



煤炭高级技工学校“十一五”规划教材

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

选煤工艺—重选

XUAN MEI GONG YI — ZHONG XUAN

煤炭工业出版社

- 煤炭高级技工学校“十一五”规划教材

选 煤 工 艺

——重 选

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

煤炭工业出版社

· 北 京 ·

煤炭高级技工学校“十一·五”规划教材

选 煤 工 艺

——重 选

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

*

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

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 787mm×1092mm^{1/16} 印张 14

字数 330 千字 印数 1·5,000

2007 年 8 月第 1 版 2007 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5020-3141-1/TD94

社内编号 5942 定价 29.00 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

为贯彻落实《中共中央办公厅、国务院办公厅印发〈关于进一步加强高技能人才工作的意见〉的通知》（中办发〔2006〕15号）精神，推动煤炭高级技工学校、技师学院和高等职业学校加快煤炭行业高技能人才培养工作，顺应煤炭工业发展对高技能人才的需求，中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会于2005~2006年召开了多次会议，对煤炭行业高技能人才培养教材建设工作进行了深入的研究，并按专业开展了教学计划、教学大纲的研究和教材开发工作。经过1年多的工作，煤炭行业高技能人才培养教材建设工作进展顺利，一套“结构科学，特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭高级技工学校通用教材将陆续出版发行，为煤炭行业高技能人才培养提供有力的技术支持。

这套教材主要适用于煤炭高级技工学校、技师学院、高等职业学校教学，也适合具有高中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《选煤工艺——重选》是这套教材中的一种，是根据经劳动和社会保障部批准的全国煤矿技工学校统一教学计划、教学大纲的规定编写的，经中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会审定，并认定为合格教材，是全国煤炭高级技工学校教学，高等职业学校开展高技能人才培养的统一教材。

本教材由大同煤炭高级技工学校贺遥同志主编，贺遥编写了第一、二、五章，大同煤矿集团有限责任公司精煤分公司燕子山通煤厂吴厂明编写了第三、四章。另外，在本教材的编写过程中，得到了有关煤炭高级技工学校的广大教师和煤矿企业有关工程技术人员的大力支持和帮助，在此一并表示感谢。

由于时间会促，书中难免有不当之处，恳请广大读者批评指正。

中国煤炭教育协会职业教育教材

编审委员会

二〇〇七年七月

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

名誉主任	朱德仁					
主任	邱江					
常务副主任	刘富					
副主任	刘爱菊	吕一中	肖仁政	张西月	郝临山	魏焕成
	曹允伟	仵自连	桂和荣	雷家鹏	张贵金	韩文东
	李传涛	孙怀湘	程建业			
秘书长	刘富(兼)					
委员	(按姓氏笔画为序)					
	牛宪民	王枕	王明生	王树明	王朗辉	甘志国
	白文富	仵自连	任秀志	刘爱菊	刘富	吕一中
	孙怀湘	孙茂林	齐福金	何富贤	余传栋	吴丁良
	张久援	张先民	张延刚	张西月	张贵金	张瑞清
	李传涛	肖仁政	辛洪波	邱江	邹京生	陈季言
	屈新安	林木生	范洪春	侯印浩	赵杰	赵俊谦
	郝临山	夏金平	桂和荣	涂国志	曹中林	梁茂庆
	曾现周	温永康	程光岭	程建业	董礼	谢宗东
	谢明荣	韩文东	雷家鹏	题正义	魏焕成	
主编	贺遥					
副主编	吴广明					

目 录

绪 论	1
第一章 重力选煤的基本知识和基本理论	9
第一节 煤的粒度组成分析	9
第二节 煤的密度组成分析	13
第三节 可选性曲线及影响可选性的因素	16
第四节 物料和介质的工艺性质	23
第五节 重介质的性质	26
第二章 重介质选煤	33
第一节 概述	33
第二节 重介质分选机和重介质旋流器的工作原理	35
第三节 重介质分选机及其操作	40
第四节 重介质旋流器	60
第五节 重悬浮液的回收与净化系统及其主要设备	76
第三章 跳汰选煤	90
第一节 概述	90
第二节 跳汰选煤的原理及分层	92
第三节 跳汰机	100
第四节 影响跳汰选煤分选效果的因素	143
第五节 跳汰机的操作、常见故障的排除及维护保养	150
第四章 其他重力选煤方法简介	167
第一节 干法选煤	167
第二节 斜槽分选机选煤	180
第三节 螺旋滚筒选煤机选煤	183
第四节 螺旋分选机选煤	186
第五节 摇床选矿	190
第五章 重力选矿工艺效果的评定	200
第一节 重力分选过程中矿粒在产物中的分配曲线	200
第二节 重力选矿工艺效果的评定	211
参考文献	217

绪 论

一、概述

我国是一个多煤少油的国家，已探明的煤炭储量占世界煤炭储量的 33.8%，可采量仅次于前苏联和美国，位居世界第三。我国煤产量位居世界第一位，出口量仅次于澳大利亚而居于第二位。煤炭在我国一次性能源结构中处于绝对主要地位，20 世纪 50 年代的比例曾高达 90%。随着大庆油田、渤海油田的发现和开发，一次性能源结构才有了一定程度的改变，但煤仍然占到 70% 以上。在 2004 年完成的《中国可持续能源发展战略》研究报告中，20 多位中科院和工程院院士一致认为，到 2010 年，煤炭在一次性能源生产和消费中将占 60% 左右；到 2050 年，煤炭所占比例不低于 50%。可以预见，在未来几十年内，煤炭仍将是我国主要能源和重要的战略物资，具有不可替代性，煤炭工业在国民经济中的基础地位将是长期稳固的。

