钛及钛合金台阶轴锻件

（YS/T XXXX-XXXX）

编制说明

（ 送审稿）

2021年3月

《钛及钛合金台阶轴锻件》

编制说明

1. 工作简况
2. 任务来源

根据《工业和信息化厅【2019】126号项目计划》的要求，由宝鸡拓普达钛业有限公司、宝钛集团有限公司、宝鸡赛孚石油机械有限公司负责制订《钛及钛合金台阶轴锻件》有色行业标准。项目计划编号：2019-0178F-YS，计划完成年限为2021年。

1. 主要参加单位和工作成员及其所在的工作

2.1主要参加单位情况

标准主编单位陕西省宝鸡市拓普达钛业有限公司在标准的编制工程中，积极主动收集国内外相关标准，结合近几年生产钛及钛合金台阶轴数据，编制实测数据统计表，公司带领编制成员单位认真细致编写标准文本，征求其它企业意见，最终编制组完成工作任务。

参与单位宝鸡钛业集团有限公司积极提供编制标准文件中需要的数据，宝鸡赛孚石油机械有限公司提供应用数据。

宝鸡拓普达钛业有限公司成立于2010年,位于宝鸡市高新区凤凰二路南段2号，公司是集生产、销售、贸易、研发为一体的专业化生产武器装备专用中高强度特种钛合金及民用钛及钛合金材料和制品的军民融合企业。国家高新技术企业，陕西省著名商标，宝鸡市特色品牌。公司主要产品为武器装备专用中强度钛合金和高强度钛合金厚壁管、棒材（圆、扁、方）、台阶轴、异型管、径锻件等材料的科研生产及武器装备专用钛合金制品的生产。

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 |
| 董洁、王勇锦、冯浩 | 负责方案制定、资料收集 |
| 李宝霞 | 产品调研、技术参数的确定以及标准条款编写 |
| 马忠贤、冯浩、汶建宏、 | 负责标准资料收集 |
| 蒋喜军、张大伟 | 使用情况的调研 |

（三）**主要工作过程**

宝鸡拓普达钛业有限公司接到该标准的任务后，成立了标准编写组，召开了标准项目编写启动会议，对标准编写工作进行了部署和分工。

3.1 起草阶段

1. 本项目主要工作过程经过了以下几个阶段：
2. 2019年5月成立文件编制组，并明确了工作的职能和任务。
3. 2019年6月～2019年9月对钛合金台阶轴使用进行了相关资料的收集和总结，并对技术资料进行了对比分析。
4. 2019年9月～2019年10月通过对钛合金台阶轴相关技术资料的分析和总结，形成了《钛及钛合金台阶轴锻件》的征求意见稿，并进行广泛的征求意见工作。

3.2 征求意见情况

本标准一召开专题会议、发送标准邮件、标委会网站上公开挂网等多种形式和办法进行了广泛的征求意见。

2020年8月13日，由中国有色金属标准计量质量研究所主持，在青岛黄海饭店召开了标准讨论会。来自全国15个单位的26几位代表参加了会议，与会专家和代表对《钛及钛合金台阶轴锻件》行业标准进行了认真的审查和充分讨论，对标准稿提出了以下意见和建议：

1. 3.4.1 “可在相当于最小直径处取样”改为在“棒子端头”取样；
2. 3.1.1 “示意图见附图1”改为“形状见图1”；
3. 1 范围 “锻造工艺”改为锻造“方法”。

对上述意见进行处理后，经修改形成了本标准预审稿及其编制说明。

在征求意见阶段，共发函12家相关的应用单位和科研所，回函的单位10家，回函并有建议或意见的有8家，回执单占80%，没有回函的2家，（征求意见情况详见《标准征求意见稿意见汇总处理表》）。

