

高层建筑物沉降观测及数据处理

许新海

蚌埠市勘测设计研究院

摘要：建筑物施工过程中，涉及诸多测量工作，建筑物沉降观测是一项重要基础工作。特别是近年来各地兴起的高层、超高层建筑物，必须根据施工进度，密切监测建筑主体变形情况，建筑物沉降可以分为均匀沉降与不均匀沉降，两者都会对原本的建筑物结构带来一定的影响，因此，针对建筑物的沉降进行分析较为关键、对于出现的不合理的沉降，及时分析原因，妥善处理，确保安全。在本文的分析中，主要阐述建筑物沉降观测过程及其数据处理，为相关工作人员提供一定的参考。

关键词：建筑物；沉降观测；数据处理

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.18.013

引言：在建筑物出现了较为明显的沉降问题之后，会带来结构方面的问题，从而威胁建筑物的安全。为了确保工程质量，需要对建筑物进行全面的沉降观测与评估，同时采用符合建筑物结构施工要求的技术方式，推动监测工作的顺利开展，并强化对各种数据信息的分析与处理。

一、高层建筑物沉降观测重点

近年来我国城市化建设进程越来越快，各类高层建筑物项目广泛建设，但是此类高层建筑物的主体结构荷载量更大，往往会对地基基础结构造成影响。我国不同地区地质条件、土壤、土质差异明显，很多地区为岩土地基，容易受外力影响而产生相对严重的风化作用，甚至会在地下水、土壤等多类型因素的共同影响之下，逐渐发生腐蚀、变形或难以承载主体结构荷载的情况。高层建筑下垫面基础结构逐渐发生地基变形问题，因此需要进一步明确高层建筑物沉降观测的重点。

一是高层建筑工程现场进行环境评估，施工单位需要在工程项目正式施工开展之前提前做好现场勘测，尤其需要针对项目所处地区地层资料、地质要素等进行全面了解，应用科学方法合理评估和检测施工环境，选择最适合的地基施工方法和浇筑手段，提高地基的承重效果。二是开展测点布设，要综合参考高层建筑的设计承重和荷载分布情况，合理布设检测点位，采取均匀分布办法，针对容易发生沉降的位置进行重点布设，而特殊位置可以优先设置差异沉降点，重点观测发生差异沉降的情况。最后需要针对高层建筑物沉降观测信息和问题进行及时处理，如建筑物发生了不均匀沉降并达到预定限度引发建筑物墙体开裂、主体结构稳定性差等多方面问题，需要着重开展沉降数据分析，提出整改措施，

进一步提升建设项目安全。

二、建筑物沉降观测的主要方法

（一）大地测量技术

大地测量技术是高层建筑物沉降观测的最主要技术类型和测量方法之一，该技术主要应用水准测量方式，对高层建筑的垂直位移状态进行合理判断与分析。应用水准测量方法能够进一步减少大气折射情况对观测精度造成的负面影响。

（二）摄影测量技术

摄影测量技术更为多元化，可以分别应用立体摄影方式和航空摄影等诸多手段，其中地面立体摄影是最广泛的摄影测量技术之一。针对高层建筑进行沉降观测时直接应用立体摄影技术，适应性更强，不仅能够全面了解高层建筑的空间位移状态，也可以配合无人机航空摄影，进一步提高沉降观测效率水平，同时对于相关沉降观测点位的设置也并没有过多限制和影响，观测信息化水平更高。

（三）GPS观测技术

现如今GPS技术在各行业领域中都实现了全方位应用，GPS技术可以结合不同观测点位对高层建筑进行高精度、全天候的监测，覆盖范围广阔，精度度相对较高，操作流程简单便捷，成本投入低，与此同时应用GPS技术可以适当简化高层建筑沉降监测数据计算和处理，直接得出沉降观测结果。

