

# 高层建筑沉降观测技术应用和分析

敬亚茹

四川二八二核地质工程有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i3.1671

**[摘要]** 沉降观测技术是工程测量的重要项目之一,在施工过程中,建筑物的地基基础、上部结构及周边环境受荷载作用,随着时间的推移产生形状的变化,特别是高层建筑施工中,关键部位的沉降直接影响整体结构的安全和稳定,本文通过高层建筑沉降观测实际工程项目结合理论知识,分析沉降观测在高层建筑中的技术应用。

**[关键词]** 高层建筑; 沉降观测; 应用分析

**中图分类号:** TU97 **文献标识码:** A

## Application and analysis of high-rise building settlement observation technology

Yaru Jing

Sichuan 28two Nuclear Geological Engineering Co., LTD

**[Abstract]** Settlement observation technology is one of the important projects of engineering measurement. In the construction process, the building's foundation, superstructure and surrounding environment are affected by loads, and the shape changes over time. Especially in the construction of high-rise buildings, the settlement of key parts directly affects the safety and stability of the overall structure. This paper analyzes the technical application of settlement observation in high-rise buildings through the practical project of settlement observation combined with theoretical knowledge.

**[Key words]** high-rise building; Settlement observation; Application analysis

### 引言

随着建筑行业的持续发展,对建筑工程质量与安全也提出了更高的要求。建筑工程施工中,建筑物沉降将直接影响到整体工程的质量与安全,为了更好地了解建筑物、地基基础承载情况,防止不均匀沉降造成建筑物的坍塌、裂缝,因此有必要通过设置沉降观测点来测量建筑物的实际沉降值及变化趋势。

通过精密的观测和数据分析,准确掌握沉降变化情况及趋势,才能为工程安全评估提供有力的依据,并及时发现潜在的安全隐患,制定相应的控制措施,及时调整设计施工方案,确保工程施工顺利进行。因此,高层建筑沉降观测显得尤为重要。

### 1 沉降观测的技术要求

#### 1.1 沉降观测的方法

(1) 水准测量法。在高层建筑物的沉降观测中,科学运用水准测量法能够准确判断建筑物的沉降和倾斜情况。使用水准测量法时,需借助水准仪对基准点与沉降监测点进行高程测量,并根据观测值分析高程变化及建筑物沉降变形情况。(2) GNSS观测技术法。GNSS系统也叫作全球卫星导航系统,是目前很多国家普遍应用的定位系统,GNSS通过接收卫星发射的电磁波,精确测量卫星与接收器之间的距离和方向,进而确定接收器的三维位置坐标。此

外,GNSS能够准确获取建筑的变形程度以及沉降方向,增强信息数据的真实性和准确性,及时分析变形数据,揭示影响建筑物沉降的原因,为建筑物沉降观测工作提供有力支持。(3) 数字近景摄影测量法。数字近景摄影测量主要采用高性能数码相机获取影像数据,特别适用于监测点较多的项目,是一种非接触测量方法,不影响建筑物的自然状态。并且可获得基于三维空间坐标的数据、图像,具备一定的高精度和可靠性。

#### 1.2 沉降观测点埋设要求

沉降观测点的布设应能全面反映建筑物变形特征,充分考虑建筑设计的承重荷载分布,依据其分布情况合理布设测点,测点点位布设应均匀分布在建筑物周围。同时考虑建筑承重受力分布情况,将点位布设在易发生沉降的位置,特殊位置应布设差异沉降监测点,重点关注建筑物差异沉降情况。并且能长久安全的设置,不被破坏。

#### 1.3 人员素质要求

测量人员是沉降观测工作的核心,建筑物沉降观测的精准性会直接受到相关人员专业能力的影响。对于高精度要求的建筑物,还应固定测量人员,避免因测量人员工作变动对测量结果造成影响。

### 1.4 校准观测仪器

精密的仪器设备是沉降观测中最重要的观测工具,是建筑物质量与安全监测的关键。观测使用的仪器必须送至具备仪器检定资质的机构检定并取得检定合格证书。在进行沉降观测前,测量人员应定期对观测仪器进行保养维护,每次测量前应对仪器的*i*角进行检测。

### 1.5 控制观测周期

初次观测值是整个变形测量的基础数据,应进行往返测,确保数据的可靠。施工期间,通常将两次观测间隔作为一个周期。在高层建筑中,沉降观测次数随荷载增加而增加,因此观测周期应根据建筑场地沉降量的大小分不同时期确定观测周期。建筑物施工每增加2-3层观测1次,竣工后的观测周期可根据建筑物的稳定情况确定。施工过程中,若停工,则在停工期间前观测1次,停工期间每隔2-3月观测1次。复工前,也要观测1次。

