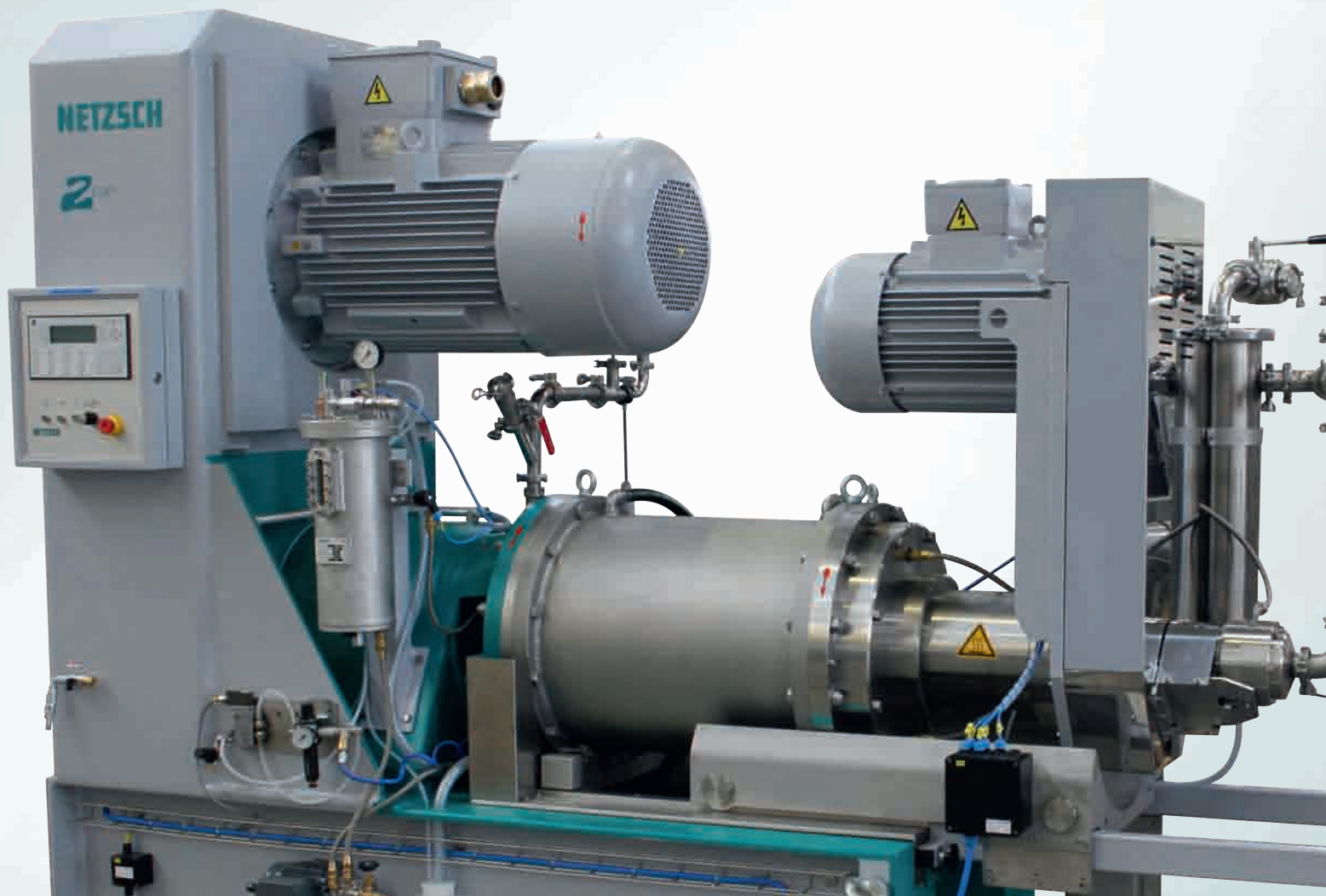


NETZSCH

Proven Excellence.



纳米技术的革新- ZETA[®] RS 循环研磨机

使用微米级研磨介质



ZETA[®] RS 高性能研磨机

未来从今天开始

对粒径远低于1 μm 的材料的需求正在稳步增长。这是由于这些材料给成品带来的功能性好处。

在胶体粒径范围内，区分真研磨和解团聚是很重要的。在真研磨过程中，作用于颗粒上的冲击力对颗粒粉碎起到很大的作用。而在分散纳米颗粒团聚体时，这种冲击力却会对原始颗粒本身造成损坏。

