ICS35.240.50
L67
备案号：XXXX-XXXX

DB21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB21/T XXXX-XXXX

超大规模超深井智慧矿山建设规范

Specification for super large and ultra deep underground miningsmart mines construction

（征求意见稿）

XXXX － XX-XX 发布　　XXXX － XX － XX 实施

辽 宁 省 市 场 监 督 管 理 局　发 布

目 次

前言.....III
1 范围.....1
2 规范性引用文件.....1
3 术语和定义.....1
4 总则.....3
5 信息基础设施.....3
5.1 控制指挥中心.....3
5.2 数据中心.....3
5.3 网络与通信.....3
5.4 矿山测量.....3
6 地质与测量.....4
6.1 作业装备.....4
6.2 数据信息管理.....4
7 矿产资源规划管理.....4
7.1 矿产资源动态管理.....4
7.2 采掘计划与设计.....5
8 矿产资源开采.....5
8.1 掘进.....5
8.2 回采.....5
8.3 破碎.....5
8.4 提升运输.....6
8.5 采矿生产辅助.....6
9 选矿生产.....8
9.1 破碎筛分.....8
9.2 磨矿分级.....9
9.3 选别加工.....9
9.4 精尾处理.....9
9.5 生产辅助.....10
10 生产安全.....10
10.1 视频监控.....10
10.2 地质灾害监测.....10

10.3 火灾与消防 11
10.4 安全巡检 11
10.5 安全综合管理 11
11 资源节约与综合利用 12
11.1 基础信息 12
11.2 过程管控 12
12 生产经营管控 12
12.1 信息综合管理 12
12.2 生产管理 13
12.3 设备管控 13
12.4 生态环保管理 13
12.5 能碳管控 13
12.6 计量与质量管理 13
12.7 物资消耗管理 14
12.8 成本管理 14
12.9 经营管理 14
参考文献 15

前 言

本文件按照GB/T 1.1-2020《标准化工作导则　第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由辽宁省应急管理厅提出。

本文件由辽宁省市场监督管理局归口。

本文件起草单位：丹东东方测控技术股份有限公司、辽宁省应急管理厅、辽宁省安全科学研究院、北京科技大学、本溪龙新矿业有限公司、辽宁首钢硼铁有限责任公司、本钢集团有限公司、鞍钢集团矿业弓长岭有限公司井采分公司、辽宁排山楼金矿有限责任公司

本文件主要起草人：吕涛、张伟、毕文、李先福、孙晓艳、陈忠贺、魏海彦、王长伟、王龙、李妍、孟艳、陈博翰、潘虹、于鹏、关守安、李文增、李国清、王琴现、冯威、张尧东、范立军、包维旭、蒋守立、宫国慧、李卫东、梁国海

1 范围

本文件确立了超大规模地下矿山、超深井矿山智能化建设一般规范，规定了信息基础设施、地质与测量、矿产资源规划管理、矿产资源开采、选矿生产、生产安全、资源节约与综合利用、生产经营管控方面实现智能化的基本要求。

本文件适用于金属非金属超大规模地下矿山、超深井矿山。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件，不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB16423-2020 金属非金属矿山安全规程

GB50174-2017 电子信息系统机房设计规范

GB/T 22239-2019 网络安全技术 网络安全等级保护基本要求

AQ2031-2011 金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范

DZ/T0376-2021 智能矿山建设规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

超大规模地下矿山 Super large underground mine

开采产能超过 1000 万吨的大型地下矿山，包括采矿和选矿两个部分。

3.2

超深井矿山 Super Deep Mine

开采深度超过 1000 米的大型地下矿山，包括采矿和选矿两个部分。

3.3

智慧矿山 smart mine

对矿山地质与测量、矿产资源规划、矿产资源开采、选矿生产、生产安全、资源节约与综合利用、生产经营管理等矿山各方面实现数字化、自动化和智能化综合管控，并且其运行系统具备感知、分析、推理、判断及决策能力的现代化矿山。

3.4

远程遥控 remote control

人员远离要操控的设备，在地面或者地下控制室、调度中心等地点，利用矿山建设的网络系统，通过操作台控制作业现场的设备进行作业。

3.5

近端遥控 control nearby

人员在设备的作业现场视距范围内，通过遥控器控制设备作业。

3.6

远程集中监控 remote**centralized monitoring**

将多个监测、控制子系统集中统一管理，提供标准规范一致的信息访问和交互手段，实现数据、信息的综合显示和综合分析，实现各子系统的集成、联动与协同管理。

3.7

业务协同 business collaboration

指不同部门或团队之间通过信息共享、优化工作流程等方式进行分工合作，避免重复劳动、提高工作效率，达成共同的组织目标。

4 总则

4.1 超大规模地下矿山、超深井矿山应以保障生产安全为第一要素，以降低生产成本、提高生产效率、实现绿色发展为核心目标，将自动化、数字化、智能化技术与矿山生产经营深度融合，支撑企业高质量、可持续发展。

