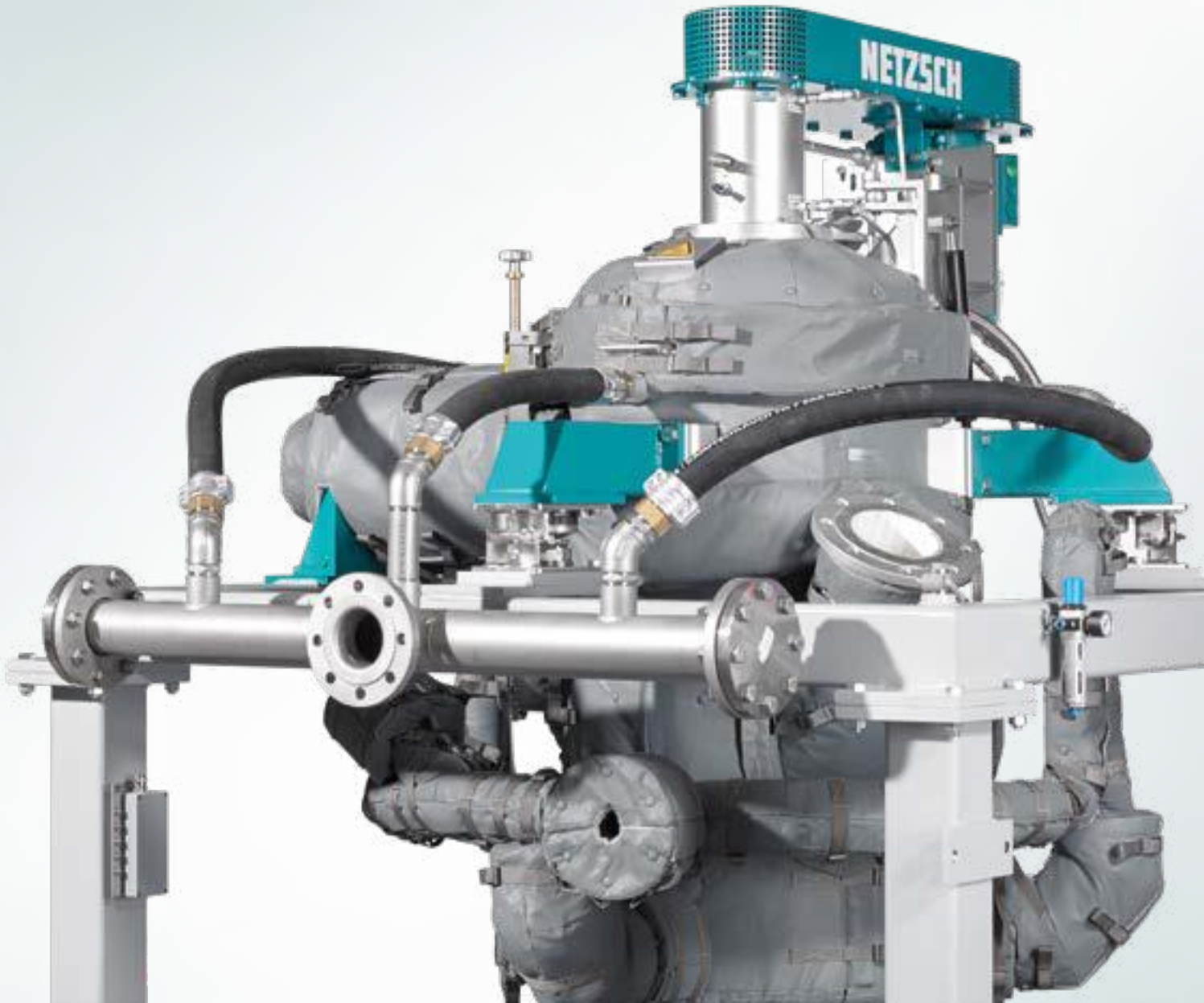


NETZSCH

Proven Excellence.



耐驰超高温蒸汽磨 S-JET®

超细粉碎至亚微米范围

unsere Techniken für
IHR ERFOLG & DISPERSING



NETZSCH *s-JET*®

超细粉碎至亚微米范围

水蒸气是人类已知的最古老的热能形式，通常被理解为可见的蒸汽云（饱和蒸汽）。这种饱和蒸汽自然不适合在气流磨内使用。然而，饱和蒸汽并不是水蒸汽的唯一形式！

由耐驰开发并获得专利的 *s-JET*® 使用过热蒸汽作为研磨气体 - 这是绝对干燥的！

s-JET® 超高温蒸汽磨是那些已技术成熟的、带有集成空气分级机的气流磨的优化系统。如果用蒸汽代替空气作为研磨介质，则可用的喷射能量明显更高。*s-JET*® 蒸汽磨是通过干法研磨获得更高产量和更细的细度范围（亚微米）的关键因素。

