

FJCA16-4型煤用喷射式浮选机的循环量优化

王庆国¹, 陈 帅¹, 杨晓鸿¹, 黄海峰¹, 陈学俭¹, 丁雪刚²

(1. 淮北矿业集团·临涣选煤厂, 安徽 淮北 234139;

2. 唐山国华科技有限公司, 河北 唐山 063020)

摘要:介绍临涣选煤厂3台FJCA16-4型煤用喷射式浮选机在入料相同的工作条件下,对不同的工作压力、喷嘴出口直径分别进行成对对比的工业性试验,并根据数理统计的 t 检验方法,分别确定出合适的工作压力、喷嘴出口直径,从而获得最优的循环量。

关键词:循环量;工作压力;喷嘴,出口直径

中图分类号:TD94

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2010)04-0012-03

淮北矿业集团临涣选煤厂(简称临选)是目前亚洲最大的炼焦煤选煤厂,在新建的年处理原料煤8.00 Mt(1906 t/h)的重介质旋流器选煤车间里配置了12台唐山国华科技有限公司(简称国华科技)研发的煤用喷射式浮选机,其中一期工程有4台FJCA16-4型浮选机,二、三期工程共有8台为FJCA16-4型。FJCA16-4型是国华科技在FJCA16-4型浮选机的基础上研发的带有浸没式充气搅拌装置的煤用喷射式浮选机。鉴于FJCA16-4型浮选机具有良好的工作可靠性,临选已计划将一期工程的4台浮选机改装为FJCA16-4型。

1 循环量优选的必要性

1.1 影响煤粒矿化程度

在煤浆充气搅拌过程中,疏水性的煤粒不可能全部一次性地粘附在气泡上,而且已经粘附的煤粒也有可能从气泡上脱落下来。浮选机中适量的煤浆循环可以大幅度提高煤粒的矿化概率。然而过多的循环量可将矿化气泡裹入,重复经过充气搅拌机构,不但造成动力消耗增大,而且使煤泥过粉碎,细泥增多,恶化生产条件。

1.2 影响充气搅拌程度

对于FJCA型煤用喷射式浮选机,循环煤浆经循环泵加压后从带有导流叶片的喷嘴中高速喷出,在喷射室内形成负压,从而将空气吸入并卷裹到喷射流中,旋转的含气煤浆喷射流又经短喉管沿圆周斜射到浮选机的假底实现充气搅拌。因此,循环量的大小决定了充气搅拌程度和均匀性。

循环量偏大将导致搅拌能力过强,浮选机内涡流程度加大,致使煤粒(尤其是粗粒)从气泡上脱落,并使得液面不稳,不利于泡沫层的二次富集作用。循环量过小使得搅拌能力变弱,浮选机内固、液、气三相分散性差,分选效果必然变坏。

1.3 影响浮选机的功耗

FJCA型煤用喷射式浮选机本身除刮泡器外没有其它运动部件,其动力消耗绝大部分是循环泵的功耗。泵的轴功率 P 可按下式计算:

$$P = \frac{Q \times H \times \rho}{102 \times \eta \times \eta_c \times 3.6} \quad (\text{kW}) \quad (1)$$

式中 Q ——泵的流量, m^3/h ;

H ——泵的扬程, m (水柱);

η ——泵的效率(以小数计);

收稿日期:2010-03-02

作者简介:王庆国(1977—),男,安徽定远人,2000年毕业于华北科技学院矿物加工专业,现为临涣选煤厂洗煤车间副主任,助理工程师。

η_c ——泵与电动机的传动效率(以小数计);

ρ ——循环煤浆密度, t/m^3 。

由式(1)可知,优选合适的循环量,对浮选机的节能降耗意义重大。

1.4 工作压力影响微泡析出数量

煤浆经循环泵加压后,从喷嘴高速喷出的瞬间,压强急剧下降,溶解于煤浆中的空气即成过饱和状态,以微泡形式析出。这些微泡有选择性地粘附在疏水性良好的煤粒表面,强化了浮选效果。工作压力越高,煤浆的降压幅度就越大,微泡析出量就越多,因此要保持喷嘴的适当工作压力。

1.5 工作压力、喷嘴出口直径决定循环量的大小

锥形喷嘴的流量 Q_1 的计算式如下:

$$Q_1 = 3600\mu \frac{\pi d^2}{4} \sqrt{200gH_1} \quad (m^3/h) \quad (2)$$

式中 μ ——流量系数;

d ——喷嘴出口直径, m;

g ——重力加速度, m/s^2 ;

H_1 ——喷嘴工作压力, MPa。

从(2)式可知,喷射式浮选机的循环量与其喷嘴出口直径的二次方成正比,同时与其工作压力的1/2次方成正比,两者都决定了循环量的多少。

鉴于临选入选多矿原料煤,浮选入料性质变动较为频繁,故确定在二期生产系统的3台同样规格型号的浮选机中分别采用不同的循环量,在同一时间段入浮相同的煤浆,采用基本相同的浮选剂用量,由同一司机操作,进行工业性成对对比试验,这样就具有较好的可比性。

