

ICS  
CCS



T

团 体 标 准

T/CSPSTC xxx—2025

---

# 金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾 风险评估技术规范

Technical specification for natural disaster risk assessment of metal and nonmetal  
mines and tailings pond

(征求意见稿)

2025 - ×× - ××发布

2025 - ×× - ××实施

---

中国科技产业化促进会 发布  
中国标准出版社 出版



## 目 次

前言 .....	II
引言 .....	III
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4 基本原则 .....	2
4.1 可靠性 .....	2
4.2 科学性 .....	2
4.3 适用性 .....	2
4.4 可扩充性 .....	2
5 评估流程 .....	2
6 数据准备 .....	3
6.1 露天矿山 .....	3
6.2 地下矿山 .....	3
6.3 尾矿库 .....	4
7 评估方法 .....	7
7.1 指标权重 .....	7
7.2 发生可能性 .....	7
7.3 后果严重性 .....	34
7.4 致灾风险等级 .....	42
8 风险处置建议 .....	42
9 评估报告编制 .....	43
附录 A (规范性) 露天矿山、地下矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估数据来源与格式要求 .....	44
附录 B (规范性) 露天矿山、地下矿山、尾矿库自然灾害致灾风险发生可能性和后果严重性评估指标权重 .....	48
附录 C (资料性) 露天矿山、地下矿山规模等级分类 .....	52
附录 D (资料性) 潜在滑坡体冲击距离计算方法 .....	53
附录 E (资料性) 年预计雷击次数计算方法 .....	54
附录 F (资料性) 边坡安全监测的必要指标 .....	55
附录 G (资料性) 采空区塌陷风险等级划分 .....	56
附录 H (资料性) 矿山水文地质条件复杂程度划分 .....	57
附录 I (资料性) 地下矿山采空塌陷区监测项目 .....	58
附录 J (规范性) 露天矿山、地下矿山、尾矿库的指标评价向量计算方法 .....	59
参考文献 .....	61

## 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。

本文件由深圳防灾减灾技术研究院提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：XXX、XXX。

本文件主要起草人：XXX、XXX。

## 引 言

第一次全国自然灾害综合风险普查中，国务院普查办发布的《非煤矿山自然灾害设防达标与致灾危险性评估技术规范》（FXPC/YJ P-01）为非煤矿山风险评估提供了指导。然而，在2020年至2022年全国普查实践中，发现该规范难以契合矿山的实际情况。一是上述规范对致灾因素考虑不足。在发生可能性分析中，未纳入开采规模、安全监测系统、排洪设施与滑坡体关系、暴雨和短时强降雨等重要要素；后果严重性分析未考虑安全技术人员、应急物资储备、防灾减灾培训等关键要素。二是上述规范的评估方法将发生可能性和后果严重性中所有要素取算数平均值作为最终取值，忽略了各类矿山在风险评估指标上的权重差异。

本文件在现场实践和科学研究成果总结的基础上，提出了基于模糊层次分析法的金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估流程和技术方法，制定了相应的评估技术规范，以提高风险评估的科学性和规范性，对推进矿山自然灾害风险评估，减少自然灾害引发的生产安全事故具有重要意义。



# 金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾 风险评估技术规范

## 1 范围

本文件规定了金属非金属矿山、尾矿库自然灾害（地震、地质灾害、洪水、暴雨和短时强降雨、雷电灾害）致灾风险评估的评估流程、数据要求、评估方法、风险指标、风险等级划分、风险处置建议和报告编制的技术要求。

本文件适用于金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估工作。

## 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 12719 矿区水文地质工程地质勘查规范
- GB 16423 金属非金属矿山安全规程
- GB 39496 尾矿库安全规程
- GB/T 44060 地貌类型分类与编码规则
- GB/T 50011 建筑抗震设计标准
- GB 50057 建筑物防雷设计规范
- GB 50830 冶金矿山采矿设计规范
- GB 51016 非煤露天矿边坡工程技术规范
- GB 50324 冻土工程地质勘察规范
- GB 50421 有色金属矿山排土场设计标准
- AQ 2005 金属非金属矿山排土场安全生产规则
- AQ 2030 尾矿库安全监测技术规范
- KA/T 2063 金属非金属露天矿山高陡边坡安全监测技术规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG/T-3650 公路桥梁施工监控技术规程
- SL 252 水利水电工程等级划分及洪水标准
- TB 10098 铁路线路设计规范
- T/CAGHP 012 采空塌陷防治工程设计规范（试行）
- T/CAGHP 078 采空塌陷地质灾害监测规范（试行）

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

自然灾害致灾风险评估 natural disaster risk assessment

分析地震、地质灾害、洪水、暴雨和短时强降雨、雷电灾害导致的金属非金属露天矿山、金属非金属地下矿山和尾矿库的灾害发生可能性及后果严重性，确定自然灾害致灾风险等级。

### 3.2

#### 金属非金属露天矿山 metal and nonmetal opencast mines

在地表通过剥离围岩、表土或砾石，采出金属或非金属矿物的采矿场及其附属设施。

[来源：GB 16423, 3.1]

注：“金属非金属露天矿山”在本文件中简称为“露天矿山”

