



中南大學

CENTRAL SOUTH UNIVERSITY

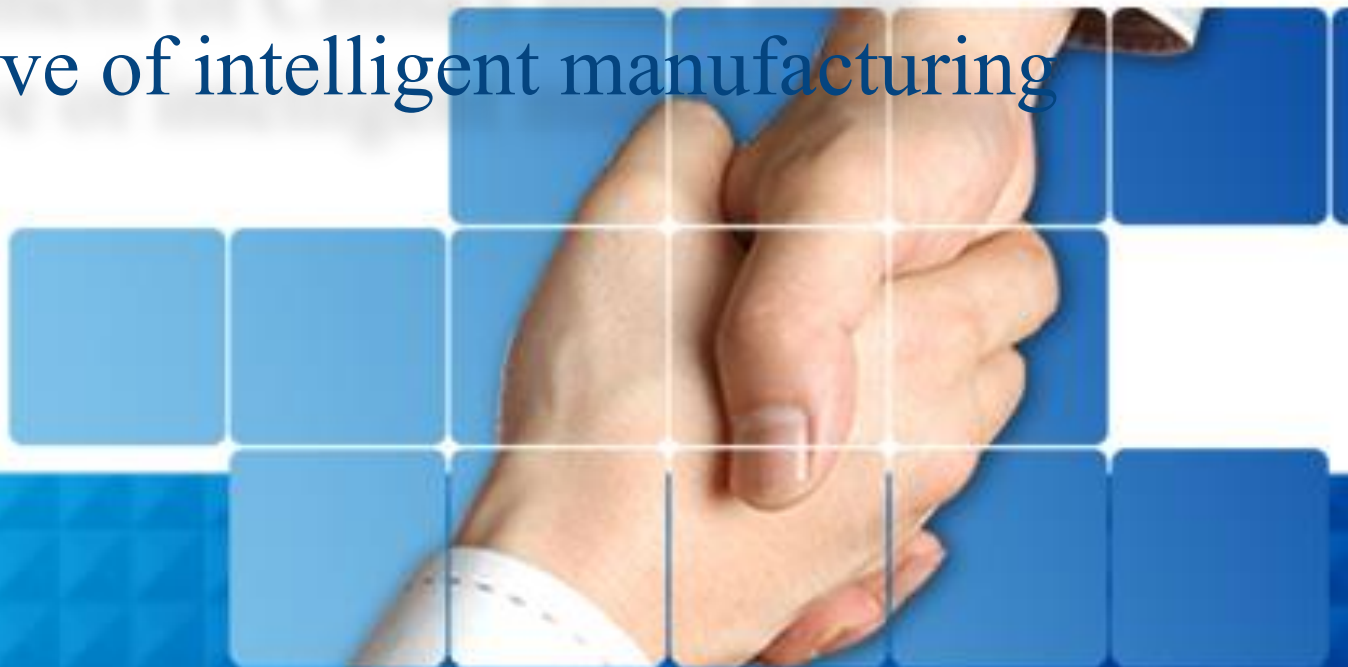
知行合一 經世致用

从智能制造角度探索我国智慧矿山建设未来发展

Exploring the future development of China's smart mine construction from the perspective of intelligent manufacturing

中南大学

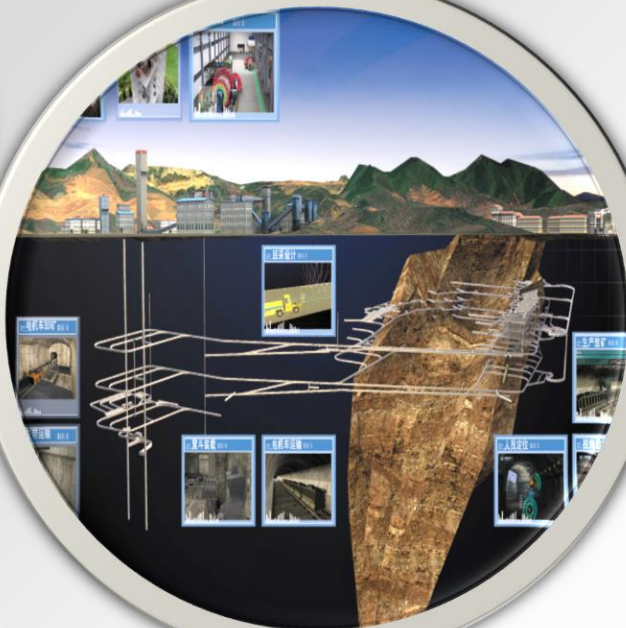
资源与安全工程学院





目录

CONTENTS



- 01 智能制造系统
- 02 矿山基本业务与流程
- 03 矿山生产技术智能化
- 04 矿山生产作业智能化
- 05 矿山生产安全可视化管控
- 06 矿山生产协同平台



智能智造系统



概念

通过人与智能机器的合作共事，去扩大、延伸和部分地取代人类专家在制造过程中的脑力劳动。它把制造自动化的概念更新，扩展到柔性化、智能化和高度集成化。

细分：设计、计划、生产和系统活动

智能制造是一种由智能机器和人类专家共同组成的人机一体化智能系统，它在制造过程中能进行智能活动，诸如分析、推理、判断、构思和决策等。

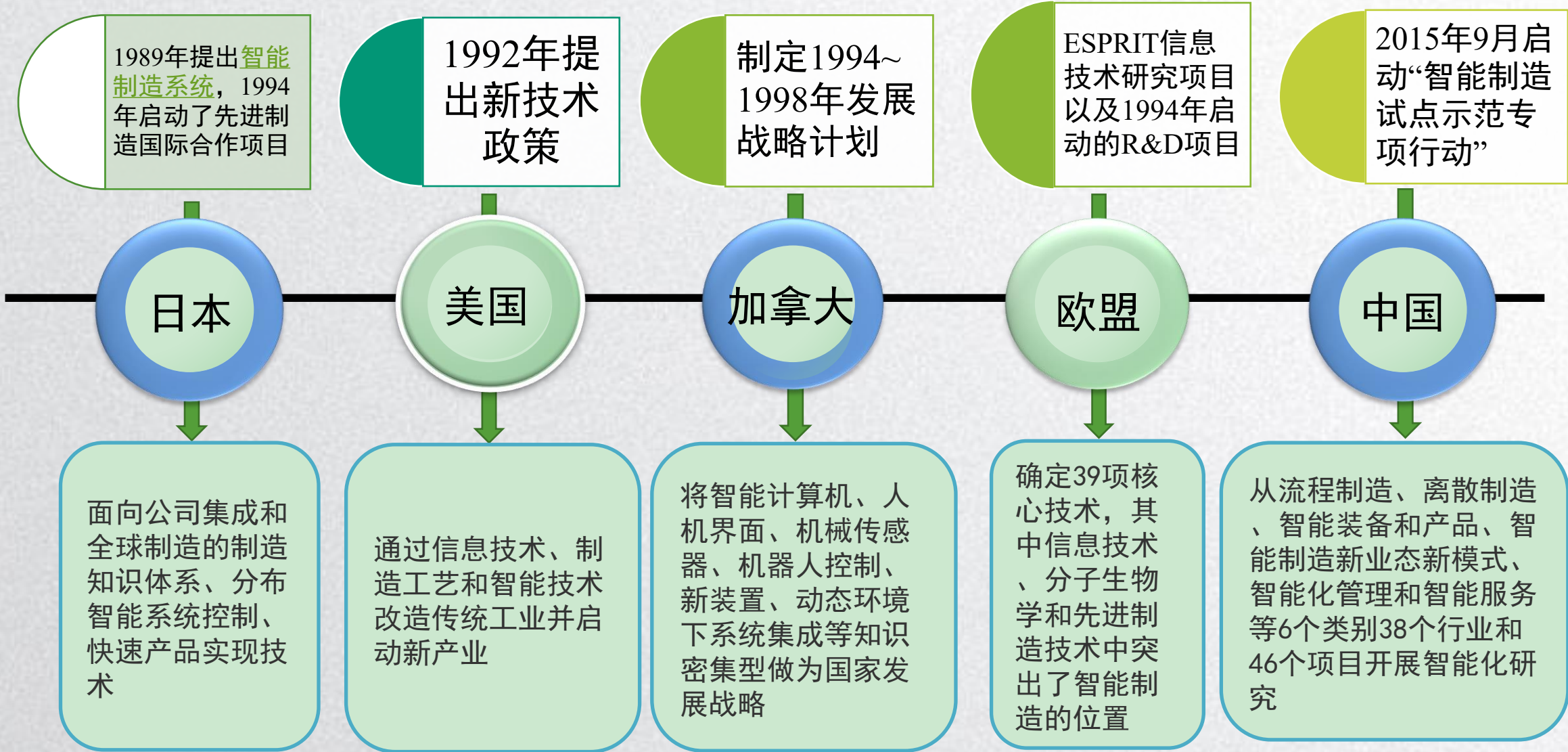


目标



智能制造发展历程

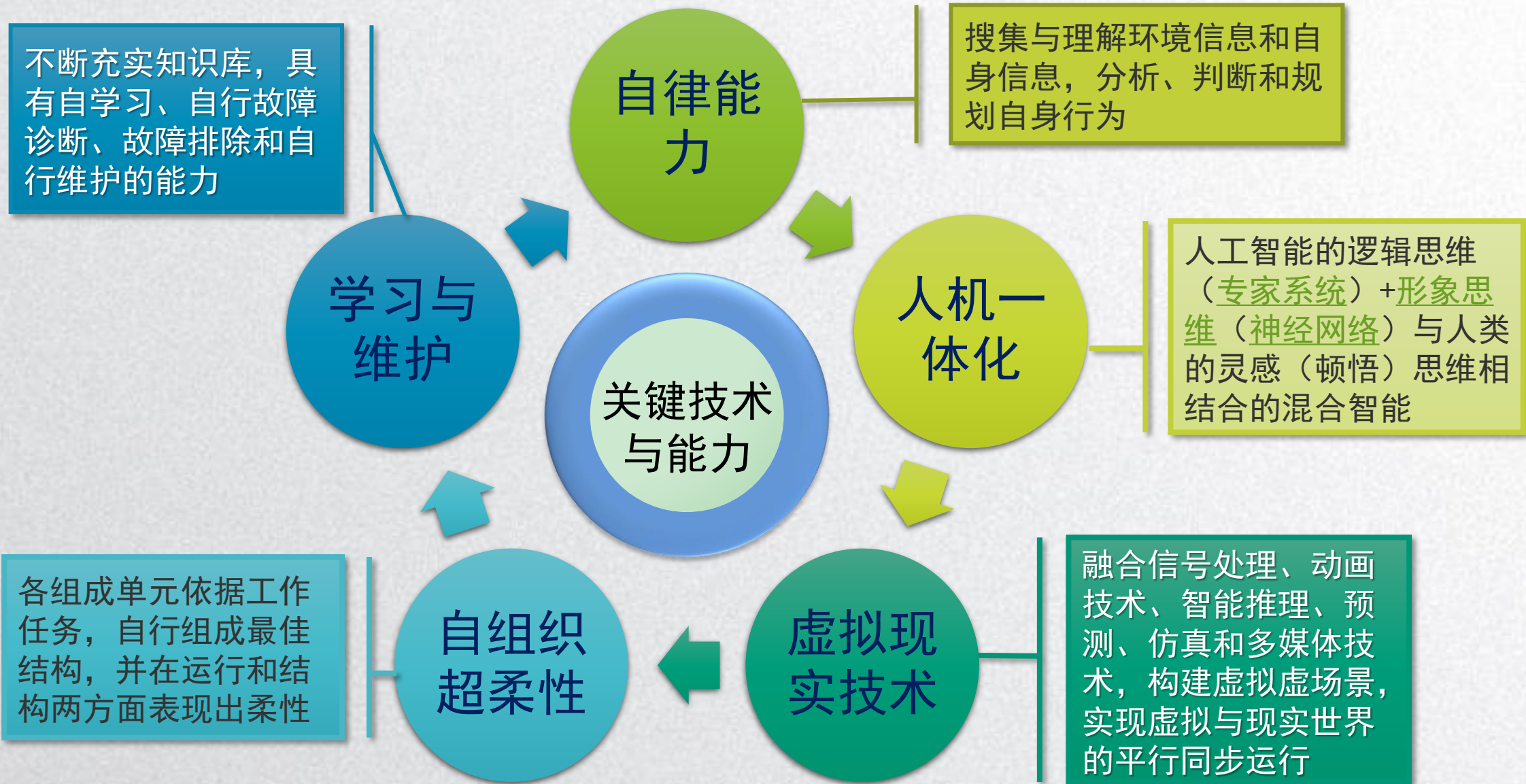
知行合一、经世致用





智能制造系统的特征

知行合一、经世致用





1、新型传感技术—

—高灵敏度、精度、可靠性和环境适应性的传感与信号处理技术

9、识别技术——低成

本、低功耗的定位与高性能缺陷识别

8、特种工艺与精密制造技术——

多维精密加工、成型、焊接、粘接、烧结工艺，微机电系统、精确可控热处理和精密锻造。

7、功能安全技术——软、

硬件单体功能安全分析、设计、验证与测试平台，系统整体功能安全评估。

6、高可靠实时通信网络技术——

嵌入式互联网、高可靠无线网络、网络信息安全和异构网络信息无缝交换。



2、模块化、嵌入式控制系统设计技术——软、硬

件的模块化、微内核化、开放式、数据共享和开放式平台；

3、先进控制与优化技术——

多层次评估、大数据建模、多目标优化、复杂系统仿真和精密运动控制。

4、系统协同技术——

体化设计平台、复杂系统设计与调试、统一事件序列和报警处理和一体化资产管理。

5、故障诊断与健康维护技术——

远程监测与诊断、自愈合调控与损伤智能识别及健康维护、寿命测试和预测和可靠性评估。



矿山基本业务与流程



概述

知行合一、经世致用

采矿

- 资源
- 采运活动

数字
矿山

生产技术的
数字化

智能
采矿

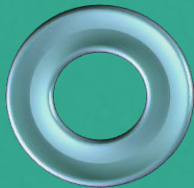
生产作业

智慧
矿山

- 全流程
- 全作业链
- 无人化



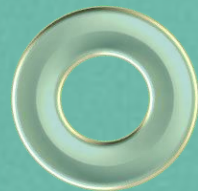
采矿：把地壳内或者地表的矿物开采出来的**工艺、技术、活动、方法与过程**的总称



数字矿山：以矿产资源开发过程数字化信息为基础，对**资源、规划、设计、生产和管理**进行数字化的建模、仿真、评估和优化，并持续应用于矿山生产全过程的新型矿山技术体系和生产组织方式。



智能采矿：在矿山数字化的基础上，利用系统工程理论及网络、自动控制和人工智能等技术，以开采环境数字化和采掘装备自动化为特质，实现**采矿设计、计划、生产、调度和决策等过程**的智能化，是现代矿山信息化发展的新阶段。



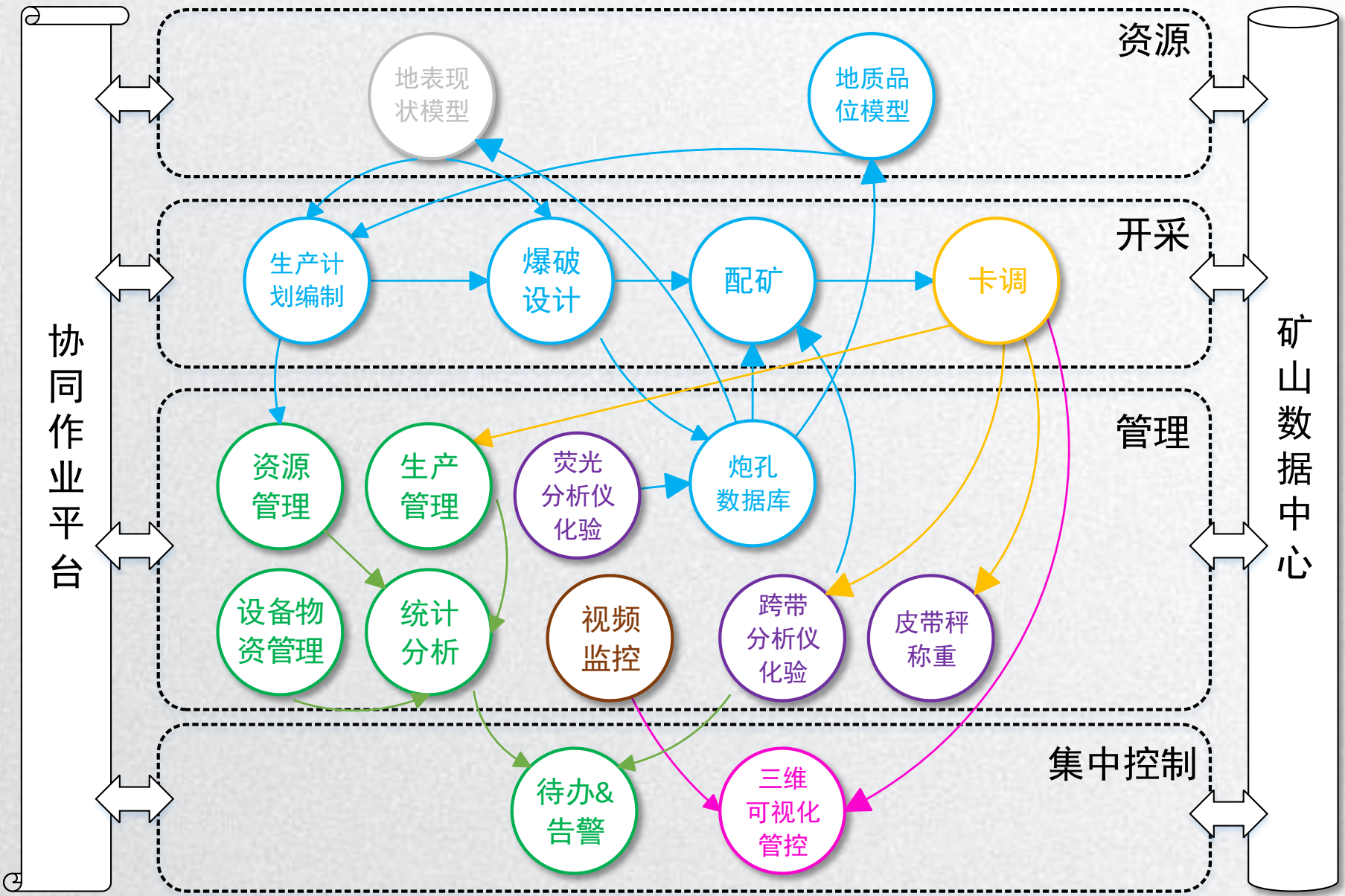
智慧矿山：对矿山**生产、职业健康与安全、技术和后勤保障**等进行主动感知、自动分析、快速处理的无人矿山。其本质是：安全、高效、绿色和智能。



露天开采业务流程与智能管控

知行合一、经世致用

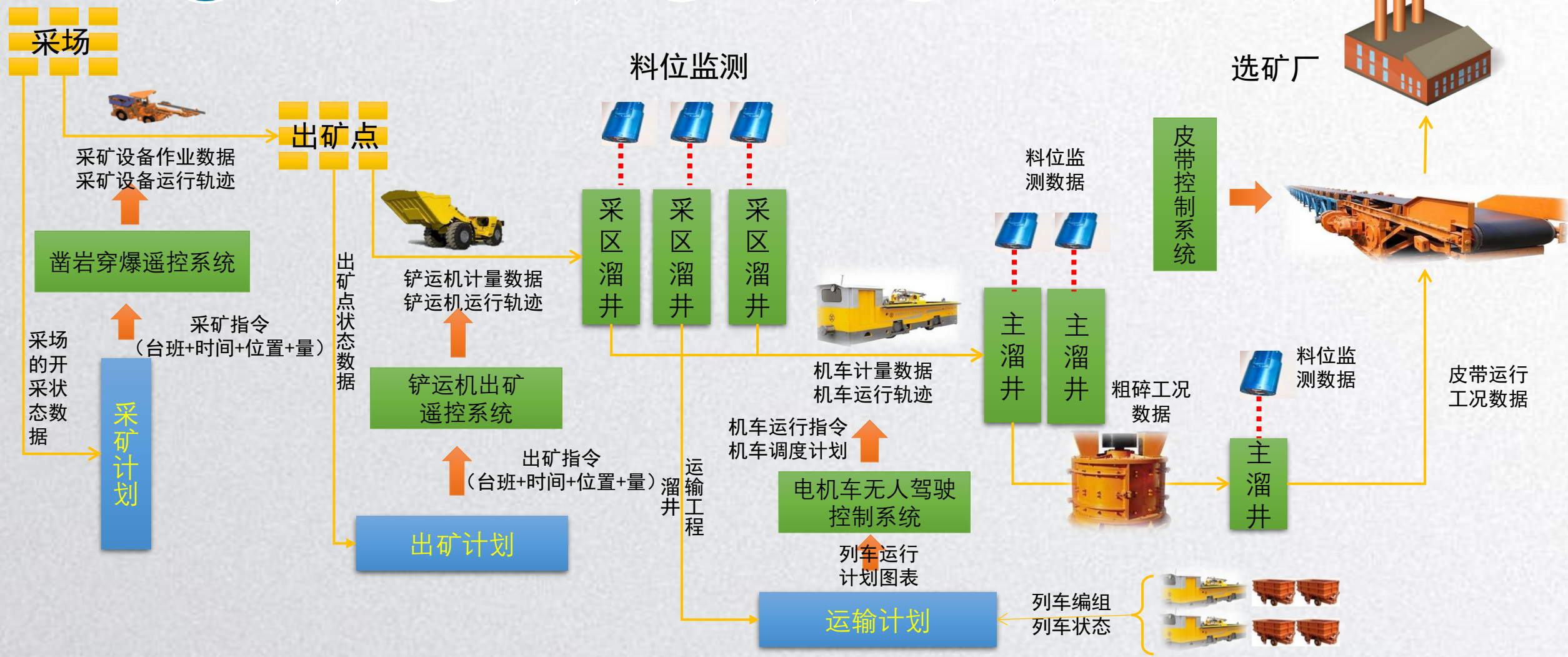
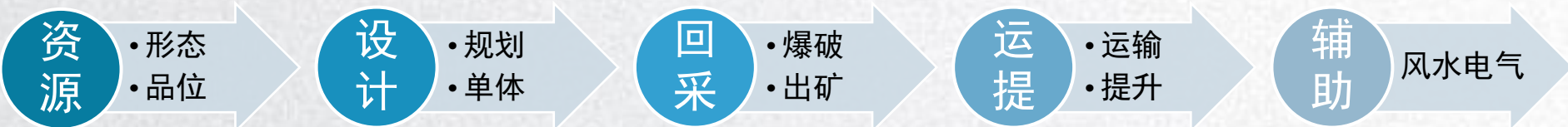
- 矿山数据中心
- +
- 数字采矿软件平台
- 质量控制系统平台
- 卡调系统平台
- 生产执行系统平台
- 视频监控系统平台
- 三维可视化管控平台





