

中华人民共和国国家标准

GB/T 23561.3—2009

煤和岩石物理力学性质测定方法 第3部分：煤和岩石块体密度测定方法

Methods for determining the physical and mechanical properties of coal and rock—Part 3: Methods for determining the block density of coal and rock

2009-04-08 发布

2009-12-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会 发布

前 言

GB/T 23561《煤和岩石物理力学性质测定方法》按部分发布,分为 16 个部分:

- 第 1 部分:采样一般规定;
- 第 2 部分:煤和岩石真密度测定方法;
- 第 3 部分:煤和岩石块体密度测定方法;
- 第 4 部分:煤和岩石孔隙率计算方法;
- 第 5 部分:煤和岩石吸水性测定方法;
- 第 6 部分:煤和岩石含水率测定方法;
- 第 7 部分:单轴抗压强度测定及软化系数计算方法;
- 第 8 部分:煤和岩石变形参数测定方法;
- 第 9 部分:煤和岩石三轴强度及变形参数测定方法;
- 第 10 部分:煤和岩石抗拉强度测定方法;
- 第 11 部分:煤和岩石抗剪试验方法;
- 第 12 部分:煤的坚固性系数测定方法;
- 第 13 部分:煤和岩石点载荷强度测定方法;
- 第 14 部分:岩石膨胀率测定方法;
- 第 15 部分:岩石膨胀应力测定方法;
- 第 16 部分:岩石耐崩解性指数测定方法。

本部分是 GB/T 23561 的第 3 部分。

本部分的附录 B、附录 C 为规范性附录,附录 A 为资料性附录。

本部分由中国煤炭工业协会提出并归口。

本部分起草单位:煤炭科学研究总院开采设计研究分院和煤炭科学研究总院检测研究分院。

本部分主要起草人:齐庆新、李纪青、毛德兵、傅京昱、张学亮。

煤和岩石物理力学性质测定方法

第 3 部分:煤和岩石块体密度测定方法

1 范围

GB/T 23561 的本部分规定了煤和岩石块体密度测定中涉及的术语和定义、密封法和量积法所需的仪器和测定步骤。

本部分适用于煤和岩石块体密度的测定。密封法适用于所有煤和岩石,量积法适用于能加工成规则试件的煤或岩石。

2 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 23561 的本部分。

2.1

煤块体密度 block density of coal

煤试件质量与其体积的比值。

2.2

岩石块体密度 block density of rock

岩石试件质量与其体积的比值。

2.3

天然块体密度 natural block density

试件在天然含水状态下的块体密度。

2.4

自然块体密度 spontaneous block density

试件制备后,在下部贮水的干燥器内存放(1~2)d 的块体密度。

2.5

干块体密度 dry block density

试件在(105~110)℃温度下干燥 24 h 后的块体密度。

2.6

饱和块体密度 saturated block density

试件在饱和水状态下的块体密度。

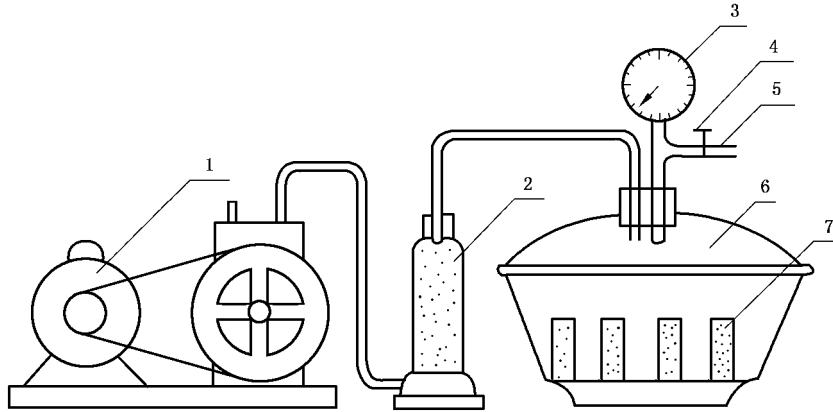
3 密封法

3.1 仪器设备

主要仪器设备有:

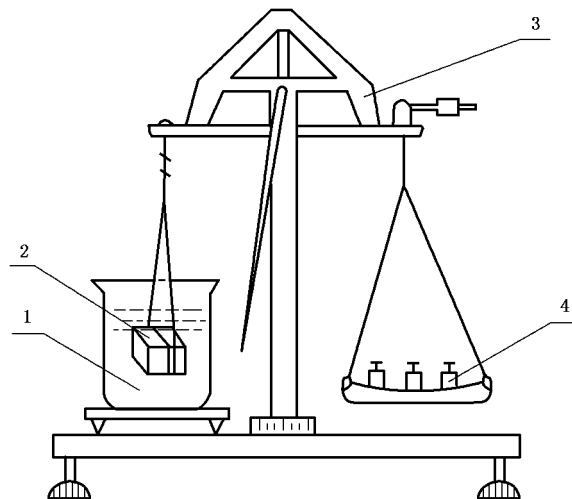
- a) 烘箱;
- b) 干燥箱;
- c) 熔蜡锅;
- d) 天平:感量(最小分度值)0.01 g;
- e) 真空抽气装置,见图 1,真空泵要求能达到 0.001 MPa(约 7 mmHg);
- f) 水中称量装置,见图 2;

- g) 石蜡或高分子树脂涂料及配置设备;
- h) 细线:丝线或尼龙线;
- i) 测量平台;
- j) 钻石机、切石机、磨石机和砂轮机;
- k) 游标卡尺:量程 200 mm,最小分度值 0.02 mm。



- 1——真空泵;
- 2——干燥塔;
- 3——真空压力表;
- 4——三通阀;
- 5——进水口;
- 6——真空抽气罐;
- 7——试件。

图 1 真空抽气装置



- 1——水;
- 2——试件;
- 3——天平;
- 4——砝码。

图 2 水中称重装置

3.2 干块体密度的测定与计算

3.2.1 从试样中选取有代表性的边长约 4 cm~5 cm 近似立方体作为试件,数量不少于三个,修平棱角,刷去表面粘着物,清除易脱落的岩屑。

3.2.2 将试件在 105 ℃~110 ℃下干燥 24 h 后取出,放在干燥器内冷却至室温,称重得 M 。

3.2.3 用细线缚住试件,置于刚过熔点 60 ℃左右的石蜡中 1 s~2 s 提出,蜡膜厚度约 1 mm 左右,检查试件上的蜡膜有无气泡。若发现有气泡,可用小电烙铁或热针刺破并涂平孔眼,冷却后在天秤上称重得 M_1 。

3.2.4 再将蜡封后的试件挂在天秤钩上,见图 2,在水中称重得 M_2 。

3.2.5 将试件从中取出,擦去表面水分,重新在天秤上称重。检查此时质量与 M_1 是否有差别,若质量差超过 0.05 g,说明水已浸入试件,测定应重做。

3.2.6 当采用高分子树脂胶作为密封材料时,试件的制备见 3.2.1 和 3.2.2。在配制高分子树脂胶时,按质量比称取聚氯乙烯树脂两份和环己酮八份,先将粉末状的树脂倒入磨口玻璃瓶内,然后再将环己酮加入,用玻璃棒搅拌均匀,盖好瓶口,待粉末完全溶解成透明状胶液即可使用。将高分子树脂胶均匀在试件表面涂刷两遍,待溶剂挥发后,在试件表面形成一层薄膜,然后称密封试件质量 M_1 。然后按 3.2.4 及 3.2.5 测得 M_2 。

3.2.7 测定石蜡密度,参见附录 A。

3.2.8 按式(1)计算测定结果:

$$\rho_g = \frac{M}{\frac{M_1 - M_2}{d_s} - \frac{M_1 - M}{d_1}} \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

ρ_g ——试件的干块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);

M ——试件干重,单位为克(g);

M_1 ——密封试件在空气中质量,单位为克(g);

M_2 ——密封试件在水中质量,单位为克(g);

d_s ——水的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³),取近似值 $d_s = 1$ g/cm³;

d_1 ——石蜡或高分子树脂胶密度,单位为克每立方厘米(g/cm³)。

平行测定三次,取算术平均值,计算结果取三位有效数字。三次测定结果的最大差值不应超过 0.03 g/cm³,否则,整个测定应重做。

3.3 饱和块体密度的测定与计算

3.3.1 按 3.2.1 制备试件,试件数量不宜少于五个。

3.3.2 将试件放在真空抽气罐内带孔的板上,见图 1,间距不应小于 2 cm。

3.3.3 接上抽气系统,所有连接处均不应漏气。

3.3.4 开动真空泵,抽气 20 min~30 min,然后打开三通活塞,慢慢将水注入真空抽气罐内,至水面高出试件 2 cm~3 cm,继续抽气直至试件表面不再有气泡冒出,且抽气时间不少于 1 h。关闭真空泵,扭转三通活塞,使真空抽气罐与大气相通。抽气的真空度应保持在 0.001 MPa(约 7 mmHg)。

