

## 中华人民共和国石油天然气行业标准

**SY/T 6107—2020**

代替 SY/T 6107—2010

---

### 油藏热物性参数的测定方法

Test method of reservoir thermal physical parameters

2020—10—23 发布

2021—02—01 实施

---

## 目 次

前言	IV
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 瞬变平面热源法	2
4.1 原理	2
4.2 仪器设备	2
4.3 样品	2
4.4 实验步骤	3
4.5 精密度	3
4.6 质量保证和控制	4
5 热阻法	4
5.1 原理	4
5.2 材料	4
5.3 仪器设备	4
5.4 样品	4
5.5 实验步骤	5
5.6 精密度	6
5.7 质量保证和控制	6
6 稳态绝热量热法	6
6.1 原理	6
6.2 仪器设备	6
6.3 样品	6
6.4 实验步骤	7
6.5 实验数据处理	7
6.6 精密度	8
6.7 质量保证和控制	8
7 准稳态法	8
7.1 原理	8
7.2 仪器设备	9
7.3 样品	9
7.4 实验步骤	9
7.5 实验数据处理	10

7.6	精密度	10
7.7	质量保证和控制	10
8	差示扫描量热法	10
8.1	原理	10
8.2	材料	10
8.3	仪器设备	11
8.4	样品	11
8.5	实验步骤	11
8.6	实验数据处理	12
8.7	精密度	12
8.8	质量保证和控制	12
9	热线法	12
9.1	原理	12
9.2	仪器设备	12
9.3	样品	13
9.4	实验步骤	13
9.5	精密度	14
9.6	质量保证和控制	14
10	激光闪射法	14
10.1	原理	14
10.2	材料	14
10.3	仪器设备	14
10.4	样品	14
10.5	实验步骤	15
10.6	精密度	15
10.7	质量保证和控制	15
11	优点及局限性	15
11.1	优点	15
11.2	局限性	16
12	数值修约	16
13	实验报告	16
13.1	封面	16
13.2	首页	16
13.3	实验报告图表格式	16
附录 A (资料性附录)	瞬变平面热源法热物性参数计算	17
附录 B (规范性附录)	相对误差和相对偏差计算公式	20
附录 C (规范性附录)	高纯熔融石英热导率值	21

附录 D (规范性附录) 铂电阻比、电阻温度系数及用铂电阻测温计算公式 .....	22
附录 E (规范性附录) 高纯 $\alpha$ - $\text{Al}_2\text{O}_3$ 、纯铜和蓝宝石比热容值 .....	24
附录 F (规范性附录) 陶瓷热扩散率值 .....	26
附录 G (资料性附录) 实验报告内容和格式 .....	27
参考文献 .....	29

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准代替 SY/T 6107—2010《油藏热物性参数的测定方法》，与 SY/T 6107—2010 相比，除编辑性修改外，主要技术内容变化如下：

- 增加了瞬变平面热源法测定热导率、热扩散率的内容（见第4章）；
- 删除了热导率测定、比热容测定概述的内容（见2010年版的第4章和第5章）；
- 删除了热导率测定探针法的内容（见2010年版的第4章）；
- 增加了激光闪射法测定热扩散率的内容（见第10章）；
- 删除了热扩散率测定三参数法的内容（见2010年版的第6章）；
- 增加了数值修约的要求（见第12章）；
- 增加了瞬变平面热源法热物性参数计算的内容（见附录A）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由油气田开发专业标准化技术委员会（CPSC/TC7）提出并归口。

本标准起草单位：国家能源稠（重）油开采研发中心（中国石油辽河油田勘探开发研究院）、提高石油采收率国家重点实验室（中国石油勘探开发研究院）、中国石油化工股份有限公司胜利油田分公司勘探开发研究院、中国石油新疆油田分公司实验检测研究院。

本标准主要起草人：潘攀、苟燕、刘宝良、刘其成、王胜、沈德煌、吕道平、赵庆辉、张鸿、李金有、程海清、杨兴超、肖传敏、王俊、蔡庆华、庞树斌。

本标准代替了 SY/T 6107—2010。

SY/T 6107—2010 的历次版本发布情况为：

- SY/T 6107—1994、SY/T 6107—2002。

# 油藏热物性参数的测定方法

## 1 范围

本标准规定了瞬变平面热源法、热阻法、稳态绝热量热法、准稳态法、差示扫描量热法、热线法和激光闪射法测定油藏热物性参数的方法和技术要求。

本标准适用于原油、水、油水混合体系，不同饱和态岩石的热导率、比热容、热扩散率测定。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 28910 原油流变性测定方法

