



中华人民共和国国家标准

GB/T 47461—2026

煤矿智能化体系架构要求

Requirements for the architecture of coal mines intelligent system

2026-04-30 发布

2027-05-01 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 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 2

5 煤矿智能化总体架构 3

 5.1 基本要求 3

 5.2 架构组成 3

 5.3 应用场景要求 4

6 煤矿智能化网络架构 4

 6.1 基本要求 4

 6.2 外部网络 5

 6.3 矿用核心网络 5

 6.4 综合承载网络 6

 6.5 网络安全 7

 6.6 网络管理功能要求 7

7 煤矿智能化信息平台架构 7

 7.1 基本要求 7

 7.2 数据感知及控制层 9

 7.3 数据分析与应用层 9

 7.4 决策层 9

8 煤矿智能化业务架构 10

 8.1 基本要求 10

 8.2 基础平台 10

 8.3 智能化生产系统 11

 8.4 安全保障系统 11

 8.5 智能洗选系统 12

9 煤矿智能化管理架构 13

 9.1 基本要求 13

 9.2 智能化安全管理要求 13

 9.3 智能化生产管理要求 13

 9.4 智能化经营管理要求 14

 9.5 智能化技术与装备管理要求 14

 9.6 智能化人力资源管理要求 14

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。

本文件由国家矿山安全监察局提出并归口。

本文件起草单位：中煤科工开采研究院有限公司、中国煤炭科工集团有限公司、天地科技股份有限公司、中国煤炭工业协会、煤炭科学研究总院有限公司、天地（常州）自动化股份有限公司、北京天玛智控科技有限公司、安标国家矿用产品安全标志中心有限公司、中煤科工集团重庆研究院有限公司、中煤科工集团北京华宇工程有限公司、南京业恒达智能系统有限公司、陕西延长石油矿业有限责任公司、中国矿业大学、国家能源投资集团有限责任公司、山东能源集团有限公司、中国中煤能源集团有限公司、兖矿能源集团股份有限公司、陕西陕煤陕北矿业有限公司、中国矿业大学（北京）、晋能控股集团有限公司、中煤科工集团杭州研究院有限公司、陕西陕煤黄陵矿业有限公司、陕煤集团神木张家峁矿业有限公司、延安能源化工（集团）有限责任公司、河南理工大学、安徽恒泰电气科技股份有限公司。

本文件主要起草人：任怀伟、王国法、范京道、张建明、巩师鑫、杜毅博、韩哲、李帅帅、赵叔吉、侯刚、李世军、王九红、周杰、亓玉浩、丁震、李川、薛忠新、李爽、庞义辉、富家兴、杜明、张玉良、张建中、韩长路、贺炳伟、陈晓晶、牛艳奇、孟令宇、韩安、肖松、祝坚、商德勇、李斌、张金虎、崔东峰、陈楠、王志峰、魏文艳、司志良、李建。

煤矿智能化体系架构要求

1 范围

本文件界定了煤矿智能化的术语,规定了总体架构、信息平台架构、网络架构、业务架构和管理架构。

本文件适用于现有生产井工煤矿、新建井工煤矿及其配套系统的智能化设计、建设与升级改造,露天煤矿相关系统参照使用。

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。

- GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求
- GB/T 34679 智慧矿山信息系统通用技术规范
- GB/T 36323 信息安全技术 工业控制系统安全管理基本要求
- GB/T 37739 信息技术 云计算 平台即服务部署要求
- GB 50215 煤炭工业矿井设计规范
- GB/T 50417 煤矿井下供配电设计规范
- GB/T 50451 煤矿井下排水泵站及排水管路设计规范
- GB/T 50518 矿井通风安全装备配置标准
- GB 50533 煤矿井下辅助运输设计规范
- GB 50810 煤炭工业给水排水设计规范
- GB 51024 煤矿安全生产智能监控系统设计规范
- GB 51179 煤矿井下煤炭运输设计规范
- GB/T 51272 煤炭工业智能化矿井设计标准
- MT/T 1202(所有部分) 煤矿数据采集与传输技术要求
- NB/T 11627 智慧矿山评价指标体系

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

智能煤矿 intelligent coal mine

以安全、高效、绿色、智能开采和可持续发展为目标,融合应用物联网、云计算、大数据、人工智能、工业互联网、机器人等先进技术和装备,构建信息基础设施、综合管控平台、智能化采煤、智能化掘进、主运输及辅助运输、生产辅助、智能穿爆、智能洗选等平台及系统,实现多源数据感知、动态分析及预测、实时互联、自主学习、推理与决策、协同控制和全面管理的煤矿。

3.2

煤矿智能化总体架构 overall architecture of coal mine intelligence

描述煤矿智能化技术支撑、工具手段、基本单元、业务载体、应用场景和系统管理的组成、关联关系和交互机制的总体布局和构成。

3.3

煤矿智能化信息平台架构 information platform architecture of coal mine intelligence

描述煤矿智能化信息技术支撑、数据流向、生产协同控制平台、工业大数据平台、综合管控平台、云服务等的组成、方法模型、拓扑结构和交互关系的信息平台总体布局。

3.4

煤矿智能化网络架构 network architecture of coal mine intelligence

描述支持煤矿智能化生产、安全监测与业务管理而构建的分层、分域的有线与无线混合通信体系，涵盖物理拓扑、承载技术、软件分层、通信协议、应用服务与安全防护机制。

3.5

煤矿智能化业务架构 application system architecture of coal mine intelligence

描述煤矿智能化地质保障、采煤、掘进、主煤流运输、辅助运输、安全监控、通风、供电、供排水、洗选、储装运、穿爆、采装运等生产与辅助生产过程，以及园区、经营管理等核心业务流程，并明确其系统组成、关联关系和交互机制的总体布局。

3.6

煤矿智能化管理架构 management architecture of coal mine intelligence

描述智能化安全管理、生产管理、经营管理、技术与装备管理、人力资源管理及其与智能煤矿生产模式相适应的组织管理体系。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

AI:人工智能(Artificial Intelligence)

AMF:接入和移动性管理功能(Access and Mobility Management Function)

APT:高级持续性威胁(Advanced Persistent Threat)

CD:持续部署(Continuous Delivery)

CI:持续集成(Continuous Integration)

eMBB:增强移动宽带(enhance Mobile Broadband)

F5G:第五代固定网络(The 5th Generation Fixed Network)

