 DOI: https://doi.org/10.12349/edc.v8i4.9974

Construction Technology of Anti-leakage for Transfer Node of Subway Station

Xueting Ma

Beijing Jianyetong Engineering Testing Technology Co., Ltd., Beijing, 210000, China

Abstract

To meet the growing travel demands of urban residents, subway networks are continuously expanding with increasingly complex route layouts. As critical nodes in the subway system, transfer stations require comprehensive planning of multiple factors including construction costs, passenger flow distribution, and line connectivity. Most transfer stations feature phased construction with overlapping structures and are typically located beneath existing standard stations, resulting in greater challenges for foundation pit excavation and structural construction. Their leakage risks are significantly higher than those of conventional stations. Based on a subway transfer station project in a specific city, this paper systematically analyzes anti-leakage control measures and key construction techniques employed during foundation pit excavation. It summarizes quality control points and technical experiences throughout the construction process, providing practical references for similar anti-leakage engineering in subway transfer station foundation pits.

Keywords

transfer station; ground wall; leakage proof

地铁车站换乘节点防渗漏施工工艺

马雪亭

北京建业通工程检测技术有限公司，中国·北京 210000

摘　要

为满足城市居民日益增长的出行需求，地铁网络不断拓展延伸，线路布局日趋复杂。换乘站作为地铁网络的关键节点，其选址与建设需综合统筹工程造价、客流集散、线路衔接等多重因素。由于多数换乘站存在分期建设、上下叠落施工特点，且多位于既有标准车站下方，基坑开挖与结构施工难度大，渗漏水风险显著高于普通车站。本文以某市地铁换乘站工程为依托，系统分析基坑施工中采用的防渗漏控制措施与关键施工工艺，总结施工过程中的质量控制要点与技术经验，可为同类地铁换乘站基坑防渗漏工程提供实践参考。

关键词

换乘车站；地连墙；防渗漏

1 工程概况

此车站为明挖车站，车站基坑开挖深度为 16.8m~18.89m，换乘节点处基坑开挖深度约 25.9m，属于地下三层，与远期 3 号线 T 型换乘，换乘节点基坑安全等级为一级。换乘节点基坑围护采用 1m 厚地墙 +6 道内支撑 +1 道换撑体系，第四道支撑采用钢筋混凝土支撑（主撑 1000×1000+ 肋撑 600×800），第二、三、五道钢支撑采用 φ800，t=20，第六道钢支撑采用 φ609，t=16，并在坑底进行旋喷桩加固。

工程地质条件分析：施工范围内土层分布主要为：①-1 填土、②粉土、③-1 粉砂夹粉质粘土、③-2 粉砂、④-2 粉质黏土夹砂质粉土、⑤-1 砂质粉土夹粉砂、⑤-2 粉砂夹砂质粉土和⑤-3 粘质粉土夹粉砂，且浅层存在潜水和第Ⅰ承压水。

2 本工程重难点

（1）存在一定环境风险，此车站基坑较宽，跨度较大，且位于主干道路交叉口处，围挡外有车辆及行人通过，确保周边环境安全是本工程难点。

（2）本车站周边地下管线密集，且距离换乘节点基坑约 25m 处有一个箱涵，箱涵为混凝土结构，宽 3.6m，高 3.2m，箱涵底标高为 -0.3m，埋深约 4.6m，对管线保护及建构筑物的保护是本工程重点；

（3）地连墙成槽过程中经过的土层灵敏度高、易液化，容易出现缩孔、塌孔问题。通常来说刷壁工艺达不到理想水平，接头抗变形能力也无法考量，地连墙质量不易控制，导致地连墙之间的接缝渗漏水风险极大，确保地连墙质量为本

【作者简介】马雪亭（1989–），男，蒙古族，中国内蒙古赤峰人，本科，工程师，从事工程施工及检测研究。

工程重点。

（4）图纸揭示土层为含水层，总厚度较大，含水量较丰富，在深基坑施工扰动下极易影响地下水位，导致地基土有效自重应力减小，孔隙水压力随之增加，从而引发渗漏水，控制地下水位是本工程重点。[1]

3 车站换乘节点防渗漏工程的施工工艺

3.1 地连墙施工

换乘段地下连续墙墙趾均插入⑤-3 粘质粉土夹粉砂层中，考虑到墙体的强度、变形和稳定性要求，换乘节点南北侧采用深 47m，厚 1m 地下连续墙，共 16 幅。

（1）提高刷壁效果，整个槽段都需要仔细清刷不少于 20 次，直至毛刷面表面无泥皮和土渣，杜绝在槽段接头处存在夹泥现象。

（2）从源头上控制原材质量，钢筋笼制作过程中保证保护层垫块的规格及数量，物资部从市场上选用高标准材料供应商，并安排试验员在现场实时检测混凝土塌落度，严禁材料不合格就进入下一道工序。

