

DB 1506

鄂尔多斯市地方标准

DB 1506/T XXXX—2023

露天煤矿智能化建设与管理规范

Construction and management specification of Intelligent surface coalmine

（征求意见稿）

（本草案完成时间：20230526）

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

2023 - XX - XX 发布

2023 - XX - XX 实施

鄂尔多斯市市场监督管理局 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 缩略语 3

5 基本架构 3

6 信息基础设施 4

6.1 通信网络 4

6.2 数据中心 5

6.3 综合管控平台 5

6.4 硬件系统 6

6.5 软件系统 6

6.6 网络安全 7

7 地质测量与开采设计保障 7

7.1 地质资源管理系统 7

7.2 测量管理系统 7

7.3 开采设计系统 8

8 智能生产 8

8.1 智能穿爆系统 8

8.2 单斗-卡车间断工艺系统 9

8.3 破碎站-带式输送机半连续工艺系统 9

8.4 轮斗全连续工艺系统 9

8.5 拉斗铲倒堆工艺系统 10

9 智能辅助 10

9.1 总体要求 10

9.2 数字孪生 10

9.3 供配电 10

9.4 防排水与水处理 11

9.5 供热供暖 11

9.6 防灭火 11

9.7 粉尘治理 11

9.8 设备运维和管理 11

9.9 道路及交通运输 12

9.10 边坡管理 12

9.11 环境管理 13

9.12 人员管理 13

10 管理与保障..... 13

 10.1 生产信息管理..... 13

 10.2 经营信息管理..... 14

 10.3 灾害风险管理..... 14

 10.4 人才与组织保障..... 15

11 智慧矿区..... 15

 11.1 规划与建设..... 15

 11.2 综合管理..... 15

参考文献..... 16

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由鄂尔多斯市能源局提出并归口。

本文件起草单位：鄂尔多斯市能源局、中国矿业大学、煤炭工业规划设计研究院有限公司、中煤平朔集团有限公司、中煤科工集团沈阳设计研究院有限公司、宏大爆破工程集团有限责任公司、中煤西安设计工程有限责任公司、内蒙古煤矿设计研究院有限责任公司、徐州徐工筑路机械有限公司、中国产业促进会-智慧矿山产业创新联盟、中北通信息技术有限公司、北京路凯智行科技有限公司、孚山驭势科技（北京）有限责任公司、成都纵横自动化技术股份有限公司。

本文件主要起草人：霍励平、王海滨、赵刚毅、周伟、刘继平、武懋、马君、张学亮、全亚鹏、王忠鑫、刘剑、罗怀廷、王小虎、李萍丰、陈晓伟、徐辉、孟和、付振坤、杨晓军、银海龙、崔志永、张帅、袁金祥、杨虎雄、王伟镠、刘乐、丁小华、曹华、陆翔、邹剑、陈曦、张泽琳、李永辉、康强。

露天煤矿智能化建设与管理规范

1 范围

本文件规定了露天煤矿智能化建设与管理规范的术语和定义、基本架构、信息基础设施、地质测量与开采设计保障、智能生产、智能辅助、管理与保障、智慧矿区等的技术要求与规范。
本文件适用于生产、新建、改扩建露天煤矿智能化建设与管理。

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。

GBJ 22 厂矿道路设计规范
GB 6722 爆破安全规程
GB/T 14161 矿山安全标志
GB 14784 带式输送机 安全规范
GB/T 20271 信息安全技术 信息系统通用安全技术要求
GB/T 20272 信息安全技术 操作系统安全技术要求
GB/T 22080 信息技术 安全技术 信息安全管理体系 要求
GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
GB/T 30976 工业控制系统信息安全 第1部分：评估规范
GB/T 33356 新型智慧城市评价指标
GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范
GB/T 37697 露天煤矿边坡变形监测技术规范
GB 50174 数据中心设计规范
GB 50431 带式输送机工程技术标准
GB 51024 煤矿安全生产智能监控系统设计规范
GB 51173 煤炭工业露天矿疏干排水设计规范
GB 51214 煤炭工业露天矿边坡工程监测规范
GB 51282 煤炭工业露天矿矿山运输工程设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

