

基于物联网技术的轨道交通物资管理系统设计与实现

蒋佳慧

绍兴市轨道交通集团有限公司运营分公司 浙江 绍兴 312000

摘要:随着物联网技术的广泛应用,轨道交通物资管理迎来了智能化转型。本文设计并实现了一套基于物联网的轨道交通物资管理系统,集物资追踪、库存管理、采购优化及数据分析于一体。系统利用RFID、传感器等技术实时采集物资信息,通过云计算平台实现高效管理。该系统不仅提高了物资管理的精确度与效率,还降低了运营成本,为轨道交通行业的物资管理现代化提供了有力支撑。

关键词:物联网技术;轨道交通物资管理系统;设计;实现

引言:随着城市化进程的加速和轨道交通行业的蓬勃发展,轨道交通物资管理的效率和准确性成为制约行业发展的关键因素。传统物资管理方式存在信息滞后、管理粗放等问题,难以满足现代轨道交通运营的高效需求。物联网技术的兴起为轨道交通物资管理提供了新的解决方案。本文旨在设计并实现一套基于物联网技术的轨道交通物资管理系统,通过智能化手段提升物资管理效率,为轨道交通行业的可持续发展贡献力量。

1 基于物联网技术的轨道交通物资管理相关技术概述

1.1 物联网技术基础

(1) 物联网的定义与架构:物联网是通过信息传感设备将物品与互联网连接,实现信息交换和智能管理的网络系统。其架构通常分为感知层、网络层和应用层。感知层负责采集物品信息,如各类传感器、RFID标签等;网络层承担数据传输任务,依托互联网、移动通信网等实现信息传递;应用层则根据不同场景需求,提供具体的智能应用服务。(2) 物联网的关键技术与协议:关键技术包括RFID技术、传感器技术、嵌入式系统技术等。RFID技术实现非接触式信息识别,传感器技术用于感知环境及物品状态,嵌入式系统技术保障设备智能化运行。协议方面,有用于感知层的ZigBee、蓝牙,网络层的TCP/IP,应用层的MQTT等,确保各层数据交互顺畅^[1]。

1.2 轨道交通物资管理基础知识

(1) 轨道交通物资的种类与特点:种类繁多,涵盖车辆零部件、轨道设施配件、通信信号设备、应急物资等。特点表现为专业性强,不同物资适配特定设备;安全性要求高,直接影响行车安全;部分物资具有时效性,需定期更换;存储和运输条件严苛,如精密仪器需防潮防震。(2) 物资管理的流程与要求:流程主要包括物资采购、入库、存储、出库、盘点及报废等环节。要求做到精准溯源,明确物资流转轨迹;库存合理,避免

积压或缺货;快速响应,保障维修等场景的物资供应;严格质量管控,确保物资符合运营标准。

1.3 物联网技术在轨道交通物资管理中的应用原理

(1) 数据采集与传输机制:借助RFID标签、传感器等设备采集物资的身份信息、状态数据等,通过无线网络将数据传输至管理平台,实现对物资的实时监控。

(2) 智能识别与追踪技术:利用RFID技术对物资进行自动识别,结合GPS、北斗等定位技术,实时追踪物资的位置信息,实现物资从采购到报废全生命周期的可视化追踪,提高管理效率。(3) 数据分析与决策支持:管理平台对收集到的海量数据进行分析,挖掘物资库存变化规律、损耗情况等信息,为物资采购计划制定、库存优化、故障预警等提供数据支持,辅助管理人员做出科学决策。

2 基于物联网技术的轨道交通物资管理系统需求分析

2.1 功能需求

(1) 物资信息录入与查询:系统需支持批量录入物资的基础信息,如型号、规格、生产厂家、入库时间等,同时提供多条件组合查询功能,用户可通过物资名称、编号、类别等快速检索信息,且能查看物资的全生命周期数据,包括采购记录、使用情况等。(2) 库存监控与预警:实时采集库存数据,在系统界面直观展示各物资的库存数量、存放位置。当物资库存低于设定阈值或接近保质期时,自动触发预警机制,通过短信、系统弹窗等方式通知相关人员,避免缺货或物资过期。(3) 采购计划生成与优化:结合历史消耗数据、当前库存及轨道交通运营需求,自动生成初步采购计划。系统还能根据供应商的供货周期、价格波动等因素,对计划进行优化,确保采购成本最低且及时满足物资需求。(4) 供应商管理与评价:建立供应商信息库,记录供应商的资质、联系方式、合作历史等。从产品质量、交货及时

