

doi:10.3969/j.issn.1672-6073.2016.05.011

城市轨道交通线网 应急处置协调系统研究

刘阳学

(中国铁道科学研究院电子计算技术研究所 北京 100081)

摘要 线网应急事件处置协调系统由信息资源、信息技术、保障体制等要素组成,通过对信息资源的融合、分析处理,实现对应急事件的信息传递、应急响应、应急处置及总结评估。通过研究城市轨道交通线网应急组织结构,提出和应急组织结构对应的系统层次结构、系统主体框架和总体功能架构,并对建设线网应急应急处置协调系统所需要的关键技术进行研究,包括信息组团技术、地理信息系统技术和预案数字化技术。这些技术的应用,为线网应急事件的处置协调提供了可视化的资源调配;可实现系统自动联动,调取事件相关辅助决策信息;灵活的数字化预案实现应急事件数字化处置,提供处置流程的智能化指引,在很大程度上提高了应急响应能力。最后,指出系统在建设过程中的注意事项。

关键词 城市轨道交通;线网应急处置;信息组团;预案数字化

中图分类号 U231 文献标志码 A
文章编号 1672-6073(2016)05-0055-05

1 建设应急处置协调系统的必要性

城市轨道交通网络化运营的突发事件具有专业复杂、人员密集程度高、影响范围广等特征,而城市轨道交通线网安全管理及紧急救援需要有全方位的应急信息作决策支持,急需建设线网应急处置协调系统,在应对突发事件时,实现系统联动,自动在电子地图上定位事发点,快速展示事件相关的救援物资、救援队、救援列车和社会救援资源等分布信息,自动切换到现场视频监控,为事件处置人员提供数字化预案,在系统智能化

指引下及时采取救援措施,迅速疏散乘客,快速恢复线路的正常运营,把人员伤亡、运营损失降低到最低。

线网应急处置协调系统的建立对高效、有序地处置突发事件十分必要。突发事件的处置需要联合多个单位,相互高度配合才能提高整体应急能力,因此除了建设由信息资源、信息技术、保障体制等要素组成的线网应急处置协调系统,还需从管理层面成立线网应急指挥中心,统一协调和指挥各不同部门和不同组织,发挥其在突发事件处置中的作用。对内部负责协调各线路间的行车调度方案,可以指挥大型换乘站的客流分离和疏导工作;对外部将负责将突发事件的整体情况上报至上级领导和市政府应急领导小组,且在需要时报请其他交通部门比如公交系统等配合完成客流的疏导和运输工作^[1]。

2 线网应急组织及系统层次结构

2.1 线网应急组织结构

城市轨道交通运营公司按照政府应急管理体制要求,从加强本企业内部事件、灾难应急响应处理能力出发,结合日常安全生产事件管理,成立3层企业线网应急组织结构,包括线网应急处置协调中心(network command center, NCC)、线路控制中心(operation control center, OCC)和事件现场临时指挥部^[2](见图1)。

2.1.1 线网应急处置协调中心

线网应急处置协调中心的主要责任是负责整个城市轨道交通网络的列车调度和运营协调。在突发事件情况下,NCC指挥各线路应急指挥中心,启动相应的应急预案,指挥事件现场指挥部尽快恢复运营,避免突发事件扩散;NCC对上级领导或者政府级应急指挥中心进行事件报送,必要时协调其他部门进行协助救援。

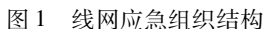
2.1.2 各线路应急控制中心

各线路OCC负责本线路列车调度和车站的客流

收稿日期:2016-03-09 修回日期:2016-03-29

作者简介:刘阳学,男,硕士研究生,从事城市轨道交通信息集成研究,liuyangxue@139.com

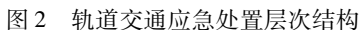
基金项目:北京市科技计划课题(Z151100001315002)



