

《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》（征求意见稿）编制说明

《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》

团体标准

起草工作组

二〇二五年六月

《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》

（征求意见稿）编制说明

一、工作概况

金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估是分析地震、地质灾害、洪水、暴雨、短时强降雨与雷电灾害等因素引发矿山自然灾害发生可能性及后果严重性，进而确定自然灾害致灾风险等级的工作。在第一次全国自然灾害综合风险普查中，国务院普查办印发了《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）作为指导性工作文件，但是文件给出的评估方法较为简单，评估指标选取不够全面，且各项评估指标权重相同，难以满足兼顾区域特征和行业特点的矿山风险评估工作需求。

深圳防灾减灾技术研究院、广东省安全生产和应急管理科学技术研究院、南京工业大学在普查工作中积累了丰富的现场实践工作和矿山自然灾害致灾风险评估经验，基于上述指导性文件，创新性优化出一套更为完善、具体的工作方法和评估技术指标体系，并编制了广东省地方标准《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》（技术审查阶段）。至目前，我国尚未出台关于金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估的国家标准、行业标准。为此，深圳防灾减灾技术研究院联合广东省安全生产和应急管理科学技术研究院、南京工业大学、广东华晟安全职业评价有限公司、华电煤业集团有限公司等单位在深入调研论证的基础上，于2025年5月提出了适用于全国范围的《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》标准立项申请，于5月23日正式通过立项。

深圳防灾减灾技术研究院联合有关单位成立了标准起草工作组，并在前期开展了为期3个月的矿山现场调研工作，深入了解矿山实际情况；召开多次内部技术咨询讨论会，对技术问题进行深入研讨；对技术规范进行了精心修改，最终形成了《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》（草稿）。

本规范的主导起草单位为深圳防灾减灾技术研究院，参与单位有广东省安全生产和应急管理科学技术研究院、南京工业大学、广东华晟安全职业评价有限公司、华电煤业集团有限公司等。主要起草人长期致力于自然灾害风险评估、矿山风险评估及其标准化研究工作，具有丰富的实践经验和翔实的数据资料积累，为标准的高质量编制提供了坚实的基础。

二、立项的必要性

我国矿产资源种类丰富且分布广泛，成矿条件多样，金属非金属矿山及尾矿库数量庞大，尤以资源型省份为典型。受地质条件复杂性和气候环境影响，全国矿山安全生产面临区域性风险叠加挑战，安全形势依然严峻。党的二十大报告把安全生产提升到国家安全的战略高度进行部署，充分体现了党中央对安全生产工作的高度重视，为矿山安全生产工作指明了根本方向和行动准则。当前，我国矿山安全基础仍较为薄弱，矿山安全生产亟需向事前预防转变，加强隐蔽致灾因素普查治理与预防性监测预警等工作；需要深入开展矿山安全风险评估，下大力气化解系统性、区域性和基础性风险，确保矿山安全生产形势平稳向好，为全面建设社会主义现代化国家贡献力量。制定本规范的必要性如下：

一是矿山自然灾害致灾风险高。自然灾害是诱发矿山安全生产事故的重要诱因，其造成的灾害事故危害大。据学者统计，2001—2022年我国非煤矿山共发生事故22421起，遇难28050人，平均每起事故造成1.25人遇难，重特重大事故共发生重特重大事故45起，造成1154人遇难。2022年发生199起事故，造成273人遇难，平均每起事故造成1.37人遇难，非煤矿山行业的事故总量仍然偏大，并且单起事故造成遇难人数呈现出略有升高的趋势。例如，2008年山西“9.8”特别重大尾矿库溃坝事故，造成281人死亡，是我国最惨重的尾矿库溃坝事故之一。2010年9月21日，因号台风“凡亚比”带来的强降雨，位于广东省信宜市的紫金矿业有限公司信宜银岩锡矿尾矿库发生溃坝事件，造成22人死亡。

二是对自然灾害诱发矿山安全事故重视不足。目前，人们普遍对自然灾害诱发安全事故事件关注度不高，也常常将此类事件混同于其它肇因的生产事故，一定程度上又掩盖了自然灾害这一致灾因子在事故中扮演的角色。人们常常倾向于将这些由自然灾害引发的安全事故与其他原因导致的生产事故混为一谈，这种做法在一定程度上掩盖了自然灾害作为致灾因子在事故中所起的关键作用。这种混淆不仅影响了对事故原因的准确判断，也阻碍了有效预防措施的制定与实施。更为严重的是，金属非金属矿山大多位于山地地区，这些地区特殊的地理位置使得矿山与地质灾害隐患之间存在着共生同生的紧密关系。山地地区复杂的地质构造和多变的气候条件，为地质灾害的发生提供了温床，而矿山的开采活动又进一步加剧了地质灾害的潜在风险。这种共生同生的情形，使得矿山在地质灾害等相关情景中显得尤为脆弱。一旦遭遇自然灾害，矿山的安全状况将受到严重威胁，不

仅可能导致严重的人员伤亡和财产损失,还可能对周边环境和生态系统造成长期的不良影响。因此,必须正视自然灾害对矿山安全构成的威胁,并加强对自然灾害诱发矿山安全事故的研究和防范工作。通过制定科学合理的风险评估规范,提高人们对自然灾害致灾因子的认识,加强矿山地质灾害的监测预警和应急处置能力,从而有效降低自然灾害对矿山安全的影响,保障矿山生产的顺利进行和人民群众的生命财产安全。

