



中华人民共和国国家标准

GB/T 38886—2020

高温轴承钢

High temperature bearing steel

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位:宝钢特钢有限公司、抚顺特殊钢股份有限公司、浙江天马轴承集团有限公司、洛阳轴承研究所有限公司、冶金工业信息标准研究院、河冶科技股份有限公司、营口中车型钢新材料有限公司。

本标准主要起草人:邹莲娣、贾利星、谷强、刘国仓、雷建中、戴强、顾艳、王心禾、王姗姗、张贝贝、邢长旺、曹丽红。



高温轴承钢

1 范围

本标准规定了高温轴承钢的订货内容、尺寸、外形、重量、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本标准适用于制造耐 300 ℃～550 ℃高温轴承用热轧或锻制圆钢、冷拉圆钢及钢丝(以下简称钢材)。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 222 钢的成品化学成分允许偏差
GB/T 223.5 钢铁 酸溶硅和全硅含量的测定 还原型硅钼酸盐分光光度法
GB/T 223.9 钢铁及合金 铝含量的测定 铬天青 S 分光光度法
GB/T 223.11 钢铁及合金 铬含量的测定 可视滴定或电位滴定法
GB/T 223.13 钢铁及合金化学分析方法 硫酸亚铁铵滴定法测定钒含量
GB/T 223.20 钢铁及合金化学分析方法 电位滴定法测定钴量
GB/T 223.23 钢铁及合金 镍含量的测定 丁二酮肟分光光度法
GB/T 223.26 钢铁及合金 钼含量的测定 硫氰酸盐分光光度法
GB/T 223.28 钢铁及合金化学分析方法 α -安息香肟重量法测定钼量
GB/T 223.29 钢铁及合金 铅含量测定 载体沉淀-二甲酚橙分光光度法
GB/T 223.31 钢铁及合金 砷含量测定 蒸馏分离-钼蓝分光光度法
GB/T 223.43 钢铁及合金 钨含量的测定 重量法和分光光度法
GB/T 223.47 钢铁及合金化学分析方法 载体沉淀-钼蓝光度法测定铈量
GB/T 223.50 钢铁及合金化学分析方法 苯基荧光酮-溴化十六烷基三甲基胺直接光度法测定锡量
GB/T 223.53 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收分光光度法测定铜量
GB/T 223.62 钢铁及合金化学分析方法 乙酸丁酯萃取光度法测定磷量
GB/T 223.63 钢铁及合金化学分析方法 高碘酸钠(钾)光度法测定锰量
GB/T 223.65 钢铁及合金 钴含量的测定 火焰原子吸收光谱法
GB/T 223.77 钢铁及合金化学分析方法 火焰原子吸收光谱法测定钙量
GB/T 223.84 钢铁及合金 钛含量的测定 二安替比林甲烷分光光度法
GB/T 223.85 钢铁及合金 硫含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
GB/T 223.86 钢铁及合金 总碳含量的测定 感应炉燃烧后红外吸收法
GB/T 224 钢的脱碳层深度测定法
GB/T 226 钢的低倍组织及缺陷酸蚀检验法
GB/T 228.1 金属材料 拉伸试验 第 1 部分:室温试验方法
GB/T 230.1 金属材料 洛氏硬度试验 第 1 部分: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 702—2017 热轧钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 905—1994 冷拉圆钢、方钢、六角钢尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 908—2019 锻制钢棒尺寸、外形、重量及允许偏差
GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
GB/T 2103 钢丝验收、包装、标志及质量证明书的一般规定
GB/T 4162—2008 锻轧钢棒超声检测方法
GB/T 4336 碳素钢和中低合金钢 多元素含量的测定 火花放电原子发射光谱法(常规法)
GB/T 6394 金属平均晶粒度测定方法
GB/T 10561—2005 钢中非金属夹杂物含量的测定 标准评级图显微检验法
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 14979—1994 钢的共晶碳化物不均匀度评定法
GB/T 15711 钢中非金属夹杂物的检验 塔形发纹酸浸法
GB/T 18579—2019 高碳铬轴承钢丝
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 20123 钢铁 总碳硫含量的测定 高频感应炉燃烧后红外吸收法(常规方法)
GB/T 36026—2018 油气工程用高强度耐蚀合金棒