4.2 智慧矿山建设策略应综合智能装备、智能感知、智能控制、综合管控、智慧决策各方面需求进行总体规划，以实现整体效益提升。

4.3 智慧矿山建设内容应与矿产资源赋存情况、地质条件、采选生产工艺相匹配。投资规模应与生产规模、企业盈利能力相匹配。

5 信息基础设施

5.1 控制指挥中心

5.1.1 控制指挥中心为信息集中展现、设备集中操控、生产统一指挥提供环境及硬件支持，应设置在地面办公区。

5.1.2 控制指挥中心应具备覆盖全矿各岗位的信息通信能力，并建设有可以临时部署的应急无线通信系统。通信系统可根据具体情况选择语音通信、视频多媒体通信、计算机网络通信等方式。

5.1.3 控制指挥中心应通过视频监控、数据监控、流程图监控、GIS 监控等方式提供生产工艺、安全、环境、设备、能源等在线监控能力。监控系统应具有数据统计分析与动态显示能力，应具有异常信息自动预警功能。

5.1.4 控制指挥中心应建设计划调度系统，统计并显示计划执行信息，记录生产信息和调度指令，宜采用语音识别方式提供数据、信息的录入和调度指令的下达。

5.1.5 生产调度、采选自动化控制等工作宜集中在生产控制指挥中心实现一体化管理。

5.1.6 控制指挥中心应为监控人员提供组合信息，宜实现显示内容联动，增强控制指挥人员的信息获取能力。

5.2 数据中心

5.2.1 数据中心宜参照 GB 50174-2017 标准进行建设。建设内容应包括机房系统、服务器、存储、网络及安全设备等硬件设备以及操作系统、数据库、基础软件等软件系统，应满足智慧矿山各应用系统对信息化基础软硬件的实际需求。

5.2.2 存储系统对管控系统数据的存储能力不应少于 30 天，结合矿山管理要求的重要信息存储能力不应少于 1 年，应具有数据备份功能。对于监控、操作和管理等核心指标数据应通过统一的数据接口进行数据访问。

5.2.3 控制层系统应与管理层系统分别设置服务器、交换机、存储系统，并通过网闸、网关等网络安全设备实现网络隔离。软硬件运行系统宜具备容灾功能。

5.2.4 智慧矿山系统运行所需要的计算和存储系统宜采用虚拟化、集群、负载均衡、超融合、云平台等技术，以提高设备资源的利用率与可用性。

5.3 网络与通信

5.3.1 全矿网络系统要有统一规划，具备网络安全防护功能，实现专网与外网、控制网与管理网的隔离，主要系统执行标准可参考 GB/T 22239-2019，满足网络安全等级保护二级要求。各类网络应在安全可控的条件下实现数据互联互通。

5.3.2 信息网、工业环网应采用万兆核心网络，千兆以上汇聚，百兆以上接入，核心层设备应采用冗余配置，核心和汇聚交换机宜选择三层可网管交换机。具有数据采集功能的网闸、网关等网络设备，在传输数据量超出网络承载能力的情况下，应选择具有边缘计算能力的网络设备。

5.3.3 井下主干网络光纤数量不应低于 48 芯光纤，光纤应采用阻燃铠装光纤，竖井主干光纤应采用钢丝铠装，主干网络宜增加备用光缆路由。

5.3.4 井下网络接入点应包括采掘、运输、破碎、提升等固定生产作业区以及通风、排水、供电、计量等生产辅助设备硐室。

5.3.5 地面办公主干网络光纤数量不应低于 48 芯。地面网络接入点应包括办公楼和破碎、磨选、精矿、尾矿车间厂房，以及皮带机驱动站、变电站、计量站、泵站、尾矿库、厂区门禁等生产生活相关设施。

5.3.6 无线网络宜优先选择 5G 网络、wifi6 协议等先进的网络系统，为拓展移动应用提供通信基础。无线网络应对井下主要巷道以及水泵房、变电所、避灾硐室等受控区域和固定的装备作业区等重点区域实现全覆盖。

5.3.7 矿井应配置应急通信系统，应急通信系统的交换机应设置在地面机房，井下应急电话应通过通信电缆直接与地面交换机连接，应急通信系统宜与矿井广播系统、调度通信系统及无线通信系统互联互通。

6 地质与测量

6.1 作业装备

6.1.1 地质勘探钻机应具有作业位置定位和设备工况数据实时自动采集功能。宜采用微地震、地质雷达等随采、随掘智能探测与监测的技术装备，通过钻探、物探、智能探测机器人等新技术与新装备提前预知地质隐患。

6.1.2 测量设备应优先采用陀螺定向仪、三维激光扫描仪、全站仪等快速、精确的数字化测量工具。空区测量宜选择机器人远程遥控作业。

6.2 数据信息管理

6.2.1 地质、测量相关资料应利用数字档案管理系统统一管理，对储量核实报告、生产勘探报告、年度储量核实报告等地质资料及其附件图表进行数字化转换和电子化管理。管理系统应具有访问权限控制以及防篡改、防删减日志记录功能。

6.2.2 地质、测量数据应建立信息化管理系统，具有地质勘探数据和信息录入、地质编录、测量数据和信息录入功能，支持测量设备数据导入导出功能，支持手持设备现场录入数据、照片、视频、语音等信息。

6.2.3 矿区地形、地面建筑、生产掘进工程、采空区、探矿工程、地质体等应采用采矿数字工程软件建立三维数字化模型，实现矿床、水文、工程、环境等综合可视化管理。三维模型应与生产管理系统、矿产资源储量动态管理系统实现在线共享。

