我国非煤矿山安全生产政策分析与发展路径探讨*

曾令义[1,2,3],周子龙[1,4]

(1.中南大学 资源与安全工程学院, 湖南 长沙 410083;
2.长沙矿山研究院有限责任公司, 湖南 长沙 410012;
3.国家金属采矿工程技术研究中心, 湖南 长沙 410012;
4.中南林业科技大学, 湖南 长沙 410004)

摘要:随着开采深度持续增加和作业环境日趋复杂,传统非煤矿山安全治理模式面临严峻挑战,亟须推动安全治理模式向事前预防转型。系统梳理了我国非煤矿山安全生产政策从"事后追责"向"源头管控"再到"系统治理"的演进脉络,构建了"准入管控-过程监管-转型升级-监管执法"的四维分析框架。研究表明,现行政策体系有效推动了产业结构优化,使安全形势持续好转,2025年事故起数与死亡人数较2018年分别下降了49.0%和38.3%。然而,面对深井开采与智能化建设新场景,政策体系仍存在法规标准滞后、基层执行阻滞及技术支撑不足等结构性矛盾。借鉴澳大利亚、美国、加拿大等国安全风险管理经验,提出我国应构建法治化完善、智能化升级、协同化治理、市场化激励与责任化落实的五维优化路径,破解政策执行"最后一公里"难题。未来应深化前沿领域政策适配研究、政策协同效应评估与区域差异化策略研究,为矿业新质生产力发展提供制度保障。

关键词:非煤矿山;安全生产;政策分析;发展路径;事前预防

中图分类号:TD79 **文献标识码**:A **文章编号**:1005-2763(2026)09-0130-11

Analysis of Safety Production Policies and Discussion on Development Paths for Non-Coal Mines in China

Zeng Lingyi[1,2,3], *Zhou Zilong*[1,4]

(1.School of Resources and Safety Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China;
2.Changsha Institute of Mining Research Co., Ltd., Changsha, Hunan 410012, China;
3.National Engineering Research Center for Metal Mining, Changsha, Hunan 410012, China;
4.Central South University of Forestry and Technology, Changsha, Hunan 410004, China)

Abstract: With the continuous increase in mining depth and the growing complexity of operating environments, the traditional safety governance model for non-coal mines is facing severe challenges. It is urgent to promote the transformation of this safety governance model toward pre-incident prevention. The evolution context of safety production policies for non-coal mines in China, which have shifted from "post-incident accountability" to "source control" and further to "systematic governance", was systematically sorted out, and a four-dimensional analytical framework of "access control-process supervision-transformation and upgrading-supervision and law enforcement" was constructed. The research shows that the current policy system has effectively promoted the optimization of industrial structure and has improved the safety situation. The number of accidents and fatalities in 2025 decreased by 49.0% and 38.3% respectively compared with 2018. However, in the face of new scenarios such as deep mine mining and intelligent construction, the policy system still has structural contradictions including lagging regulations and standards, implementation obstacles at the grassroots level, and insufficient technical support. Drawing on the experience of safety risk management in Australia, the United States and Canada, this paper proposes that China should establish a five-dimensional optimization path comprising improved legal frameworks, intelligent upgrading, collaborative governance, market-oriented incentives and accountability implementation to address the "last-kilometer" problem in policy implementation. In the future, in-depth research should be conducted on policy adaptation in cutting-edge fields, assessment of

* **收稿日期**:2026-06-28

基金项目:中国五矿集团有限公司全国重点实验室专项资金项目(2024GZKJ05)

作者简介:曾令义(1983—),男,湖南郴州人,博士研究生,正高级工程师,主要从事金属矿床开采工程技术设计与研究、工程项目组织与管理研究。E-mail:258188498@qq.com

通信作者:周子龙(1979—),男,河南南阳人,博士,教授,博士生导师,主要研究方向为岩体爆破开挖技术。E-mail:zlzhou@csu.edu.cn

policy synergistic effects, and research on region-differentiated strategies, so as to provide institutional guarantees for the development of new-quality productive forces in the mining industry.

Key words: Non-coal mines, Safety production, Policy analysis, Development path, Pre-incident prevention

0 引言

我国是非煤矿山资源大国,已探明的金属矿、非金属矿种类达193种,其中钼、铋、钨、稀土等储量位居世界前列,为钢铁、建材、化工等支柱产业发展提供了坚实的支撑[1]。然而,非煤矿山开采具有作业环境复杂、地质条件多变、灾害风险集聚等特点,片帮冒顶、地压、岩爆、透水、边坡垮塌等安全事故时有发生[2-4]。产业格局整体呈现"小、散、差"特征,中小型矿山占比达84.6%,开采向深部(井深超1 000 m)与高海拔推进,"三高一扰动"使作业环境更趋复杂。据裴文田等[5]统计,2024年非煤矿山事故起数、死亡人数较2003年峰值分别下降了92.5%和93.3%,但产业长期积累的结构性矛盾仍未根本缓解。随着新一轮找矿突破战略行动推进,深井开采、整合重组带来的规模化开采等新场景不断涌现,使传统安全隐患与新型风险相互叠加,安全治理面临更为严峻的挑战。为此,中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》[6]明确提出"推动公共安全治理模式向事前预防转型",为非煤矿山安全生产政策优化指明了方向。在此背景下,系统分析我国非煤矿山安全生产政策体系、评估实施成效、探究优化路径,具有重要的理论与实践意义。

国内相关研究主要围绕以下三个方面展开。在政策演进与标准体系方面,裴文田等[7]从顶层设计出发,构建了非煤矿山安全生产标准体系框架;彭忠益等[8-11]基于政策工具与大数据治理视角,量化分析了矿产资源安全政策的范式变迁;韩浩亮等[12]则从法规标准体系、源头治理举措、安全保障能力、重大安全风险管控、违法违规行为遏制和安全生产形势等方面,对全国非煤矿山安全专项整治三年行动成效进行了评估。在安全治理与双重预防方面,李垚萱等[13]指出,当前非煤矿山双重预防研究多聚焦单要素分析,全生命周期宏观运行机制理论薄弱;阚明宝[14]以首钢矿业为例,提供了大型非煤矿山双重预防落地的实践样本;李爽等[15-16]在煤矿领域构建的智能双重预防体系具有较强的可移植性,但非煤矿山适配研究尚处于起步阶段。在新范式探索方面,吴超[17]提出ESG四维度协同的安全新模式;王李管等[18]构建了金属非金属矿山作业链数智化技术体系;郭进平等[19]引入生态系统理论以提高安全管理水平。然而,上述研究均停留在理论或单点技术层面,未与政策体系实现深度融合。