数字矿山 digital mine

以计算机及其网络为手段，把矿山的空间和有用属性数据实现数字化存储、传输、表述和深加工，应用于各生产环节与管理与决策之中的数字系统。

3.2

知识图谱 knowledge graph

一种大规模的知识库，能对复杂的露天矿系统通过数据挖掘、信息处理、知识计量和图形绘制技术来生成图谱，揭示露天矿智能化建设的动态发展规律。

3.3

无人驾驶钻机 self-driving drilling rig

由钻机和车载控制终端模块组成，以无人驾驶的方式完成行走、定位、钻孔和随钻参数提取、远程遥控功能的钻机。

3.4

无人驾驶装药车 driverless mixed explosive charging vehicle

能以无人驾驶的方式完成行走、寻孔、收放装药管、装药和装药参数提取、远程遥控功能的混装炸药车。

3.5

无人驾驶堵塞车 driverless blast hole filling the car

能以无人驾驶的方式完成行走、寻孔、搅拌、收放堵塞管、堵塞和随堵塞参数提取、远程遥控功能的堵塞车。

3.6

无线起爆系统 wireless blasting system

能以无线的方式完成电子雷管的通讯、检测、延期时间设置、检查和起爆功能的起爆系统。

3.7

高精地图 high precision map

包含地图的静态要素和动态要素，达到10 cm~20 cm精度，具备工程位置、运输道路的三维表征和数据实时性的电子地图。

3.8

无人机航测技术 UAV aerial survey technology

通过无人机低空拍摄扫描获取高清晰的影像数据生成三维点阵与模型，并实现地理信息快速获取的技术。

3.9

数字孪生 digital twin

一个包含现实目标物或系统全生命周期的虚拟数字映射体，可将实时更新的动态数据接入三维实景仿真场景中，利用大数据、人工智能算法、数据可视化、机器学习、数字化模拟能力，将数据分析、演算、模拟的过程和结果在三维场景中进行映射，实现全场景全系统静态要素与动态行为的虚实协同。

3.10

三维实景仿真 3D real-scene simulation

利用无人机测绘、卫星遥感多种三维成像技术，通过计算机软件模拟生成与真实环境高度相似的、可交互的、沉浸式的三维显示系统。

3.11

三维大数据可视化 3D big-data visualization

将传统大数据可视化技术结合地理空间信息及时空信息，在三维仿真场景中综合表现数据与空间时间关系的新型可视化设计方法。

3.12

AI 智能视频监控系统 AI video surveillance

集防盗报警系统功能和视频监控系统功能于一身的安防监控系统，它既可以实现普通视频监控系统远程监控、录像回放，同时还具备防盗报警系统的预警功能，检测到非法入侵，系统会主动推送报警信息到移动端与电脑端。

3.13

三维地质建模 three-dimensional geological modeling

运用计算机技术,在三维环境下将空间信息管理、地质解译、空间分析和预测、地学统计、实体内容分析以及图形可视化工具结合起来生成三维定量模型。

3.14

电子围栏 electronic fence

属于智能风险管控系统中的重要组成部分,是将AI技术与煤矿生产场景深度融合,通过实时视频24小时不间断对重点区域、关键工序、重要岗位不安全行为、不按标准作业的行为风险进行智能识别、对比分析、实时判断、声光报警,制止其不安全行为,同时安全监管人员根据预警信息及时处理作业风险的行为。

3.15

项目模块化集成系统 multiplatform

一种保障数字资产在任何平台和不同阶段通用性的技术,该技术可使项目模块化,易于开发和维护,通过一键打包和挂载方式,使得项目具备实时线上热更新能力。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

B/S:浏览器/服务器架构(Browser/Server)

BDS:北斗卫星导航系统(BeiDou Navigation Satellite System)

C/S:客户端/服务器架构(Client/Server)

CAN:控制器域网(Controller Area Network)

DEM:数字高程模型(Digital Elevation Model)

EPA:开放性实时以太网标准(Ethernet for Plant Automation)

ERP:企业资源计划(Enterprise Resource Planning)

Ethernet/IP:以太网工业协议(Ethernet Industrial Protocol)

GNSS:全球导航卫星系统(Global navigation satellite system)

LoRa:远距离无线电(Long Range Radio)

MA:煤矿安全认证(Mei An)

mPak:项目模块化集成系统(Multi platform pak)

RAID5:分布式奇偶校验的独立磁盘结构(Redundant Array of Independent Disks)

RFID:射频识别技术(Radio Frequency Identification)

ZigBee:短距离和低速率下无线通信技术(ZigBee Technology)

5 基本架构

露天煤矿智能化建设与管理基本架构由信息基础设施、地质测量与开采设计保障、智能生产、智能辅助、管理与保障、智慧矿区等业务模块构成,将通信、物联网、云计算、大数据、人工智能、自动驾驶、智能化装备系统与露天煤矿智能开采技术深度融合,构建露天煤矿全面感知、实时互联、数据融合、智能决策、自主运行、安全高效的一体化协同管控系统,赋能露天煤矿生产、安全、经营、综合管理的全要素、全过程、全生命周期,以智慧为手段,以无人化为目标,实现露天煤矿本质安全,见图1。



图1 露天煤矿智能化建设与管理规范基本架构

6 信息基础设施

6.1 通信网络

6.1.1 工业控制主干网络

工业控制主干网络应符合以下要求：

- a) 应采用 5G 或类似性能的承载网络；
- b) 传输速率应不低于 10000 Mbps，出口带宽应不低于 100 Mbps；
- c) 应具备向 50 G/100 G 平滑升级能力，满足环网保护，网络故障重构时间应不大于 50 ms；
- d) 应满足 5G、工业控制、视频监控综合承载要求，支持 MODBUS-RTPS、Ethernet/IP、PROFINET 工业以太网协议；支持与工业以太网融合，具备硬隔离能力，支持 IPv6 演进。

6.1.2 管理网络

管理网络应符合以下要求：

- a) 应采用冗余以太网技术；
- b) 应采用双链路结构；
- c) 应支持 Ethernet/IP(IEEE 802.3)协议；
- d) 主干网络传输速率宜不低于 10000 Mbps，出口带宽宜不低于 1000 Mbps,网络故障重构时间应不大于 50 ms。

