

煤矿智能安全管控系统研究与应用

赵晨

平顶山天安煤业股份有限公司十一矿

摘要：矿产资源的开发利用，在推动国民经济稳步增长方面发挥着举足轻重的作用。据统计，目前中国国内矿井建设的总占地面积已达到188.7万公顷。在煤矿生产过程中，安全生产始终被置于首要位置，其中，监测监控系统扮演着至关重要的角色。煤矿生产不仅是推动经济发展的关键力量，更是直接关系到广大从业人员生命安全的重要事项。

关键词：煤矿；智能安全管控系统；研究与应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.11.110

一、煤矿智能安全管控系统概述

煤矿安全一直是煤炭行业关注的重点，传统的煤矿安全管控方法虽然在一定程度上保障了矿工的安全，但仍有待进一步提高。为此，煤矿智能安全管控系统应运而生，它结合现代信息技术、大数据分析、人工智能等先进手段，对传统煤矿安全管控进行了全面的升级。该系统以安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制为核心，通过集成各类传感器、监控设备和数据分析软件，实现对煤矿生产环境的实时监测和数据采集。这些数据经过大数据分析处理后，能够为煤矿管理者提供关于安全风险、隐患排查、事故预警等方面的全面信息。其次，在智能识别方面，系统能够自动识别生产环境中的异常情况和潜在风险，如瓦斯浓度超标、设备故障等。在评估环节，系统通过对比分析历史数据和实时数据，对安全风险进行动态评估，为管理者提供决策依据。在预警阶段，系统能够提前预测可能的事故风险，并向管理者发送预警信息。最后，在管控措施上，系统会根据评估结果和预警信息，自动或半自动地采取相应的管控措施，如启动应急预案、调整生产计划等，从而确保煤矿生产的安全稳定。

二、煤矿智能安全管控系统研究中存在的问题

1. 系统架构问题

在煤矿智能安全管控系统中，系统架构的设计直接影响到整个系统的运行效率和稳定性。当前，煤矿智能安全管控系统普遍采用分层架构设计，包括数据采集、传输、存储、处理和展示等层次。然而，在实际应用中，煤矿企业的生产环境复杂多变，如何根据实际情况调整和优化系统架构，以满足不同场景下的需求，仍是一个亟待解决的问题。

2. 运行逻辑问题

煤矿智能安全管控系统的运行逻辑涉及安全风险分级管控和隐患排查治理双重预防机制。在实际应用中，如何根据煤矿企业的具体状况，制定合理的安全风险分

级标准，以及如何有效整合各类安全数据，实现风险的动态评估和预测预警，是运行逻辑方面需要解决的关键问题。

三、煤矿智能安全管控系统应用的重要价值

1. 提高安全性

智能安全管控系统以其先进的监测技术和预警机制，实时监测煤矿内的瓦斯浓度、温度、压力等关键安全指标。当监测到异常情况时，系统会立即发出预警，为矿工提供宝贵的逃生时间。这一技术的应用，显著减少了因人为疏忽或错误判断导致的安全事故，极大地提高了煤矿的安全性，降低了事故发生的概率，为矿工的生命财产安全筑起了一道坚实的屏障。

2. 提高生产效率

智能安全管控系统不仅能够对煤矿生产过程进行全面监控，还能够根据实时数据和预测分析，智能调度设备和人力资源。通过实时监测设备状态，系统能够预测设备可能出现的故障，并提前进行维修，避免了因设备故障导致的停产和损失。同时，系统还能够根据生产需求和工人的能力进行合理的人力资源调度，确保生产流程的高效运转，从而提高了生产效率。

3. 促进可持续发展

在环保日益成为全球关注焦点的今天，智能安全管控系统也积极承担起促进煤矿可持续发展的使命。系统通过对煤矿排放物的实时监控和数据分析，为煤矿提供了针对性的治理方案，有效减少了对环境的污染和影响。这一技术的应用，不仅有助于煤矿实现绿色生产，更对于保护生态环境、推动可持续发展具有重要意义。

4. 提升管理效率

传统的煤矿管理往往依赖于人工巡查和手动操作，工作量大且效率低下。而智能安全管控系统的应用，使得煤矿管理实现了自动化和智能化的双重提升。系统能够自动收集和分析数据，为管理者提供决策支持，大大减轻了矿工的工作负担。同时，系统的智能化管理也使

得管理流程更加规范、高效，显著提高了管理效率。

四、煤矿智能安全管控系统的应用策略

1. 矿井环境监测与控制

煤矿智能安全管控系统在矿井环境监测与控制方面具有显著优势。通过部署各类传感器和监测设备，实时采集矿井内的温度、湿度、通风、瓦斯浓度等关键参数，实现对矿井环境的全方位监测。一旦监测到异常数据，系统将自动触发预警，提示相关人员采取措施，有效防止事故的发生。在矿井水文监测方面，该系统也能发挥重要作用。通过安装水位、水质等传感器，实时监测矿井水位变化和水质状况，预防矿井水灾的发生。一旦发现水位异常，系统将立即发出预警信号，提醒相关人员及时采取排水措施，确保矿井安全。

