

基于信息流的城市轨道交通 应急管理研究

赵振江¹, 祝 蕾², 张 宁², 徐 文³

(1. 南京地铁运营有限责任公司, 南京 210012; 2. 东南大学智能运输系统研究中心轨道交通研究所, 南京 210096; 3. 北京城建设计发展集团股份有限公司, 北京 100037)

摘 要: 为适应城市轨道交通网络化运营需求, 针对当前轨道交通应急管理的不足, 首先分析城市轨道交通突发事件的基本特性。在此基础上, 从信息流的角度介绍构建以应急组织机构为主体, 并由应急预案管理、应急资源管理、事件标准处置方法管理、历史事件案例管理和突发事件管理组成的应急管理体系框架。最后, 以信息流为导向构建事前信息采集与筛选、事中信息分析与处理、事后信息总结与反馈的动态闭环式轨道交通应急管理流程, 并分析应急管理各阶段的工作重点, 为轨道交通应急管理提供新的思路和方法。

关键词: 城市轨道交通; 应急管理; 信息流; 突发事件

中图分类号: U231

文献标志码: A

文章编号: 1672-6073(2017)06-0104-06

Emergency Management Based on Information Flow in Urban Rail Transit

ZHAO Zhenjiang¹, ZHU Lei², ZHANG Ning², XU Wen³

(1. Nanjing Metro Operation Co., Ltd., Nanjing 210012; 2. ITS Rail Transit Research Institute of Southeast University, Nanjing 210096; 3. Beijing Urban Construction Design & Development Group Co., Limited, Beijing 100037)

Abstract: In order to meet the demand of urban rail transit network operation, the paper analyzes the basic characteristics of emergencies in urban rail transit in view of the shortcoming in emergency management of rail transit. Then, the paper proposes the emergency management system framework with the emergency response organization as the center from the perspective of information flow, which is composed of emergency plans management, emergency resource management, management of standard incident disposal methods, case management of historical incidents and emergency management. Finally, by taking the information flow as the guidance, a dynamic closed-loop management process is constructed, which includes information collection and screening before the incident, information analysis and processing during the incident, and information summary and feedback after the incident. The focus of each stage of emergency management is discussed to provide new ideas and methods for the rail transit emergency management.

Keywords: urban rail transit; emergency management; information flow; emergencies

城市轨道交通以其运量大、高速、准点、低能耗、安全、舒适等优势吸引了国内各大城市的关注。据中国城市轨道交通协会统计^[1],截至2016年末,全国21座城市拥有两条以上的轨道交通线路,预示着轨道交通

网络化运营格局日趋形成。网络化运营呈现出与单线运营显著不同的特征,如客流量激增、线路关联性强、突发事件更易传播、社会影响更大等,这些特征对轨道交通的运营管理和应急管理工作提出了更为苛刻的要求。如何使应急管理工作适应轨道交通网络化发展的需求,成为城市轨道交通行业共同面临的问题和挑战。

目前,关于应急管理体系结构、应急预案和保障资源配置方面的研究已有一些成果:崔艳萍等^[2]从系统科学的角度挖掘导致事故发生的管理缺陷原因,提出以信息系统为基础的安全管理体系;宋键等^[3]指出城

收稿日期: 2017-02-17 修回日期: 2017-06-27

第一作者: 赵振江,男,本科,安全总监,研究员级高级工程师,从事城市轨道交通安全管理工作,zhenjiang329@163.com

基金项目: 交通运输部建设科技项目(2015318J33080);江苏省重点研发计划(社会发展)项目(BE2016740);南京地铁运营有限责任公司专项项目(8550140226)