地下开采业务流程与智能管控

知行合一、经世致用





作业链层面



- ☐ 资源
- ☐ 规划
- ☐ 设计
- ☐ 生产
- ☐ 管理
- ☐ 决策

实现层面



- ☐ 装备
- ☐ 分系统
- ☐ 全作业链

管理层面



- ☐ 生产
- ☐ 安全
- ☐ 环境

作业层面



- ☐ 计划
- ☐ 定位
- ☐ 监测
- ☐ 分析

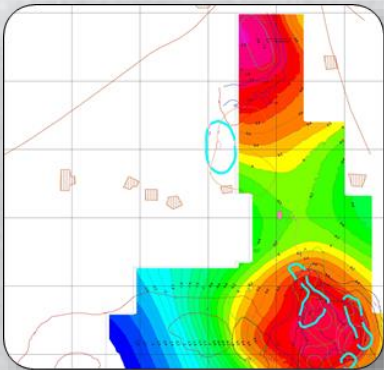


矿山生产技术智能化



资源评价的智能化——显式建模

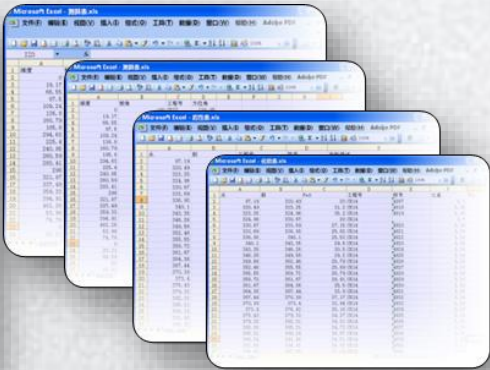
知行合一、经世致用



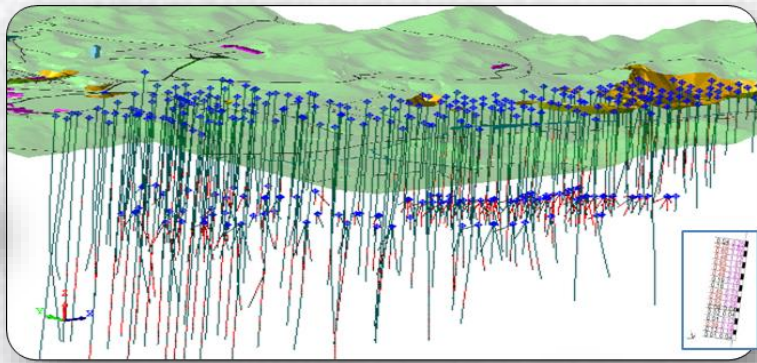
物化探数据处理



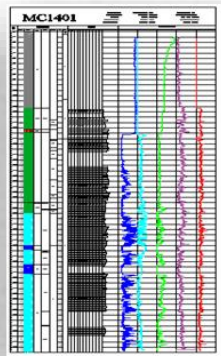
钻矿施工



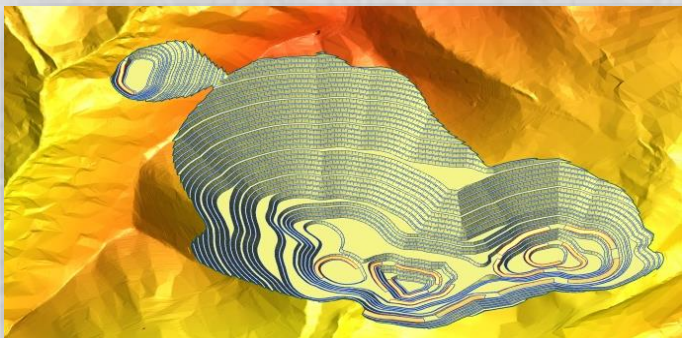
钻探工程数据整理



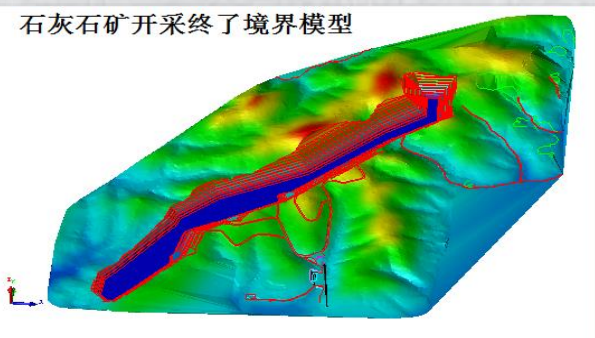
钻孔数据库风格显示



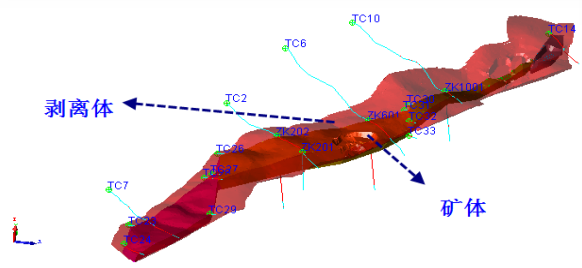
钻孔柱状图



石灰石矿开采终了境界模型

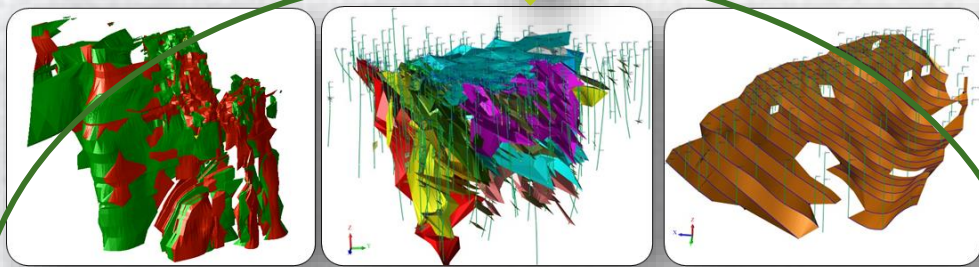


石灰石矿区钻孔数据库及矿体模型

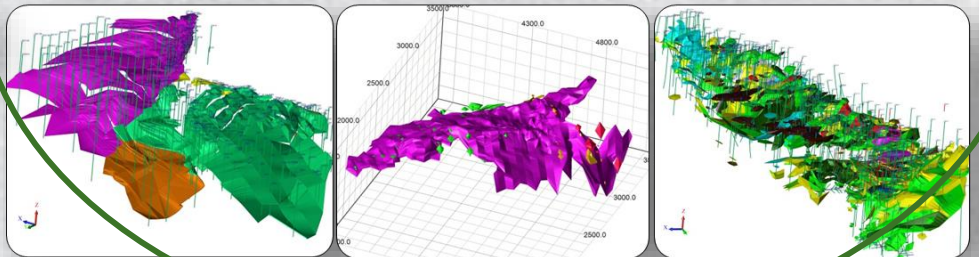


剥离体

矿体



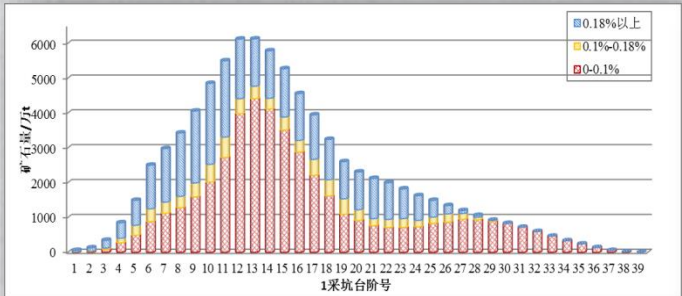
几何建模与动态更新是难点和瓶颈



中低温热液变质型铁矿

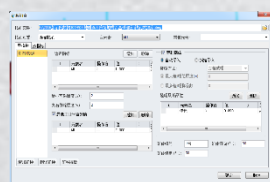
矽卡岩型铜矿

同生沉积—热液改造型层状铜硫多金属矿床





隐式建模：根据地质体特征进行**离散点采样**，构建**距离场函数**，提取**等值界面曲面**，**动态**生成地质体空间形态，解决地质体更新难题，实现建模工作智能化。



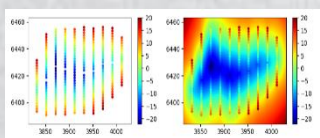
钻孔数据预处理

- 利用采集的地质勘探信息创建钻孔数据库
- 应用“穿鞋戴帽”方法对钻孔数据样品组合



钻孔数据离散化

- 在钻孔数据样品组合的基础上按钻孔轨迹对样段和非样段进行离散点采样



构建离散点距离场

- 在隐式模型构建中，插值中心点间在相互作用过程中形成了一种距离场，隐式函数可以看作一种距离场函数

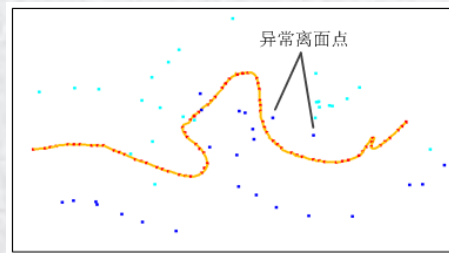


插值约束点

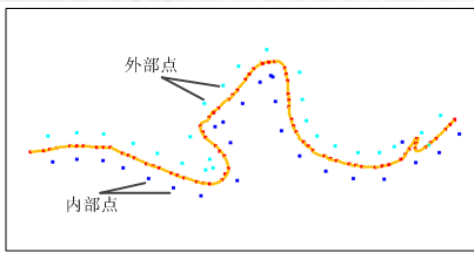
- 指附加约束点，允许动态调整，便于模型动态更新。
- 改变局部稀疏不均匀数据的插值趋势和局部地质界面的连续性，构建符合稀疏钻孔数据地质特征的矿体模型。

插值约束线

- 按照特定地质规则创建局部矿体模型约束线
- 采用离散化的方法将插值约束线转化为插值约束点



a) 离面间距15

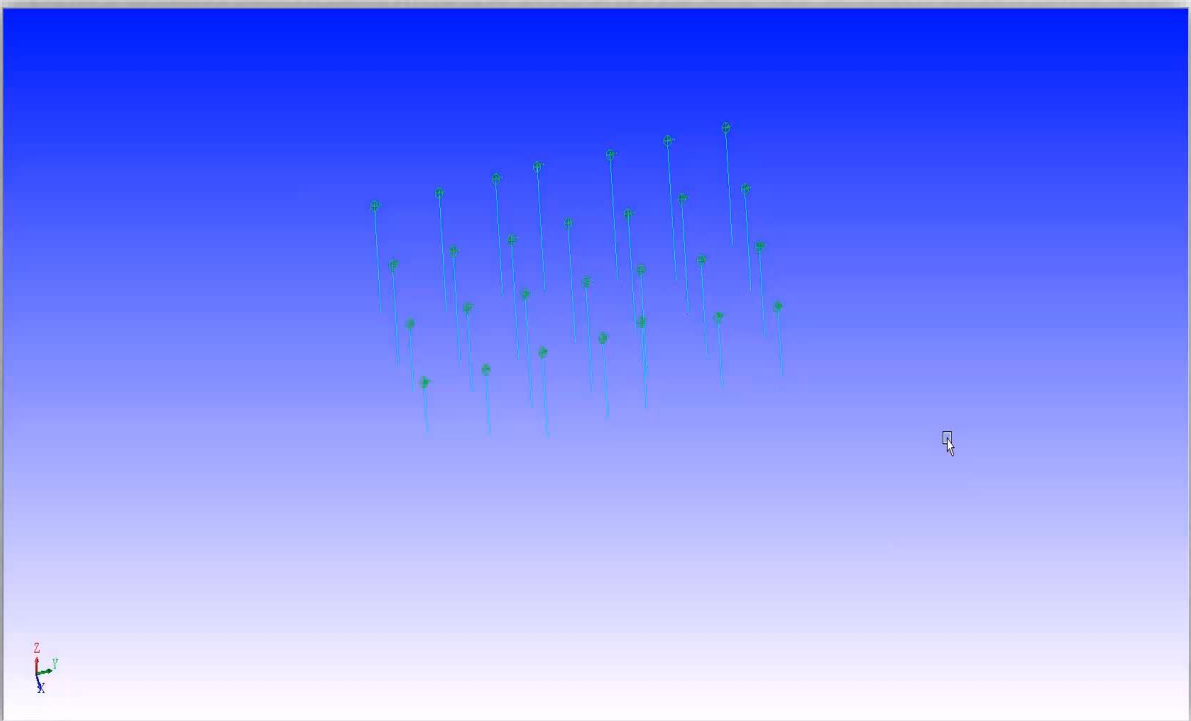
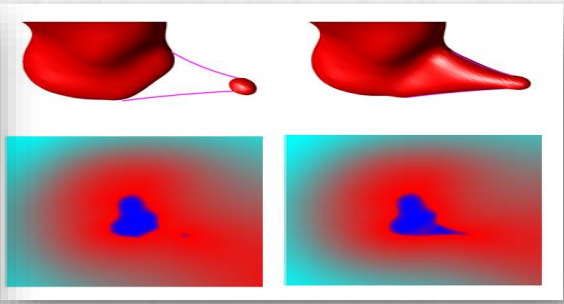
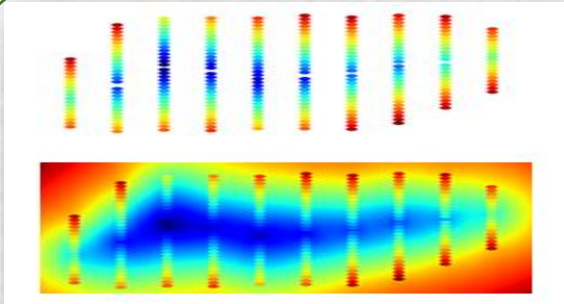
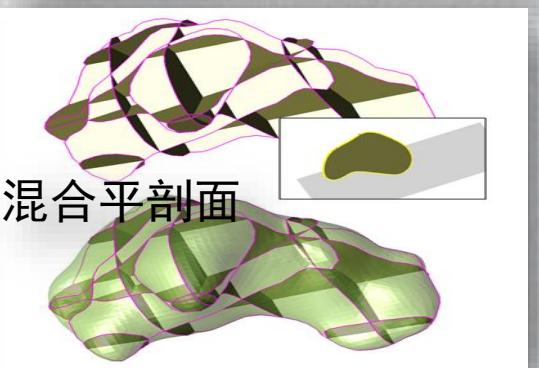
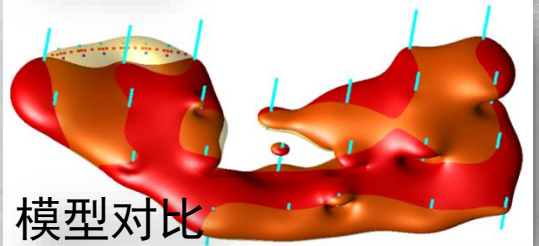
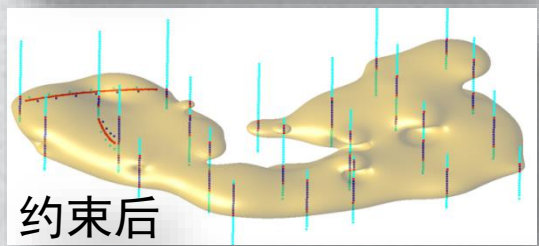
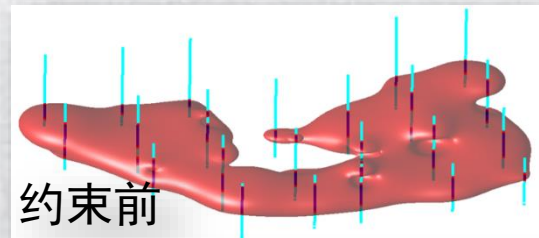
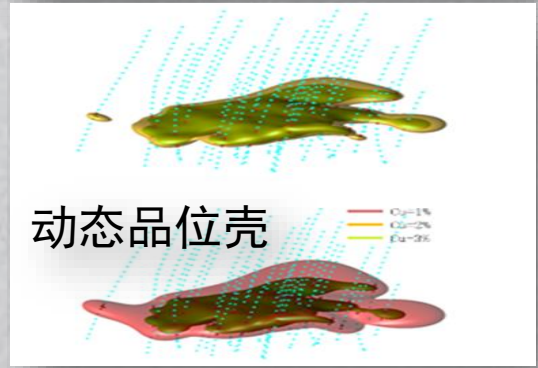
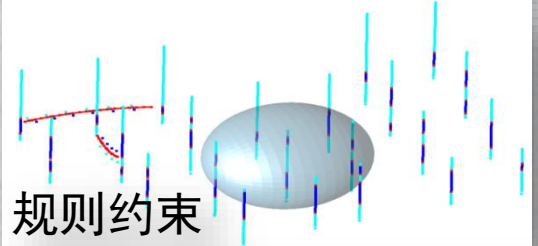
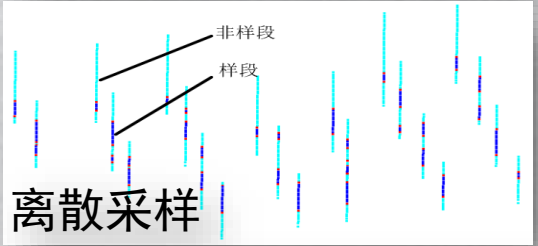
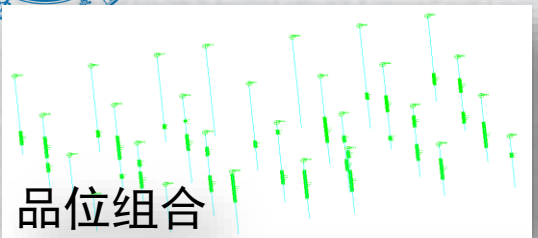


