

# 选煤厂选煤技术的发展现状与工艺分析

李 凯

(国家能源集团神东煤炭集团洗选中心,陕西 榆林 719315)

**摘要:**在社会经济不断改革发展的过程中,国家对煤炭资源的需求量越来越大,促使我国煤炭行业高速发展,但在环保理念的推动下,煤炭行业技术也开始向工业自动化方向发展,致力于在提高煤炭资源利用率的同时减少环境污染。基于神东地区选煤厂的煤炭洗选工艺,探究分析选煤技术的发展现状与存在问题,针对工艺问题探索改善措施。

**关键词:**洗选工艺;资源利用率;选煤厂;选煤技术;发展现状

**中图分类号:**TQ53 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-6772(2023)S2-0727-04

## Research and application of mine coal quality intelligent management system

LI Kai

(National Energy Group Shendong Coal Group Washing Center, Yulin 719315, China)

**Abstract:** In the process of the continuous reform and development of the social economy, the demand of the country for coal resources is more and more large, which also impels the coal industry of our country to be in the stage of high-speed development, but under the influence of the environmental protection idea, technology in the coal industry is also moving towards industrial automation, aiming to improve the utilization of coal resources while reducing environmental pollution. Based on the coal washing technology of Shendong coal preparation plant, this paper will explore and analyze the development status and problems of coal preparation technology, and to explore improvement measures.

**Key words:** washing technology; resource utilization ratio; coal preparation plant; coal preparation technology; development status

## 0 引 言

煤炭分选工艺是选煤厂众多工作中的关键环节,在极大程度上影响产品特性、原煤分选方式与步骤及成本问题等,同时,对工艺流程的设计还需综合考虑采煤工艺、客户要求、资金问题、原煤种类等多方面,从而提高煤炭洗选工艺流程的经济性和可行性。为促进煤分选企业发展,分选工艺流程的创新改进应顺应国家发展方向,综合考虑大气环境、生产成本、选煤技术等各方面因素,提高煤炭资源的利用率与原煤的分选效率,努力增加煤炭企业的经济效益。

## 1 神东地区煤炭分选工艺的发展现状

煤炭分选工艺是原煤加工处理过程中的重要环节,原煤指在矿井下开采运输回来的未加处理的天然煤炭,在开采技术、管理水平、地质条件与开采装

备等因素的影响下,所得原煤中会夹杂大量金属废弃物或煤矸石,不同开采区域中的煤炭硫份与灰分以及煤种都不尽相同,解决这些问题对优化企业煤炭分选工艺流程意义重大。目前神东地区煤炭洗选中心的煤泥水处理过程存在诸多问题,严重影响煤炭分选工艺发展。煤泥水的处理是选煤厂生产工作中不可忽视的一环,神东地区诸多选煤厂都开始实行机械自动化采煤与选煤工艺,但细粒级选煤产品和煤泥量的大幅增加问题随之而来<sup>[1]</sup>。细煤泥产量增大影响煤泥水处理、脱水煤泥回收以及煤炭洗选的固液分离过程,直接导致细煤泥产品含水量过高,不符合产品监测标准,同时,选煤厂细煤泥处理设备难以达到机械工作效率设计要求,选煤厂提质增效目标难以实现。当下,神东地区煤炭洗选中心所使用的加压过滤机的处理量无法达到设计要求,只实现了原计划处理量的77.4%,比如补连塔选煤厂、布尔台选煤厂以及保德选煤厂等仅实现了原计

收稿日期:2022-11-11;责任编辑:常明然 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.22111106

作者简介:李 凯(1984—),男,内蒙古武川人,助理工程师。E-mail:67715585@qq.com

引用格式:李凯.选煤厂选煤技术的发展现状与工艺分析[J].洁净煤技术,2023,29(S2):727-730.

LI Kai. Research and application of mine coal quality intelligent management system[J]. Clean Coal Technology, 2023, 29(S2): 727-730.

