

# 地铁车站地连墙施工技术探讨

郭振超

中铁二十四局集团有限公司

**摘要:**地连墙长期以来都是地铁车站施工的重难点,影响地连墙施工质量的因素比较多。结合沂山路站,对地连墙施工技术的要点进行探讨,希望对类似工程施工有一定参考和借鉴。

**关键词:**地铁车站;地连墙;外放量;导墙;混凝土浇筑

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.16.050

## 引言

在地铁车站施工建设中常用的围护结构形式有三种,包括地连墙、钻孔灌注桩+旋喷桩、SWM工法桩。地连墙最大的优势是整体性比较好,刚度大,具有良好的止水效果,并且施工全过程比较安全。钻孔灌注桩+旋喷桩不但造价高,而且整体性和防水效果差。SWM工法桩的刚度比较小。沂山路站地质条件复杂地基土为第四系全新统人工填土层、上更新统的河床、河漫滩相沉积、浅海相沉积、滨海-潮汐带相等沉积物,岩性主要为黏土、粉质黏土、粉土、粉砂等。对围护结构的要求比较高,综合对比三种围护结构形式,地连墙是最佳的选择。

## 一、工程概述

沂山路站位于河西区规划潭江道与太湖路交口,沿潭江道呈东西向敷设。车站为地下二层岛台式车站。有效站台宽度12.5m,主体结构标准段总宽度为21.6m。本站起点里程DK32+005.563,终点里程DK32+545.423,有效站台中心里程为右DK32+109.323,主体规模:车站全长539.860m(结构外皮),站后设置双停车线,本站共设四组风亭(含1个预留风亭)、10个出入口(含6个预留出入口)。沂山路站地连墙共197幅,地连墙深度为32~38米,采用锁口管接头,分仓墙采用标准段“一”字形地连墙,采用“一”“L”“T”“Z”四种槽段形式,其中“一”字幅长度为6m、5.5m、5m三种形式;“L”型幅长度为5.6m、5m两种形式;“T”型幅长度为5.8m一种形式;“Z”型幅长度为7.11m、7.71m、8.05m三种形式。

## 二、地连墙施工技术应用要点

### (一)合理确定外放量

在地铁车站地连墙施工中,如何有效外放量是施工注意的重难点。因为地连墙外放量是否准确,直接关系到围护结构的承载力、止水效果。在案例工程施工中,为最大限度上保证地连墙不侵入主体结构净空。要求地连墙在实际施工中必须做好外放处理。在确定地连墙外放量时,需要综合考虑地铁车站所在区域的地层情况、地连墙的垂直度、施工误差等。一般情况下,地连墙的外放量可通过以下公式计算出来:

$$D = H \times i + 2.5(\text{cm}) \quad (1)$$

其中D表示地连墙的外放量(cm);H表示地铁车站

基坑开挖深度(cm);i表示地连墙垂直度(1/300);2.5为(导墙宽度-地连墙设计宽度)/2。

### (二)导墙制作

在地连墙施工中导墙的主要作用是控制地连墙各项指标,不但能够支护槽口土体,而且还承受着底面荷载,因此,导墙制作的精度和质量对地连墙施工总体质量有很大影响,也是地铁车站地连墙施工的难点之一。对地质比较好的区域,可直接施作导墙,但对不良地质区域,需要先进行地表注浆来加固地基和防渗堵漏。本工程地质条件复杂,导墙翼面布置在上部的杂填土上,在实际施工中为保证两侧导墙能够紧贴地面,并在地连墙施工前和施工中不会产生内挤情况,将导墙翼面的宽度设计为1.5m,厚度设计为0.2m,深度设计为2.0m,导墙顶面高出地面0.1m,以防止周围的散水流入到槽段内污染泥浆。结合本工程地连墙施工区域的地质条件,将导墙制作成“┌┐”形现浇钢筋混凝土结构,断面如图1所示:

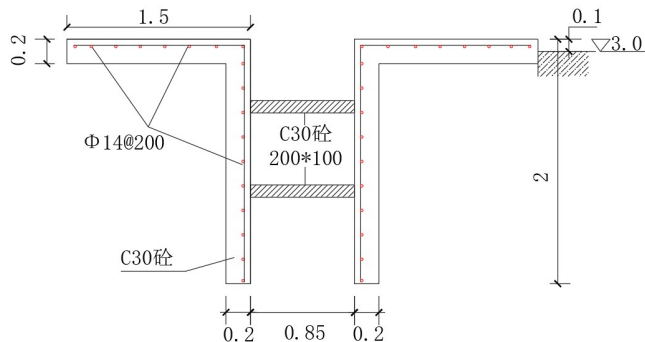


图1 导墙断面图(m)

导墙施工中用全站仪测量地墙的轴线,侧放出将导向墙的位置。导墙的开挖由小型挖掘机进行,并由人工进行清理。混凝土浇筑采用木制模板和木制支架,内嵌振捣机进行振动。在导向墙混凝土达到设计强度之前,严禁使用重型机器或搬运设备。在导墙沟开挖完毕后,应及时将导墙中心线引入沟内,并对模板的施工进行控制<sup>[1]</sup>。主梁采用HRB400Φ14号螺纹钢,每根钢筋之间的间隔为200mm×200mm。导墙模板为木质模板,纵向设置4根钢管支撑,间隔30cm,并在垂直方向上每1m设置一根钢管支撑。模板加固牢固,防止走模,且在中心线方向上,横向偏差不得超过5mm。在浇筑混凝土时,两侧要对称、均匀地布料,每50cm振捣一次,直至表面有浆液,且混凝土面不会下沉。一次注入一批保留样品。拆除导墙模的时间不得少于3天,拆模后的接头凿毛、遮盖草帘、洒水养护。只有模板表面的边角没有被拆模破坏时,导墙模板才能拆卸。

### (三)成槽施工

在进行地连墙成槽施工时,需要合理确定好单元槽

段的长度,应结合施工现场的水文地质情况、“三孔两抓”及锁口管接头的工艺要求、单元槽段混凝土浇筑的强度等来确定单元槽段的长度。本工程地连墙划分了197个槽段,严格按照设计图纸进行划分,但在各转角位置需要考虑成槽机的开口宽度和入岩施工的方便性,重新划分一部分非标准槽段,以方便钢筋笼吊装和混凝土浇筑。

抓斗在进出导墙口时,要轻放慢提,以免出现较大的泥浆波动,从而影响到导墙下方和后方的土体的稳定性,同时,及时补充泥浆,保障槽内泥浆液面的高度距离导墙顶部约0.4m,且比地面高1m。无论采用什么机械成槽,在开槽时,不得松开吊具的钢丝绳,以确保开槽的垂直精度<sup>[2]</sup>。在成槽过程中,要密切注意设备的动态,并及时纠正垂直偏差。当单位槽段成槽完成或停止工作时,应及时将槽车从工作槽段上移走。用抓斗挖槽时,必须保证沟槽的位置是垂直的,最重要的是,要让抓斗在平衡的情况下,以免出现爪子掉进坑里的问题,增大施工难度,耽误施工工期。本工程成槽施工示意图如图2所示:

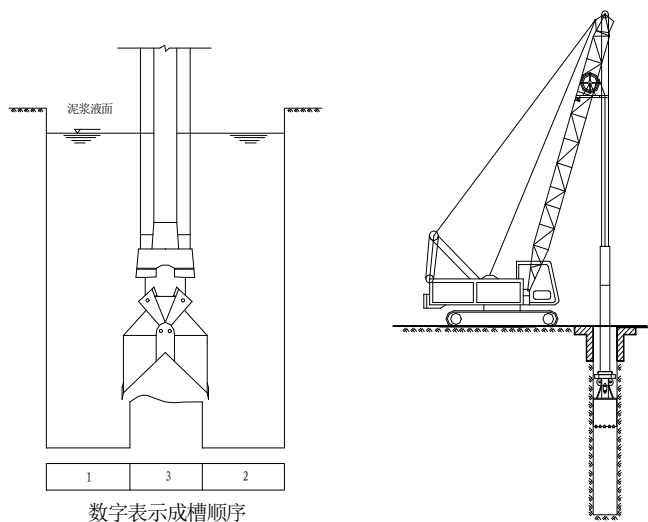


图2 成槽顺序示意图

#### (四) 钢筋笼吊装

钢筋笼吊装也是地连墙施工是难点之一,本工程共计布置了197幅地连墙,其中一字型槽段187个,“L型”槽段4个,“Z”型槽段4个,“T”型槽段2个。钢筋笼主筋采用了HRB400E钢筋,定位垫板采用了t=5mm的钢板。选择一级等强度直螺纹钢接驳器连接,其余部位通过焊接连接<sup>[3]</sup>。制作好的钢筋笼通过运输设备运输到地连墙施工现场进行整体吊装,先用双机台吊平吊钢筋笼;接着在空中将钢筋笼顺直;然后在空中立直钢筋笼,并撤出副吊;最后主吊吊装整幅钢筋笼到槽段上方,逐步下放钢筋笼到设计标高。

#### (五) 水下混凝土浇筑

水下混凝土浇筑是地连墙施工的关键工序,其施工质量对地连墙的整体性、稳定性、承载力、防水性等都有很大影响,因此,必须高度重视水下混凝土浇筑质量。精确计算出混凝土初灌量。本工程混凝土浇筑后需

要保证导管在混凝土中的埋深不低于2m,槽宽为6m,槽厚为0.8m,具体的计算公式如下:

$$V \geq \left( \frac{1}{4} \pi h_1 d^2 + B \cdot \frac{L}{2} h_2 \right) \times 2 \quad (3)$$

其中 $h_2$ 为初灌混凝土后导管外混凝土的高度,取2m。

$$h_1 = (h - h_2) \frac{\gamma_w}{\gamma_c} \quad (4)$$

( $h$ —槽深,按38m计。 $\gamma_w$ —泥浆容重,取1.15t/m<sup>3</sup>。 $\gamma_c$ —混凝土容重,取2.4 t/m<sup>3</sup>。 $h-1=(38-2) \times 1.15/2.4=17.25m$ 。 $B$ 为槽段宽度,本工程取0.8m。 $L$ 为槽段长度,本工程取6m(最宽槽段)。 $D$ 为注浆导管的直径,本工程取0.26m。

则混凝土的初灌量:

$$V \geq \left( \frac{1}{4} \pi \times h_1 \times d^2 + B \times L / 2 \times h_2 \right) \times 2 = \left( \frac{1}{4} \pi \times 17.25 \times 0.26^2 + 0.8 \times 6 / 2 \times 2.5 \right) \times 2 = 13.57m^3$$

初灌量 $\geq 13.57m^3$ 根据现场施工经验:现场至少有4车约80m<sup>3</sup>混凝土,方可开始浇筑混凝土。其中2辆开始浇筑,浇筑完成后另外两辆继续浇筑,后续罐车不间断地向灰斗内供混凝土。

注浆混凝土采用直径为 $\Phi 260$ 的钢管,其单节长2.7m,下部段4m。导管下端距离孔底300~500mm,不能太大或太小。在标准槽段中,设置2个管道(异形槽段两侧各有一条),管道与槽段端部距离不得超过1.5m,沟槽内混凝土面必须均匀地升高,两侧管道的混凝土面高度不大于0.3m,终浇混凝土面高程应高于设计要求0.5m<sup>[4]</sup>。

