

大同低阶煤泥浮选试验研究

赵海洋

(大同煤矿集团有限责任公司 精煤分公司,山西 大同 037016)

摘要:分析了大同侏罗纪低阶煤泥粒度组成,说明煤样泥化不严重,煤样粒度组成对浮选有利。通过X射线光电子能谱仪对煤泥表面性质进行研究,说明煤泥含有较多石英,表面含氧基团主要是C—OH和—COO,这两个基团均显示较强亲水性,对煤泥浮选不利。通过煤泥浮选试验,探讨了阳离子型表面活性剂十二胺对煤泥浮选的促进作用。结果表明:以煤油为捕收剂,仲辛醇为起泡剂进行浮选时,加入少量十二胺可降低药剂总量,提高煤泥表面疏水性,改善煤泥浮选效果;确定最佳药剂用量为:仲辛醇200 g/t,组合捕收剂1000 g/t,其中十二胺质量分数为5%,此时精煤产率、尾煤灰分、可燃体回收率和浮选完善指标分别比纯煤油提高了7.11%、13.47%、7.77%和3.69%。

关键词:低阶煤;浮选;十二胺;XPS;表面官能团

中图分类号:TD943

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2013)04-0025-04

Experimental research on Datong low-rank coal flotation

ZHAO Haiyang

(Clean Coal Branch, Datong Coal Mine Group Co., Ltd., Datong 037016, China)

Abstract: The analysis of size distribution of Datong Jurassic low-rank slime show that the argillitization of coal samples is not serious and the size distribution is suitable for flotation. The X-ray photo electron spectroscopy (XPS) is used to test the surface property of coal samples, the results show that the surface oxygen-containing groups mainly are C—OH and —COO, which are highly hydrophilic and make the flotation difficult. The acceleration of cationic surfactant dodecyl amine on slime flotation is discussed through flotation experiments taking kerosene as collector and sec-octyl alcohol as frother. The results indicate that the addition of small dodecyl amine can reduce the consumption of flotation reagents, increase the sample surface hydrophobicity and improve the flotation effect. The optimum dosage of sec-octyl alcohol and combined collector respectively are 200 g/t and 1000 g/t and the mass fraction of dodecyl amine is 5 percent. Under this condition, the yield of clean coal, tail ash, combustible material recovery and faultless index of flotation respectively increase by 7.11 percent, 13.47 percent, 7.77 percent and 3.69 percent.

Key words: low-rank coal; floatation; dodecyl amine; XPS; surface groups

收稿日期:2013-03-28 责任编辑:白娅娜

作者简介:赵海洋(1969—),男,山西怀仁人,工程硕士,高级工程师,现任大同煤矿集团精煤分公司副经理,主要从事选煤生产技术管理工作。

引用格式:赵海洋.大同低阶煤泥浮选试验研究[J].洁净煤技术,2013,19(4):25-28.

0 引言

侏罗纪煤系是最好的动力用煤,被称为“世界动力煤细粮”。随着煤炭开采深度的增加,原煤中-0.5 mm 粉煤含量逐渐增多,达到 10% 以上。如果仍采用煤泥浓缩与压滤机脱水的传统工艺将其直接回收后掺入精煤,将导致精煤灰分上升、水分偏高、发热量降低,不仅造成产品运输不便,也会影响大同煤的市场竞争力。因此,必须对这部分煤泥进行分选,而浮选作为煤泥分选的唯一有效方法,对大同煤泥的处理显得极其重要。

1 煤泥性质

1.1 粒度组成

试验煤样采自同煤集团晋华宫矿选煤厂-0.5 mm 原生煤泥,煤样粒度组成见表 1。

表 1 煤样粒度组成

粒级/ mm	质量/ g	产率/ %	灰分/ %	累计产 率/%	平均灰 分/%
0.500~0.250	64.70	32.55	12.86	32.55	12.86
0.250~0.125	70.30	35.36	13.63	67.91	13.26
0.125~0.074	22.40	11.27	14.62	79.18	13.45
0.074~0.045	37.50	18.86	16.15	98.04	13.97
-0.045	3.90	1.96	21.74	100.00	14.13
合计	198.80	100.00	14.13		

由表 1 可知,随着煤泥粒径的减小,煤泥灰分逐渐增加,但煤样总体灰分较低。适合浮选的 0.250~0.074 mm 产率达到 46.63%,平均灰分 13.87%;-0.074 mm 产率为 20.82%,平均灰分为 16.68%,其中-0.045 mm 产率为 1.96%,灰分为 21.74%。说明煤样泥化现象不太严重,煤泥粒度组成对浮选有利。

