

T/GRM

中关村绿色矿山产业联盟团体标准

T/GRM —2025

煤矿开采地裂缝灾害治理技术规范

Technical specifications for the management of mining-induced ground fissure
disasters

（征求意见稿）

（本草案完成时间：2025 年 9 月）

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

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 评价要求 2

6 治理方案 3

7 治理工艺 3

8 监测评估 6

9 验收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。

本文件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：山东科技大学、山西方山金晖瑞隆煤业有限公司、吕梁学院、山西方山汇丰新星煤业有限公司、山西方山金晖凯川煤业有限公司、山西晋煤太钢能源有限责任公司三交煤矿、贵州大学、贵州工程应用技术学院、六盘水师范学院、贵州能源集团有限公司、贵州鲁中矿业有限责任公司、徐州天浩勘探有限公司、西安科技大学

本文件主要起草人：朱恒忠、张道靖、李立志、卢卫永、贾维、胡斌、尹大伟、闫兴旺、刘萍、汪华君、刘吉波、王志红、温良霞、王坤、王洪波、李延伟、韩森、王昌琪、曹俊才、刘兵、梁红波、刘京强、陈昭征、谢晓深

本文件为首次发布。

煤矿开采地裂缝灾害治理技术规范

1 范围

本文件规定了煤矿开采地裂缝灾害的现场勘测、评价要求、治理方案、治理工艺、监测评估、验收等。

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。

- GB/T 40112 地质灾害危险性评估规范
- GB/T 43934 煤矿土地复垦与生态修复技术规范
- NB/T 10533 采煤沉陷区治理技术规范
- NB/T 11553 煤矿地表移动观测与数据处理技术规范
- DB61/T1388 地裂缝监测技术规程
- DB50/T 1622 采煤沉陷区矿山地质环境调查评价规范

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 fissures

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 fissures

形态为拉张状态，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。

3.3

张开型地裂缝 opening mining-induced ground fissures

形态为张开状态，地裂缝两侧的岩土体错动量较小，发育宽度大于落差。

3.4

台阶型地裂缝 stepped mining-induced ground fissures

形态为台阶切落形，地裂缝一侧的岩土体与另一侧岩土体形成错台形式，发育宽度小于落差。

4 现场勘测

4.1 勘测目标

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、落差等，以及地裂缝发育位置区域的地表情况。勘测标准按照GB/T 40112、NB/T 11553中规定执行。

4.2 勘测方法

4.2.1 地裂缝发育位置宜采用无人机红外遥感技术并结合野外调查综合确定。

4.2.2 地裂缝发育尺寸例如发育宽度、延伸长度、落差等宜采用工程实测方法。

4.3 勘测内容

4.3.1 野外调查

结合工作面上覆地表沉陷情况、上覆地表地形地貌情况，对地裂缝强烈发育位置开展野外调查，确定地裂缝发育的重点区域。

4.3.2 无人机红外遥感测量

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，探明地裂缝的地表分布详细情况，控制精度应小于10 m。

4.3.3 工程实测

采用地裂缝测量工具，实测地裂缝发育宽度、延伸长度、落差等，测量误差应小于1 cm。

4.3.4 勘测记录

在结合野外调查、无人机红外遥感测量、工程实测的工作基础上，明确地裂缝发育尺寸、地裂缝发育位置，详细记录需要治理的地裂缝信息。

5 评价要求

5.1 评价方法

结合地裂缝发育位置、发育尺寸，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。评价方法按照GB/T 40112、DB50/T 1622中规定执行。

5.2 评价标准

5.2.1 地裂缝发育类型评判

5.2.1.1 拉伸型地裂缝评判参考标准

- a) 形态：形态为拉张状态，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。
- b) 发育尺寸：发育宽度和落差较大，均大于0.5 m；延伸长度较长，一般为数十米（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°。
- c) 发育位置：拉伸型地裂缝优先发育在陡坡或地表坡度突然变化的地形过渡带。

5.2.1.2 张开型地裂缝评判参考标准

- a) 形态：张开状态，地裂缝两侧的岩土体错动量较小。
- b) 发育尺寸：发育宽度大于落差，发育宽度为0.05~0.3 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；裂缝张开角度小，通常小于5°。
- c) 发育位置：张开型地裂缝优先发育在工作面开采沉陷盆地的边缘地带。

