



中华人民共和国国家军用标准

FL 6210

GJB 2744A-2007

代替 GJB 2744-1996

航空用钛及钛合金锻件规范

Specification for titanium and titanium alloy forgings for
aerospace

2007-05-22 发布

2007-11-01 实施

国防科学技术工业委员会 发布

前 言

本规范代替 GJB 2744-1996《航空用钛及钛合金自由锻件和模锻件规范》。

本规范与 GJB 2744-1996 相比主要有以下变化：

- a) 规范名称简化为“航空用钛及钛合金锻件规范”，范围中仍然保留自由锻件和模锻件；
- b) 增加 TA15、TA19、TC1、TC2、TC18、TB6 等 6 个钛合金牌号，并增加锻件的化学成分；
- c) 将原规范“适用于钛及钛合金的重量不大于 60kg 的通用类锻件”修改为“适用于质量不大于 150kg 的、非转动结构用钛及钛合金的通用类锻件”；
- d) 在合金的熔炼次数中，增加了“TA15、TC11、TC18 和 TB6 钛合金采用三次熔炼”的要求；
- e) 取消了原规范锻件的热处理制度，改为按 GJB 3763A-2006 规定进行；
- f) 在室温力学性能表中，增加了新增合金的力学性能。TC4 合金部分补充了 HB 5432-1989 中规定的技术要求，TC6 合金也增加了性能要求内容。增加了 TA15、TA19 合金的高温力学性能要求；
- g) 增加了钛合金低倍组织评级图和显微组织评级图及相关要求；
- h) 增加了超声波检验质量等级的要求。

本规范由中国航空工业第一集团公司提出。

本规范由中国航空综合技术研究所、北京航空材料研究院归口。

本规范起草单位：中国航空工业第一集团公司北京航空材料研究院、沈阳飞机工业(集团)有限公司、陕西红原航空锻铸工业公司、宝钛集团有限公司。

本规范主要起草人：吴崇周、王宝善、温国华、李兴无、王庆如、刘东升、张平辉、黄永光。

本规范于 1996 年 10 月首次发布。

航空用钛及钛合金锻件规范

1 范围

本规范规定了航空用 TA1、TA2、TA3、TA7、TA15、TA19、TC1、TC2、TC4、TC6、TC11、TC18、TB6 钛及钛合金自由锻件和模锻件(以下简称锻件)的要求、质量保证规定和交货准备等。

本规范适用于质量不大于 150kg 的、非转动结构用钛及钛合金的通用类锻件。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本规范的引用而成为本规范的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包含勘误的内容)或修订版均不适用于本规范,然而,鼓励根据本规范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规范。

- 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 231.1 金属布氏硬度 第一部分:试验方法
- GB/T 2039 金属拉伸蠕变及持久试验方法
- GB/T 3620.2 钛及钛合金加工产品化学成分及成分允许偏差
- GB/T 4161 金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC} 试验方法
- GB/T 4338 金属材料 高温拉伸试验
- GB/T 4698(所有部分) 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 5193 钛和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
- GJB 3763A-2004 钛及钛合金热处理
- HB 6623.1 钛及钛合金 β 转变温度测定方法 差热分析法
- HB 6623.2 钛及钛合金 β 转变温度测定方法 金相法

3 要求

3.1 材料

3.1.1 用于制造锻件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,其中 TA15、TC11、TC18 和 TB6 钛合金采用三次熔炼。

3.1.2 自耗电极不允许使用钨极氩弧弧焊接。

3.1.3 锻件用原材料应符合相应国家军用标准或有关技术文件的规定。

3.2 化学成分

3.2.1 锻件的化学成分应符合表 1 的规定。

3.2.2 需方从锻件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 供货状态

3.3.1 锻件一般以热处理状态供货,也可以不经热处理供货。锻件以热处理状态供货时,其热处理制度应按 GJB 3763A-2004 的规定进行。

3.3.2 锻件表面清理后供货。

3.4 力学性能

表 1 锻件的化学成分

%

材料 牌号	主要元素										杂质元素, 不大于							其他元素 ^a	
	Ti	Al	Sn	Zr	Mo	V	Cr	Fe	Si	Mn	Fe	Si	C	N	H	O	单个	总和	
	TA1	余量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.25	-	0.10	0.03	0.015	0.20	0.10	0.40
TA2	余量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30	-	0.10	0.05	0.015	0.25	0.10	0.40	
TA3	余量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.40	-	0.10	0.05	0.015	0.30	0.10	0.40	
TA7	余量	4.0~ 6.0	2.0~ 3.0	-	-	-	-	-	-	-	0.50	-	0.10	0.05	0.015	0.20	0.10	0.40	
TA15	余量	5.5~ 7.0	-	1.5~ 2.5	0.5~ 2.0	0.8~ 2.5	-	-	-	-	0.25	0.15	0.10	0.05	0.015	0.15	0.10	0.30	
TA19	余量	5.5~ 6.5	1.8~ 2.2	3.6~ 4.4	1.8~ 2.2	-	-	-	-	-	0.25	0.13	0.05	0.05	0.0125	0.15	0.10	0.30	
TC1	余量	1.0~ 2.5	-	-	-	-	-	-	-	0.7~ 2.0	0.30	-	0.10	0.05	0.012	0.15	0.10	0.40	
TC2	余量	3.5~ 5.0	-	-	-	-	-	-	-	0.8~ 2.0	0.30	-	0.10	0.05	0.012	0.15	0.10	0.40	
TC4	余量	5.5~ 6.8	-	-	-	3.5~ 4.5	-	-	-	-	0.30	0.15	0.10	0.05	0.015	0.20	0.10	0.40	
TC6	余量	5.5~ 7.0	-	-	2.0~ 3.0	-	0.8~ 2.3	0.2~ 0.7	0.15~ 0.40	-	-	-	0.10	0.05	0.015	0.15	0.10	0.40	
TC11	余量	5.8~ 7.0	-	0.8~ 2.0	2.8~ 3.8	-	-	-	0.20~ 0.35	-	0.25	-	0.10	0.05	0.012	0.15	0.10	0.40	
TC18	余量	4.4~ 5.7	-	-	4.0~ 5.5	4.0~ 5.5	0.5~ 1.5	0.5~ 1.5	-	-	-	0.15	0.10	0.05	0.015	0.18	0.10	0.30	
TB6	余量	2.6~ 3.4	-	-	-	9.0~ 11.0	-	1.6~ 2.2	-	-	-	-	0.05	0.05	0.015	0.13	0.10	0.30	

