

ICS 73.020

D 10

G R M

中 关 村 绿 色 矿 山 产 业 联 盟

T/GRM 056—2022

煤矿导水裂隙带探测技术规范

Technical specification for detection of water conducting fracture
zone in coal mine

2022-12-30 发布

2022-12-31 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 总则	1
4 术语和定义	1
5 导水裂隙带的探测方法	2
6 导水裂隙带的钻孔探测	3
7 导水裂隙带的物探探测	4
8 导水裂隙带探测报告	5
附录 A（资料性） 导水裂隙带高度探测报告编写提纲	6
参考文献	7

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。

本文件由中国矿业大学、中关村绿色矿山产业联盟共同提出。

本文由中关村绿色矿山产业联盟标准化工作委员会归口。

本文件起草单位：中国矿业大学、陕西陕煤曹家滩矿业有限公司、陕西省煤田地质集团有限公司、陕西省一八五煤田地质有限公司、六盘水师范学院、徐州工程学院、辽宁石油化工大学。

本文件主要起草人：范立民、华照来、蒋泽泉、雷亚军、马立强、马丽、李增林、李涛、孙强、王锐、高颖、吕扬、王路、汶小岗、王金锋、孙伟、张加齐、蔡武、郭金帅、孙海、翟江涛。

煤矿导水裂隙带探测技术规范

1 范围

本文件规定了煤矿采空区导水裂隙带探测方法和钻孔探测、物探探测技术要求等内容。

本文件适用于煤矿探测导水裂隙带发育高度,也可供其他层状矿体开采区探测导水裂隙带高度参考。

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。

DZ/T 0187 地面磁性源瞬变电磁法技术规程

MT/T 865 导水裂缝带高度的钻孔冲洗液漏失量观测方法

MT/T 898 煤炭电法勘探规范

MT/T 1042 煤炭勘查钻孔质量标准

T/CGS 012 煤矿采区三维地震勘探规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 冒落带 Caving zone

指煤层开采后导致覆岩破坏而不规则完全垮落的那部分岩体。

3.2 导水裂隙带 Water conducting fracture zone

指煤层开采后导致覆岩破坏而形成的位于冒落带之上具有导水性能的破裂岩体。

3.3 弯曲变形带 Bending deformation zone

指煤层开采后导致覆岩破坏而形成的位于裂隙带之上连续弯曲变形的岩土体。

3.4 导水裂隙带探测 Detection of water conducting fracture zone

采用钻孔或其他技术方法测量导水裂隙带发育高度的技术工作。

3.5 岩石质量指标 (RQD 值) Rock quality designation (RQD value)

指钻孔钻进过程中,每次进尺中大于10 cm的柱状岩芯的累计长度与每个钻进回次进尺之比,以百分数表示。

3.6 钻孔冲洗液消耗量 Consumption of drilling flushing fluid

钻孔钻进过程中,每个钻井回次消耗的冲洗液(泥浆)量。冲洗液消耗量可以间接表征所通过地层段岩层破碎情况,岩层破碎、裂隙发育的层段,冲洗液消耗量大,反之则小。

3.7 钻孔电视成像 Borehole TV imaging

采用钻孔电视成像仪拍摄钻孔孔壁影像的技术工作，用以判定井壁岩层破裂状况。

3.8 高密度三维地震 High density 3D seismic

小面元尺寸（5 m×5 m或更小）、宽方位接收、高覆盖次数（一般大于60次）的三维地震勘探技术。

3.9 微动探测 Microtremor survey

微动是地球表面日常微小的颤动，它区别于有特定震源和发震事件的“微震”，在任何时间和地点均可以观测到。

3.10 微震监测 Microseismic monitoring

通过微震系统监测煤岩体破裂产生的震动信号，获取煤岩体内部微破裂产生的时间、空间位置和破裂面特征（能量、震级、破裂半径等）参数。

4 总则

4.1 导水裂隙带发育高度是评价煤矿采动覆岩损害程度的重要参数，煤矿企业应探测采空区导水裂隙带发育高度。

4.2 导水裂隙带探测应采用钻探、物探与红外探测等相结合的方法，各种方法的探测应互相印证，综合判定。

4.3 煤炭企业存在多煤层开采的，每层煤均应进行导水裂隙带发育高度探测。

5 导水裂隙带探测方法

5.1 钻孔探测法

5.1.1 在采空区及其采动影响范围内地面或井下施工探测煤层覆岩导水裂隙带发育情况的钻孔，一般采用钻孔岩芯质量指标（RQD 值）、钻孔冲洗液消耗量、电视窥视和测井方法，综合判定导水裂隙带发育层段。