2020年11月2～4日中国有色金属标准化技术委员会在浙江桐乡召开了年会。4日下午稀有标准委员会对【钛合金台阶轴锻件】标准进行预审，与会单位有宝钛股份、成都中建材光电材料有限公司、湖南金天、湖南湘投金天钛金属有限公司、昆明理工大学、安泰天龙钨钼科技有限公司、宁夏东方钽业、矿冶科技集团等14家企业30位专家对该标准进行审核，专家提出了以下文件修改意见

1）图1标注按各段按阿拉伯数字描述；具体按GB/T1.1-2020 图示方法修改；

2）落实规范引用文件最新版名称；

3）将标准字样改为文件；

4）表3落实范围值；

5）表5删除备注；

6）表7删除注解

7）按GB/T1.1-2020要求，修改格式。

1. 标准编制原则

1. 本标准编制时，标准编制原则

1.1本标准为GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定进行编写的。

1.2本标准在编制过程中，以应用单位对钛合金台阶轴的需求和生产企业的生产能力为依据进行编制，各项指标原则按相关协议要求，并参照GB/T2965《钛及钛合金棒材》标准进行起草，以论证报告为依据。本标准中锻坯车光尺寸的允许偏差作为冷加工件直接使用。

三、确定标准主要内容的依据及验证情况

1. 标准主要内容的依据

1.1 化学成分

TAG2、TAG3、TC4、TC4ELI规定铸锭熔炼次数不少于二次，满足GJB、AMS等国内外先进标准对钛合金的熔炼次数均有此规定，牌号与国家标准GB/T 3620.1《钛及钛合金牌号和化学成分》规定保持一致。

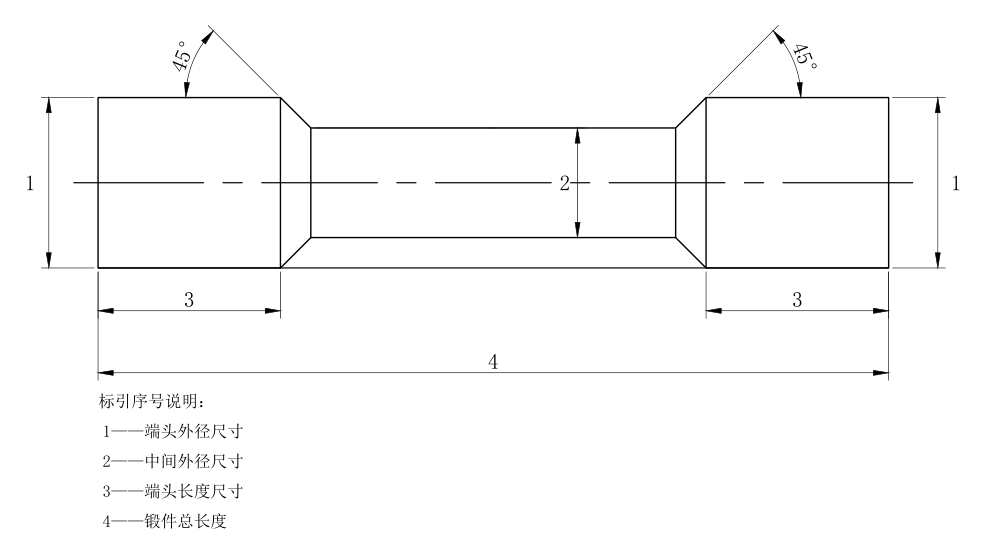
1.2 形状及尺寸和尺寸允许偏差

锻件外形见图1，尺寸公差主要是参考GB/T 2965《钛及钛合金棒材》中棒材允许偏差，因为GB/T 2965《钛及钛合金棒材》中棒材允许偏差是所有钛及钛合金棒材生产中最严的执行。

表1 产品尺寸分类 单位为毫米

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 制造方法 | 状态 | 规格  mm | | | |
| 端头外径尺寸  （1） | 中部外径尺寸  （2） | 端头长度  （3） | 中部长度  （4） |
| TAG2、TAG3、  TC4、TC4ELI | 热锻（F） | 热加工态（R）  退火状态（M） | 120-450 | 1500-3500 | Φ150-200 | Φ210-245 |
| **注：需方需要其他牌号、状态、规格时，由供需双方协商确定后在订货单中注明。** | | | | | | |

