

煤矿安全管理创新实践思考

张志国

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限责任公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要：煤矿安全管理创新是应对复杂生产环境、保障矿工生命安全、推动行业可持续发展的必然选择。当前，煤矿安全管理需突破传统模式局限，通过智能化监管、风险动态评估、沉浸式培训及信息化应急等创新实践，构建全流程、精准化、智能化的安全管理体系。实践中需注重技术融合与制度配套，强化人员素质提升与安全文化培育，形成“技术赋能、制度保障、人员支撑”的创新生态，为煤矿安全生产注入新动能。

关键词：煤矿安全管理；创新实践；安全管理体系

1 煤矿安全管理的重要性

煤矿安全管理的重要性体现在多个关键层面，是保障矿工生命安全、推动行业可持续发展以及维护社会稳定的基石。第一，煤矿作业环境复杂，瓦斯、煤尘、顶板等灾害风险高发，一旦发生事故，往往造成重大人员伤亡。严格的安全管理通过风险预控、隐患排查、标准化作业等手段，将事故概率降至最低，为矿工撑起“生命保护伞”。第二，安全是效率的前提，健全的安全管理体系可减少因事故导致的停产整顿、设备损坏等损失，确保生产连续性。安全投入（如智能化监测设备）能优化作业流程，提升资源回收率，实现安全与效益的双赢^[1]。第三，煤矿事故易引发社会关注，影响行业形象。强化安全管理，既是企业履行主体责任、保障员工权益的体现，也是维护社会稳定、避免因事故引发群体性事件的重要举措。第四，安全管理倒逼企业采用新技术、新工艺。例如，智能通风系统、无人化采掘设备等不仅降低安全风险，更推动煤矿向数字化、绿色化转型，提升行业整体竞争力。第五，国家对煤矿安全提出更高标准，如“机械化换人、自动化减人”政策。企业通过安全管理升级，既能满足合规要求，也能在能源结构调整中占据主动，为“双碳”目标贡献力量。

2 煤矿安全管理面临的挑战

2.1 自然环境因素

煤矿地下矿井地质条件复杂，犹如一个充满未知风险的“迷宫”。瓦斯涌出是煤矿安全的重大威胁，不同矿井煤层透气性差异大，瓦斯涌出量受开采深度、煤层厚度、地质构造等多因素影响，极易形成积聚区。一旦瓦斯浓度达爆炸极限，遇点火源便会引发剧烈爆炸，造成巨大灾难。煤层自燃也不容忽视，特定条件下煤层成分氧化积热至燃点即引发火灾，释放有毒有害气体，增加救援难度。顶板垮落和突水透水事故也时有发生，顶

板岩层承受巨大压力，支护不当或地质突变就可能垮落掩埋矿工；突水透水可能源于地下含水层、老空水等，瞬间淹没巷道，造成人员伤亡和设备损坏。部分矿区位于地震带或水文地质复杂区域，地震可能引发巷道变形、支护破坏、瓦斯泄漏和突水事故；暴雨等极端天气可能使地表水大量渗入矿井，增加突水风险，还可能引发山体滑坡、泥石流等次生灾害。自然环境的不可控性和不确定性，要求煤矿企业具备强大的实时监测、动态预警和快速响应能力。然而，现有技术手段在应对这些复杂情况时存在诸多局限，难以完全消除风险隐患。

2.2 人为因素

人为因素是煤矿安全事故频发的重要诱因。部分矿工安全意识淡薄，为图方便、赶进度而忽视安全操作规程，违规操作现象屡禁不止，甚至擅自进入危险区域。这反映出安全培训实效性不足，培训内容缺乏针对性、方式不够生动形象，导致矿工未能真正掌握安全知识。部分企业为追求短期经济效益，不惜牺牲安全投入，超能力生产，忽视安全设施完善和安全管理加强，安全管理制度形同虚设。一线员工流动性大，新入职员工缺乏必要技能培训和安全教育，技能水平参差不齐，应急处置能力薄弱，增加了事故伤亡程度。在管理层面，部分安全监管人员责任心不强，检查工作流于形式，存在“以罚代管”现象，只注重罚款处罚而忽视消除隐患和帮助企业改进安全管理，不利于煤矿安全管理工作的顺利开展^[2]。

2.3 技术设备因素

技术设备落后或维护不当是煤矿安全管理的重大短板。部分老旧矿井设备老化严重，自动化、智能化水平低，大量依赖人工操作，劳动强度大、效率低下且人为失误风险高。新技术在煤矿领域的应用虽取得进展，但仍面临适配难题。智能采掘设备在复杂地质条件下难以

