

中心渔港泵站基坑支护工程监测与安全性分析

刘永辉, 孔庆宇, 安彦勇

(交通运输部天津水运工程科学研究所, 天津 300456)

摘要: 雨污水合建泵站基坑支护工程位于天津中心渔港休闲区, 基坑开挖期间易引起邻近建筑物的倾斜或开裂、管线的渗漏等, 需要在基坑施工期间对基坑及周边环境进行监测。根据施工进度, 分别对基坑进行沉降、水平位移、地下水位和钢支撑内力等项目的监测, 并对数据及时分析、反馈、预警。结果表明, 各项参数指标处于可控范围内, 有效保障了基坑工程及周边建筑在施工期间的安全, 实现了深基坑工程信息化施工, 对同类工程具有很强的指导意义。

关键词: 基坑支护; 监测; 信息化施工; 安全性分析

中图分类号: TU470+.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-1144(2013)04-0077-04

Safety Monitoring and Analysis for Foundation Pit Supporting Structure of Pumping Station in Central Fishing Harbor

LIU Yong-hui, KONG Qing-yu, AN Yan-yong

(Tianjin Research Institute of Water Transport Engineering, M. O. T., Tianjin 300456, China)

Abstract: The pumping station for rain and waste water is constructed in the central fishing harbor entertainment area in Tianjin. In order to avoid the building tilting and pipe leakage during the foundation pit excavation, the soil and structure environment in and outside the foundation pit should be monitored during the construction. The settlement, horizontal displacement, underground water level and the stress of steel supporting structures etc. were monitored corresponding to the construction process, and the real-time data were analyzed immediately. Then the feedback and warning has also been conducted soon after the data analysis. The results show that all the parameters monitored are within a reasonably safe range, which can effectively improve the safety of the pit and the structures outside the pit during the construction. In addition, the information construction of deep foundation pit is realized, providing great guiding for similar projects.

Keywords: foundation pit supporting; monitor; information construction; safety analysis

0 引言

随着施工技术的发展以及场地条件的限制, 基建工程中基坑的开挖深度也越来越深。由于不同地质条件下基坑施工受到许多诸如荷载条件、土质软弱、基坑渗水以及周边建筑和管线等的不利影响, 施工期间极易发生坑壁坍塌失稳, 进而引起邻近建筑物的倾斜或开裂, 管线的破裂渗漏等问题, 造成巨大的损失和影响^[1-4]。因此, 基坑开挖过程中必须进行周密的监测, 及时发现险情并评价险情的发展程度, 当变形接近警戒值时, 及时采取合理的应对措施, 以保护基坑、周边建筑物及管线不被破坏, 有效

保障基坑工程的顺利安全进行^[5-6]。

1 工程概况

雨污水合建泵站基坑支护工程位于天津中心渔港休闲区, 基坑总面积约 779 m², 周长 115 m, 近似为矩形, 局部区域开挖深度 7.45 m。本工程基坑采用顺做法施工, 选用钢板桩作为围护结构, 采用二道钢支撑的形式。外侧选用 40 a 型工字钢挡土, 内侧选用拉森 IV 型钢板桩止水、挡土。工程拟建场地原自然地面整平后为新港高程 4.50 m, 场地开挖深度自整平后自然地面算起。

2 监测目的

在基坑开挖施工期间对基坑及周边环境进行监测,预警并防范过大位移、变形与工程事故的发生,并通过监测,指导施工,实现整个基坑工程的信息化施工^[7-8]。

(1) 通过将监测数据与预测值作比较,判断上一步施工工艺和施工参数是否符合或达到预期要求,同时实现对下一步的施工工艺和施工进度控制,从而切实实现信息化施工;

(2) 通过监测及时发现围护施工过程中的环境变形发展趋势,及时反馈信息,达到有效控制施工对建(构)筑物、道路、管线影响的目的;

(3) 通过监测及时调整支撑系统的受力均衡问题,使得整个基坑开挖过程始终处于安全、可控的范畴内;

(4) 通过监测及早发现基坑止水帷幕的渗漏问题,并提请施工单位进行及时、有效的堵漏准备工作,防止施工中发生大面积涌砂现象;

(5) 将现场监测结果反馈设计单位,使设计能根据现场工况发展,进一步优化方案,达到优质安全、经济合理、施工快捷的目的;