市轨道交通应急体系由预警体系、防御体系、预案体系和组织体系组成;秦勇等^[4]从组织结构、工作模式及工作流程等方面概述了轨道交通应急管理的基本体系框架,并设计了轨道交通应急管理信息系统的总体结构;刘阳学^[5]提出与应急组织结构相对应的系统层次结构、系统主体框架和总体功能架构。然而,应急管理的过程环节控制是整个应急管理工作的关键所在,其核心是实现对事件管理过程中各级信息的收集、分析、处理与反馈。信息作为城市轨道交通应急管理过程中各组织、各环节之间沟通协调的载体,是对应急管理过程中各项事件特征及活动状态的真实反映。信息的传递形成信息流,信息流是应急管理工作的重中之重,它是城市轨道交通应急管理过程中的主线,贯穿突发事件应急处置的始末。轨道交通企业的应急能力很大程度上取决于对事件信息的掌握程度。鉴于此,本文结合城市轨道交通应急管理的工作现状,从信息流的角度探讨应急管理的体系框架和工作流程,为应急管理工作的开展提供新的思路和方法。

1 城市轨道交通突发事件特性

城市轨道交通突发事件是指在轨道交通运营线路上,因自然灾害、设备故障、公共卫生、社会安全等因素,造成运营中断、人员伤亡、财产损失等影响轨道交通正常运营的非正常事件^[6]。城市轨道交通面临的突发事件类别众多,结合突发事件的作用机理、表现特征及动用资源类型等因素,将突发事件分为自然灾害事件、事故灾难事件、公共卫生事件和社会安全事件4类^[7],如图1所示。

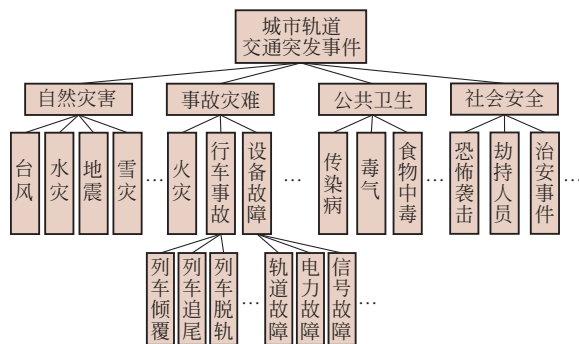


图1 城市轨道交通突发事件类别

Fig.1 Emergency categories of urban rail transit

同时,由于城市轨道交通系统具有环境封闭、运转强度大、人员和设备密集等特点,其面临的突发事件具有突发性、紧迫性、不确定性、严重性、扩散性和社会性等基本特性。

1) 突发性。轨道交通突发事件通常以偶然的形式发生,难以预测预警,要求相关的应急部门迅速做出决策和响应,尽快控制事态发展,减少突发事件对运营产生的影响。

2) 紧迫性。轨道交通突发事件发展迅速,对运营组织产生的影响也比较迅速,甚至危及行车安全,突发事件一旦发生,对事件是否及时处置决定了救援工作的有效性。

3) 不确定性。城市轨道交通突发事件是发生、发展、变化的动态过程,事件的发展趋势、影响范围均不能事先描述和确定,使得突发事件的后果和严重程度具有不确定性。

4) 严重性。由于事件的突发性,救援行动往往滞后,甚至可能会做出不正确的处置,从而造成生命、财产、设施和环境等方面的巨大损失。

5) 扩散性。在网络化运营条件下,突发事件具有扩散和传播特性。单点或单线的突发事件往往会波及相邻站点或相连线路,甚至整个线网,对线网内的运营组织造成影响。

6) 社会性。轨道交通在公共交通系统中的重要地位决定了其突发事件对社会的重大影响。一旦发生轨道交通突发事件,可能会影响大范围的居民出行,产生社会负面效应。

突发事件的基本要素包括突然爆发、需紧急处置、难以预料、传播迅速、后果严重等。因此,及时、准确、畅通的信息流是应急人员辨别事件性质、认清事态状况、进行判断决策、采取应急行动以及协调各方救援力量的依据,并且对于把握和控制事件的态势、扼制事件的传播和扩散、消除事件的不确定性和严重性具有重大作用。