^a 产品出厂时供方可不检验其他元素, 但应保证合格。需方要求并在合同中注明时应予以检验, 其中钕含量应不大于 0.005。

3.4.1 锻件按 GJB 3763A-2004 规定的制度进行热处理后测试力学性能。

3.4.2 锻件室温力学性能应符合表 2 的规定, 需方有特殊要求时应由供需双方协商, 并在合同中注明。

3.4.3 需方要求测试锻件的高温力学性能时, 应在图样或合同中注明, 并应符合表 3 的规定。

表 2 锻件的室温力学性能

材料 牌号	状态	厚度 mm	取样 方向	$R_m(\sigma_b)$	$R_{p0.2}(\sigma_{p0.2})$	$A(\delta_5)$	$Z(\Psi)$	K_{Ic}	α_{KU}	HBS 10/29.42kN d, mm
				MPa	MPa	%	%	MPa \sqrt{m}	J/cm ²	
TA1	退火	≤200	L ^a	310	-	20	45	-	49	4.7~5.2
TA2	退火	≤200	L ^a	410	-	18	35	-	49	4.7~5.2
TA3	退火	≤200	L ^a	510	-	13	30	-	49	4.7~5.2
TA7	退火	≤150	L ^a , C	785	-	10	25	-	29.5	3.4~3.9

表 2 (续)

材料 牌号	状态	厚度 mm	取样 方向	$R_m(\sigma_b)$	$R_{p0.2}(\sigma_{p0.2})$	$A(\delta_5)$	$Z(\Psi)$	K_{IC}	a_{KU}	HBS 10/29.42kN d, mm
				MPa	MPa	%	%	MPa \sqrt{m}	J/cm ²	
TA15	退火	≤ 200	L	930~1130	855	10	25	-	40	3.3~3.8
			LT	930~1130	855	8	20	-	30	
			ST	930~1130	855	7	16	-	30	
			T-L	-	-	-	-	实测	-	
TA19	双重退火	≤ 150	C	895	825	10	25	-	-	实测
TC1	退火	≤ 150	C	590	实测	15	30	-	44	3.8~4.3
TC2	退火	≤ 250	L	685~880	实测	10	30	-	35	3.6~4.2
			LT	685~880	实测	8.5	20	-	35	
TC4	退火	≤ 150	L	895	825	10	30	-	35	≥ 3.35
			LT	895	825	10	25	-	-	
			ST	895	825	8	20	-	-	
			C	895	825	10	25	-	34.5	
			T-L	-	-	-	-	50 ^b	-	
TC6	退火	≤ 100	L	980~1180	880	10	25	-	29.5	3.2~3.7
			LT	980~1180	880	8	20	-	29.5	
			T-L	-	-	-	-	42 ^b	-	
		$>100\sim 200$	LT	930~1180	840	8	20	-	29.5	
	T-L		-	-	-	-	42 ^b	-		
	固溶时效	≤ 40	L	1180	-	6	20	-	29.5	
$>40\sim 60$		L	1180	-	6	16	-	29.5		
TC11	双重退火	≤ 100	L ^a	1030	910	9	25	-	29.5	3.2~3.7
			C	1030	885	8	23	-	29.5	
TC18	双重退火	≤ 250	L	1080~1230	1010	8	20	-	25	3.1~3.6
			LT	1080~1230	1010	7	16	-	-	
			ST	1080~1230	1010	7	16	-	-	
			T-L S-L	-	-	-	-	60	-	
TB6	固溶时效	≤ 100	L	1105	1035	8	15	-	-	-
			LT	1105	1035	6	10	-	-	
			T-L	-	-	-	-	60	-	

注：L-纵向，LT-长横向，ST-短横向，C-弦向。

^a 采用长横向或短横向试样测得的断后伸长率和断面收缩率允许比规定的纵向值低 20%。^b 需方有要求时应在合同中注明。

表3 锻件的高温力学性能

材料 牌号	状态	试验 温度 ℃	取样 方向	高温拉伸性能, 不小于				高温持久性能 ^a			
				σ_b MPa	$\sigma_{p0.2}$ MPa	δ_5 %	ψ %	σ MPa	t h	σ MPa	t h
TA7	退火	350	L, C	460	—	15	40	440	≥100	—	—
TA15	退火	500	L	635	—	—	—	440	≥100	470	≥50
TA19	双重 退火	480	C	620	485	15	35	—	—	—	—
		525	C	—	—	—	—	480	≥68	—	—
TC1	退火	350	C	345	—	—	—	325	≥100	—	—
TC4	退火	400	L	600	—	12	40	560	≥100	—	—
			C	600	—	12	40	570	≥100	—	—
TC6	退火	400	L	705	—	14	40	665	≥100	685	≥50
TC11	双重 退火	500	L, C	685	—	12	40	590	≥100	640	≥35

