

MEIKUANG JISHU DABAIKE

煤矿技术大百科

加工利用与环保技术卷

主 编：刘志磊

副主编：朱庆华 韩军强 马召坤 王久峰 杨海新

银声音像出版社

煤矿技术大百科

——加工利用与环保技术卷

银声音像出版社

目 录

第一篇 选煤技术

第一章 选煤基本知识.....	(3)
第一节 选煤前的准备.....	(4)
第二节 选煤方法.....	(6)
第三节 选后产品脱水及煤泥水处理	(15)
第四节 选煤工艺流程及主要技术经济指标	(16)
第二章 洗选设备连接件和传动件安装通用技术要求	(20)
第三章 破碎设备	(27)
第一节 齿辊破碎机	(27)
第二节 锤式破碎机	(31)
第三节 反击式破碎机	(33)
第四节 颞式破碎机	(35)
第四章 筛分设备	(40)
第一节 概 述	(40)
第二节 圆振动筛	(58)
第三节 直线振动筛	(55)
第四节 共振筛	(66)
第五章 洗选设备	(74)
第一节 跳汰机	(74)
第二节 重介分选机	(88)
第三节 浮选机	(95)
第六章 脱水设备.....	(110)
第一节 离心脱水机.....	(110)
第二节 真空过滤机.....	(139)
第三节 XMZ 型自动压滤机.....	(153)

第二篇 煤炭加工利用技术

第一章 型 煤	(169)
第一节 型煤种类	(169)
第二节 型煤粘结剂	(170)
第三节 民用型煤	(171)
第四节 工业型煤	(172)
第五节 上点火蜂窝煤的消烟技术	(176)
第二章 水煤浆技术	(180)
第一节 水煤浆技术的产生及发展	(180)
第二节 煤的成浆特性及制备技术	(182)
第三节 水煤浆添加剂	(197)
第四节 水煤浆管道输送	(200)
第五节 水煤浆的燃烧技术	(202)
第六节 水煤浆技术发展前景	(206)
第三章 煤的气化技术	(210)
第一节 煤气化的基本原理	(210)
第二节 气化用煤的特性	(211)
第三节 煤气化工艺分类	(213)
第四节 典型煤气化工艺	(215)
第五节 煤气化技术的应用	(248)
第四章 煤炭液化技术	(251)
第一节 概 述	(251)
第二节 煤炭直接液化的基本原理和基本概念	(256)
第三节 煤炭直接液化反应机理	(259)
第四节 煤质与煤的液化特性	(263)
第五节 煤直接液化催化剂	(273)
第六节 煤炭直接液化的溶剂	(277)
第七节 煤炭直接液化反应动力学	(279)
第八节 煤液化工工艺条件对液化反应的影响	(281)
第九节 煤炭直接液化反应器	(286)
第十节 煤直接液化装置其他关键设备	(294)

第十一节 煤直接液化基本工艺	(302)
第十二节 典型煤直接液化工艺	(303)
第十三节 改进后的煤直接液化工艺	(330)
第五章 煤气化联合循环发电技术	(337)
第一节 IGCC 的工艺流程	(337)
第二节 IGCC 的效率及其影响因素	(337)
第三节 IGCC 系统中的关键技术	(340)
第四节 IGCC 用煤气化技术	(341)
第五节 IGCC 技术的优缺点	(343)
第六节 IGCC 技术的发展现状	(345)
第七节 IGCC 技术的发展前景	(348)
第八节 煤气化湿空气透平循环发电(IGIHAT)技术	(349)
第六章 燃料电池与磁流体发电技术	(351)
第一节 燃料电池	(351)
第二节 磁流体发电	(357)
第七章 煤的洁净生产技术	(363)
第一节 矿区开发总体规划	(363)
第二节 矿井开拓与巷道布置	(364)
第三节 采煤方法和生产工艺	(366)
第四节 回采工艺与操作技术	(368)
第五节 分掘分运、煤矸分离	(371)
第六节 保护性开采	(373)
第七节 露天洁净开采	(375)
第八节 加强生产监督	(375)

