



中华人民共和国国家标准

GB/T 38988—2020

损伤容限型钛合金板材

Damage-tolerant grade titanium alloy plate

2020-07-21 发布

2021-06-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准起草单位: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、中航沈飞民用飞机有限责任公司。

本标准主要起草人:王勤波、陈海涛、马忠贤、黄杰、张江峰、冯军宁、白智辉、解晨、胡志杰、严学波、刘旭、冯永琦、高颀、贾栓孝。

损伤容限型钛合金板材

1 范围

本标准规定了损伤容限型钛合金板材的技术要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存、质量证明书和订货单(或合同)内容。

本标准适用于轧制方法生产的损伤容限型钛合金板材。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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—2010 金属材料 拉伸试验 第1部分:室温试验方法

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 4161 金属材料 平面应变断裂韧度 K_{IC} 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 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 8180 钛及钛合金加工产品的包装、标志、运输和贮存

GB/T 23603 钛及钛合金表面污染层检测方法

GB/T 23605 钛合金 β 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 技术要求

3.1 材料

3.1.1 用于生产板材的铸锭应至少熔炼两次。第一次熔炼可采用真空自耗电弧炉或冷床炉熔炼,随后的熔炼应采用真空自耗电弧炉熔炼,且最后一次熔炼不应添加任何元素。

3.1.2 自耗电极不应使用钨极氩弧焊焊接。

3.2 牌号、规格和状态

板材的牌号、规格和状态应符合表1的要求。

表 1 牌号、规格和状态

牌号	规格 mm			状态
	厚度	宽度	长度	
TA15	12.0~70.0	400~3 000	1 000~6 000	退火态
TC4ELI	12.0~100.0	400~3 000	1 000~6 000	β 退火+二次退火态

3.3 化学成分

3.3.1 板材的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。

3.3.2 需方从板材上取样进行化学成分复验时,其成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

3.4 热处理制度

3.4.1 TA15 板材的退火制度:750℃~850℃,保温 0.5 h~4 h,空冷或更慢速度冷却。

3.4.2 TC4ELI 板材的 β 退火+二次退火制度:加热到相转变温度以上 28℃,保温不少于 30 min,空冷至低于 540℃;再加热到 730℃,保温不小于 2 h,空冷或更慢速度冷却。

3.5 外形尺寸及其允许偏差

3.5.1 板材的厚度允许偏差应符合表 2 的规定。

表 2 厚度允许偏差

单位为毫米

厚度	规定宽度范围的厚度允许偏差		
	400~1 000	>1 000~2 000	>2 000~3 000
12.0~15.0	±0.50	±0.80	±1.00
>15.0~20.0	±0.70	±0.90	±1.10
>20.0~30.0	±0.90	±1.00	±1.20
>30.0~40.0	±1.10	±1.20	±1.50
>40.0~50.0	±1.20	±1.50	±2.00
>50.0~70.0	±1.60	±2.00	±2.50
>70.0~100.0	±2.00	±2.50	±2.50

3.5.2 板材的宽度和长度允许偏差应符合表 3 的规定。

表 3 宽度和长度允许偏差

单位为毫米

厚度	规定宽度范围的宽度允许偏差		规定长度范围的长度允许偏差	
	400~1 000	>1 000~3 000	1 000~4 000	>4 000~6 000
12.0~30.0	+5,0	+10,0	+10,0	+15,0
>30.0~50.0	+8,0	+10,0	+10,0	+15,0
>50.0~100.0	+10,0	+15,0	+10,0	+15,0

3.5.3 板材的不平度应符合表 4 的规定。

表 4 不平度

厚度 mm	规定宽度范围的不平度,不大于		
	400 mm~1 000 mm	>1 000 mm~2 000 mm	>2 000 mm~3 000 mm
12.0~50.0	8 mm/m	10 mm/m	12 mm/m
>50.0~100.0	6 mm/m	8 mm/m	10 mm/m

3.5.4 板材的侧边弯曲度应不大于 3 mm/m。

3.5.5 板材边部应切成直角,不应有裂口、卷边、毛刺,切斜应不大于板材宽度和长度的允许偏差。

3.6 拉伸性能

板材的拉伸性能应符合表 5 的规定。

表 5 拉伸性能

牌号	厚度 mm	拉伸性能		
		抗拉强度 R_m MPa	规定塑性延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后伸长率 $A_{50\text{ mm}}$ %
TA15	12.0~70.0	930~1 130	≥ 855	≥ 6
TC4ELI	12.0~25.0	≥ 875	≥ 775	≥ 10
	>25.0~50.0	≥ 860	≥ 745	≥ 8
	>50.0~100.0	≥ 840	≥ 745	≥ 8

3.7 断裂韧性

TA15 板材的平面应变断裂韧性 K_{IC} 或 K_Q 应不小于 $50\text{ MPa}\cdot\text{m}^{-1/2}$, TC4ELI 板材的平面应变断裂韧性 K_{IC} 或 K_Q 应不小于 $93\text{ MPa}\cdot\text{m}^{-1/2}$ 。