GB/T 29172 岩心分析方法

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**比热容 specific heat capacity**

单位质量的物质温度升高或降低 1℃（或 1K）所吸收或放出的热量。

### 3.2

**质量定压热容 massic heat capacity at constant pressure**

在压强不变的情况下，单位质量的物质温度升高或降低 1℃（或 1K）所吸收或放出的热量。

### 3.3

**质量定容热容 massic heat capacity at constant volume**

在体积不变的情况下，单位质量的物质温度升高或降低 1℃（或 1K）所吸收或放出的热量。

### 3.4

**热导率 thermal conductivity**

**导热系数 coefficient of thermal conductivity**

表征物质导热能力大小的物理量，在稳定传热条件下，单位时间内、单位温度梯度通过单位截面积所传递的热量。

### 3.5

**热扩散率 thermal diffusivity**

**热扩散系数 thermal diffusion coefficient**

表征物质在加热或冷却时，各部分温度趋于一致的能力，在数值上等于物质的热导率与其比热容和密度乘积的比值。

## 4 瞬变平面热源法

### 4.1 原理

依据平面一维非稳态导热原理，无限大介质中平面热源在初始平衡状态下受到瞬间热脉冲后在介质内部产生动态温度场，通过介质表面温度增值随时间变化关系，利用热传导方程的数学求解方法求得介质的热导率和热扩散率。计算方法参见附录 A。

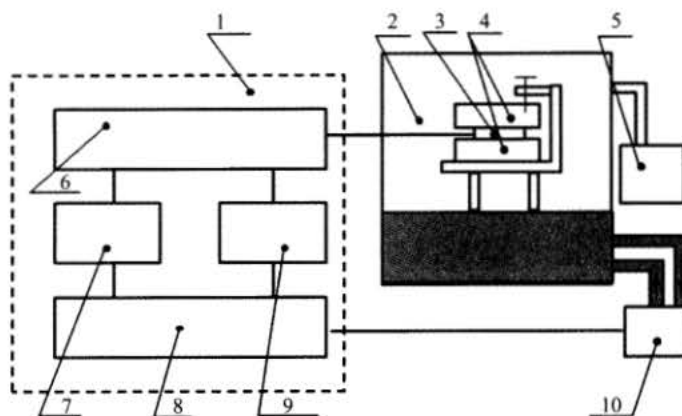
### 4.2 仪器设备

#### 4.2.1 仪器设备名称

储层热物性分析仪、游标卡尺。储层热物性分析仪结构如图 1 所示，主要包括数据采集与处理单元、探头、样品室、温度控制单元、气体控制单元等。

#### 4.2.2 主要技术指标及精度

热导率测定范围  $0.005\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C}) \sim 1800\text{W}/(\text{m}\cdot^{\circ}\text{C})$ ，热扩散率测定范围  $0.1\text{mm}^2/\text{s} \sim 1200\text{mm}^2/\text{s}$ ；温度范围室温  $\sim 1000^{\circ}\text{C}$ ；游标卡尺，精度  $0.02\text{mm}$ 。



说明：

- |               |             |
|---------------|-------------|
| 1——数据采集与处理单元； | 6——电桥电路；    |
| 2——样品室；       | 7——电压源；     |
| 3——探头；        | 8——计算机；     |
| 4——样品；        | 9——电压表；     |
| 5——气体控制单元；    | 10——温度控制单元。 |

图 1 瞬变平面热源法仪器结构示意图

### 4.3 样品

#### 4.3.1 岩心样品

岩心样品处理要求如下：

- 成型岩心：处理成两块厚度一致的样品，最小厚度应大于探头半径。两块样品与探头接触的表面为一平面，平面度小于  $0.1\text{mm}$ ，平面内切圆直径应大于探头直径的两倍。
- 松散岩心：常压测定，取样量不少于  $100\text{g}$ ；高压测定，取样量不少于  $1000\text{g}$ 。

