

运营期地铁水患事件分析与应急管理信息化建议

高 墅

(大连公共交通建设投资集团有限公司, 116033, 大连)

摘 要 [目的]运营期地铁水患事件一旦发生,轻则造成列车晚点延误,重则停运,造成财产损失,甚至发生人身伤害,为此有必要对城市地铁水患事件进行分析,并将应急管理信息化。[方法]基于近年发生的运营期地铁水患事件典型案例统计,进行事件分类,并从客观、主观两方面分析此类事件发生的原因成因;总结了水患管理及应急存在的问题;论述了应急管理信息化平台的智能化要求,并提出了应急管理信息化措施建议。[结果及结论]运营期地铁水患管理及应急存在的问题:日常管理及应急中出现的外部作业中水患内容关注不足、停运标准不清、应急预案指导性差、应急物资储备不足及联动机制不畅、信息沟通不及时等。应急管理信息化措施包括:建立应急管理信息化平台,合理指挥调度应急资源,解决应急事故中与相关部门的协调问题,解决应急事故中与相关部门的协调问题,建立事故案例库以提供现场辅助决策,实时现场视频,应急演练,手持终端等。应急管理信息化措施能有效降低水患事件发生的概率和影响。

关键词 地铁;水患;运营期;应急管理

中图分类号 U231.96

DOI:10.16037/j.1007-869x.2024.06.056

Analysis of Metro Flood Incidents During Operation and Suggestions for Emergency Management Informatization

GAO Shu

(Dalian Public Transport Construction Investment Transportation Co., Ltd., 116033, Dalian, China)

Abstract [Objective] Once the metro flood incident occurs during operation, mild cases will cause train delay and even train suspension, while severe cases can result in property loss and worse, personal injury. Therefore, it is necessary to analyze the urban metro flood incidents and informatize the emergency management. [Method] Based on statistics, the typical metro flood incidents during operation in recent years are classified, and the causes are analyzed from both objective and subjective aspects. The problems in flood management and emergency response are summarized. The intelligent requirements for emergency management information platform are discussed, suggestions and measures on emergency management informatization are put forward. [Result & Conclusion] The

problems in management and emergency response of metro flood incidents during operation include insufficient attention to flood in external operations that arise in daily management and emergency response, unclear shutdown standards, poor guidance of emergency plans, insufficient reserves of emergency materials and unsmooth linkage mechanism, as well as untimely information communication. The measures to informatize emergency management include establishing an emergency management information platform, reasonably commanding and dispatching emergency resources, solving coordinative issues with relevant departments in emergency accidents, establishing an accident case library to provide on-site decision-making assistance, real-time on-site videoing, emergency drilling, handheld terminals and etc. Emergency management information measures can effectively reduce the probability and the impact of flood incidents.

Key words metro; flood; operation period; emergency management

运营期地铁水患事件是指运营正线上水管爆裂、隧道透水或者车站通道雨水倒灌等造成列车无法正常运行,致使列车冲突或局部运营中断的事件。受极端天气、施工作业等因素影响,地铁水患事件的发生数量逐渐增多。运营期地铁水患事件一旦发生,轻则列车晚点延误,引起社会舆论关注,重则停运,造成财产损失,甚至发生人身伤害。由于地铁线路的内外管理部门繁杂,运营期地铁水患事件不仅牵扯地铁运营公司内部部门,还涉及交通运输、应急管理及市政等多个行政主管部门。可见,运营期地铁水患事件的防范至关重要^[1]。

我国学者对运营期地铁水患的研究刚刚起步,大多集中在防汛技术措施、防汛风险评价评估、防汛应急管理等方面。如:文献[2]以成都地铁2号线西延线为例,对地铁站点防洪排涝风险评价进行研究;文献[3]以南京地铁S7号线为例,对地铁运营期防汛风险评估进行研究;文献[4]采用专家调查法及模糊AHP(层次分析法),对地铁沉溺灾害风

险及防灾进行研究。

1 近年的应急事件案例

1.1 外部施工事件

广州地铁神舟路站停运,2021 年 7 月 30 日降雨天气,因地铁 21 号线神舟路站正在施工的预留出入口地面挡水墙小面积倒塌,地面积水通过通道涌入神舟路车站,车站暂停运营服务^[5]。

