

# Research on Multi Nozzle Coal Water Slurry Gasifier

Zhihui Wen

Ordos City Dongsheng District Market Supervision and Administration Bureau, Ordos, Inner Mongolia, 017000, China

## Abstract

Starting from the coal gasification technology, this paper has relatively strict requirements on coal quality of coal water slurry gasifier, it is necessary to conduct a comprehensive analysis of coal quality, and evaluate the analysis of water, ash, volatile, element carbon, hydrogen, nitrogen and sulfur, ash melting point, harable index and ash composition. Based on the results of the analysis, preliminary estimate of the adhesive temperature characteristics and sizing properties of coal ash and slag, to provide basic data support for the analysis of ash adhesive temperature characteristics and slurry formation test in the next stage, according to the test results of coal ash composition and the high-temperature rheological theory, gasification of coal species under laboratory conditions to study the non-conforming indicators, by blending coal quality and by adding flux, can be applied to the four-nozzle gasifier, if this technology is successfully developed as chemical raw coal, can expand the coal market sales, become a new benefit growth point. At the same time, the success of this study can effectively promote the safe and stable long-cycle operation of the system, bring huge economic benefits to the enterprise.

## Keywords

coal gasification; process equipment; economic benefits

## 多喷嘴水煤浆气化炉研究

温智慧

鄂尔多斯市东胜区市场监督管理局, 中国 · 内蒙古 鄂尔多斯 017000

## 摘要

论文从煤气化工艺技术出发, 对置式水煤浆气化炉对煤质有着较为苛刻的要求, 需要对煤矿煤质进行全面的分析, 评价完成水分、灰分、挥发分、元素碳氢氮硫、灰熔点、哈氏可磨指数、灰组成的分析。根据分析结果, 初步估测煤灰渣粘温特性和成浆性, 为下一阶段灰渣粘温特性分析、成浆性试验研究提供基础数据支持, 根据煤灰成分测试结果及高温流变性理论, 在实验室条件下对煤种进行气化对不符合的指标进行研究, 通过配煤、添加助熔剂等手段去改善煤质特性, 得以应用于四喷嘴气化炉, 若本技术开发成功部分煤炭作为化工原料煤, 可拓宽煤炭市场销路, 成为新的效益增长点。同时, 该项研究的成功可以有效地促进系统安全稳定长周期运行, 给企业带来巨大的经济效益。

## 关键词

煤气化; 工艺设备; 经济效益

## 1 引言

中国是一个缺油、少气、煤炭资源相对而言比较丰富的国家, 如何利用中国煤炭资源相对丰富的优势发展煤化工已成为大家关心的问题。发展煤化工离不开合成气的制备, 煤气化就是制备合成气的必要手段。

煤化工是指某产品采用以煤为原料的工艺路线, 经过化学反应, 从 CO 加 H<sub>2</sub> 合成各种化工产品, 从而可以节约石油、天然气资源, 优化能源结构<sup>[1]</sup>。当前, 中国和其他国家的煤气化工艺技术很多, 中国已经工业化的煤气化技术, 有常压固定层间歇式无烟煤(或焦炭)气化技术、常压固定层无烟煤(或焦炭)富氧连续气化技术、鲁奇固定层煤加压

气化技术、灰熔聚流化床粉煤气化技术、恩德沸腾层(温克勒)粉煤气化技术、GE 德士古(Texaco)水煤浆加压气化技术、多元料浆加压气化技术、多喷嘴(四烧嘴)水煤浆加压气化技术、壳牌(Shell)干煤粉加压气化技术、GSP 干煤粉加压气化技术、两段式干煤粉加压气化技术、四喷嘴对置式干粉煤加压气化技术。其中, 兖矿集团具有知识产权的有多喷嘴水煤浆加压气化技术和四喷嘴对置式干粉煤加压气化技术。

在煤气化工艺技术方面, 中国是集世界上所有煤气化工艺技术都有的国家。尤其是近几年来, 中国科研、设计单位开发了多种具有自主知识产权的煤气化技术, 都各具其特点和优缺点, 每种气化技术对应相应的煤种, 现在没有任何一种气化技术可以适用所有的煤种。水煤浆气化技术对煤的水分、灰熔点、灰分等煤质分析指标有严格的要求。但现在可通过配煤或添加助熔剂的方式改善煤样, 使调配后的煤样

