

管式球磨机检修与养护

第一节 工作原理、类型和特点

一、工作原理

球磨机是选矿、化工、发电和建材等许多工业部门广泛采用的细磨设备。磨机能粉碎多种硬度的物料。在选矿中被广泛地用来细磨各种矿石;在发电厂用来制备煤粉;在水泥厂把经过破碎到一定粒度的原料、燃料、水泥熟料和其它混合材都需要在磨机中进行粉磨。归纳起来，粉碎物料的目的是：

1、增加物料的暴露面积，保证生料在窑内得到充分的化学反应，水泥完全水化，产生较高的强度。煤粉磨细的目的是为了使其能够充分完全燃烧。为此目的，对水泥生料的细度应控制在0.08mm方孔筛的筛余为10%以下(回转窑生产一般控制在12%以下)，水泥应控制在8%(许多企业高标号水泥控制在3%)以下，煤粉应控制在14%以下(物料经过粉磨后的细度用筛余的百分数来表示)。

2、使各种物料混合均匀

水泥生料里的石灰石、粘土和铁粉，水泥中的矿渣、石膏和熟料等经过磨机粉磨以后不但能将其粉碎，还能使之混合均匀，以保证水泥的质量。

球磨机具有一个水平放置的回转圆筒，管磨机的筒体用隔仓板分成2-3个仓，在各个仓内装有一定形状和大小的研磨体。研磨体一般为钢球或钢段，在棒磨机的粗磨仓里的研磨体为钢棒。

当磨机回转时，物料与研磨体混合，在离心力和与筒体内壁产生的摩擦力的作用下被带到一定的高度，在重力作用下自由下落，落下的研磨体冲击底部的物料，把物料击碎。在磨机回转时，研磨体还有滑动和滚动现象，这样，物料与研磨体之间产生摩擦，将物料磨碎。由于进料端不断加入新物料，并且研磨体下落时冲击物料所造成的自然轴向推力以及气流的运动使物料向出料端移动。

磨机中的研磨体尺寸越大，装载量越少，磨机转速越高，则研磨体被带起的高度越高，滑动现象越小，对物料的冲击作用就越大;反之，对物料的冲击作用就越小，研磨作用就越大。所以多仓磨机靠近入料端的磨仓，往往装入尺寸较大的研磨体，填充料较小，以利击碎颗粒较大的物料;靠近出料端的磨仓，往往装入尺寸较小的研磨体，填充料较大，以利研磨颗粒较小的物料。

二、类型

水泥制造行业中一般能见到的磨机有立磨、球磨、棒磨和自磨(无介质磨)磨机，多以球磨应用最多、最普遍，这这几年大型回转窑生产生料、煤粉发展立磨较多，我们单位使用球磨机，所以只讨论球磨机分类。

球磨机分类方法:

球磨机类型很多，其差别在于研磨介质、进出料方法、传动与支撑方式不同。

一)按照研磨介质不同来分

1、球磨机

筒体内装载钢球或钢段，这种磨机最普遍，我厂全部是这种磨机。

2、棒磨机

筒体内装载钢棒，这种磨机多用于湿法生产，产品粒度均匀。

3、砾磨机

用砾石、瓷球为研磨介质，以花岗岩、瓷料作衬板，用以生产白色、彩色水泥及陶瓷工业使用。

二)按照筒体现状分类

1、短型磨机

筒体长度与直径之比 $L/D \approx 1-1.5$ ，一般用以粗磨或一级磨。

2、长筒型磨机

筒体长度与直径之比 $L/D \approx 1.5$ ，当 $L/D = 3-$

5则称为管磨机，生料磨长径比较小，水泥磨长径比较大，管磨机内部常分隔为几个仓，称为多仓管磨机，这种磨机在水泥厂用得较多。这几年出现了长径比很大的磨机，采用开流生产，称高细磨。

三)按照卸料方式分类

1、中心卸料

出料口在磨机中心轴孔，这种卸料最普遍，我厂煤磨、水泥磨都是这样。

2、周边卸料

在筒体端盖的圆周边开有卸料孔，物料从孔中卸出。

3、中间卸料

出料口在磨机筒体的中间，开有许多椭圆孔，物料从孔中卸出，这种磨机相当于两台周边卸料磨机的合成，设备紧凑，单位动力产量高，多用于有选粉机的圈流系统。我厂生料磨就是这种卸料方式。

