

轨道交通车辆基地防洪防涝措施研究

刘宗泽

中铁第四勘察设计院集团有限公司, 湖北 武汉

收稿日期: 2022年11月14日; 录用日期: 2023年1月4日; 发布日期: 2023年1月13日

摘要

近年来极端降雨天气频发, 对轨道交通设计、建设、运营提出了新的要求和挑战, 为进一步提升轨道交通车辆基地防洪防涝能力, 通过调研“720特大暴雨”后轨道交通车辆基地受淹情况, 提出车辆基地防洪防涝提升建议及方案。

关键词

轨道交通, 车辆基地, 防洪防涝

Study on Flood Control and Waterlogging Prevention Measures for Rail Transit Vehicle Base

Zongze Liu

China Railway Siyuan Survey and Design Group Co., Ltd., Wuhan Hubei

Received: Nov. 14th, 2022; accepted: Jan. 4th, 2023; published: Jan. 13th, 2023

Abstract

The frequent occurrence of extreme precipitation in recent years has brought new requirements and challenges to the design, construction and operation of rail transit. In order to further improve the flood control and waterlogging prevention capacity of the rail transit vehicle base, the suggestions and schemes for improving the flood control and waterlogging prevention of the vehicle base are proposed by investigating the flooding situation of the rail transit vehicle base after the “7-20” extreme rainfall event.

Keywords

Rail Transit, Vehicle Base, Flood Control and Waterlogging Prevention

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 研究背景

随着国内轨道交通建设的发展，地铁在建设和运行期的安全越来越引起人们的重视。近年来，极端降雨天气频发，局部暴雨强度加大，这种极端气候条件对地铁的规划和建设提出了新的要求。郑州“720特大暴雨”导致郑州市轨道交通线网多个车辆基地遭受不同程度损失，造成了重大经济损失及人员伤亡。车辆基地是城市轨道交通系统中重要组成部分，担负全线车辆日常停放、整备、运用、检修和后勤保障[1]，具有地形起伏大、汇水面积大、地面单体建筑多、规划市政接驳难等问题，是轨道交通系统防洪防涝工作提升的重要工程。

本文通过调研国内特大暴雨中轨道交通车辆基地积水案例，分析车辆基地防洪防涝薄弱环节，并相应提出提升建议及措施，为后续城市轨道交通车辆基地设计、建设中的防洪防涝问题提供参考和借鉴。

2. 防洪防涝存在问题及薄弱环节

通过对国内部分运营及在建车辆基地进行现场调研、排查及统计，并结合城市轨道交通车辆基地防洪防涝存在的普遍问题进行分析。目前车辆基地防洪防涝存在的问题及薄弱环节如下。

2.1. 车辆基地外部变化因素

- 1) 城市轨道交通防洪防涝专项研究专题与片区防洪防涝规划未有效统筹。
- 2) 建设时序长，建设期中周边地形地貌、规划条件发生变化，导致选址不恰当、区域排水系统不畅，具有较大安全隐患。
- 3) 周边市政雨水接驳系统建设时序不同，存在接驳难、接驳时间与开通运营不匹配等现象。

2.2. 车辆基地内部防洪防涝问题

- 1) 出入口、道路及轨行区积水。雨水无法及时通过管网排出，导致道路及轨行区形成积水。甚至出现市政雨水反灌车辆基地的现象，详见“图1”。
- 2) 生产生活房屋进水。生产生活房屋区域排水一般通过房屋散水坡或水沟接入道路排水系统，当道路积水形成汇集无法排出，积水深度超过部分生产生活房屋出入口标高，出现雨水反灌生产生活房屋的现象，严重影响运营安全，详见“图2”。
- 3) 出入线、U型槽雨水反灌正线区间。U型槽两侧的雨水无法排出，到达一定程度后便流向车辆基地与区间接驳的出入线及U型槽处低点，是雨水从车辆基地反灌入区间的最大风险点。
- 4) 边坡挡墙滑移。路基边坡土体受到雨水冲刷，造成水土流失，导致边坡产生不均匀沉降及滑移。主要有裸坡段植草护坡冲刷裸露及开裂、浆砌片石段出现鼓包及脱落、素混凝土挡墙段出现混凝土脱落、拱形骨架护坡出现土体流失结构失稳等安全隐患，详见“图3”。
- 5) 围墙开裂及垮塌。基础受到雨水及地表径流的长时间冲刷、两侧产生不均衡水压，导致围墙开裂及垮塌，详见“图4”。

