

# 燃烧热的测定

李国良

Tel: 13798022892

E-mail: [glli77@aliyun.com](mailto:glli77@aliyun.com)

华南师范大学物理化学研究所

2018年9月

# 内容概要

一、实验目的

二、实验原理

三、仪器药品

四、实验步骤

六、数据处理

七、讨论思考

参考文献

注意事项

# 一、实验目的

1. 明确燃烧热的定义，了解恒压燃烧热与恒容燃烧热的区别。
2. 了解氧弹卡计主要部件的作用，掌握氧弹量热计的实验技术。
3. 掌握量热技术的基本原理，学会测定萘的燃烧热，学会雷诺图解法校正温度改变值。

## 二、实验原理

**燃烧热**是指1摩尔物质完全燃烧时所放出的热量。在恒容条件下测得的燃烧热称为恒容燃烧热 ( $Q_v$ )，**恒容燃烧热**这个过程的内能变化 ( $\Delta U$ )。在**恒压**条件下测得的燃烧热称为**恒压燃烧热** ( $Q_p$ )，恒压燃烧热等于这个过程的热焓变化 ( $\Delta H$ )。若把参加反应的气体和反应生成的气体作为理想气体处理，则有下列关系式：

$$\Delta_c H_m = Q_p = Q_v + \Delta nRT \quad (1)$$

本实验采用氧弹式量热计测量萘的燃烧热。测量的基本原理是将一定量待测物质样品在氧弹中完全燃烧，燃烧时放出的热量使卡计本身及氧弹周围介质（本实验用水）的温度升高。

氧弹是一个特制的不锈钢容器（如图），为了保证样品在若完全燃烧，氧弹中应充以高压氧气（或者其他氧化剂），还必须使燃烧后放出的热量尽可能全部传递给量热计和其中盛放的水，而几乎不与周围环境发生热交换。

**放出热(样品+点火丝)=吸收热(水、氧弹、量热计、温度计)**

但是，热量的散失仍然无法完全避免，这可以是同于环境向量热计辐射进热量而使其温度升高，也可以是由于量热计向环境辐射出热量而使量热计的温度降低。因此燃烧前后温度的变化值不能直接准确测量，而必须经过**雷诺校正作图法**进行校正。