厦门地铁吕厝站停运,2019 年 12 月 12 日,地铁 2 号线吕厝路口物业开发地块施工现场发生约 500 m² 塌陷,导致水管破裂,积水灌入运营吕厝站,造成吕厝站暂停运行服务^[6]。

1.2 汛期运营地铁水患事件

2021 年 7 月 20 日,郑州遭遇极端特大暴雨,致郑州地铁 5 号线五龙口停车场及其周边区域发生严重积水。积水冲垮出入场线挡水墙进入正线区间,导致 5 号线 1 列列车被洪水围困。

2001 年 8 月,上海市区在 15 h 内的平均降雨量高达 150~200 mm,导致上海轨道交通静安寺站发生泥浆倒灌,使地铁运行严重受阻^[7]。

2012 年 7 月 21 日,北京遭遇特大暴雨,5 条运营地铁线路的 12 个站口因漏雨或进水等原因临时关闭,严重影响了广大市民的生活和日常出行^[8]。

2016 年 7 月 5—6 日,武汉地铁 3 座车站发生雨水倒灌,相关线路暂停运营。

2016 年 7 月 7 日,南京暴雨,南京地铁 3 号线大明路站至南京南站站区间暂停使用,南京地铁 1 号线分段运行^[9]。

2010 年 5 月 16 日,广州暴雨,广州地铁 2 号线磨碟沙站至新港东站的地面积水严重。水从集中供冷管廊渗进该区段隧道,造成线路停运 6 h。

2016 年 5 月,广州地铁 6 号线长碰站发生地铁进水事故。

1.3 其他水患事件

2015 年 8 月 4 日,因市政停电,大连地铁机场站至辛寨子站区间的水泵不能正常工作,形成区间积水,列车无法正常折返。

某地铁工程运营 2 年后,某换乘站因消防水管连接处出现卡箍松动脱落而发生爆管事故,导致消防水涌入设备房及公共区。

1.4 水患事件的分类

运营期地铁水患事件可按不同因素进行分类:

①按季节性,可分为汛期恶劣天气水患、非汛期水

患。②按管理因素,可分为外部施工造成的水患事件、自身防汛应对不足事件及随机性事件。③按水患影响位置,可分为地下车站水患、地下区间水患、其他水患。④按水患影响区域,可分为公共区水患、设备区水患及行车区水患。⑤按水患对运营的影响,可分为无影响水患、跳站水患及停运水患。⑥按灌水位置,可分为出入口水患、风亭水患、场线水患及其他出地面结构水患。

1.5 水患事件的主要原因

1.5.1 客观原因

分析既有运营期地铁水患事件可知,导致运营期地铁水患事件的客观原因主要为:①短时间内降雨量超过设计设防水平;②部分车站地势较低,汇水面积大;③周边市政排水管网失效,积水过高。

1.5.2 主观原因

找到运营期地铁水患事件发生的主观原因,通过人为干预可以减少甚至避免其发生。主观原因主要为:①建设期设计及施工不合理;②应对灾害性天气的防范及应急措施开展不及时;③应急物资未准备齐全;④人员应急管理意识及水平不足。

2 水患管理及应急存在的问题

2.1 外部施工管理未将水患纳入重点关注

地铁结构保护区管理往往仅对地铁既有结构(即混凝土结构)的受力变形进行重点管控,未将外部施工对地铁供电、供排水等专业的其他影响进行管理,相应审批流程亦未有此类内容。由以往水患事件分析可知,相当数量的水患事件是由外部施工管理导致——既有运营车站附近的换乘车站、出入口或商业设施施工,造成管线破裂或汛期连接口处设防不足,进而造成雨水倒灌。由此建议,在地铁保护区外部施工管理中,针对外部施工,需关注施工对既有运营车站、区间供电、给排水等的影响,并提出水患防范要求。

2.2 停运标准不清

通过对全国多座城市的地铁运营管理办法的调研发现:地铁运营上级行政主管部门一般为城市轨道交通局;若地铁遇突发自然灾害情况,需要进行停运,则一般由主管部门批准;然而,对于具体在什么条件下可以暂停运营这一问题,大部分文件暂未有具体、清晰的参照指标或规定。这样很容易造成决策滞后。

2.3 应急预案及处置措施无法指导现场应急

地铁工程是一个庞大的系统工程。地铁应急预案为指导突发事件应急处置的关键方案,其制定需要丰富的知识及经验、翔实的资料,以及不断完善,方能符合实际。目前,地铁行业多级应急预案及处置措施往往存在过于笼统、内容与实际偏差大等问题,无法有效应对实际突发事件应急处置。

