

煤炭职业教育课程改革规划教材

MEITAN ZHIYE JIAOYU KECHENG GAIGE GUIHUA JIAOCAI

煤矿电气控制系统 运行与维护

MEIKUANG DIANQI KONGZHI XITONG YUNXING YU WEIHU

● 主 编 白生威

煤炭工业出版社

煤炭职业教育课程改革规划教材

选 煤 机 械

主 编 李其钊 郭在云

副主编 王 锐 甘峰睿

主 审 毛加宁

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

选煤机械/李其钊, 郭在云主编. --北京: 煤炭工业出版社, 2011

煤炭职业教育课程改革规划教材

ISBN 978-7-5020-3856-4

I. ①选… II. ①李… ②郭… III. ①选煤-选矿机械-职业教育-教材 IV. ①TD45

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 085875 号

煤炭工业出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)

网址: www.cciph.com.cn

中国煤炭工业出版社 印刷厂
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 15³/₄
字数 371 千字 印数 1—3 000
2011 年 6 月第 1 版 2011 年 6 月第 1 次印刷
社内编号 6666 定价 33.00 元

版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题, 本社负责调换

前 言

为满足煤炭工业新形势对煤炭职业教育发展的需要,加快煤炭职业教育教材建设步伐,依据培养技术应用型专门人才的要求和煤炭行业的自身特点,在广泛调研和征求意见的基础上,本着科学性、实用性、先进性的编写指导思想,我们组织有关教师编写了本教材。本教材在编写过程中注重职业教育的特点,简化了理论体系,充分体现新技术、新设备和新方法在煤矿生产实际中的应用,力求使所讲内容尽可能与现场实践相结合。

本书由云南能源职业技术学院组织编写,由李其钒、郭在云任主编,王锐、甘峰睿任副主编。具体编写分工如下:王锐、郭在云编写第一章,吴文丽、毕菊芬编写第二章和第三章,甘峰睿、王燕编写第四章,李其钒编写第五章。全书由郭在云统稿,毛加宁主审。

本书在编写过程中,得到云南煤化集团、云南清洁能源公司、贵州盘江煤业集团、山东鲁能集团等企业选煤厂技术人员的大力支持和帮助,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中难免有错误和不妥之处,恳请有关专家和广大读者提出宝贵意见,以便再版时修改。

编 者

2011年5月

目次

第一章 破碎机械	1
第一节 概述	1
第二节 齿辊式破碎机	4
第三节 颚式破碎机	10
第四节 冲击式破碎机	15
第五节 滚筒碎选机	22
第六节 破碎机的安装与维护	26
第七节 破碎机的选型计算	27
第二章 筛分机械	30
第一节 概述	30
第二节 振动筛	39
第三节 共振筛	55
第四节 概率筛	61
第五节 等厚筛	66
第六节 其他筛分机械	70
第七节 筛分机的安装、使用与维护	80
第八节 筛分机械的选型计算	83
第三章 分选机械	90
第一节 概述	90
第二节 跳汰机	93
第三节 重介质分选机	112
第四节 重介质旋流器	120
第五节 浮选机	126
第六节 分选设备的选型计算	145
第四章 脱水机械	150
第一节 概述	150
第二节 离心脱水机	153
第三节 浓缩机	171
第四节 过滤机	174

第五节 压滤机.....	181
第六节 干燥机.....	189
第七节 脱水机械的选型计算.....	194
第五章 运输机械	197
第一节 带式输送机.....	197
第二节 刮板输送机.....	220
第三节 斗式提升机.....	230
第四节 给煤机.....	238
参考文献	244

第一章 破 碎 机 械

凡用外力将大颗粒物料变成小颗粒物料的过程叫破碎，其使用的机械称为破碎机。凡用外力将小颗粒物料变成粉体物料的过程称为粉磨或磨碎，其所使用的机械称为粉磨机械。将破碎和粉磨联合起来简称粉碎或破碎，所使用的机械简称破碎机械。

第一节 概 述

一、物料破碎的目的

1. 增加物料的比表面积

物料破碎后，其比表面积增加，因而可提高物理作用的效果和化学反应的速度。如几种不同固体物料的混合，若物体破碎得越细，则混合均匀的程度越高；水泥熟料的烧成基本上是一种固相反应，其反应速度与物料破碎粒度有关，物料磨得越细，反应速度越快。反应速度越快，煅烧时节省的热量越多。

2. 制备混凝土骨料与人造砂

制备混凝土过程中需要的各种粒度的骨料（碎石）是由开采出来的大块石料，经破碎筛分加工后得到的。当天然砂不足时，可用破碎方法制备人造砂。

3. 解离矿物中的共生体

在选矿作业中，破碎与磨碎是把与各种矿物质紧密结合与共生在一起的有用成分和杂质分开，即解离。物料解离后才能用选矿的方法除去杂质而得到纯洁的精矿，如解离煤和矸石的共生体。

