

精细化采矿安全技术与事故预防对策的探讨

朱均

江西煤业集团有限责任公司 安源煤矿安全环保部

DOI: 10.32629/jpm.v7i3.8800

[摘要] 随着矿山开采向深部延伸,地质条件愈发复杂,加之新技术在采矿领域的广泛应用与普及,煤矿安全管理面临诸多新挑战。关于采矿安全技术与事故预防对策的研究已成为矿业领域关注度较高的课题,采矿企业需提升煤矿开采安全性,以保障采矿企业经济效益。基于此,本文立足我国煤矿开采实际,首先阐述当前煤矿发展现状及安全技术管理的任务,其次深入剖析引发采矿安全事故的原因,最后,提出精细化采矿安全技术应用路径及事故防控对策,以期优化开采效率、强化安全保障,推动我国矿业行业发展。

[关键词] 煤矿;精细化采矿安全技术;事故预防;对策探讨

Exploration of Precision Mining Safety Technologies and Accident Prevention Strategies

Zhu Jun

Safety and Environmental Protection Department, Anyuan Coal Mine, Jiangxi Coal Industry Group Co., Ltd.

[Abstract] With mining operations expanding into deeper geological formations and increasingly complex geological conditions, coupled with the widespread adoption of advanced technologies in the mining sector, coal mine safety management faces numerous emerging challenges. Research on mining safety technologies and accident prevention strategies has become a highly prioritized topic in the mining industry. Mining enterprises must enhance operational safety to ensure economic sustainability. Based on China's coal mining realities, this study first examines current industry development trends and safety technology management objectives, then conducts an in-depth analysis of accident causation factors, and finally proposes implementation pathways for precision mining safety technologies along with comprehensive accident prevention measures. These initiatives aim to optimize mining efficiency, strengthen safety safeguards, and drive the advancement of China's mining industry.

[Key words] coal mine; refined mining safety technology; accident prevention; countermeasure discussion

引言

矿山资源是支撑国民经济发展与保障生产生活的重要基础,在社会发展中具有重要地位。精细化采矿技术出现,通过技术创新与经验总结,在提升经济效益、环保效益与社会效益等方面发挥重要作用,成为推动矿山高质量发展的关键技术。当前我国煤矿开采条件复杂、环境问题突出,各类安全隐患不仅威胁作业人员生命安全,给企业带来经济损失,甚至影响国家资源安全与财产保障。但在实际应用中,精细化采矿技术的价值未能充分发挥,不同规模矿山的应用水平参差不齐。受资金投入不足、重视程度不够、管理机制不完善等多重因素制约,技术应用效果不佳。因此,在数字化矿山建设过程中,要强化精细化采矿技术的应用,重视外部制约因素的优化。结合矿山实际情况完善保障措施,充分释放精细化采矿技术的优势,提

升矿山安全水平与开采效率,实现我国矿山建设的高质量发展。

1 我国煤矿现状及安全技术管理任务

1.1 煤矿发展状况

2025年我国煤炭市场供需整体宽松,各煤种价格呈“V”型震荡走势,价格中枢较2024年明显下移,炼焦煤全年均价跌幅较大。全国煤炭供应量再创新高,净增量超2000万吨;规模以上原煤产量48.3亿吨,同比增长1.2%,进口量4.9亿吨,同比下降9.6%。受风光等清洁能源装机与出力快速提升影响,火电市场受到挤压,煤炭整体需求表现偏弱。近年来,国家加大矿山开发力度,国内煤矿开采技术水平显著提升,多种新型开采技术逐步投入应用,矿产开采量稳步增长。当前行业普遍采用绿色开采技术,关键技术体系有条带开采、充填开采、

覆岩离层注浆等，开采技术包括顶板含水层控水开采技术、柱式采空区灾害防控与治理利用技术、煤矿区“天、空、地、孔”协同监测技术、粉煤灰固碳及井下资源化利用新技术，以提高开采的科学性与高效性，实现矿区水资源保护与生态修复。未来，煤炭行业需进一步发挥各类技术优势，实现规范化、高效化、智能化开采，降低事故风险，推动我国矿业向科学化、现代化方向持续发展。

1.2 煤矿采矿安全技术管理的任务

煤矿采矿安全技术管理的核心任务，是依据国家政策与安全制度，健全安全管理体系，确保开采作业安全开展，减少安全隐患，降低事故发生率，保护人员生命安全与国家、企业财产安全，提升经济效益。开采单位需在发展中不断总结经验，遵循开采规律，优化管理措施，营造安全作业环境。具体任务包括：细化并落实安全生产与责任制度；贯彻执行安全生产方针；设立专门管理部门，强化人员安全培训与现场检查指导；推广先进设备，提升开采水平；完善生产档案资料，为管理优化提供依据；及时排查分析问题，避免事故发生；定期开展安全会议，强化安全意识，健全奖惩机制，规范作业流程，保障矿山开采安全有序进行^[1]。

