

# 高层建筑施工测量的精度控制策略研究

文 / 张 雷 西北综合勘察设计研究院

卢富涛 西北综合勘察设计研究院

谭 璐 陕西省建筑科学研究院有限公司

**摘要：**随着城市化进程的加速和人口的不断增长，城市土地资源日益紧张，高层建筑作为一种高效利用土地的建筑形式，在现代城市建设中得到了广泛应用。在高层建筑施工的过程中，测量是非常重要的一环，高层建筑强度要求较高，一旦参数出现细微的差异，就会导致高层建筑的承重能力以及强度受到影响，危害高层建筑的安全，所以针对这样的情况，必须做好高层建筑施工测量的精度控制，这样才可以保证高层建筑施工能够顺利进行，本文主要对此进行分析，希望对相关的从业人员有一定的参考。

**关键词：**高层建筑；施工测量；精度控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.014

## 引言

随着经济的发展，高层建筑成为我国常见的建筑类型之一，对于高层建筑而言，想要保证建筑物顺利施工，其中精确的测量是必不可少的。在当前的高层建筑之中，精确测量的主要优势有以下几个方面，首先是能够维持高层建筑的安全，精确的测量能够让精确判断高层建筑未来承受的外力，因此可以在测量完成之后，利用建筑方案，让高层建筑更好的应对外力，实现自身的发展。其次就是精确的测量，可以有效减少材料的消耗，降低建筑的成本。最后就是精确的测量能够确保高层建筑按照预期施工，保证施工效率。所以在当前的高层建筑之中，必须做好精确测量工作研究，这样才可以确保高层建筑的有效发展。

### 一、工程概况

本案例选取位于西南某城市的高层建筑项目。该项目地理位置优越，处于城市核心区域，周边建筑密集，交通流量大，施工环境较为复杂。场地地形略有起伏，北侧地势稍高，南侧地势略低，高差约为3-5米。场地内地下水位较高，且存在多条地下管线，包括供水、排水、燃气、电力等管线，给施工测量工作带来了一定的挑战。

建筑结构类型为框架-核心筒结构，这种结构体系结合了框架结构的灵活性和核心筒结构的抗侧力能力，适用于高层和超高层建筑。地上部分共计50层，建筑高度达到180米，每层建筑面积约为1500平方米。标准层平面呈矩形，长60米，宽25米。地下部分为3层，主要功能为停车场和设备用房，地下建筑面积为10000平方米。建筑整体造型简洁大方，外立面采用玻璃幕墙和金属铝板相结合的形式，对测量精度要求极高，以确保幕墙和铝板的安装平整、美观。该项目在建设的初期，预期使用寿命为五十年，其中抗震烈度为7级，建筑安全结构为一级。

### 二、本次工程采用的施工技术

#### (一) 全站仪技术

全站仪作为现代测量领域的关键仪器，以其独特的

原理、强大的功能和广泛的应用，在高层建筑施工测量中发挥着举足轻重的作用，成为保障测量精度和施工质量的重要手段。全站仪技术的工作原理是基于电磁波测距和电子测角技术，以常见的相位式全站仪为例，在施工的时候，主要利用公式  $D = c \times \frac{\Delta\varphi}{2\pi f}$ ，其中D为距离，c为光速， $\Delta\varphi$ 为相位，f为调制频率，依靠这样的方式，可以精确测量当前的角度，完成测量任务。

#### (二) 激光扫描技术

激光扫描技术作为一种新兴的测量手段，凭借其独特的测量原理、显著的技术优势以及在复杂结构测量中的卓越表现，在高层建筑施工测量领域展现出巨大的应用潜力，为提高测量精度和效率提供了新的思路和方法。