三、高层建筑物沉降观测及数据处理

本文项目背景为蚌埠市某标志性建筑，该建筑物地处滨湖新区核心商务区，由两栋超高层办公建筑及商业裙楼构成，总建筑楼层40层，地下1层，总建筑面积约18万 m^2 ，建筑高度为178.1m，属于超高层建筑。项目测绘内容为垂直度测量、沉降观测等。

（一）建筑物沉降观测点位布设

1. 外业布点

在设置沉降点的过程中，需要结合外部作业环境，以及在建筑建设的过程中，符合实际情况，科学合理的进行观测点的布置，这样才可以很好的保障观测工作的顺利开展。另外，在进行建筑物的沉降观测点的处理当中，还需要相关建设单位重视一定的问题^[1]。例如，对于观测点的布置中，需要在新旧建筑物、高底层建筑物，以及纵横墙的位置，都进行严格的布置，这样才可以很好的提升主体结构。在观测点的布置环节，基本上都在建筑物的外墙结构的位置，同时对于建筑物的沉降缝，以及各种裂缝位置，进行针对性的分析与处理。另

一方面，观测点的使用上，还要结合建筑物形式，以及对建筑物的周围进行合理的处理布设，这样才可以很好布设观测点，符合规范要求的同时，以及保持一个好的观测效果。沉降观测点点位布设应能全面反应建筑及地基变形特征，并顾及地质情况及建筑结构特点，沉降观测点布设于±0以上30cm位置，其编号原则为楼房西北角开始、顺时针方向编号，本次建筑物共计布设16个沉降观测点，具体沉降观测点点位见下图1。

在点位安装的布置环节，使用不易变形的金属件作为测量标志。测量标志安装过程中，首先确定点位高度及位置，使用冲击钻，钻合适大小的孔位，注入植筋胶，与沉降观测标志牢固结合。

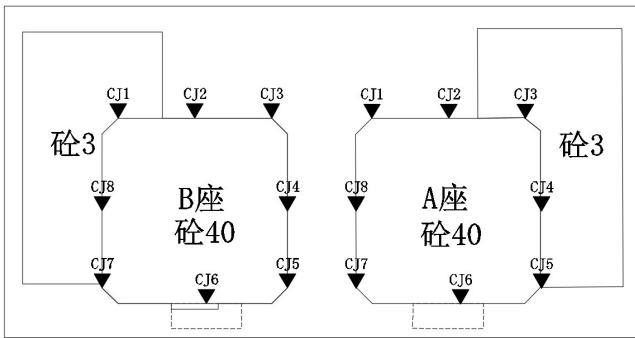


图1 沉降观测点点位图

2. 外业观测数据采集

进行建筑物的沉降数据采集的过程中，往往需要使用专业的仪器设备，这样就可以充分的保障数据信息的采集准确性，本次沉降观测使用Trimble DINI12精密水准仪，水准尺使用受环境及温差变化影响小的高精度因瓦合金水准尺。开始采集作业之前，便要对各种设备进行全面分析，同时保障符合相关作业标准，这样才可以很好的提升测量效果。其次，还需要结合现场的实际布置情况，形成一个良好的测量路线。合理的观测路线不仅可以降低水准线路长度，还可以高效的完成观测点的观测。测绘人员还要结合测量的需求，形成闭合、符合线路，所有观测点位于水准线路上，保证沉降观测点采集要求。另外，在多次测量的过程中，还要积极的保障测量标志状态符合相关要求，稳固，不发生变形及破坏^[2]。

(二) 明确制定建筑物沉降观测周期

在实际开展高层建筑沉降观测时，可以分别设置沉降观测周期。例如针对正处于施工阶段的高层建筑，可以在基础工程施工完成或地下设施施工完成之后进行观测，很多大型建筑可以等基础垫层全部完成后再开始沉降观测，具体观测次数需要结合工程实际情况和地基荷载情况进行确定。民用类型的高层建筑每建设加高1~5层，既要开展一次沉降观测，而工业类建筑需要分别结合基坑回填、墙体砌筑以及工程设备安装等不同类型的施