3 订货内容

按照本标准订货的合同或订单至少应包含下列内容：

- a) 产品名称；
- b) 本标准编号；
- c) 牌号或统一数字代号；
- d) 尺寸外形；
- e) 重量和/或数量；
- f) 交货状态(见 5.2)；
- g) 用途；
- h) 表面状态(要求剥皮、磨光或车光交货时需注明)；
- i) 应由供需双方协商,并在合同中注明的项目或指标；
- j) 其他特殊要求。

4 尺寸、外形和重量

4.1 尺寸及其允许偏差

4.1.1 钢材的直径及其允许偏差

钢材的直径及其允许偏差应符合表 1 的规定。

表 1 钢材的直径及其允许偏差 单位为毫米

钢材种类	直径	直径及其允许偏差
热轧圆钢	10~140	GB/T 702—2017 中第 2 组
锻制圆钢	55~150	GB/T 908—2019 中表 1 中第 1 组

表 1 (续) 单位为毫米

钢材种类	直径	直径及其允许偏差
冷拉圆钢	6~40	GB/T 905—1994 中 h11 级
冷拉钢丝	1~20	GB/T 18579—2019 中 h11 级

4.1.2 长度及其允许偏差

4.1.2.1 钢材的通常长度应符合下列规定：

- a) 热轧圆钢的长度为 2 000 mm~7 000 mm；
- b) 锻制圆钢的长度为 2 000 mm~6 000 mm；
- c) 冷拉圆钢的长度为 2 000 mm~6 000 mm；
- d) 冷拉钢丝的长度为 2 000 mm~4 000 mm。

4.1.2.2 钢材允许有不超过总重 10% 的短尺料，锻制圆钢短尺料应不小于 1 000 mm，其余钢材的短尺料应不小于 1 500 mm。

4.1.2.3 按定尺或倍尺交货的钢材，其长度允许偏差应为 $^{+80}_0$ mm。

4.2 外形及其允许偏差

4.2.1 不圆度

钢材的不圆度应符合表 2 的规定。

表 2 钢材的不圆度

钢材种类	不圆度要求
热轧圆钢	符合 GB/T 702—2017 的规定
锻制圆钢	符合 GB/T 908—2019 的规定
冷拉圆钢	符合 GB/T 905—1994 的规定
冷拉钢丝	符合 GB/T 18579—2019 的规定

4.2.2 弯曲度

钢材的弯曲度应符合表 3 的规定。

表 3 钢材的弯曲度 单位为毫米

钢材种类		弯曲度，不大于	
		每米弯曲度	总弯曲度
热轧圆钢		4	0.4%×长度
锻制圆钢		5	0.5%×长度
冷拉圆钢	直径≤25	3	0.4%×长度
	直径>25	2	0.3%×长度
冷拉钢丝		3	0.3%×长度
经供需双方协商并在合同中注明，钢材的弯曲度也可按其他规定交货。			

