

高能球磨仪E<sub>max</sub> —  
革命性的超精细研磨仪





德国莱驰——  
全球固体样品前处理和表征  
技术市场领导者

[www.retsch.cn](http://www.retsch.cn)



# 莱驰——超过100年的创新历史

## 德国品质 值得信赖

德国RETSCH (莱驰) 由F. Kurt Retsch先生于1915年创立,其研发的臼式研磨仪“RETSCH Mill”开创了样品前处理领域的新纪元,因为当时实验室的主流样品前处理方式是手动研磨“RETSCH Mill”的出现将机械自动研磨代替常规繁复的手动研磨,这项革新的技术震撼了整个国际科研领域。

如今,作为样品前处理的领头羊,德国RETSCH (莱驰)的分公司和销售部门已经遍布美国、中国、日本、印度、法国、意大利、荷兰、俄罗斯、英国、泰国,出口额占到80%。

正如希腊哲学家亚里斯多德的名言:“整体大于部分之和”,RETSCH所有产品相辅相成,成为众多行业取样技术的标准,使用户在方便安全操作的同时得到具有代表性和重复性的实验结果。

RETSCH 能提供的:

- ▶ 高质量、不断创新的产品
- ▶ 专业的技术支持和售后服务
- ▶ 应用实验室提供样品测试及客户培训
- ▶ 完善的销售网络

PREMIUM QUALITY



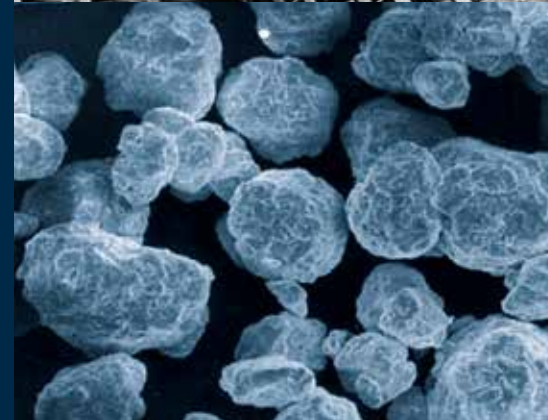
德国品质 值得信赖

# 高能球磨仪

## 精确控温 高效快捷

日新月异的科技发展对实验室设备的要求也随之越来越高，纳米技术就是一个典型的新时代创新发展的标志，需要把颗粒的粒径范围降低到1-100nm，达到此范围内的材料具有很多特殊属性。另一个应用典型就是材料科学中的机械合金化制备新材料方向。不管是纳米材料制备还是机械合金化都需要高能输入。通常伴随能量输入的就是巨大的发热量，因此高效控温是个非常关键的运行参数。

莱驰是世界实验室固体样品研磨和混合的领导厂家，为了满足以上的需求，特别研发了高能球磨仪。最高运行转速2000转/分，独有水冷功能，Emax因而成为高能机械研磨的最佳实验室设备。





## E<sub>max</sub> – 超精细研磨领域的革命

E<sub>max</sub>是一台全新设计的高能球磨仪，最高运转速度2000转/分，是目前市面上最高转速的球磨仪，创新的研磨罐造型具有更多撞击力和摩擦力。结合偏心轮运动方式，和使用其他球磨仪相比，样品的混合更均匀，研磨更精细，粒度分布更集中。E<sub>max</sub>可以在非常短的时间内制备出更高要求的样品粒度。

和传统的球磨仪相反，E<sub>max</sub>工作几个小时也常常不需要间歇来降温。独有的水冷设计保证了研磨过程的高效和样品的温度安全性。控温模式允许客户设定极限工作温度以保证研磨过程中样品无高温过热之虞。

所有这些特性都使得E<sub>max</sub>特别适合高能物理研磨，并且仅需使用原来传统球磨仪的一小部分时间即可得到基本优于原来的结果。





## 高能球磨仪E<sub>max</sub>

- ▶ 比其他球磨仪研磨效率高
- ▶ 最高转速2000转/分
- ▶ 独创研磨机理
- ▶ 3种冷却模式 (内/外置水冷, 冷水机/自来水)
- ▶ 精确控温
- ▶ 纳米研磨

