

团 体 标 准

T/xxxxxx XXXX—XXXX

AI 煤矿供电智能监控系统

AI Coal Mine Power Supply Intelligent Monitoring System

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

xxxxxxxxxxxxxxxxx 发布

目 次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 系统架构	1
5 基本要求	2
6 功能要求	2
7 性能指标	3
8 环境适应性与供电要求	3
9 安全与可靠性要求	4
10 安装与调试	4

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xxxxxxxxxx提出。

本文件由xxxxxxxxxx归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

AI 煤矿供电智能监控系统

1 范围

本文件规定了AI煤矿供电智能监控系统的术语和定义、系统架构、技术要求、功能要求、性能指标、环境与供电要求、安全与可靠性要求、安装与调试。

本文件适用于煤矿井下及地面AI 煤矿供电智能监控系统（以下简称“系统”）的设计、安装、调试、使用与维护。

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 2887 计算机场地通用规范
- GB/T 3836.1 爆炸性环境 第1部分：设备 通用要求
- GB/T 3836.2 爆炸性环境 第2部分：由隔爆外壳“d”保护的的设备
- GB/T 3836.3 爆炸性环境 第3部分：由增安型“e”保护的的设备
- GB/T 3836.4 爆炸性环境 第4部分：由本质安全型“i”保护的的设备
- GB/T 12173 矿用一般型电气设备
- GB/T 15663.11 煤矿科技术语 第11部分：煤矿电气
- GB/T 17626.3 电磁兼容 试验和测量技术 第3部分：射频电磁场辐射抗扰度试验
- GB/T 17626.4 电磁兼容 试验和测量技术 电快速瞬变脉冲群抗扰度试验
- GB/T 17626.5 电磁兼容 试验和测量技术 浪涌（冲击）抗扰度试验
- MT/T 1114 煤矿供电监控系统通用技术条件

3 术语和定义

MT/T 1114、GB/T 15663.11界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

AI 煤矿供电智能监控系统 AI coal mine power supply intelligent monitoring system

融合AI智能引擎、专业知识库引擎，能够实现数据采集、远程控制、自然语言交互、设备健康评估、故障智能诊断、智能分析决策的一体化智能监控系统。

3.2

AI 智能引擎 AI intelligent engine

集成大语言模型，具备自然语言理解、意图识别、智能工具调用、故障分析、健康评估能力的核心软件模块。

3.3

专业知识库引擎 professional knowledge base Engine

采用检索增强生成（RAG）技术，存储煤矿供电领域标准、设备手册、故障案例、维保规范，为AI 分析提供专业支撑的知识管理模块。

4 系统架构

4.1 总体架构

系统采用四层分级架构、双引擎协同驱动总体架构设计，架构层级自下而上划分为设备层、网络层、平台层、应用层；业务服务引擎、AI 智能引擎及专业知识库引擎部署于平台层，各层级之间采用标准化接口实现数据交互，层级间解耦设计。业务服务引擎保障传统供电监控业务稳定运行，AI 智能引擎与专业知识库引擎协同实现智能化扩展功能，智能模块独立部署运行，在不影响原有监控体系基础上实现功能叠加。

4.2 分层技术要求

4.2.1 设备层

设备层为系统现场感知与指令执行单元，由矿用高压配电设备、低压馈电设备、移动变电站、照明综合保护装置、电气传感器、就地执行机构组成。

4.2.2 网络层

网络层承担设备层与平台层的数据传输链路功能，拓扑采用主干环网 + 分支星形混合组网形式，主干链路采用工业以太网或矿用光纤组建自愈冗余环网，移动终端可配置 5G/4G 无线通信接入。实现设备数据转发、设备状态实时推送、平台跨服务数据交互、AI 对话流式信息传输；网络具备抗电磁干扰、链路故障自愈能力，满足井下复杂工况连续传输要求。

