

操作参数对浮选柱分选效果的影响

葛咸浩

(中国煤炭科工集团 北京华宇工程有限公司 河南 平顶山 467002)

摘要: 介绍了浮选在选煤中的作用以及旋流微泡浮选柱的工作原理和分选特点。在实验室浮选柱系统上研究了药剂水平、入料浓度以及中矿循环压力对煤泥分选效果的影响。结果表明:精煤灰分随起泡剂用量的增加先降低后升高,随捕收剂用量的增加逐渐增加,随入料浓度和循环压力的增加而升高;起泡剂较少时,精煤产率随捕收剂用量的增加先降低后升高,起泡剂较多时,随捕收剂用量的增加先升高后降低,随入料浓度的增加先升高后降低,随起泡剂和循环压力的增加而升高。在较低的循环压力下,浮选完善指标随入料浓度的增加先升高后下降;在较高循环压力下,浮选完善指标随入料浓度的增加持续降低。综合考虑,选择捕收剂用量为 1600 g/t,起泡剂用量为 350 g/t 时,煤泥浮选效果最好。实际生产中,在满足精煤灰分要求的前提下,通常采用适中的循环压力,而入料质量浓度尽量控制在 100 g/L 以下,才能达到理想的分选效果。

关键词: 浮选柱; 捕收剂; 起泡剂; 入料浓度; 循环压力

中图分类号: TD94

文献标识码: A

文章编号: 1006-6772(2013)03-0006-04

Influence of operation parameters on separation performance of flotation column

GE Xianhao

(Beijing Huayu Engineering Co., Ltd., China Coal Technology and Engineering Group Corp., Pingdingshan 467002, China)

Abstract: Introduce the role of flotation in coal preparation, along with the operation principle and separation characteristics of cyclonic micro-bubble flotation column. Conduct the experiments to explore the impact of drug dosage, feeding concentration and cycling pressure of middling on separation effect through laboratory-scale flotation column system. The results indicate that the ash content of concentrate first decrease, then increase with the drug dosage increase; it also increase with feeding concentration and cycling pressure. When the frother dosage is less, the concentrate yield first decrease, then increase, which first increase, then decrease when adding more frother dosage. Increasing the collector dosage and feeding concentration, the clean coal yield first increase, then decrease. The clean coal yield increase continuously with the increase of frother dosage and cycling pressure. The perfect index of flotation first increase, then decrease with collector dosage, and increase continuously with frother dosage. Under the condition of low cycling pressure, the perfect index first increase, then decrease with feeding concentration. When the cycling pressure get higher, it decrease continuously with the increase of feeding concentration. The slime flotation effect is the best when the dosage of collector and frother is 1600 g/t and 350 g/t respectively. During practical production, under the premise of satisfying clean coal ash, through controlling moderate circulating pressure and limit the feeding concentration less than 100 g/L can get better separation effect.

Key words: flotation column; collector; frother; feeding concentration; circulating pressure

收稿日期: 2013-03-27 责任编辑: 白娅娜

作者简介: 葛咸浩(1984—)男,安徽六安人,2007年毕业于安徽理工大学(原淮南矿院)矿物加工工程专业,现从事选煤工艺设计工作。

E-mail: zhugexianhao@163.com。

引用格式: 葛咸浩. 操作参数对浮选柱分选效果的影响[J]. 洁净煤技术, 2013, 19(3): 6-9, 13.

0 引言

近年来随着采煤机械化和选煤机械化程度的不断提高,导致入选原煤中原生煤泥比例大大增加。重介旋流器在选煤厂的大规模应用,旋流器的粉碎作用导致原煤洗选过程中次生煤泥增加,且煤泥粒度偏细。据统计,目前国内各大选煤厂煤泥比例为15%~35%,这部分煤泥若得不到有效分选,不仅浪费煤炭资源,也会对选煤厂洗水闭路循环产生很大影响^[1-2]。

煤泥分选以浮选为主,传统的机械搅拌式和喷射旋流式浮选机由于槽体较浅,泡沫层薄等导致部分高灰细泥容易进入精煤,使精煤灰分偏高;传统的浮选机调节点多,操作复杂,在实际生产中会由于人为因素影响分选效果。20世纪末,柱式浮选作为一种新的浮选方法在选煤中广泛应用,目前各型号旋流微泡浮选柱已在中国各大选煤厂大规模应用,因此,正确认识操作参数对浮选柱分选效果的影响对指导实际生产有着十分重要的作用^[3]。

