

基于工程测量的高层建筑沉降变形监测与预警机制探讨

李京春

广西华南岩土工程集团有限公司贺州分公司，广西 贺州 542800

摘 要： 随着城市化进程加快，高层建筑的数量以及规模持续增多增大，其沉降变形问题渐渐变成影响建筑安全的关键要素，沉降变形有可能致使建筑物结构受到损伤，也有可能引发严重安全事故，工程测量技术用于高层建筑沉降变形监测与预警机制的研究具有重大理论意义与实践价值，本文讲解高层建筑沉降变形的基本理论，还给出未来研究方向。本文研究为高层建筑安全运营给予理论支撑与实践指引。

关 键 词： 高层建筑；沉降变形；工程测量；监测；预警机制

Exploration of Settlement and Deformation Monitoring and Early Warning Mechanism for High-Rise Buildings Based on Engineering Surveying

Li Jingchun

Hezhou Branch of Guangxi South China Geotechnical Engineering Group Co., Ltd. Hezhou, Guangxi 542800

Abstract： With the acceleration of urbanization, the number and scale of high-rise buildings continue to increase, and their settlement and deformation problems have gradually become a key factor affecting building safety. Settlement and deformation may cause damage to building structures or serious safety accidents. The research on engineering measurement technology for monitoring and warning mechanisms of high-rise building settlement and deformation has key theoretical significance and practical value. This article explains the basic theory of high-rise building settlement and deformation, and also provides future research directions. This article provides theoretical support and practical guidance for the safe operation of high-rise buildings.

Keywords： high-rise buildings; settlement deformation; engineering surveying; monitor; warning mechanism

引言

高层建筑作为现代城市的关键标识，其具有的安全性以及稳定性，直接同人民生命财产的安全紧密关联，不过鉴于地基土体出现压缩、地下水产生变化、施工质量存在问题等诸多因素带来的影响，高层建筑于运营阶段大多时候会出现沉降变形的情况，沉降变形有可能致使建筑物倾斜、开裂，严重之时甚至有引发倒塌事故的可能性。针对高层建筑沉降变形展开科学监测以及及时预警有关键的现实意义，工程测量技术作为沉降变形监测的关键手段，可以为高层建筑的安全运营给予可靠的数据支撑，本文依托工程测量技术，剖析高层建筑沉降变形监测与预警机制，以便为相关研究以及实践提供参考^[1]。

一、高层建筑沉降变形的基本理论

（一）沉降变形的定义与分类

沉降变形所指的是建筑物在荷载施加的情况下出现的竖向位移现象，它可被划分成均匀沉降以及不均匀沉降这两种类型，均匀沉降具体是说建筑物整体呈现下沉状态，各个部分的沉降量基本上是相同的，而不均匀沉降指的是建筑物各个部分的沉降量并不一致，这种情况有可能致使建筑物出现倾斜或者开裂的问题。不均匀沉降所有的危害性相对更大一些，这是因为它有可能引发

结构应力集中的状况，造成建筑物出现损坏，沉降变形的分类对于针对不同类型去采取相应的监测措施以及防治措施有着一定的帮助^[2]。

（二）沉降变形的原因分析

随着现代化进程的不断加快，城市各类高层建筑日益增多。由于建筑物的增高，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，轻者将使建筑物产生倾斜或裂缝，影响正常使用，重者将危及建筑物的安全。沉降变形的缘由主要覆盖地基土体压缩、地下水变化以及施工质量等方面，

作者简介：李京春（1984.05-），男，籍贯：广西省南宁市，学历：专科，主要从事测绘与地理信息、地质与岩土工程、地质灾害等工作。

地基土体压缩乃是沉降变形的主要原因之一，在软土地基的状况下，土体于荷载作用之下会出现十分突出的压缩现象，地下水变化同样会对沉降变形产生关键影响，像是地下水位下降有可能致使土体固结，引发沉降情况。另外施工质量如基础处理不恰当、荷载分布不均衡等亦是导致沉降变形的关键因素，知晓沉降变形的原因可制定针对性的监测以及防治方案^[3]。

（三）沉降变形的影响因素

沉降变形的影响因素包含地基土质、建筑结构、荷载分布以及施工工艺等方面，其中地基土质乃是影响沉降变形最为关键的因素，不同类型的土质在压缩性与承载力方面存在着较大的差异，建筑结构的设计以及施工质量同样会对沉降变形产生关键作用，像结构刚度、基础形式等方面。荷载分布不均匀的情况有可能致使局部沉降过大，引发不均匀沉降现象，施工工艺如基础处理、土方开挖等也会对沉降变形造成影响，全面综合考量这些因素可帮提升监测以及防治措施的有效性。

（四）沉降变形的危害与防治

沉降变形倘若发生，说不定致使建筑物出现倾斜、开裂的状况，甚至会引发倒塌，这会对人民的生命财产安全构成严重威胁，建筑物一旦出现倾斜，其功能便会失效，要是发生开裂，就会对建筑物的使用性能以及耐久性产生影响，而倒塌时会造成重大的人员伤亡以及财产损失，说采取切实有效的措施来防治沉降变形是相当关键的。防治沉降变形的措施囊括了合理设计建筑结构、强化地基处理、把控施工质量以及定期开展监测等多个方面，借助科学的监测以及及时的预警，可有效地降低沉降变形所带来的危害。

