



## 辽宁排山楼 5G+智慧矿山

### 真正实现矿山智能化管控、智慧化管理

随着安全事故频发，安全生产形式严峻，地方政府全面加强了对非煤矿山的监管力度，机械化、自动化和智能化技术引入减少井下作业人员是矿山安全提升的主要方向，阜新市政府专门下发了《2021 年全市非煤矿山“智慧化”建设工作实施方案》，辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司作为阜新市第一批智慧矿山示范企业，对排山楼公司安全避险三大系统以及智慧矿山建设方面提出了专门要求；另外辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司同样面临着施工队伍选择，特殊工种（特别是凿岩工）用工困难等影响，急需在井下引入凿岩台车、铲运机和电机车等自动化智能化设备，深入贯彻井下生产少人化无人化理念，提升井下生产安全性。中国移动通信集团辽宁有限公司阜新分公司针对本项目实施内容主要包括井下巷道 5G 信号覆盖、电机车无人驾驶和主溜井的破碎机远程控制，采用边缘计算技术，通过增强型一体化 UPF 下沉，以超低时延满足井下 5G 应用，旨在改善人工作业环境，提升作业安全性。

#### 一、项目概况

---

中国移动携手辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司共同打造 5G 智慧矿山应用，采用 5G SA+MEC 的专用组网架构，通过增强型一体化 UPF 下沉，实现本地数据计算，利用 5G 专网数据不出场、低时延、高可靠运行的技术特点，将井下电机车

无人驾驶、破碎机远程控制、矿山数字孪生的运行、环境、报警等数据回传到调度指挥中心，进行自动化作业，通过“少人化、无人化”的生产运营，真正实现矿山智能化管控、智慧化管理。

### 1. 项目背景

5G 已是近年来科技领域最热门的关键词之一，被称作“新基建中的领头羊”。作为经济新动能，5G“新基建”正在迈入起航阶段，5G 将不断推动万物互联，持续推动产业转型和技术创新，各行各业都在积极探索 5G 新技术的应用场景和模式。

辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司作为阜新市第一批智慧矿山示范企业，为落实阜新市委市政府加快推进数字矿山建设要求，解决企业发展中遇到的矿区效率低、风险大等日益凸显的问题，需求通过 5G 网络提升矿山的智能化和信息化水平，推动企业智能化升级改造，打造国家级智慧矿山。结合生产实际，中国移动通信集团辽宁有限公司通过现场勘查调研，为贵企业制定基于 5G 专网的智慧矿山方案。

### 2. 项目简介

(1) 矿山技术的发展大体经历了四个阶段，就是原始阶段—机械化阶段—数字化信息化阶段—正在向智慧化阶段迈进。

**原始开采阶段：**人们主要通过手工和简单的工具稿刨、锹挖进行矿山的采掘活动，生产主要靠人力，效率极低。

**机械化阶段：**矿山在采掘、运输、提升、以及生产辅助方面采用大量机械设备和爆破施工，生产效率得到大大提高，矿井用人数量大大减少。

**数字化信息化阶段：**计算机技术的飞速发展，给传统产业的发展带来了巨大机遇，“用信息技术改造传统产业，提升传统产业实现跨越式发展”也成为国家的战略，煤矿开展的“两化融合”、“三网合一”等工作就是这一阶段的典型代表。从字面意义上来讲，数字化就是将“书面”信息转变成电子信息、数字信息；信息化主要是解决数据传输、数据呈现问题。

**智慧化阶段：**当前发达国家在各个领域都快速向智慧时代飞进，例如无人机、巡检机器人，无人矿卡等。

(2) 智慧矿山的发展是一个不断进步的过程，而且随着科技水平的提高，

智慧化的程度也将不断提升。智慧矿山的建设可划分为三个阶段。

一是单个系统、单项技术的智能化，实现一个系统、一个岗位的“点上的无人”。

二是多个系统的智慧化，实现部分系统的集成，实现“面上的无人”。

三是实现“一个矿井的无人”，就是井下生产、安全、后勤系统的全面无人。

结合目前矿山行业现状，针对三个阶段性目标，部署井下 5G 无线专网为后续实现远程机械控制和无人化作业打下坚实基础。

### 3. 项目目标

中国移动助力辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司打造 5G+智慧矿山行业无人化应用领先优势，为全社会的数字化经济发展提供新动能。

## 二、项目实施概况

---

辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司 5G+智慧矿山项目通过 5G、边缘计算等通讯前沿技术和冶金产业的结合，用信息通道代替人工路径，以远程操控的方式解决了现场操作难度大风险高的问题，显著改善作业环境，提升溜井工作效率 10%，当前阶段可减少人力 45 人，切实为客户安全高效生产提供保障。

