

新世纪高等职业教育规划教材

Kuanmei Jixie

选煤机械

主编 杨立忠 副主编 解国辉 彭建喜

Kuanmei Jixie

China University of Mining and Technology Press

中国矿业大学出版社

新世纪高等职业教育规划教材

选煤机械

主 编 杨立忠
副 主 编 解国辉 彭建喜

中国矿业大学出版社

内 容 提 要

本书是为煤炭高等职业院校选煤及煤炭深加工与利用专业编写的教材,主要阐述了选煤过程中所用到的筛分、破碎、选分、脱水和运输机械的工作原理、结构及使用,并增加了选煤厂常用辅助机械一章内容,为培养学生的动手操作技能,还增设了与课程相关的实验。

本书也可作为中职学校的用书,还可作为选煤企业现场技术人员、操作人员培训教材,同时对选煤厂管理人员及工程技术人员也有一定的参考价值。

图书在版编目(CIP)数据

选煤机械/杨立忠主编. —徐州:中国矿业大学出版社,2006.6

ISBN 7 - 81107 - 338 - 2

I. 选… II. 杨… III. 选煤—选矿机械—高等学校:技术学校—教材 IV. TD45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 058184 号

书 名 选煤机械

主 编 杨立忠

责任编辑 褚建萍

责任校对 孙 景

出版发行 中国矿业大学出版社

(江苏省徐州市中国矿业大学内 邮编 221008)

网 址 <http://www.cumtp.com> E-mail cumtpvip@cumtp.com

排 版 中国矿业大学出版社排版中心

印 刷 徐州中矿大印发科技有限公司

经 销 新华书店

开 本 787×1092 1/16 印张 17.75 字数 443 千字

版次印次 2006 年 6 月第 1 版 2006 年 6 月第 1 次印刷

定 价 27.50 元

(图书出现印装质量问题,本社负责调换)

《选煤机械》编写人员名单

主 编 杨立忠

副 主 编 解国辉 彭建喜

编写人员 (以姓氏笔画为序)

王 东 王 鹏 王晓琴

刘海霞 杨立忠 张红俊

武乐鹏 董令令 彭建喜

解国辉

前 言

“十一五”的能源消耗目标是:在优化结构、提高效益和降低消耗的基础上,资源利用效率显著提高,单位国内生产总值能源消耗比“十五”期末降低20%左右,生态环境恶化趋势基本遏制。能源产业,要强化节约和高效利用的政策导向,坚持节约优先、煤为基础、多元发展,构筑稳定、经济、清洁的能源供应体系。

当前,中国正处于工业化快速发展阶段,煤炭企业所需的选煤技术人员及煤炭深加工与利用技术人员的数量逐年增加,高职院校的相关教材缺乏。鉴于此,由山西煤炭职业技术学院、山西工业职业技术学院、北岳职业技术学院、长治职业技术学院、潞安职业技术学院五所院校相关专业教师组成编写组,本着“厚基础、重能力、求创新”的总体思路,优化整合教材内容,突出高职教育应用性、实用性的特色,在吸取各校多年教学、实践经验的基础上,联合编写了本教材。

本书根据煤炭高职教育的特点,以突出能力培养,通俗并系统地介绍了选煤厂常用的筛分、破碎、选分、脱水、运输和辅助机械的工作原理、设备种类及结构以及使用等。采用深入浅出、通俗易懂的办法,理论与实践并重,具有一定的全面性与整体性,力求适应煤炭高职院校教学的需求。

本书由杨立忠担任主编,解国辉、彭建喜担任副主编。编写分工如下:绪论、第三章第五节、第四章、第六章由山西煤炭职业技术学院杨立忠编写,第一章第一节、第四至第七节由山西煤炭职业技术学院武乐鹏编写,第一章第二、三节由山西煤炭职业技术学院张红俊编写,第二章第一、六节由潞安职业技术学院刘海霞编写,第二章第二至第五节由长治职业技术学院王鹏编写,第三章第一节由北岳职业技术学院董令令编写,第三章第二、三、四节由山西煤炭职业技术学院解国辉编写,第五章由山西工业职业技术学院彭建喜、王东编写,第七章实验由山西煤炭职业技术学院王晓琴编写。

本书编写过程中由煤炭企业李冬梅、张财、刘文龙、张洪泽等同志提供了大量现场资料;刘文云、杨立军、李冬梅、陈磊对其中的部分内容进行了整理;中国矿业大学出版社为本教材的编辑和发行做了大量的工作,在此我们表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,错误或不足之处在所难免,敬请读者批评指正。