S-JET®

蒸汽、超细 & 超高效



耐驰超高温蒸汽磨 S-JET® 500

S-JET® 工艺

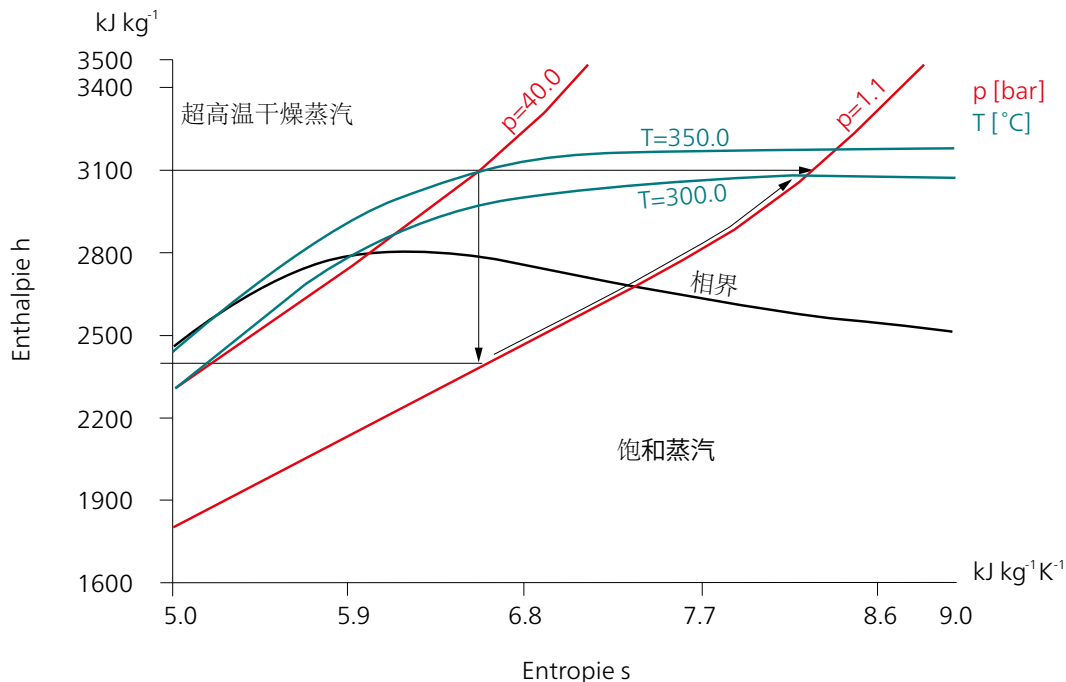
超高温蒸汽磨

过饱和蒸汽作为研磨介质应用在气流磨中已是众所周知的，但是到目前为止，它仅用于没有安装分级轮的盘式气流磨中。现在，耐驰S-JET®系统集成了动态分级轮在流化床气流磨中，使用过饱和蒸汽作为研磨介质，从而可以可靠地控制颗粒的最大粒径。

由于其大量广泛的应用领域，水和蒸汽作为介质的组合是经验性研究最为深入的系统之一。焓熵图显示了蒸汽的热力学数据。

作为应用的案例之一，我们的蒸汽磨系统使用的入口蒸汽状态为 40 bar 和 350°C (入口焓：约 3100 kJ/kg) 时，蒸汽在喷嘴内的热膨胀快到这个过程可以描述为等熵的过程，进入气流磨磨腔之后的膨胀 ($p=1.1$ bar, $T=300^\circ\text{C}$)，其焓数值仅为 2400 kJ/kg。射流蒸汽在停滞点被颗粒阻挡减速 (按动量交换) 至直线方向速度为 0。此时蒸汽的能效约为 88%，温度在 102°C。

由于此瞬时过程，在磨腔中的外界条件不变，最终其焓值再次恢复初始值。射流蒸汽瞬时恢复成温度约为 300°C。前面提到的被阻挡减速的这一过程，会在进入磨腔的每个颗粒重复此过程。因此，我们可以得出结论，被研磨的产品不会接触到饱和蒸汽。



