



# 团 体 标 准

T/ZZB XXXX—20XX

## 高速永磁风筒电机专用磁钢

Special magnets for high-speed permanent magnet blower motors

(征求意见稿)

20XX - XX - XX 发布

20XX - XX - XX 实施

浙江省品牌建设联合会 发布



## 目 次

前言.....	II
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 结构与牌号.....	1
5 基本要求.....	2
6 技术要求.....	3
7 试验方法.....	5
8 检验规则.....	6
9 标志、包装、运输、贮存.....	7
10 质量承诺.....	8

## 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。

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。

本文件由浙江省品牌建设联合会提出并归口管理。

本文件主要起草单位：宁波金科磁业有限公司。

本文件参与起草单位(排名不分先后)：宁波市磁性材料商会、中国科学院宁波材料技术与工程研究所、宁波职业技术学院、宁波金域磁业有限公司、宁波市海曙合源磁业有限公司。

本文件主要起草人：周高峰、屠园静、王军峰、严亚春、彭晓燕、骆晶磊、吴玥臻、孙颖莉、鲁闯、刘论全、苏俊。

本文件评审专家组长：XXXX。

本文件由XXXX负责解释。

# 高速永磁风筒电机专用磁钢

## 1 范围

本文件规定了高速永磁风筒电机专用磁钢的结构与牌号、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存、质量承诺。

本文件适用于粉末冶金工艺生产，专用于转速在 $(8\sim 12)\times 10^5$ 转/min之间的永磁风筒电机的烧结钕铁硼磁钢（以下简称磁钢）。

## 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 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第1部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 3127 永磁（硬磁）材料 磁性试验方法

GB/T 8170 数值修约规则和极限数值的表示和判定

GB/T 9637 电工术语 磁性材料与元件

GB/T 13560—2017 烧结钕铁硼永磁材料

GB/T 15676 稀土术语

GB/T 24270 永磁材料磁性能温度系数测试方法

GB/T 34491 烧结钕铁硼表面镀层

GB/T 38437 用抽拉或旋转方式测量铁磁材料样品磁偶极矩的方法

GB/T 40794 稀土永磁材料高温磁通不可逆损失检测方法

GB/T 39560.4 电子电气产品中某些物质的测定 第4部分：CV-AAS、CV-AFS、ICP-OES和ICP-MS测定聚合物、金属和电子件中的汞

GB/T 39560.5 电子电气产品中某些物质的测定 第5部分：AAS、AFS、ICP-OES和ICP-MS法测定聚合物和电子件中镉、铅、铬以及金属中镉、铅的含量

GB/T 39560.6 电子电气产品中某些物质的测定 第6部分：气相色谱-质谱仪（GC-MS）测定聚合物中的多溴联苯和多溴二苯醚

GB/T 39560.702 电子电气产品中某些物质的测定 第7-2部分：六价铬 比色法测定聚合物和电子件中的六价铬[Cr(VI)]

GB/T 39560.8 电子电气产品中某些物质的测定 第8部分：气相色谱-质谱法（GC-MS）与配有热裂解/热脱附的气相色谱-质谱法（Py/TD-GC-MS）测定聚合物中的邻苯二甲酸酯

EN 14582:2016 废弃物特征 卤素和硫含量 封闭系统氧燃烧和测定方法（Characterization of waste - Halogen and sulfur content - Oxygen combustion in closed systems and determination methods）

