

基于天信工业互联网的智慧矿山一体化解决方案 实现矿山全生产过程的可视 可管 可控

引言：

天瑞信科（河南）数字科技有限公司成立于 2015 年，是由中国五百强企业天瑞集团股份有限公司投资成立的一家专业从事软件研发、智能制造解决方案及工业互联网平台研发运营有关的国家级高新技术企业和软件企业。天瑞信科“天信工业互联网平台”获选 2022 年工信部跨行业跨领域工业互联网平台，这是河南省获选的第一家“双跨”平台，实现了河南工业互联网跻身“国家队”的新突破。

依托天瑞集团水泥、煤焦化、钢铁、铸造多产业规模优势及成熟的智能制造、工业互联网平台研发运营经验，打造国内领先工业互联网平台示范标杆，为传统制造业数字化转型提供整套解决方案，助力传统制造业数字化转型升级。

一、项目概况

根据露天非金属矿山企业的实际生产需求，结合行业痛点，通过对矿山穿、爆、装、运、卸等各个生产环节长期跟踪调研，全流程收集分析生产数据，采用信息化、数字化、智能化手段，对矿山资源开采、生产计划、爆破流程、车铲调度、品位搭配、装卸计量、安全管理等各个生产环节进行流程优化与管控，解决传统矿山数字化程度低、生产数据遗失、业务环节分散不互通的难题，实现矿山资源开采的数字化、安全生产的智能化以及智能管控的集成化。

1. 项目背景

自 2015 年以来，国家及地方出台多部智能矿山建设政策、指导意见及行业规范，其中包含《中国制造 2025》、《砂石行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0316-2018）、《水泥灰岩绿色矿山建设规范》（DZ/T 0318-2018）、《河南省非煤矿山智能化建设实施方案（试行）》等，支持并积极引导煤矿及非煤矿山向智能化发展，同时，在科技、产业和金融等方面给与全方位支持。作为实现“双碳”目标，助力矿山低碳、绿色发展的重要手段，政策明确推进矿业领域科技创新，加快建设数字化、智能化、信息化、自动化矿山，推进节能减排，将智慧矿山建设提升到新的高度。

当前我国露天矿山智能化建设仅实现了部分环节的自动化、数字化，且各环节基本处于相对隔离的独立运行状态，信息数据孤立未实现共享互通，随着大数据、传感器、物联网、5G 等信息技术的发展和应用使得数据采集及共享更加便捷，为本方案的研发实施提供了有力的技术支撑。

2. 项目简介

智慧矿山一体化平台面向生产运营管理，融合 5G、数字采矿、物联网、无人机倾斜摄影、WEBGIS、无人驾驶等前沿技术，通过管理对象的全联接、数据的全融合，实现矿山资源开采、穿孔爆破、车铲调度、品位搭配、装卸计量、安全管理等全过程的可视、可管、可控，帮助矿山企业打造安全、智能、高效的智慧矿山运营模式。

