



# 扬帆远航

## 5G融合应用实践精编

陕西省通信管理局  
陕西省互联网协会、三大运营商  
10多家行业企业等联合推出的实践指南

融合·创新·引领  
5G点燃数字化转型

10大典型案例+5大应用场景

凝聚行业智慧，助力5G赋能煤矿智能化、数字化转型

陕西省通信管理局  
陕西省互联网协会



# 陕西省通信管理局



陕西省通信管理局于 2001 年 3 月 30 日正式挂牌成立，是工业和信息化部的垂直管理单位。在工业和信息化部的领导下，依照《中华人民共和国电信条例》和有关法律法规，依法对陕西省行政区域内的通信行业和互联网行业实施政府监督管理职能。其主要职能是：在所辖范围内，负责实施网络强国和“宽带中国”战略，推动全光网城市建设，打造现代互联网产业体系；协调电信网、互联网、专用通信网的建设，促进网络资源共建共享；推进电信普遍服务、民资开放工作，加强信息通信建设市场招标投标管理；依法对电信和互联网等信息通信服务实行监管，承担互联网（含移动互联网）行业管理；组织实施市场准入、市场秩序、设备进网、服务质量、用户权益等监管政策，加强网站备案、接入服务等基础管理；承担信息通信行业行风建设有关工作，推动行业自律和行业发展；组织开展电信网、互联网网络数据和用户个人信息保护工作；协调管理相关网络与信息安全技术平台，推进网络与信息安全保障体系建设；组织推进电信网、互联网安全自主可控相关工作；组织开展电信网、互联网新技术新业务安全评估；指导督促电信企业和互联网企业落实网络与信息安全管理责任；组织开展电信网、互联网网络与信息



安全监测预警、威胁治理、信息通报工作；组织开展电话用户实名登记；配合打击网络犯罪和防范网络失窃密；负责网络安全防护、应急管理和处置。

## 省政协委员调研 5G 赋能煤矿智能化、数字化转型



图：调研组一行赴小保当煤矿调研 5G+ 智慧矿山项目



图：调研组一行赴西湾露天煤矿调研 5G+ 无人驾驶项目



图：调研组调研榆林市智慧能源大数据应用联合重点实验室



图：调研组调研全应科技热电云项目

## 编委会

**指导单位：**陕西省通信管理局

**支持单位：**中国电信股份有限公司陕西分公司

中国移动通信集团陕西有限公司

中国联合网络通信集团有限公司陕西省分公司

信通院（西安）科技创新中心有限公司

国家矿山安全监察局陕西局

神木市能源局

中煤科工西安研究院（集团）有限公司

国家能源集团陕西神延煤炭有限责任公司

国能神东煤炭集团有限责任公司

陕西延长石油矿业有限责任公司

中煤陕西榆林能源化工有限公司

陕煤榆北小保当矿业有限公司

陕西彬长小庄矿业有限公司

上海全应西安科技有限公司

华电力拓能源科技有限公司

**主办单位：**陕西省互联网协会

# 前言

## PREFACE

煤炭是赋存于地下的非再生性化石能源资源，素有“工业粮食”之称，我国是世界第一产煤大国，煤炭产量占世界的 40%，煤炭行业是国民经济发展的重要支撑。陕西是煤炭大省，煤炭产量稳居全国第三，煤炭产业是陕西省重要支柱产业，对全省经济发展发挥着举足轻重的作用，陕西全省含煤面积 5.7 万平方公里，约占国土面积的 27.7%，主要分布在榆林、延安、铜川、咸阳、渭南、宝鸡等 6 市。全省预测煤炭资源量 3800 亿吨，居全国第四位；累计探明储量 1700 亿吨，居全国第三位。陕北地区煤炭资源储量大、品质优、品种全、易开采，榆林市能源及能源化工产业优势突出，是国家级能源化工基地，矿产资源潜在价值超过 46 万亿元，占全国的 1/3。其中煤炭预测储量 2800 亿吨，已探明储量 1490 亿吨，占全国的 1/5，占全省的 86.2%。全省共有各类煤矿 370 处，生产建设能力 7.5 亿吨/年，其中，国有重点（中央和省属）63 处，能力 4.2 亿吨/年，国有地方（含国有控股）53 处，能力 2.1 亿吨/年，乡镇 254 处，能力 1.2 亿吨/年。神木市矿藏资源有煤、铁矿、石灰石、石英砂等，以原煤储量最为丰富，含煤面积达 4500 平方公里，总储量 500 多亿吨，埋藏浅易开采，被称为“中国第一产煤大县”。国家能源集团、陕煤集团等大型煤炭企业在其区域内设有多家大型煤矿，同时还有本地 100 多家煤矿及涉煤企业，煤炭产业是神木市乃至榆林市、陕西省的支柱性产业。



为充分发挥采矿行业“5G+工业互联网”领军企业的示范引领作用，加快推动成熟经验和模式在行业内复制推广，激发行业探索创新和应用实践，全力推动我省推动工业化和信息化在更广范围、更深程度、更高水平上融合发展，在高彩玲等政协委员榆林调研的基础上，陕西省通信管理局协调组织省互联网协会、陕西电信、陕西移动、陕西联通共同梳理出了一批省内“5G+智慧矿山”的优秀案例，编制形成《陕西省工业互联网应用案例集——5G+智慧矿山应用场景》，以便业内单位及人士参考。

此案例集在整理过程中，得到了众多支撑单位的大力支持，在此，谨向他们表示最诚挚的感谢！

# 目录

## ▶ 5G 绽放杯应用大赛获奖项目

### 延长石油 5G+ 智慧能源项目

1.1 项目背景 .....	03
1.2 项目方案 .....	03
1.3 应用场景 .....	05
1.4 应用成效 .....	08

### 大海则煤矿 5G+ 融合组网项目

2.1 项目背景 .....	10
2.2 项目方案 .....	10
2.3 应用场景 .....	11
2.4 应用成效 .....	13

### 神延西湾露天煤矿 5G+ 无人驾驶项目

3.1 项目背景 .....	15
3.2 项目方案 .....	15
3.3 应用场景 .....	16
3.4 应用成效 .....	17

### 延长巴拉素 5G+ 智慧矿山项目

4.1 项目背景 .....	20
4.2 项目方案 .....	20
4.3 应用场景 .....	21
4.4 应用成效 .....	23

### 神东煤炭集团 5G+ 智慧矿山项目

5.1 项目背景 .....	25
5.2 项目方案 .....	25
5.3 应用场景 .....	26
5.4 应用成效 .....	28

## ► 5G+ 智慧矿山典型案例

### 陕煤集团榆北小保当煤矿 5G+ 智慧矿山项目

6.1 项目背景 .....	31
6.2 项目方案 .....	31
6.3 应用场景 .....	32
6.4 应用成效 .....	34

### 陕煤集团彬长小庄煤矿 5G+ 智慧矿山项目

7.1 项目背景 .....	37
7.2 项目方案 .....	37
7.3 应用场景 .....	37
7.4 应用成效 .....	40

### 榆林市智慧能源大数据应用联合重点实验室项目

8.1 实验室简介 .....	43
8.2 项目亮点 .....	43
8.3 成果产出 .....	45
8.4 应用成效 .....	46

### 全应科技 5G+ 节能减排项目

9.1 项目背景 .....	49
9.2 项目方案 .....	49
9.3 应用场景 .....	51
9.4 应用成效 .....	53

### 华电集团 5G+ 矿用巡检机器人项目

10.1 项目背景 .....	55
10.2 项目方案 .....	56
10.3 功能应用 .....	59
10.4 应用成效 .....	60

# 5G 绽放杯应用大赛获奖项目



# 01

## 延长石油 5G+ 智慧能源项目

第五届“绽放杯”5G应用征集大赛全国总决赛一等奖



陕西联通联合延长石油打造的“打井不下井”5G智能建井项目，研发了煤矿行业内首个“5G+智能化建井”系统，达到了国际先进水平，填补了智能化煤矿的技术空白，该项目在第五届“绽放杯”5G应用征集大赛全国总决赛中荣获一等奖。

## 1.1 项目背景

在煤矿智能化建设的全生命周期中，生产矿井的智能化已相对成熟，而由于建井施工工艺、技术、装备、管理与煤矿智能化发展形势不匹配、不协调，建设矿井的智能化仍为空白。传统建井方法的建设工期长达 53 个月，并存在施工难度大、工人劳动强度高、机械化程度低、作业环境恶劣等问题。

针对建井智能化空白，中国联通与延长石油成立专班，对建井技术进行联合攻关，实现网业融通，在可可盖率先研发斜井的 TBM 施工技术装备体系及立井的一钻完井技术装备体系，高效助力智能化建井。全新的敞开式 TBM 施工斜井，进尺每月达到 500 米以上，可将建井工期比原计划缩短两年，节省投资 20 多亿。这两种全新的建井方法，填补了国内外同类工艺技术的空白，属国际领先。

为发挥好斜井 TBM 和竖井钻机钻井重大装备和技术在煤矿安全高效建设的作用，确保延长石油和可可盖煤业公司能取得处于国家乃至国际领先水平的骄人业绩，需要全面覆盖、重点突出、持久力强的保障措施，做好“智能化建井、建智能矿井”战略研究的顶层设计。因此，本项目开展西部煤矿复杂地层全机械破岩智能化建井技术装备研发与工程应用，是我国西部煤矿建井技术与装备面临的重大机遇与挑战，充分结合 5G、AI、大数据等先进生产要素，推动西部矿区井筒建设的无人化、机械化和智能化的发展，更为我国矿产资源开发和地下空间利用。

## 1.2 项目方案

## 设计理念

可可盖作为新建煤矿，按照“基础系统全兼容—业务系统全关联—装备系统高可靠—数据应用多场景”的思路，在矿井设计中对煤矿智能化进行专题设计，基于智能化综合管控平台，围绕监测实时化、控制自动化、安全本质化、管理信息化、业务协同化、知识模型化、决策智能化的目标进行相应的业务模块应用设计，实现煤矿地质勘探、巷道掘进、煤炭开采、主辅运输、通风、排水、供液、供电、安全防控、经营管理等各业务系统的数据融合与智能联动控制。

现阶段，可可盖煤矿基于工业互联网平台的建设思路，采用一套标准体系、构建一张全面感知网络、建设一条高速数据传输通道、形成一个大数据应用中心，面向不同业

务部门实现按需服务。

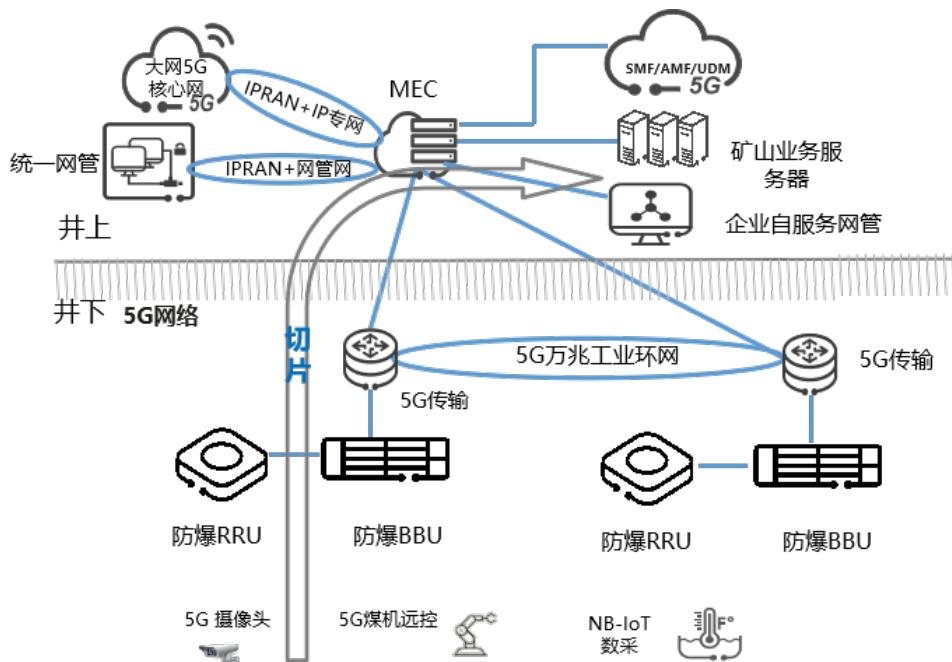


## 网络方案

**核心网：**MEC部署在煤矿园区，与联通的UPF配合，一方面，数据不出园，保证了数据传输的安全性；另一方面，MEC就近部署降低了数据的传送时延，满足矿井多场景业务数据的控制和转发。

**传输网：**井上IPRAN一方面与井下IPRAN形成环形组网，实现井下5G基站的回传双通道保障；另一方面与联通大网IPRAN成环，确保煤矿至县局机房传输双路由保护；井上IPRAN与MEC之间组成双路由保护。

**无线网：**井下无线网络部分采取矿用5G大增益、定向外置天线+分体式隔爆化RRU作为基础的5G分站覆盖单元，来满足矿区网络协同覆盖。RRU\天线放置到井下工作面，实现5G无线信号的覆盖。井下IPRAN\BBU放置到中央配电机房、主要配电机房，实现数据的处理和传送。



### 1.3 应用场景

#### 场景 1：敞开式 TBM 挖进

敞开式 TBM 智能掘进成套装备共计 1300t，装机功率 4200Kw，掘进施工的斜井断面达到 40 平方米，长度达 5300 米，坡度 6 度，实现了探、掘、支、锚、运一体化协同作业，月进尺达到 500 米左右，工效是传统工艺的 5 倍左右。



#### 场景 2：5G+ 智能掘进

基于 5G 网络，实现掘进过程实现自主感知、远程操作、一键启动，大幅减少井下

作业人员，机械化程度和安全性更高。



### 场景 3：5G+ 高清视频通话

基于 5G 网络实现井上井下高清视频电话和 HI-FI 级视频会议，打造井上井下高效协同的工作标准体系。



### 场景 4：5G+ 精准掘进与姿态调控

针对可可盖煤矿地层岩石强度低、扰动敏感的特性，突破了斜井敞开式 TBM 掘进高效破岩与围岩控制、连续排渣、装备推进与支撑协同控制等技术，实现了 TBM 姿态大幅度调整，一次掘进断面面积 40m<sup>2</sup>，形成了“探 - 破 - 支 - 运”一体化连续掘进技

术体系，单月最高掘进进尺 523.8m。

### 场景 5：5G+TBM 掘进智能管控综合系统

首次在西部富水弱胶结地层中采用竖井钻机钻井，提出了全岩地层竖井“一



钻完井”工艺，形成了适用我国西部煤系地层钻井法凿井的大型竖井钻机及其配套装备体系，包括大直径全断面钻头结构、稳定钻杆、大型门式起重机以及竖井钻机高效集中控制系统，攻克了竖井钻机配套大型门式起重机安装、起下钻智能控制、竖井钻机高效钻进等关键技术与智能监控难题，实现了西部富水弱胶结岩石地层 8.5m 大直径井筒高效钻进，单日最高钻进进尺 10.8m。创新了智能化建井新技术，构建了智能化建井技术装备与工程管理体系，填补了煤矿及固体矿山领域智能化建井的空白。



## 1.4 应用成效

以实现竖井机械破岩代替爆破破岩凿井技术变革为目标，通过基础理论 - 关键技术 - 高性能装备 - 新工艺的研发，结合 5G 等先进移动通信技术，建立深埋、厚基岩、复杂含水地层煤矿立井“设计 - 科研 - 施工 - 运行”全过程的敞开式全断面斜井掘进机掘进和竖井钻机钻井智能化建井体系，开创西部弱胶结岩石地层全机械破岩建井的技术先河，创新西部煤系地层竖井机械化、无人化、信息化、智能化建设模式；研究成果将达到国际领先水平。项目建成后，将达到 10.00Mt/a 的生产能力，极大推动延长矿业和榆林煤炭基地的可持续发展。

通过多项技术的引入，可可盖智能建井顺利进行，创新了“有人安全巡视、无人掘进操作”的安全高效建井新模式，西北戈壁摇身变为前沿智能矿区。多名院士和专家对可可盖煤矿超长斜井智能掘进科技成果进行了鉴定，一致认为研究成果填补了国内外同类工艺技术的空白，整体达到国际领先水平，项目授权（申请）发明 / 实用新型专利 21 项，发表学术论文 6 篇，为我国西部煤炭资源高效煤矿开发建设提供了可复制、可借鉴、可推广的智能化建井新模式，具有重要经济和社会效益。

