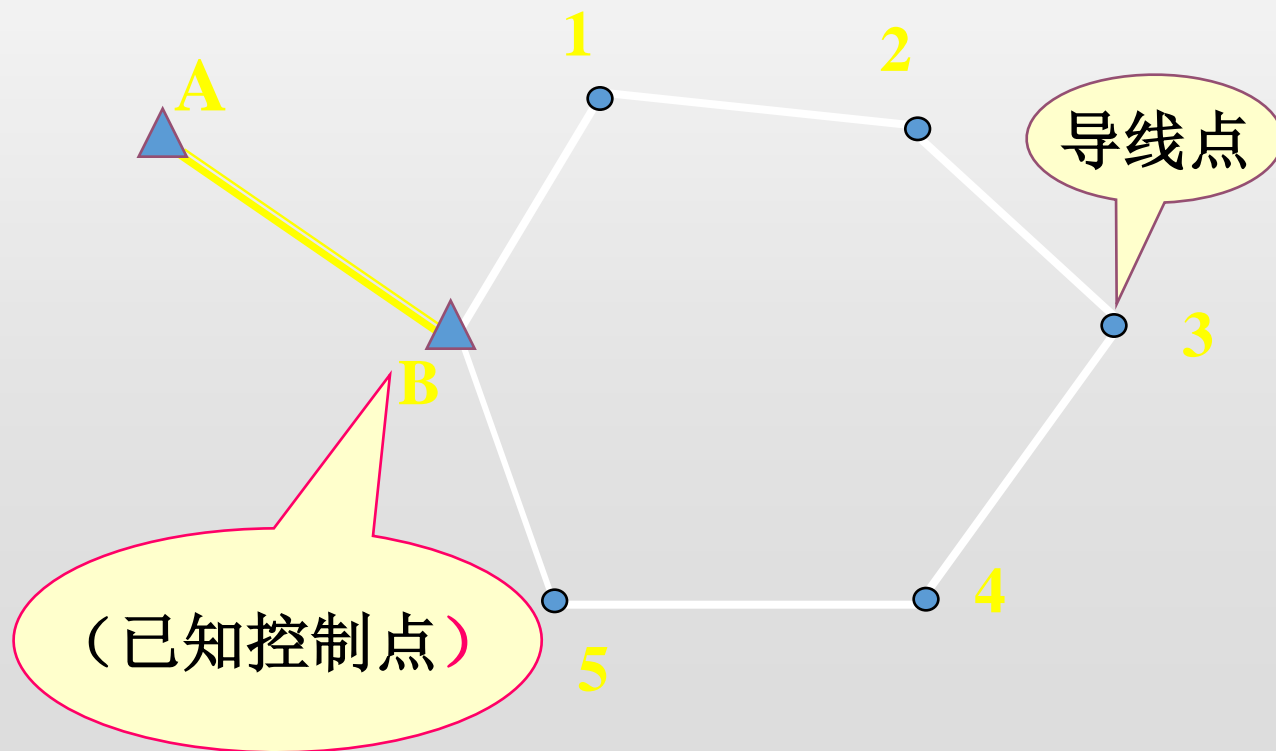


## 5.2 导线测量

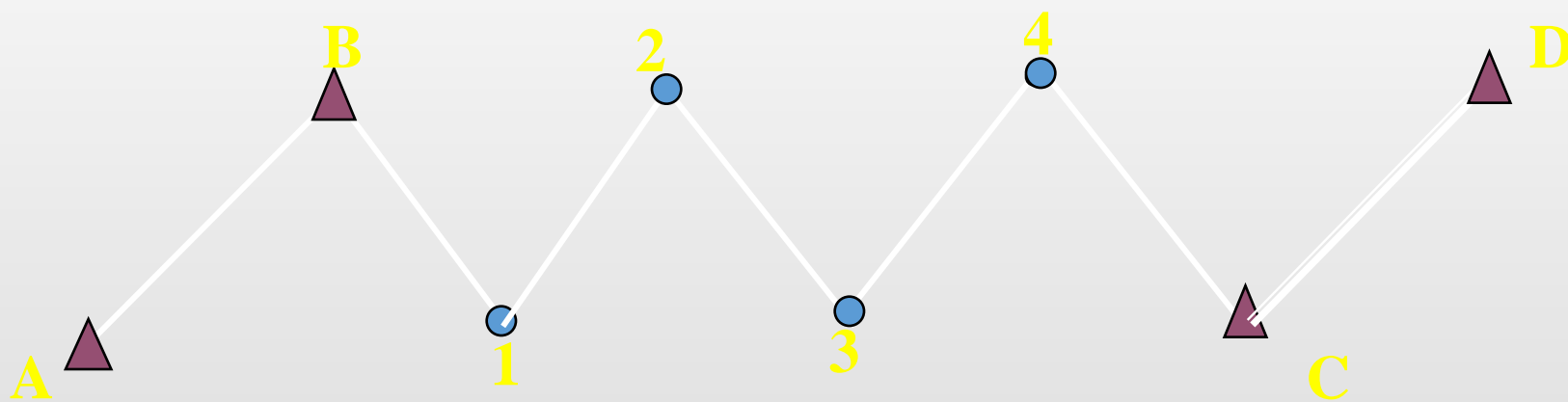
### 5.2.1 导线的布设形式

由测量人员根据测量任务在测区内选定若干控制点，组成的多边形或折线称导线，这些点称导线点。导线可布设成以下三种：

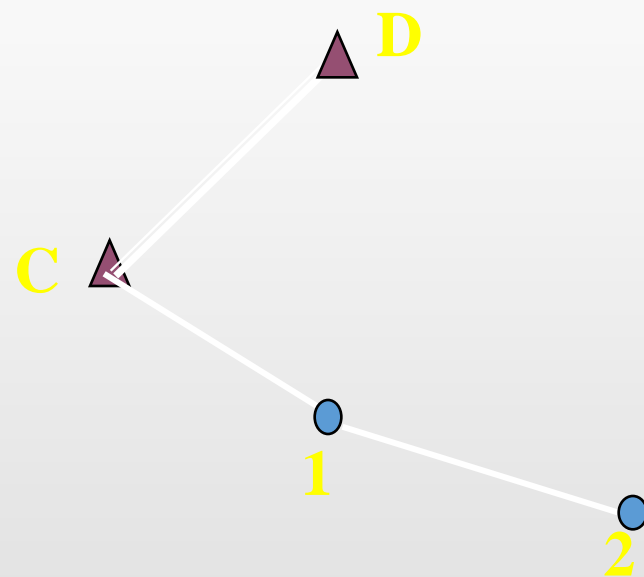
#### 1、闭合导线



## 2、附和导线



### 3、支导线

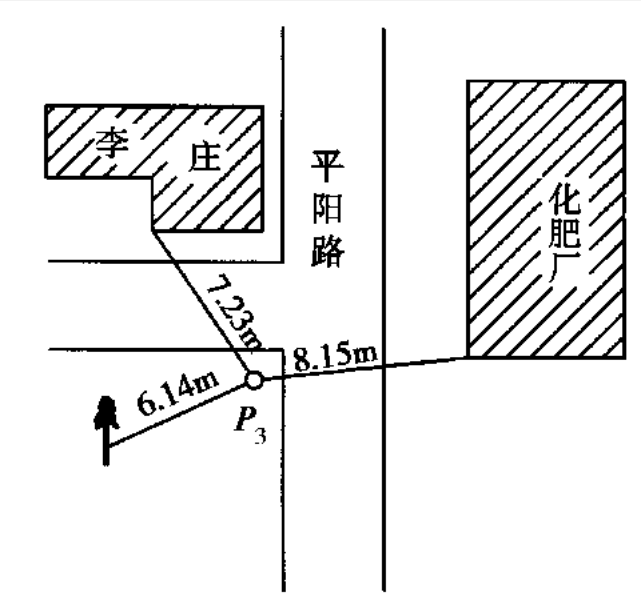


## 5.2.2 导线测量的外业工作

- 踏勘选点，布网设计
- 埋石（埋桩）、编号、作点之记
- 水平角观测
- 边长测量
- 导线定向



## 2、建立标志

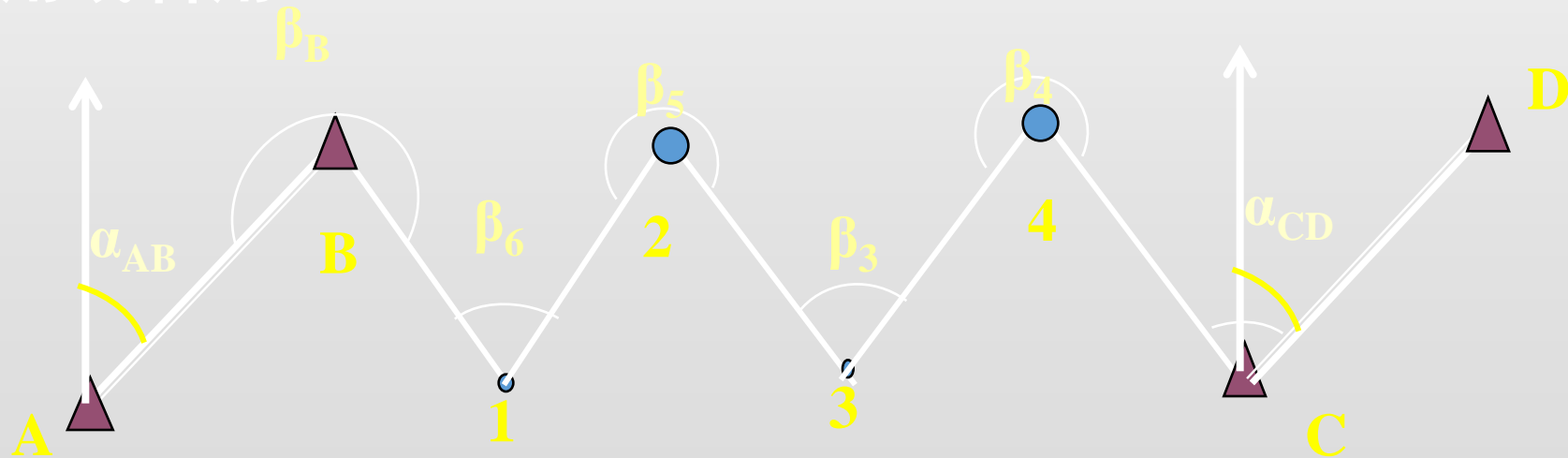
草 图	导 线 点	相 关 位 置	
	$P_3$	李 庄	7.23 m
		化 肥 厂	8.15 m
		独 立 树	6.14 m

