

# 第三章 角度测量

## 3.1 角度测量

### 主要内容

- 3.1 角度测量原理
- 3.2 经纬仪结构
- 3.3 水平角测量方法
- 3.4 竖直角测量方法
- 3.5 经纬仪检验校正
- 3.6 角度测量误差分析

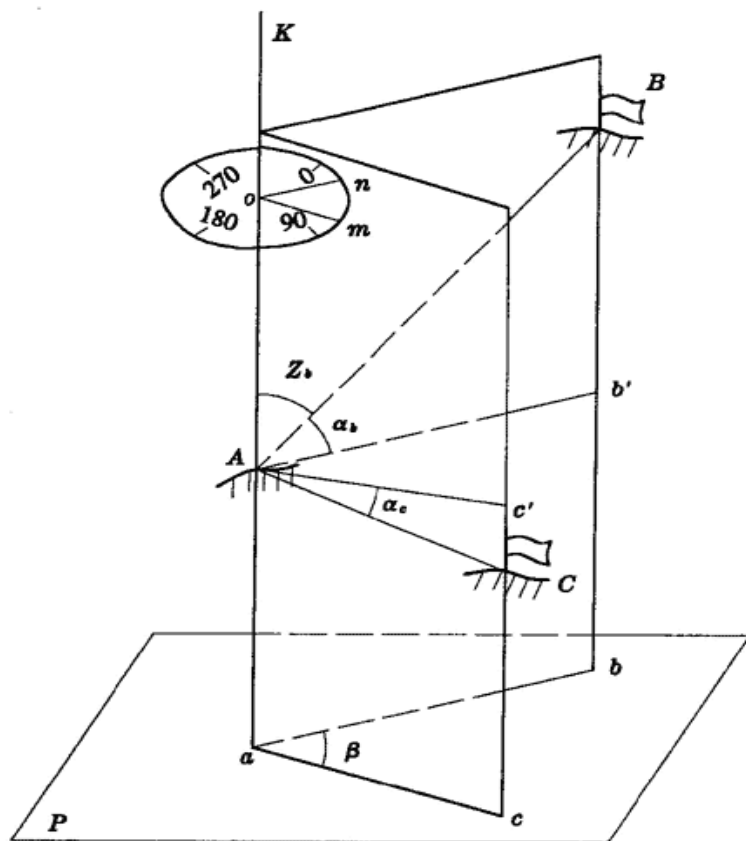
# 3.1 角度测量原理

## 3.1 角度测量原理

### 1. 水平角测量原理

#### 水平角定义

- 1) 地面上O点至A和B两目标方向线在水平面P上投影的夹角 $\beta$ ，称为水平角。
- 2) 两方向线所作两竖直面间的二面角。



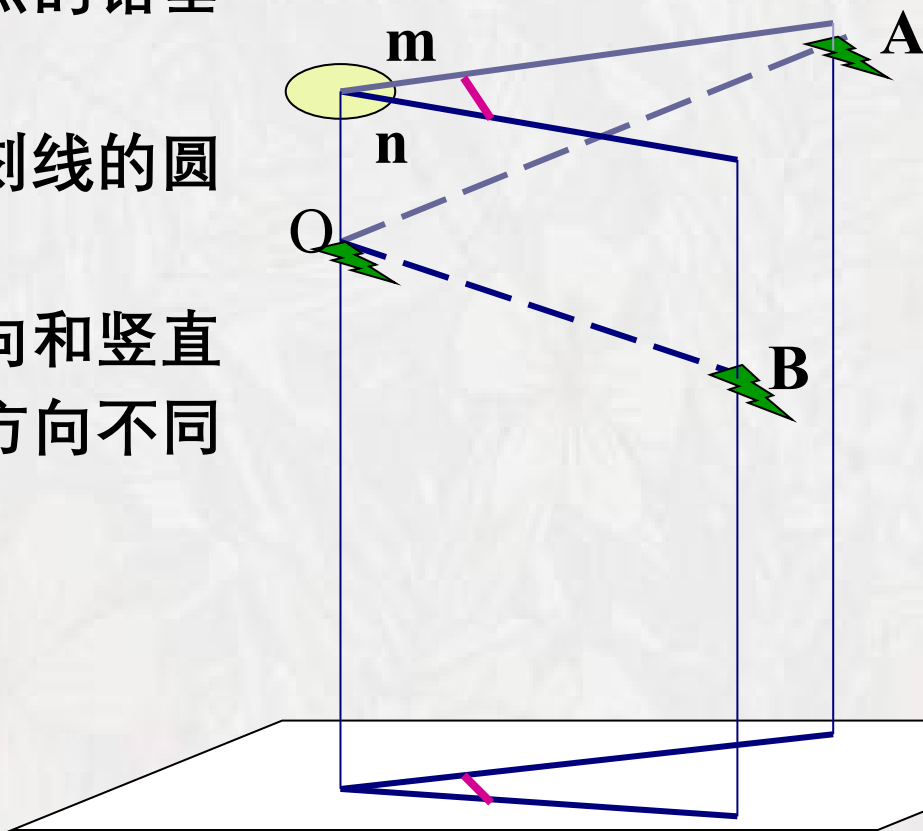
角度测量原理

## 3.1 角度测量原理

### 1. 水平角测量原理

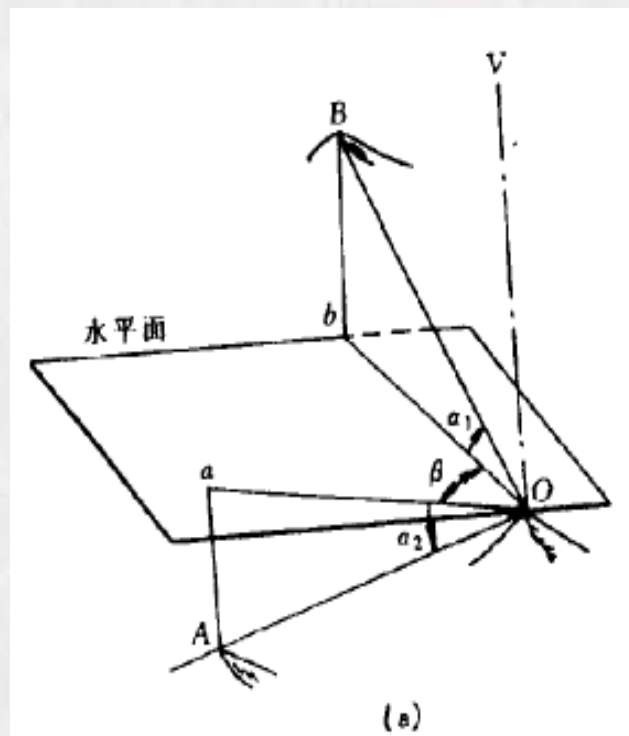
- 1) 圆盘中心处于角顶点的铅垂线上；
- 2) 有一个水平位置带刻线的圆盘；
- 3) 望远镜能在水平方向和竖直方向转动以瞄准不同方向不同高度的目标；
- 4) 具有一个读数设备。

$$\beta = b - a$$



### 3.1 角度测量原理

## 2. 竖直角测量原理



- 竖直角定义

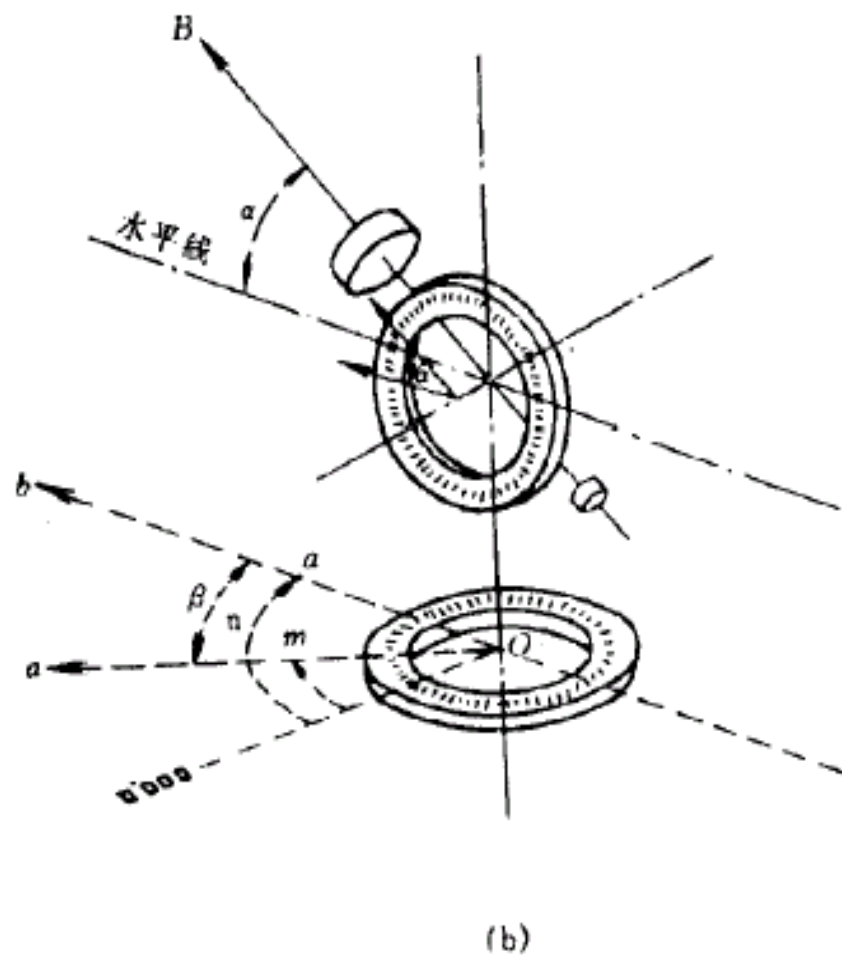
竖直角是同一竖直面内倾斜视线与水平线之间的夹角，其角值  $|\alpha| < 90^\circ$ .

