

高层建筑变形监测方案设计及监测措施

李宝辛

中国地质工程集团有限公司 北京 100093

摘要：高层建筑变形监测方案设计及监测措施是确保建筑安全的关键环节。方案设计需基于科学理论和技术，明确监测对象和目标，选择适合的监测方法和技术手段，设计合理的监测点布设、数据采集和处理流程。监测措施包括应用先进的数据处理和分析技术，实现数据的实时传输与智能分析；建立预警和应急响应机制，及时发现并应对变形风险。通过这些措施，可以全面反映高层建筑变形情况，为工程维护和管理提供科学依据，确保建筑安全稳定运营。

关键词：高层建筑；变形监测；方案设计；监测措施

引言：随着城市化进程的加速，高层建筑作为城市天际线的重要组成部分，其安全性与稳定性备受关注。高层建筑在长期使用过程中，受自然因素、施工质量和运营管理等多方面影响，易发生变形。为确保高层建筑的安全运营，变形监测显得尤为重要。通过探讨高层建筑变形监测方案的设计与监测措施，科学合理的监测方案与有效的监测措施，及时发现并预警变形风险，为高层建筑的安全管理提供科学依据，保障人民生命财产安全。

1 高层建筑变形监测的必要性

高层建筑的沉降变形会严重损害建筑结构，降低建筑的稳定性，容易出现建筑疾病问题，从而对建筑用户的日常生活产生很大不利影响。因此，对高层建筑进行变形监测显得尤为重要。第一，高层建筑变形监测可以及时发现建筑结构的微小变化，为预防事故发生提供重要依据。高层建筑在长期使用过程中，可能会受到地质条件、建筑材料质量、设计和施工过程中的问题以及风荷载、地震力等自然因素的影响，导致结构变形。这些变形如果不及及时监测和处理，可能会逐渐累积，最终导致建筑结构的破坏和坍塌。通过变形监测，可以及时发现这些微小变化，并采取相应的措施进行修复和维护，从而避免事故的发生。第二，高层建筑变形监测还可以为建筑结构的性能评估和加固提供依据。通过对高层建筑进行长期的变形监测，可以了解建筑结构的性能变化，包括位移、沉降、倾斜等参数的变化情况^[1]。这些数据可以为工程师提供重要的参考，以便对建筑结构的性能进行评估，并根据评估结果进行必要的加固和维护工作。第三，高层建筑变形监测还可以为城市规划部门提供重要的数据支持。高层建筑在城市建设过程中占用了大量的空间资源，如果建筑发生变形或损坏，可能会对周围的建筑和道路等造成影响。通过变形监测，可以及

时发现这些问题，并为城市规划部门提供数据支持，以便更好地进行城市空间规划和整体布局。

2 高层建筑变形监测方案设计

2.1 监测点的布设

在布设监测点时，应充分考虑高层建筑的结构特点、地基条件、周边环境以及监测目的等因素。监测点应布设在建筑物沉降变化较显著的地方，如建筑物的四周角点、中点及内部承重墙上。同时，为确保监测的全面性和准确性，应沿房屋周长每隔一定距离（如10~12m）设置一个监测点。对于工业厂房等结构较为复杂的建筑，每根柱子都应埋设监测点。在布设监测点时，还需特别注意高层与低层建筑、新老建筑连接处以及人工加固地基与天然地基交接等位置。这些位置由于地基土质不均匀、可压缩性土层的厚度变化不一等因素，容易导致建筑物变形。因此，在这些位置应适当增设监测点，以全面反映建筑物的变形情况。监测点的埋设深度也是一个关键因素。一般来说，监测点的埋设深度应根据建筑物的层高、管道标高、室内走廊、平顶标高等情况来综合考虑。同时，监测点的埋设标高一般在室外地坪以上一定高度（如0.5m）较为适宜，以确保监测工作的顺利进行。另外，在布设监测点时，还需考虑地质条件对建筑物变形的影响。特别是在复杂地质环境下的高层建筑，应充分考虑地质条件的变化对建筑物变形的影响，并在布设监测点时进行相应的调整和优化。

2.2 监测方法的选择

在选择监测方法时，应首先根据高层建筑的特性和监测目的来确定。高层建筑变形监测主要包括沉降观测、水平位移观测、倾斜观测、裂缝观测等项目。对于沉降观测，通常使用精密水准仪进行二等精度观测，确保观测视线长度适中，前后视距差基本相等，以保证观