### 3、导线边长测量

导线采用普通钢尺丈量导线边长或用全站仪进行导线边长测量。

### 4、水平角测量

导线的水平角即转折角，是用经纬仪按测回法进行观测的，在导线点上可以测量导线前进方向的左角或右角。



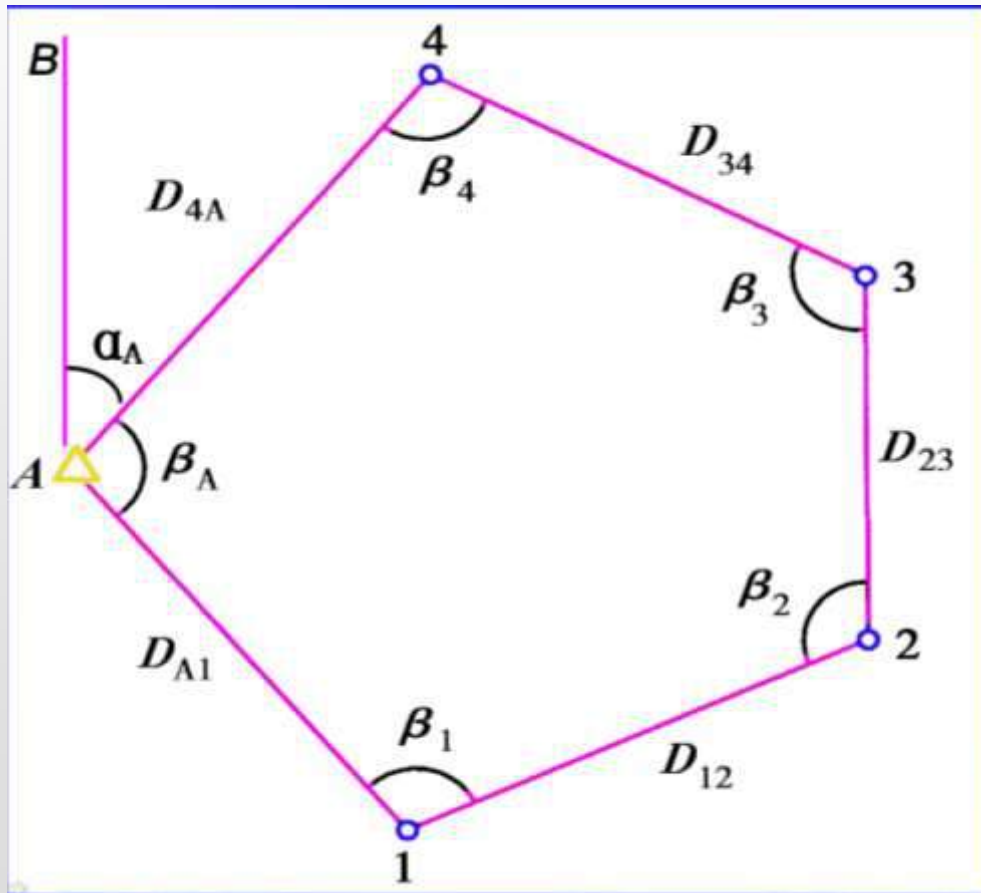
等级	导线长度	平均边长	测角中误差 (")	测距中误差 (mm)	测距相对中误差	测回数			方位角闭合差 (")	导线全长相对闭合差
						1"级仪器	2"级仪器	6"级仪器		
三等	14	3	1.8	20	1/150000	6	10	—	$3.6\sqrt{n}$	$\leq 1/55000$
四等	9	1.5	2.5	18	1/80000	4	6	—	$5\sqrt{n}$	$\leq 1/35000$
一级	4	0.5	5	15	1/30000	—	2	4	$10\sqrt{n}$	$\leq 1/15000$
二级	2.4	0.25	8	15	1/14000	—	1	3	$16\sqrt{n}$	$\leq 1/10000$
三级	1.2	0.1	12	15	1/5000	—	1	2	$24\sqrt{n}$	$\leq 1/5000$



等 级	仪器型号	光学测微器 两次重合读数 之差	一测回内 2C互差	同一方向值各 测回较差
四等及以上	1" 级仪 器	1	9	6
	2" 级仪 器	3	13	9
一级及以下	2" 级仪 器	—	18	12
	6" 级仪 器	—	—	24

平面控制网等级	仪器型号	观测次数		总测回数	一测回读数较差 (mm)	单程各测回较差 (mm)	往返较差 (mm)
		往	返				
三等	≤5 mm级仪器	1	1	6	≤5	≤5	≤ $2(a+b \times D)$
	≤10 mm级仪器			8	≤10	≤15	
四等	≤5 mm级仪器	1	1	4	≤5	≤5	
	≤10 mm级仪器			6	≤10	≤15	
一级	≤10 mm级仪器	1	—	2	≤10	≤15	—
二、三级	≤10 mm级仪器	1	—	1	≤10	≤15	

## 角度闭合差的计算与调整



$$\sum \beta_{\text{理}} = (n - 2) \times 180^\circ$$

$$f_{\beta} = \sum \beta_{\text{测}} - \sum \beta_{\text{理}}$$

$$V_{\beta} = -\frac{f_{\beta}}{n}$$

## 坐标增量闭合差的计算与调整

$$\begin{cases} f_x = \sum \Delta x_{\text{测}} \\ f_y = \sum \Delta y_{\text{测}} \end{cases} \quad f_D = f_x^2 + f_y^2 \quad K = \frac{f_D}{\sum D}$$

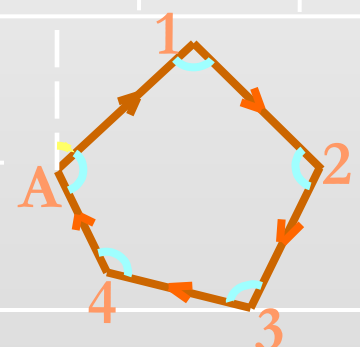
$$V_{\Delta xi} = -\frac{f_x}{\sum D} \cdot D_i$$

$$V_{\Delta yi} = -\frac{f_y}{\sum D} \cdot D_i$$

所有坐标增量改数的总和，其数值应等于坐标增量闭合差而符号相反

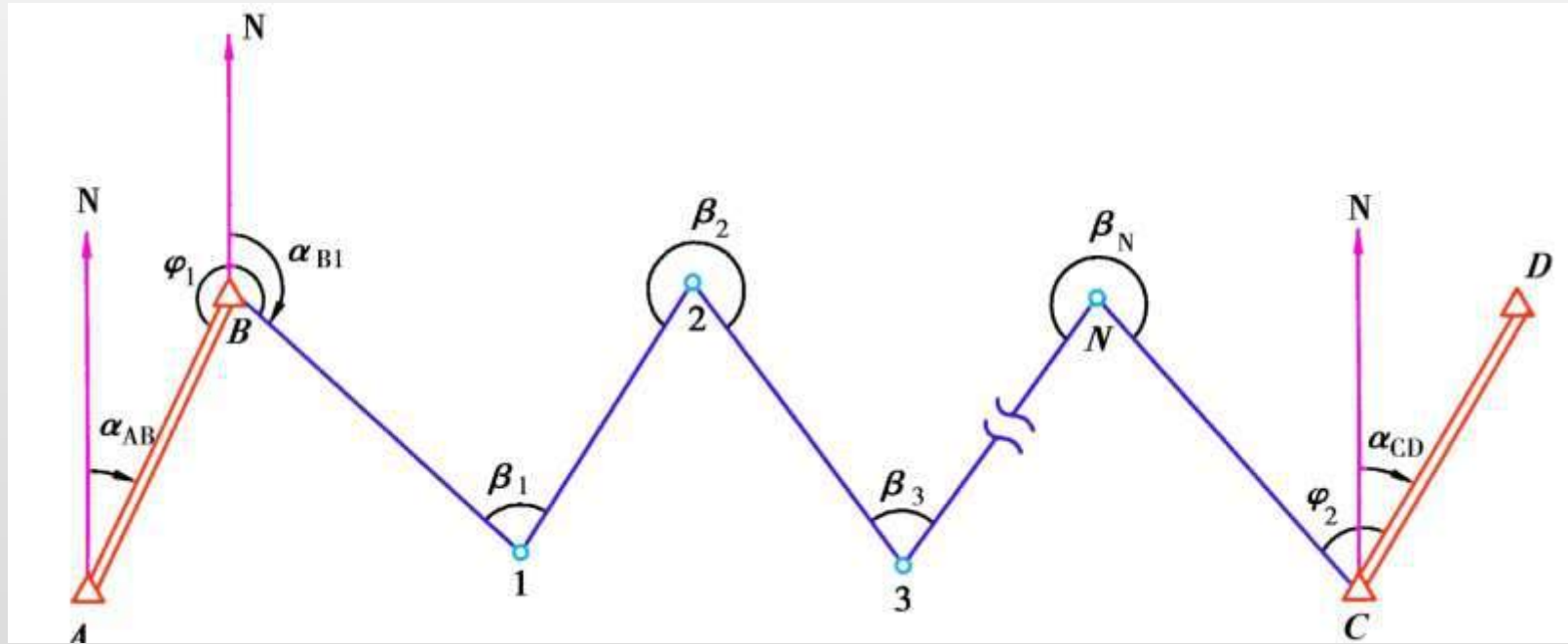
# 例题：闭合导线坐标计算表

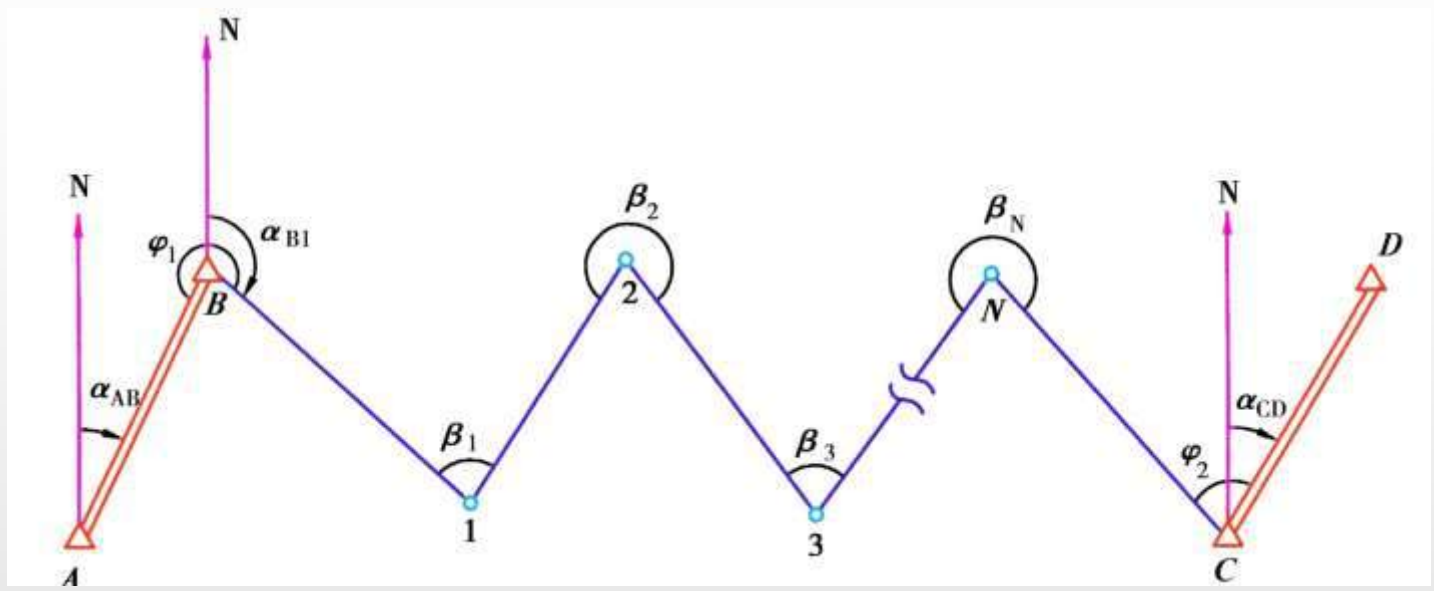
点号	转折角 (右)	改正后 转折角	方向角 $\alpha$	边长 D (米)	坐标 增量(米)		改正后 增量(米)		坐标(米)		点号
					$\Delta X$	$\Delta Y$	$\Delta X$	$\Delta Y$	X	Y	
A					-0.001	+0.002	-73.	+86.	500.000	500.000	A
B	+02 99 36 55	99 36 57	130 21 35	113.590	-73.559	+86.555	-73.560	+86.557	426.440	586.557	B
C	+02 86 18 22	86 18 24	49 58 32	97.083	-62.435	+74.34	-62.434	+74.344	488.874	660.901	C
D	+02 94 13 29	94 13 21	316 16 56	111.210	-80.377	+76.858	-80.376	+76.859	569.250	584.044	D
A	+02 79 50 56	79 50 58	230 30 47	108.899	-69.249	+84.045	-69.248	+84.046	500.000	500.000	A
			130 21 35								
1											
$\Sigma$	359 59 52	360 00 00		430.782	+0.004	-0.005	0	0			



## 2、附和导线的计算

附和导线的坐标计算方法与闭合导线基本上相同，但由于布置形式（见下图）不同，且附和导线两端与已知点相连，因而只是**角度闭合差**与**坐标增量闭合差**的计算公式有些不同，下面介绍这两项的计算方法：

