

团 体 标 准

T/SZS 4133—2026

地磁能发电设备

Geomagnetic power generation equipment

2026 - 03 - 25 发布

2026 - 03 - 25 实施

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 产品类别	2
5 原材料要求	2
6 技术要求	2
6.1 工作条件	2
6.2 外观	2
6.3 尺寸及公差	2
6.4 结构	3
6.5 性能	3
6.6 防护等级	3
6.7 噪声	3
6.8 电气性能	3
6.9 环境适用性	4
6.10 电磁兼容性	5
6.11 安全性能	5
6.12 稳定性	5
7 试验方法	5
7.1 外观	5
7.2 尺寸及公差	5
7.3 结构	6
7.4 性能	6
7.5 防护等级	6
7.6 噪声	6
7.7 电气性能	6
7.8 环境适应性	7
7.9 电磁兼容性	7
7.10 安全性能	7
7.11 稳定性	7
8 检验规则	7
8.1 检验分类	8
8.2 出厂检验	8
8.3 型式检验	8
9 标志、包装、运输、贮存	8

9.1 标志	8
9.2 包装	9
9.3 运输	9
9.4 贮存	9

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。

本文件由广东大同世界磁电科技有限公司提出。

本文件由深圳市深圳标准促进会归口。

本文件起草单位：广东大同世界磁电科技有限公司、深圳市标准技术研究院、深圳市深圳标准促进会、金发科技股份有限公司。

本文件主要起草人：刘文华、温珍才、王冕博、刘会春、王丽娟、刘彦岷、丁泽林、谢小敏、代旭晖。

地磁能发电设备

1 范围

本文件规定了地磁能发电设备的产品类别、原材料要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存等通用内容。

本文件适用于地磁能发电设备开发、设计、制造。

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 191 包装储运图形符号标志
- GB/T 1184—1996 形状和位置公差 未注公差值
- GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差
- GB/T 2423.1 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验A：低温
- GB/T 2423.2 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验B：高温
- GB/T 2423.3 环境试验 第2部分：试验方法 试验Cab：恒定湿热试验
- GB/T 2423.4 电工电子产品环境试验 第2部分：试验方法 试验Db：交变湿热（12h+12h循环）
- GB/T 2423.10 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fc：振动（正弦）
- GB/T 2423.22 环境试验 第2部分：试验方法 试验N：温度变化
- GB/T 2423.56 环境试验 第2部分：试验方法 试验Fh：宽带随机振动和导则
- GB 2893.5 图形符号 安全色和安全标志 第5部分：安全标志使用原则与要求
- GB 2894 安全色和安全标志
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4772.1 旋转电机尺寸和输出功率等级 第1部分：机座号56~400和凸缘号55~1080
- GB 4943.1—2022 音视频、信息技术和通信技术设备 第1部分：安全要求
- GB/T 9254.1—2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第1部分：发射要求
- GB/T 9254.2—2021 信息技术设备、多媒体设备和接收机 电磁兼容 第2部分：抗扰度要求
- GB/T 13384 机电产品包装通用技术条件
- GB/T 19963.1 风电场接入电力系统技术规定 第1部分：陆上风电
- GB/T 20320 风能发电系统 风力发电机组电气特性测量和评估方法
- GB/T 26572 电子电气产品中限用物质的限量要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

地磁能发电设备 geomagnetic power generation equipment

利用地球磁场、类地球磁场、强化或聚集后的地球磁场变化或运动从而实现切割磁感线产生电能的装置。

3.2

纯磁电磁增长率 pure magnetic electromagnetic growth rate

设备输出端的纯磁输出功率(W_2)与由输入端的电磁输入功率(W_1)之差与输入功率(W_1)的比值。

$$K = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- K ——纯磁电磁增长率;
- W_1 ——输入端的电磁输入功率;
- W_2 ——输出端的纯磁输出功率。

4 产品类别

产品类别分为便携式地磁能发电设备、车载式地磁能发电设备、机器人式地磁能发电设备、商业式地磁能发电设备、工业式地磁能发电设备。

5 原材料要求

- 5.1.1 产品中使用的聚碳酸酯-ABS 合金、聚甲醛、铝合金(如 6061)等原材料中有害物质限量应符合 GB/T 26572 的要求;
- 5.1.2 外壳、元器件和组件安全要求应符合 GB 4943.1—2022 的要求。
- 5.1.3 外壳及关键部件的塑料材料符合 UL 94 阻燃等级,具体包括:
 - a) 距离电弧或电阻源不足 13 mm 或 5 mm 的材料,其阻燃等级应为 V-0 级;
 - b) 其他关键部位外壳及附件的阻燃等级宜为 V-1 级。

