力学所研发出超强共晶高熵合金丝材

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/21232.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！

力学所研发出超强共晶高熵合金丝材
。高性能金属丝材广泛应用于能源、交通、海洋船舶等领域。日趋复杂和极端的服役环境迫切需要发展高强塑性能的金属丝材。然而传统的高强合金丝材(如珠光体钢丝)通常伴随极低延性，这种强度-塑性的固有互斥严重限制其应用。近年来基于全新合金设计理念的多主元高熵合金的迅速兴起，为高性能金属丝材的开发提供了机会。

近期，中国科学院力学研究所戴兰宏研究团队在该问题研究上取得进展。研究人员选择了具有片层结构的AlCoCrFeNi2.1共晶高熵合金，通过设计多道次拉拔工艺，成功制备出一种具有独特梯度片层结构的共晶高熵合金毫米丝材。丝材内硬相B2片层与软相FCC片层交替相间分布，从丝材外表面到芯部，B2片层几何特征呈现梯度变化(图1)。为了进一步提高丝材的强塑性协同能力，研究人员精细控制了热处理的温度和时间，以促进丝材部分回复而抑制动态再结晶的出现。所研制的共晶高熵合金丝材不仅具有优异的室温强塑性能
(断裂强度1.85GPa，均匀延伸率12.1%)，同时表现出更为突出的低温(77 K)强塑性能(断裂强度2.52 GPa，均匀延伸率14.3%)(图2)。通过对变形前后的丝材进行EBSD扫描和KAM分析，研究人员发现介观尺度梯度非均质片层结构促使丝材内的几何必须位错(GND) 在变形过程中沿径向呈现梯度分布，即几何必须位错密度从表面区域向中心区域逐渐减小(图3)。这种梯度分布的几何必须位错密度可以产生显著的应变梯度强化效应，从而大幅提高丝材的力学性能。对比分析室温和液氮低温下丝材微观变形特征发现，室温下丝材内B2相变形以位错主导，FCC相变形则以位错和层错共同主导(图4);低温下丝材内B2相在变形过程中开启了大量位错交滑移网格，而FCC相则激活了细密的三维层错-孪晶网格(图5)，多种位错变形机制的协同激活实现了丝材强塑性的同步提升。该研究为高性能金属丝材开发提供了新的思路。

相关研究成果近期以Ultra-strong heavy-drawn eutectic high entropy alloy wire为题发表在Acta Materialia上。研究工作得到国家自然科学基金“无序合金的塑性流动与强韧化机理”重大项目、“非线性力学的多尺度问题”基础科学中心项目、中科院战略性先导科技专项“复杂介质系统前沿与交叉力学”项目等的资助。