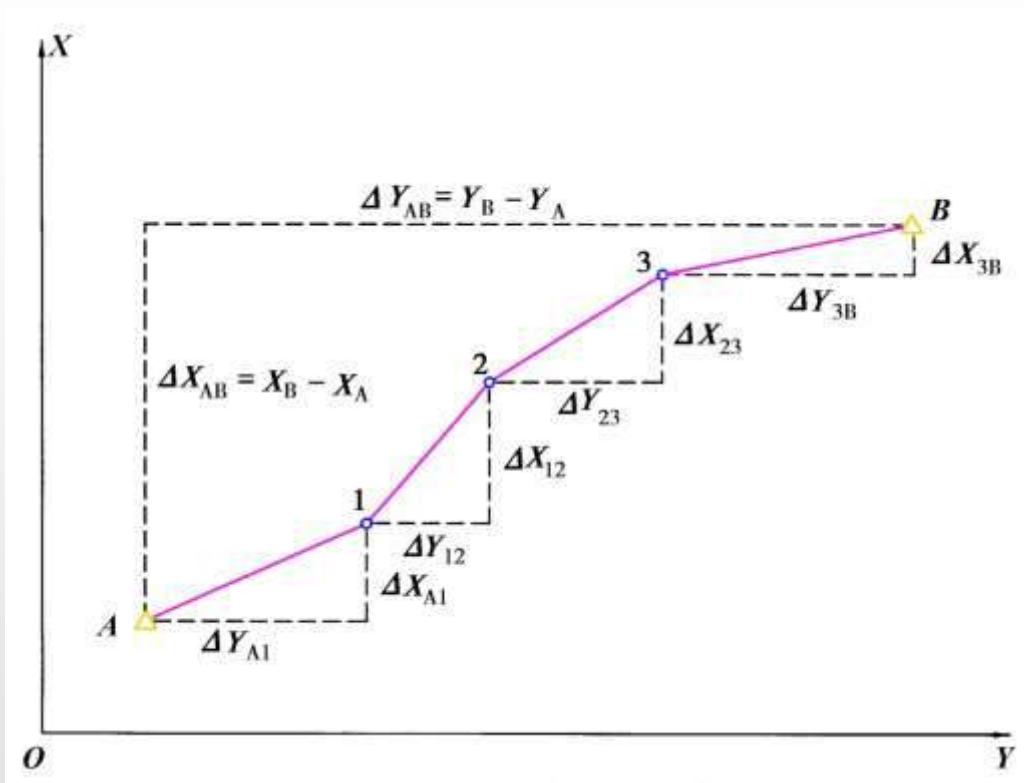




附和导线角度闭合差的一般形式可写为：

$$f_{\beta} = (\alpha_{AB} + \sum \beta_{左} - \sum \beta_{右} - n \cdot 180^{\circ} + n \cdot 360^{\circ}) - \alpha_{CD}$$

## ② 坐标增量闭合差的计算



$$\left. \begin{aligned} f_x &= \sum \Delta X_{\text{算}} - (X_B - X_A) \\ f_y &= \sum \Delta Y_{\text{算}} - (Y_B - Y_A) \end{aligned} \right\}$$

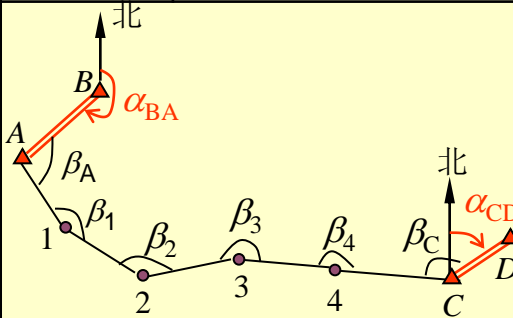
附和导线坐标增量闭合差的调整方法以及导线精度的衡量均与闭合导线相同。



# 附和导线坐标计算表

点号	观测角 (左角) ° ′ ″	改正角 ° ′ ″	坐标方位角 $\alpha$ ° ′ ″	距离 $D$ (m)	增量计算值		改正后增量		坐标值		点号
					$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)	
<b>B</b>			<b>235 59 30</b>								
<b>A</b>	<b>99 01 00</b>								<b>505.69</b>	<b>215.63</b>	<b>A</b>
<b>1</b>	<b>165 45 36</b>			<b>225.85</b>							<b>1</b>
<b>2</b>	<b>123 11 24</b>			<b>139.03</b>							<b>2</b>
<b>3</b>	<b>189 20 36</b>			<b>152.55</b>							<b>3</b>
<b>4</b>	<b>159 59 18</b>			<b>100.05</b>							<b>4</b>
<b>C</b>	<b>129 25 24</b>			<b>102.48</b>					<b>166.54</b>	<b>555.25</b>	<b>C</b>
<b>D</b>			<b>46 45 24</b>								
<b><math>\Sigma</math></b>											
辅助计算	$f_{\beta容} = \pm 60\sqrt{n}$ $k容 = 1/2000$										

## 附和导线坐标计算表

点号	观测角 (左角) ° ′ ″	改正角 ° ′ ″	坐标方位角 $\alpha$ ° ′ ″	距离 $D$ (m)	增量计算值		改正后增量		坐标值		点号
					$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	$\Delta x$ (m)	$\Delta y$ (m)	$x$ (m)	$y$ (m)	
<b>B</b>			<b>235 59 30</b>								
<b>A</b>	<sup>+6</sup> 99 01 00	99 01 06							<b>505.69</b>	<b>215.63</b>	<b>A</b>
<b>1</b>	<sup>+6</sup> 165 45 36	165 45 42	155 00 36	<b>225.85</b>	<sup>+5</sup> -205.91	<sup>-4</sup> +88.21	-205.86	+88.15	299.83	303.80	<b>1</b>
<b>2</b>	<sup>+6</sup> 123 11 24	123 11 30	144 46 18	<b>139.03</b>	<sup>+3</sup> -115.43	<sup>+3</sup> +80.20	-115.44	+80.15	186.29	383.95	<b>2</b>
<b>3</b>	<sup>+6</sup> 189 20 36	189 20 42	85 55 48	<b>152.55</b>	<sup>+3</sup> +6.13	<sup>+3</sup> +152.46	+6.16	+152.43	192.45	556.40	<b>3</b>
<b>4</b>	<sup>+6</sup> 159 59 18	159 59 24	95 18 30	<b>100.05</b>	<sup>+2</sup> -12.52	<sup>+2</sup> +90.28	-12.51	+99.24	159.54	655.64	<b>4</b>
<b>C</b>	<sup>+6</sup> 129 25 24	129 25 30	95 15 54	<b>102.48</b>	<sup>+2</sup> -13.02	<sup>+2</sup> +101.65	-13.00	+101.63	<b>166.54</b>	<b>555.25</b>	<b>C</b>
<b>D</b>			<b>46 45 24</b>								
<b><math>\Sigma</math></b>	<b>888 45 18</b>	<b>888 45 54</b>			<b>540.00</b>	<b>-341.10</b>	<b>-541.58</b>	<b>340.95</b>	<b>+541.64</b>		
辅助计算	$\alpha'_{CD} = \alpha_{BA} + \Sigma \beta_{测} - n \cdot 180$ $-\alpha_{CD} \equiv 46^\circ 45' 28''$ $f_\beta = -36''$ $f_{\beta容} = \pm 60'' \sqrt{6} = \pm 145''$			$f_x = \Sigma \Delta x_{测} - (x_C - x_A) = -0.15$ $f_y = \Sigma \Delta y_{测} - (y_C - y_A) = +0.14$ $f_D = \pm \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \pm 0.20m$ $K = 0.20 / 540.00 = 1/3500$ $k_{容} = 1/2000$							





# 项目七 施工测量基本工作

1.1 施工测量概述

1.2 测设的基本工作

1.2 点的平面位置测设



# 任务一 施工测量概述

## 1、施工测量主要任务

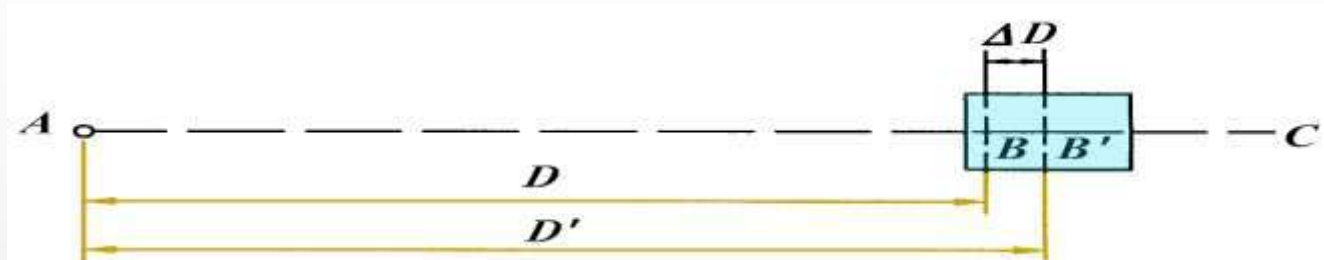
施工测量即在工程施工阶段进行的测量工作。其主要任务是在施工阶段将设计在图纸上的建筑物的平面位置和高程，按设计和施工要求，以一定的精度测设（放样）到施工作业面上，作为工程施工的依据。