### 4.3.2 液体样品

液体样品应满足实验用量，样品量大于样品室体积；原油脱水和除杂应按照 GB/T 28910 执行；实验用水应过滤除去水中的固体颗粒和悬浮物。

## 4.4 实验步骤

### 4.4.1 选择探头和参数

预估样品热导率值的范围，选择合适的探头，并设定测量总时间和输出功率，见表 1。

表 1 探头和参数参考表

热导率 W/(m·K)		>100	30 ~ 100	10 ~ 30	1 ~ 10	0.1 ~ 1.0	<0.1
参数	探头半径, mm	15	6.4	6.4	6.4	6.4	15
	测量总时间, s	5	10	10	40	160	160
	输出功率, W	4	3	2	0.5	0.25	0.1

### 4.4.2 安装样品

#### 4.4.2.1 岩心样品

岩心样品安装要求如下：

- 成型岩心：将探头置于两块样品的平面正中间，用夹具将样品和探头夹紧后置于样品室内。
- 松散岩心：将探头置于样品室中部，用松散岩心填满样品室、填实，施加围压到上覆地层压力。

#### 4.4.2.2 液体样品

将探头浸没在被测液体中，并保持探头垂直放置。

### 4.4.3 平衡电桥

调节电压使电桥电流不大于 1mA。

### 4.4.4 施加热脉冲

根据测定时间及输出功率，对探头施加恒定的直流电，在样品内产生热脉冲。

### 4.4.5 采集不平衡电压

在测定时间内，以不小于 0.1s 的时间间隔进行扫描，并记录不平衡电压，采集次数应大于 100 次。

### 4.4.6 测定结果有效性验证

根据测定时间  $t$ 、探头半径  $r$ 、热扩散率  $\alpha$  的关系判断测定结果有效性。 $\alpha t/r^2$  应为 0.3 ~ 1.0，否则应调整测定时间或输出功率，重新测定。

## 4.5 精密度

在相同条件下，进行两次独立测定，结果的相对偏差应不大于 2%，计算方法见附录 B。



#### 4.6 质量保证和控制

每批样品测定前用标准块进行自检，热导率测定结果相对误差应小于 3%，热扩散率测定结果相对误差应小于 5%，每 6 个月应至少进行一次自检。

### 5 热阻法

#### 5.1 原理

在样品长度方向上放置一根热阻并与样品紧密接触，初始时热阻与样品处于热平衡。若给热阻通以恒定电流，则热阻和样品的温度都升高，升温速率与样品的热导率有关。通过测定样品的升温速率即可求得热导率。

样品初始温度分布均匀，热阻的直径与其长度的比值足够小，样品各向物性相同，样品的特征尺寸（半径或厚度）与热阻直径的比值足够大，则依据非稳态导热理论模型，热导率由公式（1）求出。

$$\lambda = \frac{q_1}{4\pi} \cdot \frac{d(\ln t)}{dT} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- λ——热导率，单位为瓦每米摄氏度 [W/(m·℃)] ；
- q<sub>1</sub>——单位长度上加热功率，单位为瓦每米 (W/m) ；
- t——时间，单位为秒 (s) ；
- T——温度，单位为摄氏度 (℃)。

#### 5.2 材料

铂丝，推荐直径规格 0.1mm，纯度不小于 99.99%。

#### 5.3 仪器设备

##### 5.3.1 仪器设备名称

热导率测定仪、电子天平、游标卡尺。热导率测定仪结构如图 2 所示，主要包括样品室、发热单元（铂丝）、温度控制单元、压力控制单元、数据采集与处理单元。

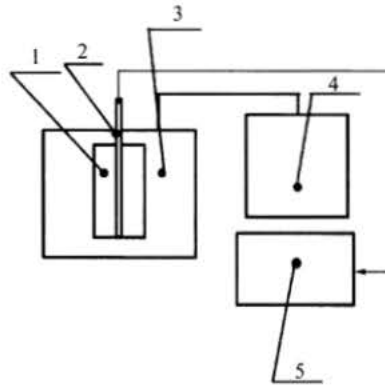
##### 5.3.2 主要技术指标及精度

热导率测定仪主要技术指标：工作温度范围为室温～300℃，温度控制精度为 ±0.1℃；工作压力范围为常压～10MPa，压力控制精度为 ±0.1MPa；电子天平，感量不低于 0.01g；游标卡尺，精度 0.02mm。

#### 5.4 样品

##### 5.4.1 岩心样品

根据样品室的规格，将岩心制成两块等体积的半圆柱或长方体，厚度不小于 1.25cm，长度不小于 10cm。与热阻接触的表面为一平面，平面度小于 0.05mm。岩心清洗和烘干按 GB/T 29172 执行。对于饱和态岩心，按实验要求的含油水饱和度饱和原油和水。



