

Analysis of excavation deformation monitoring and main settlement observation methods for high-rise building projects

Haibo Gao

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

Abstract

For high-rise building projects, this paper deeply discusses the monitoring method of foundation pit deformation and main settlement observation. The significance of monitoring is expounded, the monitoring contents of horizontal displacement, vertical displacement and deep horizontal displacement in the monitoring of foundation pit deformation are introduced in detail, and the application methods of monitoring instruments such as total station, level and inclinometer are introduced. Meanwhile, the leveling and static leveling methods of main settlement observation and the key points of data processing and analysis are also explained. The aim is to provide scientific and reliable monitoring means for guaranteeing the construction safety and stability of high-rise buildings.

Keywords

high-rise building; Deformation monitoring of foundation pit; Main body settlement observation; Monitoring method

高层建筑项目基坑变形监测与主体沉降观测方法分析

高海波

北京新兴环宇信息科技有限公司, 中国·北京 102300

摘要

本文针对高层建筑项目, 深入探讨基坑变形监测与主体沉降观测方法。阐述了监测的重要意义, 详细介绍了基坑变形监测中的水平位移、竖向位移、深层水平位移等监测内容及全站仪、水准仪、测斜仪等监测仪器的使用方法, 同时说明了主体沉降观测的水准测量、静力水准测量等方法及其数据处理与分析要点, 旨在为保障高层建筑施工安全与稳定性提供科学可靠的监测手段参考。

关键词

高层建筑; 基坑变形监测; 主体沉降观测; 监测方法

1 引言

在城市化进程不断加快的今天, 高层建筑拔地而起。高层建筑施工期间基坑工程稳定性及主体结构沉降直接影响着工程安全及质量。基坑变形会造成支护结构破坏, 周围建筑物出现裂缝甚至坍塌的严重后果, 同时主体沉降不均还会对建筑物使用功能及结构安全造成影响。所以进行准确有效地基坑变形监测和主体沉降观测非常关键, 它可以在施工过程中对数据进行实时反馈, 从而在适当的时候采取相应的措施来保证项目的顺利实施。

2 高层建筑项目基坑变形监测与主体沉降观测的价值

高层建筑项目施工过程中基坑变形监测和主体沉降观测起着至关重要的作用, 重要性表现在很多层次上, 基于施工安全的考虑, 基坑工程是在地下进行操作的, 所面临的地质条件较为复杂, 对周围环境的影响也较为明显。比如, 软土地层基坑开挖时, 若不及时了解基坑壁变形状况, 就会造成基坑坍塌事故并危害施工人员安全。精确的变形监测数据可以向施工方发出预警信息, 以便施工方提前做好支护和加固措施, 从而有效地防止该类安全事故的发生^[1]。

对于周边环境保护来说, 高层建筑基坑施工通常会导导致周边土体应力发生变化, 继而可能会对邻近建筑物、地下管线产生一定影响。通过连续变形监测可实时掌握基坑施工过程中对周围环境的干扰情况, 并适时调整施工工艺及参数, 以免基坑施工引起邻近建筑物开裂、倾斜等病害, 地下

【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。

管线断裂等问题,从而减少了因此而产生的经济纠纷以及社会矛盾。

就工程质量保障而言,主体沉降观测资料是评价建筑物整体稳定性与均匀性的重要基础。不均匀沉降会在建筑物结构中引起附加应力,累积时间长了会造成墙体开裂、门窗变形及其他质量问题,从而严重影响建筑物使用功能及耐久性。通过准确的沉降观测可以及早地检测出沉降异常,从而为采用地基加固和调整施工进度以保证高层建筑质量满足设计要求和延长使用寿命提供了依据。另外,基坑变形监测及主体沉降观测等资料的积累对工程技术发展及科研工作都有重大意义。这些资料可为地质力学理论研究、数值模拟分析及新型监测技术与方法验证等提供大量资料,促进建筑工程领域内相关技术不断进步与创新,并对后续同类工程提供有价值的经验借鉴。

3 高层建筑项目基坑变形监测的方法

3.1 水平位移监测

在高层建筑工程基坑变形监测中,水平位移监测占有重要地位,目的是准确地确定基坑壁及其周围土体沿水平方向位移的变化规律,常见的监测方法有全站仪测量法、测斜仪测量法等^[2]。

