

高层建筑沉降观测相关问题探讨

吴国波

贵州天木智绘科技有限公司

摘要：在现代化进程不断加快发展的背景下，高层建筑逐渐成为城市环境中的重要组成部分，体现一个城市现代化水平。但高层建筑伴随着较多安全隐患，为了保证高层建筑物整体安全性，避免对经济和人员造成损失和伤亡，需对高层建筑物展开沉降观测，获取高层建筑物的相关沉降信息并进行及时处理，制定科学有效的预警机制，从而避免高层建筑灾害问题发生，保证高层建筑物的安全。建筑物建设期间开展的沉降观测不仅可以帮助建设者获取一手资料，还可以为其他地区建筑物沉降观测提供有利参考。对此本文将分析高层建筑物沉降观测的基本要求与沉降产生原因，结合高层建筑沉降观测的特点，提出主要实施方法。

关键词：高层建筑；沉降观测；形变监测；观测周期；基准点；工作基点；观测点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.11.023

开展高质量的高层建筑沉降观测工作，可以及时发现建筑物出现的沉降问题并总结其沉降规律，进而采取有效方法降低不均匀沉降对高层建筑物带来的影响和危害，在提升建筑物安全性和使用寿命方面至关重要。当前很多高层建筑在沉降观测工作中都会存在一些问题事项，比如沉降观测设计图纸要求不明确、观测点位设置不规范以及仪器设备标称精度无法满足沉降观测等级要求、基准点离建筑施场地较远等等。而一旦出现这些问题，容易导致沉降观测出现误差，当误差积累过大，掩盖实际沉降量，不能真实监测出建筑物的沉降量的时候，会影响到对建筑物变形情况的分析、判断。通过沉降观测，对水准基点和建筑物沉降观测点之间的高差变化量展开周期性观测，全程监测建筑物的变形沉降量，为高层建筑物提供精准沉降监测数据。

一、高层建筑沉降观测的基本要求

（一）合理控制沉降观测时间

在高层建筑施工过程中，沉降观测团队要根据相关要求严格控制观测时间，在观测活动开始之前就明确各项活动必需条件^[1]。根据前两次观测获取的数据来规划高层建筑沉降观测活动的具体步骤，按照不同的观测时间对建筑沉降状态展开复测，确保高层建筑物的工程推进量可以得到有效保障。另外，在实际观测过程中，针对重要时间点还要制定合适的复测制度，避免在观测期间出现遗漏情况。并且观测活动期间也要对观测周期进行合理规划，从而使观测周期内的各个时间点都可以得到妥善安排。

（二）选择合适的观测点

高层建筑沉降观测队伍要结合沉降活动开展的具体要求，对各部分沉降细节展开合理设计，明确沉降观测活动的具体位置，从而确保观测活动能够顺利无误地开展^[2]。同时，还要结合高层建筑沉降观测活动的具体要求设计观测习惯，在满足观测数据需求的基础上选择对称点位展开沉降观测，确保沉降具体情况可以落实完整数据采集，随后利用对比方法来提高沉降观测的精准程度。通常将沉降观测点之间的距离控制在15米以上，观测点之间最大的间距不能超过35m这样才可以保证各沉降观测点的质量。另外，还需要在高层建筑物周边位置设置观测点位，按照沉降观测点的具体属性控制观测细节，提高整体观测效果。

（三）控制沉降观测技术

在高层建筑沉降观测相关技术应用之前，沉降观测活动要控制观测设备，使不同类型的观测设备都可以根据规范流程进行操作，便于观测队伍结合设备运行情况对观测技术方案进行灵活调整，顺利完成沉降观测设备校正。在此基础上，还要按照专业计量队伍的具体要求，规划计量活动需要的技术方案。如果沉降观测设备使用时间超过4个月，那么就要定期进行检定校准。

