

水煤浆提浓技术在新能源有限公司的应用

张胜局,何国锋,段清兵

(中煤科工清洁能源股份有限公司,北京 100013)

摘要:为提高气化水煤浆浓度,降低生产成本,新能源有限公司于2012年引进低阶煤制备高浓度水煤浆工艺及设备对现有水煤浆制备系统进行改造,通过对比分析改造前后的气化水煤浆质量和气化各项性能指标,阐述了水煤浆浓度对比煤耗、比氧耗、有效合成气体积分数及甲醇产量的影响。结果表明,水煤浆制备系统进行提浓改造后,水煤浆质量与气化效果显著改善。水煤浆浓度由改造前的59.11%提高至61.36%,提高了2.25%,单台棒磨机原煤处理量由65 t/h提高至78 t/h,比煤耗由602.5 g/m³降至595.2 g/m³,比氧耗从392.0 dm³/m³降至384.0 dm³/m³,气化有效合成气体积分数也由81.78%提高至82.86%,最终每天增产粗甲醇47.3 m³。

关键词:水煤浆浓度;比煤耗;比氧耗;有效合成气;甲醇

中图分类号:TQ536;TD849

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2015)04-0012-03

Application of coal water slurry mass fraction improvement technology in Xinneng Energy Company

ZHANG Shengju, HE Guofeng, DUAN Qingbing

(China Coal Technology and Engineering Clean Energy Co., Ltd., Beijing 100013, China)

Abstract: To improve mass fraction of gasification coal water slurry (CWS) and reduce production cost, an advanced process which adopted low-rank coal to prepare high mass fraction CWS was introduced by Xinneng Energy Company. The quality of CWS and each gasification index before and after transformation were analyzed. The influence of CWS mass fraction on specific coal and oxygen utilization, volume fraction of effective synthesis gas and methanol yield was studied. After transformation, the mass fraction of CWS increased from 59.11% to 61.36%. The handing capacity of each rod mill increased from 65 t/h to 78 t/h, specific coal and oxygen utilization decreased to 595.2 g/m³ and 384.0 dm³/m³ from 602.5 g/m³ and 392.0 dm³/m³ respectively. The effective synthesis gas was raised from 81.78% to 82.86%. The crude methanol production increased by 47.3 m³ every day.

Key words: coal water slurry mass fraction; specific coal consumption; specific oxygen consumption; effective synthesis gas; methanol

0 引言

水煤浆是由煤、水和添加剂按一定比例组成的煤基流体燃料和气化原料,可用于工业锅炉、窑炉和电站锅炉的燃烧发电或供气,亦可用于煤气化生产合成氨、甲醇、烯烃、油品和天然气等化工产品^[1]。在水煤浆发展初期,制浆原料用煤均选用成浆性较好的煤种,随着优质煤资源的减少和价格的上升,大部分企业转向采用以低阶煤为主的制浆原料。但由

于低价煤成浆性较差,制备的水煤浆浓度较低,直接影响气化炉气化效率、气化能耗以及生产成本^[2-3]。因此如何提高低阶煤的成浆浓度逐渐引起国内企业的重视。影响水煤浆质量的3个主要因素有原料煤煤质、水煤浆制备工艺及水煤浆添加剂。原料煤煤质是决定水煤浆质量的基础,水煤浆制备工艺是决定水煤浆质量的关键,水煤浆添加剂具有优化水煤浆质量的作用^[4-5]。因此在煤质和添加剂固定的情况下,完善的水煤浆制备工艺对于提高水煤浆浓度

收稿日期:2015-03-12;责任编辑:白娅娜 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2015.04.004

作者简介:张胜局(1982—),男,江西瑞金人,助理研究员,硕士,从事煤的洁净利用及煤化工方面的研究工作。E-mail:zhangsj1982@163.com

引用格式:张胜局,何国锋,段清兵.水煤浆提浓技术在新能源有限公司的应用[J].洁净煤技术,2015,21(4):12-14,19.

ZHANG Shengju, HE Guofeng, DUAN Qingbing. Application of coal water slurry mass fraction improvement technology in Xinneng Energy Company[J]. Clean Coal Technology, 2015, 21(4): 12-14, 19.