我国煤炭资源从开采、加工到消费的过程仍然是传统的经济模式，对煤炭的利用是粗放型的，在资源存量和环境承载两个方面承受着高强度的资源消耗和严重的环境污染。因此，我国在 20 世纪 80 年代中期启动了洁净煤技术即以煤炭生产加工技术、煤炭燃烧技术、煤炭转化技术及污染控制技术为一体的技术体系。而煤炭洗选加工是洁净煤的源头技术，是国民经济可持续发展的重要条件。

（一）选煤在国民经济中的作用

1. 对发展煤炭工业的作用

从矿井或露天矿开采出的煤炭中总会含有一定数量的矸石。选煤的目的就是把开采出来的原煤用机械加工的方法除去其中的大部分有害物质，得到品质符合要求的商品煤，以满足各类工业用煤对煤炭品质的要求。随着机械化采煤程度的提高，不可避免地使混入煤炭的矸石或其他杂物增加；并且为了充分利用能源，提高煤炭的回采量，必然引起原煤质量的下降，在这样情况下采出的原煤是不能直接利用的。这就要把提高煤炭质量的工作放到井上，即原煤必须经过分选。因此，选煤为机械化采煤提供了条件，没有高效率的机械化选煤，是不能发展高效率的机械化采煤的。

2. 对煤炭产品合理利用的作用

我国能源利用率低，约为 30%，主要原因是原煤的直接使用。在现代工业中，工业部门对煤炭质量要求各不相同。钢铁工业要求低灰、低硫和具有粘结性的炼焦精煤；但是锅炉却不宜用强粘结性的煤，否则会导致排渣困难。不同型式的锅炉，对煤炭的要求也是不一样的。层状燃烧的锅炉，希望用块煤；大型电厂的锅炉，却要用粉煤；而无烟煤虽然不适用动力锅炉，却是生产化肥的造气原料，还可用于高炉喷吹，以节约焦炭。煤炭品种不对路是极大的浪费；反之，产销对路则是很大的节约。因此，为提高煤炭的利用率，满足不同用户的要求，使产品适销对路，将原煤分选加工是十分必要的。

3. 对减少铁路运输量的作用

煤炭在铁路运输量中所占比重最大，煤炭的灰分高，就等于让火车带着大量的矸石去“旅行”。我国每年产煤约 11 亿吨，如果通过加工平均排除 1% 的矸石，则可每年节省 18 万辆运煤的火车车皮。因此，发展选煤，除了可提高煤炭产品的质量外，还可减少铁路无效运输。

4. 对环境保护的作用

我国高硫煤约占总储量的 27%，目前高硫煤产量已达 1 亿吨以上。随着深部煤层的开采，原煤的含硫量将逐步提高，脱除煤中无机硫的要求越来越迫切。煤在分选过程中，降灰的同时可脱除黄铁矿，较之用化学方法在烟气、煤气中脱硫成本低，还可消除燃烧时硫对有关设备、管道的腐蚀。

5. 对煤炭综合利用的作用

随着科学技术的进步，对煤炭的综合利用越来越为人们所重视，而选煤本身就具有综合利用的作用。如炼焦用煤，原煤经过分选，精煤用于炼焦，炼焦可产出焦炭和煤气、苯、氨水等化工原料；中煤或洗混煤用于发电；灰分较低的矸石作为沸腾炉燃烧，灰分高的矸石可作建筑材料、井下充填或就地废弃，含高硫煤的矸石单独选出黄铁矿硫作为制取硫酸的原料；浮选尾煤供发电或作内燃砖原料等。

6. 对提高煤炭企业经济效益的作用

煤炭企业仅生产原煤，其经济效益是不高的。选煤在提高用煤企业的经济效益和社会效益的前提下，通过增加煤的品种，提高煤炭质量和煤炭的使用价值，可显著提高煤炭企业的经济效益。

