

文章编号: 1005-8451 (2013) 09-0054-04

# 基于数据融合的城市轨道交通线网指挥中心 综合信息平台研究

张 铭<sup>1</sup>, 李新文<sup>2</sup>, 王小飞<sup>2</sup>, 杨金林<sup>1</sup>, 白 丽<sup>1</sup>

(1.中国铁道科学研究院 电子计算技术研究所, 北京 100081;  
2.深圳市地铁集团有限公司, 深圳 518026)

**摘要:** 线网指挥中心综合信息平台是城市轨道交通网络化运营管理的主要技术保障系统。在分析城市轨道交通线网管理需求及特征的基础上, 引入全生命周期管理的理念, 提出了具有信息融合的开放式架构的综合信息平台框架和功能。探讨了信息共享机制、实时监控与GIS技术结合、多模式应答及设备报警趋势预测等关键技术。系统应用对网络化运营管理具有决策支持、安全保障和数据资源效益发挥的重要作用。

**关键词:** 城市轨道交通; 线网指挥中心; 信息融合; 网络化平台; 运营决策; 应急管理

**中图分类号:** U231      **文献标识码:** A

## Study on integrated information platform of Network Command Center for Urban Transit based on data fusion

ZHANG Ming<sup>1</sup>, LI Xinwen<sup>2</sup>, WANG Xiaofei<sup>2</sup>, YANG Jinlin<sup>1</sup>, BAI Li<sup>1</sup>

(1. Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing 100081, China;  
2. Shenzhen Metro Group CO. Ltd. Shenzhen 518026, China)

**Abstract:** The integrated information platform of Network Command Center was the main technical support system of network operation and management for Urban Transit. On the basis of analyzing the features of network management requirements, the paper introduced the idea of life cycle management and put forward the integrated information platform framework and function of open architecture with information fusion. Besides, it explored key technologies such as the mechanism of information sharing, real-time monitoring with GIS technology, multiple modes of response and device alarm trend prediction. Application showed that the System played an important role in decision support, security and resource efficiency of network operation and management.

**Key words:** Urban Transit; network command center; information fusion; network platform; operational decisions; emergency management

轨道交通系统技术复杂、空间密闭、人群集聚, 线路换乘站增多和客流的跨区域流动, 加剧了线网运营组织管理的复杂性和难度, 对城市轨道交通网络化运营管理提出了巨大挑战。因此, 城市轨道交通线网指挥中心就成为应对这一难题的有效手段, 目前各大城市的轨道交通企业都在开展规划、筹建和应用。作为线网指挥中心的核心系统, 其成为了汇集线网实时运营信息、安全监控、运营评估、组织协调、应急管理的一体化综合信息平台, 构成了线网指挥中心日常业务的重要技术支撑。

收稿日期: 2013-07-20

作者简介: 张 铭, 副研究员; 李新文, 高级工程师。

## 1 网络化运营需求分析

### 1.1 线网运营信息的采集与共享

随着城市轨道交通线路运营积累的大量专业系统数据, 需要充分对其进行收集、整理、分析和挖掘, 形成城市轨道交通企业具有自身特点的数据中心, 为远期运营规划提供指导和辅助决策。

城市轨道交通涉及线路、隧道、车辆、电力、信号、环境监测等多个方面, 监控对象分为固定、移动、自然和突发 4 大类, 监控设备更是种类繁多, 为了统一集成、管理各种检测、监测数据, 实现关键信息的抽取和资源共享, 需要构建与各专业系统、监控设备的接口, 定义规范的接口标准,

包括传输接口技术指标,技术要求、接口方式等,形成针对城市轨道交通各类专业系统数据管理的接口技术方案,实现分散在各子系统中不同区域不同用途的数据统一获取,需要通过联网实现集中综合分析。

## 1.2 综合协调需求的衍生

日常运营过程中,线路间的换乘协调、跨区域客流运营组织方案、首末班车的衔接等都是线路间协调的重要内容。分散的运营控制中心(OCC)间沟通联络仅通过公用电话或传真,信息交换无法达到全面准确,影响网络运营组织效率。轨道交通内部应急管理业务网络层面急需统筹协调,各线路 OCC 或各运营主体因管理职能的局限性,难以独立完成应急任务,线路间的资源配置、对外部其他交通方式的协调需求日益紧迫。

