

# 分级研磨工艺制高浓度油煤浆的试验研究

孙海勇,何国锋,段清兵,张胜局

(国家水煤浆工程技术研究中心,北京 100013)

**摘要:**以内蒙古吉林郭勒地区的褐煤为试验原料,分别采用直接液化常规的油煤浆制备工艺和分级研磨制浆工艺进行成浆性试验,并对试验得到的油煤浆的粘温特性进行对比研究。结果表明:与常规制浆工艺相比,分级研磨制浆工艺可使油煤浆浓度提高4%,且煤浆的流变性和稳定性均有明显改善;油煤浆的粘度随温度的升高呈现出先降低后升高的趋势,分级研磨工艺制得的油煤浆发生明显溶胀作用的温度较常规工艺高20℃。

**关键词:**褐煤;直接液化;油煤浆;高浓度

中图分类号:TD82;TQ536

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2011)06-0058-03

直接液化过程<sup>[1-2]</sup>是将煤预先通过粉碎、研磨至0.15 mm以下,再与溶剂(煤液化自身产生的重质油)配成油煤浆,并在一定温度(450℃左右)和高压下加氢,使大分子变成小分子的过程。从理论上讲,煤浆浓度对液化反应的影响是浓度越低越有利于煤热解自由基碎片的分散和稳定。但为了提高反应器的空间利用率,煤浆浓度应尽可能高。试验研究表明,高浓度油煤浆在适当调整反应条件的

前提下,可以达到较高的液化油收率。

表1是黑龙江依兰煤在日本1 t/d PSU装置上的试验结果,从表中可以看出,高浓度油煤浆在适当提高反应压力和气液比后,油产率比低浓度煤浆还要高。分析原因,主要是煤浆浓度提高后,在液体反应器的液相中溶剂成分减少,而煤液化产生的重质油和沥青烯类物质含量增加,更有利于其进一步加氢反应生成可蒸馏油。

表1 依兰煤在日本1 t/d PSU装置上的试验结果

液化反应条件	煤浆浓度/%	反应温度/℃	反应压力/MPa	气液比/(L·kg <sup>-1</sup> )	催化剂	收率/%			
						气体	水	油	残渣
条件1	40	465	17	700	黄铁矿	21.54	8.16	52.56	23.76
条件2	50	465	19	900	黄铁矿	21.58	8.28	60.69	15.98
条件3	50	465	19	900	硫化铁	20.10	9.96	62.93	13.85

因此,研究高浓度、低粘度并具有较好流变特性的油煤浆制备工艺,对提高直接液化装置利用效率和液化油收率具有重要意义。

国家水煤浆工程技术研究中心自主开发的分级研磨高浓度制浆工艺在水煤浆制备行业成功应用,新工艺通过分级研磨、优化煤浆粒度级配的方法,使水煤浆浓度提高3%以上,且煤浆流动性和稳定性得到明显改善<sup>[3]</sup>。目前,已在东部沿海城市建立多家燃料水煤浆厂,总设计规模达1200万t/a。2009年起,新工艺在气化行业进行了大力推广,先后与阳煤丰喜、兖矿鲁化、河南心连心和大唐呼伦贝尔化肥有限公司等多家企业签订技术转让合同,

涉及的总规模达1000万t。

褐煤具有变质程度低、挥发分和H/C均较高的特点,容易液化,适宜作直接液化的原料。但褐煤由于其自身的特点成浆浓度不高,使得液化装置的利用效率和油收率较低。本文针对这一问题对比常规制浆工艺和分级研磨制浆工艺,探讨分级研磨工艺制备高浓度油煤浆的可行性。

## 1 油煤浆成浆性试验

### 1.1 试验原料

选取内蒙古吉林郭勒地区的褐煤为试验原料,溶剂油选取煤炭科学研究总院北京煤化工研究分

院直接液化研究所提供的起始溶剂油(STA)为试验油品。对原料煤进行煤质分析,分析结果见表2。

表2 试验煤样工业分析

$M_t / \%$	$A_d / \%$	$V_{daf} / \%$	$S_{t,d} / \%$	$Q_{net,ar} / (MJ \cdot kg^{-1})$
33	17.02	39.84	0.28	14.83