此外,从以往的现场应急处置过程来看,部分应急人员对应急预案不了解,无法第一时间做出正确判断,从而错失了应急处置的最佳时机。

2.4 应急物资储备不足、联动机制不畅

运营期地铁水患事件,往往会暴露出大型应急水泵及发电机等设备物资数量不足、调用周转时间长、专用设备投入时间慢等问题。如何在日常工作中做好应急联动管理,是应对突发事件能否快速处置的关键。

一旦地铁水患影响上升到较大等级,则地铁相关部门需要与外部交通、消防、市政等多部门联动。若多部门之间的联动机制不畅,则将直接制约响应处置的效率。

2.5 信息沟通不及时

应急信息管理范围广,涉及岗位类型较多。应急处理覆盖了区域信息、地理信息、风险危害信息、资源信息、应急机构信息、设备物资信息、人员信息及外部物资信息等诸多基础信息。这些基础信息以分散的形式存在各岗位上,其检索和管理十分不方便,往往导致应急信息沟通不及时。

3 应急处理信息化措施

针对水患管理及应急工作中存在的问题,本文提出信息化应急处理措施。

3.1 建立应急管理信息化平台

应急管理信息化平台(以下简称“应急平台”)可以加强地铁运营公司综合应急管理能力的提升,提高应急管理工作的效率。为进一步做好突发事件的防范、处置和善后工作,需要建立应急平台,形成统一、规范、高效的应急指挥系统,以及运转协调的应急保障系统,推动建成地铁突发事件应急治理体系,形成工作运行机制。

应急平台应主要实现以下3个方面的智能化:

1) 应急预案管理的智能化。应急平台将预案模块化,分别提炼关键信息,并能通过事件的特点和实际情况,智能化调用相应的应急任务模块^[10]。

2) 应急事件处置的智能化,包括应急预案的智能调用、智能化执行、可视化推演。相比文本预案,应急平台可按照智能预案预定的工作流,自动检索事件相关的地理空间信息与安全信息;待应急任务启动后,应急平台能快速选择最优应急行动方案,并采用电话、APP及短信等方式自动推送信息至相关工作人员。

3) 应急事件决策辅助的智能化。应急平台利用内部数据,并对接各政府部门数据库及专家库,调整和优化基本行动方案,并利用模型分析预测事件演变结果,为指挥者提供行动建议,辅助决策。

3.2 合理指挥调度应急资源

应急平台管理的应急资源包括应急机构、应急物资、应急队伍、应急专家组等。

1) 应急机构涉及地铁公安、消防、医疗、人防避险等机构。通过GIS(地理信息系统),应急平台能准确推送应急机构的位置及其最近路线等信息。

2) 应急物资管理。①根据以往录入信息和检查情况,应急平台会自动提醒相关责任人员及时更换过期物资。②在每次事故发生后,应急平台基于事故上报功能,根据物资设备消耗情况修改物资装备库中的信息,提醒相关人员及时增添物资装备。③在发生突发事件后,应急平台不仅能第一时间提供最优化的调配方式,及时有效进行物资调配,还能根据事故类型、所发生的地点,利用GIS获取周边地理环境及救援资源分布等情况,推荐最优处理路线,快速调配资源。物资调用模块截图见图1。



图1 物资调用模块截图

Fig. 1 Screenshot of material transfer module

3.3 解决应急事故中与相关部门的协调问题

首先,对各相关医院、消防、应急办公室及市政等相关部门进行调研,将相关联系信息录入应急平台,并定期更新;然后,在发生突发事件时,根据事件情况,通过应急平台自动推送各部门相关人员进

行沟通(如:若有人受伤,则应急平台能自动推送医生联系方式等)。

3.4 建立事故案例库,提供现场决策辅助

通过收集国内外的运营事故案例,根据现场发生的事故类型,应急平台将自动推送与现场事故类似的案例和相应的抢险措施建议,提供现场事故抢险决策辅助。

3.5 实时现场视频,便于现场指挥

在应急处置全过程中,应急平台能实现对事件状态、工作流程、应急资源的实时监控。应急部门应在应急平台上及时上报事件现场情况、方案执行情况、资源调度和配置情况、生命和财产损失情况等。应急平台汇总信息后,能使决策者全方位地了解事件的现状,以便其对事态的发展作出准确判断并采取最合适措施。现场指挥人员应配备有投影功能的手机,结合应急平台的 APP 功能,可以在现场随时随地进行投影,真正发挥应急平台的作用。在人员无法到达的环境,可通过无人机或机器人等手段,远程收集现场情况,为指挥决策提供依据。

