

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM 159—2026

煤矿开采地裂缝灾害勘测与治理规范

Specifications for geological survey and management of mining-induced ground
fissure disasters

2026 - 03 - 24 发布

2026 - 03 - 24 实施

目 次

1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 现场勘测.....	1
5 综合评价.....	2
6 综合治理.....	3
7 治理工艺.....	3
8 监测评估.....	5
9 验收.....	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：山东科技大学、山西方山金晖瑞隆煤业有限公司、贵州大学、贵州工程应用技术学院、六盘水师范学院、吕梁学院、贵州能源集团有限公司、山东省地矿工程集团有限公司、贵州鲁中矿业有限责任公司、山西方山汇丰新星煤业有限公司、河图矿业（山西）有限公司、徐州天浩勘探有限公司、内蒙古科技大学、河南工程学院

本文件主要起草人：朱恒忠、张道靖、李立志、卢卫永、毛利鑫、陈绍杰、尹大伟、王宝、陈悟涛、王印、刘吉波、王志红、刘萍、汪华君、陆永生、潘胡平、贾维、胡斌、温良霞、李建伟、陈超、高志友、巩超、闫兴旺、李延伟、严志强、梁红波、刘京强

本文件为首次发布。

煤矿开采地裂缝灾害勘测与治理规范

1 范围

本文件规定了煤矿开采地裂缝灾害勘测与治理的现场勘测、综合评价、综合治理、治理工艺、监测评估和验收。

本文件适用于煤矿开采地裂缝灾害治理。

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。

NB/T 10533 采煤沉陷区治理技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

煤矿开采地裂缝 mining-induced ground fissure

因煤层开采，上覆岩层垮落失稳造成地表沉陷，在地表形成的开裂。

3.2

拉伸型地裂缝 tensile mining-induced ground fissure

地裂缝两侧岩土体受拉应力作用明显分离，一侧岩土体向下坡方向倾斜，形成深度较大的沟槽状裂缝。

3.3

张开型地裂缝 opening mining-induced ground fissure

地裂缝两侧岩土体以张开为主，水平错动较小，裂缝宽度大于落差。

3.4

台阶型地裂缝 stepped mining-induced ground fissure

地裂缝一侧岩土体相对于另一侧形成明显错台，裂缝落差大于宽度，呈台阶切落形态。

4 现场勘测

4.1 勘测目标

现场勘测应查明工作面上覆地表沉陷范围内的地裂缝发育位置、发育宽度、延伸长度、落差、走向、深度等，以及地裂缝发育位置区域的地表损伤情况。

4.2 勘测方法与内容

4.2.1 勘测方法

地裂缝发育位置、走向宜采用无人机红外遥感技术结合野外调查综合确定；发育宽度、延伸长度、落差、深度等地裂缝发育尺寸宜采用工程实测方法。

4.2.2 勘测内容

勘测内容宜采用下列方法：

- a) 野外调查应结合工作面上覆地表沉陷情况、上覆地表的地形地貌情况，对地裂缝强烈发育位置开展野外调查，确定地裂缝发育的发育过程及重点区域。

- b) 无人机红外遥感测量应在野外调查基础上,采用无人机红外遥感测量方法对工作面上覆地表范围内的地裂缝进行探测,统计分析不同时刻的地裂缝红外成像特征,探明地裂缝的地表分布详细情况。
- c) 工程实测应采用地裂缝测量工具,实测地裂缝发育宽度、延伸长度、落差、深度等,测量误差应小于 1 cm。

4.2.3 勘测记录

勘测记录应在野外调查、无人机红外遥感测量、工程实测基础上,明确地裂缝发育尺寸、地裂缝发育位置,记录需要治理的地裂缝信息,应包括地裂缝位置、特征、地表损伤情况,重要特征点应收集影像资料。

