

## 模块三 施 工 测 量

### 项目一 民用建筑施工测量



民用建筑施工  
测量

#### 【项目导入】

民用建筑，包含住宅楼、商场、学校、医院、食堂、办公楼、宾馆等，其施工测量包括建筑物的定位与放线、基础施工测量、主体施工测量、高层建筑施工测量。施工测量的过程犹如我们用尺子，在纸上绘图一样，它运用各类测量仪器，精确地指导建造过程，让图纸给出的要求，真真切切地落实在地面上。本模块主要讲述的是在民用建筑施工过程中的测量技术。

#### 【学习目标】

##### 1. 知识目标

- (1) 理解坐标体系的空间位置，掌握建筑物定位与放线。
- (2) 熟悉基础施工测量、主体施工测量、高层建筑施工测量的工作内容。

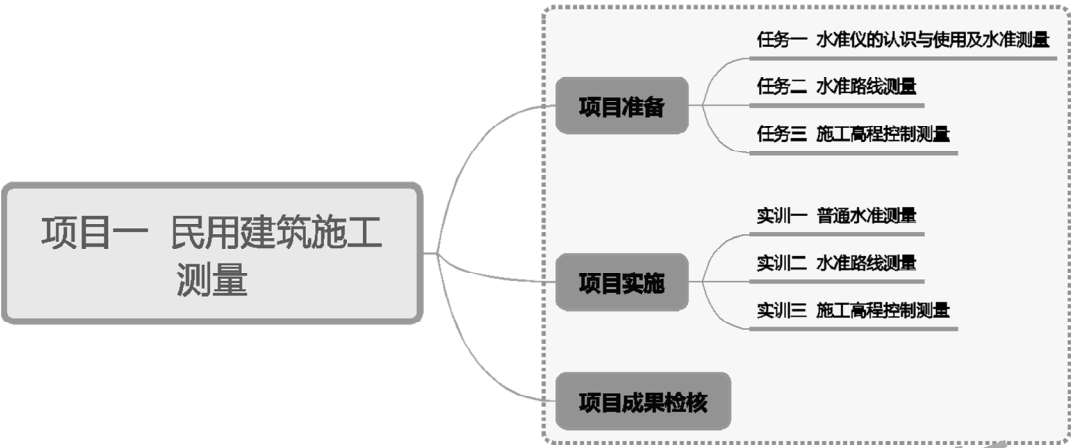
##### 2. 能力目标

- (1) 能进行轴线控制桩的测设工作。
- (2) 能进行基础施工测量、主体施工测量、高程建筑施工测量。

##### 3. 素质目标

- (1) 具备精益求精、认真严谨的科学态度。
- (2) 具有自主学习、团队协作、探究知识的能力。
- (3) 具备理论联系实际的思维习惯，学会将理论和实际结合去解决问题。
- (4) 具备分析问题的能力，学会通过分析问题从而选取处理问题的方法。

【思维导图】



❖ 项目准备

任务一 建筑物的定位与放线

一、施工测量概述

施工测量的目的是，把设计的建（构）筑物的平面位置和高程，按设计要求以一定的精度测设在地面上，作为施工的依据，并在施工过程中进行一系列的测量工作，以便衔接和指导各工序间的施工，保证施工质量符合设计和规范要求。民用建筑是指住宅、办公楼、学校和医院等建筑物，可分为单层、多层和高层建筑。随着现代化城市的发展和建筑工艺的进步，高层和高耸建筑物的不断涌现，这对民用建筑施工测量技术提出了更高的要求。

在施工中，测量贯穿其整个过程，从场地平整、建筑物定位、基础施工，到建筑物构件的安装、竣工测量，交付使用后还要定期进行观测。施工测量和测绘地形图一样，也要遵循“由整体到局部”“先控制后碎部”的原则。主要包括以下三点。

（1）施工场地平整测量：各项工程建设开工时，首先要进行场地整平。整平时可以利用勘测阶段所绘制的地形图计算场地的设计高程并估算土石方量。如果没有可利用的地形图或计算精度要求较高，也可以采用方格水准测量的方法来计算土石方量。

（2）建立施工控制网：为了把规划设计的建筑准确地在地面标记出来，以及便于各项工作的平行施工，施工测量时要在施工场地建立平面控制网和高程控制网，作为建筑定位及细部测设的依据。

