

高层建筑项目基坑变形监测与沉降观测技术分析

马 宁

宁夏建筑科学研究院集团股份有限公司 宁夏 银川 750000

摘 要：随着城市建筑高度不断攀升，隐患渐显。在高层建筑项目中，基坑工程是关键基础。本文聚焦高层建筑项目基坑变形监测与沉降观测技术展开分析。阐述了基坑变形监测与沉降观测在保障施工安全、保护周边环境、指导施工过程及验证设计理论等方面的重要意义。详细介绍了基坑变形监测的主要内容，包括支护结构变形、周边地表沉降等监测，以及沉降观测的关键要点，如观测点设置等。同时，探讨了该技术的发展趋势，如多技术融合、智能化与自动化等，旨在为高层建筑项目基坑监测与沉降观测提供技术参考与理论支持。

关键词：高层建筑项目；基坑变形监测；沉降观测技术

引言：在城市化进程加速的当下，高层建筑如雨后春笋般涌现。基坑工程作为高层建筑施工的关键环节，其安全性至关重要。基坑开挖会改变周边土体应力状态，易引发变形与沉降，不仅威胁施工安全，还可能对周边环境造成破坏。因此，开展基坑变形监测与沉降观测成为保障工程顺利推进的必要手段。通过精准监测与观测，可及时掌握基坑及周边环境变化，为施工调整、安全预警提供依据。本文将深入剖析相关技术要点与发展趋势，助力高层建筑基坑工程安全建设。

1 基坑变形监测与沉降观测的重要意义

1.1 保障施工安全

基坑施工环境复杂，开挖过程中土体应力改变，易使支护结构出现过大变形甚至破坏，进而引发坑壁坍塌等严重安全事故，威胁施工人员生命和设备安全。基坑变形监测与沉降观测能实时、精准地获取支护结构位移、周边地表沉降等关键数据。通过对这些数据的动态分析，可及时发现潜在的安全隐患。一旦数据超出安全阈值，能迅速发出预警，为施工人员争取宝贵的应对时间，以便采取加固、撤离等有效措施，将事故风险降到最低，切实保障施工全过程的安全。

1.2 保护周边环境

高层建筑基坑施工多位于城市建成区，周边分布着众多建筑物、地下管线及道路等。基坑变形可能导致周边建筑物倾斜、开裂，地下管线破裂，道路塌陷等问题，严重影响周边居民的正常生活和城市基础设施的正常运行。开展基坑变形监测与沉降观测，能够全面掌握基坑施工对周边环境的影响程度和变化趋势。依据监测结果，可提前制定并实施针对性的保护措施，如对周边建筑物进行基础加固、对地下管线进行防护处理等，最大程度降低施工对周边环境的损害。

1.3 指导施工过程

基坑变形监测与沉降观测所获取的数据是施工过程的重要决策依据。施工人员可以根据实时监测数据，合理调整施工顺序、开挖速度、支护方式等施工参数。当监测显示基坑某区域变形较大时，可放缓该区域施工进度，加强支护强度；若沉降观测表明周边地表沉降在可控范围内，可适当优化施工方案，提高施工效率。通过动态调整施工过程，能够确保施工活动在安全、合理的范围内进行，避免因施工不当引发的工程问题，保障工程顺利推进。

1.4 验证设计理论

基坑工程设计基于特定的理论模型和假设条件，但实际地质条件和施工环境复杂多变，与设计情况存在差异。基坑变形监测与沉降观测得到的实际数据，为验证设计理论的合理性和准确性提供了直接依据。通过对比监测数据与设计预测值，可以深入分析差异产生的原因，判断设计理论在实际工程中的适用性。根据验证结果，对设计理论进行修正和完善，为后续类似工程的设计提供更科学、可靠的参考，推动基坑工程设计理论不断发展和进步^[1]。

2 高层建筑项目基坑变形监测的主要内容

2.1 支护结构变形监测

支护结构是保障基坑稳定的关键防线，其变形情况直接反映基坑的安全状态。监测主要包括支护结构水平位移、竖向位移以及倾斜等。水平位移监测可了解支护结构在侧向土压力作用下的移动趋势，通过在支护结构上设置测斜管，利用测斜仪测量不同深度的位移量。竖向位移监测能掌握支护结构的沉降或隆起情况，常用水准仪进行观测。倾斜监测则可判断支护结构是否发生整体偏斜。通过对这些变形数据的持续收集与分析，能及

