

非煤矿山安全生产评价体系现状及发展趋势研究

宋晓亮¹,高娜²,张鑫^{3*}

(1. 陕西建材院工程设计有限责任公司; 2. 山东新矿赵官能源有限责任公司;
3. 西安建筑科技大学资源工程学院)

摘要: 安全生产是矿山开展工作的基石与生命线,虽然矿山事故正在逐年减少,但事故发生的频率依旧很高,这不但会直接造成经济损失,还会严重危害作业人员的安全。以非煤矿山为研究对象,分析了地下开采、露天开采安全生产现状及影响安全的主要危险因素,重点对国内现有的安全生产评价体系进行总结;并基于国内非煤矿山的实际情况,指出了3个未来发展趋势,分别为数字化智能化趋势、绿色可持续发展趋势及多方协同联动趋势,明确了非煤矿山安全生产评价体系的标准化与规范化建设仍然是非煤矿山建设的首要核心任务。研究结果为非煤矿山的安全生产提供了有力的参考。

关键词: 非煤矿山; 安全生产; 智能化; 数字化; 评价体系; 标准化; 发展趋势

中图分类号: TD79

文献标志码: A

文章编号: 1001-1277(2025)05-0007-05

doi: 10.11792/hj20250502

引言

非煤矿山作为矿产资源开发的关键领域,在经济发展中占据着举足轻重的地位^[1]。然而,随着矿山开采规模越来越大,各个生产作业环节环境复杂且多变,极易导致安全生产事故的发生,给人民生命财产造成了巨大损失,也对生态环境造成了严重破坏。近年来,尽管国家不断强化安全生产监管力度,大力推进非煤矿山安全整治工作,但安全生产形势依旧严峻^[2]。根据相关统计数据,每年非煤矿山领域都会发生多起安全事故,如坍塌、爆炸、透水等。2001—2022年国内非煤矿山重特重大事故统计^[3]见图1。

从图1可以看出:2001—2022年,全国非煤矿山共发生重特重大事故45起,遇难1154人,平均每年2.05起。其中,2008年发生3起事故,造成345人遇难。非煤矿山行业重特重大事故时有发生,且事故总量仍然偏大^[3]。因此,如何降低非煤矿山安全生产事故成为目前研究的热点。

安全生产评价体系是保障非煤矿山安全生产的重要手段之一^[4],不仅可以系统、全面地识别矿山生产过程中的潜在危险与有害因素,而且还可以精准评估事故发生的可能性及危害程度,为非煤矿山制定安全对策提供依据。因此,非煤矿山的安全生产评价体

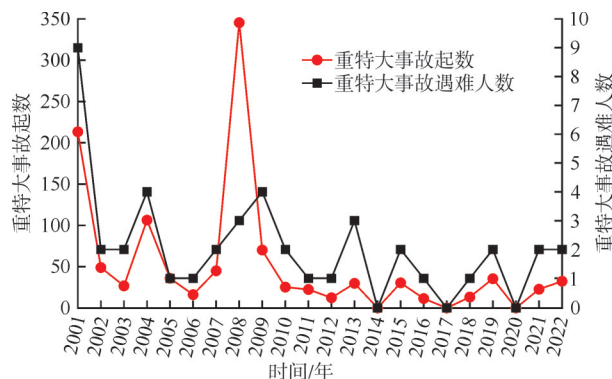


图1 2001—2022年国内非煤矿山重特重大事故统计

Fig. 1 Statistics of major and severe accidents in non-coal mines in China from 2001 to 2022

系对非煤矿山安全生产、预防事故、推动行业健康发展具有重要意义。《非煤矿山安全生产“十三五”规划》^[5]中指出,要突出以风险管控为核心的先进安全管理理念,对企业构建安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制均提出了相关要求,通过建立健全企业风险管控机制,不断提升非煤矿山落实本质安全的技术水平。《中华人民共和国国民经济和社会发展规划第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》中指出,继续加强安全生产监管监察执法,深入推进矿山等重点领域安全整治^[6]。一方面,有助于矿山企业提前发现安全隐患,及时采取针对性措施加以整改,将事故

