ICS 19.020
D 00

DZ

# 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0276.13—2015
代替 DY-94

# 岩石物理力学性质试验规程
# 第 13 部分:岩石比热试验

Regulation for testing the physical and mechanical properties of rock—
Part 13:Test for determining the specific heat of rock

2015-02-04 发布　　2015-04-01 实施

中华人民共和国国土资源部　发布

# 前　言

DZ/T 0276《岩石物理力学性质试验规程》分为31个部分：

——第1部分：总则及一般规定；
——第2部分：岩石含水率试验；
——第3部分：岩石颗粒密度试验；
——第4部分：岩石密度试验；
——第5部分：岩石吸水性试验；
——第6部分：岩石硬度试验；
——第7部分：岩石光泽度试验；
——第8部分：岩石抗冻试验；
——第9部分：岩石耐崩解试验；
——第10部分：岩石膨胀性试验；
——第11部分：岩石溶蚀试验；
——第12部分：岩石耐酸度和耐碱度试验；
——第13部分：岩石比热试验；
——第14部分：岩石热导率试验；
——第15部分：岩石击穿电压和击穿强度试验；
——第16部分：岩石体积电阻率和表面电阻率试验；
——第17部分：岩石放射性比活度试验；
——第18部分：岩石单轴抗压强度试验；
——第19部分：岩石单轴压缩变形试验；
——第20部分：岩石三轴压缩强度试验；
——第21部分：岩石抗拉强度试验；
——第22部分：岩石抗折强度试验；
——第23部分：岩石点荷载强度试验；
——第24部分：岩石声波速度测试；
——第25部分：岩石抗剪强度试验；
——第26部分：岩体变形试验(承压板法)；
——第27部分：岩体变形试验(钻孔变形法)；
——第28部分：岩体强度试验(直剪试验)；
——第29部分：岩体强度试验(承压板法)；
——第30部分：岩体锚杆载荷试验；
——第31部分：岩体声波速度测试。

本部分为DZ/T 0276的第13部分。

本部分按照GB/T1.1—2009给出的规则起草。

本部分代替DY-94《岩石物理力学性质试验规程　9. 比热试验》。本部分与DY-94相比，主要技术变化如下：

——增加了“规范性引用文件”、“术语和定义”、“原理”三章；
——增加了称量盘设备；

——增加了标准样品；
——增加了试样数量要求；
——增加了关于不同温度条件下标准物质的比热值的资料性附录；
——增加了关于不同温度条件下水的比热值的资料性附录；
——修改了天平称量量程；
——修改了 DSC 曲线图；
——修改了比热试验记录表。

本部分由中华人民共和国国土资源部提出。

本部分由全国国土资源标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本部分起草单位：湖北省地质实验研究所。

本部分主要起草人：何凤、姚前元、刘兵。

本部分所代替标准的历次版本发布情况为：

——DY-86；
——DY-94。

# 岩石物理力学性质试验规程
# 第13部分：岩石比热试验

## 1 范围

DZ/T 0276的本部分规定了差示扫描量热(DSC)法测定岩石比热。

本部分适用于岩石物理力学试验中的岩石比热试验。

## 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。

DZ/T 0276.2 岩石物理力学性质试验规程 第2部分：岩石含水率试验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**比热 specific heat**