（二）我国选煤工业的发展现状

我国于 1917 年建立了第 1 座使用跳汰机的机械化选煤厂，1923 年开始建炼焦煤选煤厂。1949 年以前，我国共建炼焦煤选煤厂 11 座和动力煤选煤厂 5 座。解放后，选煤生产也和其他工业生产一样得到了迅速恢复和发展。特别是 20 世纪 80 年代后期，我国的选煤厂建设走上了快车道。在“六五”至“七五”的 10 年间，仅国有重点选煤厂的选煤能力就增长近 1 倍。为满足选煤厂快速建设的步伐，计算机软件的开发为选煤厂设计中的各类资料的计算、多种图纸的绘制以及厂房土建结构的计算提供了方便，使选煤厂设计工效提高了 5~7 倍。90 年代后期，在吸收消化国外先进设计概念的同时，我国自主开发了新型高效选煤厂。主要设备基本为两层布置，设备之间高差尽可能小，降低厂房高度，这样不仅减小了厂房的体积（仅为传统厂房的 1/3 左右），同时也降低了全厂的电力消耗。厂房采用轻钢结构，彩色复合保温压型钢板围护，简洁明快。设备支撑构件标准化，可由工厂加工制造，缩短了施工周期。设备尽可能选用大型设备，每个环节基本采用单台设备，简化工艺系统，缩短煤流通道，减少工艺环节，提高设备利用率和设备可靠性，提高选煤厂综合经济效益。这对于大型选煤厂效果最为明显，可减少设备维护量，减少用工人数。例如，一个以传统方式设计的 3.6Mt/a 选煤厂，其主厂房设备需 100 台，如果将设备大型化，则主厂房设备一般只需要 40 台。在选煤厂自动化方面进展也较快，多数选煤厂实现了集中控制，其中部分选煤厂完善了监测、监控管理系统，实现对全厂设备运行状态的采集、显示、故障记录、储存，形成各种工艺参数及工况历史资料，检测储仓料位和水池（箱）液位；相当一部分选煤厂使用了工业电视，对主要设备的运行进行监视；少数选煤厂已装配计算机信息管理系统，用以完成煤质化验日常报表、煤质化验数据分析、经济预

测、生产计划管理、生产统计、运销管理、技术管理、工资管理、财务及档案管理等项目。在选煤设备的研制方面,为了满足选煤厂大型化的需要,成功地研制了 X6024 型 40m^2 筛下空气室跳汰机、TJL4565 大型立轮重介质分选机、GP 型系列圆盘过滤机、高频振动筛和高效浓缩机等。中国选煤工艺从 50~70 年代的以跳汰、浮选为主,发展到 80 年代的跳汰粗选、重介旋流器精选、浮选流程,再到 90 年代的跳汰、重介分选、动筛跳汰选、风选、微泡浮选等工艺共存的状态。近几年,由于解决了介质回收、高效泵送、设备及其管道的耐磨等问题,重介选煤工艺的基建投资和生产成本不断降低,重介质选煤技术在我国得到了迅速发展,其极易操作和高效率的特性越来越受到欢迎。

然而,我国选煤工业的发展与发达国家相比还存在一定的差距。不仅原煤入选比例低,而且发展不平衡。炼焦煤选煤厂占选煤厂总能力的 68.2%,动力煤选煤厂占总能力的 31.8%。在选煤厂厂型和专用设备方面,美国选煤厂全国平均小时处理能力 3700t,而我国每小时处理能力不及 800t。可见,我国的厂型、设备总体上比发达国家小。其次,在选煤厂自动化程度等方面与发达国家相比尚有一定差距。例如,美国的全员效率在 100t/工,而我国一般的大型选煤厂的全员效率在 35t/工,正在建设的几个主要设备国际采购或用大型化国产设备的现代化选煤厂全员效率一般在 80~120t/工。

(三) 选煤工业的发展趋势

根据国家经贸委等部门近来制定的国家产业技术政策,煤炭行业近 10 年的发展目标要着眼于技术水平和装备水平的提升。具体到煤炭加工及利用方面的重点是煤炭洗选、动力配煤、水煤浆代油及煤层气开发利用 4 个方面。

选煤是洁净煤技术的重要组成部分,是国家产业政策鼓励发展的重点技术之一。先进高效和经济实用的选煤技术一直是人们追求的目标。虽然选煤技术的发展仍趋于多元化,但工艺系统的简单化、基建投资的最小化、经济效益的最大化将是主要趋势。经过“九五”期间的技术升级,我国选煤应用技术及装备的发展达到了与国际同步的水平。随着经济与环境的协调发展,选煤工业在中国有广阔的发展前景。未来选煤厂将向工艺多样化、系统灵活化、配置个性化、厂房低层化、控制自动化、总体最优化、投资最小化方向发展。

今后,我国选煤厂建设类型应大部分为动力煤选煤厂,目的是提高动力煤的入选率。在生产动力用煤的同时,可产出化工用煤和建材用煤。高硫煤的脱硫应在降灰的同时完成。但部分有机硫含量高的高硫煤,难以通过洗选达到降硫的目的,只有进行配煤。炼焦煤选煤厂的发展将主要偏重于提高产品质量,改善现有的装备水平,提高自动化程度,提高产品合格率。在选煤方法的应用中,重介选将占主导地位,跳汰选仍是易选煤的首选,微泡浮选将取代传统浮选,浮选粒度上限将会降低至 0.2mm 左右,微泡浮选柱对微细煤泥(小于 0.074mm)的处理效果优于传统浮选机,且脱硫效果较为明显。全部入选的动力煤选煤厂,还可使用螺旋分选机进行粗煤泥分选,其他选煤方法将会在特定条件下合理应用。

(四) 选煤方法分类及主要选煤方法简介

原料煤是碎散的粒状物料,具有各种自然性质,如密度、粒度、形状、硬度及脆性、润湿性、导电性、导磁性、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、导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,

都未在生产上使用。以下介绍了几种工业上常用的主要选煤方法。

1. 利用矿物密度差别为主要依据的选煤方法——重力选煤

重力选煤是在某种介质（空气、水、重液或重悬浮液）中进行的。在分选过程中，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，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。