### 1.6 数据精度要求

根据《建筑变形测量规范》(JGJ8-2016),建筑物变形等级分为特等、一等、二等、三等、四等共5个等级。建筑变形测量应以中误差作为衡量精度的指标,并以二倍中误差作为极限误差。通过建筑地基基础设计等级、建筑物的重要性等选择适宜的精度。

## 2 沉降观测的特点

沉降观测坚持“五定”原则,“五定”,即通常所说的沉降观测依据的基准点、工作基点和沉降观测点,点位要稳定;所用仪器、设备要稳定;观测人员要稳定;观测时的环境条件基本一致;观测路线、程序和方法要固定。以上措施在客观上尽量减少观测误差的不定性,使所测的结果具有统一的趋向性,保证各次复测结果与首次观测的结果可比性更一致,使所观测的沉降量更真实。

## 3 高层建筑沉降观测项目分析

### 3.1 工程概况及地质条件

本项目为某房产开发公司修建的一处高层建筑,共4栋高层建筑,其中19#~22#楼主楼34层,裙楼2层。项目位于四川省德阳市城区某地,场地地貌单元属川西平原绵远河一级阶地。在区域上,德阳市区位于龙门山大北斜末端,合兴场环状构造西侧,场地主要受龙门山断裂带的影响,总体上地质构造对本场地的影响较小,场地稳定性较好,为可建筑的一般场地。从勘察钻探揭露的地层情况及动力触探等原位测试成果来看,场地除表层的填土外,其下为粉质粘土、粉土、中砂、砾砂、圆砾、卵石层及稍密卵石、中密卵石、密实卵石及半胶结砂卵石层、泥质粉砂岩等组成,地基土结构复杂、力学性质差异大。

根据岩土工程勘察报告可知拟建物工程重要性等级为一级,建筑场地等级为二级场地(中等复杂场地),地基等级为二级地基(中等复杂地基),场地岩土工程勘察等级为甲级。因此,该项目拟建建筑物在施工期间应进行变形测量。

### 3.2 建筑物沉降观测精度和仪器设备

根据《建筑变形测量规范》要求,结合建筑物实际,本次建筑物沉降观测等级为二等。相邻基准点高差中误差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ ,

往返较差和环线闭合差 $\leq \sqrt{n}$ 。沉降点高程中误差 $\leq \pm 1.0\text{mm}$ ,相邻沉降观测点高差中误差 $\leq \pm 0.5\text{mm}$ 。

观测使用SOKKIA精密水准仪和钢瓦水准尺。仪器经过质检中心的检定,并均为有效时间内使用。每次测量前进行*i*角检较,*i*角控制在15秒以内。

### 3.3 设置沉降观测基准点和观测点

(1)基准点是整个监测工程的最基本的控制点,该项目基准点共设3个点,埋设在基坑开挖、地面沉降和震动区范围之外,且便于长期保存的位置。基准点构成首级高程控制网,按二等水准要求进行观测,并定期检测高程,检测精度按二等水准精度要求进行观测,工作基点高程变化量,应对沉降观测点高程进行修正。高程控制网布设成闭合环形式。(2)观测标志均按照相关规范要求布于承重立柱上,特别是最能反映沉降特征又便于观测的位置,纵横向要对称,均匀地分布在建筑物的周围,并做好保护,防止施工碰撞。19#~22#楼共布置沉降观测点34个,以21#楼为例,该栋楼布置观测点9个,分别为:21-1、21-2、21-3、21-4、21-5、21-6、21-7、21-8和21-9。

### 3.4 沉降观测时间和观测频率

根据施工进度确定,观测时间为2015年9月17日-2018年9月17日,第一次观测从 $\pm 0.00$ 点开始,按建筑物每增高4层观测一周;建筑物主体封顶后观测2年,第1年每3个月为一观测周期,第2年每4个月为一观测周期。若2年内沉降速率不满足要求,需继续观测,直至沉降速率满足规范要求为止。

### 3.5 沉降观测要求

(1)前后视观测可以用同一型号水准尺,首次观测应在观测点安装稳固后及时进行。(2)观测时要避免阳光直射,观测环境基本一致,成像清晰、稳定时再读数;(3)各次观测应按照固定的观测路线进行。

### 3.6 确定沉降量

将各周期观测记录整理检查无误后,进行严密平差计算,求出各周期每个观测点的高程值。从而确定出沉降量。

### 3.7 计算汇总

(1)根据各观测周期平差计算的沉降量,列统计表,进行汇总。(2)绘制各观测点的下沉曲线(3)根据沉降量统计表和沉降曲线图,预测建筑物的沉降趋势,将建筑物的沉降情况及时的反馈到业主单位,正确地指导施工。