三是现有评估方法具有一定的局限性。现有普查风险评估方法使用的《非煤矿山自然灾害致灾风险评估规范》中的评价指标和方法标准有一定的局限性,一方面是评估流程中致灾因素考虑不足,如在发生可能性分析中,只考虑了矿山的历史事故信息和灾害设防能力,矿山的开采规模、设计最终边坡高度、坡度、尾矿坝等级、地下矿山地表塌陷情况等数据未纳入评估的考虑范围内。地质灾害是影响矿山生产安全事故的主要灾害种类,而地灾与降雨关联性强,评价标准中未充分考虑暴雨、短时强降雨等重要诱发因子的作用;后果严重性分析中,只考虑了人员伤亡数量、经济损失规模、减灾能力,未考虑矿山应急规章制度、应急救援物资、防灾减灾培训水平等因素,这些指标无疑对后果严重性有较大的影响。另一方面是普查工作使用的评估方法将发生可能性和后果严重性中所有影响因子对应的等级值取算术平均值作为最终取值,实际上每类矿山不同指标对应的权重不同,不同矿山相同指标的权重也会有差异,因此需要考虑每个指标的不同贡献。因此,如何充分考虑各类自然灾害诱发因子,全面深入分析矿山基础数据,科学选取评估指标,合理地开展权重赋值并且能从实际出发建立金属非金属矿山、尾矿库自然灾害风险评估方法与流程,对于推动金属非金属矿山、尾矿库的自然灾害风险评估工作,减少自然灾害导致的生产安全事故具有重要的作用。

目前,国内尚未制定关于金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估的国家标准、行业标准。为科学界定金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估指标,规范评估方法、评估流程和风险等级划分工作,提升矿山自然灾害致灾风险评估的科学性和适用性,推动矿山的风险治理向事前预防转变,有力支撑和促进金属非金属矿山、尾矿库自然灾害防灾减灾工作,制定符合实际的金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范势在必行。

三、标准编制原则与依据

3.1 编制原则

3.1.1 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。

3.1.2 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。

3.1.3 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，形成适合不同区域及矿山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。

3.1.4 可扩充性

本标准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。

3.2 编制依据

GB 16423 金属非金属矿山安全规程

GB 39496 尾矿库安全规程

GB/T 50011 建筑抗震设计标准

GB 50421 有色金属矿山排土场设计标准

GB/T 12719 矿区水文地质工程地质勘查规范

GB/T 44060 地貌类型分类与编码规则

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 50321 冻土工程地质勘察规范

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）

四、标准的范围和主要技术内容

4.1 范围

本标准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、气象灾害等）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。

本标准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。

4.2 标准框架

本标准框架主要包括以下几个部分：

- （1）范围：明确本标准的适用范围。
- （2）规范性引用文件：列举了本标准引用的标准和文件。
- （3）术语和定义：对自然灾害致灾风险评估、金属非金属露天矿山、金属非金属地下矿山、尾矿库等术语进行描述和定义。
- （4）基本原则：明确开展自然灾害致灾风险评估工作的基本原则。
- （5）评估流程：明确开展自然灾害致灾风险评估工作的基本流程。
- （6）数据准备：明确自然灾害致灾风险评估数据的基本要求，包括数据内容、数据格式和数据来源的要求。
- （7）评估方法：明确自然灾害致灾风险评估的技术方法。
- （8）风险处置建议：针对不同自然灾害致灾风险等级的各类矿山，提出了风险处置对策建议。
- （9）评估报告编制：明确自然灾害致灾风险评估报告的主要内容和编写要求。
- （10）附录：提供自然灾害致灾风险评估的指标权重、方法、计算公式等规范性、资料性详细内容。

(11) 参考文献：列出本标准制定过程中参考的相关文献。

4.3 技术内容

本标准对金属非金属矿山、尾矿库自然灾害（地震、地质灾害、洪水）致灾风险评估的基本原则、评估流程、数据准备、评估方法、风险处置建议、评估报告编制等方面进行了全面规定，共设9章和11个附录。其技术内容主要包括如下6个方面：

4.3.1 评估流程

明确金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估应按下列流程开展：

- (1) 数据准备；
- (2) 指标取值和归一化；
- (3) 指标评价向量计算；
- (4) 发生可能性和后果严重性等级计算；
- (5) 致灾风险等级判定；
- (6) 评估报告编制。

4.3.2 数据准备

详细规定了金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估的数据内容、来源和格式要求。评估数据内容由大类指标和子类指标构成。其中，露天矿山自然灾害致灾风险评估数据内容包含7大类指标38子类指标，地下矿山包含7大类指标40子类指标，尾矿库包含8大类指标33子类指标。露天矿山和地下矿山的7大类指标均为工程设计类、工程现状类、自然灾害孕灾因子类、灾害设防能力类、历史灾害事件类、防灾减灾能力类和潜在受灾人员类，尾矿库的8大类指标为工程设计类、工程现状类、自然灾害孕灾因子类、灾害设防能力类、历史灾害事件类、防灾减灾能力类、周边环境类和潜在受灾人员及交通设施类。子类指标根据不同矿山的特点进行选取，用于自然灾害致灾风险评估。子类指标数据来源包括文件查询、现场调研、无人机航拍等多种途径，数据格式包括数值、字符、图片等多种形式。

