

# 智慧矿山建设方案

威海晶合数字矿山技术有限公司

二零一八年七月

## 目录

一、整体介绍.....	1
二、功能核心.....	2
2.1、智慧数据中心 .....	2
2.2、矿区三维全景 .....	3
三、三大系统.....	6
3.1、智慧生产调控系统 .....	6
3.2、智慧技术保障系统 .....	8
3.2.1 钻孔数据管理及三维 .....	8
3.2.2 矿体三维 .....	9
3.2.3 岩层三维 .....	10
3.2.4 岩层剥离与矿体三维 .....	10
3.2.5 矿体品味与储量计算 .....	11
3.2.6 地表三维 .....	11
3.2.7 中深孔（炮孔）设计三维 .....	12
3.2.8 基础数据导入 .....	13
3.2.9 有利区块（靶区）预测 .....	13
3.3、智慧职业健康与安全系统 .....	14
3.3.1 尾矿库在线监测及预警系统 .....	14
3.3.2 边坡稳定性监测系统 .....	16
四、  系统实现.....	17
4.1、已有系统整合 .....	17
4.2、未有系统建设 .....	18
五、结语.....	21

智慧矿山是对真实矿山整体及其相关现象的统一认识与数字化再现。智慧矿山的核心是在统一的时间坐标和空间框架下，科学合理地组织各类矿山信息，将海量异质的矿山信息资源进行全面、高效和有序的管理和整合。智慧矿山最终表现为矿山的高度信息化、自动化、高效率、高安全和高效益。

## 一、整体介绍

智慧矿山由智慧生产调控、智慧技术保障、智慧职业健康与安全三大系统组成，可实现对矿山生产、职业健康与安全、技术和后勤保障等过程的主动感知、自动分析以及快速处理。

智慧生产调控系统包括生产全过程管控建设，生产调度建设；智慧技术保障系统包括地、测、采、掘专业辅助设计、三维地质建模；智慧职业健康与安全系统包括尾矿库在线监测及预警系统、边坡稳定性监测系统。

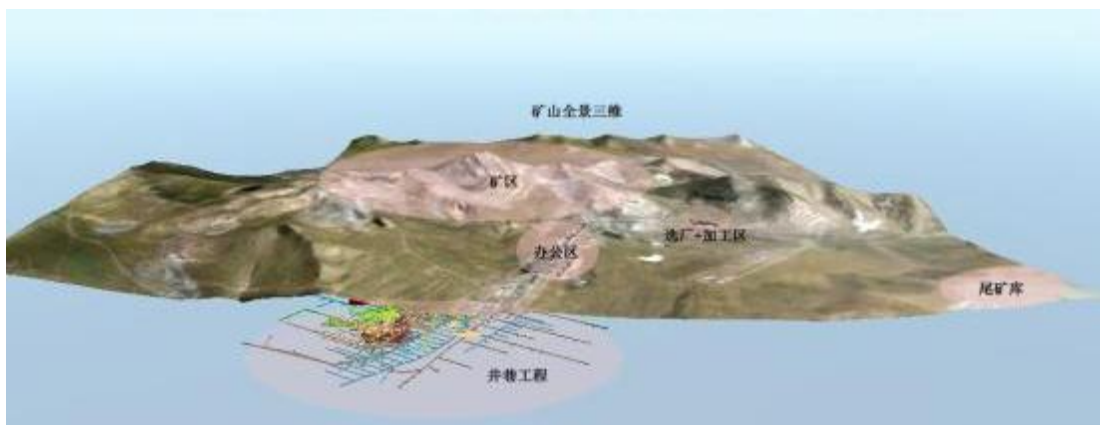


图 1 平台三维全景图

## 二、功能核心

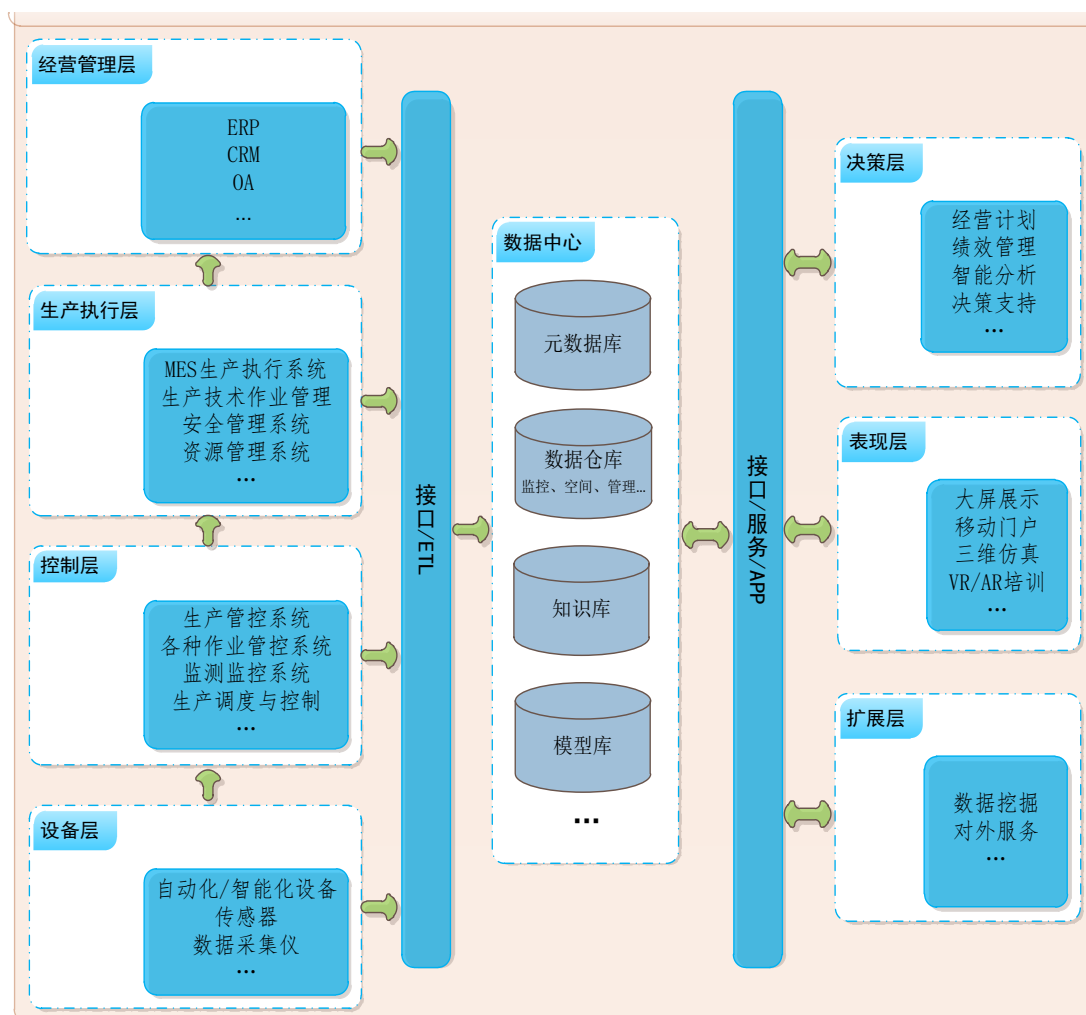
智慧矿山三大系统的核心是智慧数据中心和矿区三维全景全真模拟。

### 2.1、智慧数据中心

该中心的作用就是将矿山生产过程及生产安全各个阶段的数据进行统一和集中处理，是智慧矿山建设数据收集集中管理的地方，包括本地和云端的数据。

数据中心采用服务器机群，部署 Oracle 数据库，采用分布式数据管理，可以有效的存储和管理大数据，对于地质、测量、采掘等矿山对象的几何基础数据、空间拓扑规则和几何网络信息分别按地段、时间、资源类别等关键字段进行组织和管理；对于矿山生产作业设备、作业状态、安全等数据对象按发生时间、地点，性质分类进行组织与管理，并与基础地矿信息进行有机融合，形成三维可视化实体信息。

