

# 项目三 角度测量

- 3.1 水平角和竖直角测量原理
- 3.2 光学经纬仪
- 3.3 经纬仪的使用
- 3.4 水平角的测量
- 3.5 竖直角的测量
- 3.6 经纬仪的检验与校正
- 3.7 角度测量的误差及注意事项
- 3.8 电子经纬仪的使用及实训

# 课外学习资源介绍

- 《建筑工程测量》精品资源共享课网址：
- <http://120.86.68.205:8080/suite/wv/97596>
- 建筑工程技术重点建设专业网址：
- <http://10.0.2.108:40/zdzy07/index.asp>
- 登陆账号：学号
- 密码：123456

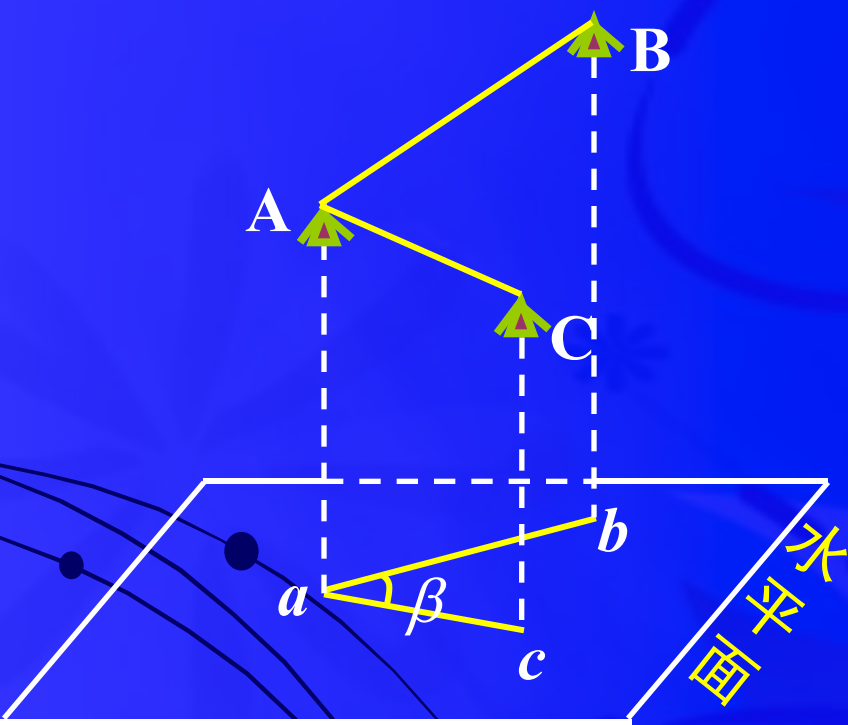
