

天文导航基本方法



主讲人：赵玉新

# 地文导航原理与船位线

---

-  **地文导航系统基本原理**
-  **船位线及其类型**

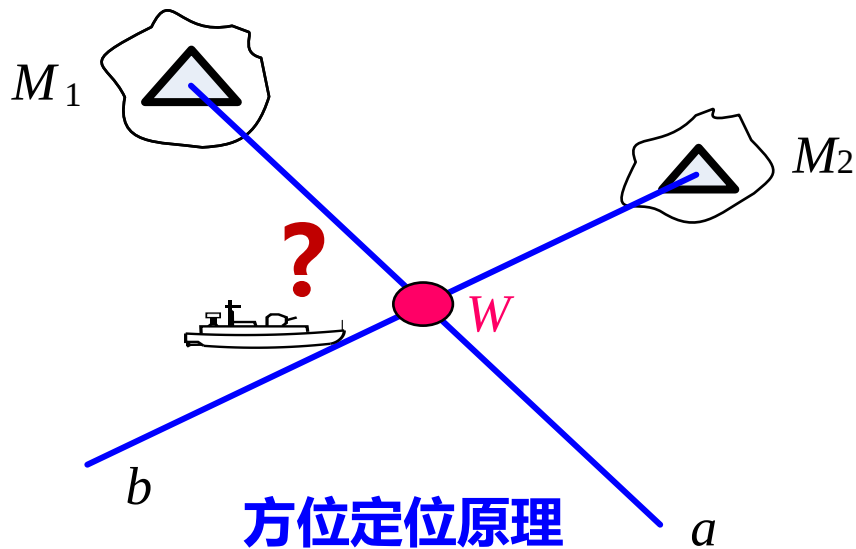
# 地文导航基本方法

---



**1 根据船位线理论，组合设计不同的定位方法**

# 地文导航基本方法



观测者在观测时，动作既要**准确**，又要**迅速**，  
从而保证**同时性**。

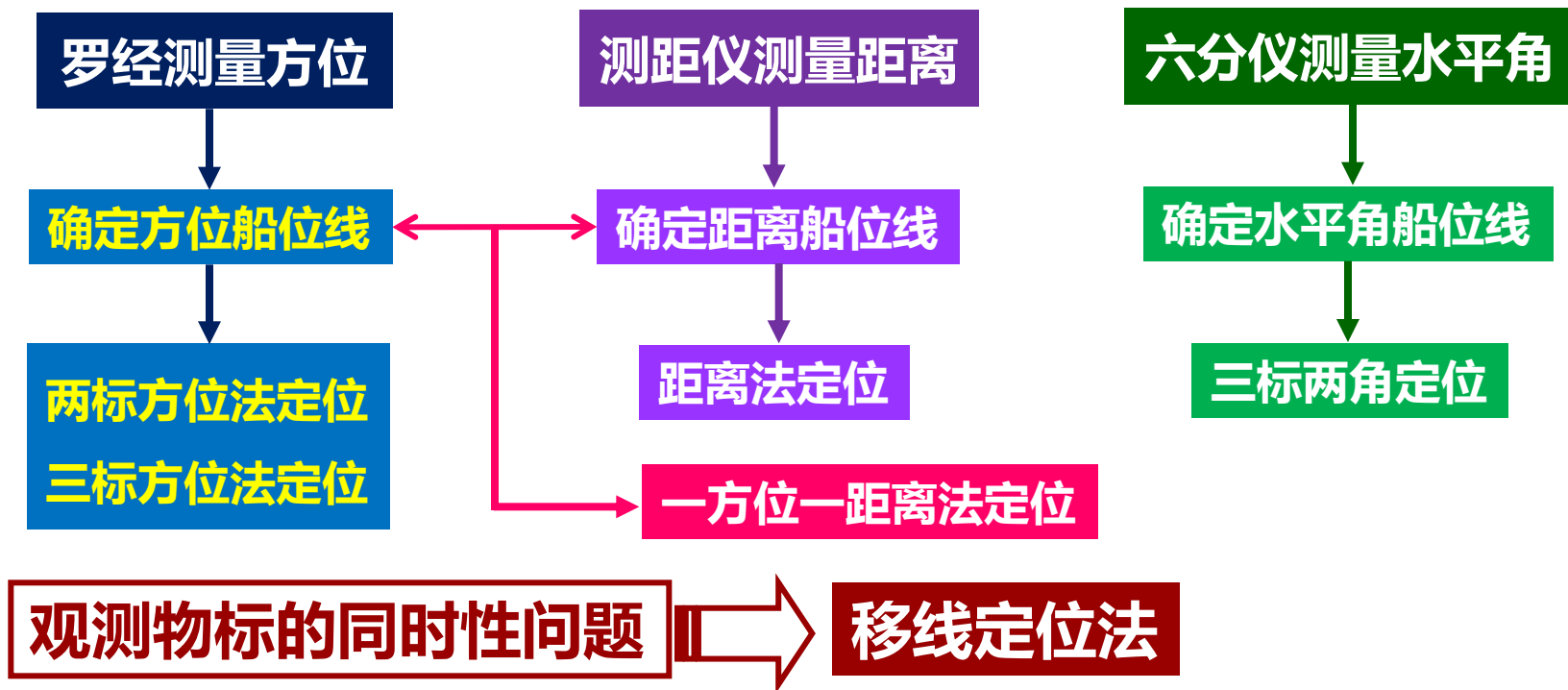
# 地文导航方法分类

地文导航就是利用**罗经**、**测距仪**、**六分仪**等观测仪器测定陆标的**方位**、**距离**和**水平角**，并按一定法则确定**船位**。



# 地文导航方法分类

## ➤ 三个关键信息



# 两标方位法

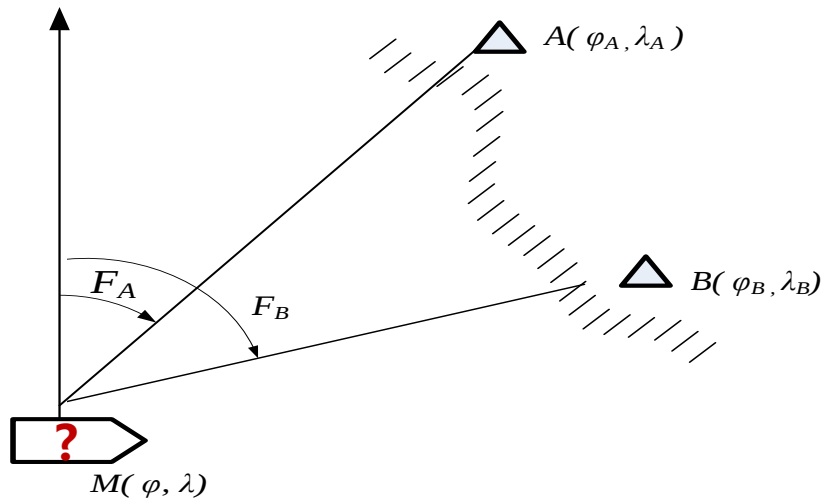
由经度差和东西距的关系式：

$$\Delta\lambda = W \cdot \sec \varphi$$