性、售后服务等维度对供应商进行动态评价,生成评价报告,为选择优质供应商提供依据。(5)数据统计与分析:自动统计物资的采购量、消耗量、库存量等数据,生成各类统计报表,如月度库存报表、年度采购分析报表等。通过数据挖掘技术,分析物资消耗规律、库存周转效率等,为管理决策提供支持^[2]。

2.2 性能需求

(1)系统稳定性与可靠性:系统需保证7×24小时稳定运行,在大量用户同时操作或数据传输峰值时,无卡顿、崩溃现象,平均无故障运行时间需达到较高标准,确保物资管理工作不受系统故障影响。(2)数据安全性与隐私保护:采用加密技术对数据进行传输和存储,防止数据泄露、篡改。设置严格的用户权限管理,不同岗位人员只能访问相应权限的信息,保护供应商信息、物资成本等敏感数据。(3)用户友好性与易用性:界面设计简洁直观,操作流程简便,减少用户学习成本。提供清晰的导航和操作提示,支持快捷键操作,满足不同年龄段、计算机操作水平用户的使用需求。

2.3 非功能性需求

(1)可扩展性与灵活性:系统架构需具备良好的可扩展性,能根据业务发展需求,方便地增加新功能模块或扩展用户数量。支持与新增的物联网设备、业务系统对接,适应轨道交通物资管理模式的变化。(2)系统集成与兼容性:能与企业现有的ERP系统、财务系统等无缝集成,实现数据共享和业务协同。兼容不同品牌、型号的物联网感知设备,如RFID阅读器、传感器等,确保数据采集的准确性和完整性。

3 基于物联网技术的轨道交通物资管理系统设计

3.1 系统架构设计

(1)总体架构与模块划分:系统采用“云-边-端”三层架构。终端层包含RFID标签、传感器、智能终端等物联网设备,负责数据采集;边缘层部署边缘计算节点,对终端数据进行预处理和本地存储,减轻云端压力;云端层由应用服务器、数据库服务器和管理平台组成,实现核心业务处理。模块划分为物资信息管理模块、库存监控模块、采购管理模块、供应商管理模块、数据分析模块及系统管理模块,各模块独立封装又协同工作。

(2)各模块之间的交互与协作机制:模块间通过标准化接口实现数据交互,采用消息队列机制异步通信。例如,库存监控模块将预警信息发送至采购管理模块,触发采购流程;供应商管理模块的评价数据同步至数据分析模块,为采购决策提供依据。通过服务总线实现模块间的动态调用,确保协作高效,当某一模块故障时,不

影响其他模块基本功能。

3.2 数据库设计

(1)数据实体与关系模型:核心数据实体包括物资(物资ID、名称、规格等)、库存(库存ID、物资ID、数量等)、采购单(采购单ID、物资ID、供应商ID等)、供应商(供应商ID、名称、资质等)。实体间通过外键关联,如物资ID关联库存与采购单,供应商ID关联采购单与供应商信息,形成星型与网状结合的关系模型,保证数据一致性。(2)数据存储与访问策略:采用分布式数据库存储海量数据,热数据(如实时库存)存于内存数据库以提升访问速度,冷数据(如历史采购记录)归档至磁盘阵列。实施读写分离,读操作分配至从库,写操作集中在主库,同时采用数据分片技术按时间或区域划分数据,优化查询效率,通过索引机制加速高频查询字段的检索^[3]。

3.3 接口设计

(1)物联网设备与系统的通信接口:采用MQTT协议作为主要通信协议,支持RFID阅读器、传感器等设备接入,接口定义设备注册、数据上报、指令下发等功能。设备通过Token认证接入系统,数据传输采用SSL加密,确保实时性与安全性,同时预留LoRaWAN、NB-IoT等协议接口,适配不同类型物联网设备。(2)系统与其他系统的集成接口:与ERP系统采用RESTful API接口,实现物资数据与财务数据同步;与OA系统通过WebService接口对接,推送审批信息。接口采用标准化数据格式(JSON/XML),支持断点续传和数据校验,提供接口调用日志,便于故障排查与系统扩展。

3.4 关键技术与算法设计

(1)数据采集与处理技术:采用边缘计算技术对终端设备采集的原始数据(如物资位置、状态)进行过滤、清洗和聚合,剔除噪声数据。利用时间序列数据库存储动态变化的库存数据,通过流处理框架(如Flink)实现实时数据处理,确保数据时效性与准确性。(2)智能决策与优化算法:采购计划优化采用遗传算法,以最小采购成本和库存周转率为目标,结合历史消耗数据和市场波动参数求解最优方案;库存预警采用指数平滑法预测物资消耗趋势,动态调整预警阈值。通过机器学习模型(如随机森林)分析供应商履约风险,为供应商选择提供智能推荐。

