

5G 智慧煤矿

2020.6

目录

1. 煤矿行业洞察

2. 5G智慧煤矿应用场景

3. 5G智慧煤矿解决方案和商业模式

4. 5G智慧煤矿案例

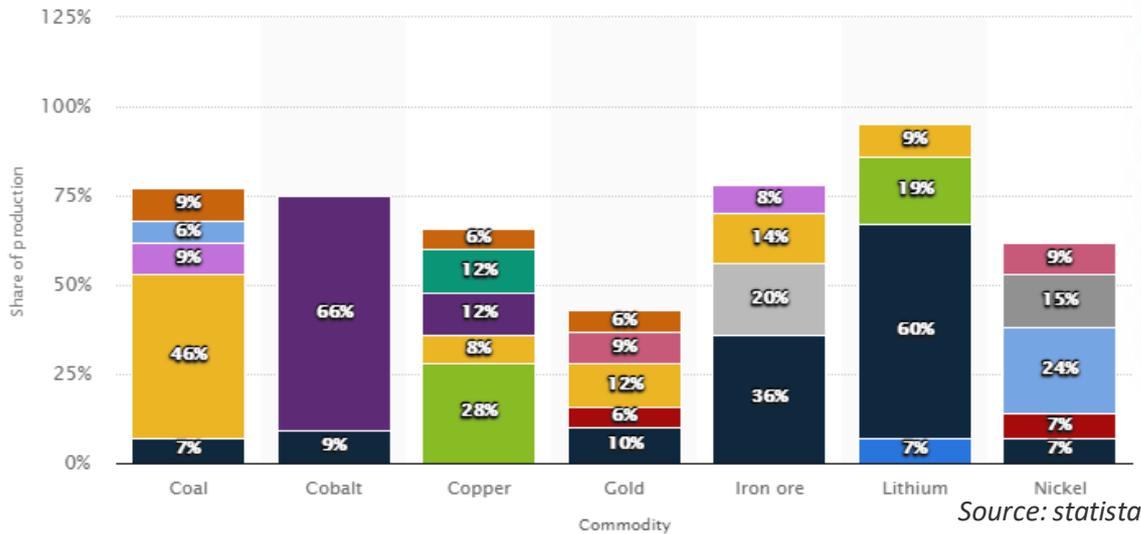
全球矿业分布：中国主要以煤炭(No.1)，铜矿，黄金，铁矿石及镍为主

全球矿业全景图



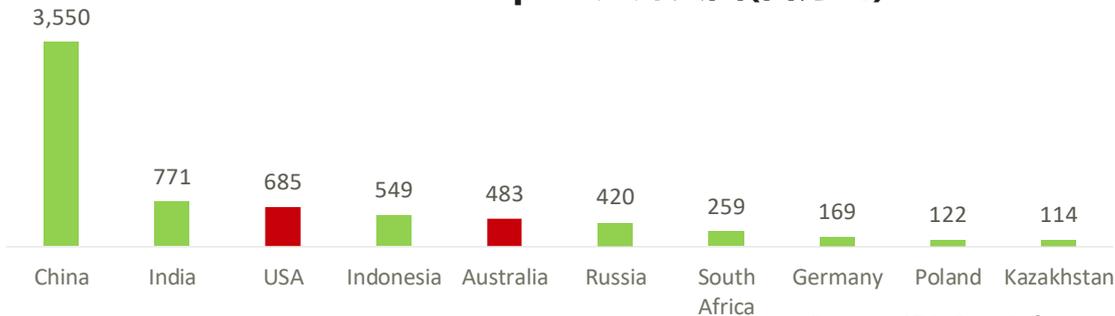
Source: 前瞻产业研究院

全球矿产国家市场份额占比



Legend: Argentina, Australia, Brazil, Canada, Chile, China, Congo, India, Indonesia, Peru, Philippines, Russia, South Africa, United States, Zimbabwe

2018 Top 10产煤大国(百万吨)



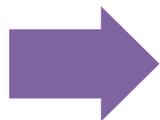
Source: IEA Coal Information

中国智能化煤矿阶段性发展目标:2035年各类煤矿基本实现智能化

多种类型、不同模式 智能化示范煤矿

2021

- 初步形成重要环节的信息化传输、自动化运行技术体系
- 基本实现掘进工作面减人提效、综采工作面内少人或无人操作、井下和露天煤矿固定岗位的无人值守与远程监控



大型煤矿实现智能化

2025

- 形成煤矿智能化建设技术规范与标准体系
- 智能化决策和自动化协同运行
- 井下重点岗位机器人作业，露天煤矿实现智能连续作业和无人化运输



实现无人化煤矿生产

2035

- 构建多产业链、多系统集成煤矿智能化系统
- 建成智能感知、智能决策、自动执行的煤矿智能化体系



智能化煤矿市场空间大：单个存量改造投资2个亿，单个新建投资10个亿

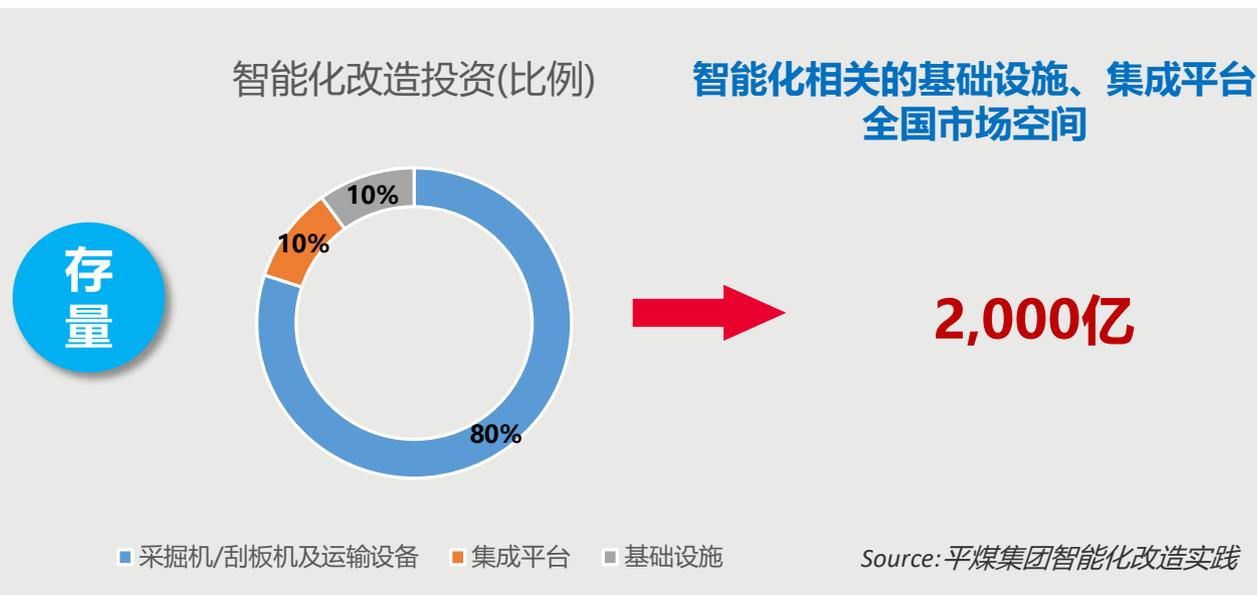
全国煤矿5300个，智能化采煤工作面仅200+

	2018	2019
全国煤矿数量	5,800	5,300
千万吨级煤矿数量	41	44
智能化采煤工作面	145	200+
全国原煤产量 (亿吨)	38.5	36.8

- 全国八大产煤大省：内蒙 (28%)，山西(26%)，陕西(17%)，贵州，新疆，山东，安徽，河南
- 山西共有954座生产建设煤矿，2022年年底力争智能综采工作面达到50个以上，建成10座智能煤矿；2030年底完成省内599座大型煤矿（年产量>200万吨/矿）无人值守、集中控制、远程控制等智能化改造。

