

## 第十五章 建筑物的变形观测

第十五章 建筑物的变形观测.....	1
§15—1 概述.....	1
§15—2 变形观测的精度和频率.....	2
§15—3 基准点与变形点的构造与布设.....	2
§15—4 垂直位移观测.....	4
§15—5 水平位移观测.....	5
一、测角前方交会.....	6
二、后方交会.....	6
三、极坐标法.....	7
四、导线法.....	7
五、视准线法.....	7
六、引张线法.....	8
§15—6 倾斜观测.....	8
一、前方交会法.....	9
二、垂准线法.....	9
§15—7 挠度观测.....	10
§15—8 变形观测的成果处理.....	11
一、列表.....	11
二、作图.....	11

### § 15—1 概述

建筑物的变形观测，目前我国已受到高度重视。随着社会主义建设的蓬勃发展，各种大型建筑物，如水坝、高层建筑、大型桥梁、隧道及各种大型设备的出现，因变形而造成损失的也越来越多。这种变形总是由量变到质变而造成事故的。因而及时地对建筑物进行变形观测，随时监视变形的发展变化，在未造成损失以前，及时采取补救措施，这就是变形观测的主要目的。它的另一个目的是检验设计的合理性，为提高设计质量提供科学的依据。

建筑物产生变形的原因很多，如地质条件、地震、荷载及外力作用的变化等是其主要原因。在建筑物的设计及施工中，都应全面地考虑这些因素。如果设计不合理，材料选择不当，施工方法不当或施工质量低劣，就会使变形超出允许值而造成损失。

建筑物产生变形时，必然会引起内部应力的变化，当应力变化到极限值时，建筑物即遭到破坏。所以对有些建筑物，在测定形变的同时，应辅以应力测定。本章只涉及形变观测。

根据变形的性质，可分为静态变形和动态变形两类。静态变形是时间的函数，观测结果只表示在某一期间的变形；动态变形是指在外力作用下产生的变形，它是以外力为函数表

示的,对于时间的变化,其观测结果表示在某一时刻的瞬时变形。

由于变形是随时间发展变化的,所以·对静态变形要周期性地重复观测,以求取两相邻周期间的变化量;而对动态观测,则需用自动记录仪器记录其瞬时位置。本章主要说明静态变形的观测方法。

建筑物变形的表现形式,主要为水平位移、垂直位移和倾斜,有的建筑物也可能产生挠曲及扭转。当建筑物的整体性受到破坏时,则可产生裂缝。

所谓变形,是指相对于稳定点的空间位置的变化,所以在进行变形观测时,必须以稳定点为依据。这些稳定点称为基准点或控制点。因而变形观测也要遵循从控制到碎部的原则。

根据观测结果,应对变形进行分析,得出变形的规律及大小,以判定建筑物是逐步趋于稳定,还是变形继续扩大。如果变形继续扩大,且变形速率加快,则说明它有破坏的危险,应及时发出警报,以便采取措施。即使没有破坏,但变形超出允许值时,则会妨碍建筑物的正常使用。如果变形逐渐缩小,说明建筑物趋于稳定,到达一定程度,即可终止观测。

## § 15—2 变形观测的精度和频率

建筑物变形观测的精度,视变形观测的目的及变形值的大小而异,很难有一个明确的规定,国内外对此有各种不同的看法。原则上,如果观测的目的是为了监视建筑物的安全,精度要求稍低,只要满足预警需要即可,在1971年的国际测量工作者联合会(FIG)上,建议观测的中误差应小于允许变形值的 $1/10 \sim 1/20$ ;如果目的是为了研究变形的规律,则精度应尽可能高些,因为精度的高低会影响观测成果的可靠性。当然,在确定精度时,还要考虑设备条件的可能,在设备条件具备,且增加工作量不大的情况下,以尽可能高些为宜。

观测频率的确定,随载荷的变化及变形速率而异。例如,高层建筑在施工过程中的变形观测,通常楼层加高1~2层即应观测一次;大坝的变形观测,则随着水位的高低,而确定观测周期。对于已经建成的建筑物,在建成初期,因为变形值大,观测的频率宜高。如果变形逐步趋于稳定,则周期逐渐加长,直至完全稳定后,即可停止观测。对于濒临破坏的建筑物,或者是即将产生滑坡、崩塌的地面,其变形速率会逐渐加快,观测周期也要相应的逐渐缩短。观测的精度和频率两者是相关的,只有在一个周期内的变形值远大于观测误差,其所得结果才是可靠的。

