ICS 19.020
D 00

DZ

# 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0276.19—2015
代替 DY-94

## 岩石物理力学性质试验规程
## 第 19 部分:岩石单轴压缩变形试验

**Regulation for testing the physical and mechanical properties of rock—**
**Part 19:Test for determing the deformability of rock in uniaxial compression**

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19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　18.单轴压缩变形试验》。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；

——增加了仪器设备中的千分表；

——删除了线性差动变换器法和压板位移法；
——删除了有关线性差动变换器法和压板位移法的设备；
——修改了试验方法；
——修改了仪器设备，
——修改了制作标准试样的尺寸要求；
——修改了仪器设备中的加载设备，将压力机改为材料试验机；
——修改了岩石弹性模量试验记录表。

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。

本部分起草人：梅焱祥、赵桂芳、曾骏、程立文。

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19部分:岩石单轴压缩变形试验

## 1 范围

DZ/T 0276的本部分规定了电阻应变仪法和千分表法测定岩石单轴压缩变形参数。

本部分适用于岩石物理力学性质试验中的岩石单轴压缩变形试验。

## 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 0276.5 岩石物理力学性质试验规程 第5部分:岩石吸水性试验

DZ/T 0276.18 岩石物理力学性质试验规程 第18部分:岩石单轴抗压强度试验

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

**弹性模量 elastic modulus**

无侧向条件下,岩石试样在单轴压缩作用下纵向应力与纵向应变的比值。

3.2

**变形模量 deformation modulus**

无侧向条件下,岩石试样在单轴压缩作用下获得的岩石应力-纵向应变曲线上相应于50%抗压强度的点与原点连线的斜率,即割线模量。

3.3

**泊松比 Poisson's ratio**

无侧向条件下,岩石试样在单轴压缩作用下横向应变与纵向应变的比值。

## 4 原理

通过测定岩石试样在单轴压缩条件下的纵向和横向应变值,据此计算岩石弹性模量、变形模量和泊松比。

## 5 仪器设备

5.1 材料试验机:示值误差不超过±1%。

5.2 电阻应变仪。

5.3 惠司登电桥、兆欧表。

5.4 千分表:测量误差不大于0.1%FS,分辨率优于或等于0.001 mm。

5.5 干燥箱。

5.6 干燥器。

5.7 水槽。

5.8 真空泵。

## 6 试样

6.1 同一含水状态和加载方向下，每组试验试样数量不少于 3 个。

6.2 试样规格、制备精度、含水率状态等要求应符合 DZ/T 0276.18 中的规定。

## 7 试验步骤

### 7.1 电阻应变仪法

7.1.1 按 DZ/T 0276.18 的要求对试样进行描述和测量尺寸。

7.1.2 电阻应变片的选择和粘贴：

a) 应选择丝栅平直，间距均匀，丝栅与栅板粘贴牢固的电阻应变片，丝栅长度不小于 15 mm；

b) 应没有霉点或锈迹等，同组试样使用的工作片和补偿片的阻值差不应大于 0.2 Ω；

c) 应贴在试样中部，并尽量避开裂隙和个别较大的晶体、斑晶及砾粒等；

d) 每个试样，一般粘贴纵向、横向电阻应变片各 2 片。纵向电阻应变片宜分别贴在试样相对面上；横向电阻应变片可贴在纵向电阻应变片相同的面上，也可贴在与纵向电阻应变片相邻的面上，贴片用的胶液应保持粘贴牢固。

7.1.3 试样的表面处理：

a) 非饱和试样在贴电阻应变片处用 0 号砂纸打磨光滑，用酒精棉球擦洗至棉球不染色为止；

b) 饱和试样在贴电阻片前应进行防潮处理，在干净的试样表面均匀地涂上一层厚度不超过 0.1 mm 的防潮胶液，待胶液凝固后粘贴电阻应变片，用防潮胶液涂盖电阻应变片。待胶液凝固后，按 DZ/T 0276.5 的要求对试样进行饱和处理；在防潮处理及饱和过程中，应保证绝缘电阻值始终在 500 MΩ 以上。

