

# 《煤矿测量技术》

## 实 验 指 导 书

主编：倪 鹏

山东科技大学泰山科技学院

2006 年 6 月

# 目 录

实验一	水准测量·····	1
实验二	经纬仪的认识练习·····	3
实验三	角度测量·····	6
实验四	导线测量·····	9
实验五	基本测设·····	10

## 实验一 水准测量

### 一、实验目的

1. 掌握水准仪的安置及读数方法
2. 掌握水准测量外业的实施

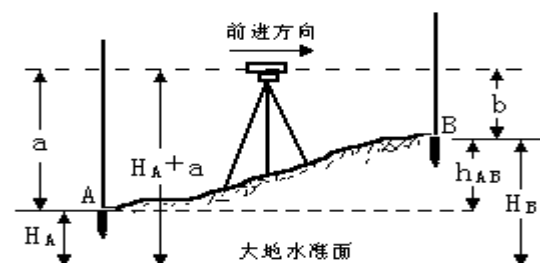
### 二、实验内容

1. 水准仪的安置和读数方法
2. 水准测量的外业

### 三、实验仪器、设备

1. DS3 水准仪一套/组
2. 双面尺一付/组
3. 尺垫一对/组

### 四、实验原理



如图所示，欲测定 A、B 两点间的高差  $h_{AB}$ ，可在 A、B 两点上分别竖立带有刻画的水准尺，并在 A、B 两点的大体中间位置安置一台能提供水平视线的水准仪。根据水准仪的水平视线，在 A 点尺上读取读数  $a$ ；在 B 点尺上读取读数  $b$ ，则 A、B 两点间的高差为

$$h_{AB}=a-b$$

如果水准测量是从 A 点到 B 点进行的，A 点尺上读数  $a$  称为后视读数；B 点尺上读数  $b$  称为前视读数。即 A、B 两点间的高差等于后视减前视。如果 A 点是已知高程点，有了高差就可以根据 A 点高程求得 B 点高程，即：

$$H_B=H_A+ h_{AB}= H_A+ (a-b)$$

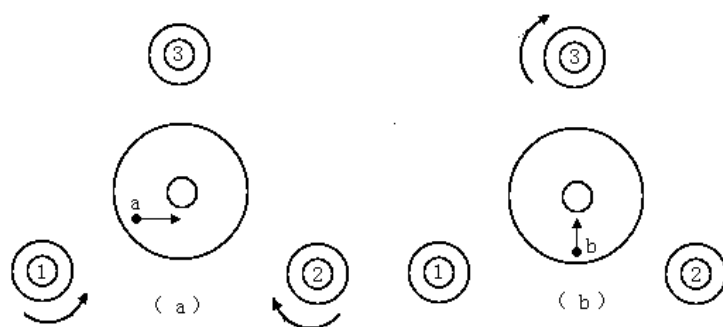
### 五、实验步骤

#### 1、仪器的安置

打开三脚架并使其高度适中（以适宜观测者观测为准），目估使架头大致水平，然后将三脚架踩如土中，将水准仪用中心螺旋固定于三脚架头上。

#### 2、粗略整平

先将望远镜的视线置于垂直任意两个脚螺旋连线的位置。用脚螺旋将水准器的气泡调整居中。先将圆水准器放在适当位置，按左手螺旋法则（气泡移动的方向和左手大拇指旋转的方向一致）同时旋转脚螺旋①②，先将气泡从  $a$  处移至  $b$  处，然后旋转脚螺旋③，将气泡从  $b$  处移至圆水准器的圆心，整个粗略整平就完成了。



### 3、瞄准水准尺

(1)在瞄准水准尺之前，应先进行目镜对光。把望远镜对着明亮的背景，转动目镜对光螺旋，使十字丝成像清晰。

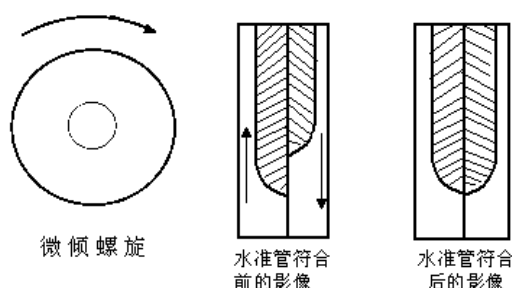
(2)松开制动螺旋，转动望远镜，利用望远镜筒上的缺口和准星，瞄准水准尺，然后再拧紧制动螺旋。

(3)转动望远镜对光螺旋进行对光，使尺子的影像看得十分清晰，并转动微动螺旋，使尺子得影像靠近十字丝得移侧。以便于读数。

(4)此时再检查对光质量，刻用眼睛在目镜后上下微微晃动，若发现十字丝与目标影像有相对运动，则说明物像平面与十字丝平面不重合，即存在视差。必须再进行对光，直至眼睛再上下移动水准尺上得读数不变化为止。

### 4、精确整平

用水准管精确整平。因水准管灵敏度比较高，每当望远镜转到一个不太水平的方向时，水准管气泡必然会偏离中央，因此必须再一次调整微倾螺旋，使气泡两端的影像符合，然后才能读双面尺上的读数。



