

Research on Digital Construction for Large-Scale Foundation Pit Support Systems

Yiju Yuan

Guangzhou Metro Engineering Consulting Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong, 510000, China

Abstract

With the accelerated development of urban transportation infrastructure, comprehensive urban transportation hubs have become key growth priorities. To meet the demands of high-rise buildings, subway stations, and multi-level transportation systems, foundation pit engineering is evolving toward increasingly large-scale, deep excavations, and complex surrounding environments. This has made deep foundation pit support systems and safety construction critical challenges in the industry. Guided by principles of safety, systematic management, and scientific control in foundation pit engineering, this study integrates support structure design, construction drawings, and excavation-process workflows with main structure construction procedures. Through pilot projects, we conduct digital construction research on steel support system replacement during main structure construction phases to guide field operations. The findings summarize practical engineering experiences and provide reference strategies for similar large-scale foundation pit projects.

Keywords

deep foundation pit; support system; support replacement; information-based construction

深大基坑支撑体系信息化施工研究探讨

袁一炬

广州地铁工程咨询有限公司, 中国·广东 广州 510000

摘要

当前城市轨道交通建设持续加快, 综合交通枢纽工程成为建设核心。为满足高层建筑、地铁车站及立体交通网络的建设要求, 基坑工程不断向超大深度、超大跨度及复杂周边环境方向发展, 深大基坑支护结构安全与施工管控已成为工程领域关键技术问题。本文以基坑工程安全、有序、科学管控为原则, 结合支护结构设计、施工图纸及开挖与主体结构施工流程, 选取试验段开展主体结构施工阶段钢支撑换撑信息化施工研究, 用以指导现场实操, 并总结工程实践经验, 为同类型深大基坑工程提供可参考的施工思路。

关键词

深大基坑; 支撑体系; 换撑; 信息化施工

1 工程概况

研究依托的地铁站坐落于新港东路与会展东路交叉口北侧, 是地铁两条线路的换乘枢纽, 同时衔接珠三角城际铁路及穗莞深城际铁路站点。地铁线路、广佛环线城际、穗莞深城际三线车站沿会展东路西侧及道路下方布置, 形成三岛六线并列布局。地铁车站主体位于会展东路西侧地块下方, 两条城际车站主体位于会展东路正下方, 采用双岛四线同台平行换乘形式, 城际车站北侧明挖区间设有穗莞深城际存车线。城际某站北侧明挖区间设置穗莞深城际线存车线。

地铁某号线某站与城际某站合建, 地铁车站主体基坑、城际车站主体基坑及其北端明挖区间基坑合并为一个大基

坑开挖施工, 整体基坑平面呈刀把状, 总长度达 526m; 车站标准段宽度为 73.15m, 明挖区间标准段宽度 47.92m, 基坑开挖深度介于 28.8m 至 34.4m 之间。

2 工程地质及水文情况

2.1 某站地质情况

场地内地层由上至下依次分布为: <1-1>、<1-2> 素填土, <2-1A>、<2-1B> 淤泥质土, <2-2> 淤泥质粉细砂与粉细砂, <2-3> 淤泥质中粗砂与中粗砂, <3-1> 粉细砂层, <4N-2> 可塑粉质黏土、<4N-3> 硬塑粉质黏土、<4F-1> 粉土, <5N-2> 硬塑碎屑岩残积土、<5F-2> 密实粉土, 以及 <6> 全风化、<7-3> 强风化、<8-3> 中风化、<9-3> 微风化泥质粉砂岩。基坑基底主要坐落在 <9-3> 微风化泥质粉砂岩地层。

【作者简介】袁一炬 (1994-), 男, 中国广东兴宁人, 本科, 从事土木工程研究。

2.2 某站水文情况

场区地下水位埋深为 1.2 ~ 6.3m，稳定水位埋深 1.8 ~ 7.4m；第四系松散地层中的孔隙水主要赋存于淤泥质粉细砂、淤泥质中粗砂等透水层位，含水层连续性较好。<2-2>、<2-3>、<3-1>、<3-2>、<3-3>层透水性一般为中等~强透水，且含水层较连续分布，补给来源较稳定。基岩裂隙