（四）严格遵守沉降观测规范

要想提升高层建筑沉降观测的精准性，则必须要对观测队伍人员展开专业化培训，在观测活动中根据沉降观测工作的基准点来控制仪器设备，确保设备可以在正常流程中得到妥善管理，提高观测活动的稳定性^[3]。同时，工作人员也要结合观测工作的实际需求，在分析环境实际情况的前提下制定合理的技术应用方案，确保沉降观测过程可以规避各种检测误差问题，确保最终的沉降观测结果保持一致。

二、导致高层建筑出现沉降问题的主要原因

保证高层建筑施工建设与后期使用安全的重要条件就是要对建筑物进行沉降监测，找到发生沉降的具体原因。在建筑建设期间和竣工使用期间提供精准的变形沉降监测数据，为施工单位在建设过程中的施工方案调整提供数据参考。通常高层建筑出现沉降问题的原因包括以下几方面：

（一）地质勘察阶段的局限性

勘察工作局限性是指处于成本考虑，在地质勘察时，仅以钻孔地层预测整个施工场地地层情况，不可避免会出现与实际地层情况不符情况。在实际勘察施工中，有些工程项目不进行地质勘察盲目施工，或不按照

地质勘察规范进行勘察工作，致使施工过程中遇到不利地质条件，使建筑物产生不均匀沉降或发生结构破坏；

（二）设计不合理

建筑结构不合理、结构荷载差异明显、基础选型不合理、对软弱地基土层未做相应处理、不按规范规定设置沉降缝、基础刚度或住宅整体刚度不强、设计验算项目漏项、相邻建筑物间距不够等都会使地基无法承载上部结构，导致不均匀沉降的出现；

（三）施工方案不合理

施工工序制定不妥当、施工质量不满足要求、验槽工作不到位、基础施工前扰动地基土也会引起建筑物建成后的不均匀沉降。

（四）其他原因

在已有建筑物附近开挖基坑、邻近建筑物施工基坑开挖时、大面积堆载重物、地下水大量浸泡等都会造成地基滑动或沉陷，都会导致建筑物出现沉降现象。

三、高层建筑沉降观测特点

（一）重复观测次数多

对于高层建筑工程而言，为了提高施工精度，减少误差问题，则必须要进行反复观测，也就是要针对同一观测点进行重复多次沉降观测，这样不仅可以保证建筑物的安全性，还可以便于施工团队及时了解建筑物相关信息。比如形变量大小、形变速度等。另外，随着高层建筑层数不断增加，每一次都需要进行重复沉降观测，即使在竣工交付使用之后也要按照设计时间要求进行重复观测。

（二）精度要求高

高层建筑对沉降精度把控要求比较高，通常要求精度在控制1mm以内甚至更高^[5]。对于高层建筑特别是超高层建筑而言，小小的沉降量都会对建筑物安全构成威胁。普通的测量精度无法满足高层建筑沉降监测需求，因此高层建筑沉降观测普遍都会选择国家级水准测量标准。并且轴线竖向投测误差对精度要求十分严格，比如在120-160m范围内，误差不能偏离±25mm。当超过160m时，误差则不能偏离±30mm。因此在高层建筑沉降观测过程中，提高观测精度，保证最终监测结果精准性显得尤为重要。

（三）测量方法步骤要求严格

高层建筑沉降观测方式和测量步骤在选取时，主要参照的就是建筑物特征以及建筑物周边环境情况。合理的测量方式与步骤可以帮助沉降观测工作人员深入了解建筑物沉降情况，而测量方式也是对高层建筑沉降监测和控制的重要方法。因此，测量方法与步骤选择十分严格。

四、实施高层建筑沉降观测的主要步骤和方法

（一）布设水准基准点，构建水准控制网

在高层建筑建设施工中，沉降观测实施方案的制

定要充分考虑施工特点与现场环境条件，结合城市相关部门所提供的控制基准点和水准测量导线点，针对高层建筑按照沉降观测方案与布网原则，构建水准测量控制网。在水准测量控制网实际布设过程中，要求高层建筑周边要至少安排三个以上的水准测量基准点，保持100m以内的距离。同时，在施工现场还要安置好测量仪器设备和至少两个后视水准点，从而计算出高差闭合数值并进行仔细校验。另外，各个基准点埋深也要满足二等水准测量要求，将埋深控制在15米以上，结合工程项目的特点和水准测量基准点展开联测，再平差计算出基准点的具体高程值。

