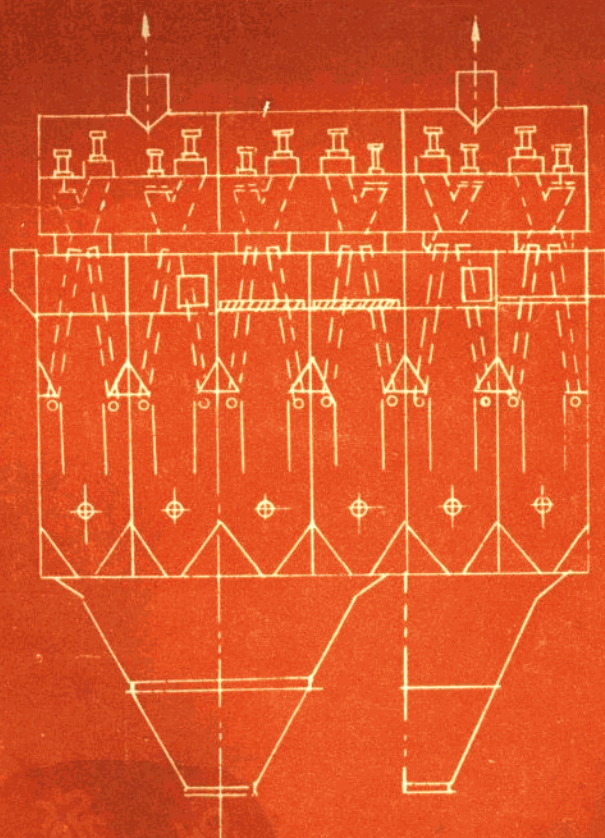


煤矿技工学校通用教材

重力选煤



煤炭工业出版社

煤矿技工学校通用教材

重力选煤

许高明 编

刘乔林 审

煤炭工业出版社

(京)新登字042号

内 容 提 要

该书主要论述原煤的工艺性质、重选机械的构造及原理,各种重力分选方法,重力选煤的分选理论和操作调整方法。

本书概述了重力选煤的基本理论、原煤的工艺性质及物体在介质中的运动规律等,对跳汰选煤和重介质选煤的理论与实际操作进行了较为详尽的论述。特别对跳汰机的操作,如:给煤、给水量以及排放量的选定与调整,跳汰机常用故障的排除,跳汰机的维护与保养等都做了详细介绍。

该书不仅是煤矿技工学校从事选煤专业的师生教学用书,也可作为现场从事选煤技术的工人自学用书。

煤 矿 技 工 学 校 通 用 教 材

重 力 选 煤

许 高 明 编

责任编辑:施 文 华

*

煤炭工业出版社 出版

(北京安定门外和平里北街21号)

煤炭工业出版社印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

*

开本 $787 \times 1092\text{mm}^1/1$ 。印张 $12^1/4$ 。插页 1

字数291千字 印数 1—5,265

1993年10月第1版 1993年10月第1次印刷

ISBN 7-5020-0846-2/TD·786

书号 3612 C0113 定价 10.20元

前 言

为适应煤矿技工学校教学改革的需要，加速技工人才的培养，促进煤炭工业现代化生产建设的不断发展和技术进步，全国煤矿技工教材编审委员会于1992年召开了第二次全体会议，确定以“七五”教材建设为基础，按照“补齐、配套、完善、提高”，突出基本理论、基本知识和基本操作技能训练的原则，编制了“八五”技工教材建设规划。这套教材包括：《机械制图》、《综采工作面采煤机》、《煤化学》、《选煤厂技术检查》、《浮选》、《重力选煤》……等。共计70余种，将陆续由煤炭工业出版社出版发行。

这套教材主要适用于全国煤矿技工学校教学，也适用具有初中文化水平的工人自学。

《重力选煤》是这套教材中的一种，是根据修订后的“八五”期间全国煤矿技工学校统一教学计划和大纲编写而成，并由全国煤矿技工教材编审委员会组织审定认可，是全国煤矿技工学校选煤专业教学的统一教材。《重力选煤》由淮北煤矿技工学校许高明同志编写，淮北矿务局刘乔林同志主审，铁法、淮北煤矿技工学校参加了审定工作。

