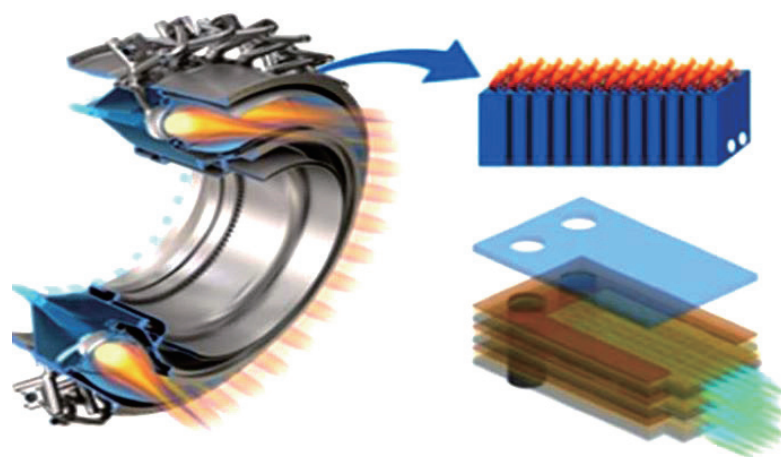


GE航空航天公司将测试 燃料电池/燃气涡轮混合发动机



GE 航空航天公司的研究人员正在测试一种小型发动机，该发动机将燃料电池与燃气轮机结合在一起，使用可持续航空燃料。

未来，该发动机原型可按比例放大并用于零排放商用飞机，其续航能力远远超过目前的纯电推进系统。

混合推进系统设计是美国政府资助的 FlyCLEEN (Fuel Cell Embedded Engine) 项目的一部分，该项目于 2021 年启动。它是一个集成了固体氧化物燃料电池和可持续航空燃料 (SAF) 驱动的燃气轮机的 25 千瓦发电系统。

GE 航空航天研究团队 10 月又获得了 450 万美元的资助，用于建造和测试该项目下一阶段的推进系统。

这种新颖的混合方法在燃料电池和燃气轮机中都使用了 SAF。SAF 的一部分被转化为合成气供给燃料电池，而其余部分则在燃气涡轮发动机中燃烧。

燃料电池的使用可以大大提高将 SAF 的化学能转化为电能效率，并使二氧化碳的净排放量

更接近零。

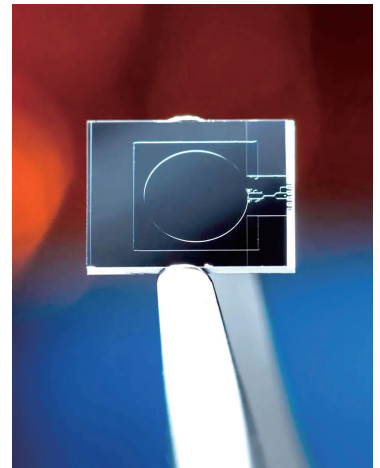
GE 航空航天公司高级燃烧研究工程师兼 FLYCLEEN 项目负责人 John Hong 说：“将燃料电池集成到燃气轮机推进系统中，是在更大推力的飞机应用中提高燃料效率的一种有前景的混动技术。SAF 的使用证明了它与低碳燃料的兼容性，可进一步获得二氧化碳减排效益。”

FlyCLEEN 项目由能源高级研究计划局 (APRA-E) 资助。能源高级研究计划局正在实施几项研究计划，以推进商用客运混合动力电动飞行的基本构成。GE 航空航天集团和能源高级研究计划局的其他项目包括研究如何扩大混合电力推进所需的电力传动系统和布线。

Hong 补充说：“对于航空业来说，这是一个激动人心的时刻。从燃料电池和 SAF 到电力、氢气的进步，甚至是像我们的开式转子这样的新型发动机架构，我们看到了各种技术的交汇，推动着多方面的进步。”

(航文)

超越GPS量子光子芯片 有望革新未来的无人机导航技术



罗切斯特大学的研究人员正在开发光子芯片，这种芯片可以取代无人驾驶飞行器目前使用的陀螺仪，使它们能够在全球定位系统信号受到干扰或无法使用的地方飞行。科学家们利用一种称为弱值放大的量子技术，旨在通过小型光子芯片提供与光学陀螺仪相同的灵敏度水平，从而有可能改变无人机的导航方式。