国华科技设计的绝大多数是“1+1”模式的炼焦煤选煤厂,即在一个生产系统中采用1台无压给料三产品重介质旋流器和1台煤用喷射式浮选机,不具备浮选机成对对比试验的条件。而在临选进行的这类工业性试验,无疑对煤用喷射式浮选机的研发有重大意义。

2 不同工作压力的成对对比试验

进行喷嘴工作压力分别为0.12、0.15、0.18 MPa的8组成对对比试验。

根据数理统计的 t 检验方法,先对0.12 MPa与0.15 MPa成对平行试验的精煤灰分、精煤产率、尾煤灰分、可燃体回收率、非可燃体混杂率和浮选完善指标利用 t 检验方法进行数理统计检验,检验结果见表1。

表1 工作压力0.12 MPa和0.15 MPa的浮选指标检验比较

浮选工艺指标	精煤灰分	尾煤灰分	精煤产率	可燃体回收率	非可燃体混杂率	浮选完善指标
有无显著差异	无	有	有	有	有	有
0.12 MPa和0.15 MPa比较的波动范围/%	—	-1.47 ± 3.61	-0.93 ± 2.39	-1.05 ± 2.62	-0.57 ± 1.45	-0.47 ± 1.20
判断把握性/%	95.00	95.00	90.00	95.00	50.00	60.00

从表1可以看出,当喷嘴工作压力减小到0.12 MPa时,其尾煤灰分、精煤产率、可燃体回收率显著降低,浮选完善指标也有所减小,所以可判断采用0.15 MPa的工作压力生产效果好。

按上述步骤,分别进行0.18与0.15 MPa、0.12与0.18 MPa的对比,对各项指标进行数理统计检验,检验结果见表2、表3。

表2 工作压力0.18 MPa和0.15 MPa的浮选指标检验比较

浮选工艺指标	精煤灰分	尾煤灰分	精煤产率	可燃体回收率	非可燃体混杂率	浮选完善指标
有无显著差异	无	有	有	有	有	有
0.18 MPa和0.15 MPa比较的波动范围/%	—	-1.23 ± 3.07	-0.78 ± 2.17	-0.86 ± 2.29	-0.52 ± 1.35	-0.34 ± 0.89
判断把握性/%	95.00	70.00	70.00	70.00	50.00	50.00

当喷嘴的工作压力偏大时,突出表现在尾煤灰分、精煤产率、可燃体回收率降低,而动力消耗增大,

故工作压力为0.15 MPa的工作效果比0.18 MPa工作效果好。

表3 工作压力0.12 MPa和0.18 MPa的浮选指标检验比较

浮选工艺指标	精煤灰分	尾煤灰分	精煤产率	可燃体回收率	非可燃体混杂率	浮选完善指标
有无显著差异	无	无	无	无	无	无
0.12 MPa和0.18 MPa 比较的波动范围/%	—	—	—	—	—	—
判断把握性/%	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00	95.00

当浮选机工作压力偏大或者偏小时,两者各项指标均无显著性差异,都会造成浮选效果的不稳定,统计分析表明两者都不可取。

通过以上成对对比试验和数理统计分析,FJCA16-4型煤用喷射式浮选机喷嘴工作压力可以优选为0.15 MPa。

3 不同喷嘴出口直径的成对对比试验

在优选的0.15 MPa工作压力下,分别采用不同的喷嘴出口直径进行了5组成对对比试验。

根据得出的试验数据,仍按相同的数理统计方法,分别对各项指标进行数理统计检验,检验结果见表4、表5。

表4 喷嘴出口直径 d_1 和 d_2 的浮选指标检验比较($d_2=1.11d_1$)

浮选工艺指标	精煤灰分	尾煤灰分	精煤产率	可燃体回收率	非可燃体混杂率	浮选完善指标
有无显著差异	有	有	有	有	有	有
d_1 和 d_2 比较的波动范围/%	0.17 ± 0.30	5.06 ± 9.11	2.89 ± 4.72	3.30 ± 5.31	1.79 ± 3.32	1.50 ± 2.87
判断把握性/%	50.00	80.00	80.00	80.00	80.00	80.00

喷嘴出口直径 d_1 的精煤产率要高于 d_2 的精煤产率、可燃体回收率和浮选完善指标明显好得多,虽然精煤灰分偏高了0.17%,但尾煤灰分、精

表5 喷嘴出口直径 d_1 和 d_3 的浮选指标检验比较($d_3=0.93d_1$)

浮选工艺指标	精煤灰分	尾煤灰分	精煤产率	可燃体回收率	非可燃体混杂率	浮选完善指标
有无显著差异	有	有	有	有	有	有
d_1 和 d_3 比较的波动范围/%	0.58 ± 1.22	6.17 ± 11.31	3.91 ± 8.31	4.12 ± 8.81	3.38 ± 6.49	0.74 ± 1.52
判断把握性/%	90.00	98.00	98.00	98.00	95.00	60.00