其原因是随着颗粒尺寸的减小，物料颗粒的力学性能由脆弹性变为塑性。从晶体到非晶结构的转变或机械化学诱导的反应会对物料性能产生负面影响。

因此，需要特殊设计的设备来完成分散或生产纳米级颗粒。

操作

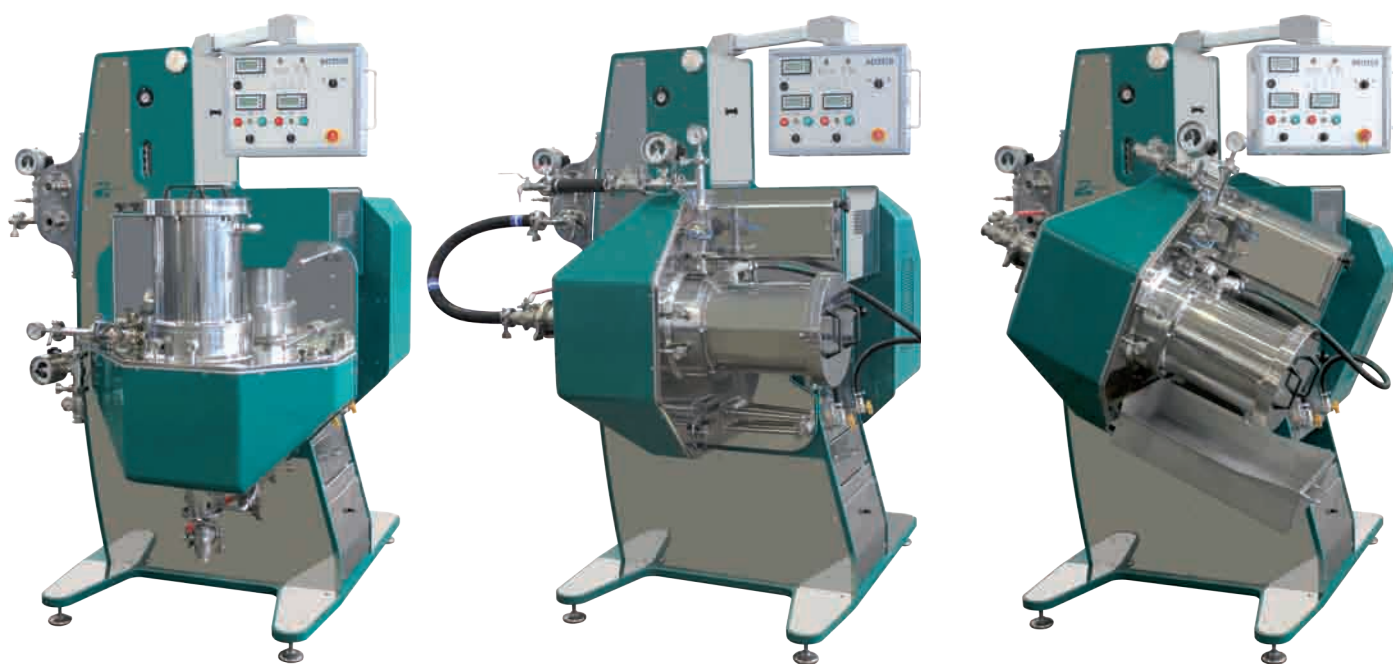
在 ZETA® RS 系列机型的开发过程中，特别强调易用性。在不损失研磨介质的情况下，填充和排空以及维修和清洁机器都很容易操作。

- 移动式研磨筒
- 可集成研磨介质收集装置
- 为获得更高的可用性，可为 ALPHA LAB ZETA® RS 至 ZETA® RS 10 型号提供可转向的研磨筒体

装填位置

运行位置

排料和清洗位置



研磨系统及操作方式

研磨系统

ZETA® RS 系列搅拌研磨机是为使用微研磨介质（30µm–300µm）而开发的。这是通过调整耐驰 ZETA® 循环研磨机的几何设计和使用创新的分离系统实现的。

- 具有小长径比和高能量密度的销棒式研磨系统
- 高效离心分离系统
- 可依据物料要求选择不同分离系统

操作方式

ZETA® RS 搅拌研磨机适用于不同物料的不同生产工艺中，如即可以单批次操作，也可以循环操作；即可以实现温和分散(4 m/s - 6 m/s)，也可以高能解聚粉碎(16 m/s - 20 m/s)。

分离系统、可转换性和可选材质

分离系统

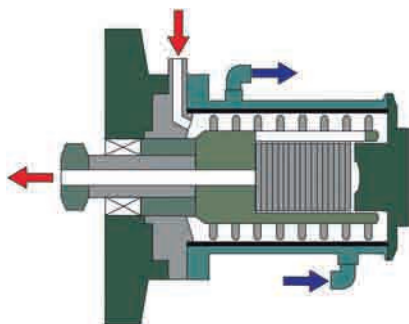
大流量循环操作及使用微米级研磨介质（30 μm -300 μm ）是纳米材料研磨分散必要条件，这也对研磨介质分离系统提出了特殊要求。先进的离心分离系统可根据工艺，既可以选择旋转分离器，也可以选择作为专利的ODC系统（开放式动态分级系统）或SDC系统（独立驱动的开放式动态分级系统）。