## 2、施工测量的特点与要求

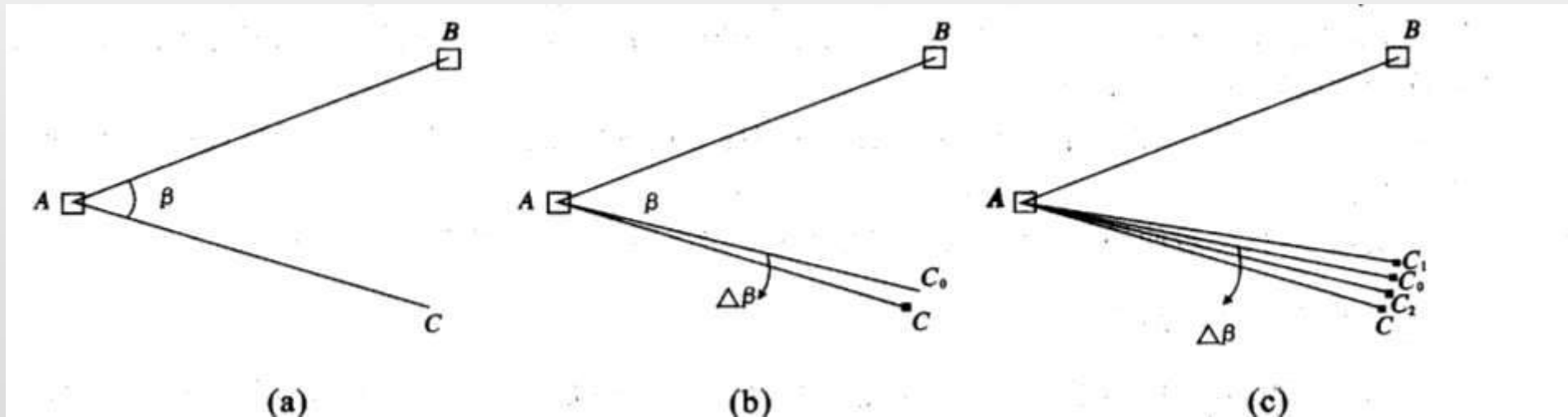
精度要求高，以确保施工测量质量。

# 任务2 测设的基本工作

## 一、测设已知水平距离



## 二、角度测设



# 角度放样

放样设计的水平角时，地面上应有一个已知的方向，一般为两个固定点，需要测设水平角度的点为测站点，另一个点为“定向点”，或称为“后视点”。

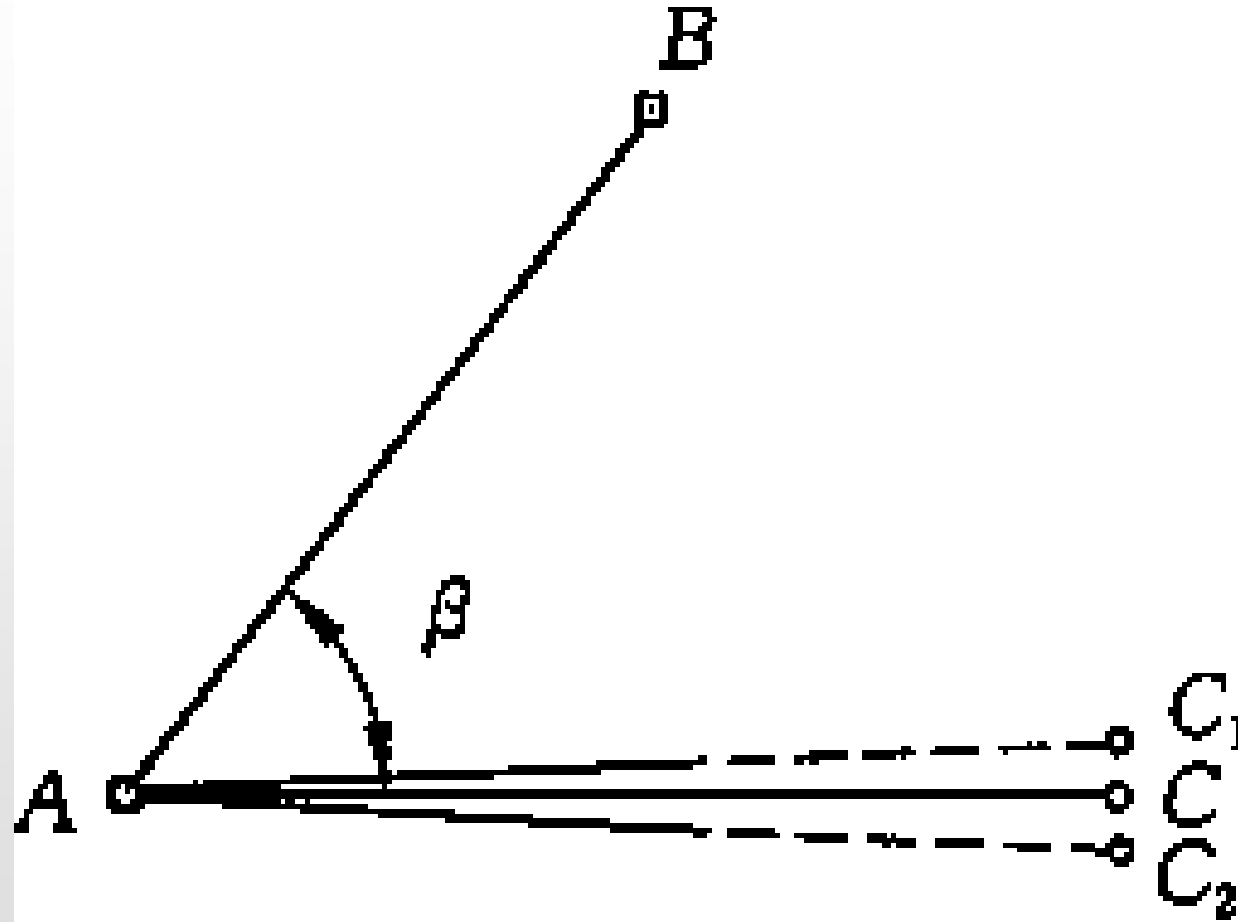
放样水平角随精度要求的不同，有以下几种方法：

## 1. 半测回法

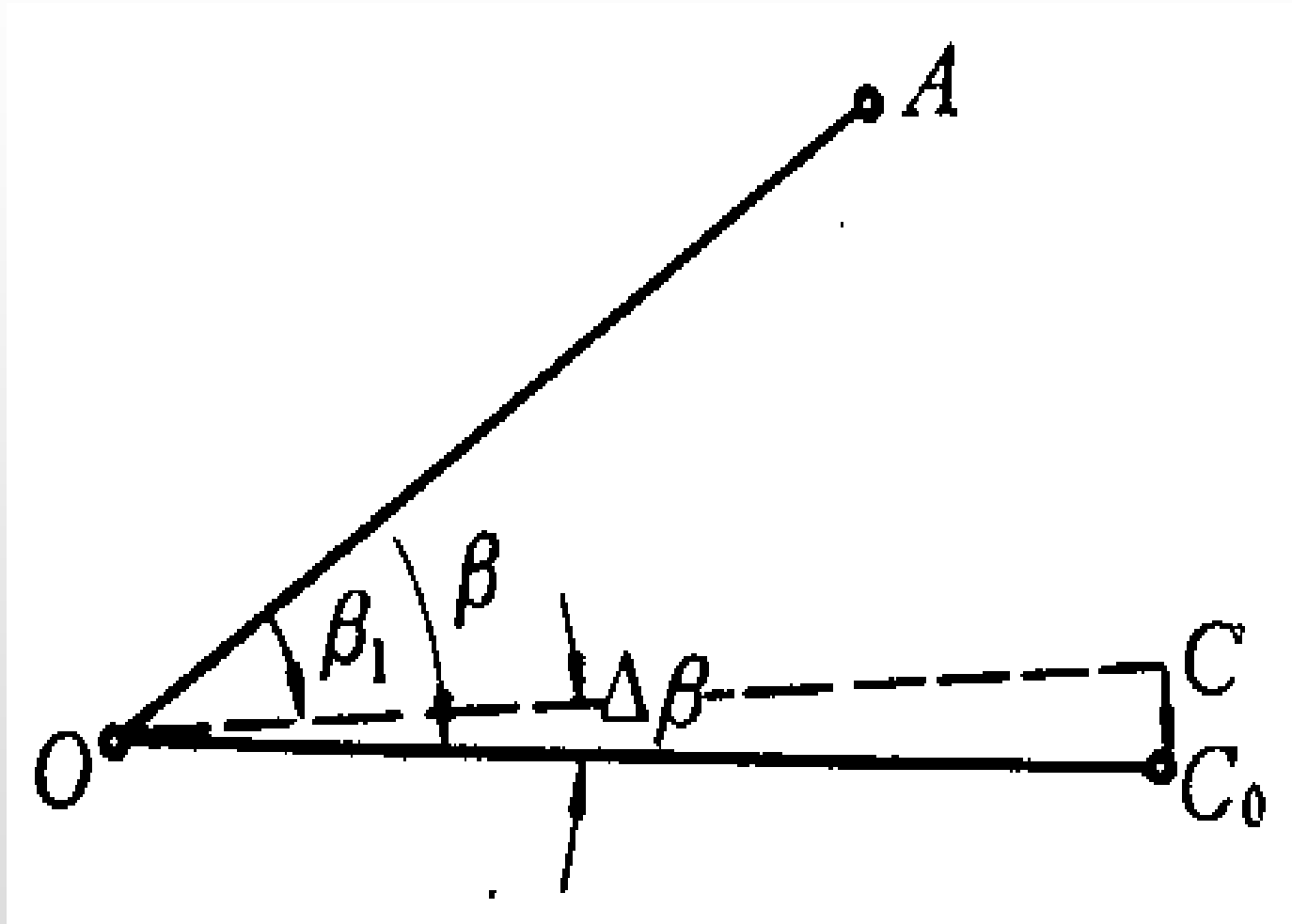
在测站点安置仪器（经纬仪或全站仪），对中整平后，在盘左或盘右位置，水平瞄准后视点，设置水平度盘为零，转动照准部使水平度盘读数为放样角度，按视准轴方向在地面定出放样点。



## 2. 正倒镜分中法



### 3. 归化法



### 3. 归化法

已知地面上有O、A两点，测设直角 $\angle AOC$ 。

测设步骤如下：

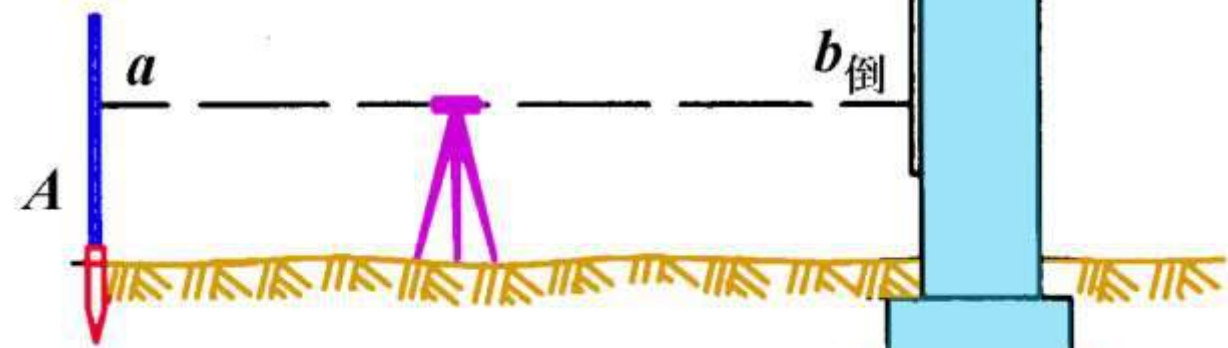
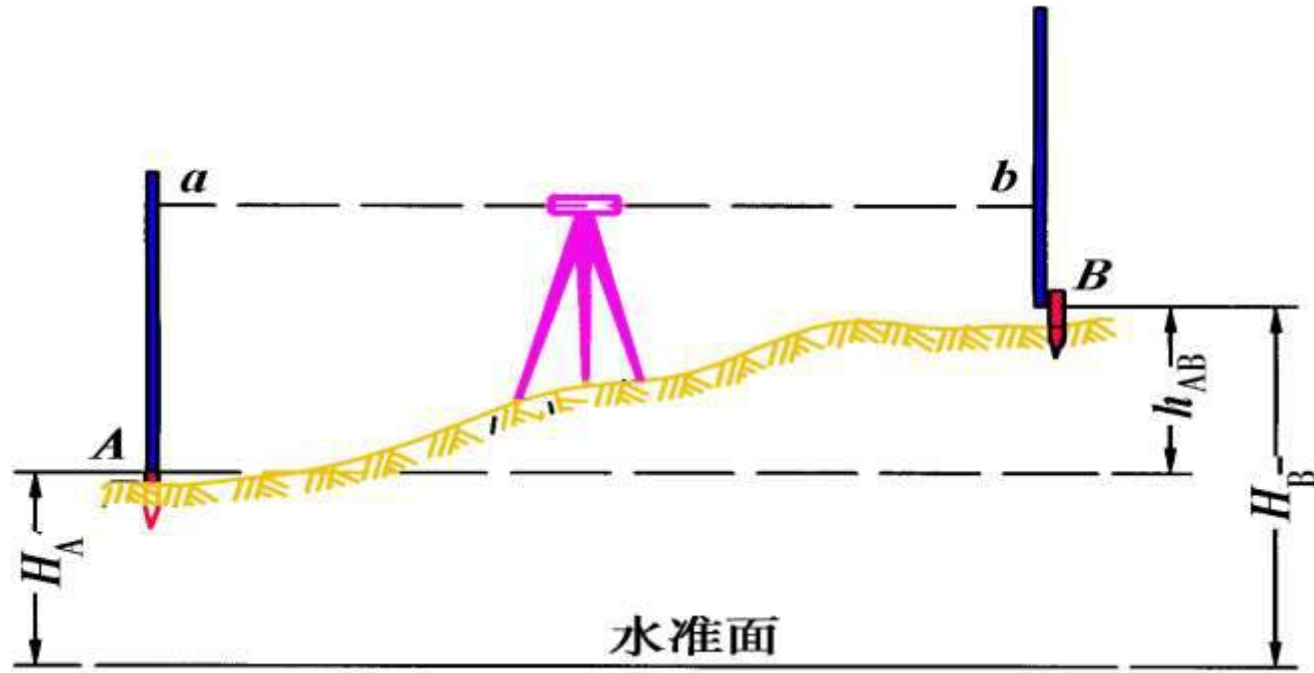
(1) 在O点安置经纬仪，盘左、盘右测设直角，取中数的C'点，量的 $D_{OC'}=50m$ ，用测绘法观测3个测回，测得 $\angle AOC'=89^\circ 59'30''$