水主要赋存于强、中风化带岩层的基岩裂隙中，基岩裂隙水径流条件受基岩的裂隙发育程度、填充状态及连通性制约，补给较为稳定，具承压性质^[1]。

3 主体围护结构设计

车站主体围护结构设计概况详见下表。
围护结构平面布置及横剖面图如下图所示。

表 31 车站主体围护结构形式概况表

项目		围护结构	
基坑深度		28.8~34.4	
冠梁尺寸		1 × 1m	
连续墙	墙厚	1.0m	
	材料	C35 钢筋混凝土（水下 P8）	
围护结构嵌固深度		标准段 2.5 米	
支撑	位置	标准段	端头盾构井
	道数	支撑体系采用 3 道混凝土支撑搭配 1 道竖向斜向钢支撑	4 道混凝土支撑
	材料	冠梁、混凝土腰梁、混凝土支撑：C35 砼 钢支撑采用直径 800mm 的 Q235B 钢管，管壁厚度 16mm	混凝土腰梁、混凝土支撑：C35 砼
	支撑长度	47.9m ~ 73.3m	16.5m ~ 33m
	水平间距	混凝土支撑水平间距为 9/27 米，钢支撑水平间距为 3m	混凝土支撑水平间距为 5m
	支撑端部设置	混凝土支撑端部连接冠梁 / 腰梁，钢支撑端部架设于砼围檩和砼牛腿上。	斜撑处设混凝土冠梁 / 腰梁

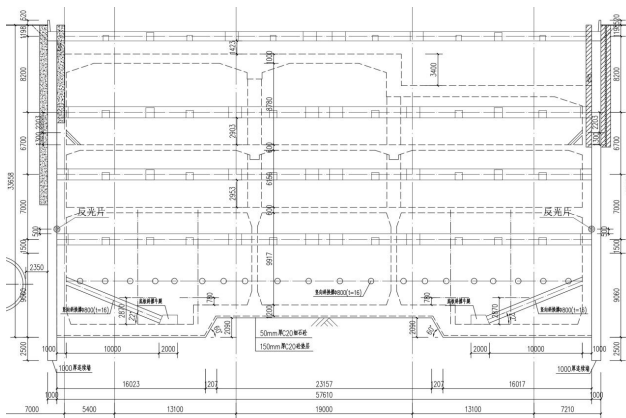


图 32 主体围护结构 1-1 横剖面图

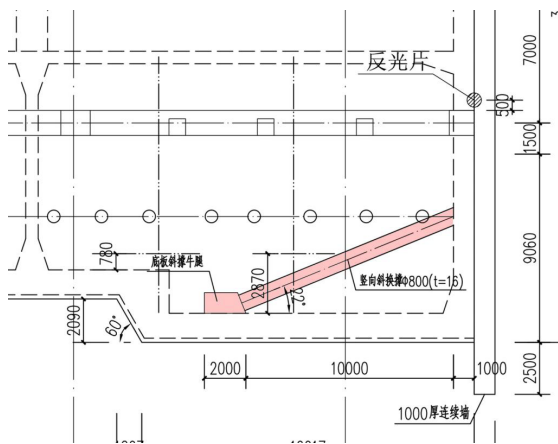


图 33 钢换撑详图

4 支撑体系信息化施工试验过程

4.1 试验段选择

城际某站北端配线明挖段换撑试验段为 C52~C56 轴范围，监测数据采集分析范围为 C51~C52 轴。现场根据实际进度将试验段分为：第一段 C52 轴 ~ C56 轴（试验段 1），钢换撑施工全过程为 2022 年 7 月 3 日—2022 年 7 月 15 日。第二段 C51 轴 ~ C52 轴（试验段 2），钢换撑施工全过程为 2022 年 7 月 15 日—2022 年 7 月 17 日^[2]。

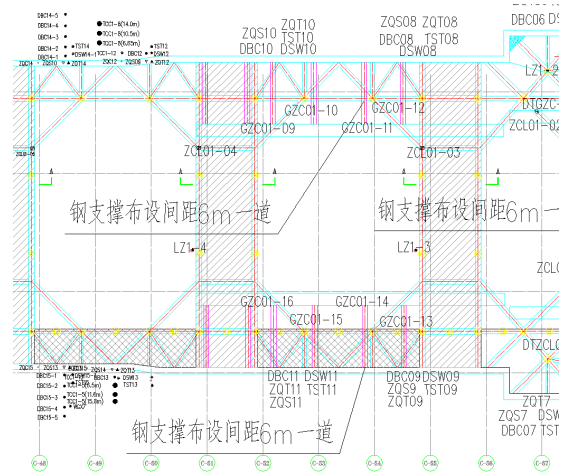


图 4.11 试验段平面示意图

4.2 换乘施工过程

施工步骤：

①首先完成底板及换撑区域混凝土牛腿的施工，在端头部位增设混凝土腰梁；按照设计指标严格控制牛腿的角度与标高，并精准预埋钢支撑支座预埋件。

②开展负三层侧墙首次浇筑，同步预埋钢支撑顶部连接钢板；待侧墙混凝土养护3d，试块强度与现场回弹值满足支撑受力要求后，完成钢支撑安装后，按设计要求施加500kN预轴力，并同步安装轴力计，实现支撑轴力的实时自动化监测。