从系统建立结构划分，其结构以数据中心为核心，各系统间实现数据流转，结构如下图所示：



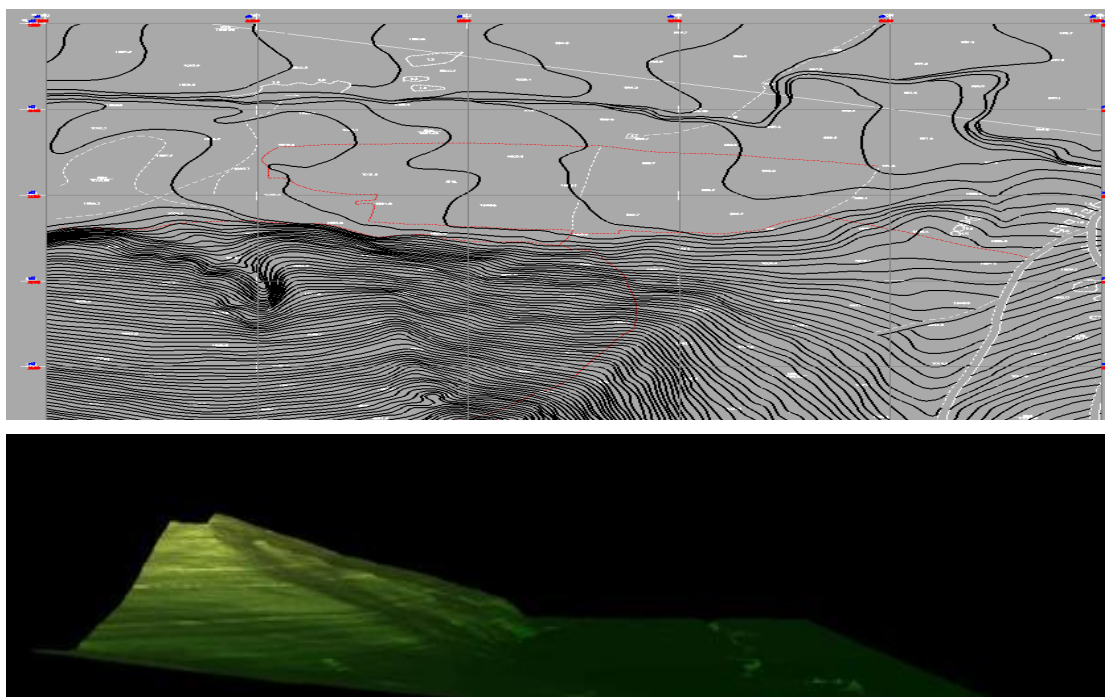
## 2.2、矿区三维全景

矿区三维全景是智慧矿山建设的重要部分，通过三维全真模拟等比例还原矿区全景，通过点击某个区域可以进入对应的三大系统。

通过图纸分析、数据导入、勘探遥感等方式，可以构建矿山整体三维。

### 1) 地表快速三维化

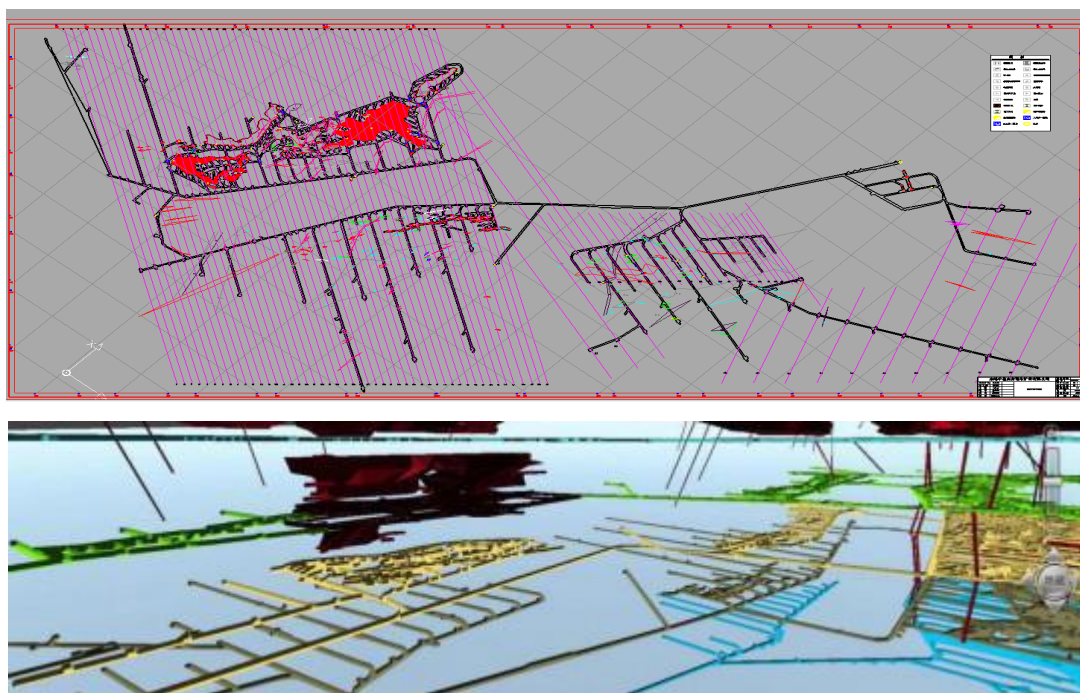
由等高线、地形图或地表控制点数据，甚至无人机摄影测量或者倾斜三维测量等技术，采用带有约束的三角网来建立面模型，从而可以快速建立矿区三维地形模型。



地表快速三维化

## 2) 井巷快速三维化

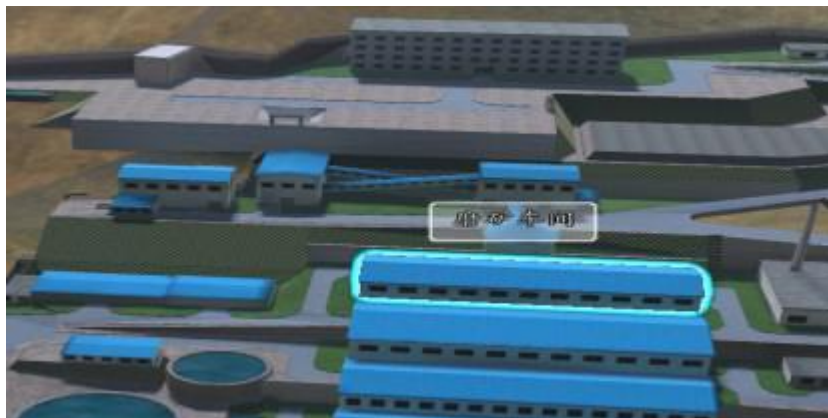
由井巷数据，例如巷道规格，中心线坐标等信息或者其他格式的图纸（如 AutoCAD、MAPGIS、SURPAC 等），就可以快速建立巷道三维。



