

团 体 标 准

T/XXX XXXX—XXXX

金属矿山地质灾害预警信息系统建设技术  
规程

Technical regulations for the construction of geological disaster early warning  
information system for metal mines

(征求意见稿)

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

中国国际科技促进会 发布

# 目 次

前言 .....	II
1 范围 .....	3
2 规范性引用文件 .....	3
3 术语和定义 .....	3
4 总则 .....	3
5 基本规定 .....	4
6 监测对象 .....	5
7 监测系统与在线监测 .....	5
8 人工巡查 .....	6
9 在线监测系统集成 .....	7
10 数据分析与管理 .....	7
11 实时预警 .....	7
12 运行维护与资料建档 .....	8
参考文献 .....	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。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中钢集团马鞍山矿山研究总院股份有限公司、福建永强岩土股份有限公司、三明学院、91144部队、云南省生态环境科学研究院、江西省建材产品质量监督检验站有限公司、西南有色昆明勘测设计（院）股份有限公司、青岛地质工程勘察院（青岛地质勘查开发局）、山东工商学院。

本文件主要起草人：聂 闻、骆明华、谷 潇、程博伟。

# 金属矿山地质灾害预警信息系统建设技术规程

## 1 范围

本文件规定了金属矿山地质灾害预警信息系统建设方法、技术、系统在地质灾害监测预警中的应用范围、业务需求、系统要求等内容。

本文适用于金属矿山地质灾害的信息系统建设。具体包括：尾矿库、排土场、渣场、露天采场边坡、采空区等矿山地质灾害常发区域监测预警系统的建设。

本文件不适用于煤矿等非金属矿山和地下矿山开采监测预警信息系统的建设。

## 2 规范性引用文件

本文件没有规范性引用文件。

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**地质灾害 geological hazard**

在自然或人为因素作用下形成的，对人类生命、财产和环境造成威胁或破坏的地质作用。

### 3.2

**地质灾害隐患 potential geological hazard**

通过简单地面地质条件、地形条件和影响因素调查，初步推测可能会发生滑坡、崩塌或泥石流等，并具有威胁对象，或可能造成损失的不稳定斜坡或沟谷。

### 3.3

**专业监测 professional monitoring**

在专业调查分析基础上，借助于专业仪器设备和专业技术，对地质灾害体及其影响因素变化动态进行监测、分析和预测预报等一系列专业技术的综合应用。

### 3.4

**地质灾害监测 geological hazard monitoring**

对由于自然或人为因素所造成和引起各类地质火灾的变化情况实施的监控量测，专业监测、简易监测和巡视检查。

### 3.5

**监测预警 monitoring and early warning**

对由于自然或人为因素所造成和引起各类地质火灾的变化情况实施的专业监测，通过监测获取数据，对数据进行分析，达到预警目的。

### 3.6

**预警信息系统 early warning information system**

由主机、传输接口、传输线缆、分站、传感器等设备及管理软件组成的系统，具有信息采集、传输、存储、处理、显示等功能，用于监测金属矿山位移、浸润线、降雨等信息系统。

### 3.7

**传感器 transducer**

将物理量转换为电信号输出的装置。

## 4 总则

4.1 预警信息系统应进行设计，并按设计要求进行建设。鼓励将预警信息系统与管理系统、监测平台等进行统一设计、建设。

#### 4.2 预警信息系统应能实现以下管理功能:

- a) 实时显示各个监测点的监测数据, 并可以图表等形式显示历史监测数据;
- b) 可以对监测传感器进行管理, 设置监测的频率和管理传感器是否正常工作;
- c) 可对预警模型进行管理, 包括设置预警参数、实现声光预警等;
- d) 视频监控应支持按摄像机编号、时间等信息对监控图像进行存储和查询;
- e) 系统不同使用者应具有权限划分。