ODC 系统

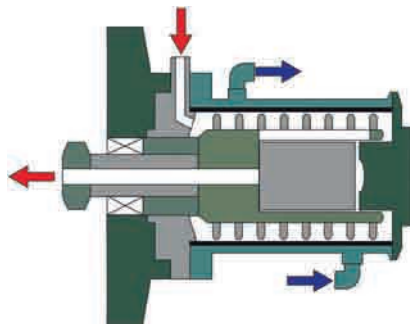
- ZETA® RS 可与 ODC（开放式动态分离系统）系统一起运行，ODC系统是一个无筛网的大型分离装置，位于销棒式搅拌器中，其转速与搅拌轴相同。

SDC 系统

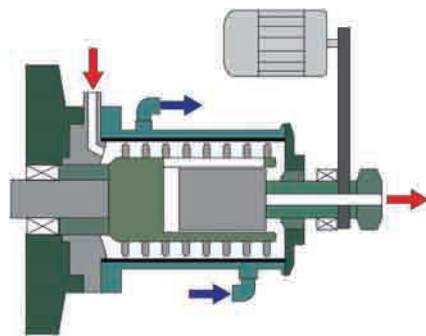
- ZETA® RS 还可以与 SDC（独立驱动的开放式动态分离系统）一起操作，SDC系统包含独立的驱动装置。
- 分离系统的线速度可独立于搅拌器轴的线速度进行设置。
- 该系统是为使用非常小的研磨介质和低速研磨分散而开发的。



旋转滤网系统



开放式动态分离系统 (ODC)



独立驱动的开放式动态分离系统 (SDC)

分离系统、可转换性和可选材质

转换灵活

为制备少量物料而研发的特殊转换套件，该套件有助于将 ZETA® RS 4（研磨腔体容积为4L）快速转换为 ZETA® RS 2的研磨腔体，容量为2L。两个易于安装的适配器环保证了较小容积的研磨腔体和搅拌轴的可容纳性。

研磨腔材质

ZETA® RS 系列机型有多种耐磨和耐腐蚀材料可供您选择，耐驰的设备质量已得到证实，可用于避免金属污染的超细研磨。

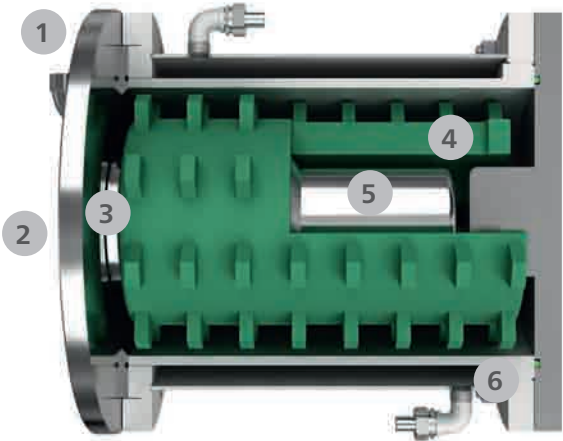
- 不同等级的耐驰 CERAM Z、耐驰 CERAM N、或 NElast 材料，用于销棒式搅拌轴
- 不同等级的耐驰 CERAM Z、耐驰 CERAM N、或 NElast 材料，用于研磨腔内衬

优势

- 可处理团聚物的悬浮液
- 在启停机器时研磨珠没有损耗
- 设备启动和停机时，研磨介质无泄漏
- 可将杂质和粗颗粒排出
- 不同的分离系统可选，筛网式可轻松转换为 ODC 或 SDC 系统

技术参数

	ALPHA® LAB ZETA® RS	ZETA® RS 2	ZETA® RS 4	ZETA® RS 10
操作设置	旋转模式		旋转或固定模式	
放大系数	0.1	0.3	0.5	1
驱动功率 [kW]	3.0	15	15	25
速度范围 [min ⁻¹]	1 000 - 4 500	500 - 2 250	500 - 2 250	250 - 1 600
研磨腔体容积 [l]	< 1	2	4	10
研磨介质直径 [µm]	30 - 300			
SDC 系统电机功率 [kW] 可选	2.2	3.0	5.5	5.5