4.2.3 平台层

平台层为系统业务处理与智能运算核心，由业务服务引擎、AI 智能引擎、专业知识库引擎、数据服务层四部分构成。

- a) 业务服务引擎：实现设备全生命周期台账管理、实时数据处理、分级告警处置、供电拓扑组态、短路电流与保护整定计算、多维度能耗统计等常规监控业务；
- b) AI 智能引擎：依托大模型算法，实现自然语言意图解析、设备健康评估、故障智能诊断、自动统计图表生成、对话式停送电审批等智能化功能；
- c) 专业知识库引擎：采用 RAG 检索增强架构，归集行业标准、设备技术手册、故障案例、设备维保规范等专业资料，为 AI 分析推理提供领域知识支撑；
- d) 数据服务层：配置内存高速缓存与关系型数据库，分别存储实时运行数据、历史监测、告警、操作日志等全量数据，统一为上层各引擎提供数据存取服务。

4.2.4 应用层

应用层作为人机交互出入口，包含 Web 管理终端、AI 智能对话终端、大屏可视化终端、移动巡检终端四类应用载体。依据使用岗位权限配置差异化功能，实现供电实时监测、设备远程管控、智能数据分析、行业知识咨询、现场巡检作业等功能落地，满足集中调度与现场运维多场景使用需求。

5 基本要求

- 5.1 系统基础监控功能完全满足 MT/T 1114 全部技术要求。
- 5.2 系统支持本地私有化部署，数据不向外传输，满足煤矿工业网络隔离要求。
- 5.3 AI 功能模块采用无侵入式设计，独立运行不影响传统监控系统可靠性。
- 5.4 井下设备应符合 GB 3836.1~4 防爆要求，矿用一般型设备符合 GB/T 12173 要求。
- 5.5 中心站、入井电缆及带金属导体光缆的入井口应设置防雷装置。
- 5.6 系统应具备双机热备、数据备份、备用电源供电能力。

6 功能要求

6.1 监控功能

应满足 MT/T 1114 第 5 章全部功能要求，包括以下内容：

- a) 数据采集：模拟量、开关量、累计量采集、显示与报警；

- b) 控制保护：就地 / 远程控制与闭锁、漏电 / 过流 / 欠压 / 过压 / 接地 / 断相保护；
- c) 显示存储：多形态显示、数据存储与查询、报表打印；
- d) 系统管理：自诊断、双机切换、数据备份、网络通信、软件容错。

6.2 AI 智能功能

6.2.1 自然语言交互

- 6.2.1.1 应支持设备状态查询、故障记录检索、统计分析、远程控制、停送电申请的自然语言指令执行。
- 6.2.1.2 应支持多轮对话、上下文保持、设备 / 变电所名称模糊匹配。

6.2.2 设备健康度智能评估

- 6.2.2.1 应从运行状况、感知指标、维护记录、部件状态、通信可靠性 5 个维度评估。
- 6.2.2.2 应能输出健康等级（优 / 良 / 中 / 差 / 危），自动生成健康评估报告。

6.2.3 故障智能诊断

- 6.2.3.1 应自动采集故障录波、告警信息、运行参数等多源数据。
- 6.2.3.2 应能结合知识库推理故障原因，输出处置建议，生成故障诊断报告。

6.2.4 智能统计分析

- 6.2.4.1 应自动生成故障、告警、能耗、电气参数、设备在线率等统计图表。
- 6.2.4.2 应支持同比 / 环比分析、趋势分析、多维度数据筛选。

6.2.5 智能停送电管理

- 6.2.5.1 应能用自然语言发起停送电申请，多轮对话引导生成标准工作票。
- 6.2.5.2 应支持停送电流程线上审批、执行、验收全流程管理。

6.2.6 专业知识问答

应能基于专业知识库，响应供电标准、设备操作、故障处理、保护整定等专业技术咨询。

7 性能指标

7.1 基础性能指标

应满足 MT/T 1114 中相关指标要求。

7.2 AI 智能性能指标

- 7.2.1 自然语言意图识别准确率：≥90%。
- 7.2.2 专业知识问答准确率：≥85%。
- 7.2.3 故障诊断报告生成时间：≤10s。
- 7.2.4 设备健康评估：每日自动执行。
- 7.2.5 自然语言交互响应延迟：≤3s。
- 7.2.6 AI 远程控制指令执行成功率：≥99%。
- 7.2.7 智能统计图表生成时间：≤5s。