第三篇 煤共(伴)生矿产的综合利用技术

第一章 煤的直接化学利用	(379)
第一节 煤制磺化煤	(380)
第二节 煤制褐煤蜡	(381)
第三节 煤制腐植酸肥料	(382)
第四节 煤制活性炭	(384)
第五节 煤基碳纤维	(385)

第六节 碳微球	(386)
第二章 煤层气的综合利用	(388)
第一节 概 述	(388)
第二节 我国煤层气资源	(392)
第三节 我国煤层气开发利用前景	(395)
第四节 煤层气的能源利用	(399)
第五节 煤层气的化工利用	(400)
第三章 煤矸石的综合利用	(407)
第一节 煤矸石的成分和重要特性	(407)
第二节 煤矸石的资源化	(408)
第三节 煤矸石的加工及综合利用	(409)
第四章 煤共(伴)生矿产的加工利用技术	(413)
第一节 煤共(伴)生矿产资源的分布概况	(413)
第二节 煤共(伴)生矿产的加工利用技术	(414)
第三节 煤共(伴)生矿产加工利用的前景	(418)

第四篇 矿区生态与环境保护技术

第一章 土地资源保护和生态农业技术	(423)
第一节 土地复垦规划	(425)
第二节 土地工程复垦	(428)
第三节 土地生物复垦	(431)
第四节 生态农业	(433)
第二章 水资源保护技术	(436)
第一节 污废水处理	(436)
第二节 矿井水净化和资源化	(437)
第三节 生活污水处理与复用	(440)
第四节 焦化厂废水治理	(443)
第五节 地下水污染防治和水资源保护	(445)
第三章 大气污染防治技术	(448)
第一节 烟道气除尘、脱硫、脱硝	(448)
第二节 二氧化碳控制	(454)
第三节 矸石山防灭火	(456)

第四节 煤堆与煤层自燃防治	(458)
第五节 露天矿坑大气污染控制	(459)
第四章 固体废物处理与利用	(461)
第一节 矿区生活垃圾处理	(461)
第二节 焦化厂废物治理技术	(463)
第五章 煤矿噪声和振动控制技术	(466)
第一节 噪声控制	(467)
第二节 振动控制	(469)
第六章 环境管理和环境监测技术	(471)
第一节 环境系统分析和系统管理	(471)
第二节 环境管理信息系统	(473)
第三节 环境监测和评价	(477)
第七章 企业环境审计	(483)

选煤技术



第一篇

第一章 选煤基本知识

煤炭是我国的主要能源，也是重要的工业原料。不同用途的煤，其品种规格与质量要求各不相同。例如，冶炼钢铁，需要使用低硫、低灰分的炼焦煤；火力发电需要末煤或洗选后的中煤；固定气化炉则需要使用块煤等。然而，从地下开采出来的煤炭，不仅含有大量矸石，灰分较高，杂质（如硫、磷等）较多，并且粒度不均匀。如果直接使用，就不能充分发挥其热效能，造成煤炭资源的浪费。因此，为了合理有效地利用煤炭资源，使有限的煤炭资源发挥出更大的效能，就必须对煤炭进行分选加工，生产出不同规格、不同质量的多种产品，以满足不同用户对煤质的要求。

选煤就是根据煤与矸石在相对密度、外形及物理化学性质等方面的差异，将其分选成不同质量规格产品的加工过程。其主要任务是降低煤的灰分；减少硫、磷等有害杂质；按质量与粒度分选出多规格质量的品种，使产品各尽其用，以提高煤炭的使用价值与经济效益。例如，用于炼铁的焦炭中，灰分每下降1%时，高炉的焦炭消耗量可降低2.2%~2.3%，同时减少石灰石的用量4%，而铁的产量可提高2.2%左右。

选煤的方法有很多种，大致可分为两类。利用水或水与矿物组成悬浮液选煤，称为湿式选煤，或称为洗煤；根据煤块与矸石的颜色、外形的差别进行人工分选，称为手选。它属于干选之列。手选一般只能拣除粒度在50mm以上的大块矸石。

对煤炭进行分选加工，生产精煤产品的工厂称为选煤厂。选煤厂生产的主要产品有精煤，它是由绝大部分纯净的煤炭及夹杂少量煤矸或极少量矸石组成；其次是中煤，它是选煤厂的副产品，是由净煤、夹杂的煤矸及矸石组成的混合产品，可以作为动力用煤或民用煤；选后的矸石为废物，由于机械效率的关系，其中也夹杂着极少量煤矸或净煤。

