

中国航空研究院在《中国航空学报（英文版）》发表研究专栏



中国航空研究院院长张新国与荷兰宇航院及德荷风洞的代表在珠海航展CAE-AVM模型（绿色）前合影。

中国航空研究院首席科学家 华俊

近期出版的《中国航空学报（英文版）Chinese Journal of Aeronautics》(CJA)第31卷第3期为中国航空研究院提交的系列论文发表了题为“CFD与风洞试验相关性研究新进展”的研究专栏，对中国航空研究院(CAE)与德国荷兰风洞(DNW)联合举办的首届CFD与风洞相关性国际研讨会的研究成果进行了集中报道。这是中国航空研究院首次在我国最高水平的航空期刊上发表学术研究专栏。

《中国航空学报(英文版)》(CJA)和《航空学报》均是由中国航空学会和北京航空航天大学主办、航空学报杂志社编辑出版的综合性学术刊物，面向国内外公开发表，文章内容彼此不相重复。《中国航空学报(英文版)》是唯一被EI和SCI双收录的中国核心航空学术期刊，在2015年已排入SCI-Q1，当年影响力为国际航空期刊第六名，亚洲第一名。同时CJA已与国际第一大学术期刊出版集团Elsevier正式签署合作协议，从2007年起全文收录于Elsevier

Science Direct平台，国际上各大检索工具均可检索到。

本期《中国航空学报(英文版)》专栏集中发表了中国航空研究院和德荷风洞的三篇论文，另有研讨会参与者的论文将在后续期刊上发表。本文根据这三篇论文的主要内容，对其研究背景、主要内容和研究成果进行介绍。

计算流体力学CFD已经和风洞试验、飞行试验并列成为现代飞行器空气动力学设计的主要工具。鉴于风洞的尺寸限制，风洞模型往往只是全尺寸飞机的1/5到1/20，因此反映流动性质的一个重要参数——雷诺数也往往相差数倍或一个数量级，吹风数据向飞行状态修正存在着相关性的问题，特别是对当前风洞研发所需的空气动力学精细设计，许多流动细节都与雷诺数密切相关。CFD可以相对灵活地处理风洞尺寸的流动问题，以及计算全尺寸飞机的飞行状态，可以对风洞和飞行的相关性研究提供有力的协助，但前提是CFD软件和应用水平首先要得到验证。由于飞行试验数据的稀缺，对CFD软件的验证往往通过与风洞试验数据的对比来进

行。鉴于飞机型号数据的保密性，长期以来这种验证工作主要依靠国际上公布的少数研究型风洞模型的风洞试验数据来进行，如德国宇航院DLR和美国NASA等国立科研机构公布的验证模型DLR-F4、F6，NASA-CRM等典型客机的下单翼翼身组合体模型或者含翼吊发动机及平尾的准全机模型。这些模型的数据是在美国AIAA举办的CFD阻力预测研讨会上针对设定的几个典型算例发布的，因此每个模型公布的试验状态是非常有限的。该阻力预测研讨会自2001年以来已举办了6届，对CFD工作者的软件计算结果与风洞试验数据的对比起到了很好的促进和交流，但风洞试验中的一些特殊现象，包括模型在实验状态下的变形、模型支撑系统对流动的干扰等都没有及时体现在CFD模型中。随着机翼展弦比的增大和试验马赫数的提高，这种由于计算模型与风洞实际对象不同带来的差别越发明显，因此CFD与风洞试验数据之间也存在着相关性问题，而研究这个问题应该由飞机设计师、CFD工作者和风洞试验专家共同参与，共同研讨。

中国航空研究院于2012年设计了巡航马赫数 $M=0.85$ 的高性能空气动力学验证模型CAE-AVM (Chinese Aeronautical Establishment - Aerodynamic Validation Model)，该模型是在中国航空研究院 $M=0.87$ 远程小型商务飞机概念研究的基础上，结合CFD软件的研发需要，重新设计了加厚的机翼，以减小模型在风洞中的变形。该模型于2013年在德国荷兰风洞DNW完成了针对飞机性能核校和CFD验证的专项风洞试验，试验中首次采用了同步测力、测压、测机翼变形和流动转捩的试验方法，取得了一致性很高的风洞试验数据。

该研究中的另一个创新是在风洞试验前就对缩比的风洞模型巡航构型AVM，带预估的变形机翼以及实际模型支撑的构型AVM-DZ等进行了CFD预分析，试验中和试验后的数据对比都表明，考虑了模型变形和支架干扰构型的CFD计算结果与风洞试验数据十分重合。与单纯巡航构型的AVM相比，模型变形和支架各自带来的影响和组合影响，包括影响方式和影响量都可以通过CFD的详细计算分析总结出来。本研究获得了CFD分析与风洞试验相关性研究的新进展，取得了国际前沿的学术成果。