### 5、读数

在望远镜视线调整水平的瞬间，应立即利用中丝读数。有的望远镜是倒像，读数时应从上往下读数；如果望远镜是正像读数可以从下往上读。无论望远镜是正像还是倒像，读数时都应遵循从小数往大数读。读数时估读至毫米，且必须读出四个数字，例如 0.723 米应读为 0723mm；1.855, 应读为 1855mm。

### 6、高差测量的实施（以四等或等外位例）

(1)如上图所示，在 A 点立水准尺，离 A 点大约 50~80 米处（最大不超过 100 米）安置水准仪，另一扶尺员在观测的前进方向选择转点 1，在 1 点上安放尺垫并在尺垫上立尺。在选转点 1 时，扶尺员可用步测的方法，尽量使前后视距大致相等，以消除可能存在的视准轴与水准管轴不平行引起的误差。

(2)以上工作完成后，粗略整平水准仪，瞄准后视尺 A 主尺面（黑面）。转动微倾螺旋，使符合气泡符合，立即读出后视点 A 的读数  $a_1$ ，并记录。

望远镜不动，把后视尺的尺面转到副尺面（红面），检查一下符合气泡是否还符合，如果符合接着读出副尺面的读数  $a_1'$  并记录；如果不符合，稍微转动微倾螺旋，使气泡符合后再读数记录。

(3) 转动望远镜瞄准前视尺 1 的主尺面，转动微倾螺旋，使符合气泡符合，读出后视 1 的读数  $b_1$ ，并记录。

望远镜不动，把前视尺 1 的尺面转到副尺面（红面），检查一下符合气泡是否还符合，如果符合接着读出副尺面的读数  $b_1'$  并记录；如果不符合，稍微转动微倾螺旋，使气泡符合后再读数记录。

以上是一个测站完整的观测过程，在搬迁仪器之前必须进行计算检核，符合规定后方可搬迁仪器。同一水准尺的红面与黑面读数（加尺常数后）之差不超过 4mm；黑、红面高差之差（在红面所测高差上加或减 100mm）不超过 6mm，合格后取其平均值作为该测站的观测高差。否则重测。按以下公式检核

$$\begin{aligned}h_1 &= a_1 - b_1, & h_1' &= a_1' - b_1' \\(a_1 + \text{尺常数}) - a_1' &< 4\text{mm} \\(b_1 + \text{尺常数}) - b_1' &< 4\text{mm} \\h_1 - h_1' &< 6\text{mm}\end{aligned}$$

(4) 保持转点 1 上的水准尺不动，把 A 点上的水准尺移到转点 2，水准仪安置在转点 1 和转点 2 大约中间，重复步骤(2)、(3)，依次类推，直至测到 B 点，完成后计算出 A、B 两点之间的高差，就可以算出 B 点的高程了。

## 六、实验报告要求

1. 写出完整的仪器安置到读数的步骤
2. 按课本中的格式要求，准确地记录水准测量的数据，并进行测站检核和计算

## 七、实验注意事项

1. 安置仪器时，一定要认真细心，严格按照操作步骤进行
2. 读数时要仔细，确认无误后再进行读数。每个测站都要进行测站计算检核，只有在不超限的情况下方可进入下一站的观测。

## 八、思考题

1. 在进行水准测量时为什么要把仪器安置在两点大体中间位置？
2. 测站检核的目的和意义何在？

# 实验二 经纬仪的认识练习

## 一、实验目的

1. 熟悉经纬仪照准部各个部件的名称、位置、作用，熟练掌握各个部件的使用及在使用过程中的注意事项
2. 熟练掌握经纬仪的安置、目标瞄准及读数方法

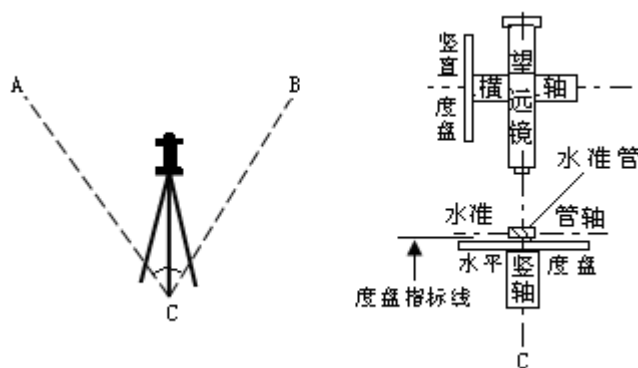
## 二、实验内容

1. 经纬仪的安置步骤
2. 目标瞄准及读数

## 三、实验仪器、设备

1. DJ6 经纬仪一套/组
2. 花杆一支/组

## 四、实验原理



经纬仪主要是用来观测水平角和竖直角。如左图所示欲观测水平角 $\angle ACB$ ，在C点安置经纬仪。由水平角的定义可知，水平角 $\angle ACB$ 是CA、CB两直线在水平面上投影的夹角，欲测水平角 $\angle ACB$ 经纬仪必须满足以下几何条件：

- (1) 经纬仪的竖轴必须和C点在同一条铅垂线上
- (2) 水准管轴必须垂直于竖轴，这样可以通过整平水准管使竖轴在铅垂位置
- (3) 经纬仪的横轴必须垂直于竖轴（横轴也称为水平轴）
- (4) 望远镜的视准轴必须垂直于横轴，只有这样才能保证望远镜的视准轴在一个铅垂面内旋转

