

文章编号:1671-251X(2022)S1-0095-02

掘进机智能远程集中控制及截割系统

王中举, 李宣睿, 王金峰

(内蒙古平庄煤业(集团)有限责任公司 老公营子煤矿, 内蒙古 赤峰 024076)

摘要:目前仅具备手动掘进、近距离无线遥控、视频监控等功能的掘进机操作方式不能实现掘进工作面少人化、无人化目标。提出了一种掘进机智能远程集中控制及截割系统,该系统由井下主控系统层、井下远控系统层和地面调度系统层组成。井下主控系统层负责数据接收上传与指令接收下发;井下远控系统层负责数据可视化展示与控制指令下发,其与井下主控系统层进行信息交互,并接入井下环网;地面调度系统层负责设备运行状态远程监控及调度指令下发,通过地面操作站接入井下环网即可获取信息。该系统可实现掘进机工作面少人化、超视距控制、远程定位截割、截割轨迹可视化、设备关键参数实时动态更新等功能,提高掘进工作效率,降低工人劳动强度,增强工作面安全保障。

关键词:煤炭开采;掘进机;远程控制;定位截割;视频监控
中图分类号:TD632 文献标志码:A

Intelligent remote centralized control and cutting system for roadheader

WANG Zhongju, LI Xuanrui, WANG Jinfeng

(Laogongyingzi Coal Mine, Inner Mongolia Pingzhuang Coal Industry(Group) Co., Ltd.,
Chifeng 024076, China)

0 引言

煤矿掘进巷道工况复杂,掘进过程中易发生水、瓦斯、粉尘、顶板等事故,对长期从事采掘工作的矿工身体健康造成极大伤害。目前仅具备手动掘进、近距离无线遥控、视频监控等功能的掘进机操作方式不能实现掘进工作面少人化、无人化目标。智能化掘进、远程截割、截割轨迹可视化、设备关键参数实时动态更新、大数据平台等是掘进工作面智能化发展的趋势。本文提出了掘进机智能远程集中控制及截割系统,具备远程遥控操作、状态监控及截割头轨迹监测等功能,可为掘进机操作人员远离高粉尘、高噪声和高危险的工作环境创造条件,提高煤矿安全生产能力和掘进工作效率。

1 系统架构

掘进机智能远程集中控制及截割系统架构如图 1 所示。系统由井下主控系统层、井下远控系统层和地面调度系统层组成。井下主控系统层包括矿用隔爆兼本质安全型控制箱、矿用隔爆兼本质安全型监控分站、智能截割系统,负责数据接收上传与指令接收下发。井下远控系统层包括隔爆兼本质安全数据交换箱、无线远距离遥控系统、隔爆计算机,负

责数据可视化展示与控制指令下发,其与井下主控系统层进行信息交互,并接入井下环网。地面调度系统层负责设备运行状态远程监控及调度指令下发,通过地面操作站接入井下环网即可获取信息。

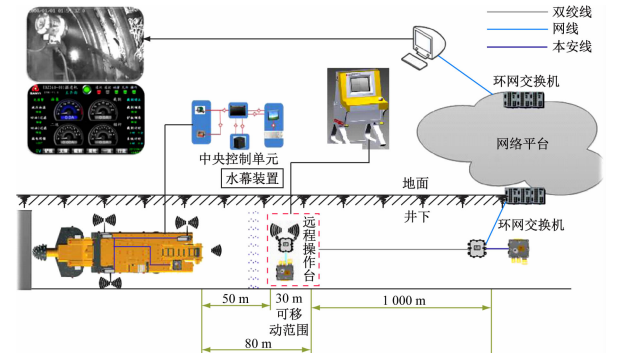


图 1 掘进机智能远程集中控制及截割系统架构

2 系统功能实现

2.1 远程控制

2.1.1 井下主控系统层

井下主控系统层主要执行井下远控系统层的各项控制指令,包括控制掘进机的履带行走,铲板星轮转动,截割臂伸缩、升降与回转动作,后支撑升降,一运二运电动机启动动作,同时采集各个油缸传感器参数并经计算后传至井下远控系统层。

(1) 基于惯性导航系统的掘进机位姿监测及定位截割技术。惯性导航系统为掘进机提供机身方位姿态信息和截割头在巷道中的位置坐标信息。惯性导航系统使用高精度陀螺仪和加速度计,自主获取掘进机机身姿态方位信息,能够在煤矿巷道内实时准确测量掘进机动态位置数据。通过惯性导航系统对巷道设计的方位角进行识别,实现掘进机高精度位姿测量。三轴石英加速度计输出信号经过惯性导航系统计算后,换算为掘进机速度和位置,掘进机按设计的巷道断面尺寸和设计轨迹完成自动截割。三轴光纤陀螺仪输出信号经过姿态航向计算后,确定掘进机姿态和航向角,实现掘进机机身位姿参数自动监测和显示。

