

文章编号:1007-2985(2013)05-0079-03

## 3种自选煤样燃烧热的测定\*

赵丽娜,姜大雨,刘春玲,王秀艳

(吉林师范大学化学学院,吉林 四平 136000)

**摘要:**利用燃烧热测定实验的原理和装置,选取3种煤样对其燃烧热进行测定.测定结果表明,一号煤样燃烧最完全,燃烧热也最大,是3个煤样中最好的一种.

**关键词:**煤样;燃烧热;测定

**中图分类号:**O642.1

**文献标志码:**B

**DOI:**10.3969/j.issn.1007-2985.2013.05.019

应对全球气候变化,保障能源安全是世界各国共同面临的挑战<sup>[1]</sup>.然而如今的环境问题正成为中国乃至全世界所面临的重大问题.煤炭是中国的主要能源之一,因煤炭燃烧性能较差,其温室气体(CO<sub>2</sub>)排放的强度和控制的难度也大,再加上中国能源技术相对较为落后,故导致中国CO<sub>2</sub>排放量居世界第二<sup>[2]</sup>.因此,中国要从根本上降低CO<sub>2</sub>排放量,实现节能减排,促进绿色发展,针对中国发展低碳经济的优势、机遇和挑战等问题,必须采取具体的节能减排措施<sup>[3-4]</sup>.

由于各种煤性质上的差异,燃烧时放出的能量,排放的温室气体量也有所不同,因此选择一种能量高、热量大、污染小的好煤有一定的现实意义.笔者从不同厂家抽取3种煤样,分别用一号、二号、三号样标注,通过测定其燃烧热,给出一个综合结果,供人们参考.

### 1 实验部分

#### 1.1 实验原理

由热力学第一定律可知:在不作非体积功情况下,恒容燃烧热 $Q_V = \Delta U$ ,恒压燃烧热.在氧弹量热计中测得燃烧热为 $Q_V$ ,而一般热化学计算值为 $Q_P$ ,且 $Q_P = Q_V + \Delta nRT$ .其中: $\Delta n$ 为产物气体物质的量之和与反应物气体物质的量之和之差; $R$ 为气体常数; $T$ 为反应的热力学温度.实验中因为煤是混合物,无法准确写出其对应的燃烧反应方程式,所以只给出煤样的恒容燃烧热<sup>[5]</sup>.图1示出燃烧热装置的构造.

#### 1.2 仪器与试剂

**仪器:**燃烧热试验仪1套,压片机1台,氧气钢瓶及减压阀1只,扳手1只,台秤1台,电子天平1台. **试剂:**煤样(一号、二号和三号),苯甲酸(A.R.),点火丝(镍).

#### 1.3 实验步骤

(1) 量热计水当量 $W_k$ 的测定.称取烘干的苯甲酸约0.6 g,取20 cm左右的点火丝1根,准确称量,将



图1 燃烧热装置

\* 收稿日期:2013-03-25

基金项目:吉林师范大学高等教育教学研究项目资助(JSJY1213);吉林省教育科学“十一五”规划课题(GH11176)

作者简介:赵丽娜(1975-),女,吉林四平人,吉林师范大学化学学院副教授,博士,硕士生导师,主要从事物理化学实验教学教育研究.

其在压片机上压片,准确称重.将样品点火丝装置氧弹中,冲入约 2 MPa 氧气.将氧弹装入量热计中,连接好其他附件,每隔 60 s 记录一个温度,记录 10 min,改为 30 s 计时,按下“点火”按钮,开始煤样的燃烧,记录温度,当温度上升明显缓慢后改为每隔 60 s 记录一次温度,记录 10 min,停止实验,称量剩余点火丝的质量备用.

(2) 3 种煤样燃烧热的测定.分别称取一号、二号、三号煤样各约 0.5 g,按上述操作步骤测量 3 种煤样的恒容燃烧热  $Q_V$ .

### 1.4 3 种煤样燃烧热的计算

根据  $mQ_V = W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}$  求算煤样的燃烧热.其中:  $m$  为待测物质的质量(g);  $Q_V$  为待测物质的恒容摩尔燃烧热;  $Q_{\text{点火丝(镍)}} = 3\,243 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ ;  $\Delta\theta$  为燃烧热前后量热计温度的变化值;  $W_{\text{卡}}$  为量热计水当量,可通过苯甲酸( $Q_V = 26\,460 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ )来标定.

## 2 结果与讨论

### 2.1 量热计水当量( $W_{\text{卡}}$ )的测定

(1) 根据实验数据,绘制苯甲酸燃烧热测定曲线,见图 2.

