

自动化监测技术在基坑监测中的应用分析

魏红强

(珠海大横琴科技发展有限公司, 广东 珠海 519000)

摘要 为提升基坑工程的监测精度与效率, 确保基坑施工过程中的稳定性, 可以基坑工程项目为例, 通过在基坑内设置自动化监测点, 结合自动化监测系统与人工监测手段, 实现对基坑变形数据的实时、连续采集。在监测过程中, 自动化监测技术以其“实用、可靠、先进、经济”的特征, 逐渐被认可, 以其数据采集频次高、基坑变形可视化、报警及时率高等特点将逐步取代人工监测。本文以围护结构水平及竖向位移、深层水平位移、支撑轴力、地下水位为切入点, 对比自动化与人工监测的结果, 表明两者监测结果高度一致, 且自动化监测技术展现出更高的准确性。

关键词 基坑监测; 自动化监测技术; 监测数据分析

中图分类号: TU47

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)11-0004-03

基坑施工为工程建设项目重要的环节之一, 关系到整个建筑工程项目运行的效果以及稳定性。在基坑施工过程中采用监测技术随时掌握基坑实际情况, 并选用针对性处理措施, 对提高基坑施工的安全性产生积极作用。基坑监测过程中以往主要采用人工监测方式, 效率低、数据精度差且容易受到人为及外部自然环境的干扰影响, 无法准确掌握基坑变形情况, 对变形较大时无法及时发布预警信息, 导致基坑安全事故频频发生。随着现代科学技术不断发展, 物联网技术水平日益提升, 自动化监测技术已经广泛应用到基坑工程监测中, 对提高监测水平有重要意义。本文结合基坑监测实际需求, 将智能全站仪、自动化测斜仪、自动化监测传感器等设备应用到实际项目中, 形成完整的自动化监测体系, 为基坑监测水平提升奠定基础, 从而推动自动化监测在我国建设工程领域的发展^[1]。

1 自动化监测技术优势

为保障基坑工程的安全施工, 在工程施工过程中需对其因施工扰动产生的受力及变形进行监测, 主要采用人工监测方式, 但其受到外部天气环境、施工状况、人员专业素质、操作流程、执行情况等方面的影响, 导致数据监测可靠度不高, 无法满足基坑工程施工要求。与此同时, 在人工监测过程中采用人工方式进行数据处理容易存在计算错误、公式错误、人为造假等情况, 无疑增加了基坑施工的安全隐患。随着基坑自动化监测水平不断提高, 自动化监测将逐步取代人工监测。自动化监测技术的优势如下: (1) 自动化监测技术能够实现数据的实时、连续采集, 极大地提高了

监测的时效性和准确性。通过预设的监测频率和精度, 该技术能够捕捉到传统人工监测难以捕捉的细微变化, 为决策提供更为详尽、可靠的数据支持。(2) 自动化监测技术减少了人为因素的干扰, 降低了监测过程中的误差。人工监测往往受到操作人员技能水平、疲劳程度等因素的影响, 而自动化监测则通过精密的仪器设备和先进的算法, 确保了监测结果的一致性和稳定性。(3) 自动化监测技术还具备强大的数据处理和分析能力, 它能够自动对采集到的数据进行处理、分析和存储, 快速识别出异常数据或趋势, 为预警和决策提供及时、有效的帮助^[2]。

2 自动化监测技术基本原理

2.1 全站仪自动化监测技术

全站仪自动化监测技术采用非接触式测量原理, 采用测量机器人作为中转站, 通过周期性观测(即对基准点和变形点进行多周期、多测回、多测量次数观测), 取得充分的观测数据, 经过平差计算, 改善定位精度, 最终得到高精度变形结果。其监测作业流程可见图1。

2.2 滑动式测斜仪自动化监测技术

滑动式测斜仪自动化监测技术通过测量加速度计在不同的轴向上的加速度变化量来反映出对应轴与重力方向的角度变化量, 通过角度的变化量从而推算相应节点的位移变化量, 实现对监测物体X、Y、Z三维变形量的实时监测, 对采集到的数据按原理公式算出物理量, 按测点、时间排序显示采集到的数据, 将采