论文链接

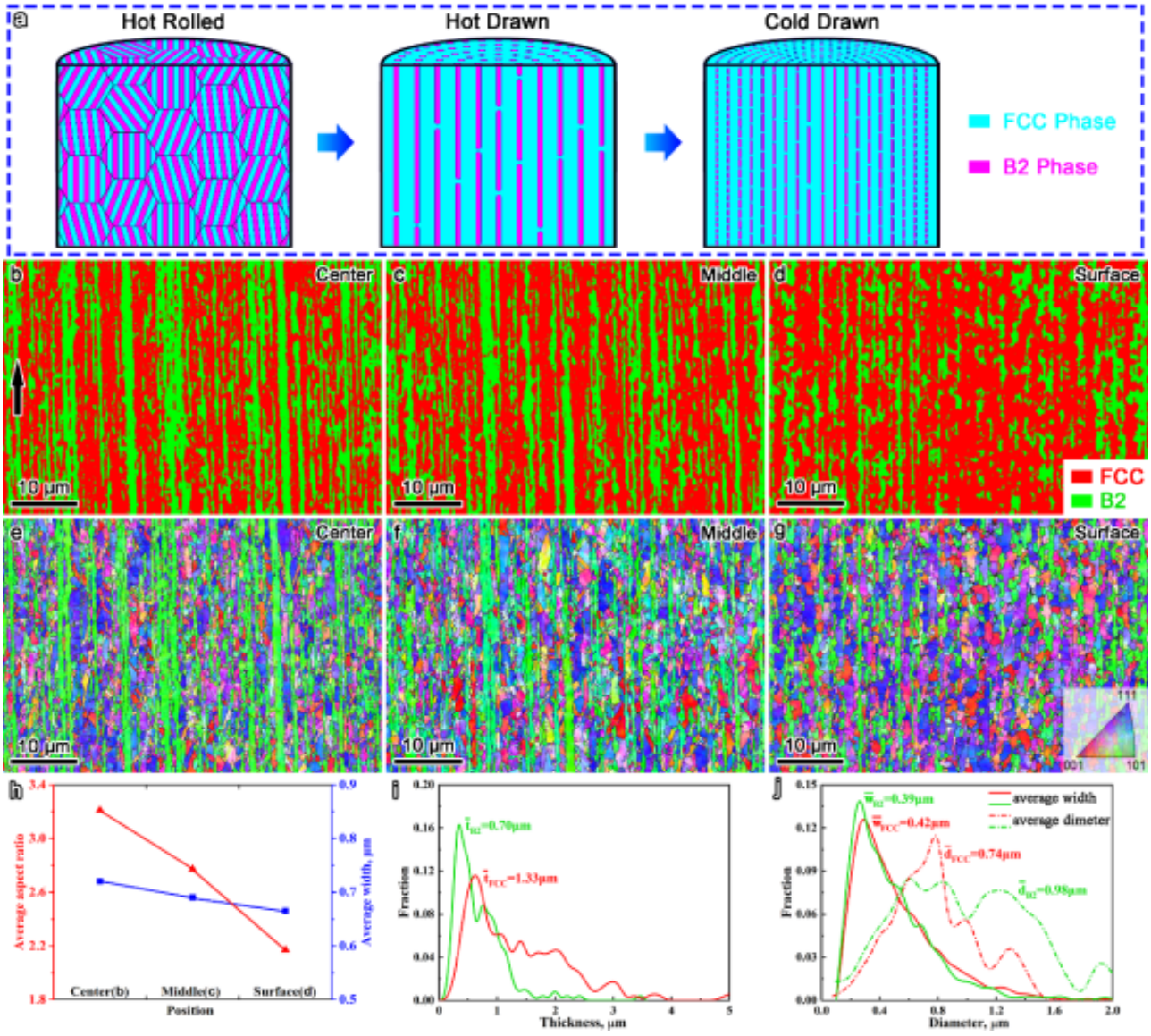


图1具有梯度异构片层结构的共晶高熵合金丝材

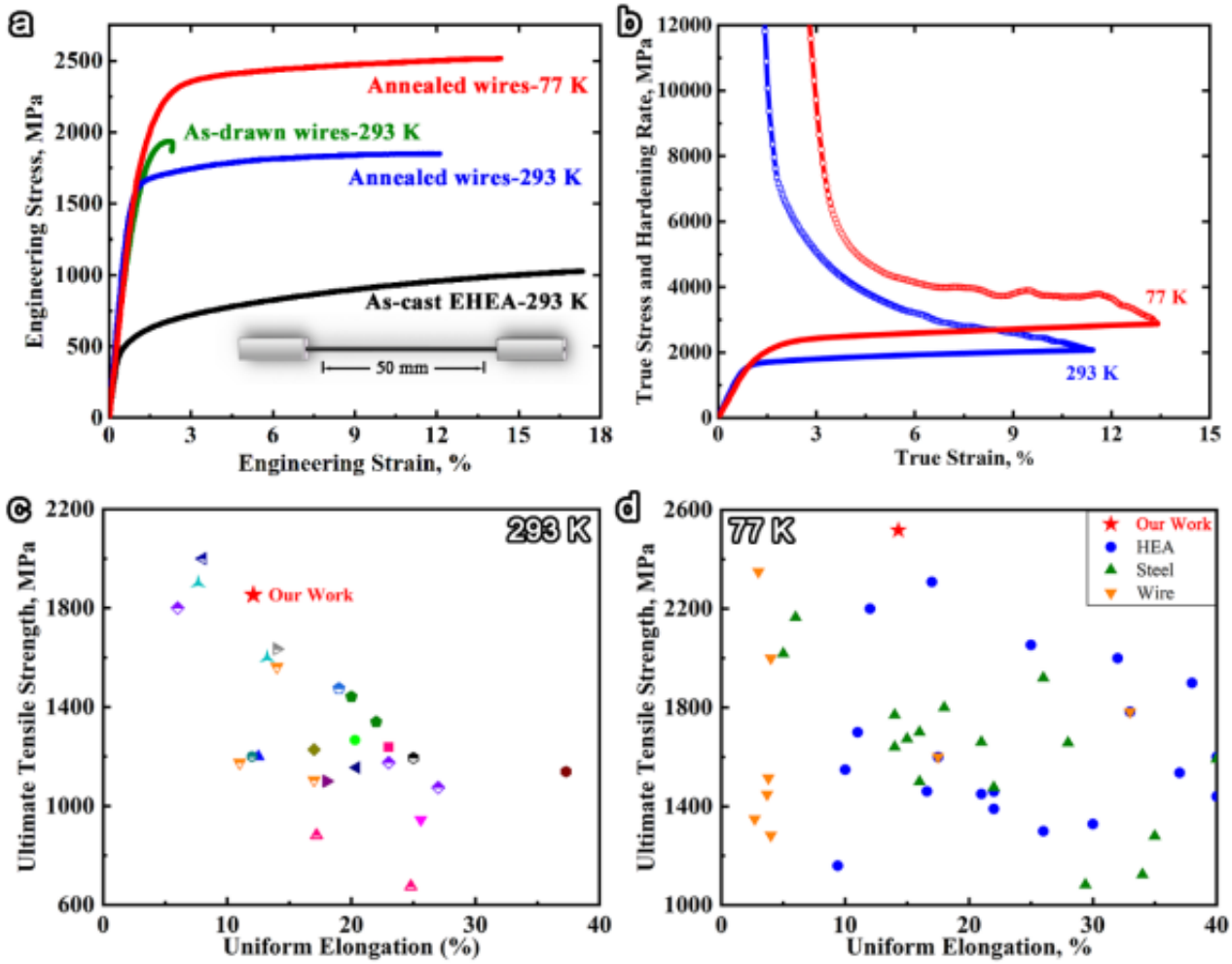


