



## 我国学者在金属材料低温应变硬化研究方面取得进展

日期 2023-09-19 来源: 工程与材料科学部 作者: 陈克新 张龙 方方 【大中小】 【打印】 【关闭】

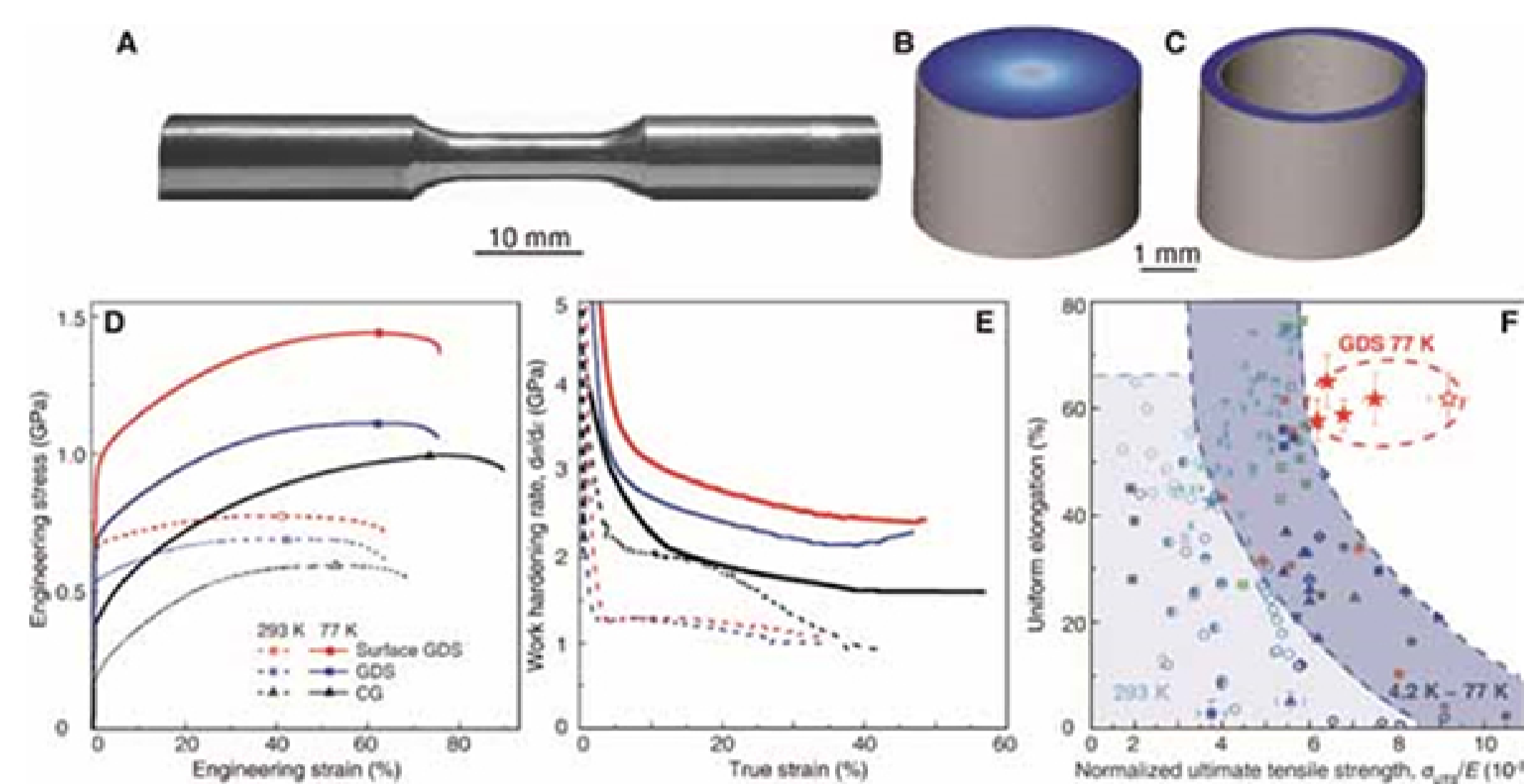


图1 梯度位错结构(GDS)合金及其典型低温力学行为

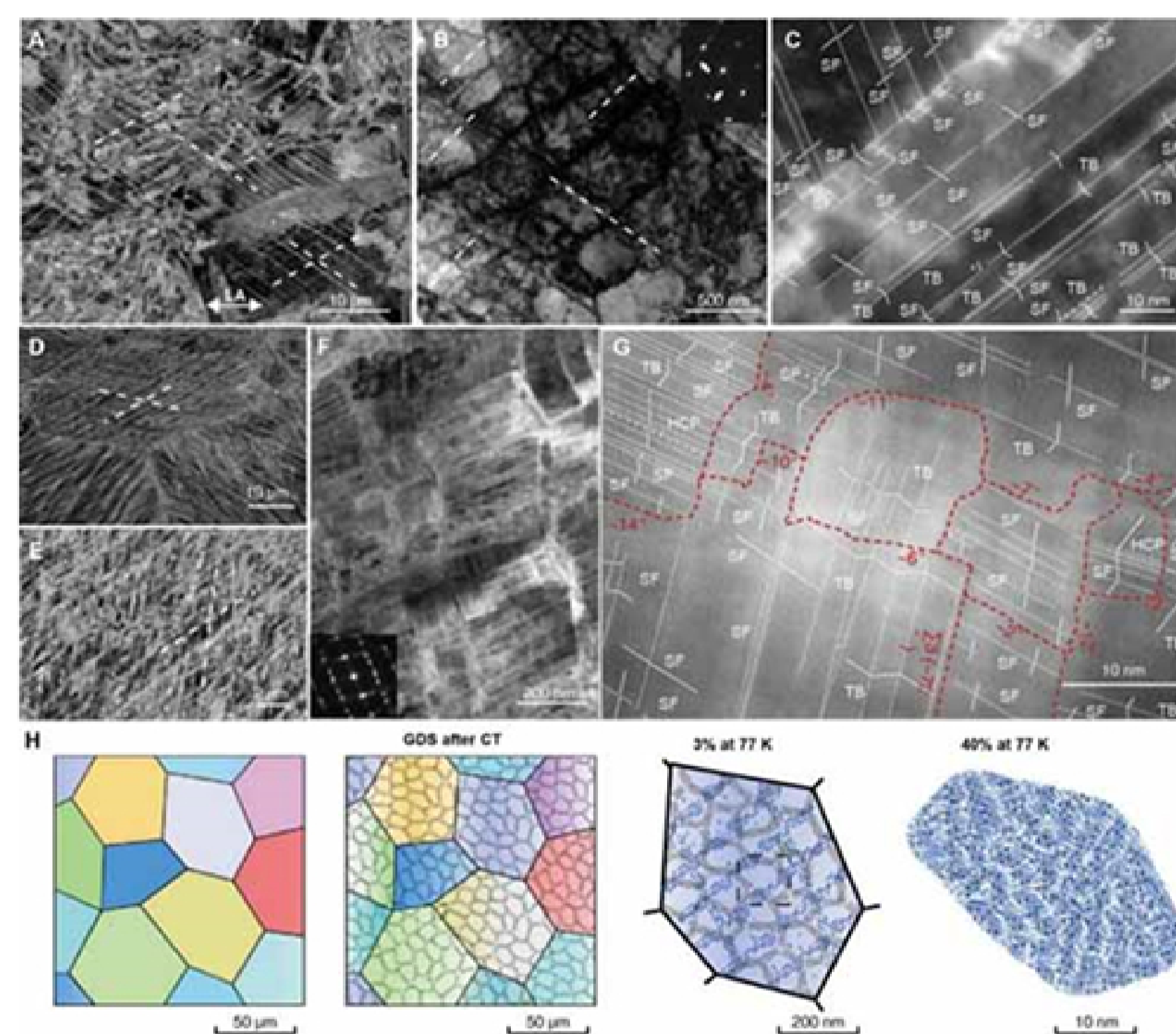


图2 梯度位错结构表层77 K拉伸结构演变特征

在国家自然科学基金项目(批准号: 51931010、92163202、52122104、52071321)资助下,中国科学院金属研究所卢磊研究员团队在金属材料低温应变硬化研究方面取得进展,研究成果以“梯度位错胞合金原子尺度层错主导的超高低温应变硬化(Atomic faulting induced exceptional cryogenic strain hardening in gradient cell-structured alloy)”为题,于2023年9月14日在《科学》(Science)期刊 First Release 在线发布(DOI: 10.1126/science.adj3974)。

长期以来,基于位错理论的晶体材料应变硬化被视为现代凝聚态物理和材料科学领域里最重要且棘手的科学问题之一。其重要性源于提高应变硬化可同时提高材料强度和塑性;而其棘手性在于应变硬化涉及宏量应变载体(位错)的增殖、交作用、湮灭、重排等极其复杂的动态演变过程,且存储位错的饱和密度依赖于微观结构。普遍认为粗晶中位错存储空间大而具有最强的应变硬化能力。诸多强化策略可有效提升材料强度,但不可避免会降低位错存储密度而显著降低其加工硬化,低温变形亦是如此。追踪溯源,应变硬化能力的降低是造成结构材料强度-塑性/韧性等性能倒置的根本原因。