4. 为原料下一步加工作准备或便于使用

在炼焦厂、烧结厂、建筑材料及粉末冶金部门，所用的原料块度一般都比较大小，要求碎磨到一定粒度以下，供下一步加工处理用。

二、破碎比和破碎过程

1. 破碎比

破碎比是用来衡量破碎机破碎效果的指标。破碎比是原料粒度与破碎后产品粒度之比，它表示破碎后原料减小的倍数。

破碎比可用入料最大颗粒直径 $D_{\max}$ 与产物最大颗粒直径 $d_{\max}$ 的比值来确定，即

$$i = \frac{D_{\max}}{d_{\max}} \quad (1-1)$$

在生产实践中，由式（1-1）确定的破碎比因没有考虑入料和产物的粒度特性，所以并不能准确地描述破碎过程。准确描述破碎过程并表征物料破碎程度的破碎比为

$$i = \frac{D_p}{d_p} = \frac{\sum \gamma D}{\sum \gamma' d} \quad (1-2)$$

式中 D_p 、 d_p ——根据粒度特性计算出的原料与产物的加权平均直径，mm；

γ 、 γ' ——原料和产物的各粒级产率（按筛分分析），%；

D 、 d ——原料和产物各粒级的算术或几何平均直径，mm。

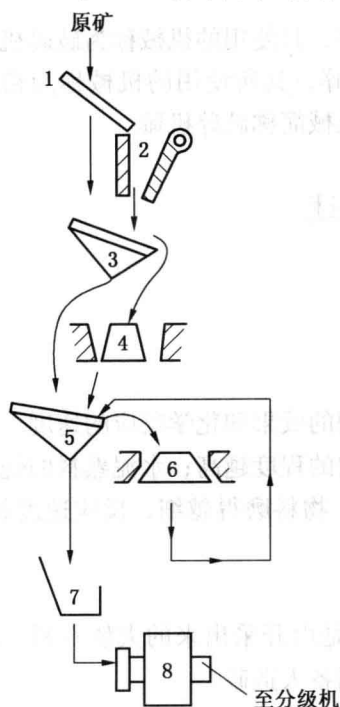
在某些生产过程中，由于破碎比 i 很大，往往需要进行多次（多段）破碎，多段破碎后的总破碎比 i 等于各段破碎比的乘积，即

$$i = i_1 \times i_2 \times \cdots \times i_n \quad (1-3)$$

2. 破碎过程

图 1-1 所示为典型的破碎筛分流程图，原矿进入格条筛进行预先筛分，这样可以把原矿中细粒级分出，从而减轻破碎机负荷。筛上物料进入颚式破碎机经破碎后，所得产品与 1 号筛下物料都落到振动筛 3 上。经筛分后，筛上物料进入中碎圆锥破碎机（简称中碎机），筛下物料落到振动筛 5 上，从中碎圆锥破碎机排出的产品也落到振动筛 5 上。经筛分后，筛上物料再进入细碎圆锥破碎机（简称细碎机）里。振动筛既是预先筛分又是检查筛分。检查筛分的作用是对破碎机排料进行筛分，其筛孔尺寸大致等于预先筛分筛孔尺寸。筛上不合格的物料进入细碎机，其产品返回到振动筛上，而筛下合格品落入料仓，然后被送入球磨机。振动筛上的不合格物料再进入细碎机。

在这个过程中，细碎机为闭路破碎，颚式破碎机与中碎机都是开路破碎。颚式破碎机为一段破碎（一次破碎），中碎机为二段破碎（二次破碎），细碎机为三段破碎（三次破碎）。整个过程也可分为粗碎段、中碎段、细碎段及磨碎段。各破碎段给料和破碎产品的粒度范围见表 1-1。



1—格条筛；2—颚式破碎机；3、5—振动筛；

4—中碎圆锥破碎机；6—细碎圆锥破碎机；

7—料仓；8—球磨机

图 1-1 破碎过程流程图

整个破碎过程可分为粗碎段、中碎段、细碎段及磨碎段。各破碎段给料和破碎产品的粒度范围见表 1-1。

表 1-1 破碎段的划分

破碎段	粗 碎	中 碎	细 碎
给料粒度/mm	500 ~ 1500	100 ~ 350	40 ~ 100
排料粒度/mm	100 ~ 350	40 ~ 100	10 ~ 30

