

# 自动化监测系统在深基坑监测中的运用

柳利利

黄河勘测规划设计研究院有限公司 河南 郑州 450003

**摘要:**在基坑开挖中,坚持信息化施工管理,采取多种手段对基坑安全进行监测是非常必要的。利用监测资料的分析结果,可及时发现基坑开挖过程中出现的问题,可以有针对性地采取措施、调整方案,保证施工顺利进行。电子信息时代下新兴的自动化监测技术渐渐替代人工监测。文章通过数据分析和案例分析对自动化监测系统在深基坑监测中的应用进行了研究。

**关键词:**深基坑;自动化监测;技术

## 前言

随着城市地下空间开发利用的不断发展,深基坑的面积和深度向大而深的方向发展,采取多种手段对基坑安全进行监测是非常必要的。基坑监测数据采集很容易受到基坑开挖施工、周边环境的影响。人工测量时间长、效率低,容易受人为因素影响。随着自动监测系统相关技术的逐步改进,越来越多的自动监测系统应用,有效地克服了深基坑监测的各种不良因素,实现了实时监测的高效稳定运行。但是,目前深基坑的自动监测标准还不明确,缺乏监测指导和实施标准。因此,通过实用的应用程序来验证在城市深处的深基坑的监测中的自动监测系统的可靠性是非常实用的。本文介绍自动监测系统在深基坑监测中的应用,分析了全站仪自动监测系统的精度,验证了深基坑监测中自动监测系统的可靠性,并结合实际项目进行了全站仪变形自动监测,监测数据准确可靠。

## 1 深基坑的概念

深基坑要是指施工深度在5米或5米以上,或者虽然深度未达到5米但是施工环境极为复杂的工程。在场地狭小,周围环境复杂的条件下进行深基坑开挖施工,除采用科学的围护方案,有效的围护措施外,还应对开挖的基坑进行监控信息化管理,以保证开挖基坑的安全性、稳定性,保证周围环境、建筑物不受其影响。

## 2 自动化监测系统组成

自动化监测系统主要包括数据采集系统、数据分析系统、成果发布系统。数据采集系统由全站仪自动采集系统和数控自动采集系统组成。全站仪自动采集系统基于测量机器人实现了坡顶水平位移及竖向位移观测数据的自动采集。根据现场情况建立自动变形监测系统的永久观测房,并在观测房内放置TrimbleS8全站仪和控制电脑。系统应用全站仪配套的Trimble4D软件控制测量,功能模块包括测站设立、监测点初次测量、定期复测三部分。数控采集箱自动采集系统利用BGKLoggerV4软件来控制锚索内力、深层水平位移及地下水水位数据的采集,将采集数据实时传输到数据库,实现同步监测<sup>[1]</sup>。数据分析系统将自动化采集数据予以分类、处理、计算。Trimble4D软件可以将采集的所有数据进行分类,用自带的软件分析系统进行粗差的剔除、基准点的稳定性分析和测

量数据的平差计算,结果存贮到对应的SQLServer数据库。成果发布系统包括数据查询、统计分析、视频管理及预警预报等模块。数据查询模块可对数据库内相应的数据进行调用,实现了监测数据的实时查询,统计分析,并且在数据变化量超过报警值时,预警预报模块向电脑网页及手机APP发布报警信息。视频管理模块作为监测系统的辅助,系统管理现场安置的所有摄像头,实时监控现场的施工情况,出现预警时能及时发现问题。

## 3 监测方案设计

### 3.1 自动化监测系统的精度分析

理论分析证明,自动监测系统在对城市深基坑进行监测时,可以达到标准要求的测量精度,与自动监测系统和以往的手动监测同步收集数据后,根据数据的稳定性,计算特征边长中误差,证明了测量结果的可靠性高;水平位移的比较分析,表明自动监测系统具有稳定的监测和可靠的数据,这可以满足城市大规模深基坑监测的需要。根据TrimbleS8的标称精度,角度测量数据的精度 $m\alpha = m\beta = \pm 0.5''$ ,距离测量数据的精度根据项目的实际结构维持在 $1\text{mm} \pm 1\text{ppm}$ 之间,必须指定最大测量距离 $0 \sim 200\text{m}$ 的情况下,最大垂直角度数必须保持在 $51^\circ$ 以内开始。全站仪的分析可以通过Matlab编程来实现,这种类型的软件可以直观地表示平面、仰角、顶角、边长的关系。图1是模拟测量设计的情况下平面精度的三维模拟图,这样的模拟可以直接反映平面精度和各种角度的关系。另外,通过上述图的分析可知,测定过程中的平面精度维持在 $\pm 0.8471\text{mm}$ 以内,数据计算和分析导致的监测点的测量误差必须维持在 $\pm 3.0\text{mm}$ 以内。

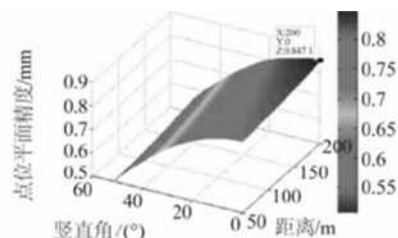


图1 平面精度三维仿真图

### 3.2 自动化监测系统的可靠性分析

在测量过程中,自动化系统的监测时间和手动检测时间之间没有很大的差距,监测的外部环境因素没有大的变化,

所以理论上可以认为两种测试的监测点是合理的, 点位之间的距离没有明显差别, 可以认为距离相等; 在这个自动可靠性分析过程中, 选择了四个代表性的监测点进行调查<sup>[2]</sup>。在比较分析过程中, 选择自动方法和手动方法, 分析和测试数据, 测试时间指定为30天, 30天内每天10点开始连续测试, 分析测试结果, 分析方法是坐标散布图法, 使用名称相同的坐标标记测试数据, 并使用Matlab软件对标记的分散点进行拟合, 通过分析拟合曲线的手动测量, 可以看出测试结果的偏差更加明确, 测定出的位移量基本上保持在比自动监测结果高0.5mm的1.5mm; 自动测量结果的数据分布较近, 测试显示相邻两个点的位移较小, 测得的实际位移为1mm, 点位测量的变化率小于2mm/d, 用于监测水平位移的警报范围。