#### 4.3 预警信息系统监控中心设备应具有可靠的防雷和接地保护装置。

#### 4.4 主机应安装在地面, 并可定期自动化备份, 且应在矿山调度中心设置显示终端。

#### 4.5 应配备监测站、传感器等监测监控设备备件, 备用数量应能满足日常监测需要。

#### 4.6 预警信息系统可长期、稳定运行。

#### 4.7 传感器的数据和状态应传输到主机。

#### 4.8 预警信息系统应具有矿用产品安全标志。

#### 4.9 预警信息系统部署完毕或进行维护和升级之后, 应按照使用说明书的要求进行测试、调教, 经测试合格后方可使用。

### 5 基本规定

#### 5.1 一般规定

矿山地质灾害监测预警信息系统分为“采集—传输—分析—应用”四个层次, 系统建设应遵循“分布集成、统一管理、集中服务”的总体原则, 实现对地质火灾监测、预警全过程管理: 系统软硬件集成应包括采集终端层、网络传输层、数据资源层、分析处理层、综合应用层以及用户层。

#### 5.2 预警信息系统要求

##### 5.2.1 预警信息系统可长期有效运行。

##### 5.2.2 预警信息系统应将在线监测成果与人工巡检成果进行综合分析管理和信息发布。

##### 5.2.3 监测预警信息系统预警信息必须立即送达矿山企业生产安全管理部门。

##### 5.2.4 预警信息系统需具备决策支持功能, 在不同预警级别下, 给予不同的治理措施建议。

##### 5.2.5 系统及其组成设备, 应符合本标准及有关国家和行业标准的规定, 并按照经规定程序批准的图样及文件制造和成套。

##### 5.2.6 中心站设备应采用主流技术的通用产品, 并满足可靠性、可维护性、开放性和可拓展性等要求。

##### 5.2.7 操作系统、数据库等应用可靠性高、开放性好、易操作、易维护、安全、成熟的主流产品, 系统应有详细的汉字说明和汉字操作指南。

#### 5.3 矿山灾害监测子系统

##### 5.3.1 矿山灾害监测子系统是面向地质灾害自动化监测多传感手段而开展的动态监测和管理的应用软件集成, 子系统应包含传感数据采集、管理、解析、分析、查询、相关数据输入输出等功能。

##### 5.3.2 系统对现场传感器应实现前端—后台交互式管理, 具备传感器位置信息管理、传感器运行状态管理、在线情况统计、后台指令发送等功能。

##### 5.3.3 监测数据展示应以时程曲线、波形曲线、柱状图、散点图等为主, 应支持不同监测数据的叠加以便与进行相关性分析。

##### 5.3.4 监测系统可对监测数据进行增删改查等操作。

#### 5.4 矿山灾害预警子系统

##### 5.4.1 矿山灾害预警子系统应包含地质灾害隐患体概化工程地质力学模型建立、数值分析、预警信息发布等功能。

##### 5.4.2 系统应基于特定地质灾害隐患点的调查评价结果、地质物力学分析成果等有效指导监测传感器部署、预警阈值确定工作。

##### 5.4.3 预警信息发布应支持短信、邮件、呼叫等方式。宜建立并逐步推广前端—后台联动的现场面域式声光预警发布机制。

- 5.4.4 预警预报成果应执行现有规范的险情划分等级：
- a) 蓝色预警（四级预警）：有发生地质灾害的一定风险；
  - b) 黄色预警（三级预警）：发生地质灾害的风险较高；
  - c) 橙色预警（二级预警）：发生地质灾害的风险高；
  - d) 红色预警（一级预警）：发生地质灾害的风险很高。
- 5.4.5 预警成果应实现对触发条件、险情等级、发布流程、处置措施的全程可追溯管理。

## 6 监测对象

### 6.1 尾矿库

- 6.1.1 尾矿库安全监测项目应包括坝体位移监测、渗流监测、库水位监测、干滩监测、浸润线监测、降雨量监测、排洪设施监测、pH值监测、电导率监测、视频监控、库区地质滑坡体位移监测等。
- 6.1.2 尾矿库安全监测项目设计等别、尾矿坝筑坝方式按 GB51108-2015 3.4.2 中要求进行确定。
- 6.1.3 尾矿库总体监测方案设计应当根据监测对象实际情况确定监测项目。
- 6.1.4 尾矿库灾害监测应根据尾矿库设计等级、筑坝方式、地形和地质条件、地理环境等因素，设置必要的监测项目及其相应设施，定期进行监测。