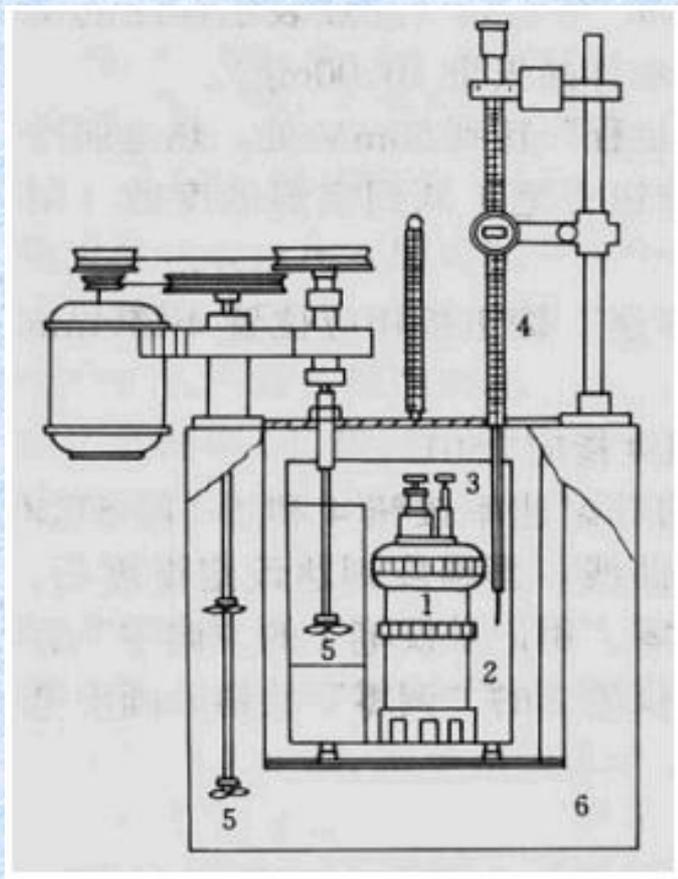


图 1 氧弹量热计构造示意图

- 1、氧弹
- 2、内水桶（量热容器）
- 3、电极
- 4、温度计
- 5、搅拌器
- 6、恒温外套

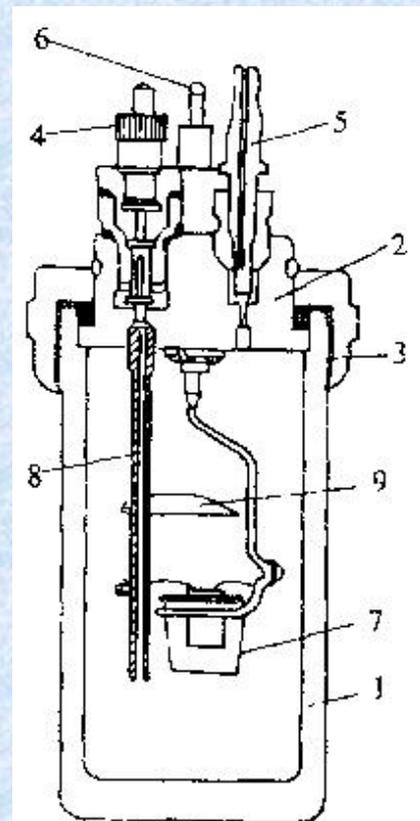


图 2 氧弹构造示意图

- 1—厚壁圆筒；2—弹盖
- 3—螺帽；4—进气孔
- 5—排气孔；6—电极
- 7—燃烧皿；9—火焰遮板
- 8—电极（也是进气管）

## 量热原理——能量守恒定律

在盛有一定量水的容器中，样品物质的量为  $n$  摩尔，放入密闭氧弹充氧，使样品完全燃烧，放出的热量传给水及仪器各部件，引起温度上升。设系统（包括内水桶，氧弹本身、测温器件、搅拌器和水）的总热容为  $C$ （通常称为**仪器的水当量**，即量热计及水每升高1K所需吸收的热量），假设系统与环境之间没有热交换，燃烧前、后的温度分别为  $T_1$ 、 $T_2$ ，则此样品的恒容摩尔燃烧热为：

$$Q_{v,m} = -\frac{C(T_2 - T_1)}{n} \quad (2)$$

式中， $Q_{v,m}$ 为样品的恒容摩尔燃烧热( $\text{J}\cdot\text{mol}^{-1}$ )； $n$ 为样品的摩尔数 ( $\text{mol}$ )； $C$ 为仪器的总热容( $\text{J}\cdot\text{K}^{-1}$ 或 $\text{J}/^\circ\text{C}$ )。上述公式是最理想、最简单的情况。

但是，由于（1）：氧弹量热计不可能完全绝热，热漏在所难免。因此，燃烧前后温度的变化不能直接用测到的燃烧前后的温度差来计算，必须经过合理的**雷诺校正**才能得到准确的温差变化。（2）多数物质不能自燃，如本实验所用萘，必须借助电流引燃点火丝，再引起萘的燃烧，因此，等式（2）左边必须把点火丝燃烧所放热量考虑进去就如等式（3）：

$$-nQ_{V,m} - m_{\text{点火丝}}Q_{\text{点火丝}} = C\Delta T \quad (3)$$

式中： $m_{\text{点火丝}}$ 为点火丝的质量， $Q_{\text{点火丝}}$ 为点火丝的燃烧热，为-6694.4 J / g， $\Delta T$ 为校正后的温度升高值。

仪器热容的求法是用已知燃烧焓的物质(如本实验用苯甲酸)，放在量热计中燃烧，测其始、末温度，经雷诺校正后，按上式即可求出C。

**雷诺校正：**消除体系与环境间存在热交换造成的对体系温度变化的影响。

方法：将燃烧前后历次观察的贝克曼温度计读数对时间作图，联成FHDG线如图。图中H相当于开始燃烧之点，D点为观察到最高温度读数点，用H所对应的温度 $T_1$ 及D所对应的温度 $T_2$ ，计算平均温度 $T$ ，过 $T$ 点作横坐标的平行线，交FHDG线于一点，过该点作横坐标的垂线a，然后将FH线和GD线外延交a线于A、C两点，则A点与C点所表示的温度差即为欲求温度的升高 $\Delta T$ 。图中AA'表示由环境辐射进来的热量和搅拌引进的能量而造成卡计温度的升高，必须扣除之。CC'表示卡计向环境辐射出热量和搅拌而造成卡计温度的降低，需要加上。由此可见，AC两点的温度差是客观地表示了由于样品燃烧使卡计温度升高的数值。

