

基于多部门协同的城市轨道交通应急处置组织结构*

陈琪¹ 莫义弘² 罗钦² 潘伟健¹

(1. 深圳市地铁集团有限公司, 518040, 深圳; 2. 深圳技术大学城市交通与物流学院, 518118, 深圳//第一作者, 工程师)

摘要 面向城市轨道交通网络化运营条件下安全、高效的应急处置业务需求, 引入多部门协同方法对城市轨道交通应急处置组织结构进行优化重组。以深圳地铁为例, 构建四层十级多部门协同体系, 并基于统一建模语言(UML), 对优化后的城市轨道交通应急处置组织结构进行描述。该应急处置结构有助于实现应急指挥过程中各部门的多点联动及协同处置, 提高运营管理部门对突发事件的应对能力、响应速度及处置效率, 达到节约处置时间、保障城市轨道交通安全有序运营的目的。

关键词 城市轨道交通; 应急处置; 多部门协同; 组织结构
中图分类号 F530.7

DOI:10.16037/j.1007-869x.2019.04.019

Urban Rail Transit Emergency Disposal Organization Based on Multisectoral Synergy

CHEN Qi, MO Yihong, LUO Qin, PAN Weijian

Abstract In order to meet the business requirements of safe and efficient emergency disposal under the network operation conditions of urban rail transit, a multisectoral synergy is introduced to reorganize and optimize the organizational structure of rail transit emergency disposal. With Shenzhen metro as the background, a four-layer and ten-level multisectoral synergy system for emergency disposal is constructed, the optimized organizational model of emergency disposal is described based on unified modeling language (UML). This structure of emergency disposal helps to realize multipoint linkage and collaborative disposal of relevant departments in the emergency commanding process, enhances the emergency response ability, response speed and disposal efficiency of operational management departments, so as to save the disposal time and improve the overall disposal efficiency.

Key words urban rail transit; emergency disposal; multisectoral synergy; organization structure

First-author's address Shenzhen Metro Group Co., Ltd., 518038, Shenzhen, China

0 引言

城市轨道交通运营以安全和高效为核心要求。随着我国城市轨道交通的高速发展, 庞大复杂的网络结构、日益增加的网络客流、制式繁多且日渐老化的设施设备等因素都可能为日常运营生产带来安全隐患, 引发各类运营突发事件。如果运营管理部门无法对突发事件做出快速有效的反应, 则可能造成行车延误、运营中断等不良影响, 降低城市轨道交通的服务水平, 甚至对乘客的生命财产安全造成威胁。因此, 如何提升城市轨道交通运营管理部门面对突发事件的应对能力和处置效率, 是城市轨道交通应急安全管理亟需解决的问题。

目前, 国内外对城市轨道交通应急处置的研究包括突发事件及应急预案管理、应急处置理论、应急处置系统研发与应用等方面。文献[1-2]对我国城市轨道交通应对突发事件存在的问题进行分析并提出加快应急响应速度、完善应急导向标志、优化行车组织调整、及时公交接驳疏散等应对措施; 文献[3]建立应急预案的, 分级分类三元组模型及相应算法; 文献[4-5]基于本体语言, 对城市轨道交通应急预案进行本体化描述, 并提出相应的描述模型和预案搜索算法; 文献[6-9]开发并运用针对运营突发事件的列车延误及客流疏散仿真系统。

上述针对应急处置的研究中, 较少涉及应急处置的组织结构, 对各部门之间的协同处置也关注不多。本文采用多部门协同方法对城市轨道交通应急组织结构进行重组和建模, 旨在优化城市轨道交通应急处置效率和安全管理能力。

1 多部门协同应急处置作业特点

随着计算机和网络通信技术的发展, 传统单人独立的工作模式已逐渐过渡为集群、组团的工作模

* 教育部人文社会科学研究一般项目(15YJCZH108); 广东省自然科学基金项目(2018A030313119)

式。城市轨道交通运营企业与政府之间、企业内各部门之间项目在应急处置条件下存在密切业务联系,因此,需要构建群组协同配合的工作模式和协同工作环境,对多部门协同环境下的应急处置组织结构进行描述和重组优化。考虑城市轨道交通应急处置作业实际工作情况与生产需求,多部门协同应急处置体系应具备以下特点:

(1) 应急处置空间分布协同性。空间分布用于描述业务过程中各细分岗位的地理位置及职责的分布性。空间分布的优点在于面对突发事件时,应急处置体系中各部门、各岗位之间可快速建立方便高效、分散灵活的作业关系。应急处置作业空间分布协同性是描述在应急处置过程中,分布于不同职能岗位、不同地理位置的每个成员,以安全、高效完成应急处置作业的行为目标为中心,基于行为目标驱动形成的一个可重组的动态网络化工作集合。