### 1. 项目总体架构和主要内容

智慧矿山项目主要建设 5G+智慧矿山管控平台及相关附属设施等，主要包括调度中心建设、基础网络升级、井下通风系统自动化控制技术，安全避险系统开发应用等工作内容。

利用 5G 技术实现井下远程开采、运输、提升、选矿等目标，从智能设备和管理系统中获取生产数据和管理信息，应用大数据技术实现生产数据和管理信息的存储及上云，通过云计算和人工智能等技术实现对生产数据和管理信息的自动分析、快速处理，实现智能判断和远程控制等功能。

排山楼公司智能矿山建设，总体按照“1146”战略全面推进：

1 是：一个生产调度指挥中心包含数据中心。

1 是：一套生产经营全流程可视化三维立体管控平台。

4 是：生产技术开发、工艺流程控制、生产经营管理、绿色安全环保。

6 是：选冶流程智慧专家系统、井下生产智能化系统、安全环保智慧管控系统、数字化采矿系统、基于大数据的智慧决策系统、生产经营智慧管控系统。

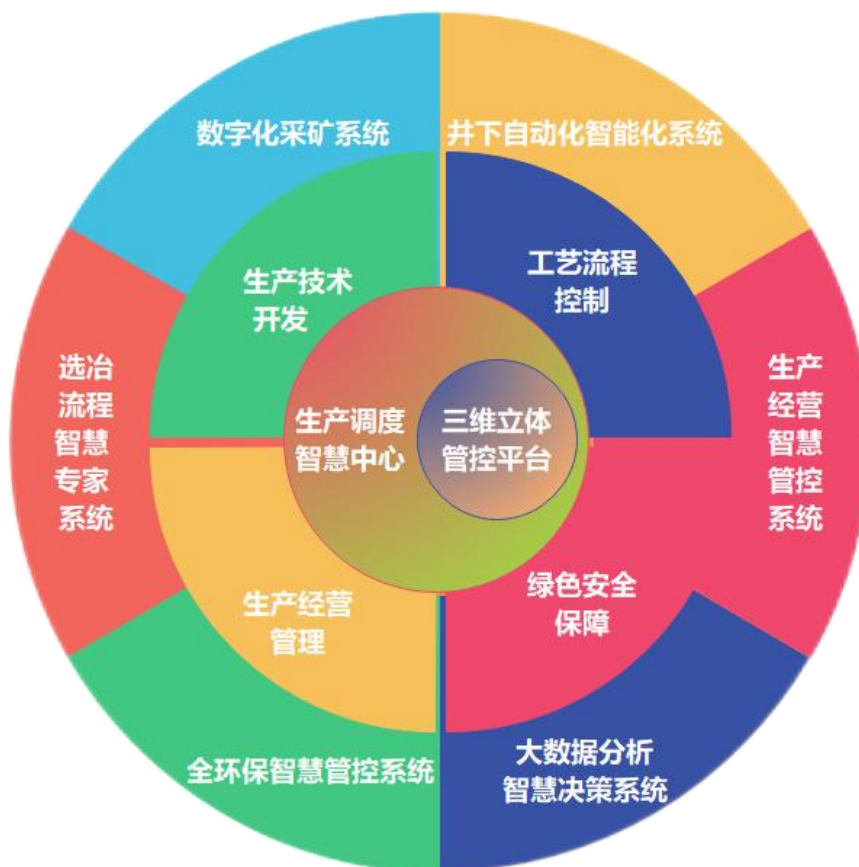


图 1 总体架构

## 2. 网络、平台或安全互联架构（一个或多个均可）

(1) 辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司 5G 网络建设采用 5GSA+MEC 的专网组网架构，服务模式为尊享模式，井下 100 米巷道（长 830 米）全部覆盖 5G 专网，通过增强型边缘 UPF 下沉到井下 100 米巷道，实现本地数据计算，满足电机车数据不出场、低时延、高可靠运行的网络环境要求；21 个井口采用 4G、5G 双网络建设方案，满足井下人员通信需求。