满足上述条件后，当望远镜照准目标A点时，望远镜的视准轴形成的旋转面和CA及C点、A点在水平面上的投影就在同一铅垂面内了；此时再照准目标B，同样望远镜的视准轴形成的旋转面和CB及C点、B点在水平面上的投影就在同一铅垂面内了。

仪器瞄准A点时，指标线指示的读数为a，当仪器照准部带着指标线、望远镜绕竖轴和度盘作相对旋转，再照准目标B点时指标线的读数为b，则水平角 $\angle ACB = b - a = \alpha$ ，即可测得水平角 $\alpha$ 。类似原理，可以测得C点与A点、C点与B点之间形成的竖直角 $\beta$ 。

## 五、实验步骤

1. 打开三脚架并使其高度适中（以适宜观测者观测为准），目估使架头大致水平，然后将三脚架踩如土中，将经纬仪用中心螺旋固定于三脚架上。

2. 光学对点器对中步骤：

(1) 打开三脚架，把脚架上三个调整高度的旋钮松开，调整三脚架至合适的高度（以适宜观测者观测为准）；拧紧旋钮，张开三脚架于测站点上方，使架头大致水平。从架头中心的连接螺旋孔中观察一下，架头中心是否和测站点大致在一条铅垂线上；把三脚架的脚尖踩入地面。

(2) 把经纬仪和架头上的连接螺旋连接在一起，暂时不要拧紧（以仪器能在架头上移动为准）。

(3) 从光学对点器中观察测站点是否在光学对点器中心，如果不在中心，通过光学对点器，边观察边移动仪器基座，使测站点和光学对点器中心重合，再拧紧螺旋。

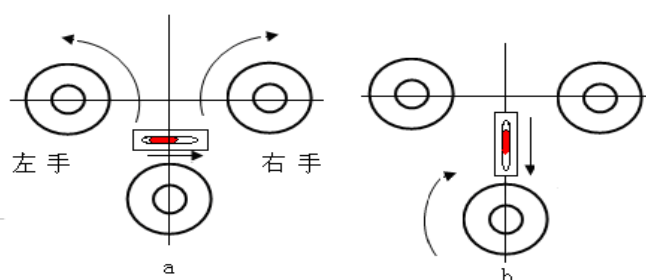
3. 整平

(1) 先粗略整平，转动脚螺旋使圆水准气泡移动至中心（方法和水准仪相同）。

(2) 用长水准管精确整平

转动仪器照准部，使水准管轴平行于任意两个脚螺旋的连线（图a）。按左手螺旋法则以相反方向转动两个脚螺旋，使长水准气泡居中。

转动仪器照准部 $90^\circ$ ，使水准管轴垂直于脚螺旋的连线（图b）。这时只转动第三个脚螺旋使气泡居中即可。

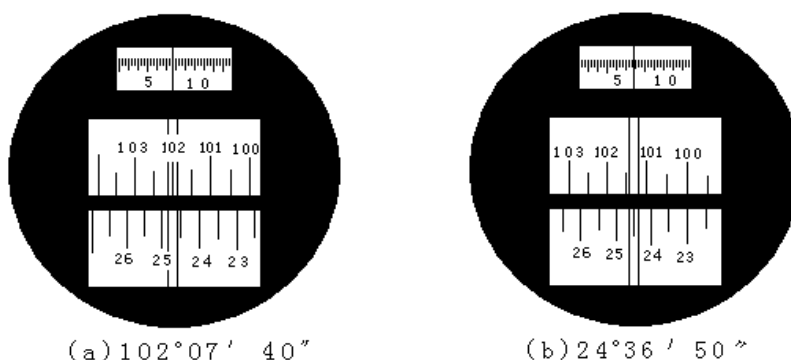


(3) 因为对中和整平是相互影响的，通过整平，原来对中的位置会被破坏，此时再用脚螺旋进行对中，然后通过升降三脚架再使圆水准气泡居中，这时仪器可能又不对中了，可稍微松动中心连接螺旋，在架头上平移仪器使仪器居中。这个过程需要反复进行，直到在光学对点器中看到测站点对中为止。

#### 4. 经纬仪度盘的读数方法

##### (1) 单平板玻璃测微器读数方法

由于度盘的分划线一般不能恰好成像于读数窗的双指标线中间，所以在显微镜透镜和转像棱镜之间装有单平板玻璃测微器，它和测微轮连在一起。当转动测微轮时单平板玻璃也随着转动，使度盘分划线产生微小的位移至双指标线的中间；同时测微尺的读数也发生变化，从而使不足度盘一个格的读数在测微尺上体现出来。



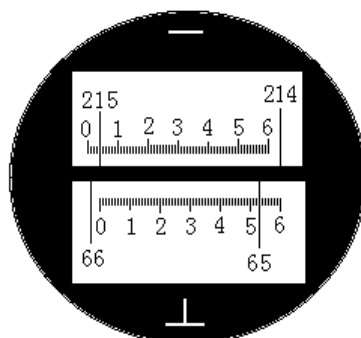
(a)  $102^{\circ}07' 40''$

(b)  $24^{\circ}36' 50''$

如图所示，上、中、下分别为测微尺、竖直度盘和水平度盘的分划线像。如读取竖直度盘读数时，转动测微轮，使竖直度盘的分划线精确地平分双指标线，如图 (a) 示，先读整度和整  $30'$  数，不足  $30'$  的在测微尺上读取。竖直度盘的读数为  $102^{\circ}07' 40''$ 。