## 井巷快速三维化

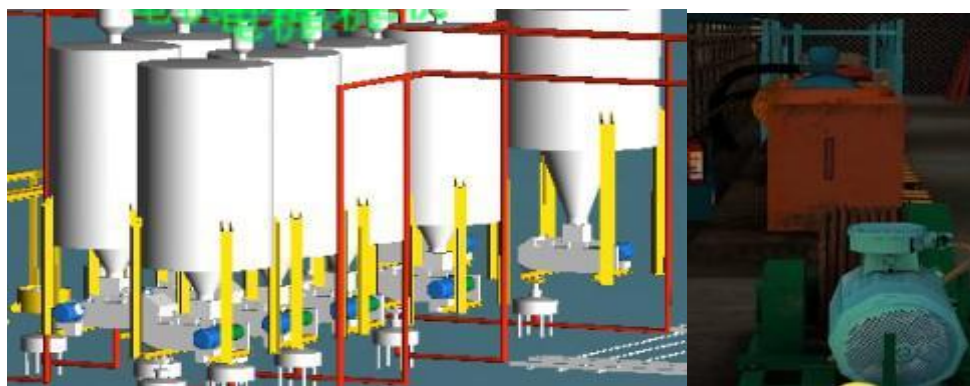
## 3) 建筑物快速三维化

通过摄影测量，无人机和人工建模等方式，可以快速进行建筑物的三维建模。



建筑物三维模型

## 4) 设备精细建模

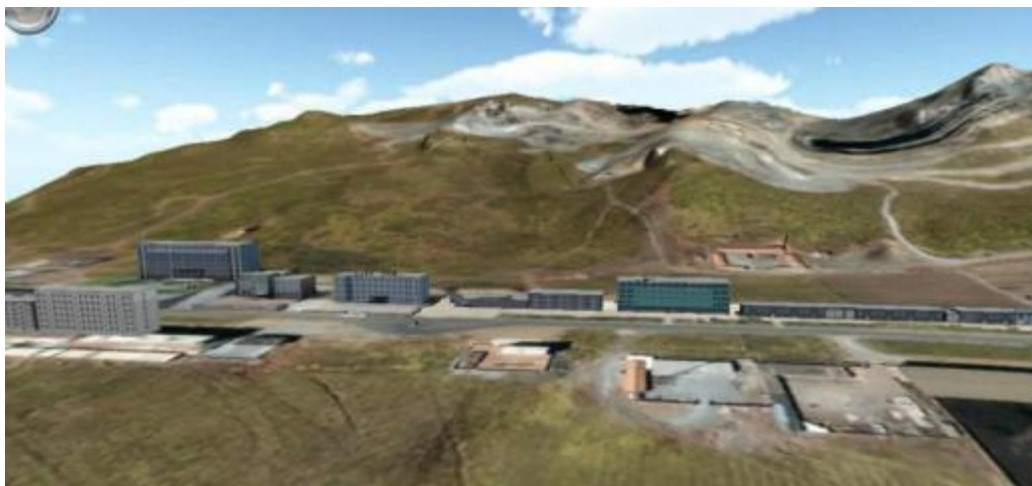


设备精细三维模型

## 5) 整体三维

各部分建模是为了矿山整个生产过程的三维化，采用 U3D 编程技术，将矿山各部分三维模型进行整合，形成矿山整体三维化。当需要查看某一部分的时候，只需要点击该区域即可进入该区域的详细三维界面。





