

基于光纤技术与智能图像分析的城市轨道交通入侵监测系统设计与实施

刘冲

南京地铁运营有限责任公司

DOI: 10.12238/ems.v6i11.10012

[摘要] 随着城市轨道交通的快速发展, 确保其安全运营已成为重要课题。S9 号线明觉至团结圩区间的轨道沿线入侵综合监测系统项目, 采用了先进的光纤技术和智能图像分析技术, 构建了一套综合监测系统。本系统能够实时监控并及时响应轨行区内的异物入侵事件, 从而有效提高轨道交通的安全性和可靠性。本文首先阐述了项目的背景及其在城市轨道交通中的重要性, 随后详细阐述了系统的设计方案、施工过程、技术标准及后续的验收与服务保障措施, 提供了一个针对城市轨道交通安全监测的综合解决方案。

[关键词] 轨道交通; 光纤技术; 智能图像分析; 异物入侵监测

Design and Implementation of Urban Rail Transit Intrusion Monitoring System Based on Fiber Optic Technology and Intelligent Image Analysis

Liu Chong

Nanjing Metro Operation Co., Ltd

[Abstract] With the rapid development of urban rail transit, ensuring its safe operation has become an important issue. The comprehensive intrusion monitoring system project along the track of Line S9 from Mingjue to Tuanjiewei adopts advanced fiber optic technology and intelligent image analysis technology to construct a comprehensive monitoring system. This system can monitor and respond in real-time to foreign object intrusion events within the rail transit area, effectively improving the safety and reliability of rail transit. This article first elaborates on the background of the project and its importance in urban rail transit, and then elaborates on the system's design scheme, construction process, technical standards, and subsequent acceptance and service guarantee measures, providing a comprehensive solution for urban rail transit safety monitoring.

[Keywords] Rail Transit; Fiber optic technology; Intelligent image analysis; Foreign object intrusion monitoring

一、项目概述

1. 项目需求分析

随着城市轨道交通系统的迅速发展, 确保其安全运营成为主要关注的焦点。S9 号线明觉至团结圩区间面临的挑战在于如何有效监控并及时响应轨道区内的异物入侵事件, 以避免可能导致的事故或运行中断。本项目的设计应对这一需求, 提出了一套综合监测系统。该系统结合了异物入侵监测、智能图像分析、软件平台及机房设备, 利用分布式光纤探测定位技术、光纤传感技术与视频监控技术, 全面监测落入轨行区及接触网上的异物。系统能够在重点区域实施高效监控, 对进入轨行区的异物提出警报, 并通过智能图像分析系统进行实时跟踪, 确保轨道交通的安全运行。

2. 系统组成及技术路线

本项目构建的综合监测系统由异物入侵监测系统、智能图像分析系统、软件平台及机房设备四部分组成。在重点监控区域, 该系统通过分布式光纤探测定位技术、光纤传感技术和视频监控技术实现对轨道沿线异物入侵的全面监控。具体来说, 系统在轨道两侧围墙上安装光纤复合围栏, 用于感

知和阻挡低空异物入侵, 并通过以太网发送报警信号至总控管理平台。对于从上方越过围栏的异物, 系统利用分布式光纤振动探测定位技术进行监测, 实时捕捉周围异常振动情况。与此同时, 系统在关键位置安装高清球形摄像机, 并配备智能图像分析后台, 对悬挂或缠绕在接触网上的异物进行实时监测和分析, 提高响应速度和准确性。此外, 软件平台整合监控数据, 实现智能分析与报警, 为轨道交通安全运营提供有力支撑。

二、系统设计与实现

1. 光纤复合围栏的设计与实现

项目采用光纤复合围栏技术, 在轨道两侧围墙顶部安装, 形成一道防护屏障。该围栏通过感知钢绞线上的应力变化来检测外部异物的触碰或侵入, 利用光缆传输应变信号至监测主机。监测主机解调量化后的信号, 一旦超过既定阈值, 即触发报警, 同时自动调用现场视频进行事件的确认与跟踪。安装过程中, 技术团队按照精确的设计方案进行操作, 确保光纤复合围栏的正确布置和固定。围栏的控制杆和承力杆的安装位置根据现场条件和设计要求进行精确测量和定位, 以

保证整个围栏系统的稳定性和有效性。光纤连接和熔接工作要求高度精确, 以确保信号的清晰传输和系统的可靠运行。通过这一设计和实施策略, 光纤复合围栏成为轨道安全监测的有效手段, 为轨道交通提供了一层重要的物理防护和技术监控。

2. 分布式光纤振动探测定位技术

分布式光纤振动探测定位技术是系统设计的另一核心部分, 旨在监测轨道沿线的大型异物侵入事件。该技术通过敷设在轨行区两侧的光缆感知异物掉落引起的异常振动信号。光缆的特定芯线用作振动监测传感器, 实时捕捉并传输振动数据至后台处理单元。后台服务器结合智能算法, 分析光纤数据和图像数据, 准确地识别和定位轨行区异物侵入事件。系统的设计考虑了轨行区的特殊环境和监控需求, 选用了适应性强、信号传输效率高、光缆材料和连接技术。技术团队精心规划了光缆的敷设路径和固定方式, 确保光缆的稳定性和长期运行的可靠性。此外, 系统的智能分析能力强化了对异常情况的快速响应, 提高了轨道交通安全管理的效率和效果。通过引入分布式光纤振动探测定位技术, 项目显著提升了对轨道交通安全威胁的监控能力, 为确保轨道交通的平稳运行提供了坚实的技术支持。