激光扫描技术的基本原理是利用激光束对目标物体进行扫描，通过测量激光束从发射到接收的时间或相位差，来获取目标物体表面各点的距离信息。具体而言，激光扫描仪发射出的激光束以极快的速度扫描目标物体，当激光束遇到物体表面时，部分光线会被反射回来，被扫描仪的接收器接收。根据光速不变原理，通过精确测量激光束往返的时间t，利用公式  $D = c \times \frac{t}{2}$ （其中D为距离，c为光速），即可计算出扫描仪与目标点之间的距离。对于相位式激光扫描仪，则是通过测量发射激光与反射激光之间的相位差 $\Delta\varphi$ ，利用公式  $D = c \times \frac{\Delta\varphi}{2\pi f}$ （其中f为调制频率）来计算距离。同时，激光扫描仪通过内置的角度编码器或旋转镜，实时测量激光束的扫描角度，从而确定每个测量点在三维空间中的位置坐标。随着激光束的不断扫描，大量的测量点数据被获取，这些点构成了目标物体表面的三维点云模型，直观地反映了物体的外形和结构特征。

#### (三) GPS 技术

GPS 测量技术作为现代测量领域的重要创新成果，以其独特的定位原理、显著的技术优势以及在高层建筑

测量中的广泛应用，成为提升测量精度和效率的关键手段，为高层建筑施工测量带来了革命性的变革。然而，在城市复杂环境下，GPS 测量技术也面临着诸多挑战，需要采取有效的应对措施来确保其测量精度和可靠性。

GPS 测量技术的定位原理基于卫星信号的传播和接收。GPS 系统由空间卫星群、地面监控系统和用户接收设备三大部分组成。空间卫星群由 24 颗高约 20 万公里的卫星组成，均匀分布在 6 个轨道面上，各平面之间交角为  $60^\circ$ ，轨道和地球赤道的倾角为  $55^\circ$ ，卫星的轨道运行周期为 11 小时 58 分，这样的布局确保了在任何时间和地点，地平线以上都能接收 4 到 11 颗卫星发送的信号。地面监控系统包括一个主控站、三个注入站和五个监测站，主控站负责根据各监控站对卫星的观测数据计算卫星的星历和卫星钟的改正参数等，并将这些数据通过注入站注入到卫星中，同时对卫星进行控制和调度；监控站则用于接收卫星信号，监测卫星工作状态。用户接收设备通过接收卫星信号，测量卫星信号从发射到接收的时间，根据光速不变原理，利用公式  $D=c \times t$ （其中  $D$  为距离， $c$  为光速， $t$  为信号传播时间）计算出接收机与卫星之间的距离。通过同时接收至少四颗卫星的信号，利用三角测量原理，即可确定接收机在三维空间中的位置坐标，实现高精度的定位和测量。

在高层建筑施工测量中，GPS 测量技术具有诸多优势。其定位精度高，在半径四千米之内的建筑测量中，GPS 技术高程精度以及平面精度都能够达到厘米级别，且不存在误差积累，能够为高层建筑的施工提供精确的定位和高程基准。在某高层建筑的平面控制测量中，使用 GPS 测量技术建立的平面控制网，其点位精度达到了  $\pm 10\text{mm}$  以内，满足了工程对平面控制精度的严格要求。GPS 测量技术不受通视条件限制，不要求两点光学通视，仅要求两点电磁通视即可，这使得在城市高楼密集、地形复杂的区域，也能顺利进行测量工作，大大提高了测

量的灵活性和适应性。在某城市中心的高层建筑施工中，由于周边建筑物众多，传统测量方法难以通视，而 GPS 测量技术成功克服了这一难题，实现了快速、准确的测量。此外，GPS 测量技术作业效率高，一次工作能够完成半径在四千米左右的测区，与传统测量手段相比，能够显著降低工作人员的劳动强度，提高工作效率。同时，其测量成果质量有保障，整个测量过程由计算机自动控制，自动记录和处理数据，减少了人为因素对测量结果的影响。

#### （四）水准测量技术

水准测量作为高程测量中最为常用且精密的方法，以其独特的原理、严谨的操作要点、有效的精度控制方法，在高层建筑施工测量的高程控制中发挥着不可或缺的作用，是确保建筑物竖向尺寸和标高准确性的关键技术手段。

