

[首页](#) | [认识材料所](#) | [架构单元](#) | [科学研究](#) | [人力资源](#) | [所地合作](#) | [党群文化](#)
[首页](#) > [新闻中心](#) > [科研进展](#)
[相关文档](#)

## 宁波材料所在利用新颖凝固技术制备具有弹热效应的形状记忆合金研究中取得系列进展

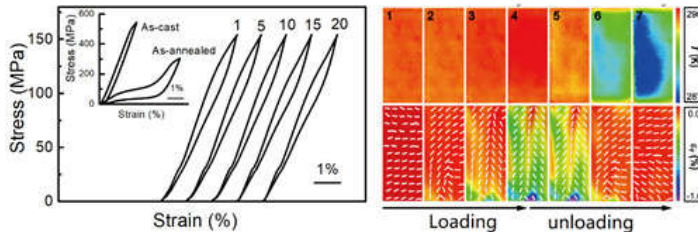
作者：，日期：2019-01-16

相比于传统气体压缩制冷，固态制冷以其在节约能源与保护环境方面的独特优势成为最近十几年来的研究热点。基于可逆马氏体相变材料在外加力的激励作用下的弹热效应制冷非常具有应用潜力。弹热效应的温变大小、临界应力、相变滞后、疲劳特性等关键性能指标，不仅依赖于相变焓和化学键强度等材料内禀属性，也与材料的微观缺陷和组织结构紧密相关。因此有效调控微观组织是发挥材料弹热性能的关键，而对金属功能材料的非平衡凝固相选择和晶体学取向控制是一种独特的材料制备加工方法，有望改善常规方法获得的弹热性能。

近年来，中国科学院宁波材料技术与工程研究所新型磁相变材料团队报道了数十种材料的弹热效应，并系统研究了受控凝固对弹热制冷材料的性能影响。最近，作为一种新型变磁性形状记忆合金Pd-In-Fe单晶理论上能够得到15%的拉伸马氏体相变应变，具有巨大的弹热潜力。团队用直接熔炼成型和退火的方法制备了Pd-In-Fe多晶合金，首次测量了Pd-In-Fe合金的弹热效应，发现Pd<sub>59.3</sub>In<sub>23.2</sub>Fe<sub>17.5</sub>在80MPa的临界应力触发下得到5.4K的绝热温变，成果发表在*Intermetallics*上 (2018, v100, p27)。接下来，团队用循环过热与熔融玻璃复合的深过冷凝固技术制备Pd-In-Fe合金并研究了超弹性和弹热效应。该凝固技术通过熔融玻璃消除熔体中的杂质，使得合金在远低于液相线温度以下的温度形核凝固，避免了铸态合金的偏析凝固过程，直接获得了成分均匀的马氏体相，同时由于深过冷过程引入大量内应力，在361K获得了独特的线性超弹性。线性超弹性的滞后损失与同等应变量的Pd-In-Fe退火样品的非线性超弹性相比减小了75%。该深过冷合金在154 MPa单轴应力作用下获得3K的绝热温变。这种独特的具有小滞后损失的线性超弹性有利于系统设计的紧凑性和小型化，相关工作发表在*Scripta Materialia* (2019, v160, p58)，并申请了专利(201811164007.1)。

此外，团队通过液态金属冷却高温梯度定向凝固的方法制备了取向与偏离该晶向的NiMnSn大晶粒样品，构建出在同等加载条件下研究弹热温变和局域应变的晶粒取向依赖性的实验条件。引进结合红外热成像与数字图像关联技术，实现了在弹热测试过程中的温度和应变的面分布的实时监控，发现应变分布和温变分布具有明显的晶向依赖性，并且观察到了局域温变落后于应变的不同步现象。本工作对于深入理解应力诱发的相变机理和挖掘材料最优弹热性能有重要指导意义，发表在*Scripta Materialia* (2019, v163, p14)。

此项研究得到了国家自然科学基金(51801225, 51771218, 51531008, 51701233)，中科院国际合作重点项目(174433KYSB20180040)和中科院仪器修购计划的支持。



深过冷凝固Pd-In-Fe合金的线性超弹性(左)和定向凝固NiMnSn合金的红外热成像图与局域应变图(右)

(稀土实验室 魏志阳 沈琪 刘剑)

[打印本文](#) | [加入收藏](#) | [回到顶部](#)