集到的数据及时绘制成便于观察的数据图线，并上传至平台，可及时掌握围护结构土体深层水平位移的数据信息，从而提高监测技术水平。

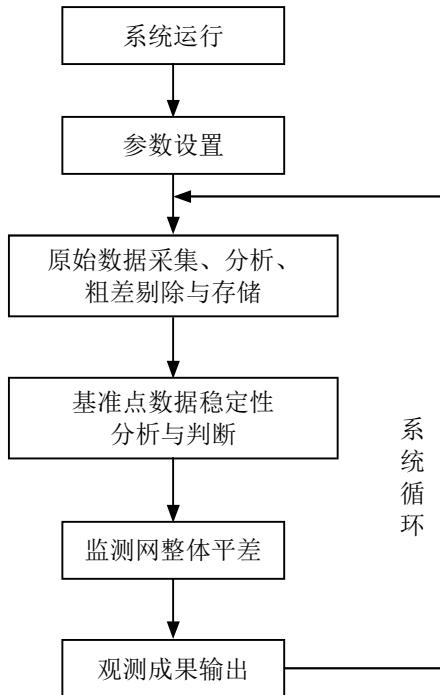


图 1 全站仪自动化监测工作流程

2.3 传感器自动化数据采集技术

传感器自动化数据采集技术是根据不同基坑的需求，在基坑体系内部安装相应的传感器，随时掌握内力、水位变化等数据变化，从而掌握基坑的实际变形情况。比如，针对内力检测时使用混凝土应变计、土压力计、孔隙水压力计等，而水位监测则使用渗压计完成。利用自动化监测设备及时采集传感器数据信息，通过无线网络传输到后台服务器内，运用服务器的规定解算方法得出具体变化数据并上传至平台，从而直观反映数据变化情况^[3]。

3 工程实例

3.1 工程概况

某工程项目基坑开挖深度比较大，达到 14.5 m，开挖面积为 1 330 m² 以上。该基坑在施工阶段选择钻孔灌注桩和水平支撑方式，按照一级安全等级进行设计。为确保基坑施工效果，保证其结构性能达到工程标准，在方案设计阶段选用自动化动态监测设备进行监测，发挥全站仪自动化监测设备的优势，确定监测点位、明确采集数据与频次，从而使得数据采集精度达到要求，系统运行满足可靠性的标准。

3.2 工程地质概况

本项目深基坑开挖施工难度比较大，现场地质条件复杂性较高，包含多层土体，尤其是杂填土、粉质黏土、淤泥质土等性质比较特殊，对现场施工来说有较高的难度。与此同时，经过现场地质勘测发现其组成成分较为复杂，且多层土体结构承载力比较差，遇水后软化性较为严重，无法满足基坑开挖以及现场施工作业要求。

除此之外，该项目经过勘测发现地下水位较高，特别是雨季降雨量较大情况下，地下水位会出现波动变化，进而对基坑以及支护结构运行的稳定性、可靠性方面产生负面影响。

基于上述地质勘察结果，在本项目开挖基坑前详细进行地质勘察，确定不同土层的性质以及技术参数，并且勘测水位以及变化情况，进而采取合理的基坑监测和施工措施。

与此同时，在施工过程中利用基坑监测技术随时掌握地质条件变化状况，分析地质条件改变对基坑施工产生的影响，以便制定合理的应对措施，保证基坑结构运行的效果达到要求^[4]。

3.3 监测点布置

由于本工程项目基坑地质条件比较特殊，周边环境复杂性较高，为降低现场环境给施工效果带来的负面影响，技术人员最终选择使用全自动化监测点布置方案。根据监测规范及现场实际情况，对监测点的布置进行优化。

1. 围护结构顶部共设置 23 个监测点位（10 个自动化监测点），及时掌握开挖阶段围护结构的水平、竖向位移变化情况。

2. 为能充分掌握施工卸载引起围护结构深层的变化情况，设置 15 个深层水平位移监测点（1 个自动化监测点），掌握深层土体的变化情况。

3. 支撑轴力是反映出结构支撑受力条件的关键性因素，结合本项目建设要求现场布置 6 个支撑轴力自动化监测点，掌握轴力变化情况。

4. 本项目地下水位高，对基坑结构的稳定性影响大，设置 10 个水位自动化监测点，掌握地下水位波动变化情况。

3.4 自动化监测实施

本项目围护结构自动化监测的过程中主要是从围护结构顶部水平位移、围护结构顶部竖向位移、深层水平位移、地下水位等方面进行，掌握各监测项目的

变化情况,为基坑运行效果的评定提供基础。

4 监测数据分析

4.1 围护结构顶部水平位移和竖向位移监测

在进行围护结构监测的过程中,主要掌握围护结构顶部水平位移、竖向位移量等参数,利用自动化监测和人工监测相结合的方式,为消除温度影响,采用同一时间的监测数据进行对比(向基坑内位移为“+”,向基坑外位移为“-”,上升为“+”,下沉为“-”)。根据观测作业要求,在监测的阶段分析全站仪监测的数据信息。其数据统计见表1。

