

基坑工程监测项目 初始值采集时间研究

徐国勇

(北京城建勘测设计研究院有限责任公司 北京 100101)

摘要 基于多个基坑工程监测实例,通过对不同的施工阶段监测数据变化量与现行规范规定的控制值进行对比,分析不同的监测项目初始值采集时间对监测结果的影响程度。总结出围护墙顶部水平位移、深层水平位移、钢筋混凝土支撑内力、周边建筑竖向位移等监测项目合理的初始值采集时间,为基坑工程监测结果的科学性、监测评价的准确性奠定基础。

关键词 城市轨道交通;基坑监测;初始值;地下连续墙

中图分类号 U231.1 **文献标志码** A

文章编号 1672-6073(2016)04-0093-05

20世纪80年代以来,我国高层建筑和地下工程得到了迅猛发展,基坑工程的重要性逐渐被人们所认识,基坑工程监测技术也不断完善和发展。

为业主提供可靠的监测结果和评价,用以判断基坑工程自身安全和周边环境安全,是基坑监测的目的之一。基坑工程施工全过程(支护结构施工、基坑降水、基坑开挖、基坑使用、支撑拆除、地下水位恢复)均可引起支护体系和坑内外土体产生变形^[1]。合理确定基坑工程监测初始值的采集时间,可以提高监测结果的科学性、监测评价的准确性。笔者通过统计相关监测数据并进行分析,结合基坑监测目的和监测效果,系统阐述了目前基坑工程监测项目合理的初始值采集时间,为准确、及时地评价基坑自身及周边环境安全状态奠定了基础。

1 基坑工程监测初始值采集时间现状

住房和城乡建设部与国家质量监督检验检疫总局相继联合发布了《建筑基坑工程监测技术规范》和《城市轨道交通工程监测技术规范》。其中,在监测初始值采集时间方面,《建筑基坑工程监测技术规范》第6.1.5条规定,监测项目初始值应在相关施工工序之前测定,并取至少连续观测3次稳定值的平均值^[2]。《城市轨道交通工程监测技术规范》第7.1.6条规定,工程周边环境与周围岩土体监测点应在施工之前埋设,工程支护结构监测点应在支护结构施工过程中及时埋设。监测点埋设并稳定后,应至少连续独立进行3次观测,并取其稳定值的平均值作为初始值^[3]。

目前,我国各城市主要参考现行相关规范并根据基坑工程施工时的几个关键时间节点,对各监测项目初始值采集时间提出要求。初始值采集时间的节点主要有围护结构施工前、基坑降水前和基坑开挖前。但笔者在搜集了北京、天津、广州、上海、兰州、南宁等6个城市基坑工程部分监测项目的初始值采集时间(见表1)后发现,各城市仍存在较明显的差异。

经过考察发现,大部分城市基坑工程监测以基坑开挖为节点进行各监测项目的初始值采集。各城市周边地表和周边建筑物的竖向位移监测项目的初始值采集时间差异较大。需要说明的是,上海地区在基坑降水期间对周边建筑竖向位移进行监测,但一般在基坑开挖前重新采集初始值且数据不连续累计,因此认为其各监测项目均在基坑开挖前采集初始值。

天津地区基坑工程的监测,在围护结构施工期即对周边地表竖向位移、周边建筑竖向位移进行监测,且在基坑降水期间即对围护墙顶部位移、深层水平位移、立柱竖向位移、支撑内力进行监测,初始值采集时间相

收稿日期:2015-07-14 修回日期:2015-08-15

作者简介:徐国勇,男,本科,学士学位,分院副院长,工程师,从事轨道交通工程监测工作,17192040@qq.com

表1 初始值采集时间

序号	监测项目	初始值采集时间					
		北京	天津	广州	上海	兰州	南宁
1	围护墙顶部 竖向位移	■	▲	■	■	■	■
2	围护墙顶部 水平位移	■	▲	■	■	■	■
3	深层水平 位移	■	▲	■	■	■	■
4	立柱竖向 位移	■	▲	■	■	■	■
5	钢筋混凝土 支撑内力	■	▲	■	■	■	■
6	周边地表竖 向位移	■	●	■	■	■	▲
7	周边建筑竖 向位移	▲	●	●	■	▲	●

