

万类霜天竞自由

——从 2018 中国航展看航空发动机

Aero Engines Review of Airshow China 2018

■ 沙绍智 王士奇 陈健

第十二届中国国际航空航天博览会（2018 中国航展）于 11 月 6—11 日在广东珠海举行。据航展主办方提供的数据，本届航展共有来自 43 个国家和地区的 770 家厂商参展，同比增长 10%，其中境外展商比例为 45%，展览规模再创历史新高，展会品牌效应凸显。

今年恰逢改革开放 40 周年，为了响应国家“一带一路”倡议和践行军民融合深度发展战略，本届航展突出展示“一带一路”建设及军民融合发展成果。与往届相比，本届航展展品种类首次实现了“陆、海、空、天、电”全领域覆盖。除中国空军大规模展示现役武器装备外，民航系统及航空工业、中国商飞、航天科技、航天科工、兵器工业、兵器装备、电子科技、中国航发、电子信息等龙头企业也携多种新产品、新技术、新成果参展，来自我国船舶系统的相关企业也携海上防务展品参展。大型国有军工企业和异军突起的民营企业集中展示了航空航天、无人机、智能制造以及新能源、新材料等领域的军民两用技术的优秀成果。众多参展商还设立了主题展区，突出展示了我国在军工外贸、商业航天、航空物流、网信领域参与“一带一路”建设的重要成果。本届航展的境外展商多达 350 家，比上届增加了 30 家，来自 53 个国家的军政贸易代表团中，近六成来自“一带一路”沿



中央军委副主席许其亮（左二）、南部战区司令员袁誉柏（左四）在中国航发总经理李方勇（左三）和副总经理陈少洋（左一）的陪同下，参观中国航发展台（摄影：侯轶）

线国家。美国、俄罗斯、法国、加拿大、意大利、乌克兰、捷克、荷兰等传统欧美国展团继续参展，德国、英国展团强势回归，白俄罗斯首次组织国家展团参展，中国航展的国际性进一步增强。

在航空领域，大飞机、公务机、直升机、航空发动机和航空系统集成等厂商齐聚一堂，实现了航空产业链全覆盖。视线聚焦到航空发动机方面——本届参展的航空发动机厂商 30 余家，既有成立后作为航展主办单位之一首次亮相的中国航空发动机集团有限公司（中国航发），

也有传统的国际知名的航空发动机巨头如 GE 公司、普惠公司、罗罗公司、赛峰集团、霍尼韦尔公司、俄罗斯联合发动机制造集团（UEC）公司、马达西奇公司等，更有一些新兴的民营航空发动机企业的到场，从不同的维度勾勒出航空发动机产业在竞争和合作中不断蓬勃发展的广阔前景。

中国航发首次以主办方身份亮相

本届航展上，中国航发首次作为主办单位参展，甫一亮相，便吸引了

诸多关注。

中国航发党组成员、副总经理陈少洋在本届航展开幕前举办的第九届中国国际航空航天高峰论坛上发表演讲时强调，中国航发始终秉持合作共赢的发展理念，将持续深化国际合作，与国内外行业伙伴共商共享、共同进步。改革开放40年来，中国航空发动机产业坚持创新发展，随世界发展潮流不断前进。面对新一轮科技和产业革命带来的新机遇与新挑战，中国航发坚持合作共赢，积极拓展国际合作内容，延伸合作范围，升级合作模式；加强与研究院所和高校技术合作，与国外高校和科研院所建立8个联合技术中心，同清华大学等9所国内高校开展战略合作；坚持军民融合深度发展，发挥优质民营企业优势，与40余家民营企业开展百余项合作，逐步完善产业链。随着全球化进程加快，航空发动机技术发展速度不断提升，中国航发将充分发挥产业带动作用，更加主动融入全球创新合作网络，依托产品研发合作需求，拓宽合作渠道，完善国际交流机制，推动国际合作向纵深发展。