(2)  $\Delta\beta=90^\circ 00'00''-89^\circ 59'30''=30''$

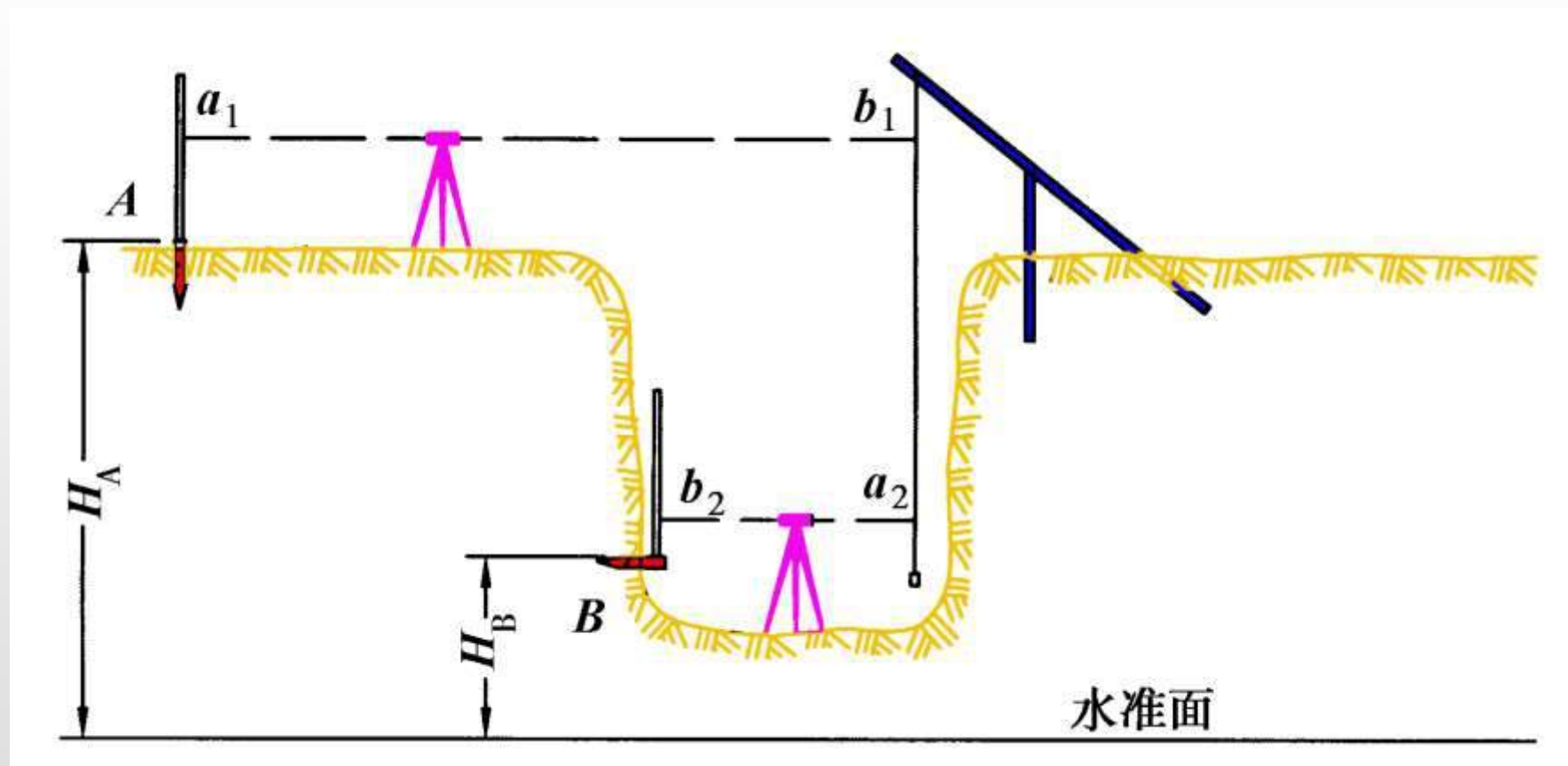
$$\delta_{CC'} = D_{OC'} \times \frac{\Delta\beta}{\rho} = 50 \times \frac{30''}{206265''} = 0.007m$$

(3) 过C'点作OC'的垂线CC'，向外量取 $\delta_{CC'}=0.007m$ 定的C点，则 $\angle AOC$ 即为直角

### 三、测设已知高程



### 三、测设已知高程

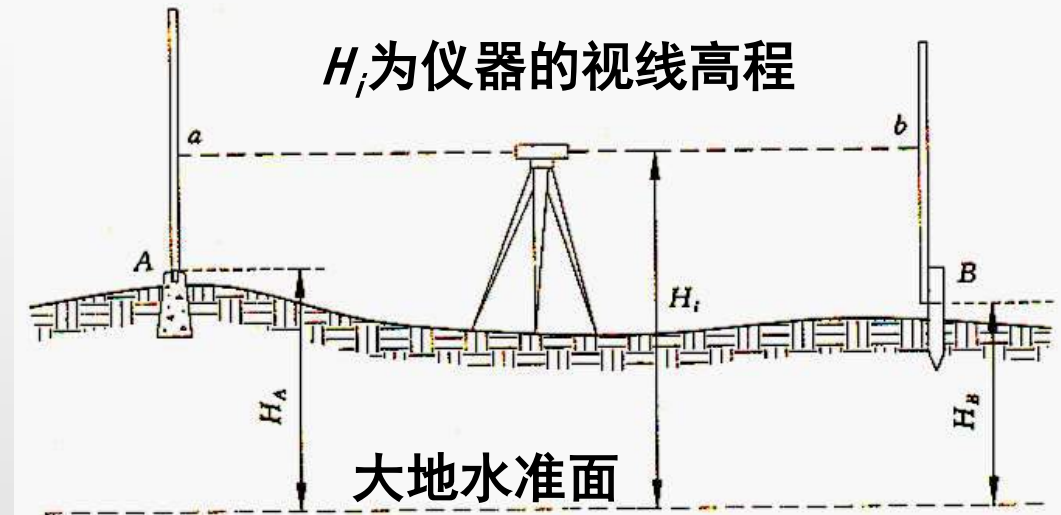


# 高程放样

## 高程放样的方法

(1) 安置水准仪在A、B之间，在A点上立水准尺，后视A尺并读取读数 $a$

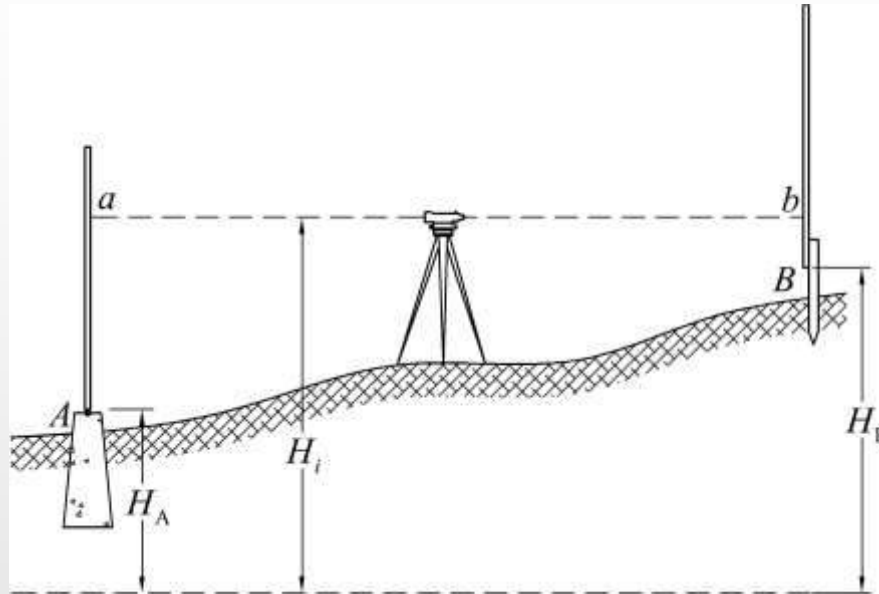
(2) 计算前视尺B应有的读数 $b$



(3) 调整B尺高度，中丝对准读数 $b$ ，沿尺底做标记

例如：已知 $H_A=12.345\text{m}$ ，欲在B点测设出某建筑物的  
室内地坪高程

$H_B=13.016\text{m}$



- (1) 安置水准仪在A, B两点的中间位置, 并读取A尺上的读数为 $a=1.358\text{m}$
- (2) 计算前视尺B读数  
$$b = H_A + a - H_B = 12.345 + 1.358 - 13.016 = 0.687\text{m}$$
- (3) 调整B尺高度, 中丝对准读数 $b$ , 沿尺底做标记

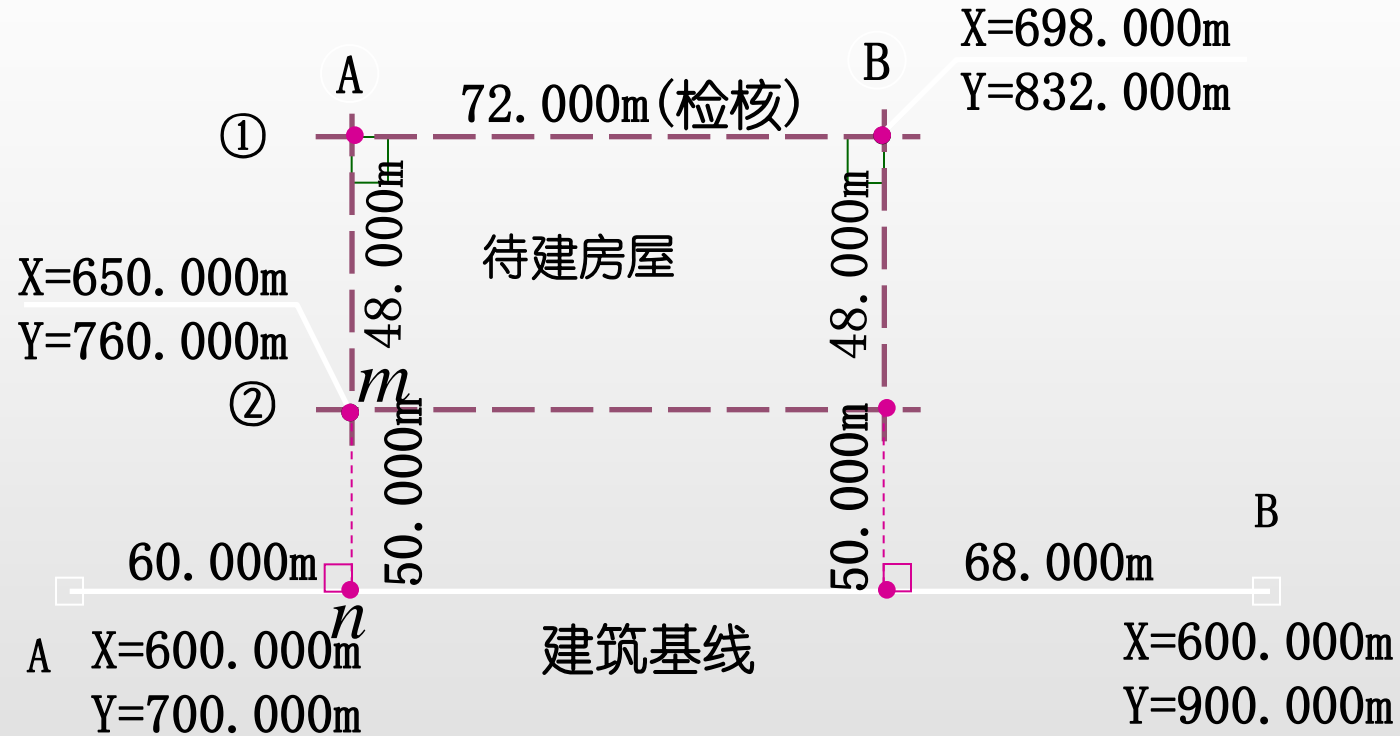
## 任务3 点的平面位置放样

测设方法	测设数据
直角坐标法	角度 $\beta$ (直角)、距离D
极坐标法	角度 $\beta$ 、距离D
全站仪坐标法	角度 $\beta$ 、距离D
角度交会法	角度 $\beta_1$ 、角度 $\beta_2$
距离交会法	距离 $D_1$ 、距离 $D_2$



# 1. 直角坐标法(多用于建筑物轴线的放样)

现场有控制基线，且待测设的轴线与基线平行。



1. 计算放样数据;
2. 用直角坐标法放样建筑物轴线交点;

## 2. 极坐标法

### (1) 计算放样数据

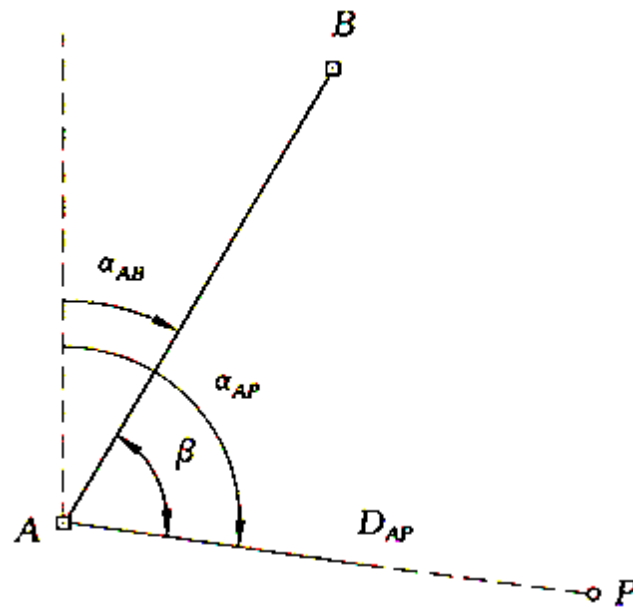
$$\beta = \alpha_{AP} - \alpha_{AB}$$
$$D_{AP} = \sqrt{(X_P - X_A)^2 + (Y_P - Y_A)^2}$$