#### 4 自动化监测系统在深基坑监测中的应用

##### 4.1 数据采集与处理

针对本项目布置的自动化监测网络和传感器, 利用Trimble4D监测平台和传感器数据采集箱对监测点及传感器数据进行实时采集。全站仪采用天宝专用数据线与电脑连接, 同时解决了数据的传输与全站仪供电问题。测站设立采用自由设站的方式, 在强制观测墩上固定全站仪, 设置假定坐标系。初次测量时, 选用人工教学模式, 系统自动记录所有后视点、监测点位置, 并自动进行多测回测角, 精确计算各点初始坐标。<sup>[3]</sup>通过软件设置定期复测的频率, 本项目选定时间间隔为1h, 复测时先对控制网进行复测, 经计算控制网稳定后对监测点逐一测量, 同时系统添加了未发现目标点时再次寻找功能, 确保复测监测点时无遗漏。传感器与数控采集箱采用有线连接, 将采集的数据通过无线网桥通信技术远程回传到机房数据处理中心。数据处理功能采用Trimble4D软件将采集数据的粗差自动剔除, 复测完基准网后进行基准网的稳定性分析, 最后将测量数据进行平差处理。

##### 4.2 网络的设置

根据此项目的实际情况, 本次测量受到周边环境的影响较大, 例如, 周边高层建筑物居多, 所处位置的地理环境较为复杂, 导致本次测量范围相对小, 根据现实情况, 在检测布点时, 要更加细致合理。此次的监测观测站, 具体位置设置在需要监测坑基的南边, 也就是门诊的楼顶位置, 本次检测将水平位移点和平面控制的观测点合并在一起, 此外, 水平和竖直的位移点也合并在一起使用, 其的具体位置位于坑基的边坡。深坑基的开挖口和自动监测点距离大概为30cm, 相邻点之间的距离本次设置为15m, 此次检测项目监测点一共设置了20个, 用L型棱镜来代表监测点位, 在基坑四周布置水平位移断面监测, 间距控制在大约25m。在检测断面中设置测斜传感器, 具体设置在每个断面的不同深度处, 数量为82个, 同时, 沿着四周布设锚索内里监测断面, 间距也同样控制在25m, 每个监测断面均设置有锚索传感器, 传感器数量为46个, 按25m间距在坑基四周布设地下水位监测点, 并在每个检测点装置渗压计, 监测点共计9个。在测量机器人的设

置中利用Trimble4D软件, 设置统一时间段对同一测量点的监测, 每次测量完成后, 为控制变量, 立即用同一全站仪调整为手动测量模式对自动测量的监测点进行重复人工监测。

##### 4.3 监测流程

包括以下步骤: 首先对作业目标对象进行监测, 利用数值水平位移监测等监测方法完成自动化作业<sup>[4]</sup>。在野外和室内监测数据采集, 应使用专业技术软件, 使用数据库数据管理, 统计自动结果预测模型, 最后使用数据处理方法和结果输出方法。在互联网监测数据预览、分析和预测系统中表达结果, 并发布支持地图。静态调平系统是基坑自动监测技术的重要内容。首先, 安装静态水平仪, 将储存在容器中的液体与液体管道连接起来。页面应与地球保持同一水平线。页面完全静止后, 将在两点和多点之间进行高程变化的精密仪器测量。这个过程称为连接管级的操作过程。每个容器的液位都由传感器检测。该技术采用静态调平系统, 初始页面的位置可以用图形显示。当系统中的液位到达瓶颈位置时, 新的水平表面的测量点被连接, 并且新的页面位置将出现在容器中。如果静态液位计中容器内的液位发生变化, 可能会发生观测点的沉降变化。此时, 在多点相对沉降过程中, 空气管道相互连通, 用液体容器操作高精度液位计。每台仪器都要测试液位变化的沉降, 发现液位计的测点可以测量垂直变化。

#### 5 结束语

随着我国经济水平的提高, 先进科学技术被广泛应用于各个行业中, 自动化系统被应用于深基坑的测量中。通过一定的标准并结合施工现场进行理论分析, 表明自动化监测系统具有良好的优势, 其为城市深基坑进行监测提供了准确的数据的并且使其可靠性得到了提高。

##### 参考文献:

- [1]王宇,王鹏,李铭,等.自动化监测系统在深基坑监测中的可靠性分析[J].测绘与空间地理信息,2019,42(3):222-224.
- [2]黄坚.自动化监测系统在深基坑监测中的可靠性分析[J].建筑工程技术与设计,2020(31):2086.
- [3]马涛,赵彦军,张伟.自动化监测系统分析深基坑监测的可靠性[J].北京测绘,2019,33(11):1356-1359.
- [4]孙元帝,孟凡明,孙志铨,等.自动化监测系统在深基坑监测中的应用[J].工程技术研究,2020,25(05):59-60.

作者简介: 柳利利, 女, 汉, 1979年6月, 河北灵寿, 硕士研究生, 工程师, 研究方向: 安全监测。