喷嘴出口直径 d_1 的尾煤灰分、精煤产率、可燃体回收率明显要好于 d_3 ,浮选完善指标也有所改善,所以认为 d_1 的效果好。

需要指出的是,这3台浮选机入料管上没有安装电磁流量计,所以处理量可能稍有偏差,并且稀释水是各自添加到浮选机入料箱中,实际入浮煤浆浓度也有少许差别,这些都可能影响到试验的准确程度。

4 结 语

浮选机循环量很大程度决定了其工艺效果及技术经济指标。煤用喷射式浮选机的循环量取决于喷嘴的工作压力和喷嘴的出口直径,前者是浮选机的工作参数,后者是浮选机的结构参数。对以上

2个参数的优选,实质上就是确定最佳的循环量。通过成对对比试验,可确定当FJCA16-4型煤用喷射式浮选机的喷嘴工作压力为0.15 MPa,喷嘴出口直径为 d_1 时,浮选机的循环量最为恰当。

截至2009年底,具有中国自主知识产权的煤用喷射式浮选机已生产制造320余台,广泛应用于全国各选煤厂。临选和国华科技组织了相关人员进行了一系列成对对比试验,不仅有助于完善临选现有的12台FJCA16-4型浮选机的工艺效果及动力消耗等经济指标,还为正在开展的喷射式浮选机流体力学试验和研究提供了可靠的依据,同时也为煤用喷射式浮选机的推广应用、性能提高和大型化起到铺路石的作用。

(下转第9页)

其较低的运行成本和较好的分选效果,显示出巨大的优势,具有极其广阔的应用前景。

虽然 TBS 具有较多优点,但由于中国选煤厂多使用进口设备,单台价格比较昂贵,并且售后服务的质量和方便程度由于语言和地区等原因都有一定的障碍。国内也有研究机构从事液固流化床分选设备的研发,中国矿业大学(北京)与河北邢台金石科技开发有限公司合作推出了 CSS 粗煤泥分选机^[6];中国矿业大学的李延锋等人也在液固流化床方面进行理论研究并在成庄选煤厂和葛店选煤厂进行了半工业性试验^[7]。

由于中国在液固流化床方面的研究起步较晚,对液固流态化理论方面的研究同样十分重要。对液固流化床内部颗粒的运动、流场的分布以及结构参数对于分选效果的具体影响的掌握将对今后液固流化床在选煤工业中的应用具有十分重要的现

实意义。

参考文献:

- [1] 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(4):94-96.
- [2] 高丰. 粗煤泥分选方法探讨[J]. 选煤技术,2006(3):40-43.
- [3] 陈子彤,刘文礼,赵宏霞,等. 干扰床分选机工作原理及分选理论基础研究[J]. 煤炭工程,2006(4):64-66.
- [4] 涂必训. 干扰沉降影响因素之间关系的研究[J]. 选煤技术,2009(4):22-24.
- [5] 葛迎春,苏静,翟香荣. TBS 分选机在济二煤矿选煤厂粗煤泥处理中的应用[J]. 煤,2007(6):24-25.
- [6] 符东旭,卫中宽. CSS 粗煤泥分选机的应用[J]. 煤炭加工与综合利用,2009(6):1-4.
- [7] 李延锋. 液固流化床粗煤泥分选机理与应用研究[D]. 徐州:中国矿业大学,2008,10.

Application of liquid-solid fluidized bed to coarse slime separation

HE Long¹, SHA Jie²

(1. College of Applied Science and Technology, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China;

2. School of Chemical Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221008, China)

Abstract: Introduce the present situation of coal separation industry of China. The effective separation of coarse slime is essential. Liquid-solid fluidized bed has more advantage than the other coarse slime separators because of its lower running cost and better separation effect. Introduce the operation principle and the application situation of liquid-solid fluidized bed, predict its broad prospects, point out the importance of theoretical study to the development of liquid-solid fluidized bed in China.

Key words: liquid-solid fluidized bed; coarse slime; hindered settling

(上接第 14 页)

Optimization of circulation quantity in FJCA16-4 jet flotation machine

WANG Qing-guo¹, CHEN Shuai¹, YANG Xiao-hong¹, HUANG Hai-feng¹, CHEN Xue-jian¹, DING Xue-gang²

(1. Linhuan Coal Preparation Plant, Huaibei Mining Group, Huaibei 234139, China;

2. Tangshan Guohua Technology Co., Ltd., Tangshan 063020, China)

Abstract: Introduce how to get the best circulation quantity of three FJCA16-4 jet flotation machines in Linhuan coal preparation plant by getting the proper working pressure and exit diameter of nozzles. The datas were obtained by a pairing contrast test of three FJCA16-4 jet flotation with different working pressure and exit diameter of nozzles each in the same feeding condition and verified by t-test method.

Key words: circulation quantity; working pressure; nozzle; the exit diameter of nozzle