三、破碎方法

1. 挤压破碎

挤压破碎也叫压碎，即物料在两个工作面之间受到缓慢增大的压力作用而破碎。这种方法大多用于脆性、坚硬物料的粗碎，如图 1-2a 所示。

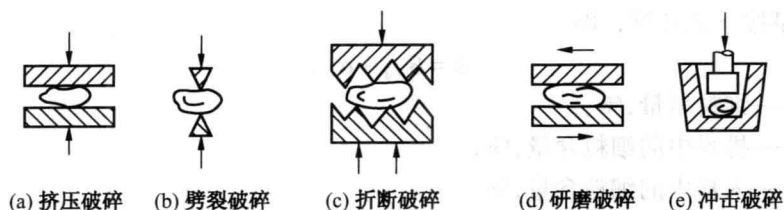


图 1-2 破碎的基本形式

2. 劈裂破碎

劈裂破碎也叫劈碎，即用一个尖棱（或平面）和一个带有尖棱的工作面挤压物料，物料将沿压力作用线的方向劈裂。劈裂的原因是由于劈裂平面上的拉应力值超过了物料的极限抗拉强度。在相同条件下，劈裂破碎比挤压破碎所需的压力小，如图 1-2b 所示。

3. 折断破碎

折断破碎也叫折碎。物料受弯曲作用而破碎，被破碎的物料被视为承受集中载荷的两支点梁或多支点梁。当物料的弯曲应力达到物料的弯曲强度时，物料即被折断，如图 1-2c 所示。

4. 研磨破碎

研磨破碎也叫磨碎，即工作面与物料表面之间存在相对运动，物料受一定的压力和剪切力作用而变形，当物料受到的剪切应力达到极限剪切强度时，物料即被粉碎，如图 1-2d 所示。研磨破碎多产生细粒，效率低、能量消耗大。

5. 冲击破碎

冲击破碎也叫击碎，即物料受到足够大的瞬时冲击力而破碎，如图 1-2e 所示。其破碎效率高，破碎比大，能量消耗少。这种方法主要用于脆性物料的破碎。

在实际应用中，任何一种破碎机都不是只用上面所列举的某一种方法进行破碎，一般都是由两种或两种以上的方法联合进行破碎，如压碎和折碎、击碎和磨碎等。但每一种破碎机一般都有其主要的破碎方式。例如，齿辊破碎机以劈碎为主，但在连续破碎时，由于物料在破碎空间排列的随机性，物料受力很复杂，常常是几种破碎方式共存。

四、破碎效果的评定

在选煤厂，无论哪一种破碎方式，都要求破碎产品达到规定的粒度，同时避免过粉碎。根据这两点，选煤厂破碎设备工艺效果的评定，应采用破碎效率为主要指标，细粒增量为辅助指标来综合评定破碎机的效果。

破碎效率按下式计算，即

$$\eta_p = \frac{\beta_{-d} - \alpha_{-d}}{\alpha_{+d}} \times 100\% \quad (1-4)$$

式中

η_p ——破碎效率，%；

d ——要求破碎粒度，mm；

α_{-d} 、 α_{+d} ——入料中小于 d 、大于 d 的含量，%；

β_{-d} ——排料中小于 d 的含量，%。

细料增量按下式计算, 即

$$\Delta = \beta_{-a} - \alpha_{-a} \quad (1-5)$$

式中 Δ ——细料增量, %;
 β_{-a} ——排料中的细粒含量, %;
 α_{-a} ——入料中的细粒含量, %。

五、破碎机的类型

选煤厂和筛选厂常用的破碎机按结构特征可分为齿辊式破碎机、颚式破碎机、冲击式破碎机和滚筒碎选机。

1. 齿辊式破碎机

齿辊式破碎机的工作部分是两个相对回转的辊子, 辊子表面带齿牙, 以劈裂破碎为主, 兼有压碎、折碎。齿辊破碎机按齿辊数目又可分为单齿辊破碎机、双齿辊破碎机和多齿辊破碎机。辊子如果为光面的称光辊式破碎机, 它以挤压破碎为主。

2. 颚式破碎机

颚式破碎机是靠动颚板周期性地压向固定颚板, 将夹在两颚板间的物料压碎。通常动颚和固定颚上的破碎板带有波纹状齿形, 因此, 颚式破碎机以挤压破碎为主, 兼有劈碎、折碎。按照动颚的运动轨迹, 颚式破碎机可分为简单摆动颚式破碎机和复杂摆动颚式破碎机。在选煤厂, 若原煤中混有较多矸石, 或将矸石破碎作为沸腾炉的燃料时, 采用颚式破碎机较为合适。

3. 冲击式破碎机

冲击式破碎机包括锤式破碎机和反击式破碎机。这种破碎机装有一个高速旋转的转子, 上面装有冲击锤, 当物料进入破碎机后, 被高速旋转的锤子击碎或受到碰撞后飞速抛向壁板而被击碎。冲击式破碎机具有高频冲击的特点, 破碎比很大, 适合于脆性物料的中碎和细碎。在选煤厂, 冲击式破碎机多用于中煤和选矸的破碎。