总体来看,既有研究已在"准入-过程-转型-执法"的基本框架上形成共识,但对非煤矿山政策体系的解析不够深入,针对深井开采、智能化转型等新场景政策适配性研究较弱。同时,现有成果多侧重单一政策解读,对政策协同效应及"煤矿-非煤矿山"差异化治理路径的关注不足。

因此,本文系统梳理了1980—2025年国家层面颁布的45份非煤矿山安全生产核心政策文本,以Rothwell和Zegveld提出的政策工具三分法(供给型、需求型、环境型)为底层理论锚点,回溯我国非煤矿山安全生产政策从"事后追责"到"源头管控",再到"系统治理"的演进脉络,并构建"准入管控-过程监管-转型升级-监管执法"四维分析框架。其中,需求型工具侧重政府通过市场准入、采矿权设置等需求端手段拉动安全治理,对应准入管控维度;环境型工具侧重通过法规管制、标准制定、监督管理等制度化建设营造安全治理生态,沿治理链条拆解为过程监管与监管执法两个维度;供给型工具侧重通过资金支持、技术供给等生产要素直接推动产业升级,对应转型升级维度。在此基础上,结合2018—2025年事故与产业结构数据、典型省份案例及美国、澳大利亚、加拿大等国的国际经验,识别当前存在的结构性矛盾,进而提出五维优化路径,以期为"十五五"时期非煤矿山安全治理模式向事前预防转型提供制度借鉴。

1 我国非煤矿山安全生产政策演进与核心体系

1.1 政策演进阶段划分

我国非煤矿山安全生产政策经历了三个关键发展阶段(见表1),呈现从事后应对到事前预防、从单一管控到系统治理的转型特征。

表 1 我国非煤矿山安全生产政策演进阶段

Table 1 Stages of the evolution of safety policies for non-coal mines in China

阶段	时间跨度	核心特征	代表性政策	主要成效
起步阶段	1980—2000 年	制度建立与事后应对	《中华人民共和国矿山安全法》(1992 年)	初步建立法律框架
规范阶段	2001—2010 年	准入管控与主动预防	《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》(2004 年)	建立准入管理制度
深化阶段	2011 年至今	系统治理与事前预防	《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(2023 年)	形成全链条治理体系

(1) 起步阶段(1980—2000 年)。以 1992 年颁布的《中华人民共和国矿山安全法》[20]为标志,初步构建了“法律-条例-规章”框架。该阶段政策核心是事故追责,侧重事后处理与处罚,尚未形成系统性预防机制,安全标准较为笼统。

(2) 规范阶段(2001—2010 年)。2004 年《非煤矿山企业安全生产许可证实施办法》的颁布[21],标志着准入管控制度正式落地,安全“三同时”制度同步强化。政策重心从被动应对转向主动预防,通过准入管控淘汰一批不具备安全生产条件的小型矿山。

(3) 深化阶段(2011 年至今)。安全生产标准化建设持续推进,《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》《矿山安全标准体系建设指南》等[22]政策相继出台,围绕整合重组、智能化改造、双重预防机制等关键方向作出系统部署。该阶段逐步形成了“准入管控-过程监管-转型升级-监管执法”的全链条治理体系,确立了“推动安全治理模式向事前预防转型”的核心方向。

1.2 核心政策框架解析

1.2.1 准入管控政策

准入管控旨在从源头上过滤风险,避免不具备基本安全条件的市场主体进入行业。源头管控持续从严,明确矿产资源勘查及采矿权设置安全准则:新设采矿权垂直投影不得与已设采矿权重叠;具备集中开发条件的同一矿体,禁止设立 2 个及以上采矿权,从根源上规避多主体开采安全隐患[23]。行政许可严把入口关,金属非金属地下矿山、尾矿库等关键领域安全设施设计审查及安全生产许可证审批,均由省级及以上监管部门负责,不得下放或委托,强化实质性审查。

2024 年 7 月,国家矿山安全监察局出台《关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知》[24],明确高风险项目安全设施设计审查由国家局直接负责,准入门槛进一步提升。同时,激励约束双向发力,多地设立专项奖补资金,对一级标准化企业给予奖励,达标企业享受行政许可绿色通道,以政策杠杆撬动企业主动履责。准入管控作为需求型政策工具的核心,其政策强度在深化阶段显著提升,体现了“关口前移”的治理逻辑[25]。

1.2.2 过程监管政策

生产运行环节的过程管控同样不可或缺。安全生产标准化纵深推进,要求企业建立以双重预防机制为核心的标准化管理体系[26],开展全员全覆盖的隐患排查治理,实行风险隐患闭环管理。截至 2024 年底,全国非煤矿山安全生产标准化达标率达 89%。2024 年 12 月,国家矿山安全监察局印发《关于进一步强化非煤矿山重大事故隐患动态清零工作的通知》[27],建立重大事故隐患动态清零“一库三机制”,推动隐患排查整治全链条治理。

重大灾害治理精准施策:露天矿山边坡高度大于 100 m 的,逐年开展稳定性分析;地下矿山采空区体积超过 5 万 m^3 的,必须实施专项评估。同时,外包工程管理全面收紧[28],2026 年 6 月国家矿山安全监察局颁布《关于规范金属非金属生产矿山采掘(剥)施工队伍的意见》[29],将采掘施工管理模式统一规范为自建队伍或整体托管两种,划定 2027—2028 年合规改造红线,彻底终结“以包代管”的粗放管理模式。

1.2.3 转型升级政策

整合重组与转型升级双轮驱动[30],通过产业结构的系统性重塑来降低安全治理的底层压力。整合重组方面,推动大型企业兼并重组中小型矿山,重点推进同一矿体多开采主体整合,通过统一开采规划与安全管理提升整体安全水平,目前,全国大中型矿山占比已提升至 25%。转型升级方面,智能化改造加速推进,明确地下矿山必须配齐人员定位、安全监测监控等系统[31];新建及改扩建地下矿山原则上采用充填采矿法,推动中小型矿山机械化、大型矿山智能化梯次升级。

2024 年 4 月,国家矿山安全监察局等七部门联合印发《关于深入推进矿山智能化建设 促进矿山安全发展的指导意见》[32],系统部署智能化建设顶层设计。尾矿库治理推行闭库销号制度[33],对达到设计标高、停用超 3 年的尾矿库,及时落实闭库治理并

完成销号,截至 2023 年,全国已有 1 200 座尾矿库完成闭库销号。

1.2.4 监管执法政策

监管体制与执法力度同步强化,形成治理闭环的约束力量。体制建设层面,健全“国家监察、地方监管、企业负责”的协同治理机制,强化国家矿山安全监察局与地方应急管理部门的执法联动,形成监管合力。2023 年 9 月,中共中央办公厅、国务院办公厅印发《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》;2024 年 1 月,国务院安全生产委员会出台《关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施》[34](“八条硬措施”);2024 年,国家矿山安全监察局启动矿山安全生产治本攻坚三年行动(2024—2026 年),构建了“意见+硬措施+三年行动”的政策体系框架。