根据中国航空研究院“探索、创新、开放、共享”的理念，CAE与DNW于2014年决定联合举办CFD与风洞试验相关性研究国际研讨会，参加者通过系统计算分析CAE-AVM飞机巡航构型和风洞试验模型在吹风中变形及包含支架AVM-DZ的两种构型，得出风洞试验中变形和支架干扰的影响机理和干扰量，实质性地推进飞机设计和CFD工具的发展。这是国际上首次同时提供飞机巡航构型和风洞试验中变形含支架的构型及共用标准网格，邀请飞机设计师、CFD工作者和风洞试验专家共同参与的CFD计算与验证研讨会。

继2014年在珠海航展进行研讨会发布和2015年研讨会官网开通，9个国家的20余个飞机制造商、科研机构所大学注册并参加了计算研究工作。研讨会于2016年3月在北京成功进行，我国著名飞机设计师顾诵芬院士和唐长红院士、工信部、荷兰大使馆、航空工业的有关官员和领导，以及中国航空研究院和德荷风洞的负责人，各国研讨会参与机构的科学家等共五十余人出席了会议，取得了圆满的研究和交流成果，对风洞试验的CFD预估和数据验证中需要考虑模型变形和支架干扰的影响达成了共识。

铆出精彩人生

——记“国家技能大师工作室”带头人龙建军



航空工业洪都 张斐斐 马志强

龙建军，航空工业洪都一名普通铆装工人，却也是一个响当当的名字，凭的就是他在铆接上的那手绝活儿！1999年进入航空工业洪都后，半路出家的龙建军就像铆钉一样铆在了飞机装配线上。凭着干一行爱一行钻一行的敬业精神，默默地跟着师傅，虚心学习，潜心钻研，一步一个脚印成长起来。在进厂短短5个月后，就在分厂的铆装大赛上拿下了第一名的好成绩。

匠心独运 铆接大师

在铆接装配领域，龙建军既是“技能大师”，也是“救急高手”，遇到什么棘手的问题时，有他出马，大家都会格外放心。

在负责高教机前机身的试造工作期间，身为组长兼攻关队长的他，带领小组成员迅速投入到高教机生产中去。在铆接安装框段时，龙建军发现型架底板没有开定位孔，在图纸上没有标识定位尺寸，卡板上定位器、定位块缺失，使零件无法定位安装。他翻阅图纸，大胆提出自己敲制带板，以节省时间周期。在征得高教机指挥部的同意后，他凭借着精湛的技术和平时积累的工作经验，现场敲制了两块新带板，通过了检验，准予装配，为后续工作争得了时间。

在某转包项目研制生产中，龙建军负责该转包项目中关键部件进气道的铆接装配工作。进气道部件是该转包项目的一大难点，这个部件不仅零件多，装配关系复杂，装配通路差，而且应用了很多新材料、新工艺。他接到任务后，放弃了所有的双休日，每天晚上都加班加点，最终凭着过硬的技术，解决了许多装配过程中出现的问题，使进气道部件顺利实现交付。

在某型号进气道准备交付之际，进气道的一个框连接件产生了裂纹。经过工艺人员现场分析，必须有裂纹的连接件更换掉，否则整个部件将报废。经过领导慎重考虑，由工艺人员确定方案，让龙建军带领几个技术骨干负责排故。排故必须先拆外蒙皮拆下来，这就意味着上面600多个铆钉拆下来后，外蒙皮和骨架上的孔不能变大变形，必须保持原样，否则外蒙皮和骨架就将报废，将给公司带来巨大损失。面对这一排故风险，龙建军凭着精湛

的技艺和超强的自信，带领团队熟练地拆除铆钉，没有一个孔拆大或变形，干净利落地完成了排故任务。

不断学习 带新传技

龙建军非常有“钻劲儿”，满脑子想的都是怎样把铆接工作做得更好。他经常会蹦出一个个精细的小发明，改进并自制了各类铆接的工装、工具、夹具等，自制的螺旋锁收口工具、飞机辅助进气门装备夹具等都获得了技术专利。

发明创造并不在于体积的大小，而是看能解决多少实际问题。运用了龙建军的那些发明后，以前两个人都很难完成的工作现在一个人就能完成，以前要7~8小时才能干完的活，现在只需要2~3小时就足够。正如龙建军所说：“作为一个航空人，创新应该永远在路上。”

随着数字化制造业的飞速发展，龙建军积极学习飞机装配领域的新技术、新工艺，进行自动铆接技术、数字化激光跟踪仪装配及虚拟仿真装配技术等相关课题研究。在某重点型号的装配过程中，操作工人在进行某零件定位时，必需2人钻入型架内，抬起定位卡板，装配一个框要抬装定位卡板2次，共12个框，需抬装24次，操作空间小，耗时、耗力，且现场没有可使用的工装。针对该问题，龙建军在很短的时间内自主创新，自制了一套特制组件组合夹具，并通过现场验证，使用效果良好。解决了各框一次性整体架上升定位安装问题。2013年，该工装夹具得到了授权专利。

