

云南昭通褐煤热解试验研究

马林转¹, 何屏², 王华¹, 王霜²

(1. 昆明理工大学 环境工程学院, 云南 昆明 650093; 2. 昆明理工大学 电力工程学院, 云南 昆明 650051)

摘要: 介绍了用于云南昭通褐煤热解的试验装置及试验方法, 研究了升温速率、热解温度两种关键因素对褐煤热解产物的得率及其分布的影响. 试验结果表明随热解温度的升高, 热解产气量增加, 气体产品是的有效成分也在增加, 焦油和半焦减少. 升温速率增加, 热解气得率增加, 且气体中的可有效可燃成分在增加.

关键词: 褐煤; 热解; 热解气; 云南

中图分类号: TQ530.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007 - 855X(2005)03 - 0093 - 03

Experiment on Zhaotong Brown Coal Pyrogenation

MA Lin-zhuan¹, HE Ping², WANG Hua¹, WANG Shuang²

(1. Faculty of Environmental Science and Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650093, China;

2. Faculty of Electric Power Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming 650051, China)

Abstract: The experimental equipment and methods for the brown coal pyrolysis are firstly introduced. The effects of pyrogenation temperature and heat increase rate on the rate and distribution of yields are then studied. It is shown in the experimental results that the yield of pyrolysis gas increases as the pyrogenation temperature and the rate of heat increase, while those of tar and char decrease.

Key words: brown coal; pyrogenation; pyrolysis gas; Yunnan

0 引言

当今,石油资源日益枯竭,煤仍将在今后相当长的一段时间内在能源结构中占有重要的地位,然而燃煤必然对人类生存环境产生污染.我国每年以燃烧方式消耗的煤炭约 11 亿 t,占煤炭总消费量的 84%左右,用于发电的占 34%,用于炼焦和制气的煤炭用量仅占 11%~13%,燃烧这种传统、简单而沿用至今的煤利用方式,存在着能源利用率低,环境污染严重的弊端.我国目前工业锅炉的平均热效率比发达国家低 15%~20%,单位产值的能耗高,与国际先进水平相比,全国每年在多消耗 3 亿 t 标准煤,同时也加重了燃煤对环境的污染,破坏了生态平衡.随着经济的发展,人们生活水平的提高,环境保护意识的加强,对煤炭资源合理、高效的开发利用,必然会愈来愈受到人们的重视^[1,2].而煤的热解对煤的着火、燃烧稳定性及煤的气化有着重要意义^[3].因此,加强煤热解方面应用基础和应用技术的研究,具有十分重要的意义.

1 试验部分

1.1 试验样品

昭通褐煤在南方省区中居第一,已探明储量达 80 余亿 t,占全省褐煤储量的 51.8%,目前尚未大规模开采利用.该煤成煤时代为晚第三纪,煤层厚,埋藏浅(剥采比小),易于开采;煤化度低,化学活性好,挥发分高,加热后挥发分易于析出;还有水分、灰分高,低灰熔点,稳定性差等特点;属软褐煤,其高挥发分、高活性、高水分、热稳定性等特点较内蒙、东北褐煤更为突出^[4].本文选用的是经过晒干的昭通褐煤做原料,其工业分析与元素分析见表 1.

收稿日期: 2004 - 06 - 24

第一作者简介:马林转(1974.8~),女,在读博士.主要研究方向:大气污染控制. E-mail: zhuanzhuan2001@163.com

表1 昭通褐煤煤样分析数据

Tab 1 Analysis parameter of Zhaotong's coal

煤	工业分析			元素分析(单位:%)					
	$A_{ad}W_{ad}/\%$	$V_{ad}/\%$	$Q_{addv}/\text{kJ}\cdot\text{kg}^{-1}$	C_{ad}	H_{ad}	O_{ad}	N_{ad}	S_{ad}	
昭通	21.08	13.29	38.05	18532	33.8	4.00	26.8	0.85	0.18

1.2 试验设备与方法

本实验所采用的试验装置由热解炉、加热和温控、气体的冷凝净化、以及气态、液态和固态产物的计量装置四个部分组成。热解炉为管式炉,采用电加热,选用普通的镍铬镍硅热电偶和温控仪进行温度的控制,其产生的燃气用气相色谱仪测定。试验装置系统布置如图1所示。

试验前,首先检查系统的气密性,记录气体流量计的原始读数,然后将经过预处理的昭通褐煤原料装在反应器内,并置于预先设定好温度的热解炉中,而后保持一定的升温速率直到所需的温度,再维持这一温度直到反应器内温度分布平衡为止,同时开始记录各流量计的

读数。并在有燃气产生期间采用排水集气法收集燃气产品,以便进行燃气成分分析。待产气量比较低时,结束试验。冷却后,取出反应器,对反应器半焦称重并加以分析。液态产物的回收与分离方法如下:实验结束后,打开U形管底部的调节阀,放出液态产物(部分焦油和水),另外一部分焦油量的计量是通过实验前后的连接管称重得到的;将焦油和水混合物置于烘干箱中,温度设定为50,经过一段时间烘干直到混合物重量不发生明显变化为止,此时剩下的残留物即为焦油,挥发掉的为水,同时取样以备成分分析。