## 1.2 试验设备及仪器

TJCP-1型锤式破碎机;XMB- $\Phi 240 \times 300$ 棒磨机;BT-2002激光粒度分布仪;KQM-X4/B行星式球磨机;NXS-4C型粘度计。

## 1.3 试验方法

(1)油煤浆制备:试验煤样首先经过TJCP-1型锤式破碎机破碎至3mm以下,然后将煤样在真空干燥箱(60℃条件下)放置12h。待煤样水分小于2%时,将煤样装入密封袋内。干燥后的煤样再

表3 传统油煤浆制备工艺成浆性试验

浓度 / %	粘度 / (mPa · s) (100 s <sup>-1</sup> 25 °C)	流变特性	粒度分布 / %				
			-0.075 mm	0.075 ~ 0.3 mm	0.3 ~ 0.45 mm	0.45 ~ 1 mm	+1 mm
45	690	连续					
46	809	连续					
47	891	连续					
48	1090	连续	43.97	32.67	13.72	8.98	0.66
49	1362	间断					
50	1588	间断					

由表3数据可知,吉林郭勒地区的褐煤采用常规油煤浆制备工艺,最高成浆浓度为48%(粘度 $\leq 1200$  mPa · s,100 s<sup>-1</sup> 25 °C),当浓度大于48%时,煤浆粘度随浓度的增加变化幅度比较大,流变性变差。分析其原因,主要是因为常规工艺制得的油煤浆粒度整体偏粗,-0.075 mm细颗粒含量仅占到43.97%,细颗粒含量不足,没有形成较好的粒度级

表4 分级研磨工艺油煤浆成浆性试验

级配方案	浓度 / %	粘度 / (mPa · s) (100 s <sup>-1</sup> 25 °C)	流变特性	粒度分布 / %				
				-0.075 mm	0.075 ~ 0.3 mm	0.3 ~ 0.45 mm	0.45 ~ 1 mm	+1 mm
1	48	963	连续					
	49	1034	连续	48.21	27.42	13.91	9.42	1.04
	50	1209	连续					
2	49	986	连续					
	50	1061	连续	51.95	27.38	12.00	8.04	0.63
	51	1326	间断					
3	51	1020	连续					
	52	1137	连续	56.89	26.78	9.04	6.71	0.58
	53	1487	间断					

由表4可知,采用分级研磨工艺对油煤浆粒度分布进行优化后,根据3种级配方案制得的油煤浆浓度均有所提高。其中采用级配方案3,油煤浆粘

经XMB- $\Phi 240 \times 300$ 棒磨机和KQM-X4/B行星式球磨机进行研磨,最后采用干法制备油煤浆,并通过NXS-4C型粘度计和BT-2002激光粒度分布仪分别进行油煤浆粘度和粒度的测定。

(2)粘温特性的测定<sup>[4-5]</sup>:将采用2种制浆工艺制得的油煤浆用NXS-4C型粘度计测定油煤浆粘度(转速100 s<sup>-1</sup>)从40℃升温至180℃,每隔20℃测定一次粘度,得出粘温特性曲线。

## 2 试验结果与讨论

### 2.1 传统制浆工艺的油煤浆成浆性试验

常规油煤浆制备工艺为:粗破—干燥—研磨—成浆。根据煤种不同,成浆浓度多在45%左右(煤油比为1:1.2)。本试验模拟传统油煤浆制浆工艺进行制浆,其成浆性试验结果见表3。

配导致成浆浓度不高、流变性较差。

### 2.2 分级研磨制浆工艺的油煤浆成浆性试验

破碎、烘干后的原料煤经XMB- $\Phi 240 \times 300$ 棒磨机和KQM-X4/B行星式球磨机进行两级研磨。然后根据分级研磨工艺对粒度级配的要求,摸索试验用煤的最佳级配。采用了3种不同的级配方案对油煤浆成浆性进行试验研究,试验结果见表4。

度在不大于1200 mPa · s的条件下,浓度可达到52%,与传统油煤浆制备工艺相比提高4%;且随-0.075 mm细颗粒含量的增加,使得大颗粒堆积形

成的空隙得到充分填充,煤浆流动时的连续性增强,流变特性明显改善。

### 2.3 油煤浆粘温特性试验

粘温特性试验测定了2种不同制浆工艺制得最高浓度的油煤浆从40~180℃之间8个温度点的粘度,并对比了2种制浆工艺在最高成浆浓度时粘温特性的区别。试验结果如图1所示。