划处理量的50%或25%,严重影响煤炭的洗选工艺流程。

针对神东地区选煤厂中的细煤泥处理设备所存在的问题,原因包括以下2个方面:一,煤矸石极易泥化,原煤经分选会产生大量疏水性较差的极细颗粒,而目前神东洗选中心所使用的板框压滤机和加压过滤机的滤布都是325网目或200网目,易导致极细颗粒在煤泥处理系统中形成死循环,难以排出,相关实践结果显示,神东洗选中心产出的煤泥水中普遍含40%~70%的极细煤泥<sup>[2]</sup>。细粒级煤矸石外排效果差已经成为神东地区大部分选煤厂面临的共有难题,而无法外排的细粒级矸石只能被运进浓缩池中经压滤脱水混入混煤,影响煤泥处理系统的分选效果与外运的混煤质量。二,加药制度不合理,洗选中心各选煤厂通常将加药制度设置为先加入阳离子与后加入的阴离子时间间隔为15~25 s,但在实际操作中,由于入料管道与浓缩池的地理位置限制,在煤泥水中加入的药剂难以充分混合,因此达不到预期效果。

## 2 煤炭分选原理

煤炭分选工作实质上是根据原煤中的各种杂质、矸石、煤种的物理与化学性质间的不同使其分离,整个过程包括多种煤炭分选工艺,如微生物选煤工艺、物理选煤工艺、化学选煤工艺以及物理化学选煤工艺等。

### 2.1 物理选煤工艺

物理选煤是根据原煤中各杂质的物理性质差异完成分选的工艺流程。不同煤种与杂质的坚硬程度、导电性、磁性、粒径以及容重不同,充分利用这一特性可实现煤炭与杂质的分离<sup>[3]</sup>。而物理选煤又分为电磁选煤和重力选煤,重力选煤也可进一步分为风力选煤、摇床选煤、斜槽选煤、重介质选煤以及跳汰选煤等。

### 2.2 微生物选煤工艺

近些年新流行的微生物选煤工艺的原理是利用微生物对原煤中杂质的侵蚀作用来完成原煤分选,通过人工操作,原煤中的杂质会进入自养型和异养型微生物体内,微生物会代谢掉煤炭成分中的杂质<sup>[4]</sup>。

### 2.3 化学选煤工艺

化学选煤工艺是利用原煤中金属杂质特有的化学反应除去煤炭中的金属废弃物杂质的煤炭分选过程,根据不同化学反应原理和不同种类的化学试剂,将化学选煤工艺分为添加碱处理、氧化法、溶剂有机

萃取等,目前常用的化学选煤方法是实验室脱硫法,指原煤中的硫分与相应的化学试剂发生化学反应,以此除去原煤中的硫分。

### 2.4 物理化学选煤

浮选工艺充分利用原煤杂质与煤炭二者间的物理、化学性质差异来实现选煤,这种选煤工艺形式需较多的工艺设备,包括机械搅拌式和无机械搅拌式2种物料搅拌方式<sup>[5]</sup>。

## 3 煤炭分选工艺的作用分析

煤炭分选工艺的直接作用是加工处理从矿井下开采出的原煤,并通过一定的分选处理后提高煤炭资源利用率,减少能源消耗,煤炭的分选工艺可减少炼焦煤中1%~3%的灰分,提升高炉炼铁的产品产量,而在利用煤炭洗选工艺洗选无烟煤时,也会大大提升合成氨的产品质量<sup>[6]</sup>。同时分选工艺会降低煤炭中的硫分、灰分以及燃烧过程中所产生的有毒有害气体,在开采煤炭的矿井下,不同开采地点的煤炭种类不同,各煤种也具有不同含量的灰分和硫分,煤炭洗选工艺可以除去原煤中32%~44%的硫分和52%~86%的灰分,这样就可以有效减少煤炭燃烧过程中所产生的 $\text{NO}_x$ 与 $\text{SO}_2$ 含量。煤炭经分选会极大提高产品质量,实现产品结构的优化,既能增加煤炭产业的经济效益与市场竞争力,又能减少环境污染。煤炭的分选工艺将单一结构的煤炭转变为多结构,提高煤炭产品的质量层次,打造更为优质的煤炭产品,我国的煤炭消费用户对产品的质量和品相要求极高,大多数城市都要求深加工煤炭产品,产品硫分小于0.5%,而灰分也小于10%。以神东地区多数选煤厂和产煤地区为例,工厂一般距城镇较远,煤炭的运输路途和运量大,深加工后可大大地降低运输动力浪费与运力成本。

## 4 神东洗选中心煤分选工艺改善措施分析

### 4.1 细粒级矸石泥外排改造

对煤炭洗选工艺中的细粒级矸石泥外排改造应遵循减少矸石循环次数和浸水时间,使细粒级矸石尽早排出煤泥水处理系统的原则,根据神东洗选中心各个选煤厂不同的煤炭分选工艺,可以采取不同形式的解决方案。

