

选煤厂难沉降煤泥水原因分析及对策

王玉明,张爱青

(大同煤矿集团有限责任公司 环境保护处,山西 大同 037003)

摘要:为了处理难沉降煤泥水,以同煤集团选煤厂高灰细粒度煤泥水处理为研究对象,通过对选煤生产过程中高灰细粒度煤泥水难沉降的主要成因、关键影响因素、水质和矿物组成的变化规律等诸多方面的系统分析,研究了煤泥水的凝聚特性和各主要因素对煤泥水絮凝沉淀的影响,找到了处理同煤集团难沉降煤泥水的对策。结果表明:通过增设混合反应池、降低浓缩池去除负荷、延长浓缩池水力停留时间、对煤泥水进行调质、采用双性+阳性有机高分子絮凝剂联合加药等措施后能将难沉降煤泥水处理到闭路循环的水质要求。

关键词:选煤厂;难沉降;煤泥水;絮凝剂

中图分类号:TD94

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2018)03-0130-04

Analysis and measurement of slime water with difficult subsidence in coal preparation plant

WANG Yuming, ZHANG Aiqing

(Environmental Protection Agency, Datong Coal Mine Group, Datong 037003, China)

Abstract: In order to deal with the difficult sedimentation slime water, high ash fine-grained slime water treatment in coal preparation plant of Datong Coal Mine Group is adopted as the object of this study. The main factors, variation of water quality and mineral composition of high-ash fine-grained slime water during coal preparation were introduced. The influence of main factors on the flocculation and sedimentation of coal slime water was studied, and the measurements to solve the difficult settling coal slime water were proposed. The results show that the water quality requirements of the slime water with difficult subsidence is improved to be closed circuit circulation by adding a mixed reaction tank, reducing the concentration of the pool to remove the load, extending the length of the thickened pool hydraulic retention time, the slime water conditioning, amphiphilic and positive organic polymer flocculant dosing and other measurements.

Key words: coal preparation plant; difficult settlement; coal slime water; flocculant

0 引言

大同煤矿集团(以下简称“同煤集团”)选煤厂多采用压滤机回收煤泥中小于0.2 mm的细粒煤泥,以前基本上能满足生产的需要,但是近几年随着井下机械化开采水平的不断提高,开采深度和广度不断延伸,运输环节增加,再加上矿井“一通三防”的防尘洒水,导致原煤中<8 mm的末煤含量增加。同时,由于部分原煤水分高、泥化现象明显,造成筛

分效率很低,部分块度较小的原煤进入选煤系统,使选煤生产过程中经常因为洗水浓度高,使分选深度和分选精度下降^[1]。不仅使精末煤中混入的细粒中煤和细粒矸石增加,高灰分的细粒煤污染精煤,增加精煤灰分,影响精煤质量,还使中煤和矸石带煤增多,出现煤泥黏附中煤矸石现象,降低中煤矸石的灰分,造成煤炭资源浪费。因此难沉降煤泥水处理已成为制约选煤生产的瓶颈,提高煤泥水处理效果已迫在眉睫。

收稿日期:2017-12-18;责任编辑:李柏熹 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2018.03.024

作者简介:王玉明(1967—),男,山西大同人,高级工程师,主要从事煤炭行业环境污染控制管理及防控技术的研究工作。E-mail:wym6706@163.com

引用格式:王玉明,张爱青.选煤厂难沉降煤泥水原因分析及对策[J].洁净煤技术,2018,24(3):130-133.

WANG Yuming, ZHANG Aiqing. Analysis and measurement of slime water with difficult subsidence in coal preparation plant[J]. Clean Coal Technology, 2018, 24(3): 130-133.

难沉降超细煤泥水由于受到煤变质程度、煤泥水中矿物组成及电荷特性等影响,国内外在处理此类废水时,采用了不同处理方法,特别是在研制和选取凝聚剂和絮凝剂时做了大量工作^[2-3]。本文采用先进的粒度分析仪和成分分析仪,对煤泥水极细颗粒粒度组成和煤岩成分进行测定,得到统计粒子直径分布数据和高灰细煤泥的岩相成分,同时还对难沉降煤泥水的其他理化特性进行了全面分析,从而对同煤集团难沉降煤泥水的形成原因有了更全面、深入的认识。弄清了煤泥性质-加药量-沉降特性的定性关系^[4-6],在此基础上,通过大量试验,找到了处理同煤集团难沉降煤泥水的对策。

