

中华人民共和国国家标准

GB/T 23561.13—2010

煤和岩石物理力学性质测定方法 第 13 部分：煤和岩石点载荷强度 指数测定方法

Methods for determining the physical and
mechanical properties of coal and rock—
Part 13: Methods for determining point load
strength index of coal and rock

2010-09-26 发布

2011-02-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 发布
中国国家标准化管理委员会

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:煤和岩石抗剪强度测定方法;
- 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指数测定方法;
- 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 13 部分。

本部分的附录 A 为规范性附录。

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 13 部分：煤和岩石点载荷强度指数测定方法

1 范围

GB/T 23561 的本部分规定了煤和岩石点载荷强度指数测定所涉及的术语和定义、规则试件点载荷强度指数测定、低强度不规则试件点载荷强度指数测定和数据计算。

本部分适用于煤和岩石点载荷强度指数的测定。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过 GB/T 23561 的本部分的引用而成为本部分的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本部分，然而，鼓励根据本部分达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本部分。

GB/T 50266—1999 工程岩体试验方法标准

ASTM D5731-2008 测定岩石点载荷强度指数以及岩石强度分类的试验方法

3 术语和定义

下列术语和定义适用于 GB/T 23561 的本部分。

3.1

点载荷强度指数 point load strength index

在点载荷作用下，煤和岩石的强度指标。

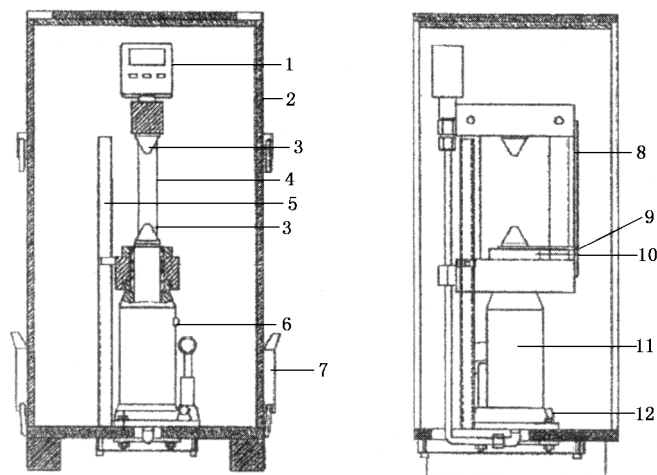
注：点载荷强度指数计算见式(1)。

4 规则试件点载荷强度指数测定

4.1 仪器设备

仪器设备主要有：

- a) 点载荷仪，见图 1，或材料试验机及加载锥头，见图 2；
- b) 锯石机、钻石机；
- c) 游标卡尺，最小分度值 0.02 mm。



- | | |
|-------------|------------|
| 1——数字压力显示器； | 7——箱体锁扣； |
| 2——顶盖； | 8——位移表； |
| 3——加载锥头； | 9——位移指针； |
| 4——十字头夹具； | 10——连接螺栓； |
| 5——储油器； | 11——液压泵； |
| 6——加油口； | 12——手动泵手柄。 |

图 1 点载荷仪

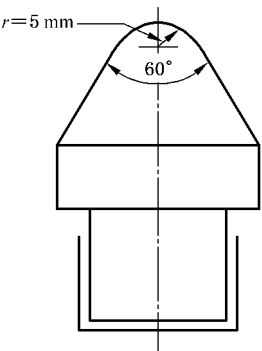


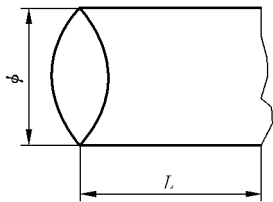
图 2 加载锥头示意图

4.2 试件规格

4.2.1 试件规格

4.2.1.1 试件可用钻孔岩心或从岩石露头、勘探坑槽、平洞、巷道中采取的岩块。试件在采取和制备过程中,应避免产生裂缝。

4.2.1.2 当采用岩心试件作径向试验时,试件直径 $48 \text{ mm} \sim 56 \text{ mm}$,高径比为 $0.8 \sim 1.4$,对两端平行度无特别要求,见图 3;作轴向试验时,加载两点间距与直径之比宜为 $0.3 \sim 1.0$ 。



