

5G 技术在煤矿智能化中的应用研究

夏永兵¹ 刘申² 任炜²

1 国能榆林能源有限责任公司, 陕西榆林, 719000;

2 南京业恒达智能系统有限公司, 江苏南京, 210000;

摘要: 随着科技的飞速进步, 尤其是信息与通信技术的持续发展, 5G 技术已逐步成为推动各行业数字化转型的关键动力。近些年, 5G 技术在煤矿生产中得到了越来越广泛的应用, 其有助于智能煤矿的建设, 为煤矿生产提供了通信技术。为了进一步发挥 5G 技术在煤矿智能化中的应用价值, 文章分析了煤矿 5G 智能化建设的框架, 探讨了煤矿 5G 智能化建设的层次要素, 研究了 5G 技术的多场景应用措施。

关键词: 煤矿智能化; 5G 技术; 应用措施

DOI: 10.69979/3029-2727.26.02.050

引言

煤矿行业作为我国能源供应的重点领域, 在生产效率与安全保障两方面均面临巨大压力。运用先进的 5G 技术对煤矿进行智能化改造升级, 已成为该产业发展的必然趋势。5G 网络具备高速率、低延迟、连接设备多等优势, 能为煤矿自动化、数字化、智能化建设提供有力支撑。在当前能源转型与智能矿业发展的大背景下, 深入探究 5G 技术在煤矿智能化发展中的应用, 可以为推动矿山安全管理优化、提升生产效率、降低环境影响等方面提供思路。

1 煤矿 5G 智能化建设的框架

煤矿智能化建设是煤矿现代化生产的重要基础, 主要由技术基础、结构设计、管理机制等关键要素构成。首先, 技术基础的核心是 5G 通信网络的布局与优化。煤矿作业环境复杂, 传统的通信技术难以满足数据传输的实时性与高效性。将 5G 基站部署于关键区域并通过优化网络结构, 可以增强网络结构的连通性与稳定性, 确保各类智能设备可顺畅通讯。其次, 在结构设计方面, 合理地规划设计系统架构能够满足煤矿生产中各个层次、生产环节的智能化建设需求。比如通过综合应用智能传感系统、远程控制系统、数据分析系统可以全面提高煤矿智能化水平, 实现综合监测并实时反馈地面和地下作业情况的目的, 达到提高煤矿生产效率和安全性目的, 如图 1 所示。最后, 完善的管理机制是煤矿企业落实智能化发展措施的保障。煤矿企业应当结合自身情况建设完善的管理体系, 加大人员培训力度, 提高企业

内部智能化管理水平。同时, 企业还可以设置配套的监督和评估机制, 从而推动企业在 5G 技术支持下朝着智能化方向进一步改造升级。

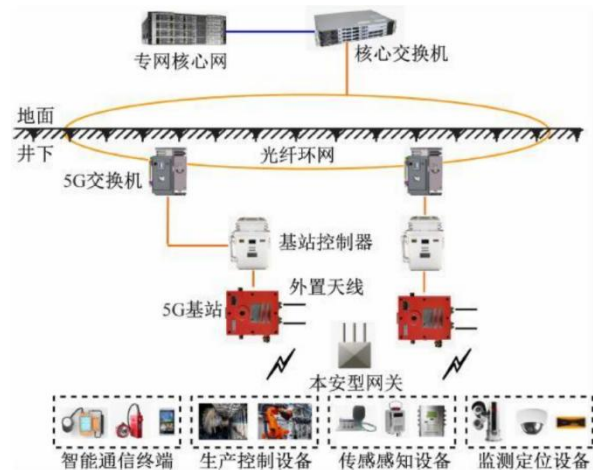


图 1 通信系统架构

2 煤矿 5G 智能化建设的层次要素

2.1 数据层

数据层在煤矿 5G 智能化建设中发挥着举足轻重的作用, 其承担着信息采集、储存、分析和传输的主要功能。一是煤矿生产中的传感器、无线设备及监控系统都将实时采集到各种各样的数据, 其中包括矿井的环境监测、设备的运行状况及人员的安全情况。系统可以实时获取并处理这些信息, 为后续决策支持奠定基础, 也可作为安全监控和事故预警奠定良好基础。二是数据层需要具备高效的数据存储与处理功能, 从而应对海量数据带来的挑战。以云计算与边缘计算技术为基础, 能够实现数据动态管理与快速处理, 保证在复杂矿井环境中高效