测结果的准确性。水平位移观测则可以采用全站仪进行极坐标法观测,通过固定测站和线路,对监测点进行定期观测,记录其水平位移变化。这种方法适用于高层建筑在施工和使用过程中的水平位移监测。另外,倾斜观测则可以通过在建筑物上设置倾斜仪或采用经纬仪投影法等方法进行。倾斜仪可以直接测量建筑物的倾斜角度,而经纬仪投影法则需要通过观测建筑物顶部和底部观测点的偏移值,再根据建筑物的高度计算倾斜度。裂缝观测则需要使用裂缝测宽仪等专用仪器,对建筑物上出现的裂缝进行定期测量,记录其宽度和长度等参数,以便分析裂缝的发展趋势和对建筑物安全的影响。

2.3 监测周期和频率的确定

监测周期和频率的设定应基于建筑物的结构特性、地基条件、周边环境、历史变形记录以及监测目的等多方面因素。对于新建高层建筑,在施工阶段,由于地基处理、主体结构施工等工序对建筑物变形影响较大,因此监测周期应相对较短,建议每周或每两周进行一次监测,以便及时发现和处理变形问题。随着施工进度推进,当建筑物进入装修和使用阶段后,变形速率通常会逐渐减缓。此时,监测周期可以适当延长,但不应超过一个月。对于已经投入使用的高层建筑,监测周期应根据建筑物的使用情况、地基稳定性以及历史变形数据等因素进行动态调整。如果建筑物位于地质条件复杂或地震多发区域,监测周期应适当缩短,以确保及时发现和处理潜在的变形风险^[2]。在监测频率方面,除了按照设定的监测周期进行定期监测外,还应根据具体情况进行不定期监测。例如,在遭遇极端天气条件(如暴雨、大风等)或发生地震等自然灾害后,应立即对建筑物进行变形监测,以评估灾害对建筑物的影响。

2.4 数据处理和分析

数据处理的首要任务是确保原始数据的准确性和完整性。监测过程中收集到的沉降、位移、倾斜等变形数据,需经过严格的校验和筛选,剔除因仪器误差、操作不当或环境因素导致的异常数据。同时,对于连续监测的数据序列,应进行时间序列分析,识别并修正可能的系统误差,确保数据的连续性和一致性。在数据分析阶段,需运用统计学方法和专业软件进行深入分析。对于沉降数据,可通过绘制沉降曲线,分析沉降速率的变化趋势,判断地基是否稳定;对于位移数据,可计算位移矢量,分析建筑物的整体稳定性;倾斜数据则可用于评估建筑物的倾斜程度,判断是否存在结构安全问题。除此之外,数据分析还应结合建筑物的设计资料、地质勘察报告以及历史变形记录,进行综合评估。通过对比分

析,可以发现变形异常点,进一步分析变形原因,如地基不均匀沉降、结构损伤等。在数据处理和分析过程中,还需注意数据的可视化表达。利用图表、三维模型等直观展示变形情况,有助于非专业人士理解监测结果,便于决策层快速做出反应。最后,数据处理和分析的结果应及时反馈至相关部门和人员,以便采取必要的工程措施,如加固、维修等,确保高层建筑的安全稳定。同时,这些分析结果也是后续监测方案设计的重要参考,有助于优化监测策略,提高监测效率。

3 高层建筑变形监测措施

3.1 选用高精度监测设备

在高层建筑变形监测中,选用高精度监测设备是确保监测数据准确性的基础。(1)高精度监测设备能够提供更为精确的测量结果。在高层建筑变形监测中,微小的变形都可能对建筑物的安全性产生重大影响。选择具有高精度的监测设备,如精密水准仪、全站仪、激光测距仪等,能够捕捉到这些微小的变形,从而确保监测数据的准确性。(2)高精度监测设备通常具有更高的稳定性和可靠性。这些设备经过严格的测试和校准,能够在各种环境条件下保持稳定的性能。在高层建筑变形监测中,由于建筑物的高度和复杂性,监测环境往往较为恶劣,如高温、潮湿、振动等。选择具有高稳定性和可靠性的监测设备,能够确保在恶劣环境下仍然能够获取准确的监测数据。(3)高精度监测设备通常具有更多的功能和更高的智能化程度。例如,一些现代的全站仪和激光测距仪具有自动跟踪、自动记录、自动分析等功能,能够大大提高监测效率和准确性,还能够与计算机和其他智能设备进行连接,实现数据的实时传输和远程监控,为高层建筑变形监测提供更加便捷和高效的手段。

