

案例 34 顾桥煤矿 5G+智能化综采工作面

主要完成单位：淮南矿业（集团）有限责任公司

一、主要建设内容

（一）建设情况

顾桥煤矿 1613（3）智能化综采工作面在引入成熟的 SAM 型综采自动化系统的基础上，采煤机采用光纤复合电缆与 5G 相结合的通讯方式，实现综采工作面惯导系统数据传输高效稳定，为自动找直创造条件；基于现场地质条件较为复杂的实际，优化了综采工作面中部回采工艺流程，实现综采工作面液压支架自动跟机移架；基于现场设备布置及具体动作，优化采煤机在端头部分的运行策略，实现端头“三角煤”区域采煤机自动运行和液压支架自动跟机。最终建成淮南矿区综采全工作面自动化跟机及采煤机自动运行的示范面，为国家首批智能化示范煤矿建设奠定良好的基础，也为淮南矿区及类似条件下的综采工作面智能化建设提供借鉴。

（二）主要内容

1613（3）工作面智能化开采系统由集中控制系统、网络通讯平台构成。集中控制系统以 SAM 型综采自动化控制系统（如图 1 所示）为枢纽，通过整合液压支架电液控制系统、视频监控系统、采煤机电控系统、三机泵站集控系统，构建出综采工作面智能化集中控制系统。监测与远程控制的网络通讯平台以矿井环网为基础，实现工作面设备、井下集控中心、地面调度室的信息互联。

工作面顺槽控制中心主控计算机以 TM.LongWallMind 自动化控制软件为平台，实现对工作面设备，包括液压支架、工作面运输机、转载机、破碎机、泵站变频器等设备工作状态的实时监测与数据上传，能够远程控制煤流系统设备的一键启停；主控计算机通过光缆与地面调度室上位机设备连接，可实现地面对井下综采工作面机电设备的监测与控制。

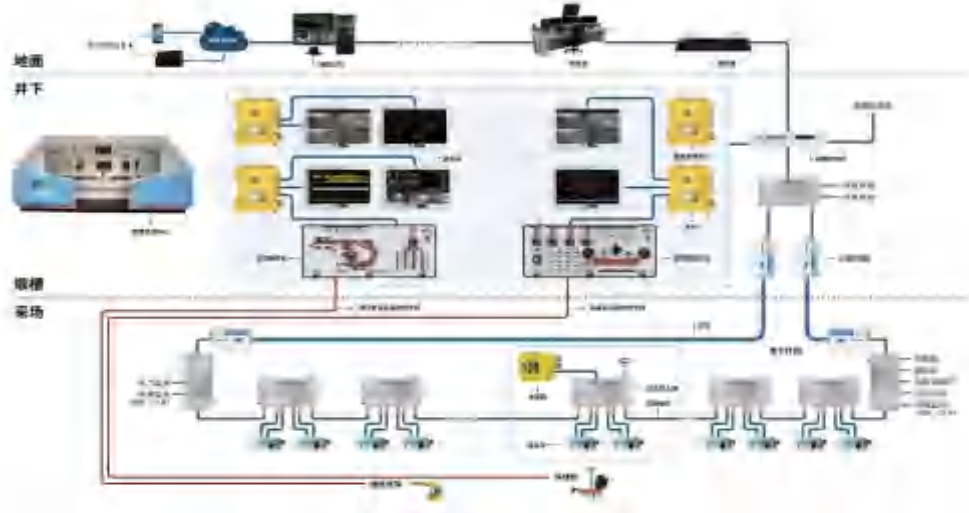


图 1 SAM 型综采自动化控制系统示意图

1.采煤机部分建设效果

采煤机具有记忆截割、手动控制、紧急停机、故障诊断等功能，采用位置编码、红外信号及惯性导航技术实现精确定位或三维定位，与液压支架配合实现工作面直线度检测与控制，具有速度保护作用，限速 4m/min。

采煤机采用光纤复合电缆并配置 5G 信号终端，实现光纤信号传输与 5G 无线信号传输（如图 2 所示）。采煤机向 SAM 综采自动化控制系统开放远程控制权限，通过远程操作台，在工作面视频系统的辅助下，实现采煤机的控制台集控操作。

为消除采煤机行走编码器长期使用产生的累积误差，特增设了编码器自动校正功能，为支架、采煤机的自动协同作业提供精确定位保障，可有效防止采煤机滚筒与护帮板、伸缩梁产生碰撞及采煤机到两端头发生越位造成的事故。