重力选煤根据介质以及介质运动状况的不同分为湿法和干法 2 大类。

1) 干法重力选煤

干法重力选煤有风选、拣选、摩擦选、磁选、电选、微波选、空气重介质流化床选等，其中影响较大的干法重力选煤是风选和空气重介质流化床选。

风选设备有风力摇床和风力跳汰机。在俄罗斯采用最多的是风力摇床分选机，入选物料受上升气流和床面差动运动 2 个作用力，物料在床面沟槽中首先受到上升气流的作用，继而，轻的煤被吹到上表面；随着床面的往复差动运动，粒群松散产生离析，大而轻的煤也被挤到上表面，上述两种作用力使物料按密度分层。处于底层的高密度物料在往复差动运动的作用下移至矸石排料端排出，密度相对较小的精煤则经过平行沟槽的多次分选后，在精煤排料端排出，从而实现轻、重物料的分离。在北美洲采用最多的是风力跳汰机。其原理是将振动的多孔筛板安装在空气室上部，脉动气流通过旋转蝶式阀门进入空气室上部，由于气流向上脉动和施加在筛板上的振动作用，入选物料将按密度分层，较重的物料落在筛板上并沿筛板向下移动，遇到排矸孔（共 4 段）排出矸石，中煤可再选。以上 2 种风选设备使用效果不够理想，现已基本淘汰。

我国的技术人员在消化、吸收国外技术的基础上研制出了 FX 型分选机和 FGX 型复合式干选机。这两种分选机是利用原煤中细粒煤（自生介质）与空气组成气—固两相混合介质进行分选，而不是单以空气作为介质。这两种风选设备均在十多个风选厂投入使用，分选效果较理想，特别为易泥化煤的分选提供了较好的分选条件。

干法重力选煤（简称干法选煤或干选）可省去煤泥水澄清、煤泥回收处理、产品脱水、干燥等工艺，生产流程大大简化，具有节水、投资少、见效快、经济效益高等特点，但其分选精度较湿法选煤差。因此，干法选煤适用于选煤厂对原料煤进行脱硫、预排矸或对煤矸石进行分选再利用等。

2) 湿法重力选煤

湿法重力选煤有跳汰选煤、重介质选煤、摇床选煤、斜槽选煤、螺旋滚筒选煤机选煤以及螺旋分选机选煤等几种方法。

(1) 跳汰选煤。

目前，跳汰选煤广泛使用的是空气脉动式跳汰机，即用压缩空气驱动床层水流脉动使跳汰机筛板上的物料（床层）按密度分层：位于上层的低密度物被水流带走从溢流口排出；位于下层的细粒高密度物透过筛孔排出，粗粒高密度物则通过筛上重产物排料装置排出。这种类型的跳汰机具有分选效果好、生产能力大、产品品种多、流程简单、调节容易、适应性强等特点。跳汰选煤入选粒级的最佳范围为 0.5~50mm（有时上限可达 100~150mm）。

另外,还有一种是动筛跳汰机,它是利用驱动装置驱动筛面在水介质中做上下运动,使筛面上的物料得以按密度分选。该机适合分选含矸量较大的块原料煤,也可用于原煤准备车间代替人工选矸作业。

(2) 重介质选煤。

重介质选煤是用极细的高密度矿物(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,从而得以按密度分选。块煤重介分选设备有立轮重介分选机和斜轮重介分选机。立轮和斜轮重介分选机适合处理粒度为13mm(或6mm)以上的粗粒级煤。为强化细粒级难选煤的分选效果,采用重介质旋流器分选。重介质旋流器是利用离心力分选的,由于物料在离心力场中所受到的离心力比物料在重力场中所受到的重力要大数十倍甚至数百倍,所以,采用重介质旋流器分选细粒级煤可得到非常满意的效果。重介质旋流器适合处理粒度为50mm以下的细粒级煤。

(3) 摇床选煤。

利用机械往复差动运动和水流冲洗的联合作用,使煤按密度分选的分选方法称为摇床选煤。摇床选煤适合处理13mm以下的末煤或6mm以下的粉煤,对0.2~0.15mm细粒级煤的分选也较为有效,对脱除煤中微细的黄铁矿颗粒效果较好;其缺点是处理量较低。因此,摇床选煤适合分选原料煤中煤和矸石的密度差别较大或用于13mm(或6mm)以下,含黄铁矿较多的原料煤的脱硫及分选出低灰精煤等。

(4) 斜槽选煤。

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称为斜槽选煤。斜槽具有设备简单、投资少、动力消耗少等优点。该设备对小型矿井和地方小煤窑具有推广意义。

(5) 螺旋滚筒选煤机选煤。

螺旋滚筒选煤机是20世纪90年代初从比利时引进,后经国内有关单位研究改进,并于1992年通过了原煤炭部进行的新产品鉴定,全国现已有30多家煤矿应用。该设备主要用于动力煤选煤厂对块煤的排矸。使用厂家普遍反映,用螺旋滚筒选煤机具有投资省、建厂快、占地面积小、省电省水、排矸高效等优点,特别适合中小煤矿采用。