时发现支护结构的异常变形,如变形速率突然增大等,以便采取加固措施,防止支护结构失效导致基坑坍塌,保障施工安全与周边环境稳定。

2.2 周边地表沉降监测

基坑开挖会引起周边地表土体的应力重分布,进而导致地表沉降。周边地表沉降监测范围通常涵盖基坑边缘以外一定距离,重点监测对周边建筑物、地下管线等敏感目标影响较大的区域。一般采用水准测量方法,在监测区域合理布置沉降观测点,定期测量各点的高程变化。通过分析沉降数据,可绘制沉降曲线,了解地表沉降的分布规律和发展趋势。若沉降量超过允许值或沉降速率过快,可能对周边设施造成损害,此时需及时调整施工方案或采取加固措施,如对周边建筑物进行基础加固、对地下管线进行保护等,以减少施工对周边环境的不利影响。

2.3 地下水位监测

地下水位的变化对基坑稳定和周边环境有着重要影响。基坑开挖过程中,降水作业可能导致地下水位下降,引发周边地面沉降、建筑物不均匀沉降等问题;而地下水位上升则可能增加基坑的土压力和水压力,威胁支护结构安全。地下水位监测通过在基坑内外设置水位观测井,采用水位计等设备定期测量水位高度。通过监测数据,可掌握地下水位的变化规律,及时调整降水方案,确保地下水位控制在合理范围内。同时,结合其他监测数据,综合分析地下水位变化对基坑变形和周边环境的影响,为施工决策提供科学依据,保障工程顺利进行。

2.4 孔隙水压力监测

孔隙水压力是土体中孔隙水承受的压力,其变化反映了土体的应力状态和排水固结情况。在基坑工程中,孔隙水压力的变化会影响土体的有效应力,进而影响基坑的稳定性和周边地表沉降。孔隙水压力监测通常在基坑周边土体中埋设孔隙水压力计,实时测量土体中的孔隙水压力。通过分析孔隙水压力数据,可了解土体的固结程度和排水情况,判断基坑开挖过程中土体的稳定性。当孔隙水压力异常变化时,可能预示着土体即将发生失稳或过大变形,此时可提前采取措施,如加强支护、调整施工进度等,防止事故发生,确保基坑施工安全^[2]。

3 高层建筑项目沉降观测的关键要点

3.1 观测点的设置

观测点设置是沉降观测的基础,其合理性与准确性直接影响观测结果。首先,观测点应布设在能反映建筑物沉降特征的关键位置,如建筑物四角、大转角处、地质条件变化处等。对于高层建筑,每栋楼观测点不宜少

于6个,且需均匀分布。其次,观测点标志要稳固、明显且便于观测,一般采用不锈钢材质,通过埋设或焊接等方式固定在建筑物基础或结构上。同时,要考虑观测点不受施工机械碰撞、人为破坏等因素影响。另外,设置时要保证观测点与建筑物连成整体,能真实反映建筑物的沉降情况。在布设过程中,需结合建筑物的结构特点、施工进度和周边环境等因素综合确定,确保观测点能全面、准确地获取建筑物的沉降信息,为后续分析提供可靠数据。

3.2 观测基准点的确定

观测基准点是沉降观测的起算依据,其稳定性至关重要。基准点应选在远离建筑物沉降影响范围之外、地质条件稳定且便于长期保存的位置,如远离基坑、地下管线等区域。通常,一个观测项目需设置3个及以上基准点,以便相互校核。基准点可分为深层基准点和浅层基准点,深层基准点一般埋设在基岩或压缩性很低的土层中,稳定性更高;浅层基准点则埋设在较稳定的土层中。确定基准点后,要定期进行检测,确保其稳定性。在首次观测前,需对基准点进行联测,建立稳定的观测网络。若发现基准点有变动,应及时修复或重新布设,保证沉降观测数据的准确性和可靠性。

3.3 观测周期的确定

观测周期的确定需综合考虑建筑物性质、施工进度、地质条件等因素。在基础施工期间,建筑物沉降变化较快,观测周期应较短,一般每2-3天观测一次,以便及时掌握沉降动态。随着施工进展,沉降速率逐渐变缓,可适当延长观测周期,如每7-10天观测一次。主体结构施工阶段,观测周期可保持在每1-2个月一次。建筑物竣工后,第一年可每3-6个月观测一次,之后根据沉降情况适当调整。若遇到特殊情况,如暴雨、地震等,应增加观测次数。合理的观测周期能准确记录建筑物在不同阶段的沉降情况,通过分析沉降数据随时间的变化规律,及时发现异常沉降并采取相应措施,保障建筑物的安全使用。

3.4 观测精度要求

沉降观测精度要求严格,以确保观测数据能真实反映建筑物的微小沉降变化。一般规定,高层建筑沉降观测的精度等级不应低于二等水准测量要求。在观测过程中,要使用经检定合格的水准仪、水准尺等仪器设备,并严格按照水准测量操作规程进行观测。观测时,前后视距差、视距累积差等都有严格限制,以减少测量误差。同时,要保证每次观测在基本相同的环境和条件下进行,提高观测数据的一致性。观测成果需进行严格的