和降低水煤浆成本起着至关重要的作用,而完善的制浆工艺中水煤浆的粒度级配是影响水煤浆浓度、黏度和流变性的关键因素。目前,国内水煤浆制备系统多采用单棒/球磨机制浆工艺^[6],该工艺流程简单,水煤浆粒度级配较差,制备的水煤浆浓度普遍偏低,且水煤浆流态及稳定性也很差,不利于提高气化炉效率。新能源有限公司设计年产甲醇 60 万 t,拥有 3 台德士古水煤浆气化装置,2 开 1 备,公司以内蒙古鄂尔多斯本地煤为原料,年用浆量约为 150 万 t,水煤浆制备系统由 3 套 $\phi 4.0 \text{ m} \times 5.8 \text{ m}$ 棒磨机组成,2 条全开,1 条间歇开,单条棒磨机生产线干煤处理能力为 50 t/h,采用单棒磨机制浆工艺。由于该工艺条件下煤浆粒度级配不合理,水煤浆浓

度仅为 59% 左右,且流动性和稳定性较差。鉴于此,新能源有限公司于 2012 年引进低阶煤制备高浓度水煤浆工艺^[7]及设备对现有水煤浆制备系统进行改造^[8],以期提高水煤浆浓度,降低比煤耗、比氧耗,提高整体系统装置生产能力^[9-10]。

1 煤质分析

新能源有限公司气化用煤均来自周边矿井,煤种为美日、赛蒙特尔、尔林兔 3 种煤按照质量比 1:1:1 配置的混煤,煤质分析见表 1。由表 1 可知,该煤种属于中高水分、低灰、中高发热量的低阶长焰煤。气化煤种灰熔融性不高,适于气化炉平稳运行。

表 1 气化现场用煤煤质分析

工业分析/%					$Q_{\text{net,ar}}/$	$w(S_{\text{ad}})/$	灰熔融性/ $^{\circ}\text{C}$			
M_t	M_{ad}	A_{ad}	V_{ad}	FC_{ad}	($\text{MJ} \cdot \text{kg}^{-1}$)	%	变形温度 DT	软化温度 ST	半球温度 HT	流动温度 FT
18.39	4.92	6.52	30.7	57.86	23.24	0.50	1105	1138	1157	1180

2 改造方案

2.1 工艺流程

新能源有限公司原有煤浆制备系统为单棒磨机制浆工艺(图 1),即破碎后的煤、水、添加剂进入棒磨机进行磨矿,磨矿出料经过滚筒筛过滤后,通过水煤浆泵输送水煤浆进入气化炉气化。该工艺由于水煤浆粒度级配不合理,存在水煤浆浓度偏低、水煤浆流态及稳定性差等问题^[11-13]。

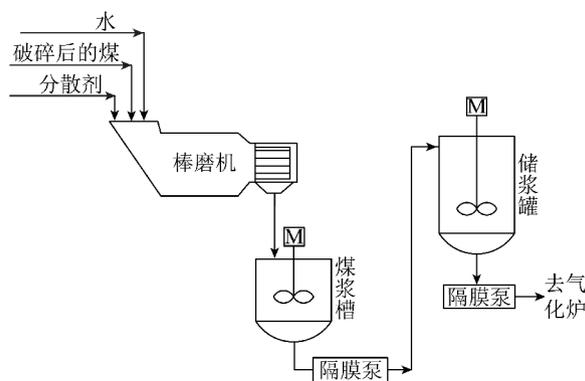


图 1 改造前制浆工艺流程

改造后在原有系统上增加了细浆制备系统^[14-15],改造后工艺流程如图 2 虚线框所示。系统中,棒磨机出口煤浆槽的少部分水煤浆通过配浆泵输送至粗浆槽,并加入部分生产工艺水将水煤浆稀

释至合格浓度,稀释后的水煤浆通过粗浆泵输送至细磨机底部,研磨合格的细浆自流至细浆槽,最终通过细浆泵将细浆输送至棒磨机中。旨在通过细浆的加入,优化气化水煤浆的粒度级配,提高煤浆堆积效率,进而提高气化水煤浆浓度,同时改善水煤浆流动性及稳定性。