## 3.1 水平角和竖直角测量原理

### 3.3.1 水平角的测量原理

从空间一点出发的两条直线在水平投影面上夹角。

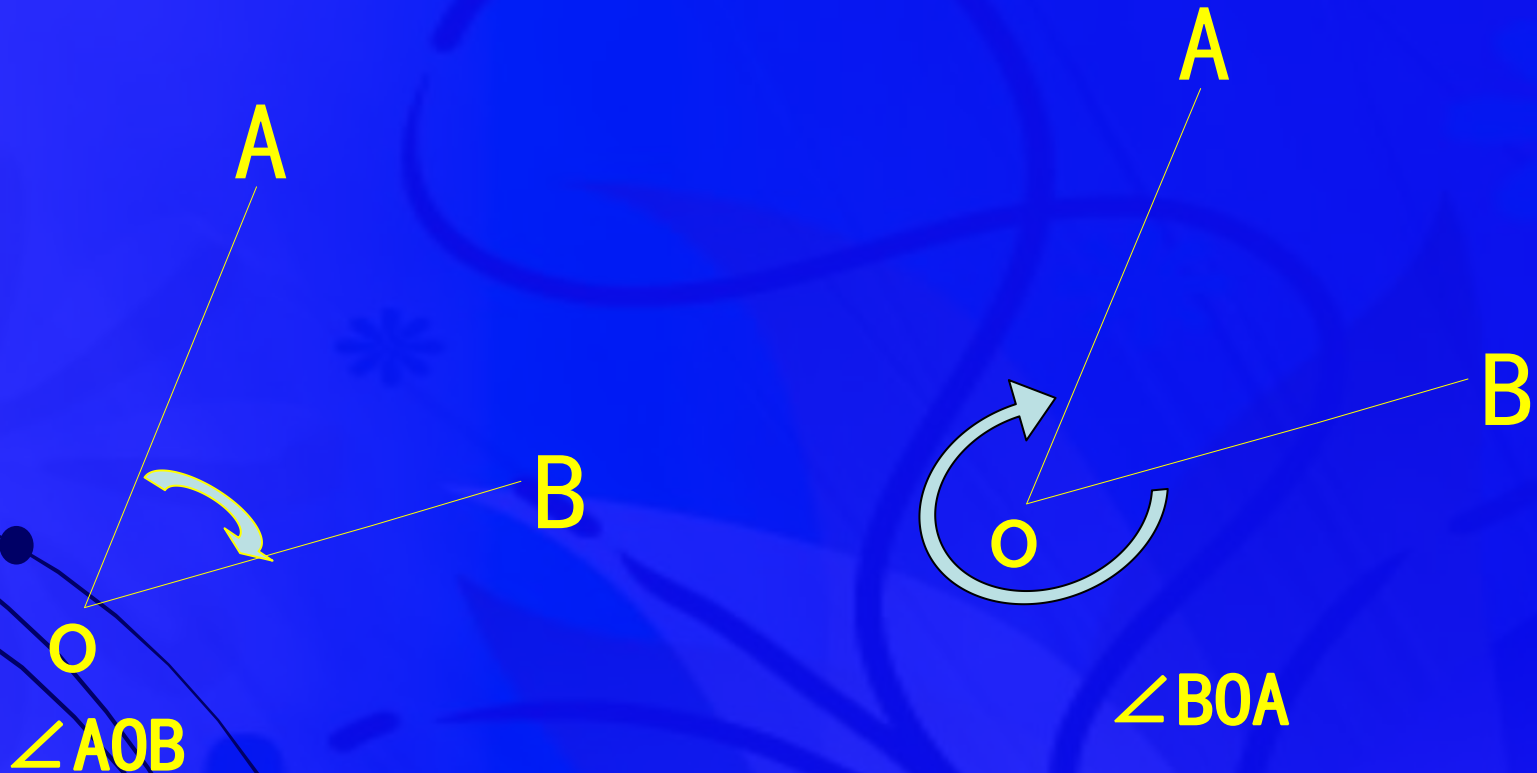
$$\beta = b - a$$

范围：顺时针  
 $0^{\circ} \sim 360^{\circ}$

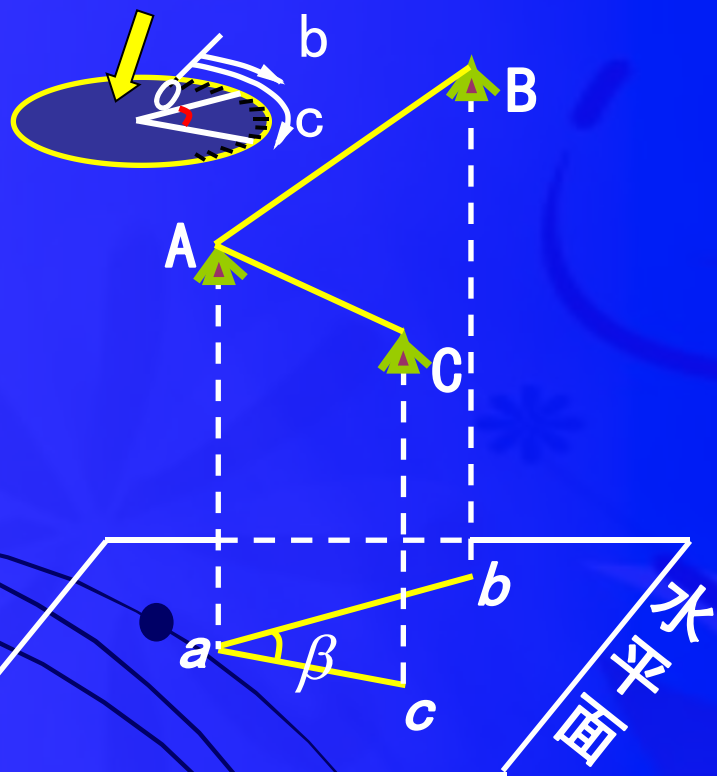


# 水平角特点：

起始方向**顺时针**旋转到终止方向所形成的角度。

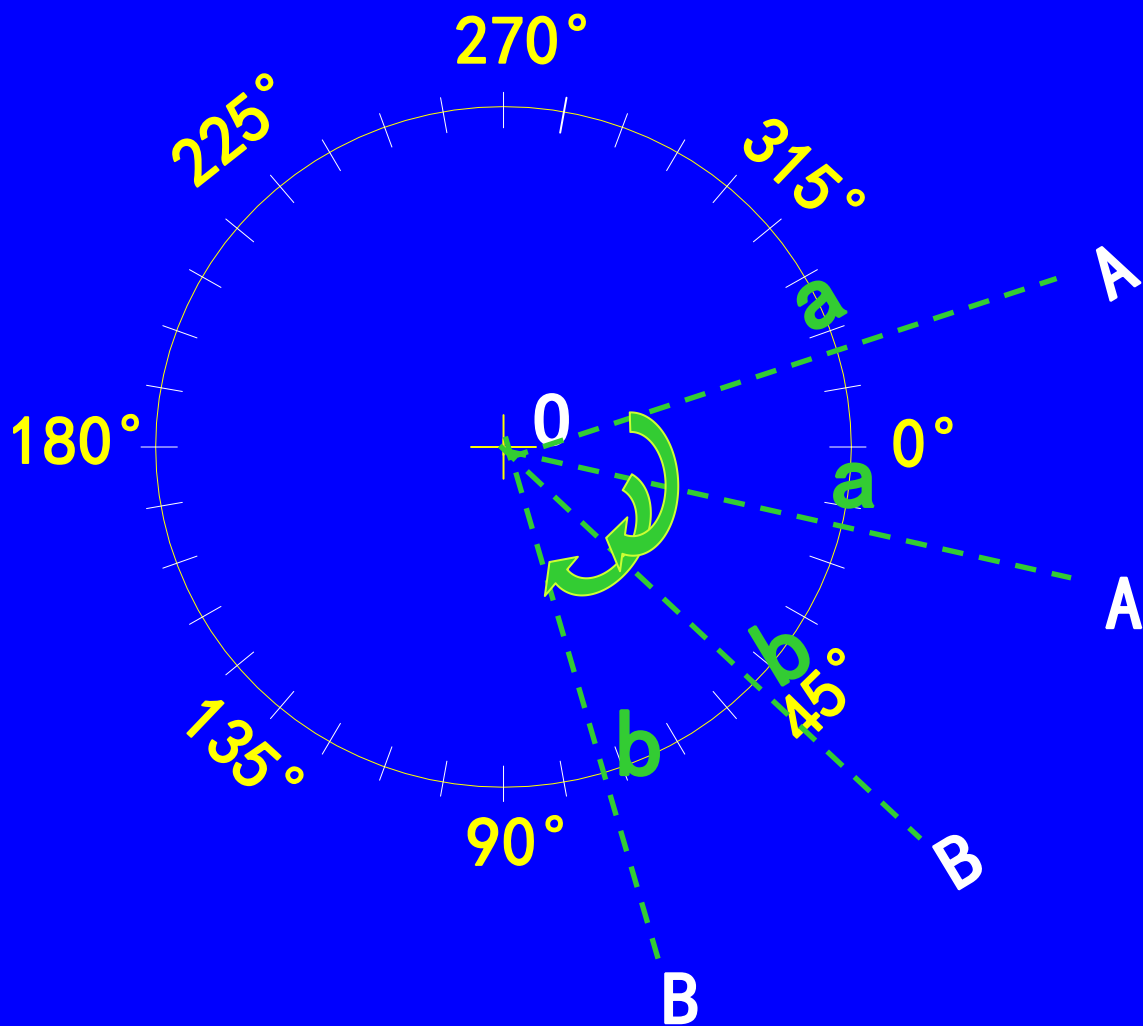


## 水平度盘



- 要具有一个有刻划的度盘，并能安置成水平位置；
- 度盘的中心必须位于角顶的铅垂线上；
- 照准部设备（望远镜）要能上下、左右转动，上下转动时所形成的是竖直面；
- 要有读数设备，读取投影方向的读数。

