

# 中华人民共和国矿山安全行业标准

KA 40—2026

## 煤矿冲击地压解危措施效果检验方法

Testing method for effectiveness of measures on rock burst  
control in coal mines

2026-04-27 发布

2026-10-01 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 检验范围 .....                  | 2  |
| 5 检验时效 .....                  | 3  |
| 6 检验步骤 .....                  | 3  |
| 7 检验方法 .....                  | 4  |
| 8 检验方法选择 .....                | 6  |
| 9 数据处理 .....                  | 7  |
| 10 检验效果评价 .....               | 8  |
| 附录 A(资料性) 解危措施效果检验数据记录表 ..... | 9  |

## 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。

本文件由国家矿山安全监察局提出。

本文件由矿山安全行业标准化技术委员会冲击地压(岩爆)防治分技术委员会归口。

本文件起草单位：应急管理大学、辽宁大学、煤炭科学技术研究院有限公司、山东能源集团有限公司、煤炭科学研究总院有限公司、中国中煤能源集团有限公司、中国矿业大学、国家能源投资集团有限责任公司、辽宁工程技术大学、西安科技大学、陕西煤业化工集团有限责任公司、华电煤业集团有限公司

本文件主要起草人：欧阳振华、张宁博、王爱文、史庆稳、陈建强、罗浩、韩军、李云鹏、崔峰、肖晓春、唐治、魏全德、史先锋、朱权洁、彭杨皓、唐忠义、曹安业、翟成、王书文、刘建、王新玉、李东、李海涛、付田田。

本文件为首次发布。

# 煤矿冲击地压解危措施效果检验方法

## 1 范围

本文件规定了煤矿冲击地压解危措施效果检验方法的术语和定义、检验范围、检验时效、检验步骤、检验方法、检验方法选择、数据处理、检验效果评价等。

本文件适用于煤矿采用煤层钻孔卸压、煤层卸压爆破、顶板深孔爆破、顶板水力压裂、底板钻孔卸压、底板卸压爆破等冲击地压解危措施的效果检验。

## 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 15663.3—2008  | 煤矿科技术语 第3部分 地下开采                |
| GB/T 25217.4—2019  | 冲击地压测定、监测与防治措施 第4部分：微震监测方法      |
| GB/T 25217.5—2019  | 冲击地压测定、监测与防治措施 第5部分：地音监测方法      |
| GB/T 25217.6—2019  | 冲击地压测定、监测与防治措施 第6部分：钻屑监测方法      |
| GB/T 25217.7—2019  | 冲击地压测定、监测与防治措施 第7部分：采动应力监测方法    |
| GB/T 25217.8—2021  | 冲击地压测定、监测与防治措施 第8部分：电磁辐射监测方法    |
| GB/T 25217.10—2019 | 冲击地压测定、监测与防治措施 第10部分：煤层钻孔卸压防治方法 |
| GB/T 25217.11—2019 | 冲击地压测定、监测与防治措施 第11部分：煤层卸压爆破防治方法 |
| GB/T 25217.13—2019 | 冲击地压测定、监测与防治措施 第13部分：顶板深孔爆破防治方法 |
| GB 6722            | 爆破安全规程                          |

## 3 术语和定义

GB/T 15663.3—2008、GB/T 25217.4—2019、GB/T 25217.5—2019、GB/T 25217.6—2019、GB/T 25217.7—2019、GB/T 25217.8—2021、GB/T 25217.10—2019、GB/T 25217.11—2019、GB/T 25217.13—2019、GB 6722 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

#### **检验时效 evaluation time**

指冲击地压解危措施效果检验方法实施的有效时间段。

### 3.2

#### **最大钻粉率指数 max drilling powder index**

采用钻屑监测方法时，单个钻孔测得钻粉率指数的最大值。

### 3.3

#### **最大钻进推力比 max ratio of propulsion force while drilling**

钻屑法施工钻机匀速钻进时，检验范围内钻孔每钻进1米推力与正常区域内钻孔对应深度推力之比的比值。

## 3.4

**临界变化幅值 critical value**

与解危措施实施前相比,解危措施实施后检验指标变化的临界幅值。该临界幅值为满足煤矿对冲击地压危险降低的最低要求,用于判定解危措施的有效性。

## 3.5

**平均地震波波速 average velocity of seismic waves**

采用地震波 CT 检验方法时,测得检验范围内地震波在煤岩层中传播波速的平均值,单位为 m/s。

## 4 检验范围

结合矿井实际条件、实施的解危措施以及选择的检验方法确定检验范围,一般检验范围不得小于解危措施实施区域及其前后 5 m~200 m 范围。表 1 给出了不同解危措施及检验方法的具体检验范围。