(2) 应急处置时间同步协同性。指应急处置作业人员以协同的方式,在同一时间内进行决策和交互,通过达成自身业务目标从而完成应急处置共同作业目标的协作形式。同步协同性的优点在于可以让应急处置过程中分散在各地的作业人员借助网络进行实时交流,实现信息的互联互通,解决了以往信息传递层级多、效率低、信息容易失真的问题,极大地提升了工作效率。

(3) 应急处置时间异步协同性。实质是所有参与处置作业的成员通过协同的工作方式在不同时间内进行决策和交互,按照严格的顺序按部就班地完成自身的分项业务目标,从而最终完成应急处置总体业务目标的协作形式。异步协同性的特点是在应急处置过程中的部分任务需要相关处置成员按照一定顺序进行处置作业,当前一个任务进程未完成时,后续任务进程都无法进行,只能依靠提高处置成员的个体工作效率来提高应急处置总体工作效率。

基于应急处置作业多部门协同环境下的空间分布协同性、时间同步协同性、时间异步协同性等特点,考虑到城市轨道交通应急处置安全、高效作业要求,在现有城市轨道交通应急处置组织结构基础上,构建支持应急处置多部门协同体系的组织结构模型,实现描述应急处置作业位于不同地理位置的分布式业务过程和活动的有序性过程,以及可以适应应急处置作业过程中的动态变化和柔性调整的要求。

2 多部门协同应急处置组织结构模型

在以往的集中式应急处置组织结构中,线网管控中心及调度指挥中心原则上具有全局信息掌握和任务执行控制的决策权。在运营过程中发生突发事件时,线网管控中心着眼全线网综合把控;调度指挥中心居中控制,负责应急资源的统筹分配,并贯穿整个应急处置作业全过程,是事件信息数据的集散中心。集中式组织结构要求系统总体通信数据量相对较大,且各智能体的点对点通信次数较多。由于各基层执行部门的作业行为都受调度指挥中心控制,故在突发事件涉及处置部门较多或者应急处置作业任务要求较为复杂的情况下,想要实现全局的精确控制和协同作业是非常困难的。因此,集中式的组织结构并不能完全满足当前城市轨道交通应急处置作业的需求。

相比之下,多部门协同体系采用“集中式”管理和“分布式”作业相结合的模式,由管控层居中控制,指挥层、执行层和发布层交互作业、多点联动、协同处置,最终达到节约处置时间、提高处置效能的目标。

2.1 四层十级多部门协同体系

在现有的应急处置集中式组织结构基础上,从综合管理、协调指挥、实施作业及信息传递等层面进行分析,将所有参与应急处置作业或与之相关的对象划分为管控、指挥、执行和发布等4个层次,进而细分为政府管控、集团或运营公司管控、线网管控、调度指挥、现场指挥、车辆驾驶、车站控制、抢救维修、信息发布和乘客等10个作业级,最终构建应急处置四层十级多部门协同体系(如图1所示)。

(1) 管控层。包含政府管控级、集团或运营公司管控级和线网管控级。当发生重大突发事件时,管控层各工作级需立即成立应急处置领导小组,监控突发事件详细信息及处置状况,并在指挥层遇到无法决策的重大问题时给出决定性处置方案。管控层可通过系统云端服务器对突发事件及处置过程进行直接监控,减少了指挥层向上汇报的工作量,提升了应急处置效率。

(2) 指挥层。包括调度指挥级和现场指挥级,为应急处置作业的核心层。其中,调度指挥级的工作内容贯穿整个应急处置作业的全过程。在多部门协同应急处置体系中,调度指挥级直接下发调度指挥命令到云端服务器,可通过读取服务器数据对

