



中华人民共和国煤炭行业标准

MT/T 1173—2019

煤层透气性系数测定方法—— 径向流量法

Measuring method for gas permeability coefficient of coal seam—
Radial flow method

2019-11-28 发布

2020-06-01 实施

国家煤矿安全监察局 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 测定原理及方法 1

5 仪器、仪表..... 2

6 参数测定 2

7 计算方法 3

附录 A（规范性附录） 煤样采取记录表格式 5

附录 B（规范性附录） 煤层瓦斯压力测定钻孔施工记录表格式 6

附录 C（规范性附录） 煤层瓦斯压力测定记录表格式 7

附录 D（规范性附录） 钻孔瓦斯流量测定记录表格式 8

附录 E（资料性附录） 煤层透气性系数计算机计算流程图 9

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009《标准化工作指导 第 1 部分：标准的结构和编写》进行编写。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中国煤炭工业协会科技发展部提出。

本标准由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会归口。

本标准主要起草单位：中煤科工集团重庆研究院有限公司、中国矿业大学（北京）、煤科集团沈阳研究院有限公司。

本标准主要起草人：赵旭生、康建宁、吕贵春、李建功、冯康武、吴教锟、刘志伟、聂百胜、姜文忠、董洪凯、孙海涛、隆清明、李秋林。

本标准为首次发布。

煤层透气性系数测定方法—— 径向流量法

1 范围

本标准规定了径向流量法测定煤层透气性系数的原理、实验室参数和井下参数的测定方法、仪器仪表、透气性系数的计算方法等。

本标准适用于径向流量法测定煤层透气性系数,不适用于顺煤层钻孔测定。

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。

GB/T 212 煤的工业分析方法

GB/T 217 煤的真相对密度测定方法

GB/T 482 煤层煤样采取方法

GB/T 6949 煤的视相对密度测定方法

AQ/T 1047 煤矿井下煤层瓦斯压力的直接测定方法

MT/T 752 煤的甲烷吸附量测定方法(高压容量法)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

煤层透气性系数 **gas permeability coefficient of coal seam**

表征煤层对瓦斯流动的阻力,反映瓦斯在煤层中流动难易程度的系数。

3.2

径向流量法 **radial flow method**

采用尽量与煤层垂直的钻孔(与煤层法线夹角不大于 30°)测定煤层瓦斯压力及钻孔瓦斯流量等参数计算煤层透气性系数的方法。

3.3

钻孔瓦斯流量 **gas flow rate from boreholes**

单位时间内钻孔自然涌出的瓦斯量。

4 测定原理及方法

瓦斯在煤层中的流动基本符合达西定律,即瓦斯流量与煤层透气性系数、压力梯度成正比,数学表达式见式(1)。

$$q = -\lambda \frac{dp}{dx} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

q ——比流量,即在 1 m^2 断面上 1 d 通过的瓦斯量,单位为立方米每平方米天 $[(\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{d}))]$;

λ ——煤层透气性系数,单位为平方米每二次方兆帕天 $[\text{m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})]$;

dp/dx ——与瓦斯流动一致方向上的压力梯度。

采用径向流量法测定煤层透气性系数的基本方法:向煤层施工尽量垂直且贯穿煤层(如不能贯穿则至少穿透 3 m 以上)的穿层钻孔,封孔测定煤层瓦斯压力,待瓦斯压力上升到稳定的最高值后卸除压力表排放瓦斯,记录钻孔瓦斯自然流量和测定时间,结合实验室参数测定结果计算煤层透气性系数。

5 仪器、仪表

测定煤层透气性系数时采用的仪器、仪表应满足如下要求:

- a) 压力表:应满足 AQ/T 1047 要求;
- b) 气体流量计应满足如下要求:
 - 1) 当钻孔瓦斯流量大于 $0.016\text{ m}^3/\text{h}$ 时,应采用最小流量上限值不小于 $0.016\text{ m}^3/\text{h}$ 且规格适宜的膜式燃气表或其他符合要求的流量计量仪器进行测定;
 - 2) 当钻孔瓦斯流量不小于 $0.0024\text{ m}^3/\text{h}$ 且不大于 $0.016\text{ L}/\text{min}$ 时,采用气体型转子流量计进行测定;
 - 3) 当钻孔瓦斯流量小于 $0.0024\text{ m}^3/\text{h}$ 时,采用精度为 2 mL 的量筒排水法进行测定。
- c) 气压计:根据测定地点标高选择适合的量程范围,精度优于 1 hPa ;
- d) 计时器:秒表。