表1 自动化监测值与人工监测值成果差值统计

监测点位编号	水平位移差值 (mm)	竖向位移差值 (mm)
WD01	+0.75	-0.85
WD02	-0.52	+0.31
WD03	+0.18	-1.22
WD04	-0.03	+0.09
WD05	+0.34	-0.67
WD06	-0.89	+0.98
WD07	+0.45	-0.05
WD08	-0.21	+0.12
WD09	+0.63	-1.01
WD10	-0.09	+0.74

经过对表1参数进行分析,水平位移自动化监测与人工监测结果差值在1mm以内。竖向位移自动化监测和人工监测差值在1mm以内的占比为80%,其他偏差在1.5mm以内。水平位移自动化监测与人工监测技术进行对比,数据一致性较好。

4.2 深层水平位移监测

深层水平位移监测阶段选取CX18号点,选取在相同时刻人工监测和自动化监测进行对比,人工采集的间隔设定为0.5m,自动化采集的间隔设定为1.0m,人工测斜数据和自动化测斜数据在图形、数据和变化趋势上都表现出了高度吻合,高度相同。数据变化量也基本符合土体的真实变形^[5]。

4.3 支撑轴力和水位监测

自动化监测和人工监测结果对比,其采集数据方法相同,采集设备不同。在传感器安装后采用人工监测,

同时与自动化监测进行数据对比数据展开分析,在支撑轴力人工和自动化监测数据一致性较好,如图2所示。

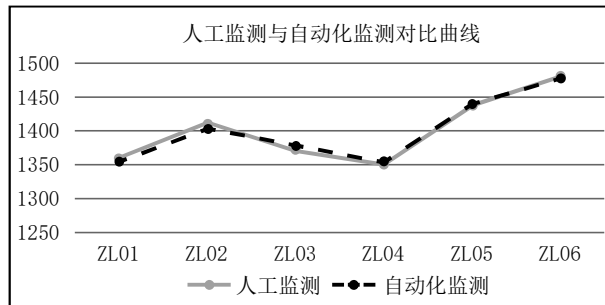


图2 深层水平位移监测对比曲线图

对基坑监测来说,水位监测主要采用的是振弦式渗压计进行观测,其水深和压力成正比关系,利用静水压力原理进行水位波动变化的监测。并采用人工操作钢尺及自动化分别进行水位观测,监测结果显示,在水位监测的时自动化监测和人工监测的数据偏差在-10.3~9.6mm之间。精度满足规范要求,数据一致性较好。

5 结束语

现代工程领域发展速度加快,特别是建设项目逐步增多,对基坑施工有着更高的要求,需全面落实各项监测措施才能提高基坑施工水平。与此同时,施工作业阶段应选择先进监测技术,特别是自动化监测技术的应用,发挥全站仪监测技术、3D激光扫描监测技术等优势,通过现场安装各种传感器提高基坑监测数据精度和水平。与此同时,自动化监测技术可规避人员操作失误的影响,保证现场监测作业顺利进行,切实提高基坑监测水平,为建筑工程基坑施工效果提升奠定基础,也能带动我国现代化工程领域全面建设发展。

参考文献:

- [1] 何烈民,崔春雨,王思瑞,等.深大基坑自动化监测及智能预警平台[J].科学技术与工程,2023,23(31):13542-13549.
- [2] 朱波,孙曼曼.深基坑自动化监测系统设计研究[J].测绘与空间地理信息,2023,46(08):184-186.
- [3] 王威.深大基坑盖挖逆作施工自动化监测研究及围护结构变形预测[D].武汉:武汉大学,2023.
- [4] 刘宇,方飞,孟宁.基于测量机器人的基坑变形自动化监测技术应用研究[J].工程技术研究,2023,08(05):100-102.
- [5] 陈邦孟.基于某地块基坑工程自动化监测的应用研究[J].科学技术创新,2023(04):141-144.