

面向国家重大专项需求 紧跟国际航空科技前沿

——走进民用飞机结构与复合材料北京市重点实验室

Aligning With the National Major Project Needs and Keeping up With International Aviation Science and Technology Frontier

[编者按] 民用飞机结构与复合材料北京市重点实验室依托于中国商用飞机有限责任公司(简称中国商飞)北京民用飞机技术研究中心(简称北研中心),于2011年8月经北京市科学技术委员会正式认定为北京市重点实验室。杜善义院士担任实验室学术委员会主任,中国商飞公司飞机机体设计专业副总师、北研中心副总设计师徐吉峰担任实验室主任。实验室从事民用航空领域基础技术、关键技术及前沿技术的研究,科研专业涵盖飞行器设计、机械工程、工程力学、材料与工艺、智能检测与控制以及增材制造等。实验室具备静强度、疲劳强度、动强度、环境条件下强度试验验证能力和新型结构加工制造能力、结构健康监测及无损检测等能力,为民机材料、工艺制造、结构和检测等研究方向夯实技术基础及突破关键技术提供技术和条件保障,成为基础技术和关键技术研究的数据获取和成果转化的有力支持平台。

研究方向与科研成果

民用飞机结构与复合材料北京市重点实验室通过“研制攻关,创新技术,加强集成,提升能力”来支撑和实施研究项目,通过“建设能力,深化专业,加强共享,支持型号”来建设和巩固专业能力。实验室以民机研制流程为牵引和导向,围绕新材料、新结构、新工艺、新方法在民用飞机的应用进行关键技术研究,其研究方向涵盖结构设计、强度分析、制造工艺、检测维护、试验验证、增材制造应用6个方面。

针对民机先进结构的发展趋势和技术难点,实验室践行团队融合的发展途径,参与项目研究和型号研制,开放合作,资源共享,稳步提升,形成核心技术积累。2020年,实验室承担了来自C919大型客机型号

研制和CRJ929宽体客机型号研制的关键技术项目、民机专项科研项目、国家自然科学基金项目、中国博士后基金项目、北京市和上海市级项目、中国商飞预先研究项目和横向合作项目等。

(1) 型号研制与民机专项科研项目。

C919大型客机型号研制。支持垂尾适航取证,完成垂直安定面疲劳与损伤容限试验;完成复合材料尾翼结构设计及优化、起落架舱门接头疲劳寿命影响评估和厚板材料S-L向裂纹扩展及断裂行为研究等。

CRJ929宽体客机型号研制。参与机翼的中俄联合设计与研制以及中后机身和平尾研制项目;完成复合材料前机身国产材料壁板压剪试验、复合材料加筋壁板舵面攻关试验等。

新能源垂直起降无人机研究。

完成数字孪生、新型合金、石墨烯增强材料等新技术在新能源飞机上的初步应用方案。

增材技术研究。参与基于增材制造的民机结构设计与验证技术研究、面向增材制造的整体结构拓扑优化设计应用、大型客机和民用航天高强铝合金构件增材制造结构优化设计方法研究等项目。

前沿技术探索与研究。开展用于非圆截面结构体的双向加筋壁板结构技术研究,折叠翼结构概念方案研究,用于民机的高强、高模复合材料和新型合金应用技术研究等。

(2) 国家自然科学基金项目。

考虑温度和载荷效应的复合材料胶接结构健康监测技术研究项目通过建立含脱粘损伤的胶接结构动态响应模型,对全波场成像方法进行研究,为脱粘非线性响应成像试验奠

定基础。3D 打印钛合金近表面缺陷多物理电磁热成像检测技术研究项目旨在分析研究多物理电磁热成像检测新方法应用于 3D 打印钛合金复杂构件近表面缺陷检测的技术要素和实施途径。

(3) 横向合作项目。

实验室作为国内民用飞机先进结构技术领域的重要科研基地,积极开展与其他单位的横向合作,所承担的项目主要包括:中国击剑协会测试服务项目、北京飞机维修工程有限公司“复合材料成型技术研究”项目、飞机天线固有频率测试技术研究、高承载机翼静力试验数据采集与实时监控技术服务、连续纤维增强热塑性复合材料原位成型技术研究、液体成型机身壁板干纤维自动铺放预成型技术研究、自动铺丝工艺验证及机身下壁板试验件研发、ARJ21-700 飞机复合材料结构损伤验证试验和国产复合材料抗冲击性能测试项目等。