6.1.3 无线主干网络

无线主干网络应符合以下要求：

- a) 应采用 5G/WIFI 6 无线通信技术；
- b) 窄带无线网络应采用包括但不限于 NB-IoT、LoRa、ZigBee、UWB 技术；
- c) 5G 生产专网应实现生产数据不出矿，覆盖矿山办公区域、作业区域、运输路线及排土区域；应采用 5G/5G-U 频段；
- d) 5G、NB 融合组网时，发射功率必须符合国家相关无线频率功率要求；
- e) 5G 专网单用户下行峰值速率应 ≥ 700 Mbps，5G 专网单用户上行峰值速率应 ≥ 300 Mbps；
- f) 5G 专网与办公网络接口应支持 TCP/IP 协议，满足 10GE 速率要求。

6.1.4 通信

通信应符合以下要求：

- a) 露天煤矿行政通讯、调度通讯、无线通讯系统之间应互联互通；
- b) 应采用 5G 技术、新一代宽带卫星互联技术为主的天地一体传输网络，建立穿、爆、采、运、排环节与设备数据采集网络系统；
- c) 5G 无线网络覆盖应具备物理隔离和全过程跟踪功能。

6.1.5 定位授时

应使用含有 BDS、具备抗干扰、测姿功能的多模多功能高精度卫星导航授时模块。

6.2 数据中心

数据中心应符合以下要求：

- a) 应符合 GB 50174、GB/T 34679 的要求；
- b) 应配置专业数据库软件、虚拟化软件、网络管理软件、防病毒软件；
- c) 宜采用私有云/超融合架构和虚拟化、集群、负载均衡技术，具备虚拟化、容器一体化运维管理功能；
- d) 宜采用云边协同架构，具备云边统一运维、统一应用发布、全局硬件监控、异地集群容灾功能；
- e) 宜按云计算架构设置，所有设备应满足在云环境下运行的要求；
- f) 应采用统一的数据传输协议，具备各系统设备互联互通、数据融合、分类、分析功能；
- g) 宜实现一张网联通、一张图运行、一个库管理、一套账核算、一个平台数据共享。

6.3 综合管控平台

平台应符合以下要求：

- a) 应搭建统一技术平台，统一安全管理机制，通过组织结构管理、 workflow 机制、权限管理提供相关业务协同；
- b) 应具备元数据管理功能，能提供统一的数据接口、统一编码体系、统一数据库的技术架构；
- c) 应实现集地质测量与开采设计保障、生产、生产辅助、设备管理、安全监控与应急指挥、决策分析、经营管理、智慧矿区数据和功能于一体，统筹安排各类生产要素和资源分配，动态调节装备作业计划和调度决策；
- d) 应实现对矿山“地、测、环、穿、爆、采、运、排、边坡、机、水、电、热、灾害预警、应急救援、调度、计划”全环节、全周期、全过程实时数据采集、存储、分析、决策、调度、管理；

- e) 应建设矿山地质、测量、设计、爆破、采矿三维仿真数字孪生系统和高精度三维仿真数字底板，为各子系统提供底板服务；
- f) 平台应支持 C/S、B/S、大屏显示、PC 端、移动端多形式展现；
- g) 应实现平台与监管部门实时联网交互。

6.4 硬件系统

6.4.1 数据处理设备

数据处理设备应符合以下要求：

- a) 矿山监控及自动化系统工作站宜采用自主可控工业及信息控制设备；
- b) 矿端数据处理设备上位机应采用工控机；
- c) 数据获取服务器、应用服务器宜采用自主可控服务器；
- d) 云端数据处理应采用成熟私有云，存储容量可弹性扩展。

6.4.2 数据存储设备

数据存储设备应符合以下要求：

- a) 应采用 RAID 磁盘阵列，支持 RAID0、RAID1、RAID2、RAID3、RAID4、RAID5 等多种数据模式；
- b) 应采用分布式或集中式存储架构，通过多副本或 RAID1/5/6 提供数据保护；
- c) 备份设备应实现数据保护，具备本地存储、无代理备份、压缩、重删、快速恢复、异地备份功能；
- d) 非视频类数据存储时间应不低于 1 年；工业类视频数据存储时间应不低于 3 个月；安防类视频数据存储时间应不低于 6 个月。

6.4.3 视频监控设备

视频监控设备应符合以下要求：

- a) 应采用具备夜视功能的高清分辨率摄像机和图像智能分析设备；
- b) 视频采集设备应具备实时监控、AI 识别分析、视频切片、断网续传功能；
- c) 视频监控存储系统容量应不少于 1 年的累计信息量，其他信息存储系统容量应不少于 2 年的累计信息量。

6.4.4 人工智能与物联网设备

人工智能与物联网设备应符合以下要求：

- a) 宜采用 MA 认证计算设备；
- b) 应提供 AI 智能识别和物联网标准协议接口，通过嵌入式软件系统应实现 AI 感知与集控联动；
- c) 应支持离线运行模式；
- d) 应支持后备供电。

6.5 软件系统

软件系统应符合以下要求：

- a) 应具备基于云计算、大数据、人工智能、物联网技术的应用平台；
- b) 操作系统、数据库、大数据平台、通讯、数据备份基础软件应可靠、安全、兼容、抗干扰，且具备标准接口，同时具备二次开发条件；

