

案例 41 东怀煤矿 5G+智能综采工作面

主要完成单位：广西东怀矿业有限责任公司

一、主要建设内容

东怀煤矿 5G+智能综采工作面自动化控制系统以地面监控平台及顺槽监控平台为核心，搭配 5G 工业网关和各类管理系统，由 5G 工业网关负责采集采煤机、刮板机、转载机、破碎机、泵站、仪表、液压支架、摄像头等终端设备的数据采集，并通过空口上传到数据中心，配备网关管理系统对网关进行配置管理，完成现场生产数据采集及现场环境的监测。系统由顺槽集控中心、三机控制装置、泵站控制装置、工作面通信控制装置、采煤机电控装置接入、液压支架电液控制装置接入、供配电设备数据采集装置、人员定位系统、图像监控系统等组成。



图 1 5G+智能综采工作面自动化控制系统

（一）采煤工作面顺槽集控中心

智能综采顺槽集控中心是综采工作面智能化系统的智慧开采大脑，以液压支架电液控制系统为核心，同时建设采煤机控制系统、三机控制系统、顺槽皮带控制系统、泵站控制系统、工作面千兆以太网系统、高清视频监控系统、人员定位系统等子系统构成具有感知和协同控制的工作面智能化成套联动控制系统，达到“工作面自动控制为主、人工干预为辅、远程实时监控指挥”的智能化生产模式，

对潜在隐患进行预测和预防，提高设备正常率和开机率，实现安全高效生产。



图 2 智能综采顺槽集控中心

（二）三机控制装置

三机（刮板机、转载机、破碎机）控制装置由可编程控制器、隔爆兼本安型电源箱（独立控制时需要配置）、本安型控制器、铠装接插电缆、铠装接插网线、压力传感器、温度传感器、振动传感器、位移传感器、隔爆兼本安型电动球阀、本安型电磁先导阀等设备组成。其主要功能有：

- 1.集控室启停、无线遥控启停、就地启停与管理，实现一键启停、连锁和互锁；
- 2.满足变频、高低速、TTT 等多种驱动方式的控制；
- 3.电机、齿轮箱的冷却水压力、冷却水温度的监测保护；
- 4.电机绕组温度、减速机油温、输入轴温度、输出轴温度的监测和保护等。

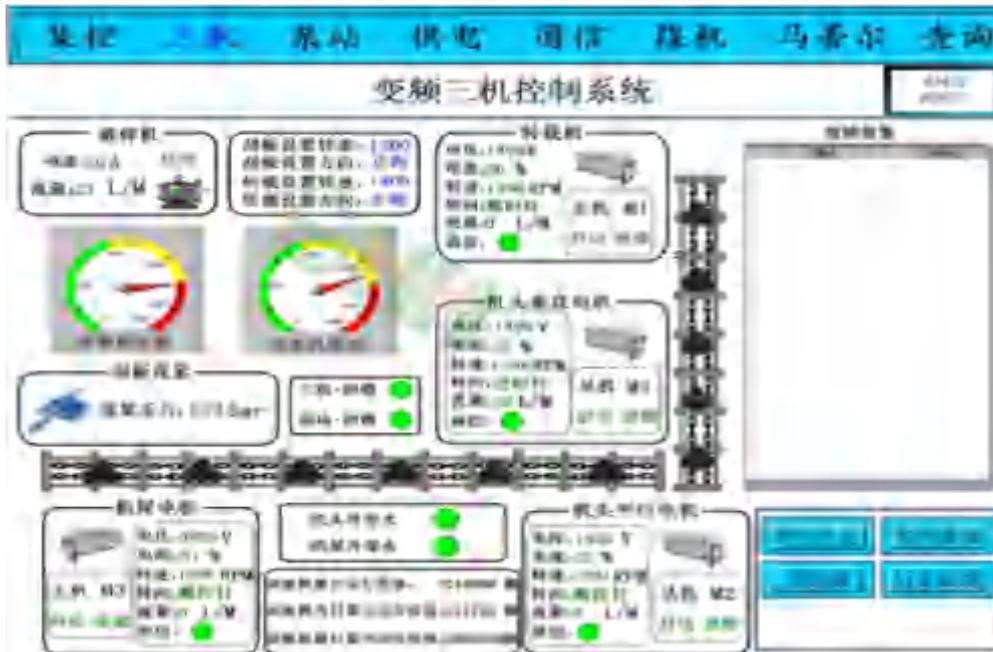


图3 三机控制装置

（三）泵站电控装置

泵站控制装置可以控制变频乳化泵和喷雾泵站，实现泵站的启停控制、保护及恒压供液。其主要功能有：

1. 乳化泵、喷雾泵的润滑油温度、润滑油压力、润滑油油位、进液口压力的监测与保护；
2. 自动控制乳化泵站电子卸载阀，实现系统压力低泵站自动加载，系统压力高泵站自动卸载；
3. 泵站欠压启动：泵站运行时，系统压力低于设定值时，备用泵站自动启动；
4. 泵站空载停车：当泵站一直处于空载状态运行时，系统自动停止泵站；
5. 泵站故障切换功能：泵站运行时，运行中的泵站突发故障停车，备用泵将自动启动；
6. 泵站运行时间均衡控制：系统记录每台泵的运行时间，并自动均衡每台泵的运行时间。

