IIS

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局

中 国 国 家 标 准 化 管 理 委 员 会 发布

各向异性钕铁硼永磁粉

Anisotropic neodymium iron boron permanent magnetic powder
（预审稿）

20XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

GB/T XXXXX-20XX

B

中 华 人 民 共 和 国 国 家 标 准

ICS 77.120.99

H 65

1. 前 言

本标准是按照GB/T 1.1-2009给出的规则起草的。

本标准的附录E为规范性附录，其余均为资料性附录。

本标准由全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）归口。

本标准主要起草单位：

本标准主要起草人：

 各向异性钕铁硼永磁粉

1 范围

本标准规定了各向异性钕铁硼永磁粉的要求、分类、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存及质量证明书。

本标准适用于采用吸氢-歧化-脱氢-再复合工艺（简称HDDR）工艺或热压热变形工艺生产的各向异性钕铁硼永磁粉，适用于模压成型、注塑成型、挤压成型和压延成型等工艺制造粘结磁体。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 1479.1 金属粉末 松装密度的测定 第1部分：漏斗法

GB/T 1480 金属粉末 干筛分法测定粒度

GB/T 3217 永磁（硬磁）材料 磁性试验方法

GB/T 5158.4 金属粉末 还原法测定氧含量 第4部分：还原-提取法测定总氧量

GB/T 8170 数值修约规则与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 15676 稀土术语

GB/T 17803 稀土产品牌号表示方法

XB/T 617.7 钕铁硼合金化学分析方法 第7部分：氧、氮含量的测定 脉冲-红外吸热法和脉冲-热导法

3 术语和定义

GB/T 9637与GB/T 15676界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

各向异性钕铁硼永磁粉 anisotropic NdFeB magnetic powder

内部磁畴方向统一沿着易磁化轴排列，易磁化方向性能高于其他方向的磁粉。

各向异性钕铁硼永磁粉制备工艺及化学成分配比参见附录A。

3.2

吸氢-歧化-脱氢-再复合工艺 hydrogenation–disproportionation–desorption–recombination process

HDDR工艺包括吸氢-歧化-脱氢-再复合（hydrogenation–disproportionation–desorption– recombination, 简称HDDR）四个阶段。HDDR过程中稀土金属间化合物吸氢并歧化分解，再在随后的强制脱氢过程中歧化产物复合成晶粒细小的原化合物相，从而实现对材料晶粒的细化（平均晶粒尺寸为300nm），并产生了沿易磁化轴方向取向的晶体结构，从而制备出各向异性磁粉。

3.3

热压热变形工艺 hot pressed and hot deformed process

热压热变形工艺包括将制备出的快淬磁粉，经热压、热变形制得各向异性磁体，然后再将制备的各向异性磁体进行破碎，最终制备出各向异性磁粉。

3.4

主要磁性能 principal magnetic properties

包括永磁材料的剩余磁感应强度（*Br*），磁极化强度矫顽力（内禀矫顽力）（*HcJ*）、磁感应强度矫顽力（*HcB*）、最大磁能积（(*BH*)*max*）。

3.5

辅助磁性能additional magnetic properties

包括永磁材料的剩余磁感应强度温度系数（α-(*Br*)）、磁极化强度矫顽力温度系数（β-(*HcJ*)）、居里温度（*T*c）、剩余磁感应强度和磁极化强度矫顽力的磁化饱和趋势。

4 分类与牌号

4.1 分类

各向异性钕铁硼永磁粉按磁极化强度矫顽力大小分为低矫顽力L、中矫顽力M、高矫顽力H三类产品。

4.2 牌号

每类产品按最大磁能积大小划分为若干个牌号，其牌号表示方法参照GB/T 17803的规定。

4.3 牌号表示方法

各向异性钕铁硼永磁粉的牌号由构成各向异性钕铁硼永磁粉的元素符号、英文字母和阿拉伯数字表示，共分五个层次，具体表示方法如下：

牌号的表示方法如下：



**注：**为便于区分牌号的层次，第一层次与第二层次、第二层次与第三层次、第三层次与第四层次之间用分隔符“-”区分开，第四层次产品技术参数的最大磁能积与内禀矫顽力之间用分隔符“/”区分开。最大磁能积（*BH*）max（单位为kJ/m3）的参数为规定上下限的中值，内禀矫顽力*H*cJ（单位为kA/m）的参数为规定下限值的1/10。

4.4 牌号示例

示例如下：

NdFeB-A-M-307/100 H表示（*BH*）max 为279 kJ/m3~335 kJ/m3（上下限中值为307 kJ/m3）、*H*cJ为1000kA/m~1240kA/m（下限值1000 kA/m，取其1/10为100）的M类HDDR各向异性钕铁硼永磁粉。