（二）布设工作基点

通常建筑场地内不具备埋设永久性基准点的条件，基准点都布设在场地外围，有时候距离观测目标距离较远，联测路线较长，会造成累积误差过大。因此，在建筑场地内布设一定的工作基点就显得很有必要。工作基点也就是临时的固定点，埋设要求比基准点低，在短期内相对稳定。在施工建设阶段，观测周期一般较短，工作基点在3个~5个观测周期内变化较小，进行稳定性检查后，可以作为水准控制点使用。这样，可以有效节约观测成本，又能保证观测质量，提升观测效率。

（三）观测点布设及观测等级精度要求

沉降观测点主要是设立在形变体上，可以呈现出具体形变特征的点。点位数量与位置都要结合实际地质情况和支护结构形式进行明确。在此基础上，合理点位埋设能够精准且全面地呈现出高层建筑形体沉降情况。在观测点位布设过程中，需要在主要受力体上完成点位布设，相邻之间的点位间距最好控制在15-35m范围内，确保可以平均分布在高层建筑物的周围环境。观测点的观测方法与精度要求如图一所示。

等级	高程的中误差(mm)	相邻点高差的中误差(mm)	观测方法	往返较差，环线的闭合差(mm)
一等	±0.3	±0.15	按国家的一等精密几何水准测量外，应该设双转点，视线不大于15m，前后视距差不大于0.3m，视距累积差应该不大于1.5m；微水准及精密液体水准测量等	≤0.15
二等	±0.5	±0.30	按国家的一等精密几何水准测量；进行液体静力精密水准测量等	≤0.30
三等	±1.0	±0.50	按本规范二等水准测量；液体静力水准测量	≤0.60
四等	±2.0	±1.00	按本规范三等水准测量；短视距三角高程测量	≤1.40

图一 沉降观测点观测方法与精度要求

（四）常规几何水准测量

此观测方式指的就是几何水准测量，主要是利用水准仪和水准尺，测量出两个点之间的高差。将水准仪架

在两个点位之间,精准读取水准尺上的数值,从而计算出两点之间的高差^[6]。在此之后,还要参考相应点位上的高程信息读取未知点位的高程值。与此同时,水准测量在实际测量过程中可以参考不同的线路,而不同线路选择的水准面没处于一个平行面,所以顺着不同路线测量获取的点位高程就存在明显差异。因此,在测量结果整理过程中,要在统一的平行水准面中进行,也就是要通过正常高系统经过纠正获得正确高程。这也是高程建筑沉降观测需要重点关注的问题。因此,在后期水准测量结果获取之后要进行相应的整改,使其可以满足基本要求,在此基础上按照统一格式进行,使经过整改之后的数据能够精准可靠。

(五) GPS测量法

随着高层建筑大规模发展,对其形变监测要求也变得越来越严格,要求高层建筑实施动态监测。此时就要利用GPS动态监测技术来落实监测工作。而随着GPS政策不断开放,GPS技术定位精度和高程测量精度也得到显著提升,这也为高层建筑沉降形变观测提供更多可能性。同时,GPS测量技术一般都是以卫星为参考点,利用空间测距交汇的基本原理,对物体进行定位并测出对应位置。一般都会选择载波相位法和射电干涉测量方法进行测量。另外,GPS测量具有独特的优势,比如在测站之间通常不需要通视,可以长久进行动态测量,形变监测自动化水平较高,可以最大限度规避系统误差带来的影响,进而全天候完成外业作业。但是高层建筑沉降测量会伴随着一定高程异常,而利用GPS技术可以按照普通的水准高程测量方式对测量结果进行高程拟合处理,也就是将水准高程作为最基础的基准,通过数学曲面模型展开深入研究,可以计算出正常的高程与异常数值。

