

明挖地铁车站中板结构积水与渗漏成因分析及治理对策研究

徐嘉岳

广州地铁集团有限公司, 中国·广东 广州 510000

摘要: 地铁线路运营筹备期间, 部分车站中板出现不同程度的渗漏情况, 直接影响车站设备的使用安全和运营后的客运服务安全。针对部分车站中板渗漏情况, 对可能造成中板渗漏的原因根据车站所处的环境条件逐一进行了分析, 在充分论证的基础上, 制定了相对可行的解决方案, 由不同专业人员对车站中板渗漏综合治理付诸行动, 取得了明显成效。该车站中板渗漏水解决方案可供已开通运营的轨道交通地下车站参考和借鉴。广州某地铁线路为明挖法施工, 车站人流密集, 并配备有众多设备, 防水要求极其关键, 任一处重点部位的渗漏水, 都可能会给车站的运营或者后期维护带来不利影响。因此, 在设计、施工、养护管理等方面需要加大力度, 保证设备安全运营、安全服务。

关键词: 中板渗漏; 防水设计; 明挖车站; 结构防水; 渗漏治理

Analysis of the Causes of Water Accumulation and Leakage in the Middle Plate Structure of Open-cut Subway Station and Research on Treatment Countermeasures

Jiayue Xu

Guangzhou Metro Group Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract: During the operational preparation period of a subway line, there are different degrees of leakage in the middle plate of some stations, which directly affects the safety of station equipment and passenger service after operation. In view of the leakage of the middle plate in some stations, the possible causes of the leakage of the middle plate were analyzed one by one according to the environmental conditions of the station, and on the basis of full demonstration, a relatively feasible solution was formulated, and the comprehensive treatment of the leakage of the middle plate in the station was put into action by different professionals, and obvious results were achieved. The solution for water leakage in the middle plate of the station can be used as a reference and reference for the underground rail transit stations that have been put into operation. The Guangzhou Metro Line is constructed by the open cut method, the station is densely populated, and equipped with many equipment, waterproof requirements are extremely critical, and the leakage of water in any key part may have an adverse impact on the operation or later maintenance of the station, therefore, it is necessary to increase efforts in design, construction, maintenance and management to ensure the safe operation and safety service of equipment.

Keywords: middle plate leakage; waterproof design; cut-and-cover station; structural waterproofing; leakage control

0 前言

地铁站的防水设计与施工关系着地铁站的运营安全与乘坐舒适度, 广州某地铁线路交付运营前发生了若干车站的中板渗漏现象, 这对正常运营系统及运营服务构成影响。地铁站中板的渗漏现象较为复杂, 分析渗漏的原因, 主要是受到车站的结构质量、防水方案的布置、后期运维等多层面的影响, 通过深入分析地铁中板的渗漏现象, 得出中板结构中积水及渗漏为主要问题, 论文依据地铁站中板结构中积水及渗漏的成因, 提出切实可行的防控措施, 进而对地铁中板漏水问题进行防治。

1 明挖地铁车站结构防水总体要求

1.1 防水总体原则

地下工程结构防水设计按照规范要求应遵循“以防为主,

刚柔结合, 多道设防, 因地制宜, 综合治理”的原则。确立钢筋混凝土结构自防水体系, 即以结构自防水为主线, 施工缝、变形缝等接缝防水为分散重点, 附加防水层加强防水作另行辅助, 根据区域化的水文地质情况、结构、施工方法、防水标准、技术经济指标综合确定有效、方便的防水方案。

针对不同的部位, 主要有以下不同的要求: 车站主体结构、人行通道、风道的机电设备集中区段、出入口的防水等级为一级, 结构不允许渗水, 结构表面要求无湿渍; 其余风道部位、风井及明挖区间的防水等级为二级, 不允许漏水, 结构表面可有少量湿渍。由此能够得出由于车站主体结构防水措施按照一级防水设计, 设计明确要求迎水面结构采用防水混凝土和外加防水措施, 中板等非迎水面结构则采用普通混凝土、无外加防水措施, 运营期间对迎水结构面也是按照“不得渗水, 结构表面应无湿渍”要求进行维护。