（3）泥浆的设计以及施工的质量也会影响到连续墙的工程。泥浆系统的主要作用是对墙体进行保护、搬运沙子以及冷却等。这方面的质量控制可以表现为以下的几个部分：

第一，新拌的泥浆需要在使用的二十四个小时之前增加分散剂或者黏土使其充分水化；　　第二，在施工的过程中要按时的检查泥浆的质量，要根据实际的情况不断地对出现的问题进行调整；

第三，在槽段回收的泥浆的处理方面，需要对其进行土渣的分离，然后进行除渣等多项工作，最后按照指定的要求对某些泥浆的指标进行不断地调整，达到相应的标准之后再进行泥浆的再生成；

第四，在进行成槽部分的工作时，要保证槽内的泥浆的高度。保证在雨季时不会出现水过多而不可控制的情况，同时，在大雨天也可以密切的观察水位，在需要时能够对水槽的高度进行调整并封闭槽口。地下水位需要降低，应定期观察地下水位，避免出现雨水和污水的渗漏等。

第五，在挖槽的同时对泥浆指标进行检测；

（4）把控时间管理，槽段清理完成后，用超声波检测槽段垂直度，然后下发钢筋笼，安装好浇筑支架及导管后，安排浇筑混凝土。

3.2 基坑降水方案

稳定性分析：

基坑换乘段位置按照土层分布情况分层计算（参考钻孔 S15XZ04），当 Ps=Pw（安全系数为 1.10）时，承压含水层顶面至基底面间各分层土层的重度取 18.0kN/m3[1]，详见下表：

由表可以看出换乘段区域均需要降第⑤-2 层承压水，换乘段⑤-1 和⑤-2 层布置混合减压井深 45.00m，过滤器长度 12.00m。⑤-3 层布置 4 口减压井深 52.00m，过滤器长度 6.00m。

基坑	土层	开挖深度（m）	安全水位埋深（m）	水位降深（m）	安全系数
换乘段	第⑤-1 层	26.660	25.06	22.93	0.17
换乘段	第⑤-2 层	26.660	20.75	18.62	0.49
换乘段	第⑤-3 层	26.660	15.33	12.35	0.75

降水方案：

（1）水位控制严格按照基坑定性分析中的基坑开挖深度和承压安全水位埋深曲线进行 [2]。根据土方挖土工况，降水运行时每口降压井水头降深应与基坑开挖深度相一一对应。

（2）结合车站基坑开挖方案，降承压水共分 14 个降压段，每段长度不一，每次开启一个降压段范围内降压井，同时为减少降承压水时间，在站台层浇筑完成后采取一定的压重措施，每个降压段的降水井运行天数约为 31 天。

（3）按照要求，每天安排专业人员进行水位检测，并且按照要求填写水位表，对当天水位进行观察，保证水位在开挖面以下。[2]

3.3 换乘节点开挖方案

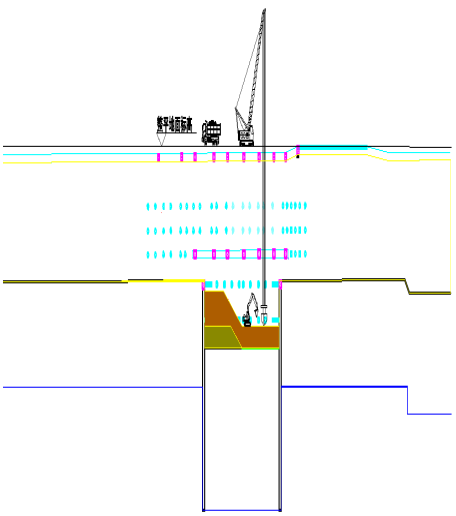
换乘节点开挖，分五层开挖，前三层和标准段开挖方式一样，先架撑后开挖，采用盆式开挖，先挖中间土，最后挖两侧土，第四、五、六层采用 1:1 放坡台阶式开挖。

（1）竖向第四层开挖（换乘段）

换乘段两侧底板浇筑完成后，待换乘段第四道支撑浇筑完成后，进行临时钢支撑架设，满足支撑受力要求，进行该换乘段第四层土方开挖，开挖厚度 4.6m，开挖深度（14.7~19.3m），由东向西分段开挖，换乘段第四层土方量共计约 4546.66m³。

