

煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系构建

王嘉欣

国家能源集团宁夏煤业有限公司羊场湾煤矿

DOI:10.12238/jsse.v3i1.12041

[摘要] 煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系的构建,是煤矿企业提升煤矿安全生产水平、减少事故发生、保障矿工生命安全的重要举措。现阶段随着信息技术和人工智能的不断发展,促使智能化技术逐渐应用于煤矿安全生产领域,其为解决煤矿事故多发、安全生产形势严峻的问题提供了新的途径。据此本文核心在于探讨煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系的构建。

[关键词] 煤矿采场; 安全风险; 智能化; 预警; 管控; 体系构建

中图分类号: X752 **文献标识码:** A

Construction of intelligent early warning and control system of coal mine stope safety risk

Jiaxin Wang

National Energy Group Ningxia Coal Industry Co., LTD.

[Abstract] The construction of intelligent early warning and control system of coal mine mine safety risk is an important measure for coal mining enterprises to improve the level of coal mine safety production, reduce accidents and guarantee the life safety of miners. At the present stage, with the continuous development of information technology and artificial intelligence, intelligent technology is gradually applied in the field of coal mine safety production, which provides a new way to solve the problems of frequent coal mine accidents and severe situation of safety production. Therefore, the core of this paper is to discuss the construction of intelligent early warning and control system of coal mine stope safety risk.

[Key words] coal mine mine; safety risk; intelligence; early warning; control; system construction

引言

煤炭作为我国的主要能源之一,其在国民经济中占据着重要地位。但实际上煤矿开采是一项高风险的作业活动,其中采场安全问题一直是制约煤炭行业发展的关键因素。现阶段随着科技的不断进步,智能化技术在煤矿领域的应用越来越广泛,其能够为构建煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系提供有力的支持。

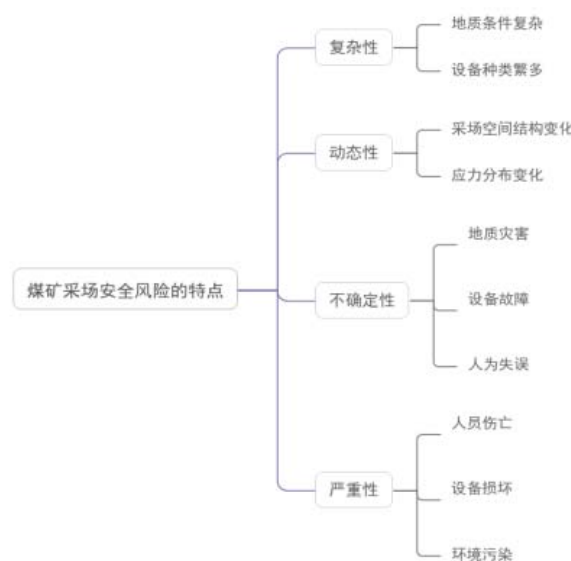
1 煤矿采场安全风险的特点

1.1 复杂性

煤矿采场的地质条件复杂多变,当中包括了煤层厚度、倾角、硬度、顶底板稳定性等因素。而这些因素相互影响,因此增加了安全风险的复杂性。此外采场中的设备种类繁多,作业流程复杂,也给安全管理带来了很大的挑战^[1]。

1.2 动态性

煤矿采场是一个不断变化的动态系统,跟随着开采的进行,采场的空间结构、应力分布、瓦斯涌出等情况都在不断变化。因此安全风险也具有动态性,相关人员需要对其进行实时监测和预警。



图一煤矿采场风险特点

1.3 不确定性

通常煤矿采场安全风险会受到多种因素的影响,其中一些

因素具有不确定性,如地质灾害、设备故障、人为失误等。实践中这些不确定因素增加了安全风险的预测和管控难度。

1.4 严重性

煤矿采场事故往往具有严重性,因为一旦发生事故,就可能造成人员伤亡、设备损坏、环境污染等严重后果,进而给企业和社会带来巨大的损失。

2 煤矿采场安全风险现状分析

2.1 事故类型

在煤矿开采的复杂环境中,采场事故是矿井安全管理的重大挑战。而事故的类型通常包括瓦斯爆炸(一种由瓦斯气体聚集引起的灾难性爆炸)、煤尘爆炸(由于煤尘与空气混合而引发的爆炸)、顶板事故(发生在矿井顶部结构上的塌陷或破裂)、透水事故(地下水位上升导致的水侵入)以及火灾事故(由于火花或明火引燃了可燃物质而引起的火灾),但并不局限于上述事故类型。

