

前 言

钻屑瓦斯解吸指标是煤与瓦斯突出预测或防突措施效果检验的一项重要指标。由于对测定该指标的设备、仪器、操作等内容缺乏统一的规定,现场应用时,因操作不够正确等原因,出现了预测失误,甚至造成了人员伤亡事故。因此,制定本标准,以使广大突出矿井正确使用钻屑瓦斯解吸指标,可避免或减少不必要的失误所造成的损失,对促进突出矿井的安全生产有十分重要的意义。

本标准以中华人民共和国煤炭工业部制定的《防治煤与瓦斯突出细则》(1995年版,简称《细则》)为依据,综合考虑目前测定钻屑瓦斯解吸指标的现状和发展趋势而制定的。

附录 A 是标准的附录。

本标准由煤炭工业部科技教育司提出。

本标准由煤矿安全标准化委员会归口。

本标准起草单位:煤炭科学研究总院重庆分院。

本标准主要起草人:胡千庭、文光才、徐三民、周俊、刘胜。

本标准委托煤矿安全标准化技术委员会煤矿瓦斯防治及设备分会负责解释。

钻屑瓦斯解吸指标的测定方法

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 引用标准

下列标准包含的条文,通过在本标准中引用而构成本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

GB/T 212—91 煤的工业分析方法

MT 38—87 煤和岩石物理力学性质测定的采样一般规定

3 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、等压、变容变压解吸原理测量单位质量煤样在不同时期段的瓦斯解吸量或不同时刻的瓦斯解吸速度,然后对测量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。

