

钛合金大规格棒材

(GB/T×××××-×××××)

编制说明

(预审稿)

2014-3

《钛合金大规格棒材》

编制说明（预审稿）

一、工作简况

1、任务来源

根据国家标准委《关于下达 2011 年第二批国家标准制修订计划的通知》（国标委综合[2011]66 号）的要求，由宝钛集团有限公司和宝鸡钛业股份有限公司负责起草《钛合金大规格棒材》国家标准。项目计划编号：20111259-T-610，计划完成年限为 2013 年。

2. 起草单位简况

宝钛集团有限公司（简称宝钛集团）始建于 1965 年，是国家“三五”期间为满足国防军工、尖端科技发展的需要，以“九〇二”为工程代号而投资兴建的国家重点企业，原名 902 厂，1972 年更名为宝鸡有色金属加工厂，隶属于国家冶金工业部；1983 年划归中国有色金属工业总公司主管；1999 年划归中国稀有稀土集团公司管理；2000 年下放到陕西省，隶属于陕西有色金属控股集团有限责任公司；2005 年，为建立现代企业制度、理顺国有资产管理关系，工厂整体改制为宝钛集团有限公司。

历经近 50 年的艰苦磨砺，宝钛集团现已发展成为中国最大、实力最雄厚、体系最完整的以钛及钛合金为主的稀有金属材料专业化科研生产基地，是我国钛工业的摇篮和旗帜。是中国钛、锆国标、军标、行规的制定者，代表着我国钛、锆材加工技术的最高水平，是“中国钛谷”和“国家高技术新材料产业基地”的龙头企业。目前，公司主导产品钛材年产量已位居世界同类企业第二。

我国第一颗氢弹的爆炸成功、第一艘核潜艇的胜利下水、第一颗软着陆卫星顺利返回地面、首次向太平洋海域成功发射运载火箭、“嫦娥”奔月成功都有宝钛集团的功绩。系列歼击机、直升机、各型运载火箭、卫星、系列导弹和神舟飞船，以及核动力船舶等都使用了宝钛集团研制生产的钛及钛合金稀有金属材料。它不仅使中国摆脱了重点型号和武器装备关键材料受制于人的局面，丰富了我国航空用钛合金材料体系，而且大大提升了我国军事装备水平和国产化能力，为国防现代化建设和尖端科技发展做出了巨大贡献。

3、主要工作过程

3.1 由全国有色金属标准化技术委员会组织召开的《钛合金大规格棒材》标准任务落实

会上，宝钛集团有限公司提交了征求意见稿，并就标准的框架结构、基本内容设置、各阶段工作重点以及时间节点进行了安排。

宝钛集团有限公司接到项目批准的通知后，积极成立项目组，安排专人负责，对前期论证报告进行了分析。经过对宝钛集团近些年采购的钛合金棒材规格、技术条件和实物的技术水平进行补充统计和分析，并对相关牌号的国外标准进行调研，对材料规格、性能等一系列相关问题逐一进行了重新核实，几经修改，完成本标准讨论稿。

3.2 标准讨论稿讨论会纪要：

2013年11月6日，由全国有色金属标准技术委员会组织，在广西壮族自治区桂林市召开了《钛合金大规格棒材》标准讨论会。来自有宝钢特种材料有限责任公司、全国有色金属标准化技术委员会、大连融德特种材料有限公司等15家单位22名代表对该标准讨论稿进行了认真细致的讨论，提出了讨论意见和建议。

- a) 完善标准起草说明；
- b) 统一标准中的术语；

编制组根据以上意见和建议修改后形成标准的预审稿。

3.3 标准预审稿讨论会纪要：

2013年11月26日，由全国有色金属标准技术委员会组织，在无锡召开了《钛合金大规格棒材》标准讨论会。来自有全国有色金属标准化技术委员会、西部超导材料科技股份有限公司等7家单位14名代表对该标准讨论稿进行了讨论，提出了讨论意见和建议。

- a) 完善标准内容及格式；
- b) 进一步核实相关数据；

编制组根据以上意见和建议修改后形成标准的送审稿。

二、标准编制原则和确定标准主要内容的论据

1、标准编制原则

本标准在编制时，主要参考了宝钛集团企业标准、协议标准、内控标准及国外相关棒材标准，结合市场调研，完成了标准征求意见稿。同时，项目组确定出以下主要原则：

- a) 标准应严格按照 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第一部分：标准的结构与编写》的规定格式进行编写。
- b) 所列材料均为已大量批产并广泛使用的牌号。
- c) 产品的技术指标应均得到相应印证，确保合理性。

