

# 两种不同稳定剂对水焦浆稳定性的影响

钱宁波,石志宏,陈闰江,虞午二,范超耀  
(宁波经济技术开发区热电有限公司,浙江 宁波 315300)

**摘要:**为提高水焦浆的稳定性,采用A、B两种稳定剂制备水焦浆,考察对比了2种稳定剂对水焦浆的表观黏度和析水率的影响。结果表明,A物质的添加量为0.3%时,随着浓度的增加,流动性逐渐变差,表观黏度上升,由873 mPa·s增至1 039 mPa·s,析水率由11.61%降至8.57%。B物质的添加量为0.3%时,随着浓度的增加,流动性逐渐变差,表观黏度由891 mPa·s增至1 187 mPa·s,析水率逐渐下降,由6.30%降至3.45%。2种添加剂均可提高水焦浆的稳定性。随着2种稳定剂添加量的增加,水焦浆黏度有所增加,析水率逐渐降低,即稳定性增加。添加0.3%的B物质时浆体的黏度低于添加0.6%的A物质的水焦浆黏度,而浆体的析水率也优于添加0.6%的A物质水焦浆的析水率,因此B物质对稳定性的提升效果要优于A物质。

**关键词:**石油焦;水焦浆;稳定剂;稳定性;表观黏度;析水率

**中图分类号:**TQ53;TE626 **文献标志码:**A **文章编号:**1006-6772(2017)02-0078-04

## Effect of two different stabilizers on stability of water coke slurry

Qian Ningbo, Shi Zhihong, Chen Runjiang, Yu Wuer, Fan Chaoyao

(Ningbo Economic and Technological Development Zone Thermal Power Co., Ltd., Ningbo 315300, China)

**Abstract:** The purpose of this article is to enhance the stability of water coke slurry, two kinds of stabilizers was added into water coke slurry to investigate their effects on the apparent viscosity and stability of the slurry. Results show that the apparent viscosity of slurry increase from 873 mPa·s to 1 039 mPa·s and the ratio of water separation decrease from 11.61% to 8.57% when mixed A at the dose of 0.3%. Likewise, the apparent viscosity of slurry increase from 891 mPa·s to 1 187 mPa·s and the ratio of water separation decrease from 6.30% to 3.45% when mixed B at the same dose of 0.3%. Both of the two kinds of stabilizers can significantly improve the stability of the slurry and increase the apparent viscosity of slurry, while the ratio of water separation was decreased with gradually addition of two kinds of stabilizers. The effect of stability of B was better than A to the apparent viscosity and stability of slurry, which was lower by adding 0.3% B than that by adding 0.6%.

**Key words:** petroleum coke; water coke slurry; stabilizers; stability; apparent viscosity; the ration of water separation

## 0 引 言

随着我国原油进口量的迅速攀升,作为石化工业主要副产品之一的石油焦产量也日益增加,其年产量已达到了一个很高的水平<sup>[1-3]</sup>。如何对石油焦进行合理、高效、环保利用也成了重要的课题。以石油焦为原料制备新型代油液态燃料——水焦浆,是石油焦高效洁净利用的一种途径,不仅可以缓

解制浆用煤价格高的问题,还能够与煤复配制浆,有效改善浆体的成浆性<sup>[4-5]</sup>。水焦浆是洁净煤技术中水煤浆的延伸,除具有水煤浆优势外,还具有灰分低、热值高、经济性好等优点,此外水焦浆还可以和其他油品,如渣油、煤焦油等以任意比例调和,复配使用<sup>[6-9]</sup>。水煤浆的稳定性是指浆体在储存与输送期间保持性态均匀的性质,而水煤浆是固液两相混合物,属于热力学不稳定体系,固体颗粒容易沉淀,

收稿日期:2016-10-21;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2017.02.015

作者简介:钱宁波(1986—),男,安徽阜阳人,硕士,从事水煤浆配煤制浆研究。E-mail:qianningbo0508@163.com

引用格式:钱宁波,石志宏,陈闰江,等.两种不同稳定剂对水焦浆稳定性的影响[J].洁净煤技术,2017,23(2):78-81.