5 综合评价

5.1 评价方法

评价方法应结合地裂缝发育位置、发育尺寸,应采用综合分析的方法,对地裂缝发育类型、发育程度进行综合评价。

5.2 评价标准

5.2.1 地裂缝发育类型评判

地裂缝发育类型应根据形态、发育尺寸、发育位置进行评判,具体见表1。

表1 地裂缝发育类型评判指标表

类型	拉伸型地裂缝	张开型地裂缝	台阶型地裂缝
形态	拉伸状态,地裂缝两侧的岩土体明显分离,地裂缝一侧的岩土体朝下坡方向倾斜,形成具有一定深度的深沟	张开状态,地裂缝两侧的岩土体错动量较小	台阶切落形态,地裂缝一侧的岩土体与另一侧岩土体形成错台
发育尺寸	发育宽度和落差均大于0.5 m;延伸长度一般不小于20 m,延伸方向与工作面倾向大致平行或斜交;裂缝角度与拉伸型地裂缝发育位置处的地表坡度正相关,地表坡度越大,裂缝张开角度越大,裂缝张开角度通常大于25°	发育宽度大于落差,发育宽度为0.1m~0.3 m,落差小于0.1 m;地裂缝延伸方向与工作面运输巷或回风巷的走向大致平行或呈较小角度斜交;裂缝张开角度通常小于5°	发育宽度小于落差,发育宽度小于0.1 m,落差一般大于0.3 m;延伸方向与工作面倾向方向大致平行或斜交
发育位置	优先发育在陡坡或地表坡度突然变化的地形过渡带	优先发育在开采沉陷盆地的边缘地带	优先发育在坡度一般小于15°的缓坡、冲沟地带

5.2.2 地裂缝致灾等级评判

地裂缝致灾等级应根据地裂缝对周围岩土体、植被生长状态、地质灾害等的影响程度进行评判,具体见表2。

表2 地裂缝致灾等级评判指标表

地裂缝致灾等级	重度	中度	轻度
周围岩土体影响程度	严重	一般	小
植被影响程度	严重破坏植被,造成植被死亡	一般	小
山体滑坡、危岩崩塌趋势	显著	较小	无
安全绿色开采影响程度	大	中等	较小
是否采取措施处理	是	结合现场实际情况进行针对性处理	无需进行针对性处理

表2 地裂缝致灾等级评判指标表（续）

地裂缝致灾等级	重度	中度	轻度
对应地裂缝发育类型	拉伸型、台阶型	拉伸型、张开型、台阶型	张开型
岩土体破坏程度	地裂缝周围岩土体遭到明显破坏，存在开裂、坍塌等现象	周围岩土体受到一定影响，存在开裂、地表落差等现象	对周围岩土体影响较小，存在开裂等现象
地表张开度	>0.5 m	0.1m~0.5m	<0.1m
落差	>0.5 m	0.1m~0.5m	/
植被枯死率	>80%	20%~80%	<20%

6 综合治理

6.1 一般要求

- 6.1.1 地裂缝致灾等级为重度时，应制定专项地裂缝灾害治理方案，提出切实可行的治理措施。
- 6.1.2 地裂缝致灾等级为中度时，应在现场勘察基础上，采取地裂缝致灾防控措施。
- 6.1.3 地裂缝致灾等级为轻度时，应做好日常性监测，及时分析地裂缝动态发展趋势，采取针对性措施。

6.2 治理措施

治理措施应根据地裂缝致灾等级及对应的地裂缝发育类型确定，具体见表3。

表3 地裂缝灾害治理措施表

地裂缝致灾等级	重度	中度	轻度
拉伸型	宜采取“深部固体材料充填→浅部覆土→植被恢复→坡体加固”系列措施	宜采取“深部固体材料充填→浅部覆土→植被恢复→坡体加固”系列措施	可不采取专项治理措施，但应加强日常监测，若位于人员活动密集区、重要设施周边等敏感区域，应采取简易防护措施（如设置警示标识、浅层覆土填充等）
张开型	/	宜采取“浅部覆土→植被恢复”系列措施	
台阶型	宜采取“深部固体材料充填→削坡覆土→植被恢复”系列措施	宜采取“深部固体材料充填→削坡覆土→植被恢复”系列措施	

