

中国煤炭教育协会
教材建设

煤炭技工学校“十二五”规划教材



ZHONGLI XUANMEI

重力选煤

■ 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

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

煤炭技工学校“十二五”规划教材

主 任 邢 江

常务副主任 刘 富

重 力 选 煤

副主任 刘富国 肖仁斌 吴占鹤 武继平 魏建强

曹光伟 许自逢 雷家福 丁 波 郭文康

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会 编

编 书 长 刘 富 (兼)

编 委 (按姓氏笔画排序)

丁 波 王 光 王明生 牛宽民 牛耀宏

主

副 主 任 王 明

煤 炭 工 业 出 版 社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

重力选煤/中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会
编. --北京:煤炭工业出版社, 2012
煤炭技工学校“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5020-4156-4

I. ①重… II. ①中… III. ①重力选煤—技工学校—
教材 IV. ①TD94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 308645 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
北京珉实印刷有限公司 印刷
新华书店北京发行所 发行

*
开本 787mm × 1092mm¹/₁₆ 印张 17¹/₂
字数 409 千字 印数 1—5 000
2013 年 3 月第 1 版 2013 年 3 月第 1 次印刷
社内编号 6979 定价 34.00 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

中国煤炭教育协会职业教育教材编审委员会

主 任 邱 江

常务副主任 刘 富

副 主 任 刘爱菊 肖仁政 吴占鹏 武继承 魏焕成

曹允伟 仵自连 雷家鹏 丁 波 韩文东

李传涛 牛耀宏 程建业

秘 书 长 刘 富 (兼)

委 员 (按姓氏笔画排序)

丁 波 王 忱 王明生 牛宪民 牛耀宏

甘志国 仵自连 任秀志 刘 富 刘爱菊

孙茂林 肖仁政 吴丁良 吴占鹏 邱 江

何富贤 邹京生 张久援 张延刚 张瑞清

陈季言 武继承 赵 杰 赵俊谦 贾 涛

夏金平 曹中林 梁茂庆 葛 侃 董 礼

韩文东 程光岭 程建业 温永康 谢宗东

雷家鹏 魏焕成

主 编 贺 遥

副 主 编 吴广明

前言

“十二五”期间，煤炭职业教育必须坚持认真贯彻党的教育方针，全面实施素质教育；坚持以服务为宗旨、以就业为导向、以提高质量为重点，立足煤炭、面向社会办学，增强职业教育服务煤炭工业发展和社会主义现代化建设的能力；深化人才培养模式改革，完善教学内容，创新教学方法，突出职业技能培养，全面提升学生的综合素质和职业能力。为此，中国煤炭教育协会组织煤炭行业职业教育专家编制了《煤炭技工学校专业目录》并在人力资源和社会保障部备案，同时完成了《煤炭职业教育“十二五”教材建设规划》编制工作，提出了教材建设工作继续坚持“改革创新、突出特色、提高质量、适应发展”的指导思想，新的教学方法研究和教材开发工作进展顺利，一套“结构科学、特色突出、专业配套、质量优良”的煤炭技工学校“十二五”规划教材正在陆续出版发行，将为煤炭职业教育的创新发展提供有力的技术支撑。

这套教材主要适用于煤炭技工学校教学、工人在职培训和就业前培训，也适合具有初中文化程度的工人自学和工程技术人员参考。

《重力选煤》是这套教材中的一种，是根据中国煤炭教育协会发布并经人力资源和社会保障部认可的全国煤炭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，是全国煤炭技工学校教学、工人在职培训和就业前培训必备的统一教材。

本书由大同煤炭技师学院贺遥主编，同煤集团精煤分公司吴广明副主编。在本书的编写过程中，得到了有关煤炭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。