1 旋流微泡浮选柱的工作原理

旋流微泡浮选柱结构示意图如图1所示。

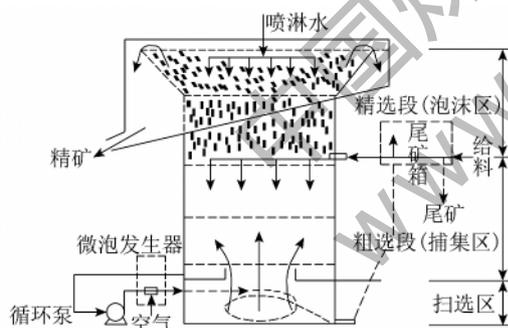


图1 旋流微泡浮选柱结构示意图

旋流微泡浮选柱的整个柱体分为旋流段、浮选段和气泡发生器三部分。浮选段分为精选区和矿化区^[4-6]。在浮选段的顶部设置了冲洗水装置和泡沫溢流槽,入料管位于柱高的2/3处,最终分选尾矿由柱体底流口经尾矿箱排出。气泡发生器位于浮选柱外部,管路沿切线方向与柱体相衔接,设有空气吸入装置。气泡发生器是利用循环煤浆高速喷射形成负压吸气,吸入的空气与带有药剂的煤泥水混合,同时起到粉碎气泡的作用,最终析出大量微泡,沿切线进入浮选柱体。气泡发生器的另一个作

葛咸浩:操作参数对浮选柱分选效果的影响

用是为浮选柱的旋流段提供旋流力场,进行二次“扫选”^[7-10]。

2 旋流微泡浮选柱的分选特点

1) 与常规的机械搅拌式浮选机和喷射式浮选机相比,旋流微泡浮选柱拥有空间更大的矿化捕集区,从入料口到气泡发生器入口的整个区域都是矿化区,容积利用率更高,单位容积的处理能力更大。

2) 浮选柱气泡发生器产生的气泡小,是分选微细粒物料最为有效的技术之一,颗粒与气泡碰撞后黏附几率大。浮选柱内煤浆与气泡的运动方向相反,相对速度较大,紊流程度、能耗低,颗粒和气泡脱落的概率小。

3) 浮选柱产生的微泡分散度高,微细气泡多,同样充气量可产生更多的气-液两相界面,与矿物颗粒的碰撞几率更大,而且还可以产生多气泡黏附单个颗粒的絮团,进一步降低气泡颗粒的脱落概率。大量微泡上升速度相对较慢,基本处于层流状态,有助于创造气泡与颗粒之间碰撞的更好条件,从而提高浮选速率和精煤回收率。

4) 浮选柱可降低高灰细泥污染精煤的程度。浮选机的泡沫精煤中时常夹带部分高灰细泥,而旋流微泡浮选柱的湍流程度相对较低,顶部又设有冲洗水装置,使泡沫中夹带的入料和高灰细泥随冲洗水下沉,有利于改善分选精度,产生低灰精煤。

5) 浮选柱结合浮选与重选的特点于一体,强化分选效果,利用浮选段保证煤泥的选择性,利用重选旋流力场强化回收率,不仅处理量大,而且提高了精煤产率,降低了精煤灰分,同时柱体高度也有所降低。

6) 旋流微泡浮选柱柱内设置稳流板,抑制纵向混合,强化捕集区的矿化作用,使整个浮选段处于相对平静的分选环境中,增加了粗、细颗粒的矿化几率,提高了分选选择性。

7) 与传统发泡器相比,外置式气泡发生器无需充气,节能明显;自吸空气且充气量较大,产生大量高质量的活性微细气泡,有利于细粒及超细粒的分选;不堵塞,无需清理;耐磨衬里,正常运转可达2 a以上;柱体结构合理,不会沉积堵塞,可随时开停机而无需排矿^[11-15]。

3 试验研究

实际生产中,影响旋流微泡浮选柱的操作参数

主要有药剂水平、入料浓度、中矿循环泵压力。旋流微泡浮选柱的药剂水平要根据药剂的种类以及煤泥的可浮性进行调节,实际生产中,药剂水平很难调整到最佳参数。旋流微泡浮选柱的最佳入料质量浓度为 50 ~ 100 g/L,部分选煤厂在实际生产中入料浓度过高或过低,都对分选效果有一定的影