4. 滚筒碎选机

滚筒碎选机又称选择性破碎机, 它是利用煤和矸石的可跌碎性不同, 靠圆柱形筒筛内侧的提升板将煤提升到一定高度后, 使其自行落下受冲击而跌碎, 同时经过筛分获得所需粒度。

煤是脆性物料, 适合采用劈碎或冲击作用为主的破碎机, 所以选煤厂对大块原煤的破碎多采用齿辊式破碎机; 而中煤和夹矸煤的解离多采用冲击式破碎机, 因为冲击作用易产生较细的粒度, 有助于解离煤和矸石的共生体; 颚式破碎机多用于处理含矸较多的硬煤; 滚筒碎选机多用于处理净煤和矸石的可跌碎性差别较大或黄铁矿含量较大的原煤。

第二节 齿辊式破碎机

按照辊子的特点, 辊式破碎机可分为齿辊式破碎机和光辊式破碎机。在选煤厂, 应用最广泛的是齿辊式破碎机, 它以劈裂破碎为主。光辊式破碎机辊子表面光滑, 靠挤压作用破碎物料, 兼有研磨功能, 主要用于选煤厂硬度较大矿石的中碎和细碎。

按齿辊的数目, 齿辊式破碎机可分为单齿辊破碎机、双齿辊破碎机和多齿辊破碎机。

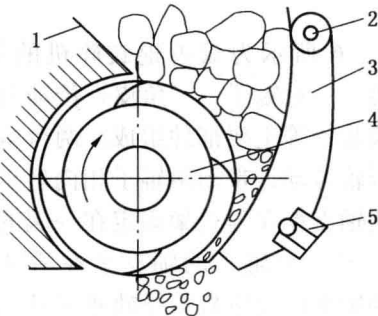
在选煤厂实际生产中，单齿辊破碎机、双齿辊破碎机应用最多。

齿辊式破碎机的能耗少，产品多为立方体状，粒度均匀，过细粒物料少。因此在选煤厂，齿辊式破碎机多用于大块原煤的破碎，也可用于中煤的破碎。单齿辊破碎机的齿较双齿辊破碎机的齿长，给料粒度大，常用于物料的粗碎；双齿辊破碎机生产能力较高，常用于中碎。值得注意的是，由于破碎坚硬物料时易损坏辊齿，因而齿辊式破碎机不适合破碎含坚硬矸石较多的原煤。

齿辊式破碎机的规格以辊子直径 D （单位为 mm）与长度 L （单位为 mm）的乘积表示，即 $D \times L$ 。破碎机辊子越长，生产能力越大，但辊子过长是不合理的，原因在于辊子过长将导致其各部位磨损不均匀，给维修工作带来困难，并增加基建成本。一般来说，齿辊式破碎机辊子长度与直径的关系为 $L = (1 \sim 1.3) D$ 。

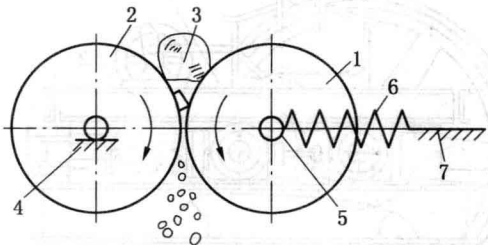
一、工作原理

图 1-3 和图 1-4 所示为齿辊破碎机的工作原理。双齿辊破碎机工作时，两个齿辊相对回转，辊齿将上部给入的煤块咬住并带入破碎腔加以劈裂，破碎后的产物随齿辊转动从下部排出。单齿辊破碎机工作时，大块煤给到破碎板和齿辊中间，当齿辊作逆时针回转时，大块煤在破碎机腔上部被长齿轧碎，破碎后的煤块继续落在破碎腔的下部，进一步被辊齿轧碎，破碎产物从下部排出。



1—进料斗；2—心轴；3—物料；
4—齿辊；5—支承座

图 1-3 单辊破碎机的工作原理



1—固定轴承；2、4—辊子；3—物料；
5—弹簧；6—机架；7—活动轴承

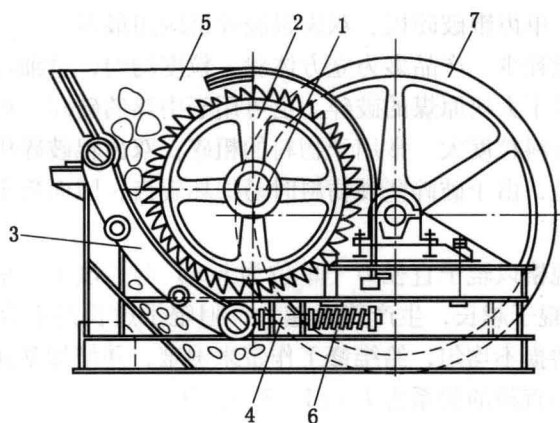
图 1-4 双辊破碎机的工作原理

二、构造

1. 单齿辊破碎机的构造

单齿辊破碎机的构造如图 1-5 所示，它由一个齿辊和破碎板构成。破碎板由高锰钢制造，并倾斜悬挂在机架上，其下端由保险弹簧拉紧。破碎板有整块和条缝状（即棒条筛）两种，条缝状破碎板可以在破碎的同时将合格产物从缝隙间排出，减少物料的过粉碎现象，所以在实践中多采用条缝状破碎板。由于大块煤落在破碎机中要产生强大的冲击力，所以破碎机往往要装设较大的皮带轮起飞轮的作用。