（3）施工放样与安装测量：施工前，要按照设计要求，利用施工控制网把建筑和各种管线的平面位置和高程在地面标记出来，作为施工的依据。在施工过程中，要及时测设建

筑的轴线和标高位置，并对构件和设备安装进行校准测量。

## 二、点的测设



角度距离测设

### （一）角度距离测设

测设是测定的反向工作。在前面的模块中我们学习了使用水准仪、经纬仪、钢尺等仪器进行高程、角度、距离的测定方法，那么在施工过程中，我们就需要将图纸上的信息，投射到实地上，进而开展施工工作。对于建筑物等工程实体来说，其建造的第一步就是定位，此时就要进行角度和距离的测设。

#### 1. 已知水平角的测设

从地面上一点，可向两个方向添加投射线，在工程实践当中，测设水平角是现场定向的常用手段，用垂直投影法投影到水平面上的角称为水平角。测设已知水平角，即以地面一点为顶点，以其中一个方向的投射线为水平角的已知边，按照已知的角度数值，将另一条边测设到地面上，即这条边是我们需要测设的方向。

按照精度要求的不同，角度测设所用到的仪器和方法也有所不同。

##### （1）一般方法（分中法）。

在对测设水平角精度要求不高的情况下，可以采用经纬仪盘“左盘右分中法”测设，如图3-1所示，具体步骤如下。

- ① 在A点架设经纬仪并对中整平，首先，将盘左照准已知点B，置盘至 $0^{\circ}00'00''$ 附近（电子经纬仪、全站仪直接置零）；
- ② 旋转照准部至度盘读数为响应的 $\beta$ 数值，在此视线方向上定出 $C'$ 点；
- ③ 然后，盘右重复上述工作，定出 $C''$ ；
- ④ 取 $C'C''$ 连线的中点C钉桩，此时 $\angle BAC$ 就是我们测设的角度值为 $\beta$ 的已知水平角，AC即为得到的测设角值为 $\beta$ 的另一条方向线。

##### （2）精确方法。

如果需要更高的测设精度，则可在前述方法的基础上做检验修正，采用测设端点的垂线改正方法，如图3-2所示，具体步骤如下。

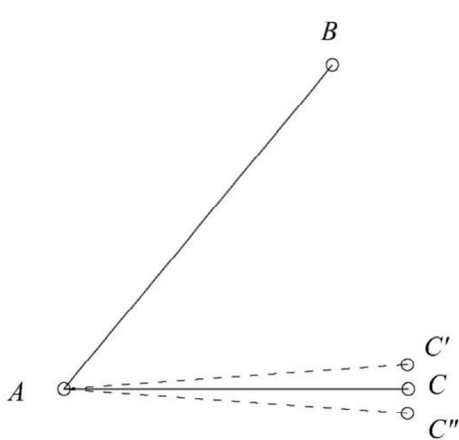


图 3-1 已知水平角的测设一般方法

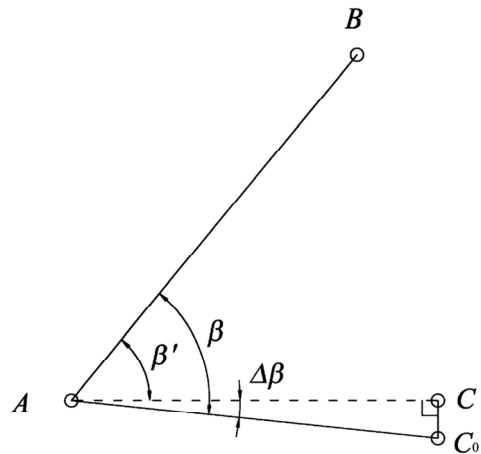


图 3-2 已知水平角的测设精确方法

- ① 按照分中法操作流程测设出AC方向线，在实地标出C点的位置；
- ② 用经纬仪对 $\angle BAC$ 进行多测回（测回数视具体情况而定）的水平角观测，设观测值为 $\beta'$ ；
- ③ 垂直改正距离按下式计算。

$$\Delta\beta = \beta - \beta', CC_0 = D_{AC} \cdot \tan \Delta\beta, \Delta\beta = D_{AC} \cdot \frac{\Delta\beta''}{\rho''} \quad (3-1)$$

- ④ 从C点起，沿AC边的垂直方向量出垂距 $CC_0$ ，定出 $C_0$ 点，则 $AC_0$ 即为修正后的目标方向。从C点起，向内还是向外修正方向，取决于 $\Delta\beta$ 的正负号，正值向外改正，负值则向内改正。

