

《叶轮机用钛合金锻件》

编制说明（送审稿）

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 11 月，工业和信息化部办公厅《关于印发 2021 年第三批行业标准制修订项目计划的通知》（工信厅科函[2021]234 号）的要求，行业标准《叶轮机用钛合金锻件》制定项目由全国有色金属标准化技术委员会归口，计划编号：2022-0464T-YS，项目周期为 24 个月，计划完成年限为 2023 年 10 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、有色金属技术经济研究院有限责任公司、哈尔滨汽轮机厂有限责任公司、东方电气集团东方汽轮机有限公司、金通灵科技集团股份有限公司、西安陕鼓动力股份有限公司、西部超导材料科技股份有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司

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、西部超导材料科技股份有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司。

1.3 研究背景

整体叶盘是把发动机转子的叶片和轮盘设计成一个整体，采用整体加工或焊接方法制造而成，无需加工榫头和榫槽。这种整体结构的优点是：叶盘的轮缘径向高度、厚度和叶片原榫头部位尺寸均可大大减小，减重效果明显；发动机转子部件的结构大为简化；消除了分体结构榫齿根部缝隙中气体的逸流损失；避免了叶片和轮盘装配不当造成的微动磨损、裂纹以及锁片损坏带来的故障，从而有利于提高发动机工作效率，可靠性得以进一步提升。

自 20 世纪 80 年代中期，西方发达国家在新型航空发动机设计中采用整体叶盘结构作为最新的结构和气动布局形式，它代表了第四代、第五代高推重比航空发动机技术的发展方向，已成为高推重比发动机的必选结构。

（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叶轮机用钛合金锻件标准，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。

宝钛集团有限公司为本标准提供理论研究基础，并为国内外叶轮机用钛合金锻件标准研究工作提供有力支持。

有色金属技术经济研究院有限责任公司、西部超导材料科技股份有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、宝鸡拓普达钛业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，并对标准中叶轮机用钛合金锻件要求进行严格把关。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，主要完成了叶轮机用钛合金锻件技术要求的整理，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
李巍、段晓辉	负责标准中相关技术要求内容的编写及把关
马忠贤、马佳琨	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
白智辉	提供理论支撑，并对国内外钛及钛合金板材标准对比提供支持
李宝霞、刘向宏	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
张雪敏、王若飞	标准编写材料的收集及标准部分内容的编写与把关
冯军宁、冯永琦	提供技术指导

(三) 工作过程

1 预研阶段

2020 年 4 月至 2020 年 10 月，由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对国内叶轮机用钛合金锻件行业生产现状进行了现场调研，具体内容为：了解国内叶轮机用钛合金锻件行业的技术水平、生产情况，与企业技术人员深入讨论技术标准的具体技术要求，参观企业现场生产情况，根据调研情况，由主编单位整理并编制形成了《叶轮机用钛合金锻件》标准项目建议书、标准草案及标准立项说明等材料。

2 起草阶段

1) 2022 年 5 月 18 日，由全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会组织召开了《叶轮机用钛合金锻件》制定任务落实网络会议，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评价要求进行了充分讨论，并确定了标准编制组：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、西部超导材料科技股份有限公司、湖南湘投金天钛业科技股份有限公司、宝鸡拓普达钛业有限公司。

依据此次会议精神，编制组及时修改了标准文本，形成了《叶轮机用钛合金锻件》标准讨论稿及编制说明。

2) 2023 年 3 月 14 日, 由全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会在海口市组织召开了稀有金属标准工作会议。来自全国 23 家单位 36 位代表参加了会议, 与会代表对《叶轮机用钛合金锻件》讨论稿进行了认真、仔细的讨论。

本标准编制组依据讨论会意见和建议对讨论稿进行整理修改后, 于 2023 年 5 月形成了标准征求意见稿。

3 征求意见阶段

本标准以召开专题会议、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。

1) 2023 年 7 月 18 日, 由全国有色金属标准化技术委员会稀有金属分技术委员会组织, 在湖北省十堰市召开了稀有金属标准工作会议。来自全国 16 家单位 20 位代表参加了会议, 与会代表对《叶轮机用钛合金锻件》征求意见稿进行了认真、仔细的讨论。

