

文章编号:1671-251X(2023)S1-0004-03

5G 技术在煤矿智能化建设的应用

夏蒙健¹, 丁震²

(1. 国家能源集团乌海能源有限责任公司 利民煤矿, 内蒙古 乌海 016000;

2. 国家能源集团公司 煤炭与运输产业管理部, 北京 100013)

摘要:煤矿行业是我国重要的能源供给行业,是我国经济发展过程中不可或缺的重要构成,而煤炭开采是一项专业性强且风险因素高的工作,应用 5G 等新技术推进煤矿智能化建设已成为新时期煤矿行业实现长远稳健发展的重要途径。从煤矿智能化建设存在的问题出发,分析了煤矿智能化建设应用 5G 技术的必要性及可行性,从煤矿井下定位、虚拟交互、生产远程实时控制、远程协同运维、移动边缘计算、智能无轨辅助运输、井下安全巡检与防护等方面探讨了 5G 技术在煤矿智能化建设中的应用途径。

关键词:5G 技术; 井下定位; 虚拟交互; 远程协同运维; 智能无轨辅助运输

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Application of 5G technology in intelligent construction of coal mine

XIA Mengjian¹, DING Zhen²

(1. Limin Coal Mine, CHN Energy Wuhai Energy Co., Ltd., Wuhai 016000, China;

2. Coal and Transportation Industry Management Department, CHN Energy, Beijing 100013, China)

0 引言

随着科学技术的发展,煤矿建设日趋现代化,煤矿开采工艺越来越先进,管理举措也逐渐完善,在一定程度上提升了煤矿开采的安全性及开采效率。受作业环境特殊性的影响,煤矿行业在智能化建设过程中经常会出现数据同步传输不理想、远程实时监控不达标等问题,从而影响煤矿开采及管控等各项工作的有效推进。而 5G 技术带宽大、速率高、低时延,在煤矿智能化建设中具有很高的应用可行性及必要性,探索 5G 技术在煤矿智能化建设中的应用具有极高的现实意义。

1 煤矿智能化建设存在的问题

煤矿开采是一项复杂的系统性工程,风险系数高,一旦发生安全事故就会造成严重的社会影响,因此对开采过程操作及过程管控具有极高的要求。随着社会经济及科学技术的发展,煤矿生产设备越来越先进,煤矿企业管理制度也越来越完善,推进煤矿智能化建设已成为许多煤矿企业转型升级的重要切入点 and 突破口。煤矿智能化建设就是以先进的管理理念为指导,在煤矿系统中应用先进的科学技术及

设备进行煤矿生产自动化、智能化管理^[1]。由此可见,煤矿智能化建设的前提是管理理念要先进,要契合煤矿企业发展实际;煤矿系统设备要具备自动化水平,能够接受指令并精准执行;要有高水准的专业人才去操控智能化设备及系统;任何一项环节出现问题,都会影响煤矿智能化建设的有效推进。然而,不少煤矿企业因科技效益意识薄弱,没有结合新时期煤矿行业发展趋势做出科学的发展规划,没有引进相应的科技人才,致使煤矿企业整体生产意识相对滞后,优秀人才大量流失,许多先进的科技理念及智能化生产设备得不到高效的应用,煤矿智能化建设及转型陷入困局。

2 煤矿智能化建设应用 5G 技术的必要性

互联网通信技术是煤矿智能化建设的重要支持性技术,而受煤矿行业特殊性的影响,传统 4G 网络技术在煤矿智能化建设应用过程中呈现出诸多弊端,在煤矿智能化建设中应用稳定性更强、传播速率更高的 5G 技术具有极高的必要性。现阶段煤矿在开采时会使用 4G 技术控制挖掘机及采矿车辆,但 4G 技术在应用过程中经常出现通信延迟的问题,数据信息传导出现延误及偏差,从而影响对挖掘机及

采矿车辆的控制效果。而 5G 技术具有低时延,在此应用场景下可以保障通信的可靠性及稳定性,更好地安排和控制挖掘机、采矿车辆在矿山中的位置,进而提高整个煤矿开采速度及效率。在煤矿开采过程中通常需要使用传感器等设备收集信息并进行多机通信,而 4G 技术网速传播具有一定的局限性,会影响传感设备视频采集的清晰度及传输速度,使得视频信息辨识度较低,无法为操作人员远程操控工作的高效开展提供直观精准的依据。此外,4G 技术条件下网络热点容易断开,使得煤矿整体施工环境网络覆盖率得不到保障,从而影响相关机械设备的有效应用。5G 技术宽带更大,不容易被周围环境干扰,因此,覆盖面更广,更符合煤矿开采远程操控体系视觉应用需求,可显著提升煤矿开采过程中智能化设备控制的安全性。由此可见,在煤矿智能化建设中应用 5G 技术是当代煤矿行业实现长远发展的主要需求。