水准测量的基本原理是利用水准仪提供的一条水平视线，并借助水准尺，来测定地面两点间的高差，进而由已知点的高程推算出未知点的高程。在实际测量中，如图 4-1 所示，在地面上有 A、B 两点，已知 A 点的高程为  $H_A$ ，为求 B 点的高程  $H_B$ ，在 A、B 两点之间安置水准仪，A、B 两点上各竖立一把水准尺，通过水准仪的望远镜读取水平视线分别在 A、B 两点水准尺上截取的读数为  $a$  和  $b$ 。根据高差的定义，A、B 两点间的高差  $h_{AB}$  为  $h_{AB} = a - b$ 。若  $a$  大于  $b$ ，则高差为正，表示 B 点比 A 点高；若  $a$  小于  $b$ ，则高差为负，表示 B 点比 A 点低。B 点的高程  $H_B$  可通过公式  $H_B = H_A + h_{AB} = H_A + a - b$  计算得出。这种利用高差计算待测点高程的方法，称为高差法。此外，还有仪高法，由高差法公式  $H_B = H_A + a - b$  可变形为  $H_B = (H_A + a) - b$ ，其中  $H_i = H_A + a$  是仪器水平视线的高程，常称为仪器高程或视线高程。仪高法是计算一次仪高，就可以测算出几个前视点的高程，即放置一次仪器，可以测出数个前视点的高程。具体情况如图一所示：

#### ➤ 连续水准测量

A、B 两点相距较远或高差较大时，需连续水准测量。

中间设置转点 (TP)，转点上放置尺垫。

$$h_1 = a_1 - b_1, \quad h_2 = a_2 - b_2, \quad \dots, \quad h_n = a_n - b_n$$

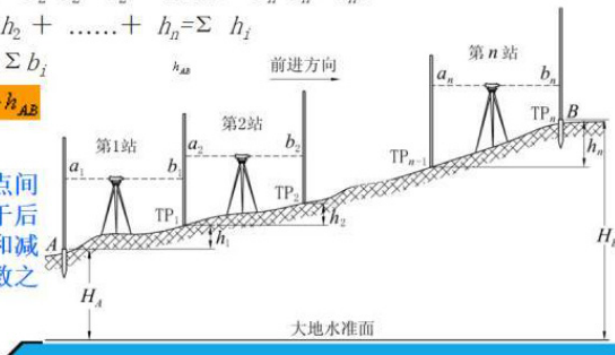
$$h_{AB} = h_1 + h_2 + \dots + h_n = \sum h_i$$

$$h_{AB} = \sum a_i - \sum b_i$$

$$H_B = H_A + h_{AB}$$

结论：

A、B 两点间的高差等于后视读数之和减去前视读数之和



图一：水准测量原理

使用水准仪进行水准测量时，需要严格遵循一系列操作要点。在安置水准仪时，应打开三脚架并使高度适中，用目估法使架头大致水平并检查脚架是否牢固，然后打开仪器箱，用连接螺旋将水准仪器连接在三脚架上。粗平是使仪器的视线粗略水平，利用脚螺旋置圆水准气泡居于圆指标圈之中，在整平过程中，气泡移动的方向与大拇指运动的方向一致。瞄准是用望远镜准确地瞄准目标，首先把望远镜对向远处明亮的背景，转动目镜调焦螺旋，使十字丝最清晰，再松开固定螺旋，旋转望远镜，使照门和准星的连接对准水准尺，拧紧固定螺旋，最后转动物镜对光螺旋，使水准尺清晰地落在十字丝平面上，再转动微动螺旋，使水准尺的像靠于十字竖丝的一侧。精平是使望远镜的视线精确水平，微倾水准仪在水准管上部装有一组棱镜，可将水准管气泡两端折射到镜管旁的符合水准观察窗内，若气泡居中时，气泡两端的象将符合成一抛物线型，说明视线水平，若气泡两端的象不相符合，说明视线不水平，这时可用右手转动微倾螺旋使气泡两端的象完全符合，仪器便可提供一条水平视线，以满足水准测量基本原理的要求。读数时用十字丝截读水准尺上的读数，现在的水准仪多是倒象望远镜，读数时应由上而下进行，先估读毫米级读数，后报出全部读数。