混凝土连续墙的浇筑应在钢筋笼完成后4个小时以内完成。当混凝土表面升高时,应适时地将管道提起或拆除,管道底部埋于混凝土表面的长度通常为2~6m,禁止将管道伸出混凝土表面。在吊装过程中,不要与钢筋笼发生碰撞。灌注水下混凝土的隔水栓是一种预制的混凝土塞子,其料斗为锥形,每次容积不少于3立方米。图3显示了混凝土的浇灌过程。

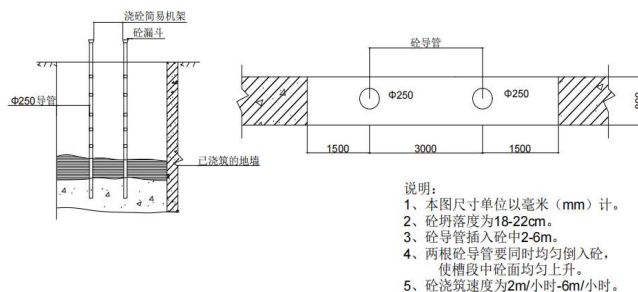


图3 水下砼灌注示意图 (mm)

在施工过程中,必须严格控制管道提升速率和浇灌速率,并安排专人进行浇灌过程的监测,及时将灌浆的情况反馈给施工人员,便于施工管理。每次浇筑1~2车混凝土时,应按来料方数和槽内混凝土表面深度所反映的方量进行校对测量,两者应大致一致。每100m<sup>3</sup>混凝土

土制作一套抗渗块，小于100m<sup>3</sup>的混凝土用100m<sup>3</sup>计算，每500m<sup>3</sup>用一套防渗试验块。每一批混凝土都要进行现场取样，进行塌落试验，如有质量问题，应及时交还给生产单位，禁止再用<sup>[5]</sup>。

**(六) 地连墙施工质量检测**

地下连续墙在成槽施工阶段、浇筑成槽后均应进行一定比例的超声波质量检测，以保证地连墙的施工质量。

地连墙施工阶段：用超声波法进行检测，所有的槽段都需要进行质量检测，发现问题及时处理。检测标准为成槽垂直度 $\leq 1/500$ 、槽深+100mm、槽底沉渣厚度为砼浇筑前 $< 100\text{mm}$ 、槽段宽度 $\pm 10\text{mm}$ ，成槽质量检测每幅槽段应不少于3个断面。

成槽完毕后：采用埋管声波投射法进行检测，只选择20%的槽段进行检测即可，声测管布置示意图如图4所示：

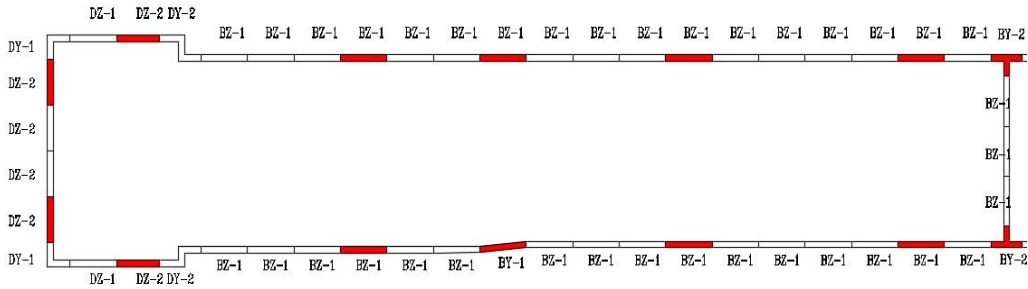


图4 声测管布置图

声测管采用内径57mm的钢管，管身不得有破损，管内不得有异物；声波管埋设时应焊接或绑扎在钢筋笼内侧，与钢筋笼同步下放入槽，声测管在钢筋笼宽度方向呈菱形分布；声测管的底部应预先用堵头封闭，以保证不漏浆；埋设完后在声测管的上部应加盖或堵头，以免异物、泥浆、水泥浆入内。