### 3.3

#### 金属非金属地下矿山 metal and nonmetal underground mines

以平硐、斜井、斜坡道、竖井等作为出入口，深入地表以下，采出金属或非金属矿物的采矿场及其附属设施。

[来源：GB 16423, 3.2]

注：“金属非金属地下矿山”在本文件中简称为“地下矿山”

### 3.4

#### 尾矿库 tailings pond

用以贮存金属、非金属矿山进行矿石选别后排出尾矿的场所。

[来源：GB 39496, 3.1]

### 3.5

#### 排土场 waste dump

又称废石场，矿山剥离和掘进排弃物集中排放的场所。

[来源：AQ 2005, 3.1]

## 4 基本原则

### 4.1 可靠性

通过资料查询、现场勘查、卫星和航空遥感等多种手段获取数据，检查数据精度和现势性，保证数据的可靠性。

### 4.2 科学性

参考自然灾害与安全生产风险评估相关标准和研究成果，结合现场调研结果，制定评估指标体系，保证评估指标和方法的科学性。

### 4.3 适用性

考虑金属非金属矿山、尾矿库所处区域自然灾害致灾因子和矿山特征，形成适合区域特点的评估方法和技术要求，保证评估流程和技术方法的适用性。

### 4.4 可扩充性

本文件的内容并非一成不变，将随着社会经济条件的发展和相关国际标准、国家标准、行业标准的不断完善而进行充实和更新

## 5 评估流程

金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估应按下列流程进行：

- a) 数据准备；
- b) 指标取值和归一化；
- c) 指标评价向量计算；
- d) 发生可能性和后果严重性等级计算；
- e) 致灾风险等级判定；
- f) 评估报告编制。

## 6 数据准备

### 6.1 露天矿山

#### 6.1.1 露天矿山自然灾害致灾风险评估数据内容，应包括：

- 工程设计类：设计规模等级、设计开采高度、最终边坡角、排土场等级；
- 工程现状类：开采规模等级、开采高度、工作帮坡角、排土场容积、排土场堆置高度、排土场坡度；
- 自然灾害孕灾因子类：海拔类型、冻土类型、工业场地与最近断层距离、工业场地与潜在滑坡体的距离、地震活动情况、近 30 年 24 小时最大降雨量、直击雷击中概率；
- 灾害设防能力类：建筑场地类别、矿区建筑物综合抗震设防能力、矿区生活及办公区建筑结构类型、矿区建筑物建造年代、矿区建筑物使用现状、滑坡及崩塌灾害防范措施有效性、泥石流灾害防范措施有效性、排洪构筑物功能现状、边坡安全监测系统建设情况、边坡安全监测系统运行现状；
- 历史灾害事件类：地震导致的灾害事件次数、地质灾害导致的灾害事件次数、洪水导致的灾害事件次数、雷电灾害导致的灾害事件次数、灾害事件影响；
- 防灾减灾能力类：矿山救护队类别、专职矿山救护队人数、矿山安全技术人员数量、矿山应急救援装备配备情况、矿山应急救援物资配备情况、矿山应急规章制度、防灾减灾培训情况；
- 潜在受灾人员类：单班最大在岗人数。

#### 6.1.2 露天矿山自然灾害致灾风险评估数据来源与格式宜满足表 A.1 的要求。

### 6.2 地下矿山

#### 6.2.1 地下矿山自然灾害致灾风险评估数据内容，应包括：

- 工程设计类：设计规模等级、设计开采深度、排土场等级、采空区塌陷风险等级；
- 工程现状类：开采规模等级、开采深度、排土场容积、排土场堆置高度、矿井最大涌水量；
- 自然灾害孕灾因子类：海拔类型、冻土类型、采矿区与最近断层距离、工业场地与潜在滑坡体的距离、地震活动情况、近 30 年 24 小时最大降雨量、水文地质条件；
- 灾害设防能力类：建筑场地类别、矿区建筑物综合抗震设防能力、矿区生活及办公区建筑结构类型、矿区建筑物建造年代、矿区建筑物使用现状、井口标高与历史最高洪水位的关系、工业场地地面标高与历史最高洪水位的关系、滑坡及崩塌灾害防范措施有效性、泥石流灾害防范措施有效性、地表排水设施功能现状、设计最大排水能力、采空区安全监测系统建设情况、采空区安全监测系统运行现状；
- 历史灾害事件类：地震导致的灾害事件次数、地质灾害导致的灾害事件次数、洪水导致的灾害事件次数、灾害事件影响；

- 防灾减灾能力类：矿山救护队类别、专职矿山救护队人数、矿山安全技术人员数量、矿山应急救援装备配备情况、矿山应急救援物资配备情况、矿山应急规章制度、防灾减灾培训情况；
- 潜在受灾人员类：单班最大在岗人数。