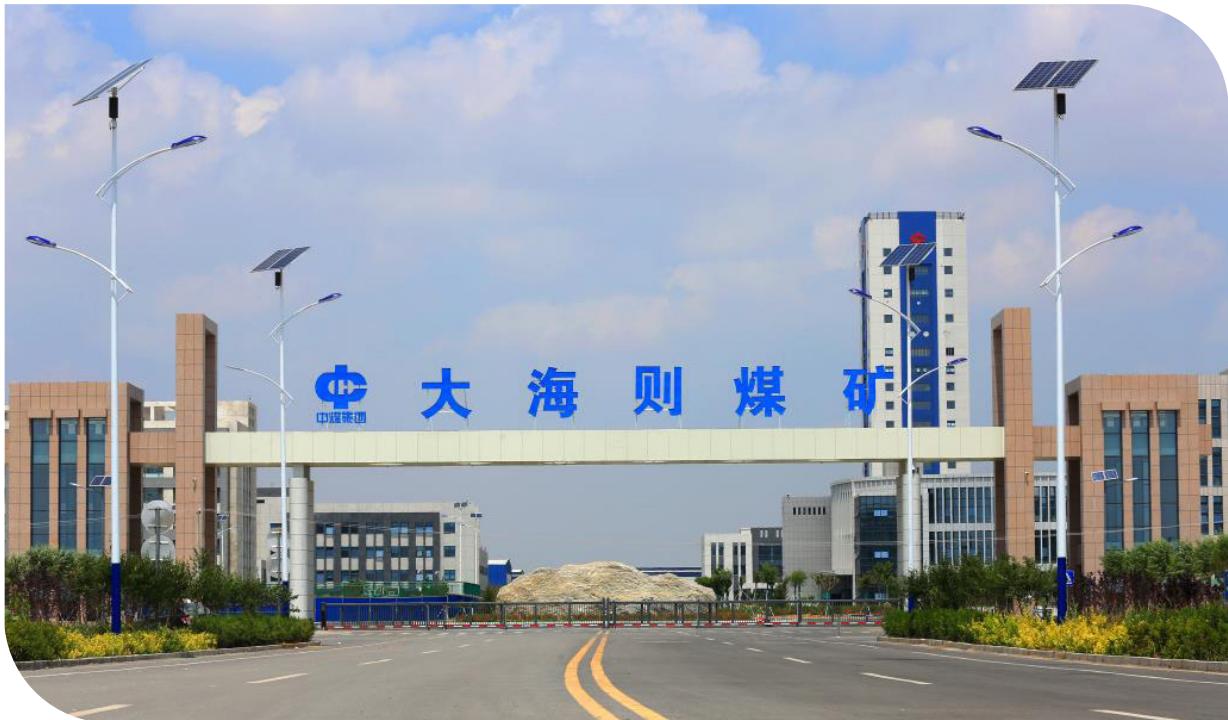
本项目将引领煤矿建井技术的变革性发展，属于国家政策引导的重点技术领域，将形成集勘察设计、理论研究、装备制造、施工建设为一体的西部大型煤矿智能化建井成套技术，打造出煤炭工业新的发展模式，实现安全、高效、绿色、智能建井，引领煤炭工业高质量发展方向，服务国家重大需求。

本项目研究成果将达到国际领先水平，这一技术的研发和工程示范将极大地推动矿井建设模式的技术变革，提高煤炭行业建设标准和建设水平，对于我国大型煤炭基地开发建设具有典型的示范引领作用，具有显著的社会效益。



## 大海则煤矿 5G+ 融合组网项目

第五届“绽放杯” 5G 应用征集大赛标杆赛银奖



陕西移动联合中煤陕西榆林能源化工有限公司陕西公司设计应用的“大海则煤矿 5G 700M&2.6G 融合组网设计与研究项目”是国内首个 5G 700M Hz 频段和 2.6GHz 融合技术在煤炭领域的成功应用。该项目在第五届“绽放杯” 5G 应用征集大赛中荣获标杆赛银奖。

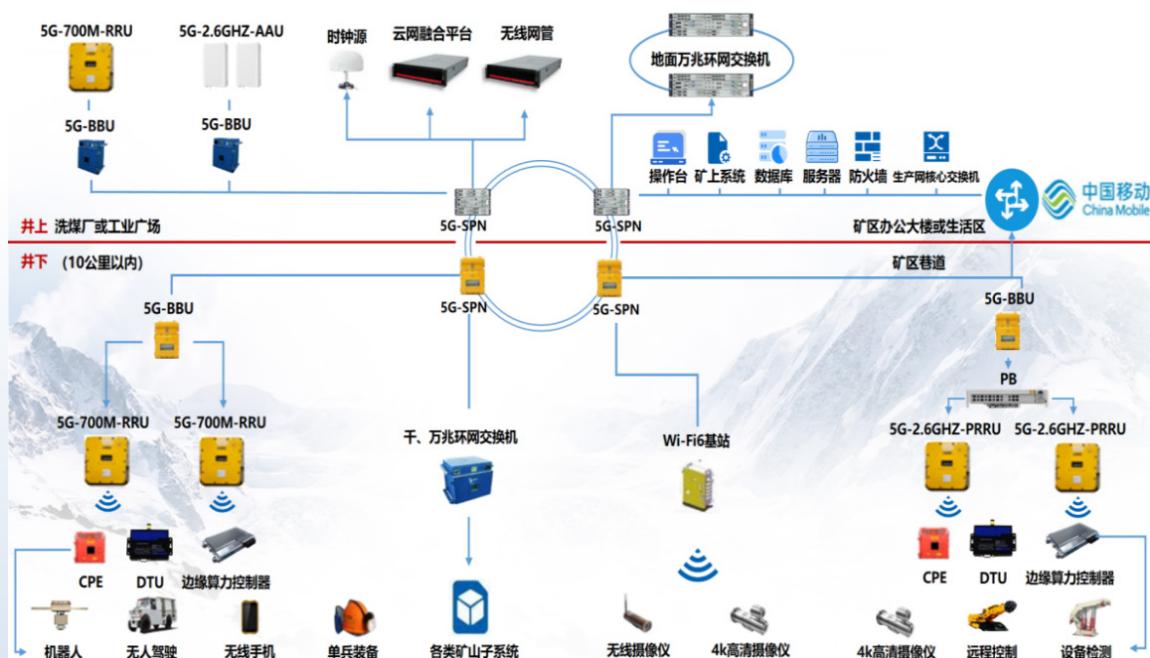
## 2.1 项目背景

大海则煤矿项目是中煤陕西榆林能源化工有限公司煤化工项目的配套资源矿井，是中煤集团打造亿吨级煤炭基地的重要支撑。项目位于陕西省榆林市榆阳区西部，井田面积 265.63 平方公里，资源总储量 47.86 亿吨，设计可采储量 33.12 亿吨。矿井建设规模 1500 万吨 / 年，服务年限 157.7 年，概算总投资为 129.79 亿元。

陕西移动为大海则打造的 5G 智慧矿山项目在业内实现了 5 个第一次：第一次实现井下 5G VoNR 首通、第一次使用“三网合一”硬隔离切片分组网、第一次实现采煤工作面“一站式覆盖”、第一次采用 700M&2.6G 融合组网进行网络覆盖、第一次采用“三级弹性算力架构体系”赋能煤矿智能化、无人化。为 5G+ 智能化矿山建设提供科学、有效的理论依据，为基站安标规范提供基础。在此网络建设基础上，部署了 5G V2X 无人驾驶系统、井下 5G+AI 高清视频监控、数字孪生系统、5G 智能掘进工作面、5G 智能综采等应用。应用场景丰富，为全国煤炭行业 5G+ 智能矿山建设树立典范。该项目荣获第四届绽放杯 5G 应用大赛全国总决赛三等奖、第五届绽放杯标杆赛全国赛银奖。

## 2.2 项目方案

### (1) 700MHz&2.6GHz 融合组网方案

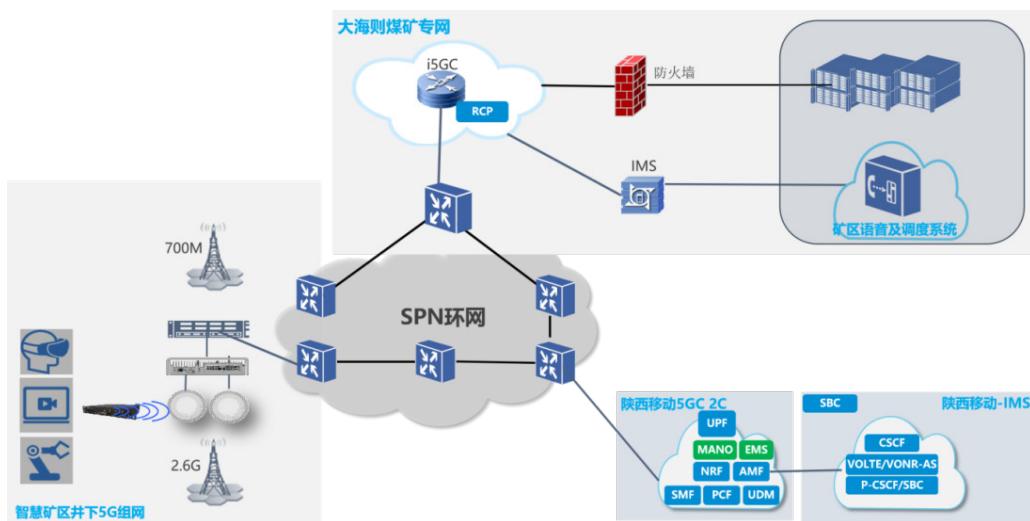


图：中煤大海则煤矿组网示意图

地面园区建设宏基站 + 轻量化核心网，井下建设包括皮基站。700M 基站接入本地专网核心网提供专网 5G 覆盖服务。2.6G 基站采用 MOCN 方式同时接入本地专网核心网及公网核心网，提供公 / 专网两种方式的 5G 覆盖服务。

## (2) 核心网方案

根据大海则煤矿业务需求，在大海则煤矿园区，部署 i5GC 一套，IMS 一套（包含 RCP）。IMS 采用领先的 Common Core 架构，通过组件化实现低成本业务创新，支持从虚拟化网络向云化网络演进，IMS 信令面和媒体面所有网元均支持云化部署。IMS 网络由 CSCF、SBC、HSS/UDM、SSS 构成，支持小型化 vIMS 部署，支持低成本快速建设虚拟化核心网。IMS 和语音调度系统对接，采用 SIP 协议。



图：中煤大海则煤矿核心网示意图

## 2.3 应用场景

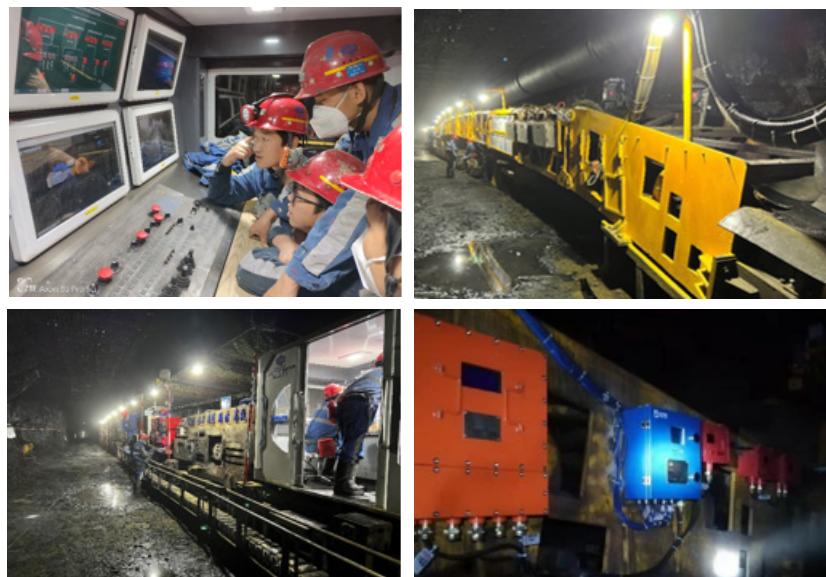
### 场景 1：5G+ 智能综采

基于 5G 低延时的特性，综采系统的惯性导航等设备将煤机的位置信息、工作面推进信息实时报送给控制系统，实现工作面远程安全开采。同时基于 5G 带宽大的特性，接入了工作面工业视频和设备运行、故障诊断等各类信息数据，满足地面远程集控和视频 AI 高效分析的需求。

### 场景 2：5G+ 智能掘进

通过 5G 低延迟控制技术在掘进面的应用，将井下工作人员从危险的掘进区域释放到掘进集控中心，5G 远程掘进提高了整体智能掘进的安全性。同时接入了掘进区域工

业视频和各类运行及故障类信息数据，为智能掘进提供综合依据。



图：中煤大海则煤矿 5G 智能工作面场景

### 场景 3：5G 泵站

泵站控制系统应用 5G 的低延迟控制技术，结合矿井数字孪生系统、边缘故障诊断和健康管理平台，将实际的业务状况与 5G 控制深入融合，保证了在第一时间实现水泵的合理启停和故障监测，实现了大海则煤矿泵站无人值守。

### 场景 4：5G 机器人及无人驾驶



图：中煤大海则煤矿井下机器人及无人驾驶

机器人、无人驾驶等设备的各类传感信息通过 5G 与控制系统实现联动，实现不同类型的数据信息采集、车辆无人驾驶、设备人员防碰撞等功能。

## 2.4 应用成效

大海则煤矿 700MHz 覆盖距离是常规 2.6G 基站的 3 倍，大大降低了工程建设及施工投入，同步减少设备及线路运维工作量，实现 5G 建设成本降低 40% 以上。5G 通信链路为煤矿安全保障提供了巨大的支持，通过矿井生产装备智能化远控改造、5G 机器人智能集群、远程控制实现了井下固定场所无人值守、地面远程集控，降低了人工成本和安全风险，同时改善了工作环境，提升了员工幸福感。大海则员工编制相较同规模矿井人数减少 30%，人均效率大幅提升。



## 神延西湾露天煤矿 5G+ 无人驾驶项目

第五届“绽放杯” 5G 应用征集大赛智能采矿专题赛总决赛一等奖



陕西移动充分利用 5G 技术优势，通过三频混合组网实现煤矿采坑区 5G 网络全覆盖，联合神延煤炭西湾露天煤矿，实现了煤矿矿卡无人驾驶、电铲无人驾驶、远程操控等应用。该项目在第五届“绽放杯” 5G 应用征集大赛智能采矿专题赛总决赛中荣获一等奖。

### 3.1 项目背景

神延煤炭西湾露天煤矿位于榆神工业区内，设计生产能力 1000 万吨 / 年，服务年限 58.9 年，开采境界面积 50.77 平方公里，埋深 34—175m，煤层平均厚度 11m。

陕西移动为神延西湾煤矿打造了省内首个露天煤矿 5G+ 无人驾驶矿卡标杆项目。面向无人矿卡、远程设备控制等业务需求，首次采用 700M&2.6G&4.9G 三频组网，创新实现了 3U1D 帧结构、超级小区、双 UPF 容灾、CoMP 干扰协同、可移动式基站等技术，突破了矿卡线控改装、车载传感器、矿卡控制、多编组智能调度、矿卡健康管理等一系列难点应用。项目的落地助力西湾煤矿向新型数字化、智能化 5G 智慧矿山转型，树立了 5G+ 智能矿山融合应用标杆，为全省 5G 规模化应用在更广范围、更深程度、更高水平的融合发展提供了示范作用。

### 3.2 项目方案

#### (1) 无线网方案

建设 700M&2.6G&4.9G 多频混合组网，实现西湾露天煤矿矿区 5G 全覆盖，



图：升降式集装箱基站（游牧式基站）

高低频满足煤矿各类业务需求。矿坑深度约 80 米，为提升垂直面覆盖效果，选用 64T64R 设备。无线配套采用升降式集装箱，极大程度缩短基站搬迁时间。

### (2) 传输建设方案

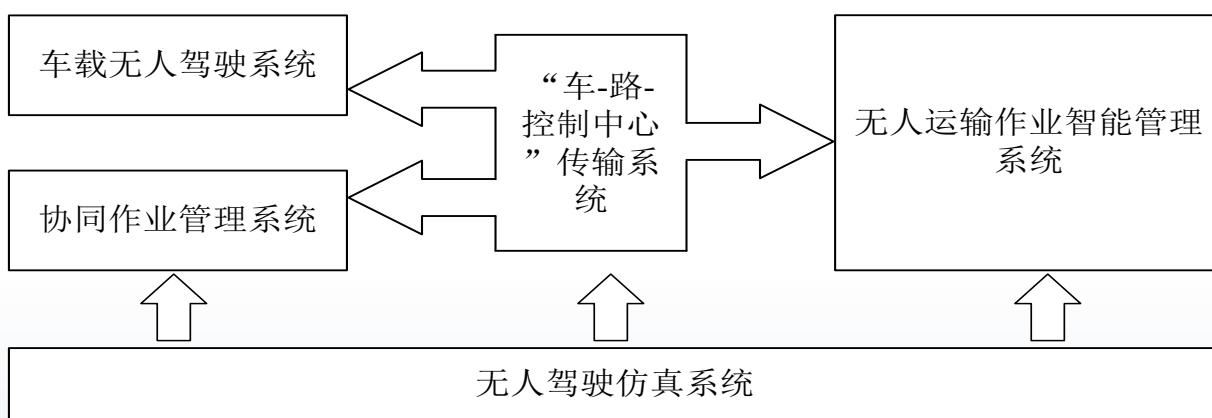
因西湾煤矿复杂的地面场景，矿坑底部到顶部光缆铺设难度较大，且开采工作面经常变动，方案采用 E-BAND 频段微波方式解决矿坑底部基站的数据回传。项目同时采用了两条链路做保护提高传输的安全性。

### (3) 核心网方案

根据运输需要实现矿区矿卡车辆自动驾驶业务需求，在采煤区提供一张低时延高可靠 5G 专网网络，在煤矿本地部署核心网用户面 UPF 设备（含 MEC），形成主备容灾。矿区基站可同时接入 2C、2B 两类终端。园区 2B 终端通过西湾 UPF 实现业务本地分流。

## 3.3 应用场景

基于矿区 5G 网络的全覆盖，开发矿卡无人驾驶系统。矿用卡车无人驾驶系统由“车 - 路 - 控制中心”传输系统、车载无人驾驶系统、协同作业管理系统、无人运输作业智能管理系统组成。



图：5G 无人驾驶总体架构

(1) “车 - 路 - 控制中心” 传输系统，由路侧 5G 通信设备和监测设备组成。通过 5G 专网，保证车载无人驾驶系统、协同作业管理系统和无人运输作业智能管理系统的信息交互，具有高带宽、低延迟的特点。

(2) 车载无人驾驶系统，基于高精度定位及多传感器融合感知外界障碍物。通过 5G 专网接收无人运输作业智能管理系统指令，结合障碍物、定位、远程指令信息进行

自主决策和规划，并采用速度跟踪控制和路径跟踪控制等方法计算车辆转向、油门、制动等控制指令，发送给底层执行器进行响应。



图：无人矿卡传感器布局

(3) 协同作业管理系统，通过 5G 专网将车辆位置、姿态信息、运输告警信息交互同步。一方面保证自动驾驶系统对人工驾驶车辆位姿、驾驶员状态的监测，另一方面对人工驾驶车辆上驾驶员给予露天矿其余车辆状态的提示，保证人机混合驾驶的安全性。