3. 防洪防涝提升措施对策

极端暴雨对轨道交通车辆基地带来了巨大损失，同时对车辆基地的防洪防涝提出了新的要求，结合设计相关规范和项目经验，进行了思考、总结并提出一些提升建议和应对措施。



Figure 1. Inlet and road water inflow
图 1. 出入口及道路进水

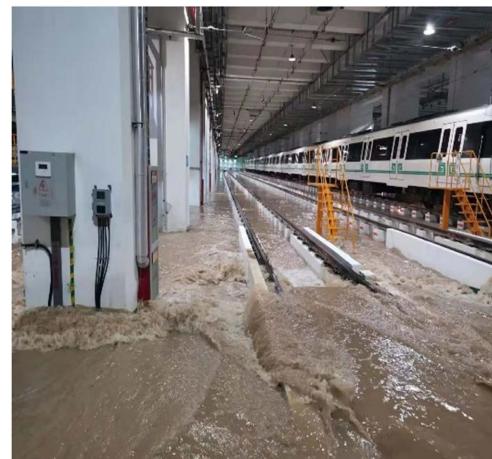


Figure 2. Water ingress into production houses
图 2. 生产生活房屋进水



Figure 3. Slope sliding soil mass is washed away
图 3. 边坡滑体被冲空



Figure 4. Wall collapse
图 4. 围墙垮塌

1) 合理确定车辆基地选址及场坪标高

场坪标高的合理选取，是车辆基地防洪防涝的根本基础及重要保障。在选址时应综合考虑区域用地规划、城市防洪排涝要求，尽量避开自然地形复杂、自然坡度大的地段，应避免将盆地、积水洼地作为厂址[2]。设计及确定场坪标高时应落实周边道路高程衔接、出入线接轨条件、市政管线接驳、场地土方平衡，并结合现场地形进行走访和调查合理确定洪、内涝水位。沿海或江河附近地区车辆基地的路肩设计高程不应小于 1/100 洪水频率标准的潮水位、波浪爬高值、安全高程之和进行核算[3]，安全高程建议按照不低于 0.5 m 考虑。必要时建议邀请水利、市政、规划等方面专家对场坪标高进行研讨论证。

2) 形成有组织排水系统并与外部水系有效联通

车辆基地的排水系统设计、排水设施的联通是车辆基地防洪防涝的根本方法和有效手段。车辆基地内部的雨水排水系统主要由轨行区的股道间排水和房屋、路面的道路排水系统组成。外部排水主要由围墙外侧路基边坡底的雨水组成。排水系统设计时应统筹考虑各区域排水方向及排水衔接形成有组织的排水系统。同时还应考虑地表径流对场地的冲刷影响，特别是对于迎水面或挖方地段的挡水、排水措施应加强，墙体实体基础需具备一定挡水功能，外侧设置截水沟拦截外来雨水径流。

根据车辆基地的汇水面积和雨水流量，建议设置两个及以上与外部雨水系统联通的出口。接入当地人工的或天然的排水系统或者周边区域的市政雨水排放系统。当与市政管网接驳时应结合市政排水工程详规、现状管网情况与规划、水务部门及时对接，明确排水标高衔接、排水流量需求。当现状不满足时，应及时提出应对措施，如增加排水出口、设置调蓄池等，详见“图 5、图 6”。