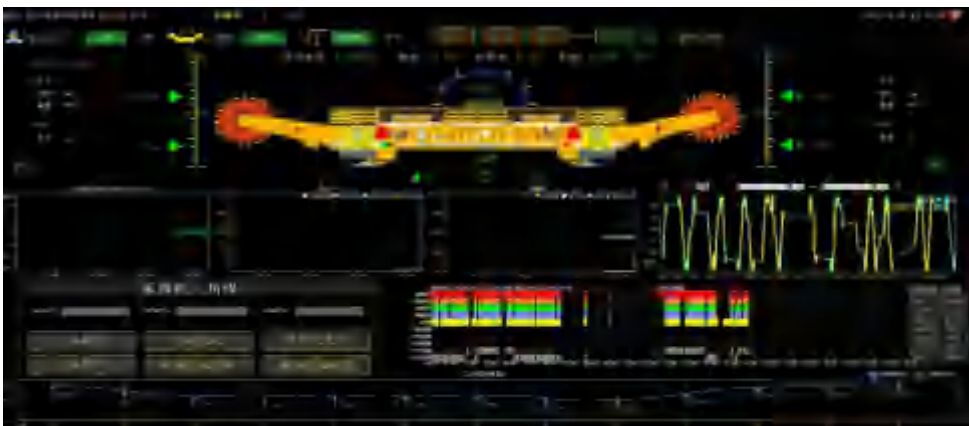


图 2 智能化采煤工作面远控图

2.液压支架部分建设效果

液压支架根据采集到的采煤机位置信号自动跟机动作，通过支架倾角传感器及采高传感器实现支架倾角、高度等姿态感知与控制，实现立柱工作压力、推移千斤顶的行程、支架动作等工况数据可靠传输，具有声音报警、急停、本架闭锁及故障自诊断显示功能（图3）。

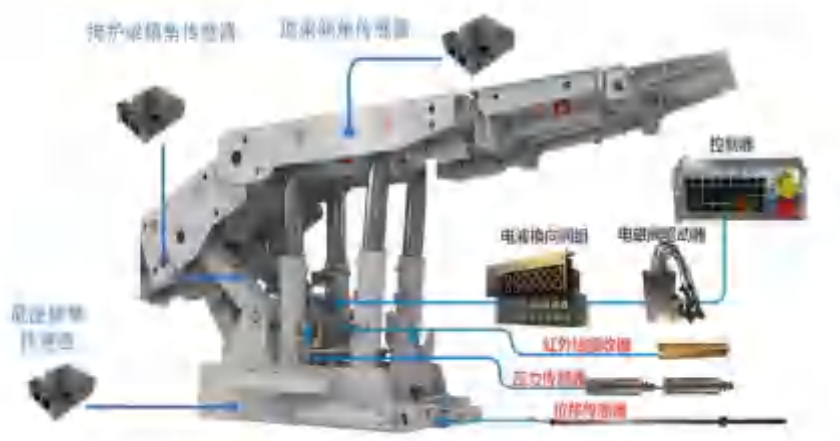


图3 液压支架传感器配置图

3.运输设备部分建设效果

刮板输送机具有运行状态监测、故障诊断、就地控制及远程控制功能；带式输送机具有综合保护与运行工况监控功能，能够实时监测皮带运行工况，实现集中控制、无人值守，配备无线遥控自移机尾；设备列车采用 GY200/20 型自移装置，实现自移功能。

与采煤机实现载荷联动，工作面刮板机及转载机的煤流量的连续监测，并通过其负荷的大小自动调控采煤机作业强度，减少了因负荷较大造成工作面压死刮板输送机或设备损坏的现象。

4.供液系统建设效果

泵站具有运行状态监测功能，基于 SAM 综采自动化系统（图4），实现地面调度室或井下集控中心远程控制，实现远程集中供液，远程配液和工作面智能供液，集五级水过滤、乳化液自动配比、远程配液、泵站恒压供液、自动补液、系统运行状态记录与上传为一体，为综采工作面提供清洁、恒压、配比稳定的高质量乳化液。