- 1 喂料
- 2 出料
- 3 机械密封
- 4 搅拌轴
- 5 ODC 系统
- 6 研磨腔体



技术参数

ZETA® RS 25

ZETA® RS 60

固定模式

2

4

45

90

250 - 1500

150 - 900

25

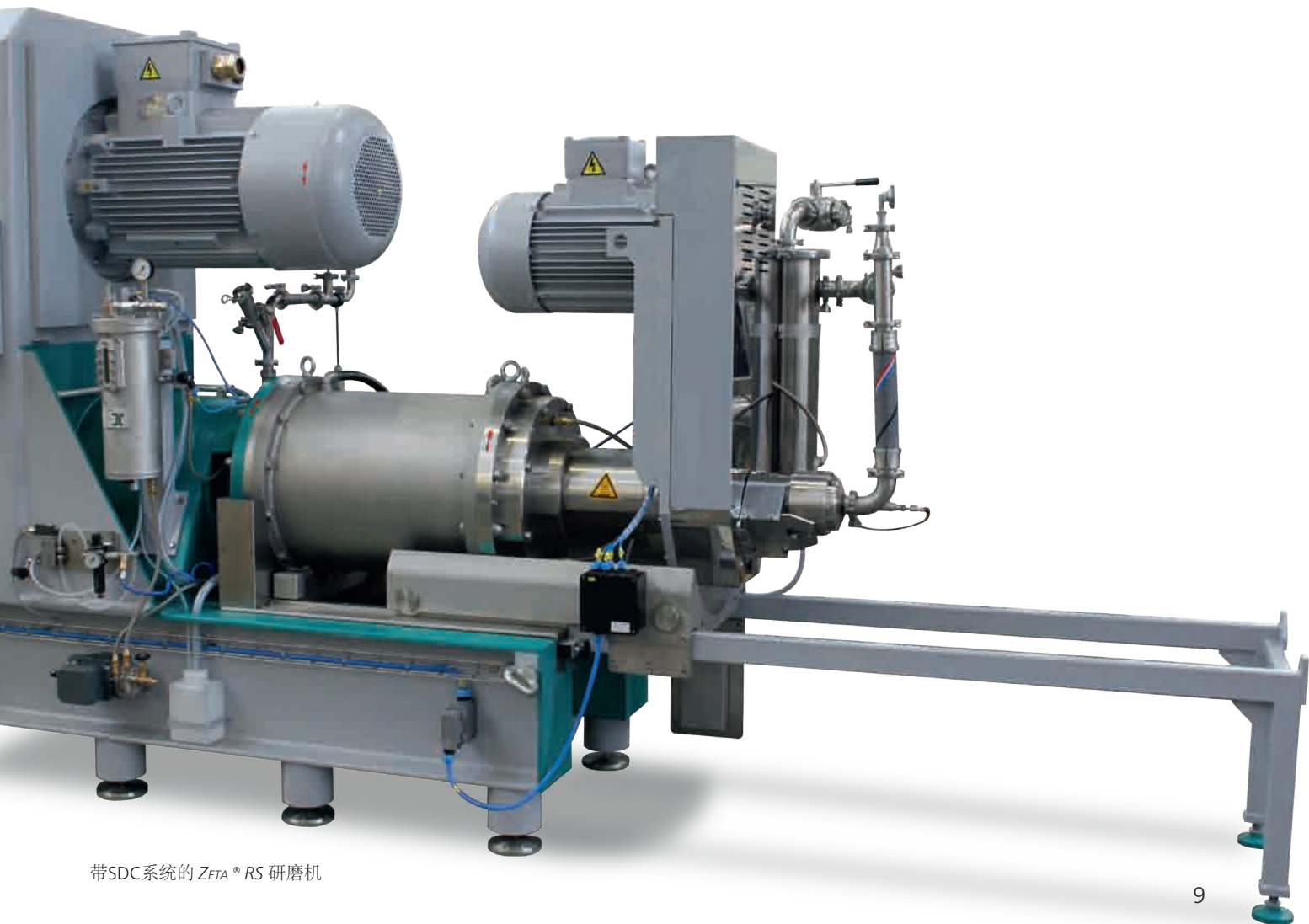
60

7.5

18.5

优势一目了然

- 结构紧凑，满足最小的空间需求
- 研磨筒体可转向或在轨道上移动，便于维护维修
- 防漏珠，容易清洁和使用
- 研磨介质细度 30 μm - 300 μm
- 由于ODC/SDC分离系统的特点，不会发生筛网堵塞问题
- 研磨系统不同材质可选（可更换）
- 多种研磨腔体材料可选（可组合）



带SDC系统的 ZETA® RS 研磨机

ALPHA LAB ZETA® RS 实验室研磨机

随着新的ALPHA LAB 实验室搅拌研磨机的出现，新一代搅拌研磨机的概念（于2015年首次采用ALPHA 平台）已系统地应用到了实验室研磨机中。在重新设计机座时，特别考虑到了使用的方便性和人体工程学设计。ALPHA LAB ZETA® RS 的研磨筒体可转向，以便填充研磨珠，研磨系统的排空停顿时间极短，并在运行后排出研磨珠，所有步骤都只需要少量的操作即可完成。此外，不同的研磨系统（DISCUS, ZETA®和NEOS）可与Alpha-Lab Zeta® RS 实验室搅拌研磨机一起使用。