- 仰角  $0^\circ < \alpha \leq 90^\circ$

- 俯角  $-90^\circ \leq \alpha < 0^\circ$

- 视线水平时竖直角  $\alpha = 0^\circ$

## 2. 竖直角测量原理



## 3.2 经纬仪的结构

## 3.2 经纬仪的结构

### 概述

### 经纬仪的种类

1. 按构造原理和读数系统分为：  
游标经纬仪、光学经纬仪、电子经纬仪
2. 按精度高低分为：  
DJ07、DJ1、DJ2、DJ6、DJ15、DJ60
3. 一般工程测量最常用：DJ6级光学经纬仪

## 3.2 经纬仪的结构

### 1. DJ6经纬仪

#### 基本构造

照准部

水平度盘

基座

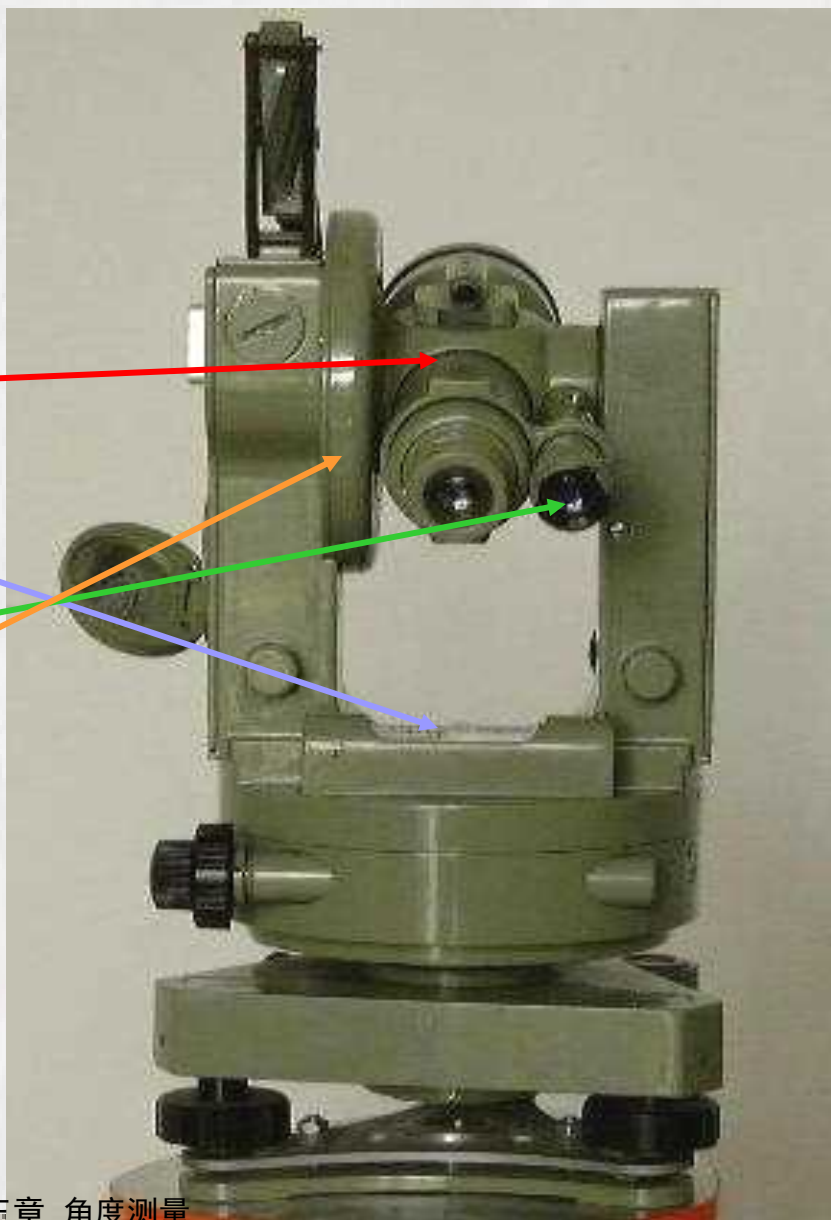


## 3.2 经纬仪的结构

### 1. DJ6经纬仪

照  
准  
部

- ❖ 望远镜：
- ❖ 照准部水准管：
- ❖ 读数显微镜：
- ❖ 竖直度盘：
- ❖ 横轴、竖轴：



## 3.2 经纬仪的结构

### 1. DJ6经纬仪

#### 水平度盘

- ❖ 水平度盘：顺时针方向刻有 $0^{\circ}$ 到 $360^{\circ}$ 的分划线，用来测量水平角。
- ❖ 水平度盘转动控制装置：位置变动手轮和复测装置。



## 3.2 经纬仪的结构

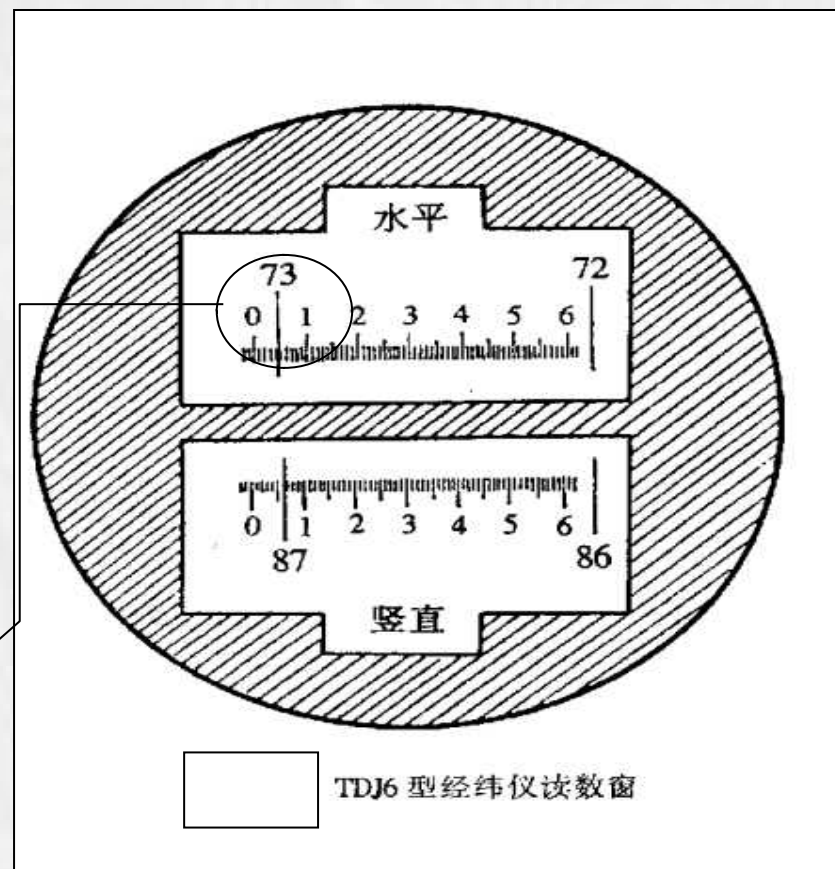
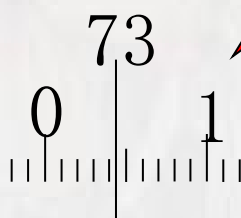


## 3.2 经纬仪的结构

### 2. DJ6经纬仪读数装置

分微尺测微——利用度盘刻度线，在分微尺上读数

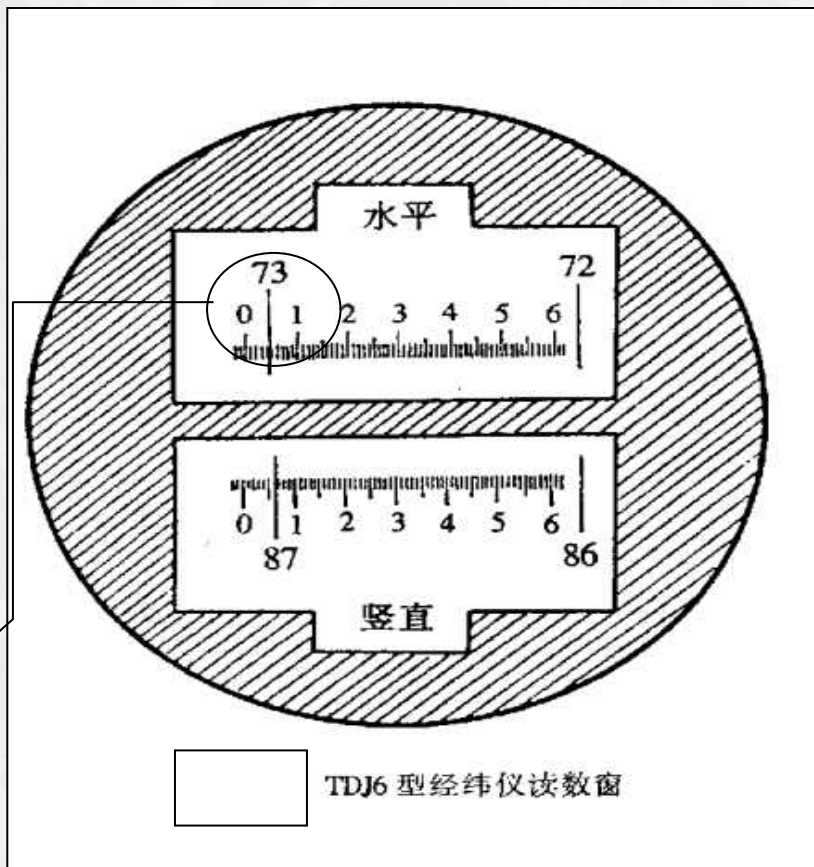
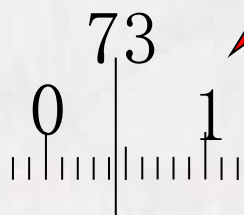
度盘上1度分划的间隔经放大后，与分微尺全长相等



