

案例 4 庞庞塔煤矿 5G+工业互联网应用

主要完成单位：霍州煤电集团有限责任公司

一、主要建设内容

（一）5G+工业互联网

2020 年 4 月，庞庞塔煤矿与联通（山西）产业互联网公司合作，建成了一张高质量的 5G+工业互联网。矿井真正形成了“万兆光纤环网+5G 无线宽带专网+窄带物联网”的一体化传输网络，工业互联网带宽整体承载能力达 40 万兆规模。5G+工业互联网主要包含 4G/5G 无线通信系统（接入层网络）及 IPRAN 环网（主干网络）两大部分。井下布置 8 台 IPRAN 环网交换机、8 台 BBU、24 台 RHUB、138 台 4G/5G 多模基站（基站同步开通 NB-IoT），光缆共铺设 100km，覆盖井下所有进风系统大巷及采掘工作面，实现了井下无线及有线的一体化传输，井下 4G/5G 系统结构如图 1 所示。



图 1 井下 4G/5G 系统结构

地面机房布置 2 台 NE8000 环网核心交换机，井下 8 个节点交换机采用并联组网方式与地面核心设备分别独立组环，最终通过地面的核心环网设备上联到公网的传输设备（地面部署 6 个 5G 公网宏站），实现与公网的互联互通。井下单个节点交换机带宽能力为 50G，整体带宽能力为 400G。

（二）云计算中心

矿井云计算中心占地 150m²，共布置两列共 28 台标准机柜，2 台强电列头柜，2 台弱电列头柜，4 台空调机柜，安全防护等级达三级。模块化机房部署计算区、核心交换区、网络边界区、控制网区、应用服务区等；网络边界采用网络等级保护三级标准进行建设，确保了矿区网络的安全性。

在云服务中搭载了华为 ROMA 平台，大数据平台、数据库平台等，为矿井数据采集、处理、分析提供了高效的环境；同时在云服务中建设了矿井的智能综合管控平台，矿井所有监测、监控系统数据全部接入，实现了监测监控系统、应急广播系统、人员定位系统、水文监测系统等多系统与智能化控制系统的联动。同时，结合 GIS 一张图，完成了水害、火灾等灾害仿真系统，能根据异常报警参数智能分析灾害影响范围，自动规划避灾路线，结合矿井应急预案，联动控制应急广播设备与单兵装备，实现灾害事故的快速响应、智能决策，提高了应急处置能力，综合管控平台如图 2 所示。



图 2 庞庞塔煤矿智能化综合管控平台

（三）5G+智能应用

矿井基于 5G+工业互联网，开展了一系列智能化应用与实践，主要包括 5G+全面感知、5G+高效指挥、5G+安全管控及 5G+智能控制等方面，实现了减人提效，提高了矿井的整体安全生产管理水平。

1.在井下主要硐室和设备作业点安装 5G 高清摄像头 200 余个、NB 无线传

感器 270 余组，对井下瓦斯、顶板、水文等监测监控系统进行实时数据统一采集、存储、分析、展现及预警报警。

2.投用 500 部 4G/5G 手机、无线和有线实现融合通信，投用 70 套单兵装备（智慧矿灯），内置 5G 模组，具备瓦斯监测、调度台面对面通讯等功能，实现了智能语音调度和视频调度。

3.建成了全国首个大倾角厚煤层远距离智能化综放工作面，井下 20 个主要硐室、运输系统实现无人值守、远程集控，减员 102 人。

4.开发了双预控系统 APP，利用 5G 防爆手机，实现了智能安全管控。

二、技术特点及先进性

1.矿井建成了一张安全、高效、快速的高质量工业互联网，具备大带宽（整体承载能力达到 40 万兆）、低时延（小于 1ms）、广连接（可接入 50000+传感器、1000+视频、1000+终端）、高可靠性（99.999%）的优势。

2.通过信息化基础设施建设，打破了之前“烟囱式”系统布置的业务壁垒，通过云计算中心统一发放的虚拟机及云存储，实现了数据的统一传输、统一分析，统一呈现；同时，数据保存在本地，为后续智能化管控平台多系统联动、实现数字化矿井提供了坚实的基础。

