



图 7 沟槽开挖



图 8 开洞钢板定位

4.3 开洞钢板定位

待开洞钢板全部外露后，通过开洞钢板中心的孔洞进行临排管道定位（图 8）。

4.4 水钻开孔

利用水钻依照预留开洞钢板位置对地连墙进行精准开孔，直至临排路径处的两幅地连墙实现开孔贯通（图 9）。



图 9 水钻开孔



图 10 迁改管道安装

4.5 迁改管道安装

在两幅地连墙的开孔内安装迁改后的新管道，并在基坑地连墙外围设置污水井，再通过预留廊道接入现状污水井，从而实现 Z 形管道的迁改（图 10）。

4.6 剩余地连墙施工，完成封闭

拆除原有管道，重复地连墙的施工步骤（无需开洞钢板预埋），完成剩余地下连续墙的施工，实现主体基坑地下连续墙的封闭。

待该主体基坑全部施工完成后，可将管道永久改迁至基坑外侧，该段临排横穿管道废弃，原地连墙穿孔处采用微膨胀防水混凝土进行封堵。

5 结语

（1）与传统管线原位保护技术相比，本工程采用的横穿 Z 形管线临排迁改技术将横穿基坑区域且不便原位保护的 Z 形管线改直迁移，实现了原管线处地连墙的快速施工，保障了全部地连墙的顺利封闭。

（2）本技术通过节省地连墙工人机械二次进出场

及临时钢支撑安拆等费用，关键线路工期大幅缩短，综合造价要比传统技术节约 10%~20%。

（3）本技术有效提高了超深地下连续墙的整体质量，减少了安全隐患，有力地为深基坑开挖提供了安全保障，降低了施工对周围环境的影响。

参考文献：

- [1] 李晨. 北京某论坛工程地下连续墙施工方法及应用研究 [J]. 科技创新与应用, 2024, 14(19): 129-134.
- [2] 张佳. 复杂地层超深地下连续墙设计与施工关键技术 [J]. 施工技术 (中英文), 2024, 53(13): 67-74.
- [3] 黄毅, 覃峰, 吴华达, 等. 软土地区深基坑地下连续墙变形机制方法研究 [J]. 建筑技术开发, 2024, 51(07): 161-163.
- [4] 薛传顺. 软土地区深基坑钢制地下连续墙力学性能研究 [J]. 工程技术研究, 2023, 8(15): 134-136.
- [5] 周政. 南京长江漫滩区地下连续墙围护结构受力与变形特性研究 [D]. 扬州: 扬州大学, 2022.
- [6] 叶鹏, 何卓榕, 李庆. 穿越既有管线障碍的 Z 形地下连续墙施工技术 [J]. 建筑技术, 2024, 55(02): 151-155.
- [7] 张标, 孙颜顶, 田华良, 等. 穿越既有管线的地下连续墙施工技术研究 [J]. 城市轨道交通研究, 2023, 26(09): 259-263.
- [8] 吴亚磊, 雷明, 王冰. 深埋大直径管线原位保护工况下地下连续墙施工技术 [J]. 建设科技, 2024(10): 89-91.

基金项目：上海市交通委员会科研计划项目（JT2024-KY-036）。

密贴运营车站咬合清障回填 超深地连墙施工技术研究

郑中保^{1,2}

(1. 中铁十四局集团有限公司, 山东 济南 250014; 2. 中铁十四局集团大盾构工程有限公司, 江苏 南京 211899)

摘要: 依托上海轨道交通 23 号线紫竹高新区站工程, 提出了新建地连墙密贴既有围护咬合清障水泥土回填、新建导墙与密贴既有围护冠梁连接共用、密贴既有围护拐角空间钢筋笼优化等关键技术, 解决了与既有线路极小间距施工难题, 确保了施工质量与效率, 降低了施工风险与成本。研究成果对复杂环境下城市轨道交通施工具有重要指导意义。

关键词: 密贴施工技术; 全回转套管清障; 智能沉渣清除; 极小间距施工

中图分类号: TU753 文献标识码: A 文章编号: 1006—7973 (2025) 21—0112—04

Research on the Construction Technology of Ultra-deep Underground Diaphragm Wall with Tight-fitting Operation Station Obstacle-clearing and Backfilling

