

# 地铁工程地下连续墙的施工技术研究

宋岩磊

济南轨道交通集团有限公司

**摘要：**地下连续墙的施工技术是市政工程等大型工程项目深基坑施工中的一项关键技术，对深基坑的防渗、挡土、截水、承重和保障工程项目的良好运营有重要意义。随着相关技术、材料和设备的持续优化，各种新材料和技术设备的推广应用，地下连续墙逐渐成为我国地铁工程建设的重要围护结构形式之一，且项目施工中可采用的地下连续墙种类比较多，工程项目施工的技术要求高。本文将围绕地铁工程地下连续墙的施工技术和要点简要论述和分析，探讨施工中常见问题和影响因素，就如何优化地铁工程地下连续墙施工并提高工程整体质量效果提出建议和对策。

**关键词：**地铁工程；地下连续墙；施工技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.12.052

地铁是我国城市交通的重要组成部分，作为一种运量大、速度快、经济便捷和绿色环保的交通方式，既能满足城市居民的出行需求，在缓解城市拥堵和交通压力、推进城市发展等方面意义重大。城市规划与建设逐渐加大了地铁工程的规划建设与施工，且在不断发展中地铁工程建设的技术和工艺也在持续优化和改进，确保地铁工程建设的良好效果。地下连续墙具有施工振动小、刚度比较大、抗渗漏性能优良、施工产生的噪声和污染小等多方面的优势，在地铁工程项目施工中得到了推广和应用，从而保障工程项目的顺利施工、保护和支撑交通运输和相关建筑物。而地下连续墙的施工技术和工艺相对比较复杂，各工序和环节之间的联系比较紧密，整个工程项目施工也面临一些风险隐患，为确保地下连续墙的良好施工效果，以及在地铁工程中有效发挥作用，需把握施工技术要点，并实施全面质量安全管控。

## 一、地下连续墙施工及特点

地铁工程会涉及大量深基坑工程的施工，为保证工程项目的良好质量效果，满足地铁工程安全运行的需要，要对深基坑施工不断优化和改进，促进各种先进技术和设备的应用。地下连续墙是地铁工程施工中常见的一种深基坑围护结构形式，需要借助专业化的挖掘设备，沿着基础工程的周边轴线，在泥浆护壁条件下，开挖出一条狭长的深槽；之后，对开挖的深槽进行规范清理，并依照工程项目需要在槽内规范吊放钢筋笼；然后，用导管法灌注混凝土，筑成一个单元槽段，逐段完成这一工序的操作，形成一道连续的钢筋混凝土墙壁，作为地铁工程项目基础工程的截水、防渗、承重、

挡水结构，支持后续地铁工程的良好运行和相关建筑物安全<sup>[1]</sup>。地下连续墙的施工技术符合现代工程项目安全文明施工和绿色施工的要求，在整个工程项目施工中产生的振动小，对工程项目及周围环境造成的影响小，产生的噪声污染小；墙体的刚度比较大，整体性比较好，一定程度上提高工程项目施工的整体效果；施工速度比较快，在具体操作的时候可以节省土石方，可用于各种地质条件下的深基坑支护和施工，包括砂性土层、粒径50mm以下的砂砾层等地质条件，在保障基坑开挖顺利进行的同时，可有效防范地基沉降、塌方事故等问题；施工操作的时候占地比较少，在地铁工程施工中可以充分利用有关建筑红线以内有限的地面和空间，既便于施工操作，也使地下连续墙几乎不透水。但是，地下连续墙的施工技术专业要求高，如果施工中技术要点把握不准确、选用的施工方法和操作不当，或者是施工现场的地质条件十分特殊，都可能对最终的施工质量和效果造成影响，导致出现相邻墙段不能对齐、漏水等问题；即使该技术可以在很多复杂地质下施工，但遇到很软的淤泥质土、超硬岩石等特殊地质的时候，施工的难度比较大；地铁工程项目如果采用这种方式，废泥浆的处理也比较麻烦<sup>[2]</sup>。