### 6.2 排土场

- 6.2.1 排土场监测项目应包括变形监测、土压力监测、土壤含水率监测、降雨量监测、视频监控等。
- 6.2.2 排土场总体监测方案设计应当根据监测对象实际情况确定监测项目。
- 6.2.3 排土场灾害监测应根据排土场设计等级、堆存方式、地形和地质条件、地理环境等因素，设置必要的监测项目及其相应设施，定期进行监测。

### 6.3 渣场

- 6.3.1 渣场安全监测项目应该包括变形监测、渗流监测、降雨量监测、排洪设施监测、pH值监测、电导率监测、视频监控等。
- 6.3.2 渣场总体监测方案设计应当根据监测对象实际情况确定监测项目。
- 6.3.3 渣场灾害监测应根据渣场设计等级、堆存方式、地形和地质条件、地理环境等因素，设置必要的监测项目及其相应设施，定期进行监测。

### 6.4 露天采场边坡

- 6.4.1 露天采场边坡监测项目应包括变形监测、降雨量监测、土压力监测、土壤含水率监测、视频监控等。
- 6.4.2 露天采场边坡总体监测方案设计应当根据监测对象实际情况确定监测项目。
- 6.4.3 露天采场边坡灾害监测应根据开采情况、地形和地质条件、地理环境等因素，设置必要的监测项目及其相应设施，定期进行监测。

### 6.5 采空区

- 6.5.1 采空区监测项目应包括变形监测、沉降监测、钻孔应力监测、视频监控等。
- 6.5.2 采空区总体监测方案设计应当根据监测对象实际情况确定监测项目。
- 6.5.3 采空区监测应根据开采情况、地形和地质条件、地理环境等因素，设置必要的监测项目及其相应设施，定期进行监测。

## 7 监测系统与在线监测

### 7.1 一般规定

矿山地质灾害主要类型有滑坡、崩塌、泥石流、采空塌陷、不稳定斜坡、矿坑火灾等，针对不同类型的地质灾害，选取合适的监测方法是实现地质灾害监测预警和群测群防的有效手段，监测系统的建立应满足操作性方便、针对性强、成本低、精度高等特点。

## 7.2 滑坡、崩塌和不稳定斜坡监测

### 7.2.1 地表位移监测

对于滑坡、崩塌和不稳定斜坡的地表位移监测应满足：

- a) 应具备监测滑坡体、崩塌体和不稳定斜坡的垂直位移、水平位移和裂缝；
- b) 应具备实时监测功能；
- c) 监测区域应覆盖整个地表，可由监测数据推测出整个地表位移、变形发展情况。

### 7.2.2 深部位移监测

使用深部位移监测时应满足：

- a) 一般用于大型矿山监测；
- b) 应能测量滑动面位置和滑体变形速率；
- c) 可由数据推断矿山稳定性，判定边坡主滑方向和滑坡治理工程效果。

### 7.2.3 地应力监测

用于爆破开采时，自由面上岩石地应力的监测，防止出现地应力骤然释放导致的岩层破裂。同时在线监测巷道顶板离层、锚杆锚索受力、U型钢、工字钢等支架受力、巷道变形等，并满足实时监测。

## 7.3 泥石流监测

用于当矿山弃渣场、排土场、尾矿库等大量松散岩土物质沿沟谷、坡面堆积时的监测。监测系统应满足：

- a) 能够对各水源和涌水点进行监测；
- b) 能够监测裂隙内流体流动状态，对导水通道进行空间定位；
- c) 具有降雨量、地下水位、突水点、排水量、涌水量的实时监测和数据处理功能。