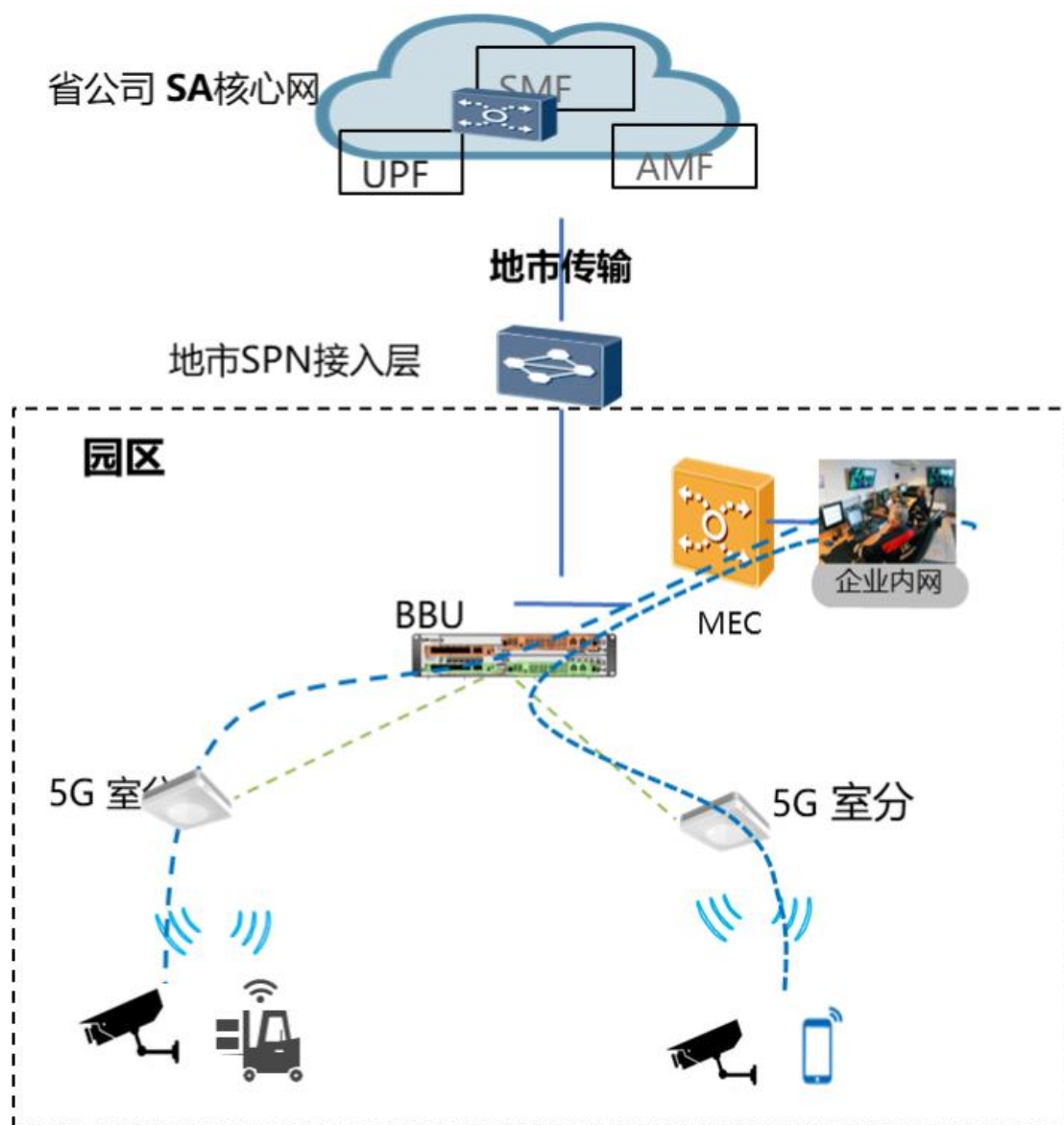


图 2 网络架构

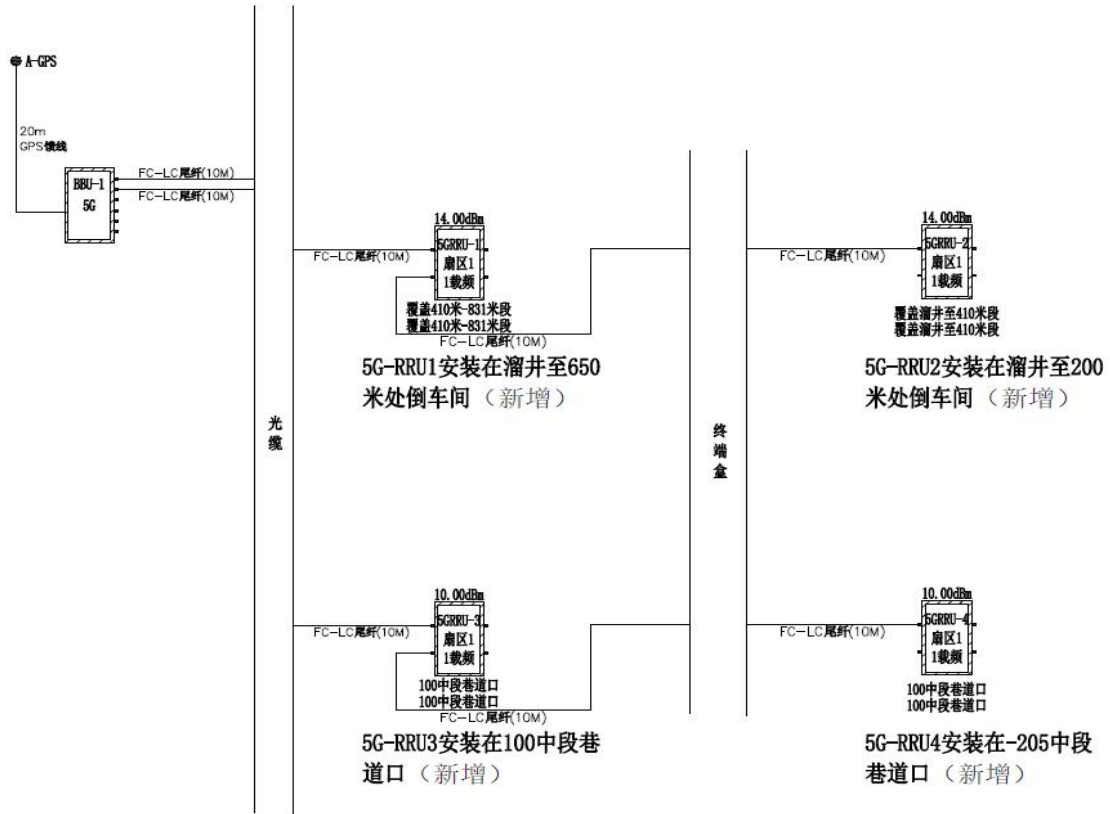


图 3 信源组网

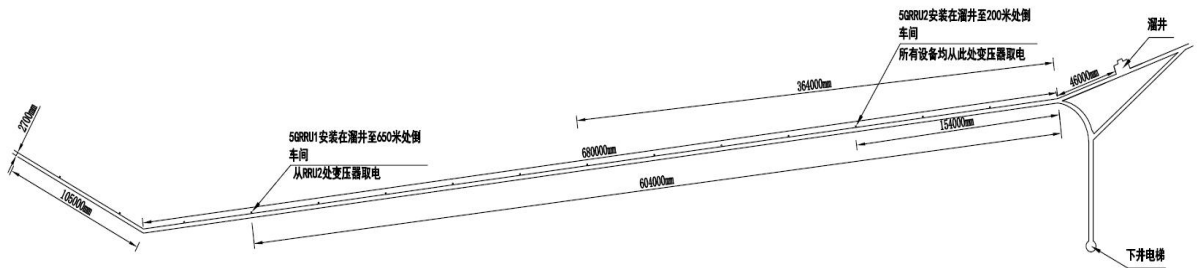


图 4 巷道综合布线