4.3.3 评估方法

明确了金属非金属矿山、尾矿库的评估指标权重、评估方法、指标取值、发生可能性和后果严重性等级计算的要求。将露天矿山、地下矿山、尾矿库数据大

类和数据子类分别作为评估指标大类和指标子类，采用9标度方法，通过专家打分分别确定指标大类和指标子类中两个指标之间的相对重要性，构建两两对比矩阵，进而获取指标大类权重、指标子类权重、最大特征值及一致性检验结果。各项指标取值划分为4个等级，其中发生可能性指标取值表示该指标对灾害发生可能性的影响程度，划分为很可能、较可能、可能、基本不可能4个等级，对应的指标值分别为4、3、2、1；后果严重性指标取值表示该指标对灾害发生后果严重性的影响程度，划分为很大、大、一般、小4个等级，对应的指标值分别为4、3、2、1。根据规范指标取值表获取金属非金属矿山、尾矿库指标子类取值，并进行归一化处理得到矿山隶属度矩阵。通过隶属度矩阵与指标子类权重相乘得到过程矩阵，过程矩阵与指标大类权重相乘最终得到发生可能性指标和后果严重性指标，依据致灾风险等级矩阵确定矿山自然灾害致灾风险等级。

4.3.4 风险处置建议

对通过致灾风险评估评定为不同评估等级结果的矿山企业和发生了灾害的矿山企业，提出相应的风险处置建议：

（1）重大风险：对存在问题进行整改，半年后再开展一次自然灾害致灾风险评估；

（2）较大风险：对存在问题进行整改，每年至少开展一次自然灾害致灾风险评估；

（3）一般风险：对存在问题进行整改，每两年至少开展一次自然灾害致灾风险评估；

（4）低风险：每三年至少开展一次自然灾害致灾风险评估；

（5）发生了地震、地质灾害、洪水、台风、暴雨或雷电等灾害，在灾害结束后，开展自然灾害致灾风险评估。

4.3.5 评估报告编制

规定了评估报告应至少包括以下内容：

——前言；

——工作概况（基本情况、评估目标、评估依据等）；

——数据获取与处理；

——风险评估方法与流程；

——风险评估结论与分析；

——对策与建议；

——附件。

4.3.6 附录

附录A：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；

附录B：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；

附录C：露天矿山、地下矿山规模等级分类；

附录D：潜在滑坡体冲击距离计算方法；

附录E：年预计雷击次数计算方法；

附录F：边坡安全监测的必要指标；

附录G：采空区塌陷风险等级划分；

附录H：矿山水文地质条件复杂程度划分；

附录I：地下矿山采空塌陷区监测项目。

附录J：露天矿山、地下矿山、尾矿库的指标评价向量计算方法。

五、与现行法律、法规和强制性标准的关系

本标准的制定严格遵循现行相关法律、法规和强制性标准要求，未与现行法律、法规和强制性标准产生冲突和矛盾。

六、标准的先进性

本标准在深入开展了金属非金属矿山、尾矿库现场踏勘和调研工作的基础上，创新性地引用模糊层次分析数学理论方法，构建了一套完整、科学的金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估指标体系，提出了契合金属非金属矿山、尾矿库特点的自然灾害致灾风险评价方法，形成了独具特色的矿山自然灾害致灾风险评估体系。标准的实施将有力推动金属非金属矿山、尾矿库风险评估工作的制度化和流程化，有助于建立长效的矿山自然灾害风险评估机制，精准辨识地区安全风险变化，为各层级防灾减灾决策提供有效支撑，提升矿山自然灾害预防设防能力，助力防灾减灾体系化建设，推动矿山风险治理向事前预防转变。这一成果践行了习近平总书记“两个坚持”“三个转变”理念，将灾害事故防范关口前移，

是贯彻落实国务院和应急管理部关于应急救援和防灾减灾工作决策部署的重要举措。

七、标准调研、研讨工作过程

7.1 工作预研阶段

在2020年至2023年全国第一次自然灾害综合风险普查工作中，项目团队于广东省完成了省市县企业四个层级的非煤矿山自然灾害致灾危险性评估任务，为本规范的制定积累了丰富的实践经验和翔实数据资料。

2023年，标准编制工作组通过深入调研和查阅文献资料，系统梳理了矿山自然灾害风险评估相关的方法研究成果，在普查工作使用的《非煤矿山自然灾害致灾风险评估技术规范》中的评价指标和方法的基础上，开展了矿山自然灾害多方法、多因子风险评估技术研究，初步形成了一套矿山自然灾害风险评估体系。在此研究基础上由深圳防灾减灾技术研究院牵头，联合广东省安全生产和应急管理科学技术研究院、南京工业大学单位成员于2023年7月正式报广东省市场监督管理局提出广东省行业标准制定的立项建议。2023年12月，广东省市场监督管理局发布关于批准下达2023年第二批广东省地方标准制修订计划的通知（粤市监标准〔2023〕591号），广东省地方标准《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》标准制定项目正式立项。目前，此地方标准已顺利完成征求意见阶段并送审。

2025年，在此前的工作基础上，标准编制工作组深入研讨适用于全国范围的《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》标准研制工作。明确标准的基本定位、主要技术内容和文本框架，提出在技术规范中要充分自然灾害诱发因子，科学选取评估指标，合理地开展权重赋值，确立自然灾害致灾风险评估方法与流程，致力打造一套实用性强的自然灾害致灾风险评估操作规范。

7.2 标准草案起草阶段

2025年5月，在前期工作的基础上，深圳防灾减灾技术研究院联合广东省安全生产和应急管理科学技术研究院、南京工业大学、广东华晟安全职业评价有限公司单位成员，反复讨论修改后形成了《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》草稿。

2025年5月23日，中国科技产业化促进会标准化工作委员会组织召开《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》团体标准立项评估会议，评估专家组同意该项团体标准立项，并提出了补充完善气象灾害相关因素和进一步完善相关指标及指标取值等建议。