2 导致采矿事故发生的原因

2.1 施工前风险源排查力度不够

施工前风险源排查不到位是引发采矿事故的重要原因。部分安全管理部门的工作人员专业能力不足，在开展采矿工作的过程中难以快速识别隐蔽安全隐患，极易导致小问题逐步演变成安全事故。而且，实际工作中，施工前风险源排查往往不够全面系统，无法精准定位风险点位，排查效率偏低，导致各类隐患未能及时消除。这不仅直接威胁一线作业人员的生命安全，还会影响正常施工进度，为矿山开采带来较大安全风险。

2.2 未组建一支专业的救援队伍

从实际来看，当前大多数煤矿企业因担心投入过高，并未组建一支专业的救援队伍，这成为事故扩大的重要诱因。安全管理人员的风险预测虽然是防范基础，但难免存在偏差，这时专业救援队伍的缺失，会导致事故发生后无法及时开展应急处置工作，难以快速降低危险程度。而且，事故发生时，一线作业人员极易出现因缺乏专业引导而惊慌失措的问题，在矿山狭小空间内，盲目逃生，进而引发人员拥堵，不仅消耗体力、延误逃生时机，还可能诱发二次事故，最终造成不可挽回的人员伤亡和财产损失^[2]。

2.3 采矿工作人员安全意识薄弱

煤矿开采受地形、地质、气候等条件影响，隐患类型复杂，对应的自救与逃生方式也存在差异。当前矿山安全教育培训多采用统一教材，仅能普及通用安全知识，缺乏结合现场实际的针对性、系统化内容，这导致作业人员安全技能不足。事故发生时，工人往往仅凭经验处置，若误触风险源，会进一步威胁

自身安全。同时，部分矿山企业在安全生产与生产效益出现矛盾时，存在重效益、轻安全的问题，对通风不畅、岩体失稳、有害气体超标等隐患重视不足，未及时采取治理措施，且违规组织生产，这显著提升了事故发生率。这种安全意识淡薄、管理不到位的问题，极易引发坍塌、中毒、爆炸等严重事故，造成重大人员伤亡与经济损失，是煤矿安全事故频发的重要人为因素。

3 精细化采矿安全技术

3.1 明确应用条件

新时代背景下，在煤矿数字化建设中，精细化采矿安全技术的有效应用，需要明确适用条件与实施步骤，以保障技术有效落地。该技术以采矿模型为核心，依托地质勘探、矿区实体扫描等技术获取精准数据，构建矿山三维模型，为开采决策与方案优化提供支撑。在应用条件方面，主要包括地质与技术两方面，地质上，精细化采矿安全技术对矿体精度要求较高，复杂构造会提升开采难度，需精准勘探；技术上，该技术依赖三维勘探、钻探取样等高精度采集手段，需配合自动化设备与地质建模，为开采提供可靠支撑，保障开采过程精准稳定。在应用步骤方面，需遵循规范步骤，以充填采矿法为主，分为矿房开采与矿柱开采两步。矿房开采时综合地质、储量等信息，依托巷道实测建模确定方案，精准把控矿体边界与炮孔参数，确保施工与设计一致^[3]。矿柱开采时通过实体扫描技术建立相邻区域模型，整合位置信息以划定开采范围，借助空区扫描仪优化作业，减少资源损失与贫化率。整体实施应系统推进、规范操作，实现安全、高效、精细化开采。

3.2 统筹资源合理配置

在煤矿数字化建设中，精细化采矿还需统筹资源配置，实现安全高效与绿色开采。首先，资源开发布局要以地质勘探数据为基础，明确矿体形态与生态敏感区，将矿区细化划分为矿田、井田、采矿区，优先开采品位高、运输便利的区域，并制定次级矿区衔接方案。开采时应优先采用充填法，遵循从外围到中心、自浅至深的顺序，合理布置井筒、巷道及通风、排水系统，结合水文与地表环境制定生态修复计划，划定保护边界与缓冲带。其次，尾矿处理要优化分级工艺，运用先进选矿技术提升资源回收率，对有价值煤炭资源进行二次回收，对含污染物尾矿进行稳定化处理。同时，尾矿库选址要在地质稳定、远离水源的区域，配套多级防渗与回水系统，将尾矿浆输送至采空区用作充填材料，实现资源化利用。最后，要推广充填采矿绿色工艺，以尾矿、废石为主要原料，制备高浓度膏体或全尾砂浆，满足支护要求。同时根据采空区条件设计管道输送方案，配备高压设备与流量控制装置，避免堵管与浪费。充填需遵循自下而上、分层回填原则，调整厚度与密实度，完工后喷涂混凝土保护层，同时建立实时监测系统，监控充填压力、固结状态等参数，根据采场应力优化充填方案，提高开采稳定性

与安全性。

3.3 依托科技研发创新

依托科技研发是提升精细化采矿安全水平的关键措施，可以从深部开采难题攻关与岩爆监测预警两个方面推进。在深部开采上，针对复杂地质、高应力等问题，可以通过地质力学建模构建深部矿体三维应力模型，详细评估岩体稳定性；可以部署多点应力传感器，以实现长期应力监测，预判风险区域。针对高地压环境，可以采用锚杆、钢网等柔性支护系统提升岩体承载能力，并配套制冷通风系统改善高温作业环境，运用分区注浆与高效排水应对复杂水文条件，保障深部开采安全。在岩爆监测预警上，可以搭建由地震、应力、声发射等设备组成的全覆盖监测网络，结合机器学习算法构建预测模型，精准识别高风险区域与时间节点^[4]。同时利用地质雷达扫描系统与数值模拟技术分析岩体裂隙及应力分布，优化采场布局与爆破参数，降低岩爆风险，并建立岩爆监测档案，归档相关数据，为后续安全管理与技术优化提供支撑。

