

---

# 梯度纳米孪晶金属中的额外强化与加工硬化研究取得突破

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/2752.html>

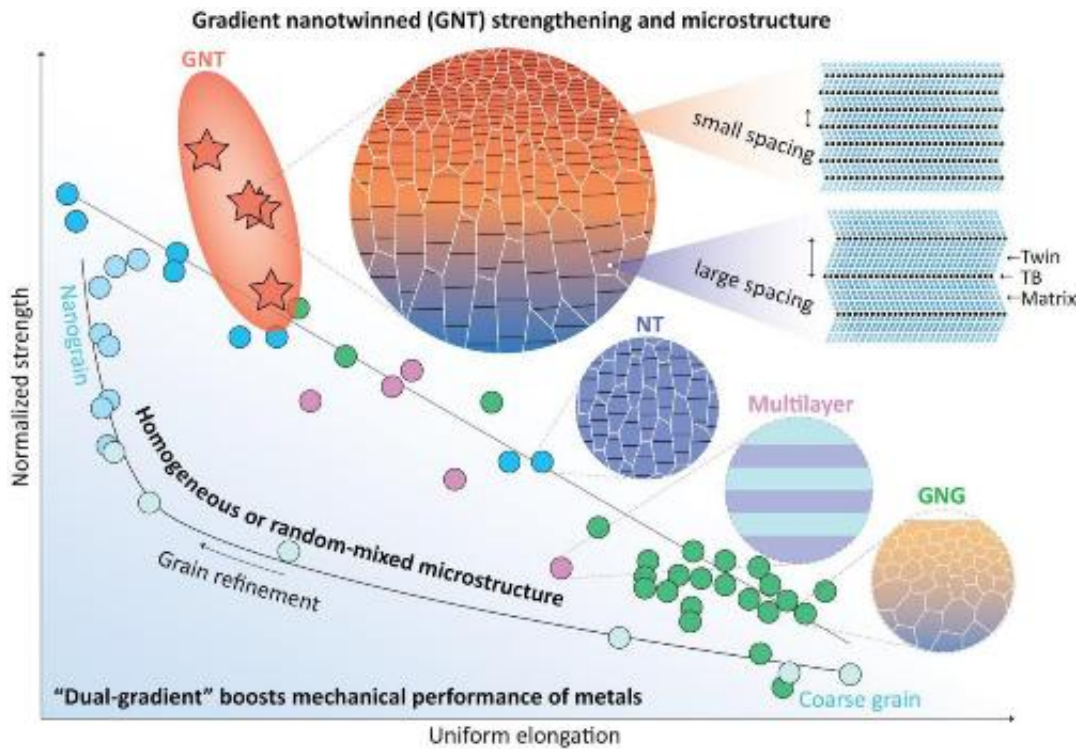
*本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！*

梯度纳米孪晶金属中的额外强化与加工硬化研究取得突破。突破自然界中梯度结构无处不在。近来，微观结构梯度的概念被越来越多地应用于工程材料中。鉴于其独特的变形机制，梯度结构材料普遍表现出较好的强度、硬度、加工硬化及抗疲劳性能等。但如何理解结构梯度对力学性能的影响规律长期以来面临巨大挑战。其原因之一是现有技术很难制备出结构梯度精确可控的块体材料，如表面加工或机械处理技术所获样品梯度层体积分数及结构梯度均有限，从而严重限制了人们对梯度结构金属内在梯度与力学性能相关性以及其本征变形机制的理解。

最近，中国科学院金属研究所研究员卢磊课题组和美国布朗大学教授高华健研究组合作在这一领域取得突破。他们发现增加结构梯度可实现梯度纳米孪晶结构材料强度—加工硬化的协同提高，甚至可超过梯度微观结构中最强的部分。梯度纳米孪晶强化的概念结合了多尺度结构梯度，进一步提高了材料的强度极限，并为发展新一代高强度/延性金属材料提供了新思路。

研究人员利用直流电解沉积技术，通过调节电解液温度，实现孪晶片层厚度和晶粒尺寸沿样品厚度的梯度变化，获得结构梯度定量可控的纳米孪晶铜材料。随结构梯度增加，梯度纳米孪晶铜强度和加工硬化率同步提高；结构梯度足够大时，梯度材料的强度甚至超过了梯度微观结构中最强的部分。这种独特的强化行为在其它均匀、非均匀微观结构中均未观察到。微观结构分析与分子动力学计算模拟结合发现，梯度纳米孪晶铜额外的强化和加工硬化归因于梯度结构约束而产生的大量几何必需位错富集束。这些位错富集束在变形初期形成，沿着梯度方向均匀分布在晶粒内部。这种均匀分布的位错束结构与均匀结构材料中随机分布的统计储存位错结构截然不同。具有超高位错密度的位错富集束变形过程中通过阻碍位错运动、有效抑制晶界应变局域化从而提高梯度纳米孪晶结构的强度和加工硬化。

该研究获得国家自然科学基金委国际合作重点项目、科技部国家重点基础研究发展计划、中科院前沿科学重点研究项目等的资助。该成果于11月2日在线发表在《科学》(Science)周刊上。



图：梯度纳米孪晶结构引起金属材料的额外强化和塑性。梯度纳米孪晶结构(GNT)具有孪晶片层厚度和晶粒尺寸的空间梯度结构。该材料表现出了良好的强-塑性协同，其屈服强度甚至超过了梯度微观结构中最强的部分。梯度纳米孪晶结构综合拉伸性能优于依靠非均匀结构变形机制强化的梯度纳米晶结构(GNG)和层状结构(multilayer)以及均匀纳米孪晶(NT)等结构。

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](http://www.iikx.com)转发