IP:互联网协议地址(Internet Protocol Address)

LiFi:可见光无线通信(Light Fidelity)

LoRa:远距离无线电(Long Range Radio)

MEC:移动边缘运算(Mobile Edge Computing)

MLOps:机器学习运维(Machine Learning Operations)

mMTC:海量物联网通信(massive Machine Type Communication)

PCF:策略控制功能(Policy Control Function)

PON:无源光网络(Passive Optical Network)

QoS:服务质量(Quality of Service)

SMF:会话管理功能(Access and Mobility Management Function)

SPN:切片分组网(Slicing Packet Network)

- TSN:时间敏感网络(Time-Sensitive Networking)
UDM:统一数据管理功能(Unified Data Management)
UPF:用户面功能(User Plane Function)
URLLC:低时延高可靠通信(Ultra-reliable & Low-latency Communication)
VPN:虚拟专用网络(Virtual Private Network)
WiFi:无线保真(Wireless Fidelity)
WLAN:无线局域网(Wireless Local Area Network)
4G:第四代移动通信技术(Fourth Generation)
5G:第五代移动通信网络(The 5th Generation mobile networks)
5QI:5G 服务质量标识符(5G QoS Identifier)

5 煤矿智能化总体架构

5.1 基本要求

5.1.1 煤矿智能化总体架构如图 1 所示,应指导煤矿智能化系统的设计、建设、升级和改造;应以协同控制、工业大数据和云服务平台为基础支撑,以数据感知、分析应用和决策调度为技术手段,构建地质保障系统、综合管控平台、采煤系统、巷道掘进系统、主辅运输系统、穿孔爆破采装系统、安全监控系统、供配电供排水系统、智慧园区与经营管理系统等基本业务单元,在井下、地面通信等网络系统支持下,面向生产、安全及管理应用场景进行协调决策与效能优化。

5.1.2 总体架构应规范各个系统数据通信规范和交互协议,在矿级、公司级和集团级实现数据协同、业务协同和人机协同,指导各类矿井的生产、安全和管理等场景的应用。

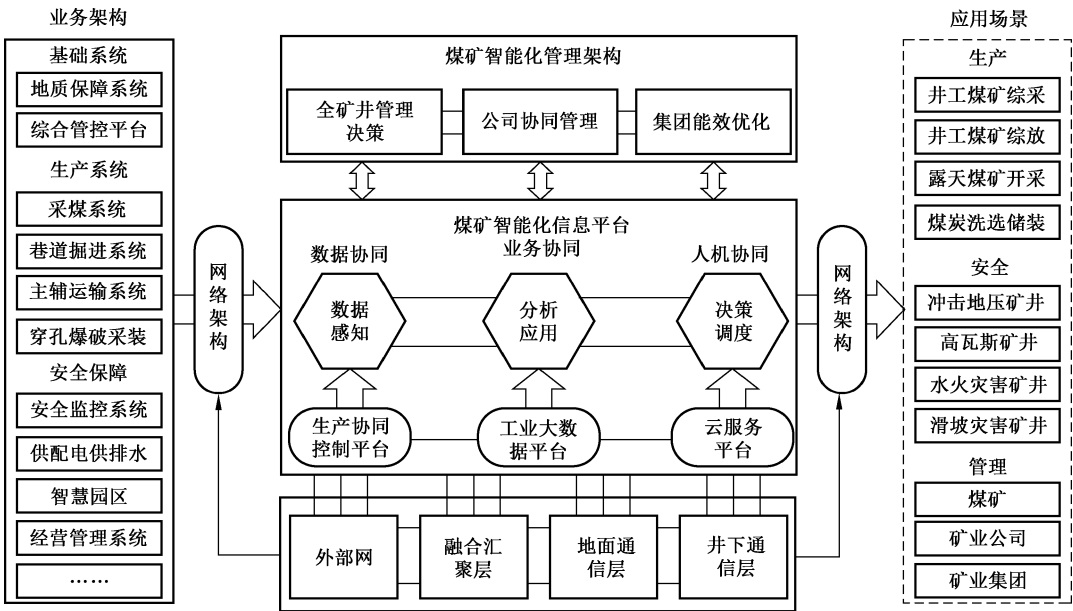


图 1 煤矿智能化总体架构

5.2 架构组成

5.2.1 煤矿智能化总体架构应包括信息平台架构、网络架构、业务架构和管理架构。图 2 所示为煤矿智能化架构体系层次关系,表明了各架构间上下依赖、相互关联的顺序。

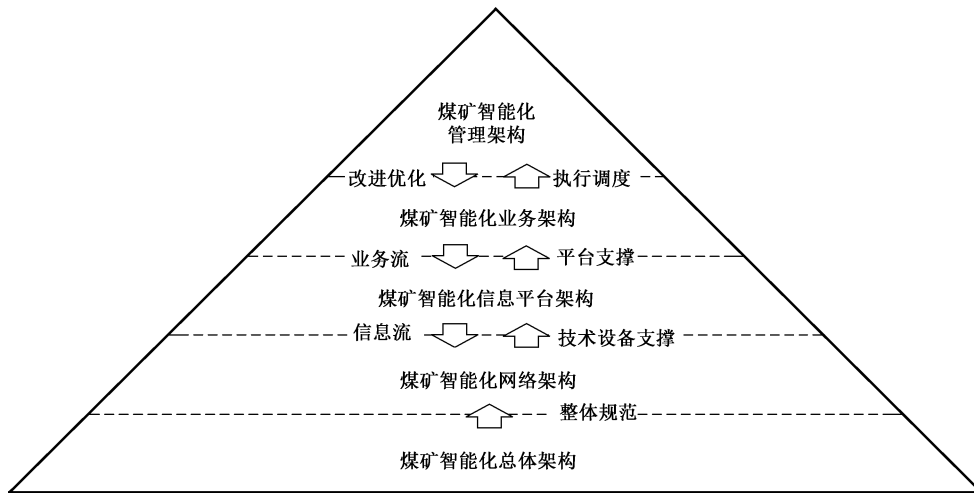


图 2 煤矿智能化架构体系层次关系

5.2.2 总体架构应包括主要核心业务系统和操作平台,覆盖各类条件、各类开采工艺的煤矿、矿业公司和矿业集团。

5.3 应用场景要求

5.3.1 总体架构的应用场景应涵盖井工煤矿的综采、综放、掘进核心场景,露天煤矿的穿孔、爆破和开采、装车、运输核心环节,以及煤炭洗选、储装流程。

5.3.2 总体架构的应用场景应支撑煤矿的安全场景,应涵盖冲击地压防控、瓦斯灾害防治、水害防治、火灾预警、安全监测、边坡监测等系统,支持多灾害融合分析、应急救援协同联动等智能化应用。

