包头市立体交通枢纽基坑深层水平位移监测分析

李智宽[1],张浩然[1],刘海波[1],安国强[1],郭希静[2]

(1. 包钢勘察测绘研究院,内蒙古 包头 014010;
2. 包头钢铁(集团)有限责任公司白云鄂博铁矿,内蒙古 包头 014080)

摘 要:深层水平位移监测是基坑工程现场监测的关键项目,文章通过对包头市立体综合交通枢纽基坑监测项目中深层水平位移监测数据进行技术分析,根据测斜管埋设部位、选用的支护体系、支护结构的施工工序不同,现场测量得出的位移时程曲线做比较分析,得出更有利于基坑工程安全的方法,有益于以后的工程实践。

关键词:深层水平位移;测斜管;位移时程曲线;变形量

中图分类号:TU198$^+$.6 **文献标识码**:B **文章编号**:1009-5438(2020)04-0095-04

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2020.04.026

Analysis on Monitoring of Deep Horizontal Displacement for Foundation Pit of Baotou Three-dimensional Traffic Hub

Li Zhi-kuan[1], *Zhang Hao-ran*[1], *Liu Hai-bo*[1], *An Guo-qiang*[1], *Guo Xi-jing*[2]

(1. *Surveying and Mapping Research Institute of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014010, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*;
2. *Bayan Obo Iron Mine of Baotou Iron & Steel (Group) Co., Ltd., Baotou* 014080, *Inner Mongolia Autonomous Region, China*)

Abstract: The monitoring of deep horizontal displacement is the key project for field monitoring of foundation pit engineering. In this paper, the method more beneficial to safety of foundation pit engineering is found out through technical analysis on monitoring data of deep horizontal displacement in the foundation pit monitoring project of Baotou three-dimensional comprehensive traffic hub, comparative analysis of displacement and time curves based on field measurement as well as based on embedded positions of inclinometer, selected support systems and different construction procedures of support structure, hoping to be beneficial to future engineering practices.

Key words: deep horizontal displacement; inclinometer; displacement and time curve; deformation

随着城市高层建筑、轨道交通和地下空间开发利用的不断发展,基坑工程已开始向超大超深方向发展,且大多位于建筑物密度大、人口密集的城市中心区,对基坑稳定、变形和环境影响的控制要求更加严格,因此,对基坑工程实施现场监测,实现信息化施工,避免事故发生,以保证基坑及周围建筑物的安全、保证施工顺利进行具有重要意义。

1 工程概况

包头市立体综合交通枢纽项目位于包头市东河区二里半机场与拟建高铁包西线(呼包银线)机场高铁站之间,基坑开挖深度-14.00 m,基坑支护结

收稿日期:2020-06-08

作者简介:李智宽(1987-),男,内蒙古巴彦淖尔市人,工程师,现从事地质工程技术工作。

构采用桩—锚索和桩—内支撑支护体系，基坑邻运营机场航站楼侧安全等级为一级，其余侧安全等级为二级。本文主要结合工程实例对比分析深层水平位移监测在不同环境所测得的位移时程曲线，通过比较分析得出更有利于基坑安全的方法。

2 深层水平位移测点布设

包头市交通枢纽交通中心1区监测点位布置见图1。

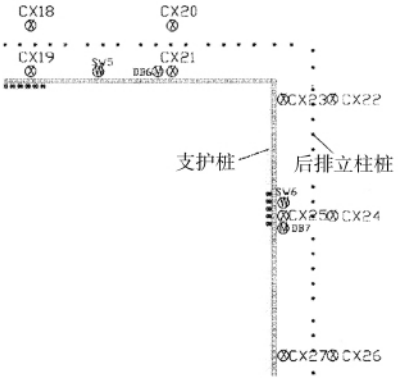


图1 包头交通枢纽深层水平位移CX18—CX27平面位置示意图

该项目场地在建设前为沼泽地，地质条件差，基坑支护结构设计在基坑周边布设一排支护桩，同时在支护桩后侧8 m位置布设一排立柱桩，支护桩冠梁和立柱桩冠梁之间用400 mm厚的钢筋混凝土拉板链接，支护桩深层水平位移监测孔布置为双排(支护桩和立柱桩同一断面各1个)，间距为30 m。在支护桩施工时埋入测斜管，测斜管的一对槽口必须与排桩的走向垂直。测斜管埋设深度为基坑开挖深度的1.5倍，固定在钢筋笼上，与其一起下入到桩体内，测斜管埋设位置示意见图2。

