

文章编号: 1001-3571 (2019) 02-0076-05

蒋庄煤矿选煤厂浮选系统次生泡沫的综合治理

周俊喜¹, 齐卫东¹, 高文宇¹, 仇庆敏¹, 赵天波², 褚衍静¹

(1. 枣庄矿业集团 蒋庄煤矿, 山东 滕州 277519; 2. 枣庄矿业集团 煤质管理处, 山东 枣庄 277000)

摘要: 蒋庄煤矿选煤厂在浮选系统运行之后, 为了彻底解决浮选系统次生泡沫造成的系统紊乱等问题, 通过一系列的技术举措和经验摸索, 逐步形成了以工艺优化为主, 固定设施改造为辅的技术手段进行综合治理。对于细粒煤泥分选效果更佳的浮选柱作为系统优化的研究, 以减少超细颗粒粘附在泡沫而导致泡沫难以破碎的现状; 对于能够有效提高煤泥弧形筛透筛性设备进行探索应用, 增加筛面气动击打装置; 对于煤泥水输送环节影响因素进行研究, 将直管道改造为转折溜槽配以喷淋, 在料筒(池)和浓缩池增设喷淋, 以提高输送环节和终端环节的消泡效果。结果表明, 通过综合治理技术举措, 浮选系统各环节泡沫积聚逐步减少, 有效促进了工艺及系统运行稳定, 取得了良好的应用效果, 在洗选工艺系统管理工作具有积极的推广利用价值。

关键词: 浮选系统; 次生泡沫; 工艺优化; 设施改造; 应用效果

中图分类号: TD943

文献标志码: B

Tackling in a comprehensive way the problems caused by the presence of secondary froth in the flotation system of Jiangzhuang Mine coal Preparation Plant

ZHOU Junxi¹, QI Weidong¹, GAO Wenyu¹, QIU Qingmin¹, ZHAO Tianbo², CHU Yanjing¹

(1. Jiangzhuang Coal Mine of Zaozhuang Mining Group, Tengzhou 277519, China;

2. Coal Quality Management Division of Zaozhuang Mining Group, Zaozhuang 277000, China)

Abstract: In order to solve the problem of operational disorder of the flotation system caused by presence of secondary froth after the system went into operation, a comprehensive control approach focusing on optimization of flotation process and technical transformation of fixed equipment with stress on the former has been adopted, through taking a series of technical measures and empirical study. The comprehensive approach includes optimization of the existing flotation circuit with the use of flotation column which has a better performance in separation of fine coal for preventing ultrafine particles to stick onto froth making the latter difficult to break up; use of pneumatic striking device on fine coal sieve bend for effectively improving the sieving performance; and replacement of the straight pipe with a twisted chute and addition of water spraying devices above the chute, slurry water tank, pond and thickener to improve the froth breaking effect of slurry water delivery and final treatment links—a renovation made based on the study of the influencing factors involved in the slurry water delivery link. Adoption of the comprehensive approach has met with a good result as evidenced by reduced accumulation of froth in flotation system and various process links and effectively improved operating stability of flotation circuit. The comprehensive control

收稿日期: 2019-01-23 责任编辑: 李梅 DOI: 10.16447/j.cnki.cpt.2019.02.018

作者简介: 高文宇(1985—),男,山东枣庄人,工程师,从事煤炭洗选加工工艺管理及机电设备维护改造方面的工作。E-mail: zzwgy8866@163.com, Tel: 15318434937。

引用格式: 周俊喜,齐卫东,高文宇,等.蒋庄煤矿选煤厂浮选系统次生泡沫的综合治理[J].选煤技术,2019(2):76-80,84.

ZHOU Junxi, QI Weidong, GAO Wenyu, et al. Tackling in a comprehensive way the problems caused by the presence of secondary froth in the flotation system of Jiangzhuang Mine coal Preparation Plant [J]. Coal Preparation Technology, 2019(2): 76-80, 84

means is worthy of popularization for facilitating and improving coal cleaning system management work.