1.3 实验结果与讨论

1.3.1 热解温度对褐煤热解产物分布的影响

实验热解温度范围为450~750之间,结果如下所述。

由图2可以看出,气体产物的分布随温度的增加而增加,液体和固体产物随温度的升高而降低,经分析认为褐煤在高温下迅速分解,生成气相产物为 CO 、 CO_2 、 H_2 、 CH_4 和其他低碳氢化合物,一次气相产物为可抽提物与焦油,固相产物为半焦。一次气相产物焦油在高温下发生二次裂解,生成气体产物、积碳和重质焦油。随着温度的升高,生成的焦油不断发生裂解生成气体,同时也与气体(CO_2 、 H_2O)反应生成气体,半焦也不断与气体发生气固反应,促使气体产率不断提高,而焦油产率和半焦产率不断下降。

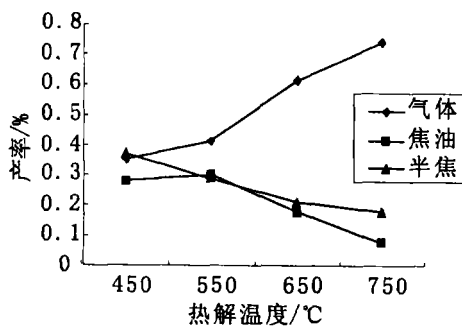


图2 热解温度对褐煤热解产物分布的影响

Fig.2 The influence of pyrolysis temperature on distribution

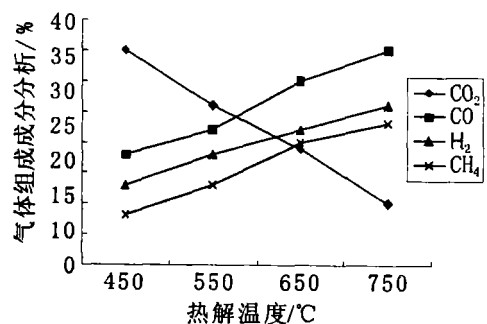


图3 热解温度对褐煤气体产品组成的影响

Fig.3 The influence of temperature on gas products

1.3.2 热解温度对气体产品组成的影响

褐煤热解的目的是为了获得高热值的气体产品. 组分不同的气体, 其热值是不同的. 通过研究热解温度对气体产品组成的影响, 希望得到单位体积热值最高的气体. 由图 3 可见, 随着热解温度的增加, 热解气中的 CO_2 明显地呈下降趋势, CH_4 、 H_2 、 CO 呈明显上升趋势, 这说明随着热解温度的升高, 有效气体体积成分越来越高, 说明气体热值越来越高, 进一步说明了温度的升高对煤的热解起到了一定的促进作用.

1.3.3 升温速度对热解产物得率的影响

升温速率不同, 热解产物得率也是不同的, 气体和焦油的产率在很大程度上取决于一次反应和焦油的二次裂解反应. 较快的加热方式使得挥发分在高温环境下的停留时间增加, 促进了二次裂解的进行, 使得焦油产率下降, 燃气产率提高. 由图 4 可见, 较高的升温速率可以得到较高的气体产品和较少的焦油和半焦油.

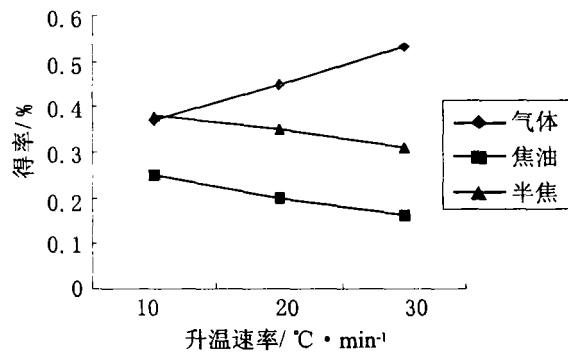


图4 热解产物得率随升温速率的变化曲线

Fig.4 Pyrogenation products yields varying with the rate of heat increase

2 结论

1) 热解温度对热解产气率的影响显著, 从 450 升高到 750, 热解产物中气体的分布增加了两倍还多. 说明要想得到较多的热解气, 提高热解温度是一种行之有效的方法;

2) 热解温度对热解气体组成的分布也有较大的影响. 随热解温度的升高, CO_2 的气体体积成分显著降低, CO 、 CH_4 、 H_2 则显著升高, 说明随热解温度的升高, 有效气体体积成分在增加, 则气体热值也相应地增加;

3) 升温速率对热解产品有较高的影响, 升温速率升高会产生较大的气体量, 说明提高升温速率是提高产气率的有效途径;

4) 随热解最终温度的升高, 半焦产率和焦油产率降低.

参考文献:

- [1] 毛健雄, 毛健全, 赵树民. 煤的清洁燃烧 [M]. 北京: 科学出版社, 1998.
- [2] 周仕学. 煤与生物质热解化学 [M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 2000.
- [3] 傅维镡. 煤燃烧理论及其宏观通用规律 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2003.
- [4] 何屏. 加快云南煤炭工业发展的对策 [J]. 昆明理工大学学报 (自然科学版), 1998, 23 (3): 71 ~ 76.