中国煤炭教育协会职业教育
教材编审委员会

2013年元月

目次

绪论	1
课题一 了解我国的选煤事业	1
课题二 选煤方法分类及主要选煤方法简介	5
课题三 典型选煤工艺流程	8
复习思考题	17
模块一 重力选煤的基本知识和基本理论	18
课题一 分析煤的粒度组成	18
课题二 绘制和应用粒度特性曲线	20
课题三 分析煤的密度组成	23
课题四 绘制并应用可选性曲线	26
课题五 了解物料的性质	33
课题六 了解介质的性质	38
复习思考题	45
模块二 重介质选煤	48
课题一 重介质选煤概述	48
课题二 重介质分选机选煤的工作原理	50
课题三 浅槽重介质分选机	52
课题四 斜轮、立轮重介质分选机	58
课题五 重介质分选机的操作、调整及故障处理	69
课题六 密度自动控制系统的操作	76
课题七 重介质旋流器的工作原理	78
课题八 重介质旋流器	81
课题九 重介质旋流器的操作调整	89
课题十 重悬浮液的回收与净化系统	97
课题十一 磁选机	101
课题十二 重悬浮液回收净化的其他设备	112
课题十三 降低磁铁矿的损耗	117
复习思考题	119

模块三 跳汰选煤	121
课题一 了解跳汰选煤	121
课题二 跳汰选煤的原理及分层	123
课题三 动筛跳汰机	133
课题四 空气室跳汰机的基本构造	142
课题五 常见的空气室跳汰机	159
课题六 影响跳汰选煤分选效果的因素	181
课题七 跳汰机的操作	188
课题八 跳汰机常见故障的排除及维护保养	202
复习思考题	205
模块四 其他重力选煤方法简介	207
课题一 空气重介质流化床干法分选机选煤	207
课题二 风力干选机选煤	212
课题三 重介质螺旋滚筒选煤机选煤	223
课题四 螺旋分选机选煤	227
课题五 粗煤泥干扰床分选机选煤	230
课题六 粗煤泥干扰床分选机的操作调整、维护及故障处理	234
复习思考题	246
模块五 重力选矿工艺效果的评定	248
课题一 分配曲线的绘制及意义	248
课题二 分配曲线的特性参数及形状影响因素	254
课题三 评定重力选矿工艺效果	260
复习思考题	265
参考文献	266

绪 论

课题一 了解我国的选煤事业

【知识点】

◆选煤在国民经济中的作用

◆我国选煤工业发展的历史

◆选煤技术现状

◆我国选煤工业存在的差距

◆选煤工业的发展趋势和主攻方向

【课题描述】

选煤是我国煤炭工业发展的重要环节。

【课题分析】

认识选煤业的重要性，了解我国选煤业发展历史、现状和趋势，明确选煤业的主攻方向，立志为我国选煤事业的发展作贡献。

【相关知识】

我国是一个多煤少油的国家，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年代时所占比例高达90%。预计到2050年，煤炭所占比例仍不低于50%。煤炭工业在国民经济中的基础地位将是长期的和稳固的。而现阶段我国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；所以，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，原煤质量必然下降，必须经过分选才可利用。所以，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

各个工业部门对煤炭质量要求各不相同。钢铁工业要求低灰、低硫和具有黏结性的炼焦精煤，但是锅炉却不宜用强黏结性的煤，否则会导致排渣困难。不同类型的锅炉对煤炭

的要求也是不一样的。如：层状燃烧的锅炉希望用块煤；大型电厂的锅炉却要用粉煤；而无烟煤虽然对于动力锅炉不适用，却是生产化肥的造气原料，还可用于高炉喷吹，以节约焦炭。煤炭品种使用不对路是资源的浪费；因此，合理利用资源，提高煤炭的利用率，满足不同用户的要求，使产品适销对路，将原煤进行分选加工十分必要。

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较大，煤炭的灰分高，就等于让火车带着大量的矸石去“旅行”。煤炭经过洗选加工，可以排出 15% ~ 30% 的矸石量，煤炭运输量也随之减少。

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 100 Mt 以上。随着深部煤层的开采，原煤的含硫量将逐步提高，脱除煤中的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；灰分较低的矸石用于沸腾炉燃烧，灰分较高的矸石可作建筑材料、井下充填或就地废弃；灰分、硫分高的矸石单独选出黄铁矿硫作为制取硫酸的原料；浮选尾煤可供发电或作内燃砖原料等。而动力煤洗选后可提高燃煤效率的 10% ~ 15%，排除原煤中 60% ~ 80% 的无机硫分。

6. 对提高煤炭企业经济效益的作用

选煤的经济效益已得到公认。原煤经过洗选加工后，可以增加煤炭产品的品种，提高煤炭质量和价格，增加销售收入，显著提高煤炭企业的经济效益。

总之，发展煤炭洗选加工，可延长产业链条，实现资源的高效、循环和清洁利用，对于改变传统的煤炭行业形象，树立绿色开采、生态矿山新形象，转变煤炭经济发展方式，促进资源、环境、区域经济和社会协调发展具有重要意义。

