



团 体 标 准

T/CAS XXXX—XXXX

重载铁路信号机械室无人值守系统技术要求

Technical requirements for unmanned system of the signal
mechanical room of heavy-haul railway

(征求意见稿)

XXXX—XX—XX 发布

XXXX—XX—XX 实施

目 次

前 言	V
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	1
5 基本原则	1
5.1 安全可靠	1
5.2 通用适配	2
5.3 接口统一和开放性	2
5.4 运维友好性	2
6 系统构成	2
6.1 总体架构	2
6.2 感知执行层	2
6.3 传输互联层	2
6.4 平台服务层	3
6.5 多端应用层	3
7 功能要求	3
7.1 总体功能	3
7.2 智能巡检	3
7.3 设备状态智能分析	3
7.4 报警远程复核功能	4
7.5 智能门禁和安防联动	4
7.6 活体监测报警功能	4
7.7 趋势分析和预测预警功能	4
7.8 告警统一管理	4
7.9 三维可视化展示	4
7.10 平台架构和扩展	4
8 安全性要求	5
8.1 网络安全	5
8.2 物理防破坏和入侵	5
8.3 数据安全	5
8.4 设备安全	5
9 电磁兼容性要求	5
10 可靠性要求	5
10.1 设备运行	5
10.2 数据传输和存储	5
10.3 系统功能	5

11 环境适应性要求	6
11.1 温度	6
11.2 湿度	6
11.3 振动	6
11.4 其他	6
12 试验方法	6
12.1 功能要求	6
12.2 安全性要求	7
12.3 电磁兼容性试验	7
12.4 可靠性试验	7
12.5 环境适应性试验	7
附 录 A （规范性） 系统设备详细要求	9
参 考 文 献	17

中国标准化协会（CAS）是组织开展国内、国际标准化活动的全国性社会团体。制定中国标准化协会标准（以下简称：标协标准），满足市场需要，增加标准的有效供给，是中国标准化协会的工作内容之一。国内外相关组织和个人均可提出制修订标协标准的建议并参与有关工作。

标协标准按《中国标准化协会团体标准管理办法》进行制定和管理。

在本文件实施过程中，如发现需要修改或补充之处，请将意见和有关资料寄给中国标准化协会，以便修订时参考。

本文件版权为中国标准化协会所有，除了用于国家法律或事先得到中国标准化协会的许可外，不得以任何形式或任何手段复制、再版或使用本文件及其章节，包括电子版、影印件，或发布在互联网及内部网络等。

中国标准化协会地址：北京市海淀区增光路 33 号中国标协写字楼
邮政编码：100048 电话：010-88416788 传真：010-68486206
网址：www.china-cas.org 电子信箱：cas@china-cas.org

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。

本文件由中国标准化协会提出并归口。

本文件起草单位：国能朔黄铁路发展有限责任公司、山西贝尔智能技术有限公司、山西良诚科技有限公司、山西和之创科技有限公司。

本文件主要起草人：丁茂廷、肖致明、于国旺、何宇强、苏有斌、闫胜春、张斌、王世强、范子文、王远波、杨飞宇、鲁凯、李金波、王龙、刘会超、吴海平、闫森、刘立辉。

中国标准化协会标准
管理及服务平台

重载铁路信号机械室无人值守系统技术要求

1 范围

本文件规定了重载铁路信号机械室（以下简称“机械室”）无人值守系统的基本原则、系统构成、功能要求、安全性要求、电磁兼容性要求、可靠性要求和、环境适应性要求和试验方法。

本文件适用于新建及改造的重载铁路信号机械室无人值守系统的研制、生产、测试、工程设计、施工调试、运行试验、运营及维护等。其他铁路信号机械室无人值守系统可参照执行。

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 17626（所有部分） 电磁兼容 试验和测量技术

TB/T 3021 铁路通信网络信息安全技术条件

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

信号机械室 signal machinery room

铁路沿线用于安置信号控制设备、通信设备及相关辅助设施的专用机房。

3.2

无人值守系统 unattended intelligent system

整合了智能巡检、多维度监测、智能分析预警、安全防护及可视化管理等功能模块的综合解决方案，通过物联网、人工智能及远程控制技术，实现信号机房无需人工现场值守即可完成全天候监测、故障预警和远程管控系统。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API：应用程序编程接口（Application Programming Interface）

B/S：浏览器/服务器（架构）（Browser/Server）

DO：数字量输出（Digital Output）

IO：输入/输出（Input/Output）

IoT：物联网（Internet of Things）

UPS：不间断电源（Uninterruptible Power Supply）

RS232：一种串行通信标准（Recommended Standard 232）

RS485：一种串行通信标准（Recommended Standard 485）

TCP/IP：传输控制协议/网际协议（Transmission Control Protocol/Internet Protocol）

WebGL：网页三维图形标准（Web Graphics Library）

WI-FI：无线保真（无线网络技术）（Wireless Fidelity）

5 基本原则

5.1 安全可靠

系统故障不影响被监控信号设备的正常工作。构建涵盖物理安全、网络安全、数据安全及功能安全的多层级纵深防护体系。核心设备应采用冗余配置，具备高可用性和故障自愈能力。

5.2 通用适配性

系统设计紧密贴合重载铁路信号机械室的真实物理环境和既有运维流程，在设备密集、电磁环境复杂的场景下稳定运行。兼容机房内部署的动力、环境、安防等现有设施，实施过程应符合国家及铁路行业在信号、信息安全、电磁兼容等方面的法规和标准。

5.3 接口统一和开放性

系统各层级内外接口应采用行业通用的标准化协议和数据格式，与既有信号系统、综合监控系统及各类智能设备的顺畅互联和数据一致性。架构采用模块化设计，预留软硬件扩展能力，支持未来便捷接入新增设备、功能模块或与其他管理系统对接，保障系统的长期可扩展性。

5.4 运维友好性

系统应便于故障的快速定位、模块更换及软硬件升级。提供直观的可视化运维界面和远程管理工具，并实施用户权限管理，以降低运维复杂度和操作风险。

6 系统构成

6.1 总体架构

系统采用分层分布式协同架构，依据“数据流向+功能定位”划分为感知执行层、传输互联层、平台服务层、多端应用层，见图1。各层级独立承载核心功能，通过标准化接口深度联动。

