

煤泥分选技术现状分析及展望

符福存¹, 周伟², 闫钦运¹, 朱金波², 陈衍庆¹, 吴超²

(1. 兖州煤业股份有限公司 兴隆庄煤矿, 山东 兖州 272100; 2. 安徽理工大学 材料科学与工程学院, 安徽 淮南 232001)

摘要:分析了国内外粗煤泥、细煤泥分选技术特征,阐述了主要设备的工作原理和发展现状,提出各分选技术的最佳使用条件。粗煤泥分选设备主要有煤泥重介质旋流器、螺旋分选机、水介质旋流器组、干扰床分选机,其中煤泥重介质旋流器发展迅速,有效降低了重介选煤的分选下限。细煤泥分选技术核心设备是浮选机,浮选柱对细粒物料有更好的分选效果。煤泥分选工艺主要有煤泥一级浮选、精煤泥一段回收、浮选精煤精选、煤泥分级浮选流程。最后提出粗煤泥分选技术应优化原煤分选工艺,进行不同工艺组合,提高综合分选效率。细煤泥分选应改进浮选设备以适应更宽的入料粒度范围,结合浮选准备作业和浓缩压滤作业,优化浮选工艺,设计出一套指标先进、成本低的高效细煤泥分选工艺。

关键词:细煤泥;粗煤泥;浮选机;煤浆预处理器

中图分类号:TD94 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-6772(2015)03-0028-04

Status analysis and prospect of slime separation technologies

FU Fucun¹, ZHOU Wei², YAN Qinyun¹, ZHU Jinbo², CHEN Yanqing¹, WU Chao²

(1. Xinglongzhuang Coal Mine, Yanzhou Coal Mining Co., Ltd., Yanzhou 272100, China;

2. School of Materials Science and Engineering, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

Abstract: The technologies characteristics of coarse and fine slime separation at home and abroad were analyzed. Meanwhile, the optimum operation condition of each technology was investigated. The working mechanism and status of main equipments were indicated. The dense medium hydro-cyclone, spiral separator, water medium cyclone group and teetered bed separator were widely used in coarse slime separation. The fast-developing dense medium hydro-cyclone effectively reduced lower limit of separation. The key separation instrument of fine slime separation was flotation machine, the flotation column had better separation effects for fine slime. The slime separation process included four parts which were primary flotation of slime, one stage recovery of fine clean coal, flotation concentrate preparation, grade flotation of slime. The raw coal separation technologies optimization and process combination could improve separation efficiency of coarse slime. Considering feed coal size, flotation setup and concentration pressure filtration process, the flotation equipments improvement and process optimization were more beneficial to fine slime separation.

Key words: fine slime; coarse slime; flotation separator; coal water slurry preprocessor

0 引 言

煤泥分选回收是选煤工业中不可或缺的重要组成部分。我国煤泥分选技术发展迅速,已拥有大量具有自主知识产权且广泛应用的新技术和新设备。

煤泥分选可分为粗煤泥分选和细煤泥分选2部分。粗煤泥分选设备中煤泥重介质旋流器和水力旋流器组均利用离心力场作业,区别在于前者使用重介质,后者使用水介;螺旋分选机和干扰床分选机均利用重力场作用,前者将重力场转换成离心力场,实现轻

收稿日期:2014-09-12;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2015.03.008

基金项目:安徽省自然科学基金资助项目(1308085ME73)

作者简介:符福存(1968—),男,山东郯城人,高级工程师,学士,现任兖州煤业股份有限公司兴隆庄煤矿选煤厂总工程师,从事选煤技术管理工作。E-mail:ffc6969@sina.com

引用格式:符福存,周伟,闫钦运,等.煤泥分选技术现状分析及展望[J].洁净煤技术,2015,21(3):28-31.

FU Fucun, ZHOU Wei, YAN Qinyun, et al. Status analysis and prospect of slime separation technologies[J]. Clean Coal Technology, 2015, 21(3):28-31.