(4) 无人运输作业智能管理系统，通过 5G 专网获取整个露天矿山所有装备和车辆的位姿信息和状态信息，监控整个露天矿山的运行状态，调度整个露天矿山的自动驾驶车辆，存储和更新整个矿山的作业地图，规划所有自动驾驶车辆的全局路径，对所有自动 / 人工驾驶车辆的行驶轨迹的冲突关系进行消解，是整个矿山的大脑。

### 3.4 应用成效

该项目主要由陕西移动与神延西湾及合作伙伴联合开展。通过引入 5G 网络，对矿区重型矿卡进行改造，搭建无人调度平台，实现矿卡无人驾驶应用。是陕西省首个基于 5G 条件下的矿区无人驾驶矿卡，树立了行业示范标杆。通过无人矿卡应用上线后，整体提升矿区运营效率 10% 以上，降低损耗 5% 以上。

无人矿卡、远程控制、连续采煤是煤矿高效、绿色、安全采煤的核心技术。一方面是运营商主导的 5G 行业虚拟专网，随着 5G 技术的不断演进，与其相匹配的终端逐渐更适用于煤矿生产。无人驾驶是多学科、多方向、多厂家配合的系统工程，需要持续投资，不断迭代升级，特别是在传感器和算法方面，在作业效率提升方面需要现场持续试验，不断创新改进，需要较长时间去实践探索。矿卡本身的性能和国外比有较大差距，需要矿卡制造厂家、无人驾驶系统平台厂家、使用单位共同努力，不断迭代提高超越，有人

驾驶矿卡出厂后通过改装实现线控，相比出厂线控车在响应速度、灵敏度方面有一定差距，需要通过提前预判、补偿算法去克服。

工业网关、CPE、低时延视频网关将迎来更大的市场。另外一方面无人操控离不开运输设备的改进，对于矿卡、连续采煤机、电铲的技改水平也提出了新的要求，另外开发相应的控制平台尤为关键，对于矿卡的自动识别路径、自主轨迹也是未来研发的方向。5G新技术将对露天采煤上下游产业链产生巨大变革，提升露天采煤更安全、更高效、更智能。



## 延长巴拉素 5G+ 智慧矿山项目

第五届“绽放杯” 5G 应用征集大赛智能采矿专题赛总决赛一等奖



陕西移动联合中煤陕西榆林能源化工有限公司陕西公司设计应用的“大海则煤矿 5G 700M&2.6G 融合组网设计与研究项目”是国内首个 5G 700M Hz 频段和 2.6GHz 融合技术在煤炭领域的成功应用。该项目在第五届“绽放杯” 5G 应用征集大赛中荣获标杆赛银奖。

## 4.1 项目背景

陕西延长石油巴拉素煤业有限公司位于陕西榆横矿区北部的中西部，是延长石油矿业公司的千万吨级新建煤矿，地质储量 50 亿吨，第一年设计年产能 1000 万吨，第二年 1500 万吨，在延长石油“油化并举、煤气电并重、新能源新材料并兴”的发展战略中，巴拉素煤矿项目可谓举足轻重。2020 年 11 月，巴拉素煤矿入选国家首批新建井工智能化示范矿井。

本项目采用 SA 的组网模式，利用 5G 边缘计算的技术特性把 5G 核心网用户面 MEC 下沉煤矿园区内建设，实现园区 2B 业务的本地分流、计算和处理。在矿区井上、井下，生产、办公区域的 5G 网络全覆，建成巴拉素智能化煤矿 5G+ 生态系统一张网，实现基于 5G 的融合语音调度、高清视频监控、井下综采远程控制、5G 矿用机器人巡检等应用。本项目荣获第五届绽放杯矿山赛道全国决赛一等奖。

## 4.2 项目方案

### (1) 无线网方案

在陕西延长石油巴拉素煤业园区建设 7 套 5G 宏基站，实现陕西延长石油巴拉素煤业有限公司厂区，洗煤厂等要求区域的 5G 覆盖。在井下工作面、巷道、机电硐室等区域建设皮基站，完成井下重点区域 5G 全覆盖，实现井上井下一张网。



图：井下基站连接示意图

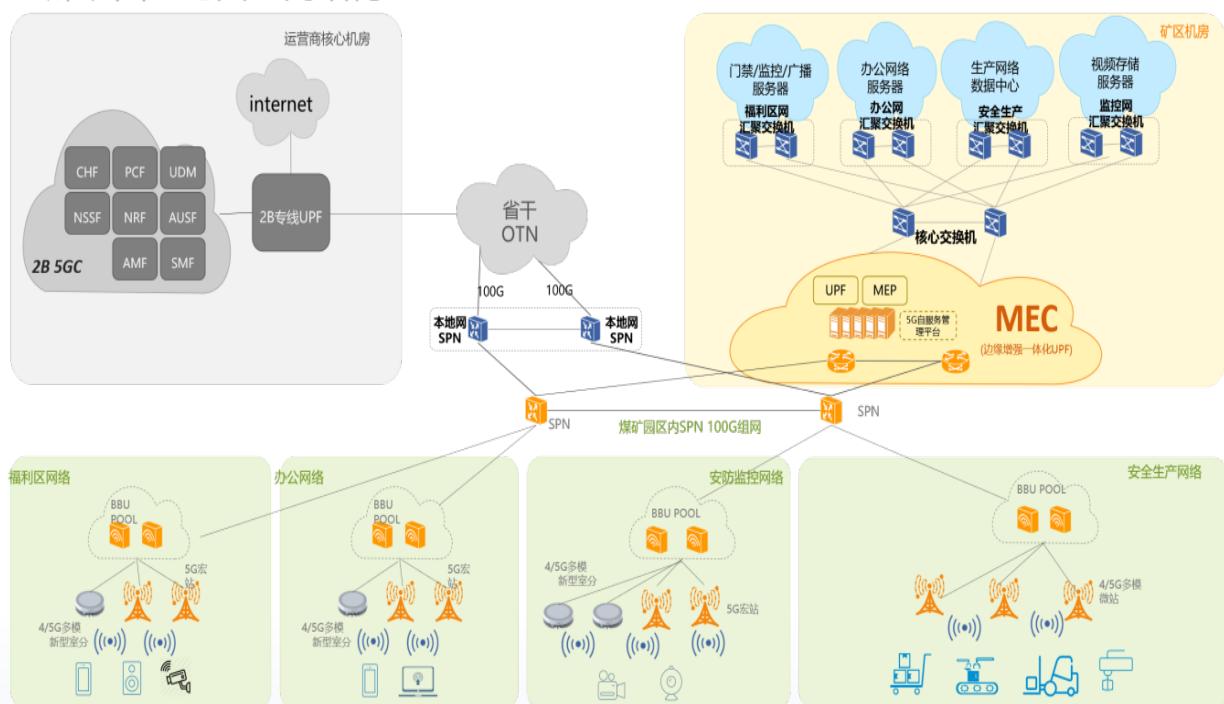
## (2) 传输建设方案

为保障网络安全高可用，在巴拉素园区新增 SPN 汇聚环，具备 200GE 组环能力，在煤矿井下建设 SPN 传输 100GE 组环能力，实现巴拉素煤矿 10 万兆工业环网建设。

## (3) 核心网方案

建设定制化的 5G 核心网。在巴拉素煤矿部署高性能主备 UPF，利用 5G 边缘计算技术和 5G 高速率、广覆盖、低时延的技术特性，在用户近端建设边缘计算 MEC 节点，实现 2B 业务本地卸载、计算和处理。矿区内部署 5G 基站提供 2B 终端接入，满足矿区对特定网络速率、低时延及业务可靠性需求，满足客户数据资产安全需求。

### 煤矿园区地面组网结构

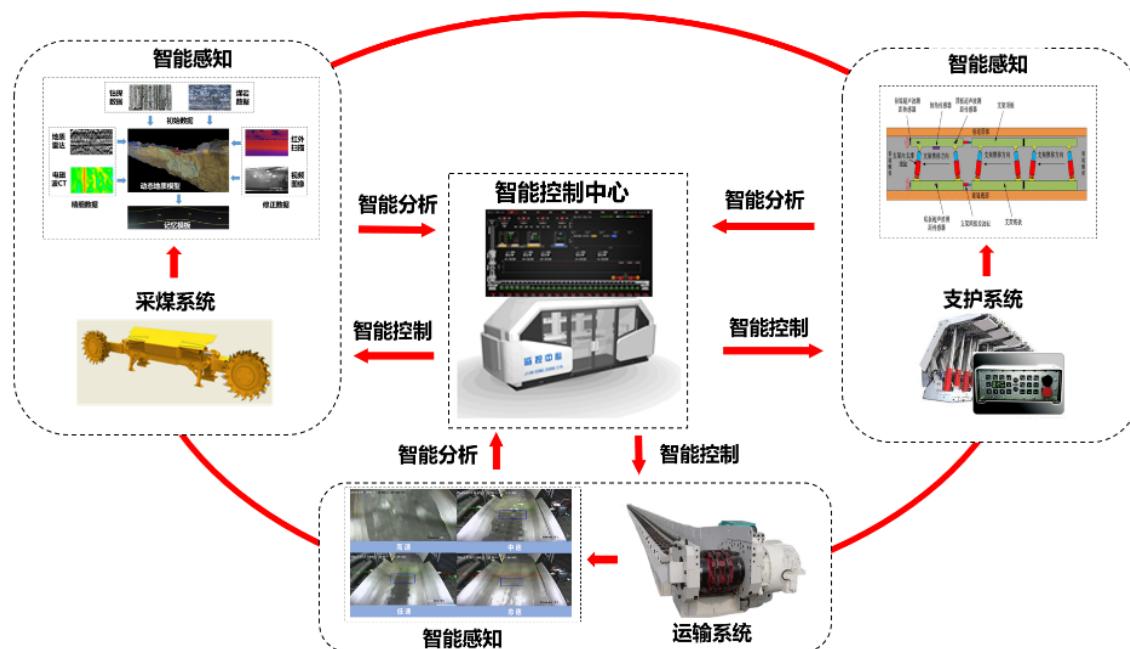


图：地面核心网组网示意图

## 4.3 应用场景

### 场景 1: 井下 5G+ 智能综采

在回采巷及工作面将智能综采工作面采煤机、惯性导航、煤岩层识别、视频等实时信息接入 5G 网络，实现信息采集、回传及控制。



图：智能综采架构

## 场景 2: 基于 5G 的智能综合管控平台

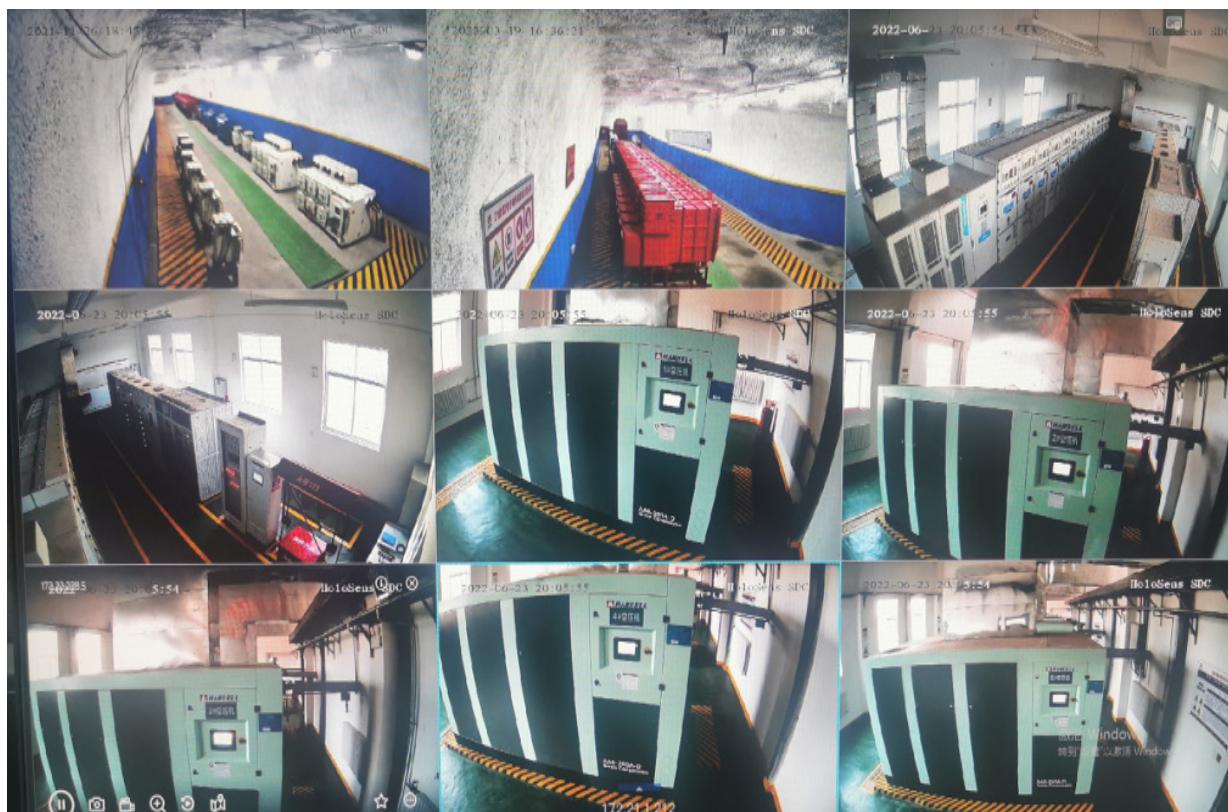
基于 5G 高带宽低延迟特性，实现更多工业视频实时高清回传、海量设备状态数据实时感知预警。实现矿区地面对井下透明可视化管理。



图：巴拉素煤矿智能综合管控平台

### 场景 3: 基于 5G 的无人值守

基于 5G 专网将通风机房、压风机房、中央水泵房、变电所等固定场所监控系统接入地面智控中心，统一运维，进行故障预警、智能告警、集中控制、远程控制，用电管理等，实现地面及井下固定场所无人值守。



图：巴拉素煤矿井下无人值守

## 4.4 应用成效

在延长巴拉素煤矿智慧矿山的实践中，5G 应用在远程控制、融合调度等生产场景，实现了无人代替有人，把职工从艰苦危险工作环境中解放出来，把职工从超强度体力劳动中解放出来，提高煤炭工业科技装备水平，劳动生产效率。通过打造煤炭行业 5G+ 网业融合应用的新基建国家示范工程，推广 5G 技术服务于能源安全保障和国家“双碳目标”，推动行业全面加快新型基础设施建设，为我国煤矿产业高质量发展提供坚实支撑。



## 神东煤炭集团 5G+ 智慧矿山项目

第四届“绽放杯”5G应用征集大赛三等奖



陕西电信联合神东煤炭集团打造的 5G+ 智慧矿山项目，利用切片 +MEC+ 虚拟无线专网方案实现了煤矿厂区 5G 全覆盖，建成了全国最大的 5G 专网及首个 5GC 系统。部署了 5GC 网管，实现了运营商级 5GC 核心网落地企业，并下六大生产系统与 5G 网络融合承载。该项目荣获第四届“绽放杯”5G 应用征集大赛三等奖。

## 5.1 项目背景

神东煤炭集团公司是国家能源集团的骨干煤炭生产企业，地处蒙、陕、晋三省区能源富集区，主要负责国家能源集团在神府东胜煤田骨干矿井和山西保德煤矿，以及配套项目的生产运营。受集团委托，托管杭锦能源公司。

公司共有 13 个生产矿井，内蒙古自治区境内 7 个，陕西省境内 5 个，山西省境内 1 个；3000 万吨以上的矿井 1 个，2000 万吨以上 2 个，1000–2000 万吨 5 个，1000 万吨以下 5 个，总产能 2 亿吨。

公司从 1984 年开建至 2020 年底，累计生产煤炭 31 亿吨。采掘机械化率 100%，原煤生产效率最高 150 吨 / 工，直接工效最高 1170 吨 / 工，企业主要指标达到国内第一、世界领先水平。

公司先后获得全国“五一劳动奖状”、第三届中华环境奖、全国质量奖等奖项。累计获得授权专利 1210 项，国家科技进步奖 8 项，其中《神东现代化矿区建设和生产技术》获国家科技进步一等奖。公司获评“2018–2019 年度煤炭工业安全高效集团（矿区）”，13 矿 14 井均获得中国煤炭工业协会“特级安全高效矿井”荣誉称号。上湾煤矿“8.8m 超大采高智能综采工作面成套装备研发与示范项目”获得第六届中国工业大奖。

在国家能源集团信息化总体规划、SH217 建设成果指导下，中国电信按照神东信息化总体方案设计“总体规划、分步实施，重点突破，务求实效”的原则，结合神东 IT 基础设施现状，以满足神东信息化总体发展要求和业务应用需求为出发点，采用先进 5G 技术，在可靠、安全、高质量的工业网络基础上实现 5G + 生产及运营方面的智慧化应用，促进神东煤炭集团公司各项指标国内第一，世界领先。

## 5.2 项目方案

### (1) 井上建设方案

采用比邻模式的 5G 定制网方案，井上 5G 站点建设采用室外宏站与室内分布系统相结合的建设方式，保证用户的信号覆盖及下载速率，对神东煤炭集团公司大柳塔办公区、生活区、生产区以及陕西、山西保德区域内 7 个矿区进行全覆盖。新建 5G+ MEC 将 UPF 下沉部署到神东煤炭集团机房，实现智能化生产控制的低时延和高可靠性，对神东 5G 专网数据进行本地闭环，数据不出神东；本地接口作为信令传输接口，与大网