(2) 量热计常数  $K$  的求算.样品名称:苯甲酸.点火丝质量 0.035 6 g,样品+点火丝质量 0.577 3 g,剩余点火丝质量 0.034 8 g.

根据恒容燃烧热计算公式  $mQ_V = W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}$ ,已知  $Q_{\text{点火丝}} = 3\,243 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $Q_{\text{苯甲酸}} = 26\,460 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}$ ,  $\Delta\theta = 1.16 \text{ }^\circ\text{C}$ ,  $m_{\text{苯甲酸}} = 0.577\,3 - 0.035\,6 = 0.541\,7 \text{ g}$ ,  $m_{\text{点火丝}} = 0.035\,6 - 0.034\,8 = 8 \times 10^{-4} \text{ g}$ ,则

$$W_{\text{卡}} = \frac{m_{\text{苯甲酸}} Q_{\text{苯甲酸}} + Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}}{\Delta\theta} = \frac{0.541\,7 \times 26\,460 + 6\,694 \times 0.000\,8}{1.16} = 12\,360.98 \text{ J} \cdot \text{ }^\circ\text{C}.$$

### 2.2 一号煤样燃烧热的测定

(1) 根据实验数据,绘制一号煤样燃烧热测定曲线,见图 3.

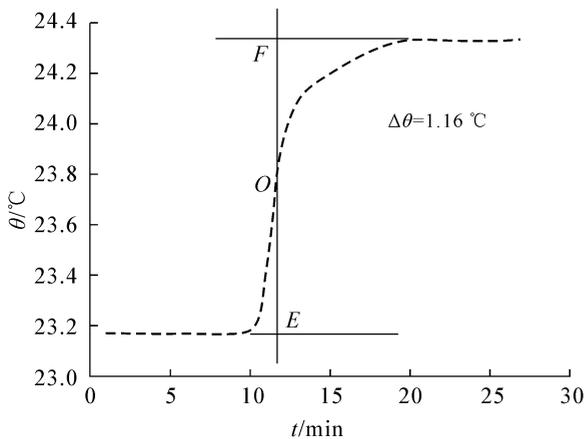


图 2 苯甲酸燃烧测定曲线

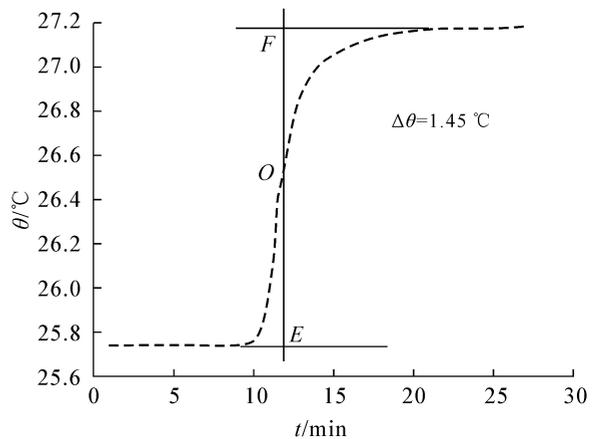


图 3 一号煤样燃烧热测定曲线

(2) 一号煤样燃烧热的求算.点火丝质量 0.047 8 g,点火丝+药品质量 0.722 3 g,剩余点火丝的质量 0.033 5 g,剩余杂质质量 0.094 7 g.

根据恒容燃烧热计算公式  $mQ_V = W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}$ ,已知  $m_{\text{点火丝}} = 0.047\,8 - 0.033\,5 = 0.014\,3 \text{ g}$ ,  $m_{\text{样品}} = 0.722\,3 - 0.047\,8 - 0.094\,7 = 0.579\,8 \text{ g}$ ,  $m_{\text{样品}} = 0.511\,2 - 0.022\,3 - 0.048\,2 = 0.440\,7 \text{ g}$ ,则

$$Q_{V1} = \frac{W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}}{m_{\text{样品}}} = \frac{12\,360.98 \times 1.45 - 6\,694 \times 0.014\,3}{0.579\,8} = 30\,748 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}.$$

### 2.3 二号煤样燃烧热的测定

(1) 根据实验数据,绘制二号煤样燃烧热测定曲线,见图 4.

(2) 二号煤样燃烧热的求算.点火丝质量 0.031 6 g,点火丝+药品质量 0.538 8 g,剩余点火丝的质量 0.009 5 g,剩余杂质质量 0.086 7 g.

根据恒容燃烧热计算公式  $mQ_V = W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}$ ,已知  $m_{\text{点火丝}} = 0.031\,6 - 0.009\,5 = 0.022\,1 \text{ g}$ ,

$m_{\text{样品}} = 0.5388 - 0.0316 - 0.0867 = 0.4205 \text{ g}$ , 则

$$Q_{V2} = \frac{W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}}{m_{\text{样品}}} = \frac{12360.98 \times 0.99 - 0.0221 \times 6694}{0.4205} = 28750.14 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}.$$

## 2.4 三号煤样燃烧热的测定

(1) 根据实验数据, 绘制三号煤样燃烧热测定曲线, 见图5.