7.1.4 将贴好电阻应变片的试样置于压力机承压板中心或压力传感器上，使试样与上下压板接触；调整试样中心，使其与球座压板的曲率中心重合；接通电源，调整电阻应变仪及 $x$-$y$ 函数记录仪的零点。

注：在初始加载时，应随时根据相应测点读数差值的大小调整试样，使试样受载均匀。

7.1.5 以 0.5 MPa/s～1.0 MPa/s 的加载速度或控制应变速率为 $10^{-4}$/s～$10^{-5}$/s，试样施加荷载分为连续加载和分级加载：

a) 应用动态电阻应变仪和 $x$-$y$ 函数记录仪时，采用连续加载，同时动态应变仪将信号输给函数记录仪，绘出纵向及横向应力-应变曲线，直至试样宏观破裂为止；

b) 无连续记录装置时，应分级加载，加载一般不少于 10 级，最后一级荷载应不小于单轴抗压强度的 50%或工程实际应力的 150%～200%。加载过程中应记录各级荷载下的纵向、横向应变值。

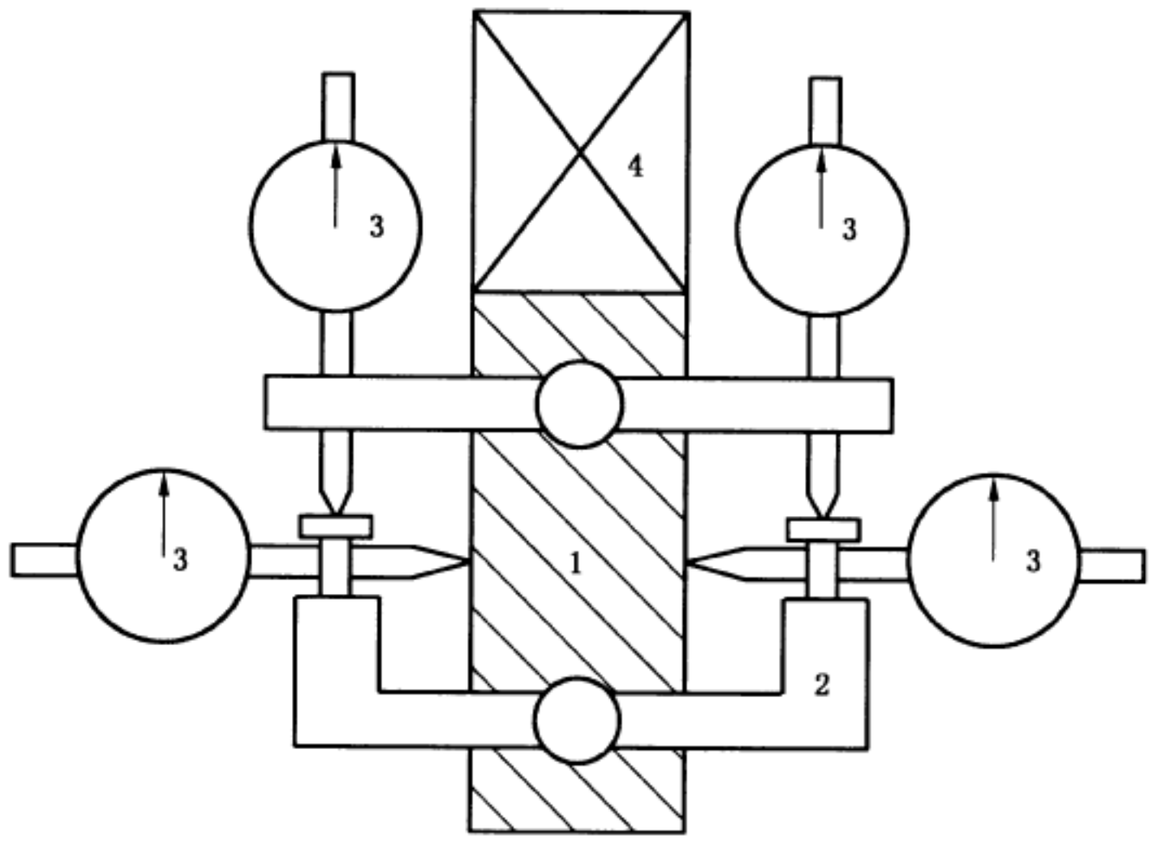
7.1.6 试验过程记录内容和格式见附录 A。

### 7.2 千分表法

7.2.1 按 DZ/T 0276.18 的要求对试样进行描述和测量尺寸，画上测量标距线。测纵向变形的标距线与试样两端面的距离不小于试样直径的一半，横向标距线应居试样侧面中部。

7.2.2 将千分表架固定在岩石试样上，安装时应使上下表架平行，不应偏斜，表架的固定螺丝应卡在标

距线上。安装4只测纵向变形和4只测横向变形的千分表(如图1)。




说明：

1——试样；

2——千分表架；

3——千分表；

4——垫块。

**图1　千分表法试样安装示意图**

7.2.3　将安装好表架及千分表的试样置于压力机承压板中心，调整有球形座的压板，使试样与上、下压板吻合接触；调整千分表读数至零点，或记录千分表初始读数；施加少许压力，观察纵向4只千分表读数变化是否相近，如不相近，应退荷，重新调整有球形座调压板至试样受荷均匀，重新调整千分表读数至零点。

