

# 城市轨道交通综合监控 2.0 系统探析

张洪涛 彭婧璇 王晓萌

(同方股份有限公司, 100083, 北京)

**摘要** [目的] 为了解决城市轨道交通(以下简称“城轨”)传统综合监控系统存在的体系架构陈旧、系统集成度不足及各专业数据繁杂离散等短板,进一步加强数据共享,提升数据价值,研发了基于城轨云技术的综合监控 2.0 系统。需对该综合监控系统的架构与功能进行深入研究。[方法] 简述了城轨综合监控 2.0 系统中基于城轨云的数据中心级云计算平台与站段云节点的两级架构。介绍了综合监控 2.0 系统的集成范围,以及该监控系统与车辆信息系统的集成接口。基于场景化运营的需求,重点对该监控系统下一键开/关站、正常运营、应急运营、夜间监护及设备运维等运营场景的实现进行了介绍。[结果及结论] 城轨综合监控 2.0 系统在数据融合的基础上,能够有效提高城轨运营效率。

**关键词** 城市轨道交通; 综合监控 2.0 系统; 云技术

**中图分类号** U29-39

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.03.037

## Discussion on Integrated Supervisory Control System 2.0 for Urban Rail Transit

ZHANG Hongtao, PENG Jingxuan, WANG Xiaomeng

(Tongfang Co., Ltd., 100083, Beijing, China)

**Abstract** [Objective] In order to solve the deficiencies of the traditional integrated supervision and control system (ISCS) of urban rail transit, such as outdated system architecture, insufficient system integration and complex data from various specialties, and to further strengthen data sharing and enhance data value, ISCS 2.0 system based on urban rail transit cloud technology is developed. It is necessary to study in depth the structure and function of ISCS 2.0. [Method] The two-level architecture of data centered cloud computing platform and station cloud node in ISCS 2.0 based on urban rail cloud is described. The integration range of ISCS 2.0 and the interface between ISCS 2.0 and vehicle information system are introduced. At the demand of scenario-based operation, realization of the operation scenarios such as one-click on/off station, normal operation, emergency operation, night monitoring and equipment operation and maintenance in ISCS is emphasized. [Result & Conclusion] On the basis of data fusion, ISCS 2.0

can effectively improve the efficiency of urban rail operation.

**Key words** urban rail transit; ISCS 2.0; cloud technology

城市轨道交通(以下简称“城轨”)综合监控系统,互联集成信号、环境控制、电力监控等不同业务应用,通过提供统一的线路运营指挥平台,实现了城轨信息互通、资源共享,提升了自动化水平,提高了城轨运营的安全性、可靠性和响应性。

随着云计算、物联网等新技术的快速发展与成熟,城轨车站环境、客流和设备信息的全面感知,城轨车站的智慧化运营,城轨运维决策的数据支撑等新需求不断提出。在此前提下,城轨综合监控 2.0 系统顺应技术发展趋势,通过不断迭代升级,实现了系统功能和性能的持续提升。

## 1 传统综合监控系统存在的问题

传统综合监控系统设置了服务器、工作站、交换机、FEP(前端处理器)等设备,通过网络将集成、互联系统的数据发送至服务器进行运算处理。在实际应用中,该系统能够基本满足城轨生产运营的需求,但在较多方面仍然存在不足:

1) 体系架构陈旧。传统综合监控系统采用“竖井式”系统架构,在控制中心和各个车站设置机房,并配置冗余的服务器等物理设备。此架构下,设备设施分散,对车站机房空间、电力、消防等资源占用较大,造成资源和能源的浪费。由于车站级综合监控系统承担了较多的数据处理工作,为满足长期运营需要,建设项目往往采用大而全的预算及投资方式,且配置的设备性能远超实际需求,导致建设和运维成本居高不下,IT(信息技术)资源利用率低,资源管理困难。此外,传统综合监控系统可扩展性较差。该系统功能的开发更多依赖于前期设计,随着城轨信息化建设的深入,原有的系统架构无法通过快速扩展来满足新的需求。一旦后续需要进行计算资源扩充,因购置和扩展成本较高,亦无法与其他专业进行灵活统一调配。

2) 系统集成度不足。城轨 FAO(全自动运行)系统近年来逐渐成熟并开始全面推广应用。在 FAO 场景下, 需要实现综合监控系统对车载信息系统的集成<sup>[1]</sup>, 以实现车-地设备的全自动联动, 全面保障运行安全。FAO 模式下, 相对综合监控系统而言, 列车成为移动的车站, 因而需对列车上的设备和信息进行监控, 为乘客提供服务。此外, FAO 场景对城轨运营调度人员亦提出了更高的要求, 综合监控系统只有融合车载信息系统, 才能更好地辅助决策。传统综合监控系统虽然基本实现了对地面各类机电设备的统一管控, 但对于信号、车辆的信息集成明显欠缺, 无法适应 FAO 场景的发展。

