

无压三产品重介旋流器的应用与研究进展

张琳,方建军,赵敏捷,李国栋

(昆明理工大学国土资源工程学院, 省部共建复杂有色金属资源清洁利用国家重点实验室, 云南 昆明 650093)

摘要:主要介绍了新型无压三产品重介旋流器的结构、原理、分类和优缺点及适用场合,并总结了该设备的应用情况和研究进展。指出该设备具有广阔的发展前景,将朝着大型化、自动化、新材料方向发展。

关键词:三产品重介旋流器;无压;重选

doi:10.3969/j.issn.1000-6532.2016.05.003

中图分类号:TD989 文献标志码:A 文章编号:1000-6532(2016)05-0010-04

中国能源结构以煤炭为主,煤炭占有超过70%的能源消耗比重^[1]。因此,合理开发好利用好煤炭资源,深入开展煤炭的高效清洁利用研究具有重大意义。当前我国煤炭的人洗率相对低于欧美等发达国家,选煤企业数量多,但大规模企业少,很多选煤工厂的设备陈旧,工艺落后,环境污染严重。对于一个现代化的选煤企业,只有不断革新生产工艺和生产设备,创新自身人力资源管理,使自己始终处于先进水平,才不至于被市场竞争所淘汰。本文重点介绍新型无压三产品重介旋流器的研究进展和在我国的 application 情况。

1 无压三产品重介旋流器

1.1 设备简介

三产品重介旋流器设备主体由两台两产品重介旋流器串联组成。通常根据进料类型分为有压型和无压型两大类,各类型各有不同型号和规格。有压给是指预先混合物料与悬浮液,用泵直接将混合矿浆压入的方式。无压给料是指将煤和悬浮液分别经不同部位进入,悬浮液靠压力给入,而煤靠自身重力作用落入旋流器中。

1.2 工作原理

无压三产品重介旋流器由主选和再选两个工作

段组成,各段分选都是利用离心力以及轻重矿物的密度差异(阿基米德原理)原理,同两产品重介旋流器基本相同^[2]。矿浆由一段给矿口进入,在旋流器锥体中作离心切线运动,轻重矿物以零速包络面为界,轻矿物沿中心轴向上运动,从一段溢流口排出,成为精煤,重矿物则沿着锥壁向下旋转运动,由一段底流口进入二段,并以同样的方式和原理再选,排出精煤和矸石。该分选过程中,处于零速包络面的最低端的矿浆密度为实际分选密度,该密度略高于悬浮液密度0.2~0.4左右。由于一段分选的浓缩作用,再选段分选的密度一般都高于主选段。

1.3 优缺点

无压三产品重介旋流器已成为当前选煤厂洗选工业的主选设备,已在许多选煤厂中使用。该设备具有以下优点:

- 1) 有较宽的粒度调节范围,生产指标稳定,生产成本低;
- 2) 与跳汰等其他设备相比,单位时间处理量大,分选效率高;
- 3) 结构简单,生产易操作,检修方便;
- 4) 与有压型旋流器相比,能耗小,分选不易泥化;

收稿日期:2015-10-23

基金项目:国家自然科学基金项目(面上项目,重点项目,重大项目)(51364017)

作者简介:张琳(1991-),女,在读硕士研究生,主要从事浮选理论与工艺研究。

- 5) 占地面积小,安装简便;
- 6) 矿物先后历经两次有效分选,回收率高;
- 7) 整体无运动部件,操作安全,产生噪声小。

设备主要有如下几个缺点:

- 1) 主选和再选悬浮液密度难以控制;
- 2) 回收率高,但常出现精煤带矸的问题;
- 3) 水资源作为分选介质时消耗量大;
- 4) 设备磨损问题较多,入料口、中心隔板以及两段的底流处,磨损最为严重。

1.4 适用场合

中国于2005年从国外首次引进TBS干扰床分选机,成功解决了无压三产品重介旋流器分选粗煤泥效果不佳的问题^[3]。与TBS相结合使用的模式,在目前洗煤厂中最为常见。无压三产品重介旋流器适合于分选以下类型煤:

- 1) 原煤泥化严重,次生煤泥较多的煤;
- 2) 原煤末煤量较多的难选煤;
- 3) 处理难选~极难选煤;
- 4) 用于选煤厂煤泥的重介分选。

2 设备研究进展

随着攻关课题“大型高效全重介选煤简化流程新工艺及设备”^[4]的成功,研制出了同时期世界最大3NWX1200/850型无压给料三产品重介旋流器,我国重介选煤技术进入国际先进水平行列。由北京国华科技有限公司研发生产的3GHMC系列无压给料三产品重介旋流器,已经先后成功应用于国内500余座选煤厂,分选能力占有着全国60%以上的炼焦煤市场。