6.2.2 地下矿山自然灾害致灾风险评估数据来源与格式宜满足表 A.2 的要求。

### 6.3 尾矿库

6.3.1 尾矿库自然灾害致灾风险评估数据内容，应包括：

- 工程设计类：尾矿库设计等别、尾矿库防洪标准；
- 工程现状类：尾矿库现状等别、尾矿坝安全稳定性、汇水面积、是否头顶库、尾矿库上游水利设施情况；
- 自然灾害孕灾因子类：海拔类型、冻土类型、地震液化风险、尾矿坝与最近断层距离、排洪系统出/入水口与潜在滑坡体的距离、近 30 年 24 小时最大降雨量；
- 灾害设防能力类：建筑场地类别、尾矿坝抗震设防能力、库区建筑物综合抗震设防能力、库区生活及办公区建筑结构类型、库区建筑物建造年代、库区建筑物使用现状、滑坡及崩塌灾害防范措施有效性、泥石流灾害防范措施有效性、截洪沟/截排水沟功能现状、安全监测系统建设情况、安全监测系统运行现状；
- 历史灾害事件类：地震导致的灾害事件次数、地质灾害导致的灾害事件次数、洪水导致的灾害事件次数、灾害事件影响；
- 防灾减灾能力类：矿山应急规章制度、防灾减灾培训情况；
- 周边环境类：尾矿库周边环境敏感程度；
- 潜在受灾人员及交通设施类：下游 1 km 内村庄、学校、厂矿等人员数量、单班最大在岗人数、下游 1 km 内道路、铁路、桥梁等交通设施。

6.3.2 尾矿库自然灾害致灾风险评估数据来源与格式宜满足表 A.3 的要求。

详细标准内容请来电索取。010-68701157

附 录 A  
(规范性)

露天矿山、地下矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估数据来源与格式要求

表 A.1 露天矿山自然灾害致灾风险评估数据来源与格式要求表

数据大类	数据子类	数据来源	数据格式
工程设计	设计规模等级	文件查询	字符/数值
	设计开采高度	文件查询	数值
	最终边坡角	文件查询	数值
	排土场等级	文件查询	字符/数值
工程现状	开采规模等级	文件查询/现场调研	字符/数值
	开采高度	文件查询/现场调研	数值
	工作帮坡角	文件查询/现场调研	数值
	排土场容积	文件查询/现场调研	数值
	排土场堆置高度	文件查询/现场调研	数值
	排土场坡度	文件查询/现场调研	数值
自然灾害孕灾因子	海拔类型	现场调研	字符/数值
	冻土类型	文件查询/现场调研	字符
	工业场地与最近断层距离	文件查询/现场调研	数值
	工业场地与潜在滑坡体的距离	无人机航拍/卫星遥感	数值
	地震活动情况	文件查询	字符
	近30年24小时最大降雨量	文件查询/现场调研	数值
	直击雷击中概率	文件查询/现场调研	字符/数值
灾害设防能力	建筑场地类别	文件查询	字符
	矿区建筑物综合抗震设防能力	文件查询/现场调研	字符/数值
	矿区生活及办公区建筑结构类型	文件查询/现场调研	字符
	矿区建筑物建造年代	文件查询/现场调研	字符/数值
	矿区建筑物使用现状	现场调研	字符/图片
	滑坡及崩塌灾害防范措施有效性	现场调研	字符/图片
	泥石流灾害防范措施有效性	文件查询/现场调研	字符/图片
	排洪构筑物功能现状	文件查询/现场调研	字符/图片
	边坡安全监测系统建设情况	文件查询/现场调研	字符/图片
	边坡安全监测系统运行现状	文件查询/现场调研	字符/图片
历史灾害事件	地震导致的灾害事件次数	文件查询	数值
	地质灾害导致的灾害事件次数	文件查询	数值
	洪水导致的灾害事件次数	文件查询	数值
	雷电灾害导致的灾害事件次数	文件查询	数值
	灾害事件影响	文件查询	字符

数据大类	数据子类	数据来源	数据格式
防灾减灾能力	矿山救护队类别	文件查询	字符
	专职矿山救护队人数	文件查询	数值
防灾减灾能力	矿山安全技术人员数量	文件查询	数值
	矿山应急救援装备配备情况	文件查询/现场调研	字符/图片
	矿山应急救援物资配备情况	文件查询/现场调研	字符/图片
	矿山应急规章制度	文件查询/现场调研	字符/图片
	防灾减灾培训情况	文件查询/现场调研	字符/图片
潜在受灾人员	单班最大在岗人数	文件查询/现场调研	数值
注：工业场地为矿山生产系统和辅助生产系统服务的地面建筑物、构筑物以及有关设施的场地。			

表 A.2 地下矿山自然灾害致灾风险评估数据来源与格式要求表

数据大类	数据子类	数据来源	数据格式
工程设计	设计规模等级	文件查询	字符/数值
	设计开采深度	文件查询	数值
	排土场等级	文件查询	字符/数值
	采空区塌陷风险等级	文件查阅/现场调研	字符/数值
工程现状	开采规模等级	文件查询/现场调研	字符/数值
	开采深度	文件查询/现场调研	数值
	排土场容积	文件查询/现场调研	数值
	排土场堆置高度	文件查询/现场调研	数值
	矿井最大涌水量	文件查询/现场调研	数值
自然灾害孕灾因子	海拔类型	现场调研	字符/数值
	冻土类型	文件查询/现场调研	字符
	采矿区与最近断层距离	文件查询/现场调研	数值
	工业场地与潜在滑坡体的距离	无人机航拍/卫星遥感	数值
	地震活动情况	文件查询	字符
	近30年24小时最大降雨量	文件查询	数值
	水文地质条件	文件查询/现场调研	字符
灾害设防能力	建筑场地类别	文件查询	字符
	矿区建筑物综合抗震设防能力	文件查询/现场调研	字符/数值
	矿区生活及办公区建筑结构类型	文件查询/现场调研	字符
	矿区建筑物建造年代	文件查询/现场调研	字符/数值
	矿区建筑物使用现状	现场调研	字符/图片
	井口标高与历史最高洪水位的的关系	文件查询/现场调研	字符/数值
	工业场地地面标高与历史最高洪水位的的关系	文件查询/现场调研	字符/数值
	滑坡及崩塌灾害防范措施有效性	现场调研	字符/图片
	泥石流灾害防范措施有效性	现场调研	字符/图片
	地表排水设施功能现状	现场调研	字符/图片
	设计最大排水能力	文件查询/现场调研	字符/数值