## 2. 已知水平距离的测设

已知水平距离的测设，是从地面一点，向一个给定的方向，量出已知水平长度而得到地面上的另一点的过程。

水平距离测设按照精度要求、工具及仪器的不同，采用的方法也各有不同。如图3-3所示，识图测设水平距离 $AB = D$ ，其中A点为已知点，并在地面上设有固定标志， $D$ 为已知的水平距离，在地面上沿已知给定的方向量出水平距离 $D$ ，即可在实地定出要求的点B。

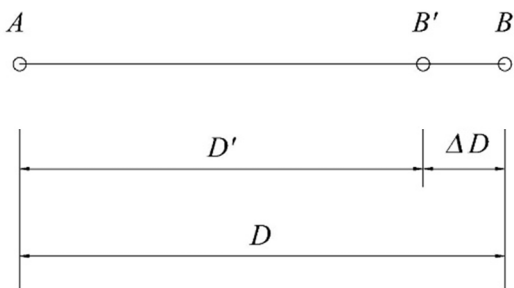


图 3-3 已知水平距离测设

### (1) 一般方法。

如果精度要求不高,则可以直接采用钢尺量距,步骤如下。

① 从A点开始,沿AB方向用钢尺拉平丈量,此时应在A点架设经纬仪,用照准部定出AB的方向。按照已知距离 $D$ ,在实地上定出 $B'$ 点,做出标记;

② 对 $AB'$ 进行两次丈量或往返测,若两次丈量的数值之差在限值之内,则可直接取平均值 $D'$ ;

③ 求出改正数 $\delta = D - D'$ ;

④ 根据改正数 $\delta$ 对端点 $B'$ 加以修正,即得出B点的最终位置。若 $\delta$ 为正,应向前修正;若 $\delta$ 为负,则向后修正。

### (2) 精确方法。

若精度要求高,亦可在上述方法的基础上,做进一步校核修正。在按照一般方法在地面上初步定出 $B'$ 点后,再精确测量出 $AB'$ 的距离,并加钢尺的尺长改正、温度改正和倾斜改正等,求出 $AB'$ 的精确水平距离 $D'$ 。则其长度差值 $\delta = D - D'$ 即为沿AB方向,以 $B'$ 点为基准进行改正的值。若 $\delta$ 为正,应向前修正; $\delta$ 为负,则向后修正。

### (3) 光电测距仪器测设水平距离。

光电测距仪器以全站仪最为常用。以全站仪为例,测设已知水平距离,步骤如下。

① 在A点架设全站仪,照准部瞄准B点方向,使用反射棱镜对中杆按照已知距离 $D$ 粗略定出地面点 $B'$ 并做好标记;

② 再用全站仪精确测出 $AB'$ 的水平距离 $D'$ ,求出改正数 $\delta = D - D'$ ;

③ 根据 $\delta$ 的符号对 $B'$ 进行修正,最终定出B点;

光电测距仪器测设距离是一种方便、快捷并且精度很高的方法,在距离测设工作中应用较为普遍。



点的平面位置测设

## (二) 坐标法与交会法

### 1. 极坐标法测设点的平面位置

极坐标法是由角度、长度两个要素来确定一个点的一种方法。极坐标法适用于便于量距且保证通视的场地,是施工现场常用的一种点位测设方法。

如图3-4所示,用极坐标法测设P点的实地位置。已知P点坐标为 $(x_P, y_P)$ ,A、B为已知的两个控制点,在地面上均有位置标记,坐标分别为 $(x_A, y_A)$ 、 $(x_B, y_B)$ ,根据给出的设计坐标值,反算出水平角 $\beta$ 及水平距离 $D$ ,用任务一的角度、距离测设方法在实地测设出P点点位。

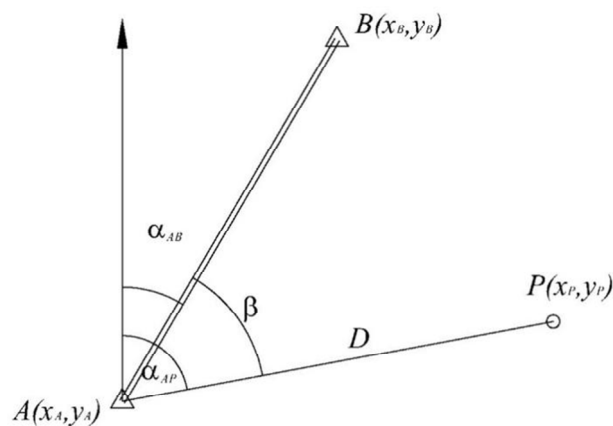


图 3-4 极坐标法测设点的平面位置

极坐标法使用方便，也契合测量仪器的结构原理，安置一次仪器可以测设多点，适用于对各种复杂形状的建筑物进行定位，当使用全站仪测设时，因仪器兼具测角与测距功能，优势更加明显。