1.2 防水设计说明

广州某地铁线路为例,主体结构设计总说明:①车站防水等级为一级。车站结构以混凝土自防水为主,同时考虑地下水的侵蚀性,顶板(梁)底板(梁)、侧墙等迎水结构混凝土抗渗等级:埋深<20m时,抗渗等级为P8。②混凝土:顶板(梁)底板(梁)、侧墙和暗柱,隧道结构以及中板有集水井处采用C35,P8防水混凝土;中板(梁)、内墙、存车段中隔墙采用C35混凝土,楼梯、站台板采用C30混凝土。

车站顶板、侧墙、底板直接与土层接触,而且结构厚度一般要比中板厚(车站顶板、侧墙、底板厚度普遍为80cm以上,而中板普遍为40cm),并且外包防水层,车站顶板、侧墙、底板渗漏主要原因之一是由于混凝土工程质量缺陷引起的,混凝土配比不良、水料离析、浇筑时振捣不密实会造成蜂窝状缺陷,当有水经过时,出现点漏或大面积片漏;振捣及浇筑后养护不仔细,构件过早投入使用等也会引起混凝土开裂,地下水由裂缝通过时,结构表面出现线状渗漏水。普遍分布于施工缝、变形缝以及混凝土裂缝处。

总而言之,我们保障地铁站生产运营安全的依托主要是地铁站的防水措施,我们在设计过程中要将水源位置、地形地貌、工程施工等各方面因素都考虑在内,采取多重防御与软硬双管齐下的方法来抵御地下水的渗漏以达到防水的目的。尤其是做好施工过程中混凝土结构和节点位置的质量控制来杜绝因质量差出现的渗漏水问题,进而保障地铁站安全可靠的运行。

2 地铁车站中板结构积水及渗漏的成因分析

车站中板并没有与地层接触,所以分析中板渗漏水的原因最关键的是找到水源从何而来。明挖车站中板结构从上至下依次20mm厚铺地面层(石材)、30mm厚结合层、100mm厚素混凝土垫层、钢筋混凝土结构层。由于中板不设防水层,而素混凝土垫层透水性较好,一旦中板有水进入,水源会随着素混凝土垫层流向中板较为低洼的地方(如AFC线槽位置),在这种情况下,即使对渗水裂缝直接采取注浆封闭裂缝处理,中板砂垫层中的积水也会沿其他细小裂缝进行渗透,从而形成新的裂缝和渗漏水,单纯靠注浆堵漏无法从根本上解决中板渗漏水问题,只有切断水源,才能彻底解决中板渗漏水的问题,若不解决渗漏水的水源问题,在中板存在允许的细小裂缝的情况下,即使对渗水裂缝直接采取注浆封闭裂缝处理,中板砂垫层中的积水也会沿其他细小裂缝进行渗透,从而形成新的裂缝和渗漏水。在渗漏水水源问题的不到解决,且长期采取封闭中板裂缝的方法进行处理的情况下,中板砂垫层会因为积水长期无法排出的原因造成站厅层地砖反水等现象,中板渗漏水的问题始终无法得到根治。

在实地考察车站中板渗漏水原因分析的过程中,发现中板渗漏水位置对应的站厅层水沟内均存在积水及防水层破坏的情况,且离壁沟挡水坎有渗水的现象,有较大的可能

中板积水的水源离壁沟内积水。而形成积水的原因也有多种,比如车站保洁、环控设备用水流入离壁沟、侧墙渗漏水、变形缝渗漏水等。在这些水源进入离壁沟后,无有效的排水通路,导致积水持续堆积在离壁沟内,且在离壁沟防水措施破坏的情况下,这些水源便沿中板装修垫层进入中板较为低洼的位置,造成中板积水及渗漏水。