二、我国选煤工业的发展历史

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，入选能力只有 13.6 Mt/a，入选量只有几百万吨，焦精煤产量只有 0.67 Mt/a，选煤方法只有跳汰和溜槽。新中国成立以后，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，“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一倍。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 5 ~ 7 倍。20 世纪 90 年代后期，在吸收消化国外先进设计理念的同时，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,提高了选煤厂综合经济效益。这对于大型选煤厂效果最为明显,可减少设备维护量和用工人数。例如,一个以传统方式设计的 3.6 Mt/a 选煤厂,其主厂房设备需100台,如果将设备大型化,则主厂房设备最多需要40台。在选煤厂自动化方面发展也较快,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,用于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 40 m^2 筛下空气室跳汰机、TJL4565型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20世纪50—70年代的以跳汰选、浮选为主,发展到20世纪80年代的跳汰粗选、重介质旋流器精选、浮选流程,再到20世纪90年代的跳汰选、重介质分选、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,重介质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。尤其是“十一五”期间,选煤事业走上了快车道,截至2010年年底,全国选煤厂有1800座,原煤入选能力达 1760 Mt/a ,入选原煤量由新中国成立初期的 11.26 Mt/a 增加到 1650 Mt/a ,原煤入选比例占50.9%。

三、选煤技术现状

1995—2010年,我国年原煤入选量从202 Mt提高到1650 Mt,入选比例从15.6%增长到50.9%,重介质选煤所占比例从23%上升到54%,原煤入选量和入选比例大幅提高。我国选煤工艺技术也已达到国际先进水平。由于我国煤炭资源丰富煤种齐全,煤质差别大,因而跳汰选、重介选、浮选、风选等各种选煤方法均有应用,而重介质选煤技术以其对煤质适应能力强,入选粒度范围宽,分选效率高,易于实现自动控制,具有单机处理能力大等优点,近年来成为主导选煤方法,新建的大型选煤厂多采用重介质选煤工艺。例如:根据煤质差别和产品要求,采用块煤重介质浅槽分选机分选、末煤三产品重介质旋流器分选或两产品重介质旋流器主再选、粗煤泥干扰床或螺旋分选机分选、细煤泥浮选的综合分选工艺;采用我国独创的原煤不脱泥无压三产品重介质旋流器配煤泥重介简化工艺;采用我国独创的脱泥分级重介质旋流器分选工艺,即原煤预先分级($\phi 2\text{ mm}$)、脱泥($\phi 0.3\text{ mm}$),大于 2 mm 粗物料由大直径三产品重介质旋流器分选, $2\sim 0.3\text{ mm}$ 细粒级物料由小直径重介质旋流器分选,小于 0.3 mm 煤泥用浮选。

世界各国在加大原煤入选比例的同时,许多国家的选煤厂数目在减少,厂型趋向大型化。这是科学技术的发展和进步的要求,我国的选煤厂原煤处理能力由过去的 $70\sim 1000\text{ t/h}$ ($0.3\sim 4.00\text{ Mt/a}$)发展到目前的 $300\sim 4500\text{ t/h}$ ($1.50\sim 25.00\text{ Mt/a}$)。2000年以后,选煤厂建设的特点是选煤厂大型化、系统单元化、设备大型化、控制自动化。目前,我国已建成41座可跻身世界先进行列的千万吨级现代化特大型选煤厂。其中,有洗选动力煤的布尔台选煤厂(31.00 Mt/a)、哈尔乌素选煤厂(25.00 Mt/a),有洗选炼焦煤的临涣选煤厂

(12.50 Mt/a)、龙固选煤厂(10.00 Mt/a)等。

我国的选煤技术装备取得了长足的进步,已经形成了一些具有较强研发能力、取得多项科研成果的选煤技术与设备研发、生产基地,为我国选煤厂建设提供了绝大多数分选和辅助设备。例如:研发成功的具有自主知识产权的三产品重介质选煤工艺及主选设备、多供介三产品重介质旋流器、大型全自动快速隔膜压滤机、干法选煤成套技术等达到国际领先水平,已经取得大规模推广应用,并开始出口;跳汰机、机械搅拌式浮选机、喷射式浮选机、旋流微泡浮选柱、加压过滤机总体达到国际先进水平,成为我国选煤厂使用数量达到或超过90%的国产设备,基本替代了进口产品;成功研发了接近国际先进水平的各种离心脱水机、分级破碎机、振动筛、磁选机等设备,并使之得到推广应用,使同类设备的进口价格大幅下降。

