

# Application of settlement observation in deformation monitoring of high-rise buildings

Guoqin Chen Xuqi Chen

Hainan Kaiqi Survey, Design and Consulting Co., Ltd., Haikou, Hainan, 570203, China

## Abstract

With the acceleration of urbanization, the number of high-rise buildings continues to increase, and their safety issues have attracted growing attention. As a crucial method for deformation monitoring in high-rise buildings, settlement observation plays a vital role in ensuring structural safety and extending service life. This paper elaborates on the significance of settlement observation in deformation monitoring of high-rise buildings, explores its methodologies and principles in depth, and analyzes key application aspects through practical case studies. The research aims to provide valuable references for related engineering practices.

## Keywords

high-rise building; settlement observation; deformation monitoring; application points

# 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用研究

陈国秦 陈旭齐

海南凯琦勘测设计咨询有限公司, 中国·海南海口 570203

## 摘要

随着城市化进程的加速,高层建筑物数量不断增加,其安全问题愈发受到关注。沉降观测作为高层建筑物变形监测的重要手段,对于保障建筑物安全、延长使用寿命具有重要意义。本文详细阐述了沉降观测在高层建筑物变形监测中的作用,深入探讨了沉降观测的方法与原理,并结合实际案例,分析了沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用要点,旨在为相关工程实践提供参考。

## 关键词

高层建筑物;沉降观测;变形监测;应用要点

## 1 引言

高层建筑物由于其自身高度和重量的特点,在建设和使用过程中容易受到多种因素的影响而发生变形。沉降观测作为一种有效的变形监测手段,能够实时掌握建筑物的沉降情况,及时发现潜在的安全隐患,为建筑物的安全运营提供重要保障。因此,深入研究沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用具有重要的现实意义。

## 2 沉降观测在高层建筑物变形监测中的作用

沉降观测可以有效测量出高层建筑物的垂直位移变化,属于高层建筑物变形监测中的重要组成部分,在保障建筑施工安全与运营安全中发挥着不可替代的作用。高层建筑物在施工和运营过程中,由于其自身荷载较大,易产生不均匀沉降现象。如果沉降量超过设计安全值,则可能引发墙体开裂、结构错位等严重风险。沉降观测可以为变形监测提供基础参

照数据,通过分析不同结构点的沉降差值,能够为高层建筑物变形监测提供关键数据,进而判断高层建筑物是否存在变形问题。

## 3 沉降观测方法与原理

### 3.1 沉降观测方法

沉降观测在高层建筑物变形监测中的方法有精密水准测量法、三角高程测量法、GNSS 测量法等,常用的沉降观测方法是精密水准测量法,它是利用高精度水准仪和水准尺进行测量,通过建立水准路线,对观测点和基准点之间进行连续测量,从而获得符合要求的高精度高度差值。精密水准测量法是沉降观测中最为常用的方法,其测量精度完全能够满足高层建筑物沉降观测的需求。

### 3.2 沉降观测原理

沉降观测的原理是通过精准观测高层建筑物在垂直方向的位移变化,来构建建筑物的沉降变化规律。在沉降观测中,首先建立基准点和观测点。其次,定期对建筑物观测点和地面基准点进行精准联测,当建筑物发生沉降时,观测点

【作者简介】陈国秦(1983-),男,中国海南海口人,本科,工程师,从事测绘工程研究。

与基准点的高差值会发生变化。最后,结合测量数据计算出两者之间的高差值变动情况来判断观测点的沉降状况,形成沉降时间曲线,评估建筑物的安全性。

## 4 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用要点

高层建筑物沉降观测需科学布设观测点与基准点,依施工及运营阶段特点设定周期,选用高精度仪器并规避环境干扰,规范处理数据以分析沉降趋势、及时预警。可以精准捕捉沉降变化,为建筑安全提供可靠数据支撑,保障观测有效性与结构稳定性。

### 4.1 观测点与基准点的分布

#### 4.1.1 观测点的选择与分布策略

在高层建筑物沉降观测中,观测点的选择和分布能够直接反映出建筑物的沉降趋势。对于观测点的选择,优先考虑建筑物中的墙夹角、柱基、沉降缝、基础结构等重点部位。沉降点之间的距离不宜过远,必须保证可以观测到建筑物的不均匀沉降。在规划观测点分布图时,需要遵循点位对称的原则,以便能够整体性了解建筑物的沉降变化并进行分析。在框架结构的高层建筑物沉降观测中,桩基和柱基是承载上部荷载的关键部件,观测点可以分布在桩基和柱基的上部,可以直接反应建筑结构核心受力部位的沉降变化;对于浮筏基础或箱型基础的高层建筑物,其结构特性与普通高层建筑物不同,可以将观测点沿着纵轴、横轴和基础周边位置进行分布,能够全面捕捉到不均匀变形,精准反映基础受力和沉降变化<sup>[2]</sup>。通过合理选择和分布观测点能够保障沉降观测的有效性,为沉降观测提供精准的数据支持。

