

基于基坑工程的变形监测点位测量精度研究

刘鹏鹏

杨凌职业技术学院

DOI:10.12238/jpm.v3i6.4999

[摘要] 对高层建筑物或其他重要的建筑物、构筑物进行变形监测已经成为工程实际中必不可少的环节。本文针对基坑监测过程中测站高差、观测点高程、水准环线最弱点高程、观测点沉降量以及观测点最弱点沉降量及监测点数据处理过程中遇到的各种精度问题进行研究,为基坑监测工作提供有力的支撑。

[关键词] 基坑工程; 变形监测; 数据处理; 变形分析

中图分类号: TV547.5 **文献标识码:** A

Research on measuring accuracy of deformation monitoring point based on foundation pit engineering

Pengpeng Liu

Yangling Vocational & Technical College

[Abstract] Deformation monitoring of high-rise buildings or other important buildings and structures has become an essential link in engineering practice. In this paper, the height difference of Observation Station, the height of observation point, the height of the weakest point of leveling loop, the settlement of observation point, the settlement of the weakest point of observation point and the various accuracy problems encountered in the data processing of observation point in the process of foundation pit monitoring are studied, it provides the strong support for the foundation pit monitoring work.

[Key words] Foundation Pit Engineering; deformation monitoring; data processing; deformation analysis

引言

随着中国城市化进程的加快,为提高城市空间利用率,城市建筑逐渐呈现“上天入地”的特点。在此情形下,为确保建筑物及人身安全,对基坑及周围环境进行变形监测显得极其重要。在基坑监测时变形点的相对变形量一旦超过限值,建筑物及构筑物等在外观上将可能表现出倾斜、裂缝甚至坍塌。因此在对这类工程进行变形监测时要极其仔细认真。为保证测量精度满足工程需要,一般情况下对于垂直位移观测利用水准的测量方法,即通过对视线长度、前后视距差、任一测站前后视距累积差、实现高度、同一标尺两次读数差以及两次读数高差之差进行控制,而水平位移观测则一般利用全站仪的测量方法,通过测站中误差、最弱点中误差进行精度控制。

1 基坑工程监测的特点

1.1 基坑变形监测影响因素多。首先在基坑施工阶段,围护工程、开挖、降水等各种因素产生水体、土体等侧向压力,在侧向压力的作用下基坑产生流沙、管涌甚至坍塌等问题。其次,基坑邻近的建(构)筑物、地下管线、市政道路等复杂分布,会加大深基坑的监测工作难度。再者,周边建筑物基础深度且有无现裂缝出现及周边道路行驶车辆超载造成道路出现裂缝、沉降

等情况。最后,邻近基坑及周边环境情况息息相关。除此之外还有施工工期、现场施工环境中的机械、设备,人员会产生各种噪音和振动,对基坑变形监测工作产生一定的外界影响。

1.2 基坑监测要求时效性和高精度。为确保深大基坑的监测数据的可靠,其对监测工作时空效应应具有较高的要求。基坑监测通常从桩基施工、基坑开挖、地下结构施工到回填土全过程动态监测,精度要求高。基坑监测工程尽可能做到等精度测量。

2 影响基坑工程监测精度的因素

影响基坑工程变形监测精度的误差来源主要分为观测误差、仪器误差和外界条件的影响三个方面,本文为能合理的进行沉降水准测量并提高其观测精度,现结合沉降水准测量的特点进行精度分析,以便得出某些可遵循的结论。

2.1 观测误差:水准仪每瞄准水准尺读数一次,则该读数中的主要误差来源是:

(1) 照准误差:人眼的极限分辨能力为 $60''$,通过望远镜去照准水准尺,照准误差为:

$$m_{照} = \frac{60''}{2\nu\rho''} d$$

式中: v —望远镜放大倍数, d —最大视距, $\rho = 206265''$

(2)符合水准器气泡居中的误差。

$$m_{中} = 0.03\tau'' \frac{d}{\rho''}$$

式中: τ 为水准仪水准管分划值(格值)

(3)读数误差。根据所用的仪器不同,可分为下列三类:

用DS05(或DS1)和因瓦尺读数时, $m_{读} = \pm 0.01mm$;

用DS1型水准仪和木质双面尺时, $m_{读} = \pm 0.03mm$;

用DS3型水准仪和木质双面尺时, $m_{读} = \pm 0.5mm$ 。

综上所述,每测站高差的观测误差为:

$$m_{观} = \pm \sqrt{2m_{照}^2 + 2m_{中}^2 + 2m_{读}^2}$$

等级 误差	特级	一级	二级	三级
	$d \leq 10m$	$d \leq 30m$	$d \leq 50m$	$d \leq 75m$
照准误差 (mm)	0.03	0.10	0.18	0.36
气泡居中误 差(mm)	0.01	0.04	0.11	0.22
读数误差(mm)	0.01	0.01	0.03	0.50
观测误差(mm)	0.047	0.153	0.301	0.925