##### (2) 测微尺读数装置读数方法

度盘上的最小刻画是  $1^{\circ} (60')$  测微尺的总长度等于度盘每格 ( $1^{\circ}$ ) 的宽度，测微尺的总长度代表  $1^{\circ}$ ，每格  $1'$ 。不足一格的估读。例如估读到  $0.3$  分，可以读成  $18''$ 。



## 六、实验报告要求

1. 写出完整的仪器安置到读数的步骤
2. 记录出五个以上方向的水平度盘和竖盘的读数

## 七、实验注意事项

1. 安置仪器时，一定要认真细心，严格按照操作步骤进行
2. 读数时认真仔细，分清水平度盘和竖盘的影像。
3. 水平制动和竖直制动扳钮制动后不能转动照准部和望远镜，精确瞄准目标时必须用微动螺旋瞄准。

八、思考题：对中整平的目的何在？

# 实验三 角度测量

## 一、实验目的

1. 掌握测回法观测水平角和竖直角步骤
2. 掌握测回法观测水平角和竖直角记录格式及计算方法

## 二、实验内容

1. 测回法观测水平角和竖直角
2. 测回法观测水平角和竖直角记录及计算

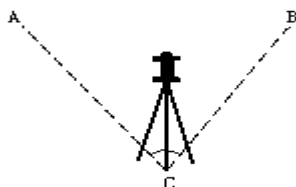
## 三、实验仪器、设备

1. DJ6 经纬仪一套/组
2. 花杆一对/组

## 四、实验原理（见实验二）

## 五、实验步骤

1. 水平角观测与计算



在 C 点安置好经纬仪, 观测两方向线 CA、CB 间的水平角  $\angle ACB$ 。

1. 仪器对中、整平后, 先将经纬仪竖盘放在盘左位置 (也称正镜, 竖盘在观测者的左边) 松开水平和竖直制动扳钮, 转动照准部使望远镜大致瞄准 A 点上的标杆。然后, 拧紧水平制动扳钮, 转动微动螺旋使望远镜精确地瞄准 A 点 (应尽量瞄准标杆底部) 读取水平度盘读数  $a_1$ , 并记入手簿

2. 松开制动扳钮, 按顺时针方向转动照准部, 用上述方法精确瞄准 B 点, 读取水平度盘读数  $b_1$ , 并记入手簿。由下图可以看出, 当望远镜视准轴从 CA 方向转到 CB 方向时, 指标线在水平度盘上所走的角值  $\beta$  就是要测的水平角, 即

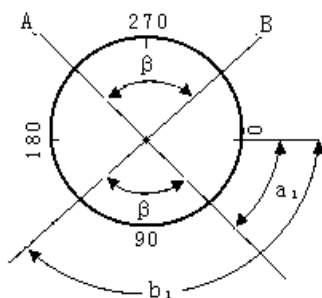
$$\beta_{\text{左}} = b_1 - a_1$$

此时, 如果  $b_1 < a_1$ , 应该在  $b_1$  上加上  $360^\circ$  后再减  $a_1$ 。以上两个步骤称为上半测回。

为了检核测量成果, 消除仪器误差, 需要用盘右位置 (也称倒镜, 竖盘在观测者右侧) 再观测一次, 称为下半测回。

3. 松开制动, 倒转望远镜, 使竖盘位于盘右位置。





用望远镜精确瞄准 B 点，读取水平度盘读数  $b_2$ ，并记入手簿。

4、松开制动扳钮，逆时针转动照准部，用望远镜精确瞄准 A 点，读取读数  $a_2$ ，并记入手簿。同样

$$\beta_{\text{右}} = b_2 - a_2$$

这样就完成了上、下两个半测回的观测，上、下两个半测回合称为一个测回。

规范规定，用 6" 级经纬仪测量水平角时，上、下半测回的角度值之差不能超过 40"，如果超限，必须重测。符合要求，取上、下半测回角度值的平均值作为一个测回的水平角观测值。

## 2. 竖直角观测与计算

因为经纬仪的竖盘注记有顺时针和逆时针注记两种形式，在观测竖直角前，首先要判断竖盘是哪一种注记形式。判断的方法是抬高望远镜观察读数的变化①如读数减小的是顺时针注记。②读数增大的是逆时针注记。