$$(\lambda_A - \lambda) = (\varphi_A - \varphi) \tan F_A \cdot \sec \varphi_{M_1}$$

$$(\lambda_B - \lambda) = (\varphi_B - \varphi) \tan F_B \cdot \sec \varphi_{M_2}$$



式中：

$$\varphi_{M_1} = (\varphi_A + \varphi) / 2$$
$$\varphi_{M_2} = (\varphi_B + \varphi) / 2$$

$\varphi_c$

# 两标方位法

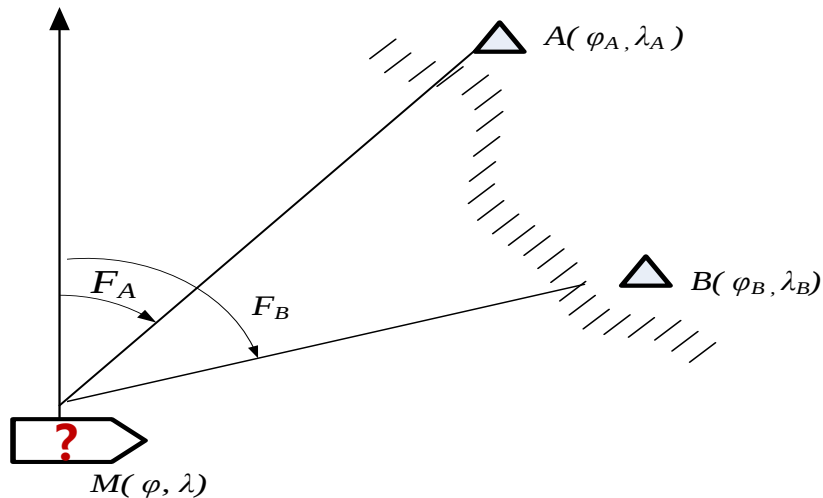
由经度差和东西距的关系式：

$$\Delta\lambda = W \cdot \sec \varphi$$



$$(\lambda_A - \lambda) = (\varphi_A - \varphi) \tan F_A \cdot \sec \varphi_{M_1}$$

$$(\lambda_B - \lambda) = (\varphi_B - \varphi) \tan F_B \cdot \sec \varphi_{M_2}$$



