

案例 36 平宝煤矿 5G+智能化采煤系统

主要完成单位：平顶山天安煤业股份有限公司

一、建设内容

在推进智能化建设发展的过程中，平宝公司也存在着煤矿行业的一些痛点问题，井下现场环境相对复杂，移动设备多、有线接入维护困难；现场通讯方式单一、故障处理效率低；远程控制效果差，危险区域减员难；瓦斯、煤尘等时刻威胁着矿工的生命安全；智能化系统存在大量的环境监测信息、大型设备运行数据复杂等，需要一个可靠高效的数据采集和信息传输系统，实现人、机、物全面互联。

随着 5G、大数据、云计算、人工智能等新一代信息技术的深入发展，煤矿行业生产方式也迎来了新的机遇，河南平宝煤业有限公司，顺应产业转型发展大势，积极探索煤矿智能化建设新模式、新路径，成功打造 5G+智能化采煤场景应用。我们充分考虑网络规划的整体性和实施的阶段性，对地面及井下全部区域进行统一规划和设计，首先对采煤工作面等重点区域进行 5G 网络覆盖，随后分批次逐步实现全区域覆盖。5G 无线网络能够满足井下人员通信、传感器信息采集、井下视频监控、井下远程控制等场景的网络需求，可有效解决煤矿长期存在的安全生产信息无法全方位监测、传递时效性和准确性不高等问题，实现煤炭信息化和自动化生产，推进井下少人化、无人化、智能化。



图 1 5G+智能化大采高工作面

二、技术特点

平宝公司与中国联通签订项目合作协议，开启 5G+工业互联网智能煤矿建设，凭借高速率、低时延、大连接三大基础特性和边缘计算、切片等增强能力，以及各项数字技术的深度融合，搭建了智能化煤矿信息高速传输及融合通信一张网，满足井下人员通信、数据采集、远程控制等场景需求。项目结合矿井大上行传输需求，进行速率时隙配比优化，由 7:1 调整至 3:1，根据井下巷道结构，采用定向天线进行覆盖，研发内网测试软件，调整 RF 倾角和方位角，保证井下覆盖效果最优，根据现场实测，单台基站覆盖范围可达 400m 以上，上行速率达到 900Mbit/s 以上，下行速率稳定在 300Mbit/s，为智能采煤系统数据传输铺设了数据传输“高速公路”。



图 2 井下 5G 基站



图 3 采面 5G 基站

采煤工作面是煤矿生产中设备最多、环境最恶劣、工作最复杂的场景之一，当前综采面各设备连接采用有线方式，光缆拉断等情况时有发生，从而造成停产维修。5G 的场景化应用，能够极大的提升工作效率和降低安全隐患。我们在采面机巷部署 4 台 5G 基站，工作面两侧各部署 1 台基站实现了切眼 5G 网络覆盖。

采煤机电控箱连接隔爆兼本安型 5G CPE，外置天线使用尼龙保护套进行保护，并垂直安装于电控箱或变频箱前方檐下，避免复杂环境损坏天线，同时保障传输质量。采煤机信号（包括机载高清视频、传感中心、参数控制）通过 5G 无线通信系统传输至地面控制室，从而实现了无线远程监控。刮板输送机机头、机尾、转载机、破碎机安装有大量传感器，对电机绕组温度、减速器油温、减速器轴温、冷却水流量、冷却水温度等进行监测，使用过程中三机驱动部位经常移动，且该部位杂物较多，传感器易发生故障且维护困难，通过 5G CPE 模组采区集中分布式无线接入，极大的方便了设备运行维护，降低了故障率。最终，我们实现了效果好、可靠性高的 5G+远程监测控制，最大程度降低了现场作业人员投入。

目前煤矿井下主要以有线调度通信为主要手段，存在位置固定、模式单一，沟通效率低等问题，借助 5G 网络，调度人员可随时与井下管理人员进行点对点通讯，结合现场情况进行动态指挥，显著提升了管理水平。此外，由于智能化采煤系统复杂度较高，有时需要与厂家技术人员进行实时沟通，通过 5G 视频通讯，地面专家不用前往现场即可第一视角获取现场画面及设备状态，指导井下人员施工作业，大大降低了维护时间，提高了生产效率。