端头尺寸、尺寸热锻件GB/T2965《钛及钛合金棒材》没有相应规格公差规定，本标准中锻坯车光尺寸偏差高于钛及钛合金棒材生产中规定尺寸偏差，机加工后轴用户直接使用。



1. 图1锻件外形

表2 尺寸及允许偏差 单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 位置 | 允许偏差 |
| 1 | +2.5 |
| 2 | +2.0 |
| 3 | ±5.0 |
| 4 | ±10.0 |

1.3力学性能

1.3.1 试样推荐热处理制度

锻件热处理制度参照GB/T 2965《钛及钛合金棒材》具体要求见表3。

表3 试样推荐热处理制度

|  |  |
| --- | --- |
| 牌号 | 推荐热处理制度 |
| TAG2 | 650℃～750℃，保温1h～2h，空冷。 |
| TAG3 | 650℃～750℃，保温1h～2h，空冷。 |
| TC4 | 700℃～850℃，保温1h～3h，空冷。 |
| TC4ELI | 700℃～800℃，保温1h～3h，空冷。 |

1.3.2 室温力学性能

力学性能指标（见表5）是依据多年提供用户货数据，和参考GB/T 2965《钛及钛合金棒材》制定，性能对比表见表4。

表4 性能对比

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 室温力学性能 | | | | 室温力学性能 | | | |
| 抗拉强度*Rm*  MPa | 规定残余伸长应*Rr*0.2  MPa | 伸长率A5  ％ | 断面收缩率Z  ％ | 抗拉强度*Rm*  MPa | 规定残余伸长应*Rr*0.2  MPa | 伸长率A5  ％ | 断面收缩率Z  ％ |
| TAG2 | 退火态（M） | ≥400 | ≥275 | ≥20 | ≥30 | ≥400 | ≥275 | ≥20 | ≥30 |
| TAG3 | ≥500 | ≥380 | ≥20 | ≥30 | ≥500 | ≥380 | ≥20 | ≥30 |
| TC4 | ≥895 | ≥825 | ≥10 | ≥25 | ≥895 | ≥825 | ≥10 | ≥25 |
| TC4ELI | ≥830 | ≥760 | ≥10 | ≥15 | ≥830 | ≥760 | ≥10 | ≥15 |
|  |  | 本标准 | | | | GB/T 2965 | | | |

GB/T 2965《钛及钛合金棒材》规定棒材截面积部大于64.5cm2时，取纵向室温力学性能，大于规定规格尺寸时供需双方协商制定；本规范制定的力学性能指标是按GB/T2965《钛及钛合金棒材》标准高的指标考核制定的。

该性能指标也经过大批量生产检验和应用验证，锻件室温拉伸性能指标科学、合理，可完全满足市场的应用需求。具体要求见表5。

锻件的室温力学性能在任意端头处取样，性能应符合表5的规定。

表5 室温力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 状态 | 室温力学性能 | | | |
| 抗拉强度*Rm*  MPa | 规定残余伸长应*Rr*0.2  MPa | 伸长率A5  ％ | 断面收缩率Z  ％ |
| TAG2 | 退火态（M） | ≥400 | ≥275 | ≥20 | ≥30 |
| TAG3 | ≥500 | ≥380 | ≥18 | ≥30 |
| TC4 | ≥895 | ≥825 | ≥10 | ≥25 |
| TC4ELI | ≥830 | ≥760 | ≥10 | ≥15 |
|  | 本标准 | | | |