单位质量的岩石试样温度升高或降低1 ℃所需要的热量，它表示岩石储热的能力。

## 4 原理

岩石试样在温度程序控制下，与标准样品(已知比热值)的热量信号进行比对，从而确定试样的比热值。

## 5 仪器设备及试剂

### 5.1 仪器设备

5.1.1 热综合分析仪。

5.1.2 天平：最大称量值200 g，可读精度0.000 1 g。

5.1.3 干燥箱：温度可控制在75 ℃±5 ℃范围内。

5.1.4 干燥器。

5.1.5 压弯器。

5.1.6 两个规格和质量相等的铝盘：其中一个压封后作为参比盘，另一个加盖但不压封，作为样品盘。

### 5.2 试剂

标准样品：纯度在99.9%以上的$\alpha$-$Al_2O_3$。

## 6 试样

6.1 每组试验试样数量为2块。

6.2 计算天然含水状态下岩石的比热，应按照DZ/T 0276.2的相关要求，先测得试样的含水率。

6.3 从每块试样中取出200 g～300 g。粗碎后缩分至50 g。

6.3.1 试样处理分两种情况：

a) 对不含磁性矿物的岩石，用粉碎机细碎至能通过0.075 mm孔径筛，然后用磁铁吸去混入的铁屑；

b) 对含磁性矿物的岩石，视其硬度，用瓷研钵或玛瑙研钵细碎，再细碎至能通过0.075 mm孔径筛。

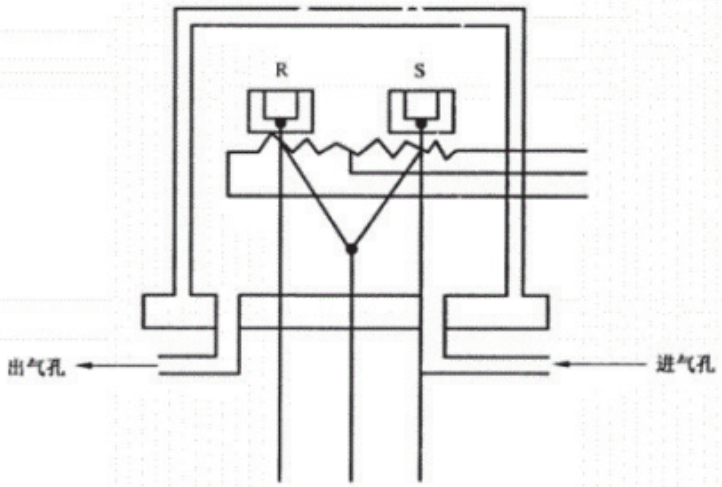
6.3.2 将细碎后的试样置于干燥箱中，于75 ℃±5 ℃的温度下烘8 h，取出试样，放在干燥器中冷却备用。

## 7 试验步骤

### 7.1 空白铝盘DSC曲线(基线)的绘制

7.1.1 用天平称取两只质量相同的空铝盘。

7.1.2 将称好的空铝盘，分别置于S和R座上(如图1所示)。




说明：

R——空座；

S——样品座。

图1 样品座示意图

7.1.3 打开控制器、放大器和记录笔电源开关。

7.1.4 打开氮气瓶气阀，向试样座通气。

7.1.5 调好放大器记录笔零点，确定控制器、放大器和记录器程序。

7.1.6 将加温旋钮调至低温挡，程序控制在“升-保”位置。

7.1.7 选定升温速度、最高上限温度、量程、记录纸走纸速度，然后按下预热键、工作键和记录笔，以纵坐标表示热量，横坐标表示温度，绘制空白铝盘的DSC曲线(如图2曲线Ⅰ所示)。

7.1.8 关机，将试样座冷却至室温。

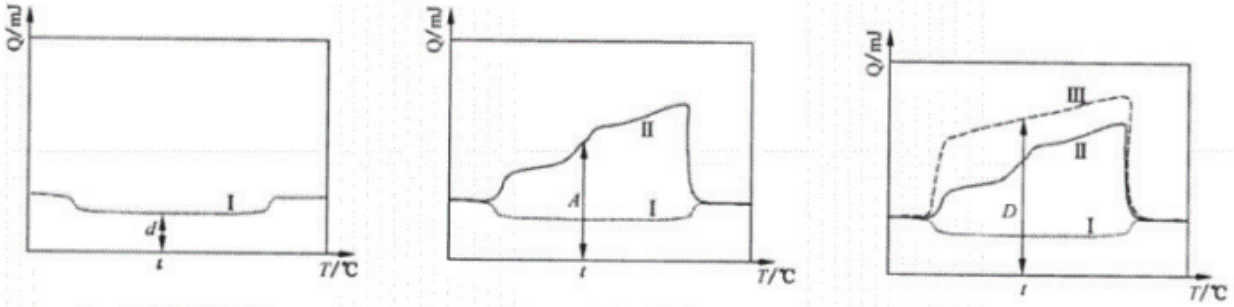
### 7.2 标准样品(纯度在99.9%以上的$\alpha$-$Al_2O_3$)DSC曲线绘制

7.2.1 从冷至室温的试样座S上取下空铝盘,装入20 mg～30 mg的$\alpha$-$Al_2O_3$,摊平,迅速在压弯器上将试样密封,称出$\alpha$-$Al_2O_3$质量。

7.2.2 将密封的$\alpha$-$Al_2O_3$置于试样座S上,按7.1.3～7.1.8的步骤绘制$\alpha$-$Al_2O_3$氧化铝的DSC曲线(如图2曲线Ⅱ所示),从曲线上查得$\alpha$-$Al_2O_3$的DSC曲线偏移量。

### 7.3 试样DSC曲线绘制

称取20 mg～30 mg的试样,用绘制标准样品DSC曲线的方法,绘制试样DSC曲线(如图2曲线Ⅲ所示),从曲线上查得试样的DSC曲线偏移量。




a) 空白铝盘曲线　　b) $\alpha$-$Al_2O_3$曲线　　c) 试样曲线

说明:

Ⅰ——空白铝盘的工作基准线;

Ⅱ——纯度在99.9%以上的$\alpha$-$Al_2O_3$ DSC曲线;

Ⅲ——试样DSC曲线;

$d$——温度$t$时空白铝盘DSC曲线纵坐标的偏移量;

$A$——温度$t$时$\alpha$-$Al_2O_3$的DSC曲线纵坐标的偏移量;