4.2.3 扭转

钢材不应有显著扭转。

4.2.4 端头形状

4.2.4.1 钢材端头应锯切或剪切整齐,不应有飞边、毛刺及影响使用的切斜和压扁。钢材不得气割。

4.2.4.2 钢材若需倒角,则应在合同中注明。

4.3 重量

4.3.1 钢材按实际重量交货。

4.3.2 冷拉圆钢和钢丝以盘状交货时,盘重应由供需双方协商确定并在合同中注明。

5 技术要求

5.1 牌号和化学成分

5.1.1 钢的牌号及化学成分(熔炼分析)应符合表 4 的规定。

5.1.2 氧含量应在坯或材上检验,并报实测值。

5.1.3 成品钢材(或钢坯)的化学成分允许偏差应符合 GB/T 222 的规定。

表 4 牌号及化学成分^a

统一数字 代号	牌号	化学成分(质量分数)/%											
		C	Mn	Si	Cr	Mo	V	W	P	S	Ni	Cu	Co
B24000	GW9Cr4V2Mo	0.70~ 0.80	≤ 0.40	≤ 0.40	3.80~ 4.40	0.20~ 0.80	1.30~ 1.70	8.50~ 10.00	≤ 0.025	≤ 0.015	≤ 0.25	≤ 0.20	—
B25000	GW18Cr5V	0.70~ 0.80	≤ 0.40	0.15~ 0.35	4.00~ 5.00	≤ 0.80	1.00~ 1.50	17.50~ 19.00	≤ 0.025	≤ 0.015	≤ 0.25	≤ 0.20	—
B24040	GCr4Mo4V	0.75~ 0.85	≤ 0.35	≤ 0.35	3.75~ 4.25	4.00~ 4.50	0.90~ 1.10	≤ 0.25	≤ 0.025	≤ 0.015	≤ 0.25	≤ 0.20	≤ 0.25
B24050	GW6Mo5Cr4V2	0.80~ 0.90	0.15~ 0.40	≤ 0.45	3.80~ 4.40	4.50~ 5.50	1.75~ 2.20	5.50~ 6.75	≤ 0.025	≤ 0.015	≤ 0.25	≤ 0.20	—
B24090	GW2Mo9Cr4VCo8	1.05~ 1.15	0.15~ 0.40	≤ 0.65	3.50~ 4.25	9.00~ 10.00	0.95~ 1.35	1.15~ 1.85	≤ 0.025	≤ 0.015	≤ 0.25	≤ 0.20	7.75~ 8.75
a 钢中 Sn、As、Sb、Pb、Ti、Al、Ca 元素含量报实测值。													

5.2 冶炼方法

钢应采用电渣重熔法冶炼。经供需双方协商,也可采用真空电弧重熔或其他达到本标准要求的特种冶炼方法。除非得到用户同意,生产厂不得有意加入钙及其合金脱氧或控制非金属夹杂物形态。

5.3 交货状态

钢材应以退火状态交货。对表面状态有要求时,需方应在合同中注明。

5.4 力学性能

5.4.1 钢材交货状态的硬度应符合表 5 的规定。

表 5 交货硬度

统一数字代号	牌号	交货硬度/ HBW
B24000	GW9Cr4V2Mo	≤260
B25000	GW18Cr5V	≤269
B24040	GCr4Mo4V	197~241
B24050	GW6Mo5Cr4V2	≤255
B24090	GW2Mo9Cr4VCo8	≤269

5.4.2 钢材直径不大于 10 mm 时可检验抗拉强度,抗拉强度应符合表 6 的规定。

表 6 抗拉强度

统一数字代号	牌号	抗拉强度 R_m /MPa
B24000	GW9Cr4V2Mo	≤910
B25000	GW18Cr5V	≤950
B24040	GCr4Mo4V	650~850
B24050	GW6Mo5Cr4V2	≤890
B24090	GW2Mo9Cr4VCo8	≤950

5.4.3 GCr4Mo4V 用作滚动体时应检验试样的淬回火硬度,淬回火硬度值应不小于 61 HRC,试样热处理工艺为:淬火温度 1 090 ℃±10 ℃,油冷或空冷,回火温度 540 ℃±10 ℃,保温 2 h,回火 3 次。

5.5 低倍

钢材的横向低倍酸浸试片上不得有缩孔、皮下气泡、白点、翻皮及裂纹。酸浸低倍缺陷的合格级别应符合表 7 的规定。

表 7 低倍缺陷合格级别

缺陷类型	暗斑	白斑	径向偏析	环状花样
合格级别/级,不大于	B	B	B	B

5.6 非金属夹杂物

钢材应按 GB/T 10561—2005 中 A 法检验非金属夹杂物,其所有检验试样的结果应符合表 8 的规定。

表 8 非金属夹杂物合格级别

A		B		C		D		DS ^a
细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	细系	粗系	
合格级别/级,不大于								
1.5	1.5	1.5	1.0	0	0	1.5	1.0	1.0
氮化钛夹杂物应按形貌分别并入 B 类,D 类,DS 类评级。								
^a 牌号 GW18Cr5V、GW6Mo5Cr4V2、GW2Mo9Cr4VCo8 为 1.5 级。								

5.7 晶粒度

钢材应按 GB/T 6394 检验奥氏体晶粒度,合格级别应为 6 级或更细。

5.8 共晶碳化物不均匀度

5.8.1 钢材应按 GB/T 14979—1994 检验共晶碳化物不均匀度,其合格级别应符合表 9 的规定。钢丝的合格级别为 2 级。

表 9 钢材共晶碳化物不均匀度

钢材公称直径 <i>D</i> /mm	合格级别/级,不大于		
	GW9Cr4V2Mo、GW18Cr5V	GW6Mo5Cr4V2、GW2Mo9Cr4VCo8	GCr4Mo4V
	GB/T 14979—1994 第一级别图	GB/T 14979—1994 第二级别图	GB/T 14979—1994 第六级别图
≤20	3	3	3
>20~40	4	4	4
>40~60	5	5	5
>60~80	6	6	6
>80~100	7	7	7
>100~150	协商	协商	协商