目 录

绪论.....	1
第一章 筛分机械.....	5
第一节 概述.....	5
第二节 圆振动筛	10
第三节 直线振动筛	15
第四节 共振筛	24
第五节 其他筛分设备	31
第六节 筛面	50
第七节 筛分机的使用	55
复习思考题	58
第二章 破碎机械	59
第一节 概述	59
第二节 齿辊式破碎机	62
第三节 选择性破碎机	68
第四节 冲击式破碎机	72
第五节 颞式破碎机	76
第六节 破碎机的使用	80
复习思考题	81
第三章 分选机械	83
第一节 概述	83
第二节 跳汰机	85
第三节 水力旋流器.....	113
第四节 重介质分选机.....	117
第五节 浮选机.....	127
复习思考题.....	155
第四章 脱水机械.....	157
第一节 概述.....	157
第二节 离心脱水机.....	160
第三节 过滤机.....	183
第四节 压滤机.....	198
第五节 浓缩机.....	205
复习思考题.....	219

第五章 运输机械	221
第一节 概述.....	221
第二节 带式输送机.....	222
第三节 刮板输送机.....	235
第四节 斗式提升机.....	239
复习思考题.....	243
第六章 选煤厂常用辅助机械	244
第一节 离心式清水泵和杂质泵.....	244
第二节 风机.....	250
第三节 浮选辅助设备.....	254
第四节 磁选机.....	257
第五节 除尘器.....	259
第六节 给煤机.....	261
复习思考题.....	264
第七章 实验	265
实验一 筛分实验.....	265
实验二 破碎实验.....	268
实验三 煤泥过滤实验.....	269
实验四 碎选实验.....	272
实验五 刮板输送机结构实验.....	273
参考文献	275

绪 论

一、选煤机械在选煤生产中的重要性

煤炭是我国的主要能源,约占一次能源的 70%。原煤在形成过程中混入了各种矿物杂质,在开采和运输过程中不可避免地又混入了顶板和底板的岩石及其他杂质。原煤中的矸石及其他杂质越多,它的灰分就越高,质量就会越差。选煤的主要任务就是除去原煤中的杂质,降低煤炭的灰分和硫分,提高原煤质量,适应用户需要。

我国具有丰富的煤炭资源,但由于加工程度低,能源的利用率不高。在许多情况下,原煤是不能直接利用的,直接利用会造成很大的浪费。这就要求把提高煤质的工作放到井上来,经过分选提高原煤质量,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。因此,为了改善产品结构,合理利用煤炭资源,满足各工业部门的要求,发展煤炭分选加工至关重要,选煤在整个国民经济和煤炭行业中具有十分重要的作用。

选煤生产的主要特点是生产过程实现了机械化。在生产中,如果一台设备出了故障就可能造成整个生产的停顿;或者对设备的维护、保养不够,或者对设备的操作、调节不正确,造成设备的非正常运转,可能导致设备的工作效率降低、处理能力下降或者产品质量达不到规定要求。因此,系统掌握选煤生产过程中所用到的各种类型的选煤机械的工作原理、结构特点及设备的操作、维护、保养和调节,对提高设备的工作效率、保证生产任务的达标达产、提高煤炭的使用价值、顺利完成选煤生产的各项技术经济指标、使选煤企业获得最佳的经济效益都具有积极的现实意义。

二、选煤机械的现状和发展方向

新中国成立前,我国的选煤工业十分落后,几乎没有厂家生产选煤机械。新中国成立后的几十年中,特别是近几年来,我国的选煤工业有了飞速的发展,选煤机械的生产技术也取得了很大的成就,表现在以下几个方面。

1. 研制成功了大型、自动化的跳汰机

我国在 20 世纪 60 年代中期首次研制成功 10 m² 筛下空气室跳汰机。在此基础上,自行设计制造了 LTX 系列筛下空气室跳汰机,突破了跳汰选煤方法的常规粒度上限,大大地简化了选煤工艺,并在生产中得到推广应用;同时自行研制的 LTG 系列筛侧空气室跳汰机也在一些选煤厂得到成功的使用;还有 SKT 型筛下空气室跳汰机,该系列跳汰机采用独特的 U 形振荡机体、滑动型电控气动风阀、无溢流堰随动闸门和测压管自动排料装置等,其电脑数控装置可根据不同的可选性、不同的煤质变化要求,设定程序以便于选择,大大提高了分选效率;先后研制成功的液压驱动和机械驱动的动筛跳汰机,为大型选煤厂尤其是高寒、缺水地区选煤厂的块煤排矸提供了有效的设备;研制成功的自生介质螺旋筒,为动力煤、脏杂煤及煤矸石的分选提供了新的技术途径。

