

论文名称：非线性声学超材料中弹性波传播理论及其减振应用研究

论文作者：中国人民解放军国防科技大学 / 方鑫

指导教师：温激鸿《研究领域：振动与噪声控制，团队长期研究声学超材料理论与减振降噪应用》

低频宽带振动抑制是装备研发的关键技术，传统技术尚难以实现良好的低频宽带目标。声学超材料是具有超常特性的人工周期结构，其低频带隙可有效抑制结构振动，当前研究主要针对线性声学超材料。受质量约束，其低频带隙归一化宽度小于1，难以兼顾低频、宽带目标，限制了线性超材料技术的应用。非线性声学超材料能为弹性波调控开辟广阔空间，但其多方面研究都亟待开展。本文围绕非线性超材料中的弹性波传播理论、特性及其在典型结构超低频超宽带振动抑制上的应用展开了系统深入研究。主要创新点如下：

1.初步建立了分析非线性声学超材料中弹性波传播规律的理论方法，包括摄动法、谐波平均法、同伦法、降维算法、分岔与混沌分析方法、谐波耦合分析方法；

2.阐明了弹性波传播的系列新特性及其调控规律，首次发现具有低频宽带振动抑制效应的混沌带机理，创新设计了强非线性超材料梁/板/壳结构，首次实验证实了混沌带具有超低频超宽带的高效振动抑制效应，即“双超”效应，将超材料归一化减振带宽提高了100多倍，取得突破进展；

3.首次发现并验证了可高效调控混沌带的非线性局域共振带隙桥连耦合原理，为超低频超宽带强非线性声学超材料设计提供了理论基础；

4.首次发现并验证了极强非线性声学超材料的带隙随传播距离自适应拓宽的现象，即自生长带隙，改变了对物质能带的传统认识，实现了低频宽带带隙；

5.提出了多种强非线性超材料设计技术，揭示了基波与三次谐波的传播、耦合与分岔规律，发现了非线性共振模态的安静态等现象。

总之，论文系统研究了非线性声学超材料中的弹性波传播理论与减振应用，首次发现并验证了系列新特性，实现了梁/板/壳结构的超低频超宽带高效振动抑制，为非线性声学超材料领域奠定了初步理论与技术基础，为工程领域减振降噪提供了全新技术途径。

◆广告 查询编号：2012