- ϕ ——试件直径；
 L ——试件长度。

图 3 试件长度和直径示意图

4.2.2 试件数量

每种试件视其含水状态和均质程度取 10 个~15 个。

4.2.3 试件含水状态

取自然含水状态,其他状态要加以说明。

4.3 测定步骤

4.3.1 测定前应仔细核对岩样名称和编号,对试件颜色、颗粒、层理、节理、裂隙、风化程度、含水状态及加工过程中出现的问题等应进行描述并填入记录表内,见附录 A。

4.3.2 用卡尺测量试件尺寸并填入记录表内。

4.3.3 径向试验时,将岩心试件放入点载荷仪的加载锥或材料试验机的锥端压头之间,使上下锥端与试件直径两端紧密接触,接触点与试件两端头的距离大致相等,量测加载点间距。

4.3.4 轴向试验时,将岩心试件放入两加载锥之间,使上下锥端位于岩心试件的圆心处并与试件紧密接触。量测加载点间距及垂直于加载方向的试件宽度。

4.3.5 均匀地施加载荷,使试件在 10 s~60 s 内破坏,记录破坏载荷,并对加压过程中出现的现象和破坏后的试件进行描述。

4.3.6 破坏面贯穿整个试件并通过两加载点为有效试验。

5 低强度不规则试件点载荷强度指数测定

5.1 仪器设备

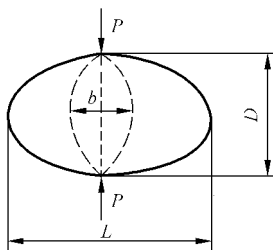
仪器设备主要有:

- a) 游标卡尺,最小分度值 0.02 mm;
- b) 地质锤;
- c) 点载荷仪。

5.2 试件规格

5.2.1 试件规格

5.2.1.1 采取现场不规则煤块或岩块,见图 4,加载两点间距(D)宜为 30 mm~55 mm,加载两点间距与加载处平均宽度(b)之比宜为 0.3~1.0,试件长度(L)应不小于加载两点间距。



D ——加载双点间距;

L ——试件长度;

b ——试件宽度。

图 4 不规则试件形状示意图

5.2.2 试件数量

每组试件视其含水状态和均质程度取 15 个~25 个。

5.2.3 试件含水状态

取自然含水状态,其他含水状态应加以说明。

5.3 测定步骤

5.3.1 测定前应仔细核对岩石名称和试件编号,对试件颜色、颗粒、层理、节理、裂隙、风化程度、含水状

态及加工过程中出现的问题等应进行描述,并填入记录表内。

5.3.2 用卡尺测量试件的最小尺寸并在该处做标记,将测得数据填入记录表内。

5.3.3 将试件放在点载荷仪的加载锥之间,沿试件的最小尺寸加载,使上下锥端位于试件中心处并与试件紧密接触。接触点距试件自由端的距离不应小于加载点间距的 0.5 倍。

5.3.4 均匀地施加载荷,使试件在 10 s~60 s 内破坏,记录破坏载荷,并对加载过程中出现的现象和破坏后的试件进行描述。

5.3.5 破坏面贯穿整个试件并通过两加载点为有效试验。

6 数据计算

6.1 下列计算公式按 GB/T 50266—1999 中 2.12 和 ASTM D5731-2008 中第 10 章的规定。

6.2 按式(1)计算试件点载荷强度指数:

$$I_s = \frac{P}{D_e^2} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

I_s ——未经过修正的点载荷强度指数,单位为兆帕(MPa);