## 二、地铁工程地下连续墙的施工技术及要点关键

### （一）工程项目概述

A地铁工程项目的规划建设总长度为总长462.9m，有效平台长度、有效平台宽度分别为121m、13m，在整个工程项目施工建设的时候，基础部分的施工主要采用的是两柱单柱双层框架结构，其中基坑井的宽度、深度分别为25.3m、19.1m；地下连续墙的厚度为800mm。地下连续墙的施工是该工程项目基础部分施工的关键，为保障工程项目施工的良好质量效果，保障地铁工程后续运行的安全可靠，需要准确把握地下连续墙的技术要点、工艺流程，在整个工程项目施工中严格监督依照工艺流程进行。

### （二）地下连续墙的施工技术要点和工艺流程

地下连续墙施工涉及的环节和内容比较多，整个工程项目建设需要监督依照工艺流程进行，在保证各工序和环境良好施工效果，防范质量安全隐患的同时，还需要保证各工序和环节的有效衔接，保障工程项目的顺利施工。

#### 1、修筑导墙施工

导墙施工作为整个工程项目建设的重要环节，在整个工程项目施工中发挥着重要作用，直接影响着整个连

续墙的垂直度。一般情况下，在地下连续墙槽段开挖施工前，需要沿地铁工程项目连续墙纵向轴线位置科学合理地构筑导墙，之后在综合考虑和分析该工程项目的的设计要求和质量标准的技术上，采用适合参数的混凝土材料进行浇筑，工程项目施工既可以采用现浇混凝土，也可以采用钢筋混凝土，要结合地铁工程的实际情况而定。在具体操作的时候，还需要对导墙的修筑进行有效地监督和管控，确保导墙的质量符合工程项目建设的的要求和标准。例如，地铁工程导壁负载相对比较大，为保证该工程项目后续运行的安全性，在导墙修筑的时候要选用优质的黏土，填充导壁的侧面，并认真做好密封处理工作，确保导墙的结构稳定性；严格依照工程项目的的设计要求和具体的定位放样，控制好模板的垂直度，确保其符合相关的要求，然后将其固定起来，确保导墙内外混凝土绕柱的对称性；整个项目施工中也需要监督模板的规范拆除，在拆除模板后还需要仔细检查是否存在浇筑过程中导墙的混凝土发生位置变动的情况，对检查中存在的各类问题需要及时进行处理<sup>[3]</sup>。A工程项目的施工要将导墙深度控制在1~2m，顶面略高于地面50~100mm，起到防止地下水流入导沟的作用效果；工程项目施工导墙的厚度一般控制为100~200mm，内墙面应垂直，内壁净距应为连续墙设计厚度加施工余量，通常情况下控制在40~60mm之间。在这一工序施工完成之后，需要进行仔细的检查验收，将该工程项目墙面与纵轴线距离的允许偏差控制在10mm范围之内，将工程项目内外导墙间距允许偏差控制在5mm范围之内，并确保工程项目导墙顶面保持水平。

## 2、泥浆护壁施工

地铁工程地下连续墙施工中需要通过泥浆对槽壁施加压力，用以保护挖成的深槽形状不变，之后灌注适合参数的混凝土把泥浆置换出来，并有效防止地下水的渗入和槽壁的情况，保持工程项目壁面的稳定性。泥浆护壁施工是地铁工程项目地下连续墙施工的关键环节和工序，施工作业人员要结合工程项目的实际情况，对泥浆护壁施工的技术要点准确把握，对工程项目施工作业进行合理设计，并实施严格的监督管控。具体而言，在项目操作的时候要保证泥浆的配比符合工程项目建设的的质量标准和要求，施工中还需要对泥浆柱压力大小进行合理控制，主要是因为施工中如果控制不好泥浆柱压力的大小，可能会影响该工程项目槽壁的稳定性，甚至在后续施工中出現塌方事故及其他一些安全隐患、质量隐患，不仅影响地铁工程的顺利施工和质量效果，还可能造成其他方面的一些严重损失。施工中材料的配比控制，需要在综合分析和考虑地铁工程项目的实际环境和需要，工程所在地的水文地质资料等相关因素的基础上进行，确保材料配比的合理性，从而提高整个工程项目建设的质量和安全性。整个项目施工中还需要保证泥浆

具备良好的黏合度，刚配比的泥浆材料，需要充分的发酵；在泥浆当中加入适量的增粘剂CMC 和分散碱，一定程度上可以提高泥浆的黏黏度；为确保泥浆配比的合理性，还需要认真做好相关的实验和修改工作，认真做好泥浆配置的检验与调整工作，确保配料的顺序的规范性，用料和用量的科学规范性<sup>[4]</sup>。例如，A工程项目施工的泥浆材料主要由膨润土、水、化学处理剂和一些惰性物质组成。

