

镍 - 钛超弹性材料不同温度下拉伸试验

AGX-015

摘要：镍 - 钛合金因其优良的生物相容性、优秀力学性能、形状记忆效应与超弹性等特性，应用范围广泛地涉及到航天航空、机械、电子、化工、医学等领域。本文参照《YS/T 1147-2016 超弹性镍 - 钛超弹性材料拉伸试验方法》试验方法，在 -10°C 低温，20°C 常温与 40°C 高温三种温度环境下，分别进行试验。测试出三种温度环境下力学性能并进行比较。

关键词：镍钛合金 记忆金属 残余应变

镍钛合金具有优良的力学性能，腐蚀抗力，形状记忆效应，超弹性，阻尼特性和生物相容性等特点，其应用范围涉及航空，航天，机械，电子，化工，能源，建筑等工程领域，民用和医学领域。

形状记忆合金处于马氏体相温度的温度下经历塑性变形后，一旦升温到足以使热弹性马氏体相向奥氏体相完全转变的温度，塑性变形会消失使其恢复至加载前形状。另一方面，镍钛合金在处于奥氏体相稳定

的温度下加载，即便加载至产生类似塑性变形后的非线性形变，当卸载力时，其非弹性形变部分也能恢复，这被称作“伪弹性”或是“超弹性 (SE)”。本试验在 -10°C 低温，20°C 常温与 40°C 高温三种温度环境下，按照《YS/T 1147-2016 超弹性镍 - 钛超弹性材料拉伸试验方法》进行试验。分别测试三种温度环境下力学性能并比较，验证此类材料的超弹性 (SE) 性能。

■ 实验部分

1.1 仪器

AGX-V 10kN 1kN 气动平推夹具

1.2 试验条件

样品名称：镍钛合金

试验类型：金属拉伸试验

样品数量：3 组

试验速度：3 mm/min

试验温度：-10°C、20°C、40°C

传感器容量：1 kN

■ 试验介绍

本试验使用 AGX-V 10 kN 万能试验机，搭配 1 kN 气动平推夹具进行夹持。测试速度使用 3 mm/min 进行测试。当应变达到 6% 时，将力值以 3 mm/min 速度卸载至 7 MPa。最后再以 30 mm/min 的速度进行拉伸至断裂，本试验全程在恒温设备中进行。

本试验主要测试样品在不同温度条件下的抗拉强度与残余应变。

残余应变：本试验残余应变为卸载至 7 Mpa 时应变值与初次加载至 7 Mpa 时对应的应变值之差。残余应变代表加载卸载之后，其材料塑性变化的大小。残余应变越大，则表示材料在拉伸过程中塑性变形越大，其变形量不可逆，越不容易恢复原有形状；残余应变越小，则表示拉伸过程中塑性变形较小，材料越容易恢复至原有形状。