数据大类	数据子类	数据来源	数据格式
灾害设防能力	采空区安全监测系统建设情况	文件查询/现场调研	字符/图片
	采空区安全监测系统运行现状	文件查询/现场调研	字符/图片
历史灾害事件	地震导致的灾害事件次数	文件查询	字符/数值
	地质灾害导致的灾害事件次数	文件查询	字符/数值
	洪水导致的灾害事件次数	文件查询	字符/数值
	灾害事件影响	文件查询	字符
防灾减灾能力	矿山救护队类别	文件查询	字符
	专职矿山救护队人数	文件查询	数值
	矿山安全技术人员数量	文件查询	数值
	矿山应急救援装备配备情况	文件查询	字符/图片
	矿山应急救援物资配备情况	文件查询/现场调研	字符/图片
	矿山应急规章制度	文件查询/现场调研	字符/图片
	防灾减灾培训情况	文件查询/现场调研	字符/图片
潜在受灾人员	单班最大在岗人数	文件查询/现场调研	数值

注：工业场地为矿山生产系统和辅助生产系统服务的地面建筑物、构筑物以及有关设施的场地。

表 A.3 尾矿库自然灾害致灾风险评估数据来源与格式要求表

数据大类	数据子类	数据来源	数据格式
工程设计	尾矿库设计等别	文件查询	字符/数值
	尾矿库防洪标准	文件查询	字符/数值
工程现状	尾矿库现状等别	文件查询/现场调研	字符/数值
	尾矿坝安全稳定性	文件查询/现场调研	字符/数值
	汇水面积	文件查询/现场调研	数值
	是否头顶库	文件查询/现场调研	字符
	尾矿库上游水利设施情况	文件查询/现场调研	字符
自然灾害孕灾因子	海拔类型	现场调研	字符/数值
	冻土类型	文件查询/现场调研	字符
	地震液化风险	文件查询	字符/数值
	尾矿坝与最近断层距离	文件查询/现场调研	数值
	排洪系统出/入水口与潜在滑坡体的距离	文件查询/现场调研	数值
	近30年24小时最大降雨量	文件查询/现场调研	数值
灾害设防能力	建筑场地类别	文件查询	字符
	尾矿坝抗震设防能力	文件查询	字符/数值
	库区建筑物综合抗震设防能力	文件查询	字符/数值
	库区生活及办公区建筑结构类型	文件查询/现场调研	字符
	库区建筑物建造年代	文件查询/现场调研	字符/数值
	库区建筑物使用现状	现场调研	字符/图片
	滑坡及崩塌灾害防范措施有效性	现场调研	字符/图片
	泥石流灾害防范措施有效性	现场调研	字符/图片

表A.3 尾矿库自然灾害致灾风险评估数据来源与格式要求表（续）

数据大类	数据子类	数据来源	数据格式
灾害设防能力	排洪构筑物功能现状	现场调研	字符/图片
	安全监测系统建设情况	文件查询/现场调研	字符/图片
	安全监测系统运行现状	文件查询/现场调研	字符/图片
历史灾害事件	地震导致的灾害事件次数	文件查询	字符/数值
	地质灾害导致的灾害事件次数	文件查询	字符/数值
	洪水导致的灾害事件次数	文件查询	字符/数值
	灾害事件影响	文件查询/现场调研	字符
防灾减灾能力	矿山救护队类别	文件查询	字符
	专职矿山救护队人数	文件查询	数值
	矿山应急救援装备配备情况	文件查询	字符/图片
	矿山应急规章制度	文件查询/现场调研	字符/图片
	防灾减灾培训情况	文件查询/现场调研	字符/图片
周边环境信息	尾矿库周边环境敏感程度	文件查询/现场调研	字符
潜在受灾人员及交通设施	下游1 km内村庄、学校、厂矿等人员数量	文件查询/现场调研	数值
	单班最大在岗人数	现场调研	数值
	下游1 km内道路、铁路、桥梁等交通设施	文件查询/现场调研	字符/图片

附 录 B  
(规范性)

