

# GJB

## 中华人民共和国国家军用标准

FL 9530

GJB 2218—94

---

### 航空用钛及钛合金 棒材和锻坯规范

Specification for titanium and titanium alloy  
bars and forging stocks for aircraft

1994—12—13 发布

1995—07—01 实施

---

国防科学技术工业委员会 批准

## 中华人民共和国国家军用标准

## 航空用钛及钛合金棒材和锻坯规范

GJB 2218—94

Specification for titanium and titanium alloy  
bars and forging stocks for aircraft

## 1 范围

## 1.1 主题内容

本规范规定了工业纯钛和  $\alpha$ 、 $\alpha$ - $\beta$  钛合金棒材及锻坯(饼、环)的要求、质量保证规定、交货准备等。

## 1.2 适用范围

本规范适用于热轧和热锻的钛及钛合金棒材和锻坯(饼、环)。

## 1.3 分类

产品按化学成分分为工业纯钛及  $\alpha$ 、 $\alpha$ - $\beta$  型钛合金,其牌号、状态和规格应符合表 1 的规定。

表 1

合金类型	合金牌号	供应状态	棒材,mm		锻坯,mm		
			直径	长度	外径	内径	截面厚度
工业纯钛	TA2	热加工状态(R)	21~220	300~4000	340~600	0,110~260	38~110
	TA3				340~600	0,110~260	38~110
$\alpha$	TA7				340~600	110~460	38~270
$\alpha$ - $\beta$	TC1				—	—	—
	TC2				—	—	—
	TC4				340~600	0,110~260	38~110
	TC6	—	—	—			
	TC11	340~600	0,110~260	38~110			

## 2 引用文件

GB 228 金属拉伸试验方法

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的包装、标志、运输和贮存

GB 4338 金属高温拉伸试验方法

GB 4698 钛及钛合金化学分析方法

GB 5168 两相钛合金高、低倍组织检验方法

GB 5193 钛及钛合金加工产品超声波探伤方法

GB 6397 金属拉伸试验试样

GB 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

### 3 要求

#### 3.1 材料

3.1.1 用于制造棒材和锻坯的铸锭应采用真空自耗电弧炉熔炼,熔炼次数应不少于两次。最后一次熔炼稳定阶段的压力应不大于 5Pa(需充惰性气体熔炼的除外)。

3.1.2 自耗电极不准使用钨极氩弧焊焊接。

#### 3.2 化学成分

3.2.1 产品的化学成分应符合 GB 3620 相应牌号的规定。

3.2.2 订购方从产品上取样进行化学成分复验分析时,其成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

#### 3.3 力学性能

3.3.1 产品的力学性能在经热处理后的试样坯上测试。试样推荐的热处理制度如表 2。

表 2

牌 号	推 荐 的 热 处 理 制 度
TA2	650~700℃,保温 1h,空冷。
TA3	650~700℃,保温 1h,空冷。
TA7	750~850℃,保温 1h,空冷。
TC1	700~850℃,保温 1h,空冷。
TC2	700~850℃,保温 1h,空冷。
TC4	700~800℃,保温 1~2h,空冷。
TC6	870±10℃,保温 1~2h,随炉或转炉冷至 650+10℃,保温 2h,空冷。
TC11	950+10℃,保温 1~2h,空冷,530±10℃保温 6h,空冷。首次退火温度允许在 β 转变温度以下 30~50℃ 范围内调整。

3.3.2 棒材和锻坯的室温力学性能分别应符合表 3、表 4 的规定。表中未列入的其它规格的产品,订购方要求测定室温力学性能时,其指标应经双方协商(或报实测值)并在合同中注明。

3.3.3 订购方要求测定高温力学性能时,其试验温度及性能指标应经双方协商并在合同中注明。

## GJB 2218-94

表 3

牌 号	棒 材 直 径 mm	室 温 力 学 性 能,不 小 于			
		抗拉强度 $\sigma_b$ MPa	规定残余伸长应力 $\sigma_{r0.2}$ MPa	伸长率 $\delta_5$ %	断面收缩率 $\psi$ %
TA2	21~100	440	320	20	40
TA3	21~100	540	410	15	35
TA7	21~100	785	730	10	25
TC1	21~100	585	—	15	30
TC2	21~100	685	—	12	30
TC4	21~100	895	825	10	25
	>100~150	895	825	9	20
	>150~220	895	825	8	15
TC6	21~100	980	—	10	25
	>100~150	920	—	9	20
TC11	21~100	1030	910	9	30
	>100~150	1030	910	8	23

表 4

牌 号	锻 坯 截 面 厚 度 mm	室 温 力 学 性 能,不 小 于			
		抗拉强度 $\sigma_b$ MPa	规定残余伸长应力 $\sigma_{r0.2}$ MPa	伸长率 $\delta_5$ %	断面收缩率 $\psi$ %
TA2	38~110	440	320	18	35
TA3	38~110	540	410	15	30
TA7	38~110	785	730	10	25
	>110~270	785	—	8	23
TC4	38~110	895	825	10	25
TC11	38~110	1030	910	8	23

