

# 超深地下连续墙垂直度控制措施研究

文 / 张 玉 中铁十五局集团城市建设工程有限公司

**摘要:** 在地铁车站、地下空间等地下工程基坑施工过程中地连墙作为围护结构起到支护、截水的作用。其垂直度是施工控制的关键指标,对于超深地下连续墙来说,垂直度的控制尤为重要,因为地下连续墙越深,对垂直度的要求也就越高。如果垂直度控制不当,可能会导致钢筋笼难以下放,影响施工工期以及其他施工困难,甚至影响到整个结构的安全性和稳定性。本文通过对南京江北地下空间二期24#地块工程围护结构地下连续墙施工过程中垂直度控制遇到的一些难题和施工经验进行总结,提出了超深地下连续墙垂直度控制的技术措施,为类似工程施工提出了有关预防措施和解决办法。

**关键词:** 超深; 地连墙; 垂直度; 控制

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.04.065

## 引言

地下连续墙作为地铁车站、地下空间等地下工程的重要围护结构,其稳定性直接关系到整个地下工程的安全。而垂直度对其稳定性有着举足轻重的影响,垂直度出现偏差,就会导致墙体受力不均,进而引发墙体变形、开裂等问题。严重时影响地下连续墙的使用寿命,更会对整个地下结构的稳定性造成潜在威胁。垂直度偏差还会影响到地下连续墙与周围土体的相互作用,垂直度不够精准,导致墙体与土体之间的摩擦力增大,从而增加墙体承受的侧压力,进一步加剧墙体的不稳定性。因此,我们在施工过程中必须严格控制地下连续墙的垂直度,确保每一环节都能达到设计要求。为地下工程提供安全可靠的支撑。

## 一、工程概况

南京江北新区中心区地下空间二期24号地块工程,位于南京江北新区,定山大街与胜利路交叉口西北角。本项目基坑工程由24号地块、部分H4匝道、部分一区2段,部分地铁十五号线与地铁四号线滨江站风亭组成。其中24号地块设置两层地下室;部分一区2段区域为地下三层,部分地铁十五号线与地铁四号线滨江站风亭为地下四层。基坑围护结构设计采用地下连续墙+混凝土支撑的形式。四号线及十五号线滨江站风亭西侧与十五号线滨江站共墙处采用1.2m厚地连墙,南侧利用既有四号线滨江站1.5m厚地连墙,北侧和东侧采用1.0m厚地连墙。基坑临近长江,直线距离长江仅700m,总面积7006m<sup>2</sup>,开挖最大深度为29.5m,采用顺做法实施。地下连续墙最大深度70.15m,墙端进入中风化岩层,形成封闭式止水帷幕。场地岩土性质空间变化较频繁,多属不均匀地基,软土、填土等较为发育,采用三轴水泥土搅拌桩作为地连墙槽壁加固。基坑平面布置图如图1所示。

## 二、地下连续墙垂直度设计要求

地下连续墙成槽垂直度从广义上来说有两种:一种是通常所说的槽壁垂直度,它不仅影响地下连续墙的受力情况,而且直接影响主体结构的净空,给主体结构施

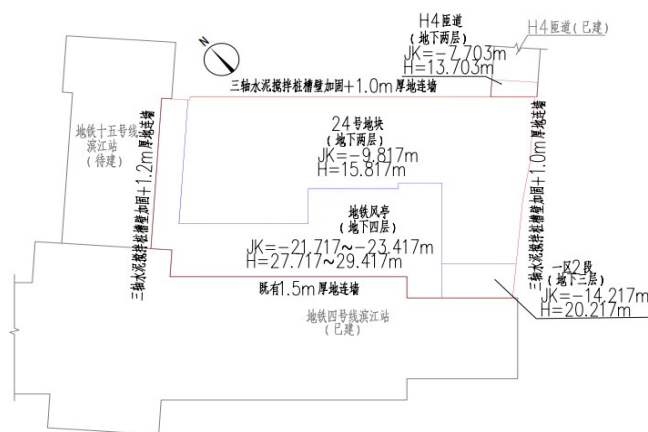


图1 基坑平面布置示意图

工带来很难补救的困难;第二种是槽壁两端垂直度的控制,它直接影响地下连续墙钢筋笼及接头桩的下放。

根据图纸设计要求地下连续墙清孔后的成槽垂直度偏差不大于1/500。闭合幅铣槽时,应将套铣部分混凝土铣削干净,铣槽成槽的墙身和端头垂直度偏差均应小于1/500。后行槽成槽过程中采用并径仪检测槽段接缝处H型钢垂直度。全部槽段的成槽施工过程需对垂直度检测,每幅槽壁垂直度检测不少于3个断面。

