

某地铁站围护结构土体加固施工技术与实践

马勇举 李丰现

中国水利水电第十一工程局有限公司, 中国·河南 郑州 450000

摘要: 地铁站作为城市交通网络建设的重要项目, 为了能够保障地铁站的安全性和稳定性, 实现城市交通运输行业的快速发展, 在地铁站建设期间需要对围护结构土体加固施工技术进行研究。简单来讲, 地铁站的安全性和稳定性将直接影响乘客的生命安全, 在先进的围护结构土体加固技术使用下, 能够明显提升地铁站抗变形能力和抗渗透性能, 对乘客的安全进行全面保障。尤其是在地质条件相对复杂、地下水丰富的区域, 加强围护结构土体加固施工技术的使用, 对预防地质灾害、减少安全事故都有重要作用。为此, 论文主要针对地铁站围护结构土体加固施工技术的应用进行深入研究, 确保能够为今后地铁站的建设提供参考和借鉴。

关键词: 地铁站; 围护结构; 土体加固; 加固施工; 施工技术

Construction Technology and Practice of Soil Reinforcement for the Enclosure Structure of a Subway Station

Yongju Ma Fengxian Li

China Water Resources and Hydropower 11th Engineering Bureau Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

Abstract: As an important project in the construction of urban transportation network, in order to ensure the safety and stability of subway stations and achieve rapid development of urban transportation industry, it is necessary to study the construction technology of soil reinforcement for the enclosure structure during the construction of subway stations. Simply put, the safety and stability of subway stations will directly affect the safety of passengers' lives. With the use of advanced enclosure structure soil reinforcement technology, the deformation resistance and permeability resistance of subway stations can be significantly improved, providing comprehensive protection for passengers' safety. Especially in areas with relatively complex geological conditions and abundant groundwater, strengthening the use of soil reinforcement construction techniques for enclosure structures plays an important role in preventing geological disasters and reducing safety accidents. Therefore, this paper mainly conducts in-depth research on the application of soil reinforcement construction technology for subway station enclosure structures, ensuring that it can provide reference and inspiration for future subway station construction.

Keywords: subway station; enclosure structure; soil reinforcement; reinforcement construction; construction technique

0 前言

在城市化建设进程不断加快的背景下, 城市内部交通问题逐渐显现, 地铁作为城市建设期间保障高效、便捷的公共交通方式, 对城市化建设有着重要的作用。但是, 在目前地铁站建设期间, 由于地下环境和地质条件较为复杂, 对地铁站施工技术也有较高的标准和要求。为了能够加强对地铁站运行安全的保障, 在地铁站施工期间需要加强围护结构土体加固施工技术的使用, 以良好的施工技术提升地铁站的安全性, 避免变形风险、渗透风险以及地质灾害对地铁运行造成危害, 对乘客的生命安全进行全面保障。随着近几年来科技的进步与发展, 围护结构土体加固技术也有全新的发展和完善, 在地质勘察工作结束后, 需要借助数据结果制定科学合理的施工方案, 借助全新施工技术提升加固效果, 进一步促进地铁工程的顺利建设。

1 工程概述

在济南市荷花路地铁站建设期间(见图1), 作为济南轨道交通9号线一期工程的第五座车站, 工程建设于光华大道与卧东路的交叉路口西南侧的公园绿地内, 主要是沿光华大道东西方向布置。车站建设分为地下两层, 属于11米宽的岛式站台车站, 车站建设总长度为251.6米, 并设有三个出入口、两组风亭以及一个安全出入口。车站主体基坑的围护结构采用吊脚桩加锚索与钻孔灌注桩加内支撑的组合支护方式, 标准段基坑深度约为19.2米, 小里程段基坑开挖深度约为20.99米, 大里程段基坑开挖深度约为20.47米。车站主体围护结构采用1000~1200毫米直径的钻孔灌注桩, 并在桩顶设置冠梁。站两端的区间均为盾构区间, 小里程端连接华山东站, 大里程端连接小清河站。根据工程计划, 本站两端均采用盾构接收。