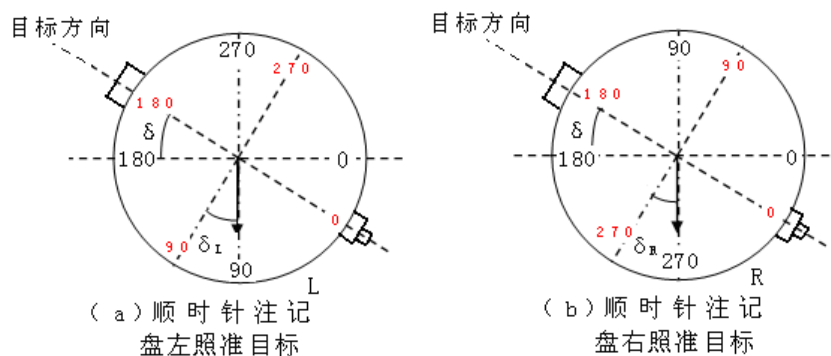
为了测得比较精确的竖直角，至少要用盘左和盘右各观测一次，称为一个测回。

(1) 在测站点安置好经纬仪，用盘左瞄准目标点，使十字丝横丝切于目标顶端，转动竖盘指标水准管微动螺旋，使气泡居中，读出盘左读数  $L$ ，并记入手簿。

(2) 倒转望远镜，用盘右瞄准目标顶端，转动竖盘指标水准管微动螺旋，使气泡居中，读出盘右读数  $R$ ，并记入手簿。

(3) 计算竖直角  $\delta$ 。

①顺时针注记的计算



如图所示，为顺时针注记的竖盘。当在盘左位置照准目标时，如图 (a)，竖直角  $\delta_L$  则为：

$$\delta_L = 90^\circ - L$$

当在盘右位置照准目标时，如图 (b)，竖直角  $\delta_R$  则为

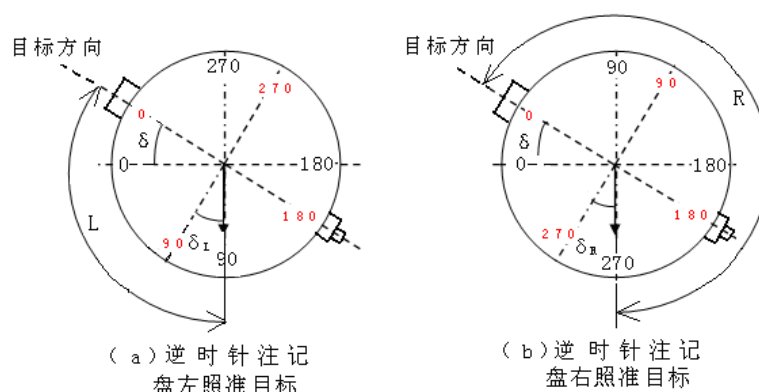
$$\delta_R = R - 270^\circ$$

将盘左、盘右取中数为一测回竖直角  $\delta$ ，即

$$\delta = \frac{1}{2} (\delta_L + \delta_R) = \frac{1}{2} (R - L - 180^\circ)$$

$$\delta_{\text{顺}} = \frac{1}{2} (R - L - 180^\circ)$$

## ②逆时针注记的计算



如图所示，为竖盘逆时针注记。当在盘左位置照准目标时，图 (a)，竖直角则为

$$\delta_L = L - 90^\circ$$

当在盘右位置照准目标时，图 (b)，竖直角则为

$$\delta_R = 270^\circ - R$$

将盘左、盘右取中数为一测回竖直角  $\delta$ ，即

$$\delta_{\text{逆}} = \frac{1}{2} (\delta_L + \delta_R) = \frac{1}{2} (L - R + 180^\circ)$$

$$\delta_{\text{逆}} = \frac{1}{2} (L - R + 180^\circ)$$

## 六、实验报告要求

1. 按顺序写出测回法观测水平角和竖直角步骤
2. 把读取的观测数据按规定格式记入表格，并计算出水平角和竖直角值。

## 七、实验注意事项

1. 严格按观测步骤顺序经常观测
2. 计算角度时，一定注意上、下半测回较差不能超限，否则要找出原因，并进行重测。

八、思考题：角度测量为什么要用正、倒镜观测？

## 实验四 导线测量(闭合导线)

### 一、实验目的

1. 掌握经纬仪导线测量外业实施内容及精度要求
2. 掌握经纬仪导线测量的外业记录格式

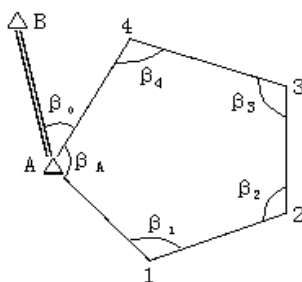
### 二、实验内容

1. 测角
2. 量边
3. 起始边方位角的测定

### 三、实验仪器、设备

1. DJ6 经纬仪一台/组,
2. 标杆一对/组
3. 50m 钢卷尺一个/组
4. 测钎一对/组

### 四、实验原理



如图所示,点 A、B 和直线 AB 分别为已知坐标和方位角,欲测定 1、2、3、4 各点的坐标和直线 A1、12、23、34、4A 方位角,首先测出 AB 与 A4 的夹角  $\beta_0$ ,然后测出沿 A-1-2-3-4 前进方向左侧的水平角  $\angle 4A1$ 、 $\angle A12$ 、 $\angle 123$ 、 $\angle 234$ 、 $\angle 34A$ ,可以根据已知方位角  $\alpha_{AB}$  和已知坐标  $(x_A, y_B)$  推算出直线 A1、12、23、34、4A 的方位角和点 1、2、3、4、的坐标。

### 五、实验步骤

1. 踏勘选点。踏勘选点要遵循以下几个原则:

①便于测绘地形图②便于测角③便于量边④边长适宜⑤保证安全

2. 测角

一般观测前进方向左侧的水平角。用 DJ6 光学经纬仪测一个测回,两个半测回之间的观测值的差数,不得超过  $40''$ 。经纬仪依次安置于各导线点 A、1、2、3、4,进行对中、整平,对中误差不得大于 3mm,并瞄准相邻两导线点上的标杆底部或导线点木桩上的测钎下端,在可能的条件下尽量瞄准木桩上的小钉,以减小测角误差。

在每站观测工作结束前,应当场进行检查计算,若发现观测结果超限或有错误,应立即重新观测,直至符合要求,方可迁站。

3. 量边

测量导线边长使用检验过的 50m 钢尺进行丈量,各边应往返各丈量一次,往返测量的较差率,一般地区不大于  $1/2000$ ,在量距困难地区不大于  $1/1000$ 。如果较差没有超限,则取往返测量成果的平均值作为最终观测成果。如果是丈量的是斜距,还应换算成水平距离。

#### 4. 起始边方位角的测定

观测已知边 AB 与导线边 A1 的连接角  $\beta_0$ ，然后只需观测各导线边之间前进方向的左侧的夹角便可以推算出各边的方位角，再推算各导线点的坐标。对于不与已知边连接的闭合导线，可以用罗盘仪测定一条起始边的磁方位角作为已知角。

#### 六、实验报告要求

1. 写出闭合导线外业测量的步骤
2. 按规定格式记录导线外业测量的观测数据，并计算出导线边之间的水平角和每条导线边长的平均值。

#### 七、实验注意事项

1. 在每次迁站前都要当场进行册站检查计算，符合规定要求后方可迁站。
2. 外业记录字体要端正、清楚，不能涂改。

#### 八、思考题：

导线点为什么要选择在视野开阔的高地？

## 实验五 基本测设

### 一、实验目的

1. 掌握水平距离、水平角和设计高程的测设
2. 掌握点的平面位置的测设
3. 掌握设计坡度线的测设方法

### 二、实验内容

1. 水平距离、水平角和设计高程的测设
2. 点的平面位置的测设
3. 设计坡度线的测设方法

### 三、实验仪器、设备

1. DJ6 经纬仪一台/组
2. S3 水准仪一台/组
3. 标杆一对/组
4. 50m 钢卷尺一个/组
5. 测钎一对/组

### 四、实验原理：

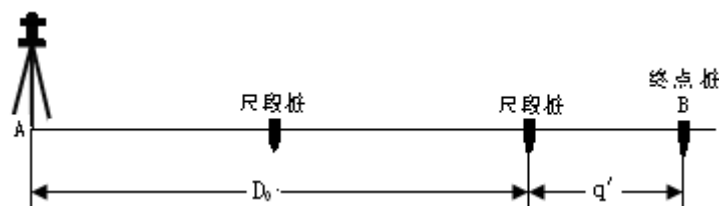
实验原理源自水准测量、水平角测量、距离测量

### 五、实验步骤

#### 1. 水平距离的测设：

(1) 一般方法：一般方法是所测设的线段方向已知（方位角或与某一直线的夹角）。在起始点安置经纬仪确定方向后，用钢尺直接丈量。为了进行检核，应进行往返丈量测设的距离，若往返丈量的较差在限差之内，则取平均值作为最后结果。

(2) 精确方法：当测设精度要求较高时，应按钢尺量距的精密方法进行测设，具体步骤如下：



①将经纬仪安置在已知起点 A 上，并标出给定直线的方向，沿该方向进行概量并在地面上打下尺段桩和终点桩，在桩顶刻十字标志

②用水准仪测定各相邻桩桩顶之间的高差

③用经过鉴定后的钢尺，加标准拉力（10 kg）先测出整尺段的距离，并加尺长改正、温度改正、和高差改正，计算每尺段的长度及各尺段之和，得结果为  $D_0$ 。改正数按以下公式计算

$$\text{尺长改正} \quad \Delta D_l = \frac{l_t - l_0}{l_0} l'_0$$

$$\text{温度改正} \quad \Delta D_t = -\alpha (t - t_0) l'_0$$

$$\text{高差改正} \quad \Delta D_h = -\frac{h^2}{l'_0}$$

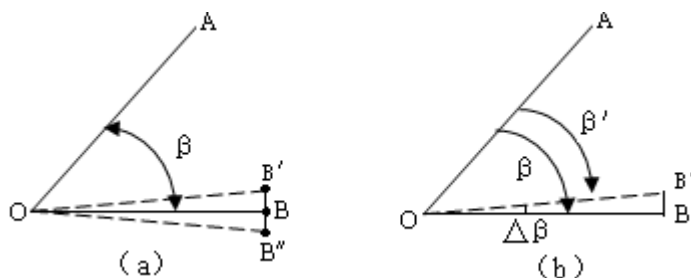
式中  $\Delta D_0$ 、 $\Delta D_t$ 、 $\Delta D_h$  为三项改正， $l_t$  为钢尺实际长度； $l_0$  为名义长度； $l'_0$  为实测长度； $\alpha$  为膨胀系数； $t$  为测设时的温度； $t_0$  为鉴定时的温度； $h$  为两点间的高差。

④用应测设的水平距离  $D$  减去  $D_0$ ，得余长段  $q$ ，即  $q = D - D_0$ ，然后计算余长段加改正后应测设的距离  $q'$ 。