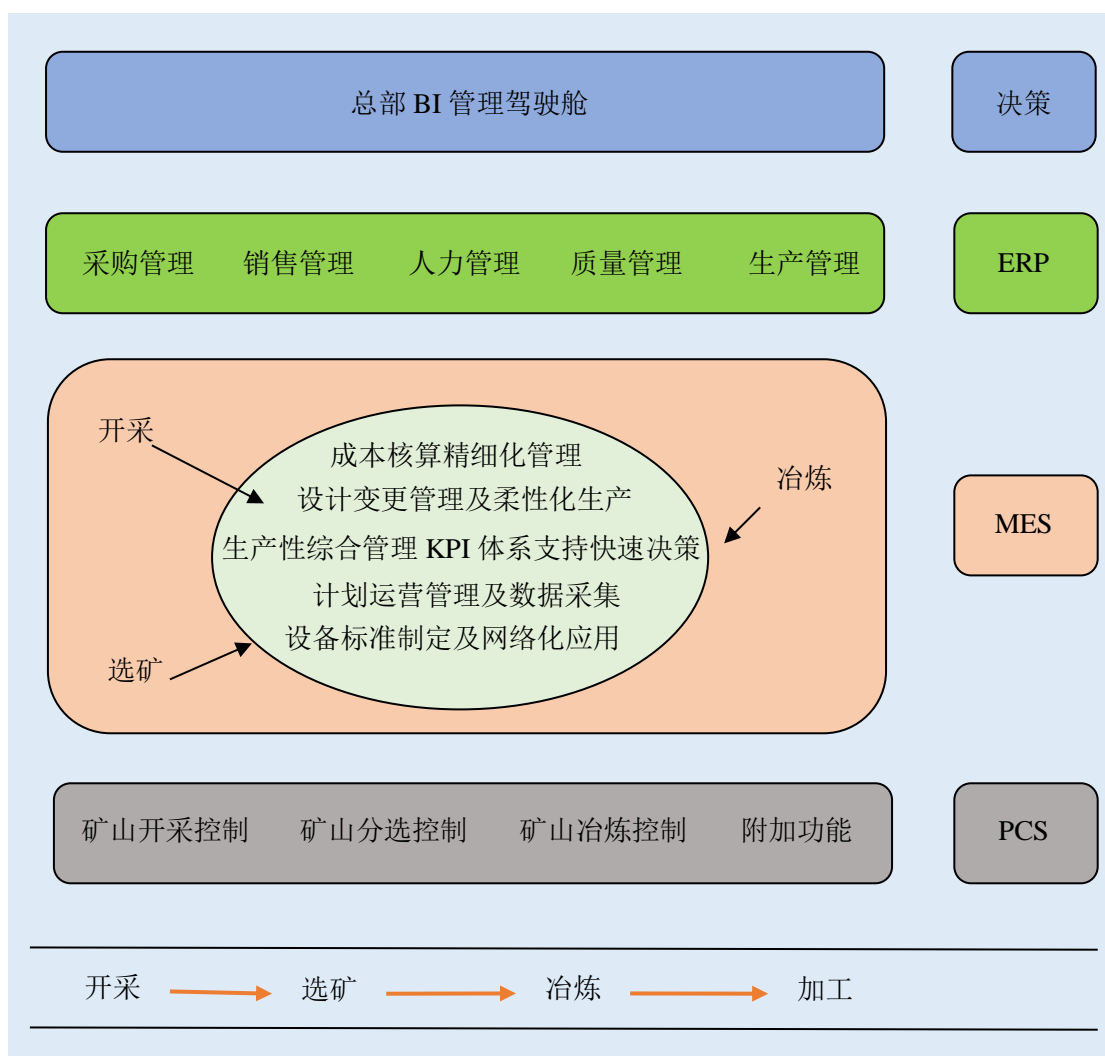
矿山整体三维化

## 三、三大系统

### 3.1、智慧生产调控系统

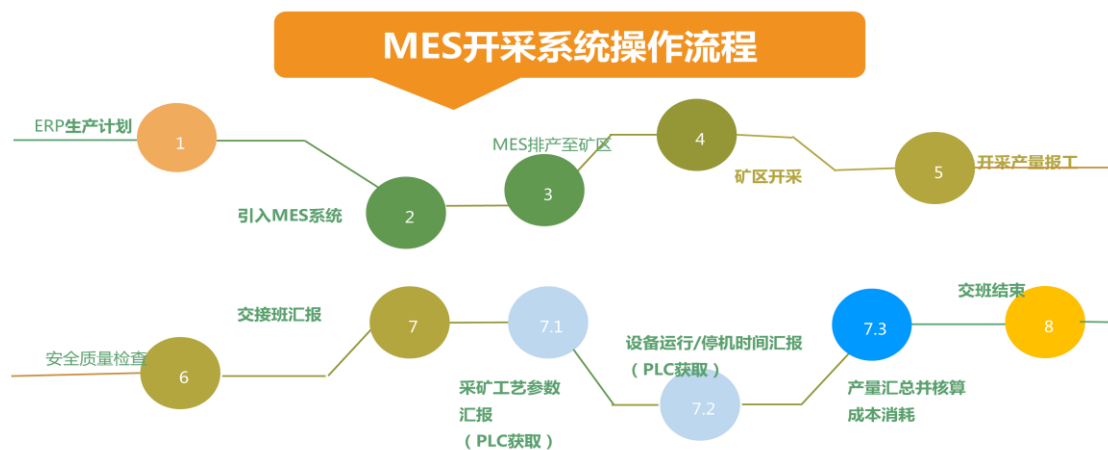
根据系统的生产计划，可对矿山开采生产过程进行实时调度，对生产完成情况进行数据统计和分析，以保证生产计划的完成。并根据动态资源环境和约束（设备、人员、生产物料、设计变更、在制计划等）条件下的实现优化排产、调度派工、计划监控、动态调整，便于及时调整计划，合理生产。





矿山管控一体化系统架构示意图

可进行产品质量的实时管理与控制，对生产过程的运行操作条件进行寻优，保证在生产条件和工况发生变化时，自动寻求最优运行操作条件，以保证生产过程优化运行；为现场管理者实现生产现场的可视化管理；为管理者提供生产现况、不良综合、设备现状的概括报表，适用于现场管理；提供矿山整体生产现况，安全现状、管理现状的综合报告书和迅速决策看板工具。



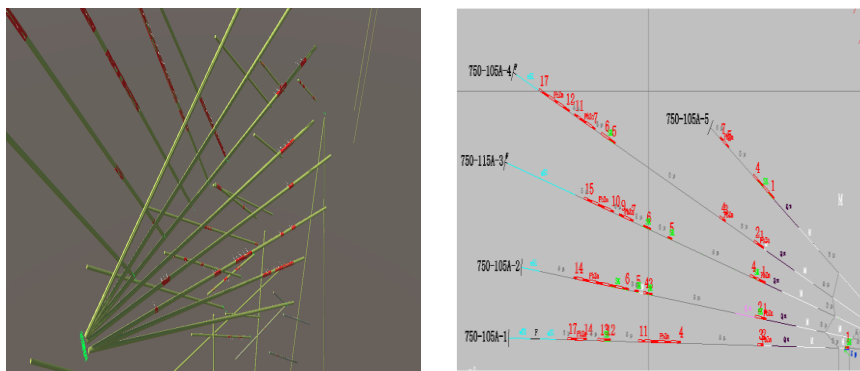
MES 开采操作过程描述简图

## 3.2、智慧技术保障系统

通过专业的矿山制图软件可以实现各专业设计，包括地测采相关的专业设计。如地质三维、储量计算、采掘计划等方面。可以模拟矿山的生产，编制生产的采、剥、排生产计划。

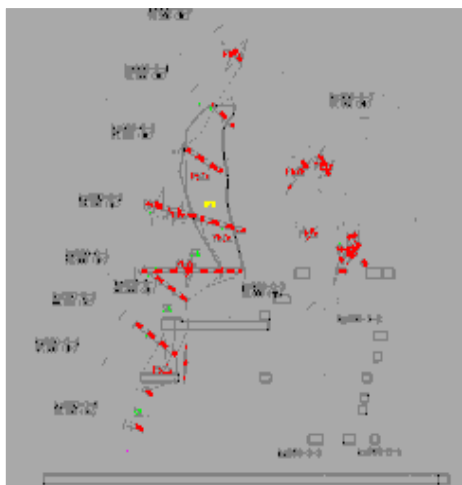
### 3.2.1 钻孔数据管理及三维

可以将钻孔、取样、分层数据进行录入、存储、导入等操作，并根据数据实现一键上图并可形成钻孔三维。

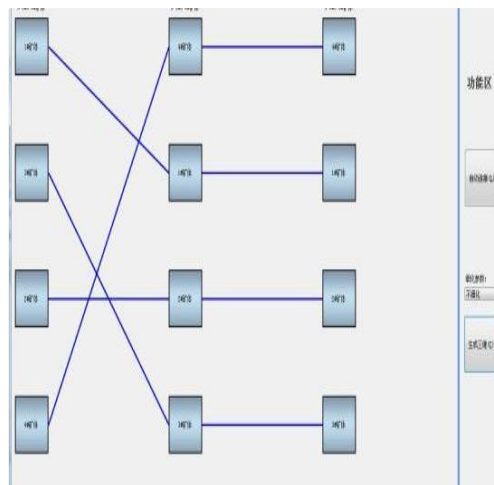


### 3.2.2 矿体三维

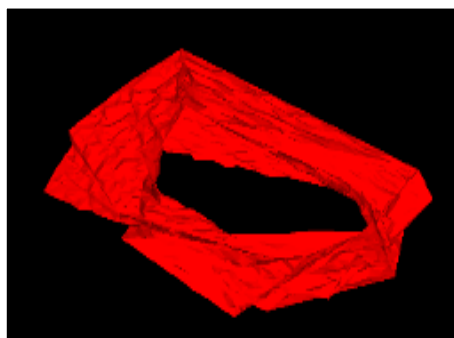
提供矿体的二维圈定、三维成图。根据矿体种类、所属勘探剖面及勘探剖面位置自动连接矿体，并形成三维模型。同时可以根据连接的情况生成矿体，提供的点、线、面三种尖灭方式。