露天矿山、地下矿山、尾矿库自然灾害致灾风险发生可能性和后果严重性评估指标权重

表 B.1 露天矿山自然灾害致灾风险发生可能性评估指标权重表

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
工程设计信息	0.126	设计规模等级	0.205
		设计开采高度	0.288
		最终边坡角	0.338
		排土场等级	0.169
工程现状信息	0.252	开采规模等级	0.099
		开采高度	0.141
		工作帮坡角	0.197
		排土场容积	0.110
		排土场堆置高度	0.200
		排土场坡度	0.253
自然灾害孕灾因子信息	0.222	海拔类型	0.055
		冻土类型	0.055
		工业场地与最近断层距离	0.146
		工业场地与潜在滑坡体的距离	0.250
		地震活动情况	0.144
		近30年24小时最大降雨量	0.250
		直击雷击中概率	0.100
灾害设防能力信息	0.252	建筑场地类别	0.045
		矿区建筑物综合抗震设防能力	0.068
		矿区生活及办公区建筑结构类型	0.064
		矿区建筑物建造年代	0.053
		矿区建筑物使用现状	0.069
		滑坡及崩塌灾害防范措施有效性	0.151
		泥石流灾害防范措施有效性	0.151
		排洪构筑物功能现状	0.138
		边坡安全监测系统建设情况	0.121
		边坡安全监测系统运行现状	0.140
历史灾害事件信息	0.148	地震导致的灾害事件次数	0.140
		地质灾害导致的灾害事件次数	0.280
		洪水导致的灾害事件次数	0.280
		雷电灾害导致的灾害事件次数	0.140
		灾害事件影响	0.160

表 B.2 露天矿山自然灾害致灾风险后果严重性评估指标权重表

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
防灾减灾能力信息	0.500	矿山救护队类别	0.141
		专职矿山救护队人数	0.156
		矿山安全技术人员数量	0.141
		矿山应急救援装备配备情况	0.156
		矿山应急救援物资配备情况	0.156
		矿山应急规章制度	0.108
		防灾减灾培训情况	0.142
潜在受灾人员信息	0.500	单班最大在岗人数	1.000

表 B.3 地下矿山自然灾害致灾风险发生可能性评估指标权重表

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
工程设计信息	0.126	设计规模等级	0.232
		设计开采深度	0.278
		排土场等级	0.124
		采空区塌陷风险等级	0.366
工程现状信息	0.222	开采规模等级	0.108
		开采深度	0.179
		排土场容积	0.125
		排土场堆置高度	0.190
		矿井最大涌水量	0.398
自然灾害孕灾因子信息	0.252	海拔类型	0.055
		冻土类型	0.055
		采矿区与最近断层距离	0.112
		工业场地与潜在滑坡体的距离	0.112
		地震活动情况	0.222
		近30年24小时最大降雨量	0.222
		水文地质条件	0.222
灾害设防能力信息	0.252	建筑场地类别	0.041
		矿区建筑物综合抗震设防能力	0.051
		矿区生活及办公区建筑结构类型	0.045
		矿区建筑物建造年代	0.044
		矿区建筑物使用现状	0.047
		井口标高与历史最高洪水位的关系	0.092
		工业场地地面标高与历史最高洪水位的关系	0.079
		滑坡及崩塌灾害防范措施有效性	0.100
		泥石流灾害防范措施有效性	0.093

表B.3 地下矿山自然灾害致灾风险发生可能性评估指标权重表（续）

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
灾害设防能力信息	0.252	地表排水设施功能现状	0.112
		设计最大排水能力	0.104
		采空区安全监测系统建设情况	0.096
		采空区安全监测系统运行现状	0.096
历史灾害事件信息	0.148	地震导致的灾害事件次数	0.142
		地质灾害导致的灾害事件次数	0.286
		洪水导致的灾害事件次数	0.286
		灾害事件影响	0.286

表 B.4 地下矿山自然灾害致灾风险后果严重性评估指标权重表

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
防灾减灾能力信息	0.500	矿山救护队类别	0.141
		专职矿山救护队人数	0.141
		矿山安全技术人员数量	0.141
		矿山应急救援装备配备情况	0.156
		矿山应急救援物资配备情况	0.156
		矿山应急规章制度	0.109
		防灾减灾培训情况	0.156
潜在受灾人员信息	0.500	单班最大在岗人数	1.000

表 B.5 尾矿库自然灾害致灾风险发生可能性评估指标权重表

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
工程设计信息	0.146	尾矿库设计等别	0.500
		尾矿库防洪标准	0.500
工程现状信息	0.165	尾矿库现状等别	0.213
		尾矿坝安全稳定性	0.294
		汇水面积	0.140
		是否头顶库	0.196
		尾矿库上游水利设施情况	0.157
自然灾害孕灾因子信息	0.194	海拔类型	0.055
		冻土类型	0.055
		地震液化风险	0.100
		尾矿坝与最近断层距离	0.161
		排洪系统出/入水口与潜在滑坡体的距离	0.357
灾害设防能力信息	0.330	近30年最大24小时降雨量	0.272
		建筑场地类别	0.042

表B.5 尾矿库自然灾害致灾风险发生可能性评估指标权重表（续）

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
灾害设防能力信息	0.330	尾矿坝抗震设防能力	0.082
		库区建筑物综合抗震设防能力	0.063
		库区生活及办公区建筑结构类型	0.053
		库区建筑物建造年代	0.043
		库区建筑物使用现状	0.063
		滑坡及崩塌灾害防范措施有效性	0.137
		泥石流灾害防范措施有效性	0.137
		排洪构筑物功能现状	0.137
		安全监测系统建设情况	0.110
		安全监测系统运行现状	0.133
历史灾害事件信息	0.165	地震导致的灾害事件次数	0.142
		地质灾害导致的灾害事件次数	0.286
		洪水导致的灾害事件次数	0.286
		灾害事件影响	0.286