7 矿产资源规划管理

7.1 矿产资源动态管理

7.1.1 矿产资源管理应采用采矿数字工程软件，根据资源量边界品位约束，对矿体、围岩、构造、组分等与矿产资源储量估算、矿山设计、采选生产相关的地质对象，建立综合三维数字化地质模型，用于资源储量计算，并直观反映资源的分布、形态、产状、品位等特征。

7.1.2 矿产资源储量应利用软件工具和智能化算法，根据地质、测量、采矿工作中获取的最新数据或科学技术、市场条件、政策法规等的变化而智能更新边界品位和动态更新矿体三维数字化模型。

7.1.3 矿产资源管理应建立信息化管理系统，资源储量数据应与生产经营数据实现集成和同步，根据生产经营数据及时更新资源量和储量，实现查明总量、保有量、动用量、采出量、损失量等数据自动统计和更新，自动编报矿山储量报表。

7.1.4 矿产资源信息化管理系统应具有资源量和储量历史数据管理功能，可以按时间回溯资源量和储量动态变化情况及其对应的生产技术参数、成本、产品价格等数据，实现动态跟踪管理。

7.2 采掘计划与设计

7.2.1 采掘设计应采用采矿数字工程软件辅助实现参数化设计，通过设置参数完成采准、切割、回采设计和地下爆破设计。爆破设计应实现炮孔装药、爆破量自动计算。宜通过建立三维可视化模型对设计结果进行校核，利用三维模型对工程量进行计算。

7.2.2 采掘作业计划宜建设计划管理信息化系统，支持对生产勘探、开拓、采准、切割、回采等生产过程进行接续计划编制，支持对掘进量、出矿量，充填量、原矿品位、采矿损失率、矿石贫化率、全员劳动生产率、主要物料消耗等指标管理。

7.2.3 采掘作业计划宜实现在三维可视化环境中对计划进行三维可视化跟踪管理和计划动态更新。

8 矿产资源开采

8.1 掘进

8.1.1 对中深孔凿岩台车、铲运机、等作业设备应实现近端或远程遥控操作，宜选择具有无人自主运行能力的装备，减少工作面用人数量，推进自动化作业。

8.1.2 掘进工作面主要作业设备应对其工作位置、设备工况进行实时采集。应安装可远程访问的摄像头，实现设备作业环境可视化。

8.1.3 应选择车载、手持或者专用机器人对掘进工作面的通风、温度、有害气体、氧气含量等环境信息进行移动监测。

8.2 回采

8.2.1 对凿岩台车、铲运机等回采作业设备实现近端或远程遥控操作，宜选择具有无人自主运行能力的装备，减少采矿生产用人数量，推进自动化作业。

8.2.2 回采主要作业设备应对其工作位置、设备工况进行实时采集，实现远程集中监控。应安装可远程访问的摄像头，实现设备作业环境可视化。

8.2.3 应选择车载终端、手持终端或者专用机器人对回采工作面的通风、温度、有害气体、氧气含量等环境信息进行移动监测，监测数据实时上传集中监控系统，确保掘进作业面作业安全。

8.3 破碎

8.3.1 井下破碎站应实现地面远程集中控制。振动放矿机应实现变频控制，使破碎机负荷处于最佳范围内，保证破碎机平稳给料。原矿仓料位应实现在线监测和相关设备连锁，防止矿仓排空。

8.3.2 原矿仓、皮带下料口应具有堵料检测功能，当有堵料发生时系统报警并连锁关停相关设备。

8.3.3 卸料站、振动给料机、旋回破碎机、运矿皮带等破碎设备应利用视频监控系统实现设备运行状态及现场环境实时监控。
8.3.4 破碎系统与提升系统应实现联锁控制。
8.3.5 宜采用矿石图像分析仪对矿石破碎粒度分布进行分析，宜采用视觉识别技术对皮带上的异物进行智能识别，并自动预警。

8.4 提升运输

8.4.1 主提升系统实现矿石装载、计量与提升系统全过程自动运行，能够与矿仓放矿系统实现智能联动控制；辅助提升系统实现现场无人、远程集中操控模式。多套提升系统应由控制指挥中心进行远程集中监控。
8.4.2 提升速度、重量、次数、电机运行时间等提升生产数据应实现在线自动采集，并通过人员定位系统和矿井门禁系统自动统计上下人数量。
8.4.3 提升电动机、减速器、制动器、卷筒、天轮、钢丝绳等提升系统核心设备应实现健康状态在线监测，自动判别设备温度、振动、电流、功率、油温、油压等异常并自动预警。
8.4.4 溜井放矿应实现远程遥控放矿或者自动放矿，实现远程集中控制与操作，并具备溜井料位监测功能，具备与运输系统实现安全联锁控制功能。
8.4.5 无轨运输车辆应通过无线网络实现车辆位置实时监控。斜坡道应按照通行规则实现交通信号自动控制。
8.4.6 有轨运输车辆应实现自动调度和自动驾驶，驾驶系统应具备自主运行、自主避障和在线故障诊断功能。
8.4.7 带式输送机应实现自动启停控制、安全智能保护、生产过程智能联动和无人值守，沿线巡检宜采用巡检机器人作业。
8.4.8 铲运机、地下矿用汽车宜实现运输和卸载过程中自动驾驶。车辆宜具备巷道空间自动检测、防撞、障碍物自动识别和预警功能，宜具备自主行驶、定点卸载和故障自诊断功能。