3 煤矿智能化建设应用 5G 技术的可行性

许多矿山采用的 4G 网络可通过宏基站、微基站等方式对网络及构架^[2]进行升级,以实现 5G 网络。其中宏基站主要用于传输功率高的煤矿项目,在较高的压力环境下显著提升网络发射功率及效率;微基站在传输功率较低的煤矿项目中应用优势更加显著,可有效降低资源消耗能耗。多数煤矿开采单位使用 5G 基站部署矿山网络以提高网络传输速度及吞吐量,进而更好地保障施工人员的人身安全。煤矿开采过程中难免会受到外界环境压力影响,如狭小的地下开采空间,5G 技术可通过创新网络选择方式有效应对不同的开采环境。如针对有限的地下开采空间,应优先选择有线光纤骨干+密集 5G 微基站混合模式,并加强对传输过程中的监督,这样就可以更好地控制信号频率,从而提高网络传输、网络隔离及数据安全保障的科学性与合理性。

4 5G 技术在煤矿智能化建设中的应用途径

4.1 煤矿井下定位

精准定位煤矿井下基础设备是 5G 技术在煤矿智能化建设中的重要应用,在很大程度上弥补了传统超宽带传输技术、蓝牙技术定位精度不高、精准定位范围较窄等问题。在煤矿井下定位中应用 5G 技术主要依靠网络切片等技术构建完善的通信系统,再结合煤矿智能化建设物理空间网络特点及划分需求分割虚拟空间结构,合理分配宽带数据及传输结构,可实现大范围网络的精准覆盖,并对虚拟空间结构及性能进行同步优化^[3]。由此可见,这种模式下

各类数据信息采集更加全面,信息传输更加及时,更能满足煤矿智能化管控需求,从而更好地应对不同的网络场景。此外,5G 技术在应用过程中信息传输延迟率低,可基于此开发精准定位煤矿开采线路及开采车辆的网络定位及应用服务模块,对煤矿开采机械设备实施持续性远程监控。这样不仅可以实现煤矿井下精准定位,还能为煤矿开采后续部署提供实时数据支持。

4.2 虚拟交互

人机互动是煤矿智能化建设的重要构成,在煤矿智能化建设中应用 5G 技术进行三维建模,可虚拟呈现现实技术的应用效果,通过云端实时渲染等处理方式提高人机互动的可视化水平,从而显著提升人机互动质量。同时,科学应用虚拟交互技术可提高信息传输的精准性与及时性,进而为操作人员精准操控与管控机械设备提供便利。

4.3 生产远程实时控制

传统煤矿生产远程控制主要通过路由器及传感器等设备在互联网协议的作用下得到实现,但传统煤矿生产远程控制会受到数据传输效率低及延迟性影响,使得远程操控应用存在很强的局限性,且控制精度也不理想。在煤矿智能化建设中结合煤矿生产管控的具体要求,依托 5G 技术去构建矿井生产实时远程监控控制系统,充分应用 5G 技术低时延、大宽带、高速率等优势开发智能化开采控制模块,结合矿井空间结构及整体工作面作业要求实时开展远程监控。通过精细化、动态化生产监控提高远程控制质量,进而更好地保障煤矿开采质量及开采安全。

4.4 远程协同运维

随着煤矿智能化建设及发展,所采用的生产机械设备越来越先进,而装备系统越先进,结构通常越复杂,运营维护管理要求越高。煤矿井下环境比较特殊,空间小且会随着持续深入而持续缩小,不仅会增加煤矿开采的难度,还加剧了煤矿开采设备养护的复杂性。通过在煤矿智能化建设中应用 5G 技术发展矿井远程协同运维技术,预先开展矿井设备智能化设置,可依托远程专家系统对装备系统定期实施维修养护,从而更好地保障设备运行的稳定性。还可依托 5G 技术连接智能化设备实时传输通信系统收集的矿井空间场地数据、音频、视频等信息,通过虚拟现实技术模拟矿井设备维护、管理操作,有助于提高设备运维管理方案的有效性。此外,通过人工控制机械设备开展井下设备维护与管理,还可减少设备运维所需的人工成本,提高井下设备运维的安全性。

4.5 移动边缘计算

在移动边缘计算中应用 5G 技术,有助于延展

物联网的应用情景,拓宽移动边缘计算应用的范畴及应用体验。移动边缘计算模式下,终端用户可结合网络业务需求自主下层处理移动节点,从而大幅缩短网络传输时延,提高整体 IT 服务体验^[4]。在煤矿智能化建设中应用 5G 技术,可结合矿井具体场景及智能化管控需求设计移动边缘计算方案,构建煤矿智能化框架,挑选并研发云边协同等相关技术,从而显著提升生产远程控制及云边协同处理水平。在 5G 技术的支持下,操作人员在设置移动边缘计算节点时可全面覆盖网络设备、自动化掘进机等各项终端设备,使用边缘计算感知并收集多台设备运行环境及参数,依托人工智能算法等方案进行信息整理,通过 5G 技术传导信息,从而实行对各项终端设备生产的远程控制。此外,依托 5G 技术可保障煤矿智能化系统网络运行的稳定性,降低信息传输的时延性,并深入优化智能算法,提高云端各项数据信息采集及分析效率,在提升单台设备智能化水平的同时提高对紧急事件的处置效率^[5]。