**三、地铁车站地连墙施工中需要注意的问题**

**(一) 塌孔问题**

塌孔是地铁车站地连墙施工比较常见的问题，对地连墙施工质量和效率有较大影响，在实际施工中必须采取一系列有效的方法来预防塌孔，本工程采用了如下方法，整个施工过程中没有发生一次塌孔问题，塌孔预防效果显著。

1) 提高泥浆的使用效果。在配制泥浆时可加入适量的CMC、聚丙烯酰胺，以改善泥浆的黏性，增加泥浆的压力，增加泥浆表面的形成。

2) 在地连墙施工过程中，如果发生漏浆，要及时补充泥浆，以保持槽段内浆液始终处于高液位状态，保障浆液面施工高于地下水水位。

3) 在施工时，应严格控制地面荷载，采用厚钢板以减轻液压抓斗和履带吊对沟槽内的侧向力。

4) 在安装钢筋笼时要做到稳、准、平，防止钢筋笼对槽壁造成损伤。

5) 对各个工艺过程进行优化，强化工艺间的衔接，使槽壁裸露时间保持在8h之内。

**(二) 成槽垂直度问题**

在施工现场的地连墙成槽施工期间，应严密监控测斜，出现偏差及时调整。合理地布置槽段开挖顺序，以平衡抓斗两侧的阻力。若遇到大的孤石、探头石，则需配合冲击钻进行破碎。如果出现较大的偏差，则应将砂质黏土回填至偏孔1m以上，并在其沉淀后再次形成凹槽。开槽时，导杆要轻抬，缓慢下压，以15m/h的速度进行挖槽。

**(三) 夹渣和渗漏水问题**

刷槽时刷壁机采用偏心悬挂的方式，上下刷动次数

不少于10次。上提的刷壁机上是否挂有泥块，是决定刷壁是否结束的关键指标。清底要彻底，清底时要严格控制每斗的进尺长度不得大于15cm，以免在混凝土中出现泥块夹心问题，造成地下连续墙的渗漏<sup>[6]</sup>。对泥浆进行严格的管理，坚决淘汰比重、黏度、含沙量超标的泥浆。钢筋笼在下料后，严禁大型机器在附近移动，以防浇筑混凝土时发生坍塌。在浇筑混凝土时，要对管道的埋入深度进行严格的控制，不得有提空导管的现象发生。

**四、结束语**

综上所述，结合沂山路站实际情况，探讨了地铁车站地连墙施工技术，探讨结果表明，地下连续墙施工质量的优劣，直接影响着地铁车站的后续开挖的安全性和主体结构的使用寿命，因此，如何对其施工进行有效的控制，使其达到预期的设计要求成为工程建设的重要内容。为了保证其施工质量，需要结合地铁车站地质条件，以及对地连墙施工要求，对施工遇到的重难点进行全面剖析，结合类似工程施工经验，寻找有效的解决办法，才能逐步完善地连墙施工体系，保障地连墙施工质量，创造出高质量的地铁车站工程项目。

**参考文献**

[1] 武峰, 杨金尤, 王洪磊, 等. 软土地基盖挖逆作法地铁车站组合式钢沉箱施工技术探析[J]. 安徽建筑, 2022, 29(10): 36-38.  
 [2] 漆金根. 地铁车站地连墙施工技术分析[J]. 工程技术研究, 2022, 7(09): 49-52.  
 [3] 徐强, 韩岗, 吴江, 郭继禄, 等. 低净空条件下地铁深基坑等效地连墙施工技术研究[J]. 建设科技, 2022(08): 38-40.  
 [4] 姜皓. 富水砂层地铁车站深基坑降水设计与施工技术研究[J]. 安徽建筑, 2022, 29(03): 40-42.  
 [5] 刘璞旭. 复合地层中地铁车站主体结构叠合墙施工控制要点[J]. 智能城市, 2021, 7(19): 143-144.  
 [6] 胡扬威. 敏感易扰动冲洪积和冲湖积层地连墙施工控制技术[J]. 福建建材, 2021(06): 42-45.