## 1.3 网络运营安全保障体系的要求

城市轨道交通相对封闭的环境、大规模集聚的群体、日益复杂的设备系统增加了安全隐患,一旦发生事故,很可能造成重大损失。其应急能力是城市应急管理和处置突发事件必不可少的基础保障。轨道交通发生一般的线网突发应急事件和重大应急事件时,突发事件的快速处理,紧急资源的调配,疏散救援的引导都对城市轨道交通网络格局的安全保障体系提出了更高要求。

# 2 线网指挥中心信息平台的构建

城市轨道交通线网运营(应急)指挥中心,即 Traffic Control Center (TCC),作为轨道交通多线运营的综合协调角色,负责协调各条线路的控制中心及各运营主体,实现综合监视、多线路运营协调、应急指挥、信息共享,以及与外部有关单位互通联动等功能。综合信息平台主要为 TCC 提供所有轨道交通线路的数据采集、综合监视、信息交换、

统计分析、应急管理和运行维护等服务。

利用先进的 GIS 技术、通信技术、网络技术,实现监控信息采集、资源共享、应急协同指挥、数字化预案、动态资源调配等关键技术于一体,构建综合性信息平台。

## 2.1 信息共享的开放式架构

为满足各项业务需求,系统由多个具有专项功能的软硬件系统整合组建。其中,系统应用软件采用 B/S 结构为主, C/S 结构为辅的混合结构,软件采用模块化设计、易扩展和可冗余,并具有自动热备份故障切换,保证可用性和可靠性。

从业务应用角度,系统平台可分为 7 层架构体系,如图 1 所示。其中主要包括:

网络层:构建局域网独立部署系统,保证网络传输的高效。采用独立环网方式传输信息,通过设置 OCC 交换机、CCTV 交换机等方式接入各条线路的监控信息,确保网络数据安全。

