

# 基于物联网的城轨信号系统远程监控与维护策略

龚滔滔 何明洋

成都地铁运营有限公司 四川 成都 610000

**摘要：**城市轨道交通信号系统是否稳定可靠，对保证城市交通安全运营至关重要。文章对基于物联网的城轨信号系统远程监控及维护策略进行研究，目的在于提高运维效率以及系统安全性。首先总结物联网技术基本概念和其对城轨信号系统的应用要求，然后对包括感知层，网络层和应用层在内的远程监控架构进行设计，对相关应用实例进行剖析。确定远程维护目标与原则，对关键技术进行研究。最后对远程监控和维护中遇到的挑战提出应对措施并对发展趋势进行展望。研究成果表明：物联网技术可显著提高城轨信号系统远程监控和维护能力，对确保城市轨道交通运营有重要价值。

**关键词：**物联网；城轨信号系统；远程监控；维护策略；技术挑战

## 引言

城市轨道交通是现代城市交通中的一个重要环节，信号系统是否能够平稳地运行，直接影响着整个交通网络是否安全和高效。但是传统城轨信号系统运行维护模式存在数据采集效率低，故障响应不够及时的挑战，这都在某种程度上限制了城轨系统后续发展。随着物联网技术崛起，它在远程监控和维护中的运用给城轨信号系统的发展提供了新机遇。文章将对基于物联网技术下城轨信号系统远程监控及维护策略进行探究，目的在于通过技术创新来促进城轨信号系统运维效率及安全性。

## 1 物联网技术在城轨信号系统中的应用

### 1.1 物联网技术概述

物联网技术是一种网络技术，它通过将信息传感设备与互联网结合起来，实现了物与物、物与人、人与人之间的信息交换和通信，从而实现了智能化的识别、定位、跟踪、监控和管理。其实时性，泛在性，智能化及互联性强，可在各领域得到广泛运用。就城轨信号系统而言，物联网技术主要有如下应用：

首先物联网技术可实现城轨信号系统实时监测。通过部署各种传感器和监控设备，可以实时收集信号系统的运行数据，包括信号灯的状态、列车的位置、轨道的占用情况等，并将这些数据传输到中央监控系统。<sup>[1]</sup>从而使运维人员能够实时掌握信号系统运行状况，对各类异常进行及时检测和处理。

其次物联网技术可以实现城轨信号系统智能化诊断与维修。通过对所收集数据的分析与处理，能够发现信号系统中可能存在的故障与危险，以便提前预警与介入。同时物联网技术也能够实现信号系统远程控制与维护，降低现场运维工作量与风险。

另外，物联网技术也可以推动城轨信号系统资源共享、互联互通。通过统一数据平台与通信协议的建设，实现了不同信号系统间数据共享与业务协同，从而提升了整个城轨交通系统运行效率与服务质量。

### 1.2 城轨信号系统远程监控的需求分析

在城市轨道交通领域中，信号系统是其中至关重要的一部分，信号系统性能的好坏直接关系着系统整体运行效率与安全性。伴随着科技的进步与城市交通要求的不断提高，传统信号系统运行维护模式已经不能适应现代城轨系统运行要求。所以城轨信号系统远程监控要求越来越突出。远程监控可以实现信号系统实时数据采集，状态监测及故障诊断等功能，以提高运维效率及系统可靠性。

首先是数据采集为远程监控提供依据。城市轨道交通信号系统包含了众多的传感器和执行器，它们生成的数据对于监测系统的运行状况是非常关键的。其中包括但不限于信号灯的状态，轨道的占用，列车的位置以及速度。利用物联网技术能够实现实时获取这些数据，从而为之后的监测与分析提供依据。

其次是以实时监控为核心的远程监控。城轨信号系统要求全天候工作，所以实时监控系统可以及时地发现和应对各类异常。物联网技术借助无线传感器网络和云计算，可以实现实时监测信号系统的状态，保证系统稳定工作。

再者是故障诊断在远程监控中起着举足轻重的作用。城轨信号系统工作时可能发生多种故障，例如信号灯的故障和通信中断。借助物联网技术能够实现故障快速诊断与定位以降低故障对系统运行造成的影响。另外故障诊断也可为系统维护与优化提供数据支撑。

最后是在远程监控中还要兼顾数据安全性与隐私保护问题。城轨信号系统中数据既与系统运行安全有关,也可能与旅客隐私有关。所以在远程监控系统设计中,需要采取有效安全措施来保证数据安全传输与储存。