^a 试验应力任选一种, 重复试验和仲裁试验时, 应按低应力进行检验。

3.4.4 需方要求测试锻件的热稳定性时, 应在图样或合同中注明, 其结果应符合表4的规定。

表4 锻件的热稳定性

材料 牌号	状态	热暴露条件			室温拉伸性能, 不小于			
		温度 ℃	时间 h	冷却 方式	取样 方向	$R_m(\sigma_b)$ MPa	$A(\delta_5)$ %	$Z(\psi)$ %
TC4	退火	400	100	空冷	L	895	8	20
TC11	双重 退火	500	100	空冷	L, C	1030	8	20

3.5 低倍组织

3.5.1 锻件按图样规定剖面检查低倍组织。

3.5.2 锻件低倍不允许有裂纹、夹杂、偏析、缩孔、气孔、分层及其他冶金缺陷。

3.5.3 在低倍组织检验中如果认为有偏析, 则应对异议区进行微区化学成分分析。若微区化学成分合格, 则产品判为合格; 若微区化学成分不符合表1的规定, 则产品判为偏析。

3.5.4 锻件流线应符合锻件图样的规定, 不允许有明显的穿流和严重涡流。模锻件未注明的流线方向, 一般应沿外形分布。自由锻件的流线一般不应有明显的切断。

3.5.5 锻件的低倍组织按图1的10级评级图进行评定, 合格判据见表5。

3.5.6 采用 $\alpha+\beta$ 区锻造的锻件, 不允许有肉眼可见的清晰晶粒。如果对是否属于清晰晶粒产生异议或分歧, 应以该区的显微组织为准。如果显微组织合格, 则低倍组织属于非清晰晶粒。

3.6 显微组织

3.6.1 一般要求

锻件的显微组织应是经 α 相区或 $\alpha+\beta$ 两相区加工的均匀组织, 即 α 基体或由转变 β 基体和等轴或条状初生 α 相组成。初生 α 相含量应不小于5%。所有 β 晶界 α 应充分破碎, 不允许存在连续、平直的晶界 α 相。

3.6.2 α 合金

TA1、TA2、TA3工业纯钛和TA7合金显微组织应符合3.6.1的规定。

3.6.3 近 α 合金

3.6.3.1 TC1、TC2 合金显微组织应符合 3.6.1 的规定，并按图 2 进行评定。TC1 合金的厚度不大于 150mm 时，1 类~4 类为合格组织，5 类~9 类为不合格组织。TC2 合金的厚度不大于 100mm 时，1 类~4 类为合格组织，5 类~9 类为不合格组织；厚度大于 100mm~250mm 时，1 类~5 类为合格组织，6 类~9 类为不合格组织。

表 5 锻件的低倍组织

合金类型	材料牌号	厚度 mm	合格组织等级 ~	临界组织等级	
				等级	判据
工业纯钛	TA1 TA2 TA3	≤200	1~4	5	以显微组织合格为判据
α	TA7	≤150	1~4	5	
近 α	TA15	≤100	1~4	5	
		>100~200	1~5	6	
	TA19	≤150	1~4	5	
	TC1	≤150	1~5	6	
TC2	≤250	1~5	6		
α - β	TC4 TC11	≤150	1~4	5	以显微组织合格为判据
	TC6	≤200	1~5	6	
	TC18	≤250	1~4	5 ≤20%面积	
近 β	TB6	≤100	1~3	4	

3.6.3.2 TA15、TA19 合金显微组织应符合 3.6.1 的规定，并按图 3 进行评定。1 类~5 类为合格组织，条状初生 α 相长度应不大于 0.25mm。6 类~9 类为不合格组织。

3.6.4 α - β 合金

3.6.4.1 TC4、TC11 合金显微组织应符合 3.6.1 的规定，并按图 3 进行评定。1 类~5 类为合格组织，条状初生 α 相长度应不大于 0.25mm。6 类~9 类为不合格组织。

3.6.4.2 TC6 合金显微组织按图 3 进行评定。1 类~7 类为合格组织，条状初生 α 相长度应不大于 0.25mm。8 类和 9 类为不合格组织。

3.6.4.3 TC18 合金显微组织按图 4 进行评定。1 类~6 类为合格组织，条状 α 相长度应不大于 0.125mm。7 类~9 类为不合格组织。

3.6.5 近 β 合金

TB6 合金显微组织应由时效 β 基体和球状或条状初生 α 相组成，并按图 5 进行评定。1 类~5 类为合格组织，初生 α 相含量应不小于 10%。原始 β 晶粒边界应不出现连续的、平直的 α 相网络。不允许出现粗大的晶界 α 相组织，当出现明显的但经过变形的晶界 α 相时，晶粒尺寸应不大于 150 μ m。 β 斑(初生 α 相含量小于 5%的区域)在任意方向上的长度应不大于 0.76mm。6 类和 7 类组织的面积不大于观察试样面积的 10%时，为合格组织，大于 10%时为不合格组织。8 类~9 类为不合格组织。