4 采矿事故预防对策

4.1 严格控制工程中的风险源

煤矿开采过程中，为有效预防事故，应强化风险源全流程检查，杜绝为节省时间省略检查环节。采矿企业不仅要做好开工前的排查，还要加大对开工后常态化检查的重视程度，采取这一做法的原因是施工过程中会新增风险源，单次前置检查无法全面管控各类安全隐患。同时，煤矿采矿安全主管部门还应制定详细的“安全隐患清单”，明确开采过程中各类潜在风险点作为重点检查项目，清单需完整涵盖风险详情、整改要求及相关责任人信息，确保突发情况时可精准问责、高效处置，提高风险源管理的规范化与精细化水平，显著降低开采安全风险。

4.2 成立专业应急救援队伍

煤矿采矿作业中，成立专业应急救援队伍至关重要。事故发生后，队伍能第一时间抵达现场，稳定被困人员情绪、研判现场态势、开展救援准备，避免被困人员因恐慌出现极端情况，通过科学指挥缩短人员撤离时间。救援队伍应明确分工，配备指挥、医疗、疏散、对外联络等专职人员，所有队员需熟悉采矿作业流程与现场环境，具备冷静的心理素质和专业应急处置能力，确保高效开展救援工作。同时，采矿企业应严格落实行业标准，健全安全管理制度。企业应主动践行国家及行业相关安全标准，组织员工开展标准化培训，让员工明确安全指标与操作规范，确保作业全过程合规。同时结合自身实际，制定覆盖设备使用、作业环境、人员管理等全流程的安全管理制度，规范员工行为，强化安全保障。此外，建立常态化安全风险评估机制，定期对采矿作业潜在风险进行排查、评估与分析，及时识别安全隐患，采取针对性预防整改措施，从源头降低事故

发生概率，筑牢采矿安全防线^[5]。

4.3 强化采矿员工专业培训

强化采矿员工专业培训是预防采矿事故的重要举措，需构建“岗前+岗后”常态化培训体系。岗前，矿工必须完成一周安全教育，熟练掌握煤矿开采安全手册、规范操作方法及事故预防知识，通过安全考核后方可上岗作业。岗后，需开展例行培训，重点研讨生产中出现的安全难题及解决办法。同时，技术经理借助网络技术搭建仿真动画，模拟煤矿避灾逃生与营救场景，帮助员工熟悉逃生路径，助力应急指挥员优化救援方案，保障意外发生时被困人员顺利脱险。企业通过宣传强化员工安全意识，在员工宿舍、食堂等区域张贴安全须知，定期举办安全知识竞赛并设置奖金奖励，充分激发员工学习安全知识的积极性，推动安全管理工作落地。此外，企业应转变思想观念，聚焦安全意识管理核心，加强主管人员安全意识培养，使其清晰掌握煤矿开采风险，并统筹协调安全与利益的关系，明确安全的主导地位，树立“无安全则无利益”的理念，为采矿安全管理及事故预防提供有力支撑。

5 结语

综上所述，精细化采矿安全技术与事故预防对策，对保障煤矿采矿作业安全、提升开采效率及保护生态环境具有不可替代的作用。结合实际采矿作业情况，施工前风险源排查不彻底、专业应急救援队伍缺失、采矿人员安全意识淡薄等，是引发采矿事故的主要诱因。对此，采矿企业需多措并举、精准发力，一方面，通过明确精细化采矿技术应用条件、统筹资源合理配置、依托科技研发突破技术瓶颈等方式，切实提升该技术的应用实效。另一方面，严格落实风险源管控、组建专业应急救援队伍、强化员工安全培训等事故预防对策，全方位降低事故发生概率。最终实现保障矿工生命财产安全、维护矿井稳定有序运行的目标，推动煤矿采矿行业安全、高效、绿色发展。

[参考文献]

- [1]李存坚.煤矿采矿智能自动化技术在安全生产中的应用[J].能源与节能, 2025, (10): 292-295.
- [2]李振.煤矿采矿安全管理与事故防范分析[J].内蒙古煤炭经济, 2022, (07): 94-96.
- [3]李奉刚.数字化矿山建设中精细化采矿技术[J].世界有色金属, 2025, (19): 103-105.
- [4]张凡, 马帝涛, 闫洪森.煤矿工程采矿技术安全管理探究[J].内蒙古煤炭经济, 2025, (11): 106-108.
- [5]王晨.采矿安全技术与事故预防措施的研究[J].矿业装备, 2025, (09): 104-106.

作者简介：朱均，1980年11月16日，男，江西萍乡，汉族，本科，采矿工程（中级工程师），研究方向：采矿工程、采矿技术管理、采矿安全技术等。