(六) 控制监测时间与频率

在基准点与沉降观测点布设妥当之后,此时就要进行首次沉降观测,通常将前两次观测获取的数据均值作为后期计算沉降观测点沉降量大小的起始高程。在高层建筑施工过程中,沉降观测频率和施工进度、外界天气因素密切相关,沉降观测次数也要随着建筑荷载变化做出调整。通常建筑每增加一层,就需要开展一次沉降监测,直至建筑物封顶。封顶后的第一年每季度观测一次,第二年每半年观测一次,第三年开始每年观测一次,一直到沉降趋势稳定为止。如果发生沉降异常,应适当增加观测次数。通过计算沉降观测点位沉降速率和分析沉降动态曲线,可以判断建筑工程是否已经进入稳定状态。按照高层建筑沉降观测规定获取的沉降速率低于0.04mm/d,那么就可以认定建筑工程已步入稳定阶段。

(七) 复核沉降观测成果

在高层建筑各观测点沉降观测之后,需要定期针对沉降观测结果的可靠性进行检验,及时发现偏差问题并进行纠正。一方面是要复核垂直度,通过沉降差异推算出建筑物整体倾斜与各角实际垂直度之间的偏差,进而对沉降观测结果的可靠性进行复核。另一方面是要观测地下室顶板高程值,对比施工之前预设的沉降观测复核标准,从而判断基点差值是否满足对应部位的沉降要求。除此之外,在观测并计算出沉降量之后,还要列出表格进行统计汇总,纵坐标上半部呈现出荷载值,下半部则呈现的是沉降量,横坐标主要代表的是观测时间,坐标上要清楚描述统计表中的相关数据,从而确保各观测点连线之后可以获得对应荷载值的沉降曲线,进而更好地分析并预测高层建筑物的沉降发展趋势,指导相关施工工作。另外,建筑物的沉降量和沉降差都不能超过最大地基允许形变数值,针对不同阶段的沉降资料都要进行妥善管理,做好存档备份工作。如果沉降量超出设计规范要求,那么就要及时上报给相关主管部门单位,确保沉降观测可以发挥出应有的警示预告作用,为高层建筑建设和使用提供监测保障。

结束语

综上所述,在新时代社会经济发展背景下,为了能够在有限的土地资源上生存发展,各种高层建筑出现在人们视野中,高层建筑也是一座城市现代化发展以及国家发展水平的象征。从近些年发展形势来看,由于高层建筑发展速度较快,导致很多高层建筑质量并不能满足基本要求,楼歪和楼倒情况较多,这也使人们认识到形变监测工作的重要性,尤其是高层建筑沉降观测工作已成为重点关注对象。因此,高层建筑应当开展全面且系统化的沉降观测工作,深入了解沉降规律,进而可以及时发现异常问题并分析具体原因,广泛应用先进的现代化科学技术,提高沉降观测精度,为高层建筑后续施工设计提供可靠的参考资料与沉降参数。

参考文献

- [1] 陈金取. 高层建筑物沉降观测精度提升策略分析[J]. 四川水泥, 2023(03): 39-41.
- [2] 马强. 高层建筑沉降监测及数据分析[J]. 江西建材, 2023(02): 62-63+66.
- [3] 刘燕兵. 高层建筑沉降监测技术应用研究[J]. 中国建筑装饰装修, 2022(24): 150-152.
- [4] 但敏. 沉降观测技术在高层建筑施工中的应用分析[J]. 河南科技, 2022, 41(16): 63-66.
- [5] 刘恒, 周伟, 谭春腾, 周琰, 彭柏豪. 高层建筑沉降观测分析应用[J]. 江西建材, 2021(10): 45-46+48.
- [6] 王聪. 高层建筑沉降监测技术研究与应用[J]. 江西建材, 2021(10): 59-60.