3.7 β 转变温度

应按熔炼炉号提供钛合金的 β 转变温度实测数据。

3.8 超声波检验

需方要求时,应对锻件进行超声波检验,超声波检验验收质量等级见表6,具体验收级别应在图样或合同中注明。

表6 锻件的超声波检验验收质量等级

材料牌号	等级	单个不连续性指示	多个不连续性指示		长条形不连续性指示		噪声 dB	底反射损失 %
		当量平底孔直径, mm	当量平底孔直径, mm	间距 mm	当量平底孔直径, mm	长度 mm		
TA15	AA	1.2	0.8	25	0.8	12.7	-12	50
	A	2.0	1.2	25	1.2	25		
TA1, TA2, TA3, TA7, TA19, TC1, TC2, TC4, TC6, TC11, TC18, TB6	AA	1.2	0.8	25	0.8	12.7	-12	50
	A	2.0	1.2	25	1.2	12.7		

单个不连续性指示其幅度应不超过当量平底孔指示幅度。
 多个不连续性指示其中任何两个指示中心距离小于 25mm 而指示幅度应不超过当量平底孔幅度。
 长条形不连续性指示其幅度和长度应不超过当量平底孔指示幅度和所规定的长度。
 噪声指所要求等级的单个不连续性指示当量平底孔的-12dB。局部区域(其检验面积的 5%)允许按-10dB 验收。截面厚度大于 100mm 处的噪声可按-9dB 验收。
 对于直探头纵波检查,背反射损失应不超过正常值的 50%。

3.9 尺寸和公差

锻件的形状、尺寸和公差应符合图样的规定。

3.10 外观质量

3.10.1 锻件的表面不允许有夹杂等影响材质的冶金缺陷。

3.10.2 锻件的表面上不允许有裂纹、分层、折叠等缺陷。对表面缺陷允许采用打磨或机械加工的方法清理,但清理深度应不超过该处机械加工余量之半;对压伤、压坑等缺陷,如其深度不超过机械加工余量的 2/3,则允许不消除。在所有清除和允许不消除缺陷的部位,均须保证锻件留有 1/3 的名义加工余量。需方有要求时,还应保证锻件留有后续加工过程中所需的附加加工余量。

对非加工表面,打磨后,应保证锻件尺寸不小于该截面最小尺寸。缺陷的清理处应圆滑过渡,非加工表面上的清除宽度应不小于深度的 10 倍。应全部清除 α 层。

3.10.3 锻件若要求进行超声波检验时,其表面质量应满足超声波检验的要求,表面粗糙度 Ra 值一般应不大于 $3.2\mu\text{m}$ 。

3.10.4 在生产过程中,当采用火焰切割或其他热切割方法切除锻件工艺余料时,应采用机械加工方法从火焰切割处去除被加热损坏的材料(不少于 10mm)。如果锻件已进行热处理和超声波检验,则不允许用火焰或热切割方法去除金属余料。

3.11 产品标识

合格锻件应有以下标识:

- 材料牌号;
- 锻件图号或代号;
- 熔炼炉号或代号;
- 热处理批(次)号或代号;
- 供方检印;
- 按锭节号进行管理时,应在锻件上作标记,III类锻件不打锭节号,按头部管理对锻件进行管理时,头部件增打“T”。

4 质量保证规定

4.1 检验分类

本规范的检验为质量一致性检验。

4.2 质量一致性检验

4.2.1 组批规则

锻件应成批提交验收, 每批锻件应由同一熔炼炉号、同一生产周期制造的、同一热处理炉批和同一图号(锻件代号)的锻件组成。

4.2.2 检验项目、取样数量、取样部位

4.2.2.1 质量一致性检验项目、取样数量以及相应要求和检验方法的章条号应符合表 7 的规定。

表 7 检验项目、取样数量

检验项目	取样数量			要求的章条号	检验或试验方法的章条号
	I类	II类	III类		
化学成分	每熔炼炉号取一份			3.2	4.3.1
室温力学性能	每批至少抽检 1 件, 每项取 2 个。工艺余料部位 100%, 每块工艺余料每项取 2 个	每批至少抽检 1 件, 每项取 2 个	硬度 100%检验; 经供需双方商定, 也可抽检 10%, 不少于 3 件	3.4.2	4.3.2 4.3.3 4.3.4 4.3.5
高温力学性能	每批抽检 1 件, 每项取 2 个		—	3.4.3	4.3.6, 4.3.7
热稳定性				3.4.4	4.3.2
低倍组织	每批抽检 1 件			3.5	4.3.8
显微组织	每批抽检 1 件			3.6	4.3.8
β 转变温度	每熔炼炉号取一份			3.7	4.3.9
超声波检验	100%			3.8	4.3.10
尺寸和公差	100%			3.9	4.3.11
外观质量	100%。有非加工表面的锻件, 任取一件检查 α 层			3.10	4.3.12

4.2.2.2 供方按原材料的分析结果报出化学成分(氢含量在锻件供应状态测定), 需方复验均在锻件上取样。

4.2.2.3 经需方同意, 允许供方在半个锻件上检验力学性能、金相组织和氢含量, 另半个锻件作为该批产品的一部分供需方复验使用。氢分析试样取自成品锻件最小截面并距表面 4mm 内。力学性能、低倍组织、显微组织的取样部位应在锻件图样或取样图样上注明。显微组织试样也可取自拉断的拉伸试样上。按头部管理时, 应检验靠近头部的锻件。