PREMIUM QUALITY



德国品质 值得信赖

# 优越性细节



E<sub>max</sub>的优点：  
研磨罐独有造型，  
保证样品混合均匀，  
粒径分布集中

E<sub>max</sub>的优点：  
紧固装置人体工学设计，  
确保使用安全、方便

E<sub>max</sub>的优点：  
专利电机驱动，  
最高转速2000转/分



E<sub>max</sub>的优点：  
3种水冷模式（内/外置水冷，冷水机/自来水）省却间歇时间而无样品高温过热之虞

E<sub>max</sub>的优点：  
4.3英寸大屏幕触屏控制器，温度，转速和运行时间均可清晰显示，实时转速最高2000rpm

E<sub>max</sub>的优点：  
精确控温，极限工作温度设定可以使设备自动运行/暂停/重启在安全工作温度区间。



1



## 操作直观简便

1. 放置研磨罐
2. 紧固研磨罐
3. 触控屏操作

2



3





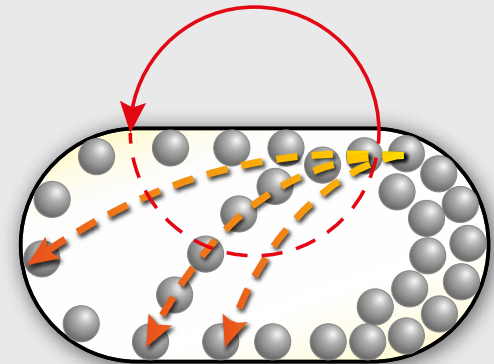
# 工作原理

## 独创亚微米研磨机理

高能球磨仪E<sub>max</sub>的设计结合了高频撞击, 密集摩擦和可控偏心轮运动三种物理机械原理。

研磨罐为椭圆跑道型外形, 两个工作位互相对冲平衡。在研磨罐高加速度运动时, 研磨球和样品及罐壁之间会产生极强的摩擦力, 罐子的两个圆端会受到研磨球

的高速撞击。由此样品颗粒会研磨得更细, 分布更集中更均匀, 达到球磨仪能达到的物理极限。





# 操作和安全

## 安全操控动力设备

E<sub>max</sub>设计伊始就在操作的便捷性和安全性上两者并重。研磨罐的盖子带安全紧固装置,可以在研磨罐湿磨时或内压增加时保证气密性。使用人体工学设计的手柄,研磨罐能够快速放置和安全紧固。在设备启动前,感应器监控研磨罐是否放置到位。运行时,感应器随时监控是否稳定,如果运行平衡有问题,设备会自动停止并显示剩余研磨时间。