1 煤泥水难沉降的原因分析

1.1 粒度分析

粒度大小是影响煤泥水沉降性能的主要因素^[7],将煤泥水过滤烘干后进行粒度分析,结果如图1所示。可以看出,同煤集团难沉降煤泥水中0.5 μm 以下的细小颗粒占 23.58%,这些细小颗粒中又有很大一部分无法沉降而进入循环煤泥水中,不断累加,浓度升高,因此细小颗粒是造成煤泥水难沉降的主要因素。

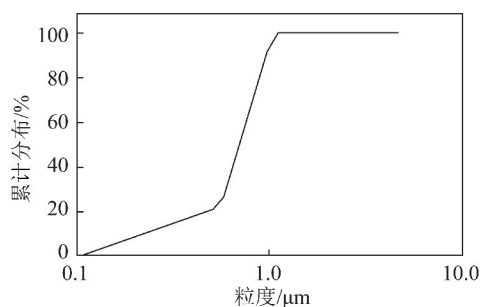


图1 难沉降煤泥水粒度分布

Fig. 1 Particle size distribution of difficult sedimentation coal slurry

1.2 煤泥水矿物组成

为了对同煤集团难沉降煤泥水的矿物组成进行定量分析,得出各矿物的准确含量,将难沉降煤泥水过滤烘干后送到中国矿业大学分析测试中心进行 X 射线衍射分析。

1.2.1 定性分析

利用粉末衍射联合会国际数据中心(JCPDS—ICDD)提供的各种物质标准粉末衍射资料,并按照标准分析方法进行对照分析。发现,样品主体是非晶态物质(煤),含有较多的高岭石,有部分石英、伊

利石、伊蒙混层和少量的方解石、白云石、黄铁矿等矿物。

1.2.2 定量分析

按照 GB 5225—1985《金属材料定量相分析 X 射线衍射 K 值法》进行定量分析,结果见表1。可以看出,同煤集团难沉降煤泥水的矿物组成为:煤 65%、高岭石、伊利石等黏土矿物 23%、石英等氧化物 3.8%、方解石、白云石等硫酸盐矿物 2.2%。由于难沉降煤泥中高岭石、伊利石等黏土矿物含量高达 23%,影响煤泥水的沉降性能。由于黏土具有特殊的晶体结构,不仅自身难于沉降,而且恶化了水质条件,所以对煤泥水沉降性能产生显著的负面影响。

表1 难沉降煤泥水矿物组成定量分析结果

Table 1 Results of quantitative analysis of mineral composition of difficult sedimentation coal slurry

名称	含量/%	分子式
非晶态物质(煤)	65	—
高岭石	16.7	$Al_4(OH)_8Si_4O_{10}$
石英	3.8	SiO_2
方解石	1.3	$CaCO_3$
白云石	0.6	$(Ca, Mg)CO_3$
伊利石	3.5	$KAl_2(OH)(AlSi)_4O_{10}$
伊蒙混层	3.2	伊利石/蒙皂石形成的混层矿物
绿泥石	2.1	$(Mg, Fe, Al)_6(OH)_8(Si, Al)_4O_{10}$
菱铁矿	0.3	$FeCO_3$
黄铁矿	1.2	FeS_2
长石	0.5	$(Na, Ca)AlSi_3O_8 / (Na, K)AlSi_3O_8$
其他	1.8	—

1.3 循环煤泥水中矿物组成变化

通过实测,同煤集团难沉降煤泥水沿着煤泥水流向,固相组成相对含量不断变化,主流向的灰分由 15% 增至 60%,即高岭石等黏土矿物的相对含量不断提高,煤泥水的沉降性能越来越差。

1.4 煤泥水水质对沉降性能的影响

同煤集团循环煤泥水硬度变化见表2。可以看出,同煤集团选煤厂循环煤泥水硬度逐渐减小,原因是循环煤泥水中的黏土矿物吸附煤泥水中的钙、镁离子,使煤泥水中的钙、镁离子减少,造成循环煤泥水的硬度下降,细小煤泥颗粒的沉降性能变差。

1.5 补加清水水质对沉降性能的影响

同煤集团选煤厂补加清水总硬度为 33 mg/L,总离子强度为 1 280 mg/L,不利于煤泥水中细小颗粒的沉降。

表2 循环煤泥水硬度变化

Table 2 Change of hardness of circulating slime water

项目	电导率/($\text{mS} \cdot \text{cm}^{-1}$)	硬度/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)
入料	1.241	44.40
浓缩机底流	1.238	42.50
循环水	1.224	40.95

