**《风电偏航、变桨用轴承钢》**

**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**

水平轴风力发电机组具有风能转换效率高的特点，因而成为了世界风电的主流机型。偏航和变桨系统是水平轴风力发电机组必不可少的组成系统。偏航轴承作为偏航系统的主要组成部分，主要起到对风作用，并承受风力发电机重量以及提供必要的锁紧力矩；变桨轴承的作用是旋转安装在轮毂上的叶片，当风速过高或过低时，通过调整桨叶桨距改变气流对叶片攻角，从而改变风力发电机组获得的空气动力转矩，使功率输出保持稳定。因此，偏航和变桨轴承的性能质量对风力发电机的正常运转十分重要。由于风电机组常年在野外作业，工况条件非常恶劣，会遭受风雨、沙尘暴、海水等各种气候的影响；并且偏航和变桨轴承需要及时跟随风向和风速变化，承受风力带来的载荷。因此风电偏航变桨转盘轴承通常采用42CrMo等特殊质量合金结构钢制造，对调质后的硬度、抗冲击能力、淬硬性能、低温冲击试验等提出了特殊要求，同时风电机组对轴承使用寿命20年以上的要求，也对钢的纯净度和质量稳定性提出了更高要求。

随着风电产业的快速发展，对风电偏航变桨转盘轴承钢的质量要求不断提升。我国钢铁企业根据下游用户需求，已经开发生产了多种牌号、规格的风电偏航变桨转盘轴承钢，通过向轴承制造企业、风电部件供货，应用于风电机组建设中。现有风电偏航变桨转盘轴承钢可参考的标准有GB/T 29913.1-2013《风力发电设备用轴承钢 第1部分：偏航、变桨轴承用钢》，该标准使用重新起草法参考ISO 683-17:1999《热处理钢、合金钢和易切削钢 第17部分：滚珠和滚柱轴承钢》编制，对风力发电设备偏航、变桨轴承钢的连铸坯、热轧棒材、锻材进行了规定，但是该国家标准为基础通用标准，适用于多种类型的钢材，对产品的尺寸外形、化学成分等的要求较为宽泛，对风电偏航变桨转盘轴承钢的适用性和便利性不足，钢材生产企业与下游用户更多使用企业标准，或以国家标准为基础补充技术协议。本标准以风电偏航轴承套圈制造对钢铁材料的实际要求为出发点，突出该产品技术指标的专用性和先进性，制定风电偏航变桨转盘轴承钢标准，填补该细分领域专用标准的空白，提升了标准技术指标水平，能够有效规范和提升风电偏航变桨转盘轴承钢产品质量，促进风电偏航轴承套圈和风电行业的高质量发展。

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《风电偏航、变桨用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圆坯、轧材、锻材产品生产经验，保证偏航、变桨设备的安全，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

《风电偏航、变桨用轴承钢》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 29913.1-2013《风力发电设备用轴承钢 第1部分：偏航、变桨轴承用钢》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，助力风电偏航、变桨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《风电偏航、变桨用轴承钢》。

**2、范围**

本文件规定了风电偏航、变桨用轴承钢的订货内容、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，参照国标和产品生产的情况，本文件明确尺寸适用范围，适用于公称直径为250mm～1350mm的连铸圆坯，公称直径不大于500mm的热轧棒材，以及公称直径不大于1200mm的锻制棒材（以下简称钢材）。

**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**

7.1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。

7.2交货状态

本章节规定连铸圆坯以铸态交货，热轧棒材以热轧状态交货，锻制棒材以锻制状态交货，根据供需双方协商，钢材也可以退火状态交货。

1. **技术要求**

8.1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。

本文件对钢中氧、氮、氢、锡、砷、锑、铅、铋元素含量进行了明确，并在国标基础上有部分收严，在国标基础上，考虑到产品实际生产中对于疲劳性能、应用需求，新增三个牌号G42CrMoNi、G50CrMo、G50CrMoNi的牌号不属于国标不锈钢牌号范围，通过补充Ni元素提升低温韧性和强韧性，G50CrMo则有较高含碳量，以满足应用强度和硬度需求。同时明确：