4 测定仪器

4.1 可采用等压、等容、变容变压解吸原理的电子结构仪器或机械结构仪器(简称瓦斯解吸仪)。

4.2 等容式瓦斯解吸仪 范围 0~15 kPa,误差±2%。

4.3 变容变压式瓦斯解吸仪 范围 0~3 kPa,误差±2%。

5 实验室测定

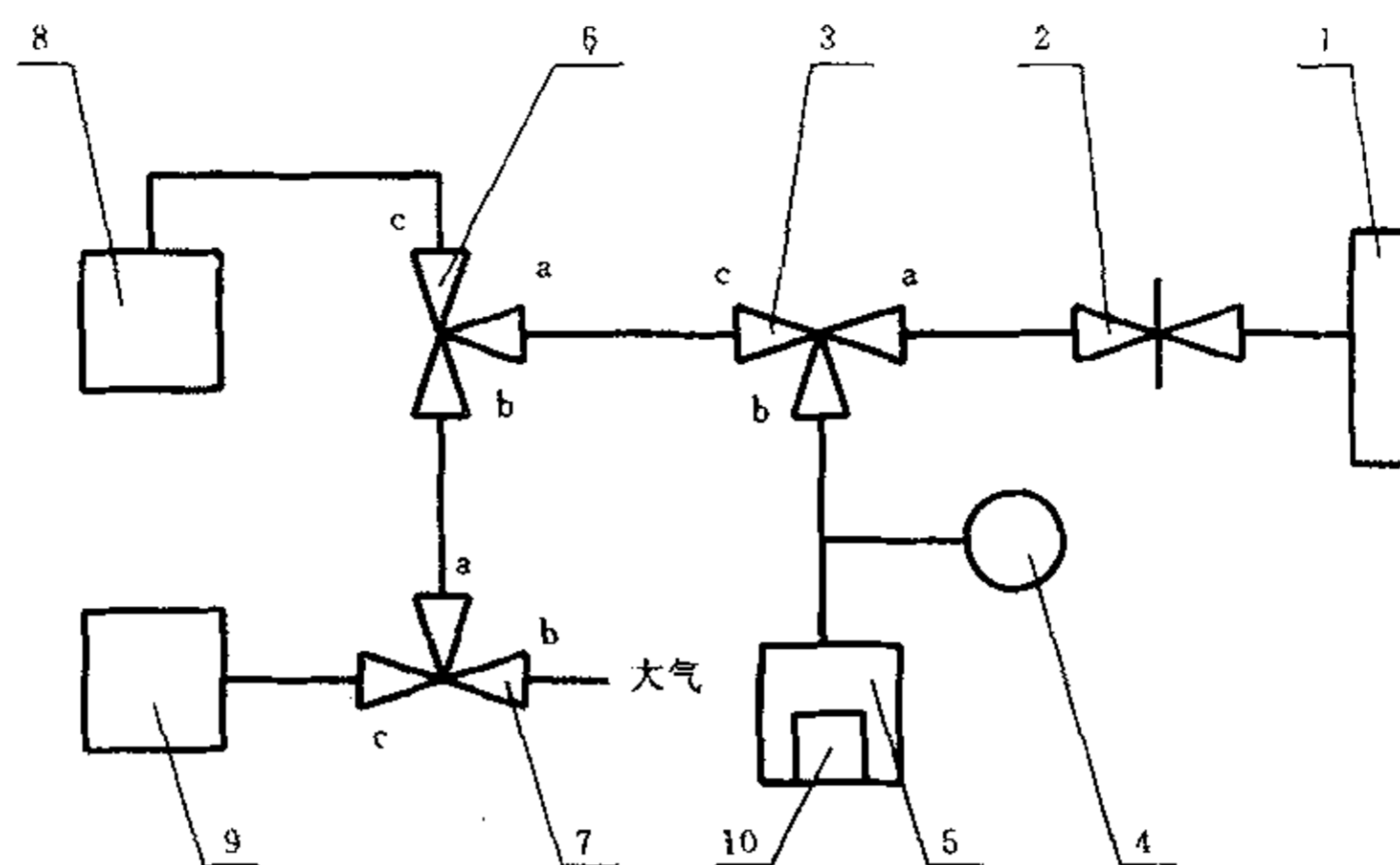
5.1 采样和制样

5.1.1 采用钻孔或煤壁采样等方式对不同层位分别采集新暴露煤样,采样方法按 MT 38 的有关规定进行。

5.1.2 制取试验煤样质量 20 g,粒径 1~3 mm。

5.2 仪器、设备

5.2.1 按图 1 所示试验系统测定钻屑瓦斯解吸指标。



1—高压甲烷瓶；2—减压阀；3—高压三通阀；4—压力表；5—煤样罐；6、7—玻璃三通阀；
8—瓦斯解吸仪；9—真空泵；10—煤样杯；a、b、c—三通阀的三个通路

图1 测定钻屑瓦斯解吸指标实验系统示意图

5.2.2 小型真空泵流量为 1 L/s, 极限真空不大于 0.1 Pa。

5.2.3 阀门 3 公称压力应不小于 16 MPa。

5.2.4 煤样罐容积 230 mL, 煤样杯容积 5.5 mL (壁厚应不超过 2 mm), 连接管路空间容积 31 mL, 容积误差应不超过 ±5%。

5.2.5 煤样罐应能承受 6 MPa 的气体压力, 承受 4 MPa 气体压力时, 在煤样罐中不盛装实验样品的情况下 30 h 内压力下降应小于 1%。

5.2.6 压力表量程 6 MPa, 准确度 0.4 级。

5.2.7 试验气体甲烷, 浓度不小于 99.9%。

5.2.8 瓦斯解吸仪应符合附录 A 的规定。

5.3 测定步骤

5.3.1 将盛装 5~10 g 煤样的煤样杯置于煤样罐中, 盖严煤样罐后关闭阀 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。

5.3.2 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。

5.3.3 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 与解吸仪连通, 同时启动解吸仪, 每间隔 t_1 时间读一次数, 总读数时间为 t_2 。测定 R_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, $t_0=3 \text{ min}$, $t_1=2 \text{ min}$, $t_2=2 \text{ min}$ 。