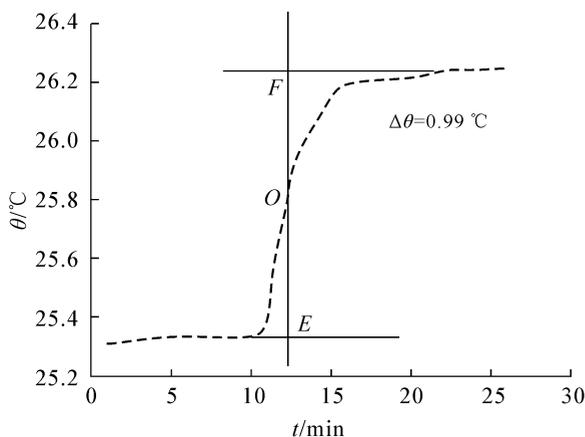


图4 二号煤样燃烧热测定曲线

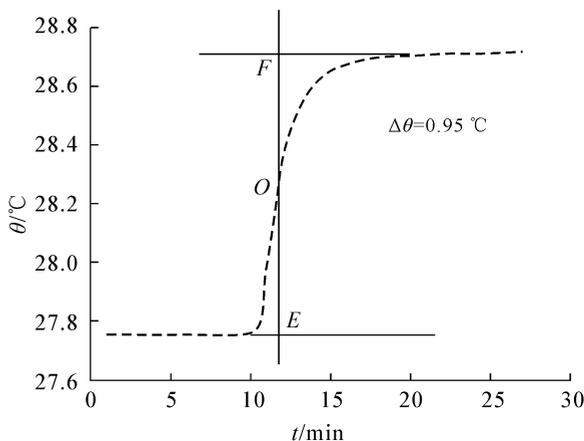


图5 三号煤样燃烧热测定曲线

(2) 三号煤样燃烧热的求算. 点火丝质量  $0.0223 \text{ g}$ , 点火丝+药品质量  $0.5112 \text{ g}$ , 剩余点火丝质量  $0.0100 \text{ g}$ , 剩余杂质质量  $0.0482 \text{ g}$ .

根据恒容燃烧热计算公式  $mQ_V = W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}$ , 已知  $m_{\text{点火丝}} = 0.0223 - 0.0100 = 0.0213 \text{ g}$ ,  $m_{\text{样品}} = 0.5112 - 0.0223 - 0.0482 = 0.4407 \text{ g}$ , 则

$$Q_{V3} = \frac{W_{\text{卡}} \Delta\theta - Q_{\text{点火丝}} m_{\text{点火丝}}}{m_{\text{样品}}} = \frac{12360.98 \times 0.95 - 0.0213 \times 6694}{0.4407} = 26308.1 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1}.$$

## 3 结论

通过对上述3种煤样燃烧热的测定可知, 一号煤样的燃烧最完全, 且放热最多, 虽然二号煤样燃烧后的杂质质量小于一号样品, 但是其燃烧的完全程度不如一号, 三号煤样的杂质质量最少, 但是燃烧热值也最小; 因此, 可总结为一号煤样最好, 最可取.

## 参考文献:

- [1] 东北师范大学等校. 物理化学实验 [M]. 第2版. 北京: 高等教育出版社, 1989: 45-49.
- [2] 清华大学化学系物理化学实验编写组. 物理化学实验 [M]. 第1版. 清华大学出版社, 1991: 26-37.
- [3] 罗澄源. 物理化学实验 [M]. 第3版. 北京: 高等教育出版社, 1991: 26-37.
- [4] 冯之浚, 周荣. 低碳经济: 中国实现绿色发展的根本途径 [J]. 中国人口资源与环境, 2010, 20(4): 69-72.
- [5] 王秀艳, 赵丽娜. 物理化学实验 [M]. 第1版. 吉林: 吉林大学出版社, 2010: 22-27.

## Assay of Combustion Heat of Three Optional Coal Samples

ZHAO Li-na, JIANG Da-yu, LIU Chun-ling, WANG Xiu-yan

(College of Chemistry, Jilin Normal University, Siping 136000, Jilin China)

**Abstract:** On the basis of the combustion heat theory, the combustion heat of the three optional coal samples from three different mines were assayed. Form the results of the test, sample No. 1 is not only burnt completely but also produces the highest combustion heat. It is the best of the three samples coal.

**Key words:** coal sample; combustion heat; assay