选煤厂由受煤与准备车间、洗选车间、煤泥水处理车间及干燥车间等组成。其生产过程大致分为选前准备、分选加工、产品处理三个阶段。

第一节 选煤前的准备

为了有效地进行分选，在进入洗选之前，一般都要对毛煤进行选前加工，称为选前准备。

选前准备包括对毛煤（从井下开采出来未经任何加工的煤炭）进行筛分、手选、破碎等作业，其任务是为洗选准备好粒度适当的原煤。其工艺流程如图 1-1。

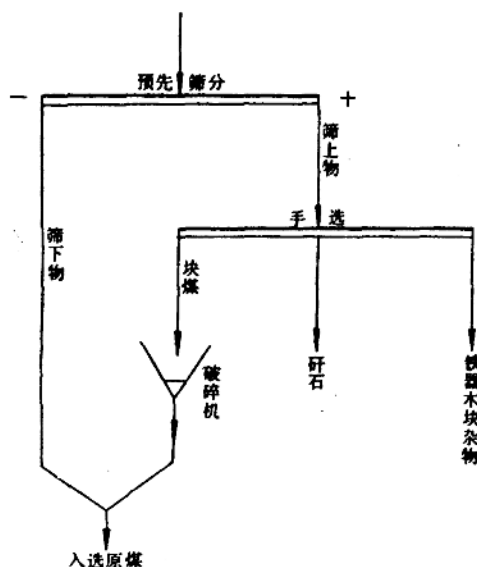


图 1-1 原煤准备流程

一、筛分

从井下采运出来的毛煤，是块度大小不一的混合物，其中颗粒直径最大可达 100~200mm 以上，最小颗粒可为飞扬的煤尘。因此，在入选前要按粒度要求进行分级处理。

在带孔的筛面上进行原煤粒度大小分级的作业，称为筛分。进行筛分的机械，称为筛分机。筛分作业是原煤沿筛面向前移动过程中，粒度小于筛孔的煤块落下成为筛下物；而粒度大于筛孔的部分从筛面末端排出，成为筛上物。根据分级要求不同，筛分机少则几台，多则十几台。每种筛分的产品有一定的粒径范围要求。国家《煤炭粒度分级》规定了商品煤的粒度（表 1-1）。

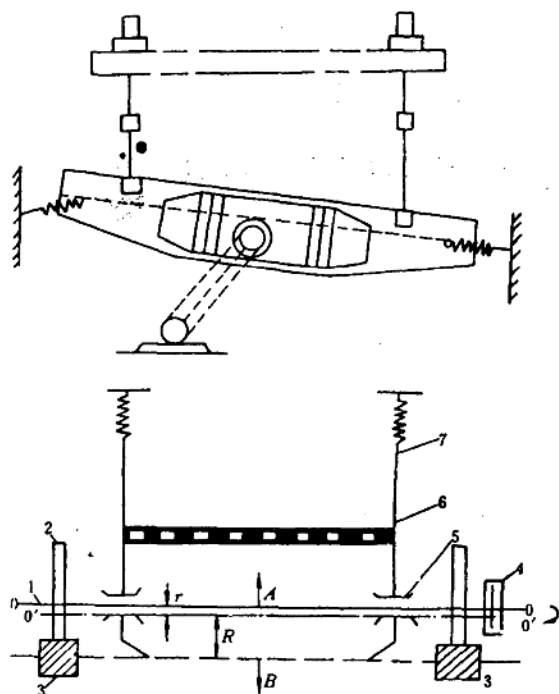


图 1-2 简单惯性式圆振动筛工作原理图

1- 主轴; 2- 飞轮; 3- 不平衡重块; 4- 胶带轮; 5- 轴承; 6- 筛箱; 7- 吊杆

表 1-1 煤炭粒度分级

序 号	粒度名称	粒度符号	粒度尺寸, mm
1	特大块	T	> 100
2	大 块	D	50 ~ 100
3	中	Z	25 ~ 50
4	小 块	X	13 ~ 25
5	粒 煤	L	6 ~ 13
6	粉 煤	F	< 6