2. 安全风险防控与隐患排查

煤矿智能安全管控系统通过构建安全风险防控体系，实现对煤矿生产过程中潜在风险的动态评估、预测预警。通过对安全风险的提前识别和预防，有效降低事故发生的概率。同时，系统还具备隐患排查功能，对矿井内的安全隐患进行定期排查，确保煤矿生产的安全稳定。首先，在安全风险防控方面，人工智能助手可以对煤矿生产数据进行实时监测和分析，从而发现潜在的风险因素。通过大数据分析和机器学习算法，系统可以对风险发生的可能性进行动态评估，并为决策者提供有针对性的预防措施。其次，在隐患排查方面，人工智能技术同样发挥着重要作用。借助无人机、机器人等设备，可以实现对矿井内环境的实时监测，及时发现安全隐患。同时，人工智能助手还可以对隐患排查数据进行智能分析，自动识别异常情况，提高隐患排查的效率和准确性。通过对隐患的快速识别和处理，有助于确保煤矿生产的稳定和安全。此外，为了进一步加强安全风险防控与隐患排查工作，人工智能助手还可以实现与其他系统的集成，如矿井通风系统、排水系统等。通过数据交换和共享，实现各系统间的协同作战，提高矿井安全管理水平。

3. 智能调度管理

煤矿生产作为一个庞大而复杂的系统，不仅牵涉采煤、运输和处理等环节，还涉及人员调度、设备管理等多个方面。在这样一个错综复杂的生产网络中，人工智能技术可以进一步发挥作用，通过深度学习算法更细致地对员工工作情况、设备运行状况及生产计划等多方面数据进行分析和建模，全面理解和把握煤矿生产的动态变化。这包括预测员工工作量的需求、设备可能出现的故障，以及生产计划可能的变化等。在智能化员工调度方面，人工智能系统可以根据预测模型的结果，实现

更合理和高效的人员分配。这不仅能确保煤矿生产各环节的协同运作，还能避免人员负担，减少等待时间。同时，对设备管理的智能化应用也可以通过发现潜在问题及时采取维护措施，延长设备的使用寿命，降低维修成本，提高煤矿生产的整体效率。

4. 数据传输介质

在设计煤矿监测监控系统的互联网方案时，首要考虑的是传输方法的选择，因为不同的传输方法决定了所使用的通讯软件与终端设备的差异。以下是常用的数据传输介质及其适用场景：首先，普通调制解调器搭配电话线是一种常见的传输方式。这种方式主要适用于生产效益较低的煤矿，因为它具有较低的投资成本和相对低廉的固定电话费用。大多数煤矿都配备了固定电话，只需添加普通调制解调器即可实现数据传输。虽然这种方式所使用的通讯软件简单，但传输效率较低，且在实际应用中可能出现掉线情况。其次，光纤作为一种数据传输介质，具有实时性强、动态在线、传输速度快、损耗低和安全保密性高等特点。在开发通信软件时，光纤的使用也相对简单，无需额外支付运行费用。然而，光纤的建设成本较高，需要投入大量时间和资源。因此，光纤更适合用于生产效益较高的大型煤矿，以满足视频监控等需求。最后，ADSL搭配电话线也是一种常用的数据传输方式。这种方式具有较高的传输速率和效率，煤矿在硬件投资方面的花费相对较低。只需在电信局申请ADSL服务，即可实现数据传输。虽然需要支付额外的运行费用，但费用在可接受范围内。此外，该传输方式所使用的通讯软件简单，添加路由器后可确保网络稳定性，减少掉线问题。因此，ADSL适合已开通ADSL服务的小型或中型煤矿使用。在设计煤矿监测监控系统的互联网方案时，需根据煤矿的生产效益、通信需求和投资预算等因素，选择合适的数据传输介质和通讯软件。这将有助于确保煤矿监测监控系统的稳定性和可靠性，提高煤矿的生产效率和安全性。

5. 监控及自动化网络系统安全

在构建安全防护体系时，我们采取了硬件网络防火墙与应用网关相结合的方式。防火墙作为最常见的安全策略，主要负责保护网络的第一层至第三层免受攻击。然而，为了弥补防火墙的不足，我们引入了应用网关。应用网关能够进一步强化网络第四层至第七层的安全控制，并实施访问用户的身份认证等应用层安全策略。因此，这种组合方案不仅全面，而且便于管理和维护。在软件层面，我们配置了网络防病毒系统，旨在全网范围内实施病毒监控和清除工作。该系统的目标是控制病毒疫情的扩散，精确追踪病毒行踪，以及合理部署应对策

略。此外，该系统还负责管理并修复由病毒造成的各种损失。为了构建一个全面而高效的安全体系，我们设计了安全防护、检测与恢复三大机制。防护机制旨在针对系统面临的各种安全威胁，采取相应的防护措施，从而有效避免非法攻击。检测机制则负责监控系统的运行状态，及时发现并制止任何对系统的攻击行为。最后，恢复机制在防护机制失效时启动应急处理流程，力求在最短时间内恢复系统，降低潜在的破坏程度。