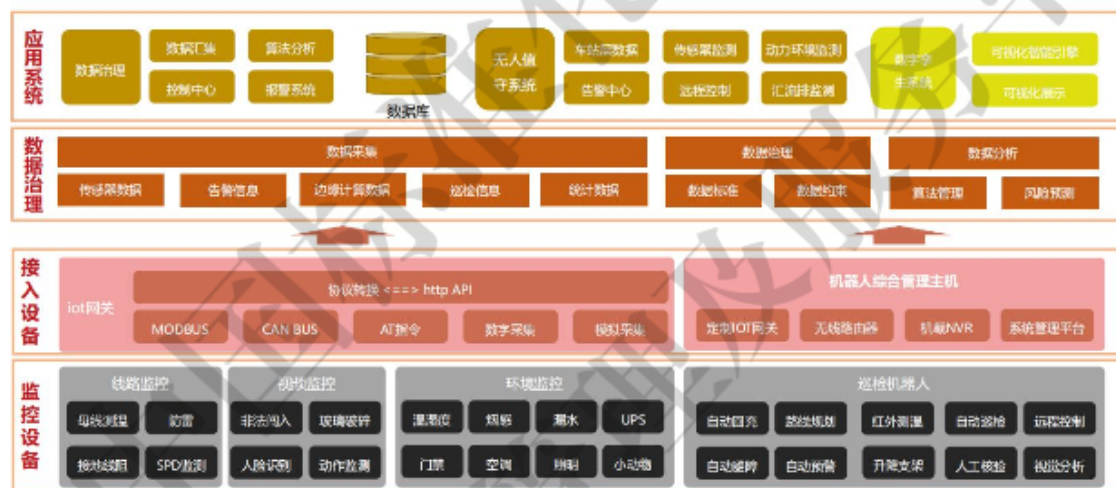


图1 系统总体架构图

6.2 感知执行层

6.2.1 整合巡检机器人、环境监控、视频监控、线路监控等多类型传感器及控制执行单元，如温湿度、烟雾、水浸、电流、电阻等，实现对信号机房设备状态、环境参数、安防状态的全维度感知，支持对空调、灯光、门禁等设备的精准控制。

6.2.2 多类型传感器及控制执行单元和设备符合附录A的系统设备详细要求。

6.2.3 所有设备适配机房电磁环境，具备抗干扰、高稳定性，数据采集精度和控制响应速度满足智能决策需求。

6.3 传输互联层

6.3.1 构建“有线+无线”混合传输网络，有线侧通过 RS485、RS232、数字 I/O 等工业总线协议，实现

传感器、控制单元和 IoT 网关的连接；无线侧依托 WI-FI、LORA 技术，支撑巡检机器人、移动终端等设备的高带宽、低延迟数据传输。

6.3.2 配置专用 IoT 网关，作为感知层和平台层的“数据中转站”，具备协议转换、数据缓存、边缘计算能力，还采用数据加密、传输校验机制，保障数据传输过程中不被篡改、丢失，支持断点续传以应对网络波动。

6.4 平台服务层

6.4.1 包含数据存储和管理、算法引擎、业务逻辑处理、接口服务等模块。

6.4.2 通过数据库集群，实现机器人传感数据、设备运行日志等的集中存储和高效检索。

6.4.3 集成视频分析、趋势预测、联动决策等算法，为智能分析和预警提供支撑。

6.4.4 封装巡检任务调度、告警分级推送等业务规则，保障系统功能有序执行；提供标准化 API 接口，支持多端应用层、外部系统的灵活对接。

6.4.5 部署高性能算法服务器，满足多算法并行计算、大规模数据实时处理需求。

6.5 多端应用层

6.5.1 PC 端作为系统管理和深度操作中枢，支持全景展示、全流程操作、趋势分析和故障回溯及精准控制。

6.5.2 大屏端基于 3D 智能引擎实现机房“数字孪生”，关联设备状态数据和 3D 模型展示，辅助应急指挥。

6.5.3 移动端聚焦轻量化运维和移动监控，支持核心信息查看、基础操作和审批及协同工作。

7 功能要求

7.1 总体功能

系统应构建覆盖“巡检、监测、分析、预警、管控”全链条的能力，具备但不限于以下功能：

- 实时监控。对机械室内的设备电源状态、关键设备运行指示灯/状态，以及温度、湿度、烟感、水浸、门禁、视频等进行 7×24h 不间断监控。动环监控应全面覆盖市电、配电、UPS、蓄电池等动力设备，以及温湿度、精密空调、漏水、烟感、消防、防雷等环境和安防参数；
- 智能报警。对各类异常事件进行多等级实时报警，如提示、警告、严重、紧急，报警信息应准确、无遗漏；
- 远程可视。支持通过视频实时查看机械室内状况，并支持历史视频回放。支持对空调、风机、灯光等非核心行车设备进行远程启停控制；
- 数据记录和分析。长期存储历史数据，支持趋势分析、报表生成，并为预测预警提供数据基础；
- 远程维护支持。为授权维护人员提供远程访问、数据查询、故障诊断的界面和工具；
- 应急联动。发生火灾、非法入侵等严重事件时，可自动触发相应预案。

7.2 智能巡检

7.2.1 系统应部署智能巡检机器人及管理平台，以机器人替代或辅助人工，实现信号机械室的自动化巡检。平台应具备对机器人巡检任务的全流程管理能力，包括任务创建、参数配置、任务下发、暂停、重启和结束。

7.2.2 机器人应能按计划执行周期性的闭环式常规巡视，并可随时响应指令进行重点监控点位的特定巡视。

7.2.3 平台实时接收、处理并直观展示机器人回传的设备图像、仪表读数、环境参数、状态数据等信息，使运维人员能够远程实时掌握机房全景运行状况。

7.3 设备状态智能分析

7.3.1 平台应研发并集成多种智能分析算法，对机器人采集的设备图像、状态数据进行自动识别和分析，准确判断设备指示灯状态、仪表读数、外观异常等，并自动上报分析结果。

7.3.2 具备巡检报告自动生成功能，能对巡检数据进行整理、分析和归档，报告内容应涵盖巡检时间、路径、点位覆盖情况、设备状态汇总、发现的异常及初步诊断说明，支持标准化报告导出，为运维决策、故障回溯及预防性维护提供数据支撑。

7.4 报警远程复核功能

系统应具备报警远程复核能力。当系统产生设备故障、环境超限等报警时，平台应能自动或手动调度巡检机器人快速前往报警点位，通过机器人搭载的传感器实时回传现场视频、图像及环境数据，供运维人员进行可视化二次确认，有效解决单一传感器误报或信息不直观的问题，提升报警处置的准确性和效率，增强无人值守机房的安全管理能力。