2.1.3 事件现场指挥部

2.2 应急处置协调系统层次结构

根据线网应急组织结构,以及考虑到城市轨道交通线网应急处置协调的具体业务需求,将系统划分为4级结构,如图2所示。



第3层,NCC企业级调用轨道交通各条线路的线网运营调度平台、线网运营评估平台、线网信息管理平台 and 线网信息发布平台等系统信息,对各条线路运营状态实时监视,实现运营监管、应急管理、综合协调等多项职能;必要时与OCC进行指挥会商、应急联动。对上接受市政府级别以上的突发事件的应急指挥领导,与其他交通系统协调救援资源。

第4层,NCC 政府级应急领导小组通过访问 NCC 系统查看各条线路的运营信息、应急事件及处置进展等信息;必要时向 NCC 企业级提供其他交通系统信息,进行资源协调。

3 系统主体框架和功能

3.1 系统主体框架

线网应急处置及协调系统包括信息资源、技术、基础设施等组成要素,通过对信息资源的融合、分析处理,实现对应急事件的信息传递、应急响应、应急处置及总结评估。主要由应用软件系统、紧急事件处理室、传输及通讯设施组成,主体框架如图 3 所示。

围绕线网应急事件处置及协调的建设目标,结合日常数字化预案管理、模拟演练和资源管理的应急预案,以及战时突发事件应急数字化处置和善后恢复,覆盖运营应急综合管理的功能需求,归纳建设内容,主要包括4个层面:应用软件系统、硬件支持系统、紧急事件处理室及配套设施、通信传输及配套设施。

3.2 系统总体功能架构

线网应急处置协调系统,遵循“平战结合”的原则,充分利用地理信息系统(geographic information system, GIS)实现突发事件应急处置协调的各项功能,满足NCC对突发事件应急处理及综合协调的各项需求,包括:日常安全管理业务有关的“日常信息组团”、“资源管理”和“系统管理”;平时的预防准备“数字化预案管理”;以数字化应急处置为主线,进入“事件数字化处置”、“突发事件信息报送”、“总结评估”和“应急信息组团”,贯穿事前、事中、事后的全过程闭环管理的功能设计^[4-5](见图4)。