工作组根据专家意见主要进行了如下修改，形成征求意见稿。

--因标准中涉及到较多气象灾害对矿山直接或间接的影响，将气象灾害从影响因子考虑的角度提升到与地震、地质灾害和洪水灾害并列的灾种之一，气象灾害主要考虑暴雨、短时强降雨和雷电灾害；

--术语：补充了排土场定义

--工程现状类：尾矿库补充了尾矿库现状等别；修正了尾矿库上游水利设施分级标准；

--自然灾害孕灾因子类：调整降雨量、雷电灾害指标分级标准，降雨量--近30年24小时最大降雨量、雷电灾害危险性--直击雷击中概率；考虑我国地形地貌区域差异性和温差区域性特点，增加海拔类型、冻土类型指标，尾矿库增加了地震液化风险指标；

--灾害设防能力类：露天矿山、尾矿库补充排洪构筑物功能现状指标；

--潜在受灾人员类：采用国家自然灾害救助应急预案死亡失踪人数作为人员分级标准；

--周边环境类：增加尾矿库周边环境敏感程度指标；

--附件：补充年预计雷击次数计算方法；

--进一步规范了部分指标的名称。

7.3 标准征求意见阶段

2025年6月8日，中国科技产业化促进会组织了对《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》（征求意见稿）主要技术内容的研讨和论证，会议通过线下和线上相结合的形式召开。

参加会议的40位单位代表分别来自贵州省地矿局测绘院、河北钢铁集团矿业有限公司、中国瑞林工程技术股份有限公司、金川集团信息与自动化工程有限公司、沈阳有色冶金设计研究院有限公司、湖南省地球物理地球化学调查所、中国冶金地质总局内蒙古地质勘查院、南昌安达安全技术咨询有限公司、煤炭科学研究总院有限公司、广东省地质局佛山地质调查中心等25家单位。

主要意见包括为考虑与《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》（KA/T 22.3-2024）相关因素的衔接，补充气象灾害发生次数，规范和完善部分指标。编制组根据上述意见进行了修改。

7.4 标准技术审查阶段

7.5 标准报批阶段

八、技术指标的科学性和可行性说明

本标准采用成熟且应用较广的模糊层析分析法构建金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评价流程和评估方法，该方法通过精确的数字手段处理模糊的评价对象，能对蕴藏信息呈现模糊性的资料做出比较科学、合理、贴近实际的量化评价，考虑了不同影响因素之间相互耦合和上下游因素之间因果关系，解决了多灾种、多因素导致的灾害事故相互耦合不能完全定量化评价的问题。自然灾害致灾风险主要受自然环境因素、工程设计与运行状态以及安全管理因素三大方面的影响。自然环境是造成灾害的致灾因素，包括地形地貌、地质条件、降雨情况等；工程设计与运行状态是承灾体暴露度和脆弱性的体现；安全管理作为化解灾害风险的重要环节，是评价自然灾害致灾水平的重要因素。结合自然灾害综合风险评估三要素准则，致灾风险等级划分依旧沿用国家自然灾害风险普查提出的发生可能性及后果严重性两个纬度进行风险评估。发生可能性分析主要涉及致灾因素、工程设施暴露度与脆弱性，所选指标涵盖了露天矿山、地下矿山和尾矿库的设计、运行、自然灾害孕灾因子、设防能力和历史灾害事件多方面因素，用于评估因自然灾害而致灾的可能性；后果严重性分析主要涉及非工程性措施、人员暴露度，所选指标涵盖了露天矿山、地下矿山和尾矿库的防灾减灾能力及受灾人员信息等因素，用于评估自然灾害发生后的后果严重程度。指标涵盖范围广，同时结合实际调研中发现的数据获取难易程度和重要性进行取舍（比如经济类指标固定资产总值，对于拥有多座矿山的企业，矿山企业没有单独核算，其财务数据中很难界定具体某矿山的数值，结合当前党中央国务院人民至上、生命至上的安全发展理念，适当舍弃类似指标等），同时针对指标等级的划分，充分参考了现行

规范及已有研究内容，并结合矿山实际情况进行了修改，使其能更好的满足风险评估的需求，基于本规范开展了部分露天矿山、地下矿山和广东省全省尾矿库的评价，其结果通过现场勘察和调研、数值模拟和专家经验等多方法进行了对照分析验证。

本标准的指标权重通过邀请相关领域专家对评估指标的相对重要性进行打分确定。起草工作组已于2025年2月~5月期间邀请了50余位不同行业、不同专业背景的专家进行打分，专业涉及采矿工程、矿业类、安全工程、地质工程、地震工程、防灾减灾工程、气象、洪水灾害和尾矿库管理等。总共收回露天矿山指标打分问卷47份，地下矿山指标打分问卷42份，尾矿库指标45份。

为验证不同领域专家对大类权重和子类权重的影响，将专家划分为全部领域、安全生产领域和自然风险领域，采用不同领域专家的打分结果计算大类权重和子类权重。其中：全部领域即全部专业领域专家，安全生产领域包含采矿工程、采矿类、安全工程及尾矿库管理专业领域专家，自然风险领域包含地质工程、地震工程、防灾减灾工程、气象灾害及洪水灾害专业领域专家。采用不同领域专家的数据分别构建指标大类和指标子类两两对比矩阵，获取指标大类权重、指标子类权重、最大特征值及一致性检验结果。根据规范指标取值表获取金属非金属矿山、尾矿库指标子类取值，结果见图1-图12。

