**《风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢》**

**团体标准编制说明**

1. **任务来源**

本文件由中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟提出并归口，冶金工业规划研究院作为标准组织协调单位。根据中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟团体标准化工作委员会团体标准制修订计划，由江阴兴澄特种钢铁有限公司、冶金工业规划研究院等单位共同参与起草，并共同参与前期研究、调研和标准的编制、修改、技术数据验证以及标准推广等工作。

1. **制定本标准的目的和意义**

轴承钢有高而均匀的硬度和耐磨性以及高弹性极限，对其化学成分均匀性、非金属夹杂物的含量和分布、碳化物的分布等要求都十分严格，是所有钢铁生产中要求最严格的钢种之一。由于转盘轴承应用广泛，要求生产行业在产品设计上不断创新产品形式、改进产品性能，因而在生产制造中有着多重考量。

随着我国机械制造的告诉发展，转盘轴承的工作条件不断变化，工程机械的工作环境也越来越要求轴承能够在高转速、高负载、高工作温度等复杂环境中稳定运行。由于用途性能不同，造成显微组织、脱碳层、非金属夹杂物、低倍组织、力学性能、表面质量等指标的控制形成差异。现有针对转盘轴承钢的生产主要执行国家标准GB/T 18254-2016《高碳铬轴承钢》，该标准适用于制作轴承套圈和滚动体用高碳铬轴承钢热轧和锻制圆钢、圆盘条、冷拉圆钢（直条或盘状）的通用标准，无法满足工程机械转盘轴承钢的专用要求与实际需要。为了规范工程机械转盘轴承钢的生产与使用，引导提升产品质量水平，填补该产品的标准空白。不仅有利于完善现有的标准体系，使生产企业和下游企业有据可依，同时引导企业的正确生产和使用，有利于下游市场的开拓。

1. **标准编制过程**

2025年1月：团体标准化工作委员会（以下简称团标委）秘书处给各位委员发出团体标准立项函审单。到立项函审截止日期，没有委员提出不同意见；

2025年2月：团标委正式下达《风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢团体标准立项计划（2025年第一批）。团体标准立项后，江阴兴澄特种钢铁有限公司、冶金工业规划研究院相关人员组成了标准起草组，提出了标准编制计划和任务分工，并开始标准编制工作。；

2025年3~8月：进行起草标准的调研、问题分析和相关资料收集等准备工作，完成了标准制定提纲、标准草案；

2025年9月：计划召开标准启动会，围绕标准草案进行讨论，按照与会意见和建议进行修改，形成征求意见稿并发出征求意见；

2025年X月：计划完成征求意见处理、形成标准送审稿；

2205年X月：计划完成该标准审定会和标准报批稿，上报中国特钢企业协会审批；

2025年X月：完成标准报批稿，上报中国特钢企业协会审批；完成标准发布、实施。

1. **标准编制原则**

一是满足用户使用需要的原则。标准牵头单位江阴兴澄特种钢铁有限公司具有较强的轴承钢产品生产经验，保证风电设备主轴的安全，力争达到“科学、合理、先进、实用”。二是实践标准供给侧改革的原则。进一步完善钢材产品标准体系，保证设备安全，争取实现团体标准的“及时性”、“先进性”和“市场性”的要求。三是技术创新的原则。在与国家标准体系协调一致的基础上，结合国内风力发电产品生产现状，着重调研下游行业重点关注的技术指标，在牌号、力学性能指标、表面质量、非金属夹杂物、尺寸外形等方面进行技术创新，在标准中充分体现新产品的技术特点。

1. **主要技术内容**
2. 编制思路

《风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢》标准的设计与编制主要以问题与需求为导向，切实从风力发电设备生产需要出发，本文件在参考采标GB/T 18254-2016《高碳铬轴承钢》的基础上，结合实际生产的特殊需要，限定了产品尺寸的适用范围，明确牌号和分类，部分收严化学成分，并在力学性能、表面质量、非金属夹杂物等技术指标要求上进行了特异化，强化细分领域标准的指导意义。通过制定满足市场创新需要，并具有科学、合理、全面、可操作性的标准，助力风电主轴用轴承钢的高质量供给水平，提升作业安全性、可靠性。增强了原料生产制造商与下游行业的联系，使标准更具有针对性和实用性。

1. 标准技术框架

本文件包含以下部分

前 言

1 范围

2 规范性引用文件

3 术语和定义

4 订货内容

5 制造工艺

6 技术要求

7 试验方法

8 检验规则

9 包装、标志和质量证明书

（三）主要技术内容

**1、标准名称**

依据团体标准制修订计划，本文件的名称为《风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢》。

**2、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。

本文件适用于风电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）。

**3、规范性引用文件**

基于文件内容，对涉及的检测方法标准、包装、标志和质量证明书标准、尺寸、外形、重量及允许偏差标准等进行了引用。根据相关标准最新发布版本，重新梳理了引用标准。

**4、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本文件编号；产品名称；牌号；

规格；重量（或数量）；交货状态；特殊要求。

1. **制造工艺**

6.1冶炼方法

本章节规定钢应采用转炉或电炉冶炼，并经炉外精炼和真空脱气处理。

6.2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**

7.1牌号和化学成分

钢的牌号和化学成分（熔炼分析）应符合表1的规定。

本文件根据GB/T 29718-2013《滚动轴承 风力发电机组主轴轴承》中对材料的要求，以符合GB/T18254-2022中GCr18Mo钢、GCr15SiMo钢制造，本文件结合实际应用情况，提出三个牌号，铜鼓加入Mn、Mo元素，提高Cr元素含量，进一步提高淬透性、强度和耐磨性，与特级优质钢相比Ni、Cu、As+Sn+S含量有加严。

