

---

# 金属所等在非晶内生复合材料研究中取得进展

作者：writer 来源：中国科学院

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/10572.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！**

非晶内生  $\beta$ -Ti 复合材料具有较大的临界形成尺寸、优异的力学性能和释能特性，应用前景广阔。针对应用目标实现组织结构与力学性能的有效调控，是相关研究的难点。

近日，中国科学院金属研究所副研究员张龙、研究员张海峰等合作研究发现，当非晶内生复合材料中  $\beta$ -Ti 相具有临界的亚稳定性时（即在拉伸载荷作用下内生  $\beta$  相既不能保持稳定也不会转变为  $\alpha$  或 " 马氏体相），则非晶内生复合材料的应力-应变曲线上会出现明显的锯齿流变行为。这与之前报道的非晶内生复合材料的拉伸力学行为明显不同，而是类似于单相非晶合金在压缩载荷作用下的锯齿流变行为，且该非晶内生复合材料在拉伸中的锯齿大小累积分布也服从类似的幂律分布规律。该非晶内生复合材料呈现剪切破坏模式，拉伸破坏后的微观组织中变形带同时贯穿了  $\beta$ -Ti 枝晶和局域非晶基体。 $\beta$ -Ti 枝晶中的变形带主要由  $\beta$ -Ti 相组成，厚度约为 10nm，表明亚稳  $\beta$  相在变形过程中转变为了  $\alpha$  相。非晶内生复合材料的锯齿行为起源于这种新的塑性变形机制：非晶基体中剪切带与亚稳  $\beta$ -Ti 枝晶中  $\beta$ -Ti 带的协同剪切机制。剪切带与  $\beta$ -Ti 带的协同剪切可以在单个枝晶的局域范围（数十微米）内引发剪切失稳，但协同剪切变形带会被周围不同晶体取向的  $\beta$ -Ti 枝晶所抑制。剪切带/ $\beta$ -Ti 带的协同剪切不断被激发和抑制导致了非晶内生复合材料出现了拉伸锯齿行为。带的产生与协同剪切过程的高应变速率（可高达  $\sim 10^3$   $s^{-1}$ ）有关，高应变速率激发  $1/2\langle 111 \rangle$

全位错，由于

相的自由能相对于亚稳  $\beta$  相更低

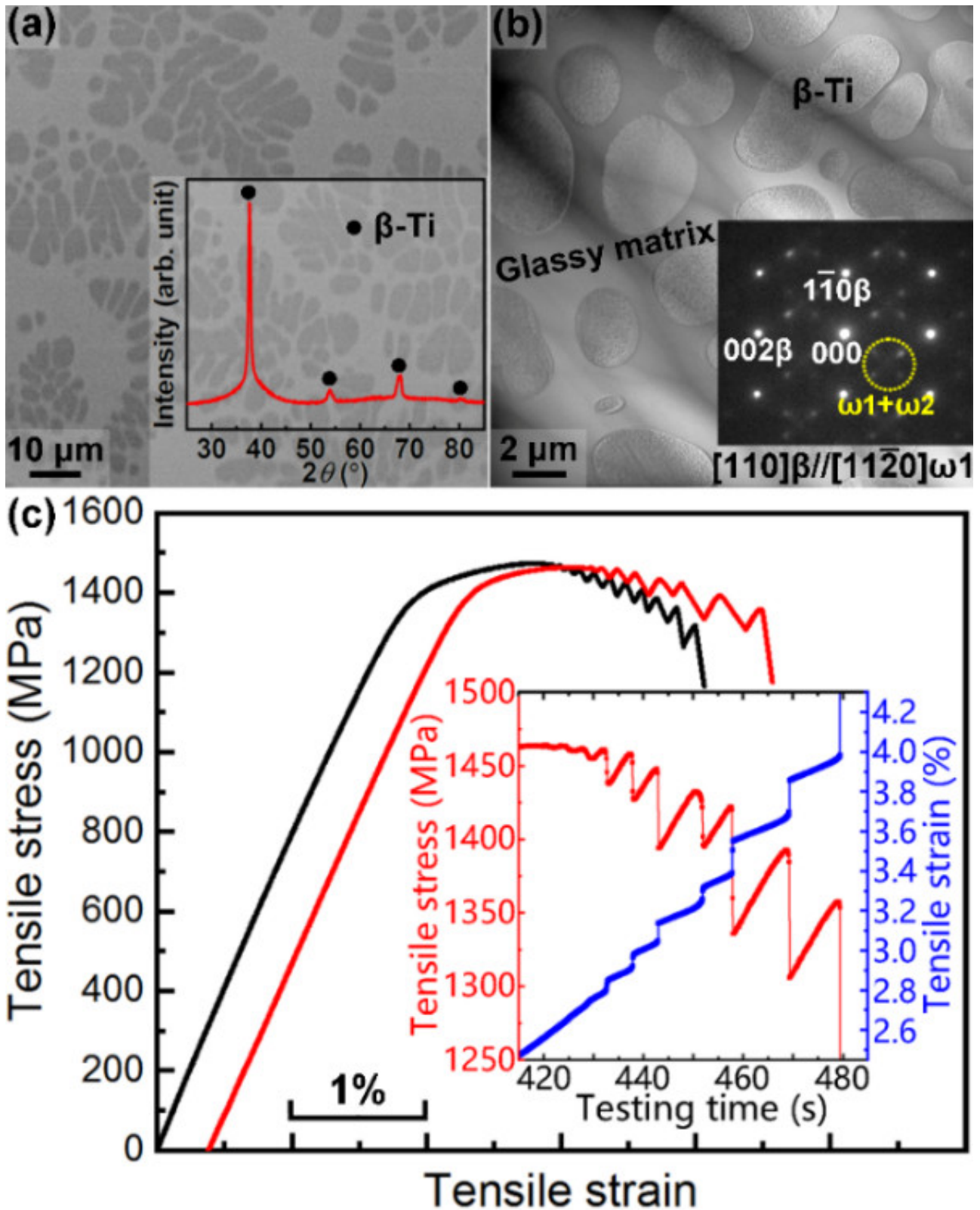
，全位错分解为两个  $1/12\langle 111 \rangle$  和一个  $1/3\langle 111 \rangle$

