



中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 971—2014

钛镍形状记忆合金丝材

Titanium-nickel shape memory alloy wires

2014-10-14 发布

2015-04-01 实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准起草单位：有研亿金新材料股份有限公司、西安思维金属材料有限公司、西安赛特金属材料开发有限公司。

本标准主要起草人：缪卫东、袁志山、王江波、牛中杰、薛飒、曹继敏、冯昭伟、朱明。

钛镍形状记忆合金丝材

1 范围

本标准规定了钛镍形状记忆合金丝材(以下简称丝材)的术语、要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存及质量证明书与合同(或订货单)内容。

本标准适用于制作眼镜架、口腔正畸丝、超弹性弹簧、温控元件等用冷加工态、热加工态、退火态和矫直态的丝材。

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 228.1 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 4338 金属材料 高温拉伸试验方法

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 13239 金属材料 低温拉伸试验方法

GB/T 16597 冶金产品分析方法 X射线荧光光谱法通则

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

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

形状回复温度 *shape recovery temperature*

因形状记忆效应发生的形状回复终止的温度,以马氏体逆相变终止温度(A_f)为标志。

3.2

恒温回复率(δ_n) *constant temperature recovery rate*

在超弹性温度区间进行拉伸试验,当拉至5%的伸长量(等于 $L_s + L_{res}$)时,取消载荷,则会发生超弹性应变。载荷取消后,拉伸试样所残余伸长量为 L_{res} (mm),回复伸长量为 L_s (mm)。

恒温回复率(δ_n)通过式(1)计算:

$$\delta_n = \frac{L_s}{0.05 \times L_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots(1)$$

式中:

δ_n ——恒温回复率,%;

L_s ——可回复伸长量,单位为毫米(mm);

L_0 ——试样的标距长度,单位为毫米(mm)。

3.3

马氏体逆相变终止温度(A_f) *austenite finish temperature*

在一步相变加热过程中,马氏体相向母相转变的终止温度;或者,在两步相变加热过程中,R相(过

渡相)向母相转变的终了温度。

3.4

超弹性 superelasticity

钛镍形状记忆合金在高于马氏体逆相变终了温度(A_f)发生的非线性可回复变形行为。

3.5

形状记忆合金 shape memory alloy

经过马氏体相的宏观塑性变形后,经相变温度范围加热时,由于马氏体晶体结构发生热弹性改变,会发生变形回复的一种合金。

4 要求

4.1 分类

4.1.1 丝材按化学成分分为 TiNi、TiNiCr、TiNiV、TiNiCu、TiNiFe 和 TiNiNb 六个系列,丝材根据使用温度范围和用途可分为超弹性丝材(SE)和记忆性丝材(SM)。产品系列、分类和用途见表 1。

表 1 产品系列、分类和用途

系列	分类	主要特征和用途
TiNi、TiNiCr、 TiNiV	SE	反复变形后能回复原状。适用于眼镜架、天线、胸罩托架和口腔正畸丝等
TiNiCu	SM	能够在高温下工作,相变温度滞后窄,疲劳寿命高。适用于温度敏感元件,如调温水龙头和热水锅炉等
TiNi		能够在高温下工作,形状回复位移大,回复力大。适用于较高温度敏感元件,如防火阀等
TiNiNb		能够在高温下工作,相变温度滞后宽。适用于制作紧固件,如记忆环和管接头等
TiNiCr、TiNiFe		能够在低温下工作,相变温度滞后窄。适用于低温驱动元件和紧固件,如低温液体流量控制阀和管接头等

4.1.2 丝材标记应按产品系列、类别和马氏体逆相变终了温度(A_f)的顺序表示。标记示例如下:

示例:

TiNiCr 系列、超弹性丝材、马氏体逆相变终了温度(A_f)不大于 25 ℃ 的丝材,标记为 TiNiCr—SE—25。

4.2 化学成分

产品系列的具体化学成分由供需双方协商确定。

4.3 绕线性能

需方有要求时,应做绕线性能检验,试验完成后丝材表面应不产生裂纹或丝材不断裂。

4.4 形状回复温度

需方有要求时,应做形状回复温度检验,形状回复温度的范围应按表 2 选取。

4.5 力学性能

4.5.1 当丝材在室温用于超弹性目的时,恒温回复率和屈服强度应符合表 3 规定。丝材直径(以下简

称丝径)超出表中所列范围的,恒温回复率和屈服强度应由双方协商确定。

4.5.2 当丝材在室温用于超弹性目的时,抗拉强度和断裂总延伸率应符合表4的规定。

4.5.3 当丝材用于形状记忆目的时,力学性能应由供需双方协商确定。

表2 丝材形状回复温度

系列	分类	形状回复温度 $A_f/^\circ\text{C}$
TiNi、TiNiCr、TiNiV	SE	$A_f \leq 5$
		$5 < A_f \leq 15$
		$15 < A_f \leq 25$
TiNi、TiNiCr、TiNiCu、 TiNiNb、TiNiFe	SM	$A_f \leq 25$
		$25 < A_f \leq 35$
		$35 < A_f \leq 45$
		$45 < A_f \leq 55$
		$55 < A_f \leq 65$
		$65 < A_f$