图 4 供液系统在线监测

5.智能控制系统

地面调度室、井下集控中心均能实现综采自动化工作面设备的集中控制和监测，集控系统实现工作面设备(采煤机、液压支架、三机、带式输送机、泵站)的一键启停控制和远程干预操控，以矿井环网为通讯平台实现数据在井下、地面的高速传输，集控中心配置即时语音通讯系统实现井下、地面双向通话。

工作面配置云台多摄像头，可自动跟随采煤机运行工况，并智能识别护帮板伸、收，防止采煤机与液压支架碰撞，实现协同控制。对超前支架、设备列车、自移机尾可以实现远控及遥控控制。在采煤机身安装瓦斯及一氧化碳传感器，实现采煤机、刮板机与瓦斯浓度协同控制。连续监测工作面刮板机及转载机的煤流量，并通过其负荷的大小自动调控采煤机作业强度。当刮板机电流达到 160A 时，采煤机自动减速；当刮板机电流达到 180A 时，采煤机自动停机，待刮板机电流下降至 120A 以下时采煤机方可继续行驶。

6.通讯技术

以矿井万兆工业控制环网、视频环网、5G 网络为通讯平台实现数据在井下、地面的高速传输。在 1613（3）工作面建成 5G+2.0 版智能化综采工作面，采煤机数据通讯采用光纤有线通讯为主、5G 无线通讯为辅助的工作模式，确保了远控采煤机信号的可靠性，实时远程可视化监控，有效降低了控制延时。

利用 5G 网络传输、液压支架自动跟机、采煤机记忆割煤、惯性导航自动找直等技术，实现采煤机、液压支架、刮板机、转载机、带式输送机等自动控制、协同运行。

二、技术特点及先进性

工作面端头回采工艺技术在优化后的采煤机在端头部分的运行策略如下：

采煤机自动记忆截割运行至机头 20 号架时，集控发出三角煤使能信号，采煤机运行至折返点 1，将机头煤体割松动后退至 13 号支架，人工进行端头帮部上部支护锚杆拆除作业，作业完成后集控发出取锚完成信号；采煤机自动运行至折返点 2，将机头煤体割透，采煤机再次退至 13 号支架，人工进行端头帮部底锚杆拆除作业，作业完成后集控发出取锚完成信号；采煤机自动在折返点 2 与 10 号支架之间进行清浮煤作业 2 次（次数可根据实际情况修改），清浮煤作业完成后采煤机自动进入 20 号支架位置；待支架推溜作业完成后集控发出推溜完成信号，采煤机自动进行下一循环进刀作业。下端头作业与上端头作业对称。具体流程如图 5 所示。

优化后的液压支架在端头部分的自动跟机工艺流程如图 6 所示。图中给出了采煤机自动截割三角煤时各触发点及支架自动跟机动作，实现了支架三角煤阶段全自动跟机功能。以图 6 液压支架上端头自动跟机三角煤流程为例，下行回采工艺中部跟机移架阶段 8 至上端头进入阶段 9，此时 23~16 号支架自动推出蛇形段（同时进行清浮煤，护帮板只收不伸）；阶段 10 护帮板参与动作，触发 15~5 号支架补充移架；阶段 11 触发 23~2 号支架全行程推溜；阶段 12 补充移架 18~6 号支架；阶段 13 跟机移架 34~19 号支架；阶段 14 清浮煤（护帮板只收不伸）；阶段 15 补充移架 6~12 号支架（护帮板参与动作）。

