
西工大民航学院—飞机多轴冲击振动环境模拟与损伤评估研究进展 MDPI Aerospace

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/42177.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

西工大民航学院—飞机多轴冲击振动环境模拟与损伤评估研究进展 MDPI

Aerospace。论文标题：Recent Advances in Multiaxial Shock/Vibration Environment Simulation and Damage Evaluation for Aircraft

论文链接：<https://www.mdpi.com/2226-4310/13/8/722>

期刊名：Aerospace

期刊主页：<https://www.mdpi.com/journal/aerospace>

航空航天飞行器在整个服役期间均处于复杂的多轴动态环境中，包括多方向耦合冲击、随机振动等。虽然传统的顺序单轴试验便于工程实施，但无法再现运行环境中的空间相关性以及耦合效应，对结构响应和疲劳损伤的评估产生偏差。来自西北工业大学民航学院张永杰教授及其团队在Aerospace期刊发表了文章，介绍了航空航天器多轴冲击/振动环境仿真与损伤评估领域的最新进展，该项研究对于航空航天系统的环境设计、结构认证和可靠性评估提供了技术参考。

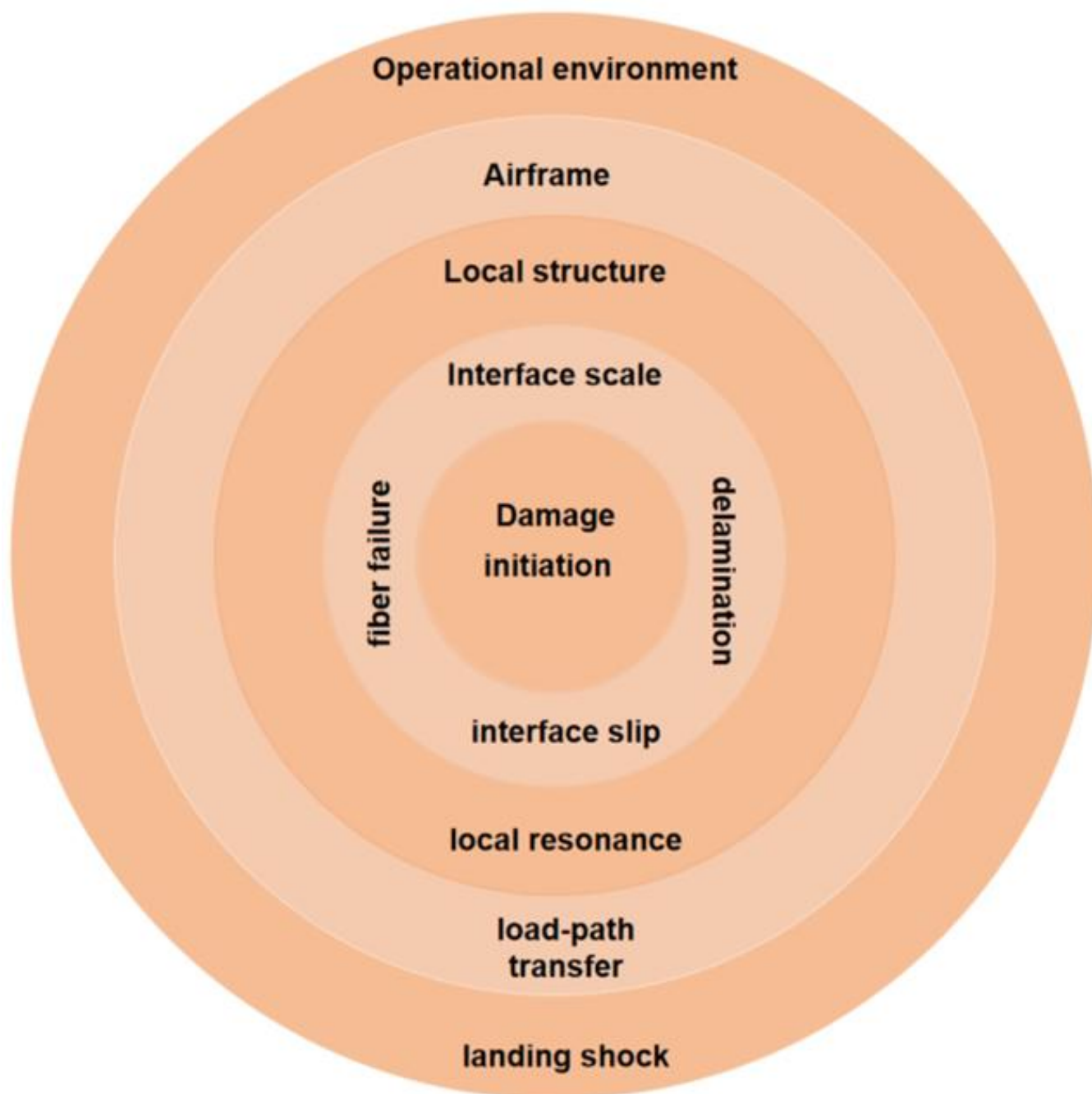


舰载机着舰冲击示意图

研究过程与结果

作者在文中构建了载荷-响应-损伤-试验的飞机多轴冲击/振动分析框架，系统梳理了真实服役环境形成机制、动力学响应与损伤评价方法，并进一步总结多轴试验与MIMO控制技术。首先从起飞、着陆等典型工况出发，对飞行器动态载荷进行分类，随后分析多轴载荷传播过程中的耦合与