5.3.3 总体架构的应用场景应支撑煤矿的管理场景,应对煤矿、矿业公司和集团公司的经营情况、设备运行情况、人员等进行调度和优化。

6 煤矿智能化网络架构

6.1 基本要求

6.1.1 煤矿智能化网络架构如图 3 所示,应符合 GB 50215 和 GB/T 51272 的相关技术要求,分为外部网络和煤矿层网络。

6.1.2 外部网络应包括煤矿与上级管理平台、政府监管平台、云服务平台或运营商网络之间的互联部分。

6.1.3 煤矿层网络应包括矿用核心网络和综合承载网络(融合汇聚层、地面通信层和井下通信层),确保煤矿多场景间实现低延迟、高可靠、可控隔离的统一通信能力。

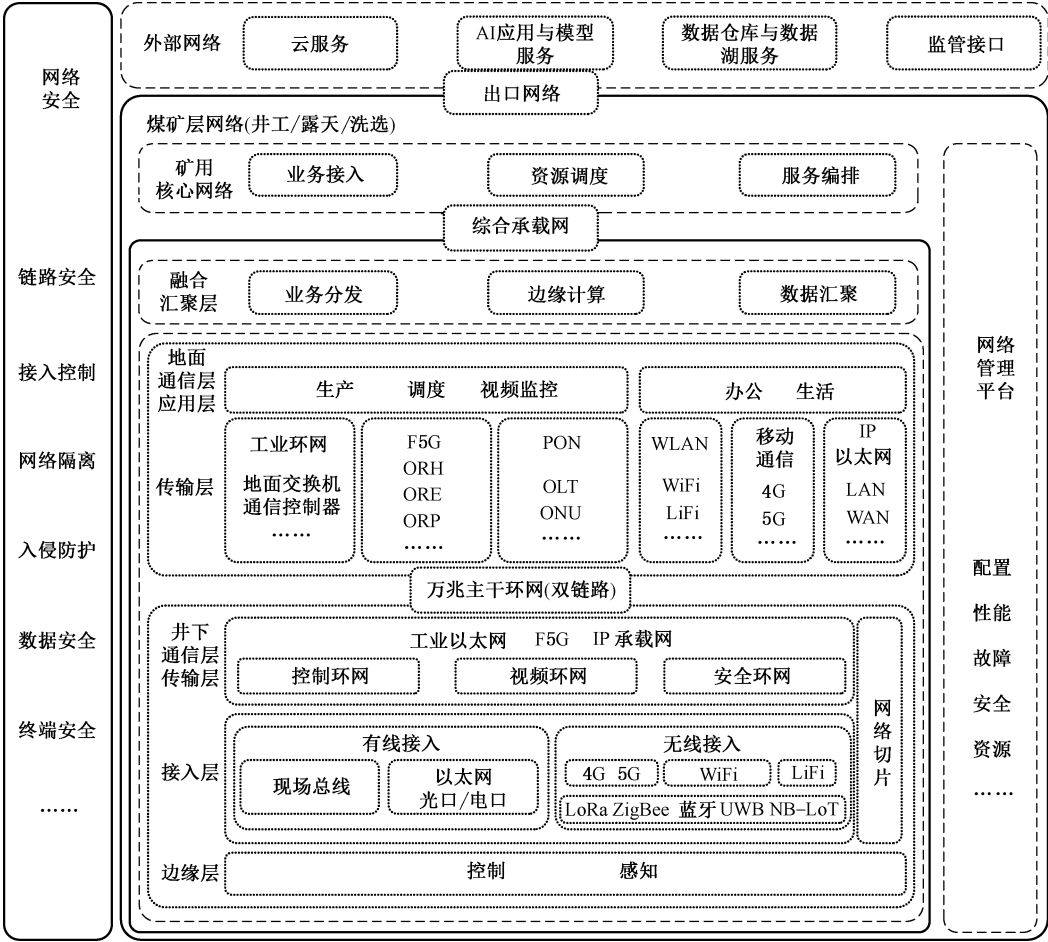


图3 煤矿智能化网络架构

6.2 外部网络

6.2.1 外部网络应具备云服务、AI应用与模型服务、数据仓库与数据湖服务、监管接口功能，应支持与集中式或分布式核心网的互联互通，确保 AMF、SMF、PCF、UDM 等控制功能与核心网安全对接，并具备统一的安全策略和跨域数据协同机制，实现业务互联与闭环管理。

6.2.2 云服务平台建设应按照 GB/T 37739 中的部署方案实施，并满足如下要求：

- a) 集中式云服务平台应由上级管理网络建设，并具备支撑统一管理、数据分析与智能决策的能力；
- b) 煤矿层应视具体场景部署边缘计算节点，承担本地实时业务数据处理任务，并具备网络自适应能力与系统实时性。

6.2.3 AI应用与模型服务应提供模型训练、模型管理、在线推理与批量离线推理能力；支持模型版本管理、性能监控与回滚机制。

6.2.4 数据仓库与数据湖服务应支持结构化、半结构化与大对象（视频、图像）数据的集中存储与查询，提供元数据目录、数据血缘、数据治理、ETL/ELT 管道、批流一体化（批处理+流处理）能力。

6.2.5 监管接口应提供与政府监管平台和行业监管系统的标准化数据交换接口（包括实时流式上报与定期报表），支持审计日志导出、事件告警上报，以及满足监管要求的数据留存和数据脱敏/匿名化策略。

6.3 矿用核心网络

6.3.1 矿用核心网络应作为综合承载网内面向矿区生产控制与业务支撑的核心域，负责业务接入、资

源调度、安全管理与服务编排。

6.3.2 业务接入:保证各类生产、监控、运维与监管应用安全、可靠地接入核心域;支持多种接入方式(5G/WLAN/有线等)并兼容 IPv4/IPv6,按业务类别实施分级接入与优先级策略;对时延敏感业务优先在边缘(MEC/本地 UPF)承载,提供标准化接口(API/消息/视频流)与接入鉴权机制。