- c) 应保证同一个对象编码的唯一性及管理规则的一致性，应具备统一的数据输入、输出规范，拥有分布式消息队列系统；
- d) 基础软件层宜选择中文操作系统和关键业务应用软件，应符合 GB/T 20272 四级要求，应支持 SM 系列国密算法、支持自主可信计算规范 TPCM；
- e) 宜选择基于自主安全技术路线的芯片、主机基础硬件；
- f) 应用平台应构建自主安全体系；
- g) 应构建自主安全、先进规范、稳定可靠的平台底座；
- h) 宜实现物理服务器集群运行状态监控及预警、虚拟化器集群管控、高可用集群的策略制定和资源调配。

6.6 网络安全

网络安全应符合以下要求：

- a) 应符合 GB/T 22080、GB/T 20271、GB/T 22239、GB/T 30976 的要求；
- b) 网络安全应满足等保二级要求；
- c) 应实现 Web 服务器 HTTP/HTTPS 流量分析、防护以各类 Web 应用漏洞为目标的网络攻击行为，实现针对 Web 应用访问行为的合规管控及优化；
- d) 应采用网络安全技术，实现 VLAN 划分、控制网络与其它网络工业隔离及控制网络与企业网、移动互联和远程访问外部网络的边界防护；
- e) 通信传输应具备通信异常、网络异常监控与报警功能；
- f) 应具备网络安全检测、入侵防范、入侵检测和恶意代码检测功能；
- g) 子系统通信应采用冗余渠道通信方式；
- h) 应具备 IT 内控与审计、运维管控、监控、记录和审计用户访问操作、动作和命令功能；
- i) 应符合准入控制和安全防护技术要求，实现非法接入终端、攻击行为和攻击流量的有效识别和管控；
- j) 应具备融合资产感知、状态监测、准入控制、信令解析、弱口令检测、异常行为监测、攻击检测与防护核心功能。

7 地质测量与开采设计保障

7.1 地质资源管理系统

地质资源管理系统应符合以下要求：

- a) 应具备地质、测量、水文各类图纸数字化管理系统；
- b) 应建设矿区三维地形测量及数字孪生建模系统，实现底层地图定期更新；
- c) 宜具备资源储量、原始勘探数据、可采煤层、断层构造及采空区、水文地质、煤质、工程地质、开采条件应用数字化、可视化和剥采计划编制功能；
- d) 宜创建高精度动态三维地质可视化模型，实现透明地质和地表模型统一坐标融合，构建地上和地下三维统一平台，具备超前识别地质构造和开采条件功能；
- e) 宜实现智能分析采剥过程中工程地质与标志地质差异，自动优化高精度三维地质模型，实现数据驱动下的模型自动更新、双向联动；
- f) 应兼容常用的三维建模和辅助设计软件输出的模型数据和图元数据，实现无损数据传递和协同设计。

7.2 测量管理系统

测量管理系统应该满足以下要求：

- a) 应采用无人机倾斜摄影或激光雷达测量技术，结合车载或手持端测量技术，建立智能测量管理系统；
- b) 应建立平面精度优于 0.2 m，重点区域优于 0.1 m，高程精度优于 0.1 m 的矿区高精度三维模型；
- c) 应实现测绘成果在线生成、动态管理、实时更新、三维可视化展示；
- d) 应具备开采现状三维模型定期更新、动态管理、采运排参数、工程量自动快速计算功能，精度误差小于 3%；
- e) 应利用露天矿山三维模型、测量管理系统实现超层越界、采剥失调、不按设计施工、违法用地行为的监控、预警，并联网监管部门。

7.3 开采设计系统

开采设计系统应该满足以下要求：

- a) 应实现开采境界、开采工艺、开采程序、开拓运输系统综合优化及智能决策、中长期开采计划编制；
- b) 应实现数字孪生虚拟开采、采矿三维模型模拟剥采排工程的短期和中长期时空动态演化、工程量计算及剥采比设计、同步生成工程量报表、按工程位置年度报告各煤层含矸率和发热率主要煤质信息、分台阶采剥计划矿岩量的智能圈定和计算、短期及中长期采剥计划的采剥预演与应用；
- c) 应实现模型自动生成、采排规划、专项方案设计、采排路径优化设计、排弃位置优化设计；
- d) 应实现日计划的多业务部门一体化协同设计、数据联动、施工仿真、一键下发至设备端、自动生成日计划作业任务书。

8 智能生产

8.1 智能穿爆系统

智能穿爆系统应符合以下要求：

- a) 应符合 GB 6722 的要求；
- b) 应具备穿爆参数智能设计、爆破效果智能模拟预测功能；
- c) 宜实现与地质测量与开采设计保障系统的融合及短期、中长期智能爆破计划编制；
- d) 宜实现穿爆系统常态化无人值守、作业；
- e) 应采用具备自动行走、定位布孔、钻孔、实时监测、随钻参数提取、远程遥控功能的智能驾驶钻机；
- f) 宜采用具备实时监测、自动行走、寻孔、装药、随装参数提取、远程遥控功能的智能装药车；
- g) 宜采用具备实时监测、自动行走、寻孔、装药、随堵参数提取、远程遥控功能的智能堵塞车；
- h) 宜采用具备实时监测、爆破作业区域无网络、延期时间智能设置、无人机起爆的智能无线起爆系统；
- i) 应实现系统三维建模、远程监控、危险预警、环境监测、人员和设备高精定位；
- j) 应实现自动生成爆破警戒范围图并标圈电子围栏；
- k) 宜实现爆堆的无人机三维建模、实时测量、盲爆监测；
- l) 应实现无人机、红外线、AI 视频系统远程实时监控、爆破区警戒、人员进入及物体移动监测预警，同时产生声光报警并联动相关电子设备，实现实时周界防护，防止爆破器材遗失；