罗切斯特大学光学研究所

副教授海梅·卡德纳斯 (Jaime Cardenas) 获得了美国国家科学基金会 (National Science Foundation) 的资助，计划在 2026 年前开发这种芯片。卡德纳斯表示，目前最先进的无人机使用的光纤陀螺仪包含数千米长的光纤线圈，且动态范围有限。

他说：“现在，陀螺仪的灵敏度和稳定性必须在尺寸和重量之间取得平衡。随着无人机、无人驾驶飞行器和卫星变得越来越小，越来越无处不在，对超小型导航级陀螺仪的需求将变得至关重要。最先进的微型陀螺仪结构紧凑、坚固耐用，但在性能方面存在缺陷，妨碍了其在导航领域的应用。”

卡德纳斯认为，弱值放大法比传统方法更有优势，因为它可以增强干涉测量的信号，而无需付出放大多种技术噪声的代价。然而，以前的弱值放大演示需要复杂的实验室设置和精确的对准；卡德纳斯致力于在带有高质量因子环形谐振器的微小光子芯片上实现弱值放大。

(幸文)

| 逸文

高质量、准确和可靠的数据采集和解释是飞行器测试和认证过程的一个基本要素。不断改进工程人员在飞行测试中使用的数据采集方法和技术仍然是设备供应商和原始设备制造商的重点关注对象。

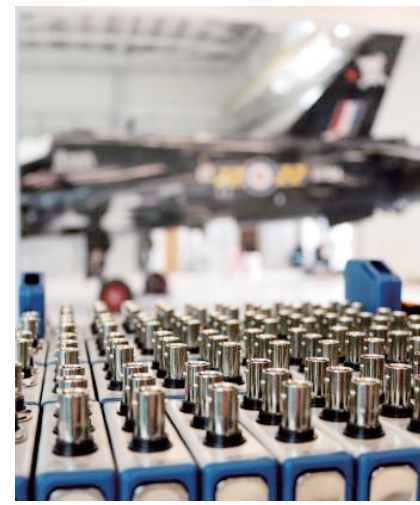
工程人员采用不同的方法来确保航空航天测试中的数据质量。他们采用最佳实践技术进行数据采集和管理，以保持数据准确和结果可靠。温度、压力和振动等环境因素会影响数据质量，必须予以处理。与此同时，数据还必须适合机器学习的人工智能等新技术在数据分析过程中使用。

定义参数

柯蒂斯·莱特公司首席架构师斯里达尔·卡纳马鲁鲁 (Sridhar Kanamaluru) 表示，在确定平台性能 (例如整个飞行包线内的机身结构载荷以及振动和发动机性能) 时，测试数据的质量至关重要。

测试数据还为飞机在故障机制和可能发生故障的条件等安全性方面提供了重要线索。

“在测量精度和可重复性方面，高



确保信号采集和调节硬件不受环境因素影响可提高数据质量。

质量数据与整个测试平台和特定测试条件下的现象相关联，有助于飞机制造商设计和改进机身。”卡纳马鲁鲁说道。

另一方面，HBK 公司 (Hottinger Brüel & Kjær 声学及振动测量公司) 测试和测量解决方案产品经理桑德罗·迪·纳塔莱 (Sandro Di Natale) 指出，数据质量“是验证飞机或航天器是否符合预期关键性能参数时最重要的工具”。

他引用了两个专注于结构完整性的例子，但可以扩展到其他测试领域。第一个是使用测试数据来验证仿真模型并启用虚拟测试，从而适应原始设计。在这里，迪·纳塔莱观察到，质量不高的测试数据“可能导致错误的假设，甚至过度的结构设计，例如使其过于笨重，降低效率”。

第二个例子是测试数据用于飞机认证以证明适航性。糟糕的测试数据可能会高估飞机结构承受预期载荷的能力，并导致运行过程中出现严重问题。

数据采集的最佳做法

根据卡纳马鲁鲁的说法，航空航天测试数据采集的最佳做法包括选择灵敏度、动态范围、频率和时间响应足够高的传感器，以及在较宽温度范围内测试参数的准确性。例如，要测量振动等高频现象，传感器“必须具有适当的频率响应，以便捕捉到所有相关的谐波性能”。这一概念还延伸到数

