

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 184—2026

瞬态法岩石渗透率测试规范

Specification for determining rock permeability using the transient method

2026-07-13 发布

2026-07-14 实施

中关村绿色矿山产业联盟 发布

公布日期：2026-07-19 15:28:15 下载时间：2026-07-19 15:28:15

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 岩石样品制备	1
5 仪器技术指标与试验用气	2
6 渗透率测试方法	2
7 质量要求和数值修约	3
8 报告和原始记录	3
附录 A（资料性）报告格式	4
附录 B（资料性）原始记录格式	5

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中关村绿色矿山产业联盟提出并归口。

本文件起草单位：北京科技大学、山东黄金矿业科技有限公司充填工程实验室分公司、长春黄金研究院有限公司、中煤科工开采研究院有限公司、中山大学、西安科技大学、应急管理大学、山东黄金矿业科技有限公司深井开采实验室分公司、山东黄金矿业（玲珑）有限公司、华晋焦煤有限责任公司、西山煤电（集团）有限责任公司。

本文件主要起草人：刘力源、姜乃生、王涛、朱庚杰、朱斯陶、邓鑫宇、孙晓冬、段宏飞、姜永恒、杨涛、张强、徐壮飞、闫保旭、王亚军、骆奕帆、林斌、李斌、刘超、郭宇、高智涛、高宇、白超强、李云杰、杨通、王辰。

本文件为首次发布。



瞬态法岩石渗透率测试规范

1 范围

本文件规定了瞬态法岩石渗透率测试的岩石样品制备、仪器技术指标与试验用气、渗透率测试方法、质量要求和数值修约以及报告和原始记录。

本文件适用于岩石在实验室条件下的渗透率测试。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 29172 岩心分析方法

GB/T 34533 页岩孔隙度、渗透率和饱和度测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

瞬态法 pulse-decay method

通过测量流体在多孔介质中的瞬态流动行为来推算渗透率的方法。

3.2

上游 upstream

渗透率测试过程中，与样品进气端相连接的容器系统。

3.3

下游 downstream

渗透率测试过程中，与样品出气端相连接的容器系统。

4 岩石样品制备

4.1 取样

岩石样品取样和保存应符合 GB/T 29172 的相关要求，采集后基本能保持原有结构和物理状态。

4.2 规格

标准试件应采用圆柱体，直径 $25\text{ mm} \pm 0.1\text{ mm}$ ，高度 $50\text{ mm} \pm 0.2\text{ mm}$ 。

4.3 加工精度

试件两端面不平行度不应大于 0.10 mm ，上、下端直径偏差应小于 0.20 mm 。试件不应存在明显轴向偏差：将试件立放在水平检测台上，用直角尺紧贴试件表面，两者之间缝隙不应大于 0.20 mm 。

4.4 数量

选择有代表性的岩石样品，每组试件不应少于3个；对于结果离散系数大于20%的样品，每组试件宜5个以上。

4.5 尺寸测量

岩石样品的尺寸测量与记录应符合 GB/T 34533 中尺寸测量的相关要求。

5 仪器技术指标与试验用气

5.1 仪器技术指标

为确保试验结果的准确性，仪器应满足下列要求：

- a) 岩心夹持器：最高工作压力不低于岩石单轴抗压强度的 2 倍。
- b) 压力泵：最高工作压力不低于岩石单轴抗压强度的 2 倍。
- c) 位移传感器：精度 $\leq 0.1\%$ 。
- d) 压力传感器：精度 $\leq 0.1\%$ 。
- e) 流量计：精度 $\leq 0.5\%$ 。
- f) 天平：感量为 0.001 g。
- g) 秒表：分度值为 0.01 s。
- h) 游标卡尺：分度值为 0.02 mm。

5.2 试验用气

使用不影响岩石样品物理化学性质的气体进行测试，推荐使用氮气或氦气。

6 渗透率测试方法

6.1 测试步骤

6.1.1 试样应进行封装成型避免围压液体渗入，封装后的试样应装配于岩心夹持器中。

6.1.2 逐步加载一定的初始围压和轴压，其数值宜为 2 MPa。

6.1.3 围压宜按 1 MPa/min 的加载速率升至 10 MPa，同时轴向压力和孔隙压力宜按 1 MPa/min 的加载速率升至原位应力值。

6.1.4 打开上下游阀门，上游应向试样注入测试气体，上游压力宜为 2 MPa，下游压力宜为 1 MPa，形成压力差后应开展瞬态法渗透率测试。

6.1.5 关闭上下游阀门，在每一围压、轴压和孔隙压水平下，连续监测记录上下游压力和流量等参数。

6.1.6 当上下游压力变化率小于 0.001 MPa/min 时，视为气体在试样中已达到扩散平衡，记录平衡压力，结束测试。

6.1.7 测试结束后，打开出气阀缓慢放空系统气体，围压、轴压和孔隙压卸载至 0 MPa，随后取出试样。

6.2 结果计算

6.2.1 每个试件的渗透率应按式(1)和式(2)计算：

$$p_u - p_f = \Delta p \frac{V_d}{V_u + V_d} e^{-\theta t} \dots\dots\dots (1)$$

其中，

$$\theta = \frac{kA}{\mu C_f l} \left(\frac{1}{V_u} + \frac{1}{V_d} \right) \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- p_u ——进口端压力，单位为兆帕（MPa）；
 p_f ——达到平衡时的流体压力，单位为兆帕（MPa）；
 Δp ——进口端容器瞬时流体压力增量，单位为兆帕（MPa）；
 V_u ——进口端容器体积，单位为毫升（mL）；
 V_d ——出口端容器体积，单位为毫升（mL）；
 e ——自然底数，近似值约为 2.71828；

- θ ——衰减常数，单位为秒分之一（ s^{-1} ）；
 k ——渗透率，单位为平方米（ m^2 ）；
 t ——达到平衡的时间，单位为秒（s）；
 μ ——渗透流体的动力黏度系数，单位为帕秒（ $Pa \cdot s$ ）；
 C_r ——渗透流体的压缩系数，单位为帕分之一（ Pa^{-1} ）；
 A ——试样的横截面积，单位为平方毫米（ mm^2 ）；
 l ——试样的长度，单位为毫米（mm）。

6.2.2 每组试件的平均渗透率应按式(3)计算：

$$k_p = \frac{\sum_{j=1}^n k}{n} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- k_p ——平均渗透率，单位为平方米（ m^2 ）；
 n ——每组试件个数。

6.3 注意事项

为确保试验结果的准确性，应满足下列要求：

- 试验前，应对整个设备系统进行气密性检查，明确试验所用气体类型。
- 应控制围压和上下游压力大小，宜使上下游压力低于围压 2 MPa 以上。
- 每组试验至少测试 3 个平行样品，取平均值。

7 质量要求和数值修约

7.1 质量要求

- 7.1.1 岩石样品应保持清洁，不应被污染。
- 7.1.2 渗透率测定过程中，测定系统的温度波动应控制在 $\pm 0.5^\circ C$ 以内。

7.2 数值修约

- 7.2.1 试样长度值修约到 0.01 mm。
- 7.2.2 试样直径值修约到 0.01 mm。
- 7.2.3 试样横截面积值修约到 0.001 mm^2 。
- 7.2.4 岩石样品渗透率修约到 $10^{-18} m^2$ 。

8 报告和原始记录

报告格式参见附录A，原始记录格式参见附录B。

