



中华人民共和国国家军用标准

FL 9535

GJB 2505—95

航空用钛及钛合金板、带材规范

Specification for titanium and titanium alloy
plate, sheet and strip for aircraft

1995—10—16 发布

1996—06—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

航空用钛及钛合金板、带材规范

Specification for titanium and titanium alloy
plate, sheet and strip for aircraft

GJB 2505-95

1 范围

1.1 主题内容

本规范规定了工业纯钛和 α 、 α - β 钛合金板、带材的要求,质量保证规定和交货准备等。

1.2 适用范围

本规范适用于热轧的钛及钛合金厚板和冷轧的钛及钛合金薄板和带材。

1.3 分类

1.3.1 产品按化学成分分为工业纯钛及 α 、 α - β 型钛合金,其牌号、状态和规格见表 1。

表 1

合金类型	牌 号	状 态	板 材	带 材
			厚度×宽度×长度,mm	
工业 纯钛	TA0、TA1 TA2、TA3	热加工状态 (R)	(4.1~30.0)× (400~3000)× (1000~4000)	—
α	TA6、TA7	退火状态 (M)		
α - β	TC1、TC2 TC3、TC4	冷加工状态 (Y) 退火状态 (M)	(0.3~4.0)× (400~1000)× (1000~3000)×	(0.3~2.0)× (50~650)× (≥500)

注:工业纯钛产品供货的最小厚度为 0.3mm,钛合金产品供货的最小厚度见表 2。

1.3.2 产品按厚度分为厚板、薄板及带材;名义厚度大于 4.0mm 的产品为厚板;名义厚度不大于 4.0mm 的产品为薄板;名义厚度在 0.3~2.0mm,宽度为 50~650mm 呈“卷”状供货的产品为带材。

国防科学技术工业委员会 1995-10-16 发布

1996-06-01 实施

2 引用文件

- GB 228 金属拉伸试验方法
- GB 232 金属弯曲试验方法
- 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 6395 金属高温拉伸持久试验方法
- 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
- GB/T 3620.1 钛及钛金牌号和化学成分
- GB/T 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差

3 要求

3.1 材料

3.1.1 用于制造板材和带材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/T 3620.1 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 产品退火状态的室温力学性能应符合下述规定。

板材只供横向室温力学性能,并应符合表 2 的规定。当订购方要求并在合同中注明时,可测定板材纵向室温力学性能,厚度不大于 10.0mm 的板材,其纵向室温力学性能亦应符合表 2 的规定;厚度大于 10.0mm 板材的纵向室温力学性能报实测数据。

带材只供纵向室温力学性能,并应符合表 2 的规定。

3.3.2 订购方要求并在合同中注明时,板材退火状态的高温力学性能应符合表 3 的规定。试验温度应在合同中注明。

3.3.3 表 2 中未列入的其他规格的产品,订购方要求并在合同中注明时,其室温、高温力学性能报实测数据或由双方协商确定。

3.3.4 试样推荐的热处理制度如表 4 所示。如产品已按推荐的制度进行了最终热处理时,试样可不再进行热处理。

表 2

牌 号	厚 度 mm	室 温 力 学 性 能		
		σ_b , MPa	$\sigma_{r0.2}$, MPa 不小于	δ_5 , % 不小于
TA0	0.3~2.0	280~420	170	45
	2.1~10.0			30
	10.1~30.0			25
TA1	0.3~2.0	370~530	250	40
	2.1~10.0			30
	10.1~30.0			25
TA2	0.3~1.0	440~620	320	35
	1.1~2.0			30
	2.1~10.0			25
	10.1~30.0			18
TA3	0.3~1.0	540~720	410	30
	1.1~2.0			25
	2.1~10.0			20
	10.1~30.0			16
TA6	0.8~1.5	685~850	605	20
	1.6~2.0			15
	2.1~25.0			12
TA7	0.8~1.5	765~930	685	20
	1.6~2.0			15
	2.1~10.0			12
TA7	10.1~30.0	730~900	660	9
TC1	0.5~2.0	590~735	460	25
	2.1~10.0			20

续表 2

牌 号	厚 度 mm	室 温 力 学 性 能		
		σ_b , MPa	$\sigma_{r0.2}$, MPa 不小于	δ_5 , % 不小于
TC2	0.5~1.0	685~920	620	25
	1.1~2.0			15
	2.1~25.0			12
TC3	0.8~2.0	880~1080	820	12
	2.1~10.0			10
TC4	0.8~4.0	925~1150	870	12
	4.1~5.0	925~1150	870	10
	5.1~10.0	895~1100	825	10
	10.1~30.0	895~1100	825	9

表 3

牌 号	试验温度 ℃	高温力学性能, 不小于	
		σ_b , MPa	σ_{100h} , MPa
TA6	350	420	390
	500	340	195
TA7	350	490	440
	500	440	195
TC1	350	340	320
	400	310	295
TC2	350	420	390
	400	390	360
TC3	400	590	540
TC4	500	440	195