2020 年初,实验室通过集成远程审查辅助设备和过程交互技术,进行 5G+AR 远程适航审查技术研究,实现了国内首次异地目击适航验证试验。

► 科研能力 ◀

实验室面向国家重大专项的迫切需求,紧跟国际航空科技前沿发展趋势,以促进我国航空工业跨越式和可持续发展为目标,从事民用航空领域基础技术、关键技术及前沿技术的研究,成为基础技术和关键技术研究的数据获取和成果转化的有力支持平台。

实验室可承担民机结构与复合材料研制过程中的静力、疲劳、损伤容限和环境影响等研发试验和适航符合性验证试验,配有结构健康监测、材料与结构力学性能表征、闪电及高速冲击测试、先进材料制造加工、无损检测等设备,试验设备和能力在国内处于领先地位,拥有国内首

台具有激光加热功能的铺丝设备,部分设备处于国际一流水平。

实验室承担行业前沿技术和关键技术的应用研究,充分发挥了实验室作为创新平台的技术创新骨干作用,为未来中国民机新型号的成功研制提供强有力的技术保障。

► 人才队伍建设 ◀

实验室充分利用国际资源,引进一批海外高层次人才和带头人,发挥人才在规划和实施中的领军作用,通过国际合作培养和锻炼一批具有国际视野的民机复合材料结构研发专业技术人才和项目管理人才,逐步形成了由民机行业领域专家领军、年龄搭配合理、国内外专家提供支持的创新团队。

(1) 复合材料机翼研制攻关团队是中国商飞(公司)第一支产品类 IPT 团队。采用了横向专业和纵向攻关组的“矩阵式”管理模式,发挥人才优势。

(2) 未来新型号客机研制团队围绕未来新型号客机复合材料机翼、机身结构研制多方面需要,采取跨专业联合工作的模式,梳理并进行各项关键技术的攻关。

(3) 新材料应用研究创新团队对纤维金属层板、热塑性复合材料以及 3D 打印钛合金等进行系统的应用技术研究,探索新材料、新工艺和新结构的应用。以 ARJ21、C919 型号改进、未来新型号客机型号研制为需求牵引,提升中国商飞在增材制造领域的核心竞争力。

(4) 舱内噪声创新研究团队以舱内噪声为研究对象,通过开展民机低噪声设计与控制关键技术研究,形成低噪声设计及控制初步技术方案。团队所形成的噪声与振动测试方法、壁板隔声计算方法和测试数据、发动机风扇测试数据、低噪声设计及控制初步技术方案等成果均可用于现阶段未来新型号研制舱内噪声设计工作。

(5) 先进结构制造工艺创新团队围绕民机先进结构低成本与自动化制造工艺方向,在典型民机复合材料结构液体成型、夹层复合材料结构热压罐共固化成型、非热压罐预浸料固化、复合材料加工技术等方面取得系列创新性研究成果。

(6) 增材制造技术应用创新团队进行增材制造技术应用研究和验证技术发展与能力建设规划,开展钛合金、铝合金以及热塑性复合材料增材制造关键技术攻关研究与型号应用推进工作。2020 年,在中国商飞专业总师指导下,完成了“中国商飞增材制造技术应用发展路线图”的发布。

► 交流合作 ◀

实验室充分创造“开放、流动、联合、协作”的科研氛围,在多学科交叉的高、新、实基础上进行开放型技术研究,努力提高科研软、硬件基础,跟踪相关国际前沿和研究热点,确保实验室的科研与试验水平与国际接轨。

实验室充分发挥“岗位开放、资源开放”的管理运行机制。采用合同聘用制聘请外单位流动人员,包括 IPT 联合协作形式;同时实验室主要岗位面向全球公开招聘,吸引全球优秀人才,有效配置人力资源;对内与中国商飞公司试验验证中心、民用航空复合材料结构技术联合研究中心等合作,引进 LIMS 管理平台,实现试验数据和流程文件内部共享,承接公司型号试验等,对外承接外部研发试验、参与横向课题研究等。

实验室采用“人员聘用、国际智库、出国留学、学术会议、技术培训”等多种机制,有效地促进人才流动和发展。在人员聘用方面,对海外人才采用实岗使用的原则,建立博士后科研流动站。在技术培训方面,实验室设置专家讲坛,积极创造条件加强与国内外知名航空企业技术交流,不断提高人才水平。(采访 大漠)