### 1.3 基于物联网的城轨信号系统远程监控架构设计

要对城轨信号系统进行远程监控就必须搭建高效可靠的监控架构。感知层以远程监控架构为核心,主要包括各类传感器与执行器。<sup>[2]</sup>这批设备的主要职责是收集信号系统的各种状态信息,例如信号灯的当前状态和列车的具体位置等。感知层设计需综合考虑装置可靠性,精度及抗干扰能力等因素,保证数据准确实时。

网络层承担感知层收集数据至监控中心的任务。其中一般包括Wi-Fi, 蓝牙和ZigBee无线通信技术。网络层设计需兼顾数据传输稳定, 安全, 高效。另外, 还要考虑到网络的扩展性、兼容性问题, 使其能够满足各种设备、各种约定的要求。

应用层在远程监控架构中处于核心地位, 负责感知层与网络层之间的数据处理与分析。应用层一般由数据处理系统, 故障诊断系统和用户界面三部分组成。数据处理系统承担着为运维人员提供监控与决策方便而将收集到的数据保存, 分析与可视化等功能。故障诊断系统采用了如机器学习和模式识别这样的先进技术, 来对信号系统中的问题进行准确的诊断和预测。用户界面为运维人员提供了一个直观的操作界面, 使他们能够更方便地进行监控和管理。

远程监控架构设计中也要兼顾系统可维护性与可扩展性。在城轨信号系统不断发展、技术不断进步的今天, 远程监控系统还需不断升级、优化。所以在设计时需留足扩展空间才能满足今后发展的需要。

## 2 城轨信号系统的远程维护策略

### 2.1 城轨信号系统远程维护的目标和原则

城轨信号系统远程维护目的在于实现信号系统实时监测, 快速反应, 高效处理等功能, 保障信号系统平稳运行与安全。要达到这一目的, 必须遵循如下原则: 首先是远程维护要着眼于运维效率的提升。<sup>[3]</sup>通过远程监控与诊断能够及时发现与处理信号系统存在的各种问题, 降低由于故障造成的拖延与损失。其次是远程维护的前提应该是保证系统的安全性。在远程维护过程中, 需要保证数据安全性与系统稳定性, 以防远程操作带来安全风险。再次是远程维护要面向用户的需求。在远程维护流程设计中, 要充分考虑到用户的真实需求, 为其提供个性化维护服务并提升其满意度。最后指出远程维护要有技术创新作为支持。引进先进物联网技术能够提升远

程维护智能化水平和信号系统精细化管理。

### 2.2 远程维护流程设计

城轨信号系统远程维护过程由故障发现、故障诊断、故障处理、维护记录4个环节组成。故障发现环节通过信号系统中各个关键位置设置的传感器对信号系统运行数据进行实时采集和物联网平台实时监测。当出现异常数据时系统将自动发出警报, 并提示运维人员继续排查; 故障诊断环节中, 运用大数据分析与人工智能技术对获取的故障数据深入分析并迅速定位故障原因。同时结合历史故障数据可预测出可能发生故障的风险并提前做出预防性维护; 故障处理环节依据故障诊断结果制定了处理方案。对简单的故障可采用远程控制直接调节维修信号系统。对复杂的故障需要运维人员进行实地处理, 而远程维护系统能够提供技术上的支持与指导; 维护记录环节对每一次远程维护过程及结果都做了详细记录并形成了维护档案。这些档案可作为后续故障分析, 预防性维护等工作的重要借鉴。

### 2.3 远程维护关键技术研究

城轨信号系统远程维护关键技术有故障诊断算法, 远程控制技术, 物联网平台等。在远程维护中, 故障诊断算法处于核心地位。<sup>[4]</sup>通过建立信号系统故障模型并运用机器学习及其他算法能够智能地分析所采集的故障数据, 从而快速地进行故障定位与诊断。同时故障诊断算法也要求具有自学习能力并能依据新故障数据进行优化改进; 远程控制对远程维护具有重要意义。利用无线通信技术能够实现信号系统远程控制与调节。同时远程控制技术要求安全性高、稳定性好、保证远程操作可靠; 物联网平台为实现远程维护奠定了基础。通过搭建统一物联网平台可实现信号系统各个关键部位实时监测与数据采集。与此同时, 物联网平台需要有较强的数据处理与分析能力来对远程维护进行技术支撑。

