

ICS 19.020  
D 00



# 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0276.10—2015  
代替 DY-94

## 岩石物理力学性质试验规程 第 10 部分：岩石膨胀性试验

Regulation for testing the physical and mechanical properties of rock—  
Part 10: Test for determining the swelling property 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 10 部分。

本部分按照 GB/T 1.1—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 14. 膨胀试验》。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；
- 增加了自由膨胀率试验；

DZ/T 0276.10—2015

——修改了对计算结果的精度要求；

——修改了岩石膨胀试验记录表。

本标准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。

本标准由湖北省地质实验研究所负责起草,广东省地质实验测试中心参加起草。

本标准主要起草人:陈瑾、曾骏、倪卫东、杨杰。

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 10 部分：岩石膨胀性试验

1 范围

DZ/T 0276 的本部分规定了岩石自由膨胀率、侧向约束膨胀率和膨胀压力的试验方法。  
本部分适用于岩石物理力学性质试验中的岩石膨胀性试验，其中岩石自由膨胀率试验适用于遇水不易崩解的岩石。

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

**膨胀性 swelling property**  
岩石试样浸水后发生体积膨胀的性质，用自由膨胀率、膨胀应力、不同荷载下膨胀率、无荷载下有侧限膨胀率等参数表示。

3.2

**自由膨胀率 free swelling ration**  
岩石试样在浸水后产生的径向和轴向变形分别与原试样直径和高度之比，以百分数表示。

3.3

**膨胀应力 swelling stress**  
岩石试样浸水后为保持原形状不变所需的单位面积上的压力。

3.4

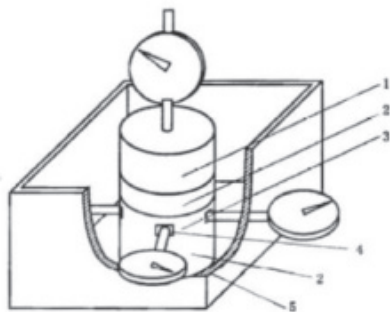
**侧向约束膨胀率 lateral constraint swelling ration**  
岩石试样在侧向约束不产生侧向变形的条件下，轴向受不同(或零)荷载时，浸水后产生的轴向变形量与试件原高度之比，以百分数表示。

4 原理

岩石自由膨胀率试验是测定岩石试样在浸水后径向和轴向变形分别与原试样直径和高度之比。  
岩石侧向约束膨胀率试验是在对岩石试样施加不同的轴向荷载的情况下，测定岩石试样浸水后，径向和轴向变形分别与原试样直径和高度之比。  
岩石膨胀应力试验是在岩石试样浸水后，测定保持岩石形状不变所施加在岩石试件上的力。

5 仪器设备

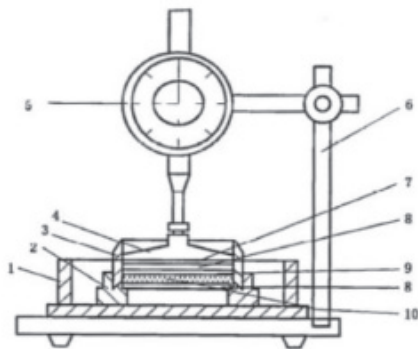
- 5.1 钻石机、切石机、磨石机、空压机。
- 5.2 测量平台、角尺。
- 5.3 游标卡尺：量程为 15 cm，精度为 0.02 mm。
- 5.4 天平：最大称量值 2 000 g，可读精度 0.01 g。
- 5.5 自由膨胀率试验仪，如图 1 所示。



- 说明：
- |           |         |
|-----------|---------|
| 1——铝板；    | 4——紫铜片； |
| 2——金属透水板； | 5——容器。  |
| 3——试样；    |         |