处罚力度持续加码,对未取得许可证擅自生产、使用淘汰工艺设备等行为依法关闭取缔,推动行政执法与刑事司法衔接。2023 年,全国非煤矿山领域行政处罚金额达 3.2 亿元,同比增长 27%,违法成本显著提高。地方创新亮点纷呈,山东省创新推行省市县三级联动安全诊断模式,陕西省推行企业安全生产负责人考核记分管理制度,形成“国家统筹+地方创新”的执法格局。

2 非煤矿山安全生产政策实施成效与现存问题

2.1 政策实施成效

矿山安全生产政策实施成效对比(2018—2025 年)见表 2,具体呈现出以下特征。

(1) 安全生产形势持续向好。通过政策刚性约束与精准管控,全国非煤矿山事故起数和死亡人数持续下降。山东省推进治本攻坚行动以来[35],事故起数和死亡人数同比分别下降了 43%和 66%,实现双下降目标。全国范围内,重大及以上事故得到有效遏制,2023 年非煤矿山重特大事故起数较 2018 年下降超过 60%,本质安全水平显著提升[36]。2023 年全国非煤矿山百万吨死亡率降至 0.08 人,较 2018 年下降 56%,达到历史最低水平。进入“十四五”中后期,矿山安全生产治本攻坚三年行动深入推进,截至 2025 年底,全国矿山已连续三年未发生重特大事故,非煤矿山事故起数和死亡人数较 2023 年继续保持双下降态势,较 2018 年分别下降 49.0%和 38.3%;2025 年百万吨死亡率预计降至约0.06 人,安全生产形势持续稳定向好。

(2) 产业结构不断优化。整合重组政策的持续推进,有效改善了非煤矿山“小、散、乱”的局面[37]。山东、内蒙古等矿产资源大省,整合工作有效解决了同一矿体多主体开采、安全距离不足等问题,开采规划和安全管理更加系统有序。2023 年,全国金属非金属矿山数量同比下降 5%,大中型矿山占比持续提高,集约化、规模化开采水平显著提升。智能化改造同步取得显著成效,全国非煤地下矿山主提升及供电系统自动化控制率超 80%,高危岗位人员数量较 2018 年减少 40%,大幅降低了人员暴露风险[38]。充填采矿法推广应用率从 2018 年的 23%提升至 2025 年的 41%,有效控制了采空区塌陷风险,深度超过 800 m 的金属矿山中,充填工艺覆盖率已达 91.3%。

(3) 监管效能显著提升。安全生产许可证制度和安全“三同时”制度的实施,从源头上淘汰了不具备安全生产条件的矿山。国家矿山安全监察局推动的信息化监管平台实现全国矿山“一张网”全覆盖[39],远程监控、智能预警能力大幅提升,2025 年一季度通过该平台发现并整改隐患 1.2 万余项。地方创新的“上门帮扶指导+闭环管理”模式,有效提升了企业隐患排查整改质量,如山东省通过三级联动安全诊断,对 435 道封堵墙进行破拆验证,检查采空区治理效果,消除了一批重大隐蔽风险。2023 年,全国共排查治理非煤矿山重大隐患 1.65 万条,隐患整改率达 97%;2025 年进一步提升至 98.5%以上,闭环管理水平持续优化。

(4) 企业安全管理水平提升。双重预防机制的全面推广,推动企业建立常态化风险排查治理体系,2023 年全国非煤矿山企业累计排查隐患 86 万余项,整改率达 97%。安全生产标准化建设促进企业规范安全管理流程,一级标准化企业数量从 2018 年的 320 家增至 2025 年的 890 家,这些企业事故发生率较其他企业低 72%。企业安全投入持续增加,2023 年全国非煤矿山安全投入总额达 480 亿元,较 2018 年增长 35%,重点用于通风、排水、监测监控等安全设施升级。

国际比较视角下,我国非煤矿山安全水平虽已实现大幅提升,但与国际先进水平仍存在一定差距。据国际采矿与金属理事会(ICMM)数据,澳大利亚、加拿大、俄罗斯等矿业发达国家矿山百万吨死亡率已降至 0.02~0.05 人[40],我国 2023 年非煤矿山百万吨死亡率 0.08 人虽已创历史新低,但仍为上述国

家的1.5～4倍。这一差距既反映了我国矿山地质条件复杂、中小矿山占比仍较高的客观现实,也指明了未来通过智能化改造、集约化发展进一步提升本质安全水平的发展方向。

表2 矿山安全生产政策实施成效对比(2018—2025年)

Table 2 Comparison of the implementation effectiveness of safety production policies for mines (2018—2025)

指标类别	具体指标	2018年	2023年	2025年	变化幅度评价
事故控制	事故起数	392起	245起	200起	持续改善
	死亡人数	366人	313人	226人	持续改善
安全水平	百万吨死亡率	0.182人	0.08人	约0.06人	降至历史最低
产业结构	小型矿山占比	83.2%	78%	约75%	下降8个百分点,集约化程度提升
技术升级	高危岗位人员数量	基准值	撤出的人员数量同比增幅130.4%	到2026年,全国矿山井下人员减少10%以上,危险繁重岗位机器人替代率不低于20%	人员暴露风险大幅降低
	主提升/供电系统自动化控制率	约50%	超80%	超85%	智能化水平显著提升
	充填采矿法应用率	23%	约35%	41%	提升18个百分点
监管效能	隐患整改率	—	97%	98.5%以上	闭环管理持续优化
企业管理	一级标准化企业数量	320家	约650家	890家	增长178%
	安全投入总额	约355亿元	480亿元	约550亿元	增长约55%

2.2 现存突出问题

在政策实施取得积极成效的同时,非煤矿山安全生产领域仍面临诸多结构性矛盾与制度性短板,亟须正视并加以解决。

(1) 法规标准体系仍不健全。《中华人民共和国矿山安全法》自1992年颁布以来仅于2009年作小幅修正,诸多条款已难以适配超深开采、智能化矿山、尾矿库闭库销号等新场景,对企业主体责任、第三方服务机构监管等规定偏于原则化。标准体系存在“缺位”与“交叉”并存问题:物联网、大数据等新兴技术的安全标准供给不足,强制性标准覆盖面有限,部分行业标准执行刚性偏弱;尾矿库、露天转地下矿山、超深矿山等特殊场景专项标准不完善,针对充填采矿法等新工艺的安全技术规范滞后于实践发展。山东临沂兰陵鹏辉矿业“11·2”较大坍塌溃浆事故,其直接诱因即为充填采矿法相关安全标准缺失、设计审查无据可依。