## § 15—3 基准点与变形点的构造与布设

无论是水平位移的观测还是垂直位移的观测,都要以稳固的点作为基准点,以求得变形点相对于基准点的位置变化。对于用作水平位移观测的基准点,要构成三角网、导线网或方向线等平面控制网,对于用作垂直位移观测的基准点,则需构成水准网。由于对基准点的要求主要是稳固,所以都要选在变形区域以外,且地质条件稳定,附近没有震动源的地方。对于一些特大工程,如大型水坝等,基准点距变形点较远,无法根据这些点直接对变形点进

行观测,所以还要在变形点附近相对稳定的地方,设立一些可以利用来直接对变形点进行观测的点作为过渡点,这些点称为**工作基点**。工作基点由于离变形体较近,可能也有变形,因而也要周期性地进行观测。

作为变形观测用的平面控制网,与地形测量或施工测量的控制网相比较,精度要求高,一般边长也较短。为了减少仪器对中误差对观测结果的影响,通常都埋设高 1.3m 左右的观测墩,在墩顶安设强制对中器,以保证每次对中于同一位置上。强制对中器的构造如图 15—1 所示,中间有一螺孔,可用连接螺栓来固定仪器,也可将仪器的三个脚螺栓放置在互成  $120^\circ$  的槽内,以使仪器中心与三条槽的交汇点对准。观测墩的基础,宜建在基岩或其他稳固的地层上。



图 15—1

高程基准点的数目不应少于三个,因为少于三个时,如果有一点发生变化,就难于判定哪一点发生了变化。根据地质条件的不同,高程基准点(包括工作基点)可采用深埋式或浅埋式水准点。深埋式是通过钻孔埋设在基岩上,浅埋式的基础与一般水准点相同。点的顶部均设有半球状的不锈钢或铜质标志。

在变形观测时,不可能对建筑物的每一点都进行观测,而是只观测一些有代表性的点,这些点称为变形点或观测点。变形点要与建筑物固连在一起,以保证它与建筑物一起变化。为使点位明显、肯定,以保证每次所观测的点位相同,也要设置观测标志。变形点的数量和位置,要能够全面反映建筑物变形的情况,并要顾及到观测的方便。例如对工业与民用建筑进行垂直位移观测时,其位置宜布设在建筑物的四角及荷载变化、楼层数变化以及地质条件变化处。对于大的建筑物,要求沿周边每隔 10~20m 处布设一点,如图 15—2 所示。如果垂直位移是用水准测量的方法观测,在施工时,就在墙体底部离地面 0.8m 左右处,按上述要求埋设凸出墙面的金属观测标志,以便于观测,如图 15—3 所示。这些标志要与墙体内部的钢筋焊在一起,以保证它们的整体性。对于桥墩的垂直位移观测,则变形点宜布设在墩顶的四角,或垂直平分线的两端,以便于根据不均匀的垂直位移,推求桥墩的倾斜程度。



图 15—2

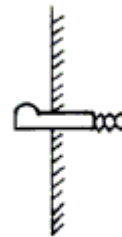


图 15—3

水平位移变形点的布设,则视建筑物的结构、观测方法及变形方向而异。产生水平位移的原因很多,主要有地震;岩体滑动、侧向的土压力和水压力、水流的冲击等。其中有些对位移方向的影响是已知的,例如,水坝受侧向水压而产生的位移,桥墩受水流冲击而产生的位移等,即属这种情况。但有些对方向的影响是不知道的,如受地震影响而使建筑物产生的

位移即是。对于不同的情况，宜采用不同的观测方法，相应的对变形点的布设要求也不一样。但不管以什么方式布设，变形点的位置必须具有变形的代表性，必须与建筑物固连，而且要与基准点或工作基点通视。在变形点上，如果可以安置觇标或仪器，则应设置强制对中器、以强制对中，减小对中误差，如果不能安置觇标，则应设置清晰而易于照准的目标，其颜色和图案的选择，应有利于提高照准的精度。