钢中氧元素含量（质量分数）应不大于0.0015%，氮元素含量（质量分数）应不大于0.015%，氢元素含量（质量分数）应不大于0.00020%。

钢中锡、砷、锑、铅、铋元素含量（质量分数）均应不大于0.010%。

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

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 统一数字代号 | 牌号 | 化学成分 (质量分数)/% | | | | | | | | | | | | |
| C | Si | Mn | S | P | Cr | Ni | Mo | V | Cu | Al | Ti | Ca |
| B34420 | G42CrMo | 0.40～0.46 | 0.17～0.37 | 0.60～0.90 | ≤  0.010 | ≤  0.020 | 0.90～  1.20 | ≤  0.10 | 0.15～  0.35 | ≤  0.10 | ≤  0.20 | ≤  0.050 | ≤  0.003 0 | ≤  0.001 0 |
| B35420 | G42CrMoNi | 0.40～0.46 | 0.17～  0.37 | 0.60～0.90 | ≤  0.010 | ≤  0.020 | 0.90～  1.20 | 0.15～  0.65 | 0.15～  0.35 | ≤  0.10 | ≤  0.20 | ≤  0.050 | ≤  0.003 0 | ≤  0.001 0 |
| B34500 | G50CrMo | 0.45～0.55 | 0.17～0.37 | 0.60～0.90 | ≤  0.010 | ≤  0.020 | 0.90～  1.20 | ≤  0.30 | 0.25～  0.40 | ≤  0.10 | ≤  0.20 | ≤  0.050 | ≤  0.003 0 | ≤  0.001 0 |
| B35500 | G50CrMoNi | 0.45～0.55 | 0.17～0.37 | 0.60～0.90 | ≤  0.010 | ≤  0.020 | 0.90～  1.20 | 0.30～  1.00 | 0.25～  0.40 | ≤  0.10 | ≤  0.20 | ≤  0.050 | ≤  0.003 0 | ≤  0.001 0 |
| 注：本文件牌号与国外标准牌号对照表见附录A。 | | | | | | | | | | | | | | |

钢的成品化学成分允许偏差应符合表2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 | S | P | Cr | Ni | Mo | V | Cu | Al | Ti | Ca |
| 允许  偏差 | ±  0.02 | ±  0.02 | ±  0.03 | +0.005  0 | +0.005  0 | ±  0.05 | ±  0.03 | ±  0.03 | ±  0.02 | +0.02  0 | +0.005  0 | +0.001 0  0 | +0.0005  0 |

8.2硬度和淬透性

考虑到偏航变桨用钢对硬度和淬透性的要求，本文件明确钢材以退火状态交货时，其表面硬度应不大于280 HBW。根据需方要求，并在合同中注明，可提供钢材的淬透性，其参考指标见附录B。

8.3低倍组织

针对连铸圆坯，考虑到产品的适用性，在国标基础上缩小了了公称直径范围，并收严了缩孔合格级别。

1. 连铸圆坯低倍组织合格级别

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 公称直径  mm | 中心疏松 | 缩孔 | 中心裂纹 |
| 不大于 | | |
| 250～＜600  ＜600 | 1.5 | 1.0  1.5（国标） | 1.0 |
| 600～1 350  ≥600 | 2.0 | 1.5  2.0（国标） | 1.5 |

针对热轧和锻制棒材的酸浸低倍组织合格级别，本章节参照GB/T 29913.1的有关要求，仅在公称直径或边长放宽到1200mm（国标为1100mm）

8.3非金属夹杂物

本文件细化了非金属夹杂物的检验结果规定并加严了合格级别。

热轧和锻制棒材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DS类的非金属夹杂物，其最大值应不超过表4的规定；

b)

c) 对于氮化钛：钢材应按形貌分别并入B类、D类、DS类评级。

若供方能保证，可不做检验。

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 | | | | | | | | |
| 2.0 | 1.0 | 1.5 | 1.0 | 0.5 | 0.5 | 1.0 | 1.0 | 2.0 |

