

金属矿山安全管理中的风险评估与控制策略研究

田健健¹, 高志龙²

1. 金诚信矿业管理股份有限公司南方分公司, 云南 昆明 650501

2. 金诚信矿业管理股份有限公司, 云南 昆明 650501

DOI:10.61369/ETQM.2025090001

摘要 : 随着我国经济的高速发展, 矿业行业已经成为国民经济中不可忽视的重要组成部分。由于金属矿产资源在生产过程中具有较高的风险系数和对环境的破坏程度, 使得矿山企业在安全生产管理方面面临着巨大的挑战。本文主要从金属矿山的安全管理中存在的风险入手, 分析了矿山安全管理控制策略。通过分析, 文章旨在为金属矿山企业加强安全管理提供参考。

关键词 : 金属矿山; 安全管理; 风险评估; 控制策略

Research on Risk Assessment and Control Strategies in Safety Management of Metal Mines

Tian Jianjian¹, Gao Zhilong²

1. Southern Branch of JCHX Mining Management Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650501

2. JCHX Mining Management Co., Ltd., Kunming, Yunnan 650501

Abstract : With the rapid development of China's economy, the mining industry has become an indispensable component of the national economy. Due to the high risk factors and environmental impact associated with the production of metal mineral resources, mining enterprises face significant challenges in terms of safety management. This paper focuses on the risks present in the safety management of metal mines and analyses control strategies for mine safety management. Through this analysis, the paper aims to provide references for metal mining enterprises to strengthen their safety management.

Keywords : metal mines; safety management; risk assessment; control strategies

引言

随着经济的发展, 人们的生活水平不断提高, 对物质的需求也越来越高。而在社会发展中, 金属矿业是国民经济中的重要组成部分, 是国民经济建设发展的基础产业之一。但是由于资源有限, 开采难度大、成本高, 因此具有很高的风险性。近年来, 我国矿山事故频发, 不仅造成了巨大的经济损失, 而且还会给人民生命财产安全带来严重威胁。为有效防范和化解安全风险, 保障矿工的人身安全和生产设备的安全运行, 需要加强矿山安全管理工作, 实现人与自然的和谐共处。当前, 许多矿山企业都采取了一系列措施来加强安全管理工作。例如: 建立健全安全管理体系; 完善各项规章制度; 严格执行安全操作规程; 加大安全投入力度; 开展安全培训教育等。这些措施虽然能起到一定作用, 但仍存在一些问题, 如: 重效益轻管理、重结果轻过程、安全责任落实不到位、安全投入不足等。特别是在金属矿山领域, 由于其受地质条件和生产工艺等因素的影响, 存在着较高的风险因素和潜在危害。因此, 要想降低风险发生概率, 就必须加强风险评估和控制工作。

一、金属矿山安全管理中的风险识别

(一) 地质灾害风险

在金属矿山开发中, 存在着严重的地质灾害问题。矿山地质情况十分复杂, 岩体稳定性差, 地质构造发育等是矿区地质灾害频发的主要原因之一。在地下采矿过程中, 由于采场和巷道的开挖, 使岩石内部的原应力状况发生变化, 极易发生冒顶和片帮事故。当巷道内支护不够或未得到及时的支护时, 顶板就会因失稳

而发生坍塌, 将下方工作的工人与装备压入地下; 片帮是指巷道侧壁上的岩石出现滑落的现象, 给周围的工作人员带来了很大的危险。

在露天采矿过程中, 也面临着滑坡和泥石流等地质灾害的威胁。采矿活动导致的大量土方开挖破坏了原本的山体平衡, 如果不合理的边坡设计, 坡度过陡, 或遇到强降雨和地震等外界因素, 会导致坡体结构发生整体滑移, 引发滑坡灾害。另外, 在强降雨的作用下, 地表的松散堆积体容易形成泥石流, 造成采矿设

备的破坏，运输受阻，严重时还会对周围的人民群众的人身和财产安全造成危害。

（二）机械与电气事故风险

在金属矿山作业中，由于各种机器和装备的使用，导致了机械损伤的事件不断发生。在采矿、运输、破碎等作业过程中，有很多机器在以很快的速度运行着，例如皮带运输机的皮带、破碎机的转动构件等，如果保护装置缺少或者破损，工人一旦碰到，就容易遭受被卷入、挤压、切割等伤害^[1]。另外，如果设备维修保养不当，零件会出现老化或松动，这也可能造成机器失效，引发事故。

金属矿山作业中的电气安全问题也不可忽视。矿井下多潮湿，电气设备长时间处于这种条件下，会使设备的绝缘性变差，从而引起电泄漏。在矿井中，如果出现泄漏事故，不但会导致工人触电伤亡，而且还会在矿井中形成电火花，引燃瓦斯、烟尘等，从而引起更大的灾难。加之矿山井下的电气系统十分复杂，如果出现不规范的电缆敷设、过载和短路等情况，将大大提高电气的火灾事故发生率，对矿山的生产和运行造成极大的危害。

