

《增材制造用钛及钛合金丝材》

预审稿 编制说明

一、工作简况

(一) 任务来源

1.1 计划批准文件名称、文号及项目编号、项目名称、计划完成年限、编制组成员
根据 2021 年 4 月 30 日，国家标准化管理委员会《关于下达 2021 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2021]12 号）的要求，国家标准《增材制造用钛及钛合金丝材》修订项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：20210821-T-610，项目周期为 24 个月，完成年限为 2023 年 4 月，标准起草单位为宝鸡钛业股份有限公司、宝钛集团有限公司等。技术归口单位为全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）和全国增材制造标准化技术委员会（SAC/TC 562）共同归口。国家标准项目《增材制造用钛及钛合金丝材》由宝鸡钛业股份有限公司、宝钛集团有限公司等起草。

1.2 项目编制组单位变化情况

技术审查会前，依据标准编制工作任务量，重新调整了编制组构成，具体为：宝鸡钛业股份有限公司、宝钛集团有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、西部超导科技材料股份有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司、上海材料研究所、中国航发北京航空材料研究所、西北工业大学、北京科技大学、西安理工大学、同济大学、国营芜湖。

1.3 研究背景

在目前数量众多的金属 3D 打印材料中使用最多且最理想的材料非钛莫属。有资料显示，目前我国 3D 打印材料市场规模已达到 30 亿元，其中钛合金占比最大，达到了 20%。

3D 打印的钛金属物品已经被广泛用于航空航天、生物医用材料、精密仪器等领域，尤其是外科手术用的植入物，其中的原因主要有两个：第一、钛是目前所有金属 3D 打印材料中最轻也是强度最高的，同时还具有无毒和耐腐蚀等特性；第二、与传统的加工方法（如数控机床和铸造）相比，3D 打印不但可以实现几乎任意复杂的几何形状，而且费用低廉。

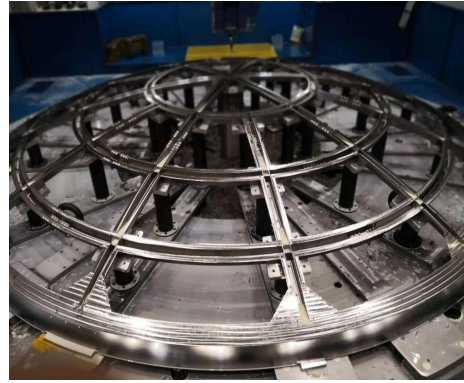
在航空航天领域，3D 打印由于能够实现高性能复杂结构金属零件的无模具、快速、全致密、净成形，成为应对飞机及航空发动机领域技术挑战的最佳技术途径，同时，3D 打印所具有的自由实体成形特征，也为实现先进飞机结构的轻量化、紧凑性和多功能设计，提升飞机设计和研发效率创造了重要条件。

除了直接制造航空零件，采用 3D 打印对航空零件进行快速修复外，将 3D 打印与传统加工手段相结合形成组合制造技术以提高零件的成形精度和效率也是目前航空制造领域的一个重要发展方向。

我国在钛及钛合金增材制造技术方面开展了大量研究，已成功开发出航空航天、生物医疗、汽车及其他领域用的大量产品。部分钛及钛合金增材制造产品如图 1 所示。



a) 飞机机身钛合金整体加强框



b) 载人飞船返回舱大底框架



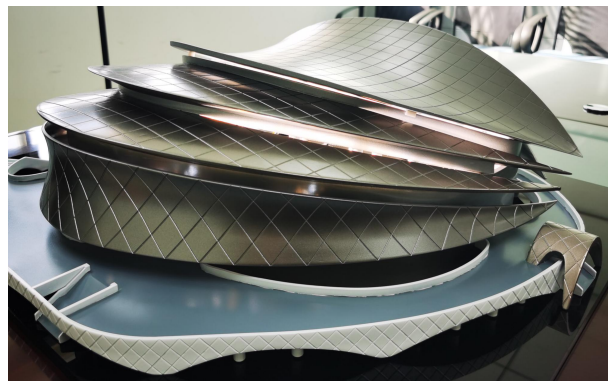
c) 飞机机翼部件



d) 汽车轮毂



e) 植入物下颌骨



f) 宝鸡市大剧院 3D 打印实物模型

图 1 3D 打印钛及钛合金实例

(二) 主要参加单位和工作成员及其所作的工作

2.1 主要参加单位情况

标准主编单位宝鸡钛业股份有限公司在标准的编制过程中，能积极主动收集国内外增材制造用钛及钛合金丝材标准，负责项目的总体实施和策划，公司能够带领编制组成员单位认真细致修改标准文本，征求多家企业的修改意见，编制实测数据统计表，最终带领编制组完成标准的编制工作。