5.3.4 研究煤样可燃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 212 的有关规定进行。

5.3.5 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。

5.3.6 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 5.3.1、5.3.2 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, 然后又迅速将煤样杯放回煤样罐中盖严煤样罐, 将阀 6-a 转到与解吸仪连通的同时启

动解吸仪,每间隔 t_1 时间读一读数,总读数时间为 t_2 。以打开阀 3-c 到启动解吸仪的时间间隔为 t_0 。测定 K_1 指标时, $t_0 \leq 3 \text{ min}$, $t_1 = 0.5 \text{ min}$, $t_2 = 5 \text{ min}$; 测定 Δh_2 指标时, $t_0 = 3 \text{ min}$, $t_1 = 2 \text{ min}$, $t_2 = 2 \text{ min}$ 。

5.3.7 记录实验室解吸测定时的环境温度。

5.4 结果表述

5.4.1 当采用等容解吸仪或变容变压解吸仪测量时,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:

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

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

式中: Q_i ——对应第 i 个读数的单位质量煤样瓦斯解吸量, mL/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。

5.4.2 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解吸仪时的暴露时间, min。

5.4.3 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的计算:

煤样的瓦斯解吸规律可认为服从关系式(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, mL/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 ,显然有式(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, mL/g。

令: $X_i = \sqrt{t_i}$

于是 K_1 按式(5)、(6)、(7)计算

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

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

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

5.4.4 环境温度对 K_1 指标的影响按式(8)进行修正

$$\frac{1}{K_{10}} = \frac{1}{K_1} + 0.0043 - 0.0105 \frac{(t - 20)}{P} \quad \dots\dots\dots (8)$$

式中: K_{10} ——换算成环境温度为 20℃ 的 K_1 指标;

t ——测量 K_1 时的环境温度, ℃;

P ——测量 K_1 指标时的瓦斯吸附平衡压力, MPa。

5.4.5 采用固定结构的变容变压解吸仪测定, $t_0 = 3 \text{ min}$, $t_1 = 2 \text{ min}$ 时刻的解吸仪示值即为 Δh_2 指示,

单位为 Pa。

6 现场测定

6.1 仪器、设备

瓦斯解吸仪,符合附录 A 的规定;
 等容解吸时,煤样罐,煤样杯;变容变压解吸时,煤样杯;
 分样筛,孔径 1 mm、3 mm;
 秒表;
 乳胶管外径 10 mm,内径 5 mm,长 30~50 cm。

6.2 测量过程

6.2.1 钻孔布置

6.2.1.1 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 42~89 mm,孔深为 8~10 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:

a) 煤层上山、煤层下山以及煤层倾角小于 25°的煤层平巷掘进,至少应布置三个钻孔。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;另两个钻孔分别布置在巷道两帮,终孔点应位于巷道轮廓线 1.5 m 以外的范围。

b) 煤层倾角大于或等于 25°的煤层平巷掘进,至少应布置两个钻孔。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;另一个钻孔布置在巷道上部,终孔点位于巷道轮廓线 1.5 m 以外的范围。

c) 回采工作面的预测钻孔按孔间距 10~15 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 3~10 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。

d) 效果检验钻孔应布置在与措施孔等距离的位置,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。

e) 预测钻孔和效果检验孔宜布置在最厚的软分层中,并使钻孔始终在该软分层中钻进。

6.2.1.2 在石门(井巷)揭煤工作面进行煤与瓦斯突出预测和防突措施效果检验时,在岩石段宜采用湿式打钻,钻孔孔径 50~75 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。进行突出危险性预测时钻孔数量应根据断面大小确定,但不得少于三个。当石门(井巷)掘进到离煤层法线垂距 5~6 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上帮 5 m、两侧 3 m 以外。当第一轮预测为无突出危险时,在工作面到煤层法线垂距 3~4 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上帮 3 m,两侧 2.5 m 以外。当第二轮预测仍然为无突出危险时,在工作面到煤层法线垂距 1.5~2 m 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 2 m 以外。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,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四个,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。