表 1 不同解危措施检验范围

| 解危措施          | 检验方法      | 超出解危措施实施区域的最小范围 |
|---------------|-----------|-----------------|
| 煤层钻孔卸压/煤层卸压爆破 | 1. 钻屑     | 5 m~10 m        |
|               | 2. 采动应力   | 20 m~30 m       |
|               | 3. 微震     | 50 m~100 m      |
|               | 4. 地音     | 20 m~50 m       |
|               | 5. 电磁辐射   | 20 m~40 m       |
| 顶板深孔爆破        | 1. 微震     | 50 m~150 m      |
|               | 2. 地震波 CT | 20 m~50 m       |
|               | 3. 钻屑     | 20 m~30 m       |
|               | 4. 采动应力   | 30 m~60 m       |
|               | 5. 地音     | 20 m~50 m       |
|               | 6. 电磁辐射   | 20 m~60 m       |
| 顶板水力压裂        | 1. 微震     | 100 m~200 m     |
|               | 2. 地震波 CT | 50 m~100 m      |
|               | 3. 钻屑     | 20 m~30 m       |
|               | 4. 采动应力   | 30 m~60 m       |
|               | 5. 地音     | 50 m~80 m       |
|               | 6. 电磁辐射   | 20 m~60 m       |
| 底板钻孔卸压/底板卸压爆破 | 1. 采动应力   | 20 m~30 m       |
|               | 2. 钻屑     | 5 m~10 m        |
|               | 3. 微震     | 50 m~100 m      |
|               | 4. 地音     | 20 m~30 m       |
|               | 5. 电磁辐射   | 10 m~20 m       |

