

# 地铁智能视频综合箱运维系统

刘晓岚

通号通信信息集团有限公司 北京 100000

**摘要：**本文介绍了地铁智能视频综合箱运维系统的设计与实现。地铁智能视频综合箱作为地铁视频监控系统的核心，负责视频采集、传输与环境监测。文章首先概述了综合箱的定义与技术架构，然后详细分析了运维系统的目标、功能需求与非功能需求。在系统设计部分，文章从架构、功能模块、数据库与界面四个方面展开描述。系统实现部分则涵盖开发环境搭建、功能模块实现与系统集成测试。该系统旨在通过实时监测、故障诊断、维修管理等功能，确保地铁视频监控系统的稳定高效运行，为地铁安全运营提供支撑。

**关键词：**地铁；智能视频；综合箱运维

引言：随着城市化进程的加快，地铁作为重要的公共交通方式，其运营安全日益受到关注。地铁智能视频综合箱作为视频监控系统的核心设施，在保障地铁运营安全中发挥着至关重要的作用。因此，设计并实现一套高效、智能的地铁智能视频综合箱运维系统，对于提升地铁运营效率、确保乘客安全具有重要意义。

## 1 地铁智能视频综合箱概述

### 1.1 地铁智能视频综合箱的定义

地铁智能视频综合箱是地铁视频监控系统的核心基础设施，以箱体为载体集成多种功能模块。其核心功能是实现视频采集与传输，通过接入多个摄像机，实时采集车站、车厢、轨道等关键区域的视频图像，并将模拟信号转化为数字信号进行编码处理，再借助网络稳定传输至后端监控中心。在供电与防护方面，箱内电源模块配备不间断电源（UPS），可在市电中断时保障设备持续运行；防雷模块有效抵御雷击风险，保护内部设备安全。环境监测模块通过温度、湿度、烟雾等传感器，实时感知箱内环境参数，确保设备处于适宜工作环境。此外，综合箱还具备入侵检测、箱门开启报警等安防功能，全方位保障设备运行安全。其智能化体现在内置软件系统，可实现设备状态监测、参数配置与故障诊断，为地铁运营安全监控、运营管理和应急处置提供有力支持。

### 1.2 地铁智能视频综合箱的技术架构

地铁智能视频综合箱技术架构涵盖硬件与软件两部分，二者协同运作实现综合箱功能。硬件架构由核心处理、视频处理、网络通信、电源管理、环境监测和安全防护六大单元构成。核心处理单元采用高性能嵌入式处理器，协调各单元工作并运行管理程序；视频处理单元含视频编码器，负责视频信号模数转换与压缩编码；网络通信单元以工业级交换机搭建内部网络，实现数据快

速交换与对外传输；电源管理单元除稳定供电外，还实时监测电压、电流等参数，具备过压、欠压保护功能；环境监测单元通过多种传感器采集箱内环境数据；安全防护单元借助门磁、红外传感器实现入侵检测，结合防雷模块抵御外界威胁；软件架构采用分层设计，分为设备驱动层、中间件层和应用层<sup>[1]</sup>。设备驱动层负责与硬件交互，为上层提供统一接口；中间件层处理和转发采集数据，实现数据解析、存储与分发；应用层面向运维人员，提供设备管理、视频监控、故障诊断、报表统计等功能界面，便于远程监控管理综合箱。

## 2 地铁智能视频综合箱运维系统需求分析

### 2.1 运维系统的目标

地铁智能视频综合箱运维系统旨在保障地铁视频监控系统稳定高效运行，为地铁安全运营提供支撑。具体目标包括实时监测综合箱运行状态，降低设备故障率；实现快速精准故障诊断，缩短故障处理时间，减少监控中断；优化维修管理流程，提高资源利用效率，降低运维成本；建立设备全生命周期管理体系，提升设备使用价值；通过数据分析为运营管理提供决策依据，推动地铁智能化升级。

### 2.2 运维系统的功能需求

#### 2.2.1 设备实时监测功能

系统需实时采集综合箱内设备运行参数，如电源模块电压、电流，交换机端口状态、流量，视频编码器温度、编码帧率，摄像机图像清晰度等。以可视化界面展示设备状态，当参数超出阈值时，触发声光报警，并通过短信、邮件通知运维人员，使其及时掌握设备异常情况。

#### 2.2.2 故障诊断与预警功能

基于设备运行、视频图像及历史故障数据，运用大数据分析和机器学习算法，实现故障自动诊断。系统需

准确定位故障设备,判断故障类型(硬件、软件、网络故障)及原因。通过设备运行数据趋势分析,预测潜在故障隐患,提前发出预警,以便采取预防性维护措施。

### 2.2.3 维修管理功能

系统在诊断出故障后自动生成维修工单,记录故障设备信息、现象及原因。根据维修人员技能、工作负荷等因素合理分配工单,并推送至移动终端。维修人员可通过移动终端记录维修进度、更换零部件等信息,系统全程跟踪维修过程,统计维修时间与成本,便于评估管理<sup>[2]</sup>。