2.2 原因分析

2.2.1 技术因素

一方面由于在当前的煤炭开采实践中,依然有一些企业沿用着陈旧的开采技术与设备。此举不仅限制了开采效率,而且还严重地威胁到了矿井安全。尤其是那些规模较小、资金和技术实力不足的煤矿,其往往会采取简单粗暴的开采方式,比如使用炮采或是爆破等方式来进行采矿作业。虽然这些做法能够提高产量,但同时因为它们通常会破坏地下的通风系统,从而导致瓦斯积聚,所以其也大大增加了安全隐患。

另一方面在于,尽管现代煤矿企业普遍安装了各种安全监测设施,其试图通过科技手段预防潜在的灾难发生,但事实上这些监测设备的精确度和可靠性仍有待提升^[2]。实践中企业的许多监测系统并不能实时、准确地反映出地下环境中的真实情况,比如瓦斯气体浓度的细微变化。而这种不准确的监测结果将会使得安全预警系统无法及时启动,从而导致开采人员错失了宝贵的逃生时间,进而增加了煤矿企业伤亡和损失的可能性。

2.2.2 管理因素

在煤矿行业当中,安全管理制度的缺失依然是一个严重的问题。由于企业制度不够完善,且责任分配不明确,因而导致实际的的安全管理工作在许多情况下无法得到有效执行。例如有一些煤矿企业并未建立起一套完整的安全检查制度,就意味着他们不能定期进行全面的检查,从而也就无法及时地发现潜在的安全隐患,并采取措施消除它们。

同时煤矿行业从业人员的整体素质不高也是一个不容忽视的问题。实践当中,煤矿从业人员之间的素质存在显著差异,其中有些人缺乏必要的安全意识,而还存在一些人则拥有较强的操作技能但却不够熟练。此现象使得矿工在实际操作中,难以遵循严格的安全操作规程,进而提高了煤矿事故发生的概率。

2.2.3 环境因素

我国煤矿的地质条件极为复杂,其主要体现在煤层的赋存状态上。由于地质构造的多样性和复杂性,将会导致许多煤矿的

煤层分布不甚稳定,此时极易发生位移或者坍塌。而高瓦斯的含量也是一个不容忽视的问题,它不单会增加矿井作业的危险性,并且还矿工的生命安全构成了严重威胁。

除了地质条件之外,自然灾害也给煤矿采场带来了极大的风险。地震、洪水和山体滑坡等自然现象发生时,会导致采场所在地区的地质结构遭到破坏,接着将引发一系列的安全事故。具体来说,地震可能会导致矿区内的建筑受损,而洪水和山体滑坡则会直接冲垮或掩埋矿井设施。当这些灾难发生时,不光会造成重大财产损失,还可能导致人员伤亡,甚至影响整个矿区的生产安全。

3 智能化技术在煤矿采场安全风险预警与管控中的应用

3.1 传感器技术

由于传感器技术不仅能提升煤矿采场的智能化水平,而且还极大地增强了对潜在风险的预警能力和控制力度。因而该技术在煤矿安全管理中的应用是一个不可或缺的组成部分。在具体实施过程中,相关人员将各类传感器部署于采场内的关键部位,然后这些传感器能够实时收集并分析采场中的各项数据。例如瓦斯浓度传感器能够捕捉到矿井内部可能发生的甲烷爆炸等紧急情况的早期迹象,而温度传感器则可以为监测设备提供准确的温度数据,从而确保设备能够正常工作。

3.2 物联网技术

实践当中,相关人员应用物联网技术为采矿业带来了革命性的变化。其通过将复杂的采场环境中分散的设备与传感器,无缝地整合到一个智能网络之中,它即可构建起一个高度集成化和自动化的网络体系。而在这个体系下,各个设备之间不再是孤立运行的个体,其是紧密相连、相互协作的整体。如此一来就能使得数据流变得更加流畅,进而信息传递就会更为迅速,最终将极大地提升采场的自动化程度和管理的精确性。

举个例子而言,相关人员利用物联网的能力能实现对采矿现场设备的实时监控。展开来说,管理者可以通过云端平台或是移动终端,确保自己能随时随地对设备状态进行了解和控制。而一旦发现设备出现异常,该系统就会立即发送警报并引导维修人员快速响应^[3]。

3.3 大数据分析技术

借助大数据分析技术,相关人员能够对采矿现场庞大而复杂的监测数据进行深入挖掘和精细处理,并从中提取到关键信息。其原因在于能有效地预测和监测矿井中瓦斯浓度的动态变化,从而提前向工作人员发出预警信号,以便他们可以及时采取必要的管控措施,来防止潜在的安全事故发生。因此该技术的应用,不仅极大地提高了数据处理的效率,而且其还在安全风险管理领域发挥至关重要的作用。