3. 智能图像分析系统的设计与部署

智能图像分析系统作为项目的关键组成部分, 负责对轨道沿线的异物入侵事件进行视觉监控和分析。系统通过在关键位置安装高清球形摄像机, 覆盖轨行区及其周边环境, 实现24小时全天候监控。安装的摄像机配备有红外夜视功能, 确保夜间或低光照条件下也能清晰捕捉图像。后台设备利用视频智能分析算法, 对摄像机捕获的实时图像进行处理和分析, 能够识别并警告悬挂或缠绕在接触网上的异物。

系统设计包含环形组网方式, 通过光缆和环网交换机构建稳定的通信网络, 保证数据传输的高速和稳定性。智能图像分析系统与异物入侵监测系统联动, 当后者检测到异物入侵事件时, 智能图像分析系统即刻接收报警信息, 并自动调整摄像头指向报警现场, 对入侵现场进行实时监控和记录, 进一步确认入侵事件并为后续处理提供可靠证据。

该系统的部署细致考虑了摄像机的最佳安装位置和角度, 以及网络设备的稳定运行条件, 确保了监控质量和系统的可靠性。通过智能图像分析系统的设计与部署, 有效提升了轨道交通安全监控的智能化水平, 为运营安全提供了有力的技术支撑。

三、施工过程与技术方案

1. 施工准备工作

施工前, 项目团队对设计文件进行了详细的审核, 并填写了设计文件审核记录。如遇到需变更的问题, 设计和建设单位共同参与设计变更。基于设计文件, 项目团队编制了物资供应计划, 并在建设单位监督下完成了工程物资和设备的报验工作, 确保供应商提供的物资设备满足现场施工及外界环境要求。技术人员结合工程特点和轨行区施工的要求, 提出了施工方法和组织方案, 并编制了施工组织方案实施计划。项目团队还安排了参与项目的施工人员参加由南京地铁组织的安全知识培训, 并确保他们在考试合格后上岗。团队还检查了安装机具的种类、数量及功能, 确保满足施工要求, 并对场地进行了进场条件的检查。

2. 施工技术要求

施工过程中, 项目团队确保了所有设备的配置和技术指标符合要求。外壳漆层、门、盖的完整性, 按钮的灵活性以及各种表示铭牌的完整性和正确性都得到了严格的检查。附

件的完好性也在施工前得到了确认。安装时, 团队遵循按图施工的原则, 确保设备安装位置准确, 安装牢固且平整。所有连接装置、绝缘体的安装均适当可调, 所有外露的金属部分根据相关规程要求接地, 且接地点符合系统要求。另外, 电缆和设备的绝缘电阻值大于IEC规定的要求, 所有用于故障指示和报警的电子回路均正常工作。

3. 施工中的挑战与解决方案

施工中遇到的主要挑战包括安全压力大、作业时间短及施工区域路程长等问题, 导致工作效率低下。为应对这些挑战, 项目团队采取了加派施工人员的策略, 以确保任务按期完成。同时, 通过科学合理地安排人力资源和施工进度, 以及精心组织施工和注重细节, 项目团队保证了既有设备运行的安全, 确保了进度和安全有序可控。针对施工区域长的问题, 团队进行了充分的施工图纸审核和现场调查, 以熟悉现场设备安装位置和现场施工条件, 从而提高了施工效率和质量。

四、系统验收与后续服务

1. 工程预验收与最终验收标准

施工完成后, 项目进入了预验收阶段, 依据合同条款要求的验收计划和相关验收标准执行。预验收的内容包括确保所有设备、电缆布线的安全性和可靠性, 验证所有连接装置、绝缘体、门、盖板的安装是否适当可调。此外, 验收工作还包括确保所有外露金属部分根据相关规程进行了接地, 接地点符合系统要求, 机柜内外干净无杂物, 电缆和设备的绝缘电阻值满足IEC规定要求, 以及所有用于故障指示和报警的电子回路正常工作。设备外观和机架内部的插盘也进行了现场检查。如果在检查过程中发现未满足施工图和业主需求功能要求的地方, 项目团队将按照要求进行整改, 直至满足施工要求和设备系统功能要求为止。质保期结束后, 双方共同进行最终验收, 确保整个系统所有设备、材料及安装无质量问题, 视为验收合格。

2. 质保期及后续服务策略

质保期为2年, 从设备安装调试完毕并通过初验收之日起开始计算。在质保期内, 承包方承诺对所提供的系统和设备继续负责, 记录所有故障, 并在因设备、材料制造及安装质量问题出现设备故障时, 承诺在接到业主通知后12小时内响应, 24小时内派人前往现场排除故障。承包方还将提供设备维修(或更换)的书面报告, 实行“三包”服务策略, 即包修、包换、包退, 并免费提供日常维护服务、排除故障及抢修服务、软件升级服务。质保期过后, 承包方提供相关的维修服务, 明确维修服务的流程和方法, 保证在收到业主维修服务请求后12小时内响应, 并于24小时内到达现场。

五、结语

本文详细论述了S9号线明觉至团结圩区间轨道沿线入侵综合监测系统的设计与实施。我们分析了系统的组成、技术路线, 施工过程, 以及系统验收与后续服务。通过采用先进的光纤技术与智能图像分析, 项目成功实现了对轨道安全的全面监控, 提升了轨道交通安全性能。施工阶段, 团队克服了多项挑战, 确保了施工质量和效率。最终, 系统的顺利验收与质保期内的服务承诺, 展现了该项目在轨道交通安全监测领域的应用价值和前景。

[参考文献]

- [1] 郭志勇. 城市轨道交通自动化监测系统的设计[J]. 自动化应用, 2023, 64(23): 159-160+163.
- [2] 汪波, 腾骞, 鲍枫等. 城市轨道交通设施安全智能监测预警系统设计[J]. 都市快轨交通, 2021, 34(06): 58-64.