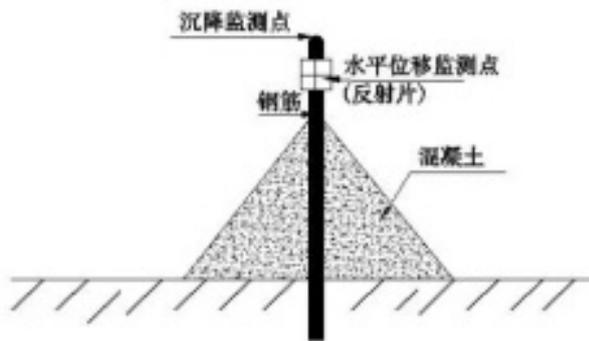


图 1: 水平位移监测

全站仪测量法是根据三角测量原理将全站仪架设于稳定基准点处,对布置于基坑周围监测点反射棱镜进行观测,得到监测点平面坐标并由此计算出监测点的水平位移量。在实际操作中,首先要建立合理的监测控制网,确保基准点的稳定性和可靠性。观测时,需严格遵守测量规范,并对多次测量取均值,减少观测误差。例如,对于大型深基坑工程,可能需要在基坑周边设置数十个监测点,按照一定的观测周期(如果按日进行1次,或者按施工进度及时进行调整)进行观测,并及时对观测数据进行处理和分析。当发现某一监测点水平位移量超过预警值时,立即对基坑支护结构做检查与评价,并采取适当措施进行加固,例如增设支撑和加固土体。

测斜仪测量法则是针对基坑深层土体水平位移的监测

方法。测斜仪由测斜管和测读仪组成,测斜管预先埋设在基坑周边的钻孔内,其方向与预计的土体位移方向一致。当土体发生水平位移时,测斜管随之倾斜,通过测读仪测量测斜管内倾斜传感器的输出值,经过计算即可得到不同深度处土体的水平位移量。这种方法能够提供基坑土体内部的水平位移分布情况,对于深入了解基坑的稳定性和变形机制具有重要意义。

3.2 竖向位移监测

竖向位移监测是以实测基坑底部及其周围土体、支护结构等沿垂直方向沉降或隆起为主,监测结果对评价基坑整体稳定性以及地基承载能力的改变具有重要意义。水准仪测量法监测竖向位移是目前应用最为广泛的一种,水准仪测量是根据水准测量原理进行的,是通过设定稳定水准基点与监测点间的水准路线,用水准仪从水准尺上读出读数,由此算出各监测点与水准基点之间的高程变化即竖向位移量^[3]。监测期间,水准基点选取与布设非常关键,要选择距离基坑影响较远,地质条件比较稳定的地区,定期校测水准基点以保证其高程精度。监测点布置要根据基坑形状、尺寸及周围环境等情况合理规划,通常在基坑四周、坑底及支护结构关键部位均有监测点。如对深基坑底部中央位置,一般都要布置监测点来监测底部隆起;支护结构上方,布置监测点反映支护结构沉降。水准仪测量中应严格控制测量精度,使用高精度水准仪及水准尺,按二等水准测量要求观测及数据处理等。观测频率要视基坑施工进度及变形情况而定,开挖初期及降水阶段因土体应力变化很大,观测频率要适当提高;基坑施工比较稳定期观测频率可以适当降低。当检测到监测点竖向位移量大于允许值时,要及时进行原因分析,这可能是由于地基土沉降不均匀、地下水水位改变或者支护结构受力不均匀,根据不同原因采取相应的处理措施,例如调整基坑开挖次序、强化地基处理或者对支护结构进行优化设计。

3.3 深层水平位移的监测

深层水平位移监测可以深刻认识基坑土体不同深度的水平位移,对准确评价基坑稳定性及潜在安全风险起到关键性作用。主要手段为以测斜技术为主的深层水平位移监测^[4]。前面已提到测斜仪是利用埋置于钻孔中的测斜管测得土体深层水平位移。对高层建筑基坑进行监测时,测斜管埋设深度一般视基坑埋深、地质条件及周围环境而定,通常应满足基坑底部一定的埋深,才能综合反映土体变形。该测斜仪测量原理为:通过重力感应元件测得测斜管轴线和铅垂线夹角的变化情况,然后计算土体在不同深度上的水平位移。