图1-图4代表三个不同领域专家的打分结果对露天矿山可能性指标大类权重、可能性指标子类权重、后果严重性大类权重、后果严重性子类权重的影响。图1中全部领域的结果和自然灾害领域的结果分布特征相似，而安全生产领域的结果分布略有不同。其计算结果表明：安全生产领域专家认为B1（工程设计类）指标大类相比其余指标大类更重要，而自然灾害领域专家认为B2（工程现状类）和B4（灾害设防能力类）指标大类更重要。图2中三个不同领域的计算结果大多较为相似。图3中三个不同领域的计算结果基本一致，这是由于三个不同领域的专家认为防灾减灾能力指标大类和潜在受灾人员指标大类同等重要。图4中子类指标Z8远大于子类指标Z1-Z7，这是由于潜在受灾人员大类指标中只含有一个子类指标（Z8，单班最大在岗人数），造成Z8取值较大。

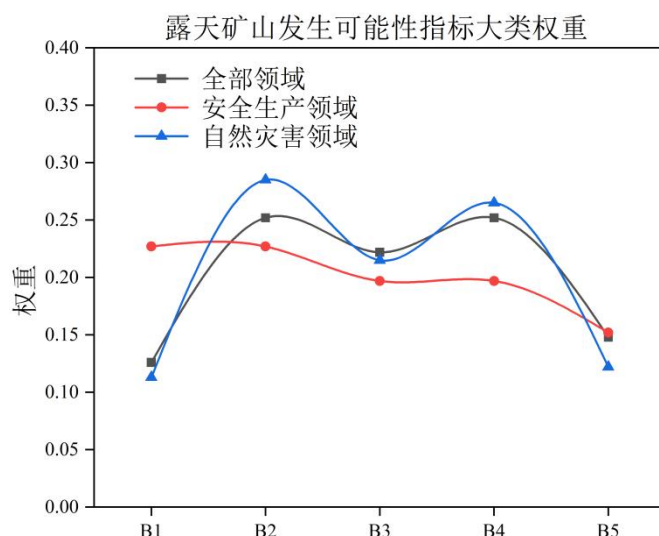


图1 露天矿山发生可能性指标大类权重

注：B1-工程设计，B2-工程现状，B3-自然灾害孕灾因子，B4-灾害设防能力，B5-历史灾害事件。

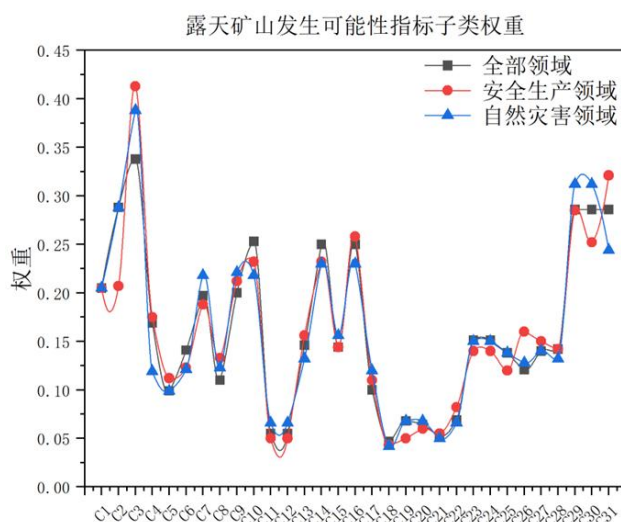


图2 露天矿山发生可能性指标子类权重

注：C1-设计规模等级，C2-设计开采高度，C3-最终边坡角，C4-排土场等级，C5-开采规模现状等级，C6-开采高度现状，C7-工作帮坡角，C8-排土场容积现状，C9-排土场堆置高度现状，C10-排土场坡度现状，C11-海拔类型，C12-冻土类型，C13-工业场地与最近断层距离，C14-工业场地与潜在滑坡体的距离，C15-地震活动情况，C16-近30年24小时最大降雨量，C17-直击雷击中概率，C18-建筑场地类别，C19-矿区建筑物综合抗震设防能力，C20-矿区生活及办公区建筑结构类型，C21-矿区建筑物建造年代，C22-矿区建筑物使用现状，C23-滑坡、崩塌灾害防范措施有效性，C24-泥石流灾害防范措施有效性，C25-排洪构筑物功能现状，C26-边坡安全监测系统建设情况，C27-边坡安全监测系统运行现状，C28-地震导致的灾害事