m) 应具备自动拒起爆功能。

8.2 单斗-卡车间断工艺系统

单斗-卡车间断工艺系统应符合以下要求：

- a) 应符合 GB 51282 的要求；
- b) 采装、排土设备宜具备远程遥控、一人操控多机功能；
- c) 宜实现采运排环节在单独作业区的无人化、常态化运输编组作业；
- d) 应采用云平台智能调度与管理系统，具备高精定位显示、高精地图管理、卡调兼容、车辆设备智能调度、动态路权管控、运营报警提醒、运行集成监视、数据统计分析、系统设置管理功能；
- e) 车辆设备应具备环境参数在线监测、驾驶员健康状态监测、驾驶员行为识别、高精定位、防碰撞预警、燃油精准计量、轮胎监测、运行工况监测、在线故障监测、自动灭火、故障诊断分析、安全预警预报、故障报告功能；
- f) 应实现基于采运排环节的三维地质模型的数字化生产；
- g) 应实现无人机、AI 视频对作业区域的远程、实时、动态智能监控与巡检。

8.3 破碎站-带式输送机半连续工艺系统

破碎站-带式输送机半连续工艺系统应符合以下要求：

- a) 系统应符合 GB 51282 的要求，带式输送机应符合 GB 14784 及 GB 50431 的要求；
- b) 采运排环节应符合本文件 8.2 的要求；
- c) 云平台智能调度与管理系统应与卡调系统兼容与协同；
- d) 破碎站与采运环节应实现智能联动；
- e) 破碎站、带式输送机和排土机应实现一键启停、智能联动；
- f) 采运设备、破碎站、带式输送机、排土设备应具备运行工况在线监测、环境参数在线监测、运行数据统计与分析、故障报警与诊断、设备维保记录、预警功能；
- g) 破碎站、带式输送机、转载点应实现 AI 视频实时监控、故障识别、自动报警、实时能耗自动计量、数据异常自主预警；
- h) 带式输送机驱动应采用软启动装置，多点驱动应实现功率平衡，具备运输物流量控制的调速、上煤仓煤位的运行闭锁、分布状态实时监测、物流平衡功能；
- i) 带式输送机应配置远程 AI 视频监控、运行状态在线监测及预警系统，具备堵料、打滑、拉绳、撕裂、跑偏、温度、振动、功率数据的接入与预警保护功能；
- j) 破碎站、带式输送机构成的半连续工艺系统应实现远程集控、机器人实时巡检、无人值守；
- k) 半移动破碎站抑尘系统应实现全年有效运行，具备粉尘浓度实时监测、预警、数据存储、统计分析功能；抑尘效果应达到相关污染物排放要求，并与破碎作业实现联动控制。

8.4 轮斗全连续工艺系统

轮斗连续工艺系统应符合以下要求：

- a) 应符合 GB 51282 中的要求，带式输送机应符合本文件 8.3 及 GB 14784 及 GB 50431 的要求；
- b) 开采设备应具备自适应记忆切割功能，实现设备能耗、温度、压力、油位运行状态监测及预警、高精度定位、自主分析诊断、联网监管平台，具备可视化远程监控、远程操控、自动驾驶功能，连续采剥作业无人化；
- c) 应采用云平台智能调度与管理系统，连接采矿作业中各类机械设备，实现高精度地图、智能调度、协同作业、集群控制、全域路径规划、数据统计分析、决策；

- d) 应具备采区无人巡检、环境参数在线监测、设备运行工况及故障在线监测、故障诊断分析、安全预警预报、故障报告、自动灭火和料仓物料量、温度、可燃性气体浓度的实时监测预警功能；
- e) 采运排环节抑尘系统应实现全年有效运行，具备粉尘浓度实时监测、预警、数据存储、统计分析功能；抑尘效果应达到相关污染物排放要求，并与采运排作业实现联动控制；
- f) 应具备工作区域工作人员精准定位、智能识别、非工作人员闯入及时报警功能；
- g) 应具备剥离、采煤数字化管理功能；
- h) 连续开采工艺系统应实现一键启停。

8.5 拉斗铲倒堆工艺系统

拉斗铲倒堆工艺系统应符合以下要求：

- a) 抛掷爆破警戒区域应采用无人机、远程 AI 视频监控；
- b) 抛掷爆破应采用数字化、智能化设计软件，具备数字孪生仿真和预演功能；
- c) 抛掷爆破宜采用激光扫描仪无人机倾斜摄影技术，实现三维建模智能化爆破设计；
- d) 拉斗铲应具备实时高精定位、环境参数在线监测、运行工况监测、在线故障监测、故障诊断分析、安全预警预报、故障报告、自动灭火、坡度检测、远程实时监控功能。