#### 4.1.2 沉降观测基准点的设置要求

沉降观测中基准点的稳定性能够直接影响到观测结果的精确度。基准点位置应当远离高层建筑物的沉降范围,距离建筑物高度值大于2倍以上,选择稳定土层或岩石地基,避开低洼易积水区域,且视通条件良好,减少遮挡,便于与观测点形成观测路径。基准点一般成组设置,每组2个以上,采用深埋式标志,以保证基准点的稳定性。在基准点安装完成后,需要定期对进准点进行联测,以保障其稳定性。

### 4.2 沉降观测的仪器校准要点与环境影响防控措施

#### 4.2.1 沉降观测仪器的精度要求与校准维护规范

观测精度的控制首先依赖于高精度的仪器设备。对于高层建筑物沉降观测,应选用符合精度要求的测量仪器,如精密水准仪(S1或S05级)、高精度全站仪或GNSS接收机等。同时,要确保仪器设备的稳定性和可靠性,定期对仪器进行校准和维护。水准仪在使用前应进行i角检验和校正,确保视线水平;全站仪的测距、测角精度应定期进行校准;GNSS接收机应检查卫星信号接收质量和定位精度。仪器设备连续使用36个月,应重新进行检校,以保证观测数据的准确性。

#### 4.2.2 环境因素对沉降观测精度的影响及应对策略

观测环境因素,如温度、湿度、风力、大气折光等,会对观测精度产生一定影响。在观测过程中,应尽量选择有利的观测时间,避免在高温、高湿、大风等恶劣天气条件下进行观测。在使用水准测量法时,温度变化会引起水准仪视准轴的微小变化,从而影响测量精度,因此应尽量在温度稳定的时段进行观测,并采取遮阳措施,减少温度对仪器的影响。

### 4.3 沉降观测数据的处理流程与沉降趋势分析

#### 4.3.1 沉降观测数据处理环节及要点

观测数据处理是沉降观测的重要环节。观测数据处理流程一般包括数据采集、数据检查、数据平差计算和沉降量计算等步骤。在数据采集过程中,应确保数据的准确性和完整性,对采集到的数据进行及时检查,剔除错误数据和异常数据。数据平差计算是为了消除观测过程中的误差,提高数据的精度。常用的数据平差方法有条件平差、间接平差等,可根据观测方案和数据特点选择合适的平差方法。在计算沉降量时,应根据观测点与基准点之间的高差变化,结合水准路线长度和观测精度等因素,准确计算出各观测点的沉降量。同时,应绘制沉降量与时间关系曲线、沉降量与建筑物高度关系曲线等,直观反映建筑物的沉降变化规律。

#### 4.3.2 建筑物沉降趋势分析与预警判断

通过对观测数据的分析,判断建筑物的沉降趋势,预测未来沉降量,对于保障建筑物安全具有重要意义。沉降趋势分析可采用曲线拟合、灰色预测等方法,根据历史观测数据建立沉降预测模型,预测建筑物未来的沉降情况。当建筑物沉降量超过设计允许值或沉降速率突然增大时,应及时发出预警信号。预警判断应结合建筑物的结构特点、地质条件、使用情况等因素进行综合分析,确定预警级别,并采取相应的处理措施。

## 5 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用案例

### 5.1 项目基本信息

本研究选择海南陵水某图书馆项目沉降观测作为研究对象,用以分析沉降观测在高层建筑物变形监测中的作用。该图书馆拟建总建筑面积为80988平方米,其中地上建筑面积59410平方米,地下建筑面积21578平方米,建筑占地面积为13180平方米,建筑层数为地上主楼19层、裙房1~4层,地下2层,建筑高度90.80米。

### 5.2 沉降观测实施流程

#### 5.2.1 基准点与监测点设置

在基准点设置中,本项目施测高程采用1985国家高程基准。依照相关规范及建筑物周边的实际情况,在图书馆主体周围选择地基稳定的区域布设本次沉降监测的基准点3个,编号为TS01、TS02、TS03,每次施测前先进行基准点

联测,检查满足精度要求再实施各监测点沉降观测。在监测点设置中,依据规范要求,在建筑物四角、大转角处、外墙每10米到20米处及纵横墙交接处等位置布设60个沉降观测点,具体分布为:A区11个(TA01-TA11)、B区:19个(TB01-TB19)、C区:10个(TC01-TC10)、D区:10个(TD01-TD10)、E区:10个(TE01-TE10)。监测点采用固定标志,类型符合国家现行规程JGJ82007附录D要求,若实地情况与预设位置不符,会进行适当调整。

### 5.2.2 仪器设备与人员配置

本次沉降观测使用三鼎SL03高精度电子水准仪及其配套的钢瓦条形码标尺。三鼎SL03电子水准仪高程中误差 $\leq 0.3\text{mm}$ ,满足二到四等水准测量的精度要求<sup>[4]</sup>。每年都将测绘仪器送往省测绘产品质量监督检验站检定检验,并获得相关的仪器检定证书。所有仪器每年送省测绘产品质量监督检验站检定,获取检定证书,确保测量精度。人员配置为2名高级工程师、1名工程师、2名助理工程师。

