

NETZSCH

Proven Excellence.



稀土合金的精细气流粉碎&分级

稀土合金粉碎及分级最新解决方案

粒径分布极窄的精细研磨与分级

磁性材料作为功能材料被广泛应用于通信技术、过程控制、电机、测量技术等领域。

钕铁硼磁铁 (NdFeB) 是一种高能量密度的稀土磁铁。因此，在强磁场、体积小和重量轻的应用领域中，其显得越来越有优势。例如，在传感器技术中，具有高能密度的钕铁硼磁铁应用于零部件的小型化，从而降低了整体结构的体积和重量。另一个例子是它们作为永久励磁机构，应用在风力发电应用中。

钐钴磁铁

与钕磁铁相比，钐钴磁铁具有较低的可逆温度系数。它们对温度非常不敏感，最高耐受温度可达350 °C。它们的高矫顽力使它们非常耐退磁，且不需要进行防腐保护。

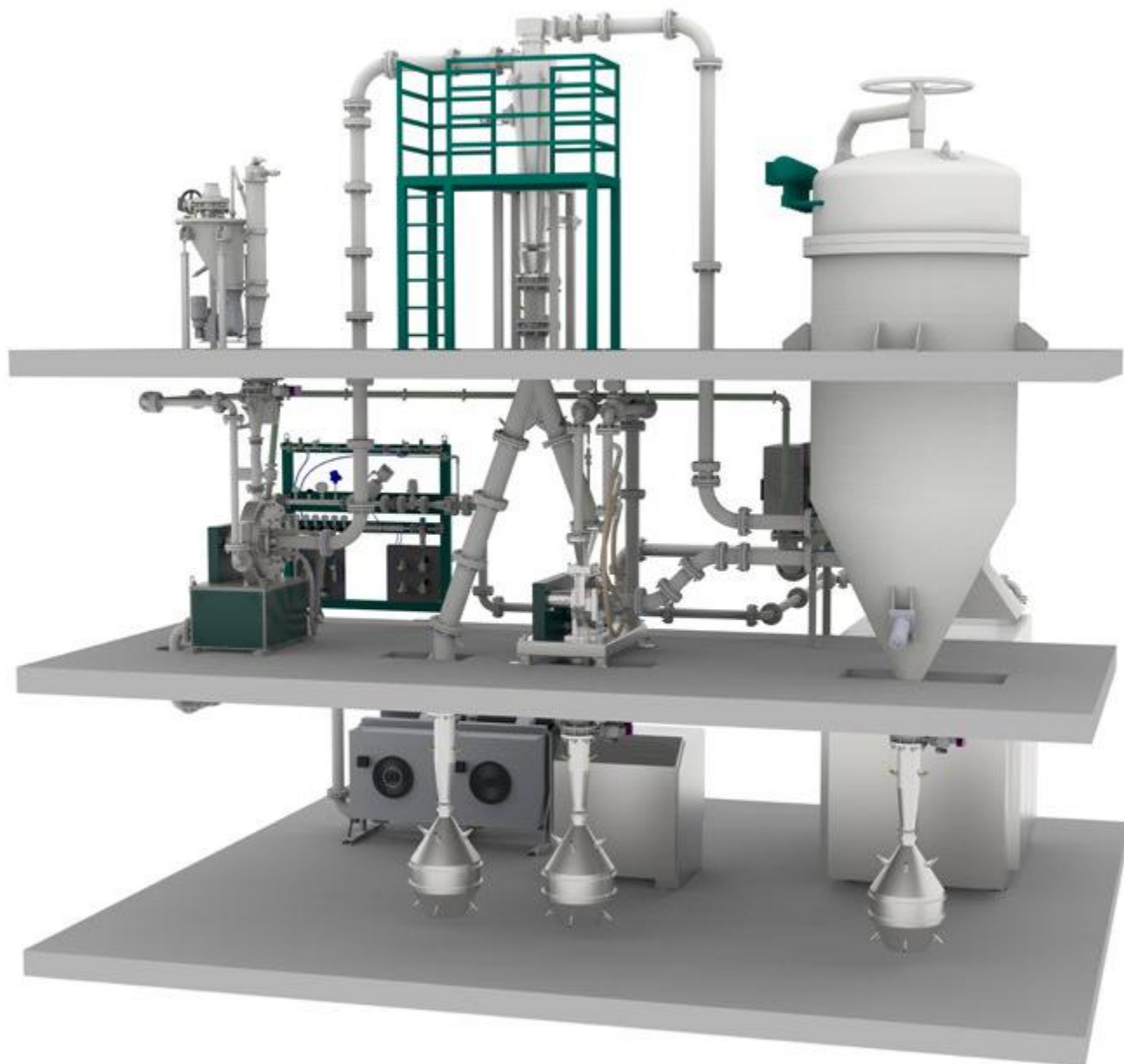


应用举例

- 钕铁硼 (NdFeB)
- 钐钴 (SmCo)
- 铌锡 (NbSn)
- 其他类型的磁性材料

在制造过程中，合金粉末在压制和烧结之前需要被预研磨。预研磨是非常重要的步骤，因为粒径对于后续磁铁质量和性能具有重要意义。理想情况下，粒径分布应尽可能窄，尽量避免超细颗粒 ($< 2 \mu\text{m}$) 和粗颗粒 ($> 8 \mu\text{m}$) 的产生。

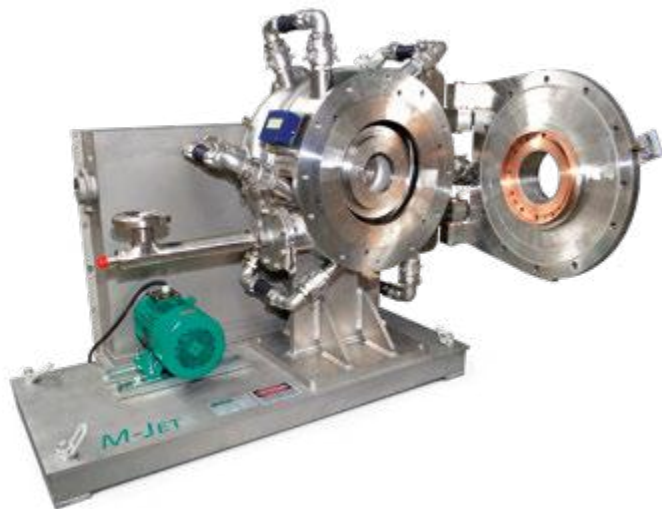
