

T/CWDPA

团 体 标 准

T/CWDPA XXX—XXXX

高温合金涡轮盘技术规范

Technical specification for super-alloy turbine discs

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

中国西部开发促进会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	3
2 规范性引用文件	3
3 术语和定义	3
4 一般要求	3
4.1 分类及牌号	3
4.2 订货内容	3
4.3 质量保证书	4
4.4 尺寸、重量及允许偏差	4
5 技术要求	4
5.1 原材料	4
5.2 制造方法	5
5.3 交货状态	5
5.4 力学性能	6
5.5 低倍	7
5.6 高倍	7
5.7 超声检验	7
5.8 形状、尺寸及偏差	7
5.9 表面质量	7
5.10 锻件标记	8
6 试验方法	8
6.1 化学成分	8
6.2 其他检验项目	8
7 检验规则	9
7.1 检查和验收	9
7.2 组批规则	9
7.3 复验和判定规则	9

前 言

本文件按照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》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国西部开发促进会标准与认证工作委员会提出。

本文件由中国西部开发促进会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

本文件首次发布。

高温合金涡轮盘技术规范

1 范围

本文件规定了高温合金涡轮盘的术语和定义、一般要求、技术要求、试验方法。
本文件适用于变形高温合金涡轮盘的生产和检验。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB/T 229 金属材料夏比摆锤冲击试验方法
- GB/T 231.1 金属材料布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 1786 锻制圆饼超声波检验方法
- GB/T 2039 金属材料单轴拉伸蠕变试验方法
- GJB 3165A 航空承力件用高温合金热轧和锻制棒材规范
- GJB 3782 航空用高温合金锻制圆饼规范
- GB/T 4162 轧钢超声检测方法
- GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
- GB/T 11261 钢铁 氧含量的测定 脉冲加热惰气熔融-红外线吸收法
- GB/T 12363 锻件功能分类
- GB/T 14992 高温合金和金属间化合物 牌号及化学成分
- GB/T 14999.1—2025 高温合金检验方法 第1部分：低倍组织
- GB/T 14999.2—2025 高温合金检验方法 第2部分：高倍组织
- GB/T 14999.4—2012 高合金试验方法 第4部分：轧制高温合金条带品粒组织和一次碳化物分布测定
- GB/T 15248 金属材料轴向等幅低循环疲劳试验方法
- GB/T 20066 钢和铁 化学成分测定用试样的取样和制样方法
- GB/T 40313 变形高温合金盘锻件
- GJB 5280 航空发动机用高温合金盘形锻件规范

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 一般要求

4.1 分类及牌号

高温合金涡轮盘的分类应符合GB/T 12363中 I 类、II 类的要求。高温合金涡轮盘的牌号应符合GB/T 14992的要求。

4.2 订货内容

按照本文件订货的合同或订单应包含以下内容：

- a) 本文件编号;
- b) 产品名称;
- c) 合金牌号;
- d) 盘锻件图号;
- e) 锻件类别;
- f) 重量或数量;
- g) 制造方法;
- h) 交货状态;
- i) 包装;
- j) 供需双方协商确定的项目;
- k) 其他要求。

4.3 质量保证书

每批锻件应附有供方质量检验部门签发的质量证明书，其上注明：

- a) 供方名称;
- b) 需方名称;
- c) 合同号;
- d) 本文件号，技术协议号;
- e) 锻件名称及图号;
- f) 合金牌号;
- g) 熔炼炉号和锭节号;
- h) 交货状态;
- i) 锻件数量;
- j) 材料生产厂及冶炼方法;
- k) 热处理制度及按本文件规定的各项检验结果和结论（如重复试验，应包括重复试验的结果）。

