

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM XXXX—XXXX

瞬态法测定煤岩渗透率技术指南

Technical guidelines for determining coal rock permeability by the transient method

（征求意见稿）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中关村绿色矿山产业联盟 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 煤岩岩样制备 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 5

附录 B（资料性）原始记录格式 6

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、中煤科工开采研究院有限公司、华晋焦煤有限责任公司、中山大学、西山煤电（集团）有限责任公司。

本文件主要起草人：刘力源、王涛、姜乃生、朱斯陶、邓鑫宇、孙晓冬、赵凯凯、张强、段宏飞、林斌、李斌、刘超、郭宇、高智涛、高宇、白超强。

本文件为首次发布。

瞬态法测定煤岩渗透率技术指南

1 范围

本文件规定了瞬态法测定煤渗透率采用的仪器设备、测试步骤和结果计算的基本方法及技术要求。本文件适用于深部煤炭资源开发高压环境中的煤岩渗透率测试。

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

渗透率 permeability

在一定压差下，岩石允许流体通过的能力。

3.2

上游 upstream

渗透率测试过程中，与样品进气端相连接的管道。

3.3

下游 downstream

渗透率测试过程中，与样品出气端相连接的管道。

3.4

进口端压力 import end pressure

上游管道的压力。

3.5

平衡压力 equilibrium pressure

上游与下游管道内压力达到平衡时的压力。

3.6

动力黏度系数 dynamic viscosity coefficient

度量流体粘性大小的物理量。

3.7

压缩系数 compressibility factor

描述流体在外界压力变化时体积或密度发生改变程度的物理量。

4 煤岩岩样制备

4.1 规格

标准试件应采用圆柱体，直径 25 mm，高径比 2:1。

4.2 加工精度

试件两端面不平行度应小于 0.10 mm，上、下端直径偏差应小于 0.20 mm。试件不得存在明显轴向偏差，即：将试件立放在水平检测台上，用直角尺紧贴试件表面，要求两者之间无明显缝隙。

4.3 数量

选择有代表性的岩样，每组试件不得少于3个。

4.4 含水状态

试件应采用干燥状态进行测定。

煤岩岩样应按照 GB/T 29172-2012 的 4.7 中的烘干方法进行烘干。

4.5 尺寸测量

将烘干后的试件应按照 GB/T 34533-2023 的 4.4 中测量页岩岩样尺寸的方法进行测量并记录。

5 仪器技术指标与试验用气

5.1 仪器技术指标

5.1.1 岩心夹持器，相关要求无。

5.1.2 压力泵：最高工作压力不低于 40 MPa。

5.1.3 位移传感器：精度 $\leq 0.1\%$ 。

5.1.4 压力传感器：精度 $\leq 0.1\%$ 。

5.1.5 流量计：精度 $\leq 0.5\%$ 。

5.1.6 天平：感量为 0.001 g。

5.1.7 秒表：分度值为 0.01 s。

5.1.8 游标卡尺：分度值为 0.01 mm。

5.2 试验用气

5.2.1 氢气：纯度 $> 99.99\%$ 。

5.2.2 氮气：纯度 $> 99.99\%$ 。

6 渗透率测试方法

6.1 测试步骤

6.1.1 试样应采用橡胶管、锡箔纸和防水胶带等工具进行封装成型，封装后的试样应装配于岩心夹持器中。

6.1.2 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 0.2 ml/min 的加载速率升至 10 MPa，轴向应力和孔隙压应力宜按 0.1 ml/min 的加载速率升至预设值。

6.1.4 打开上下游阀门，上游应向试样注入氢气或氮气至 2 MPa，下游应注入至 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，渗透率应连续监测 48 h，以判定气体在试样中达到扩散平衡。

6.1.6 测试结束后，出气阀应打开以放空系统气体；围压、轴压和孔隙压应卸载，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： k ——渗透率， m^2 ；

p_u ——进口端压力， MPa ；

p_f ——达到平衡时的流体压力， MPa ；

Δp ——进口端容器瞬时流体压力增量， MPa ；

V_u ——进口端容器体积， ml ；

V_d ——出口端容器体积， ml ；

μ ——渗透流体的动力黏度系数， $\text{Pa} \cdot \text{s}$ ；

C_f ——渗透流体的压缩系数， m^{-1} ；

A ——试样的横截面积， mm^2 ；

l ——试样的长度， mm 。

6.2.2 每组试件的平均渗透率应按式(3)计算：

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

式中： k_p ——平均渗透率， 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：

- a) 应明确试验所用气体类型，宜采用氮气；
- b) 试验前，应对整个设备系统进行气密性检查；
- c) 应控制围压和测定压力大小，宜使测定压力低于围压 1.5 MPa~2.5 MPa。

7 质量要求和数值修约

7.1 质量要求

7.1.1 煤岩岩样应保持清洁，不得被污染。

7.1.2 渗透率测定过程中，测定系统的温度变化不得大于 1℃。

7.2 数值修约

7.2.1 试样长度值修约到 2 位小数。

7.2.2 试样直径值修约到 2 位小数。

7.2.3 试样横截面积值修约到 3 位小数。

7.2.4 煤岩岩样渗透率修约到 3 位有效数字。

8 报告和原始记录

试验报告格式参见附录A，原始记录格式参见附录B。

附录 A（资料性）试验报告格式

表 1 给出了高压煤岩瞬态法渗透率测试报告。

表 1 高压煤岩瞬态法渗透率测试报告

试样来源：_____

试样数量：_____

煤样批号：_____

测试单位：_____

实验温度：_____

测试日期：_____

试样 编号	渗透 流体	渗透时间 h	轴向应力 MPa	环向应力 MPa	孔隙应力 MPa	渗透率 m ²	备注

检测：

计算：

校核：