单齿辊破碎机的破碎过程是：当煤料给入齿辊和破碎板之间的破碎区间时，由于齿辊旋转，大块煤在破碎区间上部被长齿轧碎，破碎后的煤块落在破碎区下部，粒度小于排料

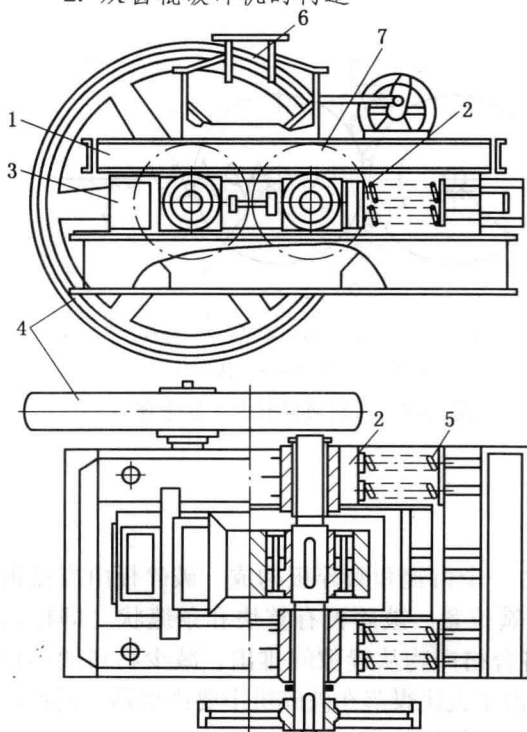


1—轴；2—带齿牙的辊子；3—弧形破碎板；4—拉杆；5—漏斗；6—弹簧；7—皮带轮

图 1-5 单齿辊破碎机结构示意图

口的煤通过排料口排出，未破碎的大块煤反复受挤压劈裂作用，最后也由排料口排出。破碎机下端用弹簧和拉杆拉紧。如偶然有硬块（金属物或大块黄铁矿等）落入破碎机中时，破碎板可向外移动一定距离，这时，破碎空间的排料空隙加大，排出不能破碎的硬块，待硬块排出后，弹簧迫使破碎板复位。

2. 双齿辊破碎机的构造



1—机架；2—活动轴承；3—固定轴承；4—皮带轮；
5—弹簧；6—给料部；7—辊子

图 1-6 双齿辊破碎机结构示意图

图 1-6 所示为双齿辊破碎机的构造，它由机架、一对辊子、三角皮带传动装置和弹簧保险装置等主要部件组成。两台电动机通过皮带轮传动，带动两辊子相向转动。一个辊子的轴支承在与机架固定在一起的固定轴承上，另一个辊子的轴支承在活动轴承上。活动轴承可以沿机架导轨水平移动，使两辊子间的排料口宽度在必要时可以增大，将非破碎物排出机外。

活动轴承借助弹簧的压力推向左方，在正常破碎状态下，弹簧力足以克服破碎物料所需要的破碎力。机架与活动轴承之间安放厚度不同的垫片，改变垫片的数目就可以调节两辊子间的排料口宽度。每个弹簧的一端支承在活动轴承座上，而活动轴承座又通过专用螺母与卡在机架上的螺柱连接，扭转螺柱，可以使与活动轴承座固定在一起的专用螺母前进或后退，以调节弹簧力的大小，从而适应各种物料性质的要求。

双辊破碎机的每个辊子都由单独的电动

机带动，也有使用一台电动机通过皮带传动带动固定轴承的辊子，固定轴承的辊子轴的另一端装有齿轮，通过齿轮带动活动辊子。由于物料性质的变化使活动辊子左右移动，齿轮齿高必须增加，以防啮合脱离。所以传统双齿辊破碎机都是采用长齿齿轮传动，在运转过程中可改变两辊中心距而不破坏啮合特性。