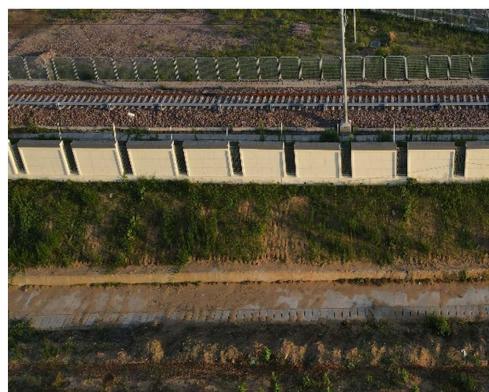


Figure 5. Intercepting ditch outside the vehicle base
图 5. 车辆基地外侧设置截水沟案例



Figure 6. Case of rainwater flowing into natural river in vehicle base

图 6. 车辆基地雨水接入自然河渠案例

3) 出入线及 U 型槽处增设防淹设施

出入线作为车辆基地与正线区间相互联络的轨道线路，轨面标高一般低于车辆基地场坪标高，是最容易发生雨水从车辆基地反灌入区间的风险点。在出入线敞口段附近会设置雨水泵房，用于收集出入线敞口处雨水。为减少车辆基地雨水汇入区间造成积水风险，可采取相应措施，如直接以 U 型槽整体道床过渡至场坪，出入线不再设置路基段[4]，同时提升出入线敞口段两侧 U 型槽挡墙高度，由常规的 0.5 m~1.0 m 提升至 1.0~1.5 m，并在区间整体道床与车辆基地路基段分界处设置可拆卸式防淹挡板，并在附近合理区域设置防汛物资储备池，详见“图 7”。

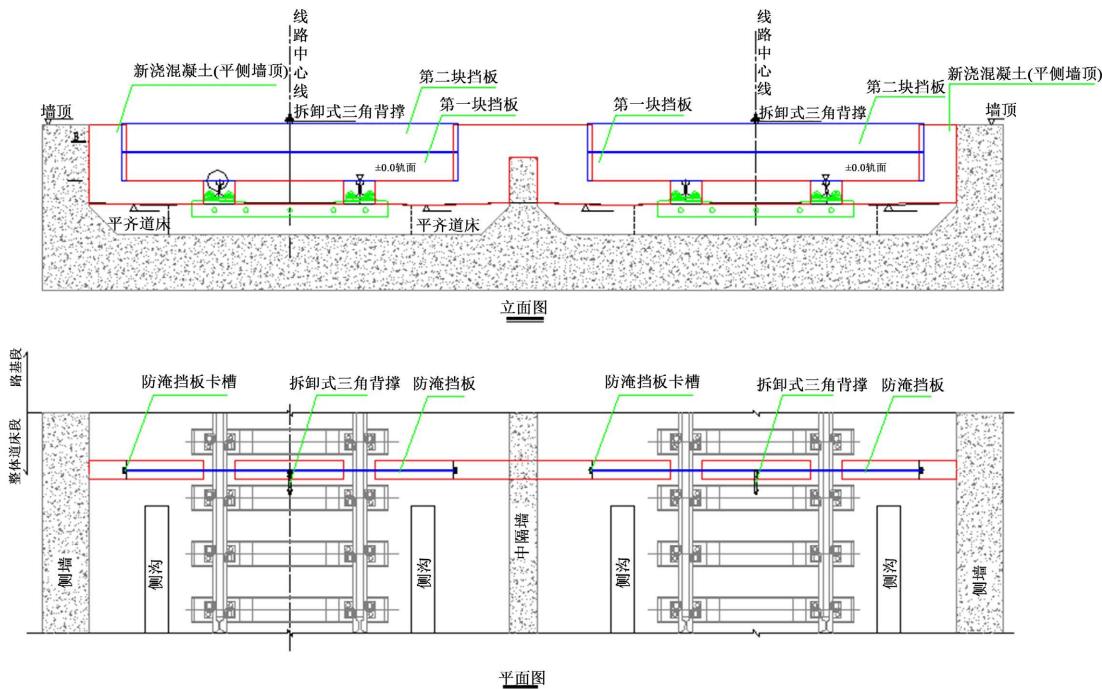


Figure 7. Schematic diagram of flood prevention damper for incoming and outgoing lines