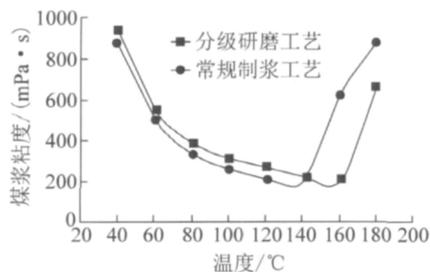


图1 粘温特性曲线

由图1可知,油煤浆的粘度随温度的升高呈先降低后升高的趋势,且在升温初期(小于100℃)煤浆粘度降低明显。分级研磨制浆工艺和常规制浆工艺对比,油煤浆粘度的最低点分别出现在160℃和140℃,之后随温度的升高,油煤浆发生明显溶胀作用,煤浆粘度急剧升高。2种制浆工艺对比,油煤浆发生明显溶胀作用的温度不同,分级研磨工艺制得的油煤浆溶胀作用的温度点在180℃左右,而常规制浆工艺的溶胀作用温度点在160℃左右。分析其原因可分为两点:①油煤浆的溶胀作用使微细的煤粉粒径有一定程度的增大,导致煤浆的有效体积浓度增大,自由溶剂油的量减少,使煤浆粘度升高;②油煤浆浓度高,煤油比较高,平衡溶胀度低,溶胀作用效果不明显<sup>[6]</sup>。因此煤浆的浓度越高,溶胀作

用越不明显。分级研磨工艺制得的油煤浆粒度细、浓度高,两方面因素综合作用最终导致溶胀作用不明显,且溶胀温度点比常规工艺高20℃。

## 3 结 论

(1) 采用分级研磨工艺制备油煤浆比传统制浆工艺提高4%,且油煤浆的粘度及流变特性均有明显改善。

(2) 分级研磨工艺制备的油煤浆粒度细、浓度高,油煤浆溶胀作用不明显。通过粘温特性的试验研究,分级研磨工艺制备的油煤浆在160℃时粘度最低,随温度的升高,粘度升高较快,发生明显的溶胀作用的温度点在180℃左右。而传统油煤浆制浆工艺,油煤浆在140℃粘度最低,由于煤浆粒度粗、浓度低,发生明显溶胀作用的温度在160℃左右。

### 参考文献:

- [1] 舒歌平. 煤炭液化技术[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2003: 105-115.
- [2] 高晋生, 常鸿雁, 张德祥. 煤直接液化中煤浆粘度变化研究进展[J]. 煤炭转化, 2003, 26(3): 21-26.
- [3] 段清兵, 梁兴, 张胜局, 等. 提高神华煤气化水煤浆浓度的可行性研究[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(2): 49-51.
- [4] 吴艳, 郭治, 李克健, 等. 高压加热条件下油煤浆粘度测定的研究[J]. 燃料化学学报, 2007, 35(6): 35-39.
- [5] 郝丽芳, 王永刚, 熊楚安, 等. 煤颗粒在溶剂中的溶胀与煤浆粘度的关系[J]. 煤炭学报, 2008, 33(1): 80-84.
- [6] 熊楚安, 王永刚, 陈伟, 等. 依兰煤在液化溶剂中的溶胀动力学研究[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(2): 53-56.

## Experimental study on grade grinding process for high concentration coal oil mixture preparation

SUN Hai-yong, HE Guo-feng, DUAN Qing-bing, ZHANG Sheng-ju

(National Coal Water Mixture Engineering Technology Research Center Beijing 100013, China)

**Abstract:** Taking the lignites of Jilin Gol of Inner Mongolia as samples, compared the formed slurry property which were prepared by traditional COM production process and grade grinding COM production process. The viscosity-temperature characteristics of COM were also compared. The results show that the classified grinding COM production process can improve the COM mass concentration by 4%, rheology and stability were also improved. Increasing the temperature, the apparent viscosity of COM first decreases, then increases. The swelling temperature of COM prepared by grade grinding process is 20℃ higher than that prepared by traditional COM production process.

**Key words:** lignite; direct liquefaction; coal oil mixture; high mass concentration