图 4 5G 视频通讯

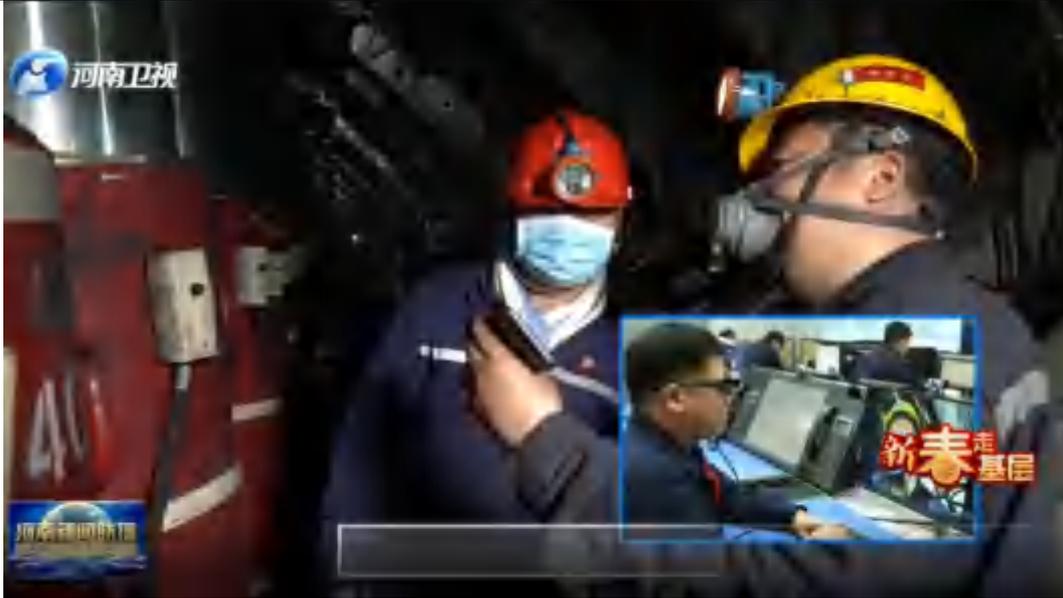


图 5 5G 远程协作

为进一步提升生产效率，公司在采面顺槽可伸缩带式输送机安装了基于煤量监测的智能调速系统，通过加装 CPE 接入 5G 网络，避免了线缆的重复铺设，利用矿用本安型 AI 图像处理高速智能摄像机配合专用线型激光标定光源方式，实时扫描皮带上煤流的断面形状，通过发送与接收信号的时间差，计算出煤流轮廓，精确识别算出皮带上的煤量，对皮带的运量进行统计。控制中心分析数据后发送指令给运输设备控制变频器，实现煤流智能调控。

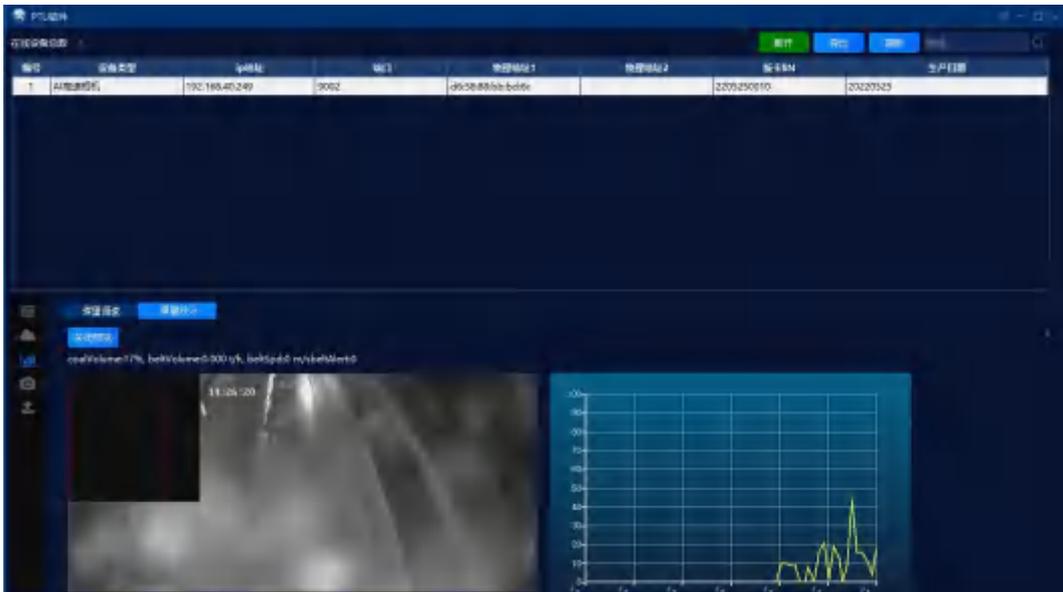


图 6 5G+AI 皮带调速

经过持续探索突破，2022 年初，平宝公司在已在 15-17-12120 智能化采煤工作面建设了 5G+规划开采与数字孪生系统，基于 5G 高速网络实时采集井下工作面

设备同步数据，如支架姿态、煤机姿态、立柱压力、推移行程等数据，基于数字模型的设备虚实映射与实时监测技术，实现了对井下现场生产工艺信息的自动提取、实时跟踪及可视化展示，真正实现工作面设备互联互通、生产场景再现、以数据为中心的生产模式，完美还原三机设备的全部动作，利用数字孪生可视化技术完成物理世界对象在数据世界的重现、分析和决策，为煤矿安全、绿色高效生产提供可靠技术保障，开创了全国领先的深部综放工作面智能化透明开采技术应用场景，为今后的无人化智能开采打下了坚实的基础。

