

一、研磨珠的选择：

随着物料的细度要求越来越高，砂磨机的使用也愈来愈普遍，而市场上的研磨介质也比较多，如何选择一种比较适合自身生产工艺和条件的研磨介质，是一件比较关键和费神的事。

下面就以下几方面作简单的分析。

1、化学组成

研磨介质按材料的不同可分为玻璃珠，陶瓷珠（包括硅酸锆珠、二氧化锆珠，氧化铝珠，稀土金属稳定的二氧化锆珠等）、钢珠等。

由于化学组成及制造工艺的差异决定了研磨珠的晶体结构，致密的晶体结构保证了珠子的高强度，高耐磨性和低吸油墨等。各种成份的百分比含量的不同决定了研磨珠的比重，高比重为研磨高效率提供了保证；研磨珠的化学组成在研磨过程中的自然磨损对浆料的性能会有一定的影响，所以除了考虑低磨损率外，顾忌的化学元素也是要考虑的因素。如研磨磁带粉或其他电子元件浆料，金属 Fe、Cu 等元素应避免，含有 Fe₂O₃ 或 CuSO₄ 等成份的研磨珠就不在选择之列，故选择锆珠往往是此行业的普遍选择；如研磨农药、医药和生化方面，重金属为顾忌元素，而 PbO 为最常见的成分。

总之，珠子的化学组成所决定的一些物理性能（硬度、密度、耐磨性）和本身的磨耗对浆料的污染情况是选择研磨介质要考虑的因素。

2、物理性能：

2.1 研磨珠的密度

密度在通常的文件中是以比重（真比重）和散重（假比重）来表示，各种氧化物的分子量和百分组成决定了研磨的密度，常用的研磨的密度如表一所示。

表一

类型	玻璃珠	硅酸锆珠	纯锆珠	氧化铝珠	钢珠	稀土锆珠
比重	2.5	4.3	5.5	5.7	7.8	6.1
散重	1.5	2.5	3.2	3.4	4.	3.7

通常情况下，比重越大的研磨珠，冲量越大，研磨效率越高，而对砂磨机的接触件（内缸、分散盘等）磨损相对比较大，所以浆料的粘度和流量的配合成为关键。低密度研磨珠适合低粘度的浆料，高密度的研磨珠适合高粘度的浆料。

2.2 研磨珠的硬度

莫氏硬度（Mohs）为常用的指标，硬度越大的研磨珠，珠子的磨损率理论上越低。

如从研磨珠对砂磨机的接触件（分散碟、棒销和内缸等）磨损情况来看，硬度大的研磨珠对接触件的磨耗性虽大些，但可通过调节珠的填充量，浆料的粘度、流量等参数以达最佳优化点。

2.3 研磨珠的粒径

研磨珠的大小决定了研磨珠和物料的接触点的多少，粒径小的珠子在相同的容积下接触点越多，理论上研磨效率也越高；另一方面，在研磨初试颗粒比较大的物料时，例如对于 1

00 微米的浆料， $D=1\text{mm}$ 的珠子未必能用，原因是小珠子的冲量达不到充分研磨分散的能量，此时应采用粒径较大的珠子。

3、首次使用研磨介质的注意事项

3.1.依物料的粘度高低选择锆珠或玻璃珠

3.2.依原料颗粒大小和产品所要求的细度选择合适尺寸的珠子。

3.3.检查研磨机的分离器或筛网孔径是否设定选择合适，间隙应为最小珠子直径的三分之一。例如：使用 $1.2 \sim 1.4\text{mm}$ 的珠，间隙应为 0.4mm 。

3.4.尽量避免在干态下开启研磨机，造成珠子和配件的不必要损耗。

3.5.不同品牌珠子不可混合使用。

3.6.尽量避免大小珠子的混合使用。

4、如何确定锆珠的粒径：

4.1.研磨设备的要求：

1) 筛网分离：珠子的最小直径=筛网的缝隙*1.5；

2) 环式分离：珠子的最小直径=环的缝隙*3；

4.2.工艺要求：

1) 物料的初始直径：珠子的最小直径=物料初始直径*30~50；

2) 物料的最终直径=珠子的直径。

4.3.珠子直径 1.5mm 是较佳的选择。

二、研磨珠的破碎

我们选择好研磨珠后，如何正确使用它，避免研磨珠的破碎，尽量延长研磨介质和砂磨机接触件的寿命。

1、碎珠产生的原因

市场上现流行的玻璃珠、硅酸锆珠和纯锆珠，就生产工艺来说，基本上为电熔法和烧结法两种。珠子在热空气、冷空气或电解液中成型，如在某一关键技术参数没控制好，就会产生如下的易碎珠：

