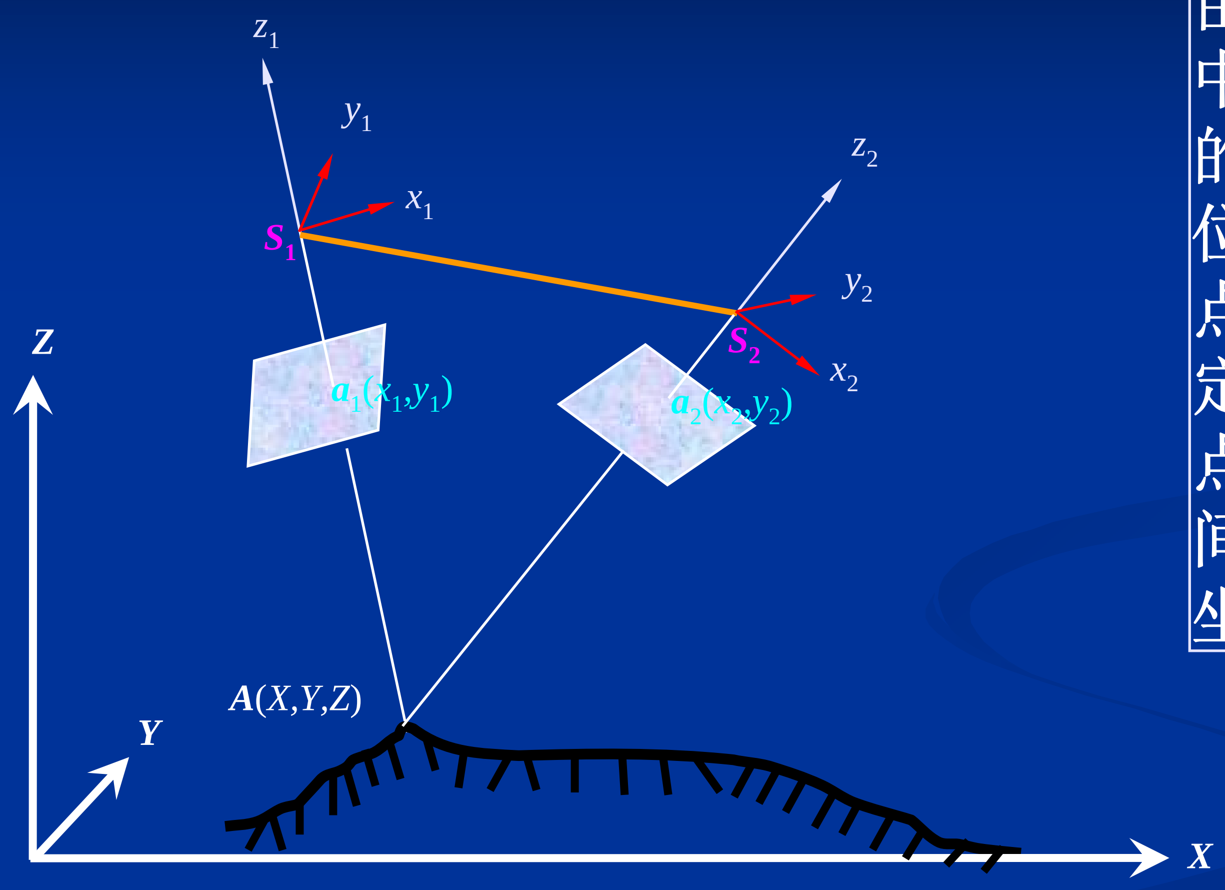
§5-3 立体像对的前方交会

一、立体像对前方交会的概念



由立体像对中两张像片的内、外方位元素和像点坐标来确定相应地面点在物方空间坐标系中坐标的方法

二、基本关系式：

为导出数学表达式，需要建立适当的像空间辅助坐标系：

- 过渡性坐标系

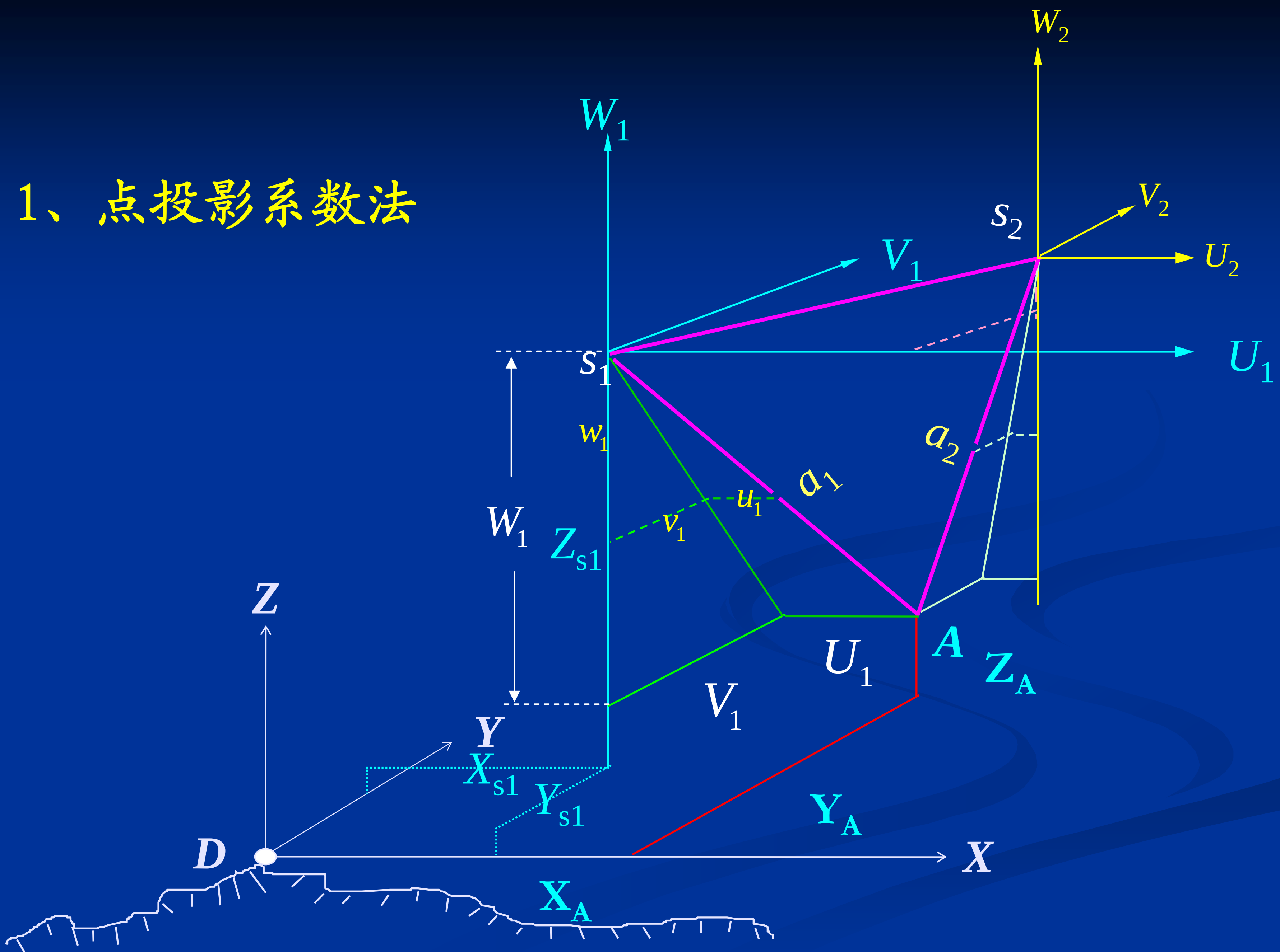
建立的像空间辅助坐标系要方便计算物方坐标

坐标系怎样建？

- 左片像空间辅助坐标系 $S_1-u_1v_1w_1$ 与地面摄影测量坐标系 $D-XYZ$ 相应轴平行
- 右片像空间辅助坐标系 $S_2-u_2v_2w_2$ 与地面摄影测量坐标系 $D-XYZ$ 相应轴平行

方便实现由像方向物方的转换？

1、点投影系数法



W2
V2
S2
U2
W1
V1
U1
S1
w1
a1
u1
v1
a2
W1
Zs1
Z
A
ZA
U1
V1
Y
Xs1
Ys1
YA
D
X
XA

后方交会 $\longrightarrow$ 外方位元素 $\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix}$

像空间坐标系转换到
像空间辅助坐标系

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

坐标平移：
外方位线
元素

$\downarrow$

转换到地面摄影测量坐标系 $a_1 = \cos\phi\cos\kappa - \sin\phi\sin\omega\sin\kappa \cdots$

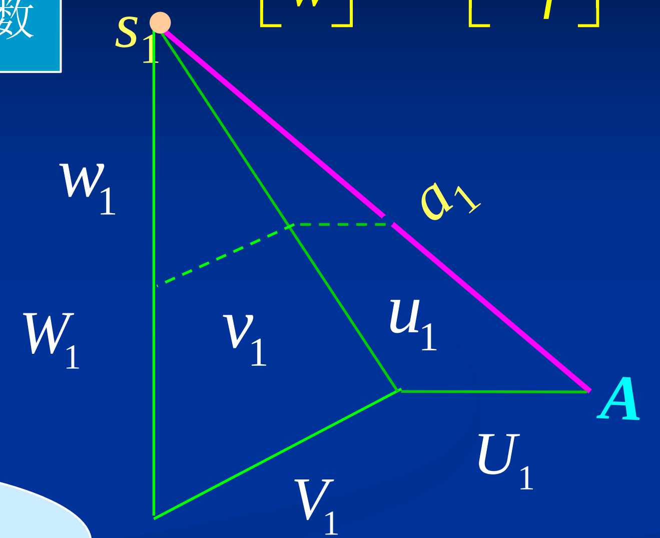
同名光线投影

$$\begin{bmatrix}u\\v\\w\end{bmatrix}=R\begin{bmatrix}x\\y\\-f\end{bmatrix}$$

投影系数

$$\frac{S_1A}{S_1a_1}=\frac{U_1}{u_1}=\frac{V_1}{v_1}=\frac{W_1}{w_1}=N_1$$

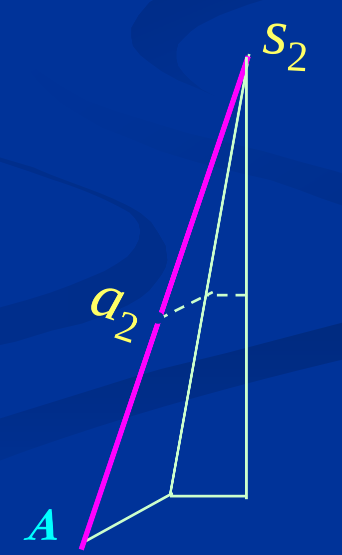
$$\frac{S_2A}{S_2a_2}=\frac{U_2}{u_2}=\frac{V_2}{v_2}=\frac{W_2}{w_2}=N_2$$



模型点在左像空间辅助坐标系坐标

像点在左像空间辅助坐标系坐标

$$\begin{bmatrix}U_1\\V_1\\W_1\end{bmatrix}=N_1\begin{bmatrix}u_1\\v_1\\w_1\end{bmatrix}\qquad\begin{bmatrix}U_2\\V_2\\W_2\end{bmatrix}=N_2\begin{bmatrix}u_2\\v_2\\w_2\end{bmatrix}$$



N_1、N_2 左、右像点投影系数

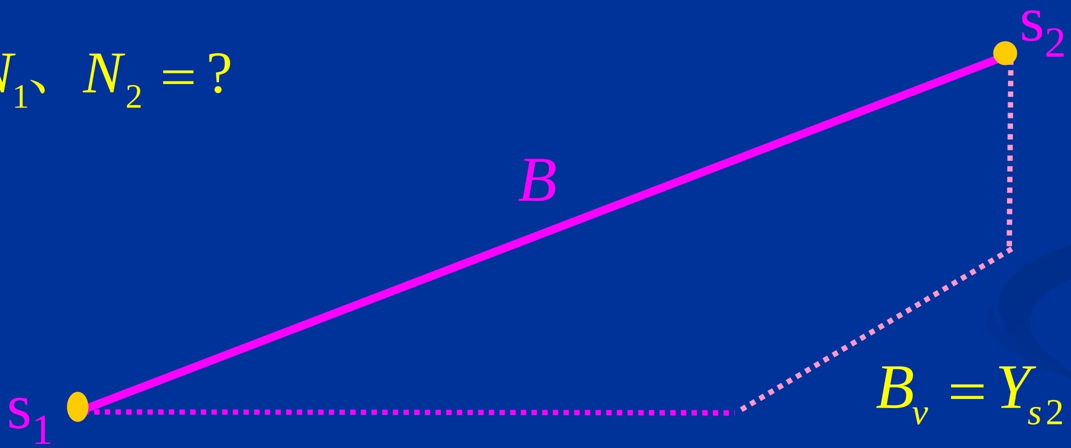
像空间辅助坐标系平行于地面摄影测量坐标系

（进行坐标平移 即可实现两坐标系间的变换）则：

$$X_A = X_{S1} + U_1 = X_{S2} + U_2$$
$$Y_A = Y_{S1} + V_1 = Y_{S2} + V_2$$
$$Z_A = Z_{S1} + W_1 = Z_{S2} + W_2$$

$$X = X_{S1} + N_1 u_1 = X_{S2} + N_2 u_2 \quad (1)$$
$$Y = Y_{S1} + N_1 v_1 = Y_{S2} + N_2 v_2 \quad (2)$$
$$Z = Z_{S1} + N_1 w_1 = Z_{S2} + N_2 w_2 \quad (3)$$