9 智能辅助

9.1 总体要求

智能辅助系统应与生产系统智能调度、协同作业、综合管控，并可与监管部门实时交互。

9.2 数字孪生

数字孪生系统应符合以下要求：

- a) 宜建立基于 BIM/GIS 数字模型集矿山环境、地质、测量、采矿设计、穿爆、采装、运输、排土、辅助生产、矿区场景的一体化、可视化智能矿山数字孪生系统；
- b) BIM 模型宜采用 BIM 设计技术，动态呈现工程对象的主要技术参数、性能、技术特征、自然属性、设计图纸、技术档案“生源”信息；
- c) GIS 模型宜实现还原包含矿区地形、建筑、设备、道路、植被、水系地图元素的真实三维场景；
- d) 宜实现数字孪生与地质保障系统、综合管控平台的融合，实现工程溯源、虚实映射、智能控制、设备故障预测、人机交互；
- e) 宜使用 mPak 技术实现数字资产流转，集成地方矿山子系统，通过挂载集成文件将地方系统挂载至上级主管系统，实现上级系统的线上实时热更新；
- f) 宜支持多维度的数据可视化展示，并通过图表、地图和其他可视化工具，将矿山设备、生产、环境数据信息进行直观呈现和联动控制；
- g) 宜具备接口扩展能力，内置多种二次开发接口，支持开发模式下自定义创建接口和调试模式下针对开发模式下已创建的接口进行最终的应用调试。

9.3 供配电

供配电系统应符合以下要求：

- a) 变电所应具备智能调度、远程监控、智能预警、无人值守功能；
- b) 供配电系统应具备智能开关和关键负荷电缆的测温 and 报警功能；
- c) 变电站和配电室应具备自动灭火功能；

- d) 主变电所宜配备智能巡检机器人；
- e) 高压架空线及杆塔宜配置无人机进行定期巡视。

9.4 防排水与水处理

防排水与水处理系统应符合以下要求：

- a) 应符合 GB 51173 的要求；
- b) 宜实现排水、取水、矿坑水处理、生活污水处理、生产用水、生活用水多系统数据综合接入和源数据的融合管理，建立具备远程监控、仪表监测、运行、安全、质量、效能、电量监测、水量水质预测、故障预警、移动终端、数据共享、智能报表功能的矿山水资源在线集中智能监控系统；
- c) 应建立具备负荷调控、管网调配、水坑水量监测、矿坑涌水量实时监测预警、水文监测系统联动预警与控制、自动检测、自动运行、自动巡检、远程操控、远程监控的储、需、供、排智能水系统；
- d) 宜建立具备末端和污染治理设施监测、运行状态分析、异常工况报警功能的污染源自动监控系统；
- e) 宜建立水文地质数据模型，具备参数自动识别验证、地下水水位（水头）精准控制功能，实现预疏干降水方案智能辅助设计；
- f) 排水泵站应具备设备故障诊断、故障报警、安全预警预报、运行工况在线监测、环境参数在线监测、设备开机率统计、运行效率计算、设备维保记录功能；
- g) 排水沟宜配置无人机定期巡检。

9.5 供热供暖

供热供暖系统应符合以下要求：

- a) 供热供暖系统应根据地理位置、季节气温变化及节能需求，实现智能控温；
- b) 主供设备应具备在线监测及控制功能，并配备 AI 视频监控系统；
- c) 系统设备应具备一键启停功能。

9.6 防灭火

防灭火系统应符合以下要求：

- a) 应建立采场、采空区煤层温度、标志性气体监测、预警的煤层自燃智能监测系统；
- b) 露天矿储煤仓、储煤场内应建立储煤自燃监测预警系统和智能消防灭火系统并实时联动；
- c) 应建立地面和采场的一体化防灭火智能管理系统，且通过综合管控平台实现智能调度、现场处理。

9.7 粉尘治理

粉尘治理系统应符合以下要求：

- a) 应建立露天煤矿智能防尘综合管理体系，建立矿山粉尘治理智能化监测预警预报平台；
- b) 应建立露天煤矿粉尘空-地一体化粉尘监测系统，布置近地面粉尘监测设备和高空粉尘监测设备；
- c) 应根据粉尘监测预警预报平台信息，通过综合管控平台实现智能调度、智能洒水、精准除尘。

9.8 设备运维和管理

设备运维和管理应符合以下要求：

- a) 宜基于云端和移动端的完整运维流程管理，构建主要采剥、运输、排土、辅助设备的用电、振动、声音、温度多维度融合感知，建立设备运维和全生命周期管理系统；
- b) 宜通过整合设备、运维、安全相关领域的知识以及设备参数、性能特点、故障模式、维修方法信息和关联关系，实现对设备和运维知识的智能检索、推荐和辅助决策，建立露天矿领域知识图谱系统；
- c) 应通过设备在线点检、运行状况实时监测、设备故障智能诊断、故障原因分析、历史故障信息智能分析、报告生成及信息提示功能实现故障预测并生成设备故障数据库；
- d) 应建立设备运行数据库；
- e) 应建立备品备件管理数据库；
- f) 应建立具备设备迁移、维护、保养记录管理功能的设备维护系统；
- g) 应建立具备在线监测、大数据分析、维护规则、设备损耗性部件更换提示功能的设备安全监测系统；
- h) 应实现各设备状态的实时监测、各信号交互，并可通过综合管控平台实现连锁控制。