转速,时间,间歇操作和温度控制等参数都可以在彩色触屏上快速设定。研磨时,屏幕上回即时显示研磨罐温度。最大支持存储10个标准研磨程序。



## 彩色触屏



带温度显示



转速设定



工作极限温度设定

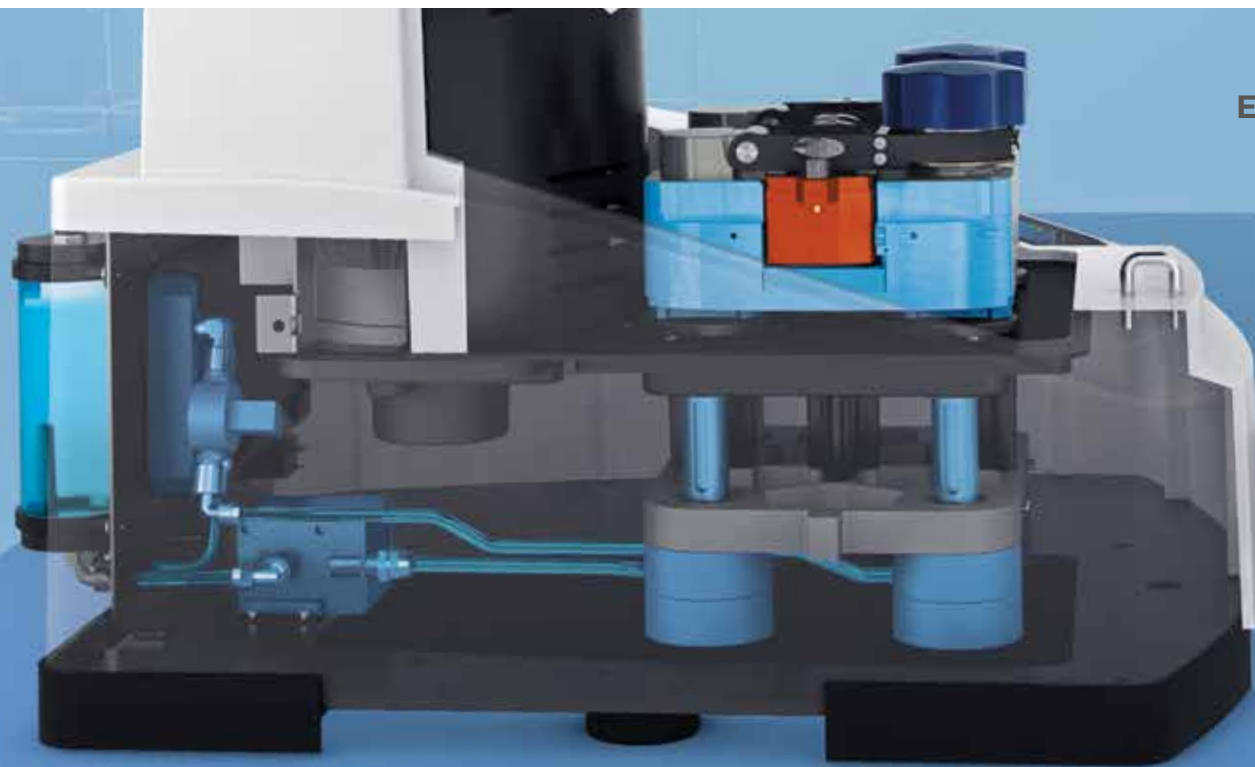
# 高效冷却系统

## 无需间歇冷却时间

在高能球磨仪运行期间如何控制研磨罐温度是件很大的挑战。莱驰特别研发了内置水冷系统来解决这个问题。因此E<sub>max</sub>长时间运行也无需间歇冷却时间, 相较而言传统球磨仪即使低速运行也不能避免。

E<sub>max</sub>的水冷系统通过夹座来冷却研磨罐, 水的热容比空气要高很多, 所以冷却效率很高。

用户可以选择3种水冷模式: 内置, 外接冷水机或自来水。



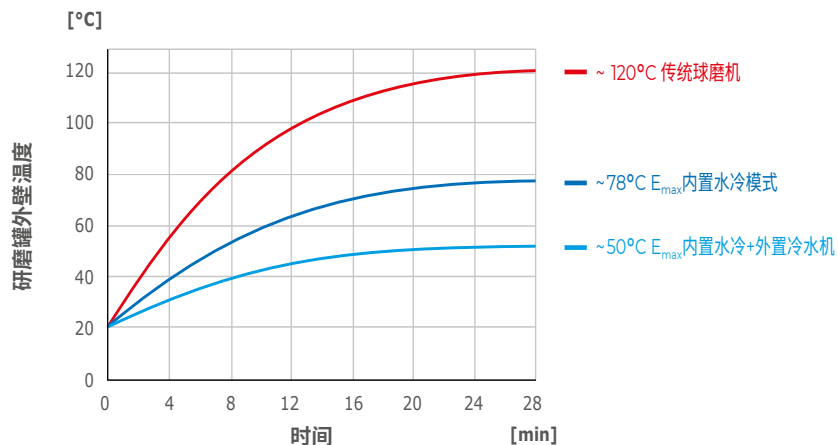
E<sub>max</sub>水冷循环图解

## 3种水冷模式任选

1. 内置水冷
2. 外置水冷连接自来水
3. 外置水冷连接冷水机



温度曲线\*



\* 实际温度和样品材质,设备配置,环境温度都相关,结果可能与示例有偏差

## 温度控制模式

### 针对热敏样品

E<sub>max</sub>智能控制软件可以定义运行温度范围,即设定极限工作温度(上/下限)。当运行温度达到设定的工作温度上限,设备会自动停转等待至设定的工作温度下限达到再重启。

对于热敏性材料能设定极限工作温度非常有意义。传统的球磨机运行时必须要凭经验设置冷却时间,设置不当可能会导致样品分解或不必要的消耗时间。使用E<sub>max</sub>就没有这样的烦恼,可以设置工作极限温度来自

动调整研磨和冷却时间。因此粒度分布的结果又快又好,具有可重复性。



# 应用

## 粉碎, 混合, 机械合金

高能球磨仪E<sub>max</sub>的出现就是为了满足客户样品处理效率, 细度, 纯净和重复性的实验要求。E<sub>max</sub>适合研磨和混合中硬性, 硬脆性和纤维类样品, 可以干/湿磨, 可以进行亚微米/纳米研磨。