使用耐驰制造的气流磨和分级机，您可以在惰性气体保护条件下，可靠地制备钕铁硼或其他磁性合金材料，确保粒径分布窄，同时粒度上限可控。



干法精细粉碎

高密度气流磨

- 螺旋式气流磨与动态空气分级轮的结合，使您能够获得更稳定的最终产品。产品特点为粒径分布均匀，不含过粗或过细的颗粒，并保证产品质量的可重复性。
- 细度的设置仅取决于空气分级轮的转速，与产品负载无关。这使得物料进料量大，显著提粉碎效率和经济性。
- 无残渣研磨和研磨腔内堆积量最小等特点使M-JET成为高质量产品的理想研磨机。每批次产品在同等条件下完全粉碎。
- 耐驰M-JET的紧凑设计提供了很好的管路条件，便于快速清洁以及排出无法研磨的组分。



耐驰 高密度气流磨



耐驰CGS 50流化床气流磨

CGS流化床气流磨

- 创新的气流磨，适用于研磨范围为 $d_{97}=2$ 微米至120微米（取决于密度）且粒度分布均匀的最硬产品。
- 产品被气流喷射驱动加速，并通过颗粒对颗粒间的撞击进行研磨。
- 集成的动态空气分级轮可以无级变速到您所需的细度范围，这保证了可重复的高产品质量。
- 研磨腔体底部的挡板使废料（无法研磨的部分）的卸料快速而容易。
- 独立的管道设计使精细的成品物料不会被粗颗粒污染。

分级 - 细粉除尘

高效精细分级机

高效精细分级机，配备专有的分级轮，适用于极细粉料的分级 (d_{90} 在 $1\ \mu\text{m}$ 至 $120\ \mu\text{m}$)，精准的分级精度，为您提供可重复的高产品质量。