四、我国选煤工业存在的差距

与国际先进水平相比,我国选煤工业存在的差距主要有以下几项:

(1)入选比例偏低。尽管我国原煤入选量快速增长,但入选比例仍然较低,2010年达到50.9%,而世界主要产煤国家的平均入选率为80%以上。

(2)重介质选煤比例较低。虽然重介质选煤比例迅速提升到54%,但仍低于美国(65%)、澳大利亚(90%)和南非(95%)等主要产煤国。

(3)大型设备可靠性低。选煤装备工艺性能差、可靠性低,大型设备可靠性仅有70%,尚不能满足千万吨特大型选煤厂的建设要求,是当前制约我国选煤工业发展的瓶颈;大型浅槽重介质分选机、大型振动设备主要依赖进口;拥有自主知识产权的国产设备规格偏小。

(4)选煤厂各种自动化监测技术及仪器仪表等均落后于先进国家,自动化技术有待提升。

五、选煤工业的发展趋势和主攻方向

选煤厂规模大型化、生产运行高效化、工艺流程差异化、装备大型化、生产自动化、设计标通化、工艺布置模块化成为选煤工业的迫切要求和技术发展的明显趋势。提高装备大型化、可靠性、自动化水平,开发和完善褐煤提质技术、稀缺煤种的深度精选技术是近期选煤工业的发展方向。

针对我国选煤工业发展趋势和特大型选煤厂多采用块、末煤分级入选的工艺特点,研究基于全厂最大精煤产率原则的各分选环节工艺参数匹配、产品质量与过程参数自动测控技术,以及选煤厂智能化监控和信息化管理技术;研究开发构建千万吨级选煤厂分选系统单元化的块煤分选、末煤分选、细粒煤分选的大型高效成套技术和关键设备,并研究开发与之配套的大型分级破碎、脱水、脱介等辅助设备,为建设千万吨级高效自动化选煤厂提供技术装备;针对褐煤水分高、热值低、燃点低、粉尘易爆的特性,应研究适于褐煤提质的大型干法干燥成型技术与装备,以提高褐煤利用效率;研究毛煤井下排矸特殊工艺和装备,使矸石回填,可节省占地,减少无效运输和保护环境;针对我国优质炼焦煤资源稀缺现状,开展大型选煤厂优质稀缺煤炭资源二次分选关键技术的研究,以保障稀缺煤炭资源的高效、合理利用。

选煤是节能、节运、提高煤炭利用效率、保护环境最经济有效的技术途径。随着选煤技术进步、大型煤矿和大型煤炭企业建设的迅速发展,我国选煤厂规模大型化呈加速发展趋势。到“十二五”末,我国原煤产量将超过 3800 Mt,入选比例提高到 65%,入选能力将增长到 2500 Mt,2020 年年末将达到 3200 Mt 以上。针对我国选煤技术装备现状和工业发展需要,开展自主创新,研发具有我国自主知识产权的大型、高效选煤厂关键技术装备,实现国产化,替代进口,对正处于发展期的我国选煤产业提高综合效益、节能减排、实现煤炭高效分选和合理利用及振兴民族制造业都将发挥极其重要的作用。

课题二 选煤方法分类及主要选煤方法简介

【知识点】

◆选煤方法分类

◆主要选煤方法简介

【课题描述】

目前,选煤常用的方法是利用煤和矸石密度差别进行分选的重力选煤法,利用煤和矸石表面润湿性差别进行分选的浮游选煤法,利用煤和矸石硬度和脆性不同进行分选的滚筒碎选。

【课题分析】

重力选煤法分干法和湿法两种,多用后者。重力选煤分为跳汰选、重介质选、摇床选、斜槽选、螺旋滚筒分选、螺旋分选、CSS 煤泥分选等,每一种选煤方法都有其特点和适用性。而浮选处理的是小于 0.5 mm 的煤泥,利用的是煤和矸石表面润湿性的差异。