歼10B 推力矢量验证机（摄影：魏萌）

中国航发在展厅内设立了航空发动机、燃气轮机、系统集成、制造技术、航发科普等多个展区。在航空发动机产品方面，展出了多款新型涡扇、涡轴、涡桨航空发动机模型，如以配装双通道远程宽体客机为目标研制的大涵道比涡扇发动机——AEF3500宽体客机发动机验证机；严格按适航要求研制的新型民用涡轴发动机——AES100涡轴发动机，可满足5~6t级双发直升机和3~4t级单发直升机动力需求；可配装2~4t级

单发涡桨飞机或5~8t级双发涡桨飞机的AEP80涡桨发动机等。另外，首次集中展出的AEF50E涡扇发动机、AEP50E涡桨发动机、AEF20E涡喷发动机等三款出口型无人机用发动机，体现了中国航发坚持改革开放、积极推动国际合作，以外贸发动机产品拓展海外市场的发展思路。

专业能力展示方面，中国航发展出了发动机先进制造技术、发动机控制系统、直升机传动系统、先进材料、燃气轮机典型应用等集成



中国商飞展示的CR929远程宽体客机模型及展示样机（摄影：陈健）



中国航发展示的AEF3500宽体客机发动机验证机模型（摄影：陈健）



配装GTF发动机的E190-E2（来源：巴航工业）



配装GTF发动机的A220（来源：空客）

化展示平台，彰显了中国航发在设计制造、材料工艺、系统集成等方面的综合能力。

此外，中国航发还展示了集团践行军民融合发展战略、广泛开展科研合作、加强供应链管理、以开放共赢态度助推航空发动机发展的典型成果。

除展台展示外，中国航发研制的“太行”“玉龙”等多款航空发动机配装的军民用飞机进行飞行表演及静态展示。而在航展开幕式上，由歼10B推力矢量验证机所表演的“榔头机动”“赫伯斯特机动”“眼镜蛇机动”“直升机机动”等一系列典型过失速机动飞行动作，标志着我国推力矢量技术攻关取得重大突破，这是飞发一体综合设计与应用的典型范例，也是我国航空核心技术自主创新的又一次成功实践，这更是中国航发人的骄傲！

国际知名发动机厂商悉数到场

本届航展，普惠公司、GE公司、罗

罗公司、赛峰集团、霍尼韦尔公司、俄罗斯联合发动机制造集团（UEC）公司、乌克兰马达西奇公司等知名航空发动机生产厂商悉数到场，体现了他们对中国航空发动机市场的重视程度。尽管在过去的数十年中一直占据着领先地位，但这些航空发动机巨头在日渐增长的竞争压力下仍不断拓展新商机。

普惠公司

普惠公司在本届航展重点展示的是其生产的齿轮传动涡扇发动机（GTF）。该型发动机随巴航工业的E190-E2飞机和空客A220飞机来华参展，格外引人注目。普惠公司在今年的范堡罗航展上宣布，在过去12个月中已收到超过2000份包括备选订单与备件在内的GTF发动机订单与承诺。目前，已有超过280架由GTF发动机提供动力的飞机交付30家运营商。由GTF发动机提供动力的空客A320neo系列、空客A220与E190-E2飞机机队的总发动机运营小时数超过130万h，总燃油节省估计达19.6万t。此款发动机目前为中

国50多架A320neo提供动力，涵盖8家航空公司，累计超过17.5万飞行小时。为了应对未来几年GTF发动机返厂维修量的增加，普惠公司计划在2020年将其维修网络增至8家，其中一家将位于新加坡。