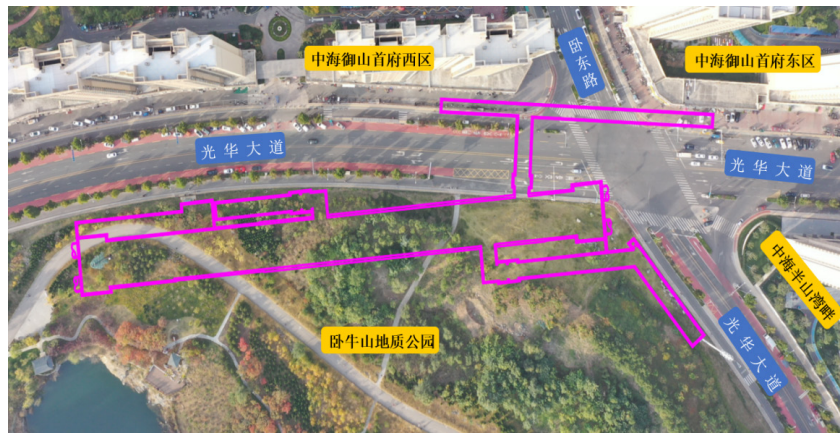


图 1 荷花路站总平面布置图

2 围护结构在地铁站建设中的作用

2.1 荷载承受能力提升

在地铁站建设的过程中,需要承受土体压力和水压力的情况较为明显,这也让土体结构承受的荷载力较大,严重影响工程建设的安全性。而围护结构主要是在合理的布局和稳定材料的使用下,确保地铁站长期运营期间,土体结构能够承担较大的荷载力,维持整体结构的稳定和安全,及时消除安全风险和隐患问题的产生,保障地铁站运营的安全效果。

2.2 具有防水防潮效果

地铁站建设现场环境的特殊性导致地下水、地表水以及降雨等因素,都会对地铁站内部带来危害和影响。围护结构在使用期间通常会选择具有防水性能的材料,搭配排水系统,长期维持地铁站内部的干燥和舒适效果,提升乘客出行体验的基础上,减少环境潮湿导致的危害和影响,为地铁站长期运行提供有效保障。

2.3 落实环境保护要求

在城市化建设进程不断加快的背景下,各项工程在建设施工期间会将绿色环保、节能减排以及可持续发展作为基本理念,确保施工建设能够减少对周围环境的影响。在这种背景下,围护结构材料的生产也秉承环保理念,加强材料的环保性能,借助优化设计的方式,降低地铁站在建设期间对周边环境造成的影响,通过多种措施手段落实可持续发展的建设目标^[1]。

3 围护结构土体加固施工前期准备工作

3.1 地质勘察与环境评估工作

在地铁站围护结构土体加固施工前期准备阶段中,施工团队需要按照工程建设要求落实现场地质勘察工作,对施工现场土层厚度、密度、含水量等数据进行调查,在全面了解现场地质情况的基础上,经过钻探、取样和测试等手段,获得精准性较高的地质数据,为后续施工提供精确的数据基础。在地质勘察工作开展期间,还需要密切观察土体的承载力和稳固性,根据实际数据制定应急事故预防方案,为工程

建设提供全面保障。同时,在工程建设前期由于工程性质的特殊性,需要对地下水位变化、周边建筑物分布、城市交通流量等因素进行评估,避免施工中外在因素对工程造成的影响,通过环境评估工作,对地铁站建设期间可能会遇到的环境问题进行分析,制定合理的应对措施进而减少对环境造成的危害和影响,确保地铁站工程建设的顺利落实^[2]。

3.2 施工方案设计与优化工作

根据地质勘察数据结果和环境评估报告,对施工方案进行优化设计,在本次方案设计期间依据车站总体建筑布局,荷花路站主体结构主要采用钢筋混凝土两层单跨框架结构,局部区域采用两层双跨框架结构。车站沿纵向设置梁,柱位满足建筑布局及盾构施工要求,顶板、中板、底板与侧墙共同构成闭合框架结构,顶板、中板、底板设计为梁板体系。荷花路站主体结构位于卧牛山地质公园内,地下水位埋深约 5~7 米,地下管线分布较少。车站距离道路两侧的建筑物较远,基坑中板以下主要为中风化辉长岩。在工程建设的过程中,综合考虑本站的工程地质和水文地质特点,出于建设安全、经济和施工便利等多方面因素,建议在工程建设期间采用吊脚桩加锚索与钻孔灌注桩加内支撑的围护结构形式,并在外部采用旋喷桩止水帷幕,从而提升地铁站围护结构土体加固的效果,进一步加强工程建设的质量和效果(如表 1 所示)。

