

附件 1

张榜项目信息

一、项目名称

有色金属行业智能矿山综合管控平台关键技术研究与应用

二、项目专项经费上限

3750 万元

三、需求单位

山西北方铜业有限公司

项目联系人及电话：

孟飞 15235972720 李琦 18434899908

邮箱 liqi20030001@126.com

四、项目目标

项目按照国家及山西省智能矿山建设相关政策要求，聚焦有色金属矿山多源异构数据融合处理、复杂环境智能感知与识别、生产过程子系统集成、网络协同制造体系构建、安全智能预测与管控、智能决策算法优化等核心难题，综合应用 5G 通讯、大数据技术、人工智能等新一代信息技术，开展智能矿山综合管控平台关键技术研究，目标构建有色金属行业智能矿山综合管控平台，覆盖基础支撑体系、生产过程集成管理、生产运营高效调控、安全管理监控以及决策支持智能辅助等多个维度功能，对标国内外有色金属智能矿山标杆企业，实现矿山“矿石业务流”和“数据流”的全链条、全过程智能管控，提高

矿山生产运行的数字化、精准化和高效化，降低人员劳动强度，提高生产现场劳动效率，提升本质安全。

研究成果具备广阔的应用前景，可在相关政府部门及企业中实际应用，应用范围涉及铜矿、铁矿、金矿、盐矿、花岗岩石矿山等多种非煤矿山，充分彰显在非煤矿山管理和资源利用领域的广泛适用性和巨大市场潜力，助力铜矿峪矿成为山西省第一批创建智能化非煤矿山示范企业。

五、主要研究内容

项目面向有色金属矿山智能化建设的迫切需求，针对有色金属矿山面临的多源异构数据融合处理、复杂环境智能感知与识别、生产过程子系统集成等问题，开展智能矿山综合管控平台关键技术研究与应用。主要包括：

1. 有色金属矿山多源异构数据采集治理研究

有色金属矿山数据来源广泛且格式各异，对于矿山的安全生产、资源管理和决策支持具有重要意义。通过构建统一的数据采集框架，打造具备有色金属矿山行业属性的工业软件基础底座，为上层应用提供稳定、高效的数据上传、存储、下发服务。通过构建统一高效的数据治理平台，实现对多源数据的集成、清洗、转换和存储，提高数据的准确性、完整性和可用性，为矿山提供更加精准的数据支持。

2. 有色金属矿山统一服务、3D GIS 和感知协同研究

构建统一的有色金属矿山服务架构，整合有色金属矿山生产、管理、维护各环节服务资源，实现服务的标准化、流程化和智能化，提

供统一身份认证、用户授权、基础数据、GIS、大数据、流程等基础能力，支持应用与应用间的服务相互调用，从而实现业务与业务之间的服务共享。深入研究并应用 3D GIS 技术，通过构建矿山的三维数字化模型，实现地形、地下矿体、巷道网络及设备布局等关键信息的直观展示与交互。开展物联网环境下多传感器信息融合和分布式感知技术研究，构建覆盖矿山的感知网络，实现对矿山各类感知数据的实时共享和协同处理。

3. 有色金属矿山生产过程子系统集成研究

开展具备标准化和互操作性系统集成机制研究，实现对有色金属矿山生产过程子系统的综合集成。对监测监控、井下人员定位、应急广播、无线通信、工业视频监控、应急救援等安全系统进行改造升级，进而对上述安全系统以及通风、压风、排水、供电、提升、微震、皮带运输、视频等综合保障系统，智能凿岩、铲运、运输、辅助运输等生产系统进行数据集成，利用各系统相关数据进行融合分析与智能联动，最终通过综合应用实现对矿山井下作业场景的综合保障与智能操控。

4. 有色金属矿山智能生产运营优化研究

依托有色金属矿山 5G 网络，研究融合 5G/TSN 确定性通信、云边协同智能计算、安全实时工控业务的有色金属矿山工业控制系统架构，构建有色金属矿山采矿生产网络协同制造体系，对地测、采生产过程进行全面管理和追踪，涵盖矿产资源评价、生产计划、生产过程、生产实绩等全过程生产指标以及设备管理、能耗管理、物资管理等子系