7 治理工艺

7.1 拉伸型地裂缝治理工艺

7.1.1 深部固体材料充填

深部固体材料充填应符合下列规定：

- 宜遵循减少扰动原生环境的原则，就地取材。
- 充填材料宜为煤矸石粉体、水泥和粉煤灰的混合物。煤矸石粉碎粒径宜小于 20 mm，煤矸石、水泥与粉煤灰的质量比宜为 1: (0.3~0.5) : (0.5~0.7)。
- 固体材料宜从裂缝深部开始填充，直至与地表的距离宜为裂缝发育宽度的 2~3 倍处终止。

7.1.2 浅部覆土

浅部覆土应符合下列规定：

- 宜遵循既不破坏地表植被，又平整土地的原则。
- 固体材料密度宜高于 1.5 t/m³。固体材料凝固后，宜从拉伸型地裂缝的两侧附近就地取土。
- 宜在固体材料上方进行浅部覆土，形成凸型结构。
- 凸型结构的上凸高度宜为裂缝宽度的 0.2 倍~0.4 倍，上凸宽度宜为裂缝宽度的 1 倍~1.5 倍，上凸角度不宜超过 30°。

- e) 地裂缝发育位置为耕地和园地的有效覆土厚度应大于 0.4 m，地裂缝发育位置为林地和草地的有效覆土厚度应大于 0.2 m。

7.1.3 植被恢复

植被恢复应符合下列规定：

- a) 植被恢复可按照 NB/T 10533 的相关规定执行。
- b) 地裂缝两侧 5 m 范围内，宜沿坡面平整地表。
- c) 距地裂缝中心位置 0 m~2 m 的近缝区，宜沿地裂缝延伸方向分别挖沟，沟深宜为 0.1 m~0.15 m，每排相邻两个沟的间距宜为 0.3 m~0.8 m。沟中均匀撒播草籽优选适宜本地生长的草种，播种量宜为每亩 10 kg~15 kg，覆盖表土宜为 3 cm~5 cm。
- d) 距地裂缝中心位置 2 m~5 m 的远缝区，宜沿地裂缝延伸方向分别挖坑，坑深宜为 0.4 m~0.6 m，每排相邻两个坑的间距宜为 2 m~5 m。在坑内宜种植经济类作物，然后覆盖表土，施水溶性肥料灌溉。

7.1.4 坡体加固

坡体加固应符合下列规定：

- a) 地裂缝两侧 5 m~10 m 处的坡体地表上，宜沿地裂缝延伸方向分别布置一排锚固点，每排相邻两个锚固点的间距宜为 5 m~8 m。
- b) 宜以与地表 60°~75° 的角度且朝向地裂缝，从锚固点处向地下钻孔，钻孔深度宜为 6 m~9 m；再在钻孔中安装锚索，注浆后与周围岩土体锚固。对于致灾等级为重度的，锚索长度应≥8 m。
- c) 地裂缝两侧处于同一对称位置的锚索上，宜通过较接结构对拉钢丝绳，形成对拉结构来缝合地裂缝。

7.2 张开型地裂缝治理工艺

7.2.1 一般要求

一般要求应符合下列规定：

- a) 对于具有自我愈合性的张开型地裂缝，宜采取遵循自然、尊重生态的修复模式，工作面回采后，在裂缝发育区域设置警示牌、围栏等设施，宜减少人工干扰、使其自然恢复。
- b) 对于不具有自我愈合性的张开型地裂缝，宜采取浅部覆土和植被恢复的人工两步法治理。

7.2.2 浅部覆土

浅部覆土应符合下列规定：

- a) 宜在张开型地裂缝两侧取土区就地取土，将地裂缝两侧表土填充至裂缝内，使张开型地裂缝形成凹型结构，裂缝处于下凹区域，应达到裂缝区中间低、两边高的整地效果。
- b) 裂缝区的两边与中间的高差不宜大于 0.1 m，裂缝两侧表土具有一定坡度，坡度宜为 15°~20°。
- c) 地裂缝发育位置为耕地和园地的有效覆土厚度应大于 0.4 m，地裂缝发育位置为林地和草地的有效覆土厚度应大于 0.2 m。