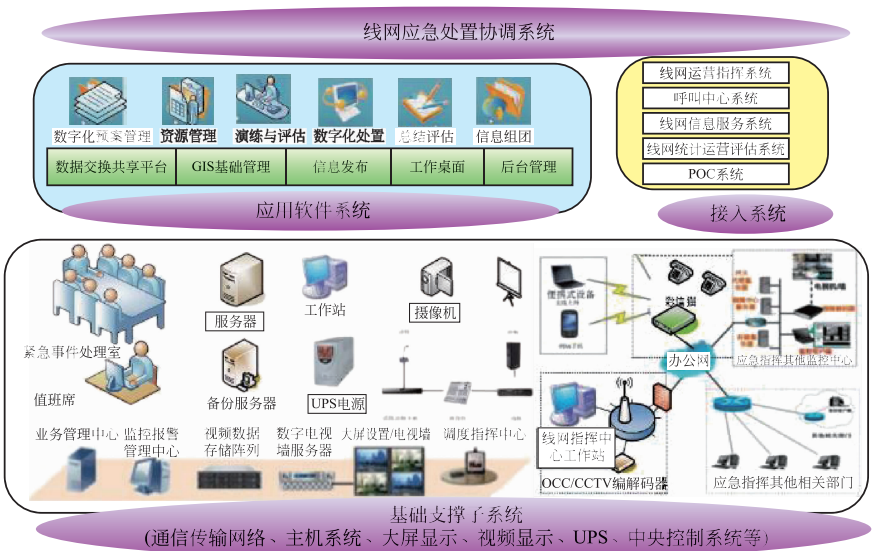


图3 线网应急处置系统主体框架

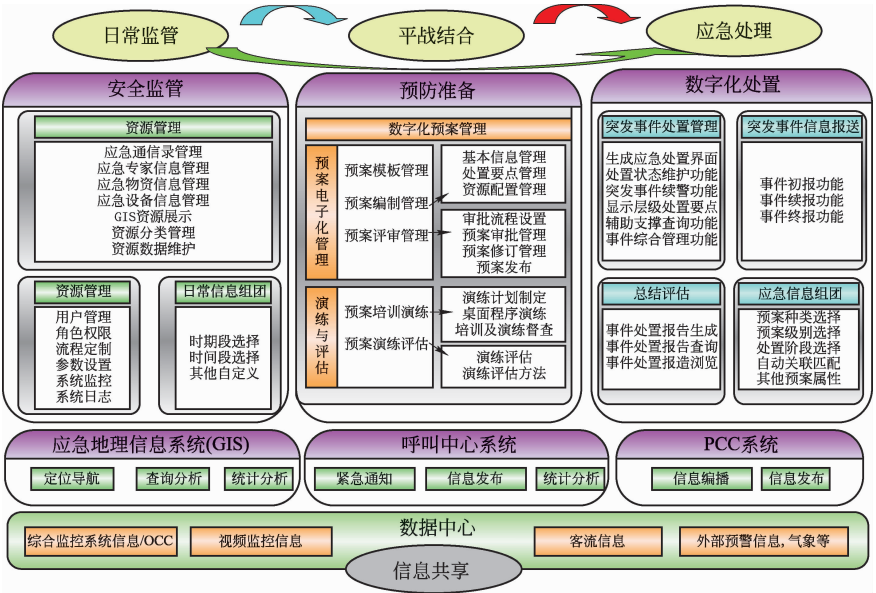


图4 系统总体功能架构

3.2.1 数字化预案管理

主要实现数字化应急预案的相关管理功能,包括预案制定、预案电子化管理、预案演练与评估和预案分级分类管理等。

3.2.2 应急资源管理

主要实现数字化应急预案的相关管理功能,提供应急物资储备信息管理、应急组织机构管理、应急通讯录管理、应急专家信息管理等。提供应急数字化处置相关调用接口,实现应急资源的关联查询,并提供数据交换接口,实现与外部其他应急相关系统的数据交换。

3.2.3 应急事件数字化处置

实现快速、准确、高效应对突发事件,并对突发事

件进行总结和归纳。在应急事件数字化处置过程中,系统调用应急地理信息系统,在 GIS 地图上直观查看救援资源和地况地貌等信息;调用紧急呼叫系统进行快速信息上报;通过信息发布系统进行信息发布。

3.2.4 应急地理信息子系统

完成在既有 GIS 的基础上增加救援资源的 GIS 应用和各模块对地图及有关功能的调用。充分发挥 GIS 功能,为应急事件数字化处置、应急资源管理和综合信息展示服务。

3.2.5 信息组团

信息组团分为日常信息组团和应急信息组团,为应急数字化处置提供全方位的信息支持。

4 关键技术研究

4.1 信息组团

信息组团在线网的层面上,通过各种模板或者存储信息,将车站、线路以及线网各个层级采集到的内容资源(主要包括音视频文件、文本文件、图片图形、报告表格、运行过程图等诸多信息)。根据线网业务以及事件的相关性,组成一套行之有效的规则,此规则规定了展示的内容、顺序等因素,然后通过一系列的功能进行重新分类、组合和过滤及筛选,最后将对事件有决策或者指导意义的信息显示出来,为线网的处置提供材料的支撑和决策的依据。

根据信息组团功能需求,设计自定义模式,实现监视元素编辑与关联映射,大屏资源规划与管理,以及信息组团触发条件编辑与执行等功能,信息组团方案如图5所示。

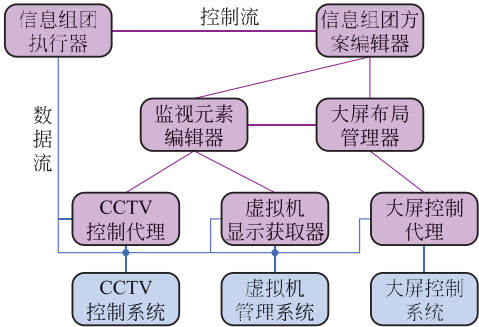


图5 信息组团实现结构

图5中,信息组团执行器,通过闭路电视监视系统(closed circuit television, CCTV)控制代理和虚拟机获取器获取信息组团方案确定的数据信息,通过大屏控制代理执行信息组团方案的展示;监视元素编辑器主要实现监视元素来源、安全控制、命名与描述等信息的设置与关联;大屏布局管理器将大屏布局的各个显示模式与监视元素建立关联,提供单个和组合屏幕预览设置,并可保存为模板。