## 2. 直角坐标法测设点的平面位置

直角坐标法是根据被测设点给定的设计坐标值，计算出设计坐标，设计坐标与已布设好的控制轴线点之间的纵横坐标之差，即 $x$ 、 $y$ 坐标之间的差值 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ ，从而测设出地面点的平面位置。

当建筑场地的施工控制网为方格网或轴线网时，采用直角坐标法放线最为方便，但需要注意的是，直角坐标法放线仅适用于短距离测设，距离稍长难以控制精度。

如图3-5所示，I、II、III、IV为方格网点，需要在地面上测设出A点，其中方格网点坐标均已知且在地面上有标志，A点坐标已知位置待测设，在坐标系中计算出差值 $\Delta x$ 、 $\Delta y$ ，用直角坐标法测设A点。

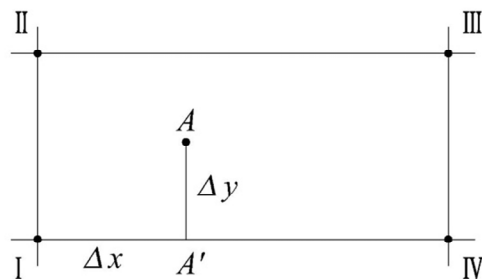


图 3-5 直角坐标测设点的平面位置

测设方法：

(1) 坐标增量按下式计算。

$$\Delta x = x_A - x_I, \Delta y = y_A - y_I。 \quad (3-2)$$

(2) 在I点架设经纬仪(如果轴线已经在地面上标出,则可直接用钢尺由I点向IV点量取 $\Delta x$ ,得到点 $A'$ 。

(3) 在 $A'$ 点架设经纬仪,后视I点后,使用盘左、盘右分中法测设 $90^{\circ}00'00''$ (顺时针),测得I~IV边的垂线,在垂线方向上量取 $\Delta y$ ,得到A点,此时A点即为所求。

由此可见,直角坐标法测设点位,仅需按照两个坐标差值量取距离和测设直角,过程直观,并便于检查,常用于建筑平面碎部放样。

3. 角度交会法测设点的平面位置

角度交会法是根据两个或两个以上已知角度的方向线交会处的点的平面位置。当待定点距离控制点距离较远(超出钢尺长度),或者地形复杂难以施测时,可以采用角度交会法。

如图3-6所示,用前方交会法测定P点,其中M、N为控制点,坐标已知且地面有标志,P点坐标已知,位置待测设,则可以反算出方位角 $\alpha_{MP}$ 、 $\alpha_{NP}$ 、 $\alpha_{MN}$ ,再计算出夹角 $\alpha$ 和夹角 $\beta$ ,通过角度交会测设出P点。