1.4低倍组织

锻件的低倍组织上不允许有裂纹、折叠、气孔、偏析、缩尾、金属或非金属夹杂及其他目视可见的冶金缺陷。

1.5显微组织

α型钛合金显微组织是等轴α组织或等轴和拉长α组织，以及部分破碎和扫描的晶界α及片状α，无完整的β原始晶界。

两相组织区应，无完整的原始β晶界。在转变的β基体上的等轴α组织，或等轴α和拉长α组织，以及部分破碎和扭曲的晶界α及片状α都是可接受的组织。

GB/T2965《钛及钛合金棒材》国标显微组织不做强行规定，需方需要合同注明做。

1.6超声探伤

锻件应按GB/T 5193 的规定进行超声波探伤检验时，其验收级别应符合表6的规定。

表6 超声波探伤级别

|  |  |
| --- | --- |
| 位置 | 验收级别 |
| 1 | B级 |
| 2 | A级 |
| 注：端头外径尺寸和中间端头尺寸的位置见图1。 | |

1.7表面质量

锻件表面允许存在不大于直径或边长允许偏差之半的轻微划伤、压痕、麻点和皱褶等缺陷。合同要求探伤的车光的锻件，表面粗糙度的Ra值应小于3.2μm。

2.产品主要验证结果

按照本标准规定的方法生产的锻件技术指标进行验证，验证结果见下表7

表7 室温力学性能

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 批号 | 抗拉强度*Rm*  MPa | 规定残余伸长应*Rr*0.2  MPa | 伸长率A5  ％ | 断面收缩率Z  ％ |
| TAG2 | H2019002 | 460 | 330 | 23 | 35 |
| H2019004 | 450 | 340 | 26 | 34 |
| H2019005 | 480 | 360 | 25 | 35 |
| H2019006 | 496 | 340 | 27.5 | 32 |
| TAG3 | H2019008 | 560 | 430 | 22 | 32 |
| H2020010 | 540 | 400 | 25 | 33 |
| H2019011 | 530 | 420 | 24 | 34 |
| H2019013 | 550 | 450 | 23 | 31.5 |
| TC4 | H2020017 | 960 | 840 | 13 | 28 |
| H2019018 | 940 | 835 | 15 | 30 |
| H2020002 | 930 | 845 | 14 | 31 |
| H2020002 | 920 | 855 | 12 | 33 |
| TC4ELI | H2020006 | 860 | 790 | 14 | 18 |
| H2020003 | 850 | 825 | 15 | 17 |
| H2019017 | 865 | 780 | 17.5 | 22 |
| H2020008 | 890 | 810 | 13.5 | 20 |

表8 数据分析

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 项目 | 下限值（标准值） | 平均值 | 最大值 | 最小值 |
| TAG2 | 抗拉强度*Rm*MPa | 400 | 471.5 | 496 | 450 |
| 规定残余伸长应*Rr*0.2MPa | 275 | 342.5 | 360 | 330 |
| 伸长率A5％ | 20 | 25.37 | 26 | 23 |
| 断面收缩率Z％ | 30 | 34 | 35 | 32 |
| TAG3 | 抗拉强度*Rm*MPa | 500 | 545 | 530 | 560 |
| 规定残余伸长应*Rr*0.2MPa | 380 | 425 | 450 | 400 |
| 伸长率A5％ | 18 | 23.75 | 22 | 25 |
| 断面收缩率Z％ | 30 | 32.625 | 34 | 31.5 |
| TC4 | 抗拉强度 *Rm*MPa | 895 | 937.5 | 930 | 960 |
| 规定残余伸长应*Rr*0.2MPa | 825 | 843.75 | 855 | 835 |
| 伸长率A5％ | 10 | 13.5 | 15 | 12 |
| 断面收缩率Z％ | 25 | 30.5 | 33 | 28 |
| TC4EIL | 抗拉强度 *Rm*MPa | 830 | 866.25 | 890 | 850 |
| 规定残余伸长应*Rr*0.2MPa | 760 | 801.25 | 825 | 780 |
| 伸长率A5％ | 10 | 15 | 13.5 | 17.5 |
| 断面收缩率Z％ | 15 | 19.25 | 22 | 17 |

由表7和表8的数据分析，标准中规定的力学性能科学合理，生产厂家调整大；同时产品的高低倍组织，无损检测性能，完全满足标准规定；加工后产品多次验证，满足用户要求。通过本标准的实施，将促进行业的技术提高与发展。