5 要求

5.1 主要磁性能

产品在23℃士3℃下的主要磁性能应符合表1的规定（测试方法详见附录B）。如需方有特殊要求，供需双方可另行商定。为便于使用和查询，国际单位制（SI）和电磁单位制（CGSM）主要磁性能对照表以及SI制牌号和CGSM制约定牌号的对照参见附录C。

表1 各向异性钕铁硼永磁粉23℃士3℃下的主要磁性能表

|  |  |
| --- | --- |
| 材料 | 主要磁性能 |
| 种类 | 牌号 | 剩余磁感应强度*Br* (T) | 磁极化强度矫顽力*HcJ* (kA/m) | 磁感应强度矫顽力*HcB* (kA/m) | 最大磁能积 *（BH）max* (kJ/m3) |
| L | NdFeB-A-L-289/80 P | 1.25～1.35 | 800～1080 | 600～840 | 279～299 |
| M | NdFeB-A-M-307/100 H | 1.30～1.40 | 1000～1240 | 660～870 | 279～335 |
| NdFeB-A-M-303/108 P | 1.26～1.36 | 1080～1320 | 700～980 | 295～311 |
| H | NdFeB-A-H-279/124 H | 1.20～1.30 | 1240～1440 | 870～1060 | 271～287 |
| NdFeB-A-H-287/132 P | 1.24～1.34 | 1320～1400 | 970～1040 | 279～295 |
| 注1：国际单位制（SI）与电磁单位制（CGSM）的换算关系为：1 T 104 Gs， 1 A/m 4π×10-3 Oe，1 J/m3 4π×10 Gs·Oe |

5.2 粒度

各向异性钕铁硼永磁粉产品粒度范围为53 μm～180μm，但允许粒度大于180μm的比例不超过产品总重量的0.1%；粒度小于53μm的比例不超过产品总质量的15%。如需方有特殊要求，供需双方可另行商定。

5.3 外观

各向异性钕铁硼永磁粉呈灰黑色，产品应洁净、无可见锈斑及夹杂物。

5.4 辅助磁性能及其他理化性能

产品的辅助磁性能及其他理化性能参见附录D。如需方有特殊要求，供需双方可另行商定。

6 试验方法

6.1 主要磁性能

6.1.1 产品的主要磁性能采用满足精度要求的振动样品磁强计检测，测试方法见附录B。

6.1.2 经供需双方商定也可将磁粉制成磁体进行检测，磁体测试样品要求为: 粘结剂质量分数为2.5%、密度为6. 00 g/cm3±0. 05 g/cm3、尺寸为∅10.00 mm×10.00 mm；试验方法按GB/T 3217规定进行，磁性能检验结果的数值修约按GB/T 8170的规定进行。磁粉对应磁体牌号测试样品的主要磁性能值见附录E (规范性附录)。

6.2 粒度

产品粒度试验方法按GB/T 1480规定进行。

6.3 外观质量

产品外观质量采用10倍率放大镜检测。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品由供方质量部门进行检验，保证产品质量符合本标准规定，并填写质量证明书。

7.1.2 需方可对收到的产品按本标准规定进行检验。如检验结果与本标准规定不符，应在收到产品之日起的1个月内向供方书面提出，由供需双方协商解决；如超过1个月未提出质量异议的，则视同验收合格。如需仲裁，可委托双方认可的单位进行，并在需方共同取样。

7.2 组批

每批产品应由同一牌号的产品组成。

7.3 检验项目

每批产品出厂前应对永磁粉进行主要磁性能、粒度、外观的检验。其他性能由供方根据生产情况进行定期检测或抽检。

7.4 取样

每批产品仲裁取样件数按表2规定进行。每件取样50g，样品需密封包装。

表2 磁粉取样件数规定

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 每批件数 | 1 | 2 ～ 10 | 11 ～60 | 61 ～ 100 | 101 ～ 150 | > 150 |
| 取样件数 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |

7.5 检验结果判定

产品的磁性能、粒度、外观质量等检验项目结果与本标准规定不符时，则从该批产品中取双倍试样对不合格项目进行复验，若仍有结果不合格，则判该批产品为不合格。

8 标志、包装、运输、贮存、质量证明书

8.1 标志、包装

产品应密封包装并符合运输和贮存的相应规定；每件产品净重不超过100 kg，如需方有特殊要求，供需双方可另行商定。每个产品的包装物表面均应附标识，其上注明：

1. 供方名称；
2. 产品名称;
3. 产品牌号；
4. 批号、净重；
5. 出厂日期。

8.2 运输、贮存

产品在运输过程中应小心轻放、防火、防撞击、防潮，必要时附相关标识。贮存应放置于通风良好、干燥、无腐蚀气氛的场所。

8.3 质量证明书

每批产品应附质量证明书，注明：

a) 供方名称；

b) 产品名称、产品牌号；

c) 批号；

d) 净重；

e) 各检验项目结果和供方质量部门印记；

f) 本标准编号；

g) 检验日期；

h) 出厂日期。

附 录 A

(资料性附录)