*来源：中国煤炭工业协会

单个煤矿智能化改造投资2亿，智能基础设施/集成平台：4000万



新建单个千万吨级智能煤矿投资10亿元

新建	项目研究、设计及部分系统建设经费近	矿方后期配套智能系统建设总投资
	5,000 万元	10 亿元

来源：陕西延长石油巴拉素煤业有限公司

煤炭行业痛点：安全第一，作业环境持续改善，平台融合提升效率

安全健康



- **井下工作环境恶劣**
 - ✓ 瓦斯、煤尘、水害。
 - ✓ 井下工作时间长，强度大（24小时3班倒）
- **涉及通信的三大安全避险系统独立组网，互通性差**



远控监控



- 井下实时监控和远程控制缺失
- 有线视频监控，布线困难，成本高
- 目前**采掘有线远控，随设备移动易折损**



统一的通信系统



- 井下6大系统，各系统设备商自集成通讯系统，用于信号采集和传输，制式众多，**七国八制，运维复杂**
- 独立组网，**缺乏归一融合平台**

井下6大系统

采煤系统

运输系统

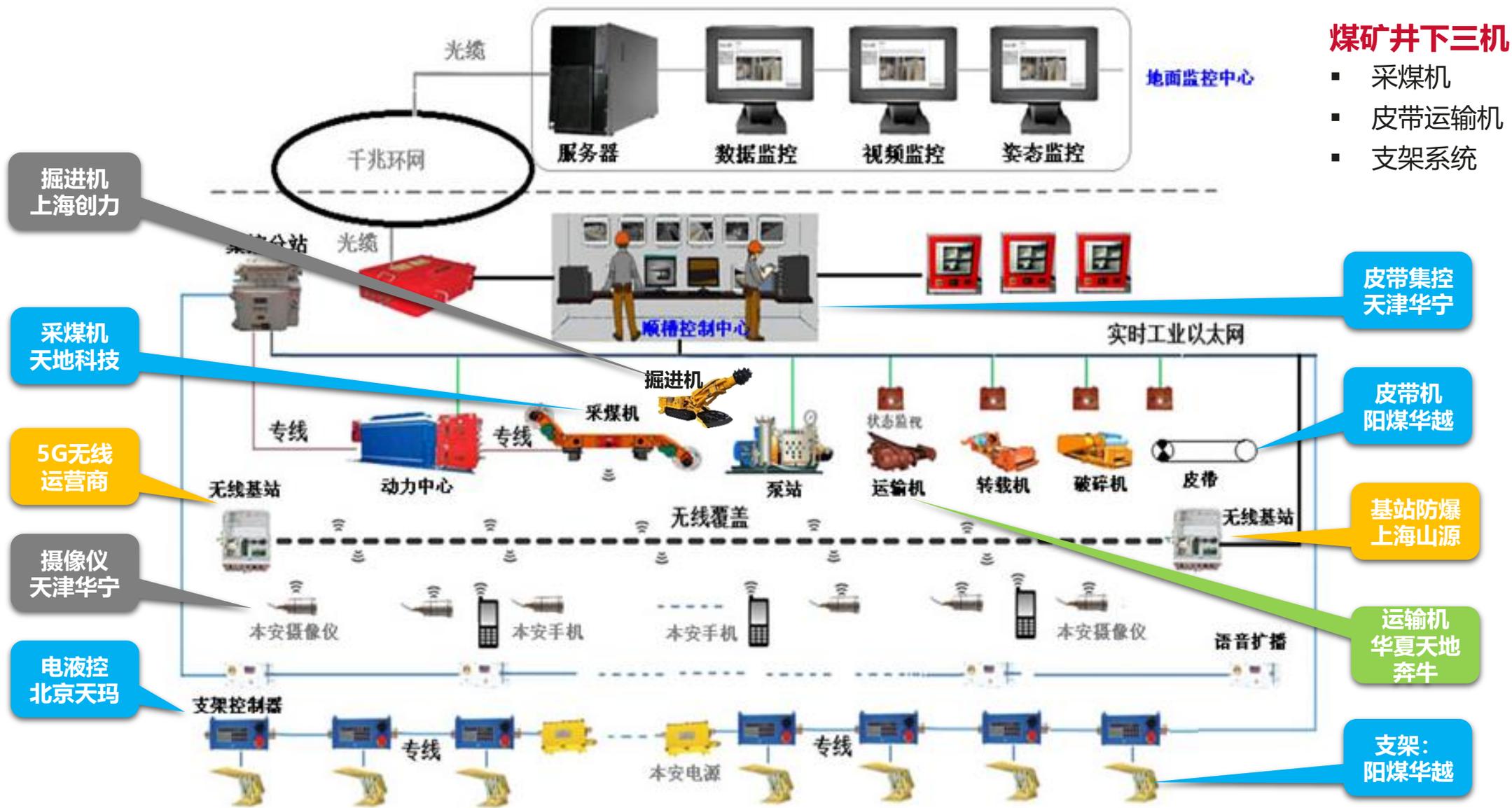
掘进系统

排水系统

通风系统

机电系统

生态和产业链：煤矿综采面涉及伙伴众多，需要5G智慧煤矿产业生态联盟



煤矿井下三机

- 采煤机
- 皮带运输机
- 支架系统

皮带集控
天津华宁

皮带机
阳煤华越

基站防爆
上海山源

输送机
华夏天地
奔牛

支架：
阳煤华越

掘进机
上海创力

采煤机
天地科技

5G无线
运营商

摄像机
天津华宁

电液控
北京天玛

目录

1. 煤矿行业洞察

2. 5G智慧煤矿应用场景

3. 5G智慧煤矿解决方案和商业模式

4. 5G智慧煤矿案例

煤矿井下作业环境概览



- 综采面建设约3个月，主巷道，总施工约18个月。
- 综采面每天挖8-10米，一个煤面约2年时间采完。

1. **主巷道**：巷道长度十至上百公里，大部分可以通行两辆车。
2. **管线**：管线沿着主巷道布置，包括电缆电线、光纤、瓦斯抽采管道等。
3. **综采面**：采煤工作面，一般2-4米高（取决于煤层的厚度），宽300米，长度2公里以上。
4. **主工作巷道**：井下生产系统监控中心和检修巷道。
5. **输煤皮带**：即时输送到井上洗煤中心。
6. **机电硐室**：煤矿关键电器设备存放。
7. **地面监控指挥中心**：远程监控与控制井下的电气设备需要通过防爆（隔爆、本安）认证需要阻燃。

5G智慧煤矿6大类应用

看	传	控	检	通信	定位
<ul style="list-style-type: none">4K高清摄像头监控满足海量监控需求	<ul style="list-style-type: none">统一的通信系统海量传感器数据	<ul style="list-style-type: none">采煤机、掘进机远程控制	<ul style="list-style-type: none">AI智能巡检	<ul style="list-style-type: none">“人”的数字化连接	人员、设备精准定位
(2020年)			(2021年)		(2021 - 2022年)

硐室

- 机电硐室机器人巡检 (检)
- 设备数据采集自动上传 (传)



综采面 (采煤工作面)

- 高清监控 (看)
- 采煤机远控 (控, 定位)
- 掘进机远控 (控)



煤

输煤传送带

- 输煤皮带AI检查 (检)



巷道

- 巷道人员监控 (看)
- 人员实时联系 (通信)
- 车辆人员定位 (定位)