6.3.3 资源调度:在网络、计算与存储资源间实现差异化分配与弹性伸缩,保障 eMBB/URLLC/mMTC 等业务的性能需求;支持端到端 QoS、资源隔离(切片/VRF/VLAN)、TSN/时钟同步等确定性能力,并具备负载均衡与故障时的降级策略。

6.3.4 服务编排:提供自动化的服务与网络功能编排能力,实现应用/模型的部署、扩缩容、版本管理与边云协同。编排平台应支持可编程接口、观测与告警闭环,并与运维、CI/CD/MLOps 流程联动以提高响应与恢复效率。

6.4 综合承载网络

6.4.1 综合承载网络应符合 GB/T 34679 中信息协同架构要求,统一承载煤矿各类生产、调度、安全、管理等系统的数据流量。

6.4.2 综合承载网络应能同时承载语音、视频、数据采集、控制信号等多种业务。网络支持多制式接入,具备业务隔离、资源调度和服务质量(QoS)保障能力,以满足不同业务在带宽、时延和可靠性方面的差异化需求。

6.4.3 综合承载网络应包括融合汇聚层、地面通信层和井下通信层,要求如下。

- a) 融合汇聚层负责矿区业务分发、边缘计算与数据汇聚,应与矿用核心网络对接,实现地面与井下通信资源的统一调度和数据汇聚:
 - 1) 业务分发:识别、分类并调度接入流量,按优先级下发到边缘或上层,提供协议转换与北向接口;
 - 2) 边缘计算:在 MEC/本地 UPF 托管时延敏感与闭环任务,支持模型下发与边云协同,确保本地可用性;
 - 3) 数据汇聚:本地预处理、缓存与压缩大对象数据,按策略批/流上送到数据湖/云,提供统一观测与告警。
- b) 地面通信层由应用层和传输层组成,承担地面各类业务系统的数据传输、控制指令下发及信息交互功能:
 - 1) 应用层:面向生产、调度、视频监控、办公与生活等多类业务,支撑煤矿地面生产管理、设备运维、调度指挥、安防监控、后勤保障等系统运行,提供统一的数据接口与共享机制,实现不同业务系统间的信息互通与协同,提高管理效率与综合服务能力;
 - 2) 传输层:采用有线与无线相结合的覆盖方式,为应用层提供高可靠通信通道。有线接入应采用工业以太环网、F5G、PON 等技术,实现有线终端接入与传输;露天煤矿和洗选场应优先规划光纤到场或至近端汇接点,并在必要处采用工业级以太网延伸。无线接入应采用移动通信、WLAN 等技术实现移动设备接入;露天煤矿可采用定向微波回传或专用无线链路作为光纤补充或备份。传输层应具备 QoS 管控与链路冗余能力,确保生产调度和监控等关键业务通信的稳定、安全与连续。
- c) 井下通信层由传输层、接入层和边缘层组成,是支撑开采、掘进、运输、通风等系统运行的基础网络。
 - 1) 传输层:由控制环网、视频环网和安全环网组成。控制环网用于支撑开采、掘进等实时控制业务,要求低时延、高可靠;视频环网承载监控、识别与传输任务,保障高带宽与画面连续性;安全环网用于监测、人员定位和应急通信,强调数据可靠与链路冗余。各环网可通过网络切片和 QoS 策略实现业务隔离与资源调度,并在关键节点设置冗余链路,确保通信安全与稳定。

- 2) 接入层:支持工业以太网、CAN 总线、WiFi、5G、LoRa 等方式,并结合网络切片实现业务分级与隔离。
- 3) 边缘层:控制部分负责本地任务执行与闭环控制,实现对采煤、运输、掘进等设备的快速响应与执行;传感部分承担多类型数据的采集、融合与预处理,支持状态监测、异常检测和智能分析。

6.4.4 综合承载网络的有线骨干环网与无线承载环网宜融合建设,实现统一规划、互联互通,避免重复投资并提升设备间数据交互效率。应根据需求选择具备低时延、网络切片能力的新型承载技术(如 TSN、SPN 等),满足关键业务的差异化要求。

6.4.5 露天煤矿与洗煤厂应优先采用光纤或工业级无线回传作为主干,同时配置备份链路(双链路/环路或不同传输媒介)。

6.4.6 露天煤矿与洗煤厂应结合业务需求部署边缘计算(MEC)或本地缓存节点,应提供差异化 QoS 保障与冗余传输能力,支持本地闭环控制和数据同步机制,以满足视频监控、实时分析及高可靠通信的要求。

6.5 网络安全

6.5.1 网络安全应符合 GB/T 22239 安全等级保护基本要求,应具备等级保护 2.0 的要求。

6.5.2 网络安全应结合网络架构提出要求,包括链路安全、接入控制、网络隔离与入侵防护等内容;如涉及数据中心,应遵循现行等级保护及相关信息安全标准,并与网络架构保持一致。为增强端到端的安全能力,应包括:

- a) 数据安全:按照数据分类分级原则实施传输加密与存储加密,并建立备份与恢复机制;跨域数据共享应有权限控制与审计;
- b) 终端安全:接入设备应进行设备身份认证与入网健康检查,实施固件/补丁管理和最小权限配置;关键控制终端应具备物理防篡改与完整性校验。

6.5.3 网络安全应满足如下要求:

- a) 应划分安全域,部署防火墙、入侵检测、APT 检测、VPN 等边界防护设施;
- b) 应支持访问控制、身份鉴别与加密传输;
- c) 应在生产控制网络与信息管理系统等不同安全域之间部署网闸或其他安全隔离与信息交换装置,确保跨域数据交互的安全性、可控性。

6.5.4 各子系统和矿用终端应同步纳入等保体系,按业务重要性实施分级防护。

6.6 网络管理功能要求

网络管理应符合 GB/T 22239 相关规定,平台需具备全面的网络管理功能,包括以下方面:

- a) 配置管理:实现网络设备的统一配置、变更管理和策略下发,保证网络资源的规范使用;
- b) 性能管理:监测网络运行状态与关键性能指标,支持统计分析与优化调度;
- c) 故障管理:及时发现、定位并处理网络故障,提供告警与恢复机制,确保网络高可用性;
- d) 安全管理:包含账号权限控制、访问审计、设备状态监测及日志管理,保障网络运行的安全性与可控性;
- e) 资源管理:对网络设备、链路及其他资源进行统一登记、分配与监控,实现资源的高效利用。