工环节进行分别沉降观测。本次建筑物沉降观测每3层观测一次。施工过程中，如果因其他因素导致停工，那么则需要停工至重新开工阶段，及时开展沉降观测，值得注意的是高层建筑停工期间也需每两个月左右开展一次观测。在高层建筑投入使用之后，需要结合特殊要求和地基土质类型明确观测次数，大多数情况下，在第一年观测3次左右，第二年观测2次，第三年之后每年保持1次沉降观测频率，直至沉降稳定。

(三) 建筑物沉降观测数据采集处理

现阶段在对建筑物的沉降数据的处理环节，首先需要结合建筑物的特殊性、建筑物沉降数据精度等各方面的要求出发，进一步的对观测数据信息，进行针对性的处理与评估。其次，还要在进行作业的环节，各项测量指标符合限差要求。

具体的工作开展环节，首先需要在没有特殊要求的情况下，对高层建筑的施工进度情况进行有效掌握。按时进行观测，本次水准测量等级为二等水准测量，按照水准测量要求进行观测，二等水准测量的具体指标为，视线长度大于3米，小于50米，以及前后视距差控制在1.5m，视距差累积为3m以内。

之后使用电子水准仪的环节，则是要进行外业数据进行针对性的处理。其次，在使用电子水准仪的过程中，要强化对数据信息的观测与评估。特别是要积极的利用以电脑与仪器设备的连接，强化对各种数据信息的采集与分析，这样就可以很好的提升处理流程与合理性。另外，还要在进行电子水准仪的使用，与电子计算机设备连接之后，将各种观测数据信息，直接拷贝到电脑硬盘当中，之后使用软件进行数据的打开，这样就可以对每一个环节的数据信息进行分析。在这样的作业流程中，可以实现对各种数据信息的整理以及分析，同时完成了观测工作之后，则是可以采用平差软件进行平差处理，在录入、计算的工作完成之后，软件计算平差，输出线路闭合差，各观测点高程值。

在测量精度方面，也相应的需要始终保持一个完善的测量机制，特别是要提升计算功能，以及在后续进行处理的环节，对观测到的数据信息，进行合理的调整。这样才可以很好的生成相应的图表信息。基本上在进行数据方面的测量与处理中，都会采用平差法，这是一种对于计算结果，进行良好分析与调整的重要数据信息。另一方面，进行相应的计算环节，还要保持对水准线路的闭合差的分配。特别是要保障对各种计算结果的合理化平差，才能够获取精准的观测值，为后续分析提供可靠数据。

(四) 建筑物沉降数据分析

基于建筑的沉降观测的数据采集，进行平差计算，计算观测点的高程值，需要对每一个沉降点本次与上次高程值都进行详细的比较分析，从而得出具体的沉降

量。需要注意的是，在进行沉降观测的环节，由于经常会受到各种因素的影响，必须分析沉降发生的原因，大部分情况为建筑物随着荷载的增加发生了实际下沉，但是也可能为测量控制点的稳定性变化、沉降观测点的破坏以及作业人员立尺位置的变化也会导致测量数据的不

准确。其次，对于出现闭合差超限的情况，检查数据，分析可能出现问题的环节，及时进行返工，保证数据可靠性。数据处理完毕后生成沉降观测成果表，填写高程与沉降量以及累积沉降量，绘制时间-荷载-沉降关系曲线图如下图2。