N_1、$N_2 = ?$



$$B_w = Z_{s2} - Z_{s1}$$
$$B_v = Y_{s2} - Y_{s1}$$
$$B_u = X_{s2} - X_{s1}$$

（1）、（3）式联立解

$$N_1 = \frac{B_u w_2 - B_w u_2}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$
$$N_2 = \frac{B_u w_1 - B_w u_1}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$

地面点的坐标（Y坐标取均值）

$$X_A = X_{S1} + N_1 u_1 = X_{S2} + N_2 u_2$$

$$Y_A = \frac{1}{2}[(Y_{S1} + N_1 v_1) + (Y_{S2} + N_2 v_2)]$$

$$Z_A = Z_{S1} + N_1 u_1 = Z_{S2} + N_2 w_2$$

小结空间前方交会计算步骤：

✓由各像片的角元素计算各像片的旋转矩阵R1、R2

✓计算摄影基线分量 B_u、B_v、B_w

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix}$$

✓逐点计算像点的像空间辅助坐标

✓计算点的投影系数N1、N2

$$N_1 = \frac{B_u w_2 - B_w u_2}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$

$$N_2 = \frac{B_u w_1 - B_w u_1}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$

✓计算待定点的地面摄影测量坐标

$$X_A = X_{S1} + N_1 u_1 = X_{S2} + N_2 u_2$$

$$Y_A = \frac{1}{2}[(Y_{S1} + N_1 v_1) + (Y_{S2} + N_2 v_2)]$$

$$Z_A = Z_{S1} + N_1 u_1 = Z_{S2} + N_2 w_2$$

三、双像解析的空间后方交会—前方交会解法

2、严密解法

$$x = -f\frac{a_1(X - X_s) + b_1(Y - Y_s) + c_1(Z - Z_s)}{a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s)}$$

$$y = -f\frac{a_2(X - X_s) + b_2(Y - Y_s) + c_2(Z - Z_s)}{a_3(X - X_s) + b_3(Y - Y_s) + c_3(Z - Z_s)}$$

- ✓已知值 ***x0 , y0 , f , m , Xs, Ys, Zs, φ, ω, κ***
- ✓观测值 ***x,y***
- ✓未知数 ***X, Y, Z***
- ✓泰勒级数展开

$$v_x = \frac{\partial x}{\partial X}\Delta X + \frac{\partial x}{\partial Y}\Delta Y + \frac{\partial x}{\partial Z}\Delta Z + (x) - x$$

$$v_y = \frac{\partial y}{\partial X}\Delta X + \frac{\partial y}{\partial Y}\Delta Y + \frac{\partial y}{\partial Z}\Delta Z + (y) - y$$

$$v_x = \frac{\partial x}{\partial X}\Delta X + \frac{\partial x}{\partial Y}\Delta Y + \frac{\partial x}{\partial Z}\Delta Z + (x) - x$$

$$v_y = \frac{\partial y}{\partial X}\Delta X + \frac{\partial y}{\partial Y}\Delta Y + \frac{\partial y}{\partial Z}\Delta Z + (y) - y$$

$$V = \begin{bmatrix} -a_{11} & -a_{12} & -a_{13} \\ -a_{21} & -a_{22} & -a_{23} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta X \\ \Delta Y \\ \Delta Z \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} x - (x) \\ y - (y) \end{bmatrix}$$

一个立体像对双像解析

单张像片空间后方交会：

左片 X_{S_1}、Y_{S_1}、Z_{S_1}、φ_1、ω_1、κ_1

右片 X_{S_2}、Y_{S_2}、Z_{S_2}、φ_2、ω_2、κ_2

立体像对前方交会

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

$$N_1 = \frac{B_u w_2 - B_w u_2}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$

$$N_2 = \frac{B_u w_1 - B_w u_1}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$

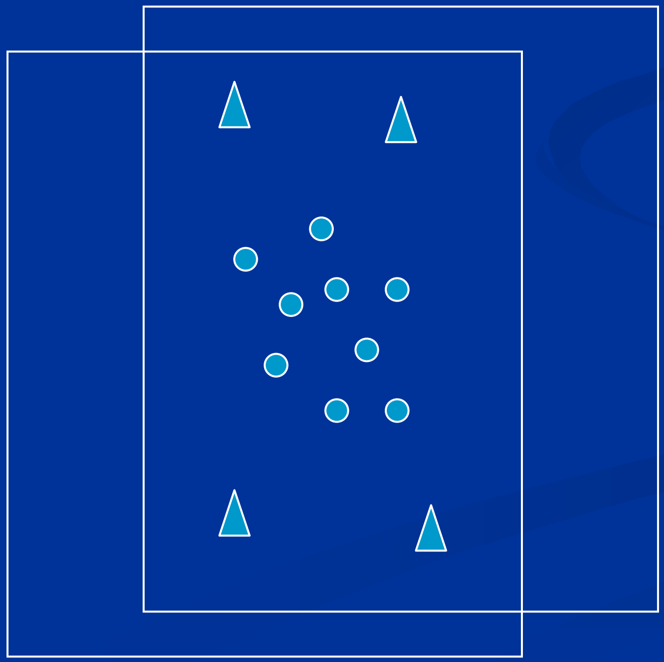
$$X_A = X_{S1} + N_1 u_1 = X_{S2} + N_2 u_2$$

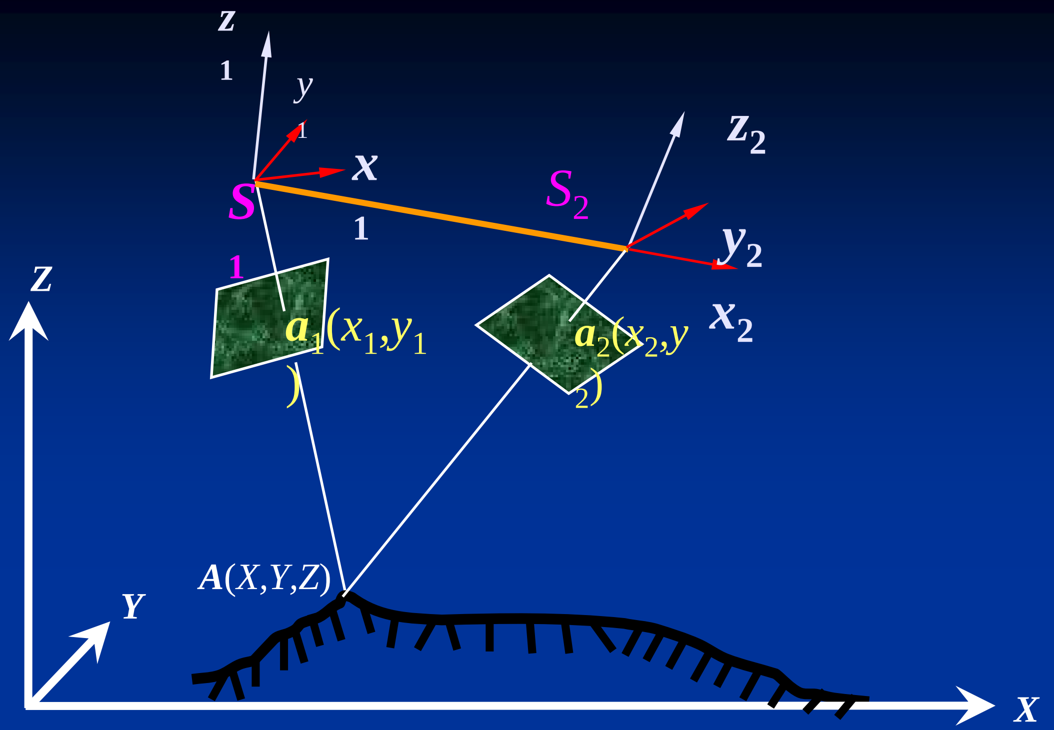
$$Y_A = \frac{1}{2}[(Y_{S1} + N_1 v_1) + (Y_{S2} + N_2 v_2)]$$

$$Z_A = Z_{S1} + N_1 u_1 = Z_{S2} + N_2 w_2$$

双像解析的空间后方交会——前方交会解法过程

- 一、野外像片控制测量
- 二、量测像点坐标 $\begin{cases}\text{控制点}\\\text{待定点}\end{cases}$
- 三、空间后方交会 ⟶ 两张像片的外方位元素
- 四、空间前方交会 ⟶ 待定点（加密点）的地面坐标





后方交会 ⟶ X_{S_1}、Y_{S_1}、Z_{S_1}、φ_1、ω_1、κ_1

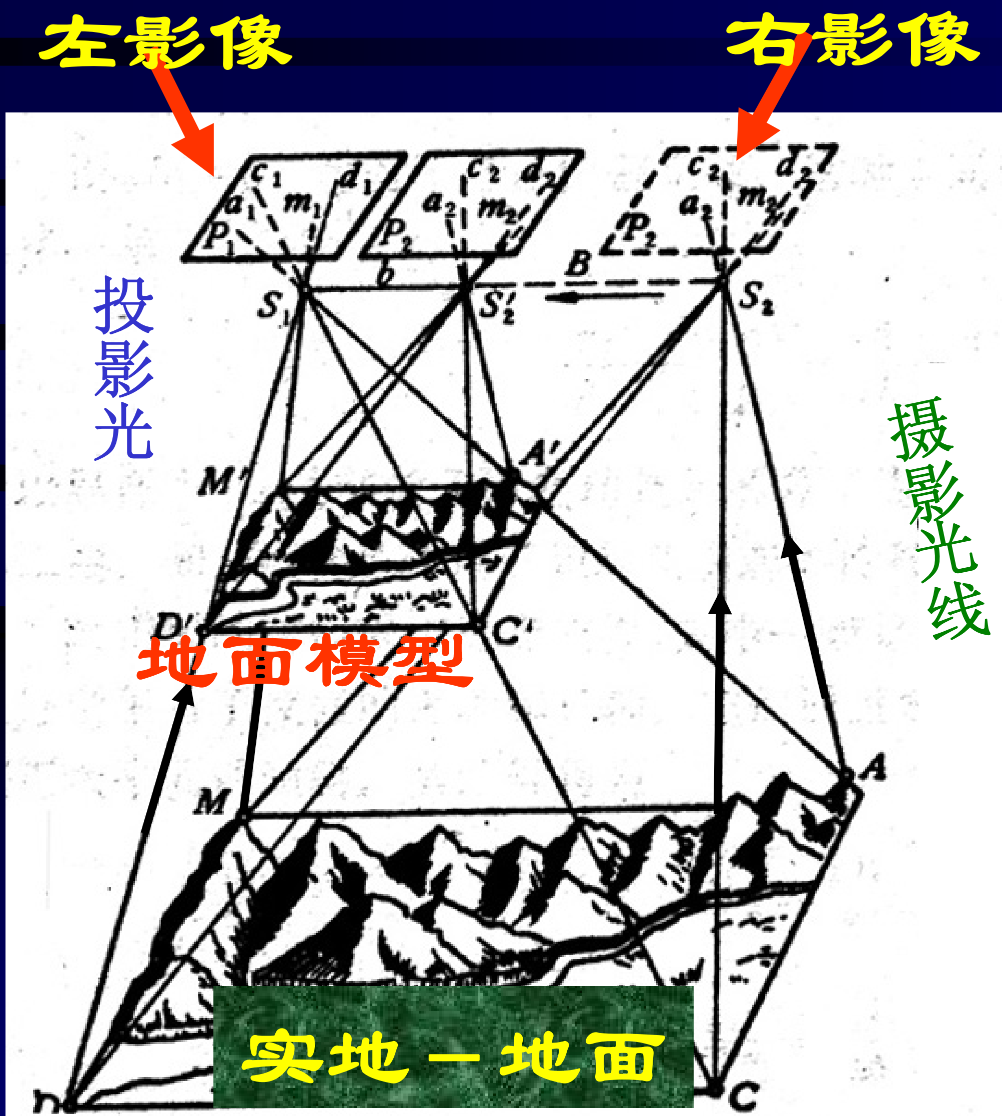
X_{S_2}、Y_{S_2}、Z_{S_2}、φ_2、ω_2、κ_2

只要恢复每张影像的内、外方位元素， 就能实现摄影过程的“几何反转”