3.3 材料与设备采购储备工作

在设备采购期间需要根据施工方案提出的具体需求和施工计划,对工程建设所需要使用的材料进行购买,严格对材料质量进行把控,保证材料质量能够满足行业相关标准,并出具材料合格证明,避免因材料质量问题对工程建设造成的影响和事故。同时,设备采购环节中,应当按照施工技术选择的要求,选择能够满足技术需求的设备,注重对设备性能、耐用性和安全性的检测,以合理的设备采购和配置,提升地铁站建设的质量。此外,在材料储备管理期间,应当按照材料性质和类型的差异,制定针对性材料储备管理方案,加强材料与设备在储备管理期间的安全与质量^[3]。

表 1 荷花路地铁站施工计划表

施工任务	施工周期	开始时间	完成时间
围护桩土体加固施工准备	4	2023 年 8 月 16 日	2023 年 8 月 19 日
围护桩土体加固试验	12	2023 年 8 月 20 日	2023 年 8 月 31 日
围护桩土体加固试验区检测	4	2023 年 9 月 1 日	2023 年 9 月 4 日
F 型桩 (土体加固 70 根)	10	2023 年 9 月 5 日	2023 年 9 月 14 日
G 型桩 (土体加固 159 根)	20	2023 年 9 月 5 日	2023 年 9 月 24 日
H 型桩 (土体加固 92 根)	13	2023 年 9 月 15 日	2023 年 9 月 27 日
I 型桩 (土体加固 13 根)	3	2023 年 9 月 25 日	2023 年 9 月 27 日
A 型桩 (土体加固 100 根)	10	2023 年 9 月 28 日	2023 年 10 月 7 日
B 型桩 (土体加固 56 根)	7	2023 年 9 月 28 日	2023 年 10 月 4 日
C 型桩 (土体加固 75 根)	9	2023 年 10 月 5 日	2023 年 10 月 13 日
设备退场	2	2023 年 10 月 14 日	2023 年 10 月 15 日

4 地铁站围护结构土体加固的施工技术

4.1 袖阀管注浆加固施工技术

在袖阀管注浆加固施工技术使用期间, 施工团队需要在现场使用全站仪, 以施工设计方案提出的要求, 进行布孔操作, 并在布孔完成之后, 及时对孔位间距进行测量和质量检测, 在各项检测工作完成后可以开展钻孔施工。在钻孔期间需要以设计图纸要求为参考, 使用地质钻机搭配 70 毫米的钻头进行钻进, 在钻进之前要及时调整钻进角度, 避免角度偏差对成孔质量产生影响, 钻进期间详细记录设备速度, 观测现场地质条件变化情况, 为后续注浆操作期间压力参数的调整提供数据参考。在成孔后施工技术人员要立即使用钻杆将套壳料置换到成孔内部, 将循环泥浆的管道接入挤压式注浆机, 在注浆压力下完成置换施工, 在套壳料顺利进入成孔之后, 需要将置换出来的泥浆进行排放, 当泥浆中含有置换的套壳料后, 可以停止置换操作。在成孔置换施工完成后, 施工人员要按照工程标准, 将 $\Phi 48\text{mm}$ 的袖阀管放入孔内, 下管期间必须保证管道之间连接的牢固性, 为后续注浆操作提供保障, 在袖阀管放置期间要尽可能在成孔中间保持竖立状态进行放置, 进一步提升后续工程施工建设的效果。在完成上述各项操作后, 采用分段式注浆的方式完成袖阀管注浆加固, 在注浆期间需要在每段注浆施工完成后, 向上或者向下移动心管长度, 在此期间可以使用提升设备或者使用人工的方式, 保证心管均匀受力的情况。当完成 3~4 米注浆长度后可拆除一节注浆管, 注浆结束后要立即使用闷盖进行保护, 方便后续复注施工^[4]。

4.2 双液三管高压旋喷桩施工技术

双液三管高压旋喷桩施工技术在前期施工准备阶段中, 要将高喷射机械设备进行安装和调试, 保证安全设备、辅助设备都能按照施工设计方案完成配置, 设备使用前要对设备系统的运行状态进行检查, 确保设备不存在故障的基础上开展后续施工操作。在双液三管高压旋喷桩施工技术使用中, 要及时落实现场放线测量工作, 为了能够提升施工定位的效果, 施工团队要根据图纸情况, 建立外围控制网、场内控制

