

学习情境一

熟悉高层建筑施工测量



情境导入

某大厦工程为一类高层建筑,总建筑面积为 $58\,541\text{ m}^2$,其中地下室建筑面积为 $19\,834\text{ m}^2$,裙楼建筑面积为 $7\,572\text{ m}^2$,住宅建筑面积为 $40\,075\text{ m}^2$ 。建筑总高度为 78.95 m ,地下2层,地上24层。该高层电梯公寓的平面如图 1-1 所示。

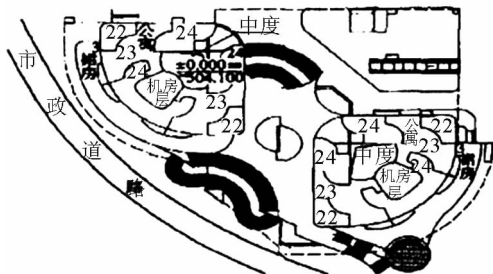


图 1-1 某高层电梯公寓平面图



案例导航

本案例涉及的是高层建筑施工测量。

该工程轴线众多,立面结构造型复杂,大部分的墙、板、梁为曲面弧形结构,不同半径的各种圆弧形墙、梁共计 46 种。设计上的创新势必会增加施工难度,而采用常规的四角转镜法测量放线已经无法满足施工要求。

本案例中如何在施工的过程中对施工进行科学指导并且保证建筑物轴线和弧形部位的精度,是本工程施工测量的重点和难点。

如何更加深入地了解高层建筑施工测量,掌握高层建筑施工控制网的建立问题,需要掌握的相关知识有:

- (1) 高层建筑施工测量的内容;
- (2) 建筑物位移观测和竖向观测;
- (3) 施工控制网的建立。

1 学习单元1 测量高层建筑的准备工作和内容

知识目标

- (1)了解高层建筑施工测量的准备工作和内容。
- (2)熟悉高层建筑测量的方法。

技能目标

- (1)能正确理解高层建筑施工测量的准备工作及测量方法。
- (2)能够建立施工方格控制网,灵活运用高层建筑施工测量的各种方法。

基础知识

一、高层建筑施工测量的准备工作

(一)测量准备

- 1)校对测量仪器。将工程所用的经纬仪、水准仪等测量仪器及工具送国家计量单位校核,保证测量工具的准确性。
- 2)根据规划勘测部门提供的坐标桩及建筑总平面图进行复测,确保坐标桩的准确性。
- 3)施工前,根据建筑总平面图和建设方提供的坐标点、水准标进行复测,确保工程坐标和高程的准确性。
- 4)对施工现场内影响施测的障碍进行处理。
- 5)对施测用辅助材料如标高控制桩、油漆、麻线等提前准备到位。

知识链接

高层建筑施工测量的特点

- (1)由于高层建筑层数多、高度大,结构竖向偏差直接影响工程受力情况,故施工测量中要求竖向投点精度高,所选用的仪器和测量方法要适应结构类型、施工方法和场地情况。
- (2)由于高层建筑结构复杂,设备和装修标准较高,特别是高速电梯的安装等,对施工测量精度要求更高。一般情况下,在设计图纸中会说明总的允许偏差值,由于施工时亦有误差产生,为此测量误差必须控制在总偏差值之内。
- (3)由于高层建筑平面、立面造型既新颖又复杂多变,故要求开工前应先制订施测方案、仪器配备、测量人员的分工,并经工程指挥部组织有关专家论证后方可实施。

(二)施工控制网的建立

1. 建立局部直角坐标系

为了在现场准确地进行高层建筑物的放样,一般要建立局部的直角坐标系,且使该局部直角坐标系的坐标轴方向平行于建筑物的主轴线或街道中心线,以简化设

计点位的坐标计算和便于在现场进行建筑物放样。

施工方格网布设应与总平面图相配合,以便在施工过程中能够保存最多数量的控制点标志。

2. 用极坐标法和直角坐标法放样

对于地面较平坦的建筑场地,宜采用简单的测量工具进行平面位置的放样。通常,平坦地区高层建筑物平面位置的放样多采用极坐标法或直角坐标法。

1) 极坐标法放样

采用极坐标法放样时,要相对于起始方向先测设已知的角度,再由控制点测设规定的距离。

如图 1-2 所示,设有通过控制点 O 的坐标轴 Ox 和 Oy ,待放样点 C 的坐标为 (x, y) ,放样采用极坐标法,由位于 Ox 轴上距离点 O 为 c 的点 A 来进行。也就是说,在 A 点测设出预先算得的角度 α ,再由点 A 测设距离到点 C 。为了对 C 点进行放样,需进行下列工作:

- ①在 Ox 方向上量出由点 O 到点 A 的距离 c ;
- ②仪器对中;
- ③在 A 点安置仪器,测设角度 α ;
- ④沿着所测设的方向,由 A 点量出距离 b ;
- ⑤在地面上标定 C 点的位置。

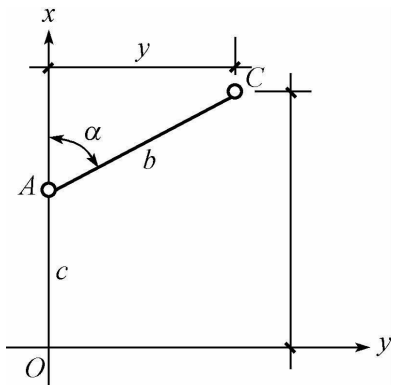


图 1-2 极坐标法放样

以上各项工作均具有一定的误差。由于各项误差互不相关地发生,所以彼此均是独立的,按误差理论可得用极坐标法测设 C 点的误差为

$$M = \pm \sqrt{(\mu c)^2 + (\mu_1 b)^2 + e^2 + \left(\frac{m_\alpha b}{\rho}\right)^2 + \tau^2} \quad (1-1)$$

式中 μ, μ_1 ——丈量 c 与 b 的误差系数;

e ——对中误差;

m_α ——测设角度误差;

τ ——标定误差。

由上式可看出, C 点离开 A 点和 O 点愈远,误差愈大。尤其是随着 b 的增大,影响更大。此外,我们还可看出,总误差不取决于角度 α 的大小,而是决定于测设角度的精度。因此,为了减小误差 M ,需要提高测设长度和角度的精度。

2) 直角坐标法放样

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07



小技巧

用直角坐标法放样时,先要在地面上设两条互相垂直的轴线作为放样控制点。此时,沿着 Z 轴测设纵坐标,再由纵坐标的端点对 Z 轴作垂线,在垂线上测设横坐标。

为了进行校核,可以按上述顺序从另一轴线上进行第二次放样。为了使放样工作精确、迅速,在整个建筑场地应布设方格网作为放样工作的控制,这样,建筑物的各点就可根据最近的方格网顶点来放样。

直角坐标法是极坐标法的一种特殊情况。此时 $\alpha = 90^\circ$, b 和 c 均是直接丈量的,所以误差系数 $\mu = \mu_1$ 。由此得 C 点位置的总误差为

$$M = \pm \sqrt{\mu^2 (c^2 - b^2) e^2 + \left(\frac{m_d b}{\rho}\right)^2 + \tau^2} \quad (1-2)$$

3. 施工方格网测设

施工方格网是测设在基坑开挖范围以外一定距离,平行于建筑物主要轴线方向的矩形控制网。如图 1-3 所示, M 、 N 、 P 、 Q 为拟建高层建筑的四大角轴线交点, A 、 B 、 C 、 D 是施工方格网的四个角点。施工方格网一般在总平面布置图上进行设计。首先,根据现场情况确定其各条边线与建筑轴线的间距,再确定四个角点的坐标;然后,在现场根据城市测量控制网或建筑场地上测量控制网,用极坐标法或直角坐标法,在现场测设出来并打桩;最后,还应在现场检测方格网的四个内角和四条边长,并按设计角度和尺寸进行相应的调整。

