

# Research on Intelligent Deformation Monitoring and Data Processing Method of High-rise Buildings

Gaofeng Hu Cheng Liu

Shanghai Yuyi Technology Co., Ltd., Shanghai, 201615, China

## Abstract

In the actual use of high-rise buildings, due to local geological and hydrological characteristics and construction quality. The settlement deformation of high-rise buildings is inevitable. Generally, the approximate settlement value will be estimated during the design. Once the actual settlement deformation exceeds the design value, it will affect the stability of the building and then threaten the safety of residents' lives and property. Settlement and deformation of high-rise buildings is a dynamic and very slow process, relevant staff should be enough patient in the data monitoring process, and the selection and layout of observation points are also deformation monitoring work The very important part of it.

## Keywords

high-rise buildings; deformation; intelligence; monitoring; data processing

## 高层建筑物变形智能化监测及数据处理方法研究

胡高峰 刘成

上海御一科技有限公司, 中国·上海 201615

## 摘要

高层建筑在实际使用过程中, 由于当地地质水文特点以及施工质量等原因出现不同程度的沉降变形。高层建筑沉降变形是不可避免的, 通常在设计建筑物时都会估算出大致的沉降数值, 一旦实际沉降变形量超过设计数值, 就会影响建筑物的稳定性, 进而威胁到居民的生命财产安全。高层建筑的沉降变形是一个动态且十分缓慢的过程, 相关工作人员在数据监测过程中应该具备足够的耐心, 观测点的选择与观测点的布置也是变形监测工作中非常重要的部分。

## 关键词

高层建筑物; 变形; 智能化; 监测; 数据处理

## 1 引言

高层建筑从施工准备起, 到全部工程竣工后的一段时间内, 应按施工与设计的要求, 进行沉降、位移和倾斜等变形观测。一般分两部分: 一部分是观测高层建筑施工造成周围邻近建筑物和护坡桩的变形以及日照等对建筑物施工影响的变形, 以保证安全和正确指导施工, 这是直接为施工服务的变形观测; 另一部分是在整个施工过程中和竣工后, 观测高层建筑各部位的变形, 以检查施工质量和工程设计的正确性, 并为有关地基基础与结构设计反馈信息。在监测过程中需要对相关的数据进行科学的处理与分析, 然后根据实际变形情况采取有效的防治措施。对此, 论文将围绕着高层建筑物变

形智能化监测及数据处理方法进行研究。

## 2 监测数据, 估计建筑物的变形情况

随着中国经济的飞速发展, 土地成为稀缺资源, 土地价格迅速上涨, 为了提高土地利用效率, 建筑物的高度逐渐上升, 地标性高层建筑物接二连三地出现在我们的视野里。高层建筑物因荷载较大, 高度较高, 更容易受到外部因素影响, 建筑物产生不均匀的沉降的可能性加大。如果建筑物的不均匀沉降超过允许值, 就会影响建筑物的使用, 是指引发灾害, 导致建筑物报废, 造成生命安全和财产损失。为了监测建筑物的安全性能, 必须对高层建筑进行变形监测, 以便及时掌握高层建筑物的形态变化, 这对建筑物的安全监控具有重要意义。建筑物沉降观测是监测建筑物是否变形的主要方式之一, 通过定期监测变形观测点的过程, 根据各点之间的高度

【作者简介】胡高峰(1988-), 男, 中国青海西宁人, 研究生, 工程师, 从事物联网研究。

变化来确定建筑物的沉降量等参数, 准确掌握建筑物的沉降变化规律, 据此来推断, 沉降变形对建筑物的破坏影响程度, 为建筑物设计和防震救灾提供科学的依据。监测数据的处理方式主要分为两种: 一种是内部监测数据, 另一种是外部测量数据。在监测数据处理过程中, 通常都要制定相应的步骤, 每一个步骤中的计算工作都应该做到分毫不差, 否则就会对最终的数据处理结果造成严重影响。