E<sub>max</sub>的高效性和灵活性使得它的应用范围宽广——从医药研究一直到机械合金化, 都使用它来研发新型材料。



### 典型样品

莱驰高能球磨仪E<sub>max</sub>特别适合研磨粉碎例如土壤, 混凝土, 碳纤维, 化工产品, 矿石, 石膏, 玻璃, 半宝石, 木材, 石灰, 催化剂, 陶瓷, 骨头, 合金, 煤, 金属氧化物, 矿物, 颜料, 石英, 矿渣, 烟草, 茶叶, 黏土矿, 水泥块和其他类似样品。

样品	进样量	研磨时间	转速	出样细度 (d <sub>90</sub> )	备注
几丁质	10 g	8 h	1300 rpm	< 164 μm	温差色变, E <sub>max</sub> 比常规球磨温度低40°C
多糖	10 g	2 h	1800 rpm	< 8.9 μm	控温, 最高工作温度不超过80°C
木材	3 g	10 min	1300 rpm	< 64 μm	极限工作温度不超过30°C
氧化钛	10 g	30 min	2000 rpm	< 80 nm	有E <sub>max</sub> 能达到细度小于100μm (比常规球磨仪细5倍)
钛酸钡	12 g	2 h	1800 rpm	< 83 nm	研磨细度小于100μm, 比常规球磨仪节省3小时
石墨	5 g	8 h	2000 rpm	< 1.7 μm	极速省时 (比球磨仪快24倍) 超精细细度 (比常规球磨仪细7倍)
可的松衍生物	2.5 g	5 min	1000 rpm	< 280 nm	极限温度45°C, 比常规球磨仪几乎节省了3小时
硅锆合金	3.63 g Si 2.36 g Ge	20min预处理 + 4h合金	1200 rpm	未测	合金: 结果很好 比常规球磨仪省了4-5小时, 几乎没有玻璃相和结块

**ⓘ 请注意:** 最终出样细度取决于样品性质和设备配置/参数设定, 相类似的样品也可能有不同的出样结果

更快—更细—更温和



# 更快

## 节省大量时间

水冷系统能保证比常规球磨所需时间最大节省至90%。另外最高转速2000转/分,独创的研磨机制也使得研磨效率大大提高。

### 钛酸钡纳米研磨

钛酸钡是一种铁电性陶瓷材料,被用于电子感应器。客户需要将其短时间内制备至90nm以下。 $E_{max}$ 的高效研磨机制和高能输出,整个实验只用了2个小时,而如果使用常规球磨机至少要3个小时以上。

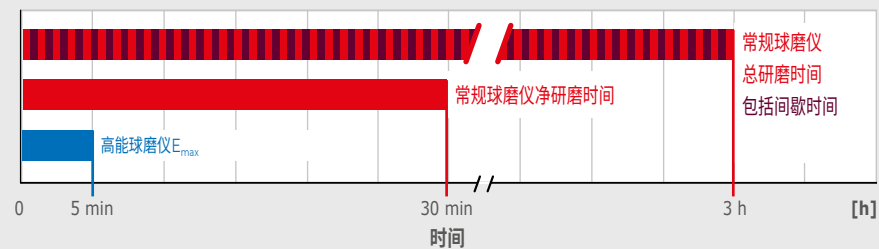


### 在医药研究领域的高效表现

对于口服活性药剂成分来说,小粒径会有很好的生物活性。 $E_{max}$ 可以在很短的时间里把医药样品制备到亚微米和纳米领域。这不仅意味着时间上的节省,更意味着热敏性样品有更细粒度制备可能性:

- 可的松生物5分钟内被研磨至300nm,样品温度不超过45°C
- 行星式球磨机需要研磨30分钟另外需要2个半小时的冷却间歇时间
- 由于高效的设计和无间隙工作,相较而言 $E_{max}$ 几乎节省了3个小时时间