表 4

牌 号	推荐的热处理制度
TA0	550~650℃,保温 0.5~1h,空冷
TA1	550~650℃,保温 0.5~1h,空冷
TA2	600~700℃,保温 0.5~1h,空冷
TA3	600~750℃,保温 0.5~1h,空冷
TA6	750~850℃,保温 0.5~2h,空冷
TA7	750~850℃,保温 0.5~2h,空冷
TC1	580~750℃,保温 0.5~2h,空冷
TC2	700~850℃,保温 0.5~2h,空冷
TC3	700~850℃,保温 0.5~2h,空冷
TC4	750~850℃,保温 0.5~2h,空冷

3.4 工艺性能

产品退火状态的室温弯曲性能应符合表 5 的规定。

表 5

牌号	厚度 mm	室温弯曲角 α 度 不小于	牌号	厚度 mm	室温弯曲角 α 度 不小于
TA0	0.3~2.0	140	TA7	0.8~2.0	50
	2.1~5.0	140		2.1~5.0	40
TA1	0.3~2.0	140	TC1	0.5~1.0	100
	2.1~5.0	130		1.1~2.0	70
				2.1~5.0	60
TA2	0.3~2.0	100	TC2	0.5~1.0	80
	2.1~5.0	90		1.1~2.0	60
				2.1~5.0	50
TA3	0.3~2.0	90	TC3	0.8~2.0	35
	2.1~5.0	80		2.1~5.0	30
TA6	0.8~1.5	50	TC4	0.8~4.0	35
	1.6~5.0	40		4.1~5.0	30

3.5 β 转变温度

产品(工业纯钛牌号除外)应按熔炼炉号提供 β 转变温度。

3.6 超声检验

板材应经超声检验。厚度不小于13mm的板材应符合GB 5193中A1级的规定,其他规格板材的验收要求应经双方协商,并在合同中注明(未注明时,不进行超声检验)。

订购方对板材探伤有其他特殊要求时,应经双方协商并在合同中注明。

3.7 尺寸和外形

3.7.1 板材厚度的允许偏差应符合表6的规定,其宽度和长度的允许偏差应符合表7的规定。

3.7.2 带材厚度的允许偏差应符合表8的规定,其宽度和长度的允许偏差应符合表9的规定。

3.7.3 薄板的不平度应符合表10的规定,厚板的不平度应符合表11的规定。

3.7.4 带材应平直,侧边的弯曲度应不大于3mm/m。

3.7.5 产品的边部应切齐,无裂口、分层、卷边,允许有轻微的毛刺。

3.7.6 板材各角应切成直角,切斜应不超过其宽度和长度的允许偏差。

表6

mm

厚 度	厚 度 允 许 偏 差		
	宽 度		
	400~1000	>1000~2000	>2000
0.3、0.4、0.5	±0.05	—	—
0.6、0.7、0.8	±0.07	—	—
0.9、1.0、1.1	±0.09	—	—
1.2、1.4、1.5	±0.10	—	—
1.6、1.8、2.0	±0.13	—	—
2.2、2.5	±0.15	—	—
2.8、3.0	±0.18	—	—
3.5、4.0	±0.22	—	—
4.5	±0.30	±0.35	±0.60
5.0、5.5、6.0	±0.30	±0.40	±0.60
7.0、8.0	±0.40	±0.60	±0.80
9.0、10.0	±0.50	±0.60	±0.80

续表 6

mm

厚 度	厚 度 允 许 偏 差		
	宽 度		
	400~1000	>1000~2000	>2000
11.0、12.0、14.0、15.0	±0.70	±0.80	±1.00
16.0、18.0、20.0	±0.70	±0.80	±1.10
22.5、25.0、28.0、30.0	±0.90	±1.00	±1.20

注：非系列的其它规格的产品，其厚度允许偏差按相邻的较大规格执行。

表 7

mm

厚 度	宽 度	宽度允许偏差	长 度	长度允许偏差
0.3~4.0	400~1000	+10 0	1000~3000	+15 0
>4.0~20.0	400~3000	+15 0	1000~4000	+20 0
>20.0~30.0	400~3000	+50 0	1000~4000	+50 0

注：厚度大于15mm的板材，需方同意时也可不切边交货。

表 8

mm

厚 度	厚 度 允 许 偏 差		
	宽 度		
	50~152	>152~305	>305~650
0.3~0.4	±0.04	±0.05	±0.05
>0.4~0.5	±0.04	±0.05	±0.065
>0.5~0.7	±0.05	±0.065	±0.065
>0.7~0.9	±0.05	±0.076	±0.076
>0.9~1.30	±0.065	±0.09	±0.09
>1.3~2.0	±0.065	±0.10	±0.13

表 9

mm

厚 度	宽 度	宽度允许偏差	长 度	长度允许偏差
0.3	50~650	±1.0	≥1000	+10
>0.3~0.8				0
>0.8~1.2		±1.5	≥2000	+15
>1.2~1.5				0
>1.5~2.0				±2.0

表 10

厚 度 mm		不平度, H/L, %, 不大于
≤4.0	纯钛板	3
	合金板	5

表 11

厚 度 mm	不平度, mm/m; 不大于	
	宽 度 mm	
	≤2000	>2000
>4.0~10.0	18	20
>10.0~20.0	15	18
>20.0~30.0	13	15