在处理数据时, 应该先对外部影响因素的数据进行处理, 这样有利于消除相关影响因素, 进而专门处理内部监测数据。在实际处理过程中, 工作人员应该先将竖直方向与水平方向的基线变化情况记录下来, 并制作数据处理表。之后将不同观测时间内竖直方向和水平方向的原基线与基线增量进行记录, 以便于在进行处理时能够相互对照。最后可以绘制一张相邻时间段的基线变化曲线图, 进而使相关人员更加直观地观察不同观测过程中基线增量的变化情况。上述分析方法是相对传统的数据分析法, 目前, 许多单位开始应用不同的新方法进行建筑变形监测数据处理, 例如, 最大间隙法与平均间隙法等。

根据传感器当弹性轴受扭时, 应变桥检测得到的  $mV$  级的应变信号通过仪表放大器放大成  $1.5V \pm 1V$  的强信号, 再通过  $V/F$  转换器变换成频率信号, 通过信号环形变压器从旋转的初级线圈传递至静止次级线圈, 再经过外壳上的信号处理电路滤波、整形即可得到与弹性轴承受的扭矩成正比的频率信号, 既可提供给专用二次仪表或频率计显示也可直接送计算机处理的工作原理可监测高层建筑物的变形情况。在高层建筑物的建筑过程中, 要用好各种传感器来监视和控制建筑过程中的各个参数, 使设备工作在正常状态或最佳状态, 从而使高层建筑物达到最佳质量<sup>[1]</sup>。

此外, 有的工作单位还使用卡尔曼滤波法, 这是目前应用最多同时也是效果最佳的方法, 卡尔曼滤波中最关键的组成部分是状态估计, 通过对观测数据的随机量进行定量推断可以估计出建筑物的变形情况, 所以这种方法对建筑物变形数据处理工作有一定的帮助。

### 3 采用多种方法, 保证观测结果的准确性

在对变形数据曲线的绘制过程中, 通过分析注意到一种能够较好反映出变形过程特性的曲线叫变形螺旋曲线法。该曲线形状上类似于数学中的函数螺旋线, 故将其命名为变形螺

旋曲线。该曲线的优点在于反映出了变形体变化的整体过程。当建筑物的荷载渐进增加阶段, 沉降变形量便随之不断加大, 此时的变形曲线将以较大的角度向内侧圆周收缩; 在建筑物的荷载进入稳定阶段后, 沉降变形量慢慢减少, 此时变形曲线沿着某一固定圆周延伸。其次, 注重观测周期的设置。要根据建筑物所在位置的地质情况、地基处理情况和上部结构情况, 确定变形观测周期。主体建筑物建设到正负零时, 布设观测点, 设置好观测点后, 进行第一次观测, 确定基准值。观测点的设置能够精确地反映出建筑物的沉降趋势, 观测点需要根据现场及地基基础的情况而设置。根据建筑物所在位置的地质情况、地基处理情况和上部结构情况, 确定变形观测周期。主体建筑物建设到正负零时, 布设观测点, 设置好观测点后, 进行第一次观测, 确定基准值。地下停车库以每个建筑单元为单位划分, 桩基柱子浇筑完成后, 布设观测点, 进行第二次观测, 如有异常, 还需增加观测频率。

接着, 最为关键的步骤就是正确使用仪器与观测, 建筑沉降观测工作的精度要求非常高, 所以为了确保观测结果的精准性, 通常情况下的测量误差应小于变形值的到。为此, 高层建筑变形监测工作应该使用  $S1$  或  $S05$  级的精密水准仪, 同时还要使用受环境及温差变化影响小的高精度铝合金水准尺。本工程主要采用天宝  $DS05$  高精度电子水准仪及一对  $2m$  钢筋尺和  $0.5s$  拓普康全站仪。

在高层建筑物的建设过程中, 物联网的大规模应用产生了大量数据, 可以对数据进行分级处理和降维处理来减轻系统的负荷。分级处理可以有效减轻系统负负荷; 而降维处理又可以有效地压缩数据量, 是处理某些数据的必要步骤, 并且已经应用于大规模的图像处理算法中。物联网的信息是超大规模的, 需要利用感知信息具有的时间和空间相关特性, 实现不同空间域中的多粒度分级存储和检索, 提高资源利用率和信息获取效率。提出一种基于多级数据处理的嵌入式中间件系统解决方案, 系统可实现数据过滤、聚合和处理等功能, 在一定程度上提高了高层建筑物整体建设的效率<sup>[2]</sup>。