#### 可的松研磨

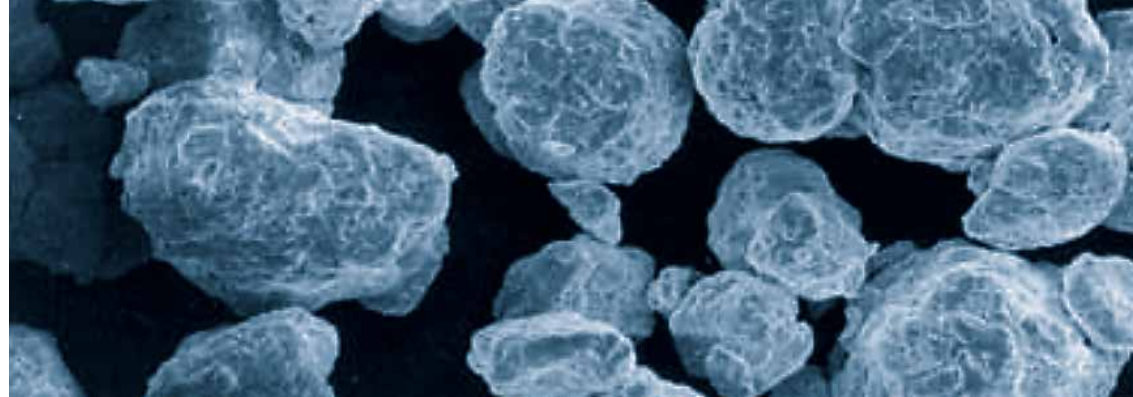




## 更精细

### 研磨至纳米范围

$E_{max}$ 的高能输出和高效研磨机理非常适合将难研磨样品粉碎至纳米范围,同时出样细度范围控制得很窄。



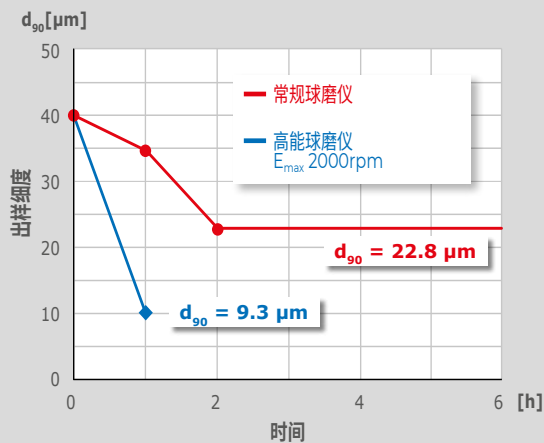
### 粒度分布窄

$TiO_2$ 钛白粉是一种常用的增白剂,例如用在化妆品行业作为抗UV保护。因此纳米细度的样品会有极好的保护效果。

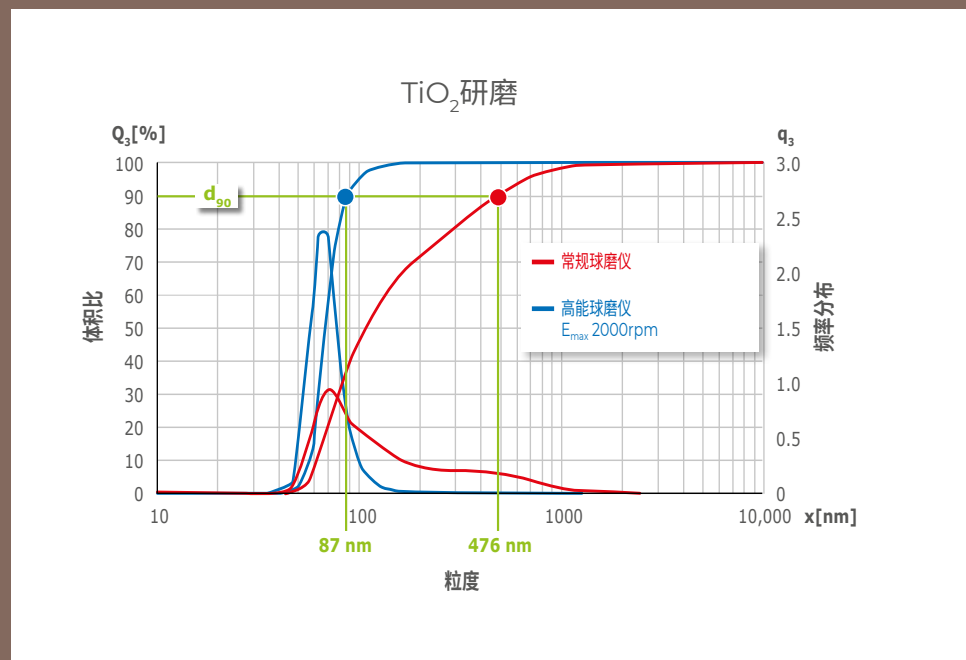
- $E_{max}$  研磨 $TiO_2$ , 30分钟后出样细度小于90nm
- 样品细度5倍细于常规球磨机结果, 并且分布很窄