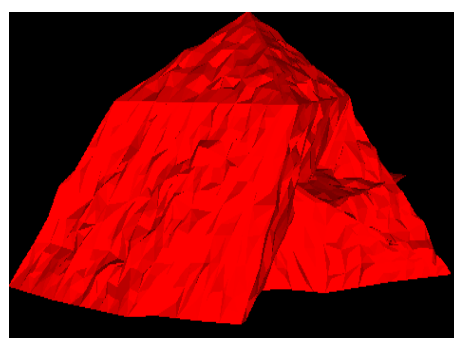
圈定矿体



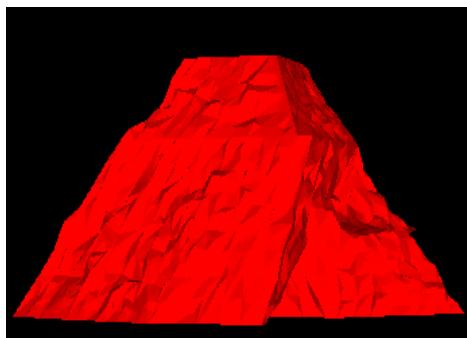
矿体连接



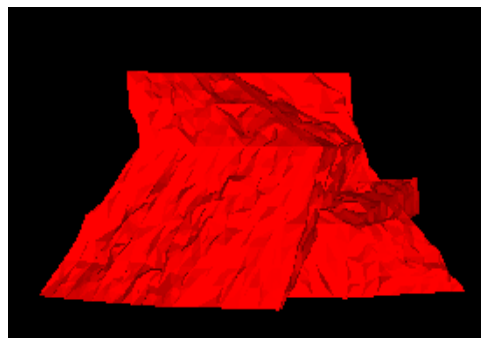
未尖灭



点尖灭



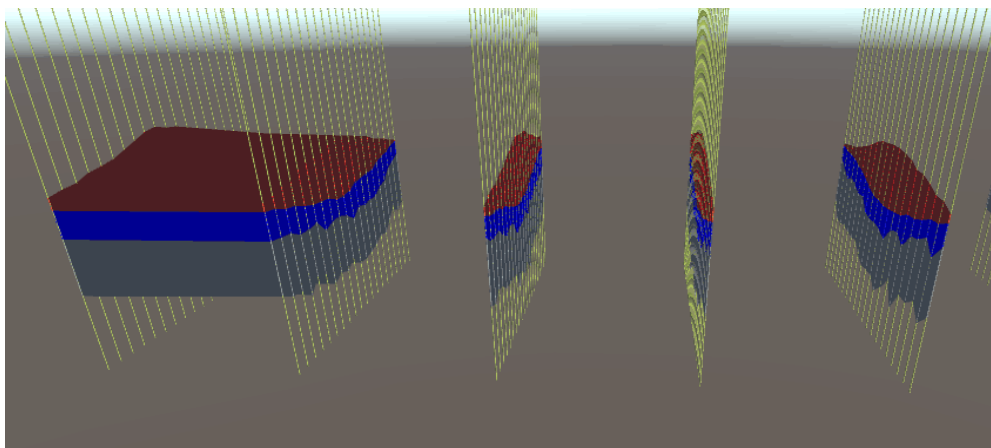
面尖灭



线尖灭

### 3.2.3 岩层三维

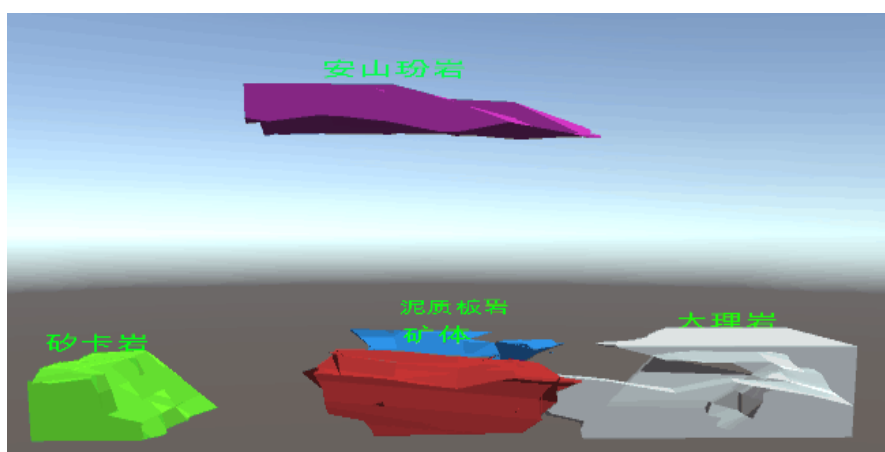
可以根据地标钻孔的数据自动连接区分分层数据，圈定岩性界限，并自动连接，生成岩性的三维模型。



岩层三维成型过程

### 3.2.4 岩层剥离与矿体三维

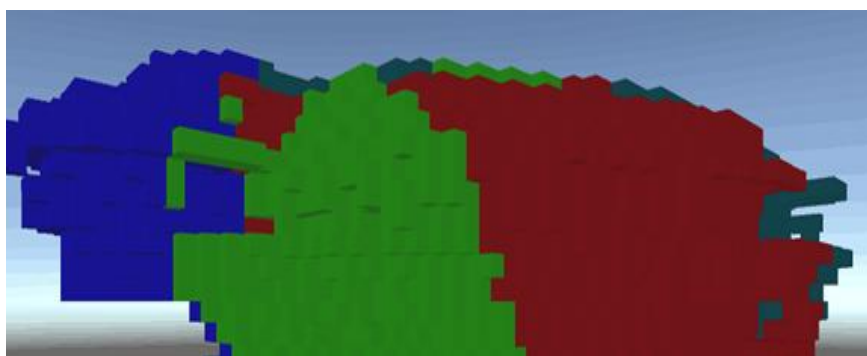
根据岩层三维生成的岩体，可以根据岩体岩性的不同，将各岩性的岩体剥离，通过剥离显示整个岩层中的矿体模型。不同岩性的岩体根据相关规定（《GB 6390-86 地质图用色标准》）采用不同颜色表示。



矿体剥离过程

### 3.2.5 矿体品味与储量计算

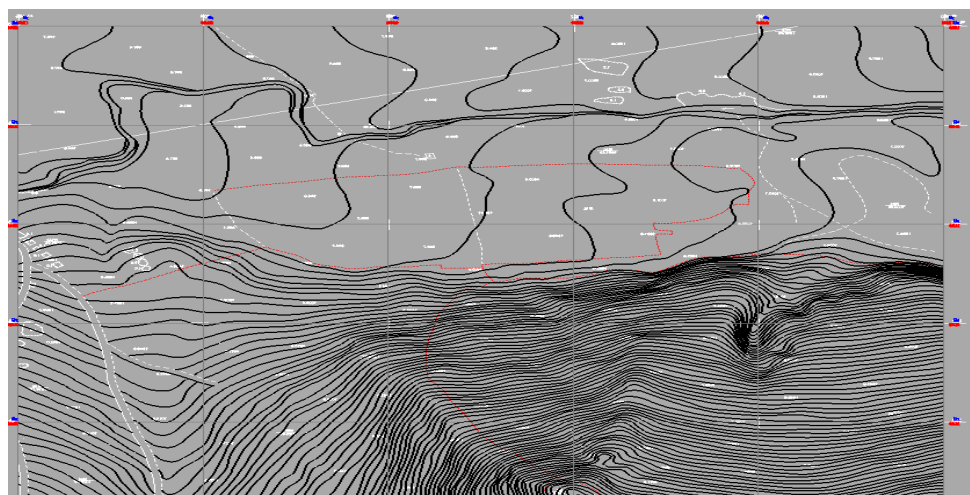
采用块体模型来进行储量计算，利用规则的块体来充填不规则的矿体，并通过边部块体次分技术实现矿体范围的准确计算。可以按分层、中段、圈定范围等方式对矿体进行品味估算、储量计算，根据标准自动生成储量表及品位表等相关文档。



