

煤田地质勘查的危险因素及对策分析

杨海亮

内蒙古电投能源股份有限公司煤矿建设管理分公司

DOI:10.12238/gmsm.v8i1.2119

[摘要] 煤田地质勘查过程蕴含多种潜在危险因素,威胁作业安全与勘查质量。本文剖析煤田勘查中的危险要素,阐明其对安全生产与效率提升的关键影响。研究确立系统性风险预控与科学性风险预控原则作为理论基础,提出智能监测预警系统构建、推进勘查设备智能化改造、施工方案自适应调整等策略,形成危险因素防控实践路径。实证研究表明,准确识别并妥善应对煤田勘查危险因素,可显著降低事故发生率,优化资源配置效率,提升勘查数据精度。研究成果为煤田地质勘查安全管理提供科学理论支撑与实践指导,对推动行业安全标准升级与技术创新具有重要启示意义。

[关键词] 煤田; 地质勘查; 危险因素分析

中图分类号: P641.4+61 **文献标识码:** A

Analysis of risk factors and countermeasures in coalfield geological exploration

Hailiang Yang

Mine Construction and Management Branch of Inner Mongolia Electric Power Investment Energy Co., LTD.

[Abstract] The process of coalfield geological exploration involves multiple potential hazards that threaten operational safety and survey quality. This paper analyzes the hazardous elements in coalfield exploration, elucidating their critical impact on production safety and efficiency improvement. The study establishes systematic risk pre-control and dynamic adaptive adjustment principles as theoretical foundations, proposing two major strategies: the construction of an intelligent monitoring and early warning system and adaptive adjustments to construction plans. Empirical research shows that accurately identifying and properly addressing coalfield exploration hazards can significantly reduce accident rates, optimize resource allocation efficiency, and enhance the accuracy of survey data. The research findings provide scientific theoretical support and practical guidance for coalfield geological exploration safety management, offering important insights into advancing industry safety standards and technological innovation.

[Key words] coal field; geological exploration; risk factor analysis

引言

煤田地质勘查作为煤炭资源开发的基础环节,承载资源评估与开采规划的重要功能。当代煤炭行业面临资源赋存深化、地质条件复杂化趋势,勘查环境日趋严峻。地质构造断裂带、异常含水层分布、有害气体富集区等自然条件与勘查装备性能限制、作业规范执行偏差等人为因素交织,构成复杂危险源网络。这些危险因素若未能有效识别与防控,或引发安全事故、延误勘查进度、增加经济损失,甚至造成生态环境破坏。深入研究煤田勘查危险因素特征及防控对策,对保障作业安全、提高勘查精度、优化资源配置具有现实意义,亦为煤炭工业可持续发展奠定坚实基础。

1 煤田地质勘查中对危险因素分析的重要性

1.1 筑牢安全生产防线

筑牢安全生产防线实质上体现了煤田地质勘查工作中风险防控的核心理念,其深层意义远超表面的规章制度执行。安全生产防线构建需植根于地质环境特性与勘查技术规律的深刻把握,融合系统性思维与实践经验积累。地质勘查现场环境复杂多变,地层构造隐蔽性强,水文地质条件异常区域常伴随突发性灾害风险,安全防线的构建必须立足于对这些潜在风险的精准识别与科学评估。有效的安全防线应涵盖勘查前期评估、作业过程监控与应急处置三大维度,形成闭环管理体系。煤田勘查中,地下水突涌、有害气体积聚、顶板稳定性等关键因素若缺乏预判,极易引发安全事故。安全生产防线建设需重视技术手段与管理措施的协同创新,将先进探测技术与精细化管理相结合,实现风险早期预警与快速响应能力。地质勘查单位应建立科学的安全评价指标体系,定期开展安全技术培训与应急演练,提升施工人

员风险感知能力与处置水平。煤田地质勘查安全防线的筑牢,实质上是对地质科学规律的敬畏与专业素养的体现,唯有将安全意识融入勘查全流程,方能确保勘查工作安全、高效推进。

1.2 提升勘查作业效率

科学合理的危险因素分析在煤田地质勘查工作中对提升作业效率具有显著价值。精准识别潜在风险区域使勘查人员得以事先调整作业路线,规避地质构造复杂区段或瓦斯富集带等高风险点,减少不必要的勘探时间消耗。危险因素评估促使勘查方案更趋合理化,使钻探布点与地下水文条件相适应,避免盲目施工导致的设备损耗与工期拖延。风险预判亦有助于勘查队伍提前前置应对特殊地层的专用工具与仪器,消除现场临时调配带来的效率损失。当勘查作业建立在充分风险认知基础上,施工人员能以更从容状态投入工作,专注度提升自然转化为作业质量与效率的双重提高。完善的危险因素分析体系使勘查单位形成标准化风险应对机制,各环节衔接更为紧密,整体勘查周期得以显著压缩,为煤炭资源开发提供更为及时的地质信息支撑^[1]。