7.2.4　按预定的荷级加载，加载方式和速度同7.1.5，观测各千分表的相应读数。

7.2.5　加载至极限强度的50%后，拆除千分表架，用卡尺量测试样断面尺寸及4个纵向变形标距，各取其平均值。测极限抗压强度时可继续加载至试样破坏。

7.2.6　试验过程记录内容和格式见附录A。

## 8　试验结果整理

8.1　电阻应变仪法各级荷载下的应力按式(1)计算，千分表法纵向应变按式(2)计算，千分表法横向应变按式(3)、式(4)计算。

$$\sigma = \frac{p}{A} \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中：

$\sigma$——应力，单位为兆帕(MPa)；

$p$——施加在试样上的某一级荷载，单位为牛(N)；

$A$——试样的横截面积，单位为平方毫米($mm^2$)。

$$\varepsilon_h = \frac{\sum \Delta L}{4L} \qquad \cdots\cdots(2)$$

$$\varepsilon_d = \frac{\sum \Delta d}{4d} \qquad \cdots\cdots(3)$$

$$\varepsilon_d = \frac{\sum \Delta d}{4a} \quad \cdots\cdots(4)$$

式中：

$\varepsilon_h$ ——试样的纵向应变；

$\varepsilon_d$ ——试样的横向应变；

$\sum \Delta L$ ——4 只纵向千分表变形量的总和，单位为毫米(mm)；

