

INTERNATIONAL FORUM ON ADVANCED MATERIALS

钛合金的前沿与热点

——高性能钛合金材料及技术论坛侧记

文/西北有色金属研究院 曾立英 南京工业大学 李佳佳

2017年11月12日，“2017新材料国际发展趋势高层论坛——高性能钛合金材料及技术论坛”在西安雅致东方酒店成功召开。12位国内外知名专家围绕钛及钛合金的关键制备及应用技术呈现了一系列精彩的专题报告，展开了学术氛围浓厚的热烈讨论。报告内容涉及钛铝合金及其单晶的研究进展、表面强化对钛合金疲劳与多尺度断裂行为的影响、Non-Conventional Transformation Pathways and Design of Novel Ti-Alloy Microstructures、船用钛合金的成型及焊接技术研究、高强度低模量多功能医用钛合金研究进展、钛合金复杂构件局部加载精确塑性成形研究进展、钛合金材料动态响应行为及设计方法、钛合金变形与损伤机制的多尺度研究、超高强钛合金研制进展、 Ti_2AlNb 基合金薄壁构件热态气压成形研究进展、基于抗高周疲劳的钛合金冶金学调控、钛粉末及粉末冶金制备技术的开发进展等。西北有色金属研究院赵永庆教授、西部超导材料科技股份有限公司刘向宏副总、北京理工大学程兴旺教授、南京工业大学常辉教授主持本次论坛，周廉院士听取了报告并做重要讲话。

周廉院士点评：

过去钛合金发展主要是跟着飞机应用需求走，现在应弄清楚海洋用钛合金要遵循什么判据？民用钛合金、医用钛合金的需求是什么？可否做600℃、650℃、700℃、750℃，甚至更高温度的钛合金？

本届钛合金分论坛是希望借助计算机、自动化、定制来解决钛工业的一些问题，寻求最佳的工艺流程及工艺参数，从而指导企业的生产。同时研究钛产业发展对策、制定发展计划。周院士勉励年轻人要持续追踪钛合金研究，这样才能把中国的钛合金研究发展起来。

● **南京工业大学常辉教授** 研究人员最核心的任务是要把钛合金的组织-工艺-性能的准确关系描述出来，这对企业是最好的指导，可以解决工厂产品一致性、稳定性和可靠性的问题。基础研究需有人牵头、有好的idea，并需要大量人默默无闻地做很长时间的工作。

● **西安交通大学孙巧艳教授** 加大基础研究力度，从成分设计着手，多家联合，做出一些好的结果，如制备出强韧性匹配良好的钛合金。

● **哈尔滨工业大学刘钢教授** 以产品为对象，共同申报项目，做出一些关键技术上的重大突破。



南京理工大学陈光教授 $TiAl$ 是唯一能够在600℃以上氧化环境使用的轻合金。报告提出了界面能各向异性调控晶体取向的新理论，突破了 β 相凝固 $TiAl$ 合金片层取向无法控制的定论，采用非籽晶法实现了PST单晶片层取向的有效控制。

华东理工大学涂善东教授、张显程教授 采用飞秒激光方法预置缺陷，通过超声滚压(USR)细化TC4钛合金表层晶粒，并表征细化后的晶粒尺寸，残余应力及硬度变化等微观特征；同时研究超声滚压产生的梯度结构对多尺度裂纹扩展行为的影响。

西安交通大学王云志教授 采用MGI/ICME方法设计新型钛合金及显微组织。通过计算模拟后采用各种非传统转变途径设计出具有超细化 $\alpha+\beta$ 组织的亚稳 β 钛合金，且可通过预测控制 α 相析出尺寸。

中船重工第七二五研究所李士凯教授 采用搅拌摩擦焊焊接700 MPa级钛合金，最大焊接厚度14 mm，单条焊缝6 mm；焊接变形量为熔化焊的1/2；实现钛-铝、钛-钢异种金属连接，焊接接头性能与母材相当。研发出TA31、TC4ELI(φ 2100 mm)大型构件锻造技术、相变/细晶超塑性成型出直径300~750 mm，截面尺寸8~40mm的制品；材料利用率达81%，成型精度1 mm。