1.6 煤变质程度对絮凝效果的影响

同煤集团原煤多属于中等变质程度以上的煤种,煤变质程度越高,煤泥水中颗粒越易凝聚,沉降性能越好,因此煤变质程度对同煤集团选煤厂煤泥水的沉降性能影响不大。

1.7 其他指标对煤泥水沉降性能的影响

同煤集团选煤厂煤泥水中的 pH 值、液固比和化学需氧量等指标都在正常范围内,对煤泥水的沉降性能没有显著影响。

1.8 煤泥水处理系统不完善

通过试验研究发现,同煤集团选煤厂煤泥水处理系统存在明显的不足,主要表现为:①没有专设混合反应池,造成投加絮凝剂后,混合不均匀,反应时间不够,大大影响了絮凝效果,对难沉降煤泥水的影响更为明显。②浓缩池去除负荷太高。同煤集团选煤厂煤泥水处理系统设置的浓缩池正常情况下能满足要求,但若出现煤泥水难沉降时,细小煤泥不能有效去除,在煤泥水循环系统里不断累积,悬浮物浓度增大,造成浓缩池去除负荷太高,无法正常运行。③浓缩池沉降时间偏短。由于难沉降煤泥水中 $0.5 \mu\text{m}$ 以下的细小颗粒占比大,近 $1/4$,按正常情况设计的浓缩池沉降时间不够,导致大部分细小煤泥颗粒无法沉降,在煤泥水闭路循环中不断累积,最后形成浓度很高的高灰细粒度煤泥水,严重影响精煤质量。

1.9 絮凝剂使用不当

1.9.1 絮凝剂类型选择不当

难沉降煤泥水中的电荷以阴离子为主,若投加非离子和阴性有机高分子絮凝剂,处理效果较差。

1.9.2 絮凝剂使用单一

难沉降煤泥水中的细小颗粒偏多,如果只投加一种絮凝剂,只有在加药量很大的情况下才能有处理效果,但处理成本高。

2 处理难沉降煤泥水的对策

1) 增设混合反应池

增设混合反应池,分别设置混合段和反应段的主要参数。在实际改造过程中,将混合段速度梯度设置为 900,混合时间设置为 3 min,反应段速度梯度设置为 80,反应时间设置为 30 min,目的是提高混合段速度梯度,强化混合效果,降低反应段速度梯度,延长反应段反应时间,确保絮团增长。

2) 降低浓缩池去除负荷

难沉降煤泥水浓度很高,去除负荷很大,远超过原有浓缩池的处理能力,因此必须增加沉淀面积^[8]。但同煤集团选煤厂煤泥水处理系统原有布置很紧凑,没有场地用于新建竖流式或辐流式沉淀池。针对这一情况,增设斜管沉淀池,占地小,投资低,可大大降低煤泥水的去除负荷。

3) 延长浓缩池水力停留时间

浓缩池水力停留时间短, $0.5 \mu\text{m}$ 以下的细小煤泥颗粒来不及沉降,为解决这一问题,增设效果更好的沉降处理设施,降低浓缩池的处理量,将浓缩池的沉降时间延长到 1 h 以上,可明显提高细小煤泥颗粒的去除率。

4) 煤泥水调质

由于钙、镁离子有利于细小煤粒的絮凝反应,因此有必要对难沉降煤泥水进行调质,增加其硬度。加钙絮凝试验结果见表 3。可以看出,加钙既可以明显提高难沉降煤泥水的处理效果,还可以节省絮凝剂投加量,在实际运行中钙的投加量在 1.5 mmol 左右即可满足要求。

表3 加钙絮凝试验结果

Table 3 Addition of calcium flocculation test situation

CaCl ₂ 加药量/mL	Ca 物质的量/mmol	Ca 含量/mg	絮凝情况	浊度/NTU
10	5.0	200	好	76
5	2.5	100	好	151
3	1.5	60	较差	320
1	0.5	20	较差	浑浊
0	0	0	差	浑浊

5) 精选絮凝剂

不同种类、不同厂家的絮凝剂技术指标和产品性能相差很大,对难沉降煤泥水的处理效果也不同。通过大量试验研究发现:对难沉降煤泥水,非离子和阴性有机高分子絮凝剂处理效果不好,除非增大加药量,但会提高煤泥水的处理成本;阳性有机高分子絮凝剂对难处理煤泥水的处理效果最好,双性次之。

因此应优先选用阳性有机高分子絮凝剂。

6) 絮凝剂优化组合

对难沉降煤泥水,如果单独使用一种絮凝剂,即使是效果最好的阳性有机高分子絮凝剂,加药量也很高,而如果对絮凝剂进行优化组合,可减少絮凝剂用量,降低处理成本。通过反复试验,发现采用双性+阳性组合最好^[9],即先投加双性有机高分子絮凝剂,1 min 后再投加阳性有机高分子絮凝剂。

