

Discussion on Deformation Monitoring Technology of Deep Foundation Pit Engineering

Haibo Gao

Beijing Xinxing Huanyu Information Technology Co., Ltd., Beijing, 102300, China

Abstract

This paper discusses the deformation monitoring technology of deep foundation pit engineering, and expounds its importance, monitoring content, monitoring method, data processing and analysis in detail. Deformation monitoring of deep foundation pit plays a key role in ensuring construction safety, stability of surrounding environment and engineering quality. This paper introduces the monitoring contents, including the deformation of foundation pit supporting structure, the deformation of surrounding soil, the change of groundwater level, as well as various monitoring methods, such as level measurement, total station measurement, inclinometer measurement, satellite positioning measurement, and their principles and application scenarios. At the same time, the monitoring data processing, analysis methods and early warning mechanism are discussed, aiming to provide comprehensive theoretical guidance for the practice of deep foundation pit deformation monitoring, to ensure the smooth progress of deep foundation pit engineering and the safety of the surrounding environment.

Keywords

deep foundation pit engineering; deformation monitoring; monitoring methods; data processing

浅谈深基坑工程变形监测技术

高海波

北京新兴环宇信息科技有限公司，中国·北京 102300

摘要

论文探讨深基坑工程变形监测技术，详细阐述其重要性、监测内容、监测方法以及数据处理与分析等方面。深基坑工程变形监测对于保障施工安全、周边环境稳定以及工程质量具有关键作用。论文介绍包括基坑支护结构变形、周边土体变形、地下水位变化等监测内容，以及水准仪测量、全站仪测量、测斜仪测量、卫星定位测量等多种监测方法及其原理和应用场景。同时，对监测数据的处理、分析方法以及预警机制进行了讨论，旨在为深基坑工程变形监测的实践提供全面的理论指导，确保深基坑工程的顺利进行和周边环境的安全。

关键词

深基坑工程；变形监测；监测方法；数据处理

1 引言

随着城市化进程的加速，高层建筑、地下商场、地铁等大型地下工程建设日益增多，深基坑工程的规模和深度也不断扩大。深基坑工程的施工过程涉及土方开挖、支护结构施工等复杂工序，会引起基坑周围土体的应力变化和位移变形，若变形超出一定范围，可能导致基坑支护结构失稳、周边建筑物开裂、地下管线破裂等安全事故，给人民生命财产和社会经济带来严重损失。因此，变形监测作为深基坑工程施工中的一项重要技术手段，能够实时掌握基坑及周边环境的变形情况，及时发现潜在的安全隐患，为施工决策提供科学依据，确保深基坑工程的安全顺利进行。

【作者简介】高海波（1996-），男，中国河北保定人，工程师，从事基坑变形观测与沉降观测研究。

2 深基坑工程变形监测的重要性

2.1 保障施工安全

深基坑工程的施工环境复杂，地质条件、水文条件以及周边建筑物和地下管线等因素都会对施工产生影响。通过对基坑支护结构的变形监测，如桩身位移、支撑轴力等参数的监测，可以及时了解支护结构的受力和变形状态，判断其稳定性。一旦发现变形异常，如位移速率突然增大、支撑轴力接近极限值等情况，能立即采取相应的加固措施，如增加支撑、调整开挖顺序等，防止基坑坍塌事故的发生，保障施工人员的安全和施工设备的正常运行^[1]。

2.2 保护周边环境

深基坑工程的施工会对周边环境造成一定的影响，如引起周边土体的沉降、水平位移，导致相邻建筑物的倾斜、开裂，地下管线的变形、破裂等^[2]。变形监测可对周边土体

的变形、建筑物的沉降和倾斜以及地下管线的位移等进行实时监测,根据监测数据预测其变形发展趋势,提前采取有效的保护措施,如设置隔离桩、注浆加固土体、对建筑物进行托换加固等,将施工对周边环境的影响控制在允许范围内,维护周边居民的正常生活和社会的稳定。

2.3 保证工程质量

变形监测数据不仅反映基坑及周边环境的变形情况,还间接反映施工过程中各项技术措施的实施效果。对监测数据的分析,可评估基坑支护设计的合理性和施工方案的可行性,发现设计和施工中存在的问题,及时进行优化和调整,从而保证深基坑工程的质量,避免因质量问题导致的工程返工、延误工期等情况的发生,降低工程成本,提高工程的经济效益和社会效益^[3]。

3 深基坑工程变形监测的内容

3.1 基坑支护结构变形监测

基坑支护结构变形监测,是保障基坑稳定性的关键环节。水平位移监测通过在支护结构顶部或侧面设置观测点,利用全站仪等仪器定期测量其平面坐标变化,以精准掌握支护结构的水平位移状况,其监测频率随基坑施工进度动态调整(图1)。竖向位移监测则采用水准仪,对支护结构顶部水准观测点进行高程测量,所得竖向位移数据对评估支护结构的稳定性意义重大,且需确保水准基点的稳定可靠。支撑轴力监测针对内支撑的基坑支护结构,借助轴力计或应变计实时测量支撑轴力变化,为支撑拆除、换撑等工序提供关键依据,保障支护结构整体稳定,防止因轴力异常引发安全事故^[4]。

