

股票代码:002683



露天矿山智能爆破技术

非煤露天矿山安全智能开采国家矿山安全监察局重点实验室 主任

宏大爆破工程集团有限责任公司 总工程师

李 萍 丰

宏大爆破工程集团有限责任公司
Hongda Blasting Engineering Group Co., Ltd.



李萍丰，正高级工程师，俄罗斯工程院外籍院士，国务院特殊津贴专家，国家矿山安全监察局非煤露天矿山安全智能开采重点实验室主任。中国岩石力学与工程学会监事、中国爆破行业协会专家委员会委员、中国非煤矿山安全生产专家。荣获广东环保集团十大标兵、广东省工业系统劳模和工匠人才创新工作室、绿色矿山突出贡献奖和产学研工匠精神奖等荣誉称号。

在矿山开采、爆破工程领域科研和工程技术一线工作30多年，完成数十项国家重点工程爆破开采，累计完成采矿、剥离岩石总量500多亿吨。是我国非煤露天矿山全工序智能化技术研究和装备体系建设的主要开拓者，建立了爆破价值共享理论，建设了首座开采全工序智能化露天矿山，实现了0到1的突破，成为露天矿智能矿山建设的“中国范式”，主要成果被自然资源部列入2022年版《矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录》、智能爆破场景2024年被国家矿山安全监察局、工业和信息化部列入《矿山领域机器人典型应用场景》，为推动我国智能矿山开采进入世界先进行列做出突出贡献。

出版专著3部，发表论文35篇，获授权发明专利14项，获省部级科技进步奖一等奖16项。

宏大大爆破混合所有制企业



矿山工程施工总承包



50	穿爆	煤矿	露天矿炮孔孔深水深测量	国能准能集团有限责任公司、北京中矿沃科技股份有限公司
51	穿爆	煤矿	煤矿智能化牙轮钻机应用	国能准能集团有限责任公司、徐州徐工矿业机械有限公司
52	非煤	非煤矿山	非煤矿山智能爆破	宏大大爆破工程集团有限责任公司、肇庆信新材料有限公司
53	非煤	非煤矿山	硬岩矿床短流程非爆开采	长沙有色冶金设计研究院有限公司、中铁工程装备集团有限公司
54	指挥调度	煤矿	智能调度指挥系统应用	中信重工开诚智能装备有限公司、中国矿业大学（北京）

智能爆破



矿产资源节约和综合利用先进适用技术目录（2022年版）

序号	技术名称	通用范围	基本原理	工艺技术或装备	推广前景	推荐单位	申报单位
273	露天矿山精准台阶爆破技术	在连续露天矿山台阶爆破施工过程中，采用计算机、无人机、三维网等高新技术手段，引入系统工程、深度学习等智能算法，在台阶段爆破中，实现爆破参数的精准控制、施工过程的实时监控、爆破效果的精准评价、爆破安全的精准保障。	数字化爆破技术、智能爆破技术、数字化评价技术、爆破参数智能分析软件、露天爆破一体化智能管控系统的设计、施工、技术。	定制化的智能化爆破技术，提高了台阶段爆破的精准度、智能化水平，显著提升了台阶段爆破的安全性和资源利用率。	该技术可显著提高台阶段爆破的施工精度，加快施工进度，提升矿山施工数字化、智能化水平，是智能爆破技术的重要应用，具有推广前景。	中国砂石协会	宏大大爆破工程集团有限责任公司、肇庆信新材料有限公司

精准爆破



中国建设工程鲁班奖
(国家优质工程)

工程名称：西藏玉龙铜业股份有限公司玉龙铜矿改扩建工程1800万t/a选矿厂工程
参建单位：宏大大爆破工程集团有限责任公司

中国建筑业协会
二〇二三年十一月

高原爆破



施工技术
黄明健 吴新光 李群 编著

中国工业出版社

深地爆破



01

智能爆破意义

02

智能爆破价值理论

03

智能爆破关键技术与装备

04

智能爆破的工程应用

05

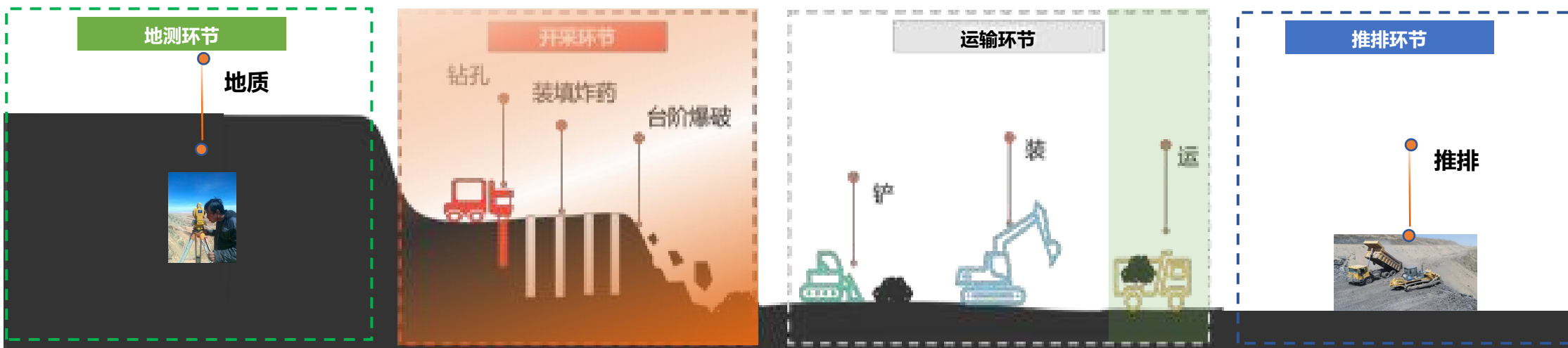
结束语

□ 智能矿山国家战略需求

- **矿产资源**是经济社会发展的重要物质基础，是新能源、新材料等战略性新兴产业发展不可或缺的关键基础原材料。矿产资源产业支撑了中国经济的快速发展，是新时代高质量发展的基石，是国家安全体系的重要组成部分。
- **传统产业新质生产力的提升**：通过科技创新大力推进传统产业向高端化、**智能化**、绿色化转型，积极推进数字技术和实体经济深度融合，不断激发**传统产业**新动能，形成高科技、高效能、高质量的新质生产力，使传统产业永葆市场竞争力。
- 中共中央办公厅 国务院办公厅《关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》：“推动中小型矿山机械化升级改造和大型矿山自动化、智能化升级改造，加快灾害严重、高海拔等矿山智能化建设，打造一批自动化、智能化标杆矿山”。
- 国家矿山安全监察局印发2023年9月28日《煤矿单班入井（坑）作业人数限员规定》：露天煤矿一个爆破区域（100米范围内）作业人数不得超过9人。
- 2024年4月24日七部委印发的《关于深入推进矿山智能化建设 促进矿山安全发展的指导意见》。明确：到2026年，**危险繁重岗位**作业智能装备或机器人替代率分别不低于30%、20%。加快研发制约智能化建设的“**卡脖子**”技术。

智能矿山建设不是选择题是必答题、服务国家战略、解决矿山智能化建设卡脖子的问题。

露天矿智能建设的现状、难点



- 井工煤矿3816处、露天煤矿347处；非煤地下矿山约7000余处、露天矿山18500余处；合计29600余处。
- 2024年4月，建成国家级智能化示范煤矿60处，省级200余处；智采工作面1922个，智掘工作面2154个；应用煤矿机器人2640台，无人驾驶矿卡965台。
- 建设智能化非煤矿山1106处。



爆破是矿产资源的关键工序、是最有效的破碎岩石的方法。
缺少智能爆破的智能矿山至少是不完整的!