## 5 检验时效

冲击地压解危措施完成后应在 24 h 内进行效果检验。如检验时长超过 24 h,则须重新实施解危措施并进行效果检验。

## 6 检验步骤

图 1 给出了煤矿冲击地压解危措施效果检验的实施流程。

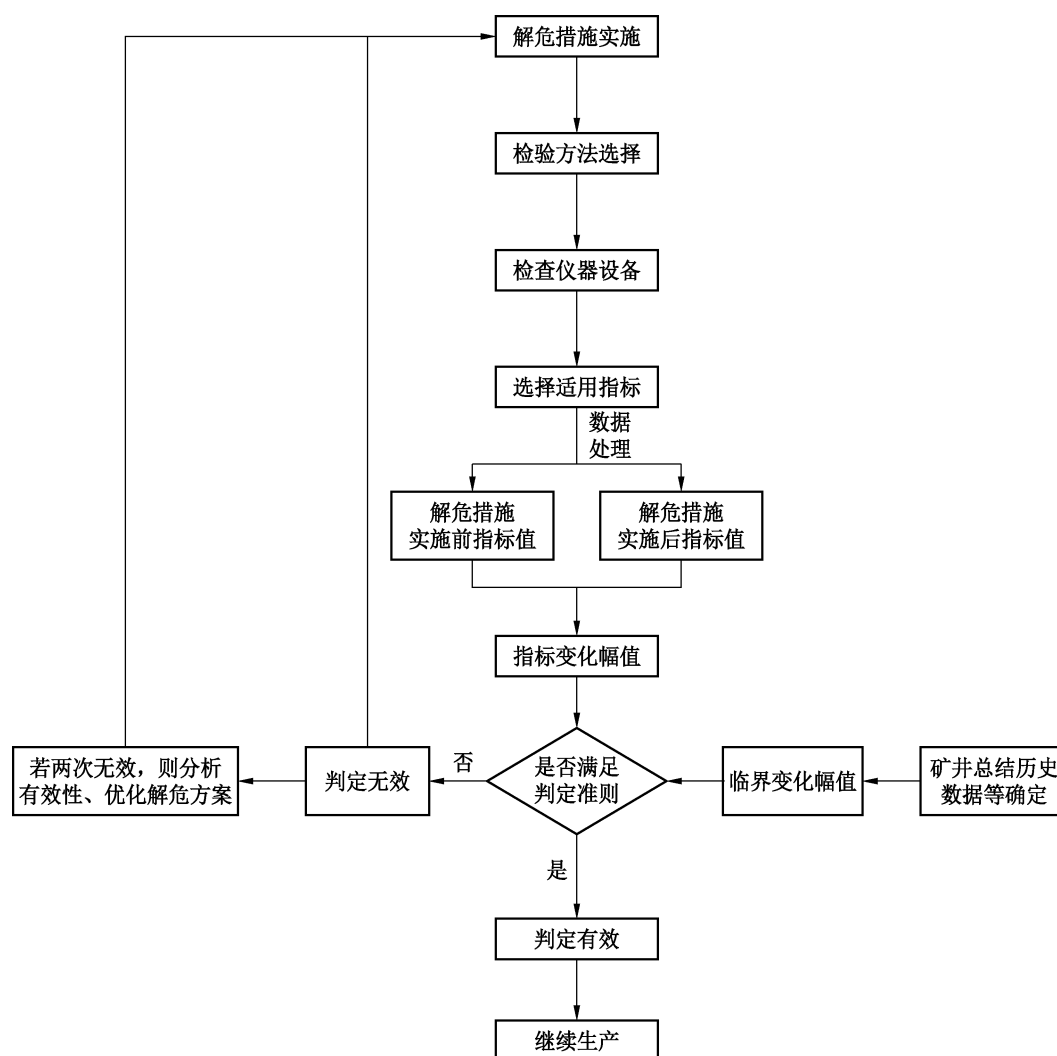


图 1 煤矿冲击地压解危措施效果检验实施流程

具体检验步骤如下：

- (1) 根据防冲设计、工作面设计及作业规程,实施解危措施；
- (2) 基于矿井实际应用场景,选择适用的检验方法；
- (3) 检查仪器设备,保证系统正常运行及传感器布置等满足检验要求；
- (4) 测试或查询确定解危措施实施前所选检验方法的各检验指标数值；
- (5) 处理、记录解危措施完成后各检验指标数值；

- (6) 对比解危前后各检验指标数值变化,计算得到指标变化幅值;
- (7) 比较指标变化幅值与临界变化幅值大小,根据选用检验方法的判定准则,判断解危措施有效性;
- (8) 若判定结果为有效,则矿井继续生产;
- (9) 若首次检验判定结果为无效,则重复实施解危措施并再次进行检验;
- (10) 若两次效果检验的判定结果均为无效,则须分析解危措施有效性,优化解危方案后再次进行效果检验,直至判定结果为有效后,方可继续生产。

## 7 检验方法

### 7.1 钻屑

#### 7.1.1 设备要求

若采用普通煤粉钻施工时,工作气压不低于 0.4 MPa,空载转速不低于 1 000 r/min。

若采用钻屑法钻机施工时,额定转矩不低于 150 N·m,额定转速不低于 220 r/min,推进力不低于 8 kN。

#### 7.1.2 测点数量

回采时检验范围内测点数量不应少于 3 组,掘进时检验范围内测点数量不应少于 2 组。

#### 7.1.3 检验指标

包括最大钻粉率指数、动力效应指标、最大钻进推力比等。

#### 7.1.4 判定准则

当解危后选用指标同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- (1) 绝对值比解危前降低,且降低幅度均大于临界变化幅值;
- (2) 绝对值低于预警值;
- (3) 钻进动力现象显著减少。

### 7.2 采动应力

#### 7.2.1 设备要求

按照 GB/T 25217.7—2019 中相关要求执行。

#### 7.2.2 传感器布置

回采时检验范围内传感器数量不应少于 2 组,掘进时检验范围内传感器数量不应少于 1 组。

#### 7.2.3 检验指标

包括应力值、应力变化率等。

#### 7.2.4 判定准则

当解危后选用指标同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- (1) 绝对值比解危前降低,且降低幅度均大于临界变化幅值;
- (2) 绝对值低于预警值。