### 三、本次施工流程

#### (一) 测量前准备工作

测量前的准备工作是高层建筑施工测量精度控制的首要环节，犹如大厦之基石，对后续测量工作的顺利开展和测量精度的保障起着至关重要的作用。充分且细致的准备工作能够有效降低测量误差，提高测量效率，为整个施工过程提供准确可靠的测量数据支持。因此在本次施工前，首先对施工图纸进行了分析，了解了测量的信息与内容。然后根据本次工程的具体情况，确定了四种测量方式结合的测量方案。在开工之前先对本次测量仪器精度进行了调试，确保了测量工作能够顺利执行。

#### (二) 测量数据分析

在本次测量结束之后，全高测量偏差为 18mm，建筑总高度为 180 米，根据全高测量偏差不应超过  $3H/10000$  ( $H$  为建筑物的总高度) 且不同高度范围有相应上限的规定，该建筑全高偏差满足要求。这说明在整个施工过程中，对建筑物全高的测量控制有效，确保了建筑物在整体上的垂直度和稳定性，为建筑物的安全使用提供了保障。

在横向测量方面，主要轴线的校核结果显示，轴线偏差均在允许范围内，最大偏差为 10mm，符合横向测量主要轴线允许偏差的标准。这表明在平面控制测量

中，对主要轴线的测设和校核工作准确可靠，保证了建筑物的平面位置符合设计要求。

细部轴线的测量偏差最大为 1.5mm，满足细部轴线测量允许偏差不应超过  $\pm 2\text{mm}$  的要求；墙、柱、梁边线的测量偏差最大为 2.5mm，符合墙、柱、梁边线测量允许偏差不得超过  $\pm 3\text{mm}$  的规定；门窗洞口线的测量偏差最大为 2mm，也在允许偏差  $\pm 3\text{mm}$  以内。这些数据表明在细部结构的测量中，精度控制良好，保证了建筑物各构件的位置准确，确保了建筑物的结构安全和使用功能。

#### (三) 测量后续管理

测量人员作为高层建筑施工测量工作的直接执行者，其专业素养和工作能力直接关系到测量精度和工程质量。通过测量人员后续的研究，对本次测量过程提出了建议，在本次测量中，尽管测量精度控制措施取得了较好的效果，但仍存在一些问题需要改进。在测量过程中，受到施工现场复杂环境的影响，如施工机械的振动、粉尘等，导致部分测量数据出现波动。为解决这一问题，后续可进一步优化测量环境，如设置专门的测量区域，减少施工活动对测量的干扰；采用更先进的测量仪器防护设备，降低环境因素对测量仪器的影响。

### 结语

综上所述，通过结合实际案例，本次研究对在测量技术与方法研究方面，本研究对全站仪测量技术、激光扫描技术、GPS 测量技术、水准测量技术以及陀螺经纬仪定向测量和垂准仪投测等辅助测量技术进行了全面深入的研究。依靠案例对测量进行了全方位的分析，希望对相关的从业人员有一定的参考。

### 参考文献

- [1] 游鹤超，王麟，李昂，等. 现代高层建筑中框架构式玻璃幕墙施工技术的应用研究 [J]. 中国建筑装饰装修, 2024, (16): 178-180.
- [2] 熊瑞明，杲晓，黎俊文，等. 高层建筑物楼层间高程竖向传递施工技术 [C]//《施工技术(中英文)》杂志社，亚太建设科技信息研究院有限公司. 2024 年全国工程建设行业施工技术交流会论文集(中册). 中建八局第三建设有限公司, 2024: 424-425.
- [3] 林萍. 高层建筑工程测量精度探讨与控制研究 [J]. 陶瓷, 2024, (04): 151-153.
- [4] 王振荣. 如何提高超高层幕墙施工的测量与安装精度的策略研究 [J]. 工程建设与设计, 2023, (04): 190-192.
- [5] 冯义从，文丽娜，张勇. 高层建筑施工中测量工作的精度控制 [J]. 四川建筑, 2004, (05): 118-119.