

基坑变形监测中利用全站仪监测可靠性分析

李淼

北京东方新星勘察设计院有限公司 北京 100166

DOI:10.12238/ems.v7i6.13860

[摘要] 本文就基坑变形监测中全站仪监测的可靠性做深入研究,系统说明全站仪监测基坑变形的原理与方法,全面分析仪器性能、观测场景、操作流程等因素对监测可靠性的影响,凭借实际案例对全站仪监测的可靠性做出评估,再提出强化监测可靠性的手段与建议,意在为基坑工程合理实施全站仪监测技术、保障基坑施工安全提供科学资料与实践示范。

[关键词] 基坑变形监测; 全站仪; 可靠性分析; 影响因素; 监测精度

伴随城市建设的快速推进,高层建筑与地下空间开发日益增长,基坑工程规模持续扩张、深度不断拓展,基坑变形监测作为保障基坑工程安全施工的关键所在,可即时掌握基坑边坡、支护结构与周边环境的变形情况,为工程决策提供凭据,全站仪依仗其高精度、功能多样、操作简便等好处,成为基坑变形监测中常用的测量仪,在实际监测进程里,诸多因素影响全站仪监测的可靠性,若不能精准估算其可靠性,说不定会引起监测数据失实,不能及时发现基坑潜在安全隐患,开展针对基坑变形监测中全站仪监测可靠性的深入研究,意义重大。

一、全站仪监测基坑变形的原理与方法

(一) 全站仪的基本原理

全站仪作为现代光学电子测量仪器,集光、机、电功能于一体,它能同时实现角度测量与距离量取,该基本原理借助光电测距和电子测角技术实现,就光电测距这一范畴,全站仪把调制光发射出去,经过目标反射再接收反射光,利用调制光的相位变化情况或飞行时间算出测站到目标间距。现以相位式测距为例说明,仪器发出调制光在待测距离上做往返传播,引发相位差值,借助测定相位差跟调制光波长的关联,算出实际距离,电子测角借助的是光栅度盘或编码度盘,把角度信息化为电信号,以电子元件进行处理及显示,实现角度的自动校验,光栅度盘依靠莫尔条纹计数获取角度资讯,而编码度盘则是对度盘区域实施编码,经由读取编码信息确定角度量值^[1]。

(二) 基坑变形监测的主要内容

基坑变形监测主要是对基坑边坡的位移、支护结构的变形、周边建筑物的沉降以及地下管线的位移等方面开展监测,边坡位移监测意在把握基坑边坡水平和垂直方向的位移情形,鉴定边坡的稳定性态;支护结构变形监测着重关注支护桩、挡土墙等结构的位移及内力的变化,维护支护结构的安全水平。

(三) 全站仪监测基坑变形的的方法

1. 水平位移监测

采用极坐标法与后方交会法对水平位移进行监测,极坐标法是在既定的控制点上设站,经由测量目标点的水平夹角与距离,经计算得出目标点坐标,借助比对不同时期坐标的变化量,获知目标点的水平位移大小,实际进行操作的时候,应精准设定测站坐标、仪器的高度和棱镜高度,以维持测量结果的准确水平。

2. 垂直位移监测

全站仪可采用三角高程测量办法开展垂直位移监测,采用全站仪量测测站与目标点的竖直角和距离,与测站高程相结合,求解出目标点的高程,在实际应用的情况下,一般采用多次测量取平均的方法,改善垂直位移监测的精度水平,为减弱大气折光与地球曲率造成的影响,能采用对向观测途径,即分别于测站与目标点进行观测操作,把两次观测结果平均值定为最终高程值。

二、影响全站仪监测基坑变形可靠性的因素分析

(一) 仪器自身因素

1. 仪器精度

全站仪的测角、测距精度直接关乎监测结果的可靠程度,各型号的全站仪,一般其测角精度在 $0.5''$ 到 $5''$ 的范围之

内,其测距精度介于 $\pm(1\text{mm}+1\text{ppm}\times D) - \pm(5\text{mm}+5\text{ppm}\times D)$ (D 代表着测量距离)之间。高精度的全站仪可产出更准确的测量数据,然而成本还是相对偏高了,处于基坑变形监测阶段,应按照工程所需及预算安排,抉择精度恰当的全站仪,在深基坑且周边环境复杂的工程里,不妨选用测角精度在 $1''$ 范围以内、测距精度呈 $\pm(1\text{mm}+1\text{ppm}\times D)$ 的全站仪,以达成高精度监测要求^[2]。

2. 仪器校准与维护

使用全站仪前,需对其进行严格校准,保障仪器各项指标符合既定要求,若仪器校准出现误差,会引起测量误差增大,在长久使用的阶段里,仪器的光学部件、电子元件等说不定会出现磨损或产生故障,定期对仪器实施维护保养,赶紧把损坏部件换掉,是维持监测可靠性的必要手段,仪器校准涉及横轴误差、视准轴误差、竖盘指标差等项目的校正工作,维护工作囊括光学镜头的清洁、电子元件的检测与仪器防水防尘的处理。