2 基于信息流的城市轨道交通应急管理体系基本框架

城市轨道交通应急管理是指在应对轨道交通突发事件的过程中,对突发事件的起因、过程及后果进行分析决策,有效集成和联动城市轨道交通内外部相关资源,对突发事件进行高效预警、控制和处理的过程^[8]。近年来,城市轨道交通应急管理体系建设的核心内容围绕“一案三制”(即应急预案,应急管理体制、机制和法制)的思路开展,取得了显著成效。但就现实而言,仍存在理论和经验积累有限、预案适用性差、协调机制缺乏、联动性不足等弊端。

信息流作为城市轨道交通应急管理的重要资源,

是应急管理活动的主线,在预警阶段离不开对信息的采集与筛选,在处置阶段离不开对信息的处理和掌控,在恢复阶段离不开对信息的总结与反馈。从信息流的角度考虑,城市轨道交通应急管理工作主要涉及三个层面的内容:一是时间层面,分为事前、事中、事后的突发事件应急管理生命周期过程;二是信息层面,形成信息采集、信息处理和信息反馈的动态闭环过程;三是管理层面,主要包括应急预案管理、应急资源管理、历史事件案例管理、事件标准处置方法管理和突发事件管理。在轨道交通应急管理过程中,信息需求主体为应急组织机构;信息需求客体包括突发事件的预警信息、处置信息、恢复信息和案例信息,具体涉及应急预案、应急资源、事件标准处置方法、事件案例和突发事件的相关信息等。因此,基于信息流的城市轨道交通应急管理体系基本框架就是在应急组织机构的领导指挥下,对突发事件发生的事前、事中、事后各阶段开展应急预案管理、应急资源管理、历史事件案例管理、事件标准处置方法管理和突发事件管理等各项管理活动,如图2所示。

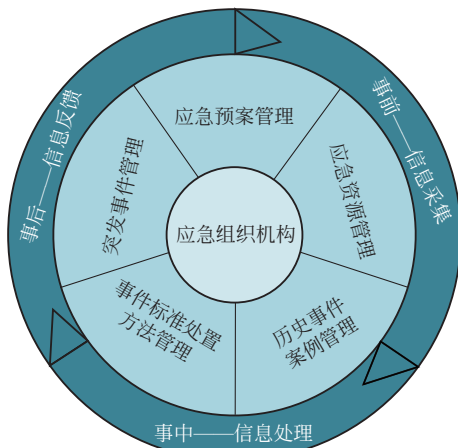


图2 基于信息流的城市轨道交通
应急管理体系基本框架

Fig. 2 Basic framework of emergency management system
for urban rail transit based on information flow

1) 应急组织机构。应急组织机构是应急管理体系的中枢,是“平时”状态下应急体系建设的主体机构,也是“战时”状态下应急指挥的决策和执行机构。在突发事件应急处置过程中,信息流转的载体即为应急组织机构的各部门。完善合理的城市轨道交通应急组织体系是应急处置执行力的集中体现,也是轨道交通应急管理工作取得成效的关键所在。为保证以信息流为导向的应急管理体系高效运转,构建应急组织机构时,

在纵向上要尽量减少信息流传递的层次以防止信息的丢失或失真,在横向上要实现不同部门之间的信息共享。应急组织机构的设立一般应包括应急领导小组、应急指挥机构和现场处置机构,形成应急处置过程中的决策层、判断层、执行层的多层次应急组织体系,有助于突发事件的信息报送及下达的处置指令在各层级间有序流转,如图3所示。