# 水平角计算公式



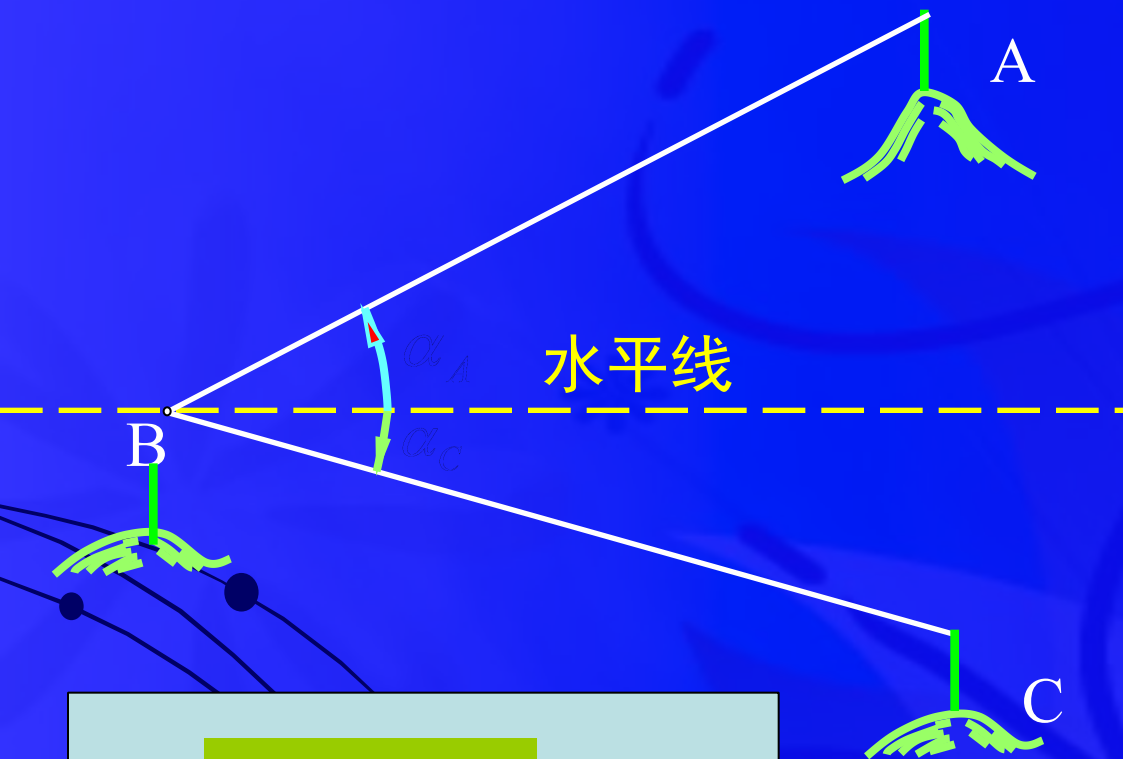
水平角=终止方向读数-起始方向读数

水平角=终止方向读数+360度-起始方向读数

### 3.3.2、垂直角的测量原理

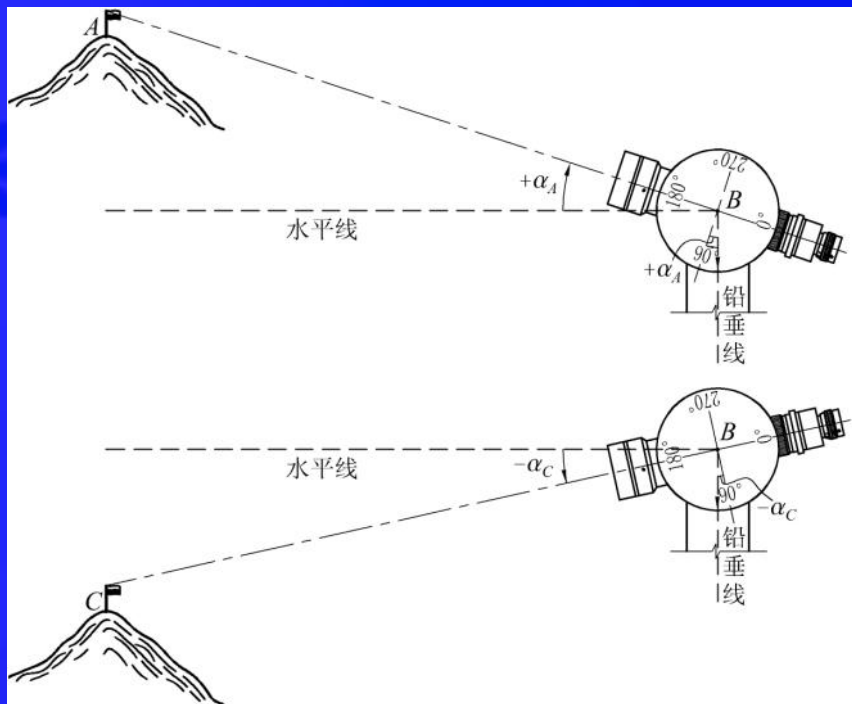
在同一铅垂面内，观测视线与水平线之间的夹角称为垂直角；观测视线与水平面得夹角。

仰角为正，俯角为负。



用  $\alpha_A, \alpha_B$  表示

其范围： $\alpha=0^{\circ}\sim\pm 90^{\circ}$ ，



若在铅垂面内设置一个带有刻度的竖直圆盘, 视线水平时的竖盘读数为 $90^\circ$  或 $270^\circ$ , 视线倾斜时的竖盘读数为 $L$ , 则竖直角为:

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

$$\alpha = L - 270^\circ$$

## 3.2 全站仪

### 3.2.1 全站仪结构

- 全站仪，它主要由照准部(包括望远镜、竖直度盘、水准器、读数设备)、水平度盘、基座三部分组成。





提手

瞄准器

物镜

电池

水平微动螺旋

竖向微动螺旋

水平制动螺旋

竖向制动螺旋

显示窗

圆水准器

整平脚螺旋

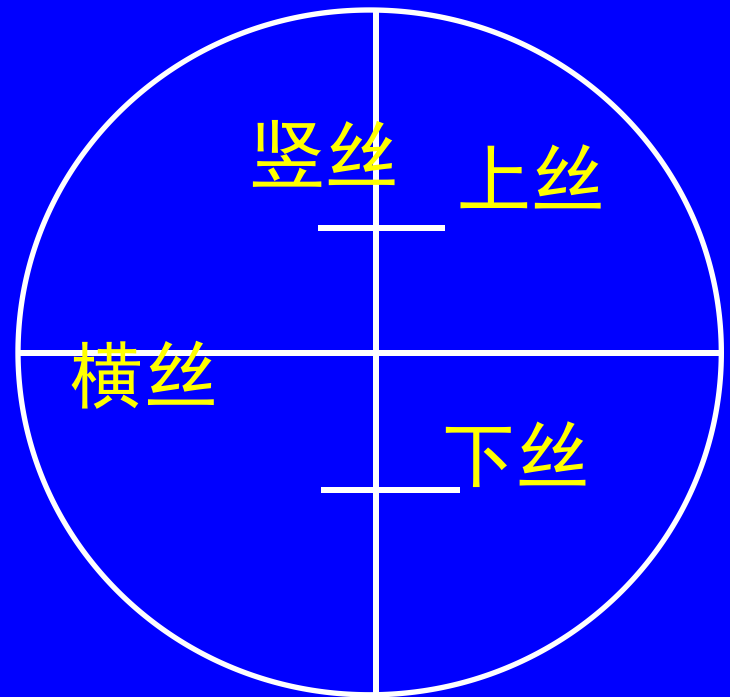
3 11:21 PM



横丝：照准目标（测  
竖直角时）

竖丝：照准目标（测  
水平角时）

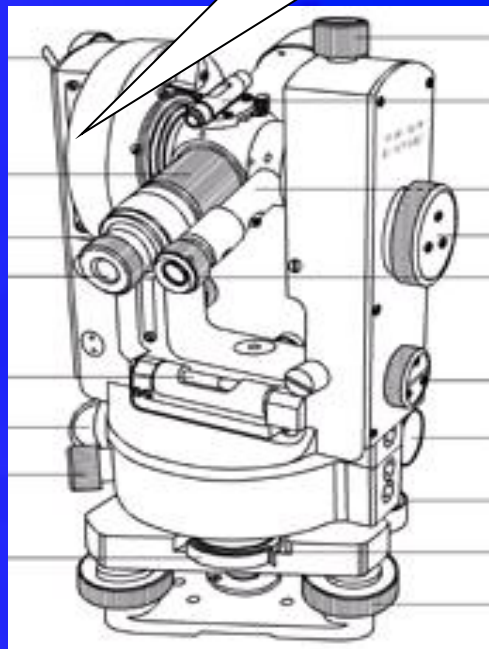
视距丝：测定视距



望远镜的十字丝

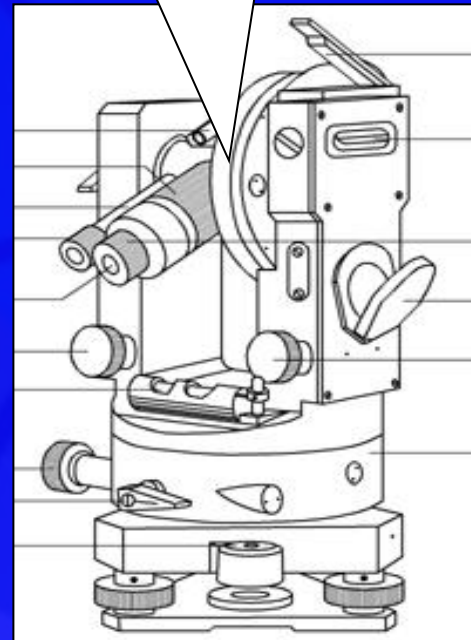
# 竖直度盘

竖直度盘



盘左观测

竖直度盘

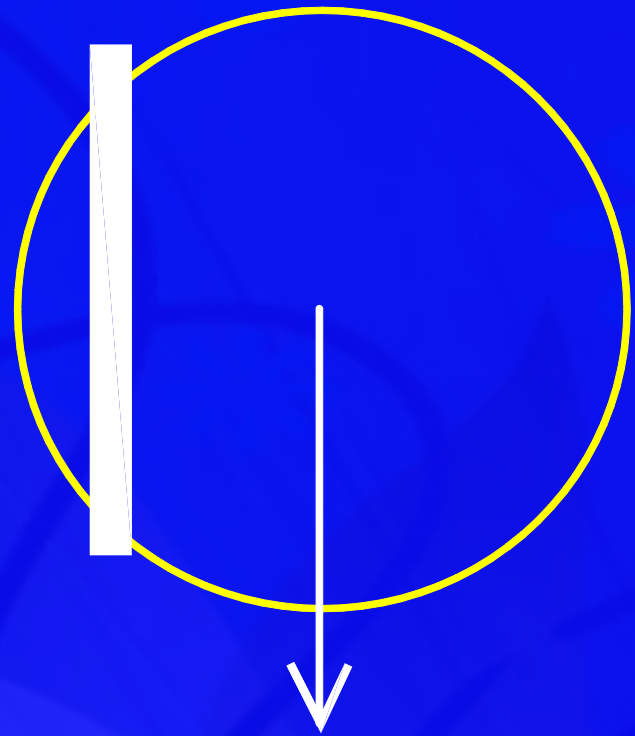
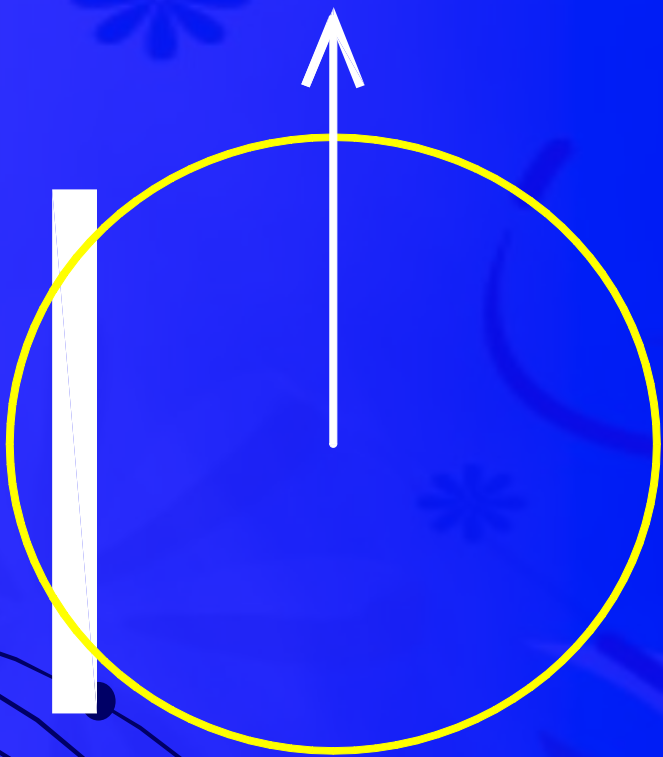