【作者简介】温智慧(1984-), 女, 中国内蒙古鄂尔多斯人, 硕士, 高级工程师, 从事化工、检验研究。

符合水煤浆气化用煤指标，本技术的开发可拓宽水煤浆气化用煤。

## 2 试验方法和步骤

试验方法和步骤如图 1 所示。

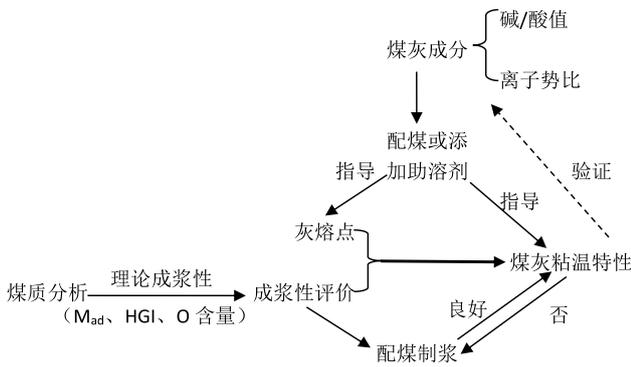


图 1 试验方法和步骤

## 3 煤质分析

对制备煤样进行煤质分析，具体分析方法按表 1 所示的标准方法进行。

表 1 煤质分析项目及方法

分析项目		标准和方法
工业分析	水分 $M_{ad}$	GB/T 212—2008 煤的工业分析方法
	灰分 $A_d$	ASTM D 5142—2009 煤与焦炭的工业分析方法
	挥发分 $V_{daf}$	
元素分析	碳 $C_{daf}$	ASTM D 5373—02 煤和焦炭中碳、氢、氮元素的标准分析方法
	氢 $H_{daf}$	
	氮 $N_{daf}$	
	硫 $S_{t,d}$	GB/T 25214—2010 煤中全硫测定红外光谱法
发热量	高位发热量 $Q_{gr,d}$	GB/T 213—2003 煤的发热量测定方法
	低位发热量 $Q_{net,d}$	
灰熔点	DT/ST/HT/FT	GB/T 219—2008 煤灰熔融性的测定方法
可磨指数	HGI	GB/T 2565—1998 煤的可磨性指数测定方法
煤灰成分		GB/T 1574—1995 煤灰成分测试方法

## 4 水煤浆的制备

水煤浆的制浆方法可以分为干法制浆和湿法制浆两类。国内研究单位大多采用干法制浆，本实验亦采用之。制浆过程如下：

①设定煤浆浓度和添加剂用量，计算补加的水量。

$$m_{水} = \frac{m_{煤} \times (1 - M_{ad}) + m_{添加剂} \times C_{添加剂}}{C} - m_{煤} - m_{添加剂}$$

其中， $m_{水}$ 为补加的水量； $m_{煤}$ 为需要的煤量； $m_{添加剂}$ 为添加剂用量； $C$ 为煤浆浓度； $C_{添加剂}$ 为添加剂浓度； $M_{ad}$ 为

煤中水分。

②称取定量粒度为 3mm 以下煤粉，使用制粉机磨制煤粉，通过控制磨粉时间。参考鲁化及其他生产装置的粒度分布情况，将煤制到合适的粒度，200 目以下占 45% 左右。

③称取 200g 粒度合格的煤粉，按计算的浓度和添加剂用量，称取补加的水，用移液管准确移取添加剂，初步搅匀。

④用搅拌器匀浆，设定转速 1000r/min，时间定为 10min，即制得水煤浆。

## 5 水煤浆性能的测试方法

### 5.1 煤浆浓度的测量

采用国家标准 GB/T 18856.2—2002 水煤浆浓度测定法。

### 5.2 煤浆粘度的测量

水煤浆粘度的测定按照标准 GB/T 18856.4—2002 进行测定。

本实验使用 NXS-4C 型水煤浆粘度计，测量水煤浆在剪切速率  $100s^{-1}$  下的黏度，单位为  $MPa \cdot s$ ，25~30s 读数，该法与华东理工大学粘度测定方法一致。