(2) 用经纬仪（全站仪）

测设  $\beta$  ；

(3) 用钢尺（全站仪）测

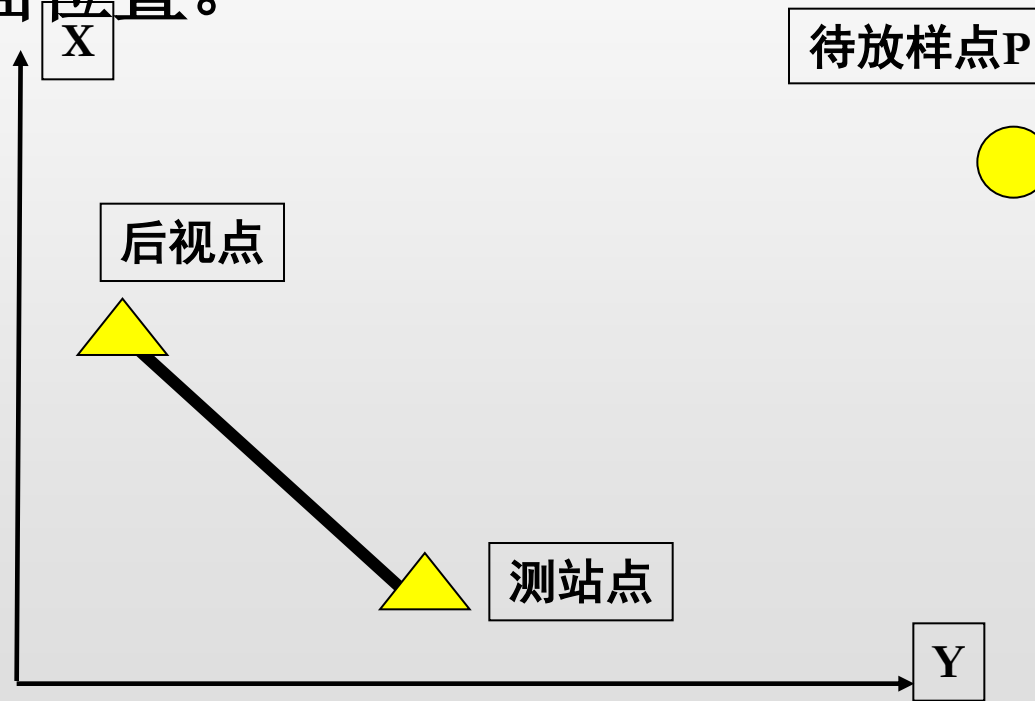
设  $D$ ，得点  $P$  设计位置。



### 3. 全站仪坐标法

(1) 功能:

根据设计的待放样点P及已知点的坐标，在实地标出P点的平面位置。



## 二、建筑工程施工控制网

### 1、建筑工程施工控制网的特点（与测图控制网相比）

（1）控制范围小，控制点密度大，精度要求高

（2）控制网受施工干扰性大，且频繁使用。

## 二、建筑工程施工控制网

### 2、建筑工程施工控制网的形式

(1) 扩充原有的测图控制网

(2) 导线网

(3) 建筑基线

(4) 建筑方格网

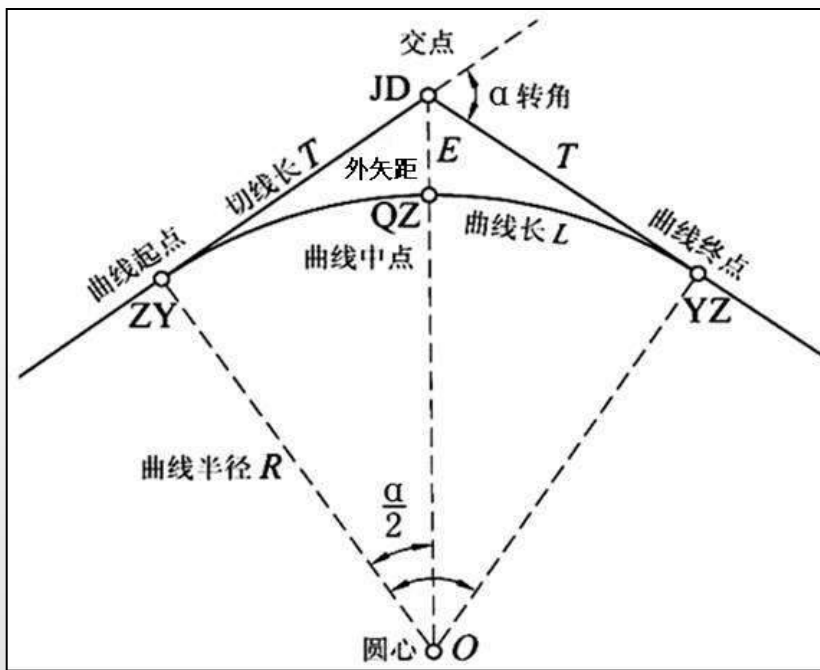
# 任务4 圆曲线的测设

当路线由一个方向转向另一个方向时，应用曲线连接。圆曲线是最基本的平面曲线，是线路转弯最常用的曲线形式。

圆曲线的测设分两步进行：先测设曲线的主点(ZY、QZ、YZ)，再依据主点测设曲线上每隔一定距离的里程桩，以详细标定曲线位置。

# 一、圆曲线测设元素的计算

## 元素的计算



$\alpha$  —— 路线转角  
 $R$  —— 圆曲线半径

切线长



$$T = R \tan \frac{\alpha}{2}$$

曲线长



$$L = \frac{\pi}{180^\circ} \alpha R$$

外 距



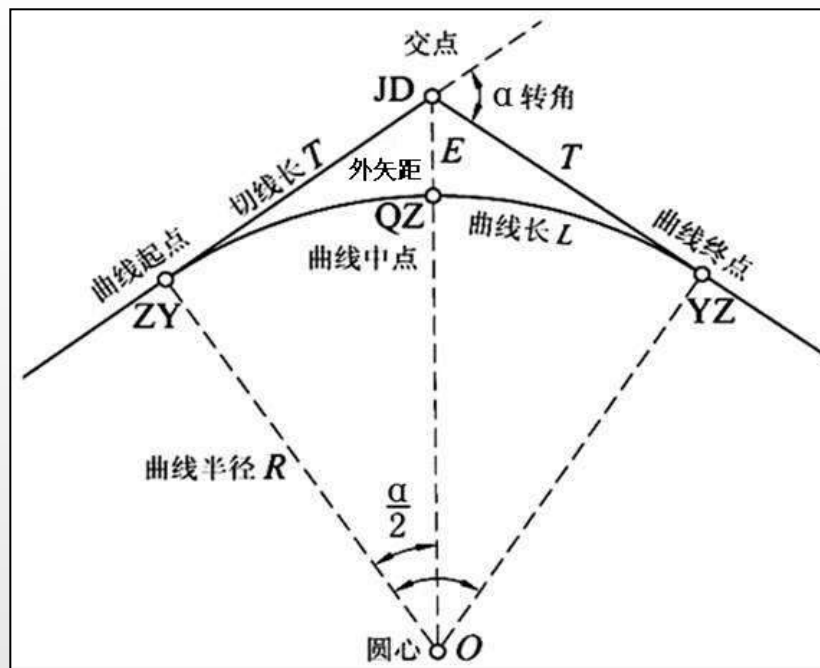
$$E = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right)$$

超 距



$$D = 2T - L$$

## 二、主点里程桩号的计算



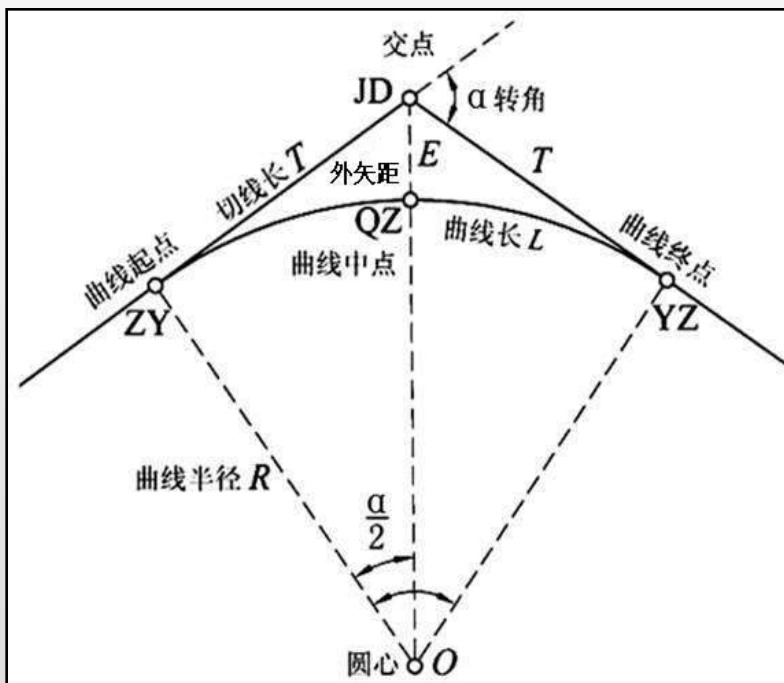
单圆曲线有三个主点，即曲线起点(ZY)、曲线中点(QZ)和曲线终点(YZ)。在其点位上的桩称为主点桩，是圆曲线测设的重要桩志。

交 点	JD 里程
	-) <u>    <math>T</math></u>
圆曲线起点	ZY 里程
	+ ) <u>    <math>L</math></u>
圆曲线终点	YZ 里程
	-) <u>    <math>L/2</math></u>
圆曲线中点	QZ 里程
	+ ) <u>    <math>D/2</math></u>
校 核	JD 里程



**例一** 路线交点  $JD_{12}$  的里程为  $K8 + 518.88$ , 转角  $=104^{\circ}40'$ , 圆曲线半径  $R = 30m$ , 求圆曲线的主点里程。

**解：1. 圆曲线元素的计算：**



$$T = R \tan \frac{\alpha}{2} = 30 \times \tan \frac{104^{\circ}40'}{2} = 38.86(m)$$

$$L = \frac{\pi}{180^{\circ}} \cdot \alpha \cdot R = \frac{\pi}{180^{\circ}} \times 104^{\circ}40' \times 30 = 54.80(m)$$

$$E = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) = 30 \times \left( \sec \frac{104^{\circ}40'}{2} - 1 \right) = 19.09(m)$$