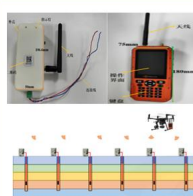
□ 爆破技术水平

2009年
信息化是
爆破行业
发展的必
然趋势


2018年
“中国爆
破智能化
发展论坛”



2020年10月
长沙会议。揭牌“智能爆破研究中心”，智能爆破关键技术和装备立项研发

无线起爆



2021年
无线智能起爆
系统获一等奖



2022年1月
乳化炸药智能
装药车获工信
部通知鉴定



2022年12月
智能堵塞车
研制成功

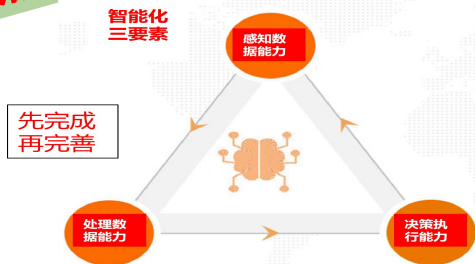


2022年11月
第四宏大论坛会议
发布宏大爆破的智
能矿山建设方案和
取得的成果




2023年8月
肇庆大排全生产链智
能化矿山示范工程

爆破技术、爆破器材、爆破装备 爆破智能化 宏大在行动



□ 智能爆破技术难题



- 安全（飞石、振动、炸药、雷管、人员、警戒）
精准防控能力差
- 工序（地质、穿孔、装药、堵塞、起爆、效果）
实时感知能力差
- 能量（岩石破碎需要的能量、炸药爆炸提供的能量、堵塞防止逃逸的能量、岩石机械破碎消耗的能量）
匹配调控能力差



需要攻关解决：

岩石能量探测技术与装备
炸药智能装填技术与装备
炮泥智能堵塞技术与装备
起爆智能技术与器材
安全智能管控技术与系统
爆破效果智能评价技术与系统
爆破全工序协同智能管控技术与平台



- 01 智能爆破的意义
- 02 智能爆破价值理论
- 03 智能爆破关键技术与装备
- 04 智能爆破的工程应用
- 05 结束语

□ 爆破价值理论的由来

- 平整场地工程
- 金属矿山磨矿
- 砂石骨料级配
- 防波堤工程块度
- 堆石坝体级配



平整场地工程



金属矿山磨矿



岩块不均匀



岩块均匀



级配曲线

共享汽车：1、定制化的服务，2.精准提取数据，3.智能调整线路，4.费用公开透明，5.投诉渠道畅通

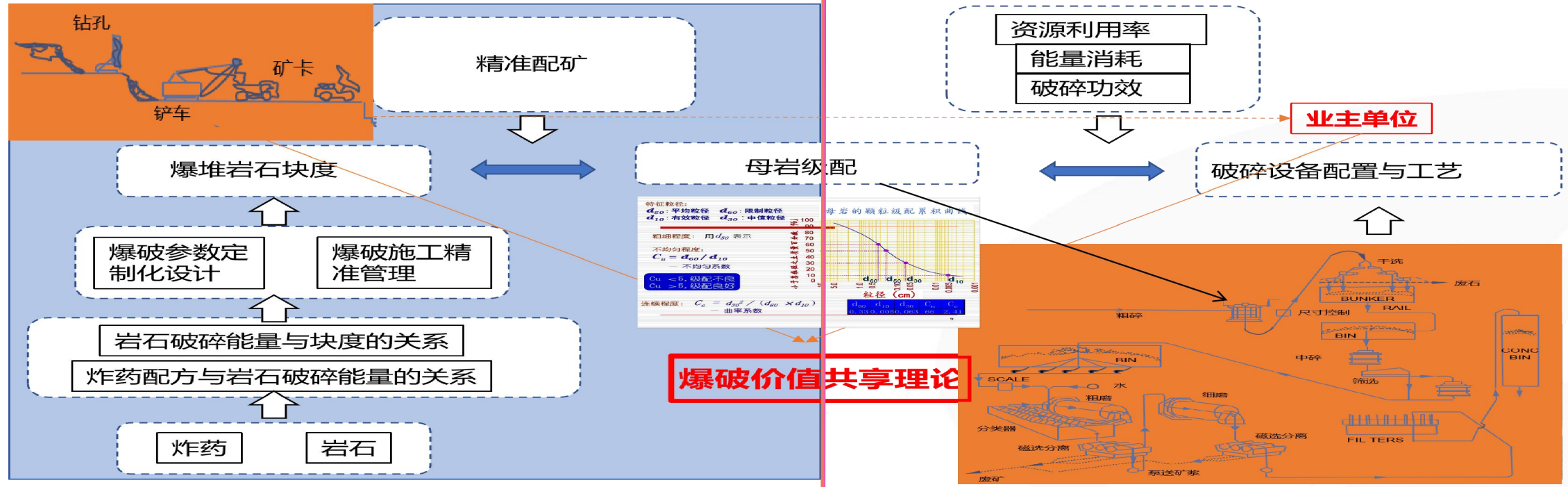
智能矿山：1、保障安全，2.提高效率，3.控制成本

误区：1、成本不是每个工序的，是整个矿山的；2、控制成本不能单靠提高效率，要靠价值共享。3、控制成本不是单考虑经济帐，同时要考虑安全、资源利用、绿色环保等综合帐。