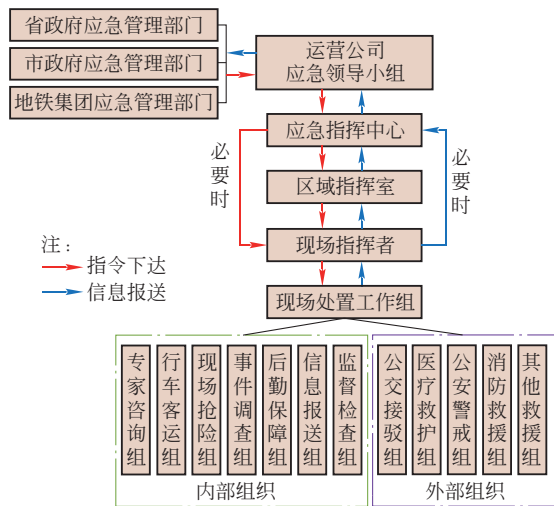


图3 多层次的轨道交通应急组织机构

Fig. 3 Multi-level emergency organization of urban rail transit

2) 应急预案管理。城市轨道交通应急预案是在辨识和评估潜在的重大危险、事件类型、发生的可能性、发生过程、事件后果及严重程度的基础上,对应急组织机构及职能,人员、技术、装备、设施(备)、物资、救援行动及其指挥与协调等方面预先做出的具体安排。应急预案管理是指对应急预案编制、评审、发布、使用、培训、演练和修订等全过程的管理。通过建立相应的预案信息数据库,可实现根据关键词自动搜索匹配的应急预案以及对预案的可视化、模块化管理。应急预案信息库可最大化实现信息资源的共享,提高应急处置过程中信息的流转效率。

3) 应急资源管理。城市轨道交通应急资源是指在城市轨道交通突发事件预防、应对、恢复等环节需要的人力、资金、物资、信息和技术等各类应急资源。应急资源管理是通过科学的方法或手段,合理地处置突发事件调配人力资源、应急物资、运输保障资源并提供应急技术平台和应急资金等的行为或过程。信息流视角下的应急资源管理包括资源信息的采集与整合、资源信息平台建设、信息更新与维护、资源的调配与共享等方面。在突发事件处置过程中,物流、资金流等都

在应急管理过程中属于事前预警准备环节。突发事件预警是对轨道交通的关键风险要素进行监控、预防和预警,从而避免轨道交通内外部风险演变为突发事件。预警的内容包括:可能引起突发事件的人员伤亡、设施设备故障、大客流、自然灾害预警以及纵火、爆炸、恐怖活动等事故预警等,可采用人工报送与自动化设备监控相结合的预警方式,获得相关的事件源信息和设备监测数据,并将超过预警阈值的信息筛选出来。指挥中心工作人员根据预警信息和事件的发展趋势、紧迫性、危害程度等因素,将突发事件的预警等级分为Ⅰ级(红色)、Ⅱ级(橙色)、Ⅲ级(黄色)、Ⅳ级(蓝色),如表1所示。

表1 突发事件预警等级
Tab.1 Emergency warning levels

预警等级	情况描述	应对措施
Ⅰ级	预计事件影响范围为线网级别,事件会随时发生,事态正不断蔓延	相关人员备齐应急抢险设备和物资,前往各预警现场集结待命
Ⅱ级	预计事件影响范围为线路级别,事件即将发生,事态正逐步扩大	相关人员全部上岗,并对整个区域进行逐一排查,各保障部门备齐人员和物资
Ⅲ级	预计事件影响范围为多个站点,事件已经临近,事态呈扩大趋势	相关人员上岗对隐患部位进行逐一排除,专业救援队到岗集结待命
Ⅳ级	预计事件影响范围为单个站点,事件即将临近,事态可能会扩大	对隐患部位进行重点排查,专业救援队随时待命

3.2 事中信息分析与处理

根据突发事件应急处置的需要,将通过不同渠道采集来的异构信息进行分析、加工、处理,去除其中错误、冗余的事件信息,并提炼生成有用的信息,以提高信息的流转效率和突发事件的处置效果。在城市轨道交通应急管理中,信息的分析与处理集中体现在事中应急响应阶段。信息流视角下的应急响应工作流程可以概括为以下4点。

1) 事件信息初判。现场工作人员及巡查人员的人工报警信息和设备的自动报警信息通过统一的信息平台汇集至区域指挥中心后,工作人员对采集到的相关报警信息进行记录、分析和处理,对事件信息进行初步判断。依据突发事件的现象、特点、可能的影响范围和严重程度等判断突发事件的类型和响应级别。响应级别一般分为Ⅰ级(线网级)、Ⅱ级(线路级)、Ⅲ级(多站点级)、Ⅳ级(单站点级)。不同等级的响应由不同指挥层级来组织,相关单位按照预案的要求和程序开展应急救援。超过本级应急处置能力时,报请上一级别的应急机构来组织应急救援。