2. 确定标准主要内容的论据

2.1 材料熔炼

因铸锭质量对钛合金大规格棒材质量有重要影响，因此本标准依据 N/BS5303《钛及钛合金棒》、N/BS5201《钛及钛合金饼和环》等标准对材料熔炼建立了相应规定。棒材生产用铸锭应经多次熔炼，熔炼次数应不少于两次，其中 TA15、TA19、TC6、TC9、TC11、TC17、TC18、TC25 和 TB6 合金为三次熔炼。首次熔炼可使用自耗电极、非自耗电极、电子束冷床炉或等离子体冷床炉熔炼。随后的一次或多次熔炼应采用真空自耗电弧炉熔炼，且最后一次熔炼不允许添加任何元素。

2.2 化学成分

本标准的化学成分直接引用 GB/T3620.1-2007《钛及钛合金牌号和化学成分》及 GB/T 3620.2《钛及钛合金加工产品化学成分允许偏差》。

2.3 交货状态

本标准鉴于产品规格较大，对订购方属于坯料标准，后续还需进行热加工，故规定棒材交货状态为热加工态。

2.4 规格及性能

本标准规定各牌号的规格如下表 1：

表 1

牌 号	直径/mm	长度/mm
TA5、TA7、TA13、TA18、TA19、TC1、TC2、TC6、TC8、TC9、TC10、TC11、TC17、TC18、TC19、TC21、TC25、TB6	100~250	1000~5000
TA1、TA2、TA3、TA4、TA15、TC4	100~300	

本标准规定了钛合金棒材的室温、高温拉伸性能。

本标准规定的棒材的最小规格为 $\Phi 100\text{mm}$ ，力学性能取样方向为横向。各牌号具体指标及制定依据如下：

1) TA1

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》定为 $600^{\circ}\text{C}\sim 700^{\circ}\text{C}$ ，保温 $1\text{h}\sim 4\text{h}$ ，空冷。

室温力学性能指标见表 2：结合 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》及 $\Phi 100\sim\Phi 300\text{mm}$ 的横向实测数据制定。

表 2

规格 (mm)	温度℃	力学性能			
		Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
100~300	室温	240	138	20	30

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

2) TA2

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》定为 600℃~700℃，保温 1h~4h，空冷。

室温力学性能指标见表 3：结合 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》及 Φ100~Φ300mm 的横向实测数据制定。

表 3

规格 (mm)	温度℃	力学性能			
		Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
100~300	室温	345	275	16	25

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

3) TA3

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》定为 600℃~700℃，保温 1h~4h，空冷。

室温力学性能指标见表 4：结合 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》及 Φ100~Φ300mm 的横向实测数据制定。

表 4

规格 (mm)	温度℃	力学性能			
		Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
100~300	室温	450	380	15	25

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

4) TA4

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》定为 600℃~700℃，保温 1h~4h，空冷。

室温力学性能指标见表 5 结合 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》及 Φ100~Φ300mm 的横向实测数据制定。

表 5

规格 (mm)	温度℃	力学性能			
		Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
100~300	室温	550	450	15	25

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

5) TA5

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》定为 700℃~850℃，保温 1h~3h，空冷。

室温力学性能指标见表 6：本标准规定的强度指标与 Q/BS5320-2007《钛合金大规格棒材》相同。

表 6

规格 (mm)	温度℃	力学性能			
		Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
100~150	室温	685	585	15	40
>150~250		635	540	12	25

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

6) TA7

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》为定 750℃~850℃，保温 1h~3h，空冷。

室温力学性能指标见表 7：本标准规定的强度指标与 XJ/BS5434-2010《TA7 和 TC2 钛合金大规格棒材技术协议》相同，但由于试样取样为横向，塑性比纵向低，所以按照规律，塑性指标降低了 20%。

高温力学性能指标表 7： XJ/BS5434-2010 均相同。

表 7

规格 (mm)	温度℃	力学性能			
		Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
Φ100~300	室温	785	730	8	20
	350	490	持久 440 MPa/≥100h		