2.2仪器误差。仪器误差主要以下包括以下四个方面:

(1)调焦误差 $m_{焦}$;

(2)水准尺分划误差 $m_{尺}$;

(3)尺底不平的误差 $m_{底}$;

(4)水准仪的*i*角误差 m_i ;

由于水准仪的*i*角(视准轴不平行于水准管轴所引起的夹角)不可能完全消除,它主要是因为前后视距离不等(即视距差 Δd)而产生的影响为:

$$m_i = \frac{i''}{\rho''} \Delta d$$

由于在求取每测站的高差时,调焦误差和*i*角误差的影响只有一次,而水准尺分划误差和尺底不平的误差的影响为两次,故每测站的高差中,仪器误差为:

$$m_{仪} = \pm \sqrt{m_i^2 + m_{焦}^2 + 2m_{尺}^2 + 2m_{底}^2}$$

精度等级	特级	一级	二级	三级
允许视距差 Δd	$\leq 0.3m$	$\leq 0.7m$	$\leq 2.0m$	$\leq 5.0m$
<i>i</i> 角	$\leq 10''$	$\leq 15''$	$\leq 15''$	$\leq 20''$
<i>i</i> 角影响	0.01	0.05	0.15	0.48
调焦误差	-	-	0.01	0.03
尺分划误差	0.01	0.01	0.02	0.20
尺底不平误差	0.01	0.01	0.02	0.10
仪器误差	0.022	0.054	0.156	0.576

2.3外界条件的误差:外界条件影响的误差主要包括水准尺立尺不直的误差和其他外界条件的影响。因此,每测站的高差中,外界影响的误差为:

$$m_{外} = \pm \sqrt{m_{直}^2 + m_{它}^2}$$

影响水准测量精度的外界因素很多,很难确切估算,因此估算出各等级的误差为:

(1)特级和一级沉降水准,每测站可取 $m_{外} = \pm 0.01mm$;

(2)二级沉降水准,每测站可取 $m_{外} = \pm 0.02mm$;

(3)三级沉降水准,每测站可取 $m_{外} = \pm 0.04mm$ 。

3 基坑工程监测精度评价指标

一般条件下,我们通过测站高差中误差、观测点高程中误差、水准环线最弱点高程中误差、观测点沉降量中误差以及观测点最弱点沉降量中误差来评定变形监测精度。为更加准确通过分析影响基坑监测精度我们可以很容易得到关于基坑监测项目中竖直线位移监测误差。

(1)将观测误差、仪器误差及外界环境影响三方面的进行综合分析,可以得到沉降观测水准测量每测站的高差中误差 $m_{站}$

$$m_{站} = \pm \sqrt{m_{观}^2 + m_{仪}^2 + m_{外}^2}$$

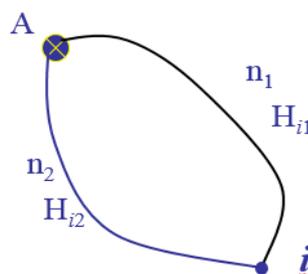
一般取2倍测站高差的中误差为每测站的高差允许值

$$\Delta_h = 2m_{站}$$

(2)如图所示,若不考虑起始误差的影响,则 H_{i1} 、 H_{i2} 的中误差分别为:

$$m_{H_{i1}} = m_{站} \sqrt{n_1}$$

$$\text{其权为: } P_1 = \frac{1}{n_1}$$



i点的高程 H_i 是 H_{i1} 和 H_{i2} 的加权平均值,即

$$H_i = \frac{H_{i1}P_1 + H_{i2}P_2}{P_1 + P_2} = \frac{n_2H_{i1} + n_1H_{i2}}{n}$$

i点的高程 H_i 的中误差按加权平均值中误差计算

$$m_{H_i} = \pm \sqrt{\frac{P_1^2 m_{H_{i1}}^2 + P_2^2 m_{H_{i2}}^2}{[P]^2}} \text{ 或 } m_{H_i} = \pm m_{\text{站}} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n}}$$

(3)根据误差理论,水准环线最弱点就是环线中点(最弱点即整个水准路线中精度最低点),由此得沉降水准环线最弱点的高程中误差为:

$$m_{H_i} = \pm m_{\text{站}} \sqrt{\frac{n_1 n_2}{n}} \text{ 即当 } n_1 = n_2 \text{ 时 } m_{H_{\text{max}}} = \pm \frac{m_{\text{站}}}{2} \sqrt{n}$$