3.建立了井下 5G 网络切片模型，遵从网络切片逻辑完整、相互隔离以及可定制化的原则，设计面向井下视频监控、可视化操控等 eMBB 场景和智能化工作面等 uRLLC 场景的网络切片方案。通过为井下视频监控、可视化操控等应用切片分配较多的无线、计算和存储资源满足用户高速率的业务需求，通过将 uRLLC 切片核心网用户面部署到 BBU 侧减少了用户端到端传输时延；两种切片通过共享核心网控制面实现核心网切片的集中式管控。

4.5G 及云计算中心采用租赁服务的模式建设，分别由联通（山西）产互公司及华为公司进行后台运维，在降低建设成本的同时，又弥补了矿井因信息化及智能化人才短缺造成运维困难的不足。

三、智能化建设成效

（一）5G+全面感知

基于矿井 5G+工业互联网，利用有线、无线、NB 等多种传输方式实现了各种监测监控数据的统一采集、存储、分析、展现及预警报警，解决了传统监测监控系统独立建设、专网专用、信息孤岛、建设成本高、周期长的问题，既提高了各监测系统的可靠性，又降低了建设成本及维护工作量。实现了矿井的全面感知、精准预测预报。全面感知系统架构及井下信息化系统联合布置如图 3 所示。



图 3 全面感知系统架构及信息化系统联合布置

（二）5G+高效指挥

无线和有线实现融合通信，实现了智能语音调度和视频调度，提高了调度指挥的协同性、高效性。

（三）5G+智能控制

1.井下固定场所及设备作业点利用工业互联网有线传输方式进行远程集中控制。目前，已建成全国首个大倾角厚煤层远距离智能化综放工作面，井下 20 个主要硐室、运输系统实现无人值守、远程集控，减员 102 人；

2.采用 5G 无线网络，实现了井下系统大巷的卡轨齿轨车远程控制和无人驾驶。

（四）5G+安全管控

利用 5G 防爆智能手机安装新开发的双预控系统 APP,一是实现了井下现场隐患录入、整改拍照、取证上传、视频语音互通互联功能；二是系统具备信息推送功能，通过建立规则匹配，管理人员能够及时收到与本人相关的信息；三是融

合人员精确定位系统，对检查人员准确定位，通过手机终端实现风险、隐患、三违信息、重点人员预警信息等的精准定位推送。双防系统 APP 如图 4 所示。

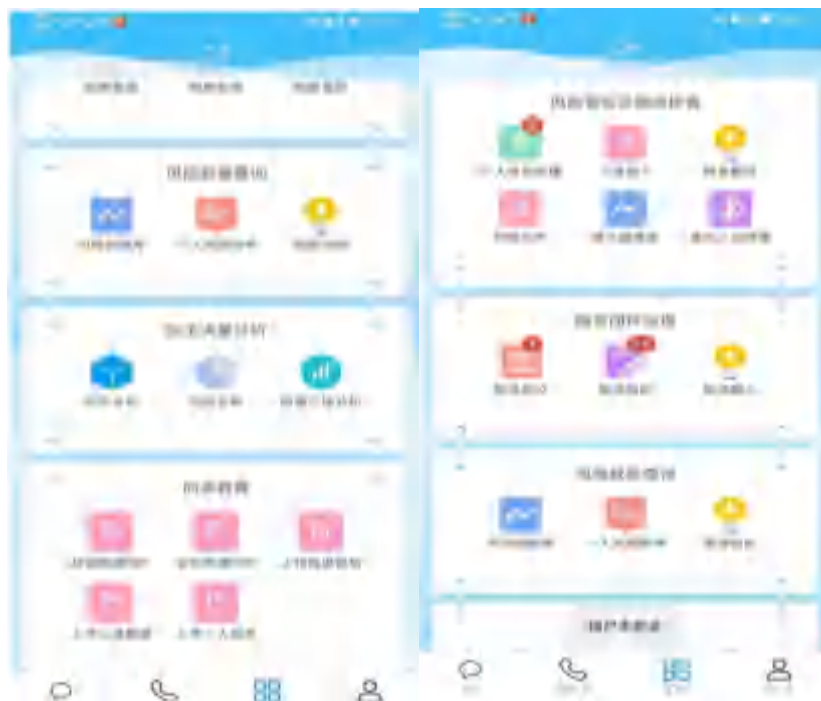


图 4 双防系统 APP