(2) 政策执行存在“最后一公里”梗阻。部分中小企业安全意识淡薄,政策执行打折扣、搞变通。据国家矿山安全监察局2023年专项督查数据,约30%的中小型矿山未按要求建立双重预防机制,隐患排查流于形式;约25%的中小企业安全投入未达到《企业安全生产费用提取和使用管理办法》规定标准。政策宣传培训覆盖不充分,中小企业从业人员安全技能薄弱,“五职矿长”考核记分等制度在基层落地走形,部分矿长考核“一考了之”,结果运用虚化。第三方服务机构监管失之于宽,安全评价报告造假、检测检验不规范等问题突出,2023年全国查处违法违规第三方机构136家。贵州纳雍县瑞隆砂石厂“5·21”坍塌事故中,第三方检测机构出具的边坡稳定性评估报告严重失实,未能识别重大安全隐患。

(3) 监管机制与技术支撑能力不足。基层监管力量“量少质弱”,根据应急管理部2023年《全国矿山安全监管能力建设调研报告》,全国县级应急管理部门非煤矿山监管人员平均不足3人,且约40%无采矿工程专业背景,面对超深、超大规模矿山的复杂风险往往“看不懂、查不准、管不住”。监管执法存在“以罚代管”倾向,对隐患整改跟踪督办不力,部分地区“一罚了之”,闭环整改机制悬空。智能化监管水平参差不齐[41],地区间、企业间信息化系统标准不统一,数据壁垒尚未完全打破,风险精准预警能力不足,部分中小型矿山尚未完全接入国家矿山安全信息化监管平台。2021年,国务院安委会督查组暗访湖南澧县金辉石膏矿时发现,该矿监测监控系统形同虚设,重大隐患长期未被发现。

(4) 企业主体责任落实不到位[42]。部分企业安全投入“欠账”严重,重生产、轻安全的惯性思维尚未根除,隐蔽致灾因素普查治理不彻底。外包工程管理混乱,转包、违法分包现象屡禁不止,根据国家矿山安监局2024年专项整治数据,约18%的地下矿山采掘工程存在违规分包,承包单位人员资质不达标,安全责任链条“断档”。安全文化建设滞后,全员参与的安全管理格局远未形成,部分企业从业人员安全培训覆盖率不足80%,应急处置能力薄弱。内蒙古赤峰林西金源矿业“5·24”较大坍塌事故中,

施工队实际负责人、工程承包人等均无相应资质,违规承揽井下采掘工程。

(5) 新场景风险应对政策供给滞后。随着超深开采、露天转地下、智能化改造[43-45]等新场景快速涌现,相关安全政策跟进不及时、适配性不足。超深矿山地压、岩爆、高温高湿等风险防控技术标准缺失,据中国矿业联合会 2024 年统计,全国超过 200 座开采深度超 1 000 m 的矿山缺乏针对性安全规范,深部开采"无标可依"问题凸显。智能化矿山的设备安全、数据安全、算法安全等政策要求不明晰,部分智能监测系统存在误报、漏报现象,统一的校验标准和准入机制尚未建立。2025 年怀化洪江雪峰山林场"3·25"盗采事故造成 3 人遇难,暴露出废弃矿山闭坑后监管责任悬空、政策衔接断档的制度空白。

3 国际经验借鉴与启示

3.1 发达国家非煤矿山安全生产政策实践

为全面把握国内外非煤矿山安全生产政策的系统性差异,从立法特点、监管模式、技术支撑和激励机制四个维度,对中国、澳大利亚、美国及加拿大的政策实践进行了对比分析,见表 3。

(1) 澳大利亚:风险为本的自主管理模式[46]。《矿山安全与健康法案》确立风险为本的监管理念,政府负责制定安全管控目标,企业自主制定安全管理方案,赋予企业更大自主权。同时,建立多方参与的安全与健康委员会,推广物联网、微震监测等技术,实现风险动态管控。长期以来,澳大利亚矿山百万吨死亡率保持在 0.02 人以下。该模式优势在于灵活性强,但有效运行的前提是企业安全文化成熟、市场机制完善。

(2) 美国:强执法+高罚款的威慑模式[47-48]。矿山安全与健康管理局(MSHA)拥有独立执法权,通过定期检查、突击抽查等方式强化执行力度,对违法行为最高可处 220 万美元/次的罚款并追究刑事责任,形成强大震慑。此外,实施强制培训制度,要求从业人员每年参加不少于 40 h 继续教育。设立矿山安全研发专项基金,国家能源技术实验室每年投入超 2 亿美元用于技术攻关。

(3) 加拿大:全员参与的标准化体系[49-51]。实施国家安全标准(NSS),将安全标准化贯穿矿山全流程,形成"人人有责、层层负责"的责任体系。强调全员参与,建立隐患举报奖励机制,最高奖励 5 万元。同时,推行持续改进机制,要求企业定期评审安全管理体系,每年标准修订比例不低于 10%,确保标准适用性。

3.2 经验启示

发达国家在非煤矿山安全生产领域的成功实践对我国具有重要借鉴价值,但须充分考虑国情差异。首先,澳大利亚"企业自主管理"模式需以成熟安全文化为前提,我国中小型矿山占比仍然较高,现阶段需以刚性标准+严格执法筑牢安全底线,同时逐步培育自主管理能力。其次,美国"强执法+高罚款"模式对执法能力要求极高,我国基层监管力量"量少质弱",应更多运用信息化、智能化手段提升监管效能,以技术赋能弥补人力不足。最后,加拿大"全员参与"模式在大型矿山效果显著,中小型矿山应分类施策、逐步推进。

综合上述国际经验,可凝练出以下四点启示:(1)构建"法规-标准-指南"多层次政策体系;(2)强化企业主体责任,推动从"要我安全"向"我要安全"转变;(3)推动政策与技术深度融合;(4)建立多方协同治理机制。

表 3 国内外非煤矿山安全生产政策对比分析

Table 3 Comparative analysis of safety production policies for non-coal mines in China and abroad

维度	中国	澳大利亚	美国	加拿大	政策工具强度指数
立法特点	统一立法,细则由部门规章规定	风险为本的原则性立法	严格规定,详细技术标准	国家标准与地方细则结合	0.75(中)
监管模式	国家监察+地方监管	企业自主管理+政府监督	强力执法+严格处罚	全员参与+持续改进	0.92(高)
技术支撑	正在推进智能化建设	广泛应用物联网、无人机技术	重视科研投入和技术创新	标准化与技术创新并重	0.95(高)
激励机制	财政补贴、税收优惠	市场化保险机制	严格的惩罚与责任追究	举报奖励与安全绩效挂钩	0.88(高)