重物料离心末速度的差异,而后者是利用轻重物料沉降末速的差异进行分选。浮选工艺成本较高,是目前分选和回收 $<0.25\text{ mm}$ 煤泥唯一有效的方法。细煤泥分选设备主要是浮选机,如机械搅拌式浮选机、喷射式浮选机、浮选柱;煤浆预处理器作用效果的好坏直接影响浮选工艺的整体效果;煤泥分选工艺主要有煤泥一级浮选、精煤泥一段回收、浮选精煤精选、煤泥分级浮选工艺流程^[1]。于进喜等^[2]对比分析了粗煤泥分选设备的特点、分选效果和适用范围。田华伟等^[3]论述选煤厂改建对大型浮选设备的需求,对比分析了几种浮选设备。倪超等^[4]研发了煤泥“2+2”分选新工艺,说明其具有浮选精煤回收率高,循环水浓度低等优点。笔者对主要粗煤泥分选设备和浮选设备进行对比,着重从煤泥分选工艺上进行分析,有利于简化煤泥分选工艺,提高煤泥分选的质量与效率。

1 粗煤泥分选技术

1.1 煤泥重介质旋流器

煤泥重介质旋流器是在一定密度液体中通过离心沉降对煤泥进行分选的设备。影响分选效果的因素有加重质的粒度和分选密度。当加重质粒度较细时,重悬浮液被看作真重液,分选效果稳定,但随着煤粒的减小,沉降过程受到的干扰作用加强,导致分选精度下降,因此要保证重介质旋流器的分选下限,必须使用粒度足够细的加重质。在重介选煤厂中,由于主选旋流器离心力场的作用,使得精煤出口的重介质粒度较小。精煤悬浮液先后经过弧形筛和直线振动筛,造成了弧形筛筛下重介质粒度最小,直线振动筛筛下次之,因此两者的比例既决定了煤泥重介质旋流器的入料量,也决定了入料性质,在实际生产中对工艺效果产生重要影响^[5]。

1.2 螺旋分选机

螺旋分选机是利用固体颗粒在液流中,受到重力和离心力的作用,实现按密度分选矿物的设备。分选过程将重力势能转换成离心力,轻、重物料由于所受离心力不同,沿着各自的螺旋线运动,最终分成精矿、中矿、尾矿。该设备的优点是维修方便,占地面积小,但会提高厂房高度,增加基建成本,通常与旋流器组配合使用^[6-7]。

1.3 水力旋流器组

水力旋流器组加上粗煤泥脱水筛回收粗煤泥,直接掺入中煤作为动力煤销售,这是目前使用较多的粗

煤泥处理方法。但该方法不适于炼焦煤分选,炼焦煤选煤厂目前大多采用大锥角或复锥的自生介质旋流器,以突出按密度分选,减小分级作用。常用于分选 $<2(<0.5\text{ mm})\text{ mm}$ 的易选煤泥(高硫煤的脱硫和难浮选的风化煤、氧化煤),分选粒度下限为 0.1 mm ^[8]。

1.4 干扰床分选机

干扰床分选机分选主要是液流中的干扰沉降,入料在上升扰动水流的作用下形成一个干扰床层,低密度颗粒浮起成为精煤,高密度颗粒沉下由排矸口排出。干扰床分选机工作原理是,在等速上升水流的作用下,非均匀悬浮矿粒按干扰沉降末速大小进行分层。干扰床分选机分选效果与干扰沉降等沉比关系密切,使用前要进行粒度控制^[8-9],特别是细泥物料的脱除。

2 细煤泥分选技术

细煤泥分选技术主要是浮选法,其核心设备是浮选机,分为机械搅拌式和无机械搅拌式^[9]。辅助设备有煤浆预处理器、脱泥池和浓缩设备。分选工艺形式多样,主要有煤泥一级浮选、精煤泥一段回收、浮选精煤精选、煤泥分级浮选。

2.1 浮选机

1)机械搅拌式浮选机。机械搅拌式浮选机的搅拌机构是该类浮选机完成充气、气泡与煤浆混合的关键机构,其工作性能直接影响浮选机工作效果。搅拌机构的工作原理相似,以我国XJM型机械搅拌式浮选机为例,叶轮转动时,叶轮罩内为负压区,空气被煤浆裹挟带入完成第一次充气作业。当煤浆射向槽底时,空气从叶轮背面经叶轮外援的缝隙被吸入完成二次充气作业^[10],XJM-S16型浮选机示意如图1所示。