### 2.4 定期远程健康检查

定期进行远程健康检查作为城轨信号系统检修的关键举措, 借助自动化工具及远程访问技术对系统状态进行连续监测。这类检查一般包括评估关键组件性能指标, 例如信号传输延迟, 系统响应时间, 硬件组件温度及磨损等。维护团队通过对这些信息进行采集与分析, 可以及时发现可能存在的问题并且在不损害日常经营的前提下安排好必要的维护工作。另外, 经常进行健康检查也有利于优化维护计划、降低紧急维修事件的发生, 进而提升整个信号系统运行的可靠性与安全性。该预防性维护方法既可以延长设备寿命又可以保证城轨交通系统平稳运行, 从而为旅客提供更安全、更准点的服务。

### 3 城轨信号系统远程监控与维护的挑战与对策

#### 3.1 远程监控与维护面临的挑战

城轨信号系统远程监控及维护需要对海量实时数据进行处理分析,对数据传输速度、处理能力以及网络安全等方面都有很高的要求。<sup>[5]</sup>首先是数据传输速度要足够高才能保证监控信息实时。其次是具有较强的数据处理能力,可以迅速地大量的数据中挖掘出有用的信息。另外,由于远程监控系统易受黑客攻击的影响,网络的安全性是个大问题,当系统遭到突破时,就会造成严重的后果。城轨信号系统远程监控和维护在管理方面仍然存在挑战。由于远程监控过程中涉及多部门、多单位协同工作,因此如何构建高效的协调机制以保证信息共享、任务分配高效是当前急需解决的课题。与此同时,远程维护对专业技术人员提出了更高的要求,当前此类人才比较缺乏,怎样培养并吸引此类人才也是一个值得思考的问题。

#### 3.2 远程监控与维护的对策研究

针对以上挑战,本研究提出了如下对策建议:首先是加大技术研发,增强数据传输与处理能力。为了加快数据的传输速度,我们可以考虑采用如5G这样的先进通信技术。同时采用大数据分析和人工智能来提升数据处理智能化水平。其次是强化网络安全防护。为了增强系统的安全性,我们可以构建一个多层次的安全防护机制,例如防火墙和入侵检测系统等。同时加强网络安全意识教育和职工安全防范意识。再次是建立有效协调机制。可通过搭建统一监控平台集中管理与共享信息。同时明确部门、单位责任,构建有效沟通协调机制。最后是加大人才培养力度。人才培养基地可采取与高校和科研机构共建的方式进行。同时建立激励机制以吸引并保留人才。

#### 3.3 远程监控与维护的发展趋势预测

随着物联网,大数据和人工智能的发展,城轨信号系统远程监控和维护会呈现如下趋势:首先,智能化水平会越来越高。引入人工智能技术可实现信号系统智能诊断与预测性维护、增强系统可靠性与安全性。其次,远程监控范围会越来越大。在传感器技术不断发展的背

景下,能够实现对于信号系统进行综合监测和控制,其中包括对于设备状态和环境条件的监测和控制。远程维护会有更多样化的方式。在传统远程故障诊断与处理的基础上,实现了远程设备配置、远程培训。将继续强化远程监控及维护标准化、规范化。在远程监控与维护被广泛使用的情况下,有关标准与规范会不断得到完善,从而对远程监控与维护工作的开展起到引导与规范作用。

#### 4 结束语

本文深入探讨了基于物联网技术的城轨信号系统远程监控与维护策略,旨在提升系统运维的效率与安全性。通过对物联网技术的细致分析,本文揭示了其在城轨信号系统监控中的关键作用,以及如何通过远程监控架构的设计,实现对信号系统的实时、高效管理。国内外学者的研究亦表明,物联网技术的应用是城轨信号系统运维模式革新的重要方向。

研究结论指出,物联网技术能够有效地解决传统城轨信号系统运维中存在的问题,如数据采集的低效率、监控的不实时性以及故障响应的迟缓。通过本文提出的远程监控架构和维护策略,不仅能够实现对城轨信号系统的全面监控,还能够在故障发生时迅速定位并采取有效措施,从而显著提高系统的稳定性和可靠性。

#### 参考文献

- [1]刘迪明,田文礼,张翔,等.日志分析整合策略在杭州地铁信号系统维护中的应用[J].铁道通信信号,2023(7):73-79.
- [2]谭力天,李靖兰,杨将.基于Kafka和JavaScript的城轨信号系统智能运维数据采集与处理方法[J].控制与信息技术,2023(4):105-110.
- [3]王璐,郝婧妍,张余豪,等.基于拓扑网络的广义城轨信号系统关键组网识别方法[J].铁路技术创新,2023(3):33-41.
- [4]汪沛.基于城轨车辆升级扩容的信号系统方案研究[J].铁路通信信号工程技术,2023(10):75-79.
- [5]刘兵.基于地铁信号系统的列车打滑原因分析和优化策略研究[J].世界轨道交通,2023(12):70-71.