

文章编号:1671-251X(2022)S1-0092-03

煤矿综采成套智能化控制系统研究

张登山, 邢海龙, 张泽

(国家能源集团神东煤炭集团有限责任公司 柳塔煤矿, 内蒙古 鄂尔多斯 017209)

摘要:目前智能化综采工作面控制系统存在各子系统通信协议和接口不统一、设备兼容性差、控制系统复杂、视频系统缺乏智能识别和分析功能等问题。介绍了煤矿综采成套智能化控制系统解决方案。该系统由采煤机电控系统、液压支架电液控制系统、集中控制系统、智能视频系统组成,可减少数据转发和协议转换环节,大幅提高通信响应时间,实现采煤、支护、运输、供电、供液等各工艺环节一体化控制,简化系统,提高工作面生产效率。

关键词:智能综采工作面;成套智能化;采煤机电控系统;液压支架电液控制系统;智能视频

中图分类号:TD67 文献标志码:A

Research on complete set of intelligent control system for coal mine fully-mechanized mining

ZHANG Dengshan, XING Hailong, ZHANG Ze

(Liuta Coal Mine, CHN Energy Shendong Coal Group Co., Ltd., Ordos 017209, China)

0 引言

煤炭行业作为我国重要的传统能源行业,是我国国民经济的重要组成部分,其智能化建设直接关系到我国国民经济发展和社会智能化的进程。2020年,国家发展改革委等八部门联合印发了《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》(发改能源〔2020〕283号),要求深入贯彻落实习近平总书记“四个革命、一个合作”能源安全新战略,加快推进煤炭行业供给侧结构性改革,推动智能化技术与煤炭产业融合发展,提升煤矿智能化水平。

综采工作面作为现代煤矿生产中最为重要的一环,其智能化建设势在必行、势必先行。综采成套智能化控制系统以集控系统和采煤机电控系统为基础,结合工作面视频系统和液压支架电液控系统,同时利用业界领先的机器视觉技术实现运输机堵大块煤识别报警、护帮板伸缩识别功能,提高采煤机和液压支架一体化控制水平,进一步改善一线采煤工人的工作环境,降低劳动强度,提升安全性和生产效率,探索实现无人工作面并常态化生产。

1 智能化综采工作面控制系统现状

目前各煤矿已建成的智能化综采工作面中,多数工作面的采煤机电控、液压支架电液控、视频系统

及集中控制系统并非同一厂家产品,在实际应用过程中不同程度地存在以下问题:

(1) 各子系统通信协议和接口不统一,设备间通信不稳定、延迟大。

(2) 不同厂家设备在同一系统中兼容性差,系统出现故障时不便于排查故障,存在厂家之间推诿扯皮现象。

(3) 控制系统层级较多,架构复杂,接线复杂,故障点多。

(4) 视频系统仅有跟机功能,缺乏智能识别和分析功能,无法识别工作面大块煤矸石或机头堆煤及架间行人。

2 综采成套智能化控制系统方案

为提高智能化综采工作面控制系统的稳定性,减少控制层级,由同一厂家研发采煤机电控系统、液压支架电液控制系统、集中控制系统、视频系统各1套,配套在同一工作面使用。

(1) 采煤机电控系统。可双向显示无线遥控操作,系统自诊断能力强,能监视主要硬件和软件工作状态,实现无线数据上传,同时可接入远程控制平台。可实现基于预测割煤的自动化割煤,参考3D模型数据,根据割煤历史数据,在割煤时根据人工干预情况不断修正、细化模型,用AI算法预测出下一

收稿日期:2022-04-02;责任编辑:李明。

作者简介:张登山(1974—),男,河南新乡人,高级工程师,主要从事综采成套智能化、集中控制技术研究 and 应用工作,E-mail:10015350@chnenergy.com.cn。