3.8 显微组织

经表 4 规定的热处理之后, 板材的显微组织应符合下述要求。

- 3.8.1 α - β 型钛合金板材的显微组织应是 α - β 相区加工形成的组织。
 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。

3.9 表面污染层

板材表面应没有任何富氧层, 如 α 层或其他的表面污染层。

3.10 外观质量

- 3.10.1 产品表面应光洁。板材允许以酸洗或喷砂表面供货。
 3.10.2 产品表面允许存在轻微的发暗和局部的水迹, 允许有局部的, 不超出厚度公差之半的

划伤、压痕、凹坑等缺陷,但应保证最小厚度。

3.10.3 产品表面不允许有裂纹、起皮、氧化皮、压折、金属与非金属压入等宏观缺陷及过酸碱洗的痕迹。

3.10.4 产品允许顺轧制方向清除局部缺陷,(对清理方向另有要求时,应在合同中注明),允许有轻微的修磨痕迹,但清除后的厚度不得小于最小厚度。

3.10.5 对外观质量有特殊要求时,可经双方协商,并在合同中注明。

3.11 产品标志

在已检验的每件产品的一个端部应作如下标记:

- a. 产品牌号;
- b. 熔炼炉号、批号;
- c. 状态。

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(产品未进行热处理时,应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、规格、状态,和同一热处理炉(批)、制造方法,生产周期的产品所组成。

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、取样位置和数量应符合表12的规定。

表 12

检 验 项 目	取 样 位 置	取 样 数 量	要求的章条号	检验或试验方法的章条号
化学成分	任一部位	每批一份	3.2	4.3.1
板材力学和工艺性能	横向(纵向力学性能)	每批两张各一个	3.3	4.3.2、4.3.3
			3.4	4.3.4、4.3.5

续表 12

检 验 项 目	取 样 位 置	取 样 数 量	要求的 章条号	检验或试验 方法的章条号
带材力学和 工艺性能	纵向	每批两卷 各一个	3.3	4.3.2
			3.4	4.3.5
β 转变温度	铸锭任一部位	每炉号一份	3.5	4.3.6
超声检验	—	逐张检验	3.6	4.3.7
尺寸和外形	—	逐张或逐卷	3.7	4.3.8、4.3.9
显微组织	纵剖面	每批两张各一个	3.8	4.3.10
表面污染层	纵剖面	每批两张各一个	3.9	4.3.11
外观质量	—	逐张或逐卷	3.10	4.3.12

4.2.2.2 除氢含量在产品上取样测定外,其他成分,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。

4.2.3 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、工艺性能和表面污染层的检验中,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,但允许承制方逐张(逐卷)对不合格项目进行检验,合格者重新组批交货。

4.3 检验方法

4.3.1 化学成分仲裁分析方法按 GB 4698 进行。

4.3.2 室温拉伸试验方法按 GB 228 进行。厚度小于 1.0mm 的产品按 GB 6397 中的 P1 试样,厚度 1.0~6.0mm 的产品按 GB 6397 中的 P2 试样,厚度大于 6.0mm 的产品按 GB 6397 中 R7 试样。

4.3.3 高温拉伸试验方法按 GB 4338 进行。

4.3.4 高温持久试验方法按 GB 6395 进行。

4.3.5 弯曲试验方法按 GB 232 进行。采用 15mm 宽的试样,弯芯直径为产品名义厚度的 3 倍。

4.3.6 β 转变温度用金相淬火法或其他方法测定。

4.3.7 厚度小于 13mm 板材的超声检验方法由双方商定(未商定时不进行检验);厚度不小于 13mm 板材的超声检验方法按 GB 5193 进行。

4.3.8 尺寸检验用相应精度的量具进行。厚度在距顶角不小于 100mm 和距边部不小于 10mm 处测量。

4.3.9 薄板不平度(%)按下式确定:

$$\text{不平度}(\%) = \frac{H}{L} \times 100$$

式中: L —— 板材表面两相邻波峰与直尺测量时两接触点间的距离, mm;

H —— 为 L 所对应波谷的最大垂直距离, mm。

4.3.10 显微组织的检验按 GB 5168 进行。

4.3.11 表面污染层的检验采用金相法进行。

4.3.12 外观质量用目视检查。

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;
- c. 合同号;
- d. 产品名称;
- e. 产品牌号、规格、状态;
- f. 熔炼炉号和批号;
- g. 产品的净重和件数;
- h. 各项分析检验结果, 热处理制度;
- i. 技术监督部门印记;
- j. 本规范编号;
- k. 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板、带材预定用于制作航空工业一般用途零件。

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. 对高温力学性能的要求(3.3.2);
- d. 厚度小于 13mm 板材的超声检验要求和方法, 以及对超声探伤的特殊要求(3.6, 4.3.

7);

- 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、六二一所负责起草。

本规范主要起草人:史正敏、孟庆林、陈玉文、刘东升、唐普放、杨丽娟。

计划项目代号:3YS07。