即：  $\varphi_{M_1} = (\varphi_A + \varphi_c) / 2$

$$\varphi_{M_2} = (\varphi_B + \varphi_c) / 2$$

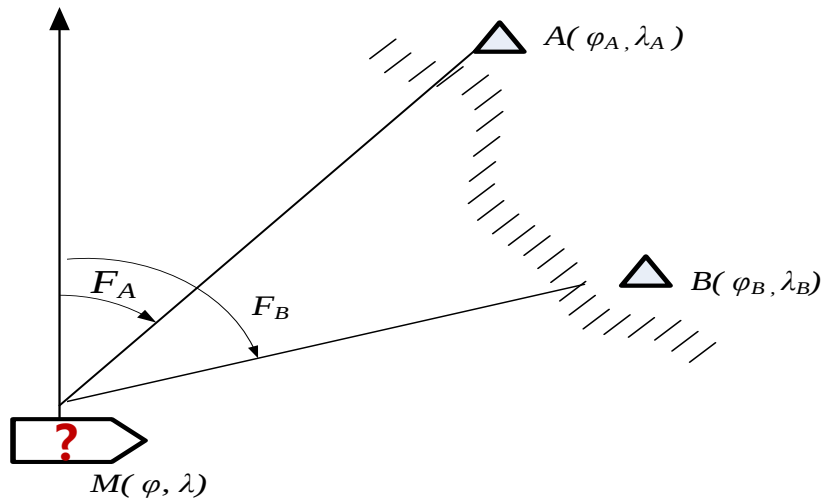
# 两标方位法

根据观测船位和推算船位，

求出船位经纬度修正量：

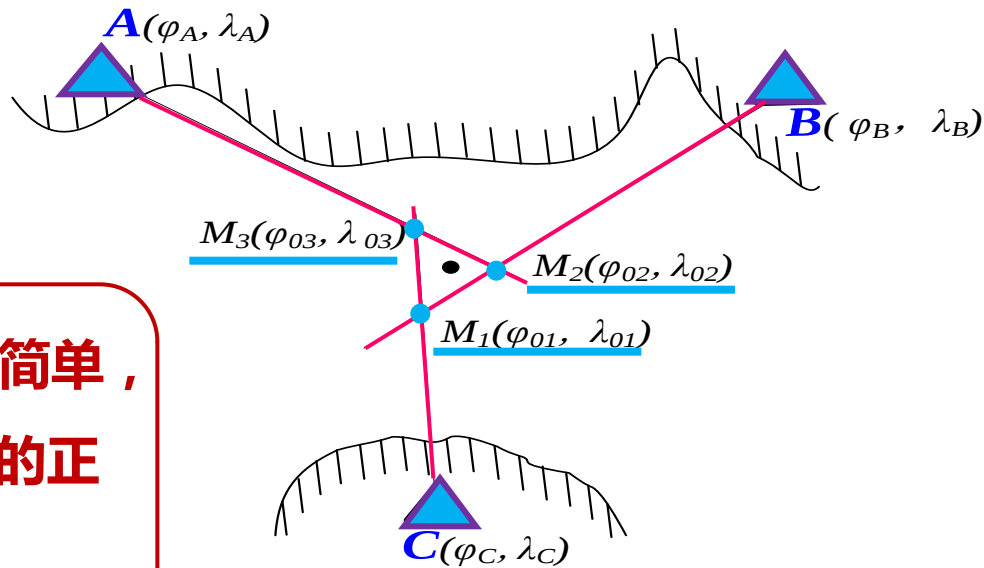
$$\delta\varphi = \varphi - \varphi_c$$

$$\delta\lambda = \lambda - \lambda_c$$