⑤根据计算出的  $q'$  在地面上测设余长段，并在终点桩上作出标记，即为所测设的终点 B。如果终点超过了原打的木桩，应另打终点桩。

## 2. 水平角度的测设

### (1) 一般方法



如图 (a) 所示，设 OA 为地面上已知方向， $\beta$  为设计角度，测设设计方向 OB。在 O 点安置经纬仪，盘左时置水平角读数为  $0^\circ 00' 00''$ ，瞄准 A 点，然后转动照准部，使水平度盘读数为  $\beta$ ，在视线方向上标定 B' 点；再用盘右位置测设  $\beta$  角，标定 B'' 点；由于存在测量误差，B' 点与 B'' 点往往不重合，取中点 B，则  $\angle AOB$  即为  $\beta$ ，OB 方向就是要标定于地面上的设计方向。

### (2) 精确方法

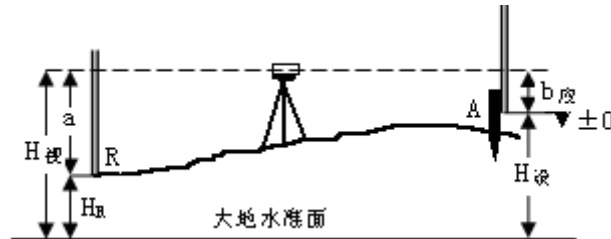
如图 (b) 所示，先用盘左测设出概略方向 OB'，标定出 B' 点，再用测回法（根据精度要求确定测回数）测量  $\angle AOB'$  的角值为  $\beta'$ 。再用钢尺丈量出 OB' 长度，则有支距

$$B'B \approx OB' \cdot \frac{\Delta \beta}{\rho''} \quad (\Delta \beta \text{ 的单位为秒})$$

以  $B'B$  为依据改正点位  $B'$ 。若  $\beta > \beta'$ ， $\Delta \beta$  为正值时，则按顺时针方向改正点位，即沿  $OB'$  垂线方向从  $B'$  起向外量取支距  $BB'$ ，以标定  $B$  点；反之则向内沿  $OB'$  垂线方向从  $B'$  起向外量取支距  $BB'$ ，以标定  $B$  点。则  $\angle AOB$  即为所要测设的角。

### 3. 设计高程的测设

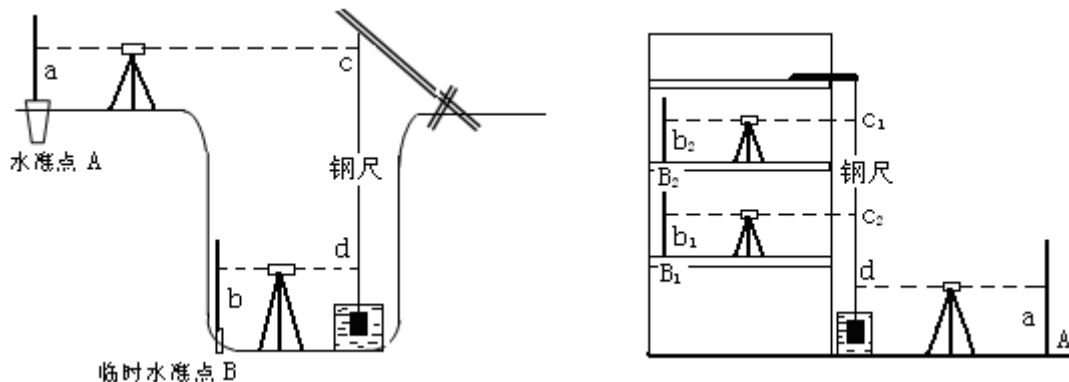
#### (1) 一般方法



安置水准仪于水准点  $R$  与待测设高程点  $A$  之间，得后视读数  $a$ ，则视线高程  $H_{\text{视}} = H_R + a$ ；前视应读数  $b_{\text{应}} = H_{\text{视}} - H_{\text{设}}$ ， $H_{\text{设}}$  为待测点高程。

此时在  $A$  点木桩侧面，上下移动水准尺，直至水准仪的视线在尺上截取的读数恰好等于  $b_{\text{应}}$  时，紧靠尺底在木桩侧面画一横线，此横线即为设计高程的位置。为了醒目还要在横线下面画一“▼”，若  $A$  点为室内地坪，应在横线上注明“ $\pm 0$ ”（此时以室内地坪基准面）。

#### (2) 高程上下传递法



此方法适用于待测设高程点的高程与水准点的高程相差很大，如测设较深的基坑标高或测设高层建筑物的标高，只用水准尺已无法测设，此时可借助钢尺将地面水准点的高程传递到坑底或高楼上所设置的临时水准点上，然后再根据临时水准点测设其它各点的设计高程。

左图是将地面水准点  $A$  的高程传递到基坑临时水准点  $B$  上的示意图，在坑边木杆上悬挂经过鉴定的钢尺，零点在下端并挂  $10 \text{ kg}$  重锤，为减少摆动，重锤放入盛有废机油的筒内。在地面和坑内分别安置水准仪，瞄准水准尺和钢尺读数  $a$ 、 $b$  和  $c$ 、 $d$ ，则：

