

团 体 标 准

永磁同轴减速齿轮 通用技术规范

Coaxial permanent magnetic gear-General technical specifications

(征求意见稿)

20XX—XX—XX 发布

20XX—XX—XX 实施

中国电力技术市场协会 发 布

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 型式、标识及型号表示方法.....	3
5 技术要求.....	5
6 试验方法.....	10
7 检验规则.....	10
8 标志、包装和贮存.....	11
9 磁齿轮替换机械齿轮的工作建议.....	12
附 录 A（资料性附录） 点检明细参考表.....	13
附 录 B（资料性附录） 出厂检验项目表.....	14

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2020 给出的规则起草。

本标准由中国电力技术市场协会提出并归口。

本标准起草单位：国家电投集团科学技术研究院有限公司、生一伦电投科技有限公司、燕山大学、国家电投朝阳燕山湖发电有限公司、安泰科技股份有限公司、东南大学、华中科技大学、上海大学、中国科学院赣江创新研究院、苏州英磁新能源科技有限公司。

本标准主要起草人：王晋中、罗帅、于成伟、魏立军、吴先峰、鲁仰辉、范霁红、李高盛、曹菡、刘伟、高凌宇、刘瑞霞、杜文静、孙喜斌、徐建、郝秀红、周钰峰、潘登、邢继春、侯书博、吴锋、邓海涛、高阳、孙飞、高鹏、程星华、朱敬国、韩卫平、刘晓旭、刘文昌、程明、李大伟、曹海东、王海峰、裴瑞琳。

永磁同轴减速齿轮 通用技术规范

1 范围

本标准规定了永磁同轴式减速齿轮（以下简称磁齿轮）的术语和定义、型式型号和标识、技术要求、试验方法与检验规则等。

本标准适用于环境温度在 $-45^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ ，功率在 $20\text{kW}\sim 150\text{kW}$ ，输出转矩在 $3000\text{N}\cdot\text{m}\sim 20000\text{N}\cdot\text{m}$ ，可进行非接触式传动，并具有降低传动系统振动、缓冲启动、过载保护等功能的磁齿轮。

本标准规定的磁齿轮主要适用于电力、航空航天、冶金、矿山、海洋船舶、仓储物流、石油化工、军事、车辆等行业各类机械设备的传动。

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 275	滚动轴承 配合
GB 1184	形状和位置公差 未注公差值
GB/T 2900.26	电工术语 控制电机
GB/T 3836.1-2021	爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
GB/T 4208-2017	外壳防护等级（IP 代码）
GB/T 4942	旋转电机整体结构的防护等级（IP 代码） 分级
GB/T 6404.1	齿轮装置的验收规范 第1部分：空气传播噪声的试验规范
GB/T 6404.2	齿轮装置的验收规范 第2部分：验收试验中齿轮装置机械振动的测定
GB/T 9239.1	机械振动 恒态(刚性)转子平衡品质要求 第1部分：规范与平衡允差的检验
GB 9439	灰铸铁件
GB/T 11021-2007	电气绝缘 耐热性分级
GB 12217	机器 轴高
GB/T 13384	机电产品包装通用技术条件
GB/T 13560-2017	烧结钕铁硼永磁材料
GB/T 20160	旋转电机绝缘电阻测试
JB/T 5558-2015	减（增）速器试验方法

3 术语和定义

GB/T 2900.26 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

永磁同轴减速齿轮 coaxial permanent magnetic gear

基于磁场调制原理进行工作,通过利用调磁环因材料磁导显著差异而在空间产生周期性分布的磁导波对内外永磁体形成的磁场进行调制,使内(外)永磁体经由调制后的磁动势谐波与外(内)永磁体磁动势谐波相耦合从而实现力矩的稳定传递,以实现变速传动的机械装置。该装置输入端及输出端的旋转轴中心线为同一直线。