5.1.2 在采空区上方地面探测的导水裂隙带，一般每个工作面至少布置 3 个钻孔，平行切眼方向布置，3 个钻孔组成一线，其中中间钻孔布置在采空区工作面中部，两侧钻孔布置在工作面顺槽内侧。

5.1.3 钻孔工程质量标准按照 MT/T1042 规定执行。

5.2 物探法

5.2.1 一般采用高密度三维地震和瞬变电磁勘探（地面/矿井）定性、定量相结合的方法，探明导水裂隙带发育形态及空间分布。可单一技术或多种技术联合使用，也可采用矿井直流电法、地面微动等方法探测。

5.2.2 物探方法可采用在采前采后对比的方式观测或在采后综合考虑与正常地层对比的方式，适当扩大勘探范围。

5.2.3 高密度三维地震应在采空区上方地面布设，工程范围以能完全控制裂隙带水平影响范围，并通过与正常地层的对比适当扩大勘探范围。探测深度宜综合考虑主采煤层深度和

裂隙带发育高度。采用宽方位观测系统（横纵比不小于 0.8），测线束宜垂直于工作面走向，小线距接收、小间距激发，共深度点（CDP）网格小于等于 $5\text{ m} \times 5\text{ m}$ ，覆盖次数大于等于 60 次，最大炮检距不小于主采煤层埋深的 2 倍，近道覆盖次数以能有效控制导水裂隙带高度为宜。采集方法及质量按照 T/CGS 012 规范执行。

5.2.4 地面瞬变电磁应在采空区上方地面布设，勘探边界应以裂隙带水平影响范围为准，适当外延（具体范围由综合地层条件确定）。测线宜垂直于工作面走向，测线距一般不大于 40 m，测点距小于等于 20 m。采集方法及质量按照 DZ/T0187 规程执行。

5.2.5 井下瞬变电磁布设在回采巷道内，通过同时旋转发射线框及接收线框改变探测角度以获得顶板上方不同方位、不同高度的电性分布特征。从 0° 开始，以 15° 的变化采集 7 个角度的数据，质量评级按照 DZ/T0187 规程执行。

5.2.6 井下直流电法分为静态观测和动态观测。静态观测是在已回采工作面两侧的巷道内布设电极阵列和无穷远电极，所有电极并行采集自然电位、供电电流、一次场电位和二次场电位，测点距小于等于 20 m；动态观测是指在回采巷道顶板向工作面推进方向施工水平钻孔，在孔中并行电法进行观测。采集方法及质量按照 MT/T 898 规范执行。

5.2.7 微动工程应在采空区上方地面布设。尽量采用规则网状布置观测方式，观测点距应小于 20 m。

5.2.8 微震监测系统应考虑采空区周边垂直方向的立体包络布设。应能满足立体空间范围和定位误差的要求，避开围岩破碎、构造发育、渗水、较强振动干扰、较强电磁干扰等区域，安装基础稳定可靠。