图2 共晶高熵合金丝材在室温和低温下的力学性能、加工硬化能力及与其他金属的性能对比

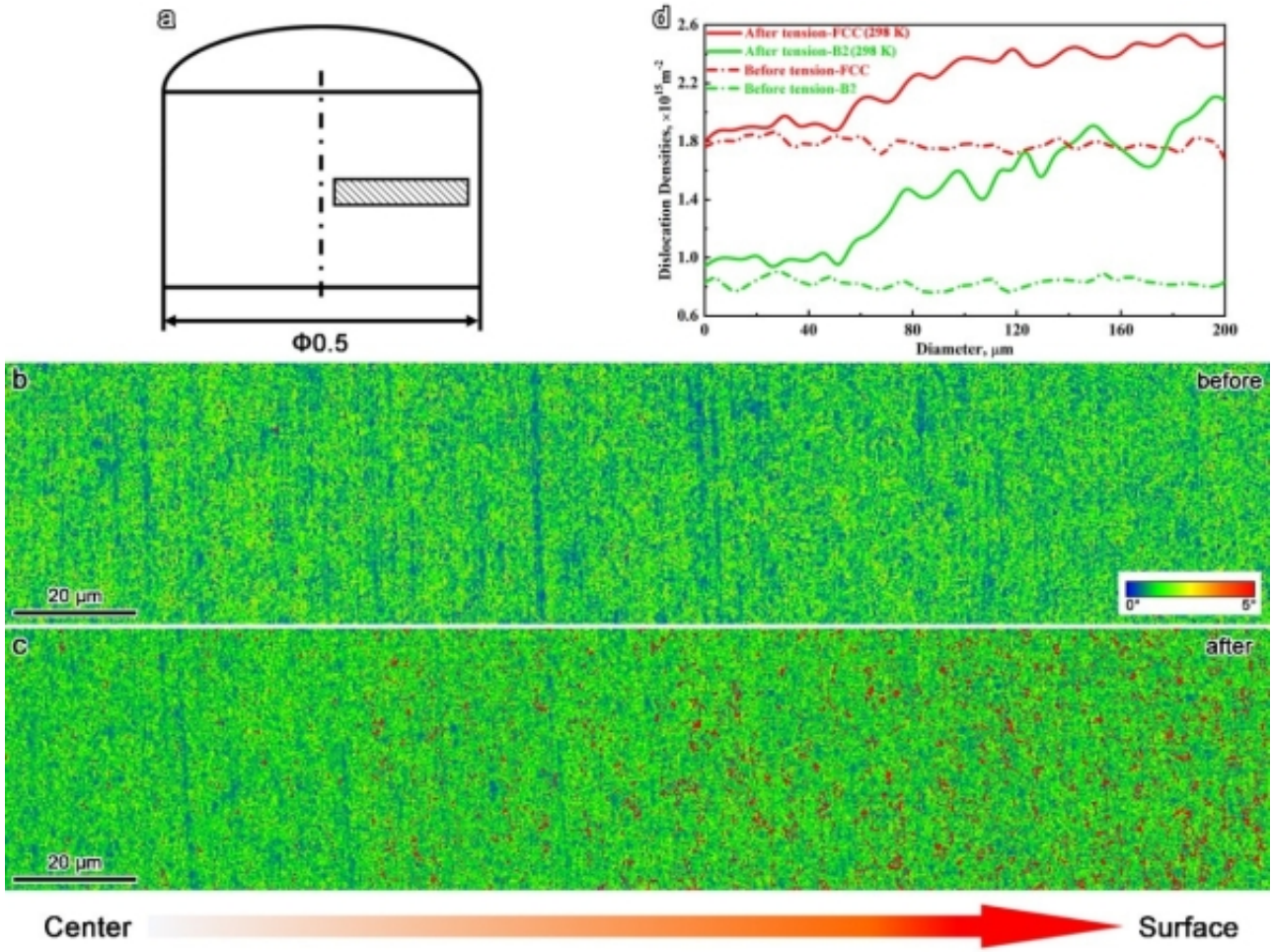


图3 共晶高熵合金丝材变形时产生明显的应变梯度