1.2 表面性质

大同侏罗纪煤系属弱黏煤,根据低阶煤有机结构模型^[1-2],煤表面嵌布大量含氧官能团,使其呈亲水性。由于煤表面含有大量强电负性原子(氧、氮等),煤粒荷负电性较强,导致煤与气泡的碰撞概率大大降低,浮选困难^[3]。研究采用 Thermal 公司 ESCALAB 250 型 X 射线光电子能谱(XPS)对煤泥表面性质进行研究,单色化 AlK α 为辐射源(1486.6 eV),基础真空 7.0×10^{-8} Pa,以 C1s($E_b = 284.6$ eV)为标准校正结合能,由各元素特征峰的峰面积结合灵敏度因子求算煤泥表面元素组成。

煤泥表面 XPS 谱如图 1 所示。由图 1 可知,煤样表面元素主要是 C、O 和 N,在较低结合能处的双峰(Si2s/Si2p)应归属煤样中的石英矿物质。煤泥表面元素组成和 C1s 官能团^[4-6]分析见表 2。由表 2 可知,样品表面氧含量高达 16.51%,主要以 C—OH 和—COO 形式存在,并以 C—OH 居多,这 2 个基团均显示较强亲水性,影响煤泥浮选效果。

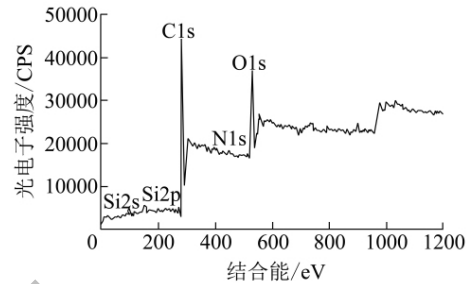


图 1 煤泥表面 XPS 谱

表 2 煤泥表面元素组成和 C1s 官能团分析

元素组成/%			C1s 官能团/%		
C	O	N	C—C/C—H	C—OH	—COO
83.06	16.51	0.43	92.64	5.54	1.82

2 试验方法

浮选试验采用 XFD-1.5L 浮选机,按照 GB/T 4757—2001《煤粉(泥)实验室单元浮选试验方法》进行试验。煤浆质量浓度 100 g/L,充气量 0.25 m³/(m²·min),以煤油为捕收剂,仲辛醇为起泡剂,十二胺为煤泥浮选促进剂。煤泥浮选效果评定采用精煤可燃体回收率和浮选完善指标,计算公式分别为

$$E = \frac{\gamma_j(100 - A_j)}{100 - A_y} \times 100\% \quad (1)$$

$$\eta_{wf} = \frac{\gamma_j}{100 - A_y} \cdot \frac{A_y - A_j}{A_y} \times 100\% \quad (2)$$

式中 E 为浮选精煤可燃体回收率,%; η_{wf} 为浮选完善指标,%; γ_j 为浮选精煤产率,%; A_j 为浮选精煤灰分,%; A_y 为浮选入料灰分,%。

3 结果与讨论

3.1 煤泥浮选试验

煤泥浮选试验结果见表 3。

由表 3 可知,煤油用量为 1000 g/t 时,随着仲辛醇用量的增加,浮选精煤产率、精煤灰分、尾煤灰分、可燃体回收率和浮选完善指标均逐渐增加,浮

选选择性提高;仲辛醇用量为 200 g/t 时,增大煤油用量至 1500 g/t,浮选各项指标均有所提高,但尾煤灰分偏低,为 42.16%,可燃体回收率也低于 90%,

说明浮选不彻底,部分低灰精煤损失于尾矿中。继续增大药剂用量,将增加选煤厂生产成本,经济上不合理。

表 3 煤泥浮选试验结果

煤油用量/ (g·t ⁻¹)	仲辛醇用量/ (g·t ⁻¹)	精煤产率/ %	精煤灰分/ %	尾煤产率/ %	尾煤灰分/ %	计算入料灰分/ %	E/ %	η_{wf} / %
1000	100	61.31	6.39	38.69	26.31	14.10	66.81	39.02
1000	150	66.71	6.64	33.29	29.17	14.14	72.54	41.21
1000	200	76.43	6.92	23.57	36.78	13.96	82.68	44.79
1500	200	80.36	7.38	19.64	42.16	14.21	86.76	45.03