$\sum \Delta d$ ——4 只横向千分表变形量的总和，单位为毫米(mm)；

$L$ ——纵向变形量的标距，单位为毫米(mm)；

$d$ ——圆柱体试样的直径，单位为毫米(mm)；

$a$ ——正方柱试样断面的边长，单位为毫米(mm)。

8.2 绘制岩石试样纵向应力-纵向应变关系曲线(见图 2)和岩石试样纵向应力-纵向应变关系曲线(见图 3)。

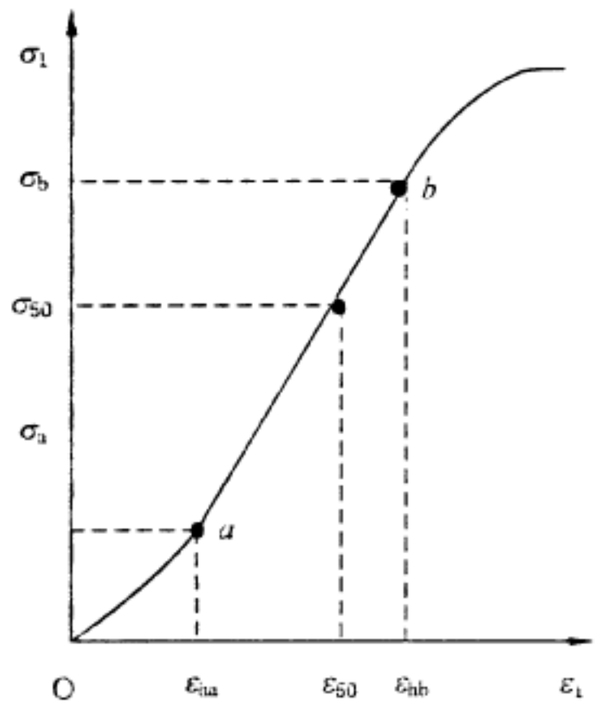



图 2 岩石试样纵向应力-纵向应变关系曲线

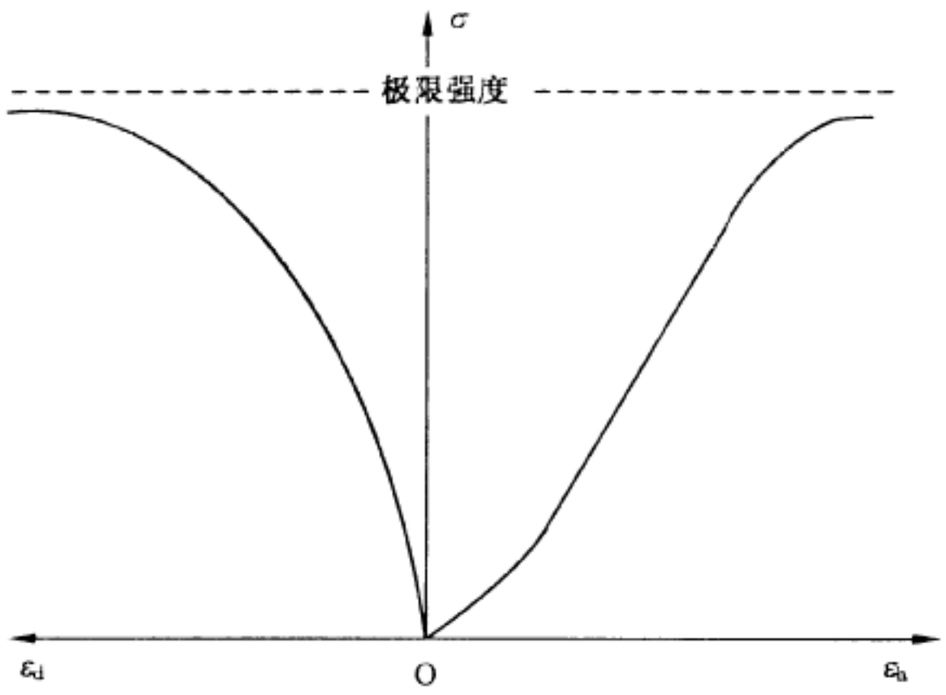



图 3 岩石试样应力-应变关系曲线

8.3 根据岩石试样纵向应力-纵向应变关系曲线，岩石弹性模量按式(5)计算，岩石弹性泊松比按式(6)计算，岩石变形模量，即割线模量按式(7)计算，与 $\varepsilon_{h50}$ 和 $\varepsilon_{d50}$ 相应的泊松比按式(8)计算，取 3 块试样的平均值，弹性模量保留 3 位有效数字，泊松比计算结果保留至小数点后 2 位。

$$E = \frac{\sigma_b - \sigma_a}{\varepsilon_{hb} - \varepsilon_{ha}} \quad \cdots\cdots(5)$$

$$\mu = \frac{\varepsilon_{db} - \varepsilon_{da}}{\varepsilon_{hb} - \varepsilon_{ha}} \quad \cdots\cdots(6)$$