有没有其他方法？ 有

“单片后方交会”要求每张影像上至少需要4个控制点。能不能减少控制点？ 能

摄影过程的“反转”——由“摄影”⟶“投影”

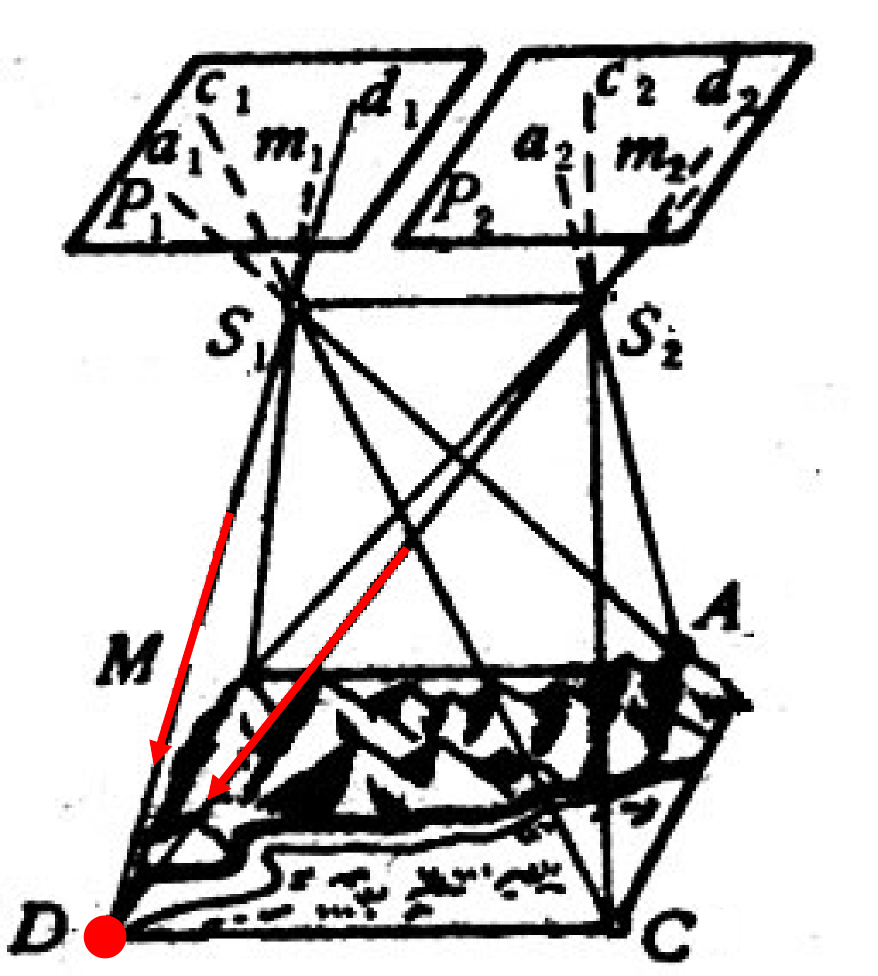


建立“空间几何立体模型”

光线在空间
对对相交

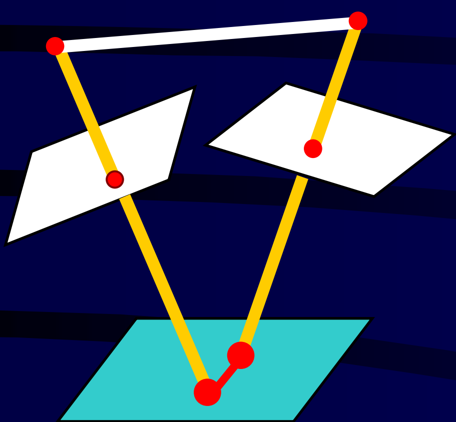
如何
确定两张影像的
相对位置？

相对定向
确定两张影像的
相对位置

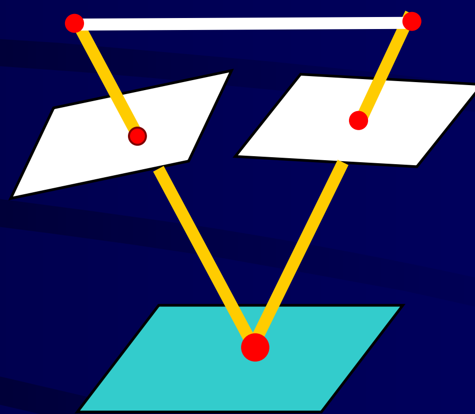


相对定向的过程

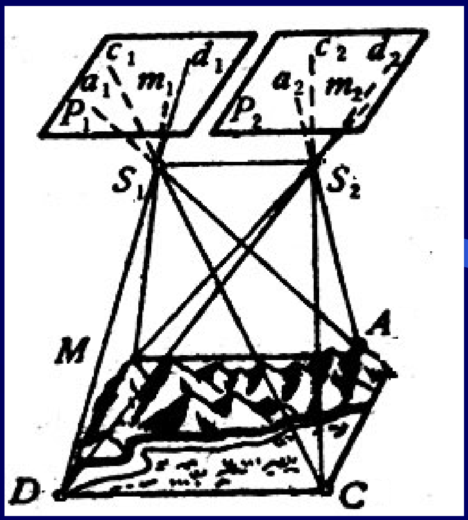
初始状态



中间状态



最终状态



投影光线
不相交
—交叉

改变立体像片
对的相对位
置，使光线相
交

所有光线
对对相交

§5－4　立体像对的解析法相对定向

一、解析法相对定向：通过计算相对定向元素建立地面立体模型

目的：恢复两张像片的相对位置和姿态，使同名光线对对相交

相对定向元素：确定立体像对中两张像片相对位置和姿态关系的参数

怎样描述相对方位？以两像片各自相对于选定的同一像空间辅助坐标系的关系来讨论两像片的相对方位

仿照外方位元素的定义

"相对方位元素"：像片在像空间辅助坐标系的

✓位置：　X_S、Y_S、Z_S

✓姿态：　φ、ω、κ

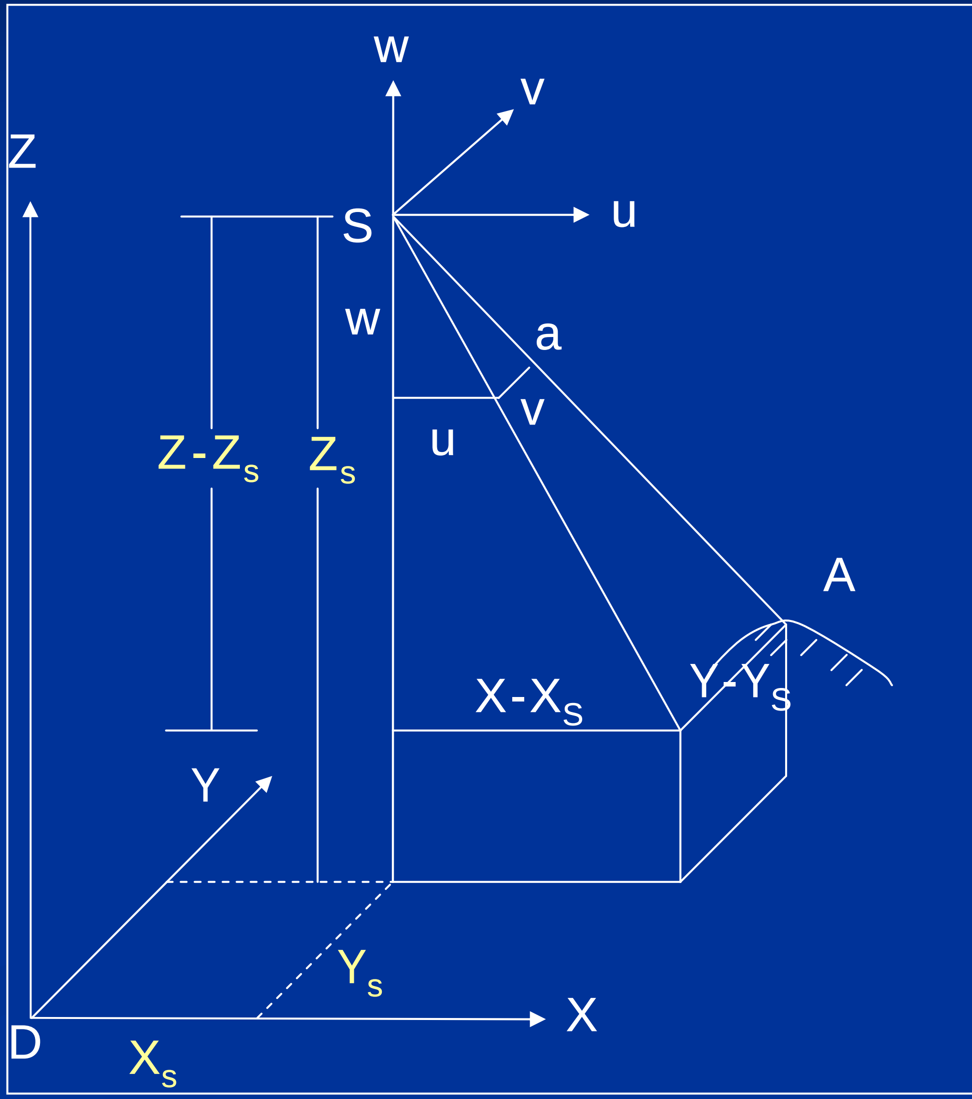
像空间辅助坐标系有不同的定义方法

■像空间辅助坐标系（右） $S-uvw$

作用：为方便计算，建立的一种相对统一的坐标系（过渡性坐标

原点：摄影中心**S**

坐标轴：视需要而定**(**怎样取**?)**



➢1、连续像对相对定向元素：以左片为基准，右片相对于片的相对方位元素

- 像空间辅助坐标系的选取：
  - $S_1-u_1v_1w_1$ 左片的像空间坐标系
  - $S_2-u_2v_2w_2$ 与$S_1-u_1v_1w_1$相应坐标轴平行