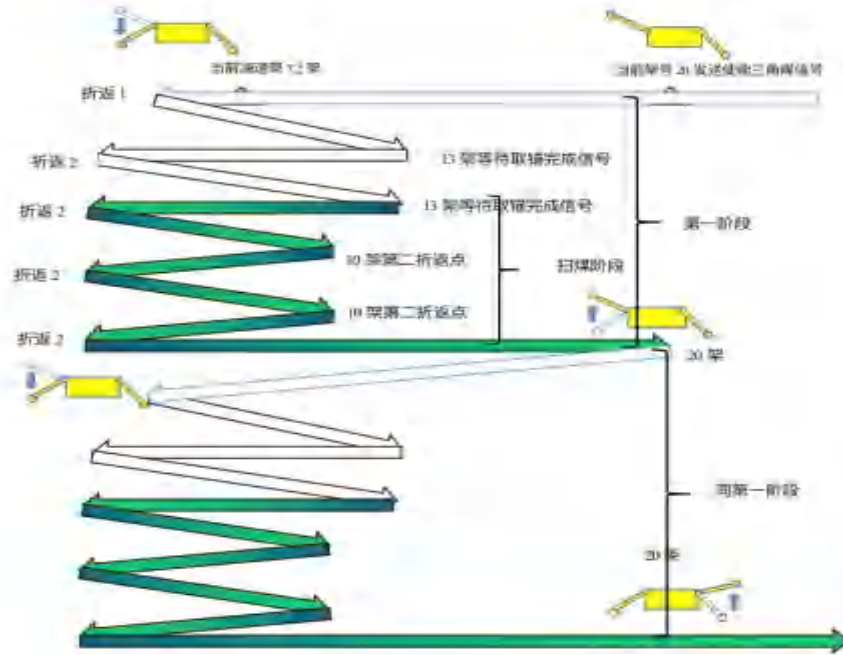


图5 采煤机端头自动回采三角煤流程图

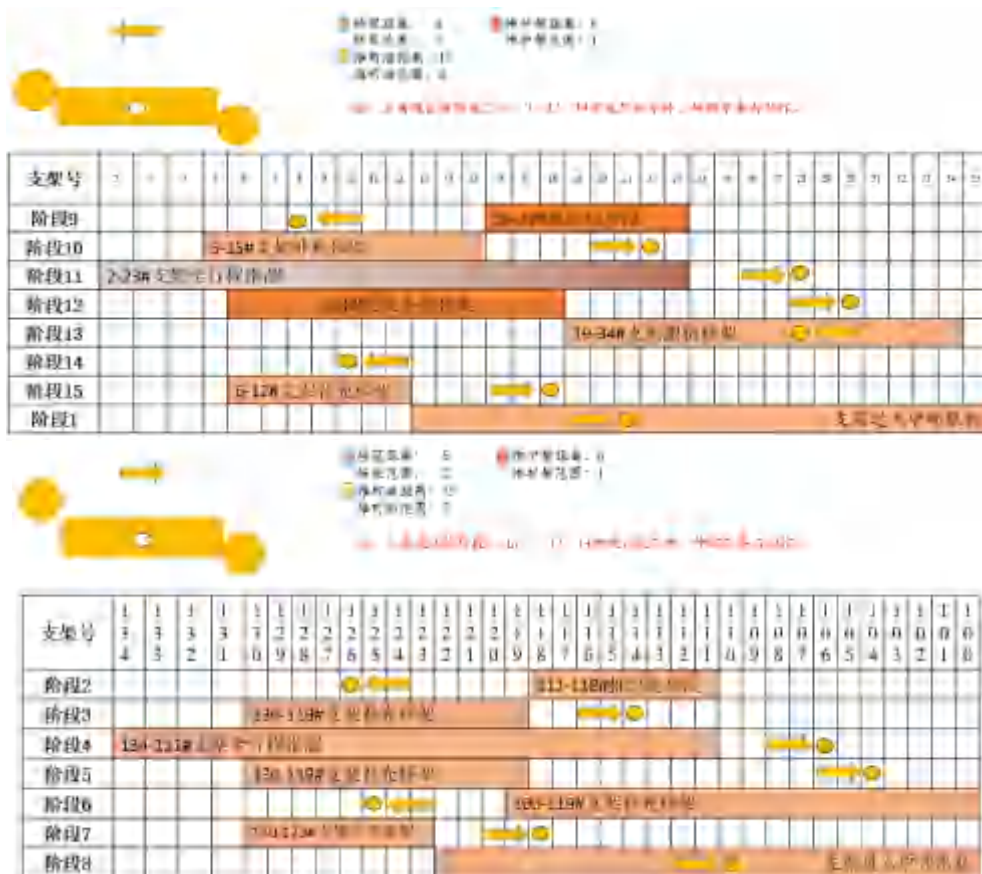


图6 液压支架端头自动跟机工艺流程图

三、智能化建设成效

一是盾构机实现机械化破岩，破岩速度快，工作面粉尘少，只需1人操作完

成作业，2m 循环用时 1h。二是盾构机巷道顶板支护简单，顶帮锚杆数量少、支护强度小，单排用仅 20min，平均每米材料成本 300 元，支护成本不到原来的三分之一。三是盾构机永久支护采用盾体后掘锚平台机载式钻机进行，不但实现机械化施工，还能和截割实现平行作业。