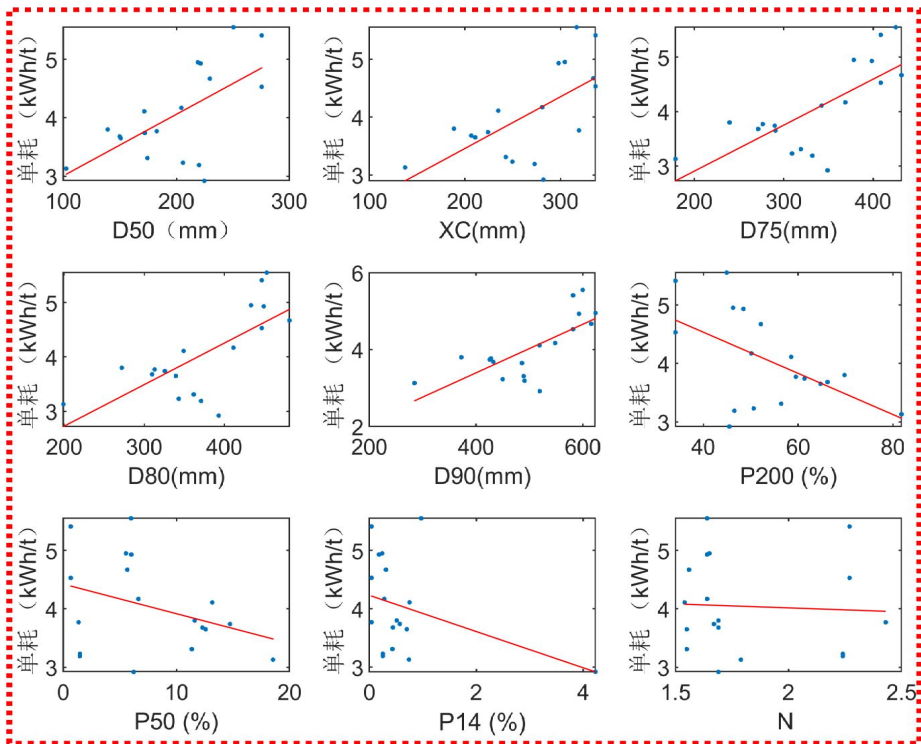


共享价值的定义

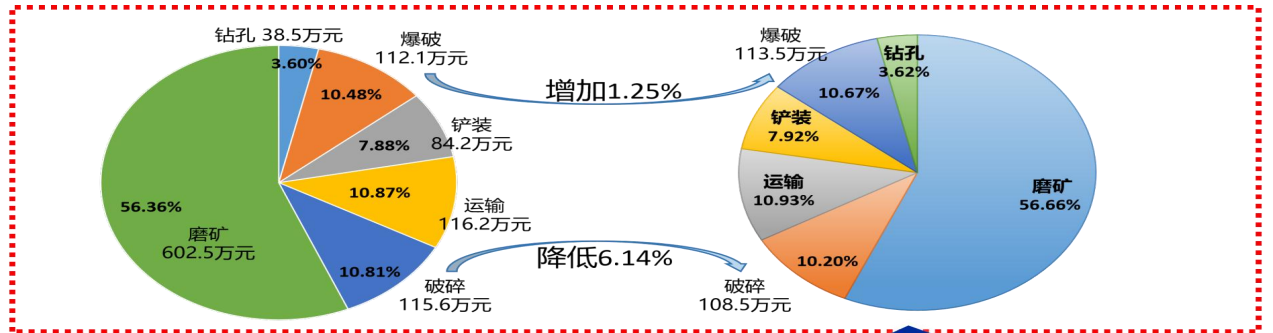
共享爆破价值就是根据业主爆破要求或爆破需求，利用岩石与炸药能量精准匹配理论为基础，采用定制化精准设计和科学精准配矿技术，实施精准台阶爆破管理，按照共享价值的理论。使矿山开采资源利用、低碳环保、高质高效和本质安全的**技术体系**。



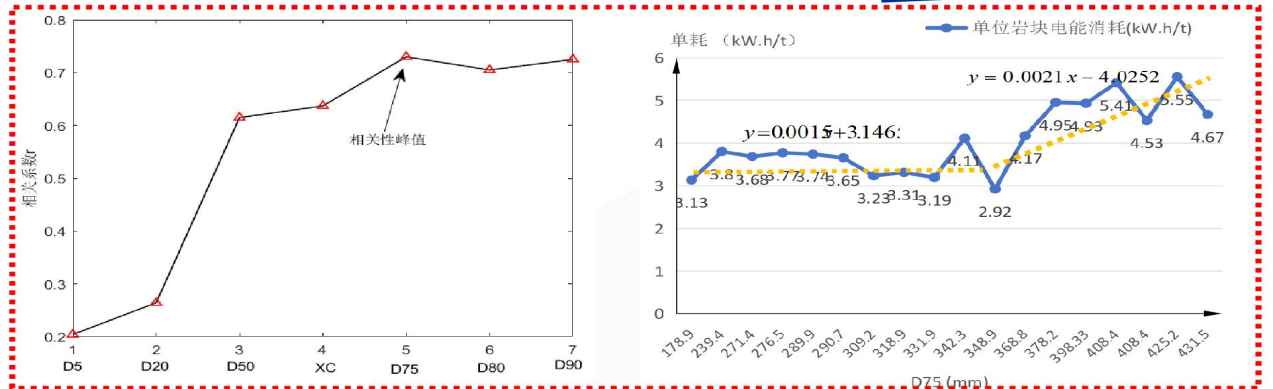
某铁矿共享爆破价值理论模型



块度特征参数与单位岩石耗能量相关性



爆破价值共享理论模型



块度特征D75与单位岩石耗能量

- 影响某铁矿破碎和碾磨能量消耗的块度特征参数是D75。(筛下矿石占比75%的最大块度)，筛下矿石占比75%的最大块度370mm.
- 影响某铁矿破碎和碾磨能量消耗最低碎矿单耗对应的曲率系数Cc为1.1222、不均匀系数Cu为2.5357

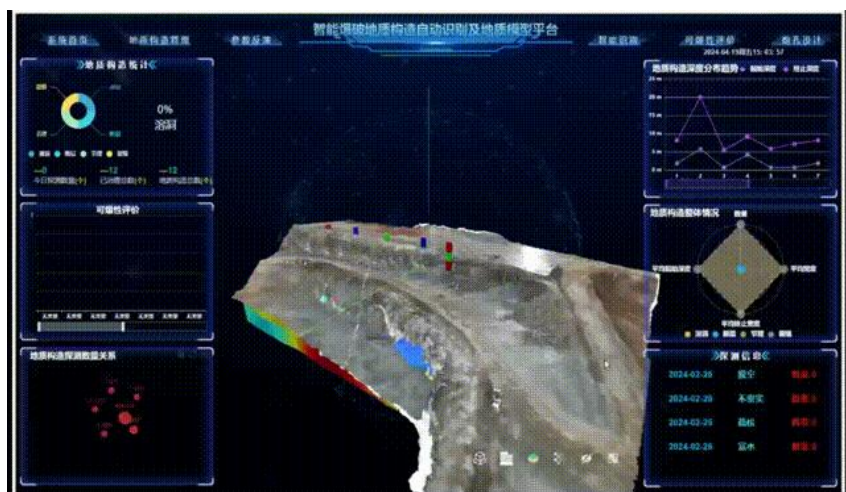


- 01 智能爆破建设的必要性
- 02 智能爆破价值理论
- 03 智能爆破关键技术与装备**
- 04 智能爆破的工程应用
- 05 结束语

□ 爆破地质智能探测车



- 透明地质探测车的结构：由车载定位系统、视频采集系统、探地雷达系统、数据采集控制系统组成。
- 技术特点：搭载低频超深地质雷达天线机械臂（三维），对矿山地质特性数据进行快速收集及增强处理，准确解析识别矿山爆破作业区域内的断层、节理、软硬岩分界面、夹层、溶洞五类影响爆破安全和爆破效果的地质构造，解析绘制岩石能量体三维模型。
- 技术参数：透明地质探测车探测速度 $> 5\text{km/h}$ ，探测深度达到 25m。



