
力学所揭示非晶合金剪切带涌现与玻璃-液体转变的相似性

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/20803.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

力学所揭示非晶合金剪切带涌现与玻璃-液体转变的相似性

。非晶合金（也称金属玻璃）剪切带的起源是力学、材料及物理等领域的核心科学问题，而玻璃态转变的本质被认为是固体理论中尚未解决的最为深奥难题之一。

近日，中国科学院力学研究所戴兰宏团队关于上述问题取得了新进展。基于分子动力学模拟，该研究对非晶合金剪切带进行了一系列精细的表征，通过从多个角度对比非晶合金剪切带涌现过程与玻璃转变过程，发现剪切带涌现与玻璃-液体转变存在惊奇的相似性。研究通过追踪剪切带的涌现过程发现，非晶合金剪切带内部展现出与玻璃-液体转变过程相似的动力学和热力学演变特征，具体表现为显著的粘度下降以及比热台阶等现象。如图1所示，成熟剪切带内部粘度与过冷液体的粘度相当。基于对二十面体原子团簇结构网络的定量分析，研究进一步发现非晶合金剪切带涌现过程与玻璃-液体转变过程具有相似的结构起源。无论是应力驱动的剪切带行为还是热驱动的玻璃-液体转变，均展现出二十面体硬骨架的突然崩塌现象（图2）。在此基础上，科研人员利用Vogel-Fulcher-Tammann（VFT）粘温关系以及Adam-Gibbs构型熵模型等经典的描述玻璃转变现象的理论，对剪切带涌现过程进行验证。结果表明，VFT公式和Adam-Gibbs理论均可以准确地预测、描述伴随剪切带涌现的显著动力学变化特征（图3）。这表明外力刺激和热效应在控制非晶合金的动力学、能量状态以及结构演化等方面具有相似作用。因此，非晶合金剪切带可以看作是力载荷诱发的玻璃-液体转变行为。本工作为定量描述非晶合金剪切带内动力学演化过程提供了理论支撑，同时，所发现的剪切带与玻璃-液体转变的一致性为在统一框架下探究无序固体剪切带涌现与玻璃化转变打开了一扇新窗户。

相关研究成果以Towards commonality between shear banding and glass-liquid transition in metallic glasses为题，发表在Physical Review Materials上。

研究工作得到国家自然科学基金重大研究计划项目“无序合金的塑性流动与强韧化机理”、基础科学中心项目“非线性力学的多尺度问题”，以及中科院战略性先导科技专项（B类）“复杂介质系统前沿与交叉力学”等的支持。

[论文链接](#)

图1.非晶合金剪切带涌现与玻璃-液体转变的相似性。(a)应力-应变曲线与不均匀变形场；(b)成熟剪切带内的粘度计算；(c)加载过程焓随应变的演化，剪切带涌现前出现焓-应变一阶导不连续；(d)焓-应变一阶导随应变的演化，突变处类似玻璃转变过程中的比热台阶。

图2.非晶合金剪切带涌现与玻璃-液体转变相似的结构起源——二十面体结构网络崩塌。

图3.利用经典的描述玻璃转变现象的VFT公式和Adam Gibbs理论定量验证非晶合金剪切带涌现过程的动力学变化特征。

研究团队单位：力学研究所

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](http://www.iikx.com)转发