IIS

国家市场监督管理总局

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
（送审稿）

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

CCS H 65

1. 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。

本文件由全国稀土标准化技术委员会（SAC/TC 229）归口。

本文件起草单位：有研稀土新材料股份有限公司、北京中科三环高技术有限公司、安徽大地熊新材料股份有限公司、有色金属技术经济研究院有限责任公司、有研稀土高技术有限公司、包头稀土研究院、内蒙古自治区稀土产品质量监督检验研究院、虔东稀土集团股份有限公司、福建省长汀金龙稀土有限公司。

本文件主要起草人：

 各向异性钕铁硼永磁粉

1 范围

本文件规定了各向异性钕铁硼永磁粉的分类与牌号、要求、试验方法、检验规则、包装、标志、运输、贮存及质量证明书。

本文件适用于采用吸氢-歧化-脱氢-再复合（简称HDDR）工艺或热压热变形破碎工艺生产的各向异性钕铁硼永磁粉，该磁粉可用于模压、注塑、挤压和压延等成型工艺制造粘结磁体。

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 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 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

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 permanent magnetic powder

具有磁各向异性特点的钕铁硼永磁粉末。

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。具体过程为：首先钕铁硼合金进行吸氢爆裂成氢碎粉，主相Nd2Fe14B歧化分解，随后进行强制脱氢，歧化产物再复合成晶粒细小的Nd2Fe14B相。

3.3

热压热变形破碎工艺 hot pressing and hot deformation process

热压热变形工艺包括：将快淬钕铁硼磁粉先经热压、热变形过程制成各向异性钕铁硼磁体，然后再将制备的各向异性钕铁硼磁体进行破碎。

4 分类与牌号

4.1 分类

各向异性钕铁硼永磁粉按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。

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，共分四个层次，具体表示方法如下：



**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之间用分隔符“-”区分开，第三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。

示例：

NdFeB-A-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1000 kA/m~1240 kA/m（下限值1000 kA/m，取其1/10为100）采用HDDR工艺生产的各向异性钕铁硼永磁粉。

5 要求

5.1 主要磁性能

产品在环境温度为20℃时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（CGS）主要磁性能对照表以及SI制牌号和CGS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20℃时的主要磁性能表

|  |  |
| --- | --- |
| 产品 | 主要磁性能 |
| 种类 | 牌号 | 剩余磁感应强度*B*r (T) | 内禀矫顽力*H*cJ (kA/m) | 磁感应强度矫顽力*H*cB (kA/m) | 最大磁能积 (*BH*)max (kJ/m3) |
| L | NdFeB-A-289/80 P | 1.25～1.35 | 800～1080 | 600～840 | 279～299 |
| M | NdFeB-A-307/100 H | 1.30～1.40 | 1000～1240 | 660～870 | 279～335 |
| NdFeB-A-303/108 P | 1.26～1.36 | 1080～1320 | 700～980 | 295～311 |
| H | NdFeB-A-279/124 H | 1.20～1.30 | 1240～1440 | 870～1060 | 271～287 |
| NdFeB-A-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（CGS）的换算关系为：1 T 1×104 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～180 μm，但允许粒度大于180 μm的比例不超过产品总质量的0.1 %；粒度小于53 μm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暗灰色，产品无可见锈斑及夹杂物。

5.4 辅助磁性能及其他物理性能

产品的辅助磁性能及其他物理性能参见附录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，制备磁体需在150-250℃范围内进行磁取向，取向场大小为2T。样品要求为: 粘结剂（热固性环氧结构胶）质量分数为2.5%、磁体密度为6. 00 g/cm3±0. 05 g/cm3、尺寸为10.00 mm×10.00 mm×10.00 mm的块体；磁体测试方法按GB/T 3217规定进行，磁性能检验结果的数值修约按GB/T 8170规定进行。磁粉对应磁体牌号测试样品的主要磁性能值参见附录E。