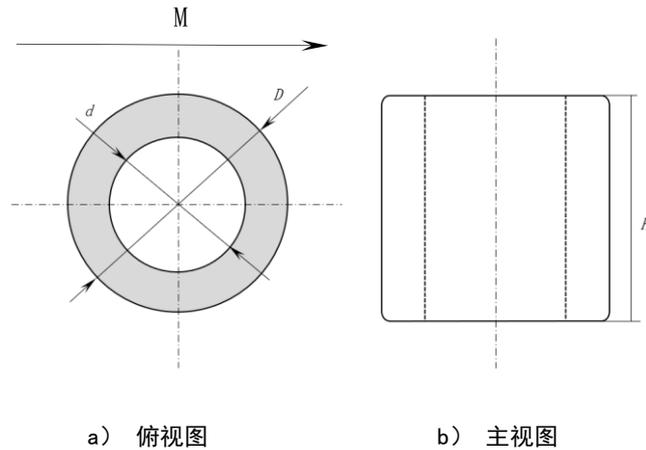
## 3 术语和定义

GB/T 13560—2017界定的术语和定义适用于本文件。

## 4 结构与牌号

#### 4.1 结构

产品的结构如图1所示。



标引符号说明：  
 M——充磁方向；  
 D——外径；  
 d——内径；  
 H——厚度。

图1 产品结构图

#### 4.2 牌号

- 4.2.1 磁钢按最大磁能积大小分为若干个牌号，每个牌号的磁钢可以加工成不同规格尺寸的空心圆柱。
- 4.2.2 牌号表示方法按 GB/T 13560—2017 中 4.3 的规定。
- 4.2.3 磁性量的 SI 单位制和 CGS 单位制及其换算关系应符合 GB/T 13560—2017 附录 D 中表 D.1 的规定。
- 4.2.4 磁钢牌号的 SI 制和 CGS 制对应关系符合表 1 的规定。

表1 SI 制和 CGS 制牌号对应表

品种	SI制牌号	CGS制牌号
SH	S-NdFeB-380/151	N48SH
	S-NdFeB-360/159	N45SH
	S-NdFeB-335/159	N42SH
	S-NdFeB-320/159	N40SH
	S-NdFeB-300/159	N38SH
	S-NdFeB-280/159	N35SH
	S-NdFeB-260/159	N33SH
	S-NdFeB-235/159	N30SH

### 5 基本要求

#### 5.1 设计研发

- 5.1.1 应依据磁性材料矫顽力、磁能积和剩磁等的试验分析数据及性能要求，进行产品元素配方设计和改进。
- 5.1.2 应保证产品的辅助磁性能和主要物理性能符合 GB/T 13560—2017 中附录 B 的要求。

## 5.2 原材料

5.2.1 原材料表面应干净，无油污、锈蚀、氧化现象。

5.2.2 主要原材料的化学成分应满足表2的规定。

表2 主要原材料化学成分

原材料名称	含量要求 wt. %									
	钕铁合金	成分	TRE	Pr/TRE	Nd/TRE	La	Ce	Al	C	Fe
	要求	>99.00	25±2	75±2	<0.10	<0.10	<0.10	<0.05	<0.30	<0.05
硼铁	成分	B			C			S		
	要求	17.80~19.60			<0.10			<0.05		
镝铁	成分	TRE	Dy/TRE	Si	Ca	Al	O	C		
	要求	>79.50	>99.00	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.10	<0.05	
纯铁	成分	C	Si	Mn	P	S	Al	Cu		
	要求	<0.05	<0.10	<0.10	<0.03	<0.03	<0.10	<0.10	<0.10	

5.2.3 原材料中有害物质限量应符合表3的规定。

表3 有害物质限量

单位为毫克每千克

有害物质	限量
铅 (Pb)	<1 000
镉 (Cd)	<100
汞 (Hg)	<1 000
六价铬 (Cr <sup>6+</sup> )	<1 000
多溴联苯 (PBBs)	<1 000
多溴二苯醚 (PBDEs)	<1 000
邻苯二甲酸二乙基己酯 (DEHP)	<1 000
邻苯二甲酸丁苯酯 (BBP)	<1 000
邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	<1 000
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	<1 000

## 5.3 工艺装备

5.3.1 应采用粉末冶金全流程低氧（氧含量≤0.1%）制造工艺。

5.3.2 应具备全自动磁场成型压机。

5.3.3 应具备全自动数控磨床、数控多线切割设备、数控打孔机、全自动光学影像筛选机。

## 5.4 检验检测

5.4.1 应具备全自动通规检测仪、激光粒度仪、表磁检测仪、磁通量检测仪、磁性能测试仪、高温加速老化试验箱、盐雾试验箱等检验检测设备。

5.4.2 应开展产品外观质量、尺寸偏差、形位偏差、磁性能、表磁偏差、磁通偏差的检验检测。

## 6 技术要求

### 6.1 外观质量

产品外观表面应洁净，不允许出现肉眼可见的裂纹、砂眼、夹杂以及磕碰缺损等缺陷。

### 6.2 尺寸偏差

尺寸偏差应符合表4的规定。

表4 尺寸偏差

单位为毫米

尺寸范围	烧结面偏差		加工面偏差					
	垂直于压制方向	平行于压制方向	平磨	多线切割(一道)	内外圆磨	打孔	多线切割(二道)	端面磨
≤10	±0.20	±0.30	±0.04	±0.04	±0.015	±0.015	±0.03	±0.03
10~20	±0.30	±0.40	±0.04	±0.04	±0.015	±0.015	±0.03	±0.03
20~50	±0.50	±0.65	±0.04	±0.04	±0.015	±0.015	±0.03	±0.03
50~80	±1.00	±1.10	±0.04	±0.04	±0.015	±0.015	±0.03	±0.03