GE公司

GE公司展出了多项产品和技术，如新型陶瓷基复合材料（CMC）、独特的三维气动设计技术、先进的增材制造技术等，显示了其在商用发动机设计、材料和制造工艺等方面的不断革新。此外，GE公司还展示了一款基于移动端的先进数字解决方案——FlightPulse，通过分析飞行中所产生的海量数据，帮助航空公司提升燃油效率及飞行安全。在商业活动方面，GE公司在航展期间宣布了一项发动机新订单（新成立的天骄航空公司宣布订购25架以GE公司的CF34-10A发动机为动力的ARJ21飞机）和一项数字化解决方案新订单（与厦门航空公司签署基于航空大数据分析系统的飞行分析服务合作协议，进一步开拓了双



GE公司展出的增材制造技术生产的发动机零部件（摄影：陈健）

方在数字化领域的战略合作)。此外，GE公司和赛峰飞机发动机公司平股合资的CFM国际公司宣布拓展LEAP发动机维修培训项目。这一系列协议展示了GE公司在中国的发展及对支持中国航空业持续发展的长期承诺。

罗罗公司

除了遛达XWB、遛达7000等最新型商用发动机的模型，罗罗公司还展示了公务机、宽体机最新项目、电动飞行器概念以及智能发动机愿景。航展期间，罗罗公司全球战略与市场执行副总裁本·斯道瑞（Ben Story）在第二届未来民机发展国际论坛上，以增材制造与数字化技术为主题，分享了罗罗公司作为领先工业技术公司，在推动先进制造技术和数字化应用方面的举措，以进一步提升生产效率，引领航空发动机设计制造自动化和智能化变革。另外，在与2018中国航展遥相呼应的中国首届进博会上，罗罗公司与

中国东航、国航、南航、海航等航空公司签署了一系列采购订单和合作意向。

霍尼韦尔公司

航展期间，霍尼韦尔公司与航空

工业通飞华北公司等共同签署了运5B涡桨无人货运飞机项目合作框架协议，为该型飞机提供涡桨发动机。根据协议，各方以运5B涡桨飞机为平台，共同致力于开发具备人工智能能力的商业级固定翼货物运输无人机，精准地满足境内外电商和快递公司的实际需求，服务于中国西部地区和“一带一路”沿线国家开通“空中快递网络”。此外，霍尼韦尔公司还发布了“互联飞机”项目的最新研究成果，显示了公司将主业由航空硬件向软件扩展的决心。

UEC公司

俄罗斯联合发动机制造集团（UEC）公司在航展期间展示了其在飞机发动机制造领域的发展，包括为MC-21客机设计的民用发动机PD-14、用于战斗机的AL-41F-1S和RD-93发动机，以及用于民用直升机的VK-2500PS发动机。UEC公司还与巴拉诺夫中央航空发动机研



运5B无人货运飞机将换装霍尼韦尔TPE331发动机（摄影：陈健）

究所联合展示了一系列先进航空发动机制造技术，这些技术将用于公司未来生产的发动机，其中包括中俄共同合作的CR929的动力装置。

马达西奇与天骄航空

素有“动力沙皇”之称的乌克兰马达西奇公司与北京天骄航空产业投资有限公司及旗下重庆天骄航空动力有限公司（统称天骄航空）再次联合参展。双方展出了4款航空发动机，涉及涡轴、涡桨、涡扇等系列，重点展示了天骄航空重庆产业基地的规划全景，还展现了合作的业务体系、发展规划及中乌航空动力合作的各个里程碑项目。

航空发动机新势力

本届航展的一大特点——通用航空和无人机、无人设备生产商几乎占据了半壁江山，代表中国无人作战装备顶尖水平的“彩虹”“云影”“翼龙”等新型无人机更是赚足了眼

球。通用航空和无人机的迅速发展，及其对动力需求的快速增长也为本届航展带来了另外一个鲜明的特点——民营航空发动机企业参展热情空前高涨。这些企业虽然相对来讲资金少、规模小，但是由于其能够紧盯市场，并能做出快速反应，加之军民融合相关产业政策的扶持，这些企业的产品形成了对传统大型国有军工企业集团的有力补充。参展企业展出的产品既有源于自主研发，也有来自产学研合作的技术专利转移，还有一些则是选择与国外企业合作或者直接收购国外企业。