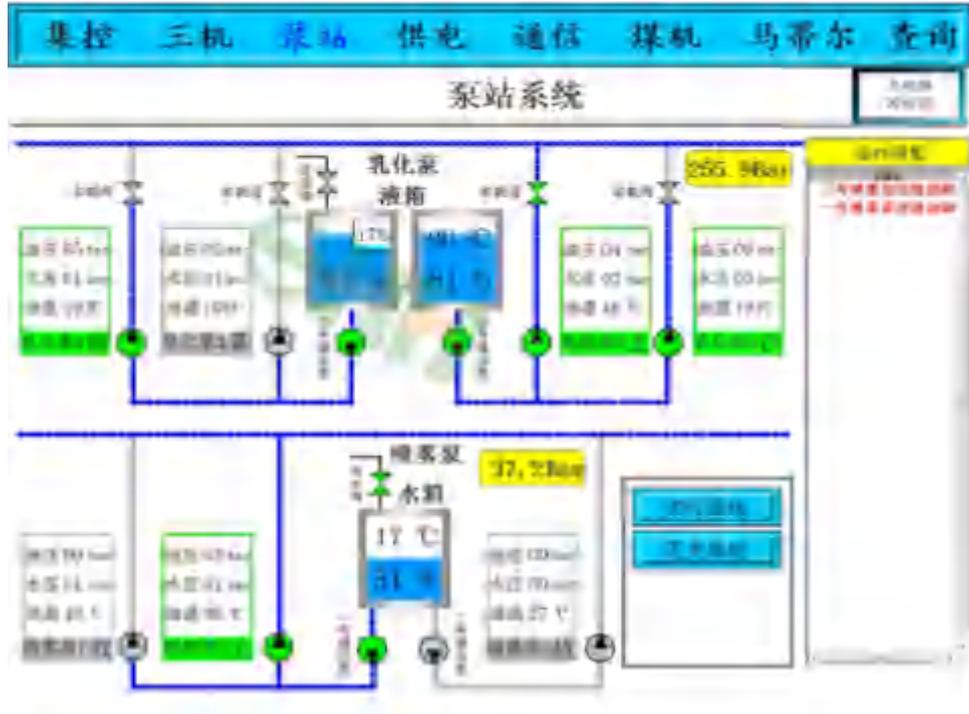


图 4 泵站电控装置

（四）工作面通信控制装置

工作面通信控制装置用于控制刮板输送机、转载机、破碎机的启停；工作面沿线和顺槽的语音通话、打点、预警，工作面设备的急停闭锁等。其主要功能有：

- 1.实现远距离通信控制功能，集控室与工作面距离可达 2000m；
- 2.具有运行状态、沿线电缆状态、沿线电话状态、控制器自检信息及其它连锁设备运行状态等显示功能，可检测沿线电缆的断路位置；
- 3.实现对沿线每台设备电源的监控，包括沿线电源的电流和机尾的终端电压。

（五）采煤机电控装置接入

采煤机电控装置可将采煤机数据通过数据协议传输到集控中心，实现以下功能：

- 1.通过集控操作台，远程操作采煤机的牵引，摇臂升降和电机的启停；
- 2.采煤机加装摇臂倾角传感器、机身倾角传感器、编码器、位移校准传感器，具备记忆截割功能；
- 3.具备记忆割煤人工干预功能，并自动记忆人工干预的结果，用于下刀煤的记忆截割；
- 4.可以显示采煤机的所有状态，具备故障诊断功能；