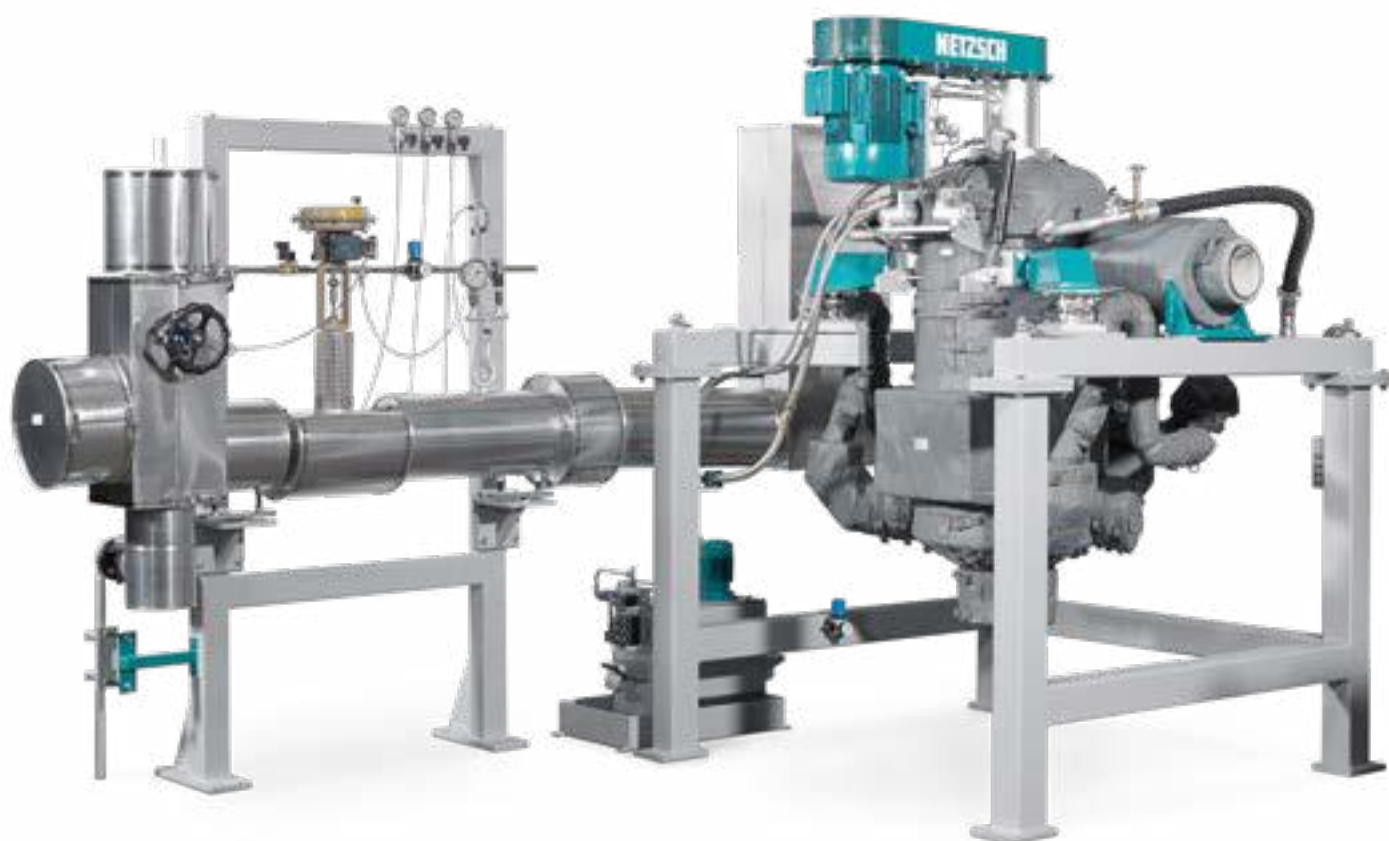
蒸汽焓熵图

您将 获益

超高流速确保颗粒粉碎至亚微米级

在 *s-JET*® 超高温蒸汽磨中，使用蒸汽作为研磨介质可获得高达 1200 m/s 的射流速度，为常规气流磨射流速度的两倍。因此在流化床内的能量输入和冲击能量则是增加到四倍！

s-JET® 工艺采取了创新技术，可通过干法研磨获得亚微米范围内的细度。



耐驰 *s-JET*® 500 超高温蒸汽磨配有研磨气组件

您将 获益

稳定的超细分级且粒径分布均匀

由于蒸汽的声速比空气的声速高得多，分级轮内可能的周向流动速度增加，从而使影响产品分级的加速度增加。

蒸汽动力粘度的降低也有助于降低颗粒的阻力。

这两个决定性因素加上CONVOR® 分级轮，使得亚微米范围内对颗粒进行分级成为可能。

与传统的喷气式气流磨相比，S-JET® 蒸汽磨可以获得更细、粒度分布更均匀的产品。

产品	喂料细度 d_{99} [μm]	最终细度		研磨介质
		d_{50} [μm]	d_{99} [μm]	
石墨	12.0	2.46	6.27	空气
石墨	12.0	0.82	2.24	蒸汽

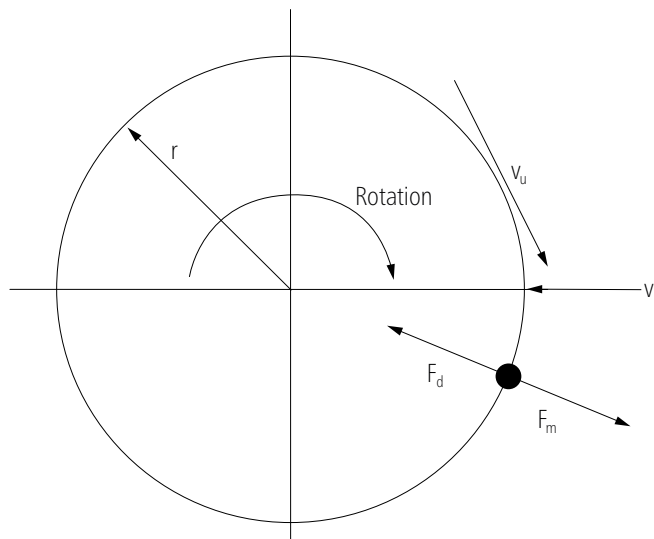


CONVOR® 分级轮

Stokes 方程

$$d_T = \sqrt{\frac{18 \cdot \eta_c \cdot v_r \cdot r}{\rho_s \cdot v_u^2}}$$

d_T 切割粒径
 η_c 气体粘度
 v_r 径向速度
 r 分级半径
 ρ_s 材料密度
 v_u 圆周速度
 18 常量



F_d 径
 F_m 离

产品	喂料细度 d_{99} [μm]	最终细度 d_{99} [μm]	研磨介质	产能 [kg/h]
二氧化硅	166	10.2	空气	100
二氧化硅	166	9.25	蒸汽	270

