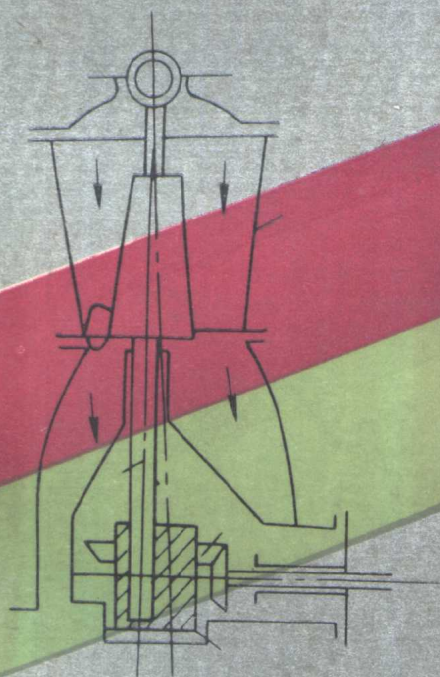


▲ 矿山机械使用维修丛书

▲ 破碎粉磨机械 使用维修

▲ 曹中一 编



机械工业出版社

矿山机械使用维修丛书

破碎粉磨机械使用维修

曹中一 编
周恩浦 主审



机械工业出版社

(京)新登字054号

本书是“矿山机械使用维修丛书”之一，其主要内容包括颚式破碎机、旋回破碎机、圆锥破碎机和磨矿机的类型、构造、工作原理、参数计算、安装、试车、运转、维修等。

本书可供从事破碎粉磨机械设备安装、运转、维修、管理的工人和工程技术人员使用，亦可供从事破碎粉磨机械规划、设计、科研、教学人员参考。

破碎粉磨机械使用维修

曹中一 编

周恩浦 主审

责任编辑：王世刚 版式设计：阴金瑛

封面设计：郭景云 责任校对：李连凤

责任印制：卢子祥

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄大街22号）

（北京市书刊出版业营业许可出字第017号）

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

开本 $850 \times 1168^{1/32}$ ·印张 $6^{3/4}$ ·字数175千字

1991年12月北京第一版·1991年12月北京第一次印刷

印数0,001—1,470·定价：7.00元

ISBN 7-111-02901-1/TD·16



丛书编审委员会

主任：张智铁

委员：李仪钰 夏纪顺 蔡崇勋 朱启超
吴建南 周恩浦 吴继锐 刘世勋
肖先金 郭赐吾 安 伟 李世华
魏胜利 刘玉恩 王振坤 廖国权
李海源 刘同友 徐本祺 吴友海
万 云 郭友梅 李明加 戚 铤
黄力生 钟世民 梁康荣

11-76/100

04

序

《矿山机械使用维修丛书》就要问世了，广大读者是会欢迎它的。

我国是一个采矿大国，也是矿山机械的制造和使用大国，从事矿山机械的规划、研究、设计、制造、安装、运转、维修、管理的工人和工程技术人员是如此之多，他们迫切需要这样一套《丛书》。

设备的使用、维修对设备的使用寿命是至关重要的。资料表明，使用维修费用总是远远超过设备原值的。于是，国外发展了寿命周期费用评价法，进而形成了“设备综合工程学”，以设备使用寿命作为研究对象，将设备工程分为规划工程和维修工程两个阶段，对有形资产的工程技术、管理、财务等方面从各个环节（方案、设计、制造、安装、运行、维修保养、改进、更新等）进行综合管理，以提高设备可靠性和维修性，从而使设备寿命周期费用达到最经济的程度。

《矿山机械使用维修丛书》全面总结了我国矿山机械使用、维修的成就和先进经验，对进一步提高矿山职工的技术素质、提高矿山机械的可靠性和维修性、提高矿山企业的经济效益具有实用的价值。

中国有色金属工业总公司装备局和设备管理协会委托中南工业大学矿机教研室负责编审这套《丛书》，是一个很好的尝试。在编写中，得到了冷水江有色金属矿山技工学校等单位的大力支持。良我们期望，这一工作在我国矿业界和矿山机械行业产生普遍的好反响。