2) 事件信息发布。接警人员在确定响应级别后按照不同等级的信息报送要求,完成初期信息的传递,并及时调动相关的应急资源。初期信息按照时限要求及时报送至应急指挥中心和相应级别的应急响应单位,具体包括各级政府、公安、消防、轨道交通企业内部各部门、社会公众、新闻媒体等相关组织机构。同时,信息的处理与发布要注意各部门的密切配合和各步骤的规范化、标准化,只有准确的信息才能帮助各组织做出正确的判断和决策,失真或错误的信息将对应急处置产生负面影响。因此,信息收集、整理和加工过程中应坚持实事求是、核实确认的原则,避免多头信息,信息发布内容要力求准确、及时、可靠、精练,具体应包含指挥室、线路号、事件发生的时间、地点(线路、车站上、下行线,里程标等)、事件简况、影响程度等,且信息发布坚持“及时准确、集中发布、分级响应、联动迅速、持续跟进”的通报原则。

3) 预案启动。轨道交通企业通过应急指挥平台实现对应急预案的可视化管理。在应急处置过程中,相关工作人员利用关键词,从应急指挥平台的应急预案库、历史事件案例库、事件标准处置方法库中搜索相关的专项应急预案和相关处置信息。应急指挥中心或区域指挥中心工作人员在确定启动预案、发布处置方案前可根据实际情况进行调整与完善,并将生成的应急处置方案下发至各应急部门。同时,应急指挥平台可提供所有应急救援单位的处置方案执行情况、处置工作进展情况的记录和展现功能。

4) 信息流转。信息流贯穿于应急预警到恢复运营的全过程,且宜按照“横向联动、纵向贯通、对外公开”的原则进行流转。横向联动是指在应急处置的不同阶段,所涉及的轨道交通内外部组织、人员之间均按照应急预案的相关规定建立联动协调机制,确保多专业、多部门的组织和人员之间信息的顺畅交互。纵向贯通是指从应急预警到恢复运营的全过程,各环节、各层级的组织与人员要在纵向上按照应急预案的相关规定建立贯通性的协调机制,理顺应急处置过程中信息流的流转程序和关系,确保全过程的高效运转。对外公开是指突发事件发生时,通过各信息发布渠道及时准确地向社会公众发布事件原因和处置情况,公开化和透明化的事件信息能够避免引起公众的不解和恐慌,帮助轨道交通企业更快捷高效地处置突发事件。

3.3 事后信息总结与反馈

信息流视角下的突发事件总结评估主要针对事前预警准备、事中响应处置、事后恢复评估这三个阶段开

展,涵盖应急管理的全过程。应急救援结束后根据事件调查结果,对突发事件划分等级。目前,大多数城市按照《国家城市轨道交通运营突发事件应急预案》^[1]中对突发事件的分级方法和标准,并结合自身情况拟定适合的分级标准。同时,就突发事件救援过程中暴露出的问题和不足进行总结评估,及时调整、修订、完善相应的预案并制定改进的处置措施,总结分析应急管理活动中的经验教训,更新突发事件历史案例库,将评估总结的结果反馈至事前预警准备阶段。

4 结语

信息流是城市轨道交通应急管理中的关键要素,对应急管理过程中信息流的梳理和掌握直接影响应急管理工作能否高效运作。在分析城市轨道交通应急管理的研究现状和轨道交通突发事件基本特性的基础上,以信息流为导向研究应急管理体系建设的基本框架。同时,基于信息流的角度,构建事前信息采集、事中信息处理及事后信息反馈的轨道交通应急管理工作流程,并分析各环节的工作重点,为轨道交通应急管理体系的构建提供新的思路,对实现城市轨道交通应急管理的流程化、标准化和体系化,有效提高应急管理工作效率具有现实意义。同时,随着通信技术的发展,信息的获取和传递更加便利,突发事件发生时产生大量的不确定信息使得应急处置变得更加复杂和困难,因此如何借助计算机网络和现代通信技术,将本文提出的应急管理体系框架和工作思路应用到实际工程中以提高应急处置的决策效率和质量,是未来的重点研究方向。