提高研磨的经济性

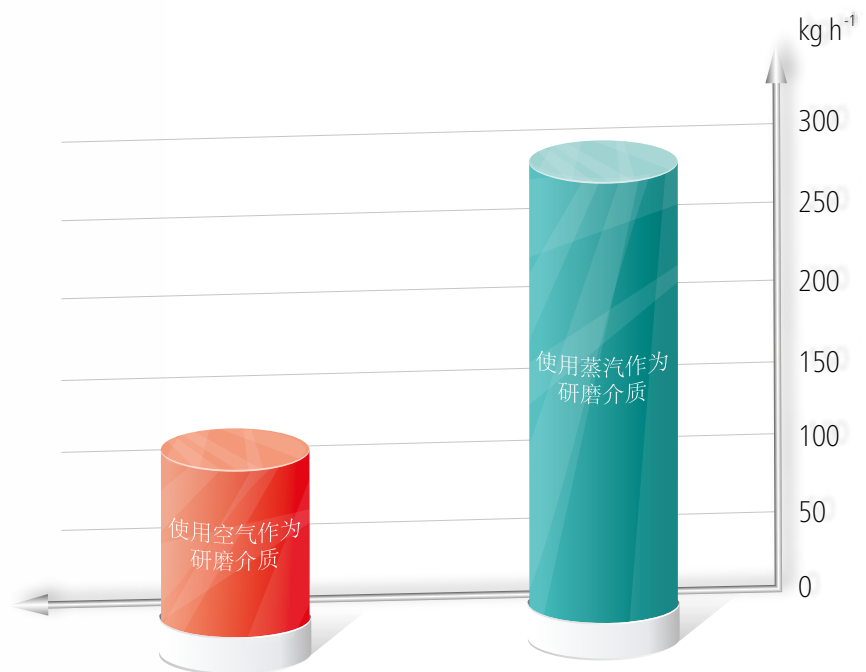
使用蒸汽作为研磨介质，不仅可以在亚微米范围内生产出高质量产品，而且在加工较粗规格的产品时，也会带来很好的经济效益。根据蒸汽的特性，总能量输入增加约2.6倍。这种极高的能量输入可显著的提高产能。

在相同细度的情况下，*s-JET*® 蒸汽磨与传统气流磨相比，产能可以提高二倍甚至三倍。

其结果是相应的降低能耗和运行成本。

您将获益

- 研磨细度 $d_{50} < 130 \text{ nm}$
- 均匀的粒径分布
- 产能大幅提升
- 经济效益显著提高
- 最佳产品性能
- 低污染研磨，获得最高产品纯度
- 可处理粘性物料
- 新产品和应用的开发



耐驰超高温蒸汽磨 *s-JET*® 150

新的可能性

在各个应用领域

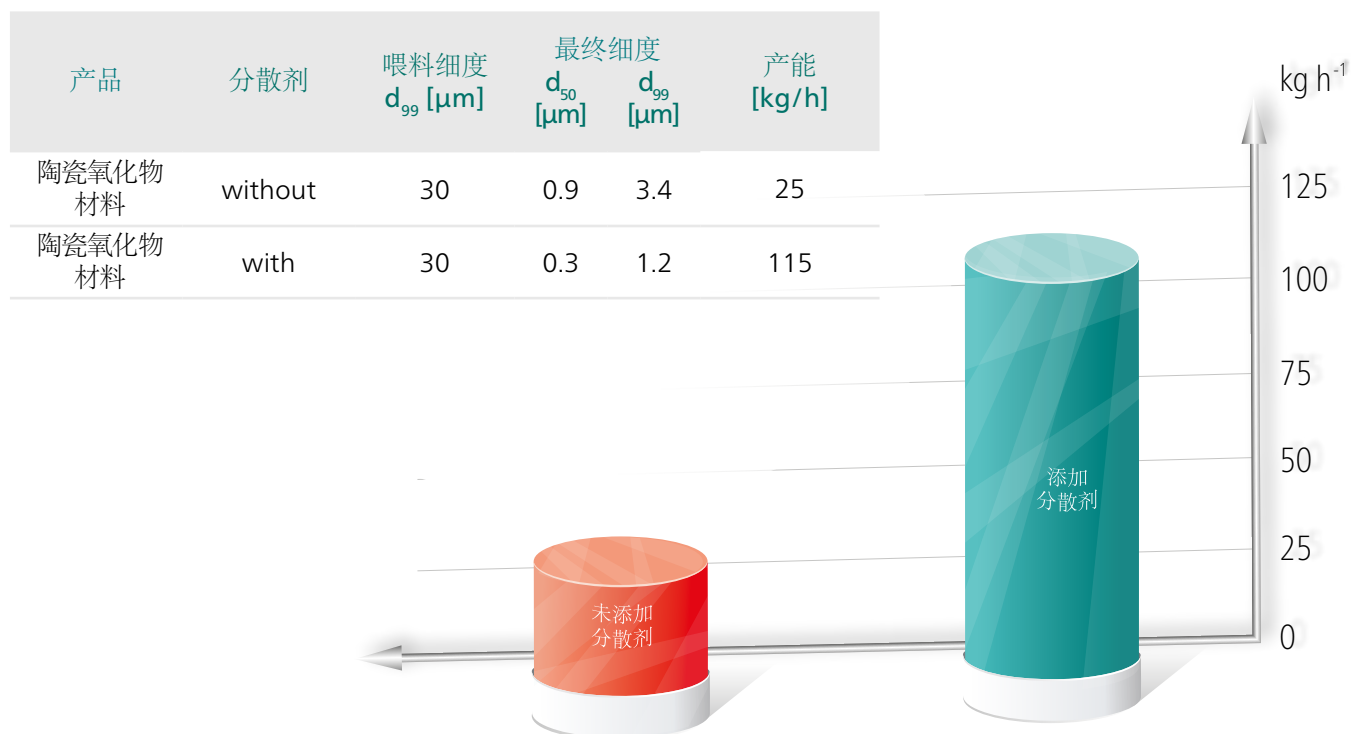
研磨工艺的优化

在所有的研磨过程中，无论是湿法的还是干法的，小颗粒都有重新团聚的趋势。产品颗粒越细，这种再团聚的可能性就越大。干法研磨过程中结块的形成导致生产力和处理效率降低。耐驰集成在气流磨中的分级轮可将结块识别为大颗粒，而不是单个的细颗粒。所以这些结块将被重新研磨。

