

中国振动工程学会科学技术奖推荐简表

(2026 年度)

项目类别: ☒ 工程应用序号: 2026-KJ2-027

项目名称	变形体飞行器风洞试验流致振动主被动协同控制技术及应用		
主要完成人	王元靖、董昊、王亮、夏天宇、姚红良、吕彬彬、刘光远、马晓永、刘是成、郭秋亭		
完成单位	中国空气动力研究与发展中心高速空气动力研究所		
完成单位	南京航空航天大学		
完成单位	东北大学		
推荐专家/推荐单位	中国振动工程学会动力学载荷与设计专业委员会	推荐等级	一等奖或二等奖
联系电话	15950507672	邮箱	chenti@nuaa.edu.cn
项目简介			



(1000 字以内, 不够可另附页)

项目聚焦变形体飞行器气动布局与结构设计验证中的流固耦合效应及振动控制问题, 形成了由流致振动机理分析、智能变体模型研制和主被动协同抑振组成的技术体系。

变形体飞行器技术是突破传统气动布局限制、实现跨域高性能飞行的关键解决方案, 而高质量试验数据是实现其可靠飞行的重要支撑。该类飞行器在动态变形过程中会产生明显的非定常流动, 并与风洞环境脉动及模型支撑系统振动相互耦合, 影响试验数据的准确性和可信度, 如何厘清流致振动的耦合机理、从模型结构上实现动态过程保真模拟、通过振动控制剥离风洞环境干扰以获取纯净动态数据, 直接决定了变形体飞行器总体设计水平。

从 2010 年起, 团队面向国家重大需求, 在试验技术研究、民机专项科研以及型号试验等任务支持下, 遵循“流致振动机理揭示、智能变体模型研制、协同控制策略制定”的总体攻关路线, 取得了以下创新性突破:

1、机理揭示层面, 针对非定常流动与弹性结构间强非线性耦合、多物理场时变特征分析理论不足等问题, 系统开展了变体机翼气动载荷演化与结构变形间的迟滞响应特性研究, 阐明了气动—结构迟滞特性随变形策略的演化规律, 厘清了“流动激励—附加力做功—结构振动”的能量传递链条, 揭示了非定常速度势附加力是流致振荡产生的根本物理机制, 突破了经典准定常气动弹性理论的适用边界, 建立了变体结构非定常流致振动的理论分析框架, 为智能变体结构设计、变形时序优化、振动抑制策略选取提供了科学依据。

2、模型结构设计层面, 围绕动态过程保真模拟与振动响应精准复现的核心需求, 首次提出并实现了形状记忆合金大行程驱动、压电纤维高精度快响应驱动与气-固融合离散波纹柔顺机构的多驱动异构集成方案, 解决了变形体模型结构振动适应性设计与动态响应匹配的核心技术难题, 建立了从智能材料动态响应、驱动结构振动模态到完整样机气动弹性特性的变形体模型设计方法, 成功研制出兼具大变形能力与高响应带宽的智能变体机翼试验样机, 为变形体模型气动布局验证及动态变形过程中流致振动特性的高保真模拟提供了核心硬件平台。

3、振动协同控制层面, 针对风洞环境脉动激励与模型结构振动耦合导致的气动信号污染难题, 发明了鼓包主动减载与蜂窝被动隔振相结合的主被动协同抑振技术。通过模型蒙皮局部型面主动控制解决变形过程中外形非预期畸变造成的气动载荷波动, 并利用蜂窝结构的隔振与阻尼耗能作用抑制振动传递, 形成“源头减载-路径隔振”的控制思路。相关研究提高了动态气动数据的信噪比和置信度; 其中, 蜂窝支杆被动减振技术已在相关型号试验中应用。

项目研究成果已在风洞试验和仿真计算等任务中得到实践检验和应用, 累计完成多项国家重点型号试验和模拟验证任务, 成功应用于国内首型×弹弹翼伸展、C929 流致振动测量、××飞机智能柔性变体部件等风洞试验, 有力支撑了我国先进型号的研制。通过项目培养了 15 名硕/博士研究生, 授权发明专利(含登记软件著作权) 36 项, 发表高水平论文 30 篇, 为变形体飞行器气动布局设计评估与优化改进提供了可靠依据, 在国防科技发展与国民经济现代化建设方面产生了积极的促进作用, 军事效益和社会效益显著, 推广应用前景广阔。

推荐专家签字/推荐单位盖章: