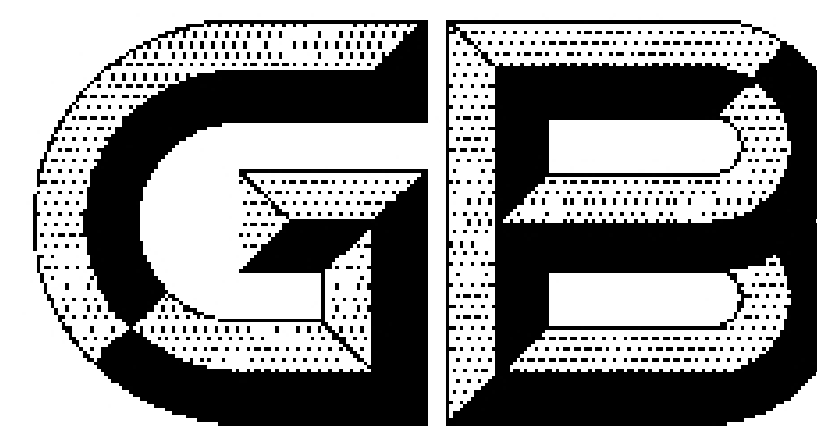




中华人民共和国国家标准

GB/T 2965—2023

代替 GB/T 2965—2007

钛及钛合金棒材

Titanium and titanium alloy bars

2023-09-07 发布

2024-04-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

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。

本文件代替 GB/T 2965—2007《钛及钛合金棒材》。与 GB/T 2965—2007 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了“分类和标记”(见第 4 章)；
- b) 更改了产品的规格范围(见 4.1, 2007 年版的 3.1.1)；
- c) 更改了 TA1、TA2、TA3、TA5 产品的技术要求，删除了 TA4(见第 5 章, 2007 年版的第 3 章和附录 A)；
- d) 增加了 TA1G、TA2G、TA3G、TA4G、TA18、TB6、TC17、TC18、TC21、TC25 产品的技术要求(见第 5 章)；
- e) 更改了外形尺寸及其允许偏差(见 5.2, 2007 年版的 3.4)；
- f) 更改了化学成分的分析方法(见 6.1, 2007 年版的 4.1)；
- g) 更改了外形尺寸及其允许偏差的检验方法(见 6.2, 2007 年版的 4.8)；
- h) 更改了室温拉伸性能的检验方法(见 6.3, 2007 年版的 4.2)；
- i) 更改了高温拉伸性能的检验方法(见 6.4, 2007 年版的 4.3)；
- j) 更改了 β 转变温度的检验方法(见 6.6, 2007 年版的 4.5)；
- k) 更改了取样要求(见表 4, 2007 年版的表 6)；
- l) 更改了检验结果的判定(见 7.5, 2007 年版的 5.5)；
- m) 删除了附录 B 旧标准中工业纯钛的牌号、化学成分及室温力学性能(见 2007 年版的附录 B)。

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。

本文件起草单位：宝钛集团有限公司、宝鸡钛业股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、西部超导材料科技股份有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司、中铝沈阳有色金属加工有限公司、宝武特冶钛金科技有限公司、云南钛业股份有限公司。

本文件主要起草人：解晨、冯军宁、李巍、张伟、段晓辉、陶海林、孙小勇、白智辉、张江峰、史小云、彭晖、岳旭、李宝霞、张野、闵新华、孙虎代、马佳琨、马忠贤、冯永琦、高颀、王隽生。

本文件于 1987 年首次发布，1996 年第一次修订，2007 年第二次修订，本次为第三次修订。

钛及钛合金棒材

1 范围

本文件规定了钛及钛合金棒材的分类和标记、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及随行文件和订货单内容。

本文件适用于锻造和轧制生产的钛及钛合金圆形和矩形棒材。

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 金属材料 拉伸试验 第2部分：高温试验方法

GB/T 2039 金属材料 单轴拉伸蠕变试验方法

GB/T 3620.1 钛及钛合金属牌号和化学成分

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 钛及钛合金加工产品超声检验方法

GB/T 6611 钛及钛合金术语和金相图谱

GB/T 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 23604 钛及钛合金产品力学性能试验取样方法

GB/T 23605 钛合金 β 转变温度测定方法

GB/T 34647 钛及钛合金产品状态代号

GB/T 38982 钛及钛合金加工产品外形尺寸检测方法

GB/T 39799 钛及钛合金棒材和丝材尺寸、外形、重量及允许偏差

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

GB/T 6611、GB/T 34647 和 GB/T 38982 界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类和标记

4.1 产品分类

棒材的牌号、状态和规格应符合表1的规定。

表 1 牌号、状态和规格

单位为毫米

牌号	状态 ^a	直径或截面厚度	长度
TA1、TA2、TA3、TA1G、TA2G、TA3G、TA4G、TA5、TA6、TA7、TA9、TA10、TA13、TA15、TA18、TA19、TB2、TB6、TC1、TC2、TC3、TC4、TC4ELI、TC6、TC9、TC10、TC11、TC12、TC17、TC18、TC21、TC25	热加工态(R)、冷加工态(Y)	7~100	300~6 000
	退火态(M)		300~5 000
^a TA19 和 TC9 钛合金棒材的供应状态为热加工态(R)和冷加工态(Y);TC6 钛合金棒材的退火态(M)为普通退火态。			

4.2 产品标记

产品标记按产品名称、牌号、状态、规格、文件编号的顺序表示。

示例 1:用 TA2 牌号制造的、状态为退火态、直径为 100 mm,长度为 3 000 mm~4 000 mm 的圆形棒材,标记为:
棒 TA2 M ϕ 100×L(或 3 000~4 000) GB/T 2965—2023

示例 2:用 TC4 牌号制造的、状态为热加工态、截面厚度为 90 mm、长度为 2 000 mm 的方形棒材,标记为:
棒 TC4 R 90×90×2 000 GB/T 2965—2023

示例 3:用 TC4 牌号制造的、状态为热加工态、直径为 80 mm、长度为 3 000 mm 的圆形棒材,标记为:
棒 TC4 R ϕ 80×3 000 GB/T 2965—2023

5 技术要求

5.1 化学成分

- 5.1.1 棒材的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。
- 5.1.2 需方从产品上取样进行化学成分复验时,其化学成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

5.2 外形尺寸及其允许偏差

棒材的外形尺寸及其允许偏差应符合 GB/T 39799 的规定。

5.3 力学性能

- 5.3.1 棒材的力学性能在经热处理后的试样坯上测试,试样坯的推荐热处理制度见附录 A。
- 5.3.2 棒材的室温拉伸性能应符合表 2 的规定,当需方要求并在订货单中注明时,部分牌号棒材的高温力学性能应符合表 3 的规定。

表 2 室温拉伸性能

牌号	室温拉伸性能,不小于				备注
	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) %	
TA1	370	250	20	30	
TA2	440	320	18	30	
TA3	540	410	15	25	

表 2 室温拉伸性能（续）

牌号	室温拉伸性能,不小于				备注
	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) %	
TA1G	240	140	24	30	
TA2G	400	275	20	30	
TA3G	500	380	18	30	
TA4G	580	485	15	25	
TA5	685	585	13	25	
TA6	685	585	10	27	
TA7	785	680	10	25	
TA9	370	250	20	25	
TA10	485	345	18	25	
TA13	540	400	16	35	
TA15	885	825	8	20	
TA18	620	518	12	25	
TA19	895	825	10	25	
TB2	≤980	820	18	40	固溶性能
	1 370	1 100	7	10	固溶时效性能
TB6	1 105	1 035	8	15	
TC1	585	460	15	30	
TC2	685	560	12	30	
TC3	800	700	10	25	
TC4	895	825	10	25	
TC4ELI	830	760	10	15	
TC6 ^a	980	840	10	25	
TC9	1 060	910	9	25	
TC10	1 030	900	12	25	
TC11	1 030	900	10	30	
TC12	1 150	1 000	10	25	
TC17	1 120	1 030	7	16	
TC18	1 080~1 280	1 010	9	25	
TC21	1 100	1 000	8	15	
TC25	980	—	10	20	
^a TC6 棒材测定普通退火态的性能。当需方要求并在订货单中注明时,可测定等温退火状态的性能。					

表 3 高温力学性能

牌号	试验温度 ℃	高温力学性能,不小于		
		抗拉强度(R_m) MPa	持久性能	
			试验应力(σ) MPa	试验时间(t) h
TA6	350	420	390	100
TA7	350	490	440	100
TA15	500	570	470	50
TA18	350	340	320	100
	400	310	280	100
TA19	480	620	480	35
TC1	350	345	325	100
TC2	350	420	390	100
TC4	400	600	560	100
TC6	400	685	685	50
TC9	500	785	590	100
TC10	400	835	785	100
TC11 ^a	500	685	640	35
TC12	500	700	590	100
TC17	400	885	685	100
TC25	500	735	637	50
^a TC11 钛合金棒材持久性能不合格时,允许在 500 ℃,加载 590 MPa 的试验应力, $t\geq 100$ h 的条件下进行检验,检验合格则该批棒材的持久性能合格。				

5.4 β 转变温度

当需方要求并在订货单中注明时,棒材应按熔炼炉号提供 β 转变温度。

5.5 超声检测

当需方要求并在订货单中注明时,棒材应进行超声检测,其验收级别由供需双方协商确定。

5.6 低倍组织

棒材的低倍组织不应有裂纹、缩尾、气孔、金属或非金属夹杂、影响使用的偏析及其他目视可见的冶金缺陷。

5.7 显微组织

当需方要求并在订货单中注明时,棒材应进行显微组织的评定,其评定要求由供需双方协商确定。

5.8 外观质量

5.8.1 棒材以车(磨)光表面供货。棒材表面粗糙度(Ra)应不大于 $3.2\ \mu\text{m}$ 。

5.8.2 棒材表面允许存在不大于直径或厚度允许偏差之半的轻微划伤、压痕、麻点和皱褶等缺陷。

5.8.3 棒材表面的局部缺陷应予以清除,清理深度不超过产品的相应尺寸允许偏差;且其清除部位的深度与宽度之比应不大于 $1:6$ 。

6 试验方法

6.1 化学成分

产品的化学成分分析按 GB/T 4698(所有部分)或 YS/T 1262 的规定进行,仲裁分析按 GB/T 4698(所有部分)的规定进行。

6.2 外形尺寸及其允许偏差

产品的外形尺寸及其允许偏差的测量按 GB/T 38982 的规定进行。

6.3 室温拉伸性能

产品的室温拉伸性能检验按 GB/T 228.1—2021 的规定进行。试样选用 R7 试样。

6.4 高温拉伸性能

产品的高温拉伸性能检验按 GB/T 228.2 的规定进行。

6.5 持久性能

产品的持久性能检验按 GB/T 2039 的规定进行。

6.6 β 转变温度

产品的 β 转变温度检验按 GB/T 23605 的规定进行。

6.7 超声检测

产品的超声检测按 GB/T 5193 的规定进行。

6.8 低倍组织、显微组织

产品的低倍组织、显微组织检验按 GB/T 5168 的规定进行。

6.9 外观质量

产品的外观质量用目视检测的方法进行。其中棒材的表面粗糙度检验用标准样块比较法进行。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品应由供方或第三方进行检验,保证产品质量符合本文件的规定及订货单的要求。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件的规定进行检验。当检验结果与本文件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。属于外形尺寸及其允许偏差、外观质量的异议,应在收到产品之日起一个月内提出;属于化学成分、力学性能、低倍组织、显微组织、超声检测的异议,应在收到产品之日起三个月内提出。如需仲裁,应由供需双方在需方共同取样或协商确定。

7.2 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、制造方法、状态和同一热处理炉批的产品组成。

7.3 检验项目

每批产品均应进行化学成分、外形尺寸及其允许偏差、室温拉伸性能、低倍组织和外观质量的检验。订货单中注明时还应进行高温力学性能、 β 转变温度、超声检测、显微组织的检验。

7.4 取样

产品取样应符合表 4 的规定。

表 4 取样

检验项目	取样规定	技术要求的章条编号	试验方法的章条编号
化学成分 ^a	每批任取 1 份	5.1	6.1
外形尺寸及其允许偏差	逐根	5.2	6.2
力学性能	当直径或截面厚度不大于 38 mm 时,在棒材中心或 1/2 截面厚度处取纵向,每批 2 根,每根各取 1 个试样; 当直径或截面厚度大于 38 mm 时,在棒材 $D/4$ 或 $1/4$ 截面厚度处取纵向,每批 2 根,每根各取 1 个试样; 其他要求按 GB/T 23604 的规定执行	5.3	6.3、6.4、6.5
β 转变温度 ^b	每炉任取 1 份	5.4	6.6
超声检测	逐根	5.5	6.7
低倍组织	每批任取 1 根,每根取 1 个横向试样	5.6	6.8
显微组织	每批任取 1 根,每根在 $D/4$ 或 $1/4$ 截面厚度处取 1 个横向试样	5.7	6.8
外观质量	逐根	5.8	6.9
注: D 为棒材直径。			
^a 氢含量在成品上取样分析,其他成分供方以铸锭的分析结果报出,需方复验均在成品上进行。			
^b 供方可按铸锭的检测 results 报出,需方在成品上取样检验。			

7.5 检验结果的判定

- 7.5.1 化学成分检验结果不合格时,判该批产品不合格。
- 7.5.2 外形尺寸及其允许偏差、超声检测、外观质量检验结果不合格时,判该件产品不合格,但供方可剔除不合格部分后重新检验,合格者重新组批交货。
- 7.5.3 力学性能检验结果不合格时,应从该批产品上取双倍试样进行重复检验。当重复检验仍有一个

试样不合格时,判该批产品不合格。但供方可逐根进行检验,合格者重新组批交货。或进行重新热处理后重新取样检验。

7.5.4 低倍组织、显微组织检验结果不合格时,判该批产品不合格。

8 标志、包装、运输、贮存及随行文件

8.1 标志

8.1.1 产品标志

在检验合格的产品上应做如下标志(或贴标签),其上应至少注明下列内容:

- a) 供方名称;
- b) 牌号;
- c) 规格;
- d) 状态;
- e) 批号;
- f) 本文件编号。

8.1.2 包装标志

产品的包装标志应符合 GB/T 8180 的规定。

8.2 包装、运输及贮存

产品的包装、运输及贮存应符合 GB/T 8180 的规定。

8.3 随行文件

每批产品应附有随行文件,其中除应包括供方信息、产品信息、本文件编号、出厂日期或包装日期外,还宜包括下列内容。

- a) 质量证明书,内容如下:
 - 产品名称、牌号、规格和状态;
 - 产品锭号、批号、批重和数量;
 - 产品的主要性能及技术参数;
 - 各项分析检验结果及质量检验部门印记;
 - 其他。
- b) 合格证,内容如下:
 - 锭号或批号;
 - 检验日期;
 - 检验员签名或盖章;
 - 其他。
- c) 其他。

9 订货单内容

需方可根据自身的需要,在订购本文件所列产品的订货单内,列出下列内容:

- a) 产品名称;

- b) 牌号；
- c) 规格；
- d) 状态；
- e) 重量；
- f) 数量；
- g) 本文件编号；
- h) 其他。

附 录 A
(资料性)
钛及钛合金的热处理制度

钛及钛合金棒材或试样坯可按表 A.1 进行热处理。

表 A.1 钛及钛合金的热处理制度

牌号	热处理制度
TA1	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA2	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA3	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA1G	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA2G	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA3G	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA4G	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA5	700 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA6	750 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA7	750 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA9	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA10	600 ℃~700 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA13	750 ℃~820 ℃,保温 0.5 h~4 h,空冷
TA15	700 ℃~850 ℃,保温 1 h~4 h,空冷
TA18	600 ℃~815 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TA19	955 ℃~985 ℃,保温 1 h~2 h,空冷;575 ℃~605 ℃,保温 8 h,空冷
TB2	固溶:750 ℃~850 ℃,保温 10 min~30 min,空冷或水冷;时效:450 ℃~550 ℃,保温 8 h~24 h,空冷
TB6	705 ℃~775 ℃,保温 1 h~2 h,水冷;480 ℃~620 ℃,保温 8 h~10 h,空冷 固溶温度允许在 β 转变温度以下 30 ℃~60 ℃范围内调整
TC1	700 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TC2	700 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TC3	700 ℃~800 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TC4	700 ℃~800 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TC4ELI	700 ℃~800 ℃,保温 1h~3h,空冷
TC6	普通退火:800 ℃~850 ℃,保温 1 h~2 h,空冷 等温退火:860 ℃~880 ℃,保温 1 h~3 h,炉冷至 650 ℃,保温 2 h,空冷
TC9	950 ℃~1 000 ℃,保温 1 h~3 h,空冷;520 ℃ $\pm$ 540 ℃,保温 6 h,空冷
TC10	700 ℃~800 ℃,保温 1 h~3 h,空冷

表 A.1 钛及钛合金的热处理制度（续）

牌号	热处理制度
TC11	940 ℃~960 ℃,保温 1 h~3 h,空冷;520 ℃~540 ℃,保温 6 h,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
TC12	700 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,空冷
TC17	830 ℃~850 ℃,保温 1 h~4 h,空冷;780 ℃~820 ℃,保温 1 h~4 h,水冷;590 ℃~650 ℃,保温 8 h, 空冷
TC18	820 ℃~850 ℃,保温 1 h~3 h,炉冷至 740 ℃~760 ℃,保温 1 h~3 h,空冷;500 ℃~650℃,保温 2 h~ 6 h,空冷
TC21	890 ℃~930 ℃,保温 1 h~2 h,空冷;500 ℃~650 ℃,保温 4 h~8 h,空冷 首次退火温度允许在 β 转变温度以下 40 ℃~80 ℃ 范围内调整
TC25	950 ℃~970 ℃,保温 1 h~4 h,空冷;530 ℃~570 ℃,保温 6 h,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