表 B.6 尾矿库自然灾害致灾风险后果严重性评估指标权重表

指标大类	大类权重	指标子类	子类权重
防灾减灾能力信息	0.300	矿山救护队类别	0.224
		专职矿山救护队人数	0.197
		矿山应急救援装备配备情况	0.224
		矿山应急规章制度	0.131
		防灾减灾培训情况	0.224
周边环境信息	0.200	尾矿库周边环境敏感程度	1.000
潜在受灾人员及交通设施信息	0.500	下游1km内村庄、学校、厂矿等人员数量	0.500
		单班最大在岗人数	0.250
		下游1km内道路、铁路、桥梁等交通设施	0.250

## 附录 C

(资料性)

## 露天矿山、地下矿山规模等级分类

露天矿山、地下矿山规模等级应按表C.1进行分类。

表 C.1 露天矿山、地下矿山规模等级分类表

序号	矿产名称	开采规模单位	矿山最低开采规模			备注
			大型	中型	小型	
1	地热	万立方米/年	20	10	5	
2	铁矿	矿石 万吨/年	200	60	30	露天开采
			100	30	10	地下开采
3	锰矿	矿石 万吨/年	10	5	3	
4	铜矿	矿石 万吨/年	100	30	3	
5	铅矿	矿石 万吨/年	100	30	10	
6	锌矿	矿石 万吨/年	100	30	10	
7	钨矿	矿石 万吨/年	100	30	5	
8	锡矿	矿石 万吨/年	100	30	6	
9	钼矿	矿石 万吨/年	100	50	10	
10	锑矿	矿石 万吨/年	100	30	3	
11	金(岩金)	矿石 万吨/年	15	9	—	露天开采
			15	6	3	地下开采
12	银矿	矿石 万吨/年	30	20	5	
13	重稀土矿	矿石 万吨/年	100	50	10	
14	轻稀土矿	矿石 万吨/年	100	50	15	
15	普通萤石	矿石 万吨/年	10	8	3	
16	高岭土	矿石 万吨/年	30	20	5	
17	陶瓷土	矿石 万吨/年	30	20	10	
18	玻璃用砂	矿石 万吨/年	30	10	5	
19	硫铁矿	矿石 万吨/年	50	20	5	
20	水泥用灰岩	矿石 万吨/年	100	50	—	
21	膨润土	矿石 万吨/年	10	5	3	
22	建筑石料(碎石类)	矿石 万立方米/年	30	—	—	
23	饰面用花岗岩	矿石 万立方米/年	4	3	—	
24	矿泉水	万立方米/年	10	5	3	
12	银矿	矿石 万吨/年	30	20	5	

注1：该表引自国土资源部关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知(国土资发〔2004〕208号)

注2：“—”表示该类矿产新设采矿权不得设置该类型

注3：表中未列矿种按同类型矿种的最低生产规模执行

附录 D

(资料性)