建立施工方格控制网点,一般要经过初定、精测和检测三步。

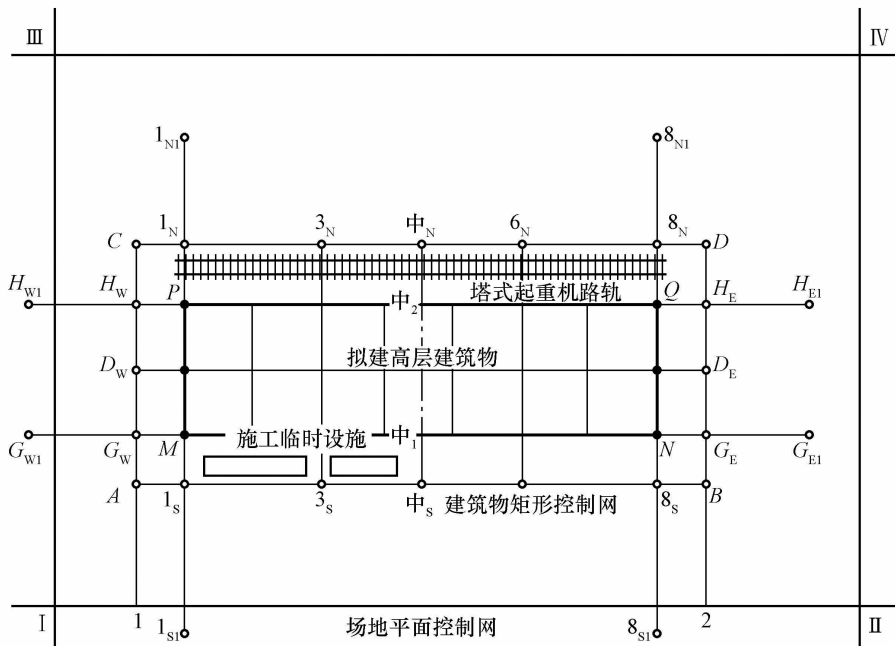


图 1-3 高层建筑定位测量

1)初定。初定即把施工方格网点的设计坐标放到地面上,可打入5 cm × 5 cm × 30 cm 的小木桩作为埋设标志。

由于该点为埋设点,在埋设标志时必须挖掉,为此在初定时必须定出前后方向桩,离标桩2~3 m。根据埋设点和方向桩定出与方向线大致垂直的左右两个,这样在埋设标志时,只要前后和左右用麻线一拉,此交点即为原来初定的施工方格网点(图 1-4)。另配一架水准仪,为了掌握其顶面标高,在前或后的方向桩上测一标高。因前后方向桩在埋设标志时不会被挖掉,所以可以在埋设时随时引测。为了满足施工方格网的设计要求,应在标桩顶部现浇混凝土,并在顶面放置 200 mm × 200 mm 不锈钢板。方格网控制点标志的埋设见图 1-5。

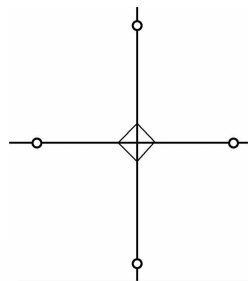


图 1-4 初定点位及方向桩示意图

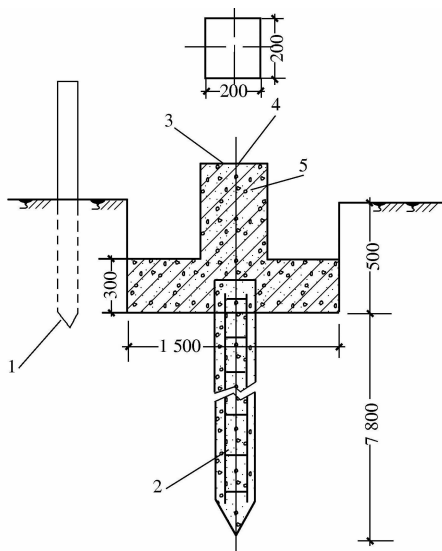


图 1-5 方格网控制点标志埋设图

1—混凝土保护桩;2—预制钢筋混凝土桩;
3—水准标志;4—不锈钢标板;5—300 mm × 300 mm 混凝土

2)精测。方格网控制点初定并将标桩埋设好后,必须将设计的坐标值精密测定到标板上。为了减少计算工作量,一般可在现场改正。改正方法如下:

(1)180°时的改正方法。详见图 1-6 长轴线改正示意图。

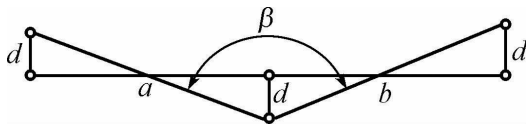


图 1-6 长轴线改正示意图

$$d = \frac{a \cdot b}{a + b} \cdot \left(90^\circ - \frac{\beta}{2}\right) \cdot \frac{1}{\rho^n} \quad (1-3)$$

改正后用同样的方法进行检查,其与 180°之差应 $\leq \pm 10''$ 。

(2)90°时的改正方法,详见图 1-7 短轴线改正示意图。

$$d = l \cdot \frac{\delta}{\rho^n} \quad (1-4)$$

chapter 01

chapter 02

chapter 03

chapter 04

chapter 05

chapter 06

chapter 07

式中 l ——轴线点至轴线端点的距离；

δ ——设计角为直角时, $\delta = \frac{\beta - \alpha}{2}$ 。

改正后检查其结果与 90° 之差应 $\leq \pm 6''$ 。

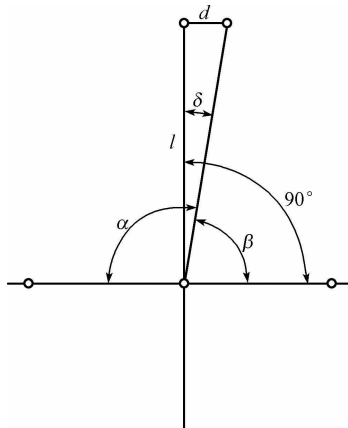


图 1-7 短轴线改正示意图

3) 检测。精测时,虽然对点位在现场作了改正,但为了检查是否有错误以及计算方格控制网的测量精度,必须再次进行检测,测角用 T_2 经纬仪做两个测回,距离须往返观测,最后根据所测得的数据进行平差计算坐标值和测量精度。

4. 高程控制

高层建筑施工地上的高程控制点,要联测到国家水准标志上或城市水准点上。高层建筑物的外部水准点标高系统与城市水准点标高系统必须统一,因为要由城市向建筑工地敷设许多管道和电缆等。

利用水准点标高计算误差公式求得的标高误差为

$$m^2 = n^2 L_i + \sigma^2 L_i \quad (1-5)$$

式中 n ——每千米平均偶然误差,在三等水准测量中相等于 $\pm 4 \text{ mm}$;

σ ——平均系统误差,相等于 $\pm 0.8 \text{ mm}$;

L_i ——千米数,假设为 2 km 。

$$m = \pm \sqrt{4^2 \times 2 + 0.8^2 \times 2} = \pm 5.8 \text{ mm} \quad (1-6)$$



知识链接

高层建筑施工测量基本准则

- (1) 遵守国家法令、政策和规范,明确为工程施工服务。
- (2) 遵守先整体后局部和高精度控制低精度的工作程序。
- (3) 要有严格的审核制度。
- (4) 建立一切定位、放线工作要经自检、互检合格后,方可申请主管部门验收的工作制度。

二、高层建筑施工测量的内容

(一) 高层建筑基础施工测量

高层建筑一般都有地下室,因此要进行基坑开挖。开挖前,应先根据建筑物的轴线控制桩确定角桩,以及建筑物的外围边线,再考虑边坡的坡度和基础施工所需工作面的宽度,测设出基坑的开挖边线并撒出灰线。

1. 基础放线及标高控制

高层建筑的基坑一般都很深,需要放坡并进行边坡支护加固。开挖过程中,除了用水准仪控制开挖深度外,还应经常用经纬仪或拉线检查边坡的位置,防止出现坑底边线内收,致使基础位置不够的情况出现。

小提示

高层建筑基坑开挖完成后的放线,有以下三种情况:

- (1) 直接做垫层,然后做箱形基础或筏板基础,这时要求在垫层上测设基础的各条边界线、梁轴线、墙宽线和柱位线等。
- (2) 在基坑底部打桩或挖孔,做桩基础,这时要求在坑底测设各条轴线和桩孔的定位线,桩做完后,还要测设桩承台和承重梁的中心线。
- (3) 先做桩,然后在桩上做箱基或筏基,组成复合基础,这时的测量工作是前两种情况的结合。