收稿日期:2025-01-01; 修回日期:2025-02-20

基金项目:陕西省自然科学基金项目(2024JC-YBQN-0453);陕西省重点研发计划工业攻关项目(2023-YBGY-137);西安建筑科技大学与西安建大城市规划设计研究院有限公司合作研究课题项目(X20240067);陕西省教育厅产业化培育项目(24JC050);西安建筑科技大学首批“三百计划”AI辅助混合式教学课程立项项目(KC2024AIHH35)

作者简介:宋晓亮(1989—),男,工程师,从事非煤矿山设计咨询、安全评价等方面研究工作;E-mail:1143348063@qq.com

*通信作者:张鑫(1991—),男,副教授,博士,从事矿井通风除尘方面的研究工作;E-mail:Zhangxin17@xauat.edu.cn

扼杀在萌芽状态;另一方面,能够优化矿山企业的安全生产管理模式,提高资源利用效率,降低生产成本,增强市场竞争力。此外,完善的安全生产评价体系还有利于政府监管部门精准掌握矿山企业的安全生产状况,实施分类监管,提高监管效能,为制定宏观产业政策提供决策支持,促进非煤矿山行业的绿色、可持续发展。因此,深入研究非煤矿山安全生产评价体系现状及发展趋势具有十分重要的理论与实践价值。

1 非煤矿山安全生产方式及危险因素

1.1 安全生产方式

1.1.1 地下开采

地下开采是非煤矿山开采的重要方式之一,其工艺流程复杂,包括勘探阶段、开拓阶段、采准阶段、切割阶段及回采阶段等多个环节^[7]。但是,在实际操作中,由于非煤矿山的种类、地质条件及安全要求等因素的差异,需要因地制宜进行开采。地下开采具有以下特点:一是作业空间狭窄,采场空间有限,给人员通行、设备操作与维护带来极大不便,增加了安全管理的难度;二是通风条件复杂,巷道纵深长、分支多,空气流通不畅,容易积聚有害气体,威胁人员的生命安全;三是随着矿体的不断开采,原岩应力平衡遭到破坏,地压活动加剧,可能引发顶板冒落、片帮等事故,带来巨大隐患^[8];四是地下开采过程中,地下水会不断涌入巷道,极易造成积水,淹没巷道和采场,导致严重的事故后果^[9]。

1.1.2 露天开采

露天开采是另一种重要的非煤矿山开采方式,相较于地下开采,其具有生产规模大、作业效率高、成本相对较低等优势^[10]。开采流程分为勘探阶段、穿爆阶段、采装阶段、运输阶段和排土阶段,也需要因地制宜进行开采。其面临的安全生产挑战^[11]:一方面,作业环境复杂多变,采场边坡受地质构造、岩石性质、爆破及雨水冲刷等多种因素影响,容易发生滑坡、坍塌等事故,危及人员与设备安全;另一方面,受自然气候条件的制约较大,暴雨、大风等恶劣天气可能导致采场积水、设备损坏、爆破作业中断等问题,进而引发安全事故。此外,由于采场面积广阔、设备众多且作业频繁,存在设备碰撞、人员坠落等安全风险,对现场安全管理提出了较高要求。

1.2 危险因素分类

1.2.1 地质灾害风险

地质条件是非煤矿山安全生产的基础性因素,复杂多变的地质构造、岩石特性等极易引发地质灾害,给矿山企业生产作业带来巨大风险^[12]。从地质构造角度来看,断层、褶皱等地质构造带附近的岩石破碎程度高,岩体稳定性差,在开采扰动下极易发生坍塌、滑坡等灾害^[13]。而岩石的物理力学性质,如硬度、强

度、脆性等,也直接影响岩体的稳定性。若岩石硬度较低、强度不足,在承受地压或爆破振动时,容易发生破裂、变形,进而引发地质灾害。此外,地下水的赋存状态对矿山地质灾害的发生也有重要影响。丰富的地下水会软化岩石,降低岩石强度,同时产生静水压力和动水压力,加剧岩体的破坏,增加滑坡、透水等事故的发生概率。矿山企业在开采前必须加强地质勘察工作,深入了解地质构造、岩石特性及地下水情况,为后续的开采设计与安全防护提供科学依据。

