



中华人民共和国安全生产行业标准

AQ/T 1065—2008

钻屑瓦斯解吸指标测定方法

Determination method of gas desorption index by drill cuttings

根据中华人民共和国应急管理部 国家矿山安全监察局
公告（2024年 第5号），自2024年7月15日起标准号变
更为：KA/T 1065—2008。

2008-11-19 发布

2009-01-01 实施

国家安全生产监督管理总局 发布

前 言

本标准全部内容为推荐性的。

本标准的附录 A 为规范性附录。

本标准由国家煤矿安全监察局提出。

本标准由全国安全生产标准化技术委员会煤矿安全分技术委员会归口。

本标准负责起草单位：煤炭科学研究总院重庆研究院。

本标准参加起草单位：煤炭科学研究总院抚顺分院、煤炭科学研究总院北京安全技术研究所。

本标准主要起草人：胡千庭、文光才、邹银辉、赵旭生、张庆华、孙波、李秋林、吴教锟。

本标准自实施之日起，MT/T 641—1996《钻屑瓦斯解吸指标测定方法》废止。

钻屑瓦斯解吸指标测定方法

1 范围

本标准规定了钻屑瓦斯解吸指标的测定原理、测定仪器、测定步骤和结果表述。

本标准适用于实验室和现场测定钻屑瓦斯解吸指标 K_1 和 Δh_2 。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。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标准,然而,鼓励根据本标准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标准。

GB/T 212 煤的工业分析方法

MT 38 煤和岩石物理力学性质测定的采样一般规定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

钻屑瓦斯解吸指标 K_1 gas desorption index (K_1) of drill cuttings

预测煤层突出危险性的钻屑瓦斯解吸指标之一。综合反映煤层瓦斯含量及卸压初期瓦斯解吸速度的大小,用特定仪器测定钻屑试样在卸压初期一段时间(5 min)瓦斯解吸曲线的斜率表示,单位为 $\text{cm}^3/\text{g} \cdot \text{min}^{1/2}$ 。

3.2

钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 gas desorption index (Δh_2) of drill cuttings

预测煤层突出危险性的钻屑瓦斯解吸指标之一。综合反映煤层的瓦斯含量及卸压初期瓦斯解吸速度的大小,用特定仪器测定钻屑试样在卸压初期一段时间(2 min)瓦斯解吸而产生的压力差表示,单位为 Pa。

4 测定原理

将含瓦斯煤样瞬间暴露于大气中或类似于大气环境条件的仪器中,根据等容或变容变压解吸原理测定煤样在不同时间段的瓦斯解吸量或不同时刻的瓦斯解吸速度,然后根据测定数据与煤样暴露时间的关系进行相应的数学处理,得出钻屑瓦斯解吸指标。

5 测定仪器

5.1 实验室测定仪器、设备

- 按图 1 所示实验系统测定钻屑瓦斯解吸指标;
- 采用等容或变容变压解吸原理的电子或物理测量仪器,简称瓦斯解吸仪。等容式瓦斯解吸仪(测定 K_1)压力范围 0 kPa~10 kPa,误差 $\pm 2\%$;变容变压式瓦斯解吸仪(测定 Δh_2)压力范围 0 kPa~3 kPa,误差 $\pm 2\%$ 。瓦斯解吸仪还应符合附录 A 的使用条件;
- 真空泵,流量为 $1\,000\text{ cm}^3/\text{s}$,极限真空不大于 0.1 Pa;
- 阀门,公称压力应不小于 16 MPa;
- 煤样罐容积 300 cm^3 ,煤样杯容积 8.6 cm^3 (壁厚应不超过 2 mm),连接管路空间容积 30 cm^3 ,

容积误差应不超过 $\pm 5\%$ ；

- f) 煤样罐应能承受 6 MPa 的气体压力,承受 4 MPa 气体压力时,在煤样罐中不盛装试验样品的情况下,30 h 内压力下降应小于 1%；
- g) 压力表量程 6 MPa,准确度 0.4 级；
- h) 试验气体甲烷,浓度不小于 99.9%；
- i) 天平,感量 0.1 g。