看：5G让井上看井下更清楚，满足井下海量安全监控需求

挑战：部署不灵活、不够清晰

- 标清摄像头（480p/720p），
“雾里看花”不够清晰。
- 固网传输，部署摄像头不灵活，
在有限的地方部署，无法满足无人化矿井的基本需求。

地面总监控室

大屏监控全流程生产场景
监控摄像头



5G：井下人员/环境安全、生产安全全流程监控



人员/环境安全监控

井下危险地方部署摄像头，实时监控安全事故；

2公里采煤巷道：~30-50个摄像头

20公里输煤皮带：~50 - 100个摄像头



生产安全监控

综采面高清图像实时回传

综采面，共20-30个摄像头



隔爆基站



隔爆基站



单个4K摄像头：10-20Mbps

总容量需求（考虑冗余）：> 300 Mbps

4K摄像头，
看清井下

支持海量部署，单基站同
时回传30-50路4K视频

无线接入，灵活部署

传：5G一张网实现通信数据统一传输

**挑战：通信系统七国八制，
运维复杂，演进困难**

- 井下6大系统，各系统设备商自集成通讯系统，用于信号采集和传输。
- 独立组网，**缺乏归一融合平台**

井下6大系统，独立的通信网络

采煤系统

传感器
视频监控
应急通信
集群调度
UWB定位
语音呼叫

运输系统

传感器
视频监控
应急通信
集群调度
语音呼叫

掘进系统

传感器
视频监控
应急通信
UWB定位
语音呼叫

排水系统

传感器
视频监控
应急通信
集群调度
语音呼叫

通风系统

传感器
视频监控
应急通信
集群调度
语音呼叫

机电系统

传感器
视频监控
应急通信
集群调度
语音呼叫

ZigBee
有线
UWB
2G/3G

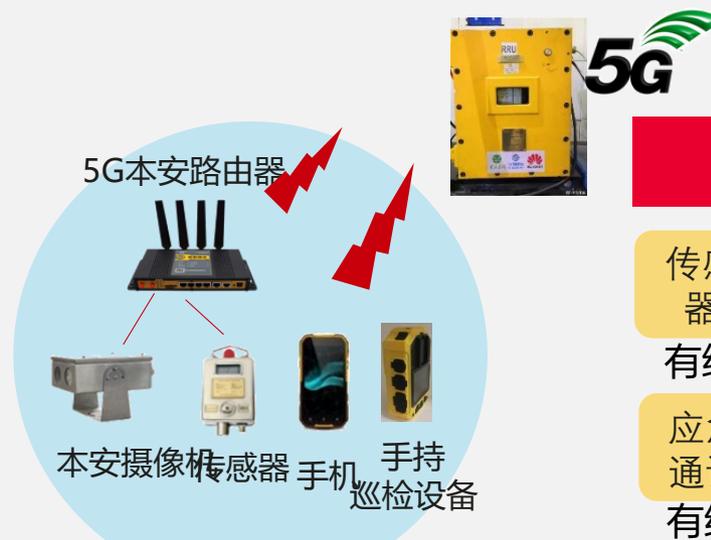
**“6+1”：5G作为统一的通信网络，
消除信息孤岛，实现人、机、环境海量数据上传**

5G

3000+ 传感器
设备数据、环境数据

200+人
井下检修人员通信

500+摄像头
井下监控摄像头



采煤系统 (综采面/巷道为例)

传感器

有线

应急
通讯

有线

监控
系统

有线

集群
调度

2G/3G/4G

语音
呼叫

2G/3G/4

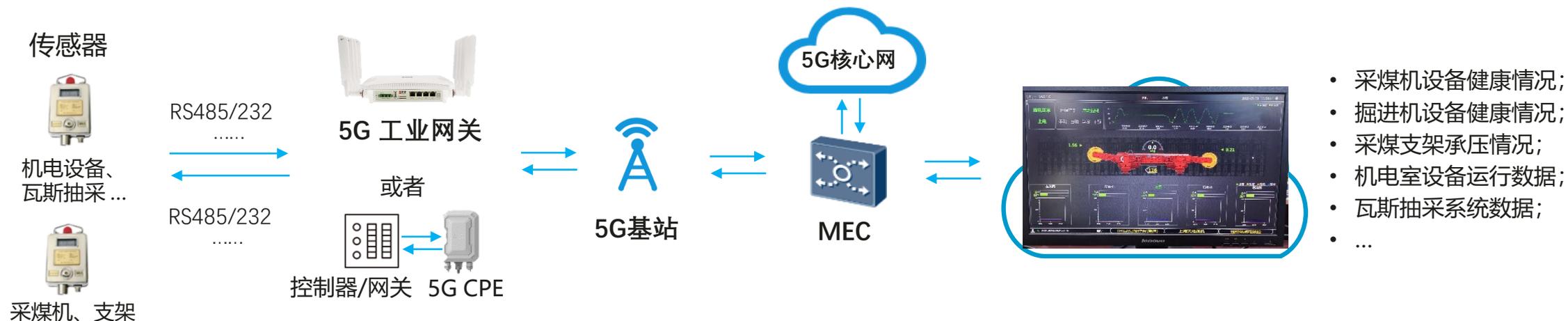
定位
系统

UWB

5G 工业网关接入：工业本安路由器最后50米作为传输接入5G。
自带5G 模组的终端：集成5G模组的摄像头/传感器直接接入5G。

5G

传：井下设备和环境数据采集，实现设备运行和环境状态实时监控



挑战：有线部署困难、升级维护复杂

- 矿区内大量传感器、设备运行数据需要上传，有线网络线缆布放复杂;
- 工业总线接入复杂，升级和维护困难;
- 4G/WiFi等性能不足，难以同时满足网络部署灵活性与网络质量的高要求



大带宽、低时延、高可靠，部署灵活

- 短期内因5G模组成本、功耗等制约还无法直接接入传感器，需通过PLC进行汇聚处理后通过5G CPE传输，或者通过5G工业网关连接5G网络。

技术需求		大带宽 (eMBB)	低时延 (urLLC)	大连接 (mMTC)	高可靠性
设备智能监控	采集与统计	上行速率 1~100Mbps	< 50 ms	✓	99.99%
	智能控制	上行速率 10~100Mbps	< 50 ms	✓	99.9999%

控：实现对井下设备的远程作业操控 – 综采面

挑战：采煤工作面如何实现少人化/无人化，降低作业风险？



采煤工作面人工现场操控采煤机：手持遥控或现场支架上操作。



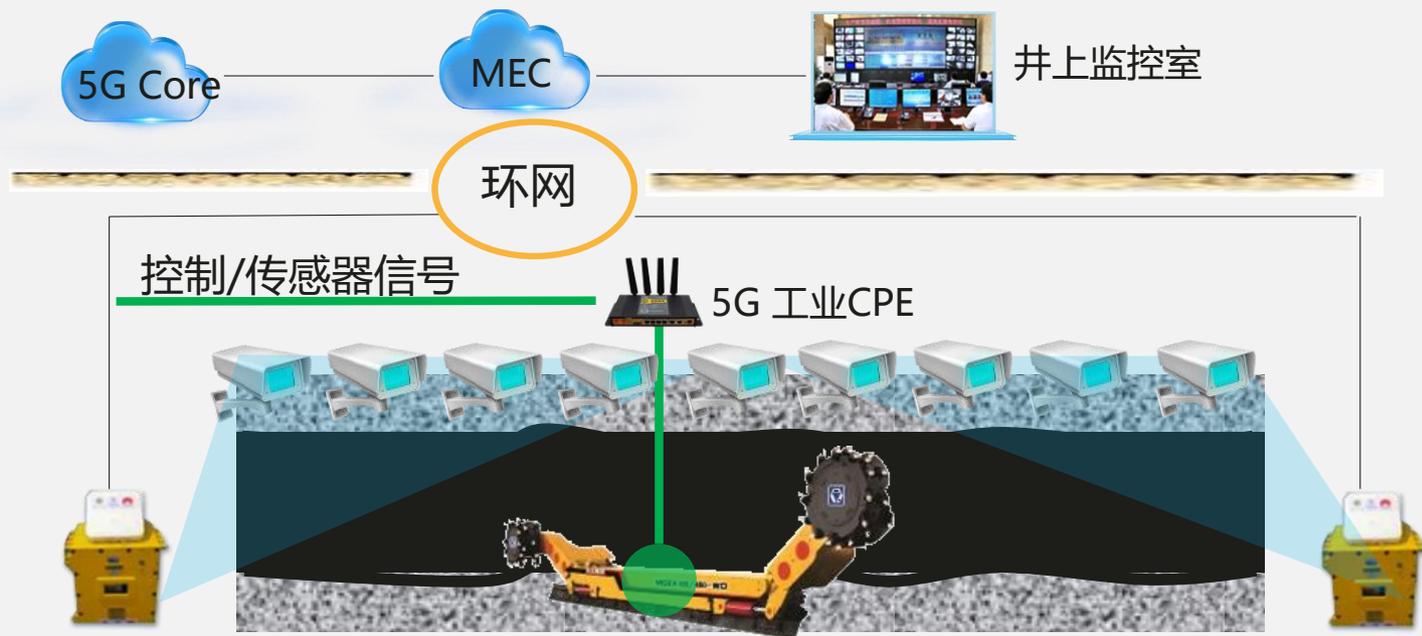
原因：采煤机高度和速度需进行实时调整。

- 煤层高度不是直线；
- 采煤机地面不平；
- 瓦斯浓度过高，需降速或停止；

现有环网系统：网络复杂造成数据丢失或中断，使得地面集控系统不能可靠实现控制及监测功能。

5G：低时延控制信号+大容量数据传输，实现对采煤机井上远程控制

- 远程控制：启动、停止、高度调整、速度调整。



5G

- **低时延**：< 50 ms
- **传感器海量数据上传**：采煤机上震动传感器7Mbps速率要求。
- 支持**高密4K摄像头**实时监控：总容量 > 300 Gbps