矿山机械使用维修丛书

1. 矿井提升设备使用维修
2. 矿山压气设备使用维修
3. 矿井通风设备使用维修
4. 矿井排水设备使用维修
5. 矿井钻孔设备使用维修
6. 矿井装载设备使用维修
7. 矿井轨道运输设备使用维修
8. 破碎粉磨机械使用维修
9. 挖掘机械使用维修
10. 露天潜孔钻机使用维修
11. 天井钻机使用维修

目 录

第一章 概述	1
第一节 破碎粉磨机械在矿山生产中的应用	1
第二节 矿石的破碎粉磨原理	2
第二章 颚式破碎机	5
第一节 概述	5
第二节 颚式破碎机的构造	6
第三节 颚式破碎机主要参数的计算与选择	21
第四节 颚式破碎机的安装与试车	26
第五节 颚式破碎机的操作与维修	29
第三章 旋回破碎机	55
第一节 概述	55
第二节 旋回破碎机的构造	56
第三节 旋回破碎机主要参数的计算与选择	69
第四节 旋回破碎机的安装与试车	72
第五节 旋回破碎机的操作与维修	77
第四章 圆锥破碎机	86
第一节 概述	86
第二节 圆锥破碎机的构造	87
第三节 圆锥破碎机主要参数的计算与选择	104
第四节 圆锥破碎机的安装与试车	108
第五节 圆锥破碎机的操作与维修	121
第五章 磨矿机	152
第一节 概述	152
第二节 球磨机和棒磨机的构造	155
第三节 磨机的工作状态和主要参数的计算	168
第四节 磨机的安装与试车	176
第五节 磨机的操作与维修	184

附表一	常用润滑油的性能和应用.....	200
附表二	常用润滑脂的性能和应用.....	202
附表三	二硫化钼润滑脂性能和应用	203
附表四	新旧牌号对照图(GB3141—82)	205
参考文献		206

第一章 概 述

第一节 破碎粉磨机械在矿山生产中的应用

从矿山开采出来的矿石称为原矿。原矿通常是由有用矿物和脉石所组成。有用矿物就是含有用成分(如Fe(铁)、Cu(铜))的矿物,如 Fe_2O_3 (三氧化二铁)、CuS(硫化铜)等。脉石就是原矿中没有使用价值的或不能被利用的成分,如 SiO_2 (二氧化硅)等。

矿石中一般不是只含有一种金属,而是含有多种金属。含有一种金属的矿石叫单金属矿石,含有两种或两种以上金属的矿石称为多金属矿石。矿石中有用成分的含量称为品位,通常以百分数表示。如某铁矿石中含铁31%,其品位即为31%。

从矿山开采出来的矿石多为品位较低的矿石,例如贫铁矿石通常只含铁20%~30%,铜矿石含铜仅0.5%~2%。由于现代冶炼技术对矿石的品位有一定的要求,如铁矿石中铁的品位应高于45%~50%,铜矿石中铜的品位应高于8%等。所以,为了满足冶炼上的要求,对于品位低的贫矿石必须在冶炼前进行选矿。选矿的主要目的就是利用物理方法将矿石中的脉石和有害的杂质尽可能地除掉,以提高矿石的品位,达到冶炼的要求和提高冶炼产品的质量。此外,选矿还可以将几种有用矿物互相分离,使之不因冶炼一种金属而使另一种金属损失掉。同时,选矿还可以节约矿石的运输费用,特别是对品位较低的矿石。由此可见,选矿是采矿和冶炼之间的一个重要的中间环节。

选矿是从原矿中富集有用矿物的一种作业。而有用矿物在矿石中通常呈嵌布状态,嵌布粒度的大小通常为0.05~5mm。但是,露天矿开采出来的原矿最大块度为200~1300mm,地下矿开采出来的原矿最大块度为200~600mm。因此,必须先将矿石破

碎，使其中的有用矿物得以单体分离，或基本上获得单体分离，以便选出矿石中的有用矿物，除去脉石和杂质。有用矿物和脉石颗粒分离越完全，选矿作业的效果也就越好。因此，一般而言，破碎和粉磨作业是选矿之前的重要准备工序。

