

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XX—XXXX

双程钛镍形状记忆合金丝材

Two-way nickel-titanium shape memory alloy wires

(送审稿)

202×-××-××发布

202×-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC243）提出并归口。

本标准起草单位：有研医疗器械（北京）有限公司、北京时代瀚连科技有限公司、有研亿金新材料有限公司、有研工程技术研究院有限公司、中国有色金属工业标准质量计量研究所、苏州国嘉记忆合金有限公司、钢铁研究总院有限公司。

本标准主要起草人：王振强、高宝东、王江波、张宝祥、冯昭伟、李艳锋、白智辉、高正、韩步云、董莎莎。

双程钛镍形状记忆合金丝材

1 范围

本文件规定了双程钛镍形状记忆合金丝材（以下简称丝材）的术语、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于直径尺寸在 0.020mm~0.600mm 之间的驱动元件用丝材。

注：丝材主要用于制作航空航天微型马达驱动元件，汽车、航空和船舶等领域压缩机、汽轮机、内燃机和发动机等油温精密控制阀中驱动元件，手术机器人执行器和传感器等。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 4698.7 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 氧量、氮量的测定

GB/T 4698.14 海绵钛、钛和钛合金化学分析方法 碳量的测定

GB/T 4698.15 海绵钛、钛和钛合金化学分析方法 氢量的测定

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 23614.1 钛镍形状记忆合金化学分析方法 第1部分：镍量的测定 丁二酮肟沉淀分离—EDTA 络合一氯化锌返滴定法

GB/T 23614.2 钛镍形状记忆合金化学分析方法 第2部分：钴、铜、铬、铁、铌量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法

YS/T 969 镍钛形状记忆合金丝材恒温拉伸试验方法

YS/T 970 镍钛形状记忆合金相变温度测定方法

YS/T 1064 镍钛形状记忆合金术语

YY/T 0641 热分析法测量 NiTi 合金相变温度的标准方法

3 术语和定义

YS/T 1064界定的及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

双程形状记忆合金 two-way shape memory alloy

加热时恢复高温相形状，冷却时又能恢复低温相形状的金属。

3.2

恢复应变 recovery strain

ε

试样原始标距长度与加热完全收缩后标距长度的差值，和试样原始标距长度之比的百分率。

3.3

疲劳寿命 fatigue life

丝材在预设载荷、预设行程的条件下，通过脉冲电流对其进行加热冷却，反复动作不断裂的最大次数。

4 技术要求

4.1 化学成分

产品化学成分应符合表1的规定。

表1 化学成分

元素	质量分数, %
镍 (Ni)	54.0~55.7
碳 (C)	≤ 0.020
钴 (Co)	≤ 0.050
铜 (Cu)	≤ 0.010
铬 (Cr)	≤ 0.010
氢 (H)	≤ 0.005
铁 (Fe)	≤ 0.050
铌 (Nb)	≤ 0.025
氮 (N)	≤ 0.005
氧 (O)	≤ 0.040
钛 (Ti)	余量

4.2 直径尺寸及允许偏差

丝材的直径尺寸及允许偏差应符合表2规定。超出标准范围之外的尺寸应由双方协商确定。

表2 尺寸及允许偏差

直径尺寸 d (mm)	允许偏差 (mm)
$0.020 < d \leq 0.040$	± 0.001
$0.040 < d \leq 0.130$	± 0.003
$0.130 < d \leq 0.300$	± 0.005
$0.300 < d \leq 0.600$	± 0.007

4.3 相变温度

空载下, 相变温度应符合 $A_s \geq 60^\circ\text{C}$ 。

4.4 双程记忆恢复应变

空载下, 双程记忆恢复应变应符合 $e \geq 3\%$ 。

4.5 力学性能

室温下, 力学性能应符合抗拉强度 $R_m \geq 1200\text{MPa}$, 断裂总延伸率 $A_t \geq 6\%$ 。

4.6 疲劳寿命

在载荷172MPa、双程记忆恢复应变4%的情况下, 疲劳寿命应大于30万次。

4.7 外观质量

丝材表面应光滑, 有光泽感, 无肉眼可见的斑点。丝材绕制在标准线轴上供货, 绕制应平整顺滑。线轴应完整无变形。

5 试验方法

5.1 化学成分

产品镍含量按GB/T 23614.1规定的方法测定；碳含量按GB/T 4698.14规定的方法测定；氢含量按GB/T 4698.15规定的方法测定；氮和氧含量按GB/T 4698.7规定的方法测定；钴、铜、铬、铁、铌等含量按GB/T 23614.2规定的方法测定。

5.2 直径尺寸及允许偏差

直径尺寸及允许偏差采用相应精度的量具测量。

5.3 相变温度

相变温度 (A_c) 按照 YS/T 970 或 YY/T 0641 规定的方法测定。

5.4 双程记忆恢复应变

截取长度为L ($100 \leq L \leq 150\text{mm}$) 丝材试样, 分别测量其在室温与120°C时的空载长度, 其差值为双向记忆行程 ΔL , 双程记忆恢复应变按公式(1)计算:

$$\varepsilon = \Delta L / L \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ΔL ——丝材原始长度与加热收缩后长度的差值, 单位为毫米 (mm);

L——丝材原始长度, 单位为毫米 (mm)。

5.5 力学性能

室温力学性能检验按YS/T 969的规定执行。测试环境温度应为 $22^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ 。

5.6 疲劳寿命

疲劳寿命采用附录 A 方法测试。

5.7 外观质量

外观质量采用目测检查。在可疑情况下可用5倍~100倍放大镜进行检验。

6 检验规则

6.1 检查和验收

6.1.1 产品由供方质检部门检验, 保证产品质量符合本标准及或订货单的规定, 并填写质量证明书。

6.1.2 需方对收到的产品按本标准的规定进行复验, 检验结果与本标准及合同(或订货单)的规定不符时, 应以书面形式向供方提出, 由供需双方协商解决。属于表面质量及尺寸偏差的异议, 应在收到产品之日起一个月内提出, 属于其他性能的异议, 应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁, 可委托供需双方认可的单位进行, 并在需方共同取样。

6.2 组批

产品应成批提交验收, 每批应由同一熔炼批、相同规格、相同加工条件的丝材组成。

6.3 检验项目及取样

产品检验项目和取样规定见表4。

表4 产品的检验项目及取样

检验项目	取样规定	要求的章节号	试验方法的章节号
化学成分	从铸锭上取样、H含量从成品丝取样	4.1	5.1
直径尺寸	逐卷	4.2	5.2
相变温度	每批任取2个	4.3	5.3
双程记忆恢复应变	每批任取2个	4.4	5.4