

# 深基坑开挖施工围护体深层水平位移监测数据变化分析

岳云龙

上海京海工程技术有限公司, 上海 200137

[摘要] 本篇文章以上海市轨道交通 18 号线昌邑路站深基坑工程为背景, 目的介绍昌邑路站整个基坑施工过程中围护体深层水平位移在基坑开挖施工时监测数据变形情况, 以及发生特殊情况时围护体深层水平位移变化发展趋势, 以供后期类似深基坑工程的施工作为参考。

[关键词] 深基坑; 监测; 深层水平位移; 监测数据分析

DOI: 10.33142/ect.v2i2.11353

中图分类号: TU473

文献标识码: A

## Analysis of Changes in Monitoring Data of Deep Horizontal Displacement of Retaining Structures during Excavation of Deep Foundation Pits

YUE Yunlong

Shanghai Jing Hai Engineering Technology Co., Ltd., Shanghai, 200137, China

**Abstract:** This article takes the deep foundation pit project of Changyi Road Station on Shanghai Metro Line 18 as the background. The purpose is to introduce the deformation of the monitoring data of the deep horizontal displacement of the enclosure body during the entire foundation pit construction process of Changyi Road Station, as well as the development trend of the deep horizontal displacement of the enclosure body when special circumstances occur, for reference in the later construction of similar deep foundation pit projects.

**Keywords:** deep foundation pit; monitoring; deep horizontal displacement; monitoring data analysis

### 引言

随着新中国改革开放政策的深入贯彻, 我国经济发展迅猛。北上广深等特级城市迎来了外来人口大量涌入, 城市用地空间愈发紧张。国家在着力于地面、高架交通网建设时也在追求地下空间的高效利用率。在此期间城市轨道交通的规划与发展建设突飞猛进, 从起初城市内轨道交通网的建立与完善, 到城市内轨道交通网基本覆盖全域后往周边城市开发, 说明我国轨道交通建设技术已十分成熟并已呈体系化。目前轨道交通网的建设已不仅限于特一级城市, 部分二三级城市也处于筹划建设中。随着轨道交通网的全面深入的发展, 地铁车站基坑开挖深度也越来越深, 深基坑、超深基坑已屡见不鲜。且地铁车站一般均选在客流量密集, 交通位置关键, 且较为繁华位置。施工环境较为复杂, 且施工时对周边环境的影响也较为明显, 施工稍有不慎将会产生不可挽回的损失以及造成较为恶劣的社会影响。所以地铁车站施工时对周边环境及基坑本体进行全面且多方位的监测工作是十分必要, 各项监测工作的开展及监测数据综合分析能对即将发生的突发情况进行预警, 在施工过程中对于施工工艺的优化, 施工进度调整等起到不可或缺的作用。

### 1 工程概况

轨道交通 18 号线昌邑路站车站位于上海市浦东新区浦东大道与民生路交叉口, 车站呈南北方向布置于民生路上。本站拟建位置位于市中心, 且为交通枢纽联通东西南

北。所处位置十分关键, 以地面为参照, 地下一层为南北方向江浦路越江隧道, 地下 2 层为东西方向车辆通道, 地下 3 层为 14 号线昌邑路站车站, 地下 4 层为 14 号线与 18 号线换乘站厅, 地下 5 层为 18 号线昌邑路站车站 14 号线和 18 号线换乘站。

接下来本文将 18 号线部分作为介绍背景; 该基坑为地下四层岛式车站; 规模为 166m×21.7m (内净), 端头井宽度 26.1m, 采用明挖顺作法施工, 标准段基坑深度约 32.798m~33.064m, 端头井开挖深度分别为 34.563m (北) 和 34.896m (南) 围护结构采用 1200mm 厚地下连续墙深 66.5m (隔断 7<sub>②</sub>层承压含水层)。标准段沿基坑深度方向设置 9 道支撑, 其中第 1、3、5、7、道为钢筋混凝土支撑, 第 2、4、6、8、9 道为钢支撑 (第 8 道钢支撑为 Φ800--20mm), 其余均为 Φ609--16mm), 端头井设置 10 道, 第 8~10 道钢支撑为 Φ800--20mm, 其余均为 Φ609--16mm。其底板位于 7<sub>①-1</sub> 草黄色黏质粉土夹粉质粘土层, 地墙位于 8 灰色粉质粘土层。结合本基坑自身风险等级和周边环境等级以及设计规范要求, 本基坑监测等级为一级, 设置的监测项目有竖向位移监测 (包括: 管线、地表、构筑物、围护体顶部、立柱)、水平位移监测 (包括: 围护体深层水平位移、围护体顶部水平位移) 坑外水位、支撑轴力等。本文主要介绍基坑施工过程中基坑围护墙体的深层水平位移和支撑轴力在各阶段施工期间的监