响。循环泵压力一般为 0.16 ~ 0.20 MPa,可根据实际情况调节。本文通过对 3 个操作参数的试验研究,分析各参数对浮选效果的影响。

3.1 药剂水平试验

本次试验选用的煤泥原灰分为 27.98%,表 1 为药剂水平试验结果。

表 1 药剂水平试验结果

捕收剂用量/ (g·t ⁻¹)	起泡剂用量/ (g·t ⁻¹)	精煤产率/ %	精煤灰分/ %	尾煤产率/ %	尾煤灰分/ %	浮选完善指标/ %
1200	200	41.55	8.95	58.45	38.35	36.99
1200	250	43.53	9.01	56.47	50.42	46.48
1200	300	44.29	9.14	55.71	50.25	46.58
1200	350	55.23	9.26	44.77	52.98	52.68
1600	200	38.90	9.76	61.10	38.62	34.49
1600	250	52.68	9.16	47.32	45.76	46.87
1600	300	56.19	9.20	43.81	49.53	50.53
1600	350	59.06	9.47	40.94	56.17	55.31
2000	200	47.88	10.06	52.12	38.29	37.80
2000	250	53.55	9.51	46.45	46.56	47.07
2000	300	55.79	10.04	44.21	56.48	53.97
2000	350	58.11	10.45	41.89	58.94	55.42

由表 1 可知,捕收剂用量一定时,随着起泡剂用量的增加,精煤产率、浮选完善指标均有所增加;捕收剂用量为 1200 g/t 时,精煤灰分逐渐增加,继续增大捕收剂用量,精煤灰分先降低后增加。这是由于起泡剂的增加导致浮出量增加,精煤产率随之增加,同时起泡剂的量相对于捕收剂较小时,捕收剂相对过量,此时起泡剂的增加会使气泡的稳定性增强,气泡兼并程度降低,精煤灰分下降,继续增加起泡剂会导致泡沫发虚,流动速度过快,加剧了细泥夹带,造成精煤灰分上升;此后如果继续增加起泡剂用量,分选效果会变差,浮选完善指标开始降低。起泡剂用量一定时,随着捕收剂用量的增加,精煤灰分逐渐增加;当起泡剂用量为 200 g/t 时,精煤产率和浮选完善指标随着捕收剂用量的增加先降低后增加;起泡剂为 250 g/t 时,两者均增加;随后继续增加起泡剂用量,精煤产率先增加后降低,浮选完善指标持续增加。

综上所述,捕收剂和起泡剂用量均会对浮选效果产生影响,总体来说,药剂量偏小时,浮出精煤的量偏低,适量增加捕收剂可增强煤粒表面的捕收性

能,提高选择性,一定程度上提高气泡对煤的吸附,减少细泥的夹带污染;捕收剂过量后会造成气泡过细发黏,泡沫层流动性差,精煤产率下降,影响煤泥浮选效果。适当增加起泡剂用量可提高气泡的稳定程度,防止气泡兼并;但起泡剂过量后,会使气泡发虚,流速增加,加剧细泥夹带,导致精煤灰分偏高。因此,选择捕收剂用量为 1600 g/t,起泡剂用量为 350 g/t 时,煤泥浮选效果最好。

3.2 循环压力与入料浓度条件试验

旋流微泡浮选柱的循环泵压力为 0.16 ~ 0.20 MPa,入料质量浓度为 50 ~ 100 g/L,尽量不超过 120 g/L。因此在允许范围内,采用药剂水平试验中的最优条件,进一步考察循环压力和入料浓度对浮选效果的影响,结果见表 2。由表 2 可知,在一定的循环压力下,随着入料浓度的增加,精煤产率先升高后降低,当入料质量浓度由 60 g/L 增大到 80 g/L 时,精煤产率逐渐升高,这是由于单位体积煤浆中煤粒含量逐渐增多,煤粒与气泡之间接触碰撞的概率有所增大。当入料质量浓度由 80 g/L 增大到 120 g/L 时,精煤产率反而降低,这是由于随着煤浆浓度

的升高,煤粒所占体积分数相应变大,气-液两相的充气比例相应减小,气泡分布的均匀程度受到破坏,而且煤浆浓度过高会加剧煤粒之间、煤粒与气泡之间的干扰作用,导致精煤产率下降。精煤灰分