### 5.3 煤浆粒度的测定

本实验采用国家标准 GB/T 18856.3—2002 水煤浆筛分试验方法。气化水煤浆中的煤炭粒度一般要求粒度上限（透筛率  $\geq 98\%$ ）不大于 20 目，小于 200 网目的含量 40%~50%，要求具有良好的粒度分布，可以减少水的消耗，容易制成高浓度水煤浆。

本试验所用煤粉的粒度分布参考鲁化及其他生产装置的分布情况，选定小于 200 目煤粒占总量的 45% 左右。

### 5.4 煤浆流动性的测定

采用漏斗法。使用 120mL 的长颈漏斗测定，根据料浆流经漏斗的时间来计算煤浆的流动速率，以此判断料浆的流动性。

### 5.5 煤浆稳定性的测定

一定量均匀的水煤浆试样置于容器中，在规定的条件下静置 24h 后，观察水煤浆的析出水量，称量水煤浆的质量，计算出水煤浆的析水率。或者用玻璃棒进行落棒实验，观察水煤浆有无软硬沉淀。采用析水率和软硬沉淀表述气化用水煤浆的稳定性。

## 6 灰渣粘温特性及物相分析评价

在马弗炉中，用快灰法完全燃烧煤样（按照 GB/T 212—2008 进行），收集煤灰约 80g。将煤灰放入陶瓷高温炉内，程序升温对煤灰进行预处理。仪器冷却后取出预处理后的煤灰约 45g，再进行粘度测试。

测定粘度的方法是旋转法，符合 GB/T 10247—2008 的标准。在还原性气氛下，使刚玉转子在高温熔化的煤炭灰渣溶液中旋转，记录溶液温度在由高向低逐渐降低的过程中转子的黏性扭矩和转子转速的变化。根据溶液的黏度与粘性扭矩成正比、与转速成反比的关系，计算出灰渣溶液的高温粘

度,从而得到煤炭灰渣的高温粘度特性曲线<sup>[2]</sup>。

粘温特性分析所用仪器如表2所示。

表2 粘温特性分析所用仪器

仪器名称	型号	生产厂家
马弗炉	5E-MF6000	长沙开元仪器有限公司
陶瓷高温炉	TM-0417P	北京盈安美诚科技仪器有限公司
高温粘度测定仪	Rheotronic- II	美国 Theta 公司

煤灰物相试验用到的仪器主要有 XRD 衍射光谱仪。将粉煤灰分别经如下条件处理: 115℃烘干、700℃焙烧加入一定量硫酸、碳酸钠后活化处理, 经 1000℃煅烧再加入一定量硫酸活化处理。将经处理后的粉煤灰进行 X 射线衍射分析。

## 7 结论

对于水煤浆气化技术, 判断煤样成浆性至关重要。通过对煤炭的工业分析和成浆性分析, 煤质灰分稳定在 10% 左右, 水分在 7% 左右, 发热量约 27MJ/kg, 煤质的成浆性可以通过调整添加剂用量和品种, 按气化工业用水煤浆粒度

分布, 煤样成浆浓度约 60%, 具有较好的流动性、稳定性和流变特性。同时, 液态排渣气化炉的可操作温度最大控制范围应满足灰渣粘度 3~25Pa·s, 气化炉可操作最低温度可选择 T25+30℃ (即比 25Pa·s 时温度高 30℃), 保证顺利排渣; 气化炉液态排渣的操作温度区间为 1248℃~1389℃, 气化操作温度较高<sup>[3]</sup>。因此, 需要选择合适的煤进行混配或添加其他添加剂 (如石灰或沙子等) 降低气化操作温度。水煤浆气化技术为液态排渣, 煤灰高温粘度对其有很大影响。本试验对煤通过成浆性及煤灰粘温特性评价, 确定合理的调配方案, 使之适合多喷嘴气化技术。

## 参考文献

- [1] 唐宏青, 相宏伟. 煤化工工艺技术评述与展望[J]. 燃料化学学报, 2001, 29(3): 193-200.
- [2] 刘泽龙, 金红光, 高林, 等. 水煤浆与干粉给料方式两种 IGCC 系统的分析[J]. 工程热物理学报, 2003, 24(1): 1-4.
- [3] 王传贤. 水煤浆加压气化与联产甲醇、CO 与煤气的技术[J]. 天然气化工, 1998, 23(1): 43-44.