非晶态固体弹塑性相互作用机制研究取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21547.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！

非晶态固体弹塑性相互作用机制研究取得进展
。不同于晶体塑性的位错机制，非晶态固体塑性变形的基本载体是原子或粒子以集团模式的局域协同重排，通常被称为“剪切转变”（shear transformation，ST）。通过非局域弹性效应，ST事件可自组装形成不同时空尺度的塑性事件，如宏观屈服、局部化剪切带等。研究表明，邻近屈服以及屈服后的塑性事件处于一种时空高度关联的雪崩状态。然而，在远离屈服的宏观弹性阶段，塑性事件是否存在时空关联以及事件之间如何相互作用，在领域内存在争议。中国科学院力学研究所研究员蒋敏强等针对这一问题开展研究，并取得重要进展。

科研人员以原子模拟的$Cu_{50}Zr_{50}$
金属玻璃为非晶态固体模型体系，开展了一系列无热准静态剪切实验，对体系屈服前约4800个塑性事件进行了统计分析以及振动模态（声子）分析。研究发现，塑性事件诱发的应力跌落在统计上服从幂率标度分布，其幂指数随加载从-1（边界稳定态）转变为-1.5（自组织临界态），而塑性事件之间的弹性等待时间呈现单一特征峰行为。这意味着屈服前非晶塑性属于雪崩事件，且这些事件之间存在稳健的弹性相互作用。弹塑性非仿射位移场的时间关联分析表明，这种弹性作用是短时强关联的，但可长期存在，表现为体系变形高维势能面的分形特征。通过对位移场在振动模态投影，研究展示了孤立ST事件如何通过弹性作用自组装形成雪崩事件。通过定义空间构型演化的模态识别矩阵，该工作明确了塑性事件存在稳健弹性作用的原因：事件对体系整体弹性的破坏是有限的；一些硬区作为刚性骨架能够在弹性基体中持续存在；弹性基体在加载中能够自恢复。上述研究发现了澄清非晶态固体在屈服前弹性变形和塑性失稳的原子尺度机制，为构建非晶弹塑性变形的介尺度模型提供了基础信息。

近日，相关研究成果以*Elastic interactions of plastic events in strained amorphous solids before yield*为题，发表在*Physical Review Materials*
上。研究工作得到国家自然科学基金国家杰出青年科学基金项目“非晶态固体力学”、基础科学中心项目“非线性力学的多尺度问题”、重点项目“无序合金的塑性流动与强韧化机理”等的支持。