7 煤矿智能化信息平台架构

7.1 基本要求

7.1.1 煤矿智能化信息平台架构如图 4 所示,应符合 GB/T 34679 中智慧矿山基本架构的要求,实现从数据感知及控制层、数据分析与应用层到决策层的透明管理;应构建统一、规范、开放的数据资源体系,确保各层级间的数据流、控制流与业务流高效协同与安全可靠。

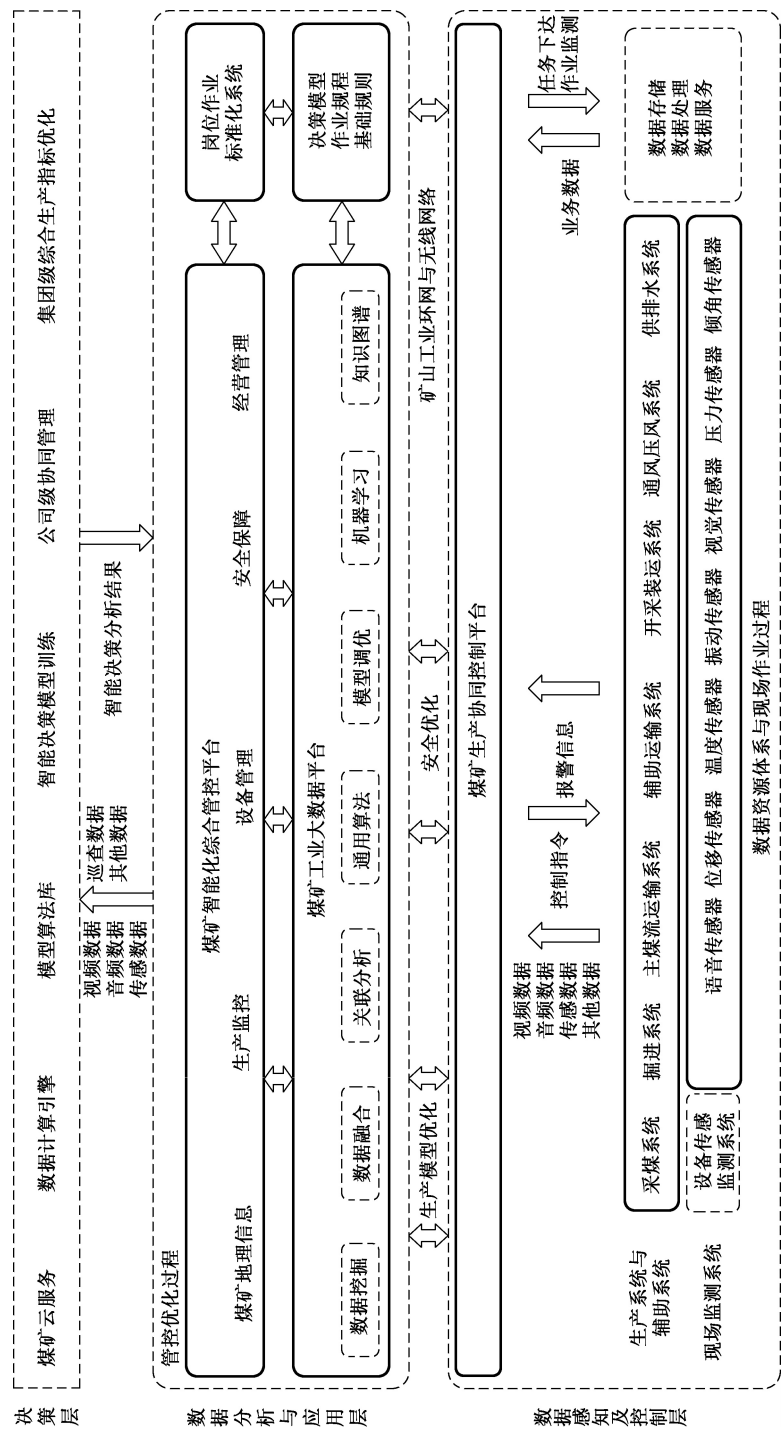


图 4 煤矿智能化信息平台架构

7.1.2 煤矿智能化信息平台架构的数据资源体系应满足数据采集、数据传输、数据存储、数据处理与数据服务基本需求。

- a) 数据采集应支持多源异构数据的接入,包括传感器数据、视频流、设备状态数据、业务系统数据等,并实现数据的实时、准实时与批量采集。
- b) 数据传输应依托工业环网与无线网络,采用标准化通信协议,保障数据在传输过程中的安全可靠。
- c) 数据存储应采用分级存储方式,对实时数据、历史数据、结构化与非结构化数据进行分类存储与管理,支持分布式存储与云存储方式。
- d) 数据处理应集成数据清洗、集成、转换、加载等数据治理环节,并利用大数据分析、机器学习、深度学习等技术,实现数据的价值挖掘与智能应用。
- e) 数据服务应通过统一服务接口对外提供数据查询、分析、报表、模型调用等能力,支撑各类业务应用与决策支持系统的快速构建与迭代。
- f) 应建立数据生命周期管理制度,根据数据价值与用途明确存储期限,以保障数据的有效性、安全性与可用性。

7.1.3 应对智能化系统软件的质量进行管理,新部署的智能化系统软件或智能化系统软件版本有较大更新的,应在投入使用前验证其可靠性、安全性和兼容性指标。

7.2 数据感知及控制层

7.2.1 数据感知及控制层应包含现场监测系统、生产系统与辅助系统和煤矿生产协同控制平台。

- a) 现场监测系统应包括环境传感监测系统、设备传感监测系统和人员作业监测系统,实时采集井下环境参数、设备运行状态、人员作业行为及安全状态等信息。
- b) 生产系统与辅助系统应实现所控设备的自动化运行与远程控制。
- c) 煤矿生产协同控制平台应汇聚现场监测系统、生产系统与辅助系统的监测数据和控制数据,应包含 GB/T 34679 中传感感知系统、工业自动化系统要求的数据,对多源数据(视频、音频、传感、报警等)进行初步集成与协同判断,实现煤矿生产系统和辅助生产系统的智能联动控制;应将设备、环境和控制信息上传煤矿工业大数据平台,数据传输应符合 MT/T 1202(所有部分)中的加密要求。