基坑完成后,应及时用水准仪根据地面上的 ± 0.000 水平线,将高程引测到坑底,并在基坑护坡的钢板或混凝土桩上做好标高为负的整米数标高线。由于基坑较深,引测时可多转几站观测,也可用悬吊钢尺代替水准尺进行观测。在施工过程中,如果是桩基,则要控制好各桩的顶面高程,如果是箱基和筏基,可直接将高程标志测设到竖向钢筋和模板上,作为安装模板、绑扎钢筋和浇筑混凝土的标高依据。

2. 高层建筑物桩位放样

软土地基区的高层建筑一般都打入钢管桩或钢筋混凝土方桩作基础。由于高层建筑的上部荷重主要由钢筋桩或钢筋混凝土方桩承受,这对桩位要求较高,其定位偏差不得超过 $D/2$ (D 为圆桩直径或方桩边长)。在定桩位时,必须按照建筑施工控制网,实地定出控制轴线,再按设计的桩位图中所示尺寸逐一定出桩位,定出的桩位之间尺寸必须再进行一次校核,以防定错,详见图 1-8。

3. 高层建筑基坑与基础测定

由于高层建筑多采用箱形基础和桩基础,所以其基坑较深。因此,在开挖其基坑时,应当根据规范和设计所规定的精度(高程和平面)完成土方工程。

基坑下轮廓线的定线和土方工程的定线,可以沿着建筑物的设计轴线,也可以沿着基坑的轮廓线进行定点,最理想的是根据施工控制网来定线。

根据设计图纸,常用的放样方法有投影法、主轴线法和极坐标法。

1) 投影法。根据建筑物的对应控制点,投影建筑物的轮廓线。具体步骤如下(图 1-9)。

首先将仪器设置在 A_2 , 后视 A_2' , 投影 A_2A_2' 方向线,再将仪器移至 A_3 , 后视 A_3' , 定出 A_3A_3' 方向线,然后用同样的方法在 B_2B_3 控制点上定出 B_2B_2' 、 B_3B_3' 方向线,此方向线

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07

的交点即为建筑物的四个角点,最后按设计图纸用钢尺或皮尺定出其开挖基坑的边界线。

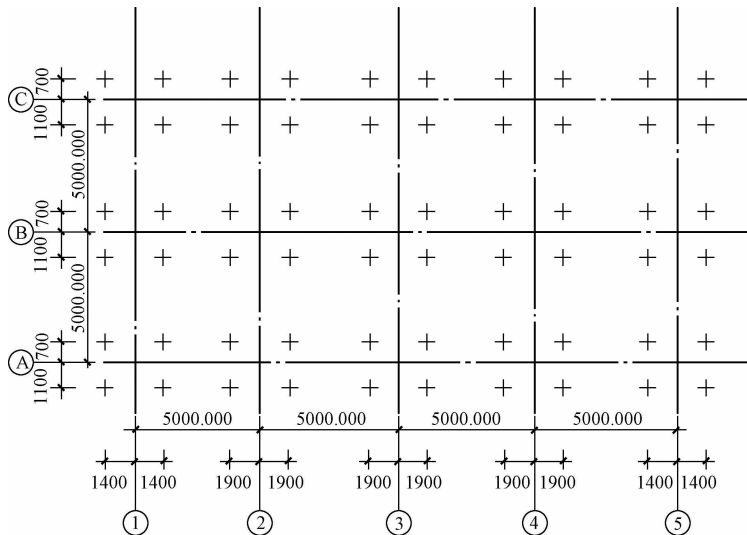


图 1-8 桩位图(单位:mm)

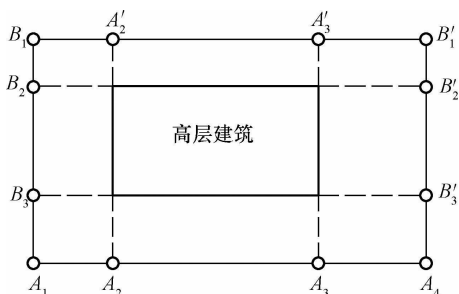


图 1-9 建筑物放样示意图

2) 主轴线法。建筑方格网一般都确定一条或两条主轴线。主轴线的布置形式有L字形、T字形或十字形等。这些主轴线用来作为建筑物施工的主要控制依据。因此,当建筑物放样时,按照建筑物柱列线或轮廓线与主轴线的关系,在建筑场地上定出主轴线后,再根据主轴线逐一定出建筑物的轮廓线。

3) 极坐标法。由于建筑物的造型格调从单一的方方向S形、扇面形、圆筒形、多面体形等复杂的几何图形发展,这样给建筑物的放样定位带来了一定的复杂性。极坐标法是比较灵活的放样定位方法。具体做法是,首先确定设计要素,如轮廓坐标、曲线半径、圆心坐标等与施工控制网点的关系,计算其方向角及边长,在工作控制点上按其计算所得的方向角和边长逐一测定点位。将所有建筑物的轮廓点定位后,再检查是否满足设计要求。

总之,根据施工场地的具体条件和建筑物几何图形的繁简情况,测量人员可选择最合适的工作方法进行放样定位。

(二) 高层建筑竖向测量

高层建筑中的竖向测量也称为竖直测量,是工程测量的重要组成部分。竖向测量应用广泛,适用于大型工业工程的设备安装、高耸构筑物(高塔、烟囱、筒仓)的施工、矿井的竖向定向,以及高层建筑施工和竖向变形观测等。

小提示

在高层建筑施工中,竖向测量常采用外控法和内控法两种;另外,还可用内外控综合法。但无论使用哪类方法进行投测,都必须在基础工程完成后,根据建筑场地平面控制网,校测建筑物轴线控制桩后,再将建筑轮廓和各细部轴线精确地弹测到 ± 0.000 首层平面上,作为向上投测轴线的依据。

1. 外控法

外控法是在建筑物外部,利用经纬仪,根据建筑物轴线控制桩进行轴线的竖向投测。当施工场地比较宽阔时多使用外控法。

1) 在建筑物底部投测中心轴线位置。高层建筑的基础工程完工后,将经纬仪安置在轴线控制桩 A_1 、 A'_1 、 B_1 和 B'_1 上,把建筑物主轴线精确地投测到建筑物的底部,并设立标志,如图 1-10 所示的 a_1 、 a'_1 、 b_1 和 b'_1 ,以供下一步施工及向上投测之用。

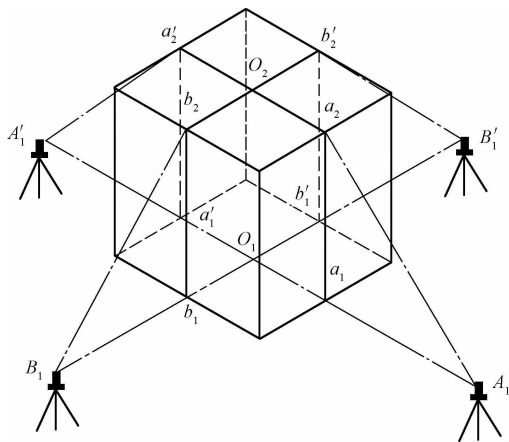


图 1-10 经纬仪投测中心轴线

2) 向上投测中心线。随着建筑物不断升高,要逐层将轴线向上传递,如图 1-10 所示。将经纬仪安置在中心轴线控制桩 A_1 、 A'_1 、 B_1 和 B'_1 上,严格整平仪器,用望远镜瞄准建筑物底部已标出的轴线 a_1 、 a'_1 、 b_1 和 b'_1 点,用盘左和盘右分别向上投测到每层楼板上,并取其中点作为该层中心轴线的投影点,如图 1-10 中所示的 a_2 、 a'_2 、 b_2 和 b'_2 点。

3) 增设轴线引桩。当楼房逐渐增高,而轴线控制桩距建筑物又较近时,望远镜的仰角较大,操作不便,投测精度也会降低。为此,要将原中心轴线控制桩引测到更远的安全地方,或者附近大楼的屋面。

具体做法是:

将经纬仪安置在已经投测上去的较高层(如第十层)楼面轴线 a_{10} 、 a'_{10} 上,如图 1-11 所示,瞄准地面上原有的轴线控制桩 A_1 和 A'_1 点,用盘左、盘右分中投点法,将轴线延长到远处 A_2 和 A'_2 点,并用标志固定其位置, A_2 、 A'_2 即为新投测的 A_1 、 A'_1 轴控制桩。更高各层的中心轴线,可将经纬仪安置在新的引桩上,按上述方法继续进行投测。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07

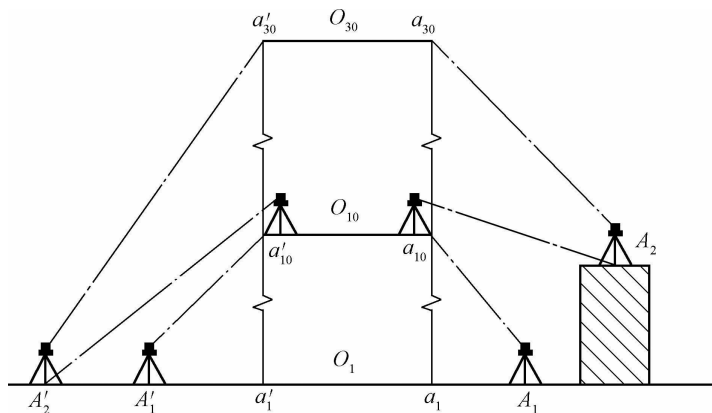


图 1-11 经纬仪引桩投测

2. 内控法

当施工场地窄小,无法在建筑物之外的轴线上安置仪器施测时,多使用内控法。依据仪器的不同,内控法又可分为吊线坠法、激光铅垂仪法、天顶垂准测量及天底垂准测量四种投测方法。

1) 吊线坠法。吊线坠法是使用较重的特制线坠悬吊,以首层靠近建筑物轮廓的轴线交点为准,直接向各施工层悬吊引测轴线。吊线坠法竖向测量一般用于高度为 50 ~ 100 m 的高层建筑施工中。

小提示

在使用吊线坠法向上引测轴线时,要特别注意线坠的几何形体要规整,悬吊时上端要固定牢固,线中间没有障碍,尤其是没有侧向抗力;在逐层引测中,要用更大的线坠每隔 3 ~ 5 层,由下面直接向上放一次通线,以作校测。在用吊线坠法施测时,若用铅直的塑料管套着线坠线,并采用专用观测设备,则精度更高。

2) 激光铅垂仪法。激光铅垂仪是一种铅垂定位专用仪器,适用于高层建筑的铅垂定位测量。该仪器可以从两个方向(向上或向下)发射铅垂激光束,用它作为铅垂基准线,精度比较高,仪器操作也比较简单。

此方法必须在首层面层上做好平面控制,并选择四个较合适的位置作控制点(图 1-12)或用中心十字控制。在浇筑上升的各层楼面时,必须在相应的位置预留 200 mm × 200 mm 与首层面层控制点相对应的小方孔,以保证能使激光束垂直向上穿过预留孔。在首层控制点上架设激光铅垂仪,安置仪器对中整平后启动电源,使激光铅垂仪发射出可见的红色光束,投射到上层预留孔的接收靶上,查看红色光斑点离靶心距离最小之点,此点即为第二层上的一个控制点。其余的控制点可用同样的方法作向上传递。

3) 天顶垂准测量。天顶垂准测量也称为仰视法竖向测量,是采用挂垂球、经纬仪投影和激光铅垂仪法来传递坐标的方法。但这种测量方法受施工场地及周围环境的制约,当视线受阻,超过一定高度或自然条件不佳时,施测就无法进行。

天顶垂准测量的基本原理是应用经纬仪望远镜进行观测,当望远镜指向天顶时,旋转仪器,利用视准轴线可以在天顶目标上与仪器的空间画出一个倒锥形轨迹。然后调动望远镜微动手轮,逐步归化,往复多次,直至锥形轨迹的半径达到最小,近似铅垂。

天顶目标分划上的成像,经望远镜棱镜通过 90° 折射进行观测。其施测程序及操作方法如下。

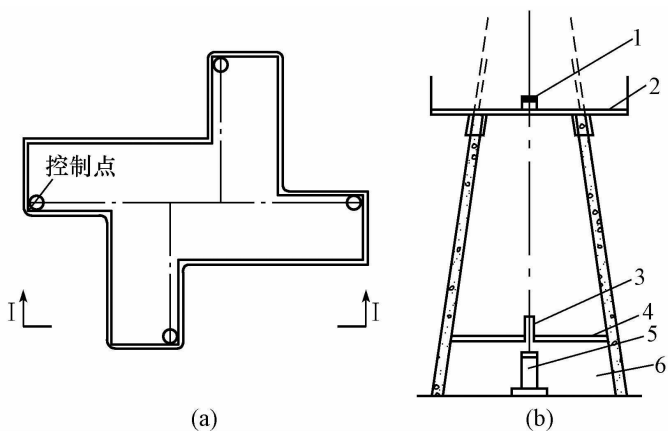


图 1-12 内控制布置
 (a) 控制点设置; (b) 垂向预留孔设置
 1—中心靶; 2—滑模平台; 3—通光管; 4—防护棚;
 5—激光铅垂仪; 6—操作间

(1) 先标定下标志和中心坐标点位,在地面设置测站,将仪器置中、调平,装上弯管棱镜,在测站天顶上方设置目标分划板,位置大致与仪器铅垂或设置在已标出的位置上。

(2) 将望远镜指向天顶,固定之后调焦,使目标分划板呈现清晰,置望远镜十字丝与目标分划板上的参考坐标 X 、 Y 轴相互平行,分别置横丝和纵丝读取 x 和 y 的格值 GJ 和 CJ 或置横丝与目标分划板 Y 轴重合,读取 x 格值 GJ 。

(3) 转动仪器照准架 180° ,重复上述程序,分别读取 x 格值 $G'J$ 和 y 格值 $C'J$ 。然后调动望远镜微动手轮,将横丝与 $\frac{GJ+G'J}{2}$ 格值重合,将仪器照准架旋转 90° ,置横丝与目标分划板 X 轴平行,读取 y 格值 $C'J$,略调微动手轮,使横丝与 $\frac{CJ+C'J}{2}$ 格值相重合。所测得 $X_J = \frac{GJ+G'J}{2}$, $Y_J = \frac{CJ+C'J}{2}$ 的读数为一个测回,记入手簿作为原始依据。

在数据处理机精度评定时应按下列公式进行计算:

$$m_x \text{ 或 } m_r = \pm \sqrt{\frac{\sum_1^4 \sum_{i=1}^{10} V_{ij}^2}{N(n-1)}} \quad (1-7)$$

$$m = \pm \sqrt{m_x^2 + m_r^2} \quad r = \frac{m}{n} \quad (1-8)$$

$$r'' = \frac{m}{n} \cdot \rho'' \quad (1-9)$$

式中 v ——改正数;
 N ——测站数;
 n ——测回数;
 m ——垂准点位中误差;

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07

r ——垂准测量相对精度；

$$\rho'' = 206265''$$

4) 天底垂准测量。天底垂准测量也称为俯视法竖向测量,其基本原理是利用 DJ6—C6 光学垂准经纬仪上的望远镜,旋转进行光学对中,取其平均值而定出瞬时垂准线。也就是使仪器从一个点向另一个高度面上作垂直投影,再利用地面上的测微分划板测量垂准线和测点之间的偏移量,从而完成垂准测量,如图 1-13 所示。

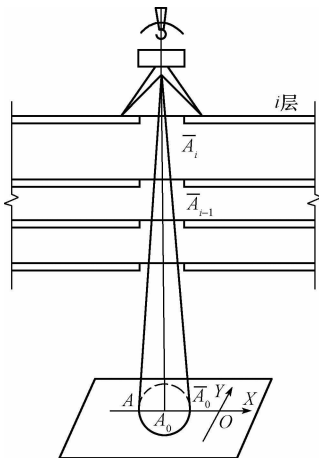


图 1-13 天底法原理

A_0 —确定的仪器中心;O—基准点



小技巧

天底垂准测量施测程序及操作方法:

- (1) 依据工程的外形特点及现场情况,拟订出测量方案,并做好观测前的准备工作,定出建筑物底层控制点的位置,以及在相应各楼层留设俯视孔,一般孔径为 150 mm,各层俯视孔的偏差 ≤ 8 mm。
- (2) 把目标分划板放置在底层控制点上,使目标分划板中心与控制点标志的中心重合。
- (3) 开启目标分划板附属照明设备。
- (4) 在俯视孔位置上安置仪器。
- (5) 基准点对中。
- (6) 当垂准点标定在所测楼层面十字丝目标上后,用墨斗线在俯视孔边上弹出痕迹。
- (7) 利用标出来的楼层上十字丝作为测站,即可测角放样,从而测设高层建筑物的轴线,数据处理和精度评定与天顶垂准测量的处理方法相同。

3. 内外控综合法

由于受场地的限制,在高层建筑施工中,尤其是超高层建筑施工中,多使用内控法进行竖向控制,但因内控法所用内控网的边长均较短,一般多在 20 ~ 50 m。每次向施工面上投测后,虽可对内控网各边长及各夹角的自身尺寸进行校测与调整,但检查不了内控网在施工面上的整体位移与转动。为此,近年来,在一些超高层建(构)筑物的施工中,多使用内外控互相结合的测法,以互相校核。

课堂案例

某高层建筑物共计 22 层,在施工测量中,需要进行竖向偏差控制,即:层轴线如何精确地向上引测。在施工过程中,基础上的高程控制,是利用工程标高保证高层建筑施工各阶段的工作。经项目管理组研究,高程控制水准点必须满足基础整个面积之用,而且还要有高精度的绝对标高。

问题:

1. 高层建筑轴线的投测,一般分为几种?
2. 试叙述各种轴线投测方法的具体操作内容。
3. 高层建筑基础高程控制的方法有哪些?

分析:

1. 高层建筑物轴线的投测方法有:经纬仪投测法轴线投测、吊坠法轴线投测和铅直仪法轴线投测三种。

2. 各种轴线投测方法的具体操作内容如下:

1) 经纬仪投测法轴线投测。当施工场地比较宽阔,建筑物的高度与地面建立的平面控制桩的距离比不能小于 1:0.8 时,多使用此法进行竖向投测。安置经纬仪于轴线控制桩上,严格对中整平,盘左照准建筑物底部的轴线标志,往上转动望远镜,用其竖丝指挥在施工楼层面边缘上画一点,然后盘右再次照准建筑物底部的轴线标志,同法在该处楼面边缘上画出另一点,取两点的中间点作为轴线的端点。如果建筑物施工场地不能满足 1:0.8 的要求,经纬仪受仰角限制,可采用高层双站四点方向串镜测量方法(也有称正倒镜法),利用直线方向控制建筑物主要轴线进行逐层测量放样(图 1-14)。这种测量方法的优点是利用普通工程经纬仪直接观测,不需要投资专用设备,经济适用。

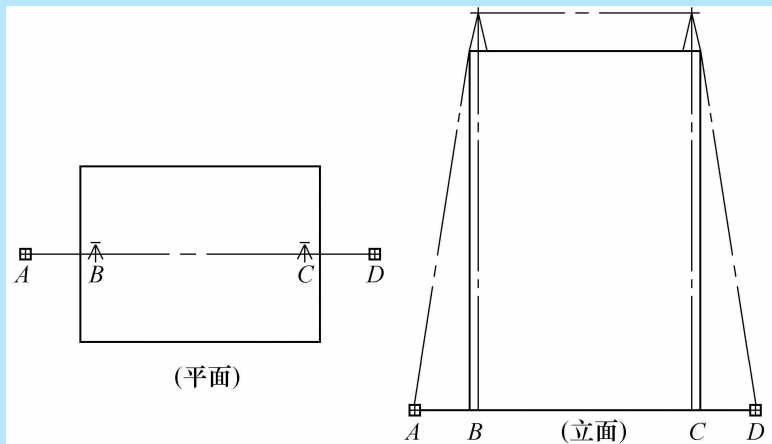


图 1-14 双站四点串镜法

(1) 与施工管理人员共同协商,制订建筑物轴线控制测量方案,如十字形、双十字形。在建筑物底层施工时,选择通视条件好的位置,测设平面控制网的同时建立高层轴线引测方向标桩,埋设半永久性标志,观测时点位设置觇标或挂线坠均可。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07

(2)当高层建筑楼层逐渐升高,地面投影测量受仰角限制,一台经纬仪已不可能同时观测到 A 、 D 两点时,设置两台经纬仪于高层楼层端部,估测近于 AD 轴线的 B 、 C 两点, B 、 C 两点位置可参照建筑物外边设计尺寸,此数一般为常数,每一楼层均相同。两台仪器的操作人员对准各自方向的地面 AB 方向目标,再倒转望远镜,相互观测 B 、 C 两侧站点。此时两台仪器可能都不在 AB 直线上。按串镜法测量调整仪器,反复进行,逐步趋近仪器,使测站点 B 、 C 归化到与 AD 线段重合。 B 、 C 两点因有建筑外边参照,变量不会很大,熟练掌握串镜法的测量人员,仅调整数次即可满足要求。

(3)为了减小测量仪器的系统误差,施测中应定期严格检查校正仪器的各轴系间的几何关系,以提高测量投点精度。

(4)轴线投测到高层施工层面后,精测轴线间的正交角和距离,检验引测成果,分析精度,处理投点误差。

当楼层建得较高时,经纬仪投测时的仰角较大,操作不方便,误差也较大,此时应将轴线控制桩用经纬仪引测到远处(大于建筑物高度)稳固的地方,然后继续往上投测,如果周围场地有限,也可引测到附近建筑物的屋面上,如图1-15所示。先在轴线控制桩 M_1 上安置经纬仪,照准建筑物底部的轴线标志,将轴线投测到楼面上 M_2 点处,然后在 M_3 上安置经纬仪,照准 M_1 点,将轴线投测到附近建筑物屋面上 M_3 点处,以后就可在 M_3 点安置经纬仪,投测更高楼层的轴线。注意上述投测工作均应采用盘左盘右取中法进行,以减小投测误差。

所有主轴线投测上来后,应进行角度和距离的检核,合格后再以此为依据测设其他轴线。

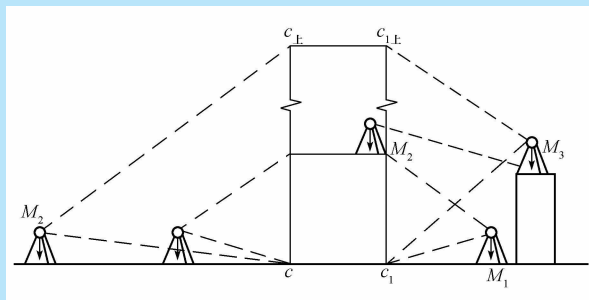


图 1-15 经纬仪投测法

2)吊线坠法轴线投测。当周围建筑物密集,施工场地窄小,无法在建筑物以外的轴线上安置经纬仪时,可采用吊线坠法进行竖向投测。根据建筑物的设计高度决定线坠的质量,高度在 $50 \sim 80 \text{ m}$ 以内的高层建筑施工,可采用 $1 \sim 10 \text{ kg}$ 的特别线坠,采用 $0.1 \sim 1 \text{ mm}$ 的钢丝为吊线。超高层建筑可采用数层为一分段的钢丝垂吊控制,以克服吊线钢丝过长而不稳定的缺陷。有条件的则可以采用垂直塑料管沿垂直方向套着吊线,减少外部因素影响,这样效果会更理想,精度会更高。

该法与一般的吊线坠法的原理是一样的,只是线坠的重量更大,吊线(细钢丝)的强度更高。此外,为了减少风力的影响,应将吊线坠的位置放在建筑物内部。具体可视建筑物平面结构和竖向布置情况来确定起吊原点,架设固定吊架。一般均采

用建筑物平面控制轴线平行内移,建立内控制轴线,在需要垂吊的轴线交点上方相应位置,垂准预留 200 mm × 200 mm 的圆孔形吊线孔洞。吊线钢丝逐层穿过预留孔洞,将内控制轴线交点向上引测到施工层面,配合普通工程经纬仪进行定位放线测量。