存在问题：爆破地质不透明、岩石需要的能量无法解析与爆破安全问题

智能爆破地质探测车关键技术

发射机电路板

发射机实物

发射脉冲带宽提高30%

接收机电路板

接收机实物

接收机灵敏度优于50 μ v

低频天线仿真设计

天线屏蔽仿真

探测车同步采集控制画面

低频发射机、超宽带接收机设计与开发

步进延时电路结构图

档位	最小步进	充电电流	电源2进制码字	HEX
64ns	1ps	15.625 mA	1100_1000_0000_0000	C800
128ns	2ps	7.8125 mA	0110_0100_0000_0000	6400
320ns	5ps	3.125 mA	0010_1000_0000_0000	2800
640ns	10ps	1.5625 mA	0001_0100_0000_0000	1400
1280ns	20ps	0.78125 mA	0000_1010_0000_0000	0A00
2560ns	40ps	0.390625mA	0000_0101_0000_0000	0500

步进延时精度参数

大功率能量聚焦和抗干扰技术

控制单元结构示意图

采集系统各单元联系示意图

智能爆破地质探测车

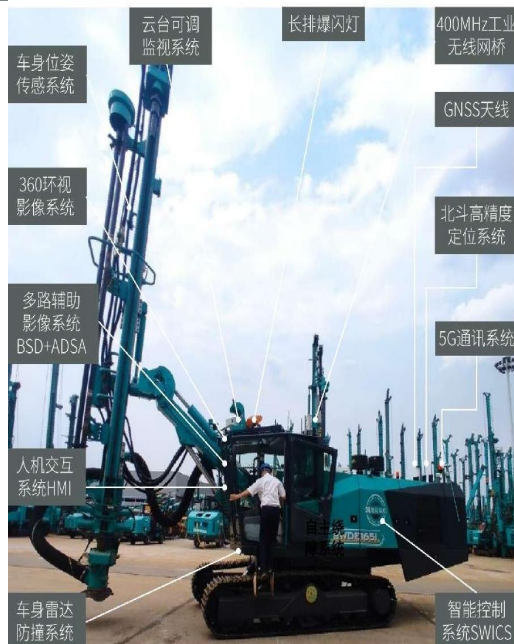
雷达图谱

岩体能量

高精度采集技术

基于FPGA的总线控制技术

智能钻机



- 智能钻机结构：由车身位姿传感系统、360环视影像系统、多路辅助影像系统、人机交互系统、车身雷达防撞系统、云台可调监视系统、GNSS天线、北斗高精度定位系统、5G通讯系统、智能控制系统组成。
- 技术特点：
 - 具备电子围栏、自动避障与危险预警等功能，钻机健康管理和人机安全保障等。
 - 钻孔数据（钻孔深度、推进压力、回转压力、空压机气压、空压机气温、发动机转速等）实时提取，实时回传智能管控平台，通过大模型实时修正岩石能量三维模型。
 - 岩层自适应钻进，实现穿孔作业过程的位置、角度、深度等参数精确控制。
 - 技术参数：智能钻机平面钻孔定位误差在20cm以内，钻孔效率达1.5min/m。

解决问题：员工工作环境；爆破区域岩石能量建模的问题

智能钻机关键技术：钻进参数的解译，形成随钻数据的智能化处理与智能判别 (东北大学于庆磊博士)

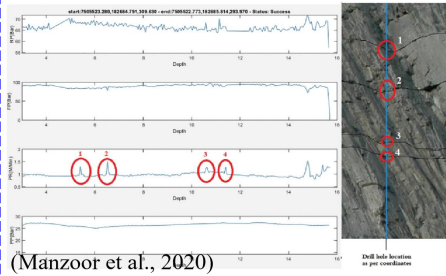
岩体结构面识别方法

基于单参量的表征方法：

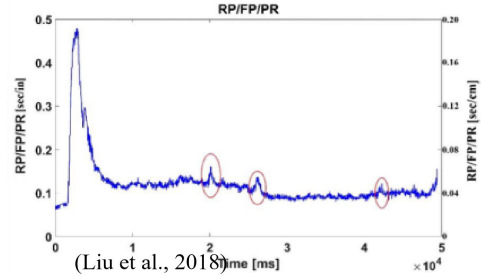
- 钻速
- 振动信号
- 钻压
- 声信号
- 扭矩
- 注浆量

基于多参量的表征方法：

- 旋转压力 / 给进压力 / 钻速



(Manzoor et al., 2020)
钻速峰值与岩体结构面对比图

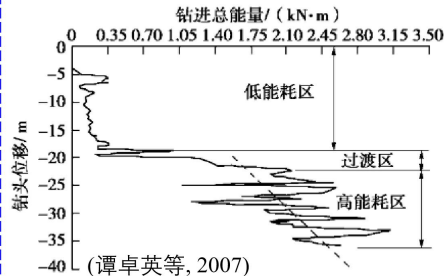


(Liu et al., 2018)
节面试样钻进过程的RP/FP/PR图

地层识别方法

基于相关指标的区间范围，进行地层识别：

- 钻速
- 岩石可钻性
- 机械比能
- 噪声信号波动特征



(谭卓英等, 2007)
花岗岩地层钻进能量随钻头位移图

岩石强度识别方法

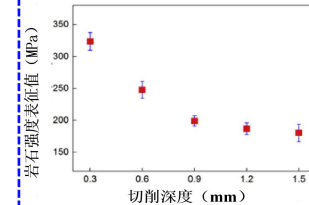
基于钻头-岩石相互作用模型，推导岩石强度表征模型：

- 极限平衡法
- 能量平衡法

基于岩石可钻性表征岩石强度

- 基于岩石比能表征岩石强度

仍存在的问题：在不同工况下，强度模型存在多解性

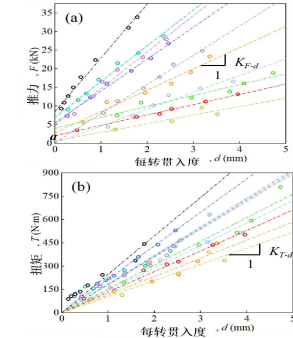


不同工况下岩石强度表征值

可能的原因：

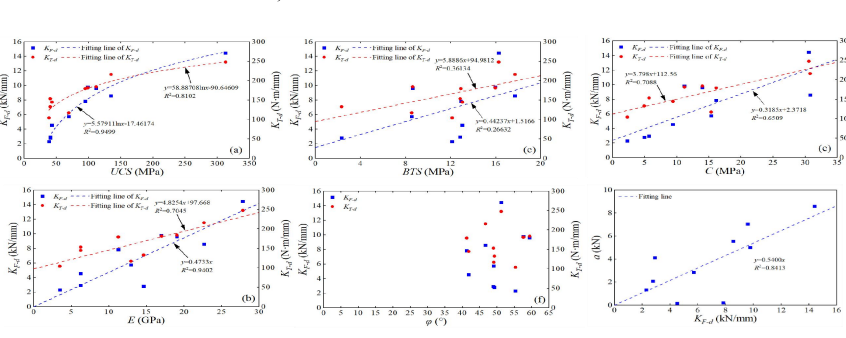
- 岩石切削破坏过程中，仍有部分因素尚未探明
- 强度模型未考虑随钻参数间的内在关系