表3 恒温回复率和屈服强度

丝径 d/mm	恒温回复率 $\delta_r/\%$	屈服强度 $R_e/(N/\text{mm}^2)$
$0.1 < d \leq 0.5$	≥ 90	≥ 400
$0.5 < d \leq 1.0$		≥ 300
$1.0 < d \leq 2.0$		≥ 200

表4 抗拉强度和断裂总延伸率

丝径 d/mm	抗拉强度 $R_m/(N/\text{mm}^2)$	断裂总延伸率 $A_f/\%$
$0.1 < d \leq 0.5$	$\geq 1\ 200$	—
$0.5 < d \leq 1.0$	≥ 900	≥ 8
$1.0 < d \leq 2.0$	≥ 800	≥ 8

4.6 尺寸

丝材的尺寸及允许偏差、圆度应符合表5规定。超出标准范围之外的尺寸应由双方协商确定。

表5 尺寸及允许偏差、圆度

单位为毫米

丝径 d	允许偏差	圆度
$0.1 < d \leq 0.5$	± 0.010	≤ 0.010
$0.5 < d \leq 1.0$	± 0.015	≤ 0.015
$1.0 < d \leq 2.0$	± 0.020	≤ 0.020

4.7 外观质量

丝材表面应无裂纹、起皮、起刺等缺陷,丝材外观无弯曲、波纹等现象。

5 试验方法

5.1 化学成分

产品的化学成分按供需双方协商确定的现有方法进行。

5.2 绕线性能

绕线性能测试时在室温将丝材缠绕在金属芯杆上至少两圈,芯杆的直径由双方协商确定。

5.3 形状回复温度

形状回复温度(A_r)按照 YY/T 0641 的规定测定。测试冷加工态试样的热处理制度为 $450\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保温 30 min。其他状态丝材的热处理条件应由双方协商确定。

5.4 力学性能

5.4.1 丝材的力学性能检验按 GB/T 228.1、GB/T 4338、GB/T 13239 的规定执行。

5.4.2 丝材力学性能检验拉伸测试温度应由双方协商确定。当用于室温超弹性目的时,冷加工态拉伸试样热处理应在 $(300\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}\sim(500\pm 5)\text{ }^{\circ}\text{C}$ 保温 1 min~60 min。其他状态丝材的热处理条件应由双方协商确定。

5.4.3 当用于形状记忆目的时,拉伸试样应为冷加工态丝材。需方提出使用其他状态的丝材时,热处理条件应由双方协商确定。

5.5 尺寸

丝材的尺寸及允许偏差、圆度采用相应精度的量具测量。

5.6 外观质量

丝材的外观质量采用目测检查。在可疑情况下可用 5 倍放大镜进行检验。

6 检验规则

6.1 检查和验收

6.1.1 产品应由供方质检部门检验,保证产品质量符合本标准及合同(或订货单)的规定,并填写质量证明书。

6.1.2 需方应对收到的产品按本标准的规定进行检验,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

丝材应成批提交验收,每批应由同一系列、同一熔炼、加工条件、规格和状态的丝材组成。

6.3 检验项目及取样

产品检验项目和取样规定见表 6。

6.4 检验结果判定

6.4.1 化学成分检验有一个不合格,则在该批产品中另取双倍试样对不合格的项目重复检验,若仍有结果不合格时,则判该批产品为不合格。

6.4.2 绕线性能检验有一个不合格,则在该批产品中另取双倍试样对不合格的项目重复检验,若仍有结果不合格时,则判该批产品为不合格。

6.4.3 形状回复温度检验有一个不合格,则在该批产品中另取双倍试样对不合格的项目重复检验,若仍有结果不合格时,则判该批产品为不合格。

6.4.4 力学性能检验有一个不合格,则在该批产品中另取双倍试样对不合格的项目重复检验,若仍有结果不合格时,则判该批产品为不合格。

6.4.5 尺寸检验不合格,则判该卷产品为不合格。

6.4.6 外观质量检验不合格,则判该卷产品为不合格。

表 6 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	每批任取 1 个	4.2	5.1
绕线性能	每批任取 2 个	4.3	5.2
形状回复温度	每批任取 2 个	4.4	5.3
力学性能	每批任取 2 个	4.5	5.4
尺寸	逐卷	4.6	5.5
外观质量	逐卷	4.7	5.6

7 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

7.1 标志

在每卷产品上应系有包装标签或标志,其上应注明:供方名称、地址、产品名称、状态、批号、生产日期、规格和质量。

7.2 包装、运输、贮存

包装、运输和贮存应符合 GB/T 8180 的规定。

7.3 质量证明书

每批产品应附有质量证明书,其上注明:

- a) 供方名称、地址;
- b) 产品名称和状态、批号;
- c) 规格、净质量和数量;
- d) 生产日期;
- e) 各项检验结果和供方技术监督部门印记;

f) 本标准编号。

8 合同(或订货单)内容

本标准所列产品的合同(或订货单)应包括下列内容:

- a) 产品名称、状态;
 - b) 规格、数量;
 - c) 本标准编号;
 - d) 需要协商或增加标准以外要求的内容。
-

中华人民共和国有色金属
行业标准
钛镍形状记忆合金丝材
YS/T 971—2014

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 12 千字
2015年2月第一版 2015年2月第一次印刷

*

书号: 155066·2-28198

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



YS/T 971-2014