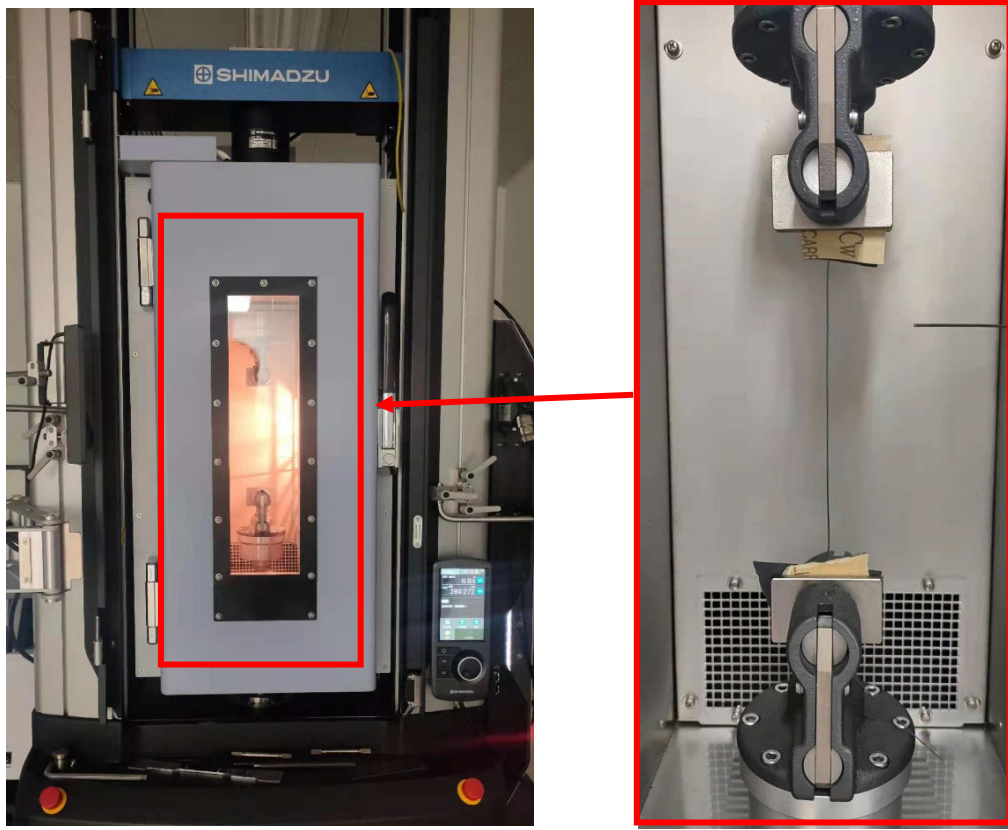


图 1 试验过程

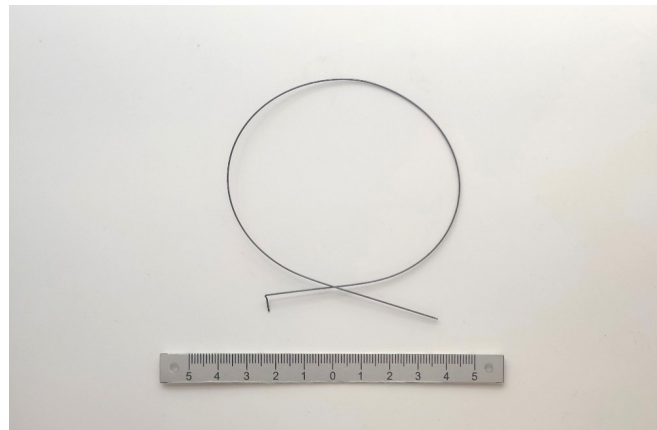


图 2 样品尺寸图片

表 1 样品数据

| 样品 | 直径 (mm) | 夹具间距 (mm) |
|-------|---------|-----------|
| 镍钛合金丝 | 0.57 | 150 |

■ 试验结果

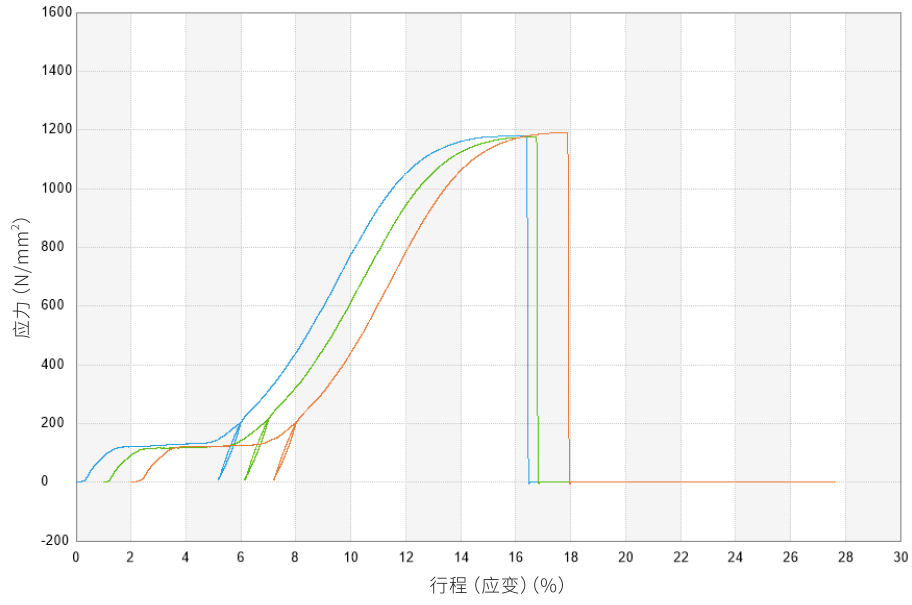


图 3 试验结果图像 (-10°C)