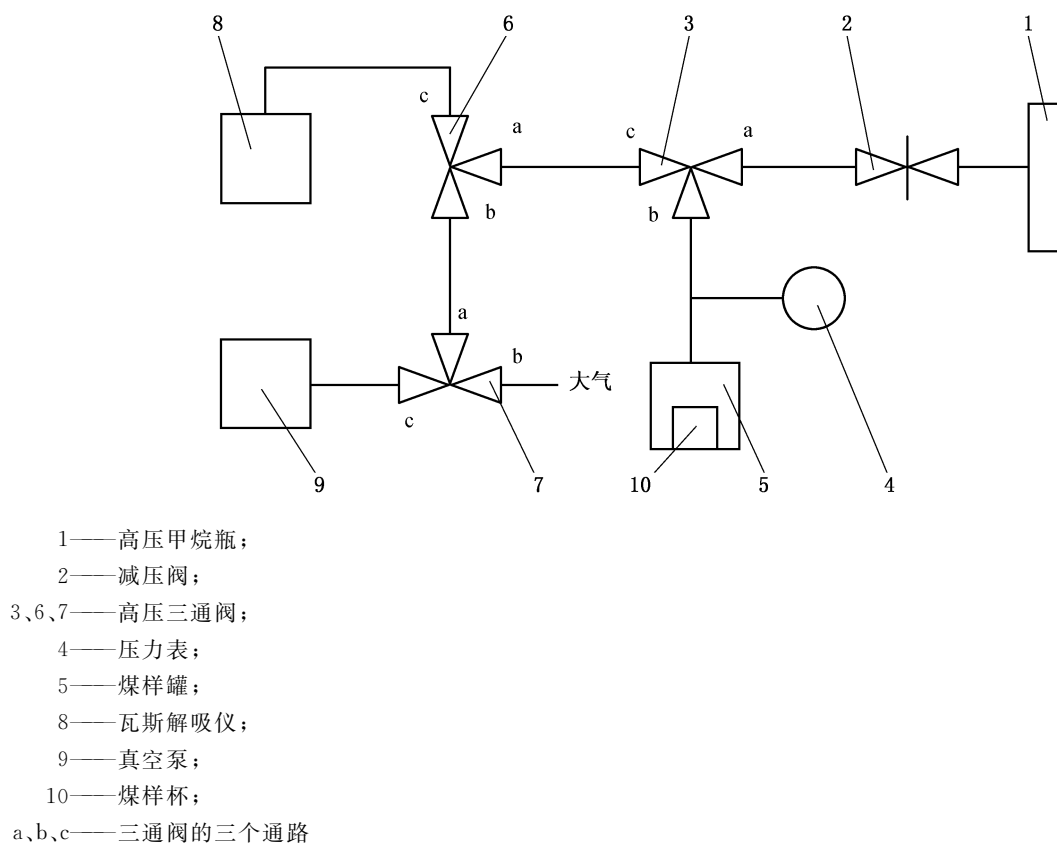


图 1 测定钻屑瓦斯解吸指标实验系统示意图

5.2 现场测定仪器、设备

- a) 瓦斯解吸仪,同 5.1 要求；
- b) 采用等容式瓦斯解吸仪时,需要与之配套的煤样罐、煤样杯;采用变容变压式瓦斯解吸仪时,需要与之配套的煤样杯；
- c) 分样筛,孔径 1 mm、3 mm；
- d) 秒表；
- e) 采用等容式瓦斯解吸仪时,需要煤样罐与瓦斯解吸仪连接的硅胶管,硅胶管外径 10 mm,内径 4 mm,长 30 cm。

6 实验室测定

6.1 采样和制样

- a) 采样方法按 MT 38 的有关规定进行；
- b) 制取试验煤样质量 20g,粒径 1mm~3mm。

6.2 测定前的准备工作

- 6.2.1 系统各部件组装后,要严格检查系统气密性,旋转阀 3—a 通减压阀,阀 3—b 通煤样罐,阀 3—c

通阀 6, 阀 7—a 通阀 6, 阀 7—b 关闭, 阀 7—c 关闭, 阀 6—a 通阀 3, 阀 6—b 通阀 7, 阀 6—c 关闭。缓慢打开阀 2, 充入 1.5 MPa 压力的气体后立刻关闭阀门 2, 放置 12 h, 压力表读数下降小于 0.1 MPa 合格。