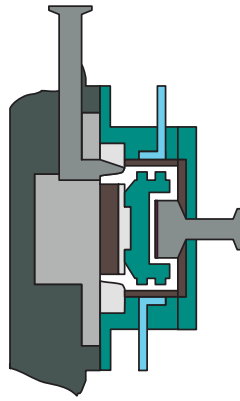
在这里，短时间就可以轻松地在不同物料和不同腔体（MINI 和 MICRO 尺寸）的研磨系统之间切换。系统可为机械密封装填密封液。这意味着随着物料的频繁更换，密封液更换更方便、更省时。控制面板的界面已优化。机器控制的布局更加清晰和简洁。新ALPHA LAB ZETA® RS 实验室搅拌研磨机的标准配置是 访问NETZSCH Connect 界面（这是通过

Web浏览器控制的数据库中心软件）。另一个新特点是，ALPHA LAB ZETA® RS 是第一台实验室机器，配置了防堵筛网、独立驱动、开放式、动态分级系统 (SDC)，用于分离直径为0.03 mm - 0.3 mm的研磨珠。这意味着现在可以为小批量物料提供一种可放大的解决方案，可用于纳米级产品的研发。

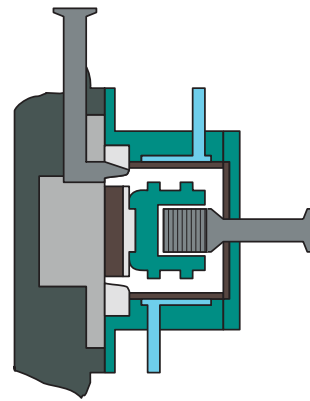
ALPHA LAB ZETA[®] RS 实验室研磨机

灵活且无限制

多功能 ALPHA LAB ZETA[®] RS 实验室研磨机的变化提供了另一个可能。除了在各种材料选项中具有不同放大能力的研磨系统外，该机器还可以转换为 230 ml 容量的 *MINISERIES* 系列和 110 ml 容量的 *MICROSERIES* 系列的较小研磨腔体设计。这套特殊的转换套件被开发，大大缩短了组装时间。



MICROSERIES 上的 LABSTAR 转换套件



MINISERIES 上的 LABSTAR 转换套件



监控

ZETA® RS 高性能研磨机的控制系统有助于实现高效、自动化的过程控制。能量输入、温度和压力的获取以及现有的安全功能，使其可自动运行，保留预选参数自动启动。

耐驰 GRAPH 配置提供各种控制方法，测量值以图形方式显示到屏幕上，每个公式都可以根据个别参数自动调整。此外，我们还提供与更高级别控制系统以及数据采集硬件和软件的集成服务，请与我们的专家联系。

耐驰 GRAPH 配置

- 操作、输入和计算参数的显示：
 - 研磨机转速和圆周转速、研磨机总功率和净功率、泵速、物料压力、物料产量，物料温度和处理状态
- 为最基本的操作数据显示趋势图
- 过程数据存储器（最多98个物料数据集的设置点和限制）
- 从数据存储器传输工艺参数的自动操作
- 可选工作模式监控
- 可选控制方式：
 - 控制功率、温度、压力或流量-流量计
- 可选择关闭的功能：
 - 计时器
 - 能量输入 / 批次选择
 - 循环操作期间借助压力关闭
- 控制灯和故障灯
- 带本地/远程操作键的控制单元（功能可选）
- 自动按序清洗筛网

监控

数据采集

数据采集系统用于记录由机器测量到的数据，并且通过互联网连接传输数据到所需的硬件和用于在电脑上安装的软件。

测量值和输入值存储在 CSV 文件中，并显示当前数值。采集速率可由操作员预先设定，间隔为 1s 至 10min。数据采集成功后，可在电子表格中进行进一步评估。

您将获益

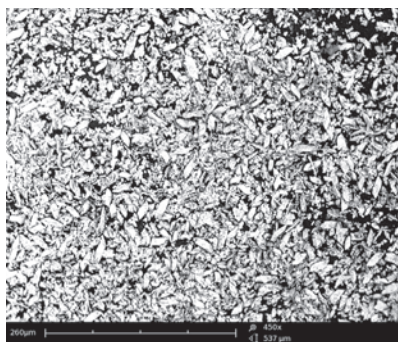
- 运行可靠性高
- 多种控制方法
- 通过能量输入保证质量
- 自动按序清洗筛网
- 通过控制搅拌速度和调节物料温度实现利用率最大化
- 通过调节搅拌器轴速度预先设定输入功率
- 可通过变频器进行调速
- 易于集成到成套设备和高级过程控制系统中