Keywords: flotation system; secondary froth; process optimization; renovation of process equipment; application effect

浮选是利用矿物表面物理化学性质的差异,使矿物颗粒选择性地向气泡附着的选矿方法^[1]。对浮选有较大影响的表面性质主要有:润湿性、电性、吸附、氧化、溶解、分散、絮凝等。矿物的浮选过程是在固(矿物)、液(水)和气(气泡)三相界面上进行的,进行这一过程的关键在于:矿物表面性质(润湿性)差异,从矿浆中析出足够量的稳定而细小的气泡;有用矿物(欲浮矿物)有充分的机会与气泡群碰撞,并牢固地粘附在气泡上被浮到矿浆的表面,脉石矿物虽有机会与气泡碰撞,但不粘附,遗留在矿浆中,在这里气泡是分选的媒介,同时又是运载工具,存在着大量泡沫的精矿及尾矿通过各分选设备以及运输管道输送至各料筒料池以及浓缩池^[2-3]。

浮选回收过程中产生的次生泡沫往往会导致各类影响生产系统的不利因素:如各料筒(池)泡沫积聚过厚,影响料位监测以及影响渣浆泵上料运行,这会影响到各分选设备的自动化控制的监控环节,给职工操作造成误导;过厚的泡沫夹杂着空气,渣浆泵上料时易产生气蚀,导致渣浆泵机械密封的损坏;次生泡沫的积聚会导致精煤压滤机压榨效率降低,进而影响精煤压滤机的脱水效果,致使精煤泥的水分升高;泡沫积聚在浓缩池难以消除,导致洗水闭路循环中存在药剂残留并进入循环水系统,药剂成分通过循环水进入重介密度控制系统导致调控紊乱,而通过各筛上喷水进入稀介系统的部分,也会影响重介回收;相当厚度的泡沫积聚在浓缩池表面,造成了生产环境的恶化,不满足环保要求。

为使浮选系统存在的泡沫积聚得到有效的解决,各料筒料池的泡沫积聚逐步减少,液位监测趋于稳定,保证浮选系统分选的稳定性和同时保证设备运行及洗水浓度的稳定性,使浮选系统次生泡沫的治理产生积极的应用效果。

1 浮选系统次生泡沫综合治理的实施

1.1 浮选系统工艺

重介系统精煤磁选尾矿通过渣浆泵进入浮选系统,利用FX710分级旋流器进行分级,分级旋流器溢流进入浮选机进行分选,分级旋流器底流进入

粗煤泥分选机,粗煤泥分选机溢流通过精煤泥弧形筛进行分级,筛上物进入精矿桶,筛下物进入浮选入料池,进入浮选机二次回收。煤泥水分选选用两台FJCA20-4喷射式浮选机,精矿应用4台HMZG450/1600精煤泥快开压滤机和两台BSB1420沉降过滤式离心脱水机脱水处理,产物经破碎混合后作为最终精煤产品掺配至精煤主运带式输送机,尾矿进入浓缩系统,由尾煤压滤机进行处理。

1.2 以煤质技术检查为基础的工艺优化

枣矿集团公司组织选煤煤质技术评审专家组对蒋庄选煤厂的运行情况进行了全面的技术诊断,根据蒋庄煤矿选煤厂提供的试验结果,粗煤泥分选机分选 $>0.25\text{ mm}$ 粒级的灰分完全满足产品质量要求,但 $<0.25\text{ mm}$ 粒级,尤其 $<0.125\text{ mm}$ 粒级灰分高,细泥含量高。然而,蒋庄煤矿选煤厂现有工艺中,粗煤泥分选机溢流仅采用弧形筛脱泥后直接进入卧式沉降离心脱水机(卧脱)回收,脱泥效果难以保证,这是导致该厂目前卧式振动卸料离心脱水机(以下简称卧脱)产品灰分偏高的原因之一,同时高灰细泥污染较严重,导致浮选次生泡沫积聚而难以消除的问题。为此,该厂对浮选系统进行了升级改造。