论文链接

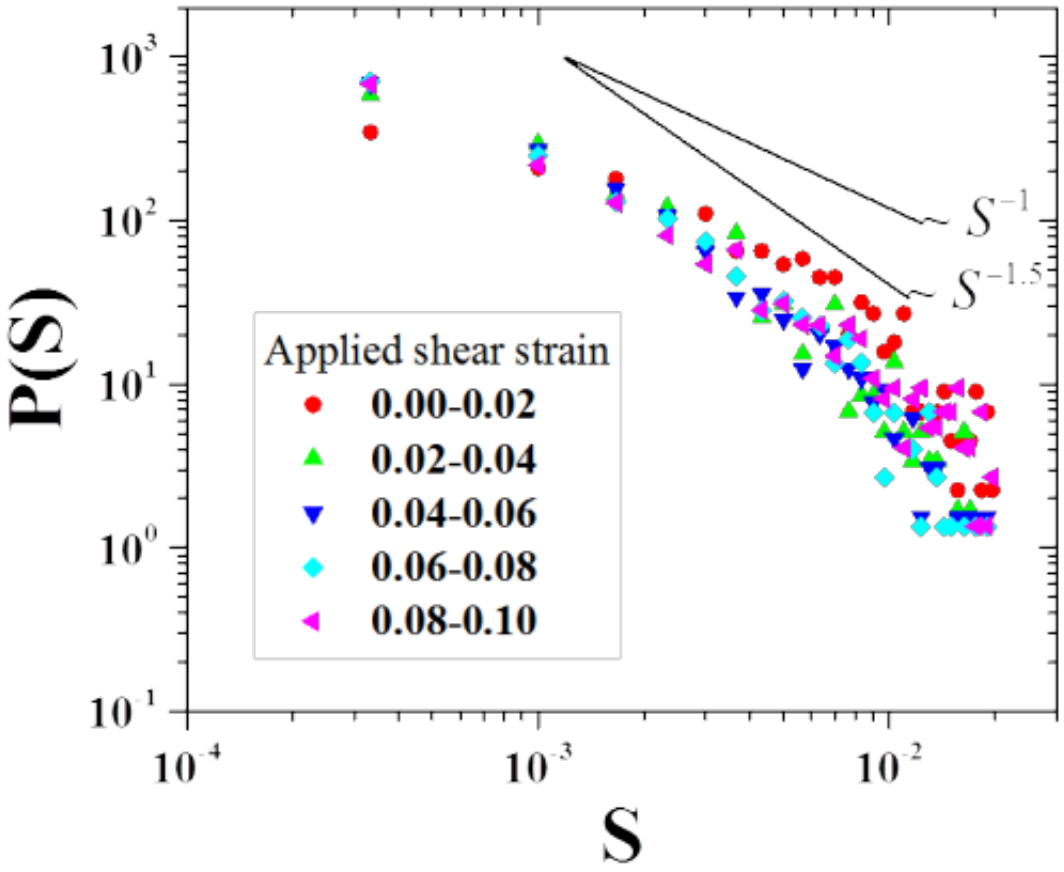


图1.塑性事件诱发应力跌落的概率统计分布

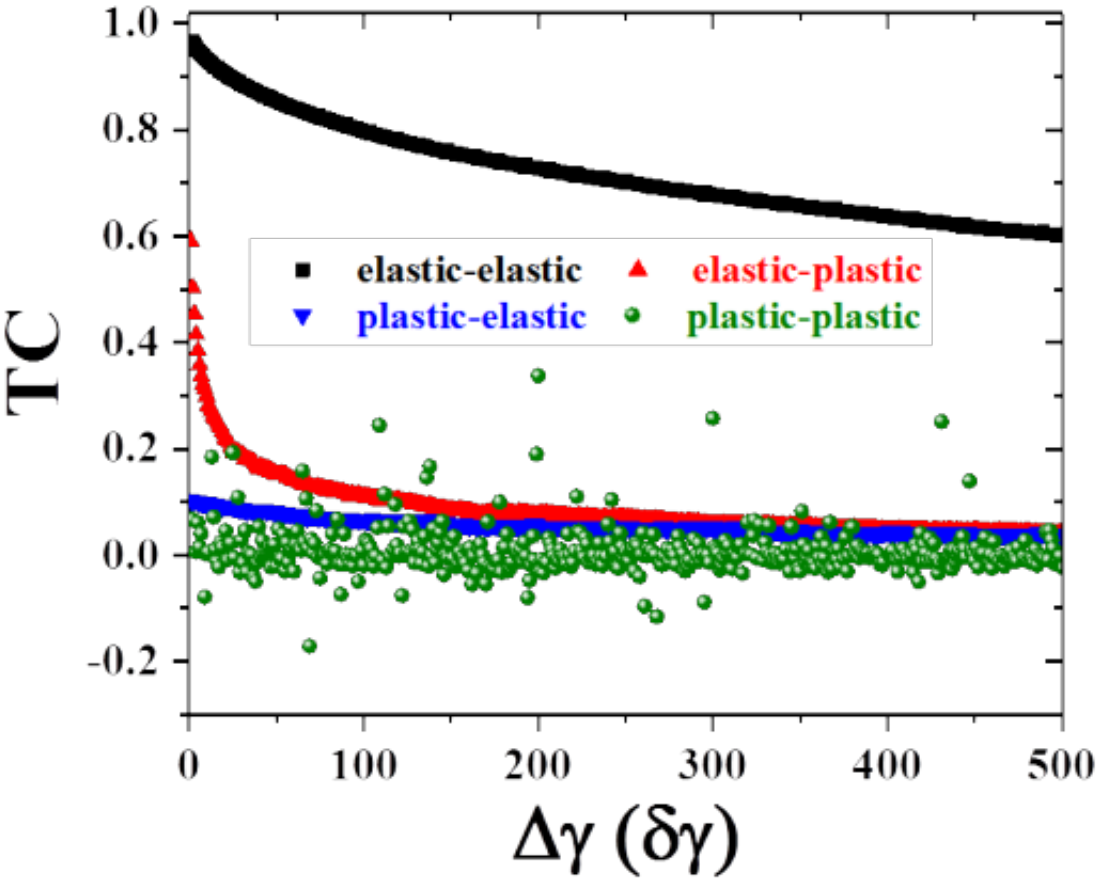


图2.弹塑性非仿射位移场的时间关联

