

大数据在煤矿生产掘进安全管理中的应用与效能评估

苗国栋

内蒙古蒙泰不连沟煤业有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 010300

摘要：本文聚焦大数据在煤矿生产掘进安全管理中的应用与效能评估。概述大数据为掘进安全管理带来变革机遇，能整合解析海量数据，提供决策依据。阐述掘进安全大数据的采集与整合，涵盖数据来源、采集技术与整合清洗。详细介绍大数据在实时监测预警、隐患识别分析、工艺优化、员工行为分析与培训等方面的具体应用。构建评估指标体系，运用层次分析法、模糊综合评价法等方法评估效能，并基于结果提出加强技术研发、完善管理制度、推动产学研合作等对策。

关键词：大数据；煤矿生产；安全管理；效能评估

1 大数据与煤矿生产掘进安全管理概述

在煤矿生产中，掘进作业的安全管理至关重要。大数据技术的兴起，为这一领域带来了新的变革与机遇。煤矿生产掘进过程会产生海量数据，涵盖设备运行状态、地质条件、人员操作等多方面。大数据凭借强大的数据处理与分析能力，能对这些复杂数据进行整合与解析。通过对设备数据的实时监测与分析，可提前预判设备故障，及时安排维护，减少因设备故障引发的安全事故。利用地质数据构建模型，能精准掌握掘进区域地质状况，提前制定应对复杂地质的安全措施。对人员操作数据的分析，有助于规范作业行为，降低人为失误风险。大数据为煤矿生产掘进安全管理提供全面、精准的决策依据，提升管理效率与科学性，有效保障作业安全，推动煤矿行业向智能化、安全化方向发展。

2 煤矿掘进安全大数据的采集与整合

2.1 数据来源与类型

煤矿掘进安全数据来源广泛。设备运行数据是关键来源之一，包括掘进机、通风设备、运输装置等，反映设备的转速、温度、压力等运行参数，可判断设备是否正常运转。地质数据不可或缺，涵盖煤层厚度、硬度、地质构造等，影响掘进方案制定与安全措施实施^[1]。人员操作数据记录员工在掘进作业中的行为，如操作流程是否合规、工作时长等。环境数据如瓦斯浓度、粉尘含量、温度湿度等，对保障作业环境安全意义重大。

2.2 数据采集技术

为获取上述数据，多种采集技术协同运用。传感器技术大量部署，例如通过瓦斯传感器实时监测瓦斯浓度，温度传感器感知环境温度。射频识别（RFID）技术用于人员定位与设备追踪，能精准掌握人员和设备位置。工业物联网（IIoT）将各类设备连接成网，实现数据

自动采集与传输，提高采集效率与实时性。对于地质数据，常借助地质雷达、钻探等技术获取地下信息，并转化为可分析的数据格式。

2.3 数据整合与清洗

采集到的原始数据格式多样、质量参差不齐，需进行整合与清洗。数据整合通过建立统一的数据标准与规范，将来自不同系统、格式各异的数据汇聚到同一数据库。清洗环节则去除错误、重复、缺失的数据，利用数据挖掘算法识别异常值并修正。例如，对设备运行数据中偶尔出现的不合理突变值进行核实与纠正，确保数据准确性与完整性，为后续基于大数据的安全分析与决策提供可靠的数据基础。

3 大数据在煤矿生产掘进安全管理中的具体应用

3.1 实时监测与预警系统

在煤矿掘进作业中，实时掌握各类关键信息对于保障安全至关重要。大数据支撑下的实时监测与预警系统宛如一双时刻警惕的“电子眼”。借助分布在掘进现场的各类传感器，如瓦斯传感器、一氧化碳传感器、粉尘浓度传感器、压力传感器以及设备运行状态传感器等，系统能够高频次地采集海量数据。这些传感器如同触角一般，将设备运行参数、作业环境参数等信息源源不断地传输至数据处理中心^[2]。大数据技术的强大之处在于能够对这些实时涌入的数据进行极速分析。通过预设的风险评估模型和阈值，系统可以瞬间判断当前掘进作业状态是否安全。一旦数据出现异常波动，触及预警阈值。预警信息将以多种形式及时传达给相关人员，如在监控中心发出声光警报，同时向管理人员的手机终端推送通知。这种实时监测与预警功能，使安全管理人员能够在第一时间察觉潜在风险，及时采取措施，避免事故的发生。