说明：

- |              |               |
|--------------|---------------|
| 1——样品室；      | 4——压力控制单元；    |
| 2——发热单元（铂丝）； | 5——数据采集与处理单元。 |
| 3——温度控制单元；   |               |

图2 热阻法仪器结构示意图

#### 5.4.2 液体样品

液体样品的要求同 4.3.2。

### 5.5 实验步骤

#### 5.5.1 安装样品

安装样品要求如下：

- 检查铂丝有无机械损伤，测量铂丝长度，铂丝长度不小于 100mm。
- 对于岩心样品，将铂丝置于两块样品中间，用固定环夹紧使铂丝与样品紧密接触，置于样品室中。对于液体样品，将铂丝固定于支架上置于样品室内，装入液体样品使支架没入液体中。
- 检查铂丝与样品室间的绝缘程度，电阻应大于  $1 \times 10^4 \Omega$ 。

#### 5.5.2 密封性检查

用氮气加压至实验要求压力，试压 1h 压降应小于 0.05MPa。

#### 5.5.3 测铂丝电阻

将样品室置于冰水浴内恒温 4h 后，测定铂丝电阻。

#### 5.5.4 建立实验压力

将样品室置于温度控制单元中，给样品加压至实验要求压力。

#### 5.5.5 测定样品升温速率

设定参数，包括实验温度、加热电流、数据采集起始时间、数据采集点数等。进入温度控制程序，当温度波动小于  $0.1^\circ\text{C}/\text{min}$  时，给发热单元通一个恒定电流测定样品的升温速率，计算出热导率。每个温度点至少测定 5 次，热导率平均相对偏差应小于 2.5%，否则应重新测定。

## 5.6 精密度

在相同条件下，进行两次独立测定，结果的相对偏差应不大于 2.5%，计算方法见附录 B。

## 5.7 质量保证和控制

用高纯度熔融石英标定，标定结果相对误差应不大于 4%，每 6 个月应至少标定一次。高纯度熔融石英的热导率数值见附录 C。

# 6 稳态绝热量热法

## 6.1 原理

将一定质量的物质装入样品室中，使之恒定到所需的测定温度后，在绝热条件下，通电产生一定的热量，使样品产生一定的温差。此时，准确测定产生的热量和温差，则比热容由公式 (2) 求出。

$$c = \frac{Q_e / \Delta T - H_0}{m} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- $c$ ——比热容，单位为焦耳每克摄氏度  $[J/(g \cdot ^\circ C)]$ ；
- $Q_e$ ——热量，单位为焦耳 (J)；
- $\Delta T$ ——温差，单位为摄氏度 ( $^\circ C$ )；
- $m$ ——质量，单位为克 (g)；
- $H_0$ ——样品室空白热容，单位为焦耳每摄氏度  $(J/^\circ C)$ 。

## 6.2 仪器设备

### 6.2.1 仪器设备名称

稳态法比热容测定仪、电子天平。稳态法比热容测定仪结构如图 3 所示，由样品室、加热器及铂电阻温度计组件、绝热控制单元、真空室、温度测定单元、电能测定单元、压力控制单元、抽真空单元、数据采集与处理单元组成。

### 6.2.2 主要技术指标及精度

稳态法比热容测定仪主要技术指标：工作温度范围为室温～300 $^\circ C$ ，绝热控制精度为  $\pm 0.01^\circ C$ ；工作压力范围为常压～10MPa，压力控制精度为  $\pm 0.1MPa$ ；电压测量精度 0.1  $\mu V$ ；电子天平感量不低于 0.1mg。