2. 研制出多种重介质选煤机械

自 20 世纪 60 年代初期我国制造出第一台斜轮分选机以来,重介质选煤设备不断得到改进和完善,研制出小时处理量达 500 t 的大型斜轮分选机和用棒齿传动的 JL 型立轮分选机;国产的两产品磁性介质旋流器已成功应用于分选原煤、再选跳汰机中煤和粗精煤的工艺中。近几年来,我国重介质选煤技术又获得了新的发展,在块煤重介质分选方面,研制并完善了 JLT 型系列立轮重介质分选机;在末煤重介质分选方面,成功研制出了三产品重介质旋流器及相应的自动控制系统;开发研制了无压给料、有压给料重介质旋流器选煤技术;扩展了重介质旋流器入选粒度范围,给料粒度上限达 50 mm,可不脱泥入选,分选下限已降到 0.04 mm。目前我国重介质选煤厂中使用的重介质选煤机械中,大多数是国产设备。

3. 研制出具有自主知识产权的干法选煤技术和设备

在我国,占可采储量 2/3 以上的煤炭地处山西、陕西、内蒙古西部和宁夏等严重缺水地区,因而无法大量采用现在耗水量较大的湿法选煤方法来提高煤质。风力选煤如过去的风力跳汰、风力摇床等干法选煤方法,分选效果差(可能偏差值在 0.2 以上),不能满足现在选煤技术的要求,所以研究新型高效干法选煤技术在我国成为当务之急。我国自行研制的空气重介质流化床干法选煤技术和复合式干法分选机(复合式干法分选技术具有我国自主知识产权),已在现场投入使用,因干法选煤目前应用厂家不多,故本教材没有涉及。但这些技术和设备能较好地满足干旱缺水地区的选煤需要,应用在严寒地区选煤还可避免产品的冻结。此外它们还适用于动力煤排矸、褐煤、易泥化煤的分选,在不久的将来,会得到广泛的使用。

4. 研制出先进的浮选机械

我国从 20 世纪 50 年代末期开始研制浮选机,经过引进、仿制、改进阶段,到 70 年代以后,进入独立研制阶段,迄今已生产了 XJM 系列浮选机,这些机械搅拌式浮选机采用新型的伞形叶轮定子组或双偏摆侧斜叶轮,具有浮选速度快、单位体积处理能力高和电耗低等优点;研制成功了非机械搅拌式 XPM 系列喷射浮选机,这种浮选机的喷嘴内具有独特的摆线形导流叶片,因而大大提高了充气程度,其技术性能也优于许多国外同类型浮选机;浮选柱因其结构简单、占地面积小、对微细颗粒的分选效果好而得到推广应用。

5. 研制和应用煤泥高效脱水设备

我国自 20 世纪 60 年代末期开始研制实现洗水闭路循环的关键设备——压滤机,到目前已研制出 XMY 系列、XMZ 系列以及 XAZG 系列等压滤机,作为煤泥回收的把关设备,帮助选煤厂成功实现了洗水闭路循环。

在产品脱水设备方面,近年来研制成功用于末精煤脱水的大型 TLL 型刮刀卸料离心脱水机、卧式和立式振动卸料离心脱水机;还研制出用于煤泥和浮选精煤脱水的 WLG 型沉降过滤式离心脱水机、无格折带式真空过滤机、盘式真空过滤机和加压过滤机等。这些设备都具有处理能力大、产品水分低、电耗少及工艺系统简单等优点。另外,在选煤产品干燥设备方面,近年来已研制成功了适合我国使用的系列滚筒干燥机及其配套装置。

6. 研制成功多种类型的筛分机

自 20 世纪 50 年代末期到现在,我国已成功地研制出圆振动筛、直线振动筛、共振筛等系列产品,并逐步使这些筛分设备大型化。随着筛分理论的发展,又相继研制成功等厚筛、概率筛和概率等厚筛,进一步提高了筛分机的筛分效率或处理能力。特别是近几年来,为了解决高水分细粘原煤干法深度筛分问题,我国先后研制了旋转概率筛、琴弦筛和高频振动

筛,并逐步形成系列产品。适应于湿粘原煤准备筛分的螺旋分级筛也正在研制和试用。

筛分技术的发展与筛面技术的进步是不可分的。不锈钢焊接筛网、聚氨酯橡胶筛板、NSC 耐磨塑料筛板和不锈钢丝叠层筛网的出现就是其中的代表。所有这些都说明我国筛分机械制造技术的发展是极为迅速的。