注:围护结构施工前● 基坑降水前▲ 基坑开挖前■

对其他城市最早。

2 监测项目初始值采集时间影响分析

2.1 围护墙顶部水平位移

国内一些学者郑刚等^[4]对基坑开挖前的预降水引起的地下连续墙向基坑内位移做过研究。研究结果表明,如果降水前基坑不施工墙顶侧向支撑,地连墙将发生悬臂型侧移,墙顶最大侧移可达10 mm。

以地下连续墙的围护结构形式、一级基坑的报警值为例,相关规范中规定围护墙顶部水平位移的累计绝对值为25~30 mm。在基坑开挖前的预降水期间,如果墙顶向基坑内位移10 mm,则围护结构发生的水平位移阶段变化量将占最大报警值的33%,比例非常可观。由此可见,围护墙顶部位移的初始值是否在基坑降水前采集,对其累计变形量影响显著。

由于在基坑开挖期间,围护墙顶部水平位移会随时间(开挖深度)的增加而不断增大^[5],且与开挖前预降水期间变形方向一致。如果围护墙顶部水平位移在预降水前采集初始值,则必然导致实测值累计变形量大于受基坑开挖影响的累计变形量,可能出现危险报警时间提前的情况,施工单位将因此采取应急处理措施,增加了施工单位不必要的时间和资金成本。

基坑开挖前的预降水期间,围护结构顶部水平位移不会对未开挖的基坑稳定性产生影响,在基坑开挖前的预降水期间,拟开挖的基坑自身显然是安全稳定的。如果围护墙顶部水平位移采集时间过早,将会影响通过监测数据对基坑自身安全及稳定性的判定。

综合考虑,笔者认为围护墙水平位移的初始值在

基坑开挖前采集较为合理。

2.2 围护墙深层水平位移

国内学者对基坑开挖前的预降水引起地下连续墙体深层水平位移做过研究。研究表明,如果降水前不施工墙顶侧向支撑,墙体最大侧移会发生在墙顶处,可达10 mm左右;如果降水前施工墙顶侧向支撑,墙体会发生内凸型侧移,最大侧移发生在墙顶以下一定深度,向基坑内位移值可达4 mm左右^[4]。

以岩土类型为坚硬或中硬土,围护结构形式为地下连续墙,工程监测等级为一级的基坑控制值为例,相关规范中规定墙体水平位移的累计绝对值为20~30 mm。基于上述研究结果分析,在基坑开挖前的预降水期间,墙体水平位移阶段变化量将占上述最大控制值的13%~33%。由此可见,深层水平位移的初始值是否在基坑降水前采集,对其累计变形量影响显著。

墙体水平位移在基坑开挖期间一般表现为向坑内位移,且与开挖前预降水期间变形方向一致。然而,围护结构墙体在基坑未开挖时可能产生少量变形,但基坑自身仍然是安全稳定的。将基坑未开挖的前期预降水阶段围护结构墙体变形量计入基坑开挖阶段围护结构墙体变形量,缺乏合理性且必然导致实测值累计变形量明显大于受基坑开挖影响的累计变形量,可能出现预警时间提前的情况,将会增加施工单位不必要的时间和资金成本。

此外,围护结构墙体水平位移监测在现行相关规范中也没有考虑围护结构成槽时倾斜度的影响,从另一方面印证了围护结构墙体水平位移监测初始值在基坑降水前采集的不合理性。

笔者认为,围护结构墙体水平位移监测初始值在基坑开挖前采集较为合理。

2.3 钢筋混凝土支撑内力

一般情况下,钢筋混凝土支撑达到设计强度的90%以上,才能进行基坑的下一层土方开挖^[6]。在开挖过程中,钢筋混凝土支撑内力监测通常采用埋设钢筋应力计的测试方法,将钢筋应力计截面受力换算成钢筋混凝土支撑截面的受力^[7]。受混凝土收缩徐变、环境温度、钢筋混凝土支撑自重等多方面因素影响,通过此种监测方法计算出的钢筋混凝土支撑内力会有偏大的现象。通过统计天津地区基坑监测相关数据表明,在基坑土方开挖深度小于5 m时,出现首层钢筋混凝土支撑内力报警的情况约占所统计钢筋混凝土支撑总数的70%左右。

天津地区大量监测数据表明,在基坑土方开挖前1 d至其正下方土体开挖(开挖深度小于5 m)且支撑整体处于悬臂状态后1 d内,钢筋混凝土支撑内力迅速增大。在此阶段,支撑内力约1~2 d的阶段变化量约占支撑内力历史最大值的30%~60%。可见,此阶段其内力增长较为异常。在基坑开挖初期,钢筋混凝土支撑由基坑开挖前基本不受力状态转换为悬臂状态,且考虑到此时开挖深度相对较小,推断其内力的异常增长主要由钢筋混凝土支撑自身重量引起。