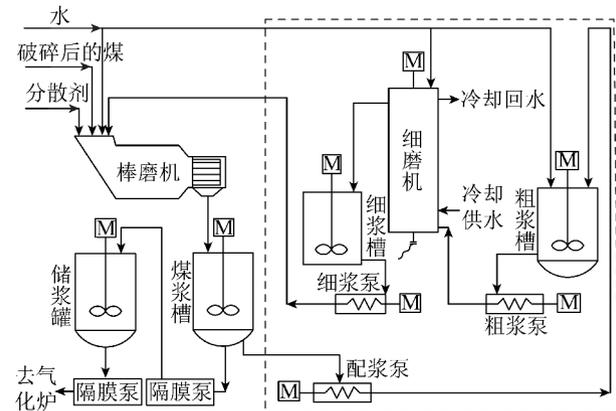


图 2 改造后制浆工艺流程

2.2 主要设备

根据水煤浆提浓系统的制浆规模,配置 4 台 CYM5000 型细磨机供 3 条棒磨机生产线共用,主要设备见表 2。

3 运行效果

水煤浆提浓系统于 2013 年 9 月进行调试并投

表2 主要设备

设备	技术特征	数量/台	备注
配浆泵	处理量 0~13 m ³ /h	3	2用1备
	压力 0~0.6 MPa		
	电机功率 22 kW		
粗浆泵	处理量 0~12 m ³ /h	6	4用2备
	压力 0~0.6 MPa		
	电机功率 22 kW		
细浆泵	处理量 0~25 m ³ /h	3	2用1备
	压力 0~0.6 MPa		
	电机功率 22 kW		
粗浆槽 及搅拌器	罐体容积 36.5 m ³	1	
	搅拌器功率 22 kW		
细浆槽 及搅拌器	罐体容积 33.5 m ³	1	
	搅拌器功率 18.5 kW		
细磨机	型号 CYM-5000C	4	
	处理量 6.5~7.5 t/h		
	功率 250 kW(10 kV)		
检修行车	起质量 5.0 t	1	
	起升高度 16.0 m		
	跨度 12.5 m		

入运行,经过近1 a安全稳定运行,于2014年7月进行72 h考核验收。新能能源有限公司水煤浆提浓系统改造前后运行效果见表3。

表3 改造前后运行效果

项目	改造前	改造后	差值	
添加剂添加量/%	0.15	0.15	0	
水煤浆浓度/%	59.11	61.36	2.25	
水煤浆黏度/(mPa·s)	496	824	328	
水煤浆粒度组成/%	≥0.38 mm	8.93	19.87	10.94
	0.38~0.15 mm	30.80	28.61	-2.19
	0.15~0.075 mm	20.08	14.73	-5.35
	0.075~0.045 mm	8.09	6.30	-1.79
	≤0.045 mm	32.10	30.49	-1.61
单台棒磨机进煤量/(t·h ⁻¹)	65	78	13	
入炉水煤浆量/(m ³ ·h ⁻¹)	181.96	180.76	-1.20	
耗氧量/(m ³ ·h ⁻¹)	86734	87873	1139	
净化气总量/(m ³ ·h ⁻¹)	226684	234394	7710	
比煤耗/(g·m ⁻³)	602.5	595.2	-7.3	
比氧耗/(dm ³ ·m ⁻³)	392.0	384.0	-8.0	
有效合成气(H ₂ +CO)体积分数/%	81.78	82.86	1.08	
粗甲醇产量/(m ³ ·d ⁻¹)	3004.00	3051.30	47.30	
电耗/(kWh·d ⁻¹)	3808.10	18712.60	14904.50	

由表3可知,水煤浆制备系统进行提浓改造后,水煤浆质量与气化效果显著改善。在添加剂比例相

同的情况下,水煤浆浓度由改造前的59.11%提高至改造后的61.36%,提高了2.25%。水煤浆黏度由496 mPa·s提高至824 mPa·s,主要原因是运行过程中,棒磨机磨矿使煤样粒度分布均一,水煤浆粒度在100 μm左右有粒度峰,加入平均粒度为15~20 μm的细浆后,细颗粒煤浆填充至粗颗粒煤浆中,提高了水煤浆的堆积效率,增加了单位体积内水煤浆质量,进而提高了水煤浆浓度,改善了水煤浆的流变性和稳定性。同时由于加入细浆后,水煤浆比表面积有所增大,所以在添加剂添加量相同时,水煤浆黏度有所增加。

