

DOI:10.16867/j.issn.1673-9264.2023124

孔祥睿.城市轨道交通车站及正线防汛减灾策略研究[J].中国防汛抗旱,2023,33(10):58-62.KONG Xiangrui.Analysis on flood control and disaster reduction strategy of urban rail transit stations and main railway-lines[J].China Flood & Drought Management,2023,33(10):58-62.(in Chinese)

城市轨道交通车站及正线防汛减灾策略研究

孔祥睿

(江苏联合职业技术学院苏州建设交通分院轨道交通工程学院,苏州215104)

摘要:针对近年来城市区域性暴雨洪涝等极端天气常发的态势,研究分析地铁车站及正线发生水淹事故的原因并提出具体防汛准备和应急策略,包括地铁车站出入口的高度设计要合理并配备相应防汛物资,具备应对站外积水的挡水能力;地上停车场(库)到地下轨道正线之间设置挡水墙和驼峰段并重点监管;地铁车站应明确工作职责,强化风险管理、搭建预报、预警、预演、预案“四预”管理平台,依靠智慧化防汛手段建立健全科学、规范、严谨的地铁防汛应急处置流程等。研究旨在为城市轨道交通车站及正线防汛减灾工作提供参考意见。

关键词:城市轨道交通车站;正线;防汛减灾;策略分析

中图分类号:U121 文献标识码:A 文章编号:1673-9264(2023)10-58-05

0 引言

随着城市地铁建设步伐的加快,城市地铁开通里程数不断刷新、地铁线网化运营不断发展,越来越多的市民选择地铁出行,因此地铁安全运行尤为重要。而在全球气候变化和城市快速发展的大背景下,极端暴雨等恶劣气候事件的发生越来越频繁,对公共基础设施的破坏程度也愈来愈严重。城市轨道交通车站一般位于地下,车站一旦发生水淹事故,不仅会给城市地铁防汛工作造成极大风险^[1],还严重影响地铁安全运营及乘客生命安全。

国内外关于城市轨道交通车站发生雨水倒灌事故的报道屡见不鲜,1996年10月波士顿Kenmore广场和Hynes会议中心之间的地铁系统发生水淹,地铁站厅站台积水深度超过7 m;1998年5月韩国首尔遭受特大暴雨侵袭,首尔11个地铁车站被淹,导致地铁电气设施和通信系统的瘫痪;2001年8月,上海市发生短时强降雨,地铁2号线静安

寺站出现雨水泥浆倒灌现象,造成地铁运行严重受阻;2003年7月5日,南京市暴雨导致正在修建的地铁1号线隧道盾构机被淹;2005年6月广州市连日暴雨致使正在施工的3号线和4号线部分隧道进水;2021年7月20日,郑州市遭遇特大暴雨,造成郑州市地铁3座车站和14个区间不同程度浸水,1辆列车受洪水冲击发生脱轨,部分供电、通信等设备受损;2021年7月25日,恶劣强降雨天气席卷英格兰南部,造成伦敦部分地铁站被淹,车辆和人员被困;2021年7月30日,广州地铁21号线神舟路站因积水紧急启动应急防汛预案^[2-4]。

地铁车站进水事故频发,应重点加强地铁车站对暴雨等自然天气灾害的防御力度。如何有效加强城市轨道交通地铁车站防汛减灾管理工作,消除地下轨道交通因暴雨、洪水而发生水淹的隐患已成为轨道交通行业亟待研究和解决的问题^[5-6]。本文研究探讨地铁车站及正线水淹事故的原因并提出具体防汛策略,旨在为地铁车站及正线防汛减

收稿日期:2023-04-13

作者信息:孔祥睿,男,硕士研究生,E-mail:1539271448@qq.com。

基金项目:2023年江苏省交通运输职业教育研究项目(2023-C08)。

灾管理工作提供参考意见。

1 地铁车站及正线水灾事故原因

地铁车站按所属线路的敷设方式可分为高架站、地面站和地下站。地下站是地铁防汛最薄弱的环节,也是防汛工作的重中之重。以地下车站为例,从地铁车站出入口高度设计,地铁车站防汛、排水系统设置,地铁正线过渡段设置挡水墙、驼峰和地铁车站及正线防汛应急处置流程等方面系统分析地铁车站及正线发生水淹事故的原因。