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

1. 牌号和化学成分

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |
| GCr18Mo | 0.95~1.05 | 0.20~0.40 | 0.25~0.40 | 1.65~1.95 | 0.15~0.25 |
| GCr19SiMnMo | 0.93～1.05 | 0.40～0.60 | 0.80～1.10 | 1.80～2.05 | 0.50～0.60 |
| GCr15SiMn | 0.95~1.05 | 0.45~0.75 | 0.95~1.25 | 1.40~1.65 | ≤0.10 |
| GCr15SiMo | 0.95~1.05 | 0.65~0.85 | 0.20~0.40 | 1.40~1.70 | 0.30~0.40 |

钢的成品化学成分允许偏差应符合表2的规定。

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 |
| 本文件 | 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 |
| GB/T18254中特级优质钢 | 0.25 | 0.25 | 0.015 | 0.015 | 0.0010 | 0.0006 | 0.0015 | 0.050 | 0.04 | 0.075 | 0.002 |

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 |

7.2硬度

通过调控化学成分，使主轴用钢硬度进一步提升，较国标有加严，本文件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。

7.3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。本章节参考GB/T18254，与优质钢、高级优质钢连铸级别一致。

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。 | | |

7.4宏观夹杂物

本文件针对宏观夹杂物提出要求，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。

7.5非金属夹杂物

本章节参照GB/T 18254的有关要求，非金属夹杂物合格级别与高级优质钢一致。本文件细化了非金属夹杂物的检验结果规定。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：

a) 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 |

7.6脱碳层

本章节根据产品实际应用和需求，对圆钢表面每边总脱碳层深度提出要求，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 |

7.7显微组织

本章节结合钢材尺寸要求，对公称直径上下限作了明确，范围为16~200，要求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 |

7.8碳化物不均匀性

本章节以钢材实际用途进行区分，明确滚动体、套圈用圆钢的碳化物网状和碳化物带状，并按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。 | | | | |  | |

7.9显微孔隙

本章节参考GB/T18254中的有关规定

7.10表面质量

本章节参考GB/T18254中的有关规定，要求从实际尺寸算起，进行允许清除深度的要求。见表9.，明确剥皮、磨光或车光的圆钢表面不应有缺陷。

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 |

7.11超声检测

本章节明确超声检测要求，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。

7.12尺寸、外形、重量

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。

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。

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。

7.12.1不圆度

圆钢的不圆度应符合GB/T 702—2017的规定。

7.12.2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%。

7.12.3扭转

圆钢不应有显著扭转。

7.12.4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。

7.12.5重量

圆钢按实际重量交货。

7.12.6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：

a)加严表面质量；

b)其他特殊要求。

8 试验方法

8.1化学成分

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。

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。

钛含量分析方法由供需双方协商确定。

8.2硬度

布氏硬度试验方法按GB/T 231.1的规定进行。

8.3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。

8.4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。

8.5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。

8.6脱碳层

脱碳层按GB/T 224—2019中的金相法进行。

8.7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。

8.8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。

8.9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。

8.10表面质量

表面质量用目视或其他有效方法检查。

8.11超声检测

超声检测按GB/T 4162—2022的规定进行。

8.12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。

8.13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：

淬火加热温度：840 ℃～880 ℃；

淬火加热时间：按试样直径或厚度每1 mm保温1.5 min；

冷却剂：油；

回火温度：≤300 ℃；

回火时间：≥1 h。

8.14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。

9 检验规则

9.1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。

9.2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。

9.3取样数量和取样部位

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 |

9.3.1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。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。

9.3.2非金属夹杂物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。
3. 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。

9.4复验与判定规则

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。

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%。

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。

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。

9.5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。

10 包装、标志及质量证明书

圆钢的包装、标志及质量证明书应符合GB/T 2101的规定。

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。。

1. **标准中涉及专利的情况**

本标准不涉及专利问题。

1. **与现行法律、法规的关系**

制定本文件时依据并引用了国内有关现行有效标准，不违背国内其它行业标准、法律、法规及强制性标准的有关规定。

1. **标准属性**

本文件属于中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟团体标准。

1. **贯彻要求及建议**

本标准归口单位为中关村不锈及特种合金新材料产业技术创新联盟，经过审定报批后发布。建议在对产品生产、贸易和使用等相关单位进行宣贯执行。

《风力发电设备主轴用高碳铬轴承钢》标准编制工作组

2025年9月