Zheng Zhong-bao^{1,2}

(1. China Railway No.14 Bureau Group Co., Ltd., Jinan 250014, Shandong, China; 2. China Railway No.14 Bureau Group Large Shield Engineering Co., Ltd., Nanjing 211899, Jiangsu, China)

Abstract: Based on the Zizhu High-tech Zone Station project of Shanghai Rail Transit Line 23, key technologies are proposed, including tight-fitting cement-soil backfilling for obstacle-clearing by the new diaphragm wall in contact with the existing retaining structure, the connection and shared use of the new guide wall and the crown beam of the tight-fitting existing retaining structure, and the optimization of the steel reinforcement cage in the corner space of the tight-fitting existing retaining structure. These technologies solve the construction problem of extremely small spaces with the existing line, ensure construction quality and efficiency, and reduce construction risks and costs. The research results have important guiding significance for urban rail transit construction in complex environments.

Keywords: tight-fitting construction technology; full-rotation casing obstacle clearing; intelligent sediment removal; construction with extremely small spacing

在快速城市化的进程中, 地下空间的开发利用成为缓解地面交通压力、优化城市布局的关键策略。尤其是在人口密集、土地资源稀缺的大都市中, 地铁等公共交通系统作为城市动脉, 其建设和运营效率直接影响着城市的可持续发展与居民的生活质量。然而, 地铁施工尤其是超深地下连续墙的建设, 面临着复杂的地质条件、严苛的环境保护要求以及对周边建筑物影响的挑战^[1]。

地下连续墙是一种深基础工程中常用的结构形式, 主要用于基坑支护、地下室围护结构以及隧道和地下工程的侧墙^[2-5]。它是由一系列槽孔挖掘形成的墙体组成, 槽孔之间通过重叠部分连接, 形成一个连续的地下墙体。在城市地下连续墙施工过程中, 往往遇到相对比较复杂的环境条件, 即使在施工过程中保持高度注意, 仍会因为渗透、突涌等因素出现各种问题^[6-9]。

依托某基坑工程地连墙存在密贴运营车站的问题, 本文开展了密贴运营车站围护咬合清障水泥土回填超深地下连续墙施工技术研究, 研究结果可为类似复杂环

境下的超深地下连续墙施工提供了有益的参考和技术支持。

1 工程概况

上海轨道交通 23 号线一期工程紫竹高新区站为地下三层站, 位于闵行区东川路与莲花南路路口东侧, 沿东川路呈东西向布置。车站总建筑面积 16904.01m², 其中主体建筑面积 12169.98m², 附属建筑面积 4734.03m², 车站尺寸为 165.6m × 22.94~28.34m (包含结构内衬墙), 车站主体基坑深度约为 29.21~31.01m。其中, 西端头基坑地连墙与既有 15 号线设计间距 50cm, 考虑两条线围护结构外放情况间距仅为 20cm (既有有线外放 10cm, 本站外放 15cm), 且西南角地连墙与既有 15 号线集散空间设计间距 19cm, 且部分槽壁加固已侵入地墙 (图 1)。