### 3.8 成果分析

以某房建项目19#~22#楼沉降观测项目中21#楼为例说明,从表1沉降观测成果表可知,21#楼累计沉降量最大值为观测点21-8,沉降累计量为 $-22.7\text{mm}$ ,累计沉降量最小值为观测点21-7,沉降累计量为 $-14.0\text{mm}$ 。通过沉降速率公式计算,21#楼最近一次观测的沉降速率最大值为 $0.01\text{mm/d}$ ,根据《建筑变形测量规范》JGJ 8—2007中5.5.5.4条要求:“当最后100d的沉降速率小于 $0.04\text{mm/d}$ 时可认为已进入稳定阶段”。从21#楼荷载时间沉降量曲线图可知,观测点沉降值波动很小,没有明显的沉降量,曲线平滑,游荡于一个水平线范围内。

表1 21#楼沉降观测成果表

| 观测点  | 观测时间 | 2015.9.17 | 2015.10.12 | 2015.11.11 | 2015.12.8 | 2016.1.6 | 2016.1.30 | 2016.3.7 | 2016.4.7 | 2016.5.17 | 2016.6.11 | 2016.9.23 | 2016.12.23 | 2017.3.20 | 2017.5.27 | 2017.9.25 | 2018.2.1 | 2018.5.22 | 2018.9.17 |
|------|------|-----------|------------|------------|-----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|-----------|-----------|----------|-----------|-----------|
|      | 荷载   | 1         | 4          | 8          | 12        | 16       | 20        | 24       | 28       | 32        | 34        | 34        | 34         | 34        | 34        | 34        | 34       | 34        | 34        |
|      | 时间间隔 | 0         | 25         | 29         | 17        | 28       | 24        | 36       | 30       | 40        | 24        | 102       | 90         | 87        | 67        | 118       | 126      | 111       | 115       |
| 21-1 | 沉降量  | 0.0       | -1.3       | -2.8       | -3.0      | -4.9     | -7.7      | -8.2     | -9.0     | -10.1     | -12.0     | -13.7     | -14.5      | -15.4     | -16.2     | -16.5     | -17.0    | -17.4     | -18.3     |
| 21-2 | 沉降量  | 0.0       | -0.2       | -2.9       | -3.1      | -5.1     | -7.7      | -8.1     | -8.3     | -10.4     | -11.1     | -14.9     | -16.4      | -16.7     | -16.8     | -17.1     | -17.4    | -17.5     | -18.3     |
| 21-3 | 沉降量  | 0.0       | -1.8       | -4.0       | -4.1      | -6.7     | -9.1      | -9.3     | -9.7     | -10.7     | -11.3     | -11.7     | -15.3      | -15.9     | -16.3     | -16.6     | -16.9    | -17.2     | -17.3     |
| 21-4 | 沉降量  | 0.0       | -2.3       | -3.1       | -4.0      | -6.9     | -9.2      | -10.0    | -10.3    | -10.9     | -12.3     | -14.5     | -15.0      | -15.9     | -16.4     | -16.7     | -16.8    | -17.0     | -17.2     |
| 21-5 | 沉降量  | 0.0       | -1.5       | -2.5       | -3.6      | -5.2     | -10.3     | -11.0    | -11.3    | -12.2     | -13.0     | -13.8     | -17.3      | -17.8     | -18.5     | -18.8     | -18.9    | -19.1     | -19.4     |
| 21-6 | 沉降量  | 0.0       | -0.1       | -1.4       | -2.1      | -4.2     | -8.8      | -9.0     | -9.6     | -10.6     | -10.7     | -11.1     | -15.5      | -16.1     | -17.1     | -17.5     | -17.7    | -18.0     | -18.3     |
| 21-7 | 沉降量  | 0.0       | -0.3       | -1.5       | -1.8      | -2.4     | -7.3      | -7.9     | -8.4     | -8.9      | -9.7      | -10.6     | -10.9      | -11.7     | -12.3     | -12.9     | -13.6    | -13.8     | -14.0     |
| 21-8 | 沉降量  | 0.0       | -4.0       | -8.2       | -7.7      | -9.3     | -12.9     | -12.9    | -14.9    | -16.3     | -18.8     | -19.1     | -20.0      | -21.1     | -21.7     | -22.1     | -22.4    | -22.6     | -22.7     |
| 21-9 | 沉降量  | 0.0       | -0.2       | -2.6       | -4.6      | -5.3     | -6.5      | -7.0     | -8.4     | -16.7     | -18.2     | -18.9     | -19.7      | -20.8     | -21.6     | -22.0     | -22.3    | -22.1     | -22.4     |