# 三标方位法

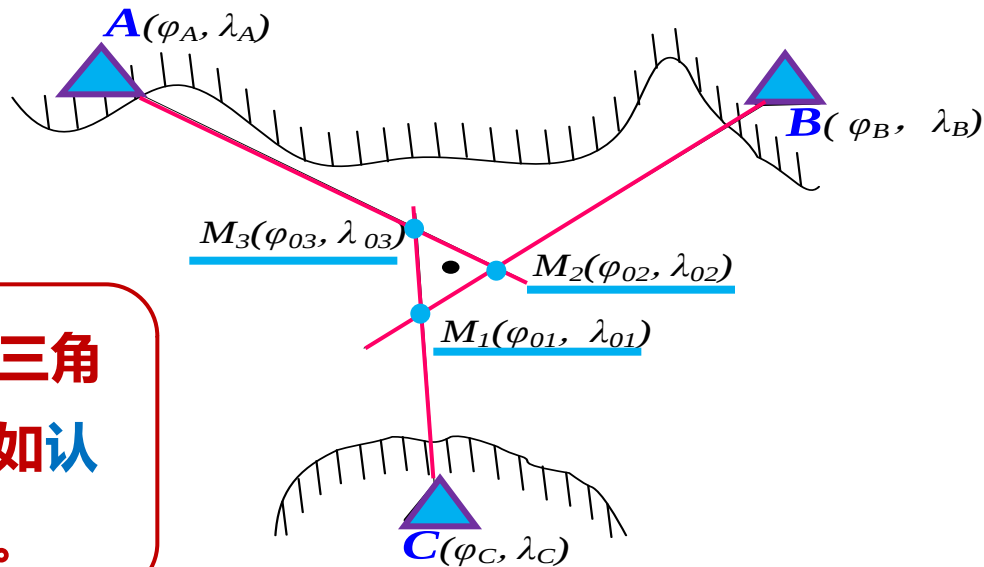
用罗经观测三个物标方位来确定船位的方法。



两标方位法方法简单，  
但很难判断定位结果的正  
确性。

# 三标方位法

用罗经观测三个物标方位来确定船位的方法。



如果存在大误差三角形，则需检查原因，如认错物标、看错读数等。

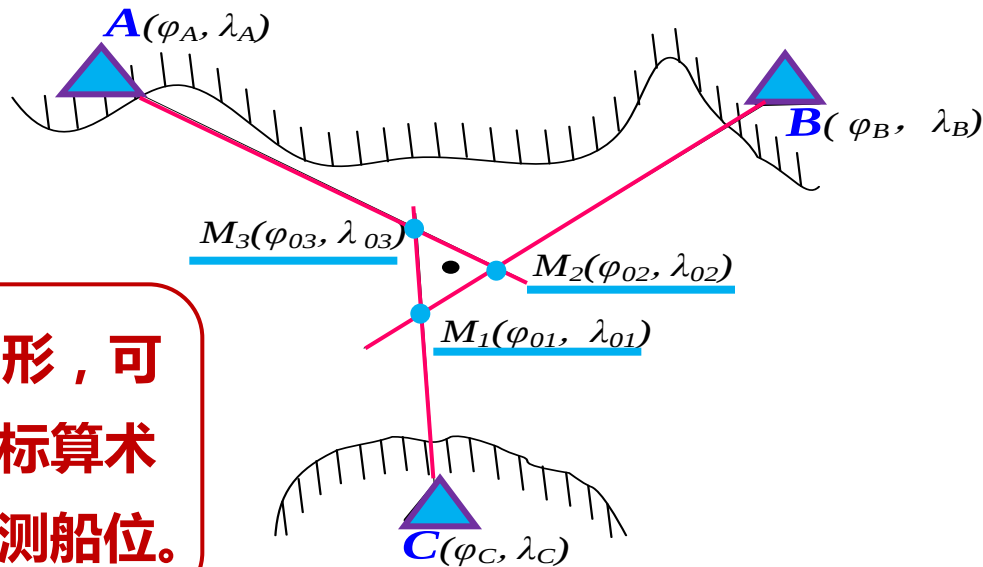


# 三标方位法

用罗经观测三个物标方位来确定船位的方法。



对于小误差三角形，可  
采取求取三个船位坐标算术  
平均值的方法得到观测船位。

