

中国有色金属工业协会标准

T/CNIA 016-2024

高温钛合金紧固件用棒材和丝材

Specification for high temperature titanium alloy

bars and wires for fastener

(讨论稿)

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中国有色金属工业协会
中国有色金属学会 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。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）归口。

本标准负责起草单位：中国科学院金属研究所、宝鸡钛业股份有限公司、航天精工股份有限公司、中国航空工业标准件制造有限责任公司。

本标准主要起草人：朱绍祥、王磊、岳旭、刘梓童、赵焕、王清江、陈志勇、刘建荣、李博、陶海林、王少阳、孙虎代、蒋纪新、雒水会、胡志杰、马忠贤、齐跃、王全兵、李茂真

高温钛合金紧固件用棒材和丝材

1 范围

本规范规定了高温钛合金紧固件用棒材和丝材的要求、质量保证规定、交货准备等。
本规范适用于航空、航天紧固件用高温钛合金棒材和丝材。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 228.1-2021 金属材料 拉伸试验 第1部分：室温试验方法

GB/T 228.2-2015 金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法

GB/T 3620.1 钛及钛合金牌号和化学成分

GB/T 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差

GB/T 4698（所有部分）海绵钛、钛及钛合金化学分析方法

GB/T 5168 钛及钛合金高低倍组织检验方法

GB/T 5193-2007 钛及钛合金加工产品超声波探伤方法

GB/T 6400 金属材料 线材和铆钉剪切试验方法

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 23601 钛及钛合金棒、丝材涡流探伤方法

GB/T 23603 钛及钛合金表面污染层检测方法

GB/T 23605 钛合金转变温度测定方法

YS/T 1262 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 要求

4.1 材料

4.1.1 用于生产棒材和丝材的铸锭应采用真空自耗电弧炉熔炼，熔炼次数应不少于三次，最后一次熔炼稳定阶段的压强应不大于 5Pa。

4.1.2 自耗电极不允许使用钨极氩弧焊焊接。

4.2 牌号、状态和规格

产品按供货方式分为棒、线材，其牌号、状态和规格应符合表1的规定。

表 1 牌号、状态和规格

牌号	供应状态	直径 mm	长度 mm
TA33、TA38	退火 M	5.0~15.0	≥3000

4.3 化学成分

4.3.1 TA33、TA38 钛合金棒材和丝材的化学成分应符合表 2 的规定，其他要求按 GB/T 3620.1 的规定执行。

表 2 化学成分

%

牌号	主要成分										杂质含量，不大于					
	Ti	Al	Sn	Zr	Mo	Si	Nb	Ta	W	C	Fe	O	N	H	其它元素 ^a	
	基	5.2~ 6.5	3.0~ 4.5	2.5~ 4.0	0.2~ 1.0	0.2~ 0.6	0.2~ 0.7	0.7~ 1.5	-	0.04~ 0.08	0.25	0.15	0.05	0.012	0.10	0.30
TA33	基	5.2~ 6.5	3.0~ 4.5	2.5~ 4.0	0.2~ 1.0	0.2~ 0.6	0.2~ 0.7	0.7~ 1.5	-	0.04~ 0.08	0.25	0.15	0.05	0.012	0.10	0.30
TA38	基	5.2~ 6.2	3.5~ 4.5	3.0~ 5.0	0.2~ 1.0	0.2~ 0.6	0.2~ 0.7	0.5~ 2.5	0.2~ 1.6	0.02~ 0.08	0.05	0.15	0.05	0.012	0.10	0.30

^a其它元素，在正常情况下不作检验，但供方应保证。需方要求并在合同中注明时应予以检验，检验元素包括：V、Cr、Mn、Cu、Y。Y 含量质量分数为不大于 0.005%。

4.3.2 订购方从成品上取样进行化学成分复验分析时，其成分分析允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

4.4 力学性能

4.4.1 棒材及线材的力学性能在经热处理后的试样坯上测试，试样的推荐热处理制度见表 3。

表 3 推荐热处理制度

牌 号	热处理类型	热处理制度
TA33、TA38	退 火	(800~950) °C, 2h, 空冷或炉冷
	固 溶	β_1 (15~45) °C, 1h~3h, 空冷或更快冷
	时 效	(650~750) °C, 2h~8h, 空冷