因此，在封闭式研磨 / 分级过程中，如流化床气流磨，这些团聚体在气流磨中停留的时间更长，以便更为精细地研磨。

因此，通过添加合适的分散剂，使研磨产生的颗粒立即稳定是非常重要的。一般来说，它们的使用比例为 0.1% 到 1%，以减少表面电荷，并以此方式防止颗粒重新聚集，使分级轮能够更精细地分离它们。

通过对产品的研磨和添加剂的使用，不仅提高了产品的生产率，而且改善了产品的流动性能，扩大了颗粒表面，减少了产品在磨机中的沉积。

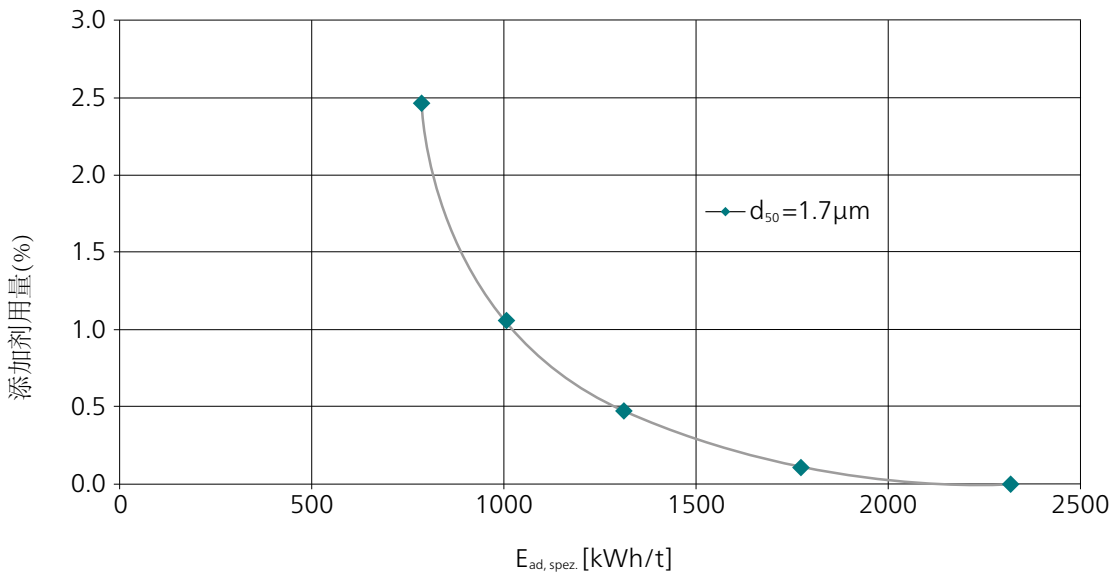


在 S-JET 系统中，可以添加固态或液态分散剂。固态添加剂通过加料装置直接添加到进料产品中，而液态添加剂通过加料泵直接添加到蒸汽磨进料区域周围的过程中消失，不影响产品质量。这一事实已通过客户进行的验证性研究得到证实。