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

7) TA13

试样热处理制度：参照 GB/T2965-2007《钛及钛合金棒材》和 XJ/BS5246-2002《Ti-230

合金轧环件用环坯技术条件》，定为 780℃~800℃，保温 0.5h~2h，空冷（GB/T2965-2007 为 780℃~800℃，保温 1h~2h，空冷；XJ/BS5246-2002 为 780℃~800℃，保温 >0.5h，空冷）。

室温力学性能指标见表 8：与 Q/BS5320-2007《钛合金大规格棒材》中规格 Φ100~Φ250mm 的指标相同。

表 8

规格 (mm)	室温拉伸			
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%
Φ100~250	540~770	400	16	35

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

8) TA15

试样热处理制度：参照 GJB3763A-2004《钛及钛合金热处理标准》，为 700℃~850℃，保温 1h~4h，空冷（与 XJ/BS5267-2003《TA15 钛合金棒材协议标准》、XJ/BS5231-2008《TA15 钛合金棒材技术条件》及 XJ/BS5288-2004《TA15 合金棒材协》相同规定相同）。

室温力学性能指标见表 9：Φ100~Φ150mm 参照 XJ/BS5267《TA15 钛合金棒材协议标准》、XJ/BS5203-2011《TA15 合金棒材》及 XJ/BS5231-208《TA15 钛合金棒材技术条件》指标制定；Φ150~Φ300mm 性能与 XJ/BS5339-2006《航空用 TA15 钛合金大规格棒材技术条件》中 Φ300~Φ400mm 规格性能完全相同。

高温力学性能（抗拉强度、持久）指标见表 9：与 XJ/BS5157-2006《TA15 钛合金棒材》和 XJ/BS5339-2006《航空用 TA15 钛合金大规格棒材技术条件》的相同。

从数批大规格棒材积累的高温性能实测数据看，可以满足要求。

表 9

规格 (mm)	室温拉伸				500℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MP)	A%	Z%	R _m ,MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~150	930~1130	855	8	20	570	470 MPa /50 h
Φ150~300	885~1130	815	8	20		

9) TA18

试样热处理制度：参照 GJB3763A-2004《钛及钛合金热处理》，为 600℃~815℃，保温 1h~3h，空冷。比 MIL-H-81200B《钛及钛合金热处理》规定的范围（650℃~790℃，保温 1h~3h，空冷）宽。

室温力学性能指标见表 10：与 XJ/BS5194-2000《航空用钛合金棒材技术条件》中 Φ75~90mm 的横向指标完全相同。ASTM348 中规定直径不大于 3 英寸（75mm）的指标为：R_m

$\geq 620\text{MPa}$, $R_{p0.2} \geq 483\text{ MPa}$, $A_{4D} \geq 15\%$, $Z \geq 25\%$ 。

表 10

规格 (mm)	室温			350℃		400℃	
	Rm,MPa	A%	Z%	Rm,MPa	持久 $\tau/h \geq$)	Rm,MPa	持久 $\tau/h (\geq)$
$\Phi 100 \sim 250$	590~735	12	25	340	320 MPa/100h	310	280 MPa/100h

高温力学性能（抗拉强度、持久）指标：与 XJ/BS5194-2000《航空用钛合金棒材技术条件》中 $\Phi 75 \sim 90\text{mm}$ 的横向指标完全相同。

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

10) TA19

试样热处理制度：参照 XJ/BS5195-2000《Ti6242 合金棒材技术协议》，定为 $955^\circ\text{C} \sim 985^\circ\text{C}$ ，保温 1h~2h，空冷； $575^\circ\text{C} \sim 605^\circ\text{C}$ ，保温 8h，空冷。与 GJB3763A-2004 规定（T β -15~ 30°C ，保温 1h~2h，空冷； 595°C ，保温 8h，空冷）基本一致。

室温力学性能指标见表 11：与 XJ/BS5195-2000《Ti-6242 合金棒材技术协议》中直径不大于 $\Phi 130\text{mm}$ 的指标完全相同。

高温力学性能（抗拉强度、持久、蠕变）指标见表 11：与 XJ/BS5195-2000《Ti-6242 合金棒材技术协议》中直径不大于 $\Phi 130\text{mm}$ 的指标完全相同。

该牌号目前生产最大规格为 $\Phi 300\text{mm}$ ，所有指标均能满足 XJ/BS5195-2000。

表 11

规格 (mm)	室温				480℃	525℃
	Rm,MPa	R $_{p0.2}$,MPa	A%	Z%	Rm,MPa	持久 $\tau/h (\geq)$
$\Phi 100 \sim 250$	895	825	8	20	570	480MPa /35 h