1.1、气泡珠

1.2、雪人珠

1.3、尾巴珠

1.4、扁平（椭圆）珠

以上珠子因带有应力集中区域，在研磨当中容易破碎，故选择珠子时，应尽量避免此类珠子。

2、珠子的正常磨耗和破碎的判断

通常情况下，工作一段时间的研磨珠变小，表面圆滑而不带棱角，这应是正常珠子的磨耗；相反，如珠子当中出现带棱角、片状异形珠时这应是产生了碎珠。

3、碎珠产生原因

驰勒（上海）机械科技有限公司
电话: 021-51697875
手机: 17717639565 刘先生
传真: 021-61153571
网址: <http://www.chileindustry.com>

就珠子本身而言，一方面是珠子的质量问题，另一方面或者是此种材料的珠子强度不能胜任用某种型号的砂磨机。如瑞士的 Dyno-mill ECM 卧式砂磨机和德国 Drais 的 DCP 立式砂磨机，因输入的能量密度比较高，通常建议使用纯锆珠。

另外，研磨珠在砂磨机正常工作下，以受到大约 1 公斤的压力，相对玻璃珠能承受约 5000 公斤力和硅酸锆珠 9000 公斤而言，研磨珠在砂磨机中的受力是微不足道的，所以碎珠的原因应集中在设备上和工艺上，而采取相应的解决办法。

4、碎珠解决途径

A.设备方面

- 1) .分散盘：分散盘装反、松动或裂损。
- 2) .分离装置：动态筛圈有缺口，筛网破损。
- 3) .进料泵：齿轮泵突然关掉后，砂磨机内压力将珠子反压到泵内。可以通过加装单向阀尽量避免，同时保持定期清洗进料泵。
- 4) .内缸：内缸有缺陷点。

B.生产操作方面：

- 1) .大小珠子混合使用：此种情况刚开始有提高研磨效率的迹象，但随着研磨时间的加长，产生了大珠磨小珠的情形，最后加快小珠的变形以至破碎。解决方法是尽量使用粒径均一的珠子。

2) .不同品牌珠子的混合使用：因各种珠子的硬度、密度等不一致，容易产生硬珠子吃软珠子的情形，故应杜绝此种形式。

3) .浆料的粘度过稀或过稠：相对一定密度的研磨珠而言，如此容易造成珠子的堆积和直接接触砂磨机的磨损件而加快珠子的磨损和破碎。

4) .物料的流量过快：这样会造成珠子积压在物料出口处，而加快此处的珠子与砂磨机配件的磨损。解决方法是先采用间歇开机的方法将积压研磨珠弄松，并重新分布均匀，再调节物料流量。

C.其他原因。

5、如何解决研磨珠的破碎

首先鉴别“破碎”珠的样子，如果颗粒较为圆滑，而不是象碎玻璃片那样有尖棱角的，这其实是自然磨损的珠子。这些珠子可能会被磨成各种形状如盘状，椭圆形，或者是变小的球形。这种情况可称作磨耗，只是磨损程度不同而已。

从受力角度来看，分散盘传递能量给珠子时，如果液体粘度很低，例如当用溶剂或水清洗砂磨机时，物料的推力不够大，而珠子便有可能接触到分散盘而产生破碎。这便是我们建议尽量缩短清洗时间的一重要原因。如果是用低粘度液体清洗机器的话，珠子也会磨损别的珠子或砂磨机的接触部件。为使研磨珠、砂磨机获得最长的使用寿命，最好使用树脂进行清洗并在生产过程中维持足够的物料粘度。