## § 15—4 垂直位移观测

建筑物受地下水位升降、荷载的作用及地震等的影响，会使其产生位移。一般说来，在没有其它外力作用时，多数呈下沉现象，对它的观测称**沉降观测**。在建筑物施工开挖基槽以后，深部地层由于荷载减轻而升高，这种现象称为回弹，对它的观测称为回弹观测。

垂直位移观测的高程依据是水准基点，即在水准基点高程不变的前提下，定期地测出变形点相对于水准基点的高差，并求出其高程，将不同周期的高程加以比较，即可得出变形点高程变化的大小及规律。

由水准基点组成的水准网称为垂直位移监测网，它可布设成闭合环、结点或附合水准路线等形式。其精度等级及主要技术要求见表 15—1。

表 15—1 垂直位移监测网的主要技术要求

等级	相邻基准点高差中误差(mm)	每站高差中误差(mm)	往返较差、附和环线闭合差(mm)	检测已测高差较差(mm)	使用仪器、观测方法及要求
一等	$\pm 0.3$	$\pm 0.07$	$0.15\sqrt{n}$	$0.2\sqrt{n}$	DS <sub>0.5</sub> 型仪器，视线长度 $\leq 15\text{m}$ ，前后视距差 $\leq 0.3\text{m}$ ，视距累计差 $\leq 1.5\text{m}$ ，宜按国家一等水准测量的技术要求施测
二等	$\pm 0.5$	$\pm 0.13$	$0.30\sqrt{n}$	$0.5\sqrt{n}$	DS <sub>0.5</sub> 型仪器，宜按国家一等水准测量的技术要求施测
三等	$\pm 1.0$	$\pm 0.30$	$0.60\sqrt{n}$	$0.8\sqrt{n}$	DS <sub>0.5</sub> 或 DS <sub>1</sub> 型仪器，宜按国家二等水准测量的技术要求施测
四等	$\pm 2.0$	$\pm 0.70$	$1.40\sqrt{n}$	$2.0\sqrt{n}$	DS <sub>0.5</sub> 或 DS <sub>1</sub> 型仪器，宜按国家三等水准测量的技术要求施测

注：n 为测段的测站数

如果设置有工作基点，则每年应进行一至两次与水准基点的联测，以检查工作基点是否发生变动。联测工作应尽可能选择固定的月份，即保证外界条件基本相同，以减少外界条件变化对成果的影响。

变形点垂直位移观测的方法有多种，但最常用的是水准测量。观测的精度等级和主要技术要求见表 15—2。

表 15—2 变形点垂直位移观测的精度要求和观测方法

等级	高程中误差 (mm)	相邻点高差 中误差(mm)	观测方法	往返较差、附 合或环线闭 合差(mm)
一等	$\pm 0.3$	$\pm 0.15$	除按国家一等水准测量的技术要求施测外，尚需设双转点， 视线 $\leq 15\text{m}$ ，前后视距差 $\leq 0.3\text{m}$ ，视距累计差 $\leq 1.5\text{m}$	$\leq 0.15\sqrt{n}$
二等	$\pm 0.5$	$\pm 0.30$	按国家一等水准测量的技术要求施测	$\leq 0.30\sqrt{n}$
三等	$\pm 1.0$	$\pm 0.50$	按国家二等水准测量的技术要求施测	$\leq 0.60\sqrt{n}$
四等	$\pm 2.0$	$\pm 1.00$	按国家三等水准测量的技术要求施测	$\leq 1.40\sqrt{n}$

注：n 为测站数

由于变形观测是多周期的重复观测，且精度要求较高，为了避免误差的影响，尚需注意以下各点：

1. 设置固定的测站与转点，使每次观测在固定的位置上进行。
2. 人员固定，以减少人差的影响。
3. 使用固定的仪器和水准尺，以减少仪器误差的影响。

## § 15—5 水平位移观测

水平位移观测的平面位置是依据水平位移监测网，或称平面控制网。根据建筑物的结构形式、已有设备和具体条件，可采用三角网、导线网、边角网、三边网和视准线等形式。在采用视准线时，为能发现端点是否产生位移，还应在两端分别建立检核点。

为了方便，水平位移监测网通常都采用独立坐标系。例如大坝、桥梁等往往以它的轴线方向作为 x 轴，而 y 坐标的变化，即是它的侧向位移。为使各控制点的精度一致，都采用一次布网。

