

TC18 钛合金棒材要求

1 范围

本规范规定了航空用TC18 钛合金大规格棒材的要求、质量保证规定、交货准备等。
本规范适用于锻件用TC18 钛合金大规格棒材。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 228	金属材料 室温拉伸试验方法
GB/T 229	金属夏比缺口冲击试验方法
GB/T 3620.2	钛及钛合金加工产品化学成分及允许偏差
GB/T 4161	金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法
GB/T 4698	海绵钛、钛及钛合金化学分析方法
GB/T 5168	两相钛合金高、低倍组织检验方法
GB/T 6397	金属拉伸试验试样
GB/T 8180	钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存
Q/6S 884	飞机Ti-1023钛合金棒材超声波检验方法

3 要求

3.1 材料

- 3.1.1 用于制造棒材的铸锭应采用真空自耗电弧炉熔炼，熔炼次数应为三次。
- 3.1.2 自耗电极不允许使用钨极氩弧焊焊接。
- 3.1.3 棒材的供应状态和规格应符合表 1 的规定。

表 1

供应状态	棒材	
	直径, mm	长度, mm
热加工状态(R) 退火状态(M)	150~400	1000~3000

注：棒材以不定尺长度供应时，允许供应长度不短于 500mm 的棒材，其数量不超过该批棒材的 10%。

3.2 化学成分

3.2.1 棒材的化学成分应符合表 2 的规定。

主要元素						杂质，不大于						
Ti	Al	Mo	V	Cr	Fe	C	Zr	Si	O	N	H	其他 杂质总量
基	4.4~ 5.7	4.0~ 5.5	4.0~ 5.5	0.5~ 1.5	0.5~ 1.5	0.10	0.30	0.15	0.18	0.05	0.015	0.30

注：其他杂质元素，在正常情况下不作检验，但承制方应保证。订购方要求并在合同中注明时应予以检验，检验元素包括：Cu、Ni、B、Y。单个元素不大于 0.1%，Y 不大于 0.005%。

3.2.2 订购方复验时，化学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 棒材的力学性能在经热处理后的一段棒材上测试。棒材推荐的热处理制度为：820~850℃，1~3h，炉冷至 740~760℃，1~3h，空冷+500~650℃，2~6h，空冷。

3.3.2 棒材的室温力学性能应符合表 3 的规定。

试样 状态	取样 方向	棒材直径 mm	R _m MPa	R _{p0.2} MPa	A ₅ %	Z %	a _k J/cm ²
				不小于			
退火	L	>150~250	1080~1280	1010	8	20	25
		>250~400			7	16	
	LT	>150~250	1080~1280	1010	6	20	25
		>250~400			5	16	

3.3.3 在棒材镦饼试样上测定 C—R 方向的室温断裂韧度， $K_{IC} \geq 55 \text{ MPa} \cdot \text{m}^{1/2}$ 。镦饼试样取样方法应符合 4.2.2 的要求。

3.4 β 转变温度

棒材应按熔炼炉号提供 β 转变温度。

3.5 超声波检验

3.5.1 棒材应 100%进行超声探伤检验，纵波检验结果应符合表 4 的规定。允许采用水 浸分区探伤法。

3.5.2 因非几何因数引起的底波反射损失应不大于 50%，且位置没有前移。

3.5.3 周向横波不能有大于标准块上人工反射体的反射信号。

表 4							mm
棒材直径或 锻坯厚度 mm	单个反射信号 平底孔直径 mm	多个反射信号		长条形反射信号		杂波反 射信号 dB	底波损失 %
		平底孔直径 mm	间距 mm	平底孔直径 mm	长度 mm		
≥150~220	≤2.0	≤1.2	>25	≤1.2	<12	-9	≤50
>220~400	≤3.2	≤2.0	>25	≤2.0	<25	-9	

3.6 尺寸和外形

- 3.6.1 棒材以机加工表面供货。棒材尺寸允许偏差应符合表 5 的规定。
- 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 +15mm。倍尺还应计入棒材切断时的切口量，每一切口量为 10mm。
- 3.6.3 棒材两端面应切平整，切斜应不大于 5mm。
- 3.6.4 棒材的弯曲度应不大于 5mm/m。
- 3.6.5 棒材的不圆度不应使其尺寸超出直径极限偏差。

表 5		mm
棒材直径	允许偏差	
>150~250	±3.5	
>250~400	±4.0	

注：中间尺寸和直径极限偏差加严的棒材按双方的协议制造。

3.7 低倍组织

经热处理后的产品的低倍组织应符合下述要求。

- 3.7.1 低倍上不允许有缩孔、气孔、分层、偏析、裂纹、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清晰的、肉眼可见的清晰晶粒。直径 150~250mm 的棒材应符合图 1 的 1~5 级；直径 250~400mm 的棒材应符合图 1 的 1~6 级。当出现 6 级和 7 级时（分别对应上述规格），以高倍组织和力学性能为准。
- 3.7.3 用户要求并在合同中注明时：应进行 β 相区加热后的低倍组织检验。 检验方法：从受检产品上截取 15±3mm 长的棒坯，在 T_β 以上 10~20℃加热 30min 后空 冷，低倍组织上不应有明显的分层组织。