发挥效能,传感器在恶劣环境下易受干扰,数据失真率高,给安全管理决策带来困难。应急救援装备也较为落后,井下定位系统精度不足,逃生通道设计不合理,影响矿工逃生速度和安全性。设备更新换代成本高、周期长,一些小型煤矿企业难以承受,导致他们继续使用老旧设备,加剧了技术与安全的矛盾,增加了事故发生风险。

3 煤矿安全管理创新的方法策略

在煤矿安全生产领域,传统管理模式已难以满足日益复杂的安全需求。随着科技进步与行业转型,创新安全管理方法策略成为保障矿工生命安全、推动煤矿可持续发展的关键。

3.1 智能化安全管理系统的构建

通过物联网(IoT)技术实现设备、环境、人员的实时数据采集。例如,在采煤机、掘进机等设备上安装传感器,监测运行状态与故障预警;在巷道内布设瓦斯、粉尘、温度传感器,构建环境参数动态数据库。利用5G网络实现数据高速传输,打破传统有线监控的局限性,确保信息实时性。引入人工智能(AI)算法,对海量安全数据进行深度分析。例如,通过机器学习模型预测瓦斯涌出规律,提前调整通风系统;利用图像识别技术自动检测人员违规行为(如未佩戴安全帽),并实时推送至管理人员终端。AI还可辅助制定应急预案,根据事故类型、人员分布、设备状态等参数,生成最优救援方案。建立矿井数字孪生模型,将实体矿井的几何结构、设备状态、人员位置等信息映射至虚拟空间。通过VR技术,管理人员可远程巡检矿井,模拟设备故障、灾害扩散等场景,提前识别潜在风险。数字孪生还可用于优化通风系统设计,通过仿真模拟不同通风方案的效果,降低能耗并提升安全性。

3.2 风险评估与预警机制的完善

构建涵盖地质条件、设备状态、人员行为、环境因素等多维度的风险评估体系。例如,针对瓦斯风险,综合考虑煤层透气性、瓦斯压力、开采深度等因素,建立动态风险评分模型;针对顶板风险,引入微震监测技术,实时分析岩层应力变化,预警顶板垮落风险^[3]。根据风险等级划分预警级别(如红色、橙色、黄色),并制定差异化响应策略。例如,当瓦斯浓度达到预警阈值时,系统自动触发声光报警,同时联动通风系统加大风量;若风险持续升级,则启动应急预案,通知相关人员撤离。通过移动终端推送预警信息,确保管理人员第一时间掌握风险动态。建立煤矿安全大数据平台,整合历史事故数据、设备维护记录、人员培训档案等信息。利用专家系统对典型事故案例进行深度分析,提取风险特

征与应对措施,形成知识库。当新风险出现时,系统可自动匹配类似案例,提供参考解决方案,辅助管理人员快速决策。

3.3 安全培训与模拟演练的创新

采用VR/AR技术构建虚拟矿井场景,模拟瓦斯爆炸、顶板垮落、突水透水等事故场景。矿工佩戴VR设备后,可在虚拟环境中进行应急处置演练,如操作虚拟灭火器、启动排水泵、引导人员疏散等,系统实时反馈操作正确性,并记录训练数据,生成个性化培训报告。开发安全培训游戏,将安全知识融入关卡挑战。例如,设计“瓦斯浓度消消乐”游戏,矿工需在限定时间内正确操作设备降低虚拟瓦斯浓度,才能通关;或“顶板支护大比拼”游戏,通过模拟支护作业,提升操作熟练度与安全意识。游戏化培训可显著提高矿工参与度,增强学习效果。定期组织情景模拟演练,模拟真实事故场景,如瓦斯泄漏、火灾蔓延等。演练后进行案例复盘,分析矿工在应急处置中的表现,指出不足并提供改进建议。通过反复模拟与复盘,强化矿工的应急反应能力与团队协作水平。

3.4 井下人员定位与应急救援系统的优化

采用UWB(超宽带)定位技术,实现井下人员实时定位,精度可达厘米级。通过在矿工安全帽、矿灯等设备中集成定位芯片,确保人员位置信息准确传输至地面控制中心。定位系统还可与电子围栏功能结合,当矿工进入危险区域时自动报警,防止违规行为。建立应急救援指挥平台,整合人员定位、环境监测、设备状态等信息。当事故发生时,系统自动规划最优救援路径,避开危险区域;同时联动通风系统、排水系统等设备,为救援创造有利条件。平台还可调用无人机进行空中侦察,实时传输现场画面,辅助指挥决策。研发智能救援装备,如可穿戴式生命体征监测仪,实时传输被困人员的心率、血压、体温等数据;或智能逃生面罩,具备氧气供应、通讯、定位等功能,提升被困人员的生存几率与救援效率。