网, 在控制网全面建立后进行放样操作。按照本次工程建设情况, 需要使用 $\geq \Phi 16$ 钢筋作为标桩, 使用砼覆盖的方式对标桩进行保护, 在反复测量后整理现场数据递交给监理单位进行复查。当准备工作完成后, 利用钻机在放线位置进行钻孔操作, 钻进期间施工技术人员要合理把控钻进参数、速度, 避免孔内施工事故的发生, 如果不慎发生事故问题, 需要在第一时间进行处理。为了能够避免钻孔期间出现倾斜和偏移, 技术人员要时刻关注和核对钻杆的垂直情况, 如果发现偏移情况要及时进行处理, 确保钻孔倾斜程度在设计允许的范围之内, 在成孔完成后需要将注浆管放入成孔内。在完成准备操作后, 需要使用 42.5 普通硅酸盐水泥按照设计比例进行配置, 按照施工顺序完成喷射注浆操作。高压喷灌施工结束后, 由于成孔内水泥浆液在固结中会出现体积收缩问题、渗漏问题等, 施工人员要及时开展回灌操作, 保持压浆的效果, 当孔内浆液面稳定后可停止回灌操作。

4.3 高喷注浆施工技术

本次工程在使用高喷注浆施工技术期间, 主要是以 P42.5R 的普通硅酸盐水泥作为喷浆材料, 在材料使用前需要经过专业材料质量检验人员, 对材料整体质量进行验收, 进而减少材料质量问题导致的工程质量与安全问题。在高喷注浆施工技术使用中, 需要按照跳孔钻进的方式开展钻孔操作, 并且相邻的钻孔在喷灌期间, 所需要间隔的时间需要控制在 24 小时之内。在高喷注浆前应对设备以及管路情况进行检测, 避免设备使用中出现故障问题, 阻碍工程建设质量的提升。高喷注浆施工技术的使用需要注意, 施工需要保证连续操作的效果, 避免喷射中断导致整体结构稳固性不足, 增加工程建设质量。如果在喷浆期间出现压力降低或者回浆异常的现象, 技术人员要及时调查问题产生原因, 在经过报告审批和数据分析后, 通过有效的方式进行处理^[5]。

5 结语

地铁站围护结构加固施工技术的使用, 能够有效维持地铁站土体的稳定性, 对工程建设质量以及后续运行安全有直接影响。为了能够确保工程建设的效率, 在围护结构土体

加固技术使用期间, 施工建设团队需要全面落实地质勘察工作, 结合勘察数据结果选择合理的加固施工技术, 有效保障工程建设的安全与稳定, 在实际工程建设期间积累丰富施工经验, 借此对施工技术进行改善和优化, 为后续地铁站运营提供安全保障, 助力交通运输行业整体效益的提升, 满足地铁站建设的可持续发展要求。在今后科技的发展和城市化建设推进下, 地铁将成为城市交通的重要组成, 为此将自动化、智能化、绿色环保以及可持续发展理念进行融入, 实现施工技术的创新与优化, 也是未来地铁站建设的重要方向。

参考文献:

[1] 黄钊文.城市主干道红线宽度对地铁站围护结构计算与设计的影响[J].大众标准化,2025(1):70-72.

- [2] 李文.既有管线影响下地铁车站基坑围护结构局部冷冻加固技术研究[J].城市轨道交通研究,2023,26(7):153-158+171.
- [3] 付博文.六堡地铁站基坑围护结构的设计与施工要点[J].中国勘察设计,2021(6):100-102.
- [4] 张伟.以软弱土地铁车站为例研究降低围护结构施工混凝土超耗技术要点[J].黑龙江交通科技,2021,44(3):207+210.
- [5] 石昆鹏,刘从文,李围.地铁站基坑围护结构深部水平位移的自动监测[J].重庆科技学院学报(自然科学版),2020,22(5):112-116.

作者简介: 马勇举 (1982-), 男, 中国河南平顶山人, 本科, 高级工程师, 从事水利水电和市政工程研究。