随着入料浓度的增加而升高。随着入料浓度的增加,单位体积煤浆中细泥含量增加,特别是高灰细泥含量剧增,恶化了浮选效果,浮选精煤细泥夹带严重,导致精煤灰分升高。

表2 浮选浓度和循环压力对煤泥浮选效果的影响

入料质量浓度/ ($g \cdot L^{-1}$)	循环压力/ MPa	精煤产率/ %	精煤灰分/ %	尾煤产率/ %	尾煤灰分/ %	浮选完善指标/ %
60	0.16	53.83	8.78	46.17	47.36	49.12
60	0.18	55.07	8.99	44.93	48.16	49.65
60	0.20	57.57	9.21	42.43	50.13	51.23
80	0.16	54.44	8.92	45.56	47.71	49.29
80	0.18	56.06	9.22	43.94	48.74	49.88
80	0.20	58.58	9.65	41.42	50.50	50.80
100	0.16	53.73	9.08	46.27	46.95	48.22
100	0.18	55.83	9.77	44.17	49.87	49.62
100	0.20	57.88	9.95	42.12	49.44	49.33
120	0.16	53.38	9.68	46.62	46.01	46.29
120	0.18	55.32	10.12	44.68	49.03	48.23
120	0.20	57.27	10.73	42.73	47.89	46.57

在一定的入料浓度下,精煤产率随着循环压力的增加而升高。对于自吸式气泡发生器而言,压力增大,吸气量和柱体内的气含率也会随之增大,柱体内泡沫增加,精煤产率随之增加;同时压力变大,对气泡的过粉碎作用增强,气泡中的微泡比例进一步增大,有助于提高粗颗粒的回收率。精煤灰分随着循环压力的增加而升高,浮选柱浮出泡沫量增加,其中高灰细泥量也随之增加,导致精煤灰分上升。

在较低的循环压力(0.16, 0.18 MPa)下,浮选完善指标随入料浓度的增加先升高后下降;在较高循环压力(0.20 MPa)下,浮选完善指标随入料浓度的增加持续降低。因此实际生产中,在满足精煤灰分要求的前提下,通常采用适中的循环压力,而入料质量浓度尽量控制在100 g/L以下,才能保证达到理想的分选效果。

4 结 论

1) 捕收剂和起泡剂用量均会对浮选效果产生影响,药剂量偏小时,浮出精煤的量偏低,捕收剂过量后会造气泡过细发黏,泡沫层流动性差,精煤产率下降,影响煤泥浮选效果。适当增加起泡剂用

量可提高气泡的稳定程度,但起泡剂过量后,会加剧细泥夹带,导致精煤灰分偏高。因此,选择捕收剂用量为1600 g/t,起泡剂用量为350 g/t时,煤泥浮选效果最好。

2) 随着入料浓度的增加,精煤产率先增加后降低,精煤灰分逐渐增加;入料浓度太高,分选效果将恶化,通常控制入料质量浓度在100 g/L以下为宜。

3) 随着中矿循环压力的增加,精煤产率、精煤灰分和尾煤灰分均随之增加;而在较高的循环压力下,浮选完善指标有所降低,因此循环压力不宜过高,通常选择适中的循环压力即可。

参考文献:

- [1] 周少雷,单忠键,邓晓阳,等.中国选煤业现状与发展趋势[J].中国煤炭,2006,32(11):11-14.
- [2] 杨俊利.我国选煤技术现状及其发展方向[C]//第十届全国煤炭分选加工学术研讨会论文集.徐州:中国矿业大学出版社,2004:16-18.
- [3] 陈清如,杨玉芬.大力发展洁净煤技术开创江苏煤炭产业可持续发展新局面[J].洁净煤技术,2001,7(4):5-9.

(下转第13页)

适当调整挡水墙高度。

4 结 语

香蕉筛折线形的筛面布置可以使经过筛机的大颗粒迅速进入筛上物而小颗粒沿筛面运行,与筛孔进行多次比较进而透筛,有利于小颗粒的透筛,符合随着中国采煤机械化的提高,煤炭粒度降低的趋势,因此香蕉筛在中国选煤厂脱介作业中得到了极大的推广;水平直线振动筛结构简单,可靠性高,安装高度较小,在煤炭粒度相对较大或旧厂改造空间不足的选煤厂中应用较为广泛;倾斜直线振动筛多用于原煤粒度较小的选煤厂的脱介,有效解决了粒径较小的煤炭产品在脱介过程中处理量较低的问题,但倾斜直线振动筛容易跑料,应注意给料的均匀性和适当调整挡水墙高度。本文结合当前中国选煤厂脱介振动筛的应用现状,分别介绍了香蕉筛、水平直线振动筛、倾斜直线振动筛在中国选煤厂脱介作业中的应用情况,为选煤厂选用脱介振动筛提供参考。

