



团 体 标 准

T/CEATEC XXX—2026

兆瓦风力发电机组主轴轴承技术规范

Technical specification for main shaft bearings of megawattwind turbine generator systems

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

中国欧洲经济技术合作协会 发 布

目 次

前 言 III

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 技术要求 2

 4.1 一般要求 2

 4.2 材料 2

 4.3 热处理 3

 4.4 尺寸公差和旋转精度 3

 4.5 游隙 3

 4.6 表面粗糙度和表面完整性 3

 4.7 密封和润滑 3

 4.8 残磁 3

 4.9 承载能力和寿命 3

5 检验方法 4

 5.1 总则 4

 5.2 材料检验 4

 5.3 热处理检验 4

 5.4 尺寸公差、旋转精度和游隙检验 4

 5.5 游隙检验 4

 5.6 表面粗糙度和清洁度检验 4

 5.7 润滑脂检验 4

 5.8 残磁检验 4

 5.9 承载能力和寿命验证检验 5

6 标志、包装、运输和贮存 5

 6.1 标志 5

 6.2 包装 5

 6.3 运输 5

 6.4 贮存 5

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。

本文件由提出。

本文件由中国欧洲经济技术合作协会归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

兆瓦级风力发电机组主轴轴承技术规范

1 范围

本文件规定了兆瓦级风力发电机组主轴轴承的术语和定义、技术要求、试验方法、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于兆瓦级风力发电机组主轴轴承。

2 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构成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 269—2023 润滑脂和石油脂锥入度测定法
GB/T 272—2017 滚动轴承 代号方法
GB/T 273.3—2020 滚动轴承 外形尺寸总方案 第3部分：向心轴承
GB/T 307.1—2017 滚动轴承 向心轴承 产品几何技术规范（GPS）和公差值
GB/T 307.2—2005 滚动轴承 测量和检验的原则及方法
GB/T 1176—2013 铸造铜及铜合金
GB/T 1408.1—2016 绝缘材料 电气强度试验方法 第1部分：工频下试验
GB/T 3077—2015 合金结构钢
GB/T 3142—2019 润滑剂承载能力的测定 四球法
GB/T 3203—2016 渗碳轴承钢
GB/T 4199—2003 滚动轴承 公差 定义
GB/T 4662—2025 滚动轴承 额定静载荷
GB/T 4956—2025 磁性基体上非磁性覆盖层 覆盖层厚度测量 磁性法
GB/T 5617—2025 钢的感应淬火或火焰淬火后有效硬化层深度的测定
GB/T 6391—2010 滚动轴承 额定动载荷和额定寿命
GB/T 6930—2024 滚动轴承 词汇
GB/T 8597—2013 滚动轴承 防锈包装
GB/T 8642—2025 热喷涂 抗拉结合强度的测定
GB/T 9450—2025 钢件渗碳淬火硬化层深度的测定
GB/T 10125—2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
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 15519—2002 化学转化膜 钢铁黑色氧化膜 规范和试验方法
GB/T 18254—2016 高碳铬轴承钢
GB/T 18451.1—2022 风力发电机组 设计要求
GB/T 24605—2009 滚动轴承 产品标志
GB/T 24606—2021 滚动轴承 无损检测 磁粉检测
GB/T 24608—2023 滚动轴承及其商品零件检验规则
GB/T 24611—2020 滚动轴承 损伤和失效 术语、特征及原因
GB/T 25769—2010 滚动轴承 径向游隙的测量方法
GB/T 29718 滚动轴承 风力发电机组主轴轴承
GB/T 31517.1—2022 固定式海上风力发电机组 设计要求

GB/T 34891—2017 滚动轴承 高碳铬轴承钢零件 热处理技术条件

GB/Z 32332.2—2015 滚动轴承 对 ISO 281 的注释 第2部分：基于疲劳应力系统方法的修正
额定寿命计算

HG/T 2811—1996 旋转轴唇形密封圈橡胶材料

JB/T 6641—2017 滚动轴承 残磁及其评定方法

GB/T 33624—2017 滚动轴承 清洁度测量及评定方法

JB/T 7051—2006 滚动轴承零件 表面粗糙度测量和评定方法

JB/T 8881—2020 滚动轴承 渗碳轴承钢零件 热处理技术条件

JB/T 10471—2017 滚动轴承 转盘轴承

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

主轴轴承 main bearing

支承风轮及主轴，并将风轮产生的径向力、轴向力和倾覆力矩传递至机舱主机架（齿轮箱）的滚动轴承。

3.2

定位端轴承 locating bearing

在传动链中同时承受径向载荷和双向轴向载荷，限定轴系轴向位置的主轴轴承。

3.3

浮动端轴承 non-locating bearing

仅承受径向载荷，并允许轴系相对轴承座产生轴向位移以补偿热膨胀和制造偏差的主轴轴承。

3.4

三排圆柱滚子组合轴承 three-row cylindrical roller bearing

滚动体由两排承受轴向载荷的圆柱滚子和一排承受径向载荷的圆柱滚子组成。

3.5

电蚀 electrical erosion

电流通过轴承接触区，使滚道或滚动体表面产生局部熔融、凹坑或搓板纹的损伤。

4 技术要求

4.1 一般要求

4.1.1 轴承的结构型式应根据传动链布置型式（三点支承、两点支承或单主轴承支承）确定。调心滚子轴承和圆柱滚子轴承的外形尺寸应符合 GB/T 273.3—2020 的规定；其余结构型式的外形尺寸由供需双方商定。

4.1.2 轴承代号应符合 GB/T 272—2017 和 GB/T 29718 的规定，三排圆柱滚子组合轴承应符合 JB/T 10471—2017 的规定。

4.2 材料

4.2.1 采用整体淬火工艺的套圈和滚动体应采用高碳铬轴承钢制造，其质量等级不低于 GB/T 18254—2016 规定的特级优质钢；采用渗碳工艺的套圈和滚动体应采用渗碳轴承钢制造，其质量等级不低于 GB/T 3203—2016 规定的特级优质钢；采用感应淬火工艺的套圈可采用符合 GB/T 3077—2015 规定的 42CrMo 系列合金结构钢制造。

4.2.2 钢材应采用真空脱气或电渣重熔方式冶炼，不应采用钙硅（Ca-Si）脱氧。

4.2.3 钢材的非金属夹杂物按 GB/T 10561—2023 进行评价，A 类细系不大于 1.5 级、粗系不大于 1.0 级，B 类细系不大于 1.0 级、粗系不大于 0.5 级，C 类细系和粗系均为 0 级，D 类细系不大于 1.0 级、粗系不大于 0.5 级，DS 类不大于 1.5 级。

- 4.2.4 钢材低倍组织中的中心疏松、一般疏松和偏析均不大于 1.5 级。
- 4.2.5 套圈毛坯应采用整体辗扩成形，锻造比不小于 3，金属流线应沿滚道轮廓连续分布，不应有折叠、白点和穿流。
- 4.2.6 保持架应符合 GB/T 307.3—2017 的规定。铜合金实体保持架的材料牌号和力学性能应符合 GB/T 1176—2013 的规定。

4.3 热处理

- 4.3.1 高碳铬轴承钢零件的硬度、硬度均匀性、显微组织和裂纹应符合 GB/T 34891—2017 的规定，套圈滚道表面硬度不低于 58HRC。零件应进行不低于 S1 级（适用温度不高于 200℃）的尺寸稳定化处理。
- 4.3.2 渗碳轴承钢零件的热处理质量应符合 JB/T 8881—2020 的规定，滚道表面硬度不低于 58HRC，心部硬度为 32 HRC~48 HRC。
- 4.3.3 感应淬火套圈滚道表面硬度为 58 HRC~64 HRC，同一套圈滚道硬度差不大于 4 HRC；套圈心部调质硬度应符合 JB/T 10471—2017 的规定。宜采用无软带感应淬火工艺；确有软带时，软带应位于非承载区并作永久标识。
- 4.3.4 渗碳淬火和感应淬火套圈的有效硬化层深度不小于滚动体直径的 5%，且不小于 4mm。

4.4 尺寸公差和旋转精度

- 4.4.1 调心滚子轴承、圆柱滚子轴承和圆锥滚子轴承的尺寸公差和旋转精度不低于 GB/T 307.1—2017 规定的普通级（0 级）；公称内径大于 400mm 时，套圈的公差应符合 GB/T 29718 的规定。
- 4.4.2 三排圆柱滚子组合轴承的公差应符合 JB/T 10471—2017 的规定。

4.5 游隙

- 4.5.1 调心滚子轴承、圆柱滚子轴承和双列圆锥滚子轴承的径向游隙应符合 GB/T 29718 的规定，并区分定位端和浮动端选取；45°接触角双列圆锥滚子轴承的径向游隙应保证安装后不大于零。
- 4.5.2 三排圆柱滚子组合轴承的游隙应符合 JB/T 10471—2017 的规定。
- 4.5.3 成对配置的单列圆锥滚子轴承应成对供货，其轴向游隙或预紧量由供需双方在供货技术协议中商定，同一组内不应互换。

4.6 表面粗糙度和表面完整性

- 4.6.1 滚道表面粗糙度 Ra 不大于 0.4 μm ，滚动体表面粗糙度 Ra 不大于 0.2 μm 。
- 4.6.2 配合表面和端面的表面粗糙度应符合 GB/T 307.3 中的规定；三排圆柱滚子组合轴承应符合 JB/T 10471 中的规定。
- 4.6.3 成品零件的工作表面不应有裂纹、磨削烧伤、锈蚀和碰伤。
- 4.6.4 轴承的清洁度应按 GB/T 33624—2017 的规定评定，其限值由供需双方商定。

4.7 密封和润滑

- 4.7.1 密封圈材料一般采用符合 HG/T 2811—1996 规定的丁腈橡胶；用于海上机组或存在强紫外线、臭氧环境时，应采用氢化丁腈橡胶或性能更优的材料，其工作温度范围不窄于 -40℃~+120℃。
- 4.7.2 初装润滑脂应由整机制造方指定。连续旋转的调心滚子轴承、圆柱滚子轴承和圆锥滚子轴承的初装脂量为内部有效空间容积的 30%~50%；三排圆柱滚子组合轴承为 60%~80%。
- 4.7.3 润滑脂的稠度等级为 NLGI1 级或 2 级，工作温度范围不窄于 -40℃~+150℃，四球法最大无卡咬负荷 PB 不小于 800 N，并应具有抗微动磨损、抗水淋和防腐蚀性能。

4.8 残磁

轴承的残磁限值应符合 JB/T 6641—2017 的规定。

4.9 承载能力和寿命

- 4.9.1 轴承的基本额定动载荷和基本额定寿命应按 GB/T 6391—2010 计算；修正参考额定寿命应按 GB/Z 32332.2—2015 计算，并计入润滑状态和污染程度的影响。
- 4.9.2 轴承的基本额定静载荷应按 GB/T 4662—2025 计算，在极限载荷工况下的静态安全系数不小于

2.0。

4.9.3 在按 GB/T 18451.1—2022 或 GB/T 31517.1—2022 确定的设计载荷谱下，陆上机组用轴承的修正参考额定寿命不低于 20 年，海上机组用轴承不低于 25 年。

4.9.4 轴承在正确安装、润滑和密封条件下的使用寿命不应低于 20 年。

4.9.5 轴承宜预留温度和振动传感器的安装接口，测点数量、位置及信号接口型式由供需双方商定。

5 检验方法

5.1 总则

轴承及其零件的检验规则按 GB/T 24608—2023 的规定。逐项检验项目、抽样方案和判定规则在供货技术协议中规定。

5.2 材料检验

5.2.1 高碳铬轴承钢的化学成分、低倍组织和显微组织按 GB/T 18254—2016 的规定检验；渗碳轴承钢按 GB/T 3203—2016 的规定检验；合金结构钢按 GB/T 3077—2015 的规定检验。

5.2.2 非金属夹杂物按 GB/T 10561—2023 中的 A 法检验。

5.2.3 套圈毛坯的锻造流线按低倍酸浸方法检验，检验结果的评定按 GB/T 18254—2016 或 GB/T 3203—2016 的规定。

5.3 热处理检验

5.3.1 高碳铬轴承钢零件的热处理质量按 GB/T 34891—2017 的规定检验；渗碳轴承钢零件按 JB/T 8881—2020 的规定检验。

5.3.2 感应淬火套圈滚道表面硬度采用里氏硬度计或超声硬度计测量，仲裁时按 GB/T 34891—2017 的规定执行。

5.3.3 感应淬火套圈的有效硬化层深度按 GB/T 5617—2025 的规定测定；渗碳淬火零件的硬化层深度按 GB/T 9450—2025 的规定测定。

5.4 尺寸公差、旋转精度和游隙检验

5.4.1 尺寸公差和旋转精度的检测方法按 GB/T 307.2—2005 的规定；三排圆柱滚子组合轴承按 JB/T 10471—2017 的规定。

5.4.2 径向游隙的测量方法按 GB/T 25769—2010 的规定；三排圆柱滚子组合轴承的游隙按 JB/T 10471—2017 的规定测量。

5.5 游隙检验

5.5.1 测量区分定位端、浮动端轴承，径向游隙按 GB/T 29718 的规定；45° 接触角双列圆锥滚子轴承应做模拟装配核验，确认安装后径向游隙不大于零。

5.5.2 三排圆柱滚子轴承的径向游隙和轴向游隙按 JB/T 10471—2017 的规定。

5.5.3 成对配置的单列圆锥滚子轴承按成套单元检测轴向游隙或预紧量，结果满足供货技术协议约定；检查成套标识，同组零件不应互换。

5.6 表面粗糙度和清洁度检验

表面粗糙度的测量和评定按 JB/T 7051—2006 的规定；清洁度按 GB/T 33624—2017 的规定评定。

5.7 润滑脂检验

润滑脂的锥入度按 GB/T 269—2023 的规定测定；四球法最大无卡咬负荷按 GB/T 3142—2019 的规定测定。其余性能由润滑脂供方提供符合其产品标准的检验报告。

5.8 残磁检验

残磁的测量和评定按 JB/T 6641—2017 的规定。

5.9 承载能力和寿命验证检验

5.9.1 基本额定动载荷、基本额定静载荷和修正参考额定寿命采用计算方法验证，计算所用载荷谱、润滑参数和污染等级应在计算书中载明。

5.9.2 新研制的轴承应进行不少于 1 套的复合载荷台架试验，试验时对轴承同时施加径向力、轴向力和倾覆力矩，试验原理按 GB/T 29718 的规定，载荷谱由供需双方依据机组设计载荷确定。

5.9.3 台架试验后的合格判据为：滚道和滚动体按 GB/T 24606—2021 检测无裂纹、无剥落；径向游隙的变化量不超过试验前实测值的 10%；试验过程中摩擦力矩和温升无异常增大；密封件无破损、无渗漏。

6 标志、包装、运输和贮存

6.1 标志

6.1.1 轴承的产品标志应符合 GB/T 24605—2009 的规定。

6.1.2 标志内容应包括产品代号、产品编号、制造方名称或代号、制造日期。三排圆柱滚子组合轴承应采用铭牌标志，铭牌固定在软带附近的非安装表面上。

6.1.3 轴承宜在非工作表面设置二维码或其他唯一性标识，实现材料炉批号、热处理批次和检验记录的全生命周期可追溯。

6.1.4 标志应在轴承的整个贮存和使用期内保持清晰、牢固，且不应损伤轴承的工作表面。

6.2 包装

6.2.1 轴承的防锈包装应符合 GB/T 8597—2013 的规定，防锈有效期不少于 12 个月；用于海上机组或海运出口的轴承不少于 18 个月。

6.2.2 包装箱应具有足够的强度和刚度，能承受吊装、堆码和长途运输的载荷，并在外表面标明起吊位置、重心位置等标识。

6.2.3 随箱文件应包括产品合格证、检验报告、装配和使用说明书，以及游隙、硬度、寿命计算等关键质量记录。

6.3 运输

运输过程中应采取防雨措施。轴承应水平放置并可靠固定，必要时增设辅助支承，不应承受冲击和局部集中载荷。

6.4 贮存

6.4.1 轴承应贮存在干燥、平整的室内，环境温度为 5℃～35℃、相对湿度不大于 65%，并与化学药品及其他腐蚀性物品隔离存放。

6.4.2 多套轴承重叠堆放时，每套轴承之间应沿圆周方向均匀放置不少于 3 个等高垫块，且上、下层垫块位置应一致，堆放层数由供需双方商定。

6.4.3 贮存期超过防锈有效期时，应重新进行防锈处理并重新包装。