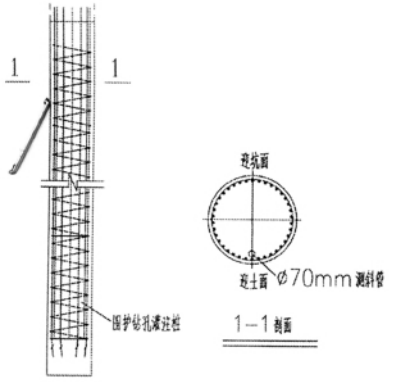


图2 测斜管埋设位置示意

3 测量设备及方法

测量设备为YD－CX－910F型测斜仪。监测实施的整体流程为测点埋设—量测与计算—数据处理与分析。

测量时沿预先埋好的测斜管沿垂直于基坑长边方向(A向)导槽(自下而上每隔0.5 m或1.0 m)，使用YD－CX－910F测线仪测读一次直至孔口，得到各测点位置上读数Ai(＋)、Ai(－)。

测斜管安装完成后，在正式开始测量之前3～5天内重复测量3次以上，当测斜稳定之后，将所测数据作为开始正式测量工作的初始数据。以后按照方案设定好的频率进行测斜数据测量，测斜数据处理结果均以位移－时程曲线，孔深－位移曲线形式体现。当深层水平位移速率突然明显增大是一种报警信号，收到报警信号后，应立即对各种量测信息进行综合分析，判断施工中出现了什么问题，并及时采取保证施工安全的对策。

4 监测成果分析

通过对部分有代表性的深层水平位移数据进行分析，与典型位移曲线以及不同工况的数据对比，得出更有利于基坑工程安全的建议。

4.1 深层水平位移典型变形曲线

典型的深层水平位移变形曲线，自上而下为冠梁部分向基坑内侧有一定量的变形，随着基坑开挖深度的增加变形量增大，在基坑底部变形量达到最大(该位置土压力达到最大值)，从基底位置到支护桩末端变形量逐渐减小，图3是天津站交通枢纽深大基坑深层水平位移成果曲线[1]。

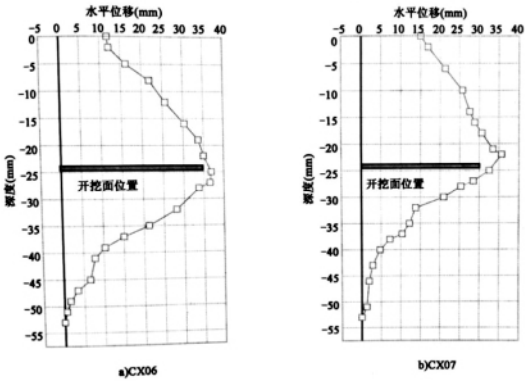
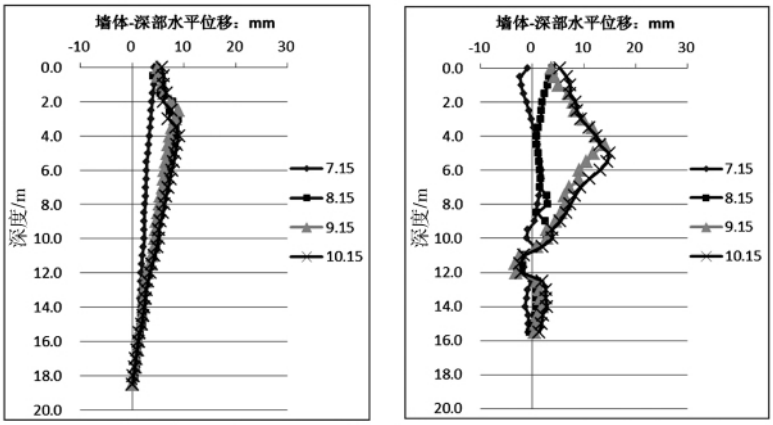


图3 天津站交通枢纽深大基坑深层水平位移成果曲线

4.2　交通枢纽基坑监测深层水平位移

4.2.1　测斜管在桩体和土体中的数据比较

该项目由于前期随支护桩施工时埋设的测斜管有部分被破坏无法使用，故后期在支护桩后方土体里进行钻机补孔埋设测斜管，CX－29 号孔测斜管埋设在桩体里，CX－27 号孔测斜管埋设在土体里，且两个孔为桩—锚索支护体系相邻两个孔位，分析图 4深层水平位移时程曲线分析得出：土体中埋设的测斜管测得的围护结构深层水平位移变形量（最大变形量 9.05 mm）比在桩体中（最大变形量 14.98 mm）所测得的位移量变形小，在时间上有一段滞后过程[2]，由 CX－27 号孔的位移时程曲线结合现场支护结构施工情况分析，测斜管埋设在土体里受到外界干扰较大，图 4（b）中在深度 9～13 m 位置的弯曲变形由锚索施工导致。