4.4.2 棒材及线材的力学性能应符合表 4 和表 5 规定。

表 4 室温力学性能

牌号	试样状态	抗拉强度 R_m /MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ /MPa	断后伸长率 A/%	断面收缩率 Z/%	剪切强度 τ /MPa
TA33	退火 M	≥1030	≥900	≥10	≥20	≥600
	固溶时效 STA	≥1050	≥930	≥8	≥15	≥620
TA38	退火 M	1000~1200	≥890	≥10	≥20	≥600
	固溶时效 STA	≥1100	≥1000	≥8	≥15	≥620

表 5 高温力学性能

材料 牌号	温度 °C	状态	拉伸性能，不小于			高温持久性能 ^a		高温蠕变性能 ^b		
			R_m /MPa	A/%	Z/%	σ , MPa	τ , h	σ , MPa	τ , h	残余变形, %

TA33	600	退火 M	600	20	30	-	-	-	-	-
		固溶时效 STA	650	15	25	240	≥ 50	120	100	≤ 0.2
TA38	650	退火 M	500	25	40	-	-	-	-	≤ 0.2
		固溶时效 STA	600	20	30	200	≥ 100	100	100	≤ 0.2

^a, ^b直径不小于 8mm 的棒材进行高温持久性能和高温蠕变性能测试

4.5 尺寸和外形

4.5.1 棒材和丝材直条供货，直径允许偏差应符合表 6 的规定。

表 6 直径及允许偏差

单位为毫米

直径	直径允许偏差
$5.0 \leq d \leq 8.0$	0 -0.03
$8.0 < d \leq 15.0$	0 -0.04

4.5.2 棒材和丝材不圆度应不超过其直径允许偏差。

4.5.3 直径不大于 8mm 的棒材的弯曲度应不大于 3mm/m；直径大于 8mm 的棒材的弯曲度应不大于 4mm/m。

4.6 β 转变温度

棒材和丝材按熔炼炉号提供 β 转变温度实测值。

4.7 超声波检验

4.7.1 直径小于 6mm 的棒材和丝材应按 GB/T 23601 进行涡流检验，响应信号的幅度应不大于纵向槽型人工缺陷信号幅度。纵向人工刻伤尺寸为 0.2mm，宽度 0.2mm，长度 8mm。

4.7.2 直径不小于 6mm 的棒材应按 GB/T 5193 进行超声波探伤检验，纵波检验结果应符合 A1 级的规定。

4.8 低倍组织

4.8.1 横向低倍组织不应有裂纹、折叠、气孔、缩尾、金属或非金属夹杂及其他目视可见的冶金缺陷。

4.8.2 低倍组织不允许有偏析。如有偏析，其处理按 5.2.3.3 条的规定执行。

4.9 显微组织

退火态棒材和丝材，其横向显微组织应是等轴 α 组织，拉长 α 组织或等轴 α 和拉长 α 的混合组织。

4.10 表面状况

4.10.1 棒材和丝材以磨削或机加工表面供货。

4.10.2 磨削或机加工表面的棒材，其表面粗糙度的 Ra 值应不大于 3.2 μ m。

4.10.3 棒材和丝材表面不应有表面污染层，如 α 层等。

4.10.4 订购方对产品表面状况有特殊要求时，供需双方协商确定并在合同中注明。

4.11 外观质量

4.11.1 表面应洁净，不允许有氧化皮、裂纹、起皮、斑疤、夹杂，允许有不超出其直径允许偏差之半的不连续的划伤、凹坑、拉道，且允许存在有不影响使用的轻微矫直痕迹。

