

盘点

2017年航空发动机创新技术



大数据应用加速

大数据的应用不仅仅依靠数据的体量大，只有通过有效的数据分析才能获得深入的、有价值的、智能的信息。可视化分析、数据挖掘算法、模型预测分析、数据质量和数据管理等大数据分析技术均已成为决定数据价值的关键因素。

2017年，罗罗宣布正在建立R2数据实验室，期望通过使用人工智能、机器学习和分析手段进一步对数据进行“财富”挖掘，实现成本节约。普惠在4月推出了MRO（航空发动机维护、维修和大修）服务平台EngineWise，旨在利用大数据分析为全球运营商提供定制化个性化MRO服务支持。Predix是GE推出的全球首个专为工业数据分析开发的云服务平台。2017年9月，GE启动了首届“Predix星火计划”，10月底推出了数字工业进化指数。中国航发也进行了积极的探索，黎阳建成了机匣分厂数字化制造系统，以及结构件分厂作动筒数字化生产线，实现了提产提质降耗的“智慧转身”。



增材制造技术颠覆创新

增材制造（又称3D打印）是以数字模型为基础，将材料逐层堆积制造出实体物品的新兴制造技术，将对传统的工艺流程、生产线、工厂模式、产业链组合等产生深刻影响。增材制造让零件设计更加自由，为航空发动机关键技术突破和性能指标提升带来更多可能性。

我国已将增材制造作为《中国制造2025》发展重点，2017年，工信部等十二部门联合制定并印发了《行动计划》，要求到2020年，增材制造产业年销售收入超过200亿元，年均增速在30%以上。

2017年，GE宣布正在研制世界上最大的激光粉末增材制造设备。西门子完成了世界上首个3D打印燃气轮机涡轮叶片及其全面测试。中国航发商发已完成增材制造微型涡轮发动机制造。中国航发航材院牵头的国家重点基础材料技术提升与产业化项目“超细3D打印有色/难熔金属球形粉末制备技术”启动。截至目前，中国航发和其他国内科研机构先后针对涡轮气冷叶片、燃油组件、壳体、封严块、喷嘴、整体叶盘、整体导向器、轴承座、叶榫等零件开展了增材制造技术探索研究，取得了积极进展。



材料技术不断取得突破

航空发达国家都高度重视发动机材料技术的发展。高温合金仍将是高温涡轮部件的关键技术之一，陶瓷基复合材料(CMC)高温部件应用也进一步深入，GE预测在未来10年内发动机中陶瓷基复合材料的应用量将增加10倍。大数据、虚拟仿真等计算机技术的应用将有效缩短航空发动机材料研制周期。

石墨烯被誉为已知的世界上最薄、最坚硬、导热性及导电性最好的纳米材料。高性能石墨烯复合材料的出现为增强航空发动机材料力学性能、热学性能、耐腐蚀性能等综合性能的提升提供了更多途径。例如，石墨烯加入到陶瓷基体后可以大幅提高陶瓷基复合材料的机械性能，金属基体引入石墨烯也可以提高金属基体复合材料的物理性能、热学性能、电学性能等。

2017年，俄罗斯用最新的VV753粉末镍基高温合金制造出了具有可变结构的涡轮盘。GE完成了GE9X发动机陶瓷基复合材料部件的第二阶段测试。日本研发出可快速自愈龟裂的新型陶瓷材料。美国先进陶瓷协会公开正在开发的1482摄氏度CMC路线图，探索更耐高温和具有更高损伤容限的下一代CMC。中国航发已开创了40多个石墨烯创新应用的研究方向，多项成果在航空装备和国防装备上验证、考核、小批应用。



混合电推进技术方兴未艾

在燃气涡轮动力依然占据主流、电推进技术尚未成熟的今天，集电推进与燃气涡轮之所长的分布式混合电推进系统初露锋芒。

分布式混合电推进系统，是指通过传统燃气涡轮发动机带动发电机发电，为分布在机翼或机身上的多个电动机/风扇提供电力，并由电动机驱动风扇/螺旋桨提供全部或绝大部分推力的新概念推进系统，能大幅提高发动机等效涵道比，在减轻结构重量，降低油耗、噪声和污染排放方面具有优势。

2017年7月，在亚特兰大举行的美国航空航天协会(AIAA)推进与能源论坛上，美国航空航天局(NASA)和4家主要发动机制造商中的3家展示了空客A320X/波音737X级别客机尾部嵌入风扇的相似设计概念。NASA提出STAR-ABL(带后部边界层推进的单通道涡轮电飞机)设计概念。11月，空客、罗罗和西门子宣布将合作开发一款E-FanX混合动力电动技术验证机，预计在经过全面的地面测试后，这款验证机将在2020年进行首飞。