$$D = 2T - L = 2 \times 38.862 - 54.803 = 22.92(m)$$

## 2. 圆曲线主点里程计算:

**JD<sub>12</sub> K8+518.88**

**-)T            38.86**

**ZY   K8+480.02**

**+)L            54.80**

**YZ   K8+534.82**

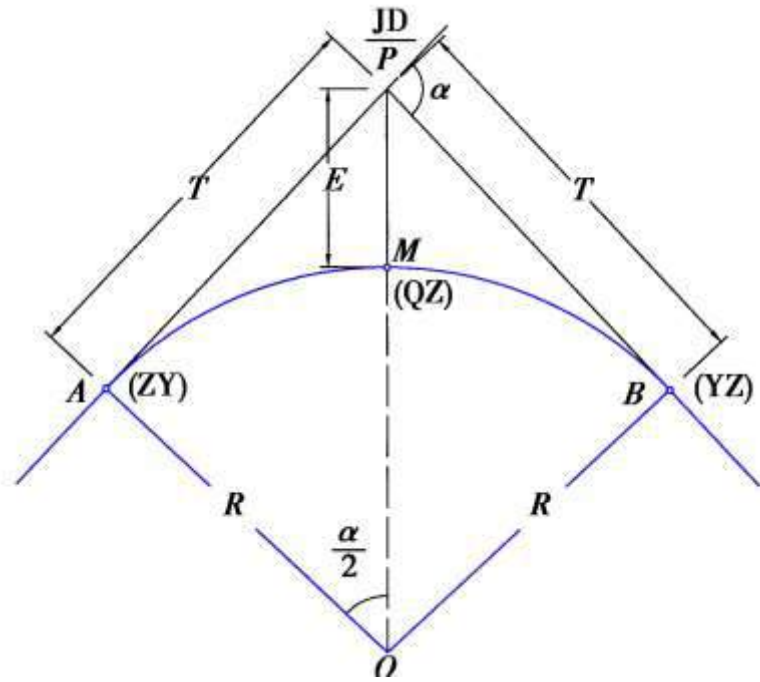
**-)L/2         27.40**

**QZ   K8+507.42**

**-)D/2         11.46**

校核      **JD<sub>12</sub> K8+518.88**

## 二、圆曲线的主点测设



如左图所示：

(1) 自路线交点 $JD$ 分别沿后视方向和前视方向量取切线长 $T$ ，即得曲线起点 $ZY$ 和曲线终点 $YZ$ 的桩位。

(2) 再自交点 $JD$ 沿直角分角线方向量取外距 $E$ ，便是曲线中点 $QZ$ 的桩位。

# 民用建筑施工测量

2.1 施工场地控制测量

2.2 建筑基线与建筑方格网

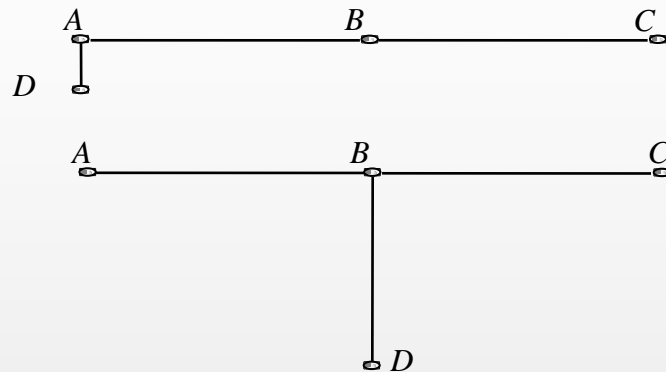
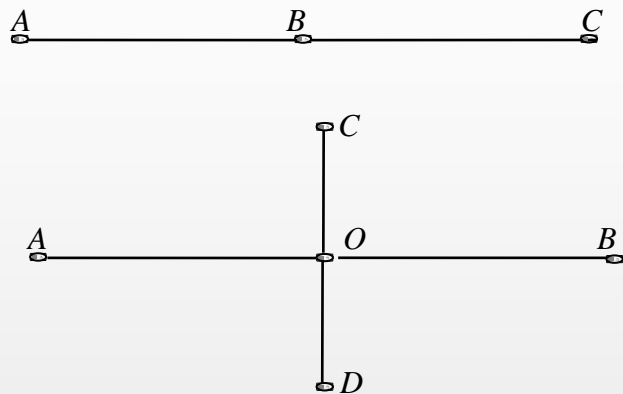
2.3 建筑物的定位和放线

2.4 建筑物基础施工测量



# 任务2 建筑基线与建筑方格网

## 一、建筑基线



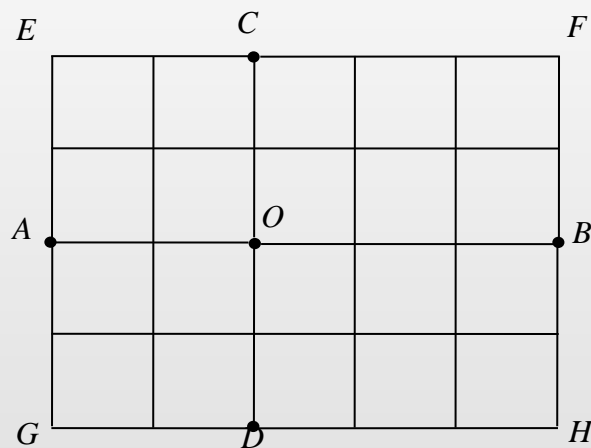
### 建筑基线的布设要求

- (1) 建筑基线应尽可能靠近拟建的主要建筑物，并与其主要轴线平行。
- (2) 建筑基线上的基线点应不少于三个，以便相互检核。
- (3) 建筑基线应尽可能与施工场地的建筑红线相联系。
- (4) 基线点位应选在通视良好和不易被破坏的地方。

## 二、建筑方格网

### 1. 主轴线测设

主轴线测设与建筑基线测设方法相似。首先，准备测设数据。然后，测设两条互相垂直的主轴线AOB和COD，如图6-6所示。主轴线实质上是由5个主点A、B、O、C和D组成。最后，精确检测主轴线点的相对位置关系，并与设计值相比较，如果超限，则应进行调整。



### 2. 方格网点测设

主轴线测设后，分别在主点A、B和C、D安置经纬仪，后视主点O，向左右测设 $90^\circ$ 水平角，即可交会出田字形方格网点。

# 任务一 施工场地控制测量

## 坐标系统与坐标转换

设P点的施工坐标为已知，则可按下式将其换算为测量坐标：

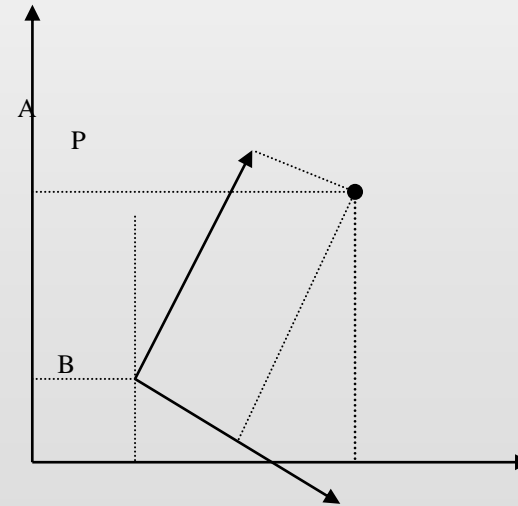
$$x_P = x_0 + A_P \cos \alpha - B_P \sin \alpha$$

$$y_P = y_0 + A_P \sin \alpha + B_P \cos \alpha$$

如P点的测量坐标为已知，则可将其换算为施工坐标：

$$A_P = (x_P - x_0) \cos \alpha + (y_P - y_0) \sin \alpha$$

$$B_P = -(x_P - x_0) \sin \alpha + (y_P - y_0) \cos \alpha$$







## 二、建筑物的放线

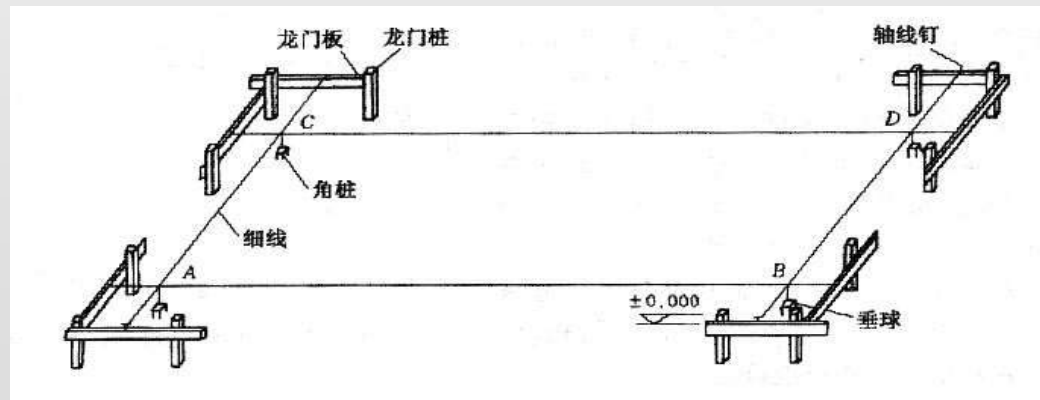
**建筑物的放线是指根据现场已测设好的建筑物定位点，详细测设其他各轴线交点的位置，并将其延长到安全的地方做好标志。然后以细部轴线为依据，按基础宽度和放坡要求用白灰撒出基础开挖边线。**

**由于开挖基坑的破坏，建筑物定位结束，并检测合格后，必须在3米外设置轴线控制桩或龙门板作为恢复轴线的依据。一般小型建筑物多用龙门板法，而大型复杂的建筑物一般采用轴线控制桩法**

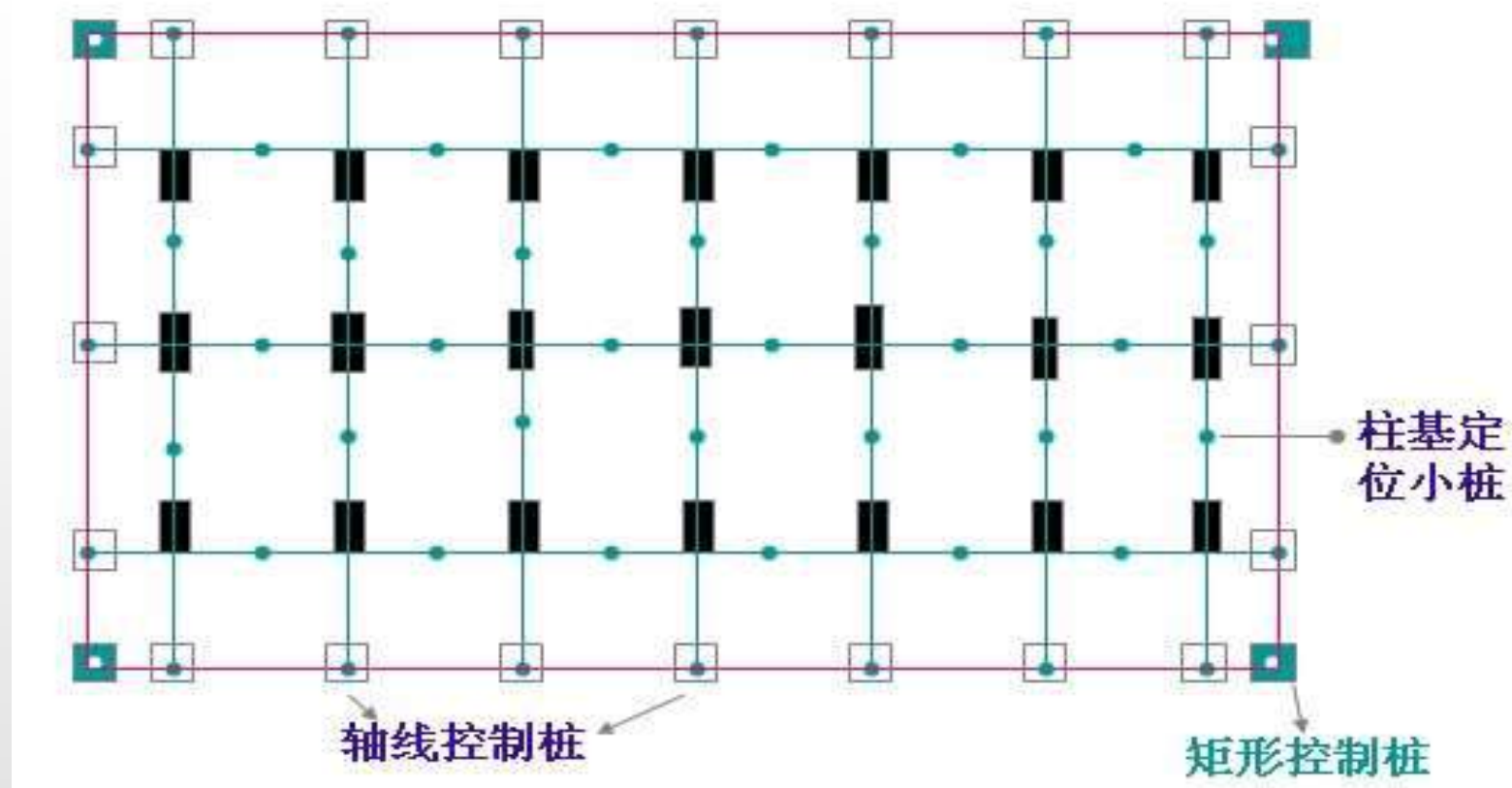
。

# 1. 龙门板

- (1) 在建筑物四角和中间隔墙的两端，距基槽边线约1~2m以外，竖直钉设大木桩，称为龙门桩，并使桩的外侧面平行于基槽；
- (2) 根据附近水准点，用水准仪将 $\pm 0.000$ 标高测设在每个龙门桩的外侧上，并画出横线标志。
- (3) 在相邻两龙门桩上钉设木板，称为龙门板，龙门板的上沿应和龙门桩上的横线对齐，使龙门板的顶面标高在一个水平面上，并且标高为 $\pm 0.000$ 。
- (4) 根据轴线桩，用经纬仪将各轴线投测到龙门板的顶面，并钉上小钉作为轴线标志。
- (5) 用钢尺沿龙门板顶面检查轴线钉的间距。