6 导水裂隙带的钻孔探测

6.1 岩石质量指标判定

6.1.1 探测前，应搜集分析探测井位或其附近原有钻孔的岩石质量指标值，并作为参考的背景值；

6.1.2 冒落带：正常基岩段岩石质量指标小于 20%，风化基岩段小于 10%，且与相应层段的背景值比较，大幅度减小；

6.1.3 导水裂隙带：正常基岩段岩石质量指标为 20%~70%，风化基岩段为 10%~60%且与相应层段的背景值比较，明显减小；

6.1.4 弯曲变形带：岩石质量指标大于 70%，风化基岩段大于 60%，且与相应层段的背景值比较，有一定变小。

6.2 钻孔冲洗液消耗量与孔内水位判定

6.2.1 探测钻孔施工前，应搜集探测钻孔井位或附近原有钻孔的冲洗液消耗量数据，并作为相应层段冲洗液消耗量的背景值；

6.2.2 钻孔冲洗液消耗量观测方法按照 MT/T 865 规定执行。

6.2.3 冒落带：钻孔钻进过程中，冲洗液开始全部漏失层位判定为冒落带发育顶界，同时出现孔内水位突然下降甚至降至孔底；

6.2.4 导水裂隙带：与背景值比较，冲洗液漏失量突然增大层位可判定为裂隙发育层段，同时出现孔内水位突然下降现象；

6.2.5 弯曲变形带：冲洗液消耗量与背景值接近，孔内水位波动幅度较小，未出现突然下降现象。

6.3 电视窥视判定

6.3.1 采用孔内电视窥视仪拍照，根据照片上孔壁岩芯裂隙发育情况判定；

6.3.2 密集发育纵向、横向裂隙且明显观察到岩块碎裂的层段判定为冒落带发育层段；

6.3.3 较多发育垂向裂隙或长度大于 0.50 m 的单个垂向裂隙发育的层段，可判定为导水裂隙带发育段。

6.4 导水裂隙带高度测井曲线判定

6.4.1 以电成像测井为主，视电阻率测井、密度测井、井径测井、声波时差测井等常规测井为辅进行导水裂隙发育情况判定。

6.4.2 电成像测井获得的视电阻率变化以伪色度呈现，图中色块加深的地方为裂隙发育区。电成像图上裂隙密度明显增加，常规测井曲线特征值有大井径、低密度、小电阻率、高声波时差等特征时可综合确定裂隙带高度；

6.4.3 电成像图上裂隙密度大、常规测井曲线异常显著的层段为冒落带层段。

6.5 钻孔综合判定

以钻孔冲洗液消耗量为基础，综合分析、考虑上述其他指标，确定冒落带、导水裂隙带发育高度和层段。

7 导水裂隙带的物探探测

7.1 地震勘探

7.1.1 地震数据处理与解释方法按照 T/CGS 012 规范执行。

7.1.2 地震数据解释以测井曲线标定，对比正常地层综合分析，平面与剖面相结合，使用多种解释方法综合判定。

7.1.3 冒落带：地震时间剖面上同相轴消失；水平切片上：地震属性异常明显，波阻抗显著增大和各向异性突出等特征。

7.1.4 导水裂隙带：地震时间剖面上同相轴连续性差、有错断、下凹、扭曲等特征；水平切片上：地震属性有异常，波阻抗值有差异，孔隙度值变大，有各向异性等特征，异常由深部至浅部逐渐变小。

7.1.5 弯曲变形带：地震时间剖面上同相轴波形一致、连续性好、能量强，有轻微下凹的现象；水平切片上：小间距的水平切片上基本无异常现象。

7.2 瞬变电磁勘探

7.2.1 瞬变电磁（地面/矿井）的解释以剖面为主，平面为辅，平剖结合，遵循从已知到未知、从简单到复杂、从局部到全区的原则。解释方法按照 DZ/T0187 技术规程执行。