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

11) TC1

试样热处理制度：参照 GB/T2965-2007《钛及钛合金棒材》及 XJ/BS5149-2005a《TC1 钛合金棒材技术条件》，定为 $700^\circ\text{C} \sim 850^\circ\text{C}$ ，保温 1h~3h，空冷。比 GJB3763A-2004 规定（ $700^\circ\text{C} \sim 800^\circ\text{C}$ ，保温 1h~2h，空冷）的范围宽。

室温力学性能指标见表 12：较 XJ/BS5149-2005a《TC1 钛合金棒材技术条件》中 $\phi 100 \sim \phi 280\text{mm}$ 规格强度一致，塑性略有降低。

高温力学性能指标见表 12：与 XJ/BS5164-2001《TC1 和 TC2 棒材补充协议》相同。

表 12

规格 (mm)	室温				350℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~250	585	460	12	24	345	325 MPa/100 h

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

12) TC2

试样热处理制度：参照 GB/T2965-2007《钛及钛合金棒材》，定为 700℃~850℃，保温 1h~3h，空冷。

室温力学性能指标见表 13：与 XJ/BS5434-2010《TA7 和 TC2 钛合金大规格棒材技术协议》相同。因试样取样差异，塑性指标较 GB/T 2965 降低了 20%。

高温力学性能（抗拉强度、持久）指标见表 13：与 XJ/BS5434-2010《TA7 和 TC2 钛合金大规格棒材技术协议》中 Φ250~Φ300mm 指标及 XJ/BS5164-2001《TC1 和 TC2 棒材补充协议》指标相同。

从前期积累的生产数据看，棒材质量可稳定达标且能很好满足使用要求。

表 13

规格 (mm)	室温				350℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~300	685	560	10	24	420	390 MPa /100 h

13) TC4

试样的热处理制度：参照 GJB3763A-2004（比 GB/T 2965 的热处理温度范围宽），定为 700℃~850℃，保温 1h~2h，空冷。

室温力学性能指标见表 14：Φ100~Φ150mm 指标与 XJ/BS5393-2008《TC4 钛合金棒材技术条件》中规格 Φ100~Φ150mm 指标相同；Φ150~Φ300mm 指标与 XJ/BS5427-2009《TC4 钛合金大规格棒材技术条件》中规格 Φ350~Φ500mm 指标及 XJ/BS5429-2009《TC4 钛合金大规格棒材技术协议》中规格 Φ250mm 指标相同。

高温力学性能（抗拉强度、持久）指标见表 14：与 XJ/BS5393-2008《TC4 钛合金棒材技术条件》中规格 Φ100~Φ150mm 指标相同。本标准对 Φ100~Φ300mm 棒材引用本标准。前期生产数据表明，实物性能均能稳定达到该指标。

表 14

规格 (mm)	室温					400℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	KIC(MPa.m ^{1/2})	R _m ,MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~150	895	825	9	20	50	600	560MPa/≥100 h
>Φ150~300			8	15			

大批量生产检验数据表明，实物性能均能稳定达到以上指标并可满足使用要求。

14) TC6

试样热处理制度：普通退火制度参照 XJ/BS5167-2004《航空用 TC6 钛合金棒材》，为 800℃~850℃，保温 1h~2h，空冷；双重退火制度参照 GB/T2965-2007《钛及钛合金棒材》的规定，为 860℃~880℃，保温 1~3h，炉冷至 650℃，保温 2h，空冷。鉴于大规格棒材性能通常采用双重退火，本标准推试样坯热处理采用双重退火。

室温力学性能指标见表 15：与 XJ/BS5167-2006 中 Φ110~150mm 及 XJ/BS5352-2008《TC6 大规格棒材协议》中 Φ100~250mm 规定的横向指标基本相同。

高温力学性能（抗拉强度、持久）指标见表 15：与 XJ/BS5167 和 XJ/BS5352-2008 中规定的指标相同。

表 15

规格 (mm)	室温拉伸				400℃	
	Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%	Rm/MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~250	935~1180	840	9	20	685	685 MPa /50

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

15) TC8

试样热处理制度：N/BS(Y)5314-2009《TC8钛合金棒材技术条件》，定为900℃~950℃，保温1h~4h，空冷；570℃~600℃，保温1~3h，空冷。