4.4 尺寸、重量及允许偏差

高温合金涡轮盘的尺寸、重量及其允许偏差应符合供需双方签订的锻件图纸的要求。

5 技术要求

5.1 原材料

5.1.1 冶炼方法

原材料宜采用表1中所列冶炼方法生产，也可采用经供需双方协商的能满足本文件规定的其他冶炼方法生产。

表 1 冶炼方法

合金牌号	电弧炉+电渣重熔	电弧炉+真空电弧重熔	非真空感应+电渣重熔	非真空感应+非电渣重熔	真空感应+电渣重熔	真空感应+真空电弧重熔	真空感应+电渣重熔+真空电弧重熔	真空感应+真空电弧重熔+电渣重熔
GH2036	√	—	√	—	—	—	—	—
GH2132	√	√	√	√	√	√	—	—
GH2136	—	—	√	—	—	—	—	—
GH2901	—	—	—	—	—	√	—	—
GH4033	—	—	—	—	√	—	—	—
GH4133	—	—	—	—	√	√	—	—
GH4133B	—	—	—	—	—	√	—	—
GH4141	—	—	—	—	—	√	—	—
GH4169	—	—	—	—	√	√	√	√
GH4202	—	—	—	—	—	√	—	—
GH4586	—	—	—	—	—	√	√	—

GH4698	—	—	—	—	—	√	—	—
GH4720Li	—	—	—	—	—	√	√	—
GH4738	—	—	—	—	—	√	√	—
GH4742	—	—	—	—	—	√	—	—

注：“√”表示可采用的方法；“—”表示不可采用的方法。

5.1.2 化学成分

高温合金涡轮盘的化学成分应符合GB/T 14992、GB/T 40313、YB/T 5351及GJB 5280的要求。

5.1.3 检验

高温合金涡轮盘用原材料应按GJB 3165A，GJB 3782的规定或技术协议检验合格后方可投产，检验标准或技术协议应在合同中注明。

5.2 制造方法

高温合金涡轮盘可采用开坯、自由锻、模锻等方法进行制造。制造方法应在合同和质量证明书中注明。

5.3 交货状态

可按下列方式状态之一交货：锻态+车光磨光、锻态+退火+车光磨光、锻态+热处理+车光磨光。其中热处理制度按表2的规定进行。

力学性能试样应执行表2的规定：

表2 热处理制度

合金牌号		热处理制度	
		固溶	时效
GH2036		1130℃~1150℃，保温1.75h~3h，水冷	660℃±10℃，保温14h~16h，升温至770℃~800℃，在选定的温度±10℃，保温14h~20h，空冷
GH2132		980℃±10℃，在选定温度下保温1h~2h，油冷或空冷	700℃~720℃，在选定温度±10℃，保温16h，空冷
GH2136		980℃±10℃，保温1h，油冷	720℃±10℃，保温16h，空冷
GH2901		1090℃±10℃，在选定温度下保温3h，水冷或油冷	775℃±5℃保温4h，空冷，在705℃~720℃选定温度±5℃，保温24h，空冷
GH4033		1080℃±10℃，保温8h，空冷	750℃±10℃，保温16h，空冷
GH4133		1080℃±10℃，保温8h，空冷	750℃±10℃，保温16h，空冷
GH4133B		1080℃±10℃，保温8h，空冷	750℃±10℃，保温16h，空冷
GH4141	制度1	1065℃~1080℃，在选定温度±10℃，保温4h，空冷或油冷	760℃±10℃，保温16h，空冷
GH4169	高强工艺	950℃~980℃，在选定温度±10℃，保温1h，空冷或更快冷却	720℃±10℃保温8h，以每小时50℃±10℃速率炉冷至620℃±10℃保温8h，空冷
	直接时效工艺	无	720℃±10℃保温8h，以每小时50℃±10℃速率炉冷至620℃±10℃保温8h，空冷
GH4202		1100℃~1150℃，在选定温度±10℃，保温5h，空冷	800℃~850℃，在选定温度±10℃，保温5 h~10 h，空冷
GH4586		1080℃±10℃，保温4h~4.5h，油冷或空冷	760℃~800℃，在选定温度±10℃，保温16h~16.5h，空冷
GH4698		1100℃~1120℃，在选定温度±10℃，保温8h，空冷 1000℃±10℃，保温4 h，空冷	775℃±10℃，保温16h，空冷；为提高合金使用性能，可增加700℃±10℃，保温16h空冷时效
GH4720Li		1080℃~1110℃，在选定温度±10℃，保温4h，油冷	650℃±5℃，保温24 h，空冷 760℃±5℃，保温16h，空冷
GH4738		995℃~1035℃，在选定温度±10℃，保温4h，油冷或水冷	845℃±10℃，保温4h，空冷 760℃±10℃，保温16h，空冷
GH4742		1090℃~1120℃，在选定温度±10℃，保温8h，空冷	850℃±10℃，保温4 h~8h，空冷 780℃±10℃，保温10h~16h，空冷

