CCS/T 2022—080

发 布

中国煤炭学会

代替GB/T17608-1998

CCS

20××-××-××实施

20××-××-××发布

煤岩组合体变形参数测定方法

Method for determination of deformation parameters of coal-rock combined body

（征求意见稿）

中国煤炭学会团体标准

ICS 73-010

D24

1. 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。

本文件由中煤炭科学技术研究院有限公司提出。

本文件由中国煤炭学会归口。

本文件起草单位：煤炭科学技术研究院有限公司、辽宁工程技术大学、北京科技大学、中国矿业大学（北京）、华北科技学院、中国科学院武汉岩土力学研究所、绍兴文理学院、河南理工大学、中国矿业大学。

本文件主要起草人：

# 煤岩组合体变形参数测定方法

## 1主题内容与适用范围

本文件规定了煤岩组合体变形参数测定所涉及的术语和定义、主要仪器设备、试件、测定步骤和结果计算等。

本文件适用于在单轴压缩及三轴压缩条件下，煤岩组合体试样割线模量*E*50、弹性模量*E、*泊松比*μ*等变形参数的测定。

## 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 23561-2009煤和岩石物理力学性质测定方法 第7部分：单轴抗压强度测定及软化系数计算方法；第8部分：煤和岩石变形参数测定方法；第9部分：煤和岩石三轴强度及变形参数测定方法。

GB/T 25217-2019冲击地压测定、监测与防治方法 第3部分：煤岩组合试件冲击倾向性分类及指数的测定方法。

GB/T 29172-2012岩心分析方法。

## 3术语

下列术语和定义适用于CCS/T 2022-080的本部分。

3.1

煤岩组合试件 combined coal-rock mass

指煤与岩石组合形成的实验室标准试件。

[来源:GB/T 25217.3-2019，3.1]

3.2

割线模量 modulus of secant

指试件在加载过程中的应力-纵向应变曲线上，原点与曲线上应力为50%抗压强度点连线的斜率。

[来源:GB/T 23561.8-2009，3.1]

3.3

弹性模量 modulus of elasticity

指试件单轴受力时纵向应力*σ*与弹性纵向应变*ε*之比。

[来源:GB/T 23561.8-2009，3.2]

3.4

泊松比 Poisson’ s ratio

指试件横向应变与纵向应变比的绝对值。

[来源:GB/T 23561.8-2009，3.3]

## 4主要仪器、设备

a. 加工机械：取芯机、锯石机、磨石机或磨床。

b. 检验工具：游标卡尺（最小分度值为0.02mm）、温度计、湿度计。

c. 力学试验机：具有完善的应力应变伺服控制系统，具有较高的测量精度的力学试验系统。如（MTS、RMT-150C、GCTS等试验机，可用于研究岩石类和混凝土类材料的力学性能，涉及多个基本力学试验，包括单轴压缩试验、三轴试验、拉伸试验、剪切试验等）。

d 测试装置：应力传感器、位移传感器、引伸计（轴向、环向）、静态或动态电阻应变仪、计算机数据采集系统等。

e 材料：电阻应变片、粘结剂、防潮胶、清洁剂等，且使用的主要仪器、设备等均需满足GB/T 23561-2009 第八部分：煤和岩石变形参数测定方法中第四节的规定。

## 5试件

5.1 试件规格：组合标准试件采用圆柱体，（煤部分和岩石部分）直径（）mm，高径比为（2±0.2）。且应符合GB/T 23561.7-2009中5.1的规定。

5.2 试件加工精度：煤岩组合体试件两端面不平行度不得大于0.01mm，试件上、下端直径偏差不得大于0.2 mm，试件表面保持光滑，并避免因不规则表面而产生应力集中现象。

5.3 试件数量：每种试件数量不得少于5个。

5.4 含水状态：尽量采用自然含水状态的试件进行测定。试件制备后，放在底部有水的干燥器内1~2 d，以保持一定的湿度，但试件不得接触水面。同时需考虑胶结剂是否与水发生反应，若有影响需采取必要措施隔绝水对胶结的影响。

5.5 组合方式：煤岩组合体试件的高度比例建议为1:1，组合方式采用胶结法（白乳胶、云石胶、AB胶等强力胶）上下粘接，粘结厚度不宜过厚，且采用的胶结方法及胶结剂应当不与水反应且对温度的变化不敏感。

## 6测定时的环境温度和湿度

6.1 温度：15~25℃。测定过程中，试件所处环境的温度差不得超过±3℃。

6.2 湿度：试件所处环境的相对湿度为40%~60%（亦可根据特殊的试验目的另行确定）。测定过程中，试件所处环境的相对湿度差不得超过±5%。

## 7测定步骤

7.1 应变片方法测定其应变参数

7.1.1 测定前核对煤岩组合体的名称和试件编号，对试件的颜色、颗粒、层理、裂隙、风化程度、含水状态以及加工过程中出现的问题等进行描述。

7.1.2 检查试件的加工精度.测量试件尺寸，包括直径测量、高度测量（需要注意的是应在试件高度中部两个互相垂直的方向测量其直径，取其算术平均值）。

7.1.3应变片的粘贴技术要求按照GB/T 23561-2009煤和岩石物理力学性质测定方法 第八部分：煤和岩石变形参数测定方法中第六节的规定进行。在其基础上，需要将应变片两两垂直分别贴在煤体和岩体侧面高的中心位置以及组合体的中心位置，利用应变仪对组合体三个部分中心处变形进行监测。