8.5 采矿生产辅助

8.5.1 安全监测

8.5.1.1 主副井提升机房、井底车场、运输调度室、采区变电所、水泵房等主要机电设备硐室以及采掘工作面和采区的水平最高点，应安设电话和计算机网络节点。紧急避险设施内、井下主要水泵房、井下中央变电所和爆破时撤离人员集中地点等地方，应设有矿井调度室直通电话和广播。
8.5.1.2 固定巷道应设置无线网络通信基站、人员定位基站，采掘工作面的巷道长度大于1000 米时，应在巷道中每隔 500 米安装电话。
8.5.1.3 人员和车辆作业地点应部署环境监测装置，实时监测风速、空气温度、有害气体和氧气含量等环境数据。
8.5.1.4 人员和车辆集中的位置应采用高精度连续定位技术，定位精度应小于 1 米。
8.5.1.5 井下压风自救、供水自救装置应具有远程监控功能，确保设备完好。
8.5.1.6 掘进工作面、回采工作面、采空区、井筒等容易发生地质灾害的地点应采用微震、钻孔应力检测等地压监测技术进行连续监测，实现岩爆和垮塌事件提前预警。
8.5.1.7 单独作业人员宜配备健康手环，并通过集中监控系统由调度中心进行集中监控，健康体征异常自动预警。

8.5.2 通风

8.5.2.1 主要通风机和辅助风机应具备变频调速和远程控制功能，风门、风窗等通风设备应具备本地手动控制和远程自动控制功能。风门应安装人、车识别装置、声光报警器或视频传感器，为风门自动开闭提供控制接口。

8.5.2.2 主要的风门、风窗、通风机等通风设备应实现集中控制，主要通风机的启动、停止、反风和风机切换应实现一键式操作。

8.5.2.3 风机应具有完备的电参数监测和温度、振动等运行状态监测功能。主要通风机和辅助通风机应安装精确的风速、风压传感器，。通风机房实现无人值守

8.5.2.4 通风系统应利用三维可视化矿井通风模拟软件结合各主要巷道和作业地点的风量、风速、风温等在线监测数据，对井下通风网络进行模拟和优化，实现优化控制，各作业场地宜利用通风设施自动调节实现按需通风。

8.5.2.5 通风控制系统应具备工序通风系统能耗数据自动采集功能，实现能耗数据在线监控和数据自动统计。

8.5.3 降尘降温

8.5.3.1 井下喷水降尘系统应在线检测供水压力、流量等核心数据，应实现地面远程自动化控制，应与井下粉尘监测系统、风温监测系统、矿井通风系统联动，实现喷水降尘系统按需启停。

8.5.3.2 采矿制冷系统应与通风系统实现自动化联动控制，应根据风温监测数据按需启动制冷系统。

8.5.3.3 采矿制冷系统应具备制冷能耗数据自动采集功能，实现能耗数据在线监控和能耗单独管理。

8.5.4 排水

8.5.4.1 泵房排水作业应实现地面远程智能化控制，检测真空负压、水泵出口压力、出水量、水仓液位等数据，实现水泵一键启停、闸阀联锁控制和防止水锤控制，实现自动调整工作水泵数量和自动倒泵轮换操作。

8.5.4.2 排水智能控制系统应具有水泵超温、流量异常以及闸阀开度、限位状态异常等系统保护功能。可以根据水仓水位、涌水量、水资源合理利用以及峰谷用电电价等多种因素自动优化排水控制策略，节约电费成本，保障井下安全。

8.5.4.3 泵房电机、水泵、阀门等大型设备应实现温度、振动、电流、电压、功率等运行数据在线监测，结合视频监控系统和视觉识别技术实现设备异常在线诊断。周期巡检宜选择轨道巡检机器人，达到排水泵房无人值守目标。

8.5.4.4 山区、地表水系较发育区及内涝较严重地区，应对地表水、雨量、矿井及井下水文观测点涌水进行监测，井下水文地质异常时进行报警。排水系统宜与矿井水文监测系统实现联动。

8.5.5 供电

8.5.5.1 应对采矿地面变电站所、井下变电所、采区变电所等高压变输配系统和设备实现在线参数检测，通过电力监控系统实现地面调度中心对采矿供电设备的遥测、遥调、遥信、遥控和遥视。

8.5.5.2 电力监控系统应实现对高压开关柜的电压、电流、功率等参数及开停状态的实时监控，实现高压电力系统故障自动检测、定位和预警。

8.5.5.3 井下变电站应利用烟感和电缆温度监测以及轨道式巡检机器人等设备实现远程集中在线监控，实现变电站无人值守。

8.5.6 压风

8.5.6.1 空压机通过自动化控制系统实现一键启停及自动加卸载，在线检测管道压力，实现按需自动启停工作空压机数量、自动轮换空压机功能，空压机房应实现无人值守。
8.5.6.2 自动控制系统实现对空压机电量、功率因数、功率以及电机电流、电压等进行实时检测，提供排气温度、电机温度、润滑油压力、过载停机、电源逆相、缺相保护、安全阀动作、过滤器堵塞、油气分离器堵塞等故障的自动报警功能。