控：实现对井下设备的远程作业操控 – 掘进机

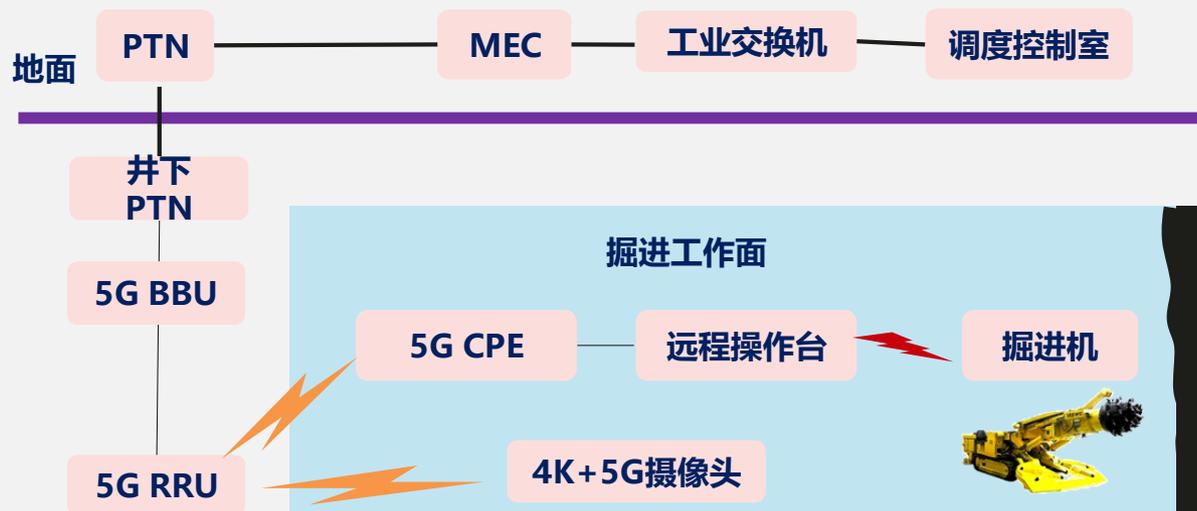
挑战：掘进机实现现场无人化，减少人员作业风险



现有系统：

- 看不清：需高清摄像头；
- 传感器数据不能大量上传：有线不适合移动场景、WiFi链路不稳定。

5G：低时延+海量传感数据+高清视频，实现掘进机远控及自动作业



- **低时延**：< 50 ms
- **传感器海量数据上传**：震动、瓦斯、速度、位置、设备健康状况，通过虚拟技术建模，对掘进机的在井下的工作状态实时进行数字化呈现。
- **“剪辫子”**：解决掘进机前进线路容易损坏的问题；

检：5G+AI 实现从自动巡检到无人值守

机电硐室

机电硐室存放配电、通信等重要设备。

挑战1: 需24小时监控硐室环境;



挑战2: 需人工定时巡检, 查看设备运行数据;



1、5G+AI: 自动巡检机器人



- **视频监控:** 24小时监控;
- **热成像检测温度:** 机电设备及电缆接口;
- **声音检测:** 通过AI智能识别机器是否健康运行。

有线方案



- 有线不支持移动机器人场景;
- 大量传感器接入协议不同 (有线、Zigbee等)。

2、设备数据自动采集和上传



- **设备运行状态和健康状态数据实时上传。**

5G

- 适用于移动机器人;
- **5G一张网接入所有传感器, 可实现数据共享。**

检：5G+AI 实现井下智慧监控

挑战

- 输煤皮带**
 - 皮带超过20公里，人工巡检耗时、不安全；
 - 多段皮带需要协同工作，防止煤出现堆积的情况；
- 违规行为**
 - 人员违规行为监控：佩戴安全帽、抽烟、从设备底下通过、巷道车道走人、皮带坐人等；
- 违规操作**
 - 如瓦斯抽采、探放水作业等；



5G 摄像头



5G机器人



5G 基站



MEC+云
(AI应用)



- 支持移动机器人场景
- MEC+云 实现AI功能+数据共享

皮带撕裂监控



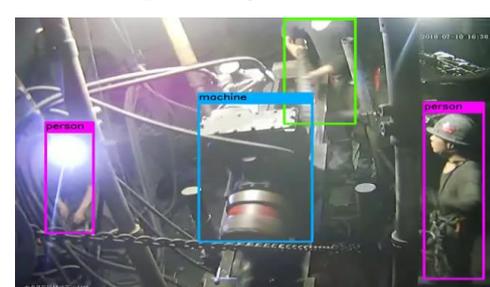
皮带跑偏监控



皮带堆煤监控



瓦斯抽采作业



探放水作业



巷道行走未佩戴安全帽



通信：实现从定点通信到随时随地通信

现状：井上井下通话靠固定电话



- 井下作业人员出现紧急事故无法获得实时通信;
- 不支持视频通话;
- 固网IP电话、广播、对讲系统多系统, 维护复杂;

VS

5G智慧煤矿：无处不在的通信保障

阶段一：综采面/检修巷道通信覆盖;

1. 综采面井上井下协同工作;
2. 远程检修指导;

阶段二：主巷道全覆盖

- 1、全巷道实时通信;
- 2、井下车辆实时调度;



实现人的数字化连接：
照明、语音、视频、对讲、广播、定位、环境

5G

- 4G/5G双模基站, 同时支持4G/5G接入;
- 4G/5G本安手机 (4G可用、5G待产业链成熟)