监测网的精度，应能满足变形点观测精度的要求。在设计监测网时，要根据变形点的观测精度，预估对监测网的精度要求，并选择适宜的观测等级和方法。水平位移监测网的等级和主要技术要求见表 15—3。

表 15—3 水平位移监测网的主要技术要求

等级	相邻基准点的点 位中误差(mm)	平均边长(m)	测角中误差 (")	最弱边相对中误差	作业要求
一等	1.5	$< 300$	0.7	$\leq 1/250\,000$	按国家一等三角要求施测
		$< 150$	1.0	$\leq 1/120\,000$	按国家二等三角要求施测
二等	3.0	$< 300$	1.0	$\leq 1/120\,000$	按国家二等三角要求施测
		$< 150$	1.8	$\leq 1/70\,000$	按国家三等三角要求施测
三等	6.0	$< 350$	1.8	$\leq 1/70\,000$	按国家三等三角要求施测
		$< 200$	2.5	$\leq 1/40\,000$	按国家四等三角要求施测
四等	12.0	$< 400$	2.5	$\leq 1/40\,000$	按国家四等三角要求施测

变形点的水平位移观测有多种方法，最常用的有测角前方交会、后方交会、极坐标法、导线法、视准线法、引张线法等，宜根据条件，选用适当的方法。

## 一、测角前方交会

在变形点上不便于架设仪器时，多采用这种方法。如图 15—4 所示，A、B 为平面基准点，p 为变形点，由于 A、B 的坐标为已知，在观测了水平角  $\alpha$ 、 $\beta$  后，即可依下式求算 p 点的坐标。

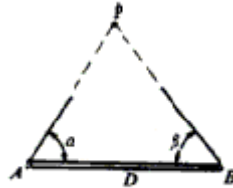


图 15—4

$$\left. \begin{aligned} x_p &= \frac{x_A \cot \beta + x_B \cot \alpha - y_A + y_B}{\cot \alpha + \cot \beta} \\ y_p &= \frac{y_A \cot \beta + y_B \cot \alpha + x_A - x_B}{\cot \alpha + \cot \beta} \end{aligned} \right\} \quad (15-1)$$

点位中误差  $m_p$  的估算公式为：

$$m_p = \frac{m''_\beta D \sqrt{\sin^2 \alpha + \sin^2 \beta}}{\rho'' \sin^2 (\alpha + \beta)} \quad (15-2)$$

式中  $m''_\beta$ ——测角中误差；

D——两已知点间的距离；

$\rho''$ ——206 265''。

采用这种方法时，交会角宜在  $60^\circ$  至  $120^\circ$  之间，以保证交会精度。

## 二、后方交会

如果变形点上可以架设仪器，且与三个平面基准点通视时，可采用这种方法。如图 15—5 所示，A、B、C 为平面基准点，p 为变形点，当观测了水平角  $\alpha$ 、 $\beta$  后，即可依公式 15—3 计算 p 点坐标。

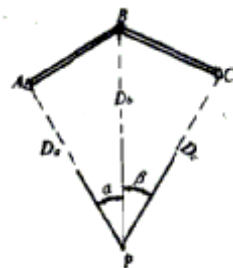


图 15—5

$$\left. \begin{aligned} x_p &= x_B + \Delta x_{Bp} = x_B + \frac{a - Kb}{1 + K^2} \\ y_p &= y_B + \Delta y_{Bp} = y_B + K \cdot \Delta x_{Bp} \end{aligned} \right\} \quad (15-3)$$

3)

式中  $a = (x_A - x_B) + (y_A - y_B) \cot \alpha$

$b = -(y_A - y_B) + (x_A - x_B) \cot \alpha$

$c = -(x_C - x_B) + (y_C - y_B) \cot \beta$

$d = (y_C - y_B) + (x_C - x_B) \cot \beta$

$k = \frac{a + c}{b + d}$

点位中误差的估算公式为

$$m_p = \frac{m_\beta''}{\rho''} \sqrt{\frac{D_{AB}^2 D_c^2 + D_{BC}^2 D_a^2}{[D_c \sin \alpha + D_a \sin \beta + D_b \sin(\alpha + \beta)]^2}} \quad (15-4)$$