4.11.2 表面的局部缺陷允许修磨，修磨深度应不超过其直径允许偏差，并应保证产品的最小尺寸。

4.12 产品标志

在检验合格的每根产品上应标记如下内容：

- a) 产品牌号，
- b) 状态、规格，
- c) 锭节号、批号，
- d) 制造商标识。

5 质量保证规定

5.1 检验分类

本规范规定的检验为质量一致性检验。

5.2 质量一致性检验

5.2.1 组批

棒材和丝材应成批提交验收。每批应由同一牌号、熔炼炉号、状态、规格、生产工艺和生产周期的棒材或线材组成。

5.2.2 检验项目及取样

质量一致性检验的项目、取样数量及取样位置应符合表7的规定。

表7 检验项目及取样

检验项目	取样位置	取样数量	要求的章条号	检验方法的章条号
化学成分 ^a	任意部位	每批1份	4.3	5.3.1
力学性能	纵向	每批2根，每根按检验项目各取1个	4.4	5.3.2
				5.3.3
				5.3.4
尺寸和外形	—	逐根检查	4.5	5.3.5
转变温度	—	每炉取1份	4.6	5.3.6
超声波检验	—	逐根	4.7	5.3.7
低倍组织	横向	每批取1个	4.8	5.3.8
显微组织	横向	每批取1个	4.9	5.3.8
表面状况	—	逐根检查	4.10	5.3.9
外观质量	—	逐根检查	4.11	5.3.10

^a 氢含量在成品上取样分析，其他成分承制方以铸锭分析结果报出；订购方复验均在产品上取样。

5.2.3 检验结果的判定

5.2.3.1 化学成分检验结果不合格时，判该批产品不合格。

5.2.3.2 在力学性能检验中，如果有一个试样的试验结果不合格，则从该批产品（包括原受检产品）中取双倍试样进行该不合格项目的重复试验，若重复试验结果仍有不合格，则判该批产品不合格。但经订购方同意，允许供方对其余产品逐根对不合格项目进行检验，合格者重新组批交货。

5.2.3.3 在低倍组织检验中，如发现并判为有脆性偏析（其硬度明显高于基体的偏析，常见的如富氧、富氮等偏析），判该批产品不合格；如判为有非脆性偏析，允许剔除后重新组批交货。

5.2.3.4 显微组织检验不合格时，判该批产品不合格。

5.2.3.5 超声波检验、尺寸和外形、表面状况、表面污染层及外观质量检验不合格时，判该根产品不合格。但允许承制方切除不合格部分后重新检验。

5.3 检验方法

5.3.1 化学成分仲裁分析按 GB/T 4698 或 YS/T 1262 进行，仲裁时按 GB/T 4698（所有部分）的规定进行。

5.3.2 室温拉伸试验按 GB/T 228.1 进行；高温拉伸试验按 GB/T 228.2 进行。

5.3.3 室温剪切试验按 GB/T 6400 进行。

5.3.4 高温持久和蠕变试验按 GB/T 2039 进行。

5.3.5 尺寸和外形用满足精度要求的量具进行。

5.3.6 转变温度按 GB/T 23605 测定。

5.3.7 超声波检验按 GB/T 23601 或 GB/T 5193 进行。

5.3.8 低倍组织、显微组织检验按 GB/T 5168 进行。

5.3.9 表面状况检验中表面粗糙度用标块对比法进行，表面污染层检验按 GB/T 23603 进行。

5.3.10 外观质量用目视检验或 5 倍~10 倍放大镜检查。

6 交货准备

6.1 包装、标志、运输、贮存

产品的包装、标志、运输、贮存按 GB/T 8180 的规定进行。

6.2 质量证明书

每批棒材应附有质量证明书，注明：

- a) 承制方名称、合同号；
- b) 产品名称；
- c) 牌号、规格、状态；
- d) 熔炼炉号、批号；
- e) 净重和根（盘）数；
- f) 各项分析检验结果、热处理制度；
- g) 质量检验部门印记；
- h) 本规范编号；
- i) 出厂日期（包装日期）。

7 说明事项

7.1 预定用途

本规范规定的钛及钛合金棒材和丝材预定用制作螺栓、螺钉、铆钉等紧固件，其制成的紧固件的推荐使用温度为：TA33 在 600°C 及以下；TA38 在 650°C 及以下。

7.2 订货文件内容

合同或订单中应写明下列内容：

- a) 本规范的名称和编号；
- b) 产品名称、牌号、规格和数量；

- c) 对表面状况的特殊要求；
- d) 其他需要说明的事项。

