

轨道交通沿线入侵综合监测系统方案及应用

李宗

(南京地铁运营有限责任公司 江苏南京 210012)

摘要：随着城市轨道交通建设的快速发展，为有效保障地铁沿线的运营安全，有效监测非法人为入侵和异物侵入等影响地铁安全行为，发展城市轨道交通沿线入侵综合监测系统建设势必成为为保证地铁运营趋势。

关键词：轨道交通；分布式；光纤

一、设计原则

根据防护区域、轨道线路及既有设备分布现状，合理选定光缆及设备安装位置；在不中断地铁运行的前提下，确保列车运营和施工作业安全；本着保障轨道交通运营安全、使用安全可靠、节省工程造价、技术水平先进等因素进行方案设计。

二、设计方案

1. 分布式光纤震动探测子系统

当有异物侵入轨道时，利用分布式光纤震动技术可以感知异物掉落轨道时的异常震动从而引发告警。通过后台的多维数据综合处理服务器对光纤数据进行融合智能处理及算法分析，可准确发现轨行区异物侵入事件，并联动前端摄像机进行抓拍，系统通过局域网将报警信号传输总控管理平台。

采用分布式光纤震动探测技术，不仅可以对入侵人员和异物侵入进行报警，还可对列车的位置、速度、方向状态进行实时监控。

分布式光纤震动探测定位的原理是基于时域反射计。即根据注入光纤中的光脉冲的往返时间和激光在光纤中的传播速度，已知列车引起的散射信号变化接收到时的时间差，就可以计算出列车位置。并且根据列车方向和车长等信息，就可以计算出车头的位置以及整个列车光带。

2. 智能图像分析子系统

由于部分地铁高架区间无防护措施，系统采用了智能图像分析技术，保障沿线立体防护及可视化智能监控，在区间的上、下行接触网立杆每隔 180m 分别安装一台星光级球型摄像机，摄像机错落安装，监控道路上车辆的抛洒物、轨行区的异常情况进行视频记录，为日后查证提供依据。针对于夜晚无光情况，在区间无防护入口和出口、上下行每隔 2KM 处设置星光级摄像机，确保区间无防护区段监控的清晰和准确，便于日后进行对比，排查异常情况。当视频监控视系统接收到报警信息时球机指向报警现场，平台具备摄像机主动跟踪抓拍功能，且实时放大，提取功能，实时监控入侵事件，且对入侵物体进行清晰提取、放大及追踪，做到事中追踪，系统自动生成事件告警记录或者报表记录以便于值班人员事后取证做到事后清晰分析取证。系统具备录像功能，每路录像天数大于等于 30 天。NVR 具备 RAID 5 功能。

3. 中心管理子系统

中心管理子系统是整个系统的核心，包括三个层次：数据采集、系统平台、数据显示。

数据采集

前端采用监控摄像机、监测主机等设备进行数据采集工作，对防护现场周界发生地入侵等异常情况实时监测，并将相关信息通过光缆传输至系统平台。

系统平台

系统平台主要由系统平台服务器、视频分析服务器、监控平台软件一体机、视频存储设备等硬件产品组成。系统平台服务器对前端感应光缆采集的异常信息进行系统识别、模式分析，并将确认的异常信息存储在模式识别库供系统后期深度学习。视频分析服务器调用异常信息发生时间点的监控图像资料，并通过后台算法智能分析，对前端采集的异常信息进行自动甄别，并将确认的异常图像提交至数据显示层。

数据显示

在业务管理部门设置监控终端或监控大屏对系统平台的后台报警信息、监控录像实时查看。

基本功能

数据平台实现的功能模块如下：

报警数据实时显示功能：实时显示报警数据时间、位置、等级等信息；

数据分析统计功能：对报警的数据进行分类归纳统计；

监控终端的分配和管理功能：对各个终端进行权限的管理和监控；

视频监控联动显示功能：将报警的信息视频进行联动；
报警处理过程记录跟踪功能：报警的处理状态进行跟踪管理；
终端设备状态监控功能：监控终端设备状态进行跟踪管理。

3.1 系统逻辑结构

系统的基本结构设计如图所示：

在封闭设施外围安装光缆及摄像机；

在通信机房安装监测主机，并通过传输通道接入已敷设好的光缆；当发生人员攀爬或翻越等非法入侵行为时，监测主机检测到信号并转换为声光报警上传至监控终端；

检测到报警信号的同时，系统自动调用现场的摄像机对报警位置进行拍摄，同时上传至监控终端并存储录像。

3.2 摄像机组网逻辑结构

系统使用多组摄像机形成监控阵列，对现场进行无死角防护，摄像机的组网方式如图 1 所示：

在已成环的光缆链路上，接入多台环网交换机，每台环网交换机接入一台摄像机；

其中一台环网交换机与通信机房内的核心交换机连接；

摄像机组网后，每台摄像机均能连接至视频监控平台，进行流媒体分发、云台控制、视频存储和解码上传至监控终端。

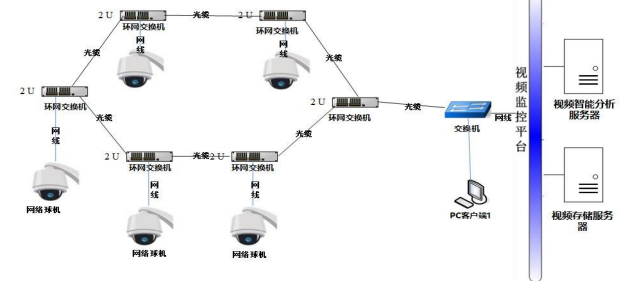


图 1 摄像机组网逻辑结构图

3.3 系统报警逻辑结构

(靠近预警)

(攀爬报警)→提供位置信息→视频联动识别→入侵识别和报警
(翻越报警)

三、社会效益

全程实时监控和预警，及早发现和处置安全隐患、防患于未然，对保障地铁运输安全持续稳定，具有深远和重大的社会效益。

四、经济效益

目前该系统已应用于南京地铁 S3 号线大胜关大桥并行段两侧，S7 号线空港新城江宁至溧水区区间轨道沿线，两条城际线路部分区间均安装了基于振动光缆检测的智能安防系统，采用了震动光缆、视频监控视系统，取得了有效的监视效果，未来将在南京地铁 S9 号线明觉至团结圩区间轨道沿线的石臼湖大桥应用，其他高架线路均可借鉴。

该安全监测系统可以做到全天候事实精确监测异物入侵限界的发生代替人工确认检查，使地铁 24 小时都处于受控状态，降低工作人员的工作次数和强度，减少人力成本，同时有效提高管控能力。

参考文献

- [1]李潇潇.轨道交通综合监控系统测试流程及测试方案设计[J].铁路计算机应用,2011,(04):019.
- [2]姜臻祺.上海轨道交通综合监控系统集成方案设计与应用研究[J].地下工程与隧道,2015,(04):013.
- [3]赵驰.基于 Web 技术应用的轨道交通综合监控系统方案探讨[J].中国建设信息化,2010,(15):014.