3.2 事故隐患识别与分析

煤矿掘进环境复杂,事故隐患潜藏在各个角落。大数据凭借其强大的数据分析能力,成为了精准识别隐患的有力工具。通过对历史事故数据、实时监测数据以及地质条件等多源数据的深度挖掘与关联分析,系统能够构建起详细的事故隐患知识库。例如,将不同地质构造下发生过的事案例与当前掘进区域的地质数据相结合,分析在相似地质条件下可能出现的隐患类型。持续跟踪设备运行数据,利用机器学习算法发现设备运行中的异常模式。当设备出现异常振动、电流不稳定等情况时,系统可以依据历史数据和模型判断这是否是设备故障的早期迹象,以及这种故障可能引发的安全隐患。在粉尘治理方面,大数据分析能够综合考虑通风量、掘进速度、煤层特性等因素,找出导致粉尘浓度超标的关键因素和潜在隐患点。通过对这些隐患的精准识别与深入分析,安全管理部门可以制定针对性的防范措施,将隐患扼杀在萌芽状态。

3.3 掘进工艺优化

大数据在掘进工艺优化中发挥着重要作用,助力煤矿提升生产效率与安全性。在面对软岩地质时,通过分析历史数据发现,采用较慢的掘进速度、增加支护强度和优化支护时间间隔,可以有效减少巷道变形和坍塌的风险。利用大数据建立的掘进工艺模型,可以根据实时的地质数据动态调整掘进参数。当地质条件发生变化时,系统自动给出最优的掘进速度、设备功率以及支护方案建议,实现掘进工艺的智能化、自适应调整。大数据还可以对不同掘进设备的性能进行对比分析。通过长期监测设备的运行数据和实际掘进效果,评估不同品牌、型号设备在特定工况下的优缺点,为设备选型和采购提供科学依据。基于大数据分析的结果,对现有设备进行针对性的技术改造和优化,提高设备的可靠性和掘进效率。

3.4 员工行为分析与培训

员工的操作行为直接关系到煤矿掘进作业的安全。大数据技术能够对员工的行为进行全面、细致的分析。利用行为分析算法,对这些数据进行深度挖掘。可以判断员工是否严格按照操作规程进行作业,是否存在疲劳作业、违规操作等行为。基于大数据分析得到的员工行为特征和存在的问题,企业能够制定个性化的培训方案。对于经常出现违规操作的员工,有针对性地安排安全操作规程强化培训;对于在特定作业环节表现薄弱的员工,提供专项技能培训。通过这种基于大数据的精准培训,提高员工的安全意识和操作技能,从人为因素方面提升煤矿掘进作业的安全性。

4 大数据技术在掘进安全管理中的效能评估

4.1 评估指标体系构建

构建科学全面的评估指标体系是准确衡量大数据技术在掘进安全管理中效能的基础。从安全事故预防维度看,事故发生率是关键指标,反映在引入大数据技术前后,煤矿掘进过程中各类安全事故发生的频率变化。隐患排查效率同样重要,衡量利用大数据工具发现安全隐患的速度与全面性,如单位时间内排查出隐患的数量及以往易忽略隐患的发现比例。在设备运行管理方面,设备故障率可评估大数据实时监测对设备状态把控效果,统计设备因故障停机时间占总运行时间的比例。设备维修及时性指标,依据大数据预警后维修人员响应及修复设备的平均时长来衡量,体现大数据辅助设备维护的效能^[3]。人员管理指标不可忽视,员工违规操作次数通过大数据分析员工行为数据得出,反映员工操作规范性的改善情况。培训效果提升度则对比大数据应用前后员工安全知识考核成绩、实际操作技能提升程度,评估基于大数据制定培训方案的有效性。环境安全保障上,作业环境达标率统计如瓦斯、粉尘、温度等环境参数符合安全标准的时间占比,体现大数据助力环境监测与调控的成果。

4.2 评估方法

层次分析法(AHP)适用于确定各评估指标权重。将评估目标(大数据技术在掘进安全管理中的效能)分解为不同层次,如上述安全事故预防、设备运行管理等准则层,以及各准则下具体指标的指标层。通过专家打分等方式,构造判断矩阵,计算各指标相对重要性权重,明确各指标在整体评估中的地位。模糊综合评价法用于综合评估,将各指标评估结果划分为不同模糊等级,如很好、较好、一般、较差、很差。依据指标权重,对不同等级隶属度进行加权计算,得到一个综合模糊评价结果,全面反映大数据技术在多方面的综合效能。例如对设备故障率这一指标,若故障率显著降低,其在“很好”等级的隶属度高;若降低不明显,则在“一般”等级隶属度较高,通过综合各指标隶属度得出整体效能评价。还可结合前后对比法,对比大数据技术应用前后各评估指标数据。

4.3 评估结果分析

若评估结果显示事故发生率显著降低,结合隐患排查效率大幅提升,表明大数据技术在事故预防方面成效显著,能有效提前发现并消除隐患。设备故障率降低、维修及时性提高,说明大数据实时监测与预警助力设备稳定运行,减少故障时间。员工违规操作次数减少、培训效果提升度良好,体现大数据辅助人员管理与培训的