式中  $m_\beta$ ——测角中误差

采用这种方法时，需注意 p 点不能与 A、B、C 在同一圆周上，否则无定解。

### 三、极坐标法

在光电测距仪出现以后，这种方法用得比较广泛，只要在变形点上可以安置反光镜，且与基准点通视即可。如图 15—6 所示，A、B 为基准点，其坐标已知，p 为变形点，当测出  $\alpha$  及 d 以后，即可据以求出 p 点的坐标，由于计算方法简单，不再进行说明。

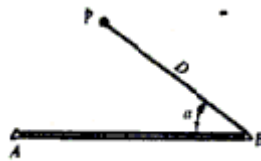


图 15—6

点位中误差的估算公式为：

$$m_p = \pm \sqrt{m_D^2 + \left(\frac{m_\alpha}{\rho} D\right)^2} \quad (15-5)$$

### 四、导线法

当相邻的变形点间可以通视，且在变形点上可以安置仪器进行测角、测距时，可采用这种方法。通过各次观测所得的坐标值进行比较，便可得出点位位移的大小和方向。这种方法多用于非直线型建筑物的水平位移观测，如对弧形拱坝和曲线桥的水平位移观测。

### 五、视准线法

这种方法适用于变形方向为已知的线形建(构)筑物，是水坝、桥梁等常用的方法。如图

15—7 所示, 视准线的两个端点 A、B 为基准点, 变形点 1、2、3…等布设在 AB 的连线上, 其偏差不得超过 2cm。变形点相对于视准线偏移量的变化, 即是建(构)筑物在垂直于视准点方向上的位移。量测偏移量的设备为活动觇牌, 其构造如图 15—8 所示。觇牌图案可以左右移动, 移动量可在刻划上读出。当图案中心与竖轴中心重合时, 其读数应为零, 这一位置称为零位。



图 15—7

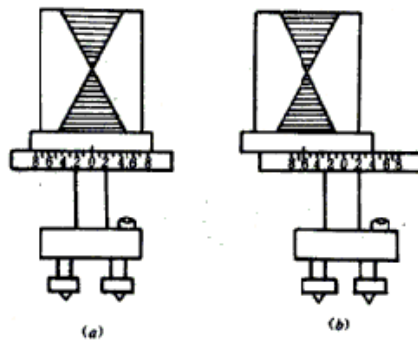


图 15—8

观测时在视准线的一端架设经纬仪, 照准另一端的观测标志, 这时的视线称为视准线。将活动觇牌安置在变形点上, 左右移动觇牌的图案, 直至图案中心位于视准线上, 这时的读数即为变形点相对视准线的偏移量。不同周期所得偏移量的变化, 即为其变形值。与此法类似的还有激光准直法, 就是用激光光束代替经纬仪的视准线。

## 六、引张线法

引张线法的工作原理与视准线法类似, 但要求在无风及没有干扰的条件下工作, 所以在大坝廊道里进行水平位移观测采用较多。所不同的, 是在两个端点间引张一根直径为 0.8mm 至 1mm 的钢丝, 以代替视准线。采用这种方法的两个端点应基本等高, 上面要安置控制引张线位置的 V 形槽及施加拉力的设备。中间各变形点与端点基本等高, 在上面与引张线垂直的方向上水平安置刻划尺; 以读出引张线在刻划尺上的读数。不同周期观测时尺上读数的变化, 即为变形点与引张线垂直方向上的位移值。

### § 15—6 倾斜观测

一些高耸建(构)筑物, 如电视塔、烟囱、高桥墩、高层楼房等, 往往会发生倾斜。倾斜度用顶部的水平位移值  $K$  与高度  $h$  之比表示, 即

$$i = \frac{K}{h} \quad (15-6)$$

一般倾斜度用测定的  $K$  及  $h$  求算, 如果确信建筑物是刚性的, 也可以通过测定基础不同部位的高程变化来间接求算。

高度  $h$  可用悬吊钢尺测出, 也可用三角高程法测出。

顶部点的水平位移值, 可用前方交会及建立垂准线的方法测出。

## 一、前方交会法

采用前方交会法时,例如对高层楼房的墙角观测,则高处观测点与其理论位置的坐标差 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ ,即为在 $x, y$ 方向上的位移值,其最大位移方向上的位移值为