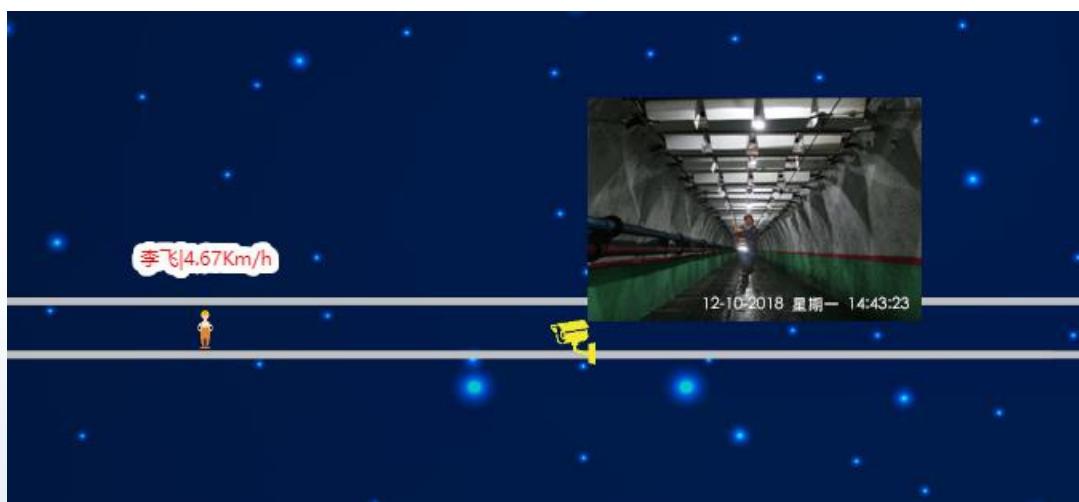
5GC 互通，加密传输用户鉴权、注册数据及会话质量控制数据，进行行为管理。该项目已顺利建成，并投入了试运行。

## (2) 井下建设方案

作为神东煤炭集团的科研试验项目，上湾煤矿采用如翼模式的 5G 定制网方案，部署了全国最大的整套 5G SA 核心网、5G 传输环网、矿用隔爆 5G 基站，实现上湾煤矿井下 5G 网络全覆盖，满足百万级用户和终端接入需求。将 5G SA 核心网的控制面部署在神东核心机房，将 5G 转发面 UPF 部署在上湾矿区，通过业务在各矿区节点的本地处理，实现与应用内容的协同，提供高可靠、低时延、极致的业务体验，并提供丰富的硬件接口能力。神东核心机房建设一套 IMS 满足矿区井下通信需求，外部和中国电信大网 IMS 对接满足井下手机和大网用户通信需求。独立的 5G SA 核心网和 MS 网络，自主可管可控，具备面向未来的可持续演进能力，且当前 4G 用户可以不换卡不换号支持 5G，只需更换终端，无需改变用户使用习惯，提供大带宽、低时延、高可靠的差异化 SLA 保障。该项目即将全面建成投入使用。

## 5.3 应用场景

### 场景 1：5G+ 智能视频监控系统



矿山视频监控系统是在 20 世纪 90 年代就开始出现的，煤矿企业在近几年才开始对视频监测监控系统的应用进行重视，将其在煤矿开采中进行应用。由于煤矿开采过程中井下作业环境受客观因素影响较大，一旦有突出事故发生，不仅会给煤矿企业带来巨额的财产损失，同时井下作业人员的生命安全也会受到严重威胁。所以煤矿安全视频监控

系统在矿井的应用极为重要。

5G 与视频监控系统融合，建成后可以实现井下关键设备（如采煤机、掘进机、风机、水泵等）的远程监控、井下关键位置的图像视频监测监控，并进行高清实时回传。

### 场景 2：5G 与调度指挥系统融合

随着信息技术在矿山生产过程中的应用，矿山系统开始向自动化、系统化、多元化发展，矿山系统是一个复杂的、动态的、开放的巨大的系统，各个组成部分之间互相影响、互相制约。因此，建设一条完善的矿山生产管理调度系统能更有效的安全生产管理。

5G 与调度指挥系统融合，建成后可以实现管理和指挥调度人员可以无需下井，根据井下反馈到主控室的实时数据，统一进行生产调度指挥，提高生产效率，及时排除安全隐患。

### 场景 3：5G 与工业控制系统融合



井下各种工业设备，如割煤机、液压支架、掘进机等当前采取有线控制的设备，基于 5G 高质量承载管道，可以远程人工控制或基于 AI 的智能控制实现减少现场作业人数的目的。

以无轨胶轮车、矿用电机车、单轨车，固定式液压破碎机等为主的应用场景，也可以考虑以 5G 来实现井下远程（无人）驾驶，与巷道基础设施、路侧单元、作业人员、其他车辆之间实现相互通信。其中，车辆与由井下 5G 基站和远程无线前端 PicoRRU 组成的网络进行高速率、低延时、高密度的通信，地面端对车况信息进行实时监控，同时根据井下车辆所采集的路况及巷道信息对地面端数据进行即时更新，并与井下车辆实现数据共享；井下用车时，人员通过 5G 网络获取车辆信息，调度系统派遣车辆前往用车

地点；此外，当井下发生异常现象（如路况，车况异常），5G 网络为车辆远程控制提供可靠的通讯链路，地面端可对无轨胶轮车进行紧急介入。

以远程（无人）驾驶无轨胶轮车为例，一台车最多配置 4 个激光雷达；4 路高清摄像头，每路 1080p；2 路毫米波雷达，网络需求为 40Mbps；网络控制时延要求不大于 50ms。

以掘进机场景为例，需要考虑 6 路 1080P 高清视频，考虑综掘机截割速度、启停命令等控制信号，通信带宽上行达 50Mbps，整体控制信号时延小于 100ms。

#### 场景 4：5G 与无人机巡检融合

神东煤炭集团与陕西电信合作，成功开通上湾煤矿井下 5G 网络，同时实现全国首个井下 5G+ 无人机智能巡检系统成功运转。5G 无人机成果下井，标志着 5G 技术在智慧矿井建设中取得了巨大突破性进展，同时加快了煤矿行业向安全、绿色、智能化进展。

凭借 5G 高带宽、低时延的传输特性，井下无人机首次实现了跨省远程控制试航飞行成功，远在山东的煤矿技术人员通过控制摇杆远程控制千里之外在榆林井下 500 多米深度飞行的无人机，通过无人机传输的井下高清图像不仅清晰，而且毫无延迟，实现了稳定的同步传输。

## 5.4 应用成效

神东煤炭集团 5G+ 智慧矿山井上项目，利用切片 +MEC+ 虚拟无线专网方案构建神东煤矿 5G 智慧矿山，实现了煤矿厂区 5G 全覆盖，并保障了信息安全，场内流量不出园区，提升了办公生产智能化，增强了数据安全性和可靠性。神东煤炭集团 5G+ 智慧矿山井下项目（上湾煤矿），建成了全国最大的 5G 专网及首个 5GC 系统。部署了 5GC 网管，利用 5G 超级上行实现了 5G 工作面漏泄通信和 5G 基站级联组网，并对 5G 融合通信系统和井下 5G 装备进行了研究及应用，实现了运营商级 5GC 核心网落地企业，井下六大生产系统与 5G 网络融合承载。井上井下一体化 5G 网络应用将加快神东煤炭集团公司的安全、绿色、智能化进程。

神东煤炭集团 5G+ 智慧矿山井下项目（上湾煤矿）作为神东煤炭集团的科研试验项目，未来三年内神东其余 11 个矿井也将陆续按照上湾煤矿模式进行复制推广建设，同时该项目的成功经验也可向全国煤炭行业复制推广。

中国电信传承红色基因，践行“国之大者”，履行国企责任，充分发掘潜力，发挥优势，加大成功案例的复制推广力度，为该行业做出更大贡献。

# 5G+ 智慧矿山典型案例





## 陕煤集团榆北小保当煤矿 5G+ 智慧 矿山项目



## 6.1 项目背景

陕西小保当矿业有限公司位于陕西省榆林市神木市大保当镇，隶属于陕煤集团榆林煤业有限公司，共有员工 2000 余名，按照“一公司两矿”的模式建设，核定产能都在 1300 万吨 / 年以上。经营范围主要包含煤矿的建设投资、煤炭的开采，煤炭的洗选加工、销售，普通机械的制造和修理，建材加工，化工产品的制造。

为了将小保当矿业有限公司建设成为行业内一流绿色高效智慧能源企业，中国电信基于现代智慧理念和 5G 关键技术、将物联网、云计算、大数据、人工智能、自动控制、移动互联、机器人、智能化装备等与现代煤矿开发深度融合，形成小保当矿井（区）全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的完整智能系统，实现矿井（区）开拓、采掘、运通、洗选、安全保障、生态保护、生产管控等全过程智慧化运行的体系。总体目标是形成小保当煤矿智慧系统，全面智能运行，科学绿色开发的全产业链运行新模式，打造“智能 + 绿色”矿山体系，力争实现煤炭资源绿色、安全、智能、高效开发。

小保当煤矿 5G 网络建设是落实陕煤集团对企业集群调度管理的要求，是提升国企形象和在煤炭行业中的影响力的重要举措，5G 网络的建成，将更好地服务矿企，提升企业公众满意度。将使小保当煤矿成为行业内本质安全型、质量效益型、科技创新型、资源节约型、和谐发展型的标杆企业。

## 6.2 项目方案

### 井上建设方案

按照小保当 5G + 智慧矿区示范项目规划，井上 5G 站点建设覆盖范围为陕西小保当矿业有限公司办公区以及生活区，采用室外宏站与室内分布系统相结合的建设方式。为保证用户的信号覆盖及下载速率，本次工程的站间距为 350m-400m，并通过网络模型仿真测算，保证办公区以及生活区室内外信号全覆盖。

### 井下建设方案

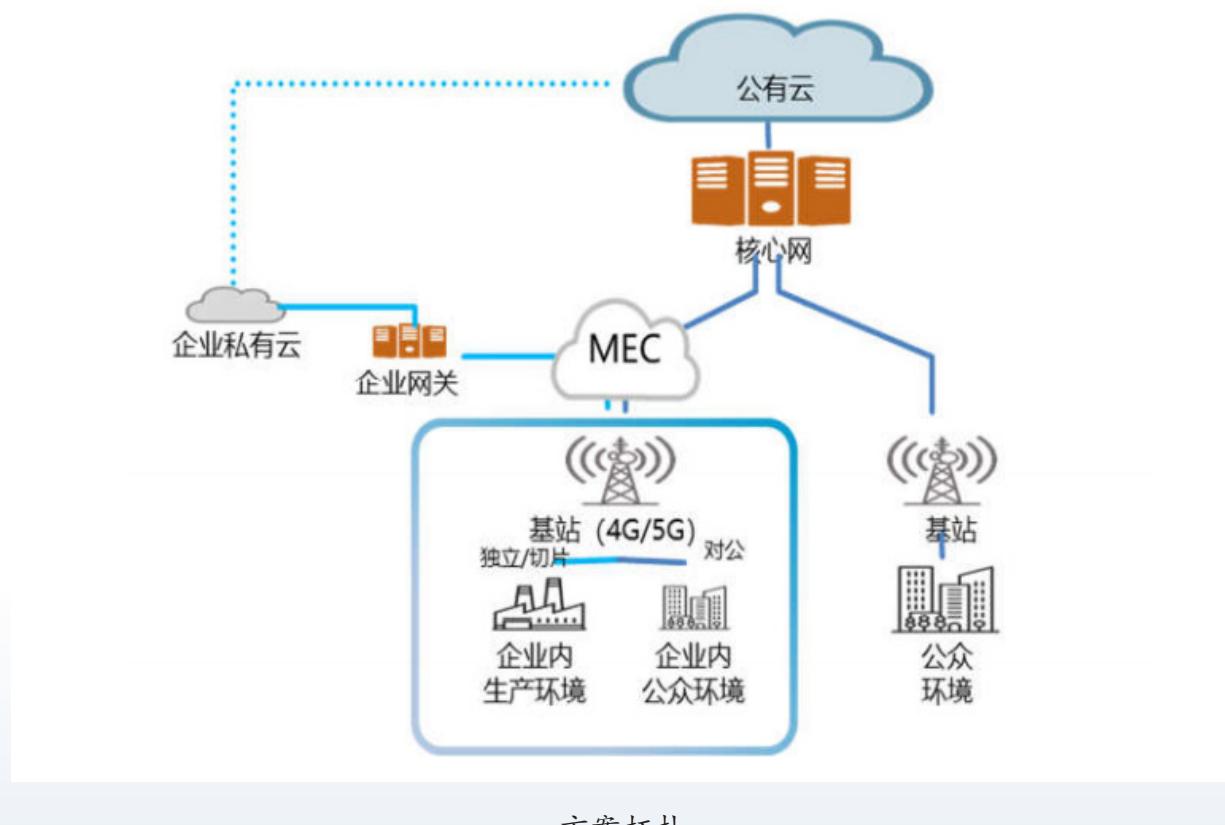
实现井下重点区域的 5G 无线信号的覆盖，以及无线终端的接入功能，实现终端层应用。

主要设备有矿用隔爆 5G 基站、基站配套外置天线、矿用本安 5G 通信终端。矿用

5G 通信系统采用分布式基站设计，在地面上部署基带控制单元 BBU，通过光纤环网与井下数据汇集器设备及基站天线单元相连，本项目井下 5G 网络主要覆盖了副斜井、辅运大巷、掘进工作面胶运顺槽、综采工作面、中央变电所、中央水泵房。

### MEC 建设方案

本项目将 MEC 边缘计算部署在园区侧，为小保当矿业有限公司提供业务接入、处理以及资源调度功能，同时保证业务的本地闭环、数据安全，并且通过业务在网络边缘节点的本地处理，实现与应用、内容的协同，提供高可靠、低时延业务体验。为满足煤小保当矿业有限公司智能矿山内网需求及业务平台开通，通过切片融合智慧运营管理平台的能力来统一调度、灵活实现网络资源的应用。



## 6.3 应用场景

### 场景 1、5G + 无人驾驶实现井下无人运输

利用 5G 低时延、高可靠的特点，基于 5G 精确定位，煤矿建成无人辅助运输系统，实现煤矿井下运输及辅助运输系统的定位、通信、管控、调度、导航、路径规划，可以

有效减少煤矿井下作业人员，实现矿区井上井下安全高效无人化运输，建立矿区无人运输示范应用。

## 场景 2、5G + 智能综采开创高效开采新模式

为减少煤矿综采掘进工作面的安全事故，实现掘进工作面少人无人，小保当煤矿建成多个能自动采集、自动分析和自动纠偏的智能综采工作面，利用 5G 技术在综采工作面实现高清视频传输和远程集控功能，完成综采无人化操作。其中全国首套中厚煤层高度智能化（450 米）超长工作面完成地面联合试运转，产能提升 3 倍以上，开创了中厚煤层高效开采新模式，达到国际领先水平。

通过在工作面及顺槽部署 5G 无线通信网络，采用 CPE 模块将原有的非 5G 终端设备实现 5G 网络连接，利用 5G 高带宽、低时延的优点，实现高清视频传输和智能开采的无人化操作。

### 1. 综采工作面高清视频传输与处理

通过在综采工作面安装高清摄像头，通过 5G 网络将井下高清视频实时传输到地面调度中心，并能完成视频处理、安全违规行为检测等功能。



### 2. 综采工作面远程集控功能

通过 5G 网络，对采煤机等设备实现实时设备状态数据和控制指令传输，从而实现

一键启停和远程集控等功能。调度指挥中心操作员通过视频监控系统完成安全确认后，按下“一键启动”按钮，将地面远控操作台模式切换至“全智能模式”，智能化软件弹出工作面顺序启动提示界面，会按顺序启动泵站、皮带、转载、破碎、运输机、支架跟机与采煤机。



## 6.4 应用成效

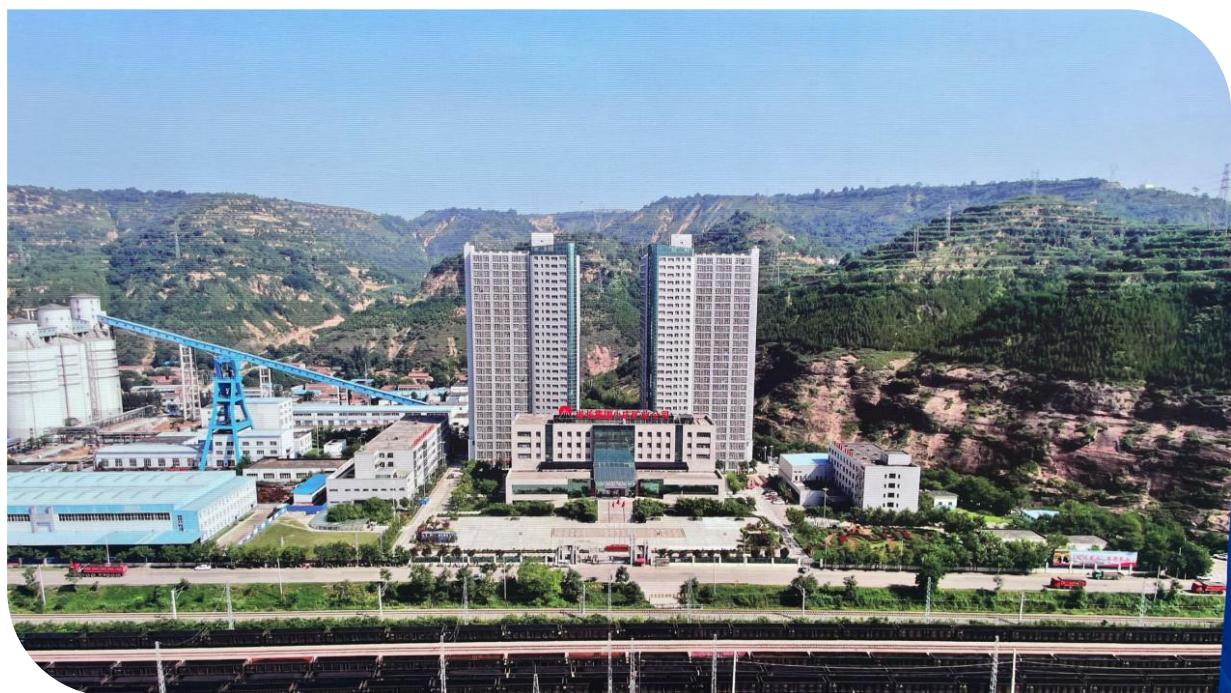
小保当煤矿井上井下一体化 5G 网络覆盖已全面建成。井上主要覆盖了小保当煤矿生活区和办公区，井下主要覆盖了副斜井、辅运大巷、掘进工作面胶运顺槽、综采工作面、中央变电所、中央水泵房。利用网络切片 + 边缘 MEC 组建 5G 无线专网，为小保当煤矿提供可靠、安全、高质量的工业网络，实现生产数据不出厂区，保障数据安全，提高业务运行效率。通过 5G+AI+IoT，依托大数据和云，实现小保当煤矿井下无人驾驶和自主导航运输、综采工作面远程控制、井下高清视频传输、5G+UWB 井下精确定位、掘进数字孪生工作面、掘进机远程控制、机器人智能巡检等场景的应用，助力小保当煤矿打造“智能+绿色”矿山新体系。