6 参数测定

6.1 实验室参数测定

6.1.1 煤样采取

具备煤层巷道内采取煤样条件的,应在测压钻孔见煤点附近巷道煤壁上采取新鲜煤样,采样方法按照 GB/T 482 规定执行,否则,应利用瓦斯压力测定钻孔采取煤样。每个瓦斯压力测点应采取 1 个煤样,采样厚度应为测压钻孔穿入煤层的厚度。煤样采取记录表见附录 A。

6.1.2 煤样水分 M_{ad} 、灰分 A_{ad} 测定

按照 GB/T 212 规定执行。

6.1.3 煤的瓦斯吸附常数(a 、 b 值)测定

按照 MT/T 752 规定执行。

6.1.4 煤的真、视相对密度测定

按照 GB/T 217、GB/T 6949 规定执行。

6.2 井下参数测定

6.2.1 煤层瓦斯压力测定

测压钻孔布置应满足如下要求:

- a) 向煤层布置穿层钻孔,钻孔轴向与煤层法线夹角不大于 30° ,钻孔应贯穿煤层全厚(如不能贯穿则至少穿透 3 m 以上);
- b) 同一测点应布置不少于 2 个钻孔,各钻孔见煤点间距(沿煤层层面距离)不小于 20 m,应避开裂隙水、承压水、溶洞等影响,钻孔直径宜选用 65 mm~95 mm,测压方法按 AQ/T 1047 规定执行。

钻孔施工记录表见附录 B,瓦斯压力记录表见附录 C。

6.2.2 钻孔瓦斯流量测定

钻孔瓦斯流量测定步骤如下:

- a) 测定前用气压计测定并记录巷道内大气压力值;
- b) 煤层瓦斯压力稳定后,打开测压钻孔进行瓦斯自然排放,同时记录拆表时间;
- c) 同一测点应测定煤层瓦斯压力测值最大钻孔的瓦斯流量,所有瓦斯压力测点均应测定钻孔瓦斯流量;
- d) 打开测压钻孔后 24 h 内应测定钻孔瓦斯流量不少于 3 次,首次测定应在打开测压钻孔排放瓦斯后且瓦斯呈自然涌出稳定态时进行(一般为自然排放瓦斯 1 h 后),每 1 min 记录 1 次瓦斯流量值,测定时间不小于 5 min,记录数值的平均值作为当次瓦斯流量测定值,瓦斯流量记录表见附录 D。首次测定后间隔不大于 2 h 进行第 2 次测定,第 2 次测定后再间隔不大于 2 h 进行第 3 次测定;当发现瓦斯流量衰减较快时,应缩短测定的间隔时间、增加测定次数;第 4 次与首次测定间隔时间不大于 24 h,之后测定时间间隔按照第 4 次测定时间间隔以此类推,直至瓦斯流量测定值的变化率小于 10% 或稳定为止;
- e) 最后一次瓦斯流量的测定值作为本测点计算透气性系数的瓦斯流量值;
- f) 当上向孔或水平钻孔有水流出时,应采取气水分离措施,确保瓦斯流量测定的准确性;下向孔有积水时,该钻孔作废。

7 计算方法

7.1 计算公式

煤层透气性系数 λ 按式(2)进行试算并确定:

$$\left[\begin{array}{ll} F_0 = 10^{-2} \sim 1 & \lambda = A^{1.61} B^{1/1.64} \\ F_0 = 1 \sim 10 & \lambda = A^{1.39} B^{1/2.56} \\ F_0 = 10 \sim 10^2 & \lambda = 1.1 A^{1.25} B^{1/4} \\ F_0 = 10^2 \sim 10^3 & \lambda = 1.83 A^{1.14} B^{1/7.3} \\ F_0 = 10^3 \sim 10^5 & \lambda = 2.1 A^{1.11} B^{1/9} \\ F_0 = 10^5 \sim 10^7 & \lambda = 3.14 A^{1.07} B^{1/14.4} \end{array} \right] \dots\dots\dots (2)$$