6 技术要求

6.1 工作条件

- 6.1.1 环境温度: $-20\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。
- 6.1.2 相对湿度: $\leq 95\%$ 。
- 6.1.3 使用场所应具备良好的通风条件,安装或摆放地点应硬化平整,避免积水。

6.2 外观

- 6.2.1 产品外表面应清洁、平整,涂层均匀、颜色一致,不应有流痕、气泡、脱落、锈蚀等缺陷。
- 6.2.2 各零部件安装位置应正确,连接紧固,无松动、歪斜现象。
- 6.2.3 外露的紧固件、转动件及连线端子应完好无损,不应有毛刺和锐角。
- 6.2.4 各种标识、铭牌和安全警示标志应齐全、牢固、清晰、耐久、位置合理,便于观察。

6.3 尺寸及公差

- 6.3.1 尺寸应符合最新版图纸和产品说明书中相关要求。
- 6.3.2 图纸未注公差应遵循 GB/T 1804—2000 中 M(线性尺寸)要求和 GB/T 1184—1996 中 K(形位公

差)要求。

6.4 结构

6.4.1 主体框架应稳固,能承受整机运行时的振动和冲击。

6.4.2 逆变稳压电源模块、整流器模块、显示模块、传感器、发电机、导电滑环、线圈、电缆和连接器及蓄电池应布置合理,连接紧固可靠。

6.4.3 所有电气元件应安装牢固,接线端子无松动。

6.4.4 设备应预留用于测试纯磁电磁增长率的输入功率和输出功率的外置接口。

6.5 性能

6.5.1 纯磁电磁增长率

产品在额定工况下的纯磁电磁增长率不小于零。

6.5.2 额定功率

产品在额定条件下稳定输出与型号相符的额定功率。

6.6 防护等级

产品防护等级应不低于 IP20。

6.7 噪声

在额定工况下,距产品正表面1m处测量的噪声声压级应不高于40 dB(A)。

6.8 电气性能

6.8.1 稳态电压调整率

根据公式(2)计算稳态电压调整率 δu ,并应达到1%、3%、5%三个等级的对应等级要求。

$$\delta u = \frac{U_{max} - U_{min}}{2U_N} \times 100\% \dots \dots \dots (2)$$

式中:

δu —— 稳态电压调整率;

U_{max} —— 负载在满载与空载之间变化时发电机端电压(有效值)的三相平均值最大值;

U_{min} —— 负载在满载与空载之间变化时发电机端电压(有效值)的三相平均值最小值;

U_N —— 发电机的额定电压。

注:1%(优秀)、3%(良好)、5%(合格)。

6.8.2 励磁系统

6.8.2.1 以48V母线电压为基准,根据公式(3)计算空载反电动势常数(K_e),计算结果在0.055V·min/r~0.080V·min/r之间。

$$K_e = \frac{U_{line}}{n} \dots \dots \dots (3)$$

式中:

K_e —— 空载反电动势常数(V·min/r);

U_{line} —— 线电压有效值(V);

n ——转速 (r/min)。

6.8.2.2 根据公式 (4) 计算相电阻 (R_s)，计算结果在 $0.40 \Omega \sim 1.20 \Omega$ 之间。

$$R_s = \frac{P_{cu}}{3 \times I_{phase}^2} \dots \dots \dots (4)$$

式中：

R_s ——相电阻-定子每相绕组在直流条件下的等效电阻；

P_{cu} ——铜耗-发电机以额定功率输出时，由于发热允许绕组上的最大损耗；

I_{phase} ——相电流有效值-每相绕组流过的交流电流的有效值。

6.8.3 绝缘电阻

绝缘电阻在热态或温升试验后，应不小于通过以下公式计算所得的数值。

$$R = \frac{U}{1000 + 0.01P} \dots \dots \dots (5)$$

式中：

R ——发电机线圈绝缘电阻 (M Ω)；

U ——发电机绕组的额定电压 (V)；

P ——发电机的额定功率 (KW)。

注：绝缘电阻指的发电机线圈绝缘电阻。

6.8.4 绝缘耐压强度

电器回路（动力回路）能承受50Hz、1500V的工频耐压试验，历时1min，不应发生击穿或闪络现象。

6.8.5 转矩响应时间

从给定转矩指令到实际转矩达到指令值90%所需的时间，满足响应时间不应大于10ms。

6.8.6 同步精度

并网时电压幅值、频率和相位的偏差要求。电压偏差应小于 $\pm 5\%$ ，相位偏差应小于 $\pm 10^\circ$ ，频率偏差应小于 $\pm 5\%$ 。

