

中 华 人 民 共 和 国

国 家 标 准

转动部件用高温合金热轧棒材

GB/T 14993—94

中 国 标 准 出 版 社

中华人民共和国国家标准

GB/T 14993—94

转动部件用高温合金热轧棒材

代替 GBn 176—82

Hot-rolled heat-resisting superalloy
bars for rotating parts

本标准适用于使用温度为700~900℃的镍基和铁基高温合金热轧棒材(以下简称棒材)。可用于制造航空、航天、燃气轮机及其它工业用的涡轮叶片等高温转动承力部件。

1 尺寸、外形

1.1 尺寸及其允许偏差

1.1.1 正常供应直径为20~55mm的热轧圆棒材,其直径允许偏差应符合表1的规定。

表 1

mm

直 径 合金牌号	允 许 偏 差		
	20~32	33~44	45~55
GH 2130 (GH 130) GH 2302 (GH 302) GH 4033 (GH 33) GH 4037 (GH 37) GH 4043 (GH 43)	±0.80	±1.20	±1.50
GH 4049 (GH 49)	±1.5	+1.50 -1.75	+1.50 -2.00

1.1.2 根据需方要求,可供应直径小于20mm或大于55mm的热轧圆棒材及其它型材,具体尺寸及其允许偏差由供需双方协商确定,并在合同中注明。

1.1.3 棒材的通常长度为1.5~5m,但直径大于45mm的棒材长度为1~4m。大于0.5m的短尺材料,允许供应不超过该批重量的10%。

如需方要求按零件倍尺交货时,须在合同中注明零件的毛坯尺寸。

1.2 外形

1.2.1 热轧圆棒材的不圆度不应大于直径公差的70%。

1.2.2 棒材的弯曲度每米不得大于6mm。

2 技术要求

2.1 牌号和化学成分

2.1.1 合金的牌号和化学成分(熔炼分析)应符合表2和2.1.1.1~2.1.1.2的规定。

GB/T 14993—94

表

牌 号		化 学 成 分 ,								
新牌号	原牌号	C	Cr	Ni	Co	W	Mo	Al	Ti	Fe
GH 2130	GH 130	≤0.08	12.0 ~16.00	35.0 ~40.0	—	5.00 ~6.50	—	1.40 ~2.20	2.40 ~3.20	余
GH 2302	GH 302	≤0.08	12.0 ~16.0	38.0 ~42.0	—	3.50 ~4.50	1.50 ~2.50	1.80 ~2.30	2.30 ~2.80	余
GH 4033	GH 33	0.03 ~0.08	19.0 ~22.0	余	—	—	—	0.60 ~1.00	2.40 ~2.80	≤1.0
GH 4037	GH 37	0.03 ~0.10	13.0 ~16.0	余	—	5.00 ~7.00	2.00 ~4.00	1.70 ~2.30	1.80 ~2.30	≤5.0
GH 4043	GH 43	≤0.12	15.0 ~19.0	余	—	2.00 ~3.50	4.00 ~6.00	1.00 ~1.70	1.90 ~2.80	≤5.0
GH 4049	GH 49	0.04 ~0.10	9.5 ~11.0	余	14.0 ~16.0	5.00 ~6.00	4.50 ~5.50	3.70 ~4.40	1.40 ~1.90	≤1.5

* B、Zr、Ce按计算量加入，其加入量应在质量证书中注明。

GB/T 14993—94

2

%									
Nb	V	B*	Zr*	Ce*	Mn	Si	P	S	Cu
—	—	≤0.020	—	≤0.020	≤0.50	≤0.60	≤0.015	≤0.015	≤0.25
—	—	≤0.010	≤0.05	≤0.020	≤0.60	≤0.60	≤0.020	≤0.010	≤0.25
—	—	≤0.010	—	≤0.010	≤0.35	≤0.65	≤0.015	≤0.007	≤0.07
—	0.10 ~0.50	≤0.020	—	≤0.020	≤0.50	≤0.40	≤0.015	≤0.010	≤0.07
0.50 ~1.30	—	≤0.010	—	≤0.030	≤0.50	≤0.60	≤0.015	≤0.010	≤0.07
—	0.20 ~0.50	≤0.015	—	≤0.020	≤0.50	≤0.50	≤0.010	≤0.010	≤0.07