件次数，C29-地质灾害导致的灾害事件次数，C30-洪水导致的灾害事件次数，C31-灾害事件影响。

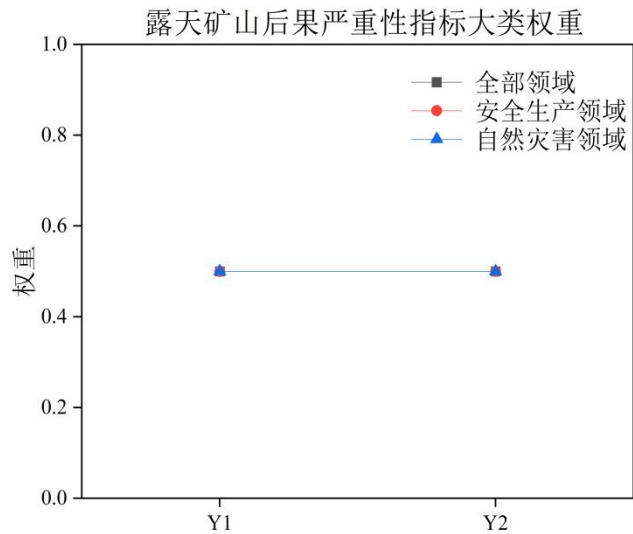


图3 露天矿山后果严重性指标大类权重

注：Y1-防灾减灾能力，Y2-潜在受灾人员。

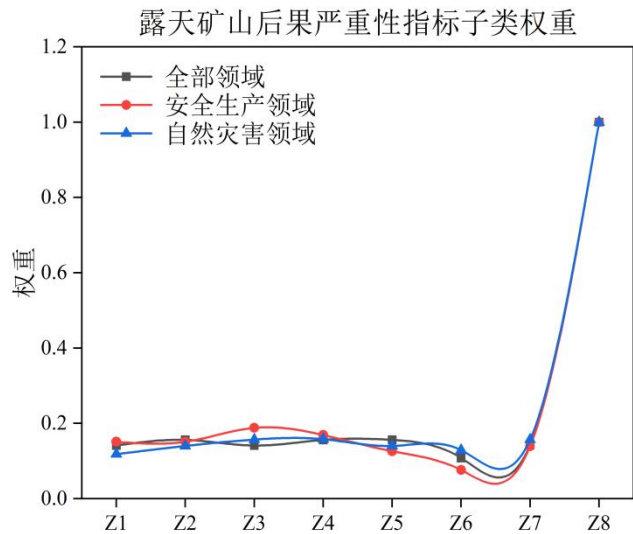


图4 露天矿山后果严重性指标子类权重

注：Z1-矿山救护队类别，Z2-专职矿山救护队人数，Z3-矿山地质专业技术人员数量，Z4-矿山应急救援装备配备情况，Z5-矿山应急救援物资配备情况，Z6-矿山应急规章制度，Z7-防灾减灾培训情况，Z8-单班最大在岗人数。

图5-图8代表三个不同领域专家的打分结果对地下矿山可能性指标大类权重、可能性指标子类权重、后果严重性大类权重、后果严重性子类权重的影响。图5-图8中三个不同领域专家的计算结果的分布曲线较为相似。图5中全部领域和自然灾害领域专家认为B4（灾害设防能力）指标大类相比其余指标大类更重要，而安全生产领域专家认为B3（自然灾害孕灾因子）指标大类更重要。图6中大部分

计算结果接近，但不同领域专家的打分结果计算的C1、C3、C7、C22指标权重有较大差异，安全领域专家认为C1和C22比较重要，自然灾害领域专家则认为C3和C7比较重要。图7中三个不同领域的计算结果基本一致。图8中子类指标Z1-Z7变化较小，而Z8远大于其余子类指标，其原因是潜在受灾人员大类指标中只含有一个子类指标（Z8，单班最大在岗人数）。

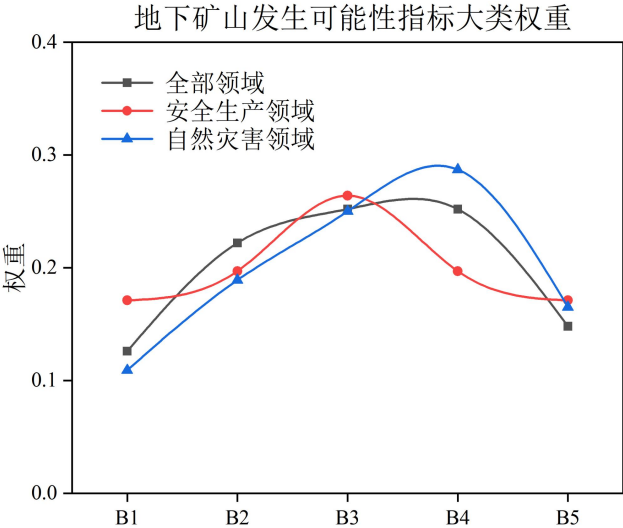


图5 地下矿山发生可能性指标大类权重

注：B1-工程设计，B2-工程现状，B3-自然灾害孕灾因子，B4-灾害设防能力，B5-历史灾害事件。

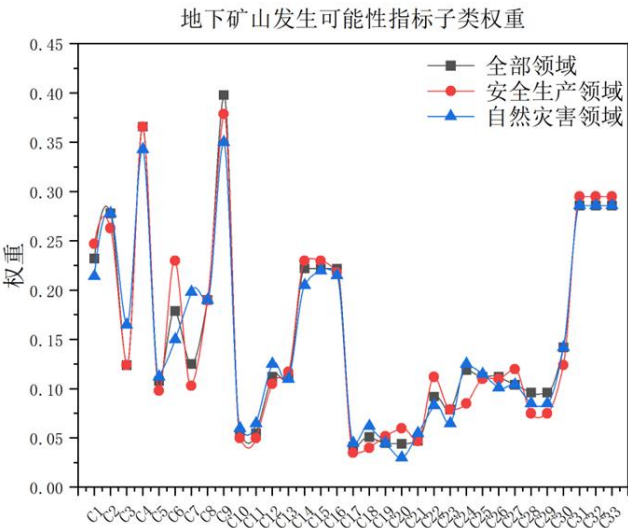


图6 地下矿山发生可能性指标子类权重

注：C1-设计规模等级，C2-设计开采深度，C3-排土场等级，C4-采空区塌陷风险等级，C5-开采规模现状等级，C6-开采深度现状，C7-排土场容积现状，C8-排土场堆置高度现状，C9-矿井最大涌水量，C10-海拔类型，C11-冻土类型，C12-采矿区与最近断层距离，C13-工业场地与潜在滑坡体的距离，C14-地震活动情况，C15-近30年24小时最大降雨量，C16-水文地质