3.6 应急演练模拟及培训

应建立安全应急演练模拟及培训设施系统:对所有劳务人员进行安全常识及施工常识培训,以提高安全意识;对应急管理人员进行应急知识培训,以提高应急管理能力。由此,可提高普通劳务人员安全意识及基本应急常识,增加应急体验的参与程度,提高应急管理相关岗位人员的应急处置能力及指挥能力。

3.7 现场手持终端,实时信息推送

应急管理指挥最重要的一个组成部分就是稳定的信息通信网络 and 智能化的移动终端。现场手持终端主要分为 3 类:

第一类终端为个人或办公手机,通过应急管理系统手机 APP 端进行查阅。

第二类终端为日常生产使用的手持终端。此类终端配发给上岗不能携带手机的车站站务员、调度员、车辆管理员等一线管理人员,并按岗位划分不同角色和权限。第二类终端可通过 4G 网络、5G 网络或内部无线网络连接至日常生产平台及应急平台服务器,具有对讲机功能。在日常生产中,使用者可在岗查看行车调度信息及站内信息等;遇突发事件时,应急平台按岗位不同,给使用者推送相关应急处置信息,以避免岗位人员不了解具体处置措施要求。

第三类终端为应急专用随身设备。此类终端要求更高,除具备第二类手持终端功能外,还具备地面 GPS 或北斗定位功能、地下定位功能,可通过自组网功能或通过 UWB(超宽带无线载波通信技术)等技术连接临时架设的定位基站,进行实时定位。

4 结语

运营期地铁水患事件影响较大,轻则造成不良社会舆论影响,重则造成停运及财产损失,甚至人员伤亡。以往运营期地铁水患事件大部分是由汛期短时间强降雨突破运营地铁设防而造成的;少部分由外部临近、衔接工程施工造成;另有少部分由其他特殊因素造成。

在现阶段地铁水患事件管理及应急中,地铁保护区管理未关注水患等突发事件、地铁遇突发事件停运标准不清、应急预案无法有效指导现场、应急物资储备不足及联动机制不畅等问题。采用应急管理信息化措施后,可以在日常管理中做到演练有方、检查有数据、管理有章,在应急处置时进行快速有效应急人员物资调度、提供翔实准确辅助决策、保持稳定精准信息传递,从而提高防范处置能力,降低水患事件发生的概率和影响。

参考文献

- [1] 陈波. 地铁车站防汛工作措施探讨[J]. 现代城市轨道交通, 2017(11): 57.
CHEN Bo. Discussion on flood prevention measures of metro station[J]. Modern Urban Transit, 2017(11): 57.
- [2] 吕翠美, 杜发兴, 董晓华. 地铁站点防洪排涝风险评估研究[J]. 地下空间与工程学报, 2013, 9(1): 190.
LYU Cuimei, DU Faxing, DONG Xiaohua. Flood control and waterlogging risk assessment of metro stations[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2013, 9(1): 190.
- [3] 蔡晶晶, 张学华, 陈宁威, 等. 地铁运营期防汛风险评估[J]. 地下空间与工程学报, 2019, 15(增刊1): 470.
CAI Jingjing, ZHANG Xuehua, CHEN Ningwei, et al. Risk assessment of flood control during subway operation period[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2019, 15(S1): 470.
- [4] 吕海敏, 沈水龙, 严学新, 等. 上海地面沉降对轨道交通安全运营风险评估[J]. 南京大学学报(自然科学), 2019, 55(3): 392.
LYU Haimin, SHEN Shuilong, YAN Xuexin, et al. Risk assessment of metro system induced by land subsidence in Shanghai[J]. Journal of Nanjing University (Natural Science), 2019, 55

