

中国振动工程学会科学技术奖推荐简表

(2026 年度)

项目类别：☒ 基础研究

项目名称	非局部动力学基础理论及超低频减振应用		
主要完成人	段忠磊		
主要完成人	韩承霖		
主要完成人	陈立群		
主要完成人	杨天智		
完成单位	哈尔滨工业大学（深圳）		
完成单位	东北大学		
推荐专家/推荐单位	中国振动工程学会振动利用工程专业技术委员会	推荐等级	一等奖
联系电话	15734019624	邮箱	yangtianzhi@me.neu.edu.cn
项目简介			

(1000 字以内，不够可另附页)

航空航天运载器、舰船与水下航行器、精密仪器及重大工程装备中广泛存在数赫兹量级的超低频振动。此类振动具有波长长、能量传递距离远和衰减困难等特点，容易引起敏感载荷失效、管路疲劳、设备共振及平台稳定性下降。传统动力学通常假设单元仅与最近邻发生局部作用，减振主要依赖柔性支承、局域共振、Bragg 散射或附加吸振器。随着目标频率降低，这些方法面临结构尺寸增大、承载能力下降、参数失配和有效频带变窄等困难。为此，本项目突破传统最近邻局部作用假设，通过跨单元长程耦合与非线性调控，重构振动传播、色散特性及能量输运，揭示机械 Roton、能流反转与非互易传播等反常动力学机理，建立超低频振动抑制新机制。经过五年的攻关，本项目围绕非局部动力学基础理论及其超低频减振应用取得了系列重要突破，构建了从局部非线性动力学调控、非局部长程耦合与色散重构，到机械 Roton、能流反转、超低频波动器件及减振应用的系统研究链条。前期利用颗粒接触非线性和动态时变惯性，明确了幅值依赖带隙、保频非互易传播和可重构靶向能量传递规律；进一步在质量-弹簧链中引入跨越多个晶胞的非局部连接和非线性局域共振，建立了非线性非局部离散系统的多尺度色散分析方法；在此基础上，将非局部耦合扩展至莫尔多层声振超表面，形成了跨维度的非局部色散与能量传输调控框架。重要科学发现如下：

1. 提出了非线性非局部动力学的建模和色散分析方法。
2. 发现了机械 Roton、能流反转及非局部色散拓扑转变等新动力学现象。
3. 建立了面向超低频减振的非线性-非局部协同调控路径。

本项目属于“动力学与控制”学科中的非线性振动研究，项目主要完成人包括中组部万人计划青年拔尖人才，国家杰青、长江学者等，成果在国家自然科学基金等项目支持下完成。项目已发表论文 30 余篇，包括 Advanced Materials 1 篇、Journal of Applied Mechanics 2 篇、Journal of Sound and Vibration 1 篇以及 Applied Physics Letters 1 篇、Nature Communications 2 篇、Physical Review Letters 1 篇 和 Advanced Materials 2 篇等期刊，其中 Nature Communications 和 Advanced Materials 各有 1 篇入选 ESI 高被引论文。

本项目得到国家杰青胡更开教授、声学与振动权威专家加拿大皇家学会院士、加拿大工程院院士成利教授、超材料创始人英国皇家学会院士 John B. Pendry 教授、声振非互易权威专家美国国家发明家科学院院士 Andrea Alù 教授、力学超材料权威专家德国国家科学院院士、德国国家科学与工程院院士 Martin Wegener 教授、非线性动力学领域权威专家 Alexander F. Vakakis 教授、美国密歇根大学讲席教授 Kon-Well Wang，加州理工学院讲席教授 Chiara Daraio，以及温激鸿教授，王长国教授、蒲华燕教授和方鑫教授等多位国内外学者的正面评价和引用。

推荐专家签字/推荐单位盖章：

中国振动工程学会奖励办公室制