b) 离面间距为3



资源评价的智能化——隐式建模过程

知行合一、经世致用





资源评价的智能化——隐式建模应用实例

知行合一、经世致用

高效

- 3人月
- 90秒

便捷

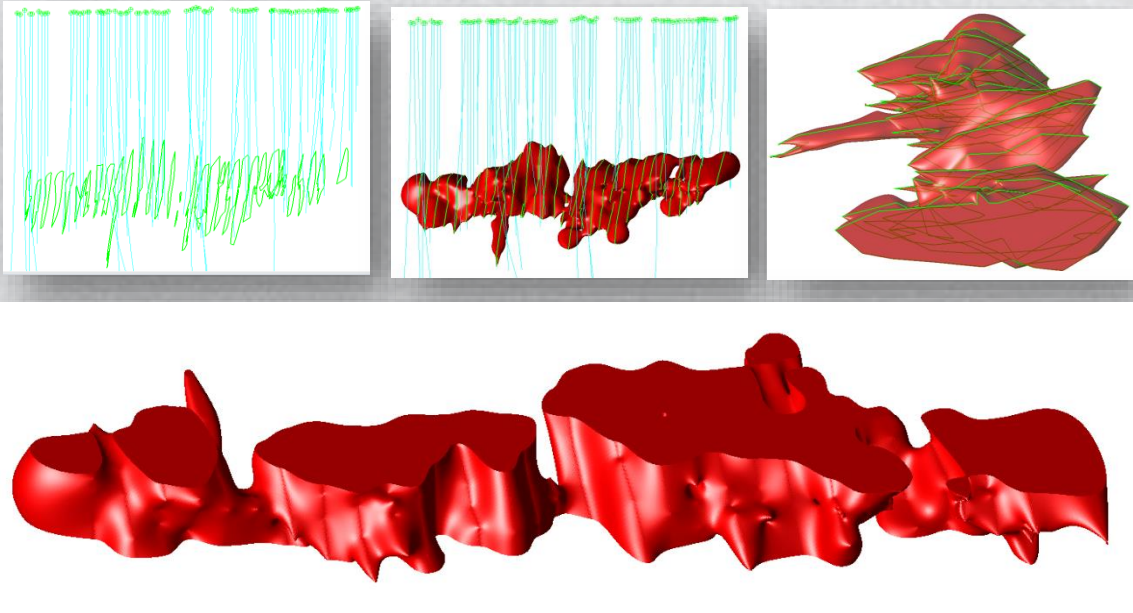
- 多约束
- 即时更新

准确

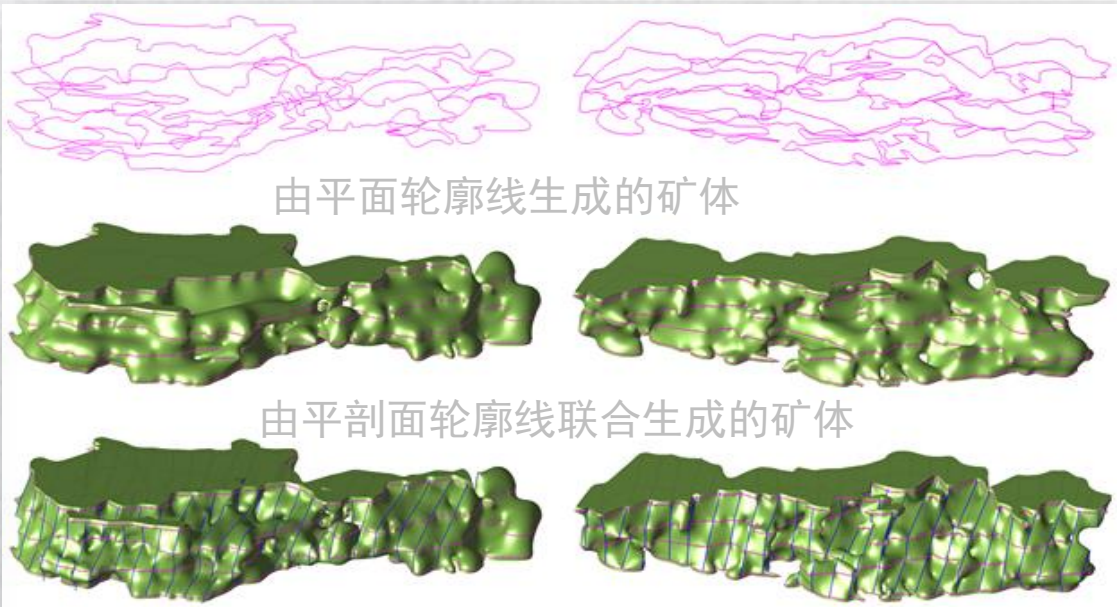
- 空间面
- 全约束

实用

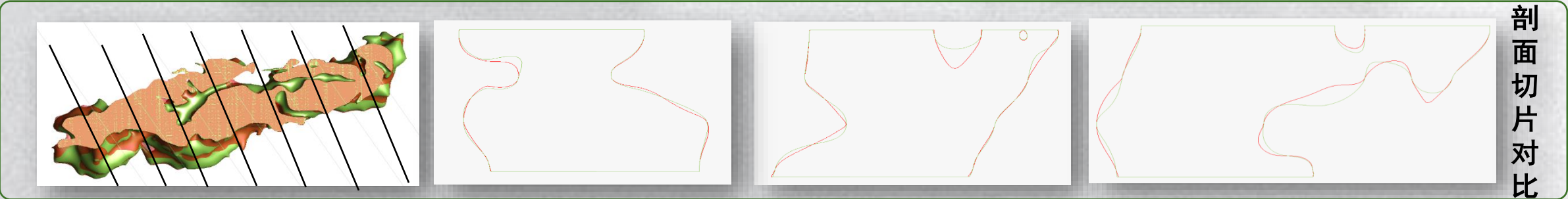
- 全智能
- 模型化



地质勘探阶段模型自动生成



生产勘探阶段模型自动更新



剖面切片对比



开采方案优化智能化——地下矿开采方案优化

知行合一、经世致用

- 解析**

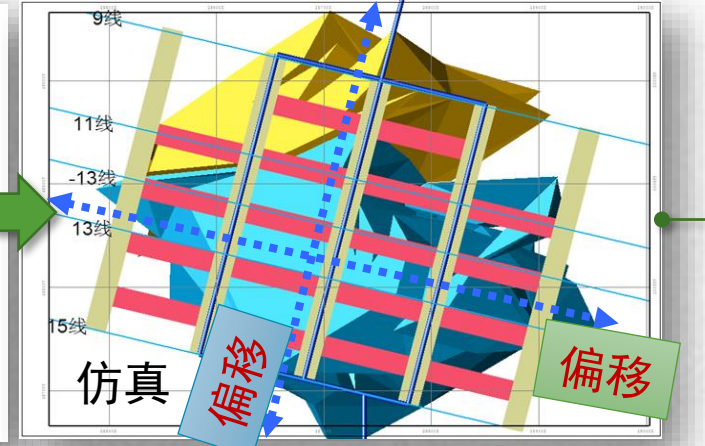
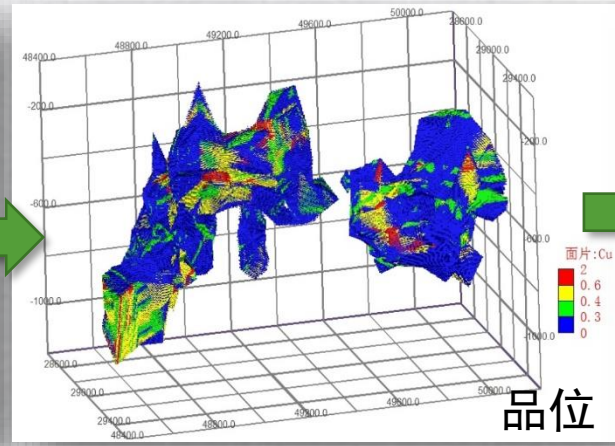
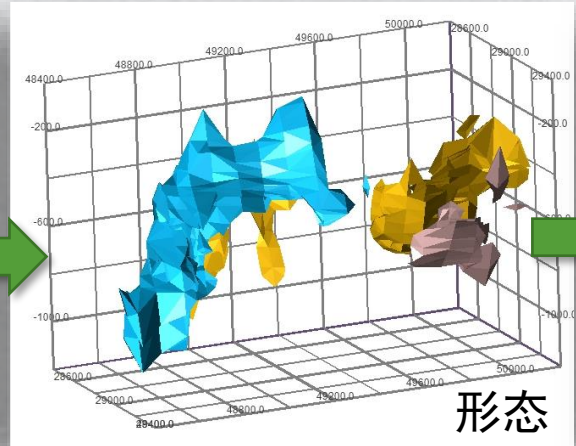
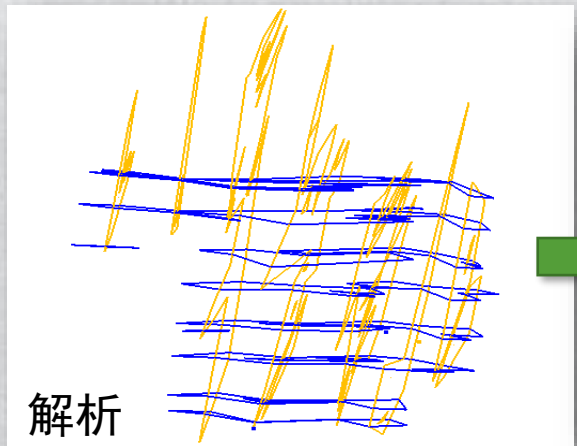
 - 钻孔
 - 平剖面
- 形态**

 - 显式
 - 隐式
- 品位**

 - 估值
 - 分布
- 仿真**

 - 偏移
 - 指标
- 优化**

 - 评估
 - 决策



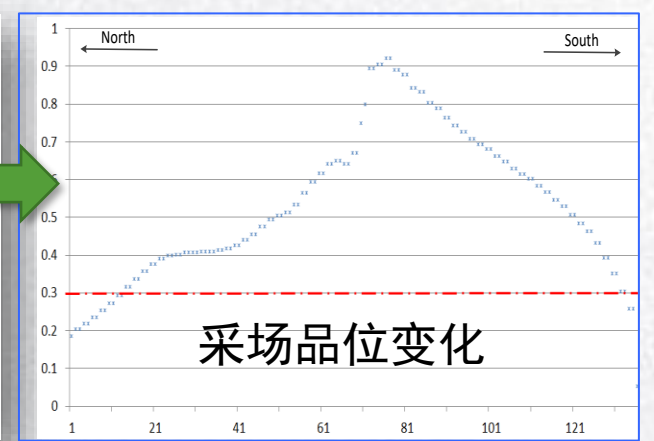
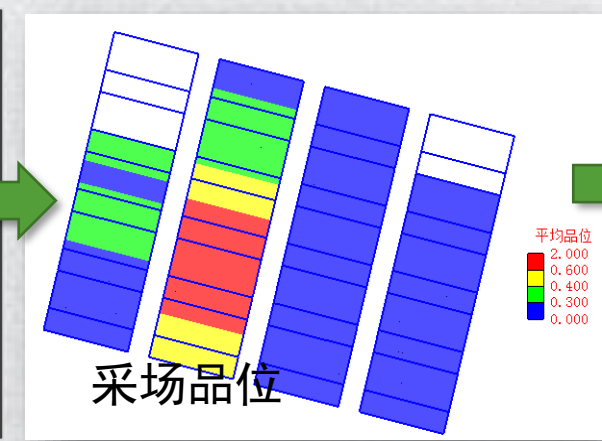
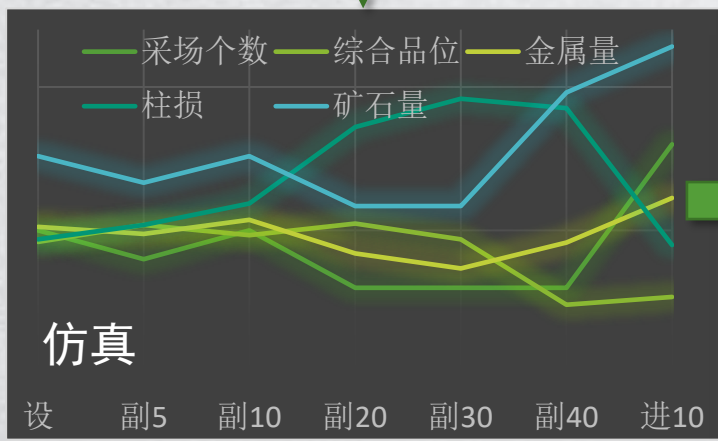
资源模型

开采单元划分

开采单元品位分布

出矿品位计算

位置与结构参数优化

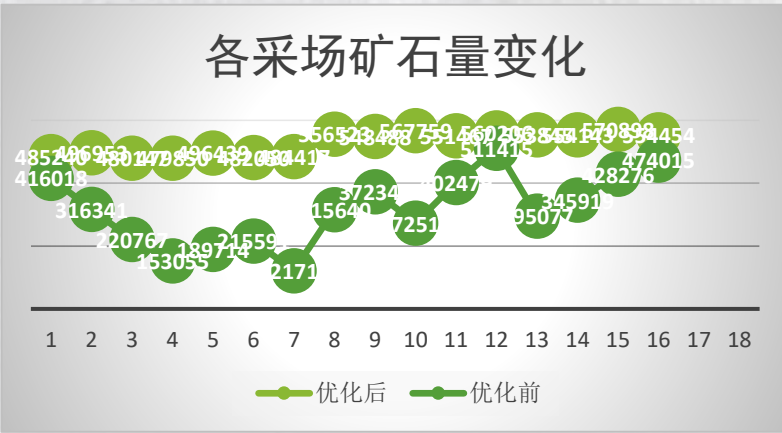
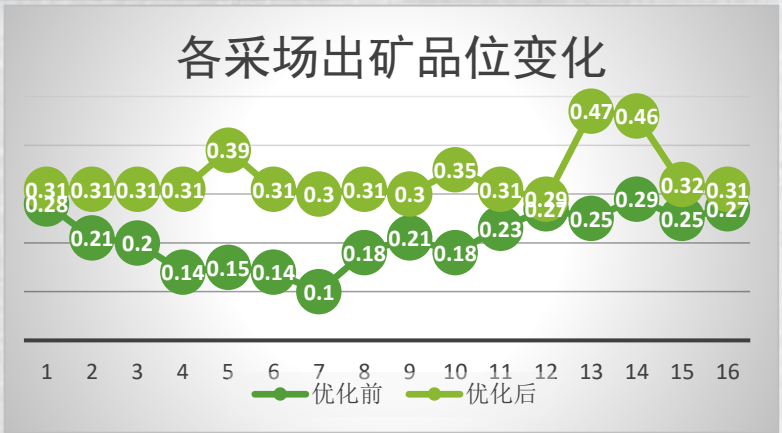
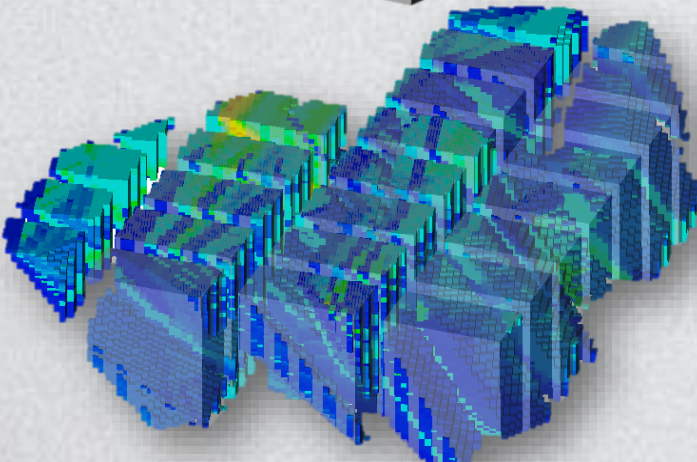
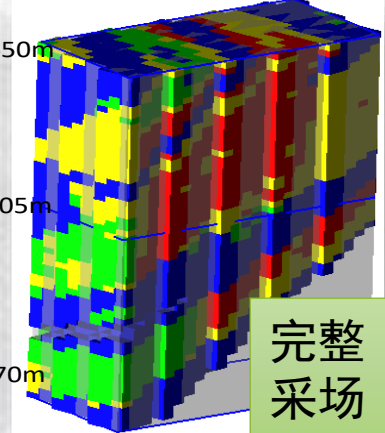
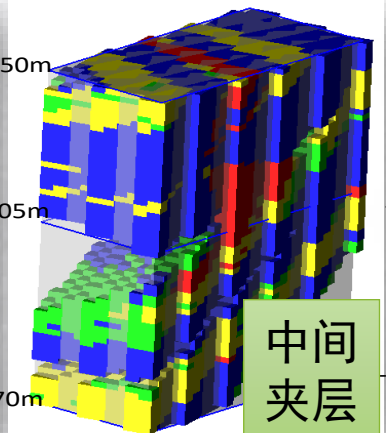
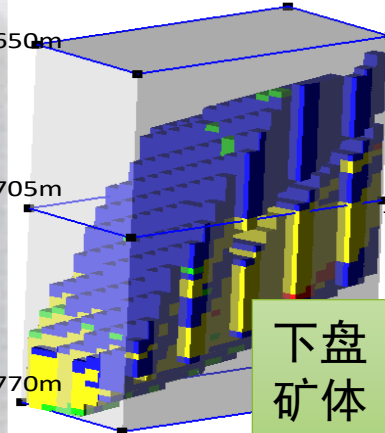
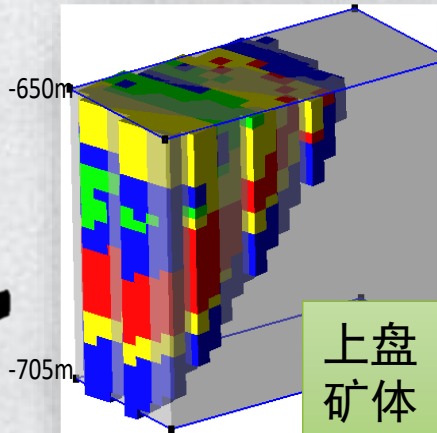
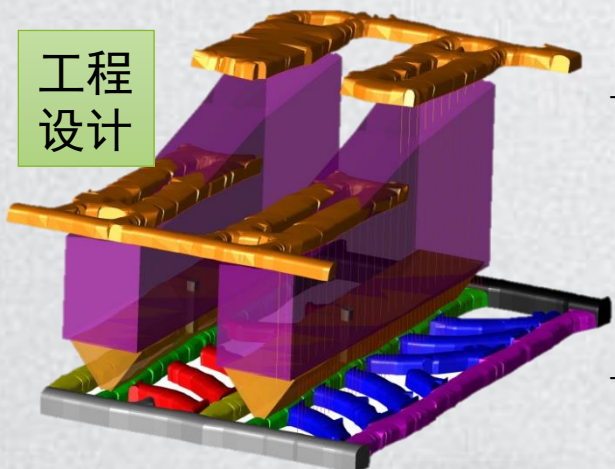




开采方案优化智能化——地下矿开采方案优化实例（1）

知行合一、经世致用

工程
设计

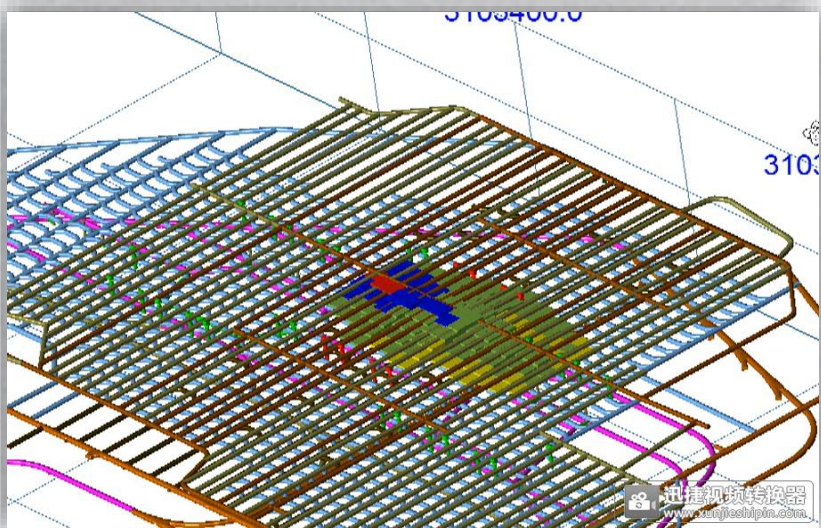
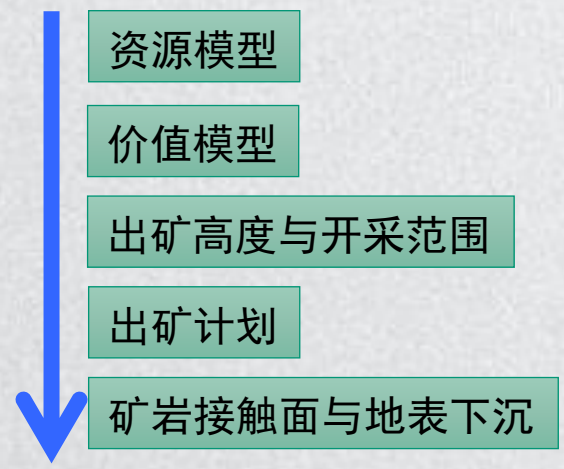


优化前后各采场矿石量和品位变化

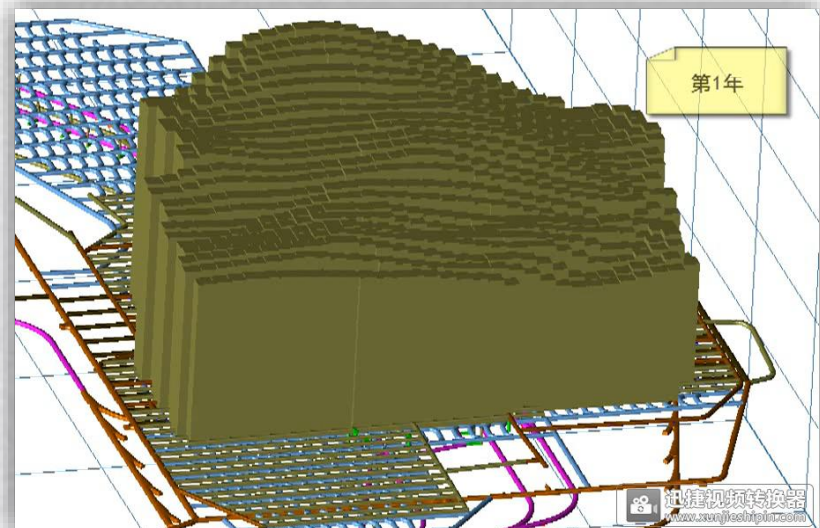


开采方案优化智能化——地下矿开采方案优化实例（2）

知行合一、经世致用



各漏斗出矿计划



各漏斗月度矿岩接触面变化

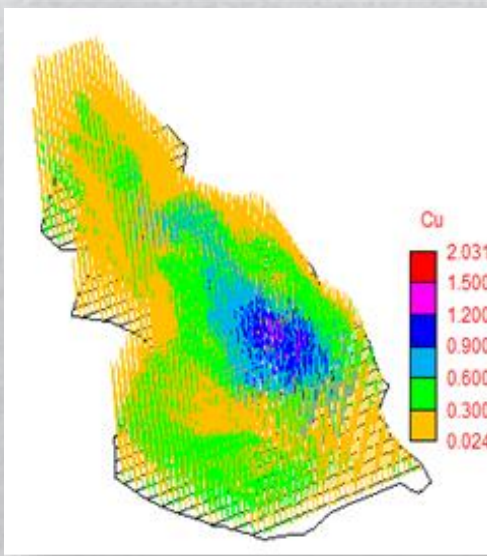


图3 放矿分层及品位分布

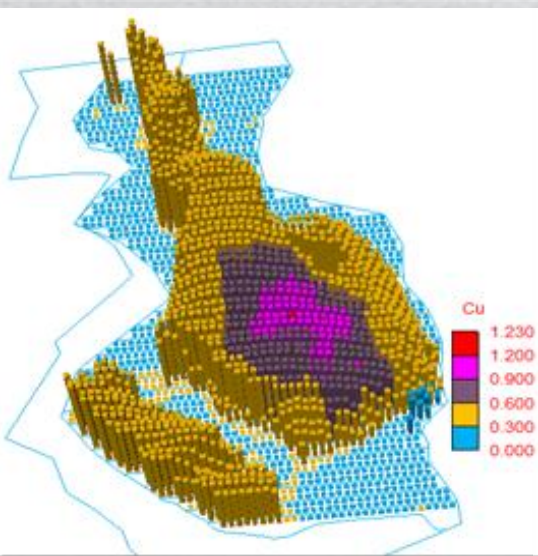


图4 3720水平担矿量

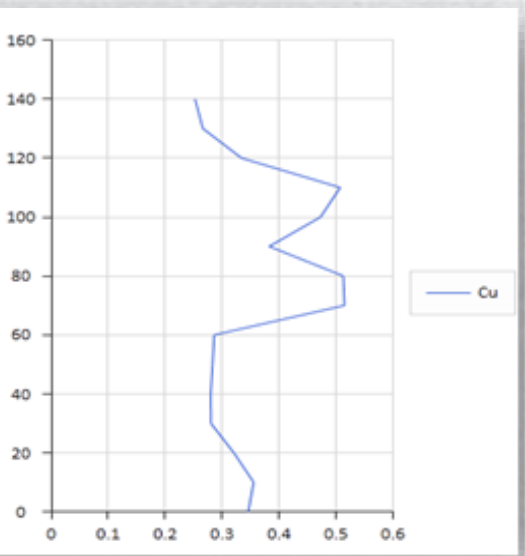
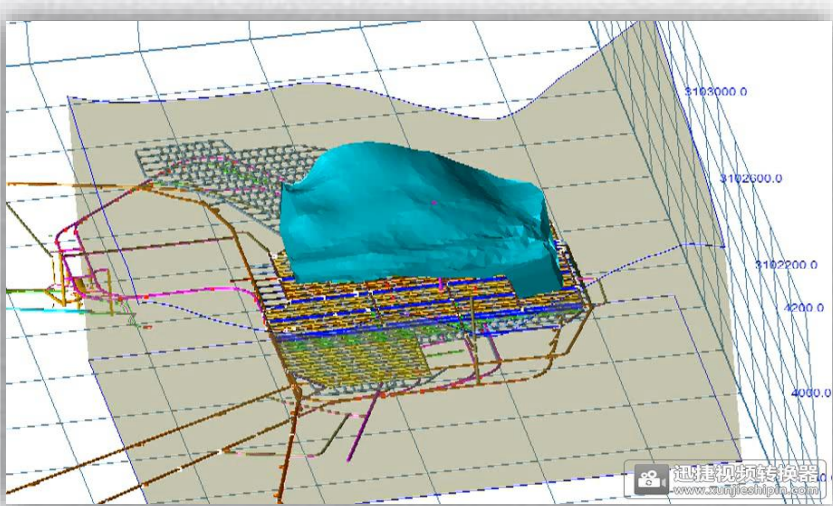