### 7.3 微震

#### 7.3.1 设备要求

按照 GB/T 25217.4—2019 相关要求执行。

#### 7.3.2 传感器布置

按照 GB/T 25217.4—2019 执行,回采、掘进时能够覆盖到检验范围的传感器数量均不应少于 6 个。

#### 7.3.3 检验指标

包括微震频度、微震总能量、微震能量最大值等,可采用小时、班次等作为时间单位进行计算。

#### 7.3.4 判定准则

当解危后选用指标同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- (1) 绝对值比解危前降低,且降低幅度均大于临界变化幅值;
- (2) 绝对值低于预警值。

### 7.4 地震波 CT

#### 7.4.1 设备要求

选用地震波被动 CT 方法时,应满足 GB/T 25217.4—2019 中相关要求,且系统应具备地震波波速场反演等功能。选用地震波主动 CT 方法时,检波器数据采样时间间隔不大于 0.5 s,响应频谱宽度覆盖 5 Hz~10 000 Hz 范围。

#### 7.4.2 传感器布置

传感器监测区域能够覆盖所检验范围。

#### 7.4.3 检验指标

包括平均地震波波速等。

#### 7.4.4 判定准则

当解危后选用指标同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- (1) 绝对值均比解危前降低,且降低幅度均大于临界变化幅值;
- (2) 绝对值低于预警值。

### 7.5 地音

#### 7.5.1 设备要求

按照 GB/T 25217.5—2019 相关要求执行。

#### 7.5.2 传感器布置

按照 GB/T 25217.5—2019 相关要求执行,回采、掘进时能够覆盖到检验范围的传感器数量均不应少于 2 个。

7.5.3 检验指标

包括能量变化率、频次变化率等,可采用小时、班次等为时间单位进行计算。

7.5.4 判定准则

当解危后选用指标同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- (1) 绝对值比解危前降低,且降低幅度均大于临界变化幅值;
- (2) 绝对值低于预警值。

7.6 电磁辐射

7.6.1 设备要求

按照 GB/T 25217.8—2021 中相关要求执行。

7.6.2 测点及传感器布置

若采用移动式监测,则回采时检验范围内测点数量不应少于 3 组,掘进时检验范围内测点数量不应少于 2 组。

若采用在线式监测,则回采时检验范围内传感器数量不应少于 2 组,掘进时检验范围内传感器数量不应少于 1 组。

7.6.3 检验指标

包括电磁强度、电磁脉冲等,可采用小时、班次等为时间单位进行计算。

7.6.4 判定准则

当解危后选用指标同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- (1) 绝对值均比解危前降低,且降低幅度均大于临界变化幅值;
- (2) 绝对值低于预警值。

8 检验方法选择

矿井可根据实际应用场景选择适用的检验方法,表 2 给出了各解危措施对应的可选检验方法、建议优选方法及最少检验方法数量等要求。

表 2 冲击地压解危措施适用检验方法

| 解危措施          | 可选检验方法                                        | 建议优选方法                | 最少检验方法数量 |
|---------------|-----------------------------------------------|-----------------------|----------|
| 煤层钻孔卸压/煤层卸压爆破 | 1. 钻屑<br>2. 采动应力<br>3. 微震<br>4. 地音<br>5. 电磁辐射 | 钻屑(富含水煤层、坚硬煤层除外)/采动应力 | 两种       |

表 2 (续)

| 解危措施          | 可选检验方法                                                     | 建议优选方法    | 最少检验方法数量 |
|---------------|------------------------------------------------------------|-----------|----------|
| 顶板深孔爆破/顶板水力压裂 | 1. 微震<br>2. 地震波 CT<br>3. 钻屑<br>4. 采动应力<br>5. 地音<br>6. 电磁辐射 | 微震/地震波 CT | 两种       |
| 底板钻孔卸压/底板卸压爆破 | 1. 采动应力<br>2. 钻屑<br>3. 微震<br>4. 地音<br>5. 电磁辐射              | 采动应力/钻屑   | 一种       |

## 9 数据处理

### 9.1 钻屑

采用普通煤粉钻施工时,按照 GB/T 25217.6—2019 获得单个钻孔中每米的钻粉率指数,通过比较确定最大值,得到该钻孔的最大钻粉率指数。若单组检验测点的钻孔数量为 2 个及以上,则在剔除偏离平均值 $\pm 30\%$ 及以上的异常钻孔数据后,最大钻粉率指数取剩余钻孔数据的平均值。若剩余钻孔数据不足 2 个,须补打钻孔进行检验。