针对上述问题展开相关研究, 集成了新建地连墙密贴既有围护咬合清障水泥土回填、新建导墙与密贴既有

围护冠梁连接共用、密贴既有围护拐角空间钢筋笼优化、地连墙沉渣智能高效清除等关键技术，最终形成密贴运营车站围护咬合清障水泥土回填超深地下连续墙施工技术。

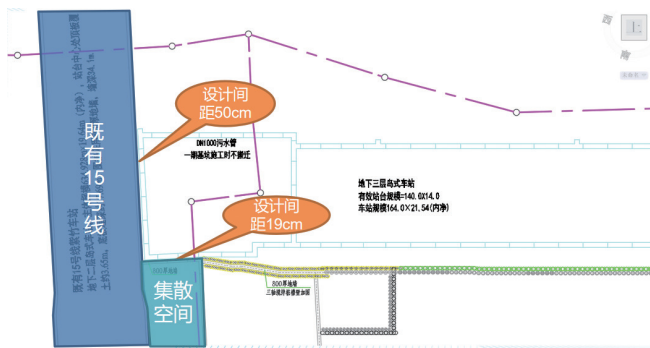


图1 新建地连墙密贴运营车站围护结构示意图

2 关键技术原理

2.1 新建地连墙密贴既有围护咬合清障水泥土回填技术

该技术先通过钻机引孔探障，对存在障碍的地方采用全回转套管咬合切削，通过螺旋杆将切削碎石进行翻转出土，达到清障效果；清障完毕后采用水泥土分层回填，回填采用水泥掺量8%的黏土进行分层回填，并用专用夯锤夯实，回填水泥土强度控制在0.2MPa以上，确保咬合死角距离不影响新建地连墙施工；后期缝隙与地连墙同步浇筑，素混凝土填充。成槽施工前，对清障区域先进行试成槽，根据超声波图谱验证清障效果。成槽完毕后，为保证与既有地连墙的接缝效果，在成槽机一侧设置15cm铁刷对既有地连墙进行刷壁，如有小的障碍物可换成切刀进行切除。

其中，清障采用全回转动力设备，该设备为套管360°回转以及刀头切割障碍物提供动力，包括上下抱箍夹紧系统和一套竖向顶升系统。由于钢套管是全回转钻进的，且端部刀头配置了负载控制装置，可以确保刀头的负载在最合适的范围内，且钻机在钻进过程中可任意调节套管的回转扭矩、回转速度、压入力以及夹紧力等的最高值，并且可以设定发动机的高速、中速、低速，可以根据地质和障碍物情况，进行高效施工。

如图2所示，施工中利用全回转钻机产生的下压力和扭矩，驱动钢套管转动将套管钻入地下，外侧套管回旋钻进作为护壁，套管完全套住障碍物进行切削作业，内侧采用内套管配合楔型锤反向钻进，将障碍物切削后实施土体分离减摩，障碍物用冲抓斗取出。

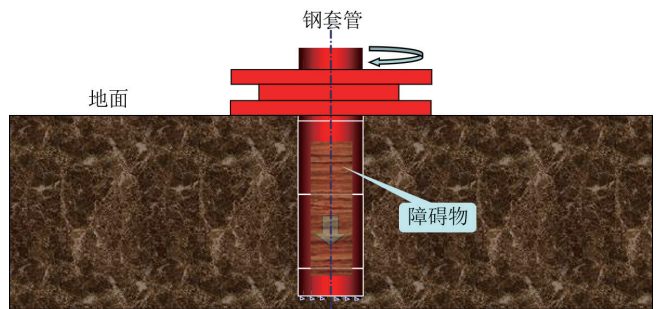


图2 清障工作原理图

2.2 新建导墙与密贴既有围护冠梁连接共用技术

对于一般位置的导墙制作，采用两边倒“L”型，采用C30钢筋混凝土，侧壁竖向钢筋为 $\Phi 12@200\text{mm}$ ，纵向钢筋为 $\Phi 12@200\text{mm}$ ；上翼板横向钢筋为 $\Phi 12@200\text{mm}$ ，纵向钢筋为 $\Phi 12@200\text{mm}$ 。

然而，在新建地连墙两侧构筑倒“L”型导墙时，因新建地连墙密贴既有围护，且导墙高度要求不应小于1.5m，此时靠近既有围护的导墙可坐落于既有围护的冠梁上，新建导墙与既有冠梁通过植筋连接，如图3所示。

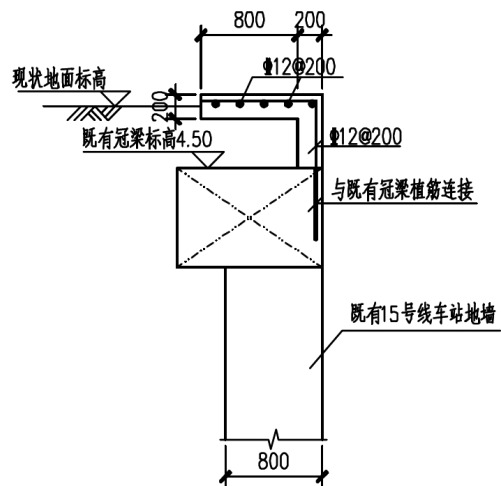


图3 新建导墙与密贴既有围护冠梁连接共用示意图

2.3 密贴既有围护拐角空间钢筋笼优化技术

如图4所示，考虑密贴既有围护拐角位置的特殊性，通过全回转钻机可能清理不到位，为保证拐角地连墙钢筋笼正常下放，将拐角处的钢筋笼设置为平直段，避免由于拐角出现障碍物导致钢筋笼卡住。