## 3、钢筋笼的制作以及吊装

钢筋笼的制作及吊装也是地铁工程地下连续墙施工的关键工序和环节，在整个工程项目施工中需要严格依照相关的流程和规范进行，从而确保整个工程的质量和安全性。在具体操作的时候，施工作业人员需要依照规范流程将工字钢吊装在平台上放好，将水平面的主筋铺设好，并且采用适合的焊接技术将其焊接起来；之后，参考工程项目的的设计要求和质量标准，确保用浆做好的桁架在迎土面的钢筋网上面，并以桁架为支撑，采用适合的焊接技术焊接开挖面主筋网架、水平钢筋，焊接开挖面施工的加筋、用筋，爆接定位块、封口筋及 X 斜拉筋，焊接吊筋，从而保证这一环节的施工满足工程项目的具体要求；还需要结合工程项目实际情况，在钢筋笼内部安设纵、横向桁架，用以加固钢筋笼的强度。在整个工程项目操作的时候，也需要进行严格的质量监督和检查验收，对施工中存在的问题及时发现和处理，防范钢筋笼变形的情况，确保钢筋笼的强度与地铁工程项目的实际要求保持高度一致。此外，在吊装环节施工的时候要采用适合的吊架和吊梁辅助施工，并做好吊点焊接质量等相关方面的检查和验收工作，以及科学合理地布置吊点位置，保证吊点和槽段的中央位置重合；在吊装环节施工的时候，要采用科学有效的方法防止槽壁坍塌，尽量保证槽段中间位置与钢筋笼要对齐；在插入槽内施工的时候，要尽量保持垂直，并保证槽段与吊点的中心点相重合，从而保证这一工序施工的良好质量效果<sup>[5]</sup>。

## 4、成槽施工

这一环节的施工操作需要结合工程项目的实际情况，以及工程项目的的设计要求和质量标准，采用适合的机械设备辅助施工。一般情况下，地铁工程项目施工中采用的设备主要有旋转切削多头钻、导板抓斗、冲击钻等，正式施工前需要对设备的参数和质量性能进行仔细地检查，防范因设备故障等造成的施工质量问题和安全事故。在具体施工操作的时候，综合考虑工程项目的地质条件、筑墙深度，对这些设备合理选用。如果工程项目施工现场的土质相对比较软，深度在15m左右，项目施工中主要采用普通导板抓斗；如果工程项目施工现场是密实的砂层或含砾土层，项目后续施工中可以选用多头钻或加重型液压导板抓斗；如果工程项目施工现场含

有大颗粒卵砾石或岩基,后续项目施工中可以选用冲击钻。一般地铁工程项目地下连续墙的施工,将槽段的单元深度控制在6~8m左右,具体操作的时候在综合考虑和分析工程项目土质情况、钢筋骨架重量及结构尺寸、划分段落等决定;在确保成槽后,还需要静置4小时左右,并对工程项目槽内泥浆比重进行检查和验收,确保泥浆比重不超过1.3;这一工序施工完成之后,还需要对槽的宽度与槽壁的平整度等进行仔细的检查 and 验收,确保符合实际工程项目建设的相关标准和要求,方便钢筋笼的下放,整个工程项目施工的槽壁垂直度偏差应控制在0.5%以内<sup>[6]</sup>。

### 5、水下混凝土浇筑

为保证工程项目的良好施工效果,还需要地下连续墙水下混凝土浇筑环节的施工进行有效的监督管控,使各工序的顺利施工和有序衔接,保证采用的方法和混凝土材料适合。具体而言,A工程项目施工的时候混凝土浇筑主要采用的是导管法浇筑,项目施工中采用的导管为 $\phi 250\text{mm}$ 快速接头钢导管、节长2.5m(最下一节长度6m)、导管下口距孔底10~15cm。为防止工程项目施工中出现泥浆混入混凝土的情况,在正式施工前可以在导管内吊放一管塞,依靠灌入的混凝土压力将管内泥浆挤出;整个过程施工要保证灌注的连续性,对混凝土灌注量、每次上升的高度进行严格控制,每次间隔的时间不可以超过4h;对混凝土材料质量进行仔细的检查 and 验收,保证混凝土材料具有良好的缓凝性、和易性,符合工程项目的质量要求,也要对混凝土材料的抗渗漏性能、强度等进行仔细的检查 and 验收,确保与工程项目要求相一致;施工中也要对混凝土浇筑的速度、混凝土深度、导管之间的距离等严格控制,确保符合工程项目要求<sup>[7]</sup>。

