力学所在纳米结构金属的加工硬化研究中获进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/26815.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！

加工硬化是金属结构材料拉伸塑性的基础。加工硬化的前提是拉伸变形在晶粒内部形成、增殖并储存的位错，位错之间以及位错与界面、析出相等的交互作用引起加工硬化。当晶粒细化至纳米尺度时，晶粒内部较难产生并储存位错，降低了加工硬化能力，引起了低塑性瓶颈。在高强度纳米结构金属中，如何形成并储存位错是实现加工硬化的难点。

中国科学院力学研究所武晓雷研究团队提出了利用塑性失稳实现加工硬化的新策略。4月11日，相关研究成果以*Harnessing instability for work hardening in multi-principal element alloys*为题，在线发表在《自然-材料》（*Nature Materials*）上。

该团队制备了多主元VCoNi合金纳米结构，其初始拉伸变形是吕德斯带扩展。研究发现，一旦吕德斯带开始扩展，在其前端便已发生塑性失稳即早期颈缩，并在颈缩处形成了三轴应力状态，快速产生了高密度位错。其中，位错密度增量为9.3×10^{14} m^{-2}，位错增殖速度为4.6×10^{13} m^{-2} s^{-1}。这些位错引起了林位错加工硬化和异质变形诱导硬化，后者是几何必需位错与化学短程有序的应变场之间交互作用的结果。在吕德斯带扩展过程中，加工硬化具有关键作用，即抑制并稳定吕德斯带的失稳扩展，使纳米结构均匀变形。这突破了高强纳米结构的低塑性瓶颈，也就是室温准静态拉伸性能为屈服强度2.0 GPa和拉伸塑性16%，以及在极端低温即液氦和液氮温度下获得纪录级性能2.2 GPa和20%。上述成果体现了“抑制失稳”而非传统“推迟失稳”的加工硬化途径，即低加工硬化能力引起早期塑性失稳-失稳诱导位错产生和加工硬化-加工硬化反过来抑制失稳。

上述成果拓展了关于吕德斯带变形的认知，揭示了高强纳米结构中未知的吕德斯带变形物理，并为研究高力学性能金属材料及其在极端环境中的应用提供了新思路。研究工作得到国家重点研发计划、国家自然科学基金和中国科学院战略性先导科技专项等的支持。

论文链接

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