采用钻屑法钻机施工时,应预先在正常区域进行钻孔,通过钻机监测系统实时记录钻进过程的推力,获得并记录正常区域内钻进时的每米平均推力;然后在检验范围内施工钻屑钻孔,获得并记录检验范围内钻进时的每米平均推力;将检验范围内钻进时的每米平均推力比正常区域内对应的每米平均推力,得到单孔内所有的每米钻进推力比,通过比较单孔内所有的每米钻进推力比值大小,确定单孔的最大钻进推力比。若单组检验测点的钻孔数量大于 1 个,则该检验测点的最大钻进推力比取该组内多个钻孔最大钻进推力比的平均值。

附录 A.1 给出钻屑数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.1 中。

### 9.2 采动应力

采动应力值可在传感器尾端显示屏或采动应力监测系统显示器上进行读取。附录 A.2 给出采动应力数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.2 中。

### 9.3 微震

#### 9.3.1 微震频度

统计能量大于一定阈值的微震事件总频次,统计时间单位可以是班次、小时等。附录 A.3 给出微震数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.3 中。

#### 9.3.2 微震总能量

计算能量大于一定阈值的微震事件总能量,计算时间单位可以是班次、小时等。附录 A.3 给出微

震数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.3 中。

### 9.3.3 微震能量最大值

筛选得到单个微震事件能量的最大值,筛选时间单位可以是班次、小时等。附录 A.3 给出微震数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.3 中。

### 9.4 地震波 CT

根据系统说明书,获得检验范围的地震波 CT 图像,并得到煤岩层平均地震波波速。附录 A.4 给出地震波 CT 数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.4 中。

### 9.5 地音

能量变化率、频次变化率等检验指标按照 GB/T 25217.5—2019 中相关方法进行计算。附录 A.5 给出地音数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.5 中。

### 9.6 电磁辐射

电磁强度、电磁脉冲等检验指标可在移动式或在线式电磁辐射监测系统显示模块上直接读取。附录 A.6 给出电磁辐射数据记录样表,现场检验时相关数据及信息可填入附录 A.6 中。

## 10 检验效果评价

### 10.1 临界变化幅值确定

矿井应根据开采经验、实验研究、历史监测数据或相关标准等确定各方法检验指标的临界变化幅值,建议临界变化幅值在 10%~30%之间。同一矿井地质条件差异较大的煤层、水平、采(盘)区、采掘工作面须设置不同的临界变化幅值。

### 10.2 解危措施有效性判定

当同时满足以下条件时,则判定解危措施有效:

- a) 当采用某一类检验方法进行效果检验时,若所选用各检验指标均满足判定准则,则通过该检验方法判定解危措施有效;
- b) 当经选用的所有方法检验后、判定结果均为有效时,则判定解危措施有效。

若解危措施实施完成后经第一次效果检验判定为无效,则须重复实施解危措施并再次进行检验;若连续两次效果检验判定结果均为无效,则须分析解危措施有效性、优化解危措施方案并实施,然后再次进行效果检验,直至判定结果为有效时止。

## 附 录 A

(资料性)

## 解危措施效果检验数据记录表

表 A.1 钻屑数据记录表

|                                     |        |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|------|--|
| 检验日期：                               |        | 检验范围：                                                   |                                                         | 解危措施名称：                                                 |    | 记录人： |  |
| 检验时间                                | 项目类别   | 最大钻粉率指数                                                 | 最大钻进推力比                                                 | 动力效应                                                    | 备注 |      |  |
|                                     | 解危前数值  |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|                                     | 解危后数值  |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|                                     | 变化幅值   |                                                         |                                                         | —                                                       |    |      |  |
|                                     | 临界变化幅值 |                                                         |                                                         | —                                                       |    |      |  |
|                                     | 检验结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |    |      |  |
|                                     | 总体结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |                                                         |                                                         |    |      |  |
| 注：矿井可根据实际应用中各指标敏感性，选择适用指标或指标组合进行检验。 |        |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |

表 A.2 采动应力数据记录表

|                                     |        |                                                         |                                                         |         |  |      |  |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------|--|------|--|
| 检验日期：                               |        | 检验范围：                                                   |                                                         | 解危措施名称： |  | 记录人： |  |
| 检验时间                                | 项目类别   | 应力值                                                     | 应力变化率                                                   | 备注      |  |      |  |
|                                     | 解危前数值  |                                                         |                                                         |         |  |      |  |
|                                     | 解危后数值  |                                                         |                                                         |         |  |      |  |
|                                     | 变化幅值   |                                                         |                                                         |         |  |      |  |
|                                     | 临界变化幅值 |                                                         |                                                         |         |  |      |  |
|                                     | 检验结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |         |  |      |  |
|                                     | 总体结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |                                                         |         |  |      |  |
| 注：矿井可根据实际应用中各指标敏感性，选择适用指标或指标组合进行检验。 |        |                                                         |                                                         |         |  |      |  |

表 A.3 微震数据记录表

|                                     |        |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|------|--|
| 检验日期：                               |        | 检验范围：                                                   |                                                         | 解危措施名称：                                                 |    | 记录人： |  |
| 检验时间                                | 项目类别   | 微震频度                                                    | 微震总能量                                                   | 微震能量最大值                                                 | 备注 |      |  |
|                                     | 解危前数值  |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|                                     | 解危后数值  |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|                                     | 变化幅值   |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|                                     | 临界变化幅值 |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |
|                                     | 检验结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |    |      |  |
|                                     | 总体结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |                                                         |                                                         |    |      |  |
| 注：矿井可根据实际应用中各指标敏感性，选择适用指标或指标组合进行检验。 |        |                                                         |                                                         |                                                         |    |      |  |

表 A.4 地震波 CT 数据记录表

|       |        |                                                         |      |
|-------|--------|---------------------------------------------------------|------|
| 检验日期： | 检验范围：  | 解危措施名称：                                                 | 记录人： |
| 检验时间  | 项目类别   | 平均地震波波速                                                 | 备注   |
|       | 解危前数值  |                                                         |      |
|       | 解危后数值  |                                                         |      |
|       | 变化幅值   |                                                         |      |
|       | 临界变化幅值 |                                                         |      |
|       | 检验结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |      |

表 A.5 地音数据记录表

|                                     |  |        |  |                                                         |  |                                                         |  |    |  |
|-------------------------------------|--|--------|--|---------------------------------------------------------|--|---------------------------------------------------------|--|----|--|
| 检验日期：                               |  | 检验范围：  |  | 解危措施名称：                                                 |  | 记录人：                                                    |  |    |  |
| 检验时间                                |  | 项目类别   |  | 能量变化率                                                   |  | 频次变化率                                                   |  | 备注 |  |
|                                     |  | 解危前数值  |  |                                                         |  |                                                         |  |    |  |
|                                     |  | 解危后数值  |  |                                                         |  |                                                         |  |    |  |
|                                     |  | 变化幅值   |  |                                                         |  |                                                         |  |    |  |
|                                     |  | 临界变化幅值 |  |                                                         |  |                                                         |  |    |  |
|                                     |  | 检验结果   |  | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |  | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |  |    |  |
|                                     |  | 总体结果   |  | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |  |                                                         |  |    |  |
| 注：矿井可根据实际应用中各指标敏感性,选择适用指标或指标组合进行检验。 |  |        |  |                                                         |  |                                                         |  |    |  |

表 A.6 电磁辐射数据记录表

|                                     |        |                                                         |                                                         |    |
|-------------------------------------|--------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|----|
| 检验日期：                               | 检验范围：  | 解危措施名称：                                                 | 记录人：                                                    |    |
| 检验时间                                | 项目类别   | 电磁强度                                                    | 电磁脉冲                                                    | 备注 |
|                                     | 解危前数值  |                                                         |                                                         |    |
|                                     | 解危后数值  |                                                         |                                                         |    |
|                                     | 变化幅值   |                                                         |                                                         |    |
|                                     | 临界变化幅值 |                                                         |                                                         |    |
|                                     | 检验结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |    |
|                                     | 总体结果   | <input type="checkbox"/> 有效 <input type="checkbox"/> 无效 |                                                         |    |
| 注：矿井可根据实际应用中各指标敏感性，选择适用指标或指标组合进行检验。 |        |                                                         |                                                         |    |