1.2.2 爆破作业风险

爆破作业作为非煤矿山开采的重要工序,若管理不善、操作不当,极易引发爆炸、飞石等严重事故,对人员和设备安全构成巨大威胁^[14]。爆破器材的质量与管理是爆破作业安全的关键环节。炸药、雷管等爆破器材若质量不合格,存在早爆、迟爆、拒爆等隐患,将直接引发爆炸事故。此外,爆破作业过程中的违规操作也是事故频发的重要原因。例如:装药过量、装药结构不合理、起爆顺序错误、安全距离不足等都会导致爆破能量失控,引发飞石伤人、爆炸冲击等危害。同时,爆破后通风排烟不及时,残留的有害气体如一氧化碳、氮氧化物等会积聚在作业区域,对作业人员的生命健康造成威胁。矿山企业必须严格落实爆破作业安全管理制度,加强爆破器材的采购、储存、运输、使用等全过程管控,确保爆破作业严格按照操作规程进行,杜绝违规操作行为。

1.2.3 机械设备与电气设备风险

非煤矿山生产过程中大量使用机械设备和电气设备,设备老化、故障及人员违规操作等因素,使得机械伤害与电气事故时有发生^[15]。电气事故也给矿山安全生产带来诸多隐患。非煤矿山很多井下电气设备老化,绝缘性能下降,加之井下空气潮湿,易导致部分电缆出现漏电现象。机械与电气设备的安全运行离不开定期的维护保养、及时的故障检修及严格的人员操作规范。矿山企业应建立健全设备管理制度,加强设备巡检,及时更换老化、损坏的设备部件,同时强化员工的安全操作规程培训,杜绝违规操作行为,确保机械与电气设备的安全运行。

1.2.4 职业健康风险

非煤矿山作业环境恶劣,粉尘、噪声、有毒有害物质等职业危害因素广泛存在,长期暴露在这样的环境中,极易引发工人的职业健康问题^[16]。人员在井下长期吸入高浓度粉尘,易患硅肺病等职业病。除了粉尘危害,噪声也是非煤矿山常见的职业危害因素之一。采矿设备、通风机、破碎机等设备在运行过程中产生高强度噪声,长期暴露在噪声环境中,会导致人员听力下降,甚至耳聋。此外,部分非煤矿山还存在有毒有害物质,如铅、汞、砷等重金属,以及二氧化硫、氮氧化物等有害气体。这些有毒有害物质通过呼吸道、皮

肤等途径进入人体,会对人体的神经系统、呼吸系统、消化系统等造成损害,引发中毒等职业病。因此,必须高度重视职业健康防护工作,采取有效的防尘、降噪、防毒等措施,如优化通风系统、安装除尘设备、选用低噪声设备、配备个人防护用品等,定期进行职业健康体检,及时发现和治疗职业病,保障人员的身体健康。

2 安全生产评价体系现状

国外在非煤矿山安全生产评价领域起步较早,美国率先将系统安全工程理论引入矿山安全评价^[17],开发出诸多先进的评价方法与模型,如故障树分析法(FTA)、事件树分析法(ETA)及风险矩阵评价法等,可以精准量化风险程度,为制定安全措施提供有力支撑。澳大利亚构建了一套以地质力学评估为核心的矿山安全评价体系^[18],重点关注矿山开采过程中的岩体稳定性、地压活动等关键因素,有效降低了因地质条件引发的安全事故发生率。欧盟国家在非煤矿山安全评价方面注重法规、标准的制定与完善^[19],通过强制实施严格的安全评价程序,促使矿山企业不断提升安全生产管理水平。除此之外,利用卫星遥感、无人机监测等技术手段对矿山地质环境进行实时监测与预警,为非煤矿山安全生产提供了全方位的技术保障。

中国对非煤矿山安全生产评价的研究相对较晚,学者积极引入国外先进的安全评价理念与方法,结合国内非煤矿山特点,提出了一系列适用的安全评价理论,如灰色理论模型、模糊综合评价法等^[20-21]。此外,逐步建立了较为完善的安全评价制度体系,为矿山建设项目的全生命周期安全管理提供了制度保障。