6、定位：实现人员、车辆、设备的精准定位

挑战： 人员、车辆、设备数量多、分布分散，井下信号覆盖不足。

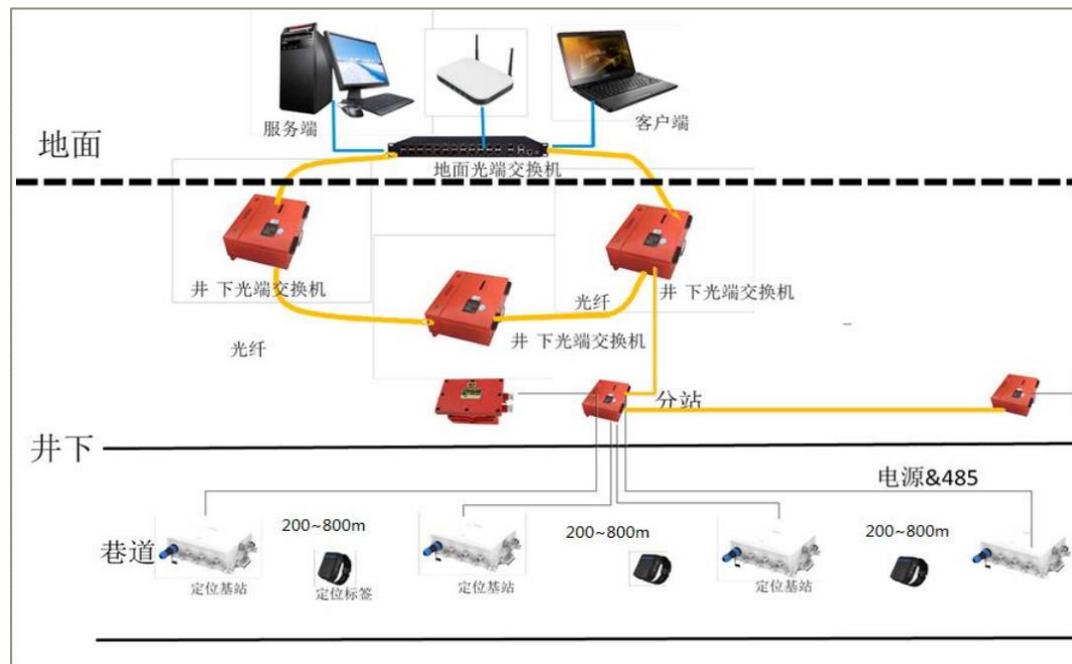
5G

UWB方案

优势： 精度高 - 10cm级。

劣势： 覆盖范围有限：200米左右；单独的系统，形成信息孤岛；

- 统一的通信系统；
- 3GPP R16版本可定位到米级，R17可到亚米级；
- 5G产业链生态丰富：终端走标准5G协议，可集成更多应用；



井下人员分布实时监测

动态显示井下人员、车辆、设备在航道上的行踪

人员考勤

GIS地图缩放功能

目录

1. 煤矿行业洞察

2. 5G智慧煤矿应用场景

3. 5G智慧煤矿解决方案和商业模式

4. 5G智慧煤矿案例

智慧煤矿整体架构



云

- 集成AI能力，在线开发、训练、部署
- 大数据存储和智能分析

网

- 5G与现场工业环网融合，不影响现有应用
- 5G > 1Gbps上行容量

端

- 5G工业CPE
- 终端内嵌5G工业模组，实现随时随地接入

业

- 5G远程操控井下掘进机、综采面
- 5G+AI实现井下实时监控，替代人力巡检

智慧化 = 全联接 + 全感知 + AI

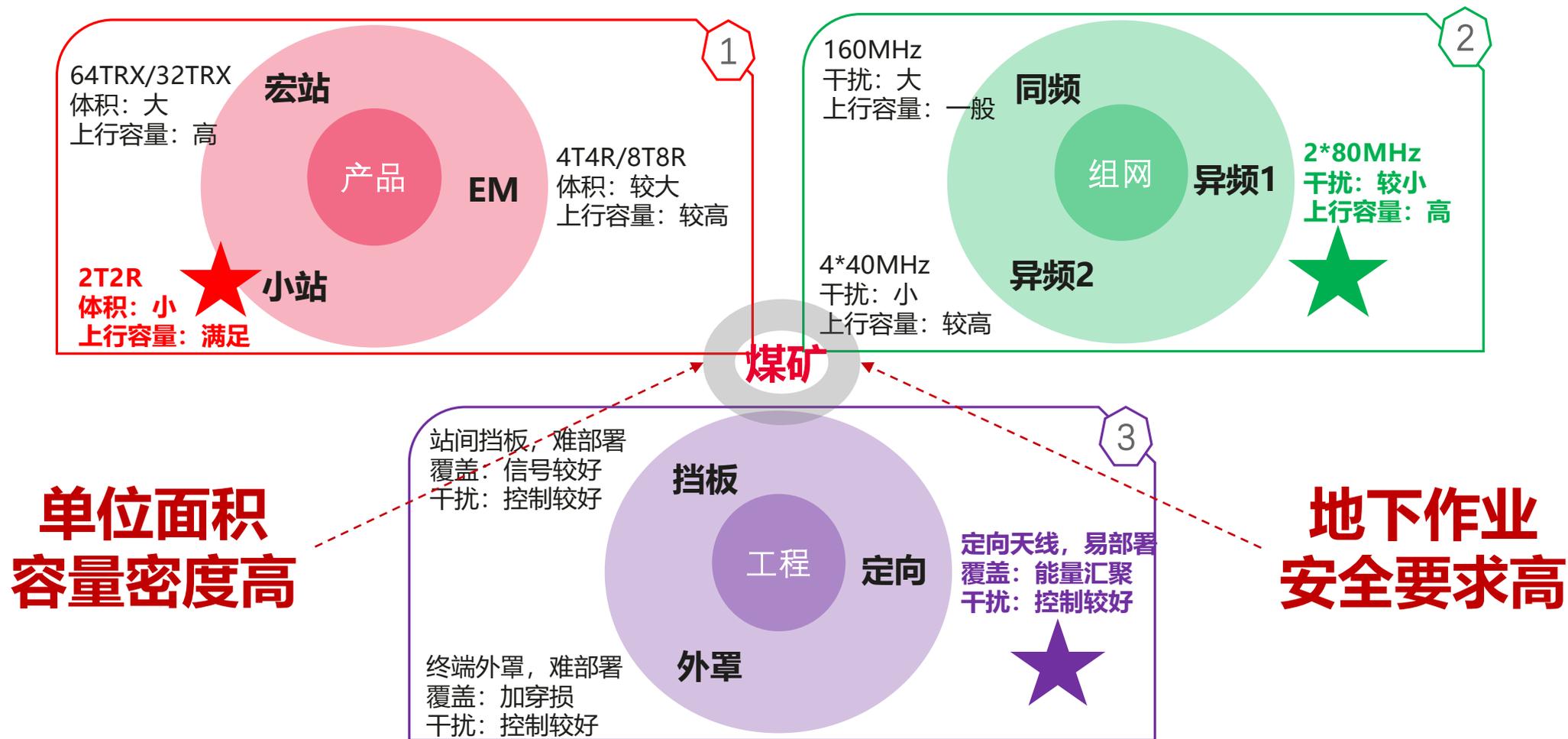
5G智慧煤矿对无线网络的需求



应用场景分类	场景描述	整体需求描述	时延	带宽
井下监控、AI智能识别	采煤工作面、掘进工作面、运输转载点、运输车场分布视频	大带宽	<100ms	4K (客户期望) : 10-20Mbps
井下人员通信	井下重要岗位、跟班对干、安全督查人员配置实时通讯装备。	大带宽	<100ms	2k (客户接纳) : 6-8Mbps
井下远程控制类	采煤工作面采煤机、掘进机的远程控制	高可靠, 低延时	<50ms	<30Mbps
传感器信息采集和数据传输类	综采面、皮带输送机机头需要大量传感数据采集。	海量连接和高可靠	<100ms	30-100Mbps
定位	人员/设备等在井下不同场景, 如巷道/作业面附近等, 均需要定位服务	高精度 (亚米级/厘米级)	<100ms	<1Mbps