2.1.1.1 对于航空、航天专用的GH 4033、GH 4037、GH 4043、GH 4049合金的微量杂质规定为： $\text{Bi} < 0.001\%$ ， $\text{Sn} < 0.0012\%$ ， $\text{Sb} < 0.0025\%$ ， $\text{As} < 0.0025\%$ ， $\text{Pb} < 0.001\%$ 。供方应对GH 4037及GH 4049合金的Bi报出实测结果，而对GH 2130及GH 2302合金的Bi、Sn、Sb、As、Pb积累数据。

2.1.1.2 GH 4033合金的Ti含量上限不大于2.9%时，经需方同意允许交货。除航天、航空外，其Fe含量不大于4%时可以交货。

2.1.2 根据需方的特殊要求，并经供需双方协议，可供应比表2规定的成分范围较严的合金。对Bi、Sn、Sb、Pb、As等微量杂质元素可作较严的规定。

2.1.3 成品化学成分允许偏差

当对成品进行化学分析时(需方检验或需方要求供方检验成品棒材化学成分时)，经需方同意，化学成分允许与表2的规定有偏差，其最大的允许偏差值应符合GB/T 14992《高温合金牌号》中表4的规定。

2.2 冶炼方法

合金应采用经供需双方主管部门批准的冶炼方法生产，经供需双方协商亦可采用能满足本标准规定的其它冶炼方法生产，并应在质量证明书中注明。

2.3 交货状态

棒材不经热处理交货，其表面应全面研磨。

2.4 力学性能

2.4.1 棒材用经热处理的试样测定其高温力学性能和室温硬度。合金的高温力学性能和室温硬度要求，以及试样的热处理制度应符合表3和2.4.1.1~2.4.1.2的规定。

表 3

合金牌号	热处理制度	高温瞬时拉伸性能				高温持久性能			室温硬度 H _h (压痕直径) mm	备 注
		试验温度 C	抗拉强度 σ_b , kgf/mm ²	伸长率 δ_5 , %	断面收缩率 ψ , %	试验温度 C	应力 kgf/mm ²	时间 h		
GH 2130	1180±10 C 2小时空冷	800	68	3	8	850 (800)	20 (25)	40 (100)	3.30~3.70	正常用途
	1050±10 C 4小时空冷									
	800±10 C 16小时空冷									
GH 2302	1180±10 C 2小时空冷	800	68	4.5	8	850 (800)	20 (25)	50 (100)	3.30~3.70	限于直径32mm航天专用材
	1050±10 C 4小时空冷									
	800±10 C 16小时空冷									
GH 4033	1080±10 C 8小时空冷	700	70	15	20	700	44 (42)	60 (80)	3.45~3.80	直径45~55mm棒材H _h : 3.10~3.80
	700±10 C 16小时空冷									
	*1180±10 C 2小时空冷									
GH 4037	1050±10 C 4小时空冷	800	68	5.0	8.0	850 (800)	20 (25)	50 (100)	3.30~3.70	每5~30炉取一个持久试样按 括号内条件拉伸, 实测 δ 和 ψ
	800±10 C 16小时空冷									
	1170±10 C 5小时空冷									
GH 4043	1070±10 C 8小时空冷	800	70	6	10	800	28 (25)	50 (100)	3.30~3.70	每5~30炉取一个持久试样按 括号内条件拉伸, 实测 δ 和 ψ
	800±10 C 16小时空冷									
	1200±10 C 2小时空冷									
GH 4049	1050±10 C 4小时空冷	900	58	7	11	900	25 (22)	40 (80)	3.20~3.50	每10~20炉取一个持久试样按括号内 条件拉伸, 如200小时没断, 则一次 加力至25 kgf/mm ² 拉伸, 实测 δ 和 ψ
	850±10 C 8小时空冷									
	850±10 C 8小时空冷									