注：针对GH4169合金的使用状态应在合同中注明。

5.4 力学性能

5.4.1 力学性能应在热处理状态检验。

5.4.2 高温合金涡轮盘的拉伸、冲击、硬度以及持久、蠕变性能应符合表3的要求。

表3 拉伸、冲击、硬度以及持久、蠕变性能

合金牌 号	试验温 度, °C	室温拉伸性能					冲击 吸收 能量 KU ₂ J	硬度 HBW	高温持久性能				高温蠕变性能				
		抗拉 强度, MPa	规定 塑性 延伸 强度, MPa	断后 伸长 率, %	断面 收缩 率, %	试验温 度, °C			应力, MPa	光滑试样		缺口试 样蠕变 断裂时 间, h	试验温 度, °C	应力, MPa	蠕变伸 长时 间, h	蠕变伸 长率, %	
										蠕变伸 长时 间, h	蠕变伸 长率, %						
		不小于							不小于		不小于						
GH2036	室温	835	590	15	20	19	277-310	650	313	35 100	—	—	—	—	—	—	
	650	735	—	15	20	—	255-321	650	392	100	—	—	—	—	—	—	
GH2132	室温	930	615	20	30	23	255-321	650	390	100	—	—	—	—	—	—	
	650	735	—	15	20	—	255-321	650	390	100	—	—	—	—	—	—	
GH2136	室温	931	686	15	20	23.5	255-363	650	390	100	—	—	—	—	—	—	
GH2901	室温	1130	810	9	12	—	≥341	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	575	960	690	8	—	—	—	650	620	23	4	—	—	—	—	—	
GH4033	室温	880	590	13	16	23.5	255-321	750	295	100	—	—	—	—	—	—	
		805	590	10	13	23.5	255-321	750	345	50	—	—	—	—	—	—	
GH4133	室温	1060	735	16	18	31	285-363	750	295	100	—	—	—	—	—	—	
GH4133 B	室温	1060	735	16	18	31	262-352	750	392	70	—	—	—	—	—	—	
	室温	1060	735	16	18	31	262-352	750	343	50	—	—	—	—	—	—	
	650	870	实测	15	20	—	—	650	635	100	—	—	—	—	—	—	
GH4141	室温	1170	880	12	12	16	≥340	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	850	740	640	12	12	—	—	850	530	0.5	实测	—	—	—	—	—	
GH 41 69	高 强 工 艺 时 效 工 艺	室温	1345	1100	12	15	—	≥363	650	725	25	5	≥光滑 的时间	—	—	—	—
		室温	1450	1100	12	15	—	≥388	650	700	25	5	≥光滑 的时间	595	825	30	≤0.2
GH4202	室温	930	550	16	18	27	242-341	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	800	690	490	12	15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
GH4586	室温	1250	920	12	12	16	≥340	—	—	—	—	—	850	450	20	≤0.2	
	750	760	660	12	12	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
GH4698	室温	1120	705	17	19	39	282-341	750	412 500	363 100	实测	—	—	—	—	—	

GH4720 Li	室温	1530	1100	9	10	—	—	680	830	30	5	—	625	730	100	≤0.13
	650	1350	1025	10	10	—	—	730	530	30	5	—	—	—	—	—
GH4738	室温	1250	880	15	18	—	341-40 1	730	550	23	5	≥光滑 的时间	670	555	23	≤0.2
	535	1150	830	12	18	—	—	730	550	23	5	—	670	555	23	≤0.2
GH4742	室温	1210	755	13	14	23	302- 375	650	804	100	—	—	—	—	—	—
								750	539	50						
<p>注1: 光滑试样应拉断。持久试验持续时间达到规定时间后, 允许加载至拉断, 具体加载方法由供需双方协商确定, 并在合同中注明。</p> <p>注2: 缺口试样试验时间大于光滑试样试验时间后, 试样可不拉断; 允许采用光滑和缺口组合试样。</p> <p>注3: 当有需要时, 室温拉伸缺口试样(缺口半径为0.15mm)的抗拉强度与光滑试样的抗拉强度的比值应不小于1.3。</p> <p>注4: 缺口半径为0.2mm, 如有特殊要求可在合同中注明。</p>																