- 综采面: >20 个全景摄像头 + 5-10个工人头戴摄像头, 上行带宽需求> 300Mbps

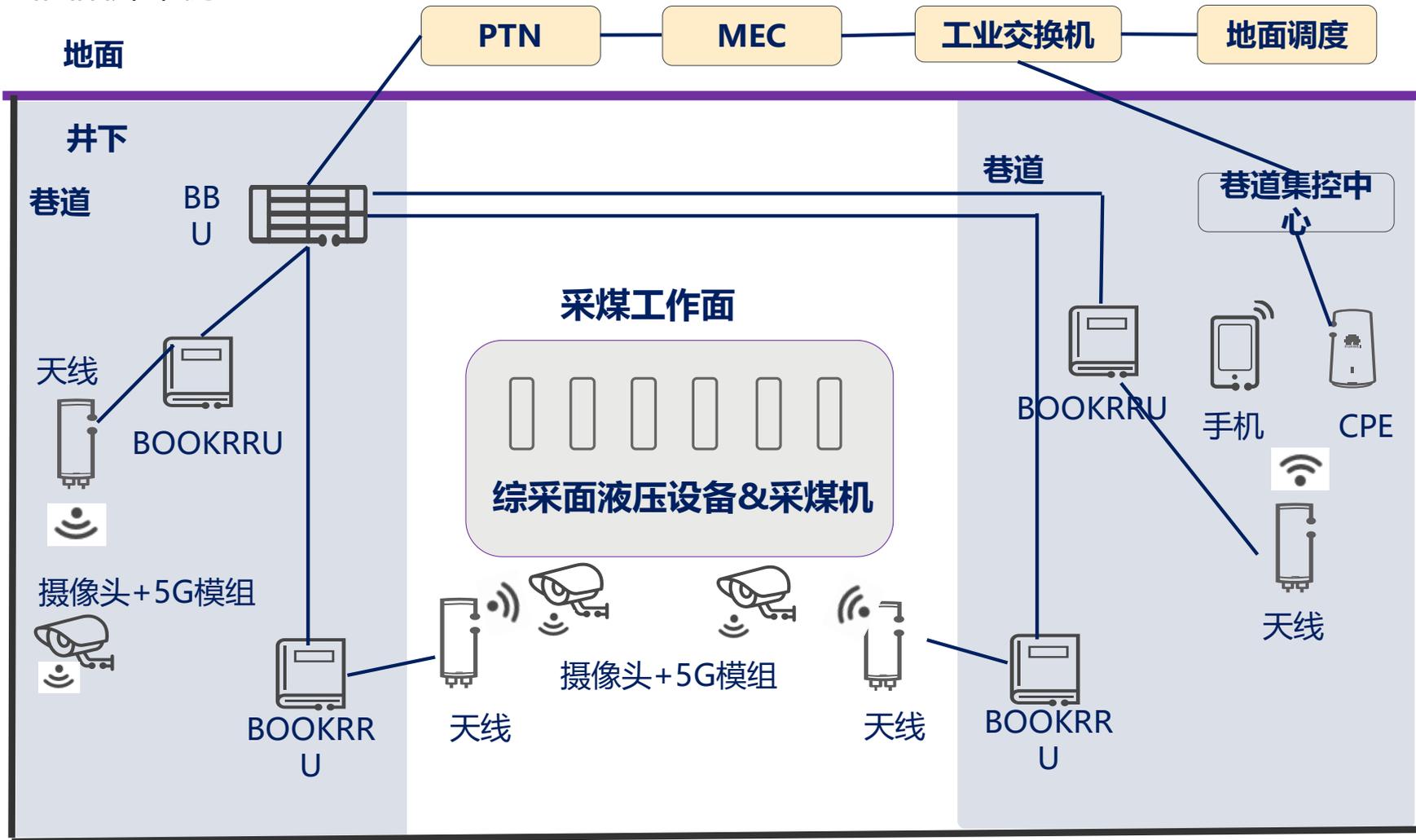
方案选择：兼顾“产品+组网+工程”，满足业务和部署需求



满足总体覆盖，克服同频干扰

5G无线组网示意图：综采作业面和巷道典型场景

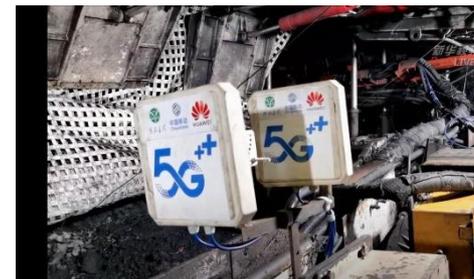
山西阳煤案例



隔爆基站-RRU



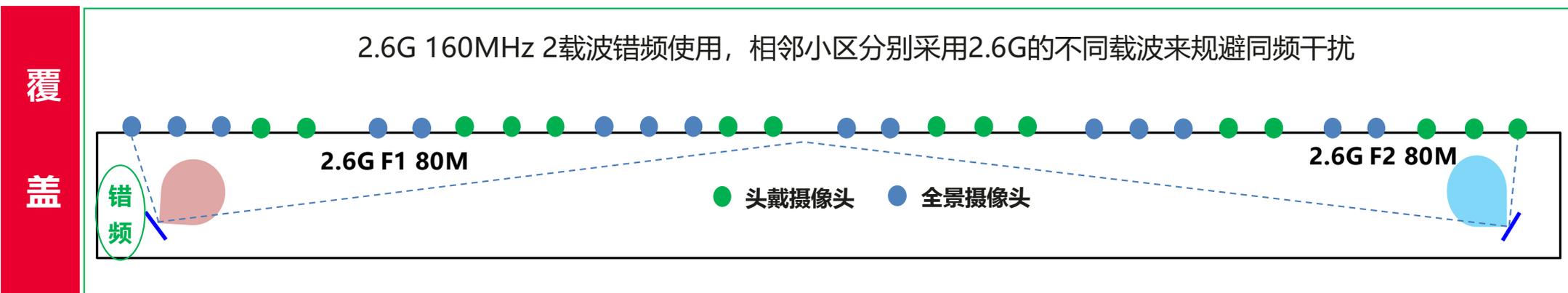
基站天线



1:3配比 + 异频组网，保证容量和覆盖

山西阳煤案例

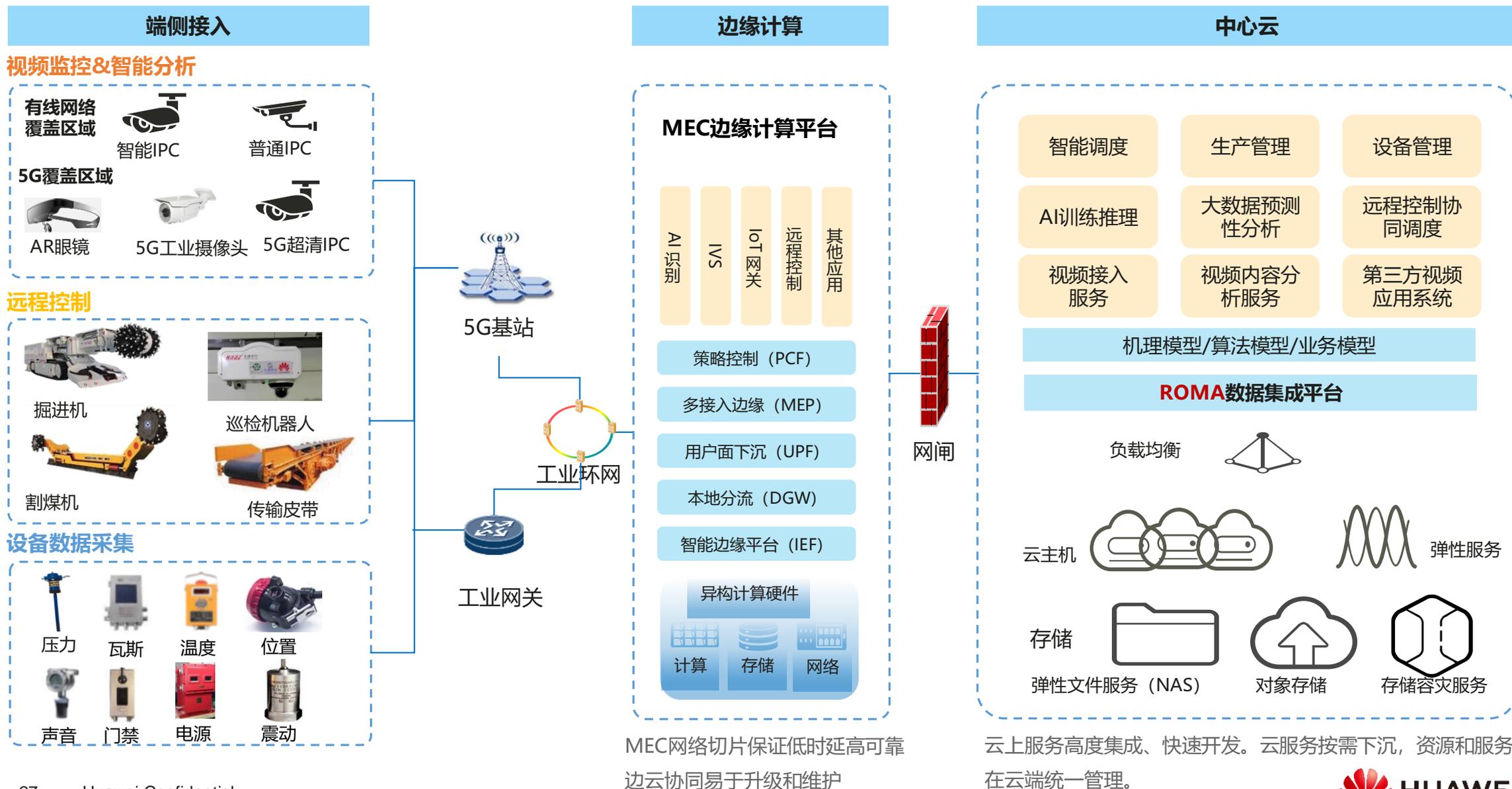
容量评估	组网场景	小区上行管道平均能力	综采面上行带宽需求	RRU数量需求 (个)
	方案1: 2T2R BOOK (8:2) 2.6G 160MHz	> 120 Mbps (单小区)	> 300Mbps (基于4K图像要求)	3
方案2: 2T2R BOOK (1:3) 2.6G 80MHz (双频点、异频组网)	> 200Mbps (单小区)	> 300Mbps (基于4K图像要求)	2	