## 三、地下连续墙垂直度偏差的影响

地下连续墙垂直度超过设计要求偏差过大,钢筋笼下放困难,导致钢筋笼与槽壁之间的间隙不均匀,使得钢筋笼在下放过程中受到挤压或卡阻,刮蹭槽壁造成坍塌,钢筋笼难以顺利沉入预定位置。即使钢筋笼下放到位由于挤压等钢筋笼变形倾斜,使得钢筋保护不满足设计要求,降低地下连续墙的耐久性,对整个地下结构的安全性构成威胁。

地下连续墙垂直度超过设计允许偏差范围,在基坑开挖过程中随着开挖深度越深地下连续墙埋深越浅,由于土壤和水压力的作用使地连墙变形,导致墙体失稳,轻则地下连续墙移位,重则倾覆。

地下连续墙垂直度如果没有得到严格的控制,就可

能造成地下连续墙侵入或者偏离主体侧墙，导致主体侧墙墙体厚度不足或超厚，不满足设计要求。侧墙厚度不足会降低其承重能力，也会影响地下工程的防水性能。墙体超厚会造成混凝土超耗，项目成本增大减少收益。

#### 四、超深地下连续墙垂直度控制措施

1. 设备选择：连续墙抓斗的精度和稳定性是保证地下连续墙垂直度的关键，抓斗精度不足可能引起地下连续墙在成槽过程中发生倾斜或偏移从而影响地下连续墙的垂直度。选用带有强制纠偏功能的抓斗能够在成槽过程中实时进行垂直度跟踪观测，实现随抓随纠偏。此外在抓斗使用过程中定期检查、维修和保养，保证抓斗正常运行和精度稳定，避免抓斗因故障或磨损而导致垂直度出现偏差。

2. 槽壁加固施工质量控制：根据地勘报告显示0-25m为杂填土及淤泥质粉质黏土，淤泥质土不稳定的特点，在地下连续墙两侧导墙下，采用水泥搅拌桩对淤泥质土进行加固。（1）采用三轴搅水泥土拌桩作为地下连续墙槽壁加固，是确保地下连续墙施工稳定的关键工序。通过对槽壁进行加固处理，可以增加地下连续墙两侧土体的稳定性，防止在成槽过程中出现塌孔或其他不稳定现象。塌孔或土体不稳定直接关系到地下连续墙在后续施工中垂直度的表现。如果槽壁加固不到位，地下连续墙成槽过程中可能会因为土层的变动或外部力的作用发生倾斜，从而影响其垂直度；（2）墙槽壁加固在施工过程中垂直度存在偏差，部分水泥搅拌桩可能会侵入到地下连续墙的范围，从而在地下连续墙范围内形成一个软硬夹杂的土体，这种土体可能会导致地下连续墙在成槽过程中出现倾斜或侵线的情况，从而影响地连墙的垂直度。

3. 导墙施工质量控制：（1）地下连续墙在成槽之前先要沿设计轴线施工导墙，导墙的作用是挖槽导向维持表层土层的稳定，防止槽段上口塌方、支撑面槽等施工机械设备荷载。（2）导墙建在较结实的地基上，须采取支撑措施防止导墙倾覆或移位；（3）导墙内壁自身要垂直，导墙内净尺寸间距应比地下连续墙宽度大于4-6cm，墙面平整度应不大于5mm，在导墙混凝土未达到一定强度的养护期间，起重机等重型设备不应在导墙附近停留；（4）导墙在施工过程中出现变形或移位，地连墙在成槽时就可能无法按照预定的垂直度进行。特别是当导墙施工过程中没有加纵向支撑时，其侧向稳定性不足，可能导致导墙在浇筑过程中出现局部鼓包或导墙脚底部分移位，进而影响地连墙的垂直度；（5）注意导墙的中心线与地下连续墙中心线的重合程度。如果两者不重合或偏差过大，那么为了保证地下连续墙底部中心符合设计要求，地连墙在成槽时就可能出现倾斜或弯曲，导致地下连续墙垂直度不符合设计要求。