6.8.7 接地连续性

所有可触及的电气金属外壳应与接地端子可靠连接，其接地电阻不应大于 4Ω 。

6.9 环境适用性

6.9.1 高温工作

温度范围应保持在 $40^\circ\text{C} \sim 55^\circ\text{C}$ ，工作状态持续2h~16h，存储状态16h~1000h；试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.9.2 低温工作

温度范围应保持在 $-25^\circ\text{C} \sim 0^\circ\text{C}$ ，工作状态持续1h~4h，存储状态16h~1000h；试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.9.3 温度冲击

高温区温度应为 125°C ，低温区温度应为 -55°C ，温度偏差不应超过 $\pm 2^\circ\text{C}$ ，高低温保持时间为60min；转换时间不大于5min，循环20次；试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等无物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.9.4 恒定湿热

温度应保持在 $40\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、相对湿度应保持在 $93\%\text{RH}\pm 3\%$ （或 $85\%\text{RH}\pm 3\%$ ），试验持续72h；试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等无物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.9.5 交变湿热

温度应保持在 $25\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 55\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、湿度应保持在 $50\%\text{RH}\sim 95\%\text{RH}$ ，循环12h；试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.9.6 正弦振动

频率应保持在 $5\text{Hz}\sim 500\text{Hz}$ ，加速度 $5\text{g}\sim 20\text{g}$ ，扫频循环3次，试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.9.7 随机振动

频率应保持在 $10\text{Hz}\sim 2000\text{Hz}$ ，功率谱密度 $0.01\text{g}^2/\text{Hz}\sim 1\text{g}^2/\text{Hz}$ ；试验后不应出现开裂、变形、涂层脱落、密封失效等物理损坏，功能应正常，不应出现宕机、信号异常等现象。

6.10 电磁兼容性

电磁兼容性应符合 GB/T 9254.1—2021 附录 A 的要求和 GB/T 9254.2—2021 第 5 章的要求。

6.11 安全性能

6.11.1 安全绝缘电阻

输入电路对壳体、输出电路对壳体、输入与输出电路之间的绝缘电阻，在直流500V测试电压下，均应不小于 $5\text{M}\Omega$ 。

注：绝缘电阻指设备交流输出的插座绝缘电阻。

6.11.2 电气强度

6.11.1中提及的部位应能承受频率为50/60Hz的3000VAC（或等效4242VDC）正弦交流电压，历时60s，无击穿、无闪络现象。

6.11.3 接触电流

在正常工作条件下，可触及金属部件与地之间的接触电流应不大于 3.5mA 。

6.12 稳定性

在正常使用条件下，产品的平均无故障工作时间（MTBF）不应小于2000h。

7 试验方法

7.1 外观

在自然光或等效光源下，采用目视和手动触摸的方法检查。

7.2 尺寸及公差

7.2.1 采用直接测量法，量具直接读取数值，适用于外尺寸（长度、外径）、内尺寸（孔径、槽宽），确保量具与被测面垂直贴合，多截面测量取平均值。

7.2.2 按 GB/T 4772.1 规定的试验方法进行。

7.3 结构

7.3.1 手动检查主体框架的连接质量，确认其稳固性。

7.3.2 手动检查逆变稳压电源模块、整流器模块、显示模块、传感器、发电机、导电滑环、线圈、电缆和连接器及蓄能电池的布置和连接紧固情况。

7.3.3 手动检查电器元件、纯磁电磁增长率外置接口安装牢固度和连接端子紧固性。

7.4 性能

7.4.1 纯磁电磁增长率

机组在额定工况下（额定功率、额定电压）稳定运行至少2 h。在内部无电池，且卸载所有外置电池等储能设备的状态下，用符合国家标准的可调电子负载仪（直接接发电机的输出端）和直流稳压电源，同时测试并记录输出功率和稳压源的输入功率，通过公式计算得出纯磁电磁增长率，电子负载仪和稳压源的精度优于1%。