- (3): 392.
- [5] 佚名. 神舟路站因暴雨水浸广州地铁21号线快车停运[EB/OL]. (2021-07-31) [2021-10-15]. <https://new.qq.com/omn/20210731/20210731A019GV00.html>.
Anon. The express train of Guangzhou Metro Line 21 was suspended at Shenzhou Road Station due to rainstorm [EB/OL]. (2021-07-31) [2021-10-15]. <https://new.qq.com/omn/20210731/20210731A019GV00.html>.
- [6] 佚名. 公交应急响应速度快[J]. 城市公共交通, 2020(2): 43.
Anon. Bus emergency response speed is fast [J]. Urban Public Transport, 2020(2): 43.
- [7] 娄厦, 刘曙光, 钟桂辉, 等. 上海地下交通设施防洪调查[J]. 地下空间与工程学报, 2010, 6(3): 611.
LOU Sha, LIU Shuguang, ZHONG Guihui, et al. Investigation on flood control of traffic facilities in underground spaces in Shanghai [J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2010, 6(3): 611.
- [8] 姚学祥, 李青春, 韩淑云. 北京城市气象灾害与应急管理[J]. 城市与减灾, 2015(5): 13.
YAO Xuexiang, LI Qingchun, HAN Shuyun. Weather disaster in Beijing region and its emergency response management [J]. City and Disaster Reduction, 2015(5): 13.
- [9] 刘骥鹏. 城市轨道交通运营安全设备因素的风险评价研究[D]. 昆明: 昆明理工大学, 2017.
LIU Jipeng. Study on risk assessment of safety equipment factors in urban rail transit operation [D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2017.
- [10] 苏漠, 廉东本. 应急救援指挥系统的智能化预案模型[J]. 计算机系统应用, 2012, 21(11): 11.
SU Mo, LIAN Dongben. Intelligent plan model in the system of emergency command [J]. Computer Systems & Applications, 2012, 21(11): 11.
- 收稿日期: 2021-11-16 修回日期: 2021-12-24 出版日期: 2024-06-10
Received: 2021-11-16 Revised: 2021-12-24 Published: 2024-06-10
· 作者: 高璽, 高级工程师, 875178098@qq.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
-
- (上接第300页)
- [8] 李旭阳. 城市轨道交通超级电容储能系统在线优化控制策略研究[D]. 北京: 北京交通大学, 2017.
LI Xuyang. Research on on-line optimal control strategy of urban rail transit super-capacitor energy storage system [D]. Beijing: Beijing Jiaotong University, 2017.
- [9] 张瞄, 张朝阳, 胡云卿, 等. 基于混合整数线性规划的城市轨道交通列车一体化节能运行曲线优化研究[J]. 控制与信息技术, 2021(6): 43.
ZHANG Miao, ZHANG Chaoyang, HU Yunqing, et al. Integrated energy efficient train trajectory planning optimization for urban rail transit lines based on MILP [J]. Control and Information Technology, 2021(6): 43.
- [10] 杨少兵, 张征, 叶晶晶, 等. 考虑停站延误随机性的地铁供电节能优化策略[J]. 铁道工程学报, 2021, 38(7): 94.
YANG Shaobing, ZHANG Zheng, YE Jingjing, et al. An energy saving optimization strategy for metro power supply considering randomness of stop delay [J]. Journal of Railway Engineering Society, 2021, 38(7): 94.
- 收稿日期: 2022-02-19 修回日期: 2022-02-19 出版日期: 2024-06-10
Received: 2022-02-19 Revised: 2022-02-19 Published: 2024-06-10
· 通信作者: 侯峰, 高级工程师, houfeng6686@163.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
-
- (上接第304页)
- [6] 黄育良. 地铁轨道交通十号线屏蔽门轨道间隙光幕防护应用[J]. 轨道交通, 2010(12): 82.
HUANG Yuliang. Application of light curtain protection in the gap between platform screen door and vehicle for Shanghai metro line 10 [J]. Rail Transit, 2010(12): 82.
- [7] 王松林. 站台门间隙探测装置和列车运行互锁的分析[J]. 铁路通信信号工程技术, 2020, 17(3): 83.
WANG Songlin. Analysis of interlocking system between platform screen door clearance detection device and train operation [J]. Railway Signalling & Communication Engineering, 2020, 17(3): 83.
- 收稿日期: 2022-03-04 修回日期: 2022-04-11 出版日期: 2024-06-10
Received: 2022-03-04 Revised: 2022-04-11 Published: 2024-06-10
· 作者: 李红明, 工程师, 344432721@qq.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