试验研究表明,产品的入料流线形状对于选煤指标影响不大,通常采用切线入料为主^[5]。三产品旋流器的处理能力与一段直径的2.5次方呈正比,可采取增大直径的方法提高旋流器的处理能力。二段分选难控制、精煤带矸以及设备磨损问题,是当前无压三产品重介旋流器普遍面临的问题。生产现场大都通过调节溢流管的插入深度来改变二段分选密度^[6],这种调节相对来说还是很有限制的。

神华宁煤集团陈亮等^[7]分析了影响无压三产品重介旋流器的分选下限的因素、悬浮颗粒受力情

况。同时结合大武口洗煤厂生产实践指出,设备的生产下限可达0.25 mm。陕煤黄陵矿业陈锋,朱科强^[8]对无压三产品旋流器出料后集料箱产品进行小浮沉试验,结果也表明,分选下限可达0.25 mm。

柴兆赞,张洋^[9]针对二段密度不易控制问题,对二段外加可调磁场,通过Maxwell有限元分析软件采用模拟和构建分选系统相结合的方法,研究了旋流器内重介质的密度变化情况。试验结果表明,内部单个磁铁矿粉受力由中心向器壁随着半径的增大,磁力逐渐增大,重介旋流器中心区域所受磁力近似为0,器壁处磁力达到最大值,与传统重介旋流器分选结果吻合。同时通过改变电流强度调节磁场大小发现,随着电流强度的增加,底流密度逐渐增大,溢流密度逐渐降低,理论分选密度逐渐升高。试验结果说明电流强度改变了旋流器内部的密度场,使得旋流器分离锥面向器壁方向移动。

目前世界最大的无压三产品重介旋流器是由北京国华科技集团有限公司研发生产的3GHMC1500/1100旋流器,处理能力能达到550~650 t/h,自2007年投入已经先后于34家选煤厂应用了41台。该公司于2015年对其研发的3GHMC1500/1100产品在5个不同煤质选煤厂进行了单机检查,通过考察工业试验,进行数值分析得出,该旋流器的可能偏差、数量效率等各项工艺性能指标先进^[10]。

3 应用

神华蒙西煤化股份有限公司棋盘井选煤厂^[11],原设计处理能力400万t/a,后经唐山国华科技技术改造,方案是选择将3GDMC1500/1100A型重介旋流器在两个生产系统中各布置一台。自投入生产以来一直保持稳定,实际入选能力达到了445万t/a,精煤灰分保持在10.3%左右,合格率保持100%。这表明以该设备为核心的工艺流程是一种高效的选煤工艺流程,具有广阔的前景。

开滦赵各庄矿业选煤厂^[12],原煤为难选煤,含末煤较多,由于原采用跳汰粗选+重介精选+煤泥浮选的流程已不能满足生产要求。公司通过煤质分析,经过多方论证,采用不脱泥不分级+无压三产品重介旋流器的主选进行改造,选用设备为唐山国华

科技的3GDMC1300/920A大型无压三产品重介旋流器。结果简化了分选流程,次生煤泥减少,分选精度增高,回收率提高了4.45个百分点。这是大型无压三产品重介旋流器对于分选难选煤的成功应用。

安徽谢桥选煤厂^[13]属矿井型动力煤选煤厂,原生产规模8.0Mt/a,原煤属气煤。公司于2009年进行了技术改造,创新性地选用“大型高效全重介选煤简化流程新工艺及设备”新技术,率先使用3GDMC1400/1000AP无压三产品重介旋流器。改造后生产达到了先进的技术指标,精煤灰分18.47%,矸石灰分80.83%。该应用丰富和发展了具有我国自主知识产权的大型、高效、简化重介质选煤技术,巩固了我国重介旋流器选煤技术国际领先

的地位。

淮南矿业(集团)潘一选煤厂^[14]年处现理能力为600万t,原煤为1/3焦煤,属极难选煤,原采用两套脱泥有压给料两产品重介旋流器主选。公司于2011年进行了技术改造,采用目前世界最大、处理量最高的3GHMC1500/1100无压三产品重介旋流器主选。投入运营后2013年11个月入洗原煤达到了1106.9万t,一、二段总错配物量分别为5.15%、1.27%,质量合格率在99%以上,该设备在分选极难选煤中取得了成功。