7.2.3 植被恢复

植被恢复应符合下列规定：

- a) 植被恢复可按照 NB/T 10533 的相关规定执行。
- b) 凹型结构中宜均匀撒播适合本地生长的草籽，播种量宜为每亩 10 kg~15 kg。
- c) 宜覆盖 3 cm~5 cm 的表土，顺沟浇灌水溶性肥料。

7.3 台阶型地裂缝治理工艺

7.3.1 深部固体材料充填

深部固体材料充填应符合下列规定：

- a) 宜遵循尽可能减少扰动原生环境的原则，就地取材。
- b) 充填材料宜为煤矸石粉体、水泥和粉煤灰的混合体。煤矸石粉碎粒径应小于 20 mm，煤矸石、水泥与粉煤灰的质量比宜为 1: (0.3~0.5) : (0.5~0.7)。
- c) 固体材料宜从裂缝深部开始填充，直至与台阶型地裂缝较低的一侧平齐后终止。

7.3.2 削坡覆土

削坡覆土应符合下列规定：

- a) 宜遵循既不破坏地表植被，又平整土地的原则。
- b) 固体材料密度宜高于 1.5 t/m³，固体材料凝固后，将地裂缝的表土进行平整。
- c) 宜从台阶型地裂缝一侧取土区（即台阶型地裂缝较高的一侧）取土，填充至台阶型地裂缝较低的一侧，形成台阶型地裂缝表土平整区，宜将台阶型结构改造为斜坡型结构，斜坡型结构的斜坡角度不宜大于 30°。
- d) 地裂缝发育位置为耕地和园地的有效覆土厚度应大于 0.4 m，地裂缝发育位置为林地和草地的有效覆土厚度应大于 0.2 m。

7.3.3 植被恢复

植被恢复应符合下列规定：

- a) 植被恢复可按照 NB/T 10533 的相关规定执行。
- b) 沿坡面宜用耢耩进行浅沟整地，整地深度为 0.08 m~0.12 m。
- c) 沿坡面相邻两个沟的间距宜为 20 cm~30 cm，再向沟中均匀撒播草籽优选适宜本地生长的草种，播种量宜为每亩 10 kg~15 kg，覆盖 3 cm~5 cm 的表土，顺沟浇灌水溶性肥料。

8 监测评估

8.1 监测内容

8.1.1 监测内容应包括地裂缝发育位置附近的地表移动变形、植被生长状态、地裂缝变化情况以及地裂缝活动造成的地表附属物上出现的变形情况等。

8.1.2 监测方法宜采用简易测量法（直尺、线坠等）、常规测量法（测距仪等）、数字摄影测量法。

8.2 监测要求

8.2.1 监测周期应根据地裂缝致灾等级进行确定。地裂缝致灾等级为重度的，监测周期应每三天一次；地裂缝致灾等级为中度的，监测周期应每七天一次；地裂缝致灾等级为轻度的，监测周期应每十五天一次。在雨季、采动活跃期、地表出现异常变形、地裂缝发生异常变化时，宜根据具体条件调整监测点和加密监测频次。