6.2.2 仪器检修后应重新检查系统气密性。

6.3 测定步骤

6.3.1 将盛装 5 g~10 g 煤样的煤样杯置于煤样罐中, 盖严煤样罐盖后关闭阀 3—a, 使阀 6—a 与 6—b 连通, 阀 7—a 通大气, 启动真空泵, 旋转阀 7—a 通真空泵, 缓慢打开阀 3—b、3—c 对煤样脱气。脱气 2 h 后关闭阀 3—c、旋转阀 7—a 通大气, 停真空泵。

6.3.2 缓慢打开阀 2, 待连接管路中充入一定量气体后立即关闭阀 2, 再缓慢打开阀 3—a 给煤样罐充气, 直至压力表 4 读数约为预定吸附压力值的 110% 时关闭阀 3—a。若一次充气达不到预定吸附压力值, 则重复开启阀 2、3—a 充气, 直至压力值达到预定值为止。注意阀 2 和阀 3—a 不允许同时打开。

6.3.3 待煤样吸附气体 24 h 后记录压力表 4 读数作为煤样的吸附平衡压力 P , 确认阀 6—a 与 6—b 连通、阀 7—a 通大气后准备好瓦斯解吸仪, 打开阀 3—c 的同时启动秒表记录时间。当秒表计时到预定时间 t_0 , 转动阀 6 使阀 6—a 与瓦斯解吸仪连通, 同时启动瓦斯解吸仪, 每间隔 t_1 时间读一次数, 总读数为 t_2 。测定 K_1 指标时, $t_0 = 1 \text{ min}$, $t_1 = 0.5 \text{ min}$, $t_2 = 5 \text{ min}$; 测定 Δh_2 指标时, $t_0 = 3 \text{ min}$, $t_1 = 2 \text{ min}$, $t_2 = 2 \text{ min}$ 。

6.3.4 研究煤样干燥无灰基的瓦斯解吸指标时, 应对煤样进行水分、灰分含量测定, 测定方法按 GB/T 212 的有关规定进行。

6.3.5 研究煤样天然水分含量对瓦斯吸附和解吸特性的影响时, 在制样前应对煤样增加适量水分, 并测定处理后煤样的水分含量, 然后再进行钻屑瓦斯解吸试验。

6.3.6 模拟研究煤矿井下湿式打钻的钻屑瓦斯解吸指标变化情况时, 应按 6.3.1、6.3.2 的规定对煤样进行脱气和吸附。待吸附 24 h 后记录压力表 4 读数作为吸附平衡压力 P , 将阀 6—a 与 6—b 连通、阀 7—a 通大气, 在打开阀 3—c 的同时启动秒表记录时间, 待煤样罐中高压气放完后迅速打开煤样罐取出煤样杯浸没于水中 1 min, 测定 K_1 指标时, $t_0 = 3 \text{ min}$, 其他测试工艺同 6.3.3。

6.3.7 记录实验室解吸测定时的环境温度 T 。

6.4 结果表述

6.4.1 当采用等容瓦斯解吸仪或变容变压瓦斯解吸仪测定时, 仪器读数为压力值, 需要根据仪器提供的系数将压力值换算成解吸量, 换算公式为:

$$Q_i = (a \times P_i + b) / G \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$i = 1, 2, 3, \dots, 10$$

式中:

Q_i ——对应第 i 个读数的单位质量煤样瓦斯解吸量, cm^3/g ;

a, b ——仪器提供的换算系数;

P_i ——第 i 个压力值读数, Pa;

G ——煤样质量, g。

6.4.2 煤样暴露时间 t_i 按式(2)计算:

$$t_i = t_0 + 0.5 \times i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

t_i ——煤样自放气开始至测量第 i 个数据时的暴露时间, min;

t_0 ——煤样自放气开始至启动瓦斯解吸仪时的暴露时间, min。

6.4.3 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的计算:

煤样的瓦斯解吸规律服从关系式(3):

$$Q = K_1 \sqrt{t} \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

Q ——单位质量煤样从暴露时刻起到 t 时刻的瓦斯解吸量, cm^3/g ;

t ——煤样暴露时间, min 。

因为 Q_i 是从煤样暴露 t_0 时刻起的瓦斯解吸累积量, 而在 t_0 时刻前煤样已经解吸的瓦斯量为 W , 有式(4)成立:

$$Q_i = K_1 \sqrt{t_i} - W \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

W —— t_0 时刻前单位质量煤样的瓦斯解吸损失量, cm^3/g 。

令:

$$X_i = \sqrt{t_i}$$

于是 K_1 按式(5)、(6)、(7)计算

$$K_1 = \frac{\sum_{i=1}^{10} (Q_i - \bar{Q})(X_i - \bar{X})}{\sum_{i=1}^{10} (X_i - \bar{X})^2} \quad \dots\dots\dots (5)$$

$$\bar{Q} = \left(\sum_{i=1}^{10} Q_i \right) / 10 \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$\bar{X} = \left(\sum_{i=1}^{10} X_i \right) / 10 \quad \dots\dots\dots (7)$$

6.4.4 环境温度对 K_1 指标的影响按式(8)进行修正

$$\frac{1}{K_{1(20)}} = \frac{1}{K_1} + 0.004\,3 - 0.010\,5 \frac{(T-20)}{P} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中:

$K_{1(20)}$ ——换算成环境温度为 20°C 的钻屑瓦斯解吸指标 K_1 , 单位为 $\text{cm}^3/\text{g} \cdot \text{min}^{1/2}$;

T ——测定 K_1 时的环境温度, $^\circ\text{C}$;

P ——测定 K_1 指标时的瓦斯吸附平衡压力, MPa 。

6.4.5 采用变容变压式瓦斯解吸仪测定, $t_0 = 3\text{ min}$ 、 $t_1 = 2\text{ min}$ 时刻的瓦斯解吸仪示值即为钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 , 单位为 Pa 。

7 现场测定

7.1 测定工艺

7.1.1 钻孔布置

7.1.1.1 对煤层平巷、煤层上山、煤层下山、回采工作面进行煤与瓦斯突出危险性预测或防突措施效果检验时, 宜采用干式打眼方式, 钻孔直径为 $42\text{ mm} \sim 89\text{ mm}$, 预测孔深为 $8\text{ m} \sim 10\text{ m}$, 效果检验孔孔深应不大于措施孔孔深。钻孔布置应符合下列要求:

- 煤层上山、煤层下山以及煤层倾角小于 25° 的煤层平巷掘进工作面, 至少应布置 3 个钻孔。布置预测钻孔时, 一个钻孔布置在巷道中部并沿巷道轴线方向; 另外两个钻孔分别布置在巷道两帮, 终孔点应位于巷道轮廓线外 $2\text{ m} \sim 4\text{ m}$ 范围。
- 煤层倾角大于或等于 25° 的煤层平巷掘进工作面, 至少应布置 3 个钻孔。布置预测钻孔时, 一个钻孔布置在巷道中部并沿巷道轴线方向; 其余钻孔布置在巷道上帮, 其中一个钻孔终孔点应位于巷道轮廓线外 $2\text{ m} \sim 4\text{ m}$ 范围, 另外一个钻孔终孔点应位于巷道轮廓线外 $5\text{ m} \sim 6\text{ m}$ 范围。
- 煤层倾角大于 25° 的下山掘进工作面, 宜采用定点取样方式采取煤样。
- 发生过底部突出的煤层, 应在巷道下部至少布置一个钻孔, 钻孔终孔点应位于巷道轮廓线外 $2\text{ m} \sim 4\text{ m}$ 范围; 煤层倾角大于 45° 的急倾斜严重突出危险煤层, 宜在掘进工作面沿煤层倾斜向