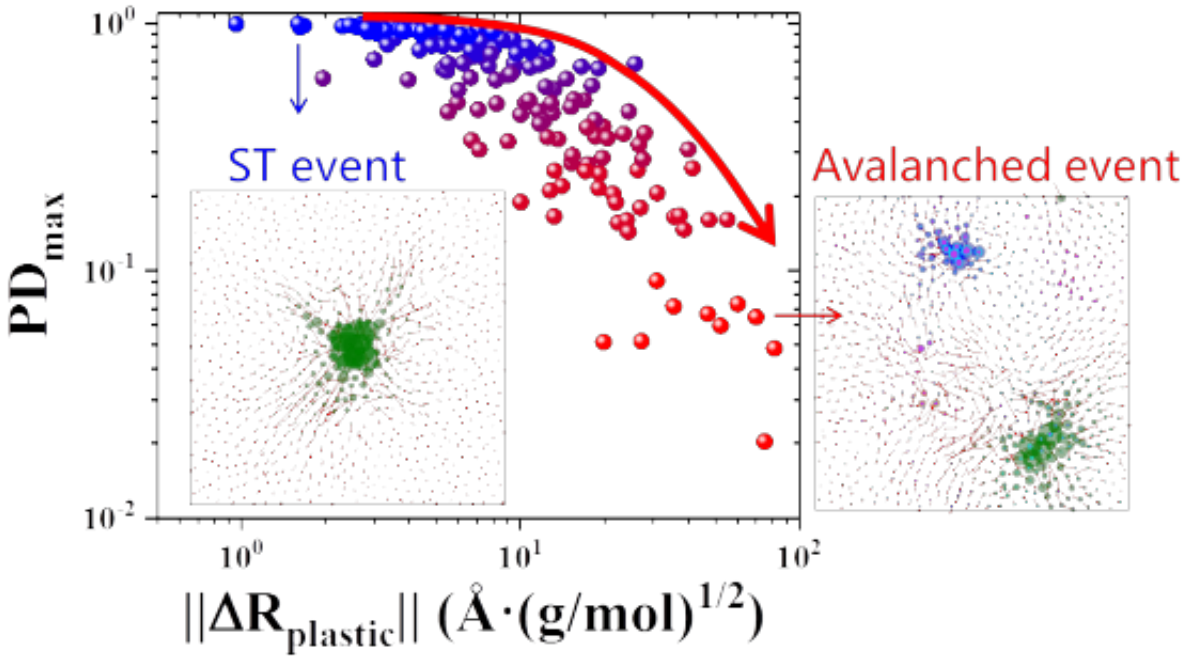


图3.塑性事件的主控振动模态（声子）参与度，孤立ST事件的模态参与度接近1，而雪崩事件的模态参与度低至10^{-2}

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转发