四)按传动方式分

1、中心传动

由卸料端径中空轴直接与减速机出轴联接，由电动机带动，传动轴的中心与筒体中心线一致，我厂生料及水泥磨都是中心传动。

2、边缘传动磨机

这种磨机的传动装置是将电动机的动力经过减速机后，传到与磨机筒体中心线相平行的传动轴上。再经过这根轴上的小齿轮带动装在磨机筒体上的大齿轮，使磨机回转，我厂煤磨即此传动。

三、特点

管磨机的主要特点如下：

一)优点

- 1、对各种物料都能适应，能连续生产，生产能力大，可以满足工业上大规模生产的需要；
- 2、粉碎比大，可达到300以上，并易于调整产品的细度；
- 3、可以适应各种不同情况下作业，既能干法生产，也可湿法生产。还可以把干燥和粉磨工序合并在一起同时进行生产；
- 4、设备本身操作可靠，能够长时间连续运转；
- 5、维护管理简单易行；
- 6、有很好的密封装置，可防止粉尘飞扬。

二)缺点

- 1、能耗大、效率低。在生产水泥的过程中，用于粉碎作业的电量约占全厂用电量的2/3，据统计，每生产一吨水泥的磨机耗电量不低于70Kwh.，但这部分电能的有效利用率却很低。据分析，磨机输入的功率用于粉碎物料(做有用功)的功率消耗只占约5-10%，而绝大部分电能消耗于其它方面、主要转化为热能和声能而消失掉，这是一项很大的浪费；
- 2、体型笨重；

3、由于磨机筒体转速很低，如用普通电动机驱动，则需配置昂贵的减速装置。大型减速机制造成本和加工精度都很高；

2

4、研磨体在冲击和研磨物料的同时，本身也受到磨削，筒体内的衬板，隔仓板等零件也被磨损，因此在整个水泥生产过程中，粉碎作业(生料制备，磨水泥)所消耗的钢铁量是很多的，据分析，大约每生产一吨水泥的钢铁消耗量为1Kg 左右。

第二节 主要参数的确定

一、转速

(一)临界转速

为了确定球磨机的适宜工作转速，首先研究球磨机的临界转速。能使研磨体升举至脱离角，即研磨体上升至顶点这样一个临界状态，若转速再加快一点，理论上，研磨体将紧贴在筒壁上，随筒体转动不会落下，这个转速就叫临界转速，用 n_k 表示。

由于磨机在某一转速下进行工作时，筒体内各层研磨体运动的脱离角各不相同，在确定磨机筒体转速时，一般均以最外层研磨体为基准。

3042.4经理论推导，临界转速为 $n_k = \frac{42.3}{\sqrt{R}}$

RD

欲使研磨体能落下来将物料击碎，磨机的转速必须低于临界转速。

(二)球磨机的理论适宜转速。

理论上，当脱离角 0 时，由于研磨体紧贴在筒壁上，不能起任何磨碎作用，因此对物料粉碎功为零。当磨机筒体转速极低时，研磨体没有被筒壁带起，所产生的冲击粉碎功也为零。由此可见，磨机中研磨体对物料的粉碎功是筒体转速的函数，而使研磨体产生最大的粉碎功的转速，称为磨机适宜转速。欲产生最大粉碎功，研磨体必须有最大降落高度。经计算得出研磨体最适宜脱离角为 54.4° ，在此脱离角时，研磨体落下高度最大磨机转速应是临界转速的 76% ，在生产实际上可能略有出入，但都在 76% 上下波动。

(三)球磨机的工作转速

3.2.2 球磨机适宜转速，是根据筒体内最外层研磨体，当磨机转动时具有最大降

D

落高度的观点所确定的。这个观点没有考虑到研磨体随筒体内壁上升的过程中，部分研磨体有向下滑动和滚动现象，这不仅影响研磨体的提升高度。而且也使筒体衬板和研磨体造成附加磨损。同时还应该考虑到球磨机对物料的粉碎作用是冲击和研磨的综合效应。为了使磨机具有最好的粉碎效果，应该考虑冲击和研磨作用的平衡问题。