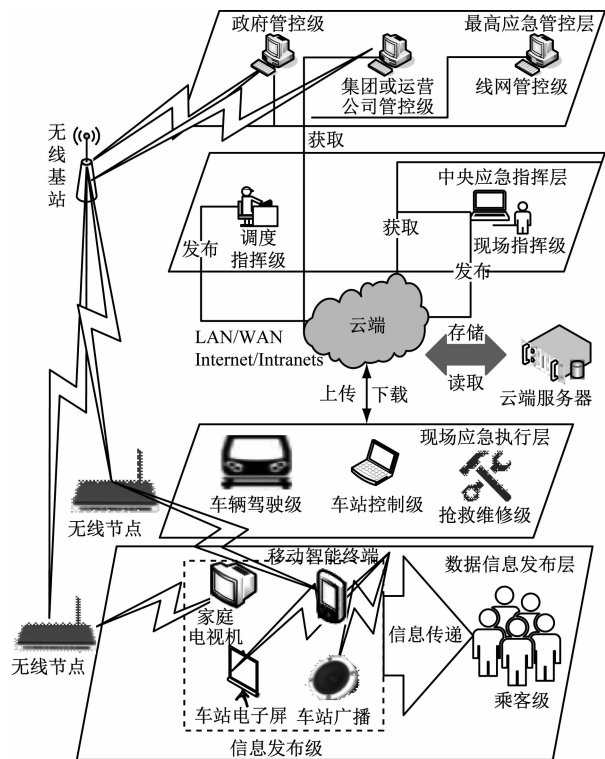


图1 四层十级多部门协同应急处置体系框架

执行层处置进度进行监控;现场指挥级视突发事件实际影响情况,决定是否设置现场指挥部来指挥应急处置作业。

(3) 执行层。包含车辆驾驶级、车站控制级和抢救维修级。车辆驾驶及车站控制2个层级各自独立完成列车或车站内的应急处置作业;抢救维修级主要负责各区间轨道、设备、信号的维修等。这3个工作级可直接从服务器获取调度命令并下载相应的处置方案,自主进行分布式应急处置作业,实时上传自身工作进程及现场情况到服务器,以供指挥层和管控层进行监控。

(4) 发布层。主要服务于城市轨道交通乘客,包含信息发布级和乘客级。信息发布级通过网络传输获取当前突发事件性质、处置状况、影响范围和出行建议等信息,并通过多种信息化手段面向乘客进行播报,尽可能快速、准确、实时地将与乘客出行息息相关的信息推送至乘客级,以提高城市轨道交通运营服务水平。

2.2 基于UML的多部门协同处置组织结构建模

统一建模语言(UML)是一种面向对象建模的表示体系,适用于对各种复杂的、大型的、分布式的、实时的、流程或计算的系统进行建模描述^[10]。以深圳地铁为例,基于UML类图,对多部门协同体

系下的应急处置组织结构进行建模描述。应急处置组织结构共包含7类机构(如图2所示)。各类机构有自身的职能操作,且类与类之间也有着不同的对应关系。

(1) 政府应急指挥中心类。此类机构不会直接参与或指挥城市轨道交通应急处置作业。其主要职责为在发生城市轨道交通重大突发事件时监管应急处置状态,必要时调动医疗、反恐及消防等其他应急抢救资源,以协助城市轨道交通系统进行应急处置。

(2) 企业应急领导小组类。在深圳地铁应急处置组织结构中包含集团应急领导小组和运营公司应急领导小组。在发生重大运营突发事件时,企业应急领导小组职责为:讨论布置突发事件应急处置应对工作,协调各部门应急处置工作,在事故后组织进行应急处置事后总结工作,组织开展应急演练和运营安全宣传教育工作,等等。

(3) 线网运营控制中心类。此类机构在应急处置组织结构中发挥承上启下作用,向上与政府应急指挥中心、企业应急领导小组属于一一对应关系。在发生重大运营突发事件时,此类机构负责向上级汇报详细事件信息,向下与调度指挥中心联系,实时获取突发事件信息。

(4) 调度指挥中心类。在应急处置组织结构中发挥核心作用。当发生运营突发事件时,各线调度指挥中心根据实际情况,协调指挥下级单位应急处置工作,并实时向上级单位汇报事件信息及处置进度。与线网运营指挥中心为多对一关系,即一个线网运营控制必然下辖多个调度指挥中心。

(5) 乘务组、站务组、维修组类。此类机构处于城市轨道交通运营生产第一线。当发生运营突发事件时,乘务组、站务组、维修组负责应急接警并向上级汇报突发事件信息,在调度指挥中心的统一指挥下进行应急处置作业,与调度指挥中心属于多对一关系。即一个调度指挥中心必然会对应多个乘务组、站务组或维修组。

(6) 现场指挥部类。是城市轨道交通重大运营突发事件的现场控制及协调中心。此类机构负责事发现场应急处置总体控制、信息沟通、资源利用等。与调度指挥中心为零对一或一对一关系。即按照突发事件影响等级为条件进行评估,可选择性考虑是否设置现场指挥部。其职能为指挥现场应急处置。现场指挥部会依据现场实际需求下设综合协

调组、新闻信息组、行车客运组、救治善后组、资源保障组、后勤保障组、技术专家组及应急监测组等职能小组。

(7) 应急抢险组类。此类机构主要负责事故现场设施、设备、抢救作业的总体控制,包括制定抢险

方案、调配抢险人员、协调抢险资源、指挥抢险作业等,与现场指挥部为零对一或一对一关系。应急抢险组会依据现场实际需求下设客运抢险队、车辆中心抢险队、维修中心抢险队和通号中心抢险队等职能小组。