7.5 智能门禁和安防联动

7.5.1 系统应集成或对接智能门禁系统，实现机房出入口的远程状态监视、远程开门/锁门控制、人员进出记录查询和管理。

7.5.2 门禁系统应能识别异常开门行为，并立即触发声光报警及系统平台告警，实现与视频监控的联动抓拍和录像，形成完整的安全防护和取证链条。

7.5.3 系统应研究并应用针对玻璃破碎、非法闯入等入侵行为的智能识别算法，实现报警和联动取证。

7.6 活体监测报警功能

系统应研发并应用针对电缆间、线槽等重点区域的老鼠等活体智能监测报警算法。该功能可通过分析视频监控画面，自动识别、追踪老鼠活体，并即时产生报警信息，通知运维人员及时处置，防止鼠害对电缆及设备造成损坏，提升机房环境安全的主动防控水平。

7.7 趋势分析和预测预警功能

7.7.1 系统应对电缆 I/II 次成端位置、接地装置的电流、汇流排接地电阻及温度等关键参数进行持续监测和数据存储。

7.7.2 利用趋势分析、模型比对等技术，对这些参数的历史和实时数据进行深度挖掘，识别其缓慢劣化或异常波动的规律，从而提前发现隐患点，实现设备健康度的评估、故障的早期预警和灾前精准预警，推动运维模式从“事后维修”向“事前预防”转变。

7.8 告警统一管理

7.8.1 平台应建立集中、智能的告警管理中枢，对巡检异常、设备故障、环境超标、安防入侵等各类告警进行统一接收。

7.8.2 告警信息应进行分级、分类管理。详细记录告警分组、设备名称、告警项、告警值、告警描述、发生时间、告警方式、接收人及处理状态等信息。

7.8.3 支持告警信息通过平台界面弹窗、移动 APP 推送、短信等多种渠道确保告警信息及时、准确触达责任人。

7.8.4 平台应支持设置智能过滤规则，抑制重复告警和频繁误报，并具备告警日志的统计分析和报表导出功能，便于追溯和优化。

7.9 三维可视化展示

7.9.1 平台应基于 3D 建模和数字孪生技术，构建和物理机房 1:1 对应的三维可视化场景，应能直观展示设备布局、实时运行状态、报警点位、机器人实时位置和轨迹等信息。

7.9.2 支持三维大屏综合展示模式，集中呈现机房总览、设备告警分布、机房告警排行、资产设备占比、近期环境曲线、机房健康度、设备总数、告警总数、故障总数及正常率等核心信息，为管理决策提供直观、高效的监控支持界面。

7.10 平台架构和扩展

平台采用B/S架构，支持通过标准Web浏览器直接访问和管理，无需安装专用客户端，以兼顾操作便捷性和跨终端适配能力。同时，平台应预留标准化的二次开发接口，并采用模块化设计，以满足后续功能扩展、系统集成和定制开发的需求。

8 安全性要求

8.1 网络安全

8.1.1 系统网络架构采用“分层隔离”策略。对不同区域，如设备接入区、数据传输区进行逻辑隔离，仅开放必要的通信端口和协议；传输层数据传输采用加密技术，对敏感数据如设备控制指令、告警信息，使用加密算法，数据在网络传输过程中不被窃取或篡改。

8.1.2 平台层实时监测网络流量，对异常访问，如非法 IP 地址访问、违规端口扫描进行拦截和告警，同时定期进行漏洞扫描和修复。

8.2 物理防破坏和入侵

机房门禁系统具备防破坏功能，门禁锁采用防暴力开启的高安全级别锁具，且门禁控制器和锁体之间的连接线路应做防剪处理；在机房门窗、关键设备区域部署玻璃破碎传感器、红外入侵探测器，当检测到非法破坏、闯入行为时，系统能立即触发声光报警，并将报警信息推送至相关人员的移动端，同时联动视频监控系统进行实时录像取证，为事后追溯和处理提供依据。

8.3 数据安全

8.3.1 建立数据备份和恢复机制，对系统内的核心数据，如设备运行数据、告警记录、用户操作日志采用“本地备份+异地备份”的方式，本地备份每日自动执行，异地备份定期进行，数据在遭遇硬件故障、自然灾害等情况时可快速恢复。

8.3.2 设置严格的用户权限管理体系，不同角色分配不同的操作权限，用户登录采用“用户名+密码+验证码”的多重认证方式，限制未授权人员非法访问和操作系统数据。

8.4 设备安全

巡检机器人、传感器、控制单元等硬件设备具备防电磁干扰能力，且设备外壳采用防火、防震材质，能应对机房内可能出现的火灾、轻微震动等情况；对空调、UPS等关键设备，系统实时监测其运行状态的能力，当设备出现异常时，及时发出告警并触发相应的应急处置流程。

9 电磁兼容性要求

系统符合GB/T 17626、TB/T 3021要求，具备良好的电磁辐射抑制能力和抗电磁干扰能力，在机房复杂电磁环境下能正常工作，不影响其他铁路信号设备运行。

10 可靠性要求

10.1 设备运行

10.1.1 系统内各类硬件设备，如巡检机器人、传感器、门禁、空调控制单元等，应具备高可靠性。巡检机器人应能在机房复杂环境下，如地面轻微不平整、存在设备障碍物时，能稳定运行，其自主导航、避障及充电功能的可靠性达到 99%以上，满负荷运行无故障连续工作时间不低于 5000h。

10.1.2 温湿度、烟雾、水浸等传感器测量精度符合行业标准，正常工作条件下平均无故障时间不低于 8000h。

10.2 数据传输和存储

10.2.1 数据传输方面，传输层采用的“有线+无线”混合传输网络具备稳定的数据传输能力，在网络正常情况下，数据传输成功率达到 99.9%以上，且在网络短时波动时通过数据缓存、断点续传保障数据不丢失、不重复。

10.2.2 数据存储方面，数据库采用冗余设计，支持数据实时同步和备份，单个存储节点故障时可快速切换至备用节点，数据存储完整性达 99.9%。

10.3 系统功能

智能分析预警模块对设备异常状态识别准确率不低于98%，数据采集至预警信息生成响应时间不超过3s；设备控制指令，如空调模式切换、灯光开关、门禁远程控制的执行准确率达到100%，指令响应时间不超过2s；告警信息10s内准确推送至相关人员，无漏报、误报。

11 环境适应性要求

11.1 温度

系统在-10℃~40℃环境下能正常工作，在-20℃~50℃环境下能安全存储，无部件损坏、功能异常。

11.2 湿度

系统在20%RH~85%RH相对湿度环境下能正常工作，在10%RH~90%RH相对湿度环境下能安全存储，无凝露、腐蚀等问题。

11.3 振动

系统能承受频率10Hz~150Hz、加速度 5m/s^2 的正弦振动，振动后无部件松动、损坏，功能保持正常。

11.4 其他

系统能承受一定粉尘、有害气体环境，具备防淋雨、防沙尘功能，适应机房日常运行及应急场景下的环境要求。

12 试验方法

12.1 功能要求

12.1.1 智能巡检功能测试

通过巡检管理平台创建、下发和调整巡检任务，检查机器人能否按预设路线自主执行周期性巡检和临时特巡。利用模拟故障或异常状态（如设备指示灯变化、模拟仪表读数），验证机器人图像采集回传、数据上报及自动预警功能的准确性。