(4)观测点的沉降量 Δ_i 是由前后两次所测高程求出的,即

$\Delta_i = H_i^{(2)} - H_i^{(1)}$ 而前后沉降观测时皆采取同样的水准测量路线、同样的观测方法和仪器可认为是等精度观测。故i点的沉降量中误差为:

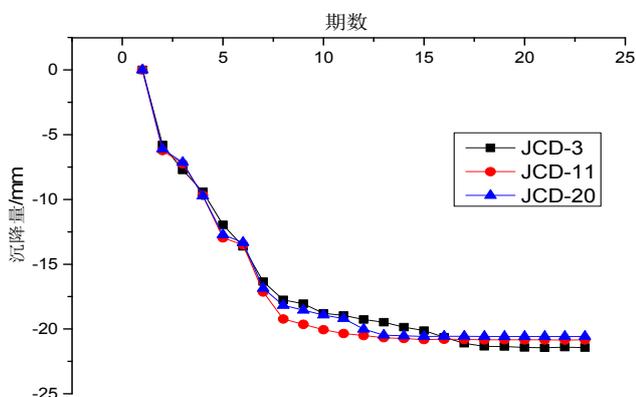
$$m_{\Delta_i} = \pm m_{H_i} \sqrt{2}$$

(5)观测点的最弱点,即沉降水准测量环线的最弱点,其沉降量的精度最低。则观测点最弱点沉降量的中误差为:

$$m_{\Delta_i \text{ max}} = \pm m_{H_{\text{max}}} \sqrt{2} = \pm m_{\text{站}} \sqrt{\frac{n}{2}}$$

4 工程案例

本课题利用咸阳市某商业房建项目进行研究,该项目共占地13000m²。建筑主体最高为139.95m,基坑14.00m深,主楼段15.50m深,基坑开挖线502.5m。基坑附近环境条件相对复杂,基坑万一失稳,造成的社会影响很大,安全等级为一级,监测精度等级为一级,监测路线中共有监测点21个,监测站数为24站。



监测点竖直位移变化曲线图

基坑位移监测点沿着开挖线向外30公分的地方布设,施工期间对支护结构位移情况做定期观测,并实时进行反馈。报警极限值:水平方向30mm位移或0.3%的开挖深度,同时每天变化量在3mm内;竖向20mm位移或0.2%的开挖深度,同时每天变化量在2mm内。自开挖前开始进行变形监测,得到监测其结果如图。

为确保监测精度,按照一级的测量精度要求,在整个监测的过程中分别从 $m_{\text{站}}$ 、 m_{H_i} 、 $m_{H_{\text{max}}}$ 、 m_{Δ_i} 、 $m_{\Delta_i \text{ max}}$ 及五个方面进行精度控制,其中每站测量中误差按照观测误差 $\pm 0.153\text{mm}$,仪器误差 $\pm 0.054\text{mm}$,外界影响误差为 $\pm 0.01\text{mm}$ 。得到 $m_{\text{站}}$ 为 $\pm 0.217\text{mm}$,以JCD-3号为研究对象,得到 m_{H_i} 为 $\pm 0.396\text{mm}$;由于水准环线最弱点就是环线中点即JCD-11,则得到 $m_{H_{\text{max}}}$ 为 $\pm 0.532\text{mm}$,以此可以得到 m_{Δ_i} 为 $\pm 0.560\text{mm}$ 和其最大值 $m_{\Delta_i \text{ max}}$ 为 $\pm 0.752\text{mm}$ 。因此,在进行基坑监测工作的过程中每一次的监测精度都要保证在以上几个限差范围之内,否则需要重新观测。

5 结束语

基坑工程的变形监测工作直接关系着基坑的施工质量及安全。对基坑工程进行变形监测时,要严格按照规范要求,保证监测数据精度在允许范围之内,加强对重点部位的监测,结合工程实际情况,选用合理有效的基坑变形监测方法,确保基坑工程安全。

[基金项目]

杨凌职业技术学院2021年科技创新项目(项目名称:基于灰色GM-BP神经网络的高速铁路路基沉降预测方法研究,项目编号ZK21-43)。

[参考文献]

- [1]朱亮.高层建筑基坑工程变形监测方法的探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2017(34):73.
- [2]杨晨辉.高层建筑基坑变形监测研究[J].工程建设与设计,2021(02):37-38.
- [3]彭伟.复杂环境条件下深大基坑监测常见问题及处理措施分析[J].居业,2021(09):142-144.

作者简介:

刘鹏鹏(1995--),男,汉族,甘肃庆阳人,硕士研究生,助教,杨凌职业技术学院交通与测绘工程学院,研究方向:工程变形监测作者单位(含二级学院);从事工程变形监测相关研究。