Qian Ningbo, Shi Zhihong, Chen Runjiang, et al. Effect of two different stabilizers on stability of water coke slurry[J]. Clean Coal Technology, 2017, 23(2): 78-81.

使得水煤浆的稳定性能下降<sup>[10-11]</sup>。然而,由于石油焦与煤的结构性质等有所差异,石油焦密度更大,疏水性更强,制备的水焦浆稳定性较差,影响其泵送和雾化过程。

国内学者对水焦浆的稳定性进行了研究。杜希林<sup>[12]</sup>选取4种煤样和1种石油焦样品为原料,通过改变煤焦比和添加剂种类制浆,利用NMR波谱仪测试样品,研究水焦浆稳定性影响因素,并进行机理分析。贾嘉等<sup>[13]</sup>考察了煤气化黑水对石油焦浆稳定性的影响,并证实煤气化黑水确实能够有效提高水焦浆的稳定性,提高屈服应力。周学双等<sup>[14]</sup>研究了炼厂含油污泥与石油焦制备的高性能混合浆液,得到了石油焦单独成浆时的最佳粗细颗粒质量比,以及含油污泥与石油焦成浆时,其最佳添加量。高夫燕<sup>[15]</sup>通过控制添加剂的种类、温度、pH值等因素,讨论了水焦浆的流变性和稳定性,以及气泡水焦浆的生成机理,得到了提高水焦浆稳定性的方法。上述研究表明,目前国内水焦浆稳定性研究主要从添加不同分散剂以及工业废弃物展开,而稳定剂对水焦浆稳定性的影响研究报道较

少,笔者研究2种稳定剂对石油焦成浆性的影响,考察对比2种稳定剂的添加量对水焦浆稳定性的影响规律,选出稳定效果好的稳定剂与分散剂配合改善石油焦的整体质量。

## 1 试验

### 1.1 试验仪器、试剂及样品

试验仪器主要包括密封锤式破碎机、BT2003激光粒度仪、定硫仪和NXS-4C型旋转黏度计等。试验用分散剂为木质素磺酸钠,稳定剂为A物质和B物质。试验采用的石油焦为宁波某石化公司的石油焦。石油焦特性分析见表1。由表1可知,该石油焦具有较低的水分、灰分和挥发分,较高的发热量和硫含量。采用BT2003激光粒度仪测定了石油焦的粒度分布,结果见表2。

表1 石油焦性质分析

Table 1 Properties of petroleum coke

| $M_{ad}/\%$ | $A_d/\%$ | $V_{daf}/\%$ | $w(S_{t,ad})/\%$ | $Q_{net,ar}/(MJ \cdot kg^{-1})$ |
|-------------|----------|--------------|------------------|---------------------------------|
| 0.40        | 0.39     | 10.30        | 4.46             | 32.27                           |

表2 石油焦粒度分布

Table 2 Particle size distribution of petroleum coke

| 粒径/ $\mu m$ | $\leq 5$ | $\leq 18$ | $\leq 38$ | $\leq 75$ | $\leq 90$ | $\leq 106$ | $\leq 125$ | $\leq 150$ | $\leq 180$ | $\leq 200$ |
|-------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 产率/ $\%$    | 14.09    | 37.50     | 56.97     | 76.11     | 81.02     | 85.40      | 89.16      | 92.23      | 94.64      | 95.61      |

### 1.2 试验方法

将一定量的水、分散剂、稳定剂和一定粒度的石油焦依次加入250 mL干燥、洁净的烧杯中,在转速1 200 r/min下均匀搅拌7 min,制得水焦浆。水焦浆表观黏度采用NXS-4C型旋转黏度计测定。