有色金属技术经济研究院有限责任公司为本标准提供理论研究基础，并为国内外增材制造用钛及钛合金丝材标准对比工作提供有力支持。

宝钛集团有限公司积极参加标准调研工作，配合主编单位开展大量的现场调研、取样、开展各种试验工作，为标准编写提供了真实有效的实测数据，针对标准的讨论稿和征求意见稿提出修改意见，并对标准中增材制造用钛及钛合金丝材的技术指标进行严格把关。

西部超导科技材料股份有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司、上海材料研究所、中国航发北京航空材料研究所、西北工业大学、北京科技大学、西安理工大学、同济大学、国营芜湖积极配合编制组开展现场取样进行试验验证工作，承担了标准中第三方的试验验证工作，主要完成了增材制造用钛及钛合金丝材验证数据的对比，为标准技术要求部分提供有力保障。

2.2 主要工作成员所负责的工作情况

本标准主要起草人及工作职责见表 1。

表 1 主要起草人及工作职责

起草人	工作职责
解晨	负责标准的工作指导、标准的编写、试验方案确定及组织协调
冯军宁、马忠贤、胡志杰	负责标准中相关技术要求内容的编写及把关
张伟、刘钊、段晓辉	负责提供企业的现场调研及配合标准编写开展现场试验验证及数据积累
张江峰、白智辉	提供理论支撑，并对国内外增材制造用钛及钛合金丝材标准对比提供支持
	提供第三方的检测服务，指导企业现场检验的规范化并编写标准试验验证数据的对比分析
马佳琨、王建斌、庆达嘎	标准编写材料的收集及标准部分内容的编写与把关
冯永琦、高颀、贾栓孝	提供技术指导

(三) 工作过程

1 起草阶段

根据国家标准化管理委员会《关于下达 2021 年第一批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》（国标委发[2021]12 号）的要求，本标准于 2021 年 4 月 30 日进行了任务落实，主编单位对标准的主要技术要求以及编制进度进行了汇报，各相关单位对标准的技术指标进行了充分讨论。会后，宝鸡钛业股份有限公司立即成立了标准编制工作组，对目标任务进行分解，明确成员单位的任务要求，制定工作计划和进度安排。

项目运行以来，项目组积极收集国内外增材制造用钛及钛合金丝材的应用信息，收集增材制造用钛及钛合金丝材的生产、检验数据，调研国内外增材制造用钛及钛合金丝材科研单位、生产企业、使用单位的基本情况，并对各类信息进行分析汇总，于 2021 年 9 月编制组及时修改了标准文本，形成了《增材制造用钛及钛合金丝材》标准征求意见稿及其编制说明。

2 征求意见阶段

2021年9月27日,根据国家标准化管理委员会关于下达《增材制造用钛及钛合金丝材》制定计划的要求,由全国有色金属标准化委员会、全国增材制造标准化技术委员会主持,在江苏省常州市组织召开了《增材制造用钛及钛合金丝材》讨论会,来自宝钛集团有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、西部超导科技材料股份有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司、上海材料研究所、中国航发北京航空材料研究所、西北工业大学等20多家单位的50余位专家代表参加了会议。与会代表对本标准(征求意见稿)进行了认真、细致的讨论,提出了修改意见及建议。

2021年9月至2022年7月,全国有色金属标准化委员会、全国增材制造标准化技术委员会将征求意见资料在国家标准化管理委员会的“公共信息服务平台”上挂网,面向社会公开征求意见。同时,全国有色金属标准化技术委员会通过工作群、邮件向委员单位征求意见,并将征求意见资料在 www.cnsmq.com 网站上挂网。征求意见单位主要包括生产、经销、使用、科研、检验等单位 and 科研院校,征求意见单位广泛且具有代表性,征求意见时间大于2个月。

2022年8月,本标准编制组对收集到的意见进行了整理,共收到宁夏东方钽业股份有限公司、中铝沈阳有色金属加工有限公司、新疆湘润新材料科技有限公司、西安思维金属材料有限公司、鑫鹏源智能装备集团有限公司等17家的22条意见(回函的单位共16家、回函并有建议或意见的单位共14家、没有回函的单位共1家),形成了《标准征求意见稿意见汇总处理表》。本标准编制组依据各单位提出的意见和建议,继续对征求意见稿进行了修改和完善,形成了标准预审稿及其编制说明。