8.5.7 计量

8.5.7.1 井下运输设备应自动统计并核算其运输量，电机车应通过非接触身份识别技术与井下计量系统自动统计装矿点和卸载点运量数据。
8.5.7.2 井下皮带秤、轨道衡等计量设备以及提升机等具有计量功能的生产装备应实现现场无人值守和远程集中计量。

8.5.8 照明

8.5.8.1 井下重要水平和区域照明供电线路应实现按需照明和智能控制。控制系统与人、车定位系统实现互联互通，应根据各作业区段不同生产状态自动切换控制策略。
8.5.8.2 井下照明系统应具有紧急状态下闪烁报警功能，照明系统断电情况下，应急照明系统应具有紧急撤离方向指示功能。

8.5.9 尾矿充填

8.5.9.1 尾矿充填应建设从尾矿浓缩、配料、料浆制备、管路输送、充填管道清洗等全过程自动化控制系统，并实现一键充填控制。
8.5.9.2 控制系统应具有压力实时在线监测和充填体浓度在线监测功能。
8.5.9.3 控制系统应对主要电机温度、充填泵转动部件温度以及设备的振动进行在线检测，对设备故障进行判断和预警。

9 选矿生产

9.1 破碎筛分

9.1.1 破碎筛分流程应具备远程集中操控、联锁控制、安全保护等自动化控制功能，实现破碎筛分工艺流程一键启停，实现生产现场无人值守。
9.1.2 破碎筛分控制系统应与洒水除尘系统实现联锁控制，应与能源监测系统联网，实现设备节能控制，降低生产能耗。
9.1.3 破碎筛分控制系统应实现各级设备负荷、效率以及原矿仓、粉矿仓、中间缓冲矿仓等矿仓料位综合分析，建立矿仓储存矿量和体积分析模型，实现破碎筛分负荷平衡优化控制，提高生产效率。
9.1.4 破碎筛分大型设备应安装设备健康状态在线监测传感器，实现对设备运行状态和设备异常远程集中监控。
9.1.5 具有破碎粒径调节的破碎机宜采用计算机视觉识别技术在线检测破碎粒度，通过优化控制策略在线调节破碎机排矿口大小，通过粒度调整平衡后段磨矿工序生产。
9.1.6 选择圆锥破碎机的破碎筛分流程应对矿石中能够造成破碎机损害的铁器、钢丝、超大块等异物进行在线检测和自动预警。宜通过自动化手段实现异物自动排除。
9.1.7 具有采矿配矿条件的矿山，宜通过原矿矿石在线品位分析数据优化调整开采和装运的生产调度策略，稳定采矿出矿品位。

9.2 磨矿分级

9.2.1 磨矿分级应实现全过程状态感知，包括磨机、分级主要设备工作状态监测和过程中浓度、矿量、粒度、品位、流量、物位、压力等参数的检测。

9.2.2 磨矿分级应实现磨机供矿、给水、加球、泵池补加水、分级设备给矿压力、浓度、给水量等全流程自动化集中控制。

9.2.3 控制系统应实现专家系统智能优化，实现磨矿分级流程的闭环智能控制、自动调节，稳定磨矿分级产品粒度、浓度技术指标，减少波动。

9.2.4 自磨机或半自磨机应结合块矿粒度在线检测数据实现智能优化给矿控制，应根据供矿粒度优化磨矿控制参数，提高磨矿效率。

9.2.5 给料机、磨机、振动筛、矿浆泵等磨矿分级运行设备应安装设备健康状态在线监测传感器，实现设备运行状态在线监控和状态异常实时诊断。

9.3 选别加工

9.3.1 选别应实现全过程状态感知，包括选别设备运行状态、矿浆品位、矿浆浓度、矿浆流量、矿浆池液位等。浮选应准确检测浮选机液位，应采用视觉识别技术对泡沫状态与移动速度进行在线分析。

9.3.2 选别生产控制应根据不同选矿工艺类型实现给矿、矿浆浓度、泵池液位、冲洗水、药剂添加、浮选机液位、充气量等控制内容实现全过程集中控制。

9.3.3 控制系统应采用专家系统或者人工智能技术实现智能化控制。系统应根据工艺状态和原料特性可以自主选定控制策略、自动调节选别工艺控制参数，提高选别效率和回收率，降低工序消耗。

9.3.4 选矿药剂添加应实现精确计量和智能添加，循环药剂或介质应实现循环平衡在线监控和分析，并实现自动平衡控制。

9.3.5 搅拌槽、给药机、风机、磁选机、浮选机、渣浆泵等选别相关运转设备应安装设备健康状态在线监测传感器，实现设备运行状态在线监控和状态异常实时诊断。

9.3.6 应利用视觉识别技术实现磁选、重选、浮选等视频图像分析，实现选别过程智能化监测，提高选别效率。

9.4 精、尾处理

9.4.1 浓缩系统应检测矿浆和浓密机底流浓度、流量以及絮凝剂添加量、溢流水浊度、浓密机电流、沉降界面高度等工艺参数，实现浓缩系统自动化控制，控制系统应具有设备保护功能。

9.4.2 浓缩控制系统应采用专家系统或其他人工智能技术实现浓缩和输送作业过程优化调节和冲洗水、真空泵程序控制，满足浓缩和输送过程所需作业条件和工艺控制参数要求。