对于一些不需要选矿的富矿石(品位较高)，如富铁矿(品位在50%以上)，在冶炼之前，也必须破碎到冶炼所要求的粒度。如送入高炉中冶炼的富铁矿石，要破碎到粒度在5~75mm范围之内。

除了选矿工业之外，破碎粉磨作业在建筑材料、化工、能源等工业部门中也是不可缺少的。据统计世界上每年约有 $1.5 \sim 2.5 \times 10^9$ t，原矿石(物料)需要经过破碎和粉磨，消耗约 5×10^8 t钢材。在近代大型选矿厂中，用于破碎和粉磨设备的生产费用通常占全厂生产费用的40%以上，其投资为选矿厂总投资的60%左右。因此，全面了解破碎粉磨机械的结构和工作原理，正确地安装、使用和维护这些机械，对保证破碎粉磨作业顺利进行具有十分重要的意义。

第二节 矿石的破碎粉磨原理

矿石属于脆性材料，当矿石在外力作用下使其内部应力达到材料强度极限时，矿石即行破裂。目前在工业生产中主要应用机械粉碎方法粉碎矿石。机械粉碎方法有以下几种。

一、挤压

挤压又称压碎(图1-1a)。将矿石放置在两个破碎工作面之间，利用两破碎工作面靠近时对矿石施加挤压力，当挤压力 F 逐渐增大到一定值后，矿石即被压碎。这种方法适用于破碎坚硬物料。

二、劈裂

劈裂又称劈碎(图1-1b)。将矿石置于一尖棱和一平面(或两对应尖棱)之间，利用尖齿楔入矿石的劈力 F ，使矿石沿着劈裂面发生破裂。这种方法适用于破碎脆性物料。

三、折断

折断又称为弯曲破碎(图1-1c)。将矿石置于破碎面之间,使其如同承受集中载荷的两支点(或多支点)梁,如图中长条形矿石在带牙齿的挤压面之间,这时除在外力作用点处受劈裂力之外,主要是使矿石发生弯曲折断而破碎。

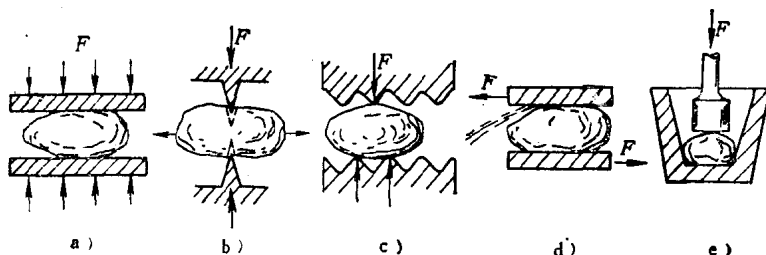


图1-1 矿石粉碎方法

a) 挤压 b) 劈裂 c) 折断 d) 磨剥 e) 冲击

四、磨剥

磨剥又称磨碎(图1-1d)。磨剥是利用破碎工作面在矿石上作相对移动,从而对矿石施加剪切力致使矿石粉碎。这种方法的力是作用在矿石表面,所以适用于细粒物料的粉磨。

五、冲击

冲击又称为击碎(图1-1e)。击碎主要指矿石受瞬时作用的冲击力而粉碎。

在上述五种粉碎方法中,前三种方法都是使矿石受静挤压力的作用而破碎,但其破碎形式互不相同。挤压需要的破碎力较大,而由于劈裂和折断对矿石的作用比较集中,故所需作用力仅为挤压破碎的 $\frac{1}{10} \sim \frac{1}{5}$, 能量消耗当然也就较小。冲击破碎是瞬时动载荷,而矿石多系脆性材料,抗冲击载荷能力低,因此冲击破碎效果好,破碎比大,生产率高,但冲击部件易磨损,在破碎坚硬矿石时尤为严重。磨剥的破碎比可以达到很大,能将物料粉磨到很小粒度,但磨剥的破碎效率低,能量消耗大,而且研磨机件较易磨损。

采用哪一种粉碎方法比较有效和经济，与矿石的大小、所要求的产品粒度、特别是与矿石的物理力学性能有关。实际上任何一台破碎粉磨机械都不是应用单一的破碎方法，而是联合应用。例如颚式破碎机主要是应用劈裂、弯曲和挤压破碎，而球磨机则是应用磨剥和冲击破碎。