中国科学院金属研究所郝玉林研究员 设计出具有良好生物力学相容性的Ti-24Nb-4Zr-8Sn (Ti2448)合金。合金呈非线性弹性变形行为，弹性模量45 GPa左右，是与骨骼弹性匹配最好的钛合金，其强度可达900 MPa。2013年5月，药监局对脊柱内固定产品进行了注册评审。



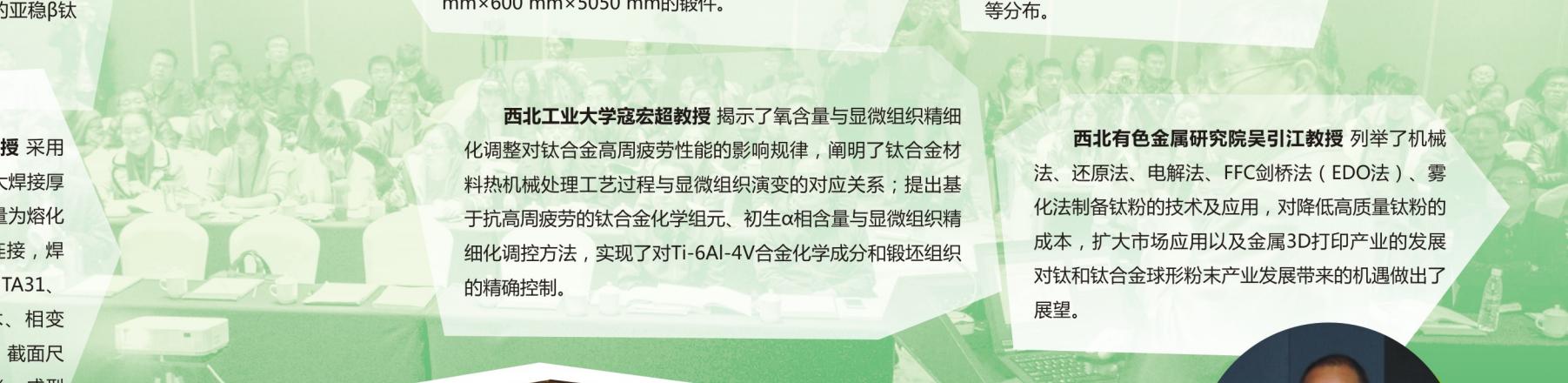
西北工业大学詹梅教授 针对薄壁钛筒、高强钛管、高筋薄腹钛合金复杂大件局部加载成形，在全过程宏细微多尺度耦合建模分析、形性协同调控和耦合不均匀变形影响的回弹预测方面取得进展。



北京理工大学程兴旺教授 团队采用变宽脉冲恒速加载动态剪切实验技术，研究等轴型组织（包括等轴组织、双态组织）、网篮型组织（网篮组织）绝热剪切带微结构演化过程。首次实现了钛合金晶粒取向分布的三维空间表征。



哈尔滨工业大学刘刚教授 揭示了 Ti_2AlNb 合金高温应力应变关系和组织演变关系，基于统一粘塑性本构方程开发了材料模型，对 Ti_2AlNb 杯形件进行有限元分析，预测损伤分布及晶粒尺寸等分布。



西北工业大学寇宏超教授 揭示了氧含量与显微组织精细化调整对钛合金高周疲劳性能的影响规律，阐明了钛合金材料热机械处理工艺过程与显微组织演变的对应关系；提出基于抗高周疲劳的钛合金化学组元、初生 α 相含量与显微组织精细化调控方法，实现了对Ti-6Al-4V合金化学成分和锻坯组织的精确控制。



2017 IFAM