全国煤矿技工教材编委会

目 录

第一章 重力选煤概述	1
第一节 重力选煤的研究对象和应用范围	1
第二节 我国选煤工业发展状况	1
第三节 主要选煤方法简介	2
第二章 原煤的工艺性质	5
第一节 煤中的矿物质	5
第二节 煤的硬度和脆性	7
第三节 煤的粒度组成	8
第四节 煤的密度组成	15
第五节 可选性曲线和原煤的可选性	24
第三章 物体在介质中的运动规律	34
第一节 物体和介质的工艺性质	34
第二节 物体在介质中的重力和运动阻力	35
第三节 物体在介质中的自由沉降规律	39
第四节 物体在介质中的干扰沉降规律	53
第四章 跳汰选煤	56
第一节 跳汰选煤概述	56
第二节 物料在跳汰机中的分层规律	57
第三节 跳汰机	67
第四节 影响跳汰选煤的因素	93
第五节 跳汰分选效果的评定	97
第六节 跳汰选煤工艺流程介绍	107
第五章 跳汰机的操作	110
第一节 跳汰机的调整与操作	110
第二节 给煤量的选定与调整	115
第三节 风水量的选定与调整	116
第四节 排放量的选定与调整	118
第五节 跳汰机常见故障的排除	119
第六节 跳汰机的维护保养	120
第七节 跳汰系统配套设备的作用	120
第六章 重介质选煤	126
第一节 重介质选煤的基本原理	126
第二节 重悬浮液	128
第三节 块煤重介质分选机	135
第四节 末煤重介质旋流器	152
第五节 悬浮液密度自动控制	160
第六节 悬浮液的回收净化	164

第七节 重介质选煤的操作方法	173
第七章 斜槽与摇床选煤	177
第一节 斜槽选煤	177
第二节 摇床选煤	179

第一章 重力选煤概述

第一节 重力选煤的研究对象和应用范围

选煤的目的就是把开采出来的原煤用机械的方法除去其中的大部分有害物质，得到质量符合要求的商品煤，以满足各类工业用煤对煤炭质量的要求。根据煤中各成分的密度差别为主要依据的选煤方法称为重力选煤。经过重力选煤法分选，使高质量（低灰分）的煤富集到轻产物中，低质量（高灰分）的沉矸或中间煤进入到重产物中。

重力选煤是在某种介质中进行的。所用介质有：空气、水、重液或重悬浮液，其中最常用的是水。在缺水的干旱地区或处理某些特殊的原料煤时，也可用空气作介质。利用空气作分选介质的重力选煤方法称为风力选煤。在美国东部，有些选煤厂用风力淘汰盘分选劣质煤，用重介旋流器分选中煤。西部的几个州，由于缺水，加之煤比较易选而不需要高效率的分选流程，所以风力选煤比一般湿法分选更具有吸引力。重液是用高密度的有机液体或无机盐类配制的溶液。用重液作介质分选，可严格控制分选密度。但是，由于这类液体价格昂贵，故只限于实验室使用。重悬浮液是由高密度的固体微粒与水配制成悬浮状态的两相流体，简称悬浮液。悬浮液密度高低可按原料煤所需的分选密度配制，所以，用悬浮液作介质可起到同重液一样的作用。

对重力选煤，介质起着很重要的作用，在介质中的颗粒借助浮力和阻力的共同作用，不同密度和粒度的颗粒产生不同的运动速度和运动轨迹，从而达到分离的目的。因此，在选煤过程中，介质既是传递能量的媒介，同时还担负着松散粒群和运输物料的作用。

然而，介质的作用只是外在因素。原料煤得以分离的内在因素是它们自身性质的差异，这就是颗粒的密度、粒度和形状。密度和粒度共同决定颗粒的重量，是颗粒在介质中运动的基本作用力。待分选物料密度差别愈大，愈易分选。颗粒的大小和形状也影响其在介质中的运动速度。因此，也是分离过程中的一项重要影响因素。

重力分选法是目前用于煤炭分选最常用的一种方法。它不但用于分选煤炭，还用于选别金、钨、锡矿石和稀有金属（钍、铀、钍、铀、钍等）、铁锰矿石，同时也用于处理某些非金属矿石，如石棉、金刚石、高岭土等。对那些主要以浮选法处理的有色金属（铜、铅、锌等）矿石，也可用重选法进行预先选别，从而除去粗粒脉石或围岩，达到初步富集。重力分选除对微细颗粒分选效果差外，能够有效地处理各种不同粒度的原料煤（或其它矿物）。重力分选法设备结构较简单，不耗费贵重生产材料，成本低廉，故使用广泛。

第二节 我国选煤工业发展状况

我国于1917年建立了第一座使用跳汰机的机械化选煤厂，1923年开始建立槽选厂。1945年以前，我国共建炼焦煤选煤厂11座和动力煤选煤厂5座。但是，这些选煤厂都掌握在帝国主义者手中，成为帝国主义掠夺我国资源和剥削劳动人民的工具。因此，技术上十分落后，劳动条件十分恶劣。解放前夕，基本上没有选煤厂能进行生产。

解放以后,选煤生产也和其它工业生产一样得到了迅速恢复和发展,只用了短短的几年时间,就对原有选煤厂进行恢复改建。40年来,随着我国煤炭工业的迅速发展,选煤工业取得了显著成绩。到1992年底,全国入洗原煤2.1亿吨,占全国原煤产量的187.5%。目前,全国统配煤矿下属选煤厂共190座,其中绝大部分是自行设计和用国产设备装备的,并采用了先进的跳汰、重介和浮选工艺。各种选煤方法所占的比重为:跳汰选煤法59%,重介选煤法23%,浮选法14%,其它方法4%。