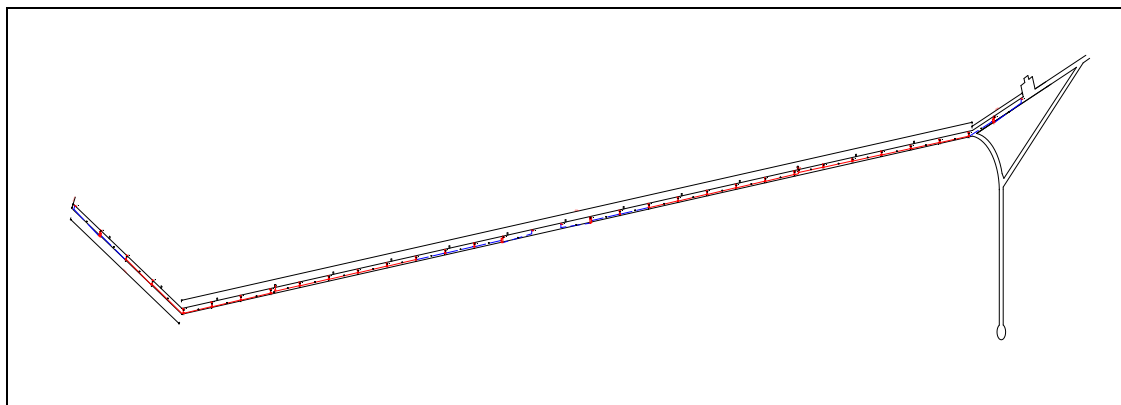


图 5 天线位置



图 6 馈线安装位置

井上部分采用 BBU+AAU 宏基站方式进行覆盖，BBU 安装在排山楼金矿无线机房，AAU 安装在排山楼金矿楼顶角钢塔上，通过光缆传输，目前井上已经开通 5G 业务。