一般而言，对于坚硬矿石，采用劈裂、弯曲和挤压破碎比较合理；对于韧性矿石，采用挤压和研磨比较合理；对于脆性较大或不太硬的矿石，采用劈裂和冲击破碎比较合理。

第二章 颚式破碎机

第一节 概 述

颚式破碎机是一种最古老的破碎机，至今已有一百多年的历史。在长期的生产实践中，颚式破碎机经过不断改进，已发生了很大的变化，但其工作原理和基本结构并无根本改变。由于它具有构造简单、工作可靠、制造容易、维修方便等优点，所以，直到现在它仍广泛地用于选矿、建筑材料、化工、煤炭等工业部门中。在选矿工业中一般用来对坚硬矿石进行粗碎和中碎，并适合于井下粗碎，在其他工业中有时也作细碎用。

在颚式破碎机中，矿石的破碎是在固定颚 1 与动颚 2 所组成的破碎腔中进行的（图 2-1）。动颚在偏心轴 4 的作用下绕悬挂心轴作周期性摆动。当动颚 2 靠近定颚时，破碎腔中的矿石受到挤压、劈裂和弯曲作用被破碎。当动颚 2 离开固定颚 1 时，破碎腔下部已破碎到小于排矿口的矿石靠自重从排矿口排出。

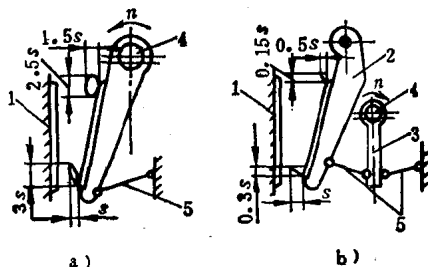


图2-1 颚式破碎机的类型

a) 复杂摆动 b) 简单摆动

1—固定颚 2—动颚 3—连杆 4—偏心轴 5—肘板 s—动颚摆动行程

目前，颚式破碎机应用最广泛的只有两种形式：动颚作简单摆动的曲柄双摇杆机构颚式破碎机（图 2-1 b）和动颚作复杂摆动的曲柄摇杆机构颚式破碎机（图 2-1 a）。

简单摆动颚式破碎机动颚上每点的运动轨迹都是圆弧。动颚水平行程上部小，下部大，故破碎效率不高。但这种曲柄双摇杆机

构在动颚受到较大破碎力时，偏心轴4和连杆3受力较小。因此，简摆颚式破碎机通常做成大型和中型的，破碎坚硬矿石，其破碎比 $i = 3 \sim 6$ 。

复杂摆动颚式破碎机动颚上每点的运动轨迹都是椭圆，其水平行程下小上大，可以满足破碎矿石时所要求的压缩量。当偏心轴4逆时针方向转动时，动颚2上各点的运动方向有促进排矿的作用，所以，破碎效率较高，生产率比同规格简单摆动颚式破碎机高20%~30%。但是，由于动颚2垂直行程大，颚板与矿石之间产生磨剥作用，使动颚2和固定颚1板磨损较快，且加重了产品的过粉碎现象，使非生产性能耗增加。另外，由于动颚2直接装在偏心轴4上，偏心轴受力较大。因此，复摆颚式破碎机一般做成中、小型的，其破碎比可达10。随着机械工业水平的提高，复摆颚式破碎机已向大型化发展。

颚式破碎机的规格用给矿口宽度和长度表示。例如400×600颚式破碎机，其给矿口宽度为400mm，长度为600mm。根据给矿口的大小，颚式破碎机可以分为大、中、小三类。给矿口宽度大于600mm者为大型；给矿口宽度为300~600mm者为中型，小于300mm者为小型。

应当注意：给入颚式破碎机中的矿石，最大许可粒度 D 要比给矿口宽度 B 小15%~20%，即 $D \approx (0.85 \sim 0.80) B$ 。

第二节 颚式破碎机的构造

图2-2所示为国产900×1200井下简单摆动颚式破碎机。该机主要由机架体1，可动颚5，连杆8，偏心轴7，前、后肘板17、15，锁紧弹簧12和传动部、润滑、电器等部分组成。