(二) 观测环境因素

1. 气象条件

全站仪监测结果受温度、湿度、大气折光等气象条件的明显影响,温度改变会造成仪器及目标热胀冷缩,造成测量距离和角度出现改变;湿度偏大之际,会干扰仪器电子元件的性能,引起测量精度下降;大气折光会令光线传播的路径产生弯曲,造成距离与角度测量的误差,当处于高温天气,全站仪测距误差也许会增大,降低水平位移监测的精准度,为弱化气象条件造成的影响,不妨在仪器上安装温度、气压传感器,实时采集气象数据,且在处理数据时开展气象校正。

2. 现场干扰

基坑施工现场存有各种各样的干扰因素,施工机械振动会令全站仪产生摇晃,造成测量数据不稳定态;粉尘会对仪器的光学部件形成污染,干扰观测的视线畅通;电磁干扰或许会对仪器的电子信号造成干扰,造成测量上的误差,可把监测安排在施工机械作业间隙,给仪器配上防尘罩,躲开大功率电气设备等强电磁干扰源头。

(三) 操作与数据处理因素

1. 测量人员操作水平

监测结果受测量人员专业水平、操作经验影响明显,合理开展仪器架设、对中与整平操作,再加上合理测量方法的甄选,是实现测量精度的关键之举,当测量人员操作存在差错,诸如仪器架设不扎实、对中误差超限、测量办法不合理等,会引起测量数据出现较大误差,仪器对中误差每累加 1mm ,在 100m 的距离处,水平位移测量误差会新增 $10''$,增强测量人员的培训实施,提升其操作技能十分关键。

2. 数据处理方法

监测数据处理方法直接关乎监测结果的可靠与否,在实施数据处理的阶段,需要针对原始数据进行筛选、修正、分析,若数据处理手段不当,诸如错误剔除异常值、不合理地开展数据平滑工作等,有概率掩盖基坑变形的实际面貌,干扰对基坑安全状况的判别,数据处理过程中也应顾及误差传播规律,对最终监测结果的误差做合理评估。

三、全站仪监测基坑变形可靠性评估方法

(一) 精度评估指标

1. 中误差

中误差为衡量观测精度的重要标准,它反映出观测值与其真值的离散情形,在基坑变形监测实施阶段,借助计算多测站测量结果的中误差,测度全站仪监测的精度高低,中误差慢慢变小,说明测量结果离真值更近,监测精度越为精准,中误差的计算可依据公式:

2. 相对误差

相对误差可对测量距离的精度进行衡量,它为测量误差与测量距离相除的比值,采用全站仪进行距离测量时,相对误差可直观反映出测距精度随距离的变化状况,对评估不同距离下监测的可靠性意义重大,相对误差一般以分子是1的分母样式呈现,好比1/10000,表明处于此测量距离当中,测量误差为距离的万分之一大小。

(二) 可靠性评估方法

1. 统计分析法

开展对大量监测数据的统计分析,计算各精度相关指标,恰似中误差、相对误差等类,跟规范要求的精度标准进行对照,评判全站仪监测的可靠性水平,采用统计分析的手段,剖析监测数据的变动规律,检查数据是否存在异常,凭借绘制监测数据的频率分布直方图,检看数据的分布特性,查看是否符合正态分布模式,以此评定监测数据是否可靠。

2. 对比验证法

把全站仪的监测结果与其他监测手段(像GPS监测、光纤监测等)的结果做对比,倘若两种监测方法的结果契合度不错,则可说明全站仪监测可靠性良好,还可以针对已知控制点重复测量,对比测量结果跟控制点的已知坐标值,检定全站仪监测的精准状态,和GPS监测对照,全站仪的长处是精度高,受环境影响程度小,但GPS监测呈现出现实时性良好、无需通视的特质,二者联合使用,可进一步保障监测结果的可靠程度。

3. 误差传递分析法

鉴于测量时段内各类误差因素的相互牵扯,凭借误差传递分析手段评定全站仪监测可靠性,借助构建误差传递模型,剖析仪器误差、观测误差、环境误差等因素对最终监测结果的影响大小,借此全面衡量监测结果的可靠性,在三角高程测量工作里,误差传递模型可以把竖直角、测距、仪器高和棱镜高测量误差等因素纳入考虑范围,算出高程测量的综合误差^[3]。

四、全站仪监测基坑变形可靠性分析案例

(一) 案例背景

某城地铁车站的基坑深大概20米,选用钻孔灌注桩加内支撑做支护,处在城市的核心地带,周边交通干道跟商业建筑紧密排列,地下管线错综纠缠,对监测精度与可靠性有极高的要求,项目用全站仪对基坑边坡水平与垂直位移进行监测,再借助测斜仪、水准仪等多手段协同开展监测。