3.4  $\beta$  转变温度

产品(工业纯钛除外)应按熔炼炉号提供 $\beta$ 转变温度。

## 3.5 超声检验

产品应经超声检验,并应符合 GB 5193 的规定,其验收级别按表 5 的规定。

表 5

棒材直径或锻坯截面厚度, mm	验收级别
21~50	A1
>50~150	A
>150~270	B

### 3.6 尺寸和外形

3.6.1 产品以磨削或机加工表面供货。棒材也可以热加工表面供货(应在合同中注明)。产品尺寸允许偏差应符合表 6 的规定。

表 6

mm

棒 材			锻 坯					
直 径	直径允许偏差		外 径	外径允 许偏差	内 径	内径允 许偏差	截 面 厚 度	截面厚度 允许偏差
	热加工 表 面	机加或磨 削表面						
21~50	±2.0	±1.0	340~ 600	+3 -1	110~ 460	+1 -3	38~ 270	+3 -1
>50~100	±3.0	±1.5						
>100~150	±4.0	±2.0						
>150~220	±6.0	±3.0						

3.6.2 棒材的定尺或倍尺长度应在其不定尺长度范围内,定尺长度的允许偏差为+20mm,倍尺长度还应计入棒材切断时的切口量,每一切口量为 10mm。

3.6.3 棒材两端应切平整,切斜应不大于 5mm。

3.6.4 棒材的弯曲度应不大于 5mm/m,热加工表面棒材的弯曲度应不大于 8mm/m。

3.6.5 饼、环坯的倒角半径为 5~10mm。

### 3.7 低倍组织

经(或不经)表 2 规定的热处理后,产品的低倍组织应符合下述要求。

3.7.1 低倍组织上不应有裂纹、折叠、气孔、金属或非金属夹杂及其他肉眼可见的冶金缺陷。

3.7.2 低倍组织上不允许有偏析。如有偏析,其处理按 4.2.3.3 条的规定执行。

### 3.8 显微组织

经表 2 规定的热处理后,产品的显微组织应符合下述要求。

3.8.1  $\alpha$ 型钛合金的显微组织应是等轴 $\alpha$ 组织或等轴和拉长 $\alpha$ 组织,以及部分破碎和扭曲的晶界 $\alpha$ 及片状 $\alpha$ ,无完整的原始 $\beta$ 晶界。

$\alpha$ - $\beta$ 型钛合金的显微组织应是两相区加工产生的组织,无完整的原始 $\beta$ 晶界。在转变的 $\beta$ 基体上的等轴 $\alpha$ 组织,或等轴 $\alpha$ 和拉长 $\alpha$ 组织,以及部分破碎和扭曲的晶界 $\alpha$ 及片状 $\alpha$ 都是可接受的组织。

3.8.2 订购方对显微组织有特殊要求时,应经双方协商并在合同中注明。

## GJB 2218—94

## 3.9 表面状况

磨削或机加工产品的表面粗糙度的 Ra 值应不大于  $3.2\mu\text{m}$ (以满足超声检验要求为准)。

## 3.10 外观质量

产品表面不允许有裂纹、折叠、重皮、缩尾及其他冶金缺陷。产品表面的局部缺陷应予以清除,清理深度应不超过其尺寸公差。清理深度与宽度之比应不大于 1:6(锻坯平面上应不大于 1:10)。在锻坯两侧面的对称面上不得同时出现清理凹坑。

订购方另有要求时应在合同中注明。

## 3.11 产品标志

在已检验的每件产品的一个端面或靠近端面的头部应作如下标记:

- a. 产品牌号;
- b. 熔炼炉号。

## 4 质量保证规定

## 4.1 检验责任

除合同或订单中另有规定外,承制方应负责完成本规范规定的所有检验。必要时上级鉴定机构有权对本规范所述的任一检验项目进行检查。

## 4.1.1 合格责任

所有产品必须符合本规范第 3 章的所有要求。若合同中包括本规范未规定的检验要求,承制方还应保证所提交验收的产品符合合同要求。

## 4.1.2 复验和仲裁

订购方对收到的产品应进行复验(按承制方提供的热处理制度处理试样)。如复验结果与本规范的规定不符时,应在收到产品之日起六个月内向承制方提出,由双方共同判定。意见不统一时,可由双方同意的第三者仲裁。