虽然我国选煤机械设备的发展取得了长足的进步,但从总体来看,国产机械设备的种类、规格仍不能满足我国选煤生产技术多样化的需求,如与国外先进设备比较,国产的一些设备在可靠性、技术性能、稳定性以及自动化程度上仍有待进一步提高。随着选煤生产的经济效益和社会效益逐渐被人们所认识,选煤生产技术的发展将会越来越快,对选煤机械的性能要求也越来越高。

三、选煤机械课程研究的内容

在选煤厂,选煤机械是各种类型机械的统称。根据这些机械在选煤生产工艺中的不同作用,可将它们分为筛分机械、破碎机械、分选机械、脱水机械、运输机械等主要工艺设备和选煤厂辅助设备。

1. 筛分机械

选煤厂的筛分机械类型很多,常用的有各种固定筛、振动筛、等厚筛及许多新型筛分机。

筛分机械的重要性仅次于分选机械,主要表现在筛分作业广泛用于原煤准备和选后产品的处理上。在选煤厂,筛分机械既可以用于保证原煤入选粒度的准备筛分;也可以用来完成产品的最终筛分;还可以进行选后产品的脱水、脱泥以及脱介筛分等。

2. 破碎机械

选煤厂常用的破碎机有齿辊式、颚式、锤式、反击式及选择性破碎机等。

破碎机械的作用是使破碎后的原煤满足入选粒度的要求,或通过破碎使夹矸煤解离,有时也对选后产品进行破碎,使其满足用户对产品粒度的要求。

3. 分选机械

不同的选煤方法使用不同的分选机械,常用的分选机械有跳汰机、重介质分选机和浮选机(柱)等。

分选机械是选煤厂的主要机械设备,它利用原煤中各种矿粒物理(主要是密度)、物理化学性质(表面湿润性)的差异,采用机械的方法将原煤中的高灰物料排除,使选后产品灰分降低,质量提高。

4. 脱水机械

选煤厂脱水机械的种类繁多,通常按其脱水对象、基本结构及工作原理的不同,分为离心脱水机、过滤机、压滤机和浓缩机等。

脱水机械的作用是对选后产品进行有效的脱水,以满足用户对产品的水分要求和适应运输的需要,同时也对选煤厂实现洗水闭路循环起重要作用。

5. 运输机械

选煤厂常用的运输机械有胶带输送机、刮板输送机、斗式提升机等。

选煤厂运输机械的作用是担负着入选原煤的输入、选后产品的装仓以及各道工序中物料的输送任务,是选煤生产实行综合机械化的重要组成部分。

6. 选煤厂辅助设备

选煤厂辅助设备的类型最为繁多,通常按其服务对象、基本结构及工作原理的不同,大

致可分为泵、风机、矿浆准备装置、磁选机、除尘器、给煤机等。

其中清水泵、杂质泵,担负着选煤厂水、煤浆及重介质悬浮液等的输送任务;风机,主要用于跳汰机、真空过滤机的鼓风,介质桶的搅拌,风力清仓,除尘等;磁选机,主要用于重介质选煤系统中回收磁铁矿粉;除尘器,主要用于将空气中的粉尘分离出来;给煤机,主要用于连续均匀地从煤仓排料口卸出物料,给到受料装置等。

复习思考题

1. 选煤在国民经济中有什么作用?
2. 选煤机械课程研究的内容有哪些?

第一章 筛分机械

在选煤厂,为了满足分选作业对物料粒度或者用户对产品粒度、水分等的要求及减少细泥对分选介质的污染、提高原煤的分选效率的需要,应对物料进行分级、脱水、脱泥和脱介,这些工艺大多用筛分机械来完成。本章详细介绍了分选过程中所用到的各种筛分机械的工作原理、一些常用筛分机械的结构及使用等内容。

第一节 概 述

一、筛分的作用

筛分作业是煤炭加工中的重要环节,它广泛地应用于选煤厂和筛选厂,它的作用是对煤炭进行分级、脱水、脱泥和脱介。原煤的筛分不仅关系着动力煤产品对路供应,关系着动力煤、炼焦煤分选产品质量的提高,也关系到环境保护和生产部门经济效益的提高。