4. 泥浆的质量控制：在成槽过程中，应边成槽边向导墙内泵送泥浆，保持泥浆液面在导墙顶面下30-

50cm，这有助于槽壁稳定，减少垂直度偏差。泥浆护壁通过在槽壁上形成一层泥皮，有效地防止槽壁坍塌，这确保了槽壁的稳定，为控制地连墙的垂直度提供了良好的前提条件。泥浆护壁在成槽过程中起到了撑开地层的作用，有助于稳定地层，减少地层失稳带来的潜在风险，稳定的地层环境有助于减少施工过程中的偏差，从而有利于维持地连墙的垂直度。此外，泥浆护壁还能冷却铣槽机，减少铣槽机的磨损，使成槽作业更加顺畅。有助于提高施工效率，降低因施工误差导致的垂直度偏差。

5. 成槽过程中的质量控制：在成槽过程中，应利用成槽机上的垂直度仪表及自动纠偏装置来保证成槽的垂直度。抓斗入槽、出槽应慢速、平稳，根据成槽机仪表及实测的垂直度情况及时进行纠偏，车速控制在2m/min之内，每斗进尺深度限制在0.3~0.5m，防止产生的涡流冲击槽壁。严格做到随挖、随测、随纠偏，以达到垂直度要求。

6. 刷壁的质量控制：刷壁是确保地下连续墙接缝防水质量的关键工序，如果刷壁次数不足，可能导致接头面结合不紧密，进而影响墙体的整体垂直度。通过刷壁可以清除接头面上的沉渣或泥皮，确保新老混凝土能够紧密结合。在实际施工中严格按照规范要求对刷壁次数进行控制，一般至少刷8-10次，直到刷壁器的毛刷面上无泥为止。

7. 超声波检测：（1）地下连续墙成槽后利用超声波反射技术，将超声波探头以一定的速率放入充满泥浆的槽中，发射电路产生的电脉冲加到发射换能器上，换能器垂直槽壁发射出超声波脉冲，超声波在泥浆中传播到槽壁后部分被反射，反射回来的超声波被接收换能器接收，并经过放大、滤波等信号处理得到槽壁的垂直度。超声波检测示意如图2所示：