(2) 自动调直与自动补偿技术。按照掘进巷道的方位角,掘进机自动调整机身姿态,自动纠正与巷道中心线的位置偏差,完成直线行走与纠偏。基于惯性导航系统的实时数据,并结合巷道断面尺寸,建立掘进机与巷道工作面的相对关系数学模型。依托截割部装载的磁滞位移传感器对截割头位置坐标进行感知,自主计算各工作点的截割伸缩补偿量,并精准控制伸缩油缸,实现工作面平整化,减少欠挖现象。

(3) 截割轨迹在线监测技术。截割轨迹在线监测有效突破井下因粉尘大而无法远距离操作难题,使超视距巷道截割成为现实,建立“截割轨迹为主、视频为辅”的工作模式。自动截割控制系统以监控软件为通信系统的 OPC(OLE for Process Control,用于过程控制的 OLE) 客户端,采用 OPC 方式与 ZOPC 服务器进行通信,读取 ZOPC 服务器中的数据,按照主控制器地址分配表解析数据,解析完成的数据存入 KepServer 服务器,供客户端用户取用。

2.1.2 井下远控系统层

井下远控系统主要由掘进机机载控制器、井下监控主机和地面远程监控主机 3 个部分组成。掘进机机载控制器采集伸缩油缸、回转台油缸的传感器数据,接收远程监控主机与遥控器控制指令,并将控制指令输出至执行机构。井下监控主机负责人机交互、作业控制、数据统计分析和故障报警。地面远程监控主机能够实时监测掘进机截割电动机的电压、电流、温度等运行状态,实时显示掘进机各油缸姿态、掘进机截割部位位置信息,并实现远程故障报警与保养提醒等功能。

2.2 可视化控制

可视化控制系统融合了无线通信、数字视频处理、光纤通信和工业网络等先进技术,能够实时观测掘进工作面各系统运行情况,为安全生产提供直观的图像和数据信息。

通过在掘进机机身上安装的 5 个高清摄像头、传输站等相关设备,将掘进机工作时的视频及设备

运行状态等数据利用无线网络传输至掘进机后方的分站,再由分站通过光纤传输至井下集控室的远程操作台。掘进机司机利用隔爆计算机显示的现场监控图像和设备运行状态信息,远程实时监视掘进机运行状态,并通过远端无线遥控发射器远程控制掘进机各个动作部件进行相应的作业,完成工作面远程掘进操作。将井下集控室远程操作台的监控视频画面和设备状态信息通过井下超万兆工业环网传输至地面调度室,让井上人员可以实时了解井下工作情况。井下数据反馈和控制信号传输全部采用无线+有线的联合方式,有利于实现便捷、灵活的可视化远程集中控制。

2.3 网络通信

为提高数据传输速率,远控站与主控站之间采用交换机+无线天线的方式通信,如图 2 所示。主控站通过无线天线将信号以无线方式发送至近端交换机,并通过远距离光纤与远端交换机进行信息交互。远端交换机与远控站之间采用光纤通信方式进行信息交互,并通过有线方式接入井下环网,将数据上传至地面调度室。

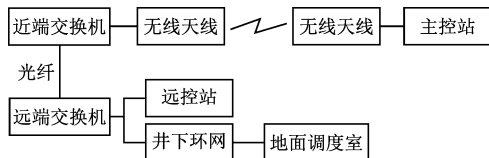


图 2 网络通信结构

掘进机的远程控制信号、设备运行状态参数、摄像机视频信号通过同一基站进行传输。利用已有的数据传输平台对各种控制指令和数据进行双向实时传输。通过优化数据通信信号接入方式、数据传输优先级、上位机软件等,来保证数据传输的实时性。

3 结语

掘进机智能远程集中控制及截割系统初步实现了掘进机远程控制及定位截割的目标,极大地提高了矿井巷道设备的自动化和信息化程度,有效减轻了人员工作强度,为保障巷道作业安全提供了技术保障,提高了矿井安全管理水平,对推进矿井智能化建设具有重要意义。

参考文献:

- [1] 杨健健,张强,王超,等.煤矿掘进机的机器人化研究现状与发展[J].煤炭学报,2020,45(8):2995-3005.
- [2] 杨健健,张强,吴森,等.巷道智能化掘进的自主感知及调控技术研究进展[J].煤炭学报,2020,45(6):2045-2055.
- [3] 汪晓光,荣清白,李文洸.掘进机自动化截割技术的研究[J].煤矿机械,2012,33(3):47-49.
- [4] 王苏戎,杜毅博,薛光辉,等.掘进机远程控制技术及监测系统研究与应用[J].中国煤炭,2013,39(4):63-67.