3) 各专业数据繁杂离散。城轨网络化运营条件下, 线路设备种类繁多, 客流激增, 以及一系列动态风险使得城轨车站的运营场景日益复杂。传统

综合监控系统已集成和互联了城轨内多数关键系统, 但大多采用“车站-专业-设备”三级数据展现形式, 设备数据平铺式呈现, 调度人员在日常工作中无法直接获取与运营场景关联的数据信息, 只能通过切换不同专业完成设备状态进行查看, 通过人为经验进行判断, 工作效率较低。

综合监控 2.0 系统通过运用新兴信息技术, 克服了传统综合监控系统的短板, 构建了智慧城轨运营生态, 提升了运营效率, 降低了运营成本。

## 2 综合监控 2.0 系统的架构

为解决传统综合监控系统架构所面临的问题, 进一步加强数据共享, 提升数据价值, 综合监控 2.0 系统将采用云架构。基于城轨云的综合监控 2.0 系统架构如图 1 所示。

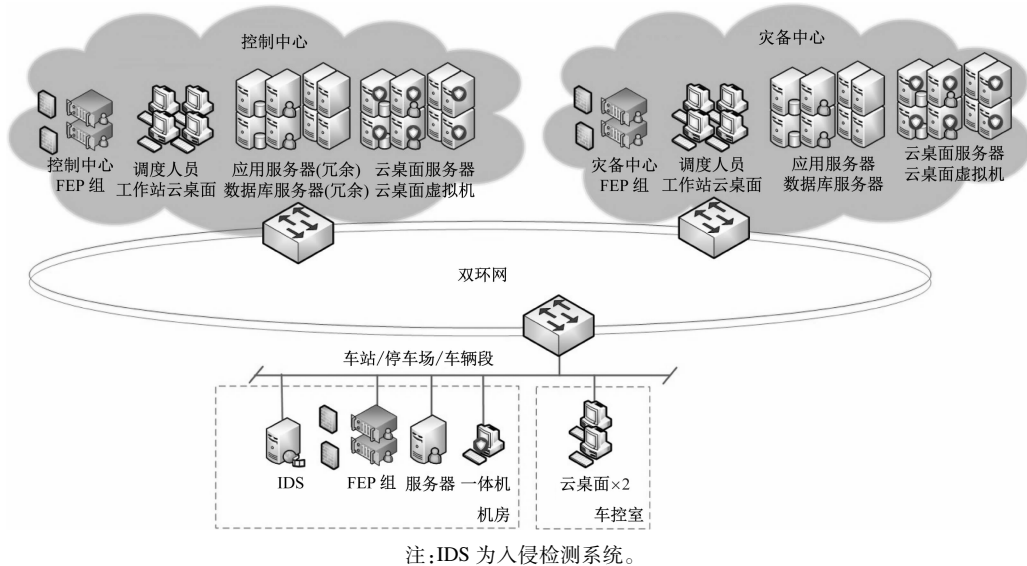


图 1 基于城轨云的综合监控 2.0 系统架构

Fig. 1 System architecture of ISCS 2.0 based on urban rail cloud

云技术的应用使资源共享、按需服务、集成复用、集中管理成为可能, 降本增效成为综合监控系统上云重要的驱动力。综合监控 2.0 系统采用基于城轨云的数据中心级云计算平台与站段云节点的两级架构。为确保业务的高可靠性, 在数据中心级云计算平台设置主用、灾备双中心, 实现了业务快速复制、灵活扩展、简单通用, 颠覆了传统的提供服务方式<sup>[2]</sup>。

云平台架构下综合监控系统采用线路中心级综合监控系统和车站级综合监控系统的两级系统架构。通过云虚拟化的方式由中心云平台提供计

算、存储、网络及安全等服务, 并对车站云节点进行资源调配, 实现中心云平台 and 车站云平台的统一部署与管理。车站节点与其他系统可复用配置少量本地资源, 从而降低现场管理和维护工作, 提升车站设备使用率。此外, 当数据中心网络中断时, 车站级设备还可作为中心云平台的降级备份, 通过现场桌面终端接管本地云节点资源池的控制, 保证系统基础功能的可靠性。云平台实现了资源的统一调配管理, 大大提升了系统的灵活性和扩展性, 减轻了资源和能源的浪费。