$$E_{50} = \frac{\sigma_{50}}{\varepsilon_{h50}} \quad \cdots\cdots(7)$$

$$\mu_{50} = \frac{\varepsilon_{d50}}{\varepsilon_{h50}} \quad \cdots\cdots(8)$$

式中：

$E$ ——岩石弹性模量，单位为兆帕(MPa)；

$\mu$ ——岩石弹性泊松比；

$\sigma_a$ ——应力与纵向应变关系曲线上直线段起始点的应力值，单位为兆帕(MPa)；

$\sigma_b$ ——应力与纵向应变关系曲线上直线段终点的应力值，单位为兆帕(MPa)；

$\varepsilon_{ha}$ ——应力为 $\sigma_a$ 时的纵向应变值；

$\varepsilon_{hb}$ ——应力为 $\sigma_b$ 时的纵向应变值；

$\varepsilon_{da}$ ——应力为 $\sigma_a$ 时的横向应变值；

$\varepsilon_{db}$ ——应力为 $\sigma_b$ 时的横向应变值；

$E_{50}$ ——岩石变形模量，即割线模量，单位为兆帕(MPa)；

$\sigma_{50}$ ——单轴抗压强度 50%时的应力值，单位为兆帕(MPa)；

$\varepsilon_{h50}$ ——应力为 $\sigma_{50}$ 时的纵向应变值；

$\varepsilon_{d50}$ ——应力为 $\sigma_{50}$ 时的横向应变值；

$\mu_{50}$ ——与 $\varepsilon_{d50}$ 和 $\varepsilon_{h50}$ 相应的泊松比。

# 附 录 A
（规范性附录）
## 岩石单轴压缩变形试验记录

表 A.1 岩石弹性模量试验记录表（电阻片法）

试样编号：　　岩石名称：　　试验状态：

直径 $d$(mm)：　　长×宽($a\times b$)(mm)：　　高 $h$(mm)：　　面积 $A$(mm²)：

| 垂直荷载 $p$/N | 应力 $\sigma$/MPa | 纵向应变 $\varepsilon_h$ | | | 横向应变 $\varepsilon_d$ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $\varepsilon_{h1}(\times10^{-6})$ | $\varepsilon_{h2}(\times10^{-6})$ | $\frac{(\varepsilon_{h1}+\varepsilon_{h2})\times10^{-6}}{2}$ | $\varepsilon_{d1}(\times10^{-6})$ | $\varepsilon_{d2}(\times10^{-6})$ | $\frac{(\varepsilon_{d1}+\varepsilon_{d2})\times10^{-6}}{2}$ |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| 描述 | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 计算 | 弹性模量 $E$/MPa | 泊松比 $\mu$ | 割线模量 $E_{50}$/MPa | 泊松比 $\mu_{50}$ |
| | | | | |

试验：　　计算：　　校核：　　年　　月　　日

## 表 A.2　岩石弹性模量试验记录表(千分表法)

试样编号：　　试验断面($mm^2$)：　　测量标距(mm)：

| 荷载 $p$/N | 应力 $\sigma$/MPa | 纵向变形 | | | | 纵向应变 $\varepsilon_h \times 10^{-3}$ | 横向变形 | | | | 横向应变 $\varepsilon_d \times 10^{-3}$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 测 1 读数/mm | 测 3 读数/mm | 测 5 读数/mm | 测 7 读数/mm | | 测 2 读数/mm | 测 4 读数/mm | 测 6 读数/mm | 测 8 读数/mm | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | |
| 描述 | | | | | | | | | | | |
| 计算 | | 弹性模量 $E$/MPa | | 泊松比 $\mu$ | | | 割线模量 $E_{50}$/MPa | | 泊松比 $\mu_{50}$ | | |
| | | | | | | | | | | | |

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 19 部分:岩石单轴压缩变形试验
DZ/T 0276.19—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
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 4 月第一版 2015 年 4 月第一次印刷
*
书号:155066·2-28579 定价 18.00 元

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 0276.19-2015

打印日期:2015年4月28日 F009A