二、工程测量技术在沉降变形监测中的应用

（一）常用工程测量技术概述

工程测量技术于沉降变形监测里有着十分关键的作用，其重点是依靠高精度的测量方式，去取得建筑物或者地表在时间方面的变形数据，以此给工程安全评估以及灾害预警供给科学依据，常见的工程测量技术有水准测量、全站仪测量、GPS 测量以及 InSAR 测量等，水准测量作为传统沉降监测办法，因高精度与操作简便而被广泛用于各类工程中。它的基本原理是借助水准仪测量两点间高差，然后推算沉降量，不过水准测量受地形和环境影响比较大，在复杂地形或者恶劣天气状况下，其精度和效率会受到较大影响，全站仪测量是一种整合了角度测量与距离测量的先进技术，能精确获取三维坐标，很适合复杂地形的沉降监测，全站仪的高效以及多功能让它成为现代工程测量里的关键工具。GPS 测量技术凭借全天候、高精度特性，在大范围沉降监测中体现出明显优势，借助接收卫星信号，GPS 可实时得到监测点三维坐标，适用于大跨度桥梁、高速公路等大型工程的沉降监测^[4]。

（二）沉降监测点的布设原则与方法

沉降监测点的布置属于沉降变形监测里的关键部分，其是否合理科学会直接对监测数据的代表性与可靠性产生影响，在布置监测点时，要先明确监测目标，一般涉及建筑物的基础、柱、墙

等关键位置，以及地表的关键区域，监测点的布置需遵循这些原则：其一，监测点要覆盖建筑物的关键部位，这样才能全面呈现建筑物的沉降状况，其二，监测点的布置要考虑建筑物的结构特点以及沉降变形的可能分布，比如在建筑物的四角、中心点以及结构薄弱的地方增加监测点，其三，监测点的布置要方便后续的观测以及数据采集，防止因布置位置不合适而致使观测险阻或者数据失真。常用的布置方法有网格法和剖面法，网格法是把建筑物或者监测区域划分成若干规则的网格，在网格节点处布置监测点，这种方法适用于均匀沉降的监测，可提供比较全面的沉降数据，剖面法则是在建筑物的关键剖面布置监测点，适用于不均匀沉降的监测，借助在不同剖面布置监测点，可以捕捉到建筑物在不同方向上的沉降差异^[5]。

（三）监测数据的采集与处理

沉降变形监测里，监测数据的采集以及处理属于关键的环节，其质量会直接对后续的分析 and 评估工作造成影响，在数据采集进程中，要严格依照相关规范与标准，以此保证数据有准确性以及可靠性，仪器校准是数据采集的前提条件，任何测量仪器在投入使用之前都应当进行校准，目的在于消除系统误差。观测条件的控制也十分关键，像温度、湿度、风速等环境因素均会对测量结果产生影响，在观测过程中要加以控制，尽可能选择适宜的环境条件来进行观测，数据采集结束后，还需要开展科学的数据处理，主要覆盖平差计算以及误差分析，平差计算是针对观测数据进行调整的过程，借助最小二乘法等数学方法，消除观测数据中的随机误差，提升数据的精度与一致性。误差分析是对观测数据里的误差进行识别和评估，确定数据的可靠性，误差来源主要有仪器误差、观测误差以及环境误差等，借助误差分析，可识别出误差的主要来源，并且采取相应措施给予修正。

（四）监测精度与误差分析

沉降变形监测中，监测精度是最为关键的核心指标，它的高低状况对于监测数据的可靠性以及工程决策的科学性有着直接的影响作用，监测精度受到诸多因素的影响，其中主要囊括仪器精度、观测条件以及数据处理方法等方面，仪器精度乃是影响监测精度的主要因素之一，高精度的仪器可为监测工作提供更为可靠的监测数据。举例来说，像高精度的水准仪、全站仪以及 GPS 接收器等，它们可提升沉降监测的精度，观测条件方面，如温度、湿度、风速等环境因素同样会对监测精度产生影响，在观测过程当中需要对这些因素加以控制，尽量挑选适宜的环境条件来进行观测，数据处理方法，比如平差计算、误差修正等，也会对监测精度造成影响^[6]。

三、高层建筑沉降变形预警机制研究

（一）预警机制的构建原则

高层建筑沉降变形预警机制的搭建对保障建筑安全而言是相当关键的一环，其核心准则覆盖科学性、实用性以及及时性，科学性作为预警机制的根基，需要预警机制依据可靠的理论以及数据支撑，沉降变形关联着复杂的力学与地质要素，预警机制务必

构建于科学的分析模型之上，以此保证预警结果的精确性与可信度。举例来说，借助融合地质勘探数据、建筑结构特性以及长期监测数据，可搭建科学的预警模型，为预警给予了坚实的理论支撑，实用性着重强调预警机制的可操作性以及实际应用价值，预警机制的设计应当充分考量实际工程中的技术条件以及管理水平，保证预警流程简便高效，易于施行^[7]。