许多人碰到倒掉旧珠子装入新珠试车后碎珠。下面就这个问题进行分析并探讨解决方法。

- 1) .砂磨机内部接触件安装不正确：分散盘松动或分散盘边缘有尖角，砂磨机内部有异物，阀门内部松动等，这些情况都可能造成研磨珠破碎。
- 2) .砂磨机接触件磨损或未正确安装：动态分离器或筛网可能已磨损、筛网可能破开了或装反了，如果因此研磨介质通过了分离器而进入送料泵内，泵在被堵死或停机之前便会将珠子压碎。
- 3) .背压：当送料泵关掉时，砂磨机内的残余压力将珠子压入泵内，这样当泵再次启动时，它便会压碎这些珠子。单向阀不一定可靠且有时允许珠子在阀门关闭之前通过。
- 4) .研磨珠积压：如果研磨珠堆积在砂磨机底部或工作泵过快的转速导致研磨珠都被集中到卧式砂磨机的出口处，便会导致这种情况。解决办法是启动砂磨机时以开—关—开—关的点动方式先把积压的研磨珠弄松。
- 5) .分散盘磨损：这种情况可能会较难确定。磨损的分散盘边缘被磨得很凹凸不平，而分散盘边缘是分散盘转动线速度最大的地方且可能会形成较强的涡流。

另外对于立式研磨机，研磨珠因自重集中到下部分散盘的边缘附近。所有这些因素综合起来，便有可能造成研磨珠破碎。分散盘的磨损过大很大程度由于送料泵转速过慢、研磨珠密度过大造成。可以通过更换磨损厉害的部件，再装入同一批次的研磨珠来解决这个问题。

- 6) .将不同厂家生产的研磨珠混用。在密度方面不同厂家的产品可能是不同的。这样做便会加剧珠子之间的互相磨损。解决的办法就是绝对不要混用不同厂家的研磨珠。如果怀疑已有混用，那就只能将它们全部倒掉。

- 7) .因为不小心将用过的旧珠子添加到砂磨机中。

8).垃圾或一些小的已磨损珠子：经常会有垃圾或一些细小的已磨损的珠子附在筛网上、轴上、支架上，或其它一些机器内角落里。当加入新研磨珠时，这些小东西可能会从附着位置松脱混入到新添的珠子里。这样便会造成新珠子马上就有破碎的错觉，而其实您看到的只是以前的一些自然磨损的珠子。如果问题不是太大的话，可以让这些小东西在一定时间后自然排出。否则，您就必须彻底倒掉旧珠子，换入新的研磨珠。

9) .清洗珠子可依配方选择水、溶液或树脂清洗；清洗时应保持低速，应按研磨机“启动 - 关闭”键作间歇式清洗。

6、添补研磨介质的原理

如发现研磨机的研磨效率降低，是添加珠子的可能信号。

用户可依本身的工艺条件，掌握珠子的实际的损耗率，而作定期的筛珠和添加。

将过细的珠子用筛子筛出，筛网大小为珠子直径的三分之二(例如：使用 1.2 ~ 1.4mm 的珠筛网应为 0.8mm)，再添加上差额珠子。

7、如何添补研磨介质

由于珠子的自然损耗，珠子的粒径会越来越小，为了保持统一的填充量和避免细珠子堵塞或进入分离装置，应依研磨介质的寿命和用户本身工艺的条件来筛珠和补充一定量的研磨介质。建议 100—200 工作小时后筛珠和添加适量的新珠子。

三、研磨介质发展趋势：

研磨介质市场上存在各种的研磨球（珠），如何向用户推荐合适的介质以及用户本身如何选择最佳介质，已成为研磨行业不可忽视的问题。本文试从市场取向上作如下几点阐述：

1、粒径愈用愈小

研磨设备从全球第一台使用粒径较大研磨球的搅拌式球磨机（Attritor）诞生，发展到使用粒径较小的研磨珠的立式砂磨机、卧式砂磨机以及各种带改良功能的超细研磨新一代砂磨机，使用的研磨介质的粒径愈来愈小。其主要有两个推动原因：

◆物料研磨最终细度微米化：由于研磨机内的物料是通过运动中的研磨介质的接触作分散和研磨，研磨介质粒径越小而接触点越多，最后达到较高的研磨效果及较小的研磨细度。例如某一品牌粒径为 2mm 硅酸锆珠，每升约为 20,000 颗，而粒径为 1mm 的颗粒达到约 80,000，后者是前者的 4 倍。当使用较大粒径锆珠对某一产品进行研磨时，无论经过多少道的砂磨，物料的粒径始终未能达到要求的细度；而当改用粒径较小的研磨珠时，效果即得到明显的提高。