图 7. 出入线防淹挡板示意图

4) 建筑物单体、出入口合理选取标高

车辆基地内的建筑物主要以生产及办公辅助房屋为主。生产房屋主要有运用库、检修库、洗车库、调机工程车库、牵引混合变电所、污水处理站等。办公及辅助房屋有综合楼、后勤楼、司机公寓、食堂等。根据各建筑物功能划分、场坪标高、接驳道路标高的不同，场地内各建筑物单体相对标高存在差异。一般与轨道连接的生产房屋标高与轨面标高一致，办公及辅助房屋一般集中设置，基地标高一般结合周边环场道路进行选取，通常为道路标高+0.15 m~0.4 m。遇到场地面积较大、地形起伏较大，部分单体虽处于区域的高点，但仍存在处于车辆基地低点的风险，一旦发生雨水汇集，易出现受淹的情况。因此应将建筑物单体的竖向设计与总平面图布置同时进行以确定生产房屋及办公辅助房屋标高。建议结合地形及总平面布置，将不与股道连接的建筑物单体标高提升至道路标高+0.3 m~0.45 m，其中牵引混合变电所应设置于场地高处，并按照不低于周边道路+0.5 m 进行考虑，必要时在建筑物出入口处设置截水沟及可拆卸式防淹挡板，详见“图 8”。



Figure 8. Case of traction and mixing station set at high place of the vehicle base

图 8. 牵混所设置于车辆基地高处案例



Figure 9. Technical measures for sponge city

图 9. 海绵城市技术措施

5) 海绵城市技术

海绵城市技术是通过模拟自然水文机制原理，采用源头控制理念实现雨水控制与利用的雨水管理策略。常用的技术措施有：下沉式绿地、雨水花园、透水铺装、绿色屋顶和植被浅沟、调蓄池等。结合地铁车辆基地的功能划分和使用特点，可以选用一系列海绵城市措施，如将道路中央和两侧的绿化带改建成生物滞留带、构造雨水花园、植被浅沟等，人行步道和大型集中式停车场采用透水铺装，生产办公房屋建筑采用绿色屋顶、落水链等，并与周边的生物滞留池、湿地等结合设计。结合地形、排水组织及景观建造人工调蓄池，提升车辆基地雨水调蓄能力，综合提升雨水回收利用，降低市政管网压力，详见“图9”。

4. 结语

为有效应对全球气候复杂变化、极端天气日渐频繁，提升城市轨道交通防汛、防灾、减灾能力，急需开展车辆基地这一城市轨道交通重要防洪防涝工程的相关措施研究。作者针对车辆基地不同区域的功能及特征，结合相关标准规范、项目经验，从规划、设计、建设等阶段选取系列安全、合理的标准和应对措施及提升建议，为城市轨道交通车辆基地的防洪防涝减灾防灾提供参考和借鉴。

参考文献

- [1] 刘宗泽. 郑州地铁6号线花园口车辆段全自动无人驾驶车辆基地方案设计[J]. 现代城市轨道交通, 2018(2): 42-45.
- [2] 周启国, 李前明, 陈凡, 等. GB 50187-2012. 工业企业总平面设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2012.
- [3] 施仲衡, 杨秀仁, 周庆瑞, 等. GB 50157-2013. 地铁设计规范[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2013.
- [4] 高华. 城市轨道交通车辆基地站场排水设计[J]. 铁道建筑技术, 2019(9): 49-52, 117.