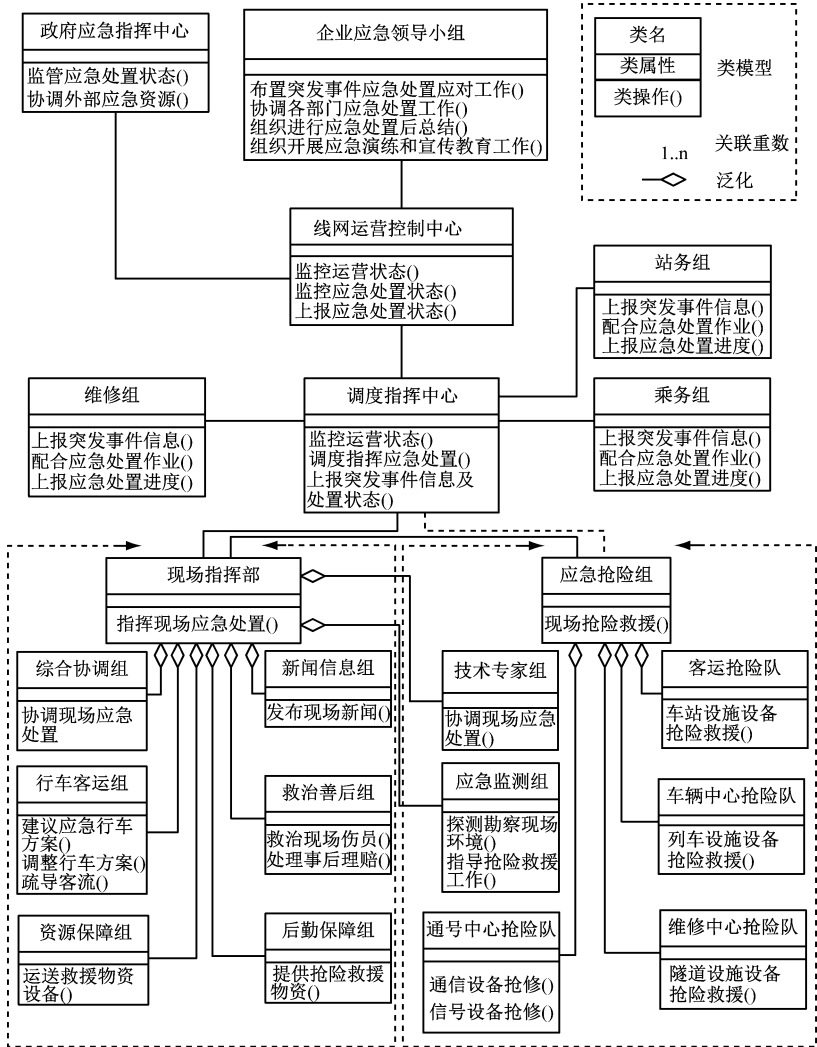


图2 基于UML的应急处置多部门协同体系组织结构

3 结语

城市轨道交通已成为大城市公共交通的重要组成部分。随着线网规模的不断扩大,日常运营生产中面临的人为、意外、设施设备故障或老化、天气或地质等引起的突发事件愈加频繁,越来越高的安全运营要求给运营管理部门应急处置作业带来了重大挑战。如何提高运营管理部门突发事件应对能力、响应速度、处置效率是当前城市轨道交通运营安全领域面临的重要课题。在分析城市轨道交通应急处置现状及作业特点基础上,引入多部门协

同方法对城市轨道交通应急处置组织结构进行重组优化,构建四层十级多部门协同应急处置结构模型。模型的应用有助于改善以往城市轨道交通应急处置流程固态化的缺点,实现应急处置过程中各部门的多点联动及协同处置,提高城市轨道交通应急处置的效率。

参考文献

[1] 赵娟. 我国城市轨道交通突发事件分析及对策[J]. 价值工程, 2016, 35(30): 193.

