



中华人民共和国国家军用标准

FL 6210

GJB 9571—2018

舰船用钛及钛合金棒材规范

Specification for titanium and titanium alloy bars for marine ship

2018—11—19 发布

2019—03—01 实施

中央军委装备发展部 颁布

前 言

本规范的附录 A 是资料性附录。

本规范由中国有色金属工业协会提出。

本规范起草单位：宝钛集团有限公司、武昌船舶重工集团有限公司、中国船舶重工集团公司第七〇一研究所、中国船舶重工集团公司第七二五研究所、宝鸡钛业股份有限公司、中国有色金属工业标准计量质量研究所、西北有色金属研究院。

本规范主要起草人：李渭清、胡志杰、张日恒、陈志强、王 洋、冯军宁、马忠贤、张江峰、李 巍、李献军、杨英丽。

舰船用钛及钛合金棒材规范

1 范围

本规范规定了舰船用钛及钛合金棒材的要求。

本规范适用于热锻或热轧方式生产的舰船用钛及钛合金棒材(以下简称棒材)。

2 引用文件

下列文件中的有关条款通过引用而成为本规范的条款。凡注日期或版次的引用文件,其后的任何修改单(不包括勘误的内容)或修订版本都不适用于本规范,但提倡使用本规范的各方探讨使用其最新版本的可能性。凡不注日期或版次的引用文件,其最新版本适用于本规范。

GB/T 228.1—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

GB/T 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

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 4338 金属材料 高温拉伸试验方法

GB/T 4698(所有部分) 海绵钛、钛及钛合金化学分析方法

GB/T 5168 α - β 钛合金高低倍组织检验方法

GB/T 5193 钛及钛合金加工产品超声波探伤方法

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 23605 钛合金 β 转变温度测试方法

3 要求

3.1 材料

3.1.1 用于生产棒材的铸锭应采用真空自耗电弧炉熔炼,熔炼次数不少于两次,最后一次熔炼稳定阶段的压强应不大于 5Pa。

3.1.2 自耗电极不允许使用钨极氩弧焊焊接。

3.2 牌号、状态、规格

棒材的牌号、状态和规格应符合表 1 的规定。

表 1

牌号	供应状态	直径 mm	长度 mm
TA1、TA2、TC4	退火态 M 或热加工态 R	6~230	1000~4000
TA3、TA22、TA31		6~130	
TA5、TA7、TA17、TA24、TC10		6~90	

3.3 化学成分

3.3.1 TA1、TA2、TA3、TA31 的化学成分应符合表 2 的规定。

3.3.2 其他牌号的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。

3.3.3 需方从棒材上取样进行化学成分复验时,其允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

表 2

牌号	主要成分 %					杂质，不大于 %							
	Ti	Al	Nb	Zr	Mo	Fe	Si	C	N	H	O	其他元素	
												单个	总和
TA1	余量	—	—	—	—	0.25	—	0.10	0.03	0.015	0.20	0.1	0.4
TA2	余量	—	—	—	—	0.30	—	0.10	0.05	0.015	0.25	0.1	0.4
TA3	余量	—	—	—	—	0.40	—	0.10	0.05	0.015	0.30	0.1	0.4
TA31	余量	5.5~6.5	2.5~3.5	1.5~2.5	0.6~1.5	0.25	0.15	0.10	0.05	0.012	0.15	0.1	0.4

3.4 力学性能

3.4.1 棒材的力学性能在经热处理后的棒材本体或试样坯上取样测试，推荐的热处理制度见表 3。为保证材料性能，供方可依据实际需要，选用表 3 以外的其他热处理制度。

表 3

牌号	推 荐 的 热 处 理 制 度
TA1	600℃~750℃，保温 1h~3h，空冷
TA2	600℃~750℃，保温 1h~3h，空冷
TA3	600℃~750℃，保温 1h~3h，空冷
TA5	700℃~850℃，保温 1h~3h，空冷
TA7	750℃~850℃，保温 1h~3h，空冷
TA17	720℃~890℃，保温 1h~3h，空冷
TA22	750℃~850℃，保温 1h~3h，空冷
TA24	750℃~850℃，保温 1h~3h，空冷
TA31	800℃~920℃，保温 1h~3h，空冷
TC4	700℃~850℃，保温 1h~3h，空冷
TC10	700℃~850℃，保温 1h~2h，空冷

3.4.2 棒材的室温力学性能应符合表 4 规定。

表 4

牌号	直径 mm	室温力学性能，不小于					
		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 %	冲击功，J	
						KV ₂	KU ₂
TA1	6~230	370	250	20	30	—	40
TA2	6~230	440	320	18	30	—	40
TA3	6~130	540	410	15	25	—	40
TA5	6~90	685	585	13	25	40	—
TA7	6~90	785	680	10	25	—	24
TA17	6~90	640	590	10	25	—	48
TA22	6~130	590	490	16	35	47	—

表 4(续)

牌号	直径 mm	室温力学性能, 不小于					
		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 %	冲击功, J	
						KV ₂	KU ₂
TA24	6~90	725	620	13	25	47	—
TA31	6~90	880	780	10	20	47	—
	>90~130	840	760	10	20	40	—
TC4	6~90	895	825	10	25	24	—
	>90~230	895	825	9	20	17	—
TC10	6~90	1030	900	12	25	19	—
注: 冲击功测试仅适用于直径不小于 16mm 的棒材。							

3.4.3 需方要求并在合同中注明时, TA7、TA17 和 TA22 棒材的高温力学性能应予以测定, 并符合表 5 的规定。当需方要求的测试条件超出表 5 规定时, 供需双方协商确定高温力学性能指标。

表 5

牌号	直径 mm	试验温度 ℃	高温拉伸性能, 不小于	
			抗拉强度 R_m MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa
TA7	6~90	350	490	380
TA17	6~90	350	350	295
TA22	6~130	100	540	400
		350	400	295

3.5 β 转变温度

合同中注明时, 棒材(除 TA1、TA2、TA3)应按熔炼炉号提供 β 转变温度实测值。

3.6 超声检测

棒材应按 GB/T 5193 的规定进行超声检验, 验收级别应符合表 6 的规定。

表 6

直径 mm	验收级别
6~90	A1
>90~230	A

3.7 尺寸和外形

3.7.1 棒材的直径允许偏差、弯曲度应符合表 7 的规定。

表 7

直径 mm	直径允许偏差 mm	弯曲度 mm/m
6~10	$\begin{smallmatrix} +0.4 \\ 0 \end{smallmatrix}$	≤ 3
>10~20	$\begin{smallmatrix} +0.6 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
>20~50	$\begin{smallmatrix} +0.8 \\ 0 \end{smallmatrix}$	
>50~90	$\begin{smallmatrix} +1.2 \\ 0 \end{smallmatrix}$	

表 7(续)

直径 mm	直径允许偏差 mm	弯曲度 mm/m
>90~130	+2.0 0	≤4
>130~200	+3.5 0	
>200~230	+5.0 0	

3.7.2 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，倍尺长度还应计入棒材切断时的切口量，每一切口量为 5mm。

3.7.3 棒材的两端应切平整，并符合表 8 的规定。

表 8

单位为毫米

直径	切斜度
6~90	≤3
>90~230	≤5

3.8 低倍组织

棒材的低倍组织不应有裂纹、折叠、气孔、偏析、金属或非金属夹杂及其他目视可见的冶金缺陷。

3.9 显微组织

3.9.1 经热处理后的 TA1、TA2、TA3 及 TA7 棒材或试样坯的显微组织应是等轴 α 组织或等轴和拉长 α 组织，以及部分破碎和扭曲的晶界 α 及片状 α ，无完整的原始 β 晶界。

3.9.2 经热处理后的 TA5 棒材或试样坯的显微组织应是等轴和拉长 α 或片状 α 组织。

3.9.3 经热处理后的 TA17、TA22、TA24、TA31、TC4 及 TC10 棒材或试样坯的显微组织应是两相区加工产生的组织，无完整的原始 β 晶界，并应符合下列任意一项规定：