7.2.2 数据感知及控制层应满足数据资源体系要求,实现数据的双向交互。

7.3 数据分析与应用层

7.3.1 数据分析与应用层应包含煤矿工业大数据平台和煤矿智能化综合管控平台,宜利用大数据技术(数据挖掘、机器学习、大模型等)对数据感知及控制层采集的环境、设备和人员等数据进行深度挖掘分析。

7.3.2 煤矿工业大数据平台宜具有数据挖掘、数据融合、关联分析等功能。

7.3.3 煤矿智能化综合管控平台是全矿井业务管理及智能化应用服务的统一入口,应包括煤矿地理信息、生产监控、设备管理、安全保障、经营管理等模块,覆盖全矿井业务系统的综合管控和操作显示。

7.3.4 数据分析与应用层应按照煤矿岗位作业标准化规则进行各个智能化应用操作流程和决策模型的定义和开发。

7.3.5 数据分析与应用层应利用煤矿工业大数据平台将数据感知及控制层采集的视频数据、音频数据、传感数据、巡查数据等多种生产相关数据提供给决策层。

7.4 决策层

7.4.1 决策层应符合 GB/T 37739 相关要求,应具备数据计算引擎、模型算法库、智能决策模型训练、公

司级协同管理、集团级综合生产指标优化等功能。

7.4.2 决策层宜建设煤矿云服务平台,接收数据分析与应用层的数据,训练智能决策模型,并将决策结果下发至数据分析与应用层,实现闭环优化与持续学习。

8 煤矿智能化业务架构

8.1 基本要求

煤矿智能化业务架构如图 5 所示,包括基础平台、智能化生产系统、安全保障系统和智能洗选系统四部分。

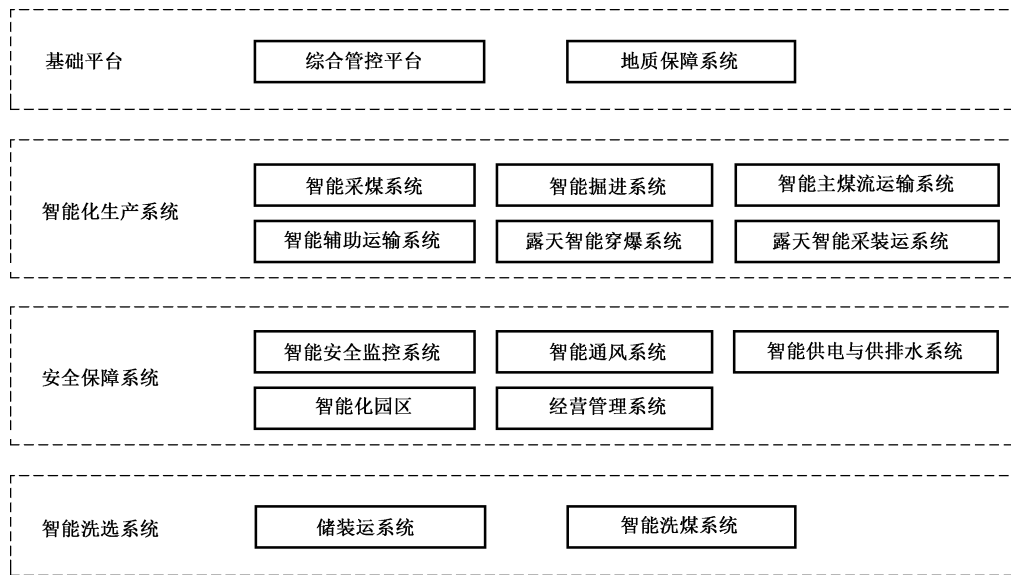


图 5 煤矿智能化业务架构

8.2 基础平台

8.2.1 基础平台应包括综合管控平台和地质保障系统。

8.2.2 综合管控平台按照统一规划构建矿业集团、矿业公司和煤矿三级级联系统;应支持多级系统的级联管理和分级部署,实现与第三方管理系统的互联互通,可通过接口开发扩展系统功能;应实现全矿井业务系统集成管控,具备生产全流程监控、安全感知预警、设备联动与故障诊断、应急调度与管理、能源管理、质量管理等智能化应用服务功能。

8.2.3 地质保障系统应融合地质物探、钻探、测量和采掘等实时数据,构建融合地质数据与工程数据的高精度动态地质模型,实现矿井地质信息的透明化。具体应满足如下要求:

- a) 井工煤矿地质保障系统应具有对采煤工作面地质异常体、煤层起伏、煤层厚度等的精准探测或实时监测、模型动态更新、基于地质模型的规划截割、地质预测预报等功能,实现采煤地质的透明化;具有对掘进工作面前方地质构造、隐蔽致灾地质因素等的远距离、高精度探测或实时监测、模型动态更新、基于地质模型的地质导航、地质预测预报等功能,实现掘进地质的透明化;具有地质模型的三维可视化分析、展示和漫游等功能;
- b) 露天煤矿地质保障系统应实现原始勘探数据、生产勘探数据和煤质数据的三维可视化展示,且具有地质模型的高精度构建、实时更新、地质预测预报和基于地质模型的可视化分析等功能。

8.3 智能化生产系统

8.3.1 煤矿智能化生产系统主要包括智能采煤系统、智能掘进系统、智能主煤流运输系统、智能辅助运输系统、露天智能穿爆系统和露天智能采装运系统。

8.3.2 煤矿智能化生产系统宜预留碳排放监测标准化数据接口,实现数据的实时监测和政府监管平台数据上传。

8.3.3 智能采煤系统应根据煤层赋存条件、工作面设计参数等,建设不同模式的智能化采煤工作面,具备工作面三维建模、采煤机自适应截割、液压支架自适应支护、智能放顶煤、刮板输送机智能运输、远程集中控制、综采设备群协同控制等功能,实现工作面少人化开采。

8.3.4 智能掘进系统应具备巷道三维建模、自主定位导航、装备自动截割与纠偏、远程集中控制、实时监测与故障诊断,以及锚护等工序的自动化操作协同等功能,实现工作面少人化、高效智能掘进。

8.3.5 智能主煤流运输系统除满足 GB 51179 的要求外,还应根据不同的主煤流运输方式,采取不同的智能运输系统,应满足以下要求:

- a) 采用带式输送机进行主煤流运输的矿井,带式输送机系统应具备单机自动控制、多机协同联动、远程集中控制、煤量自动平衡、粉尘浓度检测和自动喷雾降尘、运行工况检测及故障智能预警等功能,宜具有煤流量智能识别、人员违规穿戴/违规作业智能检测、电子围栏、大块煤/堆煤/异物智能识别与预警等功能;
- b) 采用立井箕斗进行煤炭提升的矿井,提升系统应具备自动化远程控制功能,应具备提升速度、提升重量、钢丝绳等智能监测功能,应具备智能装载与卸载功能,应与煤仓放煤系统智能联动控制,应具备完善的智能综合保护功能。

8.3.6 智能辅助运输系统除满足 GB 50533 的要求外,还应满足以下要求:

- a) 无轨胶轮车辅助运输系统应具备车辆管理、智能调度、辅助信号灯控制、司机管理、电子围栏和通信与导航功能,实现车辆精确定位与导航、车速监控、失速保护、指令精准下达、运输任务调配、车载视频监控、物料信息监控、报警管理和应急响应;
- b) 斜井轨道、架空乘人运输系统应利用精确定位、智能视频等技术实现行人不行车、行车不行人、自动道岔变换及预警、报警等功能;
- c) 立井罐笼提升系统应具备自动化控制功能,应具备提升速度、提升人员数量、提升重量、钢丝绳等智能监测功能,应具备乘人数量自动识别、超员时与提升机闭锁功能,应具备完善的智能综合保护功能;
- d) 宜探索应用无人驾驶相关技术,采用环境感知、定位导航、路径规划等技术,实现车辆自动启停、自主避让、自动跟车等功能。

8.3.7 露天煤矿智能穿爆系统宜采用智能钻机和智能装药车进行穿孔、爆破作业,实现钻机智能定位和智能穿孔、装药车自主寻孔和自主装药、人员与设备位置实时监测和远程控制等功能。

8.3.8 露天煤矿智能采装运系统应确定合理的设备型号和数量,配套高效的卡车调度管理系统,宜采用无人驾驶运输车辆。地质条件适合的煤矿宜采用连续工艺系统,实现采、运、排环节的连续作业。

8.4 安全保障系统

8.4.1 煤矿安全保障系统主要包括智能安全监控系统、智能通风系统、智能供电与供排水系统、智能化园区和经营管理系统。

8.4.2 智能安全监控系统在符合 GB 51024 设计规范要求的基础上,应实时监测矿井环境、设备状态及人员位置等信息,实现灾害风险监测预警与联动控制、智能分析模拟、应急救援辅助指挥、事故原因分析、矿井灾变状态下避灾路线智能规划等功能。具体要求如下:

- a) 井工煤矿应实现煤矿安全生产监控系统、人员定位系统、通信联络系统、视频监控系统、智能通

风系统、智能供电系统、冲击地压监测系统、水文监测系统等业务系统的统一承载、共网传输，应具备水、火、瓦斯、顶板、粉尘等灾害监测与防治的综合防控能力；

- b) 露天煤矿应建设集成人员安全监控、边坡安全监测、设备安全监控、环境安全监控和灾害管理监控的安全监控系统，实现采掘场及排土场边坡监测预警、人员精准定位、危险区域违规侵入的自动预警、设备运行实时监测和预测性维护、废水废气废物排放监测和灾害在线监测与分析预警等。

8.4.3 智能通风系统除满足 GB/T 50518 的要求外，还应采用智能精准感知技术与装备，实现对风量、风压、风速、温度、湿度、气压、瓦斯、一氧化碳、二氧化碳、粉尘等参数的智能监测；应具有主要通风机和局部通风机的在线监测、远程控制、自动切换、故障诊断与预警、智能联动和无人值守等功能；宜具备通风网络自动解算和智能调风功能。

8.4.4 智能供电系统除满足 GB/T 50417 的要求外，还应建设基于电缆监测数据、继电器保护数据、故障监测数据和电能计量数据的煤矿供电系统安全高效运行保障体系，并兼容防越级跳闸系统，实现煤矿供电系统的智能化无人值守和智能监控管理。应具有基于大数据分析实现故障自诊断和智能预警、基于能耗分析动态调节煤矿大型用电耗能设备的供电方案和作业计划等功能。

8.4.5 智能供排水系统除满足 GB 50810 和 GB/T 50451 的要求外，还应基于数据自动采集、故障诊断分析和智能化控制等技术，实现主供水设备和主排水设备的智能运行；应能够按照水量实现供排水用电自动削峰填谷、管网调配和能耗自评估；应具备与矿井水文监测系统智能联动功能；应建设污水智能处理系统，并实现能耗、产能等的智能分析。

8.4.6 智能化园区应运用物联网、数字孪生等技术对矿区地面设施、物流运输、车辆人员通行及环境进行综合智能化管理与高效协同调度；宜整合园区的消防、安防、停车、访客、会议管理、考勤、购物、餐厅等业务系统，形成全面感知、实时互联、分析决策、自主学习、动态预测、协同控制的智能园区管控系统。

8.4.7 经营管理系统宜覆盖煤矿的管理决策、生产、人力、物资、机电、计划、安环、调度、项目管理、销售等业务，建设数字化决策体系，实现经营数据、管理分析数据、绩效数据等实时展示；宜构建低碳经营管理制度，明确碳减排目标，通过优化能源结构、提升能效、应用低碳技术及参与碳排放权交易等措施，系统性减少生产经营活动中的碳排放。

8.5 智能洗选系统

8.5.1 智能洗选系统应覆盖储装运系统和智能洗煤系统。

8.5.2 储装运系统应以煤炭产品流和数据流为主线，覆盖智能仓储、配煤决策、智能装车及销售发运的核心业务，能够对市场的需求变化进行分析和预测，实现生产、运输和销售的高效协同与数据共享。

8.5.3 智能洗煤系统在满足 GB/T 36323 相关要求的基础上，应根据不同洗选工艺实现原煤准备系统（含选矸系统）、主选系统、浮选系统、煤泥水处理系统等洗煤生产全过程的智能化闭环控制。具体要求如下。