添加剂的最佳使用量取决于需要研磨的产品和所选分散剂的类型。为了确定这一点，可以在耐驰测试中心进行相应的优化测试。

您将获益

- 处理能力提高（高达 5 倍）
- 改善流动特性
- 表面积增加
- 减少产品沉积物的形成
- 单位能耗低



按添加剂用量对比单位能耗

新的可能性

在各种应用领域

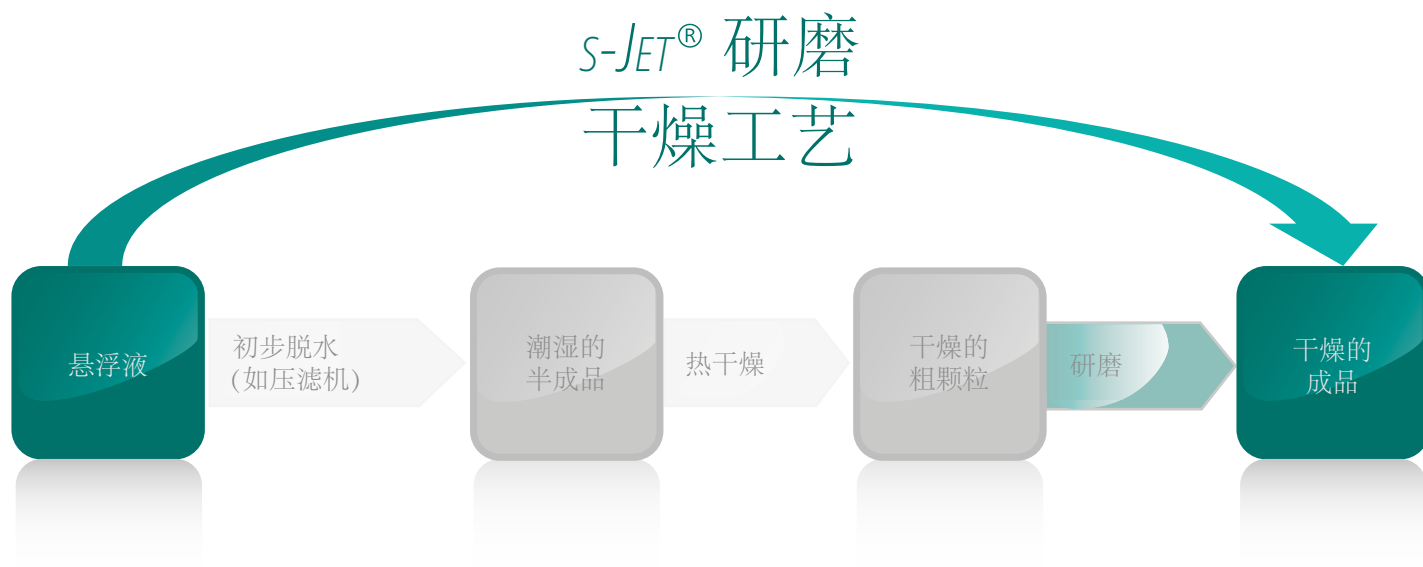
超高温蒸汽磨 S-JET®

S-JET® 设备的一个不同之处是耐驰的研磨和干燥同步的过程（正在申请专利）。在这个过程中，产品被研磨和干燥同时进行。在研磨过程中，超高温蒸汽的高温 (>300°C) 和颗粒表面积的增加使颗粒中所含水分蒸发完成干燥。

对于含水量高达 60 % 的产品，可降低到约 0.5 % 的剩余含水量。由于降低了工厂的技术要求和能源成本，这也意味着节约了潜在的巨大成本！

节省成本的原因

- 研磨和干燥可一步完成
- 取消了多余步骤的设备需求
- 节省了原本用于脱水和干燥的能源成本



蒸汽

作为研磨介质

S-JET® 可产生超高温蒸汽

在众多化工企业中，过热蒸汽或饱和蒸汽一直是生产过程中的“副产品”。作为 S-JET® 蒸汽磨机运行所需的研磨能量从而得到充分利用。

如果没有蒸汽条件，耐驰可根据要求提供完整的蒸汽生成设备。耐驰与蒸汽发生器制造商合作，开发了自己的设计，可作为中小型蒸汽模块系统交付。

蒸汽模块的五个基本部件是：

- 水处理装置
- 用于脱气的给水罐
- 增压器
- 蒸汽锅炉
- 和一个过热器

为了保证装置的稳定运行，防止腐蚀和结垢问题，首先必须对所用的原水进行水处理。

之后，给水箱中的处理水做脱气并调整 pH 值。通过给水泵产生必要的压力。

泵送到锅炉中的水经过加热，直到它变成饱和蒸汽。一个集成的过热器将其转化为过热的干蒸汽。在压力增加过程中，几乎没有任何能量/介质损失，蒸汽最终在要求的压力和相应的温度下从锅炉输送到磨机。

超高温蒸汽

超高温蒸汽的温度高于沸点。这种蒸汽是“干燥”，且不含水滴的。



水处理设备



增压给水罐



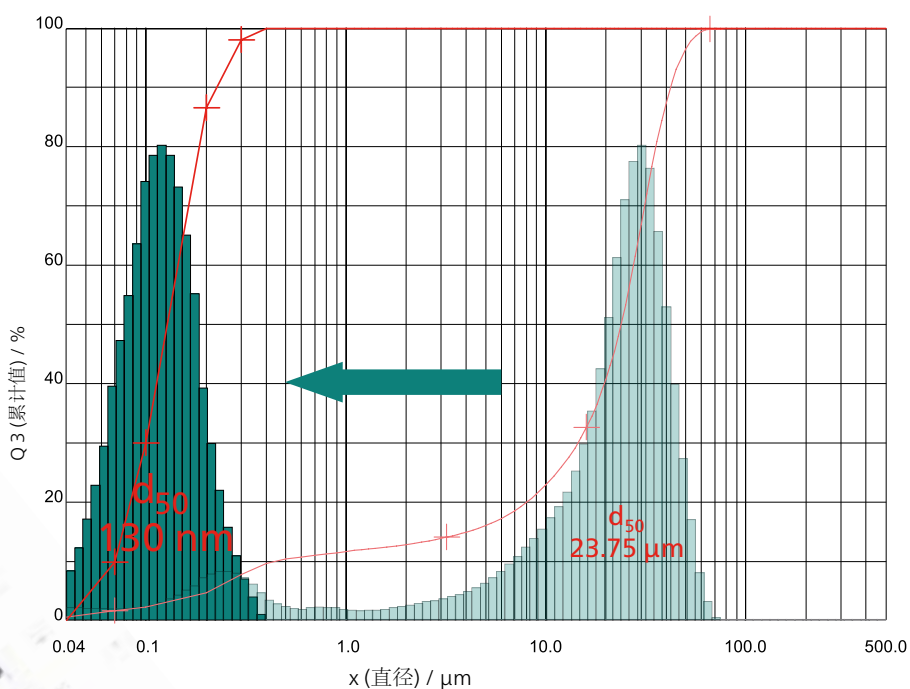
带加热器的蒸汽锅炉

广泛的

应用领域

S-JET® 研磨系统为亚微米范围内的颗粒生产打开了新的大门，通过干法研磨获得精确的粒径分布，前提是待研磨的产品需要耐高温。

许多不同的产品，如矿物、陶瓷、颜料和电池原材料，都在超高温蒸汽磨 S-JET® 上成功加工过。更多的产品正在不断被添加到这个可适用的列表中，这一特殊的工艺正在帮助开辟一些全新的应用领域。