参考文献

- [1] 城市轨道交通 2016 年度统计分析报告[R]//中国城市轨道交通协会信息. 北京:中国城市轨道交通协会,2017(2). Statistical analysis report of urban rail transit in 2016[R]//Message of China Association of Metros. Beijing: China Association of Metros, 2017(2).
- [2] 崔艳萍,唐祯敏,李毅雄.城市轨道交通现代安全管理体系构建初探[J]. 中国安全科学学报,2005,15(3):43-48. CUI Yanping, TANG Zhenmin, LI Yixiong. Exploration on modern safety management system of urban rail transit [J]. China safety science journal, 2005, 15(3): 43-48.
- [3] 宋键,杨耀.城市轨道交通应急体系研究[J]. 城市轨道交通研究,2009,12(9):7-9. SONG Jian, YANG Yao. Research of emergency system in urban rail transit [J]. Urban mass transit, 2009, 12(9): 7-9.
- [4] 秦勇,王卓,贾利民.轨道交通应急管理系统体系框架及应用研究[J]. 中国安全科学学报,2007,17(1):57-65. QIN Yong, WANG Zhuo, JIA Limin. Research on the system framework and application of railway transportation emergency management [J]. China safety science journal, 2007, 17(1): 57-65.
- [5] 刘阳学.城市轨道交通线网应急协调系统研究[J]. 都市快轨交通,2016,29(5):55-59. LIU Yangxue. Research on the network emergency treatment and coordination system for urban mass transit [J]. Urban rapid rail transit, 2016, 29(5): 55-59.
- [6] 张艺凡,陈文瑛.地铁运营突发事件应急响应模式的马尔科夫链分析[J]. 中国安全科学学报,2015,25(2):165-170. ZHANG Yifan, CHEN Wenying. Markov chain analysis of metro network in responding to emergency [J]. China safety science journal, 2015, 25(2): 165-170.
- [7] 国务院.国家突发公共事件总体应急预案[Z].2006-01-08. http://www.gov.cn/yjgl/2005-08/07/content_21048.htm The State Council. Master State Plan for Rapid Response to Public Emergencies[Z]. 2006-01-08. http://www.gov.cn/yjgl/2005-08/07/content_21048.htm
- [8] 刘奇,徐新玉.城市轨道交通应急处理[M]. 北京:人民交通出版社,2015. LIU Qi, XU Xinyu. Emergency treatment of urban rail transit[M]. Beijing: China Communications Press, 2015.
- [9] 牛宏睿,李秋明,王超,等.轨道交通突发事件的分级分类方法研究[J]. 铁路计算机应用,2012,21(5):26-28. NIU Hongrui, LI Qiuming, WANG Chao, et al. Research on grading and classification method of emergency incident for urban transit [J]. Railway computer application, 2012, 21(5): 26-28.
- [10] 韩泉叶,王晓明,党建武.城市轨道交通线网突发应急事件分类分级模型研究[J]. 城市轨道交通研究,2011,14(10):37-40. HAN Quanye, WANG Xiaoming, DANG Jianwu. Model research on the classification of emergencies in urban rail transit network [J]. Urban mass transit, 2011, 14(10): 37-40.
- [11] 国务院.国家城市轨道交通运营突发事件应急预案[Z]. 2015-04-30. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/14/content_9751.htm The State Council. Chinese Emergency Response Plan of Urban rail transit operation emergencies[Z]. 2015-04-30. http://www.gov.cn/zhengce/content/2015-05/14/content_9751.htm

(编辑:王艳菊)