T/CSTA XXXX—XXXX

风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢

Bearing steel for wind turbine generator system main shaft

（讨论稿）

XXXX-XX-XX发布

XXXX-XX-XX实施

中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟 发布

ICS 77.140.10

CCS H 40

**团体标准**

 版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可可于发布机构获取。

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。

本文件由中国特钢企业协会团体标准化工作委员会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

风电发电设备主轴用轴承钢

1. 范围

本文件规定了风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢的订货内容、制造工艺、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书。

本文件适用于风力发电设备主轴用公称直径为16 mm～200 mm的高碳铬轴承钢热轧圆钢（以下简称圆钢）。

1. 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成为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 223（所有部分） 钢铁及合金化学分析方法

GB/T 224—2019 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 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 1979 [结构钢低倍组织缺陷评定 酸浸法和超声检测法](https://std.samr.gov.cn/gb/search/gbDetailed?id=3DBA2132868B0D16E06397BE0A0A8119" \t "https://std.samr.gov.cn/search/_blank)

GB/T 2101 型钢验收、包装、标志及质量证明书的一般规定

GB/T 4162—2022 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 8170　数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 10561—2023 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 氧含量测定 脉冲加热惰性气熔融-红外线吸收法

GB/T 18254—2016 高碳铬轴承钢

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 20125 低合金钢 多元素含量的测定 电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 38683—2020 轴承钢中大夹杂物的超声检测方法

SEP 1520:1998 钢中碳化物图谱系列显微检验法（Microscopic examination of carbide structure in steels by means of diagram series）

1. 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

1. 订货内容

按本文件订货的合同或订单应包括下列内容：

1. 本文件编号；
2. 产品名称；
3. 牌号；
4. 规格；
5. 重量（或数量）；
6. 交货状态；
7. 特殊要求。
8. 制造工艺
   1. 冶炼方法

钢应采用转炉或电炉冶炼，并经炉外精炼和真空脱气处理。

* 1. 交货状态

圆钢以热轧、软化退火或球化退火状态交货。

1. 技术要求
   1. 牌号和化学成分
      1. 钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定，其残余元素含量应符合表2的规定。
      2. 除非得到用户同意，生产厂不应有意向钢中添加钙及钙合金。
2. 牌号及化学成分

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 牌号 | 化学成分（质量分数）/% | | | | |
| C | Si | Mn | Cr | Mo |
| GCr18MnMo | 0.93～1.05 | 0.20～0.45 | 0.60～0.80 | 1.70～1.95 | 0.25～0.35 |
| GCr18MnMo1 | 0.93～1.05 | 0.15～0.35 | 0.60～0.80 | 1.70～1.95 | 0.40～0.50 |
| GCr19SiMnMo | 0.93～1.05 | 0.40～0.60 | 0.80～1.10 | 1.80～2.05 | 0.50～0.60 |

1. 钢中残余元素含量

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 化学成分（质量分数）/%，不大于 | | | | | | | | | | |
| Ni | Cu | P | S | Ca | O | Ti | Al | As | As+Sn+Sb | Pb |
| 0.20 | 0.20 | 0.020 | 0.015 | 0.001 0 | 0.000 9 | 0.002 5 | 0.050 | 0.015 | 0.03 | 0.002 |

* + 1. 圆钢的成品化学成分允许偏差应符合表3的规定。

1. 成品化学成分允许偏差

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 元素 | 化学成分（质量分数）/% | | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | Cr | P | S | Ni | Cu | Ti | Al | Mo |
| 允许偏差 | ±  0.03 | ±  0.02 | ±  0.03 | ±  0.05 | +0.005  0 | +0.005  0 | ＋0.02 0 | ＋0.02 0 | +0.000 5  0 | +0.01  0 | ±  0.02 |

* 1. 硬度

软化退火圆钢的硬度应不大于260 HBW，球化退火圆钢的硬度应为179 HBW～230 HBW。

* 1. 低倍组织

圆钢应进行酸浸低倍检验，其横向酸浸试样上不应有残余缩孔、裂纹、皮下气泡、过烧、白点等有害缺陷。中心疏松、一般疏松、锭型偏析和中心偏析的合格级别应符合表4的规定。

1. 低倍组织合格级别

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 低倍缺陷类型 | GB/T 18254—2016附录A中评级图 | 合格级别/级，不大于 |
| 中心疏松 | 第1评级图 | 1.5 |
| 一般疏松 | 第2评级图 | 1.0 |
| 锭型偏析 | 第3评级图 | 1.0 |
| 中心偏析a | 第4评级图 | 2.0 |
| a适用于制作滚动体用的连铸圆钢。 | | |