(6) 螺旋分选机选煤。

物料在绕垂直轴线弯曲成螺旋状的溜槽中,利用离心力和重力进行分选的方法称为螺旋分选机选煤。矿浆自上部给入后,在沿槽流动过程中发生分层。进入底层的重产物颗粒趋于向槽的内缘运动,轻产物则在快速的回转运动中被甩向外缘。于是密度不同的原料煤即在槽的横向展开了分选带。在现场的使用实践表明,它具有结构简单、无运转部件、占地面积少、基建投资低、生产费用小、操作管理方便等优点,是用来处理煤泥的成功设备。

2. 利用煤和矸石表面润湿性的差别实现分选的方法——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入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 以下的煤粉。

3. 利用硬度和脆性的分选方法——滚筒碎选

一般来说,煤比较脆且易碎裂,而矸石则比较坚硬。滚筒碎选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。滚筒碎选机的工作过程是:随着一个结构坚实,周壁是格筛的滚筒慢慢旋转,大块原煤给入滚筒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,使得质脆的煤粒被摔碎后从筒壁孔排出,坚硬的矸石则在提起、下砸过程中沿筒内螺旋提升做筒体轴向移动,最后从滚筒的另一端排出。

由于这种选煤方法分选效率低,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。

二、选煤工艺流程简介

选煤工艺流程按选煤方法分为跳汰选、重介选、斜槽选、摇床选、风选以及螺旋分选、浮选等流程;按入选原煤的组成特征分为分级入选、分组入选、配煤入选和混合入选流程;按产品用途分为动力煤和炼焦煤选煤流程。

选择工艺流程的主要原则是:①获得最大的精煤产率和最高的经济效益;②基建投资和生产费用最省;③装备先进高效、作业系统稳定可靠并具有灵活性。

跳汰选煤流程通常用于处理 0.5~100mm 的易选和中等可选性煤;重介选多用于处理 0.3~300mm 的极难选煤,或用于排除大块矸石;难选煤既可用重介选亦可用跳汰选处理,应经技术经济比较之后确定;斜槽分选精度较低,一般用于处理块状脏杂煤;摇床用以处理末煤,对脱除煤中黄铁矿比较有效;高寒缺水地区的易选煤可采用干选;浮选用于分选小于 0.5mm 的煤泥。依据原煤性质和产品用户要求,选择上述某种选煤方法,或将几种方法联合使用,构成所需要的选煤工艺流程的基本组成部分。

分级入选是指将入选原料煤分成不同粒级分别处理,当各种分选设备的有效分选粒级不同,或因原煤各粒级可选性差异较大需选用不同的分选密度时,宜采用分级入选流程;分组入选是按煤的牌号、可选性或硫分的差异分组,进行分别入选;配煤入选是将煤质、牌号不同的煤按预定的比例混匀后进行分选;不分级入选又称混合入选,是将入选原料煤不经分级直接送入分选设备处理;脱泥入选指原料煤经脱泥后进行分选。

动力用煤的分选主要是排除矸石、降低灰分、提高热值和增加产品品种,生产符合用户要求的不同规格的选后煤。其分选下限(指选煤机械有效分选作用所能达到的最小粒度)可以是 0、6、13、25mm 等,分选作业比较简单。例如,块煤重介质排矸——末煤跳汰选工艺流程。阜新矿务局海州露天矿选煤厂的年设计处理能力为 200 万 t,入选原煤为长焰煤,用斜轮分选机选 50~300mm 大块煤,0~50mm 原煤用跳汰机选,其工艺流程如图 0-2 所示。采用该工艺的还有抚顺西露天矿等选煤厂。该流程适用范围:大型矿或露天矿生产的动力原煤,各粒级灰分均较高,特大块矸石含量较多,必须经过洗选才能满足用户要求,其分级粒度视各粒级分选密度的相近性和原煤水分大小而定,一般取 20~35mm。