盘右观测

理论上，同一目标盘左、盘右读数相差多少？

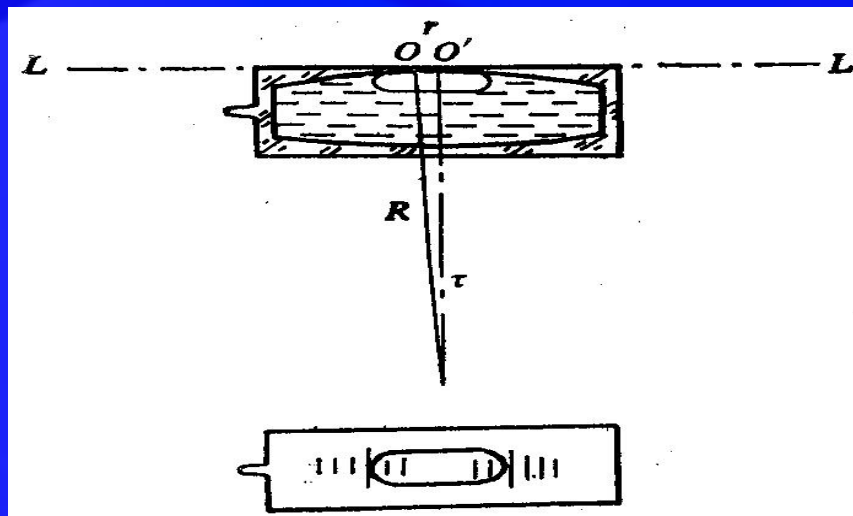
×P

×P



$$\alpha_{\text{左}} = \alpha_{\text{右}} \pm 180^\circ$$

# 水准器



**构造：**是一个内表面磨成圆弧的玻璃管，管内贮满酒精和乙醚的混合液，随即加热融封而成，冷却后在管内形成一个气泡，因为气泡较轻，故总是处于管内最高处。

**作用：**使仪器精平：竖轴（**照准部旋转轴**）铅垂，水平度盘水平。

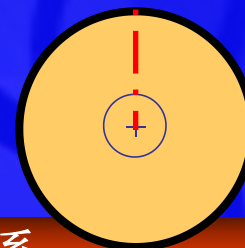
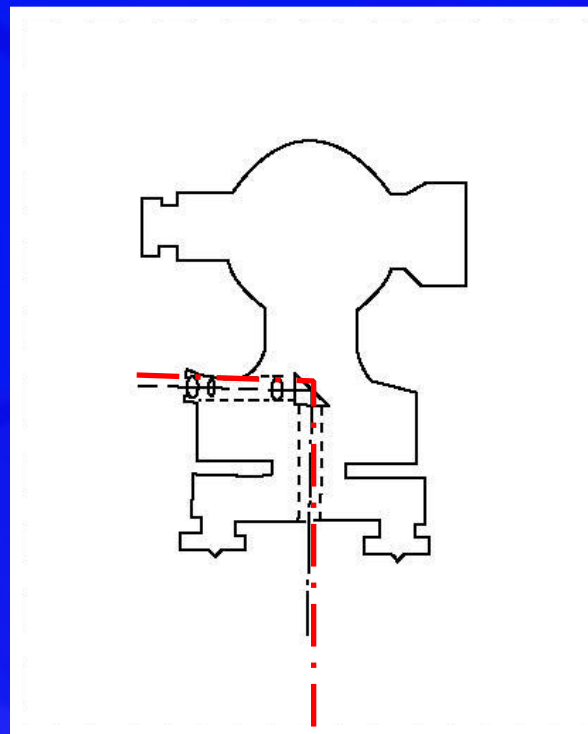
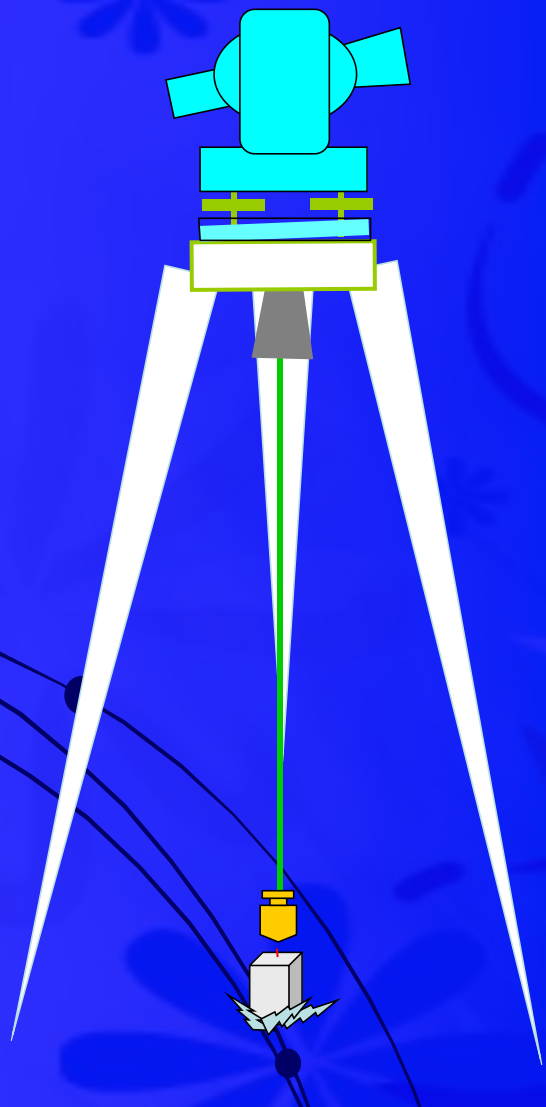
**水准管轴：过零点作水准管圆弧的切线LL**

## 3.3 全站仪的使用

### 3.3.1 仪器的安置

- 对中、整平：对中目的是使仪器竖轴位于（水平度盘中心）过测站点的铅垂线上；整平目的是使仪器纵轴铅垂，水平度盘与横轴水平；
- 瞄准目标：分为粗瞄和精瞄；
- 读数：读取当前方向在度盘上的读数。

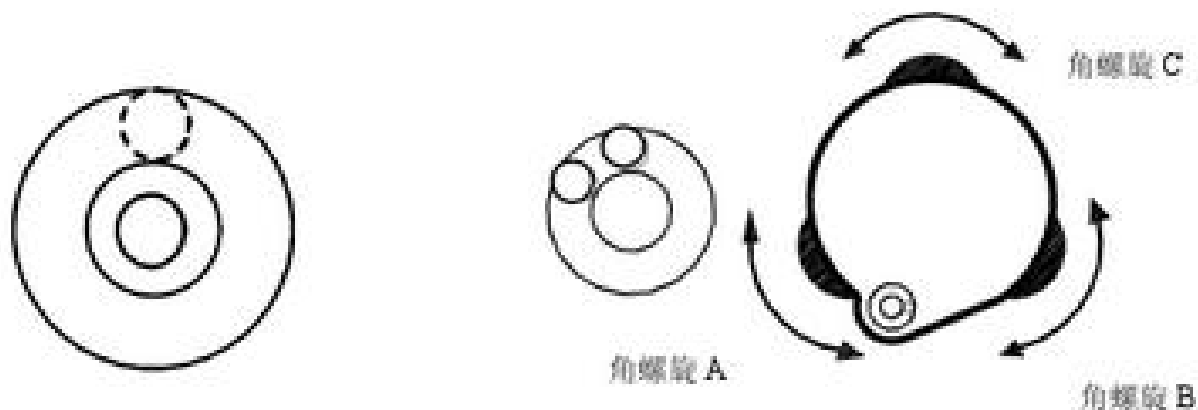
# 1、对中 (激光对中)



## 2、整平

**注意：**整平仪器前应先装上电池，因为装上电池后仪器会发生微小的倾斜。

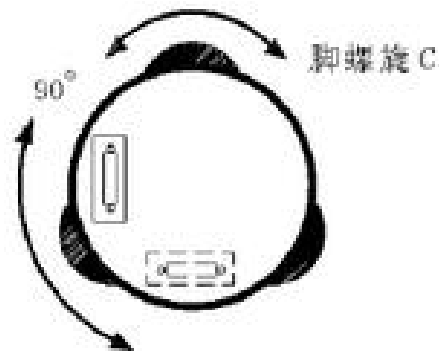
- (1) 将三脚架打开,伸长到适当高度,拧紧三个固定螺丝。
- (2) 将仪器安装在三脚架上,然后拧紧连接螺丝。
- (3) 利用圆水准器粗略整平仪器
  - ①旋转两个脚螺旋 A、B,使圆水准器气泡移到与上述两个脚螺旋连线垂直的水泡中心线上。
  - ②旋转脚螺旋 C,使圆水准器气泡居中。



(4) 利用长水准器精确整平仪器：

①松开水平制动螺旋，水平旋转仪器使长水准器平行于某一对脚螺旋的连线 AB，旋转 A、B 两个脚螺旋使长水准器气泡居中。

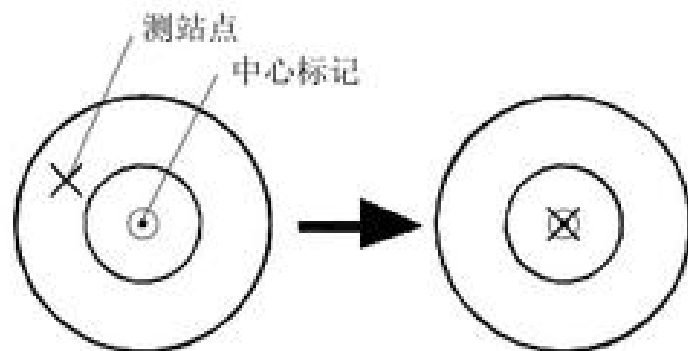
②将仪器绕竖轴旋转  $90^\circ$  (100g)，旋转第三个脚螺旋 C，使长水准器管气泡居中，再次旋转  $90^\circ$  (100g)，重复①、②步骤，直至四个位置处的长水准器管气泡始终居中为止。