积极作用。作业环境达标率上升,意味着大数据在环境安全保障上发挥重要作用。但如果部分指标结果不佳,如设备维修及时性虽有改善但仍未达理想状态,需深入分析原因。可能是维修流程繁琐,虽有大数据预警但维修资源调配不及时;或者是大数据预警准确性有待提高,误报导致维修资源浪费。针对人员培训效果提升度不足,也许是培训内容与实际工作结合不紧密,尽管依据大数据分析制定方案,但未充分考虑员工实际操作场景。通过对评估结果深入剖析,可为进一步优化大数据技术应用、改进安全管理流程提供方向,持续提升掘进安全管理效能。

5 大数据技术在掘进安全管理对策

5.1 加强技术研发

大数据技术在掘进安全管理中的深度应用,离不开持续的技术创新与研发。一方面,要提升数据采集的精准性与全面性。研发更先进的传感器设备,使其能够在复杂的煤矿井下环境中稳定工作,精确采集各类与安全相关的数据,如更精准的瓦斯浓度传感器,可将测量误差控制在更小范围,为安全决策提供可靠数据基础。拓展数据采集的广度,不仅关注设备运行、环境参数等常规数据,还深入挖掘地质构造动态变化、人员生理状态等潜在影响安全的数据,形成全方位的数据采集体系。另一方面,强化数据分析算法的优化。利用机器学习、深度学习等前沿技术,开发更高效、智能的数据分析模型。这些模型能够快速处理海量数据,准确识别数据中的异常模式和潜在风险,提高事故隐患预测的准确率和及时性。

5.2 完善管理制度

健全的管理制度是大数据技术有效应用于掘进安全管理的保障。首先,建立数据安全管理制度。煤矿掘进数据涉及生产安全、商业机密等重要信息,必须加强数据存储、传输和使用过程中的安全防护。制定严格的数据访问权限规则,只有经过授权的人员才能访问特定数据,防止数据泄露和滥用。采用加密技术对敏感数据进行加密处理,确保数据在传输和存储过程中的安全性^[4]。其次,完善安全责任制度。明确各部门、各岗位在大数据驱动的掘进安全管理中的职责。从数据采集人员到安全管理人员,每个人都清楚自己在数据收集、分析、应

用及安全事故应对中的任务和责任。

5.3 推动产学研合作

产学研合作是加速大数据技术在掘进安全管理领域创新与应用的重要途径。高校和科研机构拥有先进的理论知识和科研资源,能够开展大数据技术在煤矿安全领域的基础研究,探索新的技术方法和应用模式。企业则具有丰富的实践经验和实际需求,能够为科研提供真实的应用场景和数据支持。通过建立产学研合作联盟,高校和科研机构可以与煤矿企业共同开展项目研究。例如,针对煤矿掘进中瓦斯监测与预警难题,合作研发基于大数据的智能瓦斯监测系统。科研人员在实验室进行理论研究和技术开发,企业则在实际矿井中进行系统测试和优化,双方紧密合作,将科研成果快速转化为实际生产力^[5]。产学研合作还可以促进人才培养,高校为企业定向培养既懂大数据技术又熟悉煤矿安全管理的复合型人才,满足企业对专业人才的需求,进一步推动大数据技术在掘进安全管理中的广泛应用。

结束语

大数据技术为煤矿生产掘进安全管理带来了前所未有的机遇与变革。通过本文研究可知,其在实时监测预警、隐患识别、工艺优化及人员管理等方面成效显著,且通过科学评估能明确其应用效能。仍需持续加强技术研发、完善管理制度、推动产学研合作。未来,随着技术不断进步与管理持续优化,大数据技术必将在煤矿掘进安全管理中发挥更大作用,助力煤矿行业实现更高水平的安全与智能化发展。

参考文献

- [1]郭强.大数据技术在煤矿安全生产运营管理中的应用探索[J].化工管理,2020(17):105-106.
- [2]田臣,覃杰,王强等.煤矿智能掘进装备发展现状与关键技术探讨[J].中国煤炭,2023,49(07):102-108. DOI:10.19880
- [3]岑文.复杂地质条件下的煤矿掘进支护技术应用[J].当代化工研究,2023(13):69-71.DOI:10.20087
- [4]杨明,全星苑,刘毛毛等.煤矿掘进工作面不同声源位置下声场分布[J].科学技术与工程,2023,23(19):8449-8456.
- [5]宋东峰.大数据技术在煤矿安全生产运营管理中的应用[J].低碳世界,2019,9(08):129-130.