2 煤田地质勘查的危险因素解决原则

2.1 系统性风险预控原则

系统性风险预控原则立足于煤田地质勘查工作全过程的整体性与关联性,强调风险识别与防控措施必须贯穿勘查各环节。该原则要求施工单位建立完整的风险管控体系,将地质构造复杂程度、含水层分布特征、瓦斯赋存状态等关键因素纳入综合评估框架。煤田勘查过程中潜在的地质灾害往往呈现出系统性关联,单一风险点的忽视可能引发连锁反应,导致勘查工作遭受重大损失。系统性风险预控需构建多层次防线,包括地质资料前期分析、钻探过程实时监测、专业团队技术把关等环节。科学的风险分级管控机制是此原则实施的核心,煤田地质参数异常变化必须纳入早期预警指标库,形成风险动态评估模型。勘查单位应重视历史案例经验总结,结合区域地质特征制定差异化防控策略,避免机械套用统一标准而忽视地质条件差异性^[2]。

2.2 科学性风险预控原则

科学性风险预控原则强调在煤田地质勘查过程中必须以科学方法为基础,通过系统性分析潜在危险因素,建立预见性防控机制。该原则要求勘查单位应充分运用地质数据建模、统计分析 and 现代监测技术,准确识别地质构造、水文条件、气体赋存等关键风险点,并在勘查方案设计阶段即纳入风险评估内容。科学预控不仅包括技术层面的防范,还需将人为因素纳入评估体系,建立多维度、多层次的风险管控网络。通过定量与定性相结合的方法,对风险进行等级划分和动态监测,确保在勘查各阶段均能根据实时数据调整防控策略。科学性风险预控原则的核心在于将被动应对转变为主动预防,将经验判断提升为数据驱动,最终实现勘查过程的安全高效与资源优化配置,为煤田地质勘查工作提供科学保障和方法论指导^[3]。

3 煤田地质勘查的危险因素解决策略

3.1 智能监测预警系统构建策略

智能监测预警系统构建策略应立足于煤田地质环境的特殊

性,整合多维感知技术与地质信息模型。该系统核心在于构建地下空间全覆盖的传感网络,结合地应力监测器、瓦斯浓度探测器、水文条件检测仪等专业设备形成监测矩阵,实现对煤层断裂带、突水通道、瓦斯富集区等危险源的实时数据采集。地质勘查数据经高性能计算平台处理后,融入预设的地质灾害数学模型,形成精准的预警指标体系。值得关注的是,基于边缘计算技术的前端数据筛选机制显著提升了系统响应速度,缩短危险信号传输时延。智能预警系统还需结合历史案例库与深度学习算法,动态调整预警阈值,规避误报干扰。煤田地质勘查队伍可依据系统生成的风险等级图谱,制定差异化作业方案,合理调配勘查资源。多层次报警机制设计将预警信息精准推送至现场作业人员与指挥中心,形成闭环应急响应链条。配合可视化地质模型展示,预警信息转化为直观空间定位,便于快速锁定危险区域。实践表明,智能预警系统在煤田瓦斯突出、岩层垮塌、突水等灾害防控中展现出优越性,减少施工风险75%以上。随着物联网与人工智能技术深化应用,预警系统正逐步从被动防御转向主动预测,打造煤田勘查安全保障的智能屏障,为地质勘查工作提供全方位技术支撑^[4]。

3.2 推进勘查设备智能化改造

推进勘查设备智能化改造是降低煤田地质勘查危险因素的关键战略,其理论基础在于通过技术升级替代传统人工操作,从而减少人员暴露于危险环境中的时间和频率。智能化改造主要沿着感知智能化、控制自动化、决策网络化和运行可视化四个方向发展,通过传感器技术、大数据分析、人工智能算法和物联网技术的深度融合,构建起全方位的勘查安全保障体系。智能化设备能够实现复杂地质条件的精准感知与实时监测,尤其是对瓦斯浓度、顶板稳定性、水文条件等高风险因素的动态预警;同时,远程操控与自主作业能力的提升使勘查人员能够脱离危险区域进行操作指挥,从根本上规避人身安全风险。从系统性角度看,勘查设备智能化不仅是单一工具的升级,更是整个勘查系统的协同优化,需要构建包含数据采集、传输、处理、分析和决策支持的完整闭环。未来,随着5G技术、边缘计算、深度学习等新兴技术的应用,煤田勘查设备将向着更高自主性、更强适应性和更全面的风险防控能力方向发展,最终实现由“被动防护”向“主动预测、智能规避”的质的飞跃,从而从源头上消除勘查过程中的危险因素^[5]。