- a) 应建立从原煤准备、分选系统、浮选系统、煤泥水处理系统全过程的智能控制生产线。
- b) 应建立设备全生命周期管理系统，实现设备故障智能诊断、物资消耗、设备资产信息、设备维修信息的联动分析。
- c) 应建立智能供配电系统，具有远程停送电和智能电力管理等功能，实现无人值守。
- d) 应建立智能视频巡检、精准人员定位、有害气体监测、电缆火灾报警和智能消防系统，具有入选原煤杂物、人员不安全行为、设备危险运行状态、环境危险状态等信息的监测和预警功能。
- e) 应建立智能交互平台，包括三维可视化指挥系统和智能应用程序(App)。三维可视化指挥系统应利用数字孪生技术，呈现生产运行的主要数据；智能 App 应具备生产数据监测、智能视频巡检、智能运维管理、停送电管理、检修工单管理、物资管理等功能模块。
- f) 应建立洗选作业分析和辅助决策系统，建立产品结构、生产组织、经营成本和应急管理的智能

决策机制,具有洗选工艺参数、生产过程控制状态、设备运行状态的数据采集、展示、分析和决策功能。

9 煤矿智能化管理架构

9.1 基本要求

- 9.1.1 煤矿智能化管理架构如图 6 所示,应实现煤矿高质量发展战略,包含智能化安全管理、智能化生产管理、智能化经营管理、智能化技术与装备管理和智能化人力资源管理。
- 9.1.2 煤矿智能化管理应建立煤矿智能化组织体系、企业责任体系和考核与激励体系,提高安全、生产、经营、技术装备和人力资源管理效率。
- 9.1.3 煤矿智能化组织体系的评价与持续改进应进行内部审核和管理评审,优化改进智能化组织体系,评价指标应符合 NB/T 11627 的规定;应围绕煤矿组织管理责任、运行和考核激励管理,建立煤矿智能化组织体系落地支持措施,全员参与保障智能化组织体系运行。

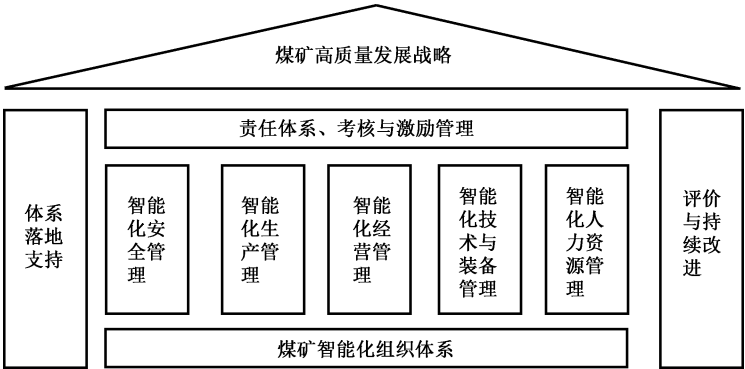


图 6 煤矿智能化管理架构

9.2 智能化安全管理要求

- 9.2.1 应采用风险分级管控、隐患排查治理双重预防性工作机制,由“责任人预警”转为“人机双重预防预警”;应将安全风险建档入账,基于全矿数据对安全生产管理进行优化,从“人、机、环、管”四个角度实现矿井整体的安全。
- 9.2.2 应设立专门机构进行安全管理,负责智能化煤矿安全系统的设计、部署、运行和维护;负责系统日常管理、环境安全监测预警、设备安全监测预警、安全量化管理,以及安全风险的有效识别、实时监测、有效预警与超前控制、重大灾害智能防控;负责安全系统教育培训、安全管理措施监督、安全风险分级管控、事故隐患排查治理、应急救援演练、职业病危害防治、“三违”行为制止和纠正等,实现基于智能化的全面安全管理。
- 9.2.3 “风险分级管控、隐患排查治理双重预防机制”宜与“AI 视频监控预警”等安全管控类系统结合,实现安全风险闭环管控。

9.3 智能化生产管理要求

- 9.3.1 应采用先进可靠、效率优先、逐步减人、节能降本、减轻强度的工作原则,由“人工控制”转为“人机协同控制”,对生产接续计划、生产技术、地质及测量、机电运输、生产调度、煤质检测等进行优化。
- 9.3.2 应设立专门机构进行生产管理,负责全矿井生产信息系统的设计、建立、运行、维护和管理;负责全矿井生产任务分解、生产组织、生产工艺控制流程编制和全矿井生产任务决策指挥,以及工作面开采、

巷道掘进、主辅运输、辅助生产系统设备的远程监视操控,实现原煤定制化生产、任务全程可溯。

9.4 智能化经营管理要求

9.4.1 应实现“人、岗、责可视化”,决策体系由“责任人决策”转为“数智化辅助决策”,对煤矿经营管理流程、管理模式、定岗、定员、定编方法、生产经营业务与财务融合等进行优化,实现煤矿效益的提升。

9.4.2 应设立专门机构进行经营管理,负责全矿井管理信息系统的设计、建立、运行、维护和管理;负责销售管理、客户管理、人/财/物管理、服务外包、成本管控、工程造价、法律事务、招投标、效益核算、经营决策、审计等企业日常运营管理工作。

9.5 智能化技术与装备管理要求

9.5.1 应负责全矿井技术与信息系统的设计、建立、运行、维护和保障,应包括地测科、防治水科、通风科、机电科、信息科等的管理职能。

9.5.2 应设立专门机构进行技术与装备管理,负责智能化煤矿地测系统管理及水文地质数据收集;负责采掘工程设计方案、措施及作业规程等技术文件的全流程管理;负责综合管控平台、数据中心、网络通信、软件、监控设备、传感器等相关设备的管理维护;负责设备点检以及信息化、智能化等相关设备与软件的网络化监控、故障在线诊断与预知维护;负责矿井供电、大型设备、智能巡检设备的安全运行及维护;负责锅炉房、生活污水处理站、井下排水泵房、瓦斯抽采等辅助系统运行维护及数据管理。

9.5.3 应进行智能化装备全生命周期管理,新购智能化设备入井前进行地面联调测试,验证其可靠性指标。

9.6 智能化人力资源管理要求

9.6.1 应包括组织机构管理、员工基本信息管理、日常考勤管理、劳动合同管理、安全培训管理、绩效考核管理、薪资管理等。

9.6.2 应设立专门机构进行人力资源管理,满足自动化、信息化、智能化水平不断提升带来的高素质人才需求;应建立煤矿智能化分层分类培训、虚实结合教学及考核认证机制组成的智能化培训与教育体系,培养复合型人才,支撑煤矿的智能化转型。