不全位错，实现  $\beta$  相到  $\alpha$  相转变。这种协同剪切机制与内生  $\beta$  相的亚稳定性密切相关。剪切带与  $\beta$ -Ti 带协同剪切机制的发现丰富了对非晶复合材料变形机制的认识，为开发兼具拉伸塑性和剪切破坏方式的高释能非晶内生复合材料提供了理论基础。

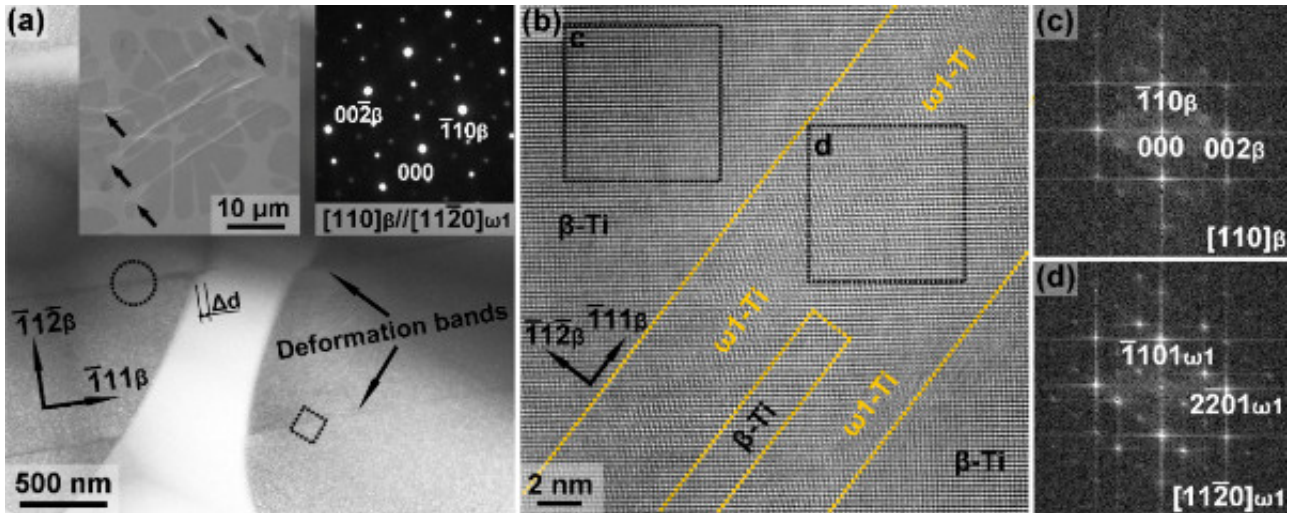
相关成果以“非晶内生亚稳  $\beta$ -Ti 复合材料中的协同剪切”（Cooperative Shear in Bulk Metallic Glass Composites Containing Metastable  $\beta$ -Ti Dendrites）为题，发表在 Physical Review Letters