上增加一个预测钻孔。

- e) 回采工作面的预测钻孔按孔间距 10 m~15 m 布置,钻孔平行工作面推进方向;在工作面两端离巷道煤壁 5 m~10 m 处开始布置钻孔,在地质构造带应根据实际情况适当加密钻孔。
- f) 效果检验钻孔控制范围应和采取的防突措施相适应;效果检验钻孔应布置在措施孔中间,并在预测为有突出危险的钻孔附近布孔,对巷道还应兼顾到控制巷道中部和两帮。
- g) 预测钻孔和效果检验孔宜布置在软分层中,并尽量使钻孔在软分层中钻进。

7.1.1.2 在石门(井巷)揭煤工作面进行煤与瓦斯突出危险性预测和防突措施效果检验时,钻孔布置应符合下列要求:

- a) 在岩石段宜采用湿式打钻,钻孔孔径 50 mm~75 mm,见煤后退出钻杆,先用压风将孔内泥浆吹净,再用干式打钻直至见到煤层顶板或底板。
- b) 进行突出危险性预测时钻孔数量应根据断面大小及煤层厚度、倾角等确定,但不得少于 3 个。当石门(井巷)掘进到离煤层法线垂距 5 m~6 m 时布置第一轮预测钻孔,一个钻孔位于石门(井巷)中部,沿工作面前进方向略偏上布置;另两个钻孔分别位于左上角和右上角,终孔点应位于工作面轮廓线外上部 5 m、两侧 3 m 以外。当第一轮预测为无突出危险时,在工作面掘进到离煤层法线垂距 3 m~4 m 时布置第二轮预测钻孔,布孔方法与第一轮钻孔相同,终孔点应位于工作面轮廓线外上部 3 m,两侧 2.5 m 以外。当第二轮预测仍然为无突出危险时,在工作面掘进到离煤层法线垂距 1.5 m~2 m(若岩石松软、破碎或揭煤点煤层具有严重突出危险性时,应适当增加法线垂距)时布置第三轮预测钻孔,布孔方法与第一轮相同,终孔点应位于工作面轮廓线外 2 m 以外。
- c) 在石门(井巷)工作面进行防突措施效果检验时,若第一轮预测为有突出危险,应按照突出预测时的程序分三步进行效果检验;在第二轮预测为有突出危险时,应分两步进行效果检验;第三轮预测为有突出危险时,只在第三轮进行效果检验;效果检验孔数量不得少于 4 个,分别位于工作面中部、两侧和上部,钻孔控制范围应和采取的防突措施相适应,钻孔应尽量布置在与措施孔等距离的位置。

7.1.1.3 利用湿式打钻进行突出危险性预测和防突措施效果检验时,首先应对干、湿煤样的瓦斯解吸指标进行实验室和现场试验,根据试验结果确定干、湿煤样瓦斯解吸指标的差异,提出修正系数,确定湿煤样瓦斯解吸指标预测突出的临界值后方可采用湿式打钻进行突出危险性预测和防突措施效果检验。

7.1.1.4 在煤层中利用湿式打钻的方式不适用于压出为主的工作面。

7.1.2 测定步骤

7.1.2.1 对煤层平巷、煤层上山、煤层下山、回采工作面进行煤与瓦斯突出预测或防突措施效果检验时,各钻孔从孔深 3 m 段起,每隔 1 m 或 2 m 取一个煤样测定钻屑瓦斯解吸指标 K_1 或 Δh_2 ;要求各钻孔取样深度错开,也即:若第一个钻孔取样孔深为 3 m、4 m、6 m、8 m、10 m,第二个钻孔应为 3 m、5 m、7 m、9 m、10 m,第三个钻孔取样孔深同第一个钻孔。