随着选煤工业的发展,我国的选煤技术队伍也在不断壮大。目前,我国已有选煤设计研究院等十几个设计单位承揽选煤厂设计项目。中国矿大等高等院校和一些设计院也开展了多项选煤研究工作,并取得了显著的成果。

在实现我国四个现代化,全面开创社会主义现代化建设新局面的伟大进程中,作为煤炭工业的一部分——选煤业肩负着为国家提供优质能源的任务。从当前总的情况看,在选煤工艺方面,国际上应用的选煤方法和系统,我们基本上都已采用;在选煤设备方面,已能满足我国自行设计各种类型选煤厂的需要,但在品种和质量上与国际水平还有一定的差距,在选煤自动化方面,虽研制了一些主要生产环节的自动控制系统,取得了很好的效果,但水平还较差,使用面还很小,与国际水平相比还有很大差距。我们必须加紧努力,认真学习,不断创新,广泛吸收国际上的先进技术,以便尽早地将我国选煤工业的技术水平推向世界先进的行列。

第三节 主要选煤方法简介

原料煤是碎散的粒状物料,具有各种自然性质。例如:粒度、颗粒形状、密度、硬度及其脆性、润湿性、导电性、磁性、运动摩擦系数等。工业上曾利用煤和矸石的粒度、形状、运动摩擦系数、导电性和磁性等自然性质作为分离依据进行了研究。但是,煤和矸石在这些性质上差别不大,因此分离效果不理想。有的方法分离成本高,有的方法还在继续研究。所以,都未能在生产上使用。

下面将简单介绍一下利用煤和矸石在密度、润湿性以及硬度和脆性方面的差别而进行分离的选煤方法。

一、利用密度差别进行分离的选煤方法——重力选煤

重力选煤法根据介质以及介质运动状况的不同分为以下几种:

(一) 干法重力选煤

干法重力选煤是以空气作介质,即风选法,可避免复杂的煤泥水处理系统,选煤流程简单,但风选不如湿选法效果好。

由于风选法效率低,所以用的很少,在我国没有风选厂。

(二) 湿法重力选煤

湿法重力选煤又可分为以下几种:

1. 跳汰选煤

在以垂直脉动为主的介质中实现分选的重力选煤方法称为跳汰选煤。它利用垂直交变的脉动水流使跳汰机筛板上的原料(称床层)按密度分层。位于上层的低密度物被冲水带走,位于下层的细粒高密度物透过跳汰机筛板的孔眼排出,粗粒高密度物则通过重产物筛上排料装置排出。跳汰选煤分选效果好,处理粒限在0.5~100mm(有时可达150mm),

处理能力大,一台跳汰机能出多种产品,流程简单,调节容易,适应性强。因此,跳汰选煤法得到广泛的应用。

2. 重介质选煤

在密度大于水的介质中实现分选的重力选煤法称为重介质选煤。

重介质选煤是用由极细的高密度矿物(通常用磁铁矿粉)与水配制成一定密度的悬浮液作为分选介质。原料煤进入悬浮液后,密度低于悬浮液密度的物料上浮,密度高于悬浮液密度的物料下沉,从而达到按密度分选的目的。块煤重介分选设备有重介斜轮分选机和重介立轮分选机等。

为强化细粒级难选煤的分选效果,采用重介质旋流器分选末煤。重介质旋流器是利用离心力来进行分选的。由于物体在离心力场所受的离心力比该物体在重力场所受的重力要大数十倍甚至数百倍,所以重介质旋流器对末煤的分选效果很好。

3. 摇床选煤

摇床选煤设备有平面摇床和离心摇床两种。平面摇床是在作纵向往复差动运动并设有床条的床面上,使物料主要按密度分选的机械。摇床适合处理13(或6)mm以下的末煤,对0.2~0.15mm细颗粒煤的分选也较为有效。为了降低有效分选下限,又发展了离心摇床。在既作旋转运动又作轴向变加速振动的圆弧形床面上使物料在离心力场中进行分选的机械称离心摇床。离心摇床的有效分选下限可达0.04mm。

摇床选煤对脱除煤中细微颗粒的黄铁矿效果较明显。但其缺点是处理量较低。因此,摇床选煤适合于分选原料煤中煤和矸石的密度差较大或用于含黄铁矿较多的13(或6)mm以下的原料煤的脱硫以及分选低灰精煤等。

4. 槽选

槽选法一般指的是流槽选。在流槽中,借水流的冲力和流槽的摩擦力,利用物料在密度、粒度和形状上的差异实现分选,选煤方法称为流槽选煤。它具有设备简单,动力消耗少等优点。但由于该设备在选煤时循环水量过大,分选效果太差,所以现已淘汰。