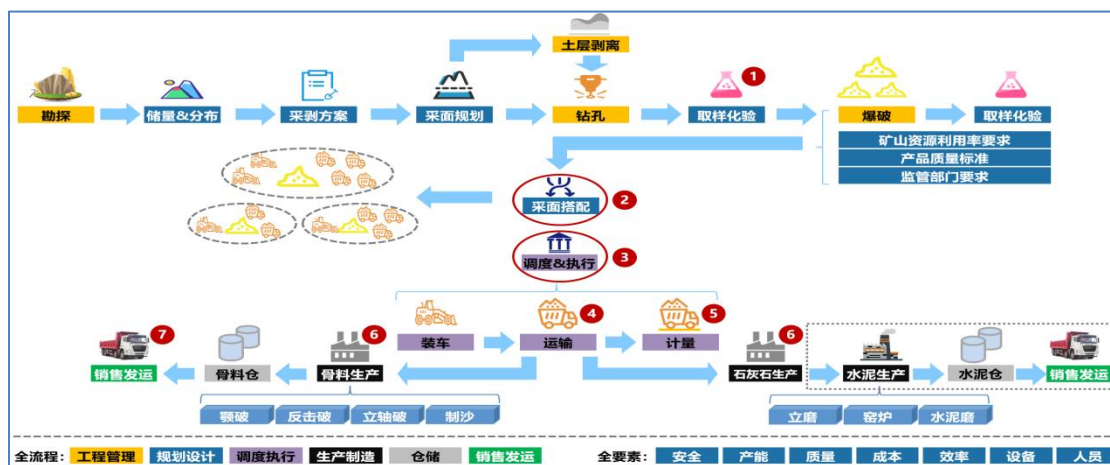


图 1 露天非金属矿山作业全流程

3. 项目目标

(1) 切实解决矿山安全生产过程中的行业痛点问题

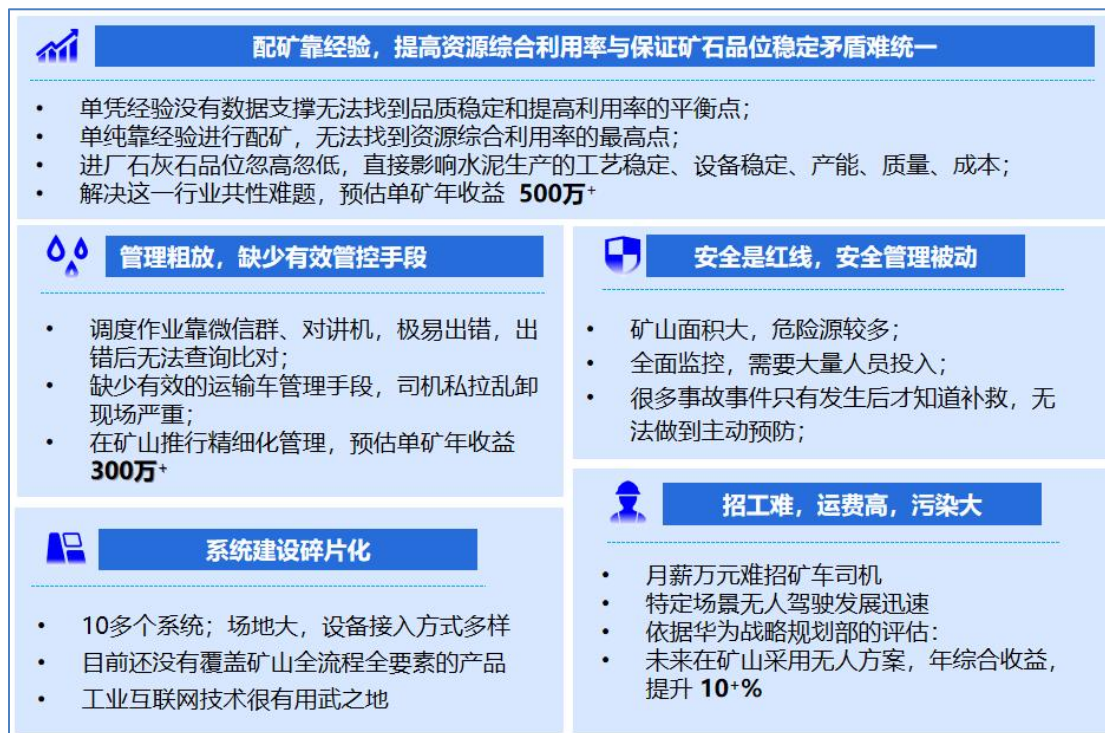


图 2 传统露天矿山企业五大痛点

(2) 助力矿山企业完成绿色矿山、智慧矿山建设

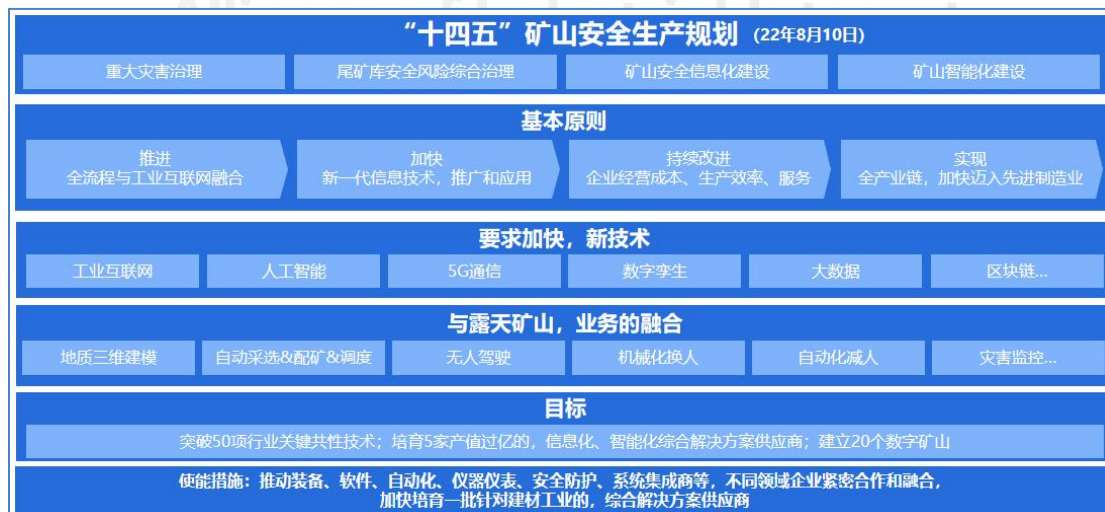


图 3 政府部门对矿山绿色化、智能化建设要求

二、项目实施概况

1. 项目总体架构和主要内容

(1) 项目总体架构

项目采用端、边、云的技术架构，云端部署应用服务，边缘端部署 AI 算法和无人驾驶算法服务，端边通过 5G/4G 通讯协议接入视频监控、无人驾驶系统、无人值守计量系统、路测单元设备等。



图 4 项目总体架构图

(2) 依托的工业互联网平台

天信工业互联网平台创建于 2018 年，是天瑞信科（河南）数字科技有限公司基于天瑞集团三十多年的制造经验打造的国家“跨行业跨领域”工业互联网平台。天信平台致力于为不同行业和规模的企业提供基于场景生态的、低成本、低门槛、高效率、高可靠工业互联网数字化转型服务，目前共在北京、河南、山西、陕西、安徽、江苏、天津等省市落地 14 家区域公司，赋能外部工业企业 101673 家，内部企业 67 家。

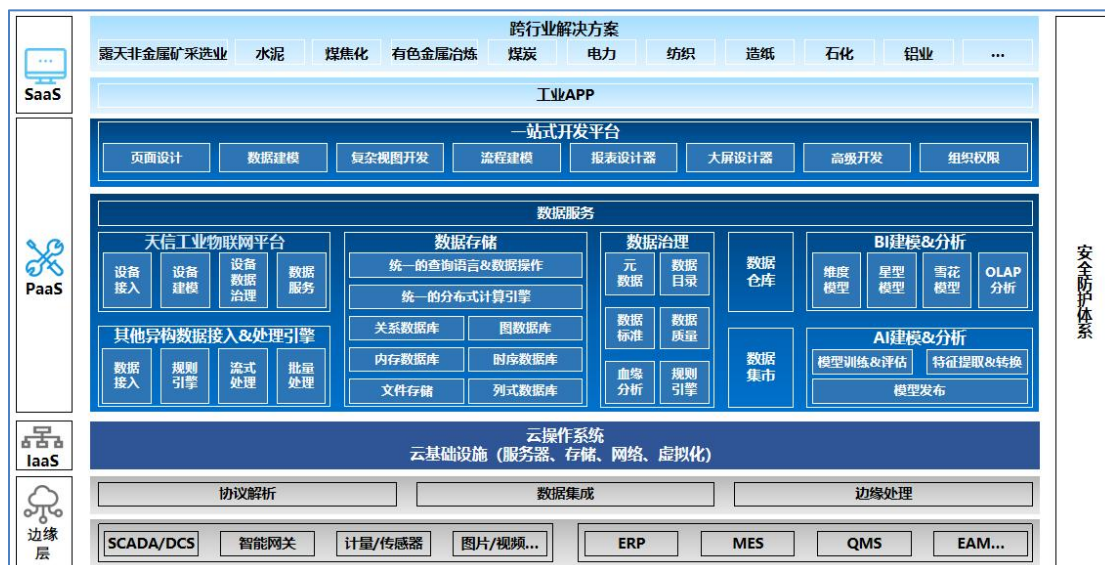


图 5 天信工业互联网平台架构图

2. 网络、技术或安全互联架构

(1) 技术架构

我们融合 5G、物联网、大数据、人工智能、无人驾驶等前端主流技术，通过天信工业互联网平台的物联网平台、大数据平台、数字孪生平台、工业算法平台提供一系列服务模型，为智慧矿山顶层应用提供服务支撑。



图 6 项目技术架构图

(2) 网络架构

矿山开采现场采用 5G 网络链接远程挖机、无人驾驶车辆、工业采集网关等设备，通过工业环网数据传输至矿山数据中心为矿山调度智慧中心提供数据支持，同时通过互联网链接云端标识解析、区块链、大数据、AI 工场等云端支持平台。

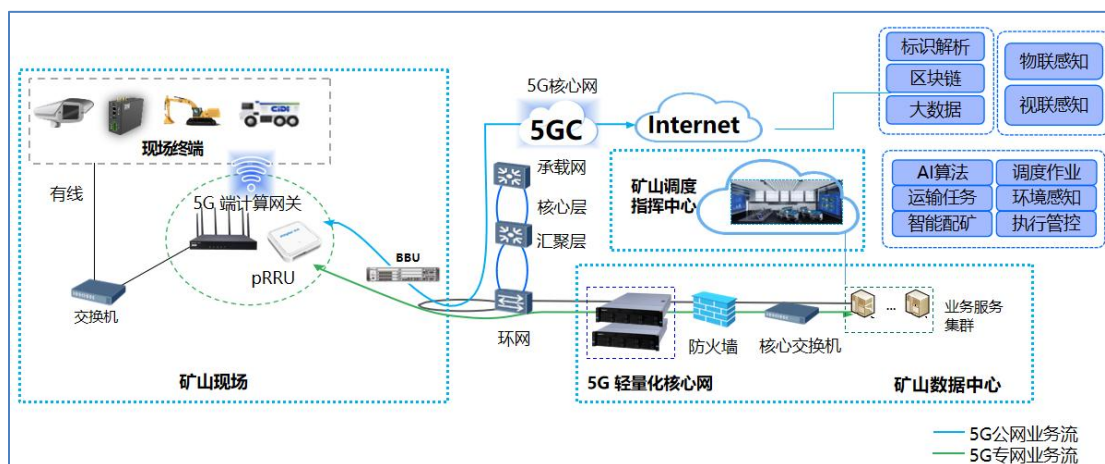


图 7 项目网络架构图

3. 具体应用场景和应用模式

(1) 资源开采的数字化

矿山数字化为智慧矿山建设的前提，资源开采数字化是矿山数字化建设的重要组成部分及一系列开采工序智能化的基础。

本方案利用 3DMine 矿业软件依据原始地勘资料进行三维数字化地质建模，创建矿山钻孔数据库并生成能够真实反映矿石赋存形态的三维矿体模型、真实反映矿石品位分布的块体模型，为穿孔爆破精准化、品位配矿精细化、储量计算便捷化创造了前提。



图 8 三维地质建模流程及作用

(2) 调度作业智能化

通过移动端 APP，矿山管理人员可随时随地下发、变更及结束调度任务，通过自研的装卸验证设备终端及高精 GPS 北斗定位设备可获取车辆的实际装

卸地点及精确的装卸车时间，生成报表数据，对于无任务车辆及未按任务地点装卸车辆进行标记或计量时予以控制，有效避免私拉乱卸现象。系统对报表历史数据中的装卸耗时、车铲搭配、运距等进行分析，并反馈与管理人员，作为调度决策的依据。



图 9 调度作业流程优化

(3) 智能精细化配矿

不同品位爆堆之间进行配矿时，通过算法模型，在满足生产指标的前提下，低品位矿石尽量多用，高品位矿石尽量少用，从而达到资源利用最大化的目标。模型支持自选爆堆、推荐爆堆，随着历史数据的积累，可支持自动任务下发及车辆分配。



图 10 精细化配矿原理图

(4) AI 安全工单系统

在原有监控设备上部署 AI 识别算法，对高风险安全区域、重点生产区域进行情景识别，可实现对入侵、穿戴、脱岗、烟尘、料位、石块过大等事件的精准识别，并与工单联动，出现异常立即向相关人员手机端 App 推送工单，缩短响应时间，实现安全管理的智能化。

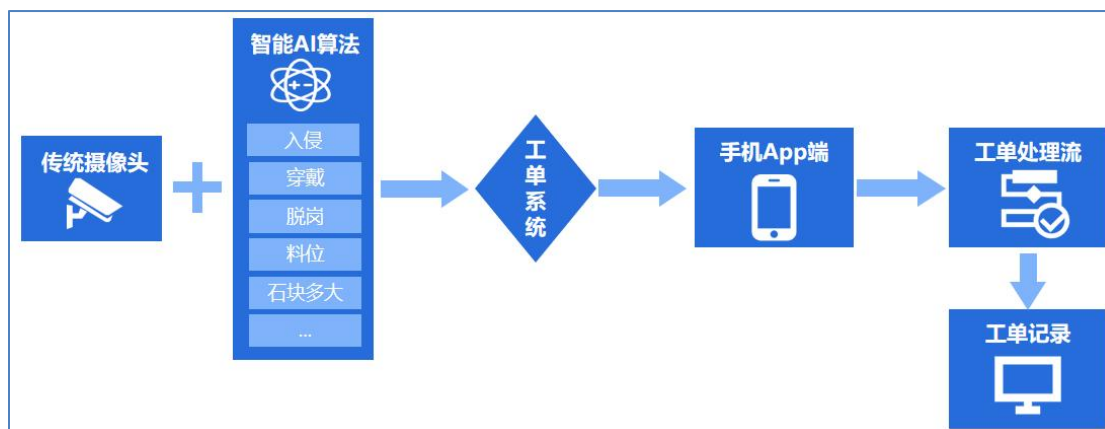


图 11 工单系统原理图

(5) 生产过程控制

作为任务下发和配矿的最小单元，爆堆的生成必须经过钻孔、质检、爆破流程，本方案可实现对流程的强管控，从而保证爆堆矿量和品位数据的精准度。采面作为爆堆的上级单元，其创建受到生产计划的严格控制，只有计划内的采区、台阶上才可创建采面，通过该方式反向控制生产计划的执行。

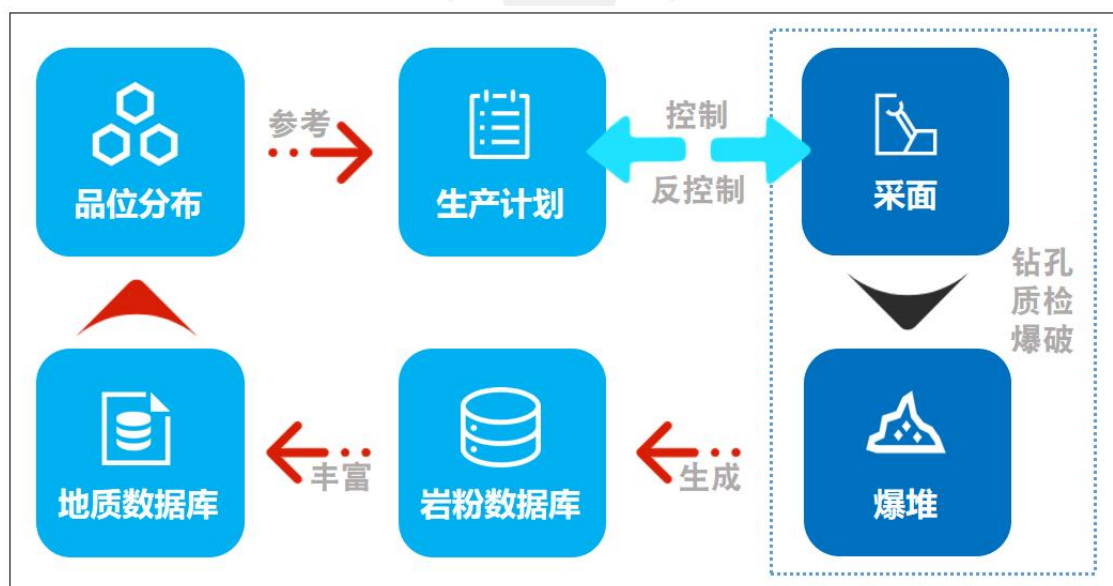


图 12 生产过程管控原理图

(6) 资源管理系统

该系统可直观展示品位分布模型、终了模型、年度生产计划模型及年度、月度计划执行情况，并展示矿山储量、资源利用情况，帮助矿山管理人员更直观、全局的掌握矿山资源情况。

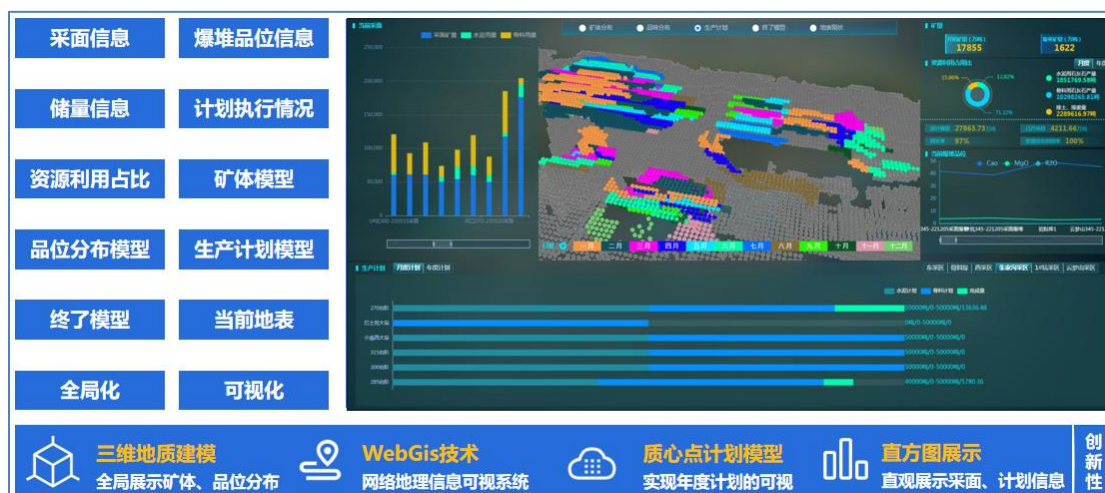


图 13 资源管理系统界面

(7) 设备管理系统

作为矿山生产及辅助生产设备的基础档案，如运输车、挖机、破碎机、摄像头、边坡检测点、装卸验证设备等，通过接口对接可实时展示设备的运行状态，并与工单联动，出现异常立即向相关人员手机端 App 推送工单。



图 14 设备管理系统功能

(8) WebGis 一张图管理

首页 WebGis 地图不只是三维设计初级阶段的可视化模型，而是载有各类信息的数字综合体，包括实时生产信息、车辆运行轨迹、采面信息、视频监控、边坡预警信息等，实现了生产过程高度集成化的一张图管理。



图 15 WebGis 首页图

4. 安全及可靠性

利用天信工业互联网平台安全网闸通过身份认证、传输加密、认证授权、协议过滤、安全监测等手段为智慧矿山一体化平台提供安全防护。

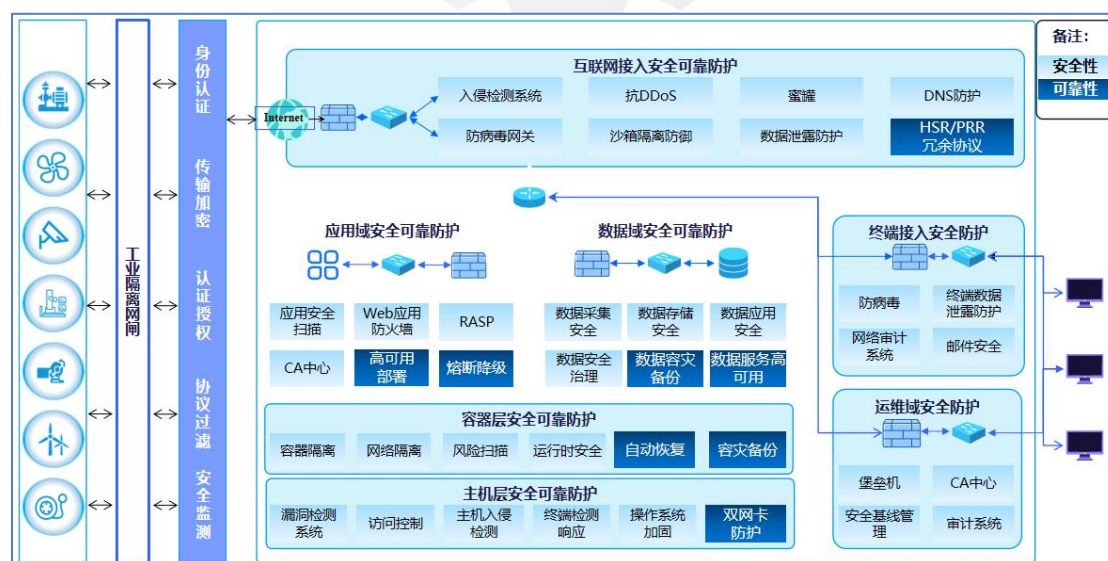


图 16 天信工业互联网平台安全架构图

三、下一步实施计划

1. 更全面的推广

目前方案已在多家石灰石矿山应用实施，方案还适用于露天金属矿山、露天

煤矿、各类石料采石场以及矿山生态修复治理等，下一步将进行更全面的推广。

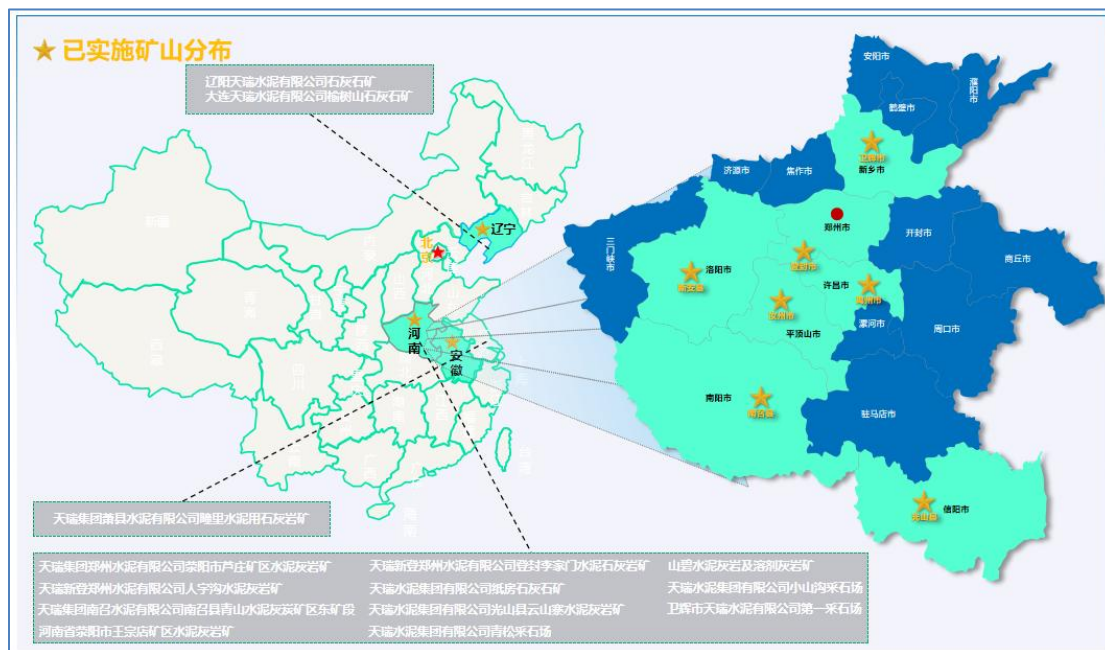


图 17 已推广应用矿山分布图

2. 更深入的研发

在满足各类露天矿山应用需求的同时，进一步深入研发井工地下矿山的智能化建设。



图 18 已研发完成的井下矿山集控中心

四、项目创新点和实施效果

1. 项目先进性及创新点

智能配矿：自研 AI 配矿算法，满足配矿指标前提下，尽可能提高低品位矿石利用率，实现资源利用的最大化。

智能调度：通过 AI 算法综合处理运距、车速、装卸车时间、等待时间等参数，实时进行路径规划，实现车不等铲，铲不等车。

