

# 提高内蒙古低阶煤气化水煤浆浓度的实验研究

张桂玲<sup>1 2 3</sup> 杜丽伟<sup>1 2 3</sup> 刘焯炜<sup>1 2 3</sup>

- (1. 煤炭科学研究总院 节能工程技术研究分院 北京 100013;  
2. 煤炭资源开采与环境保护国家重点实验室 北京 100013;  
3. 国家能源煤炭高效利用与节能减排技术装备重点实验室 北京 100013)

**摘要:**低阶煤的内水高、含氧官能团多、可磨性差等特点导致其成浆浓度低,不利于后续以低阶煤水煤浆为原料的气化。为了解决上述问题,以内蒙古1号、2号煤样为研究对象,对比了采用普通制浆工艺与分级研磨制浆工艺制备的水煤浆的各种性能。结果表明:分级研磨制浆工艺不仅显著提高了2种煤浆-0.075 mm 粒级含量。且当固定浆体表观黏度为1200 mPa·s、粗粉与细粉质量比为70:30时,2种煤样所制水煤浆的最高成浆浓度分别为61.39%和58.52%,比普通制浆工艺所制水煤浆的最高成浆浓度分别提高了3.92%和3.94%,成浆浓度的显著提高有利于后续的水煤浆气化。

**关键词:**低阶煤; 分级研磨; 水煤浆; 气化; 制浆工艺

中图分类号:TQ536; TD849

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2013)04-0055-04

## Improvement on coal water slurry concentration prepared from Inner Mongolia low-rank coal

ZHANG Guiling<sup>1 2 3</sup>, DU Liwei<sup>1 2 3</sup>, LIU Yewei<sup>1 2 3</sup>

- (1. Energy Conservation and Engineering Technology Research Institute, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;  
2. State Key Laboratory of Coal Mining and Clean Utilization (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China;  
3. National Energy Technology & Equipment Laboratory of Coal Utilization and Emission Control (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China)

**Abstract:** High inherent moisture, lots of oxygen-containing functional groups and poor grindability of low-rank coal lead to lower coal water slurry (CWS) concentration, which limit the subsequent gasification. To resolve these problems, taking Inner Mongolia NO. 1 and NO. 2 coal as research objects, compare the characteristics of two kinds of coal water slurry which are prepared by traditional CWS preparation method and preliminary grinding method respectively. The results show that the latter method can dramatically improve the content of -0.075 mm size fraction. Stabilize the apparent viscosity at 1200 mPa·s, when the mass ratio of middings and fines is 70 to 30, the highest CWS concentration of these two coals is 61.39 percent and 58.52 percent respectively, improved by 3.92 percent and 3.94 percent respectively compared with traditional CWS preparation method. The improvement of CWS concentration is beneficial for the subsequent gasification.

**Key words:** low-rank coal; preliminary grinding; coal water slurry; gasification; coal water slurry preparation method

收稿日期:2013-03-12 责任编辑:宫在芹

作者简介:张桂玲(1975—),女,山西大同人,主要从事水煤浆制备技术研究。

引用格式:张桂玲,杜丽伟,刘焯炜.提高内蒙古低阶煤气化水煤浆浓度的实验研究[J].洁净煤技术,2013,19(4):55-58.

中国低阶煤(长焰煤、弱黏煤、不黏煤、褐煤等)资源丰富,用低阶煤制浆不仅能以较低的价格保证制浆用煤的供应,提高水煤浆的经济性,而且符合国家合理利用煤炭资源的政策,是近年来制浆用煤的主要研究方向。但由于低阶煤具有内水高、含氧官能团多、可磨性差等特点,导致用常规制浆工艺制备的水煤浆浓度偏低。由于低浓度煤浆粒度偏粗且分布不合理,浆体流变性及雾化性能差,致使煤浆管道、泵、阀门、气化炉喷嘴等磨损严重,气化煤耗和氧耗偏高,气化效率降低,气化运行成本增加。

为了提高低阶煤水煤浆浓度,常采用低阶煤改性制浆工艺,但该工艺需要在制浆前对低阶煤进行热力脱水提质改性,以降低内水及含氧官能团含量,使低阶煤的成浆性提高<sup>[1-9]</sup>,这不仅增加了改性装置的投资和热能消耗,还使工艺变得复杂。