7.4.2 额定功率

在额定输出电压下运行，逐步增加负载至额定功率值，运行至少1 h。期间用功率分析仪监测输出功率，能持续稳定输出，无异常波动或停机。

7.5 防护等级

按 GB/T 4208 规定的试验方法进行。

7.6 噪声

产品在额定工况下稳定运行时，在距产品外表面1 m、距地面高度1.5 m的四个不同方向中心点，用声级计（A计权）测量噪声声压级。取各测点值的平均值作为最终结果，应符合6.7的要求。测试环境应为半自由声场，背景噪声应至少比产品噪声低3 dB（A）。

7.7 电气性能

7.7.1 稳态电压调整率

在额定转速、额定功率因数下，让电压在95%~105%额定值范围变化，记录端电压波动情况，按公式计算稳态电压调整率。

7.7.2 励磁系统

将发电机输出端悬空（空载），将发电机调节至一个稳定的转速 n (rpm) (用同轴转速仪测)，用示波器或功率分析仪测量定子绕组输出的线电压(经过整流)有效值 U_{rms} ，再通过6.8.2.1公式(3)可得出 K_e 值。在发电机完全冷却状态下，使用直流电桥或高精度数字微欧计，直接在发电机接线端测量任意两相线间的电阻 R_{line} ，对于星形（Y）接法绕组，相电阻 $R_s = R_{line}/2$ 。

7.7.3 绝缘电阻

在热态或温升条件下，使用500 V DC兆欧表分别测量各独立电器回路（如动力输出回路、控制回路）对地（外壳）之间的绝缘电阻。测得值应符合6.8.3的要求。

7.7.4 绝缘耐压强度

使用耐压测试仪在动力电路导体与地（外壳）之间施加频率为50 Hz、电压为1500 V的试验电压，历时1 min，在常温常湿下，漏电流不大于5 mA，试验期间不应发生击穿或闪络现象。试验后，产品各项基本功能应正常。

7.7.5 转矩响应时间

在半实物仿真测试平台上，在稳定的运行条件下（50%额定转速），通过软件向转矩控制环的给定值施加一个快速阶跃变化指令，从当前转矩值阶跃增加或减少10%~20%的额定转矩，在采集的波形图上，找到实际转矩值从阶跃前稳态值变化到新稳态值的90%所经历的时间。这段时间即为转矩响应时间。

7.7.6 同步精度

在具备可控电网模拟器的实验室或专用测试平台进行，测试发电机其输出电压与电网电压在幅值、频率和相位三个维度的匹配程度，按GB/T 20320和GB/T 19963.1规定的试验方法进行。

7.7.7 接地连续性

使用接地电阻测试仪，在接地端子与每个应接地的金属部件之间施加不低于10 A的试验电流，测量其间的电压降，并计算电阻值。测得的所有电阻值均应符合6.8.7的要求。

7.8 环境适应性

7.8.1 高低温试验按 GB/T 2423.1、GB/T 2423.2、GB/T 2423.22 规定的试验方法进行。

7.8.2 湿度试验按 GB/T 2423.3、GB/T 2423.4 规定的试验方法进行。

7.8.3 振动试验按 GB/T 2423.10、GB/T 2423.56 规定的试验方法进行。

7.9 电磁兼容性

按GB/T 9254.1—2021第6章和GB/T 9254.2—2021规定的试验方法进行。

7.10 安全性能

7.10.1 安全绝缘电阻测试

按GB 4943.1—2022规定的试验方法进行，使用500 V DC兆欧表在指定回路间及对地测试1 min后读数。

7.10.2 电气强度测试

按GB 4943.1—2022规定的试验方法进行，使用耐压测试仪，电压从零开始，在5 s内平稳升至规定值，保持60 s，再平稳降至零。

7.10.3 接触电流测试

按GB 4943.1—2022规定的试验方法进行，使用接触电流测试网络进行。

7.11 稳定性

产品在MTBF可通过在额定工况下进行长期连续运行试验来验证，或通过对批量生产产品的售后服务数据及定期检修记录进行统计评估，结果应符合6.12的要求。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式试验。