【相关知识】

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、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,所以都未在生产上使用。下面,简要介绍几种工业上常用的选煤方法。

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。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,同时还具有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,也就是颗粒的密度、粒度和形状。

重力选煤法根据介质及介质运动状况的不同分为以下几种:

(一) 干法重力选煤

干法重力选煤方法有风选、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,在北美洲采用最多的是风力跳汰机。以上两种风选设备的使用效果均不够理想,现已基本淘汰。

使用效果较好的是复合式干选机,它采用自生介质(入选原煤中所含细粒煤)与空气组成气固两相混合介质分选,借助机械振动使分选物料做螺旋翻转运动,最终实现物料按密度的分离。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煤进行脱硫、预排矸或对煤矸石进行分选再利用等,将在褐煤提质中发挥巨大的优势。

(二) 湿法重力选煤

1. 跳汰选煤

目前,广泛使用的是空气脉动式跳汰机,其原理是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 $0.5 \sim 50 \text{ mm}$ (有时上限可达 $100 \sim 150 \text{ mm}$)。

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作上下运动,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。块煤重介质分选设备适合处理粒度为 13 mm (或 6 mm)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 50 mm 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,使煤按密度分选的选煤方法称为摇床选煤。摇床选煤适合处理 13 mm 以下的末煤或 6 mm 以下的粉煤,对 $0.2 \sim 0.15 \text{ mm}$ 细粒级煤的分选也较为有效,对脱除煤中微细颗粒的黄铁矿效果较好。但摇床选煤的缺点是处理量较低。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含黄铁矿较多的 13 mm (或 6 mm)以下原料煤的脱硫及分选出低灰精煤等。

4. 斜槽选煤

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

5. 重介质螺旋滚筒选煤机

原料煤随一定速度的介质流入螺旋分选筒的中部,滚筒在其驱动装置的带动下,作逆

时针方向回转,筒内物料及矿浆随着筒体的回转,在筒内螺旋隔条的作用下作连续提升—跌落运动,由于精煤相对于介质的密度差小,而矸石相对于介质的密度差大,因此,在介质中矸石的沉降速度较精煤快。在筒体的连续运转中,精煤和矸石得到充分的分层,精煤处于流体上层,在介质流的携带下越过一道道螺旋隔条,到排料端排出;而沉在流体下部筒壁上的矸石,则被螺旋隔条输送到滚筒的另一端排出。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,特别适合中小煤矿使用。

6. 螺旋分选机

螺旋分选机最早是由美国人汉弗莱制成的,将一个窄的溜槽绕垂直轴线弯曲成螺旋状,便构成了螺旋分选机。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在槽的横向形成了分选带。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,是一个用来处理煤泥的成功设备。

7. 粗煤泥分选机

粗煤泥分选机(CSS)是基于干扰床分选机理实现物料重力分选,入料煤泥一般自流进入料井,再由入料井均匀地给入粗煤泥分选机,入料煤泥在上升水流的作用下迅速分散,形成干扰床层,使颗粒沉降受到的浮力变大。当达到稳定状态后,入料中密度低于干扰床层平均密度的物料颗粒在上升水流的作用下被浮起,并最终成为溢流(精煤)从溢流堰排出;入料中密度高于干扰床层平均密度的物料颗粒将会透过干扰床层进入分选机底部,并最终成为底流(矸石),从排料阀排出。粗煤泥分选机对于粗煤泥的分选在自动控制、分选效果等方面都有极大的优越性。

二、利用煤和矸石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,由于浮力作用,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小于0.5 mm以下的煤泥。

三、利用硬度和脆性差别进行分选——滚筒碎选

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)可碎性的差异,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如下: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,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作筒体轴向移动,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。

课题三 典型选煤工艺流程

【知识点】

◆典型的炼焦煤洗选工艺流程及适用场合

◆典型的动力煤洗选工艺流程及适用场合

【课题描述】

选煤工艺流程是指从原料煤开始经过连续加工成最终产品的一系列过程。

【课题分析】

由于炼焦煤和动力煤的储量、利用价值、可选性、粒度及其他方面的不同,所以采用的工艺流程不大相同。跳汰选煤通常用于处理 0.5 ~ 100 mm 的易选和中等可选性煤;重介质选煤多用于处理 0.3 ~ 300 mm 的极难选煤,或用于排除大块矸石;斜槽分选精度较低,一般用于处理块状脏杂煤;摇床用于处理末煤,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法选;浮选用于分选小于 0.5 mm 的煤泥;螺旋分选机的最佳分选范围是 1.5 ~ 0.25 mm 的粗煤泥;粗煤泥分选机用于分选 3 ~ 0.125 mm 的粗煤泥。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。