鉴于煤粒表面具有较强亲水性,一些研究者在常规浮选药剂中引入表面活性剂^[7-12],以期改善煤泥表面性质,提高低阶煤泥浮选效果。试验选用阳离子型表面活性剂十二胺与煤油共同作用,由于十

二胺在水中的溶解度较差,使用时应将其按一定比例溶于煤油形成组合捕收剂,固定 2 种药剂总用量为 1000 g/t,仲辛醇用量为 200 g/t。煤油与十二胺联合作用对煤泥浮选效果的影响见表 4。

表 4 煤油与十二胺联合作用的煤泥浮选试验结果

ω (十二胺)/%	精煤产率/%	精煤灰分/%	尾煤产率/%	尾煤灰分/%	计算入料灰分/%	E/%	η_{wf} /%
0	76.43	6.92	23.57	36.78	13.96	82.68	44.79
5	83.54	7.16	16.46	50.25	14.25	90.45	48.48
10	85.06	7.87	14.94	50.43	14.23	91.37	44.32
15	87.90	8.89	12.10	52.66	14.19	93.32	38.24

由表 4 可知,在药剂总量不变的情况下,随着十二胺质量分数的增加,浮选精煤产率、精煤灰分、尾煤灰分、可燃体回收率均逐渐增加。十二胺质量分为 5% 时,浮选完善指标最高为 48.48%,与纯煤油相比,精煤产率提高了 7.11%,灰分仅提高 0.24%;继续增加十二胺用量后,浮选选择性变差,部分高灰细泥进入精煤,导致浮选完善指标降低。综上所述,煤泥浮选最佳药剂用量为:仲辛醇 200 g/t,组合捕收剂 1000 g/t,其中十二胺质量分数为 5%。此时,精煤产率、尾煤灰分、可燃体回收率和浮选完善指标分别达到了 83.54%、50.25%、90.45% 和 48.48%,分别比纯煤油提高了 7.11%、13.47%、7.77% 和 3.69%,说明十二胺对煤泥浮选具有良好的促进作用。

3.2 十二胺促进作用机理

为研究十二胺对煤泥浮选的促进作用,采用 XPS 对浮选精煤表面性质进行分析,结果见表 5。由表 5 可知,组合捕收剂中,十二胺质量分数为 5% 时,精煤表面氧含量最低,为 10.96%,表面 C/O 原子比最大为 8.12,此时浮选精煤产率明显提高,尾煤灰分超过 50%,浮选选择性明显改善。说明十二

胺主要在煤粒表面吸附,提高了煤表面疏水性,增大了煤与矸石的润湿性差异,从而改善了浮选效果。由煤泥 XPS 分析(图 1)可知,煤泥中含有石英矿物质,在中性及弱碱性环境下,其表面荷负电,十二胺是阳离子型药剂,可依靠静电作用吸附于石英表面^[13],即十二胺在组合捕收剂中的质量分数超过 5% 后,其不仅在煤表面吸附,同时在石英表面吸附,提高了石英的表面疏水性,使其进入泡沫精矿,污染精煤质量。因此,十二胺质量分数超过 5% 后,煤泥各项浮选指标均有所降低,与表 4 结论一致。

表 5 浮选精煤表面 XPS 分析

ω (十二胺)/ %	元素组成/%			C/O 原子比
	C	O	N	
0	86.52	13.48	0	6.42
5	89.04	10.96	0	8.12
10	85.14	14.24	0.62	5.98
15	84.41	14.83	0.76	5.69

4 结 论

1) 大同侏罗纪低阶煤表面有较多含氧官能团,呈较强亲水性,浮选困难。

2) 以煤油为捕收剂,仲辛醇为起泡剂时,煤泥浮选药剂耗量大。十二胺与煤油联合作用可增强煤粒表面疏水性,提高煤泥浮选效果,十二胺质量分数为5%时,煤泥浮选效果最好,此时精煤产率、尾煤灰分、可燃体回收率和浮选完善指标分别达到了83.54%、50.25%、90.45%和48.48%,分别比纯煤油提高了7.11%、13.47%、7.77%和3.69%,且降低了药剂用量。继续增加十二胺用量将降低浮选选择性,使高灰细泥进入精煤,影响精煤质量。

3) 对试验煤泥而言,最佳药剂用量为:仲辛醇200 g/t,组合捕收剂1000 g/t,其中十二胺质量分数为5%。

参考文献:

- [1] 李少章,朱书全.低阶煤泥浮选的研究[J].煤炭工程,2004(12):60-62.
- [2] 安茂燕,焦小莉,周璐,等.低阶煤可浮性及浮选速率模型研究[J].洁净煤技术,2012,18(1):9-12.
- [3] 杨阳.低阶煤浮选的试验研究[J].煤炭工程,2013(3):105-107.
- [4] 常海洲,王传格,曾凡桂,等.不同还原程度煤显微组分表面结构 XPS 对比分析[J].燃料化学学报,2006,34(4):389-394.