ZETA[®] RS 纳米研磨机

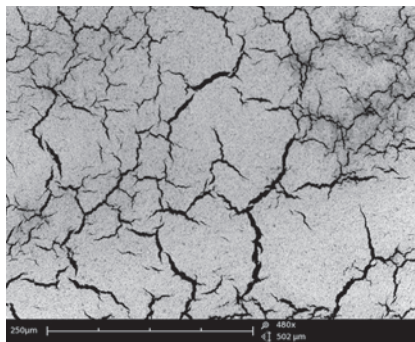
应用

ZETA[®] RS 系列设备可用于温和分散，也可用于更广泛物料的纳米粉碎，如颜料、颜料制剂、喷墨、MLCC、功能涂料、纳米陶瓷等。下表概述了在温和条件下进行处理的各种应用的分散结果。

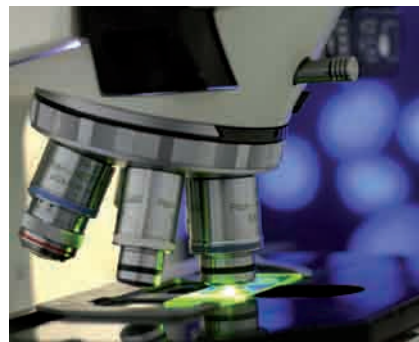
产品	应用	研磨珠材料	研磨珠直径	圆周速度	达到粒径 x_{50}
颜料	液晶显示器	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.1 mm	6 m/s	40 - 60 nm
颜料	喷墨	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.1 mm	6 m/s	13 nm
二氧化钛	光催化剂	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.03 mm	6 m/s	22 nm
导电玻璃	数码产品	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.1 mm	6 m/s	44 nm
二氧化锆	数码产品	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.05 mm	4 m/s	37 nm
金刚石	抛光剂	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.1 mm	10 m/s	19 nm
钛酸钡	多层陶瓷电容器	玻璃	0.1 mm	3 m/s	200 nm
二氧化硅	纸	玻璃	0.1 mm	8 m/s	40 nm
氧化锌	紫外线保护	$ZrO_2(Y_2O_3)$	0.1 mm	12 m/s	18 nm



磷酸铁锂处理前



磷酸铁锂处理后



应用

电池行业的技术应用

不可再生能源的自然储备，以及日益严重的污染和全球变暖，例如煤炭、天然气或石油等化石燃料燃烧产生的二氧化碳排放，正迫使人们改变看法。

越来越多的可再生能源，如太阳能、风能、热能或水力发电厂的电力，正在满足我们的日常电力需求。然而，这些可再生能源并不总是随时可用。它们取决于天气、一天中的有效时间和一年中有效的的时间。此外，峰值消费的时间和发电率通常也不一致。

在开发越来越高效的储能材料中，金属硅是一种令人感兴趣的材料。硅通常是无污染的，中值低于 100 纳米，并且需要较窄的粒径分布，以促进电池的最佳性能。

使用 Zeta®RS，无论原料来源如何， 都可以根据质量标准将大量硅研磨至所需粒度。由于采用了独立驱动的开放式动态分级机系统（SCD）和全陶瓷设备，使得可靠的工艺、轻松维护成为可能。





温和分散

采用不同的搅拌速度（4 m/s和13 m/s）分散了用于光催化涂层的纳米TiO₂颗粒。

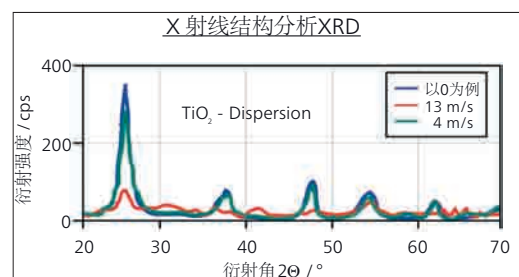
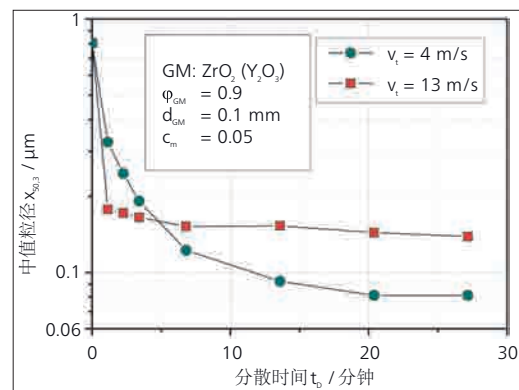
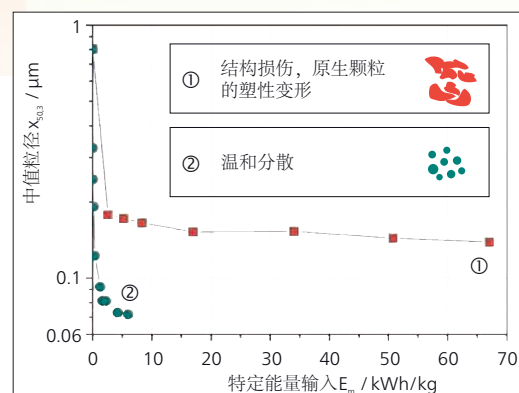
当搅拌速度为13m/s时，不可能达到所需的分散度，但温和分散可以做到。此外，还发现由该材料制成的涂层具有光催化活性。