以下列举了部分选煤厂无压三产品重介旋流器的应用情况,见表1。

表1 大型无压三产品重介旋流器应用实例

Table 1 Application samples of large-scale arthree-product heavy dense medium cyclone

选场名称	规模	工艺流程	设备型号	生产指标
山西麟达选煤厂 ^[15]	1.5Mt/a	无压三产品旋流器+煤泥浮选	WTMC1200/850	Ep1=0.026;Ep2=0.038
安泰选煤厂 ^[16]	2.0Mt/a	无压三产品旋流器+TBS+浮选	3NWX1100/780	精煤灰分均在10%以下
望峰岗选煤厂 ^[17]	300t/h	无压三产品旋流器主选	3GDMe1200/850A	精煤灰分8%~12%,合格率≥90%
老屋基选煤厂 ^[18]	2.0Mt/a	无压三产品旋流器代替原跳汰	3GDMC1400/1000	精煤灰分9.5%
曲靖明达选煤厂 ^[19]	0.3Mt/a	无压三产品旋流器工艺	3NWX700/500A	中煤含精量大,精煤水分大
龙煤集团富强选煤厂 ^[20]	0.72Mt/a	无压三产品旋流器代替原跳汰	3GDMC1100/780	精煤产率提高4个百分点
山西焦煤回坡底选煤厂 ^[21]	1.5Mt/a	重选、浮选联合流程	WTMC1000/700	重选指标达国内先进水平
羊场煤矿选煤厂 ^[22]	0.6Mt/a	无压三产品旋流器新工艺	3GDMC1000/700A	新增0.15Mt/a,合格率100%
赵各庄矿选煤厂 ^[23]	1.8Mt/a	不分级不脱泥无压三产品旋流器	3GDMC1400/100AI	精煤产率提高2.09个百分点
郑州矿区选煤厂 ^[24]	3.0Mt/a	无压三产品旋流器+TBS+浮选	WTMC1200/850	二段分选不理想
范各庄选煤厂 ^[25]	4.0Mt/a	无压三产品旋流器代替原跳汰	3NWX1000/700	精煤回收率明显提高
贺西煤矿选煤厂 ^[26]	3.0Mt/a	特大型无压三产品旋流器新工艺	3GHMC1500/1100A	Ep1=0.023;Ep2=0.027
东曲矿选煤厂 ^[27]	40Mt/a	无压三产品旋流器代替原跳汰	Φ1400mm/1000mm	精煤产率提高4个百分点
任家庄选煤厂 ^[28]	2.4Mt/a	无压三产品旋流器+浮选	JUW3×1200/890	解决了原设备分选差的问题
重庆永川选煤厂 ^[29]	1.2Mt/a	无压三产品旋流器+煤泥浮选	3SNWX1200/850	精煤灰分平均9.85%
滴道盛和选煤厂 ^[30]	2.1Mt/a	无压三产品旋流器新工艺	3GDMC1300/920	精煤产率提高1.83%
桃山选煤厂 ^[31]	2.0Mt/a	无压三产品旋流器新工艺	3GDMC1400-1000AI	精煤产率提高2%~3%

4 结 语

随着选煤厂的大型化和现代化以及计算机技术和自动化技术的更新,无压给料三产品重介旋流器必将朝着超大型、自动化方向发展,同时,各种新型材料的研发尤其是耐磨、耐腐蚀材料也将会应用到现代化选矿设备中。

参考文献:

[1]李金克,徐俊艳.我国煤炭储备系统的理论框架[J].山东工商学院学报,2013(3):56-61

[2]谢广元.选矿学[M].北京:中国矿业大学出版社,2001.

[3]宋国阳.三锥旋流器在方山选煤厂的应用研究[D].泰安:山东科技大学,2013.

[4]刘峰,李瑞和.大型高效全重介选煤简化流程新工艺及设备的研究[J].煤炭科学技术,2003(1):34-36.

[5]卫中宽,张新民.新型有压给料三产品重介质旋流器的研究[J].煤炭加工与综合利用,2008(6):17-21.

[6]卫中宽.大型三产品重介旋流器的再创新及其新工艺的研究[J].煤炭工程,2009(10):10-13.

[7]陈亮,鲁培.浅析无压给料三产品重介旋流器的分选下限[J].科技创新导报,2014,35:59.