5.4.3 疲劳性能

根据需方要求, GH472011, GH4738合金盘可进行疲劳性能的试验, 其疲劳寿命应符合表4的规定。

表4 疲劳性能

合金牌号	测试条件		疲劳寿命, 周 不小于
	试验温度, °C	试验条件	
GH4720Li	620	试验频率0.33Hz, 应力范围为0MPa-1000MP	10000
	550	试验频率0.33Hz, 应变范围为0%-0.66%	50000
GH4738	650	循环频率0.167-0.33, 加载波形为三角波, 应变幅为0.5%, R=0.1	1000

5.5 低倍

5.5.1 纵向低倍

试样纵向低倍组织检查试样上, 不允许有裂纹、折叠、夹杂、宏观偏析等冶金缺陷。纵向低倍试样上的变形流线应沿锻件外轮廓分布, 无紊流与穿流。其余要求应符合GB/T 40313和GJB 5280要求。

5.5.2 表面低倍

试样横向低倍组织不允许有裂纹、折叠、夹杂、宏观偏析等冶金缺陷。对粗大晶粒尺寸的要求按GJB 5280要求执行。

5.6 高倍

5.6.1 高倍性能应在热处理状态检验。

5.6.2 晶粒度

应符合GB/T 40313和GJB 5280的要求。

5.6.3 显微组织

热处理显微组织试样检测晶粒度、纯洁度, 应符合GB/T 40313与GJB 5280标准要求。

5.7 超声检验

热处理+粗加工后的盘锻件进行超声波检验(优先采用液浸法), 采用当量平底孔的判定方法, 轮缘、辐板与轮毂部位的反射信号等级按GB/T 40313的要求验收。

5.8 形状、尺寸及偏差

锻件的形状、尺寸及其允许偏差应符合供需双方签定的锻件图样的要求。

5.9 表面质量

5.9.1 锻制状态交货的盘锻件表面不应有裂纹、结疤、折叠, 夹杂等冶金缺陷, 若上述缺陷存在, 允许打磨清除, 打磨处应圆滑过渡, 并应保证打磨处留有不少于尺寸允许偏差 1/2 的加工余量。

- 5.9.2 粗加工状态交货的盘锻件应满足 5.9.1 和图纸的要求。
- 5.9.3 盘锻件不应有过烧引起的裂纹存在。
- 5.9.4 机加工后盘锻件表面粗糙度应满足超声波检验要求。

5.10 锻件标记

锻件应在锻件图样标明的部位逐件标刻以下标记：合金牌号、锻件图号(或代号)、熔炼炉号、锭节号。

6 试验方法

6.1 化学成分

盘锻件的化学成分分析通常按GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20124、GB/T 34209、GB/T 38939、HB 5220.49、HB 20241.3、HB 20241.4、HB 20241.5、HB 20241.6、HB 20241.7、HB 20241.8、HB 20241.9、YB/T 4395、YB/T 4396等或其他通用的方法进行。仲裁时按GB/T 223.5、GB/T 223.8、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.14、GB/T 223.17、GB/T 223.19、GB/T 223.20、GB/T 223.25、GB/T 223.28、GB/T 223.29、GB/T 223.30、GB/T 223.33、GB/T 223.37、GB/T 223.38、GB/T 223.42、GB/T 223.43、GB/T 223.62、GB/T 223.64、GB/T 223.65、GB/T 223.70、GB/T 223.73、GB/T 223.75、GB/T 223.80、GB/T 223.85、GB/T 223.86、GB/T 223.88、GB/T 223.89、GB/T 20127.1、GB/T 20127.8、GB/T 20127.10、GB/T 20127.11、GB/T 20127.13的规定进行。