计划爆破流程管控：设置生产计划及爆破流程管控机制，非计划内采区、台阶无法创建采面，爆破必须采集钻孔质检数据并录入，确保爆堆矿量和品味的准确性。

装卸地点强管控：利用自研的 2.4g 射频装卸验证设备，配合高精 GPS 定位设备实现对运输车装卸地点的强管控，杜绝了私拉乱卸现象。

无人值守计量：实现自动计量，并可对不按任务地点装卸车辆进行校验，私拉乱卸车辆无法过磅。

智能 AI 算法：在传统监控设备上部署 AI 算法模型，实现对卸料口料位、石块过大等事件的智能检测，发现异常自动生成工单，杜绝了非计划停机现象。

WebGis 一张图管理：三维可视化地图是载有各类生产设备信息的载体，包括破碎机、监控设备、边坡检测设备、各类车辆等，实现了生产过程的一张图管理。

2. 实施效果

以郑州某年产 900 万吨石灰石矿山企业为例，项目上线后各类生产数据明显改观，上线以来累计为客户创造收益约 4450 万元。

作业效率提升10%	报表效率提升6倍	品质波动下降3%
日规避损失2万元	吨开采成本节省1元	资源利用率提升30%
降低油耗7%以上	电耗降低1.5%以上	减少巡检岗位人员5位

该项目已在多家矿山企业实现了应用试点和复制推广，部分矿山已正式运行两年以上，并助力 7 家矿山企业完成省级绿色矿山验收，6 家矿山企业完成国家

级绿色矿山验收。



工业互联网产业联盟
Alliance of Industrial Internet