注:政策工具强度指数基于法规强制性、财政投入占比、处罚力度、执行刚性等维度综合赋值(满分 1.0),为笔者根据公开资料测算。

4 我国非煤矿山安全生产政策优化发展路径

基于前文对政策体系演进脉络、实施成效、突出问题及国际经验的系统分析,提出我国非煤矿山安全生产政策的优化发展路径。

4.1 完善法治化政策体系

加快推进《中华人民共和国矿山安全法》修订,补齐超深开采、智能化矿山、尾矿库闭库销号、第三

方服务监管等新兴场景的制度空白,厘清政府、企业、从业人员、第三方机构四方责任边界。健全标准供给体系,落实《矿山安全标准体系建设指南》,整合优化存量标准,加大深部开采安全、智能监测、露天转地下开采等急需标准的制修订力度,推动30余项强制性国家标准立项发布。建立政策动态评估机制,每3年对安全生产许可、整合重组等核心政策开展全面评估,依据评估结果适时调整优化。完善配套法规制度,出台《非煤矿山安全生产责任追究办法》,细化追责标准与程序,强化执法刚性约束。

目前,《中华人民共和国矿山安全法》修订已形成草案征求意见稿(2026年5月),立法进程明显加快,参照法律修订一般周期,预计2027—2028年完成。标准制修订方面,30余项急需标准已纳入计划,可在"十五五"前期基本完成。主要障碍是部门协调难度大,矿山安全涉及应急管理、自然资源、工业和信息化、人力资源社会保障等多部门,权责交叉问题突出。建议建立矿山安全立法跨部门协调机制,对争议条款实行"清单式"管理,确保立法进程不受阻滞。

4.2 强化智能化技术支撑

纵深推进智慧矿山建设,出台《非煤矿山智能化建设标准》,明确新建矿山智能化系统同步规划、同步建设、同步投用的"三同时"要求,推动现有矿山机械化、自动化、智能化梯次升级,力争2030年大型非煤矿山智能化覆盖率达100%、中小型矿山机械化覆盖率达80%。构建全国统一的矿山安全信息化监管平台,统一数据接口标准,破除地区间、企业间数据壁垒,实现风险监测数据实时共享、智能预警联动,2027年前实现全国非煤矿山数据全接入。加大关键核心技术攻关力度,设立非煤矿山安全技术研发专项基金,聚焦隐蔽致灾因素普查、地压监测预警、智能巡检机器人等方向开展技术攻关,推广无人机巡检、微震监测、红外探测等先进装备,持续压降人员暴露风险。建立智能化设备安全校验机制,定期对智能监测系统开展校准验证,保障数据真实可靠。

目前,智能化建设已形成国家统筹、地方组织、企业投入的责任链条。不同规模矿山投入差异显著,大型矿山单矿改造需约5 000万元至2亿元,中小型矿山基础智能化改造需约1 000万元至3 000万元。按全国约2.5万座矿山估算,全面改造总投入约3 000亿元至5 000亿元,分10年实施,占全行业年产值的2%~3%,处于可承受范围。核心制约在于中小型矿山资金与人才缺口,破解路径是分级分类推进、设立专项贷款、推广云服务+SaaS模式以降低建设门槛。

4.3 创新协同化监管机制

健全"国家监察、地方监管、企业负责"三级协同监管格局,明确国家矿山安全监察局与地方监管部门事权划分,国家层面侧重政策制定、重大风险管控和执法监督,地方层面侧重日常监管和隐患整改闭环,杜绝监管重叠与监管真空。夯实基层监管能力基础,完善专业人才培养机制,依托高校开设采矿工程安全监管方向,提高基层监管人员待遇保障,配备无人机、便携式监测设备等先进执法装备,提升复杂场景风险管控能力。规范第三方服务机构管理,建立安全评价、检测检验报告公开制度和联合惩戒机制,对违法违规机构依法吊销资质并追责,将信用评价结果与市场准入直接挂钩。构建"政府-企业-高校-科研院所"四方协同创新平台,联合开展安全技术攻关与政策研究。

监管体制调整涉及中央与地方事权划分,改革难度较大。但"国家监察、地方监管、企业负责"的体制框架已基本确立,当前重点是细化事权划分、强化协同联动,可在现有框架内通过制度完善逐步推进。基层监管能力建设是主要制约,全国约2 800个县级行政区,新增专业监管人员的编制和财政保障压力较大。破解路径包括推行"监管执法+技术支撑"分离模式、建立省级专家库调用机制、推广"互联网+监管"模式,以技术赋能弥补基层人力短板。

4.4 健全市场化激励约束机制

优化财政激励政策,扩大专项奖补资金覆盖范围,对一级标准化企业、智能化改造示范矿山给予税收减免、信贷贴息等政策支持,推动奖补资金与安全绩效深度绑定。健全安全生产信用评价体系,将企业安全信用划分为A、B、C、D四级,评价结果与项目招投标、采矿权延续、信贷融资等核心经营环节直接挂钩;对D级失信企业实施跨部门联合惩戒,从严限制市场准入,以信用杠杆倒逼企业落实主体责任。完善安全生产责任保险制度,2025年4月,应急管理部等七部门修订发布《安全生产责任保险实施办法》,明确矿山等八大高危行业领域应当投保安责险,将每人死亡伤残最低保障限额由30万元提升至40万元;建立费率与安全绩效联动的浮动机制,安全绩效优良企业费率下浮,充分发挥保险的风险分担与事前预防功能;引导保险机构深度参与企业

安全管理,提供风险评估、隐患排查等增值服务,推动安责险从“有”向“优”发展。

市场化激励机制涉及多部门协同,需国务院安委会统筹协调。当前安全生产信用体系已初步建立,安责险制度在高危行业全面推行,市场化工具框架基本成型。2024 年全国安责险保费收入达 179 亿元,2025 年《安全生产责任保险实施办法》进一步强化了制度刚性。然而,这一机制的深入实施仍面临双重障碍,一是信用信息跨部门共享存在法律障碍和数据壁垒;二是安责险事故预防服务费用占比偏低。因此,亟须推动出台《安全生产信用管理条例》,并将事故预防服务费用比例提高至 20%以上。

4.5 强化企业主体责任落实

严格落实“三管三必须”要求,构建全员、全岗位、全过程的安全生产责任体系,明确从主要负责人到一线作业人员的安全职责清单,通过签订安全责任书层层压实责任。从严管控外包工程安全,严格承包单位资质审核与人员培训,严禁转包、违法分包,推行总包单位统一管理模式,实现安全责任一体化管控。厚植企业安全文化底蕴,以安全生产月、以案普法等活动为载体,普及安全知识,建立内部隐患举报奖励机制,对查实的有效举报最高给予 5 万元奖励,充分调动全员参与隐患排查的积极性。强化从业人员安全技能培训,构建“线上+线下”融合培训体系,确保特种作业人员持证上岗率、普通从业人员培训覆盖率均达到 100%。全面推进隐蔽致灾因素普查治理,建立普查治理台账,实行闭环管控,从源头上防范化解重大安全风险。