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

1. 本标准中规定的技术要求科学合理，真实可靠的反应了钛及钛合金台阶轴锻件生产应用的实际现状，对进一步推广钛及钛合金台阶轴锻件产品的市场应用和促进质量水平的稳定提高起到关键作用。

六、采用国际标准和国外先进标准情况

1.采用国际标准的程度

查询国外相关的标准，

2.国家同类标准水平的对比

国内没有锻造台阶轴标准，参考国标棒材GB/T 2965《钛及钛合金棒材》标准进行比较，力学性能比国标覆盖全，表面精度高于国标，低倍、高倍，无损检测或高于或相当于国标水平。

1. 七、与现行相关法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性
2. 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，符合GB/T1.1的油管要求。

八、重大分歧意见的处理经过和依据

1. 无。

九、标准性质的建议说明

1. 建议该标准作为推荐性行业标准发布实施。

十、贯彻标准的要求和措施建议

1. 1.本标准规定的钛及钛合金台阶轴锻件要求，其他相进形状或用途相近的钛及钛合金锻件轴可参照使用。
2. 2.本标准发布实施过程中，针对不同的制造厂商、使用厂家、检测机构进行有侧重点的宣贯和培训，针对条款内容，起草单位有义务和必要进行答疑和解释，确保实施顺畅，沟通无误；
3. 3.建议材料的生产单位以及相关科研院所、设计单位和使用推广使用该标准，尽早规范行业秩序，以以保证产品质量。
4. 十一、废止现行有关标准的建议
5. 无

十二、其他应予说明的事项

1. 无

钛及钛合金台阶轴规范编制组

2021.2.26

**标准征求意见稿意见汇总处理表**

标准项目名称：钛及钛合金台阶轴锻件 联系人：李宝霞 共1页 第1页

标准项目负责起草单位：宝鸡拓普达钛业限公司

宝钛集团有限公司 电话：0917- 6731555 ：2020年04月6 日填写

宝鸡赛孚石油机械有限公司

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 标准章  条编号 | 意见内容 | 提出单位 | 处理意见 | 备注 |
| 1 | 5.2.1 | 图1标注按各段按阿拉伯数字描述；具体GB/T1.1-2020 图示方法修改； | 全国有色稀有金属标准化分技术委员会 | 采纳 |  |
| 2 | 3.1.2 | 示例 1 中“热加工态态”书写错误“太” | 中国海洋大学 | 采纳 |  |
| 3 | 5.2.1 | 图1中应使用点划线做中心线，不应用实线 | 上海葵然 | 采纳 |  |
| 4 | 3.7.1 | “ 允 许 偏 差 之 半”不易懂，应该写清楚 | 江苏中海达海洋信息技术有限公司 | 采纳 |  |
| 5 | 3.7.2 | “锻件表面粗糙度应符合探伤的要求”能否将探伤对表面粗糙度的要求直接写进去 | 青岛海研所 | 采纳 |  |
| 6 | 5.5.1 | 将“光亮金”改为清晰晶 | 天津大学 | 采纳 |  |
| 7 | 5.8.1 | “必应有影响使用的缺陷”；改为“不应有影响使用的缺陷” | 山东拓普液压气动有限公司 | 采纳 |  |
| 8 | 5.2.2 | “表3中≥2500mm～3500mm”改为“＞2500mm～3500mm” | 中国电子科技集团公司第二十七所 | 采纳 |  |
| 9 |  | 无意见 | 青岛道万 | / |  |
| 10 |  | 无意见 | 江苏瑞科科技 | / |  |
| 11 |  |  |  |  |  |
| 12 |  |  |  |  |  |

**说明：**1.发送征求意见稿10份；

2.收到征求意见稿10份，10个单位回函；

3.收到的10份征求意见稿中有建议和意见的有8个单位，占发送涵的80%。2份返回没有意见；

4.没有回函的单位为零。