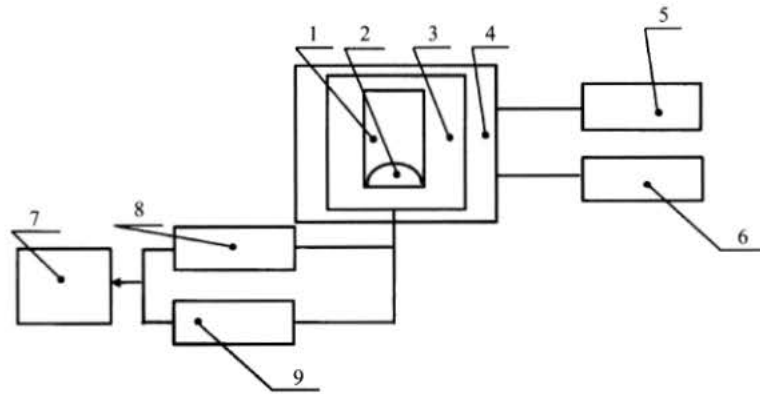
## 6.3 样品

### 6.3.1 岩心样品

岩心或油砂不少于 100g，岩心清洗和烘干按 GB/T 29172 执行。

### 6.3.2 液体样品

液体样品的要求同 4.3.2。



说明：

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1——样品室；          | 6——压力控制单元；    |
| 2——加热器及铂电阻温度计组件； | 7——数据采集与处理单元； |
| 3——绝热控制单元；       | 8——温度测定单元；    |
| 4——真空室；          | 9——电能测定单元。    |
| 5——真空泵；          |               |

图3 稳态绝热量热法仪器结构示意图

### 6.3.3 不同饱和态岩心配制

按照实验要求的油水饱和度，计算岩心、原油和水的质量分数，混合均匀。

## 6.4 实验步骤

### 6.4.1 样品室清洗

样品室洗净、烘干、称量，再烘干 30min 称量。两次称量质量差应小于 0.01g。

### 6.4.2 样品安装

将岩心填满样品室，压实；原油、水及不同饱和态的岩心不超过样品室容积 2/3，称量并记录。

### 6.4.3 样品室密封性检查

安装样品室，用氮气加压至实验要求压力，试压 1h 压降应小于 0.05MPa。

### 6.4.4 抽真空

真空室抽真空至 133.3Pa。

### 6.4.5 测定温度和电能

设定参数包括样品质量、平衡时间、加热时间、终止温度。进入数据采集程序，当温度变化率小于 0.05℃/min 时，测初期温度、通电加热、平衡等待、测末期温度。如此反复，直至设定的终止温度。

## 6.5 实验数据处理

### 6.5.1 热量计算

热量由公式 (3) 求出。

$$Q_c = I_H \cdot V_H \cdot t = \left( \frac{E_N}{R_N} - \frac{E_X}{R_X} \right) \cdot \frac{E_X}{R_X} \cdot (2R_C + R + R_X) \cdot t \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- $Q_c$ ——热量，单位为焦耳 (J)；
- $I_H$ ——加热器上通过电流，单位为安培 (A)；
- $V_H$ ——加热器上通过电压，单位为伏特 (V)；
- $R_N$ ——10  $\Omega$  标准电阻，单位为欧姆 ( $\Omega$ )；
- $R_X$ ——加热器电阻，单位为欧姆 ( $\Omega$ )；
- $R$ ——1000  $\Omega$  标准电阻，单位为欧姆 ( $\Omega$ )；
- $R_C$ ——加热器引线电阻，单位为欧姆 ( $\Omega$ )；
- $E_N$ ——标准电阻  $R_N$  上电压，单位为伏特 (V)；
- $E_X$ ——加热器上电压，单位为伏特 (V)；
- $t$ ——时间，单位为秒 (s)。

### 6.5.2 温差计算

使用铂电阻温度计测温，温度、铂电阻比、电阻温度系数及用铂电阻测温的计算公式见附录 D。样品温差  $\Delta T$  由公式 (4) 求出。

$$\Delta T = T_e - T_i \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

- $\Delta T$ ——温差，单位为摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ )；
  - $T_i$ ——初期温度，单位为摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ )；
  - $T_e$ ——末期温度，单位为摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。
- 平均温度由公式 (5) 求出。

$$\bar{T} = \frac{T_e + T_i}{2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中：

- $\bar{T}$ ——平均温度，单位为摄氏度 ( $^{\circ}\text{C}$ )。

## 6.6 精密度

在相同条件下，进行两次独立测定。结果的相对偏差应不大于 2.5%，计算方法见附录 B。

## 6.7 质量保证和控制

用高纯度 (99.99%)  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  标定，标定结果相对误差应不大于 4%，每 6 个月应至少标定一次。高纯度  $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$  比热容数值见附录 E。

## 7 准稳态法

### 7.1 原理

样品受到管状加热器恒定均匀加热，加热器的周界和端部处于动态绝热状态。经过一段时间后，样品内各处升温速率相同。测定加热功率和升温速率，比热容由公式 (6) 求出。

$$c = \frac{q}{m \cdot (dT/dt)} \quad \dots\dots\dots (6)$$

式中：

- $c$ ——比热容，单位为焦耳每克摄氏度 [J/ (g · °C)] ；
- $q$ ——加热功率，单位为焦耳每秒 (J/s) ；
- $m$ ——质量，单位为克 (g) ；
- $dT/dt$ ——升温速率，单位为摄氏度每秒 (°C /s)。