### 2.2.4 资产管理功能

对综合箱及其内部设备进行全生命周期管理,涵盖采购、入库、领用、调拨、维修、报废等环节。记录设备基本信息、技术参数与使用历史,通过数据分析掌握设备状况与剩余寿命,为设备更新提供依据。同时实现备品备件库存管理,监控库存数量与出入库情况,库存不足时自动提醒补货。

### 2.2.5 数据分析与报表功能

深度分析设备运行、故障、维修数据,挖掘数据价值。生成设备故障率、维修成本、运行状态趋势等统计报表,以图表形式直观展示分析结果。通过数据分析发现设备运行规律与潜在问题,为运维策略优化、设备选型采购及运营管理提供决策参考。

## 2.3 运维系统的非功能需求

### 2.3.1 可靠性需求

系统需具备高可靠性,实现7×24小时不间断运行。采用服务器双机热备、网络链路冗余等冗余设计,避免单点故障导致系统瘫痪。定期备份关键数据,确保系统故障时能快速恢复,保障系统正常运行。

### 2.3.2 安全性需求

严格保障系统数据与用户信息安全。数据传输采用加密技术,防止数据窃取与篡改;系统访问实施严格权限管理,不同用户角色赋予不同操作权限,防止越权操作。定期进行安全漏洞扫描与修复,防范网络攻击。

### 2.3.3 可扩展性需求

随着地铁线路拓展与综合箱数量增加,系统应具备良好扩展性。硬件方面方便接入新综合箱与传感器设备;软件方面支持功能模块灵活扩展升级,可根据需求引入新故障诊断算法、优化数据分析功能等。

### 2.3.4 易用性需求

系统界面设计应简洁直观,操作流程简单易懂,降低运维人员学习成本。提供完善操作指南与帮助文档,设置在线客服或技术支持功能,及时解答使用问题,提升用户体验。

## 3 地铁智能视频综合箱运维系统设计

### 3.1 系统架构设计

地铁智能视频综合箱运维系统采用分层分布式架构,包括感知层、网络传输层、数据层和应用层。感知层由智能视频综合箱及内部传感器组成,负责采集设备运行、视频图像和环境监测数据,将物理量转化为电信号并初步处理。网络传输层采用工业以太网与无线网络结合,实现数据可靠传输,设置防火墙等安全设备保障传输安全。数据层采用分布式文件系统与关系型数据库结合存储数据,运用大数据技术处理分析数据,为应用层提供支持。应用层基于B/S架构,为运维人员提供设备监测、故障诊断、维修管理等功能模块,用户通过浏览器即可访问系统。

### 3.2 功能模块设计

#### 3.2.1 设备实时监测模块

该模块通过与综合箱通信获取运行与环境数据,以仪表盘、指示灯、数据列表等形式展示设备状态。利用ECharts图表库动态展示参数变化趋势,设备参数异常时触发报警,在界面显示报警信息并记录至数据库。

#### 3.2.2 故障诊断与预警模块

故障诊断子模块结合Drools规则引擎与机器学习算法。先依据规则库进行故障匹配诊断,复杂故障则通过Scikit-learn库训练分类模型预测。故障预警子模块运用ARIMA等时间序列算法预测设备状态,超出正常范围时触发预警并发送信息<sup>[3]</sup>。

#### 3.2.3 维修管理模块

维修工单管理子模块通过SpringDataJPA实现工单数据库操作,故障诊断后自动生成工单,运用优化算法智能分配。移动端实现工单查看与维修记录上传,维修进度跟踪子模块定时更新工单状态,维修质量评估子模块依据指标评估维修工作。

#### 3.2.4 资产管理模块

设备档案管理子模块建立设备电子档案,实现信息集中管理与快速查询。设备生命周期管理子模块跟踪设备全过程,分析数据预测剩余寿命。备品备件管理子模块管理库存,设置预警机制及时补货。

#### 3.2.5 数据分析与报表模块

数据统计分析子模块基于Hadoop和Spark平台处理数据,运用数据挖掘算法分析关联关系。报表生成子模块利用POI和iText库生成报表,支持自定义与下载。数据分析展示子模块通过ECharts等图表库直观展示分析结果。

### 3.3 数据库设计

数据库设计包含设备信息表、运行数据表、故障信

息表、维修工单表、用户信息表。设备信息表存储设备基本信息；运行数据表记录实时运行参数；故障信息表记录故障相关信息；维修工单表记录工单详情；用户信息表管理用户账号权限。各表通过外键建立关联，确保数据完整一致。