3.4 人工智能技术

在现代工业的发展中,人工智能技术已成为不可或缺的智能化工具。它主要是通过模拟人类的思考方式和决策逻辑,使得采矿业中的安全风险能够实现智能化的预警和有效管控。在实

践当中这种技术的应用,尤其是在瓦斯爆炸事故的预防上表现得尤为突出。

相关人员利用先进的人工智能算法和数据分析能力,可构建出一个精确的预测模型。而该模型能够实时地对矿井中瓦斯气体的浓度进行监测,并且能根据这些监测数据来预测,未来何时可能发生瓦斯爆炸。一旦发现危险信号,此系统就会立即启动预先设置的预防措施,如自动关闭火源、启动应急响应计划等,进而真正地做到在事故发生前采取行动,以确保最大限度地减少损失和人员伤亡。

4 煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系的构建

4.1 体系架构

煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系主要由数据采集层、数据传输层、数据处理层、预警决策层和管控执行层组成。

4.1.1 数据采集层:数据采集层主要由各种传感器和监测设备组成,其负责的是采集采场中的各种参数,如瓦斯浓度、温度、压力、位移等。

4.1.2 数据传输层:数据传输层主要由物联网设备和通信网络组成,其负责将采集到的数据传输到数据处理层。

4.1.3 数据处理层:数据处理层则由服务器和数据处理软件组成,该部分负责对采集到的数据进行分析 and 处理,并且从中提取出有价值的信息。

4.1.4 预警决策层:预警决策层由预警模型和决策支持系统组成,其负责根据数据处理层提供的信息进行预警决策,且及时地发出预警信号,以及制定相应的管控措施^[4]。

4.1.5 管控执行层:管控执行层由执行机构和设备组成,其负责执行预警决策层制定的管控措施,如停止作业、撤离人员、通风降尘等。

4.2 风险识别与评估

4.2.1 风险识别:智能化体系可通过对煤矿采场的地质条件、开采工艺、设备设施、人员素质等方面进行全面分析,识别出其中可能存在的安全风险因素。例如经过地质勘探、设备检测、人员培训等方式,其可识别出瓦斯积聚、顶板冒落、设备故障、人为失误等风险因素。

4.2.2 风险评估:该体系采用的是定性和定量相结合的方法,如此对识别出的安全风险因素进行评估,能够确定风险的等级和影响程度。例如采用风险矩阵法、层次分析法等方法,即可对瓦斯爆炸、煤尘爆炸、顶板事故等风险进行评估,并且确定此风险的等级和可能性。

4.3 预警机制

4.3.1 预警指标体系:科学合理的预警指标体系需要包括瓦

斯浓度、温度、压力、位移等参数。原因是这些指标可以反映出采场的安全状态,而当指标超过设定的阈值时,系统就会自动发出预警信号。

4.3.2 预警模型:实践中可采用先进的预警模型来构建体系,如神经网络模型、支持向量机模型等,以此有效地对预警指标进行分析和预测,保证其能提前发出预警信号。

4.3.3 预警信号发布:当系统发出预警信号时,其需及时地通过声光报警、短信通知、手机 APP 等方式将预警信息发布给相关人员,以便相关人员采取相应的管控措施。

4.4 管控策略

4.4.1 风险控制措施:该体系根据风险评估的结果,要能制定相应的风险控制措施,如加强通风、加强顶板支护、加强设备维护等。

4.4.2 应急预案:制定完善的应急预案应包括事故类型、应急组织机构、应急响应程序、应急救援措施等。如果发生事故时,相关人员应按照应急预案及时进行应急处置,以此减少事故损失。

4.4.3 培训与教育:由于通过培训与教育可以提高从业人员的安全素质,从而减少人为失误。因此煤矿企业需加强对煤矿从业人员的培训与教育,以提高他们的安全意识和操作技能。

5 结语

煤矿企业进行采场安全风险智能化预警与管控体系的构建,能实现从安全生产计划制定、执行、检查到改进的全流程管理,因而提高了煤矿安全生产水平,并降低了事故发生率,同时还减少了人员伤亡和财产损失。未来随着智能化技术的不断发展和应用,煤矿采场安全风险智能化预警与管控体系依然需要不断地完善和优化,才能够为煤矿安全生产提供更加可靠的保障。

[参考文献]

- [1]袁峥.煤矿安全风险防控与预警系统设计与实现[J].电子世界,2020,(13):182-183.
- [2]高永杰.煤矿机电设备智能化管控体系的构建与优化[J].视周刊,2023,(18):189-191.
- [3]牛广印,苗超.煤矿井下智能化开采与安全管理体系构建策略[J].矿业装备,2023,(02):64-66.
- [4]孙省,靳友刚.煤矿安全风险智能预警管控系统设计研究[J].山东煤炭科技,2024,42(05):176-180.

作者简介:

王嘉欣(1995--),男,回族,宁夏银川人,大学本科,安全管理工程助理工程师,研究方向:煤矿安全。