

DOI: 10.11883/bzycj-2025-0183

“动态冲击与空天安全”专刊简介

航空航天飞行器在服役过程中不可避免地会受到各类动态冲击的威胁:例如飞鸟、冰雹等对飞机的高速冲击、航空发动机的叶片断离等频繁发生;航天器级间爆炸分离、含能战斗部毁伤等对空天结构的威胁长期存在;外太空轨道碎片等对航天器的撞击事件也逐渐增多。冲击载荷具有巨大的能量和破坏力,能够对飞行器结构造成严重的破坏,甚至导致飞行器解体。鉴于此,研究空天结构和材料在爆炸与冲击载荷下的力学行为具有迫切的现实意义。

材料及结构在动态冲击载荷下的力学行为,相比准静态加载时通常存在显著的差异。随着应变率的提升,金属、陶瓷、聚合物等往往呈现出强度上升、韧性下降等现象;结构在动态受载时也会因为惯性效应、应力波传播以及材料的应变率效应等,呈现出与准静态时截然不同的响应。动态冲击失效往往涉及了材料与结构在极短时间下的复杂响应,包含了物质的非连续、几何的大变形以及材料的非线性等。对此类问题的实验研究、理论/数值分析等是爆炸力学的重要内容,也因其显著的工程价值和诸多未解的基础科学问题,吸引了越来越多研究者的关注。

在实验研究方面,霍普金森杆技术日趋成熟,电磁加载等新型装置实现了多轴动态加载;超高速摄影、X 射线动态成像等先进观测手段为揭示材料失效机理提供了新的视角;多场耦合试验技术和极端条件模拟方法不断拓展研究边界。另外,冲击加载的环境效应、冲击后剩余强度以及疲劳寿命等等工程问题,也随着空天装备精细化设计需求日益凸显。

理论与数值研究方面,Johnson-Cook 等唯象本构模型在工程实践中已被广泛应用,而基于位错动力学等微观机制的物理本构模型也得到快速发展。虽然有限元等数值方法已普遍应用于冲击动力学仿真,但在裂纹扩展、材料失效等问题的预测方面仍面临挑战。当前亟需解决的问题包括:提升计算效率、完善模型验证体系、考虑材料与制造缺陷的不确定性等,以弥合学术研究与应用之间的差距。

本专刊面向空天飞行器结构冲击破坏模式与抗冲击设计、典型航空航天材料在高应变率载荷作用下的力学性能和失效机理、空天飞行器结构的冲击仿真与设计工具等方向征稿。经邀稿/自由来稿和按照《爆炸与冲击》期刊的严格审稿流程,录用了 13 篇研究论文。在此感谢是所有作者与审稿专家的辛勤付出,感谢《爆炸与冲击》编辑部和曾月蓉老师的大力支持!

西北工业大学 索涛 教授、崔浩 教授
北京强度环境研究所 荣克林 研究员
中国飞机强度研究所 刘小川 研究员
2025 年 7 月