3.2

调磁环 modulator

由导磁材料和非导磁材料沿圆周方向周期性排列而成,起到调制内、外永磁体磁场作用的组件,在磁齿轮中可作为实现输出转速和力矩作用的转子组件。

3.3

外磁环 outer magnetic component

距调磁环外侧一定气隙处,由外铁芯和极对数较多的径向交替充磁的永磁体构成的组件,在不同结构型式磁齿轮中亦可作为实现输出转速和力矩作用的转子组件。

3.4

内磁环 inner magnetic component

距调磁环内侧一定气隙处,由内铁芯和极对数较少的径向交替充磁的永磁体构成的组件,在磁齿轮中可与主动端连接实现转速输入。

3.5

气隙 air gap

磁齿轮可进行非接触式传动,调磁环、内磁环、外磁环三者之间主体部分径向间相互无机械接触,存在一定间隙,保证内外磁场形成空间谐波分布。

3.6

铁芯 iron core

一种具有低矫顽力和高磁导率的软磁材料,使永磁体磁场在其中形成闭合的磁路,实现磁场屏蔽和磁力线聚集。

3.7

峰值转矩 peak torque

在规定条件下,磁齿轮具有确定的最大转矩。当磁齿轮超出峰值转矩时,会自行失步发生过载保护。

3.8

失步 out of step

磁齿轮运行过程中输入转速与输出转速之比不符合实际传动比的现象。

3.9

额定功率 rated power

在连续工作区内,磁齿轮所输出的最大功率。

3.10

额定转速 rated speed

在连续工作区内,磁齿轮额定功率点的转速。

3.11

2

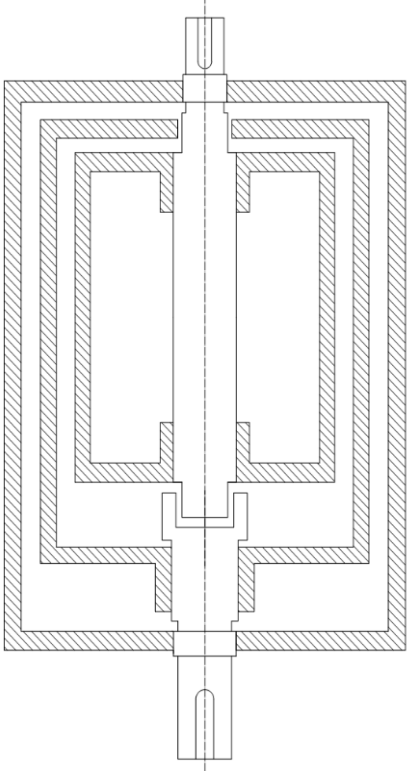
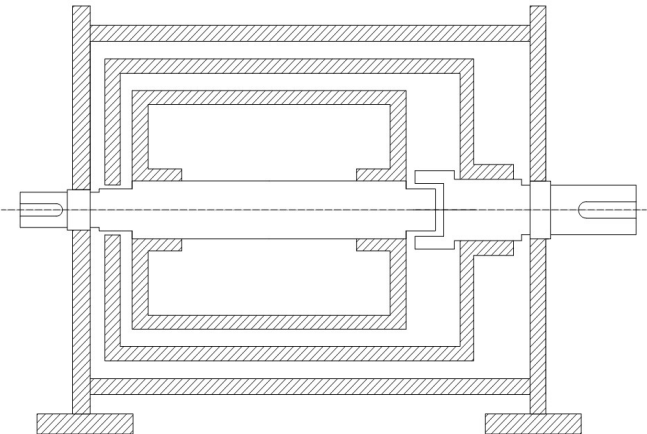
额定转矩 rated torque

磁齿轮在额定功率和额定转速下的输出转矩。

4 型式、标识及型号表示方法

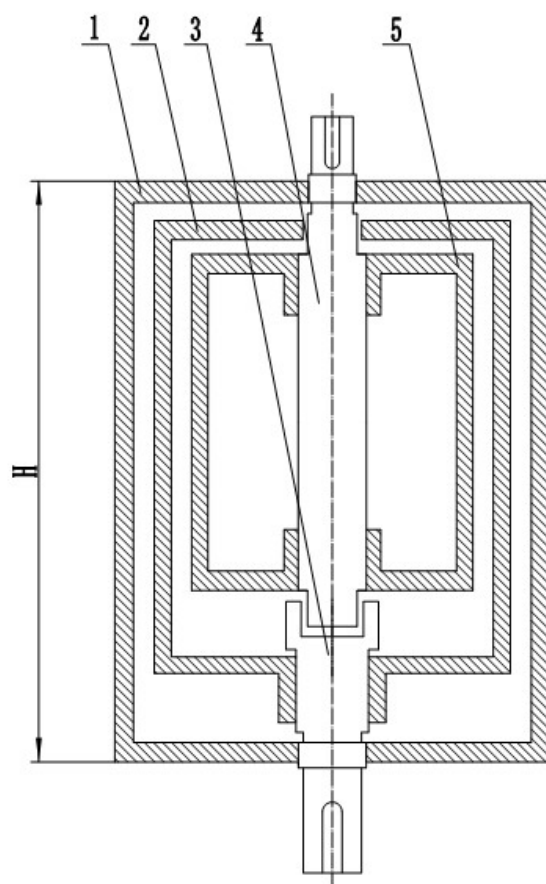
4.1 型式

表 1 永磁同轴减速齿轮型式示例

名称	型号	图示
立式永磁同轴 减速齿轮	YCCL—XXX—1	
卧式永磁同轴 减速齿轮	YCCL—XXX—2	
注：此处磁齿轮内部结构型式仅供参考，磁齿轮拓扑结构型式不限		