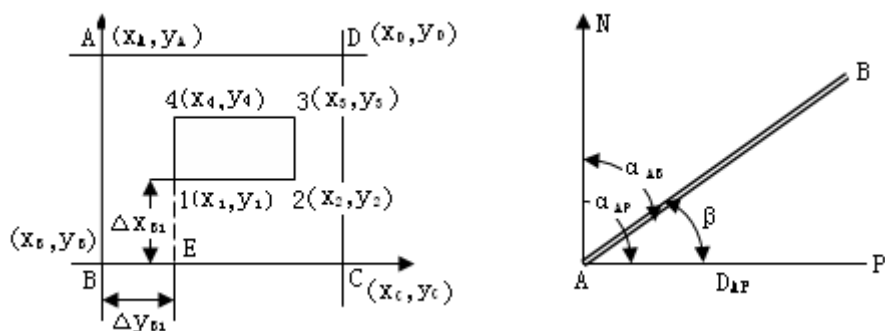
$$H_B = H_{\text{视}} - cd - b = H_A + a - (c - d) - b$$

右图是将地面水准点  $A$  的高程传递到高层建筑物上，方法与上述方法相仿，任一层临时水准点  $B_i$  的高程为：

$$H_{Bi} = H_A + a + (C_i - d) - b_i$$

#### 4. 点的平面位置测设

##### (1) 直角坐标法



此法根据矩形控制网测设。如左图所示，已知厂房矩形控制网四个角点 A、B、C、D 坐标，在设计平面图中已确定厂房四个角点 1、2、3、4 的设计坐标。测设 1 点的步骤如下：

①算出 B 点与 1 点的坐标差： $\Delta x_{B1} = x_1 - x_B$ ， $\Delta y_{B1} = y_1 - y_B$

②在 b 点安置经纬仪，瞄准 C 点，在此方向上用钢尺量  $\Delta y_{B1}$  得 E 点

③在 E 点安置经纬仪用盘左和盘右两次测设  $90^\circ$  角，在两次平均方向上 E-E1 上从 E 点量  $\Delta x_{B1}$ ，即得 1 点

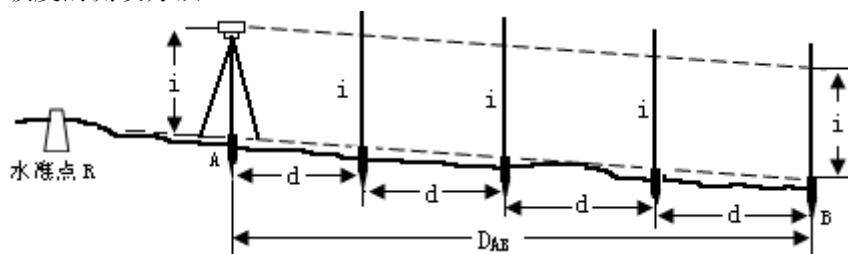
④用相同的方法，在 C 点测设 2 点，在 D 点测设 3 点，在 A 点测设 4 点。

⑤检查厂房的四个角是否等于  $90^\circ$ ，各边长度是否等于设计长度，若在限差内则合格。

##### (2) 极坐标法

如右图所示，根据水平角度和水平距离测设点位。A、B 两点是待测点 P 点附近的已知控制点，先用坐标反算公式求出  $\alpha_{AB}$  和  $\alpha_{AP}$ ，从而求得 AP 与 AB 的水平角  $\beta = \alpha_{AB} - \alpha_{AP}$ ；再根据 P、A 两点的坐标求出 AP 的水平距离  $D_{AP}$ 。在 A 点安置经纬仪，测设水平角  $\beta$ ，再从 A 点量水平距离  $D_{AP}$  即得测设点 P。

#### 5. 设计坡度的测设方法



此方法常用于道路、管道等工程建设中。如图所示，A、B 两点为设计坡度线的两端点，A 点高程  $H_A$  为已知，设计坡度为  $i_{AB} = -1\%$ ，可求出 B 点的高程；

$$H_B = H_A + i_{AB} \cdot D_{AB} = H_A - 0.1 D_{AB}$$

为了施工方便,每隔一定距离(一般取 10m)打一木桩,用水准仪设置倾斜视线法(当坡度较大时可用经纬仪),步骤如下:

(1) 用高程测设的,根据附近水准点 R 将坡度下两端点的设计高程  $H_A$ 、 $H_B$  测设于地上,并打上木桩。

(2) 将水准仪安置在 A 点上并量取仪器高  $i$ ,安置时使一个脚螺旋在 AB 方向上,另两个脚螺旋的连线大致与 AB 方向垂直。

(3) 旋转 AB 方向上的脚螺旋和微倾螺旋,使视线在 B 点标尺上所截取的读数等于仪器高  $i$ ,此时水准仪的倾斜视线与设计坡度线平行,但中间各桩点 1、2、3、上的标尺读数都为  $i$  时,则各桩顶的连线就是要设计的坡度线。

#### **六、实验报告要求**

1. 写出基本测设的内容及各种测设的步骤
2. 针对每项测设内容,每组假设一组数据,把实施测设标定的数据记录下来

#### **七、实验注意事项**

1. 假设数据时要根据进行实地测设的环境
2. 测设完毕后要进行检查,和假设数据是否吻合

#### **八、思考题:测设和测定有何区别?**