中国电信以小保当 5G+ 智慧矿区示范项目为标杆，深耕行业市场，持续赋能工业行业，积极探索 5G+ 智慧矿山的创新发展，助力煤矿企业转型升级。后期将逐步采用 5GC 独立组网，并融合网络切片、网络传输、计算、存储和智能化应用的创新能力，实

现井上井下 5G 网络一体化，为生产办公智能化赋能，增强数据安全、网络性能及可靠性，保障信息安全，实现厂区内外生产数据不出园区，为煤矿企业提供个性化解决方案。陕煤集团其他矿井也陆续按照小保当煤矿模式进行复制推广建设。

07

陕煤集团彬长小庄煤矿 5G+ 智慧  
矿山项目



## 7.1 项目背景

陕西彬长小庄矿业有限公司隶属陕煤彬长集团，地处黄陇侏罗纪煤田中段，东西长 6.5km，南北宽约 7.0km，井田面积 45.82km<sup>2</sup>。矿井主采 4# 煤层，地质储量为 920.89Mt，设计可采储量为 544.96Mt。矿井核准生产能力 6.0Mt/a，服务年限为 67.3 年。陕煤彬长小庄煤矿自然灾害严重，“水、火、瓦斯、煤尘、顶板、地热、冲击地压”灾害一应俱全，是全国自然灾害最为严重的矿井之一。

利用第五代通信系统的“广连接、大带宽、低时延”特点，结合矿井多元灾害叠加现状，逐步建立“智慧生产、智慧安全、智慧保障”的系统运行框架，达到基于 5G 技术的“空间数字化、信息集成化、设备互联化、虚实一体化和控制网络化”的智慧矿井建设目标，构建高效的安全生产管理系统和科学的防灾治灾体系，实现安全生产、灾害治理、经营管理全过程智能化运行的“5G+ 智慧矿区”行业新模式，打造彬黄矿区智能化标杆矿井，促进企业高质量发展。

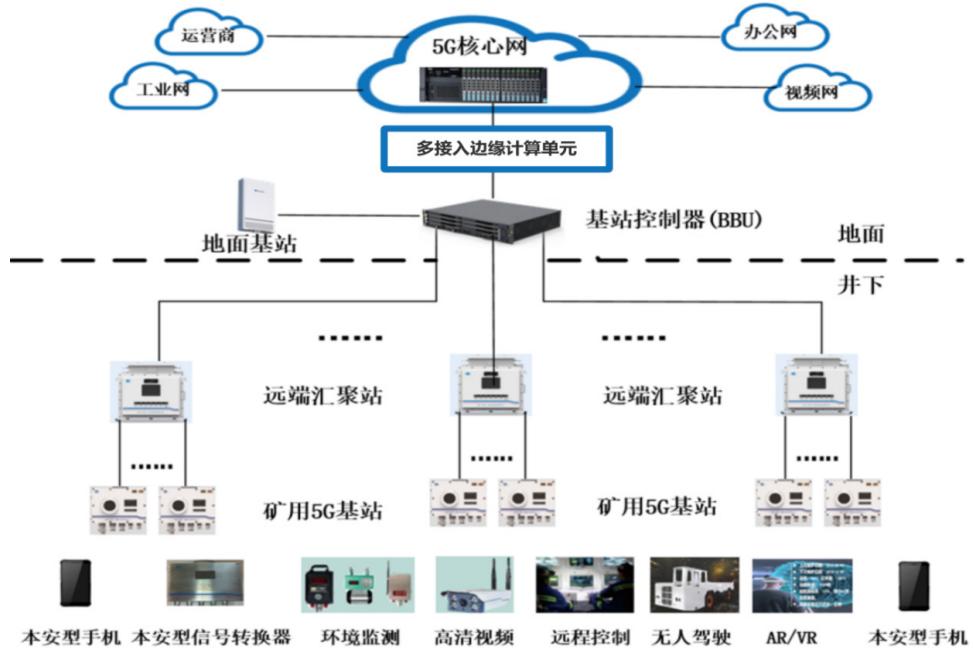
## 7.2 项目方案

通过 5G SA 通信技术的高清视频采集、AI 图像识别，等多种联合应用，构建起井下云边端协同的多场景无线视频监控系统及 AI 智能识别与告警系统，实现视频的高速采集和分析，对井下人员的生产活动进行自动化监管，为可能出现的风险提供预警。通过 5G-IoT 无线传感器进行安全监测泛在感知物联网应用和数字孪生工作面生产执行应用，通过视频图像采集与智能识别技术，构建矿井智能化监控系统，实现对生产、设备、安全的图像数据采集与可信智能分析。开展 5G、5G-IoT 等无线通信技术基于矿井环境下氧气、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、硫化氢、温度、二氧化硫、二氧化氮等数据采集，以及与水文地质、地压微震、顶板围岩等全系列的一体化无线传感器，建设基于环境安全的无线监测系统，数字孪生智能生产执行系统项目在试点工作面，设计 5G 的工作面数字孪生生产执行系统，构建矿井数字孪生生产试点，形成人员操控、设备管理、网络协同的三元融合。解决矿井生产中环境 - 装备 - 工艺相互关联，实现工作面生产设备的多源信息融合环境下的智能化高效开采。

## 7.3 应用场景

### 场景 1：5G+ 智慧矿区基础设施

实现为小庄矿智慧矿区提供 5G 网络基础、数据存储、网络通信、超融合、以及网络安全和冗余单元管理等的基础服务和模块化数据机房建设。



### 场景 2. 井下高清视频图像 5G 传输应用

实现基于 5G 无线高清摄像仪，5G 网络接入无线基站，达到视频图像的实时传输

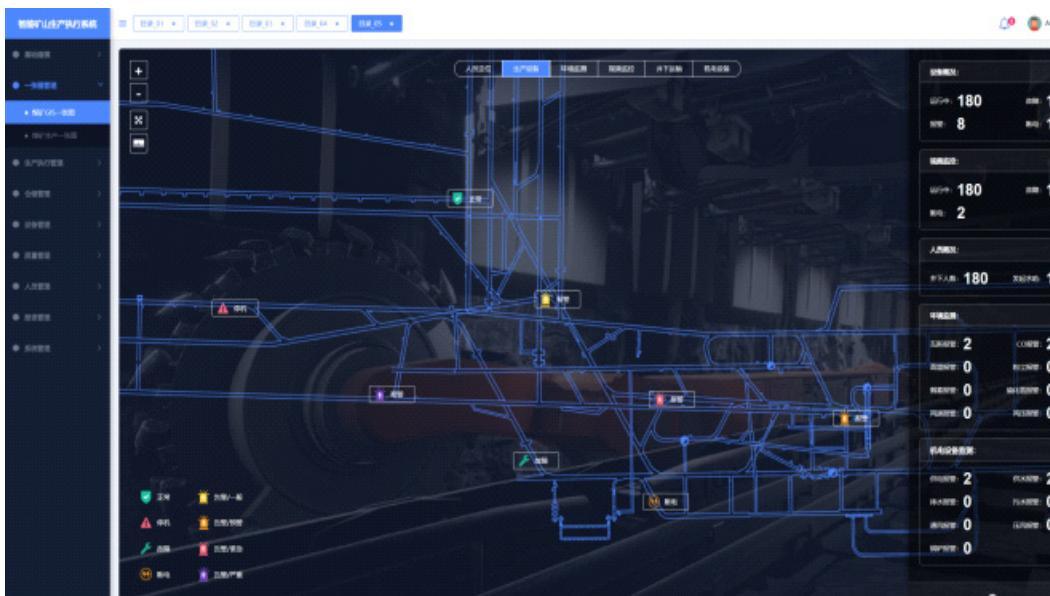


和智能呈现。构建基于井下云 – 边 – 端的基于 5G 矿用本安可见光高清摄像仪与红

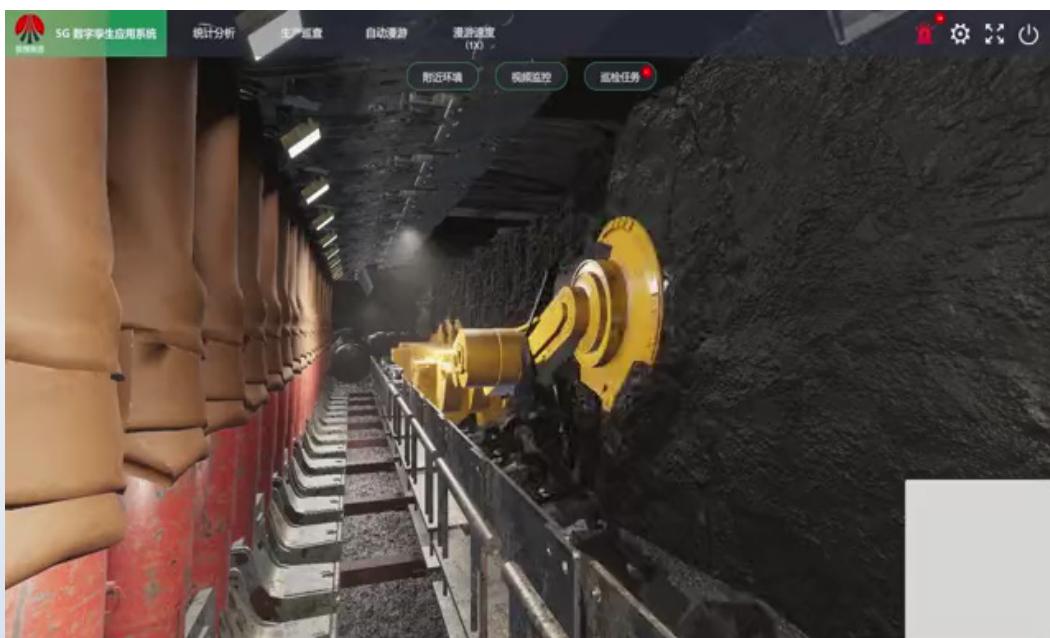
外热成像摄像仪等的多场景无线视频网络系统。通过视频图像采集与 AI 智能识别技术，构建矿井智能化监控系统实现对设备安全、区域安全管理等的图像数据采集与智能分析。

### 场景 3. 安全监测泛在感知物联网应用

实现研发基于5G、5G-IoT等无线通信技术的矿井环境下氧气、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、硫化氢、温度等的信息的多参数一体化无线传感器并建设环境安全多参数无线监测系统，对矿井生产安全和灾害防治的多维度、全方位监测及预控。



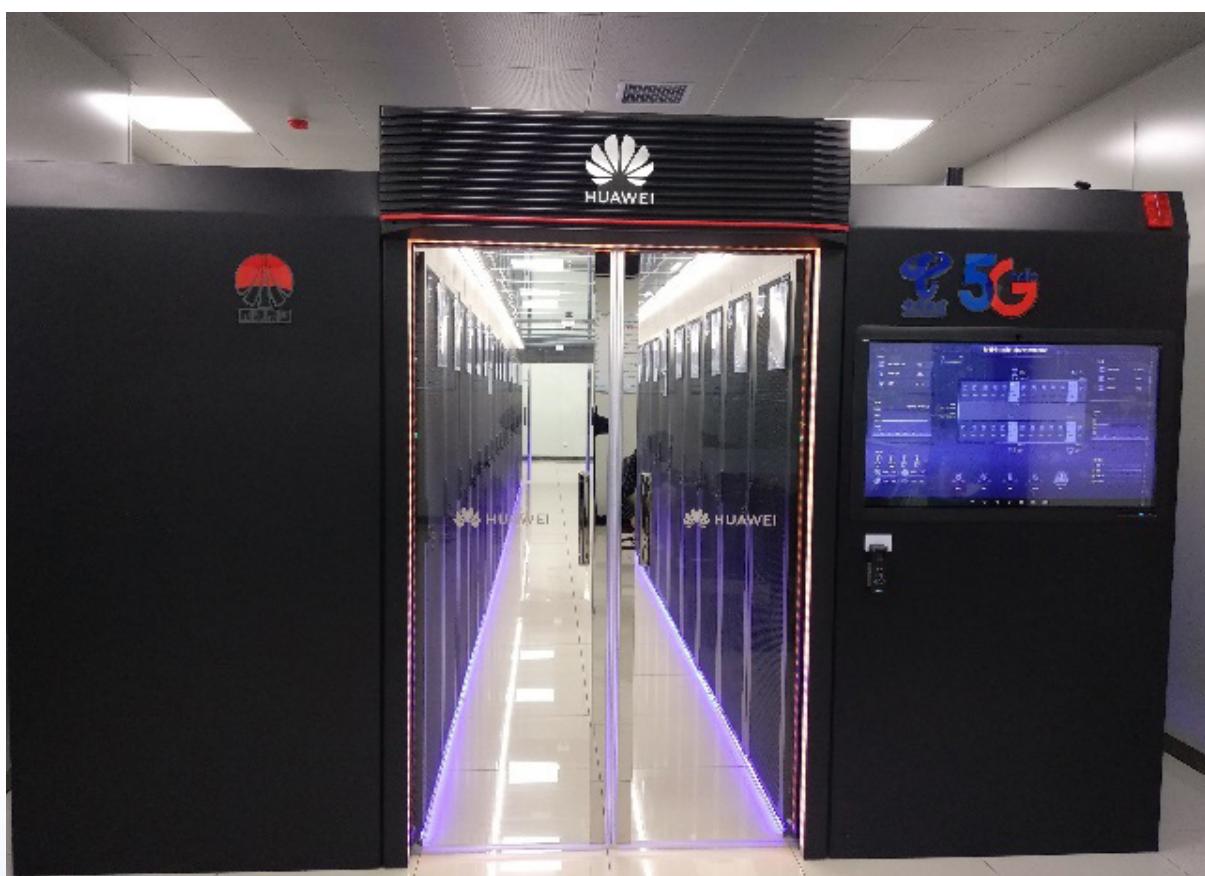
场景 4. 5G 数字孪生工作面生产系统应用



构建矿井数字孪生生产试点应用，形成人员操控、设备管理、网络协同的三元融合。解决矿井生产中环境 - 装备 - 工艺相互关联，实现工作面生产设备的多源信息融合环境下的智能化高效开采。

#### 场景 5.: 模块化数据机房

实现为各类 IT 设备提供高质量的供电、温度和湿度环境保障，负载类型以 IT 服务器、交换机和磁盘阵列为主，承担机房核心的网络业务。包括供配电、温湿度控制、机柜及通道、监控管理四大核心子系统。



## 7.4 应用成效

1. 首次基于 5G 技术的矿用无线安全监测传感器、高清视频摄像头，厂商 5G 的通信模组，算力服务器 /GPU 服务器全部中国芯。
2. 国内首次实现 5G 独立视频组网（SA）通信模式的高清视频采集。解决了传统 NSA 组网方式模式，实现了数据转接中的高低时延、高质量交互。
3. 工作面生产环境的高清视频传输和 AI 图像识别，解决了井下昏暗、粉尘、水雾

环境下的生产、安全和设备监测。

4. 采掘工作面 5G 物联网安全监控的氧气、一氧化碳、二氧化碳、甲烷、硫化氢、温度、二氧化硫、二氧化氮等数据采集，与水文地质、地压微震、顶板围岩等全系列的传感器的数据联合应用。

5. 综放工作面的生产数字孪生，实现了三维矿井模型中井下和井上的实时数据同步与交互，搭建了生产模型、设备模型和安全模型。

6. 采掘设备全生命周期动态管理。针对工作面的采煤机、液压支架、刮板运输机等设备的设备状态、运维保养等管理和执行。

7. 基于岗位职责的多矿井角色虚拟巡检（角色包括值班矿长和维修、操作、安全人员），在井上实现了不同岗位的在非井下环境下的有效巡检。

8. 多元灾害耦合协同治理的矿井安全监控的风险分级分类预警，实现了不同类型故障或问题，通过基于时间、地址、状态、重要程度等特征以及在此基础上的分级预警。

9. 安全隐患溯因与对策、隐患智能识别。针对不同区域的同源报警，应区分时间、地点和对象。并对原因和结果的分析和分类、分析和提供对策。

“5G+ 智慧矿区”基础设施平台、3 个系统、1 套标准模式、N 个智能化应用，建成后将形成小庄矿标准化智慧矿区生产、运营、维护和管理模式，并在此基础上最终实现集团所属矿上资产的智慧化运营。利用数据驱动、智能创新等方式，改造传统管理与生产模式，将煤矿数据转化为核心资源优势，实现技术、设施、资金、人才、服务等资源的优化配置，提升管理和煤炭生产的精细化，利用数据驱动，让数据成为引领发展的新动力。