2.1 法律法规

法律法规是非煤矿山安全生产评价的基石,为评价工作提供了明确的准则与规范。《中华人民共和国矿山安全法》作为中国矿山领域的核心大法^[22],对非煤矿山的开采规划、建设施工、生产运营及安全管理等各个环节都作了详细规定。例如:明确要求矿山企业必须具备安全生产条件,建立健全安全生产责任制,设置安全生产管理机构或者配备专职安全生产管理人员等。这些规定从法律层面为非煤矿山安全生产评价设定了基本框架,确保评价工作能够依法依规进行,对矿山企业的安全生产状况进行全面、准确的考量。

《非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收办法》^[23]则聚焦于非煤矿山建设项目的关键节点,对安全设施的设计审查与竣工验收流程、标准等进行了细致规范。在评价过程中,依据该办法可以严格审查矿山建设项目的安全设施是否按照设计要求建设到位,是否满足安全生产的实际需求,有效避免因安全设施不完善而引发的安全事故。GB 16423—2020《金属非金属矿山安全规程》^[24]针对金属非金属矿山的开采、通风、排水、提升运输等具体作业环节,

制定了详细的安全技术标准与操作规范。借助这些标准、规范,能够精准判断矿山企业在各生产环节中的安全合规性,及时发现潜在的安全隐患,为提出针对性的整改建议提供有力依据。同时,保障了评价工作的权威性与公正性,促使矿山企业严格遵守法律法规,不断提升安全生产水平。

2.2 评价指标选取

评价指标选取直接关系安全生产评价的准确性与有效性,需遵循科学性、全面性、针对性及可操作性等原则。科学性原则要求指标能够客观、准确地反映非煤矿山生产系统的安全本质特征,基于科学的理论与方法进行构建^[25]。全面性原则强调涵盖非煤矿山生产的各个方面,包括地质条件、开采工艺、设备设施、人员管理及环境因素等。针对性原则要求根据不同类型、规模及开采方式的非煤矿山特点,选取与之相适应的指标。对于地下开采矿山,重点关注通风系统可靠性^[26]、顶板支护质量、井下涌水防治等地下作业特有的安全问题;而露天开采矿山则侧重于边坡防护、采场排水、爆破飞石控制等方面的指标。可操作性原则需确保所选取的指标能够通过实际监测、检测或调查获取数据,便于评价人员进行量化分析与判断。例如:采用粉尘浓度检测仪实时监测作业场所的粉尘浓度,以直观反映矿山的防尘措施效果,使评价工作具有现实可行性。

2.3 评价方法

由于矿山开采是一个复杂的系统,存在的危险源及其风险特征各不相同,其评价方法也存在差异,因此不同方法适用于不同的矿山场景与评价需求。其中,安全检查表法是一种应用广泛、操作简单的定性评价方法^[27],通过将法律法规、标准规范及安全操作规程等要求转化为详细的检查表,对矿山的各个生产环节、设备设施及作业场所进行逐一对照检查,判断其是否符合安全要求。这种方法适用于各类非煤矿山的日常安全检查与初步评价,能够快速、全面地发现一般性安全问题。工程类比法主要针对2个比较相近的工程^[28],分析2个工程存在的相关联系,用其中一个已经确立的工程情况对另一个工程进行全面分析,通过现场工程调查、现场工程测试、分析比较,对相似工程的安全情况进行全面分析。专家评议法是一种吸收专业的技术专家参加^[28],根据系统的过去、现在和发展趋势进行的积极创造思想活动,对系统未来进行综合评价分析的方法。非煤矿山工程岩体稳定性分析法将安全评价软件作为手段和工具^[28],评价非煤矿山的各阶段,包括非煤矿山的边坡、排土场、尾矿库、采空区等系统的安全评价方法。事故树分析法是对系统的危险性进行识别^[28],定性和定量进行安全分析评价和事故预测。