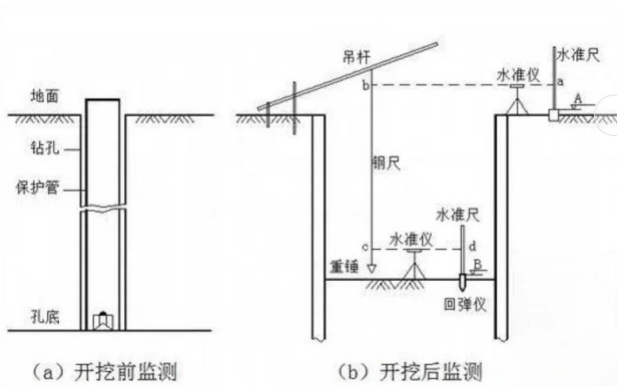


图1 基坑支护结构变形监测

3.2 周边土体变形监测

周边土体变形监测对于维护周边环境安全不可或缺,地表沉降监测运用水准仪或全站仪,在基坑周边地表设置沉降观测点,定期观测并绘制沉降曲线,分析沉降分布与发展趋势,以便及时采取措施控制沉降量,保护周边建筑物和地下管线。深层土体水平位移监测采用测斜仪,在周边土体钻孔埋入测斜管,测量不同深度处土体水平位移,为判断土体滑动趋势、预测失稳可能性提供重要信息,进而指导有效的

土体加固工作,降低施工对周边土体的不良影响,确保深基坑工程与周边环境的和谐共生。

3.3 地下水位变化监测

在深基坑工程施工过程中,地下水位的变化,对基坑支护结构和周边土体的稳定性产生影响。通过在基坑周边及坑内设置水位观测井,采用水位计测量地下水位的深度变化,了解地下水位的动态变化情况。地下水位下降导致土体有效应力增加,引起土体沉降和支护结构受力增大;地下水位上升可能使土体软化,降低土体的抗剪强度,增加基坑坍塌的风险。因此,对地下水位变化的监测有助于及时采取降水、回灌等措施,维持地下水位的稳定,保证基坑施工的安全。

4 深基坑工程变形监测的方法

4.1 水准仪测量法

水准仪测量法是测量竖向位移的常用方法,其原理基于水准测量的基本原理,即利用水准仪提供的水平视线,读取水准尺上的读数,通过高差计算来确定两点之间的高程差,从而得到观测点的竖向位移。水准仪具有测量精度高、操作简便、价格相对低廉等优点,广泛应用于基坑支护结构的沉降监测和周边地表的沉降监测。在使用水准仪进行测量时,应注意水准尺的垂直放置、水准仪的整平以及前后视距的控制,以减小测量误差,提高测量精度。

4.2 全站仪测量法

全站仪是一种集测角、测距、测高差于一体的高精度测量仪器,可用于测量基坑支护结构的水平位移、竖向位移以及角度等参数。全站仪通过发射电磁波测距,测量观测点与测站之间的水平距离、垂直距离和角度,利用三角函数关系计算出观测点的三维坐标,通过不同时期观测点坐标的对比,确定其位移变化情况。全站仪具有测量速度快、精度高、自动化程度高、可同时测量多个参数等优点,适用于大面积、复杂地形条件下的深基坑变形监测。但全站仪受天气条件、测量距离等因素的影响较大,在使用时应根据实际情况选择合适的观测时段和测量方法,以保证测量结果的准确性。

4.3 测斜仪测量法

测斜仪主要用于测量深层土体的水平位移,其工作原理是基于重力感应原理。测斜仪探头内装有重力加速度计,当探头在测斜管内倾斜时,重力加速度计会感应到重力垂直分量的变化,通过测量该变化量并结合探头的初始位置信息,计算出探头在测斜管内的倾斜角度,进而计算出深层土体在不同深度处的水平位移。测斜仪分为便携式测斜仪和固定式测斜仪,便携式测斜仪适用于短期、临时性的监测项目,可人工定期进行测量;固定式测斜仪则可实现长期、实时的自动化监测,将测量数据通过数据传输线或无线传输模块传输至数据采集系统进行处理和分析。测斜仪测量法能够提供土体内部详细的水平位移信息,对于研究土体的变形机制和

稳定性分析具有重要作用。

4.4 卫星定位测量法 (GPS 测量法)