上。研究工作得到科技部重点研发计划项目、国家自然科学基金项目、“兴辽英才计划”等支持。

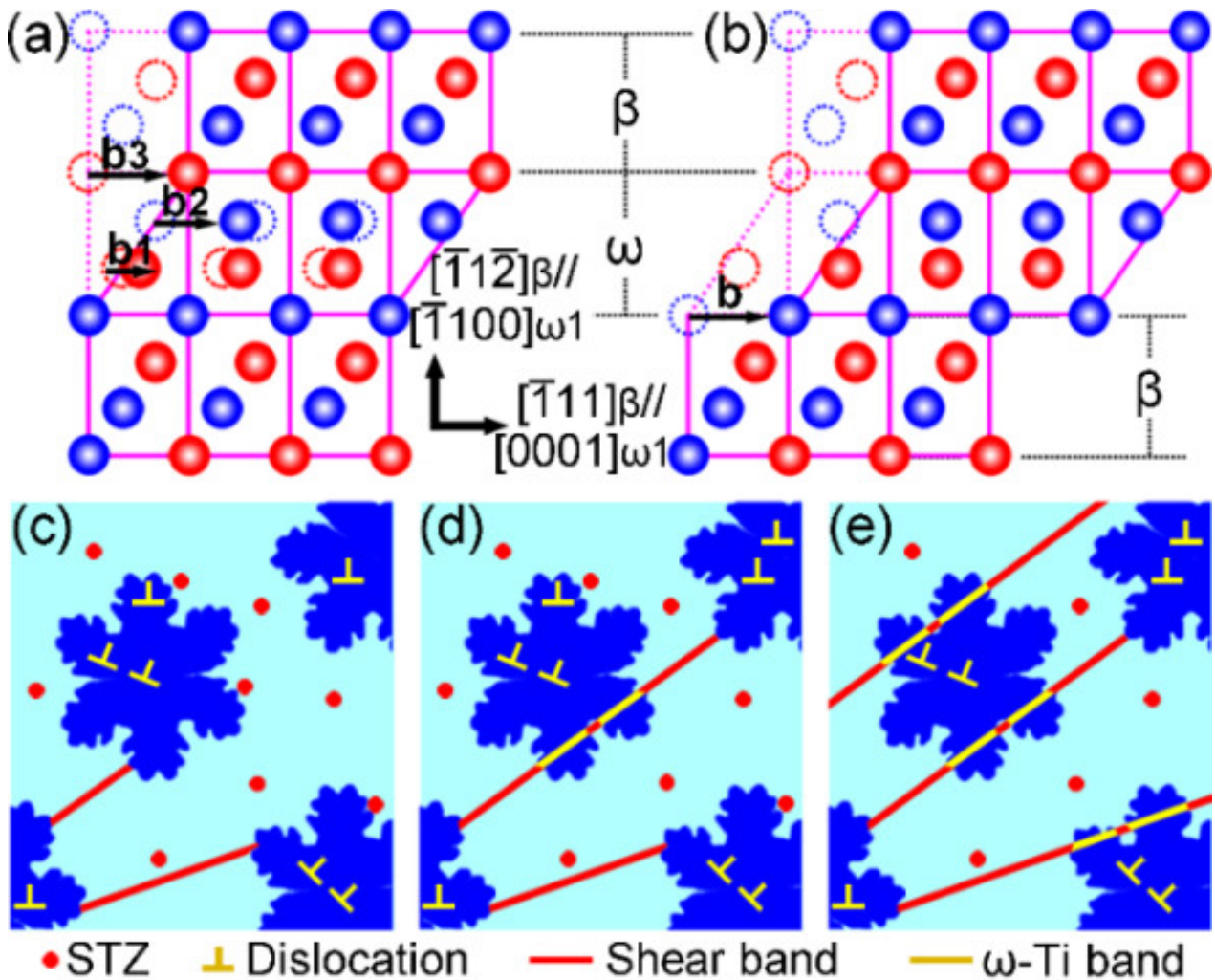
[论文链接](#)



非晶内生亚稳  $\beta\text{-Ti}$ 复合材料的微观组织和拉伸应力-应变曲线



拉伸破坏后样品的微观组织，可见协同剪切的变形带贯穿枝晶与非晶基体



到 的相转变以及非晶内生复合材料中剪切带与  $\omega$ -Ti带的协同剪切机制

研究团队单位：金属研究所

---

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](http://www.iikx.com)转发