二、标准编制原则

本标准在修订时,主要参考了GB/T 38973-2020《增材制造制粉用钛及钛合金棒材》、XJ/BS 5328-2006《TA15和TC2钛合金激光快速成形制粉用棒材技术条件》、N/BS(Y) 53118-2021《TC4&TC4ELI钛合金棒材采购技术规范》、FC-MPS-RM02《TA1纯钛棒材采购技术规范》、PS/2020-ZCJS-10《TA15钛合金棒材技术协议》、PS/2020-ZCJS-26《TC4钛合金棒材技术协议》、PS/2020-ZCJS-28《TA1纯钛棒材技术协议》、技标202118《一批Ti-6Al-4V ELI盘卷丝材的技术要求》、技标202119《一批Ti-6Al-4V ELI盘卷丝材的技术要求》等相关协议标准,结合市场调研,完成了标准文本的修订。同时,项目组确定出以下主要原则:

- a) 标准应严格按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分:标准化文件的结构和起草规则》的规定格式进行编写。
- b) 产品的技术指标应均得到相应印证,确保合理性。

三、标准主要内容的确定依据及主要试验和验证情况分析

(一) 确定标准主要内容的论据

增材制造用钛及钛合金丝材所需化学成分要求更为纯净，杂质元素含量尽可能低，并且要求良好的一致性，由于成型过程中存在增氧现象，以及考虑到材料的重复使用情况，本文件中氧含量的控制将作为重点。各厂家使用的增材制造用钛及钛合金丝材牌号和化学成分不尽相同，本文件将对目前市场广泛使用，且工艺成熟的增材制造用钛及钛合金丝材进行规范，提高增材制造用钛及钛合金丝材的行业适用性。

增材制造用钛及钛合金丝材仅对化学成分、外形尺寸及其允许偏差、低倍组织和外观质量进行明确的规定，对力学性能和显微组织不做要求，可以有效降低丝材生产成本，缩短检验周期，杜绝浪费。利用增材制造用钛及钛合金丝材制粉的使用原理如图 2 所示，需要说明的是增材制造用钛及钛合金材的用途不仅仅局限于此。

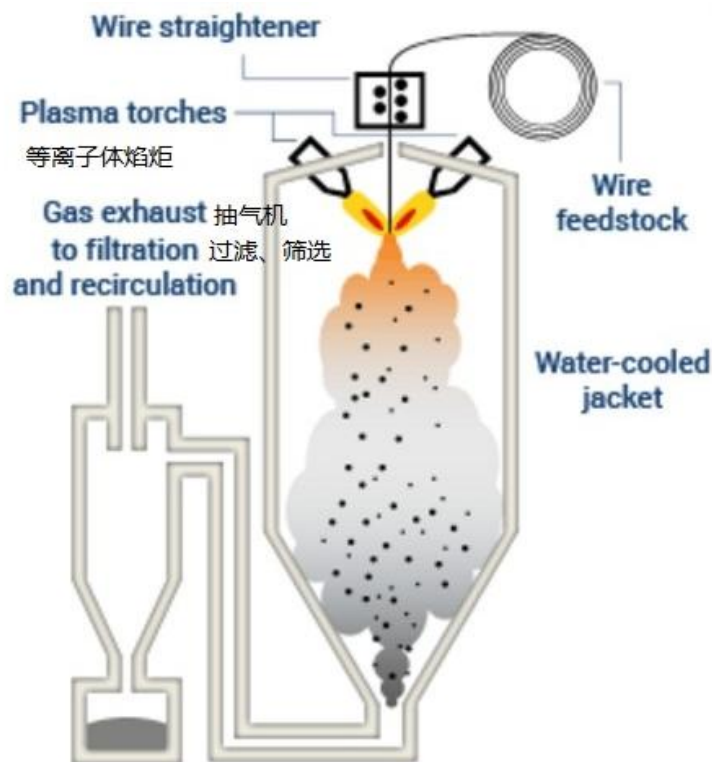


图 2 增材制造用钛及钛合金丝材使用原理

1.1 产品牌号、状态和规格

增材制造用钛及钛合金丝材牌号的确定，主要依据国内外丝材的市场需求进行确定，目前生产的产品工艺、质量稳定，且形成大批量供货的牌号有：TA1G、TA2G、TA15、TC4、TC4ELI。