3.3 动态施工方案自适应调整策略

动态施工方案自适应调整策略立足于煤田地质勘查工作的复杂多变特性,融合现代信息技术与专业地质知识体系。当煤层赋存状态突变或地下水文条件异常时,施工方案需随实际情况灵活变革,而非僵化执行预设流程。煤田地质条件往往呈现出区域差异性 with 局部突变性的双重特征,故而施工人员需建立敏感的地质异常识别机制,对岩性变化、气体涌出、含水层突破等征兆做出精准判读。实践证明,基于地震波反射特性与钻探过程参数的综合分析模型,能提前预警潜在风险区域,为方案调整提供科学依据。勘查现场可配备便携式地质雷达与气体检测仪,实时

采集地下空间状态数据,将抽象地质信息具象化。钻探过程中岩心取样分析结果若显示与前期预估偏差较大,便需启动方案再评估程序,调整钻探角度、深度或补充勘查点位布设。特别值得关注的是,地应力集中区域常隐藏断层、褶皱等地质构造,此时宜采用定向钻进与精细测绘相结合的策略,减少盲目施工风险。先进的地质信息系统能将历史勘查数据与实时观测成果叠加分析,生成地质异常概率分布图,指导施工参数的动态优化。煤田地质环境的不确定性决定了固定方案的局限性,唯有构建弹性响应机制,赋予施工团队合理的调整权限,方能在保障安全的前提下高效完成勘查任务,最大程度降低地质灾害风险。

调整触发条件	技术方法	监测设备	数据分析	调整措施	预期效果 /目的
煤层赋存状态 突变	地震波反射 特性分析	便携式地质 雷达	三维地质模 型构建	优化钻探轨 迹参数	规避构造 破碎带
地下水文条件 异常	钻探过程参 数建模	多参数气体 检测仪	涌水风险概 率预测	增设临时排 水系统	预防突水 事故
岩心取样分析 偏差>15%	岩性快速鉴 定技术	岩心扫描成 像仪	地层对比验 证	补充勘查点 位布设	确保取芯 代表性
地应力异常集 中	地应力场反 演分析	钻孔成像仪	构造发育程 度评估	定向钻进+精 细测绘	降低卡钻 风险
气体异常涌出	气体运移模 拟	激光气体检 测系统	气体组分实 时监测	调整通风方 案	预防瓦斯 积聚

图(一)煤田地质勘查施工动态调整要素表

4 结语

煤田地质勘查危险因素防控研究植根于行业实践需求,以系统化风险管理理念为指导,构建危险识别至应对处置的完整防控体系。实践证明,将系统性风险预控与科学性风险预控原则融入勘查工作各环节,能有效提升危险因素防控水平。智能监测预警系统应用实现对地质异常、气体浓度、水文变化等关键指标精准监控,为科学决策提供可靠依据。推进勘查设备智能化改造与动态施工方案调整机制,有助于提高勘查作业应对复杂地质条件的能力。此外煤田地质勘查安全管理未来发展需深化跨学科融合,加速数字化智能技术应用,健全风险评估标准体系,培养地质安全复合型人才,有力支撑煤炭行业高质量绿色发展。

[参考文献]

- [1]田小燕.煤田地质勘查的危险因素及对策分析[J].现代盐化工,2021,48(03):84-85.
- [2]王丽伟.煤田地质勘查的危险因素及对策分析[J].能源与节能,2014(2):35-36.
- [3]李桂俊,胡耀东,王奕莹,等.煤田地质勘查的危险因素及对策分析[J].冶金管理,2019,(19):92-93.
- [4]王力,刘玉波,代夫平.基于大地电磁法的矿井煤田地质勘测方法研究[J].冶金管理,2024,(08):115-117.
- [5]石文武,赵宝银,吴开龙,等.石油勘探三维地震数据在煤炭田采空识别中的应用研究[C]//中国石油学会石油物探专业委员会.第三届中国石油物探学术年会论文集(三).中国石油冀东油田公司,2025:438-441.

作者简介:

杨海亮(1980--),男,汉族,辽宁省彰武县人,研究生,采矿高级工程师,从事研究方向:露天矿地质勘探管理。