7.2.2 冒落带：视电阻率剖面图上层状均匀变化的等值线发生显著改变，等值线梯度显著改变，（含水情况下）等值线数值变小；平面图上呈同样规律变化。

7.2.3 导水裂隙带：视电阻率剖面图上层状均匀变化的等值线发生改变，等值线梯改变，（含水情况下）等值线数值变小；平面图上呈同样规律变化。

7.2.4 弯曲变形带：剖面和平面图上视电阻率等值线梯度与数值基本无变化。

7.3 矿井直流电法勘探

7.3.1 矿井直流电法解释以剖面为主，遵循从已知到未知、从点到线、从线到面、从简单到复杂、从局部到全区的原则。解释方法按照 MT/T 898 技术规程执行。

7.3.2 一般采用动态监测系统，通过连续/间断获取围岩电性参数认识地层物性差异。

7.3.3 冒落带：视电阻率剖面图上层状均匀变化的等值线发生显著改变，等值线梯度显著改变，（含水情况下）等值线数值变小，等值线扭曲变形呈明显凸起或圈闭特征。

7.3.4 导水裂隙带：视电阻率剖面图上层状均匀变化的等值线发生改变，等值线梯度改变，（含水情况下）等值线数值变小。

7.3.5 弯曲变形带：视电阻率等值线梯度和数值微弱或正常。

7.4 微动探测

7.4.1 微动解释遵循从已知到未知、由浅及深、点-线-面结合的原则。

7.4.2 冒落带：视 S 波速度等值线梯度变大，等值线数值改变显著。

7.4.3 导水裂隙带：视 S 波速度等值线梯度变大，等值线数值有改变。

7.4.4 弯曲变形带：视 S 波速度等值线正常。

7.5 微震监测

7.5.1 微震解释以微震频次、能量、损伤参量的三维空间分布密度为主，采用各参量的三维空间等值包络面综合定量刻画冒落带、导水裂隙带和弯曲变形带。

7.5.2 微震频次和能量分布密度采用监测区域的最大、最小数值进行归一化处理，获得 0~1 的数值，损伤参量数值为 0~1。

7.5.3 冒落带：微震频次密度、能量密度、损伤参量数值均大于 0.50。

7.5.4 弯曲变形带：微震频次密度、能量密度、损伤参量数值均小于 0.25。

7.5.5 导水裂隙带：除冒落带和弯曲变形带以外的其它区域。

8 导水裂隙带探测报告

8.1 每个煤矿的导水裂隙带发育高度探测工作结束后，应编写探测报告。

8.2 探测报告主要内容应包括煤矿概况、探测工程部署及完成的工程量与质量、探测结果等，具体参见附录 A（资料性）。

附 录 A
(资料性附录)
导水裂隙带高度探测报告编写提纲

A.1 文字说明书

A.1.1 概论

任务来源、探测依据、煤矿概况及自然地理条件等。

A.1.2 煤矿地质条件及开采情况

阐述煤矿开采煤层、煤层厚度、埋藏深度、煤层覆岩岩性与厚度、含水层分布及富水性、隔水层分布及厚度等水文地质工程条件，包括必要的插图、插表；

阐述煤矿开采煤层及采煤工作面规格、采煤方法、开采高度、开采过程等情况，包括必要的插图、表等。

A.1.3 导水裂隙带探测工程及质量

工程部署：工程部署原则、探测工程设计（钻孔、地震勘探线、电磁法勘探线等）；
完成的工程量及质量，包括钻探工程、物探工程、测量工程等，详细阐述。

A.1.4 导水裂隙带探测结果

探测数据解译及结果；
综合判定结果。

A.1.5 结论及建议

结论
建议

A.2 附图及附表

A.2.1 采掘工程平面图

A.2.2 探测工作面及其在煤矿的位置图

A.2.3 探测工程设计图

A.2.4 探测钻孔综合成果图

A.2.5 主要物探工程成果图

A.2.6 探测结果的地质与水文地质剖面图（将探测的导水裂隙带发育顶界线在地质剖面图上表示出来）

参 考 文 献

- [1]国家安全生产监督管理总局. 煤矿安全规程 (2016) (总局令第87号). 2016.
 - [2]国家安全监管总局、国家煤矿安监局. 煤矿地质工作规定, 煤炭工业出版社, 2014.
 - [3]国家煤矿安全监察局. 煤矿防治水细则, 煤炭工业出版社, 2018.
 - [4]国家安全监管总局、国家煤矿安监局、国家能源局、国家铁路局. 建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规范. 2017.
 - [5]中国地质调查局. 水文地质手册 (修订版), 地质出版社, 2012.
 - [6]武强 主编. 煤矿防治水手册, 煤炭工业出版社, 2013.
 - [7]范立民. 煤矿隐蔽致灾因素与探查, 煤炭工业出版社, 2014.
 - [8]范立民, 马雄德. 保水采煤的理论与实践, 科学出版社, 2019.
 - [9]魏久传 主编. 矿井地质手册: 水文·工程·环境卷, 煤炭工业出版社, 2016.
-