$$K = \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} \quad (15-7)$$

像烟囱等圆锥形中空构筑物,应测定其几何中心的水平位移,这种情况可采用图 15—9 所示的方法进行。A、B 为两观测站,离烟囱的距离应不小于烟囱高度的两倍,并使 Ap、Bp 方向大致垂直。经纬仪先在 A 点观测烟囱底部和顶部相切两方向的值,取平均值得 $a$ 、 $a'$ 即为通过烟囱底部和顶部中心的方向值。同样再在 B 点观测,得 $b$ 、 $b'$ 。若 $a \neq a'$ , $b \neq b'$ ,则表示烟囱的上下中心不在同一铅垂线上,即烟囱有倾斜。计算出 $\Delta a = a' - a$ , $\Delta b = b' - b$ ,并从 A、B 分别沿 Ap、Bp 方向量出到烟囱外皮的距离 $D_A$ 、 $D_B$ ,则可按下式计算出垂直于 Ap、Bp 方向的偏移量 $e_A$ 、 $e_B$ :

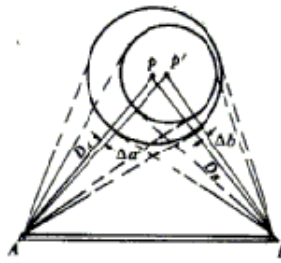


图 15—9

$$\left. \begin{aligned} e_A &= \frac{\Delta a}{\rho} (D_A + R) \\ e_B &= \frac{\Delta b}{\rho} (D_B + R) \end{aligned} \right\} \quad (15-8)$$

8)

式中 $R$ 为烟囱底部的半径,可量出底部的周长后求得。烟囱总的偏移量 $e$ 为:

$$e = \sqrt{e_A^2 + e_B^2} \quad (15-9)$$

根据 $\Delta a$ 、 $\Delta b$ 的正负号,还可以按下式计算出偏移的方向:

$$\alpha = \arctan \frac{e_A}{e_B} \quad (15-10)$$

$\alpha$  为以 Ap 为 $0^\circ$ 按顺时针方向计量的方位角。

## 二、垂准线法

垂准线的建立,可以利用悬吊垂球,也可以利用铅垂仪(或称垂准仪)。

利用垂球时,是在高处的某点,如墙角、建筑物的几何中心处悬挂垂球,垂球线的长度应使垂球尖端刚刚不与底部接触,用尺子量出垂球尖至高处该点在底部的理论投影位置的距离,即为高处该点的水平位移值。

铅垂仪的构造如图 15—10 所示,当仪器整平后,即形成一条铅垂视线。如果在目镜处加装一个激光器,则形成一条铅垂的可见光束,称为激光铅垂线。观测时,在低部安置仪器,

而在顶部量取相应点的偏移距离。

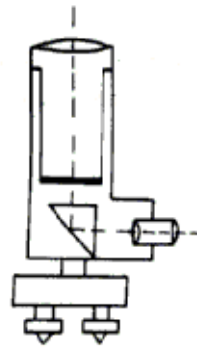


图 15-10

## § 15—7 挠度观测

所谓挠度，是指建(构)筑物或其构件在水平方向或竖直方向上的弯曲值。例如桥的梁部在中间会产生向下弯曲，高耸建筑物会产生侧向弯曲。

图 15—11 是对梁进行挠度观测的例子。在梁的两端及中部设置三个变形观测点 A、B 及 C，定期对这三个点进行沉降观测，即可依下式计算各期相对于首期的挠度值：

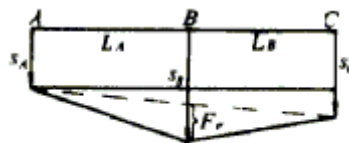


图 15-11

$$F_e = (s_B - s_A) - \frac{L_A}{L_A + L_B} (s_C - s_A) \quad (15-11)$$

式中  $L_A$ 、 $L_B$ ——观测点间的距离；

$s_A$ 、 $s_B$ 、 $s_C$ ——观测点的沉降量。

沉降观测的方法可用水准测量，如果由于结构或其他原因，无法采用水准测量时，也可采用三角高程的方法。

桥梁在动荷载(如列车行驶在桥上)作用下会产生弹性挠度，即列车通过后，立即恢复原状，这就要求在挠度最大时测定其变形值。为能测得其瞬时值，可在地面架设测距仪，用三角高程法观测，也可利用近景摄影测量法测定。