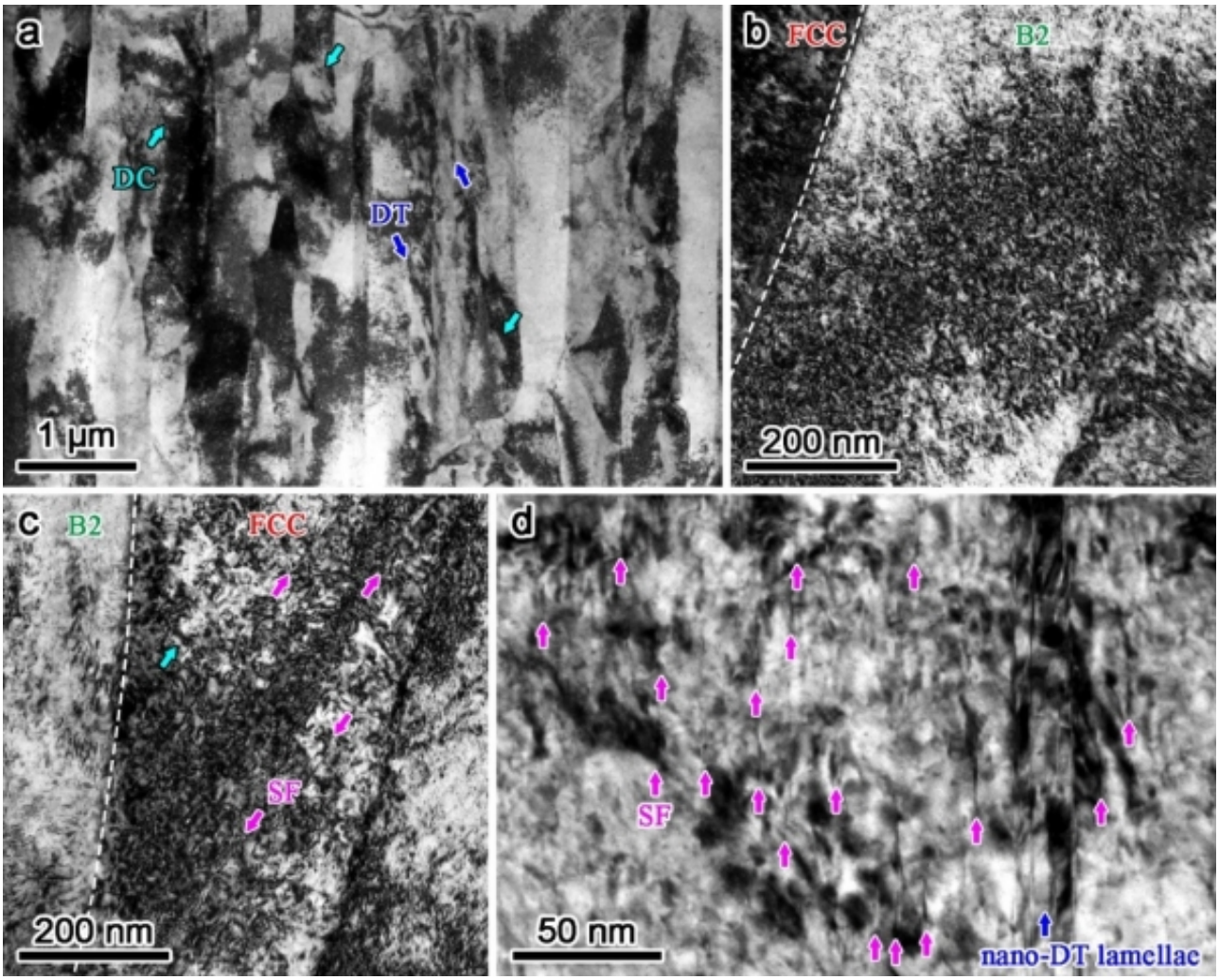


图4
室温下，共晶高熵合金丝材内B2相的变形以位错为主导，FCC相的变形以位错和层错共同主导

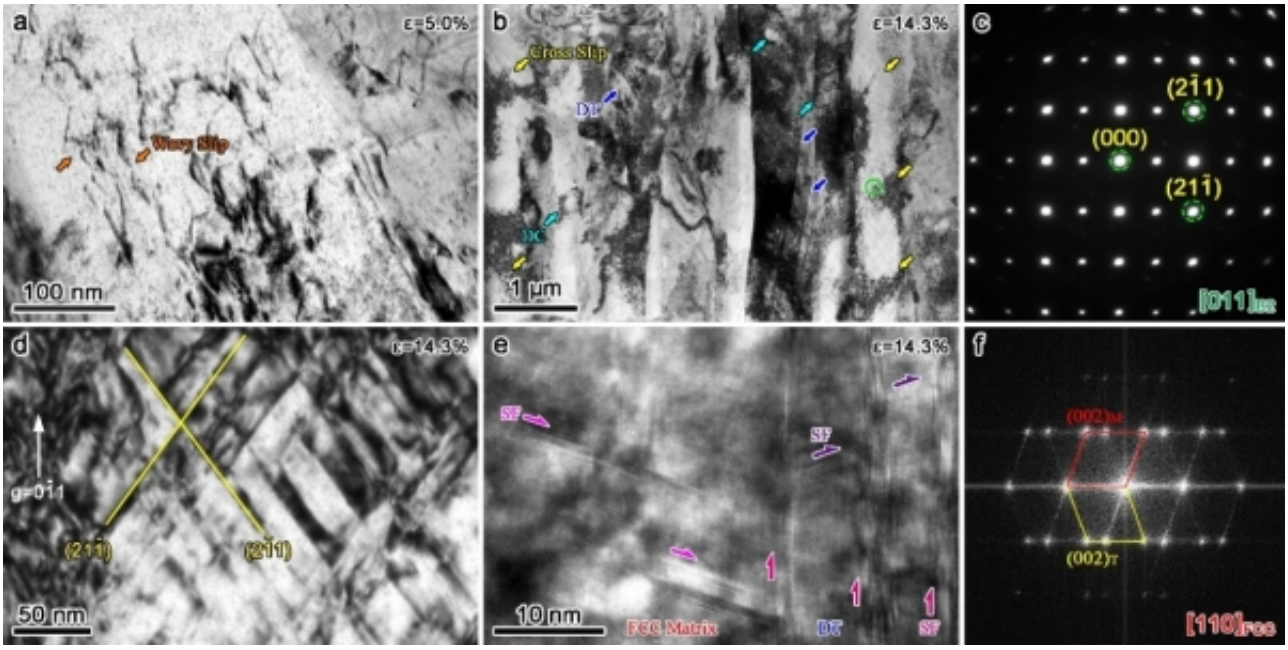


图5 低温下，共晶高熵合金丝材内B2相在变形过程中开启了大量交滑移网格，而FCC相则激活了细密的三维层错-孪晶网格

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