

UVH-500无人直升机基于有人CH-7直升机改装而来，具有超视距、长航时、负载大、抗风能力强、基于全能量控制系统的高效飞行控制等优点，航程为522英里（876千米），巡航速度可达每小时99英里（160千米/时），为新型城际物流解决方案提供了基础。（纪宇喻）

该机具有160千克的载货能力，可向指定地点投放100千克的货物，能够在恶劣天气条件下完成昼夜工作，表现出了高效的重型吊升能力。该机可满足客户对短程或远程的递送要求，实现更快交付，减少运输时间的同时还降低了运营成本。

此外，UVH-500无人直升机还配备了规避应答机，可提供增强的空域可视性，同时，最大程度降低了与其他飞机相撞的风险。此外，该机发动机冷却系统能够在炎热潮湿的热带气候环境下运行。飞行测试完成后，该机将投入偏远地区执行货物运输任务。