筛分按其作用不同,可分为选前筛分、最终筛分、辅助筛分等。选前筛分也称准备筛分,是为破碎作业和分选作业而进行的准备工作。最终筛分是根据用户需要进行的筛分,其筛分的各粒级产品是直接供给用户的商品煤,故又称这种作业为筛选。辅助筛分是配合其它作业,使之顺利进行而进行的筛分作业。

筛分机按其工作原理有固定筛、滚轴筛、摇动筛、振动筛及共振筛等多

种，图 1-2 为广泛用于准备筛分作业的简单惯性式圆振动筛工作原理图。

筛箱由带弹簧的四个吊杆吊挂在机架上，主轴上装有飞轮，每个飞轮上都安装有不平衡重块。当电动机通过胶带轮使主轴及带有不平衡重块的飞轮回转时，不平衡重块产生的离心惯性力通过轴承传给筛箱，从而激起筛子振动。筛箱作圆形轨迹之振动，物料在筛面上抛起又落下，并向排料端移动。在此过程中进行筛分。

二、拣矸

最简单的拣矸方法是手选，它是将筛上物送至缓慢运行（0.3m/s）的胶带运输机上，根据煤与矸石的颜色、外形特点，用手工拣除大块矸石及其它杂物的一种作业。

为保证手选的顺利进行，必须创造良好的通风与工作环境，采取除尘措施，降低粉尘浓度，同时要配备足够的工作人员，加强协作，提高工作效率。此外，经手选后的矸石含煤率应严格控制在 1% ~ 1.5% 以下，以减少煤炭损失。

手选是一种占用大量劳力的原始方法，拣矸效率低，劳动条件差，应逐步采用现代拣矸方法。如电力拣矸、放射性同位素拣矸及重介质选矸等。

三、块煤破碎

为满足精选机械对入选原煤粒度的要求，经过手选后的块煤，粒度超过限度时，要经过破碎后才能入选。例如，采用跳汰机选煤时，块煤粒度不得超过 50 ~ 100mm，否则就要经破碎后才能入选。

块煤破碎采用破碎机。根据破碎粒度可分为粗碎（25 ~ 50mm 以上的破碎）、中碎（25 ~ 6mm 的破碎）、细碎（6 ~ 1mm 的破碎）及粉碎（1mm 以下的破碎）四种。在选煤中只进行粗碎与中碎。粗碎常采用单齿辊、双齿辊和颚式破碎机，中碎与细碎采用锤式破碎机。

第二节 选煤方法

经过准备车间的筛分、拣矸及破碎作业后的原煤，由胶带输送机送至分选车间进行精选。其方法有重力选煤法（包括跳汰法、槽选、摇选、重介选等）、浮游选煤法、特殊选煤法等。其中跳汰选煤占 67%，重介选煤占 16%，浮选占 14%，其它占 3%。

一、跳汰选煤法

跳汰选煤法是将混有矸石的原煤，在垂直升降的变速脉动水流中，按相对密度不同分选出精煤、中煤、矸石等不同质量产品的过程。实现跳汰选煤的机械设备，称为跳汰机。

水力跳汰选煤法是目前应用最广泛的一种选煤方法。它具有设备简单、分选效率高、生产能力大等优点。

（一）跳汰选煤的工作原理

图 1-3 为跳汰机工作原理图。跳汰机工作时，将入选原煤和水（冲水）一起送入跳汰机，并使原煤均匀分布在跳汰室的筛板 3 上，形成一定厚度的床层。当压缩空气经过风阀 4 进入空气室时，在跳汰室形成上升水流，筛板上的原煤在上升水流作用下，逐渐松散，并随之上升。由于煤的相对密度小，上升得快，被水冲得较高；矸石相对密度大，上升得慢，冲得较低。这样就使得原来压在矸石下面的煤块，其中一部分越过矸石而上升到上层。当压缩空气通过风阀 4 被排出时，水自然往回流动，此时在跳汰室形成下降水流，各种颗粒也随之下降。其中相对密度大的矸石最先下沉，最早落在筛板上，而煤块较轻，下降速度慢，落在矸石层上面。下降水流结束后，分层即告终止，完成了第一个循环。在每一次跳汰循环中，煤和矸石混合物都要受到一定的分选作用，经过多次反复后，分层逐渐趋于完善。最后，相对密度小的煤集中在最上层，相对密度大的矸石将集中在最底层，而介于中等比重的中煤则自然分布在煤和矸石之间。在分层过程中，颗粒的大小和形状将对分层产生一定的影响，从而增加跳汰分层的复杂性。但最终结果，仍然不能改变跳汰过程中煤和矸石按相对密度分层的实质。