12.1.2 设备状态智能分析测试

向系统导入包含已知设备状态的图像和状态数据，验证平台智能分析算法对指示灯状态、仪表读数和外观异常的识别准确率，并检查自动巡检报告的生成完整性和数据准确性。

12.1.3 报警远程复核测试

人为触发设备故障或环境超限报警，检查平台是否可自动或手动调度机器人前往报警点位，并实时回传现场视频、图像和环境数据，验证复核功能的有效性。

12.1.4 智能门禁和安防联动测试

依次验证密码开锁、远程开锁、蓝牙开锁及紧急开锁功能。模拟非法入侵，检查系统是否能立即触发声光报警、平台告警，并联动视频抓拍和录像。

12.1.5 活体监测报警功能测试

在摄像头监测区域内使用老鼠模型或模拟影像，检查系统能否自动识别并产生报警信息，记录报警响应时间。

12.1.6 趋势分析和预测预警测试

对监测系统输入模拟的缓变劣化数据，验证平台能否通过趋势分析识别隐患并发出早期预警。

12.1.7 告警统一管理测试

分别触发巡检异常、设备故障、环境超标、安防入侵等告警，验证平台能否统一接收、分级分类显示，并检查告警信息能否通过弹窗、APP推送、短信等方式成功推送至指定接收人。验证重复告警抑制功能的有效性。

12.1.8 三维可视化展示测试

检查3D场景是否与实际机房布局1:1对应，能否准确展示设备实时状态、报警点位及机器人位置轨迹，验证大屏展示各项统计数据的准确性。

12.2 安全性要求

12.2.1 网络安全测试

使用网络扫描工具对系统进行端口扫描和漏洞检测，验证网络隔离策略、非法访问拦截和告警功能的有效性。核查数据加密机制是否开启。

12.2.2 物理安全测试

检查门禁锁具等级、防剪线处理。使用模拟手段测试玻璃破碎探测器、红外入侵探测器的响应灵敏度和报警联动功能。

12.2.3 数据安全测试

模拟数据备份和恢复操作，验证本地备份和异地备份机制的有效性。尝试以不同权限用户登录，验证用户权限管理和多重认证机制的有效性。

12.3 电磁兼容性试验

按照GB/T 17626（所有部分）中规定的方法，对系统主要设备，如巡检机器人、网关、传感器等进行静电放电抗扰度、射频电磁场辐射抗扰度、电快速瞬变脉冲群抗扰度等试验，验证其符合第9章的要求。

12.4 可靠性试验

12.4.1 设备运行可靠性

通过统计系统实际运行数据或模拟长时间运行，记录巡检机器人、传感器等核心设备的故障次数，计算其平均无故障工作时间（MTBF）是否符合10.1的要求。

12.4.2 数据传输和存储可靠性

在网络正常及模拟短时波动的条件下，记录发送的数据包和接收端成功接收的数据包，计算数据传输成功率。通过模拟单个存储节点故障，验证数据自动切换及存储完整性。

12.4.3 系统功能可靠性

通过重复测试（不少于100次），统计设备控制指令的执行准确率和响应时间、告警信息推送的成功率和响应时间，确认其符合10.3的要求。

12.5 环境适应性试验

12.5.1 温度试验

按照GB/T 2423.1和GB/T 2423.2中的试验方法，对系统设备进行低温（-10℃）和高温（+40℃）工作试验，以及低温（-20℃）和高温（+50℃）存储试验，检查设备功能是否正常，外观结构是否完好。

12.5.2 湿度试验

按照GB/T 2423.3中的试验方法，对系统设备进行恒定湿热试验，检查设备功能及绝缘性能。

12.5.3 振动试验

按照GB/T 2423.10中的试验方法,对系统设备进行频率10Hz~150Hz、加速度 5m/s^2 的正弦振动试验,试验后检查设备结构有无松动、损坏,通电检查功能是否正常。

12.5.4 外壳防护等级试验

按照GB/T 4208中的试验方法,对系统设备的外壳防护等级进行验证,检查其防尘、防水能力是否符合附录A及第11.4章的要求。

附录 A (规范性) 系统设备详细要求

A.1 巡检机器人

A.1.1 性能参数如下：

- 电池容量不低于 20000mAh，采用高性能锂电池，具备长续航能力。支持红外感应式自动充电功能，当电量低于 20%时，可自动返回充电基站充电，充电时间不超过 4h；
- 支持 802.11b/g/n 无线协议（Wi-Fi）和全网通 5G 网络通信方式，具备信号增强和自动切换网络功能，保证通信不中断；
- 升降支架升降范围为 0.45m~1.8m，能够满足不同高度设备的巡检需求。采用 SLAM 导航+IMU 导航系统，导航精度不超过±5cm，能够在机房内自主规划巡检路线，避开障碍物。四轮支撑，两轮驱动，差动转向，前后轮为万向轮，具备灵活的转向和移动能力，最大移动速度不低于 0.5m/s；
- 视觉和红外测温。可见光摄像头焦距为 4.7mm~94mm，20 倍光学变焦；水平视角为 61.4°~2.9°（广角-望远）；分辨率为 1080p。具备自动对焦、防抖等功能，能够拍摄清晰稳定的图像和视频。同时，可配备红外热成像摄像头，用于检测设备的温度异常。

A.1.2 功能要求包括：

- 自动巡检。按照预设的巡检路线和时间计划，自动执行巡检任务。在巡检过程中，利用摄像头、传感器等设备对机房设备进行全面检查，包括设备外观、运行状态、温度等参数的监测。巡检覆盖率不低于 95%，巡检时间误差不超过±5min；
- 数据采集和传输。实时采集巡检过程中的图像、视频、温湿度、设备状态等数据，并将数据以稳定的速率传输至监测系统平台。数据传输成功率不低于 99%，传输延迟不超过 2s。具备数据缓存功能，在网络中断时能够临时存储数据，待网络恢复后自动上传；
- 自动预警。对采集到的数据进行实时分析，能够检测出设备的异常情况，如设备过热、外观损坏、运行状态异常等。当检测到异常时，立即发出报警信号，并将异常信息和相关证据上传至监测系统平台，以便及时处理；
- 人机交互和远程控制。具备人机交互界面，支持现场手动操作和远程控制功能。管理人员可通过远程控制平台对巡检机器人进行实时控制，如调整巡检路线、查看实时图像、控制摄像头动作等。