随钻参数间的基本关系

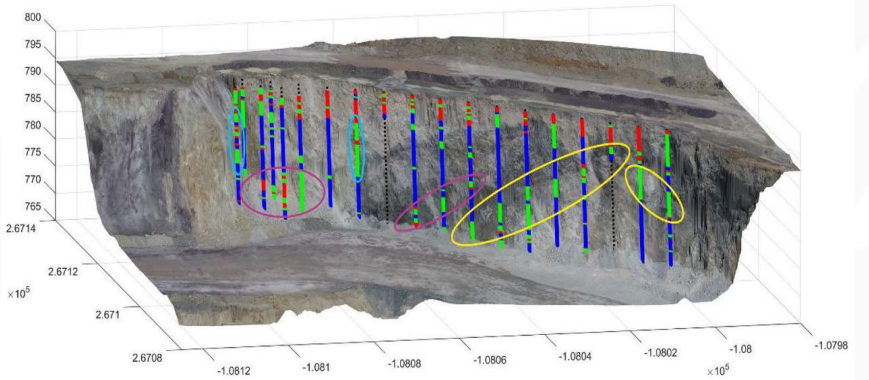


- 随钻参数间的线性关系得到验证：
 $F = a + K_{F-d}d$ $T = K_{T-d}d$
- K_{F-d} , K_{T-d} , a 与岩石的力学参数有关

岩石力学性质与 K_{F-d} , K_{T-d} 的关系



- 曲线的斜率 K_{F-d} , K_{T-d} 与岩石 **UCS** 的决定系数最高，与内摩擦角无明显相关性
- 根据决定系数，截距 a 可以用斜率 K_{F-d} 表示，斜率 K_{F-d} , K_{T-d} 可以用岩石 **UCS** 表示



□ 智能装药车



人工装药人均效率：3kg/min/人

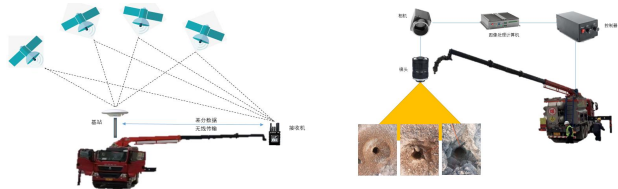
普通装药人均效率：10kg/min/人

智能装药效率：70kg/min/人

- 智能现场混装乳化炸药车结构：主要由底盘系统、基质料仓系统、泵送系统、控制系统、伸缩臂寻孔系统、象鼻子对孔系统等组成。
- 技术参数：车辆伸臂的长度可达15m，平面270度旋转，乳胶基质12吨；（60炮孔，2小时装完）；
- 装药效率：70~150kg/min；爆速指标值： $\geq 4000\text{m/s}$ ，炸药密度：1.05~1.20g/cm³

解决问题：人数众多、爆破安全、数据感知、提高效率

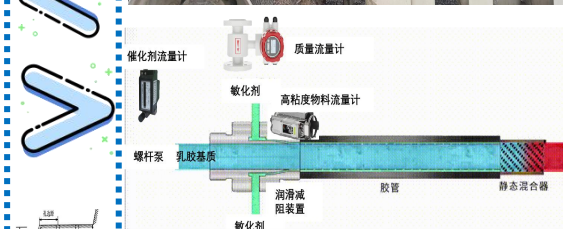
智能装药车关键技术



智能寻孔、精准对孔技术



卷筒感知装药高度



装药高度精准计量

爆破安全智能控制技术

- 装药少人化：只需1人远程操作（1人遥控，1人现场安全辅助），现场装药作业人员减少了83%；
- 装药效率提高2~3倍。
- 装药智能化：车辆移动轨迹智能寻优；装药钻孔智能寻优；智能判断装药异常；智能调节炸药能量；设备智能故障识别。



该项目总体技术达到同类型现场混装乳化炸药国际领先水平，鉴定委员会同意该项目通过科技成果鉴定。

鉴定意见

2023年7月12日-13日，工业和信息化部安全生产司在广东省肇庆市组织召开了宏大爆破工程集团有限公司和湖南金聚能科技有限公司共同研发的“现场混装乳化炸药智能装药关键技术及成套设备研究”项目科技成果鉴定会。鉴定委员会听取了研制单位的研制报告、技术总结报告等汇报，审阅了鉴定相关技术文件，察看了现场，经质询讨论，形成鉴定意见如下：

1、该项目依据《工业和信息化部安全生产司关于“现场混装乳化炸药智能装药关键技术及成套设备研究”科研项目立项备案的批复》(工安全函[2022]68号)进行研制，符合民爆行业相关规定。

2、该项目研发了无线遥控远距离智能装药技术。通过大范围长距离可伸缩悬臂机构，实现一键式智能装药，减少了车辆移动次数；研发装药高度、密度等参数检测手段，采用高粘度物料流量计以及位置传感器，实现了装药输送的计量；研发了一种乳胶基质的远距离输送减阻技术和末端静态快速敏化技术；通过调整敏化剂流量实现了同一炮孔装填不同密度炸药的智能调节和乳胶基质高、中、低温度下的智能敏化。该项目具有创新性和先进性。