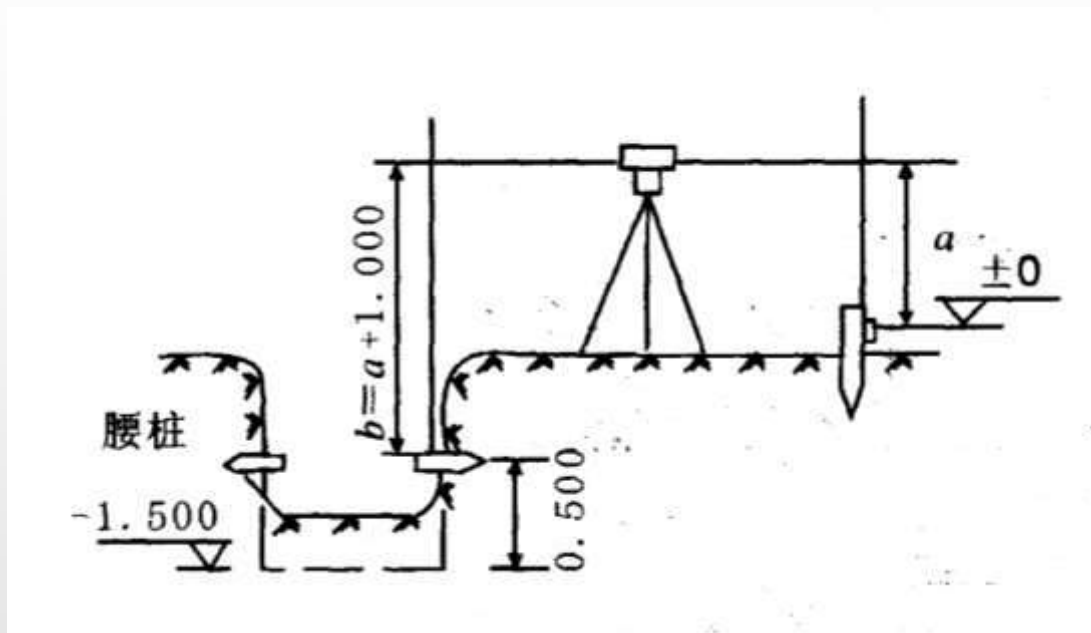
## 2. 轴线控制桩



轴线控制桩的引测主要采用经纬仪法，当引测到较远的地方时，要注意采用盘左和盘右两次投测取中数法来引测，以减少引测误差和避免错误的出现。

# 任务4 建筑物基础施工测量

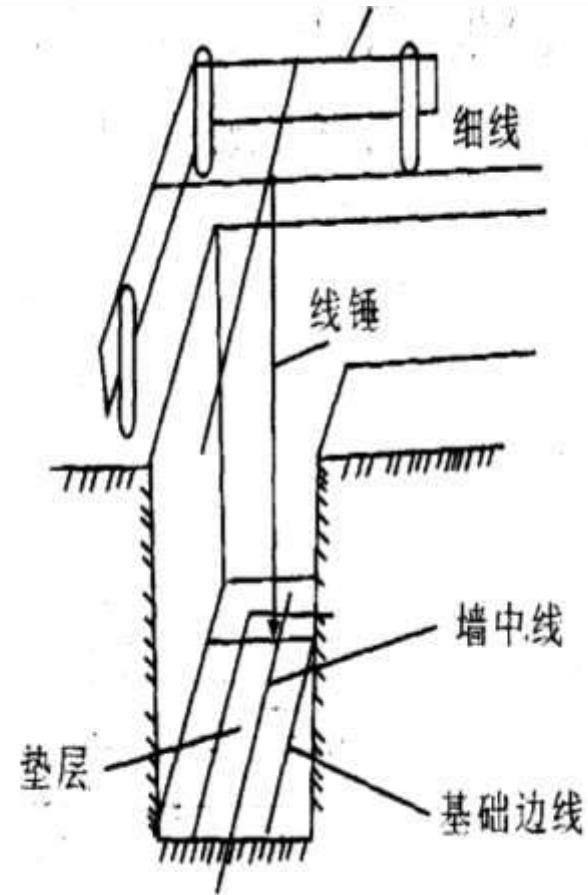
## 一、基槽与基坑抄平



在建筑施工中，将高程测设称为抄平。基槽开挖完成后，应根据控制桩或龙门桩，复核基槽宽度和槽底标高，合格后，方可进行垫层施工。

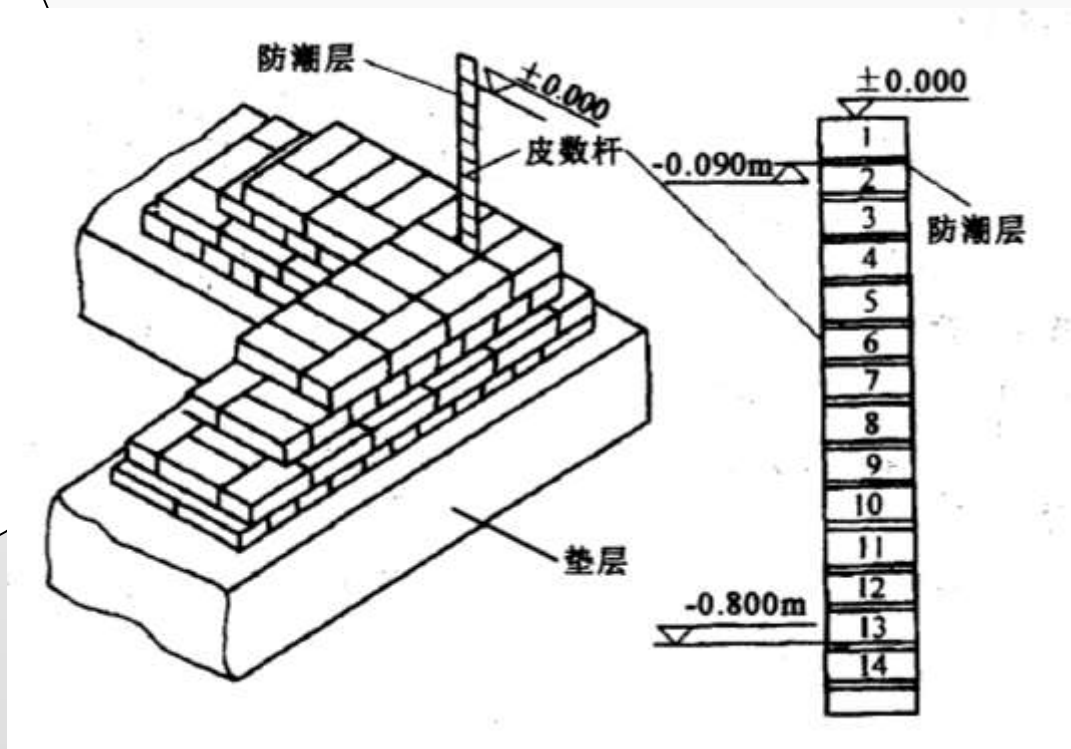
## 二、垫层和基础放样

基础垫层打好后，根据龙门板上的轴线钉或轴线控制桩，用经纬仪或用拉绳挂锤球的方法，把轴线投测到垫层上，并用墨线弹出墙中心线和基础边线，以便砌筑基础，



### 三、基础墙体标高控制

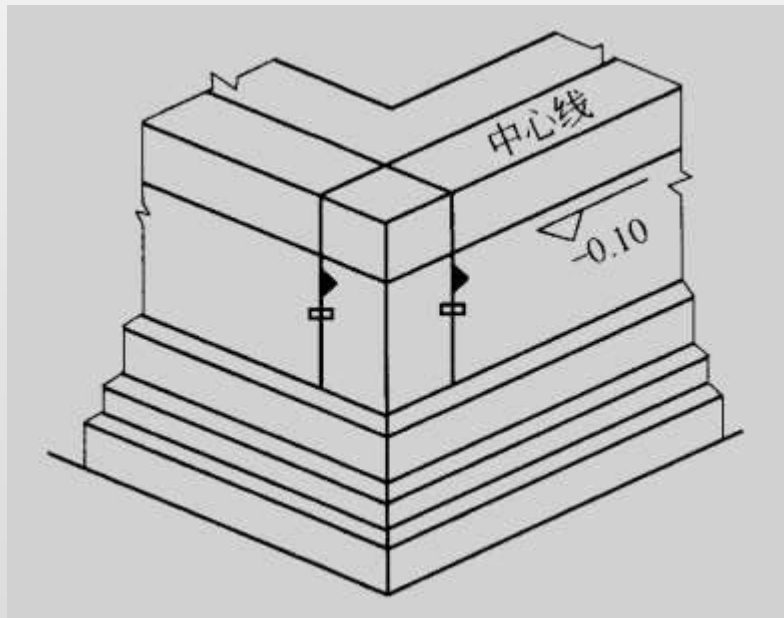
基础施工结束后，应检查基础面的标高是否符合设计要求(也可检查防潮层)。可用水准仪测出基础面上若干点的高程和设计高程比较，允许误差为 $\pm 10\text{ mm}$ 。



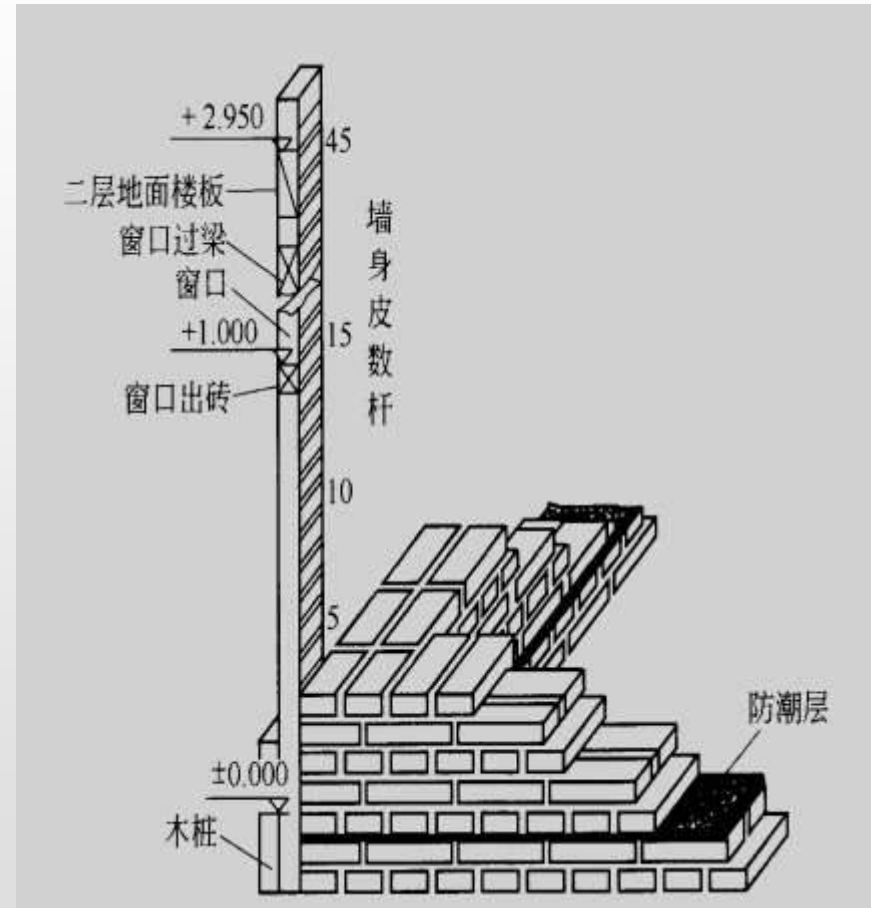
# 任务5 墙体施工测量

## 1层楼房墙体施工测量

基础工程结束后，应对龙门板或轴线控制桩进行检查复核，经复核无误后，可根据轴线控制桩或龙门板上的轴线钉。



## 墙体标高测设



# 2层以上楼房墙体施工测量

## (一) 墙体轴线投测

每层楼面建好后，为了保证继续往上砌筑墙体时，墙体轴线均与基础轴线在同一铅垂面上，应将基础或一层墙面上的轴线投测到楼面上，并在楼面上重新弹出墙体的轴线，检查无误后，以此为依据弹出墙体边线，再往上砌筑。

## (二) 墙体标高传递

利用皮数杆传递标高或者利用钢尺传递标高