由此可见,采用2种絮凝剂组合可以实现强强联合,优势互补,大大提高絮凝剂的综合性能^[10]。

3 结 论

1) 同煤集团选煤厂难沉降煤泥水中细小煤泥颗粒约占1/4,高岭石、伊利石等黏土矿物占25%,具有典型的高灰细粒度煤泥水的特征。

2) 原有煤泥水处理系统是按正常情况设计的,没有高效混合反应池、浓缩池去除负荷高、沉降时间偏短,不具备有效处理难沉降煤泥水的能力。

3) 通过增设混合反应池、降低浓缩池去除负荷、延长浓缩池水力停留时间、对煤泥水进行调质、采用双性+阳性有机高分子絮凝剂联合加药等措施后可使难沉降煤泥水达到闭路循环的水质要求。

参考文献(References):

[1] 谢广元. 选矿学[M]. 3版. 北京:中国矿业大学出版社,2016.
 [2] 冯莉,刘炯天,张明青,等. 煤泥水沉降特性的影响因素分析[J]. 中国矿业大学学报,2010,39(5):671-675.
 FENG Li, LIU Jiongtian, ZHANG Mingqing, et al. Analysis on influencing factors of sedimentation characteristics of coal slime wa-

ter[J]. Journal of China University of Mining & Technology, 2010,39(5):671-675.

- [3] YANG X J, CHU L K, LIU D M, et al. Research on kaolinite in coal measures of West Beijing by Mossbauer spectroscopy[J]. Journal of China University of Mining & Technology(English Edition), 2006,16(1):61-63.
 [4] 马永梅. 煤泥水处理方法的研究[J]. 煤炭科学技术, 2007,35(5):80-83.
 MA Yongmei. Research on slime water treatment method[J]. Coal Science and Technology, 2007,35(5):80-83.
 [5] 张英杰, 巩冠群, 吴国光. 煤泥水处理方法研究[J]. 洁净煤技术, 2014,20(3):1-4.
 ZHANG Yingjie, GONG Guanqun, WU Guoguang. Research of slime water treatment methods[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(3):1-4.
 [6] SMITH R W, MISRA M, DOUBEL J. Mineral bioprocessing and the future[J]. Mineral Processing, 1991,4(7/11):1127-1141.
 [7] 王少会. 选煤厂煤泥水处理的应用分析[J]. 中国矿业, 2004, 13(5):13-15.
 WANG Shaohui. Application and research of slurry treatment in coal preparation plant[J]. China Mining Magazine, 2004, 13(5):13-15.
 [8] 李亚峰, 胡筱敏, 陈健, 等. 高浓度洗煤废水处理技术与工程实践[J]. 工业水处理, 2004,24(12):68-70.
 LI Yafeng, HU Xiaomin, CHEN Jian, et al. Treatment and engineering practice of high concentrated washing coal wastewater[J]. Industrial Water Treatment, 2004,24(12):68-70.
 [9] 张东晨, 张明旭, 陈清如. 煤泥水处理中絮凝剂的应用现状及发展展望[J]. 选煤技术, 2004(2):1-3.
 ZHANG Dongchen, ZHANG Mingxu, CHEN Qingru. State of art of application of flocculent in coal slurry treatment and its development prospect[J]. Coal Preparation Technology, 2004(2):1-3.
 [10] 江继涛, 李多松, 贾菲菲, 等. 煤泥水处理技术的成因分析与研究现状[J]. 中国新技术新产品, 2012(5):167.

(上接第129页)

[7] 万芳林. 膨胀机等熵效率探讨[J]. 天然气工业, 1988,8(4):78-80.
 WAN Fanglin. Discussion on isentropic efficiency of expansion machine[J]. Natural Gas Industry, 1988,8(4):78-80.
 [8] 计光华. 透平膨胀机效率剖析[J]. 天然气工业, 1989,9(6):56-61.
 JI Guanghua. Efficiency analysis of turbine expansion machine[J]. Natural Gas Industry, 1989,9(6):56-61.
 [9] 杨飞. 膨胀机带水的原因分析及预防措施[J]. 化学工程师, 2008(11):47-48.

YANG Fei. Analysis and precaution of leakage of expansion engine[J]. Chemical Engineer, 2008(11):47-48.

- [10] 赵云. 膨胀机控制系统的实现[J]. 机械工程与自动化, 2013(4):134-135.
 ZHAO Yun. Control system of expansion-turbine[J]. Mechanical Engineering & Automation, 2013(4):134-135.
 [11] 赖晓斌, 周明军, 祁晓莉. 膨胀机控制方案探讨[J]. 天然气与石油, 2014,32(5):71-74.
 LAI Xiaobin, ZHOU Mingjun, QI Xiaoli. Discussion on expander control scheme[J]. Natural Gas and Oil, 2014,32(5):71-74.