

智能矿山的整体规划及关键技术

刘春平

1. 智能矿山的政策要求
2. 智能矿山的整体规划
3. 智能矿山的关键技术

1.智能矿山的政策要求

- ◆ 工业互联网是第四次工业革命的关键支撑
- ◆ 基于“5G+工业互联网”进行智能化建设
- ◆ 智能化煤矿：全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制。2021年固定岗位无人、采掘少人；2025智能化决策、自动化协同、机器人作业；2035智能感知、智能决策、自动执行
- ◆ 智能化矿山：信息化、自动化的基础上，实现井下少人无人，并通过对数据的建模分析，实现对管理决策的优化、生产过程的优化、资源配置的优化

《中国制造2025》

《国务院关于深化“互联网+先进制造业”发展工业互联网的指导意见》

《工业和信息化部办公厅关于印发“5G+工业互联网”512工程推进方案的通知》

《关于加快煤矿智能化发展的指导意见》

有色金属行业智能矿山建设指南（试行）

《工业互联网体系架构（版本2.0）》

《智能化煤矿建设指南（2021年版）》

《能源领域5G应用实施方案》

《智能化示范煤矿验收管理办法（试行）》

2015

2017

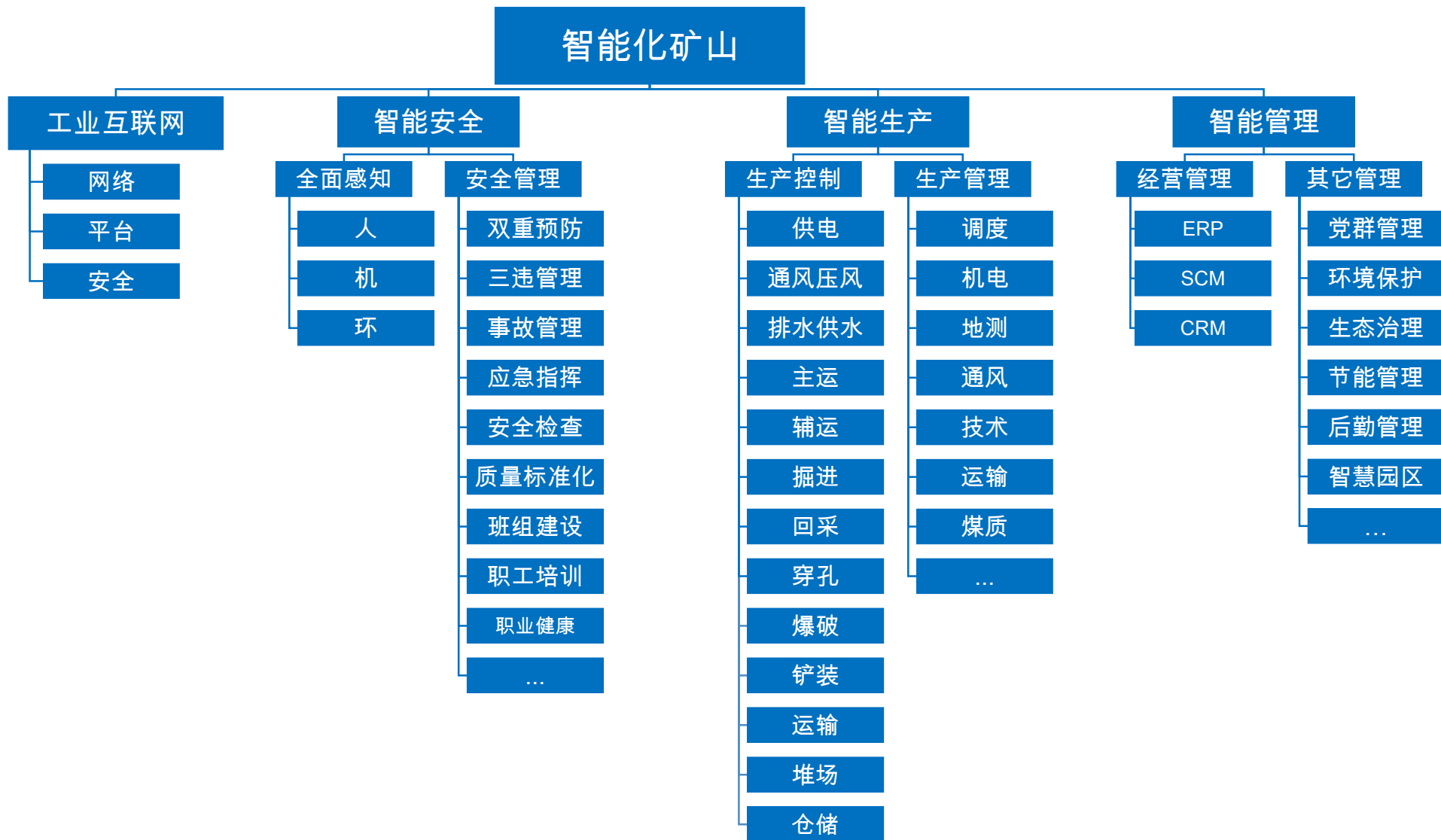
2019

2020

2021

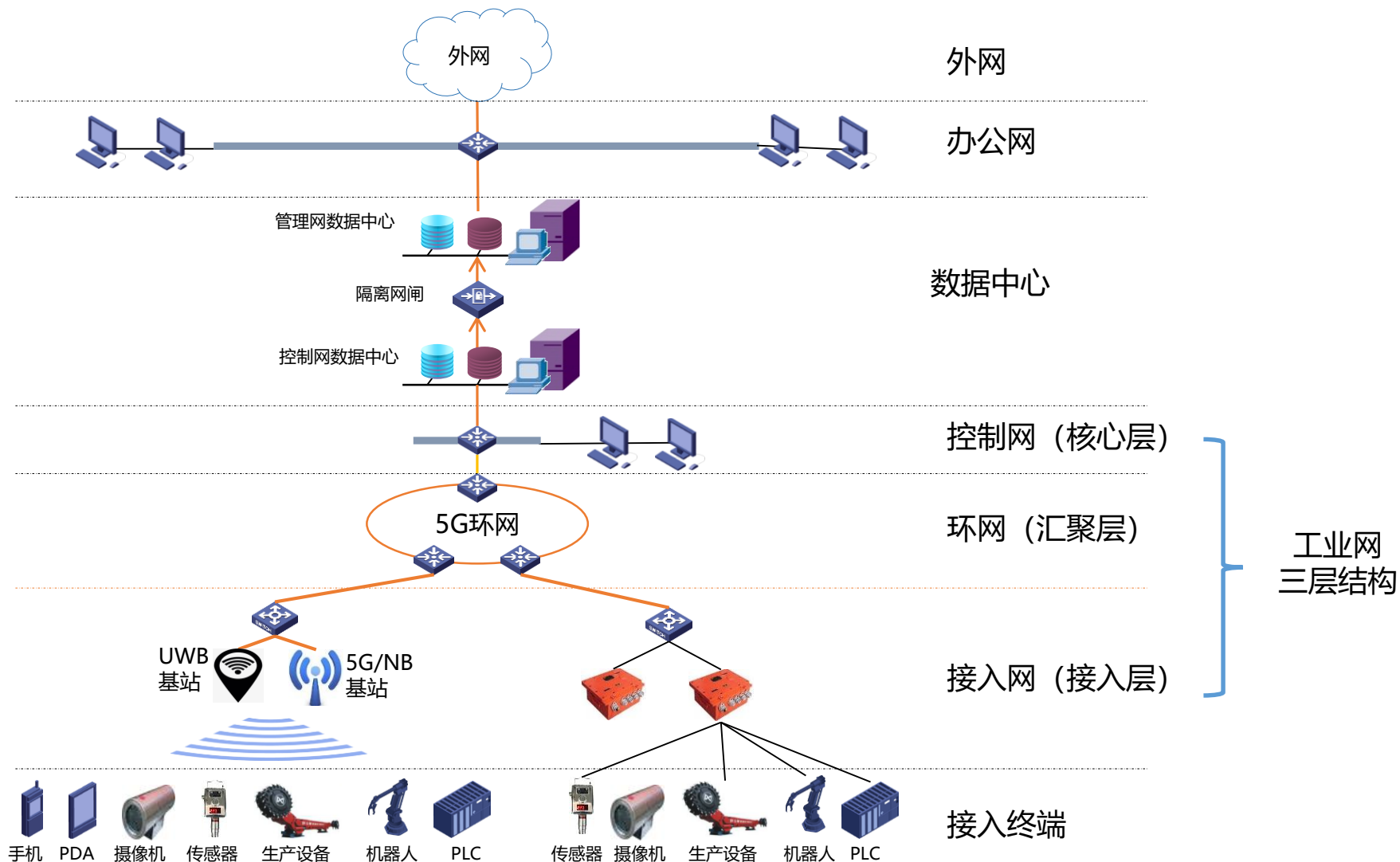
2.智能矿山的整体规划

2.1 智能矿山的整体架构



2.智能矿山的整体规划

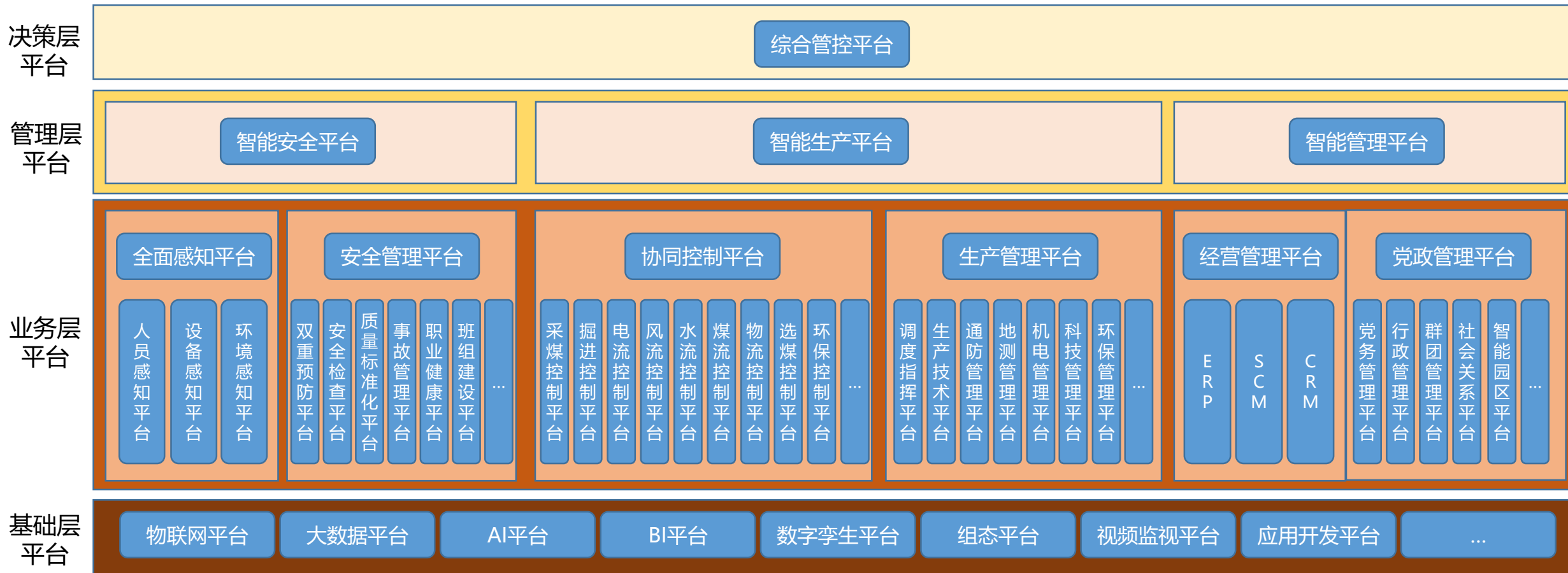
2.2智能矿山的网络规划



- ① 工业互联网“一张网”
- ② 5G环网代替工业以太网环网
- ③ 工业网三层结构
- ④ 接入层的网络包括有线接入网、无线接入网
- ⑤ 无线接入网包括5G网、NB-IoT物联网、UWB定位网