- a) 在转变 β 基体上分布着等轴 α 和(或)拉长 α ，且在原始 β 晶界上不存在连续的网状 α ；
- b) 全部为等轴 α 和(或)拉长 α ，且在原始 β 晶界上不允许存在连续的网状 α ；
- c) 在片状 α 组织上分布着不连续和扭曲的晶界 α 。

3.10 表面状况

棒材以机加工或磨削表面供货，表面粗糙度 R_a 值应不大于 3.2 μ m。

3.11 外观质量

3.11.1 棒材表面应洁净，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个别划伤、凹坑、拉道，允许存在有不影响使用的轻微矫直痕迹。

3.11.2 棒材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之半，并应保证产品的最小尺寸，清理深度与宽度之比应不大于 1:8。

3.12 产品标志

3.12.1 在检验合格的棒材上应标记以下内容：

- a) 牌号；
- b) 状态；
- c) 规格；
- d) 批号或熔炼炉号；
- e) 本规范编号。

3.12.2 棒材实行锭节号管理。当需方要求并在合同中注明时，还可实行头部管理。头部管理的要求为：若棒材用料包括铸锭靠冒口部分，则在靠近冒口的第一根棒材的靠近冒口一端作出标志“T”；若不使用靠冒口部分，则在合格证中予以注明。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范规定的检验为质量一致性检验。

4.2 质量一致性检验

4.2.1 组批

棒材应成批提交验收。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组成。

4.2.2 检验项目及取样

质量一致性检验的项目、取样位置及数量应符合表 9 的规定。

表 9

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	3.3	4.3.1
室温拉伸性能	见表 10	每批 2 根, 各 1 个	3.4	4.3.2
高温拉伸性能	见表 10	每批 2 根, 各 1 个	3.4	4.3.3
冲击性能	见表 10	每批 3 个	3.4	4.3.4
β 转变温度	任意部位	每批 1 份	3.5	4.3.5
超声检验	—	逐根	3.6	4.3.6
尺寸和外形	—	逐根	3.7	4.3.7
低倍组织	横向	每批 1 个	3.8	4.3.8
显微组织	见表 10	每批 2 根, 各 1 个	3.9	4.3.8
表面状况	—	逐根	3.10	4.3.9
外观质量	—	逐根	3.11	4.3.10
^a 氢含量在成品上取样分析; 其他化学成分供方以原铸锭的分析结果报出, 需方复验在成品棒材上取样。				

表 10

棒材直径 mm	室温、高温拉伸性能取样位置	冲击性能取样位置	显微组织取样位置
6~90	纵向	纵向, 试样缺口轴线垂直棒材轴线	横向
>90~230	D/4 处弦向	(D/4~D/8) 处弦向, 试样缺口轴线平行棒材轴线	横向, D/4 处
注: D 为棒材直径。			

4.2.3 检验结果的判定

4.2.3.1 化学成分检验结果不合格时, 判该批棒材不合格。

4.2.3.2 在力学性能检验中, 如果试样的检验结果不合格, 则从该批棒材(包括原受检棒材)中取双倍试样进行该不合格项目的重复检验, 若重复检验结果仍有不合格, 则判该批棒材不合格。但供方可逐根对不合格项目进行检验, 合格者重新组批交货。或进行一次重新热处理后重新取样检验, 合格后重新组批交货。

4.2.3.3 低倍组织检验结果按下列规定判定:

a) 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), 判该批棒材不合格; 如判为有非脆性偏析, 允许剔除后重新组批交货;