条件，C17-建筑场地类别，C18-矿区建筑物综合抗震设防能力，C19-矿区生活及办公区建筑结构类型，C20-矿区建筑物建造年代，C21-矿区建筑物使用现状，C22-井口标高与历史最高洪水位的关系，C23-工业场地地面标高与历史最高洪水位的关系，C24-滑坡及崩塌灾害防范措施有效性，C25-泥石流灾害防范措施有效性，C26-地表排水设施功能现状，C27-设计最大排水能力，C28-采空区安全监测系统建设情况，C29-采空区安全监测系统运行现状，C30-地震导致的灾害事件次数，C31-地质灾害导致的灾害事件次数，C32-洪水导致的灾害事件次数，C33-灾害事件影响。

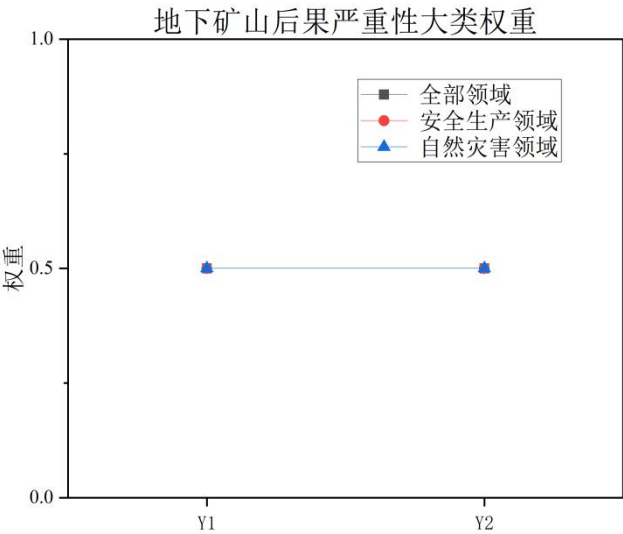


图7 地下矿山后果严重性指标大类权重

注：Y1-防灾减灾能力，Y2-潜在受灾人员。

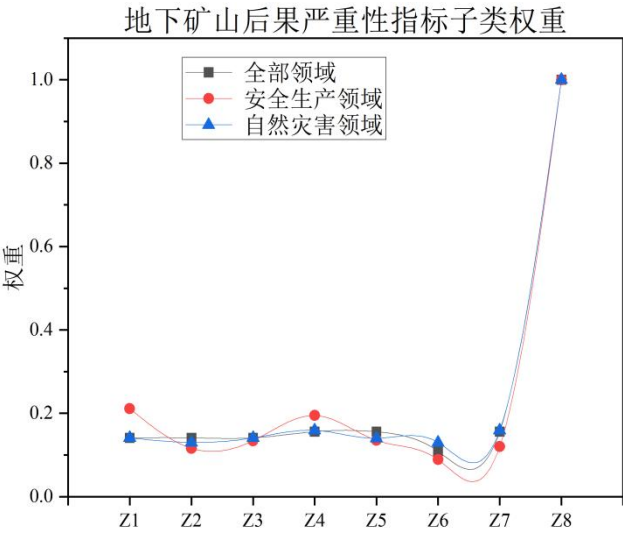


图8 地下矿山后果严重性指标子类权重

注：Z1-矿山救护队类别，Z2-专职矿山救护队人数，Z3-矿山地质专业技术人员数量，Z4-矿山应急救援装备配备情况，Z5-矿山应急救援物资配备情况，Z6-矿山应急规章制度，Z7-防灾减灾培训情况，Z8-单班最大下井人数。

图9-图12代表三个不同领域专家的打分结果对尾矿库可能性指标大类权重、可能性指标子类权重、后果严重性大类权重、后果严重性子类权重的影响。图9-图12中三个不同领域专家的计算结果的分布曲线较为相似。图9中三个领域专家都认为B4（灾害设防能力类）指标大类相比其余指标大类更重要。图10中大部分计算结果接近，但C6、C12、C13指标权重有较大差异，自然灾害领域专家认为C6和C12比较重要，安全生产领域专家认为C13比较重要。图11中三个不同领域的计算结果由于指标数量较少，导致差异较大，其中安全生产领域专家认为Y2比较重要，自然灾害领域专家认为Y1和Y3相对更加重要。图12中子类指标三个不同领域专家的打分结果基本一致。