为此,国家水煤浆工程技术研究中心开发了工艺流程简单,不需对低阶煤进行改性,磨机能耗低的分级研磨制浆工艺,该工艺不仅可以提高低阶煤水煤浆浓度,还可以改善低阶煤的流动性和稳定性<sup>[10-11]</sup>。目前该工艺已在中国东部沿海城市的燃料水煤浆厂以及北方的气化行业得到应用<sup>[12]</sup>。

由于不同低阶煤种具有不同的研磨特性,因此必须针对实验用煤进行分级研磨制浆工艺研究,以确定获得最高制浆浓度的最佳粒度级配及粒度分布。为此,对2种内蒙古低阶煤进行了分级研磨制备高浓度气化水煤浆的实验研究。

## 1 实验

### 1.1 原料煤性质

表1为2种内蒙古低阶煤的工业分析和元素分析。

表1 内蒙古低阶煤的工业分析和元素分析

煤种	工业分析/%					元素分析/%			
	$M_{t,ar}$	$M_{ad}$	$A_{ad}$	$V_{ad}$	$\omega(S_{ad})$	$\omega(C_{ad})$	$\omega(H_{ad})$	$\omega(O_{ad})$	$\omega(N_{ad})$
内蒙古1号	15.60	14.26	28.31	26.45	0.28	43.22	2.97	9.87	1.09
内蒙古2号	20.33	20.33	15.77	30.02	0.30	49.04	3.20	10.16	1.20

由表1可以看出,2种煤均属于低硫、高内水、高氧含量、高挥发分的低阶煤,O/C比都较高,分别为0.23和0.21,因而用常规制浆工艺很难制备高浓度水煤浆。

### 1.2 实验仪器和方法

表2为实验用仪器。

表2 实验用仪器

名称	型号
颚式破碎机	EP-2
电动振动筛	GS-86
电子天平(0.0001 g)	MD110-2
电热鼓风干燥箱	101-DA
水煤浆黏度仪	NXS-4C
定时电动搅拌机	JJ-1
棒磨机	XMB- $\Phi$ 240 $\times$ 300
搅拌细磨机	QHJM-3
电子天平(0.01 g)	DT500A
多功能红外水分测定仪	DHS16-A
激光粒度分布仪	BT-2002

实验采用干法制浆。将磨好的煤粉、定量添加剂和水加入烧杯中,用JJ-1型定时电动搅拌机搅拌6 min即得水煤浆。将制备好的水煤浆进行表观黏度、浓度测试,并妥善保存,之后进行流变性、流动性、稳定性测试。水煤浆浓度、黏度的测定分别按照GB/T 18856.2—2008《水煤浆试验方法 第2部分:浓度测定》和GB/T 18856.4—2008《水煤浆试验方法 第4部分:表观黏度测定》进行。

## 2 结果与讨论

### 2.1 常规工艺成浆性实验

中国气化水煤浆制备多为单磨机制浆工艺,磨机出口的煤浆即为气化原料,存在水煤浆粒度级配不合理、浓度偏低等问题,使水煤浆气化系统有效合成气所需的氧耗和煤耗偏高。为了比较分级研磨工艺与传统工艺的区别,实验首先采用干法制浆的方式对其进行常规工艺的成浆性实验,添加剂为国内市场上应用的3号添加剂,添加量为干燥煤粉质量的0.5%。表3为常规制浆工艺条件下2种煤样的成浆性。

表3 常规制浆工艺条件下煤样的成浆性

煤样	成浆浓度/ %	表观黏度/ (mPa·s)	流动性	24 h 后 稳定性
内蒙古1号	55.33	969	B	D
	56.61	1038	B-	D
	57.47	1153	B-	C
	58.55	1275	C	D
内蒙古2号	52.51	968	B-	D
	53.69	1025	B-	D
	54.58	1140	B-	C
	55.38	1253	C	D

注:在剪切速率为 100 s<sup>-1</sup> 温度为 25 °C 时测定表观黏度

由表3可知,在常规制浆工艺条件下,2种煤样的成浆性具有如下规律:

1) 随着成浆浓度的提高,煤浆的表观黏度逐步增高,流动性明显变差,稳定性在各种浓度时均较差。

2) 在煤浆表观黏度 < 1200 mPa·s 时,综合考虑流动性等因素,内蒙古1号和内蒙古2号煤样的最高成浆浓度分别为 57.47% 和 54.58%。较低的水煤浆浓度会降低后续气化过程的气化效率,增加生产成本。因此,提高2种煤样的成浆浓度对气化炉的运行极为重要。

## 2.2 分级研磨工艺成浆性实验

### 2.2.1 最佳粒度级配确定

优化煤浆的粒度级配,提高煤浆的堆积效率,是提高低阶煤水煤浆浓度的主要方法。实验主要采用干法成浆性研究,分别用粗磨机和细磨机制备粗粉和细粉,然后将制备好的粗粉、细粉分别按照质量比为 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 的比例混合制浆,并对制得的煤浆进行浓度、黏度、稳定性、流动性等性能测试。其中,内蒙古1号、2号2种煤样的煤浆设计浓度分别为 61%、58%,添加剂添加量为干基煤粉质量的 0.3%。表4为最佳粒度级配的实验结果。

表4 最佳粒度级配的确定

煤样	m(粗粉):m(细粉)	实际浓度/ %	表观黏度/ (mPa·s)	流动性	24 h 后 稳定性	粒度分布(累积含量) / %		
						<1.000 mm	<0.450 mm	<0.075 mm
内蒙古1号	90:10	61.51	970	B-	B	97.78	85.09	40.81
	80:20	61.24	1073	B	A	99.10	88.21	43.401
	70:30	61.46	1164	B	A	99.38	89.32	46.54
	60:40	61.32	1195	B-	A	99.70	90.21	49.01
内蒙古2号	90:10	58.37	996	B-	B	97.14	87.17	41.25
	80:20	58.29	1097	B-	A	98.07	87.62	43.95
	70:30	58.60	1189	B	A	98.46	87.89	46.74
	60:40	58.45	1228	B	A	99.05	89.41	50.13

由表4可以看出,2种煤样的表观黏度随着细粉添加量的增大而增大,流动性及稳定性都逐渐变好;但当细粉加入量达到 40% 时,浆体粒度偏细,导致煤浆表观黏度最高;当细粉添加量为 30% 时,煤浆的性能及粒度均完全符合气化用浆的要求,因此,分级研磨制浆工艺的最佳粒度级配确定为 m(粗粉):m(细粉) = 70:30。

表5为常规工艺和分级研磨制浆工艺的粒度分布对比。由表5可以看出,常规制浆工艺的煤浆粒度较粗,2种煤样的 -0.075 mm 细颗粒含量仅为 32.90% 和 31.21%,分级研磨工艺使 -0.075 mm 的含量提高到了 46.54% 和 46.74%,明显降低了煤浆的平均粒径且有效拓宽了粒度分布范围,使煤浆粒度级配趋于合理,因此水煤浆浓度能够显著提高。

表5 常规工艺和分级研磨制浆工艺粒度分布对比

煤样	工艺类型	粒度分布(累积含量) / %		
		<1.000 mm	<0.450 mm	<0.075 mm
内蒙古1号	常规工艺	97.62	86.84	32.90
	分级研磨	99.38	89.32	46.54
内蒙古2号	常规工艺	97.76	84.61	31.21
	分级研磨	98.46	87.89	46.74

### 2.2.2 分级研磨制浆工艺成浆性实验

采用分级研磨制浆工艺,固定浆体表观黏度为 1200 mPa·s 时,进行水煤浆所能达到的最高成浆浓度实验,添加剂为 3 号,添加量为干基煤粉质量的 0.5%,最佳粒度级配采用 m(粗粉):m(细粉) = 70:30。表6为不同浓度时的水煤浆性能。

表6 不同浓度时的水煤浆性能

煤样	成浆浓度/ %	表观黏度/ (mPa·s)	流动性	24 h 后 稳定性
内蒙古1号	59.41	1013	B	C
	60.52	1061	B-	C
	61.39	1134	B	B
	62.18	1247	C	B
内蒙古2号	56.33	1062	B	D
	57.46	1093	B	D
	58.52	1157	B	B
	59.38	1268	C	B