在动力煤筛选厂,原煤经筛分就成为供应用户的最终产品,所以筛分作业是为了合理利用煤炭资源、满足各用户对煤炭粒度的要求。例如,大型火力发电厂绝大部分使用粉煤锅炉,若供应原煤和块煤,显然是不经济的,因为这样的煤还要经过破碎、磨碎后方可使用,增加了企业的能量消耗,降低了企业的经济效益;煤炭气化生产对原煤中粉煤含量要求很严格,粉煤含量过高不仅影响炉内气流的畅通,降低产气量,严重时还会使气化炉堵塞,影响正常生产;机车和船舶由于锅炉通风强、烟筒短,燃用原煤中的粉煤不仅燃烧不完全,而且随烟气飞走,造成浪费和环境的污染。总之,将原煤筛选成多粒级的产品,对路供应各类用户,对提高煤炭的使用价值、合理利用煤炭资源是十分必要的。

在选煤厂,筛分作业是选煤工艺过程中的重要环节,筛分作业种类较多,作用也不一样。例如原煤准备筛分主要是满足各种选煤方法——跳汰分选或重介质分选等对原煤的粒度要求;脱泥筛分是为了减少煤泥对分选介质的污染、提高原煤分选效率和减少高灰细泥对精煤产品的污染;脱水筛分对降低选后产品的水分、简化煤泥水工艺系统起着重要作用;脱介筛分则是使重介分选产品与加重质分离,以回收加重质;最终筛分是生产各粒级商品煤的筛分,为了实现产品的对路供应。

二、筛分的基本概念

1. 分级与筛分

将物料按颗粒大小分成若干粒级的作业叫分级。分级有水力分级、风力分级和筛分三种方法,其中筛分是指在筛面上进行的分级作业。

2. 筛序、筛比和粒级

进行筛分作业的若干个筛面,按其筛孔的尺寸从大到小依次排列的序列,称为筛序。

在同一筛序的若干筛面中,每相邻两层筛面的上层筛面筛孔尺寸与下层筛面筛孔尺寸之比,称为该筛序的筛比。筛比一般为常数,但在实际应用中,筛比要求并不太严格。例

如,一般入厂原煤筛分实验使用的筛序是 100、50、25、13、6、3、1、0.5 mm 等几个筛孔,可以认为筛比是 2。

一定粒度的范围称为粒级,物料粒级的确定方法如下:

如果进行筛分作业的筛面为一层,筛孔尺寸为 d (单位为 mm),则筛上物粒级用 $+d(>d)$ 表示,筛下物粒级用 $-d(<d)$ 表示。

如果筛面是两层,上层筛面的筛孔较大,尺寸为 d_1 ,下层筛面的筛孔尺寸较小,尺寸为 d_2 ,则筛分后获得的三个产物的粒级分别为 $+d_1$ 、 $d_1 \sim d_2$ 和 $-d_2$ 。

在 n 个筛面上依次进行筛分的 $(n+1)$ 个产物的粒级按上述方法类推。

三、筛分作业的分类

在选煤厂和筛选厂,筛分作业是整个工艺过程中的重要环节,按其在工艺中所起的作用,筛分作业可分为如下几种。

1. 准备筛分

按破碎作业和分选作业的要求将原煤分成不同的粒级,为煤炭的进一步加工作准备的筛分叫准备筛分。对于破碎作业,准备筛分是为了从物料中分出已经合格的粒级,目的是避免物料过度粉碎,增加破碎设备的处理能力和减少动力消耗。对分选作业,不同的选煤方法,都要求一定入选粒度上限(入选物料的最大粒度),否则将严重影响分选效果。

2. 检查筛分

检查筛分是从破碎作业的产物中,将粒度不合格的大块物料用筛分机分出来。目的是保证产物的粒度要求。

3. 最终筛分

筛选厂生产各粒级商品煤的筛分叫最终筛分。根据煤质、煤的粒度组成和用户的要求来确定最终筛分的粒级。

4. 脱水筛分

脱水筛分是将带有水的煤或其他物料进行的筛分,其目的是脱水。在选煤厂用于产品脱水的筛分机称为脱水筛。

5. 脱泥筛分

脱泥筛分是指重介质选煤时,为了减轻煤泥对介质系统的污染,在煤进入重介质分选机前采用的筛分;跳汰机在入选原煤时若采用脱泥筛分,可降低洗水粘度,提高选煤效率;另外,在粗煤泥回收时,也采用在筛面上加压力喷水冲洗的脱泥筛分,其目的是为了减少高灰细泥对精煤的污染。

6. 脱介筛分

在重介质选煤厂,对筛面上的重介质选煤产品用喷加压力清水进行筛分,使产品与重介质分离,这种作业叫脱介筛分。在选煤厂用于产品脱介的筛分机称为脱介筛。

7. 选择性筛分

在筛分过程中,煤炭不仅按粒度分级,而且也按质量分级的筛分叫做选择性筛分。例如,某些矿区其末煤灰分较低而大块煤的灰分较高,通过筛分分出大块,可使末煤质量提高。如果是末煤灰分较高,筛分则可提高块煤质量。又如,在含黄铁矿为主的高硫煤中,硫大部分集中在大块的矿物内,由于黄铁矿硬度大,通过选择性破碎机的破碎、筛分可将黄铁矿除去。