## 3.2 经纬仪的结构

### 2. DJ6经纬仪读数

- 分微尺全长分60格，  
最小格值为 $1' = 60''$



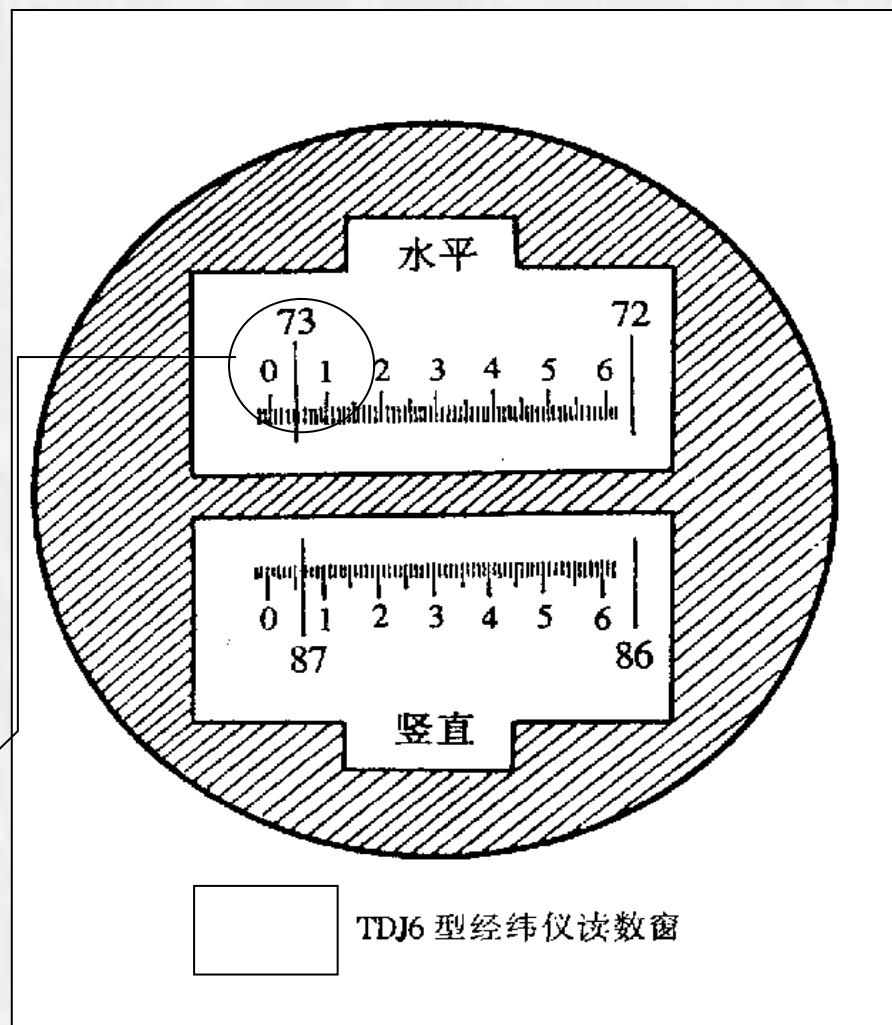
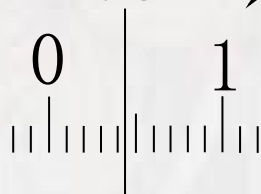
## 3.2 经纬仪的结构

### 2. DJ6经纬仪读数

• 读数时，秒数必须估读至0.1格，估读的秒数都应是6''的倍数。

水平度盘读数：

73度04分18秒'

