

某雨水泵站超深基坑中地下连续墙施工技术的研究应用

Research and Application of the Construction Technology of Underground Continuous Wall in the Ultra-Deep Foundation Pit of a Rainwater Pump Station

李明

Ming Li

葛洲坝水务(天津)有限公司 中国·天津 300000

Gezhouba Water (Tianjin) Co., Ltd., Tianjin, 300000, China

摘要: 随着中国市政设计施工水平的不断发展,地下空间利用程度持续增高,建筑埋深需求也逐渐加深。如雨水泵站,因处于上游汇水分区末端,埋深较深,对深基坑支护的施工质量要求也更高。深基坑施工的支护技术有很多,地下连续墙是其中的一种,其具有整体性好、挡土止水效果好、适用性强等特点。论文对某雨水泵站深基坑施工中采用的地下连续墙技术,从施工工艺到要点等方面做了较全面的介绍,对类似工程具有指导作用,同时推广了地下连续墙施工技术的应用。

Abstract: With the continuous development of municipal design and construction level in China, the utilization degree of underground space continues to increase, and the demand for buried buildings is gradually deepened. For example, because of the rainwater pump station located at the end of the upstream catchment zone, the buried depth is deep, and the construction quality requirement of the deep foundation pit support is also higher. There are many supporting technologies for deep foundation pit construction, and the underground continuous wall is one of them, which has the characteristics of good integrity, good water retaining effect and strong applicability. This paper introduced the underground continuous wall technology used in the construction of the deep foundation pit of a rainwater pump station, from the construction technology to the key points, which has a guiding role for similar projects, and promotes the application of the underground continuous wall construction technology.

关键词: 深基坑; 地下连续墙; 基坑支护

Keywords: deep foundation pit; underground continuous wall; foundation pit support.

DOI: 10.12346/etr.v5i2.7702

1 引言

随着中国市政设计施工水平的不断发展,地下空间利用程度持续增高,建筑埋深需求也逐渐加深。如雨水泵站,因处于上游汇水分区末端,埋深较深,对深基坑支护的施工质量要求也更高。深基坑支护^[1,2]形式分为:排桩围护墙、咬合桩围护墙、型钢水泥土搅拌墙、地下连续墙^[3]、水泥土重力式围护墙、土钉墙等。其中,地下连续墙具有整体性好、挡土止水效果好、适用性强等特点。论文将地下连续墙施工

技术应用于某雨水泵站深基坑支护中,能够最大限度地保证深基坑施工安全和质量。

该泵站规划占地面积 2374m²,泵站设计流量 10m³/s,配套附属用房 1 座,建筑面积 280.72m²。基坑净尺寸为:长度×宽度×深度=49.1m×21.6m×20.1m。地下连续墙墙厚 1.0m,墙深 49.1m,总长为 150m,共 30 幅。DLQ-4 宽度 6m,共 8 幅;DLQ-3 宽度 5.5m,共 10 幅;DLQ-2 宽度 4m,共 8 幅;“L”形墙 4 幅。地下连续墙平面布置如图 1 所示。