#### 4.1.1 矸石弧形筛筛下水走向改造

在神东洗选中心大柳塔选煤厂中,末煤系统的矸石弧形筛筛下水直接经过管路进入滤液收集桶,再进入到浓缩池,而滤液收集桶底部、缓冲池的入料

管道口以及浓缩池中常会积淀大量细粒级矽石泥,影响正常生产工艺,也给清理工作带来了困难。因此,经实验分析,可根据煤泥水处理系统的实际情况,制作一个将弧形筛筛下水反复引回矽石桶内的细粒级矽石内循环处理机制,这一系统改造提高了煤泥水处理系统中的分选效率,也将系统外排的细粒级矽石量增加了6.18%,矽石中的水分和灰分分别降低了1.7%和4.91%,煤炭分选效率大幅提高<sup>[7]</sup>。

#### 4.1.2 矽石脱介筛改造

神东洗选中心各选煤厂的块煤系统矽石脱介筛通常采用双层设置,上层是50 mm的分级粒度,下层是1.5 mm或2 mm的筛板孔径,而末煤系统通常采用筛板孔径为1.5 mm或2 mm的单层脱介筛。煤矽石在经过1.5 mm或2 mm以下的脱介筛后会形成高灰细粒级矽石,而浸水较长时间泥化后的矽石在进入浓缩池后会极大增加药耗,给细煤泥的处理带来一系列问题<sup>[8]</sup>。为合理高效地处理系统内的细粒级矽石,可在源头改造矽石脱介筛工艺,将孔径筛板缩小至0.5 mm,将末矽石处理系统变成0.5 mm分级的脱介筛筛板,从而促使0.5~1.5 mm粒度级的矽石泥顺利排出煤泥水处理系统,有效减少矽石泥化对煤炭分选工艺流程造成的影响。改造后的煤泥水处理系统减少了煤泥水中的细煤泥含量和末煤系统的药剂使用量,同时提高煤炭产品质量,包括产品降低煤水分以及粗细煤泥发热量、提高质量。

#### 4.1.3 矽石段稀介质单独回收与细粒级矽石外排

神东洗选中心各选煤厂的矽石段稀介质处理工艺流程普遍包括利用1.5 mm或0.5 mm的脱介筛脱介矽石、利用磁选机对煤炭进行物理分选、将分选过后的尾矿运送进煤泥桶内、用分级旋流器对煤泥进行分级、分级后的溢流进入浓缩池、底流进入螺旋分选机进行再分选、从螺旋分选机中运送出来的尾矿进入矽石桶和矽石旋流器分级、煤泥水底流会依次经过固定筛、弧形筛、高频筛直至外排出去。这是矽石段稀介质处理工艺的整个流程,由于矽石稀介中的矽石泥无法直接外排,导致矽石泥进入浓缩池,增加浓缩池负荷,另外,矽石稀介的多次循环也会导致矽石泥再次泥化,增加细煤泥中的灰分。为解决上述问题,选煤厂可增设一台专门处理矽石段稀介质的磁选机,矽石段稀介质经磁选机的加工处理后形成尾矿矽石泥,随后进入固定筛、弧形筛和高频筛,细煤泥会经过脱水后外排<sup>[9]</sup>。改造后的矽石稀介处理流程变为利用1.5 mm或0.5 mm的脱介筛脱介矽石、用矽石桶回收脱介后的煤矽石、利用磁选机进

行矽石分选、尾矿通过固定筛、弧形筛、高频筛等筛选外排,此次改造减少了系统内矽石稀介的循环次数,也改善了矽石泥的二次粉碎问题。

#### 4.2 使用助滤剂提高压滤机效果

由于神东洗选中心各选煤厂在煤炭洗选工艺流程中的煤矽石极易出现泥化现象,导致细粒级矽石难以排出煤泥水处理系统,因而压滤机无法达到预期工艺效果。针对这一情况,改变压滤机的入料粒度组成是改造的目标,在入料的同时加入助滤剂调节滤饼透气度,提高压滤机的工艺效果。其中,助滤剂包括固体助滤剂与化学助滤剂,最天然的固体助滤剂是粗煤泥,可以有效改变矽石的粒度,而化学助滤剂通过降低入料的黏度来提高透气性,常用的化学助滤剂有明矾、聚丙烯酰胺、聚合氯化铝等,而当前神东洗选中心使用的是煤泥水处理系统中产生的粗煤泥和聚合氯化铝助滤剂。