增材制造用钛及钛合金丝材状态的确定，主要依据目前的供货情况，客户订货单主要以热加工态（R）、退火态（M）交付，故本标准确定的交货状态为这两种。

增材制造用钛及钛合金丝材规格的确定，主要依据 GB/T 3623 的规定进行，相比于常规丝材产品，各化学元素成分较低的丝材，主要生产难点在熔炼的化学成分控制方面，轧制、拉伸变形过程更易实现，故采用 GB/T 3623 的规格范围是可行的。

1.2 化学成分

增材制造用钛及钛合金丝材化学成分的确定，主要依据公司与相关单位签订的技术协议、订货标准及相关国家标准进行规定。

TA1G 的化学成分主要依据订货标准 FC-MPS-RM02《TA1 纯钛棒材采购技术规范》、PS/2020-ZCJS-28《TA1 纯钛棒材技术协议》和 GB/T 38973-2020《增材制造制粉用钛及钛合金棒材》制定。

TA2G 的化学成分主要依据 GB/T 3620.1《钛及钛合金牌号和化学成分》、GB/T 3623《钛及钛合金丝》及目前设备、工艺能力可稳定实现的前提下，考虑到增材制造用丝材在使用的过程中存在一定的增氧现象，综合考量后，TA2G 中氧含量按 GB/T 3620.1 中 TA2GELI 的氧含量不大于 0.10% 制定。

TA15 的化学成分主要依据订货标准 XJ/BS 5328-2006《TA15 和 TC2 钛合金激光快速成形制粉用棒材技术条件》、PS/2020-ZCJS-10《TA15 钛合金棒材技术协议》和 GB/T 38973-2020《增材制造制粉用钛及钛合金棒材》制定。

TC4、TC4ELI 的化学成分主要依据订货标准 N/BS(Y) 53118-2021《TC4&TC4ELI 钛合金棒材采购技术规范》、PS/2020-ZCJS-26《TC4 钛合金棒材技术协议》、技标 202118《一批 Ti-6Al-4V ELI 盘卷丝材的技术要求》、技标 202119《一批 Ti-6Al-4V ELI 盘卷丝材的技术要求》和 GB/T 38973-2020《增材制造制粉用钛及钛合金棒材》制定。

关于杂质元素含量的确定，考虑到增材制造用钛及钛合金丝材对杂质元素要求较严格，结合相关标准及双方技术协议，本文件内统一规定杂质元素总和均控制在 0.30% 以内。

以供货产品检验结果为验证，确定的增材制造用钛及钛合金丝材化学成分合理、可行，目前已批量供应国内外客户使用，本标准确定的各牌号化学成分见表 2。

表 2 化学成分

牌号	化学成分												
	主要成分						杂质，不大于						
	Ti	Al	Si	V	Zr	Mo	Fe	C	N	H	O	其他元素	
												单一	总和
TA1G	余量	—	—	—	—	—	0.20	0.08	0.03	0.010	0.06	0.10	0.30
TA2G	余量	—	—	—	—	—	0.30	0.08	0.03	0.015	0.10	0.10	0.30
TA15	余量	5.5~7.1	≤0.15	0.8~2.5	1.5~2.5	0.5~2.0	0.10	0.08	0.03	0.015	0.12	0.10	0.30
TC4	余量	5.5~6.5	—	3.5~4.5	—	—	0.25	0.08	0.03	0.010	0.10	0.10	0.30
TC4ELI	余量	5.5~6.5	—	3.5~4.5	—	—	0.20	0.08	0.03	0.012	0.06	0.10	0.30

1.3 外形尺寸及其允许偏差

1.3.1 结合市场需求，确定本标准的焊丝一般以散卷供货。如需方因设备、工艺要求直丝供货时，可在订货单中注明。

1.3.2 国家标准 GB/T 39799-2021《钛及钛合金棒材和丝材尺寸、外形、重量及允许偏差》已发布实施，本标准对其直接进行引用，从而，简化标准内容，统一标准规范要求，故规定丝材的尺寸及其允许偏差应符合 GB/T 39799-2021 的规定，其中直径允许偏差应符合 GB/T 39799-2021 中 I 级的规定。

1.4 低倍组织

增材制造用钛及钛合金丝材应控制内外部缺陷等问题，以防止缩尾、气孔、分层、金属或非金属夹杂等缺陷的漏检，故标准要求直径 3mm 以上丝材进行低倍组织检查，增加丝材组织均匀性的判定要求。