1.1 地铁车站方面

地铁车站出入口高度设计不符合国家标准规范,车站缺乏有效防汛物资。当发生极端暴雨天气时,地面道路积水会通过车站出入口倒灌进入地铁车站,此时,若地铁车站雨水泵站等防汛、排水设施配置不合理、功能不完备,不能及时将车站内积水排至车站外的市政排水管道,易导致正线及车站发生水淹事故。

1.2 地铁车辆停车场及过渡段方面

车辆停车场选址不规范,地铁过渡段挡水墙及驼峰设置不合理并缺乏有效监管。一旦停车场(库)到地下轨道正线之间的挡水墙被冲垮,积水便会越过驼峰段,若地铁单位没有及时启动应急防汛响应,积水会通过地铁正线,灌入更低洼的地铁隧道,造成地铁车站及正线发生水淹事故。因此,车辆停车场选址在通常情况下要高于周边市政排水设施,才能有效防止城市外部积水经由停车场灌入隧道正线。

1.3 地铁单位防汛管理方面

地铁单位防汛系统管理体系不完善,缺乏风险管理,预报、预警、预演、预案“四预”系统管理机制,没有充分利用现代信息化手段构建数学化管理模型。在信息接报、前期处置、现场处置和应急终止4个阶段,防汛应急处置流程机制不完备,缺乏有效防汛应急处置演练及演练后的反思总结。

2 地铁车站及正线防汛减灾策略探讨

地铁车站及正线防汛工作需要多方协同、多措并举,地铁车站及正线发生汛情事故暴露了城市轨道交通防汛设施设备及运营管理存在的问题。文章针对地铁车站及正线发生水淹的情况,从地铁车站防汛、正线防汛及排水防汛规范管理3个方面提出地铁车站及正线具体防汛减灾策略。

2.1 提高地铁车站防汛能力

2014年3月1日起实施的《地铁设计规范》(GB 50157—2013)国家标准对地铁的防汛、排水问题作了明确的规定“地面、高架地铁车站屋面排水管道的排水设计重现期应按照当地10年一遇的暴雨强度计算,屋面雨水工程与溢流设施的总排水能力应不小于重现期50 a降雨的雨量;高架区间、敞开的出入口、敞开的风井及地铁隧道洞口的雨水泵站、排水沟及排水管渠的排水能力,应按照当地50年一遇的暴雨强度计算,设计降雨历时应根据计算确定”^[7]。此外,《地下铁道设计规范》(GB 50157—92)明确要求“应在区间隧道两端设置手动或电动防淹门”^[8-9]。

地下车站洪涝灾害存在反应时间短、救援难度大、疏散线路有限、设备浸水容易停运等特点,研究表明地铁车站发生洪涝灾害时乘客能够从地铁楼梯安全疏散的临界水深为30 cm。当城市排水管网不能够满足强降雨或持续降雨天气的排水需求时,需重点提高地铁车站自身防汛能力。在地铁车站防汛工作中,应坚持“预防为主、抢险为辅”的工作宗旨,从挡、截、疏、排4个方面展开地铁车站防汛工作。“挡+截”应当以地铁车站出入口作为防汛重点,地铁车站出入口的设计高度要高于地面,并设置3级以上台阶,配套相应规格的挡水板。GB 50157—92明确指出“车站出入口及通风亭的门洞下沿应高于室外地面0.15~0.45 m,必要时要有临时防水淹措施”^[7]。而地铁车站出入口的修建高度应参照当地最大降雨量的历史情况,满足100年一遇降雨量的防汛要求。车站内防汛工作思路主要从“疏+排”角度展开,“疏”主要是疏通车站积水区域,将车站内的积水引流排至城市排水系统;“排”主要是利用抽水泵等设备将车站集水井和废水池内的积水快速排出。

应根据地铁车站的规模配备一定数量的常用防汛物资,如防汛沙袋、挡水板、移动水泵、防滑地垫、铁锹等。车站主要防汛物资配备参考表1,同时,应对防汛物资定期检查,如有功能不完备或缺失,需及时更新补充。当地铁站外积水超过一定限度时,应及时关闭车站出入口并设置防汛沙袋或挡水板(图1)。地铁车站可根据防汛工作需要,配备自动化挡水板,实现防汛工作自动化、智能化。