各向异性钕铁硼永磁粉的制备工艺及化学成分配比

A.1 各向异性钕铁硼永磁粉的生产工艺

A.1.1 HDDR工艺

首先将金属钕（Nd）、铁（Fe）、硼铁合金（B-Fe）等原材料熔炼成合金，对于HDDR工艺，将熔炼好的合金进行均匀化处理调整组织，然后置于氢气氛围中进行气固反应（HDDR）制成各向异性钕铁硼永磁粉末；



A.1.2 热压热变形工艺

将熔炼好的合金通过快速凝固工艺制备出快淬磁粉，粉末经过热压热变形工艺制成磁块，磁块经破碎后即制成最终的各向异性钕铁硼永磁粉末。



A.2 各向异性钕铁硼永磁粉的化学成分配比

见表A.1,各向异性钕铁硼永磁粉主要化学成分为稀土（RE）、铁（Fe）、硼（B）。其中稀土主要为金属钕（Nd），为获得不同性能可用镝（Dy）、镨（Pr）、镧（La）、铈（Ce）等其他稀土金属部分替代；铁也可被铝（Al）、铜（Cu）、钴（Co）、锆（Zr）、镓（Ga）、铌（Nb）等部分替代。

表A.1 各向异性钕铁硼永磁粉的化学成分配比

|  |
| --- |
| 化学成分（质量分数）/% |
| 主要成分 | 主要非稀土替代元素及其含量 |
| Nd | B | Fe | Al | Cu | Co | Zr | Ga | Nb |
| 18~35 | 0.8~1.5 | 余量 | ＜5 | ＜5 | ＜10 | ＜10 | ＜5 | ＜5 |
| **注：**其他稀土金属替代金属钕的相对质量百分比分别为：Pr＜95、La＜30、Ce＜30、Dy＜10 |

A.3 各向异性钕铁硼永磁粉的应用

A.3.1 各向异性钕铁硼永磁粉适用于模压成型、注塑成型等工艺制造粘结磁体。

A.3.2 各向异性钕铁硼粘结磁体适用于直流无刷电机、有刷电机、步进电机、主轴电机和传感器等，可广泛应用于电子信息、通信、家用电器、办公自动化、医疗器械、汽车等领域。

附录B

(资料性附录)

振动样品磁强计测量各向异性钕铁硼永磁粉主要磁性能试验方法

B.1 样品的制备方法及试验程序

B.1.1 用精度为万分之一的电子天平测出待测磁粉的试样管质量(m管)。

B.1.2 将适量磁粉装入试样管中压实、要求表面压平，然后一起进行称量，测出磁粉质量与试样管质量之和(m管+粉)，根据试样管质量(m管)、磁粉质量与试样管质量之和(m管+粉)计算出磁粉质量(m粉)。

B.1.3 将石蜡滴入装有磁粉的试样管中，对磁粉进行粘固，然后把试样管放入压样机中，将封口铜片平行压入试样管端面，防止测量时磁粉随磁场转动。

B.1.4 待石蜡熔化后，对磁粉进行磁场取向。

B.1.5 待磁粉干固后，将试样管放入充磁机中，沿轴向用μ0H ≈3.0 T脉冲磁场磁化。

B.1.6 将试样管放入振动样品磁强计测量支架上，磁化方向与测量磁场方向一致，输入试样的类型、磁粉的质量(m粉)、磁粉的密度(ρ)及退磁因子(N)的数值，进行退磁曲线测量。

B.2 退磁因子N的确定

根据样品的直径(D)、长度(L)确定其退磁因子(N)。

附 录 C

(资料性附录)