图5 初始放矿点放矿分层Cu品位分布



地表下沉变化



开采方案优化智能化——地下矿开采单体设计

知行合一、经世致用

构件化

- 基本单元
- 单元组合

参数化

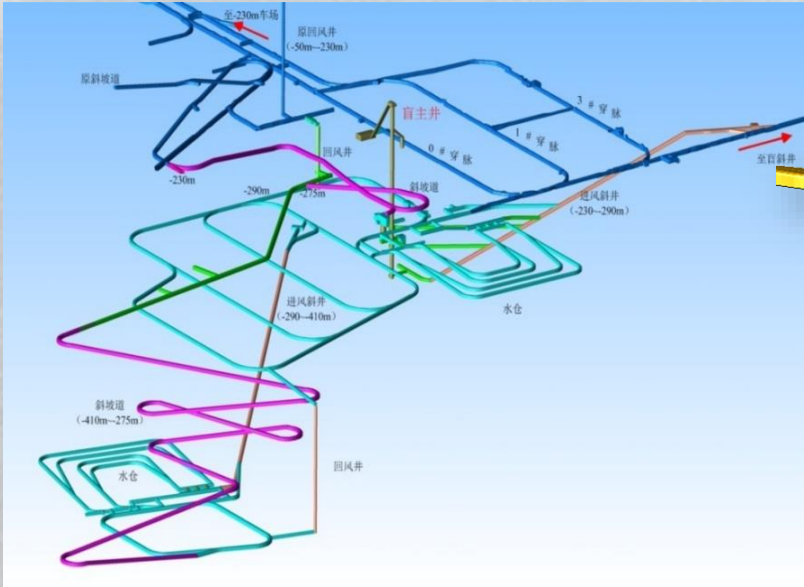
- 断面
- 线路

可视化

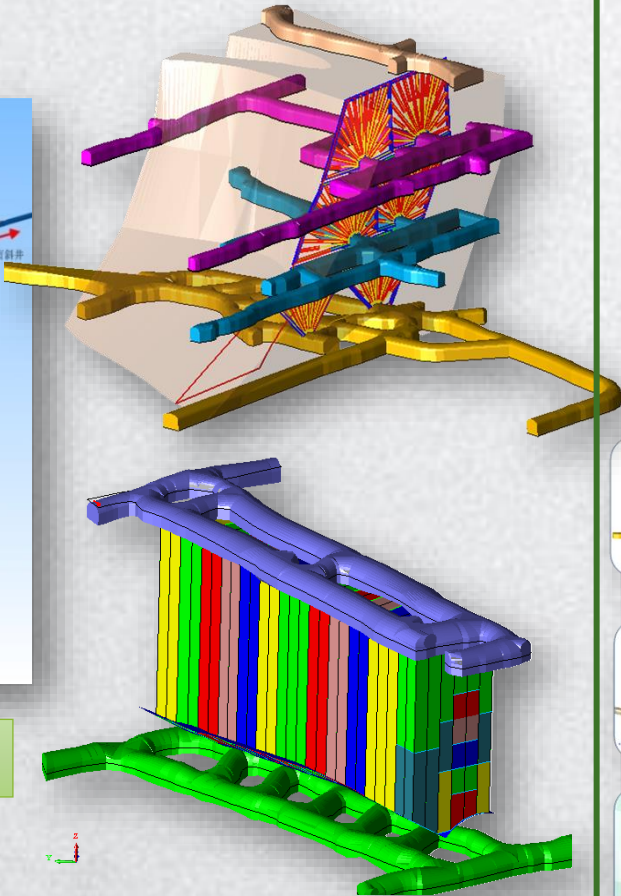
- 空间结构
- 资源属性

效益核心

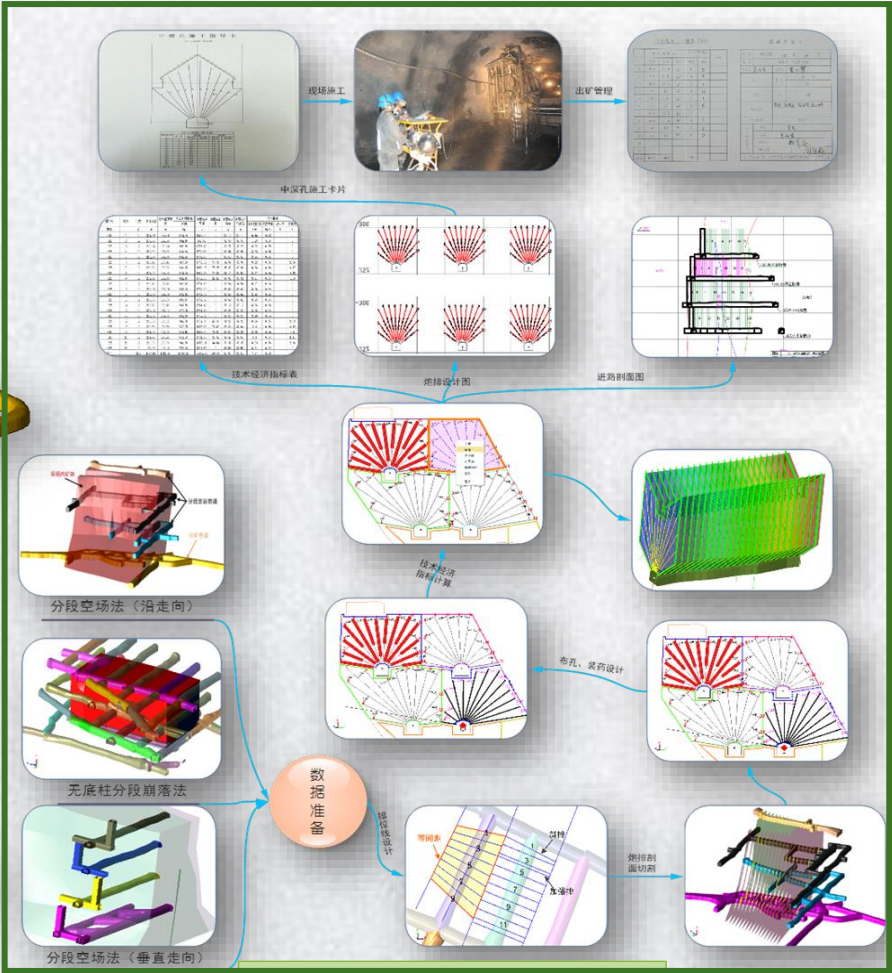
- 算钱
- 做正确的图



开拓系统设计



采矿单体设计



回采爆破设计

指导生产

设计出图

技术经济指标计算

布孔、装药设计



开采方案优化智能化——地下矿多层次计划编制

知行合一、经世致用

基于工程网络和多目标优化模型，采用模拟开采技术，实现计划的可视、可控、可调、可执行。

采掘计划目标

目标一般为**净现值**，**品位**，**金属量**，在有限的资源条件下，使得总的偏离目标值的**偏差最小**

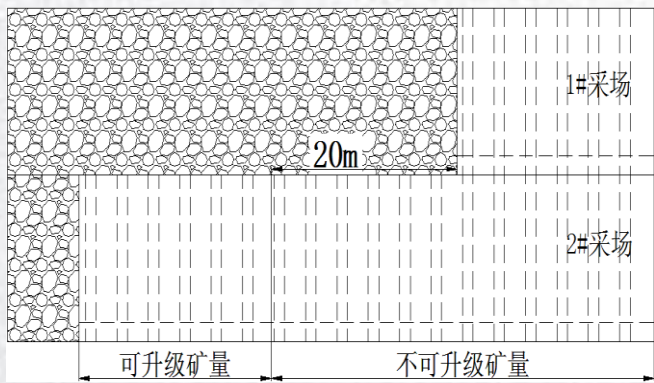
采掘计划约束

逻辑约束：如品位，金属量，净现值等；
业务约束：活动设备数，分段数等；
空间约束：分段水平约束和分段垂直约束；

出矿品位控制

出矿品位的控制关系到出矿品位波动幅度的大小，影响选矿的回收率，设置采掘计划目标时需要**增加品位控制优先级/权值**。

	t=0	时期t									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
采场a	1	1	1								分段V1
	2	1	0								
	3	0									
	4	0									
	5	1	1								分段V2
	6	0									
	7	1	0								
	8	0									
	9	0									分段V3
	10	0									
	11	0									
	12	0									
	13	0									分段V3
	14	0									
	15	1	1								
	16	0									
	17	0									分段V3
	18	0									
	19	0									
	20	0									



初始场地确定

回采设备调度控制：地下矿山回采设备的调度方向一般为**自上向下调度**；
初始场地的确定：初始时期设备停留的位置；

回采设备能力“归一化”处理

模型为避免设备能力变化时，对计划编制产生较大影响，采用**归一化**避免；
归一化原理：矿石量守恒原理

三级矿量控制

矿山三级矿量保有期平衡是检验编制计划是否合理的重要指标之一，包括**开拓矿量**、**采准矿量**以及**备采矿量**



知行合一、经世致用



工序

工序名称	量算单位	工序颜色
1 掘进	米	绿色
2 中深孔	米	黄色
3 回采	万吨	红色
4 充填	立方米	蓝色

增加 删除 确定 取消

计划列表						
	当前周期	周期名	时间单位	单位数	起始日期	计划周期
1	☐	年计划	月	1	2019/1/1	12
2	☒	2020年...	月	1	2020/1/1	18

计划优化

产量信息

计划产量	159.84	万吨/年
生产能力	16650	吨/月
波动区间	6	%
步建值	150	吨

单位信息

主金属	Cu
品位	0.2 %
波动区间	2 %

其它约束

最多超部分吨数	3	同分属最多超能采场	3
同分属最多的采场	9	野外排产时	0 月

确定
取消

矿体模型

基础数据模型准备

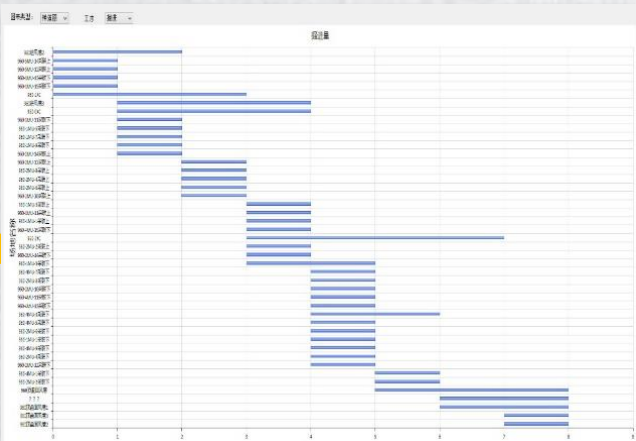
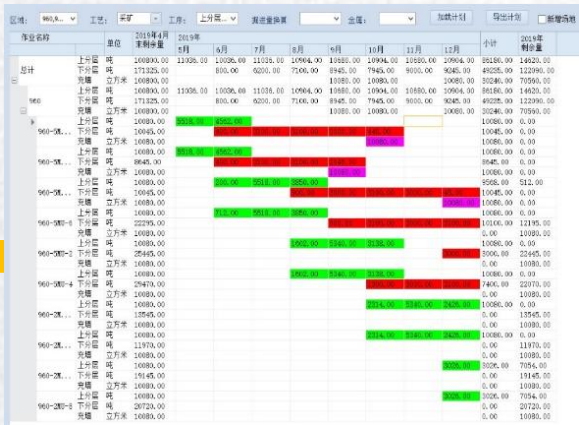
工艺及工序定义

周期定义

参数设置

生产计划编制流程

		采准车间进作业计划表																	
项目	核算口径	合计		2024年1月			2024年2月			2024年3月			2024年4月			2024年5月			
		量	重	量	重	量	重	量	重	量	重	量	重	量	重	量	重		
掘进量		230	435.15	232	438.28	246	452.85	240	437.40	261	476.43	271	494.13	260	485.40	250	468.00	253.5	
1、2024年1月20日前掘进量	1504	285	457.05	115	215.80	118	218.88	136	258.74	128	238.80	135	255.14						
2、2024年1月21日至月底掘进量	1504	285	458.10					125	217.66	128	238.80	136	258.99						
3、2024年1月26日至月底掘进量	1504	285	458.70									135	255.14	120	233.40	115	215.80	253.5	
4、2024年1月27日至月底掘进量	1504	285	459.75											120	233.40	115	215.80		
5、2024年1月28日至月底掘进量	1504	285	460.75	115	215.80	118	218.88	136	258.74	128	238.80		218.51						
6、2024年1月29日至月底掘进量	1504	285	461.80	115	215.80	118	218.88	136	258.74	128	238.80								

[illegible]

掘进计划作业表

调整计划

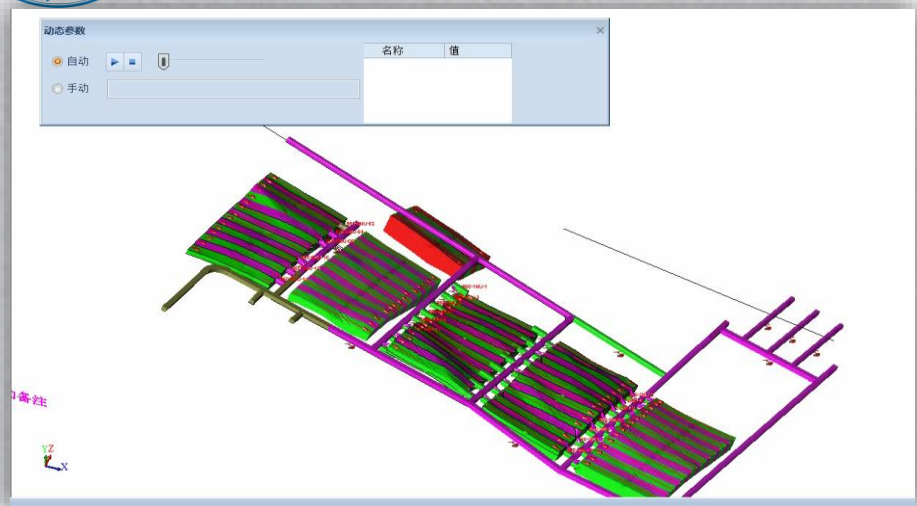
掘进计划参数设置

中长期计划编制结果

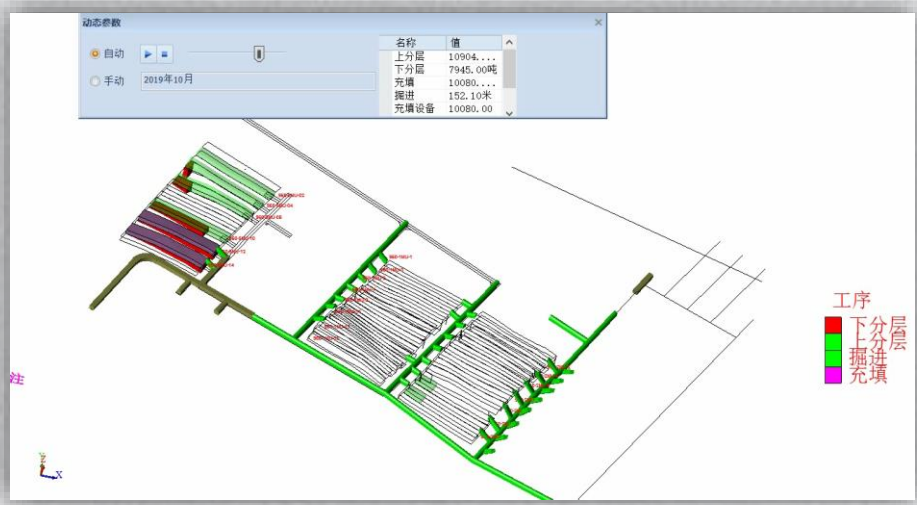


开采方案优化智能化——地下矿生产计划结果仿真

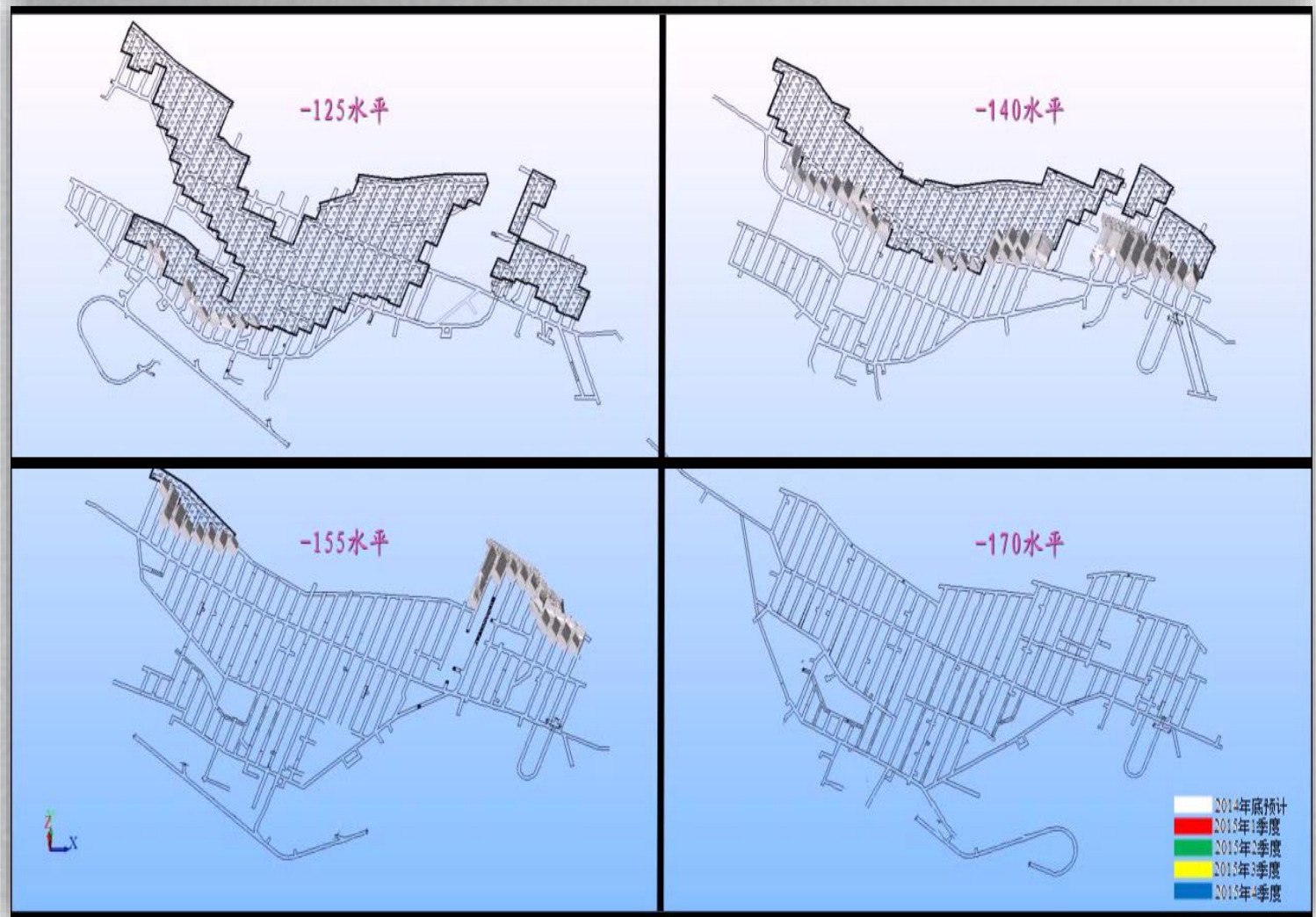
知行合一、经世致用



根据不同时间段配色



根据不同工序配色





开采方案优化智能化——露天矿开采规划与设计

知行合一、经世致用

- 资源模型

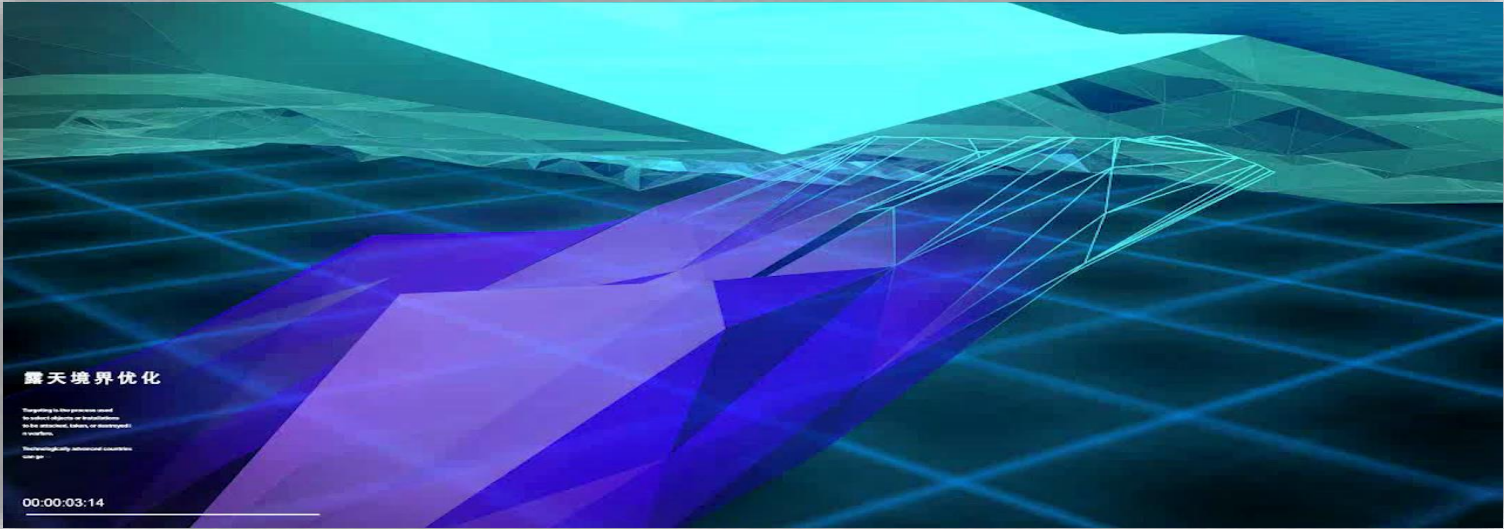
 - 有用元素
 - 品位
- 价值模型

 - 价格
 - 成本
 - 回收率
- 境界优化

 - LG算法
 - 多境界壳
- 开采模型

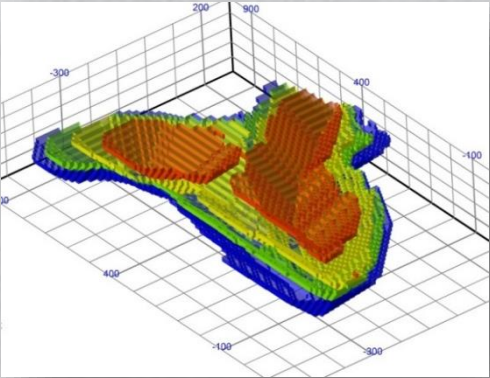
 - 规模
 - 分期开采
 - 投资风险
- 采剥计划

 - 净现值
 - 剥采均衡
 - 品位均衡

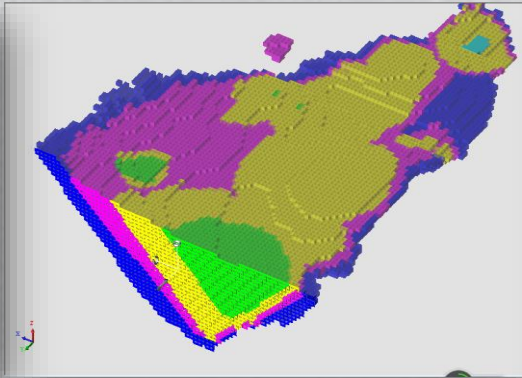


境界优化

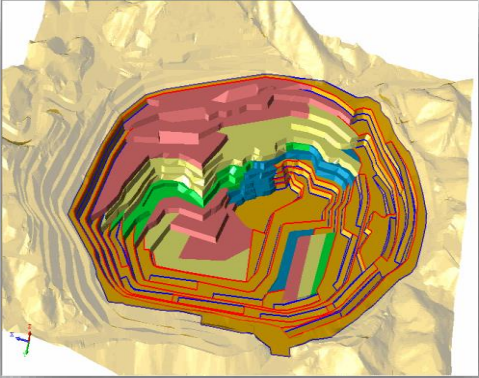
2015年2季度电铲作业计划及品位预计(3月29日—6月28日)											
电铲位置及作业量						物料品位预计					
电铲号	台阶	东破	西破	堆浸	废石胶带	废石	Cu	Au	Ag	S	
10#	-10	70	85	55			0.350	0.120	1.00	1.2	
8#	20	90	30	80			0.320	0.120	1.00	1.3	
8#	5	10					0.290	0.110	0.80	1.2	
3#	5	70	40	15			0.290	0.110	0.80	1.2	
6#	20		185	45	40		0.440	0.330	0.90	2.4	
16#	95				60						
16#	305					320					
5#	125	5		13			0.280	0.070	0.74	2.3	
5#	110	30		37			0.310	0.130	0.90	1.2	
5#	95	120					0.480	0.230	1.00	0.6	
7#	290					200					
东破		395			排土量		0.367	0.152	0.95	1.1	
西破			340		865		0.389	0.233	0.92	1.9	
累计		735	245	100	520		0.377	0.189	0.94	1.5	
铲装作业量					1600						