潜在滑坡体冲击距离计算方法

$L_{滑}$ 为潜在滑坡体冲击距离，由公式 (D.1) 确定。

$$L_{滑} = K(H_1 - H_2) + B \dots\dots\dots (D.1)$$

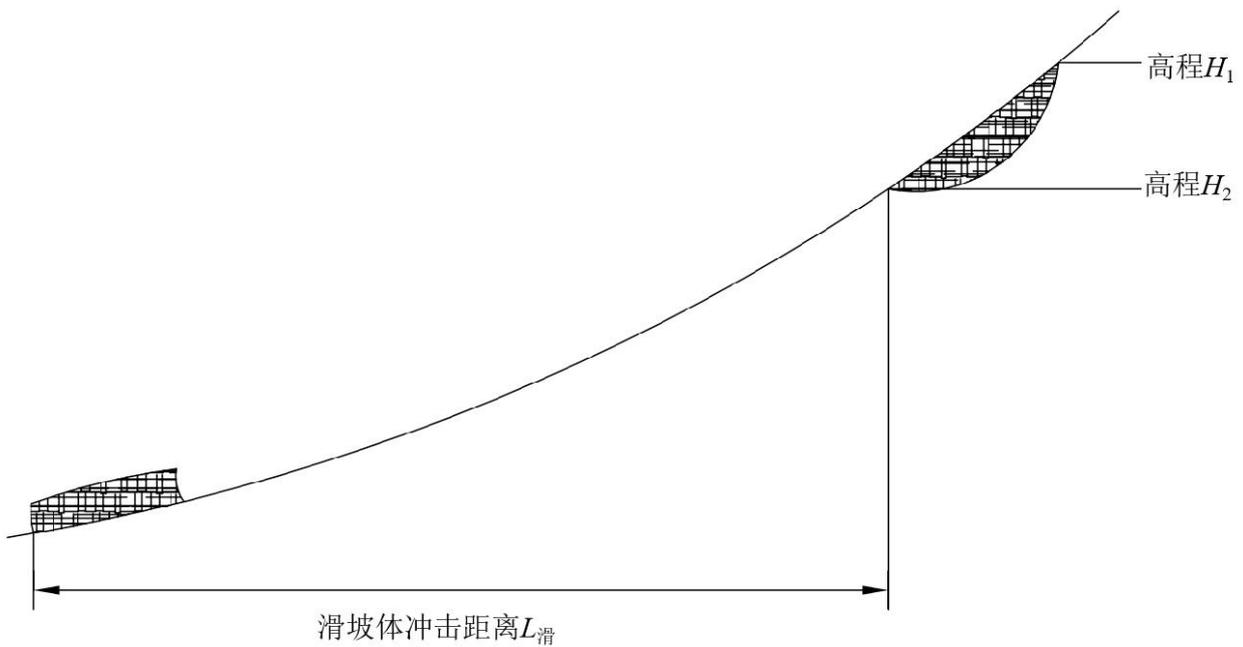
式中：

$H_1$  ——潜在滑坡坡顶高程，单位为米 (m)；

$H_2$  ——潜在滑坡坡底高程，单位为米 (m)；

$K$  ——调整系数， $K=2.54$ ；

$B$  ——调整系数， $B=-50.37$ 。



图D.1 潜在滑坡体冲击距离示意图

附录 E  
(资料性)  
年预计雷击次数计算方法

年预计雷击次数采用GB 50057中规定的计算方法，由公式（E.1）确定。

$$N = k \times N_g \times A_e \dots\dots\dots (E. 1)$$

式中：

- $N$  ——年预计雷击次数（次/a）；
- $k$  ——校正系数，在一般情况下取1；位于河边、湖边、山坡下或山地中土壤电阻率较小处、地下水露头处、土山顶部、山谷风口等处的建筑物，以及特别潮湿的建筑物取1.5；金属屋面没有接地的砖木结构建筑物取1.7；位于山顶上或旷野的孤立建筑物取2；
- $N_g$  ——建筑物所处地区雷击大地的年平均密度（次/km<sup>2</sup>/a）；
- $A_e$  ——与建筑物截收相同雷击次数的等效面积，单位为平方千米（km<sup>2</sup>）。

附录 F  
(资料性)

边坡安全监测的必要指标

边坡安全监测的必要指标采用KA/T 2063的规定，见表F.1。

表 F.1 边坡安全监测基本指标要求

监测等级	变形监测			采动应力 监测	爆破震动 质点速度	水文气象监测			视频 监控
	表面位移	内部位移	边坡裂缝			渗透压力	地下水位	降雨量	
一级	●	●	○	●	●	●	●	●	●
二级	●	○	○	○	●	○	●	●	●
三级	●	○	○	○	○	○	○	●	●
四级	○	×	○	×	○	×	×	○	○

注：“●”表示为应测项，“○”表示为可测项，“×”表示为不测项。

附 录 G  
(资料性)  
采空区塌陷风险等级划分

采空区塌陷风险等级划分采用T/CAGHP 012的规定，见表G.1。

表 G.1 采空区塌陷风险等级划分表

分级标准		I	II	III	IV
威胁或受灾对象	工程重要性	城市和村镇规划区、二级(含)以上公路、铁路、大型水利工程、电力工程、矿山、集中水源地、工业建筑(跨度>30 m)、民用建筑(高度>50 m)、垃圾处理厂、水处理厂、学校、医院等公共设施	新建村镇、三级(含)以下公路、中型水利工程电力工程, 矿山、集中水源地、工业建筑(跨度24 m~30 m) 民用建筑(高度24 m~50 m)、垃圾处理场等	小型水利工程、电力工程、矿山、集中水源地、工业建筑(跨度≤24 m)、民用建筑(高度≤24 m)、垃圾处理场等	矿山地质环境类工程、农田等
	建筑基础设计等级	甲级建筑物	乙级建筑物	丙级建筑物	
直接威胁人数(人)		≥500	500-100	100-10	<10
直接经济损失(万元)		≥1000	1000-500	500-50	<50
潜在经济损失(万元)		≥5000	5000-1000	1000-100	<100
<p>注1: 分级确定采取上一级别优先原则, 只要有一项要素符合上一级别, 就定为该级别。</p> <p>注2: 表中工程重要性按DZ/T 0286执行。</p> <p>注3: 甲、乙、丙级建筑物按GB 50007标准执行。</p>					

## 附录 H

(资料性)

## 矿山水文地质条件复杂程度划分

矿山水文地质条件复杂程度划分采用GB/T 12719的规定，见表H.1。

表 H.1 矿山水文地质条件复杂程度划分表

划分依据	水文地质复杂程度类别		
	简单	中等	复杂
矿体排水条件、地表水体与矿体关系	主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，或主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，但附近无地表水体。	主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，但附近地表水不构成矿床的主要充水因素。	主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，充水含水层与地表水体沟通。
主要充水含水层的补给条件	差	一般	好
第四系覆盖	很少或无第四系覆盖	第四系覆盖面积小且薄	第四系覆盖面积大、分布广
水文地质边界条件	简单	较复杂	复杂
单位涌水量 $q(L \cdot s^{-1} \cdot m^{-1})$	$q \leq 0.1$	$0.1 < q \leq 1.0$	$q > 5.0$
隔水性能	存在良好隔水层	无强导水构造	存在强导水构造沟通充水含水层
老空水分布状况	无老空积水	存在少量老空水，位置、范围、积水量清楚	存在大量老空水，位置、范围或者积水量不清楚
疏干排水是否产生塌陷、沉降	疏干排水不会产生塌陷、沉降	疏干排水可能产生少量塌陷	疏干排水可能产生大量地表塌陷、沉降
注：按分类依据就高不就低的原则，确定复杂程度类型。			