刀的截割轨迹,控制采煤机实现自动化割煤,无需煤岩识别、激光雷达等外部设备和传感器。

通过独创的十二工步割煤工艺(图 1,表 1),大幅提高自动化水平,人工干预率降低到 7%以下,工程质量优于人工割煤,具备实现远程控制采煤机的条件。

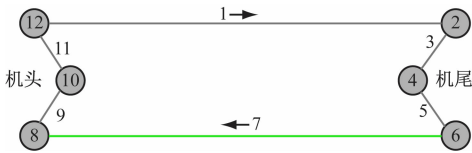


图 1 十二工步割煤工艺

表 1 十二工步割煤工艺描述

工步	描述
1	机头向机尾割透
2	机尾极限位置,停牵引、滚筒换向、自动返刀,反向牵引
3	机尾极限位置到机尾三角煤折返点,采煤机进煤窝
4	机尾三角煤折返点,停牵引、滚筒换向、自动返刀,反向牵引
5	机尾三角煤折返点到机尾极限位置
6	机尾极限位置,停牵引、滚筒换向、自动返刀,反向牵引
7	机尾向机头割透
8	机头极限位置,停牵引、滚筒换向、自动返刀,反向牵引
9	机头极限位置到机头三角煤折返点,采煤机进煤窝
10	机头三角煤折返点,停牵引、滚筒换向、自动返刀,反向牵引
11	机头三角煤折返点到机头极限位置
12	机头极限位置,停牵引、滚筒换向、自动返刀,反向牵引

采煤机电控系统实现了智能三角煤区域和中间段记忆及程序设定割煤功能,能够自动生成智能截割产生的数据表。在割煤过程中可人为干预,并将人为干预值存储后在下一刀干预点位置,按照新的变量执行采煤。

(2) 液压支架电液控制系统(图 2)。可实现单架、成组自动移架、推溜、护帮板收放,全工作面自动跟机拉架、推溜、收放护帮板和自动喷雾,割三角煤区域、加刀、跟机超前拉架等功能,液压支架与采煤机、刮板输送机配合进行全自动化的双向、单向、部分截深割煤。

液压支架电液控制系统可与工作面集控系统完全融合,采用 WiFi+CAN 双总线冗余设计,可靠性高,速度快。通过分布式控制、集群算法,实现全自动跟机、成组动作。每台液压支架控制器均可直接与采煤机通信,实时获得采煤机位置、速度、方向、姿态、自动化工步等信息,根据上述信息合理安排动作顺序,提高自动跟机速度。

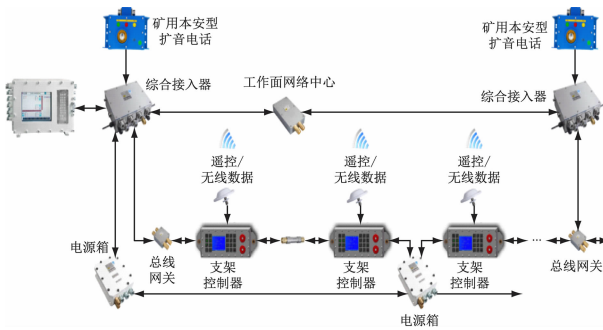


图 2 液压支架电液控制系统

(3) 集中控制系统(图 3)。可实现整个工作面所有设备的集中监控、数据显示、数据上传、视频监控显示、综合办公等。显示内容包括液压支架相关信息、液压支架视频、采煤机信息、采煤机视频、“三机”相关信息,以及泵站、组合开关、移动变电站、工作面巷道带式输送机、自动润滑装置、人员接近闭锁等监测信息,实现所有子系统全部数据点表采集,可显示各子系统本机显示数据。

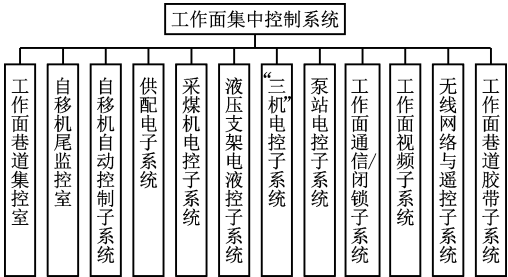


图 3 工作面集中控制系统组成

集中控制系统通过对工作面“三机”系统、泵站系统、移动变电站、组合开关、馈电、照明综保进行数据采集,实现对各系统工作状态的实时监测,让井下工作人员实时掌握各系统的工作状态。系统具备故障显示和记录功能,在系统出现故障时,完善的故障信息能帮助维修人员快速定位问题并解决;通过获得“三机”速度、电流,根据“三机”负载情况控制采煤机牵引速度,形成闭环,防止“三机”过载、压死。