井下5G终端：内置5G模组，具备防爆本安认证

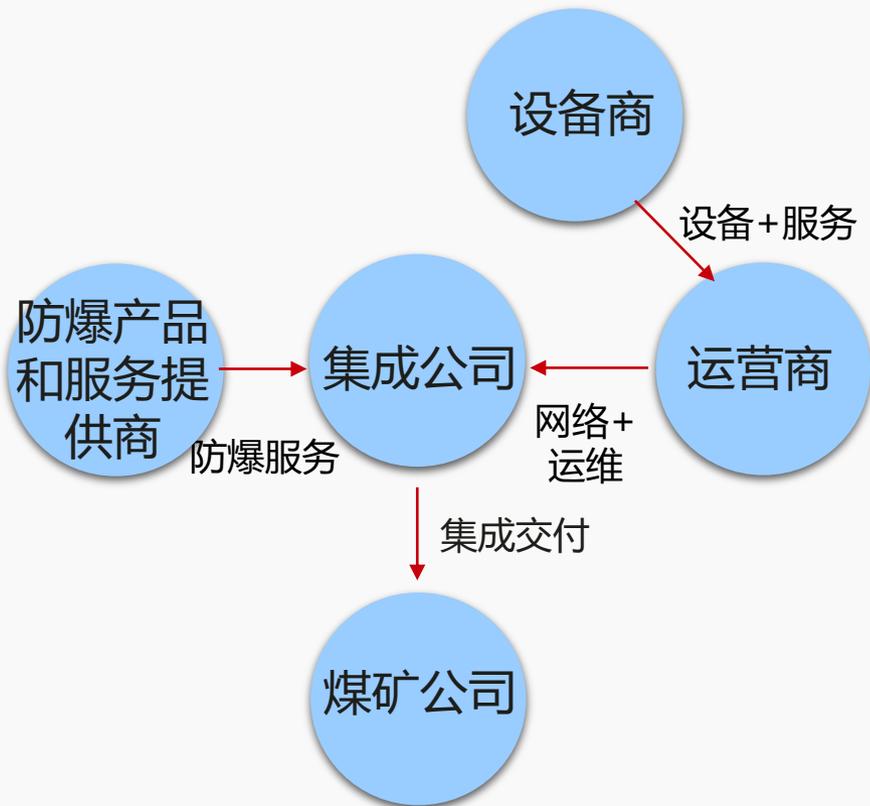


云+AI: 边云协同部署



商业模式：运营商提供网络和集成交付，向平台和服务扩展

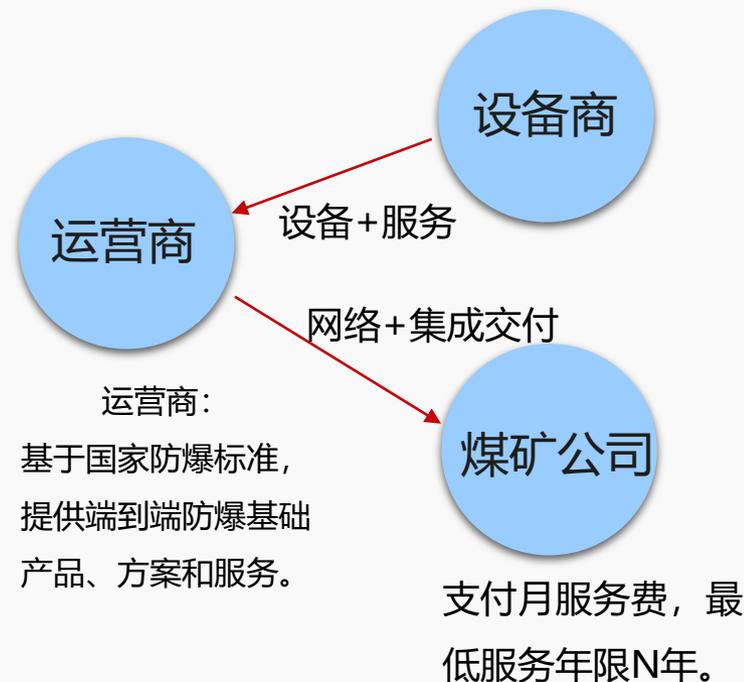
模式A：运营商提供网络



中国移动阳煤项目

模式B：运营商提供网络+集成交付

未来5G智能煤矿数字化业务扩展



中国联通xx项目

探索运营商价值定价模式

初级阶段商业模式

基础 5G 网络服务

- N1: 专业服务
 - 业务咨询
 - 网络规划
- N2: 网络资源
 - 基站数 (含配套承载网及设备安装服务)
- N3: 设备维保



SLA 保障服务

- A1: 设备&特性
 - 低时延
 - 上行大带宽
 - 切片管理
 - 可靠性
 - 数据不出园 (核心网下沉)
- A2: 专业服务
 - 网络调优
 - 性能监控
 - L1: 开放接口
 - L2: 提供企业自服务平台
 - L3: 运营商管理服务 (实时监控、网络报告等)



商业模式展望

井下5G网络解决方案/产品包:

- 综采面, 240~300m, 含30路4K摄像头
- 运输巷, 每公里4路2K监控, 500个传感器.....
- 主巷道, 每公里2路2K监控, XX个机器人巡检
- 500个传感器.....