- 可靠地去除过细颗粒 ($< 1\ \mu\text{m}$)，以进一步优化产品性能。
- 只需一个分级轮就可以轻松获得有效的分离效果。
- 特殊设计的腔体结构意味着流量的显著提高。
- 易维护，可拆卸的导向叶片环，可以使喂料和设备清洁更方便。



耐驰 高效精细分级机

紧凑型实验室设备

耐驰气流磨和精细分级机的较小尺寸可作为一个完整、紧凑的集成设备，可在惰性气体下进行气密操作。

- 聚氨酯衬里防止可产品堆积
- 氩气/氮气的冲洗组件
- 对于难磨物料，例如球墨钼或 α -铁，可以很容易地进行提取
- 螺旋中心连接
- 设备配有自动保护系统



耐驰小试、中试 高效精细分级机

难磨组分的去除

稀土合金研磨时，经常会形成难磨组分的残渣沉积。就钕铁硼合金而言，主要由钕、其他稀土组分或铁组成。这些残渣具有延展性，在气流式粉碎机中难以研磨。相反，它们倾向于积聚在研磨腔体中。因此，在研磨过程中，处理量会降低，从而导致整个工厂的生产力降低。除此之外，如果这些成分污染了最终产品，这对其磁特性将有负面影响。此外，难磨组分的积累也会改变粒度分布，从而影响成品的质量。另一个问题是，由于这些残留物的不断堆积，研磨物料的成分也随之改变，从而影响了研磨质量和效率。

因此，为了保证稀土合金的质量，有必要定期从研磨腔体中去除难磨的堆积物。

在传统的气流磨中，杂质的去除往往是一个非常耗时及复杂的过程，并且可能需要几个小时。这意味着生产必须中断很长的时间。

耐驰为您提供全面的解决方案

我们的专家已经很好地解决了难磨组分的去除，并且在运行期间直接从研磨腔体进行提取。

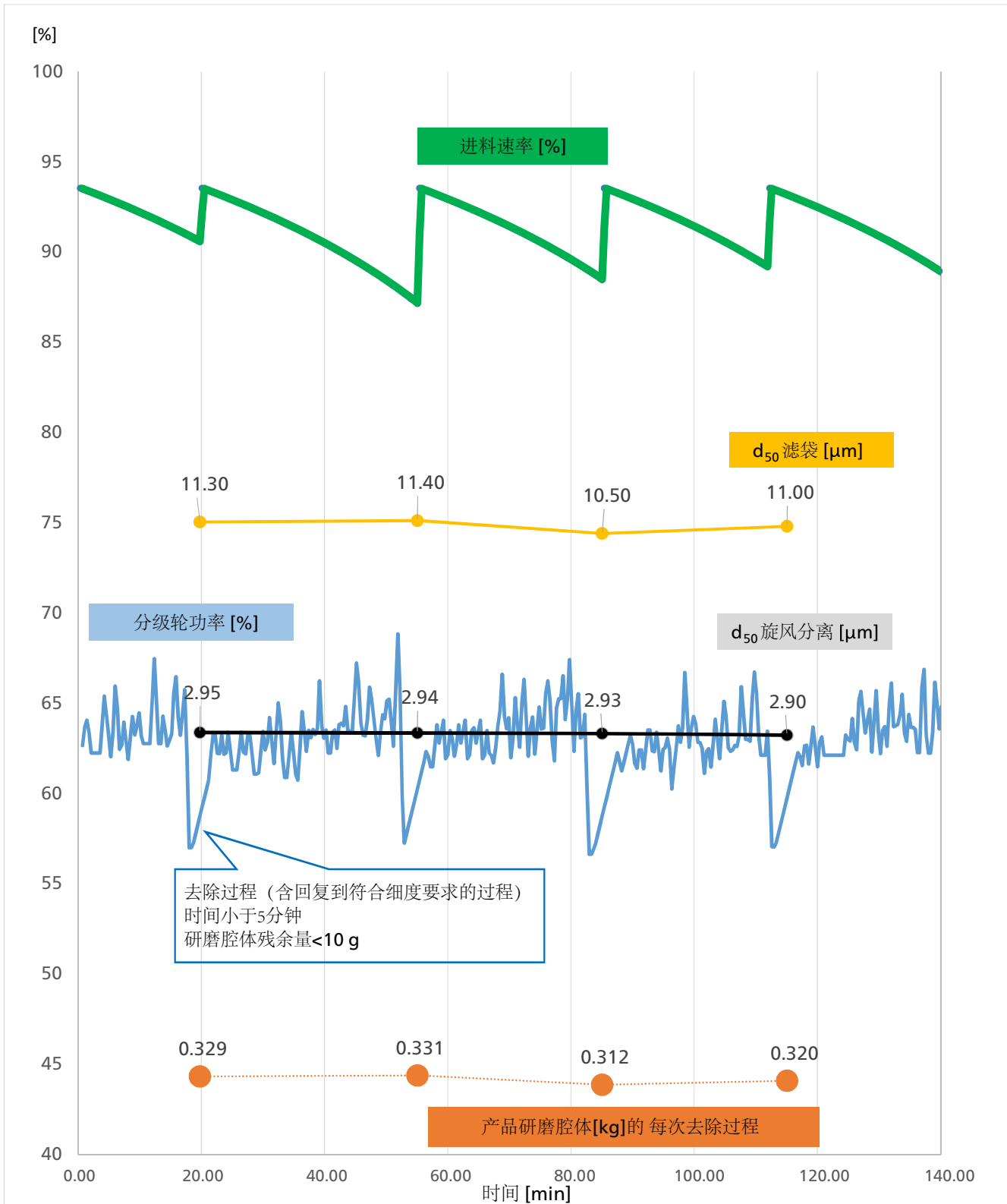
这一过程很容易实现自动化。通过负载变小，可以检测到处理量的下降。当处理量达到设定的最小值时，安装在过滤器管道中的挡板自动打开，将难磨组分直接排除。在此过程中，分级轮为独立工作。难磨组分通过独立的管道直接被排至后续收集装置内，该装置仅用于清空研磨腔体。排除的难磨组分没有离开惰性闭环过程。