8.2 出厂检验

8.2.1 每台产品均应进行出厂检验，经质量检验部门检验合格并签发合格证后方可出厂。

8.2.2 出厂检验项目、技术要求和试验方法应符合表 1 的规定。

表 1 出厂检验项目

序号	检验项目	对应技术要求条款	试验方法条款	检验类别	备注
1	外观	6.2	7.1	出厂检验	一般项
2	尺寸及公差	6.3	7.2	出厂检验	一般项
3	结构	6.4	7.3	出厂检验	一般项
4	防护等级	6.6	7.5	出厂检验	一般项
5	纯磁电磁增长率	6.5.1	7.4.1	出厂检验	关键项
6	稳态电压调整率	6.8.1	7.7.1	出厂检验	关键项
7	励磁系统	6.8.2	7.7.2	出厂检验	关键项
8	绝缘电阻	6.8.3	7.7.3	出厂检验	关键项
9	绝缘耐压强度	6.8.4	7.7.4	出厂检验	关键项

8.2.3 判定规则：所有检验项目全部合格，则判定该台产品出厂检验合格。表 1 中标注为“关键项”的项目若有任何一项不合格，则判定该台产品出厂检验不合格。其他项目若出现不合格，允许返修后复检，复检合格后判定为合格。

8.3 型式检验

8.3.1 有下列情况之一时，应进行型式检验：

- a) 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- b) 正式生产后，如结构、材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产一年以上，恢复生产时；
- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 国家质量监督机构提出进行型式检验的要求时。

8.3.2 型式检验的样品应从出厂检验合格的成品中随机抽取，数量为 1 台。

8.3.3 型式检验项目为第 6 章规定的全部要求，试验方法按第 7 章的规定。

8.3.4 判定规则如下：

- a) 对于关键项，所有项目应 100%合格；
- b) 对于一般项，不合格项不超过 2 项；
- c) 若关键项有一项不合格或一般项不合格超过 2 项，则判定该次型式检验不合格。

8.3.5 若型式检验不合格，应停止生产和交货，查明原因并采取有效措施消除缺陷后，重新进行型式检验，直至合格。

9 标志、包装、运输、贮存

9.1 标志

9.1.1 每台产品应在明显的、易于观察的位置设置永久性产品铭牌。铭牌应字迹清晰、牢固耐久，其内容应包括但不限于：

- a) 产品名称及型号；
- b) 额定输出功率（kW）；
- c) 额定输出电压（V）；
- d) 整机重量（kg 或 t）；
- e) 出厂编号及日期；
- f) 制造商名称或商标。

9.1.2 产品上应有紧急操作说明、安全警示标志（如“高压危险”等）。工业式地磁能发电设备标志应符合 GB/T 2893.5、GB 2894 的规定，使用耐久材料制作，图案和文字清晰、醒目。

9.2 包装

9.2.1 产品的包装应符合 GB/T 13384 的规定，确保在正常运输和贮存条件下能防止产品受损、受潮和锈蚀。

9.2.2 包装箱内应随箱提供以下文件，并用防水袋密封：

- a) 产品合格证；
- b) 产品使用说明书；
- c) 装箱清单；
- d) 保修卡；
- e) 电气原理图。

9.2.3 包装箱的外壁应使用不易褪色的涂料清晰、牢固地标明以下内容：

- a) 产品名称及型号；
- b) 发货单位、名称及地址；
- c) 净重、毛重及箱体外形尺寸（长×宽×高）；
- d) “向上”“怕湿”等应符合 GB/T 191 规定的包装储运图示标志。

9.3 运输

9.3.1 产品在运输过程中，应小心轻放，不应倒置、翻滚和剧烈撞击。

9.3.2 运输时应采取防雨、防潮措施，避免与腐蚀性物质混装运输。

9.3.3 产品及大件包装箱的起吊、装载和固定应按照包装箱外的标识和起重作业安全规范运行，确保运输安全。

9.4 贮存

9.4.1 产品应贮存在干燥、通风、无腐蚀性气体和介质的库房或场地内。

9.4.2 不应将产品与化学药品、酸碱等腐蚀性物质一同存放。

9.4.3 若室外贮存，应采取可靠的防雨、防潮、防爆晒及防沙尘措施，底部应垫高并加盖苫布。

9.4.4 贮存期间，应定期检查，确保包装完好，并对产品的关键部件进行必要的保养。