其中 A 、 B 、 X 和 F_0 分别用式(3)、式(4)、式(5)和式(6)计算:

$$A = \frac{Q}{2\pi L \cdot (P^2 - P_0^2)} \dots\dots\dots (3)$$

$$B = \frac{4tP^2}{X\gamma r_1^2} \dots\dots\dots (4)$$

$$X = \frac{abP}{1+bP} \times \frac{100 - A_{ad} - M_{ad}}{100} \times \frac{1}{1+0.31M_{ad}} + \frac{10FP}{\gamma} \dots\dots\dots (5)$$

$$F_0 = B \cdot \lambda \dots\dots\dots (6)$$

式中:

- λ ——煤层透气性系数,单位为平方米每二次方兆帕天 $[\text{m}^2/(\text{MPa}^2 \cdot \text{d})]$;
- F_0 ——时间准数,无因次;
- Q ——钻孔瓦斯流量测定结果,单位为立方米每天(m^3/d);
- L ——钻孔煤孔段长度,单位为米(m);
- P ——煤层瓦斯压力(绝对压力),单位为兆帕(MPa);
- P_0 ——钻孔内排放瓦斯时的瓦斯压力,即巷道中的大气压力,单位为兆帕(MPa);
- t ——从钻孔开始排放瓦斯到瓦斯流量测定结束时的时间间隔,单位为天(d);
- X ——煤层瓦斯含量,单位为立方米每吨(m^3/t);
- γ ——煤的容重(视相对密度),单位为吨每立方米(t/m^3);
- r_1 ——钻孔半径,单位为米(m);
- a ——瓦斯吸附常数,指煤的可燃质饱和吸附量,单位为立方厘米每克(cm^3/g);
- b ——瓦斯吸附常数,单位为兆帕负一次方(MPa^{-1});
- A_{ad} ——灰分,用百分比表示($\%$);
- M_{ad} ——水分,用百分比表示($\%$);
- F ——孔隙率,用百分比表示($\%$)。

7.2 计算步骤

煤层透气性系数计算可以采用人工试算法,也可以采用计算机程序实现(参见附录 E),人工试算法步骤如下:

- a) 计算透气性系数时,首先选用式(3)、式(4)、式(5)计算出 A 、 B 值;
- b) 采用试算法,即先选用式(2)中任何一个公式计算出 λ 值,再将这个 λ 值代入式(6)中算出 F_0 ;
- c) 如果算出的 F_0 符合所选公式的 F_0 值适用范围,则选用的公式正确,算出的 λ 值为该测点透气性系数;
- d) 如果算出的 F_0 不在所选公式范围内,则根据算出的 F_0 值选其所在范围的公式重新进行计算,直至 F_0 值在所选公式范围为止。

7.3 煤层透气性系数的确定

测定区域的煤层透气性系数,以所有测点的透气性系数按测值区间给出。

附 录 A
(规范性附录)
煤样采取记录表格式

煤样采取记录内容及格式见表 A.1。

表 A.1 煤样采取记录表

矿井名称		煤层编号		煤样编号	
取样地点		取样钻孔编号		采样人	
取样日期		实验室测定参数			

附 录 B
(规范性附录)

煤层瓦斯压力测定钻孔施工记录表格式

煤层瓦斯压力测定钻孔施工记录表格式见表 B. 1。

表 B. 1 煤层瓦斯压力测定钻孔施工记录表

矿井名称							煤层编号			
煤层厚度 m							煤层倾角 (°)			
测定 地点	钻孔 编号	钻孔参数					钻进情况	施工时间 月 日 时		
		方位 (°)	倾角 (°)	岩孔长 m	煤孔长 m	总孔深 m		开孔	见煤	终孔
测定人员						审 核				

附 录 C
(规范性附录)