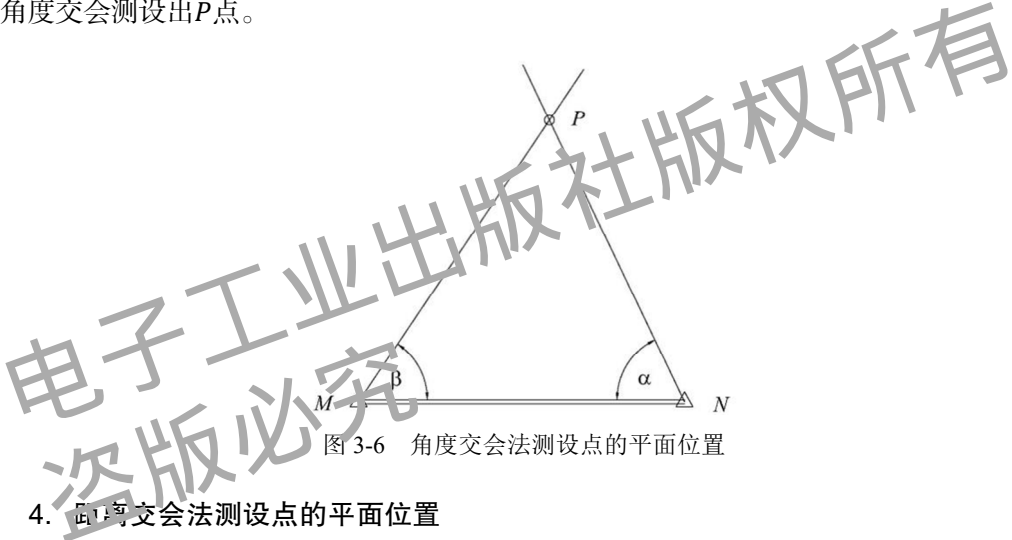


图 3-6 角度交会法测设点的平面位置

4. 距离交会法测设点的平面位置

距离交会法是根据两个或两个以上的已知平面距离交会处点位的一种测设方法。如图3-7所示,A、B为控制点,坐标已知且地面有标志,P为待测点,已知坐标,位置待测设。距离 $D_{AP} = b$ 、 $D_{BP} = a$ ,可以通过点的坐标计算得出。

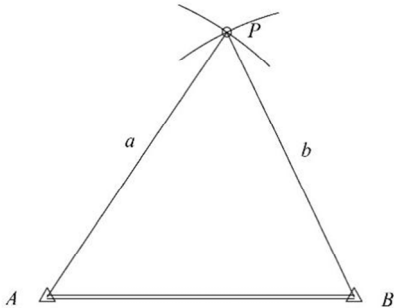


图 3-7 距离交会法测设点的平面位置

(1) 类似于制图中的尺规法画图,以 $A$ 、 $B$ 为圆心,在场地上画弧线,两弧线的交点就是 $P$ 点。由于精度稍差,在实际工作中应采用第三个控制点做距离校核。

(2) 距离交会法测设点位,不需要使用复杂仪器,仅需钢尺即可,操作简便,测设速度快,但是精度稍差。在使用钢尺测量距离时,要求场地平整,交会距离不大于钢尺整尺长度,交会角度应在 $30^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 能达到理想的效果。



建筑物的定位与放线

### 三、建筑物的定位与放线

#### (一) 建筑物的定位

建筑物的定位是指,把建筑物的外廓各轴线交点测设到地面上,即根据设计要求在地面上标出拟建建筑物的准确位置,它是进行碎部放样的依据。根据控制网的形式及分布、放线的精度要求及施工现场的条件来选用,建筑物的定位主要有以下几种测设方法:

(1) 根据测量控制点的测设。

根据建筑物附近的导线点、三角点等测量控制点和建筑物各角点的设计坐标用极坐标或交会法测设建筑物的位置。

(2) 根据建立的方格网和建筑基线测设。

当建筑场地已经建立方格网或建筑基线时,可以采用直角坐标放样法,使用经纬仪和钢尺测设定位点。

(3) 根据与原有建筑物的关系测设。

即根据设计图纸上新建建筑物与附近原有建筑物的相对位置关系,进行测设。建筑物的定位就是将建筑物外廓各轴线交点(简称角桩,即图3-8中的 $M$ 、 $N$ 、 $P$ 和 $Q$ )测设在地面上,作为基础放样和碎部放样的依据。

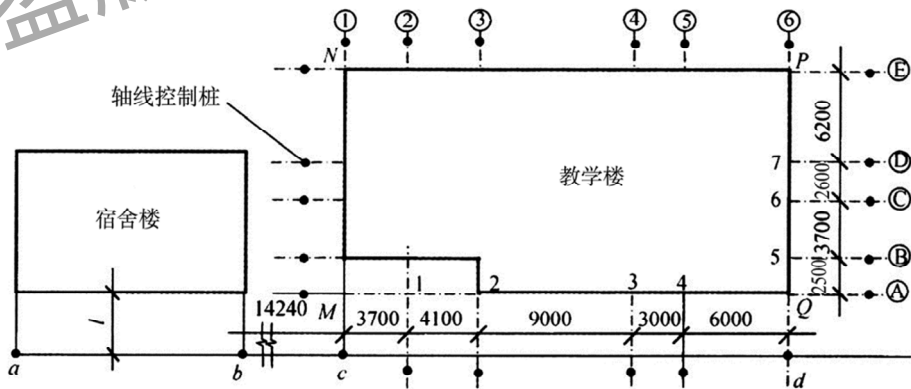


图 3-8 建筑物的定位和放线

由于定位条件不同,定位方法也不同,下面介绍根据已有建筑物测设拟建建筑物的方法。