1.5 外观质量

本条款主要依据 GB/T 3623 中对丝材外观质量的要求，规定丝材的表面供货方式，一般为酸洗或加工表面供货，如客户有特殊要求时，可以磨光表面供货，但因设备能力的限制，一般直径不小于 2mm 直丝可按磨光表面供货。同时，对表面的清洁程度，不可存在的缺陷，以及在不影响使用的情况下，允许存在的轻微缺陷进行了规定。

(二) 主要试验（或验证）情况分析

本标准经过了大量实物供应及数据验证，对标准所列牌号的化学成分进行了对比分析，具体的实试验数据见表 3~表 7。

表3 TA1G 丝材化学成分的实测验证数据

序号	牌号	化学成分/%				
		杂质, 不大于				
		Fe	C	N	H	O
本标准规定值	TA1G	0.20	0.08	0.03	0.0125	0.06
1		0.04	0.01	<0.01	<0.001	0.05
2		0.04	0.01	<0.01	<0.001	0.04
3		0.04	0.01	<0.01	<0.001	0.05
4		0.04	0.01	<0.01	<0.001	0.05
5		0.04	<0.01	0.01	0.002	0.05
6		0.04	<0.01	0.01	0.002	0.06
7		0.01	<0.01	<0.01	0.001	0.05
8		0.01	<0.01	0.01	0.001	0.04
9		0.02	0.01	0.01	0.002	0.05
10		0.03	0.01	<0.01	0.002	0.04
11		0.03	0.01	<0.01	0.001	0.05
12	0.03	0.02	<0.01	0.001	0.05	

表4 TA2G 丝材化学成分的实测验证数据

序号	牌号	化学成分/%				
		杂质, 不大于				
		Fe	C	N	H	O
本标准规定值	TA2G	0.30	0.08	0.03	0.015	0.10
1		0.03	<0.01	<0.01	<0.001	0.08
2		0.03	<0.01	<0.01	<0.001	0.07
3		0.04	0.01	<0.01	0.001	0.05
4		0.05	<0.01	<0.01	0.001	0.06
5		0.04	0.01	<0.01	0.002	0.05
6		0.03	<0.01	<0.01	0.002	0.05
7		0.03	0.02	0.02	0.001	0.06
8		0.04	0.03	0.02	0.001	0.07
9		0.04	0.01	<0.01	0.002	0.05
10		0.03	<0.01	<0.01	0.002	0.06
11		0.03	0.01	<0.01	0.001	0.07
12		0.03	0.01	<0.01	0.001	0.07
13		0.03	<0.01	0.01	0.002	0.07
14	0.04	<0.01	0.01	0.003	0.08	

表5 TA15 丝材化学成分的实测验证数据

序号	牌号	化学成分/%									
		主要成分					杂质, 不大于				
		Al	Si	V	Zr	Mo	Fe	C	N	H	O
本标准规定值	TA15	5.5~7.1	≤0.15	0.8~2.5	1.5~2.5	0.5~2.0	0.10	0.08	0.03	0.015	0.12
1		6.6	<0.02	1.3	2.0	1.1	0.02	0.01	<0.01	0.006	0.08
2		6.6	<0.02	1.3	1.9	1.2	0.02	0.01	<0.01	0.006	0.08
3		6.6	<0.02	1.4	2.0	1.2	0.02	0.01	<0.01	0.005	0.07
4		6.6	<0.02	1.4	1.8	1.2	0.02	<0.01	<0.01	0.005	0.08
5		6.6	<0.02	1.3	2.0	1.1	0.02	0.01	<0.01	0.006	0.08
6	6.6	<0.02	1.3	1.9	1.2	0.02	0.01	<0.01	0.006	0.08	

表 5 (续) TA15 丝材化学成分的实试验证数据

序号	牌号	化学成分/%									
		主要成分					杂质, 不大于				
		Al	Si	V	Zr	Mo	Fe	C	N	H	O
本标准规定值		5.5~7.1	≤0.15	0.8~2.5	1.5~2.5	0.5~2.0	0.10	0.08	0.03	0.015	0.12
7	TA15	6.7	<0.02	1.4	2.0	1.4	0.05	0.01	<0.01	0.005	0.07
8		6.8	<0.02	1.4	2.1	1.4	0.05	<0.01	<0.01	0.005	0.07
9		6.7	<0.02	1.4	2.0	1.4	0.02	0.01	<0.01	0.010	0.08
10		6.7	<0.02	1.4	1.9	1.4	0.02	0.01	<0.01	0.010	0.07
11		6.6	<0.02	1.4	2.0	1.4	0.05	<0.01	<0.01	0.005	0.09
12		6.7	<0.02	1.4	1.9	1.3	0.04	<0.01	<0.01	0.004	0.09