* 1. 宏观夹杂物

圆钢应进行宏观夹杂物检测。测试体积不小于2.0 dm3，单个夹杂物长度应不大于5 mm，纯净度总指数应不大于5 mm/dm3。套圈用圆钢的心部区域（公称直径的15%范围内）不作要求。

* 1. 非金属夹杂物

生产厂应对每炉钢进行非金属夹杂物检验，其检验结果应符合下列规定：

1. 对于A类、B类、C类、D类的非金属类夹杂物，模铸钢所有试样三分之二和每个钢锭至少有一个试样以及所有试样的平均值应不超过表5的规定；连铸钢所有试样三分之二和所有试样的平均值应不超过表5的规定；

b) 对于DS类的非金属夹杂物，其最大值应不超过表5的规定；

c) 对于氮化钛：由供需双方协商确定。

1. 非金属夹杂物合格级别

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| A类 | | B类 | | C类 | | D类 | | DS类 |
| 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 | 细系 | 粗系 |
| 级，不大于 | | | | | | | | |
| 2.5 | 1.5 | 2.0 | 1.0 | 0 | 0 | 1.0 | 0.5 | 1.5 |

* 1. 脱碳层

圆钢表面每边总脱碳层深度应符合表6的规定。

1. 脱碳层

单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称直径 | 交货状态 | 每边总脱碳层深度，不大于 |
| 16～30 | 热轧 | 公称直径的1.2％ |
| 软化或球化退火 | 公称直径的1.2％加0.15 |
| ＞30～200 | 热轧 | 公称直径的1％ |
| 软化或球化退火 | 公称直径的1％加0.15 |

* 1. 显微组织

球化退火圆钢的显微组织应为细小、均匀、完全球化的珠光体组织，其合格级别应符合表7的规定。

1. 显微组织合格级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 交货状态 | 公称直径/mm | 合格级别/级 | 评级图 |
| 球化退火 | 16～60 | 2～4 | GB/T 18254—2016附录A中第5评级图 |
| ＞60～200 | 协商 |

* 1. 碳化物不均匀性

圆钢的碳化物网状和碳化物带状按SEP 1520:1998进行评级，合格级别应符合表8的规定。

1. 碳化物网状和碳化物带状合格级别

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 用途 | 公称直径/mm | 碳化物网状CN5  级，不大于 | | 碳化物带状CZ6  级，不大于 | 碳化物带状CZ7  级，不大于 | |
| 表面a | 心部 | 表面a和心部 | 表面a | 心部 |
| 滚动体用 | 16～100 | 5.2 | 5.6 | 6.2 | 7.2 | 7.6 |
| ＞100～200 | 5.2 | 5.7 |
| 套圈用 | 16～200 | 5.2 | 5.7 | 6.2 | 7.2 | 7.7 |
| a表面到皮下15 mm处。 | | | | |  | |

* 1. 显微孔隙

圆钢的显微孔隙应符合表9的规定。

1. 显微孔隙合格级别

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称直径/mm | 显微孔隙合格级别 | 评级图 |
| 16～60 | 不允许有 | GB/T 18254—2016附录A中第10级别图 |
| ＞60～200 | 不超过GB/T 18254—2016附录A中第10级别图 |

* 1. 表面质量
     1. 圆钢应加工良好，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。如有上述缺陷，供方应清除，清除深度应符合表10的规定。

1. 表面有害缺陷允许清除深度

|  |  |
| --- | --- |
| 公称直径/mm | 表面有害缺陷允许清除深度 |
| 16～80 | 从实际尺寸算起不超过公称尺寸公差之半 |
| ＞80～200 | 从实际尺寸算起不超过公称尺寸公差 |