（三）火灾与爆炸风险

金属矿山存在诸多的火灾和爆炸事故。这是因为在进行井下开采时会生成大量的矿石粉尘，其中一些矿石粉尘是可燃的，当其在大气中的含量较高时，遇火即会引起粉尘爆炸。另外，有些金属矿山在采矿时会排放大量的瓦斯等易燃气体，如果不能及时将其排出，当其积累到一定程度时，一旦遇上火源，便会发生剧烈爆炸。

矿山生产中各种易燃、易爆的物质，例如炸药，地下照明用的燃料等，如果贮存、利用不恰当，也有可能引起火灾、爆炸。在运输和贮存过程中，如果发生碰撞或摩擦，可能引起炸药的爆炸；一旦发生泄漏，遇上火源，将快速燃烧并引起大火，进而导致更大规模的损失^[2]。

（四）职业危害风险

金属矿区工作条件对工人的身体健康也构成了很大的威胁。在矿山生产中，会形成矽尘、煤尘等多种有害物质，人体长期吸入这些，可诱发尘肺病等多种职业性疾病。尘肺病是一种不可逆的肺部疾病，其危害极大，它会严重影响患者的呼吸功能。同时，矿山井下作业过程中也会产生一氧化碳、硫化氢和二氧化硫等有毒有害气体，这些有毒有害气体对人体的呼吸系统和神经系统都有一定的损伤作用，在高浓度情况下甚至会引起人员中毒和窒息。矿山井下作业噪声大、振动大，长时间接触极易诱发噪声性耳聋、振动病等职业病，对工人的身体和心理健康都会造成极大危害。

二、金属矿山安全管理中的风险控制策略

（一）构建安全风险控制体系

安全风险控制体系首先要建立风险识别和评估程序，针对矿山的实际情况开展危险源辨识工作。对与安全生产相关的生产要素进行综合分析，确定可能出现的风险种类，并制定相应的风险

管理制度和操作规程。风险识别完成后要利用专家打分法、层次分析法等方法，对矿山存在潜在威胁的各个风险因素进行定量分析，获得其等级权重，并对风险事件的概率进行计算；然后根据计算结果，制定出符合企业实际的安全风险等级标准。再将所采集到的矿山数据进行科学整合后，运用动态监测技术对其中存在的风险因素进行实时监控。另外，还可以建立完善的风险预警系统，当有异常情况发生时及时向有关部门发出警报。

（二）构建风险评估模型及权重确定

为了更好地进行风险评价，要将金属矿山安全管理的主要风险源作为一个整体来考虑，构建出金属矿山安全管理风险评估模型。其中，第一级为目标层，表示的是对矿山安全管理效果的评价；第二级为准则层，包括作业环境、安全设施、岗位操作、人员素质、管理制度等5个方面；第三级为指标层，包括设备完好性、生产工艺、规章制度、操作规程、应急救援6个方面；第四级为方案层，包括隐患排查治理、技术改造、专项整治、教育培训、监督检查等5个方面。

该模型从影响金属矿山安全性的因素出发，以层次结构法为基础，运用层次分析法，确定各风险源之间的权重系数，从而更加科学地评估矿山的风险水平。其中，利用专家调查法和熵权法分别计算各个风险因素的重要性，再用德尔菲法或者其他方法确定风险因素的相对重要度。在此过程中，需要注意的是：①每个因素的权重不是固定的，要根据实际情况确定其相对重要性；②如果某一项指标出现了大量不合格样本，则需适当调整其权重值。

（三）加强企业文化建设，提升员工安全意识

随着经济的快速发展，人们对物质生活的需求越来越高，但是对于生命安全的关注度却大大降低了。因此，金属矿山企业应该重视企业文化建设工作，通过树立正确的安全观念，增强员工的安全意识，从而减少事故发生的概率。具体来说，可以通过组织各种形式的安全教育活动，如安全知识竞赛、安全演讲比赛等；同时，还可以开展一些以安全为主题的文艺表演、摄影展览等活动，以此来增强员工对企业安全文化的认同感和归属感^[3]。

（四）完善安全管理体系，提高安全管理水

作为金属矿山的重要保证，安全管理制度的健全与否，将直接影响到预防和控制事故的水平。在此基础上，金属矿山应构建从采矿设计到设备运行到紧急救助的完整的管理流程和工艺规范。如：在巷道支护方面，必须对各种地质情况下的支护材料选择、施工技术及施工质量进行规定；在进行爆破作业时，要将炸药的贮存、运输、使用和警戒区域标准化，以保证每个操作都能按程序进行。

制度的生命力在于执行与更新。企业需建立动态审查机制，结合新技术应用、法规修订和行业事故教训，每年度对安全管理制度进行系统性评估与优化^[4]。同时，通过内部审计与第三方审核相结合的方式，确保制度执行的有效性。安全培训是落实制度的关键环节，企业应构建分层分类的培训体系：新员工需通过涵盖安全法规、操作规程和应急逃生技能的“三级安全教育”；特种作业人员要接受专业技能培训并持证上岗；管理层则需定期

参与安全领导力培训，强化责任意识与决策能力。通过系统化培训，使员工不仅掌握安全生产技能，更能在日常工作中主动识别风险、规范操作行为，从根本上降低人为失误导致的事故风险。