表 6 TC4 丝材化学成分的实试验证数据

序号	牌号	化学成分/%						
		主要成分		杂质, 不大于				
		Al	V	Fe	C	N	H	O
本标准规定值		5.5~6.5	3.5~4.5	0.25	0.08	0.03	0.010	0.10
1	TC4	6.27	4.10	0.16	0.012	0.003	0.005	0.07
2		6.13	3.92	0.14	0.012	<0.003	0.005	0.07
3		6.10	3.94	0.15	0.009	0.003	0.004	0.08
4		6.20	4.00	0.20	0.006	0.008	0.004	0.08
5		6.34	4.06	0.15	0.01	<0.003	0.004	0.088
6		6.20	4.12	0.17	0.01	0.003	0.004	0.090
7		6.30	4.10	0.14	0.005	0.004	0.003	0.09
8		6.23	4.21	0.18	0.004	0.004	0.003	0.08
9		6.30	4.03	0.15	0.007	0.003	0.004	0.09
10		6.23	4.05	0.17	0.010	0.008	0.004	0.08
11		6.17	4.03	0.15	0.005	0.005	0.004	0.08
12		6.10	4.07	0.17	<0.004	0.004	0.004	0.08

表 7 TC4ELI 丝材化学成分的实试验证数据

序号	牌号	化学成分/%						
		主要成分		杂质, 不大于				
		Al	V	Fe	C	N	H	O
本标准规定值		5.5~6.5	3.5~4.5	0.20	0.08	0.03	0.012	0.06
1	TC4ELI	6.20	3.86	0.15	<0.01	<0.003	0.005	0.036
2		6.16	4.05	0.19	<0.01	<0.003	0.005	0.036
3		6.23	3.95	0.15	0.005	0.004	0.002	0.049
4		6.19	4.19	0.18	0.006	<0.003	0.002	0.045
5		6.30	3.99	0.15	0.008	0.005	0.004	0.049
6		6.20	3.95	0.16	0.008	0.005	0.004	0.050
7		6.29	4.01	0.16	0.008	<0.003	0.004	0.046
8		6.22	4.04	0.16	0.005	<0.003	0.004	0.040
9		6.25	4.09	0.18	0.005	<0.003	0.006	0.048
10		6.25	4.25	0.19	0.006	0.003	0.006	0.044
11		6.19	4.05	0.15	0.011	0.002	0.003	0.039
12		6.17	4.08	0.17	0.006	0.003	0.003	0.040
13		6.20	4.04	0.15	0.008	0.004	0.004	0.039
14		6.21	4.06	0.16	0.006	0.004	0.004	0.041

表 7（续）TC4ELI 丝材化学成分的实测验证数据

序号	牌号	化学成分/%						
		主要成分		杂质，不大于				
		Al	V	Fe	C	N	H	O
本标准规定值		5.5~6.5	3.5~4.5	0.20	0.08	0.03	0.012	0.06
15	TC4ELI	6.24	4.06	0.15	0.010	<0.003	0.003	0.051
16		6.27	4.13	0.16	0.006	<0.003	0.003	0.050
17		6.23	3.99	0.17	0.005	<0.003	0.003	0.044
18		6.11	4.03	0.17	0.008	<0.003	0.003	0.043
19		6.23	4.14	0.15	0.010	0.005	0.003	0.048
20		6.19	4.11	0.16	0.005	0.004	0.003	0.046
21		6.27	4.01	0.17	0.008	<0.003	0.002	0.042
22		6.27	4.09	0.18	0.010	<0.003	0.002	0.043
23		6.16	4.01	0.16	0.006	0.003	0.005	0.037
24		6.13	4.01	0.19	0.004	0.003	0.005	0.042
25		6.19	4.14	0.16	0.006	0.005	0.004	0.042
26		6.12	4.12	0.17	<0.004	0.006	0.004	0.041
27		6.29	4.06	0.16	0.004	0.005	0.002	0.028
28		6.23	4.12	0.16	0.005	0.005	0.002	0.035
29		6.22	4.04	0.14	0.004	0.005	0.005	0.049
30		6.25	4.01	0.17	0.006	0.005	0.005	0.050