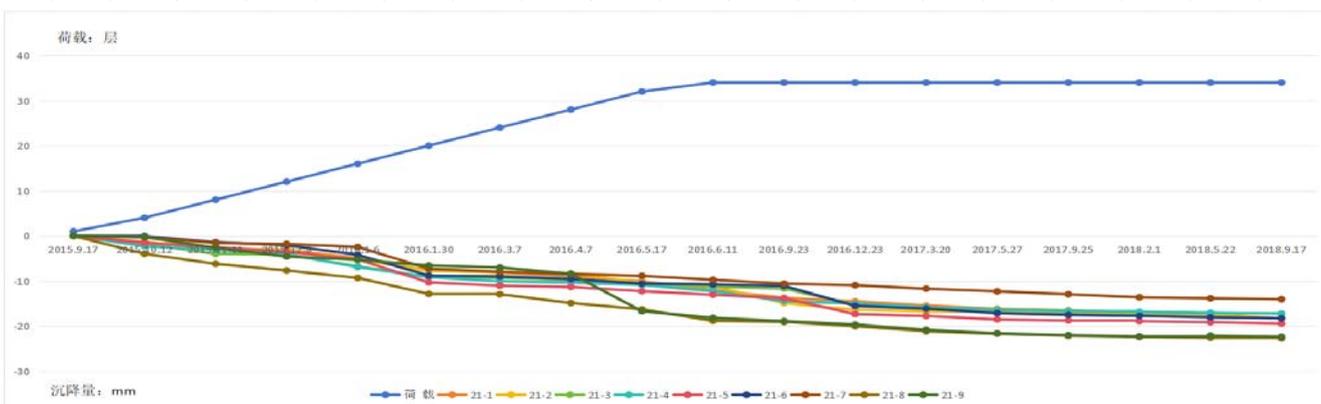


图1 21#荷载时间沉降量曲线图

表2 沉降预测值和实测值对比表

| 观测点  | 预测值 (mm) | 实测值 (mm) | 差值 (mm) | 观测点  | 预测值 (mm) | 实测值 (mm) | 差值 (mm) |
|------|----------|----------|---------|------|----------|----------|---------|
| 21-1 | -18.366  | -18.300  | 0.066   | 21-6 | -18.662  | -18.259  | 0.403   |
| 21-2 | -18.345  | -18.300  | 0.045   | 21-7 | -14.63   | -14.031  | 0.599   |
| 21-3 | -17.502  | -17.298  | 0.204   | 21-8 | -22.93   | -22.715  | 0.215   |
| 21-4 | -17.411  | -17.225  | 0.186   | 21-9 | -22.454  | -22.369  | 0.085   |
| 21-5 | -19.568  | -19.439  | 0.129   |      |          |          |         |

建筑物变形是一个复杂的动态过程,沉降量基于建筑物内部本身的变化和外部因素共同作用的结果,采用灰色建模GM(1,1)模型,利用一阶方程对1个变量建立模型,对离散的随机数经过依次累加成算子,削弱其随机性,得到较有规律的生成数,计算预测数据。

根据沉降预测值和实测值对比表可以看出,预测值和实测值的差值普遍较小,其中最大值0.599mm,最小值0.045mm,预测精度较高,该项目沉降观测方法和观测值符合规范和要求。

#### 4 结语

本文通过对理论知识结合某房建项目19#~22#楼沉降观测项目中21#楼为例说明分析,提出了技术要求,分析了沉降量的变化及趋势,有利于保证建筑物的质量,及施工过程和竣工后的安全使用。

(1)沉降观测是建筑物变形观测的重要内容之一,正确、合理运用沉降观测技术可以观测建筑物沉降的变化及趋势。(2)随着施工进度的推进,荷载的增加和时间的推移是沉降量变化

重要的两个因素。(3)通过灰色建模GM(1,1)模型,将时间变化作为一个单变量,对荷载稳定的沉降量利用一阶微分方程建模计算、预测,更客观的分析,对沉降趋势预测较好。

#### [参考文献]

[1]邓永安.关于工程测量变形监测的有效措施的论述[J].科技与企业,2012,(23):206.

[2]朱洪福,常小林,凌成,等.灰色模型在建(构)筑物沉降预测中的应用与研究[J].煤炭工程,2012,(S2):151-153.

[3]朱扬扬,马赶,刘可涛.高层建筑工程沉降观测技术的应用分析[J].智慧市,2021,7(11):133-134.

[4]隋勇.高层建筑工程施工中沉降观测技术的应用及结果分析[J].门窗,2015,(10):43-45.

#### 作者简介:

敬亚茹(1990--),女,汉族,四川射洪人,本科,工程师,从事测绘工程相关工作。