助滤剂的加入应结合各选煤厂中煤泥水的粒度组成与性质的实际情况,并在助滤剂的性质、来源、使用量以及掺入点等几个方面进行细致研究。原本助滤剂掺入方式存在弊端,会增大浓缩池的工作负荷和药剂消耗,极易形成安全隐患,也会在一定程度上影响混煤的整体灰分。因此,应该在助滤剂的掺入方面进行合理创新改造,可以将一条支管路加装到粗煤泥进入弧形筛的管路上,使粗煤泥顺利进入加压过滤机的入料桶,同时在新增的支管路上加装一个气动刀闸阀门,通过调节阀门开度来随时调整固体助滤剂加入量,实时避免放粗量过高的问题。将助滤剂的掺入点调整到加压过滤机的入料桶的改造方式,有效避免了原本水力旋流器放粗所带入矽石杂质对细煤泥的污染,提高产品煤质量。同时经实地试验确定神东洗选中心各选煤厂所适用的助滤剂种类,如保德选煤厂适用聚合氯化铝等化学助滤剂,而其他选煤厂均适用固体助滤剂。

#### 4.3 优化加药制度

对加药制度的优化和改善大致包括设定加药顺序、加药点、药剂浓度及增设管道混合器2个方面,其中,经实际的理论实践可以得出结论:加药点设置为先阳离子,后阴离子,将二者的间隔时间控制在15~25 s,药剂浓度调整至0.10%~0.15%,注意阴离子加药点需设置成多点加药。另外,增设管道混合器均匀混合煤泥水和药剂,将管道混合器加装在浓缩池的入料管道上,当煤泥水和药剂经过时,管道混合器会使二者大面积分散,从而充分混合,极大提高药剂功效,减少其消耗量。

## 5 神东洗选中心选煤厂改造效果分析

实践结果显示,对矽石弧形筛筛下水走向的改造提高了 6.18% 的细粒级矽石外排量,将外排细粒级矽石水分降低 1.7%,每年可为选煤厂节省水费 8 258 元。缩小脱介筛孔径筛板避免了筛板磨损,更易回收细粒级矽石粉,节省更换筛板材料费用 5 250 元。通过改造矽石脱介筛,大大增加了商品煤发热量,神东公司大约产出 1.56 亿 t 的商品煤,为公司带来经济效益 1 560 万元。目前,神东洗选中心的石圪台选煤厂已经完成矽石段稀介质单独回收与细粒级矽石外排改造,每年将增加矽石泥外排量约 7 076 t,节省药剂成本约 13 万元,由于矽石泥的循环量大大减少,有效降低了煤泥水处理系统负荷,商品混煤的发热量显著提升,石圪台选煤厂一年增加混煤销售利润 691.8 万元。另外,保德选煤厂开始使用化学助滤剂提高压滤机的效果,厂南部区将聚丙烯酰胺与聚合氯化铝 2 种化学助滤剂的添加比例从 2 : 1 调整为 1 : 2,节省一半的药剂成本,对加压过滤机改造过后,矽石水分降低 3%,最后降低商品煤水分 0.15%,为保德选煤厂增加经济效益 100 万元。

## 6 结 语

煤炭是我国主体能源,一定程度上推动了我国

社会经济发展。目前,我国选煤技术还不够完善,存在诸多问题,选煤技术有待改进,从神东洗选中心各选煤厂的角度出发,分析探究煤泥水处理工艺存在的问题与改善措施,给国家其他地区的选煤厂煤炭分选工艺的发展提供了参考,为国内煤炭企业的发展贡献力量。

### 参考文献:

- [1] 王文武.选煤技术工艺及生产管理措施分析[J].当代化工研究,2021(19):143-144.
- [2] 彭春谦.重介质选煤技术工艺与质量管理[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(10):184-185.
- [3] 樊虎林.选煤厂主洗混料桶技术改造[J].机械管理开发,2021,36(3):144-145.
- [4] 毛艳宇.我国选煤技术现状与发展分析[J].石化技术,2020,27(12):203-204.
- [5] 吴彩峰.发展煤炭洗选促进节能减排[J].化学工程与装备,2020(9):224-225.
- [6] 吴金保,王慧超.TDS 智能干选机在灵新选煤厂的应用[J].中国煤炭,2019,45(12):43-47.
- [7] 张保民.选煤技术的分类及发展研究[J].石化技术,2019,26(11):177-178.
- [8] 侯伙平.选煤技术及工艺流程的研究[J].江苏科技信息,2019,36(25):72-74.
- [9] 付丽芳.重介质选煤技术工艺与管理[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(7):225-226.