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

产品外观质量推荐采用目视方法观察，如需方有特殊要求，供需双方可另行商定。

7 检验规则

7.1 检查和验收

7.1.1 产品由供方或第三方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单的规定。

7.1.2 需方可对收到的产品按本文件规定进行检验。如检验结果与本文件及订货单的规定不符时，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在需方共同取样或双方协商确定。

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其主要磁性能、粒度、外观质量的检验。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

每批产品取样件（袋）数按表2规定进行。每件取样50g，样品需密封包装，取样方法为抽检。

表2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文件规定不符时，则从该批产品中取双倍试样对不合格项目进行复验，若复检结果合格，可判定该批次产品合格，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、贮存及随行文件

8.1标志

每件（桶、袋）外注明：

1. 供方名称。
2. 产品名称和牌号。
3. 毛重、净重。
4. 包装日期。
5. “防潮”标识或字样。

8.2 包装

每件产品净重不超过100 kg，内包装采用塑料袋，外包装采用铁桶，保证在适当的运输和贮存过程中不损坏。

8.3 运输

装运产品的车厢、船舱和集装箱应保持清洁、干燥，无污染；敞篷运输时，应用防水篷布盖好，以保证产品不被雨雪浸入；产品在车站、码头中转或终点卸下时，应采用合适的方式装卸，以防包装损坏和碰伤产品。

8.4贮存

应放置于通风、干燥、避光、清洁场所保存，不得与酸、碱等产品共同存放，贮存环境不得有易挥发物以及易腐蚀、具有强氧化物性的气体。

8.5 随行文件

每批产品应附有随行文件，其上注明：

a) 产品名称。

b) 供方名称、地址、电话、传真。

c) 牌号、批号。

d) 数量（净重和件数）。

e) 各项分析检验结果和供方质量检验部门印记。

f) 签发日期。

g) 包装日期。

h) 出厂日期。

质量证明书应采取有效措施保存，以防损坏，纸质版或电子版应及时发给需方。

附 录 A

(资料性)

各向异性钕铁硼永磁粉的生产工艺、化学成分配比及应用

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）或镨钕（Pr-Nd）、铁（Fe）、硼铁合金（B-Fe）等原材料熔炼成合金铸锭，再进行均匀化处理，将合金粗破碎后，进行气固反应（HDDR），经破碎至规格粒度即制成最终的各向异性钕铁硼永磁粉。



A.1.2 热压热变形破碎工艺

首先将金属钕（Nd）或镨钕（Pr-Nd）、铁（Fe）、硼铁合金（B-Fe）等原材料熔炼成合金铸锭，将熔炼好的合金铸锭通过快速凝固过程制备出快淬磁粉，磁粉经过热压热变形工艺后制成各向异性磁体，磁体经破碎至规格粒度即制成最终的各向异性钕铁硼永磁粉。



A.2 各向异性钕铁硼永磁粉的化学成分配比

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（RE）主要为金属钕（Nd），为获得不同性能可用铽（Tb）或镝（Dy）、镨（Pr）、镧（La）、铈（Ce）等其他稀土金属部分替代；铁（Fe）也可被铝（Al）、铜（Cu）、钴（Co）、锆（Zr）、镓（Ga）、铌（Nb）等部分替代。各向异性钕铁硼永磁粉的化学成分配比见表A.1。

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 | ＜3 | ＜2 | ＜15 | ＜8 | ＜3 | ＜2.5 |
| **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、Tb/Dy＜10 |

A.3 各向异性钕铁硼永磁粉的应用

各向异性钕铁硼永磁粉适用于模压、注塑、挤压和压延等成型工艺制造各向异性钕铁硼粘结磁体，制备的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、家用电器、办公自动化、医疗器械、汽车、电动工具等领域。

附录B

(资料性)

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0.1mg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，然后把试样管用胶囊封装。

B.1.4 待石蜡熔化后，对磁粉沿轴向进行磁场取向（磁场大小为2T）。

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，测量磁场方向与取向/磁化方向一致，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)，退磁因子计算公式见B.1。

 (式B.1)

附 录 C

(资料性)