在筛板上已经按相对密度分层的煤和矸石，受到冲水的作用，逐渐向跳汰机的排料端移动，当到达矸石段的排料闸门 5 时，矸石就经闸门 5 排入机箱，再由矸石提升斗 9 排到机体外。上层的中煤和精煤则在冲水作用下越过溢流堰 7，进入跳汰机的第二段（中煤段）。在中煤段，中煤和精煤在脉动水流及冲水双重作用下，一方面继续分层，另一方面继续向第二段排料端移动，当到达中煤的排料闸门 6 时，中煤又经闸门 6 排入中煤段机箱内，再经中煤提升斗排到机体外。精煤则越过中煤段的溢流堰 8 随水流出跳汰机，经溜槽至脱水筛进一步脱水。

（二）跳汰机

跳汰机是实现跳汰选煤的机械设备，其种类很多。按产生脉动水流的动

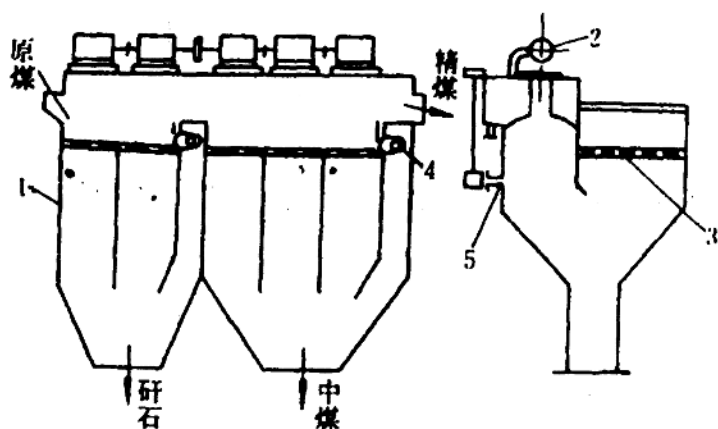


图 1-3 跳汰机的工作原理

1- 机箱；2- 纵向隔板；3- 筛板；4- 风阀；5- 矸石排料闸门；6- 中煤排料闸门；
7- 一段溢流堰；8- 二段溢流堰；9- 矸石提斗；10- 中煤提斗

力源，可分为活塞跳汰机、无活塞跳汰机和隔膜跳汰机；按入选粒度大小，可分为块煤跳汰机、末煤跳汰机和煤泥跳汰机；按跳汰机在流程中所处的位置、作用，可分为主机和再选机；按分选产品的数目又可分为一段、二段、三段跳汰机等。

图 1-4 是目前实际生产中使用较广泛的侧鼓式跳汰机的基本结构图，它属于无活塞式跳汰机。该机主要由机体、筛板、风阀和排料装置四部分组成。

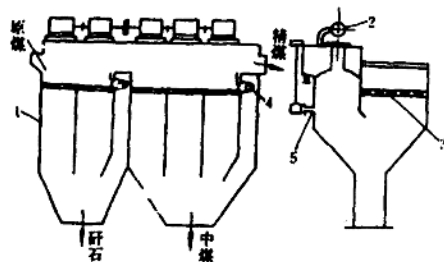


图 1-4 侧鼓式无活塞跳汰机

1- 机体；2- 风阀；3- 筛板；4- 排料装置；5- 补充水管

1. 机体

机体的上部是长方形箱体，下部为半圆形或三角形。箱体内横向用隔板分成连通的两部分，即跳汰室和压气室；上部纵向分成矸石段、中煤段，每段分成几个隔室，每个隔室的压气侧装有一台风阀。