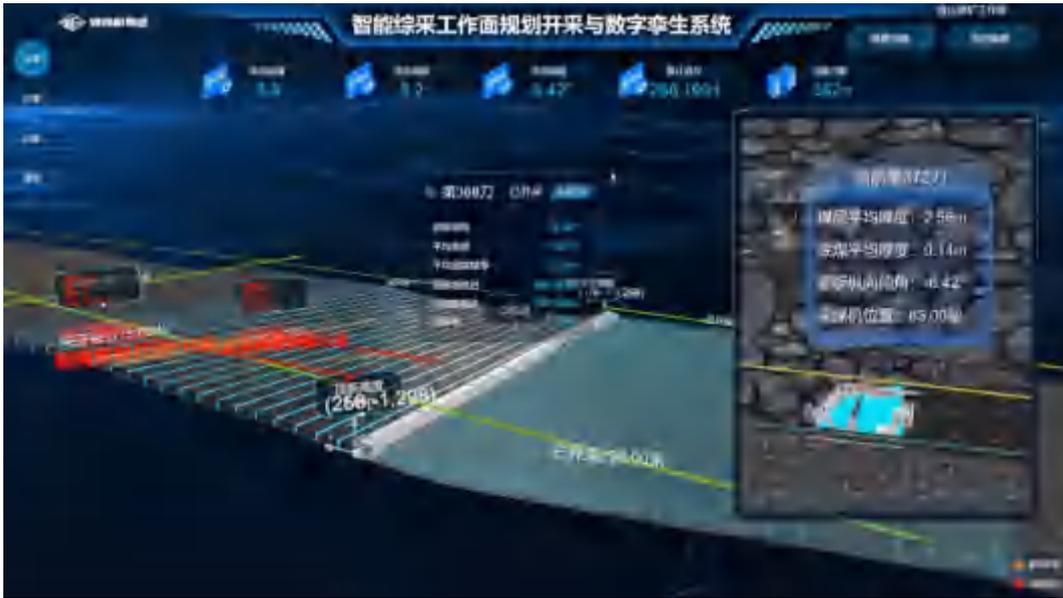


图 7 5G+规划开采

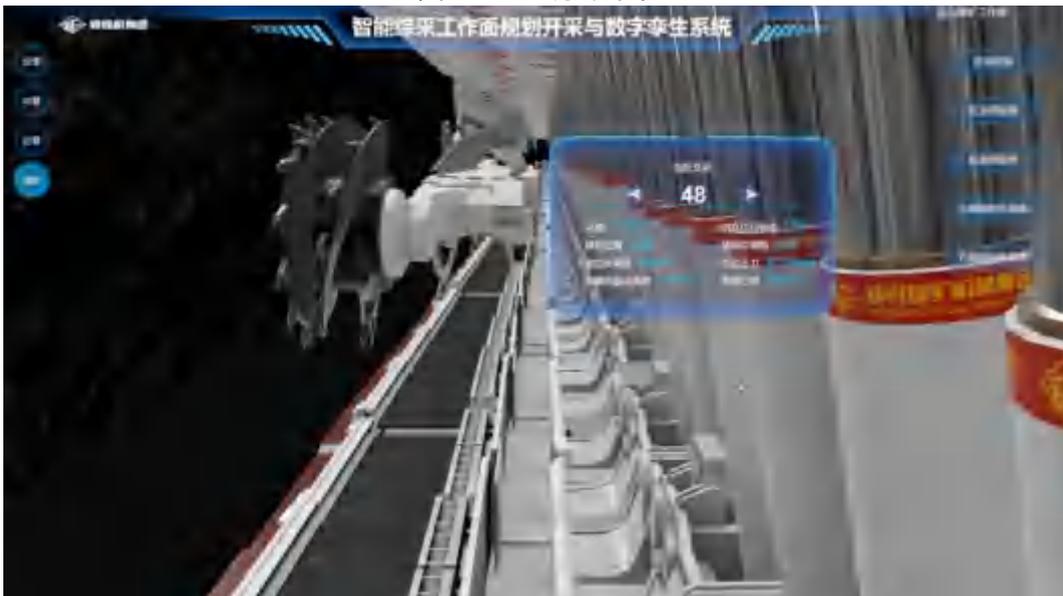


图 8 5G+数字孪生

三、建设成效

目前，平宝公司采面人员在 800 m 井下可随时通过 5G 防爆手机与地面进行连线，现场设备通过 CPE 模组接入 5G 网络，摆脱了线缆的束缚，视频监控数据、监测传感信息、远程控制指令以超低时延分别回传至井上下集控中心，管理人员站在大屏前，采煤现场各类工况数据一目了然，只需在集控台上点击启动按钮，采煤机、运输机、转载机相继启动，滚滚乌金乘着皮带翻涌而出，传统采煤作业方式发生了彻底转变，工作面单班生产人员由 22 减至 6 人，真正实现了安全高效智能化采煤。同时，也为煤矿 5G 深度融合应用提供了良好借鉴，项目在第四届“绽放杯”5G 应用征集大赛中荣获河南省赛区一等奖、全国三等奖，大赛最佳人气奖，被河南省工业和信息化厅评定为河南省第一批 5G 应用场景示范项目。