6.3 形位偏差

形位偏差应符合表5规定。

表5 形位偏差

偏差种类	部位	基本尺寸		偏差
平行度	加工面间	任意		两平面间公差值的二分之一
垂直度	烧结面间	任意		90° ±0.5°
	加工面与烧结面间			90° ±0.5°
	两加工面间			90° ±0.5°
同心度	加工面间	任意		±0.02mm
圆跳动	加工面间	外径	D≤7 mm	≤0.01 mm
			7 mm<D≤14 mm	≤0.015 mm
			14 mm<D≤20 mm	≤0.02 mm

6.4 表面镀层

应满足GB/T 34491要求，特殊要求按相关方协商确定。

6.5 磁性能

6.5.1 主要磁性能和方形度

磁钢在常温（23±3）℃下的主要磁性能和方形度应符合表6规定。

表6 磁钢在的主要磁性能和方形度

品种	简化牌号	剩磁 Br		磁感矫顽力 H <sub>cB</sub>		内禀矫顽力 H <sub>cJ</sub>		最大磁能积 (BH) <sub>max</sub>		方形度 H <sub>k</sub> /H <sub>cJ</sub> <sup>a</sup>
		T	kG	kA/m	kOe	kA/m	kOe	kJ/m <sup>3</sup>	MGOe	%
SH	N30SH	≥1.08	≥10.8	≥804	≥10.1	≥1592	≥20	223~247	28~31	≥92
	N33SH	≥1.14	≥11.4	≥852	≥10.7	≥1592	≥20	247~271	31~34	≥92
	N35SH	≥1.18	≥11.8	≥883	≥11.1	≥1592	≥20	263~287	33~36	≥92
	N38SH	≥1.23	≥12.3	≥923	≥11.6	≥1592	≥20	287~310	36~39	≥92
	N40SH	≥1.26	≥12.6	≥947	≥11.9	≥1592	≥20	302~326	38~41	≥92
	N42SH	≥1.29	≥12.9	≥971	≥12.2	≥1592	≥20	318~342	40~43	≥92
	N45SH	≥1.33	≥13.3	≥1003	≥12.6	≥1592	≥20	342~366	43~46	≥92
	N48SH	≥1.37	≥13.7	≥1043	≥13.1	≥1592	≥20	366~390	46~49	≥92

注1：以上磁性能均为样品充磁饱和后测得。  
 注2：kJ/m<sup>3</sup>与MGOe的换算关系为，1 kJ/m<sup>3</sup>=4 π 10<sup>-2</sup> MGOe。  
 注3：T与kGs的换算关系为，1 T=10 kGs。  
 注4：kA/m与kOe的换算关系为，1 kA/m=4 π 10<sup>-3</sup> kOe。

<sup>a</sup> 方形度中 H<sub>k</sub>为退磁曲线上磁极化强度为 0.9B<sub>r</sub>是对应的反向磁场。

### 6.5.2 磁通偏差

磁通应满足客户确定的要求，在 $(23\pm 3)$ ℃环境温度下，磁钢充磁饱和后的磁通偏差应不超过 $\pm 2\%$ 。

### 6.5.3 表磁偏差

表磁应满足客户确定的要求，在 $(23\pm 3)$ ℃环境温度下，同一批磁钢充磁后的表磁偏差应不超过 $\pm 2\%$ 。

## 6.6 有害物质限量

磁钢中有害物质限量应符合表7规定。

表7 有害物质限量

单位为毫克每千克

有害物质	限量
铅 (Pb)	<1 000
镉 (Cd)	<1 00
汞 (Hg)	<1 000
六价铬 (Cr <sup>+6</sup> )	<1 000
多溴联苯 (PBBs)	<1 000
多溴二苯醚 (PBDEs)	<1 000
邻苯二甲酸二乙基己酯 (DEHP)	<1 000
邻苯二甲酸丁苄酯 (BBP)	<1 000
邻苯二甲酸二丁酯 (DBP)	<1 000
邻苯二甲酸二异丁酯 (DIBP)	<1 000
氯 (Cl)	不得检出
溴 (Br)	不得检出