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20℃时的国际单位制（SI）和电磁单位制（CGS）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* | 内禀矫顽力*HcJ* | 磁感应强度矫顽力*HcB* | 最大磁能积 *（BH）max* |
| SI制牌号 | CGS制约定牌号 | T | kGs | kA/m | kOe | kA/m | kOe | kJ/m3 | MGOe |
| L | NdFeB-A-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-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-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-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-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（CGS）的换算关系为：1 T 1 × 104 Gs， 1 A/m 4 × 10-3 Oe，1 J/m3 4 ×10 Gs·Oe |

附录D

(资料性)

各向异性钕铁硼永磁粉的辅助磁性能及其他物理性能

各向异性钕铁硼永磁粉辅助磁性能及其他物理性能的典型值见表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它是物理性能

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 性能参数 | 单位 | 范围 |
| 剩余磁感应强度温度系数 (*B*r) | （%/°C） | -0.15~-0.10 |
| 内禀矫顽力温度系数 (*H*cJ) (20 ~ 100°C) | （%/°C） | -0.60~-0.40 |
| 居里温度 *T*c | （°C） | 250 ~ 400 |
| 最高工作温度 *T*W（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 *T*P（在空气中加热时间 t = 1小时，剩余磁感应强度*B*r不可恢复损失=2%的对应温度） | （°C） | 180 |
| 松装密度 *ρ*P | (g/cm3) | 2.70~3.00 |
|  理论密度*ρ*  | (g/cm3) | 7.40~7.65 |
| 注1：(*B*r) 和(*H*cJ)测量的温度范围是 20~ 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*T*P试验方法按GB/T 3217规定进行。注3：产品松装密度*ρ*P试验方法按GB/T 1479.1规定进行。 |

附录 E

(规范性)

各向异性钕铁硼永磁粉对应磁体测试样品在20℃时的主要磁性能值应符合表E.1。

表E. 1 各向异性钕铁硼永磁粉对应磁体测试样品在20℃时的主要磁性能值

|  |  |
| --- | --- |
| 材料 | 主要磁性能 |
| 种类 | 牌号 | 剩余磁感应强度*Br* | 内禀矫顽力*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-289/80 P | 0.88～0.95 | 8.8～9.5 | 800～1080 | 10.1～13.6 | 500～640 | 6.3～8.0 | 130～142 | 16.3～17.8 |
| M | NdFeB-A-307/100 H | 0.90～0.98 | 9.0～9.8 | 1000～1240 | 12.6～15.6 | 530～650 | 6.6～8.2 | 130～170 | 16.3～21.3 |
| NdFeB -A-303/108 P | 0.89～0.96 | 8.9～9.6 | 1080～1320 | 13.6～16.6 | 540～680 | 6.8～8.5 | 144～163 | 18.1～20.5 |
| H | NdFeB-A-279/124 H | 0.85～0.92 | 8.5～9.2 | 1240～1440 | 15.6～18.1 | 600～720 | 7.5～9.0 | 123～134 | 15.5～16.8 |
| NdFeB-A-287/132 P | 0.87～0.94 | 8.7～9.4 | 1320～1400 | 16.6～17.6 | 580～700 | 7.3～8.8 | 130～145 | 16.3～18.2 |
| 注：国际单位制（IS）与电磁单位制（CGS）的换算关系为：1 T 1 × 104 Gs， 1 A/m 4 × 10-3 Oe，1 J/m3 4 × 10 Gs·Oe |

**参考文献：**

[1]饶晓雷, 蔡道炎，秦国超等. 快淬钕铁硼永磁粉[S].中国标准出版社出版发行.2017.10.

[2]朱明刚，李卫，李安华等. 热压钕铁硼永磁材料[S].中国标准出版社出版发行.2017.10.

[3]中华人名共和国工业和信息化部.稀土产品的包装、标志、运输和贮存[S].中国标准出版社出版发行.2020.10.

[4]周寿增, 董清飞. 超强永磁体(第2版): 稀土铁系永磁材料[M]. 冶金工业出版社, 1999: 35-36.