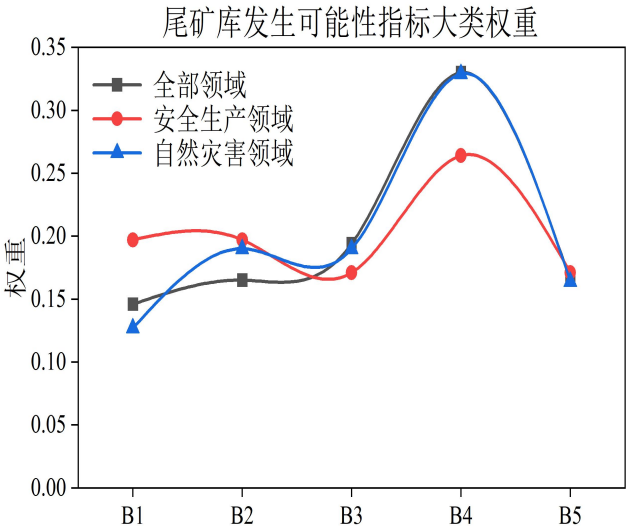


图 9 尾矿库发生可能性指标大类权重

注：B1-工程设计，B2-工程现状，B3-自然灾害孕灾因子，B4-灾害设防能力，B5-历史灾害事件。

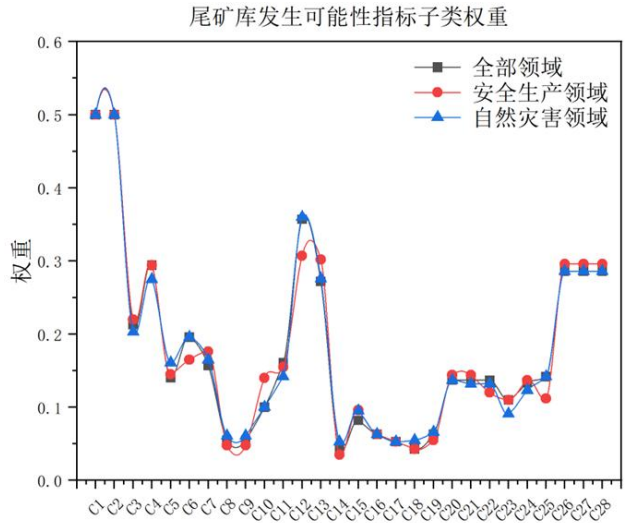


图 10 尾矿库发生可能性指标子类权重

注：C1-尾矿库设计等别，C2-尾矿库防洪标准，C3-尾矿库现状等别，C4-尾矿坝安全稳定性，C5-汇水面积，C6-是否头顶库，C7-尾矿库上游水利设施情况，C8-海拔类型，C9-冻土类型，C10-地震液化风险，C11-尾矿坝与最近断层距离，C12-排洪系统出/入水口与潜在滑坡体的距离，C13-近30年24小时最大降雨量，C14-建筑场地类别，C15-尾矿坝抗震设防能力，C16-库区建筑物综合抗震设防能力，C17-库区生活及办公区建筑结构类型，C18-库区建筑物建造年代，C19-库区建筑物使用现状，C20-滑坡及崩塌灾害防范措施有效性，C21-泥石流灾害防范措施有效性，C22-排洪构筑物功能现状，C23-安全监测系统建设情况，C24-安全监测系统运行现状，C25-地震导致的灾害事件次数，C26-地质灾害导致的灾害事件次数，C27-洪水导致的灾害事件次数，C28-灾害事件影响。

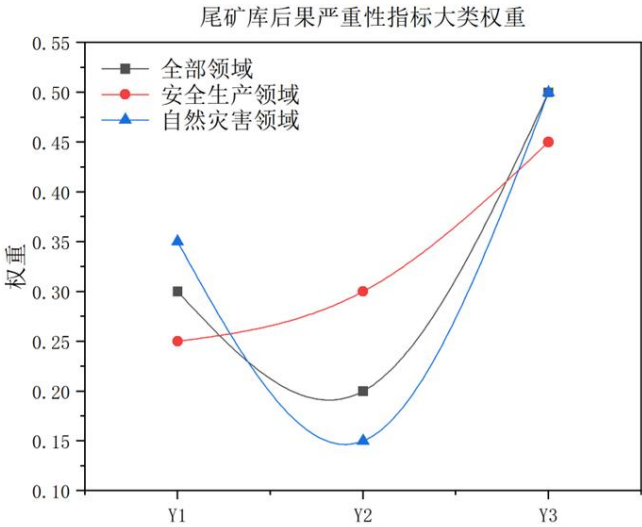


图 11 尾矿库后果严重性指标大类权重

注：Y1-防灾减灾能力，Y2-周边环境信息，Y3-潜在受灾人员及交通设施。

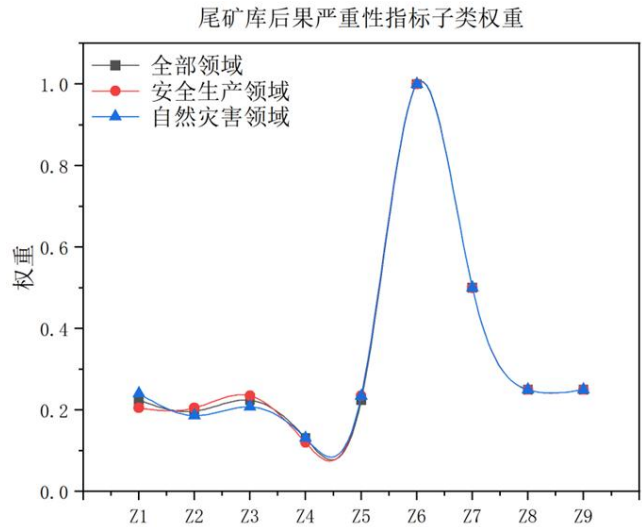


图 12 尾矿库后果严重性指标子类权重

注：Z1-矿山救护队类别，Z2-专职矿山救护队人数，Z3-尾矿库周边环境敏感程度，Z4-矿山

应急救援物资配备情况，Z5-矿山应急规章制度，Z6-防灾减灾培训情况，Z7-下游1km内村庄、学校、厂矿等人员数量，Z8-单班最大在岗人数，Z9-下游1km内道路、铁路、桥梁等交通设施。

九、与同类标准技术的对比情况

国内尚无关于金属非金属矿山及尾矿库自然灾害致灾风险评估的国家标准及行业标准。深圳防灾减灾技术研究院、广东省安全生产和应急管理科学技术研究院、南京工业大学编制了广东省地方标准《金属非金属矿山、尾矿库自然灾害致灾风险评估技术规范》（技术审查阶段）。

十、重大分歧意见的处理过程及依据

无。

十一、标准性质的说明

本标准为中国科技产业化促进会发布的标准，属于团体标准，供会员和社会自愿使用。

十二、贯彻标准的有关措施建议

本标准团体标准，建议按照国家有关团体标准管理规定和中国科技产业化促进会团体标准管理要求，在会员中推广采用本标准，鼓励社会各有关方面企业自愿采用该标准。

十三、废止或修订现行有关标准的建议

无。

十四、其他应当予以说明的事项

无。