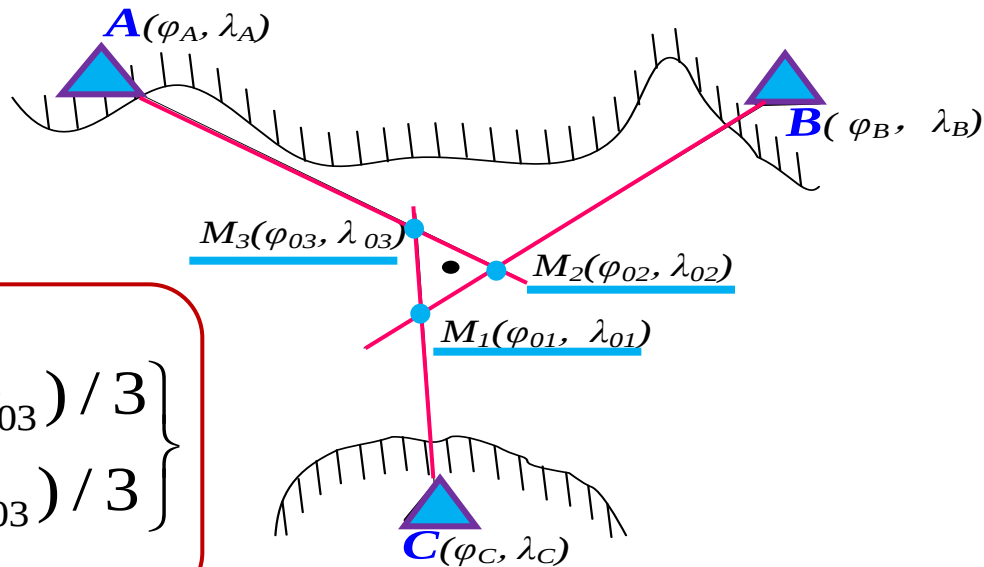


# 三标方位法

用罗经观测三个物标方位来确定船位的方法。

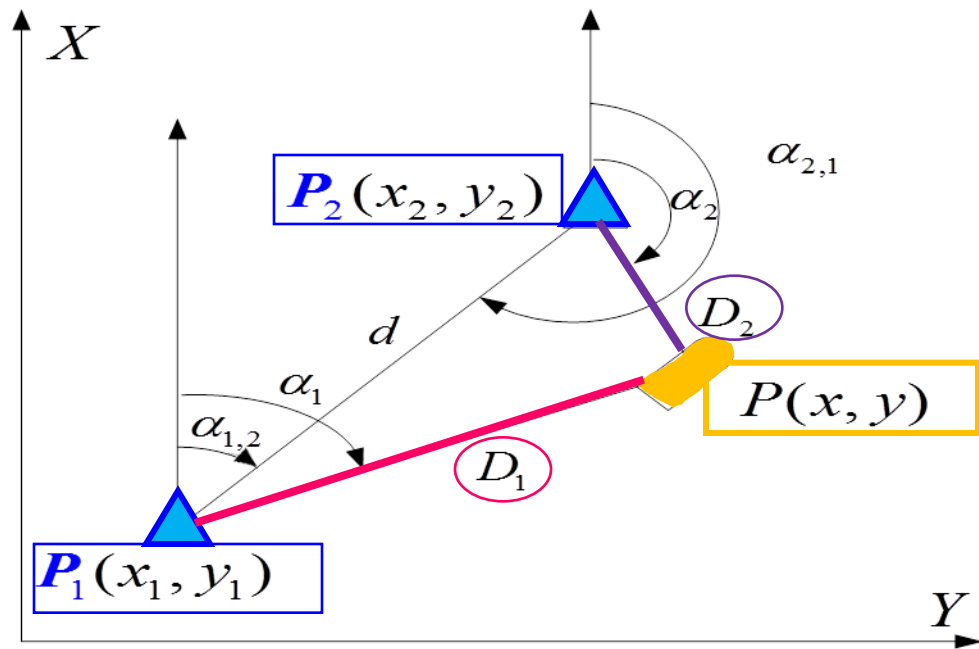


$$\left. \begin{aligned} \varphi &= (\varphi_{01} + \varphi_{02} + \varphi_{03}) / 3 \\ \lambda &= (\lambda_{01} + \lambda_{02} + \lambda_{03}) / 3 \end{aligned} \right\}$$