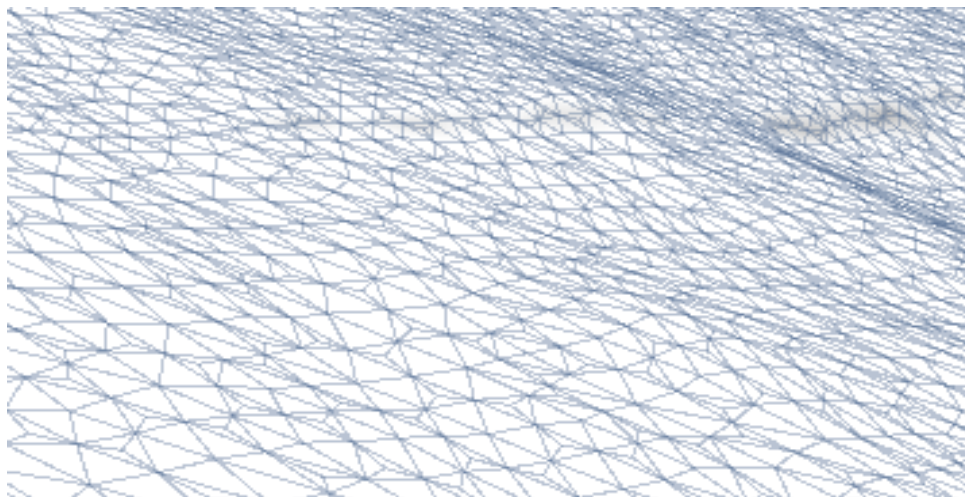
块状模型

### 3.2.6 地表三维

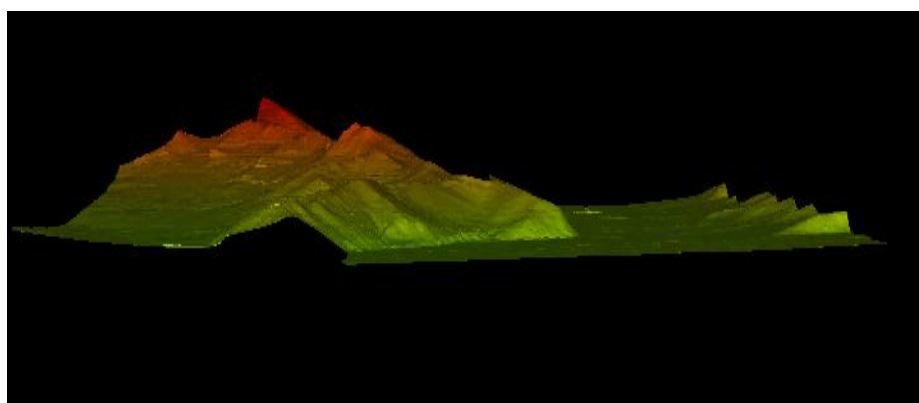
可以根据控制点自动生成三角网，最终生成等高线，根据等高线数据自动进行地表三维建模。并可以对多张三维地表模型进行自动拟合和拼接。