图 1 自由膨胀率试验仪示意图

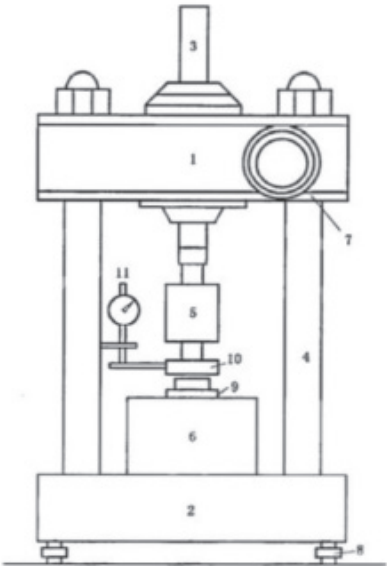
- 5.6 侧向约束膨胀率试验仪，如图 2 所示。



- 说明：
- |          |          |         |         |
|----------|----------|---------|---------|
| 1——盛水器；  | 4——传递活塞； | 7——金属板； | 10——试件。 |
| 2——底座；   | 5——千分表；  | 8——透水板； |         |
| 3——金属套环； | 6——表架；   | 9——滤纸；  |         |

图 2 侧向约束膨胀率试验仪示意图

5.7 岩石膨胀应力测定仪,如图 3 所示。



说明:

- |           |          |
|-----------|----------|
| 1——横梁;    | 7——手轮;   |
| 2——底座;    | 8——调平螺丝; |
| 3——加压杆;   | 9——底板;   |
| 4——立柱;    | 10——压板;  |
| 5——压力传感器; | 11——百分表。 |
| 6——水箱;    |          |

图 3 岩石膨胀应力测定仪示意图

- 5.8 压力传感器。
- 5.9 电阻应变仪。
- 5.10 位移传感器或千分表;精度为 0.001 mm。

6 试样

- 6.1 试样应在现场采取,保持天然含水状态,不应采用爆破或湿钻法取样。
- 6.2 每组试样数量不应少于 3 块。
- 6.3 自由膨胀率试验试样尺寸应符合下列规定:
  - a) 圆柱体试样直径宜为 50 mm~60 mm,高度宜等于直径,两端面不平行度允许偏差 $\pm 0.05$  mm,垂直度允许偏差 $\pm 0.25^\circ$ 。
  - b) 正方体试样边长宜为 50 mm~60 mm,两端面不平行度允许偏差 $\pm 0.05$  mm,垂直度允许偏差 $\pm 0.25^\circ$ 。
- 6.4 膨胀应力试验、不同荷载下膨胀率试验、无荷载下有侧限膨胀率试验试样尺寸应符合下列规定:

- a) 试样应采用圆柱体,高度宜为 20 mm,直径宜为 50 mm,两端面不平行度允许偏差 $\pm 0.05$  mm,垂直度允许偏差 $\pm 0.25^\circ$ 。
- b) 试样直径应比仪器金属套环直径略小,差值不大于 0.1 mm。

## 7 试验步骤

### 7.1 自由膨胀率试验

- 7.1.1 将试样放入自由膨胀率试验仪内,在试样上下分别放置透水板,顶部放置一块金属板。
- 7.1.2 在试样上部和四侧对称的中心部位分别安装千分表。四侧千分表与试样接触处,宜放置一块薄铜片。
- 7.1.3 读记千分表读数,每隔 10 min 读记 1 次,直至连续 3 次读数不变。
- 7.1.4 缓慢向盛水容器内注入蒸馏水,直至淹没上部透水板并立即读数。
- 7.1.5 在第 1 小时内,每隔 10 min 测读变形一次,以后每隔 1 h 测读变形一次,直至连续三次读数差不大于 0.001 mm 即可认为膨胀稳定,但浸水试验时间不少于 48 h。
- 7.1.6 试验过程中应保持水位不变,水温变化不应大于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。试验过程中及试验结束后,应详细描述试样的崩解、开裂、掉块、表面泥化或软化现象。
- 7.1.7 试验过程记录内容和格式见附录 A。