综合监控 2.0 系统在达到诸多改善的同时, 也

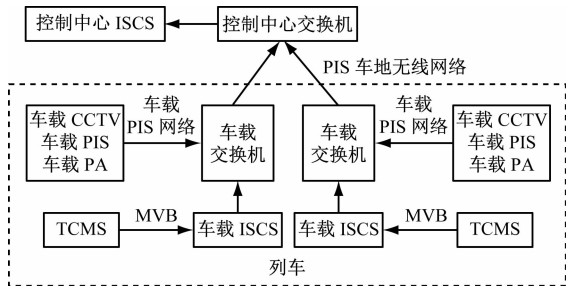
带来了安全性上的问题,因此,需要一套完整的云安全解决方案来满足系统自保、平台统保、边界保护、等保安全的要求。对于云平台承载的部分,其网络信息安全由云平台统筹保护,同时需系统配置信息安全管理平台、工业入侵检测、数据库审计、终端防护软件等。云平台负责承载的应用软件自身安全由综合监控系统负责,并在虚拟服务器中部署了终端防护软件。站段云节点设置了工业入侵检测与终端防护软件,车站级综合监控系统与其他专业接口的安全防护采用了防火墙。

### 3 综合监控 2.0 系统的功能

#### 3.1 车载信息系统的集成

综合监控 2.0 系统的集成范围将进一步扩大,尤其是全面纳入列车信息后,不仅包括车辆本身的机电系统工作状态,也包括服务于乘客的车载 PIS (乘客信息系统)、车载 CCTV (闭路电视) 系统、车载 PA (公共广播) 系统等。车载综合监控系统通过车地无线通信将采集到的车载设备信息传送到控制中心,使中央调度能够清楚地掌握车辆情况,实现真正全面的综合监控。

实现车载信息系统与综合监控系统的集成需打通两个网络:① MVB (多功能车辆总线) 网络——承载 TCMS (列车控制与管理系统) 管控的车辆驱动、制动、车门等设备数据;② 车载 PIS 网络——承载车载 PIS、PA、CCTV 通信。综合监控 2.0 系统与车载信息系统的接口,如图 2 所示。图 2 中,在每列列车上均设置冗余的综合监控系统车载通信管理器,该设备通过 MVB 网络与车载 TCMS 实现数据交互,以获取车辆设备状态信息,包括车辆运行状态、列车驾驶模式、列车环境参数、设备运行状态及能耗等。同时该设备接入车载 PIS 网络,将



注:ISCS 为综合监控系统。

图 2 综合监控 2.0 系统与车载信息系统的接口

Fig. 2 Interface between ISCS 2.0 and vehicle information system

TCMS 信息和车载 CCTV、车载 PIS、车载 PA 数据由 PIS 车地通信通道上传至控制中心综合监控系统。

随着集成范围的扩大,综合监控 2.0 系统也将进一步增强平台化优势,面向行车调度、设备运维、环境监控和乘客服务,对各类数据进行梳理和综合再利用,建立具备场景化、智能化、人性化的监控调度平台。利用数字化信息共享方面的天然优势,综合监控 2.0 系统对各系统数据进行统一、综合、深度的智能处理分析,为城轨运营人员提供直观而详尽的信息和决策支撑,实现城轨综合智能化管理。集成车载信息的综合监控 2.0 系统界面截图如图 3 所示。

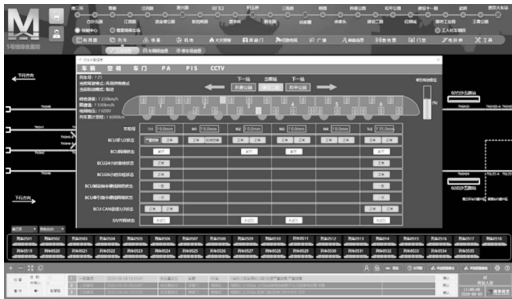


图 3 集成车载信息的综合监控 2.0 系统界面截图

Fig. 3 Screenshot of ISCS 2.0 integrating in vehicle information

#### 3.2 场景化运营的实现

##### 3.2.1 场景化运营需求

在传统综合监控系统功能设计中,各系统要素边界清晰而独立,调度人员可以通过一套软件平台实现面向各系统的设备管理,并利用视频监控、乘客信息、广播等系统与机电设备间联动,以满足部分客运服务需求。随着技术的发展,车站运营更加关注监控数据背后的关联性和相互影响因子,这促使综合监控系统由简单的设备监控向场景化运营转变<sup>[3]</sup>。因此,场景化运营将是综合监控 2.0 系统的基本特征之一。