2017年国外航空动力热点



装配普惠PW1400G发动机的MS-21飞机实现首飞

5月28日，装配普惠PW1400G发动机的俄罗斯首款新型民用单通道客机、伊尔库特MS-21-300飞机完成30分钟首飞，转入飞行验证阶段。PW1400G发动机是普惠“静洁动力”齿轮传动风扇(GTF)系列发动机之一，除PW1400G之外，GTF发动机还是空客A320neo客机、庞巴迪C系列飞机、巴航工业E2系列飞机以及日本三菱MRJ支线客机的动力系统。MS-21成功首飞，标志着GTF系列发动机全部实现装机首飞。MS-21飞机计划2019年投入运行。GTF发动机采用齿轮传动技术，在减少油耗的同时降低噪声与碳排放。

普惠F119发动机累计超过50万飞行小时

6月20日，美国普惠公司宣布其配装F-22战斗机的F119发动机已经累计飞行50万小时。F-22战斗机配装两台F119加力涡轮发动机，该发动机最大推力156千牛，推重比达到10，并装有推力矢量喷管。当前美国空军有180多架配装F-119的F-22战斗机。自2005年12月进入服役以来，F119发动机已累计飞行20余万次。基于F119核心机结构，普惠研制了全新F135发动机，为美国F-35战斗机提供动力。



GE研制全球最大的激光粉末增材制造设备

6月20日，GE集团宣布正在研制世界上最大的激光粉末增材制造设备。由GE增材制造集团研发的设备专为航空工业打造，其3D打印成型尺寸可达一立方米，适用于制造喷气发动机的结构件和单通道飞机部件。此外，该设备也适用于汽车、电力、石油和天然气行业的制造商。GE计划在2018年末首次交付该设备。



全球最大飞机开始发动机测试

9月19日，美国航天科技公司Stratolaunch宣布其研发的全球最大双机身飞机启动发动机初步测试，6台普惠PW4056涡轮发动机均按预期运行。Stratolaunch飞机拥有两个机身，翼展长约117米，是目前世界上翼展最长的飞机，最大起飞重量达580吨。该飞机是一款用于空中发射火箭的飞机，安装在中间机翼下方的运载火箭能与飞机脱离，飞入太空。为减少研发成本，Stratolaunch的发动机、航空电子设备、起落架等均参考和采用了波音747的设计。12月，该机完成首次地面滑行试验，预计2019年首飞。



俄罗斯苏-57战机换装“产品30”发动机完成首飞

12月5日，俄官方宣布首架使用“产品30”发动机的苏-57原型机成功首飞。试飞共持续17分钟，换装新发动机的苏-57在试飞中表现平稳。苏-57战斗机由苏霍伊公司于20世纪90年代开始研发，用以取代苏-27和米格-29等主力机种。按计划，苏-57战机将于2019年开始小批量生产。



赛峰测试开放式转子发动机

10月3日，赛峰集团对首台开放式转子发动机验证机进行地面试验，试验结果显示，开放式转子发动机的油耗比LEAP发动机低15%。与涡扇发动机相比，开放式转子发动机的风扇尺寸更大，涵道比可增加至30，但由此也会造成一定结构问题。赛峰目前没有开展飞行试验的计划。

空客、罗罗及西门子合作研发混合电推进飞机

11月28日，空客集团、罗罗公司和西门子公司宣布合作研发一款混合电推进技术验证机E-FanX。该验证机使用一架4台发动机的BAE146飞机作为飞行测试平台，按照计划，先后将有两台发动机替换为电动机。E-FanX验证机预计将于2020年首飞。

新一代民用发动机项目研制持续推进

11月，GE公司表示GE9X发动机将在波音747-400飞机上开展飞行试验。GE9X推力可达470千牛，风扇直径为3.4米，是目前全球在研尺寸最大的民用航空发动机。按计划，GE9X将在2019年交付，为波音远程宽体客机777X提供动力。

11月，罗罗公司启动Advance3发动机核心机的首次试车，发动机表现基本符合预期。Advance3发动机是罗罗下一代发动机，采用全新核心机构型。此前，罗罗UltraFan发动机动力齿轮箱完成功率测试，功率达到7万马力。UltraFan发动机是罗罗未来发动机项目之一，采用动力齿轮箱结构，旨在进一步提升发动机性能，探索齿轮传动技术在大推力发动机上的应用。

12月，俄罗斯联合发动机制造集团(UEC)研制的PD-14发动机进入第三阶段试验以及全封闭台架试验。PD-14发动机是俄罗斯自主研发的新一代中等推力民用涡扇发动机，计划于2018年开始批产。