而结构渗漏水的一大成因便是车站附属出入口及风亭由于施工质量参差及完工时间不同出现的渗漏情况。车站出入口及风亭在完成主体结构施工后,由于车站排水体系还未完善,出入口及风亭底板都会存在积水的现象,再加上施工材料的堆积,所以对出入口及风亭底板的渗漏问题很难及时发现并处理,一旦出入口及风亭进入装饰装修阶段,底板就会被素混凝土、石材、地砖所覆盖,出现渗漏很难确定渗漏点,无法进行注浆堵漏处理。在变形缝位置,施工过程如果处理不好,则渗漏尤其严重;其次车站主体与附属之间由于沉降差异,导致车站主体结构及附属之间施工缝位置容易产生开裂,导致渗漏甚至涌水。

由于离壁沟与站厅横截沟有防水层,且比出入口结构地板高出2cm,所以出入口底板渗漏水无法进入离壁沟及横截沟内,而人防门由于有门槛(与出入口底板一次性浇筑)阻挡积水又无法通过,而横截沟只是在车站主体结构中板上用砂浆混凝土砌筑的凹槽,出入口底板渗漏水很容易透过横截沟底部进入车站主体结构中板内,通过将站厅横截沟凿至结构中板面可以看到出入口一侧有大量水渗出。除此之外,车站风亭的底板渗漏水也会像出入口底板渗漏水一样流入车站站厅层中板内。由于各地铁车站设计不尽相同,形态各异,具体情况还需具体分析。

因此,要想从根本上处理中板渗漏水问题,应从根源上解决问题,切断水的源头,优化排水分段,严加把控工程的质量,做好后期的维护和检查工作。首先优化设计排水分段,确保做好墙体边缘沟、变形缝等防潮层,有针对性地将水流导入排放部位,避免水流通过结构的薄弱处进入建筑物,造成水漏入建筑主体内。其次,严格把控工程质量管理,特别是对于一些关键部分,如变形缝和施工缝的施工须按设计要求进行,不能存在漏水隐患。最后,在运营后的检、修工作中,要做好中板防潮层及排水方向等定期检查工作,发现问题并及时整改。只有多管齐下,才有可能解决中板渗漏水的问题,有效保证地铁车站的安全运行,节省地铁日常的维护费用,保障设施运营及旅客的生命财产安全。

3 地铁车站中板结构积水及渗漏处置建议

3.1 某地铁站渗漏水处置的具体措施

在地铁站中板结构积水及渗漏水处置过程中,采取了以下措施:

①变形缝及侧墙结构渗漏水进行系统性整治。

②将离壁沟内防水措施进行整治,并清除离壁沟内积水和杂物、疏通地漏,保证有效的排水通路。

③对中板结构渗漏水位置先采用截水槽进行引流,避免渗漏水影响设备及客运服务。

④对中板结构渗漏严重的位置采用开孔排水措施,将中板低洼处积水排清,待引流孔无水渗出后再进行封堵。

⑤在变形缝与主体结构之间设立横向截水沟并做好一侧防水措施,阻止附属结构底板水源进入中板。采用以上多种措施,有效减少了渗漏水对站内设备的负面影响,增加了中板排水的分散性,但是考虑到站点高大以及体量巨大的特点,仍需时刻观察并不断完善防水设计,以便始终发挥防水效果,避免意外发生。为了保证地铁站的长久平稳运行,后期主要工作应为实时监测与维修维护。

3.2 开孔排水与横向截水沟的设计

采用 3.1 中的措施后,地铁站中板结构的渗漏水得到很大的改善,由于长度较大,部分位置积水较难排空,仍有些许渗漏水。为保证车站防水系统在今后的长期有效运行,并彻底解决渗漏水问题,从结构防水材料的选择、防水构造的节点处理到施工质量的把关等都要有相应的规定和标准。对于之后的地铁车站中板结构积水及渗漏水处置,再提出两点优化建议:

①把原有横截沟中部约 10cm 宽的防水砂浆凿除至中板面,地漏也随之降低,使出入口积水能进入截水沟通过地漏排出。在处理过程中应注意站厅横截沟防水砂浆凿除前应用砂轮对截水沟进行切割,保证线条平顺;另外,截水沟在凿除过程中应注意对地漏的保护,不能让凿开的混凝土碎块流到地漏内而造成堵塞。对这些细节的关注可以有效提高排水系统的运行效率,避免任何细小的问题影响到车站的整体防水能力。