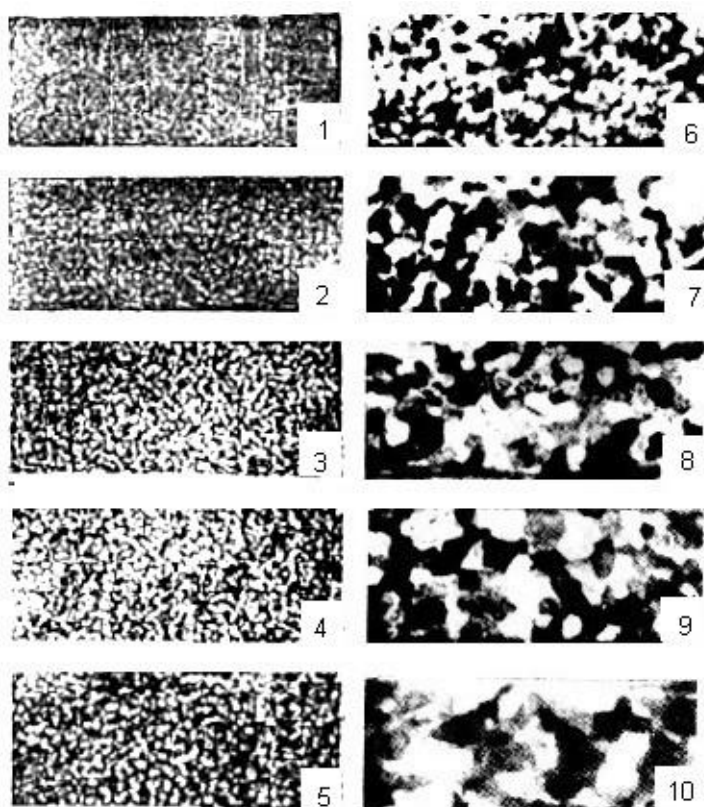


图1 低倍组织评级图 1×

3.8 显微组织

3.8.1 棒材显微组织应符合图2的五类评级图中1~3类。

3.8.2 原始 β 晶粒边界不应出现连续的、平直的 α 相网络。

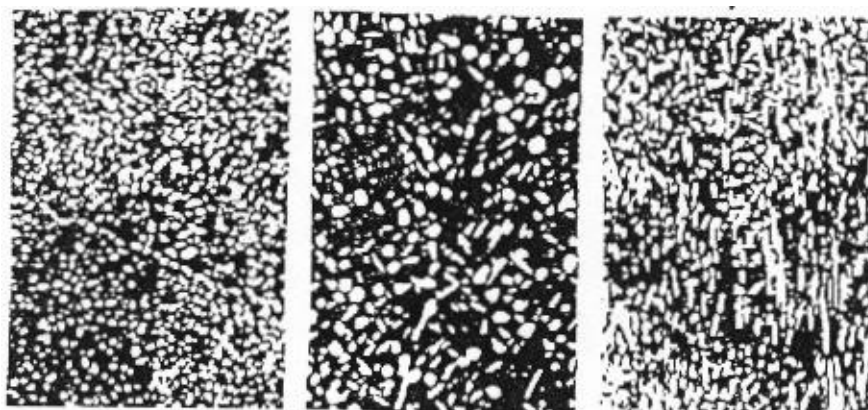
3.8.3 订购方对显微组织有特殊要求时，应经双方协商并在合同中注明。

3.9 外观质量

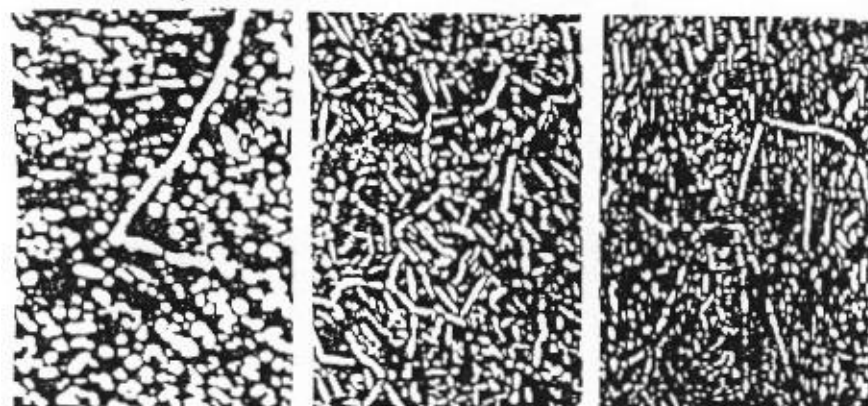
3.9.1 产品表面不允许有裂纹、折叠、重皮及其他冶金缺陷。产品表面的局部缺陷应予清除，清除的深度应不超过其直径的允许偏差，清理深度与宽度之比应不大于 1: 10。

