

中华人民共和国矿山安全行业标准

KA/T 4—2023

煤层底板采动破裂深度压水 试验测试方法

The method for water pump-in test of coal floor fracture depth

2023-10-26 发布

2024-01-31 实施

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 测试设计 1

5 测试关键参数确定 1

6 试验设备及器具 2

7 现场测试 2

8 资料整理分析与结果判别 3

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。

请注意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。

本文件由中国煤炭工业协会提出。

本文件由煤炭行业煤矿安全标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中煤科工西安研究院(集团)有限公司、华北科技学院、中国矿业大学。

本文件主要起草人：曹海东、姬亚东、石磊、朱开鹏、尹尚先、穆鹏飞。

本文件为首次发布。

煤层底板采动破裂深度压水试验测试方法

1 范围

本文件规定了煤矿井下煤层底板采动破裂深度压水测试设计、测试关键参数确定、试验设备、现场试验、资料整理和证实方法等。

本文件适用于井工矿井倾斜及缓倾斜煤层长壁开采、全部垮落法管理顶板的工作面采用压水试验进行煤层底板岩层采动破裂深度测定工作。

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 24505—2009 矿井井下高压含水层探水钻探技术规范

AQ 2061—2018 金属非金属地下矿山防治水安全技术规范

SL 31—2003 水利水电工程钻孔压水试验规程

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 测试设计

测试前应编制测试设计，内容包括：测试钻孔布置、试验序次安排、观测技术要求、人员组织、工作制度及安全措施等。

5 测试关键参数确定

5.1 钻孔设计前应根据经验公式、类比等方法预计本区煤层底板的破裂最大深度及平面范围，以确定钻孔设计的参数和试验段压力。

5.2 测试地点应满足以下要求：

- a) 综合考虑水、电、通风、运输、行人等因素，设置在巷道相对安全的地段；
- b) 布置在可观测底板岩层充分破坏的巷道中。

5.3 测试钻孔的布置应满足以下要求：

- a) 应选择岩层完整地段，避免揭露断层破碎带、裂隙密集带、岩溶洞穴等；
- b) 测试钻孔水平投影可垂直于工作面巷道，或朝向采空方向斜交于工作面巷道；
- c) 测试钻孔不少于3个，每个钻孔设计不同的俯角和方位角，水平投影呈扇形分布，终孔位置孔间的水平投影距离为5 m～10 m，能控制工作面底板破坏最大深度。

5.4 测试方法与段长应满足以下要求：

- a) 采前采用双栓塞法测试背景值；
- b) 正式测试采用双栓塞法，在测站位置工作面底板充分破坏后，施工钻孔进行观测；
- c) 测试段长度应按等长设计，一般为 0.5 m~1.0 m，也可依据背景值测试结果调整段长，相邻测试段应互相衔接，可少量重叠，但不能漏段；
- d) 受采动影响的动态测试钻孔，宜采用双栓塞下行法分段测试。

5.5 测试压力值确定：

- a) 注水压力值通过试验确定，以不破坏岩体结构为原则，每个测试钻孔应设定同一压力值；
- b) 试验时将压力计安设在与试验段连通的孔口测压管上，试验段压力按公式(1)计算：

$$P = P_p + P_z \dots\dots\dots (1)$$

式中：

P ——作用于试验段内的压力值，单位为兆帕(MPa)；

P_p ——压力计指示压力，单位为兆帕(MPa)；

P_z ——压力计中心至压力计算零线的水柱压力，如零线位于压力计中心以上时为负值，零线位于压力计中心以下时为正值，单位为兆帕(MPa)。

- c) 压力计算零线的确定应遵守下列规定：

- 当地下水位在试验段以下时，压力计算零线为通过试验段中点的水平线；
- 当地下水位在试验段以内时，压力计算零线为通过地下水位以上试验段中点的水平线；
- 当地下水位在试验段以上时，压力计算零线为地下水位线。

6 试验设备及器具

- 6.1 选择煤矿探放水专用钻机，要求钻机性能良好，配套设备齐全；当孔内水压大于 1.5 MPa 时，采用反压和有防喷装置的方法钻进。
- 6.2 止水栓塞要有足够的长度，经实验止水可靠、操作方便。
- 6.3 试验水泵应压力稳定，额定压力不小于试验时孔口最大压力的 1.5 倍；水泵应为无级变速泵、出水口有稳压容器，保证出水均匀；供水调节阀门灵活可靠、不漏水。
- 6.4 压力计量程范围应为试验值 1.2 倍~1.4 倍，压力计反应灵敏，卸压后压力能迅速归零。
- 6.5 流量计的量程应为水泵额定流量的 80% 左右，流量计耐压大于试验压力的 1.3 倍，应能实现连续测量。
- 6.6 试验设备应安排专人保管，并定期进行检测、标定。