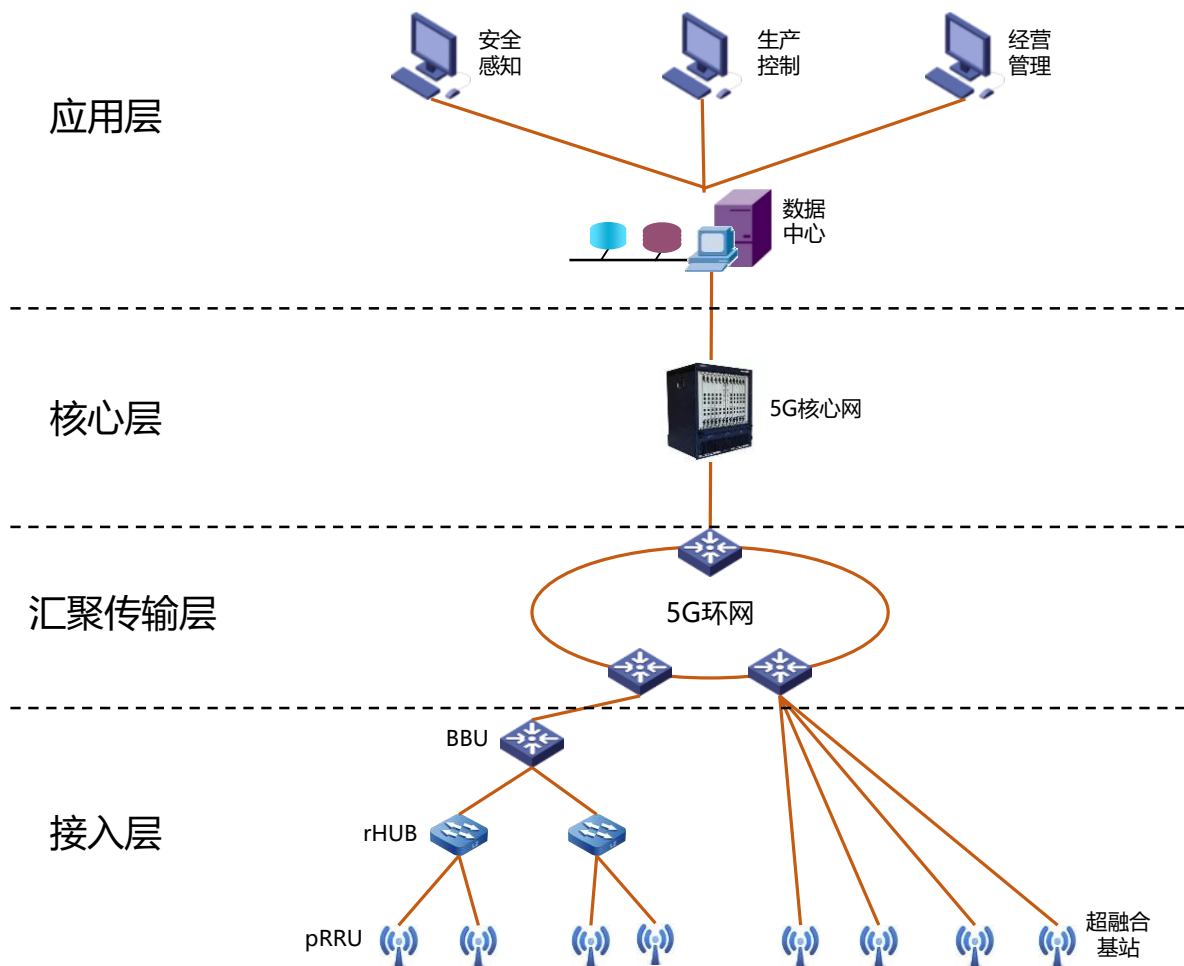
2.智能矿山的整体规划

2.3智能矿山的软件平台规划



3.智能矿山的关键技术

3.1.1 基于5G技术建设确定性网络

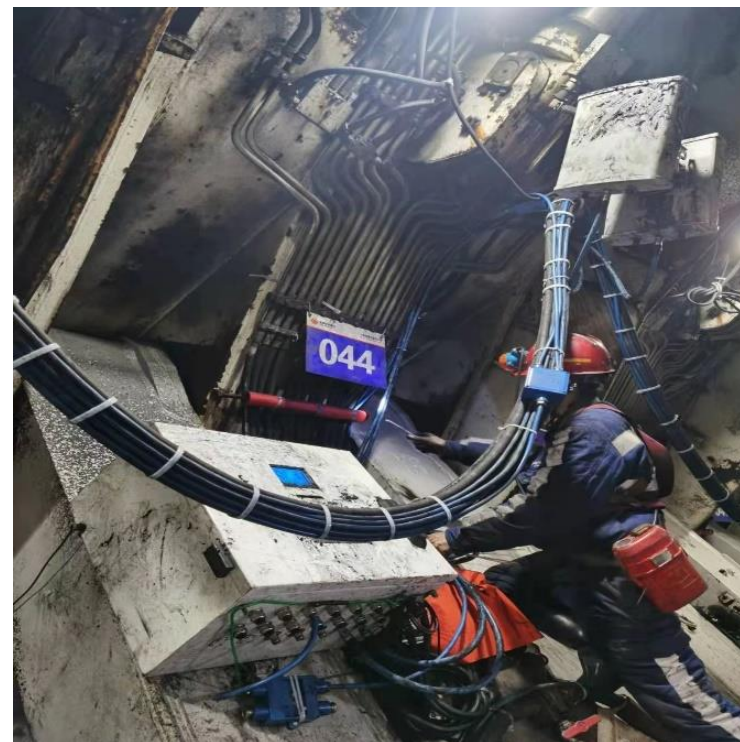
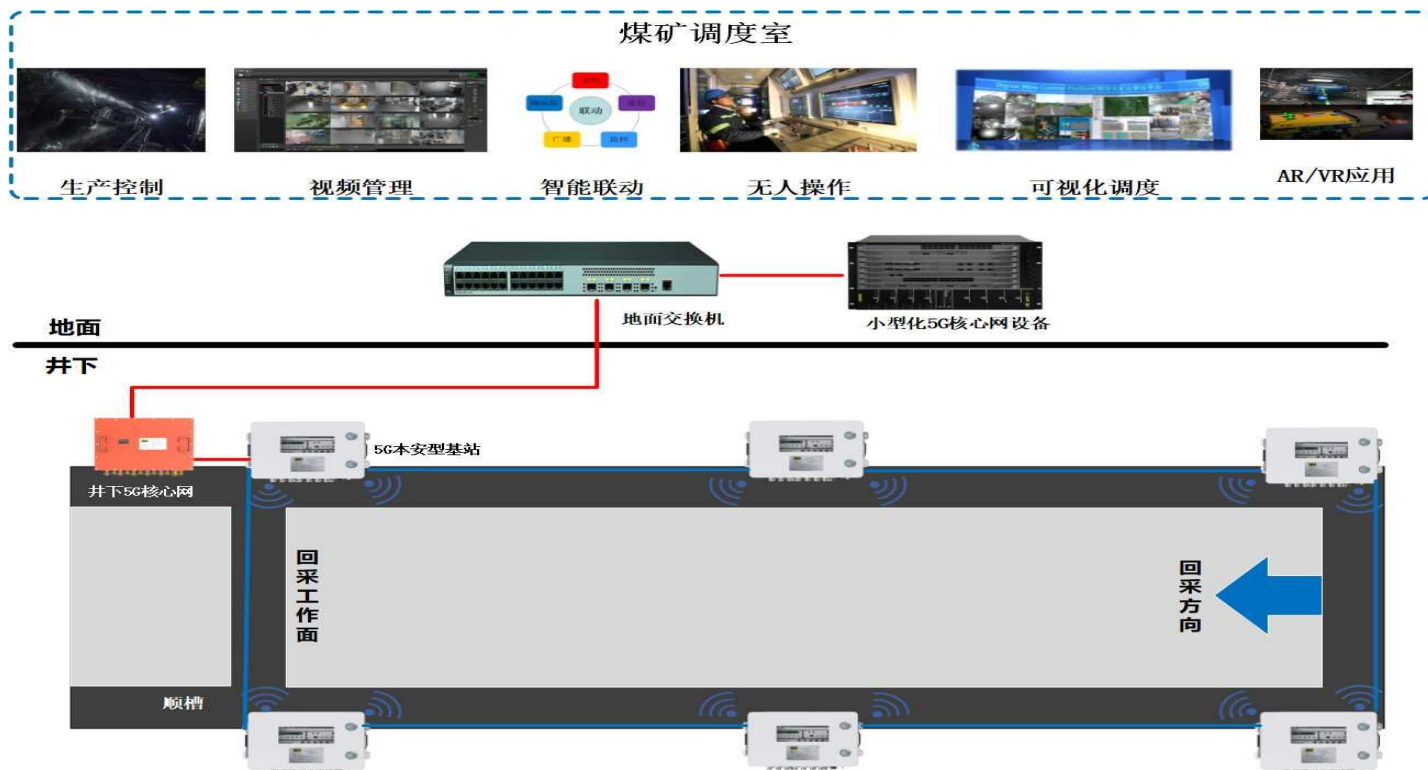