增加对高灰细泥选择性好的旋流微泡浮选柱,将原未入浮的中煤磁尾旋流器溢流、浅槽重介煤泥水、高灰细泥含量较高的卧脱滤液、精煤泥弧形筛筛下水全部进入新增旋流微泡浮选柱进行浮选,可以浮出灰分较低的浮选精煤;同时降低了现有浮选机的工作负荷,减少了浮选机入料中的高灰细泥的含量(浅槽浮选机对高灰细泥的选择性较差,浮选中高灰细泥夹带严重),大大优化了浮选机的工作效果。同时减少了浮选精煤高灰细泥夹带而导致的泡沫积聚难以消除的情况发生。

此次优化是将系统中对于次生泡沫产生影响因素较大的高灰细泥采取专用料池、专用设备进行处理,从源头上治理了存在的问题。浮选系统升级改造设备流程如图1所示。

1.3 增设脱泥弧形筛透筛设备,减少系统中微细颗粒的循环

煤泥分级弧形筛一般采用的是振动电机来保证弧形筛的透水性,在工艺设计中,为保证重介系统

不跑粗以及浮选入料粒度的稳定,弧形筛片一般选择筛缝为 0.4 mm。随着矿井煤泥量逐渐增大,弧形筛的透筛性仅靠振动电机的振动已经远远不能满足系统需求,往往造成弧形筛过水,下级煤泥脱水设备效果变差,造成细粒煤泥在系统内循环,导致

次生泡沫难以消除的情况发生。由于现阶段使用的煤泥弧形筛一般为筛面主梁振动或筛后背梁振动设计,振动电机为高频振动,长时间使用对于弧形筛板、筛体、橡胶减震垫的使用寿命以及应用年限都造成很大的影响。