企业主体责任落实的责任链条清晰,可通过“制度约束+激励引导”双轮驱动推进。当前面临的主要障碍在于中小矿山企业负责人安全意识淡薄,“重生产、轻安全”的惯性思维难以短期扭转。对此,可从三方面加以破解:一是推行矿长安全绩效与薪酬挂钩制度,安全指标权重提高至 30%以上;二是建立安全失信企业黑名单,对发生重特大事故的主要负责人实施行业禁入;三是强化“以案普法”,用身边案例提升警示教育实效性。

5 结论与展望

5.1 结论

我国非煤矿山安全生产政策已构建“准入管控-过程监管-转型升级-监管执法”全链条体系。通过安全生产许可、安全设施“三同时”、双重预防机制等制度的落地实施,行业安全生产形势持续向好,事故起数与死亡人数大幅下降,产业结构不断优化,监管效能与企业安全管理水平稳步提升。然而,当前体系仍存在明显短板,法规标准不完善、政策落地存在偏差、监管技术支撑不足、企业主体责任落实不到位等问题尚未得到解决,且对深井开采、智能化矿山等新场景风险的应对能力仍有待提升。

借鉴澳大利亚、美国、加拿大等发达国家先进经验,结合我国非煤矿山发展实际,未来应从以下五方面发力:一是完善法治化政策体系,加快法规修订与标准供给;二是强化智能化技术支撑,推动矿山数字化转型;三是创新协同化监管机制,健全“国家监察、地方监管、企业负责”三级协同监管格局;四是健全市场化激励约束机制,发挥保险和信用评级作用;五是强化企业主体责任落实,推动安全治理模式向事前预防加速转型。

5.2 展望

展望未来,非煤矿山安全生产政策将呈现三大趋势:一是聚焦事前预防,强化隐蔽致灾因素普查和风险分级管控等源头治理,推动治理重心从事后应对向事前防控转变;二是深化技政融合,智能化、信息化将成为政策实施的重要支撑,大数据、人工智能等技术在监管执法、风险预警中的应用将更广泛;三是强化系统治理,构建政府、企业、社会多方协同安全治理格局,丰富激励约束并重的政策工具组合。

后续研究可从以下三个方向重点突破。

(1) 前沿领域政策适配研究。在超深矿山领域,现行《金属非金属矿山安全规程》(GB 16423—2020)对采深超过 1 000 m 矿山的地压监测、岩爆评判等关键指标未作强制性规定,国家层面标准研制滞后于地方实践;在智能化矿山领域,《矿山智能化标准体系框架》仅明确研制方向,数据模型规范、算法校验、数据安全等核心环节标准仍为空白,制约监管数据贯通;在海洋采矿领域,《中华人民共和国矿山安全法》未覆盖深海矿产开发场景,海上作业、应急救援等相关立法存在空白。

(2) 政策协同效应评估。非煤矿山安全治理涉及多部门协同,“多头管理”问题突出,未来可引入空间计量与政策评估方法,量化政策工具的协同增益与抵消效应,为跨部门协同监管提供实证支撑。

(3) 区域差异化政策研究。针对我国非煤矿山区域发展不均衡现状,结合地方差异化治理经验,构建区域异质性政策工具组合模型,避免“一刀切”,为

分类施策提供理论依据。

参考文献(References):

[1] 李鹏,刘岩,汤辰昱,等.中国高科技矿产资源供应安全现状与保障路径[J].工程科学学报,2026,48(4):697-719.
Li Peng, Liu Yan, Tang Chenyu, et al. Current status and safeguarding pathways of supply security for high-tech mineral resources in China [J]. Chinese Journal of Engineering,2026,48(4):697-719.

[2] 张亦海,张怡斌,马海涛,等.我国非煤矿山多维度风险特征分析及事故发展趋势预测[J].中国安全生产科学技术,2025,21(12):88-96.
Zhang Yihai, Zhang Yibin, Ma Haitao, et al. Multidimensional risk characteristics analysis and accident development trend prediction of non-coal mines in China[J]. Journal of Safety Science and Technology, 2025, 21(12): 88-96.

[3] 杜振斐.影响非煤矿山安全生产的因素及其对策[J].有色金属(矿山部分),2025,77(5):126-131.
Du Zhenfei. Countermeasures and factors affecting safety production in non-coal mines [J]. Nonferrous Metals (Mining Section),2025,77(5):126-131.

[4] 吕丽华.非煤矿山事故原因分析及安全防范建议[J].现代矿业,2021,37(6):235-237.
Lyu Lihua. Cause analysis of accidents in non coal mines and suggestions on safety precautions[J]. Modern Mining,2021,37(6):235-237.

[5] 裴文田,张丹.以高水平安全促进非煤矿山高质量发展[J].金属矿山,2026(4):1-4.
Pei Wentian, Zhang Dan. High-level safety for high-quality development of non-coal mines[J]. Metal Mines,2026(4):1-4.

[6] 中共中央办公厅,国务院办公厅.中共中央办公厅 国务院办公关于进一步加强矿山安全生产工作的意见[EB/OL].(2023-09-06)[2026-06-28].https://www.gov.cn/zhengce/202309/content_6902466.htm.

[7] 裴文田,张丹.构建中国特色非煤矿山安全生产标准体系[J].中国安全生产科学技术,2020,16(4):44-48.
Pei Wentian, Zhangdan. Construction of work safety standard system for non-coal mine with Chinese characteristics [J]. Journal of Safety Science and Technology,2020,16(4):44-48.

[8] 彭忠益,卢珊,胡翱.大数据驱动下国家矿产资源安全现代化治理:逻辑理路与模式构建[J].中南大学学报(社会科学版),2023,29(2):11-21.
Peng Zhongyi, Lu Shan, Hu Ao. Big-data-driven national mineral resources security modernization: logical path and model construction[J]. Journal of Central South University (Social Sciences),2023,29(2):11-21.

[9] 彭忠益,高峰.我国矿产资源管理政策范式变迁研究[J].北京行政学院学报,2021(2):85-93.
Peng Zhongyi, Gao Feng. Study on the policy paradigm shift of mineral resource management in China[J]. Journal of Beijing Administration Institute,2021(2):85-93.

[10] 彭忠益,高峰.政策工具视角下中国矿产资源安全政策文本量化研究[J].中南大学学报(社会科学版),2021,27(5):11-24.
Peng Zhongyi, Gao Feng. Policy tool-based textual quantitative analysis on China's mineral resources safety policies[J]. Journal of Central South University (Social Sciences),2021,27(5):11-24.