- [8]陈锋,朱科强.三产品旋流器选煤工艺浅析[J].科技资讯,2013(3):105-105.
- [9]柴兆贇,张洋.磁场作用下重介质旋流器悬浮液密度调控研究[J].洁净煤技术,2015(3):57-59.
- [10]闫锐敏,丁光耀,王兴兴,等.3GHMC1500/1100型无压给料三产品重介旋流器的工艺指标分析[J].煤炭加工与综合利用,2015(7):3-7.
- [11]赵树彦,张春林,徐学武,等.3GDMC1500/1100A型无压给料三产品重介旋流器[J].洁净煤技术,2010(2):9-13.
- [12]杨营.大直径无压给料三产品重介旋流器在赵各庄选煤厂的应用[J].科技传播,2013,19:121.
- [13]李梅.大直径无压给料三产品重介旋流器在动力煤选煤厂的应用研究[D].淮南:安徽理工大学,2012.
- [14]庾朝富,王传金,石郡,等.3GHMC1500/1100型无压给料三产品重介旋流器分选潘一选煤厂极难选煤的工艺效果研究[J].选煤技术,2014(6):7-10.
- [15]潘保东,葛家君,崔学奇,等.WTMC1200/850型重介旋流器在山西麟达选煤厂的应用[J].煤炭加工与综合利用,2013(2):15-19.
- [16]张瑞文.三产品重介选煤工艺在安泰选煤厂的应用[J].洁净煤技术,2015(5):31-34.
- [17]任淮麟,陶宇好,张春林,等.大型无压给料三产品重介旋流器在望峰岗选煤厂的应用[J].煤炭加工与综合利用,2002(4):7-10.
- [18]杨勇,赵德春.3GDMC1400/1000型无压给料三产品重介旋流器在老屋基选煤厂的应用[J].煤质技术,2006(6):61-62.
- [19]黄勇,王津.无压给料三产品重介旋流器在曲靖明达选煤厂的应用分析[J].能源与节能,2012(8):10-12.
- [20]陈令民.无压给料三产品重介旋流器选煤工艺在富强选煤厂的应用[J].科技风,2011(11):83-83.
- [21]段福山,张丽明.三产品重介旋流器分选工艺在回坡底选煤厂的优化应用[C].//2008年重介选煤技术会议,2008.
- [22]何德生,黄树全,赵先华,等.无压给料三产品重介旋流器在羊场煤矿选煤厂的应用[J].煤炭加工与综合利用,2003(4):22-24.
- [23]吴盛兴.无压给料三产品重介旋流器在赵各庄矿选煤厂的应用[J].煤炭加工与综合利用,2012(2):25-27.
- [24]刘建新,曹学新,马爱玲.无压给料三产品重介旋流器在郑州矿区选煤厂的应用[J].煤炭加工与综合利用,2013,02期:12-14.
- [25]刘加伟.无压给料三产品重介旋流器在范各庄选煤厂的分选效果及影响因素[J].洁净煤技术,2010,16:10-11.
- [26]李栋,吴朝荡,许成谱,等.特大型无压给料三产品重介旋流器在贺西煤矿选煤厂的工艺指标[J].煤质技术,2015.
- [27]梁改红.无压给料三产品重介旋流器在东曲矿选煤厂的应用[J].煤质技术,2009(5):63-64.
- [28]张力强.任家庄选煤厂三产品重介旋流器优化设计实践[J].选煤技术,2013.
- [29]章永青.永川选煤厂重介选煤系统的工艺技术改造[J].煤炭加工与综合利用,2011(3):31-34.
- [30]刘万银,温京华.滴道盛和选煤厂重介分选工艺技术改造应用与效果[J].中国科技博览,2010(14):63-63.
- [31]罗纯昌.3GDMC1400-1000A I型重介旋流器的在桃山选煤厂的应用[J].中国科技纵横,2012:124-124.

The Application and State of Art Three-product Heavy Dense Medium Cyclone

Zhang Lin, Fang Jianjun, Zhao Minjie, Li Guodong

(Faculty of Land Resource Engineering of Kunming University of Science and Technology,

State Key Laboratory of Complex Nonferrous Metal Resources Clean Utilization, Kunming, Yunnan, China)

Abstract: The structure, principles, types of equipment, advantages and disadvantages application and research state of three-product heavy medium cyclone were introduces. It indicated that the device would be developing towards the direction of large-scale, automation and advanced material.

Keywords: Three-product heavy medium cyclone; Pressureless; Gravity separation