煤层瓦斯压力测定记录表格式

煤层瓦斯压力测定记录表格式见表 C.1。

表 C.1 煤层瓦斯压力测定记录表

矿井名称		煤层编号		煤层厚度 m	
煤层倾角 (°)		测压气室标高 m		测压气室埋深 m	
井下大气压力 kPa		开孔时间		见煤时间	
终孔时间		封孔时间		封孔深度 m	
钻孔编号	钻孔参数			岩孔长 m	煤孔长 m
	方位 (°)	倾角 (°)	总孔深 m		
日期	瓦斯压力 MPa			日期	瓦斯压力 MPa
测定人员				审核	

附 录 D
(规范性附录)

钻孔瓦斯流量测定记录表格式

钻孔瓦斯流量测定记录表格式见表 D. 1。

表 D. 1 钻孔瓦斯流量测定记录表

钻孔地点	钻孔编号	钻孔参数			拆表时间 日 时 分			
		方位 (°)	倾角 (°)	钻孔长 m				
打开测压钻孔 24 h 内测定记录								
第一次测定			第二次测定				第三次测定	
时间 日 时 分	瓦斯流量 mL/min	平均值 mL/min	时间 日 时 分	瓦斯流量 mL/min	平均值 mL/min	时间 日 时 分	瓦斯流量 mL/min	平均值 mL/min
打开测压钻孔 24 h 后测定记录								
时间 日 时 分	瓦斯流量 mL/min			平均值 mL/min				
时间 日 时 分	瓦斯流量 mL/min			平均值 mL/min				
时间 日 时 分	瓦斯流量 mL/min			平均值 mL/min				
.....								
测定人员					审核			

附 录 E
(资料性附录)
煤层透气性系数计算机计算流程图

煤层透气性系数计算机计算流程参见图 E. 1。

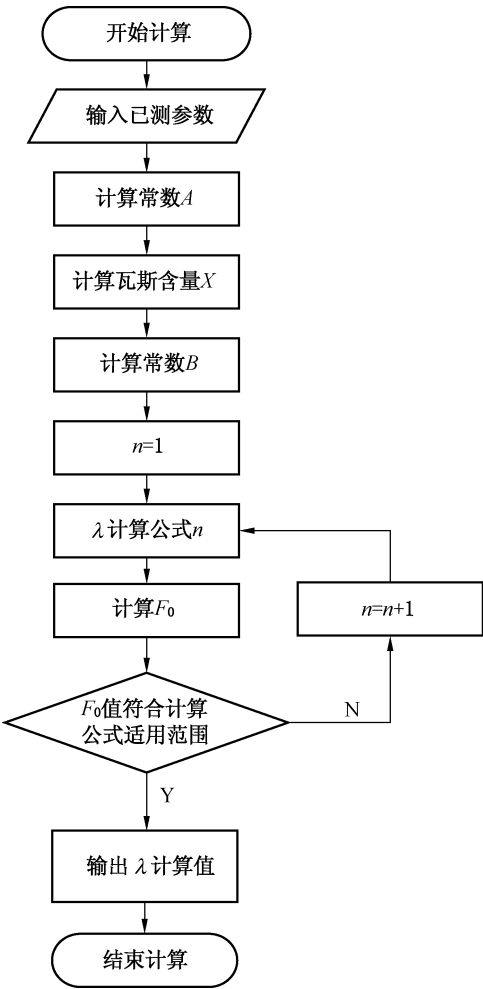


图 E. 1 煤层透气性系数计算机计算流程图

中 华 人 民 共 和 国 煤 炭
行 业 标 准
煤层透气性系数测定方法——
径向流量法

MT/T 1173—2019

*

应急管理出版社 出版
(北京市朝阳区芍药居 35 号 100029)
网址:www.cciph.com.cn
北京建宏印刷有限公司 印刷
全国新华书店 经销

*

开本 880mm×1230mm 1/16 印张 1
字数 17 千字
2020 年 4 月第 1 版 2020 年 4 月第 1 次印刷
15 5020 · 1009

社内编号 20193503 定价 18.00 元
版权所有 违者必究

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,本社负责调换

MT/T 1173—2019