6.2.1.3 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,根据试验数据确定干湿煤样瓦斯解吸指标的差异,由此确定湿式煤样瓦斯解吸指标预测突出的临界值。对煤层巷道或回采工作面进行突出危险性预测和防突措施效果检验时,应采用干式打钻并测量钻屑量指标。只有经过实测考察,提出修正系数后,方可采用湿式打钻进行预测和效果检验。

6.2.2 测定步骤

6.2.2.1 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1~2 m段起,每隔2 m取一个煤样测量钻屑瓦斯解吸指标 K_1 或 Δh_2 ;要求各钻孔预定取样孔深错开,也即:若第一个钻孔预定取样孔深为2 m、4 m、6 m、8 m、10 m,第二个钻孔应为1 m、3 m、5 m、7 m、9 m,第三个钻孔预定取样孔深应为1.5 m、3.5 m、5.5 m、7.5 m、9.5 m。

6.2.2.2 对石门(井巷)揭煤工作面当钻孔进入煤层时,各钻孔每隔一米取一个煤样测量钻屑瓦斯解吸指标 K_1 或 Δh_2 ;要求各钻孔预定取样孔深错开。

6.2.2.3 在煤层中利用湿式打钻的方式只适用于地应力不明显的工作面。

6.2.2.4 在煤层中利用湿式打钻时,测定钻屑瓦斯解吸指标 K_1 或 Δh_2 的煤样应采用1 mm和3 mm分样筛重叠起来在孔口接水煤样,依靠水力冲刷对煤样进行筛分,煤样粒径为1~3 mm,煤样数量以体积计量。

6.2.2.5 当钻孔钻进到预定取样孔深时,用1 mm和3 mm分样筛重叠起来在孔口接钻孔中排出的钻屑,并经筛分成1~3 mm粒度装入煤样杯中;在孔口开始接煤样的同时启动秒表,直至开始启动解吸仪测量的时间间隔 t_0 应满足解吸仪给定的要求,测量 K_1 指标时要求 $t_0 \leq 2$ min,测量 Δh_2 指标时要求 $t_0 = 3$ min。

6.2.2.6 在钻孔钻进到离预定取样孔深小于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。

6.2.2.7 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的测定:

a) 把筛分好的粒径为1~3 mm煤样装入解吸仪的煤样杯并置于煤样罐中,盖好煤样罐,转动阀门使煤样与大气连通。

b) 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,每间隔0.5 min读一次解吸仪示值,共读10次。

6.2.2.8 钻屑瓦斯解吸指标 Δh_2 的测定:

a) 把10 g筛分好的粒径为1~3 mm煤样装入解吸仪的煤样瓶中。

b) 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时刻解吸仪的示值即为 Δh_2 ,单位为Pa。

6.3 结果表述

6.3.1 钻屑瓦斯解吸指标 K_1 的计算公式按5.4.1、5.4.3、5.4.4的规定进行,煤样暴露时间按式(9)计算

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

式中: L ——取样时的钻孔深度,m。

附 录 A
(标准的附录)
关于瓦斯解吸仪的规定

A1 瓦斯解吸仪应符合下列规定

- a) 解吸仪须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两年;
- c) 对影响解吸仪准确度的元部件进行过维修、更换后,应重新进行检验;
- d) 正常使用时,解吸仪每半年应进行一次准确度自检;
- e) 解吸仪进行过维修后,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,应及时进行准确度自检。

A2 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,并将仪器在故障状态下测量的数据全部作废;
 - c) 使用 U 型水柱计式解吸仪时,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±1 mm;
 - d) 当煤样瓦斯成分中含有 5% 以上的 CO₂、H₂S 等易溶于水的气体时,不宜采用 U 型水柱计式解吸仪测量瓦斯解吸指标。
-