水焦浆的特性测定方法为

流动性:不间断流动A;间断流动,成稠流体B;间断流动,成稀糊状C;不流动D。

析水率测定:将适量水焦浆样品倒入试管后密封,静置72 h,测量析水层高度占总浆体高度的百分比,即得到析水率。

落棒试验:将一定长度和质量的玻璃棒插入静置后的水焦浆浆体中,根据玻璃棒在水焦浆浆体中的下落情况,可将落棒试验分为自由落棒(无软沉淀)、加压落棒(有软沉淀)和不能落棒(有硬沉淀)3个等级。

### 1.3 稳定剂原理

A物质在水泥添加剂领域具有广泛应用,它可以吸水膨胀,使整个浆体形成一个相对稳定的三维网络结构,提高了浆体黏度,进而改善浆体稳定性。绝大多数种类的B物质价格低廉、来源广。稳定剂B物质属于无机金属盐类,著名的胶体DLVO理论认为2个颗粒最终是相互吸引还是排斥,取决于范德华力与静电斥力二者的相互综合效应。B物质的加入可以压缩双电子层,降低静电斥力,对已吸附阴离子表面活性剂分子起到搭桥作用,最终提高浆体稳定性。

## 2 结果与讨论

### 2.1 A物质对水焦浆特性的影响

理想的水焦浆不仅要有较高的浓度和良好的流变特性,还要有很好的稳定性。观察了试验用水焦浆的72 h稳定性和落棒试验。A物质添加量分别

为0.3%、0.6%时,浆体的稳定性等各项性能指标见表3。

表3 添加A物质浆体各项性能指标

Table 3 Physical properties of slurry with addition of A

| 稳定剂添加量/% | 浓度/% | 流动性 | 表观黏度/(mPa·s) | 72 h 稳定性 |      |
|----------|------|-----|--------------|----------|------|
|          |      |     |              | 析水率/%    | 落棒试验 |
| 0        | 63   | A   | 777          | 18.49    | 不能落棒 |
|          | 64   | A   | 803          | 12.38    | 加压落棒 |
|          | 65   | B   | 1 000        | 9.92     | 加压落棒 |
| 0.3      | 63   | A   | 873          | 11.61    | 加压落棒 |
|          | 64   | B   | 956          | 10.92    | 加压落棒 |
|          | 65   | C   | 1 039        | 8.57     | 加压落棒 |
| 0.6      | 63   | A   | 916          | 9.73     | 加压落棒 |
|          | 64   | A   | 1 013        | 6.96     | 加压落棒 |
|          | 65   | C   | 1 201        | 4.72     | 自由落棒 |

由表3可知,稳定剂添加量相同时,随着浆体浓度的增加,浆体流动性逐渐变差,黏度升高但析水率降低;与未添加稳定剂的浆体相比,在相同浓度下,添加A物质的浆体黏度有所增加,但增加不明显,浆体析水率明显下降。浆体浓度为63%时,未添加A物质的浆体的表观黏度为777 mPa·s,析水率为18.49%,添加0.3%、0.6%A物质的浆体的表观黏度分别为873、916 mPa·s,析水率分别为11.61%、9.73%。A物质的添加量为0.3%时,随着浓度的增加,流动性逐渐变差,表观黏度上升,由873 mPa·s增至1 039 mPa·s,析水率由11.61%降至8.57%,即稳定性得到改善。因此随着A物质质量的增加,浆体黏度逐渐增加,析水率逐渐降低,稳定性逐渐变好。在其他浓度和添加量下,浆体的黏度及成浆性变化趋势与上述趋势基本一致。添加A物质可以起到降低析水率、改善稳定性的作用,且稳定性的改善效果正比于A物质的添加量。

## 2.2 B物质对水焦浆特性的影响

B物质添加量分别为0.3%、0.6%时,浆体的稳定性等各项性能指标见表4。

由表4可知,浆体变化趋势与添加A物质时基本一致,随着浆体浓度的增加,浆体流动性变差,黏度升高,但析水率降低;与未添加稳定剂的浆体相比,在相同浓度下,添加B物质的浆体黏度有所增加,但增加不明显,浆体析水率明显降低。浓度均为63%,B物质的添加量为0.3%、0.6%时,浆体的表观黏度分别为891、910 mPa·s,析水率分别为