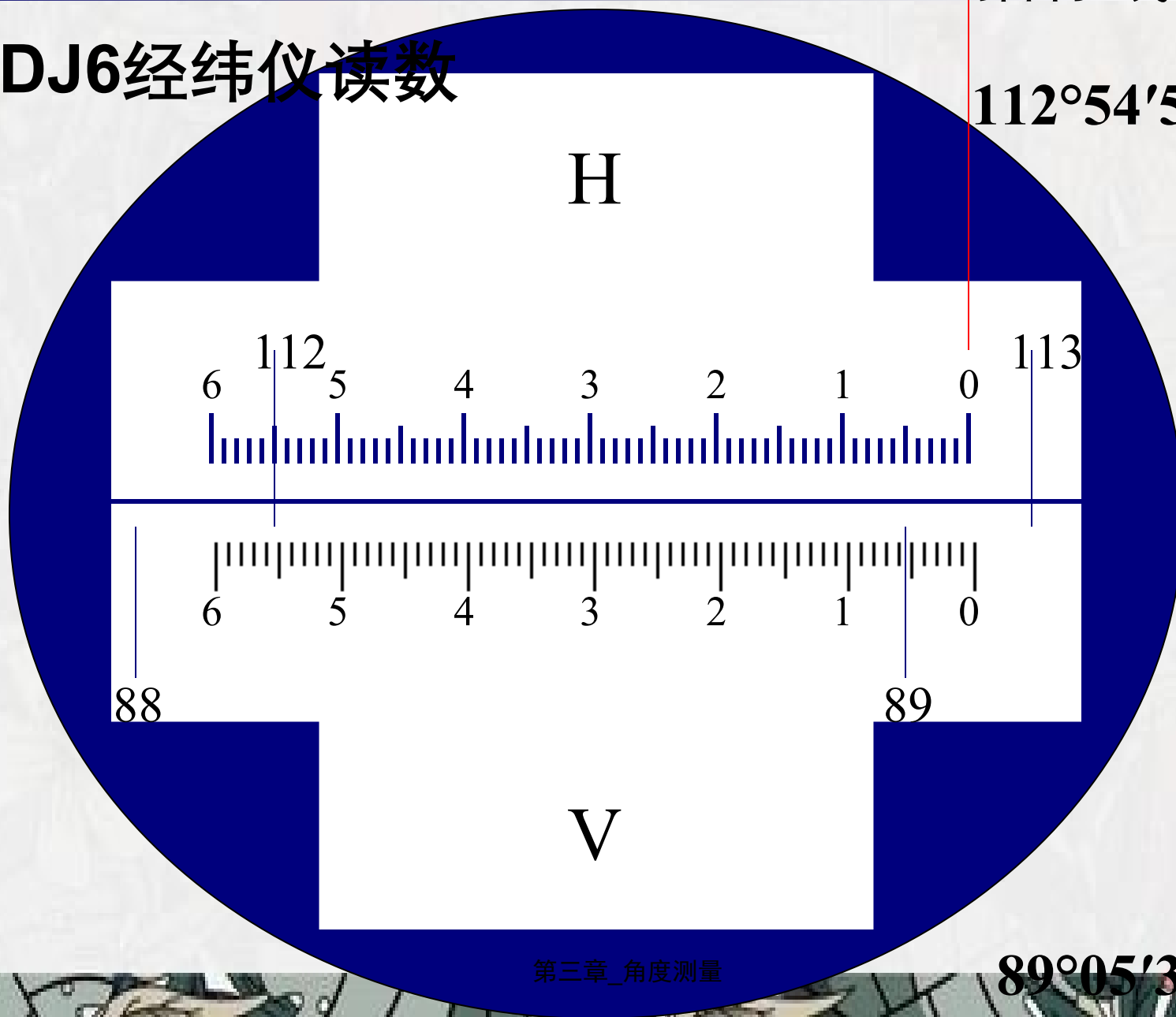


### 3.2 经纬仪的结构

## 2. DJ6经纬仪读数

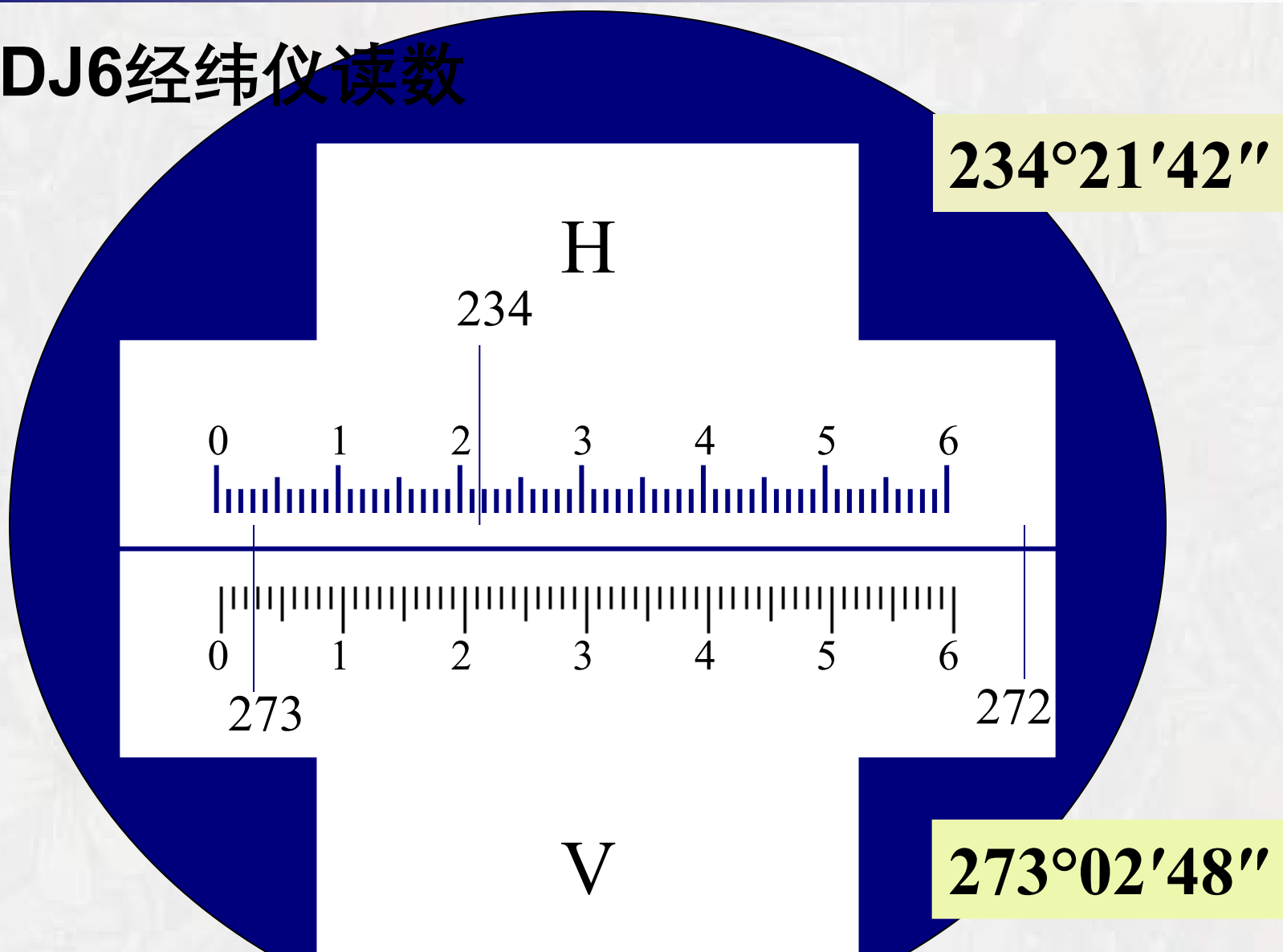
指标线

$112^{\circ}54'54''$



### 3.2 经纬仪的结构

## 2. DJ6经纬仪读数



## 3.2 经纬仪的结构

### 3. 电子经纬仪

基本结构与光学经纬仪相同。用微电子技术自动取得度盘的读数，从而可以经微电脑进一步加工计算用电子水准器自动传感竖轴的倾斜，再由微电脑自动对读数加倾斜改正数。竖直度盘处的电子水准器使“指标线”自动处于标准位置。



## 3.2 经纬仪的结构

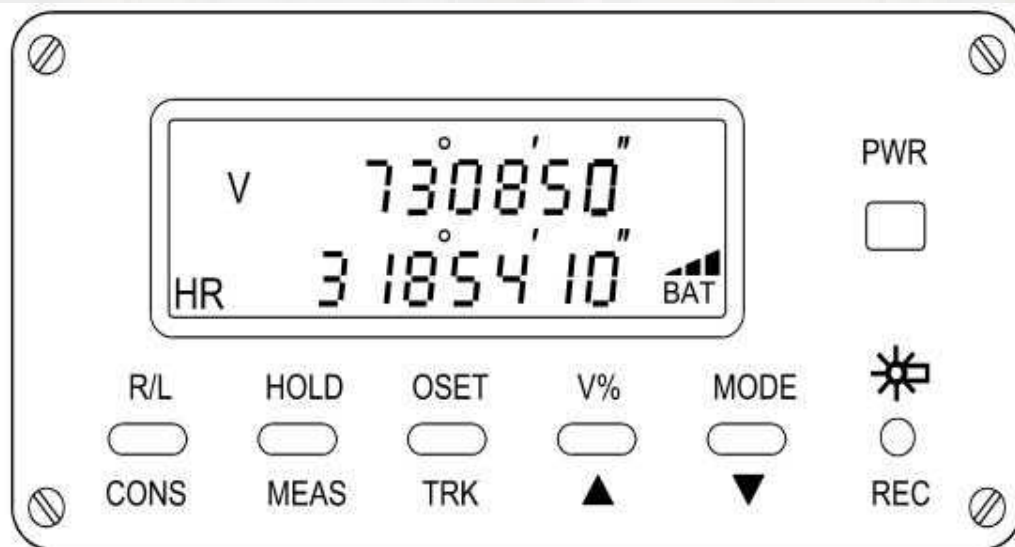
### 3. 电子经纬仪

- 电子经纬仪可以满足测角自动显示、自动记录和自动传输数据的要求。
- 世界上第一台电子经纬仪 (electronic theodolite) 于1968年研制成功，80年代初生产出商品化的电子经纬仪。
- 优点：自动化测角的全过程，实现角度测量的自动显示、自动记录和自动传输数据。

## 3.2 经纬仪的结构

### 3. 电子经纬仪

$$w = \frac{d}{\theta} \rho'$$

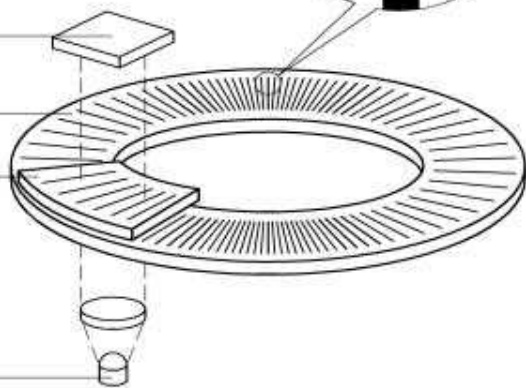


光敏二极管

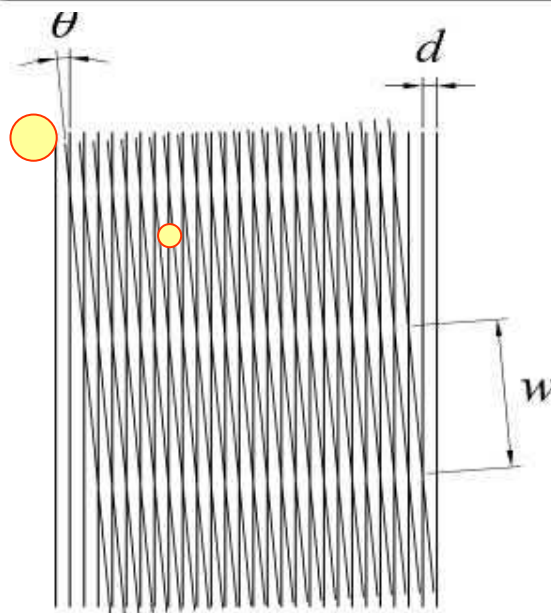
光栅度盘

指示光栅

发光二极管



(a)



(b)