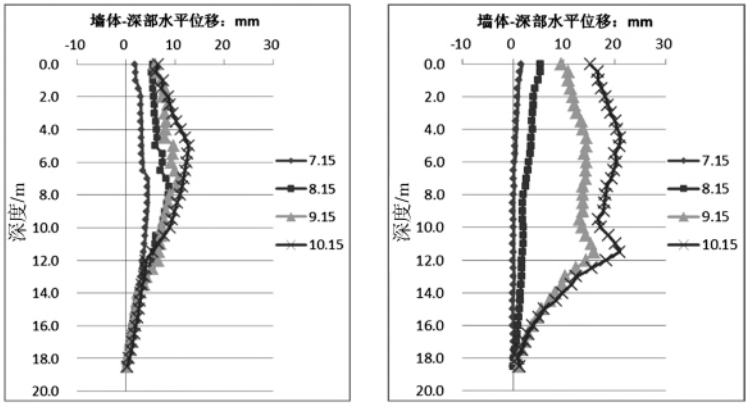


（a）CX-29　　（b）CX-27

图 4　桩体和土体深层水平位移变形曲线

4.2.2　测斜管在不同支护体系中的数据比较

该项目采用了桩—锚索和桩—内支撑两种支护形式，CX－57 号孔测斜管埋设在桩—锚索支护体系体中，支护体系为钻孔灌注桩和四层锚索组成；CX－88号孔测斜管埋设在桩—内支撑支护体系中，支护体系为钻孔灌注桩和两层内支撑组成。由图 5 分析得出：桩—锚索支护体系体中深层水平位移最大变形量为 12.84 mm，桩—内支撑支护体系体中深层水平位移最大变形量为 20.89 mm，桩—锚索支护体系深层水平位移变形量更小，可以以此数据来进行支护方案的设计优化。



（a）CX-57　　（b）CX-88

图 5　锚索和内支撑深层水平位移变形曲线

4.2.3 施工工序对深层水平位移的影响

在对监测数据进行分析的过程中结合现场支护结构施工情况,图5(a) CX-57支护结构施工和土方开挖工序结合比较好,图4(b) CX-27在第一、二层锚索施工时土方有超挖现象,且两测斜孔都在桩—锚索支护体系中,比较分析得出:支护结构施工和土方开挖的工序配合对支护结构变形有很大影响,尤其超挖必定会造成支护结构变形量增大[3]。

4.3 **与典型深层水平位移成果曲线比较**

该项目所测得的深层水平位移变形量整体较小,最大变形量为28 mm(典型案例:天津站交通枢纽深大基坑深层水平位移最大变形量为38 mm),分析原因为:该项目场地地质条件差,基坑支护设计比较保守,支护桩为Φ1 200 mm灌注桩,桩间距为1 600 mm,桩长为28 m,在支护桩后方8 m处布设同样桩型的立柱桩,桩间距为3 200 mm,结合四层锚索或二层内支撑共同组成基坑支护体系;并且在支护桩后方布设一排立柱桩与支护桩用拉板连接,使得支护结构更具整体性,尤其冠梁位置变形量更小,有利于基坑工程的安全。

5 结论

(1)深层水平位移监测测斜管埋设,一定要埋设在支护结构(桩或墙体)中,若支护结构已施工完可采取在支护结构后方土体中补孔埋设测斜管。测斜管埋设在土体中,受外界干扰因素较多,尤其采用桩—锚索支护体系锚索施工对测斜管影响较大;其次降水也对测斜管的变形有一定的影响,所测得的数据不能真实的反应出支护结构变形趋势,且在时间上有滞后过程,在数值上比实际值小。

(2)在软土地区做基坑工程时,根据地质情况及施工概算可以考虑在支护桩后方设置立柱桩,分析很多出事故的基坑工程在事故前冠梁后方的土体会有明显的开裂现象,设置立柱桩并使其冠梁与支护桩冠梁用拉板链接,可以增加支护结构的整体性并减小支护结构的变形量,有利于基坑工程的安全性。

(3)根据对包头市交通枢纽基坑深层水平位移监测的大数据分析,本工程采用桩—锚索支护体系比桩—内支撑支护体系在施工过程中支护结构的变形量小,更有利于基坑工程的安全施工。

(4)支护结构施工时要严格按照设计方案施工,保证施工的质量,各工序要紧密配合,严禁土方超挖,使支护结构的变形量降到最小,以保证基坑工程的安全顺利进行。

参 考 文 献

[1] 焦莹. 天津站交通枢纽深大基坑工程安全监测[M]. 北京:人民交通出版社,2012.

[2] 程胜一,诸伟洪. 深层水平位移监测技术分析[J]. 城市勘测,2011,(6):167-170.

[3] 刘俊岩. 建筑基坑工程监测技术规范实施手册[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2010.