b) 在低倍组织检验中, 如发现并判为裂纹是由锻造缩尾或表面裂纹未切除干净引起的, 允许承制方对棒材逐根进行检验, 合格者重新组批交货。

4.2.3.4 显微组织检验不合格时, 判该批产品不合格。允许承制方交货前对棒材逐根进行检验, 合格

者重新组批交货。

4.2.3.5 超声检验、尺寸和外形、表面状况以及外观质量检验结果不合格时，判该根棒材不合格。但允许供方剔除不合格部分后重新组批交货。

4.3 检验方法

4.3.1 化学成分仲裁分析按 GB/T 4698 (所有部分) 进行。

4.3.2 室温拉伸试验按 GB/T 228.1—2010 进行。直径小于 10mm 的棒材选用 R8 试样，直径不小于 10mm 的棒材选用 R7 试样。

4.3.3 高温拉伸试验按 GB/T 4338 进行。

4.3.4 冲击试验按 GB/T 229 进行。

4.3.5 β 转变温度按 GB/T 23605 或差热法测定。

4.3.6 超声检验按 GB/T 5193 进行。

4.3.7 尺寸和外形用满足精度要求的量具进行。

4.3.8 低倍组织、显微组织检验按 GB/T 5168 进行。

4.3.9 表面粗糙度用标块对比法进行。

4.3.10 外观质量用目视检验。

5 交货准备

5.1 包装、标志、运输、贮存

棒材的包装、标志、运输、贮存按 GB/T 8180 的规定进行。

5.2 质量证明文件

每批棒材应附有质量证明书，注明：

- a) 产品名称；
- b) 合同号；
- c) 牌号、规格、状态；
- d) 批号；
- e) 熔炼炉号、锭节号；
- f) 净重和根数；
- g) 热处理制度、各项分析检验结果 (若进行重复试验，需报出第一次检验结果) 和质量检验部门印记；
- h) 本规范编号；
- i) 包装日期。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的棒材预定用于制造舰船结构、设备、系统、阀件及附件等部位。推荐应用部位见表 11，但应用部位不仅限于推荐范围。

表 11

牌号	推荐应用部位
TA1、TA2、TA3、TA17	普通结构件、低强度级别海水管路部件、阀件及附件等
TA5	中等强度级别结构件
TA7	电子设备及雷达
TA22	有辐射指标要求的安全级部件、阀件及管路附件等
TA24、TA31	中高强度级别结构件、海水管路部件、阀件及附件等
TC4、TC10	普通结构件

6.2 订购文件中应明确的内容

订购文件中应规定下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 牌号、状态、规格和数量；
- c) 本规范名称和编号；
- d) 其他需要说明的事项。

6.3 标记示例

棒材标记按牌号、供应状态、规格、批号(或炉号)和本规范编号的顺序表示。标记示例如下：

示例：

牌号 TC4 钛合金制成的直径 70mm、批号为 20140001、规范编号为 GJB ××××—×××× 的退火态棒材标记为：

TC4 M Φ 70 20140001 GJB ××××—××××

6.4 本规范中涉及的钛及钛合金棒材密度和硬度参见附录 A。

附 录 A
(资料性附录)
钛及钛合金密度和硬度

A.1 钛及钛合金棒材密度

钛及钛合金棒材密度参见表 A.1。

表 A.1

牌号	密度 ρ g/cm ³
TA1	4.51
TA2	4.51
TA3	4.51
TA5	4.43
TA7	4.46
TA17	4.48
TA22	4.50
TA24	4.53
TA31	4.49
TC4	4.44
TC10	4.53

A.2 钛及钛合金棒材硬度

钛及钛合金棒材的布氏硬度参见表 A.2。

表 A.2

牌号	布氏硬度 HBW(d) 10/3000 mm
TA1	4.6~5.2
TA2	4.4~5.2
TA3	4.1~5.0
TA5	3.8~4.4
TA7	3.3~3.9
TA17	3.7~4.4
TA22	3.8~4.6
TA24	3.6~4.2
TA31	3.3~3.8
TC4	3.3~3.8
TC10	3.0~3.7

中 华 人 民 共 和 国
国家军用标准
舰船用钛及钛合金棒材规范
GJB 9571—2018

*

国家军用标准出版发行部出版
(北京东外京顺路 7 号)
国家军用标准出版发行部印刷车间印刷
国家军用标准出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 24 千字
2019 年 2 月第 1 版 2019 年 2 月第 1 次印刷

*

军标出字第 11968 号