炼焦煤分选要求精煤灰分较低,回收率较高,全部入选,分选作业比较复杂。对稀难选的煤种(如主焦煤、肥煤等),可将精煤的灰分设定高些,以提高精煤产率;对贮量和

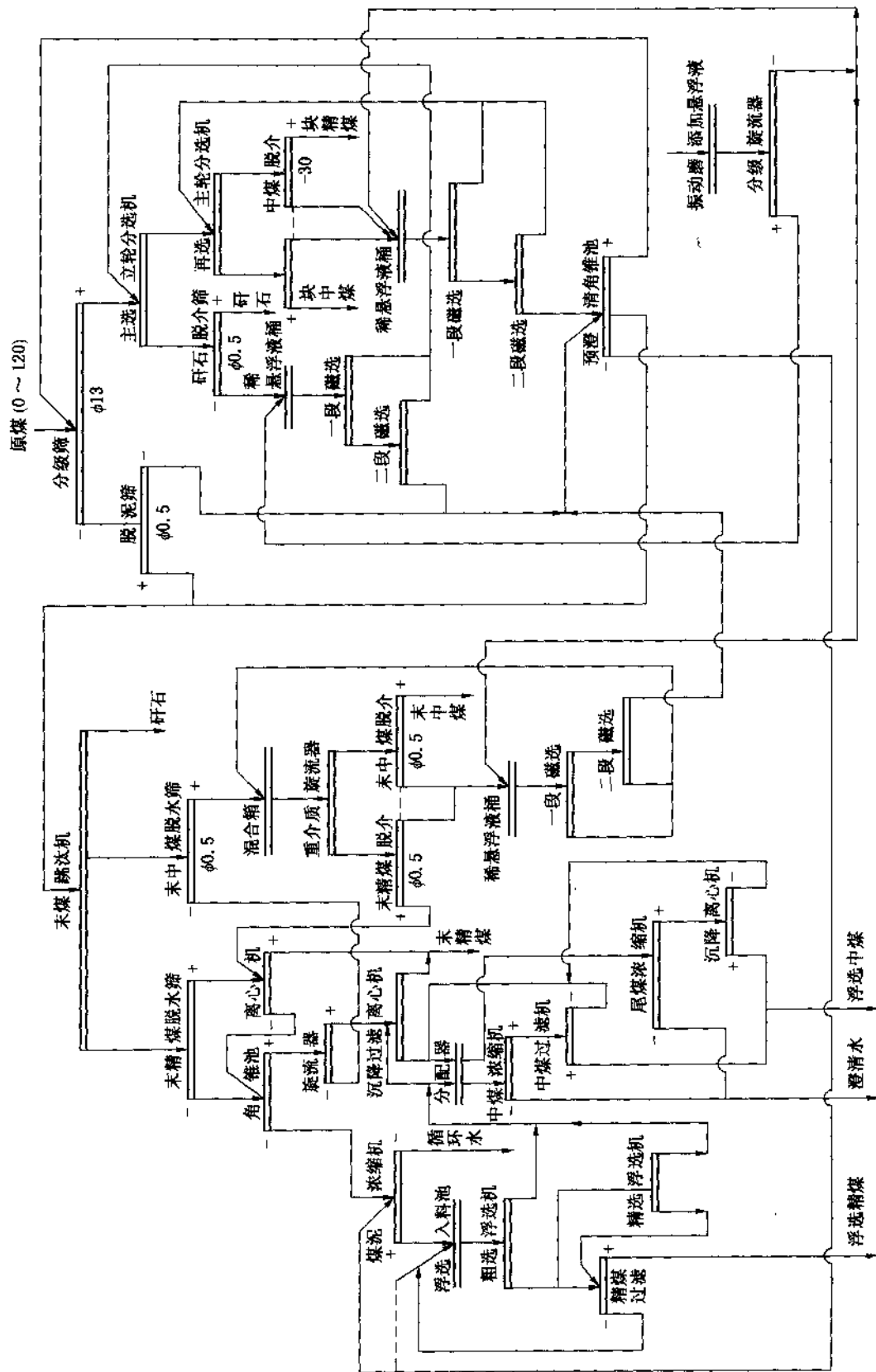


图 0-1 块煤重介—跳汰中重介质旋流器再选—煤泥浮选联合工艺

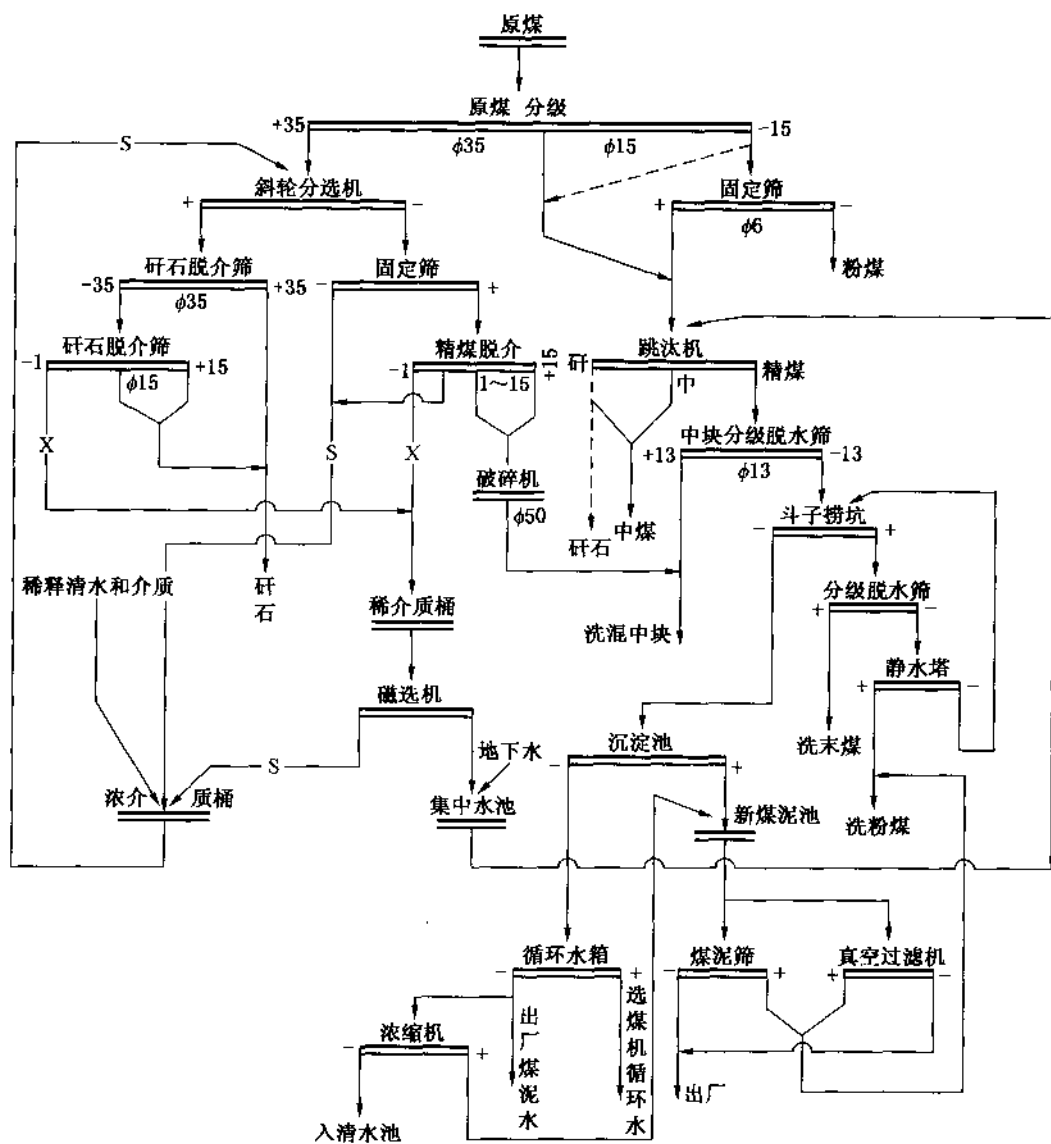


图 0-2 块煤重介质排矸—末煤跳汰选工艺

产量大的煤种（如 1/3 焦煤、气煤等），可将精煤的灰分设定得低些，以降低炼焦配煤的灰分，同时还可以生产灰分略高的另一等级精煤，供其他用途。例如，炼焦煤选煤流程：块煤重介—末煤跳汰—跳汰中煤重介质旋流器再选—煤泥浮选联合工艺。范各庄矿选煤厂是由德国（前联邦德国）与我国联合设计的年处理能力为 400 万 t 的大型炼焦煤选煤厂。原煤牌号为肥煤。选煤工艺为：13~120mm 块煤用主、再选立轮重介分选机选；0.5~13mm 末煤用巴达克跳汰机选；跳汰中煤用重介质旋流器再选；小于 0.5mm 煤泥浮选，工艺流程如图 0-1 所示。采用该工艺的还有吕家坨、大武口等选煤厂。该工艺适用范围：块煤含量多且难选、末煤难选、中煤含量大的原料煤；或为了充分回收炼焦煤资源，提高精煤产率和经济效益。

第一章 重力选煤的基本知识和基本理论

第一节 煤的粒度组成分析

粒度是指颗粒的大小。粒级是指一定粒度的范围。粒度组成是指各粒级物料的质量分布。矿粒的粒度视需要可以采用各种表示方法,我们这里只介绍当量直径。

当量直径即等于矿粒体积的球体直径。

设用 d_v 表示体积当量直径, V 为矿粒体积, 则:

$$d_v = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = 1.24 \sqrt[3]{V} \quad (1-1)$$

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,因此煤在开采过程中或受到外力作用时,会碎裂成大小不同的颗粒。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组成细的容易分选;同时粗、细粒级物料在分选过程中各自的工艺过程、操作制度也有差异,而且各种用户对产品的粒度和粒度组成要求不同,因而其销售价格和用途也不相同。因此,从事选煤工作的技术人员,首先必须了解入选原煤的粒度组成。原煤粒度组成的研究方法,主要通过筛分试验来进行。

一、筛分试验

筛分试验就是采用不同孔径的筛子把煤炭按粒度大小分成不同的粒度级别,并对每一粒级测定其质量和品质(例如化验灰分、水分、硫分、挥发分、发热量等,视试验目的而定),从而了解各粒级在总体中所占的比例和不同粒级的品质。这样,通过筛分试验,不但可以查明煤的粒度组成,而且也可以查明不同粒级的质量特征,为合理利用煤炭提供依据,同时也对生产起指导作用。

具体的筛分试验的操作步骤及筛分试验资料的整理等有关知识将在《选煤厂技术检查》一书中详细介绍。

二、筛分试验资料的分析

筛分试验资料整理完毕后,还要对筛分试验资料进行分析。因为分析原料煤的筛分试验资料对了解原料煤的物理性质、制定选煤工艺流程和确定选煤操作制度(方法)有着重要的意义。一般从以下几个方面进行分析:

1. 根据各粒级的产率分析原煤的硬度和脆性

原煤的硬度和脆性一般以大于 50mm 级煤的含量多少来评定。在采煤方法相同的情况下,根据大于 50mm 级煤的含量不同,可把原煤粗略地分为 4 种硬度等级(表 1-1)。