A.2 智慧断路器（远程控制设备）

A.2.1 性能参数如下：

- 额定电流不小于 16A，额定电压为 220V AC，能够满足机房内灯光电路的负载要求；
- 具备过载、短路、漏电等保护功能，确保电路安全；
- 具备 RS-485 或 ZigBee 等通信接口，可与机房监测系统进行数据交互和远程控制；
- 具备清晰的工作状态指示灯，如合闸、分闸、故障等状态，便于现场查看。

A.2.2 功能要求包括：

- 远程灯光控制。支持通过监测系统平台对机房内灯光实现远程开灯和关灯控制，控制响应时间不超过 3s，控制准确率 95%；
- 灯光状态监测。实时监测每一路灯光的状态，包括是否通电、电流等信息，并将状态信息上传至监测系统平台，上传周期不超过 1min；
- 故障报警。当检测到灯光电路故障（如短路、过载等）时，立即发出故障报警信号，并将故障类型和位置等信息上传至监测系统平台，以便及时维修。

A.3 环境监控

A.3.1 温湿度传感器

A.3.1.1 性能参数如下：

- 温度测量范围为-20℃~80℃，湿度测量范围为0%RH~100%RH，温度响应时间不超过30s；
- 温度测量精度为±0.5℃（在0℃~50℃范围内），湿度测量精度为±3%RH（在20%~80%RH范围内），湿度响应时间不超过60s；
- 具备RS-485或Modbus接口。

A.3.1.2 功能要求包括：

- 支持自定义设定环境温度、湿度上下限值，设定精度为0.1℃（温度）和0.1%RH（湿度）。当温湿度超出设定范围时，能够在1min内准确输出控制信号，联动空调系统自动调节温湿度；
- 实时记录温湿度数据，存储时间不少于30d。同时，将采集到的数据定期上传至监测系统平台，上传成功率不低于99%；
- 具备校准功能，可定期对传感器进行校准。

A.3.2 烟感探测器

A.3.2.1 性能参数如下：

- 采用光电式或离子式探测原理，能够快速准确探测烟雾颗粒；
- 保护面积不小于30m²，在机房内合理布置时能够全面覆盖监测区域；
- 工作电压为9V~30V DC，适应不同的电源环境；
- 具备多级灵敏度调节功能，可根据机房实际环境进行调整。

A.3.2.2 功能要求包括：

- 实时监测机房内的烟雾状态，当烟雾浓度达到报警阈值时，能够在10s内发出声光报警信号，并将报警信息迅速上传至监测系统平台；
- 具备定期自检功能，每周至少进行一次自检，检测自身电路、传感器等是否正常工作，发现故障及时报警并记录故障信息；
- 能够有效抵抗灰尘、蒸汽等干扰因素，减少误报率。

A.3.3 水浸传感器

A.3.3.1 性能参数如下：

- 兼容多种类型的漏水感应线、同类型测液漏电缆或检测探针，接口具备良好的通用性和稳定性；
- 采用RS-485双线网络串行接口，支持Modbus-RTU等标准协议，可通过软件进行灵活配置；
- 外壳防护等级不低于IP65，具备良好的防尘、防水能力，可在潮湿环境下稳定工作；
- 工作温度范围为-10℃~60℃，湿度范围为0%~95%RH（无凝结）。

A.3.3.2 功能要求包括：

- 可实时检测是否存在漏水情况，检测到漏水时，在5s内发出报警信号，并准确定位漏水位置，精度不超过1m。同时将漏水报警信息上传至监测系统平台，包括漏水位置、报警时间等详细信息；
- 具备自检功能，每天至少进行一次自检，检测传感器自身及连接线路是否正常。若发现故障，立即发出故障报警信号并记录故障类型和时间；
- 能够存储最近30d的漏水监测记录，支持通过管理平台进行查询和导出操作。

A.3.4 老鼠感应器

A.3.4.1 性能参数如下：

- 采用超声波、红外线或微波等监测原理探测老鼠的活动迹象；
- 监测角度不小于120°，在吊顶内、地板下、桥架内等封闭环境下，有效监测距离不小于5m，覆盖存在鼠患的区域；
- 工作温度范围为-10℃~40℃，湿度范围为0%RH~85%RH，适应机房不同环境条件；
- 外壳防护等级不低于IP30，具备一定的防尘能力。

A.3.4.2 功能要求包括：

- 实时监测封闭环境内的鼠患信息，当检测到老鼠活动时，在 10s 内发出报警信号，并将报警信息上传至监测系统平台，包括报警时间、大致位置等信息；
- 具备智能算法，能够有效区分老鼠活动和其他干扰因素，减少误报率，误报率低于 1%；
- 能够存储最近 30d 的鼠患监测记录，支持对监测数据进行统计分析，如鼠患发生的时间规律、频繁区域等，为防鼠措施提供数据支持。

A.3.5 门禁系统

A.3.5.1 门禁主机

A.3.5.1.1 性能参数如下：

- 应采用工业级或嵌入式处理器，以确保快速处理各类开锁请求、门禁状态监控以及与其他模块的数据交互，保障系统响应速度；
- 内置存储空间，用于存储门禁记录、用户信息等数据，满足至少 6 个月的存储需求；
- 具备稳定可靠的 TCP/IP 网络接口，支持 10/100/1000Mbps 自适应传输速率，确保与系统的高速稳定连接；同时提供备用的 RS-485 接口，增强通信的可靠性和兼容性；
- 支持宽电压输入，范围为 100V~240V AC，50/60Hz；正常工作功耗不超过 20W，待机功耗低于 5W，具备过压、过流、短路保护功能，确保设备在不同电源环境下稳定运行。

A.3.5.1.2 开锁功能要求：

- 支持密码开锁，密码长度应在 6 位~12 位之间，具备密码错误锁定机制，连续输入错误 5 次后锁定 3min；
- 远程开锁支持多种授权方式，如管理员 APP 远程操作、服务器端远程指令等；
- 蓝牙开锁应具备安全认证机制，与手机蓝牙连接稳定，开锁响应时间不超过 3s；
- 紧急情况开锁功能应在触发特定应急信号后迅速开锁，响应时间不超过 3s。

A.3.5.2 软件模块集成和管理

A.3.5.2.1 能够以 TCP/IP 方式无缝集成到机房整体监测系统中，与其他设备实现数据共享和协同工作。统一发卡功能应支持批量发卡、卡片挂失和解挂等操作；远程开门操作应具备操作日志记录，记录操作人员、操作时间、门号等信息。