- ◆ 智能化建设需要确定性网络
- ◆ 传统的以太网是“尽力而为”的网络
- ◆ 智能化建设需要“确定性网络” (Deterministic network, DetNet)
- ◆ 关键技术：
 - ①时钟同步
 - ②URLLC (超低时延高可靠通信)
 - ③TSN (时间敏感网络)
 - ④FlexE网络切片
 - ⑤MEC边缘计算
 - ⑥5GLAN
 - ⑦高可靠技术

3.智能矿山的关键技术

3.1.2智能工作面场景5G确定性网络

- ◆ IP化本安型5G综合分站需求;
- ◆ 冗余环形保障组网, 工作面链路冗余保护;
- ◆ 对5G基站半径100米~150米处的高带宽和高可靠需求;
- ◆ 设立井下独立5G核心网, 与地面5G核心网形成主、从冗余保护, 保障所有业务不中断。

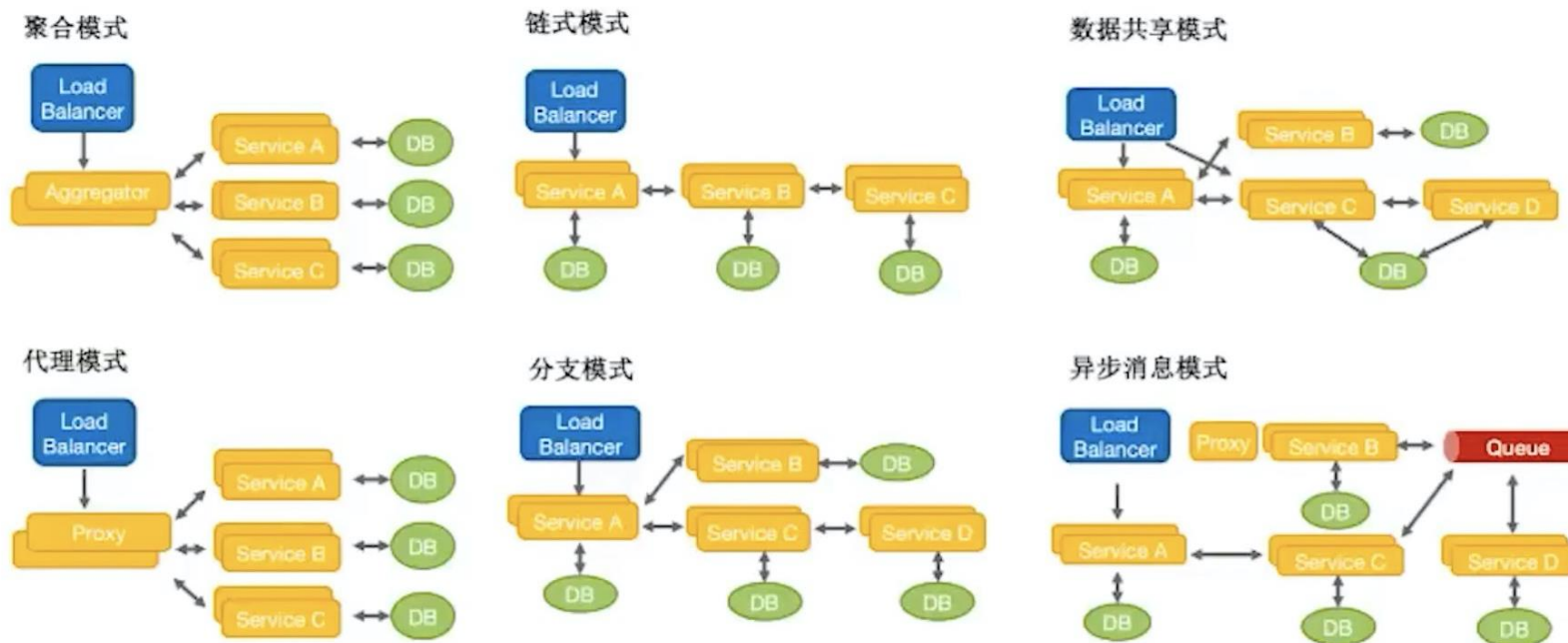


3.智能矿山的关键技术

3.2异构系统的融合

未来软件的开发不能再采用“系统”的思想，不能再产生一个个孤岛
智能化建设的软件需要做“减法”

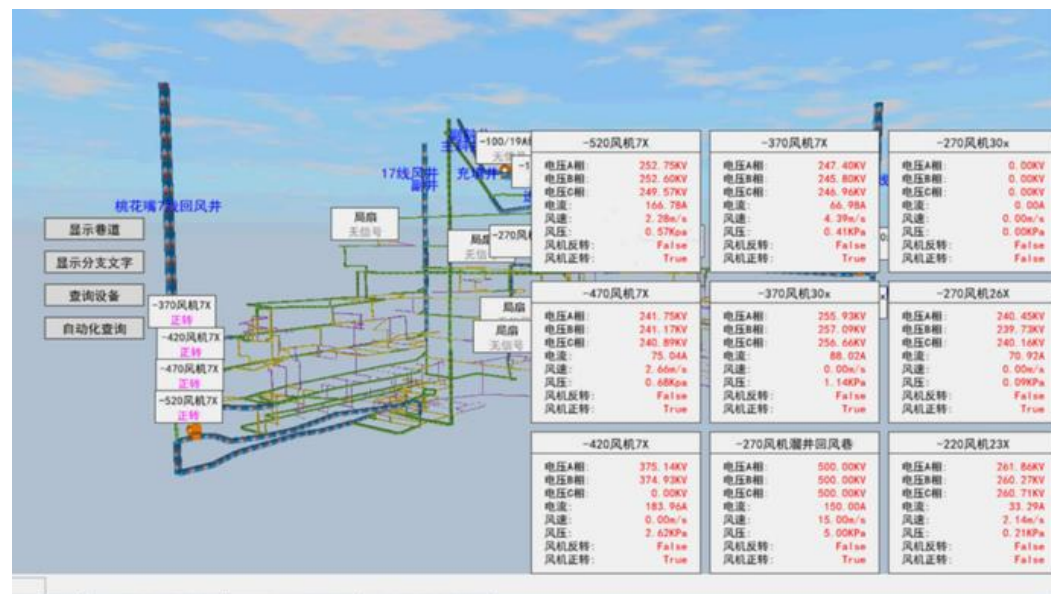
- ① 目前政策要求实现数据融合
- ② 要实现“联动、协同”，要求软件平台化、服务化，微服务架构、消息机制