在去除出研磨腔内的难磨残留物后，设备在10分钟内会恢复出料（达到细度要求的产品）。这与传统流化床气流磨相比，节省了大量时间。



带有自动去除功能的实验室设备

M-JET 10螺旋式气流磨针对难磨组分的去除

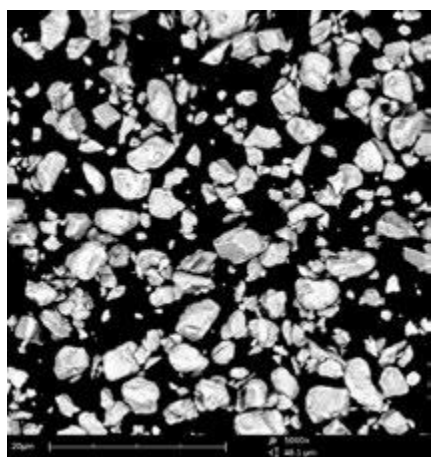
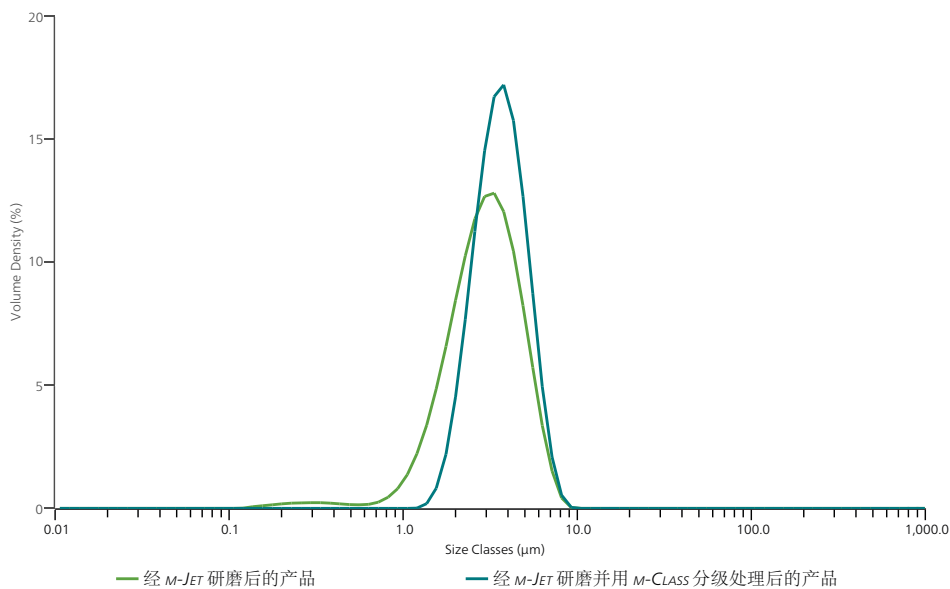