7.1.4 对煤岩组合体进行加载，加载速率位移加载和应力加载两种方法分别在0.01-0.06mm/min或者50-100N/s水平，直至煤岩组合体发生破坏，记录完整的应力应变曲线,并填入附录A中。

7.2力学试验机方法测定变形参数

7.2.1按照本标准 7.1.1~7.1.2条的规定进行。

7.2.2安装试验机系统的应力应变传感器。将煤岩组合体试件置于试验台上，将横向传感器与纵向传感器分别安置于煤岩组合体的煤部分与岩石部分和试件顶部，使用试验机系统的两个数据通道，并利用计算机数据采集系统检查安置位置是否在标准范围内波动。

7.2.3单轴压缩试验要求与上述方法相同，在进行三轴压缩试验时，需要先将煤岩组合体受到的应力条件加载至静水压力状态，即围压值与轴压值相同，煤岩组合体受到的偏应力为零，按照GB/T 23561-2009煤和岩石物理力学性质测定方法 第九部分：煤和岩石三轴强度及变形参数测定方法的第六节的规定进行。

7.2.4加载速率按照位移加载和应力加载两种方式控制在0.01-0.06mm/min或者50-100N/s，直至煤岩组合体发生破坏，记录完整的应力应变曲线，并填入附录A中。

## 8结果计算

8.1纵向应力、纵向应变和横向应变的计算

纵向应力、纵向应变和横向应变可通过应变仪、引伸计等传感器读取，当试验机精度较高时可以通过机器位移、变形值等参数计算。单轴压缩下煤岩组合体煤的部分与岩石部分所受纵向应力相同，应变的计算需要分别考虑煤岩组合体整体以及煤岩组合体的煤部分与岩石部分。

8.1.1纵向应力计算

 (1)

式中：

-纵向应力，MPa；

-载荷，kN；

-试件初始承载面积，cm2。

8.1.2纵向应变计算

 (2)

 (3)

 (4)

式中：

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体总纵向应变；

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体总原始纵向长度的变化量，mm；

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体总纵向长度量，mm。

8.1.3横向应变计算

 (5)

 (6)

 (7)

式中：

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体的横向应变；

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体直径的变化量，mm；

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体的直径，mm。

8.2割线模量计算

 (8)

式中：

-割线模量，单位MPa；

-单轴抗压强度的50%，单位MPa，单轴抗压强度见GB/T 23561.7 2009中的7.1节所述；

-试件与对应的纵向应变值。

8.3弹性模量计算

8.3.1单轴压缩条件下

 (9)

 (10)

 (11)

式中：

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体的弹性模量，MPa；

-煤岩组合体试件弹性阶段加载的纵向应力增量，MPa；

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体的纵向应变增量。

8.3.2三轴压缩条件下

 (12)

 (13)

式中：

-三轴应力状态下煤岩组合体的弹性模量，MPa；

-煤岩组合体的纵向应力增量，MPa；

-煤岩组合体的侧向应力增量，MPa；

-煤岩组合体的纵向应变增量；

-煤岩组合体的侧向应变增量。

8.4泊松比计算

8.4.1单轴压缩条件下

 (14)

 (15)

 (16)

式中:

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体的泊松比；

、、- 组合体煤部分、岩石部分以及组合体的横向应变。

、、-组合体煤部分、岩石部分以及组合体的纵向应变；

8.4.2三轴压缩条件下

 (17)

式中：

-煤岩组合体的泊松比；

-煤岩组合体的纵向应力增量，MPa；

-煤岩组合体的侧向应力增量，MPa；

-煤岩组合体的纵向应变增量；

-煤岩组合体的侧向应变增量。

8.5计算结果取小数点后两位，修约至两位。

附录A

煤岩组合体变形参数测定试验记录表

（参考）

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 送样单位： | | | 采样地点： | |  | | 试验日期： |  |
| 试件编号及  试件描述 | | | 围压  MPa | | 试件直径  （D）mm | | 试件长度  （L）mm | 试件横截面积  （A）mm2 |
|  | | |  | |  | |  |  |
| 环境温度  ℃ | | | 环境湿度  % | | 试件含水率  % | | 割线模量  GPa | 弹性模量  GPa |
| 泊松比 | | |  | |  | |  |  |
| 煤岩组合体应变 | | | 煤部分应变 | | 岩石部分应变 | | 荷载  kN | 应力  MPa |
| 纵向 | 横向 | | 纵向 | 横向 | 纵向 | 横向 |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  |  |  |
|  |  |  | |  |  |  | 破坏荷载  kN： | 单轴抗压强度MPa： |
| 测定： | | | 计算： | |  | | 校核： |  |