# 3.3 水平角测量方法

### 3.3 水平角测量方法

## 经纬仪测角基本步骤

#### 1) 对中

—使得度盘中心处于角顶点的铅垂线上

#### 2) 整平

—使得度盘处于水平位置上

—粗平 → 精平

#### 3) 整置检查

#### 4) 瞄准

#### 5) 读数

### 3.3 水平角测量方法

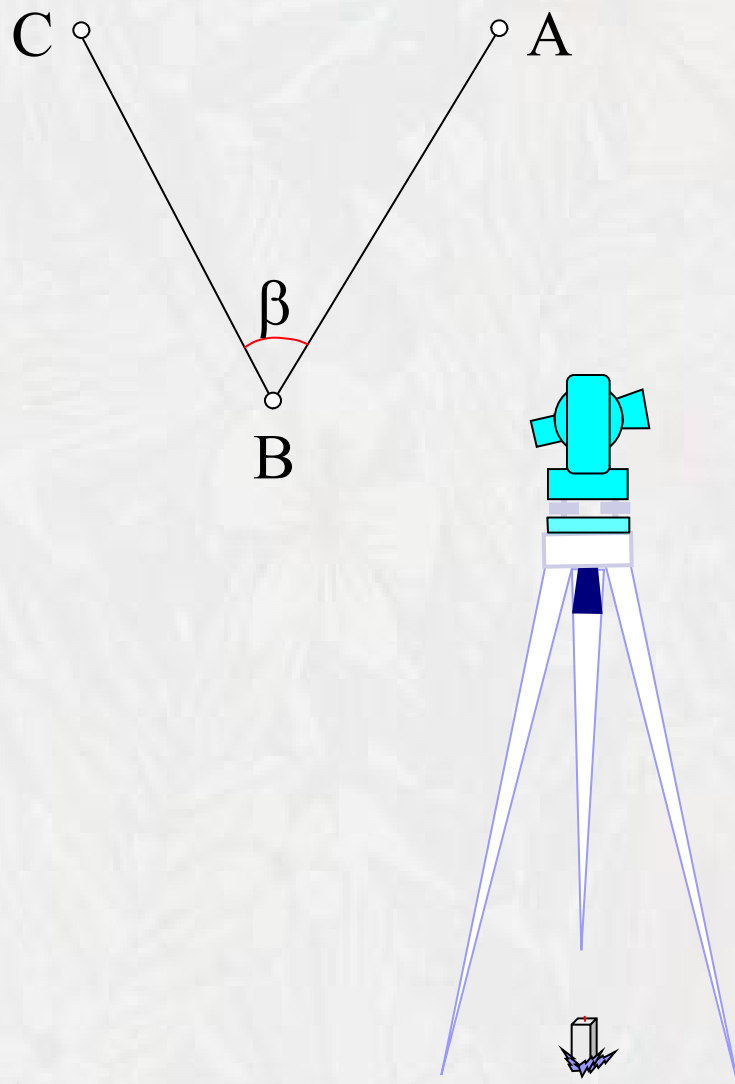
## 1. 经纬仪整置－对中

对中：

使得仪器位于观测点的正上方

要求：

误差 $\pm 3\text{mm}$



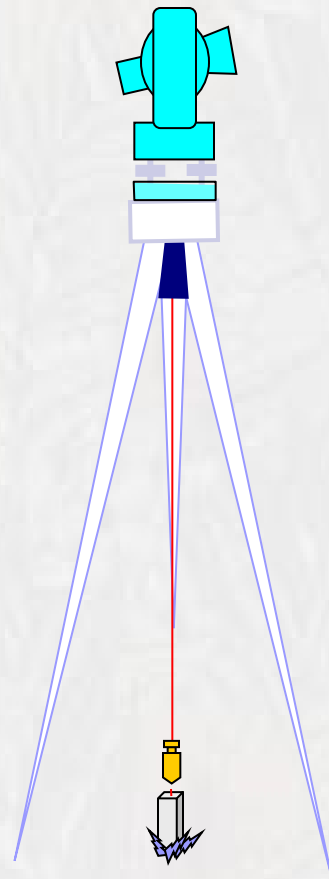
### 3.3 水平角测量方法

## 1. 经纬仪整置－对中

### (1) 垂球对中：

▲**粗略对中：**移动三脚架，使垂球尖离测站中心1~2cm内；

▲**精确对中：**稍微松开中心螺丝，在脚架头上移动(不能旋转)仪器，使垂球尖精确对中测站标志中心，旋紧中心螺丝。

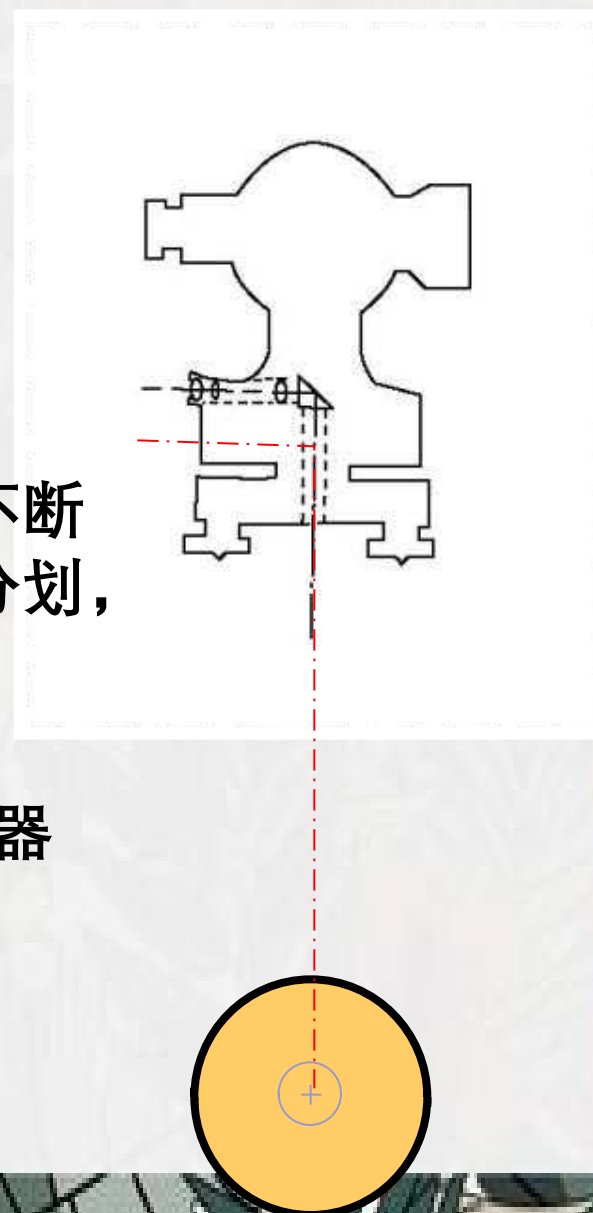


### 3.3 水平角测量方法

## 1. 经纬仪整置－对中

### (2) 光学对中

- 打开三脚架，装上经纬仪；
- 固定三脚架一脚，双手持脚架另二脚并不断调整其位置，同时观测光学对点器十字分划，使其基本对准测站标志，踩实脚架；
- 稍微松开中心螺丝，在脚架头上移动仪器进行精确对中。