左、右片相对方位元素

左像片

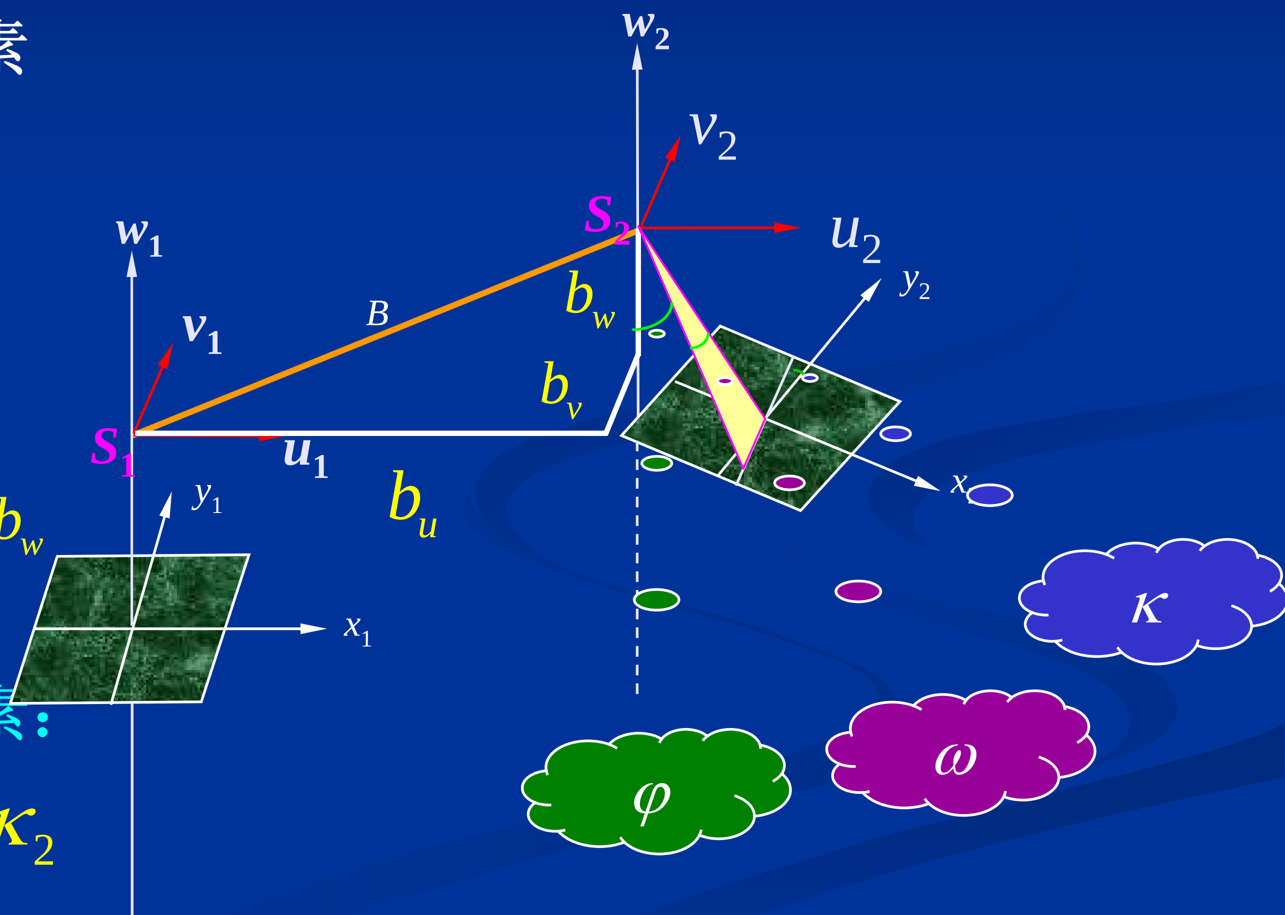
$X_{S1}=0, Y_{S1}=0, Z_{S1}=0$

$\varphi_1=0, \omega_1=0, \kappa_1=0$

右像片

$X_{S2}=b_u, Y_{S2}=b_v, Z_{S2}=b_w$

$\varphi_2, \omega_2, \kappa_2$



连续像对相对定向元素：

b_v、b_w、φ_2、ω_2、κ_2

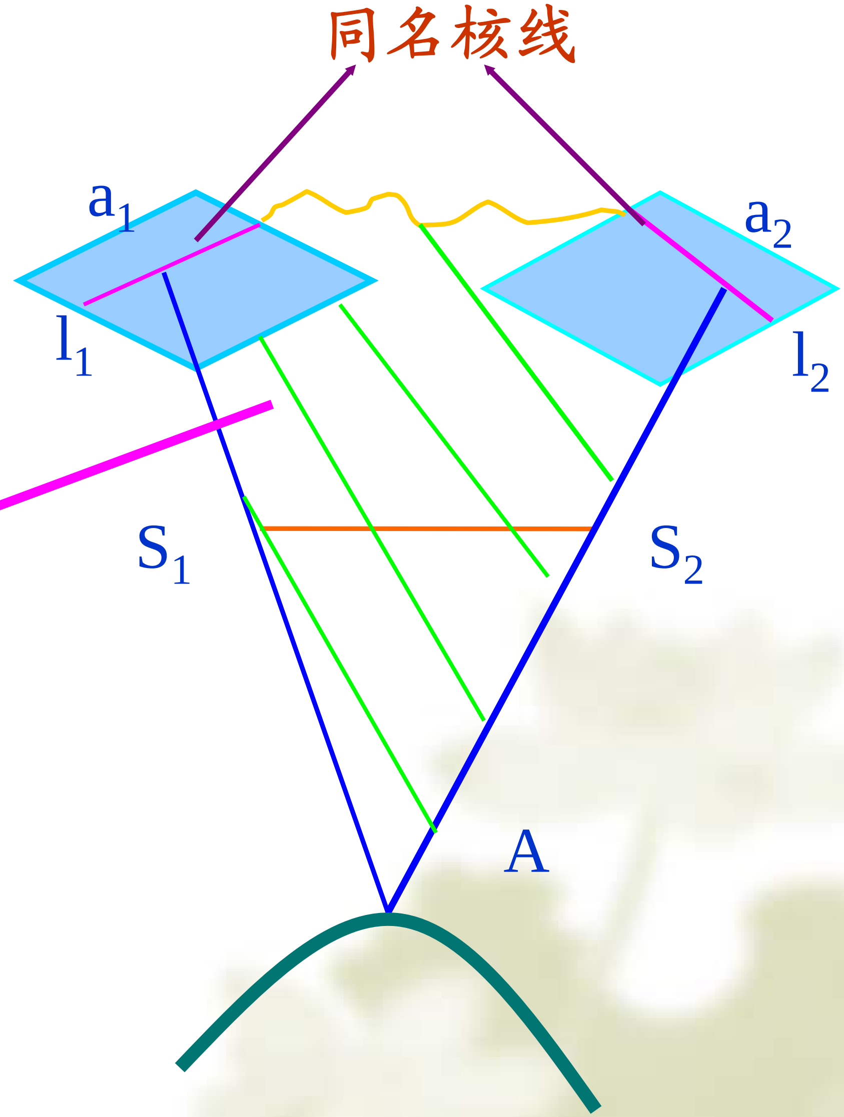
相对定向角元素，**不是**外方位角元素

b_u 只影响模型的大小，可以任意给定

通过摄影基线与地面所作的平面称为核面

通过像主点的核面称为主核面

核面与影像面交线称为核线



➢ 2、单独像对相对定向元素：

像空间辅助坐标系 $S_1 - u_1 v_1 w_1$ 的选取：

u轴：摄影基线　　　　v轴：垂直于左片的主核面

w轴：在左片的主核面内，　UW平面：左主核面

左、右片相对方位元素

左像片

$$X_{S1} = 0, Y_{S1} = 0, Z_{S1} = 0$$

$$\varphi_1, \omega_1 = 0, \kappa_1$$

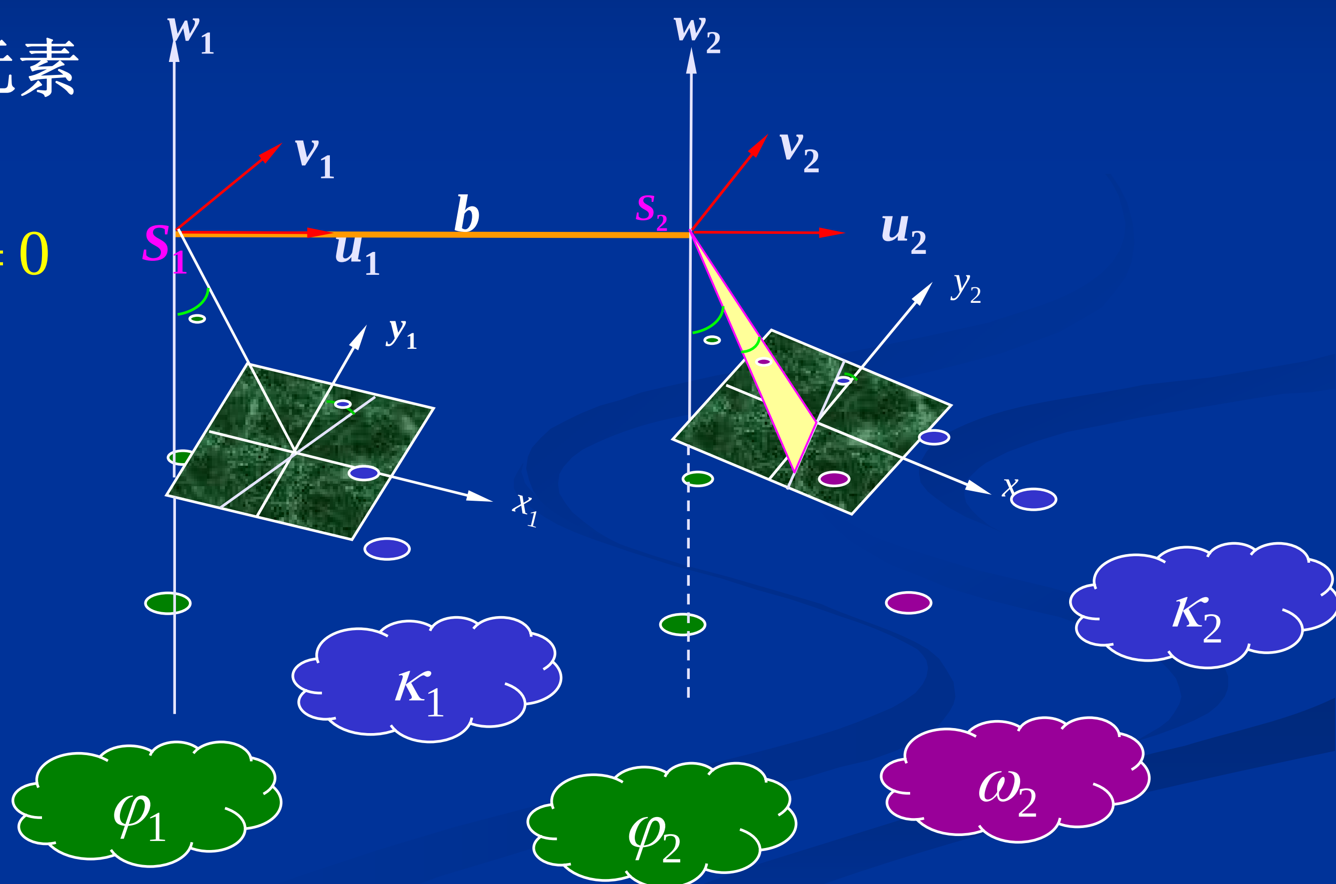
右像片

$$X_{S2} = b_u = b,$$

$$Y_{S2} = b_v = 0,$$

$$Z_{S2} = b_w = 0$$

$$\varphi_2, \omega_2, \kappa_2$$

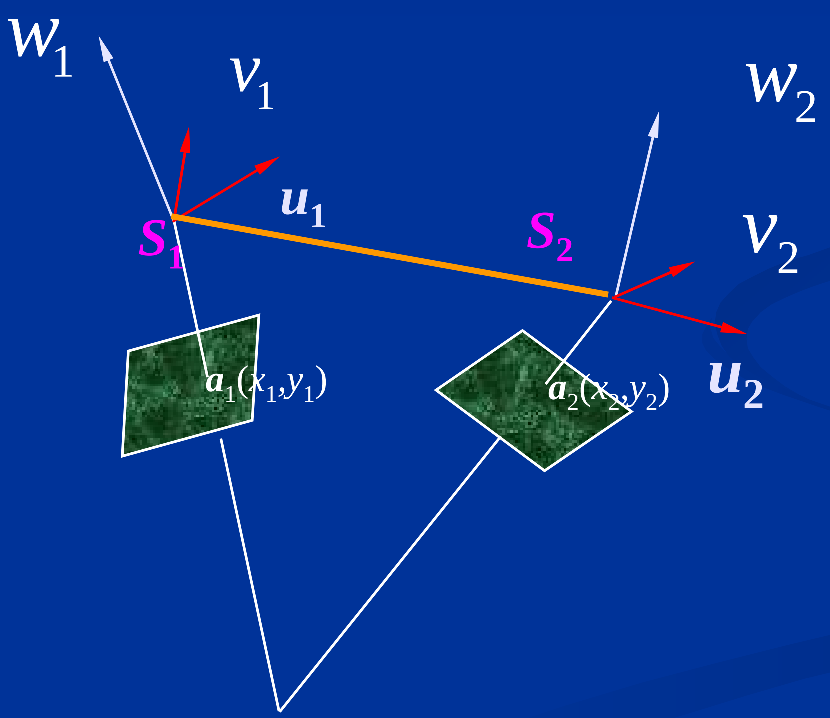


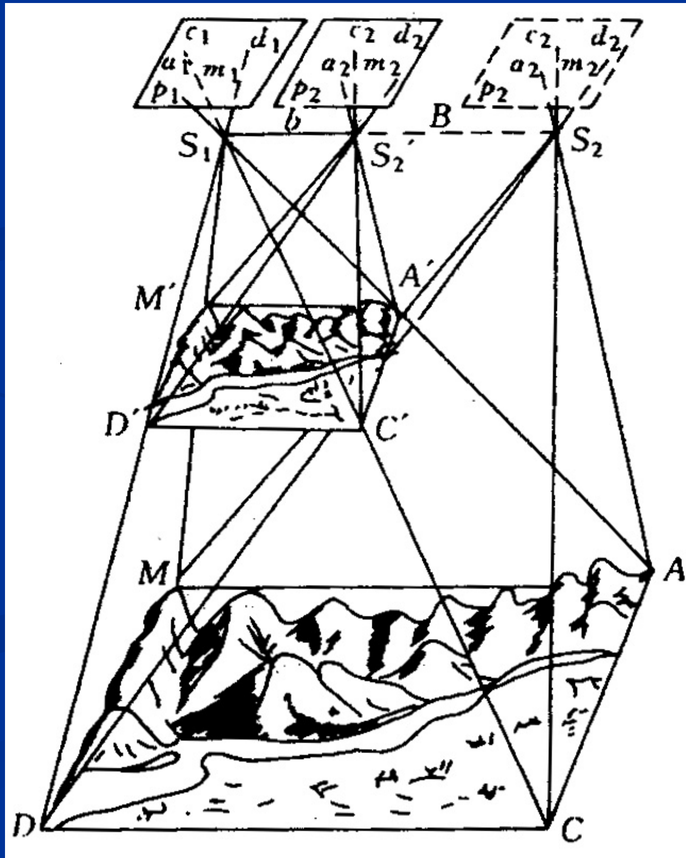
单独像对相对定向元素：　φ_1、κ_1、φ_2、ω_2、κ_2

相对定向

- 目的：建立地面立体模型
- 恢复两张像片的相对位置和姿
- 同名光线对对相

解析法相对定向：通过计算相对定向元素建立地面立体模型

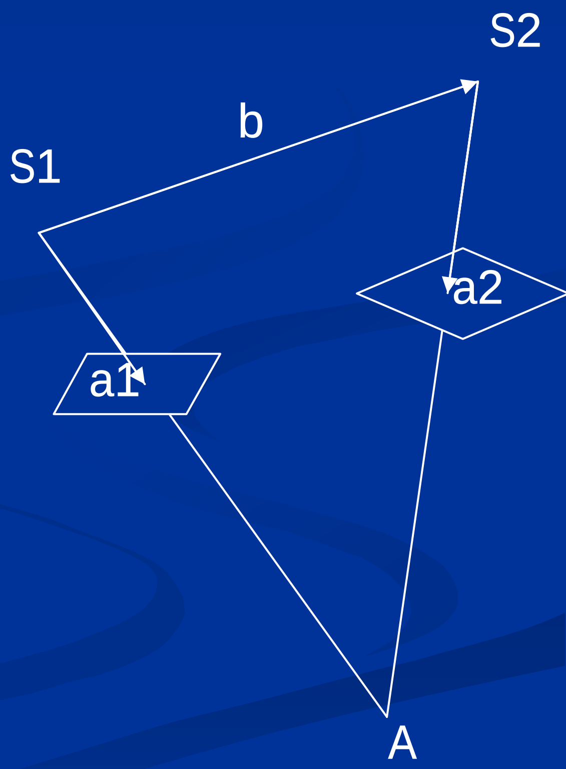




- 二、解析法相对定向原理
- ✓ 解求相对定向元素，建立立体模型
- ✓ 特征：恢复两张像片的相对位置，同名射线对对相交

数学模型描述：同名射线对对相

数学描述：三射线共面　$\overrightarrow{S_1S_2}$、$\overrightarrow{S_1a_1}$、$\overrightarrow{S_2a_2}$



三矢量共面，混合积为零

$$\overrightarrow{S_1S_2} \bullet (\overrightarrow{S_1a_1} \times \overrightarrow{S_2a_2}) = 0$$

共面条件方程式

连续法解析相对定向原理

连续像对法相对定向元素

b_v、b_w、φ_2、ω_2、κ_2

$$\overrightarrow{S_1S_2} \bullet (\overrightarrow{S_1a_1} \times \overrightarrow{S_2a_2}) = 0$$

b_u 只影响模型比例尺

b_v b_w？ 待 求

共面条件方程坐标式

$$\begin{vmatrix} b_u & b_v & b_w \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \end{vmatrix} = 0$$

$\varphi_2, \omega_2, \kappa_2$ 的函数

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix}$$

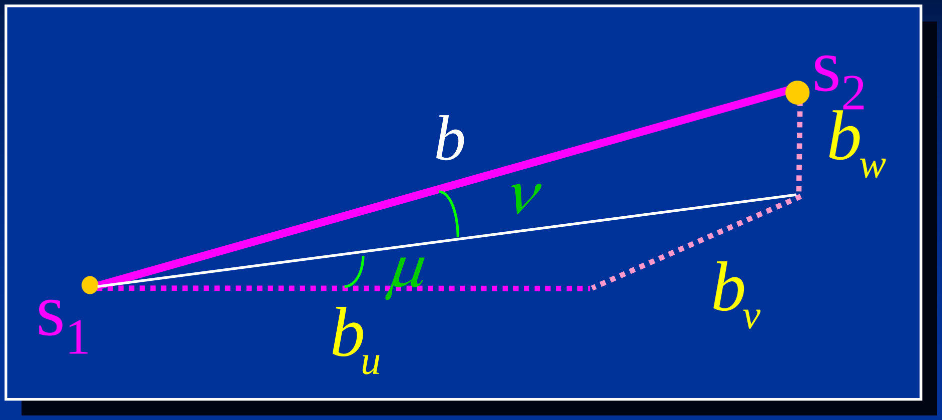
$$\begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = \mathbf{R}_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

$$a_1 = \cos\phi\cos\kappa - \sin\phi\sin\omega\sin\kappa$$

$$\vdots$$

$$c_3 = \cos\phi\cos\omega$$

都化为角度形式：



$$b_v = b_u \cdot \tan\mu \approx b_u \cdot \mu$$

$$b_w = \frac{b_u}{\cos\mu} \cdot \tan\gamma \approx b_u \cdot \gamma$$

$$\begin{vmatrix} b_u & b_v & b_w \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \end{vmatrix} = 0 \qquad F = b_u \begin{vmatrix} 1 & \mu & \gamma \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \end{vmatrix} = 0$$