与国外先进水平相比,中国非煤矿山安全生产评

价体系仍存在以下不足^[7]:一是评价方法的科学性与实用性有待进一步提高,部分评价方法过于理论化,难以满足矿山企业的实际需求;二是评价指标体系不够完善,缺乏明确的量化标准,影响了评价的准确性与可靠性;三是安全评价的信息化水平较低,难以实现对矿山安全生产状况的实时动态监测与预警;四是专业人才队伍建设相对滞后,复合型人才匮乏。综上所述,亟须完善国内非煤矿山安全生产评价体系。

3 未来发展趋势

3.1 数字化智能化趋势

随着信息技术的飞速发展,数字化智能化技术在非煤矿山安全生产领域的应用日益广泛^[29]。通过集成先进的传感器、物联网、大数据等技术,实现了对矿山生产过程的全方位、实时监测与预警,有效提升了矿山安全生产管理的精准性与及时性^[30]。在地质灾害监测领域,矿山边坡、采空区等关键部位部署了高精度的位移传感器、应力传感器及地下水位监测仪等设备,能够实时感知岩体的位移变化、应力分布及地下水水位波动情况,并将采集到的数据传输至矿山监控中心;一旦出现异常,系统立即启动预警机制,以便及时采取应对措施,防范地质灾害的发生。在设备运行状态监测领域,对矿山的提升机、通风机、破碎机等关键设备进行实时监测;当监测到某台设备的振动幅值超出正常范围时,系统自动诊断并及时发出维修预警,通知维修人员进行检修,保障了矿山生产的连续性与稳定性。在人员定位与环境监测领域,对井下人员实时精确定位,掌握人员的分布位置,确保人员在井下作业的安全。同时,系统实时监测井下空气质量、粉尘浓度、温湿度等环境参数,一旦发现异常情况,立即启动通风、降尘等相应的调控措施,为井下作业人员创造安全、舒适的工作环境。

此外,借助大数据分析手段,可以精准识别事故发生的规律与趋势,构建更加科学、精准的风险评估模型,为矿山安全生产决策提供有力的数据支持。基于大数据分析结果,构建动态风险评估模型。该模型充分考虑矿山生产过程中的动态变化因素,将实时采集的矿山生产数据输入模型,能够快速、精准地预测各作业环节、各生产区域的安全风险等级,以可视化的方式呈现给管理人员,使其迅速掌握矿山整体安全态势,提升矿山的本质安全生产水平。

3.2 绿色可持续趋势

将生态环境影响纳入评价核心指标已成为必然趋势^[31]。在传统的安全生产评价中,往往侧重于人员伤亡、设备损坏及经济损失等直接后果的考量,而对矿山开采活动所引发的生态破坏关注不足。目前,已将生态环境问题纳入重点评估范畴^[32],包括水源涵养、土壤保持、生物多样性维护等方面。这不仅能够

促使矿山企业从源头树立生态优先的理念,在开采设计、生产运营等全过程充分考虑生态保护措施,而且还有助于实现矿山资源的高效利用,提高矿石回收率,降低尾矿、废石等废弃物的产生量,实现经济发展与生态保护的良性互动,从根本上改变传统矿山“先破坏、后治理”的发展路径。

3.3 多方协同联动趋势

在非煤矿山安全生产领域,政府监管与企业自评的协同合作正日益紧密。政府作为安全生产的监管主体,通过制定一系列严格的政策法规,引导企业落实安全生产主体责任,强化企业自评工作的规范性与有效性^[33]。近年来,国家出台了多项关于非煤矿山安全生产的指导意见,明确要求企业建立健全内部安全评价机制,定期开展全面、深入的自评活动,及时发现并整改安全隐患。一些地方政府还结合本地区实际情况,制定了详细的企业自评标准与指南,为企业自评工作提供了明确的操作方向。

在监管方式上,政府部门不断创新,加强对企业自评过程的监督与指导^[33]。企业自评在政府监管的引导下,也逐渐成为企业提升安全生产管理水平的重要内生动力。政府监管与企业自评的深度融合,形成了“政府引导、企业主责、协同推进”的良好局面,为非煤矿山安全生产提供了坚实的保障。