通信。另外,运用大数据分析技术还能深入挖掘所收集的数据,发现可能存在的异常,从而为管理层做出科学决策提供依据。三是对数据层进行设计,在满足实时性与高效性的同时,还需注意数据的安全性与隐私保护问题。通过构建良好的安全机制来保证数据传输过程的机密性与完整性,进而促进煤矿智能化的顺利推进。

2.2 网络层

5G技术对于煤矿网络层建设有着深远的影响,其直接关系着各类智能设备能否顺利、安全、高效地完成数据通信和交换。一方面,在网络层设计中,技术人员要对煤矿生产中的各类因素进行深入分析和评估,比如要明确矿井的温度、湿度、深度等,从而合理进行软硬件设施的布置,提高信号传输的稳定性。技术人员在明确矿区条件后,可以应用毫米波与Sub-6GHz频段等技术,保证通信网络能够覆盖整个矿区,避免出现死角。另一方面,数据传输效率对网络层的响应时间、煤矿整体工作效率有着重要影响,技术人员可以针对不同的应用场景采取选择不同的网络服务模式,比如在安防监控、设备控制等方面可以采取网络切片技术,在保证服务质量的同时实现资源利用率的提升。又如,技术人员为了提高数据传输的高效性,提高数据处理效率,降低延迟问题,可以应用边缘计算技术,保证管理者一旦发现突发情况可以第一时间采取应对措施。

2.3 应用层

应用层要根据不同业务需求开发对应的应用接口,以方便第三方应用开发者二次开发和定制。这一灵活性能够在瞬息万变的市场环境下全面满足人们个性化与多样化需求,促进煤矿智能化技术持续创新发展。同时,在应用层设计中需注重用户体验设计,保证操作界面友好、简易,使作业人员能够很快上手以提高工作效率与安全水平。另外,将人工智能与大数据分析技术相结合,应用层能够对矿井管理决策进行更准确的数据支撑,便于合理地分配资源,优化利用。

3 5G技术在煤矿智能化建设中的多场景应用

3.1 5G技术在智能采煤中的应用

一方面,5G技术是采煤机远程控制技术应用的基础,该技术有助于提高采煤机作业的安全水平和自动化水平。在传统的采煤机采煤过程中,往往需要技术人员在

采煤现场分析环境情况,并且合理进行采煤机的调整控制,这会增加作业人员的安全风险,降低采煤效率,同时容易引发人为因素造成的事故。相比之下,5G技术凭借着可靠性高、低延迟的特点可以快速确定环境情况并动态调整采煤机各项参数,提高采煤效率,保护矿工安全。具体来讲,5G技术可以应用于地面监测与操控、智能化作业等方面。地面安全指挥中心的操作人员可以在5G网络的支持下实时监测采煤机的运行状态,其无需进入危险的地下环境,可以通过显示屏直观地查看采煤机作业情况,并且通过监测系统掌握所有关键参数,比如设备运行参数、井下环境参数等。操作人员还可以借助5G技术高速传输和实时反馈功能进行采煤机的远程控制,及时调整采煤过程。此外,技术人员还可以将人工智能技术、机器学习等技术和远程控制系统结合,借助这些先进的技术对采煤机的运行数据进行深入分析、挖掘和自动识别,一旦发现问题及时发出报警。智能控制系统还可以按照预定的方案进行自动调整,保证采煤机高度适应井下地质条件,实现采煤效率的提升。

另一方面,5G技术为液压支架自动跟机移架提供了有力支持。传统液压支架移架作业一般都是依靠人工进行,不但作业强度高,而且在复杂作业环境下易发生差错,加大安全风险。在5G技术的支持下,液压支架自动跟机移架能够实现智能化控制,大大简化作业流程。具体来讲,5G网络低延迟、高可靠性是液压支架自动跟机移架的基本支撑,支架上的传感器可以实时收集周围环境的数据,包括煤层的高度、支架的状态等信息,然后通过5G网络将这些数据实时传输到中央控制系统,从而实现对支架的实时监控和调度。该实时数据处理能力保证支架动态调整,能快速对不同地质和作业条件做出反应,使作业精度和安全性最大化。此外,利用智能算法可以对支架自动移架工艺进行优化。该系统通过及时收集到的数据分析可以计算出移架的最佳路径及速度,从而避免人为因素导致的操作错误。当出现突发状况,该系统能够自动执行安全停机或调节,保障了操作人员安全。

