

大型客机集成技术与模拟飞行全国重点实验室

2026 年开放课题指南信息

1. 课题指南信息

1.1 基于条件扩散模型的测试用例生成技术研究

研究目标：本课题旨在研究基于条件扩散模型的民机测试用例生成技术，通过结合条件输入、高效采样、可控生成以及类别解耦等先进方法，实现对大型客机复杂运行场景的高保真建模与样本生成。

主要研究内容：基于条件扩散模型的测试用例生成控制、一种类别解耦的条件扩散模型算法（CDCD）开发、基于运行场景先验信息整合的生成多样性优化、基于自然语言处理技术的输入引导、基于对多源扰动参数多维建模的系统响应模拟。

主要技术指标、要求：技术指标通过会议评审专家审查方式进行。确保以最大均值差异（MMD）为核心度量指标，测试用例在特征空间与真实系统运行状态数据之间的分布偏差控制在 15%以内。

研究成果：基于条件扩散模型的测试用例生成算法（含源代码）；基于条件扩散模型的测试用例生成算法验证测试报告；学术论文 1 篇，专利交底书 1 篇。

课题编号：SAITFSKT2601

研究周期：12 个月

1.2 基于多物理场耦合的起落架系统节流特性仿真研究

研究目标：研究起落架和舱门收放作动系统阻尼网络及节流特性，提出收放和舱门作动系统最优阻尼匹配方案，降低起落架收放和舱门

开关过程中的冲击，提高起落架系统工作的平稳性和可靠性，降低冲击和噪声。

主要研究内容：构建起落架和舱门收放系统阻尼网络及节流特性理论体系；搭建高精度仿真模型对收放和舱门系统阻尼网络节流特性开展仿真分析；结合已有的试验试飞数据对节流特性的仿真结果进行校核验证，形成最优收放和舱门作动系统阻尼匹配方案。

主要技术指标、要求：仿真模型的输出与试验试飞数据的匹配一致性 90%以上；通过起落架和舱门收放作动系统阻尼网络及节流特性优化配置，降低液压冲击 5%以上。

研究成果：起落架和舱门收放系统阻尼网络及节流特性理论体系研究报告；高精度仿真模型对收放和舱门系统阻尼网络节流特性仿真模型和报告；模型校核报告和收放和舱门系统阻尼匹配建议方案；学术论文至少 1 篇，专利至少 1 篇，实验室学术报告 1 次。

课题编号：SAITFSKT2602

研究周期：12 个月

1.3 考虑地效风场的大飞机着陆气动-结构耦合系统动力学建模方法研究

研究目标：适用于大飞机进近至滑跑全过程的非线性气动-结构耦合动力学建模方法并构建工程仿真模型，初步揭示地效风场扰动下气动力、发动机推力、起落架结构动态响应（包含刹车系统与轮胎特性）之间的相互作用机理。通过开展高效仿真计算，实现对滑跑过程中飞机姿态变化、轮胎载荷、滑跑距离、瞬时/平均减速率以及刹车

能量累积等关键性能参数的动态预测。

主要研究内容：本研究将系统开展三方面核心工作：首先，集成工程应用中相对成熟的气动力模型（包含地效影响）、发动机推力模型、起落架多体动力学模型（包含刹车系统动态特性与轮胎-地面摩擦模型），构建一套能够描述飞机进近接地至滑跑停止全过程的非线性气动-结构耦合动力学模型。其次，基于所建模型进行仿真分析，初步探究地效风场、发动机推力变化、起落架结构动态响应之间的动态耦合作用机理及其对滑跑过程的影响规律。最后，开发高效的仿真流程，确保模型能够稳定、快速地输出滑跑过程中的飞机姿态变化、轮胎载荷、滑跑距离、瞬时/平均减速率以及刹车能量累积等关键性能参数。

主要技术指标、要求：模型能反映气动力、发动机推力、起落架及刹车系统动态响应相互耦合的动力学特性；模型支持典型风场工况下的动力学仿真；模型能够输出滑跑距离、轮胎载荷、减速率、刹车能量等关键参数。主要技术指标：单个工况计算时间 $\leq 30s$ ；支持多工况批量计算功能。

研究成果：1) 提交飞机着陆滑跑气动-结构耦合动力学模型及模型说明文档；2) 提交飞机着陆滑跑动力学性能仿真分析研究报告 1 份；3) 申请相关发明专利至少 1 项，学术论文至少 1 篇。

课题编号：SAITFSKT2603

研究周期：12 个月

1.4 民用飞机电刹车系统振动分析研究

研究目标：研究飞机全电刹车系统的振动特性，计算系统的主要模态，并为飞机在典型场景下的振动响应提供精确预测，同时初步探究飞机电刹车系统的数字孪生模型搭建方法，实现振动行为在实际刹车场景下的振动异常预警、健康监测与维修预测。