②横截沟内防水砂浆凿除至中板面后,车站站厅一侧的横截沟。横截沟内防水砂浆凿除后应确保沟底不坑洼,流水通畅,不积水,不能形成反坡,两端头与离壁沟相连处确保流水通畅,让两侧离壁沟的水能流到横截沟内。

3.3 站中板渗漏水治理与防水系统优化

经过采取具体的防渗漏措施,解决了中板结构漏水的问题,并提前预防了可能存在的风险。然而,由于车站建设过程和运营中的各种自然和人为因素影响,防水抗渗仍然是一个长期且复杂的工作。车站内的积水或渗漏水将给使用者带来不好的体验,或造成设备功能的损伤。因此需要对车站的排水和防水系统定期进行维修。

基于以上分析,提出改进建议和下一步行动如下。

①改进防水的规划和施工的工艺。针对地铁站建设的情况,可以结合地形地势和水土情况等因素,制定切实有效的防水措施,确保其具有可靠性和稳定性。针对那些容易出现漏水、漏砂的情况(如裂缝和边侧等地方)的防水措施要

加强,阻止水通过这些薄弱部位影响地铁站的运营。

②定期检查和维修防潮层的有效性。随着时间的推移和外界影响,其能够发挥的效果会降低,这就需要定期检测和清洁地铁站的防潮系统和排水系统及其相关配件,尤其是低凹部位、缝合区域等易积水和集水的区域,以此延长防潮系统的有效服务周期,减少其损坏而造成渗水的可能性。

③防水技术有了一定的发展时,应采用高性能的防水材料 and 防水施工工艺,如采用聚氨酯防水涂料、膨润土防水毯等防水材料,克服防水层在使用中的不利因素,在严酷环境条件下增强其防水能力。

④实时监控与创新管理。利用实时监控技术,可以对防水层的湿度、裂缝等状况进行远程检测,及时发现问题并采取措施。

⑤强化水密的维护与管理。为确保地铁车站水密装置的正常稳定运行,我们除了要采用科学的技术以外,我们还需要制定完善的制度,规定严格的水密检查与维护制度,定期进行检查与登记,出现问题时能够及时的发现并做出合理的应对措施。养护人员也应当定期进行相关知识与技术的培训,确保车站能够高效运行并继续防护。

4 结语

长期以来,地铁车站中板的结构积水和渗水现象严重影响着地铁地下工程建设。分析结果表明,中板积水和渗水的现象主要源于管理水源控制失误、施工品质缺陷、设计不足和地基差异沉降等问题。应该在源头上截断流动水源、改进排水分区规划、严格控制施工质量和加强后期维护工作。站中板的渗漏采用改进后的变形缝、侧壁防潮膜和排水系统、钻孔排水等方式后,有效解决了中板渗漏的问题,进而保证了车站运营安全。对于地铁车站的渗漏水问题,我们要持续推动技术的革新,并在以后的地铁工程中注重防水设计和质量把控,从而改善地铁车站的抗渗性能,为广大工程留下经验。

参考文献:

- [1] 叶俊能,张晓乐,王立峰,等.明挖与盖挖施工对地铁车站主体结构内力的影响[J].科技通报,2025,41(1):43-51+58.
- [2] 纪玉田,谭现江,邓朝普,等.轨道交通车站预制拼装叠合结构技术方案研究[J].工程建设与设计,2024(21):82-85.
- [3] 马灿.地铁叠线隧道盾构机空推通过明挖竖向联络通道关键技术研究[J].中国新技术新产品,2024(4):1.
- [4] 彭智勇,杨秀仁,王臣,等.肥槽回填对装配式地下车站结构的力学影响[J].都市轨道交通,2023,36(2):100-106.

作者简介:徐嘉岳(1998-),男,中国广东广州人,本科,助理工程师,从事城市轨道交通建筑工程管理研究。