### 3. 具体应用场景和应用模式

电机车无人驾驶:5G 专网+MEC 结合，通过高清摄像头，实现电机车无人驾驶及安全监控；在利用原有设施的基础上，引入先进的远程驾驶技术、自动控制技术和精细化管理技术，提升系统的整体运行效率和运输能力。

破碎机远程控制：变焦摄像头+5G 专网+MEC，通过高清摄像头，实现破碎机远程操控；5G 低时延实现可靠机械操控，提升工作效率。

矿山数字孪生：数字孪生是一个数据可视化、人机强交互、工艺自优化的逼真井下巷道三维镜像作业场景，数字孪生是以数字化方式创建物理实体的虚拟模型，通过虚实交互反馈、数据融合分析、决策迭代优化等手段，为物理实体提供更加实时、高效、智能的运行或操作服务，是动态反馈的数字化工作面镜像体，基于设备运行的感知数据，以数字映射井下实际生产及安全状况。

## 4. 安全及可靠性

优享模式：公网公用

功能：业务加速、业务隔离、QoS、DNN、切片

专享模式：公网专用

功能：本地业务保障、增强室内外无线覆盖

尊享模式：专网专用

功能：超级上行、用户专用接入、基站专用

由于电机车无人驾驶要求网络时延低于 20ms，故选用尊享模式，利用 UPF 下沉至矿区，可以满足网络时延低于 20ms，选择共享 UPF 网络时延 50ms 左右，不能满足电机车无人驾驶要求，同时利用 UPF 下沉，实现数据不出矿区，最大程度保障网络安全和数据安全。

## 5. 其他亮点

增强型一体化 UPF 具备 UPF+MEP 和 APP 融合能力，同时具备计算和连接能力满足企业诉求，极简运维一站式服务。MEP 能力：负载均衡、DNS 服务、路由控制、带宽管理、服务注册、NET 转换、应用代理、应用服务、API 能力开放。

当前阶段，为聚焦矿山行业市场拓展和业务发展，降低平台集成复杂性，提升网络与平台系统结合效果，对于有边缘计算功能需求或边缘云部署需求的矿企用户，建议按需选择增强型一体化 UPF，增强型一体化 UPF 兼具 UPF 和边缘计算业务平台能力，能够提供各类软件应用系统运行环境，实现业务和网络更好的互动。

针对辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司同时要求本地分流及边缘计算平台场景：边缘计算平台系统为边缘应用提供运行环境（提供负载均衡、DNS、路由控制、带宽管理、API 能力开放等 MEP 功能，提供部署 APP 所需的虚拟化环境，支持自研及企业应用同步部署）并实现对边缘应用的管理，除实现矿区本地分流外，视频传输、远程控制等应用 APP 可以部署在边缘计算平台，建议结合流量、PDU 会话数、应用需求选择增强型一体化 UPF，支持在模型配置基础上按需扩展边缘云规模和能力。



## 三、下一步实施计划

---

### 1. 计划 1

2023 年工作内容：

整合公司内部所有生产部门的工业自动化系统和视频监控系统，并实现其数据上云，实现生产数据和视频数据自动存储、分析和处理等功能，为生产和管理提供决策依据。

整合公司内部所有办公和管理系统，实现生产和办公数据融合，消除信息孤岛，并在此基础上实现数据互通，提高办公自动化程度和效率。

### 2. 计划 2

2024 年工作内容：

实现办公、管理、安全和生产管理系统融合，将所有生产和管理数据上传到数据中心，并利用大数据和人工智能技术对数据处理，自动生产管理指令下发给生产和管理系统，从而实现智慧矿山的智能管理。

## 四、项目创新点和实施效果

---

### 1. 项目先进性及创新点

通过增强型一体化 UPF 下沉，实现本地数据计算，利用 5G 专网数据不出场、低时延、高可靠运行的技术特点，将井下电机车无人驾驶、破碎机远程控制、铲运机远程控制的运行、环境、报警等数据回传到调度指挥中心，进行自动化作业，通过“少人化、无人化”的生产运营，真正实现矿山智能化管控、智慧化管理。

### 3. 实施效果

中国移动助力辽宁排山楼黄金矿业有限责任公司打造 5G+智慧矿山行业无人化应用领先优势，为全社会的数字化经济发展提供新动能。