5.2.1.3 台阶型地裂缝评判参考标准

- a) 形态：台阶切落形，地裂缝一侧的岩土体与另一侧岩土体形成错台形式。
- b) 发育尺寸：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。
- c) 发育位置：台阶型地裂缝优先发育在缓坡（坡度一般小于15°）或冲沟地带。

5.2.2 地裂缝致灾等级评判

地裂缝致灾等级划分为重度、中度、轻度。

5.2.2.1 重度

地裂缝对周围岩土体造成严重影响，严重破坏植被甚至植被死亡，造成山体滑坡、危岩崩塌的趋势显著，对安全绿色开采影响很大，必须采取相应的处理措施。地裂缝发育类型一般为拉伸型、台阶型。

地裂缝灾害等级为重度的判断标准为：地裂缝周围岩土体遭到明显破坏，存在开裂、坍塌等现象，地表张开度大于0.5 m，落差大于0.3 m，植被枯死率大于80%。

5.2.2.2 中度

地裂缝对周围岩土体造成一般影响，植被生长受到一定影响，造成山体滑坡、危岩崩塌的趋势较小，对安全绿色开采影响中等，需要结合现场实际情况进行针对性处理。地裂缝发育类型一般为拉伸型、张开型、台阶型。

地裂缝灾害等级为中度的判断标准为：地裂缝周围岩土体受到一定影响，存在开裂、地表落差等现象，地表张开度小于0.3 m，落差小于0.1 m，植被枯死率小于50%。

5.2.2.3 轻度

地裂缝对周围岩土体造成的影响较小，植被生长受影响小，没有造成山体滑坡、危岩崩塌的趋势，对安全绿色开采影响较小，无需进行针对性处理。地裂缝发育类型一般为张开型。

地裂缝灾害等级为轻度的判断标准为：地裂缝周围岩土体影响较小，存在开裂等现象，地表张开度小于0.1 m，不存在地表落差，植被枯死率小于10%。

6 治理方案

6.1 一般要求

6.1.1 治理方案可按照 GB/T 43934、NB/T 10533 中相关规定执行。

6.1.2 对于地裂缝致灾等级为重度的情况，应制定专门的地裂缝灾害治理方案，提出切实可行的治理措施。

6.1.3 对于地裂缝致灾等级为中度的情况，应在现场勘察基础上，采取地裂缝致灾防控措施。

6.1.4 对于地裂缝致灾等级为轻度的情况，应做好日常性监测，及时分析地裂缝动态发展趋势，以便采取针对性措施。

6.2 治理措施

6.2.1 地裂缝致灾等级为重度

6.2.1.1 致害等级为重度的，一般为拉伸型地裂缝、台阶型地裂缝。

6.2.1.2 对于拉伸型地裂缝，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。

6.2.1.3 对于台阶型地裂缝，宜采取“深部固体材料充填→削坡覆土→植被恢复”系列措施。

6.2.2 地裂缝致灾等级为中度

6.2.2.1 对于拉伸型地裂缝，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。

6.2.2.2 对于张开型地裂缝，宜采取“浅部覆土→植被恢复”系列措施。

6.2.2.3 对于台阶型地裂缝，宜采取“深部固体材料充填→削坡覆土→植被恢复”系列措施。

6.2.3 地裂缝致灾等级为轻度

致灾等级为轻度的，可不采取具体的治理措施。

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

a) 宜遵循尽可能减少扰动原生环境的原则，就地取材。

- b) 充填材料为煤矸石粉体、水泥和粉煤灰的混合体。煤矸石粉碎为粒径宜小于 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。此处歧义，没看懂，请核实（中间是 0.3-0.5，后边是 0.5-0.7）
- c) 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

- 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 1.5t/m^3 。固体材料凝固后，从拉伸型地裂缝的两侧附近就地取土。
- c) 宜在固体材料上方进行浅部覆土，形成凸型结构。
- d) 凸型结构的上凸高度宜为裂缝宽度的 0.2~0.4 倍，上凸宽度宜为裂缝宽度的 1~1.5 倍，上凸角度不宜超过 30° 。