质量第一

——关于飞行测试中的数据质量探讨

数据采集设备，该设备可将传感器测量值转换为适合遥测和/或记录的形式。他说：“数据采集设备应在较宽的温度范围内提供足够的增益、线性度



空客等飞机原始设备制造商仔细校准传感器和应变计，以准确定义飞机的性能。

和滤波能力，以最终传输的形式准确地表示测量值，无论是作为实时遥测信号，还是作为存储在记录仪上供测试后分析的数据。要达到所需的数据质量和精度，必须使用可在较大温度范围内工作的校准传感器和数据采集设备。还应对数据采集设备进行振动测试，以确保它们不受微音影响，并能在测试条件下正常工作。”

与此同时，HBK 产品经理克里斯托夫·萨尔彻 (Christof Salcher) 指出，航空航天测试的主要挑战是通常只有一个原型可用于测试。认识到这一点，整个测量链的可靠性至关重要，并延伸到数据的可用性。

“测试不能简单地重复——这意味着任何测量或测试数据都需要完全可追溯到国家标准，并考虑不确定性水平。”萨尔彻说，“一牛顿就是一牛顿，一伏特就是一伏特”的知识确保了从数据中获得正确的见解，而不确定性的评估则确保所有工程师都意识到所获取数据的局限性。”

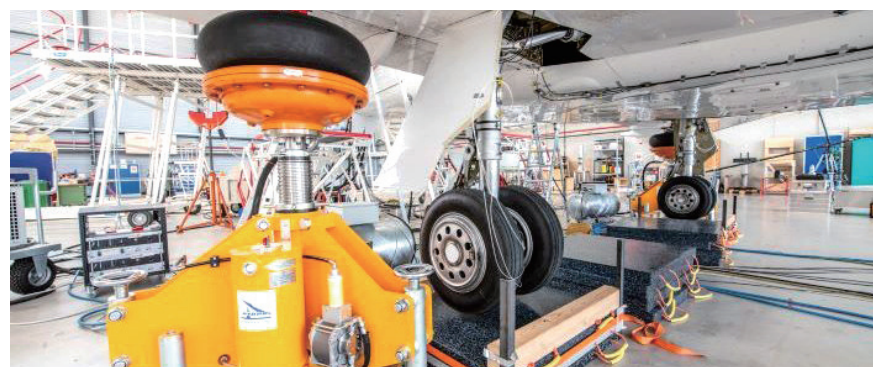
萨尔彻的建议是寻找一个有专业能力和合作伙伴，能够覆盖从传感器到结果的整个测试链条，并在每一步都拥有最高水平的数据质量。

数据质量的敌人

当试图减少可能损害数据质量的潜在问题时，工程师需要在安装过程中认识到影响信号质量的因素，例如本地接地环路或电源系统中的噪声。卡纳马鲁鲁说：“需要了解传感器和数据采集设备之间的接线中会出现的损耗和干扰类型。差分电路双绞线的适当屏蔽必须与测试仪器系统的总体重量和成本相平衡。在许多情况下，当测量位置有空间限制时，将测量的传感器信号转换为不受环境影响的形式可能是合适的——例如，可将数据采集设备测量的信号转换为以太网数据包通过网络进行传输。”

在这种情况下，传感器和数据采集设备之间的较短布线长度减少了损耗和噪声，而以太网数据包在较长的长度上传输更安全。

温度、压力和振动等变量是高质量数据的最大敌人。传感器和电子产



气动设备在测试起落架时重现环境条件。

品，尤其是模拟元件会受到此类环境因素的影响，最好的方法是避免这些问题对测量数据的有害影响。如果不可避免，可以考虑技术补偿措施。

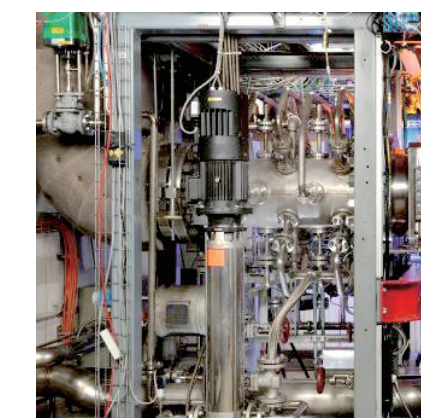


空客等飞机原始设备制造商仔细校准传感器和应变计，以准确定义飞机的性能。

“结构测试中有一项是不同温度下的应变测量。可以对导线电阻进行主动补偿，而不只是在测试开始时分流一次。还可以选择与被测材料补偿特性相匹配的应变计，并且可以记录温度并通过使用此信息校正获取的数据来解释影响。”HBK 产品管理总监奥尔德雷德 (Jon Aldred) 说，“在应变测量和温度变化有限的领域中，已经有多种方法可以提高数据质量。这可以很容易地扩展到需要测量的其他物理量，并且减少电磁干扰等其他类型对数据质量的影响。”