改造后单台棒磨机原煤处理量为78 t/h,较改造前的65 t/h提高了13 t/h。主要是由于原有棒磨机磨矿过程中,棒磨机入料端煤、水、添加剂还未完全混合,基本处于不磨矿状态。改造后加入有一定黏度的细浆,细浆将煤黏附在磨棒上,提高物料的磨矿时间,进而提高了棒磨机的磨矿效率,最终提高棒磨机的处理能力。

改造后,比煤耗由602.5 g/m³降至595.2 g/m³,比氧耗从392.0 dm³/m³降至384.0 dm³/m³,气化有效合成气体积分数也由81.78%提高至82.86%。改造后由于进气化炉水煤浆浓度的提高,减少了进气化炉中水分,进而减少了气化炉所需热量,因此为了维持原有气化炉的操作温度,就必须使水煤浆中部分碳由原来的完全燃烧生成CO₂变成不完全燃烧生成CO,从而提高了有效合成气体积分数。改造后进气化炉水煤浆量比改造前减少1.20 m³/h的条件下,有效合成气产量比改造前增加7710 m³/h,因此降低了气化比煤耗和比氧耗,每天增产粗甲醇47.3 m³。

4 结 论

1)在同等条件下,增加细浆制备系统改造后,水煤浆粒度级配得到优化,水煤浆浓度由59.11%提高至61.36%,提高了2.25%,且水煤浆流变性和稳定性明显改善。加入细浆后,单条棒磨机的进煤量由65 t/h提高至78 t/h,增加了13 t/h。水煤浆浓度提高后,气化炉中有效合成气体积分数增加1.08%,比煤耗由602.5 g/m³降至595.2 g/m³,比氧耗从392.0 dm³/m³降至384.0 dm³/m³,最终每天增产粗甲醇47.3 m³。

2)加入细浆后,有效改善了棒磨机出口滚筒筛
(下转第19页)

的情况下,优化煤粉粒度级配和分散剂用量,使水煤浆黏度从 1975 mPa·s 降至 1066.67 mPa·s,进一步说明调整粒度级配和分散剂用量对于改善神府煤成浆性的可行性。

2)通过响应面分析,对 12、6.5 μm 煤粉质量分数和分散剂用量进行优化,寻找三因素的最佳组合配方。结果表明,12 μm 煤粉质量分数为 55%,6.5 μm 煤粉质量分数为 35%,分散剂用量为 1.04 g 时,水煤浆有较低黏度。

3)试验只分析了水煤浆浓度不变时,黏度较低的最佳因素配方。对神府煤进行低温改性,综合分析优化改性条件、粒度级配和分散剂用量,同时以黏度和浓度作为响应值进行考查,是今后的研究重点。

参考文献:

- [1] 杨东杰,李旭昭,李会景,等.竹浆木质素高效分散剂在酚水水煤浆中的应用[J].华南理工大学学报,2014,42(2):1-6.
- [2] Zhu Junfeng, Zhang Guanghua, Liu Guojun. Investigation on the rheological and stability characteristics of coal-water slurry with long side-chain polycarboxylate dispersant[J]. Fuel Processing Technology, 2014, 118: 187-191.
- [3] 吴国光,李建亮,孟献梁,等.煤岩组成与水煤浆成浆性能的关系研究[J].中国矿业大学学报,2009,38(2):209-213.
- [4] 虞育杰,刘建忠,张传名,等.低挥发分煤的成浆特性和水煤浆流变特性[J].浙江大学学报:工学版,2011,45(2):335-340.
- [5] Zhou Zhijun, Li Xiang, Liang Jiaming, et al. Surface coating improves coal-water slurry formation of Shangwan coal[J]. Energy

and Fuels, 2011, 25(8): 3590-3597.