[11] 彭忠益,陆怡,高峰.国家矿产资源安全管理部门的数据协同:困境与对策[J].湖南社会科学,2021,(4):86-93.
Peng Zhongyi, Lu Yi, Gao Feng. Data collaboration among national mineral resource safety management departments: challenges and countermeasures [J]. Social Sciences in Hunan,2021(4):86-93.

[12] 韩浩亮,刘懿.非煤矿山安全整治三年行动成效评估及对策建议[J].矿业研究与开发,2024,44(3):171-177.
Han Haoliang, Liu Yi. Effectiveness evaluation of the three-year rectification action for work safety in non-coal mines and countermeasure suggestions[J]. Mining Research and Development,2024,44(3):171-177.

[13] 李垚萱,楚一帆,何斌斌,等.非煤矿山双重预防机制宏观模型研究[J].中国矿业,2024,33(增刊1):59-63+66.
Li Yaoxuan, Chu Yifan, He Binbin, et al. Study on macro-level model for dual prevention mechanism in non-coal mines [J]. China Mining Magazine,2024,33(Suppl.1):59-63+66.

[14] 阚明宝.大型非煤矿山企业双重预防机制建设的探索与实践[J].矿冶,2022,31(4):154-158.
Kan Mingbao. Exploration and practice of dual prevention mechanism construction for large non-coal mining enterprises [J]. Mining and Metallurgy, 2022, 31(4): 154-158.

[15] 李爽,翟成,鹿乘,等.煤与瓦斯突出智能双重预防机制研究进展与展望[J].煤炭科学技术,2026,54(1):192-213.
Li Shuang, Zhai Cheng, Lu Cheng, et al. Research progress and prospects of intelligent dual prevention mechanism for coal and gas outbursts[J]. Coal Science and Technology, 2026,54(1):192-213.

[16] 李爽,贺超,鹿乘,等.煤矿智能双重预防机制与智能安全管控平台研究[J].煤炭科学技术,2023,51(1):464-473.
Li Shuang, He Chao, Lu Cheng, et al. Research on intelligent dual prevention mechanism and intelligent security control platform of coal mine[J]. Coal Science and Technology,2023,51(1):464-473.

[17] 吴超.ESG引领的金属矿山协同安全新模式及其展望[J].金属矿山,2026(6):1-9.
Wu Chao. New collaborative safety model for metal mines led by ESG and its outlook[J]. Metal Mine,2026(6):1-9.

[18] 王李管,刘永春,张炬.金属非金属矿山作业链数智化技术体系研究[J].河南理工大学学报(自然科学版),2025,44(3):12-21.

Wang Liguan, Liu Yongchun, Zhang Ju. Study on the digital and intelligent technology system for the operation chain of metal and non-metal mines[J]. Journal of Henan Polytechnic University (Natural Science), 2025, 44(3): 12-21.

[19] 郭进平,张星,李世伦.非煤矿山安全管理的生态系统理论研究[J].金属矿山,2018(3):168-172.
Guo Jinping, Zhang Xing, Li Shilun. Study of ecosystem theory on the safety production management for non-coal mines[J]. Metal Mine,2018(3):168-172.

[20] 中华人民共和国矿山安全法[EB/OL].(2009-08-27)[2026-06-28]. https://www.chinamine-safety.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/zcfg/fl_01/200908/t20090827_352514.shtml.

[21] 中华人民共和国应急管理部.非煤矿矿山企业安全生产许可证实施办法[EB/OL].(2015-05-26)[2026-06-28].https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/gz11/200906/t20090608_405677.shtml.

[22] 国家矿山安全监察局,国家标准化管理委员会.国家矿山安全监察局 国家标准化管理委员会关于印发《矿山安全标准体系建设指南》的通知[EB/OL].(2025-01-02)[2026-06-28]. https://www.chinamine-safety.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/tzgg/202501/t20250102_522942.shtml.

[23] GB 16423—2020 金属非金属矿山安全规程[S].
GB 16423—2020 Safety regulation for metal and nonmetal mines [S].

[24] 国家矿山安全监察局.国家矿山安全监察局关于进一步加强非煤矿山安全生产行政许可工作的通知[EB/OL].(2024-06-28) [2026-06-28]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202407/content_6961136.htm.

[25] 杨金中.严格风险源头管控强力推进攻坚克难:二〇二三年全国非煤矿山安全监管工作聚焦[N].中国应急管理报,2024-04-27(002).
Yang Jinzhong. Strict risk source control and forceful tackling of key problems: focus on national non-coal mine safety supervision work in 2023 [N]. China Emergency Management News,2024-04-27(002).

[26] 赵英华,张鹏,伍爽,等.双重预防标准规范数据化方法探讨[J].中国安全生产科学技术,2026,22(6):216-224.
Zhao Yinghua, Zhang Peng, Wu Shuang, et al. Exploring approaches to the digitization of standards and regulations for the dual-prevention mechanism[J]. Journal of Safety Science and Technology,2026,22(6):216-224.

[27] 国家矿山安全监察局.国家矿山安全监察局关于进一步强化非煤矿山重大事故隐患动态清零工作的通知[EB/OL].(2024-12-18)[2026-06-28].https://www.chinamine-safety.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/tzgg/202412/t20241218_522936.shtml.

[28] 吕向东,胡镜华.非煤矿山外包工程安全管理存在的问题与对策[J].现代矿业,2019,35(5):1-4+68.
Lyu Xiangdong, Hu Jinghua. Problems and countermeasures in safety management of non-coal mine outsourcing projects[J]. Modern Mining,2019,35(5):1-4+68.

[29] 国家矿山安全监察局.国家矿山安全监察局关于规范金属非金属生产矿山采掘(剥)施工队伍的意见[EB/OL].(2026-06-26)[2026-06-28]. https://www.chinamine-safety.gov.cn/zfxxgk/fdzdgknr/tzgg/202606/t20260626_609340.shtml.

[30] 高华峰.矿山高质量发展安全生产管理策略:评《矿山安全生产管理》[J].安全与环境学报,2026,26(5):2067.
Gao Huafeng. Strategies for work safety management to support high-quality development in the mining industry: a review of mining safety management [J]. Journal of Safety and Environment,2026,26(5):2067.

[31] 李小双,臧浩淳,王运敏,等.非煤矿山安全管理中智能化技术的应用现状与展望[J].矿冶工程,2025,45(6):1-7.
Li Xiaoshuang, Zang Haochun, Wang Yunmin, et al. Current status and prospects of application of intelligent technologies in safety management of non-coal mines[J]. Mining and Metallurgical Engineering,2025,45(6):1-7.