(4)选择高精度监测设备还需要考虑其适用性和经济性。不同的高层建筑变形监测项目具有不同的特点和需求,因此需要根据实际情况选择适合的监测设备。还需要考虑设备的成本和维护费用,确保在满足监测需求的前提下,实现经济效益的最大化。

3.2 实施综合变形监测项目

综合变形监测项目涵盖了建筑物的多个方面,包括但不限于沉降监测、水平位移监测、倾斜监测和裂缝监测等。沉降监测通过定期测量建筑物的基础沉降量,可以及时发现地基的沉降问题;水平位移监测则关注建筑物在水平方向上的位移变化,有助于评估建筑物的整体稳定性;倾斜监测则通过测量建筑物的倾斜角度,判断其是否存在结构安全问题;裂缝监测则关注建筑物上裂缝的宽度、长度等参数,以评估裂缝对建筑物安全的影

响。在实施综合变形监测项目时,需要制定详细的监测方案,明确监测目标、监测点布设、监测周期和频率等关键要素。还需选择适当的监测方法和设备,确保监测数据的准确性和可靠性。例如,可以采用精密水准仪进行沉降监测,全站仪进行水平位移监测,倾斜仪或经纬仪进行倾斜监测,以及裂缝测宽仪进行裂缝监测等。另外,实施综合变形监测项目还需要建立科学的数据处理和分析体系。通过对监测数据进行处理和分析,可以及时发现建筑物的变形异常,进一步分析变形原因,并采取相应的工程措施进行修复和加固。

3.3 应用先进的数据处理和分析技术

先进的数据处理技术能够显著提升数据处理的自动化与智能化水平。例如,利用自动化数据采集系统,可以实现监测数据的实时采集与传输,减少人工干预,提高数据处理的时效性。另外,在数据分析方面,先进的分析技术如时间序列分析、空间统计分析等,能够深入挖掘监测数据中的隐藏信息。时间序列分析可以揭示建筑物变形随时间的变化趋势,为预测未来变形提供科学依据;空间统计分析则能够评估变形在空间上的分布特征,帮助识别变形敏感区域,为针对性监测与修复提供依据。再者,结合地理信息系统(GIS)技术,可以将监测数据可视化展示,实现变形监测的三维模拟与动态分析。这不仅有助于直观理解建筑物的变形情况,还能决策者提供直观、全面的信息支持,便于快速做出反应。最后,应用大数据与云计算技术,可以实现监测数据的海量存储与高效处理。通过构建云端监测平台,可以实现数据的远程访问与共享,促进多方协作,提高监测工作的协同效率。同时,利用大数据分析技术,可以对历史监测数据进行深度挖掘,发现变形规律,为高层建筑的安全管理提供科学依据。

3.4 建立预警和应急响应机制

预警机制的核心在于对监测数据的实时分析与评

估。通过设定合理的预警阈值,当监测数据达到或超过这些阈值时,系统能够自动触发预警信号,及时通知相关人员。这一机制要求监测数据能够实时传输至分析系统,且分析系统具备高效的数据处理能力,以便在第一时间发现变形异常。应急响应机制则是在预警机制的基础上,针对发现的变形异常制定的具体应对措施。一旦预警信号发出,应急响应团队应立即启动,对变形情况进行现场核查,评估变形风险,并制定相应的修复或加固方案^[1]。同时,应急响应机制还应包括与相关部门和人员的沟通协调机制,确保信息的及时传递与共享,以便各方能够协同作战,共同应对变形风险。为了确保预警和应急响应机制的有效运行,还需定期进行演练与评估。演练可以检验机制的可行性与有效性,发现潜在的问题与不足,以便及时进行优化与改进。评估则是对机制运行效果的客观评价,通过收集反馈意见,了解机制在实际应用中的表现,为后续的完善与提升提供依据。

结语

总之,通过制定科学合理的监测方案,选择适当的监测技术与方法,能够全面、准确地掌握高层建筑的变形情况。同时,实施有效的监测措施,如应用先进的数据处理技术和建立预警应急机制,能够及时发现并应对潜在的变形风险。未来,随着科技的进步和监测技术的不断创新,高层建筑变形监测将更加智能化、高效化,为城市建筑安全提供更加坚实的保障。

参考文献

- [1]李昌林,周末.高层建筑变形监测方案设计及监测措施[J].建材与装饰,2019(38):96-97.
- [2]赵明明,邵泳翔,何晖,吴波.浅谈高层建筑变形监测[J].四川建材,2020,42(03):219-221.
- [3]勾平.高层楼宇建筑施工变形测量实例分析[J].工程建设,2020,47(04):56-58.