小庄矿围绕灾害治理和安全生产开展的 5G 试点可复制性更强、客户认可度更高。本次项目带给煤矿巡检减员和作业时长的优化非常明显！向智能化无人生产迈出了一大步，由此带来的安全价值提升，更是意义非凡。

08

## 榆林市智慧能源大数据应用联合 重点实验室项目



## 8.1 实验室简介

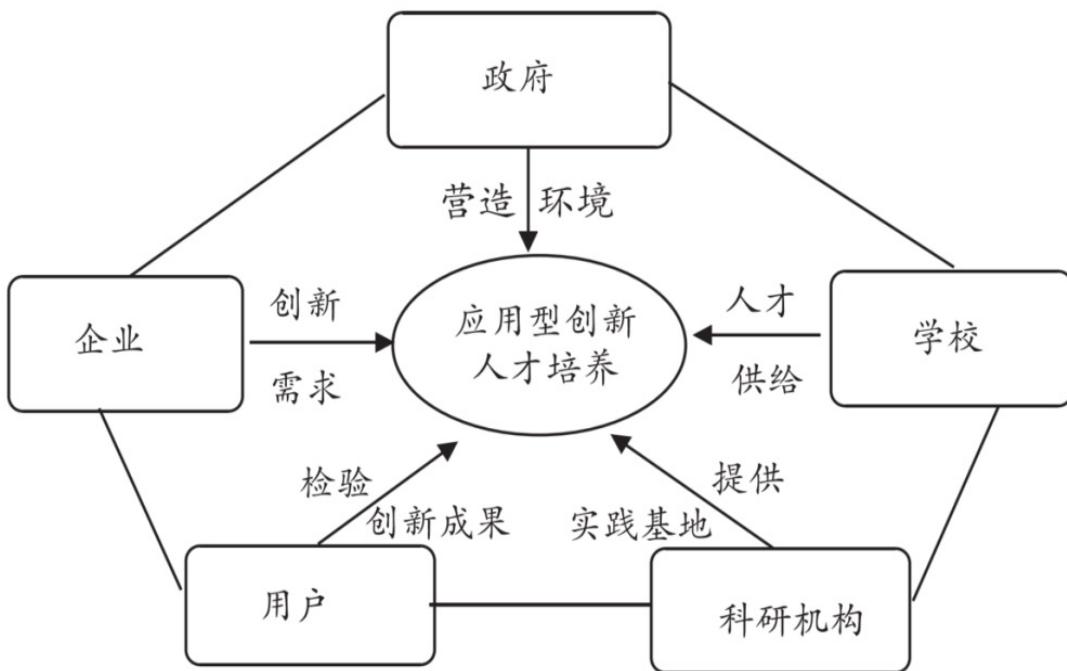
榆林市能源及能源化工产业优势突出，是国家级能源化工基地，矿产资源潜在价值超过 46 万亿元，占全国的 1/3。其中煤炭预测储量 2800 亿吨，已探明储量 1490 亿吨，占全国的 1/5，占全省的 86.2%。神木市是榆林市主要产煤大县，除国家能源集团、陕煤集团等大型煤企，还有本地 100 多家企业及涉煤企业，煤矿产业是神木市乃至榆林市、陕西省的支柱性产业。2021 年，神木市能源局下辖全市 115 家煤矿，月产生各类视频和监测数据 1600T，各类数据千差万别，未能有效利用。

基于现有生产数据的标准化治理，有效解决神木市能源局的监管数字产业化，提高榆林市能源行业的安全生产管理水平，降低安全生产事故，提高煤炭企业生产效率和产值，陕西联通向神木市能源局提出了由神木市能源局主导、陕西联通承建“5G+ 工业互联网智慧能源大数据重点实验室”的思路，并于 2021 年 3 月经榆林市科技局批复，实验室正式挂牌成立。

## 8.2 项目亮点

### “政产学研用”协同创新

榆林市智慧能源大数据应用实验室由神木市能源局与榆林联通签订战略合作框架协议而成立，吸引行业资源、高校资源、产业资源和协会资源共建联合实验室。神木市能源局授权榆林联通开展平台研究及建设工作，完成 5G、工业互联网、大数据、人工智能、数字孪生、区块链等关键技术攻关及产业落地，形成一系列技术成果与标准，形成产学研合作新生态。“政产学研用”模式是指政府、企业、高校、科研机构以及用户五位一体的协同创新机制。政府主要发挥引导和支持作用，通过制订相关的法律法规来保护学校、企业和研究机构各主体的利益，打造良好的创新氛围和环境。产业既是高校应用型人才的需求者，又是进行创新的实践者，将企业对人才的需求与高校进行及时有效沟通；学校是应用型人才培养的主体；科研机构为高校应用型人才的培养提供实验基地；用户则可以等同于市场需求，对创新成果进行检验，强调反哺教学的效果，解决理论与实践脱节的问题。“政产学研用”协同创新是一个系统工程，其改变了以课堂传授知识为主的传统教育模式，充分发挥了政府、产业、科研机构和市场各自的优势，实现了多方面教学资源的有机结合。“政产学研用”五位一体协同模式人才培养的作用机制具体如图所示。



## 数字产业化

榆林市智慧能源大数据应用实验室通过将神木市所有煤矿企业数据收集，利用大量一线数据，将数字产业化，基于大量数据实现煤矿信息的管理，为智能化煤矿升级提供基础，智能化应用服务于矿企并产出数据继续为实验室赋能，使得数字产业化产出更大价值。

数字产业与工业的融合发展可有效推动工业转型升级和数字产业的发展。在科技革命和产业变革的背景下，充分利用数字产业渗透性强的特点，深化数字产业与工业产业的融合，加快工业互联网创新发展，工业高端化、智能化、数字化的发展水平将对榆林市高质量的发展产生重要意义。

## 智能化产品的孵化、落地、复制

基于神木市的煤矿生产智能化需求，神木市能源局负责运营管理，并基于政策向所有煤矿企业进行宣讲推广，实现政府统一管理，煤矿企业的全方位智能升级。通过打造陕西省乃至全国的一流联合实验室，产出适合于煤矿企业的智能化应用产品，提升煤炭安全生产监管效能，并全国全行业复制推广。

目前，实验室应用成果已初显成效。一是完成“智慧能源多系统融合监管平台”测试运行。各子系统覆盖多个煤矿，其中安全监控系统接入煤矿 70 家、井下人员作业管

理系统接入煤矿 63 家、矿压监测系统接入煤矿 23 家、水害防治系统接入煤矿 10 家。二是形成“人员定位”和“安全监控”的两个省级地方标准。三是推出《电子封条分级预警技术操作规范》。实验室组织 6 个科研单位及 7 个本地煤矿共同编写了《神木市能源局电子封条分级预警技术操作规范》，现已有 80 家煤矿投入使用。

## 8.3 成果产出

### (1) “智慧能源多系统融合监管平台”测试运行

实验室目前已开发建成“智慧能源多系统融合监管平台”，并投入测试运行阶段，“智慧能源多系统融合监管平台”主要功能有：（1）分级预警：针对人员定位、矿压、水文监测、监测监控、等智慧矿山子系统进行分级预警；（2）校验平台：数据信息校验汇总，分担核心负载压力。将感知数据经校验平台校验汇总后，对合规数据进行上一级平台上传，同时存储为本地数据；（3）多系统融合：从细微中发现风险隐患，对水文、矿压、人员定位、监测监控、工业视频、井下广播、角色管理等子系统进行多系统融合；（4）场景算法：从点线面多角度出发，实现场景不同算法。点：传感器实时监测数据，针对该点监测数值实现主动预警。线：实现一类传感器或以时间维度的线性趋势，实现主动预警。面：融合相关感知数据，结合行业经验，实现深层次的主动预警。（5）工业视频 +AI：

基于人工智能技术的视频智能识别。实现由人员监管向智能监管转变；（6）智能运维：系统智能运维，出现异常主动预警，降低运维人员技术门槛；（7）构建 3+1 智慧能源：传感感知系统，利用多个感知和监测监控系统，实现对矿山整体及相关现象的可视化、数字化及智能化，保证矿山经济的可持续增长；工业自动化系统，利用多个自动化系统，可以实现各个子系统之间的数据联合监控，和全矿山数据统一汇总和分析；软件系统，各软件系统相互协作，实现矿山在无风险或低风险的状态下运行；智能运维平台：维护各个系统与各个设备的正常运行。（8）构建数据云中台：数据汇聚整合，数据加工提纯，数据服务可视化，数据价值提升。

### (2) 形成了《电子封条分级预警技术操作规范》

根据国家矿山安全监察局综合司文件矿安综〔2021〕55 号文件、陕西省应急管理厅文件陕应急〔2021〕408 号文件、榆林市榆阳区能源局文件榆区政能发〔2021〕400 号文件精神，实验室组织了 6 个科研单位及 7 个本地煤矿共同编写了《神木市能源局电子

封条分级预警技术操作规范》，并于 2021 年 11 月 24 日向本地所属煤矿正式下发。

### (3) 制定“人员定位”、“安全监控”两个省级地方标准

2021 年 9 月 8 日，完成了《陕西省神木市煤矿安全 分级预警规范 第 2 部分：人员定位（征求意见稿）》及《陕西省神木市煤矿安全 分级预警规范 第 3 部分：安全监控（征求意见稿）》两个省级标准，并下发神木本地所有煤矿、煤炭洗选加工企业及硬件厂家，目前已提交讨论稿至省市场监督管理局，同时获得省能源局省级地方标准立项。

### (4) 电子封条项目已向神木本地 90 多个煤矿企业推广

榆林市智慧能源大数据应用重点联合实验室方案由应急管理部信息研究院、上海同济大学、西安科技大学、榆林联通公司、上海翱晟信息科技有限公司、山西精英数智公司六家公司参与制定。方案满足国家矿山安全监察局综合司文件矿安综〔2021〕55 号文件要求，并兼顾神木市煤炭行业监管的个性需求。增加了井工矿工业广场，综采工作面状态监控及预警。露天矿露天采场开采区、储煤场出入口、排土场出入口监测预警。结合国家及行业标准、各方案制定单位行业经验和行业专家意见，形成了电子封条四级预警方案预警规则和条件。针对不同的预警级别制定了风险预警和隐患排查机制。对于超时未处理风险预警制定了相应的风险失控监察流程。本规范遵循可扩展性、稳定性、经济性、标准性、低成本运维性原则。

## 8.4 应用成效

实验室提高了榆林市能源企业及对企业监管的知名度，在国内及至国际扩大影响力；5G+ 工业互联网的智慧能源大数据达到国内领先水平，向全国全行业复制推广，实验室将以项目建设的形式实现信息化手段监管煤炭企业的安全生产，落地、实施信息化平台及网络系统。提高我市能源行业的安全生产管理水平，降低安全生产事故；提高政府管理人员、技术团队的技术技能，提升技术产品的自研能力；提高煤炭企业生产效率和产值，增加政府财政税收；提高我市能源企业及对企业监管的知名度，在国内及至国际扩大影响力；成立“5G+ 工业互联网的智慧能源大数据联合实验室”，以项目建设的形式实现信息化手段监管煤炭企业的安全生产，落地、实施信息化平台及网络系统。

实验室通过智能信息技术的应用，实现矿山全面信息集成和响应能力，建设主动感知、分析、并快速做出正确处理的矿山多系统融合平台，人为的因素将降低最低程度，

矿山企业的人财物产销存等能协同、自动运作，实现矿山企业的集约、高效、可持续发展。新一代互联网、云计算、智能传感、通信、遥感、卫星定位、地理信息系统等各项技术的成熟与融合，实现数字化、智能化的管理与反馈机制，为智慧矿山发展提供了技术基础。

实验室通过系统平台建设，打破了“数字鸿沟”和“信息孤岛”现象，逐渐形成统一的信息资源，将各个系统产生的珍贵数据能够得到深度再利用。煤炭行业必须不失时机地变化革命，促进转型升级。实验室通过成果的转化，将对行业整体提升科技实力、树立品牌形象、提高经营质量等方面产生重大而深远的影响。同时，应推动神木市乃至整个煤炭行业的发展进入新形态，并形成新的产业增长点，促使传统煤炭行业转型升级。

同时，实验室通过技术的升级，从以往简单的依靠大量廉价人力成本，到能够充分利用科学技术来代替人力，提高劳动生产率也是解决用工荒问题的一个重要途径。实现减人增效，通过机械化换人、自动化减人、智能化提质增效来提升企业的综合竞争力，同时缓解煤矿人员流失、人才短缺的问题。

09

## 全应科技 5G+ 节能減排项目



## 9.1 项目背景

上海全应科技有限公司成立于 2016 年，是一家聚焦热电能源智能化的工业互联网企业。该公司以工业大数据和人工智能为核心，以云 + 边 + 端的工业互联网体系架构为依托，实时采集热电生产过程数据，云端构建热电生产端到端数字孪生模型，边端实时计算最优工艺参数，实现热电生产过程最优调控，有效提升热电系统生产效率，为热电企业节煤降耗、减少碳排、安全保障、清洁环保创造价值。

## 9.2 项目方案

全应热电云利用物联网、大数据、人工智能等技术研发的面向热电行业的工业互联网平台，通过建立热电生产过程的数字孪生体系，对热电生产进行预测和仿真，在高维空间寻找安全、环保和满足客户需求的，生产效率最高的生产控制参数。

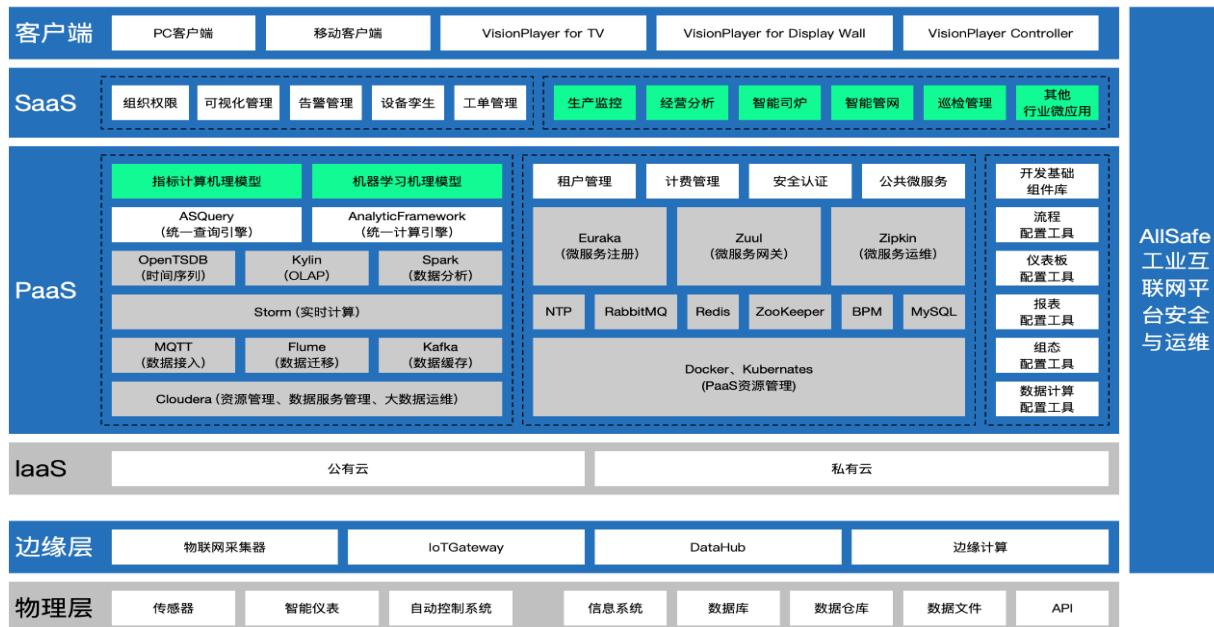


图：热电智能化解决方案

全应热电云解决方案采用常用的工业互联网平台架构：“云 + 边 + 端”

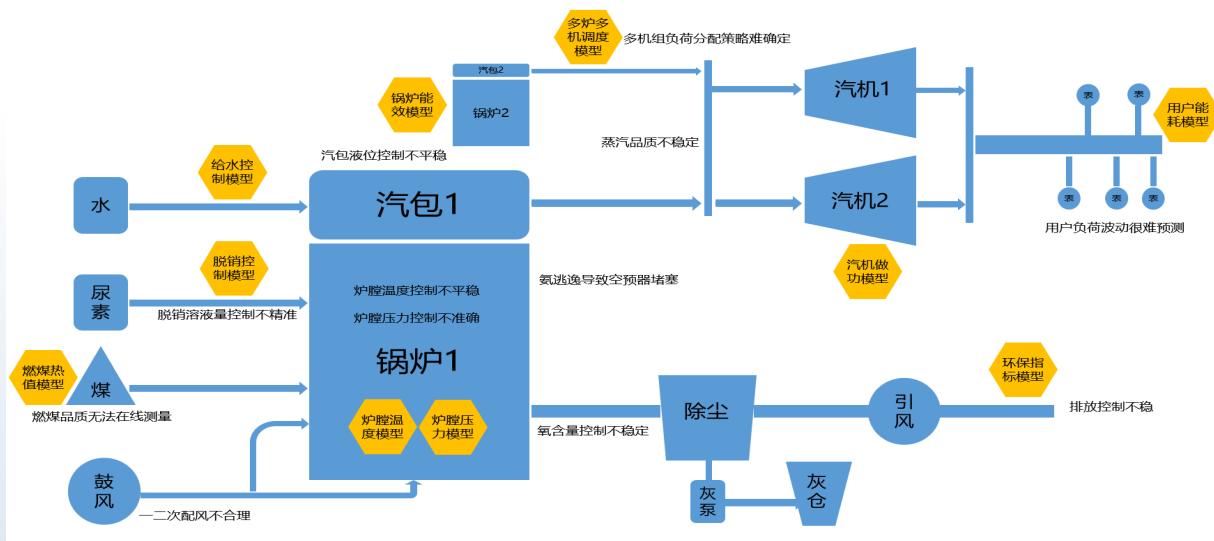
- 云是指全应科技通过 SaaS 模式交付给这家热电厂的全应热电云解决方案的云端部分，发挥公有云系统在存储空间、算力、安全性、可扩展性等方面的优势；
- 边是指边缘端，位于这家热电厂的机房，靠近生产系统，在网络传输速度、网络可靠性和安全隔离性等方面有其独特优势；
- 端是指边缘客户端和云客户端。边缘客户端是一套软硬件一体的专有智能看板设