7 现场测试

7.1 测试前应开展以下准备工作：

- a) 试验开始前，对各种设备、仪表的性能和工作状态进行检查，发现问题立即处理；
- b) 对测试人员进行安全技术措施培训；
- c) 检查试验场地支护、水、电、通风、通信等准备情况，钻机、测量仪器、水泵等安装到位后方可运行。

7.2 钻进技术要求如下：

- a) 按 MT/T 632 的规定进行钻探施工，并取芯编录；
- b) 测试钻孔止水套管应采用水泥浆液固结，并严格进行耐压试验，遵照《煤矿防治水细则》规定；
- c) 钻孔测试段宜选择清水钻进；
- d) 钻孔施工完成后要进行测斜，孔斜应满足设计要求，资料处理时应考虑孔斜对结果的影响；
- e) 洗孔时钻具应下至孔底，流量应达到水泵的最大能力，确保试验段无岩粉及裂隙充填，洗孔应

至孔口回水清洁,肉眼观察无岩粉时方可结束,当孔口无返水时,加大水泵流量;

f) 钻进过程中应进行漏失量、出水量、水温及其他特殊情况的观测并记录。

7.3 测试段封隔应满足以下要求:测试过程中栓塞充气(水)的有效压力不小于测试段最大压力。

7.4 流量观测,测试过程中按以下要求进行观测:

- a) 流量观测前调整调节阀,使测试段压力达到预定值并保持稳定;
- b) 流量观测每隔 1 min~2 min 进行 1 次,当流量无持续增大趋势且每次流量读数中最大值与最小值之差小于终值的 10%,或最大值与最小值之差小于 1 L/min 时,持续 5 min~10 min,本阶段试验即可结束,取平均值作为计算值;
- c) 原始记录应齐全、准确,发现问题及时纠正。

7.5 测试完成后要进行封孔,封孔技术要求遵照《煤矿防治水细则》的规定。

8 资料整理分析与结果判别

8.1 根据钻探、测试原始记录(见附件中表 1、表 2)对钻孔参数和试验数据进行整理。

8.2 根据试验数据,计算每个试验段,单位压水量用吕荣值表示,见公式(2):

$$q = Q / P \times L \tag{2}$$

q ——试验段的吕荣值(透水率),单位为 Lu;
 Q ——试验段压入流量,单位为升每分钟(L/min);
 P ——作用于试验段内的压力值,单位为兆帕(MPa);
 L ——试验段长度,单位为米(m)。

8.3 测试曲线绘制与成果分析。绘制吕荣值 q 与采面距的关系曲线图,以采面距(指回采线至测试孔的距离)为横坐标,以同一试验段在相同注水压力下的吕荣值(单位时间的压水量)为纵坐标;回采线位于测试孔前取正,采过后取负。按公式(3)计算试验段吕荣值偏离率,测试段采后和采前吕荣值增量,并绘制各钻孔吕荣值偏离率曲线图。

$$(\Delta q / q_1) \times 100\% \tag{3}$$

8.4 根据试验地段的水文地质资料,可结合下列方法综合确定采动底板最大破裂深度;

- a) 分析表 1 和表 2,依据曲线拐点,工作面底板采前、采后吕荣值的变化,反映了采动对底板的破裂程度;
- b) 以采后和采前吕荣值增量 $\Delta q \geq 0.2 Lu$ 及开采后及开采前吕荣值的比值 $q_2 / q_1 \geq 2$ 作为压水试验测试底板破裂深度的指标,结果判别见表 3。

表 1 钻孔参数表

钻场位置	孔号	设计方位角 (°)	实测方位角 (°)	设计倾角 (°)	实测倾角 (°)	孔深 m	钻孔 测斜	钻孔结构		
								一开	裸孔	备注
<div>其他情况说明:</div> <div>1. 依据测斜结果绘制钻孔轨迹,并与原钻孔设计进行对比,确定钻孔实际的平面、垂向位置。</div> <div>2.</div> <div>整理人: 审核人: 日 期:</div>										

表 2 _____号钻孔压水试验成果一览表

试验段 编号 自 _____ m 至 _____ m 段长 _____ m

试验日期	试验段			试验段压力 MPa	稳定时间 min			试验段压水量 L	试验段 吕荣值 Lu
	序号	试验段斜长 m	垂直段长 m		起	止	时长		
其他情况说明：									
整理人： 审核人： 日 期：									

表 3 _____号钻孔压水试验成果判别表

试验段编号	m~m	采前吕荣值 q_1	采后吕荣值 q_2	Δq $(q_2 - q_1)$	q_2/q_1	备注