7.1.3 植被恢复

- a) 地裂缝两侧 5 m 范围内，宜沿坡面平整地表。
- b) 地裂缝两侧 2 m 范围内，宜沿地裂缝延伸方向分别挖沟（此处是否一定为一排沟？？我看后面有沟间距所以请核实，改为了挖沟），沟深宜为 0.1~0.15 m，每排相邻两个沟的间距宜为 0.3~0.8 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 10~15kg/亩，覆盖表土宜为 3~5 cm。
- c) 地裂缝两侧各 2~5 m 范围内，宜沿地裂缝延伸方向分别挖坑，坑深宜为 0.4~0.6 m，每排相邻两个坑的间距宜为 2~5 m（与 A、B 及前面的 2~5m 范围矛盾，请核实）改为了 2~5 m。在坑内种植经济类作物，然后覆盖表土，施水溶性肥料灌溉。

7.1.4 坡体加固

- a) 地裂缝两侧各 6~10 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 5~8 m。
- b) 宜以与地表 $60^\circ\sim 75^\circ$ 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 6~9 m；再在钻孔中安装锚索，注浆后与周围岩土体锚固。
- c) 地裂缝两侧处于同一对称位置的锚索上，宜通过铰接结构对拉钢丝绳，形成对拉结构来缝合地裂缝。

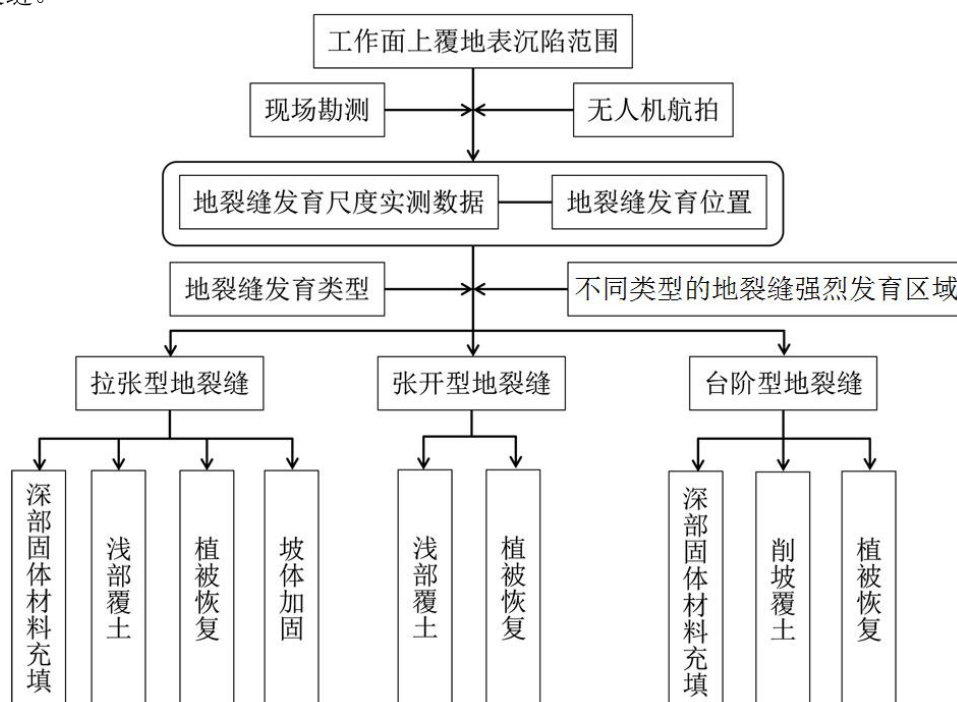


图 1 地裂缝灾害治理措施

7.2 张开型地裂缝治理工艺

7.2.1 总体要求

7.2.1.1 对于具有自我愈合性的动态张开型地裂缝，宜采取遵循自然、尊重生态的自我修复模式。

7.2.1.2 工作面回采后，在裂缝发育区域设置警示牌、围栏等设施，尽可能减少人工干扰、使其自然恢复。

7.2.1.3 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

a) 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，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宜 ≤ 0.1 m，裂缝两侧表土具有一定坡度，坡度宜为 $15^{\circ}\sim 20^{\circ}$ 。