【相关知识】

一、选煤工艺流程简介

选煤厂的工艺过程可以用工艺流程图和机械设备联系图来表示。工艺流程图就是按照原料煤加工顺序,表明工艺过程中各作业间相互联系的示意图。机械设备联系图就是用图式符号表明工艺过程的设备和设施及其相互间联系的系统图。

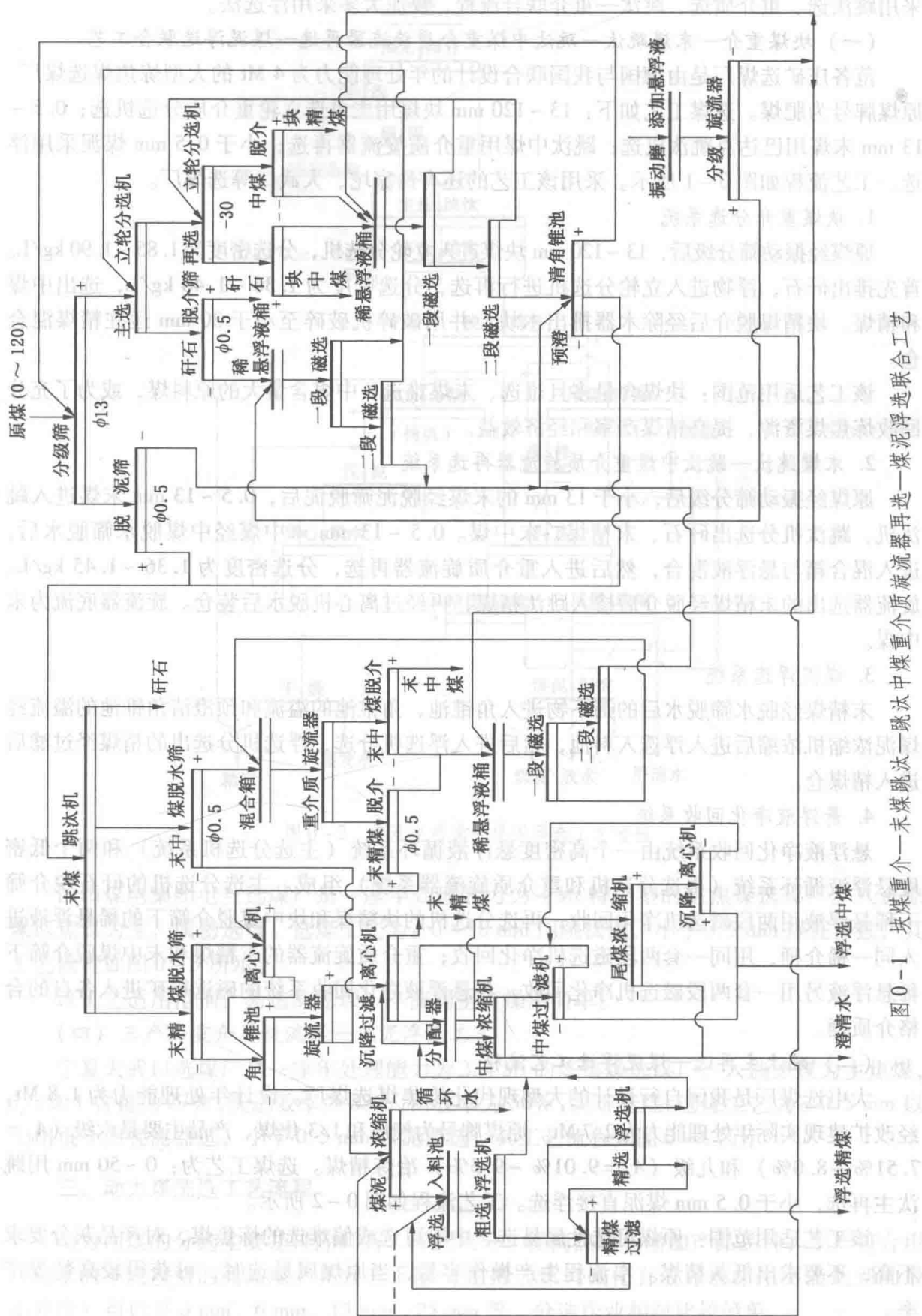
选煤工艺流程按选煤方法分为跳汰选、重介质选、斜槽选、摇床选、风选、螺旋分选、浮选及粗煤泥分选机分选等流程;按入选原煤的组成特征分为分级入选、分组入选、配煤入选和混合入选流程;按产品用途分为动力煤和炼焦煤选煤流程。

