研究者发现高熵合金非均匀晶格应变强化新机制

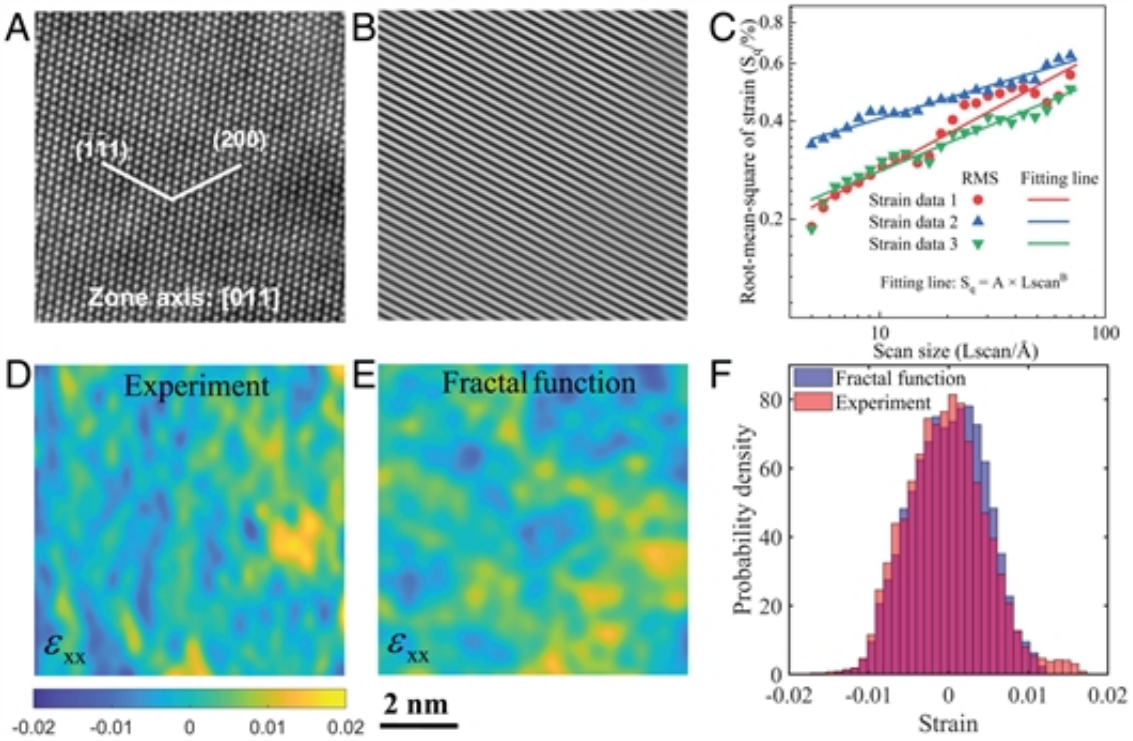
作者：writer 来源：爱科学

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/18864.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！

研究者发现高熵合金非均匀晶格应变强化新机制。记者6月17日从湖南大学获悉，该校机械与运载工程学院教授方棋洪课题组联合香港城市大学教授杨勇团队，发现了高熵合金非均匀晶格应变强化新机制，开发了能够调控复杂化学成分材料强韧性的计算模拟方法，为设计高性能高熵合金和高熵陶瓷等具有严重晶格畸变的材料提供了新策略。

6月13日，上述研究论文发表在美国《国家科学院院刊》（PNAS）上，湖南大学博士陈阳和香港城市大学博士后赫全峰为论文共同第一作者，论文通讯作者为方棋洪和杨勇。湖南大学姜潮教授团队、中南大学刘咏教授团队等亦参与了该研究工作。