A.3.5.2.2 实时监测门禁的开关状态、门锁锁定状态等，并将状态信息实时上传至系统平台。进出入记录查询功能应支持模糊查询、条件筛选等操作，查询结果应准确完整，可导出为 Excel 等常见格式文件。

A.3.5.2.3 浏览器远程开门：通过主流浏览器，经身份认证后可对指定门号进行远程开门操作，页面加载时间不超过 5s，开门响应时间不超过 3s。

A.3.5.2.4 消防及报警联动：消防及报警联动扩展模块应具备高可靠性，与消防系统的通信协议应符合相关行业标准。在接收到消防信号后，能在 3s 内自动打开所有门禁，并生成详细的消防报警记录，记录内容包括报警时间、报警类型、响应状态等；同时实现多种报警功能，如强行闯入报警应能在检测到异常开门动作后 1s 内触发报警，胁迫进入报警通过特定密码或卡片触发，门长时间未关闭报警可自定义时间阈值，无效刷卡报警应能准确识别非授权卡片并报警。

A.3.5.3 读卡器

A.3.5.3.1 性能参数如下：

- 有效读卡距离不小于 5cm，支持 13.56MHz 的射频频率，兼容多种标准的射频卡类型；
- 具备 RS-485 或韦根接口，与门禁主机稳定连接，数据传输速率不低于 9600kbps；
- 外壳防护等级不低于 IP54，具备一定的防尘、防水能力，适应机房环境。

A.3.5.3.2 功能要求包括：

- 能够快速准确识别合法卡片，识别准确率不低于 99%；
- 将读取到的卡片信息及时、准确传输至门禁主机，传输延迟不超过 1s。

A.3.5.4 红外检测

A.3.5.4.1 性能参数如下：

- 检测角度不小于 110° ，检测距离不小于 3m，能够覆盖门禁周边一定范围；
- 具备多级灵敏度调节功能，可根据实际环境进行灵活调整；
- 工作温度范围为 $10^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，适应机房不同环境温度。

A.3.5.4.2 功能要求：能够准确检测到人员的靠近和离开，检测准确率不低于 98%。

A.3.5.5 磁力锁

A.3.5.5.1 性能参数如下：

- 采用优质合金钢材质，表面经过防腐处理；
- 吸附力不小于 120kg，确保门的可靠锁定；
- 工作电压为 12V DC 或 24V DC，工作电流不超过 1A，功耗低。

A.3.5.5.2 功能要求包括：

- 在门禁主机的控制下，能够迅速准确地实现锁定和解锁动作，锁定时间偏差不超过 0.1s，解锁响应时间不超过 0.5s；
- 能够实时反馈自身的锁定状态至门禁主机，以便系统监控。

A.3.5.6 蓝牙模块

A.3.5.6.1 性能参数如下：

- 采用不低于蓝牙 4.2 版本，在无障碍环境下，有效传输距离不小于 10m；
- 低功耗设计，待机功耗不超过 10mW，工作功耗不超过 50mW。

A.3.5.6.2 功能要求包括：

- 能够快速与授权的蓝牙设备（如手机）进行配对连接，配对时间不超过 10s，连接成功率不低于 95%；
- 采用加密通信协议，确保开锁指令等数据传输的安全性，防止数据泄露和篡改。

A.3.6 空调控制器

A.3.6.1 性能参数如下：

- 工作电压范围为 12V~24V DC，具备宽电压适应能力，确保在不同电源环境下稳定工作。待机功耗小于 0.5W，节能高效；
- 红外频率为 38KHz，红外发射角度不小于 60° ，能够准确控制空调的各种模式和功能；
- 具备 RS-485 接口，可与机房监测系统进行通信和数据交互；同时提供红外学习接口，便于适配不同型号的空调。

A.3.6.2 功能要求包括：

- 能够准确控制空调的制冷、制热、通风、除湿等模式，切换响应时间不超过 5s，模式设置准确率 100%；
- 支持对空调温度进行精确调节，调节精度为 1°C ，调节范围覆盖空调的最大调节范围；
- 接收温湿度传感器等其他监测设备的联动信号，根据设定的温湿度阈值自动调节空调的运行状态，实现机房湿度的自动控制；
- 实时监测空调的运行状态，如当前模式、温度设定值、运行风速等，并将这些状态信息上传至监测系统平台，上传周期不超过 1min。

A.4 视频监控

A.4.1 摄像头

A.4.1.1 性能参数如下：

- 采用高分辨率图像传感器，分辨率不低于 2K（ 2560×1440 像素），具备宽广的视角，水平视角不小于 120° ，垂直视角不小于 80° ，能够覆盖较大的监测区域；

- 镜头焦距可变范围为 3mm~120mm，具备光学变焦和自动对焦功能，能够根据监测目标自动调整焦距和对焦。光圈值不大于 F2.8，在低光照环境下也能获得清晰的图像；
- 具备红外夜视功能，在完全黑暗的环境下，有效夜视距离不小于 15m，能够清晰监控机房内的情况；
- 支持以太网接口和 Wi-Fi 无线通信方式，可根据实际情况灵活选择通信方式。同时，支持 PoE 供电功能，简化布线。

A.4.1.2 功能要求包括：

- 能够无缝接入服务器，和服务器上的 AI 识别算法配合进行鼠患识别、火灾识别、非法闯入等识别工作。提供高质量的图像数据，确保 AI 识别的准确性和可靠性。图像传输延迟不超过 1s，传输分辨率不低于 1080p；
- 实时监控机房内的情况，将监控画面以不低于 25fps 的帧率传输至监控中心或存储设备；
- 具备基本的智能分析功能，如移动侦测、区域入侵检测等。当触发智能分析报警条件时，能够及时发出报警信号，并与其他报警设备和系统进行联动，如启动警灯警号、发送短信通知等。

A.4.2 热感摄像头

A.4.2.1 性能参数如下：

- 分辨率不低于 480×320 像素，能够清晰捕捉机架设备的热图像；
- 测量范围为 20℃~80℃，满足机架设备不同发热状态的监测需求；
- 测量精度为 ±2℃，确保准确反映机架设备的温度情况；
- 水平视场角不小于 90°，垂直视场角不小于 60°，能够覆盖机架设备的主要监测区域；
- 帧速率不低于 25fps，实时显示机架设备的温度变化情况。