国产单齿辊、双齿辊破碎机的技术参数见表 1-2。

表 1-2 单齿辊、双齿辊破碎机的技术参数

型 号	辊子尺寸/mm		给料粒 度/mm	排料粒度/mm	生产率/ (t·h ⁻¹)	辊子转速/ (r·min ⁻¹)	电动机功 率/kW	总质 量/t
	直径	长度						
450×500 双齿辊	450	500	200	0~25, 0~50, 0~75, 0~100	20, 35, 45, 55	64	8, 11	3.765
600×750 双齿辊	600	750	600	0~50, 0~75, 0~100, 0~125	60, 80, 100, 125	50	20, 22	6.712
900×900 双齿辊	900	900	800	100~150	125~180	37.5	28	13.27
1100×1620 单齿辊	1100	1620	—	<100	60~90	4.35/5.81	22	1.5
1600×2640 单齿辊	1600	2640	—	150	400	6	40	37.4

3. 四齿辊破碎机的结构

四齿辊破碎机主要由主副传动齿轮箱、机壳、机座、破碎辊、气液缓冲缸及电动机等主要部件组成。主副传动齿轮箱与上、下段破碎机经夹壳联轴器刚性连接后形成整体式的齿轮传动装置。电动机经大、小带轮及三角带带动主传动箱的主动轴，其大带轮与主动轴的连接设有过载安全销装置，以保证过载时起到保护电动机的作用。

原煤经入料口进入破碎机腔，在重力的作用下进入两个上段破碎辊之间。上辊在动力的驱动下旋转，利用辊齿及缓冲缸作用在破碎辊上的压紧力对物料进行破碎。初碎后的物料在重力作用下继续下落到下段破碎辊间，以同样的工作原理对物料进行再次破碎。破碎后的物料经排料口排除。由于齿辊的破碎作用主要是劈裂，因此破碎后的物料粒度均匀，粉末少。

国产四齿辊破碎机的技术参数见表 1-3。

表 1-3 四齿辊破碎机的技术参数

型 号	齿辊尺寸/mm		进料粒 度/mm	出料粒度/mm	破碎能力/ (t·h ⁻¹)	电动机功 率/kW	总质 量/kg
	直径	长度					
4PGC360/340×600	360/340	600	<300	40~75	90~110	18.5/22	5000
4PGC380/360×800	380/360	800	<300	<25	80	45	6800
				<50	150		
				<75	200		
4PGC400/380×1200	400/380	1200	<300	<25	150	75	8500
				<32	200		
				<50	280		

表 1-3 (续)

型 号	齿辊尺寸/mm		进料粒 度/mm	出料粒度/mm	破碎能力/ ($t \cdot h^{-1}$)	电动机功 率/kW	总质 量/kg
	直径	长度					
4PGC760 × 1730	760	1730	< 800	< 40	500	3 × 75	16000
				< 25	450		
				< 13	300		

三、齿辊式破碎机的主要部件

1. 齿辊

齿辊的构造通常有两种形式：一种是在铸铁芯上套上用高锰钢铸成的齿圈，两端用螺栓紧固（图 1-7a）；另一种是由高锰钢铸成的弓形齿板，装配在多边形截面的铸铁轮毂上（图 1-7b）。第一种形式的齿辊结构可靠，但检修不方便，因为当更换齿圈时必须把辊子提升，以便分解为单独的齿圈；第二种形式的齿辊制造和装配都方便，磨损后易于更换，若轮毂造成整体，则齿板与多边形表面接合处面积较大，接合更牢固。目前，国产齿辊式破碎机多采用第二种形式。

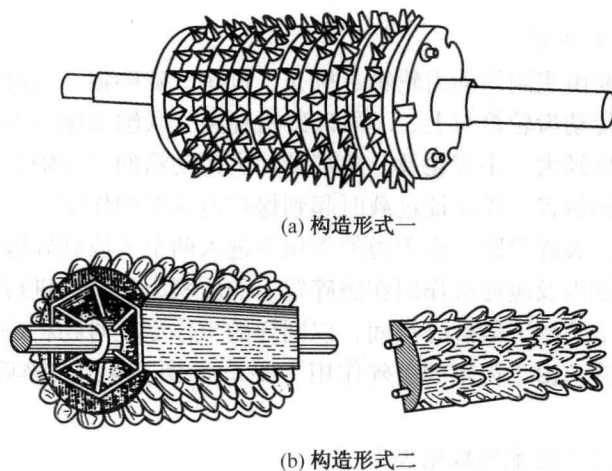


图 1-7 齿辊

当破碎较硬的物料时，齿辊长度和直径之比为 0.3 ~ 0.7；当破碎较软的物料时，齿辊长度和直径之比为 1.25，有时甚至达 2.5。这是考虑到齿辊的磨损不均匀，中部比两边磨损快等原因，特别是对较硬的物料，上述考虑尤为重要。

齿辊的形式有鹰嘴式、标枪式和刀刃式 3 种，如图 1-8 所示。粗碎时，大部分采用鹰嘴式，齿高为 70 ~ 110 mm，而且往往是长短齿一起配合使用。这时长齿用以破碎大块煤，大块煤进入内腔后，进一步用短齿进行破碎，单齿辊破碎机的破碎作用基本上这样进行。作中碎用时，鹰嘴式或标枪式都可以使用，齿高最低为 40 mm。目前，刀刃式的齿辊用的很少。