(6) 通过跟踪监测,在换撑和支撑拆除阶段,施工科学有序,保障基坑始终处于安全运行的状态。

3 监测方案

在现场布设了 5 个工作基准点,视其稳定可靠程度,每隔若干次观测时间与高等级基准点进行联测,以保证精度。

根据本工程的要求、周围环境、基坑本身的特点及相关工程的经验,按照安全、经济、合理的原则,确定本工程监测的主要内容包括:① 坑外地表沉降、位移监测;② 围护桩桩顶垂直和水平位移监测;③ 地面道路和建筑物的沉降、位移监测;④ 基坑外侧土体深层水平位移监测;⑤ 基坑外地下水水位监测。⑥ 钢支撑内力监测。

3.1 沉降、表层位移监测标的埋设

沉降监测点与表层位移监测点使用同一点,测量时再安装强制对中标芯。根据规范要求和现场实际情况,共布设坑外地表沉降、位移监测点 4 个,分别位于基坑各边的中心位置;围护桩桩顶沉降、位移监测点 4 个,分别位于支护四周钢冠梁的中心位置;在基坑东面、南面和北面布设 6 组沉降、位移监测点,以监测基坑开挖对道路和建筑物的影响,均匀布

置在基坑与道路、建筑物的中间部位。

3.2 深层水平位移监测标的埋设

深层水平位移监测孔宜布设在基坑边坡、围护墙周边的中心处及代表性的部位,每边至少应布设 1 个监测孔。因基坑东面为道路,并有数条市政管线通过,因此基坑东面作为本次监测的重点监测部位,布设 3 组深层水平位移监测点,南面、北面和西面各一孔。

3.3 地下水位监测标的埋设

根据设计方所提供的观测井布置方案及降水平面布置,共布置坑外水位观测孔 4 孔,孔深为 12 m。坑外水位观测孔布设在基坑各边的中心位置。

3.4 钢支撑内力监测

支撑内力监测点宜设置在支撑内力较大或在整个支撑系统中起关键作用的杆件上;每道支撑的内力监测点不应少于 3 个,每道支撑的监测点位置宜在竖向保持一致;钢支撑的监测截面根据测试仪器宜布设在支撑长度的 1/3 部位或支撑的端头。钢筋混凝土支撑的监测截面宜布设在支撑长度的 1/3 部位^[4]。

考虑现场情况,本案布设 4 组支撑内力监测点,共计 8 只轴力计。布置于两根对撑长度的 1/3 处,每组布设 2 个轴力计,对称布置于支撑两边的相同高度处。

监测点平面布置如图 1。

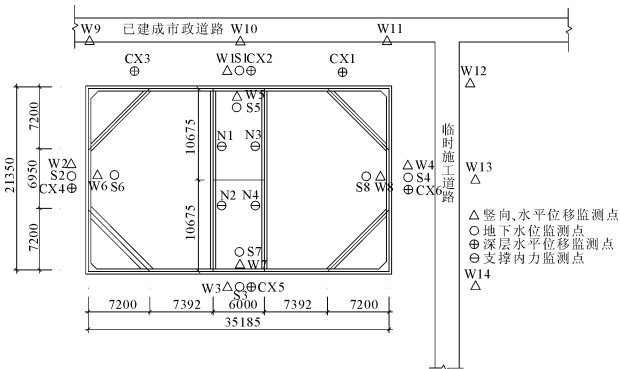


图 1 监测点平面布置图

4 监测结果与分析

4.1 沉降、位移分析

通过观测数据得出,坑外地表沉降监测点平均沉降量为 49.5 mm,最大沉降速率为 8 mm/d,最大沉降量为 52 mm;围护桩桩顶沉降监测点,平均沉降量为 46.2 mm,最大沉降速率为 12 mm/d,最大沉降量为 52 mm;周边建筑物和道路沉降监测点,平均沉降

量为 25.8 mm,最大沉降量为 29 mm。

通过各点沉降量随时间变化曲线可以看出,随着开挖深度的增加,沉降越来越大;临近基坑位置的测点沉降较远离基坑的测点大;8月17日基坑支撑拆除后,沉降量出现突然增大的趋势。

由于受基坑支撑拆除的影响,坑外地表沉降和围护桩桩顶最大沉降速率超过了 5 mm/d 的限差要求,累积沉降量超过了 40 mm 的限差要求(见图 2)。但通过加密观测发现很大一部分沉降是在支撑拆除几天内发生的,属于瞬时沉降,并没有形成沉降持续发展的趋势,因此虽然沉降量超过了 40 mm 的限差要求,但并未对基坑安全和周围建筑物、构筑物造成结构性破坏。基坑和周边建筑物、构筑物在施工期间是安全的。