平差计算和精度评定,对于不符合精度要求的数据,应分析原因并重新观测。高精度的沉降观测数据能为建筑物的设计、施工和使用提供准确依据,及时发现潜在的安全隐患,保障高层建筑的质量和安全性^[3]。

4 基坑变形监测与沉降观测技术的发展趋势

4.1 多技术融合

未来基坑变形监测与沉降观测将呈现多技术融合的趋势。传统监测方法存在一定局限性,而将多种技术结合能优势互补。例如,把全球导航卫星系统(GNSS)与全站仪技术融合,GNSS可实现大范围、实时动态监测,获取基坑整体变形信息;全站仪则能在局部区域进行高精度测量,两者结合可全面、精准掌握基坑变形情况。此外,将三维激光扫描技术与传统监测手段结合,三维激光扫描能快速获取基坑及周边环境的三维点云数据,构建高精度三维模型,直观展示变形状况,与常规监测数据相互印证,提高监测结果的可信度。多技术融合还能整合地理信息系统(GIS)技术,实现对监测数据的空间分析和可视化展示,为工程决策提供更科学、全面的支持。

4.2 智能化与自动化

随着科技发展,智能化与自动化将成为基坑变形监测与沉降观测的重要发展方向。智能化方面,利用人工智能算法对海量监测数据进行分析 and 挖掘,可自动识别变形模式、预测变形趋势,提前发出预警信息。例如,通过机器学习算法建立变形预测模型,根据历史数据和实时监测数据,准确预测基坑未来变形情况。自动化方面,采用自动化监测设备,如自动化全站仪、智能传感器等,实现数据的自动采集、传输和处理。这些设备可按照预设程序定时进行监测,减少人工干预,提高监测效率和数据的及时性。同时,结合物联网技术,将各个监测点连接成网络,实现远程监控和管理,方便工程人员随时掌握基坑状况。

4.3 实时性与动态性

实时性与动态性是基坑变形监测与沉降观测技术发展的关键需求。在基坑施工过程中,变形情况随时可能发生变化,实时获取监测数据至关重要。通过采用实时传输技术,如无线通信技术,将监测设备采集的数据即时传输到监控中心,使工程人员能第一时间了解基坑变形动态。动态性则体现在对基坑变形过程的连续监测和实时分析。利用高频率的监测采样,结合动态数据分析

方法,可准确把握基坑变形的速率和趋势,及时发现异常变形。例如,在基坑开挖关键阶段,采用实时动态监测系统,每几分钟甚至更短时间采集一次数据,为施工调整提供及时依据,有效避免安全事故的发生,保障基坑施工的安全和顺利进行。

4.4 精细化与精准化

基坑工程对监测数据的精度和细节要求越来越高,精细化与精准化成为技术发展的必然趋势。精细化方面,不仅要對基坑整体变形进行监测,还需关注局部细微变化。例如,在支护结构关键部位、周边敏感建筑物基础等位置设置更密集的监测点,获取更详细的变形信息。同时,对监测数据进行多维度分析,考虑地质条件、施工工况等多种因素对变形的影响,深入揭示变形机理。精准化方面,不断提高监测设备的精度和稳定性,采用先进的测量技术和算法,减少测量误差。例如,研发高精度的智能传感器,其测量精度可达到微米级,能准确捕捉基坑的微小变形。通过精细化与精准化的监测,为基坑工程的设计、施工和运维提供更可靠、精确的数据支持,提升工程质量和安全性^[4]。

结束语

高层建筑项目基坑变形监测与沉降观测是保障施工安全与周边环境稳定的关键环节。通过高精度监测技术,可实时掌握基坑变形特征与沉降规律,为动态调整施工参数提供科学依据。本文分析表明,自动化监测系统与三维激光扫描等新技术的应用显著提升了数据精度与响应效率,而多源数据融合分析则增强了风险预警能力。未来需进一步强化监测技术与智能算法的结合,构建全生命周期监测体系,以应对复杂地质条件下超高层建筑施工的挑战,为城市地下空间安全开发提供坚实技术支撑。

参考文献

- [1]胥林.高层建筑项目基坑变形监测与主体沉降观测技术研究[J].中国住宅设施,2022(7):76-78.
- [2]周理雅.探讨高层建筑基坑工程变形监测[J].建筑与装饰,2020(3):145.
- [3]张少勋.自动化全站仪在高层建筑基坑变形监测中的应用[J].建筑·建材·装饰,2020(5):213,223.
- [4]邹泽来.浅谈高层建筑深基坑支护工程变形监测方法[J].建筑工程技术与设计,2017(11):265-267.