【作者简介】李明(1984-),男,中国黑龙江七台河人,硕士,高级工程师,一级建造师,从事环境工程及市政工程的管理、技术与建设研究。

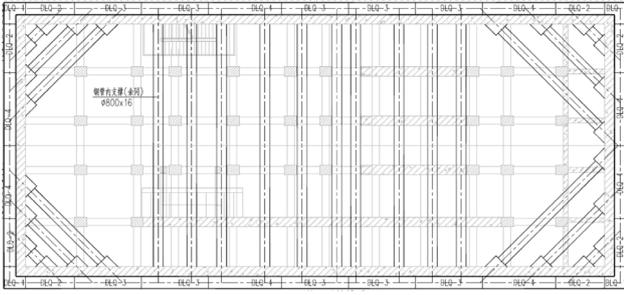


图 1 地下连续墙平面布置图

2 地下连续墙施工工艺

地下连续墙施工主要工艺为：修筑导墙、泥浆制备、挖槽^[4]、清槽及清刷接头、钢筋笼制作及吊放、浇灌水下混凝土。工艺流程如图 2 所示。

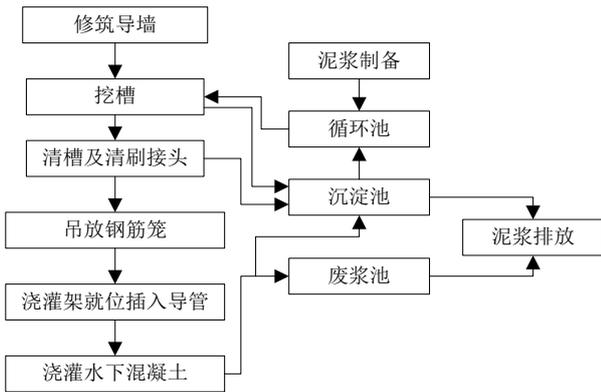


图 2 地下连续墙施工工艺流程图

2.1 修筑导墙

2.1.1 导墙的作用

导墙具有导向作用，用于控制地下连续墙施工成槽、下钢筋笼等指标。它能够支撑地连墙槽口的土体，能够承受成槽机、履带式起重机等荷载，能够使泥浆液面保持在稳定的高度。根据现场土质情况制定导墙方案，当现场土质较好时，直接开挖土方进行导墙施工，对于现场土质较差的地方，如土质松散，需采用地表注浆等方式进行加固处理，防止土层渗漏泥浆。

2.1.2 导墙设计

导墙设计成双倒 L 形，为现浇钢筋混凝土，为施工方便，将导墙内侧净宽增加 4cm，即 1040mm。导墙施工断面如图 3 所示。

2.1.3 导墙施工流程

导墙施工流程如图 4 所示。主要过程具体陈述如下：①测量放线：根据设计图纸地下连续墙坐标点定出导墙挖土位置。②挖槽：测量放线后，撒白灰线，采用挖掘机进行导墙开挖，采用人工将挖掘机开挖后的基坑表面修正平整，导墙底部预留 30cm 厚土方采用人工开挖至设计标高。③绑扎钢筋：按照设计图纸进行钢筋下料、制作、绑扎钢筋。④支立模板：钢筋验收合格后支立模板，并将模板固定牢固。⑤拆模及设横支撑：混凝土模板拆除时，一定要满足混凝土强度。为防止导墙内表面在土压力作用下产生内倾破坏，在导墙内侧安装木支撑，木支撑的水平间距^[5]为 2m，上下间距 1m。

地连墙成槽时，要将导墙混凝土养护至 70% 设计强度^[5]以上。达到要求的强度前，不允许车辆、起重机等重型机械设备靠近导墙，防止产生破坏。

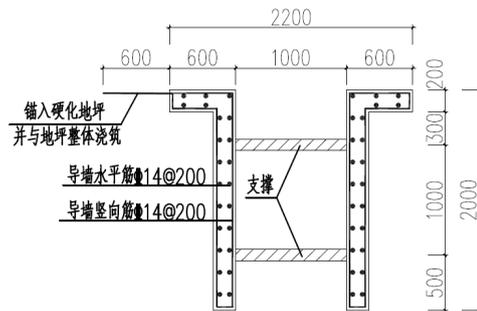


图 3 导墙施工断面图



图 4 导墙施工流程图

2.2 泥浆制备

泥浆最主要的作用是护壁，保护成槽的内壁稳定性，减少塌孔现象发生。泥浆密度比水的密度大，将在槽内部将对槽壁产生一定的侧压力，维持内壁的稳定。泥浆面高出地下水位 0.5~1.0m。严格控制泥浆制备质量，保证护壁有效性。

采用膨润土制作泥浆，根据土层条件、松散层及砂砾层的透水性及稳定情况进行泥浆的配置^[6]，泥浆的配合比指标如表 1 所示。

表 1 泥浆配合比指标

泥浆性能	新配制		循环泥浆		废弃泥浆		检验方法
	粘性土	砂性土	粘性土	砂性土	粘性土	砂性土	
比重 (g/cm ³)	1.04~1.05	1.06~1.08	< 1.10	< 1.15	> 1.25	> 1.35	比重法
粘度 (s)	20~24	25~30	< 25	< 35	> 50	> 60	漏斗法
含砂率 (%)	< 3	< 4	< 4	< 7	> 8	> 11	洗砂瓶
pH 酸碱度	8~9	8~9	> 8	> 8	> 14	> 14	pH 试纸