3) 铅直仪法轴线投测。随着科技进步,新一代的垂准测量仪器问世,以适应各种高层建筑日益增多且向造型复杂、超高层空间发展的趋势。100 ~ 300 m 高度的建筑已很多见。国内厂家已先后研制、引进、生产激光垂准仪和激光经纬仪,如苏州产 JC100 全自动激光垂准仪、北京产 DZJ3 激光垂准仪、DJ6—C6 垂准经纬仪。其主要技术指标同轴误差 $\leq 5''$,精度在 1/40000 以上,100 m 光斑直径仅 5 mm,而且结构简单,操作方便。国内还有些工厂已研制生产出与普通短望远镜管经纬仪相配的 90° 弯管折光目镜棱镜,并配有 JF1、JF5 对点器。折光对点器在目标有良好照明设施时可清楚照准 150 m 以内的目标。利用上述设备,可进行垂准测量和天顶、天底测量(图 1-16、图 1-17)。

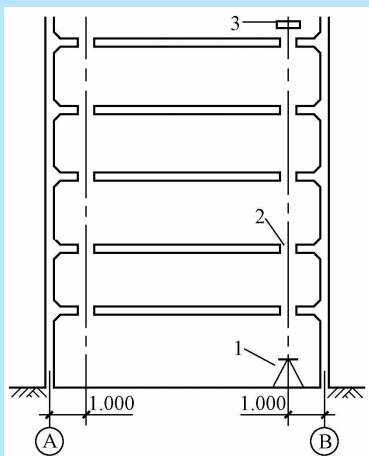


图 1-16 天顶垂准测量

1—垂准仪;2—通视孔;3—接收靶

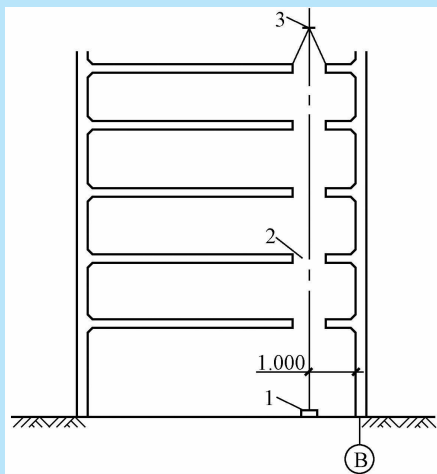


图 1-17 天底铅垂测量

1—地面水准标;2—通视孔;3—装有对点器的仪器

(1) 根据高层建筑的结构形式、施工方法和环境条件,与工程施工管理人员共同协商,制订出切实可行的测量方案。做好各项准备工作后,在底层依据平面控制系统,建立竖向测量控制点。一般可布设为方形、十字轴线形、工字形、丁字形等作为内控制,但必须布设三条以上纵横轴线。测量精度不能低于底层平面控制网系统,建立半永久性标桩为竖向测站点。测站上方垂直方向相应位置各楼层应预留 150 mm × 150 mm 的通视孔。

(2) 测量工作前必须检查校正仪器,具体方法可按“测量仪器检查与校正”要求进行,或送往有关专职检测部门检校。经纬仪轴系间必须满足下列条件:

- ① 水准管轴应垂直于竖轴;
- ② 视准轴应垂直于横轴;
- ③ 横轴应垂直于竖轴;
- ④ 十字丝竖丝应垂直于横轴;
- ⑤ 光学对中器视准轴应与仪器竖轴重合;

⑥垂直度盘指标差调整。

(3)施工配合测量。

①垂准经纬仪。垂准经纬仪的特点是在望远镜的目镜位置上配备弯曲成 90° 的目镜,以便仪器铅直指向正上方时,测量员仍能方便地进行观测。使用时,将仪器安置在首层地面的轴线点标志上,严格对中整平,由弯管目镜观测,当仪器水平转动一周时,若视线一直指向一点,说明视线方向处于铅直状态,可以向上投测。投测时,视线通过楼板上预留的孔洞,将轴线点投测到施工层楼板的透明板上定点。为了提高投测精度,应将仪器照准部水平旋转一周,在透明板上投测多个点,使这些点构成一个小圆,然后取小圆的中心作为轴线点的位置。同法用盘右再投测一次,取两次的轴线点的中点作为最后结果。由于投测时仪器安置在施工层下面,故在施测过程中要注意对仪器和人员的安全采取保护措施,防止被坠物击伤。

②激光经纬仪。激光经纬仪用于高层建筑轴线竖向投测,其方法与配弯管目镜的经纬仪是相同的,只不过是用可见激光代替人眼观测。投测时,在施工层预留孔中央设置用透明聚酯膜片绘制的接收靶,在地面轴线点处对中整平仪器、起辉激光器、调节望远镜调焦螺旋,使投射在接收靶上的激光束光斑最小,再水平旋转仪器,检查接收靶上光斑中心是否始终在同一点,或画出一个很小的圆圈,以保证激光束铅直,然后移动接收靶,使其中心与光斑中心或小圆圈中心重合,将接收靶固定,则靶心即为欲投测的轴线点。

③激光铅直仪。激光铅直仪用于高层建筑轴线竖向投测,其原理和方法与激光经纬仪基本相同,主要区别在于对中方法。激光经纬仪一般用光学对中器,而激光铅直仪用激光管尾部射出的光束进行对中。

3. 高层建筑基础高程控制方法:

(1)用钢尺直接测量进行高程传递。一般用钢尺沿结构外墙、边柱或楼梯间,由底层 ± 0.000 标高线向上竖直量取设计高差,即可得到施工层的设计标高线。用这种方法传递高程时,应至少由三处底层标高线向上传递,以便于相互校核。由底层传递到上面同一施工层的几个标高点,必须用水准仪进行校核,检查各标高点是否在同一水平面上,其误差应不超过 $\pm 3\text{mm}$ 。合格后以其平均标高为准,作为该层的地面标高。若建筑高度超过一个尺段,可每隔一个尺段的高度,精确测设新的起始标高线,作为继续向上传递高程的依据。

(2)悬吊钢尺法高程传递。在外墙或楼梯间悬吊一根钢尺,分别在地面和楼面上安置水准仪,将标高传递到楼面上。用于高层建筑传递高程的钢尺,应经过检定。量取高差时,尺身应铅直并用规定的拉力,而且应进行温度改正。

2

学习单元2 观测高层建筑施工变形



知识目标

- (1) 了解变形产生的原因以及进行变形观测的目的。
- (2) 熟悉在高层建筑施工过程中进行沉降、位移、倾斜等变形观测。
- (3) 掌握变形规定的限度,确保高层建筑施工的工程质量。



技能目标

- (1) 能够掌握变形观测的基本内容与方法。
- (2) 可以熟练的进行沉降、位移、倾斜、裂缝等的变形观测。



基础知识



一、变形观测概述

变形观测是对建筑物及其地基由于荷重和地质条件变化等外界因素引起的各种变形(空间位移)的测定工作。其目的在于了解建筑物的稳定性,监视它的安全情况,研究变形规律,检验设计理论及其所采用的计算方法和经验数据,是工程测量学的重要内容之一。

变形观测主要包括沉降观测、位移观测、倾斜观测等。



二、建筑物位移观测和竖向倾斜观测

(一) 建筑物位移观测

当建筑物在平面位置上发生位移时,应根据位移的可能情况,在其纵向和横向上分别设置观测点和控制线,用经纬仪视准线法或小角度法进行观测。和沉降观测一样,水平位移观测也分为四个等级。各等级的变形点的点位中误差分别为:一等为 $\pm 1.5\text{ mm}$;二等为 $\pm 3.0\text{ mm}$;三等为 $\pm 6.0\text{ mm}$;四等为 $\pm 12.0\text{ mm}$ 。

(二) 建(构)筑物竖向倾斜观测

竖向倾斜观测一般要在进行倾斜观测的建(构)筑物上设置上、下两点或上、中、下多点观测标志,各标志应在同一竖直面内。用经纬仪正倒镜法,由上向下投测各观测点的位置,然后根据高差计算倾斜量;或以某一固定方向为后视,用测回法观测各点的水平角及高差,再进行倾斜量计算。