### 6.7 磁通不可逆损失

按7.7的规定进行试验，试验后产品的磁通不可逆损失应不大于3%。

## 7 试验方法

### 7.1 外观质量

外观质量采用目测法检查。

### 7.2 尺寸偏差

采用满足精度要求且符合国家计量标准的量具进行检测，数值修约按GB/T 8170的规定。

### 7.3 形位偏差

采用满足精度要求且符合国家计量标准的量具进行检测，数值修约按GB/T 8170的规定。

### 7.4 表面镀层

按GB/T 34491的规定。

### 7.5 磁性能

#### 7.5.1 试样

按GB/T 3217—2013中第6章的规定进行试样制备，推荐采用易磁化方向沿径向的尺寸为10 mm×10 mm圆柱形磁体试样。

### 7.5.2 主要磁性能

按GB/T 3217的规定进行。

### 7.5.3 磁通偏差

#### 7.5.3.1 试验环境

应在下列环境中进行试验：

- a) 环境温度：23℃±3℃；
- b) 相对湿度：35%~80%；

#### 7.5.3.2 试验步骤

按下列步骤进行试验：

- a) 试样充磁饱和后放置在室温环境中不少于 2 h，确保试样温度与是试验环境一致；
- b) 试样放置于亥姆霍兹线圈的均匀空间内，试样的易磁化方向与亥姆霍兹线圈的轴向平行；
- c) 然后按照 GB/T 38437 的规定进行磁通测定，每个样品重复测量 3 次，取磁通（磁偶极矩）显示值的平均值作为测量值。
- d) 磁通偏差为同批产品中最大（小）值与该批产品平均值的差，和该批产品平均值的百分比，按公式（1）进行计算：

$$\Delta\phi = \frac{\phi - \bar{\phi}}{\bar{\phi}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- $\Delta\phi$ ——该批磁钢的磁通偏差，无量纲；
- $\phi$ ——该批磁钢中最大（小）磁通，单位为韦伯（Wb）；
- $\bar{\phi}$ ——该批磁钢的磁通平均值，单位为韦伯（Wb）。

### 7.5.4 表磁偏差

按附录A的规定进行。

## 7.6 有害物质限量

- 7.6.1 采用 GB/T 39560.4 的规定进行检测汞。
- 7.6.2 采用 GB/T 39560.5 的规定进行检测镉、铅。
- 7.6.3 采用 GB/T 39560.6 的规定进行检测多溴联苯和多溴二苯醚。
- 7.6.4 采用 GB/T 39560.702 的规定进行检测六价铬。
- 7.6.5 采用 GB/T 39560.8 的规定进行检测邻苯二甲酸酯。
- 7.6.6 按 EN 14580:2016 的规定检测氯、溴。

## 7.7 磁通不可逆损失

按GB/T 40794的规定进行。试验条件为：

- a) 试验温度：（150±3）℃；
- b) 开路状态：按 GB/T 40794 中 8.2.1 的规定；
- c) 试验时间：2 h±1 min。

## 8 检验规则

### 8.1 检验分类

检验分为出厂检验和型式检验。

表8 检验项目

序号	试验项目	条款号	试验方法	出厂检验	型式检验
1	外观质量	6.1	7.1	√	√
2	尺寸偏差	6.2	7.2	√	√
3	形位偏差	6.3	7.3	√	√
4	防腐镀层	6.4	7.4	—	√
5	主要磁性能	6.5.1	7.5.1	√	√
6	磁通偏差	6.5.2	7.5.2	√	√
7	表磁偏差	6.5.3	7.5.3	√	√
8	有害物质限量	6.6	7.6	—	√
9	磁通不可逆损失	6.7	7.7	—	√

注：“√”表示应检验的项目；“—”表示不检验的项目。

## 8.2 组批

按相同工艺条件、连续生产的同一牌号、同一规格和尺寸的磁钢为同一生产批次。

## 8.3 出厂检验

8.3.1 出厂检验项目按表8的规定。

8.3.2 检验项目抽样按表9的规定。

表9 出厂检验项目抽样

产品状态	检验项目	抽样数量	接收数Ac
毛坯	主要磁性能	每批次3块~6块	0
成品	外观	全检	
	尺寸偏差		
	形位偏差		
	磁通偏差	GB/T 2828.1—2012中特殊检验水平S-4	
	表磁偏差	每批次8块~10块	

8.3.3 检验结果判定：外观、尺寸偏差、形位偏差、磁通偏差、表磁偏差检验结果不合格，则判定该批磁钢不合格，但允许逐件检验，合格者交货；主要磁性能任一检验结果不合格，则判定该批磁钢不合格。