各向异性钕铁硼永磁粉国际单位制和电磁单位制主要磁性能对照表

各向异性钕铁硼永磁粉在23℃±3℃下的国际单位制（SI）和电磁单位制（CGSM）主要磁性能对照表见C.1

表C.1 各向异性钕铁硼永磁粉主要磁性能对照表

|  |  |
| --- | --- |
| 材料 | 主要磁性能 |
| 种类 | 牌号 | 剩余磁感应强度*Br* | 磁极化强度矫顽力*HcJ* | 磁感应强度矫顽力*HcB* | 最大磁能积 *（BH）max* |
| SI制牌号 | CGSM制约定牌号 | T | kGs | kA/m | kOe | kA/m | kOe | kJ/m3 | MGOe |
| L | NdFeB-A-L-289/80 P | NdFeB-A-36-12-P | 1.25～1.35 | 12.5～13.5 | 800～1080 | 10.1～13.6 | 600～840 | 7.5～10.6 | 279～299 | 35.1～37.6 |
| M | NdFeB-A-M-307/100 H | NdFeB-A-39-14-H | 1.30～1.40 | 13.0～14.0 | 1000～1240 | 12.6～15.6 | 660～870 | 8.3～10.9 | 279～335 | 35.1～42.1 |
| NdFeB-A-M-303/108 P | NdFeB-A-38-15-P | 1.26～1.36 | 12.6～13.6 | 1080～1320 | 13.6～16.6 | 700～980 | 8.8～12.3 | 295～311 | 37.1～39.1 |
| H | NdFeB-A-H-279/124 H | NdFeB-A-35-16-H | 1.20～1.30 | 12.0～13.0 | 1240～1440 | 15.6～18.1 | 870～1060 | 10.9～13.3 | 271～287 | 34.0～36.1 |
| NdFeB-A-H-287/132 P | NdFeB-A-36-17-P | 1.24～1.34 | 12.4～13.4 | 1320～1400 | 16.6～17.6 | 970～1040 | 12.2～13.1 | 279～295 | 35.1～37.1 |
| **注：**国际单位制（SI）与电磁单位制（CGSM）的换算关系为：1 T 104 Gs， 1 A/m 4 ×10-3 Oe，1 J/m3 4 ×10 Gs·Oe |

附录D

(资料性附录)

各向异性钕铁硼永磁粉的辅助磁性能及其他理化性能

各向异性钕铁硼永磁粉辅助磁性能及其他理化性能的典型值见表D. 1，供使用参考。

表D.1 各向异性钕铁硼永磁粉辅助磁性能及其他理化性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 性能参数 | 单位 | 典型值 |
| 剩余磁感应强度温度系数 (*Br*) | （%/°C） | -0.13 |
| 磁极化强度矫顽力温度系数 (*HcJ*) (RT ~ 100°C) | （%/°C） | -0.55 |
| 居里温度 Tc | （°C） | 300 ~ 320 |
| 最高工作温度 TW（L/D=0.7的圆柱形磁体（P=2），工作时间 t = 2小时，不可逆损失=5%的对应温度） | （°C） | 100 ~ 120 |
| 最高工艺温度 TP（在空气中加热时间 t = 1小时，剩余磁感应强度*Br*不可恢复损失=2%的对应温度） | （°C） | 180 |
| 松装密度 ρP | (g/cm3) | 2.7 |
| 氧质量分数 | (ppm) | 800 |
| 理论密度  | (g/cm3) | 7.64 |
| 注1：(*Br*) 和(*HcJ*)测量的温度范围是 RT~ 100°C，但并不表明各向异性钕铁硼永磁粉只可以在此范围内使用。注2：最高工艺温度TP试验方法按GB/T 3217规定进行，注3：产品松装密度ρP试验方法按GB/T 1479.1规定进行。注4：产品氧质量分数试验方法按GB/T 5158.4或XB/T 617.7规定进行（建议采用热导法）。 |

附录 E

(规范性附录)

各向异性钕铁硼永磁粉对应磁体测试样品23℃±3℃下的主要磁性能

各向异性钕铁硼永磁粉磁粉对应磁体牌号测试样品在23℃±3℃下的主要磁性能值见表E.1。

表E. 1

|  |  |
| --- | --- |
| 材料 | 主要磁性能 |
| 种类 | 牌号 | 剩余磁感应强度*Br* | 磁极化强度矫顽力*HcJ* | 磁感应强度矫顽力*HcB* | 最大磁能积 *（BH）max* |
| T | kGs | kA/m | kOe | kA/m | kOe | kJ/m3 | MGOe |
| L | NdFeB-A-L-289/80 P | 0.88～0.95 | 8.8～9.5 | 800～1080 | 10.1～13.6 | 600～840 | 7.5～10.6 | 279～299 | 35.1～37.6 |
| M | NdFeB-A-M-307/100 H | 0.90～0.98 | 9.0～9.8 | 1000～1240 | 12.6～15.6 | 660～870 | 8.3～10.9 | 279～335 | 35.1～42.1 |
| NdFeB-A-M-303/108 P | 0.89～0.96 | 8.9～9.6 | 1080～1320 | 13.6～16.6 | 700～980 | 8.8～12.3 | 295～311 | 37.1～39.1 |
| H | NdFeB-A-H-279/124 H | 0.85～0.92 | 8.5～9.2 | 1240～1440 | 15.6～18.1 | 870～1060 | 10.9～13.3 | 271～287 | 34.0～36.1 |
| NdFeB-A-H-287/132 P | 0.87～0.94 | 8.7～9.4 | 1320～1400 | 16.6～17.6 | 970～1040 | 12.2～13.1 | 279～295 | 35.1～37.1 |
| 注：国际单位制（IS）与电磁单位制（CGSM）的换算关系为：1 T 104 Gs， 1 A/m 4 ×10-3 Oe，1 J/m3 4 ×10 Gs·Oe |