室温力学性能指标见表 16：与 N/BS(Y)5314-2009《TC8 钛合金棒材技术条件》规定的规格范围为 Φ150~Φ250mm 横向性能相同。

表 16

规格 (mm)	室温拉伸			
	Rm,MPa	Rp _{0.2} ,MPa	A%	Z%
100~150	930~1180	840	9	25
>150~250	900~1180	800	8	23

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

16) TC9

试样热处理制度：参照 GB/T 2965-2007《钛及钛合金棒材》，规定为 950℃~1000℃，保温 1h~3h，空冷；530℃~580℃，保温 2h~12h，空冷（GB/T 2967-2007 为 950℃~1000℃，保温 1h~3h，空冷；520℃~540℃，保温 6h，空冷）。

室温力学性能指标见表 17：参照 GB/T 2967-2007《钛及钛合金棒材》。该标准的力学

性能本为 $\Phi 90\text{mm}$ 以下棒材的指标。

表 17

规格 (mm)	室温拉伸			
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%
$\Phi 100\sim 250$	1060	910	9	25

从数批大规格棒材积累的数据看，性能可稳定满足上述指标和使用要求，以上指标制订合理。

17) TC10

试样热处理制度：结合 GJB3763A-2004《钛及钛合金热处理》和 GB/T2965-2007《钛及钛合金棒材》的规定，为 $700^{\circ}\text{C}\sim 850^{\circ}\text{C}$ ，保温 1h~3h，空冷。GJB3763A-2004 的规定为 $710^{\circ}\text{C}\sim 850^{\circ}\text{C}$ ，保温 1h~2h；GB/T2965-96 规定为 $700^{\circ}\text{C}\sim 800^{\circ}\text{C}$ ，保温 1h~3h。

室温、高温力学性能指标见表 18：与 Q/BS 5320-2007《钛合金大规格棒材》中 $\Phi 100\sim \Phi 250\text{mm}$ 规格指标相同

该牌号国内需求虽较少，但国外市场较好。

表 18

规格 (mm)	室温拉伸				400℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa	持久 τ /h (\geq)
$\Phi 100\sim 250$	1030	900	10	20	835	785 MPa /100 h

18) TC11

试样热处理制度：参照 GJB3763A-2004，为 $940^{\circ}\text{C}\sim 960^{\circ}\text{C}$ ，保温 1h~2h，空冷； $520^{\circ}\text{C}\sim 540^{\circ}\text{C}$ ，保温 6h，空冷。首次退火温度允许在 β 转变温度以下 $30^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内调整。与 GB/T2965-2007《钛及钛合金棒材》、XJ/BS5392-2008《TC11 钛合金大规格棒材技术协议》及 XJ/BS5446-2010《TC11 钛合金棒材技术条件》相同。

室温力学性能指标见表 19： $\Phi 100\sim \Phi 150\text{mm}$ 指标与 XJ/BS5446-2010《TC11 钛合金棒材技术条件》中 $\Phi 100\sim \Phi 150\text{mm}$ 规定的指标相同； $\Phi 150\sim \Phi 250\text{mm}$ 指标与 XJ/BS5446-2010《TC11 钛合金大规格棒材技术条件》中 $\Phi 150\sim 230\text{mm}$ 规定的指标相同，较 XJ/BS5392-2008《TC11 钛合金大规格棒材技术协议》指标略低。

高温抗拉强度、持久指标见表 19：与 XJ/BS5392-2008《TC11 钛合金大规格棒材技术协议》、GB/T2965 规定的指标完全相同，但 GB/T2965 的指标仅适用于直径不大于 $\Phi 90\text{mm}$ 的棒材。

表 19

规格 (mm)	室温拉伸				500℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa	持久 τ /h (\geq)

Φ100~150	1030	910	8	23	685	640 MPa /35 h
Φ150~250	950	850	5	10		

大批量生产检验数据表明，实物性能均能稳定达到以上指标并可很好满足使用要求。

19) TC17

试样热处理制度：参照 XJ/BS5127-95《航空用 Ti-17 钛合金大规格棒材试制批技术条件》和 XJ/BS 5435-2010《TC17 钛合金大规格棒材技术协议》，定为 830℃~850℃，保温 1h~4h，空冷；790℃~810℃，保温 4h，水冷；620℃~640℃，保温 8h，空冷。