### 3.3 水平角测量方法

## 1. 经纬仪整置－整平

整平：

使仪器竖直，分粗平/精平两步



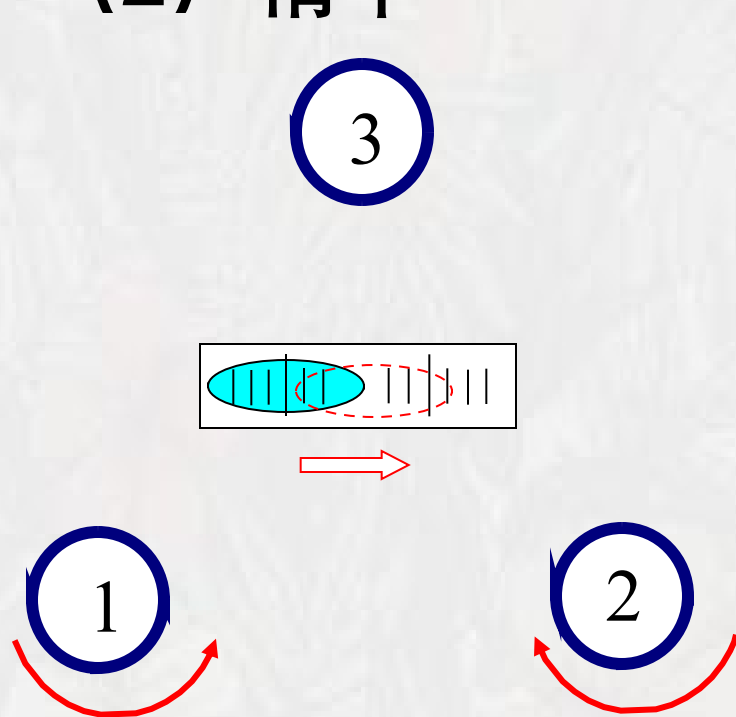
### (1)粗平

▲伸缩三脚架，调平仪器，使圆气泡居中。

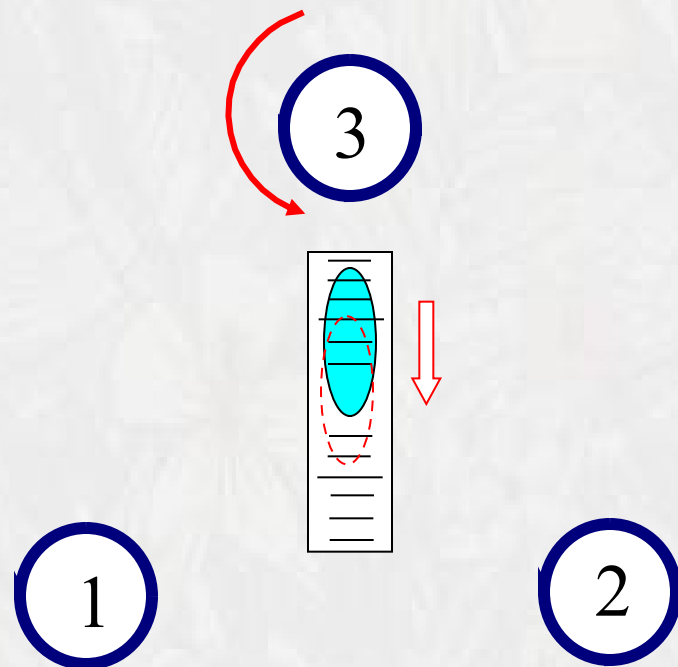
### 3.3 水平角测量方法

## 1. 经纬仪整置 - 整平

### (2) 精平



气泡居中，1、2等高



气泡居中，3与1、2等高

测回观测过程中，不得再调气泡。

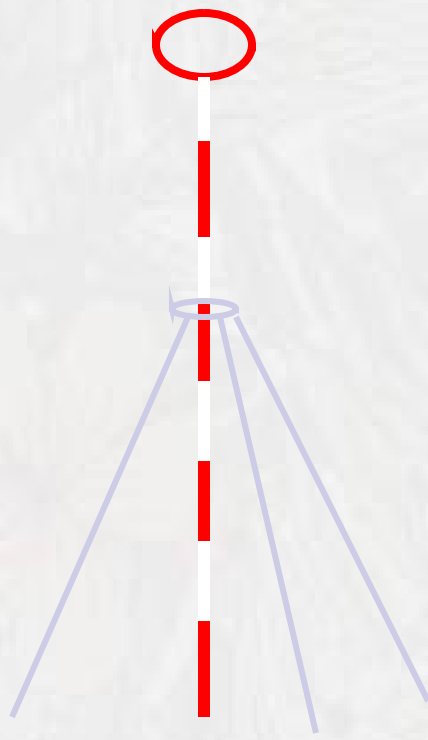
### 3.3 水平角测量方法

#### 1. 经纬仪整置－瞄准目标

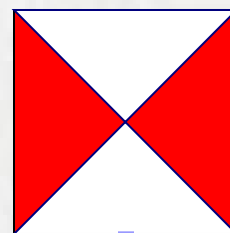


大花杆

小花杆

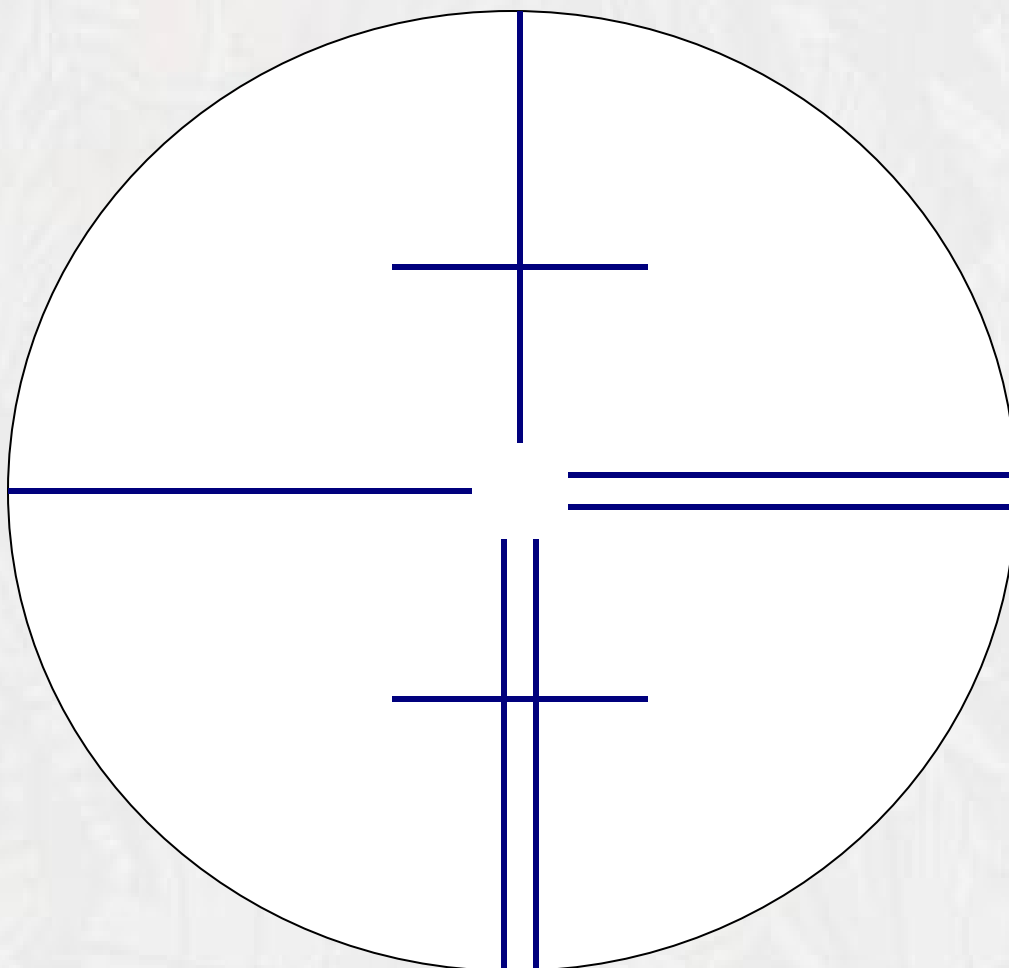


觇标



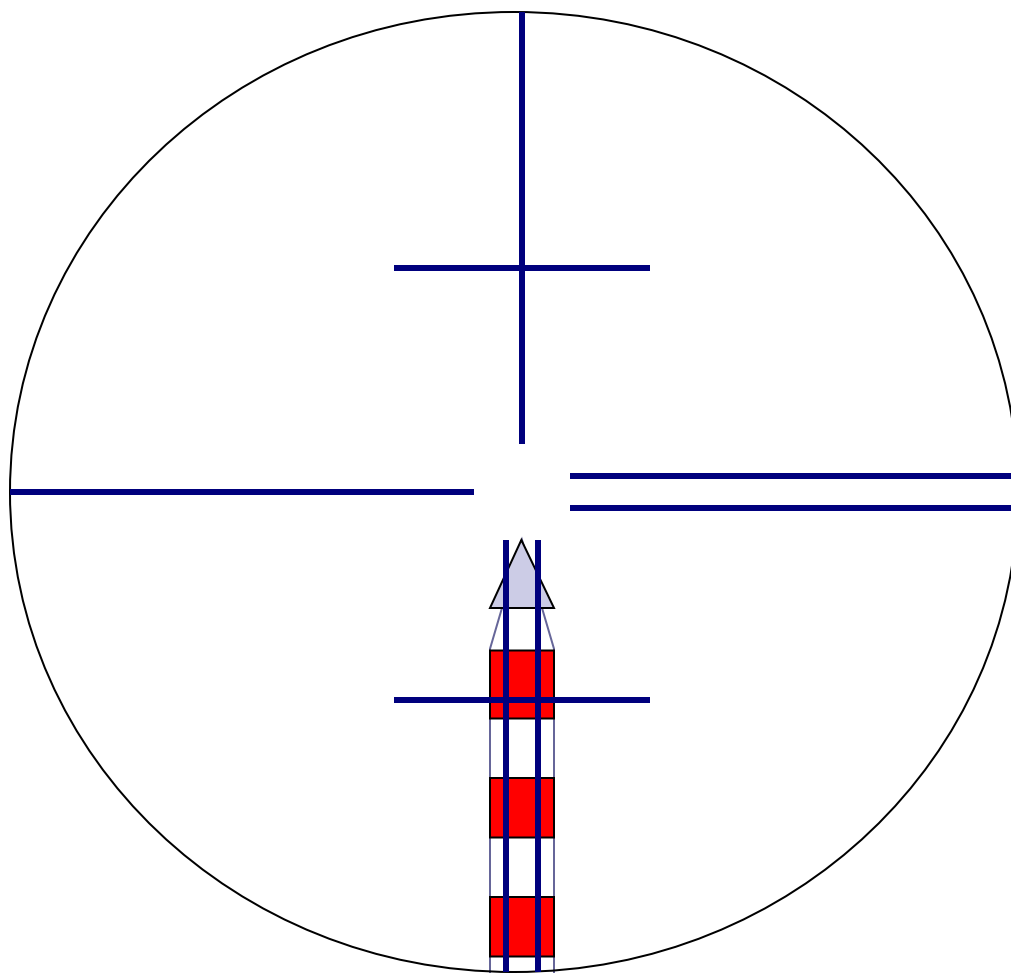
### 3.3 水平角测量方法

## 经纬仪的十字丝分划板



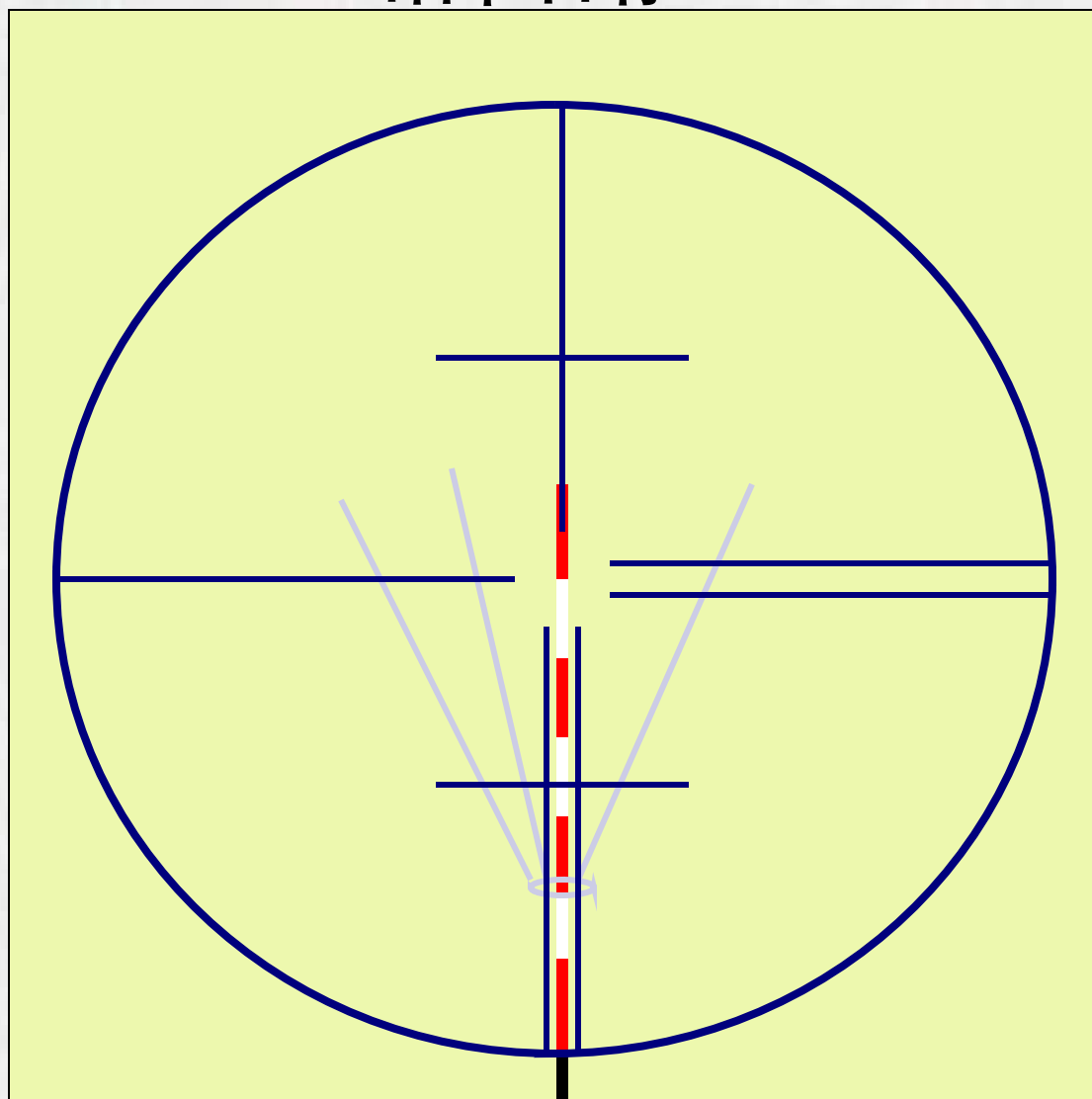
### 3.3 水平角测量方法

#### 瞄准目标



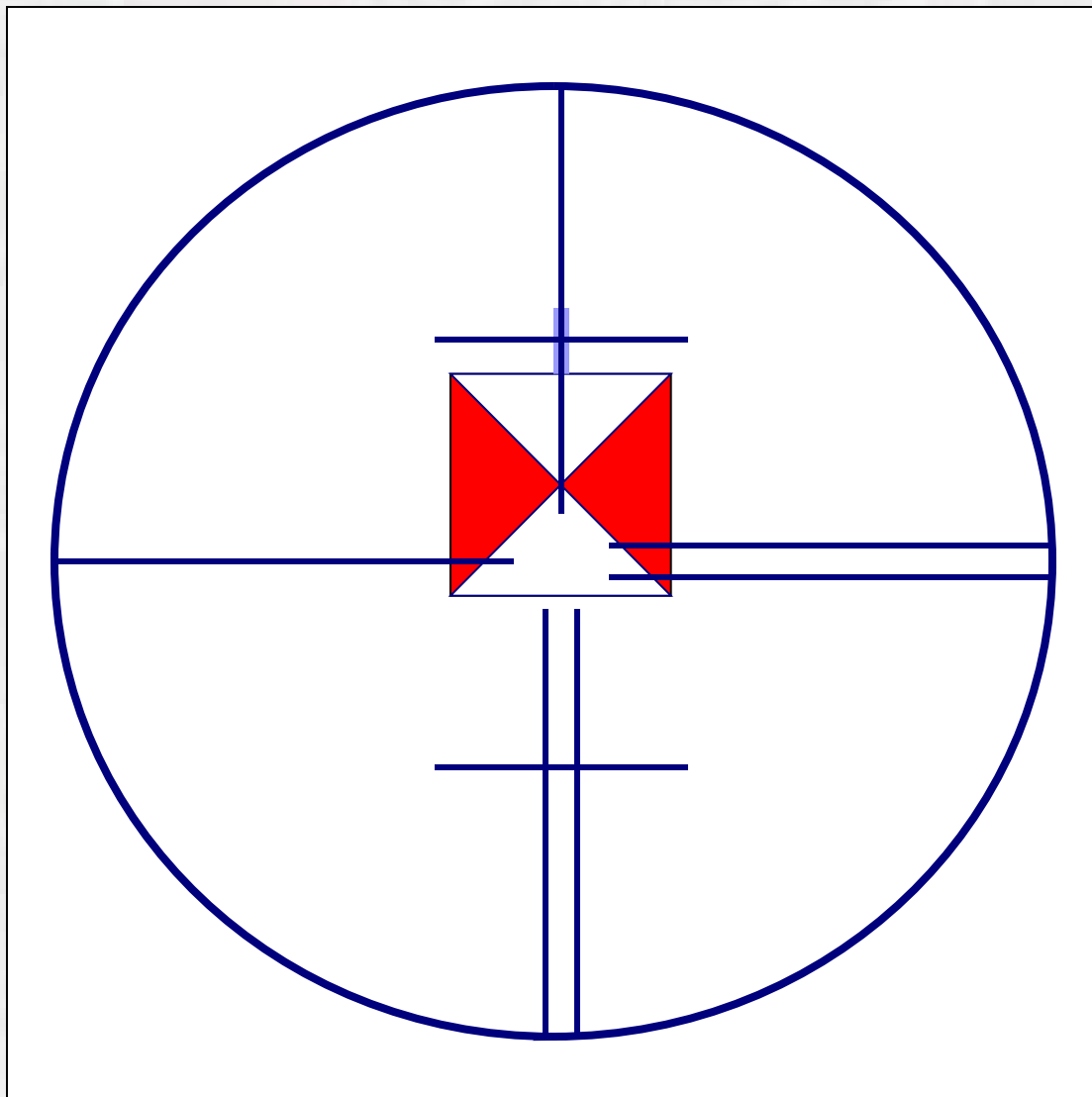
### 3.3 水平角测量方法

#### 瞄准目标



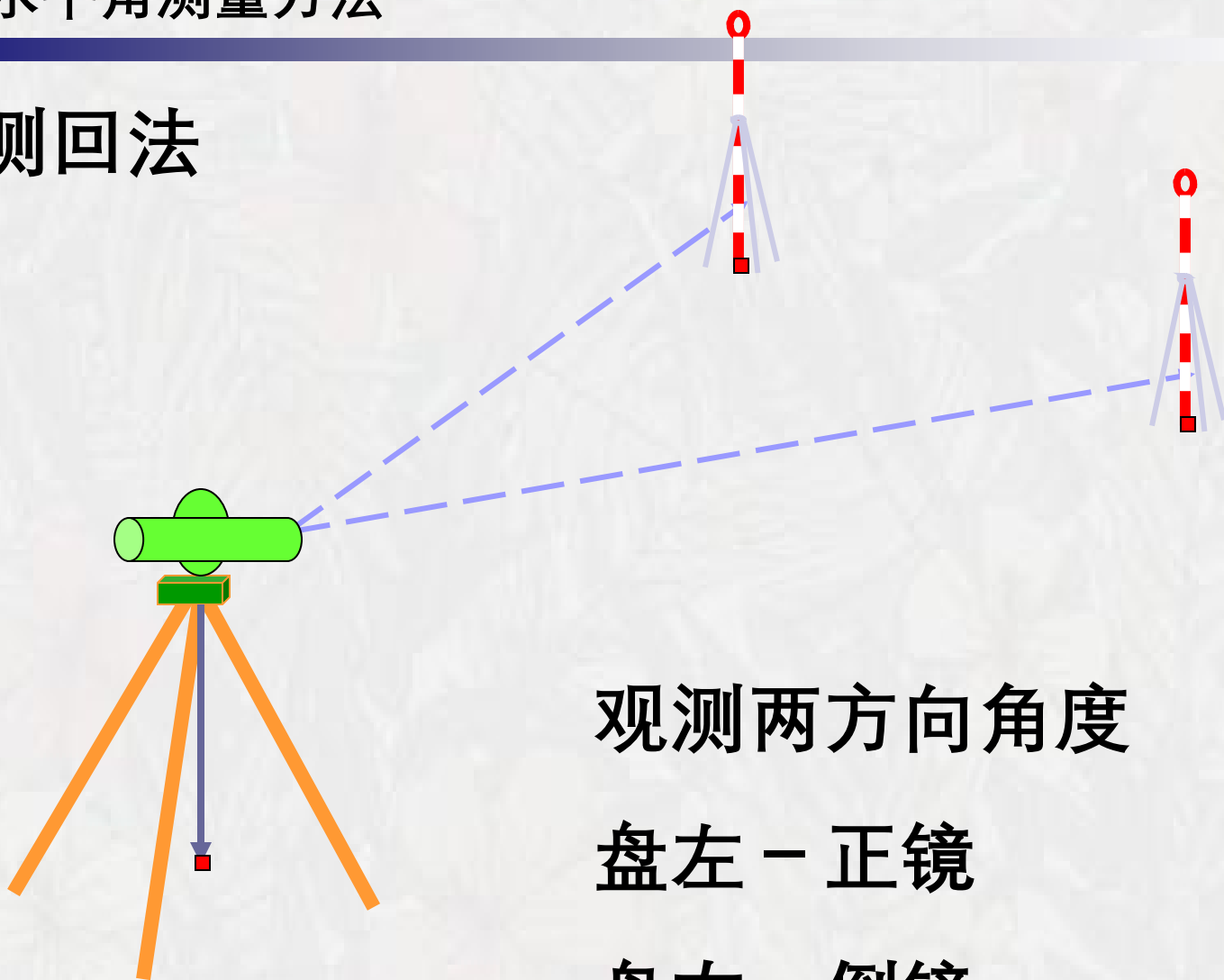
### 3.3 水平角测量方法

#### 瞄准目标



### 3.3 水平角测量方法

## 2. 测回法



### 3.3 水平角测量方法

## 2. 测回法

## 水平角观测记录

| 测回 | 竖盘位置 | 目标 | 读数        | 半测回角     | 一测回均值    | 均值       |
|----|------|----|-----------|----------|----------|----------|
| 1  | 左    | A  | 0 01 06   | 85 35 12 | 85 35 09 | 85 35 06 |
|    |      | B  | 85 36 18  |          |          |          |
|    | 右    | A  | 180 01 24 | 85 35 06 |          |          |