遇强降雨天气,地铁车站出入口容易积压大量乘客避雨,此时,地铁工作人员可关停出入口上行电扶梯、引导乘

客通过楼梯出站。如车站出入口没有楼梯,可将上行电扶梯关停后引导乘客从其他出入口出站,必要时可关闭车站出入口,防止车站出入口乘客大量聚集,造成安全隐患。

表1 车站主要防汛应急物资一览表

防汛应急物资名称	数量	存放位置
防汛沙袋	16袋/m	车站出入口
挡水板	16个/站	车站出入口/备品室
移动水泵	2台/站	备品室
发电机	2台/站	备品室
应急照明灯	50个/站	备品室
防滑地垫/毯	12卷/站	车站出入口/备品室
铁锹	4把/站	备品室
一次性雨衣	500套/站	备品室



图1 地铁防汛专用沙袋及挡水板

发生汛情预警后,各车站应迅速按照预先制订的乘客紧急疏散方案,有组织、有秩序地引导乘客撤离事发车站,并向乘客免费赠送一次性雨衣,同时,应对轨道交通受汛情影响线路实施分区封控、警戒,劝阻乘客和无关人员进入车站。

2.2 增强地铁车辆段正线防汛及排水能力

GB 50157—2013 明确指出“车辆基地选址应具备良好的自然排水条件,便于引入城市给排水及各种管线”^[7]。因此,各城市地铁车辆基地在选址设计和建设过程中应高于周边环境区域并结合当地历年降雨情况考虑车辆段排水能力,留出足够的安全余量^[10]。在车辆基地即地上停车场(库)到地下轨道正线之间的过渡段应设置挡水墙,过渡段挡水墙防淹高度不得小于1.5 m,正线部分挡水墙高度不得小于1.2 m,防止雨水通过地铁正线灌入地铁线内,同时,过渡段挡水墙之上要设置具备防雨功能的罩棚^[7]。地铁正线两侧挡水墙三维图见图2,挡水墙外侧应设置排水沟,挡水墙建议加装加强筋,增加墙体的抗拉、抗压强度及承

载荷载的能力,提高挡水墙稳定性。挡水墙处应安排专人值守或安装监控设备,一旦挡水墙外出现大量积水情况或挡水墙破损,能在第一时间发出预警并上报上级部门。

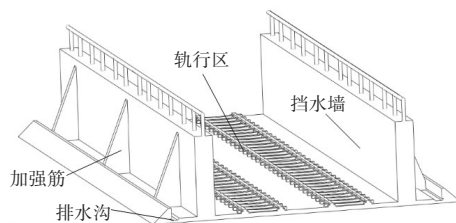


图2 地铁正线两侧挡水墙三维图

2.3 规范地铁车站及正线防汛管理工作

2019年交通运输部印发的《城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理管理办法》明确要求“规范城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作,全面提升安全生产整体预控能力。对城市轨道交通运营过程中存在的安全生产风险点进行辨识、评估,确定风险等级,采取相应管控措施,实施风险动态管理^[11]。”因此,为应对复杂汛情、实现多重防汛目标,应强化城市轨道交通风险管理,搭建“四预”系统管理平台,构建数学化模型,配备信息化管理设备。

地铁单位应认真贯彻“高度集中、统一指挥、逐级负责”的原则,与气象、市政排水等主管部门合作建立健全科学、规范、严谨的应急处置流程,切实做到早发现、早报告、早控制。在恶劣暴雨天气下,及时启动应急救援流程,最大程度减少因暴雨天气造成的人员伤亡。地铁车站及正线防汛应急处置流程一般包括信息接报、前期处置、现场处置和应急终止4个阶段(图3)。