3.智能矿山的关键技术

3.3数字孪生

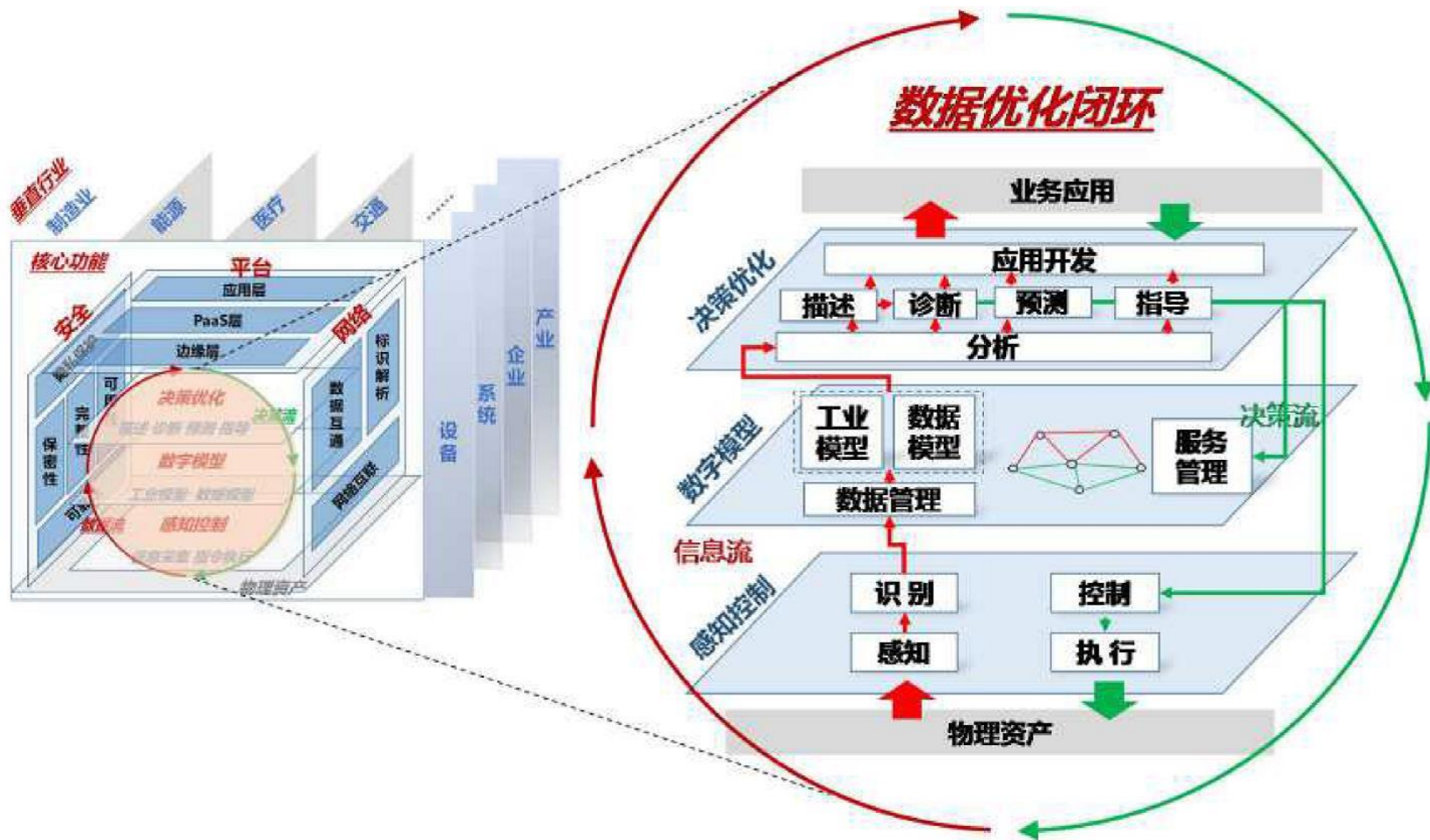
- ◆ 物理世界在数据世界的反映
- ◆ 工程建模：将标准的CAD图形如采掘工程平面图等比例地自动转换生成成为三维图形；同时提供工程数据录入功能，将实时的工程数据转换为三维图形。要求二维CAD图形标准化
- ◆ 设备建模：对设备、生产系统进行三维建模
- ◆ 数据展示：将三维图形与监测监控系统、设备控制系统等关联，并实现在三维图形上对现场数据的全息展现等
- ◆ 计算能力：提供三维图形的线、面、体的计算能力，能够计算“三量”、巷道工程量、涌水量、瓦斯涌出量等
- ◆ 漫游操作：提供三维图形的飞行、行走漫游，提供放大、缩小、平移、剖切等操作功能
- ◆ 生产仿真：直观立体地展示矿井生产系统信息，实现生产仿真
- ◆ 灾害模拟：模拟瓦斯、水、火、顶板等灾害，模拟灾害破坏程度、波及区域、波及人员及设备、救援工程量等，为救灾方案的制订提供依据
- ◆ 实时测量：急需解决掘进工作面、回采工作面的断面的自动测量、实时测量、实时上传的技术