|    |      | B  | 265 36 30 |          |          |          |
| 2  | 左    | A  | 90 00 36  | 85 35 06 | 85 35 03 | 85 35 03 |
|    |      | B  | 175 35 42 |          |          |          |
|    | 右    | A  | 270 00 48 | 85 35 00 |          |          |
|    |      | B  | 355 35 48 |          |          |          |

第三章 角度测量

### 3.3 水平角测量方法

## 2. 测回法

限差检核:

1)半测回差(上下半测回角值之差)

**DJ<sub>6</sub> 36秒 DJ<sub>2</sub> 12秒**

2)测回差(两个测回之间的差)

**DJ<sub>6</sub> 24秒 DJ<sub>2</sub> 9秒**

### 3.3 水平角测量方法

| 测回 | 竖盘位置 | 目标 | 读数        | 半测回角     | 一测回均值    | 均值       |
|----|------|----|-----------|----------|----------|----------|
| 1  | 左    | A  | 0 01 06   | 85 35 12 | 85 35 09 | 85 35 06 |
|    |      | B  | 85 36 18  |          |          |          |
|    | 右    | A  | 180 01 24 | 85 35 06 |          |          |
|    |      | B  | 265 36 30 |          |          |          |
| 2  | 左    | A  | 90 00 36  | 85 35 06 | 85 35 03 |          |
|    |      | B  | 175 35 42 |          |          |          |
|    | 右    | A  | 270 00 48 | 85 35 00 |          |          |
|    |      | B  | 355 35 48 |          |          |          |