7.1.2.2 对石门(井巷)揭煤工作面当钻孔进入煤层后,各钻孔每隔 1 m 取一个煤样测定钻屑瓦斯解吸指标 K_1 或 Δh_2 。

7.1.2.3 当钻孔钻进到预定取样深度前 0.2 m~0.3 m 时,用 1 mm 和 3 mm 分样筛取样进行筛分,当采用湿式打钻时,应依靠水力冲刷对煤样进行筛分,将筛分后的 1 mm~3 mm 粒径煤样装入煤样杯或煤样瓶中;在孔口开始接煤样的同时启动秒表,直至开始启动瓦斯解吸仪测量的时间间隔 t_0 , t_0 应满足瓦斯解吸仪给定的要求,测定 K_1 指标的要求 $t_0 \leq 2$ min,测定 Δh_2 指标的要求 $t_0 = 3$ min。

7.1.2.4 在钻孔钻进到离预定取样深度小于 0.5 m 至接取煤样结束前不允许停止钻进,否则该煤样应作废。打钻过程中,应保持钻进速度稳定,钻进速度保持 1 m/min 左右;同时保持钻进方位、倾角一致,平稳钻进,以免孔壁煤样混入。

7.1.2.5 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的测定:

- a) 将筛分好的粒径为 1 mm~3 mm 煤样装入瓦斯解吸仪的煤样杯口齐平位置；
- b) 将已装煤样的煤样杯置于煤样罐中，盖好煤样罐盖，转动阀门使煤样与大气连通；
- c) 秒表计时到时间 t_0 ，转动阀门使煤样罐与测量系统接通、与大气隔绝，启动仪器；5 min 后按仪器提示输入钻孔长度 L 、时间 t_0 。仪器屏幕显示则为 K_1 。单位为 $\text{cm}^3/\text{g} \cdot \text{min}^{1/2}$ 。

7.1.2.6 钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 的测定：

- a) 将筛分好的粒径为 1 mm~3 mm 煤样装入瓦斯解吸仪的煤样瓶刻度线齐平位置；
- b) 将已装煤样的煤样瓶迅速装入瓦斯解吸仪测量室，拧紧测量室上盖，然后打开三通阀，使解吸测量室与大气、水柱计均沟通，同时打开单通旋塞，使仪器室处于暴露状态，同时观察秒表读数；
- c) 秒表计时到 3 min 时转动三通阀，使煤样瓶与测量系统接通，与大气隔绝，秒表计时到 5 min 时刻瓦斯解吸仪的示值即为 Δh_2 ，单位为 Pa。

7.2 结果表述

7.2.1 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的计算公式按 6.4.2、6.4.3、6.4.4 的规定进行，煤样暴露时间按式(9)计算：

$$t_i = t_0 + 0.1 \times L + 0.5 \times i \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中：

L ——取样时的钻孔深度，m。

7.2.2 当采用水力排渣或风力排渣等其他钻进工艺时，应根据排粉速率对 t_0 进行修正。

附 录 A
(规范性附录)
瓦斯解吸仪的使用条件

A.1 瓦斯解吸仪应符合下列规定：

- a) 瓦斯解吸仪应经法定检验部门检验合格后方可使用；
- b) 正常使用时，检验合格的有效期为 1 年；
- c) 对影响瓦斯解吸仪准确度的元部件进行维修、更换后，应重新进行校检；
- d) 正常使用时，瓦斯解吸仪应每半年进行一次准确度自检；
- e) 瓦斯解吸仪进行维修后，应进行一次准确度自检；
- f) 使用中发现仪器准确度有问题时，应及时进行准确度校检。

A.2 使用瓦斯解吸仪应符合下列规定：

- a) 每次使用仪器前应进行气密性检查；
 - b) 电子仪器在使用过程中发现有欠压、数据显示不规则、功能不正常等现象时，应立即停止使用，并将仪器在不正常状态下测定的数据全部作废；
 - c) 使用变容变压式瓦斯解吸仪时，管内水柱应使用蒸馏水，在实验室使用时应每半年更换一次蒸馏水，在现场使用时应每月更换一次蒸馏水。当水柱计两端接通大气时，两端水柱面均应与零刻度齐平，误差为 ± 10 Pa；
 - d) 当煤样瓦斯成分中含有 5% 以上的 CO_2 等易溶于水的气体时，不应采用变容变压式瓦斯解吸仪测定钻屑瓦斯解吸指标。
-