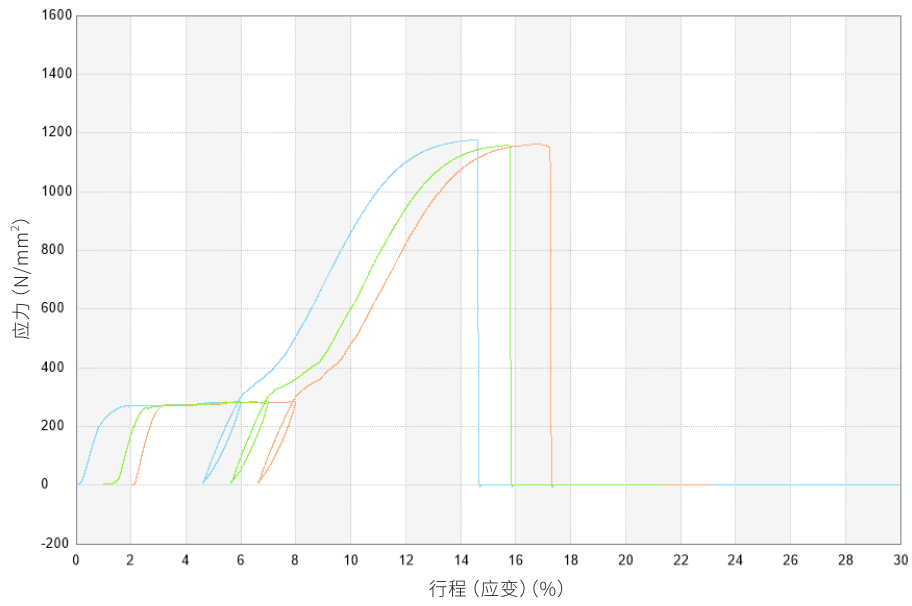


图 4 试验结果图像 (20°C)

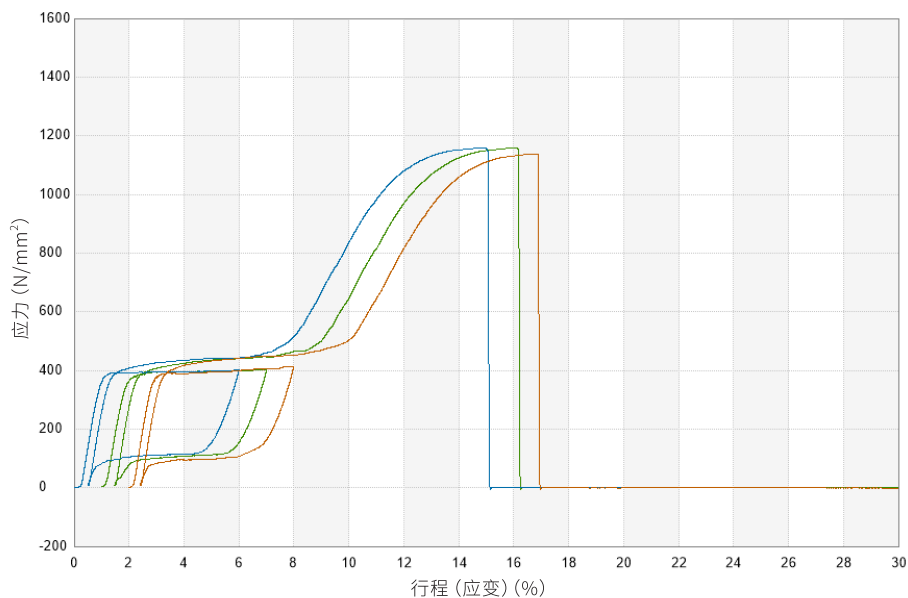


图 5 试验结果图像 (40°C)

表 2 试验结果数据

| 试验编号 | 抗拉强度 (Mpa) | 残余应变 (%) |
|-------------|------------|----------|
| 1-1 (-10°C) | 1180.00 | 4.841 |
| 1-2 (-10°C) | 1175.93 | 4.907 |
| 1-3 (-10°C) | 1189.60 | 4.814 |
| 2-1 (20°C) | 1175.32 | 4.461 |
| 2-2 (20°C) | 1158.22 | 4.263 |
| 2-3 (20°C) | 1160.73 | 4.476 |
| 3-1 (40°C) | 1158.06 | 0.264 |
| 3-2 (40°C) | 1158.06 | 0.372 |
| 3-3 (40°C) | 1137.33 | 0.273 |

从图表可得：在抗拉强度方面，随着温度的提高，抗拉强度渐渐变小。但是总体而言，温度对镍钛合金抗拉强度的影响比较小。在残余应变方面，在 -10°C 与 20°C 两种温度条件下，残余应变基本在 5% 以内，但是当温度达到 40°C 时，材料残余应变发生显著变化，残余应变基本保持在 0.5% 以内，这表现出了镍钛合金的记忆性能，也即是超弹性现象。可以推测，当温度在 -10°C 与 20°C 时，此时拉伸产生的塑性变形在温度稳定的情况下没有发生变形回复现象，推测此时未达到使奥氏体相稳定的温度。当温度达到 40°C 时，镍钛合金拉伸后表现出恢复性，推测此时已达到奥氏体相稳定的温度。

■ 结论

岛津的 AG 系列电子万能试验机可实现程序控制，可实现多次加载卸载载荷等功能，使用便捷且功能多样。搭配岛津各类环境装置可以测试不同类型环境下的力学性能试验，获得材料在真实应用环境下的力学特征。

岛津应用云