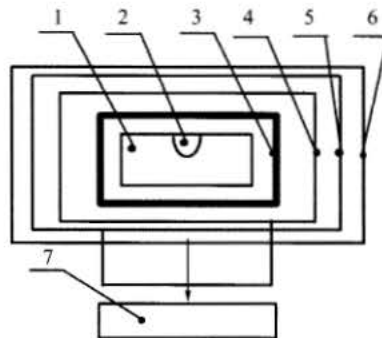
## 7.2 仪器设备

### 7.2.1 仪器设备名称

准稳态法比热容测定仪结构如图 4 所示，由样品室、管状加热器、温度控制单元（由第一层、第二层、第三层温控仪组成）、压力控制单元、数据采集与处理单元组成。

### 7.2.2 主要技术指标及精度

准稳态法比热容测定仪主要技术指标：工作温度范围为室温～300℃，工作压力范围为常压～10MPa；电子天平，感量不低于 1mg。



说明：

- |            |               |
|------------|---------------|
| 1——样品室；    | 5——第二层温控仪；    |
| 2——压力控制单元； | 6——第三层温控仪；    |
| 3——管状加热器；  | 7——数据采集与处理单元。 |
| 4——第一层温控仪； |               |

图 4 准稳态法仪器结构示意图

## 7.3 样品

岩心清洗和烘干按 GB/T 29172 执行，对于未洗油岩心应用耐高温材料密封包装。

## 7.4 实验步骤

### 7.4.1 安装样品

依据样品室允许的条件，装入柱状或颗粒状样品，并使其在样品室中均匀分布。

### 7.4.2 建立实验压力

用氮气冲洗样品室不少于一次，试压 2.0MPa。

### 7.4.3 测定加热功率和升温速率

设定第一个采集点温度，该温度应高于样品室初始温度 10℃，升温速率 1.5℃/min ~ 2℃/min 为宜。仪器预热至温度变化率小于 0.5℃/min 时，启动加热程序，测定加热功率和升温速率。

### 7.5 实验数据处理

比热容由公式 (7) 求出。

$$c = \frac{1}{m} \left( \frac{q}{dT/dt} - H_0 \right) \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$c$ ——比热容，单位为焦耳每克摄氏度 [J/(g·℃)]；

$q$ ——加热功率，单位为焦耳每秒 (J/s)；

$m$ ——质量，单位为克 (g)；

$dT/dt$ ——升温速率，单位为摄氏度每秒 (℃/s)；

$H_0$ ——样品室空白热容，单位为焦耳每摄氏度 (J/℃)。

### 7.6 精密度

在相同条件下，进行两次独立测定，结果的相对偏差应不大于 2.5%，计算方法见附录 B。

### 7.7 质量保证和控制

用纯铜标样标定，标定结果的相对误差应不大于 4%，每 6 个月应至少标定一次。纯铜比热容数值见附录 E。

## 8 差示扫描量热法

### 8.1 原理

差示扫描量热法采用动态零位平衡原理，即要求样品与参比物温差趋向于零。当样品在加热过程中由于热效应与参比物之间出现温差，通过温差检测器、温度控制器，使加热器的电流发生变化，直到热量平衡和温差消失为止。记录样品和参比物的热功率之差随时间的变化关系，比热容由公式 (8) 求出。

$$c = \frac{dH}{dt} \cdot \frac{1}{m} \cdot \left( \frac{dT}{dt} \right)^{-1} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$c$ ——比热容，单位为焦耳每克摄氏度 [J/(g·℃)]；