经过前期典型牌号多批次试验验证，产品化学成分控制稳定，满足本标准规定要求。本标准中涉及牌号的化学成分范围的规定是科学合理的，同时实测化学成分稳定性有一定富余度及可加严控制的空间，通过本标准的实施，将促进增材制造用钛及钛合金标准体系的完善，解决目前无增材制造用丝材的国家标准现状。

综上所述，本标准对产品主要技术参数的规定是合理可行的，同时产品主要技术参数的实测验证数据稳定，并有一定富余度及可提升空间，规定产品的技术要求科学合理。

四、标准中涉及专利的情况

本标准不涉及专利问题

五、预期达到的社会效益等情况

（一）项目的必要性简述

本标准的制定有利于促进我国增材制造用钛及钛合金丝材新技术、新产品的发展，提升增材制造用钛及钛合金丝材的质量和水平。本标准符合《新材料标准领航行动计划（2018-2020年）》（国质检标联[2018]77号），（二）研制新材料“领航”标准中6.增材制造材料，构建增材制造新材料标准体系，做好增材制造材料标准布局。

本标准涉及产品符合《有色金属工业发展规划（2016-2020年）》（工信部规〔2016〕

316号），四，主要任务，（三）高性能轻合金材料，以满足我国新一代信息技术、航空航天、海洋工程等领域的关键基础材料为重点，提升材料质量均一性，提高中高端有效供给能力和水平。

目前，国内已经形成了增材制造用钛及钛合金棒材标准，但是对于原材料增材制造用钛及钛合金丝材的标准暂为缺失。本标准的制定可以完全满足我国增材制造用钛及钛合金丝材的产品需求，补充增材制造用钛及钛合金产品类别。

（二）项目的可行性简介

因增材制造钛合金的显微组织为魏氏组织或网篮状组织，通过热处理无法有效改善钛合金的力学性能和工艺性能。为了确保增材制造钛合金的性能达到预期要求，控制增材制造用钛及钛合金丝的化学成分成为最重要的工艺参数。在钛及钛合金增材制造过程中，主要元素的含量不会发生明显变化，但包括氧、氮、氢等杂质元素含量会有一定的波动。

为防止钛及钛合金增材制造过程中与空气中的氧、氮、氢等气体元素发生反应造成产品污染，在增材制造过程中需要充氩保护，但增材制造控制器中和材料本身带有的氧、氮仍然会导致增材制造件氧、氮含量增加，尤其氧含量增幅最为明显，大约0.01%，氮含量的增幅大约为0.003%。

目前由于无相应产品标准，国内用户基本均为签订相应技术协议组织生产及供货，通过大量的走访调研、分析汇总，标准中涉及增材制造用钛及钛合金丝材已可以批量稳定的生产和应用，同时也积累了大量真实可靠的生产应用数据，现制定《增材制造用钛及钛合金丝材》国家标准的技术条件已成熟，具备充实的研制条件和恰当的制定时机。标准的研制不仅是增材制造用钛及钛合金标准体系的完善，更能有效促进增材制造用钛及钛合金丝材产品行业的发展。

（三）标准的先进性、创新性、标准实施后预期产生的经济效益和社会效益。

本标准的研制，可以及时解决增材制造用钛及钛合金国家系列标准中丝材标准的缺失，以及产品牌号表述不一致、已成熟应用产品无标准可依、技术要求落后国外先进技术标准等该标准在实施过程中存在的各项问题，以便充分发挥国家标准之间的相互完善和统一。

通过本标准的研制，可使我国增材制造用钛及钛合金丝材的技术要求更加先进、合理，使我国增材制造用钛及钛合金丝材的整体质量水平达到国际先进水平，对促进我国增材制造用钛及钛合金丝材生产应用的有序化和规范化将产生积极作用，对推广我国增材制造用

钛及钛合金丝材的发展将产生重要影响，并将有力的推动我国增材制造用钛及钛合金产品快速健康的发展。

六、采用国际标准和国外先进标准的情况

本标准主要根据目前市场需求，供需双方签订的技术协议、订货标准的基础上，结合我国实际情况首次制定，填补了国内增材制造用钛及钛合金丝材加工领域的标准化空白，完善了增材制造用钛及钛合金国家标准体系，其技术指标符合市场需求，先进合理。本标准在编制过程中进行了大量的数据收集和试验验证工作，同时兼顾了国内外大部分丝材生产厂家和成型厂家的需求现状。