在双齿辊破碎机中，为得到接近立方体的破碎产物，必须把齿辊安排好，使一个辊的齿放在另一个辊的4个齿中间，也就是放在4个齿的对角线交点上。这时，一个辊的齿顶到另一个辊表面的距离及两齿之间的间距大约就是产物的最大粒度，如图1-9所示。

破碎原料的最大粒度与齿辊的直径 D 有关，一般最大可达 $0.4D$ 。破碎产物的粒度可通过改变齿辊之间的间隙来达到。双齿辊破碎机可用更换不同的齿板来改变间隙，单齿辊破碎机可调整破碎板，以改变辊的间隙。



图1-8 齿辊形式

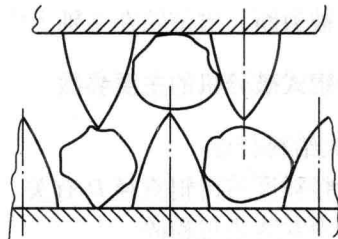


图1-9 齿辊排列

2. 传动装置

齿辊破碎机的转速分快速和慢速两种。由于快速的齿辊生成煤粉较多，所以煤用齿辊破碎机均采用慢速齿辊。慢速齿辊要求传动比较大，需采用三角皮带轮和齿轮两级减速。由于齿辊的转速低，所以其传动轴和主轴均采用滑动轴承。

由于在保险装置起作用时，可动齿辊会移动，所以两齿辊间的传动齿轮需要采用特制的长齿齿轮，（图1-10a），以保证齿轮在移动时仍能正常啮合。长齿齿轮的基圆直径根据齿辊直径和两齿辊的间隙而定，其齿高和齿形根据齿辊相对移动 $\pm 10\text{ mm}$ 时仍能正常啮合的条件设计，并保证齿根有足够的强度。这种特殊的齿轮往往是铸造后经修整而制成，其齿廓线接近于圆弧线。

有的双齿辊破碎机采用专用的减速器，该减速器的两个输出轴通过万向联轴器直接带动两齿辊相对回转（图1-10b）；有的采用一种专用的小齿轮传动（图1-10c）。若排料口增大时，小齿轮的轭板转动一个角度，仍使小齿轮与大齿轮啮合并正常转动，此种方式可允许齿辊在 280 mm 范围内移动。

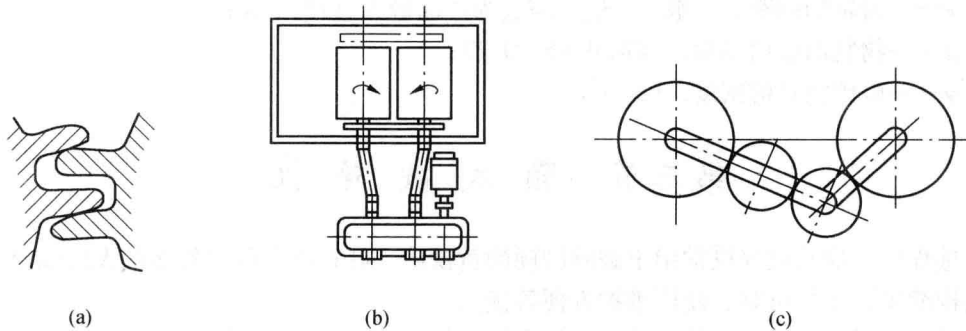


图1-10 两齿辊间的传动方式

3. 保险装置

齿辊破碎机均设有弹簧保险装置。双齿辊破碎机的保险是靠压缩可动齿辊上的弹簧来

实现,单齿辊破碎机的保险是靠压缩与破碎板相连的弹簧来实现,所以弹簧的力量应能承受齿辊的破碎力。根据经验,600 mm × 750 mm 的齿辊破碎机,弹簧压力约为 120 kN;900 mm × 1200 mm 的齿辊破碎机,弹簧压力为 180 kN。弹簧压力是通过装配破碎机时预紧弹簧来实现的。

齿辊破碎机还设有销子保险装置,避免弹簧受压缩达到极限或弹簧保险失去作用时损坏重要部件。该装置是在大皮带轮与固定主轴的卡箍间用较细的销子连接,当齿辊受力过大时,销子被剪断,皮带轮在主轴上空转,齿辊不转动,从而起到保险作用。