2) 在征求意见阶段, 共发函 13 家相关生产应用单位和科研院所, 回函的单位共 13 家、回函并有建议或意见的单位共 11 家、没有回函的单位共 0 家(征求意见情况详见《标准征求意见稿意见汇总处理表》)。

2023 年 11 月, 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, 形成了标准送审稿及其编制说明, 并提交标委会对标准送审稿进行审查。

二、标准编制原则

本标准在编制时, 主要参考了 XJ/BS 5525-2019《TC4 钛合金叶轮坯料锻件技术协议》、XJ/BS 5815-2021《TC4 钛合金叶轮坯料锻件技术协议》、XJ/BS 5624-2018《离心风机叶轮用 TC4 锻件技术协议》、XJ/BS 5638-2018《TC4 钛合金叶轮坯料锻件技术协议》、XJ/BS 5058-2015《离心风机叶轮用 TC4 锻件技术协议(试制)》、XJ/BS 5344-2007a《WZ9 离心叶轮 TC11 锻件技术协议》和 XJ/BS 5693-2019《TC17 钛合金叶轮坯料锻件技术协议》的规定执行, 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。

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

1 牌号、规格和状态

本规范包含的锻件主要用于需方后续精机加工, 规定锻件的交货状态为退火态(M)和热加工态(R), 牌号、规格和状态的具体制定依据见表 1。

表 1 牌号、规格和状态

编制单位	标准编号	牌号	供应状态	规格 mm			
				修订依据		本标准	
				直径	截面高度	直径	截面高度
宝钛	XJ/BS 5525-2019	TC4	退火态（M）	Φ 210～Φ 1300	80～500	Φ 150～Φ 1500	75～600
	XJ/BS 5815-2021			Φ 200～Φ 1100	100～350		
	XJ/BS 5624-2018			-	≤600		
	XJ/BS 5638-2018			Φ 150～Φ 200	75～100		
	XJ/BS 5058-2015			Φ 1510	525		
超导	X/WST 5204-2016			Φ 210～Φ 1300	75～500		
宝钛	XJ/BS 5344-2007a	TC11	热加工态（R）、退火态（M）	200～300	200～300	Φ 150～Φ 1000	75～400
超导	X/WST 5239-2018			≤1000	75～400		
金天	-			Φ 150～Φ 800	75～400		
宝钛	XJ/BS 5693-2019	TC17	退火态（M）	Φ 200～Φ 350	50～125	Φ 200～Φ 350	50～125
拓普达	QB547-2023			> Φ 25	100		
				> Φ 28	/		

本标准涉及牌号主要为 TC4、TC11、TC17 三个牌号，目前均已大批量供应，产品的供应状态主要依据目前现有的供货状态；产品规格主要依据实际生产过的叶轮产品进行制定，同时参考部分其他企业技术协议，供货状态和规格范围以及目前生产装备和技术工艺进行制定。

2 化学成分

本标准化学成分的制定主要依据供需双方签订的供货技术协议，化学成分的要求主要依据 GB/T3620.1，部分技术协议也只是将化学成分的具体要求单独列出，但仍是按 GB/T3620.1 的要求进行控制，只是为了协议在使用过程中方便查询。综合涉及协议的要求，考虑到标准间的相互协调性和一致性，本标准规定：锻件的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定；需方从锻件上取样进行化学成分复验时，化学成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。具体要求见表 2。

表 2 化学成分

编制单位	牌号	标准编号	化学成分	
			制定依据	本标准
宝钛 超导 金天 拓普达	TC4 TC11 TC17	XJ/BS 5525-2019、XJ/BS 5815-2021、XJ/BS 5624-2018、XJ/BS 5638-2018、XJ/BS 5058-2015、X/WST 5204-2016、XJ/BS 5344-2007a、X/WST 5239-2018、XJ/BS 5693-2019、QB547-2023	产品的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。（部分技术协议将 GB/T 3620.1 的要求在协议中具体列出）需方从锻件上取样进行化学成分复验时，化学成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定	锻件的化学成分应符合 GB/T 3620.1 的规定。需方从锻件上取样进行化学成分复验时，化学成分允许偏差应符合 GB/T 3620.2 的规定。

3 外形尺寸及其允许偏差