### 5.3 观测方法

严格按照《国家一、二等水准测量规范》GB/128972006中二等水准测量变形观测技术要求施测,读数精确至0.01mm。根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007-2011)建筑物的地基变形允许值,若 $H_g \leq 24\text{m}$ 时,建筑物整体倾斜不大于 $0.004H_g$ ,若 $24\text{m} < H_g \leq 60\text{m}$ 时,建筑物整体倾斜不大于 $0.003H_g$ 。观测精度要求基准点往返观测校差、附合或环线闭合差 $\leq \pm 0.3 \sqrt{n} \text{mm}$ ,观测点测站高差中误差 $\leq 0.5\text{mm}$ ,每站高差中误差 $\leq 0.15\text{mm}$ ,检测已测高差较差 $\leq 0.4 \sqrt{n} \text{mm}$ ,前后视距累计差 $\leq 3\text{m}$ 。

### 5.4 观测周期

首次观测始于2021年9月14日,主体施工过程中每1层观测一次至主体封顶,2022年10月25日各区主体沉降观测结束。各区观测次数:A区10次、B区21次、C区9次、D区9次、E区9次,共计58次。

### 5.5 观测成果分析

使用三鼎SL03高精度电子水准仪,外业自动记录数据,内业经仪器自动平差后传入计算机处理得出结果。从2021年9月26日至2022年10月25日的观测数据分析,A区在整个监测过程中累计变化量范围为:0.0mm~-2.9mm。图书馆A区主体在观测期间沉降量变化最大的点是TA09号点,沉降量是-2.9mm,在合理监测值之内。B区在整个监测过程中累计变化量范围为:0.6mm~-5.4mm,图书馆B区主体在观测期间沉降量变化最大的点是TB10号点,沉降量是-5.4mm,在合理监测值之内,C区在整个监测过程中累计变化量范围为:0.0mm~-3.0mm,图书馆C区主体在观测期间沉降量变化最大的点是TC06号点,沉降量是-3.0mm,在合理监测值之内,因此图书馆C区主体各沉降观测点沉

降变化速率及累计变化量均未超过监测控制预警值。D区在整个监测过程中累计变化量范围为:0.0mm~-2.9mm,图书馆D区主体在观测期间沉降量变化最大的点是TD08号点,沉降量是-2.9mm,在合理监测值之内。E区在整个监测过程中累计变化量范围为:0.8mm~-3.3mm,图书馆E区主体在观测期间沉降量变化最大的点是TE01号点,沉降量是-2.9mm,在合理监测值之内。

### 5.6 观测结果总结

各区沉降观测点累计沉降值均小于20mm,每期沉降变化速率均小于2mm/d,变化速率及累计变化量均在监测控制预警值内,符合《建筑变形测量规范》JGJ82016要求。根据规范,观测周期后期沉降值不大于2倍测量中误差、100天内最大沉降速率小于0.01mm/d至0.04mm/d或半年沉降量不超过2mm时,可终止观测。本次观测显示,2022年10月25日时建筑物主体沉降已趋于稳定。

本项目通过科学布设基准点与监测点,采用高精度仪器设备和专业人员,严格按照国家规范开展沉降观测工作,全面记录了项目从施工到主体封顶后的沉降情况。观测结果显示,建筑物各区域沉降均在合理范围内,且后期趋于稳定,为项目的安全建设与使用提供了可靠的技术依据,为高层建筑变形监测提供了精确可靠的观测结果。

## 6 结语

综上所述,沉降观测作为高层建筑物变形监测的核心手段,在保障建筑施工安全与运营稳定性中发挥着不可替代的作用。本文通过系统阐述沉降观测的作用、原理与方法,结合海南某图书馆项目的实践案例,充分验证了科学开展沉降观测工作对于掌握建筑物沉降规律、及时预警安全风险的重要性,能够为城市化进程中高层建筑物的安全建设与长效运营提供更坚实的技术支撑,助力构建更安全、可靠的建筑环境。

### 参考文献

- [1] 罗巧.建筑物沉降观测技术与精度控制方法[J].城市建设理论研究(电子版),2025,(21):168-170.DOI:10.19569/j.cnki.cn119313/tu.202521055.
- [2] 孙志鑫.高层建筑深基坑施工沉降监测技术与数据分析[J].建材发展导向,2024,22(20):13-15.DOI:10.16673/j.cnki.jcfzdx.2024.0697.
- [3] 莫佳德.沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用研究[J].科学技术创新,2024,(22):189-192.
- [4] 顾建标.提高建筑物沉降观测精度的措施研究[J].房地产世界,2024,(18):116-118.
- [5] 郭恒鑫,席泽焕,冯晖元.在城市进行建筑物沉降观测时基准点的埋设及其稳定性检验[J].科技创新与应用,2024,14(20):154-157+162.DOI:10.19981/j.CN23-1581/G3.2024.20.035.