非线性函数，线性化，按泰勒级数展开，取小值一次项

$$F = F_0 + \frac{\partial F}{\partial \mu} d\mu + \frac{\partial F}{\partial \gamma} d\gamma + \frac{\partial F}{\partial \varphi_2} d\varphi_2 + \frac{\partial F}{\partial \omega_2} d\omega_2 + \frac{\partial F}{\partial \kappa_2} d\kappa_2 = 0$$

F_0：相对定向元素的近似值及给定的b_u带入得到的函数F的近似值

$d\mu$、$d\gamma$、$d\varphi_2$、$d\omega_2$、$d\kappa_2$：相对定向元素近似值的改正数

$\frac{\partial F}{\partial \mu} \cdots \frac{\partial F}{\partial \kappa_2}$：偏导数，系数

为简便计算，做一些近似（线性化过程仅考虑一次小值项）：

$$\begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & -\kappa_2 & -\varphi_2 \\ \kappa_2 & 1 & -\omega_2 \\ \varphi_2 & \omega_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial}{\partial \varphi_2} \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f \\ 0 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

$$\frac{\partial F}{\partial \varphi_2} = b_u \begin{vmatrix} 1 & \mu & \gamma \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ \dfrac{\partial u_2}{\partial \varphi_2} & \dfrac{\partial v_2}{\partial \varphi_2} & \dfrac{\partial w_2}{\partial \varphi_2} \end{vmatrix} = b_u \begin{vmatrix} 1 & \mu & \gamma \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ f & 0 & x_2 \end{vmatrix}$$

系数项（偏倒数）带入

$$b_u\begin{vmatrix}1 & \mu & \gamma\\ u_1 & v_1 & w_1\\ f & 0 & x_2\end{vmatrix}d\varphi_2+b_u\begin{vmatrix}1 & \mu & \gamma\\ u_1 & v_1 & w_1\\ 0 & f & y_2\end{vmatrix}d\omega_2+b_u\begin{vmatrix}1 & \mu & \gamma\\ u_1 & v_1 & w_1\\ -y_2 & x_2 & 0\end{vmatrix}d\kappa_2$$

$$+b_u\begin{vmatrix}w_1 & u_1\\ w_2 & u_2\end{vmatrix}d\mu+b_x\begin{vmatrix}u_1 & v_1\\ u_2 & v_2\end{vmatrix}d\gamma+F_0=0$$

略去二次小项，等式两边除以b_u，整理得

$$v_1x_2d\varphi_2+(v_1y_2-w_1f)d\omega_2-x_2w_1d\kappa_2+(w_1u_2-u_1w_2)d\mu$$

$$+(u_1v_2-u_2v_1)d\gamma+\frac{F_0}{b_u}=0$$

x_2、y_2 可用 u_2、v_2 取代

- 做近似

$$v_1 = v_2, w_1 = w_2$$

$$w_1 u_2 - u_1 w_2 = -\frac{b_u}{N_2} w_1$$

$$u_1 v_2 - u_2 v_1 = \frac{b_u}{N_2} v_1$$

令 $Q = \dfrac{F_0 N_2}{b_u w_1}$

- 整理得

$$Q = -\frac{u_2 v_2}{w_2} N_2 d\varphi_2 - (w_2 + \frac{v_2{}^2}{w_2}) N_2 d\omega_2 + u_2 N_2 d\kappa_2 + b_u d\mu - \frac{v_2}{w_2} b_u d\gamma$$

$$Q = \frac{F_0 N_2}{b_u w_1} = \frac{b_u w_2 - b_w u_2}{u_1 w_2 - u_2 w_1} v_1 - \frac{b_u w_1 - b_w u_1}{u_1 w_2 - u_2 w_1} v_2 - b_v = N_1 v_1 - N_2 v_2 - b_v$$