* 当GH 4037 (GH 37) 合金第一次固溶处理温度采用1170±10 C时, 应在合金牌号后面加“S”以示区别, 即“GH 4037-S” (“GH 37-S”)。

2.4.1.1 GH 4033合金持久强度60小时做出结论;供方应取其中一个试样继续拉至断裂,但不多于100小时,而每10炉应有一根直至拉断,实测伸长率 δ 和断面收缩率 ψ 。

2.4.1.2 GH 4049合金允许采用 950 ± 10 °C保温2小时空冷时效。此时硬度值(压痕直径)应为3.30~3.60mm,其900 °C抗拉强度应不小于 55 kgf/mm^2 ,其它不变。

2.4.2 直径小于20mm或大于55mm棒材的性能由双方协商解决,并在合同中注明。

2.5 低倍组织

2.5.1 在经酸浸的横向试样上检验低倍组织时,棒材不得有肉眼可见的缩孔痕迹、空洞、裂纹、针孔和夹杂。

2.5.2 在经热处理的酸浸纵向试样上检验低倍组织时,应符合GB/T 14999《高温合金低倍、高倍组织试验方法及评级图谱》的规定。

2.5.3 在经热处理的纵向试片上检验断口组织时,不允许存在分层;断口疏松GH 2130、GH 2302合金为1~4级合格,GH 4033合金为1~3级合格,允许4级交货,但供需双方均应打标志,GH 4037、GH 4043、GH 4049合金为1~3级合格。

2.6 高倍组织

2.6.1 在经热处理的顺纤维方向试样上测定GH 4033合金的晶粒度和不均匀度。晶粒度应在0~4级范围内,允许有不多于15%的负一级晶粒。

GH 4033合金允许有带状组织存在,但应符合下列规定:

直径不大于32mm的棒材不大于2级;

直径大于32mm的棒材不大于5级。

2.6.2 根据需方特殊要求,经供需双方协商,可检验其它显微组织,非金属夹杂物等,其检验方法及要求应在合同或协议中注明。

2.7 超声波探伤检验

棒材应逐根进行超声波探伤检验,其检验方法及技术要求由供需双方协商确定。

2.8 表面质量

棒材表面不得有裂纹、折叠、结疤、龟裂和夹渣。棒材表面的局部缺陷应予清除,其允许清理深度从实际尺寸算起不得超过该尺寸的公差之半,并允许存在深度不超过尺寸公差1/4的个别轻微划伤。

3 检验方法

3.1 尺寸测量方法

棒材应用通用的卡尺、千分尺、钢卷尺等测量工具逐根进行尺寸检查。

3.2 外形测量方法

3.2.1 不圆度测量方法:

在圆形棒材横截面上以通用测量工具测量截面的最大直径与最小直径之差。

3.2.2 弯曲度测量方法:

沿棒材长度方向,用1米直尺靠量,取直尺与棒材最大弯曲处之波高。

3.3 表面质量检查方法

棒材应逐根用肉眼进行表面质量检查。

3.4 化学分析方法

3.4.1 合金的化学分析取样方法按GB 222—63《钢的化学分析用试样采取法》有关规定进行,每炉取一个试样。最终以电渣或真空电弧炉生产的合金,对C、Al、Ti应从锭头部和尾部取样分析,其它规定元素只从锭头部取样分析。

3.4.2 合金的化学分析可按通用的方法进行,但仲裁分析时,应按YB 790—75《高温合金化学分析方法》进行。YB 790—75未规定的或不适用的元素化学分析方法,其仲裁方法由供需双方协商确定。