四、影响物料筛分的因素

在筛分作业中,料层依靠筛面运动产生冲击应力和剪切应力,克服颗粒之间、颗粒与筛面之间的种种粘聚力,使物料获得按粒度分层的条件——松散。筛分的过程比较复杂,但从宏观上看,容易发现物料的筛分实际上是在物料松散条件下,按物料的分层与透筛两个过程连续交错进行的。物料沿筛面松散以后,料层中的细颗粒穿过料层中粗颗粒之间的孔隙,占据料层下面位置,粗颗粒逐渐受到排挤,向料层上面转移,完成物料的分层。物料分层后,与筛面接触的最下面的颗粒,不断地与筛孔进行比较,小于筛孔尺寸的细颗粒以一定的概率逐渐透过筛面而成为筛下物,而料层上面的那些大于筛孔尺寸的粗颗粒夹带着少量未能获得透筛机会的细颗粒成为筛上产物,完成整个筛分过程。

在筛分过程中,凡是影响物料的松散条件和物料分层或透筛的种种因素都将最终影响到物料的筛分效果。影响物料筛分过程的因素有如下几种。

1. 物料性质

物料性质包括物料的粒度特性、湿度、含泥量和颗粒形状。

(1) 物料的粒度特性

给料中的粒度大小根据其透筛的难易可分为四种: $+\frac{3}{2}d$ 为粗大粒; $\frac{3}{2}d\sim d$ 为阻碍粒; $d\sim\frac{3}{4}d$ 为难筛粒; $-\frac{3}{4}d$ 为易筛粒。

在筛分过程中,粗大粒对易筛粒的透筛影响不大;阻碍粒不能透筛,但却易堵塞筛孔,妨碍易筛粒透筛;难筛粒不容易透筛;易筛粒容易透筛。显然,物料中难筛粒和阻碍粒含量高则很难筛分,筛分效率和处理能力也低;易筛粒含量越高越容易筛分,其筛分效率和处理能力均高。

(2) 湿度

由于物料的外在水分使颗粒相互粘结成团,附在大块上,会将筛孔堵住;另外,如果是细孔筛网,则附着在筛丝上的水分,在表面张力的作用下,水膜网掩盖筛孔,所有这些都妨碍着细粒的透筛。因此,当湿度在某一范围内时,筛分效率随物料水分的增加而急剧下降。但当物料所含水分超过这个范围后,颗粒的活动性又重新提高,物料的粘滞性逐渐消失,水分反而促进物料透过筛孔,这时筛分效率随着水分的增加而增加。因此,物料的湿度应该控制在一个合适的范围之内。

除此之外,当筛孔尺寸不同时,湿度的影响也不同,为了保证一定的筛分效率和处理能力,不同筛孔尺寸对湿度有不同的要求,其关系见表 1-1。

表 1-1 筛孔尺寸与湿度的关系

筛孔尺寸/mm	0.5	1.0	3~6	12	30
筛分过程允许的湿度/%	<3	<4.5	5~7	<12	水分大小对筛分影响不大

(3) 含泥量

物料中如含有易于结团的粘性物质,即使在水分很低的情况下,也会使筛分无法进行,原因是粘性物质粘结成团并堵塞筛孔。对含泥量过高的煤进行筛分时,必须采取特殊的措施,例如采取湿法筛分或对其采用烘干再筛分。

(4) 颗粒形状

颗粒形状对筛分过程的影响与筛孔形状有很大关系。扁平形、长条形的颗粒难以透过方孔和圆孔,但可以透过长方形筛孔,而球形或立方体的颗粒则比较容易透过方孔和圆孔。因为筛孔的形状多为方孔和圆孔,所以球形颗粒、立方体颗粒的筛分效果要好于扁平形、长条形的颗粒。

2. 筛面种类及工作参数

(1) 筛面种类

不同种类的筛分机,筛面的运动方式不同,对筛分效率的影响也不同。固定筛因为筛面固定不动所以筛分效率很低。转动的圆筒筛因筛面容易堵塞,其筛分效率也较低。在摇动筛的筛面上,物料颗粒主要是沿筛面滑动,而且摇动筛的频率不高,筛面容易堵塞,所以筛分效果不好。振动筛的筛面使颗粒在筛面上与筛孔的方向成一定的角度被抖动,而且振动频率比较高,所以筛分效果是理想的。不同运动特性筛面的筛分效率见表 1-2。