[32] 国家矿山安全监察局,中华人民共和国应急管理部,中华人民共和国国家发展和改革委员会,等.关于深入推进矿山智能化建设促进矿山安全发展的指导意见[EB/OL].(2024-04-30) [2026-06-28]. https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/202404/t20240430_486617.shtml.

[33] 张岩,赵永志.国内尾矿库销库方案探讨[J].矿业工程,2023,21(6):24-27.
Zhang Yan, Zhao Yongzhi. Discussion on the closing scheme of tailings storage facility in China[J]. Mining Engineering, 2023,21(6):24-27.

[34] 国务院安全生产委员会.关于防范遏制矿山领域重特大生产安全事故的硬措施[EB/OL].(2024-01-19)[2026-06-28]. https://www.mem.gov.cn/gk/zfxxgkpt/fdzdgknr/202401/t20240119_475615.shtml.

[35] 国家矿山安监局.国家矿山安监局出台《矿山安全生产治本攻坚三年行动方案(2024—2026年)》,强化矿山智能化建设提升安全保障能力[EB/OL].(2024-03-13)[2026-06-28]. https://www.chinamine-safety.gov.cn/xw/zt/2018zt/mkjqryfyy/gzdt_01/202403/t20240313_481224.shtml.

[36] 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.
Zhang Yong. Comparative analysis of and research on safety production situation of coal mine and non-coal mine[J]. China Mining Magazine,2022,31(12):15-20.

[37] 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.
Lu Xinqi, Zhang Chuanliang, Su Jun, et al. Safety production in non-coal mines during China's 13th Five-Year Plan period (2016—2020): present status and future countermeasures[J]. Nonferrous Metals (Mining Section), 2024,76(2):60-69.

[38] 李建国,战凯.基于无人装备的地下金属矿智能开采技术[J].Engineering,2018,4(3):181-203.

Li Jianguo, Zhan Kai. Intelligent mining technology for an underground metal mine based on unmanned equipment[J]. Engineering,2018,4(3):181-203.

[39] 刘允秋,李正灿,席浩睿,等.非煤矿山安全生产预警"一张图"系统的研发与应用[J].矿业研究与开发,2026,46(6):71-81.
Liu Yunqiu, Li Zhengcan, Xi Haorui, et al. Development and application of the "One Map" system for safety production early warning in non-coal mines[J]. Mining Research and Development,2026,46(6):71-81.

[40] 臧小为,沈瑞琪,尤尔托夫 E B,等.2009—2018 年俄罗斯金属非金属矿山工业事故统计分析及启示[J].南京工业大学学报(自然科学版),2021,43(2):135-143.
Zang Xiaowei, Shen Ruiqi, Yurtov E B, et al. Statistical analysis and enlightenment of accidents in Russia's metal and nonmetal mining industry in the period from 2009 to 2018[J]. Journal of Nanjing Technology University (Natural Science Edition),2021,43(2):135-143.

[41] 张丹,安晶.基于智能化技术的金属非金属矿山事故隐患治理对策研究[J].有色金属工程,2020,10(9):113-116.
Zhang Dan, An Jing. The research of countermeasure for intelligent technology in metal and nonmetal mine accident hidden danger treatment[J]. Nonferrous Metals Engineering,2020,10(9):113-116.

[42] 喻军,蔡明鸿.矿山安全事故预防与处理的主体责任研究[J].中国安全科学学报,2026,36(4):1-8.
Yu Jun, Cai Minghong. Research on primary responsibilities in prevention and handling of mine safety accidents[J] China Safety Science Journal,2026,36(4):1-8.

[43] 湛景震,周文略,连民杰.六维矿山建设之智慧运营[J].现代矿业,2025,41(8):29-35.
Zhan Jingzhen, Zhou Wenlue, Lian Minjie. Smart operation of six dimensional mine construction[J]. Modern Mining, 2025,41(8):29-35.

[44] 徐中华,马双双,张鑫,等.地下金属矿无人智能有轨运输协同管控关键技术与应用:以中钢富全矿业为例[J].中国矿业,2025,34(11):60-69.
Xu Zhonghua, Ma Shuangshuang, Zhang Xin, et al. Key technologies and applications of collaborative management and control of unmanned intelligent rail transportation in underground metal mines: taking Fuquan Mining of Sinosteel as an example[J]. China Mining Magazine,2025, 34(11):60-69.

[45] 张雄天,齐飞祥,张军奎,等.金徽矿业郭家沟铅锌矿智能矿山系统建设[J].有色金属(矿山部分),2023,75(2):19-25+34.
Zhang Xiongtian, Qi Feixiang, Zhang Junkui. et al. Intelligent mine system construction of Jinhui Mining Guojiaogou lead-zinc mine [J]. Nonferrous Metals (Mining Section),2023,75(2):19-25+34.

[46] 裴文田.澳大利亚非煤矿山安全管理体系借鉴[J].劳动保护,2018(1):101-105.
Pei Wentian. Reference from Australia's non-coal mine safety management system[J]. Labor Protection,2018(1): 101-105.

[47] 霍文敏,陈甲斌,聂宾汗.美国关键性矿产战略与政策演进研究:对我国矿产资源保供的启示[J].中国国土资源经济,2023,36(9):40-46.
Huo Wenmin, Chen Jiabin, Nie Binhan. Research on the evolution of critical mineral strategy and policies in the United States: enlightenment on China's mineral resources security[J]. Natural Resource Economics of China,2023,36 (9):40-46.

[48] 何春艳,葛建平.美国政府关键矿产话语的演化特征与政策演进趋势[J].太平洋学报,2025,33(12):1-17.
He Chunyan, Ge Jianping. Analysis on the evolutionary characteristics of U. S. government discourse on critical minerals and policy development trends[J] Pacific Journal, 2025,33(12):1-17.

[49] 厉华.加拿大矿山安全管理做法及对我国的启示[J].现代职业安全,2009(9):58-59.
Li Hua. Mine safety management practices in Canada and implications for China[J]. Modern Occupational Safety,2009 (9):58-59.

[50] 秦挺鑫,张超,董晓媛,等.我国金属与非金属矿山安全标准发展对策初探[J].标准科学,2011(10):57-60+65.
Qin Tingxin, Zhang Chao, Dong Xiaoyuan, et al. Developing countermeasures on China's metal and nonmetal mine safety standards[J]. Standards Science,2011(10):57-60+65.

[51] 张晔,陈其慎,邢佳韵,等.加拿大关键矿产战略调整动向研究[J].中国矿业,2026,35(2):56-63.
Zhang Ye, Chen Qishen, Xing Jiayun, et al. Research on the trends of adjustments to Canada's critical minerals strategy[J]. China Mining Magazine,2026,35(2):56-63.