8.2.2 宜组织专人设点、监测，记录监测内容（例如文字、图表、照片等），形成监测评估报告。监测评估报告宜每周上报一次。

8.2.3 地裂缝及其周边岩土体出现突然变化时，应及时上报技术部门，及时采取措施。

9 验收

9.1 治理效果检验

9.1.1 治理效果检验宜建立地裂缝灾害现场治理档案。

9.1.2 治理效果检验宜采用现场考察、抽点检测方法。

9.1.3 宜配备专职效果检验人员，由现场治理单位负责。

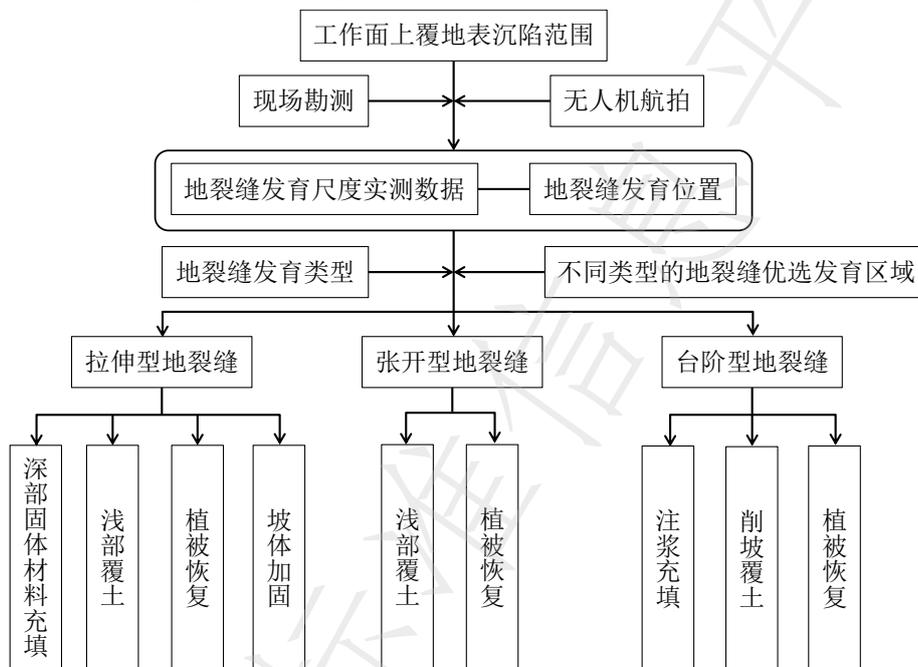
9.1.4 治理效果检验应包括治理规范性、地裂缝变化情况、植被生长情况等。

9.2 现场验收

- 9.2.1 地裂缝灾害治理过程中及完成后，宜进行现场验收，监测评估报告应作为验收的依据。治理施工单位应负责组织专业技术人员对现场治理效果进行初步验收，承担单位（主管部门）应组织专家进行现场治理效果终期验收。
- 9.2.2 宜定期对现场治理进行检查，对未达到治理设计要求的环节，应限期整改。
- 9.2.3 地裂缝灾害治理的验收指标应符合现行治理检验标准。