四、齿辊式破碎机的主要参数

1) 最大给料粒度

最大给料粒度与齿辊直径 D 有关,一般应为 $0.4D$ 。给料粒度过大,则破碎效果不好,影响处理能力并造成过粉碎。

2) 齿辊转速

齿辊转速有快速与慢速两种,快速齿辊的圆周速度为 $2.8 \sim 4.7$ m/s,慢速齿辊的圆周速度为 $1.2 \sim 1.9$ m/s。

3) 功率

根据生产资料,齿辊破碎机的功率可按式计算,即

$$P = KLDn \quad (1-6)$$

式中 P ——功率, kW;

K ——系数,破碎煤时取 0.95;

L 、 D ——齿辊长度与直径, m;

n ——齿辊转速, r/min。

4) 处理能力

齿辊破碎机的处理能力与齿辊的直径、长度及齿辊的转速成正比,并与入料粒度、硬度、黏度、湿度及产品的最终粒度有关。齿辊破碎机的处理能力也可按下式近似计算,即

$$Q = 0.2LDen\mu\gamma \quad (1-7)$$

式中 Q ——齿辊破碎机的处理能力, t/h;

e ——齿辊的间距,一般 $e = d_{\max}$ ($d_{\max}$ 为产品最大直径), m;

μ ——物料的松散系数,煤取 $0.15 \sim 0.27$;

γ ——破碎物料的密度, kg/m³。

第三节 颚式破碎机

在选煤厂,颚式破碎机常用于破碎较硬的黄铁矿、矽石或含矽量较多的大块原煤。它具有结构简单、工作可靠、使用维护方便等优点。

目前,选煤厂广泛应用的颚式破碎机有简单摆动颚式破碎机和复杂摆动颚式破碎机。前者属大、中型破碎设备,其破碎比为 $3 \sim 6$;后者属中小型破碎设备,其破碎比可达到 10。

颚式破碎机的规格以给料口宽度 B (mm) 和长度 L (mm) 来表示,即 $B \times L$ 。

一般给料口宽度大于 600 mm 者为大型, 300 ~ 600 mm 者为中型, 小于 300 mm 者为小型。

国产颚式破碎机的技术特征见表 1-4。

表 1-4 颚式破碎机的主要技术参数

型 号	最大给料粒度/ mm	给料口尺寸/mm		排料口调 整范围/mm	生产能力/ ($t \cdot h^{-1}$)	电动机功率/ kW	总质量/ kg
		长度	宽度				
PEF150 × 250	125	250	150	10 ~ 40	1 ~ 4	5.5	1260
PEF250 × 400	210	400	250	20 ~ 80	4 ~ 15	15	2860
PEF400 × 600	350	600	400	40 ~ 100	20 ~ 60	30	6900
PEF600 × 900	500	900	600	75 ~ 200	55 ~ 190	80	16800
PE400 × 600	340	600	400	40 ~ 100	16 ~ 60	30	6500
PE600 × 900	500	900	600	65 ~ 160	50 ~ 120	55 ~ 75	15500
PE750 × 1060	630	1060	750	80 ~ 140	52 ~ 180	110	28000

一、工作原理

图 1-11 所示为颚式破碎机的工作原理图。固定颚板固定不动, 可动颚板在其传动机构的带动下, 绕其悬挂轴分别作简单摆动或复杂摆动, 当可动颚板靠近固定颚板时, 进入两颚板间的物料受挤压和折断而破碎, 当可动颚板后退离开固定颚板时, 破碎产物靠重力经排料口排出。

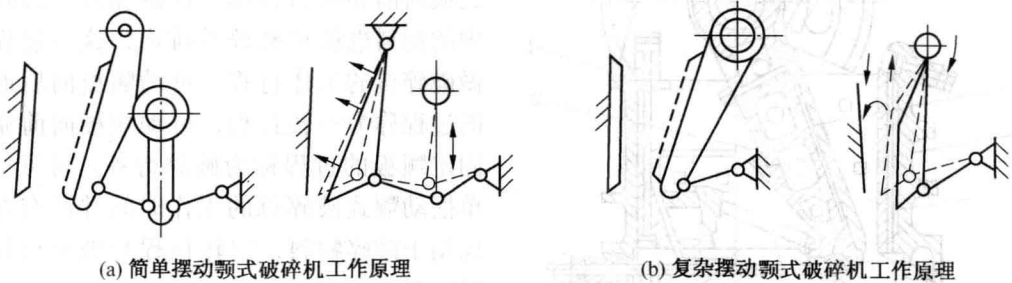


图 1-11 颚式破碎机的工作原理

二、构造

1. 简单摆动颚式破碎机的构造

简单摆动颚式破碎机由固定颚板、可动颚板、破碎齿板、飞轮、偏心轴、前肘板、后肘板、机架、破碎腔侧面肘板等组成, 如图 1-12 所示。

固定颚板是机架的前壁, 可动颚板悬挂在悬挂轴上, 两块颚板上均镶有破碎齿板。在垂直连杆的下部装有前肘板和后肘板。当传动飞轮带动偏心轴旋转时, 垂直连杆作上下运