此外,随着非煤矿山安全生产要求的不断提高,第三方评价机构在行业中的作用愈发凸显,其专业化升级成为必然趋势^[34]。第三方评价机构凭借其独立、客观、专业的优势,为矿山企业提供全方位、深层次的安全评价服务,成为政府监管与企业自评的重要补充。在技术能力提升方面,第三方评价机构积极引入先进的检测设备与技术手段,不断拓展评价领域与深度。为确保评价结果的公正性与权威性,第三方评价机构还在不断强化行业自律。

公众对非煤矿山安全生产的关注度与参与度持续提升。而网络平台的发展也为公众参与提供了更加便捷的途径^[35]。政府部门与矿山企业通过官方网站、社交媒体等平台,及时公开矿山安全生产信息,包括安全评价结果、隐患整改情况、事故应急预案等,接受公众的监督与咨询。公众可以在网上留言、评论,提出自己的意见与建议,形成了政府、企业与公众之间的良性互动,共同推动非煤矿山行业向更加安全、环保、可持续的方向发展。

4 结 语

本研究对非煤矿山安全生产评价体系现状进行了全面且深入的剖析,明确了其在保障矿山安全生产中的关键地位与核心作用。通过对现有非煤矿山地下开采、露天开采的生产流程及影响安全的主要危险因素梳理,系统总结了包括法律法规依据、评价指标

选取原则及评价方法的具体内容与局限,为后续针对性地改进工作提供了明确方向。在未来发展趋势探索方面,提出了数字化智能化趋势、绿色可持续趋势及多方协同联动趋势三大方向。总体来说,评价体系的标准化与规范化建设仍是核心任务。研究结果可为非煤矿山安全生产提供更加坚实、有力的保障,推动非煤矿山行业迈向高质量、可持续发展的新阶段。

[参考文献]