（五）加大安全投入力度，改善安全生产条件

充足的安全投入是金属矿山安全生产的物质基础。企业应结合矿山规模、开采工艺和风险等级，制定科学的安全投入规划，确保资金向关键领域倾斜。在设备设施方面，优先保障老旧设备的更新换代，引入智能监测系统、自动化采掘设备等先进装备。例如，为井下运输车辆安装防碰撞预警装置，在采场布置在线监测传感器，实时监控顶板压力、瓦斯浓度等参数，实现风险早期预警。同时，加强对通风、排水、供电等基础系统的维护升级，确保其长期稳定运行。

危险源管理是预防事故的重要抓手。企业需建立全面的危险源辨识与评估机制，运用 LEC 风险评价法、作业条件危险性分析等工具，对井下采空区、爆破区域、电气设备等危险源进行分级管控^[5]。针对高风险源，制定专项防控方案：如对采空区采用充填法或隔离法进行处理，为电气设备加装漏电保护装置和防火设施。此外，安全投入还应向应急救援领域倾斜，配备专业的救援设备、建设应急避难硐室，并定期开展实战化应急演练，确保在突发情况下能够快速响应、有效处置，切实提升矿山整体安全保障能力。

（六）优化生产布局，提高生产效率

金属矿山企业要按照市场需要，结合矿山地质条件、资源赋存特征和采矿工艺水平，对生产布置进行优化，对采矿次序和工作进度进行适当的规划，最大限度地降低在生产环节中的人力和材料损耗，以此来提升企业的生产率。在此基础上，将数字化矿山技术应用于采矿生产规划设计中，利用 3D 模型和仿真方法，可以对各种采矿规划方案进行高效、经济地评价。在开采顺序的布置上，采取下行开采、后退回采等技术，可以减轻采场的顶板控制难度，并使矿石的贫化率和损失率大大降低。与此同时，要建立能够对人员、设备和材料进行动态配置的智能调度系统，对生产进度进行动态监测，并据此及时调节作业计划，使生产流程能够进行无缝连接，将停工待料、设备空转等各种资源的浪费情况

都降到最低，使整个生产和资源的综合利用程度达到最大。

（七）加强监督检查，落实安全责任

金属矿山企业应该建立起一套科学有效的安全监管机制，定期对各部门、各岗位进行安全检查，发现问题及时整改。同时，还要加强对各级领导干部的安全考核，将安全指标纳入各级领导干部的绩效考核体系，实行“一票否决制”，对安全责任履行不到位、隐患整改不力的部门和个人严肃追责。通过层层签订安全责任书，将安全责任细化分解到岗位、落实到个人，形成领导带头、部门协同、全员参与的齐抓共管格局，确保安全管理各项要求落到实处。

（八）建立应急救援体系，提高应对突发事件的能力

金属矿山企业应该建立起一套完善的应急救援体系，配备充足的应急救援装备和物资，制定出具体的应急预案，并建立应急预案动态更新机制，确保预案的针对性与可操作性。一旦发生安全事故，可以迅速启动应急预案，组织相关人员进行紧急处置，最大限度地减少损失和伤害。

（九）强化舆论引导，营造良好的安全氛围

金属矿山企业应该加强对员工的安全宣传教育，普及安全知识，提高员工的自我保护意识。同时，也要加强与媒体的合作，积极开展安全宣传活动，通过广播、电视、报纸等多种渠道，向公众传递安全信息，营造良好的安全氛围。

三、结语

总之，目前国内金属矿山企业安全管理工作，由于缺乏安全意识和安全基础设施，致使安全生产事故频繁发生。为此，需要对其进行有效的风险控制管理。未来，随着人工智能、物联网和大数据等新技术的广泛应用，金属矿山安全管理将更加智能化和动态化，风险评估模型将更加精准，控制策略也将更具时效性与前瞻性。不断深入开展金属矿山开采过程中的风险评估和防控对策研究，促进产学研用协同创新，可以为我国金属矿山行业构筑起一道安全屏障，也能保证我国能源安全，还能达到经济效益和社会效益共赢，为构建本质安全型矿山打下良好的基础。

参考文献

- [1]曾章林.矿山安全生产事故的原因与预防措施探讨 [J].中国金属通报,2024,(09):198-200.
- [2]吴全付.露天开采矿山中的采矿技术及安全问题分析 [J].低碳世界,2025,15(03):76-78..
- [3]吴钊.基于超前支护的矿山工程安全管理体系构建与优化探讨 [C]//《中国建筑金属结构》杂志社有限公司.2024新质生产力视域下智慧建筑与经济发展论坛论文集（五）.合肥市应急管理局,2024:127-128.
- [4]赵开林,保丹梅,张照伦,等.浅谈煤炭开采过程中的开采技术与安全管理建议 [J].内蒙古煤炭经济,2025,(05):94-96.
- [5]代夫平,王明,闫珍,等.煤矿安全管理存在的问题及应对策略探讨 [J].内蒙古煤炭经济,2024,(19):94-96.