测数据分析与关联性。

## 2 监测数据分析

### 2.1 围护墙体深层水平位移监测

本项目所使用仪器为经典款美国新科测斜仪，现场围护墙体深层水平位移监测孔平面布置图如下图所示：

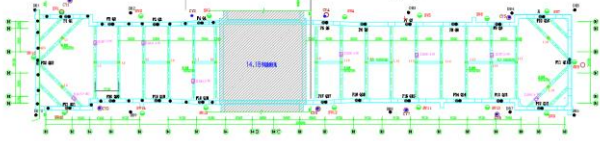


图1 基坑墙体深层水平位移监测点平面布置图

### 2.2 各施工阶段监测数据分析

本车站主体基坑北区于2018年8月23日正式开挖至2019年9月8日基坑所有底板浇筑完成，整个开挖期间围护墙体的深层水平位移变化曲线如下图所示：

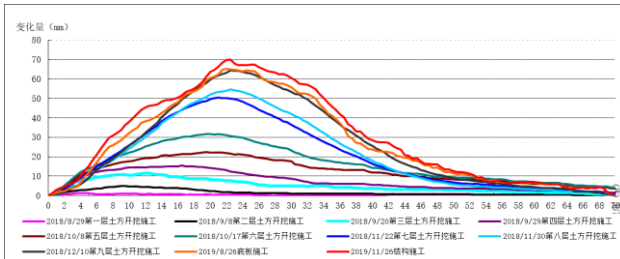


图2 主体基坑北端头井东侧1号墙体测斜监测点变形曲线图

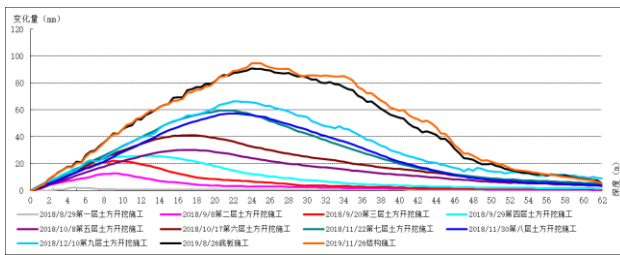


图3 主体基坑北端头井西侧21号墙体测斜监测点变形曲线图

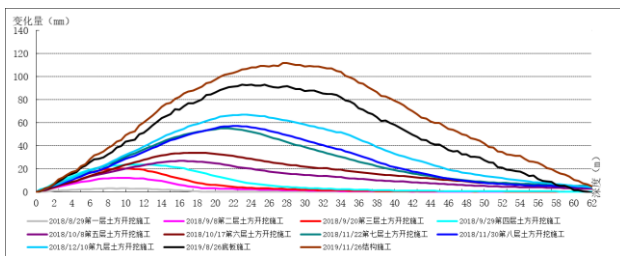


图4 主体基坑北端头井北侧22号墙体测斜监测点变形曲线图

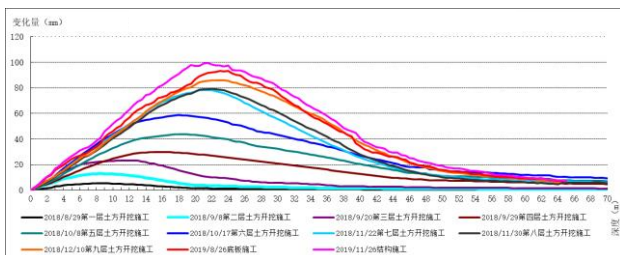


图5 北区主体基坑标准段东侧3号墙体测斜监测点变形曲线图

由图2~图5可以看出，在基坑开挖初期（第一层~四层取土施工期间），围护墙体侧向位移变形较为合理处于可控范围内。随着基坑的开挖深度的逐渐加深，坑内土体原有的荷载平衡被打破，使得其应力重新分布，时空效应越来越明显。同时在受到围护墙体外主动土压力的荷载的作用下，墙体侧向位移变化量及累计值也越来越大。且基坑在第九层取土施工过程中发生了地墙渗漏水险情，日变化量也发生多次报警，在此期间累计值也超过设计警戒值。墙体测向位移累计变形最大值位置随着基坑开挖深度加深而变化，变形量最大位置向下移动，一般在开挖面以下2~3m处；底板浇筑完成后，墙体测向位移累计变化量最大孔位于标准段西侧的P20孔变化量为138.50mm（24.0m处），累计量远远超过报警值。标准段东侧墙体测向位移累计变化最大为P02孔变化量为102.08mm（19.5m处），端头井墙体测向位移变化最大为P21孔变化量为99.32mm（24.0m处）。