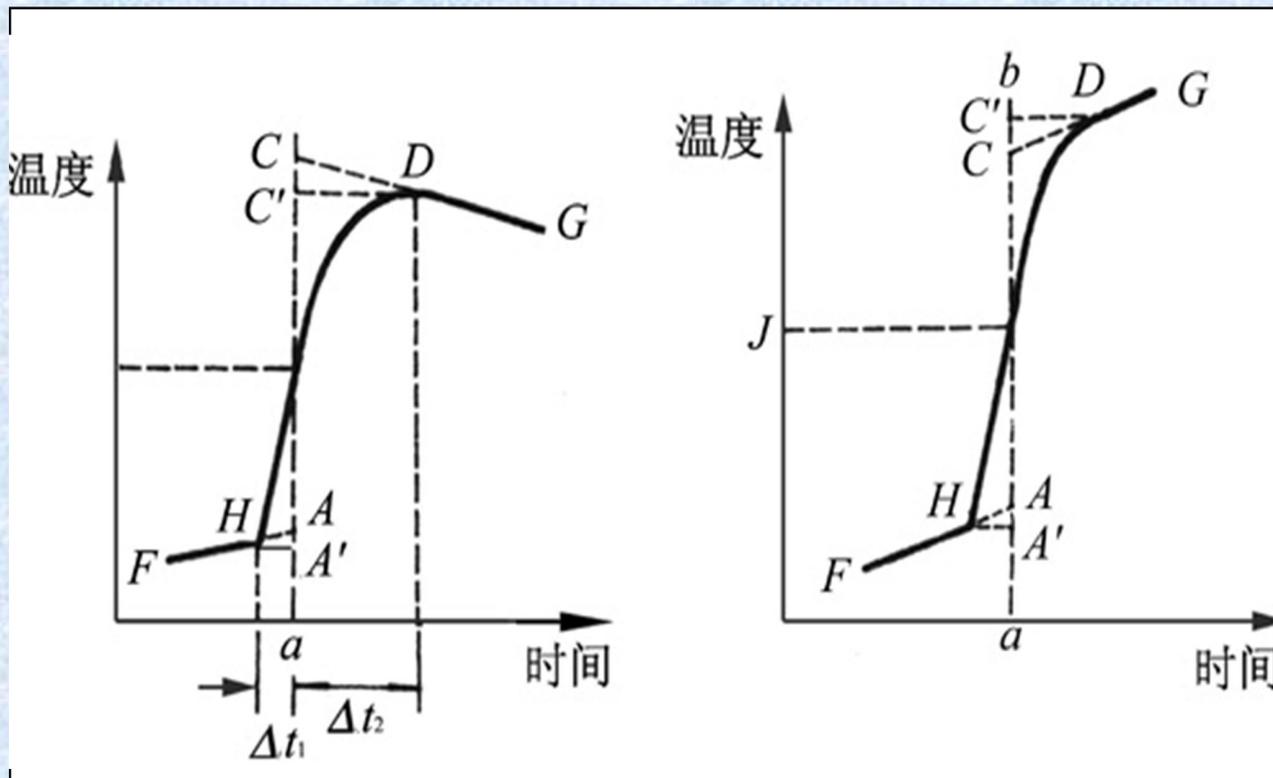


图3-1 雷诺校正图

图3-2 雷诺校正图

有时卡计的绝热情况良好，热漏小，而搅拌器功率大，不断稍微引进热量，使得燃烧后的最高点不出现，如图3-2，这种情况下 $\Delta T$ 仍可以按同法校正之。

### 三、仪器药品

- 外槽恒温式氧弹热量计(一台)
- 数字式贝克曼温度计(一台)
- 0~100°C温度计(一支)
- 压片机 (2台)
- 万用电表(一个)
- 分析天平(一台)
- 扳手(一把)
- 氧气钢瓶(一瓶)
- 萘 (A.R)
- 苯甲酸 (A.R或燃烧热专用)
- 铁丝 (10cm长)

## 四、实验步骤

### 1、氧弹卡计和水的总热容C的测定。

- a、样品压片。称苯甲酸约0.8 g，准确称量一段10cm长的点火丝，将样品压片。再准确称量。
- b、装氧弹，充氧气。用万能电表检查电极是否通路；
- c、燃烧温度的测量。

### 2、萘的恒容燃烧热的测定

- 1、取萘0.5g压片，重复上述步骤进行实验，记录燃烧过程中温度随时间变化的数据。

## 五、数据处理

- 用图解法求出苯甲酸燃烧引起卡计温度变化的差值 $\Delta T$ ，计算卡计的热容 $C$ ，求两次实验的平均值。
- 用图解法求出萘燃烧引起卡计温度变化的差值 $\Delta T$ ，计算萘的恒容摩尔燃烧热 $Q_{V,m}$ ，两次实验的平均值。
- 用恒容摩尔燃烧热 $Q_{V,m}$ ，求恒压摩尔燃烧热 $Q_{p,m}$ 。
- 计算萘298K下燃烧热，并根据文献值做误差分析。

# 六、思考讨论

## 参考文献

## 注意事项

- 为避免腐蚀，必须清洗氧弹
- 点火成败是实验关键。应仔细安装点火丝。  
点火丝不应与弹体内壁接触，坩埚支持架不应与另一电极接触。
- 应准确称量实验前后点火丝的质量。