#### 3.4 界面设计

系统界面遵循简洁易用原则，采用模块化布局。首页以仪表盘展示关键信息，各功能模块界面风格统一、操作流程一致，采用列表与图表结合展示数据，注重响应式布局，适配多终端设备。

### 4 地铁智能视频综合箱运维系统实现

#### 4.1 系统开发环境搭建与技术栈概述

在构建地铁智能视频综合箱运维系统的过程中，精心选择了先进的技术栈来确保系统的稳健性和可扩展性。后端开发方面，采用Java语言，并结合了SpringBoot框架，这一组合以其强大的企业级应用支持、简洁的配置和高效的数据处理能力，为系统提供坚实的后端支撑。SpringBoot框架的使用还大大简化开发流程，提高了开发效率。前端开发则选用Vue.js框架，并结合Element-UI组件库，这一组合为系统构建一个响应迅速、界面友好的用户交互层。Vue.js的组件化设计和数据双向绑定特性，使得前端界面的开发更加灵活和高效。在数据存储方面，根据数据的不同特性进行合理分布。结构化数据如设备信息、用户权限等存储在MySQL数据库中，而非结构化数据如视频文件、日志文件等则存储在MongoDB中。这样的设计既保证了数据的高效访问，又兼顾了数据的灵活性和扩展性。

#### 4.2 系统功能模块实现

##### 4.2.1 设备实时监测模块实现

通过Java网络编程与TCP/IP协议采集数据，运用WebSocket实现数据实时推送。前端利用ECharts展示数据趋势，JavaScript实现报警效果并存储报警信息。

##### 4.2.2 故障诊断与预警模块实现

故障诊断子模块通过Drools引擎执行规则匹配，Python结合Scikit-learn训练模型处理复杂故障。故障预警子模块运用ARIMA算法预测，触发预警后发送信息。

##### 4.2.3 维修管理模块实现

维修工单管理子模块通过SpringDataJPA操作数据库，优化算法分配工单。移动端采用Android或iOS技术实现功能，定时任务跟踪维修进度，加权评分法评估维修质量。

##### 4.2.4 资产管理模块实现

设备档案管理子模块通过后端服务与MyBatis-Plus操作数据库，实现设备信息增删改查。设备生命周期管理子模块分析数据预测寿命，备品备件管理子模块运用库存算法管理库存<sup>[4]</sup>。

#### 4.2.5 数据分析与报表模块实现

数据统计分析子模块基于Hadoop和Spark处理数据，运用数据挖掘算法。报表生成子模块利用POI和iText生成报表，数据分析展示子模块通过ECharts展示结果。

#### 4.3 系统集成与测试

在系统集成阶段，成功实现了后端SpringBoot服务、前端应用、数据库以及地铁智能视频综合箱设备的无缝对接。后端服务通过SpringCloudGateway高效地管理API接口，前端应用则配置了代理服务以解决跨域访问问题。同时，确保了数据库的数据同步，并在设备端部署了边缘计算节点，以实现数据的即时处理。整个系统部署在稳定的Linux服务器上，并利用Nginx实现了负载均衡与资源缓存，提高了系统的运行效率。进入系统测试阶段后，进行全面的测试，依据需求文档编写了详细的测试用例，逐一验证了各个模块的功能实现情况。还进行了性能测试，使用JMeter模拟了多用户并发场景，以评估系统的响应速度和负载能力。安全测试方面，进行漏洞扫描与渗透测试，确保系统免受外部威胁。最后，通过多浏览器和移动设备上的兼容性测试，验证了系统界面的友好性和功能的稳定性，确保了系统能够在各种环境下正常运行。

#### 结束语

通过对地铁智能视频综合箱运维系统的设计与实现进行深入研究，本文提出了一套高效、可靠的运维方案。该系统通过实时监测设备状态、精准诊断故障、优化维修管理流程等手段，显著提升了地铁视频监控系统的运行效率和安全性。未来，将继续关注地铁运维领域的发展动态，不断优化和完善系统功能，为地铁运营安全提供更加全面、高效的技术支持。

#### 参考文献

- [1]方光华.城轨信号智能运维系统研究[J].机车电传动,2021(02):92-99.
- [2]徐佳宁.轨道交通车辆智能运维系统初步搭建[J].轨道交通装备与技术,2021(04):39-40+43.
- [3]黄烁.论地铁车辆检修与维护保养技术[J].新型工业化,2022,12(4):67-70,74.
- [4]周彬.地铁车辆检修模式及检修技术解析[J].中国高新科技,2021(5):117-118.