统。通过对生产各环节进行过程监控和成果管理，打破数据孤岛，有效解决当前矿山信息不互通、工作效率低下问题，通过全流程的数据融合分析，对生产现状进行实时掌握，为矿山安全生产决策提供有力支持。

5. 有色金属矿山安全智能管控研究

以矿山安全管理政策、安全管理制度为导向，以“人机、环、管”为对象，按照一部多点、一点多源、一源多险、一险多措、措缺为患、患存为难的原则，开展有色金属矿山风险分级管控、隐患排查治理、不安全行为管理、指标统计、培训教育环境保护管理、应急管理、特殊作业管理、辅助功能管理应用研究。基于视频监控规则对矿山作业工艺工序执行、人的行为、设备运行等场景进行智能检测，构建视频AI分析模型，对矿山IoT数据进行风险辨识、监测预警，有效预防和减少矿山事故的发生。

6. 有色金属矿山智能决策支持研究

整合矿山各类数据资源，构建全面、高效、智能的有色金属矿山决策支持系统，“全面、及时、准确、直观、方便”地向各级管理人员提供权职范围内的信息。依据产运销、运营成本、物资消耗、电力消耗、人员成本等矿山经营相关指标，开展深度学习和模式识别等机器学习算法研究，发现潜在的生产规律，辅助进行经营决策，优化矿山资源配置，降低矿山运营成本。针对生产状况、安全状况以及潜在风险构建预测模型，对矿山生产中的安全风险、设备故障等进行预测和预警，提升矿山安全管理水平。

六、揭榜方任务

调研国家及山西省关于智能矿山建设的政策导向与发展规划，同时深入分析铜矿峪矿的现状与实际运营需求，形成涵盖感知、分析、决策、控制全链条的智能矿山综合管控研究方案。基于此方案，开展以下核心研究工作：

1. 研究有色金属矿山多源异构数据采集治理技术。构建统一的数据采集框架，打造具备有色金属矿山行业专业属性的工业软件基础底座；构建统一高效的数据治理平台，实现对矿山多源数据的集成、清洗、转换和存储。

2. 研究有色金属矿山统一服务与感知协同技术。构建统一的矿山服务架构，集成核心基础能力，包括统一身份认证、用户授权机制、基础数据管理、大数据分析以及流程管理；研究并应用 3D GIS 技术，构建矿山三维数字化模型，实现矿山地形、地下矿体、巷道网络、设备布局等的直观展示与交互；构建覆盖矿山的感知网络，实现对矿山各类感知数据的实时共享和协同处理。

3. 研究有色金属矿山生产过程子系统集成技术。开展具备标准化和互操作性系统集成机制研究，对监测监控、井下人员定位、应急广播、无线通信、工业视频监控、应急救援等安全系统进行改造升级，进而对上述安全系统以及通风、压风、排水、供电、供水、提升、微震、皮带运输、视频等综合保障系统，以及智能凿岩、铲运、运输、辅助运输等生产系统进行数据集成，利用各系统相关数据进行融合分析与智能联动。

4. 研究有色金属矿山智能生产运营优化技术。依托有色金属矿山 5G 网络，研究融合 5G/TSN 确定性通信、云边协同智能计算、安全实时工控业务的有色金属矿山工业控制系统架构，构建有色金属矿山采矿生产网络协同制造体系，对地测、采生产过程进行全面管理和追踪，涵盖矿产资源评价、生产计划、生产过程生产实绩等全过程生产指标以及设备管理、能耗管理、物资管理等子系统。

5. 研究有色金属矿山安全智能管控技术。以“人、机、环、管”为对象，开展有色金属矿山风险分级管控、隐患排查治理、不安全行为管理、指标统计、培训教育、环境保护管理、应急管理、特殊作业管理、辅助功能管理应用研究。基于视频监控规则对矿山典型场景进行智能检测，构建视频 AI 分析模型，对矿山 IoT 数据进行风险辨识、监测预警。

6. 研究有色金属矿山智能决策支持技术。整合有色金属矿山各类数据资源，构建全面、高效、智能的有色金属矿山决策支持系统，“全面、及时、准确、直观、方便”地向各级管理人员提供权职范围内的信息，提供科学、准确的决策依据。

在完成上述研究基础上，以铜矿峪矿为试点单位，开展智能矿山综合管控平台应用示范，形成包括专利、论文、软著、标准的自主知识产权布局，促进有色金属行业矿山的转型升级和可持续发展。