颚式破碎机的破碎腔由固定颚板（即机架体1的前壁）和可动颚板5组成。动颚的摆动是借助曲柄双摇杆机构实现的，曲柄双摇杆机构由偏心轴7、连杆8、前肘板17和后肘板15组成。偏心轴放在主轴承中，连杆（上连杆头）则装在偏心轴的偏心部分上，前后肘板的一端分别支承在下连杆头两侧凹槽中的肘板座16

上，前肘板的另一端支承在动颚后壁下端的肘板座上，而后肘板的另一端则支承在架壁的楔铁14中的肘板座上。拉杆18和弹簧12使肘板和肘板座连接在一起，保证协调运动。当偏心轴由电机通过皮带轮带动旋转时，连杆产生上下运动，连杆又带动肘板运动。由于肘板不断改变倾斜角度，因而使动颚绕悬挂轴6摆动。连杆向上运动，动颚靠近固定颚而破碎矿石。连杆向下运动，动颚则离开固定颚排矿。

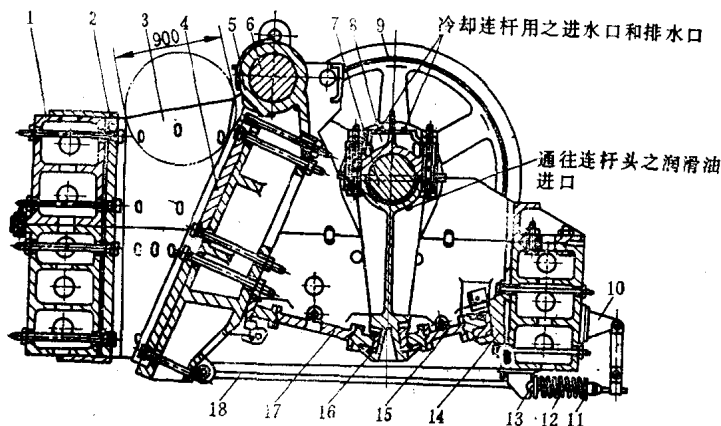


图2-2 900×1200井下简单摆动颚式破碎机

- 1—机架体 2—固定破碎板 3—侧面衬板 4—可动破碎板 5—可动颚 6—悬挂轴 7—偏心轴 8—连杆 9—飞轮 10—支杆 11—后托盘 12—弹簧 13—前托盘架 14—楔铁(后支座) 15—后肘板 16—肘板座 17—前肘板 18—拉杆

颚式破碎机有工作行程(破碎过程)和空转行程(排矿过程)，其电动机负荷极不均匀。为减少负荷的不均匀性，在偏心轴两端装有飞轮9和皮带轮。皮带轮也起飞轮作用。在空转行程中，飞轮贮存能量，在工作行程中再把能量释放出来。

在机架体1的后壁与楔铁14(后支座)之间，安放一组具有一定厚度的金属垫板(片)，改变垫板厚度时就可以调整排矿口的宽度。

机器主要部件的结构分别介绍如下：

一、机架体部

如图2-3所示，机架在机器中受很大的冲击负荷，所以它应具有足够的强度和刚度。机架采用铸钢制成。为保证铸件的质量和便于加工，机架由上机架体3和下机架体2组合而成，架壁间用销轴15、螺钉6联结起来。偏心轴两端支承在主轴5中。目前筒摆颚式破碎机全部轴承仍采用滑动轴承。当主轴承过热时可用水冷却。动颚轴的两端支承在动颚轴承4中，轴上悬挂有动颚。