不断发展的技术标准

传感器和测量设备通过不断改进以满足现代航空航天测试标准的要求，并在确保数据质量方面发挥着长久的作用。卡纳马鲁鲁认为，传感器和数据采集设备的技术改进最有可能出现



数据采集设备通常直接集成到复杂的测试单元中，例如 DLR 位于斯图加特的高压燃烧室测试台。

在替代电源 (如以太网供电 PoE) 和无线技术 (如用于具有集中记录器和遥测功能的分布式仪表系统的 IEEE 标准 1451) 方面。

迪·纳塔莱强调了验证和核实领域的几个重要方面，包括可追溯性的关键方面，以及完整文档和元数据的使用。在他看来，仅仅获取结果是不够的，还需要重点关注这些结果是如何获得的。他说：“假设在数据分析过程中，某个传感器的数据与预期范围相去甚远。在这种情况下，最重要的



气动设备在测试起落架时重现环境条件。

是审阅完整的传感器安装记录——看一眼就可能发现这传感器的能力或许不够。”

“另一方面，可以对数据进行处理，根据测量的电压和电流计算电功率。查看传感器原始数据可能会发现从传感器信号到用于分析的计算机数据的错误。”他补充道。

数据呈指数增长

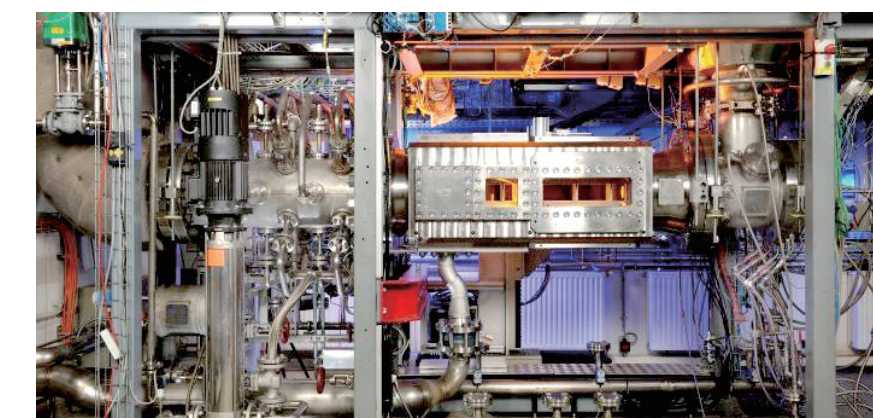
卡纳马鲁鲁指出，展望未来，数据量会呈指数级增长。被测量的数量、采样率和测试持续时间都增加了。与此同时，机载记录器中使用的固态介质的记录速率和存储容量也会提高。

这些行业的发展导致了所谓的“数据过剩”，完全处理这些数据会影响项目进度。为了应对这一挑战，可以部署机器学习 (ML) 和人工智能 (AI) 技术来更快地处理数据并识别数据中的异常情况，无论是在数据收集过程中还是在后期处理中。

卡纳马鲁鲁认为，这些技术对于识别很少发生的异常情况以及在特定平台上发生但在整个机队中不常见的异常情况特别有用。这些异常可能是由仪表系统引起的。例如，由于特定传感器和数据采集设备安装错误，或者由于机身故障。无论哪种情况，机器学习和人工智能技术都可以帮助更快地识别和解决问题，从而加快测试进度。

一个趋势是使用机器学习和人工智能技术在“战术边缘”处理测试数据，为地面任务控制站或测试平台上的测试人员提供实时信息。

边缘处理解决了与遥测大量未处理数据相关的一些带宽限制，遥测处理后的信息有助于减轻地面和机载测



数据采集设备通常直接集成到复杂的测试单元中，例如 DLR 位于斯图加特的高压燃烧室测试台。

试人员的工作量。边缘处理还有助于确定特定的测试配置和测试点是否成功，或者是否需要立即进行另一次测试运行，从而节省大量成本和时间。

展望未来，传感器和数据采集设备制造商正在不断寻求测量链的改进，以提高数据质量。这体现在硬件改进以及数据解释方面的进步。

过去，对不良数据质量的识别通常依赖于测试和分析工程师的经验，而迪·纳塔莱认为，机器学习和人工智能现在提供了快速将测试结果与历史数据进行比较并从预期结果中识别异常的机会，这可以帮助提高测试的质量和速度。此外，通过提高分析自动化程度和减少数据处理过程中的手动步骤，可以实现更多好处。