## 4.2 质量一致性检验

## 4.2.1 组批

产品应成批提交验收。每批应由同一牌号、熔炼炉号、状态、规格、制造方法、生产周期的产品组成。

## 4.2.2 检验项目及取样

## 4.2.2.1 产品质量一致性检验的项目、取样数量应符合表 7 的规定。

表 7

检验项目	取 样 数 量		要求的章条号	检验或试验方法的章条号
	棒	锻 坯		
化学成分	每批 1 份	每批 1 份	3.2	4.3.1
力学性能	每批 2 根各 1 个	按 4.2.2.2 条	3.3	4.3.2, 4.3.3
$\beta$ 转变温度	每炉 1 份	每炉 1 份	3.4	4.3.4
超声检验	逐根	逐件	3.5	4.3.5

续表 7

检验项目	取 样 数 量		要求的章条号	检验或试验方法的章条号
	棒	锻 坯		
尺 寸	逐 根	逐 件	3.6	4.3.6
低倍组织	直径不大于 100mm 时, 每批 2 根各 1 个; 直径大于 100mm 时, 每批 1 根 1 个。	按 4.2.2.2 条	3.7	4.3.7
显微组织	每批 2 根各 1 个	按 4.2.2.2 条	3.8	4.3.7
表面状况	逐 根	逐 件	3.9	4.3.8
外观质量	逐 根	逐 件	3.10	4.3.9

注: 氢含量之外的其它成分, 承制方由原铸锭的分析结果报出; 订购方复验均在产品上取样。

4.2.2.2 锻坯的取样, 每批产品解剖一件(也可截取试样环), 承制方在半个锻坯(或试样环)上取样进行力学性能(各 2 个)及低倍和显微组织(各 1 个)的检验, 另半个锻坯(或试样环)随同该批产品一起交付订购方(供复验用), 并计入交货重量。

当用同一铸锭采用相近工艺, 同时生产几种规格相近的锻坯时, 可以用最大规格锻坯的性能和组织的检验结果代表其他规格锻坯的检验。

4.2.2.3 产品质量一致性检验的取样位置应符合表 8 的规定。

表 8

棒材直径 或锻坯截 面厚度 mm	拉 伸 性 能			低倍组织		显微组织		氢含量的 分析
	棒 材		锻 坯	棒 材	锻 坯	棒 材 横 向	锻 坯	
	纵 向	横 向						
21~25	圆心	—	弦向	横向	纵向 剖面	圆心	纵向 剖面	在距离表 面 4~6mm 处
>25~100	D/4	—						
>100~150	—	弦向						
>150~270	—	弦向						

#### 4.2.3 检验结果的判定

4.2.3.1 化学成分不合格时, 整批不合格。产品的超声检验、尺寸、表面状况及外观质量不合格时, 单件不合格。

4.2.3.2 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, 若仍有一个试样的试验结果不合格, 则该批产品为不合格, 或逐件对不合格项目进行检验, 合格者重新组批交货。

4.2.3.3 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), 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。

#### 4.3 检验方法

4.3.1 化学成分仲裁分析方法按 GB 4698 进行。

## GJB 2218—94

- 4.3.2 室温拉伸试验方法按 GB 228 进行。室温拉伸试验试样应符合 GB 6397 中的试样 R7。
- 4.3.3 高温拉伸试验方法按 GB 4338 进行。
- 4.3.4  $\beta$  转变温度用金相淬火法或其他方法测定。
- 4.3.5 超声检验方法按 GB 5193 进行。
- 4.3.6 尺寸检验用相应精度的量具进行。
- 4.3.7 低倍组织、显微组织的检验参照 GB 5168 进行。
- 4.3.8 表面状况检验用表面粗糙度标块对比法进行。
- 4.3.9 外观质量用目视检验。

## 5 交货准备

### 5.1 包装、标志、运输和贮存

产品的包装、标志、运输和贮存按 GB 8180 的规定进行。

### 5.2 质量证明书

每批产品应附有质量证明书,注明:

- a. 承制方名称;
- b. 订购方名称及合同号;
- c. 产品名称;
- d. 产品牌号、规格、状态;
- e. 熔炼炉号、批号;
- f. 产品净重和件数;
- g. 各项分析检验结果、热处理制度;
- h. 技术监督部门印记;
- i. 本规范编号;
- j. 包装日期。

## 6 说明事项

### 6.1 预定用途

本规范规定的钛及钛合金棒材、锻坯预定用于热加工制作航空工业一般用途的零件。

### 6.2 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、状态、规格和数量;
- c. 对表 3 和表 4 规定规格之外的室温力学性能的要求(3.3.2);
- d. 对高温力学性能的要求(3.3.3);
- e. 对显微组织的特殊要求(3.8.2);
- f. 其他需要说明的事项。



**附加说明：**

本规范由中国有色金属工业总公司提出。

本规范由中国有色金属工业总公司标准计量研究所归口。

本规范由宝鸡有色金属加工厂、上钢五厂、航空 621 所负责起草。

本规范主要起草人：张延生、朱益藩、陈玉文、孟庆林、许惠珍、王金友、刘洪义、马济民、王韦琪。

计划项目代号：2YS06。