P ——破坏载荷,单位为牛(N);

D_e ——等价岩心直径,单位为毫米(mm)。

6.3 按式(2)和式(3)计算等价岩心直径 D_e :

$$D_e^2 = D^2 \dots\dots\dots (2)$$

$$D_e^2 = DD' \dots\dots\dots (3)$$

式中:

D ——加载点间距,单位为毫米(mm);

D' ——上下锥端发生贯入后,试件破坏瞬间的加载点间距,单位为毫米(mm)。

6.4 轴向和不规则块体试验时,应按式(4)和式(5)计算等价岩心直径 D_e :

$$D_e^2 = \frac{4bD}{\pi} \dots\dots\dots (4)$$

$$D_e^2 = \frac{4bD'}{\pi} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

b ——通过两加载点最小截面的宽度(或平均宽度),单位为毫米(mm)。

6.5 按式(6)计算每组试件点载荷强度指数的算术平均值:

$$\bar{I}_s = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_{si} \dots\dots\dots (6)$$

式中:

$\bar{I}_s$ ——试件平均点载荷强度指数,单位为兆帕(MPa);

I_{si} ——第 i 个试件的点载荷强度指数,单位为兆帕(MPa);

n ——当一组有效的试验数据不超过 15 个时,应舍去最高值和最低值, n =有效试验个数-2;当一组有效试验数据超过 15 个时,可舍去前两个高值和后两个低值, n =有效试验个数-4。

6.6 按式(7)计算每组试件点载荷指数的偏离度:

$$V = \frac{M}{I_s} \times 100\% \dots\dots\dots (7)$$

式中:

V ——偏离度;

M ——点载荷指数的标准差,单位为兆帕(MPa),按式(8)计算。

$$M = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (I_{si} - \bar{I}_s)^2}{n-1}} \dots\dots\dots (8)$$

6.7 当加载两点间距不等于 50 mm 时,应对计算值进行修正。当其试验数据较多,且同一组试件中的等价岩心直径具有多种尺寸,而加载两点间距不等于 50 mm 时,应根据试验结果,绘制 D_e^2 与破坏载荷 P 的关系曲线,并在曲线上查找 $D_e^2 = 2\,500\text{ mm}^2$ 对应的 P_{50} 值,按式(9)计算岩石点载荷强度指数:

$$I_{s(50)} = \frac{P_{50}}{2\,500} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

$I_{s(50)}$ ——经尺寸修正后的点载荷强度指数,单位为兆帕(MPa);

P_{50} ——根据 D_e^2 为 $2\,500\text{ mm}^2$ 时的 P 值,单位为牛(N)。

6.8 当加载两点间距不等于 50 mm,且其试验数据较少,不宜采用 6.6 方法修正时,应按式(10)和式(11)计算点载荷强度指数:

$$I_{s(50)} = FI_s \dots\dots\dots (10)$$

$$F = \left(\frac{D_e}{50}\right)^m \dots\dots\dots (11)$$

式中:

F ——修正系数;

m ——修正指数,由同类岩石的经验值确定,一般可取 0.45。

6.9 按式(12)计算点载荷强度指数各向异性指数:

$$I_{a(50)} = \frac{I'_{s(50)}}{I''_{s(50)}} \dots\dots\dots (12)$$

式中:

$I_{a(50)}$ ——点载荷强度指数各向异性指数;

$I'_{s(50)}$ ——垂直于弱面的点载荷强度指数,单位为兆帕(MPa);

$I''_{s(50)}$ ——平行于弱面的点载荷强度指数,单位为兆帕(MPa)。

6.10 通过式(10)计算点载荷强度指数时应取平均值。平均值的计算,当一组有效的试验数据不超过 15 个时,应舍去最高值和最低值,再计算其余数的平均值;当一组有效试验数据超过 15 个时,可舍去前两个高值和后两个低值,再计算其余数的平均值。计算结果取 3 位有效数字。