2. 筛板

筛板上带有孔口，便于脉动水流冲散床层，孔口有方形、圆形及长方形等，开水率一般为 25%~35%。为了使物料在冲水作用下，顺利移向排料端，筛板向排料端倾斜一定角度，矸石段为 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$ ；中煤段为 $1^{\circ}\sim 2.5^{\circ}$ 。筛板的作用是承托床层、控制透筛排料、保持煤矸物料的移动。

3. 风阀

风阀是通过控制压缩空气的出入，使跳汰室产生脉动水流的部件，以便煤矸物料进行分层。

4. 排料装置

图 1-5 是叶轮式排料装置，属于一种连续的自动排料装置。由叶轮、挡板、链条等部件组成。叶轮 1 设在排料口的筛板下面，叶轮前方有一块挡板 2，挡板的一端装在轴钮上，另一端用链条 3 悬吊着，并可做一定距离的摆动，以防大块煤矸卡住叶轮。叶轮由电动机带动旋转，其转速可根据矸石（或中煤）层厚度，通过自动控制装置进行调节，从而达到自动排料的目的。

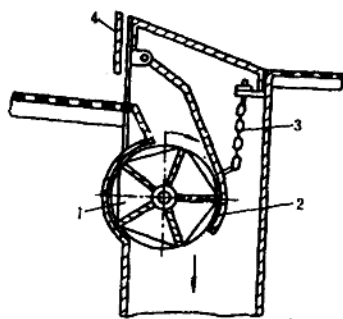


图 1-5 跳汰机排料装置

1—叶轮；2—挡板；3—链条；4—垂直闸门

（三）跳汰选煤流程

跳汰选煤流程是指采用跳汰选煤法各工序的工艺过程，可分为分级入选和不分级入选两大类。

分级入选流程是将原煤按粒度分为 100 (80) ~ 13 (10) mm 和 13 (10) ~ 0.5mm 两级，分别用块煤跳汰机和粉煤跳汰机分选。由于该流程选前作业复杂，使用的机械设备多，生产系统灵活性差，所以我国采用分级流程方式较少，多数选煤厂采用不分级入选流程。不分级入选的粒度一般为 0~50mm，也可将入选范围加大至 0~80mm，或 0~150mm。图 1-6 为常用的不分级入选的主、再选联合流程。在该流程中，主选机排出的中煤里常含有大

量夹矸煤，为了回收更多的精煤，将中煤破碎后（也有的不破碎），送入再选机中再选。

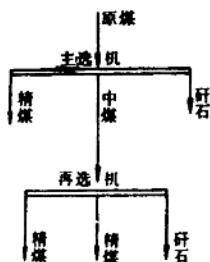


图 1-6 不分级跳汰流程

二、重介质选煤法

重介质选煤是根据大于液体相对密度的物体下沉，小于液体相对密度的物体上浮的原理，采用相对密度大于水的某种液体即重介质，将煤和矸石分开的一种选煤方法。

（一）重介质及其分类

重介质选煤法所采用的介质有两类，即重液和矿物悬浮液（或称重悬浮液）。

1. 重液

重液是用氯化钙、氯化锌等盐类与水配制成的比重大于 1 的真溶液。由于其价格昂贵，不易回收，腐蚀性强，且多数有毒，所以工业上很少采用。

2. 矿物悬浮液

矿物悬浮液是由高密度的矿物细粉（颗粒直径小于 0.1mm）在水中形成的一种悬浮状混合物溶液。矿物悬浮液较重液不仅价格便宜，容易回收，无毒、无腐蚀性，而且配制的悬浮密度范围大，因而在工业上应用广泛。

在采用矿物悬浮液重介质选煤中，悬浮液的性质起着决定性作用，其主要指标是相对密度、粘度与稳定性。相对密度要大，悬浮液粘性要小，稳定性好，即保持液体相对密度的均一性。

用来配制矿物悬浮液的矿物，称为加重剂。实际工作中使用的加重剂有磁铁矿、高炉渣、黄铁矿渣、河砂、黄土、重晶石、矸石及浮选尾矿等。其中磁铁矿相对密度较大，使用最普遍。

（二）重介质分选过程

重介质选煤是在分选机中进行的。分选时，将事先准备好的，具有一定