粒径测量 CILAS 1064 wet
测量范围: 0.04 μm - 500.00 μm

亚微米级超细产品

产品	喂料细度 d ₉₉ [μm]	最终细度		产能 [kg/h]	机型
		d ₅₀ [μm]	d ₉₉ [μm]		
氧化铝	69.0	0.13	0.35	9.95	S-JET® 500
氧化铝	72.2	1.33	4.52	250	S-JET® 1000
氧化铝	178	20.1	82.7	902	S-JET® 500
钛酸钡	5.55	0.13	0.39	1.32	S-JET® 25
氮化硼	3.67	0.32	0.77	5.80	S-JET® 500
氮化硼	20.5	0.97	2.78	6.43	S-JET® 150
碳化铬	2.4 % > 1 250 μm	0.34	1.18	2.35	S-JET® 500
碳化铬	2.4 % > 1 250 μm	2.60	6.52	62.6	S-JET® 500
氧化铁	4.03 (d ₉₀)	0.07	0.37	61.2	S-JET® 500
氧化铁	28.3	0.47	5.84	24.0	S-JET® 500
长石	66.7	0.48	1.75	11.2*	S-JET® 500
长石	66.7	3.53	14.1	434	S-JET® 500
玻璃熔块	12.3 % > 1 000 μm	1.54	3.47	10.5	S-JET® 500
石墨	130	0.79	2.03	5.93	S-JET® 500
石墨	109	4.87	14.1	71.6	S-JET® 500
陶瓷颜料	18.5	0.13	0.34	10.3*	S-JET® 500
陶瓷颜料	5.60	0.94	3.09	158*	S-JET® 500
陶瓷颜料	25 % > 500 μm	1.02	4.32	500*	S-JET® 1000
二氧化硅	21.9	0.41	4.18	250	S-JET® 2000
稻壳灰	103	2.80	7.16	144	S-JET® 500
稻壳灰	103	8.77	41.3	535	S-JET® 500
碳化硅	6.3 % > 800 μm	0.24	1.04	7.70	S-JET® 500
碳化硅	6.3 % > 800 μm	9.26	43.2	230	S-JET® 500
滑石	87.8	1.29	5.30	18.1	S-JET® 500
滑石	22 % > 500 μm	20.9	71.5	870	S-JET® 500
二氧化钛	2.15	0.13	0.34	191*	S-JET® 500
磷酸三钙	22.8	0.44	1.57	4.00	S-JET® 500
磷酸三钙	22.8	1.67	7.66	73.0	S-JET® 500
硅灰石	17.4	0.30	2.64	8.70	S-JET® 500
硅灰石	17.4	2.42	15.5	105	S-JET® 500
沸石	8.33	0.73	2.25	6.90	S-JET® 500
氧化锌	17.3	0.13	0.35	6.10	S-JET® 500
氧化锌	17.3	0.87	4.80	183	S-JET® 500
氧化锆	28.6	0.15	0.59	10.5*	S-JET® 500
氧化锆	37.6	2.33	8.53	105	S-JET® 500

* 使用分散剂

设备型号 &

技术参数

耐驰提供 *S-JET*® 系列的超高温蒸汽磨，不仅作为一台单独的机器，而且可作为一个完整的成套设备，包括蒸汽生产，以适应客户的要求。

这项技术不仅有适合生产规模的大型成套设备，而且也有小型实验室设备。耐驰超高温蒸汽磨 *S-JET*® 25 设计用于生产少量产品样品和实验室样品。紧凑建造的实验室规模工厂包括所有必需的部件，如加料、研磨、分级、控制系统、配件和模块化的蒸汽发生器。整个蒸汽研磨设备的安装所需空间仅为 3 m²，高度最高仅为 2450 mm。

S-JET® 25 – 您将获益

- 人体工程学设计
- 易于清洁
- 通过重力喂料和注射器系统的产品进料
- 安装在整体机架上的紧凑型系统
- 自动操作模式的集成控制系统，确保高度的安全性和可再现性