3.5 低倍、高倍、力学性能试验方法

GB/T 14993—94

3.5.1 低倍、高倍、力学性能每批取样数量、部位和试验方法应符合表4的规定。

表 4

序号	试 验 项 目	取 样 部 位	试 验 方 法
1	横向低倍	相当于钢锭头、尾各一支	GB/T 14999.2—94
2	纵向低倍	头、尾各一支	GB/T 14999.1—94
3	纵断口	头、尾各一支	GB/T 14999.3—94
4	显微组织	头、尾各一支	GB/T 14999.4—94
5	高温持久	头、尾各一支	YB 899—77
6	高温拉伸	头、尾各一支	YB 941—78
7	室温硬度	头、尾各一支	GB 231—63
8	晶粒度	头、尾各一支	GB/T 14999.4—94

注：① 棒材直径不大于32mm，力学性能样坯的中心线与棒中心线吻合。

② 棒材直径大于32mm，力学性能样坯的中心线在棒材半径的1/2处。

3.5.2 需方复验时，高温持久、高温拉伸试验可采用其它常用的方法。

4 检验规则

4.1 验收

棒材的验收由供方技术监督部门进行。需方有权按本标准规定对棒材进行检验。

4.2 组批

棒材应成批验收，每批应由同一牌号、同一熔炼炉号、同一尺寸、同一加工方法的棒材组成。每批重量一般应大于100kg；对于GH 4037合金应大于150kg；GH 4033合金应大于200kg；GH 4049合金应大于60kg。如用户对批量另有要求时，由供需双方协商解决，并在合同中注明。

4.3 复验

4.3.1 当某一项试验不合格时，应从不同棒材上（包括原初试棒材）切取双倍数量的试样，进行该项目的复验（高温持久试验除外），复验结果即使只有一个试样不合格，该批棒材应予报废。

4.3.2 棒材因缩孔导致不合格时，供方可将缩孔切净，仍按初试规定进行检查。

4.3.3 当高温持久初试不合格时，应在原初试的二根棒材上各取一支，按表3括号内规定指标进行重试。复验结果即使有一个不合格，则该批棒材应予报废。

4.3.4 供方可对检验不合格的一批棒材逐根地进行该项目检验（力学性能除外），然后重新组批交货，并应在质量证明中注明。但重新组批只限一次。

4.3.5 供方可根据实际情况对复验不合格的炉批改轧成其它尺寸，然后重新组批提交验收。

4.4 质量异议

需方应在接到供方的材料后，及时按本标准的规定对材料进行检验。检验中发现材料不符合本标准规定时，应立即向供方提出。供方在接到需方质量异议时，亦应及时与需方协商处理。

4.5 仲裁试验

当供需双方对某项试验结果有分歧时,应由供需双方同意的仲裁单位进行仲裁试验。高温拉伸、高温持久试验方法由仲裁单位确定。

4.6 冶金来源缺陷的处理

当需方在成品或半成品零件上发现冶金来源缺陷,并经供需双方鉴定确认时,供方应予退货,并且当需方要求时应予补制。如供需双方对缺陷性质难以确定时,可提请上级部门指定的或双方同意的仲裁单位仲裁,以便得出最后结论。

5 包装、标志和质量证明书

5.1 棒材应逐根打上合金牌号、炉批号、顺序号。对于直径小于26mm的棒材允许打代号,并在质量证明书中注明。对棒材相当于铸锭头部、尾部的位置应有明显的符号标记。

5.2 每批供应的棒材应附有质量证明书。质量证明书中应填写供方名称、需方名称、合同号、标准号、合金牌号、冶炼方法、炉号(包括母炉号和子炉号)、规格、数量、重量、发货日期及按本标准、协议、合同所规定的各项检验结果(如进行复验应包括两次检验结果),并应打上技术监督部门的印记。

5.3 除本标准规定的要求外,对包装、标志和质量证明书的其它要求均应符合GB 2101—80《型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定》的要求。

附加说明:

本标准由中华人民共和国冶金工业部提出。

本标准由抚顺钢厂负责起草。

本标准主要起草人付向东、姚永丰。

本标准委托冶金工业部标准化研究所负责解释。