表 1-1 煤 的 硬 度 等 级

大于 50mm 级煤含量/%	>50	50~45	45~30	<30
硬度等级	特硬煤	硬煤	较硬煤	软煤

注：本分类不适用于露天开采的煤。

如果原料煤中大粒级含量较多，且灰分较低，说明煤质较硬；否则，煤质较脆。如果各粒级产率相近，说明原料煤粒度分布均匀，否则要找出主导粒级。

2. 根据各粒级灰分，分析煤质变化规律

如果原粒煤中各粒级的灰分与原粒煤灰分相近，说明煤质均匀；如果细粒级灰分较低，且含量又高，说明煤脆易碎，这种煤在洗选加工过程中应尽量避免过粉碎现象；如果粗粒级灰分较低，且含量又高，说明粗粒级煤质好，煤较硬；如果小于 0.5mm 粒级的物料灰分比原粒煤总灰分或邻近粗粒级的灰分高，说明矸石有泥化现象；如果小于 0.5mm 粒级的物料灰分比总灰分低，可以认为该煤泥化现象不严重。

3. 分析大于 50mm 级的手选资料

从大于 50mm 级的手选资料中看煤、夹矸煤、黄铁矿和矸石的含量及其灰分和硫分等。如果煤的含量高且灰分低，说明煤质硬，可考虑扩大入选粒度上限；如果夹矸煤含量高，则考虑降低入选粒度上限；如果矸石含量少且煤质好，可考虑经简单手选矸石出商品煤；如果矸石含量高，应考虑采用重介质选或选择性破碎机等方法选矸；如果黄铁矿含量高，可考虑用摇床选煤并出黄铁矿副产品。

【例 1-1】分析某煤田原煤自然级筛分试验资料，筛分试验资料见表 1-2。

表 1-2 原煤自然级筛分试验资料

粒级/mm	名 称	产率/%	灰分/%	硫分/%
>150	煤	3.970	30.340	1.05
	矸石	4.744	75.590	0.260
	小计	8.714	54.975	0.620
150~100	煤	3.340	24.956	0.452
	矸石	2.419	73.710	0.124
	小计	5.759	45.435	0.314
100~50	煤	6.952	25.752	0.531
	矸石	3.298	73.236	0.185
	小计	10.25	41.030	0.420
>50	计	24.723	46.971	0.466
50~25	煤	15.685	34.114	0.600
25~13	煤	13.684	32.095	0.565
13~6	煤	13.299	32.087	0.707
6~3	煤	10.366	29.636	0.749
3~1.5	煤	7.010	26.288	0.676

续表

粒级/mm	名 称	产率/%	灰分/%	硫分/%
1.5~0.5	煤	7.072	24.080	1.110
0.5~0.0	煤	8.161	25.245	1.005
合 计		100.000	34.301	0.666

筛分资料分析:

- (1) 原煤灰分 34.301%，硫分 0.666%，属中高灰、低硫煤。原煤中大于 50mm 粒级的产率为 4.723%，说明煤质较脆。所以在分选时防止由于煤质较脆而导致入料过粉碎，洗选工艺只破碎大于 150mm 粒级到小于 150mm 粒级煤。
- (2) 随着粒度减小，原煤灰分降低，大于 50mm 粒级灰分 46.971%，小于 0.5mm 粒级灰分 25.245%，两者灰分差 21.726%，降幅较大，说明矸石不易粉碎。
- (3) 随着粒度减小，原煤硫分降低，且由大于 50mm 粒级可见，矸石中硫分低于同粒级煤的硫分，说明原煤中的硫以有机硫为主。
- (4) 原生煤泥含量 8.161%，含量较小，说明原煤硬度较大。
- (5) 在筛分资料中显示，大于 50mm 物料中无夹矸煤。

三、粒度特性曲线

根据筛分试验报告表可以了解某一粒级的数量和质量情况，在选煤工艺中往往需要了解任一情况下原料煤的数量和质量情况，这就需要借助粒度特性曲线来解决。

粒度特性曲线就是物料粒度组成情况的图示，绘制粒度特性曲线采用直角坐标系。如图 1-1 所示，左纵坐标轴表示筛上物累计产率，下横坐标轴表示筛子的孔径，上横坐标轴

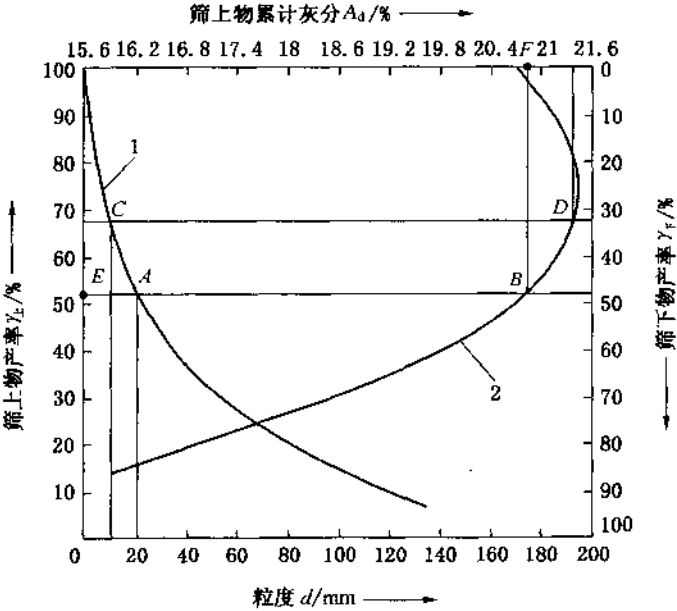


图 1-1 原煤粒度特性曲线图