## 难研磨样品

### 石墨研磨



石墨是一种润滑材料,所以制备起来需要非常高的能量来研磨。 $E_{max}$ 运行1小时后,90%的样品小于 $10\mu m$ ,而常规球磨机最好的结果也要大于 $20\mu m$ 。



## 更温和

### 不再需要间歇

集成的水冷系统大大解决了研磨罐内的压力和温度问题,可以长时间高速工作而无需间歇。设备可连接外置冷水机增加冷却效果。如果处理热敏性样品建议设置成温度控制模式,可以自定义极限工作温度,这样就不需要再依赖经验设置间歇的频率和长短。



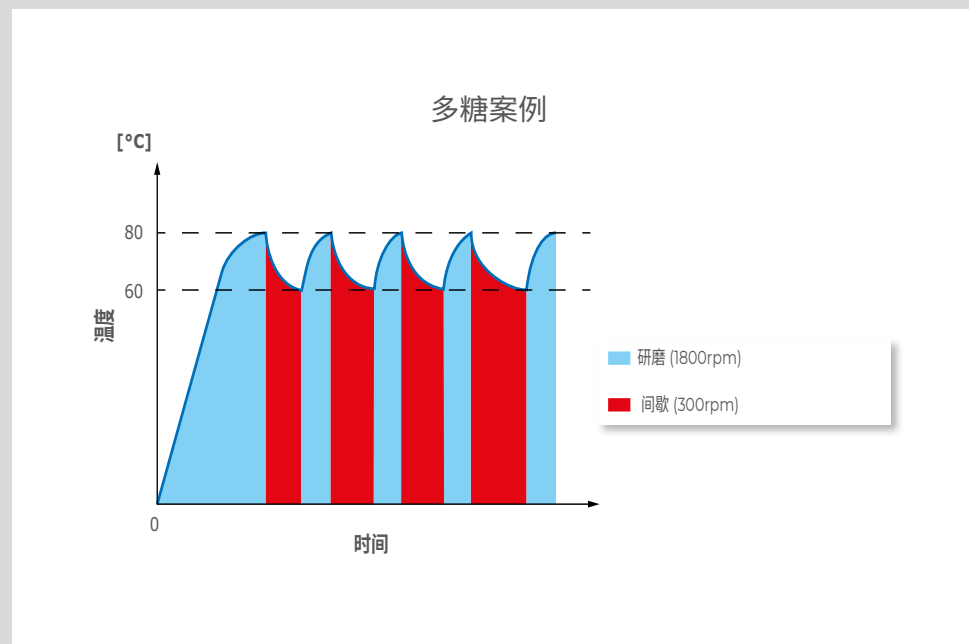
### 样品无分解现象

几丁质样品研磨至 $200\mu\text{m}$ ,工作温度不超过 $60^{\circ}\text{C}$ 以防止分解和变色。设定温度控制模式后, E<sub>max</sub>的工作温度不超过 $60^{\circ}\text{C}$ ,样品始终没有变色现象。

## 在设定温度下研磨

E<sub>max</sub>的温度控制运行模式非常适合研磨热敏性样品例如多糖。在这种模式下最高工作极限温度不超过 $80^{\circ}\text{C}$ ,最终出样细度低于 $10\mu\text{m}$ 。

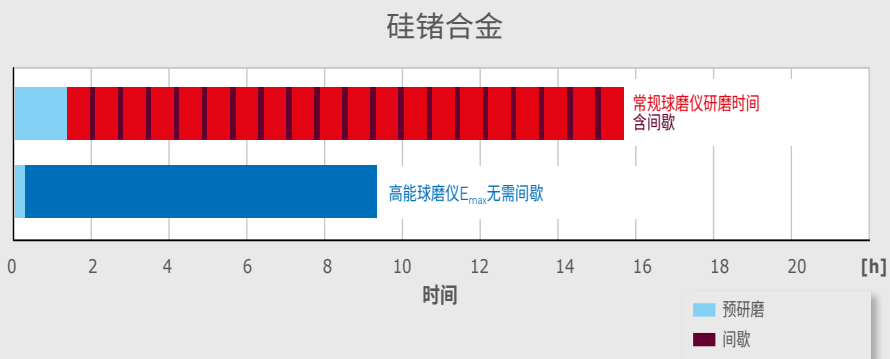
- 工作温度范围 $60^{\circ}\text{C}$ - $80^{\circ}\text{C}$
- 间歇时间自动调整,不超过 $80^{\circ}\text{C}$
- 研磨3小时后出样细度小于 $10\mu\text{m}$ ,无需额外间歇时间