9.9 道路及交通运输

道路及交通运输应符合以下要求：

- a) 矿山道路建设、维保、使用应符合 GB/T 14161、GB 51282、GBJ 22 的要求；
- b) 矿山道路生产干线、支线、联络线、辅助线交叉路口应设置智能信号和安全警示标识；
- c) 宜采用智能喷洒系统进行路面洒水降尘；
- d) 辅助车辆设备应配置智能限速、智能调度、实时定位、防碰撞预警、防疲劳驾驶、驾驶员违规行为监测、报警的设施；
- e) 应实现通过 AI 视频、雷达、无人机系统对道路主要参数、外观质量、自然环境、障碍物、人员和车辆的远程监控与预警；
- f) 无人驾驶车辆设备应具备安全应急状态下的远程接管功能；
- g) 无人驾驶区域应分别配置车辆设备及人员的智能识别设施；
- h) 宜利用无人机、无人驾驶车辆设备进行矿山道路地图实时采集、及时更新。

9.10 边坡管理

边坡管理应符合以下要求：

- a) 应符合 GB 51214、GB/T 37697 的要求；
- b) 必须建立采场、排土场边坡在线实时监测和预警系统；
- c) 系统应符合“通、导、遥、测”一体化建设要求，有效结合卫星通讯、导航定位、遥感技术、雷达监测、三维仿真技术，打造通导遥测边坡安全监测的数字孪生平台，并利用大数据分析 & 大数据可视化技术，进行雷达信息实时成像与分析，提供可视化预警分析结果，并实时上传信息至综合管控平台；
- d) 系统应不受恶劣天气、环境因素影响；
- e) 系统设备应满足快速安装、免维护；集成传感器、数据采集、通信，集成电池、太阳能板、传输模块、数模转化模块；
- f) 传感器数据均应接入调度中心的数字孪生三维可视化数据平台，并融合边坡安全监测人工智能算法，进行分级预警；
- g) 三维可视化边坡安全监测预警系统应提供高精度地测 DEM 数据，为数字孪生矿山提供空间数据服务和详实、精准、可靠的基础底图；
- h) 应采用点面结合、接触式（GNSS）与非接触式（边坡形变监测雷达）相结合的监测方式；

- i) 接触式、非接触式监测系统均应能与 4G/5G/卫星通讯自动组网, 保证数据实时回传, 监测半径不小于 3 km, 最小监测周期应小于 1 min, 扫描范围应大于 90°, 监测精度应达到 0.1 mm@1 km;
- j) 重点区域应进行视频形变监测, 视场范围内任意点数达到 0.5 mm@50 m 精度以上;
- k) 边坡雷达工作频段应避免对地面其它同频段的公众和专用通信与工业设备造成干扰;
- l) 应采用数字孪生技术, 在高保真三维场景中, 通过简易直观的交互方式, 实时模拟并展示雷达监测范围, 确认雷达安装位置;
- m) 应采用雨量计环境监测设备, 结合边坡雷达数据进行综合安全研判; 在重点监测区域其分辨率应达到 0.1 mm、量程达 0~8 mm/min;
- n) 应配置无人机对采场、内外排土场边坡进行航测和巡检, 巡检频率不少于每天 1 次。

9.11 环境管理

环境管理应符合以下要求:

- a) 应建立露天煤矿生态保护管理、生态破坏、生态修复监控的无人机巡检系统;
- b) 应建立由信息采集、数据传输、监控平台组成的生态环境保护管理智能系统;
- c) 监管设备应具备实时采集“三废”产生量及废水废气中的污染物数据的监测功能;
- d) 宜利用智能监控技术, 实时跟踪监控矿山生产作业过程中的废水、废气、粉尘排放情况及固体废物环境管理情况, 实现对潜在的突发环境事件及时分析、预警和数字化、智能化管理。

9.12 人员管理

人员管理应符合以下重点要求:

- a) 应实现矿山区域作业人员的精准定位、区域人员超限报警、AI 视频监控、自动统计、危险状态下逃生信息的实时获取;
- b) 应实现矿山环境参数的在线实时监测、安全状态实时评估、预警预报、监测信息与人员单兵装备的实时互联、音视频通信;
- c) 开采区生产设备应配置精准定位、防碰撞预警设施; 单兵设备均应具备人岗匹配的生物特征识别、作业过程中岗位操作指引的语音提示功能;
- d) 应实现开采区重点场所、关键岗位人员三违行为的自动识别、人员非法进入和违规误入危险区域自动预警;
- e) 开采区应具备智能检测功能, 实现未携带定位卡、未按规定佩戴个体防护用品、人卡不一致、携带违规物品、证件过期、安全考核不合格、违章停工人员进入开采区域的自动识别、预警;
- f) 应建立安全教育培训系统, 具备在线学习、在线考核功能;
- g) 宜建立承包商管理系统, 实现对承包商资格预审、招投标管理、选择、签约、作业全过程监管、表现评价、续用或退出、动态淘汰全流程信息化动态管理。

10 管理与保障

10.1 生产信息管理

生产信息管理系统应配置具备以下功能要求:

- a) 生产信息报表自动生成, 报表格式可定制;
- b) 生产计划信息管理;
- c) 生产完成情况信息管理;

- d) 工程质量信息管理;
- e) 生产安全信息管理;
- f) 重点工程信息管理;
- g) 环境信息管理;
- h) 能耗及材料消耗信息管理;
- i) 职业危害信息管理;
- j) 设备运维和配件库存信息管理;
- k) 应实现一定条件下与监管部门的实时联网交互。

10.2 经营信息管理

经营信息管理系统应配置具备以下功能要求:

- a) 经营信息报表自动生成, 报表格式可定制;
- b) 合同信息管理;
- c) 投资信息管理;
- d) 成本信息管理;
- e) 销售信息管理;
- f) 采购信息管理;
- g) 资金信息管理;
- h) 经营指标信息管理;
- i) 人力资源信息管理;
- j) 物资供应信息管理。

10.3 灾害风险管理

灾害风险管理应符合以下要求:

- a) 应建立完善的灾害风险分级管控工作体系, 并实现信息化、数字化、智能化管理;
- b) 应建立企业灾害风险安全分析预警系统, 实现企业安全生产预警指数化, 并生成预警指数辐射图, 量化展示企业安全生产现状和趋势;
- c) 应建立与地震、气象、自然资源、应急、水利相关安全监管部门的联动工作机制, 实现地震、极端灾害天气、地质灾害、卫星图像、应急救援、水利设施、河道预报信息的共享互通;
- d) 应建立全方位、全流程灾害风险预警模块, 结合综合管控平台、数字孪生系统进行分析、分类;
- e) 应制定数字化综合应急预案库, 通过综合管控平台智能使用灾害风险处理及应急保障预案;
- f) 应制定数字化应急响应机制与程序, 明确应急组织机构和职责, 针对不同类型的事故和灾害, 通过综合管控平台及时快速的开展救援指挥与行动;
- g) 应实现矿山履行安全责任、投入、检查的日常工作信息及时上传监管部门平台;
- h) 应在采场危险区域、采剥作业点、排土场每个排土地点、主要运输路段拐弯处、重要机电设备检修作业点、采空区关键地点、重要部位安装高清摄像机和图像智能分析设备, 实现实时识别、监测和精准研判;
- i) 应具备远程巡检、手持终端现场检查能力, 实现隐患排查任务的自动派发、现场落实、实时跟踪及闭环管理;
- j) 应建设灾害风险隐患数据库, 并能自动更新和完善;
- k) 宜建设应急通信系统, 实现紧急模式下的快速组网;
- l) 人、机、环、管安全监测数据应满足安全监管机构的联网和实时交互要求。

10.4 人才与组织保障

人才与组织保障系统应符合以下要求：

- a) 应一企一策、因地制宜进行智能化建设顶层设计；
- b) 应成立智能化建设专职部门，负责统筹协调、队伍建设、检查督导、年度考核工作生产计划；
- c) 应配置智能化建设管理、技术专业人才，负责技术调研、方案规划和编制、项目实施工作；
- d) 应建立、健全智能化建设考核机制和办法，建立人才培养和储备体系；
- e) 应保证智能化建设所需的人力、物力、财力投入，制定操作性强的激励措施和评优评先政策。

11 智慧矿区

11.1 规划与建设

矿区规划与建设应符合以下要求：

- a) 宜适用 GB/T 33356 作为建设指南；
- b) 宜建立高精度、高细度的矿区基础时空动态数据库，将矿区硬件数据与基础时空数据相结合；
- c) 应将矿区主要建筑物、机电设备进行 BIM 建模，建立具备矿区数据汇集、运维服务管理、监测预警、分析决策、应急指挥及研判功能的可视化管理平台；
- d) 应在地面建设指挥中心，集成智能化指挥、调度、管控、办公、培训、展示功能，实现对露天煤矿作业现场各系统的统一协调管控；
- e) 调度中心应符合 GB 51024 的要求，宜建设在综合办公楼或专用建筑物内；
- f) 调度中心按照功能分区应分为监控区、调度区、会议区、管理区。

11.2 综合管理

矿区综合管理应符合以下要求：

- a) 应建设企业 ERP 综合管理系统，实现系统数据内部交互；
- b) 应实现物联网在矿区内的应用，实现办公、工业设施保障系统的智能决策和数据共享；
- c) 应根据矿区功能分区建立智能安全监控和识别系统；
- d) 应具备智能安防、仓储、车辆管理、访客管理、门禁闸机管理、信息发布及个人移动终端管理功能；
- e) 宜实现对矿区内人、车、财、物的全面掌握、智能分析预警、敏捷控制；
- f) 宜采用机器人、无人机对矿区人员、设备、车辆等活动进行常态化巡视。

参 考 文 献

- [1] 煤矿智能化建设指南（2021年版）
 - [2] 关于加快煤矿智能化发展的指导意见
 - [3] 智能化示范煤矿验收管理办法（试行）
 - [4] 内蒙古自治区煤矿智能化建设基本要求及评分方法（试行）
 - [5] 内蒙古自治区推进煤矿智能化建设三年行动实施方案
 - [6] 鄂尔多斯市人民政府关于鄂尔多斯市“三化融合”推进煤炭工业高质量发展的指导意见
-