为印证以上推断,在某工程首层钢筋混凝土中部布设沉降观测点,绘制基坑内开始降水至土方开挖1 d后,沉降观测点变化的时程曲线(见图1)。其中,沉降观测点ZCC9、ZCC8、ZCC10所在钢筋混凝土支撑跨度分别为35.4、32.0、21 m。可以看出,在基坑内降水中期和土方开挖初期,钢筋混凝土支撑沉降速率最大;钢筋混凝土支撑中部在基坑内降水至土方开挖1 d后的期间内分别产生了约47、27、24 mm的沉降量,且沉降量与支撑跨度正相关。由此推断,钢筋混凝土支撑受自重下沉影响,内力变化显著。

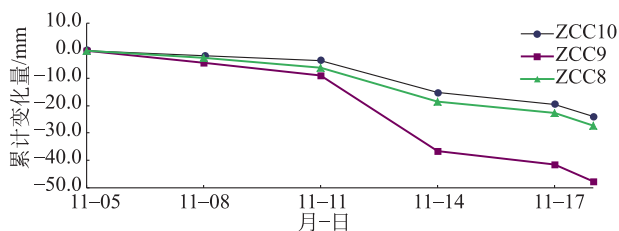


图1 钢筋混凝土支撑沉降时程曲线

综上所述,钢筋混凝土支撑内力初始值采集时间的选取宜尽量同时满足以下条件:

- 1) 在混凝土达到龄期后进行初始值采集,以减少混凝土收缩、徐变对支撑内力的影响;
- 2) 应避开特殊天气(如雨雪等),并选择上午光照前温差相对较小时采集为宜,从而减小温度对内力的影响;
- 3) 在钢筋混凝土支撑下方土体开挖,并在其处于悬臂状态1 d后采集初始值,从而最大限度消除支撑自重对其内力的影响。

通过实践表明,在遵循上述钢筋混凝土支撑初始值采集时间的条件后,可以有效减少钢筋混凝土支撑内力过早报警的情况,显著改善钢筋混凝土支撑内力测值偏大的现象^[8],可以更加真实地反映支撑体系的受力状态。

2.4 周边建筑物竖向位移

基坑围护结构在施工阶段可能对周边建筑物沉降产生较大影响。以某基坑工程为例,其围护结构采用800 mm厚地下连续墙并截断第2层承压水。地下连续墙槽段距建筑物(建造年代为70年代,为地上5层砌体结构,筏板基础)最近处约5 m。临近地下连续墙施工槽段附近建筑物有第三方监测单位布设的沉降观测点JGC-15、JGC-16、JGC-17(见图2)。

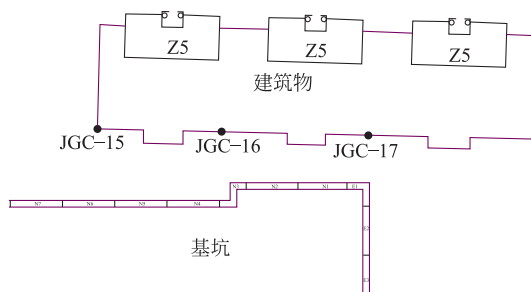


图2 基坑与建筑物位置关系

在施工地下连续墙时,周边建筑物竖向位移监测点即产生了约8 mm的沉降,地下连续墙施工完成后建筑物沉降趋于平稳(见图3)。

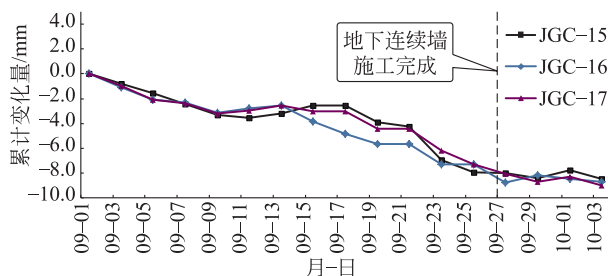


图3 建筑物竖向位移变化时程曲线

监测数据表明,在围护结构施工阶段,此建筑物产生了8 mm的沉降,占此建筑物沉降控制值20 mm的40%。可见,建筑物竖向位移在基坑围护结构施工前采集初始值的必要性。