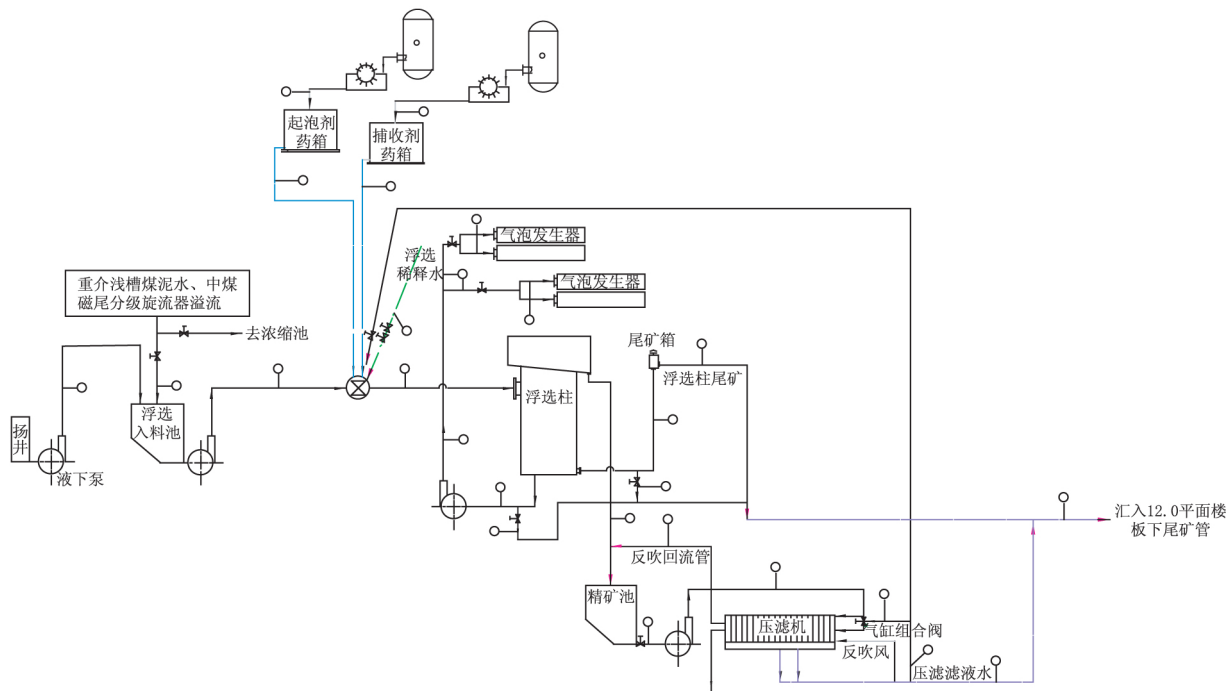


图1 浮选系统升级改造设备流程

Fig. 1 The process flowsheet of the renovated flotation system

选煤厂在枣矿集团范围内首先试用 JDQ-QDB 型摇摆式气动击打器。该设备的主要作用是适时地敲击筛网,及时将筛网缝隙内的细粒物料清除,提高弧形筛的脱水、脱泥和分级效率。该设备通过电路控制电磁阀换向;电磁阀通过气路控制气缸的伸缩;气缸的伸缩驱动摇臂往复摆动,从而带动击打头不断敲击弧形筛网面,将筛网缝隙内的细粒物料清除。通过智能仪表可以调整击打频率;通过气源三联件调压器和节流阀可以调节击打强度,以满足不同工况的要求。

通过应用该设备,使得系统中存在的微细颗粒煤泥能够有效地进入终端环节,减少了运输循环过程中因渣浆泵的离心作用产生的冲击击打而导致泡沫难以消除的问题。

1.4 喷淋设施的增设

1.4.1 料筒料池喷淋循环水的应用

为解决精矿桶漾泡问题,根据现场实际情况,在精矿桶内设计安装了一套可升降的消泡装置。该消泡装置的设计吸取了以往的经验,但仍采用喷水进行消泡,利用大循环水进行消泡,在喷水的分布

布置上,克服了以往直喷的常规做法。采用喷嘴周边倾斜布置方式,用 DN50 的钢管焊接一边长为 2 000 mm 的总管道,在上方中间位置处焊接 DN50 入水管,并在接头管上车鱼鳞扣方便接胶皮管。在总管道四周每隔 700 mm 分别焊接上 DN20 的长度为 500、400、300 mm 的钢管做支管,钢管头用弯头安装上直径为 8 mm 的喷嘴,支管与主管呈 45° 角。由于支管的长度不同,这样就使得各喷嘴整体构成了一个圆形,当水流以 5 m/s 的速度喷出喷嘴时,喷水给泡沫层以周向力,使泡沫产生周向旋转,周向旋转的过程中,泡沫会主动移至喷水覆盖区,被高速喷出的水流击碎^[4]。

消泡装置安装运行后,效果比较理想,泡沫随着喷嘴水流的喷出,形成了周向旋转,移到至喷嘴下立刻被喷水击碎,实现了快速消泡目的。料筒喷淋装置示意图如图 2 所示。

1.4.2 煤泥水传输管道的改造

选煤厂的煤泥水运输一般采用管道,特别是在浮选环节,管道线路较长,管道存在的弯头和管道内部压力都会导致泡沫的难以消除,而仅扩大管径

一是造成成本的上升, 二是厂房的布局难以布置, 故在浮选精矿终端管道, 采用大倾角敷设和钝角弯头减少流动阻力, 增设缓冲槽箱替代管道和冲水管道, 管道布置合理, 消泡效果良好。

管道优化对浮选精矿和卧脱离心液管道进行合并改造, 使两路合并成一路, 并扩大管径, 增大坡度, 减少浮选精矿的流动阻力, 使其逐渐平缓。在进入精矿池之前, 增加断面为 900 mm × 600 mm 的槽箱, 长度为 5 m, 并在槽箱上方增加消泡冲水, 使得消泡更加方便有效。在精矿池的边缘位置, 利用大管径直管通到距离池底 1 m 以内的高度, 将浮选精矿通过池底缓缓进入压滤入料池。避免再次因水流冲击引发泡沫的现象。