### 7.2 侧向约束无轴向荷载下的膨胀率试验

- 7.2.1 在侧向约束膨胀率试验仪水盒的试件环内壁涂上凡士林油,再将试件放入试件环中,在试件两端均放置滤纸和透水板,顶部放金属板。
- 7.2.2 安装千分表,记录千分表初始读数。
- 7.2.3 分 3 次或 4 次向水盒内注入蒸馏水使空气逐步排出,水面高出试件 5 mm。
- 7.2.4 在试验开始的 1 h 内,每隔 10 min 记录 1 次千分表读数;1 h 后,每隔 1 h 记录 1 次千分表读数;12 h 后,每隔 3 h 记录 1 次千分表读数,直至连续两次读数差小于 0.001 mm 为止,浸水后试验时间不小于 48 h。
- 7.2.5 记录稳定后的千分表读数。
- 7.2.6 试验过程中应保持水位不变,水温变化不大于 $\pm 2^\circ\text{C}$ 。试验过程中及试验结束后,应详细描述试样的崩解、开裂、掉块、表面泥化或软化现象。
- 7.2.7 试验过程记录内容和格式见附录 A。

### 7.3 侧向约束不同轴向荷载下的膨胀率试验

- 7.3.1 按 7.2.1 放置试件。
- 7.3.2 用砝码或者杠杆式加载装置施加轴向荷载。
- 7.3.3 按 7.2.2~7.2.6 进行试验。
- 7.3.4 试验过程记录内容和格式见附录 A。

### 7.4 膨胀应力试验

- 7.4.1 在膨胀应力测定仪水盒的试件环内壁涂上凡士林油,将试件放入试件环中,在试件两端均放置滤纸和烘干透水板,顶部放金属透水板,并将水盒置于膨胀应力测定仪底座上。
- 7.4.2 在加载杆上安装压力传感器并连接应变仪。
- 7.4.3 转动膨胀应力测定仪加载手轮,给试件施加 0.01 MPa 的压力,使仪器各个部分接触,不应出现偏心荷载,将压力减到 0.001 MPa。



7.4.4 安装千分表,记录千分表起始读数和电阻应变仪的初始读数。

7.4.5 分3次或4次向水盒内注入蒸馏水至水面高出试件5 mm。

7.4.6 观察千分表读数,当变化值超过0.001 mm时,转动膨胀应力测定仪手轮,给试件施加压力至千分表恢复初始读数,使试件体积在整个试验过程中始终保持不变。

7.4.7 在试验开始的1 h内,每隔10 min记录1次千分表读数;1 h后,每隔1 h记录1次千分表读数;12 h后,每隔2 h记录1次千分表读数,直至连续3次读数差相同为止,记录应变仪的最大读数。每次都应在千分表恢复初始读数状态下测取应变仪读数。

7.4.8 拆除仪器,取出试样,测定膨胀应力最大时试件的含水率。测定方法可按DZ/T 0276.2进行。

7.4.9 试验过程中应保持水位不变,水温变化不应大于±2℃。试验过程中及试验结束后,应详细描述试样的崩解、开裂、掉块、表面泥化或软化现象。

7.4.10 试验过程记录内容和格式见附录A。

## 8 试验结果整理

岩石的轴向自由膨胀率按式(1)计算,岩石的径向自由膨胀率按式(2)计算,岩石的膨胀应力按式(3)计算,侧向约束不同荷载轴向膨胀率按式(4)计算,侧向约束无荷载轴向膨胀率按式(5)计算,取试验结果的平均值报出,计算结果保留3位有效数字。

$$V_h = \frac{\Delta h}{h} \times 100 \quad \text{..... (1)}$$

$$V_d = \frac{\Delta d}{D} \times 100 \quad \text{..... (2)}$$

$$P_s = \frac{(\mu_s - \mu_0) \times C}{A} \quad \text{..... (3)}$$

$$V_{hs} = \frac{h_i - h_0}{h} \times 100 \quad \text{..... (4)}$$

$$V_h' = \frac{h' - h_0}{h} \times 100 \quad \text{..... (5)}$$

式中:

$V_h$  ——轴向自由膨胀率, %;