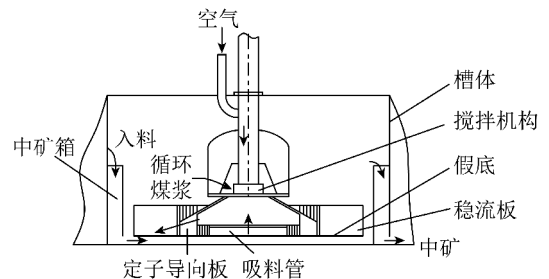


图1 XJM-S16型浮选机示意

2)充(压)气式浮选机。充(压)气式浮选机无机械搅拌器,无传动部件,煤浆的充气靠外部压入空气。最典型的是浮选柱,旋流浮选柱包括浮选段、旋流段和气泡发生器3部分。分选作业集中在浮选

段,由于泡沫层较厚,可以很好地利用二次富集作用,气泡发生器上设有空气入管和起泡剂添加管,压入的空气通过特制的、浸没在煤浆中的充气器(气泡发生器)形成细小气泡。旋流微泡浮选柱结构原理如图2所示。

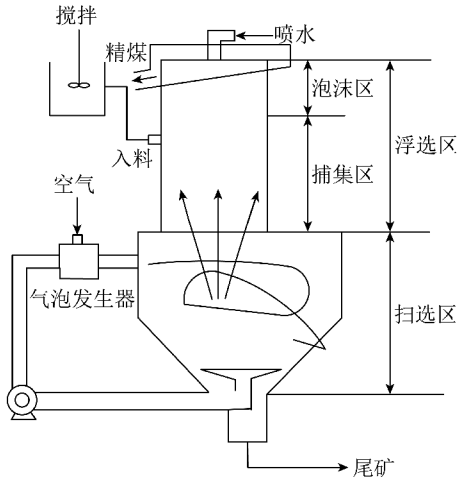


图2 旋流微泡浮选柱结构原理

3)喷射式浮选机。喷射式浮选机无机械搅拌器,充气过程主要依靠充气搅拌机构来实现,经煤浆泵加压的煤浆从设有螺旋叶片的喷嘴中螺旋状高速射出,在混合室产生负压,吸入空气,由高速射流粉碎成小气泡后,随煤浆射向槽底。在煤浆加压过程中,空气溶解度加大,喷射时由于混合室的负压使煤浆减压,溶解的空气以微泡形式在疏水性煤粒表面析出,增强了煤粒(尤其是粗粒)的上浮力和向气泡的附着力。没有浮出的煤粒可通过煤浆泵对煤浆的循环再次完成分选。煤用喷射式浮选机示意如图3所示。

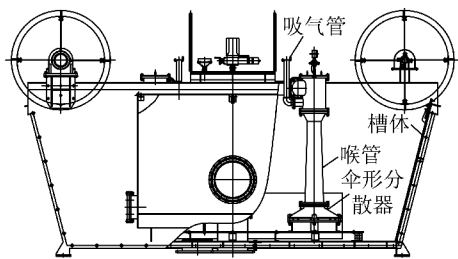


图3 煤用喷射式浮选机示意

2.2 辅助设备

1)煤浆预处理器。煤浆预处理是细煤泥分选重要的环节,其作用是调节浮选入料的浓度,使浮选剂充分分散与煤浆混合,在煤粒表面形成稳定的油膜,消除细泥影响。主要方式有:①叶轮搅拌式,通过叶轮-定子混合器将浮选剂分散为小液滴,再与煤浆充分混合;②喷射式,利用射流器的工作过程吸

入、切割、分散、混合浮选剂;③雾化式,核心设备是起雾盘,雾化后的药剂分散性好、油-水界面面积大;④管道混合式,在管道内部安置一定的混合单元,物料通过时,被多次分割和改向,达到混合的目的;⑤跌落式,利用粗、细物料在滑板上运动速度的差异,实现物料与药剂不同程度的混合。