非线性效应。在此基础上，对动力学响应分析方法、材料损伤与疲劳寿命以及多轴试验技术进行了系统比较。研究表明：(1) 真实飞机多轴响应不是独立单轴响应的简单叠加，传统顺序单轴试验会丢失相位、相干性、交叉谱和同步模态激励信息，可能同时造成欠试验和过试验。(2) 多轴冲击/振动的结构效应由输入幅值、相位关系、结构模态、连接界面和载荷传播路径共同决定，其影响会由局部应力和连接损伤进一步扩展至疲劳寿命、复合材料剩余强度和机载设备功能。(3) 多轴环境试验从独立PSD控制发展为谱矩阵/MIMO控制，并以输入谱一致性、结构响应一致性和损伤等效性共同约束试验条件，实现飞机真实服役环境的实验室再现。



飞机结构中由冲击和振动引起的损伤的多尺度演变。

研究总结

本文系统综述了飞机多轴冲击/振动环境的形成机理、载荷传递、动力学响应、损伤评估及试验再现方法，构建了载荷-响应-损伤-试验的一体化分析框架。研究表明，真实服役环境中的多轴响应并非各单轴响应的简单叠加，相位、相干性、模态耦合及连接界面等因素会显著影响局部响应与损伤，因此传统顺序单轴试验可能产生欠试验或过试验。未来应基于同步多点实测数据，结合谱矩阵/MIMO控制、响应与损伤等效评价以及不确定性分析，实现多轴环境的高保真重构与实验室再现，并进一步将结构安全、设备功能和任务可靠性纳入统一评价体系。本文为飞机多轴冲击/振动环境设计、结构鉴定和可靠性评估提供了系统性的理论与工程参考。

Aerospace期刊介绍

主编：Konstantinos Kontis, University of Glasgow, Scotland, UK

Aerospace期刊致力于发表航空航天科学、工程和技术相关的创新研究，涵盖飞行器设计、推进系统、飞行控制、先进材料、空间科学、航空电子、无人机系统（UAS）、城市空中交通（UAM）、可持续航空、航空安全以及前沿技术等。鼓励跨学科研究，推动航空航天科技发展，欢迎实验、仿真与理论研究的原创成果及综述。

2025 Impact Factor：2.5

2025 CiteScore：4.8

Time to First Decision：18.5 Days

Acceptance to Publication：2.7 Days

来源：Aerospace

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发