6.2 其他检验项目

其他检验项目的试验方法应符合表5的规定。

表5 检验项目

序号	检验项目	取样数量		取样部位	试验方法	
		I类锻件	II类锻件			
1	化学成分	1-2个/炉	1-2个/炉	GB/T 20066	6.1	
2	力学性能	室温拉伸	2个/批	2个/批	解剖件或试样环	GB/T 228.1
3		高温拉伸	2个/批	2个/批	解剖件或试样环	GB/T 228.2
4		冲击	2个/批	2个/批	解剖件或试样环	GB/T 229
5		硬度	2个/批	2个/批	逐件盘锻件,任一端面均布3点,试样取样部位“任意”	GB/T 231.1
6		高温持久	光滑试样2个/批 缺口试样2个/批 组合持久2个/批	光滑试样2个/批 缺口试样2个/批 组合持久2个/批	解剖件或试样环	GB/T 2039
7		高温蠕变	2个/批	2个/批	解剖件或试样环	GB/T 2039
8		周期持久	2个/批	2个/批	解剖件或试样环	HB 5207
9		疲劳性能	2个/批	2个/批	解剖件或试样环	GB/T 15248
10		低倍	纵向低倍	1个/批	1个/批	解剖件或试样环
11	表面低倍		逐件	逐件	-	GB/T 14999.2—2025
12	高倍	晶粒度	解剖件上相当于盘锻件中心、半径1/2处各1个。或试样环		GB/T 6394	
13		显微组织	解剖件上相当于盘锻件中心、半径1/2处各1个。或试样环		GB/T 14999.4—2012	
14	超声检测	逐件	逐件	棒材	GB/T 4162	

				饼坯	GB/T 1786
				盘锻件	HB/Z 20159
15	形状、尺寸及偏差	逐件	逐件	-	符合精度要求的测量工具
16	表面质量	逐件	逐件	-	目视/量尺
17	锻件标记	逐件	逐件	-	目视/量尺

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 盘锻件的质量应由供方质量检验部门进行检验和验收。

7.1.2 供方应保证交货的盘锻件符合合同或专有技术文件及图纸的规定，需方有权按照合同或专有技术文件及图纸的规定进行检验和验收。

7.2 组批规则

盘锻件应按批提交检验和验收。每批由同一图号、同一合金牌号、同一熔炼炉号(子炉号)、同一生产批、同一热处理炉批、同一交货状态的盘锻件组成。经电渣或真空电弧重熔的盘锻件,经供需双方协商允许按母炉号组批。

注：同一生产批即为同一热加工投产批。

7.3 复验和判定规则

7.3.1 当化学成分分析结果不合格时，允许在原取样部位重新取样对不合格元素进行复验，若仍不合格,则该批盘锻件判为不合格。

7.3.2 当某项力学性能试验结果不合格时，允许从原受检解剖件或试样环上取双倍数量的试样对不合格项目进行复验。持久性能的复验可采取表 3 中低应力组数据进行。若解剖件上复验结果不合格，则该批锻件判为不合格。若 I 类锻件试验环复验结果不合格，则该件锻件判为不合格。

7.3.3 盘锻件纵向低倍组织检验不合格时，如能确认缺陷是由于合金铸锭头、尾未切净造成的，可在相邻的盘锻件上进行检验。如检验合格,该炉批盘锻件判为合格；如是因合金冶炼造成的空洞、夹杂和严重偏析等冶金缺陷，不准许复验，则该批盘锻件判为不合格。

7.3.4 当盘锻件表面低倍组织检验不合格时，则该件盘锻件判为不合格。

7.3.5 当盘锻件解剖件高倍检验不合格时，则该批盘锻件判为不合格；盘锻件试样环高倍检验不合格。

7.3.6 当盘锻件解剖件超声检测不合格时，则该批盘锻件判为不合格；盘锻件试样环超声检测不合格。

7.3.7 当盘锻件形状、尺寸及偏差检测不合格时，则该批盘锻件判为不合格。

7.3.8 当盘锻件表面质量检测不合格时，则该批盘锻件判为不合格。

7.3.9 当盘锻件标记检测不合格时，则该批盘锻件判为不合格。