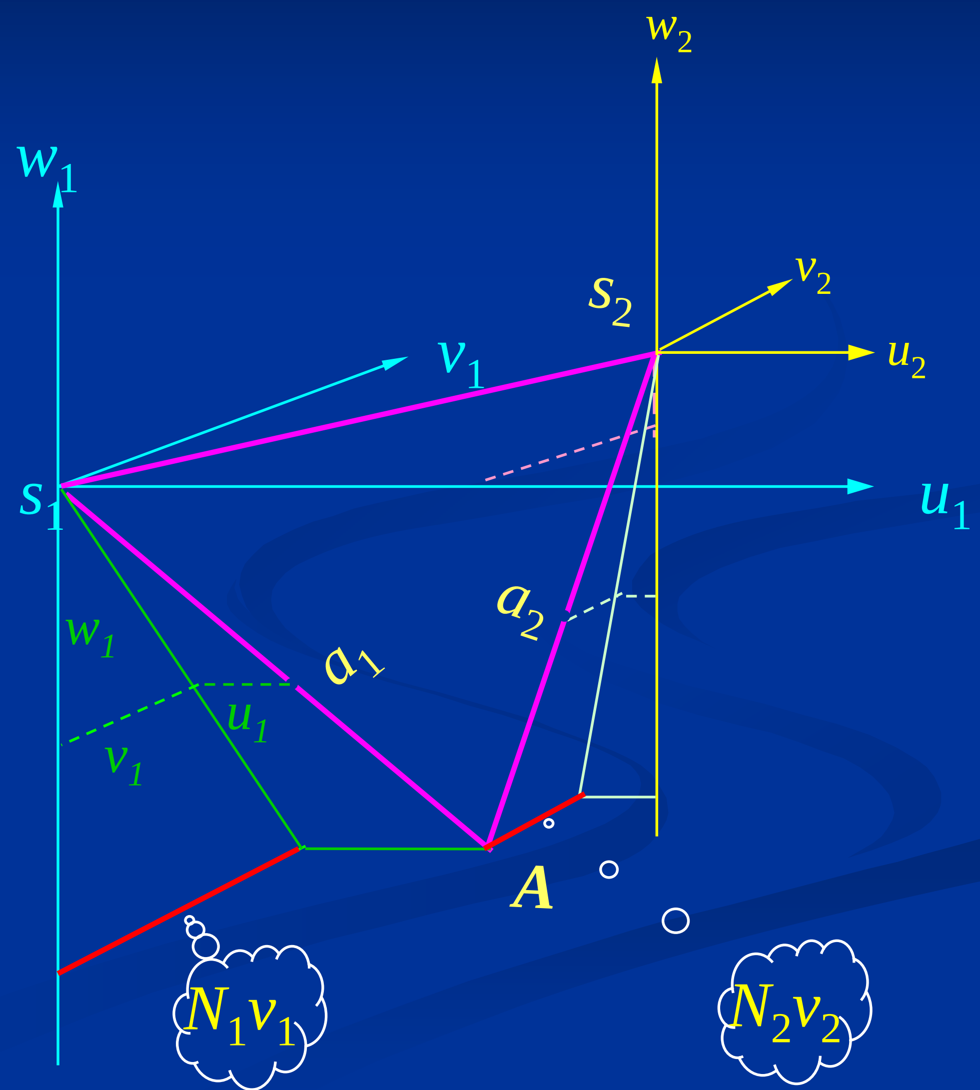
常数项的几何意义

$$b_v = N_1 v_1 - N_2 v_2 \ ?$$

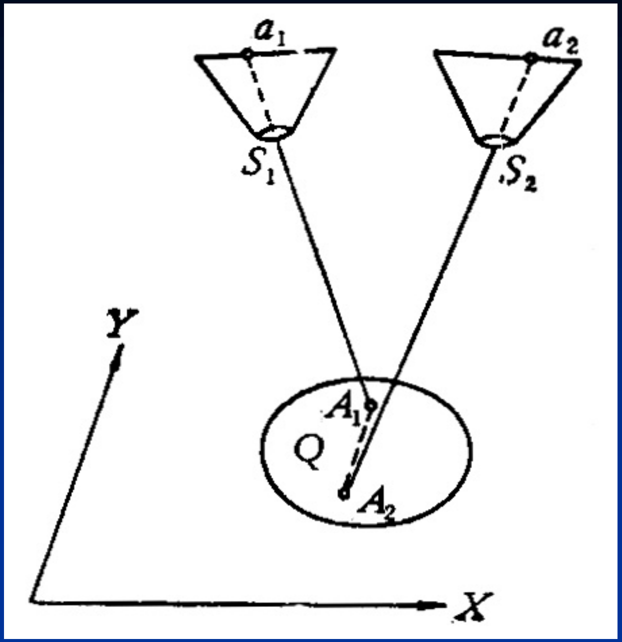
Q为定向点上模型上下视差

当一个立体像对完成相对定向，**$Q=0$**

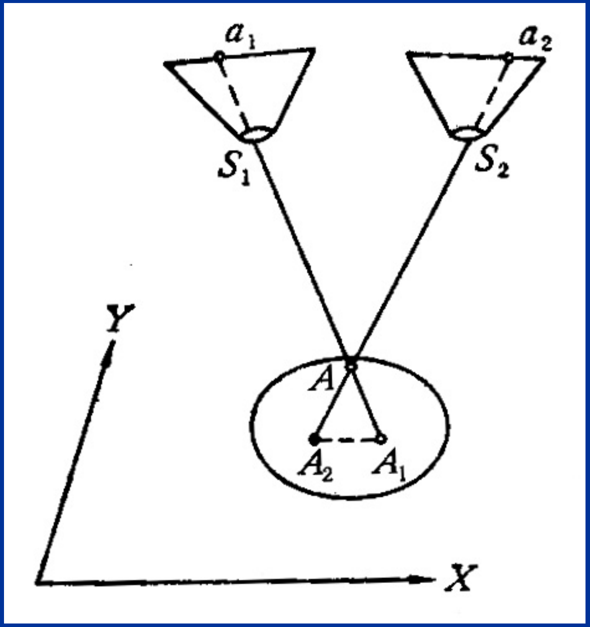
当一个立体像对未完成相对定向，即同名光线不相交，**$Q\neq 0$**

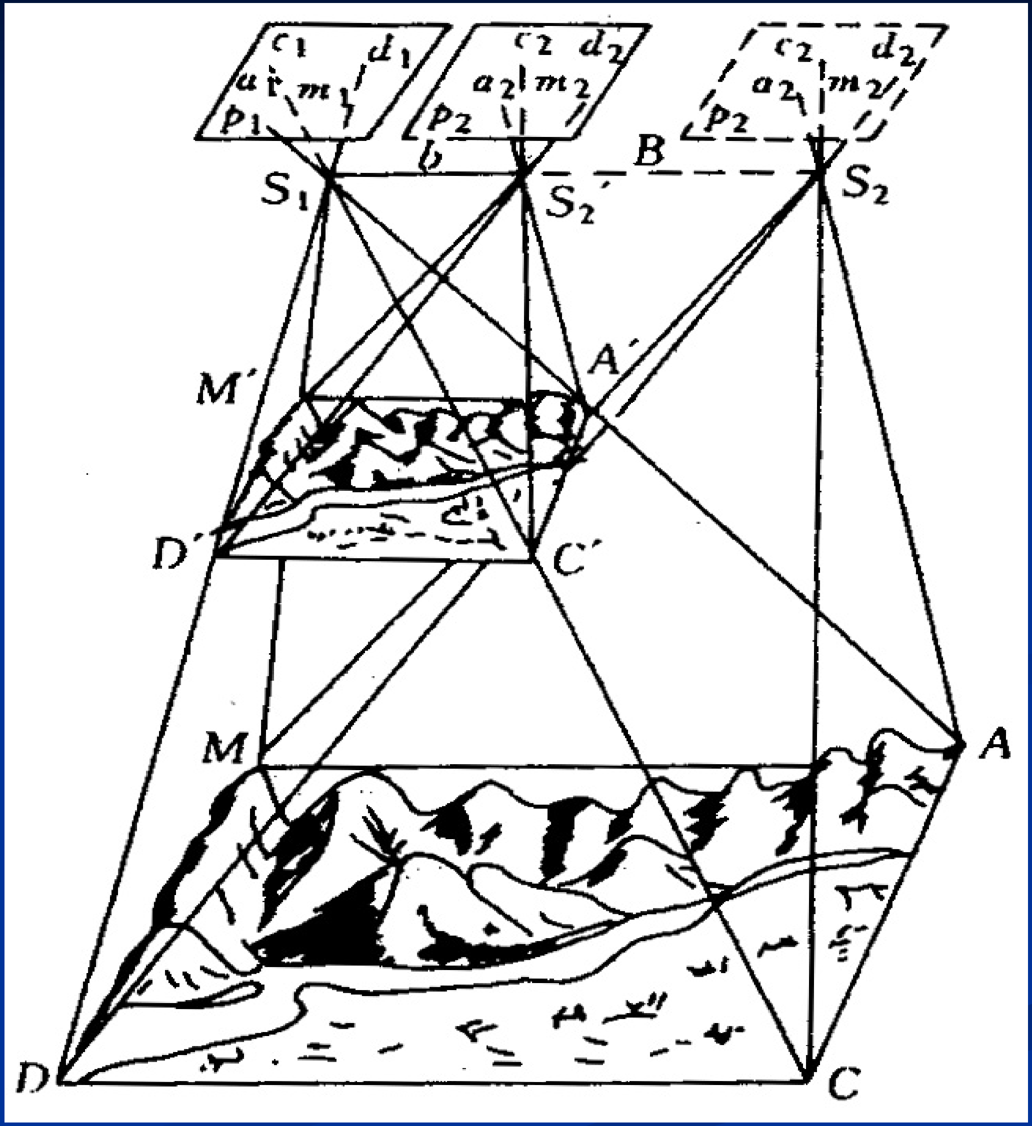


同名光线不相交



同名光线对对相交





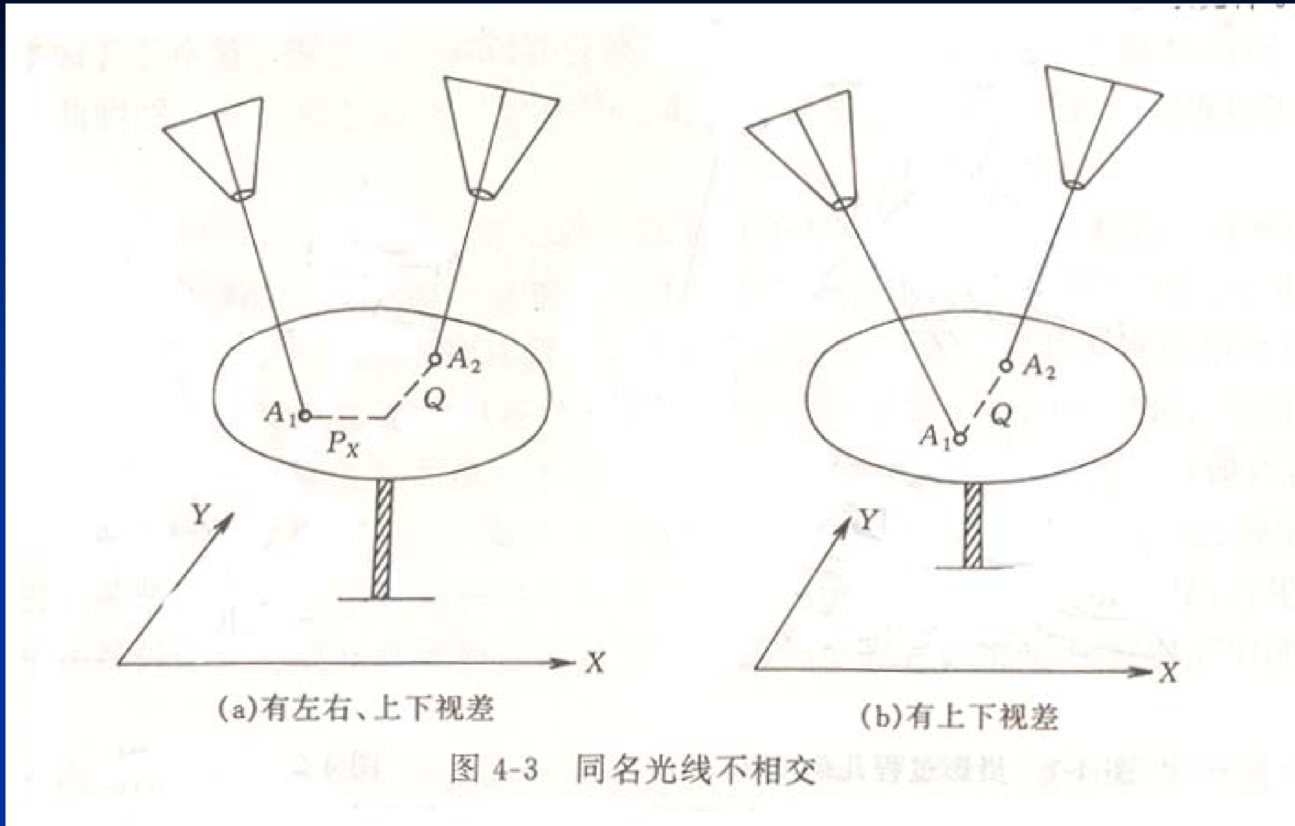


图 4-3　同名光线不相交

相对定向完成 ⟶ 建立像对的立体几何模型 ⟵ 同名光线对对相交

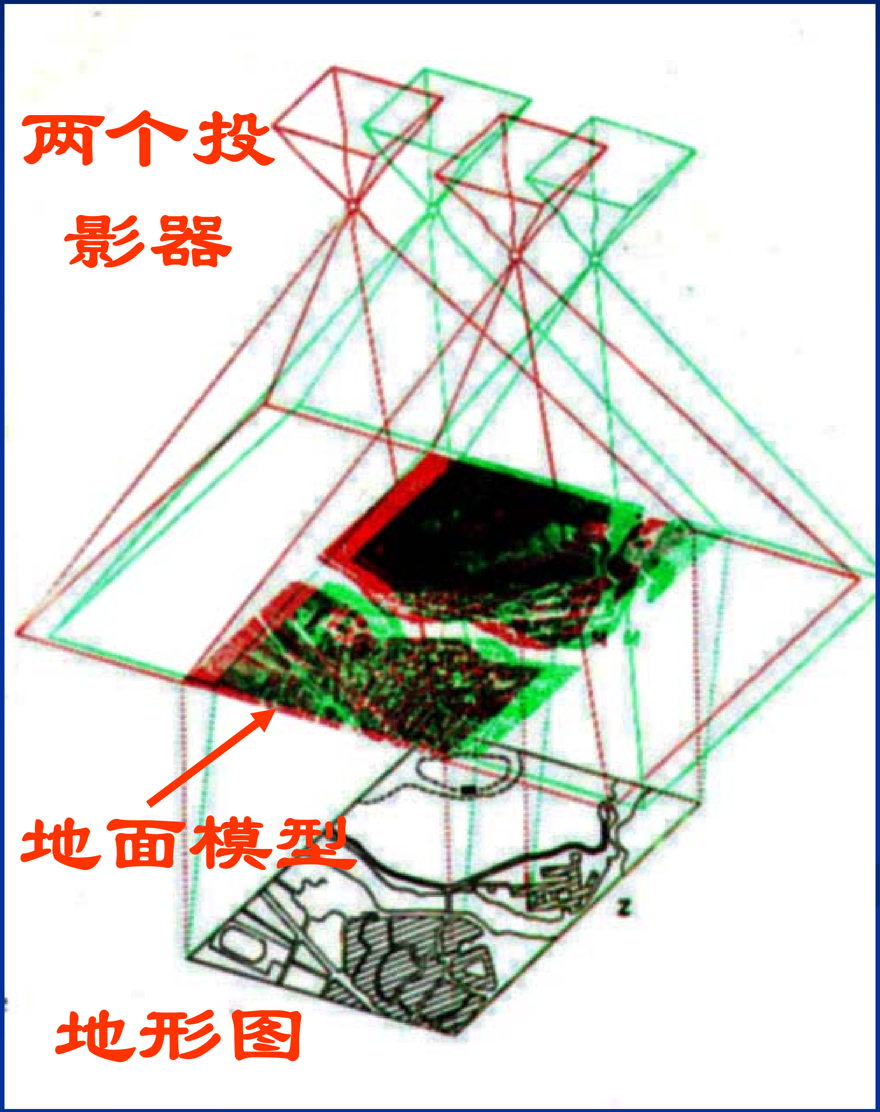
相对定向元素

模型点上下视差为0

相对定向

- 目的：建立地面立体模型
- 恢复两张像片的相对位置和姿态
- 同名光线对对相交

解析法相对定向：通过计算相对定向元素建立地面立体模型



视Q为观测值，列误差方程: $F=F_0+\frac{\partial F}{\partial \mu}d\mu+\frac{\partial F}{\partial \gamma}d\gamma+\frac{\partial F}{\partial \varphi_2}d\varphi_2+\frac{\partial F}{\partial \omega_2}d\omega_2+\frac{\partial F}{\partial \kappa_2}d\kappa_2=0$