A.4.2.2 功能要求包括：

- 实时监测机架设备的温度分布情况，当检测到设备温度超过设定的阈值（可根据设备类型和实际需求自定义）时，在 1min 内发出报警信号，并在热图像上准确标注异常发热区域。同时将报警信息上传至监测系统平台，包括报警时间、设备位置、温度值等详细信息；
- 能够存储最近 30d 的热图像和温度数据，支持对历史数据进行回放和查询，便于分析设备的发热趋势和故障原因；
- 可与机房的消防系统、通风系统等进行联动，当检测到严重异常发热时，触发相关系统采取应急措施，如启动通风设备降温、发出消防预警等。

A.4.3 玻璃破碎探测器

A.4.3.1 性能参数如下：

- 采用震动监测形式，内置高灵敏度震动传感器，能够准确探测玻璃破碎时产生的特定频率震动；
- 能够有效探测半径不小于 3m 范围内的玻璃破碎情况，覆盖机房门窗等主要玻璃区域；
- 工作电压为 12V~24V DC，功耗低，正常工作功耗不超过 5W；
- 外壳防护等级不低于 IP40，具备一定的防尘能力。

A.4.3.2 功能要求包括：

- 实时监测玻璃的震动状态，当检测到符合玻璃破碎特征的震动信号时，在 5s 内发出声光报警信号，并将报警信息上传至监测系统平台，包括报警时间、探测区域等信息；
- 能够有效区分玻璃破碎震动和其他类似震动（如关门震动、物体撞击震动等），减少误报率，误报率低于 5%；
- 具备灵敏度调节功能，可根据安装环境和玻璃类型进行调整，确保探测的准确性。

A.5 线路监控

A.5.1 有源无线测温

A.5.1.1 性能参数如下：

- 温度测量范围为 $0^{\circ}\text{C}\sim 150^{\circ}\text{C}$ ，在 $0^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 范围内测量精度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ，在 $50^{\circ}\text{C}\sim 100^{\circ}\text{C}$ 范围内测量精度为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。具备快速响应能力，温度变化响应时间不超过10s；
- 无线频率为2.4GHz/433MHz，具备良好的抗干扰能力，能够在复杂的电磁环境下稳定传输数据。无线传输距离不小于30m，确保在机房内能够覆盖所有需要监测的区域；
- 采用内置电池供电，电池续航时间不少于1年（在正常工作模式下）。具备低功耗设计，正常工作功耗不超过20mW，待机功耗不超过5mW。

A.5.1.2 功能要求包括：

- 实时监测目标设备的温度，将采集到的温度数据以一定周期上传至测温网关或监测系统平台，数据上传成功率不低于99%；
- 当检测到温度超过设定的阈值（可根据设备类型和实际需求自定义）时，立即发出报警信号，并将报警信息上传至相关系统。报警响应时间不超过30s，同时可通过指示灯或蜂鸣器等方式进行本地报警提示；
- 存储最近7d的温度数据，支持对历史温度数据进行查询和导出操作，便于分析温度变化趋势和设备运行状态。

A.5.2 雷电峰值记录仪

A.5.2.1 性能参数如下：

- 测量的雷电峰值电流范围不小于 $0\text{kA}\sim 200\text{kA}$ ；
- 测量精度在 $\pm 5\%$ 以内；
- 采样频率不低于10KHz；
- 可存储至少100次雷电事件的记录，包括雷电发生时间、峰值电流值、持续时间等信息；
- 工作电压为 $12\text{V}\sim 24\text{V DC}$ ，正常工作功耗不超过10W，待机功耗低于1W；
- 外壳防护等级不低于IP65，具备良好的防尘、防水能力，适应户外及恶劣环境下的工作条件。

A.5.2.2 功能要求包括：

- 实时监测接地电流中的雷电信号，当检测到雷电发生时，能够迅速准确地记录雷电峰值电流、发生时间、持续时间等关键参数；
- 记录的数据应完整、可靠，可作为后续分析雷电活动规律和评估机房防雷效果的重要依据；
- 支持RS-485通信接口，能够将记录的雷电数据及时上传至监测系统平台。

A.5.3 接地电阻监测仪

A.5.3.1 性能参数如下：

- 接地电阻测量范围为 $0.1\Omega\sim 1000\Omega$ ；
- 测量精度为 $\pm 2\%$ ；
- 分辨率不低于 0.1Ω ；
- 采用高清晰LCD显示屏，能够直观显示测量结果；
- 外壳防护等级不低于IP54，具备一定的防尘、防水能力，可在一般机房环境下稳定工作。

A.5.3.2 功能要求包括：

- 能够准确测量机房接地系统的接地电阻值，测量过程应简便、快捷，测量结果可靠。支持多种测量模式，可根据实际情况选择合适的测量方法；
- 具备数据存储功能，可存储最近100次的接地电阻测量记录，包括测量时间、测量值、测量模式等信息。支持数据查询功能，可通过设备的操作界面或连接至监测系统平台进行历史数据的查询和导出，方便对接地电阻的变化趋势进行分析；
- 当测量的接地电阻值超过预设的安全阈值（根据相关标准和机房实际要求设定）时，立即发出声光报警信号，并将报警信息上传至监测系统平台，提醒相关人员及时进行检查和维护；
- 支持RS-485或无线通信（如Wi-Fi、蓝牙等）方式，可实现与监测系统平台的远程连接；
- 可通过远程平台实时查看接地电阻测量数据、设置测量参数、接收报警信息等，实现对接地电阻监测仪的远程监测和控制。

A.6 告警设备

A.6.1 短信猫

A.6.1.1 性能参数如下：

- 采用高性能通信模块，支持 2G/3G/4G 网络制式，确保在不同网络环境下稳定发送短信和拨打电话；
- 支持标准 SIM 卡，具备良好的 SIM 卡兼容性和稳定性；
- 内置不小于 8MB 的存储容量，可存储短信发送记录和联系人信息等；
- 工作温度范围为-10℃~50℃，湿度范围为 0%RH~90%RH，适应不同环境条件。

A.6.1.2 功能要求包括：

- 在接收到监测系统平台的告警信号后，能够在 1min 内拨打预设负责人的电话，并发送包含详细告警信息的短信，如告警类型、发生时间、位置等。短信发送成功率不低于 95%，电话拨打成功率不低于 90%；
- 支持对联系人进行添加、删除、修改等操作，可通过管理平台进行便捷管理。同时支持分组管理，以便针对不同类型的告警通知不同的负责人。

A.6.2 警灯警号

A.6.2.1 性能参数如下：

- 采用高亮度 LED 光源，发光强度不低于 100cd，闪烁频率为 2 次/s，可调节，以区分不同类型的报警；
- 警号发声功率不低于 100dB，声音频率在 500Hz~2000Hz 范围内，能够在机房内产生明显的警示效果；
- 工作电压为 12V~24V DC，适应机房电源环境；
- 外壳防护等级不低于 IP54，具备较好的防尘、防水能力。