此外,即使基坑土方未开挖,基坑坑内降水引起的土层压密也会导致邻近建筑物沉降^[9]。笔者以基坑为对象,对基坑周边建筑物在基坑开挖预降水阶段的最大沉降值进行了统计。在参与统计的18个基坑中,14个基坑工程在开挖前的预降水阶段,其周边建筑物最大沉降值在3 mm以内,没有出现明显异常,占所统计基坑数量的77.8%;有3个基坑工程在开挖前预降水阶段,周边建筑物沉降最大值在6~10 mm,占所统计基坑数量的16.7%;个别基坑工程周边建筑物沉降最大值达到了10 mm以上,占所统计基坑数量的

5.5%。可见,基坑工程在开挖前的预降水阶段,其周边建筑物沉降出现异常的可能性不容忽视。

以某基坑工程为例,其围护结构采用800 mm厚地下连续墙并截断第二层承压水。周边建筑物(建造年代为70年代,为地上6层砌体结构,筏板基础)距基坑围护结构边缘最近处约10.5 m。理论上,基坑内降水不会对周边环境造成较大影响,但在基坑开挖前的降水阶段,由于未预见因素的影响,周边建筑物出现了明显的下沉趋势(见图4)。

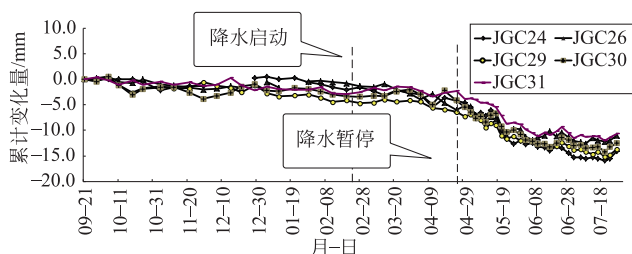


图4 建筑物竖向位移时程曲线

此外,基坑工程一般在坑内施工降水井的同时,还在坑外进行观测井施工,某些工序可能对地下水位产生影响,进而影响到周边建筑物。因此,在基坑内外降水相关施工活动开始前,应对周边建筑物进行竖向位移的初始值采集。

综合考虑,认为基坑周边建筑物竖向位移初始值在围护结构施工前采集较为合理。

2.5 其他监测项目

通过多种方法和途径对基坑自身和其周边环境各对象进行监测,各监测项目监测数据互相印证,才能更准确地对基坑自身和周边环境安全做出准确判定。对上述监测项目外的其他监测项目,适时进行初始值采集同样十分重要,例如周边地表竖向位移、立柱竖向位移等。

通常,地下连续墙施工阶段施工场地内硬化条件并不十分完善,大型施工机械较多,基坑周边地表受施工机械扰动情况突出,测点保护困难,地表竖向位移监测很难顺利、连续地实施。笔者认为,地表竖向位移作为间接反映基坑自身及周边环境安全状态的一种手段,其初始值在基坑降水施工前采集为宜。

立柱竖向位移是体现基坑安全状态的重要指标之一。在基坑工程中,立柱常与支撑体系连接,承担支撑的重量,作为支撑体系承重结构的一部分。立柱竖向位移变形会影响水平支撑的竖向挠度^[10],进而影响支撑体系安全。显然,影响基坑支撑体系安全的施工阶

段主要在基坑开挖阶段,因此立柱竖向位移的初始值在基坑开挖前采集较为合理。

围护墙顶部竖向位移初始值在基坑开挖前采集较为合理,原因与立柱竖向位移相似,这里不再赘述。

3 结论

本文通过统计分析相关监测数据,并结合基坑监测目的和监测效果,对基坑工程部分监测项目的初始值采集时间进行了总结和分析,得出以下结论:

- 1) 围护墙顶部水平位移和竖向位移、深层水平位移、周边地表竖向位移、立柱竖向位移的初始值应在基坑开挖前采集;
- 2) 钢筋混凝土支撑内力初始值在其下方土体开挖,并在其处于悬臂状态1 d后采集;
- 3) 周边建筑物竖向位移初始值在围护结构施工前采集。

随着新的监测设备和传感器的开发与应用,基坑工程监测技术也将得到不断发展,不断探索合理的监测初始值采集时间,才能够系统、准确地反映基坑及周边环境的受力与变形的重要变化过程。