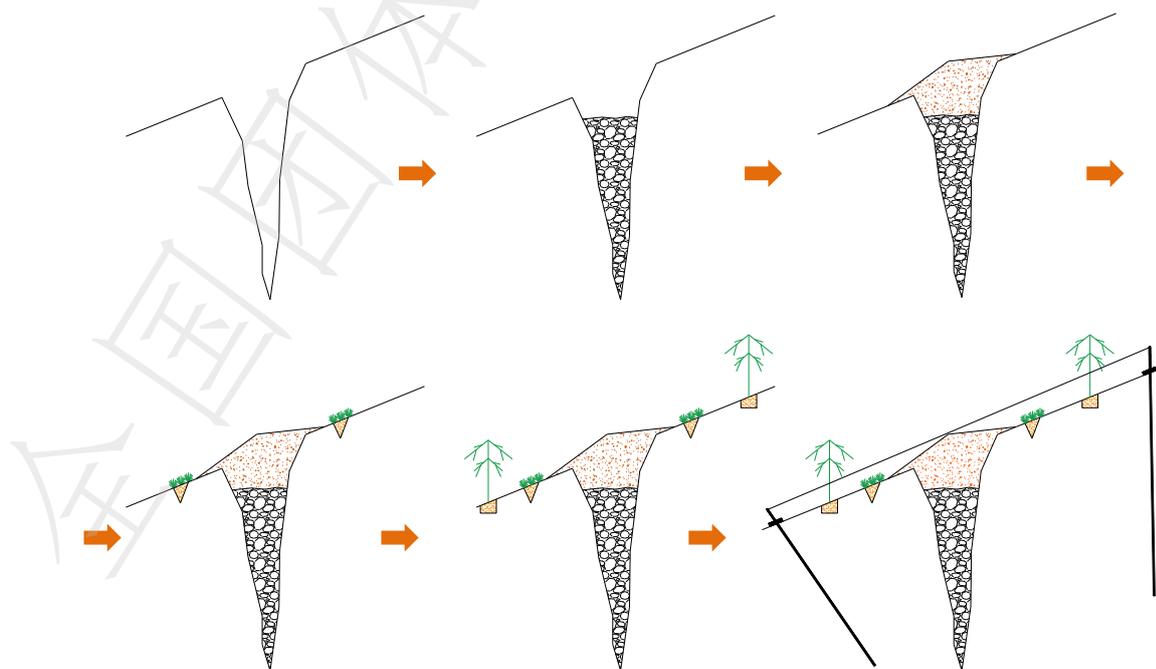
附录 A
(资料性)
地裂缝灾害治理参考资料

A.1 地裂缝灾害治理流程可参照图 A.1 执行。



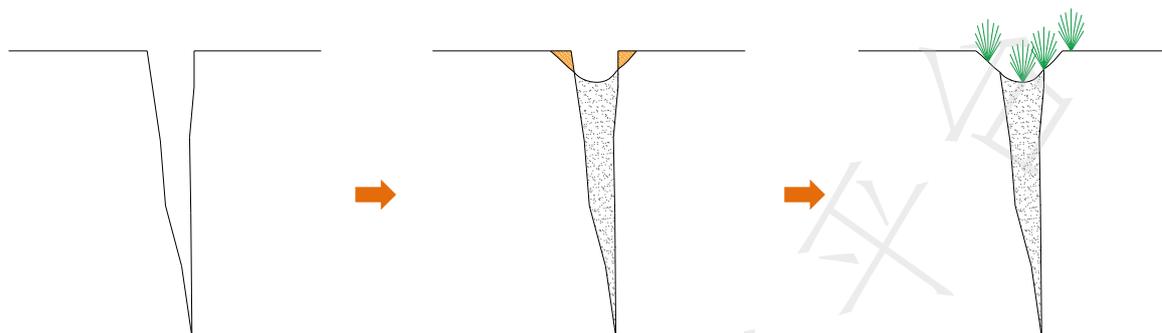
图A.1 地裂缝灾害治理流程图

A.2 拉伸型地裂缝治理流程可参照图 A.2 执行。



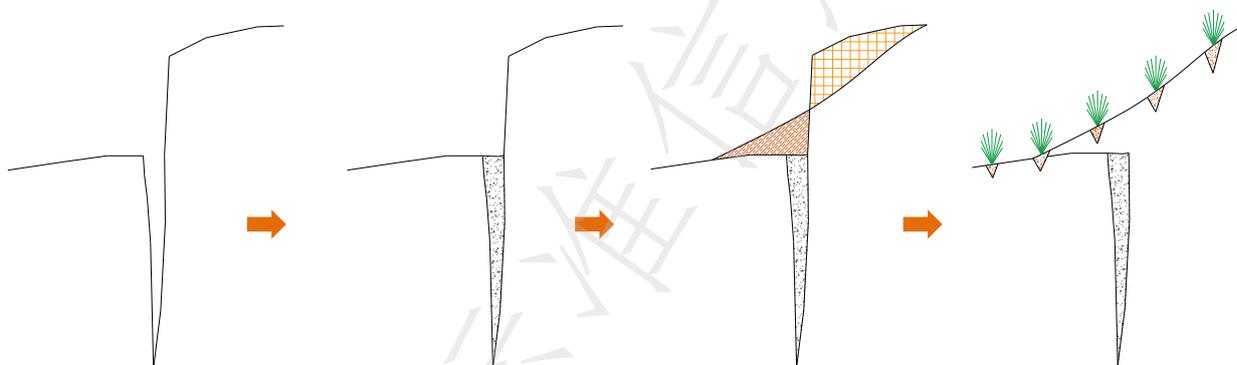
图A.2 拉伸型地裂缝治理流程示意图

A.3 张开型地裂缝治理流程可参照图 A.3 执行。



图A.3 张开型地裂缝治理流程示意图

A.4 台阶型地裂缝治理流程可参照图 A.4 执行。



图A.4 台阶型地裂缝治理流程示意图