3.智能矿山的关键技术

3.4数据的建模分析

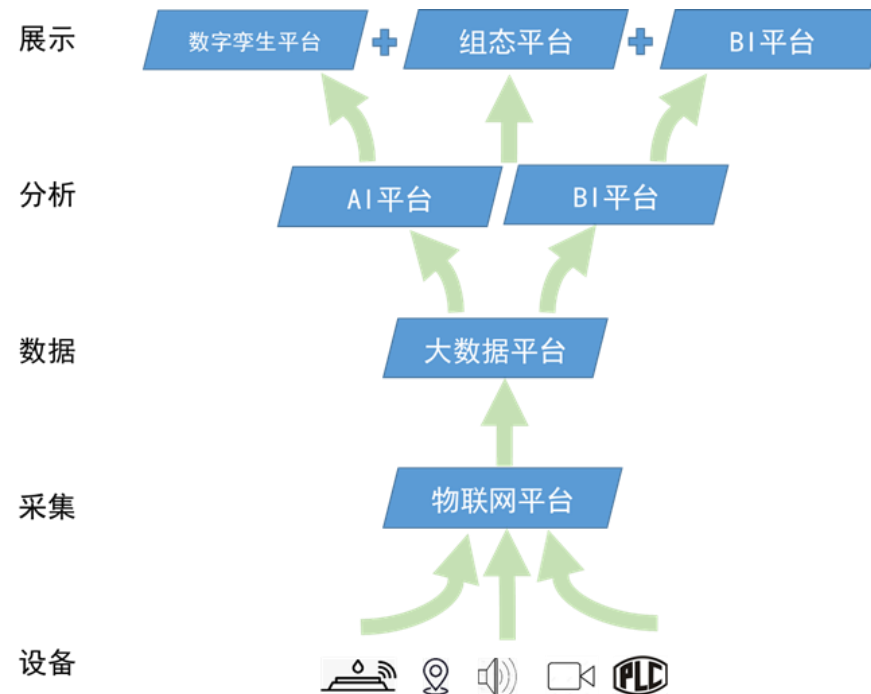
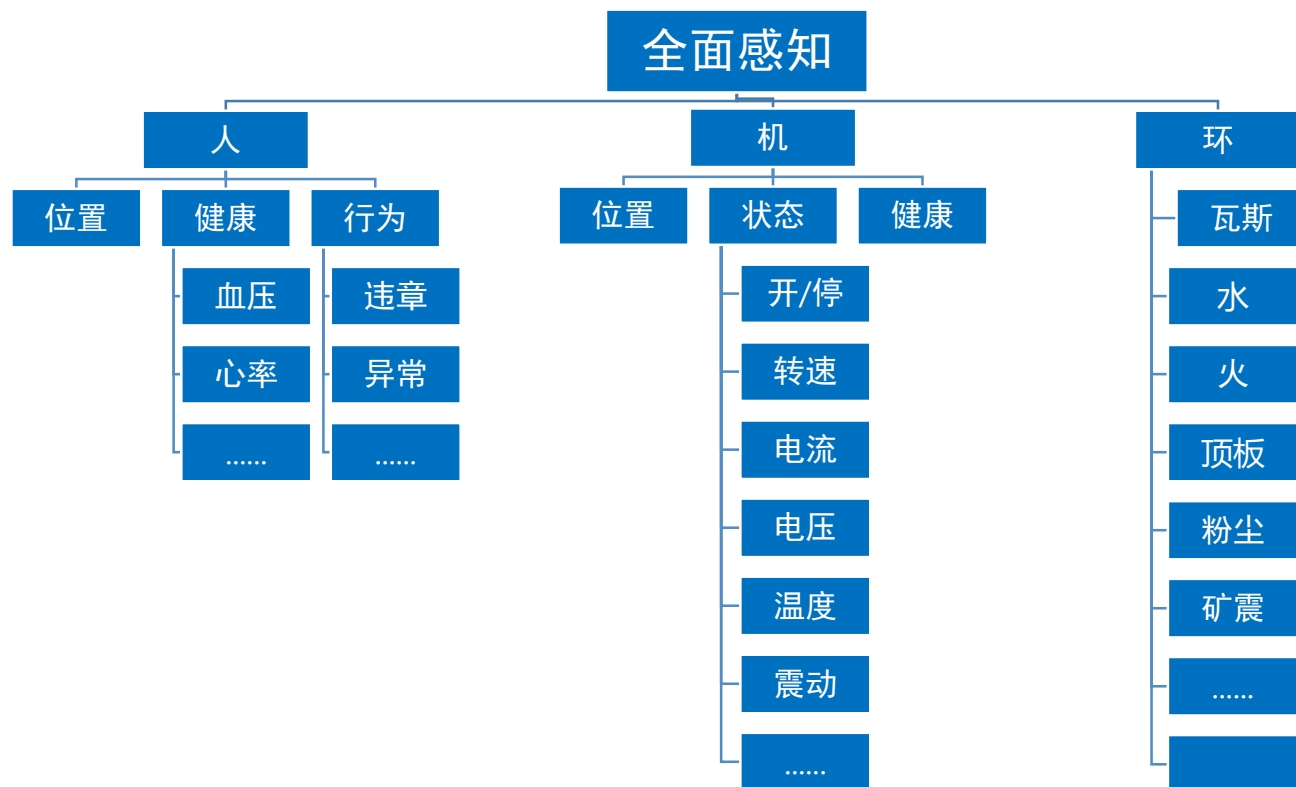
采用人工、AI技术进行数据建模分析，通过分析，发现规律、预测未来，实现管理决策优化、控制过程优化



3. 智能矿山的关键技术

3.5 全面感知平台

- ◆ 实现“人、机、环”的全面感知、实时分析、动态预测
- ◆ 广泛应用无线传感器，消灭井下“蜘蛛网”
- ◆ 广泛应用AI技术，实现智能视频分析



3.智能矿山的关键技术

3.6 精确定位

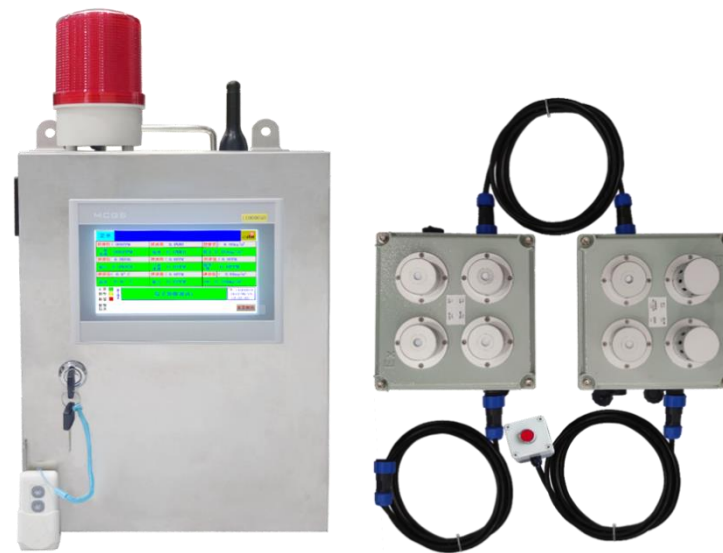
- ◆ 目前煤矿使用的室内定位技术定位精度要求为0.3/0.7m，实际精度超过了1m，不能满足要求
- ◆ 需要厘米级的定位精度，并且支持三维定位



3.智能矿山的关键技术

3.7智能传感器

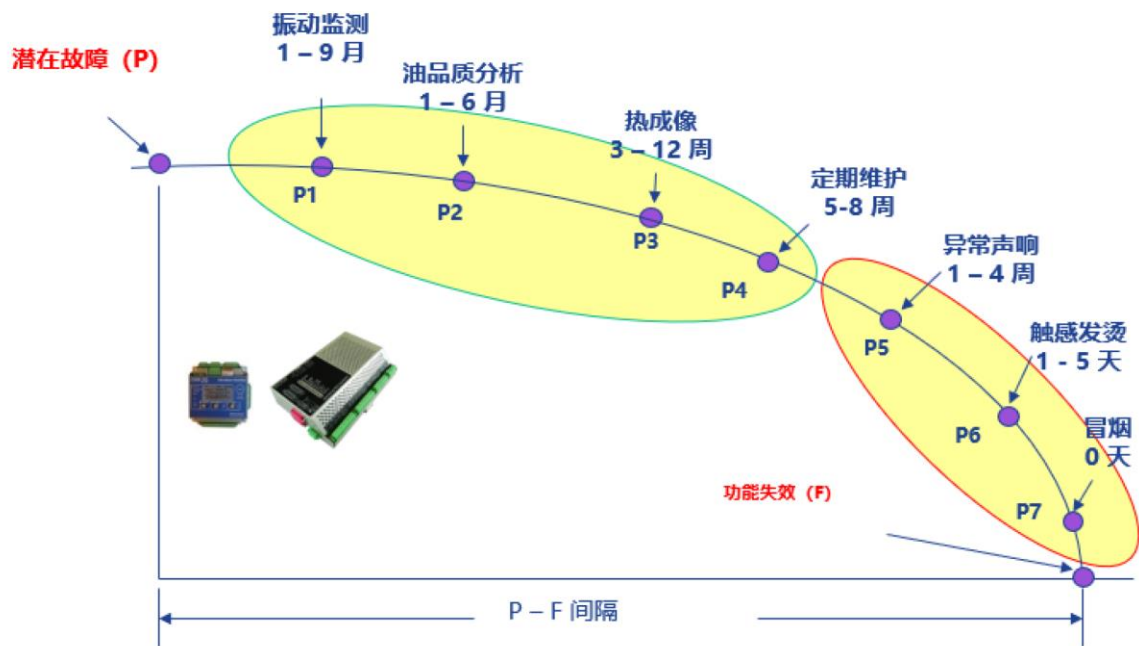
- ◆ 目前传感器单一的有线连接、傻瓜式的工作方式已经不能满足智能化的需要
- ◆ 智能传感器的要求：
 - ①无线化：通过NB-IoT物联网实现无线数据通信
 - ②低功耗：低功耗技术将使得传感器的电池供电时长超过1个月
 - ③高精度：传感器的感知精度符合未来智能化的需要
 - ④零飘移：传感器的精度受环境的影响更小，具有自校零、自标定、自校正功能
 - ⑤智能化：自动采集数据、并进行预处理，避免产生大量的冗余数据
 - ⑥微型化：更小的体积更加适应在设备内部、生产现场部署的需要
 - ⑦多参数：根据现场的需要，将多参数的传感器集成在一起