### 6、墙段接头处理

地铁工程项目的地下连续墙主要由许多墙段拼接而成,为保证工程项目的良好施工效果和质量性能,需要监督工程项目施工中各墙段之间连续施工,接头可以采用锁口管工艺,也就是在灌注槽段混凝土施工之前,先在槽段的端部预插一根直径、槽宽相等的钢管(锁口管);之后再行混凝土的灌注作业,并在混凝土初凝之后将钢管慢慢拔出,使端部形成半凹榫状接状。

### (三) 地铁工程地下连续墙施工质量安全控制

地铁工程地下连续墙施工也可能存在一些质量问题和安全隐患,为有效防范质量偏差和安全隐患,需实施全面质量安全管控。在整个工程项目施工前,认真做好前期的调查和调研工作、资料文件分析工作,对地铁工程项目的实际情况、地下连续墙的设计与施工要求、地铁工程的整体质量标准和要求、施工现场环境和条件等准确把握,对施工中可能存在的不稳定性因素和风险

隐患科学评估和分析,针对施工建设中的各类问题,做好应急预防措施,降低安全隐患、风险因素和质量问题造成的影响损失。在正式施工的时候,既要加强技术和质量的监督管控,也要做到绿色施工和安全文明施工,采用科学合理的手段和方法做好噪声、污水、粉尘、施工垃圾、施工废弃物等的科学化处理工作,减少地下连续施工对于周围环境的影响和污染。此外,要落实好安全管理措施,施工区域应设警示标志,严禁非工作人员出入,各关键环节和工序的施工由专业人员依照规范流程操作,过程中对应用到的机械设备进行定期检查、养护、维修,并在每一施工工序完成之后进行及时、细致、严格的检查验收,针对存在的问题监督整改。

### 三、结束语

在现代城市规划与发展过程中逐渐加大了地铁工程项目的规划建设,对地铁工程项目建设与施工也提出了更高标准和要求,积极促进一些新技术和设备在施工中的合理应用。地下连续墙是地铁工程施工中常见的一种深基坑围护结构形式,为保障这一工序施工的规范性,使地下连续墙的功能作用良好发挥和体现,使地铁工程拥有良好的质量性能,在后期能够安全稳定运行。在整个项目施工过程中需要准确把握地下连续墙的施工流程和技术要点,严格依照相关程序和步骤进行施工作业,认真做好修筑导墙、配置泥浆、成槽施工、吊装钢筋笼、混凝土浇筑等关键环节和工序的施工作业。整个项目施工过程中还需要实施全面质量安全管控,尽可能防范施工偏差问题和质量安全隐患,并保证工程项目的施工符合安全文明施工、绿色施工要求。

### 参考文献

- [1] 张鑫. 地下连续墙施工技术要点分析[J]. 中国高新区, 2018(06): 217.
- [2] 贾丁丁. 地铁工程中地下连续墙施工技术分析[J]. 建筑技术开发, 2019, 46(08): 52-53.
- [3] 展雷. 地铁工程地下连续墙施工中质量控制[J]. 建材与装饰, 2018(24): 238-239.
- [4] 赵毅. 地铁工程地下连续墙施工中质量控制[J]. 大陆桥视野, 2017(10): 208.
- [5] 徐海涛. 地下连续墙施工技术在地铁车站工程中的应用[J]. 工程机械与维修, 2022(01): 180-181.
- [6] 江武涛. 地下连续墙施工技术在地铁车站工程中的应用分析[J]. 工程建设与设计, 2021(23): 197-199.
- [7] 刘德如. 市政地铁工程中地下连续墙施工技术探究[J]. 工程建设与设计, 2020(20): 148-149.

作者简介: 宋岩磊(1985.01.13),女,汉族,山东莱阳,硕士研究生,研究方向:城市轨道交通工程。