2)脱泥设备。脱泥主要是脱除 $<0.03\text{ mm}$ 煤泥,该粒级煤泥混有高灰分矿物泥质,对浮选产生的负面影响,主要有:①“抢先吸附”,增加了浮选剂用量,使浮选剂不能与目的矿物有效结合;②无选择性地占据气泡表面,增加了目的矿物与气泡黏附的难度;③细泥浮选速度快,造成浮选精煤灰分增大和泡沫“发黏”,影响后续浮选精煤脱水作业。目前采用的脱泥设备主要有耙式浓缩机、水力旋流器组。耙式浓缩机建筑体积大,脱泥效果不甚理想;水力旋流器组由于是并联使用多台小旋流器,造成入料不均匀,磨损程度差别大。新型浮选入料脱泥池的研究和开发越来越受到重视。

2.3 煤泥分选工艺

当前煤泥分选工艺主要有煤泥一级浮选、精煤泥一段回收、浮选精煤精选、煤泥分级浮选等^[11-14]。

煤泥一级浮选、精煤泥一段回收即煤泥经一次浮选机分选后泡沫产品直接采用加压过滤机或压滤机一段脱水回收。如果煤泥粒度较小,高灰细泥含量较大,泡沫产物灰分偏高,可采用预先脱泥浮选或分级浮选^[14]。

浮选精煤精选、精煤泥一段回收,即一次浮选的泡沫产品直接进入精选浮选机进行再选,降低泡沫产品灰分,精选的泡沫采用加压过滤机或压滤机一段脱水回收。该工艺存在以下不足:①一次浮选的泡沫产物灰分偏高是由其中少部分高灰细泥造成的,约80%的泡沫产物灰分达到商品精煤灰分要求,而将一次浮选泡沫全部进行精选,约有80%灰分合格的泡沫产物进行重复分选,不但增加了精选浮选机数量、浮选药剂和电力消耗,而且部分合格的精煤泥会损失到精选尾煤中,降低浮选精煤产率。②精煤泥一段脱水回收如采用压滤机,脱水产物水分大幅升高,建设投资和运行费用也略高;如采用加压过滤机,虽然脱水产物水分低,但建设投资和运行费用大幅度提高。

煤泥分级浮选工艺,即浮选入料先进入分级设备(通常为分级旋流器)分级,分级粒度为 0.074 或 0.125 mm ,分级后的粗、细产物分别进入不同浮选

机分选。影响煤泥分级浮选工艺分级效果的主要因素有:①分级粒度过细,分级效率低下;②不论是重力场还是离心力场的水力分级,在按粒度分级的同时,也按密度分级,导致分级效果不理想;③分级设备的分级效果受人料压力、入料浓度、粒度组成等因素影响,实际生产中很难保持入料性质稳定,影响分级效果^[15]。

3 展 望

针对粗煤泥分选技术,应优化原煤分选工艺,合理利用分选设备的优势,获得最佳分选效果,实现效益最大化。目前,国外一些选煤厂采用不同设备进行工艺组合分选煤泥,典型的有两段螺旋分选机组合工艺、水介质旋流器精选+螺旋分选机扫选工艺等。组合式工艺分选弥补了单台或单种分选设备的不足,提高了综合分选效率。

针对细煤泥分选,应改进浮选设备以适应更宽的人料粒度范围。机械搅拌式浮选机则需进行结构优化,降低能耗,实现大型化。结合浮选准备作业和浓缩压滤作业,优化浮选工艺,设计出一套指标先进、成本低的高效细煤泥分选工艺。如淮北选煤厂采用的“2+2”煤泥水工艺,具有浮选精煤回收率高,循环水浓度低等优点。

4 结 语

随着采煤机械化程度的提高,原煤质量逐渐变差,细粒和超细粒煤泥在原煤中所占比例逐年增加,煤泥分选设备与工艺的研发改进愈发重要。实际应用中,应根据煤质条件,选择适宜的煤泥分选设备,进行合理工艺配置,提高精煤回收率和脱硫降灰效果,减少浓缩和压滤的处理量,增加企业经济效益。

参考文献:

[1] 谢广元,张明旭,边炳鑫,等.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2005.