（2）竖向第五层开挖（换乘段）

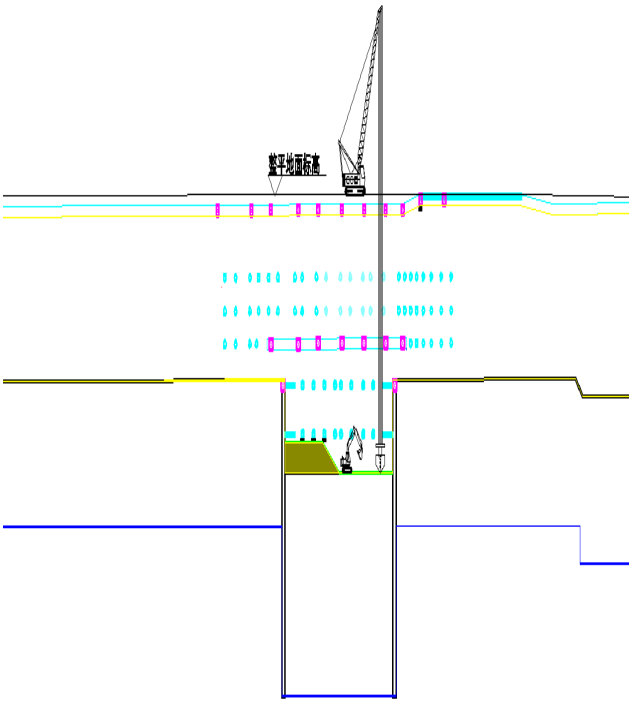
待换乘段第五道支撑安装完成后，进行该施工段第五层土方开挖，开挖厚度 3.8m，开挖深度（19.3~23.1m），由南向北分段开挖，车站第五层土方量共计约 3342.49m³。换乘段第五层开挖工况图如下图所示。



竖向第五层开挖示意图（换乘段）

（3）竖向第六层开挖及负三层基坑见底（换乘段）

待换乘段第六道支撑安装完成后，进行该施工段第六层土方开挖，开挖厚度 2.56m，开挖深度（23.1~25.66m），由南向北分段开挖，车站第六层土方量共计约 2119.74m³。



竖向第六层开挖示意图（换乘段）

4 换乘节点施工质量检测

检测换乘节点施工质量时，不仅要提高质量检测的精度，还需尽量做到无损检测，现采取措施如下：

1、采用德国 FGM 地连墙检测技术，对地连墙施工质量进行一个可靠的数据分析，对薄弱位置进行坑外加固，做到心中有数。

2、在换乘节点两侧进行地质雷达扫描，预防底部存在空洞。

5 建议

地铁换乘节点施工存在各种各样的施工工艺，应从每一个施工细节综合考虑，以降低防渗漏的可能性，施工前采取相应预防措施，施工过程中密切关注监测数据，当有异常情况发生时有指导性应急方案，为保证施工过程中基坑周边环境不受影响，提出以下几点建议

5.1 预防措施

①施工前对周边环境进行调查，并根据需要采取多重结构加固措施；

②因地制宜，根据此车站实际情况，制定详细的基坑开挖、基坑降水施工方案，严格按照方案执行；

③在换乘节点四个转角增设疏干兼降压井，如遇险情立即开启，把风险降至最低，减小因基坑降水引起地表沉降。

④换乘节点所有地连墙接缝位置采用 800 高压旋喷桩进行墙缝止水，预防出现渗漏水。

⑤在负三层换乘节点所有地连墙接缝位置封堵 3mm 钢板，避免墙缝薄弱位置发生喷涌。

5.2 发生险情时抢险措施

①当涌水量较少时，应立即停止施工，回灌井持续运行以控制地表沉降继续变大。在沉降尚未控制、原因尚未分析清楚及沉降控制措施尚未到位的条件下，严禁继续下一道施工工序；沉降情况控制后，宜继续观察一段时间，并进行渗漏分析、总结，待稳定一段时间后得上级审批同意后方可继续施工。[3]

②当涌水量较大时，应根据专项应急方案，现场人员先使用棉布、木楔对渗漏点建初步封堵，再组织人机配合，采用沙袋、回填土方进行反压，地面负责人联系注浆工人在基坑外采用 WSS 工法进行双液浆注浆，待不再出现大面积渗漏时，接缝位置进行凿平处理，将表层土清理干净，将钢板固定在接缝处，用水不漏将钢板封堵密实，待凝固后注入砂浆填充密实。

参考文献

[1] 刘胜利,蒋盛钢,曹成勇.强透水砂卵地层深基坑地下水控制方案比选与优化设计[J].铁道科学与工程学报,2018,12:3189-3197.

[2] 戎毅仁. 软土地区深基坑降水设计施工技术研究[J]. 土木建筑工程信息技术, 2018, 010(002):94-99.

[3] 雷涛，漆继良，施成华，等。盖挖逆作法施工地铁车站叠合墙综合防水体系 [J]. 城市轨道交通研究，2023,26 (9):148-153.