③钢支撑安装后，若2d内监测数据及变化速率均处于安全范围，即可搭建第四道支撑拆除支架；若数据异常，可通过增设钢支撑或分级将轴力提升至1000kN，并及时通报建设、监理、设计单位共同制定处置方案。

④拆除第四道混凝土支撑，汇总拆除前后各2d监测数据，提交参建各方研判，确定是否继续推进信息化换撑与分级卸压工序。

⑤对钢换撑实施分级卸压与动态监测：先卸压至250kN（拆撑2d后），监测稳定后再逐步卸压至0kN并完成钢支撑拆除。

⑥钢换撑拆除后，开展负三层侧墙二次浇筑、负二层中板及剩余底板施工，全程保持信息化监测，预埋后续换撑节点，遇异常立即上报协调处理。

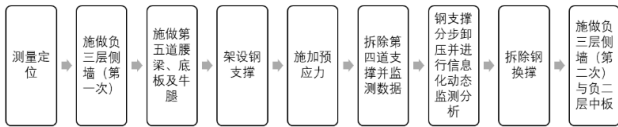


图 4.21 钢支撑安装施工工艺流程图

监测步骤：

① 1 布设钢支撑轴力监测点，在对撑段、桁架撑段分别增设连续墙墙体变形临时监测点（反射片安装在钢支撑顶部1m位置）。

② 2 试验段按布设钢支撑位置设置支撑轴力计。

③ 3 在钢支撑架设前3天需完成原围护结构墙体测斜、土体位移、支撑轴力、地表沉降、地下水位等关键监测数据采集，并加测新增连续墙墙体变形临时监测点初始值。本阶段监测频率为1天1测。

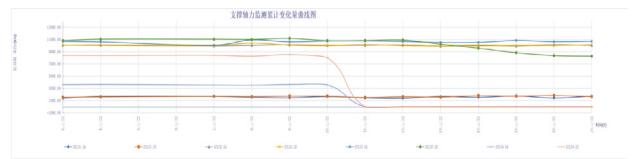
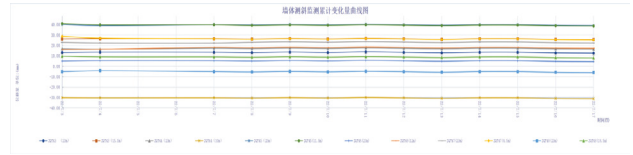
④ 4 钢支撑架设完成后，持续采集既有监测项目数据并进行综合研判，同时增加钢支撑轴力监测内容；此阶段监测频次调整为每日2次。

⑤ 5 本次信息化施工过程中，基坑监测项目预警值与控制值（支撑轴力、地下水位、地表沉降）按设计图要求执行，原有墙体测斜监测点考虑本基坑深度较大，按基坑开挖深度0.2%H进行基坑变形控制，预警值为48mm，控制值为

60mm。若信息化施工钢换撑过程中出现监测超预警值情况则停止信息化换撑施工，按原有图纸方案实施，并加密监测，再有监测预警情况则开会协定。

⑥ 6 基坑监测数据稳定的前提下，进行第四道支撑拆除，并按1天1测持续进行监测分析。按信息化施工方案组织后续卸压等工作，有监测异常情况及时上报处理^[1]。

4.3 换撑监测数据情况



5 结论

本研究以深大基坑施工安全、流程规范、技术合理为目标，结合支护设计、施工图纸及开挖与主体结构施工工况，通过试验段开展钢换撑信息化施工实践，有效指导现场作业。将信息化管控模式应用于地铁工程建设，通过专业化团队管理、精细化质量控制、全过程重点监控，充分发挥基坑开挖与主体施工信息化技术的优势，助力城市轨道交通建设水平提升。

实际工程应用结果证实，信息化施工方法在城区复杂环境下的深大基坑工程中具有较强的可行性与实用价值。试验段监测数据显示，钢换撑体系在动态调节过程中，支撑轴力、墙体位移、地表沉降等指标均未超出预警阈值，说明信息化监测可实时反映基坑受力与变形状态，为施工参数调整提供科学依据。通过分级卸压、动态跟踪等措施，有效控制基坑变形，保障周边建（构）筑物安全，可为同类超深基坑工程提供成熟的施工管理模式。未来可进一步完善监测数据智能分析平台，提高预警响应速度，推动信息化施工在轨道交通领域更广泛应用。

参考文献

[1] 秦东平,边可,王伟东,李全才,聂金池.咬合桩止水帷幕在PBA暗挖隧道中的应用研究.都市轨道交通,2022(04)

[2] 巫肇锦.内支撑装配式地铁车站深基坑变形控制分析.山西建筑,2025(19)

[3] 付秀勇.洞内咬合桩关键设计参数研究与验证.铁道建筑技术,2025(01)