（二）预警指标的确定与分级

预警指标作为预警机制的关键部分，其挑选与分级对预警的精准度以及有效性有着直接的影响，沉降量、沉降速率以及不均匀沉降是三项主要的预警指标，沉降量指的是建筑物从建成开始一直到当下的总的沉降量，它是用来评估沉降变形程度的一项基础指标，借助对比设计所允许的值和实际的沉降量，可判断建筑物是不是处于安全的状态。沉降速率指的是在单位时间里面的沉降量，它是评估沉降变形发展趋向的一个关键指标，要是沉降速率超过了一定的阈值，那就有可能说明地基存在不稳定的因素，这是需要给予高度重视的，不均匀沉降指的是建筑物各个部分沉降量之间的差异，它是评估沉降变形危害性的一个关键指标。不均匀沉降有可能致使建筑结构出现开裂、倾斜甚至是倒塌的情况，它是预警机制里面需要重点去关注的指标，为了方便实施，预警指标需要开展分级管理，比如说，可以依据沉降量、沉降速率以及不均匀沉降的严重程度，把预警级别划分成低风险、中风险以及高风险这三个等级^[8]。

（三）预警模型的建立与优化

预警模型属于预警机制里的核心技术，其构建以及优化状况会直接对预警的精准程度与可靠程度产生决定性作用，建立预警模型的时候可采用统计分析、机器学习等方式，统计分析属于一种传统且有效果的办法，借助对历史数据展开分析，构建起沉降变形和影响因素之间的定量关联，比如可运用回归分析、时间序列分析等手段，对未来沉降变形的趋势作出预测。机器学习是近些年来兴起的先进技术，它可以处理数量众多且复杂的数据，并

且从中提炼出规律，比如可以运用神经网络、支持向量机等算法，训练出高精度的预测模型，预警模型的优化是一个持续不断的进程，需要持续更新数据以及改进算法，在实际运用过程中，预警模型有可能会受到数据质量、环境变化等因素的作用，使得预测结果出现偏差。需要定期针对模型开展校准以及优化工作，以此提高其适应性与可靠程度，比如可依靠引入新的监测数据、调整模型参数或者采用集成学习等办法，提高模型的预测能力^[9]。

（四）预警信息的发布与响应

预警信息的发布以及响应属于预警机制的最后一个环节，同时也是保障预警效果的关键步骤，预警信息需要及时发布，这样相关部门以及人员才可迅速采取应对措施，预警信息的发布方式应当呈现出多样化的特点，涉及短信、邮件以及公告等形式，以此保证信息可以覆盖到所有相关人员。比如可借助自动化系统实时发送预警信息，或者凭借公告栏、广播等途径向公众传递信息，相关部门的响应速度以及质量会直接对预警机制的效果产生影响，在收到预警信息之后，相关部门应当马上启动应急预案，采取有效的措施来防止沉降变形发展^[10]。

四、结论

围绕工程测量技术展开研究，对高层建筑沉降变形监测以及预警机制进行了探讨，在建筑中使用沉降观测信息化技术，可以有效发挥沉降观测的功能还可以展现出信息化管理的优点，以此保障高程建筑的施工质量。最终形成以下结论：沉降变形监测作为保障高层建筑安全的一项关键手段，工程测量技术于沉降变形监测领域有较为广阔的应用前景，而预警机制的构建以及优化属于提高监测效果的关键所在，借助案例分析对监测与预警机制的有效性给予了验证，同时还提出了未来研究的方向。本文开展的研究可为高层建筑的安全运营提供相应的理论支撑以及实践方面的指导。

参考文献

- [1] 白芷绮. 民用建筑沉降监测预报方法研究[J]. 测绘与空间地理信息, 2021, 44(03):173-175.
- [2] 叶靖. 房屋建筑工程沉降观测技术探析[J]. 中国建筑金属结构, 2020, 20(11):38-40.
- [3] 肖英, 田鸿, 侯平, 等. 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用[J]. 有色金属设计, 2019.46(1).
- [4] 邵洪宇. 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用[J]. 建筑工程技术与设计, 2020(26).
- [5] 李茜. 高层建筑工程施工测量控制要点研究[J]. 工程技术研究, 2019, 4(19):140-141.
- [6] 李行. 试论高层建筑工程施工测量控制要点[J]. 建材与装饰, 2019(23):252-253.
- [7] 路敬伟, 万瑞. 超高层建筑结构施工测量控制方法[J]. 中国港湾建设, 2019, 39(07):43-47+82.
- [8] 孙志明. 高层建筑工程施工测量控制要点探讨[J]. 门窗, 2019(09):150.
- [9] 张勇, 朱永祥, 李西. 高层建筑沉降观测研究与分析[J]. 九江学院学报(自然科学版), 2018, 33(04):39-41.
- [10] 朱亮. 高层建筑基坑工程变形监测方法的探讨[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2017(34):73.