4 煤矿安全管理创新的实施保障

煤矿安全管理创新是一项系统工程,涉及技术、管理、人员等多个层面。为确保创新策略的有效落地,需从安全监管、教育培训、信息化管理等方面构建全方位的实施保障体系,为煤矿安全生产保驾护航。

4.1 加强安全监管力度

安全监管是煤矿安全管理的核心环节,需以制度为依托,构建科学、严谨的监管体系。一方面,需结合煤矿行业特点,修订完善安全生产法规与标准,明确企

业主体责任与政府监管职责,细化安全操作规程与风险防控要求。另一方面,建立动态监管机制,根据煤矿生产条件变化、技术进步等因素,及时调整监管标准,确保其适应行业发展需求。加大监管执法力度,严厉打击违法违规行为,监管部门需定期开展专项检查与突击抽查,重点排查煤矿企业安全设施投入、隐患整改落实、应急预案制定等情况。对存在重大安全隐患且拒不整改的企业,依法采取停产整顿、罚款、吊销证照等处罚措施,形成有效震慑。建立责任追溯机制,对因监管不力导致事故发生的监管人员,严肃追究其行政责任与法律责任,倒逼监管人员履职尽责。鼓励引入第三方专业机构参与煤矿安全评估,借助其技术优势与独立性,对企业安全状况进行客观诊断,提出改进建议。第三方评估结果可作为政府监管的重要参考,增强监管的专业性与公正性。畅通公众监督渠道,通过设立举报热线、网络平台等方式,鼓励矿工、周边居民等社会力量参与煤矿安全监督,形成全社会共同参与的安全监管格局。

4.2 加强安全教育培训

安全教育培训需覆盖煤矿企业全体人员,并根据岗位特点与风险等级,实施分层分类培训。对管理人员,重点开展安全法规、风险评估、应急管理等方面的培训,提升其安全决策能力;对技术人员,加强新技术、新工艺、新设备的培训,确保其掌握安全操作技能;对一线矿工,强化安全意识、应急处置、自救互救等方面的培训,提高其自我保护能力。针对特殊工种(如瓦斯检查员、爆破工等),开展专项培训与考核,确保其持证上岗。摒弃传统“填鸭式”培训模式,采用案例教学、情景模拟、VR/AR体验等互动式培训方式,增强培训的趣味性与实效性。培训内容需紧跟行业发展趋势,增加智能化设备操作、应急救援新技术等前沿知识,提升矿工的适应能力。建立科学合理的培训效果评估体系,通过理论考试、实操考核、现场观察等方式,全面评估矿工的安全知识掌握程度与技能水平。对培训效果不佳的矿工,需进行补考或重新培训,直至达标为止。同时将培训结果与绩效考核、晋升晋级等挂钩,激发矿工参与培训的积极性。

4.3 建立信息化管理系统

整合煤矿企业现有的安全监测、设备管理、人员定位、应急救援等信息系统,构建一体化信息平台,实现数据的集中存储、共享与交互。通过该平台,管理人员可实时掌握矿井安全状况、设备运行状态、人员位置分布等信息,为决策提供数据支持。平台需具备数据分析与预警功能,通过对历史数据的挖掘与分析,预测潜在风险,提前采取防范措施^[4]。加大智能化技术在煤矿安全管理中的应用力度,如物联网、大数据、人工智能等。例如,通过物联网技术实现设备远程监控与故障预警,降低设备故障率;利用大数据技术对安全数据进行深度分析,发现安全隐患的规律与特征;借助人工智能技术优化应急预案,提高救援效率。智能化技术的应用可显著提升煤矿安全管理的精细化与智能化水平。信息化管理系统的稳定运行离不开信息安全保障。煤矿企业需建立完善的信息安全管理制度,加强网络安全防护,防止数据泄露与恶意攻击。定期对系统进行维护与升级,确保其性能与安全性,加强对管理人员与操作人员的安全培训,提高其信息安全意识与操作技能。

结束语

煤矿安全管理创新是一项长期性、系统性工程,需以技术革新为驱动,以制度完善为保障,以人员参与为核心。唯有持续深化智能化、信息化技术应用,完善风险防控与应急救援机制,强化全员安全意识与技能培养,方能筑牢煤矿安全生产的坚固防线。未来,需进一步凝聚行业共识,汇聚创新合力,推动煤矿安全管理向更高水平迈进,为能源安全与社会稳定贡献力量。

参考文献

- [1]魏超.煤矿安全自主管理体系的建设研究[J].西部探矿工程,2022,34(07):193-195.
- [2]赵廷亮.煤矿安全管理中行为安全理论的运用探究[J].当代化工研究,2022,(06):177-179.
- [3]赵春雷.煤矿安全管理体系缺失和不安全行为研究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(02):100-102.
- [4]苏坤.浅析煤矿开采技术的创新及安全管理[J].中国科技投资,2021(17):126+132.