$$v_Q=-\frac{u_2v_2}{w_2}N_2d\varphi_2-(w_2+\frac{v_2^2}{w_2})N_2d\omega_2+u_2N_2d\kappa_2+b_ud\mu-\frac{v_2}{w_2}b_ud\gamma-Q$$

$$V=AX-l \quad V=\begin{bmatrix}a & b & c & d & e\end{bmatrix}\begin{bmatrix}d\varphi_2\\ d\omega_2\\ d\kappa_2\\ d\mu\\ d\gamma\end{bmatrix}-l \qquad V=\begin{bmatrix}V_{Q_1} & V_{Q_2} & \cdots & V_{Q_n}\end{bmatrix}^T$$

$$A=\begin{bmatrix}a_1 & b_1 & c_1 & d_1 & e_1\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ a_n & b_n & c_n & d_n & e_n\end{bmatrix} \quad X=\begin{bmatrix}d\varphi_2 & d\omega_2 & d\kappa_2 & d\mu & d\gamma\end{bmatrix}^T \; L=\begin{bmatrix}l_1 & l_2 & \cdots & l_n\end{bmatrix}^T$$

法方程 $(A^TPA)X=A^TPL$ 迭代运算

$$X=(A^TA)^{-1}A^TL$$

数据处理

定数学模型
找观测值
误差方程　　法方程

$$\begin{vmatrix} b_u & b_v & b_w \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \end{vmatrix} = 0$$

$$F = F_0 + \frac{\partial F}{\partial \mu} d\mu + \frac{\partial F}{\partial \gamma} d\gamma + \frac{\partial F}{\partial \varphi_2} d\varphi_2 + \frac{\partial F}{\partial \omega_2} d\omega_2 + \frac{\partial F}{\partial \kappa_2} d\kappa_2 = 0$$

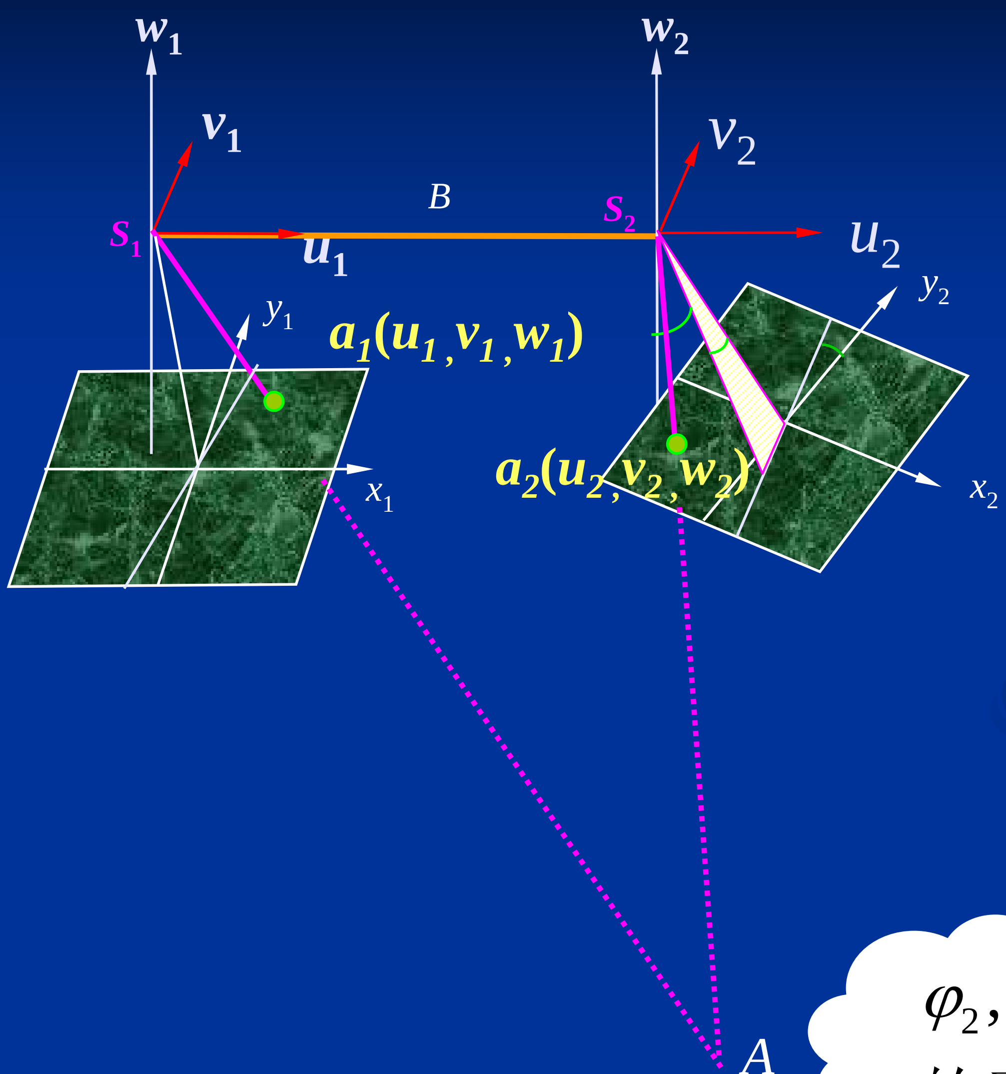
相对定向的观测值

$$Q = \frac{F_0 N_2}{b_u w_1} = \frac{b_u w_2 - b_w u_2}{u_1 w_2 - u_2 w_1} v_1 - \frac{b_u w_1 - b_w u_1}{u_1 w_2 - u_2 w_1} v_2 - b_v = N_1 v_1 - N_2 v_2 - b_v$$

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix}$$

$$\mathrm{v}_Q = -\frac{u_2 v_2}{w_2} N_2 d\varphi_2 - (w_2 + \frac{v_2{}^2}{w_2}) N_2 d\omega_2 + u_2 N_2 d\kappa_2 + b_u d\mu - \frac{v_2}{w_2} b_u d\gamma - Q$$

单独法解析相对定向原理



φ_1、κ_1
的函数

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = \mathbf{R}_1 \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix}$$

$$\begin{vmatrix} b & 0 & 0 \\ u_1 & v_1 & w_1 \\ u_2 & v_2 & w_2 \end{vmatrix} = 0$$

$$\begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = \mathbf{R}_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

$\varphi_2,\omega_2,\kappa_2$
的函数

单独像对的相对定向 φ_1、κ_1、φ_2、ω_2、κ_2

误差方程：$V_Q = \frac{u_1 v_2}{w_2} d\varphi_1 - \frac{u_2 v_1}{w_1} d\varphi_2 + f(1+\frac{v_1 v_2}{w_1 w_2}) d\omega_2 + \frac{u_1}{w_1} d\kappa_1 - \frac{u_2}{w_2} d\kappa_2 - Q$

$$Q = -f\frac{v_1}{w_1} + f\frac{v_2}{w_2}$$

相对定向:

- 特点：不考虑模型的比例尺，不需要野外控制点

- 连续像对法相对定向的特征：前一像对右像片的相对定向角元素，对后一像对而言，是左像片的角元素，已成为已知值。适用于航带

- 单独像对法相对定向适用于单模型

三、相对定向元素的计算过程

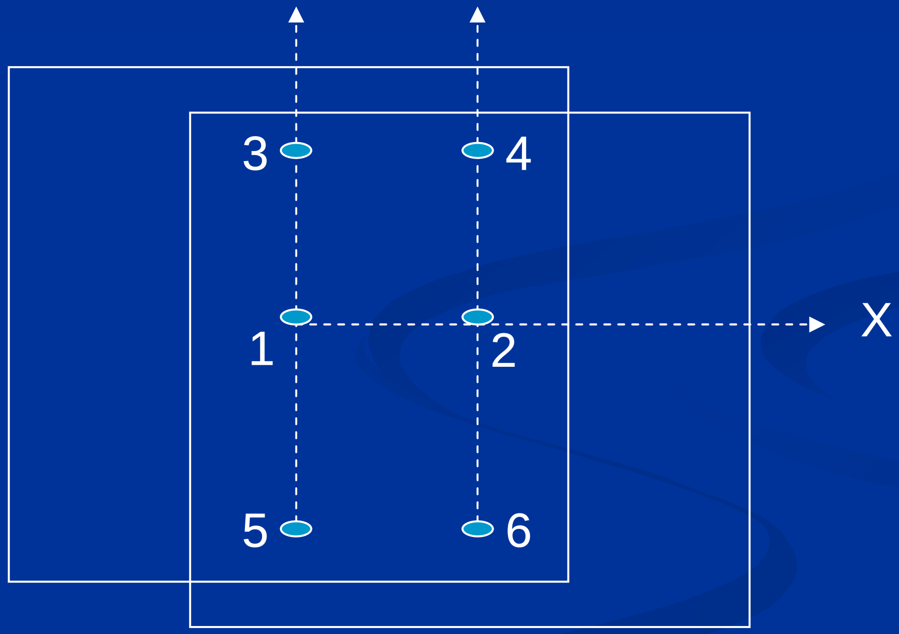
量测 5 个以上的同名点（定向点） 明显点

1、2点：左、右片的像主点

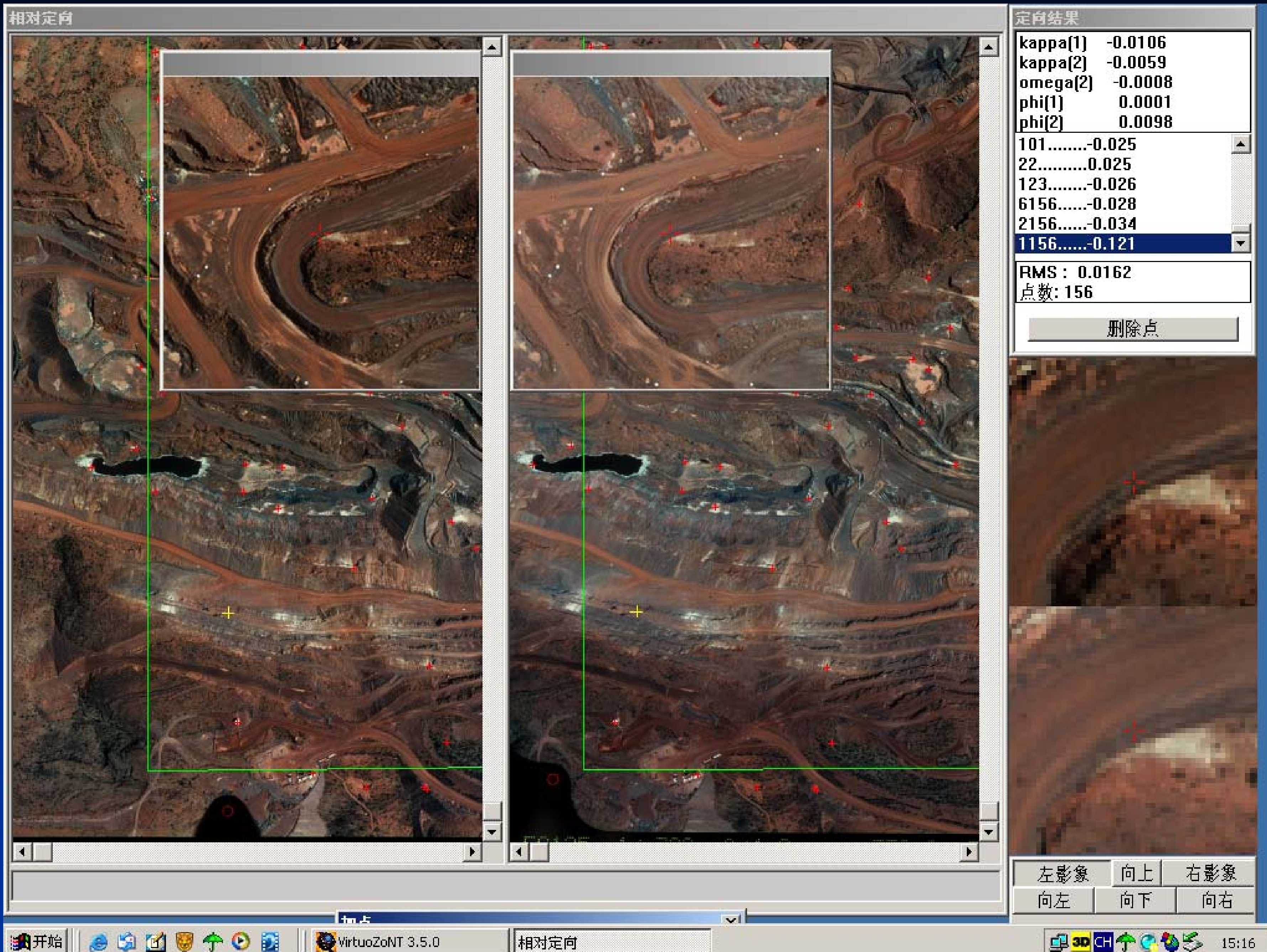
3、5点：X=0，Y值最大

4、6点：X=b，Y值最大

人工量测：六个标准点位

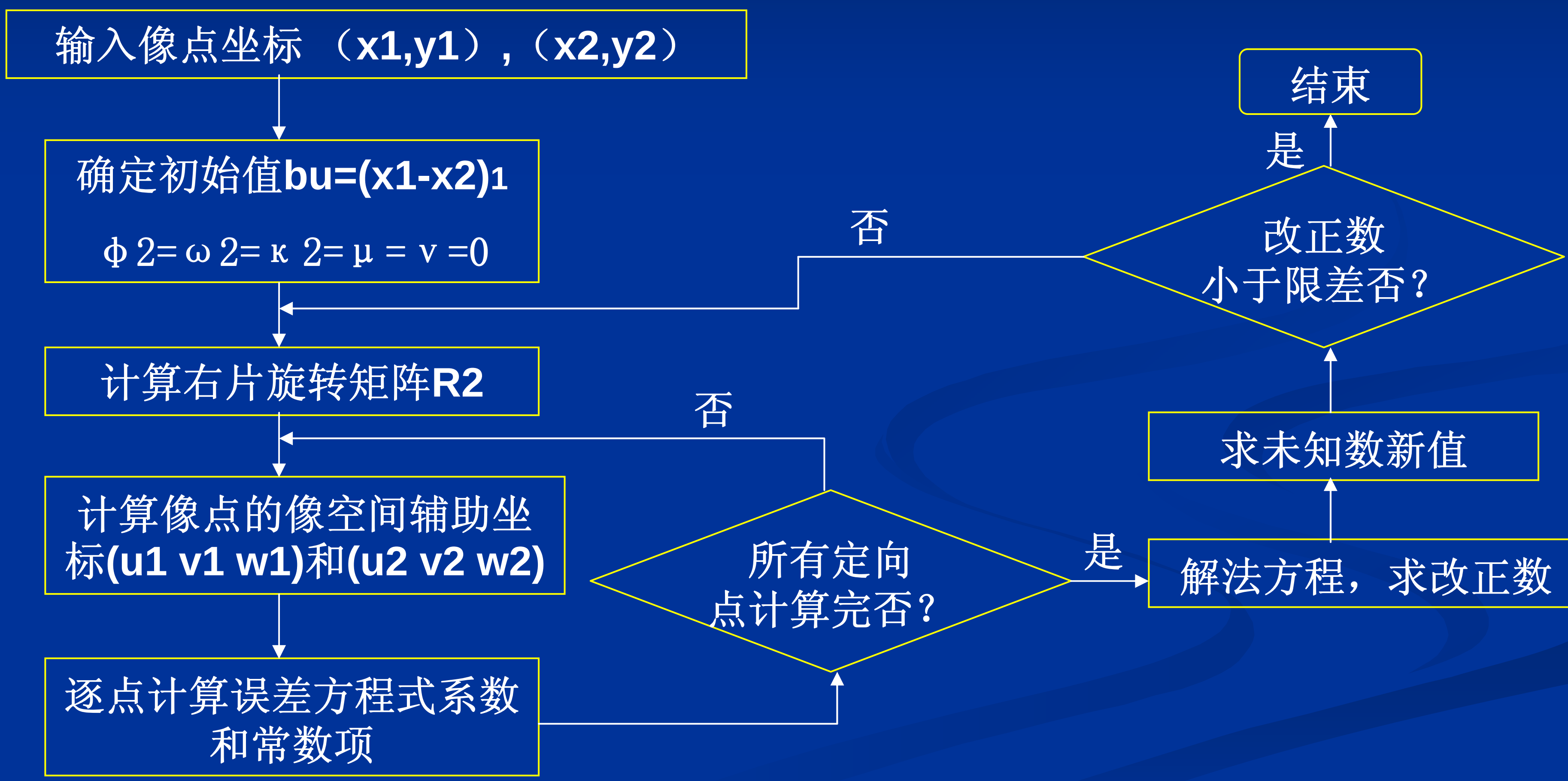


相对定向标准点位



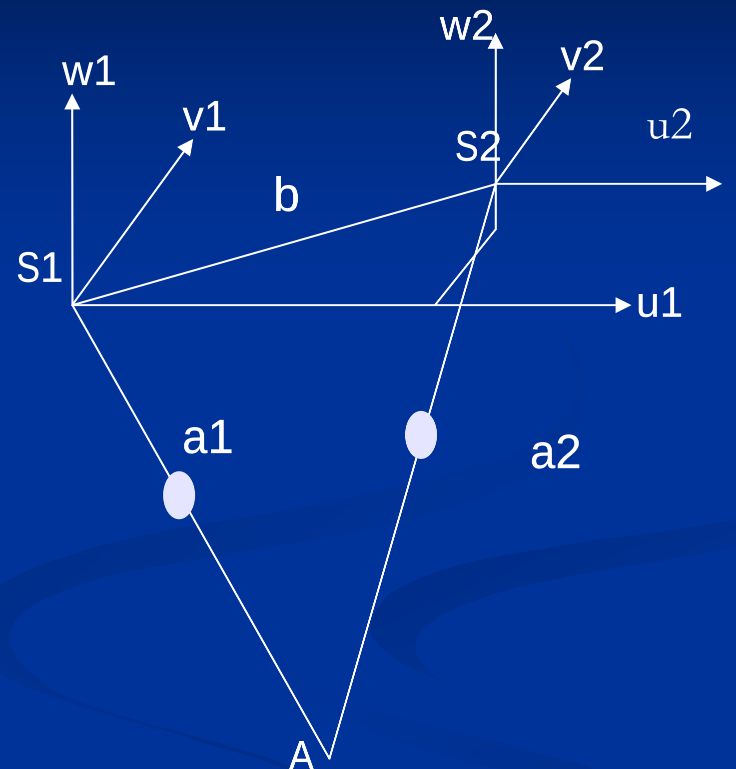
相对定向
定向结果
kappa(1) -0.0106
kappa(2) -0.0059
omega(2) -0.0008
phi(1) 0.0001
phi(2) 0.0098
101........-0.025
22..........0.025
123........-0.026
6156......-0.028
2156......-0.034
1156......-0.121
RMS : 0.0162
点数: 156
删除点
左影象
向上
右影象
向左
向下
向右
开始
VirtuoZoNT 3.5.0
相对定向
15:16

计算框图：以连续像对的相对定向为例



四、模型点坐标的计算（模型点在像空间辅助坐标系坐标）

解出相对定向元素后，只能求出像点在像空间辅助坐标系中的坐标



$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

模型点在像空间辅助坐标系坐标

$$U_1 = N_1 u_1 = b_u + N_2 u_2$$

$$V_1 = N_1 v_1 = b_v + N_2 v_2$$

$$W_1 = N_1 w_1 = b_w + N_2 w_2$$

投影系数：

$$N_1 = \frac{b_u w_2 - b_w u_2}{u_1 w_2 - u_2 w_1}$$

$$N_2 = \frac{b_u w_1 - b_w u_1}{u_1 w_2 - u_2 w_{11}}$$

借助于外方位角元素

$$\begin{bmatrix} u \\ v \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix}$$

借助于相对定向角元素

$$\begin{bmatrix} u_1 \\ v_1 \\ w_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ -f \end{bmatrix} \qquad \begin{bmatrix} u_2 \\ v_2 \\ w_2 \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ -f \end{bmatrix}$$

通过坐标变换 求出像点在像空间辅助坐标系中的坐标

$$a_1 = \cos\phi\cos\kappa - \sin\phi\sin\omega\sin\kappa$$

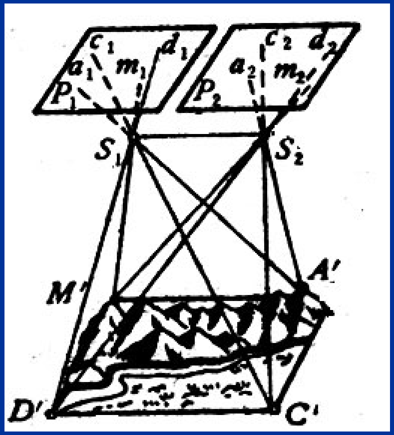
$$\vdots$$

$$c_3 = \cos\phi\cos\omega$$

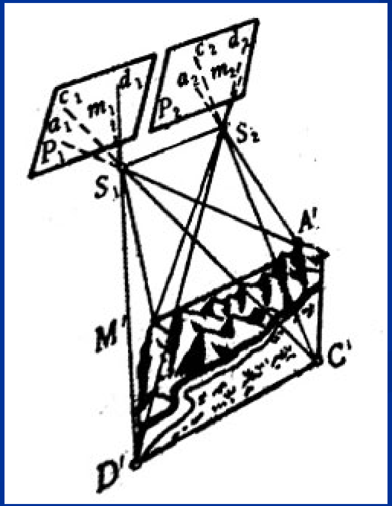
相对定向： 5 个元素

它只确定两个影像的相对位置，但是不能确定它们的绝对位置

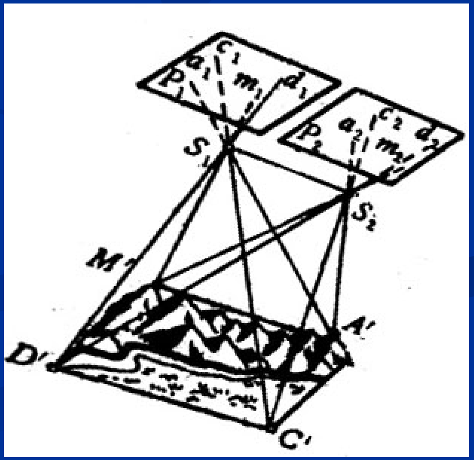
例如



或



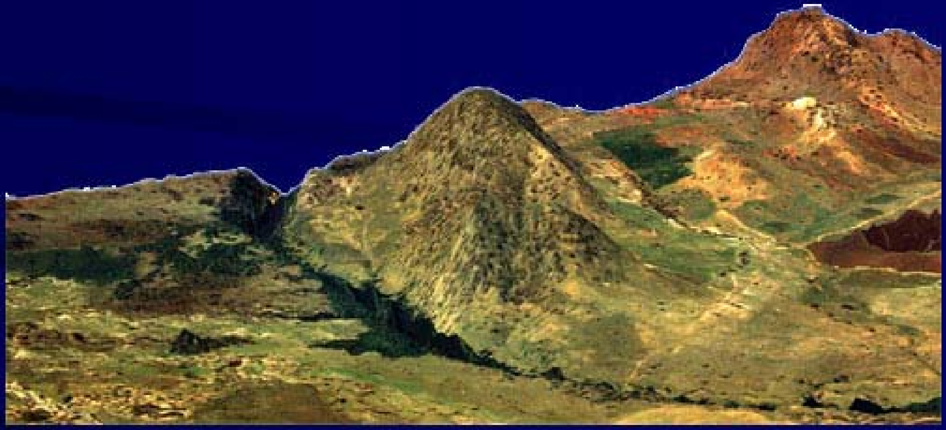
或



模型点在像空间辅助坐标系坐标

绝对定向—— 确定模型在空间的绝对位置

由相对定向
建立的
地面模型



实际的
地面模型