场景化运营可对调度人员业务流程和不同的岗位职责进行提炼、梳理与分析:将业务流程转变为一组场景的集合,提炼业务流程中的关键点,对业务流程所需执行步骤进行专业协同,为不同的调度人员提供相应的数据分析和策略支持。综合监控 2.0 系统利用数据优势和全面监控的能力,通过场景化运营实现离散化信息的统一呈现,为调度人员提供全自动或半自动运营操作辅助,完



成从人适应系统到系统适应人的转变,优化了系统操作体验。

3.2.2 典型场景

综合监控 2.0 系统场景设计中的关键要素包含人、车、设备及管理系统。

1) 一键开/关站场景。一键开/关站包括开站、关站两个独立的场景,是车站自主运行的重要组成部分,也是调度人员运营业务中的重要一环。一键开/关站场景的内容包含开关站前自检、开关站操作执行与确认。综合监控 2.0 系统发出具体联动指令,由各相关系统执行,并将联动关键步骤的执行

状态实时跟踪反馈给调度人员,必要时提示调度人员进行确认或其他操作。为了满足场景功能,还需在传统综合监控系统接口的基础上进行接口功能增强,包括增加乘客信息系一键唤醒、一键休眠,站台门的一键自检,售检票系统设备远程投运与退出,卷帘门控制等。

2) 正常运营场景。正常运营场景构建的基础是调度人员岗位职责,以及开站后全天正常运营状态下业务流程涉及的各项功能。结合车站客流的运营状态协助调度人员监视客流,接发列车并对重点设备进行巡检。正常运营场景方案见表 1。

表 1 正常运营场景方案  
Tab.1 Normal operation scenario

| 类别   |       | 具体方案   |
|------|-------|--|
| 车站运营 | 高峰运营  | 重点监视列车离站、上下行区域站台门;利用 CCTV 监视关键区域人群密度;基于历史和实时客流进行客流预测;联动 PA、PIS 进行乘客疏导;联动通风空调、照明等系统,以调整乘车环境 |
|      | 非高峰运营 | 各系统按正常模式服务,照明系统依据时间点进行调节   |
| 参观   |       | 显示线路或车站全局图,统计关键指标  |

3) 应急运营场景。应急运营场景主要针对线路、车站在突发事件时的情况。在发生大客流、灾害天气等突发事件时,根据事件等级和灾害类型启

动相应的事件处理流程,帮助调度人员快速应对处置,并自动记录处置过程及事件回溯。应急运营场景方案如表 2 所示。

表 2 应急运营场景方案  
Tab.2 Emergency operation scenario

| 类别  |                                   | 具体方案   |
|-----|-----------------------------------|--|
| 客流类 | 假日及重大活动                           | 监视客流、列车信息;显示、播放客流引导信息;提前调整通风空调系统;组织车站限流,实时通报相关部门   |
|     | 突发性人潮场景                           | 监视客流、列车信息;显示、播放客流引导信息;提前调整通风空调系统;组织车站限流,实时通报相关部门   |
| 事件类 | 恶劣天气(台风、暴雨、高温及地震等)                | 依据天气等级差别,执行相关应急预案;监视主变电所、牵引变电所及接触轨(网)状态;必要时切断牵引供电设备;监视车站环境控制设备状态;监视地面线路及隧道结构状况;联动 PA、PIS 进行乘客疏导,通报相关部门 |
|     | 区间突发事件(水管爆裂、人员入侵、列车阻塞、列车故障及列车火灾等) | 执行相关应急预案   |
|     | 车站突发事件(人员滞留、人员摔倒、物品滞留及车站停电等)      | 执行相关应急预案;联动 CCTV,利用视频分析对突发事件进行分析;联动 PA、PIS 进行乘客疏导;监控事件区域的供电、环境控制系统                                     |
|     | 水位超限(站厅、站台及设备用房等)                 | 执行相关应急预案;监视水位、列车运行状况;根据事故情况关闭事故区段牵引供电设备;启动排水泵  |
| 危机类 | 爆炸、纵火、毒气袭击、可燃气体及列车劫持等             | 执行相关应急预案;通报消防、公安部门;监控动力照明;根据事故情况关闭事故区段牵引供电;监控通风空调、水系统;根据事故情况关闭本站通风及临站排风;联动 PA、PIS 进行乘客疏导               |