4.2 地理信息系统

利用专业的 ArcGIS 软件,搭建 GIS 平台。在服务端,利用 ArcGIS Server 提供地图服务,客户端采用 Flex 技术,完成地铁图层和救援资源图层创建、描绘、地图渲染,直接嵌入系统页面,并能够轻松地与页面功能实现动态交互式操作,具有定期更新地图数据的功能。

线网应急事件处置协调系统与 GIS 平台的集成,可分为客户端、服务层、GIS 平台层、空间数据引擎层、数据层5个部分(见图6)。

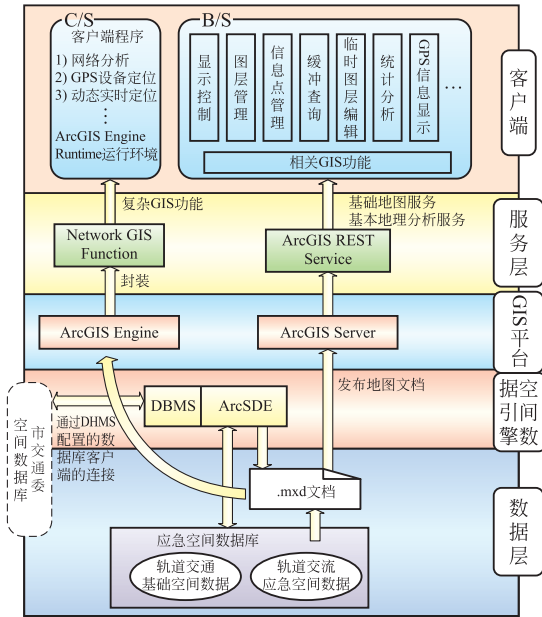


图6 GIS系统集成应用框架

4.2.1 数据层

通过 ArcSDE 软件管理存储在数据库中的空间数据,同时利用 ArcSDE 的 Replication 技术在应急空间数据库中建立 GIS 只读数据版本,并将既有三维地图文档也保存在数据层中,供 C/S 客户端调用。

4.2.2 GIS 平台层

采用 ArcGIS Server、ArcEngine 平台。利用 ArcGIS Server 将地图文档发布为地图服务,可供 B/S 客户端调用。ArcGIS Engine 主要用来开发三维浏览的 C/S 客户端。

4.2.3 服务层

主要采用 ArcGIS REST Service 提供的基本地图服务和基本地理信息分析功能,同时服务层还包括利用 ArcObject 组件为线网应急处置协调系统开发提供复杂地理分析功能的服务。

4.2.4 客户端

客户端为满足线网应急处置协调系统要求采用 B/S 方式,主要利用 ArcGIS Flex API 开发具有良好客户体验和快速响应的 B/S Flex 程序。同时,利用服务层提供的各种分析服务完成满足线网应急处置协调系统要求的 GIS 功能。

4.3 预案数字化

预案数字化是将现有的文本预案经过处理、转换为按照一定结构组合的可操作的数字化信息,形成数字化预案的过程。根据预案的人员组织架构、岗位职责及救援措施、处置流程、处置要点和关联资源等进行属性设置,实现预案与突发事件本身属性的匹配,从而

实现突发事件的数字化处置。

预案数字化的关键步骤包括应急资源库建立、预案分级分类管理、建立数字化预案模板和数字化预案的生成4个步骤:

1) 建立应急资源库。应急资源库包括应急组织机构、应急通讯录、应急群组、救援措施库、处置流程库、处置要点库、救援资源库等。应急资源库为预案数字化提供基础数据支撑。

2) 预案分级分类管理。按事件处置层级将预案分为线网级预案、线路级预案和车站现场处置级预案3类;依据国家突发事件分级体系,按照事件影响范围和危害程度等因素,将预案响应等级依次分级为:特别严重突发事件(Ⅰ级)、严重突发事件(Ⅱ级)、较重突发事件(Ⅲ级)和一般突发事件(Ⅳ级)。建立分级分类的预案体系实现了预案匹配的高效性。

3) 建立数字化预案模板。在应急资源库中抽取共用的应急领导小组、处置流程、处置要点、救援资源等;对预案模板也可以根据具体需求自定义增加预案的要素。建立的数字化预案模板,为预案数字化的快速生成起到了很大作用。

4) 数字化预案的生成。建立数字化预案数据结构,包含预案的属性,如应对事件类型、预案级别、环境条件等,建立视图关联,即对“何种事件在何种环境条件下启动何种预案级别”建立搜索链表。

系统对数字化的预案处置流程、操作要点、救援措施和救援资源等,根据搜索条件,能够快速组建满足确定的事件类型、预案等级、涉及各处置层级岗位的具体处置流程和操作要点,以及需要调用的资源和救援力量,实现预案数字化以及应急事件数字化处置。

5 结语

城市轨道交通网应急处置协调系统的建设,对全面提高城市轨道交通应急管理水平和线网调度人员应对突发事件的快速响应处理能力具有十分重要的意义。线网应急处置协调系统并非是独立的系统,需要通过数据采集平台获取 CCTV、火灾自动报警系统(fire alarm system, FAS)、环境与设备监控系统(building automation system, BAS)、电力监控系统(power supervision control and data acquisition, PSCADA)、列车自动监控(automation train supervision, ATS)、自动售检票(automatic fare collection, AFC)、票务清算中心(clearing center, ACC)等系统数据,实现数据共享,发挥综合监控系统数据的最大作用,为城市轨道交通运营提供辅助决策^[6],因此,在线网应急处置协调系统建设过程中,需要同步建设数据采集平台和数据中心,充分利用线网资源来提高线网应急事件处置的能力。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 李军.地铁运营多层级应急指挥系统的研发与实现[J].都市快轨交通,2013,26(1):29-32.
- [3] 蔡蔚.上海城市轨道交通远景网络化建设的实践与思考[J].城市轨道交通研究,2011,14(9):6-8.
- [4] 刘光武.城市轨道交通应急平台建设研究[J].都市快轨交通,2009,22(1):12-15.
- [5] 于革,贾利民,秦勇,等.城市轨道交通应急处置决策支持系统研究[J].铁路计算机应用,2013,22(7):40-43.
- [6] 徐瑞华,滕靖.城市轨道交通网络应急指挥辅助决策支持系统的相关问题研究[J].城市公用事业,2010,24(3):1-4.

(编辑:曹雪明)

Research on the Network Emergency Treatment and Coordination System for Urban Mass Transit

Liu Yangxue

(Institute of Computing Technologies, China Academy of Railway Sciences, Beijing, 100081)

Abstract: The network emergency treatment and coordination system is composed of information resources, information technology and infrastructure. On the basis of the integration and analysis of information resources, this system implemented the function of accident information transfer, accident response, emergency treatment and accident summary. Research on the network emergency organization of urban mass transit, system hierarchy structure, system framework and the overall function structure were put forward, and some key techniques are presented which are used in the process of the system development. The application of these techniques provided visualization of the resource allocation for the network emergency treatment and coordination system. It realized system automatic linkage to obtain the event decision making information, and implemented digital emergency treatment by the flexible digital plans, which provided the disposal process of intelligent guidance to improve the emergency response ability. Finally, some problems were pointed out in the system construction.

Key words: urban mass transit; network emergency treatment; information group; plan digitalization