(上接第3页)

选煤厂每年可增加产值200万元以上。同时,去往筒仓输送带处消除了落石伤人的隐患,选煤厂原煤手选输送带处工人劳动强度降低,为创建绿色、安全的生产环境提供了保证。

5 结 语

随着分级破碎技术的发展及分级破碎设备制造水平的提升,分级破碎机的应用越来越广泛。在非煤产业上,SSC分级破碎机在化工领域的原材料处理,如石灰岩及氧化铝矿石等方面有了良好应用。在煤炭行业中更是凭借其严格的粒度控制能力及大块原煤的处理能力由井上应用发展到井下应用,成为煤炭生产企业控制产品质量的有力保证。SSC分级破碎机在双欣矿业选煤厂得以成功应用,具有调整煤炭粒度组成、维修方便、低能耗、低成本、高破碎能力等优点,解决了大块原煤影响选煤生产、运输等问题,为煤矿企业的发展做出了贡献。

- [5] 刘粉荣,李文,郭慧卿,等.XPS法研究煤表面碳官能团的变化及硫迁移行为[J].燃料化学学报,2011,39(2):81-84.
- [6] 段旭琴,王祖讷.煤显微组分表面含氧官能团的XPS分析[J].辽宁工程技术大学学报(自然科学版),2010,29(3):498-501.
- [7] Yakup Cebeci. The investigation of the floatability improvement of Yozgat Ayridam lignite using various collectors[J]. Fuel, 2002, 81(3): 281-289.
- [8] Renhe J, Harris G H, Fuerstenau D W. An improved class of universal collectors for the flotation of oxidized and/or low-rank coal[J]. International Journal of Mineral Processing, 2000, 58(1/4): 99-118.
- [9] 解维伟,朱书全,吴晓华,等.ZFC型乳化浮选药剂在煤泥浮选中的应用[J].洁净煤技术,2007,13(5):10-12,22.
- [10] 黄波,门东坡,刘飞飞,等.新型煤泥浮选促进剂的制备及作用机理[J].洁净煤技术,2011,17(2):3-7.
- [11] 马克玉,宋书宇,樊民强.表面活性剂SPAN80对煤泥浮选促进作用的研究[J].选煤技术,2011(3):8-11.
- [12] 吉登高,蔡阳辉,彭素琴,等.提高煤泥浮选捕收剂性能的试验研究[J].洁净煤技术,2012,18(2):6-9.
- [13] 谢广元.选矿学[M].徐州:中国矿业大学出版社,2001.

参考文献:

- [1] 原志明.两种除尘系统在综采工作面应用对比[J].洁净煤技术,2012,18(5):100-102.
- [2] 潘永泰.煤炭洗选加工过程中有关粒度控制问题的探讨[J].选煤技术,2012(3):66-69.
- [3] 戴化震,陈森林,汤俊杰.平煤八矿选煤厂工艺改造[J].洁净煤技术,2012,18(4):23-25,43.
- [4] 李永志.分级破碎机耐磨材质的研制[J].煤矿机械,2012,33(8):55-57.
- [5] 段贵平,徐海,王艳丽.SSC系列分级破碎机在包钢焦化厂的成功应用[J].包钢科技,2008,34(2):16-18.
- [6] 李永志,徐海.SSC分级破碎机的绿色设计[J].选煤技术,2012(2):9-11,15.
- [7] 宋亮,潘永泰,滕海燕.SSC1000分级破碎机在王家塔选煤厂的应用[J].选煤技术,2012(3):43-45.
- [8] 肖立春,赵振宇,董俊杰,等.双齿辊破碎机齿形结构及布置方式[J].洁净煤技术,2013,19(2):110-112.
- [9] 高有茂,杜金霞,郝红莉.国内分级破碎机的研究现状及方向[J].矿山机械,2007,35(12):95-97.