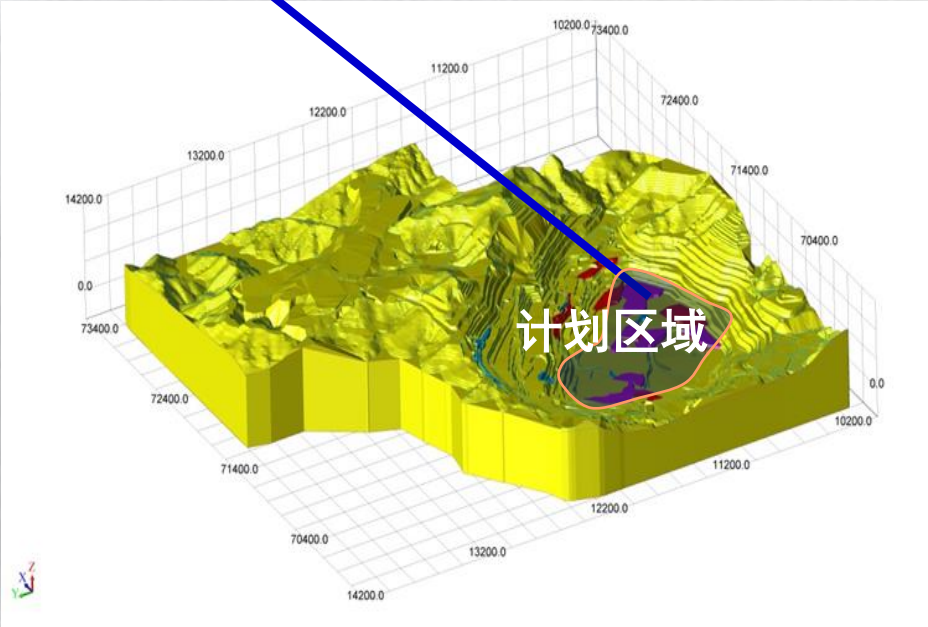
境界壳



分期开采



计划编制





知行合一、经世致用

分采
分爆

- 指标曲线
- 智能边界

参数设计

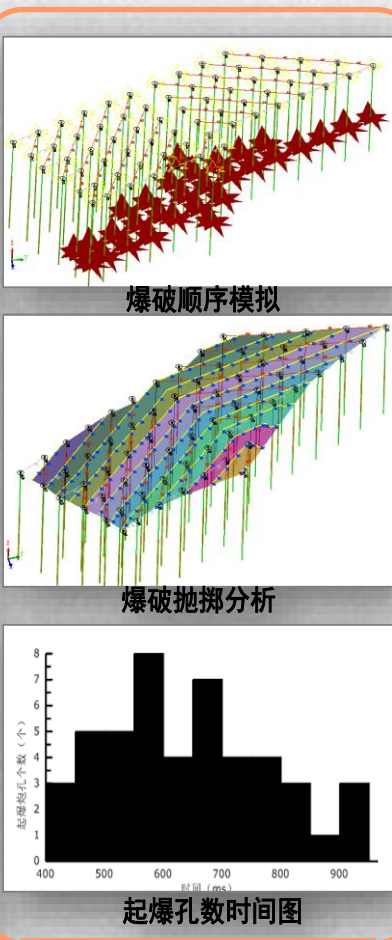
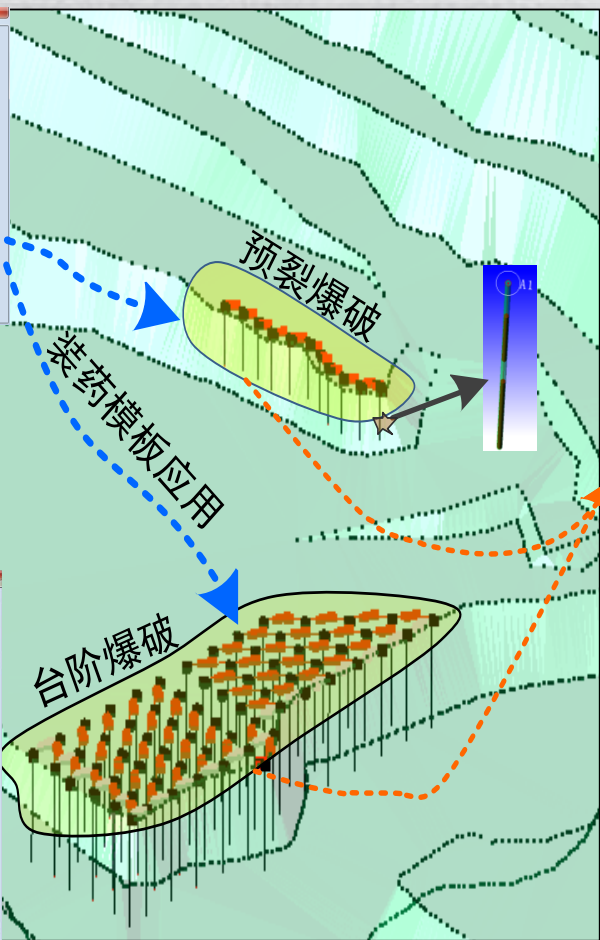
- 自动布孔
- 自动分段

爆破
仿真

- 起爆
- 抛掷
- 能量

施工图表

- 自动生成施工图表
- 与智能装备对接



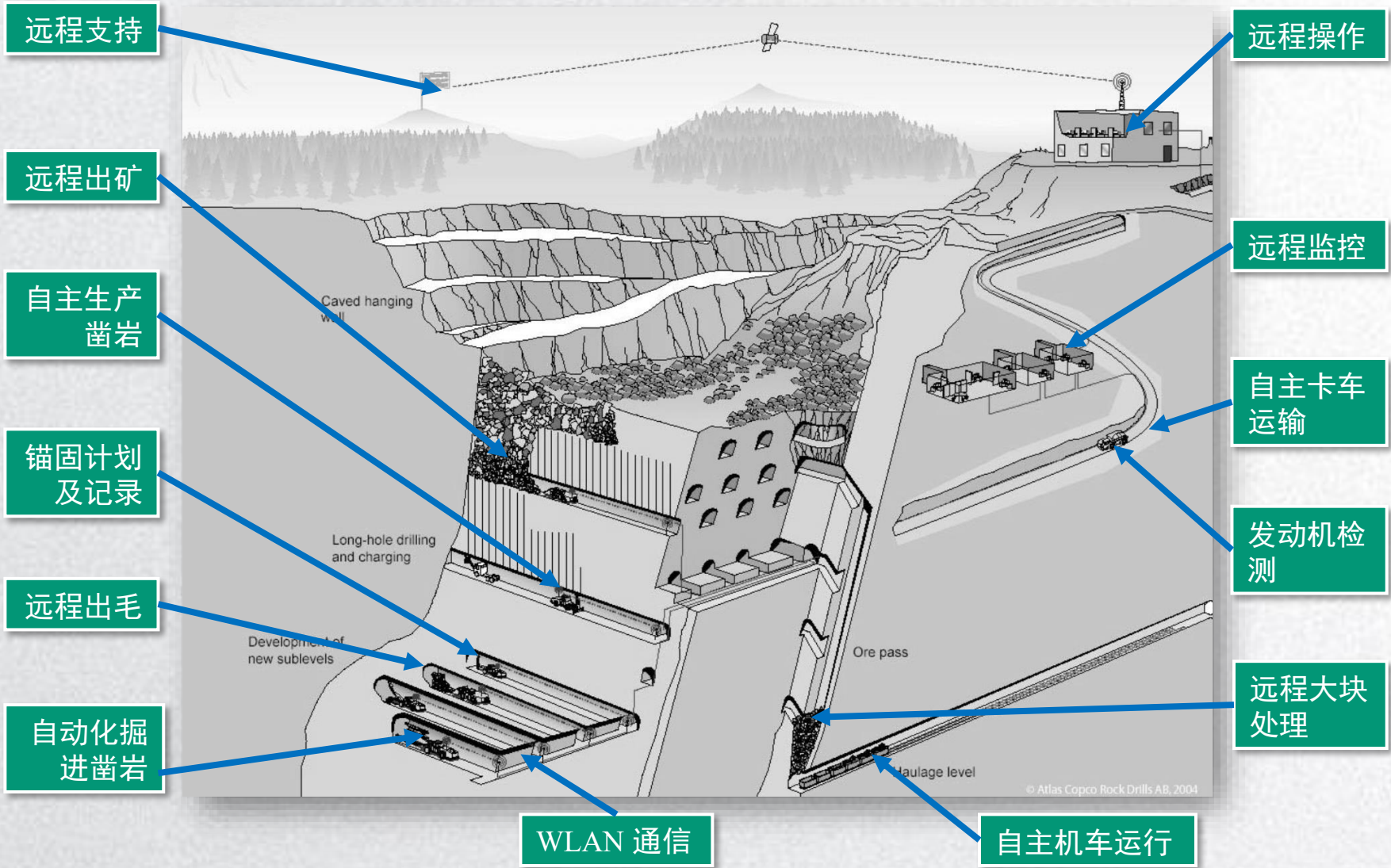


矿山生产作业智能化



矿山生产作业智能化——智能化装备与作业

知行合一、经世致用





矿山生产作业智能化——智能化凿岩

知行合一、经世致用

液压驱动

- 机构运动
- 钻进压力

智能电控

- 发动机
- 底盘
- 传感反馈

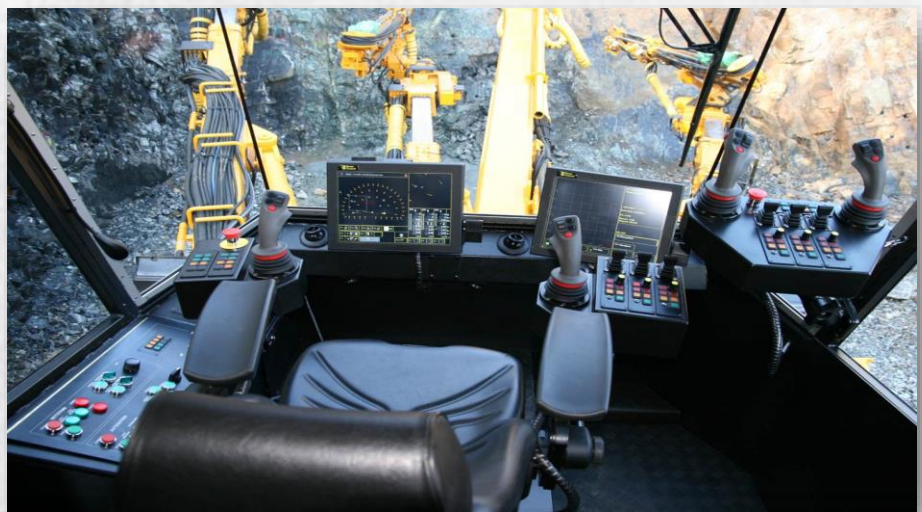
激光定位

- 钻机位置
- 环境扫描

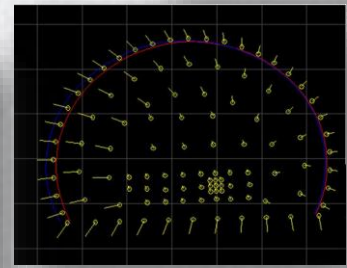
智能分析

- 故障
- 效率
- 工况
- 完成率

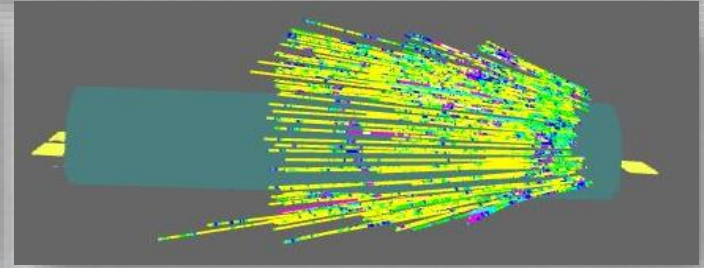
关键监控量：孔位、方向、冲击和旋转压力、推进和钻进速度、设备运行参数、过载保护、故障诊断、自动报警和维护提醒



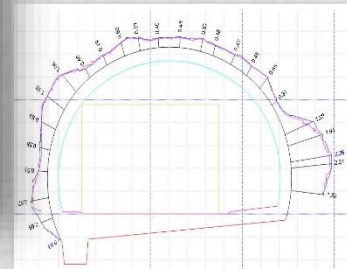
作业场景



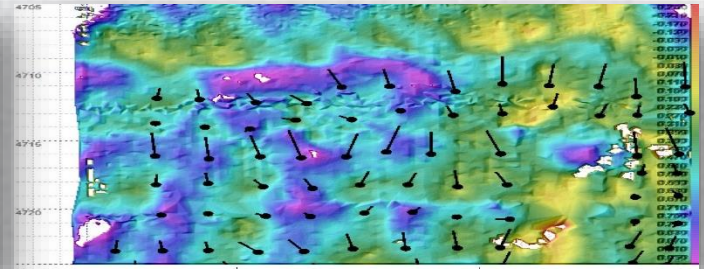
孔位与方向



三维随钻数据分析



作业范围



岩体工程质量分析与支护设计



矿山生产作业智能化——智能化支护

知行合一、经世致用

轮廓
扫描

- 喷层厚度
- 碰砟方案

喷砟
支护

自动喷砟

二次
扫描

- 评价质量
- 补喷砟

关键技术：扫描与评价



智能化喷混凝土过程



现场施工



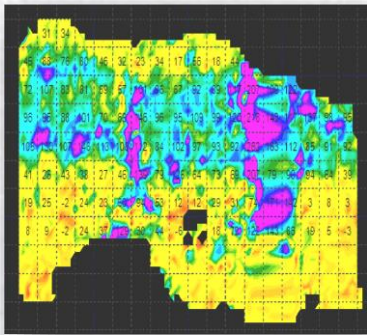
轮廓扫描



支护方案



激光扫描

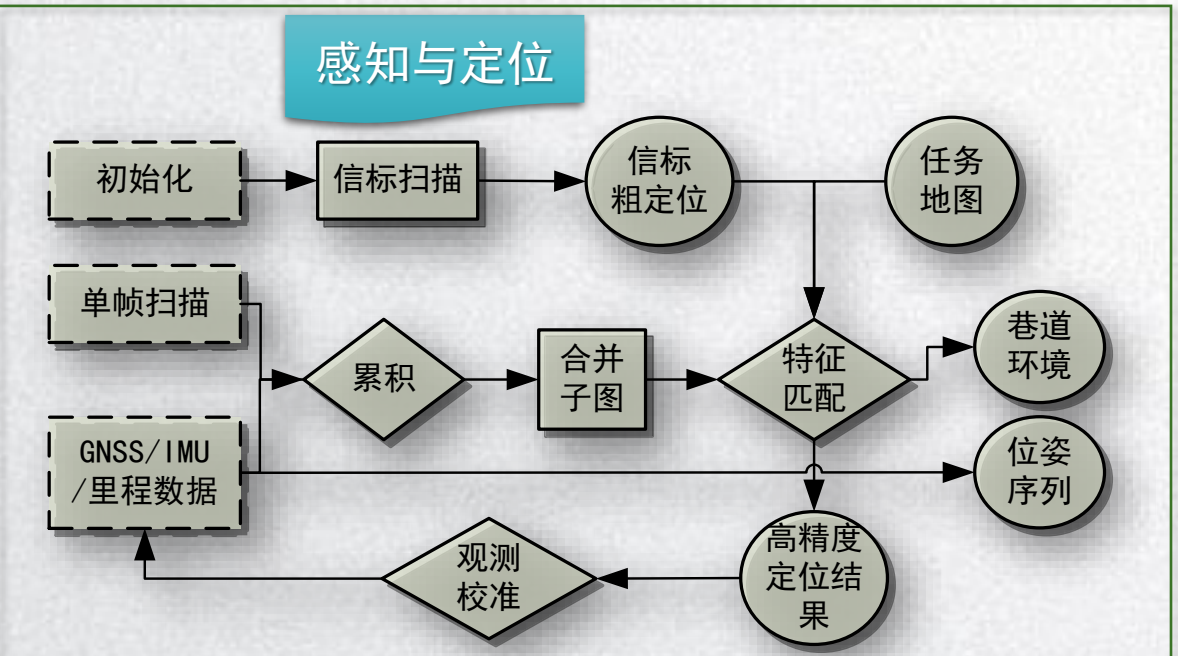
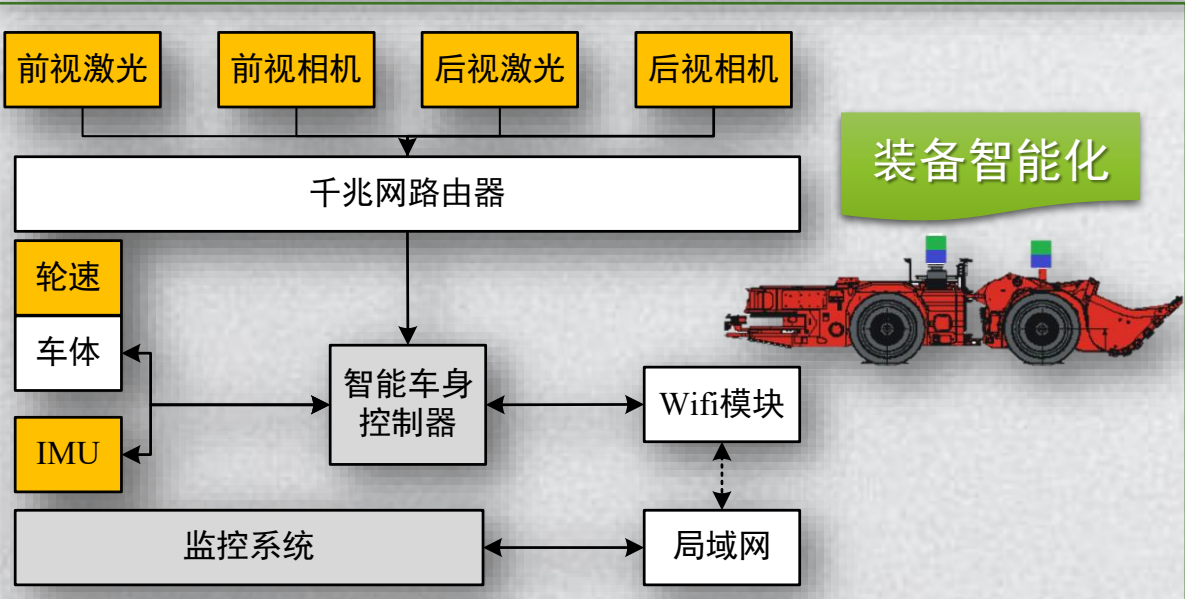
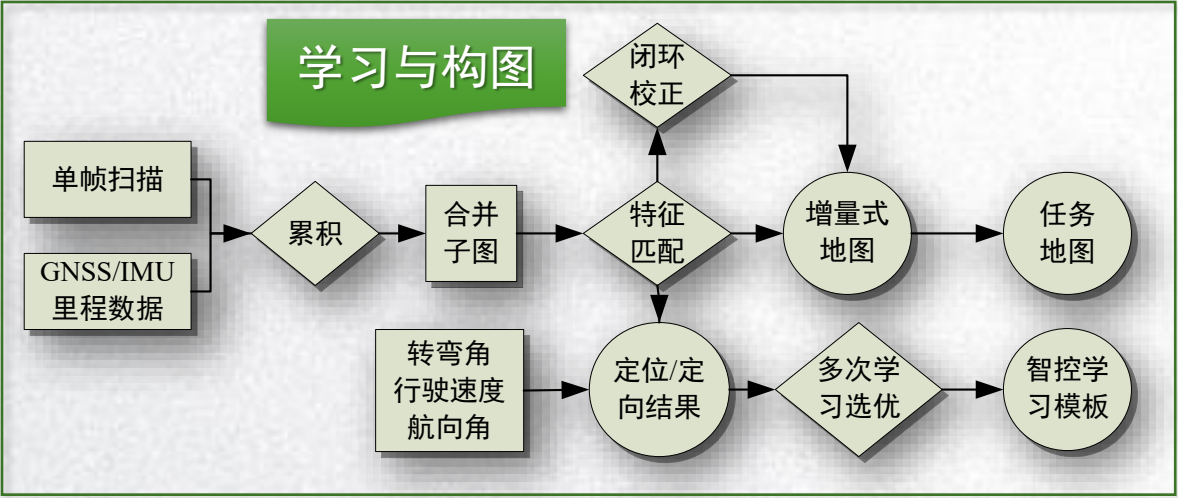
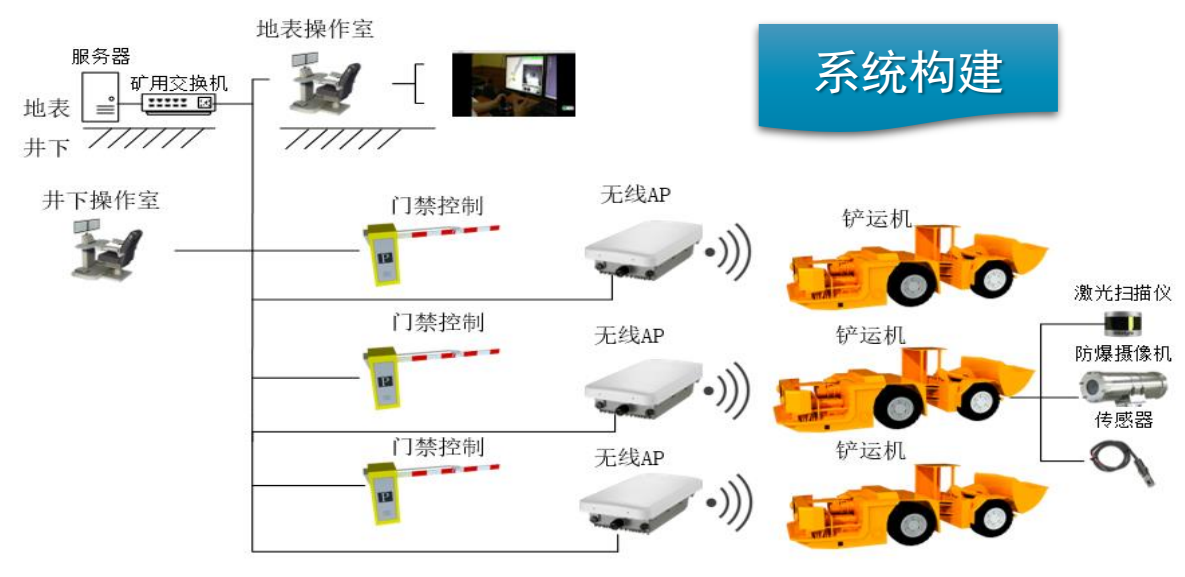