(5) 利用光学对点器对中：

调节光学对点器的目镜，看清对点器分划板。松开三角架上的中心手把，轻移仪器，使光学对点器的中心标志对准测站点。

**注意：**尽量平移仪器，不要让仪器在架头上有转动，以尽量减少气泡的偏移。

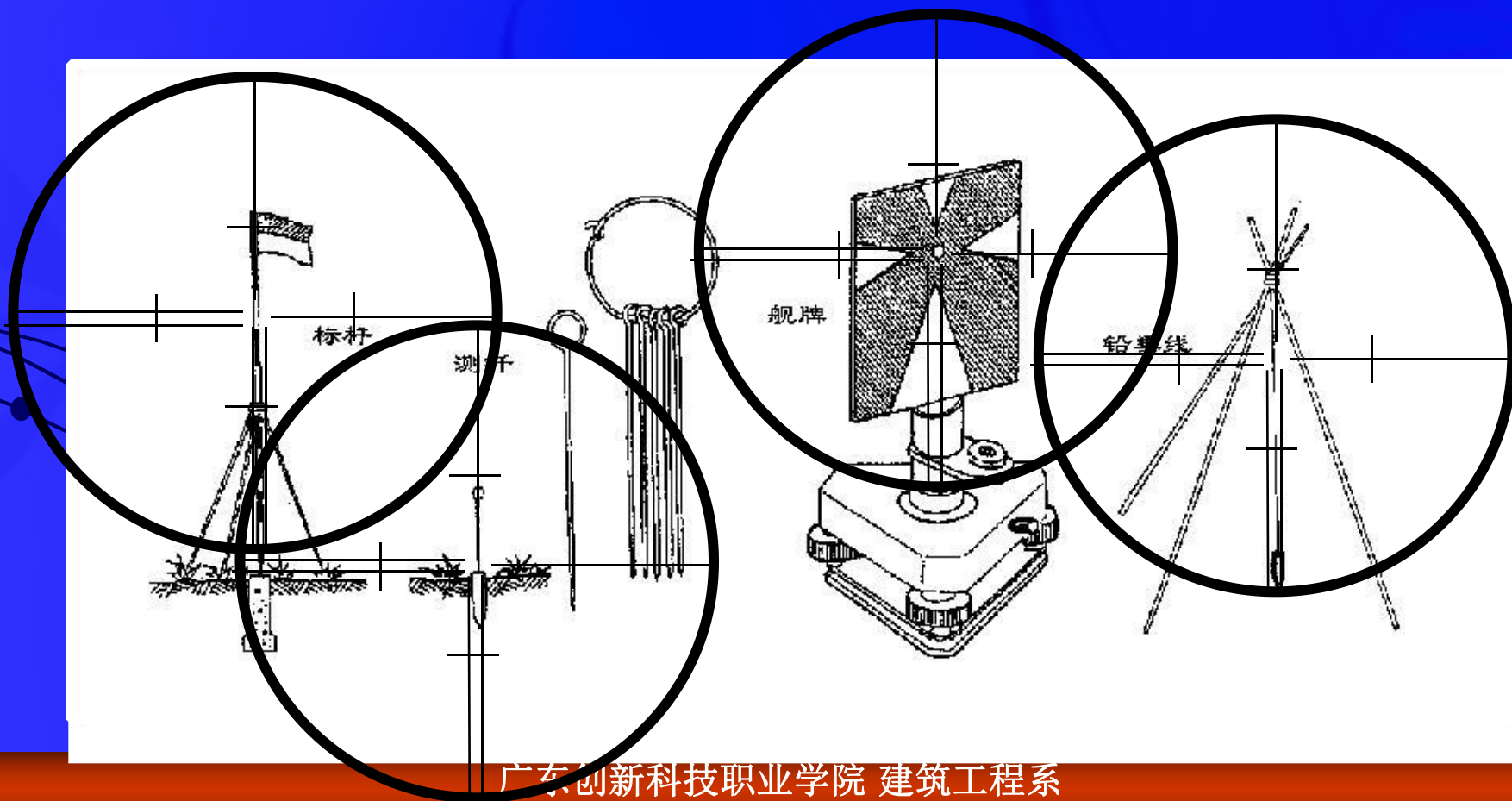


(6) 最后精确整平仪器

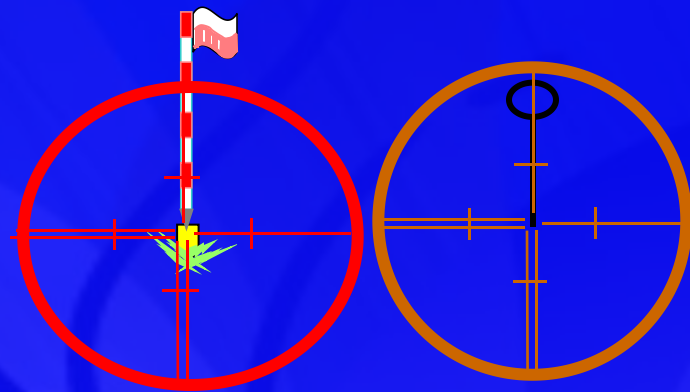
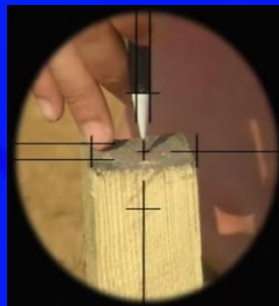
按第(4)步精确整平仪器，直到仪器旋转到任何位置时，长水准器气泡始终居中

### 3 调焦和瞄准

- ① 粗瞄、制动、调焦消除视差；
- ② 用望远镜竖丝精确瞄准目标的标志中心。



注意：瞄准时，尽量瞄准目标下部。

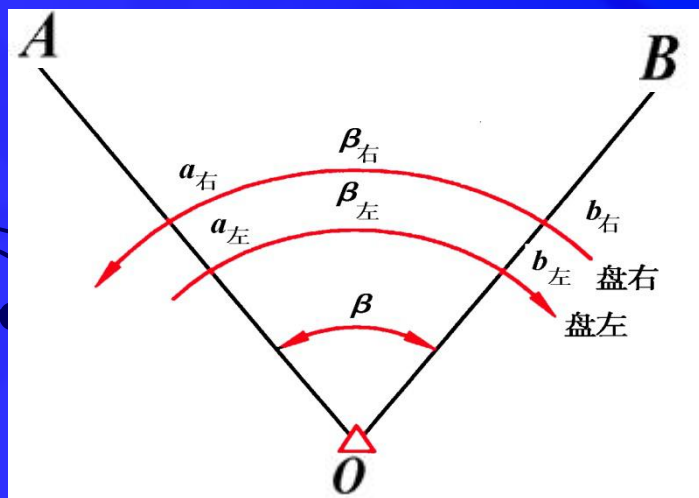


## 3.4 水平角的测量

### 3.4.1 测回法

起始方向称为后视方向（OA），终止方向称为前视方向（OB）

#### 测回法观测水平角的步骤：



1. 盘左观测：先瞄准后视点并读数 $a_{\text{左}}$ ；顺时针转动照准部，瞄准前视点读数 $b_{\text{左}}$ ；则有盘左位置水平角为 $\beta_{\text{左}} = b_{\text{左}} - a_{\text{左}}$ ，以上称为上半测回；

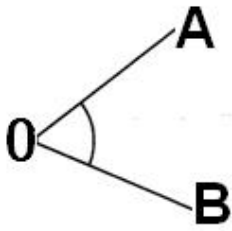
2. 盘右观测：先瞄准前视方向并读数 $b_{\text{右}}$ ；逆时针转动照准部，瞄准后视方向读数为 $a_{\text{右}}$ ；则盘右位置水平角 $\beta_{\text{右}} = b_{\text{右}} - a_{\text{右}}$ ，以上称为下半测回；

