

论坛二十五：特种冶金材料论坛

分论坛主席：储双杰 孙宝德

25-01

高性能 Ti 系高熵金属间化合物的超常制备和组织性能变化规律研究

闫娜，聂佳颖，魏炳波

西北工业大学物理科学与技术学院

高温结构型金属间化合物在航空航天、国防等领域具有重要的应用前景，Ti 基金属间化合物不仅具有低密度、高温强度、耐腐蚀和优异的抗疲劳等性能优点，可以有效降低系统载荷，提高能源使用效率，还能提高服役环境的温度极限，成为材料学家关注的重要高温结构材料。

Ti₂AlNb 基金属间化合物作为一种综合性能优异的金属材料，是高温合金领域关注的重要研究方向。我们采用机器学习和高通量实验方法优化设计了一种由 O-Ti₂AlNb 单相金属间化合物组成的钛基合金，其屈服强度高达~1000MPa，抗拉强度约为 800MPa，延伸率可达 6%。根据断口形貌研究发现，随着应变速率的增加，该金属间化合物的断裂机理由脆性断裂向韧性断裂转变。

在自由落体条件下，随着液滴直径的减小合金的相组成发生了由 O+ α (Ti)向 O+ α (Ti)+B2 的转变。在大粒径的液滴（如图 8a，D=900 μ m）中，凝固组织以细长的针状 α (Ti)在 O 相基体中的均匀分布为主要特征，当液滴直径减小至 700 μ m，凝固组织由枝晶状 α (Ti)和 O+B2 共生生长的复相基体组成，随着液滴直径的进一步减小，凝固组织发生显著细化。当液滴直径小于 500 μ m 时，在液滴表面发现了一个较薄的 α (Ti)相壳层，这是由于在凝固过程中，表面区域的冷速较高，温度相对较低，有利于高温 α (Ti)相的优先形核。在深过冷和高冷速耦合的超常凝固条件下，合金粒子的显微硬度显著提升。落管中实现的无容器和微重力等空间环境为先进金属材料的超常制备提供了一种新思路。