$\frac{dH}{dt}$ ——热焓变化速率，单位为焦耳每秒 (J/s)；

$\frac{dT}{dt}$ ——升温速率，单位为摄氏度每秒 (℃/s)；

$m$ ——质量，单位为克 (g)。

### 8.2 材料

材料主要包括：

- a) 高纯氮气，纯度不小于 99.99%。
- b) 高纯氮气，纯度不小于 99.99%。

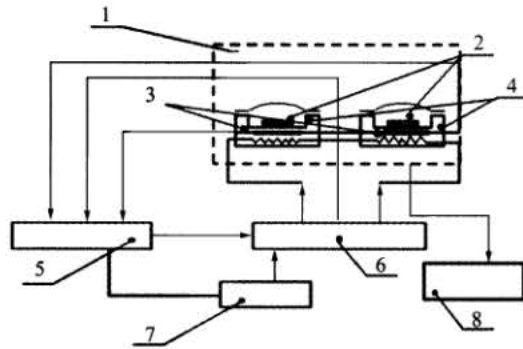
### 8.3 仪器设备

#### 8.3.1 仪器设备名称

差示扫描量热仪、电子天平。差示扫描量热仪结构如图 5 所示，由一对相对独立且各自具有铂电阻加热器与温度传感器的铂—铱合金微型炉、温差检测器、温度控制器、压力控制单元及数据采集与处理单元组成。

#### 8.3.2 主要技术指标及精度

差示扫描量热仪主要技术指标：压力范围为真空～15MPa；温度范围为 $-150^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$  (0.1MPa)， $-90^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$  (5MPa)， $-50^{\circ}\text{C} \sim 450^{\circ}\text{C}$  (15MPa)，升温速率为 $0.01^{\circ}\text{C}/\text{min} \sim 100^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ；气体流量小于 $500\text{mL}/\text{min}$ ；电子天平，感量不低于 $0.1\text{mg}$ 。



说明：

- |              |              |
|--------------|--------------|
| 1—样品室；       | 5—温差检测器；     |
| 2—坩埚；        | 6—温度控制器；     |
| 3—加热器和温度传感器； | 7—数据采集和处理单元； |
| 4—微型炉；       | 8—压力控制单元。    |

图 5 差示扫描量热法仪器结构示意图

### 8.4 样品

#### 8.4.1 岩心样品

岩心样品质量不少于 10g，岩心清洗和烘干按 GB/T 29172 执行。将岩心研磨成细颗粒状，粒径应不大于 $0.25\text{mm}$ 。

#### 8.4.2 液体样品

液体样品的要求同 4.3.2。

### 8.5 实验步骤

#### 8.5.1 测定基线

- a) 将两个质量相近的空坩埚分别放置在左右微型炉内。



- b) 根据实验要求选择气体种类, 设定气体压力和流量。
- c) 选择基线测定模式, 设定初始温度、升温速率和终止温度, 测定得到基线曲线。

### 8.5.2 测定标样曲线

当炉体温度小于初始温度后, 称量标样的质量置于坩埚内, 选择样品 + 基线模式, 加载已测得基线, 测定得到标样的热流量曲线。

### 8.5.3 测定样品曲线

当炉体温度小于初始温度后, 称量与标样质量相近的样品置于坩埚内, 选择样品 + 基线模式, 加载测定标样曲线时的基线, 测定得到样品热流量曲线。

## 8.6 实验数据处理

通过标样的比热容曲线、热流量曲线, 样品的热流量曲线, 计算得到样品的比热容。

## 8.7 精密度

在相同条件下, 进行两次独立测定, 结果的相对偏差应不大于 2.5%, 计算方法见附录 B。

## 8.8 质量保证和控制

用蓝宝石标样标定, 标定结果的相对误差应不大于 4%, 每 6 个月应至少标定一次。蓝宝石比热容数值见附录 E。

# 9 热线法

## 9.1 原理

在温度均匀的各向同性均质样品中放置一根电阻丝, 即所谓的热线。当热线以恒定功率放热时, 热线和其附近样品的温度将会随时间升高, 根据温度随时间变化的关系, 热导率由公式 (9) 求出。

$$\lambda = \frac{q_1}{4\pi\Delta T} \ln \frac{t_1}{t_2} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- $\lambda$ ——热导率, 单位为瓦每米摄氏度 [W/(m·℃)] ;
- $q_1$ ——单位长度上加热功率, 单位为瓦每米 (W/m) ;
- $t_1$ ——第 1 时刻测定时间, 单位为秒 (s) ;
- $t_2$ ——第 2 时刻测定时间, 单位为秒 (s) ;
- $\Delta T$ ——从第 1 时刻到第 2 时刻的温差, 单位为摄氏度 (℃)。

## 9.2 仪器设备

### 9.2.1 仪器设备名称

热物性分析仪、游标卡尺。热物性分析仪结构如图 6 所示, 由温度控制单元、样品室、探头 (表面或针状) 和数据采集与处理单元组成。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/417055014060006034>