参考文献

- [1] 李光照,郑刚. 软土地区深基坑工程存在的变形与稳定问题及其控制[J]. 施工技术,2011,40(7):5-9.
- [2] 建筑基坑工程监测技术规范:GB 50497—2009[S]. 北京:中国计划出版社,2009:16.
- [3] 城市轨道交通工程监测技术规范:GB 50911—2013[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2014:33.
- [4] 郑刚,曾超峰. 基坑开挖前潜水降水引起的地下连续墙侧移研究[J]. 岩土工程学报,2013,35(12):2153-2163.
- [5] 叶强,吴庆令. 某深基坑工程的监测分析与变形特征[J]. 岩土工程学报,2010,32(S2):541-544.
- [6] 逯登军,杨大利. 钢支撑与混凝土支撑施工分析[J]. 天津建设科技,2015,25(1):19-21.
- [7] 方大勇,周辉. 围护结构混凝土支撑轴力计算中的徐变分析研究[J]. 广东水利水电,2006,8(4):11-13.
- [8] 胡正亮. 基坑工程中混凝土支撑内力监测结果异常分析[J]. 西部探矿工程,2007,19(2):2-3.
- [9] 郑刚. 天津市地下工程中地下水的影响及控制[J]. 施工技术,2010,39(9):1-12.
- [10] 楼晓明,杨晶,李德宁. 立柱桩在深基坑分布开挖过程中的上拔位移分析[J]. 岩土工程学报,2013,35(1):193-198.

(编辑:郝京红)

Acquisition Time of Initial Value for Excavation Engineering Monitoring

Xu Guoyong

(Beijing Urban Construction Exploration & Surveying Design Research Institute Co., Ltd., Beijing 100101)

Abstract: The article is based on a number of foundation pits engineering monitoring examples by comparing the monitoring data to the controlled value of the current code in different construction stages. Analysis results on the influence of initial value acquisition time of different monitoring projects are carried out. The reasonable acquisition time for initial monitoring values is concluded for the wall top horizontal displacement, deep horizontal displacement, internal force of reinforced concrete support and vertical displacement for surrounding buildings etc., which laid a foundation for scientific monitoring and evaluation and the accuracy of monitoring results of the foundation pit engineering.

Key words: urban rail transit; monitoring of excavation; initial displacements; underground continuous wall

(上接第 88 页)

Discussion on Smoke Prevention and Exhaustion Design of Equipment and Management Zone in Metro Station

Wu Wei Gao Huixiang Peng Jinlong

(Design and Research Institute of Metro, China Railway Eryuan Engineering Group Co., Ltd., Chengdu 610031)

Abstract: Based on some provisions of the design codes, the problem whether pressurized air should be supplied for fire channel is analyzed and suggestions are put forward. Smoke - proof pressurized air supply is suggested focusing on the internal staircase hall between the main equipment management district and the connection station. For stairs straightening out of the ground, flexible choice can be made in accordance with its hoisting height. For the selection of smoke proof partitions in the area of equipment and management, exhaust fan selection, and the form of wind supply, relevant analysis and advice in practical design are given. For specific equipment management area in station, we should firstly calculate the area of the zone, and then determine the type of the exhaust fan after the comparison of the two algorithms.

Key words: metro station; equipment and management zone of station; fire channel; smoke bay; smoke extraction fan; air supply type

重庆轨道交通 6 号线装车载 地铁接触网在线监测装置

国内首套车载地铁接触网在线监测装置在重庆轨道交通 6 号线国博线上首次采用,并在调试。

为了更好地维护接触网系统,重庆轨道集团从国外引进了车载地铁接触网在线监测装置,用于监测 1、6 号线地铁接触网运行情况。该装置的最大特点是可以安装在地铁列车上,而不需要借助接触网工作车。当需要对接触网运行状态进行监测时,维护人员只需要在运行的列车上打开该装置,就能实时监控接触网是否“健康”。运营结束后,维护人员可以根据储存在监测系统里的数据,对接触网进行定点专项维护。

摘编自 <http://www.chinametro.net/> 2016-06-24

深圳地铁 11 号线通车

国内首条时速 120 km 的城市轨道交通快线——深圳地铁 11 号线通车正式试运营。深圳地铁 11 号线全长 51.9 km,是国内一次建成线路最长、跨海运行、颜值最高的城市轨道交通快线。搭乘 11 号线从福田到前海只要 15 min,到深圳机场只要 30 min,到深莞边界的松岗只要 55 min。

这是支撑深圳中西部发展轴带的快速客运通道,也是推动特区一体化和粤港澳大湾区协调发展的轨道交通骨干线路。

摘编自 <http://www.chinametro.net/> 2016-06-28