三、沉降观测

(一) 施工塔吊基座的沉降观测

高层建筑施工使用的塔吊基座随着施工的进展,塔身逐步增高,尤其在雨季时,可能会因塔基下沉、倾斜而发生事故。因此,要根据情况及时对塔基四角进行沉降观测,检查塔基下沉和倾斜状况,以确保塔吊运转安全、工作正常。

(二) 地基回弹观测

一般基坑越深,挖土后基坑底面的原土向上回弹量越大,建筑物施工后其下沉也

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07

越大为了测定地基的回弹值,基坑开挖前,在拟建高层建筑的纵、横主轴线上,用钻机打直径 100 mm 的钻孔至基础底面以下 300 ~ 500 mm 处,在钻孔套管内压设特制的测量标志,并用特制的吊杆或吊锤等测定标志顶面的原始标高。当套管提出后,测量标志即留在原处,在套管提出后所形成的钻孔内装满熟石灰粉,以表示点位。待基坑挖至底面时,按石灰粉的位置轻轻找出测量标志,测出其标高,然后在浇筑混凝土基础前再测一次标高,从而得到各点的地基回弹值。地基回弹值是研究地基土体结构和高层建筑物地基下沉的重要资料。

小提示

变形观测的特点:

(1)精度要求高。为了能准确地反映出建(构)筑物的变形情况,一般规定测量的误差应小于变形量的 1/10 ~ 1/20。为此,变形观测中应使用精密测量仪器和精密的测量方法。

(2)观测时间性强。各项变形观测的首期观测时间必须按要求进行,否则得不到初始数据,从而使整个观测失去意义,其它各阶段的复测,也必须根据工程进展定时进行,不得漏测,这样才能得到准确的变形量及变化情况。

(3)提交观测成果要及时。对于施工期间的变形观测,一定要及时提交观测成果,以便进行信息化施工。另外,观测成果要可靠、资料要完整,这是进行变形分析的需要,否则得不到符合实际的结果。

(三)建筑物竣工前的沉降观测

建筑物竣工前的沉降观测是高层建筑沉降观测的主要内容。当浇筑基础底板时,按设计指定的位置埋设好临时观测点。一般筏形基础或箱形基础的高层建筑,应沿纵、横轴线和基础周边设置观测点,观测的次数与时间应按设计要求确定。一般第一次观测应在观测点安设稳固后及时进行。以后结构每升高一层,将临时观测点移上一层并进行观测,直到 ±0.000 时,再按规定埋设永久性观测点。然后每施工一层,复测一次,直至竣工。

沉降观测的等级、精度要求、适用范围及观测方法,应根据工程需要,符合表 1-1 中相应等级的规定。

表 1-1 沉降观测的等级划分及精度要求和观测方法

等级	标高中误差/mm	相邻点高差中误差/mm	适用范围	观测方法	往返较差、附和或环线闭合差/m
一等	±0.3	±0.1	变形特别敏感的高层建筑、高耸构筑物、重要古建筑等	参照国家一等水准测量,并需双转点,视线不大于 15 m,前后视距差不大于 0.3 m,视距累积差不大于 1.5 m	$0.15 \sqrt{n}$
二等	±0.5	±0.3	变形特别敏感的高层建筑、高耸构筑物、古建筑和重要建筑场地的滑坡监测等	一等水准测量	$0.30 \sqrt{n}$

续表 1-1

等级	标高中误差/mm	相邻点高差中误差/mm	适用范围	观测方法	往返较差、附合或环线闭合差/m
三等	±1.0	±0.5	一般性的高层建筑、高耸构筑物、滑坡监测等	二等水准测量	$0.60 \sqrt{n}$
四等	±2.0	±1.0	观测精度要求较低的建筑物、构筑物和滑坡监测	三等水准测量	$1.40 \sqrt{n}$

注:n 为测站数

(四) 建筑物全部竣工后的沉降观测

在高层建筑的施工过程中,由于速度较快,土层不可能立即承受到全部的荷载,随着时间的进展,沉降量也随之增加。因此,高层建筑竣工后亦需进行变形观测。

从以往积累的资料来分析,竣工后第一年应每月观测一次,第二年每两个月一次,第三年每半年一次,第四年开始每年观测一次,直至稳定为止。在软土层地基建造高层,虽采取了打桩、深基础等措施,沉降仍是不可避免的。为此,可以进行长期观测,以确保建筑物的安全。如有不均匀沉降,应及时采取措施。

高层建筑中的沉降观测以二等水准精度要求。位移观测准确至毫米,读数至 0.5 mm。用角度观测时必须用 2"级以上精度的经纬仪进行观测,以能算至 0.5 mm 为宜。



小技巧

沉降观测的观测方法

要保证沉降观测的精度,在实际观测中除应满足国家相关测量规范的要求外还应做到:

- (1) 沉降观测应根据工程性质、载荷增加大小、地质情况而定,一般在埋设的观测点坚固后进行第一次观测。
- (2) 观测前要对水准仪及水准尺进行检验,应满足精度要求才进行观测。
- (3) 沉降观测的水准路线(从一个水准基点到另一个水准基点)应为闭合水准路线。



学习案例

某工程主体为一栋公寓楼。主楼高 103.4 m 左右,地下一层,地上 30 层。采用桩基础,框架结构。本工程主要监测任务是监测建筑物在施工期间及使用初期基础沉降变化情况,给甲方、监理、设计及施工单位及时提供准确可靠的测量数据,确保施工顺利进行。监测操作依据国家有关标准和该工程所在地相关依据和标准。



想一想

1. 在进行该工程检测操作时,高层监测网、工作基点、沉降观测点应该如何布设与施测?
2. 简述观测方案。



案例分析

1. 本案例包含三部分:

- chapter 01
- chapter 02
- chapter 03
- chapter 04
- chapter 05
- chapter 06
- chapter 07

(1) 高程监测网的布设与施测

高程监测网按二级变形测量精度布设,基准点布设4个,组成一闭合路线。基准点布设在变形区域外坚实稳固的地方,使用钢桩标志,采用深埋方法。监测网使用日本产 AT—G2 + 测微器自动安平水准仪,配因瓦水准尺观测。水准仪性能指标为:望远镜放大倍数为32倍;自动安平精度为 $\pm 0.3''$;估读值为0.01mm。每公里往返测高差中,误差 $\leq + 0.4\text{mm}$,观测前应对测量仪器进行全面检验,均符合相应规范技术要求。高程监测网首期观测两次,按二级变形观测量精度限差要求观测,在计算机上进行评差计算,取各基准点的平均值作为沉降观测的起算高程,环线闭合差及往返较差需满足: $\Delta h < 1.0 \sqrt{n}\text{mm}$ (n 为测站数)。在以后的沉降过程中定期对基准点进行检测,以验证各基准点的稳定性,监测已测高差之差 $\leq 1.5 \sqrt{n}\text{mm}$ 。

(2) 工作基点的布设与施测

工作基点布设1个,在建筑场地附近既便于工作又不易破坏的位置,使用钢桩标志,采用深埋方法。观测方法和技术要求与基准点相同,应定期与基准点联测,进行检查。检测已测高差之差 $\leq \pm 1.5 n\text{mm}$, n 为测站数。

(3) 沉降监测点的布设与施测

根据《规范》要求,沉降监测点布设在建筑物的拐角处、沉降缝两侧及重要的承重部位,沉降监测点根据甲方提供的由建筑设计院布设的点位在现场布设。点位高度应在室外坪以上0.25m处,点位正上方2.5m范围内不应有突出物,以便于立尺观测。标点在墙上打孔,并将标志连接在建筑物的主体上,观测时采用旋进旋出式外部顶端为球面的钢棒膨胀标志,不用时用丝堵住保护,确保沉降观测精度。首次观测方法和技术要求与基准点相同,首次观测2次,取各点平均值作为沉降观测点首期观测成果。

2. 观测方案如下:

该工程采用任意高程基准,根据有关的沉降观测说明,甲方要求随着建筑工程的进展,公寓楼每增高2层观测1次。公寓在主体封顶后第1年每季度观测1次,共计4次,直至下降稳定为止,共计19次。