七、揭榜考核指标

1. 多源异构数据采集治理研究

研发数据采集和数据管理平台，建设有色金属矿山多源异构数据

采集治理规范，完成铜矿峪矿标准体系规范的编制。数据采集平台集采集、控制、组态三大功能于一体，为上层应用提供稳定、高效的数据上传、存储、下发服务；数据管理平台需具备元数据管理、数据质量管理、数据共享与交换、数据标准管理、数据权限管理、数据可视化等功能。

数据采集和管理平台实现实时、多源数据的高效采集与集成，具体考核指标包括：

(1) 数据质量：缺失率 $\leq 0.1\%$ ，错误率 $\leq 0.1\%$ ；

(2) 数据采集效率：成功率 $\geq 99.9\%$ ，采集速率 $\geq 1000\text{dps}$ (data points per second)；

(3) 平台功能：支持多种传感器接口；平台具备自诊断和故障报警功能；支持 OPC UA、MQTT、SFTP、RTSP 等通信协议；支持超时重发、数据缓存和断点续传功能[1, 2, 3]。

2. 统一服务、3D GIS 和感知协同研究

(1) 统一服务平台需提供统一认证授权、基础功能及服务、聚合核心服务以及外部服务管理与转发服务。具备统一身份认证、用户授权机制、基础数据管理、大数据分析以及流程管理等基础能力，基础数据查询的平均响应时间应 $\leq 500\text{ms}$ ；

(2) 3D GIS 平台支持矿山周边高清影像数据实时加载，具备 GIS 建立、导航地图、距离量测、高程量测、面积量测、三维标注、绘图功能、数据自动建库、格式转换、空间分析、定位监测、信息服务[4]等核心功能，地图精度 ≤ 5 米；

(3) 感知协同平台需对矿山各类感知数据进行实时共享，确保数据的实时性和准确性，从而进行高效、智能的协同处理。平台通过设备联动控制模块构建数据采集/控制系统，具备与边缘侧（设备）数据的上传、下发等交互功能；与边缘侧模型的下发、上传、更新、管理等交互功能；与边缘侧应用的下发部署、管理等交互功能[5]，协同操作抽样调查满意度 $\geq 99\%$ ；

整体建设铜矿峪矿自然崩落法的透明地质保障一张图体系。

3. 生产过程子系统集成研究

实现对有色金属矿山安全系统、综合保障系统、生产系统数据的综合集成展示，并支持多系统间的联动控制功能，同时需预留足够的子系统接入接口，确保新建子系统能够无缝对接到现有系统中。

(1) 完成对铜矿峪矿的监测监控、井下人员定位、应急广播、无线通信、工业视频监控、应急救援等安全系统的改造升级。完成井下安全系统，通风、压风、排水、供电等综合保障系统，智能凿岩、铲运、运输、辅助运输等生产系统的数据集成。

(2) 监测监控系统实时监控压风、供电等系统设备工作状态；重点工作面监控覆盖率 $\geq 99\%$ ；

(3) 井下人员定位系统以 UWB 定位系统为基础，实时监测井下人员和车辆的位置、滞留时间等信息，抗干扰能力强、无误码、无漏检，定位精度 $\leq 10\text{cm}$ ；

(4) 应急广播和无线通信系统与监测监控、人员定位、应急救援、工业视频监控等系统相连接，并满足远程联网和信息发布的需要

[4];

(5) 工业视频监控具备电子围栏、AI 识别风险能力，监控覆盖率 $\geq 99\%$;

所有系统满足可靠性高的要求，主要组件或设备出现故障，备用组件可以立即接管。

4. 智能生产运营优化研究

研究网算控一体化有色金属矿山工控系统架构设计方案，研发生产运营系统，包含生产执行管理、能源管理、设备管理等子系统。生产执行管理需包括生产计划管理、生产调度管理、生产统计管理、生产成本管理、生产技术管理、质量管理等功能模块；能源管理需具有数据采集、数据分析、能源监控和数据发布功能，建立能源管控体系，辅助矿山降本增效；设备管理需将设备与实时数据进行有机融合，利用设备全生命周期数据对设备管理业务提供有效支撑。针对铜矿峪矿的需求，各子系统优化并满足以下功能和考核指标：