气动设备在测试起落架时重现环境条件。

如何在高超声速飞行时保护飞行器？试试让它们“出汗”

当高超声速飞行器飞行速度超过马赫数 5 时，飞行器会遇到超过 2200 °C 的高温，如何保护飞行器不受高温影响？RTX 技术中心认为，可以让它们“出汗”。

高超声速飞行有望使航空业发生自 1947 年突破音障以来前所未有的变革。然而，事实证明，从超声速到高超声速比从亚声速到超声速更具挑战性。

最大的挑战之一是飞行器本身以超过 5 倍声速飞行时产生的巨大热量。在这种温度下，除了最奇特的材料外，所有材料都会熔化或无法使用。这意味着高超声速飞行器经过精密设计和加工的线条，尤其是前缘，会迅速变圆和变形，完全改变飞行器的空气动力学特性。

避免这种情况的方法是冷却飞行器的蒙皮。对于传统系统来说，这意味着增加重量和复杂性，而工程师们并不特别喜欢这样做。

作为一种替代方案，RTX 公司根据一份 DARPA 合同，正在研究利用我们用来消暑的机制——出汗——来冷却高超声速飞行器。

这个想法是在高超声速飞行器的前缘加入一个微通道网络，以类似人类汗腺的方式将液体输送到皮肤表面。当液体到达皮肤表面时，就会蒸发，带走热量。这样，飞行器就能保持足够的冷却，以维持其空气动力学性能。

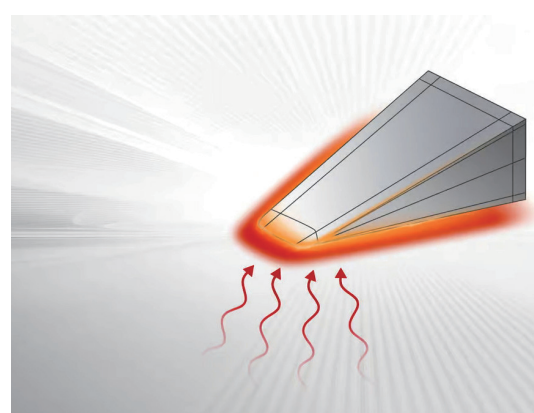
据 RTX 技术研究中心的项目团队负责人约翰·沙龙介绍，他们利用预测建模和先

进的微型加工技术，制造出了一个信用卡大小的楔形试验品。试验过程首先将其置于一个被称为“大型火焰枪”的燃烧器上，然后用电弧将气体加热并膨胀到更接近模拟高超声速飞行条件的高温和高速度。

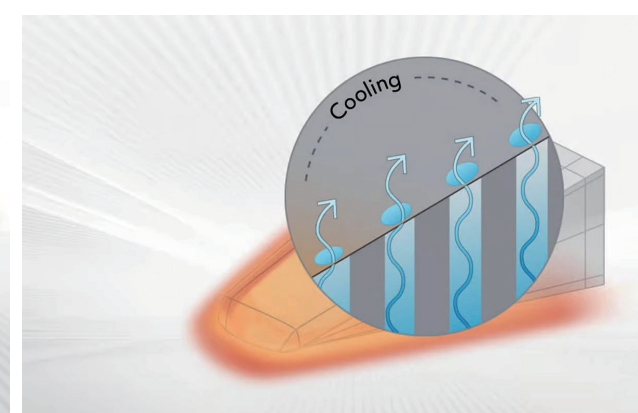
沙龙说：“当以超过 5 倍的声速飞行时，温度会在几分之一秒内迅速升高。参与建模的团队人员在估算试验品的存活时间方面做得非常出色。”

下一步他们将改进该技术，将排汗通道变小，并将试验品放大到全尺寸高超声速飞行器的规模。如果这项技术被证明是成功的，那么它也可能适用于其他问题，比如保护燃气轮机叶片。

(航柯)



高超音速飞行产生高温。



冷却系统类似于人类的汗腺。