70年代出现了一种新的槽选法——斜槽选煤,这是一种在封闭的倾斜槽体内,利用逆向上冲水流实现分选的重力选煤方法。我国从一九七九年开始研制并投入生产,取得了满意的效果。这种斜槽选煤适用于中小型矿井和地方煤矿。

二、利用颗粒表面润湿性差别进行分选——浮游选煤

煤的表面是疏水的,矸石的表面是亲水的,不溶于水的油类药剂可以附在煤的表面而不附于矸石的表面,这样就使煤更加疏水,扩大了煤与矸石表面润湿性的差别。浮游选煤就是在煤浆中加上一些不溶于水的油类药剂并用适当的方法在煤浆中产生很多稳定的小气泡,疏水的煤粒附着在气泡上,由于浮力,气泡连同附着的煤粒升到煤浆表面用机械法将其刮出,而亲水的矸石则不与气泡附着,由于重力作用留在煤浆中。这种选煤法用于处理-0.5mm以下的煤泥。

三、利用硬度和脆性的分选方法

一般来说,煤比较脆且易碎裂,而矸石则比较坚硬。选择性破碎机就是利用煤与矸石(或其他成分)可碎性之差异,实现按硬度和脆性不同进行分选的设备。选择性破碎机的工作过程是:有一个结构坚实,周壁是格筛的滚筒慢慢旋转,大块原煤给入筒内后随筒体旋转方向被提到一定高度,自然落下砸向筒壁,这样反复提起、下砸,使得质脆的煤粒

4
被摔碎从筒壁孔排出、坚硬的矸石则在提起、下砸过程中沿筒内螺旋提升板作筒体轴向移动，最后从滚筒的另一端排出。

由于这种选煤法分选效率低。所以，一般只用于对煤和矸石硬度、脆性差别较大的原煤的选矸，以代替人工手选作业。

第二章 原煤的工艺性质

选煤的任务是对被开采出来的原煤采用机械加工的方法,清除其中的有害杂质,得到质量符合各种工业要求的商品煤。因此,从选煤工艺学的角度出发,必须对被加工的对象——原煤的工艺性质有所了解,即研究煤中的矿物质和煤的粒度组成、密度组成、硬度与脆性等。至于煤的表面物理化学性质将在《浮游选煤》课程中介绍。

第一节 煤中的矿物质

一、煤中矿物质的来源与存在形态

煤炭是由植物有机质和矿物质组成。原煤中矿物质的主要成分见表2-1。任何一种选煤方法都是按单个颗粒的某种性质差别进行分选的。所以,只有了解原煤中矿物质的来源及其存在形态,才能掌握把煤中的有机质与矿物质进行分离的方法以及提高分离效果。

表 2-1 原煤中矿物质的主要成份

矿物质名称		化 学 式	密 度	硬 度
硅 酸 盐	长石类	$K[AlSi_3O_8]$	2.6	6
	辉石类	$Ca(Mg \cdot Fe \cdot Al)[(Si \cdot Al)_2O_6]$	3.2~3.6	5~6
	闪石类	$NaCa_2(Mg_2 \cdot Fe)_4(Al \cdot Fe)[(Si \cdot Al)_4O_{11}](OH)_2$	2.9~3.5	5~6
	高岭石类	$Al_2[Si_2O_5](OH)_4$	2.6~2.68	1.5
	膨润土类	$(Al_2 \cdot Mg)(Si_4O_{10})(OH)_4$	2.5~2.6	1.5
	水云母类	$K_{11}Al_2[(Si_2Al)_4O_{18}](OH)_2 \cdot nH_2O$	2.6	2~3
石 英	石英	SiO_2	2.6	7
碳酸 盐	方解石	$CaCO_3$	2.7	3
	白云石	$Ca \cdot Mg(CO_3)_2$	2.8~2.9	3.5~4
硫化 物	黄铁矿	FeS_2	5	6~6.5
	白铁矿	FeS_2	5	6~6.5
其 它	石膏	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	2.2~2.4	2
	磷灰石	$Ca(CaF)(PO_4)_3$	3.2	5
	石英	$ZrSiO_4$	4.4~4.8	7~8
	磁铁矿	Fe_3O_4	4.9~5.2	5.5~6.5
	金红石	TiO_2	4.1~5.2	6~6.5

原煤中矿物质的来源及其存在形态有以下几种:

1. 原生矿物质

它是由成煤植物本身所含有的矿物质形成的,参与煤的有机分子结构,成为煤中有机质的组成部分。因此,不能用机械的方法把它与煤的有机质分开。这部分矿物质含量约占1~3%,对煤的利用影响不大。但有时对煤质的影响却很大。如有些高硫煤就是由于有机硫含量高而无法脱除。