结果

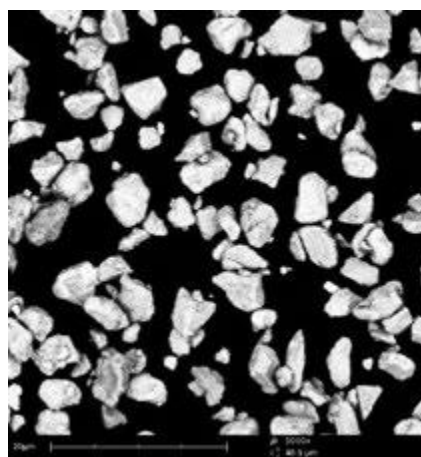
稀土磁铁压制和烧结前的理想粒径在2 - 8 μm 之间。这些粒径的颗粒可以通过常规方法充磁，有助于获得更高的剩磁特性。

在耐驰干法研磨机和分级机上制备的钕铁硼粉末的粒度分布以及后续制备烧结磁铁的磁性能测试结果令人信服。分级后，小于1 μm 的细粉数比例为0%。 $d_{50} = 3.5 \mu\text{m}$ 时的 d_{90}/d_{10} 值为2.7 μm 。

NdFeB粉末研磨与分级后粒度分布的比较

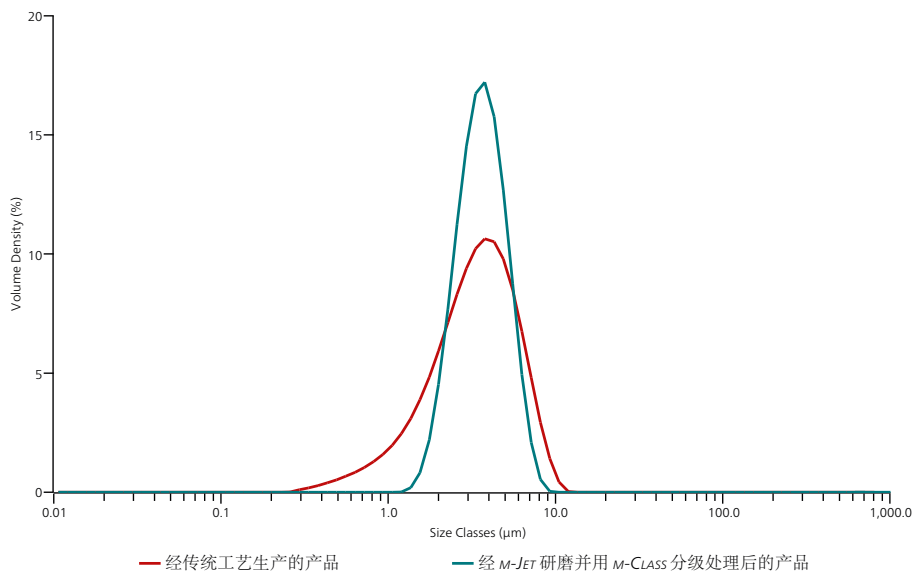