5.可扩展等高割煤法和煤层曲线割煤法。

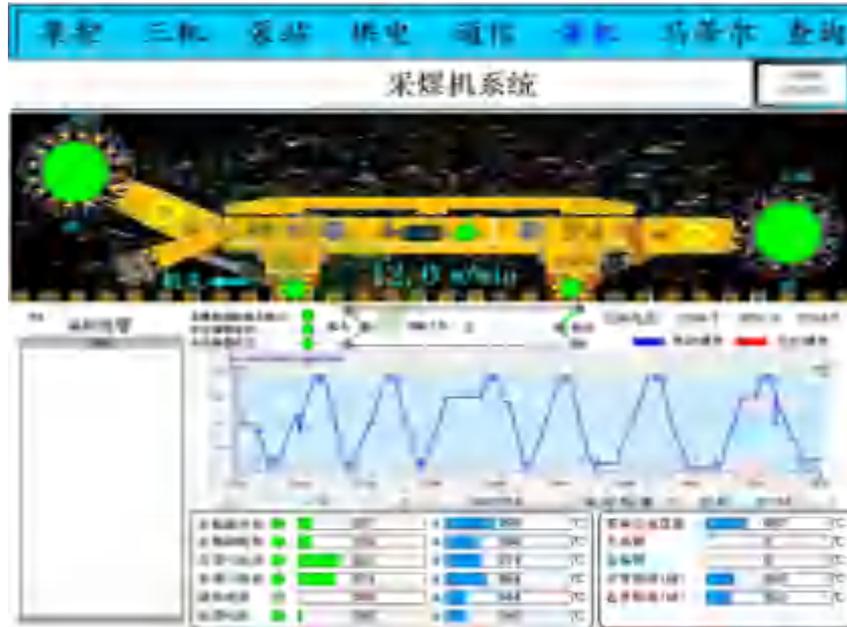


图 5 采煤机电控装置

（六）液压支架电液控制装置接入

液压支架电液控制装置通过数据协议将数据传输到集控中心，实现以下功能：

- 1.通过集控操作台远程操作支架独自或成组收打护帮板、移架和推溜；
- 2.具备支架自动跟机拉架功能；
- 3.具备自动补压功能；
- 4.具备自动推移转载机和皮带机自移机尾功能。

（七）供配电设备数据采集装置

供配电设备数据采集装置包括对工作面移变、组合开关、磁力启动器、馈电和照明综保等设备的监控，其主要功能有：

- 1.以太网/RS485/CAN 总线通信控制与复位；
- 2.设备数据上传；
- 3.设备的无线遥控；
- 4.设备的远程参数设置与整定；
- 5.实现一键启停、连锁和互锁。

（八）采煤工作面人员位置监测

采煤工作面的人员位置监测是基于 UWB 技术的精确人员定位系统，依托

IPRAN 环网，实现 5G 信号基站或交换机与精确人员定位分站数据交互，可以合理布置分站，减少布线，方便维护。

整个系统融入了精确定位功能，三维 GIS 功能，双向通讯功能等，涉及了电子技术、数字通讯、无线传感网络技术、无线定位技术、GIS 技术等多种技术，为生产调度、井下救援等提供可靠支撑。系统由 KJ128D-F3 定位读卡分站、KJ128-K1 标识卡、KDW660/24BJ 矿用多路隔爆兼本安直流稳压电源、计算机等设备组成，整个系统融入了精确定位、三维 GIS、双向通讯等功能。其主要区别于区域定位功能有：

1. UWB 定位技术，定位精度可达 30cm，能够精确显示人员所在位置；
2. 三维图像功能，能够直观的显示人员位置分布；
3. 工作面超员报警，当工作面的作业人数超过所定最大工作人数时，系统将会报警提示；
4. 求救呼叫功能，当工作人员在工作面遇到险情，可通过定位卡上的紧急呼救按钮，向调度指挥中心求救。

此外，系统还具备实时信息查询、工作超时报警、历史信息查询、多系统融合联动、故障自诊断、自评估和联网功能。



图 6 人员位置三维图

（九）采煤工作面无线通信

采煤工作面在进、回风巷，采面中部一共安设了 4 台 5G 基站，信号覆盖了整个工作面，作业人员能够通过 5G 防爆手机进行移动电话联系，相比于传统的

固定有线电话、5G 电话更便捷和高效，对于日常检查的管理人员来说，能够实时地将采煤工作面存在问题隐患以及生产情况反馈至调度指挥中心，实时地调整生产决策，实现高效生产。

（十）采煤工作面视频监控

采煤工作面视频监控以 5G 无线网络作为视频监控的主干线，凭借其超大带宽，支撑超多路高清视频回传，部署灵活。

1.200M 带宽：无线基站采用 200M 带宽，下行峰值速率可达 2.7Gbps 以上。

2.上下行翻转：采用上下行 3: 1 时隙配比，实现上行峰值速率达到 1Gbps 以上，单路 4K 视频上行速率基本需要 30Mbps 以上，5G 网络支持规模商用 4K 视频回传。

二、技术特点及先进性

系统基于 5G 通信网络，搭配 5G 工业网关和各类管理系统，由 5G 工业网关负责采集采煤机、液压支架、转载机、破碎机、皮带机、泵站、仪表、摄像头等终端设备的数据采集，并通过空口上传到数据中心，配备网关管理系统对网关进行配置管理，完成现场生产数据采集及现场环境的监测。通过 5G 工业网关，利用 5G 无线传输来代替传输专线，可有效的避免有线线路断裂的问题，减少井下线缆维护人员。同时 5G 的 uRLLC 超高可靠低时延特性可支撑采煤机远程控制低时延需求，为煤矿井下的无人开采打下坚实的基础。

三、智能化建设成效

经济效益：通过项目建设，预计可减少 12 个生产作业人员，每年可节省 173.52 万元人工成本。

安全效益：对全矿井各生产管理环节进行有效的实时监控，不断消除事故隐患，提升安全生产综合管理水平，提高对安全生产突发事件的应急处置能力，减少事故造成的人员伤亡、财产损失。

社会效益：适应国家和自治区对煤炭行业推广智能化煤矿建设的需要及一级标准化矿井建设需要，提高信息化、自动化水平，达到广西智能化煤矿试点单位要求。