$D$——温度$t$时试样DSC曲线纵坐标的偏移量。

**图2 DSC曲线图**

### 7.4 数据记录

以上试验步骤应填写岩石比热试验记录表(见附录A)。

## 8 试验结果整理

干燥状态下岩石的比热按式(1)计算,天然含水状态下岩石的比热通过干试样的比热按式(2)进行换算。计算结果保留至小数点后3位,取相对偏差不大于5%的2次试验结果的平均值报出。

$$c=\frac{(D-d)\cdot m_s\cdot c_s}{(A-d)m} \qquad \cdots\cdots(1)$$

$$c_s=\frac{c+w_i\cdot c_{wi}}{1+w_i} \qquad \cdots\cdots(2)$$

式中:

$c$——干燥状态下岩石在温度$t$时的比热,单位为焦耳每克摄氏度[J/(g·℃)];

$c_s$——天然含水状态下岩石在温度$t$时的比热,单位为焦耳每克摄氏度[J/(g·℃)];

$D$——温度$t$时试样DSC曲线上纵坐标的偏移量,单位为毫焦耳(mJ);

$d$ ——温度 $t$ 时空白铝盘 DSC 曲线上纵坐标的偏移量，单位为毫焦耳(mJ)；

$m_a$——$\alpha$-$Al_2O$ 的质量，单位为克(g)；

$c_a$ ——$\alpha$-$Al_2O_3$ 在温度 $t$ 时的比热(参见附录 B)，单位为焦耳每克摄氏度[J/(g·℃)]；

$m$ ——试样的干质量，单位为克(g)；

$A$ ——温度 $t$ 时氧化铝 DSC 曲线纵坐标的偏移量，单位为毫焦耳(mJ)；

$w_t$——试样的含水率，%；

$c_{wt}$——温度 $t$ 时水的比热(参见附录 C)，单位为焦耳每克摄氏度[J/(g·℃)]。

# 附 录 A
（规范性附录）
岩石比热试验记录

表 A.1 岩石比热试验记录表

| 试样编号 | 试样名称 | 含水率 % | 试验条件 | | | | 质量 g | | 曲线偏移格 | | | 比热 J/(g·℃) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 升温速度 ℃/ min | 记录纸速度 mm/min | 量程 mJ/s | 测试温度 ℃ | 氧化铝 $m_s$ | 试样 $m$ | 空白铝盘 $d$ | 氧化铝 $A$ | 试样 $D$ | 干燥状态 | | 天然含水状态 | |
| | | | | | | | | | | | | 单值 | 平均值 | 单值 | 平均值 |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |

试验： 计算： 校核： 年 月 日

# 附 录 B
（资料性附录）
标样 $\alpha$-$Al_2O$ 的比热容值

表 B.1 标样 $\alpha$-$Al_2O$ 在不同温度下的比热容值

| $T$/℃ | 比热<br>J/(g·℃) | $T$/℃ | 比热<br>J/(g·℃) |
|---|---|---|---|
| 0 | 0.718 0 | 157 | 0.977 0 |
| 7 | 0.734 3 | 167 | 0.987 5 |
| 17 | 0.757 2 | 177 | 0.997 5 |
| 25 | 0.774 9 | 187 | 1.007 1 |
| 27 | 0.778 8 | 197 | 1.016 1 |
| 37 | 0.799 4 | 207 | 1.024 7 |
| 47 | 0.818 9 | 217 | 1.033 1 |
| 57 | 0.837 3 | 227 | 1.040 9 |
| 67 | 0.854 8 | 237 | 1.048 5 |
| 77 | 0.871 3 | 247 | 1.055 7 |
| 87 | 0.887 1 | 257 | 1.062 7 |
| 97 | 0.902 0 | 267 | 1.069 2 |
| 107 | 0.916 1 | 277 | 1.075 6 |
| 117 | 0.929 6 | 287 | 1.081 7 |
| 127 | 0.942 3 | 297 | 1.087 6 |
| 137 | 0.954 5 | 307 | 1.093 2 |
| 147 | 0.966 1 | 317 | 1.098 7 |

# 附 录 C
（资料性附录）
水的比热容值

表 C.1 水在不同温度下的比热容值

| T/℃ | 比热 J/(g·℃) | T/℃ | 比热 J/(g·℃) |
|---|---|---|---|
| 0 | 4.217 4 | 55 | 4.182 1 |
| 5 | 4.201 9 | 60 | 4.184 1 |
| 10 | 4.191 9 | 65 | 4.186 5 |
| 15 | 4.185 5 | 70 | 4.189 3 |
| 20 | 4.181 6 | 75 | 4.192 5 |
| 25 | 4.179 3 | 80 | 4.196 1 |
| 30 | 4.178 2 | 85 | 4.200 2 |
| 35 | 4.177 9 | 90 | 4.204 8 |
| 40 | 4.178 3 | 95 | 4.210 0 |
| 45 | 4.179 2 | 100 | 4.215 6 |
| 50 | 4.180 4 | | |

中华人民共和国地质矿产
行 业 标 准
岩石物理力学性质试验规程
第 13 部分：岩石比热试验
DZ/T 0276.13—2015
*