为满足此类场景需求,综合监控 2.0 系统需增设外部系统接口,包括从城市应急指挥中心获取天气及外部侵入等信息,从公共交通平台获得实时公交运行时刻等,以保证实现高效决策、快速处理的

目标。

4) 夜间监护场景。夜间监护场景主要针对线路停运后的夜间施工管理和配合,包括施工作业管理,夜间施工人员进出车站数字化管理等,避免人

工管理易出现的错漏。同时根据施工内容的要求,进行施工区域照明、通风等配合工作。

5) 设备运维场景。设备运维管理场景主要针对运维调度及技术人员,为设备运维提供支持。在综合监控 2.0 系统界面中,监视车站受控对象的运行状态和故障报警信息,同时统计设备累计运行时间,对设备的维护保养提供建议提示。更进一步,可对机电设备运行质量和健康度进行数据分析,为具备基本诊断条件的设备提供状态预警功能(状态修功能)和预防性维修等相关功能。此外,增加与资产管理系统接口,建立设备与资产的属性对应关系,跟踪设备及备件购置、使用、折旧、报废的全过程,优化备件配置,实现设备全生命周期管理的闭环链条。设备运维场景方案见表 3。

表 3 设备运维场景方案

Tab.3 Schemes of equipment operation and maintenance scenarios

| 运维场景类别 |           | 具体方案                                   |
|--------|-----------|--|
| 巡检类    | 单兵维保      | 人员定位、设备寻址、人员管控、站务处置                    |
|        | 智能巡检      | 增加与智能化摄像头或机器人功能接口,代替人工巡检               |
| 监测类    | 智能水务      | 对供水系统管道进行区域多级分区计量,并进行漏损分析和控制           |
|        | 风机振动      | 采集风机的速度、加速度、温度等信息,并进行智能分析,实现故障报警       |
|        | 环境控制设备    | 对环境控制配电室的环境状态进行监测                      |
|        | 给排水设备     | 对排污泵、消防泵设备运行数据监视;对管道与管网类动态流量、压力数据进行监视  |
|        | 站台门设备     | 对站台门内各部件的报警数据、关键状态进行监测                 |
| 检修类    | 电梯、自动扶梯设备 | 记录电梯与自动扶梯的运行时间,扶手安全装置动作等信息,实现故障报警与维护预测 |
|        | 日常计划检修    | 人员识别、运维流程信息化、备件领取管理                    |
|        | 应急抢修操作    | 人员识别、应急抢修流程指引、备件领取管理                   |

各类调度人员在同一场景下关注的重点内容和操作流程均不同,因此,综合监控 2.0 系统中的场景规划必须依据用户需求进行设计。场景化运营要求综合监控系统在现有接口功能的基础上进行功能增强,以自动化手段助力设备管理的智慧化,以信息化手段辅助调度人员决策,实现服务于运营、运维和乘客的管理目标。

## 4 结语

新技术的出现和逐步成熟,为智慧城轨建设提供了新的思路和方法。本文详细阐述了综合监控 2.0 系统的架构。该系统在数据融合的基础上,能够发挥集中管理、统一运营的平台优势,满足乘客、城轨企业的多样化服务需求,助推智慧城市轨道交通的数字化和智能化转型升级。

## 参考文献

- [1] 汪侃. 对城市轨道交通无人驾驶模式下综合监控系统建设的几点思考[J]. 城市轨道交通研究, 2018, 21(增刊 2): 12.  
WANG Kan. Reflections on the construction of ISCS in unmanned driving mode of urban rail transit[J]. Urban Mass Transit, 2018, 21(S2): 12.
- [2] 中国城市轨道交通协会. 城市轨道交通云计算应用指南[M]. 北京: 中国铁道出版社有限公司, 2020.  
China Association of Metros. Application guide for cloud computing in urban rail transit[M]. Beijing: China Railway Publishing House, 2020.
- [3] 陈韵舟. 轨道交通智慧车站研究[J]. 科技创新与应用, 2020(16): 62.  
CHEN Yunzhou. Research on smart stations in rail transit[J]. Technology Innovation and Application, 2020(16): 62.

· 收稿日期: 2021-06-09 修回日期: 2023-07-17 出版日期: 2024-03-10  
Received: 2021-06-09 Revised: 2023-07-17 Published: 2024-03-10  
· 通信作者: 张洪涛, 高级工程师, zhanght112@foxmail.com  
· ©《城市轨道交通研究》杂志社, 开放获取 CC BY-NC-ND 协议  
© Urban Mass Transit Magazine Press. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license

欢迎投稿《城市轨道交通研究》

投稿网址: [tougao.umt1998.com](http://tougao.umt1998.com)