等高线平面图



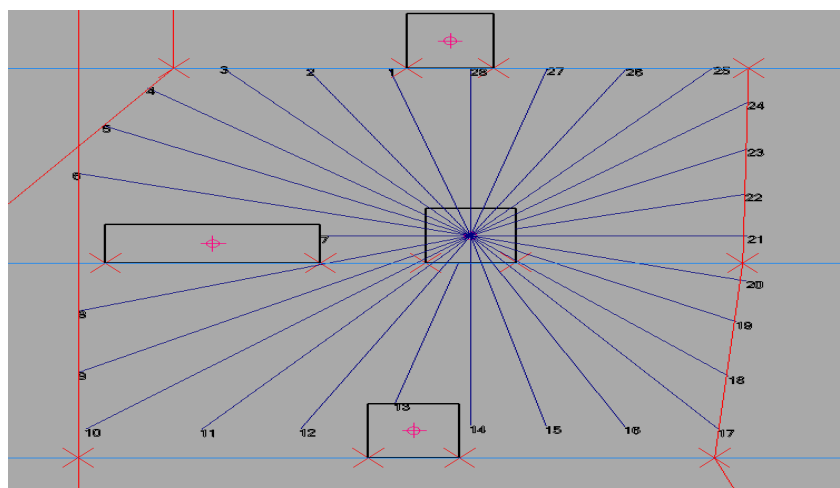
地形三角网



白铅地表模型

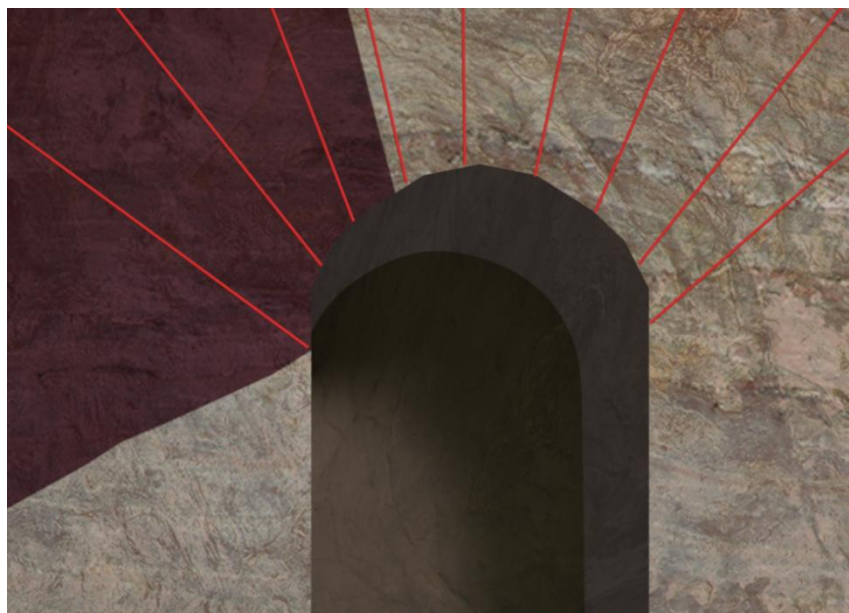
### 3.2.7 中深孔（炮孔）设计三维

遵循炮孔设计原则，通过设定的参数，可以实现中深孔一键设计  
上图。



二维炮孔





三维炮孔

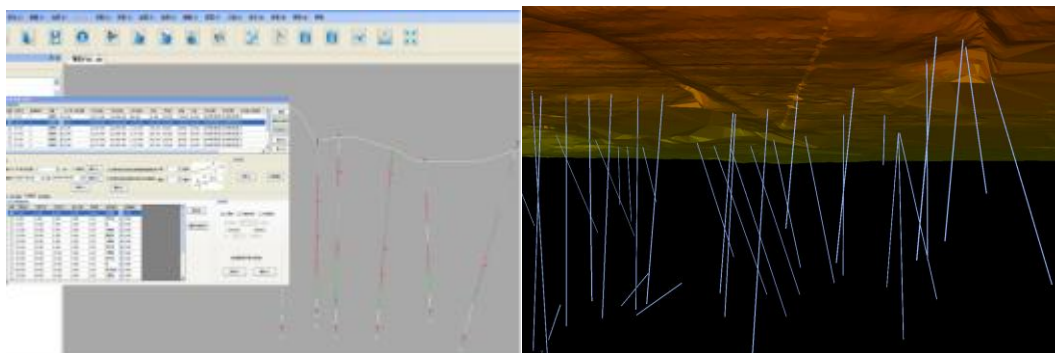
### 3.2.8 基础数据导入

基础数据支持图纸拾取和 excel 导入功能，同时支持人工录入和修改。通过图纸拾取减少人工工作量，只需简单的操作即可快速获取数据。

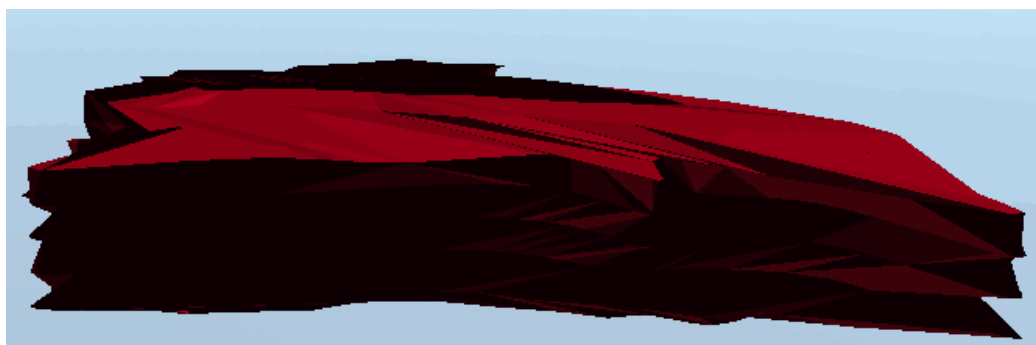
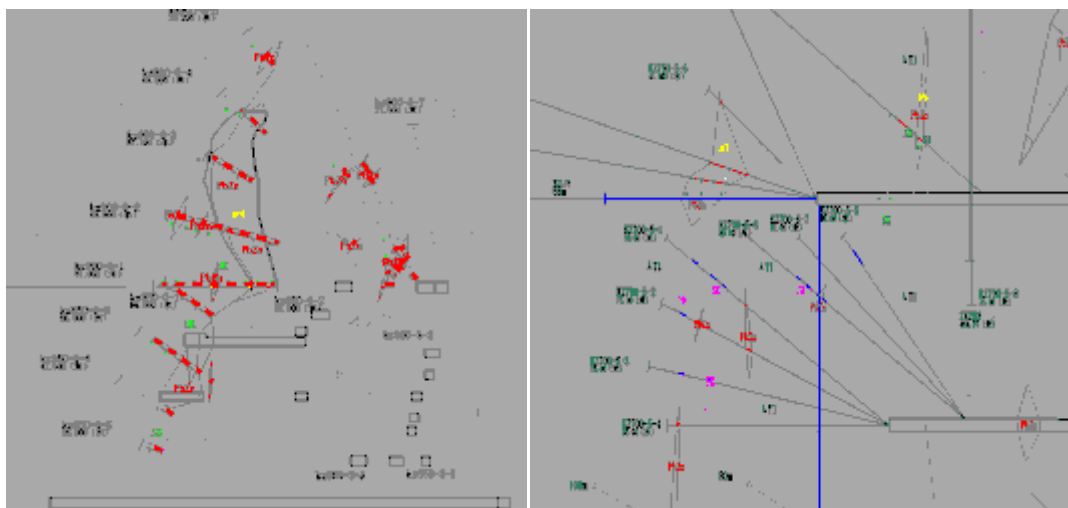
### 3.2.9 有利区块（靶区）预测

例如在杨拉铜矿实行的地质找矿活动的研究，通过已有的钻孔历史数据和矿产资源分布情况，建立矿体模型，基于三维建模的立体预测模型，可以模拟出矿脉走向，圈定资源有利区块，，进而优化下一步勘探井位部署。后续可将最新地质资料、生产资料反馈给系统，系统再不断的进行拟合，提高三维地质建模精细度及有利区块预测精度。





钻孔数据—钻孔三维



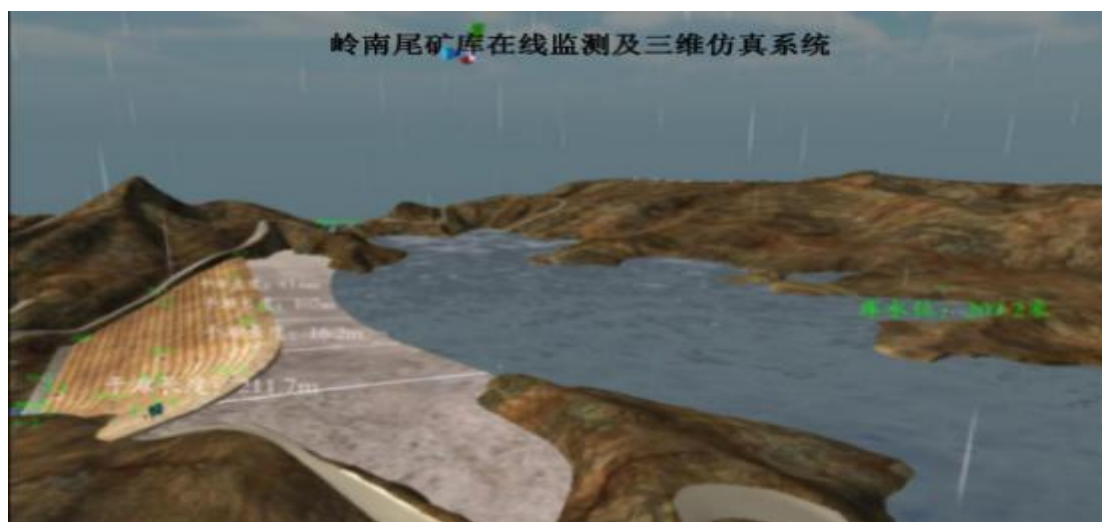
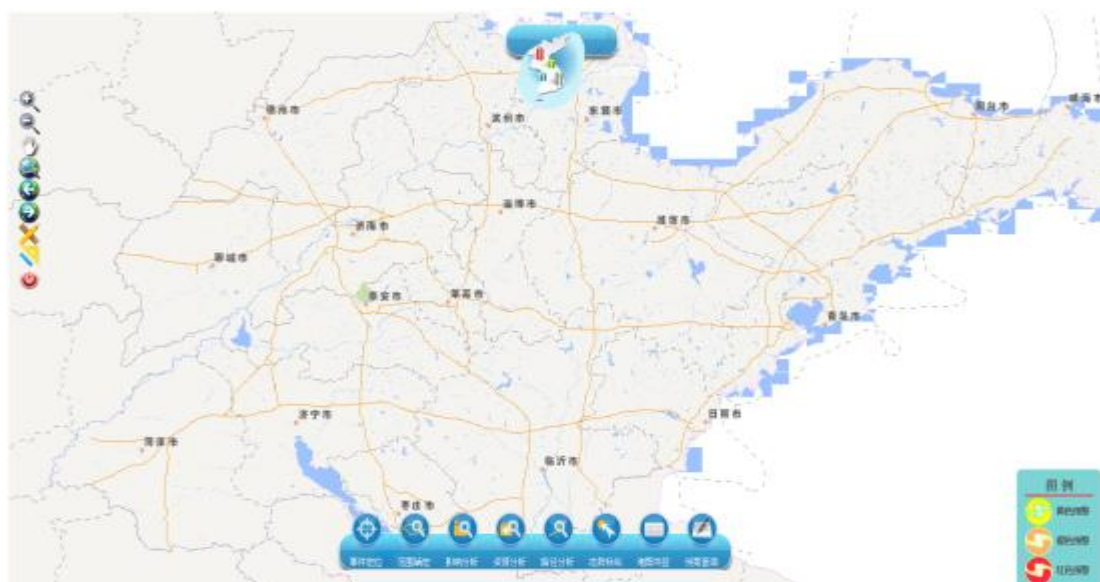
矿体数据图—矿体三维