- [6] Sahoo B K, De S, Carsky M, et al. Rheological characteristics of coal-water slurry using microwave pretreatment: a statistical approach[J]. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, 2011, 17(1): 62-70.
- [7] 高志芳,朱书全,黄波,等.粒度分布对提质褐煤水煤浆性能影响的研究[J].选煤技术,2009(1):1-5.
- [8] 杨会民,王宁波,崔意华,等.粉体粒度对神府煤制备高性能水煤浆的影响[J].化肥设计,2013,51(3):15-18.
- [9] 郝丽芳,王永刚,熊楚安,等.煤颗粒分布对油煤浆流变特性的影响[J].煤炭学报,2007,32(2):190-193.
- [10] 杨东杰,郭闻源,李旭昭,等.不同相对分子质量对接枝磺化木质素水煤浆分散剂吸附分散性能的影响[J].燃料化学学报,2013,41(1):20-25.
- [11] Zhou Mingsong, Yang Dongjie, Qiu Xueqing. Influence of dispersant on bound water content in coal-water slurry and its quantitative determination[J]. Energy Convers Manage, 2008, 49(11): 3063-3068.
- [12] 余学海,刘建忠,赵卫东,等.一种优化煤成浆特性的方法[J].热力发电,2009,38(4):14-18.
- [13] 王俊哲,王渝岗,方刚,等.基于 Alfred 模型提高神府煤水煤浆成浆性[J].煤炭科学技术,2013,41(12):117-119.
- [14] 吴国光,李建亮,孟献梁,等.煤岩组成与水煤浆成浆性能的关系研究[J].中国矿业大学学报,2009,38(3):35-38.
- [15] 彭芳刚,李绮丽,吴卫国,等.响应面法优化红莲外皮原花青素的提取工艺研究[J].现代食品科技,2013,29(6):1349-1354,1315.
- [16] 董发明,白喜婷.响应面法优化超声提取杜仲雄花中黄酮类化合物的工艺参数[J].食品科学,2008,29(8):227-231.

(上接第 14 页)

跑浆现象,提高了棒磨机操作弹性,能有效稳定水煤浆浓度,使后续气化操作更为稳定。根据水煤浆提浓前后实测数据,测算全年甲醇增加产量,扣除多耗煤成本及新增运行成本,本项目每年为企业创造净利润 1309 万元。

参考文献:

- [1] 何国锋,詹隆,王燕芳.水煤浆技术发展与应用[M].北京:化学工业出版社,2012.
- [2] 于海龙,赵翔,周志军,等.煤浆浓度对水煤浆气化影响的数值模拟[J].中国动力工程学报,2005,25(2):217-220.
- [3] 崔意华.压力、煤浆浓度、氧煤比对水煤浆气化的影响[J].化肥设计,2010,48(5):23-26.
- [4] 段清兵.分级研磨低阶煤高浓度水煤浆制备技术与应用[J].煤炭科学技术,2012,40(10):113-115.
- [5] 段清兵,何国锋,王国房,等.低阶煤制备高浓度水煤浆新技术[J].煤质技术,2009(5):41-43.

- [6] 杜小茹,李光美,黄欣,等.水煤浆技术以及难制浆煤种成浆性的提高途径[J].煤炭技术,2010,29(1):176-178.
- [7] 何国锋,段清兵,王国房,等.一种低阶煤制备高浓度水煤浆的方法:中国,200710188396.7[P].2010-07-14.
- [8] 张雪艳,仇汝臣.水煤浆制备系统提浓改造[J].小氮肥,2014,42(2):15-16.
- [9] 谢冰,张勇.德士古水煤浆加压气化的几个重要影响因素[J].内蒙古石油化工,2014(5):55-56.
- [10] 王鼎,李辉,刘丽娜,等.提高水煤浆气化有效气成分的途径[J].大氮肥,2013,36(1):15-17.
- [11] 官长平,吴翠平,高志芳,等.低变质程度煤配煤制浆的试验研究[J].选煤技术,2009(2):6-8.
- [12] 李寒旭,陈芳林.提高低变质程度煤成浆性能的研究[J].煤炭科学技术,2002,30(4):1-5.
- [13] 尉迟唯,李宝庆,李文,等.混合煤制浆对水煤浆性质的影响[J].燃料化学学报,2004,32(1):31-36.
- [14] 刘乐利.气化的水煤浆配浆提浓工程应用[J].煤炭加工与综合利用,2012(6):52-53.
- [15] 杨军红.低阶煤分级研磨制浆工艺技术在我厂的应用[J].中氮肥,2013(1):11-13.