[2] 于进喜,刘文礼,姚嘉胤,等.粗煤泥分选设备及其特点对比分析[J].煤炭科学技术,2010,38(7):114-117.

[3] 田华伟,沈政昌,刘惠林.浮选设备的发展与展望[J].选煤技术,2008(1):65-70.

[4] 倪超,谢广元,蒋兆桂,等.煤泥“2+2”分选工艺的问题分析及优化试验[J].煤炭学报,2013,38(11):2035-2041.

[5] 沙杰,谢广元,吴玲.煤泥分选设备和工艺的探讨[J].煤炭工程,2009,41(4):94-96.

[6] 韩恒旺,李炳才,訾涛,等.粗煤泥分选设备及分选工艺研究[J].洁净煤技术,2011,17(2):12-14.

[7] 陈宣辰,谢广元,徐宏祥.粗煤泥精选工艺及其设备对比[J].洁净煤技术,2009,15(3):27-29.

[8] 吴明有,李延锋,冉进财,等.粗煤泥的分选及其对选煤工艺的影响[J].选煤技术,2009(2):71-74.

[9] 任怀良.难浮细粒煤浮选技术研究[J].煤炭科学技术,2011,39(S1):103-107.

[10] 桂夏辉,程敢,刘炯天,等.异质细泥在煤泥浮选中的过程特征[J].煤炭学报,2012,37(2):301-309.

[11] 张苑.孙庄矿选煤厂浮选及煤泥水系统改造的实践[J].煤炭加工与综合利用,2004(2):30-33.

[12] 谢广元,吴玲,欧泽深,等.煤泥分级浮选工艺的研究[J].中国矿业大学学报,2005,34(6):756-760.

[13] 孙丽梅.选煤厂煤泥水处理系统工艺流程的改造与优化[J].中国矿业,2011,20(1):120-124.

[14] 蔡璋,蒋荣立,罗时磊,等.极细粒煤泥分选新方法:选择性絮凝[J].中国矿业大学学报,1993,22(1):54-61.

[15] 崔广文,张继柱,扶祥通,等.煤泥粒度组成对浮选影响的研究[J].选煤技术,2007(4):20-22.

(上接第27页)

参考文献:

[1] 刘九周.当前煤炭经济形势分析与对策建议[J].中国市场,2012(36):55-56.

[2] 方奕.当前形势下煤炭企业文化建设困境与破解[J].煤炭工程,2014(8):143-145.

[3] 靳军成.煤炭行业发展趋势探析[J].中国煤炭工业,2015(1):5-6.

[4] 辛得祥,石绍辉,岳广礼,等.赵楼洗煤厂降低介耗的实践[J].选煤技术,2013(1):69-71.

[5] 王朝哲.降低重介选煤系统介耗的措施[J].选煤技术,2007(1):31-33.

[6] 郑庆东,姜长海,杏志峰,等.艾矿选煤厂降低介质消耗的措施[J].煤炭技术,2009(4):125-127.

[7] 高士爽.马头选煤厂降低介耗的几点经验[J].选煤技术,2002(4):28-29.

[8] 牛宏远.降低介质消耗的技术途径[J].煤炭技术,2006(4):89-90.

[9] 马士忠,陈建平,刘新国,等.济三选煤厂降低介耗生产实践[J].洁净煤技术,2012,18(4):16-19.

[10] 冯翠花.浅析影响重介选煤厂介耗的设计因素[J].煤炭工程,2005(4):19-20.

[11] 王金官.成庄矿模块洗末煤车间降低介耗的实践[J].科技情报开发与经济,2007(4):282-283.

[12] 刘艳萍,李敬钰.东山煤矿120万t喷吹煤厂降低介耗的实践[J].机械管理开发,2009,24(5):94-95.

[13] 李彪.重介选煤厂降低介耗的探讨[J].现代矿业,2009(3):109-111.

[14] 谢广元,张明旭,边炳鑫,等.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001.