由以上数据及曲线图不难看出，造成该施工期间变形量较大主要原因是基坑暴露时间过长（约12个月），出现险情前开挖第一层~九层土共历时约4个月，出现险情后基坑经历了坑外土体再加固、降水井补设、坑内回灌水及抽水等施工，共历时约6个月，后再开挖至底板浇筑完成共历时约2个月。基坑开挖深度较深，纵向设有多道支撑，其中砼支撑形成较慢，支撑强度达标需要较长时间，施工过程中局部钢支撑架设有有一定的滞后性。正是以上各种不利因素导致该期间施工围护墙体的变形累计值较大。

表1 施工结束后基坑北区墙体深层水平位移各监测点累计值汇总

基坑东侧 监测点号	累计变化 量 (mm)	基坑西侧 监测点号	累计变化量 (mm)	备注
P01 (22m)	68.37mm	P21 (24m)	99.32mm	P01、P21 为端头井区域同一断面
P02 (19.5m)	102.08mm	P20 (24m)	138.50mm	P02、P20 为同一断面
P03 (21.5m)	100.38mm	P19 (28m)	115.45mm	P03、P19 为同一断面
P04 (28m)	80.44mm	P18 (26m)	72.52mm	P04、P18 为同一断面
P22 (29.5m)	95.16mm			端头井区域

从表1可以看出标准段测点P02~P04、P18~P20的累计变化量在基坑开挖施工过程中较于端头井短边的测点P01、P21、P22的变形累计值，由于开挖深度较深在挖过程中基坑围护体系的长边空间效应较为明显，基坑长边的位移变化会较大于端头井短边及基坑拐角部位的位移变化。

表1数据汇总表还体现了本项目施工过程中基坑西侧的围护体深层水平位移累计变化量大于基坑东侧的变化量。这主要是受现场施工筹划影响所致，因为本项目道口设于基坑西侧，施工过程中重型机械及渣土车长期停放于基坑西侧，且工地内驶往车辆也必经此处，导致基坑西