2. 次生矿物质

次生矿物质是在成煤过程中形成的。如高岭土、黄铁矿、白铁矿、方解石等主要矿物是在成煤沼泽中由胶体溶液沉淀形成的，以泥质矿物及石英为主，此外，还有一些长石、云母及各种岩石碎屑是被风和流水搬运来与有机质同时沉积的；另外，在地下水淋滤过程中，因浓度变化等原因而沉淀下来的矿物充填在煤的裂隙中。这主要有方解石、石膏等。这些矿物存在状态是多种多样的，例如，形成薄层和肉眼可以见到的夹层；大小不等的透镜体、包裹体（常见有黄铁矿结核、泥质夹矸凸镜体）；以细粒分散在有机质中（常见有泥质矿物、黄铁矿小晶体）；还可以是充填在煤裂隙中，或是丝炭的细胞空腔中。这些次生矿物，能否从煤中解离成单体矿物，要视其存在状态。由于重力分选受粒度的影响，原煤的粒度过细会影响重力分选效果。所以用机械的方法只能将部分矿物从煤中解离出来。

3. 外来矿物质

这类矿物质是在采煤过程中混入的煤层顶底板和夹矸层的矸石形成的，一般是呈单体存在于原煤中。所以，在选煤过程中很容易分选出去。

二、容易泥化矿物的特性

所谓泥化是指矸石或煤浸水后碎散成细泥的现象。粘土矿物在水中易泥化。如果煤中的矸石含有粘土矿物，浸入水中很快就碎散，并且粘土的胶体微粒（粘土类矿物的结晶很小，一般不超过 $1\sim 2\mu\text{m}$ ）很快分散在水中。在选煤过程中粘土矿物不仅使煤泥水的浓度和粘度增加，造成煤泥水处理和末煤脱水的困难，而且严重恶化分选效果，使精煤质量下降。

另外，粘土类矿物大多数具有吸收或放出水分子的能力，同时也具有吸水膨胀的特性。由于这类矿物具有层状构造，浸水后水分子居于层与层之间，并可以自由出入。当水排出或吸入时，构造层之间的距离相应缩小或扩大。吸水后的体积可增至原来的数倍或数十倍，膨润土就是由此而得名的。吸水膨胀导致体积增加，它的密度就要大大降低。例如：有一种含膨润土的矿物，干燥时密度是 $2.1\text{g}/\text{cm}^3$ ，吸水膨胀后密度降到 $1.6\text{g}/\text{cm}^3$ 。这对按密度分选的重力选煤是很不利的。所以，了解入选原煤在机械加工过程中的粉碎程度、产生次生煤泥的特性以及煤中矸石和中间煤的泥化特性，对选煤的工艺过程有着很密切的关系。特别是矸石的泥化对煤的分选效果，以及对煤泥水处理的影响是一个不可忽视的问题。一些工业发达的国家都很重视煤和矸石泥化特性的测定。我国由唐山分院制订的MT109—85《煤和矸石的泥化试验方法》的规定已于1985年5月开始实施。如果原煤的矸石中含有多量的粘土矿物，则必须在入选前把粘土矿物去掉。

三、煤中的硫

硫是煤中的一种杂质，对煤的利用很不利。例如：炼焦时煤中的硫有70~90%留在焦炭里。若焦炭中硫增加0.1%，则高炉焦炭就多消耗2%，石灰石多消耗2%、生铁产量降低2~2.5%，还会使冶炼出来的生铁变脆，用这种生铁炼得的钢不能轧成钢材。在作燃料使用时，煤中的可燃硫（有机硫和硫化铁硫）在燃烧时转变为 SO_2 ，这种气体腐蚀炉内的砖砌和金属设备，若排入大气中，对植物和动物都是十分有害的……。所以，从用煤的角度看，煤中含硫量愈低愈好。因此，煤中的硫分也是评定煤的一个质量标准。我国目前规定的焦炭和炼焦用煤的含硫量见表2-2。

硫在煤中的含量最高可达10%，根据煤中硫总含量的不同，我们把原煤分为三个等

表 2-2 焦炭和炼焦用煤的含硫量对照

硫分质量级别	I	II	III
焦炭硫分 (%)	<0.6	0.7~0.8	0.9~1.0
煤料对应的硫分 (%)	<0.8	~1.0	~1.2

表 2-3 原煤硫分级别

硫分含量 (%)	<1.0	1.0~2.5	>2.5
硫分等级	低硫煤	中硫煤	高硫煤

级。见表2-3。

煤中的有机硫来自成煤植物本身，是煤中有机质的组成部分，目前尚不能用洗选的方法除去。有机硫在煤中的含量不固定，一般地说，含硫量低的煤，所含的硫主要属有机硫；而含硫量高的煤，有机硫约占全硫量的25~30%。在各种煤岩组分中，镜煤和亮煤含有机硫较高，而镜煤和亮煤灰分低且结焦性好，因此，这对煤炭利用很不利。目前，我国有些煤田含有机硫高达2~3%，大大降低了这部分煤的使用价值。因此，如何降低煤中含硫量一直是选煤界所面临的一项重大课题。