## 7.4 采空塌陷监测

此监测系统用于发生在地下以井巷开采的地面塌陷。采集各监测点的下沉、移动、倾斜、曲率、变形、地表和建筑裂隙等数据。

## 7.5 火灾监测

对矿坑内硫化物、氧气、一氧化碳、二氧化碳、烟雾、瓦斯、风流量、气温等进行监测，防止瓦斯积聚爆炸、硫化物氧化自然引发矿坑火灾。此监测系统应满足以下功能：

- a) 实现分布式实时测量，显示数据异常区域，预测异常区域的发展趋势；
- b) 实时监测火区燃烧量，实施把控火区进回温度。

## 8 人工巡查

### 8.1 一般规定

8.1.1 矿山地质灾害人工巡查可分为日常巡查、年度巡查和特别巡查。

8.1.2 监测设施安装完成后 2 周内应进行首次监测，首次监测不应少于 2 次，应取平均值作为初始监测值。

8.1.3 每次监测前应对基准点或工作点进行检测。

### 8.2 监测规定

加强矿山监督管理工作，完善矿山人工巡检的各项规章制度，具体包括：

- a) 地质灾害易发地区、隐患存留区等地方建立人工观测站，记录裂缝、位移、坍塌等现象以及采场地形地貌景观变化；
- b) 有规律探访矿区周边群众，收集矿区周边环境变化，对异常区域提出治理措施；
- c) 成立监测小组，每次出检人员至少三人，小组成员应满足技术要求。巡查人员应保持固定的巡查频率和不定时抽查。现场巡视过程中，记录监测数据，发现异常情况应及时通报处理。

## 9 在线监测系统集成

- 9.1 系统开发应符合 GB8566-88 中的相关要求。
- 9.2 系统接口开发采用 webservice、restful 等多种标准规范接口，以及接口使用监控功能。
- 9.3 系统开发完成必须具有接口文档说明，同时需进行压力测试和安全测试。
- 9.4 集成的系统能够同时处理多个监测系统数据，并且保证上传下载速度不低于设计速度。
- 9.5 集成的系统能够实现预设的各项功能，包括数据收集、数据计算、数据存储、预警和报警、数据显示与查询、数据汇总统计及发布、管理权限控制、多设备查询与管理、三维可视化等，充分实现多个系统的功能集合。

## 10 数据分析与管理

### 10.1 一般规定

针对矿山数据的复杂、随机、海量、多源、实时，金属矿山地质灾害预警信息系统应提供规范的数据存入、处理以及索引流程。包含数据类别、存储格式、布局方式、失效设置、可视化方式等。

### 10.2 数据库内容

矿山数据库至少应包含下列数据内容：

- a) 地质勘探：包含金属矿山的地形、地貌、建筑、地层、裂隙分布、植被、河流等自然分布设施、遥感影像数据、无人机勘探数据以及钻探数据；
- b) 传感器监测：根据监测对象不同，所需监测参数不同，主要可分为：
  - 1) 矿山：例如雨量、地表位移、深部位移、地震波、地温、裂缝、通风、排水、可燃/有毒气体浓度、湿度；
  - 2) 尾矿库：地表位移、深部位移、浸润线、干滩长度、降雨量、渗水量、空气湿度、水位变化、各点矿压、瓦斯抽放、地表沉降；
  - 3) 排土场：降雨量、土壤质量、地表位移、深部位移、粉尘浓度等。
- c) 地质模型：三维地形、岩体构造、危险源分布等模型；
- d) 矿山生产：包含生产指标、生产进度、开采设计、资源消耗和环境控制等；
- e) 安全信息：隐患排查、灾害预警、数据预测、应急预案、安全培训等。

### 10.3 数据分析

- 10.3.1 监测数据自动绘制曲线以及可视化表达。
- 10.3.2 实时测算预警指标。
- 10.3.3 生产计划、生产进度自动编排。
- 10.3.4 历史记录可查询。
- 10.3.5 实现数据驱动的地质灾害预警分析和多途径预警信息的发布。

### 10.4 数据管理

- 10.4.1 各个监测数据库之间的数据交互应明确制定访问规则。
- 10.4.2 提高数据库的安全性，保证数据不丢失。
- 10.4.3 数据实时性要求高的数据库，宜采用冗余渠道通信方式。
- 10.4.4 数据备份。

## 11 实时预警

### 11.1 预警级别

- 11.1.1 采用红、橙、黄、蓝四种颜色对矿山地质灾害风险的严重程度进行不同级别的预警，其中，红色预警级别最高，代表风险最大、最严重，蓝色预警级别最低，代表风险最小、灾害损失最小。
- 11.1.2 红色预警条件为：特别严重阶段，多个区域出现滑坡、塌陷、泥石流等灾害。