支护质量评价



矿山生产作业智能化——无轨装备的智能化

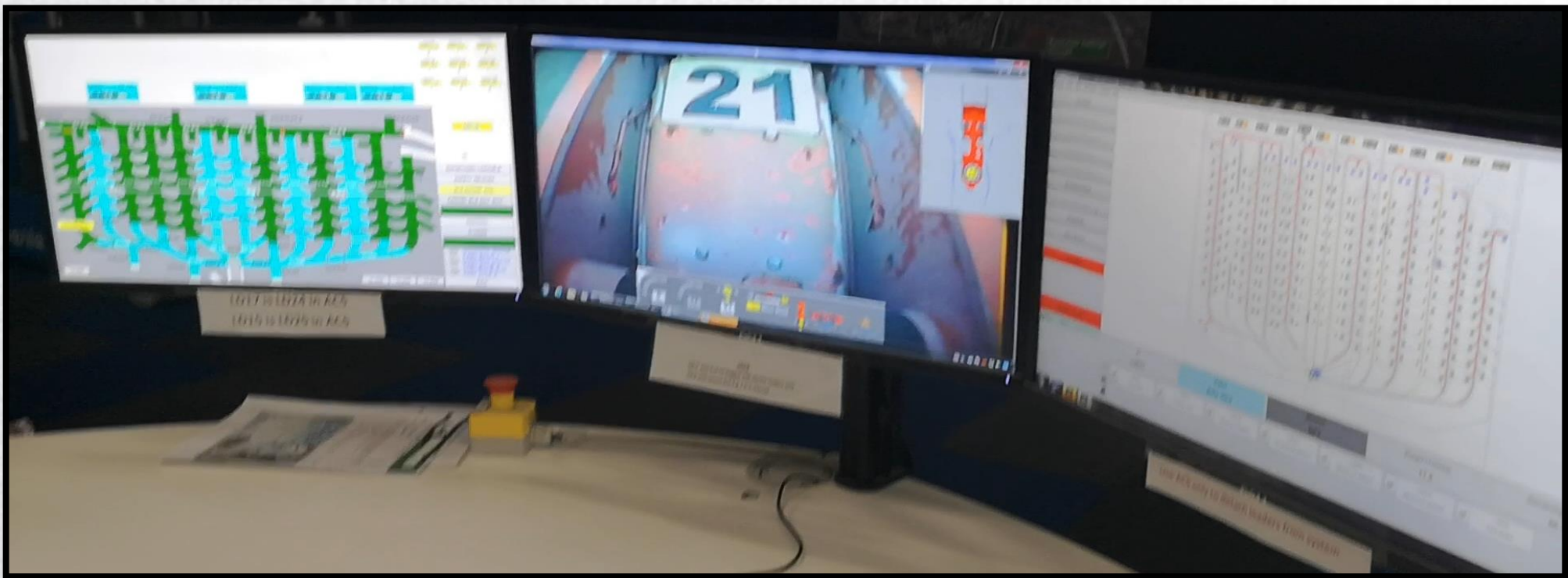
知行合一、经世致用





矿山生产作业智能化——无轨装备的智能化应用案例

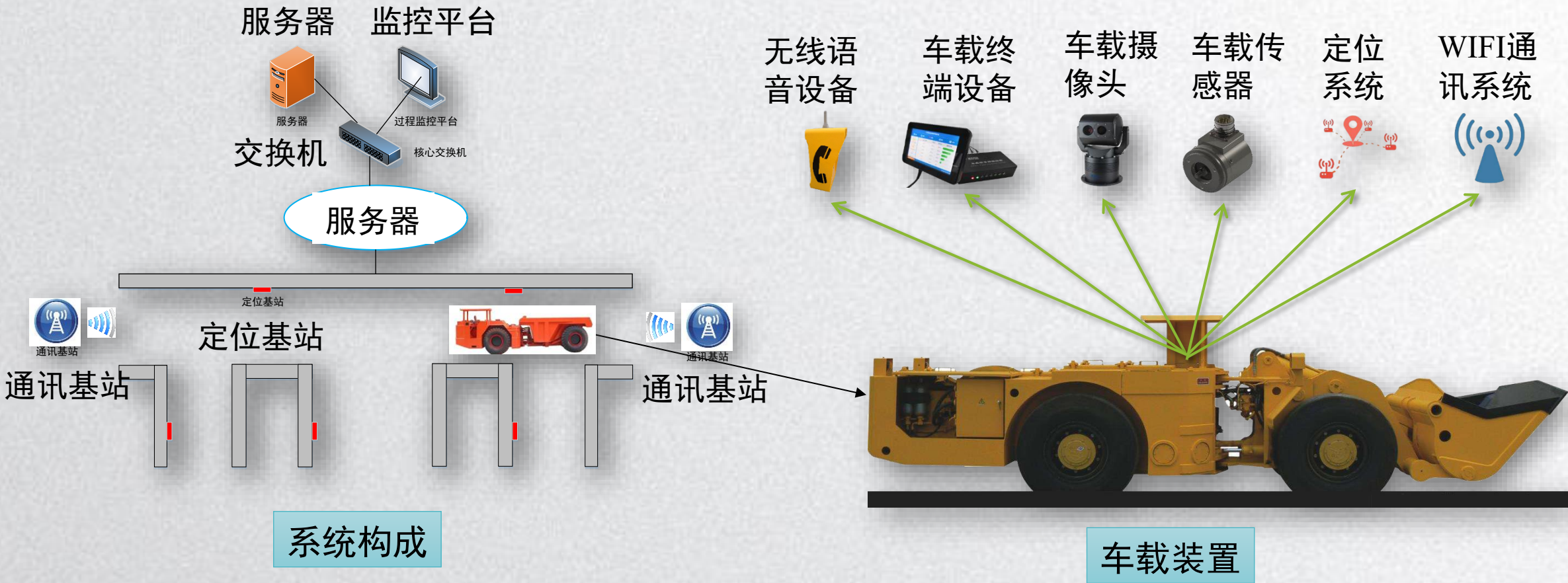
知行合一、经世致用





矿山生产作业智能化——无轨铲装运智能化调度管理

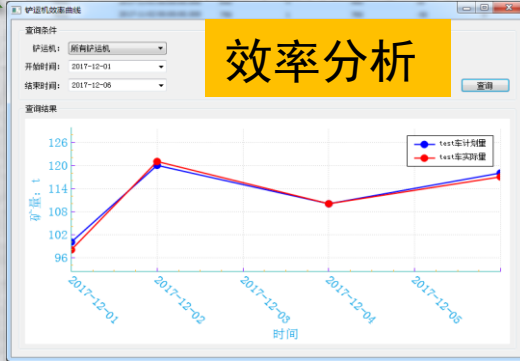
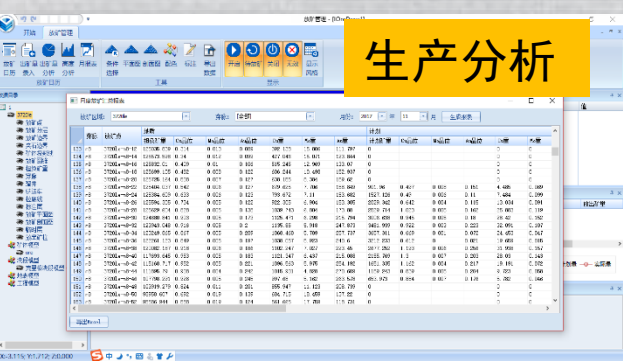
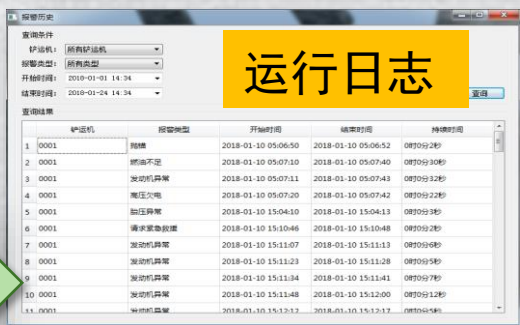
知行合一、经世致用





矿山生产作业智能化——无轨铲装运智能化调度管理

知行合一、经世致用

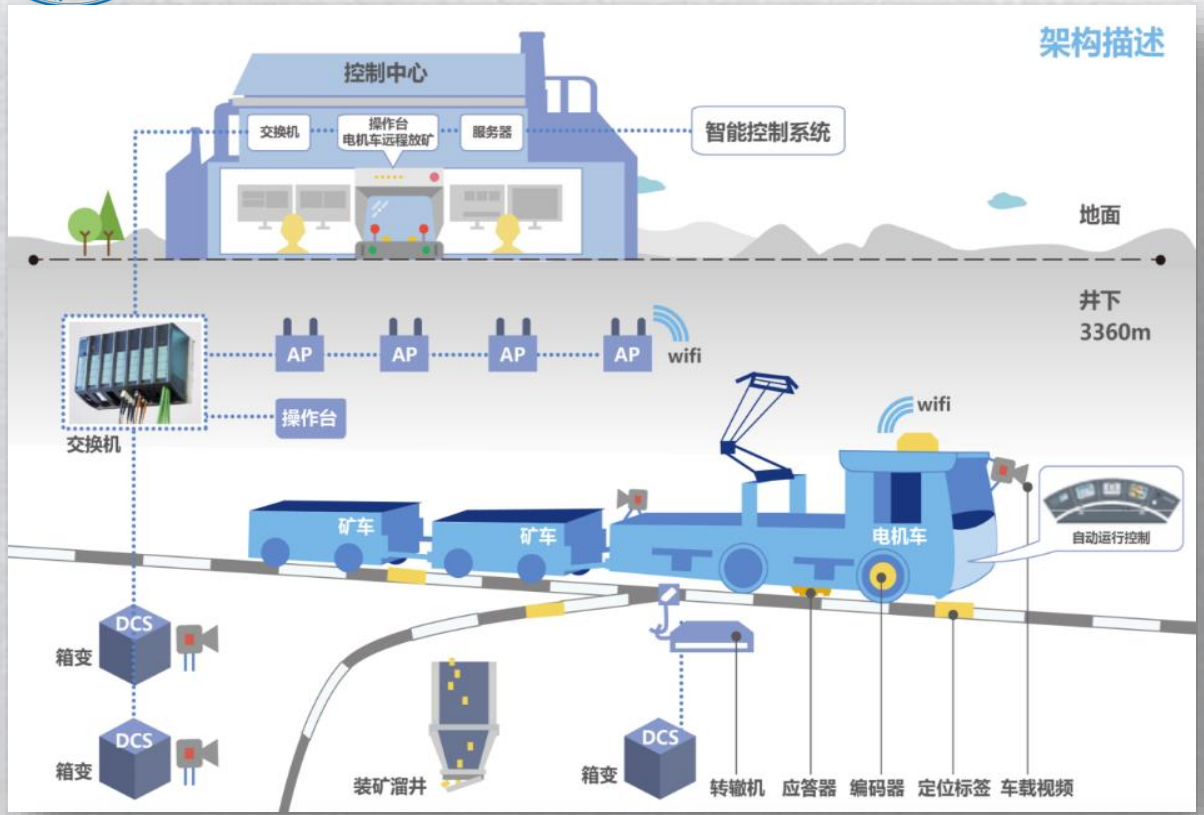


基于平行技术的可视化调度与管控



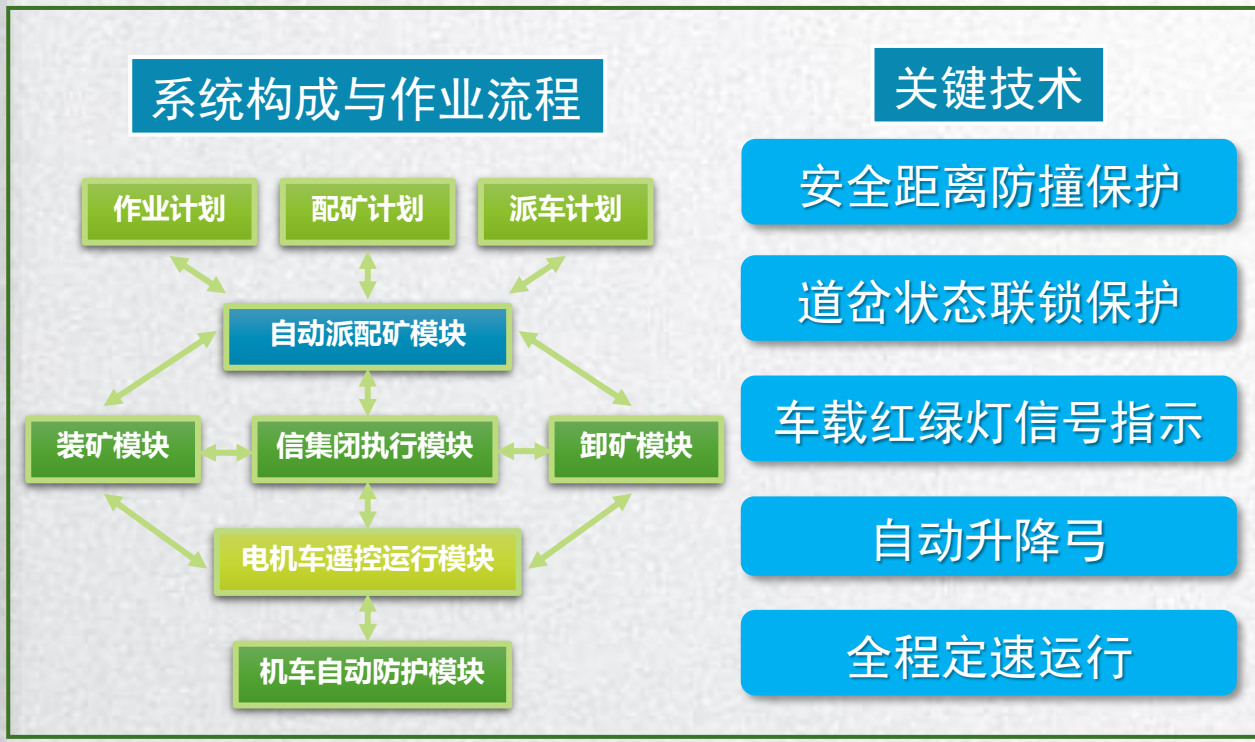
矿山生产作业智能化——井下电机车智能化装运调度管理

知行合一、经世致用



技术难点：**装载过程的智能化**

技术思路：采用**图像**和**深度测量**技术对矿车进行精确定位，确定矿车与卸矿点的相对位置，为机车提供运行指令；采用深度测量技术构建矿车装载模型，预测装载过程，为放矿闸门和机车运行提供调度指令，实现装载过程的智能化与无人值守。