(下转第90页)

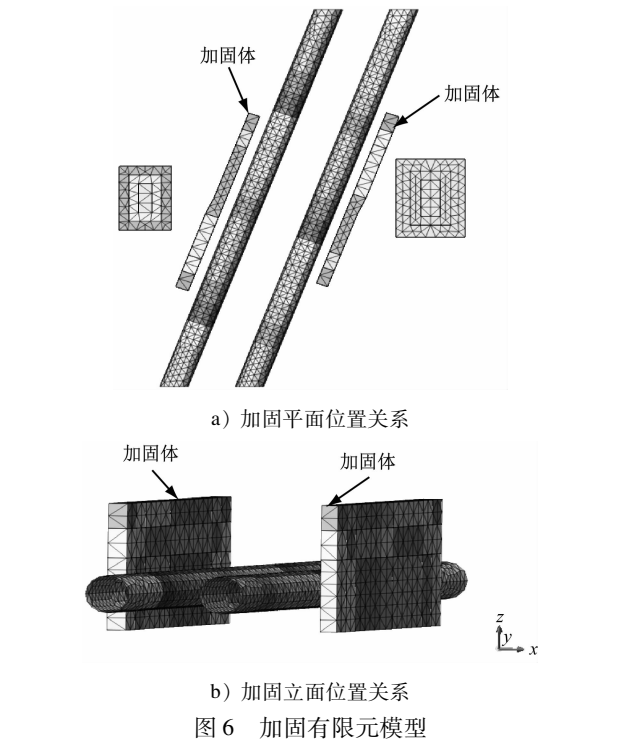


表 3 不同预加固方案下桥墩结构不同方向上的最大位移 mm

方向	不加固方案		预加固方案一		预加固方案二		预加固方案三	
	65 号桥墩	66 号桥墩	65 号桥墩	66 号桥墩	65 号桥墩	66 号桥墩	65 号桥墩	66 号桥墩
顺桥向	5.46	-5.25	1.53	-1.50	1.17	-1.15	0.87	-0.86
横桥向	-1.81	2.20	-0.89	1.16	-0.71	0.89	-0.57	0.73
竖向	1.22	1.38	0.98	1.04	0.94	0.99	0.89	0.94

6 结论

根据 3 种预加固方案的计算结果和控制指标,结合投资经济性考虑,采用复合锚杆桩预加固方案二作为施工保护措施。该方案引起的京津城际铁路桥桥墩附加差异沉降为 0.05 mm。目前,北京地铁 14 号线已贯通运营,京津城际铁路桥的各项检测结果均满足相关要求,采用复合锚杆桩加固处理措施取得了理想效果。

本文以北京地铁 14 号线方庄站至十里河站盾构隧道侧穿京津城际铁路桥施工为工程依托,通过数值模拟对盾构法施工引起的桥梁桩基变形规律进行了较深入的研究,建立的盾构隧道施工模拟有限元程序能较好地反映施作复合锚杆桩注浆预加固对盾构隧道施工影响临近桥桩的力学形态,可为今后类似工程提供参考。

参考文献

[1] 国家铁路局. 高速铁路设计规范:TB 10621—2014 [S]. 北京:中国铁道出版社,2014:72.
[2] 张志强,何川. 地铁盾构隧道近接桩基的施工力学行为研究[J]. 铁道学报,2003,25(1):92.
[3] 余龙. 地铁盾构侧穿既有铁路桥梁技术措施研究[J]. 岩土工程技术,2016(3):158.

(收稿日期:2019-01-20)

(上接第 80 页)

[2] 杨图南. 城市轨道交通突发事件公交应急联动策略[J]. 工程技术(全文版), 2017(1): 154.
[3] 韩泉叶, 王小明, 党建武. 城市轨道交通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(10): 37.
[4] 贺国旗, 张或锋, 韩泉叶. 基于本体的城市轨道交通网应急预案形式化描述与匹配[J]. 城市轨道交通研究, 2015(8): 62.
[5] 董皓, 付义龙, 黄启翔, 等. 基于本体的城市轨道交通应急预案表示方法[J]. 都市快轨交通, 2015, 28(2): 70.
[6] NASH A, HUERLIMANN D. Railroad simulation using OpenTrack[J]. Publication of Wit Press, 2004(1): 45.
[7] MIDDELKOOP D, BOUWMAN M. Simone; Large scale train network simulations[C]// Simulation Conference, 2001. Pro-

ceedings of the Winter. New York: IEEE, 2001(2):1042.
[8] KOUTSOPOULOS H N, WANG Z. Simulation of Urban Rail Operations; Models and Applications[C]// World Conference on Transport Research. Berkele:WTCRS, 2007.
[9] WAHLBORG M. Banverket capacity consumption, congested infrastructure and traffic simulation with Railsys[C]// The 11th International Conference on Computer System Design and Operation in the Railway and Other Transit Systems. Toledo, Spain: COMPRAIL, 2008: 85.
[10] SCHADER M, KORTHAUS D W I A. The Unified Modeling Language[J]. Performance Computing/unix Review, 2002, 14(13): 41.

(收稿日期:2018-08-02)