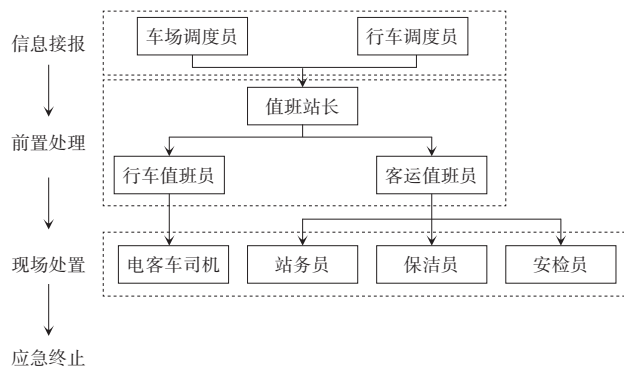


图3 地铁车站防汛应急处置流程架构图

在信息接报阶段,建立健全先进的综合信息支持体系,加强与当地气象、市政、水利等主管部门联系,及时掌握汛情,开展汛情预测预警。地铁单位根据天气预报及时做好存在防洪风险车站、正线隧道的临时防水淹措施,防止地铁车站水淹事件的发生。在车站和正线发现汛情后,电客车司机和行车值班员应利用现代智慧化管理手段立即报告车场调度或运营控制中心,运营控制中心立即启动相应的防汛应急预案。

在前期处置阶段,地铁汛情预警发布后,及时准确将汛情上报防汛指挥部门,形成联动、联防机制。地铁运营单位必须分工明确、各司其职,立即实施前期处置,全力控制汛情发展态势。行车值班员在报上级部门的同时做好应急广播,引导乘客有序疏散,并联系车站应急抢险队员,做好支援安排。值班站长应启动应急处置预案,组织车站员工做好安全防护和防汛减灾工作,在应急处置过程中,地铁车站各岗位工作人员应注意做好个人防护。

在现场处置阶段,当列车在地面、高架站线路时,电客车司机应在列车自动防护(Automatic Train Protection, ATP)监督下采用人工驾驶模式驾驶列车,根据能见度控制列车运行速度及进站对标停车。在驾驶过程中,电客车司机应加强对接触网及进路的瞭望确认,发现异物侵限轨行区或其他影响行车安全时,应果断采取紧急制动措施,停车观察情况,并向场调或运营控制中心汇报,通过列车广播系统向乘客说明停车原因,安抚乘客情绪并做好引导。在正线运行过程中,如发现线路水浸,立即报告运营控制中心,根据积水限速规定及运营控制中心要求执行,交通运输部《城市轨道交通行车组织管理办法》明确规定“积水超过轨面时,列车禁止通过。运行过程中,司机如发现列车轮出现“空转打滑”等异常现象,应降低列车运行速度,并及时报告行车调度员。行车值班员应密切监视车站出入口积水情况、隧道区间的水位情况,发现异常及时报运营控制中心和值班站长。客运值班员随后组织站台岗工作人员在车站出入口、电梯口、露天站台、通道等湿滑的地点放置防滑警示牌、防滑垫等,配合值班站长做好乘客疏导工作。

应急终止阶段,电客车司机接到运营控制中心应急终止命令,确认行车设备符合动车条件后,即可恢复正常驾驶。值班站长接到运营控制中心应急终止命令且车站紧急情况解除后,通知各岗位终止应急处置流程,客运值班员

组织站台岗撤除防滑警示牌等防护用品并清理现场。在后续地铁运营期间,地铁运营方应总结经验、查漏补缺,继续完善暴雨洪涝灾害信息接报阶段的预警信息发布、做好前期和现场处置以及解除汛情预警的快速有效联防联控机制和应急预案工作。

地铁运营单位应建立健全科学、规范、严谨的防汛应急预案,重点关注防汛应急预案的可操作性,日常加强员工应急处置安全常识培训,定期检查防汛物资是否完备充足,各单位每年至少组织一次防汛应急救援演练,检验防汛应急救援措施的可操作性,持续发现未知防汛安全风险,并及时更新防汛风险数据库。对超设计承受暴雨强度等非常规状况下应果断采取紧急停运列车,有序疏散乘客,关闭车站出入口等应急措施,真正让地铁车站及正线做到抵御暴雨、洪水灾害、减轻损失、有效保障乘客及地铁工作人员生命财产安全。