备。云客户端通过一套手机 APP 和一套 PC 浏览器系统来实现，极大地提高了便捷性。



图：全应热电云工业互联网平台技术架构

热电运行优化的最关键技术就是数字孪生技术，通过数字孪生技术可以精准地在数字世界里模拟现实世界的生产系统。结合数字孪生可以对生产系统进行预测、仿真、诊断，进而对实现寻优和故障处理。全应热电云基于数字孪生技术，建立了热电生产端到端的数字孪生体系，包括：



图：电生产数字孪生模型体系

基于构建的数字孪生模型体系，结合实际热电生产工况和设备，全应热电云提供四大智能化解决方案：智能调度、智能司炉、智能司机、智能监盘。四大解决方案实时采集热电生产过程数据，使用建立的算法模型和工业机理模型，结合下游负荷变动信息，提供出全局最优的运行参数，对具体运行人员的岗位提供最佳的运行指导。



图：全应热电云智能化解决方案

除了智能解决方案，为方便客户管理和使用，同时提供信息化功能，包括：生产监控、告警、人员管理、经营分析、移动 APP 等。

### 9.3 应用场景

陕西奥维乾元化工有限公司是一家煤化工企业，年产 30 万吨合成氨、52 万吨尿素、20 万吨甲醇，已建成投运 4 台循环流化床锅炉，2 台汽轮机以及供热管网，对外供应 10MPa，4.0MPa 和 1.0MPa 三个压力等级蒸汽。

当前热电生产系统主要采用 DCS+ 人工运行模式，主要存在以下问题：

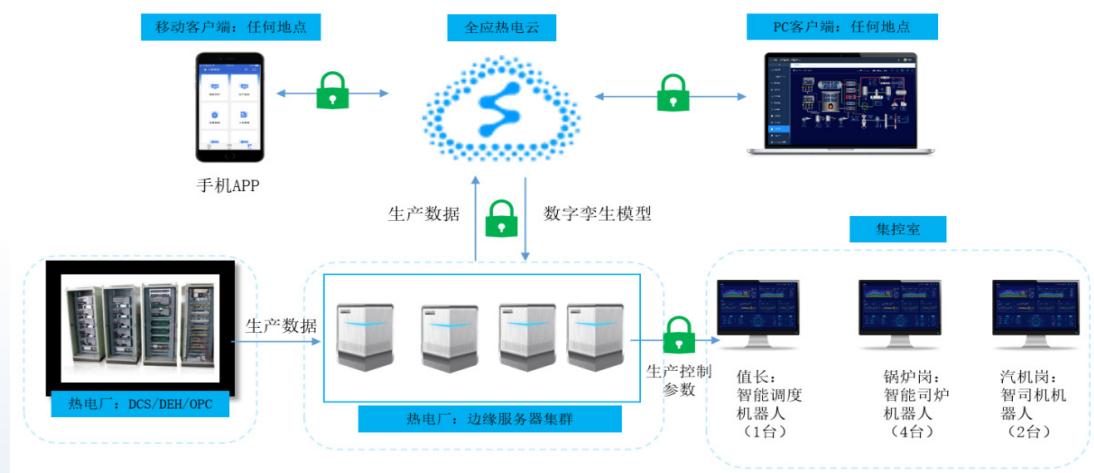
- 锅炉燃烧控制不优化，主汽参数、床温、排烟温度等运行参数波动较大。示例：2# 锅炉排烟氧含量波动范围在 1.2~6.7，平均 2.8。
- 汽机做功不优化，汽机进汽参数未考虑汽机做功效率和负荷变化，进汽参数波动范围较大。示例：1# 汽机进汽温度波动范围为 490~535℃。

经过全应科技专家分析，主要不优化的原因：没有设备运行效率曲线，无法预知末端负荷变化，锅炉燃烧不优化的原因包括：无锅炉运行效能详细数据，无法预知锅炉对

应负荷下的最优运行参数；无法跟随负荷变化精准控制给煤量、一二次风量、炉膛负压等参数；过量空气系数（氧量）控制不合理。汽机运行不优化的原因包括：没有精确的汽机效率曲线，无法预知末端负荷变化，提前对汽机负荷做出调整。具体优化措施如下：

- 针对锅炉过量空气系数、炉膛负压、炉膛温度等运行参数进行在线寻优，精准寻优出负荷 – 氧量、负荷 – 一次风压等对应曲线，同时精准计算风 – 煤配比、一次风 – 二次风比例，实现给煤、一次风、二次风、引风的精准调整，提高锅炉效率；
- 建立供汽管网和负荷预测模型，实时、精准感知末端用汽负荷变化；建立锅炉模型，根据运行数据精确计算出锅炉负荷 – 效率曲线，当末端用汽负荷和电负荷需求变化时，根据负荷 – 效率参数曲线合理、精准分配锅炉负荷，使锅炉机组总体效率维持在高效率下运行，提高机组整体吨煤产汽量，进而提升机组能效；
- 根据计算出的汽机负荷 – 效率 – 进汽参数曲线，当末端用汽负荷和电负荷需求变化时，根据负荷 – 效率 – 进汽参数曲线精准控制汽机进汽温度、进汽压力，使汽机维持在高效率下运行，降低汽机发电汽耗，提高汽机做功能力。

全应热电云应用到客户现场后的整体架构如下图，在生产现场共计部署 4 台智能边缘服务器和 7 台智能看板。



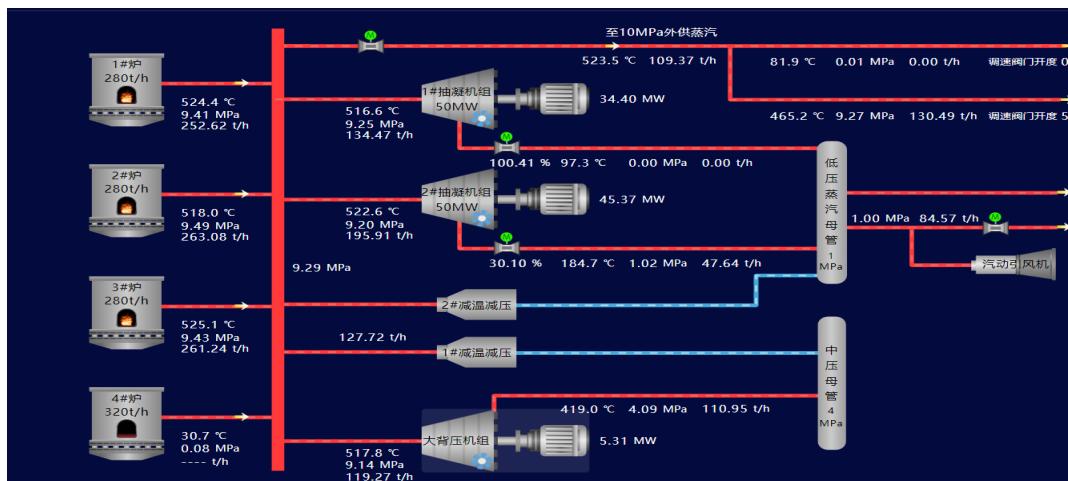
图：热电智能化项目部署架构

当现场环境部署好以后，生产数据能实时上传至云端，全应热电专家根据现场设备运行情况和具体生产工况，为该项目建立了 110 个数字孪生模型和 340 个智能控制逻辑，覆盖生产现场所有设备和大多数工况。建立的模型和控制逻辑如下：

- 数字孪生的模型主要包括锅炉燃料燃烧状况模型、燃烧所需风量模型、蒸汽产量

预测模型、一次风机送风量模型、二次风机模型、引风机模型、冷渣机模型、给煤机模型、燃料热值测量模型、效率模型、燃尽率模型。汽机模型包括抽背压式汽机模型，该模型涵盖进汽压力、流量、温度，抽汽压力、流量温度以及汽机做功模型即汽机性能曲线等。

- 控制逻辑设计主要是将设计的模型与生产实际情况相结合，匹配生产中的设备连接方式和运行工况，整体设计如下图：

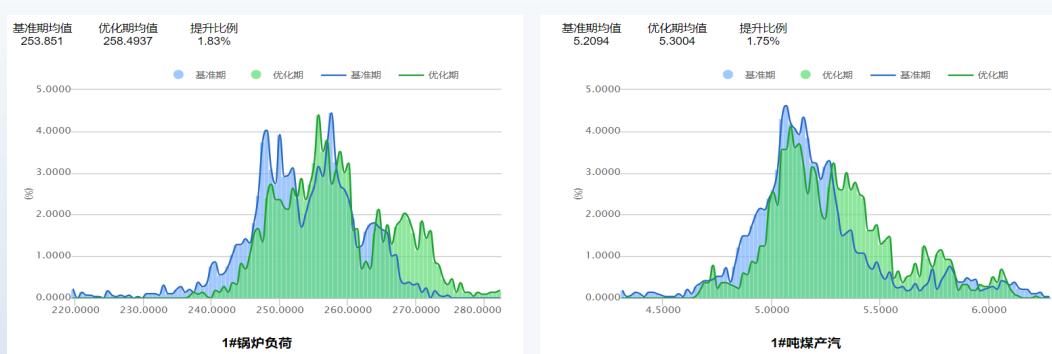


图：热电智能化项目控制逻辑

## 9.4 应用成效

经过 2 周的能效验证，既有人工团队运行系统一周，全应热电云运行一周后，使用客户的生产日报中的数据进行能效对比。总体运行能效提升率 2.43%，该项目热电生产每天耗煤 2000 多吨，年耗煤在 60 万~70 万吨，共计节省燃煤 14580 吨/年，煤价平均 800 元 / 吨，直接燃煤成本共计节省约 1166 万 / 年，少排放二氧化碳约 3.6 万吨。

其中针对具体设备效能提升的示例如下：



图：锅炉燃烧优化效果

10

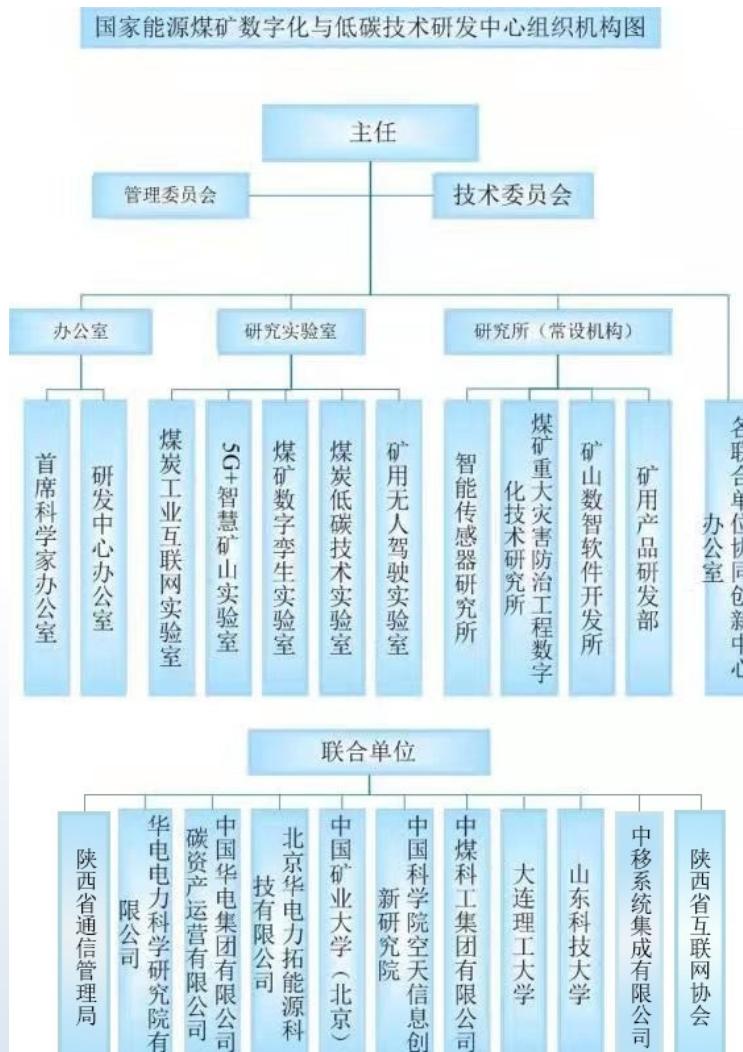
## 华电集团 5G+ 矿用巡检机器人项目



## 10.1 项目背景

2020年11月25日，国家能源局、国家煤矿安全监察局联合下发《关于开展首批智能化示范煤矿建设的通知》（国能发煤炭〔2020〕63号）文件，确定71处煤矿作为国家首批智能化示范建设煤矿，隆德矿业公司为其中之一，到2022年底，完成智能化示范煤矿建设工作。

2021年6月5日，国家能源局、国家矿山安全监察局联合下发《煤矿智能化建设指南（2021年版）》（国能发煤炭规〔2021〕29号）文件，要求主煤流运输系统实现智能无人操控，机器人巡检作业。通风、排水、供电等固定作业岗位全部实现无人值守、机器人巡检作业。



图：国家能源煤矿数字化与低碳技术研发中心组织机构图

华电集团通过组建联合创新体承建国家能源煤炭科技协同创新研发平台，建设有煤矿智能装备中心，依托大数据智算中心，打造煤炭行业工业互联网基地，以客户需求为导向，为客户提供个性化的智慧矿山系统解决方案；提供煤矿生产全过程、作业现场全场景集成互联和精准管控全过程技术服务；以及全面感知、实时分析、动态调整和自适应优化方法，并持续进行服务创新，不断为客户创造价值。打造煤炭科技创新高端平台，致力于技术创新研究，战略发展研究，科技成果孵化，科技创新管理支持服务。设有5个国家级实验室分别为5G+智慧矿山、工业互联网、煤炭资源综合利用、煤矿数据孪生和矿用无人驾驶。

北京华电力拓能源科技有限公司是华电煤业集团有限公司所属全资子公司，是集煤矿智能化技术研发与咨询、装备定制与升级、系统集成与运维等专业服务于一体的高科技企业，本次项目由北京华电力拓能源科技有限公司承建，目前已顺利交付神木县隆德矿业有限责任公司。

## 10.2 项目方案

矿用5G巡检机器人系统是针对矿井特殊环境设计的智能化巡检系统。系统以智能巡检机器人为核心，结合智能监测系统、5G移动通信技术、多传感器信息融合技术、导航定位技术、图像识别技术、红外检测技术和视频采集技术，可实现对监测环境（雨水渗漏、异物入侵，有害气体、火灾烟雾，温度）和设备工作状况进行不间断监测及预警、处置，依托5G大带宽、低时延的优势，实时上传采集数据，为多平台数据终端提供监测信息，从而建立的一套高效快速的智能化管理巡检系统。

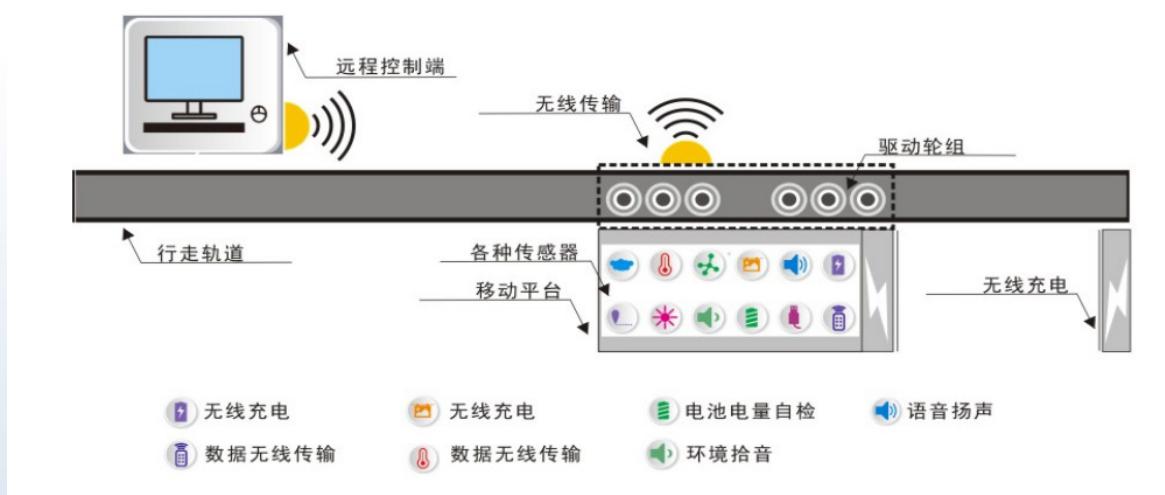




矿用 5G 巡检机器人主要由巡检机器人本体、5G 无线通讯子站、充电装置、各种信号采集设备、轨道系统和远程控制端（地面监控中心）组成。

### 1、巡检机器人本体

巡检机器人本体一般由控制模块、无线通信模块、驱动机构、充电装置、电池、摄像机、红外热像仪及各种传感器组成，控制模块是巡检机器人本体的核心，用于分析处理采集的图像、声音、红外热像及温度、气体浓度等数据，并将这些数据通过无线通信模块发送到地面监控中心，同时接收服务器的控制指令。控制模块还具有充电控制功能和驱动机构控制功能。