3、该项目弥补了智能矿山中现场混装乳化炸药智能装药的空白，大幅减少了爆破现场装药作业人员，可实现现场1人操作，提高了装药效率，具有推广应用价值。

4、该项目科技查新表明国内外未见相关报道；产品经送检性能指标符合标准要求；进行了安全现状评价，结论为：具备了科技成果鉴定的条件。

5、该项目研制报告、技术总结报告、安全规程、用户使用报告等鉴定资料基本齐全。

结论：该项目总体技术达到同类型现场混装乳化炸药国际领先水平，鉴定委员会同意该项目通过科技成果鉴定。

建议：完善使用说明书和技术总结报告等鉴定资料。

鉴定委员会主任： 何春光
副主任： 吕建超、李国明、李秋明

2023年7月13日

□ 智能堵塞车

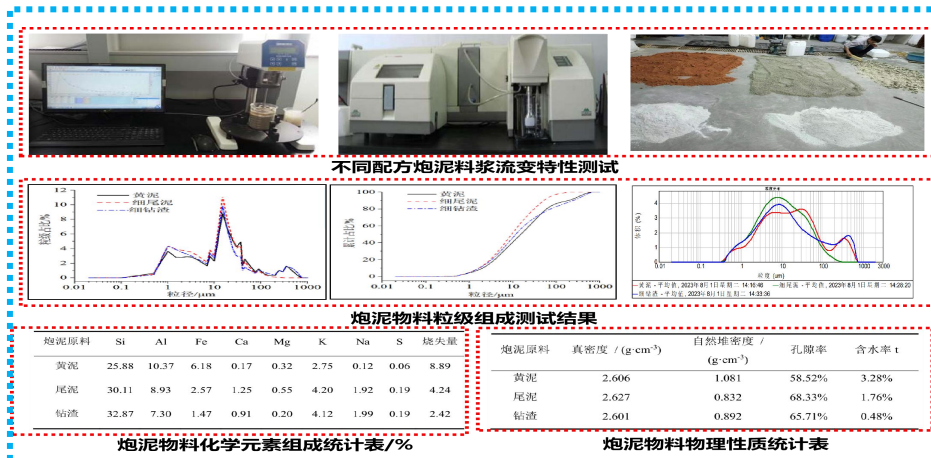


智能填塞车由底盘系统、动力输出系统、储存系统、搅拌系统、泵送系统、液压系统、电气控制系统、长距离智能伸缩臂系统、水汽清洗系统等部分组成。

解决的问题：1、人员多的问题，2、安全问题，3、爆破大块问题，4、装药污染问题。

- 关键技术：新型黄泥膏状炮泥研制技术；基于多传感器融合的精准确孔、对孔技术；基于多通道计量与数据模型的填塞数据感知和填塞阻力调节技术。
- 技术特点：实现原料存储与长距离运输、自动下料、爆破填塞材料制备(浓度可调节)、填塞材料管道输送、炮孔定位、高效炮孔填塞、安全智能管理与故障智能诊断等爆破堵塞材料制备充填一体化作业。
- 技术参数：载重量8000kg(5m³),满足炮孔直径140mm,堵塞长度4~5m,60个炮孔堵塞2小时；堵塞效率：100~150kg/min（效率是人工的10倍）；展臂长度：22.4米，旋转角度：340度。

智能堵塞车关键技术



新型膏状炮泥材料特性关键技术



智能寻孔、精准对孔技术

智能堵塞技术

人工堵塞



机械堵塞



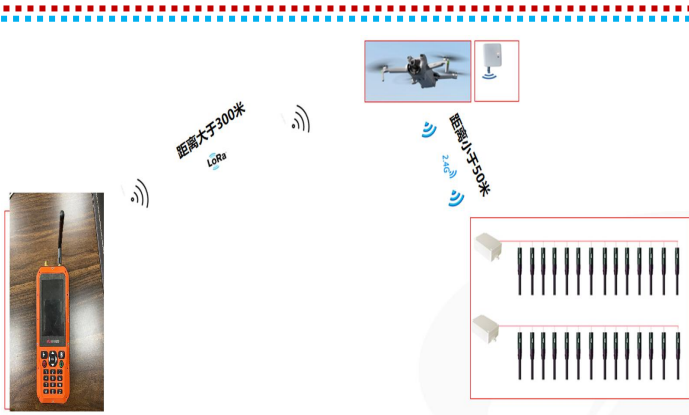
人工堵塞：3孔/小时.人
机械堵塞：10孔/小时.人
智能效率：30孔/小时.人

智能堵塞车堵塞



智能起爆器材

解决的问题：1、安全问题，2、雷管数量的限制问题。



无线起爆模式



智能起爆控制器



中继器

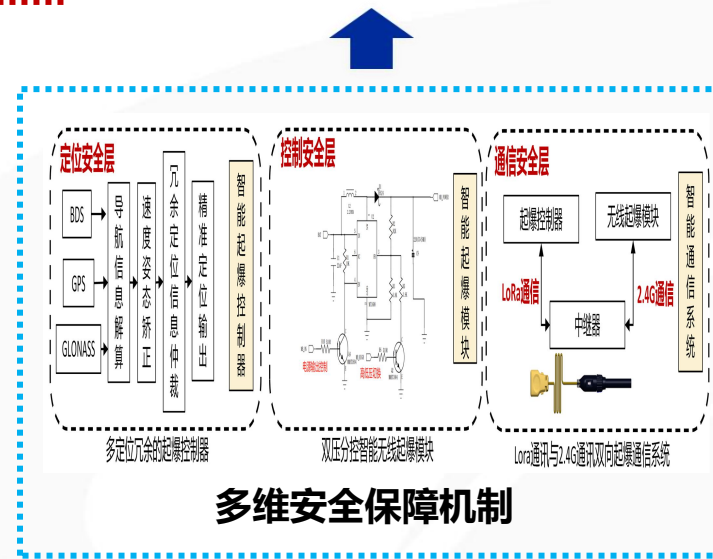


无线起爆模块

智能无线起爆由智能起爆控制器、智能无线起爆模块、信号中继器和数码电子雷管共同组成。

关键技术：无人机搭载中继器、采用双电压、双频道、双向通讯的起爆创新模式。

技术特点：（1）解决了单台起爆器一次起爆工业电子雷管数量的限制，扩大了爆破作业规模，降低了爆破作业人员的劳动强度，（2）解决了复杂地理环境下起爆站位置设置受限的难题，提高了作业效率。



多维安全保障机制



工业和信息化部司局简函

工安全函〔2024〕141号

工业和信息化部安全生产司关于
“无线智能起爆关键技术和成套器材研制”科研项目
立项备案的复函

广东省工业和信息化厅:

《关于报送广东宏大爆破工程集团有限责任公司申请
“无线智能起爆关键技术和成套器材研制”科研项目立项相
关材料的函》(粤工信民爆函〔2022〕80号)收悉。经研究,
我司已对“无线智能起爆关键技术和成套器材研制”科研项
目立项备案。

特此函复。

工业和信息化部安全生产司

2024年7月40日

(联系电话: 010-68205380)