3.2 5G技术在智能掘进中的应用

在掘进机智能化作业方面,技术人员可在智能化掘进机中应用先进的传感器及控制系统,从而对作业状态及环境条件进行实时监测。该系统以5G网络为支撑,

可以快速地将上述数据传输至控制中心,使操作人员实时监测掘进过程并做出调度。数据实时反馈技术既可以增强操作的响应速度,又可以保证在掘进机发生意外时快速启动应急预案以确保操作人员安全。同时,智能掘进机还可以采用人工智能与机器学习算法相结合的措施,通过对所收集数据的分析与处理,使装置能够独立地判断出最优作业路径。例如,掘进机通过实时分析地质情况,及时调节掘进角度与速度,从而满足各种作业环境的要求。该技术的灵活应用可以显著提高掘进效率、缩短停机时间、降低物料损耗。

在巷道支护智能化控制方面,技术人员可以在智能化巷道支护系统中安装有各种传感器,主要有应力传感器、位移传感器及环境监测传感器,从而实时采集支护体状态及周边环境变化情况。5G网络能够迅速地将这些数据传送到中央控制系统中,确保操作人员能够及时获得有关信息。智能化控制系统采用人工智能算法分析传感器数据,能够第一时间分析支护结构健康状态并作出相应调整。例如,当系统检测到支撑结构承受了过大的压力或出现位移,可以自动调整支撑力量或发出警告,提醒操作员采取必要的应对措施。该反应机制大大提高了巷道的安全性,可以减少支护失败造成的事故风险。

3.3 5G 技术在智能运输中的应用

在带式输送机智能控制方面,传统煤矿运输中带式输送机经常会遇到信号延迟、通讯不畅,造成对设备运行监测调度不准确。5G技术的推出,凭借高带宽、低延迟等特性,使带式输送机在运行管理上更智慧、更有效率。在应用5G技术中,技术人员首先要做好带式输送机速度、负荷、磨损等关键参数的监测,借助5G网络及时将监测的数据传输到中央控制平台上,从而掌握运输机的运行状态并适当调整。例如,当系统显示运输机的荷载过大时,要通过系统对其运输速度进行调整,避免超载引发运输设备故障。此外,在5G技术的支持下,带式输送机还可以和生产中的其他设备共享信息,实现协同作业,从而达到优化采煤作业的效果。比如带式输送机和掘进机协同作业,在掘进机完成采煤后,输送机及时将煤炭送出,避免设备空运转或者等待时间过程。该方式可以有效提高设备的使用效率,实现煤矿生

产经济效益的提升。

在井下无人驾驶车辆方面,无人驾驶车辆可以借助5G网络高速度、低延迟的特点实现数据传输与环境感知。无人驾驶车辆安装有多种传感器及摄像头,可以对周围的环境及自身的状态进行实时监控。该数据既可以用于对当前作业路线及安全状况作出判断,又可以实时与中央控制系统通信,保证车辆在动态变化环境下作出快速反应。例如,在矿井中碰到障碍物或急转弯时,无人驾驶车辆可以立刻制动或调整运行方向,避免意外发生。井下无人驾驶车辆的智能化调度系统可以通过对历史数据与实时数据进行分析,优化运输路线与时间。在运输任务执行过程中,无人驾驶车辆能根据车辆到站要求及设备实时状态自动进行行驶策略更新,既减少运输时间又有效地降低运营成本。此外,无人驾驶车辆代替人工执行危险运输任务,显著降低工人安全风险。在井下复杂高危环境下,常规人工搬运易导致事故发生,无人驾驶车辆的使用使很多高风险操作能够被智能设备承载,有效地保障人力资源安全。

4 结语

总之,在5G技术快速发展的背景下,煤矿智能化建设面临着空前的机遇和挑战。5G技术在煤矿智能化进程中的有效运用为产业可持续发展带来了新动力。未来,随着技术的不断进步和应用场景的不断扩展,5G将在煤矿行业的智能化变革中发挥更为重要的作用,为建设安全、高效、绿色的现代矿业贡献力量。

参考文献

- [1]张洋,李晓东.基于5G技术的智能化煤矿建设研究[J].内蒙古煤炭经济,2025,(04):154-156.
- [2]冯卫国.5G技术在煤矿智能化中的应用[J].能源与节能,2025,(02):238-240+250.
- [3]杨代贵.5G技术在煤矿智能化建设的应用研究[J].当代化工研究,2025,(02):142-144.
- [4]汪洋.5G技术在煤矿智能化建设的应用探究[J].科技资讯,2025,23(01):18-20.
- [5]赵国志,于建辉,许艳云,等.5G技术在智能化煤矿中的应用[J].数字通信世界,2024,(09):160-162.