表4 添加B物质浆体各项性能指标

Table 4 Physical properties of slurry with addition of B

| 稳定剂添加量/% | 浓度/% | 流动性 | 表观黏度/(mPa·s) | 72 h 稳定性 |      |
|----------|------|-----|--------------|----------|------|
|          |      |     |              | 析水率/%    | 落棒试验 |
| 0        | 63   | A   | 777          | 18.49    | 不能落棒 |
|          | 64   | A   | 803          | 12.38    | 加压落棒 |
|          | 65   | B   | 1 000        | 9.92     | 加压落棒 |
| 0.3      | 63   | A   | 891          | 6.30     | 加压落棒 |
|          | 64   | B   | 989          | 4.13     | 加压落棒 |
|          | 65   | C   | 1 187        | 3.45     | 加压落棒 |
| 0.6      | 63   | A   | 910          | 3.54     | 加压落棒 |
|          | 64   | A   | 995          | 2.61     | 自由落棒 |
|          | 65   | B   | 1 195        | 1.85     | 自由落棒 |

6.30%、3.54%。B物质的添加量为0.3%时,随着浓度的增加,流动性逐渐变差,表观黏度上升,由891 mPa·s增至1 187 mPa·s,析水率逐渐下降,由6.30%降至3.45%,稳定性得到改善。在其他浓度和添加量下,浆体黏度及成浆性变化趋势与上述趋势基本一致。即与未添加B物质的浆体相比,添加B物质可以起到降低析水率、改善稳定性的作用,且稳定性的改善效果正比于B物质的添加量。

## 2.3 2种物质对水焦浆特性影响对比

2种物质对水焦浆表观黏度及析水率的影响对比如图1所示。

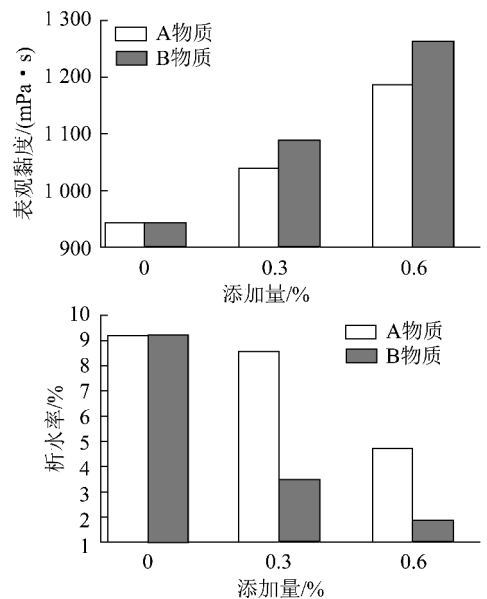


图1 2种稳定剂对水焦浆黏度及析水率的影响

Fig. 1 Effect of adding A and B on apparent viscosity and the ratio of water separation of slurry

由图1可知,随着2种物质添加量的增加,浆体表现黏度均增加,在相同添加量和浆体浓度下,添加B物质浆体的表现黏度比A物质增加明显。随着2种物质添加量的增加,浆体的析水率逐渐下降,且添加B物质浆体的析水率比A物质降低明显。B物质添加量为0.3%时,石油焦浆的黏度低于添加量为0.6%的A物质浆体黏度,而石油焦浆的析水率也优于添加0.6%的A物质浆体析水率。因此B物质稳定性效果要优于A物质。

### 3 结 论

1)与石油焦原料单独制浆相比,2种稳定剂均可以提高石油焦浆的稳定性,焦浆的落棒试验也由不能落棒改善为加压落棒或自由落棒,其中B物质可以明显降低焦浆的析水率,即改善焦浆的稳定性效果较为显著。

2)在制浆浓度相同的条件下,随着2种稳定剂添加量的增加,浆体的析水率逐渐降低,但是黏度也有不同程度增加,说明2种物质虽然能改善浆体的稳定性,但也会使浆体的黏度增加,恶化煤浆质量。

3)B物质添加量为0.3%时,石油焦浆的黏度低于添加量0.6%的A物质的浆体黏度,而石油焦浆的析水率也优于添加量0.6%的A物质浆体的析水率。因此B物质的稳定性效果要优于A物质。

#### 参考文献(References):

[1] 2014年中国原油行业产量和表观消费量发展现状[EB/OL]. (2014-09-01)[2016-10-21]. <http://www.chyxx.com/industry/201409/277346.html>.