表 1-2 不同运动特性筛面的筛分效率

筛面种类	固定筛面	筒形转动筛面	摇动筛面	振动筛面
筛分效率/%	50~60	60	70~80	>90

(2) 筛面的长度和宽度

筛面的长度决定筛分机的筛分效率,筛面越长,物料被筛分的时间越长,筛分效率也越高。但随着筛分时间的延长,筛面上易筛粒越来越少,而难筛粒透筛需要较长时间,故筛分效率的增加就逐渐变慢,所以为了提高筛分效率采取任意加长筛子长度以延长筛分时间是不合理的。目前,选煤生产中用于准备筛分的筛分机,筛面长度约为 4 m;用于最终筛分、脱水、脱泥及脱介的筛分机,其筛面长度约为 6 m。

筛面的宽度决定筛分机的处理能力,在给料厚度一定时,筛面越宽,处理能力越大。因为受到结构强度的限制,筛面宽度一般小于 2.5 m。

在设计筛分机时,有时也用长宽比来确定筛面的长度和宽度。选煤用的筛分机,长宽比一般为 2~3。

(3) 筛箱振幅和频率

筛箱的振幅与频率决定筛箱和筛面上物料相对运动的速度和加速度,若筛面运动的速度和加速度太小,物料达不到一定的松散程度,就不利于物料的分层和透筛;但筛箱的速度和加速度过大,物料与筛面接触机会较少,也不易透筛,而且设备强度受到影响。在振动筛工作过程中,筛箱运动的最大加速度 $a_{\max}$ 为

$$a_{\max} = A\omega^2 = \frac{\pi^2 An^2}{900} \tag{1-1}$$

式中 $a_{\max}$ ——筛箱最大加速度, m/s^2 ;

A ——筛箱的振幅, m ;

ω ——振动筛的角频率, rad/s ;

n ——振动筛的频率, $1/\text{min}$ 。

一般筛箱最大加速度不应超过 $70\sim85 \text{ m/s}^2$ 。对细粒物料的筛分可用小的振幅和大的

• 8 •

频率,对粗粒物料的筛分应采用大的振幅和小的频率。

(4) 筛面的倾角

筛面的倾角是指筛面与水平面的夹角。筛分机的筛面倾角影响筛面上物料的移动速度,倾角大则物料移动速度大,筛分机处理能力强,但筛分效率低;反之亦然。另外,对于一定的筛孔,当筛面倾角不同时,颗粒垂直下落透过筛孔的通道尺寸也不同,倾角越大,通道越窄,所能通过的颗粒粒度越小。我国目前使用的振动筛,用于准备筛分的,其倾角为 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$;用于脱水、脱泥或脱介筛分的,一般为水平布置或倾角为 $2^{\circ}\sim 5^{\circ}$;用于最终筛分的,其倾角为 $12.5^{\circ}\sim 17.5^{\circ}$ 。

(5) 抛射角

抛射角是指筛箱运动方向与筛面所成的角度,实际也就是物料受力而抛起的方向角。

筛分机的抛射角越大,物料被抛得越高,越有利于物料的透筛,筛分效率越高,但筛分机的处理能力较低;反之亦然。目前直线振动筛的抛射角一般为 $30^{\circ}\sim 65^{\circ}$,国产直线振动筛采用 45° 的抛射角。

(6) 筛孔形状

筛面上常用的筛孔有圆形孔、正方形孔和长方形孔。

正方形孔、长方形孔的筛面有效面积较大,处理能力较高,处理含水分较高的物料时,可减少筛面的堵塞现象。长方形孔的筛面容易使条状和片状物料通过,使筛下产物粒度不均匀。圆形孔与其他形状的筛孔比较,在尺寸相同的情况下,透过筛孔的产物的粒度较小。

3. 操作管理

操作管理也是影响筛分效果的不可忽视的因素,因此,筛分机上给料要连续、均匀和适量。给料过多虽然处理能力大,但一些细粒来不及透筛,筛分效率降低;给料过少则没有充分利用筛面的有效面积,处理能力小。给料要求连续均匀,要使物料沿整个筛面宽度布满成一等厚层,以提高筛分效率。此外要防止筛孔堵塞或筛孔磨损过大,及时维修和更换筛面。