2.3 挖槽

地下连续墙成槽施工机械为 GB50 成槽机，成槽方法为跳槽法。根据成槽机抓斗宽度和槽段分幅宽度，制定施工顺序，即首开幅、顺开幅、闭合幅的位置，提高成槽机挖土时两相邻幅段连接位置的平顺性和槽壁的垂直度。较宽幅段采用三抓成槽，较窄幅段采用两抓成槽。所有槽壁成槽后均应进行垂直度检测一般采用超声波检测仪。

2.3.1 成槽机垂直度控制

设计要求槽壁的垂直精度不小于 1/300。成槽前，首先保证成槽机的水平度，采用的方法是对中成槽机上的水平仪；然后再保证抓斗的垂直度，采用的方法是在现场架设经纬仪，通过经纬仪观察和控制成槽机抓斗的垂直度^[7]。成槽过程中，通过观察成槽机上的垂直度仪表判断垂直度^[7]是否在设计要求范围内，并及时采用自动纠偏装置对超过设计要求垂直精度的作业过程进行纠偏，及时保证成槽垂直度，成槽机如图 5 所示。



图 5 成槽机

2.3.2 成槽挖土顺序

对于三抓成槽的幅段，一般做法是先抓两边再抓中间，保证成槽的均匀性。若不能合理安排挖槽次序，将会使土体不对称，进而影响成槽的平面位置精度和垂直度，为后续下方钢筋笼带来不良影响。

2.3.3 成槽挖土

为控制成槽垂直度，应在成槽挖土时，入槽时应将抓斗慢慢放入槽口，减少对导墙和槽壁的碰撞，出槽时也应慢慢提升抓斗，减少提升过程中抓斗对槽壁不良影响，并根据成槽机自动纠偏装置及时进行纠偏。

2.3.4 槽深测量及控制

槽深测量采用测绳，每幅槽测量频率为 2~3 点。实际槽深不应小于设计槽深，实际槽深计算采用实际导墙标高减去实际槽底标高。在抓斗绳索上根据不同地下墙的深度做好标记，以控制槽段超挖^[8]。

2.3.5 导墙拐角部位两端部位处理

成槽机在地下连续墙拐角处的成槽精度较难控制，因抓斗斗齿的影响将使拐角留有部分余土。为此，考虑将拐角部位外放 30cm，保证成槽幅宽，避免出现幅宽不够的现象而影响钢筋笼的下放。

2.4 清槽及清刷接头

成槽以后，先用抓斗抓起槽底余土及沉渣，再用泵吸反循环吸取孔底沉渣，并用刷壁器^[9]清除已浇墙段砼接头处的凝胶物，在灌注砼前，利用导管采取泵吸反循环进行二次清底并不断置换泥浆，清槽后测定槽底以上 0.2~1.0m 处的泥浆比重应小于 1.15，含砂率不大于 7%，粘度不大于 28s，槽底沉渣厚度小于 100mm。在成槽机抓斗斗齿上安装刷壁器，上下刷动接头位置泥土，保证与相邻幅段的连接性能。

2.5 钢筋笼制作及吊装

场地内布置 1 个钢筋笼加工区，平台采用^[8]槽钢制作而成。按上横下纵叠加放置，槽钢间距取 2000mm^[10]。为方便控制钢筋间距和预埋件位置，在平台上先放样出钢筋位置、预埋件位置等，后续施工时只需根据放样点位即可快速进行钢筋和预埋件布置，避免因钢筋位置控制不准确而影响预埋件位置，造成返工。在钢筋笼起吊前，应仔细检查钢筋笼与平台之间是否存在连接，若存在，应立即解除，防止平台被外部机械碰撞，造成钢筋笼变形。