室温及高温力学性能指标见表 20：与 XJ/BS 5435-2010《TC17 钛合金大规格棒材技术协议》中规格 Φ200~Φ350mm 横向性能相同。

表 20

规格 (mm)	室温				370℃	
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~300	1120	1030	7	15	907	685 MPa /100 h

该牌号大规格棒产量较大，大批量生产检验数据表明，实物性能均能稳定达到以上指标并可很好满足使用要求。

20) TC18

试样热处理制度：参照 XJ/BS 5338-2006《TC18 钛合金棒材技术条件》和 XJ/BS 5382-2008《TC18 钛合金大规格棒材》，规定为 820℃~850℃，保温 1h~3h，炉冷至 740℃~760℃，保温 1h~3h，空冷；500℃~650℃，保温 2h~6h，空冷（XJ/BS5338-2006 及 XJ/BS5246-2002 相同，为 820℃~850℃，保温 1h~3h，炉冷至 740℃~760℃，保温 1h~3h，空冷；500℃~650℃，保温 2h~6h，空冷）。

室温力学性能指标见表 21：与 XJ/BS 5382-2008《TC18 钛合金大规格棒材》规定的规格范围为 Φ150~Φ350mm 横向性能相同。

表 21

规格 (mm)	室温拉伸			
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%
Φ100~250	1080~1280	1010	6	14

21) TC19

试样热处理制度：参照 XJ/BS 5420-2009《Ti6246 钛合金棒材技术条件》，定为 815℃~915℃，保温 1h~2h，空冷；540℃~560℃，保温 4~8h，空冷。

室温及高温力学性能指标见表 22：室温力学性能结合 XJ/BS 5420-2009《Ti6246 钛合金棒材技术条件》中规格 Φ100~Φ150mm 的横向指标与实测数据制定；高温力学性能结合 AMS 4981 及相应实测数据制定。

表 22

规格 (mm)	室温拉伸				425℃
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa
Φ100~150	1100	1035	6	12	930

22) TC21

试样热处理制度：参照 N/BS(Y)5316-2010《TC21 钛合金棒材》，定为 900℃~920℃，保温 1h~2h，空冷；580℃~600℃，保温 4h，空冷。首次退火温度允许在 β 转变温度以下 60℃~80℃ 范围内调整；

室温力学性能指标见表 23：与 N/BS(Y)5316-2010《TC21 钛合金棒材》中规格 Φ100~Φ250mm 的横向指标相同。

表 23

规格 (mm)	室温拉伸			
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%
Φ100~200	1100	1000	6	10
Φ200~250	1050	950	6	10

23) TC25

试样热处理制度：参照 XJ/BS5325-2006《BT25 钛合金锻制棒材技术协议》、XJ/BS5399-2008《BT25 钛合金锻制棒材技术条件》及 XJ/BS5316-2006《BT25 钛合金锻制棒材技术条件》，定为 950℃~970℃，保温 1h~4h，空冷；530℃~570℃，保温 6h，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；

室温、高温力学性能指标见表 24：与 XJ/BS5325-2006 完全相同。XJ/BS5325-2006 规定的规格范围为 Φ150~250mm。较 XJ/BS5399-2008《BT25 钛合金锻制棒材技术条件》及 XJ/BS5316-2006《BT25 钛合金锻制棒材技术条件》相应规格指标塑性略低。

表 24

规格 (mm)	室温			500℃		550℃	
	R _m ,MPa	A%	Z%	R _m ,MPa	持久τ/h≥	R _m ,MPa	持久τ/h (≥)
Φ100~250	980	8	18	735	637MPa/50 h	686	441 MPa/50 h

目前，该牌号已生产过的最大规格 Φ300 mm，其各项性能均符合上述指标。

24) TB6

试样热处理制度：参照 GJB3763A-2004 和 XJ/BS5116-91《Ti-1023 钛合金棒材》，规定为 740~770℃，保温 2h，水冷；510℃~540℃，保温 8h，空冷。固溶温度允许在 β 转变温度以下 30℃~60℃ 范围内调整（GJB3763A-2004 为 705℃~775℃，保温 1h~2h，水冷+480℃~620℃，保温 8~10h，空冷；）。