系统硬件层:配置应急平台运行的基础硬件设备,包括:网络设备、主机系统等,以及具有专项功能的硬件系统,如视频监控系统、信息发布系统等。

数据资源层:统一管理平台内的各类数据,从业务逻辑角度构建为 8 个数据资源库,包括监测信息库、基础设施空间库、客流库、预案库、

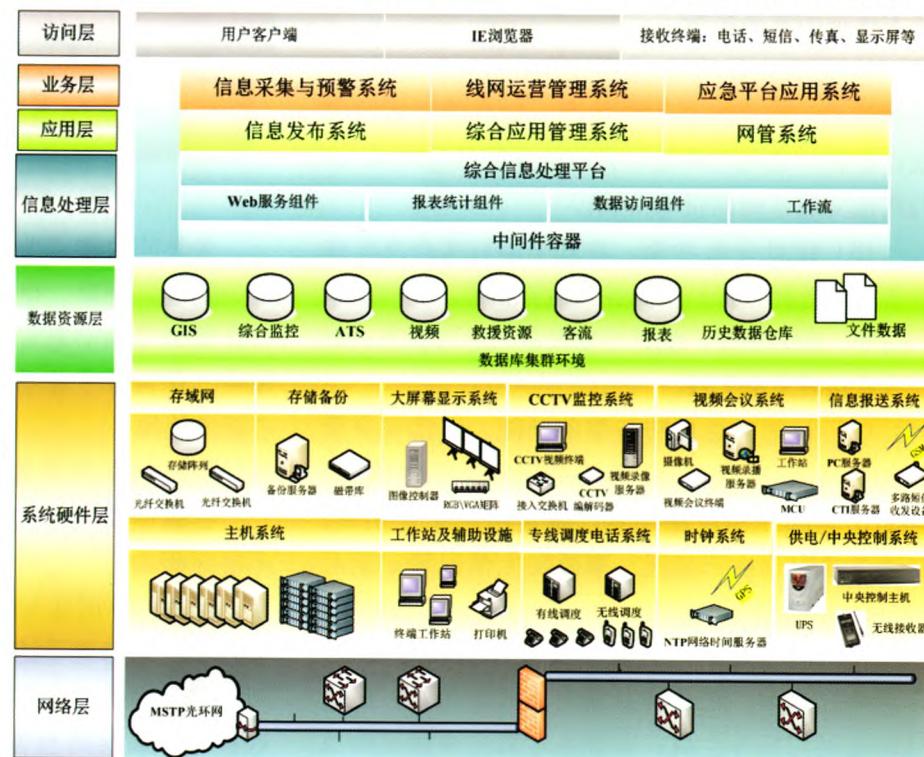


图1 系统总体架构

资源库等。

访问层：用户客户端访问、Web访问、移动客户端访问等，将平台的信息发送至各种接收终端上，如电话、手机。

## 2.2 全生命周期的理念

为了满足日常、紧急状态下的综合业务需求，引入全生命周期的理念，即“预防、准备、响应、恢复”的4个阶段，如图2所示。

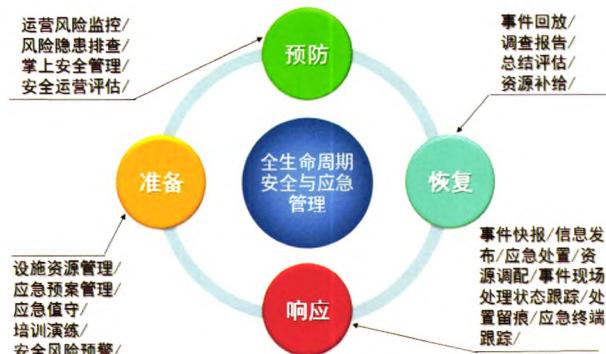


图2 全生命周期管理的理念

## 2.3 系统设计

(1) 监督管理功能。采集各条线路的实时运营信息，监督轨道交通各条线路的列车、设备运行状态，一定级别的报警信息管理，实现监测预警功能；监视客流状态，分析客流运行态势，采取客流预测手段对大客流预警；必要时协调各运营主体组织客流疏散。

(2) 运营上报功能。查看线路的实时运营信息、视频信息，定期报送运营状况、安全管理相关的统计报表。实现与其他社会单位预警信息的接入，与其他交通系统的资源协调。

(3) 统计分析功能。对列车运行状态及车站设备状态数据分析，核算各线运营指标，例如列车正点率、故障率等，统计主要设备的运行状态，制作各种报表定期汇报。

(4) 日常应急预防与准备功能。日常安全管理监督、应急值守、救援资源管理、培训演练。自动化编制线网应急预案，制定应急配合预案。整理各线安全生产情况、事故发生情况等定期汇总，生成报表。

(5) 应急处置功能。突发事件的及时接报，应急响应启动，现场信息采集，紧急通知，应急辅助决策与指挥会商；监督各运营主体预案的执行和处理情况，适时协调；与有关专项社会应急

单位联动；事后总结评估等功能。

## 3 综合信息平台的关键技术

### 3.1 多源异构的信息融合

城市轨道交通各业务系统之间缺乏信息共享的标准化机制，数据的及时性、有效性与利用率不高。各业务系统的大量信息具有异域异构性，采用异构数据共享集成技术，ESB架构，通过数据库级共享及服务共享多种方式，利用统一规范的数据服务接口，实现与其他系统的信息交换和共享。构建统一的数据共享平台，支持异构、多源、实时、信息交换和共享实现技术，满足相关规定，保证监测数据采集、报警处理和上报的时效性、正确性、完整性和安全性要求，如图3所示。

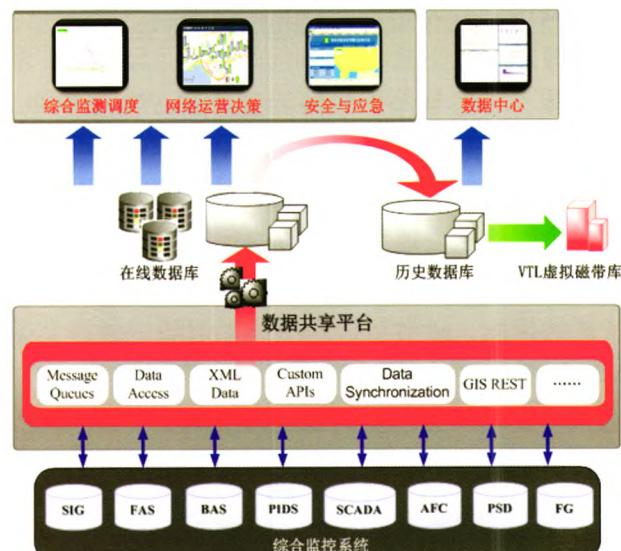


图3 多源异构信息融合结构

采集的数据需要通过综合信息处理平台进行统一处理，抽取、格式转换，将整理后的数据统一存储到线网信息管理平台实时数据库及数据仓库中，作为各专业系统基础数据源，供各业务中心系统使用。