4.2.3 检验结果的判定

4.2.3.1 符合本规范第 3 章规定的锻件判为合格件。

4.2.3.2 化学成分、低倍组织和显微组织不合格时, 整批锻件判为不合格。超声波检验、尺寸和公差、外观质量不合格时, 单个锻件判为不合格。

4.2.3.3 力学性能第一次检验结果不合格时, 则从原受检锻件上取双倍试样对不合格项目进行重复试验(原锻件无法切取双倍试样时, 可另取同一批号锻件进行双倍试样检验)。若重复试验结果仍有一个试样不合格, 则该批锻件判为不合格。对不合格批次的锻件, 可进行重复热处理, 重复热处理次数应不超过两次。重复热处理后, 应按本规范的规定重新提交验收。

4.2.3.4 当氢含量不合格时, 可按 GJB 3763A-2004 规定进行真空除氢处理。需要时应重新热处理并

检验力学性能和氢含量。

4.3 检验方法

4.3.1 化学成分

化学成分仲裁分析按 GB/T 4698(所有部分)规定进行。

4.3.2 室温拉伸

室温拉伸按 GB/T 228 规定进行,推荐采用 R7 试样。

4.3.3 室温冲击

室温冲击按 GB/T 229 规定进行。

4.3.4 室温硬度

室温硬度按 GB/T 231.1 规定进行。

4.3.5 金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC}

金属材料平面应变断裂韧度 K_{IC} 按 GB/T 4161 规定进行。

4.3.6 高温拉伸

高温拉伸按 GB/T 4338 规定进行,推荐采用工作直径为 5mm 的试样。

4.3.7 高温持久

高温持久按 GB/T 2039 规定进行,推荐采用工作直径为 5mm 的试样。

4.3.8 低倍组织和显微组织

两相钛合金低倍组织和显微组织检验按 GB/T 5168 规定进行。其他合金按照供需双方商定的检验方法进行。TB6 合金在 775℃或 β 转变温度以下 25℃(取二者中的较高温度)加热水淬后检查 β 斑,放大倍率一般选用 100 倍。

4.3.9 β 转变温度

β 转变温度按 HB 6623.1、HB 6623.2 或其他适宜的方法测定。

4.3.10 超声波检验

超声波检验按 GB/T 5193 规定或供需双方商定的检验方法进行。

4.3.11 尺寸和公差

尺寸和公差用相应精度的量具测量。

4.3.12 外观质量

表面缺陷用目视方法检验。 α 层的检验采用金相法进行,放大倍率一般选用 100 倍。表面粗糙度检验用标块对比法进行。

5 交货准备

5.1 包装、标志、运输和贮存

按 GB/T 8180 规定进行。

5.2 质量证明书

每批锻件应附有质量证明书,其中注明:

- a) 供方名称;
- b) 需方名称;
- c) 产品名称及合同号;
- d) 材料牌号、锻件类别和供应状态;
- e) 熔炼炉号、批号、锭节号、锻件图号和代号;
- f) 锻件数量;
- g) 热处理炉批(次)号和代号;
- h) β 转变温度和热处理制度;

- i) 各项分析检验结果(包括重复试验的所有结果)及检验部门印记;
- j) 本规范编号;
- k) 出厂日期。

6 说明事项

6.1 预定用途

本规范规定的 TA1、TA2、TA3、TA7、TA15、TA19、TC1、TC2、TC4、TC6、TC11、TC18、TB6 钛及钛合金自由锻件和模锻件预定用于航空行业各种非转动通用锻件。

6.2 分类

6.2.1 根据零件的受力情况、重要程度、工作条件及材料和冶金工艺因素的不同,锻件分为三类,以 I、II、III类表示。不能切取力学性能试样的锻件不能列入 I 类或 II 类锻件。

6.2.2 锻件类别应在锻件图样或其他文件中注明。未注明者为 III 类。

6.3 订货文件中应明确的内容

合同或订单中应注明下列内容:

- a) 本规范的名称和编号;
- b) 需方名称;
- c) 产品名称;
- d) 锻件图号和代号;
- e) 材料牌号;
- f) 供应状态;
- g) 锻件类别和数量;
- h) 高温力学性能、热稳定性和超声波检验;
- i) 头部管理;
- j) 其他需要说明的事项。