4.6 煤矿智能无轨辅助运输

煤矿运输是煤矿开采中的重要环节,在煤矿智能化建设中应用 5G 技术,开发 5G 通信基站,深度延展煤矿井下定位、生产远程自动化控制及边缘计算等技术,有助于打造适用于煤矿开采环境的无人驾驶关键技术,完善煤矿智能无轨辅助运输系统^[6]。通过配置域控制器设备、组合导航装备及低时延高敏捷自控性能的智能无人驾驶防爆车辆等,设置智能化工作模块,赋予终端设备环境感知、自动避让等能力,使这些机械设备按照预定程序自动化完成煤矿井下物料装卸、运输等工作。同时还可依托 5G 技术及物联网通信技术在煤矿智能化建设调度管理软件平台上配套设置物联网传感器及通信设备,构建无轨辅助车辆远距离数据通信基站,有助于提升无轨辅助车辆远距离信息识别与管理能力,进而提高对煤矿井下环境的适应能力。将煤矿井下车辆运行数据通过煤矿智能化建设中心的广域网终端传输至云端,进而为煤矿井下车辆物联网通信水平的提高提供大数据支持。由此可见,应用 5G 技术完善煤矿智能无轨辅助运输系统建设,有助于提高煤矿井下物料装载、运输等自动化水平,降低井下物料运输对员工的依赖,实现调度系统智能化、运输装备自动化、物料运输无人化,在提高井下物料运输效率及运输安全性的同时有效降低煤矿开采物料运输成本。

4.7 井下安全巡检与防护

井下安全巡检及防护是煤矿经验中必须要予以高度重视的工作环节,也是影响煤矿企业经济效益的重要因素。因此,在开展煤矿智能化建设时务必

要充分应用 5G 技术优化井下安全巡检及防护工作水平,以确保各项设备正常运转,降低煤矿开采过程中的风险隐患,提高井下施工的安全性,从而更好地保障员工的生命安全及企业的经济效益。受传统发展模式的影响,许多煤矿企业在井下安全巡检与防护过程中仍采用电话、电流数据推送等传统的管理方式,信息传达不仅效率低,容易丢包,而且还存在很大的误差,无法精准掌握井下作业实际情况,无法为煤矿智能化建设整体布局及规划的开展提供客观、全面的依据。将 5G 技术应用于煤矿智能化建设中,通过在煤矿井下广泛排布 5G 网络及智能化设备,可提高井下定位的精准度,并对井下实施持续性监测。充分应用 5G 技术的低时延、高速率等优势,及时高效地在 5G 网络范围内完成数据交换,及时比对相关信息,进而更好地掌握井下全局动态情况。此外,在 5G 技术的加持下,操作人员可实时定位智能终端设备,在部门、员工及设备之间及时交互共享数据,并通过生产调度中心传输至相关部门及岗位,提高数据校对及识别效率,进而有效延展井下安全作业及防护相关数据的互动及甄别范围^[7],提高井下安全检查及巡防的深度,增强井下安全防护能力。

5 结语

推进煤矿智能化建设是新时期煤矿行业实现长远稳健发展的必然要求,煤矿企业应正确认识 5G 技术在煤矿智能化建设中的应用的必要性与可行性,加大对煤矿开采及技术应用要点的分析,从煤矿井下定位、虚拟交互、生产远程实时控制、远程协同运维、移动边缘计算、智能无轨辅助运输、井下安全巡检与防护等方面探索 5G 技术有效应用途径。

参考文献:

- [1] 顾义东. 5G 技术在煤矿掘进工作面运输系统中的应用[J]. 工矿自动化, 2022, 48(6): 64-68.
- [2] 田志英. 煤矿信息智能化网络技术在 5G 场景下的应用[J]. 矿业装备, 2022(3): 42-43.
- [3] 李敏, 张龙. 试析 5G 技术在煤矿智能化中的应用[J]. 电子测试, 2022, 36(10): 77-79.
- [4] 雷金龙. 5G 移动通信在煤矿场景中的网络构建研究[J]. 西部探矿工程, 2022, 34(5): 178-180.
- [5] 胡亚辉, 赵国瑞, 吴群英. 面向煤矿智能化的 5G 关键技术研究[J]. 煤炭科学技术, 2022, 50(2): 223-230.
- [6] 李胜军, 余北建, 李士雷, 等. 5G“驱动”煤矿智能化建设探索[J]. 煤炭科学技术, 2021, 49(增刊 1): 16-20.
- [7] 王国法, 任怀伟, 赵国瑞, 等. 煤矿智能化十大“痛点”解析及对策[J]. 工矿自动化, 2021, 47(6): 1-11.