洗煤厂5G综合解决方案/产品包

煤矿园区5G综合解决方案/产品包

目录

1. 煤矿行业洞察

2. 5G智慧煤矿应用场景

3. 5G智慧煤矿解决方案和商业模式

4. 5G智慧煤矿案例

阳煤集团（新元煤矿）5G智慧煤矿



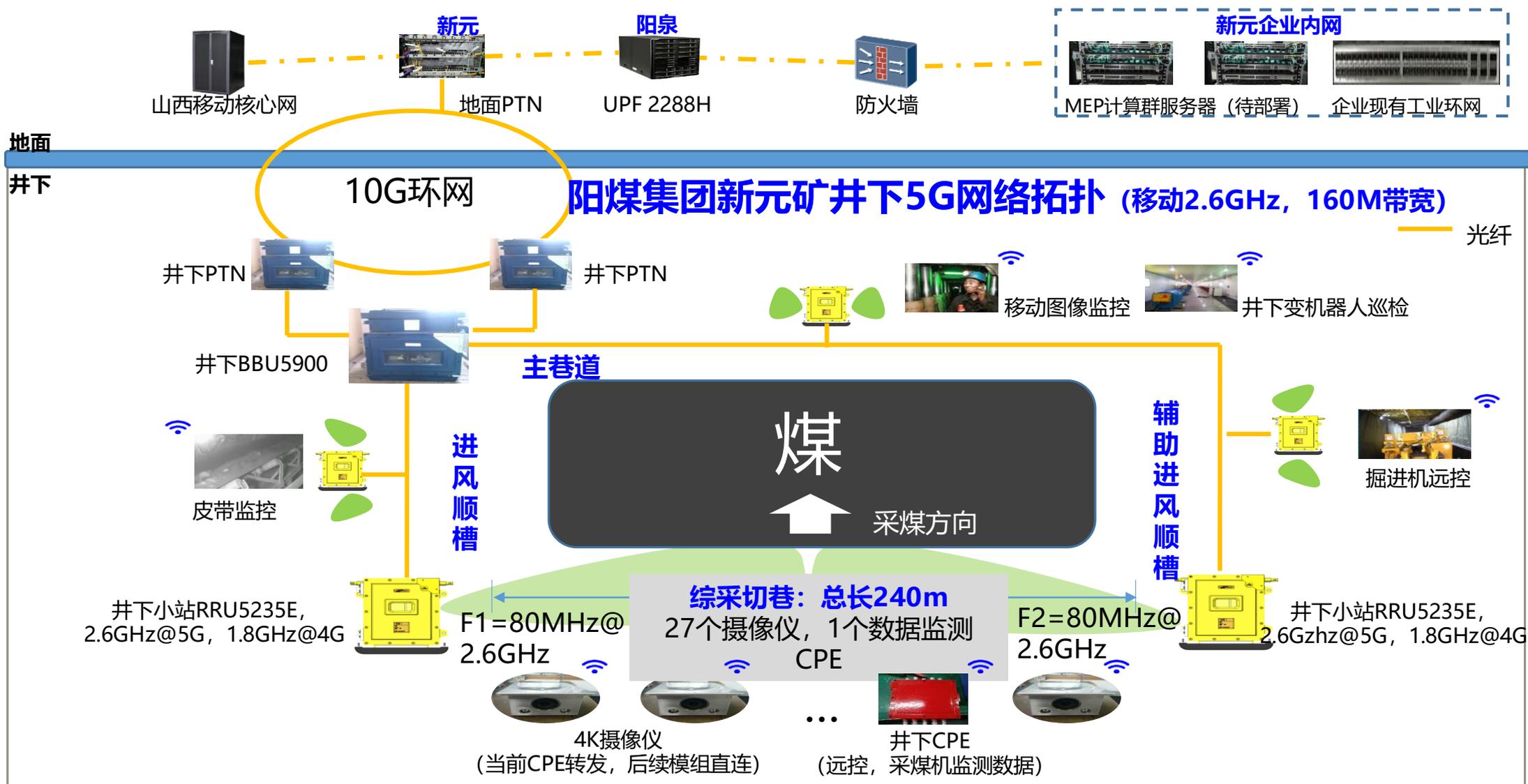
阳煤集团新元煤矿

- 山西阳煤集团为世界500强企业，煤炭产业现有煤矿41座，保有储量200亿吨。
- 新元煤矿隶属于阳煤集团，煤年产量300万吨，可采储量7.13亿吨。

项目里程碑



网络组网架构

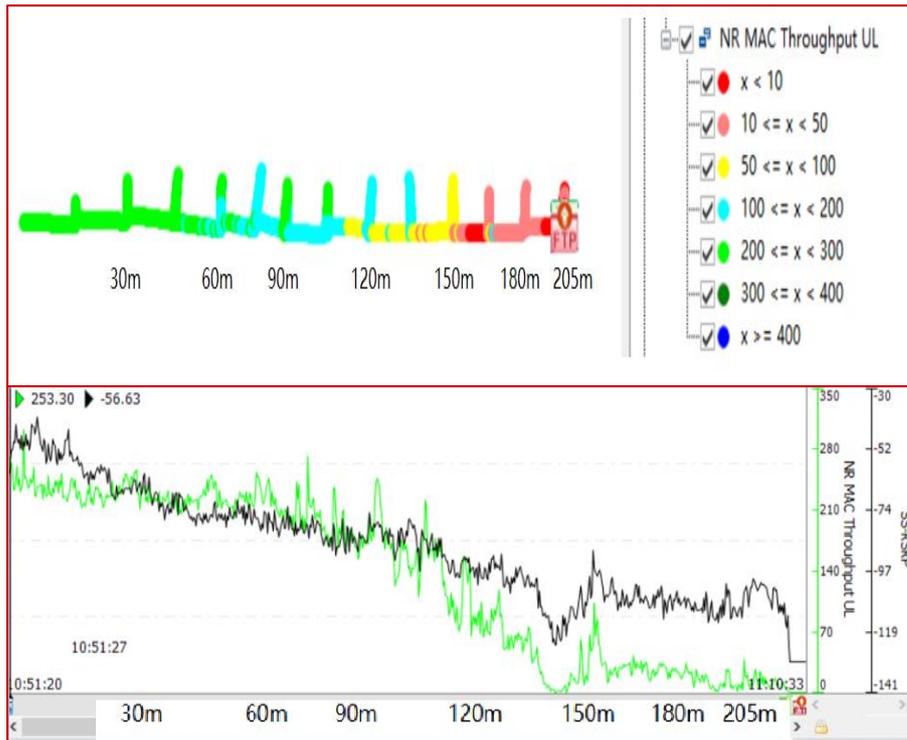


井下无线覆盖实测结果

采用BOOKRRU 5235E，功率配置为5W，上/下行时隙配分别为1:3

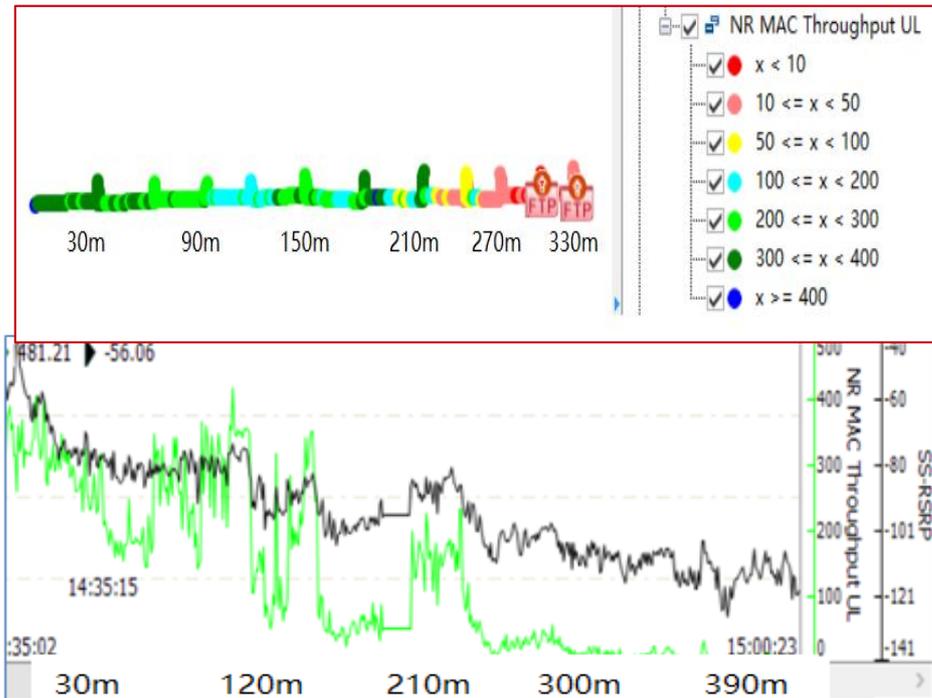
综采工作面

5G覆盖边缘**120**米时，电平为-105dBm，上行速率可达90Mbps+。



巷道

5G覆盖边缘**330**米时，电平为-115dBm，上行速率为20M+。



Thank you.

把数字世界带入每个人、每个家庭、
每个组织，构建万物互联的智能世界。

Bring digital to every person, home, and
organization for a fully connected,
intelligent world.

**Copyright©2018 Huawei Technologies Co., Ltd.
All Rights Reserved.**

The information in this document may contain predictive statements including, without limitation, statements regarding the future financial and operating results, future product portfolio, new technology, etc. There are a number of factors that could cause actual results and developments to differ materially from those expressed or implied in the predictive statements. Therefore, such information is provided for reference purpose only and constitutes neither an offer nor an acceptance. Huawei may change the information at any time without notice.