11.1.3 橙色预警条件为：严重阶段，矿山的局部出现滑坡等灾害。

11.1.4 黄色预警条件为：较重阶段，监测区域出现较大形变。

11.1.5 蓝色预警条件为：一般阶段，监测区域位移发生变化。

## 11.2 预警指标

11.2.1 矿山地质灾害预警指标包括单一预警指标和多因子预警指标两类。

11.2.2 单一预警指标包括表面位移、内部位移、降雨量等 3 个指标。

11.2.3 多因子预警指标包括表面位移、内部位移、降雨量、黏聚力、内摩擦角、台阶高度、平台宽度、孔隙水压力、内部应力、地震烈度等多个主指标和土壤含水量、下游人员及财产情况等补充指标。

## 11.3 预警行动

11.3.1 红色预警。达到红色预警条件后，由矿长或矿山主要负责人做出是否进行红色预警的决定；预警信息由矿山调度室向全矿所有部门发布；应急救援办公室根据矿长或矿山主要负责人的指示向当地人民政府安全生产监督管理部门、矿山上级单位发出事故预警报告，制定相应的预警行动方案并组织实施。紧急疏散破坏区域附近的居民和矿山作业人员，关闭相关道路，组织人员准备抢险。

11.3.2 橙色预警。达到橙色预警条件后，由主管安全生产的副矿长或矿山负责人做出是否进行橙色预警的决定；预警信息由矿山调度室向矿内相关部门、车间、机构发布；应急救援办公室应根据矿领导的指示制定相应的预警行动方案并组织实施，暂停隐患区域作业，转移危险地带居民，各级领导到岗准备应该措施。

11.3.3 黄色预警。达到黄色预警条件后，由矿山负责人做出是否进行黄色预警的决定，并组织人员实施、消除事故隐患。矿山应采取防御措施，提醒下游的居民、厂矿、学校、企事业单位等密切关注天气预报和预警信息。

11.3.4 蓝色预警。达到蓝色预警条件后，由矿山相关领域技术员做出是否进行蓝色预警的决定并及时处理，以恢复矿山的安全运行状态。

## 12 运行维护与资料建档

12.1 矿山地质灾害预警信息系统应全天候连续正常运行。系统出现故障时，排出故障时间不宜超过 7 天，排除故障期间应保持无故障监测设备正常运行。

12.2 矿山地质灾害预警信息系统应满足不同施工阶段的需要，系统扩建期间，不应影响已建成系统的正常运行。

12.3 预警信息系统的运行管理应配置专业人员负责。

12.4 在汛期前后、地震后，应对预警信息系统进行检查，且每年对预警信息系统的全面检查次数不应少于 3 次。

12.5 在线监测仪器的日常保养和检查工作应按仪器使用说明书的要求进行，对于出现故障或受损的监测仪器应进行修复或更换；人工监测仪器使用后应进行保养和维护，用电仪器应每月通电检查 1 次，入水监测器具应擦净晾干，并应涂抹防护油。

12.6 预警信息系统建档资料应包括下列内容：

- a) 技术设计书、设计图件及变更设计资料；
- b) 技术报告书；
- c) 承建单位内部验收报告、系统试运行报告及系统比测报告；
- d) 系统开发文档；
- e) 系统使用维护手册；
- f) 项目验收资料及验收意见书；
- g) 仪器档案资料；
- h) 基准点、工作基点和监测点（孔）的设计图、监测设备、设施总体布置图和监测设备施工安装竣工图。

12.7 预警信息系统运营期间的监测成果资料应归档保存。

12.8 在线监测、人工监测成果资料存档保管应符合档案管理要求。

## 参 考 文 献

- [1] GB 4943（所有部分） 信息技术设备
  - [2] GB/T 20270 信息安全技术 网络基础安全技术要求
  - [3] AQ 2031-2011 金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范
  - [4] AQ/T 2053-2016 金属非金属地下矿山监测监控系统通用技术要求
  - [5] T/CAGHP 016—2018 地质灾害监测仪器物理接口规定（试行）
  - [6] T/CAGHP 009—2018 地质灾害应力应变监测技术规程
  - [7] DB52/T 1453.2-2019 金属非金属矿山排土场灾害防范技术规程 第2部分：预警
  - [8] “十四五”矿山安全生产规划（应急〔2022〕64号）
  - [9] “十四五”国家应急体系规划（国发〔2021〕36号）
  - [10] “十四五”国家安全生产规划（安委〔2022〕7号）
  - [11] 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要
  - [12] 中华人民共和国安全生产法
  - [13] 中华人民共和国矿山安全法
-