8.4晶粒度

本章节参照GB/T 29913.1的有关要求。

8.5表面质量

本章节参照GB/T 29913.1的有关要求，补充根据需方要求，并在合同中注明，热轧和锻制棒材可采用无损检测方法检测钢材的表面质量，合格级别由供需双方协商确定。

8.6尺寸、外形、重量

8.6.1直径及允许偏差

8.6.1.1本章节参考GB/T 29913.1的有关要求，针对公称直径大于1150mm的偏差进行了加严，连铸圆坯的直径及允许偏差应符合表5的规定。

1. 连铸圆坯直径及允许偏差

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称直径d | 允许偏差 |
| 250～350 | ±1.3%d |
| ＞350～550 | ±1.2%d |
| ＞550～750 | ±1.1%d |
| ＞750～950 | ±1.0%d |
| ＞950～1 150 | ±0.9%d |
| ＞1 150～1 350 | ±0.8%d |

8.6.1.2本章节参考GB/T 29913.1的有关要求，对热轧棒材的直径及允许偏差应符合表6的规定，根据实际应用尺寸，限制了除“＞200～350”以外的偏差要求。

1. 热轧棒材直径及允许偏差

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称直径d | 允许偏差 |
| ≤50 | ±1.5%d |
| ＞50～100 | ±1.4%d |
| ＞100～200 | ±1.3%d |
| ＞200～350 | ±1.2%d |
| ＞350～500 | ±1.1%d |

8.6.1.3锻制棒材的直径及允许偏差应符合表7的规定，结合实际应用情况，新增“≤100”、“＞100～200”、“＞1 100～1 200”的要求。

1. 锻制棒材直径及允许偏差

单位为毫米

|  |  |
| --- | --- |
| 公称直径 | 允许偏差 |
| ≤100 | +3.0  -2.0 |
| ＞100～200 | +5.0  -2.0 |
| ＞200～300 | +7.0  -3.0 |
| ＞300～400 | +10.0  -3.0 |
| ＞400～500 | +13.0  -3.0 |
| ＞500～600 | +16.0  -3.0 |
| ＞600～700 | +20.0  -3.0 |
| ＞700～800 | +23.0  -3.0 |
| ＞800～900 | +26.0  -3.0 |
| ＞900～1 100 | +30.0  -3.0 |
| ＞1 100～1 200 | +33.0  -5.0 |

8.6.2长度及允许偏差

本章节参考GB/T 29913.1的有关要求，针对锻制棒材通常长度进行限制，要求长度为1000mm~8000mm。

8.6.3不圆度

本章节参考GB/T 29913.1的有关要求的基础上，与前文相同，增加公称直径1150mm及1150mm~1350mm的不圆度要求连铸圆坯的不圆度应符合表8的规定。

1. 连铸圆坯不圆度

单位为毫米

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 公称直径d | 不圆度a，不大于 | |
| 不避开扁平区测量 | 避开扁平区测量 |
| 250～350 | 4.0%d | 2.0%d |
| ＞350～450 | 3.5%d | 2.0%d |
| ＞450～550 | 3.5%d | 1.9%d |
| ＞550～650 | 3.4%d | 1.9%d |
| ＞650～750 | 3.3%d | 1.8%d |
| ＞750～850 | 3.2%d | 1.7%d |
| ＞850～950 | 3.1%d | 1.6%d |
| ＞950～1 150 | 3.0%d | 1.5%d |
| ＞1 150～1 350 | 2.8%d | 1.5%d |
| 注：扁平区指连铸过程中拉矫辊在圆坯表面压成的平面。 | | |
| a不圆度为连铸圆坯同一截面直径的最大值与最小值之差。 | | |