附 录 I  
(资料性)  
地下矿山采空塌陷区监测项目

地下矿山采空塌陷区监测项目采用T/CAGHP 078的规定，见表I.1。

表 I.1 地下矿山采空塌陷区监测项目

监测项目	监测等级		
	一级	二级	三级
地表形变监测	应测	应测	应测
裂缝监测	应测	应测	应测
岩层内部变形监测	应测	宜测	可测
地下(表)水监测	可测	—	—
当矿山排水对项目区地下水产生影响或在采空塌陷区进行水利水电工程建设时，应进行地下(表)水监测			

附录 J  
(规范性)

露天矿山、地下矿山、尾矿库的指标评价向量计算方法

采用模糊层次分析法计算露天矿山、地下矿山、尾矿库的发生可能性指标评价向量 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 和后果严重性指标评价向量 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 。

在层次分析指标权重体系的基础上结合模糊数学法构建隶属度矩阵 $R$ ：

$$R = (r_{ij})_{m \times n} = \begin{pmatrix} r_{11} & \cdots & r_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{m1} & \cdots & r_{mn} \end{pmatrix} \dots\dots\dots (J. 1)$$

式中：

$r_{ij}$  ( $i=1, 2\dots m; j=1, 2\dots n$ )——表示 $R$ 中第 $i$ 个指标在第 $j$ 个区间上的值，代表第 $i$ 个指标值对第 $j$ 个区间的隶属程度；

$m$  ——代表评价体系中子类指标的数量；

$n$  ——代表0-1范围内划分区间个数本文中 $n=4$ 。

采用三角模糊隶属函数构建隶属矩阵元素，相应隶属函数 $r_{k1}$ 、 $r_{k2}$ 、 $r_{k3}$ 、 $r_{k4}$ 如下：

$$r_{k1} = \begin{cases} 1, & x \geq 0.875 \\ \frac{x-0.625}{0.25}, & 0.625 \leq x < 0.875 \\ 0, & x < 0.625 \end{cases} \dots\dots\dots (J. 2)$$

$$r_{k2} = \begin{cases} 0, & x \geq 0.875 \\ \frac{0.875-x}{0.25}, & 0.625 \leq x < 0.875 \\ \frac{x-0.375}{0.25}, & 0.375 \leq x < 0.625 \\ 0, & x < 0.375 \end{cases} \dots\dots\dots (J. 3)$$

$$r_{k3} = \begin{cases} 0, & x \geq 0.625 \\ \frac{0.625-x}{0.25}, & 0.375 \leq x < 0.625 \\ \frac{x-0.125}{0.25}, & 0.125 \leq x < 0.375 \\ 0, & x < 0.125 \end{cases} \dots\dots\dots (J. 4)$$

$$r_{k4} = \begin{cases} 0, & x \geq 0.375 \\ \frac{0.375-x}{0.25}, & 0.125 \leq x < 0.375 \\ 1, & x < 0.125 \end{cases} \dots\dots\dots (J. 5)$$

式中：

$x$ ——每个子类指标归一化取值。

将层次分析法计算权重代入模糊评价系统中，得出综合评价向量 $T'$ 。

$$T' = \{t_1, t_2, t_3, t_4\} = W' R \dots\dots\dots (J. 6)$$

式中：

$W' = \{w_1, w_2, w_3 \dots w_m\}$  ——每个子类指标的权重系数，权重系数根据专家打分结果采用层次分析法计算得出。

目标评价向量 $T$ :

$$T = W T' \dots\dots\dots (J. 7)$$

式中:

$W$ ——每个大类指标的权重系数，权重系数根据专家打分结果采用层次分析法计算得出。

根据不同矿山的不同指标体系， $T$ 代表了露天矿山、地下矿山、尾矿库的发生可能性指标评价向量 $A_1$ 、 $A_2$ 、 $A_3$ 或后果严重性指标评价向量 $B_1$ 、 $B_2$ 、 $B_3$ 。

### 参 考 文 献

- [1] GB 17741 工程场地地震安全性评价
  - [2] GB/T 28592 降水量等级
  - [3] GB 50007 建筑地基基础设计规范
  - [4] GB 51016 非煤露天矿边坡工程技术规范
  - [5] DZT 0286 地质灾害危险性评估规范
  - [6] KA/T 22.3-2024 矿山隐蔽致灾因素普查规范 第3部分：金属非金属矿山及尾矿库
  - [7] FXPC/DZ P-03 建(构)筑物地震灾害隐患等级评定方法
  - [8] FXPC/YJ G-11 非煤矿山自然灾害承灾体调查技术规范
  - [9] FXPC/YJ P-01 非煤矿山自然灾害致灾风险评估技术规范
  - [10] 《矿山救援规程》（应急管理部令〔2024〕第16号）
  - [11] 《国家突发事件总体应急预案》
  - [12] 国务院办公厅关于印发《国家自然灾害救助应急预案》的通知（国办函〔2024〕11号）
  - [13] 国土资源部关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知（国土资发〔2004〕208号）
  - [14] 关于印发《尾矿库环境监管分类分级技术规程（试行）》的通知（环办固体函〔2021〕613号）
-