轨道式巡检机器人一般是将巡检机器人本体悬挂在轨道上，通过驱动机构使机器人

本体沿轨道行走，在低照度、高湿度和粉尘环境下，通过机器人本体搭载摄像机和多种传感器，实时采集现场的图像、声音、红外热像及温度数据、烟雾、多种气体浓度等参数，并适时传输到地面监控中心；机器人具有智能识别功能，采用智能感知算法，能够准确判断设备当前运行状态，判断是否存在设备故障以及故障位置，减轻工作人员的劳动强度和安全风险。

## 2、5G 无线通讯子站

通讯传输采用 5G 信号的无线网络通讯系统，以达到远程移动监测实时将数据传输地面监控中心。

## 3、充电装置（隔爆兼本安型）

为了适应煤矿井下设备长时间巡检的需要，巡检机器人通过本体 5Ah 锂电池供电，保证足够的续航能力，12V 本质安全型电路，直流触点保证现场使用安全。

充电装置采用先进的磁场磁感应充电，充电过程不需要接触，避免产生火花。

充电装置采用分布式充电点结构，在运行轨道上科学布置，通过巡检装置自带电量监控系统实现自主充电。

## 4、轨道系统

使用 10# 工字钢做巡检装置轨道，表面经过特殊防锈处理，结实、耐用、不易侵蚀。轨道每只为 6 米长，覆盖全部巡检区域，是巡检装置运行的主要载体。

## 5、后台软件系统

采用 C/S ( Client/Server ) 、 B/S ( Browser/Server ) 、移动客户端 APP 结合的形式，模块化架构清晰，外部接口齐备，具备对整个机房内各类辅助设备进行综合管理、联动、协调的能力。巡检装置采集数据通过 WEB 服务器对外接口向外共享，专用客户端软件可对移动巡检装置进行遥控、任务配置、视频访问、数据访问等。

## 6、运行模式：

自主巡检——运行人员根据巡检时间、周期、路线、目标、类型（红外、可见光等）灵活进行任务定制，机器人按照定制任务执行自主巡检，自动采集各传感器信息，到达任务位置后进行数据采集，实现各检测点的状态自动判读，自动将巡检结果生成统计报表。

定点巡检——运行人员选择部分设备进行巡检，系统自动生成最佳巡检路线并执行定点任务。

遥控巡检——运行人员通过后台手动控制界面，控制机器人执行巡检任务。

### 10.3 功能应用

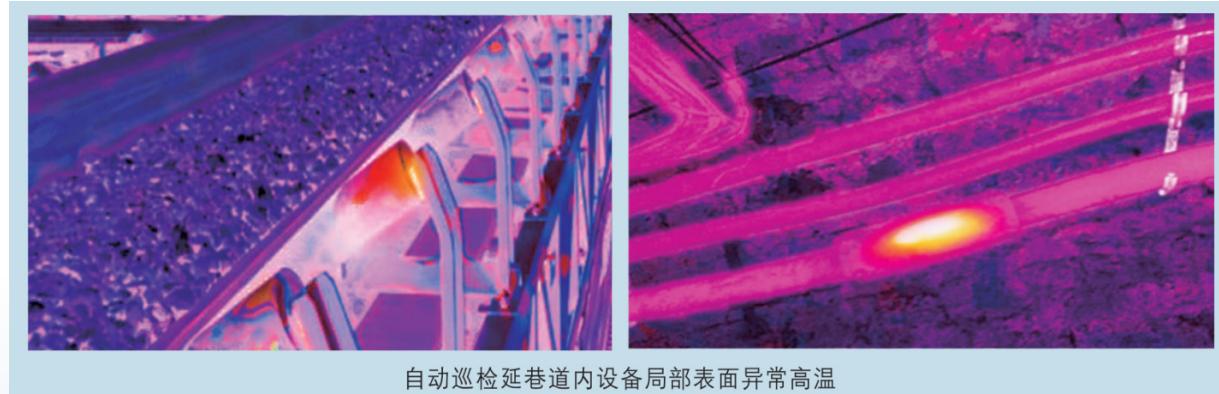
5G 巡检机器人依托挂轨移动方式进行设计，解决煤矿特殊场所地形复杂、通过性差等问题，使矿井特殊场所移动巡检得到有效的保障，具体可实现功能如下：

1、移动视频图像采集功能：高温度和粉尘环境下，通过移动巡检装置机器人上搭载的多个红外网络摄像仪实现对整个设备走廊内设备、线缆、管道、积水等图像采集，图像信息通过千兆无线通讯，传输至远程端上位机显示并储存，通过对图像的浏览分析，确定设备是否存在异常、设备的损坏程度、故障位置，确认是否需要停机检修以及有无违章操作人员等情况。

2、实时显示功能：巡检装置具有实时图像、数据量超限统计表、历史超限数据、采集时间、采集数据等显示功能。

3、气体监测功能：巡检装置可安装多气体检测传感器，实时对环境中的甲烷、烟雾、氧气、一氧化碳等气体进行监测，若环境内气体浓度出现异常及时报警。

4、温度探测功能：巡检装置可实现对视野范围内物体的自动测温、空间异常温度变化诊断、设备局部表面异常高温诊断，并实现超温报警。



5、声音采集功能：巡检装置对巡检轨迹范围内异响声音自动采集，经无线网络实时传输至远程端上位机，被监测设备运行过程中，设备出现故障，故障部位往往产生较明显的声音异常，通过对采集声音进行自动分析，判断设备是否异常，从而能够及时发现故障、避免故障进一步扩大。

6、无线充电功能：巡检装置采用锂电池供电，充电采用先进的磁场磁感应充电，充电过程不需要接触，避免产生火花。

7、自动电量检测、充电功能：巡检装置自动监测电池电量，电量不足时自动寻找

最近的无线充电点进行充电。

8、语音对讲功能：地面总调度可对机器人喊话和播放语音，实现与现场进行语音对讲功能。

9、位置定位功能：巡检装置具有平台与分站相对位置定位功能。

10、自动报警：巡检装置具有声光报警功能，当装置检测到任何一类传感器的数据出现异常时，声光报警器运行发出声光报警，引起操作人员注意。

11、历史数据查询功能：巡检装置将采集到的各种数据和处理分析后的结果存储在远程端的上微机，方便以后对历史数据查询比较。

12、识别功能：巡检装置具有定点拍摄识别功能，能够对开关柜屏幕内容识别、指针表数据识别、树状开关状态识别、指示灯状态识别，跑偏识别、托管损坏超温检测等。

## 10.4 应用成效

### 1、提高效率

5G 巡检机器人受地理条件、环境及天气条件限制少，也不会像人一样会随工作量加大而疲累，可代替巡检工进行高频次巡检。而且，智能巡检机器人还可以按照预设时间、预设任务全天候进行巡检任务，工作人员仅需对报警项进行处置即可，巡检过程的便捷性、灵活性也能实现大幅提升。

### 2、数据处理优

5G 巡检机器人可以进行高速运算和处理，云存储大量数据，为之后决策和分析提供极大便利。工作人员可以免去大量纷繁复杂的运算，只需进行简单分析和记录。

### 3、安全系数高

传统人工巡检在易燃易爆、高寒、高原、高温环境和恶劣天气等艰苦条件下存在着极大安全风险。而 5G 巡检机器人对于危险及恶劣环境下的巡检则游刃有余，让机器人代替人工，可以提高工人工作的安全性并帮助企业节约成本，适应未来劳动力情况。

### 4、巡检质量高

5G 巡检机器人在巡检作业过程中能自动采集和传输巡检数据，省去了人工填写巡检记录的过程中，也避免了人工填写过程中可能出现的漏记、误记，并保证了巡检到位率、及时性和客观性。而且，通过将巡检数据上传至平台进行对比和分析，也能发现设备隐患和故障征兆，保障设备稳定运行，有效提升巡检工作质量。

随着人工智能逐步与传统产业结合，物联网、云计算、5G 技术为企业带来可观的经济效益和社会效益，并推动产业源端的重组升级，中国产业结构的调整让巡检机器人也迎来快速发展，智能巡检机器人已经在石化、电力、矿山、轨道交通及公共场所安防等领域取得较为广泛的应用。可以预见，未来随着自动化、智能化巡检需求的持续释放，以及人工智能水平与机器人技术的不断提升，智能巡检机器人将走向更多应用场景，执行更为复杂、更加多样的巡检任务。同样随着国家数字化、智能化相关政策推动导向，未来巡检机器人市场渗透率不断提高，行业发展潜力巨大。

# 陕西省互联网协会



陕西省互联网协会成立于2002年3月26日，英文名称为“Shaanxi Internet Society”（简称SIS）。协会由省内电信运营商、服务提供商、设备制造商、系统集成商以及大学、科研单位等互联网从业者共同发起成立，是省内互联网行业及与互联网相关的企事业单位、个人自愿组成的地方性、行业性、非营利性的社会组织。其宗旨是组织和团结从事和关心互联网事业的团体和个人，共同以促进我省互联网事业健康、有序、快速发展，服务于经济建设和社会进步，维护国家、行业和消费者的合法权益。接受登记管理机关陕西省民政厅的监督管理，接受陕西省通信管理局和中国互联网协会的业务指导，走民主、自律、自我发展的道路。协会的职责：

（一）团结互联网行业相关企业、事业单位和社会团体，向会员宣传国家的法律、法规和政策，向政府主管部门反映会员和行业的愿望及合理要求，促进政府主管部门与会员之间的交流与沟通。

（二）制定并实施互联网行业的规范和自律公约，协调会员间的关系，促进会员间的沟通与协作，充分发挥行业自律作用，保障国家信息安全，维护行业整体利益和用户利益，提高行业的服务质量。

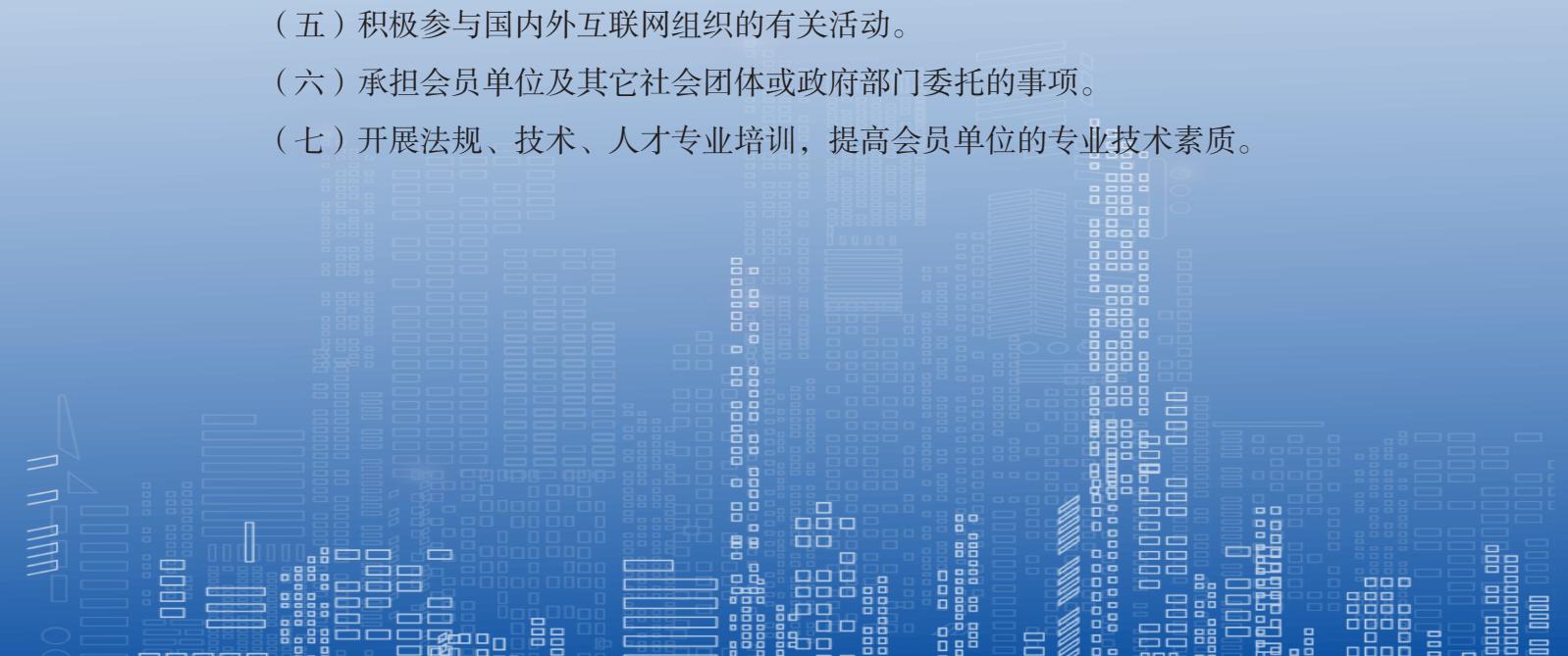
（三）办好协会网站、刊物、组织编写出版《陕西省互联网发展报告》，为互联网界、为政府提供互联网信息服务。

（四）组织与开展有益于互联网发展的活动，加强行业信息交流，开展技术培训、研讨、交流年会、技术咨询服务等，推进我省互联网技术应用及行业的发展。

（五）积极参与国内外互联网组织的有关活动。

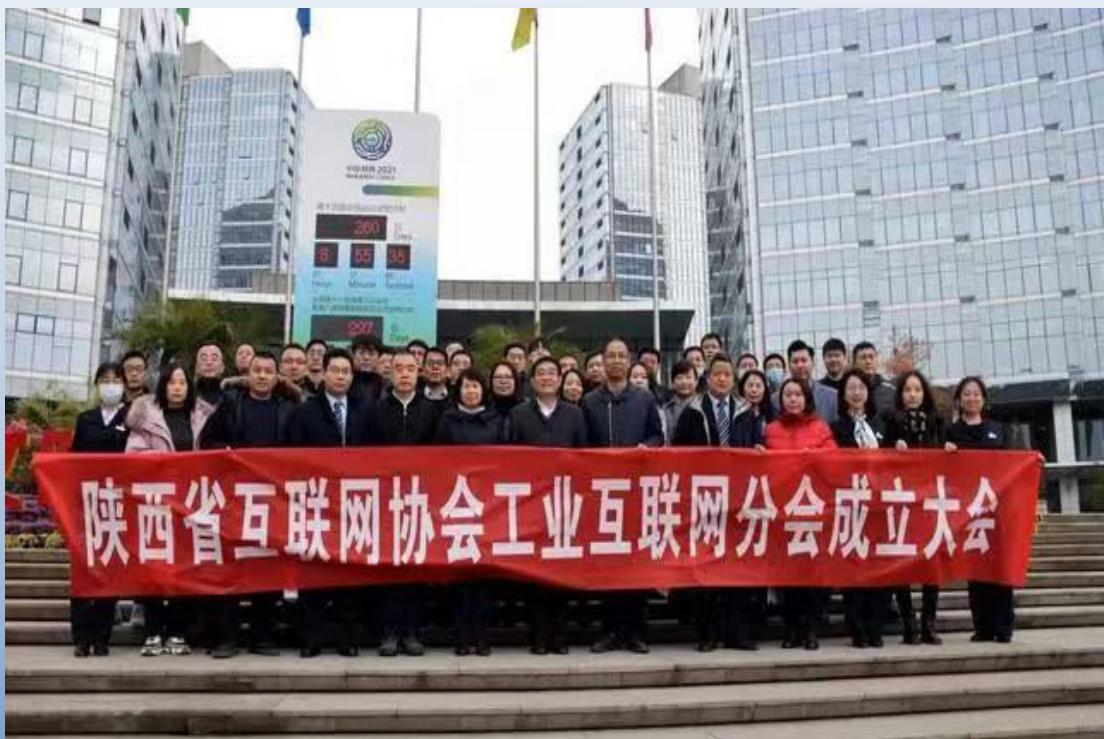
（六）承担会员单位及其它社会团体或政府部门委托的事项。

（七）开展法规、技术、人才专业培训，提高会员单位的专业技术素质。





图：陕西省互联网协会五届三次会议暨五届二次理事会在西安召开



图；陕西省互联网协会工业互联网分会会员合影

当前,全球新一轮科技革命和产业变革深入发展,以5G、工业互联网为代表的新一代信息通信技术与实体经济加速融合,新动能不断释放。为贯彻落实习近平总书记建设网络强国重要思想,根据工信部《“5G+工业互联网”512工程推进方案》、《5G应用“扬帆”行动计划(2021-2023年)》的安排部署,结合国家8部委《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》(发改能源〔2020〕283号)及《陕西省煤矿智能化建设指南(试行)》要求,为全面掌握我省5G在煤炭行业融合应用和规模化推广的情况,了解基础电信企业和煤炭企业在推动数字化、智能化转型过程中存在的问题,2022年7月20日至21日,省政协常委、人口资源环境委员会副主任、省通信管理局党组书记、局长高彩玲率部分政协委员等组成调研组赴榆林调研5G融合应用赋能煤矿数字化智能化转型情况。调研组实地调研了陕煤集团榆北小保当煤矿5G+智慧矿山项目、神延西湾露天煤矿5G+无人驾驶项目、榆林市智慧能源大数据应用联合重点实验室、上海全应科技有限公司西安分公司热电云等项目。

调研期间调研组深入煤矿生产现场,查看5G技术应用情况,全面了解信息通信行业通过5G先进技术助力、赋能煤炭行业(采煤与用煤)数字化、智能化转型情况。此次《陕西省工业互联网应用案例集——5G+智慧矿山应用场景》,收录了调研组实地调研的几个项目,以及各单位推荐上报的典型优秀案例共十个。