4 高层建筑项目基坑主体沉降观测方法

4.1 水准测量法

水准测量法是高层建筑项目主体沉降观测中应用广泛且精度较高的一种方法,其原理是利用水准仪建立水平视线,测定两点间高差,然后求出待定点高程,并通过对比各

时段高程值判断建筑物沉降^[5]。

开展水准测量之前,必须先建立一个稳定、可靠的水准基点网。水准基点应选择距建筑物下沉影响范围较远,地质条件较好,不容易受到外界扰动处,一般为深埋式,也可使用稳定基岩做基点。同时在建筑物基础、墙身及其他关键部位布置沉降观测点,观测点个数及位置要结合建筑物结构形式、尺度大小及地质条件综合考虑,通常要求能综合反映建筑物沉降特征。观测时,用高精度水准仪、水准尺按国家二等水准测量规范要求施测。每一次观测中都要尽可能确保观测条件一致,例如仪器放置地点、观测路线和观测时间,减少测量误差。对观测数据要及时记录整理、平差计算,求出每个观测点高程值及沉降量。基于沉降观测数据可绘制建筑物沉降曲线并直观显示建筑物沉降与时间变化关系。以某高层框架结构的建筑为例,其施工期可能会间隔某一层高布设一圈沉降观测点作为基础施工的第一次观测,再在各层主体结构建成后定期观察,并延续至建筑物建成后一定时期。经过对长时间的观测数据进行深入分析,如果观察到某一特定区域的沉降量显著超过其他区域,或者沉降速度出现异常,这可能意味着该建筑物存在不均匀沉降的问题,因此有必要进一步探究其成因。

4.2 静力水准测量方法

静力水准测量法作为一种高精度沉降观测手段,尤其适合于沉降精度要求高、变形监测点集中分布的高层建筑工程。它的基本原理就是应用连通管原理,通过检测容器中液体液位高度的变化,从而判断每个观测点的沉降量。静力水准测量系统一般包括若干静力水准仪,之间用连通管相连通,构成密闭液体回路。各静力水准仪置于相应沉降观测点处,建筑物沉降后观测点高程变化将导致水准仪中液体液位变化,该方法利用传感器测得液位高度变化并转换成电信号,传送给数据采集系统,经处理分析后,获得每个观测点的沉降数据。

静力水准测量法比水准测量法精度高、自动化程度高,能对建筑物沉降进行实时持续监测,对捕捉沉降微小变化十分灵敏,适合于超高层建筑、大型桥梁桥墩及其他对变形有严格要求的高层建筑。静力水准测量系统安装时应保证每台水准仪安装等级及连通管密封,以免由于漏水、漏气而影响测量精度。同时应定期对该系统进行标定与维修,并对传感器运行情况及数据传输稳定性进行检测,以确保测量数据可靠。

4.3 GPS 测量法

GPS(全球定位系统)测量法对于高层建筑项目主体

沉降观测有其特有的优越性,特别是对于大范围、长距离和地形复杂等监测地区有突出的表现,是利用接收到卫星发出的信号来测定监测点的三维坐标,然后算出沉降量。

实施GPS沉降观测时,应先在建筑物顶部和中部等关键位置布设GPS观测点,并在距离建筑物影响区域较远的稳定区域布设基准站。基准站的主要职责是为观测点提供准确的坐标信息,通过应用实时差分技术(RTK)或后续的差分处理技术,可以显著提升观测点坐标测量的准确性。安装在观测点的GPS接收机可接收到多个卫星发出的信号,根据信号传播时间及卫星轨道参数信息计算其三维位置。GPS测量法测量快速,不受通视条件的限制,可以同时测量几个观测点。高层建筑沉降观测时,可以迅速得到大范围各个观测点的沉降信息,这对及时了解建筑物总体沉降趋势及变形特征有着重要的意义。如针对某大型高层建筑群进行沉降观测时,利用GPS测量法能够在很短的时间内完成多栋建筑的观测工作,显著提升观测效率。但GPS测量法还受卫星信号遮挡和多路径效应影响较大,这可能造成测量误差增加。所以在实际使用时,必须选择适当的观测时间与位置,对观测点进行优化布置,并同时利用数据处理算法来校正与过滤测量数据,以提高测量精度。除此之外,还可以融合其他传统的沉降观测技术,例如水准测量法,来对GPS的测量数据进行校验和校正,以确保沉降观测数据的精确性和可信度,为高层建筑安全施工及长期稳定运行提供了有效技术支撑。同时,结合全站仪观测技术,从不同维度获取数据,与GPS和水准测量法相互印证,进一步提升数据的可靠性与完整性,全方位保障高层建筑的安全。

5 结语

高层建筑项目基坑变形监测及主体沉降观测,是确保工程安全和质量至关重要的环节。通过对监测方法及仪器设备的合理选用,并严格按照规范要求开展观测及数据处理分析工作,可及时了解基坑及主体结构变形规律,对工程施工进行了科学的指导,并对各种安全隐患进行了有效的防范与处理。在今后高层建筑施工过程中要不断强化监测技术研究及创新,以提高监测准确性及效率,进一步提高高层建筑施工水平及安全性能,促进建筑行业持续发展。

参考文献

- [1] 蒋梦楚.深基坑变形监测及位移分析方法研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024(32):78-80.
- [2] 张琛.建筑基坑变形监测分析[J].经纬天地,2024(05):26-29+66.
- [3] 成宝生.建筑工程深基坑变形监测技术及应急处理方法研究[J].工程技术研究,2024,9(19):129-131.