

论坛六：钛合金材料产业论坛**分论坛主席：赵永庆 王俭 刘向宏 戴毅 辛杜伟****06-01****仿空间环境中钛合金热物理性质与快速凝固规律研究**

耿德路, 段敬祥, 刘江, 魏炳波

西北工业大学物理科学与技术学院, 西安, 710072

以微重力、无容器、高真空和强辐射为特征的空间环境提供了一种特殊的开展材料科学研究的超常条件。上世纪中期以来, 空间材料科学伴随着空间技术的进步而发展成为一个新兴交叉学科领域。除了在空间站、航天飞机、宇宙飞船等航天飞行器中进行真实的空间材料科学实验外, 基于各种空间环境地面模拟技术开展实验研究也是一条重要的技术路线。本文采用静电悬浮和电磁悬浮无容器处理技术, 实现了 TC4、TC4S、TC4-Y 等钛合金熔体的深过冷, 测定了其液态和固态时的热物理性质, 并分析了合金快速凝固动力学和组织形成规律, 为新型钛合金研究提供基础数据。

关键词: 静电悬浮, 电磁悬浮, 热物理性质, 快速凝固, 钛合金**06-02****空间模拟条件下钛合金的液态性质与超常凝固**

阮莹, 肖瑞麟, 李浩然, 孙崇昊, 魏炳波

西北工业大学物理科学与技术学院

钛合金因其低密度、高强度、耐腐蚀、无磁性、高透声系数等特点, 被广泛应用于航空航天等领域, 研究其液态性质与凝固过程对于钛合金的应用具有重要意义。本文利用静电悬浮无容器技术并结合分子模拟和机器学习方法对多元 Ti-Ni-Al 基合金的亚稳液态性质、超常凝固及应用性能进行了研究。液态钛合金的密度和表面张力呈线性增加, 粘度和扩散系数随温度降低呈指数变化, 实验测定的热物性与计算模拟预测数据吻合较好。随着温度降低, 液态钛合金中产生大量的二十面体结构, 低配位团簇向高配位团簇转变。这种团聚行为降低了液态钛合金的势能并增强了局域结构的稳定性, 从而作用于合金的热物理性质和晶体生长速度。发现超常凝固条件下纳米畸变相、纳米溶质团簇以及纳米析出相的生成使得钛合金力学性能显著提高。另外, 采用电磁悬浮和多重无容器处理技术实现了三元 Ti-Al-Mo 和 Ti-Co-Al 合金的超常凝固, 亚稳相形成和溶质截留效应有效提升了钛合金的耐腐蚀性能与力学性能。

关键词: 钛合金, 液态性质, 超常凝固, 晶体生长, 应用性能**06-03****基于激光表面改性的钛合金抗微动磨损防护技术**

花珂

西北工业大学 凝固技术国家重点实验室 先进润滑与密封材料研究中心, 西安, 710072

钛合金在现代航空工业制造中被普遍应用。然而, 在服役环境下航空紧固配合件、叶片榫头等部分钛合金材料极易发生微动磨损, 导致一些关键零部件失效, 经微动作用后零部件的疲劳极限显著降低, 严重制约着合金的额可靠性和寿命。因此, 提高钛合金的抗微动损伤性能是钛合金亟待解决的关键问题之一。本报告基于激光熔覆表面改性技术, 设计并制备了 2-3 种长寿命耐高温抗烧结的抗微动磨损的涂层, 并阐明其微动磨损行为和防护作用机制,

可为提高钛合金的抗微动磨损性能提供理论基础和技术支撑,助力我国航空飞行器的高可靠性研发和服役。

06-04**高强韧多尺度晶粒尺寸分布商业纯钛的制备和强韧化机理**

顾雷, 陈翔, 赵永好*

南京理工大学材料学院纳米中心

商业纯钛低的强度限制了其大规模应用,通过剧烈塑性变形技术细化晶粒来强化商业纯钛需要优化处理工艺。本研究工作运用等径角挤压技术和退火技术制备了多尺度晶粒尺寸分布商业纯钛,其屈服强度为 800MPa,断裂延伸率为 28.5%,而对应的粗晶商业纯钛的屈服强度为 550MPa,断裂延伸率为 26.5%。微观结构研究表明多尺度晶粒尺寸分布激活了纯钛的<c+a>和<c>位错,从而提高了其应变硬化能力和延性,上述结果发表于 *Acta Materialia* 252 (2023) 118949。

关键词: 超细晶钛; 强度; 变形机理; 韧性