5.8.2 公称尺寸不大于 40 mm 的钢材应检验大颗粒碳化物,最大碳化物尺寸应不超过 38 μm。公称尺寸大于 40 mm 的钢材由供需双方协商。

5.9 脱碳层

5.9.1 热轧和锻制钢材表面每边总脱碳层深度应符合表 10 规定。

表 10 脱碳层深度 单位为毫米

钢材公称直径 <i>D</i>	每边总脱碳层深度,不大于
10~15	0.52
>15~30	0.75

表 10（续）单位为毫米

钢材公称直径 D	每边总脱碳层深度,不大于
$>30\sim50$	0.95
$>50\sim70$	1.30
$>70\sim100$	1.50
>100	2.00

5.9.2 冷拉圆钢和钢丝的总脱碳层深度应不大于 $1.5\% D$ 。

5.9.3 剥皮、磨光或车光钢材表面不得有脱碳层。

5.10 超声检测

公称直径不小于 12 mm 的钢材应按 GB/T 4162—2008 进行超声检测,其合格级别为 A 级。

5.11 表面质量

5.11.1 钢材应加工良好,表面不应有裂纹、折叠、拉裂、结疤和夹杂等其他对使用有害的缺陷。

5.11.2 热轧和锻制圆钢的表面有害缺陷清除深度应符合表 11 的规定。

表 11 表面有害缺陷清除深度单位为毫米

钢材的加工方法	公称直径 D	表面有害缺陷允许清除深度
压力加工	≤ 80	从实际尺寸算起不超过公称尺寸公差之半
	> 80	从实际尺寸算起不超过公称尺寸公差
切削加工	≤ 80	从公称尺寸算起不超过公称尺寸公差之半
	> 80	从公称尺寸算起不超过公称尺寸公差

5.11.3 供车削零件用的冷拉钢材表面允许有深度从公称尺寸算起不超过直径 1% 的划痕、麻点、凹坑存在。

5.11.4 供顶锻用的冷拉钢材,表面不应有裂纹、折叠、拉裂、结疤和夹杂等其他对使用有害的缺陷,表面应光滑、干净、无氧化皮。

5.11.5 冷拉钢丝的表面应光滑,不应有裂纹、折叠、分层和锈蚀等对使用有害的缺陷,但个别凹坑、压痕和划伤允许存在。对于制造钢球用钢丝,其深度不得超过直径公差;制造滚柱和滚针用的钢丝,其深度不得超过直径公差之半。钢丝的用途应在合同中注明,未注明时按钢球用钢。退火状态交货的钢丝表面允许有氧化色。

5.11.6 剥皮、磨光或经车光的钢材,表面不应有影响钢材使用的有害缺陷。

5.12 特殊要求

根据需方要求,经供需双方协商并在合同中注明,可增加下列特殊检验项目:

- a) 可提供硫含量为 $0.015\% \sim 0.060\%$ 钢材;
- b) 塔形发纹;
- c) 其他要求。

6 试验方法

6.1 表面质量

钢材表面质量用目视或其他有效方法检查。

6.2 尺寸、外形

钢材尺寸测量,采用能保证必要准确度的卡尺或样板进行。

6.3 化学成分

6.3.1 化学分析用试样取样按 GB/T 20066 规定进行。

6.3.2 化学分析方法按 GB/T 4336、GB/T 20123 等通用方法进行,仲裁时按 GB/T 223.5、GB/T 223.9、GB/T 223.11、GB/T 223.13、GB/T 223.20、GB/T 223.23、GB/T 223.26、GB/T 223.28、GB/T 223.29、GB/T 223.31、GB/T 223.43、GB/T 223.47、GB/T 223.50、GB/T 223.53、GB/T 223.62、GB/T 223.63、GB/T 223.65、GB/T 223.77、GB/T 223.84、GB/T 223.85、GB/T 223.86 标准进行。