3.8 显微组织

3.8.1 TA15 板材的显微组织应是 $\alpha+\beta$ 两相区加工产生的组织,在原始 β 晶界上不应有连续的网状 α 组织。

3.8.2 TC4ELI 板材的显微组织应为均匀的网篮组织(魏氏组织)或束状组织,不应存在初生 α 相或等轴 α 相,宽度大于 1.27 mm 或长度大于 2.54 mm 的原始 β 晶粒所占的比例不应超过 10%。

3.9 低倍组织

板材的低倍组织上不应有分层、裂纹、气孔、偏析、金属和非金属夹杂及其他目视可见的冶金缺陷。

3.10 表面污染

板材应无任何富氧层,如 α 层或其他表面污染。

3.11 β 转变温度

板材应按熔炼炉号提供 β 转变温度。 β 转变温度仅提供实测值,不作为判定依据。

3.12 超声检测

板材应进行超声检测,检验结果应符合 GB/T 5193 中 A1 级的规定。

3.13 表面质量

3.13.1 板材应以水磨、喷砂或机加工表面供货。

3.13.2 板材表面应光洁,允许通过修磨的方法清除表面的局部缺陷,但清除后应保证板材的最小允许厚度。

3.13.3 清除表面局部缺陷时,应沿轧制方向修磨,修磨后板材应经水磨、喷砂或机加工的方式使板材表面光泽和粗糙度趋于一致。

4 试验方法

4.1 化学成分按 GB/T 4698(所有部分)或 YS/T 1262 进行检验,仲裁分析按 GB/T 4698(所有部分)进行。

4.2 外形尺寸及其允许偏差用相应精度的量具进行检验,厚度测量应在距板材边部 10 mm~100 mm 范围内进行。

4.3 拉伸性能按 GB/T 228.1—2010 进行检验,选取 GB/T 228.1—2010 中 R4 试样。

4.4 断裂韧性按 GB/T 4161 进行检验,选取紧凑拉伸试样。

4.5 显微组织按 GB/T 5168 进行检验,放大倍数为 500 倍。

4.6 低倍组织按 GB/T 5168 进行检验。

4.7 表面污染按 GB/T 23603 进行检验,放大倍数为 400 倍。

4.8 β 转变温度按 GB/T 23605 进行检验。

4.9 超声检测按 GB/T 5193 进行检验。

4.10 表面质量用目视进行检查。

5 检验规则

5.1 检查和验收

5.1.1 产品应由供方进行检验,保证产品质量符合本标准及订货单(或合同)的规定,并填写质量证明书。

5.1.2 需方应对收到的产品按本标准及订货单(或合同)的规定进行检验。如检验结果与本标准及订货单(或合同)的规定不符时,应在收到产品之日起 3 个月内向供方提出,由供需双方协商解决。

5.2 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。

5.3 检验项目及取样

产品的检验项目及取样应符合表 6 的规定。

表 6 检验项目及取样

检验项目	取样规定	要求的章条号	试验方法的章条号
化学成分	每批产品任取 1 份试样进行氢含量分析,其他成分供方以原铸锭分析结果报出,需方复验时均在产品上进行	3.3	4.1
外形尺寸及其允许偏差	逐张	3.5	4.2
拉伸性能	每批任取 2 张,每张各取 1 个纵向试样和 1 个横向试样	3.6	4.3
断裂韧度	每批任取 2 张,每张各取 1 个 Y—X 向试样	3.7	4.4
显微组织	每批任取 2 张,每张各取 1 个横向试样	3.8	4.5
低倍组织	每批任取 2 张,每张各取 1 个横向试样	3.9	4.6
表面污染	每批任取 2 张,每张各取 1 个试样	3.10	4.7
β 转变温度	每批任取 1 份试样	3.11	4.8
超声检验	逐张	3.12	4.9
表面质量	逐张	3.13	4.10

5.4 检验结果的判定

5.4.1 化学成分检验结果不合格时,允许对不合格元素进行一次重复检验。若重复检验仍不合格,则判该批产品不合格。

5.4.2 拉伸性能、断裂韧度、显微组织、低倍组织和表面污染检验结果不合格时,应从该批产品(包括原检验不合格的产品)中另取双倍数量的试样进行该不合格项目的重复检验。重复检验结果全部合格,则该批产品合格。若重复检验结果中仍有试样不合格,则判该批产品不合格。但允许供方逐张对不合格项目进行检验,合格者重新组批。

5.4.3 外形尺寸及其允许偏差、超声检测和表面质量检验结果不合格时,判该张产品不合格。

6 标志、包装、运输、贮存和质量证明书

6.1 产品标志

在检验合格的产品上应做如下标志(或贴标签):

- a) 牌号;
- b) 规格;
- c) 状态;
- d) 批号;
- e) 本标准编号。

6.2 包装、标志、运输和贮存

产品的包装、标志、运输和贮存应符合 GB/T 8180 的规定。

6.3 质量证明书

每批产品应附有质量证明书,注明:

- a) 供方名称;
- b) 产品名称;
- c) 产品牌号、规格和状态;
- d) 熔炼炉号、批号、批重和张数;
- e) 各项分析检验结果及质量检验部门印记;
- f) 本标准编号;
- g) 包装日期。

7 订货单(或合同)内容

订购本标准所列产品的订货单(或合同)至少应包括下列内容:

- a) 产品名称;
 - b) 牌号;
 - c) 规格;
 - d) 状态;
 - e) 重量或张数;
 - f) 本标准编号;
 - g) 其他。
-