# 机械合金

## 转化率高, 更省时

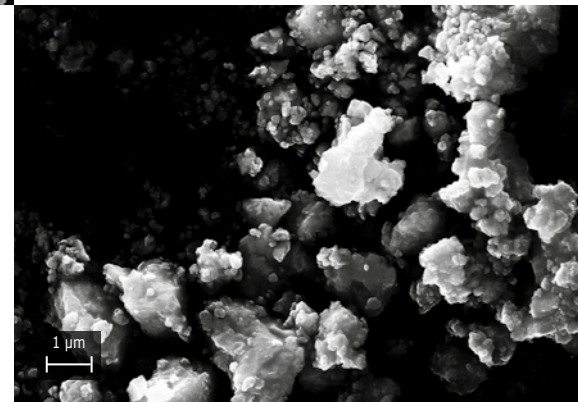
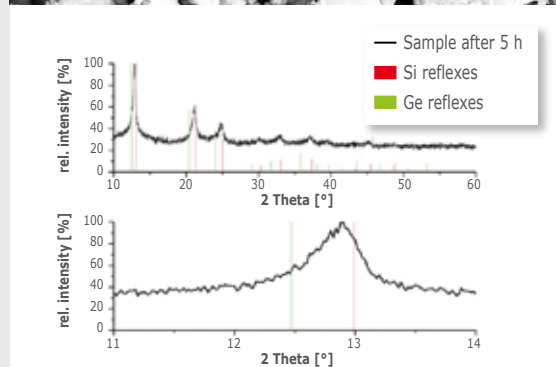
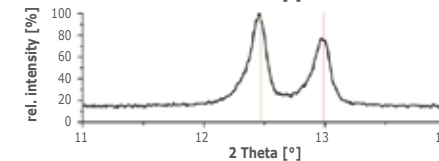
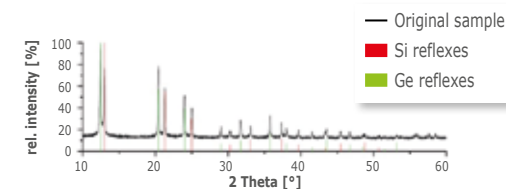
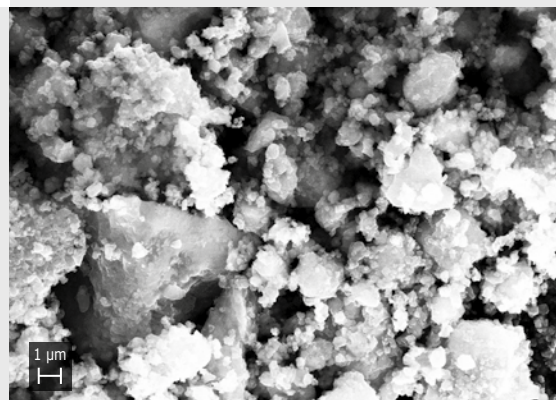
对于难融合样品, 球磨机械合金法可以提供高能量输出的撞击和摩擦。实验显示 $E_{max}$ 的时间明显少于行星式球磨机, 不仅如此, 最后的结果也显示转化率更高, 无定形态更少, 发热结块现象也更少。



相较于常规球磨机,  $E_{max}$ 机械合金实验的时间大大缩短, 可节省大致50%的时间。

## 硅锗合金

硅锗合金比为Si 3.63 克 Ge2.36 克, 用50ml碳化钨研磨罐, 10mm碳化钨研磨球8个(球料比10:1)。硅料和锗料的原始尺寸为1-25mm和4mm。1000转/分20分钟后, 样品已经微粉化无结块现象。接下来1200转/分9个小时(每隔1小时中间间歇1分钟后反转样品以避免样品结块)。





# 配件

## 安全, 高效研磨



高能球磨仪E<sub>max</sub>有很多配件可选, 研磨罐有50ml和125ml两种可选, 材质包括不锈钢, 碳化钨和氧化锆, 确保了对客户样品制备无污染。研磨罐顶盖的安全设计保障了使用的安全和便利。