7.2.3 植被恢复

凹型结构中均匀撒播适宜本地生长的草籽，播种量宜为 $10\sim 15$ kg/亩；宜覆盖 $3\sim 5$ cm的表土，顺沟浇灌水溶性肥料。

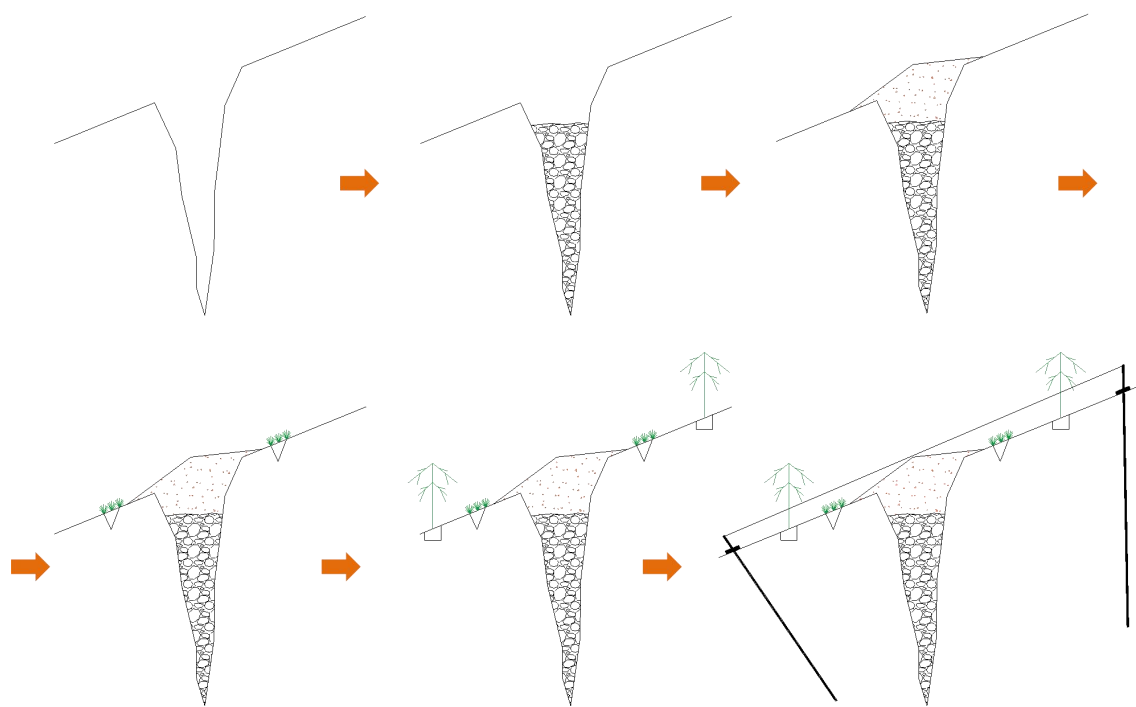


图2 拉伸型地裂缝治理示意图

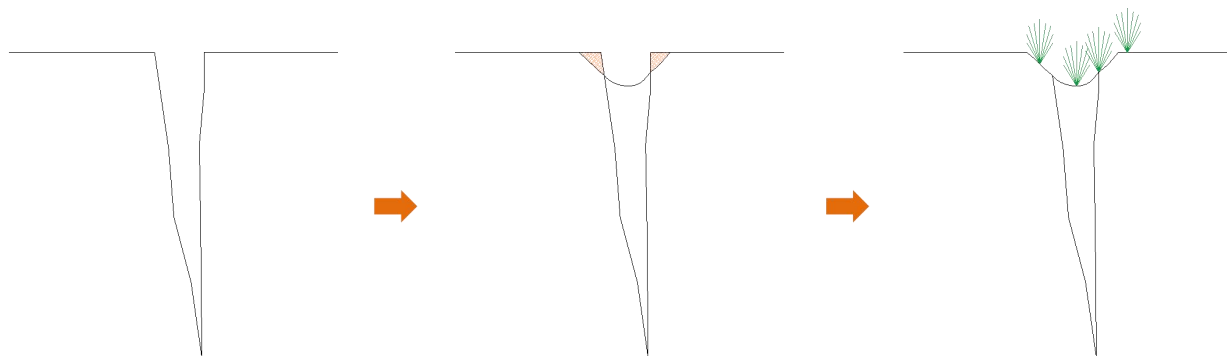


图3 张开型地裂缝治理示意图

7.3 台阶型地裂缝治理工艺

7.3.1 深部固体材料充填

- 宜遵循尽可能减少扰动原生环境的原则，就地取材。
- 充填材料为煤矸石粉体、水泥和粉煤灰的混合物。煤矸石粉碎为粒径应小于 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。（中间是 0.3-0.5，后边是 0.5-0.7）
- 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

- 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 1.5t/m^3 ，固体材料凝固后，将地裂缝的表土进行平整。
- 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，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° 。

7.3.3 植被恢复

- 沿坡面用镢锨进行浅沟整地，整地深度为 0.08~0.12 m。
- 沿坡面相邻两个沟的间距为 20~30 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 10~15 kg/亩，覆盖 3~5 cm 的表土，顺沟浇灌水溶性肥料。