经耐驰 研磨后的NdFeB粉末（放大5000x）

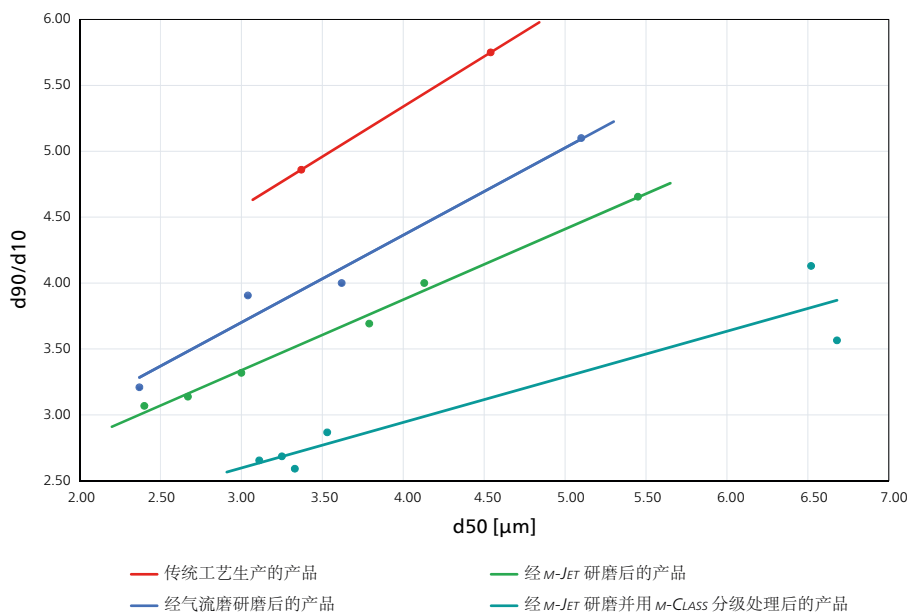


经耐驰 研磨并用 分级处理后的 NdFeB粉末（放大5000x）

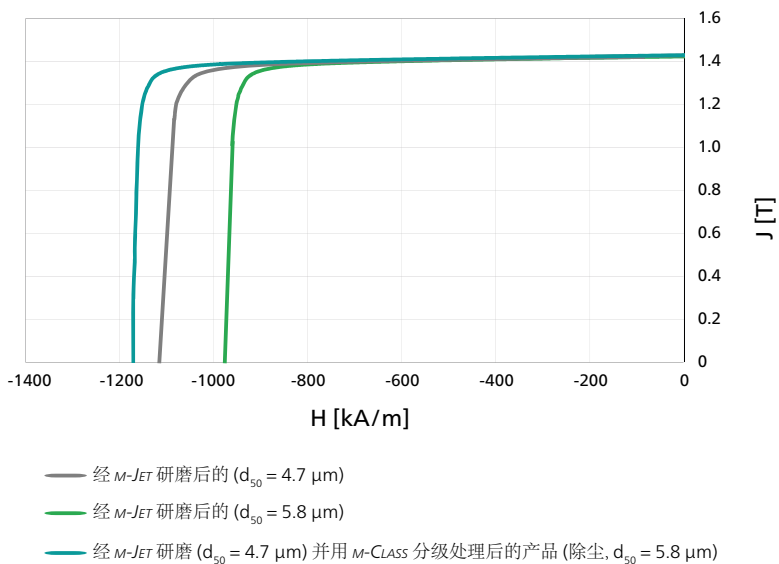
经研磨&分级后的NdFeB粉末粒度分布与传统生产工艺的对比。



NdFeB粉体 d_{90}/d_{10} 值的对比



钕铁硼磁铁退磁曲线的对比



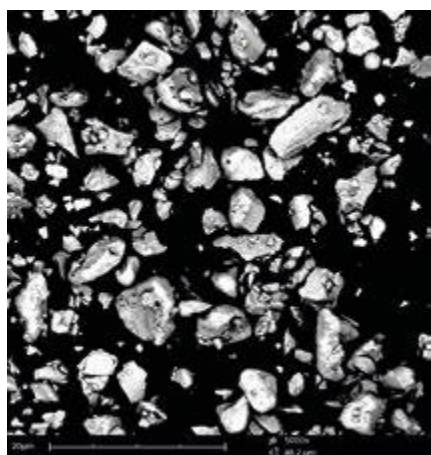
颗粒整形 – 稀土合金粉整形

球形化的稀土颗粒为成品磁铁提供了决定性的优势:

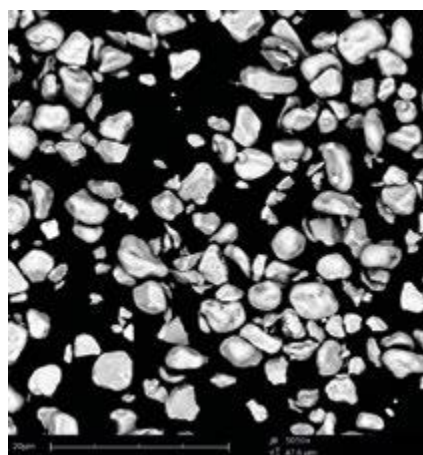
- 更高的同向性
- 剩磁更高
- 增加膝场强度
- 提高磁矫顽强度

采用耐驰技术, 可以一步实现减少过细颗粒和颗粒整形。

颗粒设计	整形前 (左)	整形后 (右)
小于1 μm 的颗粒	4.1%	0.0%
d_{90}/d_{10} 值	3.54	2.46



研磨后的颗粒



整形后的颗粒

回收物处理

回收利用是循环经济的一个重要课题。对有价值的原材料进行加工和再利用, 有助于保护环境, 且更有效地利用了自然资源。

然而, 从马达或电机中回收的磁性物质中含有大量的杂质, 主要集中于最精密的零件里。这会对再利用的磁性材料特性产生负面影响, 因此必须在重新使用前去除这些杂质。

为了有效地降低氧含量, 氢脆粉必须先经过研磨处理。随后, 通过 高效精细分级机将细小颗粒和杂质有效地从回收的磁粉中分离出来, 从而得到可重复使用的磁粉。

耐驰为您提供全面的服务

- 在惰性条件下用原材料进行研磨和分级，试验在我们的实验室是可实现的。
- 可通过合作的形式，将研磨试验中获得磁性粉体样品根据要求制成磁铁样品进行测试。
- 我们很高兴邀请您到我们的实验室来，以确保测试按照您的意愿进行。

通过 高效精细分级机，
小于1 μm 的颗粒数为**0%**

与传统工艺生产的粉末相比，
采用 分级机（除尘）
后， d_{90}/d_{10} 值**减半**

由于 高密度流化床气流磨内的
物料量堆积小，质量稳定。 在
研磨腔内的物料量比传统流化床气
流磨降低了**15到40**倍。

粒径分布**均匀**
从实验室到生产规模

使用 $(d_{50} = 5.8\text{微米})$ 进行分级处理的优点：


膝点矫顽强度 H_k **+ 21%**

方形度 $R = H_k/H_{cj}$ **+ 3%**

磁矫顽强度 H_{cj} **+ 21%**

低至**6 kg至10 kg**进料
量（使用同类的气流磨，物料
量为150至250 kg）

专注于您的优势



耐驰集团总部位于德国，是一家由股东管理的国际化技术型公司。有分析及测试、研磨及分散以及泵和系统三个事业部，它们是提供高水准个性化解决方案的代表。它在全球36个国家和地区拥有4000多名员工和自己的销售服务网络，以确保充分靠近客户并提供高效服务。

我们高标准要求自己。我们向客户承诺Proven Excellence，且自1873年以来我们所做的每一件事无时不在证明我们不断追求卓越的表现。

Proven Excellence.

研磨分散事业部 – 全球领先的研磨技术

NETZSCH-Feinmahltechnik – 德国
NETZSCH Trockenmahltechnik – 德国
NETZSCH Vakumix – 德国
NETZSCH Lohnmahltechnik – 德国
NETZSCH Mastermix – 英国
NETZSCH FRÈRES – 国
NETZSCH España – 西班牙
ECUTEC – 西班牙

NETZSCH Machinery and Instruments – 中国
NETZSCH India Grinding & Dispersing – 印度
NETZSCH Tula – 俄罗斯
NETZSCH Makine Sanayi ve Ticaret – 土耳其
NETZSCH Korea – 韩国
NETZSCH Premier Technologies – 美国
NETZSCH Equipamentos de Moagem – 巴西

耐驰（上海）机械仪器有限公司
上海市嘉定区嘉安公路3136号
邮编：201814
中国
电话: +86 21 6957 6008
传真: +86 21 6957 6005
info.nsc@netsch.com

NETZSCH®

www.netsch.com