室温力学性能指标见表 25：与 XJ/BS5152-2000《Ti-1023 大规格钛合金棒材》中规格

Φ150~Φ200mm 规定的指标相同。

表 25

规格 (mm)	室温拉伸			
	R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa)	A%	Z%
Φ100~200	1105	1000	6	9

大批量生产检验数据表明，实物性能均能稳定达到以上指标并可很好满足使用要求。

2.5 超声波检验

当需方要求并在合同中注明时，棒材可进行超声波探伤。超声波探伤应符合 GB/T 5193 的规定，其验收级别由供需双方协商确定。

2.6 金相检验

低倍组织：规定为通用要求。一方面要求无冶金缺陷，另一方面不允许有清晰晶。

显微组织：当需方对显微组织有要求时，双方协商确定并在合同中注明。

2.7 表面状况

根据超声波检验对棒材表面质量的要求和实际生产水平,规定了机加工棒材表面粗糙度要求 Ra 值不大于 3.2 μ m。

三、标准水平分析

3.1 采用国际标准的程度

本标准参考了 ASTM B348、AMS4967、AMS4928、OCT1 90107 等标准制定。其中尺寸规格及相应力学性能指标与国外标准一致或更严，进一步提高了产品的质量水平。

3.2 国际、国外同类标准水平的对比分析

在国外先进标准 (ASTM B348、AMS4967、AMS4928 等) 中，一般仅对直径不大于 152.4mm 的棒材的力学性能有强制性指标考核，更大规格的棒材则由供需双方协商。但在国际几个著名航空公司和发动机厂，均都有自己的企业标准规定了大规格棒材的技术要求，如波音公司的 BMS 7-348，Ti-6Al-4V 钛合金棒材的最大规格为 508mm，SNECMA 公司的企业标准 DMD0776-24，规定的最大规格也达 500mm。国外大规格棒材的采购一般采用这些企业标准。

部分常用牌号的国外标准指标见表 22、表 23：

表 22 TC4 钛合金棒材横向室温力学性能

标准	直径或厚度, mm	室温力学性能, 不小于				
		R _m ,MPa	R _{p0.2} ,MPa	A%	Z%	K _{1C} , MPa·m ^{1/2}
AMS 4928R	> 101~152	896	827	8	20	—
AMS-T-9047G	> 101~152	896	827	8	20	—

BS 2TA11	> 101~152	900	830	8	25	—
BMS 7-348	>152~203	882	794	8	15	55
	>203~304	860	772	8	15	
DMD 0776-24	> 101~508	900	830	10	25	—

表23 OCT1 90107《钛合金锻制棒材》的横向室温拉伸性能

牌号	直径或边长, mm	室温力学性能, 不小于			
		Rm/MPa	Rp0.2/MPa	A%	Z%
OT4-1 (TC1)	≤150	550~750	-	12	23
	> 150~250	550~750	-	10	23
OT4(TC2)	> 140~250	650~900	-	8.5	20
BT5-1(TA7)	> 140~250	760~1000	-	6.0	16
BT6(TC4)	> 140~250	850~1070	-	6.0	20
BT3-1(TC6)	> 140~250	950~1200	-	8.0	20
BT9(TC11)	≤150	1000~1250	-	6.0	14
	> 150~250	950~1200	-	6.0	14
BT20(TA15)	> 140~250	900~1150	-	8.0	20
BT22(TC18)	> 140~250	1080~1280	-	6	14

通过上述综合分析, 本标准的制定达到了国际先进水平。

四、与有关的现行法律、法规和强制性国家标准的关系

该标准的制定符合现行法律、法规的要求, 本标准与其他强制性国家标准无矛盾与不协调之处。

五、重大分歧意见的处理经过和依据

无。

六、标准作为强制性或推荐性标准的建议

鉴于国内目前没有关于钛合金大规格棒材专用的国家标准, 因此建议该标准作为推荐性国家标准。

七、贯彻标准的要求和措施建议, 包括: 组织措施、技术措施、过渡办法

无。

八、废止现行有关标准的建议

无。

九、其他应予说明的事项

无。

十、预期效果

本标准是新制定国家标准，具有普遍性、广泛性和适用性。本标准的实施，将为国内钛合金大规格棒材质量控制提供指导，在满足国内需求的同时提高了在国际市场上的竞争实力；同时可促进该行业的健康、可持续发展，进一步提高和完善我国钛合金棒材生产及装备技术水平，对我国钛行业的发展会产生重要的影响。

钛合金大规格棒材标准编制组