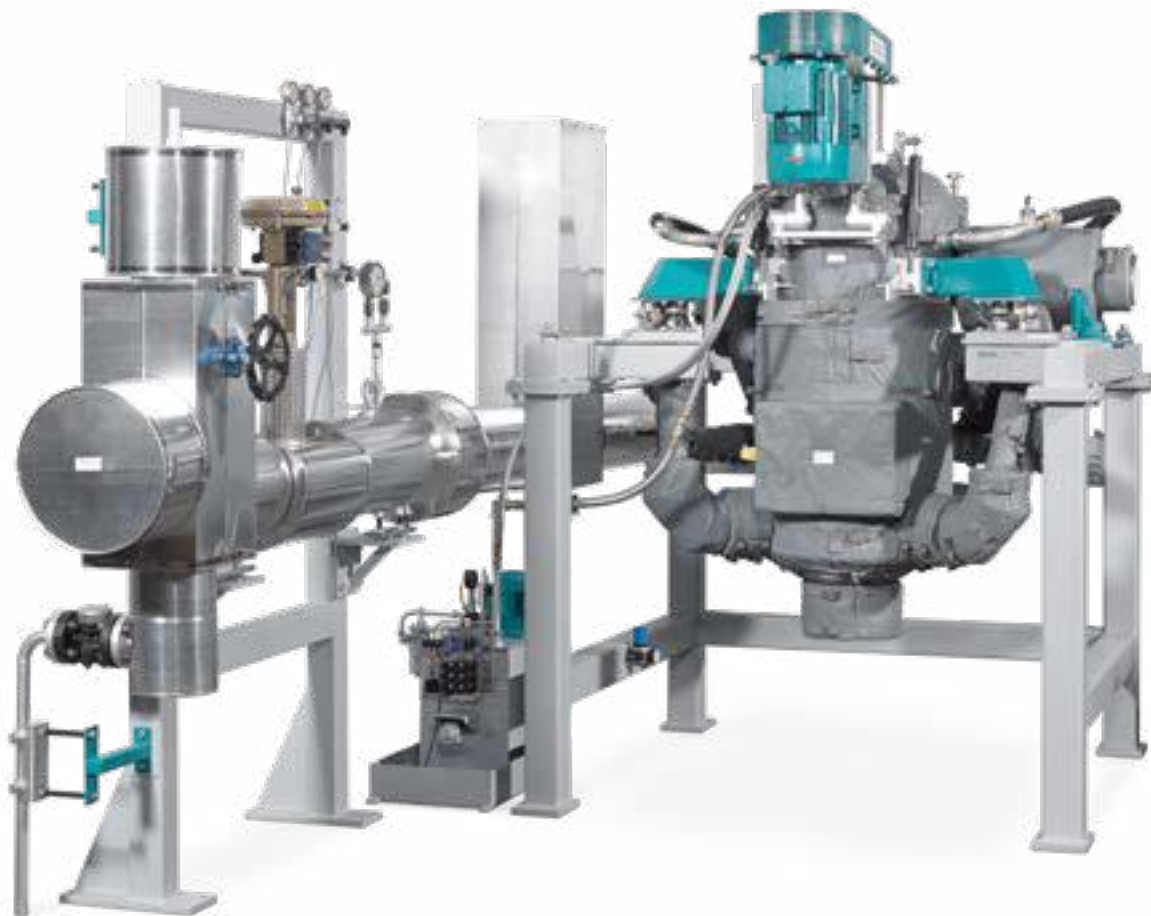
耐驰超高温蒸汽磨 *S-JET*® 25

技术参数	功效系数	蒸汽流量 [kg/h]*	蒸汽压力 [bar]	温度 [°C]	产能 [kg/h]**	细度 d_{50} [μm]***
<i>s-JET</i> ® 25	-	25	bis 11	300		0.1 - 50
<i>s-JET</i> ® 150	0.35	75 - 150	10 - 100	230 - 360	2 - 150	0.1 - 100
<i>s-JET</i> ® 500	1	250 - 500	10 - 100	230 - 360	6 - 500	0.1 - 100
<i>s-JET</i> ® 1000	2	500 - 1000	10 - 100	230 - 360	12 - 1000	0.1 - 100
<i>s-JET</i> ® 2000	4	1000 - 2000	10 - 100	230 - 360	30 - 2000	0.2 - 120
<i>s-JET</i> ® 3000	6	1500 - 3000	10 - 100	230 - 360	45 - 3000	0.2 - 120
<i>s-JET</i> ® 6000	12	3000 - 6000	10 - 100	230 - 360	100 - 6000	0.3 - 150

* 基于11bar的蒸汽压力 (*s-JET*® 25) , 或者是40bar

** 取决于产品和细度

*** 以氧化铝为基础



测试中心 &

产品代加工服务



耐驰为您提供全面的服务

测试中心

耐驰实验室采用最新技术为我们的客户服务，是我们全面服务的重要组成部分。在耐驰实验室，您可以对产品进行处理，并仔细分析其性能，以便以最高的效率获得最佳的测试结果。

测试完成后，我们将为您准备一份详细的测试报告，并寄给您测试的最终样品。我们欢迎您到我们的测试中心见证测试，以确保一切按照您的指示进行。耐驰诚挚地邀请您光临我们在哈瑙的实验室！

在耐驰测试中心的
蒸汽气流磨 S-Jet® 150

耐驰为您提供全面的服务

代加工服务

为了更好地将您的产品进行研磨和分散。耐驰始终可以为您提供快速专业的解决方案。这些解决方案可以帮助您解决产能瓶颈、推出新产品或代加工服务。耐驰在德国有三个代加工研磨中心，分别在博宾根、哈瑙和塞尔布，可为您提供可靠稳定的代加工服务，整个工艺符合 ISO 认证标准，体现了“德国制造”的品质。



代加工的优势

- 无投资成本要求
- 无需人员投资
- 新产品市场开发更灵活，风险更低
- 减少了计划和决策的不确定性
- 解决产能瓶颈

耐驰集团是由股东管理的全球领先的技术型公司，专注于制造设备、机械工程和仪器。

在 Erich NETZSCH B.V. & Co. Holding KG 管理下，公司由分析&测试、研磨&分散以及泵&系统三大业务部门组成，分别面向特定的行业提供高水准个性化解决方案。自 1873 年以来，遍布全球的销售服务网络为贴近客户和满足优质服务提供了保障。

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 Feinmahltechnik Polska | 波兰
NETZSCH Mastermix | 英国
NETZSCH Broyage | 法国

NETZSCH España | 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 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
P.R. China
电话: +86 21 6957 6008
传真: +86 21 6957 6005
info.nsc@netsch.com

NETZSCH Trockenmahltechnik GmbH
Rodenbacher Chaussee 1
63457 Hanau
Germany
Tel.: +49 6181 506 01
Fax: +49 6181 571 270
info.ntt@netsch.com



NETZSCH®

www.netsch.com