对高耸建(构)筑物竖直方向的挠度观测，是测定在不同高度上的几何中心或棱边等特殊点相对于底部几何中心或相应点的水平位移，并将这些点在其扭曲方向的铅垂面上的投影绘成曲线，就是挠度曲线。水平位移的观测方法，可采用测角前方交会法、极坐标法或垂线法。

## § 15—8 变形观测的成果处理

变形观测的外业工作结束后，应及时对观测手簿进行整理和检查。如有错误或误差超限，须找出原因，及时进行补测。

由于观测变形点的依据是监测网点，首要的是监测网点必须稳定可靠。为能判定其是否稳定，也要定期进行复测。如果各个点每次结果的平差值的较差在要求的范围内，则认为它是稳定的，如果某点的较差超限，则说明该点产生了变形。根据该点观测的变形点，其结果应考虑该点变形的影响。

变形量的计算，是以首期观测的成果作为基础，即变形量是相对于首期的结果而言的，所以要特别注意首期观测的质量。

变形观测的目的是从多次观测的成果中，发现变形的规律和大小，进而分析变形的性质和原因，以便采取措施。所以成果的表现形式应直观、清晰，通常采用以下形式：

### 一、列表

将各次观测成果依时间先后列表，表 15—4 是一个沉降观测的例子。表中列出了每次观测各点的高程  $H$ ，与上一期相比较的沉降量  $s$ ，累计的沉降量  $\Sigma s$ ，荷载情况，平均沉降量及平均沉降速度等，在作变形分析时，对这些信息可以一目了然。

表 15—4 沉降观测成果表

工程名称 XX 楼		仪器 N <sub>3</sub> No128544			观测 XXX						
点号	首期成果 1995.3.4	第二期成果 1995.5.8			第三期成果 1995.7.2						备注
	H <sub>0</sub> (m)	H(m)	S(mm)	Σ S(mm)	H(m)	S(mm)	Σ S(mm)				
1	17.595	17.590	5	5	17.588	2	7				
2	17.555	17.549	6	6	17.546	3	9				第二期观测 为暴雨后
3	17.571	17.565	6	6	17.563	2	8				
4	17.604	17.601	3	3	17.600	1	4				
...	...	...			...						
静荷载 P	3.0t/m <sup>2</sup>	4.5t/m <sup>2</sup>			8.1t/m <sup>2</sup>						
平均沉降量		5.0mm			2.0mm						
平均沉降速度		0.078mm/d			0.037mm/d						

### 二、作图

为了更直观地显示所获得的信息，可以将其绘制成图。图 15—12 是一个表示荷载、时间与沉降量的关系曲线图。图中横坐标为时间  $T$ ，可以十天或一月为单位，纵坐标向下为沉

降量  $s$ ，向上为荷载  $P$ 。所以横坐标轴以下是随着时间变化的沉降量曲线，即  $s-T$  曲线；横坐标轴以上则是荷载随时间而增加的曲线，即  $P-T$  曲线。施工结束后，荷载不再增加，则  $P-T$  曲线呈水平直线。从这个图上，可以清楚地看出沉降量与荷载的关系及变化趋势是渐趋稳定。

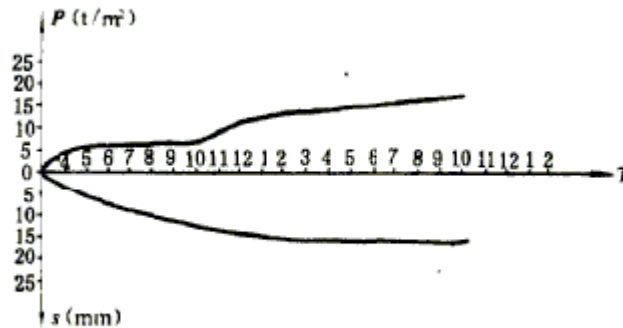


图 15-12

根据同样方法，也可绘出其他变形与外界因素的关系曲线。

根据上述的各种信息，结合有关的专业知识，即可对变形的原因，趋势等进行几何的和物理的分析，为工程措施提供依据。

需要指出的是，一般认为稳定的基准点，也不可能完全没有变形，所谓稳定，只是相对而言。即当变形是对变形点的观测没有实际影响时，就视为是稳定的。