# 测回法测角记录

盘左位置:  $\beta_{左} = b_{左} - a_{左}$

盘右位置:  $\beta_{右} = b_{右} - a_{右}$

角值:  $\beta = \frac{1}{2} (\beta_{左} + \beta_{右})$

测站	盘位	目标	水平度盘读数	水平角		备注
				半测回值	测回角值	
0	左	A	0°01'24"	60°49'06"	60°49'03"	
		B	60°50'30"			
	右	A	180°01'30"	60°49'00"		
		B	240°50'30"			

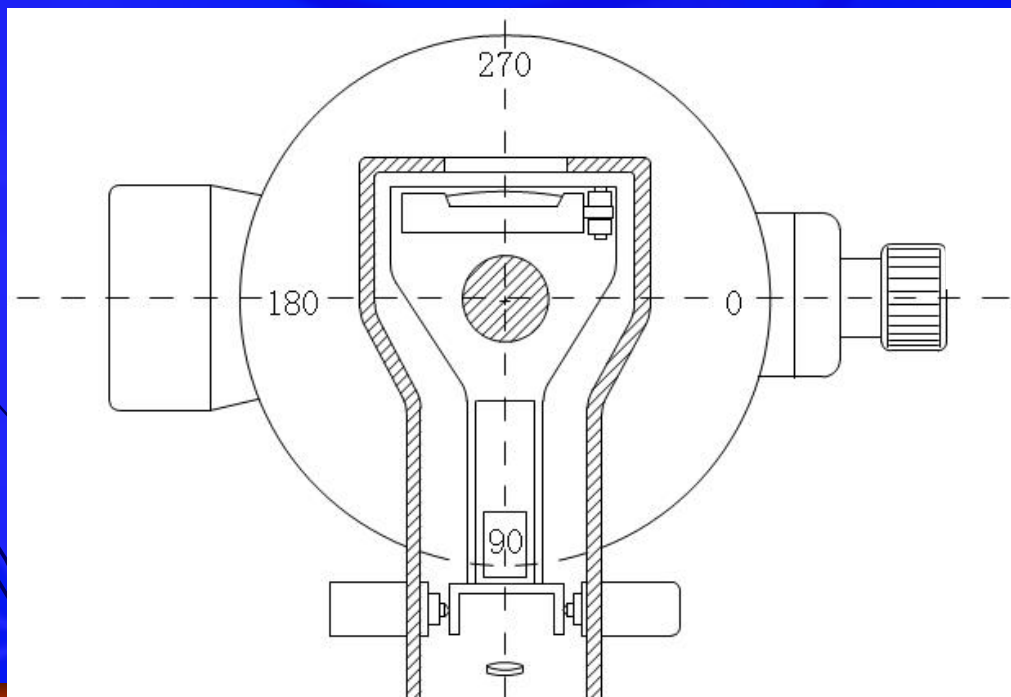
## 3.4.2 方向观测法

- 如要观测三个及以上的方向，则采用方向观测法进行观测。
- 若测站上有5个待测方向：**A、B、C、D、E**，选择其中的一个方向（如**A**）作为起始方向（亦称零方向），在盘左位置，从起始方向**A**开始，按顺时针方向依次照准**A、B、C、D、E**，并读取度盘读数，称为上半测回；然后纵转望远镜，在盘右位置按逆时针方向旋转照准部，从最后一个方向**E**开始，依次照准**E、D、C、B、A**并读数，称为下半测回。上下半测回合为一测回。这种观测方法就叫做方向观测法（又叫方向法）。