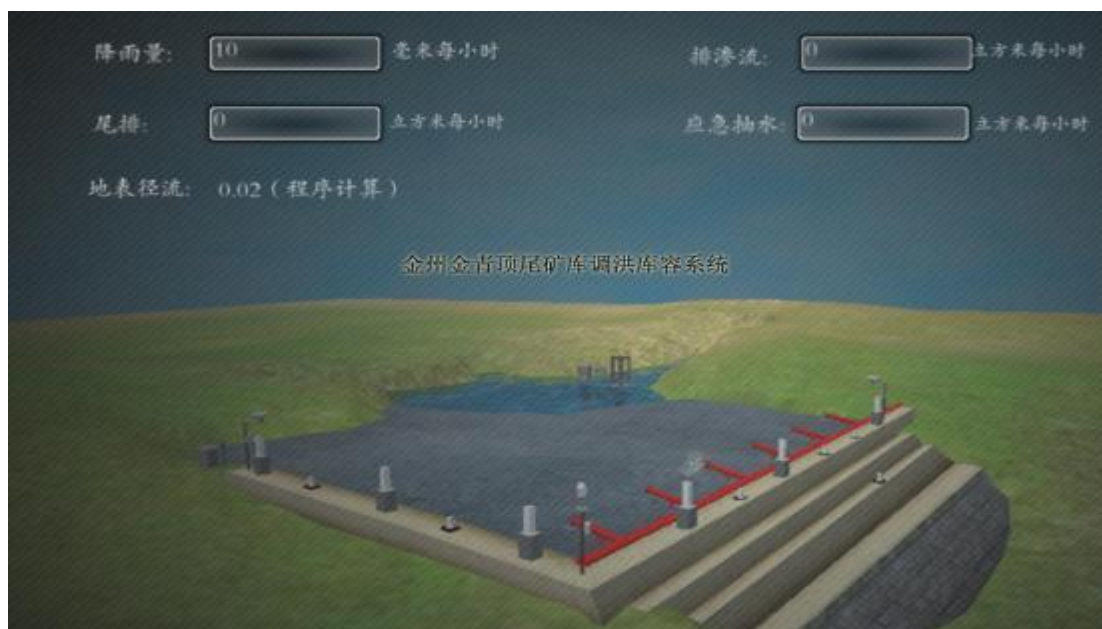
### 3.3、智慧职业健康与安全系统

#### 3.3.1 尾矿库在线监测及预警系统

例如尾矿库在线监测系统，该系统不仅有尾矿库实时监测功能，也包含了尾矿库的调洪库容和坝体动态稳定性分析功能，该系统结合

了尾矿库周围气象情况，岩土、植被等情况，可以对尾矿库的调洪库容情况进行模拟推演，可以对尾矿库坝体稳定性情况进行预测分析，及时的反映给企业安全管理部门，管理部门根据推演情况及时的加固尾矿库，避免出现安全事故。



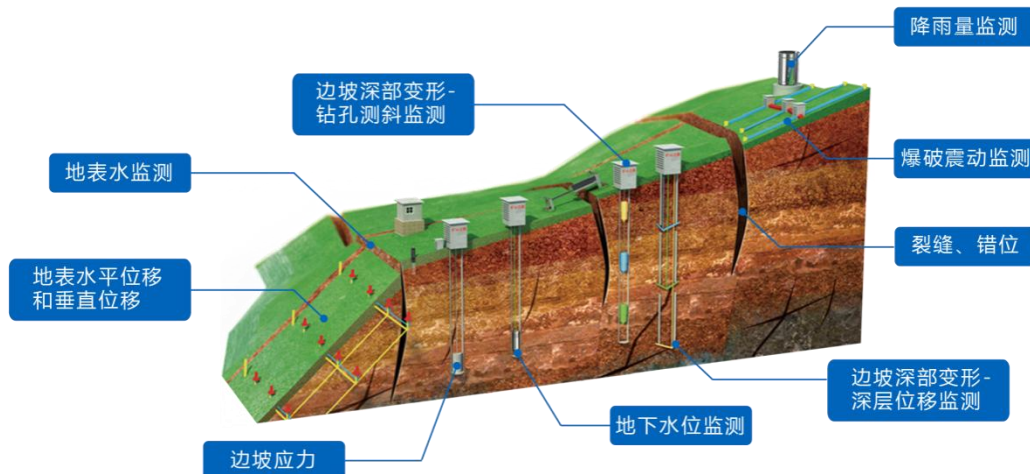


### 3.3.2 边坡稳定性监测系统

露天采场和排土场边坡形成高边坡时，对坑底作业面威胁大，安全风险形势严峻，会严重威胁矿山正常安全生产。为了科学评价露天采场和排土场边坡安全状态，科学指导矿山安全生产，应需对露天采场和排土场边坡进行安全监测。

根据国家规范《金属非金属露天矿山采场边坡安全监测技术规范》要求，对边坡变形、采动应力、爆破震动、水文气象和场内视频进行监测，保障边坡的安全。

我公司采用多种监测手段，对边坡进行全方位的监测，边坡稳定性监测数据对露天采矿有指导作用。



## 四、系统实现

### 4.1、已有系统整合

矿山现在已有部分自控系统，但是每个系统都是独立建设、独立存在，数据间无法实现共存和流转。

建立的数据中心后，我们可以将各分散的生产过程数据都统一集成到数据中心，做整体分析和管理。

在不破坏原有系统的基础上对系统进行整合，例如原自控系统采用 PLC 编程控制，可以达到不破坏该系统原有结构，增加上层采集设备，对原有数据进行采集集中管理，并通过 web 三维形式进行数据展示和控制。

实例：某生产基地的三维管控系统

该生产基地生产过程的原有自动化控制系统，采用的是西门子的设备和 wincc 编程，实现对各流程和生产线的监测和控制。

但每条生产线上的各部分流程控制是相互独立的，每条生产线的  
数据也是相互独立的，对于控制中心来说，所有数据都是零散的，互  
相之间是没有关联性的。

解决此问题的方法，就是增加智能数据集中采集设备，该设备可  
以采集来自生产线上的各流程的数据，将数据统一存入数据中心中，  
系统采用 B/S 结构，从数据中心读取分析数据，在控制中心集中展示。

这样各部分数据得到统一管理、集中分析，且不破坏原来的控制  
系统。



## 4.2、未有系统建设

矿山生产过程涉及到方方面面，包括矿山日常管理工作、寻矿、  
采矿生产的过程工作和涉及到的安全方面的工作，都属于生产过程  
的数据。

当前国内矿山大都是实现了部分自动化或信息化，还有很大一部  
分并未实现数字化。对于未建立的信息系统，可以直接在数据中心的  
集成平台上建设新系统。



### 1) 利用物联网技术进行数据统一采集

对于安全生产类、自动管控类系统，可以利用物联网技术进行数据采集和传输、控制，利用多功能数据采集仪和智能数据集中采集仪将数据进行统一集中。

很多企业在建设监测和自控系统时，采用百家传感器百家数据采集仪，造成线路繁多，设备复杂，维护困难的问题。采用自主研发的多功能数据采集仪，该采集仪可以采集多种常用的传感器，采用统一的输出接口，可以通过网线、光纤、无线等多种方式进行传输，利用智能数据集中采集仪将所有数据进行规整、存储、处理并传输至数据中心，成为矿山数字化的大数据的一部分。



多功能数据采集仪



智能数据集中采集仪



现场图

## 2) 定制开发系统

对于未建立且要定制的信息系统，可以直接在数据中心的集成平台上建设新系统。数据中心的集成平台包含了所有矿山数字化系统，根据用户权限和要求可以浏览、使用、安装相关的系统软件。各软件间的数据可以进行互通共享。



软件平台一所有软件



## 五、结语

智慧矿山建设的最终目的是使矿山企业生产安全、经济效益最大化。矿山领导层的决策对矿山生产和发展有着至关重要的作用。智慧矿山可以为领导层提供需求分析、决策分析、成果分析等。

领导层可以根据矿山生产指标结合生产分析数据制定生产计划，可以根据安全监测数据进行应急救援指挥，可以根据矿山储量情况结合市场价格走势分析系统来决策产品销售方式等。