

# 重磅！东北大学Science发文！超高强钢领域实现新突破！

东北大学 2023-01-13 08:30 Posted on 辽宁

【东大Science发文】

## Ductile 2-GPa steels with hierarchical substructure

2023年1月13日，东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室王国栋院士/袁国教授研究团队在国际顶级期刊*Science*上以“Ductile 2-GPa steels with hierarchical substructure”为题，发表了在超高强钢铁材料增塑机制及组织创新设计方面的最新研究成果。

Science

Current Issue First release papers Archive About

Submit manuscript

HOME > SCIENCE > VOL. 379, NO. 6628 > DUCTILE 2-GPA STEELS WITH HIERARCHICAL SUBSTRUCTURE

RESEARCH ARTICLE METALLURGY



## Ductile 2-GPa steels with hierarchical substructure

YUNJIE LI, GUO YUAN, LINLIN LI, JIAN KANG, FENGKAI YAN, PENGJU DU, DIERK RAABE, AND GUODONG WANG [Authors Info & Affiliations](#)

SCIENCE · 12 Jan 2023 · Vol 379, Issue 6628 · pp. 168-173 · DOI:10.1126/science.add7857

同时提升强度和塑性，是钢铁材料领域长期以来存在的重大理论难题，也是从基础研究到技术创新和应用实践的瓶颈。尤其当强度达到2000 MPa级别时，塑性出现断崖式下降，均匀延伸率普遍低于10%，其根本原因在于传统马氏体的初始高密度位错难以继续增殖，且无序排列的几何取向结构微观塑性变形极不均匀，容易产生局部应力/应变集中。因

此，探索新的增塑机制，以节约型合金设计和简单高效的制备工艺，获得低成本高塑性的2000 MPa超高强钢仍然是巨大挑战。

面对上述挑战，研究团队创新提出“马氏体拓扑学结构设计+亚稳相调控”协同增塑新机制，成功制备出系列低成本C-Mn系新型超高强钢，打破了超高强钢对复杂制备工艺和昂贵合金成分的依赖，也突破了现有2000 MPa级马氏体高强钢抗拉强度—均匀延伸率的性能边界。同时，提出简单高效的制备工艺路线，构筑出一种全新的拓扑学双重有序排列的马氏体和多尺度亚稳奥氏体的纳米级多层次组织结构。该组织结构通过在变形过程中诱发板条界面（in-lath-plane slip）位错滑移、界面塑性和相变诱发塑性（TRIP）等多种增强增塑机制，促使材料具有持续较高的加工硬化能力，大幅度提升其强度和塑性，实现了1600~1900 MPa屈服强度，2000~2400 MPa抗拉强度和18%~25%均匀延伸率的极致性能。

