

## 参考文献 References

- [1] 贾宝华, 刘思勇, 李革, 等. 基于 J-C 模型的 TC18 钛合金动态本构方程构建[J]. 钛工业进展, 2018, 35(5): 24-28.
- [2] Sun S Y, Lv W J. Microstructure and mechanical properties of TC18 titanium alloy[J]. Rare Metal Materials and Engineering, 2016, 45(5): 1138-1141.
- [3] 邱保安, 王晓晖, 蒋晓虎. 固溶及时效温度对 TC18 组织性能的影响[J]. 电子机械工程, 2018, 34(1): 61-64.
- [4] 高志刚, 郭鸿镇, 苗小浦, 等. 协同 K-M 和 E-M 准则的 TC18 钛合金高温变形加工硬化行为[J]. 材料热处理学报, 2015, 36(S2): 223-229.
- [5] Quan H, Qiu K H, Huang D M, et al. Effect of near  $\beta$  heat treatment process on microstructure of TC18 alloy [J]. Applied Mechanics and Materials, 2014, 483: 110-114.
- [6] Shao H, Shan D, Wang K X, et al. Massive  $\alpha$  precipitation selectivity and tensile fracture behavior of TC18 alloy[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2019, 797: 10-17.
- [7] 侯智敏, 赵永庆, 张鹏省, 等. 热处理对 TC18 钛合金大块富  $\alpha$  相区的影响[J]. 钛工业进展, 2014, 31(3): 18-21.
- [8] Nie X A, Hu Z, Liu H Q, et al. High temperature deformation and creep behavior of Ti-5Al-5Mo-5V-1Fe-1Cr alloy[J]. Materials Science and Engineering A, 2014, 613: 306-316.
- [9] 郭瑞鹏, 张静, 徐磊, 等. Ti-5Al-2.5Sn ELI 粉末合金的力学性能及叶轮零件的制备[J]. 材料研究学报, 2018, 32(5): 333-340.
- [10] Xu L, Guo R P, Bai C G, et al. Effect of hot isostatic pressing conditions and cooling rate on microstructure and properties of Ti-6Al-4V alloy from atomized powder [J]. Journal Materials Science and Technology, 2014, 30(12): 1289-1295.
- [11] 王鹏宇, 张浩宇, 张志鹏, 等. 固溶温度对亚稳  $\beta$  钛合金 Ti-4Mo-6Cr-3Al-2Sn 的组织 and 拉伸性能的影响[J]. 材料研究学报, 2020, 34(6): 472-480.
- [12] 李佳潼. 固溶-时效对热轧态 Ti-5Al-5Mo-5V-1Cr-1Fe 钛合金  $\alpha$  相析出长大行为的影响[D]. 北京: 北方工业大学, 2018.
- [13] Song Z Y, Sun Q Y, Xiao L, et al. Precipitation behavior and tensile property of the stress-aged Ti-10Mo-8V-1Fe-3.5Al alloy [J]. Materials Science and Engineering A, 2011, 528: 4111-4114.
- [14] Zhang P, Li S X, Zhang Z F. General relationship between strength and hardness[J]. Materials Science and Engineering A, 2011, 529: 62-73.
- [15] Ritchie R O. The conflicts between strength and toughness [J]. Nature Materials, 2011, 10: 817-822.
- [16] Devaraj A, Joshi V V, Srivastava A, et al. A low-cost hierarchical nanostructured beta-titanium alloy with high strength[J]. Nature Communications, 2016, 7: 11176.
- [17] 韩冬. 短程有序对高层错能 Cu-Mn 合金单向和疲劳变形行为及微观变形机制的影响[D]. 沈阳: 东北大学, 2020.

## 行业动态

西北院生物所在医用金属材料表面去合金  
活化领域取得重大突破

随着人体硬组织病变、损伤、缺损临床修复病例逐年剧增, 硬组织植入类医疗器械得到广泛应用。钛及钛合金由于自身无毒、质轻、耐腐蚀、生物性能优异的特性, 已经成为临床治疗的首选材料。但钛及钛合金缺乏生物活性, 通常需要通过表面改性处理赋予植入体诱导组织快速愈合并实现长期稳定服役。传统表面改性技术通常是在植入物表面形成一层“加法”涂层, 涂层与基体之间存在界面, 且涂层在手术过程中或服役时可能会松动或剥落, 进而影响植入体治疗效果甚至导致手术失败。

西北有色金属研究院生物材料研究所近年来在医用金属材料表面“减法”涂层改性领域开展了大量研究工作。首次采用表面去合金化技术在高强度低模量新型近  $\beta$  型 Ti-Zr-Mo-Sn-Nb(TLM) 钛合金表面原位制备出分级微纳多孔结构, 并实现微米孔的可控制备。通过调控合金原始显微组织控制表面分级多孔特征, 分级微纳多孔表面具有较大的比表面积以及优异的亲水性, 体外细胞实验结果显示细胞增殖及分化能力显著提升, 并具有诱导细胞定向生长的功能。

相关研究成果以题为“An In Vitro Evaluation of the Hierarchical Micro/Nanoporous Structure of a Ti3Zr2Sn3Mo25Nb Alloy after Surface Dealloying”发表在国际知名期刊 ACS Appl. Mater. Interfaces (JCR 和中科院均为 1 区, 2021 影响因子 9.229), 生物所研究生王岚为文章第一作者, 周廉院士、余森教授为通讯作者。

(王岚)