通过文献检索，在对国外增材制造用钛及钛合金丝材的调研分析过程中，没有查询到相关产品标准。本标准为国内外首次起草的增材制造用钛及钛合金丝材的国家标准，而相关的国家标准有 GB/T 3623-2007《钛及钛合金丝》，本标准与 GB/T 3623 的对比分析见表 8。

表 8 本标准与 GB/T 3623-2007 标准各项指标的差异

项目		指标差异					
化学成分(质量分数%)	牌号	O		Fe		其他元素总和	
		本标准	GB/T 3623-2007	本标准	GB/T 3623-2007	本标准	GB/T 3623-2007
	TA1G	0.06	0.18	0.20	0.20	0.30	0.40
	TA2G	0.10	0.25	0.30	0.30	0.30	0.40
	TA15	0.12	0.15	0.10	0.25	0.30	0.40
	TC4	0.10	0.20	0.25	0.30	0.30	0.40
	TC4ELI	0.06	0.13	0.20	0.25	0.30	0.40
项目		本标准			GB/T 3623-2007		
尺寸、形状及尺寸允许偏差		相当					
室温拉伸性能		不做要求			结构丝材需测试		
低倍组织		相当					
外观质量		相当					

通过对比分析，因增材制造用途的不同，本标准较 GB/T 3623-2007《钛及钛合金丝》针对化学成分的要求更加严格，且对化学成分范围的控制明显优于 GB/T 3623-2007 中标准的要求。因室温力学性能指标不适用于增材制造用钛及钛合金丝材，故不做要求。因此，本标准制定的技术要求符合增材制造用钛及钛合金丝材的实际需求，控制要点明确，同时避免无潜在意义的相关技术指标的要求，在使用的过程中必将更加适用于增材制造用丝材的生产和验证。

综上所述，该标准的主要技术指标达到国内先进水平。

七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性国家标准的协调配套情况

本标准制定时，考虑到与国际标准和规范的接轨，部分产品的技术要求与国内外现行标准保持一致或更严，在标准的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存等方面与国内相关标准协调一致；新制定的《增材制造用钛及钛合金丝材》从技术上保证了产品使用的安全性和可靠性，条文精炼表述清楚，技术要求全面、准确、科学、合理；标准的格式和表达方式等方面完全执行了现行的国家标准和有关法律法规，符合 GB/T 1.1-2020 的有关要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

暂无重大分歧意见。

九、标准性质的建议说明

鉴于本标准规定的增材制造用钛及钛合金丝材，不涉及人身及设备安全的内容，其属产品标准，不属于安全性标准。依据标准化法和有关规定，建议本标准的性质为推荐性国家标准。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1、首先应在实施前保证标准文本的充足供应，使每个制造厂、设计单位以及检测机构等都能及时获取本标准文本，这是保证新标准贯彻实施的基础。

2、本次制定的《增材制造用钛及钛合金丝材》，不仅与生产企业有关，而且与设计单位、检测机构等相关。对于标准使用过程中容易出现的疑问，起草单位有义务进行必要的解释。

3、可以针对标准使用的不同对象，如制造厂、质量监管等相关部门，有侧重点地进行标准的培训和宣贯，以保证标准的贯彻实施。

4、建议本标准批准发布 6 个月后实施。

十一、废止现行有关标准的建议

本标准为新制定标准，无废止建议。

十二、其他应予说明的事项

本标准是我国钛及钛合金增材制造用系列标准之一，不仅规范了国内增材制造用钛及钛合金丝材的生产和使用，而且完善了增材制造用标准体系，可实现我国高品质增材制造用钛及钛合金丝材的规模化生产，不仅可提升军民用高品质增材制造用钛及钛合金丝材的生产能力和技术水平，更是我国新材料产业“十四五”发展规划中高技术含量深加工材料的基础，体现了市场需求、国家利益。标准制定时充分考虑了国内外相关生产企业实际质量水平，具有充分的先进性、科学性、普遍性、广泛性和适用性。

本标准发布实施后，将使我国增材制造用钛及钛合金丝材的整体质量水平可以完全达到国际先进水平，在满足国内需求的同时提高了在国际市场上的竞争实力，对促进我国增材制造用钛及钛合金丝材的发展将产生深远的影响。

《增材制造用钛及钛合金丝材》标准编制组

2022年8月1日