稳定也是高层建筑物的主要工作点, 稳定是指变形观测依据的基准点和工作基点, 其点位要稳定。基准点是变形观测的基本依据, 每项工程至少要有 3 个稳固可靠的基准点, 并每半年复测一次, 工作基点是观测中直接使用的依据点, 要选在距观测点较近但比较稳定的地方。对通视条件较好或观测项目较少的高层建筑, 可不设工作基点, 而直接依据基

准点观测。变形观测点应设在被观测物上最能反映变形特征，且便于观测的位置。与此同时，还要注重四固定，第一，所用仪器、设备要固定；第二，观测人员要固定；第三，观测的时间要固定；第四，观测的路线、镜位、程序和方法要固定。

#### 4 进行数据处理，直观显示监测数据特点

超高层建筑物耗资多，占地面积及楼房体积较大，服役时间长，使用期限通常长达几十年乃至上百年，对耐用性要求较高。而且现在随着高层建筑物的增高和荷载的增加，在地基基础和上部结构的共同作用下，建筑物可能发生不均匀沉降的结构问题，并出现楼体倾斜或裂缝等结构监测问题，影响正常使用，甚至危害建筑物的安全，给国家和人民的生命、财产带来巨大损失。因此，采用三维模型数据处理能够实现更直观明了地显示变形监测数据的目的，利用 Surfer 三维模型对变形数据进行处理是一种很好的方式。该软件通过数据插值网格化后绘制的测区三维立体线框模型，形象地展现了各观测点间的高程落差和点位的分布情况。采用高精度的监测项目设备，各项技术指标在行业内达到领先水准。逐步实现了自动化与系统高度自动化的一体化，同时，各监测设备巡视采样周期均小于 10 分钟（用户可根据实际情况设定），使数据实时性增强。除此之外，还能实现全天候监测，使各监测项目不受天气条件的限制，可以进行全天候实时监测。与此同时，智能、操作界面友好，可利用软件的智能化实现各监测设备的实时控制，实现海量数据的自动采集与处理，方便数据的存储与查询。软件智能化，界面友好，操控简单，工作人员上手容易。监测采用稳固的硬件，各监测项目采用的设备都可长时间连续运行，系统故障率小于 3%；监控中心采用高性能服务器，支持海量数据的存储与处理，各项监测

数据及报警数据及截图可保存 5 年以上，后期可随需要扩展硬盘，实现所有信息的存储。其监测系统还具有兼容性的特点，系统满足开放性标准的要求，方便系统功能的添加、删除、维护、修改、扩展。系统硬件预留各项接口，可新增监测项目及添加监测设备；系统软件兼容当前流行的多种数据库，包括 Access、SQL Server、Oracle，并满足数据库容量的扩充、系统软件功能的增强等方面的要求<sup>[9]</sup>。

#### 5 结语

高层建筑从施工准备到全部工程竣工后的一段时间内，应按施工与设计的要求，进行沉降、位移和倾斜等变形观测。一般分两部分，一部分是观测高层建筑施工造成周围邻近建筑物和护坡桩的变形以及日照等对建筑物施工影响的变形，以保证安全和正确指导施工，这是直接为施工服务的变形观测；另一部分则是在整个施工过程中和竣工后，观测高层建筑各部位的变形，以检查施工质量和工程设计的正确性，并为有关地基基础与结构设计反馈信息。在监测过程中需要对相关的数据进行科学的处理与分析，然后根据实际情况采取有效的防治措施。监测和诊断超高层结构的健康状况，及时发现结构损伤，对可能出现的灾害进行预测，评估建筑结构的安全性、可靠性、耐久性和适用性具有非常重要的现实意义。

#### 参考文献

- [1] 梅连友,马志明,马平平.高层建筑物变形监测与分析方法研究[J].后勤工程学院学报,2004,20(2):14-15.
- [2] 熊俊楠,王泽根,徐忠印,等.高层建筑物变形监测数据处理方法研究及工程应用[J].测绘科学,2010(S1):69-71.
- [3] 独知行,靳奉祥,冯遵德.高层建筑物整体变形监测及分析方案[J].工程勘察,2000(2):55-58.