### 3.2 设备行车及客流的实时监控技术

在轨道交通行业中，列车运行控制系统利用闭塞区间的方式已对车辆的位置进行了电子化管理，仅适用于调度人员指挥行车。利用GIS技术，将行车信息与电子地图定位、行进轨道位置研究判断功能相结合，实现了列车的地理位置实时展示和运行延误的预警技术。模拟车站设备布局，展示设备故障信息，具有实时监测和动态预警预

测功能,同时具有实时性、可靠性和准确性,为应急救援决策和设备的日常检修维护工作提供决策依据。客流预警监测界面图如图4所示。



图4 客流预警监测界面

### 3.3 资源动态调配与应急决策技术

为了提高城市轨道交通处置突发事件的效率,构建多层级立体化指挥体系,匹配系统中应急处置的业务流程,有效地保障了救援信息的可达性和处置过程的流畅性。建立数字化预案,将现有的电子化应急预案经过处理、转换,针对事件处置要求提取与当前事件背景相一致的内容,结合现场资源调配,组建能够直接用于处置事件的措施方案。启动突发事件生成数字化预案时,调用当前事件匹配的应急预案,与现场地点的救援资源信息相融合,结合可调用资源的数量、配置等属性,与预案的文本关联替换,生成可直接指导现场救援的应急处置方案,辅助指挥人员决策。

### 3.4 多模式通知应答技术

为了满足城市轨道交通突发事件处置过程中,第一时间向有关人员快速通知以及反馈的需求,在系统中实现了多种通讯方式的综合集成,用户只需在统一界面输入通知信息,指定通知方式后,系统自动实现有关人员的通知。采用呼叫中心一体化技术,利用计算机终端将指挥命令、通知、情况通告等信息进行录入,通过电话自动通知、短信通知、传真通知等手段及时将信息发送到相关人员,保证指挥调度命令及相关信息能及时准确地下达。

### 3.5 设备故障趋势预测技术

设备状态信息采集系统基于标准协议,实现

了对监测区域内所有设备状态数据的高频实时采集。根据运营需求、设备特点等因素对设备进行综合分析、聚类;数据分析存储系统设计实现了改进型灰色灾变预测方法,具有短时设备故障的预警预测功能。该技术作为一套完整的、可行的、有效的设备故障预警预测方案,实时提供设备故障的预测预警结果,方便了决策者及时采取相应的措施进行应急控制,如:应急力量组织、救援资源调配和设备故障排查检修等。具有较高的实时性、良好的可靠性和满意的准确性,为应急救援决策和设备的日常检修维护工作提供决策依据。

## 4 结语

线网指挥中心的综合信息平台为城市轨道交通公共服务提供统一的平台,提供了安全保障、为应急处置提供快速救援手段。该综合信息平台已在国内多个城市轨道交通投入使用,承担线网运营指挥与应急管理职能,能够有效辅助线网管理人员掌握网络化运营实时动态状况和运营效果,提高了处理重大事故和突发事件的反应速度和科学决策能力,有效地预防事故的发生,减少损失。通过与城市各级应急平台体系对接,保障了城市交通运输安全,充分整合、发挥各种资源的综合效益。

### 参考文献:

- [1] 康耀红.数据融合理论与应用 [M].西安:西安电子科技大学出版社, 1997.
- [2] KWON E, PITT S. Evaluation of Emergency Evacuation Strategies for Downtown Event Traffic Using a Dynamic Network Model [J]. Journal of the Transportation Research Board, 2005.
- [3] 张铭, 王富章, 李平.城市轨道交通网络化运营辅助决策与应急平台 [J].中国铁道科学, 2012, 33 (1): 113-120.
- [4] 张铭, 徐瑞华, 李献忠.城市轨道交通应急救援能力的评价 [J].都市快轨交通, 2007, 20 (1): 30-33.
- [5] 张铭, 徐瑞华, 杨珂.城市轨道交通网络运营组织协调性研究 [J].城市轨道交通研究, 2007, 10 (11): 44-48.
- [6] 王富章, 李平, 刘德山.城市轨道交通智能综合监控系统及关键技术 [J].交通运输系统工程与信息, 2004, 4 (3): 24-28.

责任编辑 陈蓉