参考文献:

- [1] 赵焕帅,侯磊.国内外香蕉筛的研究现状及今后我国重点研究方向[J].矿山机械,2010,38(5):85-90.
- [2] 孙旂.SXJ4261香蕉筛的研制[C]//第十届全国煤炭分选及加工学术研讨会论文集.徐州:中国矿业大学出版社,2004.

- [3] 徐文彬.4.3m×9.2m香蕉筛的研制及应用[J].矿山机械,2010,38(17):107-110.
- [4] 张超,蒋玲.BRU型香蕉筛在朔里选煤厂的应用[J].煤质技术,2005(2/3):41-42.
- [5] 石剑锋,鲍玉新,杨子海,等.大型高效香蕉筛动力学参数的确定[J].选煤技术,2007(6):17-19.
- [6] 王泉夫,姜军民.香蕉筛在国外选矿与选煤厂的应用[J].煤矿机械,1994(5):34-35.
- [7] 段中保.振动香蕉筛在选煤厂的应用[J].机械管理开发,2004(5):52-54.
- [8] 卢相中,马美英.双自由度振动筛在细物料筛分中的研究与应用[J].洁净煤技术,2010,16(6):105-106.
- [9] 来卫利.SLO4390大型香蕉筛在赵庄选煤厂的应用[J].山西焦煤科技,2007(7):42-44.
- [10] 陈会征,陈予恕.振动筛分机械相关问题的研究进展[C]//第十三届全国非线性振动暨第十届全国非线性动力学和运动稳定性学术会议摘要集.天津:[s.n.],2011.
- [11] 原二龙.振动筛筛板结构的技术改造[J].洁净煤技术,2008,14(3):101-102.
- [12] 闻邦椿,刘凤翹.振动机械的理论及应用[M].北京:机械工业出版社,1982.
- [13] 原二龙.2zkx3665型直线振动筛“颠振”问题的分析与处理[J].洁净煤技术,2005,11(3):31-32.
- [14] 李建国.振动筛的消振分析[J].洁净煤技术,2008,14(2):110-111.
- [15] 王淑珍,陈国强.DZK36525型直线振动筛在杏花选煤厂的应用[J].煤,2010,19(5):46-48.

(上接第9页)

参考文献:

- [4] 王泽南,谢广元,张悦秋.FCMC系列浮选柱实践应用分析[J].煤炭科学技术,2005,33(8):69-72.
- [5] 石常省,马瑞欣,唐利刚.FCMC-3000型旋流微泡浮选柱的应用分析[J].洁净煤技术,2008,14(5):11-14.
- [6] 杨颀,霍晓丽,俞和胜.影响旋流微泡浮选柱工作的因素分析[J].洁净煤技术,2008,14(1):12-14.
- [7] 沙杰,谢广元,刘均章.FCMC型旋流微泡浮选柱在新疆的应用前景[J].洁净煤技术,2009,15(3):13-16.
- [8] 唐利刚,谢广元,石常省.旋流微泡浮选柱分选系统的耗散结构分析[J].洁净煤技术,2007,13(1):18-20,27.

- [9] 张秀峰,谢广元,谢领辉,等.预浮选式浮选柱分选细粒粉煤的实验研究[J].洁净煤技术,2010,16(1):25-28.
- [10] 冯立品,周孟颖,徐晓琦.旋流微泡浮选柱在涡北选煤厂的应用[J].洁净煤技术,2011,17(6):10-13.
- [11] 刘炯天,胡军,马力强,等.浮选柱分选技术的发展与应用[J].煤炭加工与综合利用,2000(1):1-5.
- [12] 谢广元,欧泽深,高敏,等.FCMC-1500型旋流微泡浮选柱在煤泥浮选中的应用研究[J].煤炭科学技术,1997,25(11):26-28.
- [13] 谢领辉.高浓度煤泥水浮选柱分选试验研究[D].徐州:中国矿业大学,2009.
- [14] 刘均章.串联浮选柱处理高浓度煤泥水的试验研究[D].徐州:中国矿业大学,2010.
- [15] 谢广元.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001.