煤中无机硫的存在形式有两种：硫化物硫和硫酸盐硫。硫化物硫主要是黄铁矿和白铁矿，两者的化学成分一样，只是结晶不同。煤中黄铁矿的含量从微量以至占全部硫的绝大部分。它在煤中的存在形态：可能是一些厚达一尺的水平夹层，也可能是裂隙中的填充物，这些是容易与煤分离的可用重力分选方法从煤中除去；但对一些在显微镜下才能观察到的细粒分散的颗粒（小的可至0.5 μ m），是很难与煤分离的。硫酸盐硫多数是石膏，还有铁矾或黄钾铁矾，它在煤中的含量不大，一般不超过0.1~0.2%，它是因煤在生成以后受到风化或氧化的结果。如果煤层在形成以后没有受到氧化，也没有受到含氧水的作用，新开采出来的煤在实际上是不含硫酸盐硫的。由于硫酸盐硫的含量不高，且有些能溶于水，因此，对煤质影响不大。

第二节 煤的硬度和脆性

硬度是指一个物体抵抗另一物体侵入的能力，在矿物学中常用的硬度指标是以十种软硬不同的结晶矿物（摩氏硬度计）为标准，最软的到最硬的矿物依次为：1. 滑石，2. 石膏，3. 方解石，4. 萤石，5. 磷灰石，6. 长石，7. 石英，8. 黄玉，9. 刚玉，10. 金刚石。硬度大的矿物可以在硬度小的矿物表面上划痕。如某一矿物能在硬度为“3”的方解石上划痕，而不能在硬度为“4”的萤石上划痕，则这个矿物的硬度是在3~4之间（取3.5）。煤的硬度约在1~3之间。煤的硬度与变质程度有关，变质程度高的无烟煤硬度最大，变质程度低的长焰煤和气煤的硬度次之，中变质程度的焦煤和肥煤硬度最小。各种矿物的硬度也是不同的，详见表2-1。

脆性是指一个物体在摔跌时抵抗碎裂成细粒的能力。其测定方法是：取一定重量（规定

粒度)的煤样放在转速一定、规格一定的滚筒里,使其提到一定高度后下落,经过规定的跌落次数后,取出煤样筛分,并根据筛分试验结果计算煤样的平均粒度。用跌落试验前后煤样平均粒度降低的百分数,作为脆性指标。这个数值越大表示煤越脆。试验证明:无烟煤和气煤脆性较低,焦煤脆性最高,褐煤较韧不易碎。各种煤的脆性之所以不一样,主要是在成煤过程中,成煤物质体积缩小,同时聚积环境不同和地质构造不断变化,形成煤中很多裂隙和各煤层间的接触面。当煤在开采或煤块受到外力作用时,就沿这些接触面或裂隙破碎。在不同煤中,焦煤裂隙最发育,肥煤、瘦煤次之。在煤岩组分中,镜煤裂隙最多,性脆易碎,亮煤次之,暗煤几乎看不到有裂隙。当在采煤或煤块受外力作用碎裂成各种粒度的煤中,焦煤的平均粒度最小,肥煤、瘦煤的平均粒度比焦煤大。在同种煤中,镜煤,亮煤易集中在细粒煤中。

顶底板岩石(矸石)的硬度与胶结物的种类及地压作用的强弱有关,地压作用越强岩石越坚硬。一般是硅质(SiO_2)胶结的岩石坚硬,泥质(粘土类矿物)胶结的岩石较松散,石灰质(碳酸盐)和铁质(铁的氧化物或氢氧化物)的岩石易分解。

在洗选过程中,对易碎的煤和矸石要防止过粉碎,以免给选煤工艺带来困难。

第三节 煤的粒度组成

粒度是指颗粒的大小,粒级是指一定粒度的范围。而粒度组成是指各粒级物料的质量分布。

由于各种煤的煤岩组分以及各种岩石、夹矸的相对硬度和脆性不同,因而使煤在开采过程中或受外力作用时,碎裂成各种大小不同的颗粒。这种碎裂程度不仅与煤和矸石自身的性质有关,还与开采运输方式等有关。开采与运输的机械化程度愈高,煤的碎裂程度愈大,煤中含细粒煤或粉煤就愈多。即粒度组成偏细。

在重力选煤过程中,煤的粒度组成对分选效果、设备处理能力以及脱水效果等方面均有影响。一般来说,同一密度级的煤其粒度组成粗的要比粒度组成细的容易分选;同时粗、细粒度组成的物料在分选过程中各自的工艺过程、操作制度也有差异。因此,从事选煤工作的同志,首先必须了解入选原煤的粒度组成。

一、粒度表示方法

煤的粒度表示方法分以下几种情况:

1. 单个颗粒粒度的表示

$$1) d = b$$

$$2) d = \frac{l+b}{2}$$

$$3) d = \sqrt{l \cdot d}$$

$$4) d = \frac{l+b+t}{3}$$

$$5) d = \sqrt[3]{lbt}$$

$$6) d_0 = \sqrt[3]{\frac{6V_0}{\pi}}$$

式中 d ——表示单个颗粒的直径, mm;

l 、 b 、 t ——分别表示沿煤粒三个垂直方向测出的长、宽、厚, mm;

V_e ——颗粒的当量体积, mm^3 。

2. 粒级平均直径 $\bar{d}$ 的表示

如某部分物料中最大粒度(上限)为 d_1 , 最小粒度(下限)为 d_2 , 那么, 这部分物料粒度范围为 $d_1 \sim d_2$, 该粒级的平均直径通常看成是此粒度范围上限与下限和的二分之一。即

$$\bar{d} = \frac{d_1 + d_2}{2} \quad (\text{mm})$$

3. 一堆物料的平均粒度的表示

一堆物料经过 $n-1$ 种孔径的筛子进行筛分后, 可分成几个粒级。如果各个粒级的平均直径分别为 $\bar{d}_1$ 、 $\bar{d}_2$ …… $\bar{d}_n$, 各粒级占总体物料的重量百分数为 γ_1 、 γ_2 …… γ_n ; 那么, 这堆物料的平均粒度 $\bar{d}$ 可用加权平均的方法计算而得。即:

$$\bar{d} = \frac{\bar{d}_1\gamma_1 + \bar{d}_2\gamma_2 + \dots + \bar{d}_n\gamma_n}{\gamma_1 + \gamma_2 + \dots + \gamma_n} \quad (\text{mm})$$

例: 一入选原煤的筛分试验结果见表2-4, 求该原煤的平均粒度。

表 2-4 原煤筛分试验结果

粒 级 (mm)	50~25	25~13	13~6	6~3	3~0.5	0.5~0
含 量 (%)	7.1	12.5	19.4	12.7	29.0	19.3

第一步: 计算各粒级的平均粒度:

$$\bar{d}_{50-25} = \frac{50 + 25}{2} = 37.5 \quad (\text{mm})$$

依此类推, 计算得:

$$\bar{d}_{25-13} = 19 \quad (\text{mm}) \quad \bar{d}_{3-0.5} = 1.75 \quad (\text{mm})$$

$$\bar{d}_{13-6} = 9.5 \quad (\text{mm}) \quad \bar{d}_{0.5-0} = 0.25 \quad (\text{mm})$$

$$\bar{d}_{6-3} = 4.5 \quad (\text{mm})$$

第二步: 用加权平均法求原煤的平均粒度

$$\begin{aligned} \bar{d}_{50-0} &= \frac{\bar{d}_{50-25}\gamma_{50-25} + \bar{d}_{25-13}\gamma_{25-13} + \bar{d}_{13-6}\gamma_{13-6} + \bar{d}_{6-3}\gamma_{6-3} + \bar{d}_{3-0.5}\gamma_{3-0.5} + \bar{d}_{0.5-0}\gamma_{0.5-0}}{\gamma_{50-25} + \gamma_{25-13} + \gamma_{13-6} + \gamma_{6-3} + \gamma_{3-0.5} + \gamma_{0.5-0}} \\ &= \frac{37.5 \times 7.1 + 19 \times 12.5 + 9.5 \times 19.4 + 4.5 \times 12.7 + 1.75 \times 29.0 + 0.25 \times 19.3}{7.1 + 12.5 + 19.4 + 12.7 + 29.0 + 19.3} \\ &= 8 \quad (\text{mm}) \end{aligned}$$

如果我们把表2-4中各粒级含量在数值上作一下调整, 如表2-5。

同理用上述的方法计算, 所得原煤的平均粒度为15mm, 这说明物料平均粒度的大小与物料中粗、细粒级含量的多少有关。

二、粒度组成的测定原理

煤炭粒度组成主要是通过筛分试验来测定。筛分试验就是用不同孔径的筛子把煤炭按

表 2-5 原煤筛分试验(调整后)

粒 级 (mm)	50~25	25~13	13~6	6~3	3~0.5	0.5~0
含 量 (%)	19.3	29.0	19.4	12.7	12.5	7.1

粒度大小分成不同粒度级别, 并对每一粒级测定其重量和质量(如灰分、水分、挥发分、发热量等等), 从而了解各粒级在总体中所占的比例和不同粒级的质量。

筛分试验须按国家标准GB477—87《煤炭筛分试验方法》所规定的方法进行。筛分试验常用筛子的孔径有100、50、25、13、6、3和0.5mm。煤样通过上述筛分后, 可分成>100、100~50、50~25、25~13、13~6、6~3、3~0.5和0.5~0mm等粒级。在实际工作中, 具体使用哪几种孔径的筛子, 应根据待筛分物料的最大粒度以及粒度组成情况来确定。可根据需要增加或减少某些孔径(如孔径为300、150mm)的筛子。