- [1] 王笑天.浅析非煤矿山安全生产现状及对策[J].中国安全生产,2024,19(8):52-53.
- [2] 张勇.煤矿与非煤矿山安全生产形势对比分析研究[J].中国矿业,2022,31(12):15-20.
- [3] 李垚萱,崔益源,卢尧,等.2001-2022年我国非煤矿山行业重特大事故发生规律及对策措施[J].有色金属(矿山部分),2024,76(4):1-6.
- [4] 黄炉兵.探讨如何有效提升非煤矿山安全标准化管理体系[J].世界有色金属,2024(18):223-225.
- [5] 卢欣奇,张传亮,苏军,等.“十三五”期间非煤矿山安全生产情况及未来对策[J].有色金属(矿山部分),2024,76(2):60-69.
- [6] 张品楠,祝愿,袁利.高效推进“十四五”末全面完成安徽省废弃矿山生态修复任务之路径[J].安徽地质,2024,34(2):179-181,189.
- [7] 林毅斌.金属矿地下开采安全防护方法探析[J].中国金属通报,2020(9):28-29.
- [8] 李林,王智能,杨磊,等.浅部地下矿山开采引发地表露天矿山变形规律研究[J].采矿技术,2024,24(5):63-68.
- [9] 徐钊.某矿山地下开采对地表河流安全性影响的研究[J].黄金,2023,44(3):20-25.
- [10] 昌正林.我国露天采矿技术发展趋势及展望[J].现代矿业,2023,39(7):1-4.
- [11] 张嘉程,胡明慧.露天非煤矿山安全生产管理体系研究[J].世界有色金属,2024(20):220-222.
- [12] 万婧,帅向华,梁超,等.非煤矿山自然灾害致灾风险评估可视化系统研究与实现[J].中国安全生产科学技术,2023,19(增刊1):123-129.
- [13] 熊伟.基于地质勘查技术的矿山环境地质灾害预防探析[J].黄金,2022,43(4):1-3,13.
- [14] 黄永辉.灰色理论在非煤矿山爆破评估及事故预测中的应用研究[D].昆明:昆明理工大学,2009.
- [15] 赵坤.煤矿机械设备安全检测集成虚拟仪器研制[D].西安:西安科技大学,2014.
- [16] BAGHAEI NAEINI S A, BADRI A. Identification and categorization of hazards in the mining industry: A systematic review of the literature[J]. International Review of Applied Sciences and Engineering, 2024, 15(1): 1-19.
- [17] 荆杨阳.济南市非煤矿山安全生产监管问题研究[D].济南:山东大学,2023.
- [18] MELVILLE M, MONDAL S, NEHRING M, et al. Optimization of a coal mine roof characterization model using machine learning[J]. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences, 2024, 181: 105835.
- [19] LIU Y, YANG T, WANG H, et al. Risk assessment of disaster chain in multi-seam mining beneath gully topography[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2024, 111: 104750.
- [20] 韩京增.基于灰色理论模型的非煤矿山风险判定预警方法研究[J].采矿技术,2022,22(6):66-68,72.
- [21] 于帅.基于层次分析-模糊综合模型的露天矿山微地形生态修复技术评价研究[J].中国矿业,2024,33(11):39-48.
- [22] 李鹏.国务院关于提请审议《中华人民共和国矿山安全法(草案)》的议案[J].中华人民共和国国务院公报,1992(28):1 194.
- [23] 非煤矿山建设项目安全设施设计审查与竣工验收办法[J].中华人民共和国国务院公报,2005(26):23-26.
- [24] 祁保明,谢良,张伟,等.《金属非金属矿山安全规程》修订解读[J].劳动保护,2021(5):64-66.
- [25] 高文远,邓绍刚,曹强.标准化助力非煤矿山安全发展[J].劳动保护,2023(5):61-63.
- [26] 李建龙.非煤矿山矿井通风系统安全性评价研究[J].采矿技术,2020,20(3):84-85.
- [27] 于冬.河北省非煤矿山在安全检查表应用中的问题及对策[J].安全,2016,37(1):41-42.
- [28] 陆荣华.非煤矿山安全评价方法探讨[C]//《建筑科技与管理》组委会.2015年6月建筑科技与管理学术交流会论文集.北京:《建筑科技与管理》组委会,2015:166,161.
- [29] 李永生,张宝金,翟建波,等.非煤矿山智能决策支持系统架构设计与关键技术[J].中国矿山工程,2022,51(6):17-23.
- [30] 陈生凯,明平田,申宁.青海某金矿安全监管视频AI智能系统建设[J].黄金,2025,46(1):20-23,36.
- [31] 罗娜.共促非煤矿山采矿技术创新发展[N].中国有色金属报,2024-11-12.
- [32] 彭咏,刘宇勤.生态文明融入矿山建设项目管理探析[J].黄金,2022,43(7):1-2.
- [33] 胡良.面向本质安全的非煤矿山企业安全文化评价研究[D].重庆:重庆大学,2013.
- [34] 赵艳艳,朱必勇,盛建红,等.非煤矿山第三方安全监管服务模式优化研究[J].采矿技术,2018,18(3):110-113.
- [35] 李文婷.基于移动互联网的非煤矿山科技信息服务平台的设计与实现[D].马鞍山:安徽工业大学,2021.

Current status and development trends of the safety production evaluation system for non-coal mines

Song Xiaoliang¹, Gao Na², Zhang Xin³

(1. Shaanxi Building Materials Research Institute Engineering Design Co., Ltd.; 2. Shandong Xinkuang Zhaoguan Energy Co., Ltd.; 3. School of Resources Engineering, Xi'an University of Architecture and Technology)

Abstract: Safety production is the cornerstone and lifeline of mining operations. Although the number of mining accidents has been decreasing annually, the frequency of incidents remains high, leading to economic losses and posing serious threats to workers' safety. Focusing on non-coal mines, this study analyzes the current state of safety in underground and open-pit mining, as well as the major risk factors affecting safety. The research summarizes existing domestic safety production evaluation systems and, based on the actual conditions of non-coal mines in China, identifies 3 future development trends: digitalization and intelligentization, green and sustainable development, and multi-party collaborative coordination. The study emphasizes that the standardization and normalization of the safety production evaluation system remain the primary core tasks in non-coal mine development. The findings provide references for enhancing safety production in non-coal mines.

Keywords: non-coal mine; safety production; intelligentization; digitalization; evaluation system; standardization; development trend