

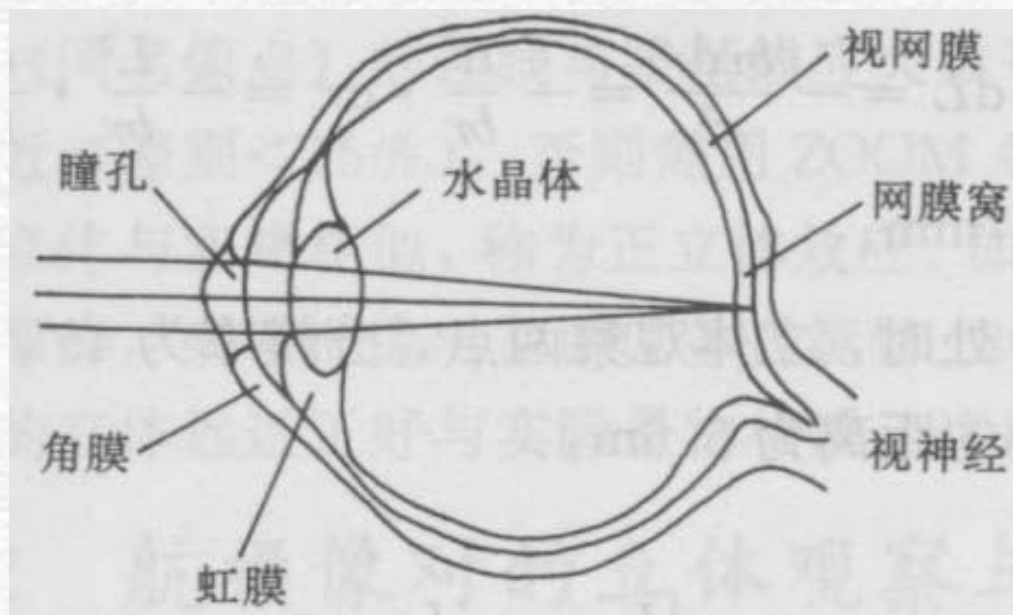
《摄影测量学》第四章

一，双像立体测图基础与立体测图

4.1 人眼的立体视觉原理与立体量测

一、双眼观察的天然立体视觉

人眼基本构造



人视网膜有视杆细胞约1.2亿个，对弱光刺激敏感；视锥细胞有650万~700万个，对强光和颜色敏感。

人眼感知过程

来自物体的光刺激视网膜的杆状和锥状细胞（物理过程）使其感光（生理过程），通过视神经纤维传至后大脑视觉中心，经记忆加入已有的概念与经验（心理过程），从而形成感知

人眼分辨力