[2] 崔民选. 中国能源发展报告(2011)[M]. 北京:社会科学文献出版社,2011.

[3] 侯利军. 浅析洁净煤技术产业发展机遇与挑战[J]. 技术与市场,2014,21(7):324-326.  
Hou Lijun. Opportunities and challenges of clean coal technology industry[J]. Technology and Market,2014,21(7):324-326.

[4] 梁兴,闫黎黎,徐尧. 水煤浆技术现状分析及发展方向[J]. 洁净煤技术,2012,18(6):62-66.  
Liang Xing, Yan Lili, Xu Yao. Status analysis and development of coal water mixture technology [J]. Clean Coal Technology,

2012,18(6):62-66.

- [5] 陈迎杰. 我国石油焦市场发展解析[J]. 中国石油和化工经济分析,2011(10):44-48.  
Chen Yingjie. The analysis on the development of China's petroleum coke market[J]. Economic Analysis of China Petroleum and Chemical Industry,2011(10):44-48.
- [6] Meikap B C, Purohit N K, Mahadevan V. Effect of microwave pretreatment of coal for improvement of rheological characteristics of coal-water slurries[J]. Journal of Colloid & Interface Science, 2005,281(1):225-235.
- [7] 展秀丽. 石油焦成浆特性及不同添加物对石油焦化反应活性的影响研究[D]. 上海:华东理工大学,2011.
- [8] 展秀丽,刘鑫,徐少特,等. 灰渣对石油焦浆稳定性的影响研究[J]. 化学工程,2010,38(3):86-90.  
Zhan Xiuli, Liu Xing, Xu Shaote, et al. Effect of coal slag on stability of petroleum coke water slurry[J]. Chemical Engineering(China),2010,38(3):86-90.
- [9] 邹建辉,杨波丽,龚凯峰,等. 石油焦成浆性能的研究[J]. 化学工程,2008,36(3):22-25.  
Zou Jianhui, Yang Boli, Gong Kaifeng, et al. Research on slurry ability of petroleum coke [J]. Chemical Engineering (China), 2008,36(3):22-25.
- [10] 张荣曾. 水煤浆制备技术[M]. 北京:北京科学出版社,1996.
- [11] 李朋伟,杨东杰,楼宏铭,等. 利用分散性分析仪研究水煤浆的稳定性[J]. 燃料化学学报,2008,36(5):524-529.  
Li Pengwei, Yang Dongjie, Lou Hongming, et al. Study on the stability of coal water slurry using dispersion-stability analyzer[J]. Journal of Fuel Chemistry and Technology, 2008,36(5):524-529.
- [12] 杜希林. 焦水煤浆的流变性及其核磁共振方法的研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学,2002.
- [13] 贾嘉,展秀丽,周志杰,等. 煤气化黑水作为石油焦浆稳定剂的实验研究[J]. 化学工程,2011,39(7):60-64.  
Jia Jia, Zhan Xiuli, Zhou Zhijie, et al. Experimental study on black water of coal gasification as stabilizer of petroleum coke-water slurry[J]. Chemical Engineering(China),2011,39(7):60-64.
- [14] 周学双,赵东风,王新乐,等. 炼厂含油污泥与石油焦共成浆性及其影响因素[J]. 环境科学研究,2014,27(5):520-526.  
Zhou Xueshuang, Zhao Dongfeng, Wang Xinle, et al. Slurry forming ability and influencing factors of refinery oily sludge-petroleum coke[J]. Research of Environmental Sciences,2014,27(5):520-526.
- [15] 高夫燕. 基于石油焦的浆体燃料制备及特性研究[D]. 杭州:浙江大学,2013.