实际上，在确定磨机的工作转速时，应该考虑到磨机的规格，生产方式，衬板形式，研磨体种类，填充率，被磨物料的物理化学性质，入磨物料的粒度，要求产品的细度等因素。

具体说，衬板表面与研磨体摩擦系数较大者，如突棱衬板，转速可低些；对平衬板转速可适当高些。磨机内研磨体填充率越低，相对滑动越大，则转速应高些，反之则相反。

水泥厂运行的多仓管磨机的工作转速，实际工作转速都作适当调整修正，一般修正公式：

3.2.2 当 $D, 2\text{m}$ 时，转速 $= -0.2D$

D

32.2当 $1.8\text{m} \leq D \leq 2\text{m}$ 时，转速 =

D

32.2当 $D < 1.8\text{m}$ 时，转速 = $+(1-1.5)$

D

二、磨机功率

物料粉磨是水泥生产中消耗电力最大的工序，用来拖动磨机的电动机功率主要消耗在以下两个方面：一方面用来提升研磨体和粉磨物料，以及使研磨体具有一定的运动速度抛射出去；另一方面是较小部分的功率消耗在主轴承和传动系统的机械摩擦上。

0.4GRn理论推导功率计算公式： $N = \frac{G R n}{1000 \eta}$ ，

G-----研磨体总量；R-----磨机净空半径；n-----转速；-----机械效率0.86-0.92，

磨机实际配套功率比计算值增加10-15%余量，以免临时性超载。

三、研磨体的填充率

研磨体的填充率是指研磨体的堆积体积占磨机有效容积的百分比。填充率所以成为重要的参数之一的原因在于它不但直接关系着粉磨过程的冲击次数及研磨面积，而且还影响着研磨体本身的提升高度，即对物料的冲击力。对于多仓的管磨机，研磨体的填充率平均为25-35,%之间;开流磨居低值，圈流磨居高值。这样的填充率，能以最小的电耗而获得最大的生产率(指每吨研磨体的单位生产率)。即这样的填充率比较经济。另外，适当地增加磨机的填充率，又是提高磨机台时产量的一项措施。但单位产品的电耗也要有所上升。因此，确定磨机的填充率就是要妥善处理生产率和生产经济性的矛盾。

适宜的填充率又与磨机的长径比有关，随长径比减小填充率要加大。

以上谈的是一台多仓管磨机研磨体填充率的平均值，实际上研磨体在各仓的填充率是不一样的。一般情况下应该是从入料到出料逐仓依次递减成阶梯状(棒球磨例外)，装有钢段磨仓的填充率稍低有利，因钢段堆积紧密，不易滚动，从而产生较大的偏心力矩。

研磨体的装载量决定于磨机的规格和填充率，其计算式为：

$$G = \frac{\pi}{4} D^2 L \gamma \alpha$$

式中G——磨机内研磨体装载量;D——磨机有效内径;L ——磨机有效长度;

γ ——研磨体填充率; α ——钢球堆积容量，一般取4.5t/m³。

四、磨机的产量

影响磨机产量的因素很多，从大的方面看，可分为物料的性质，磨机本身的结构，规格，转速和操作条件。而要求磨机的生产能力是由要求的粉磨物料量来确定的。如生产水泥的原料磨或水泥磨是以窑的煅烧能力来决定的，并要求有一定的富余能力。在工艺设计上磨机的利用率比窑为低，当窑的利用率为90%时，磨机的利用率也就是75%-80%。

至于物料性质的影响，是指入磨物料的粒度，硬度，温度和湿度，要求磨细的程度和加料均匀程度。磨机本身的结构指示长度和直径之比，仓数，隔仓板和衬板的形状以及研磨体的装填情况。因此，准确地确定磨机的产量是比较困难的。

第三节 磨机的构造及主要零部件

一、磨机的构造

管磨机是一种重要的细磨设备，这种设备在水泥工业和选矿工业中应用很广泛。管磨机由于筒体较长，可使物料在磨内粉磨的时间较长，得到成品的细度也较高。

管磨机的规格是以筒体的内径和筒体长度的乘积来表示的，如 3.5×10 m 磨机。

磨机总体结构主要分三大部分：即回转部分、支撑部分和传动部分。

回转部分包括筒体及其内部安装的衬板、隔仓板、出料篦板等各种衬板，筒体采用钢板焊接，两端设有端盖，端盖上固定中空轴颈，中空轴颈内固定有螺旋叶片或套筒，利于进料和出料。

支撑部分是指两端中空轴颈相配合的主轴承，它承受回转部分全部质量，安装于轴承底座上，并保持水平。

传动部分包括电机、减速机、大小齿轮及联轴器等，它提供设备动力和必要的转速。

二、磨机主要零部件

一)筒体

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。
如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/288050056010006071>