3.9.2 订购方另有要求时应在合同中注明。

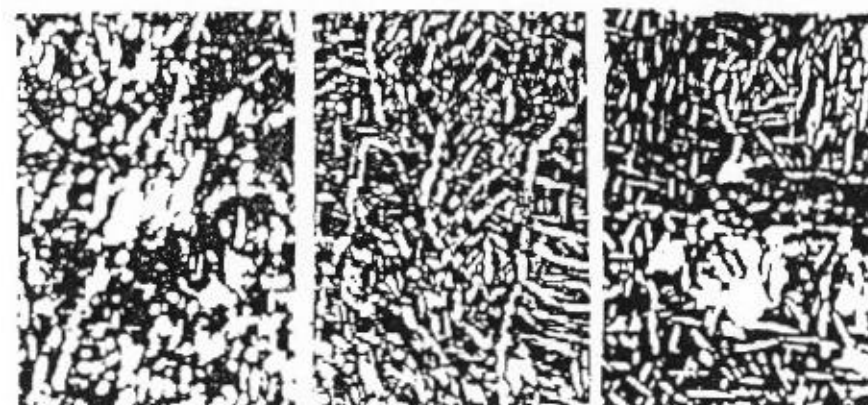
1 类型



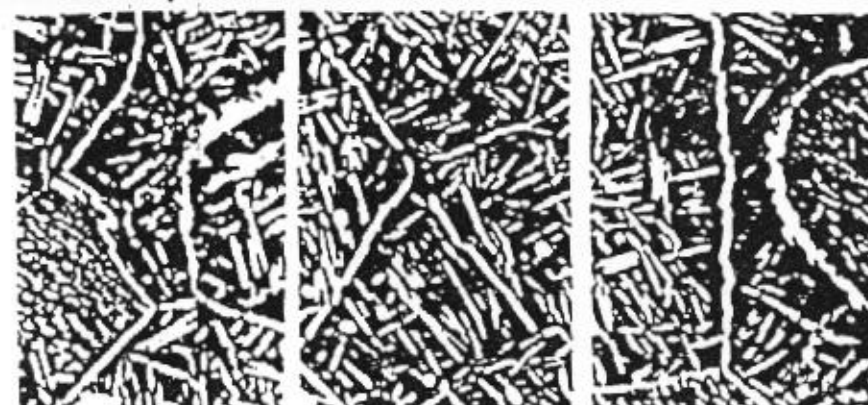
2 类型



3 类型



4 类型



5 类型

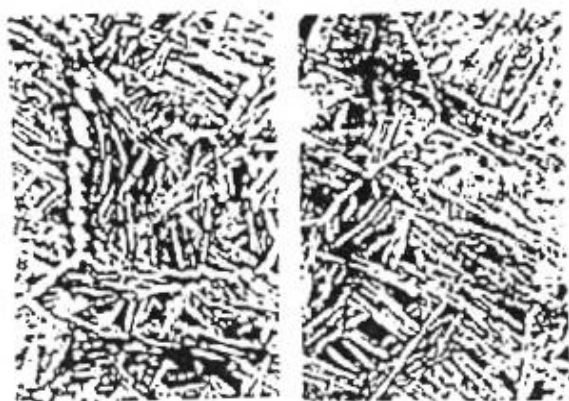


图2 显微组织评级图 500×

3.10 产品标志

在已检验的每件产品的一个端面或靠近头部的端面应作如下标记： a)

产品的牌号；

b) 熔炼炉号或批号；

c) 状态；

d) 锭节号。

3.11 其他要求

3.11.1 产品按锭节号管理。当订购方要求并在合同中注明时，还可以实行头部管理。实行头部管理的要求为：若棒材用包括铸锭靠冒口部分，则在靠近冒口的第一件棒材冒口端的反向端面作出标志“T”；若不使用靠冒口部分，则在合格证中予以注明。

3.11.2 承制方有责任保存产品质量跟踪所必需的重要文件，一般保存八年，订购方有特殊要求时应在合同中予以注明。

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，承制方和订货方应负责完成本规范的所有检验。必要时设计部门或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 章和第 5 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。

4.2 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、规格、状态和同一热处理炉（批）、制造方法、生产周期的产品组成。

4.3.2 室温拉伸试验方法按 GB/T 228 进行。室温拉伸试验试样应符合 GB/T 6397 中的试样 R7。

4.3.3 金属冲击试验方法按 GB/T 229 的 U 型缺口试样进行。

4.3.4 金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法按 GB/T 4161 进行。试样形式为紧凑拉伸试样。

4.3.5 β 转变温度用金相淬火法或其他方法测定。

4.3.6 超声检验方法参照 Q/6S 884（飞机 Ti-1023 钛合金棒材超声波检验方法）进行。

4.3.7 尺寸检验用相应精度的量具进行。

4.3.8 低倍组织、显微组织的检验按 GB/T 5168 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/T 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) β 转变温度；
- i) 技术监督部门印记；
- j) 本规范编号。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的 TC18 棒材预定用于制作航空工业重要用途零件用锻件。

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) 对低倍组织、显微组织和外观质量的特殊要；
- d) 其他需要说明的事项。