◆砂磨机分离装置的改进使用超细研磨珠成为可能：允许使用的最小研磨珠粒径已成为评衡砂磨机质量档次的一重要指标。分离装置设计和制作材料的每一次革命，都带来了使用研磨珠颗粒变小的一次飞跃。分离装置从静止传统的扁平 Nickel 网到带三角横梁的 Johnson 网以及到动态的环式分离器和套筒式 Cartridge 网，除使用寿命延长之外，能使用研磨介质的粒径越来越小，而同时又不明显影响物料流量。套筒式 Cartridge 网的代表（如美国 Premier 的速宝磨）所用的最小珠子达到 0.2mm；环式分离器的代表（如瑞士的 Dyno-mill 实验室型）可用珠子粒径也可达到 0.2mm。而瑞士 Buhler 公司开始研制的离心式分离装

置，使分离原理从区分珠子粒径大小转为区分珠子密度大小，而使研磨珠的最小粒径推向新的极限。

2、比重愈用愈大

通用研磨珠比较

种类	玻璃珠	石珠	硅酸锆珠	纯锆珠	铬钢珠
比重	2.5kg/d m ³	2.9kg/d m ³	4.5kg/dm ³	6.1kg/d m ³	7.8kg/d m ³
莫氏硬度	6	6.5	7.7	9	7
抗压强度	0.45KN	0.50KN	0.75KN	2.0KN	0.6KN

从上表可知，通用的研磨珠如玻璃珠、石珠、硅酸锆珠、纯锆珠和铬钢珠的比重依次递增，而它们的硬度、抗压强度和耐磨性除铬钢珠外也依次增大。从动力学公式 $P=mv$ 可知，珠子的冲量 P 与珠子的质量 m 成正比，密度越大的珠子运动能量就越大，研磨效率也相对越高。

由于韧性较高的无机颜料（如碳黑、酞青蓝、氧化铁等）需要超细研磨，加之要追求更高的研磨效率和理想的光泽度，使用高密度的研磨珠业已成为一条解决途径。而砂磨机生产商又配合了这一要求，主要有以下两点原因使之成为可能：

◆高输入能量密度砂磨机的产生：现代砂磨机的发展趋势之一是研磨缸的体积变小，而配置的马达功率变大，所输入能量密度就急剧增大。现代砂磨机的能量密度为传统砂磨机的 4

倍甚至更多。这就使得有效带动高密度的研磨珠（如纯锆珠）成为可能。同时因研磨区域的高能量分布，只有高抗压强度和耐磨的研磨介质（如纯锆珠）才能胜出。

◆砂磨机接触件材质质量的提高：砂磨机的接触件（如内缸、分散碟、棒销和分离装置等）采用了坚硬耐磨的硬质合金（如碳化钨）及陶瓷（如碳化硅、氧化锆等）等高性能的材料，可抵挡因如纯锆珠本身高能量和高硬度的冲击和摩擦所带来的磨损。

3、珠的粒径偏差愈来愈小

对于砂磨机，均匀粒径的研磨珠体现出其优越性，一方面是对物料细度的狭窄分布有一定贡献，另一面是大大减小碎珠的产生而减少砂磨机接触件的磨损和避免对产品的污染。如今市场上通用的耐诺研磨介质粒径偏差保持在 0.2mm。均匀的珠子因制作工艺较复杂，所以市场价格也相对较高。

综上所述，需研磨产品的多样性及生产工艺的复杂性，决定了研磨介质的多样性。多种研磨珠，如玻璃珠、石珠、硅酸锆珠、纯锆珠以及铬钢珠可和谐共存，不同的只是所占市场份额多寡而已。

四、其他

1、锆珠的标准：

项目	指标
成分	ZrO ₂ 258%, SiO ₂ 237%, 其他 5%

比重	4.0g/cc
散重	2.4g/cc
莫氏硬度	>7
球形度	>90%
空气含量	0
挤压强 度	>9710 巴

2、锆珠的粒径规格：

0.6 ~ 0.8m m	1.2 ~ 1.4m m	1.8 ~ 2.0m m
0.8 ~ 1.0m m	1.4 ~ 1.6m m	2.0 ~ 2.2m m
1.0 ~ 1.2m m	1.6 ~ 1.8m m	2.2 ~ 2.4m m

3、安全装置

驰勒（上海）机械科技有限公司
 电话: 021-51697875
 手机: 17717639565 刘先生
 传真: 021-61153571
 网址: <http://www.chileindustry.com>

进口处装有接触式压力计，出口处装有接触式温度计，邻近感应开关防止在没有安装研磨缸或前盖的情况下将机器开动。邻近电容开关用于监察机械密封中的清洗液液面，接触式压力计用于监察轴密封的压力。