知识拓展

高层建筑的结构类型与结构体系

(一) 高层建筑的结构类型

1. 钢筋混凝土结构

钢筋混凝土结构具有造价较低、取材丰富,并可浇筑各种复杂断面形状,而且强度高、刚度大、耐火性和延性良好,结构布置灵活方便,可组成多种结构体系等优点,因此,在高层建筑中得到广泛应用。当前,我国的高层建筑中钢筋混凝土结构占主导地位。

2. 钢结构

钢结构具有强度高、构件断面小、自重轻、延性及抗震性能好等优点,钢构件易于工厂加工,施工方便,能缩短现场施工工期。近年来,随着高层建筑建造高度的增加,以及我国钢产量的大幅度增加,采用钢结构的高层建筑也不断增多。

3. 钢—钢筋混凝土组合结构

钢—钢筋混凝土组合结构是钢和钢筋混凝土相结合的组合结构和混合结构。这种结构可以使两种材料互相取长补短,取得经济合理、技术性能优良的效果。

(二) 高层建筑的结构体系

高层建筑所采用的结构材料、结构类型和施工方法与多层建筑有很多共同之处,但高层建筑不仅要承受较大的垂直荷载,还要承受较大的水平荷载,而且高度越高相应的荷载越大,因此高层建筑所采用的结构材料、结构类型和施工方法又有一些特别之处。

1. 框架结构

如图 1-18a 所示,框架结构由梁、柱构件通过节点连接构成,是我国采用较早的一种梁、板、柱结构体系。框架结构的优点是建筑平面布置灵活,可形成较大的空间,有利于布置餐厅、会议厅、休息厅等,因此在公共建筑中的应用较多。其建筑高度一般不宜超过 60 m。框架结构由于侧向刚度差,在高烈度地震区不宜采用。

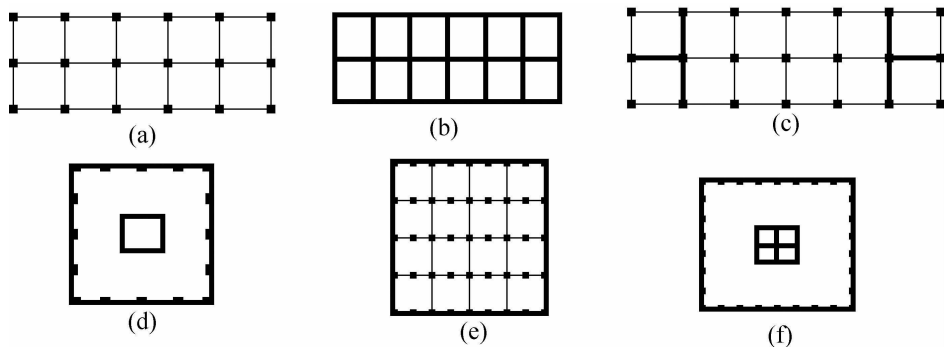


图 1-18 高层建筑结构体系

(a) 框架;(b) 剪力墙;(c) 框架—剪力墙;
(d) 框架—筒体;(e) 筒中筒;(f) 组合筒

2. 剪力墙结构

剪力墙结构是利用建筑物的内外墙作为承重骨架的结构体系,如图 1-18b 所示。与一般房屋的墙体受力不同,这类墙体除了承受竖向压力外,还要承受由水平荷载所引起的弯矩。由于其承受水平荷载的能力较框架结构强、刚度大、水平位移小,现已成为高层住宅建筑的主体,建筑高度可达 150 m。但由于承重墙过多,限制了建筑平面的灵活布置。

3. 框架—剪力墙结构

在框架结构平面中的适当部位设置钢筋混凝土剪力墙,也可以利用楼梯间、电梯间墙体作为剪力墙,使其形成框架—剪力墙结构,如图 1-18c 所示。框架—剪力墙既有框架平面布置灵活的优点,又能较好地承受水平荷载,并且抗震性能良好,是目前高层建筑中经常采用的一种结构体系,适用于 15~20 层的高层建筑,一般不超过 120 m。

4. 筒体结构

筒体结构由框架和剪力墙结构发展而成,是由若干片纵横交错的框架或剪力墙与楼板连接围成的空间体系。筒体体系在抵抗水平力方面具有良好的刚度,且建筑平面布置灵活,能满足建筑上需要较大的开间和空间的要求。根据筒体平面布置、组成数量的不同,又可分为框架—筒体、筒中筒、组合筒三种体系,分别如图 1-18d、e、f 所示。

chapter
01chapter
02chapter
03chapter
04chapter
05chapter
06chapter
07



知识链接

其他竖向结构

1. 悬挂结构

悬挂结构是由一个或几个筒体,在其顶部(或顶部及中部)设置桁架,并由从桁架上引出的若干吊杆与下面各层的楼面结构相连而成。悬挂结构也可由一个巨大的刚架或拱的顶部悬挂吊杆与下面各层的楼面相连而成。

2. 巨型结构

巨型结构是由若干个筒体或巨柱、巨梁组成巨型框架,承受建筑物的垂直荷载和水平荷载。在每道巨梁之间再设置多个楼层,每道巨梁一般占一个楼层并支承巨梁间的各楼层荷载。

3. 蒙皮结构

蒙皮结构是将航空和造船工业的技术引入建筑领域,以外框架的柱、梁作为纵、横肋,蒙上一层薄金属板,形成共同工作体系。

此外,由于建筑功能和建筑艺术的需要,出现了一些大门洞、大跨度的特殊建筑。



本章小结

在高层建筑施工过程中有大量的施工测量问题,施工测量应紧密配合施工,起到指导施工的作用。建筑物的竖向测量是高层建筑工程施工测量的重要组成部分。如工业建筑的大型厂房、高塔、烟囱的施工与安装,民用建筑中的高层建筑施工及竖向变形观测等。

本学习情境中主要介绍了高层建筑施工测量的常用方法,施工控制网的建立、建筑基础测量、建筑物的竖向测量及变形观测。



学习检测



填空题

1. 高层建筑施工测量,必须建立_____。一般以_____、_____的施工方格控制网较为实用。
2. 高层建筑物轴线的投测,一般可分为_____、_____和_____三种。
3. 在高层建筑施工中,竖向测量常用_____和_____两种;另外,还可采用_____。
4. 地基回弹值是研究_____和_____的重要资料。
5. 吊坠法是使用较重的_____,以_____的轴线交点为准,直接向各施工层悬吊引测轴线。



选择题

1. ()是用于垂直测量的专用仪器,适用于高层建筑的垂直定位测量,观测时将仪器架设在地面首层控制点上。
A. 激光经纬仪 B. 激光水准仪 C. 激光铅直仪 D. 测距仪
2. 当周围建筑物密集,施工场地窄小,无法在建筑物以外的轴线上安置经纬仪时,可采

- 用()进行竖向投测。
- A. 经纬仪投测法
B. 激光垂准仪法
C. 铅直仪法
D. 吊线坠法
3. 高层建筑物施工测量中的主要问题是(),也就是各层轴线如何精确地向上引测的问题。
- A. 向下引测的精度
B. 控制横向偏差
C. 控制竖向偏差
D. 以上都不对
4. 当施工场地比较宽阔时,多使用()进行竖向投测。
- A. 经纬仪投测法轴线投测
B. 激光垂准仪法轴线投测
C. 铅直仪法轴线投测
D. 吊线坠法轴线投测
5. 在高层建筑的施工过程中,由于速度较快,土层不可能立即承受到全部的荷载,随着时间的进展,沉降量也随之增加。因此,高层建筑竣工后需进行()。
- A. 变形观测
B. 沉降观测
C. 竖向倾斜观测
D. 横向倾斜观测

简答题

1. 高层建筑施工测量有哪些特点?
2. 传统的吊线坠测量方法应采用多重的线坠,其适用范围是什么?
3. 试述普通经纬仪投影及双站串镜法测量的适用范围。
4. 在高层建筑施工中,竖向测量的常用方法有哪些?如何选用?
5. 如何根据工程需要,确定沉降观测的等级、精度要求、适用范围及观测方法?
6. 建筑物全部竣工后的变形观测有何规定?
7. 如何用经纬仪正倒镜法进行建(构)筑物竖向倾斜观测?

chapter
01

chapter
02

chapter
03

chapter
04

chapter
05

chapter
06

chapter
07