半测回差: 1测回 6秒 2测回 6秒

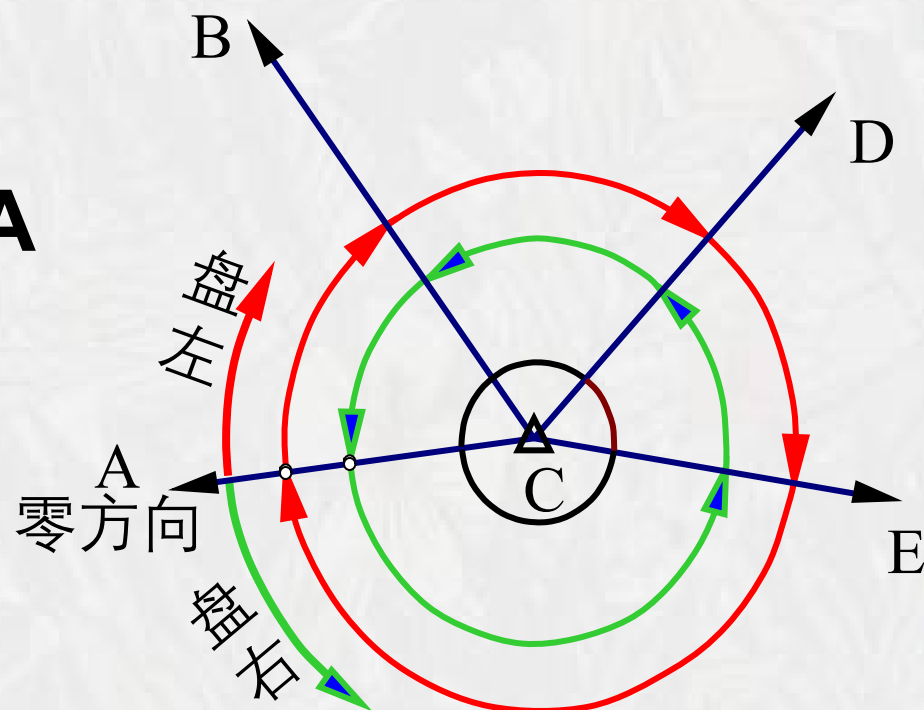
测回差: 6秒

### 3.3 水平角测量方法

## 3. 全圆测回法

上半测回

盘左：A→B→D→E→A



方向观测法

下半测回

盘右：A→E→D→B→A

### 3.3 水平角测量方法

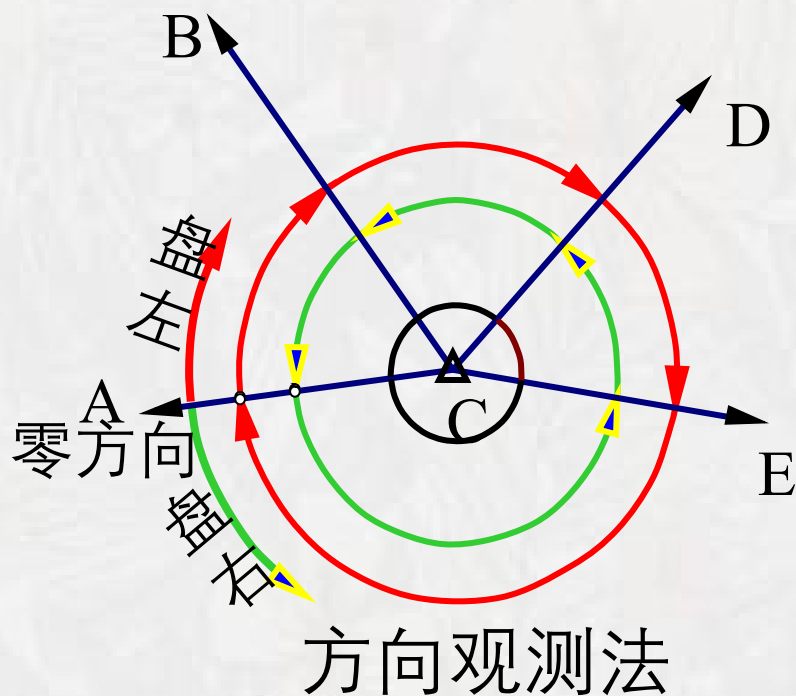
## 3. 全圆测回法

几个名词

- 归零
- 半测回归零差
- 同一测回2C互差 = 盘左 - 盘右  $\pm 180$

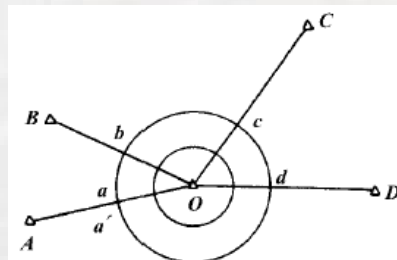
视准轴与水平轴不垂直产生的误差

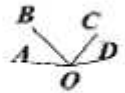
- 各测回同一方向值较差



## 3.3 水平角测量方法

### 3. 全圆测回法



| 测站 | 测回 | 目标 | 读数                |                   | $2c = \text{左} - (\text{右} \pm 180^\circ)$ | 平均读数 = $\frac{1}{2} [\text{左} + (\text{右} \pm 180^\circ)]$ | 归零后的方向值           | 各测回归零方向值的平均值      | 略图及角值                                                                                |
|----|----|----|-------------------|-------------------|--------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|    |    |    | 盘左                | 盘右                |                                            |                                                            |                   |                   |                                                                                      |
|    |    |    | $\odot \text{FH}$ | $\odot \text{FH}$ | $''$                                       | $\odot \text{FH}$                                          | $\odot \text{FH}$ | $\odot \text{FH}$ |                                                                                      |
| 1  | 2  | 3  | 4                 | 5                 | 6                                          | 7                                                          | 8                 | 9                 | 10                                                                                   |
| O  | 1  | A  | 0 02 12           | 180 02 00         | + 12                                       | (0 02 10)<br>0 02 06                                       | 0 00 00           | 00 00 00          |  |
|    |    | B  | 37 44 15          | 217 44 05         | + 10                                       | 37 44 10                                                   | 37 42 00          | 37 42 04          |                                                                                      |
|    |    | C  | 110 29 04         | 290 28 52         | + 12                                       | 110 28 58                                                  | 10 26 48          | 110 26 52         |                                                                                      |
|    |    | D  | 150 14 51         | 330 14 43         | + 8                                        | 150 14 47                                                  | 150 12 37         | 150 12 33         |                                                                                      |
|    |    | A  | 0 02 18           | 180 02 08         | + 10                                       | 0 02 13                                                    |                   |                   |                                                                                      |
|    | 2  | A  | 90 03 30          | 270 03 22         | + 8                                        | (90 03 24)<br>90 03 26                                     | 0 00 00           |                   |                                                                                      |
|    |    | B  | 127 45 34         | 307 45 28         | + 6                                        | 127 45 31                                                  | 37 42 07          |                   |                                                                                      |
|    |    | C  | 200 30 24         | 20 30 18          | + 6                                        | 200 30 21                                                  | 110 26 57         |                   |                                                                                      |
|    |    | D  | 240 15 57         | 60 15 49          | + 8                                        | 240 15 53                                                  | 150 12 29         |                   |                                                                                      |
|    |    | A  | 90 03 25          | 270 03 18         | + 7                                        | 90 03 22                                                   |                   |                   |                                                                                      |

## 3.3 水平角测量方法

### 3. 全圆测回法

计算步骤：

(1)  $2c = \text{盘左读数} - (\text{盘右读数} \pm 180^\circ)$

(2) 各方向的平均读数

平均读数 =  $1/2 [\text{盘左读数} + (\text{盘右读数} \pm 180^\circ)]$

(3) 归零后方向值有

归零方向值 = 方向平均读数 - 起始方向平均读数

(4) 各测回归零后方向值的平均值

(5) 将相邻两方向值相减，得到水平角值

| 仪器              | 半测回归零差 (") | 一测回内 $2c$ 互差 (") | 同一方向值<br>各测回互差 (") |
|-----------------|------------|------------------|--------------------|
| DJ <sub>2</sub> | 12         | 18               | 12                 |
| DJ <sub>6</sub> | 18         |                  | 24                 |

# 全圆测回法记录

| 测站 | 目标 | 盘左L       | 盘右R       | 平均读数                   | 归零后方向值    | 各测回归零方向平均值 | 水平角值     |
|----|----|-----------|-----------|------------------------|-----------|------------|----------|
|    |    |           |           | (0 01 15)              |           |            |          |
| O  | A  | 0 01 06   | 180 01 12 | 0 01 09                | 0 00 00   | 0 00 00    | 71 50 42 |
|    | B  | 71 52 06  | 251 52 00 | 71 52 03               | 71 50 48  | 71 50 42   |          |
|    | C  | 145 30 48 | 325 30 48 | 145 30 48              | 145 29 33 | 145 29 29  | 73 38 47 |
|    | D  | 210 12 12 | 30 12 06  | 210 12 09              | 210 10 54 | 210 10 54  | 64 41 25 |
|    | A  | 0 01 24   | 180 01 18 | 0 01 21                |           |            |          |
| O  | A  | 90 01 24  | 270 01 18 | (90 01 26)<br>90 01 21 | 0 00 00   |            |          |
|    | B  | 161 52 06 | 341 52 00 | 161 52 03              | 71 50 37  |            |          |
|    | C  | 235 30 54 | 55 30 48  | 235 30 51              | 145 29 25 |            |          |
|    | D  | 300 12 24 | 120 12 18 | 300 12 21              | 210 10 55 |            |          |
|    | A  | 90 01 36  | 270 01 24 | 90 01 30               |           |            |          |

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/508060042036006036>