选择工艺流程的主要原则如下: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。

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,或因原料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;脱泥入选是指原料煤经脱泥后进行分选。

二、炼焦煤洗选工艺流程

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。对稀缺难选的煤种(如主焦煤、肥煤),可将精煤的灰分设定得高些,以提高精煤产率;对储量和产量大的煤种(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。炼焦煤选煤厂主选一般



采用跳汰选、重介质选、跳汰—重介联合流程，煤泥大多采用浮选法。

(一) 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与我国联合设计的年处理能力为 4 Mt 的大型炼焦煤选煤厂。原煤牌号为肥煤。选煤工艺如下：13 ~ 120 mm 块煤用主再选立轮重介质分选机选；0.5 ~ 13 mm 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 0.5 mm 煤泥采用浮选，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。

1. 块煤重介分选系统

原煤经振动筛分级后，13 ~ 120 mm 块煤进入立轮分选机，分选密度为 1.85 ~ 1.90 kg/L。首先排出矸石，浮物进入立轮分选机进行再选，分选密度为 1.36 ~ 1.40 kg/L，选出中煤和精煤。块精煤脱介后经除木器排出木块，并用破碎机破碎至小于 30 mm 运往精煤混合仓。

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。

2. 末煤跳汰—跳汰中煤重介质旋流器再选系统

原煤经振动筛分级后，小于 13 mm 的末煤经脱泥筛脱泥后，0.5 ~ 13 mm 末煤进入跳汰机，跳汰机分选出矸石、末精煤、末中煤。0.5 ~ 13 mm 末中煤经中煤脱水筛脱水后，进入混合箱与悬浮液混合，然后进入重介质旋流器再选，分选密度为 1.36 ~ 1.45 kg/L。旋流器选出的末精煤经脱介后掺入跳汰精煤，再经过离心机脱水后装仓。旋流器底流为末中煤。

3. 煤泥浮选系统

末精煤经脱水筛脱水后的筛下物进入角锥池，角锥池的溢流和预澄清角锥池的溢流经煤泥浓缩机浓缩后进入浮选入料池，然后进入浮选机分选，浮选机分选出的精煤经过滤后进入精煤仓。

4. 悬浮液净化回收系统

悬浮液净化回收系统由一个高密度悬浮液循环系统（主选分选机系统）和两个低密度悬浮液循环系统（再选分选机和重介质旋流器系统）组成。主选分选机的矸石脱介筛下稀悬浮液用两段磁选机净化回收；再选分选机的块精煤和块中煤脱介筛下的稀悬浮液进入同一稀介桶，用同一套两段磁选机净化回收；重介质旋流器的末精煤和末中煤脱介筛下稀悬浮液另用一套两段磁选机净化回收。各悬浮液净化回收系统的磁选精矿进入各自的合格介质桶。

(二) 跳汰主再选—煤泥浮选工艺流程

大屯选煤厂是我国自行设计的大型现代化炼焦煤选煤厂。设计年处理能力为 1.8 Mt，经改扩建现实年处理能力为 2.7 Mt。原煤牌号为气煤和 1/3 焦煤。产品主要是六级 ($A_d = 7.51\% \sim 8.0\%$) 和九级 ($A_d = 9.01\% \sim 9.5\%$) 冶炼精煤。选煤工艺为：0 ~ 50 mm 用跳汰主再选，小于 0.5 mm 煤泥直接浮选。工艺流程如图 0-2 所示。

该工艺适用范围：原煤可选性属易选、中等可选或偏难选的炼焦煤，对产品灰分要求不高，不要求出低灰精煤。本流程生产操作容易，当原煤属易选时，可获得较高精煤产率。

(三) 跳汰主选—中煤再选—煤泥浮选联合流程