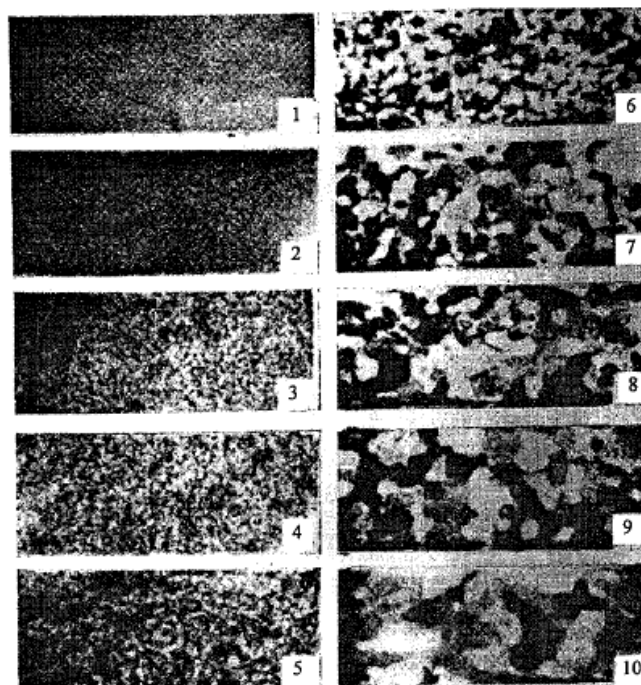


图 1 低倍组织评级图, 1 级~10 级, 1×

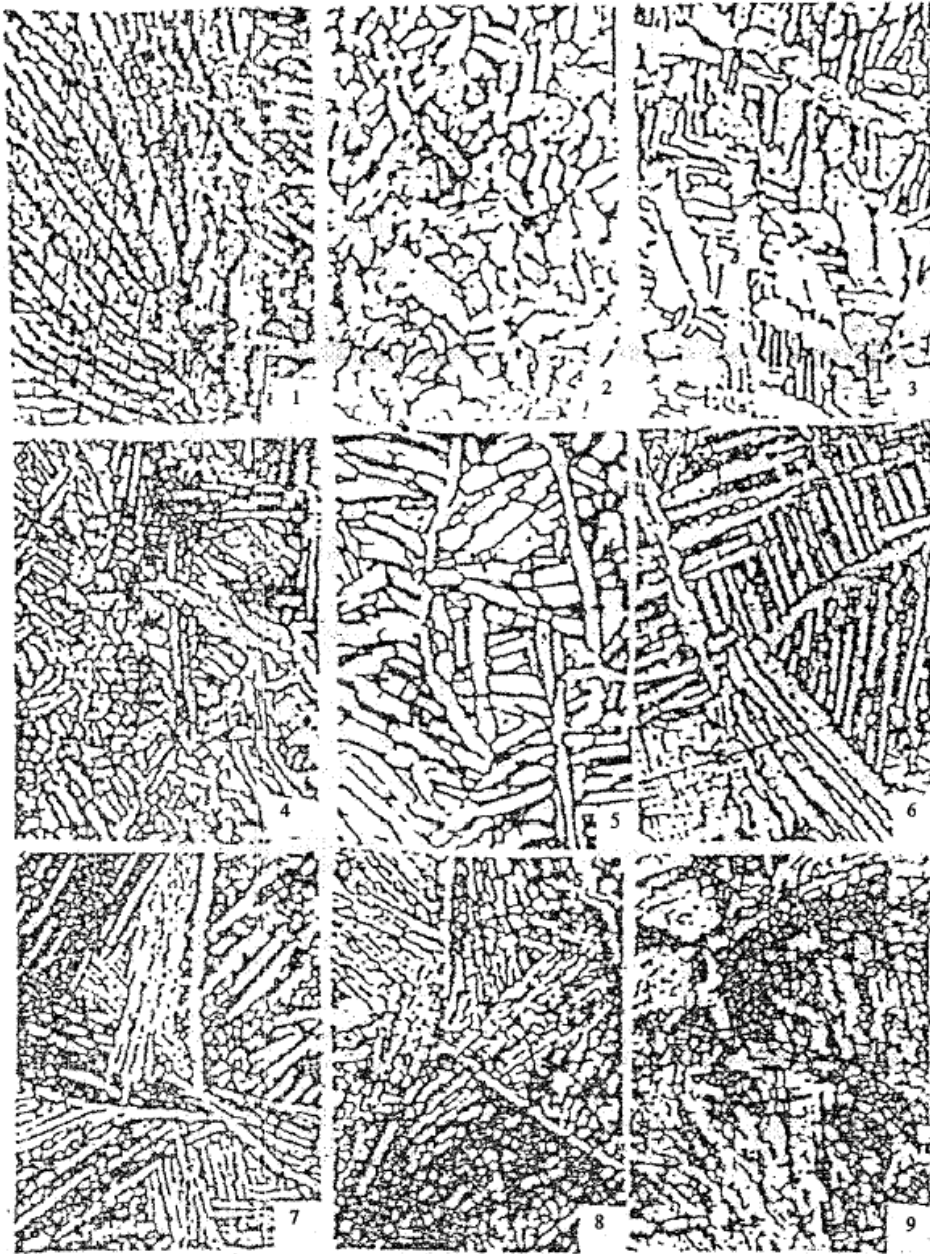


图2 TC1、TC2 钛合金显微组织评级图，1类~9类，500×

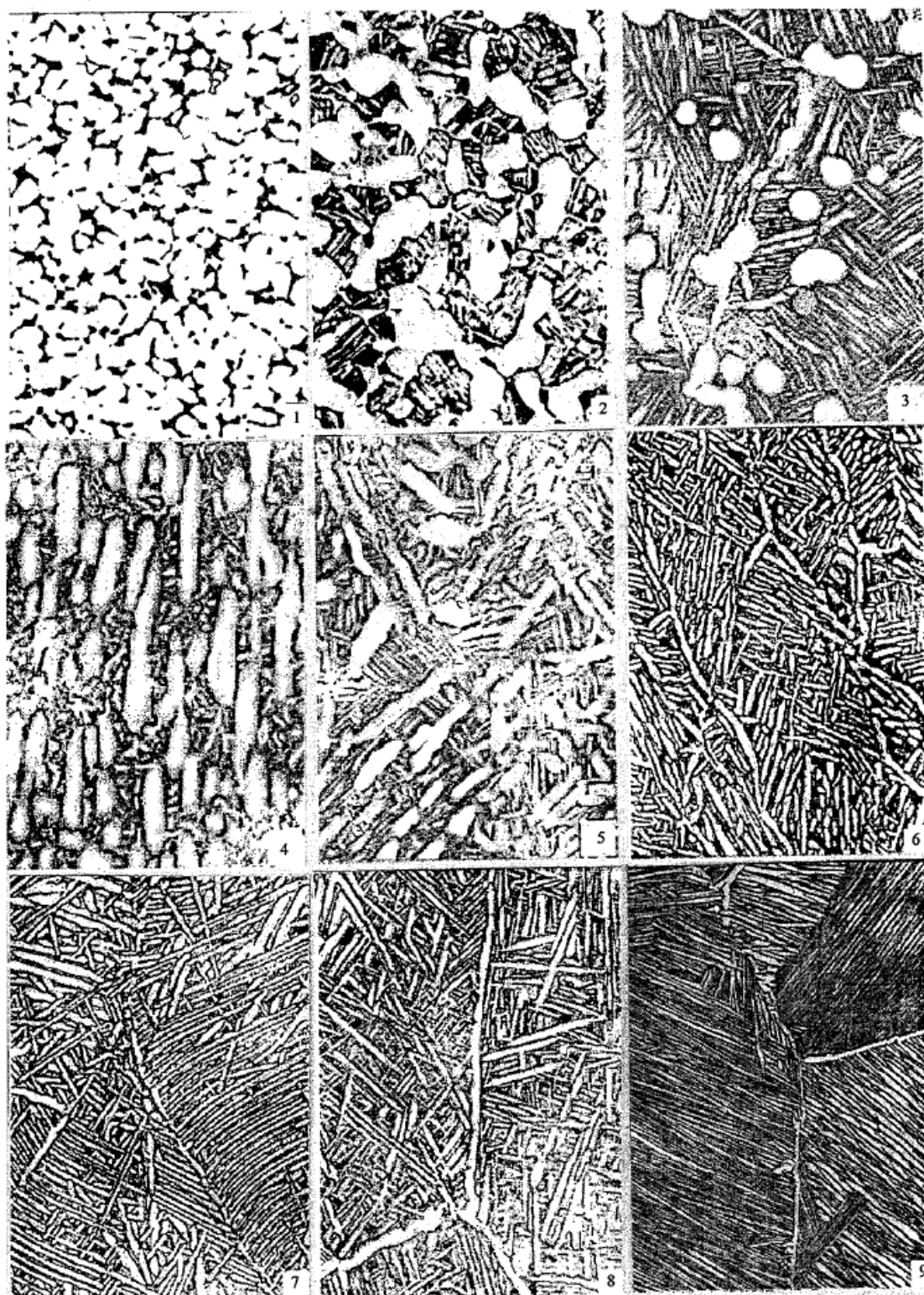