(4) 视频系统(图 4)。由摄像机、网络交换机、电源、视频服务器等组成,可进行视频录制、回放、联动报警,实现监控和通信双重功能,支持移动终端查看视频画面,为监控策略制定、应急指挥、远程调度提供保障。同时具备自动跟机旋转、自动清洗、自动切换页面功能,实现堵大块煤报警、煤流量识别、护帮伸缩状态监控等。

视频自动跟机技术通过工作面集中控制系统获取采煤机位置、牵引方向、采高等信息,通过智能算法控制视频摄像机对左右滚筒运行跟踪监视,从而实现以采煤机自动化割煤为主、远程干预为辅的控制,将采煤机司机从恶劣的工作环境解放到工作面巷道控制台,降低劳动强度,提升自动化程度。

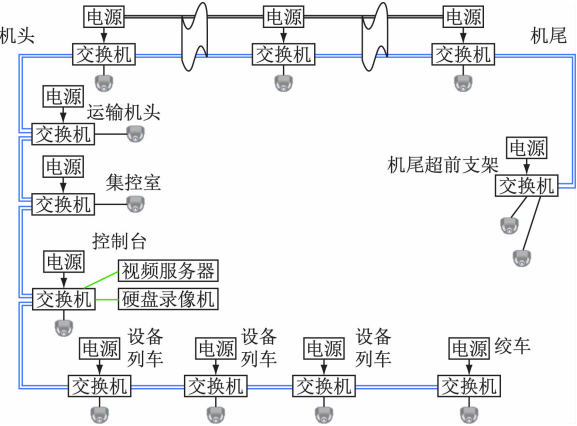


图 4 工作面视频系统布置

护帮板伸缩识别技术通过监控采煤机运行方向护帮板伸缩状态实现,确保滚筒和护帮保持安全距离,避免采煤机和液压支架碰撞,进一步提升采煤机和液压支架联动的安全性。

运输机堵大块煤识别技术利用机器视觉原理,实现对运输机堵大块煤识别报警,将运输机大块煤由岗位工监视升级为系统监测,系统识别到大块煤后进行画面及整个沿线语音报警,提示沿线岗位工进行信息确认,及时发现问题并处理,提高矿井开采综合效率。

3 综采成套智能化控制系统优点

(1) 采煤机和液压支架控制器可直接通信(ADS,Beckhoff EAP),较之前减少数据转发和协

议转换环节,大幅提高通信响应速率。

(2) 液压支架自动跟机程序按照采煤机十二工步工艺进行编写,支架控制器可准确高效进行自动跟机。

(3) 综采工作面采掘、支护、运输、供电、供液等各工艺环节一体化控制,简化了系统,优化了控制路程,提高了整体效率。

(4) 成套设备安装可将多套系统数据进行合并传输,减少电缆、光缆铺设和安装工作量。

(5) 液压支架控制器采用 WiFi+CAN 双总线冗余,可靠性高,速度快。

(6) 视频自动跟机技术可实时跟踪采煤机左右截割滚筒,实现远程干预割煤。

(7) 采用基于机器学习的人工智能技术,对摄像机功能进行拓展,将摄像机变成一个多功能传感器,实现人员定位、护帮板识别、大块煤识别等功能。

参考文献:

[1] 赵亦辉,赵友军,周展. 综采工作面采煤机智能化技术研究现状[J]. 工矿自动化,2022,48(2):11-18,28.

[2] 邢旭东,张永杰,刁宗宪,等. 王家塔煤矿智能化综采工作面建设研究[J]. 工矿自动化,2020,46(11):100-105,112.

[3] 孙换成. 煤矿综采自动化成套技术与装备创新和发展[J]. 中国新通信,2020,22(11):236.