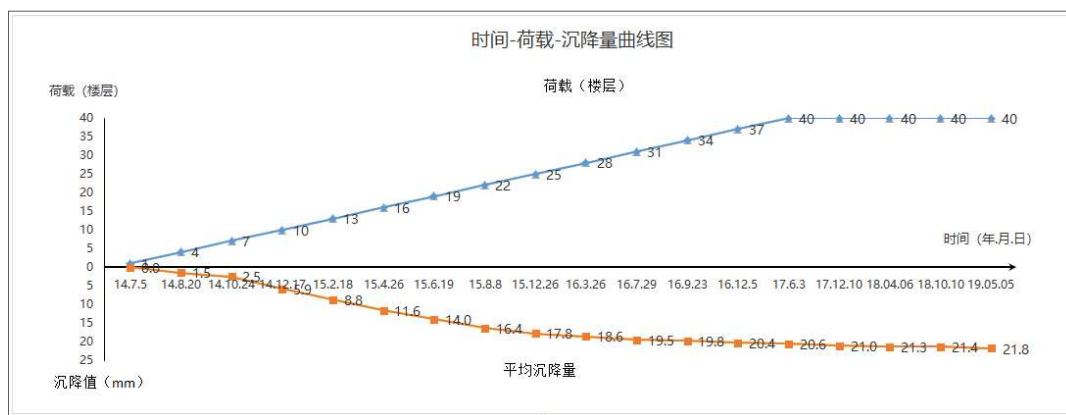


图2 时间-荷载-沉降关系曲线图

1. 沉降观测成果表分析

本次A、B栋沉降观测建筑物的累计沉降量最大为23.4mm，最小为11.4mm（个别沉降观测点受到施工破坏，一次变形量明显偏大未计入本统计）。至末次观测时，沉降量较小，已经趋于稳定。同时建筑的最大差异沉降量仅为6.2mm，说明建筑物沉降均匀，未发生明显的差异沉降。

2. 时间-荷载-沉降关系分析

随着时间的推移，楼层（荷载）的增加和沉降量的增加为对应发展关系，说明沉降量比较均匀，同时，在观测过程中没有出现反常现象（即大的波动和反复），观测结果和观测精度均为可靠。

至最后一次，通过对A、B栋施工阶段及竣工验收后的沉降观测数据得出：沉降观测周期内建筑物的沉降量较小，沉降均匀，最后100d的沉降速率均小于0.01-0.04mm/d，同时满足合同约定的“连续二次半年沉降量不超过2mm”的要求，判断已进入稳定阶段、符合合同、规范和设计要求，可以结束观测。

四、高层建筑物沉降观测及数据处理注意事项

在建筑物的沉降观测数据的工作开展中，使用数字水准仪，必须保证仪器在可靠的状态下进行测量，保证仪器的稳定状态，还需按照固定的路线进行沉降观测。另外，在水准测量作业中，由于并不需要进行大量的人工操作，同时在测绘人员也可以较为快速的进行整平、测量，还可以输入编码，实时记录测站信息，实现更高效的数据信息采集与评估。在这样的 workflows 中，极大的降低了工作人员的劳动量，也控制了人为带来的数

据误差^[3]。但是在实际的操作环节，也会受到人为等各种因素的影响，出现一定的误差，需要进行针对性的处理，特别是在进行沉降数据采集作业中，各项测量指标必须符合规范要求。例如，在进行水准测量过程中，对于视线长度、光照强度、视线高度等各个环节，都需要符合相关规范要求。一旦在出现较强的光线，或者在逆光的情况，都需要进行路线调整，以此符合电子水准仪测量条件的需求。另外，施工现场，机械较多，经常振动超出要求，在进行作业的环节，可以减少视线长度等方式，降低振动带来的负面影响。具体的作业环节，还要加强水准视距累积差处理，特别是结合沉降数据采集的作业形式，及时查看测量当中的各项误差累积信息，进行针对性的调整。

总结：综上所述，在高层建筑物的沉降观测过程中，要始终保护好测量标志，重视沉降观测频次与观测精度，保证数据连贯性与可靠性，出现各种异常及时预警，为施工及设计部门提供可靠数据，并正确指导施工，确保建筑物的安全，建立先进的信息化施工模式，同时也为建筑质量的评定提供客观评判依据。

参考文献

[1]唐均. 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用探讨[J]. 房地产世界, 2021 (20): 132-133+142.
 [2]冯谨松. 沉降观测在高层建筑物变形监测中的应用[J]. 冶金管理, 2020 (09): 80-81.
 [3]陈梦. 工程形变监测模型与方法研究[D]. 山东科技大学, 2019.