筛分试验的结果要填写筛分试验报告表(如表2-6)。

三、筛分试验资料的整理与分析

1. 资料的整理

筛分试验资料表2-6的整理步骤大体如下:

1) 检验重量误差

重量误差的检验方法可按GB477—87《煤炭筛分试验方法》的有关规定进行。

若误差在国标所规定的允许范围内, 那么试验是成功的。

2) 计算各粒级产物的产率

所谓产率有两种含义: 其一是指产品数量与原料数量的百分比; 其二是指某一成分的数量与总量的百分比。

表中第(4)栏占全样产率即是各粒级的重量占筛分后煤样总重量的百分比。计算方法是第(3)栏中毛煤总重量19412.2kg除表中第(3)栏各粒级的重量而得。如>100mm级中煤的产率是:

$$\frac{2616.5}{19412.2} \times 100\% = 13.479 (\%)$$

3) 计算筛上物累计产率

第(5)栏是筛上物累计产率, 是由第(4)栏中从上到下逐个数值相加而得的结果。例如:

大于100mm级产率:

$$\gamma_{>100} = 13.479 + 0.528 + 0.839 = 14.876 (\%)$$

100~50mm级产率:

$$\gamma_{100-50} = 14.876 + 0.415 + 1.796 = 16.998 (\%)$$

>50mm级产率:

$$\gamma_{>50} = 14.846 + 16.998 = 31.844 (\%)$$

>25mm级产率:

$$\gamma_{>25} = 14.846 + 16.998 + 12.709 = 44.553 (\%)$$

以下各筛上物累计产率的计算可以此类推。

表 2-6 筛分试验报告表

生产煤样编号

试验日期 年 月 日

筛分试验编号

矿务局 矿 层 工作面

采样说明

筛分总样化验结果

化驗項目 煤 樣		M _t (%)	A _d (%)	V _{daf} (%)	S _{t,d} (%)	Q _{gr,d} (MJ/kg)	膠 質 層		粘結性 指 數
							X, mm	Y, mm	
毛 煤		5.56	19.50	37.73	0.64	25.686			
浮物 (<1.4)		5.48	10.73	37.28	0.62		71		
篩分前煤樣總量: 19459.5kg 最大粒度: 730×380×220mm									
粒 級 mm	產物名稱		產 率			質 量			Q _{gr,d} (MJ/kg)
			重量 (kg)	占全樣 (%)	篩上累計 (%)	M _t (%)	A _d (%)	S _{t,d} (%)	
編 號 (1)	(2)		(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
>100	手 選	煤	2616.5	13.479		3.57	11.41	1.10	28.680
		夾矸煤	102.6	0.528		2.86	31.21	1.43	20.871
		矸 石	162.9	0.839		0.85	80.93	0.11	
		硫鐵礦							
		小 計	2882.0	14.846	14.846	3.39	16.04	1.06	
100~50	手 選	煤	2870.4	14.787		4.08	13.72	0.78	28.119
		夾矸煤	80.6	0.415		3.09	34.47	0.95	19.674
		矸 石	348.7	1.796		0.92	80.81	0.13	
		硫鐵礦							
		小 計	3299.7	16.998	31.844	3.72	21.32	0.72	
>50合計		6181.7	31.844	31.844	3.57	18.86	0.88		
50~25	煤	2467.1	12.709	44.553	3.73	24.08	0.54	23.781	
25~13	煤	3556.7	18.322	62.875	2.56	22.42	0.61	24.133	
13~6	煤	2624.2	13.518	76.393	2.40	23.85	0.55	23.484	
6~3	煤	2399.4	12.360	88.753	4.04	19.51	0.74	24.803	
3~0.5	煤	1320.5	6.803	95.556	2.94	16.74	0.74	26.289	
0.5~0	煤	862.6	4.444	100.000	2.98	17.82	0.89	25.447	
50~0 合 計			13230.5	68.156		3.08	21.62	0.64	
毛 煤 總 計			19412.2	100.00		3.24	20.74	0.72	
原煤總計 (除去大於50mm級 矸石和硫鐵礦)			18900.6	97.365		3.30	19.11	0.74	

4) 计算筛上物累计平均水分、灰分及硫分

(1) 筛上物累计水分的计算 表中第(6)栏中各粒级的水分是化验结果。小计和合计水分是由计算而得。第(3)栏中各粒级的产物重量与第(6)栏中相应的水分含量的乘积是各粒级产物的实际水分重量(kg)。在实际计算中,水分量往往不用这种绝对重量来表示。

如果我们把整个煤样当成100%(总产率),把第(3)栏中各粒级产物的重量转变成各粒级产物的产率,那么用第(4)栏中各粒级的产率与第(6)栏中相应的水分含量的乘积就是各粒级产物的水分量。即水分的相对数量。