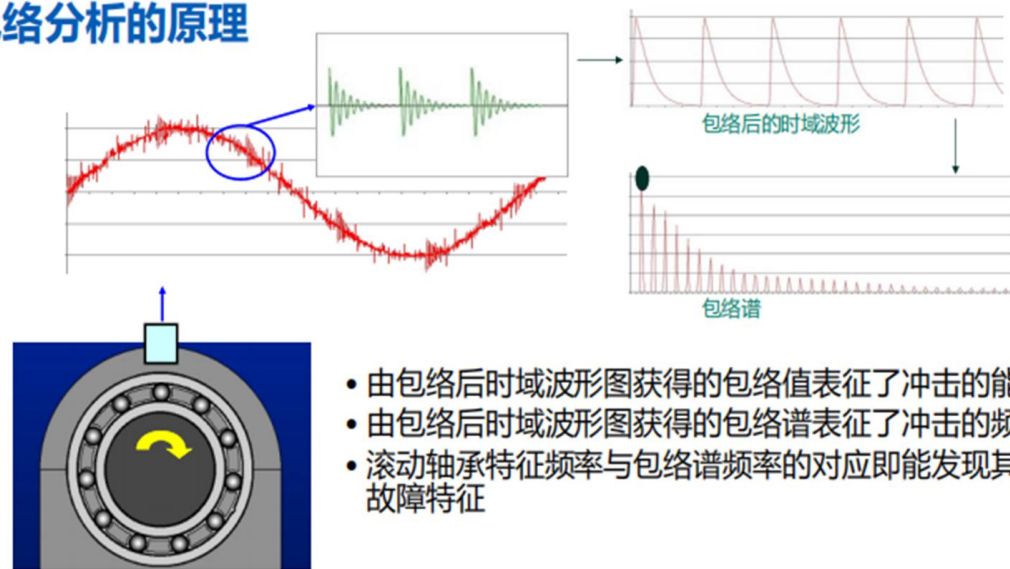
3.智能矿山的关键技术

3.8设备故障诊断

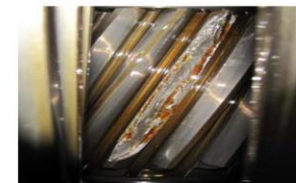
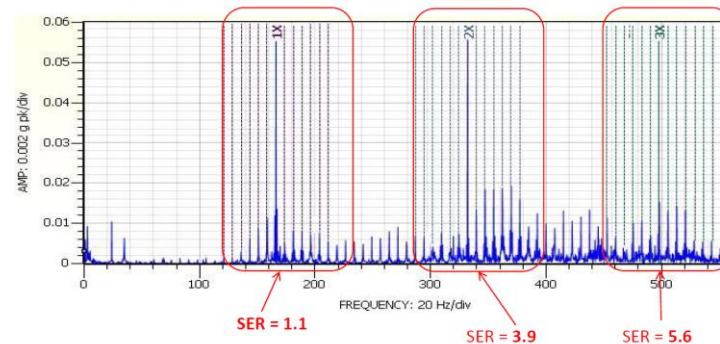
- ◆ 在矿井部署一个设备故障诊断平台，对矿井所有的旋转设备进行故障诊断
- ◆ 能够发现设备内部潜在的故障，确定故障部位
- ◆ 实现设备有计划的检修



包络分析的原理



齿轮传动的信号特点 ---- 啮合频率GMF及其边带



3.智能矿山的关键技术

3.9智能单兵装备

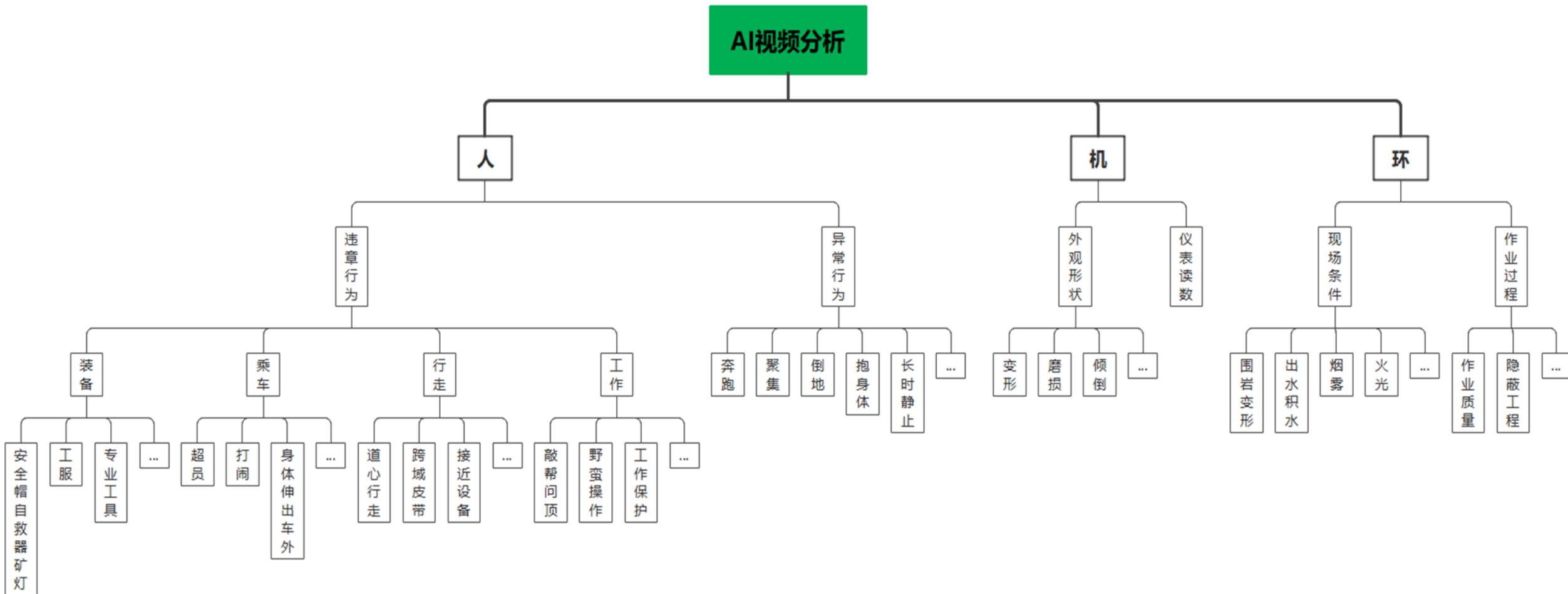
- ◆ 语音通信：双向语音通信，满足调度指挥的需要
- ◆ 即时消息：屏幕显示，满足接收消息、指令的需要
- ◆ 精确定位：满足人员管理的需要
- ◆ 健康感知：感知心率、血氧、体温等指标，满足人员安全管理的需求
- ◆ 环境感知：感知环境的CH₄、CO、CO₂、温度等指标，并预警报警、实时上传