莱驰的通气顶盖是用来进行需要气氛保护的实验, 研磨球有不锈钢, 碳化钨和氧化锆, 可选尺寸从100 $\mu$ m到15mm。



研磨球数量和尺寸的正确选择可以确保应用的切实可行。

## 测量系统GrindControl

连续测量运行研磨罐内气压和温度, 数据都可以被监控和记录。

1. 三种不同材质研磨罐
2. 通气盖
3. 氧化锆研磨球

## 参数

### 高能球磨机E<sub>max</sub>

应用	纳米研磨, 粉碎, 混合, 机械合金化, 合金研磨, 高能精细粉碎
应用领域	农业, 生物, 化学, 建筑材料, 电子工程, 环境保护, 地质冶金, 玻璃陶瓷, 医药
进样材料	中硬性, 硬脆性, 纤维类, 干/湿样
粉碎原理	撞击, 摩擦
进样尺寸*	<5 mm
出样细度*	<80 nm
批量/进样量*	最大 2 x 45 ml
转速	300-2000rpm(液晶屏上可显示最高转速)
水冷	内置水冷系统/可选: 外置冷水机或自来水
温度控制	有(工作温度上下限可自定义)
工作位	2
研磨罐	标配安全紧固装置, 椭圆形
研磨工具材质	不锈钢, 碳化钨, 氧化锆
研磨罐容量	50 ml / 125 ml
研磨时间	00:01:00 – 99:59:59
间歇操作	有可选反转, 反转时间: 00:01:00-99:59:59
SOPs标准操作程序	10
序列程序	3组
接口	USB / LAN (RJ45)
电机	带变频器的三相电机
功率输出	2600 W
功率输入	~ 3100 W (VA)
防护等级	IP 30
宽x高x深, 盖子合上	625 x 525 x 645 mm
净重	~ 120 kg
产品标准	CE

\* 由进样材料和设备设置决定

## 订货信息

### 高能球磨机E<sub>max</sub>

E<sub>max</sub>, 200-240V, 50/60Hz, 高能球磨机带2个工作位 货号  
20.510.0001

### 研磨罐

容量	50 ml	125 ml
不锈钢	01.462.0305	01.462.0313
碳化钨	01.462.0317	-
氧化锆	01.462.0312	01.462.0307

### 惰性气氛保护配件

通气顶盖	50 ml	125 ml
不锈钢	01.107.0568	01.107.0567
氧化锆	01.107.0569	01.107.0564

### 零配件

50ml研磨罐O型圈x1	05.114.0057
125ml研磨罐O型圈x1	05.114.0122

### 研磨球

研磨球	0.1 mm Ø	0.5 mm Ø	1 mm Ø	2 mm Ø	3 mm Ø	4 mm Ø
不锈钢 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	22.455.0002	22.455.0001
不锈钢 <sup>3)</sup>	-	-	-	22.455.0010	22.455.0011	-
碳化钨 <sup>2)</sup>	-	-	-	-	22.455.0006	22.455.0005
氧化锆 <sup>3)</sup>	32.368.0005	32.368.0003	32.368.0004	05.368.0089	05.368.009	-
研磨球	5 mm Ø	7 mm Ø	10 mm Ø	12 mm Ø	15 mm Ø	
不锈钢 <sup>1)</sup>	05.368.0034	05.368.0035	05.368.0063	05.368.0037	05.368.0109	
不锈钢 <sup>2)</sup>	22.455.0003	-	-	-	-	
碳化钨 <sup>1)</sup>	05.368.0038	05.368.0039	05.368.0071	05.368.0041	-	
碳化钨 <sup>2)</sup>	22.455.0004	-	-	-	-	
氧化锆 <sup>1)</sup>	-	-	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113	
氧化锆 <sup>2)</sup>	22.455.0009	-	05.368.0094	05.368.0096	05.368.0113	

<sup>1)</sup> 研磨球 <sup>2)</sup> 一个包装200研磨球 <sup>3)</sup> 一个包装约500g研磨球



**VERDER**  
scientific

VERDER SCIENTIFIC

**SCIENCE  
FOR SOLIDS**



德国RETSCH (莱驰) 中国总部  
弗尔德(上海) 仪器设备有限公司  
Verder Shanghai Instruments and Equipment Co.,Ltd  
地址: 上海浦东新区康威路739弄15号楼  
电话: +86 21 33932950  
传真: +86 21 33932955  
网址: [www.retsch.cn](http://www.retsch.cn)  
[info.cn@verder.com](mailto:info.cn@verder.com)