A.6.2.2 功能要求包括：

- 与非法入侵模块等相关监测设备实现可靠联动，当接收到非法入侵等报警信号时，在 1s 内立即启动警灯闪烁和警号发声，持续报警直至接收到复位信号；
- 能够根据不同的报警类型，通过警灯颜色和警号声音模式（如不同频率、节奏等）进行区分，以便工作人员快速判断报警性质；
- 具备定期自检功能，每天至少进行一次自检，检测警灯、警号是否正常工作，发现故障及时报警并记录故障信息。

A.7 网络设备

A.7.1 8路IOT网关

A.7.1.1 性能参数如下：

- 具备 8 路 RS485 接口、6 路 RS232 接口、16 路开关量输入接口、7 路模拟量输入接口和 8 路 DO 接口，满足多种设备的接入需求；
- 采用高性能处理器，主频不低于 1GHz，配备不小于 2GB 的运行内存和 16GB 的存储容量，确保网关稳定运行和数据处理能力；
- 支持以太网、Wi-Fi、4G 等多种通信方式，具备自动切换和优选网络功能，保证数据传输的稳定性和可靠性；
- 工作温度范围为-10℃~60℃，湿度范围为 0%RH~95%RH，适应不同的工作环境。

A.7.1.2 功能要求包括：

- 能够快速识别和接入符合协议要求的各类设备，如传感器、控制器等。支持设备的批量配置和参数设置，具备设备状态监测功能，实时显示设备的连接状态、运行状态等信息；
- 支持 Modbus TCP、SNMP v2.0、HTTP v1.1、TCP、UDP 等多种协议，能够实现不同协议设备之间的数据转换和通信。将采集到的设备数据进行处理和封装后，以稳定的速率上传至监测系统平台，数据传输成功率不低于 99%，传输延迟不超过 2s；

- 报警日志记录详细，包含时间、说明、位置、方式、原因、接收人、现场图像等信息。支持对报警日志进行查询、筛选、统计分析等操作，可根据报警级别和类型进行分类管理。同时，能够将报警日志及时推送至相关负责人的移动终端或管理平台；
- 系统配置灵活，支持远程配置和本地配置两种方式。具备用户权限管理功能，不同权限用户具有不同的操作和访问权限。采用加密通信协议，确保数据传输和存储的安全性，防止数据泄露和篡改。

A.7.2 交换机

A.7.2.1 性能参数如下：

- 传输速率支持 10/100/1000Mbps 自适应，背板带宽为 336Mpps/3.36Tbps，包转发率 96/108Mpps，能够满足机房内大量数据的快速传输需求；
- 端口数量为 28 个，其中 24 个 10/100/1000Base-T 端口，4 个 1000Base-X SFP 端口，提供丰富的连接选项；
- 支持冗余电源模块，确保电源故障时设备仍能正常运行。具备高效的散热系统，能够将设备内部温度控制在合理范围内，保证设备稳定工作；
- 外壳防护等级不低于 IP30，具备一定的防尘能力。

A.7.2.2 功能要求包括：

- 能够快速、准确地转发数据包，实现机房内设备之间的稳定通信。支持全双工通信模式，提供无阻塞的数据传输通道，确保数据传输的高效性和可靠性；
- 支持 STP/RSTP/MSTP 协议，实现网络的冗余备份和环路避免；支持 STP Root Protection、BPDU Protection 等安全机制，防止非法设备接入和网络攻击。支持 G.8032 以太网环保护协议 ERPS，切换时间≤50ms，且可兼容其他支持该协议的产品，保障网络在故障时的快速恢复能力；
- 支持端口的 VLAN 划分、端口速率限制、端口安全设置等功能，可根据实际需求对端口进行灵活配置和管理，提高网络的安全性和可用性；
- 具备流量监控功能，能够实时监测端口的流量情况，提供流量统计报表，帮助管理员了解网络使用状况，进行网络优化和故障排查。

A.7.3 服务器

A.7.3.1 性能参数如下：

- 采用高性能多核心处理器，如 Intel Xeon 系列或国产高性能处理器，核心数不少于 8 个，主频不低于 2GHz，确保强大的计算和处理能力；
- 配备不小于 16GB 的运行内存，支持快速的数据处理和应用运行。内置不小于 1TB 的存储容量，可采用 RAID 阵列等方式提高存储可靠性和性能；
- 具备多个高速以太网接口，如 1GbE 或 10GbE 接口，支持高速稳定的网络通信。同时，支持万兆光纤接口，满足大数据传输需求；
- 支持冗余电源模块和热插拔功能，确保电源可靠性。具备高效的散热系统，能够将服务器内部温度控制在安全范围内，保障服务器稳定运行。

A.7.3.2 功能要求包括：

- 基于国产化操作系统和硬件平台，系统自主可控和信息安全。支持国产数据库、中间件等软件的运行，构建国产化的应用生态环境；
- 具备强大的 AI 计算能力，支持鼠患识别、火灾识别、非法闯入等多种 AI 识别算法，识别准确率不低于 90%。能够利用算法对机房设备的运行状态进行预测，如设备故障预测、能耗预测等，提前采取维护措施，降低故障发生率；
- 能够可靠存储机房内各类监测设备上传的数据，数据存储周期不少于 1 年。支持数据的分类管理、备份恢复等功能，确保数据的完整性和安全性。同时，提供高效的数据查询和分析接口，方便管理人员获取和分析数据；
- 具备完善的系统管理功能，如用户权限管理、设备管理、日志管理等。采用多层次的安全防护机制，包括防火墙、入侵检测、数据加密等，保障服务器的信息安全，防止外部攻击和数据泄露。

参 考 文 献

- [1] TB/T 3382—2016 CTCS-3级列车运行控制系统与铁路数字移动通信系统（GSM-R）接口规范
 - [2] TB 10006—2017 铁路信号设计规范
 - [3] TB 10008—2015 铁路电力设计规范
 - [4] TB/T 10043—1995 交流电气化铁路对有线广播线路干扰防护设计规范
 - [5] TB 10063—2016 铁路工程设计防火规范
 - [6] TB 10088—2015 铁路数字移动通信系统（GSM-R）设计规范
 - [7] TB 10307—2020 铁路通信、信号、信息工程施工安全技术规程
 - [8] TB 10419—2018 铁路信号工程施工质量验收标准
 - [9] TB 10423—2020 铁路站场工程施工质量验收标准
 - [10] TB 10755—2018 高速铁路通信工程施工质量验收标准
 - [11] DB44/T1083—2012 高速铁路通信覆盖工程施工监理规范
-