6.3.3 氧含量试样应充分去除脱碳层后检验,其分析方法按 GB/T 11261 进行。

6.4 力学性能

6.4.1 布氏硬度试验方法按 GB/T 231.1 规定进行。

6.4.2 抗拉强度试验方法按 GB/T 228.1 规定进行。

6.4.3 洛氏硬度试验方法按 GB/T 230.1 规定进行。

6.5 低倍

低倍酸浸试验方法按 GB/T 226 的规定进行,评级方法按 GB/T 36026—2018 中附录 C 的规定进行。

6.6 非金属夹杂物

非金属夹杂物按 GB/T 10561—2005 中 A 法进行检验与评级。

6.7 晶粒度

晶粒度检验按 GB/T 6394 规定执行,试样热处理制度应符合表 12 的规定,试样直径每 1 mm 保温 1.5 min。抛光面应与轧制方向垂直,放大 100 倍观察。

表 12 试样热处理制度

统一数字代号	牌号	试样热处理制度
B24000	GW9Cr4V2Mo	1 185 ℃±10 ℃,油冷或空冷
B25000	GW18Cr5V	1 250 ℃±10 ℃,油冷或空冷
B24040	GCr4Mo4V	1 090 ℃±10 ℃,油冷或空冷
B24050	GW6Mo5Cr4V2	1 210 ℃±10 ℃,油冷或空冷
B24090	GW2Mo9Cr4VCo8	1 180 ℃±10 ℃,油冷或空冷



6.8 共晶碳化物不均匀度

6.8.1 共晶碳化物不均匀度按 GB/T 14979—1994 的规定进行,检验部位从钢材中心至边缘最恶劣视场。

6.8.2 测最大碳化物尺寸时,按式(1)计算:

$$D = \frac{|a + b|}{2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:
D ——最大碳化物尺寸,单位为微米(μm);
a ——任意方向碳化物最大长度(长轴尺寸),单位为微米(μm);
b ——表示垂直于 a 方向的碳化物最大尺寸(短轴尺寸),单位为微米(μm)。

6.9 脱碳层

脱碳层按 GB/T 224 中的金相法规定进行。

6.10 超声检测

超声检测按 GB/T 4162—2008 中 A 级规定进行。

6.11 塔形发纹

塔形发纹按 GB/T 15711 的规定进行。

7 检验规则

7.1 检查与验收

钢材的检验和验收由供方技术质量监督部门进行。需方有权按本标准规定进行验收。

7.2 组批规则

钢材应成批检查及验收。每批应由同一牌号,同一子炉号、同一尺寸和同一热处理炉次的钢材组成。

7.3 取样部位和取样数量

钢材的取样部位和取样数量按表 13 规定。

7.4 复验和判定规则

7.4.1 若检验项目中有任一项目不合格时(白点、非金属夹杂物除外),可重新取相同数量试样对不合格项目进行复验,复验结果仍不合格,则该批钢材判为不合格。

7.4.2 当布氏硬度、晶粒度及碳化物不均匀度不合格时,供方可重新进行处理,并作为新的一批钢材提交检验。

7.4.3 钢材的尺寸、外形、外观质量检验不合格时,允许重新逐支返修、矫直或研磨,重新检验,合格后交货。

7.4.4 钢材超声检测不合格时,允许挑出或切除不合格钢材,合格部分可以交货。

7.4.5 对同一子炉号的非金属夹杂物、低倍组织、允许以坯代材,以大代小。



表 13 钢材的取样数量和取样部位

序号	检 验 项 目	取样数量	取样部位	试验方法
1	表面质量	逐支(盘)	整支(盘)	见 6.1
2	尺寸、外形	逐支(盘)	整支(盘)	见 6.2
3	化学成分	1 个/炉	见 6.3.1	见 6.3.2
4	氧含量	1 个/炉	公称直径小于 20 mm 的钢材， 任一支钢材中心位置； 公称直径不小于 20 mm 的钢材， 任一支钢材半径二分之一处	见 6.3.3
5	布氏硬度	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.4.1
6	拉伸	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.4.2
7	洛氏硬度	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.4.3
8	低倍	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.5
9	非金属夹杂物	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.6
10	晶粒度	1 个/批	任一支(盘)钢材	见 6.7
11	共晶碳化物不均匀度	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.8.1
12	碳化物最大尺寸	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.8.2
13	脱碳层	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.9
14	超声检测	逐支(盘)	逐支(盘)	见 6.10
15	塔形发纹	2 个/批	不同支(盘)钢材	见 6.11

8 包装、标志及质量证明书

8.1 圆棒的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 2101 的规定。

8.2 钢丝的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 2103 的规定。