图3 近 α 、 α - β 型钛合金显微组织评级图, 1类~9类, 500 \times

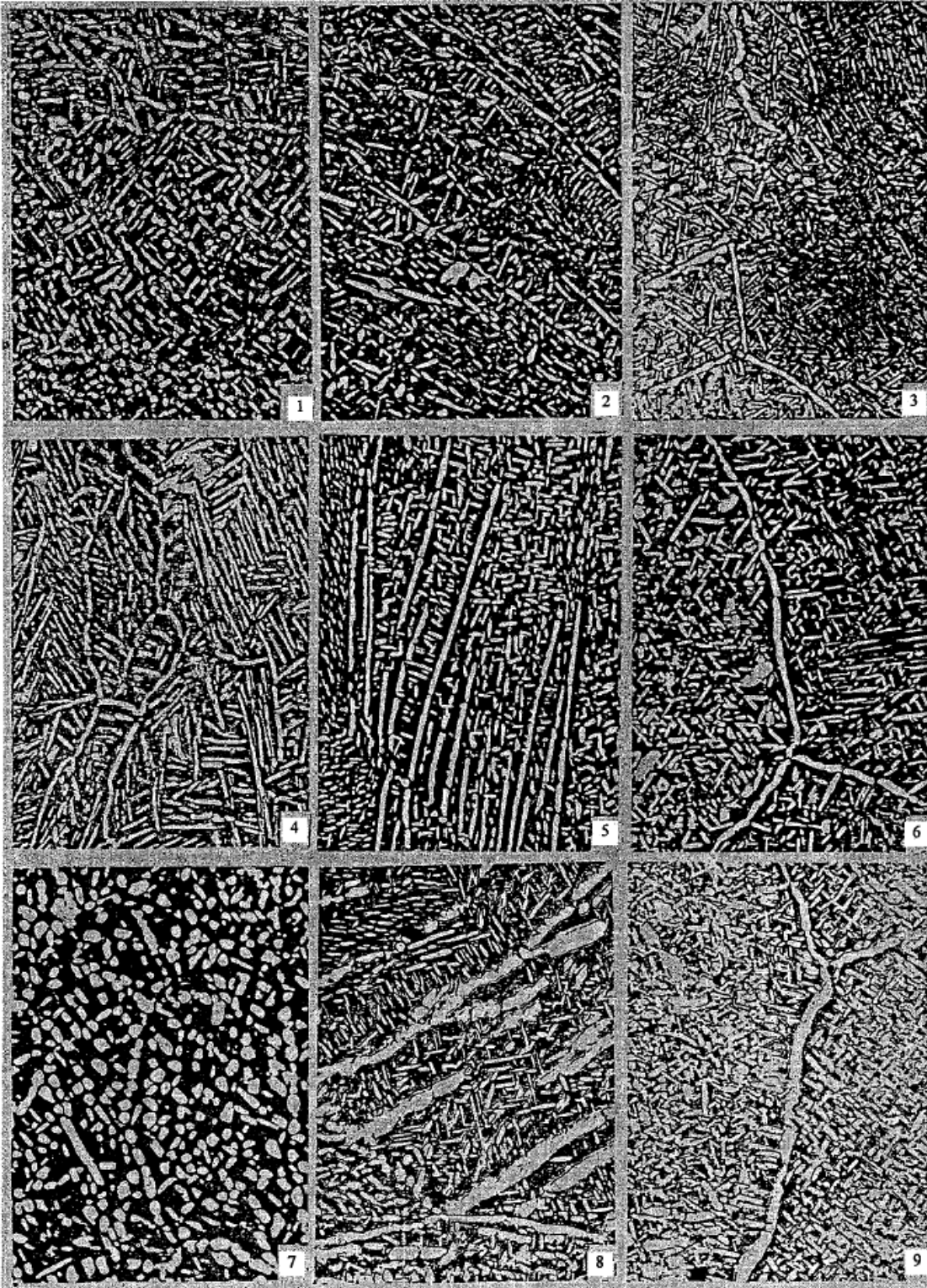


图4 TC18钛合金显微组织评级图, 1类~9类, 500×

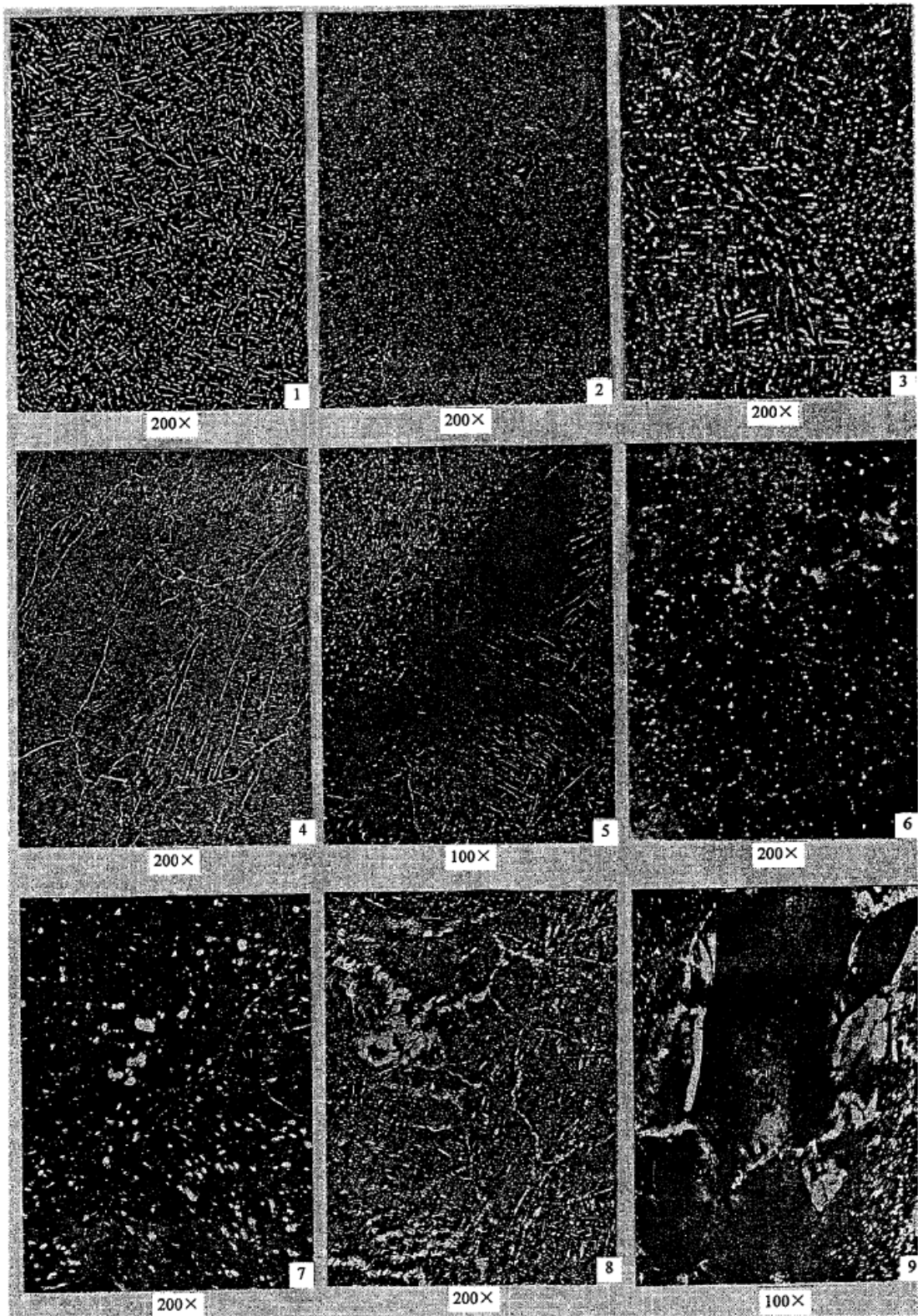


图5 TB6 钛合金显微组织评级图, 1类~9类

中华人民共和国
国家军用标准
航空用钛及钛合金锻件规范
GJB 2744A-2007

*

国防科工委军标出版发行部出版
(北京东外京顺路7号)
国防科工委军标出版发行部印刷车间印刷
国防科工委军标出版发行部发行
版权专有 不得翻印

*

开本 880×1230 1/16 印张 1¼ 字数 34 千字
2007年11月第1版 2007年11月第1次印刷
印数 1-500

*

军标出字第 6865 号 定价 13.00 元



G J B 2 7 4 4 A - 2 0 0 7 K