抄送: 宏大爆破工程集团有限责任公司、深圳市慧包民
爆云领电子发展有限公司

证书

获奖项目: 智能无线远程起爆系统关
键技术研究及应用

奖励等级: 一等奖

获奖单位: 宏大爆破工程集团有限责任
公司

证书号: 中国爆协字〔2021〕1-5-1

中国爆破行业协会
二〇二一年十二月

部级工法证书

工法名称: 露天矿山无线远程起爆系统施工工法

批准文号: 中色建协字〔2022〕31号

工法编号: YSGF209-2022

完成单位: 宏大爆破工程集团有限责任公司

福建省新华都工程有限责任公司

工法主要完成人: 李萍丰、张兵兵、李正、李色新、郭晶

中国有色金属建设协会

二〇二二年十二月

□ 智能无人机安全巡检

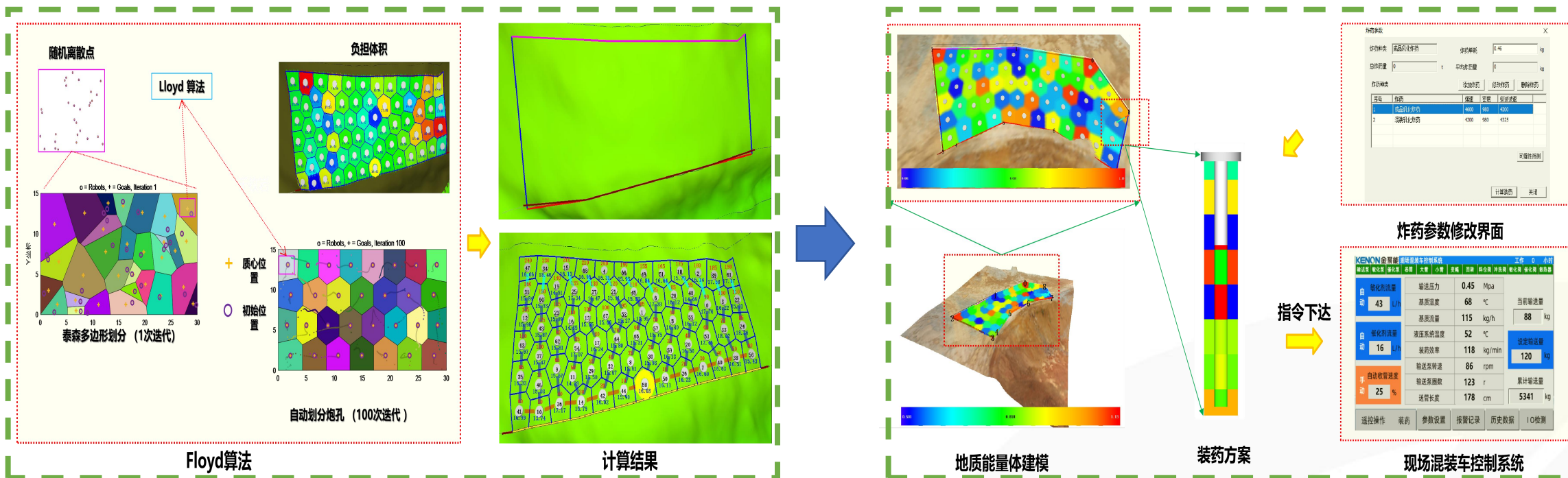


解决的问题：1、员工的劳动强度，2、减少人员，3、监管范围无盲区

智能无人机包含无人机、无人机机场、无人机综合管控系统、用户系统的智能化自主作业无人机集群应用系统。

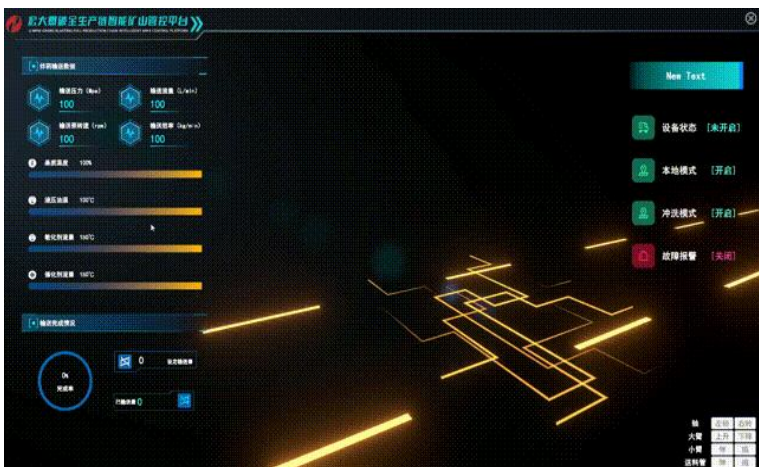
- **技术特点：基于稳定飞控、AI 边缘计算模块、高灵敏感知系统、RTK 高精度定位和云平台等多种领先技术，结合三维点云、自动航线构建、热成像检测等优势功能，可实现安全巡防、开采规划设计、矿堆体积测量、爆破警戒、爆后安全检查、爆破效果评价、一键生成报告等作业需求。**
- **技术参数：最高飞行高度可达500m，对大范围的区域，可进行较为直观的图像采集。根据建立的DEM模型，可以达到平面误差2~3cm、高程误差4~5cm的精度。**

露天矿山智能爆破设计软件



开发以岩石能量体、炮孔封堵能量体与炸药爆炸能量体交互平衡机理为核心，以裂纹扩展最优为目标的露天矿山智能爆破设计软件，建立以能量作用过程为核心的岩石能量体理论，解决了岩体爆破炸药能量传输耗散与岩石断裂-破碎的难题

智能管控平台



解决的问题：1、对感知信息的存储、分析、自学习，2、人工精准调度难、自决策的能力，3、实时数据无法再现的问题。

- 采用前沿的信息技术，如物联网、AI，对矿山的生产活动进行实时监控、数据分析和优化调度，显著提升了资源利用率和生产安全性。
- **精准管控系统：**实时查看设备位置和在线状态；人员定位、实时安全状况和合法性验证；
- **数字采矿管理：**储存模块储存各自智能装备的实时数据，统计模块自动汇总地质、钻孔、炸药、运输矿石量、土方量等，爆堆验收模块实现爆破效果智能分析，生产调度模块按能量消耗、生产效率等边界条件，精准调度各个智能装备安全生产。
- **场景虚拟再现：**通过数字孪生技术实现了对现场所有设备的三维实时映射，从而动态掌握实际生产进度情况。实现对智能钻机、智能装药车、智能填塞车等爆破作业环节车辆的动态监管，实时展示设备的工作参数信息，根据数据变化而产生映射现实的模型动画。