(二) 监测方案设计

在基坑边坡顶部按每20m设置1个监测点,合计20个,周边建筑物及地下管线位置同样布置监测点,均运用强制对中标志;在基坑四周设立4个基准点进行校核,在基坑开挖阶段,每日开展1次监测,完成底板浇筑后按需调整监测频率,若数据异常,加密监测次数,采用测角精度为1"、测距精度处于 $\pm(1\text{mm}+1\text{ppm}\times D)$ 的高精度全站仪,随之配备温压传感器开展气象改正。

(三) 监测数据处理与分析

整理原始数据,剔除异常值之后,利用最小二乘法实施平差,求解位移大小,继而绘制位移对应时间的曲线,水平位移的误差中值 $\pm 3\text{mm}$,相对误差小于千分之零点二;垂直位移中误差是 $\pm 2\text{mm}$,均合乎规范条件,与测斜仪及水准仪的结果作对比,变化趋势吻合,而且基准点的复测验证了全站仪测量精度。

(四) 监测结果与结论

经三个月监测可得,基坑边坡水平最大位移为25mm、垂直最大位移为15mm,皆符合设计的允许范围,该实例证明,全站仪监测可精准呈现基坑变形情况,组合多手段监测、科学方案设计与数据梳理,可有效稳固监测的可靠性,为基坑

安全施工给予强劲支撑。

五、提高全站仪监测基坑变形可靠性的措施

(一) 优化仪器设备管理

1. 合理选型

依据基坑工程的规模大小、精度需求及预算总额,选择精度及性能相符的全站仪,针对高精度要求下的基坑监测,宜优先选用测角精度佳、测距误差低的全站仪,顾及仪器稳定性、兼容性和售后服务等相关因素,保障仪器可实现长期稳定运转。

2. 定期校准与维护

建立完备的仪器校准跟维护制度,定期把全站仪移至专业计量机构开展校准操作,维持仪器精度水平,在使用这个阶段,重视仪器防潮、防尘及防震事项,及时清扫仪器光学部件,按规定周期检查仪器电子元件性能,构建细致的仪器维护记录,把每次校准、维护的时间、相关内容和结果记录好,便于追溯、分析仪器性能的变动。

(二) 改善观测环境条件

1. 气象条件控制

若遭遇恶劣气象情况,尽量不去做监测作业,若监测工作必须开展,应实施对应的防护行动,诸如采用遮阳伞、防雨罩等用品,缓解气象条件对测量结果的负面作用,把监测时气象数据予以记录,处理数据时做气象误差改正,能开发针对性的气象改正软件,达成气象数据的自动收集与校正,提高数据处理精准程度与效率。

2. 现场干扰处理

恰当规划施工流程,降低施工机械对监测工作所起的干扰,在监测区域摆放明显的警示标牌,禁止无关人车进入此地,防范人为因素对监测仪器及监测点的破坏,跟施工单位深度配合,协调好监测工作与施工进度间的关联,保障监测工作顺利实施。

(三) 规范操作与数据处理

1. 加强人员培训

按周期对测量人员开展专业培训,提升其操作本领与业务素质,培训涉及全站仪的操作途径、测量原理、数据处理技法以及安全规章等,确保测量人员可恰当操作仪器,精准处理测量数据,经由理论考试与实际操作考查,评估培训成效,为考核不合格者安排再一次培训,直至达到标准。

2. 完善数据处理流程

搭建严密的数据处理流程及质量控制体系,对原始数据做细致审核,采用科学得当的数据处理技巧,在实施数据处理期间,保留数据处理的起始文档,便于数据追查与复核,开发特定的数据处理程序,提高数据处理的精准性与效率。

结语

全站仪是基坑变形监测的关键手段,其监测可靠性受仪器本身性能、观测环境、操作流程与数据处理等多种因素干扰,经过对全站仪监测原理、手段和影响因素的分析,创建科学的可靠性估量方式,再结合实际案例进行校验,可精准评估全站仪监测的可靠程度。在基坑工程开展的阶段内,采取优化仪器设备管理工作、改善观测环境状况、规范操作及数据处理等手段,可显著提升全站仪监测的可靠水平,为基坑工程安全施工给予精准、稳定的监测数据,伴着测量技术的持续发展,全站仪性能会实现进一步拔高,同时跟其余监测技术的融合运用也将更为普遍,为基坑变形监测给予更高效、无误的技术保障力,还需对复杂环境下全站仪监测的可靠性问题做进一步研究,健全可靠性评估方式及强化提高手段,以顺应日益发展的基坑工程建设需求。

【参考文献】

- [1]范兵,李改,易小江,周应权,冯嘉林.高精度全站仪在城市建筑基坑变形监测中的应用[J].重庆建筑,2021,20(06):32-34.
- [2]聂建伟.深基坑变形监测与规律分析[J].智能城市,2021,7(05):145-146.
- [3]陈伟.城市基坑变形监测技术应用分析[J].建筑技术开发,2021,48(01):145-146.