6. 传感器技术与数据采集

传感器能够实时感知煤矿中的各种环境参数，如温度、湿度、氧气浓度、有害气体浓度等。传感器的类型多样，包括温度传感器、湿度传感器、气体传感器等。这些传感器通过精确测量和采集数据，并将数据传输给监测系统。数据采集是将传感器获取到的原始数据进行有效的存储和传输的过程。传统的数据采集方式常常依靠采集板和模拟信号处理器，但这种方式通常需要较长的数据线路和复杂的布线方式。而现在，随着无线传感器网络技术的发展，煤矿安全监测系统的数据采集更加便捷和灵活。无线传感器网络能够实现实时的数据采集和传输，将数据直接发送到监测系统，避免了布线难题和数据传输的延迟。

7. 智能算法与模型建立

智能算法在煤矿安全监测中的应用主要包括智能优化算法和故障诊断算法。智能优化算法用于优化监测系统的性能和效能，提高预警准确性和实时性。常用的智能优化算法包括遗传算法、粒子群算法、模拟退火算法等。这些算法能够根据实际情况和需求，自主搜索最佳解，以实现系统的最优性能。故障诊断算法则用于通过监测数据分析和模式匹配，判断可能存在的故障和隐患。故障诊断算法可以根据不同的故障模式和特征，建立相应的故障模型和诊断规则。一旦监测到异常情况，系统就会通过比对诊断规则，判断具体的故障类型，并发送相应的警报和处理建议。

8. 实现矿井融合分级预警

通过运用复合灾害风险智能评估技术，将各相关子系统数据融合处理，打破单灾害子系统壁垒，实现矿井灾害风险的全域感知。系统融合多灾种预警指标体系，获取各灾害子系统实时监测数据，依据灾害融合分级预警模型进行动态计算分析并生成预警结果。煤矿通风瓦斯融合预警模型通过分析安全监控系统的瓦斯、一氧化碳、温度等监测数据和通风系统的风速、风向等数据，采用致因分析与统计分析相结合的方法实现工作面瓦斯超限、瓦斯爆炸等灾害风险的融合分级预警；煤矿瓦斯火灾融合预警模型全面采集分析工作面瓦斯、通风、氧

气、火源等监测数据，结合传感器在巷道空间分布关系，采用特征级数据融合方法，以火灾三类危险源理论为指导，结合主要电机设备状态监测、采掘作业进度及煤流运输速度、现场视频监控、人员违章等监控监测数据，实现工作面火灾的全要素监测分析、多因素融合超前分级预警。系统通过建立单灾种预警模型和各类融合预警模型实现了单一灾害、复合灾害和全矿井综合灾害风险评估，对瓦斯、水害、火灾、顶板、粉尘等监测监控系统实时数据进行多维分析，并根据风险评估结果，利用多风险综合预警模型，对煤矿进行整体风险综合评估，实现全矿的风险评分和风险等级评价。矿井融合分级预警功能界面。系统对预警信息的集中管理和统计分析后，对信息划分种类和等级，结合报警级别和安全管理人员的职责权限进行报警信息的分类分级推送，进而形成安全管控闭环管理。

五、结束语

煤矿是我国能源工业的重要组成部分，但由于其特殊的工作环境和危险性质，矿山安全一直是一个备受关注的问题。近年来，随着信息技术的不断发展，智能化监控系统在煤矿安全管理中的应用逐渐受到重视。这一系统不仅可以实时监测矿山内部的安全情况，还能够预警和预防事故的发生，从而有效提高了矿山的生产效率和员工安全。

参考文献

- [1]张倩,王翀,杨泽等.煤矿智能安全管控系统研究与应用[J].中国煤炭,2023,49(12):78-84.
- [2]王兵,田旭东,路呈昊等.基于大数据分析的煤矿供电系统安全智能管控平台设计[J].科技创新与应用,2023,13(16):23-26.
- [3]高山,蒋书青,李雷.煤矿智能安全管控大数据平台研究与应用[J].煤炭技术,2023,42(03):276-280.
- [4]李爽,贺超,鹿乘等.煤矿智能双重预防机制与智能安全管控平台研究[J].煤炭科学技术,2023,51(01):464-473.
- [5]金佳.可可盖煤矿智能安全生产管控系统设计研究[J].内蒙古煤炭经济,2022,(23):104-106.
- [6]栗俊珉,陈博.一种矿用水仓智能安全管控系统的研发及应用[J].矿山机械,2022,50(08):75-76.
- [7]杨玉平.煤矿安全风险智能预警管控系统的研究[D].齐鲁工业大学,2022.
- [8]杭成宝,孙那斌,孙建荣.基于平行理论智能化煤矿平行安全非技术问题研究[J].煤矿安全,2022,53(02):241-245.