小型燃气涡轮发动机

小型燃气涡轮发动机广泛应用于通用航空、无人机、导弹、靶机等领域，从某种意义上来说，其重要性并不亚于大型燃气涡轮发动机。

成立于2016年的浙江华擎航空发动机科技有限公司的主要展品为5kN级通用航空涡扇发动机，用于

高空长航时无人机和4~6座高端公务机；上海尚实能源科技有限公司在同类企业中成立较早（2010年），是致力于新型能源动力研发和制造的技术型企业，研发以500kW核心机为基础的小型涡喷、涡扇、涡轴、涡桨发动机，以及辅助动力装置（APU）、小型燃气轮机、超临界二氧化碳发电机等；北京中科岱宗航空科技有限责任公司是中国科学院工程热物理研究所（工热所）为推进轻型航空动力方面科技成果的转移转化，以专有知识产权无形资产出资，与山东矿机集团股份有限公司联合成立的公司，主要生产小型涡喷发动机，为靶机、小型无人机等提供动力；成都中科航空发动机有限公司也是工热所以同样形式与陕西炼石有色资源股份有限公司等联合成立的公司，该公司则将围绕7.5kN推力等级涡扇发动机开展研发，同时，工热所还在开展推力



武汉文发航空科技发展有限公司全资收购了德国B&F飞机公司和索尔飞机发动机公司，计划在德国扩大生产并将技术转移到国内（摄影：王士奇）



11月11日，为纪念中国空军成立69周年，4架歼20编队飞临2018中国航展上空（摄影：岳书华）

为4kN和10kN的小型涡扇发动机的研制；安徽应流航空科技有限公司则与德国SBM透平公司（SBM Turbines）合作开发了功率为95kW和160kW的涡轴发动机，用来装备小型直升机。

活塞式航空发动机

尽管活塞式发动机目前大多只适于低速飞行，但由于其具备良好的经济性，如今依然可以作为涡轮燃气发动机的补充发挥重要作用。

辽宁华万科技有限公司在航展期间，发布了自主研发的三腔燃烧室重油转子发动机和重油涡扇转子发动机等，受到一定关注。重庆宗申航空发动机制造有限公司依托宗申产业集团成熟的供应链基础，结合宗申动力团队25年的发动机研发、制造经验，计划3~5年内研发出涵

盖150~300kW的活塞式航空动力系列，成为无人机和通航飞机动力系统优质服务供应商。成立于2017年12月的武汉文发航空科技发展有限公司，于2018年3月和2018年6月完成了对德国B&F飞机公司和索尔（Sauer）飞机发动机公司（主要生产25~90kW的全系列汽油活塞式航空发动机）的全资收购，计划在德国扩大生产，并将技术移植到国内进行生产和销售。此外，安徽航瑞航空动力装备有限公司、隆鑫通用动力股份有限公司、芜湖钻石航空发动机有限公司、厦门林巴贺航空发动机股份有限公司、山河航空动力机械股份有限公司等也分别携多款活塞式航空活塞发动机参展。

另外，航空工业下属的中航国际公司在完成对美国大陆发动机公司和

德国蒂勒特发动机（Thielert Aircraft Engine, TAE）公司的收购后，将二者整合成立了大陆发动机集团公司，一跃成为当今全球唯一拥有全系列航空汽油及航空煤油活塞发动机的制造商和服务商，该公司在本届航展展出了多款发动机产品。

结束语

在中国航展的舞台上，众多航空发动机企业纷纷登场，为赢得用户的青睐将各自的先进产品和技术一一呈现。从中不难发现，在当今虽然广阔、但竞争日益激烈的航空发动机市场，只有从用户需求着眼，加大技术创新的力度和投入，才能获得一席之地。新兴的企业固然需要如此奋力追赶，守成的企业也更加需要拥有这样的危机意识。 **航空动力**