热轧和锻制棒材的不圆度应不大于公称直径的70%。

8.6.4弯曲度

本章节参考GB/T 29913.1的有关要求。

8.6.5扭转

本章节参考GB/T 29913.1的有关要求。

8.6.6端部形状

本章节参考GB/T 29913.1的有关要求。基础之上新增对热轧和锻制棒材的要求。

热轧和锻制棒材的端部应切割整齐，不应有马蹄形、飞边、毛刺及影响使用的切斜和压扁。

热轧和锻制棒材不允许采用气割。取样时允许钢材的一端采用气割，但每批中应不多于6支。

8.6.7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) 内部质量（热轧和锻制棒材）；

b) 其他特殊要求。

9 试验方法

钢的化学成分分析通常按GB/T 223(所有部分)、GB/T 4336、GB/T 11261、GB/T 20123、GB/T 20124或通用的方法进行，仲裁时由供需双方协商确定。

钢材的检验项目及试验方法应符合表10的规定。

表10 检验项目、取样数量、取样部位及试验方法

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 检验项目 | | 取样数量 | 取样部位 | 试验方法 |
| 1 | 化学成分 | | 1个/炉 | GB/T 20066 | 7.1 |
| 2 | 氧含量 | | 1个/批 | 8.3.2 |
| 3 | 硬度 | | 3个/批 | 任意不同支钢材 | GB/T 231.1 |
| 4 | 淬透性 | | 1个/炉 | 任意支钢材 | GB/T 225 |
| 5 | 低倍 | 连铸圆坯 | 1个/炉 | 任意流浇注开始或浇注末尾坯 | YB/T 153—2015 附录C和附录D |
| 热轧和锻制棒材 | 2个/批 | 任意不同支钢材 | GB/T 226、GB/T 1979 |
| 6 | 非金属夹杂物 | 热轧和锻制棒材 | 至少2个/批 | 8.3.4 b） | GB/T 10561—2023中A法 |
| 7 | 晶粒度 | | 1个/批 | 任意支钢材 | GB/T 6394 |
| 8 | 表面质量 | | 逐支 | — | 目视、无损检测方法 |
| 9 | 尺寸、外形 | | 逐支 | — | 必要精确度的卡尺或样板 |
| 10 | 内部质量  （热轧和锻制棒材） | | 逐支 | — | GB/T 4162或GB/T 6402 |

10 检验规则

10.1检查与验收

钢材由供方质量技术监督部门进行质量检查与验收。

10.2组批规则

钢材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钢材组成。

10.3取样数量和取样部位

10.3.1 钢材的取样数量和取样部位应符合表10的规定。

10.3.2 氧含量分析用试样从钢材半径的二分之一处截取一个试样，取样部位如下：

a) 连铸圆坯应从锻造加工成直径为100 mm的钢坯上截取，若供方能保证，可不做检测；

b) 热轧和锻制棒材从任意支钢材的任意端部截取。

10.3.3 氢含量分析在真空结束之后的在线液态检测或按8.3.2取样。

10.3.4 非金属夹杂物检验的试样从钢材半径的二分之一处截取，取样数量和取样部位如下进行：

a) 连铸圆坯每炉任取一个试样，在经锻造（或热轧）加工成直径为100 mm的钢坯上取样；

b) 热轧和锻制棒材（不小于3:1的压缩比）每批任取2个试样，在不同支钢材的端部取样。

10.4复验与判定规则

所有检验项目进行中，任一项检验不合格（白点除外）可重新在其他钢材上取样一次，对该不合格项目进行复验，取样数量与初验相同（氧、氮含量除外）。复验合格则该批钢材判定合格；复验仍不合格，则该批钢材应判为不合格。

氧、氮含量不合格时，可在其他钢材（坯）上任意取3个试样进行复验，其检验结果的平均值应符合本文件6.1.2的规定，其中允许有一个试样较上限高0.000 5%。

10.5数值修约

钢材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。

11 包装、标志及质量证明书

钢材的包装、标志及质量证明书应符合GB/T 2101的规定。

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。

《风电偏航变桨转盘轴承钢》标准编制工作组

2025年9月