9.4.3 过滤系统应与上下游工艺过程实现自动联锁控制，实现精矿水分在线检测和精矿量在线计量。

9.4.4 精矿或尾矿长距离输送管线宜利用机器人或者无人机进行巡线，实现对管路泄露自动监测预警。

9.4.5 精矿仓应建立自动化库存管理系统，根据出入库计量系统自动更新库存。出、入库精矿量和精矿品位、含水率应实现信息化管理。

9.4.6 精矿仓行车应实现遥控操作和作业场地远程监控，宜实现自主运行、自动倒料、智能装卸车和无人化自动作业。

9.4.7 精矿打包入库和精矿出库配矿应满足 DZ/T0376-2021 的规范要求。

9.4.8 尾矿库应通过安全在线监测系统实现浸润线、坝体位移、干滩长度、渗流量、库水位、降雨量、库区视频影像等全面监控，监测数据可以与安全综合管控系统对接集成。

9.5 选矿生产辅助

9.5.1 供水系统

9.5.1.1 各处泵房、加压站的水泵、真空泵等供水设备应实现远程集中控制和水泵变频调速自动控制。控制系统具有供水管网各节点用水量和水压实时检测功能，具有新水、厂区循环水、尾矿回水三水平衡控制功能，并实现水泵、供水管路智能切换。
9.5.1.2 供水控制系统应利用供水量、用水量、水压、供水耗电量和生产处理量等历史数据建立生产用水智能控制模型，实现供水系统按需调控和用电峰谷平优化控制。
9.5.1.3 水泵、电机、大型电动阀等供水设备应安装设备健康状态在线监测传感器，实现对设备运行状态和设备异常远程集中监控。

9.5.2 药剂系统

9.5.2.1 药剂制备系统应实现过程自动化控制，具有自动计量、自动配药、浓度控制、储药槽液位控制等功能。
9.5.2.2 控制系统应具有药剂需求量预测功能，存量药剂不足时可以自动启动配药生产过程。
9.5.2.3 药剂制备系统应与加药自动化控制系统形成联动控制，实现药剂的按需供应和用药量的自动计量。有毒、有害药剂应实现泄漏分析和预警。

9.5.3 智能照明

9.5.3.1 选矿厂、泵房、尾矿库、厂区道路等现场照明系统应实现照度控制和远程集中控制，宜根据室外光线的强弱自动调整室内照明。
9.5.3.2 照明控制系统应具备多情景模式，通过调暗灯光亮度减少能源消耗，系统应具有手机 APP 操作控制功能。

9.5.4 供暖系统

9.5.4.1 供暖系统应实现远程集中控制，主供热设备应具有在线监测及控制功能，并配备视频监控系统。
9.5.4.2 供暖系统应根据现场温度在线检测数据和季节因素智能调节供暖设备运行，降低能耗。
9.5.4.3 控制系统应具有完善的设备运行安全保护措施，系统宜与生产控制系统实现联动控制，可根据生产要求智能调节现场供暖温度。

10 生产安全

10.1 视频监控

10.1.1 视频监控网络应与生产信息系统和控制系统网络隔离，单独设置光纤通道。
10.1.2 视频监控系统的配置应满足矿井生产作业、设备安全、人员安全、环境等方面监控要求，重要监控点应实现视频侦测和自动识别。
10.1.3 视频监控系统应配备流媒体设备，通过办公网实现对在线监控视频的远程访问。

10.2 地质灾害监测

10.2.1　地压监测重点区域应满足 AQ2031-2011 规范要求，并应利用微震、应力等监测技术对矿区各中段地质运动进行连续监测。

10.2.2　微震系统应具备对采空区围岩和矿柱的微震活动在线监测与震动源定位功能，实现岩爆灾害监测预警和围岩稳定性评价。

10.3　火灾与消防

10.3.1　电气设备室、机房、变电室、配电室、仓库、炸药库等火灾隐患点以及消防灭火设备、设施应实现远程集中监控与统一信息化管理。

10.3.2　消防灭火水路水压、泵池水位以及水泵、电磁阀等设备状态应实现远程集中监控，通过自动化控制系统实现水泵开停和水阀开度的自动调节。

10.4　安全巡检

10.4.1　采矿和选矿安全生产巡检应采用手持设备完成点、巡检检查项确认、记录、取证、汇报等工作。

10.4.2　工作面、巷道、采空区等通行条件较好的区域或者危险地点应采用地面行走巡检机器人作业，实现环境温度、湿度、粉尘、危险气体浓度、风速等自动检测。巡检机器人应具有网络自动恢复连接和数据断点续传功能。

10.4.3　井下巡检机器人宜具有智能识别功能，能对设备设施状况、巷道形变、巷道积水等异常情况自动检测和辨识，绘制危险预警地图，提供危险警报。

10.4.4　井筒可利用自动化巡检方式进行定期巡检，检测支护缺陷，识别井壁裂纹，通过视觉、声音检测系统辅助人工评估其他危险和风险，提升建设期及服役期井筒的安全保障能力。

10.4.5　长距离输送皮带、配电室、泵站、选矿生产厂房关键工艺点宜采用智能巡检机器人代替人工实现自动巡检，实现设备状态检测、温度感知、仪表读数等功能。

10.5　安全综合管理

10.5.1　安全基础资料应实现信息化集中管理，系统管理的资料应满足 GB16423-2020 对地下矿山应保存的图纸的要求。资料管理系统应根据 GB16423-2020 对图纸变化更新的规定要求提供图纸资料更新时间记录功能。