五、筛分机械的发展

固定筛使用历史最久,结构简单,早期的固定筛现在仍广泛使用,而且新型的固定筛如弧形筛、旋流筛等发展也很快。

现代选煤生产要求筛分机应具有结构简单、工作可靠、使用维护方便等机械性能,而且要求它处理能力强、筛分效率高、工艺效果好和动力消耗低,因此,筛分效果不太理想的滚轴筛、摇动筛已逐渐被处理能力强、筛分效率高、结构简单和维护方便的振动筛代替。目前,我国的煤用筛分机,大部分是圆振动筛、直线振动筛和一些新型的筛分机。

随着等厚筛分、概率筛分等新的筛分理论的出现,我国相继研制了等厚筛、概率等厚筛、振动概率筛以及旋转概率筛等新型筛分机,并迅速推广使用,其目的都是为了进一步提高筛分机的处理能力和筛分效率。

为了提高对湿粘煤,特别是细粒湿粘煤的筛分效率,我国近年来研制出琴弦筛面、叠层复合筛面等新型的筛面,研制了变幅分级筛、螺旋筛。

总之,开发大型、高效、低耗的筛分机及新型筛面仍将是筛分作业发展的主导方向。

第二节 圆 振 动 筛

圆振动筛是选煤厂使用较多的一种筛分机。这种筛子多用于筛分粗粒级物料。在选煤厂中,主要用于手选前块煤的准备筛分,也可用于煤炭一般分级的最终筛分。

一、圆振动筛的工作原理及其构造

圆振动筛按使用激振器的个数分为单轴圆振动筛和双轴圆振动筛。在单轴圆振动筛中,又分为简单惯性式圆振动筛和自定中心式圆振动筛。

所谓自定中心式圆振动筛是指筛子工作时,筛箱上传动皮带轮的中心线在空间的位置不变,即筛箱上皮带轮中心线不与筛箱一起振动。根据激振器结构的不同,这种筛子可分为轴承偏心式自定中心振动筛和皮带轮偏心式自定中心振动筛两种类型。

1. 轴承偏心式自定中心振动筛

轴承偏心式自定中心振动筛一般由电动机、传动装置、激振器、筛箱、轴承和吊挂装置等组成。

轴承偏心式自定中心振动筛的工作原理如图 1-1 所示。筛箱用四根弹簧吊杆吊挂在机架或楼板上,该筛子的激振器主轴是一根偏心轴,两端偏心部分(偏心距为 R)通过轴承与筛箱连接。偏心轴两端安有不平衡重轮,重轮上固定有不平衡配重(不平衡配重的质量为 m),不平衡重轮上的不平衡配重和偏心轴颈的位置正好相反。工作时,电动机通过传动装置带动激振器主轴转动时(角速度 ω),偏心轴和皮带轮均绕 $O-O$ 轴线转动,筛箱(筛箱的质量 M)和不平衡重轮各自产生离心惯性力,两个离心惯性力的方向相反。如果根据筛箱的质量适当地确定不平衡配重的质量,使两个离心力($mR\omega^2$)大小相等,偏心轴的偏心距 R 等于筛子的振幅 A ,就能使筛子在工作时的回转轴线 $O-O$ (即皮带轮的中心线)固定不动,使筛箱在垂直平面上做圆形运动。

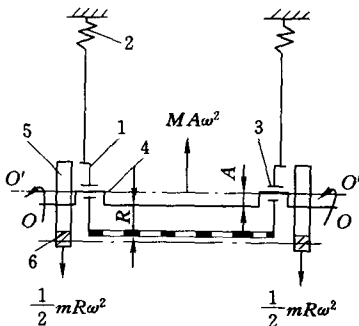


图 1-1 轴承偏心式自定中心振动筛的工作原理

1——筛箱;2——弹簧吊杆;3——轴承;
4——主轴;5——不平衡重轮;6——配重

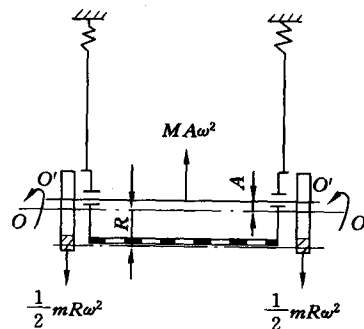


图 1-2 皮带轮偏心式自定中心振动筛的工作原理

2. 皮带轮偏心式自定中心振动筛

皮带轮偏心式自定中心振动筛的工作原理如图 1-2 所示。这种筛子的主轴没有偏心轴,皮带轮(不平衡重轮)的几何中心与轴孔不同心,具有一定的偏心距,并且轴孔中心处于不平衡重轮的对面。因此,主轴的中心线与不平衡重轮的中心线不在一根轴线上。从图 1-2