3.智能矿山的关键技术

3.10智能视频分析

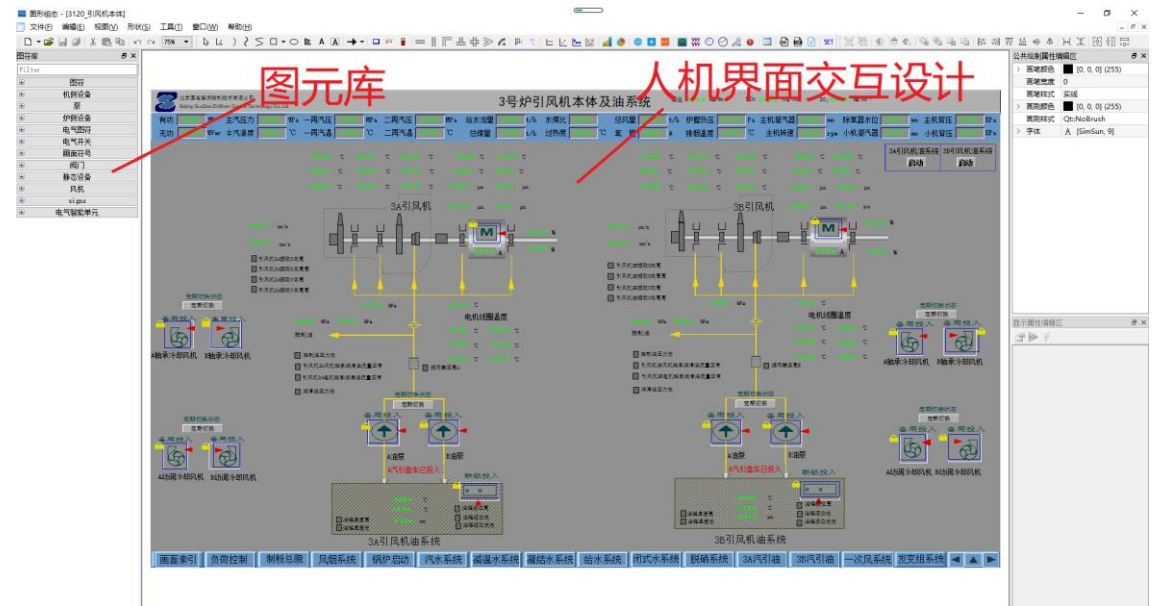
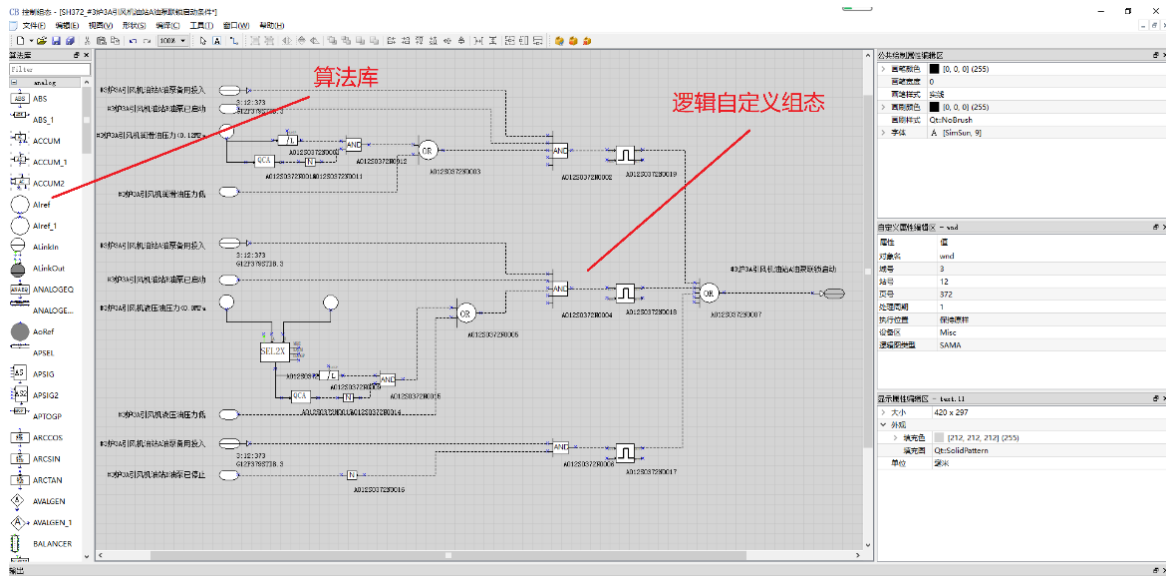
对照《煤矿质量标准化标准》等要求进行AI智能视频分析的规划、研发，形成体系化的能力，代替人工进行现场检查、监测



3.智能矿山的关键技术

3.11 协同控制平台

- ◆ 提供可视化、低代码的控制系统设计环境，用户自定义控制
- ◆ 智能监盘，基于数据实现生产过程控制的优化
- ◆ 实现全矿井各种生产设备、生产系统的协同控制
- ◆ 变固定程序控制为智能优化控制
- ◆ 实现“黑灯工厂、黑屏工厂”



3.智能矿山的关键技术

3.12应用5G网关实现对移动生产设备的控制

- ◆ 移动设备的控制需要采用移动通信技术--5G网关
- ◆ 5G网关北向通信采用5G全网通无线通信技术，南向提供4×RJ45+4×RS485通信接口，满足现场设备接入的需要
- ◆ 边缘计算设备：CPU Cortex-A72双核1.8GHz/Cortex-A53四核1.4GHz，内存2G，存储16G EMMC，64位Ubuntu16.04，体积238×146×47mm



3.智能矿山的关键技术

3.13智能化煤矿急需解决的智能化技术难题

- ◆ 自适应截割：根据声音、振动、图像等信息控制采煤机前、后滚筒的割煤高度
- ◆ 智能放顶煤控制：根据声音、振动、图像等信息控制放顶煤操作
- ◆ 工作面自动找直：根据图像等信息控制液压支架的移动距离
- ◆ 支护机器人：完成掘进工作面支护的钻孔、将填锚固剂、安装锚杆等操作
- ◆ 装卸机器人：在井下巷道的受限空间内代替人工进行物料的装卸
- ◆ ...



THANKS!