$V_d$  ——径向自由膨胀率, %;

$P_s$  ——膨胀应力,单位为兆帕(MPa);

$V_{hs}$  ——侧向约束不同荷载轴向膨胀率, %;

$V_h'$  ——侧向约束无荷载轴向膨胀率, %;

$\Delta h$  ——试样轴向变形量,单位为毫米(mm);

$h$  ——试样高度,单位为毫米(mm);

$\Delta d$  ——试样径向平均变形量,单位为毫米(mm);

$D$  ——试样直径或边长,单位为毫米(mm);

$\mu_s$  ——浸水后千分表稳定时的应变仪读数(无量纲);

$\mu_0$  ——应变仪初始读数(无量纲);

$C$  ——压力传感器标定值,单位为牛(N);

$A$  ——试件面积,单位为平方毫米(mm<sup>2</sup>);

$h_i$  ——各级荷载下膨胀后千分表读数,单位为毫米(mm);

$h_0$  ——试样膨胀前千分表读数,单位为毫米(mm);

$h'$  ——试样膨胀后千分表读数,单位为毫米(mm)。



附录 A  
(规范性附录)  
岩石膨胀性试验记录

表 A.1 岩石膨胀性试验记录表

试样编号		试样直径 $D/\text{mm}$		试样高度 $h/\text{mm}$		试样面积 $A(A = \pi D^2/4)/\text{mm}^2$	
干试样质量 $m_d/\text{g}$		试验前试样质量 $m_0/\text{g}$		试验前含水率 $w_1/\%$			
试样层理方向		层理与试样轴的倾角/°		浸水膨胀后试样质量 $m_1/\text{g}$		试验后含水率 $w_2/\%$	
经过时间 $t/\text{h}$	保持千分表不变时的膨胀应力			不同荷级下千分表读数 $h_i$ mm			无荷载下千分表读数 $h'$ mm
	千分表读数 mm	应变仪读数	膨胀应力 $P$ , MPa	_____ MPa 荷级 千分表读数	_____ MPa 荷级 千分表读数	_____ MPa 荷级 千分表读数	
浸水前							
浸水							
1/6							
2/3							
1/2							
1							
2							
4							

表 A.1 (续)

试样编号		试样直径 $D/\text{mm}$		试样高度 $h/\text{mm}$		试样面积 $A(A = \pi D^2/4) / \text{mm}^2$	
干试样质量 $m_d/\text{g}$		试验前试样质量 $m_0/\text{g}$		试验前含水率 $w_1/\%$			
试样层理方向		层理与试样轴的倾角/ $^\circ$		浸水膨胀后试样质量 $m_1/\text{g}$		试验后含水率 $w_2/\%$	
经过时间 $t/\text{h}$	保持千分表不变时的膨胀应力			不同荷载下千分表读数 $k_i$ mm			无荷载下千分表读数 $k'$ mm
	千分表读数 mm	应变仪读数	膨胀应力 $P_i$ MPa	_____ MPa 荷载 千分表读数	_____ MPa 荷载 千分表读数	_____ MPa 荷载 千分表读数	
3							
12							
16							
20							
24							
计算	膨胀应力 $P_i$ MPa		不同荷载下有侧限 膨胀率 $V_{\text{侧限}}/\%$		无荷载有侧限 膨胀率 $V_L/\%$		

试验：\_\_\_\_\_

计算：\_\_\_\_\_

校核：\_\_\_\_\_

年 月 日

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10部分:岩石膨胀性试验  
DZ/T 0276.10—2015

\*

中国标准出版社出版发行  
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)  
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 [www.spc.net.cn](http://www.spc.net.cn)

总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷  
各地新华书店经销

\*

开本 880×1230 1/16 印张 0.75 字数 19 千字  
2015年3月第一版 2015年3月第一次印刷

\*

书号: 155066·2-28508

如有印装差错 由本社发行中心调换  
版权专有 侵权必究  
举报电话:(010)68510107



DZ/T 0276.10-2015