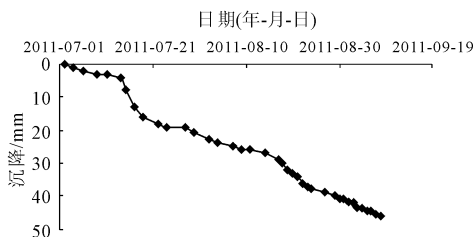


图 2 W4 监测点沉降量

坑外地表位移监测点平均位移量为 61.75 mm,最大位移速率为 6 mm/d,最大位移量为 72 mm;围护桩桩顶位移监测点,平均位移量为 129.25 mm,最大位移速率为 82 mm/d,最大位移量为 162 mm;周边建筑物和道路位移监测点,平均位移量为 27.3 mm,最大位移量为 29 mm。可见基坑开挖对周边影响范围内的建筑物和构筑物具有一定的影响,其影响作用随着与基坑距离的增大逐渐减小。

通过各点位移量随时间变化曲线可以看出,随着开挖深度的增加,位移越来越大。临近基坑位置的测点位移量较远离基坑的测点大;基坑支撑拆除后,各观测点的位移量出现突然增大的趋势,其中增加最大的是围护桩桩顶位移,并且钢板桩和桩周土之间出现了长达 8~10 cm 的裂缝。坑外地表位移也出现了较大增加,最大的 W1 号点(见图 3),一天增加了 6 mm。针对此种情况,对其进行了加密观测,并进行了及时预警。通过加密观测发现这部分位移在支撑拆除几天后就趋于稳定,属于瞬时变形,并未对基坑安全和周围建筑物、构筑物造成结构性破坏。基坑和周边建筑物、构筑物在施工期间是安全的。



图 3 W1 监测点位移量

4.2 深层水平位移分析

在基坑开挖过程中,由于基坑内侧土体被挖走,造成支护内外的土压力差,在土压力差的作用下,地基深层土体发生向基坑方向的位移。

开挖初期,位移变化量较小,随着基坑开挖深度的增加,位移逐渐增大。开挖结束后,位移速率逐渐减小,支护结构趋于稳定。在施工过程中,始终以控制标准为基准进行施工控制,最大位移量为 26.6 mm,发生在 CX3 号点(见图 4),水平位移变化量未超出限差要求,基坑在施工期间是安全的。

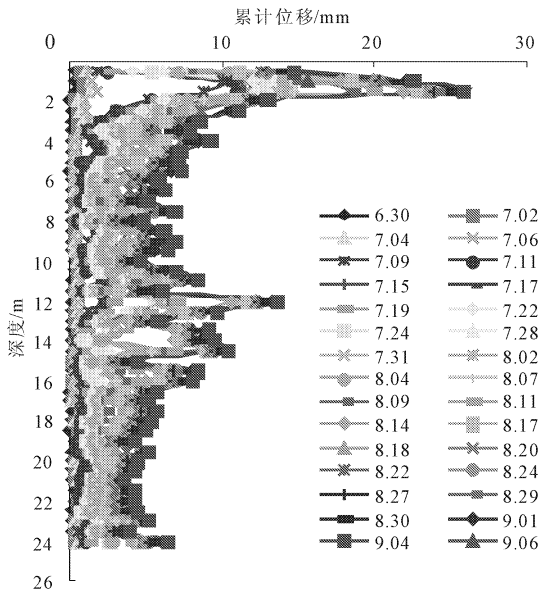


图 4 CX3 监测点深层水平位移量

4.3 地下水位分析

通过各点水位随时间变化曲线可以看出(见图 5),基坑开挖期间水位变化较稳定,未出现较大变化,说明钢板桩止水效果较好。施工期间由于降雨作用,水位出现一定程度的升高,但由于坑内降水及时,水位很快降下去了,并一直保持稳定。在整个基坑开挖过程中在钢板桩的转角位置出现了非常少量的渗漏水,现场根据实际情况采取了砂袋堵水和明水集排的措施,有效的解决了渗漏水的现象。