作为技能大师工作室的带头人，龙建军不仅自己技术过硬，还特别注重工作室团队建设。他在理论培训的基础上，重点加强对职工实际操作能力的培养，全面调动员工学习技术的主动性和积极性，从中造就一批技术尖子，使员工的理论知识和实际操作能力得到提升。他定期组织开展导师带徒活动，每年培养2~3名具有技师及以上职业资格的技能骨干。该工作室先后获评“国家技能大师工作室”、“江西省劳模创新工作室”。

铆装过程见证着执着、考验着技术、更锤炼着人生。作为一名航空人，龙建军用铆钉一样的精神铆出了精彩的人生。把每一个产品每一个部件做到极致，合格率达到99%提高到99.99%，就是他的“绝活儿”。

创新中国·2018中国国际航空产业技术高峰论坛在郑州航院举行

4月26日下午，主题为“聚焦航空产业，矢志技术创新，共建空中丝路”的创新中国·2018中国国际航空产业技术高峰论坛在郑州航院落幕。

本次高峰论坛由中国航空学会、河南省科学技术协会、河南省国防科工局及郑州航院等单位主办，由航空经济发展河南省协同创新中心等单位承办。论坛通过展示我国航空产业发展与技术的发展前景，着力推进航空行业发展，为河南省在航空领域的国内外合作提供机会。

我国著名航空动力专家、中国工程院院士刘大响作了题为《国之重器，跨越发展——我国大飞机及航空动力发展的新机遇》的主旨报告。他对郑州航院多年来为航空工业培养的大量人才给予充分肯定，并从发动机的发展及我国发动机目前的发展现状、航空发动机动力发展的特点与难点等四个方面对航空动力及大飞机作了简要介绍。

航空经济发展河南省协同创新中心首席科学家、北京航空航天大学教授张宇以《全货机运输与客机舱载货的比较及发展趋势》为题，对比分析了航空货运的问题与挑战、航空货运的发展走向；他提出因航空物流的迅速发展，未来航空运力将会再次跟进航空需求发展的观点。解放军战略支援部队信息工程大学教授陈明剑以《北斗卫星导航系统最新进展及其在航空领域应用》为题作简要汇报。他从卫星导航系统的发展、发展现状及应用方面介绍了北斗卫星导航系统目前发展取得的进步及面临的挑战。

航空工业光电所副总工程师羊毅以《机载光电技术综述及其民用产业前景分析》为题，系统介绍了机载光电系统在军事与民用范围内前沿的发展状况。她从光电系统的概述、机载光电系统的发展现状、军民两用光电系统最新研究进展及新型光电器件最新研究进展揭示了机载光电技术的巨大发展潜力，并从激光传感器在智能交通领域的应用、技术发展趋势及产业前景作分析，展望了军事核心技术的民用化的经济前景。

清华大学自动化系教授李春文以《无飞行器的非线性控制》为题，从传统基本控制方法与现代控制方法两个角度就非线性控制的可行性作出分析，并指出其在实践中面临的困难与挑战。

郑州航院电子通信工程学院教授、航空经济发展协同创新中心研究员马鹏阁以《低空开放与低、慢、小航空器目标监视技术的发展》为题就低、慢、小航空器目标监视技术中制冷型与非制冷型红外线探测、光电探测技术运用作简要介绍。

论坛上，与会专家还围绕“航空与民航强国建设中的技术突破与管理创新”展开圆桌对话与交流。（李绍巍）

德国MTU公司披露新一代军用航空发动机计划

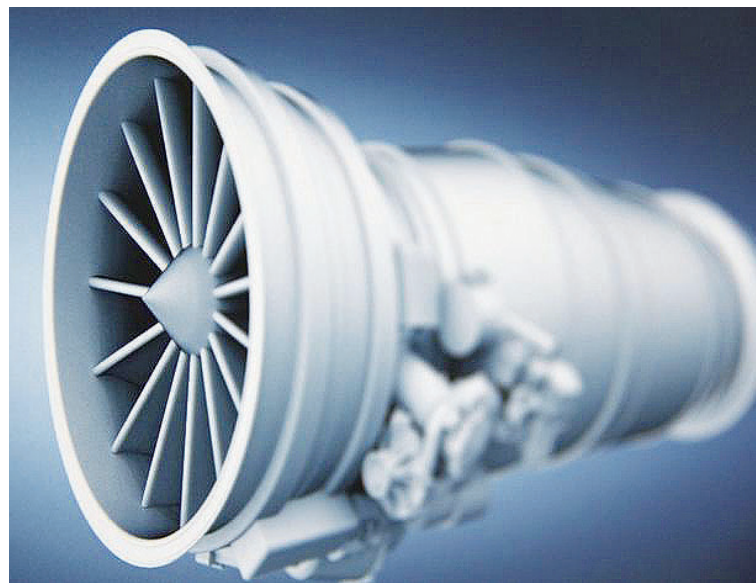
德国MTU航空发动机公司正在展示一种新型的未来军用航空发动机，可能在2030年左右投入使用。