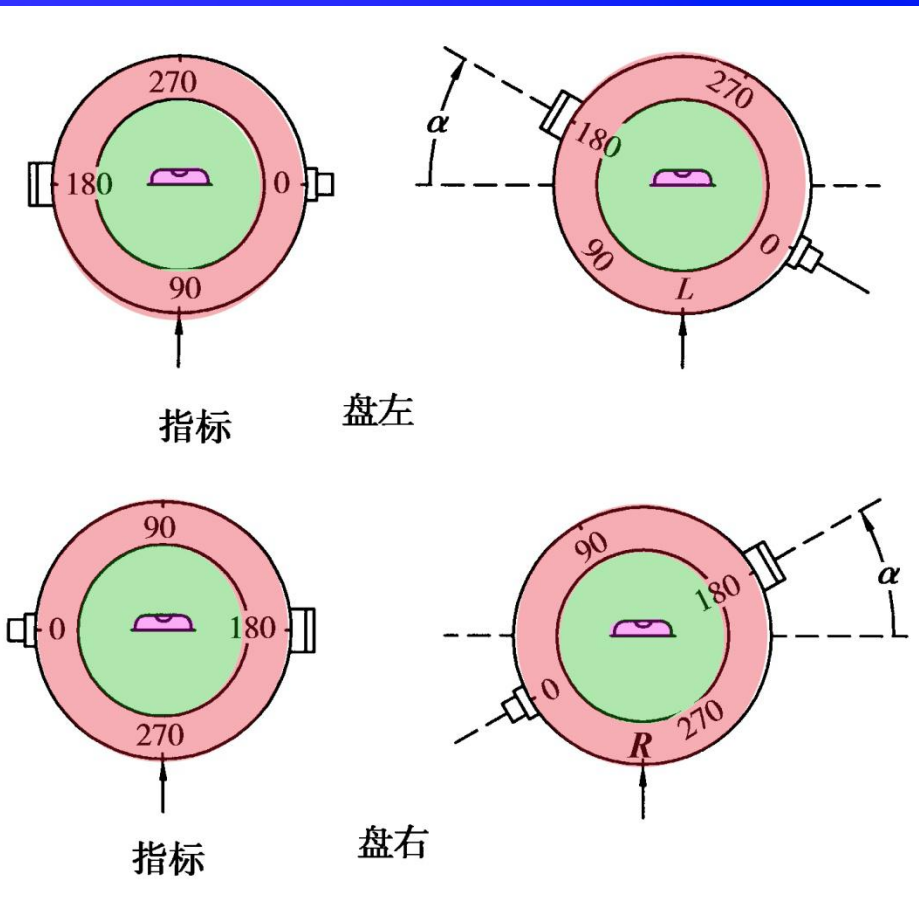
## 3.5 竖直角测量

### 3.5.1 竖直度盘的构造

竖直度盘部分主要由竖直度盘和竖直度盘读数指标组成；竖盘固定在望远镜横轴一端，并随望远镜一起绕横轴旋转。



## 3.5.2 竖直角计算与观测



其竖直角计算公式为：

$$\alpha_{\text{左}} = 90^\circ - L$$

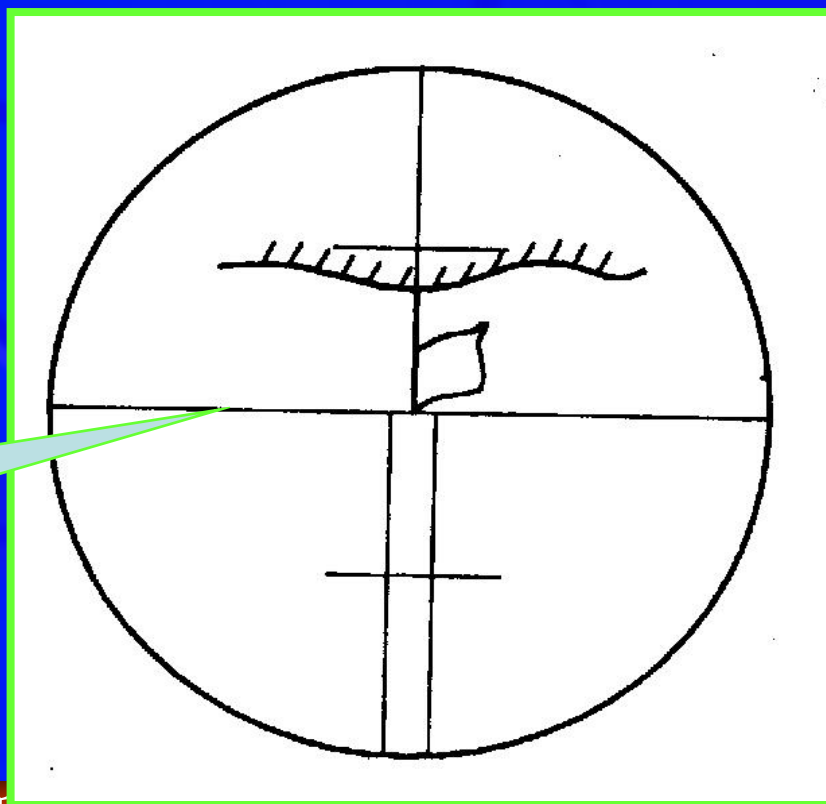
$$\alpha_{\text{右}} = R - 270^\circ$$

竖直角： $\alpha = \frac{1}{2} (\alpha_{\text{左}} + \alpha_{\text{右}})$

# 竖直角观测方法

1. 盘左位置：瞄准目标后，读取竖盘读数并记录；
2. 盘右位置：仍照准原目标，读取竖盘读数并记录。

横丝  
瞄准  
目标



测站	目标	盘位	竖盘读数	半测回竖直角	一测回竖直角	备注
O	M	左	$59^{\circ}29'48''$	$+30^{\circ}30'12''$	$+30^{\circ}30'00''$	
		右	$300^{\circ}29'48''$	$+30^{\circ}29'18''$		

一般规范规定，半测回竖直角互差， $J_6 \leq 50''$ 、 $J_2 \leq 30''$

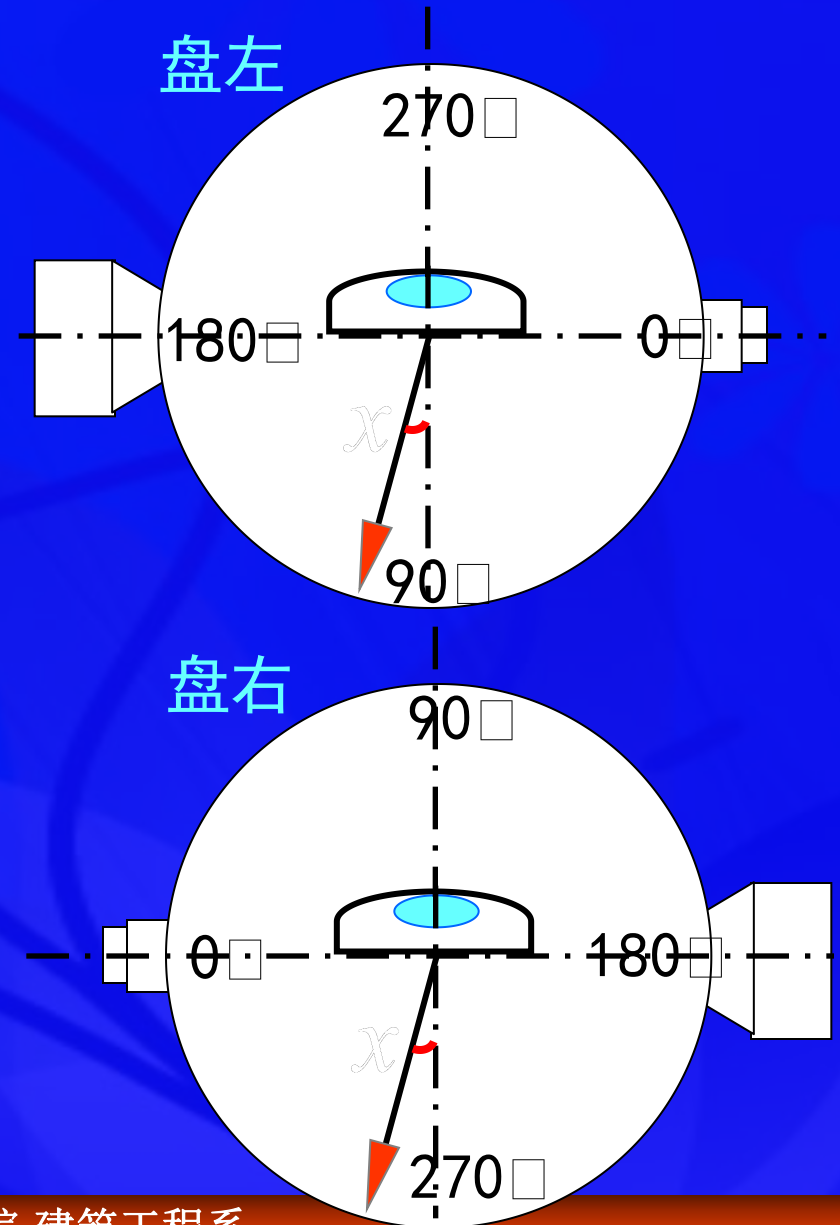
# 竖直角指标差的计算

当指标偏离正确位置时，这时指标线所指的读数就比正确读数增大或减少一个角值  $x$ ，此值称为竖盘指标差，也就是竖盘指标位置不正确所引起的读数误差。

指标差计算公式：

$$x = \frac{1}{2} (R+L-360^\circ)$$

一般规范规定，指标差变动范围， $J_6 \leq 25''$ 、 $J_2 \leq 15''$



# 3.7 角度测量的误差及注意事项

## 3.7.1 仪器误差

### 1. 视准轴误差

望远镜视准轴不垂直于横轴时，其偏离垂直位置的角值 $C$ 称视准差或照准差，取盘左、盘右平均值可消除其影响；

### 2. 横轴误差

当竖轴铅垂时，横轴不水平，横轴与水平线的偏离值 $i$ ，称横轴误差，取盘左、盘右平均值可消除其影响；

### 3. 竖轴误差

观测水平角时，仪器竖轴不处于铅垂方向，而偏离一个角度，称竖轴误差，消除方法是校正仪器；

### 4. 度盘误差

度盘刻划不均与误差，消除方法是配置度盘，取各测回平均值减弱影响。

## 3.7.2 观测误差

1. **仪器对中误差**：对中误差不能通过观测方法消除，严格对中，对中误差不超过2mm；
2. **目标偏心误差**：当照准的目标与其地面标志中心不在一条铅垂线上时，消除方法是瞄准目标底部；
3. **瞄准误差**：尽量消除视差以减弱影响；
4. **读数误差**：调节读数显微镜使度盘影像清晰，使用测微器时，必须将对径分划线对齐；
5. **整平误差**：要求认真整平，管水准气泡不超过两格致。

### 3.7.3 外界条件的影响

#### 1. 仪器稳定性：

土壤松软、大风天、车辆等；

#### 2. 气泡稳定性：

阳光、气温变化等；

#### 3. 目标影像清晰度：

大气对流、烟雾、光线、建筑物反光等。