3 结 语

城市轨道交通防汛减灾工作贯穿地铁设计、评估、建设、运营全过程。地铁建设和运营应根据防汛工作需要,规范城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理工作,搭建预报、预警、预演、预案“四预”管理平台,利用智慧化手段提升防汛管理水平,地铁车站应配备充足的防汛物资,地铁正线应设置挡水墙和驼峰段并重点监管,地铁各系统应协调联动,为保障地铁车站及正线防汛安全提供有力支撑。

本文针对地铁车站及正线水淹原因进行了分析并提出具体防淹安全措施。在地铁设计与建设方面,要严格执行甚至高于国家规范标准,提高防汛能力。在城市轨道交通运营方面,要切实做好城市轨道交通防汛减灾工作,全面排查安全隐患,防汛沙袋等防汛物资缺乏时要及时补充,过渡段挡水墙、驼峰应重点监控监管,地下车站排水设施设备能力不足的,要及时加强,车站各类防汛物资设施设备要加强监管、专人专责。

数字化时代,地铁防汛工作应向网络化、智能化方向转变,提升地铁车站及正线防汛工作效率,提高防汛过程预演的可视化程度,根据预演结果动态生成针对性防汛预案,为实现地铁车站及正线防汛的高效化、智能化、精准化管理奠定基础。

参考文献

- [1] 李浩然, 欧阳作林, 姜军, 等. 城市轨道交通灾害链演化网络模型及其风险分析——以地铁水灾为例[J]. 铁道标准设计, 2020, 64(2): 153-157.
- [2] 李海明. 地铁车站防水淹问题探讨及建议[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(30): 946.
- [3] 国务院防灾调查组. 河南郑州“7.20”特大暴雨灾害调查报告[EB/OL]. (2022-01-21) [2023-04-13]. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1722561197900472846&wfr=spider&for=pc>.
- [4] 谢桥军, 罗伟, 欧阳院平, 等. 武汉地铁黄浦路站防洪涝水位及预警研究[J]. 现代城市轨道交通, 2020(4): 71-75.
- [5] 王婷, 胡琳, 湛志刚. 2020年“5·22”暴雨致广州地铁被淹的原因及解决对策[J]. 广东气象, 2020, 42(4): 52-55.
- [6] 权瑞松. 多情景视角的上海中心城区地铁暴雨内涝暴露性分析[J]. 地理科学, 2015(4): 471-475.
- [7] 北京市规划委员会. 地铁设计规范: GB 50157—2013[S]. 中国建筑工业出版社, 2013.
- [8] 首都规划建设委员会. 地下铁道设计规范: GB 50157—92[S]. 中国建筑工业出版社, 1992.
- [9] 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): 57-59.
- [10] 刘欢. 极端天气下城市轨道交通防汛安全措施研究[J]. 中国防汛抗旱, 2023, 33(1): 80-84.
- [11] 交通运输部关于印发《城市轨道交通运营安全风险分级管控和隐患排查治理管理办法》的通知[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2019(32): 86-89.

Analysis on flood control and disaster reduction strategy of urban rail transit stations and main railway-lines

KONG Xiangrui

(Jiangsu United Vocational and Technical College Suzhou Construction and Transportation Branch School of Rail Transit Engineering, Suzhou 215104)

Abstract: In view of the frequent occurrence of extreme weather events such as urban regional rainstorms and floods in recent years, this paper focuses on studying and analyzing the causes of flooding accidents in subway stations and main rail lines, and puts forward specific flood control and disaster reduction strategies. The reasonable height design standard of subway station entrances and exits, and the Flood preparedness materials to deal with the ponding outside the station. A water retaining wall and a hump section shall be set between the ground parking lot (garage) and the main line of the underground track and shall be subject to key supervision. Urban rail transit stations should clarify their responsibilities, strengthen risk management, build a FEDE (forecasting, early-warning, drilling and emergency plan) management platform, and rely on intelligent flood prevention measures to establish a sound, scientific, standardized and rigorous emergency disposal process for subway flood prevention. The purpose of this study is to provide reference for the design and planning of urban rail transit stations and main lines for flood control and disaster reduction.

Keywords: urban rail transit station; railway lines; flood control and disaster reduction; strategy analysis

责任编辑 姚力玮 张心怡