

## 六、微振动响应高阻尼材料

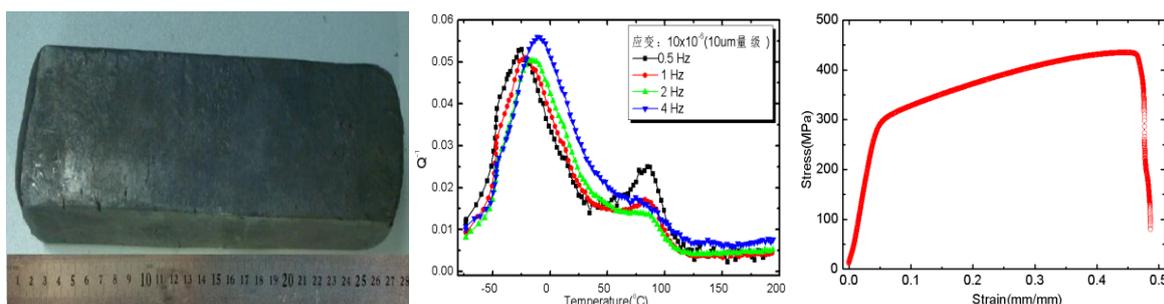
### 项目背景:

随着现代社会的快速发展,包括航空航天、精密仪器、超微细加工与测试等在内的高新技术所占的比重越来越高。在这些高精系统,微振动是影响测量和加工精度的关键因素之一,因此需要对系统的振动幅度进行严格限制。高性能阻尼材料作为直接作用于振源或噪声源的相应构件,可以有效降低机械振动和抑制噪音,在现代精密仪器,航海、航天技术装备等领域有重要应用背景。从阻尼效果考虑,传统的金属基高阻尼材料,如 Mg 合金等,由于阻尼性能具有强烈的振幅依赖性,只适合于大应变环境,而难以有效抑制微米量级微振动干扰。本项目基于界面设计和阻尼机制调控,设计和制备了 Mn-Cu、LLZO/Al 两类具有微振动响应的高阻尼材料,不仅能够适用于高应变减震环境,也能够灵敏、高效抑制微米量级微应变振动。

### 技术指标:

#### (1) 微振动响应 Mn-Cu 基高阻尼材料:

通过调控微量合金化元素的含量和热处理工艺参数,构建具有高动性界面弛豫结构的 Mn-Cu 孪晶界;并通过系统研究相关工艺参数、界面阻尼与振动抑制效应间的关联性和机制,成功研发了具有高强、高韧性、高阻尼、宽温域和宽频谱响应等综合特性的微振动响应高阻尼材料。主要技术指标如下:屈服强度: >300MPa;断裂延伸率: ~50%;断裂强度: 400~550MPa(可调);阻尼性能: ~0.06;单位体积耗能本领: ~40%;阻尼温区: -70~100°C;频率响应范围: 0~1000 Hz。

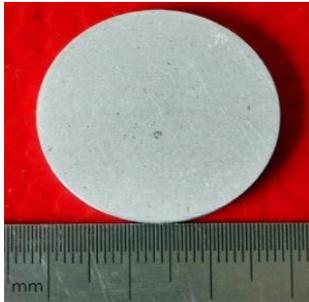


Mn-Cu 基块体合金阻尼性能曲线力学性能曲线

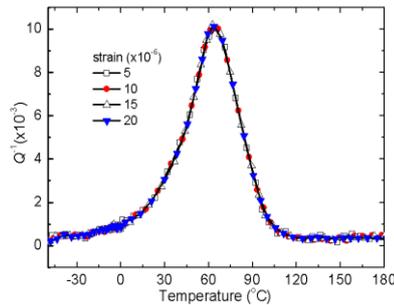
#### (2) 新型 LLZO/Al 陶瓷-金属高阻尼复合材料

利用 LLZO 中高浓度点缺陷阻尼的应变振幅非依赖性并与 Al 或 Al 合金复合,自行设计和研制了微振动敏感型轻质高阻尼材料,使之一方面利用硬相陶瓷的增强效应提高复合材料的力学性能,另一方面利用陶瓷相的高阻尼特性提高复合材料的阻尼性

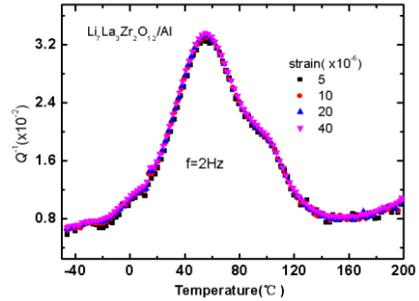
能，达到阻尼和力学性能兼顾的目标。主要技术指标如下：阻尼性能：(a)陶瓷： $>0.12$ ；(b)复合材料： $0.03\sim 0.06$ （可调）；屈服强度： $100\sim 200\text{MPa}$ ；断裂延伸率： $25\sim 40\%$ （可调）；阻尼温区：室温 $\sim 100^\circ\text{C}$ ；频率响应范围： $0\sim 1000\text{Hz}$ 。



阻尼材料样件 LLZO



陶瓷微应变高阻尼响应曲线



复合材料高阻尼曲线

## 市场前景：

阻尼材料是将固体机械振动能转变为热能而耗散的材料，主要用于振动和噪声控制。高性能阻尼材料作为直接作用于振源或噪声源的相应构件，可以有效降低机械振动和抑制噪音，在现代精密仪器，航海、航天技术装备等领域有重要应用背景。典型应用包括：

- (1) 各种精密仪器或振动系统的功能、减震一体化部件，如舰船螺旋桨等；
- (2) 各种振动系统的冲击防护与耗能部件；
- (3) 各种减震构件，如螺栓、垫片、弹簧等；
- (4) 各种精密仪器的减震平台，如卫星载荷减震平台；导航陀螺减震平台等。