10.5.2　安全管理应实现信息化和数字化，管理系统应具有安全模拟演练、典型案例分析、事故后评价以及安全规章制度、特种作业的资质证书、法律法规、安全教育培训等功能。宜采用虚拟现实（VR）、增强现实（AR）、混合现实（MR）及数字孪生技术，对生产操作人员进行安全培训和实施应急演练。

10.5.3　重大危险源应建立危险源识别、分类、管理责任和规程等规范化管理系统。应对重大危险源实现远程集中监控，通过传感器、视频监控系统在线监控生产、设备和作业环境安全，并自动采集安全预警信息。

10.5.4　风险管理应建立信息化管理台账，对采矿和选矿生产区域和场景进行风险识别、登记、评价，对风险进行分级管控。

10.5.5　隐患管理应对隐患排查、隐患整改、跟踪处理等建立安全隐患闭环信息化管理系统，系统应能生成事故树模型和检查点布置方案，应能利用事故树分析进行隐患排查和危险源辨识。

10.5.6　应急管理应建设应急调度指挥系统，并具备电子沙盘、手机移动视频通信、应急移动视频和应急广播接入、SOS 呼叫中心、应急预案管理、事件记录、任务管理、信息共享等功能。宜利用语音识别技术实现语音通话自动记录。

10.5.7　救援装备、人员、救援物资等应急资源应采用三维电子地图方式实现对位置、数量、状态信息进行集中统一管理。

11 资源节约与综合利用

11.1 基础信息管理

11.1.1 资源节约与综合利用应实现信息化、智能化管理，提高共伴生矿产资源与废弃物资源化的评估、开发和转化能力。

11.1.2 共伴生矿产资源及废弃物利用和管理应建立数据存储和数据统计、跟踪系统，实现共伴生矿产资源开采、存放、加工和利用过程的全过程管理，实现废弃物排放、回收和利用过程的在线跟踪管理。

11.2 过程管控

11.2.1 资源综合利用加工流程应与生产加工主流程实现集成，通过自动化综合控制、信息化统一管理、智能化科学匹配减少废水、废气、尾矿、废石等废弃物排放量，提高共伴生矿产资源回收率，并降低资源开发利用综合成本。

11.2.2 资源可用价值评估过程宜利用价值模型、智能决策分析技术建立智能化分析和评价系统，从价值链、供应链和产业链分析评价共伴生矿产资源及废弃物再利用价值，促进矿产资源的节约与综合利用。

12 生产经营管控

12.1 信息综合管理

12.1.1 采选生产、设备、能源、质量、物资、成本、计量、安全等生产执行管理应采用统一的软件平台，应结合在线数据实现数据与业务、业务与业务的融合，实现综合、统一管理。

12.1.2 生产执行管理系统应与供应链、财务和人力资源等企业经营管理系统实现数据互联互通。

12.1.3 生产经营数据应采用统一数据平台方案，实现数据自动采集、自动统计、图形化展示和在线分析判别，并自动生成综合统计报表和分析总结报告。

12.1.4 生产经营数据应根据生产计划、生产调度、工艺参数、库存管理、产品定价、资源回收、低碳生产等不同业务应用领域进行全要素、全生命周期的关联数据分析和计算，准确呈现业务现状。

12.1.5 决策管理宜根据实际需求选择专家系统、机器学习等人工智能技术实现趋势预测、状态辨识、效果评估、问题求解、运筹优化等功能，帮助矿山企业解决生产过程和经营活动中的难点问题，持续优化管控规则。

12.2 生产管理

12.2.1 生产过程应实现远程集中监控，应利用图形化监控技术或 GIS 技术实现生产作业过程、设备运行状态、工艺参数的实时、在线、集中监控和异常状况实时预警。

12.2.2 生产管理应利用传感器、仪表等在线检测数据实现生产计划、生产调度、生产验收、生产指标在线统计和分析等全过程数字化管理。生产指标数据应实现图形化、图表化展现。

12.2.3 生产执行应实现从计划到执行结果跟踪的闭环管理，计划制定和调整应根据生产接续关系实现工序自动衔接和任务自动关联调整，保障生产有序执行。

12.2.4 生产系统应与质量、设备、能源、物资等生产相关系统实现数据互联互通，实现业务协同。

12.3 设备管控

12.3.1　设备资产应实现采购、部署、使用、维护、报废全生命周期管理。管理系统应具有设备维修、设备点巡检和备件管理等功能。

12.3.2　核心设备应实现智能化在线监控。监控系统应具有设备电流、电压、温度、震动、工作效率等运行数据实时监测、异常自动分析和预警功能。

12.3.3　设备运行指标数据应实现自动统计和分析，利用在线数据进行设备运行参数分析和运行指标优化分析。通过历史数据对比评估和分析设备运行参数的变化，发现异常。

12.3.4　涉及人身安全的设备应满足 GB16423-2020 要求，实现对检测、检验报告等资料信息化专项管理。

12.4　生态环保管理

12.4.1　生态环境管理应按照预防为主、生产与治理并重原则，实现集中一体化在线监控和管理。

12.4.2　空气、水土、辐射、噪声等生产生活环境监测应结合实际需要建设生态环境在线集中监测系统，监测系统应具有有污染源管理、检测和化验数据管理、数据动态预警功能。