图 5 S1 监测点地下水位变化

4.4 钢支撑内力分析

支撑轴力随基坑开挖深度的增加而增大,开挖至基底后,随着基础底板的浇筑,支撑轴力有减小趋势。N1 监测点轴力较大,超过了 500 kN 的限差要求,但超出范围不大,对其进行了加密观测,未发现其有进一步增大的趋势。N2、N3、N4 轴力大都在 500 kN 以内,未超出限差要求(见图 6)。在整个基坑开挖过程中,支撑保持稳定,未出现破坏情况。

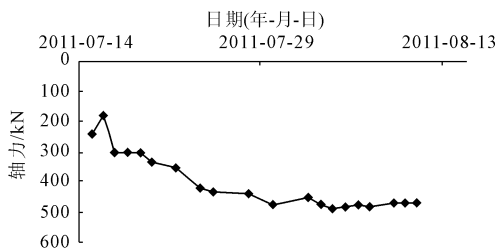


图 6 N4 监测点钢支撑轴力

5 结 论

(1) 本次监测从基坑开挖、支护开始,一直持续到回填土完成结束,期间未发生重大事故和险情。监测工作内容安排合理,仪器数量适度、位置恰当,能够及时、准确协助现场施工,对整体工程做了正确

的监控和评价。

(2) 通过对基坑周边道路和建筑物沉降、位移监测数据分析,基坑施工没有对道路、市政管线及建(构)筑物等周边环境造成不良影响。

(3) 基坑支撑拆除后,沉降、位移突然增大,超过限差要求,通过加密观测,正确判断了变形的发展,在保证安全的前提下,没有延误施工的进行。

(4) 本工程中建立的信息化施工监测体系效果是显著的,监测方及时提供监测数据,业主、设计、施工等单位及时处理,确保了基坑工程的安全顺利完成。

参考文献:

- [1] 杨旭,宋宏伟,秦宁.深基坑开挖对附近直埋管线影响的数值分析[J].水利与建筑工程学报,2011,9(3):19-24.
- [2] 王海飙,杨海旭,张华.深基坑工程施工安全监测与预警[J].建筑技术,2010,41(3):257-260.
- [3] 安关峰,高峻岳.广州地铁公园前地下空间深基坑综合支护监测分析[J].岩土工程学报,2007,29(6):872-879.
- [4] 徐中华,王卫东,王建华.上海软土地区上海银行大厦深基坑工程的实测与分析[J].岩石力学与工程学报,2004,23(z1):4639-4644.
- [5] 李庆伟,陈龙华,程金明.北京某深基坑监测实例分析[J].施工技术,2008,37(9):30-32.
- [6] 王浩,覃卫民,汤华.关于深基坑施工期监测现状的一些探讨[J].岩土工程学报,2006,28(B11):1789-1793.
- [7] 李志强.深基坑支护施工及监测分析[D].成都:西南交通大学,2003.
- [8] 瞿鸿飞,田谷,续若楠.基坑工程支护施工和监测策略研究[J].水利与建筑工程学报,2009,7(4):73-75,108.

(上接第 59 页)

(4) 经实践证明,本文给出的防股流涌水型和防淋涌水型防排水结构型式,适用于涌水较多的黄土软岩隧道。

参考文献:

- [1] 袁勇,姜孝谟,周欣,等.我国隧道防水技术的现状[J].世界隧道,1999,(4):40-44.
- [2] 田海涛,董益华,王延辉.隧道涌水量预测的研究[J].水利与建筑工程学报,2007,5(3):75-77,97.
- [3] 常明.高速公路长大隧道的防排水设计浅谈[J].山西交通科技,2006,181(4):47-49.
- [4] 李宁军,赖金星,刘彤,等.天公路隧道防排水设计

研究[J].公路,2004,(8):193-195.

- [5] 王国强.甘肃黄土公路隧道防排水适用技术与结构型式研究[D].西安:长安大学,2002:1-6.
- [6] 毛建安,石中平,毕焕军.秦岭隧道涌水量的综合勘察与预测算法的综合运用[J].铁道工程学报,1998,57(1):91-98.
- [7] 谢永利,康军,李宁军.黄土公路隧道防排水结构型式研究[J].公路交通科技(应用技术版),2006,(5):37-39.
- [8] 赖金星,李宁军,谢永利.黄土软岩公路隧道涌水类型划分[J].西部探矿工程,2006,122(6):128-130.
- [9] 吕康成.隧道与地下工程防排水指南(第二版)[M].北京:人民交通出版社,2012:59-60.