X 射线衍射分析表明，与平缓分散相反，快速搅拌破坏了二氧化钛的晶格结构。

因此，在“温和”的条件下，主要通过剪切力来强化粒子的团聚，这要求在搅拌磨中使用极小的研磨介质以极低的搅拌速度搅拌。

当悬浮液以 4 m/s 的速度分散时，在相同的能量输入下，可达到预期的分散效果。物料的晶体结构得以保留。

耐驰精研磨技术有限公司(NETZSCH Feinmahltechnik GmbH) 为这些复杂的任务开发了 ZETA® RS 研磨机。



应用

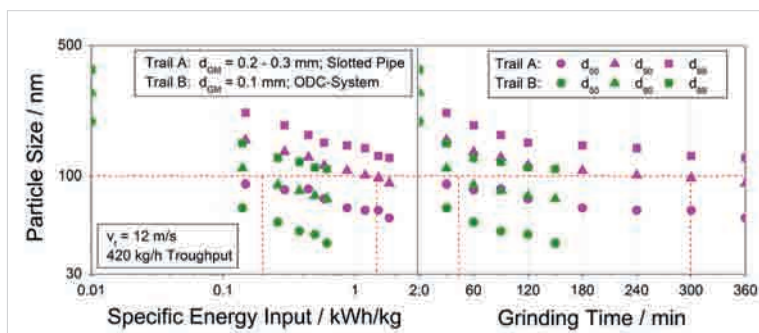
温和分散和纳米粉碎： 使用二氧化钛的实例

二氧化钛在功能涂料中的粉碎

为了制备功能性涂层，制备了二氧化钛，其粒径为 $x_{90.3}$ 低于100纳米。在 ZETA® RS 4搅拌研磨机（4升研磨腔体容积）中进行了两次研磨试验。该研磨机具有带旋转缝隙分离器的离心分离系统，可配备筛网或开放式动态分级系统（ODC）。

用直径为 0.2~0.3 mm 的钇稳定氧化锆研磨珠进行了试验A，研磨珠用带驱动的动态缝隙分离器在研磨机中进行分离。试验B用直径为0.1 mm的紧密分级的钇稳定的氧化锆研磨珠进行。为了防止研磨机进料口的压力升高，这里使用了ODC动态分离系统。所有其他操作参数相同。测试结果可以在图中看到。

对于使用较大研磨珠的研磨（试验A），在研磨时间为5 h且比能量输入为1.2 kWh/kg 后达到所需结果。通过使用较小的研磨珠（试验B），仅在45分钟内和0.2 kWh/kg的能量输入中获得相同的结果。



您将获益

- 可使用不同尺寸和形状的研磨珠，而无需更换缝隙分离器
- 无金属磨损造成的污染
- 显著降低研磨机中的压力积聚：因此可能获得更高的产量
- 在长时间运行过程中，研磨介质的磨损将不是问题
- 可使用非球形的研磨介质
- ODC系统可完全拆卸且易于清洁