主要研究内容：机轮-电刹车系统一体化振动分析模型搭建；飞机电刹车系统振动模态与关键影响参数分析；针对典型刹车场景下的振动响应快速预测方法；电刹车系统数字孪生系统搭建的技术方案研究。

主要技术指标、要求：建立电刹车系统高保真振动分析模型，并研究其数字孪生模型框架搭建的关键技术，实现振动特性的仿真与故障预警。振动频率识别精度 $\geq 95\%$ 。

研究成果：高精度电刹车系统振动分析模型 1 套；电刹车系统振动分析方法及报告 1 套；标准规范至少 1 篇；学术论文至少 1 篇。

课题编号：SAITFSKT2604

研究周期：12 个月

1.5 缩比飞机系留试验方案设计及仿真建模研究

研究目标：本研究旨在通过某型缩比飞机的系留试验方案设计，以及试验状态下系留仿真建模的研究，揭示飞机系留载荷分析的关键要素与验证方法。

主要研究内容：基于某型缩比飞机系留试验需求，开展气动载荷等效模拟方法研究，建立包含起落架-机体姿态协调运动学模型与系留绳拉压非线性本构关系的试验技术框架。同步开展试验状态下的系

留仿真建模与分析，识别影响系留仿真建模的机体柔性、系留绳非线性特性、轮胎摩擦等关键参数，揭示关键参数对系留载荷变化的影响机理，并对提出的试验原理及框架进行初步的交互验证。

主要技术指标、要求：技术指标通过会议评审专家审查方式进行；试验方案应具备缩比飞机系留状态的近似模拟能力，包含但不限于试验件改装、台架与夹具、加载与测量系统等 3 项内容；系留仿真模型应具备 0-180°方向风载的模拟能力，包含但不限于机体、系留绳、起落架、轮胎、地面等 5 项对象的模拟。

研究成果：《缩比样机系留试验方案（大纲）》、《缩比样机系留试验仿真建模与分析报告》、学术论文 2 篇（投稿）、专利技术交底书 1 篇、实验室学术报告 1 次。

课题编号：SAITFSKT2605

研究周期：12 个月

1.6 大型客机起落架—跑道系统环境耦合多场仿真与环境适应性评估

研究目标：建立“起落架等效输入—环境—跑道多层响应—功能退化”的统一评价路径，覆盖着陆冲击、滑跑与制动三阶段；形成可复用的参数化场景库与材料/边界模板，支撑关键响应与磨损分级判据的统一输出。

主要研究内容：研究起落架与跑道接触行为建模及关键参数标定；环境场耦合与劣化表征的一体化框架；冲击—滑跑—制动工况库与不利场景识别；数值校核与关键因子敏感性评估。

主要技术指标、要求：1) 完成等效输入谱库、材料卡、接触与边界模板各 1 套；2) 关键响应网格敏感性收敛偏差 $\leq 5\%$ ；接触/时间步稳定运行，无非物理振荡；3) 基于单位面积剪切功（或剪应力-滑移能量）与关键响应峰值，形成着陆冲击、滑跑与制动三阶段的磨损/抗滑简化判据；4) 给出温度梯度、冻融折减、等效胎压、摩擦系数、纹理几何的主控因子排序与阈值建议。

研究成果：1) 起落架-跑道系统环境耦合多场仿真与环境适应性评估研究报告 1 份；2) 参数化等效输入谱库（着陆/滑跑/制动三阶段）；3) 最不利组合谱系图与数值化安全窗口；三阶段简化判据与运行窗口建议表；4) 学术论文至少 1 篇，专利技术交底书至少 1 篇，软著 2 份。

课题编号：SAITFSKT2606

研究周期：12 个月

1.7 面向国产民机起降安全的跑道平整度评价方法研究

研究目标：开展飞机-跑道耦合动力学建模与载荷激励传递研究，提供基于飞机动力学响应的平整度评价阈值，建立考虑飞机实际加速度响应的跑道平整度评价标准体系。

主要研究内容：飞机-道面动力学模型搭建；跑道平整度评价标准体系建立；CBI 参数计算软件开发。

主要技术指标、要求：1) 飞机-道面动力学模型的动力学模型精度不小于 85%，即仿真结果与真实数据的误差 $< 15\%$ ；开发的 CBI 参数计算软件能准确复现 CBI 算法。

研究成果：飞机-道面动力学模型 1 套；CBI 参数计算软件 1 套；项目总结报告 1 篇；学术论文 1 篇。

课题编号：SAITFSKT2607

研究周期：12 个月

2. 申报注意事项

每个课题申请书应根据上述任一指南，围绕项目研究必要性、研究目标与技术指标、主要研究内容及关键技术、技术方案及技术途径、预期成果及效益等展开论述，并严格按照申请书模板进行填写。