## 8.4 型式检验

8.4.1 凡属于下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品定型投产时；
- 正式生产后，如结构、材料、工艺有较大改变，可能影响永磁体性能时；
- 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- 正式生产过程中，每一年进行一次；
- 停产一年以上，恢复生产时；
- 国家质量监督部门监督抽查时。

8.4.2 抽样：从出厂检验合格品中随机抽取5个进行检验。

8.4.3 型式检验为项目按表8的规定。

8.4.4 型式检验的项目全部合格判定型式检验合格。

## 9 标志、包装、运输、贮存

### 9.1 标志、包装

9.1.1 磁钢一般以磁中性状态交货。如需方要求充磁并在合同中注明，可充磁交货。

9.1.2 磁钢用箱（盒）包装, 并保证在运输和贮存过程中不被损坏。充磁产品的包装要求应符合相应运输和贮存方式的相应规定。每个包装箱（盒）应附标签, 注明:

- a) 磁钢名称、牌号、规格尺寸;
- b) 批号;
- c) 净重、件数;
- d) 出厂日期;
- e) 客户的特殊要求。

## 9.2 运输

包装成箱的产品在运输过程中应小心轻放。

## 9.3 贮存

磁钢应贮存在通风良好、干燥、无腐蚀性气氛的场所。

## 10 质量承诺

10.1 在规定的运输、贮存和使用的条件下, 在产品有效期内, 若出现产品由制造原因造成的性能缺陷影响产品正常使用的质量问题, 生产厂家应免费更换同规格和数量的产品。

10.2 生产厂家应设有客户投诉电话。在接到客户质量诉求信息时, 应在 24 小时内做出响应, 48 小时内为客户提供解决方案。

附录 A  
(规范性)  
使用高斯计测量表磁偏差

### A.1 试验条件

#### A.1.1 试验环境

应在下列环境中进行试验：

- a) 环境温度：23℃±3℃；
- b) 相对湿度：35%~80%；

#### A.1.2 试验仪器

已校准的高斯计：

- a) 量程：0~±3 000.0 mT；
- b) 磁场最小分辨率：0.01 mT；
- c) 最小基本误差 5.0%。

### A.2 试验方法

#### A.2.1 高斯计测量原理

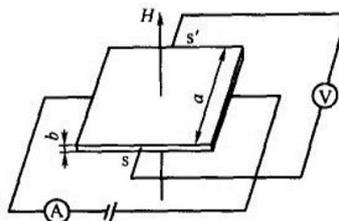
将金属或半导体薄片置于磁场中，当有电流流过时在垂直于电流和磁场的方向上将产生电动势。这种物理现象称为霍尔效应。其基本关系式为：

$$V_H = R_H \times I_H \times B \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- $V_H$  ——霍尔电压，单位为伏特 (V)；  
 $R_H$  ——霍尔系数，单位为立方米每库伦 ( $\text{m}^3/\text{C}$ )；  
 $I_H$  ——电流，单位为安培 (A)；  
 $B$  ——磁感应强度，单位为特斯拉 (T)。

高斯计是利用半导体在磁场中的霍尔效应直接测出空间的磁感应强度，如图1所示。将霍尔元件放在被测磁场中，用电压表测出霍尔电压 $V_H$ 的数值从而可以求得磁感应强度 $B$ 。采用高斯计(特斯拉计)测量永磁产品表面磁场强度偏差，主要是对磁钢充磁后磁性能一致性进行评估。



图A.1 用霍尔效应测量磁场

#### A.2.2 试验步骤

按下列步骤进行测试：

- a) 将信号连接线一端连接测量探头的信号接口，打开电源待显示器亮后预热 3 min；
- b) 表棒探头周围处于无磁状态，将高斯计进行置零，重复三次；
- c) 将磁钢沿垂直于充磁方向以开路状态固定在不磁性的 4 cm×4 cm 的铝合金板上，确定出磁极位置并进行标记；
- d) 将探头轻轻接触磁钢的磁极位置表面进行测试，重复三次，记录最高表磁值和最低表磁值；

- e) 表磁偏差为同批产品中的最高表磁值与最低值的差, 和最高表磁值的百分比, 按 (A.2) 进行计算:

$$\Delta B = \frac{B_{max} - B_{min}}{B_{max}} \times 100\% \dots\dots\dots (A.2)$$

式中:

$\Delta B$  ——表磁偏差, 无量纲;

$B_{max}$  ——最高磁感应强度, 单位为特斯拉 (T);

$B_{min}$  ——最低磁感应强度, 单位为特斯拉 (T)。