GPS 测量法是利用全球定位系统卫星进行定位测量的一种技术,在监测点上安装 GPS 接收机,接收卫星发射的信号,测量接收机与卫星之间的距离,利用三角测量原理确定监测点的三维坐标,通过对不同时期监测点坐标的对比分析,获取监测点的位移信息。GPS 测量法具有全天候、高精度、高效率、自动化程度高、测量范围广等优点,可实现对深基坑工程变形的远程实时监测,尤其适用于大面积、分布范围广的基坑群以及地形复杂、通视条件差的监测区域。但 GPS 测量受卫星信号遮挡、多路径效应等因素的影响,在使用时需要合理选择观测地点和观测时段,采取有效的数据处理方法,提高测量精度和可靠性。

5 深基坑工程变形监测数据的处理与分析

5.1 数据处理

数据处理是深基坑工程变形监测的关键起始步骤,首先是数据采集与整理,严格依循预定的监测方案和频率,运用各类专业测量仪器对各监测项目进行精准测量,获取大量原始数据。之后对这些数据展开全面检查,核实其完整性、准确性与可靠性,坚决剔除因仪器故障、操作失误或外界突发干扰等因素导致的异常数据。将经过筛选整理的数据按照监测项目、观测时间、观测点等关键信息进行细致分类归档,构建起规范有序的数据文件和数据库,为后续深入分析筑牢基础,确保数据资源的有效利用和管理便捷性。在此基础上,采用数据平滑与滤波技术进一步优化数据质量。鉴于测量过程难以避免的误差和干扰,致使数据存在波动与噪声,运用算术平均法、移动平均法等进行平滑处理,或借助低通滤波、高通滤波等手段去除噪声成分,在保留数据真实信号的同时,提升数据稳定性,为准确把握变形规律创造良好条件,避免因数据瑕疵而误导变形分析结论。

5.2 数据分析

数据分析旨在从海量监测数据中挖掘有价值的信息,以精准把握基坑变形态势。变形趋势分析通过构建时间序列模型,绘制如位移-时间、沉降-时间等各类变形随时间的变化曲线,直观呈现变形的动态发展轨迹。通过观察曲线形态与变化速率,能够清晰判断基坑及周边环境的变形处于稳定、加速抑或收敛阶段,从而对基坑安全性做出初步评估。同时,对比不同监测项目的变形趋势,深入探究它们之间的内在关联和影响因素,从整体上洞察深基坑工程的变形特性,为制定针对性的应对策略提供科学依据。变形预测分析则借助时间序列分析、灰色系统理论、神经网络等先进数学

模型,依据历史监测数据的变化规律,对未来变形情况进行前瞻性预测。这些模型通过对已有数据的深度学习与训练,建立起变形与多种因素的复杂数学关系,输出具有参考价值的预测结果,为施工决策提供预警信息,以便提前规划预防措施和应急预案,有效防范潜在的安全风险,保障工程顺利推进。

5.3 变形监测预警

变形监测预警是深基坑工程安全保障的最后一道防线,依据基坑设计参数、地质状况、周边环境敏感程度以及行业规范标准,审慎确定各监测项目的预警值和报警值。预警值作为变形发展到需引起关注的临界数值,一旦监测数据趋近或突破该值,便立即触发预警机制,自动向建设、施工、监理等相关单位发送预警信号,要求各方迅速响应,加强监测频率与数据分析深度,及时排查潜在风险因素。而报警值则是关乎基坑及周边环境生死存亡的危险界限,一旦触及,必须即刻启动应急预案,采取诸如现场紧急抢险、专家联合会诊、疏散周边人员等果断措施,防止安全事故的扩大化。在实际操作中,还需不断总结经验教训,根据工程实际进展和变形监测反馈,持续优化预警值和报警值的设定,持续提升预警系统的准确性与可靠性,切实保障深基坑工程的施工安全和周边环境的稳定状态。

6 结论

深基坑工程变形监测技术,是保障深基坑工程施工安全、保护周边环境以及保证工程质量的重要手段。对基坑支护结构、周边土体和地下水位等方面的变形监测,采用水准仪、全站仪、测斜仪、GPS 等多种监测方法,结合科学的数据处理与分析技术以及完善的预警机制,能及时、准确地掌握深基坑工程的变形情况,为施工过程中的决策提供可靠依据,采取有效的预防和控制措施,避免安全事故的发生。随着科技的不断进步和工程建设的发展,深基坑工程变形监测技术将不断完善和创新,朝着更加自动化、智能化、高精度的方向发展,为深基坑工程的建设提供更加有力的技术支持。

参考文献

- [1] 唐玲.深基坑工程变形监测技术及应用研究[J].工程技术研究,2024,9(13):57-59.
- [2] 徐凯,李杨,刘超波.软土地质条件下深基坑工程变形监测研究[J].科学技术创新,2024(14):143-146.
- [3] 王思.深基坑工程变形监测技术及应用研究[J].江西建材,2023(4):58-59+62.
- [4] 吴晔.深基坑工程变形监测技术及应用研究[J].江西建材,2023(12):175-176+181.