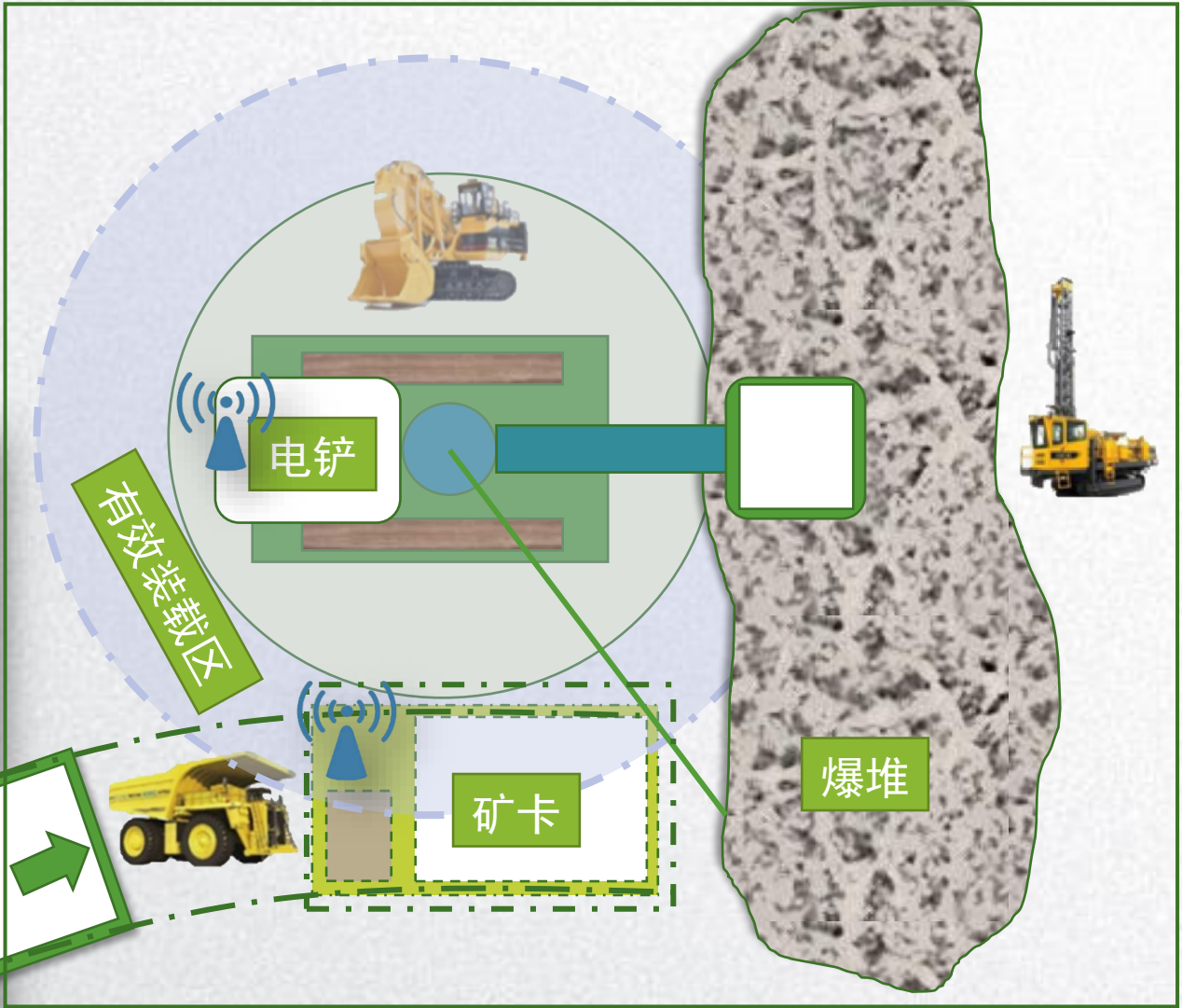


矿山生产作业智能化——露天矿卡智能化装载定位

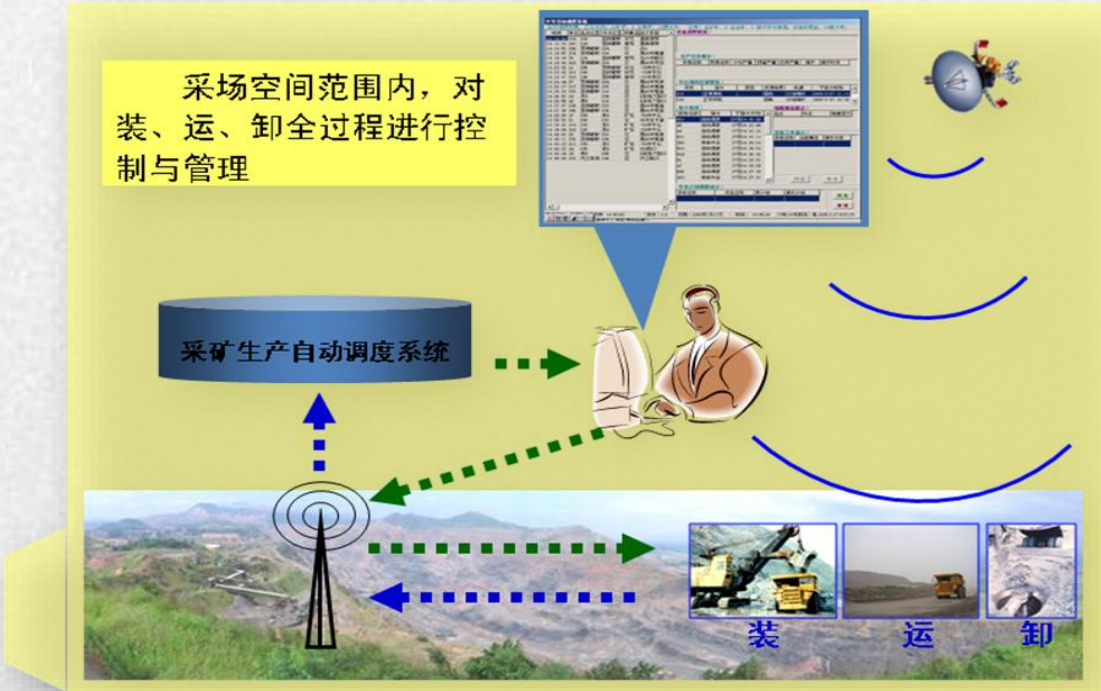
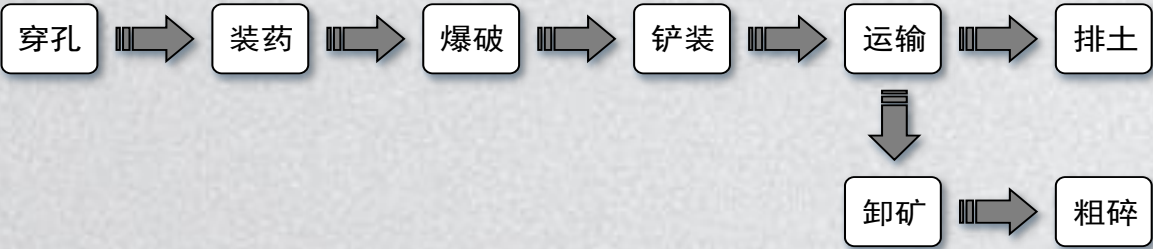
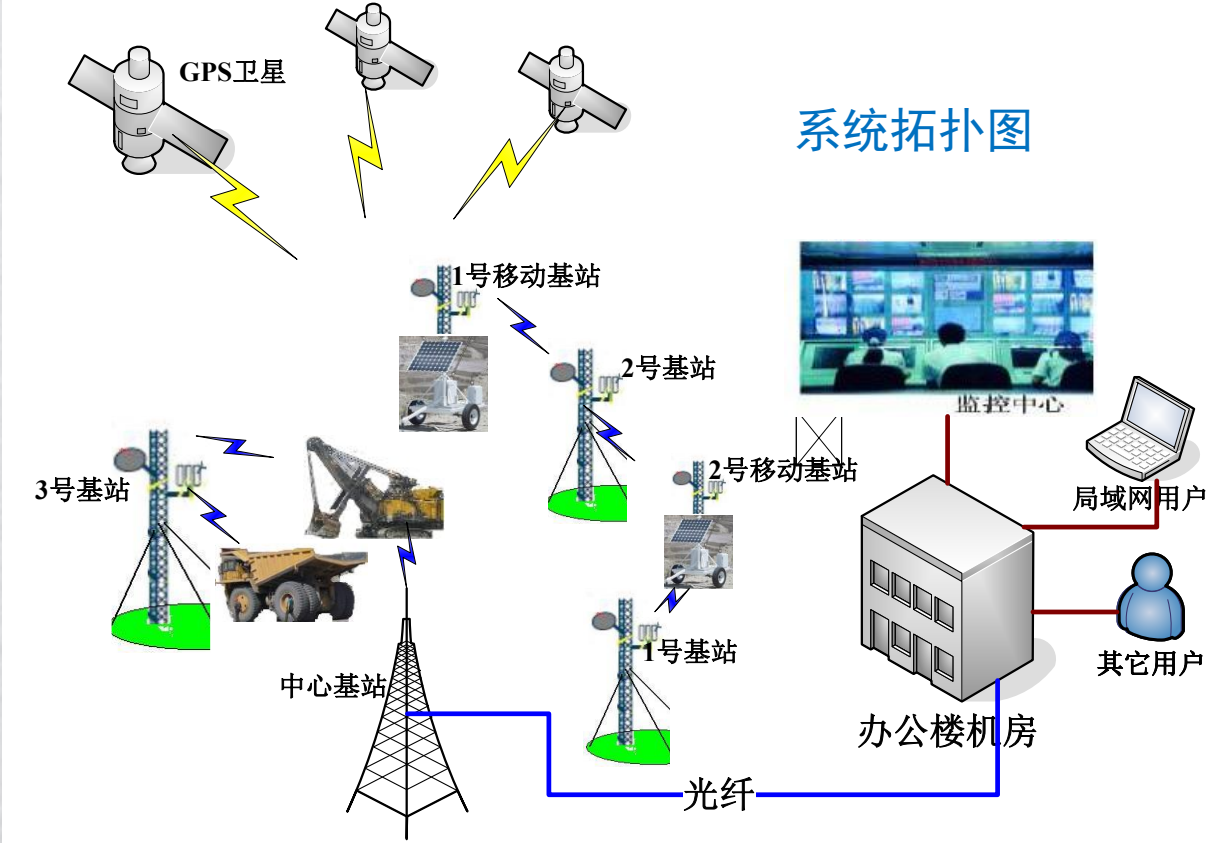
知行合一、经世致用

技术难点：如何高效智能实现以铲定车

技术思路：采用图像和深度测量技术确定爆堆边界，根据电铲装载模型和爆堆边界，确定最佳泊车位置，建立车铲握手通讯系统，由电铲发送泊车位置与姿态给矿卡，矿卡自主行驶至泊车位置，解决无人驾驶最后一公里难题。



智能化车铲匹配原理图



通过GPS或者BDS对露天采矿的设备进行位置确定，然后再通过数学优化算法对系统的各种资源进行全局优化配置的调度系统。



矿山生产作业管理智能化

知行合一、经世致用



如何实时掌握生产成本构成、做到日清日结

项目	单位	月计划	年计划	年计划	月计划	年计划	月计划	年计划
基建投资	工程费	280.00	0.00	380.00	73.68	0.00	-100.00	-380.00
	材料费	3542.00	0.00	4807.00	73.68	0.00	-1285.00	-4807.00
生产矿	产值	1387312.00	0.00	1855502.00	73.68	0.00	-480590.00	-1855502.00
	产值	25.00	0.00	5.00	580.00	0.00	20.00	-5.00
支护	产值	30.00	0.00	100.00	30.00	0.00	-70.00	-100.00
	产值	30.00	0.00	300.00	0.00	0.00	-300.00	-300.00
充矿	产值	224351.40	0.00	486780.00	46.00	0.00	-262428.60	-486780.00
	产值	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
其它	产值	15425.00	0.00	34300.00	45.00	0.00	-1885.00	-34300.00
	产值	280.00	0.00	400.00	50.00	0.00	-200.00	-400.00
合计	产值	1668988.40	0.00	2468582.00	66.77	0.00	-829893.60	-2468582.00
	产值	632.50	0.00	759.00	83.33	0.00	-128.50	-759.00

生产状况推送

生产统计

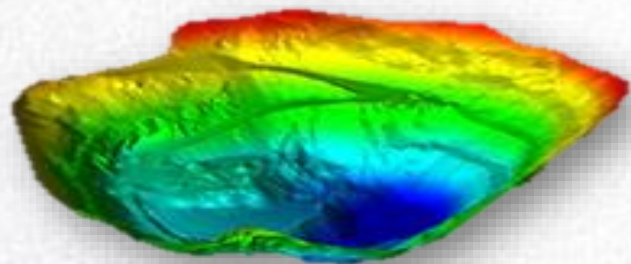


矿山生产辅助作业智能化

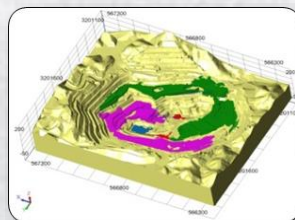
知行合一、经世致用



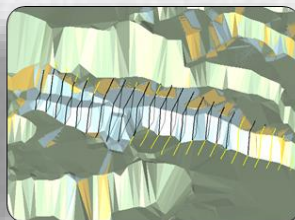
静态测量



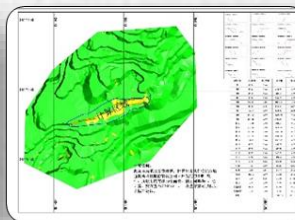
动态测量



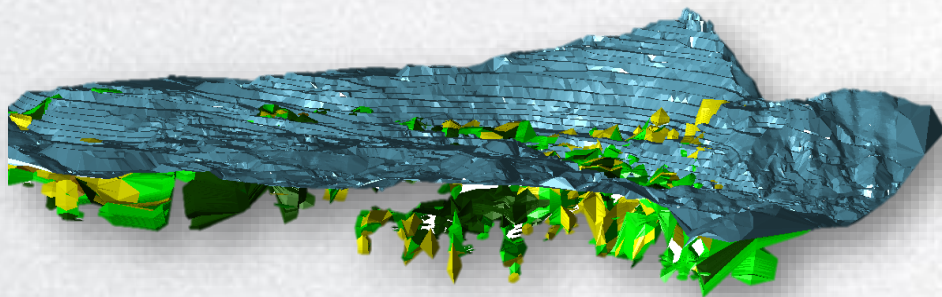
露天矿挖填量计算



剖面法方量计算



块段法方量计算



快速进行方量计算、地质保有与消耗、备采矿量计算



通过埋置传感器监测矿山岩体变形和断裂破坏过程中产生的微弱地震波，应用地震学原理分析波动信息，从而判断、评估监测对象的稳定性，为矿山灾害预报和控制提供依据

- 应用：露天矿山边坡稳定性监测
地下矿山地压监测
深井开采岩爆监测
采空区安全监测
盗采、越界开采监测等

- 组成：传感器（加速度或速度计）
数据采集基站
时间同步仪
数据采集软件
数据处理软件



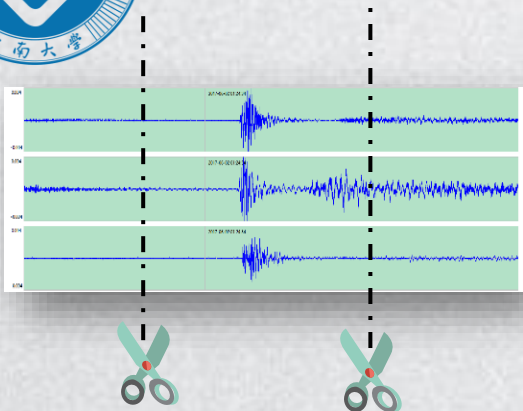
- 优势：区域监测、覆盖范围大；
灾害发生前期即能感知风险；
无需布置在危险区域

- 核心：数据处理。数据处理的准确和及时决定应用的成效。

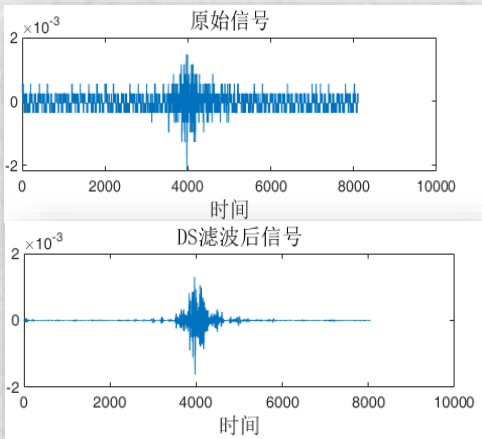


矿山生产安全监测智能化——微震监测数据智能化分析

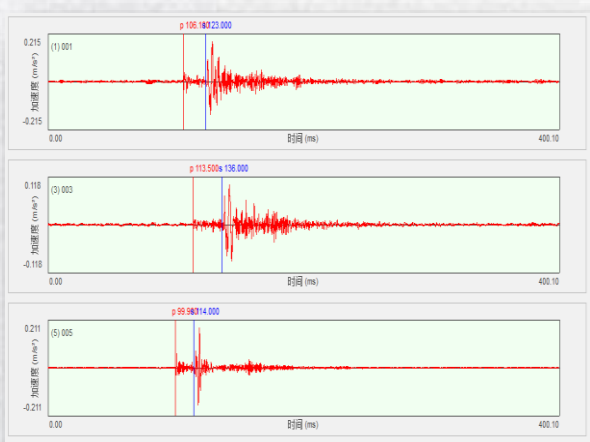
知行合一、经世致用



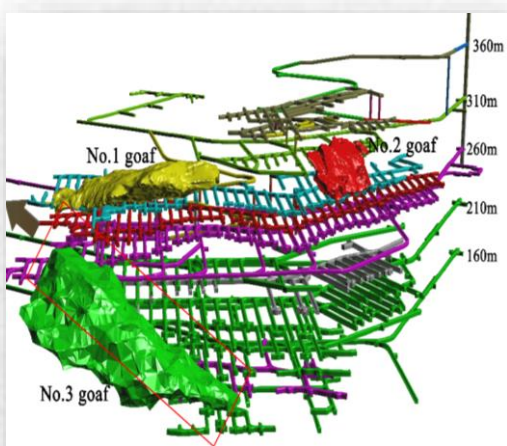
智能事件检测：
无遗漏、零误判



事件类型自动识别



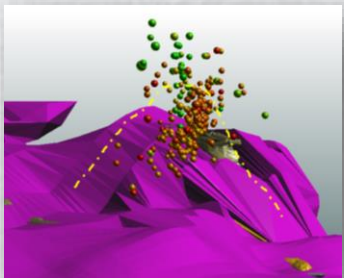
到时精准拾取



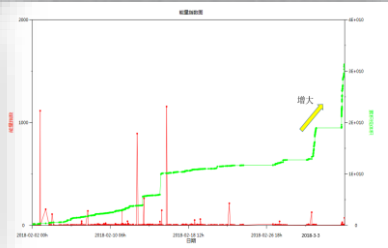
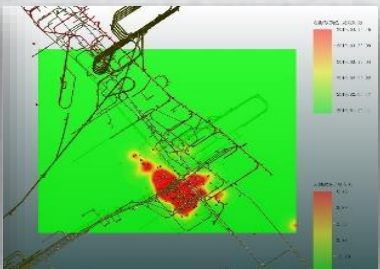
复杂速度模型构建



智能预警

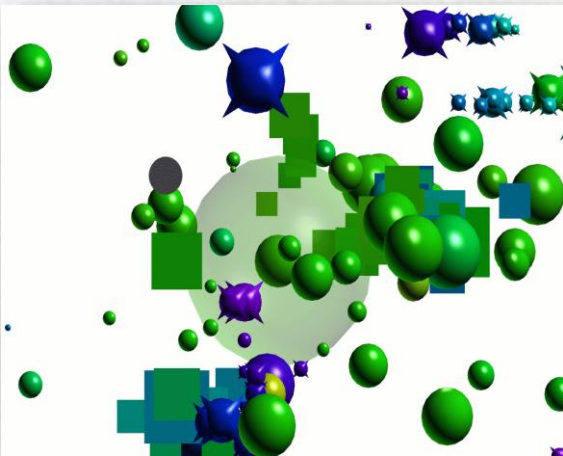


预警分析



属性	值
名称	08628 2018-12-12 11:00:03.369600
状态	取消冻结
事件类型	微震
发震时间	2018-12-12 11:00:03.680335
震源位置X	3141.2432.086
震源位置Y	471.9780.243
震源位置Z	204.052
有效P波到时数	5
有效S波到时数	5
定位使用P波数	5
定位使用S波数	5
定位均方根误差	0.00
平均信噪比	0.00
近震震级	-4.22
P波角频率	12.98
S波角频率	18.27
角频率比(P/S)	0.71
矩震级	1.22e-010
S波零频振幅	9.49e-011
P波零频振幅	5.21e-010
S波能流通量	1.76e-015
P波能流通量	1.97e+008
S波地震矩	3.57e+007
地震矩	1.17e+008
地震级	-0.62
P波能量	3.26e-003
S波能量	6.15e-003
能量	9.42e-003
能量比(S/P)	1.89
P波体变势	6.11e-003
S波体变势	1.10e-003
体变势	3.60e-003
体变势震级	-2.44
P波震源半径	187.29
S波震源半径	54.18
震源半径	120.73
静态应力降	28.98
视应力	2.01

震源参数计算



非匀速定位



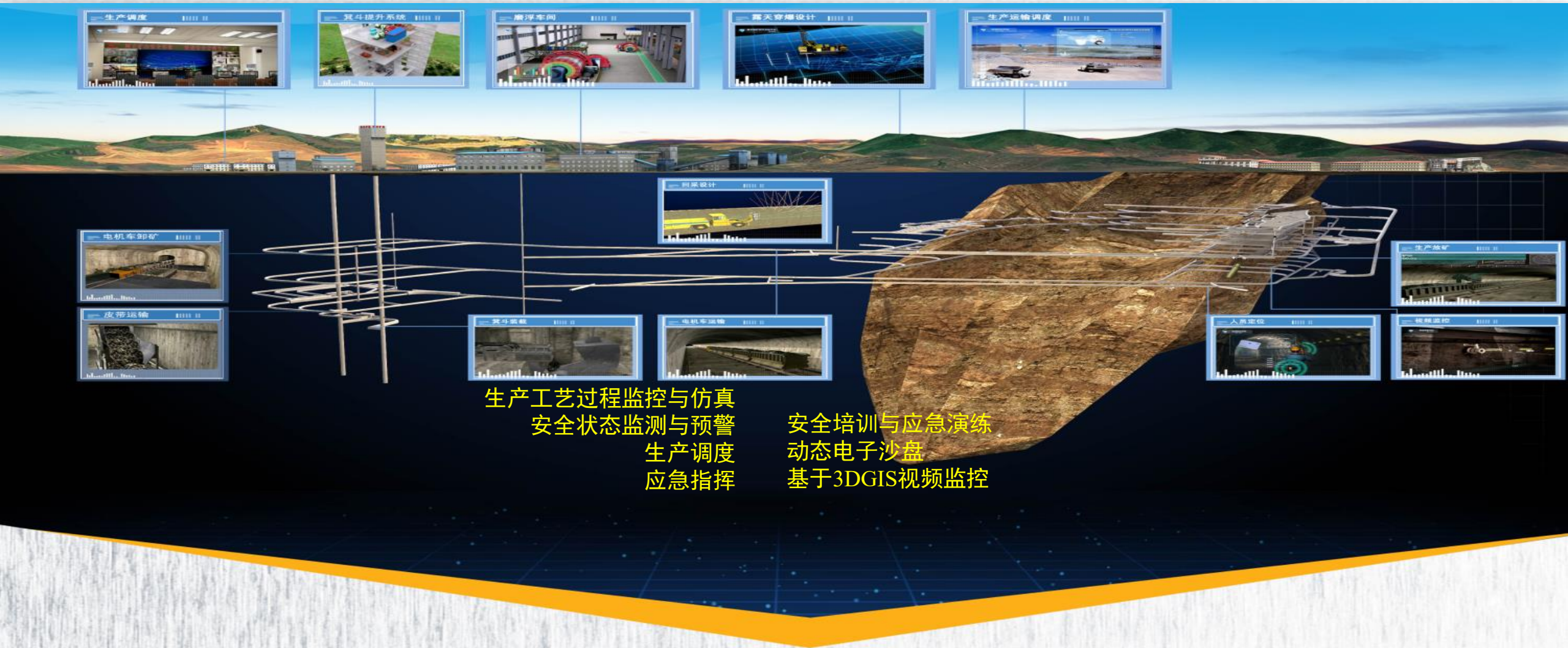
矿山生产安全可视化管控



矿山平行系统

知行合一、经世致用

基于3DGIS、VR和物联网技术，构建虚拟矿山，实现矿山安全生产可视化集中管控





矿山作业环境模型

知行合一、经世致用



露天矿三维可视化平台



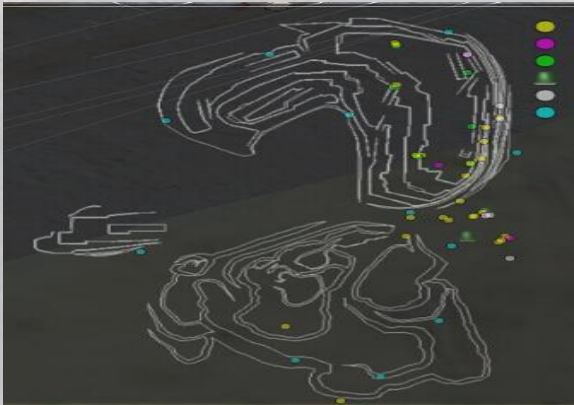
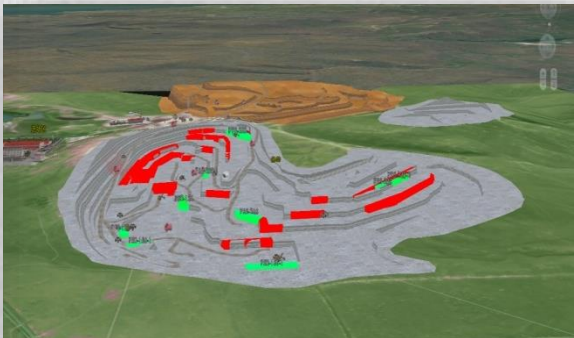
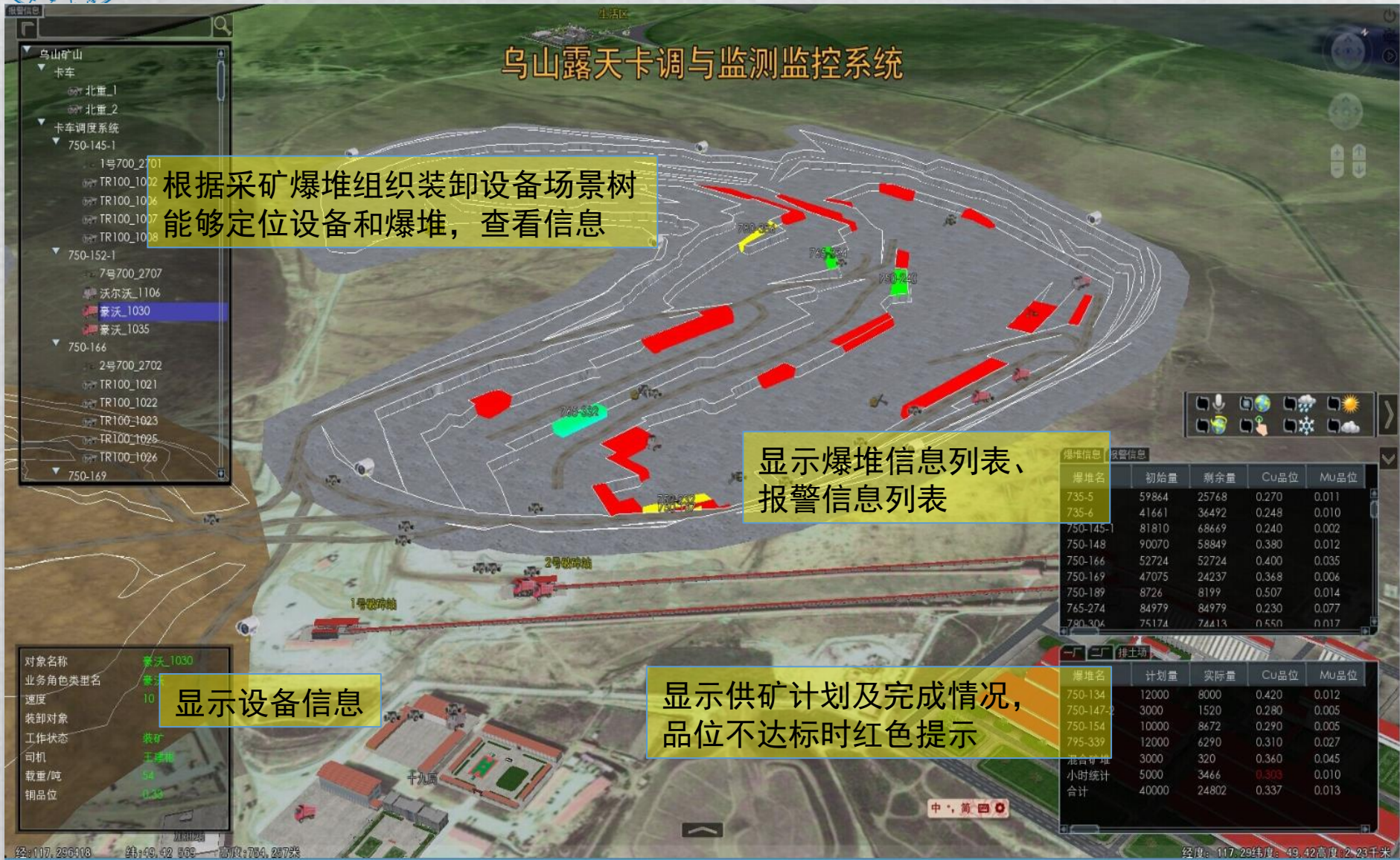
矿山选矿厂外观三维可视化