8 环境适应性与供电要求

8.1 环境条件

使用环境应符合以下内容：

- 环境温度：0℃~40℃；
- 平均相对湿度：≤95%（+25℃）；
- 大气压力：80kPa~106kPa；
- 其他：适用爆炸性气体混合物环境，无显著振动、冲击及腐蚀性气体。

8.2 供电电源

8.2.1 地面设备交流电源：

- a) 额定电压：380V/220V，允许偏差 - 10%~+10%；
- b) 谐波含量：≤5%；
- c) 频率：50Hz，允许偏差 ±5%。

8.2.2 井下设备交流电源：

- a) 额定电压：36V/127V/380V/660V/1140V；
- b) 电压偏差：井底车场 / 主运输巷 - 20%~+10%；其他区域 - 25%~+10%；
- c) 谐波含量：≤10%；
- d) 频率：50Hz，允许偏差 ±5%。

9 安全与可靠性要求

9.1 网络与数据安全

工业控制网络与办公管理网络应实施物理或逻辑隔离，采用基于角色的多级权限管控（RBAC），覆盖操作权限与数据权限；所有控制操作全程留痕，支持操作审计与追溯，AI 控制操作须经设备状态校验与人工二次确认。

9.2 抗干扰性能

系统应通过以下电磁兼容试验，试验等级不低于 1 级，试验应符合GB/T 17626.3、GB/T 17626.4、GB/T 17626.5相关要求。

9.3 可靠性

- 9.3.1 系统连续通电稳定性试验时间 ≥7d，主要功能与指标无下降。
- 9.3.2 平均无故障工作时间（MTBF）≥800h。
- 9.3.3 系统故障时，重要数据丢失时长 ≤5min。

10 安装与调试

10.1 设备安装

- 10.1.1 井下设备安装位置应符合矿井供电设计，避开淋水、撞击、腐蚀区域。
- 10.1.2 防爆设备安装应符合 GB 3836.1~4 要求，防爆面完好、密封可靠。
- 10.1.3 分站、传感器、执行器安装牢固，接线规范，标识清晰。
- 10.1.4 地面服务器、传输设备安装应符合 GB/T 2887 要求，接地可靠。
- 10.1.5 井下通信线缆、电源线敷设应符合煤矿井下线缆敷设规范，远离强电磁干扰。
- 10.1.6 入井线缆入井口应安装防雷装置，接地电阻符合要求。
- 10.1.7 设备接线端子紧固，无松动、虚接、短路隐患。
- 10.1.8 工业以太环网 / 光纤环网安装完成后，链路连通、自愈功能正常。
- 10.1.9 通信网关、交换机配置正确，IP 地址、协议参数匹配。
- 10.1.10 井下与地面网络互联互通，无丢包、断连。

10.2 系统调试方法

10.2.1 单体调试

10.2.1.1 设备上电调试：地面 / 井下设备单独上电，自检正常、无故障告警。

10.2.1.2 通信调试：分站、传感器、网关与平台通信连通，数据上传正常。

10.2.1.3 功能调试：就地控制、保护功能、采集精度调试合格。

10.2.2 系统联调

10.2.2.1 数据采集联调：全设备模拟量、开关量、累计量采集准确，实时刷新。

10.2.2.2 控制功能联调：就地 / 远程控制、闭锁、保护动作响应及时、准确。

10.2.2.3 网络传输联调：环网自愈、数据传输、误码率、传输距离达标。

10.2.2.4 AI 功能联调：自然语言交互、健康评估、故障诊断、知识问答功能正常。

10.3 安全与可靠性调试

10.3.1 权限、操作审计、二次确认机制调试合格。

10.3.2 双机热备、备用电源、数据备份功能调试正常。

10.3.3 防雷、接地、抗干扰措施调试到位。