- 01 智能爆破建设的必要性
- 02 智能爆破价值理论
- 03 智能爆破关键技术与装备
- 04 智能爆破的应用**
- 05 结束语

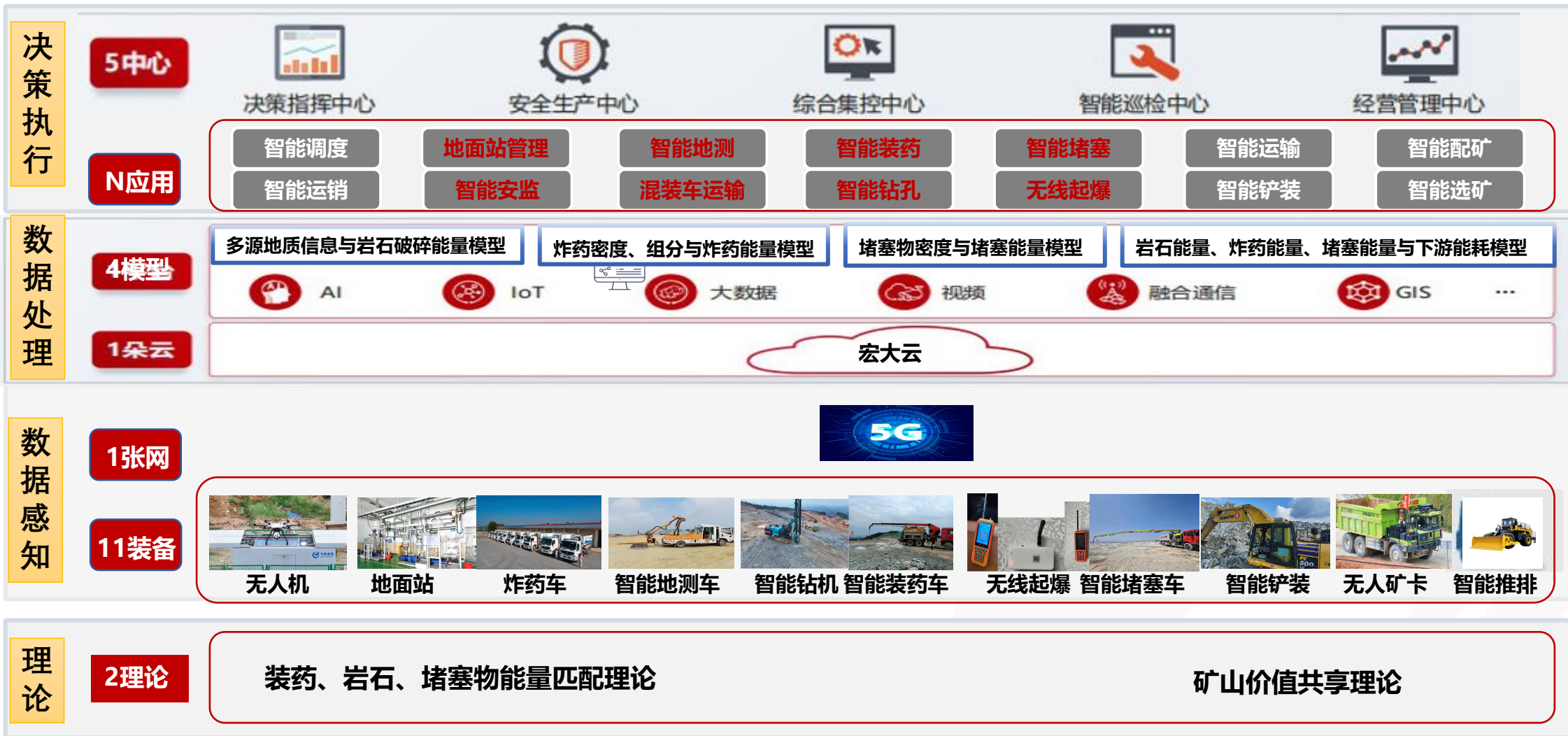
1、矿山的基本情况



- 矿山由**华润集团投资**，由**宏大爆破**工程集团有限责任公司总承包建设和运营。
- 地理位置：位于广东省西部肇庆市封开县；花岗岩露天砂石骨料矿山。
- 矿山规模：生产规模3000万吨/年，服务年限17年。
- 2017年智能化建设，西采区采用传统有人服务模式，东采区采用全生产工序智能化模式。
- 2020年10月成立智能爆破研究中心。
- 2023年3月矿山透明地质、智能穿孔、智能爆破、智能安全管理、智能铲装、无人驾驶和智能数据管控等全工序智能化矿山建成并常态化营运。
- 2024年3月获批国家矿山安全监察局非煤露天矿山安全智能开采重点实验室
- 2024年4月入选《矿山领域征集机器人典型应用场景》

2、智能爆破建设总体框架

2个理论+11台感知装备+1张网+1朵云+4个模型+5个中心+N个应用



3、建设取得的成效



50	穿爆	煤矿	露天矿炮孔孔深水深测量	国能准能集团有限责任公司、北京中矿华沃科技股份有限公司
51		煤矿	煤矿智能化牙轮钻机应用	国能准能集团有限责任公司、徐州徐工矿业机械有限公司
52	非爆开采	非煤	非煤矿山智能爆破	宏大爆破工程集团有限责任公司、肇庆润信新材料有限公司
53		非煤	硬岩矿床短流程非爆开采	长沙有色冶金设计研究院有限公司、中铁工程装备集团有限公司
54	指挥调度	煤矿	智能调度指挥系统应用	中信重工开诚智能装备有限公司、中国矿业大学(北京)



- **实现了0到1的突破**：验证了全工序智能装备的安全性、先进性和可靠性。贡献了全工序安全智能开采的“中国范式”。按照“先完成，再完美”的建设思路，使中国智能矿山水平跻身世界先进行列，
- **保障安全**：现场操作**人员大幅减少了83%**，实现了“少人则安、无人则安”的本质安全目标。
- **提高效率**：智能钻机钻孔效率40m/小时/人（2倍）、智能装药车装填效率2500kg/小时/人（10倍）、智能堵塞效率3000kg/小时/人（10倍）、智能挖机挖装效率500吨/小时。
- 依托智能化矿山召开了广东海南两省非煤矿山智能化建设现场推进会，建设了非煤露天矿山安全智能开采国家矿山安全监察局**重点实验室**。入选了《矿山领域征集机器人典型应用场景》
- 5月份参观、学习的嘉宾达10批次，100余人。

4、第一种模式：地质、穿孔、爆破、采装、运输、排卸 6 大工序智能化

大型、新建露天矿山矿智能化建设模式



透明地质车



通讯基础设施



智能穿爆装备



无人驾驶矿卡



智能铲装设备



智能数据管理平台

5、第二种模式：穿孔、堵塞、采装、运输4大工序智能化

“没有炸药地面站等条件”的大中型露天矿山智能化建设模式



通讯基础设施



智能钻机



智能安全管理



智能数据管理平台



智能堵塞车



无人驾驶矿卡

6、第三种模式：地质、穿孔、爆破、采装、运输、排卸 6 大工序数字化

“重实用、求实效”的小型露天矿山智能化建设模式





- 01 智能爆破建设的必要性
- 02 智能爆破价值理论
- 03 智能爆破关键技术与装备
- 04 智能爆破的工程应用
- 05 结束语**

- **加强分类建设：**“先易后难、注重实效、分类施策、有序推进”的露天智能化建设推进方法。久久为功。
- **持续提升示范矿山的常态化运行水平：**能够有效减少现场作业人员，改善矿工工作条件，尤其是在安全生产方面给矿山带来了明显效益。但是智能矿山常态化运行水平都较低，主要是由于智能化系统建成时间短、矿山智能系统考核制度导向不明确、智能系统运维标准缺乏、智能系统运维人才不足等原因所造成。
- **继续推进智能化示范矿山建设：**智能化示范矿山建设为全国矿山智能化建设的全面铺开提供了经验、奠定了基础。应总结包括技术装备、组织体系、人才队伍等的不同类型智能化建设模式与经验，着力推动智能化示范工程发现的关键难题攻关突破。地方政府高度重视，积极打造市（县）域智能化建设示范区，带动周边区域智能化建设。
- **加强矿山智能化人才培养：**鼓励高校、职业院校开展矿山智能化相关学科建设，加大智能化人才尤其是一线技能人才的培养力度。推动在矿山设立智能化相关专职岗位，建立专职机构，健全智能化从业人员职业发展通道，完善管理机制。加大政府财政投入，带动企业智能化建设资金投入，企业建立智能化建设验收评价及奖励机制，保障露天矿山智能化建设顺利推进。
- **加快矿山智能化标准体系建设：**制定地方标准或企业标准，形成适合区域或企业的智能化标准体系。



智能矿山建设目的增安提效控本。

误区：

- 1、控制成本不是某个工序的，是整个矿山的；
- 2、控制成本不能单靠提高效率，要靠技术、价值共享等。
- 3、控制成本不单只算经济帐，同时要考虑本质安全、资源利用、绿色环保等综合帐。（由于实现了少人安措费、管理费等费用能不能转移到智能化建设的投入）
- 4、不能是几个单位投入，而是政府、业主、承包单位、科技公司、装备公司共同投入。

—— **谢谢** ——
THANKS



电话：13808841728 (微信同号)