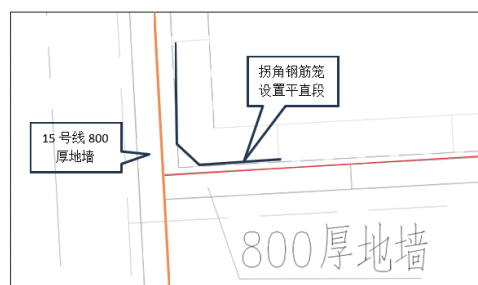


图4 拐角幅钢筋笼设置平直段

3 施工工艺

针对本工程中的两处清障位置，采用新建地连墙密贴既有围护咬合清障水泥土回填技术，总体流程包括：测量放点→引孔清障→机器就位→全套管钻机清障→拔除套管→回填土。

3.1 测量放点

首先进行测量，放出相邻结构边线（应考虑地连墙外放 10~15mm）及清障点位，可采用钢筋或喷漆进行点位标记。

3.2 全套管钻机清障

根据引孔探障结果，对存在鼓包地方进行清障，清障使用直径 1200mm 套筒间距 400mm 进行施工，施工前应对桩位点进行二次复核，桩机就位后应校准桩机垂直度。施工中主要通过套管旋转钻进与相邻鼓包位置进行切削，将鼓包位置混凝土进行清除，然后通过螺旋杆将切削碎石进行反转出土，达到清障效果。

如图 5 所示，靠近 15 号线地墙采用 $\Phi 1000@700\text{mm}$ 全回转清障，清障深度与 15 号线地连墙深度相同（34.1m），靠近集散空间区域采用 $\Phi 1000@400\text{mm}$ 全回转钻机清障，清障深度与附属地墙深度相同（29m）。现场清障施工和套管拔除如图 6 和图 7 所示。

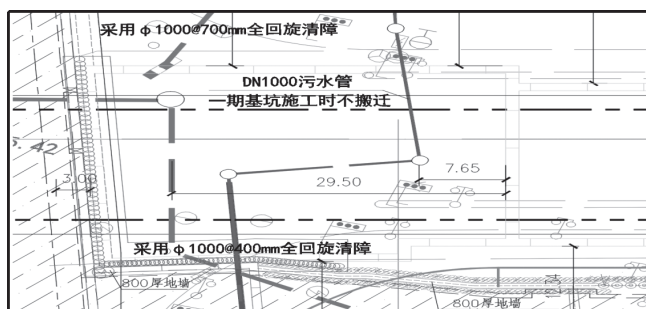


图 5 咬合清障水泥土回填布置示意图



图 6 障碍物取出



图 7 套管拔除

3.3 回填土

套管内渣土取出后，为保证地连墙成槽土体稳定，拔出套管后应孔内进行回填（图 8）。回填采用水泥掺量 8% 的黏土进行分层回填，并用专用夯锤夯实，回填水泥土强度控制在 0.2MPa 以上，确保咬合死角距离不影响新建地连墙施工。



图 8 回填水泥土

后期缝隙与地连墙同步浇筑，素混凝土填充。成槽施工前，对清障区域先进行试成槽，根据超声波图谱验证清障效果。如果仍存在未清理部分，回填后对障碍处采用全回转套管清理。

待地下连续墙全部施工完成后，采用基于阵列式微电流场的地连墙渗漏隐患无损检测技术对其进行质量检测，总体分为资料搜集及方案编制、坑外辅助钻孔成孔、坑内检测三个主要阶段。检测结果表明：本工法中的地连墙施工质量整体良好，无渗漏隐患点存在。

4 结语

依托上海轨道交通 23 号线一期工程，针对紫竹高新区站围护结构密贴既有 15 号线的施工难题，本文提出了新建地连墙密贴既有围护咬合清障水泥土回填、新