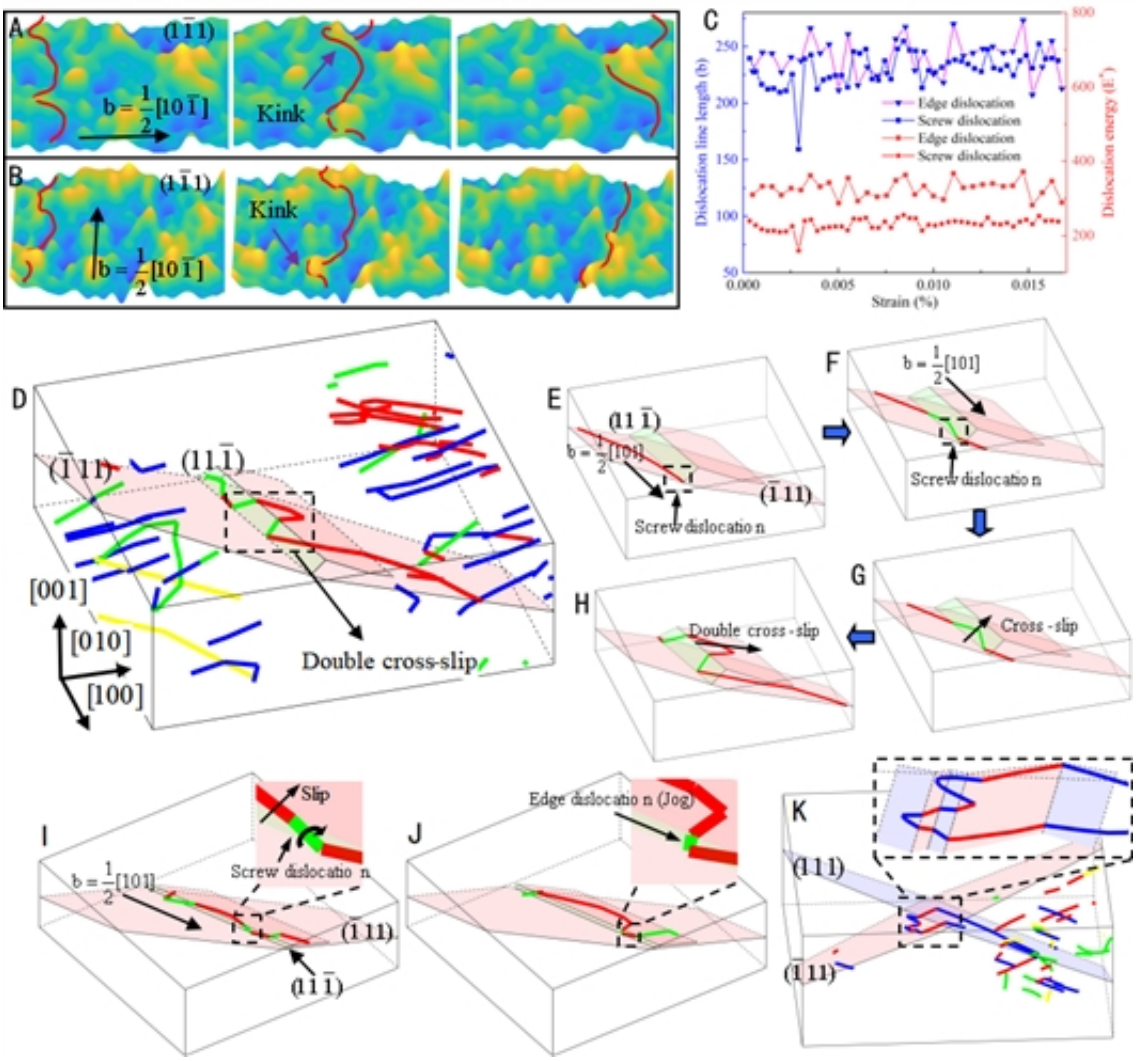


非均匀晶格应变场的实验表征和特征分析。受访者供图

与传统合金相比，高熵合金因具有严重的原子尺度晶格畸变，表现出高强韧、耐辐照、抗断裂和耐磨性等优异的力学性能，在航空航天、核电和化工等重要工业领域具有巨大应用潜力。然而，传统的Eshelby平均场方法难以捕捉非均匀晶格畸变，在介观尺度上尚未阐明高强度-延展性背后的物理机制，严重阻碍了高熵合金的设计开发及工业应用。

为此，研究团队采用球差校正扫描透射电子显微镜获得了FeCoCrNiMn高熵合金非均匀晶格应变场，结合微米柱压缩实验清楚地证明了非均匀应变场对力学性能的重大作用，发现了由应变幅值和离散度控制的新的非均匀晶格应变强化机制，有别于析出相强化、固溶强化等传统强化理论。调控材料内在的非均匀晶格应变为开发先进的严重晶格扭曲晶体材料开辟了新的途径。

研究人员进一步通过统计分析原子尺度晶格应变，阐明了高熵合金非均匀晶格应变的分形特性，利用随机场理论将非均匀晶格应变场嵌入连续介质模型中，开发了非均匀晶格应变依赖的三维离散位错动力学方法，发现了非均匀晶格应变导致多重扭折/割阶和多向多重交滑移的不寻常位错行为，为探明高熵合金高强韧的起源提供了新的视角。



非均匀晶格应变诱发的非寻常位错行为。 受访者供图

我们进行了大量实验模拟，以研究高熵合金中的非均匀晶格应变诱导的强化，特别是研究了单晶张力、微柱压缩等位错增殖以及存在异质晶格应变时的位错交叉滑移，揭示了高熵合金中强度-延展性协同效应的非均匀应变控制机制，这可以归因于从传统位错强化到非均匀晶格应变增强位错强化的转变。论文第一作者、湖南大学副教授李甲表示，从长远来看，这项研究不仅为高熵合金中的位错硬化机制提供了定量的见解，而且还为通过微调或粗调固有的非均匀晶格应变来发展高级严重畸变晶体固体打下基础。

该论文审稿人认为，该研究对理解高熵合金独特的位错行为和强化机制是极其重要的进展。

该研究得到了国家自然科学基金等的资助。（来源：中国科学报王昊昊）

相关论文信息：https://doi.org/10.1073/pnas.2200607119

作者：方棋洪等 来源：《国家科学院院刊》

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