矿山采矿装备模型库



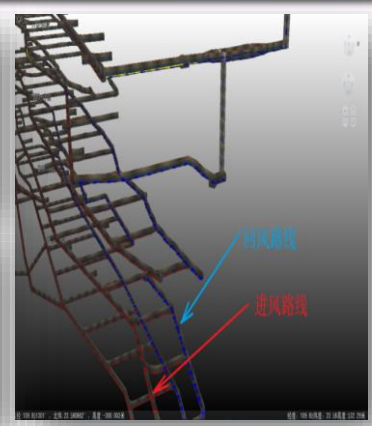
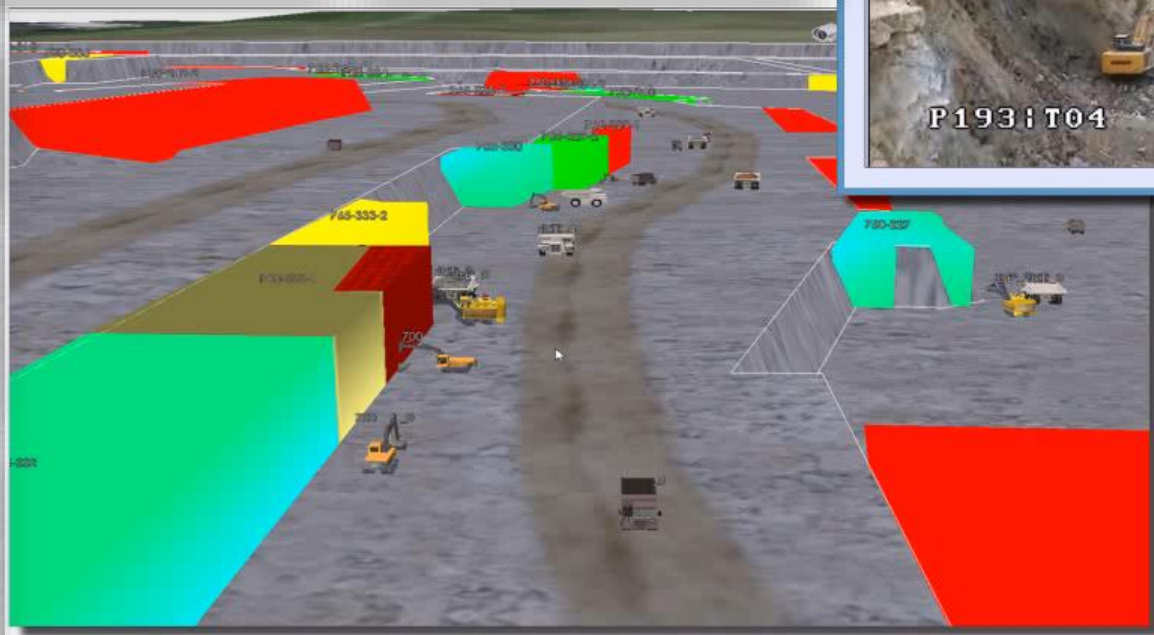
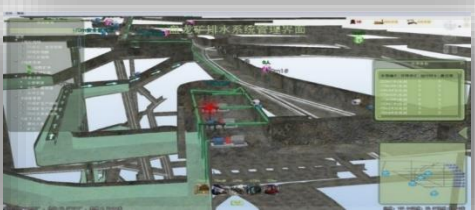
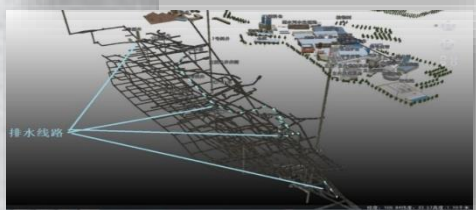
矿山选矿厂内部三维可视化





矿山生产与安全集成管控

知行合一、经世致用





矿山生产协同平台



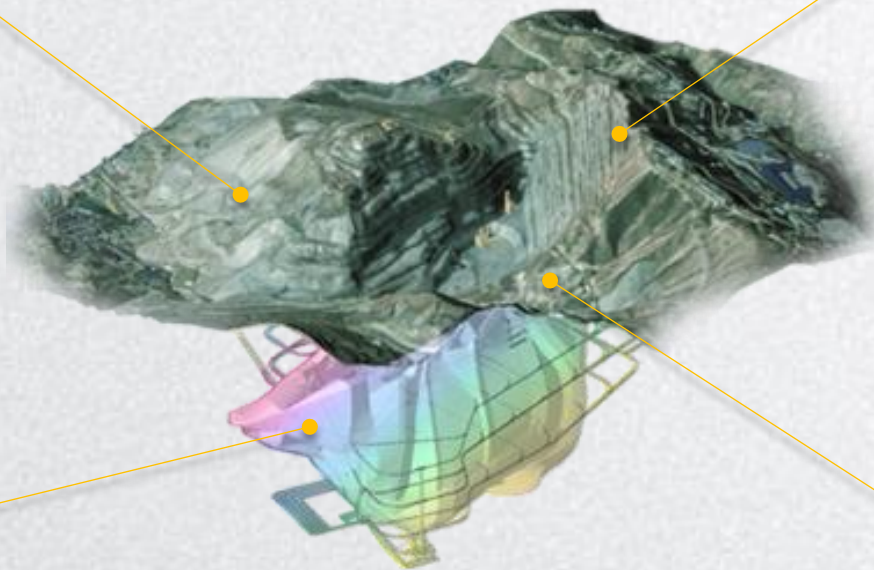
技术平台

解决技术问题，提供有效工具及协作平台。包括 DM 三维矿业软件、通风软件、配矿软件，生产计划编制软件、放矿软件等

生产管控平台

矿山生产管理。包括资源管理系统、生产执行系统（MES）、可视化集成管控系统

矿山生产协同平台



覆盖矿山全生命周期

安全监管平台

矿山生产安全监管。包括安全生产六大系统的设备与集成、尾矿库在线监测、边坡监测，微震监测、三维激光扫描仪、应急救援系统、安全监管平台、隐患排查系统、安全执法系统等

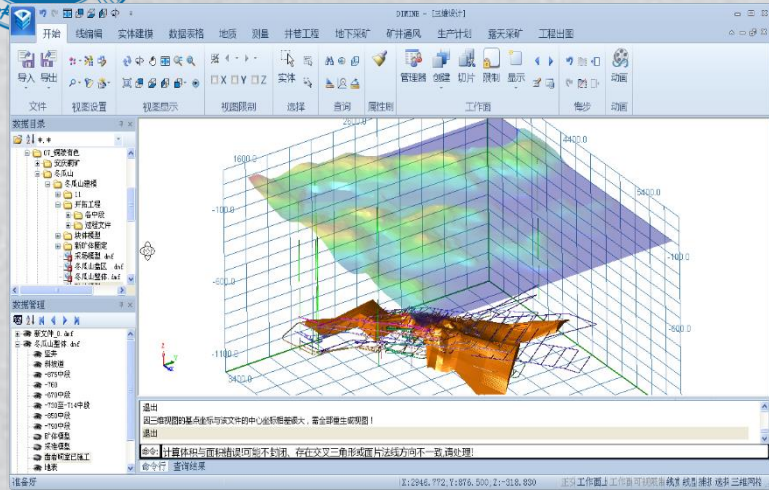
地矿行业虚拟实训系统

三维辅助教学系统、仿真实验系统、模拟实训系统等

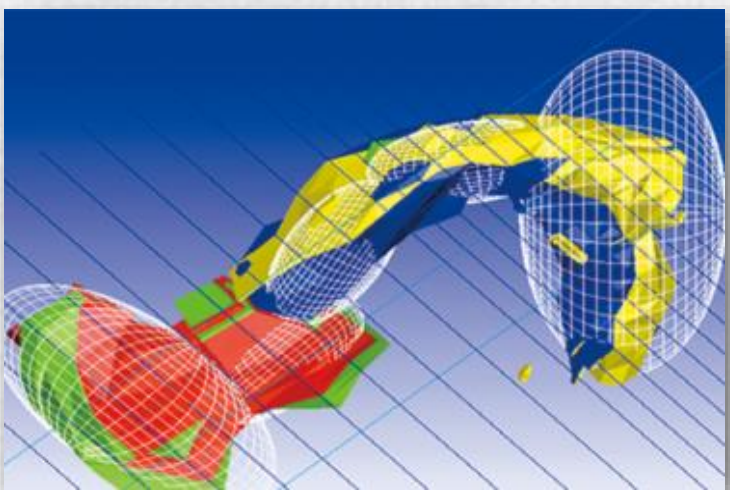


技术平台

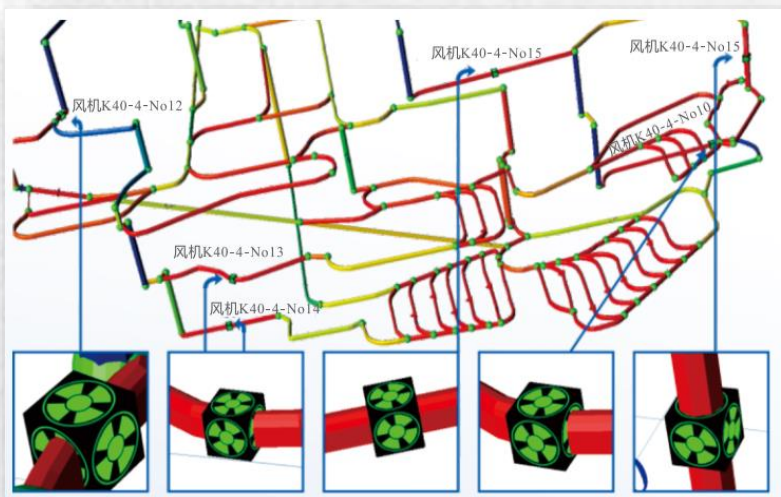
知行合一、经世致用



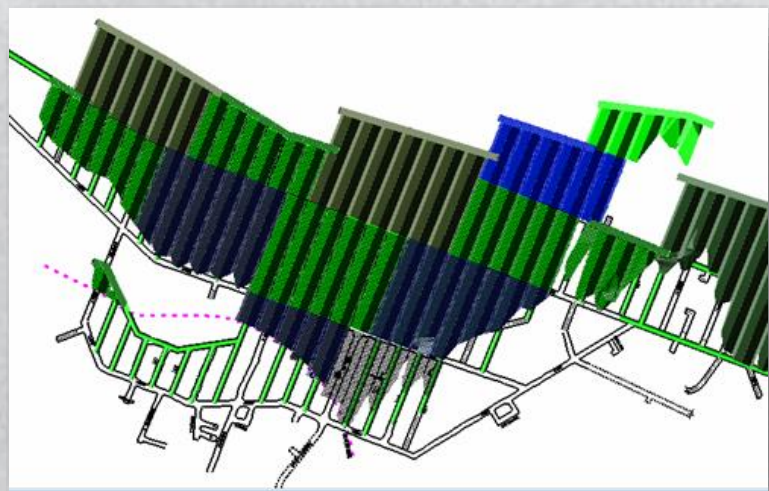
数字采矿软件系统平台 Dimine



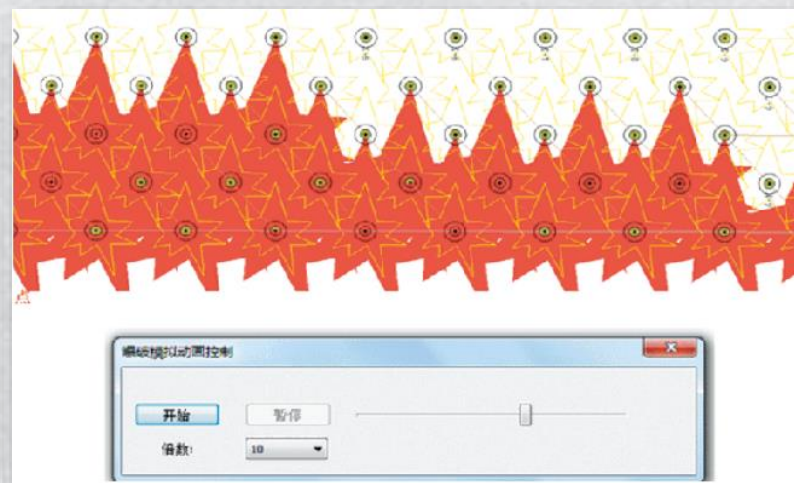
三维地质勘探软件平台 iGeoExplorer



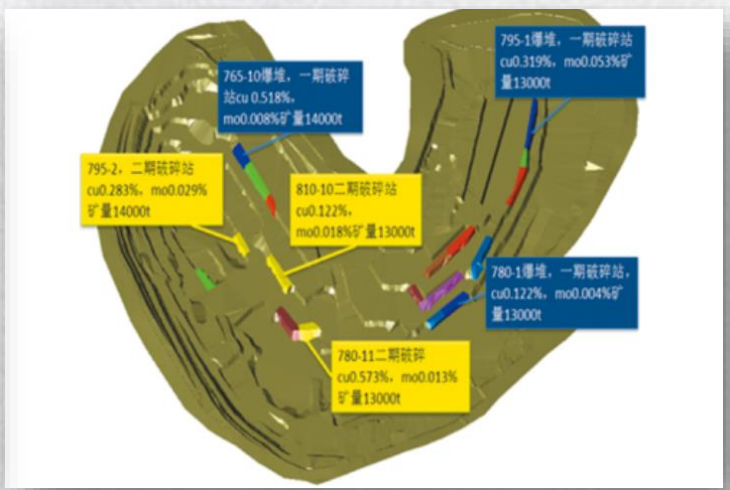
矿井通风系统 iVent



地下矿采掘计划编制系统 iSchedule



露天爆破设计系统 iOPBlasting

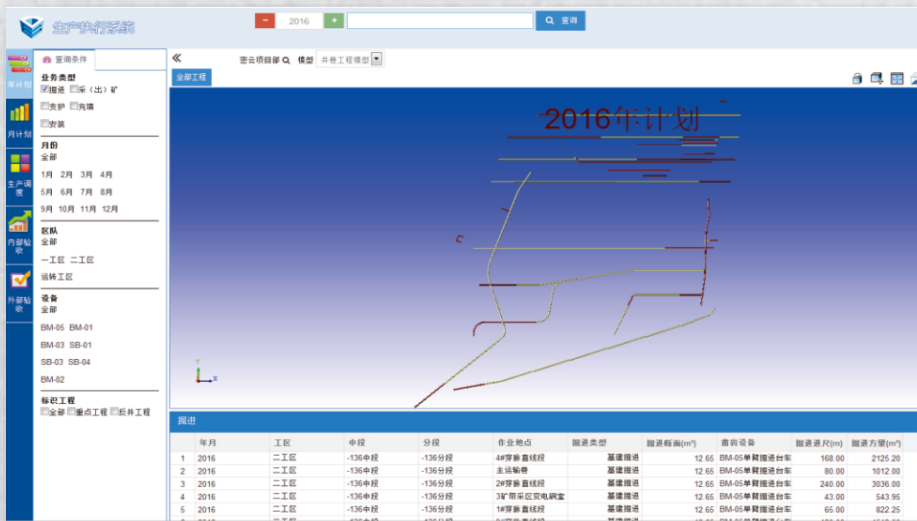


露天配矿软件系统 DM OBS



生产管理平台

知行合一、经世致用



矿业生产执行系统 DM MES



矿产资源管理系统 DM RES



数字矿山VR系统 (Underground) DM VR

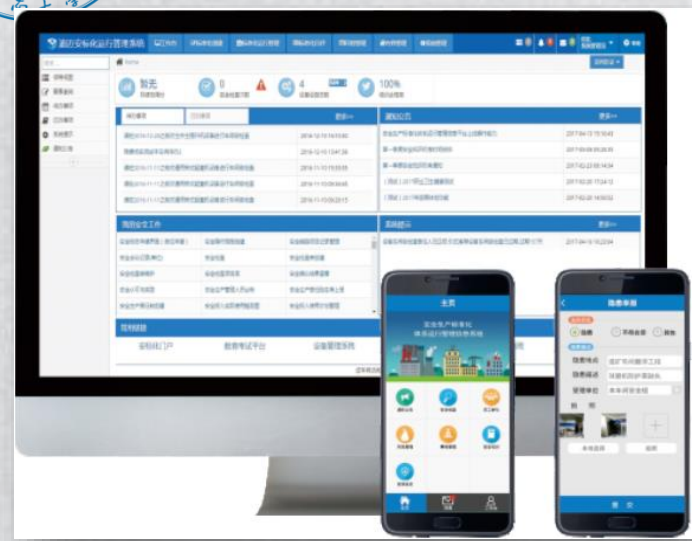


数字矿山VR系统(Open-pit) DM VR



安全管控平台

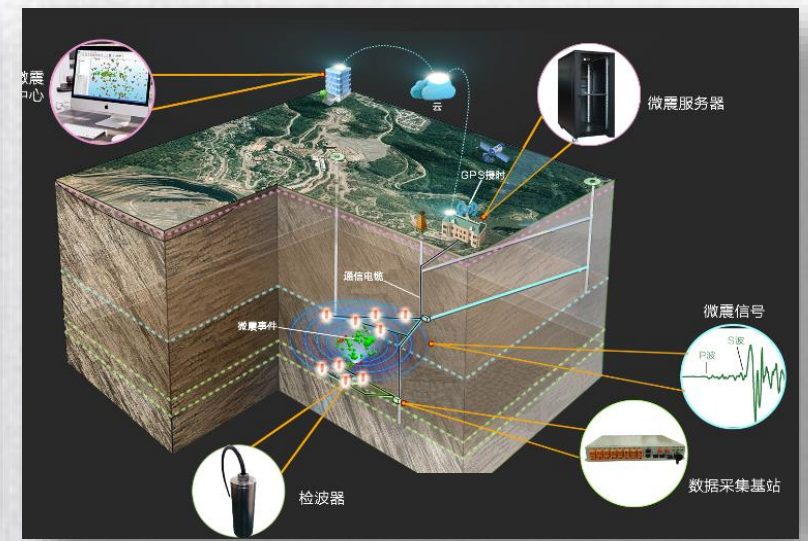
知行合一、经世致用



安全生产标准化管理系统 DM SES



应急救援指挥系统 DM ERCS



微震监测系统 MicroSeis



尾矿坝在线监测系统 DM TMS



矿用三维激光扫描仪系统 iScan



虚拟实训系统

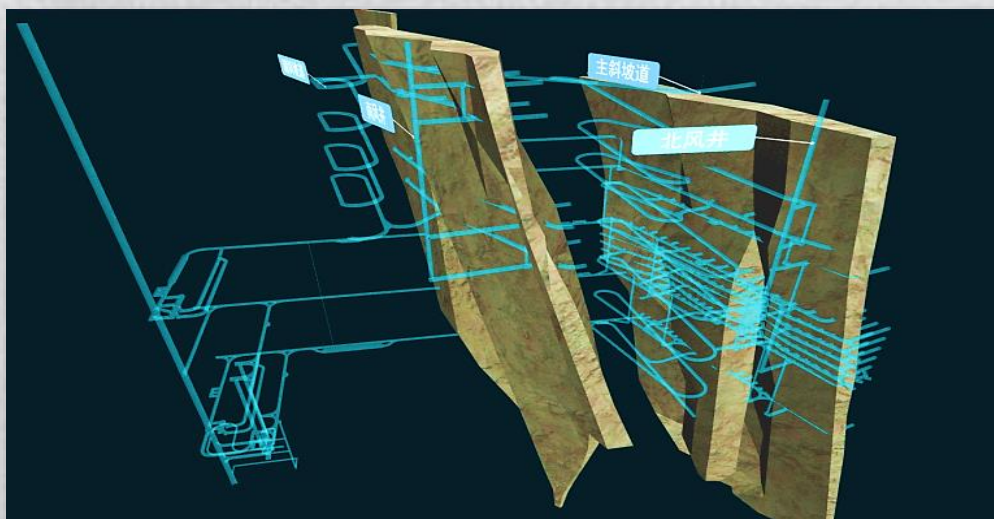
知行合一、经世致用



虚拟现实交互模式



虚拟实验室



三维可视化教学



安全实训



矿用本安型交换机



综合基站



矿山移动电话



三维激光扫描仪



矿用本安型基站



微震监测系统



ID card



矿用本安型读卡分站



传感器

谢

谢

大

家