由表6可以看出,随着成浆浓度的增大,水煤浆的表观黏度也明显升高,内蒙古1号和内蒙古2号煤样所制水煤浆的最高成浆浓度为61.39%、58.52%,比普通制浆工艺所制水煤浆的最高成浆浓度的57.47%和54.58%分别提高了3.92%和3.94%,充分说明分级研磨制浆工艺可以较大幅度提高低阶煤制浆浓度。

### 3 结 论

1) 对2种内蒙古煤进行的磨矿实验结果表明,采用分级研磨制浆工艺,使煤浆粒度中-0.075 mm的含量比常规制浆工艺分别提高了13.64%和15.53%,降低了煤浆的平均粒径,提高了堆积效率。

2) 采用分级研磨制浆工艺制备的内蒙古气化煤浆浓度比常规制浆工艺提高4%左右,这为低成本、高浓度制备低阶煤气化煤浆及大规模合理有效利用低阶煤提供了科学依据。

3) 本研究仅得到内蒙古低阶煤的实验结果,并不能涵盖所有低阶煤的成浆特性。由于低阶煤包

含的煤种多、性质差别大,成浆性也有很大差异。因此还需对其它低阶煤种进行分级研磨制浆的研究。

#### 参考文献:

- [1] 宋彬彬. 褐煤低温热改质及成浆性能研究[D]. 大连: 大连理工大学, 2008.
- [2] 周夏, 刘长辉. 褐煤气化前的预处理技术[J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(4): 32-36.
- [3] 白向飞. 中国褐煤及低阶烟煤利用及提质技术开发[J]. 煤质技术, 2010(6): 9-11.
- [4] 吴国光, 郭照冰. 水煤浆制浆试验研究与制备因素分析[J]. 中国矿业大学学报, 2001(7): 543-546.
- [5] 段清兵, 王国房, 张贵, 等. 热力改性对低阶煤种成浆性影响的研究[J]. 洁净煤技术, 2007, 13(3): 41-43.
- [6] 赵卫东. 低阶煤水热改性制浆的微观机理及燃烧特性研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2009.
- [7] 张镜, 吕玉庭. 热水干燥技术处理舒兰褐煤的研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2011(5): 47-49.
- [8] 龚志华, 顾兆云, 徐志强. 提高印尼褐煤成浆性的试验研究[J]. 煤炭加工与综合利用, 2008(1): 26-28.
- [9] 张鸿林. 气流床气化低阶煤的脱水提质预处理[J]. 煤化工, 2011, 39(6): 10-12.
- [10] 贺鑫平, 余涛, 周敬林. 分级研磨制浆工艺应用于水煤浆气化的工程分析[J]. 煤化工, 2012, 40(5): 19-23.
- [11] 段清兵, 梁兴, 张胜局, 等. 提高神华煤气化水煤浆粘度的可行性研究[J]. 洁净煤技术, 2009, 15(2): 49-51.
- [12] 孙海勇, 何国锋, 段清兵, 等. 分级研磨工艺制备油煤浆的实验研究[J]. 洁净煤技术, 2011, 17(6): 58-60.

## 《煤矿矿长保护矿工生命安全七条规定》公布

国家安全生产监督管理总局令第58号《煤矿矿长保护矿工生命安全七条规定》已于2013年1月15日国家安全生产监督管理总局局长办公会议审议通过,并于公布之日起施行。具体规定如下:

- 一、必须证照齐全,严禁无证照或者证照失效非法生产。
- 二、必须在批准区域正规开采,严禁超层越界或者巷道式采煤、空顶作业。
- 三、必须确保通风系统可靠,严禁无风、微风、循环风冒险作业。
- 四、必须做到瓦斯抽采达标,防突措施到位,监控系统有效,瓦斯超限立即撤人,严禁违规作业。
- 五、必须落实井下探放水规定,严禁开采防隔水煤柱。
- 六、必须保证井下机电和所有提升设备完好,严禁非阻燃、非防爆设备违规入井。
- 七、必须坚持矿领导下井带班,确保员工培训合格、持证上岗,严禁违章指挥。

(来源:国家安全生产监督管理总局网站)