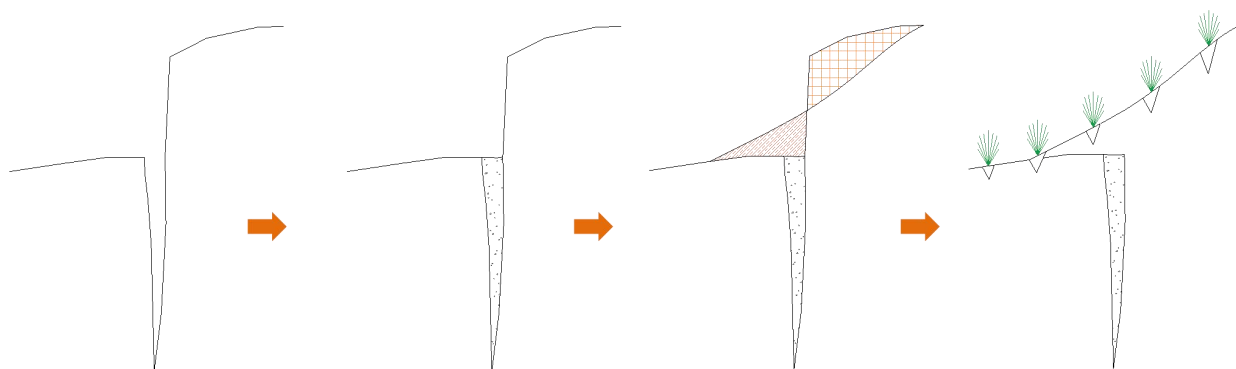


图 4 台阶型地裂缝治理示意图

8 监测评估

8.1 监测内容

8.1.1 监测内容包括地裂缝发育位置附近的地表移动变形、植被生长状态、地裂缝变化情况等。监测标准可参考 DB61/T1388 执行。

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 监测周期宜一周一次，当地裂缝发生变化时，宜根据具体条件调整监测点和监测频次。

8.2.2 宜组织专人设点、监测，详细记录监测内容（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，监测人员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 宜建立地裂缝灾害现场治理档案。

~~9.1.2 治理效果检验采用现场考察、抽点检测方法。检验要求按照有关国家标准的相关规定执行。（此处需列出具体的标准名称，否则删除该表述）删除~~

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 治理效果检验的内容包括治理规范性、地裂缝变化情况、植被生长情况。

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，监测评估报告可作为验收的依据。

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，限期整改。

9.2.3 地裂缝灾害治理的验收指标应符合治理检验标准。

9.3 工作总结

9.3.1 治理完成后及时进行工作总结，分析治理全周期的关键环节和关键措施，开展推广应用。

9.3.2 建立地裂缝灾害治理档案，包括治理方案、施工记录、监测记录、验收资料等。