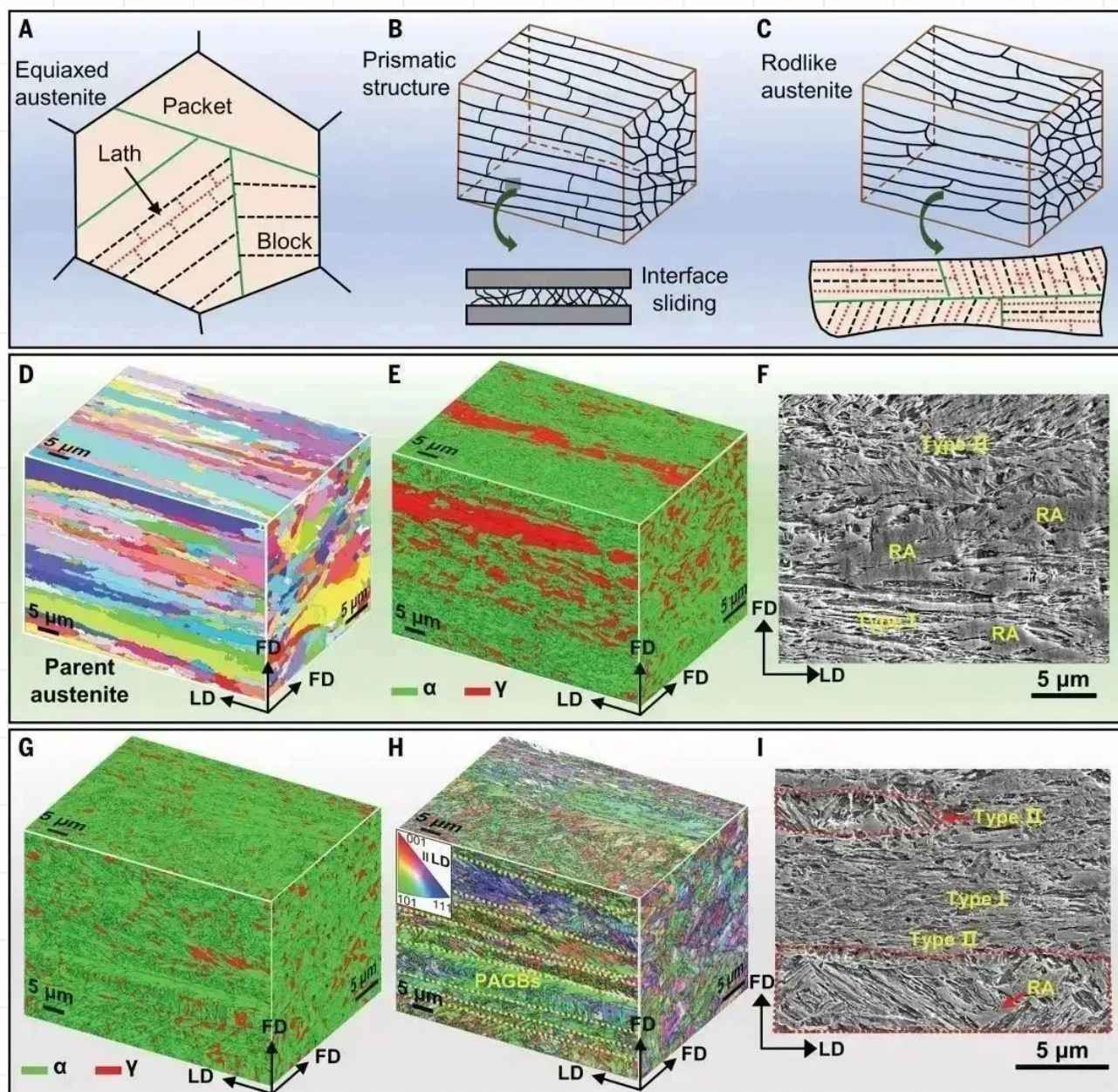




图1 新型超高强钢的组织结构设计

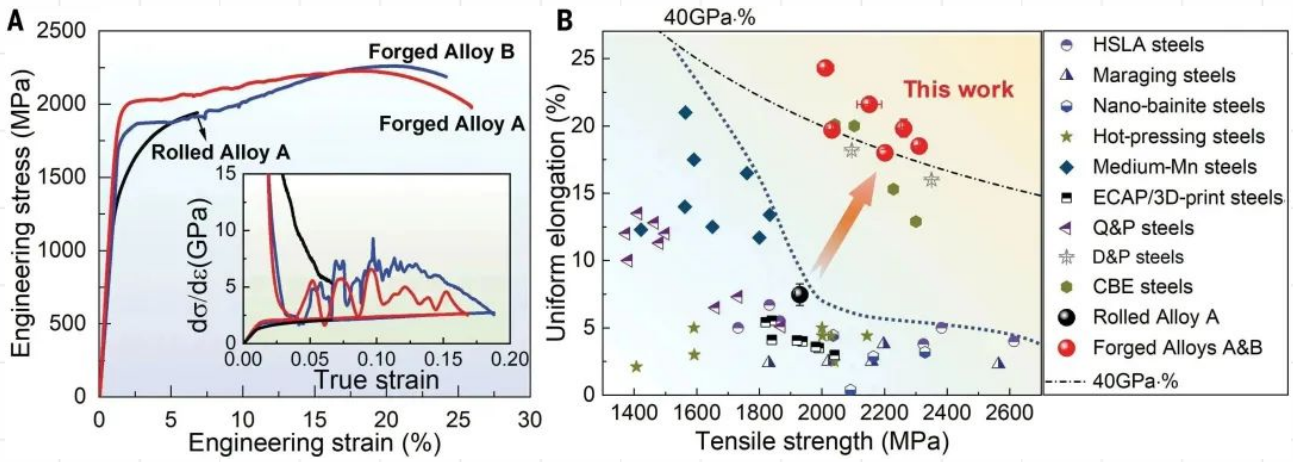


图2 新型超高强钢与其他超高强钢的拉伸性能对比

突破金属材料性能极限是近年来材料领域研究的热点与难点，**该研究提出了马氏体/奥氏体多层次结构设计新理念**，充分挖掘材料潜力，加深了对马氏体结构调控以及变形机理的理解和认识，**对推动低成本、大尺寸超高强塑性钢铁材料的制备和应用具有重大现实意义**。**该研究不仅对于钢铁材料，也为其他超高强塑性金属材料的开发制备提供了新的研究思路。**

该论文作者为李云杰、袁国、李琳琳、康健、阎丰凯、杜鹏举、Dierk Raabe、王国栋。第一作者李云杰为东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室博士后，轧制技术及连轧自动化国家重点实验室袁国教授、李琳琳教授，德国马普钢铁研究所Dierk Raabe教授为论文的共同通讯作者。东北大学为第一完成单位，中国科学院金属研究所、中信泰富特钢兴澄特钢研究院及德国马普钢铁研究所为合作参与单位。该研究工作得到了国家自然科学基金、中央高校基本业务费及中国博士后科学基金等项目资助。

东北大学轧制技术及连轧自动化国家重点实验室长期开展先进钢铁材料及其加工工艺技术的研究工作，注重高水平科研平台建设，聚焦本领域科技前沿，推进国际化合作与交流，强化高水平人才培养，同时注重应用需求牵引，持续深化基础研究工作。近年来，相继在高质高端钢铁材料、绿色加工工艺、数字化钢铁技术等基础理论研究与关键技术创新方面不断取得新突破。

**全文链接：** <https://www.science.org/doi/10.1126/science.add7857>