* + 1. 经剥皮、磨光或车光的圆钢表面不应有缺陷。
  1. 超声检测

圆钢应按GB/T 4162—2022进行超声检测，公称直径不大于120 mm的圆钢，其合格级别为A级；公称直径大于120 mm的圆钢，其合格级别为B级。

* 1. 尺寸、外形、重量
     1. 尺寸及其允许偏差

6.12.1.1 圆钢的尺寸及其允许偏差应符合GB/T 702—2017表1中第2组的规定。

6.12.1.2 圆钢的通常长度为3 000 mm～8 000 mm；圆钢应在规定长度范围内以齐尺长度交货，每捆中最长与最短圆钢的长度差应不大于1 000 mm。

6.12.1.3 按定尺或倍尺交货的圆钢，其长度允许偏差应不超过+50 0 mm。

* + 1. 不圆度

圆钢的不圆度应符合GB/T 702—2017的规定。

* + 1. 弯曲度

圆钢的每米弯曲度应不大于3.0 mm，总弯曲度应不大于圆钢长度的0.3%。

* + 1. 扭转

圆钢不应有显著扭转。

* + 1. 端头形状

圆钢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。圆钢不允许气割。圆钢如需倒角，应在合同中注明。

* + 1. 重量

圆钢按实际重量交货。

* 1. 特殊要求

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可提出下列特殊要求：

1. 加严表面质量；
2. 其他特殊要求。
3. 试验方法
   1. 化学成分
      1. 钢的化学分析方法按GB/T 223（所有部分）、GB/T 4336、GB/T 20123、GB/T 20125或通用的方法进行，仲裁时由供需双方协商确定。
      2. 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。
      3. 钛含量分析方法由供需双方协商确定。
   2. 硬度

布氏硬度试验方法按GB/T 231.1的规定进行。

* 1. 低倍

低倍酸浸试验方法按GB/T 226的规定进行，评定方法及评级图按GB/T 1979和GB/T 18254—2016附录A中第1评级图～第4评级图。

* 1. 宏观夹杂物

宏观夹杂物检验按GB/T 38683—2020中灵敏度4级的规定进行。

* 1. 非金属夹杂物

非金属夹杂物试样按7.13进行淬火回火后放大100倍观察，评定方法及评级图按GB/T 10561—2023中A法进行。

* 1. 脱碳层

脱碳层按GB/T 224—2019中的金相法进行。

* 1. 显微组织

显微组织检验取横向试样，抛光面用2%硝酸酒精溶液浸蚀后，放大500倍或1 000倍观察(仲裁时以1000倍为准)，按GB/T 18254—2016附录A中第5评级图进行评级。

* 1. 碳化物不均匀性

碳化物网状和碳化物带状按7.13进行淬火回火后分别放大200倍和100倍，按SEP 1520:1998进行评级。

* 1. 显微孔隙

显微孔隙检验取纵向试样按7.13进行淬火回火后放大100倍，按GB/T 18254—2016附录A中第10评级图进行评级。

* 1. 表面质量

表面质量用目视或其他有效方法检查。

* 1. 超声检测

超声检测按GB/T 4162—2022的规定进行。

* 1. 尺寸、外形

尺寸、外形测量，采用能保证必要准确度的卡尺或样板进行。

* 1. 试样热处理制度

检验非金属夹杂物、碳化物网状、碳化物带状、显微孔隙的试样需按下列规定进行处理：

1. 淬火加热温度：840 ℃～880 ℃；
2. 淬火加热时间：按试样直径或厚度每1 mm保温1.5 min；
3. 冷却剂：油；
4. 回火温度：≤300 ℃；
5. 回火时间：≥1 h。
   1. 评级原则