钢筋笼较长，采用分段制作，钢筋笼节段采用套筒机械连接然后拼装成整体，整体吊装入槽。

地连墙钢筋笼采用两台履带吊同时起吊的方案，主吊选用 350t 履带吊，副吊选用 200t 履带吊，吊装采用 6 道共 12 个吊点，钢筋笼吊装如图 6 所示。

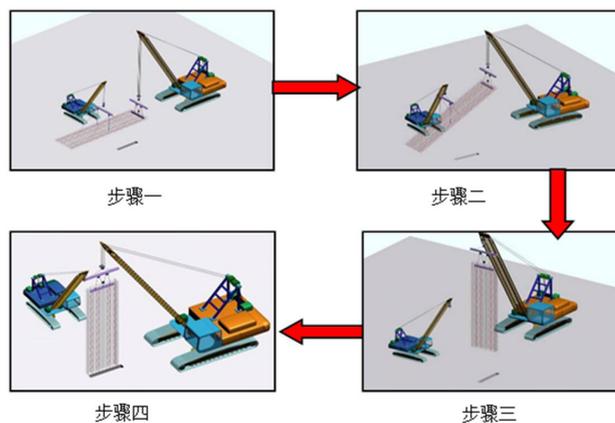


图 6 钢筋笼吊装示意图

2.6 浇灌水下混凝土

混凝土灌注时下放两根导管，两导管的水平间距小于等于 3m，与槽端部的距离小于等于 1.5m。开始灌注^[6]时，导管底部距槽底 300~500mm；浇筑过程中保持混凝土面均匀上升，混凝土表面高差不宜大于 0.5m，混凝土灌注完成时间不得超过终凝时间。

采用直径为 250mm 的导管将混凝土灌注进入已清完的槽段内，导管接头为快速接头，接头带有螺旋纹。所用导管的下放采用专门的混凝土灌注架，为方便灌注混凝土，采用方形漏斗将混凝土灌注进导管。

合理控制混凝土面上升速度，不应过大也不应过小，一

般要求速度大于等于 2.0m/h, 导管理深也应满足规范要求和施工方便要求, 控制埋深为 2~6m。

为保证混凝土的和易性满足设计要求, 采用测试坍落度的方式, 每幅墙灌注混凝土时, 按照规范要求做好混凝土试块: 规范要求, 每一幅段混凝土制作的抗压强度试件每 100m³ 混凝土留 1 组, 每 5 个幅段应制作一组抗渗压力试件, 做好试验台账备查^[11]。

3 结语

将地下连续墙施工技术成功应用于某雨水泵站深基坑支护中, 能够最大限度地保证深基坑施工安全和质量。该技术与其他支护技术相比, 具有适用性强、安全性高、整体性好、挡土止水效果好、施工速度快等明显的优势, 是类似项目可靠的参考手段。

参考文献

- [1] 邓广玉. 深基坑支护施工技术在建筑工程中的应用探究[J]. 工程建设与设计, 2021(21):55-58.
- [2] 廖滨, 仇实. 房建施工中深基坑支护施工技术的运用[J]. 居舍, 2021(31):52-54.
- [3] 蒋家, 胡小克, 李林骏, 等. 基坑围护地下连续墙施工技术[J]. 建筑技术开发, 2021, 48(21):29-30.
- [4] 王乐, 王建忠, 王丰, 等. 地下连续墙成槽及槽壁坍塌预防研究[J]. 中国科技信息, 2021(21):33-34.
- [5] 孙文进, 马海江, 李伟臣. 地下连续墙支护技术在基坑工程的实践应用[J]. 科技资讯, 2011(26):123.
- [6] 陆士钊, 张荣柱. 钻劈法施工地下连续墙[J]. 三航江苏分公司, 2015(5):4.
- [7] 吴祥祖, 朱小龙, 王慧康. 地下连续墙施工中常见问题及控制措施[J]. 施工技术, 2005(6):55-57.
- [8] 李耀良, 王建华, 丁勇春. 上海地铁明珠线二期西藏南路站地下连续墙施工技术[J]. 岩土工程学报, 2006(S1):1664-1672.
- [9] 拓兆军. 复杂地质下连续墙槽壁处理技术的分析[J]. 清洗世界, 2021, 37(10):138-139.
- [10] 李科, 王冬云, 郑火箭, 等. 上海中山公园工作井地下连续墙施工技术[J]. 黄冈师范学院建筑学院, 2016(37):2.
- [11] 吴志, 张强. 浅谈超深基坑地下连续墙大体积水下混凝土灌注质量控制措施[J]. 混凝土世界, 2021(11):92-99.