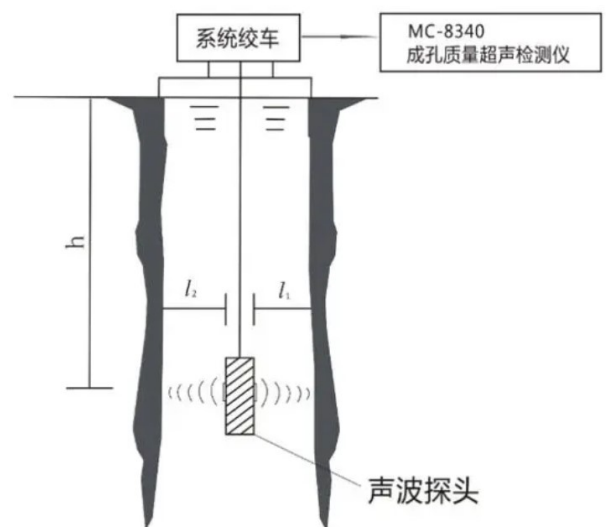


图2 超声波检测示意图

附图 1.2 成槽质量实测信号曲线

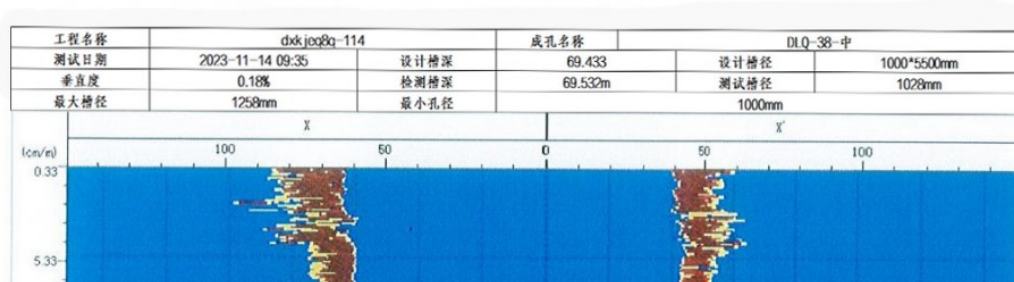


图 3 DLQ-38-中成槽质量检测报告

附图 1.4 成槽质量实测信号曲线

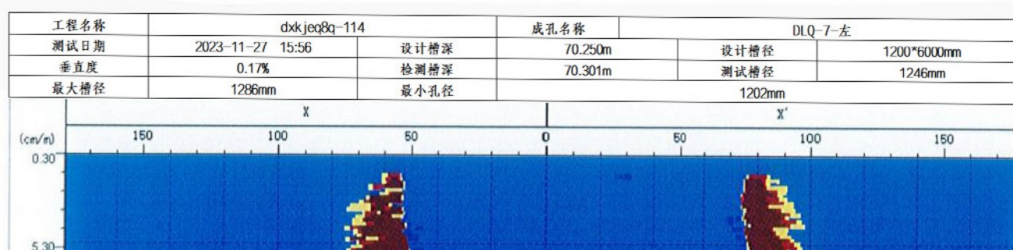


图 4 DLQ-7-左成槽质量检测报告

(2) 依据《建筑地基基础工程施工质量验收标准》GB50202-2018、《建筑地基基础工程施工规范》GB51004-2015及相关设计文件, 经业主委托的检测单位对该工程地连墙2槽抽检, 垂直度检测结果为: DLQ-38垂直度左0.18%、中0.18%、右0.17%, DLQ-7垂直度左0.17%、中0.17%、右0.19%, 满足设计要求。检测报告如图3、图4。

综上所述: 采用上述技术措施可有效控制超深地下连续墙垂直度。

### 结语

随着我国城市化建设的不断推进, 越来越多的地下工程出现在我们日常生活中, 地下连续墙凭借其机械化施工速度快、精度高、防渗、刚度大等优点在设计中越来越多的被用作地下工程的围护结构。我们在施工过程中必须做好设备的选型, 控制好槽壁加固、导墙、泥浆等施工质量才能更好的保证地下连续的垂直度符合设计要求, 确保地连墙的安全、稳定以及工程顺利的完成施工。地下连续墙施工中垂直度是一种不断探索的施工工艺, 只有不断的在施工中积累经验不断学习才能不断的

改进控制手段和施工流程。

### 参考文献

- [1] 王会恒. 地连墙施工中泥浆的应用[J]. 工程设备与材料, 2020, 2096-2789 (2020) 02-0133-02.
- [2] 刘美山. 地连墙质量优化措施[A]. 水运工程, 2020, 1002-4972 (2020) 08-2013-04
- [3] 马有录. 超深地下连续墙成槽中设备优选及施工工艺研究[J]. 建筑实践, 2014, T03: 34: 23
- [4] 卢平凡. 地铁项目地连墙施工技术控制[A]. 规划设计, 2020, 1007-6344 (2020) 06-0138-02
- [5] 卢佰军. 房屋建筑中地下连续墙施工技术及其质量控制探讨[J]. 民营科技, 2015, 11: 148
- [6] 胡文俊, 于守东. 复杂条件下开拓巷道锚锚注支护的研究[J]. 中国科技信息. 2011, (16).
- [7] 严达兵. 市政工程深基坑支护施工技术研究[J]. 砖瓦, 2024, (02).

作者简介: 张玉 (1987.07), 性别: 男, 省市人: 河北省保定人, 学历: 本科, 职务: 中级工程师, 研究方向: 施工现场管理。