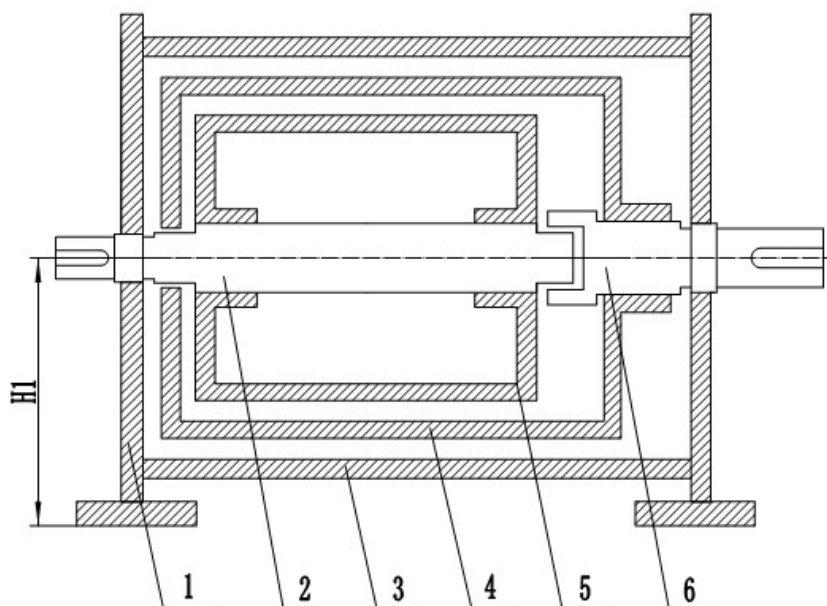
4.2 型式示例

永磁同轴减速齿轮的结构型式示例如图 1、图 2 所示。



说明：1—外磁环、2—调磁环、3—输出端轴、4—输入端轴、5—内磁环

图 1 立式永磁同轴减速齿轮



说明：1—支座、2—输入端轴、3—外磁环、4—调磁环、5—内磁环、6—输出端轴

图 2 卧式永磁同轴减速齿轮

4.3 标识

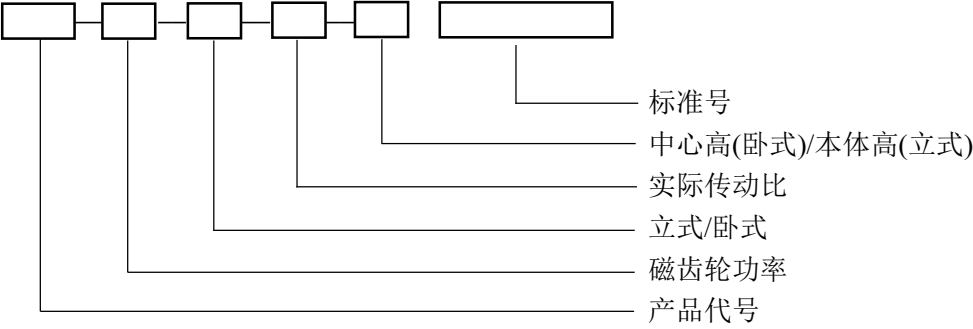
永磁同轴减速齿轮的标识如下：



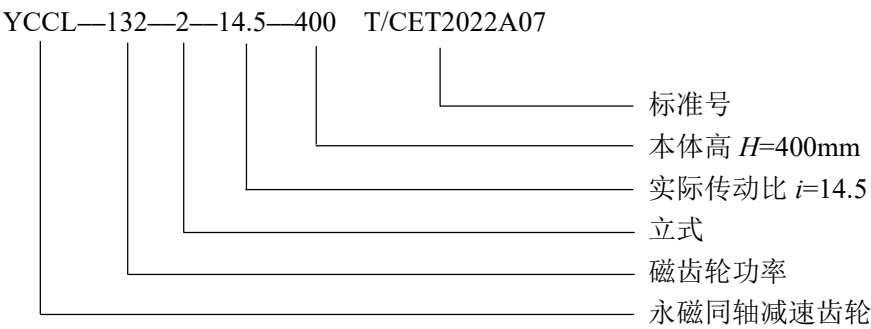
4.4 型号表示方法

在减速器的代号中，包括减速器的型号、型式和实际传动比。

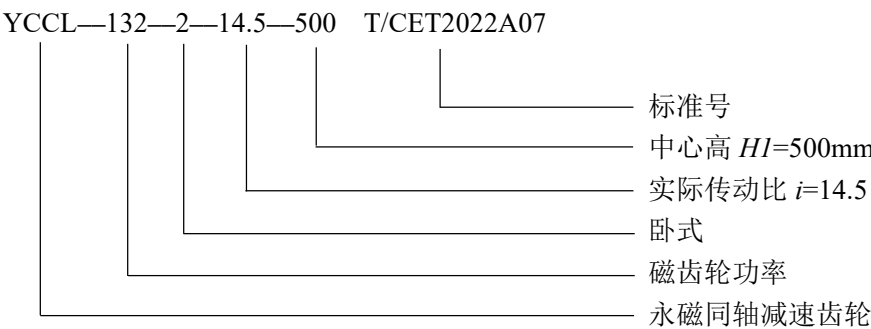
标记方法：



立式磁齿轮标记示例：



卧式磁齿轮标记示例：



5 技术要求

5.1 总技术要求

- 5.1.1 磁齿轮高速输入侧转速不大于 5000r/min，允许正、反转。
- 5.1.2 立式磁齿轮竖直安装时，允许输出轴小角度倾斜安装，输出轴与竖直面夹角宜不大于 10°。

- 5.1.3 卧式磁齿轮水平安装时，允许输出轴小角度倾斜安装，输出轴与水平面夹角宜不大于 10° 。
- 5.1.4 在额定转速和额定负载的正常工作条件，并按其使用说明书规定进行操作、管理、使用的情况下，磁齿轮的使用寿命应不低于 40000 小时，轴承寿命应不低于 10000 小时。

5.2 设计规范

- 5.2.1 轴承孔尺寸公差带为 H7，表面粗糙度 R_a 、圆柱度公差及孔肩端面圆跳动公差应符合 GB 275 中安装 G 级轴承的规定。
- 5.2.2 轴与轴承配合的轴颈的尺寸公差带为 m6，轴颈和轴肩的形状位置公差及表面粗糙度 R_a 应符合 GB 275 中安装 G 级轴承的规定。
- 5.2.3 磁齿轮调磁环和内磁环与输入、输出轴轴承孔轴线的同心度公差应不大于 GB 1184 中的 7 级。
- 5.2.4 卧式磁齿轮输入、输出轴轴承轴线与底平面平行度公差应不大于 GB 1184 中的 8 级。
- 5.2.5 磁齿轮调磁环与内磁环组件的圆柱度公差应不大于 GB 1184 中的 7 级。
- 5.2.6 磁齿轮轴与轴承配合的基准轴颈、轴肩的加工尺寸公差带、形状位置公差及表面粗糙度应符合表 2 的规定。

表 2 轴与轴承配合形位公差

名称	尺寸公差带	圆柱度	端面跳动	表面粗糙度 R_a 单位: μm
基准轴颈	m6	GB 1184 6 级	—	≤ 1.6
轴 肩	—	—	GB 1184 6 级	≤ 3.2

- 5.2.7 磁齿轮轴的轴伸直径、轴肩加工尺寸公差带、形状位置公差及表面粗糙度应符合表 3 的规定。

表 3 轴伸及轴肩形位公差

名称	尺寸公差带	圆柱度	端面跳动	表面粗糙度 R_a 单位: μm
轴伸直径	m6	GB 1184 6 级	—	≤ 1.6
轴伸轴肩	—	—	GB 1184 6 级	≤ 3.2

- 5.2.8 键槽的尺寸公差、位置公差及表面粗糙度应符合表 4 的规定。

表 4 键槽形位公差

零件类别	宽度尺寸公差带		槽宽相对轴心线的对称度公差（不大于）	表面粗糙度 R_a 单位: μm	
	轴	毂		侧面	底面
连接法兰	P9	P9	GB 1184 的 8 级	≤ 3.2	≤ 6.3
联轴器	P9	P9			

- 5.2.9 卧式磁齿轮底座采用铸铁件，其机械性能宜不低于 GB 9439 中的 HT200 的规定，用钢件时允许

采用焊接结构。

- 5.2.10 铸造或焊接后，宜进行时效或退火处理。
- 5.2.11 磁齿轮所有螺栓宜采用防松动措施。
- 5.2.12 磁齿轮的中心高及其极限偏差应符合 GB 12217 的规定。
- 5.2.13 重量超过 20kg 的零部件宜有起吊钩（环）。

5.3 绝缘电阻

- 5.3.1 调磁环组装完成后应保证电工钢本体及电工钢同其余各金属零部件之间的绝缘特性，绝缘电阻宜不小于 $1\text{M}\Omega$ 。
- 5.3.2 应保证内外磁环永磁体与其铁芯之间绝缘电阻宜不小于 $4\text{M}\Omega$ 。
- 5.3.3 内外磁环永磁体分块之间应做绝缘处理，保证永磁体层间绝缘特性，绝缘电阻宜不小于 $4\text{M}\Omega$ 。

5.4 防护及耐热等级

- 5.4.1 磁齿轮的外壳防护等级宜达到 GB/T 4208-2017 规定的 IP55。
- 5.4.2 磁齿轮绝缘系统及各部分组件宜采用 GB/T 11021-2007 中 155（F）级及以上耐热等级。

5.5 冷却方式

- 5.5.1 磁齿轮的冷却方式可选择自然冷却、强制风冷和封闭液冷。
- 5.5.2 磁齿轮在常温常压环境且自然对流条件好的工况下运行时，宜选用自然冷却。
- 5.5.3 磁齿轮在封闭或高温环境的工况下运行时，宜选用强制风冷。
- 5.5.4 磁齿轮在高温环境并具备水冷或油冷条件的工况下运行时，宜选用封闭液冷。
- 5.5.5 因使用环境条件不同，上述冷却方式仅供参考，实际可根据磁齿轮拓扑结构型式、效率及使用工况条件灵活选择冷却方式。

5.6 永磁体

- 5.6.1 永磁体的耐温性应与对应的热分级相适应，永磁体应有可靠的防腐措施。
- 5.6.2 磁齿轮所选用的永磁体的最大磁能积 $(BH)_{\max}$ 宜不低于 263kJ/m^3 。
- 5.6.3 永磁体绝缘特性应满足设计规范中 5.4.3 的规定。
- 5.6.4 永磁体充磁方向形式多样，可根据实际需要采用径向、halbach 充磁等多种方式。

5.7 效率

磁齿轮传递效率应不低于 92%。

5.8 运行条件

- 5.8.1 磁齿轮可使用在 $-45^{\circ}\text{C}\sim+65^{\circ}\text{C}$ 温度环境，当工作环境高于 65°C 时，宜采取隔热和冷却措施。
- 5.8.2 磁齿轮可在易燃易爆的环境中使用，使用时应满足 GB/T 3836.1-2021 中爆炸性环境对设备的通用要求。
- 5.8.3 磁齿轮具有确定的峰值转矩，在磁齿轮运行过程出现失步现象，即发生过载保护时，控制系统应提供停机信号，以实现电动机的保护。
- 5.8.4 磁齿轮为非接触式传动，若在粉尘污染严重的环境中运行，可提高外壳防护等级要求，并根据环境粉尘量大小制定合理的清扫周期。

5.9 运行监测

- 5.9.1 调磁环温度应不高于 80°C ，如达到 80°C 时，触发报警信号提示，当高于 90°C 时，主动端停机。

- 5.9.2 所有轴承温度应不高于 90℃，如达到 90℃时，触发报警信号提示，当高于 100℃时，主动端停机。
- 5.9.3 外磁环永磁体温度应不高于 130℃，如达到 130℃时，触发报警信号提示，当高于 150℃时，主动端停机。
- 5.9.4 磁齿轮在额定转速与负载下正常运行时，分别对轴和箱体进行测量，振速标准值应不大于 3mm/s，振幅标准值应不大于 25μm。
- 5.9.5 额定转速与负载条件下，磁齿轮的运行噪声应不大于 65dB(A)声功率级。
- 5.10 润滑
 - 5.10.1 磁齿轮属非接触式传动，设备传动组件之间无需润滑油，传动系统具有清洁、环保的优势。
 - 5.10.2 磁齿轮中轴承润滑方式宜选用润滑脂润滑。
- 5.11 装配要求
 - 5.11.1 磁齿轮拆装过程应采用专用工装设备并严格按照操作规程拆装，非专业技术人员严禁进行拆装作业。
 - 5.11.2 磁齿轮拆装工作环境应安全、干净，注意防止铁、钴、镍及其合金和铁氧体等金属设备吸附在永磁体表面，对人员或设备造成伤害，应在工作区两米处设置安全警戒标识。
 - 5.11.3 磁齿轮装配过程中应保证调磁环内外侧相对位置存在气隙，且气隙均匀，满足设计要求。
 - 5.11.4 磁齿轮的内磁环于整机装配前应在动平衡机上进行动平衡试验，其平衡精度应符合 GB/T 9239.1 中 G 2.5 的要求。
 - 5.11.5 磁齿轮装配过程中应保证轴承内圈紧贴轴肩或定距环。
 - 5.11.6 应按规定或图样要求调整轴承间隙。
 - 5.11.7 宜选用柔性联轴器连接减速机和驱动装置。
 - 5.11.8 磁齿轮输出轴联轴器宜采用热装装配工艺。
 - 5.11.9 完成组装的磁齿轮不得在设备本体上进行焊接作业，焊接会对轴承造成不可修复的损坏。
 - 5.11.10 根据场合需要，磁齿轮可安装逆止器，保证磁齿轮工作时只能向某一个方向旋转。
 - 5.11.11 磁齿轮装配过程中应采用扭矩扳手检查所有螺栓的紧固程度。
- 5.12 设备点检及维护
 - 5.13.1 磁齿轮凭借无接触式传动特性，可解决旋转负载系统的软起动、减振、过载保护等问题，延长维护周期，降低设备维护成本。
 - 5.13.2 应定期为磁齿轮轴承加注润滑脂，加注周期为每 6 个月加注一次。
 - 5.13.3 磁齿轮点检内容及要求参考附录 A。
 - 5.13.4 磁齿轮故障及检修措施见表 5 规定。

表 5 故障、可能原因和排查措施

故障	可能原因	排查及检修措施
磁齿轮永磁体温升异常	磁齿轮冷却功能故障	检查冷却功能运行状态
	磁齿轮组装部件发生整体变形，磁齿轮间隙消失，内部发生机械摩擦	检查磁齿轮气隙是否满足运行条件
	磁齿轮永磁体脱落	检查是否有永磁体脱落

表 5(续)

故障	可能原因	排查及检修措施
磁齿轮噪声发生变化	轴承发生故障	更换有缺陷的轴承
	轴承间隙过大	调整轴承间隙
	设备本体内部存在异物	检查设备内部清洁度
磁齿轮振动异常	紧固件在工作中松动	将螺栓螺母紧固至规定力矩； 更换损坏的螺栓螺母
	驱动电机与磁齿轮联轴器 对中性不好或出现硬连接	检查联轴器间隙与对中性
	磁齿轮转矩脉动影响	出现周期性振动联系供应商
	磁齿轮过载保护	检查磁齿轮是否发生失步
轴承温度异常	润滑脂超过使用期限	检查最后一次注油时间，根据 需要加注润滑脂
	轴承故障	检查轴承，根据需要更换轴承
	输入/输出侧负载受力异常	检查电机端与负载端安装情况
	由装配不良导致设备工作 劣态	判断零部件位置并拆装检查
驱动电机工作电流异常	上述四项故障情况发生	根据上述四项故障可能原因逐 一检查
注：磁齿轮故障情况未详尽列出，包括但不限于上述可能原因，具体故障原因应由专业技术 人员检查认定，如出现严重故障应联系供应商服务部。		

5.13 磁齿轮报废条件

5.13.1 磁齿轮报废原则：磁齿轮的报废条件由主体结构件使用工况决定，满足以下任一主体结构件报废条件时，磁齿轮整机应当报废。

5.13.2 主体结构件报废条件：

- 钢制零部件如轴、法兰、底座等出现严重塑性变形或断裂时，应报废。
- 组装部件如外磁环、调磁环、内磁环等出现整体塑性变形，致使磁齿轮气隙消失发生摩擦或不能正常地安全运行时，应报废。
- 磁齿轮永磁体剩余磁感应强度低于出厂的 80%时，磁齿轮功率对应降低，应根据使用工况酌情予以报废。
- 主要受力构件（含连接处）发生腐蚀时，应进行检查、测量和强度核算。当主要受力构件（端部承力法兰等）断面腐蚀达设计厚度的 10%时，如不能修复，应报废。
- 磁齿轮运行时长达到设计使用寿命 90%时，应检查各项性能是否满足使用条件，并根据制造商提供的设计文件进行剩余使用寿命评估，决定是否延长使用，如不满足延长使用条件则不得使用，应报废。

6 试验方法

- 6.1 磁齿轮检测试验台主要有电动机、输入转矩/转速传感器、磁齿轮、输出转矩/转速传感器、负载加载器和控制操作台六部分组成，测试装置要求应符合 JB/T 5558-2015 中第 4 条的规定。
- 6.2 磁齿轮安装时宜采用框式水平仪进行测量并调整，以满足 5.1.2 和 5.1.3 的要求。
- 6.3 对磁齿轮进行使用寿命试验测试，以满足 5.1.4 的要求。测试装置同 6.1 所述，其试验方法步骤：
 - a) 加载运行前，检查加载器的冷却是否正常。
 - b) 启动电机，在额定转速和额定负载下连续运转 500h。
 - c) 在运行过程中，每 0.5h 检查一次磁齿轮永磁体温度，永磁体温度上限不得超过 130℃。
- 6.4 采用兆欧表进行测量，电工钢本体及电工钢同其余各金属部件之间绝缘电阻宜不小于 1MΩ，以满足 5.3.1 的要求。绝缘电阻测试方法参考 GB/T 20160 的规定。
- 6.5 采用兆欧表进行测量，永磁体与其铁芯之间绝缘电阻宜不小于 4MΩ，以满足 5.3.2 的要求。绝缘电阻测试方法参考 GB/T 20160 的规定。
- 6.6 采用兆欧表进行测量，保证永磁体层间绝缘电阻宜不小于 4MΩ，以满足 5.3.3 的要求。绝缘电阻测试方法参考 GB/T 20160 的规定。
- 6.7 永磁体可选用烧结钕铁硼永磁体（SH 系列），具体牌号磁性能要求宜不小于 N35SH，以满足 5.6.2 的要求。烧结钕铁硼永磁材料的磁性能应符合 GB/T 13560-2017 中表 1 的规定。
- 6.8 磁齿轮效率测定及计算方法应符合 JB/T 5558-2015 中 7.3 的规定，以满足 5.7 的要求。
- 6.9 增加负载至磁齿轮失步发生过载保护，测试控制系统应及时发出停机信号，以满足 5.8.3 的要求。
- 6.10 使用温度传感器实时监测调磁环温度，以满足 5.9.1 的要求。
- 6.11 使用温度传感器实时监测轴承温度，以满足 5.9.2 的要求。
- 6.12 使用温度传感器实时监测外磁环永磁体温度，以满足 5.9.3 的要求。
- 6.13 磁齿轮在额定负载下磁齿轮正常运行时，轴和箱体的振动测量方法分别参考 GB/T6404.2 中 5.1 和 5.2 的规定，以满足 5.9.4 的要求。
- 6.14 磁齿轮在额定负载下正常运行时，噪声测试方法应符合 GB/T 6404.1 的规定，以满足 5.9.5 的要求。
- 6.15 在磁齿轮装配过程中，应对调磁环于内、外磁环相对位置进行检测，测量其气隙尺寸，沿圆周均布至少取四个测点，保证气隙尺寸均匀，以满足 5.11.3 的要求。
- 6.16 磁齿轮的内磁环应在动平衡机上进行动平衡试验，以满足 5.11.4 的要求。
- 6.17 应对轴承内圈紧贴程度进行检查，用 0.05mm 塞尺检查不可塞入，以满足 5.11.5 的要求。
- 6.18 磁齿轮圆周线速度在 30m/s 以下的联轴器须经过静平衡校验，圆周线速度超过 30m/s 的联轴器须经过动平衡校验。
- 6.19 当安装驱动系统时，各个零部件须经过仔细的对中，以保证偏移所产生的力量降到最低避免对柔性联轴器零部件的提前磨损。
- 6.20 磁齿轮安装逆止器时，为避免对逆止器或磁齿轮造成损坏，电机不得向减速机所允许的反方向旋转，以满足 5.11.10 的要求。
- 6.21 用目测法进行系统联动测试，设备空转应灵活，无卡滞和抖动的现象。
- 6.22 出厂检验及型式检验应依据设计选择的电机功率及转速进行带载试验，检验设备传递扭矩及测试数据。根据试验台检验设备进行测试，对超过测试能力的检验，可采用仿真计算软件进行验证。

7 检验规则

7.1 出厂检验

每套磁齿轮出厂前应按第 6 章进行检验，应检验合格后才能出厂，并应附有产品合格证及使用说明书，出厂检验项目表可参考附录 B。

7.2 验收检验

7.2.1 符合本标准，其中以下为必检项目：

- a) 结构尺寸；
- b) 主要零部件精度；
- c) 装配精度；
- d) 空载跑合试验。

7.2.2 磁齿轮应进行整机抽样检验，批量生产时按 20%抽样，至少两台，单件生产时，至少一台。

7.2.3 检验合格。

7.2.4 随机文件齐全。

8 标志、包装和贮存

8.1 标志

8.1.1 在磁齿轮外表面的显著位置上装有铭牌，铭牌材料及铭牌上数据的刻划方法应保证在产品使用期内不易脱落和磨灭。

8.1.2 铭牌上至少应标注以下内容：

- 型号规格；
- 适用转速，单位为转每分（r/min）；
- 额定转矩，单位为牛米（N·m）；
- 质量，单位为千克（kg）；
- 标准标号；
- 制造厂名；
- 出厂编号；
- 出厂日期。

8.2 包装

8.2.1 磁齿轮的包装应符合 GB/T 13384 的规定。

8.2.2 磁齿轮外露轴伸与键外表面涂防锈油脂，并用塑料薄膜包扎牢固，以减轻腐蚀磨损，防止生锈，保护金属表面。

8.2.3 磁齿轮中的加工零件表面宜涂油防锈。

8.2.4 磁齿轮宜先装在防潮湿的包装内，连同产品合格证、使用说明书、随机图纸、装箱单、随机配件一起装入具有防振、防尘的包装箱内，应附加定位和固定措施。

8.2.5 磁齿轮的包装应能保证在正常的储运条件下，自发货之日起的一年时间内不致因包装不善而导致受潮与损坏。

8.3 运输

8.3.1 运输过程中要小心轻放，不得倒置。

8.3.2 运输过程中要避免外力冲击和相互碰撞。

8.4 贮存

8.4.1 磁齿轮应存放在清洁、干燥通风、避免日晒雨淋的环境中，存放期内应避免与酸、碱、有机溶剂等物质接触。

- 8.4.2 在遵守 8.4.1 的情况下，制造厂应保证产品从出厂之日起，在一年的贮存期内，其性能仍应符合本标准的规定。
- 8.4.3 磁齿轮在仓库贮存期为一年，满一年后，必须逐台进行检查，必要时更换伸出轴的黄油。

9 磁齿轮替换机械齿轮的工作建议

- 9.1 有长期连续运行工作制要求的工况，可考虑替换磁齿轮，非接触式传动可避免出现机械齿轮箱打齿、轮齿磨损等现象，减少设备维护工作，提升运行效率。
- 9.2 对工作噪声要求严格的工况，可考虑替换磁齿轮，65dB(A)声功率级以下的低噪声运行相较机械齿轮箱更具优势。
- 9.3 针对低速大扭矩输出的工况，可考虑替换磁齿轮，磁齿轮输出侧 50r/min 以下低速运行时具有更高的工作效率，节能优势明显，实测可达 10%以上。
- 9.4 因磁齿轮具有自行过载保护的功能，如行业对设备运转安全有特殊要求的情况下，可优选磁齿轮，以避免机械齿轮出现的断齿、断轴等危险事故。
- 9.5 因磁齿轮传动组件之间无需润滑油，传动系统具有清洁、环保的优势，如使用环境对清洁、环保条件有要求的情况下，可优选磁齿轮。

附录 A
(资料性附录)
点检明细参考表

磁齿轮使用维护及点检明细表				
项目		内容	标准	备注
启机点检	地脚螺栓	检查地脚螺栓是否松动	详见装配标准	
	输入端联轴器	检查电机与减速机联轴器端面间距及对中性	两联轴器之间保持3~5mm 间距；对中良好	防止严重振动情况发生
	逆止器方向	含逆止器的减速机在启动前要确认逆止器是否与规定方向一致		在首次试机或更换减速机时要确认
	防护罩	如减速机含有风扇，需检查风扇的防护罩是否完好	完好、无变形、无缺损	
	气隙均匀	检查调磁环与外磁环气隙是否均匀	详见产品说明书	
	润滑脂	减速机轴承是否缺润滑脂		6 个月加注一次润滑脂
运行点检	温度	外永磁体温度	按标准正文 5.2.3 执行	日点检
	运转声音	减速机运转是否有异常噪音		日点检
	振动	减速机运转振动受否异常	根据使用场合自行界定最大限值	日点检
	冷却装置	根据减速机采用的不同冷却型式检查冷却功能是否开启		日点检
停机点检	风扇	停机后检查风扇是否完好	无裂痕、无断叶、风扇上无大量污垢	月检
	输入端联轴器	检查电机与减速机联轴器端面间距及对中性	两联轴器之间保持3~5mm 间距；对中良好	月检
	气隙均匀	检查调磁环与外磁环气隙是否均匀	详见产品说明书	月检
	地脚螺栓	检查地脚螺栓是否松动	详见装配标准	月检
	冷却装置	根据减速机采用的不同冷却型式检查冷却功能是否完好		月检
	设备除尘	核查并清除积尘		半年检
	轴承	轴承是否有磨损，保持架是否有断裂		年检
	永磁体	检查是否有永磁体脱落		年检

附 录 B
(资料性附录)
出厂检验项目表

产品名称			型号/规格	
生产日期			出厂编号	
生产车间			检验员	
序号	检验项目		检验要求	检验结果 (符合/不符合)
1	主体结构及外观部分	主体结构及尺寸	按图纸结构及尺寸要求	
		焊接处外观质量	焊缝成形良好，过渡圆滑匀直，不允许有未焊透及未熔合现象。	
		铸件质量	外磁环铸件不允许有明显的披缝、凹陷、飞边、胀箱等缺陷	
		喷漆质量	颜色、光泽均匀一致，漆面无粘附沙粒或灰尘，无气泡裂痕、流挂、斑点、针孔等	
2	装配要求	磁齿轮气隙	气隙均匀、无异物	
		紧固件	紧固件预紧力矩符合规定要求	
3	电气部分	绝缘电阻	永磁体层间绝缘电阻符合规定要求	
			电工钢本体及电工钢同其余各金属部件之间绝缘电阻符合规定要求	
			永磁体与其铁芯之间绝缘电阻符合规定要求	
		温度传感器	热电偶等温度传感器工作正常	
4	运行测试	空转运行	磁齿轮额定转速运转下平稳可靠，连接件无松动现象	
			磁齿轮空转运行时噪声符合规定要求	
			磁齿轮空转运行时振动符合规定要求	
		冷却系统	冷却系统是否运行正常	
5	物理检查	随机附件	铭牌、技术资料/图纸、出厂检验记录、说明书等附件是否齐全	

本产品质量检验结论：

年 月 日

T/CET