具有空间梯度序构位错胞结构的合金在低温拉伸变形时不仅具有优异的强度和塑性,而且表现出超高的应变硬化能力,其应变硬化率甚至超过粗晶(图1),颠覆了粗晶结构具有最高加工硬化能力的固有认识。这种低温超高原应变硬化源于多滑移原子尺度层错束萌生主导的动态结构细化。细化形成的亚十纳米层错既能显著阻碍位错运动又能高效存储更高密度的位错(图2)。空间梯度序构、位错胞本征结构以及低温环境协同激发了超高密度二维平面层错主导的应变硬化完全不同于位错、孪生及相变等传统应变硬化机制。

这是卢磊研究员团队继发现梯度纳米孪晶金属的额外强化与加工硬化(Science, 2018)、梯度位错结构的高强塑性(Science, 2021)之后,又一次发现梯度序构位错结构可激活原子尺度多滑移层错实现晶体低温超高原应变硬化。该发现发展了晶体材料的应变硬化理论,为研发高性能金属材料及其极端环境应用提供了新机遇。

机构概况: 概况 职能 领导介绍 机构设置 规章制度 专家咨询 评审程序 资助格局 监督工作

政策法规: 国家科学技术相关法律 国家自然科学基金条例 国家自然科学基金规章制度 国家自然科学基金发展规划

项目指南: 项目指南

申请资助: 申请受理 项目检索与查询 下载中心 代码查询 常见问题解答 科学基金资助体系

共享传播: 年度报告 中国科学基金 大数据知识管理服务 优秀成果选编

国际合作: 通知公告 管理办法 协议介绍 进程简表

信息公开: 信息公开制度 信息公开管理办法 信息公开指南 信息公开工作年度报告 信息公开目录 依申请公开