12.4.3　井田范围及周边地下水、堆场及工业场地周围地下水应对水质进行监测。废石堆场、塌陷区应在线监测位移和滑坡；井下作业区、破碎站、选矿生产厂房应监测空气粉尘。

12.4.4　水处理系统应实时监测进出水水量和水质，锅炉烟气处理设施应实时监测大气污染物排放指标。

12.4.5　环境保护行政主管部门依法监管的污染物排放指标应实现在线监测，应按超标程度自动分级报警和分级通知。

12.4.6　除尘、水处理、气体回收、废石废渣堆放场等各类环境保护设施应具有自动运行、数据记录和数据统计分析功能。

12.4.7　恢复治理应通过地理信息系统实现图形化展现与空间管理，恢复治理效果应利用数字化技术实现可衡量、可追溯，

12.5　能碳管控

12.5.1　能源管理应建设由能耗计量装置、数据传输系统及监控平台组成的矿山能耗实时监测系统。

12.5.2　采矿和选矿生产所消耗的水、电、气、油、煤等能源数据，应以单台设备或者工序为单位实现数据在线采集和监控管理。

12.5.3　采矿和选矿大型耗电设备应实现单机台能耗管理、精确计算设备效能，核心生产工序应实现工序能耗管理。管理系统应具有能耗数据统计分析、能耗异常预警功能。

12.5.4　碳排放应实现在线监测，能耗数据具有能碳转换功能，碳排放超标应能及时发出报警提示。

12.5.5　碳排放数据应按照采选工艺过程实现过程追踪，并通过历史数据对比分析评估碳管控效果。

12.6　计量与质量管理

12.6.1　地磅、轨道衡应实现远程集中计量和磅房无人值守，应具有车辆排队控制、过秤自动导引、上秤自动计量、磅单自助打印功能。多个称重系统应实现远程集中监控和管理，并实现皮重、净重、车号、货品种类、发运单位等信息的自动采集。

12.6.2　皮带秤、水表、流量计、电量表等生产过程数字化计量仪表应实现数据自动采集，机械式仪表宜利用视频识别技术实现自动抄表，自动读取仪表计量数据。

12.6.3　原料、物料、水、电、气等计量数据应进行统一管理，实现数据自动转换和汇总计算，管理系统应具有核算报表打印输出和数据输出接口功能。

12.6.4　进、出厂物料和采矿、选矿生产过程应根据质量控制重点流程建立质量跟踪管理平台。平台应提供检化验数据查询、汇总统计和数据分析功能，并提供数据接口，用于质量与计量数据合并计算。

12.6.5　质量化验应建立化验室信息化管理系统，实现采样、制样、化验、数据报告全过程编码和数据信息管理。

12.6.6　管道、皮带、溜槽等生产工艺位置以及汽车和火车采样宜采用自动采样装置，样品输送宜采用样品运输机器人。

12.7　物资消耗管理

12.7.1　物资管理应实现信息化管理和一物一码管理。系统应具有物资需求计划分类申报、汇总审批、出入库管理、库存数据统计分析功能，重要的生产和安全物资应具有最低库存和报废预警功能。

12.7.2　备件、线缆、钢球、药剂等生产和机电物资消耗应通过物资管理系统实现消耗跟踪管理，消耗异常数据应实现自动预警。

12.7.3　井下宜建设生产作业设备、备件及耗材等二级材料库，实现井下生产物资及时、稳定供应。二级材料库物资应纳入物资管理系统统一管理。

12.8　成本管理

12.8.1　原料、物资、能源、人力等成本数据应实现在线管理，应按照财务类别进行数据自动归集。

12.8.2　大型设备应实现单机台成本管理，主要生产工艺段应实现工序成本管理。水、电、油、气等成本数据应通过在线计量设备自动采集。

12.8.3　成本管理应与经营管理系统实现数据互联互通，利用经营管理系统中的设备折旧、水、电、物资、材料、管理等成本数据精确核算生产加工成本。

12.9　经营管理

12.9.1　人、财、物管理应采用一体化软件平台，整合和优化配置信息流、物资流和资金流，实现生产、供应、销售协同管理，宜采用 ERP 综合解决方案。

12.9.2　经营管理系统应与生产管理、设备管控、能碳管控、计量与质量管理、物资消耗管理等系统实现数据互联互通，自动提取经营管理所需基础数据。

参 考 文 献

[1] GB 16424-1996 金属非金属地下矿山安全规程
[2] GB 18152-2000 选矿安全规程
[3] GB 50595-2010 有色金属矿山节能设计规范
[4] GB 50612-2010 冶金矿山选矿厂工艺设计规范
[5] GB 50771-2012 有色金属采矿设计规范
[6] GB 50782-2012 有色金属选矿厂工艺设计规范
[7] GB 50830-2013 冶金矿山采矿设计规范
[8] GB/T 29639-2020 生产经营单位生产安全事故应急预案编制导则
[9]中华人民共和国工业和信息化部 国家发展改革委 自然资源部.有色金属行业智能矿山建设指南（试行）.2020-04-28