# 两标距离法

测定船舶至两个物标距离，得出距离船位线，实现定位的方法。



根据两点之间的距离及坐标方位角公式，可得：

$$\tan \alpha_{1,2} = \frac{Y_2 - Y_1}{X_2 - X_1}$$

$$d = (Y_2 - Y_1) / \sin \alpha_{1,2}$$

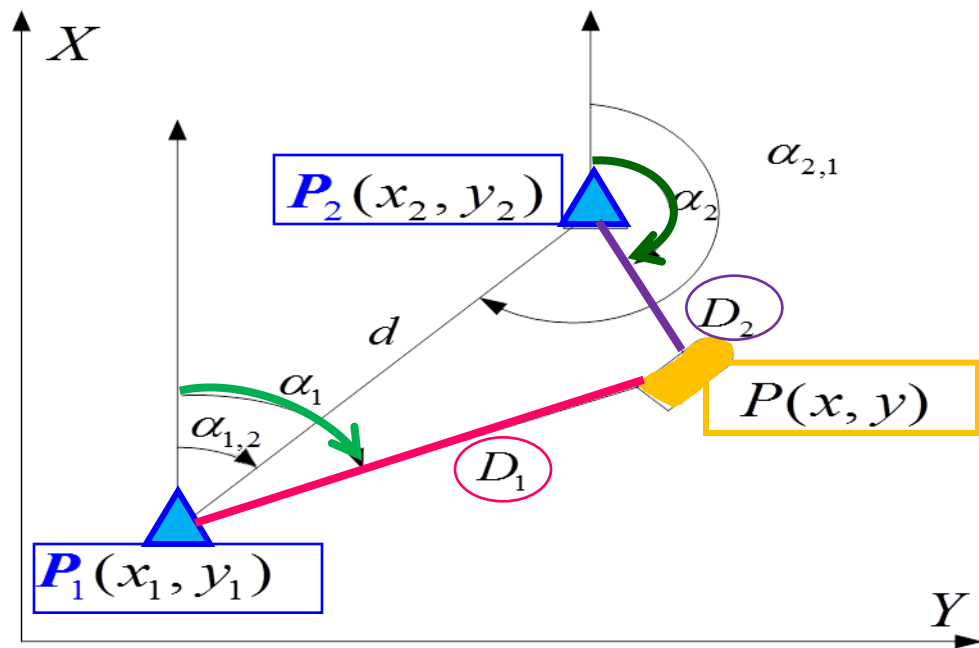
根据三角形内角计算方法可得：

$$\angle P_2 P_1 P = \arccos \frac{d^2 + D_1^2 - D_2^2}{2dD_1}$$

$$\angle P_1 P_2 P = \arccos \frac{d^2 + D_2^2 - D_1^2}{2dD_2}$$

# 两标距离法

测定船舶至两个物标距离，得出距离船位线，实现定位的方法。



$$\alpha_1 = \alpha_{1,2} + \angle P_2 P_1 P$$

根据：

$$\begin{cases} X - X_1 = \frac{(Y_2 - Y_1) - (X_2 - X_1) \operatorname{tg} \alpha_2}{\operatorname{tg} \alpha_1 - \operatorname{tg} \alpha_2} \\ Y - Y_1 = (X - X_1) \operatorname{tg} \alpha_1 \end{cases}$$

最终求得船舶P的坐标  $(X, Y)$

## 一方位一距离法

---

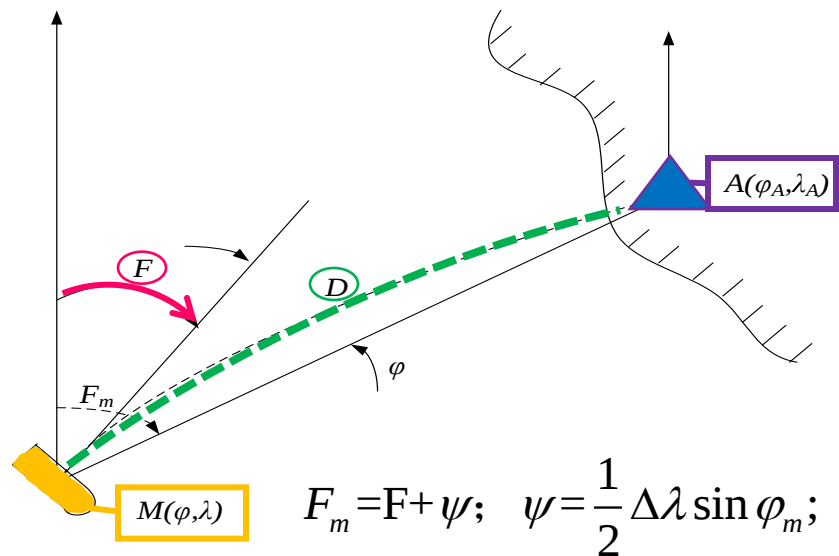
根据所测物标方位，做过物标的逆方位线，得到**方位船位线  $AM$** 。以物标为始点，在方位船位线上量取所观测的**距离  $D$** ，从而实现定位的方法。

# 一方位一距离法

船位确定公式为：

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_A + \Delta\varphi \\ \lambda = \lambda_A + \Delta\lambda \end{cases}$$

位置修正量计算公式为：



$$\begin{cases} \Delta\varphi = \frac{1}{R_M} \cdot D \cos F_m \\ \Delta\lambda = \frac{1}{R_M \cos \varphi_m} \cdot D \cos F_m \end{cases}$$