图 2 料筒喷淋装置示意图

Fig. 2 The water spraying device above the slurry water tank

通过浮选精矿液体缓入装置的改造, 有效优化了管道布置, 改善职工维修管道施工环境和消泡工作环境。缓入装置上增加消泡喷水, 降低了煤泥水中的泡沫, 对浮选和选煤生产起到更好的效果^[14]。煤泥水管道改造示意如图 3 所示。



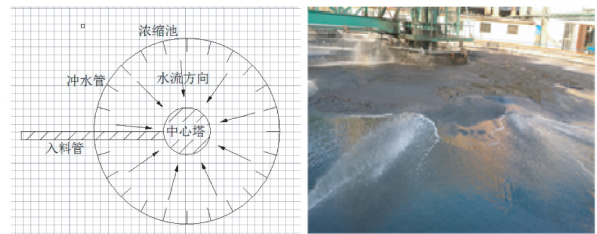
图 3 煤泥水传输管道改造示意图

Fig. 3 The picture of the renovated slurry water delivery pipe

1.4.3 浓缩池圆周喷淋挡堰设施的应用

在浓缩池周围加装消泡水管, 消泡水源采用循

环水, 以确保洗水平衡, 通过消泡水, 使浓缩池内的泡沫在消泡水冲击作用下达到破碎和流动的作用, 使浓缩池内的泡沫消除。由于当前浓缩机逐步采取中心传动式, 怎样使浓缩池液面的浮游泡沫流动起来是关键, 采取在浓缩池周边增加带有角度的喷淋水, 以喷淋水作用力促使泡沫流动, 加之横截冲水而达到消泡的目的。在浓缩池周边, 为防止未破碎的泡沫进入澄清水, 利用废旧弧形筛筛板制作挡泡堰, 可有效解决泡沫溢出的问题。浓缩池喷淋设施示意图如图 4 所示。



(a) 浓缩池喷淋水流向示意图 (b) 浓缩池喷淋水现场图

图 4 浓缩池喷淋设施示意图

Fig. 4 The picture showing the spraying device in thickener

通过浓缩池圆周喷淋挡堰设施的应用, 该厂在浓缩池和系统内存在的浮选泡沫量大大减少, 对系统各项指标和环境综合治理起到积极的促进作用。不仅可以有效地降低泡沫对于生产设备造成的影响, 有效促进煤泥全水指标降低, 还可以优化生产工艺环境。浓缩池喷淋应用效果对比如图 5 所示。



(a) 应用前状态 (b) 应用后状态

图 5 浓缩池喷淋应用效果对比

Fig. 5 Comparison of performance of the thickener before and after the use of spray device

1.5 浮选药剂的优化筛选及匹配性的加药制度

根据当前煤泥浮选生产过程的特性, 优化筛选更适合煤泥分选特性和与煤质匹配的浮选药剂。浮选药剂对改善浮选系统中气、液、固三相的性质, 主要是改善气相性质, 使产生的气泡大小、数量、寿命、升浮速度等都能满足浮选要求; 改变矿物的表面性质, 使其更利于与气泡粘附而上浮, 调整矿物的表面性质、矿物与其他物质的作用以及调整矿浆的性质, 变不能浮矿物为可浮, 使能浮的矿物更

好浮或将暂时不浮的矿物先抑制,然后再活化、浮选,并提高浮选选择性和浮选速度起着十分重要的作用。浮选结果的好坏,浮选药剂是重要的因素^[4-5]。

在选择药剂时,要分析所处理煤泥的可浮性以及变质程度、粒度组成的种类和性质、煤的氧化程度等。它们不但决定所用药剂的种类,而且还影响着药剂的用量。所选药剂要使浮选过程具有较好的选择性和较大的浮选速度,以便获得较高质量的泡沫产品和较大的浮选生产能力。选择药剂,特别在选择起泡剂时,要注意所形成泡沫的性质,为浮选泡沫产品的过滤脱水创造有利条件。如泡沫层粘性太大或气泡过于稳定都不利于泡沫产品的过滤脱水。同时,也不利于泡沫的破碎,往往造成次生事故的发生。浮选药剂的加药比例与加药量一方面对于浮选精煤的分选起到决定作用,另一方面对于附属泡沫的产生也会产生影响。通过不间断、反复的实践,确定了浮选的加药制度,根据技术检查指标和煤泥量来确定捕收剂的加药量,同样起泡剂按照匹配的加药比例效果最佳,通过调整后的加药量和加药比例,可以有效地降低附属泡沫量^[6-8]。