生产执行管理：对矿山生产计划及过程进行综合管理与追踪，确保生产计划的高效执行。

生产可视化监控：对采矿生产过程进行有效监控及调度，实时监控生产动态，提高管理效率。

设备管理：提升设备利用率 $\geq 10\%$ 。

能源管理：单位产量能耗水平下降 $\geq 10\%$ 。

质量管理：对进出场原料或产成品的取样化验、采矿钻孔取样化验等结果进行规范化入库，确保质量管理的高效性和准确性。

物资管理：具备对矿山生产涉及的各类物料进行统一管理功能，优化物资供应链管理。

数据响应：各子系统响应时间 $\leq 100\text{ms}$ ，确保生产数据的实时性与准确性。

业务流程模型支持：

(1) 具备业务流程模型构建工具，支持业务流程模型的运行和部署；

(2) 对业务流程模型进行管理和扩展，符合铜矿峪矿的动态生产环境[5]。

5. 安全智能管控研究

(1) 智能安全管控系统，包括风险分级管控、隐患排查治理、不安全行为管理、指标统计、培训教育、环境保护管理、应急管理、特殊作业管理、辅助功能管理等功能模块，各子系统平均检测延时 $\leq 100\text{ms}$ ，召回率（正确识别的事件占有所有实际事件的比率） $\geq 99\%$ ；

(2) 结合铜矿峪矿的实际情况和生产数据，建设AI算法平台满足以下功能：标注数据支持、预训练模型、图像处理、模型迭代、语言模型终身学习[2, 6]等，标注准确率 $\geq 95\%$ ，模型准确率 $\geq 90\%$ ；

(3) 融合视频监控AI分析与IoT数据风险辨识：整合铜矿峪矿的监控系统与IoT设备，通过AI分析实现风险辨识，并适应铜矿峪矿的特殊环境需求。

6. 智能决策支持研究

研发融合深度学习与预测模型的智能决策支持系统，实现经营决

策优化与安全风险智能预警。

系统功能：主要指标完成、物资消耗分析、产运销综合分析、人力成本分析、市场化管理、运营成本管理等功能[7]，为各级领导和管理人员提供权职范围内的信息，满足各级领导管理和决策对信息依据的需要。

具体考核指标如下：

(1) 系统决策响应时间： ≤ 5 秒，确保快速响应铜矿峪矿的各种业务需求；

(2) 决策准确率： $\geq 95\%$ ，通过深度学习与预测模型，提高对铜矿峪矿生产和运营决策的准确性；

(3) 预测误差率： $\leq 5\%$ ，确保在生产或安全预测中，系统与实际结果的偏差程度保持在可接受范围内；

(4) 安全风险智能预警：结合智能安全管控系统，具备铜矿峪矿特有的安全风险识别与预警能力，有效应对矿山运营过程中可能出现的安全隐患。

7. 申请相关发明专利 ≥ 6 项，申请相关软件著作权 ≥ 10 项，申请相关地方标准1项，发表相关高水平论文 ≥ 5 篇，培养专业技术人才 ≥ 10 人。

[1] KSSJ/CJ11-2023. 智能化矿山数据融合共享 通信接口与协议规范 第1部分：基本要求.

[2] GB/T 44109-2024. 信息技术 大数据 数据治理实施指南.

[3] KSSJZL11-2023. 智能化矿山数据融合共享 数据架构规范.

[4] GB/T 34679-2017. 智慧矿山信息系统通用技术规范.

[5] GB/T 44067.2-2024. 工业互联网平台技术要求及测试方法
第 2 部分：工业 PaaS 平台.

[6] KSSJ/YY24-2023. 智能化矿山数据融合共享 AI 大规模预训练模型技术要求.

[7] KSSJ/ZL13-2023. 智能化矿山数据融合共享数据质量管理规范.

八、成果体现形式（新技术、新工艺、新装备、软件包等）

数据采集平台、数据管理平台、统一服务平台、感知协同平台、生产运营系统、智能安全管控系统、智能决策支持系统软件包，标准草案，发明专利，软件著作权，论文，研究报告，用户报告。

九、产权归属、利益分配等要求

项目成果、知识产权归需求方所有，经需求方授权，揭榜方具有将成果产品化的权利和其他权利。

十、揭榜任务完成时间要求

2 年