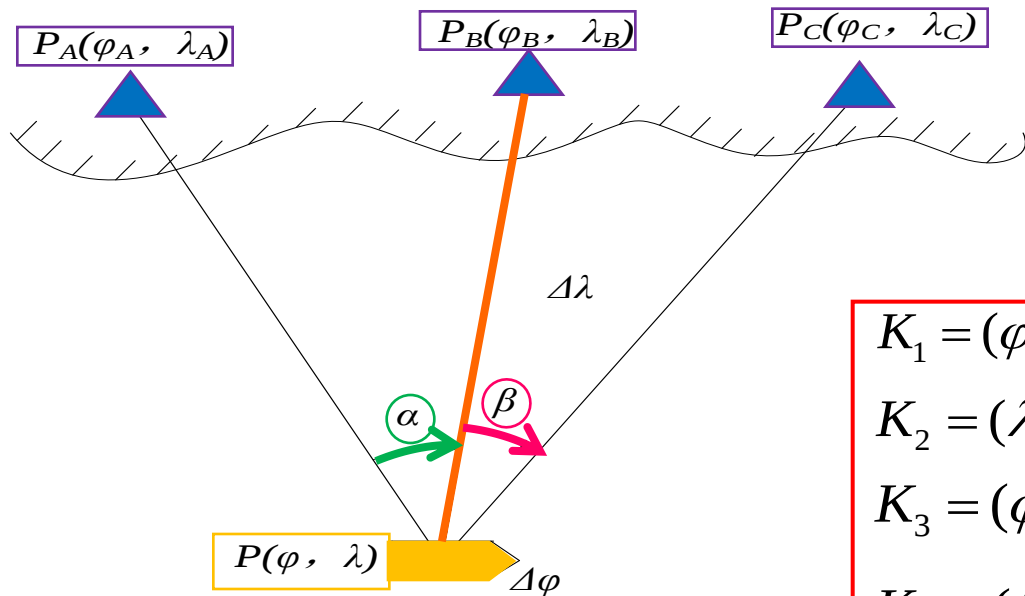
- 对于**近距离**的物标，可以直接用**所观测的距离和方位**的数值
- 对于**远距离**的物标，则需**考虑大圆修正量**

# 三标两角法

利用六分仪同时测定**三个物标**之间的**两个水平角**确定船位的方法，其**定位精度较高**。



# 三标两角法



船位确定公式为：

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_B + \Delta\varphi \\ \lambda = \lambda_B + \Delta\lambda \end{cases}$$

$$\begin{cases} \Delta\varphi = (K_1 + K_2 \cdot K) / (1 + K^2) \\ \Delta\lambda = \Delta\varphi \cdot K / \cos \varphi_m \end{cases}$$

$$K_1 = (\varphi_A - \varphi_B) + (\lambda_A - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m1} / \tan \alpha$$

$$K_2 = (\lambda_A - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m1} - (\varphi_A - \varphi_B) / \tan \alpha$$

$$K_3 = (\varphi_C - \varphi_B) - (\lambda_C - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m2} / \tan \beta$$

$$K_4 = (\lambda_C - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m2} + (\varphi_C - \varphi_B) / \tan \beta$$

# 三标两角法

船位确定公式为：

$$\begin{cases} \varphi = \varphi_B + \Delta\varphi \\ \lambda = \lambda_B + \Delta\lambda \end{cases}$$

$$\varphi_{m1} = (\varphi_A + \varphi_B) / 2$$

$$\varphi_{m2} = (\varphi_B + \varphi_C) / 2$$

$$\varphi_m = \varphi_B + \Delta\varphi / 2$$

$$K = (K_3 - K_1) / (K_2 - K_4)$$

$$\begin{cases} \Delta\varphi = (K_1 + K_2 \cdot K) / (1 + K^2) \\ \Delta\lambda = \Delta\varphi \cdot K / \cos \varphi_m \end{cases}$$

$$K_1 = (\varphi_A - \varphi_B) + (\lambda_A - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m1} / \tan \alpha$$

$$K_2 = (\lambda_A - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m1} - (\varphi_A - \varphi_B) / \tan \alpha$$

$$K_3 = (\varphi_C - \varphi_B) - (\lambda_C - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m2} / \tan \beta$$

$$K_4 = (\lambda_C - \lambda_B) \cdot \cos \varphi_{m2} + (\varphi_C - \varphi_B) / \tan \beta$$