侧的坑边荷载明显大于东侧荷载，因此造成了该现象。

**表 2 取土施工及后续结构施工期间围护墙体深层水平位移变化量汇总**

监测点号	开挖期间变化量 (mm)	抢险期间变化量 (mm)	底板浇筑完成变化量 (mm)	底板浇筑完成后 30d 变化量 (mm)	底板浇筑完成后 90d 变化量 (mm)
P01	64.37 (22.5m)	2.14(22.5m)	1.67 (22m)	3.06 (22m)	3.19(22.5m)
P02	90.58 (22.5m)	2.95(21.5m)	2.61 (20m)	4.36 (20m)	1.73 (20m)
P03	85.50(22m)	4.9 (23.5m)	0.99 (22m)	5.85 (21.5m)	4.23(21.5m)
P04	70.68(22m)	3.98 (24m)	1.84 (24m)	1.59 (23.5m)	-2.43 (24.5m)
P18	54.66(23m)	18.55 (21.5m)	1.14(24.5m)	1.07 (26m)	2.86 (26m)
P19	66.88(23m)	29.17 (24m)	7.22(26.5m)	9.63 (28m)	1.11 (28m)
P20	87.34(23m)	21.06 (23.5m)	13.47 (23.5m)	6.27 (23.5m)	2.29 (23m)
P21	66.07(23m)	24.83 (24m)	5.97(24.5m)	3.74 (24.5m)	-2.08 (25m)
P22	60.86 (22.5m)	14.98 (22m)	11.67 (24m)	2.52 (29.5m)	1.54 (24m)

从表二可以看出围护墙体深层水平位移的变形主要集中在基坑开挖期间，由于本项目的特殊性在受到围护墙体渗漏水的影响，在此期间围护墙体也产生了相当大的变形，待底板浇筑完成后结构施工期间，变化趋势较小并逐步趋于稳定。

表 1 显示在施工过程中围护墙体深层水平位移产生了较大的变化量，最大变化量为 P20 (24m) : 138.50mm，墙体所产生的较大变形对后续结构侧墙的施工造成了极大的影响。更有甚者可能产生侵界地铁轨行区的风险。

### 3 结论

结合以上各个图表数据可以得出如下结论：

基坑围护墙体深层水平位移的变化影响因素是多方面的，因此在基坑明挖施工期间为了确保基坑本体的安全且有效的控制基坑围护墙体的变形，必须严格按照设计所要求的分层、分段、对称均衡的方式进行开挖；且在基坑整个施工过程中需注意以下事项：

(1) 在地墙施工期间，严格控制地墙施工质量，避

免再次出现本案例中第九层土取土施工时严重的地墙渗漏水情况；

(2) 在确保周边环境变形稳定且安全的情况下，尽可能地通过坑内外降水的方式来缓解围护体系的侧向压力，有利于控制围护墙体的侧向变形；

(3) 施工过程中尽可能地将重型机械设备及施工材料安置在远离基坑的位置，减少坑边荷载；

(4) 对于跨度较长的基坑，可以采取分区、分段、分块的施工方式，如高度落差较大也可采用放坡的方式施工，以此来控制基坑施工过程中的长边效应并减小基坑暴露时的时空效应的影响；

(5) 在围护墙体变形较大的区域及时增设临时钢支撑来控制变形趋势的增大，对变形较大区域的支撑轴力进行加密监测，对于轴力损失较大的支撑及时进行轴力附加；

(6) 在施工过程中，要建立完善的基坑本体及周边环境日常巡查制度；

综上所述，围护墙体深层水平位移作为基坑本体监测一项十分关键测项，不仅能够反映出围护墙体纵向方向不同深度的变化情况，而且通过数据及曲线相结合呈现的方式能够直观地指出水平位移变形最大的位置及深度，对于分析围护墙体自身安全以及开挖过程中变形趋势的发展发挥着十分重要的作用。因此，在基坑施工过程中尤其是在底板形成之前必须密切关注围护墙体深层水平位移变化情况，对于数据的采集要第一时间结合施工工况进行综合性分析并得出准确的结论用以指导现场施工，达到信息化施工的目的。施工单位也须结合变形情况及时优化施工工艺调整施工速率，共同为基坑的安全保驾护航。

### [参考文献]

- [1] 闫晓璞. 基坑监测工作中安全控制要点分析[J]. 工程建设与设计, 2020(21): 239-240.
- [2] 城市轨道交通工程监测技术规范 GB50911-2013[S]. 北京, 中国建筑工业出版社, 2013.
- [3] 郭跃文. 基坑监测技术在深基坑中的相关问题分析[J]. 居舍, 2020(25): 63-64.

作者简介：岳云龙 (1997.12—)，男，毕业院校：南京科技职业技术学院，所学专业：建筑工程，就单位：上海京海工程技术有限公司，职务：项目经理，目前职称：初级职称 (助理工程师)。