在浮选过程中,药剂用量的调整最终是为了保证获得理想的产品指标。对药剂的调整必须做到及时、谨慎、准确。也就是说,在进行每一次药剂调整时,必须做到发现问题及时,分析判断正确,调整药剂剂量准确。采取班次计量加药方式对于操作司机进行要求,班次必须统计出当日的用药量,根据原煤入选量计算出班次药耗,为下一班次操作做出对比的环比操作法,以便分析对比防止盲目的调整^[9-10]。

2 应用效果

2.1 浮选系统存在的泡沫积聚得到有效的解决

通过以上治理措施的实施,在选煤厂无论是在浮选各料筒料池内部,还是在重介合格介质、筛上冲水、介质粉回收环节,更重要的是在浓缩煤泥水回收环节,产生的泡沫积聚得到有效的解决,使得职工的操作更加直观,减少现场的误操作,同时降低职工因清理湍泡或泡沫积聚而造成的附加劳动强度。

2.2 有效巩固智能化选煤厂创建的实施

通过浮选系统次生泡沫综合治理,使各类自动化监控监测手段的稳定性得以充分发挥,例如选煤厂在进行压滤机联机启动控制时,液位的监

测是关键的一环,因精矿池桶次生泡沫层过厚而导致的液位监测失灵,导致自动控制程序紊乱的事故频繁发生。选煤厂在实施液位平衡系统中,将电机运行频率,料筒液位以及旋流器入料压力进行关联自动控制运行,因料筒液位监测的失真,也会导致自动控制的紊乱。而浮选系统次生泡沫治理后,使得监测更加稳定可靠,各类自动控制更加可靠^[11-12]。

2.3 更有利于生产的连贯性运行

通过浮选系统次生泡沫综合治理,能够有效缓解各类湍泡生产事故的发生。洗选加工生产是连续的过程,若出现系统次生泡沫难以消除的事故,势必会影响生产连贯性,从而导致介质损耗、电能损耗、药剂损耗的上升,通过次生泡沫的治理,有效降低了此类生产事故的发生,稳定了生产系统的运行^[13-14]。

2.4 更有利于泵类运输设备使用寿命的延长

通过浮选系统次生泡沫综合治理,能够有效缓解各类因次生泡沫过厚,而导致的渣浆泵气蚀问题,发生此类问题,一是容易导致上料异常而导致系统紊乱,二是会导致渣浆泵机械密封损坏,还会导致叶轮等过流部件的加速磨损,给各类设备维护增加成本。

2.5 更有利于选煤厂生产环境的治理

通过浮选系统次生泡沫综合治理,使得选煤厂无论在浓缩池外观还是在系统内部,改变了之前因次生泡沫难以消除而导致的脏乱差以及药剂气味过重,而造成生产环境的恶化。

3 结语

蒋庄煤矿选煤厂从次生泡沫的产生和对于洗选工艺系统的影响进行分析,从根本上对于次生泡沫的治理提出针对性措施,通过浮选工艺系统改造着力解决细粒煤泥分选效果的问题,从工艺设备角度进行实践。通过次生泡沫的物理特性研究,对于现场固定设施的改造,实现了次生泡沫的物理消除。通过分析浮选工艺管理特点,对分选药剂的筛选和加药制度的梳理总结,实施了生产过程管理治理次生泡沫。筛选出更优质匹配的浮选药剂以及对于浮选次生泡沫的回收利用,将是浮选系统长期研究的方向。

参考文献:

- [1] 周 曦. 选煤技术实用手册 [M]. 北京: 民族出版社, 2003. (下转第84页)

表2 改造后筛分试验限下率对比

Table 2 Comparison of the undersize rates obtained through screening test after renovation