# 移线定位



船舶在航行中，当视野内仅有一个可供观测的物标，且同一时刻只能测得一条位置线，就无法直接定位吗？

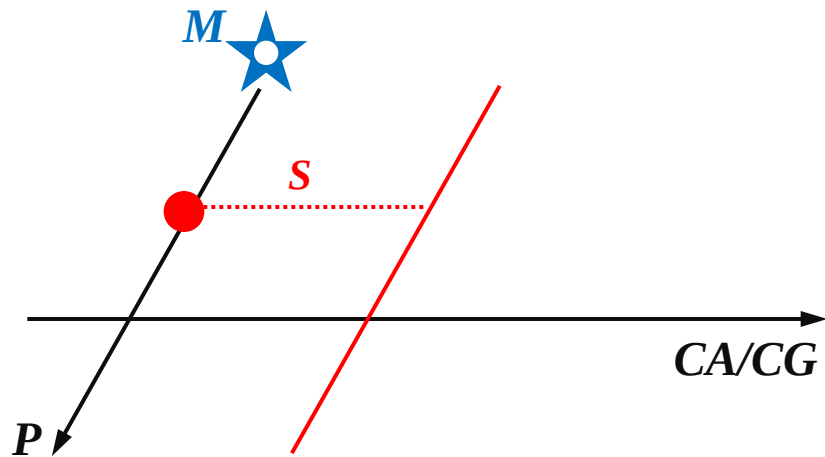


应用移线定位原理，将不同时刻观测所得的两条位置线转移到同一时刻，进而确定船位。

# 移线定位

## ➤ 转移位置线的方法

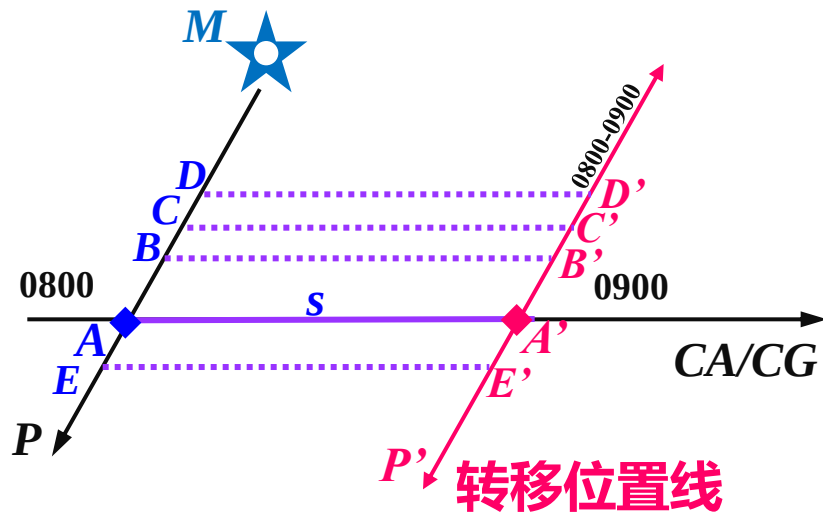
### • 直线位置线转移方法



# 移线定位

## ➤ 转移位置线的方法

### • 直线位置线转移方法

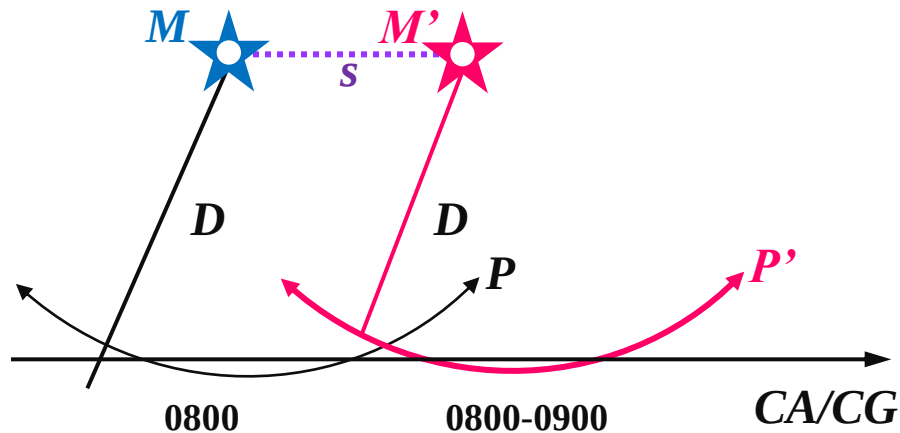
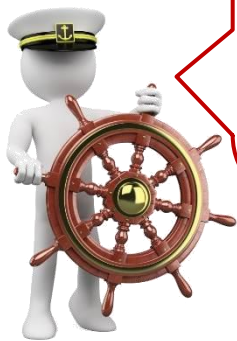


# 移线定位

## ➤ 转移位置线的方法

### • 圆弧位置线转移方法

圆弧位置线的转移，其核心问题是**正确转移圆弧位置线的圆心**。



# 移线定位

## ➤ 单标方位移线定位