3.3.5 从真空抽气罐中取出试件,全部浸入盛水的容器中,静置 4 h 以上。

3.3.6 取出饱和试件,用温毛巾擦去表面水分,称饱和试件重 M_b 。

3.3.7 以下测定步骤按 3.2.3~3.2.6 进行。

3.3.8 按式(2)计算测定结果:

$$\rho_b = \frac{M_b}{\frac{M_1 - M_2}{d_s} - \frac{M_1 - M_b}{d_1}} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ρ_b ——试件的饱和块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

M_b ——水饱和试件在空气中的质量,单位为克(g);

M_1 ——水饱和试件密封后在空气中的质量,单位为克(g);

M_2 ——水饱和试件密封后在水中的质量,单位为克(g);

d_s ——水的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3),取近似值 $d_s \approx 1 \text{ g}/\text{cm}^3$;

d_1 ——石蜡或高分子树脂胶密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

平行测定三次,取算术平均值,计算结果取三位有效数字。三次测定结果的最大差值不应超过 $0.03 \text{ g}/\text{cm}^3$,否则整个测定应重做。

3.4 自然块体密度的测定与计算

3.4.1 按 4.2.1 制备试件。

3.4.2 试件放在下部贮水的干燥器内存放 1 d~2 d,注意试样不应与水接触,使之保持自然含水状态。

3.4.3 将试件取出放在天平上称重得 M_z 。

3.4.4 以下测定步骤按 3.2.3~3.2.6 进行。

3.4.5 按式(3)计算测定结果:

$$\rho_z = \frac{M_z}{\frac{M_1 - M_2}{d_s} - \frac{M_1 - M_z}{d_1}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

ρ_z ——试件在自然含水状态下的块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

M_z ——自然含水状态下的试件在空气中的质量,单位为克(g);

M_1 ——自然含水状态下的试件密封后在空气中的质量,单位为克(g);

M_2 ——自然含水状态的试件密封后在水中的质量,单位为克(g);

d_s ——水的密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3),取近似值 $d_s \approx 1 \text{ g}/\text{cm}^3$;

d_1 ——石蜡或高分子树脂胶密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

平行测定三次,取算术平均值,计算结果取三位有效数字。三次测定结果的最大差值不应超过 $0.03 \text{ g}/\text{cm}^3$,否则整个测定应重做。

3.5 天然块体密度的测定与计算

3.5.1 在岩样启封后应立即制备有代表性的试件三个(或在现场当场取样当场测定)。

3.5.2 将试件立即在天平上称重得 M_t 。

3.5.3 以下测定步骤按 3.2.3~3.2.6 进行。

3.5.4 按式(4)计算测定结果:

$$\rho_t = \frac{M_t}{\frac{M_1 - M_2}{d_s} - \frac{M_1 - M_t}{d_1}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

ρ_t ——保持天然含水状态的试样块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

M_t ——保持天然含水状态的试件在空气中的质量,单位为克(g);

M_1 ——保持天然含水状态的试件密封后在空气中的质量,单位为克(g);

M_2 ——保持天然含水状态的试件密封后在水中的质量,单位为克(g);

d_s ——水的密度,单位为克每立方厘米(g/m^3),取近似值 $d_s \approx 1 \text{ g}/\text{cm}^3$;

d_1 ——石蜡或高分子树脂胶密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

平行测定三次,取算术平均值,计算结果取三位有效数字。三次测定结果的最大差值不应超过 0.03 g/cm³,否则整个测定应重做。测定记录表见附录 B。

4 量积法

4.1 仪器、设备

相关的仪器和设备有:

- a) 试样加工机械,包括切石机、钻石机、磨石机;
- b) 烘箱;
- c) 干燥器;
- d) 天平:感量(最小分度值)0.01 g;
- e) 百分表架,百分表;
- f) 卡尺:精度 0.02 mm;
- g) 真空抽气装置,见图 1。

4.2 测定步骤

4.2.1 试件制备:可利用做力学性质测定的试件,试件取三个。

4.2.2 尺寸测量要求如下:

- a) 直径:测量两端和中间三个断面相隔 120°的三个直径(共九个),取其算术平均值;
- b) 高度:测量试件中心和四周的五个高度,取其算术平均值;
- c) 若是棱柱体试件,对长和宽需测上、中、下三个断面,六个尺寸取算术平均值。

4.2.3 试件尺寸误差要求如下:

- a) 所有尺寸测量时,卡口与所测面应保持垂直或平行,不应歪斜;
- b) 沿试件高度,直径或边长的误差不应大于 0.3 mm;
- c) 试件两端面不平行度误差不应大于 0.05 mm;
- d) 端面垂直试件轴线,最大偏差不应大于 0.25°;
- e) 方柱体或立方体试件相邻两面应互相垂直,最大偏差不应大于 0.25°。

4.2.4 测干块体密度时,将试件在 105℃~110℃下干燥 24 h 后取出,放在干燥器中冷却至室温,称干重得 M 。

4.2.5 测饱和块体密度时,将试件按 3.3.2~3.3.6 进行饱和处理,称饱和重得 M_b 。

4.2.6 测自然块体密度时,试件按 3.4.2 处理,称重得 M_z 。

4.3 测定结果计算

按式(5)、式(6)、式(7)计算测定结果:

$$\rho_g = \frac{M}{F \cdot h} \dots\dots\dots (5)$$

$$\rho_b = \frac{M_b}{F \cdot h} \dots\dots\dots (6)$$

$$\rho_z = \frac{M_z}{F \cdot h} \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- ρ_g ——岩石的干块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);
- ρ_b ——岩石的饱和块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);
- ρ_z ——岩石的自然块体密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);
- M ——试件烘干后的质量,单位为克(g);

M_b ——试件水饱和后的质量,单位为克(g);

M_z ——试件自然含水状态下的质量,单位为克(g);

F ——试件截面积,单位为平方厘米(cm^2);

h ——试件的高度,单位为厘米(cm)。

平行测定三次,取算术平均值,计算结果取三位有效数字。三次测定结果的最大差值不应超过 0.05 g/cm^3 ,否则只能报各试件单个测值,而不报出平均值。测定记录表见附录 C。

附 录 A
(资料性附录)
石蜡密度的测定方法

- A.1 将石蜡放入小铝锅中熔化,注入长 120 mm,直径 15 mm 的试管中约 20 mm,加热试管使蜡完全熔化,轻轻振动,逐出蜡内存在的气泡,然后将试管静置,使蜡冷却下来。等蜡完全凝固后,将试管四周微微加热,倒出蜡块(制成的蜡块应没有裂纹和气泡),称重得 M_1 (精确至 0.01 g)。
- A.2 将蜡块用细线系好,然后在蜡块下方系一金属块(重约 10 g~20 g),用金属块将蜡沉入 20 ℃ 的水中,注意勿使蜡和金属块接触装水的容器,称出蜡和金属块在水中的质量 M_2 。再将金属块单独用细线系好浸入 20 ℃ 的水中,用同法称出其在水中的质量 M_3 。按式(A.1)计算石蜡的密度:

$$d_1 = \frac{M_1 \cdot d_s}{M_1 - (M_2 - M_3)} \dots\dots\dots (A.1)$$

- 式中:
- d_1 ——石蜡的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³);
 - d_s ——水的密度,单位为克每立方厘米(g/cm³), $d_s \approx 1$ g/cm³;
 - M_1 ——石蜡块的质量,单位为克(g);
 - M_2 ——石蜡块和金属块在水中的质量,单位为克(g);
 - M_3 ——金属块在水中的质量,单位为克(g)。
- 平行测定三次,取算术平均值,计算结果取三位有效数字。三次测定结果的最大差值不应超过 0.01 g/cm³,否则应重做。
- A.3 每更换一次石蜡即应测定一次密度。

附 录 B
(规范性附录)

密封法块体密度测定记录表

送样单位：_____ 采样地点：_____ 试验日期：_____
试样名称：_____ 试样编号：_____ 试件含水状态：_____

试件 编号	试件的干质量 M / g	密封试件在 空气中的质量 M_1 / g	密封试件在 水中的质量 M_2 / g	石蜡密度 d_1 / (g/cm ³)	试件 干块体密度 ρ / (g/cm ³)	试件平均 干块体密度 ρ_p / (g/cm ³)	备注

试验：_____ 计算：_____ 校核：_____

附 录 C
(规范性附录)

量积法块体密度测定记录表

送样单位：_____ 采样地点：_____ 试验日期：_____

试样名称：_____ 试样编号：_____ 试件含水状态：_____

试件 编号	试件尺寸/ cm			面积 F / cm^2	体积 $F \cdot h$ / cm^3	质量 M / g	试件块体密度 ρ / (g/cm^3)	试件平均 块体密度 ρ_p / (g/cm^3)	备注
	长(直径)	宽	高						

试验：_____ 计算：_____ 校核：_____