您在ZETA® RS 纳米研磨机上的实验选择

机器

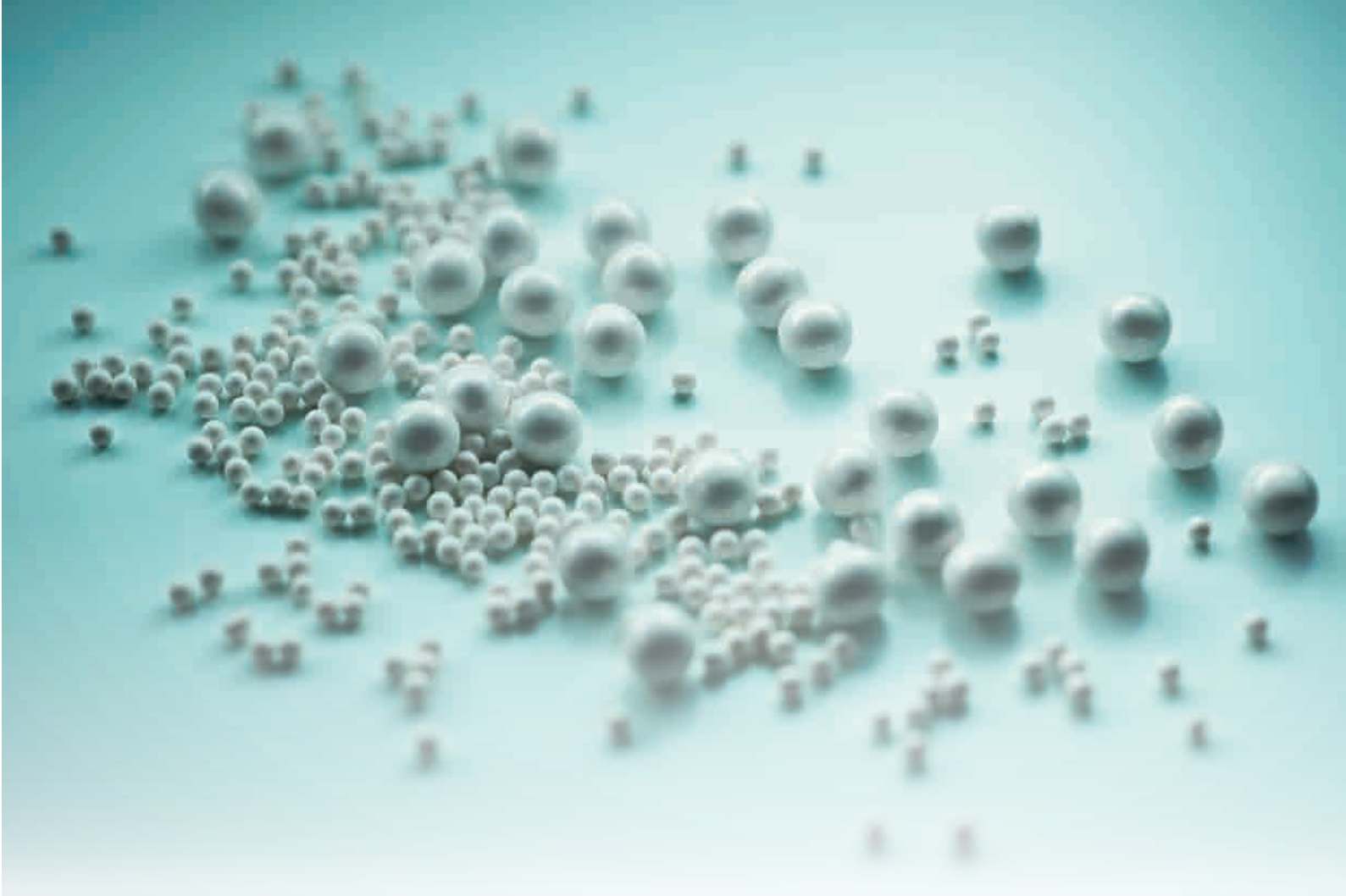
耐驰精研磨技术有限公司 (Feinmahltechnik GmbH) 拥有一个一流的技术中心，可供其客户在位于塞尔布的公司总部进行扩展实验。在ZETA® RS 2, ZETA® RS 4 和 ZETA® RS 25 实验室，我们可以演示纳米级物料的分散、分解或纳米粉碎。

分析

综合分析方法可用于确定粉碎和分散的成功率以及物料悬浮液流变性能的变化。

- 马尔文 **Mastersizer 3000**
静态光散射与激光偏转相结合，测量范围为10 nm到3500 µm。
- 马尔文 **Zetasizer Nano ZS**
动态光散射，粒径测定，zeta电位测定，测量范围为0.6 nm 到 6 µm。
- 马尔文 **Kinexus** 旋转流变仪
用于所有基本流变试验的通用流变仪-粘度、振荡流变、蠕变和松弛试验，连续扭矩范围为 0.05 µNm 到 200 mNm。
- **Jeol JSM-6490 LV**
高达100000倍的扫描电子显微镜，用于成像样品和粉末，包括赛默飞公司的元素分析和X射线显微分析。





耐驰研磨介质

陶瓷研磨介质

选择合适的研磨介质是研磨和分散工艺优化的一个关键因素。使用耐驰研磨介质您将获得更好的研磨效果。

特别是我们的 *ZETA*BEADS 纳米钇稳定氧化锆研磨介质（高端质量）是您在纳米应用中的理想选择。



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 3,700 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 – 法国
NETZSCH España – 西班牙
ECUTEC – 西班牙

NETZSCH Machinery and Instruments – 中国
NETZSCH Technologies India Private – 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

NETZSCH-Feinmahltechnik GmbH
Sedanstraße 70
95100 Selb
Germany
Tel.: +49 9287 797 0
Fax: +49 9287 797 149
info.nft@netzsch.com

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
P.R. China
电话: +86 21 6957 6008
传真: +86 21 6957 6005
info.nsc@netzsch.com

NETZSCH®

www.netzsch.com