序号	磅单号	总质量/t	筛上质量/t	筛下质量/t	限下率/%
1	LC1608232	36.8	33.5	3.3	8.97
2	LC1608243	35.5	32.4	3.1	8.73
3	LC1608251	30.6	27.9	2.7	8.82
4	LC1608269	33.2	30.3	2.9	8.73
5	LC1608278	34.8	31.7	3.1	8.91
6	LC1608284	38.4	34.9	3.5	9.11
7	LC1608296	36.6	33.3	3.3	9.02
8	LC1608303	37.4	34.0	3.4	9.09
9	LC1608317	35.0	31.9	3.1	8.86
10	LC1609005	32.8	29.9	2.9	8.84
平均值		35.11	31.98	3.13	8.91

5 结语

KSS 定量装车系统在提升装车效率方面有着非常大的优势,但高落差入仓,造成块率损失是系统的一个缺陷。为了解决这个问题通常会安装螺旋溜槽,这样又会造成粒度分离现象。本文为解决上述问题提供了一个非常简单有效的方案。当然定量装车系统在快速精确装车方面,有着很广阔的发展前

景,但在不同的应用场合有许多的细节需要我们去研究、改进。

参考文献:

- [1] 郑钧笛,李振.选煤厂设计[M].北京:煤炭工业出版社,2016.
- [2] 刘学忠,李畔玲.快速定量装车系统在煤炭行业的应用[J].煤炭加工与综合利用,2011(1):6-8,67.
- [3] 屈飞,张弘,申永明,等.块煤仓使用外螺旋溜槽提高块率的实践[J].选煤技术,2001(6):39-41,43.
- [4] 王传明.KSS快速定量装车系统在张集选煤厂的应用[J].洁净煤技术,2009,15(1):24-25,31.
- [5] 张文军,张志宏.螺旋溜槽在提高块煤率中的应用[J].煤矿现代化,2007(2):66-67.
- [6] 谢广元.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001.
- [7] 张潞平.浅析螺旋溜槽在煤仓中的应用[J].煤炭加工与综合利用,2007(1):19-20.
- [8] 李东.浅析快速定量装车系统数字称重技术的应用[J].电子世界,2014(13):127,130.
- [10] 刘玉秦,宋彦,张孟,等.螺旋溜槽在提高块煤率中的应用[J].煤矿机械,2011,32(3):180-182.
- [9] 李彦君,崔广文,王加强,等.煤泥浮选药剂现状与发展[J].选煤技术,2010(5):68-70.
- [10] 李亚萍,沈丽娟,陈建中,等.煤炭浮选药剂评述[J].选煤技术,2006(5):83-88.
- [11] 路永广,王军,马琳,等.微乳液型煤泥浮选剂的制备与应用[J].中州煤炭,2011(12):22-23.
- [12] 崔朋,曹佩.HL-01号表面活性剂作为煤泥浮选促进剂的研究[J].内蒙古煤炭经济,2012(11):76-77.
- [13] 荣令坤,张金山,陈嘉龙,等.表面化活性剂在煤炭浮选中的应用研究[J].日用化学工业,2013,43(1):43-46.
- [14] 张晨光,王启宝,任守政.表面化活性剂在煤炭浮选中的促进作用与机理[J].煤炭加工与综合利用,1996(2):31-33.

(上接第80页)

- [2] 刘炯天.关于我国煤炭能源低碳发展的思考[J].中国矿业大学学报(社会科学版),2011,13(1):5-12.
- [3] 姚强.洁净煤技术[M].北京:化学工业出版社,2005.
- [4] 谢广元.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001.
- [5] 吴式瑜.选煤基本知识[M].北京:煤炭工业出版社,2003.
- [6] 吴大为.浮游选煤技术[M].徐州:中国矿业大学出版社,2004.
- [7] 王振生.关于煤泥浮选效果评价问题——兼论煤泥可浮性[J].中国矿业大学学报,1990(2):26-32.
- [8] 赵本军.浮选过程中捕收剂和起泡剂的综合作用[J].江苏煤炭,2004(2):59-60.