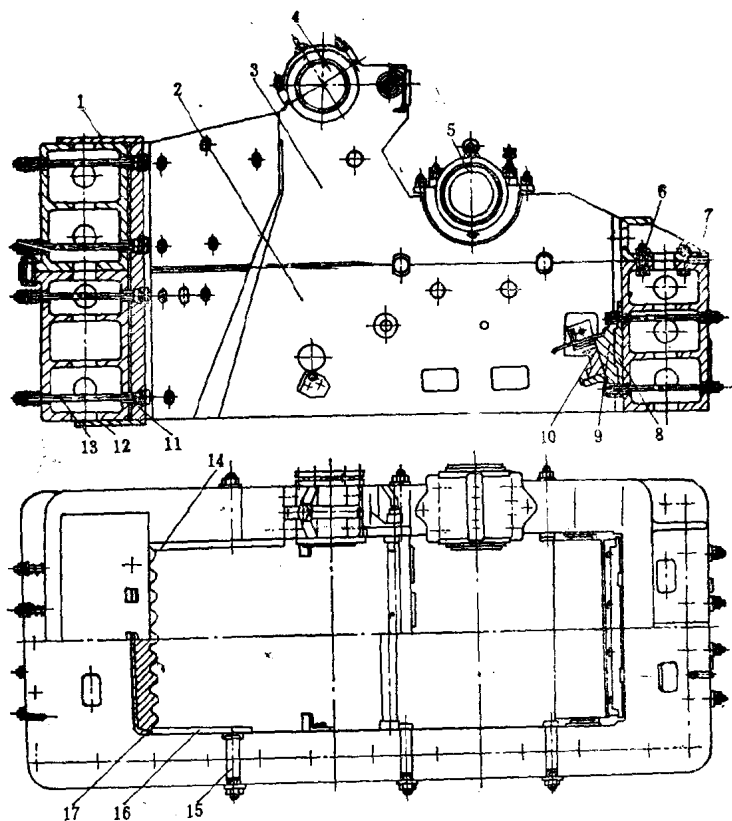


图2-3 机架体部

- 1—顶板 2—下机架体 3—上机架体 4—动颚轴承 5—主轴承 6、13—螺钉 7—圆销 8—锌合金衬垫 9—后支座 10—肘板座 11—齿形衬板 12—底板 14、16—侧衬板 15—销轴 17—衬垫

破碎腔是由带有高锰钢衬板的固定颚（机架前壁）和可动颚及两侧壁衬板14、16组成。衬板的作用是避免机架（固定颚）和动颚直接与矿石接触而受到磨损，通常用耐磨材料高锰铸钢（ZGMn13）制造，做成带纵向沟槽的齿板。高锰铸钢的特点是耐磨性高，但机械加工性差，几乎不能加工，焊接性也差。高锰钢之所以有较高的耐磨性，这是因为它经水韧处理后，在冲击负荷的作用下，表面硬化，形成既硬又耐磨的表面，同时仍能保持其内层金属原有的韧性。所以高锰钢常用来制造承受冲击的耐磨件。国外也有采用高锰-镍钢和高锰-铝钢，虽然它的耐磨性很高，但因含有大量的镍、铝，价格昂贵，我国很少采用。

固定颚齿形衬板11用螺钉固定在机架的前壁板上，上下两块完全相同。为了补偿衬板制造的平行度，使衬板与颚板紧密贴合，避免因贴合不紧造成很大的局部过负荷，使衬板破裂，紧固螺栓拉断，在衬板与机架体之间须衬有由可塑性材料制成的衬垫17，衬垫用锌合金或塑性大的铝板制成，也有采用灌注水泥砂浆的。为了防止齿形衬板由于摩擦力作用而上下串动，除了用螺钉13紧固在机架的架体上外，其下端支承在焊接于机架体上的底板12上，上端用焊接于机架体上的顶板1压紧。

机架体的后壁上用螺钉装有带锌合金垫8的后支座9，肘板座10经调整垫固定在后支座9上，后肘板就支承在肘板座10肘窝里。

二、主轴部

如图2-4所示，主轴（偏心轴）2在机架体上主轴承中旋转，连杆头装于主轴偏心轴颈上，主轴一端用钩头键连接着皮带轮，另一端连接着飞轮。为了安全，轴端用螺钉固定着罩子5。

偏心轴是带动连杆作上下运动的主要零件，它承受相当大的弯矩和转矩。因此，大型颚式破碎机主轴都采用高强度的优质合金结构钢锻造加工而成，如42MnMoV、30Mn₂MoB、34CrMo等。而且应进行调质或正火热处理，以提高偏心轴的强度和耐磨性。