所有检验项目均在试样检验面上以最严重的视场和区域作为评级依据。

1. 检验规则
   1. 检查与验收

圆钢由供方质量技术监督部门进行质量检查与验收。

* 1. 组批规则

圆钢应按批进行检查和验收，每批应由同一炉号、同一牌号、同一尺寸、同一交货状态和同一热处理炉批的圆钢组成。

* 1. 取样数量和取样部位
     1. 圆钢的取样数量和取样部位应符合表11的规定。

1. 圆钢的检验项目表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | 取样数量 | 取样部位 | 要求的章条号 | 试验方法的章条号 |
| 1 | 化学成分 | 1个/炉 | 8.3.2 | 6.1 | 7.1 |
| 2 | 氧含量 | 1个/批 |
| 3 | 硬度 | 公称直径不大于60 mm，取5个/批  公称直径大于60 mm，取3个/批 | 不同支圆钢的端部 | 6.2 | 7.2 |
| 4 | 低倍 | 6个/批 | 8.3.3 | 6.3 | 7.3 |
| 5 | 宏观夹杂物 | 测试体积不小于2 dm3 | 不同支圆钢的端部 | 6.4 | 7.4 |
| 6 | 非金属夹杂物 | 6个/批 | 8.3.4 | 6.5 | 7.5 |
| 7 | 脱碳层 | 公称直径不大于60 mm，取5个/批  公称直径大于60 mm，取3个/批 | 不同支圆钢的端部 | 6.6 | 7.6 |
| 8 | 显微组织 | 6.7 | 7.7 |
| 9 | 碳化物网状 | 6.8 | 7.8 |
| 10 | 碳化物带状 |
| 11 | 显微孔隙 | 6.9 | 7.9 |
| 12 | 表面质量 | 逐支 | 整支圆钢 | 6.10 | 7.10 |
| 13 | 超声检测 | 逐支 | — | 6.11 | 7.11 |
| 14 | 尺寸、外形 | 逐支 | — | 6.12 | 7.12 |

* + 1. 化学分析用试样取样按GB/T 20066的规定进行，氧含量在圆钢上测定，其取样部位：公称直径不小于20 mm，在圆钢半径二分之一处；公称直径小于20 mm，在圆钢中心处。
    2. 低倍的取样部位按如下规定：

1. 模铸钢：生产厂应对每炉钢从浇注开始、中间和最后一个锭盘的任意钢锭的头部和尾部各取1个，共6个试样；若一炉钢只浇二个锭盘时，则从第一个锭盘中任取一支钢锭，从第二个锭盘中任取二支钢锭，共三支钢锭，在其头部和尾部各取一个试样；若一炉钢只浇一个锭盘时，则任取三个钢锭，在其头部和尾部各取一个试样，试样应从成材前的轧坯或材上相应部位切取；
2. 连铸钢：若在圆钢上进行检验，则从任意6支圆钢的任意端各取1个试样。
   * 1. 非金属夹杂物的取样部位按如下规定：
3. 模铸钢：生产厂应对每炉钢从浇注开始、中间和最后一个锭盘的任意钢锭的头部和尾部各取1个，共6个试样；若一炉钢只浇二个锭盘时，则从第一个锭盘中任取一支钢锭，从第二个锭盘中任取二支钢锭，共三支钢锭，在其头部和尾部各取一个试样；若一炉钢只浇一个锭盘时，则任取三个钢锭，在其头部和尾部各取一个试样，试样应从成材前的轧坯或材上相应部位切取；
4. 连铸钢：若在圆钢上进行检验，则从任意6支圆钢的任意端各取1个试样。
5. 试样从直径或边长为100 mm的轧坯或材上于中心到外表面中间部位切取，亦可在直径或边长为80 mm～120 mm坯或材上相应部位切取。经供需双方协议，试样亦可在更大或更小的截面上切取；试样尺寸为10 mm×20 mm，抛光面应与轧制方向平行。
   1. 复验与判定规则
      1. 若检验项目中有任一检验项目不合格时（白点、非金属夹杂物除外），可重新取样对不合格项目进行复验，取样数量与初验相同（氧含量除外）。复验合格则该批圆钢判定合格；复验仍不合格，则该批圆钢应判为不合格。
      2. 氧含量不合格时，可在不同圆钢（坯）上任意取3个试样进行复验，其检验结果的平均值应不大于本文件的规定值，其中允许有1个试样超过本文件规定值，但不应超过本文件规定值加0.000 3%。
      3. 若初验不合格的试样超过检验试样的一半时，说明该批圆钢质量较差，则不允许复验，但供方可以重新处理和组批，作为新的一批检查和验收。
      4. 对同一炉圆钢的低倍和非金属夹杂物，允许以坯代材，以大代小。
   2. 数值修约

圆钢的数值判定采用修约值比较法，数值修约应符合GB/T 8170的规定。

1. 包装、标志及质量证明书
   1. 圆钢的包装、标志及质量证明书应符合GB/T 2101的规定。

9.2 根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可提出色标要求。