4月25日，德国航空发动机制造商MTU在柏林航展上披露了该公司正在进行的下一代欧洲战斗机发动机(NEFE, Next European Fighter Engine)计划。

据该公司在现场发布的产品手册显示，NEFE发动机将与欧洲新型战斗机和下一代武器系统一并开发，作为欧洲未来作战空中系统的关键部分保卫欧洲的主权。

为了满足空客公司和达索公司正在研发的未来作战飞机在2040年服役的日期，MTU公司已经完成了这种双发发动机的定义，并获得了德国联邦国防部的指导。

在研发NEFE发动机时，MTU必须满足一些苛刻的要求，包括提升推力和降低当前发动机的燃料消耗、降低研发和制造成



本、高效的维护和长寿命周期、飞机系统的高电功率提取以及最大的鲁棒性和可靠性。

该宣传册还表示：“对于下一代航空发动机，MTU已经确定了一系列未来技术，并希望进一步的发展。”这些技术包括发动机概

念设计和零部件的多学科方法和仿真。MTU强调，增材制造和“仿生设计”的使用也开创了新的可能性。此外，新型设计和新材料（如陶瓷基复合材料）可以减轻重量，同时实现运行在更高温度下，产生更大的动力。（奇正）

新项目接连入驻 成都航空动力产业园

4月20日，总投资5.2亿元的航空航天和军工产业新材料、新工艺及新装备制造项目，落户于彭州市丽春镇的成都航空动力产业园。

新签约的航空航天和军工产业新材料、新工艺及新装备制造项目分两期进行建设，一期项目进入园区标准化厂房，新建航空航天和军工产业新材料、新工艺、新装备及相关科研、生产服务项目。预计项目建成达产一年后可实现年销售收入一亿元人民币以上。

据了解，今年还有两大项目正式落户该园区。扩建新型航空发动机维修线项目，总投资3.25亿元。项目占地约53亩，项目通过扩建厂房、新购设备，建设现代化的先进航空发动机修理厂房及配套设施，用于军民航空发动机分解、装配、零部件的故检、修理及试验等。建成实施后将极大提升各领域航空发动机的维修能力，促进军民融合产业发展。航空发动机部件设计、制造项目，

该项目计划总投资约1.1亿元，占地约20亩，建设生产车间、库房、办公大楼，配套建设停车场、道路及绿化设施，用于生产燃油泵及附件综合试验台、燃油分配器试验台、发动机燃油喷嘴生产试验台、滑油泵及附件综合试验台等为航空发动机制造和维修所需试验、检测等工艺装备。项目竣工达产后年销售收入不低于6000万元，亩均税收不低于10万元/亩。

上述接连而来的三大项目，计划总投资近10亿元。

据透露，另还有一批重大产业化项目正在积极完善项目签约前手续。成都航空动力产业园区管委会相关负责人透露，园区对纳入“重大项目攻坚计划”和“十大工程”项目及其他所有产业项目、政府投资项目制定项目时间表和建设路线图，全力推进项目建设，严格按照既定时间节点推进项目建设。（高翔）

威德罗航空首架E190-E2飞机进行首次客运飞行

4月24日，普惠公司与威德罗航空公司共同庆祝其新近接收的巴航工业E190-E2飞机的首次客运飞行。本次航班由挪威卑尔根出发，降落于挪威特罗姆瑟，标志着威德罗航空将在今年接收的3架E190-E2飞机中的第一架已正式投入运营。

作为挪威的纳维亚地区最大的支线航空公司，威德罗航空是首家将E190-E2飞机投入商业运营的航空公司，这将帮助其拓展国内与国际航线网络。这家航空公司自20世纪40年代晚期便成为普惠大家庭中的一员，当时其开始运营“黄

蜂”R-1340星形发动机。

E190-E2是由齿轮传动涡扇发动机(GTF)提供动力的第三款飞机平台。该飞机与前代E190飞机相比降低燃油消耗17%，比国际民航组织航空环境保护委员会第6次会议规定的氮氧化物排放标准低50%，比国际民航组织第四阶段噪音限值标准低17~20分贝。普惠公司除被选中作为E2商用飞机的唯一发动机供应商外，其APS2600E辅助动力装置亦是E2系列的唯一APU来源。（钟达）