4 基于物联网技术的轨道交通物资管理系统实现

4.1 开发环境与工具选择

(1)编程语言与框架:后端采用Java语言,结合Spring Boot框架实现快速开发,利用Spring Cloud实现微

服务架构,确保系统各模块独立部署与扩展;前端选用Vue.js框架,搭配Element UI组件库构建响应式界面,提升用户交互体验;移动端采用React Native开发跨平台应用,满足现场工作人员移动操作需求。(2)数据库管理系统:主数据库选用MySQL,用于存储结构化业务数据,如物资信息、采购记录等,通过主从复制提高读取性能;采用Redis作为缓存数据库,存储高频访问数据(如实时库存),减少数据库压力;引入InfluxDB时序数据库,专门存储物联网设备采集的时序数据(如传感器实时监测数据)。(3)物联网设备与传感器:采用超高频RFID标签与固定式阅读器,实现物资批量识别与出入库自动记录;部署温湿度传感器(如SHT30)监控仓库环境,确保物资存储条件合规;配备GPS定位模块的智能货架,实时追踪物资位置,支持精准定位与调度。

4.2 主要功能模块实现

(1)物资信息管理模块:通过Web界面与移动端支持物资信息手动录入与RFID批量导入,建立包含物资编码、规格、图片等信息的电子档案,实现物资全生命周期信息关联,用户可通过关键词检索、二维码扫描快速查询详情。(2)库存管理模块:基于物联网设备实时采集库存数据,在系统中动态更新库存数量与位置,设置库存上下限自动预警,当库存异常时触发通知机制;支持库存盘点功能,通过RFID扫描与系统数据比对,生成盘点差异报表并辅助调整。(3)采购管理模块:根据库存预警与历史数据自动生成采购需求,经人工审核后生成采购单,通过系统接口推送至供应商;跟踪采购单执行状态,记录到货时间、验收结果,支持采购单修改与终止,实现采购流程闭环管理。(4)供应商管理模块:建立供应商档案库,存储资质证明、联系方式等信息,对接采购数据自动统计供应商履约率、产品合格率;设置评价指标体系,定期生成供应商评分报告,支持供应商分级与合作等级调整。(5)数据分析与可视化模块:采用ECharts图表库将库存周转率、采购成本等数据转化为折线图、柱状图等可视化图表;通过数据挖掘分析物

资消耗规律,生成月度/年度分析报告,为管理决策提供直观数据支持^[4]。

4.3 系统测试与优化

(1)单元测试与集成测试:采用JUnit对各模块核心函数进行单元测试,验证逻辑正确性;通过Postman模拟接口调用,进行模块间集成测试,确保数据交互无误,修复接口兼容性问题。(2)性能测试与压力测试:使用JMeter模拟1000用户并发访问,测试系统响应时间与吞吐量,优化数据库索引与缓存策略,将平均响应时间控制在2秒内;模拟海量数据写入场景,验证时序数据库存储性能,确保数据处理能力满足业务增长需求。(3)用户反馈与持续改进:邀请100名一线管理人员参与试用,收集操作便捷性、功能完整性等反馈,优化界面布局与操作流程;根据实际使用中发现的问题,迭代更新系统功能,如新增物资调拨模块、优化预警算法,提升系统实用性。

结束语

综上所述,本研究基于物联网技术成功构建了一套轨道交通物资管理系统,该系统有效整合了物资采购、库存、追踪及分析等多环节,显著提升了管理效率与精准度。通过物联网技术的深度应用,实现了物资信息的实时采集与智能处理,为轨道交通行业的物资管理带来了革命性变革。展望未来,我们将持续优化系统功能,推动其在更广泛领域的应用,为轨道交通行业的智能化发展贡献力量。

参考文献

- [1]陈宇.基于物联网技术的物资管理系统设计[J].通讯世界,2020,(06):48-49.
- [2]刘杰.基于物联网技术的智能化仓储物资管理系统的研究与实践[J].电脑编程技巧与维护,2020,(11):97-98.
- [3]郑开.物资管理系统的设计与实现分析[J].经济与社会发展研究,2021,(10):100-101.
- [4]赵新春,赵芳,丁颖.浅谈物资管理系统的设计与实现[J].中外企业家,2020,(08):83-84.