单眼能够判别最小物体的能力称单眼分辨力

用单眼所能观察出两点间的最小距离称第一分辨力

用单眼所能观察出两平行线间的最小距离称第二分辨力

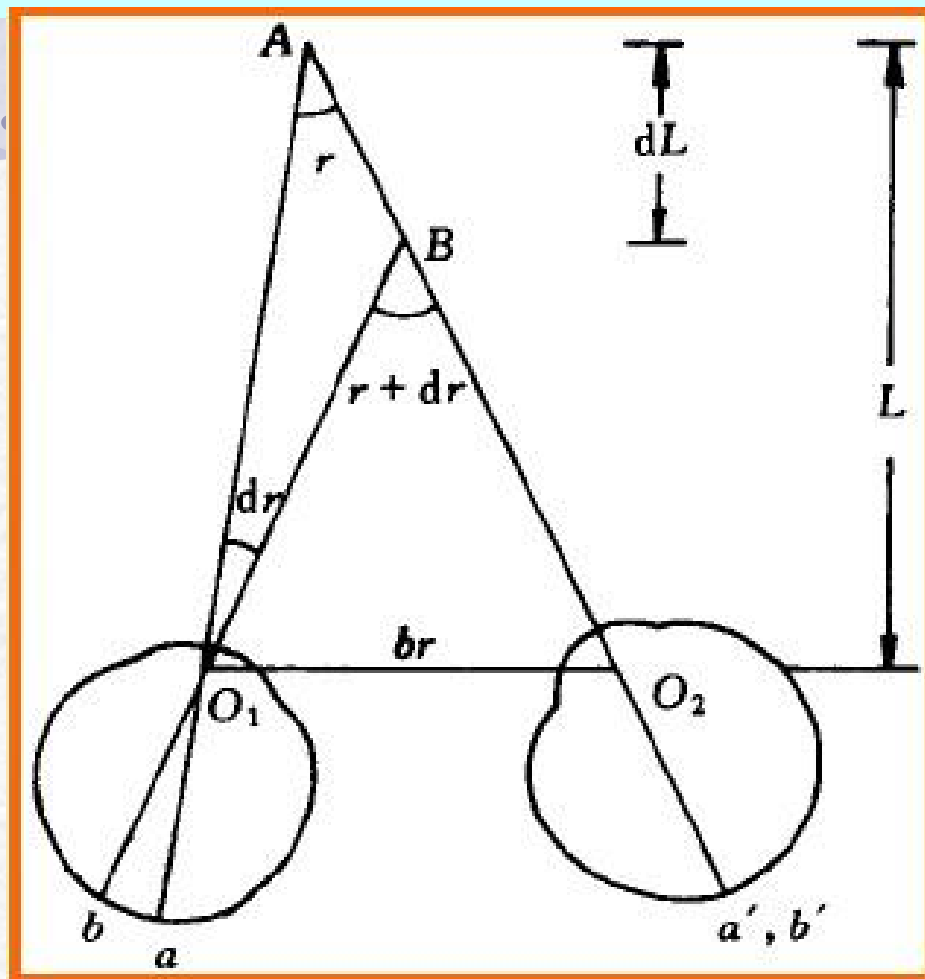
$$\text{第一分辨力 } \varphi'' = \frac{0.0035}{17} \rho'' = 45''$$

$$\text{第二分辨力 } = 20''$$

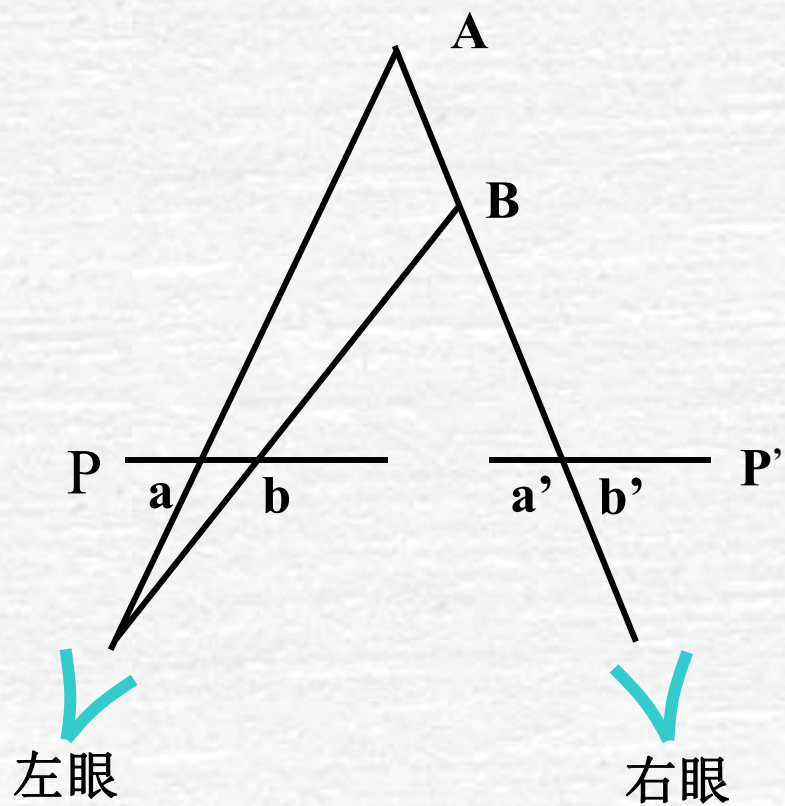
双眼观察精度比单眼提高 $\sqrt{2}$ 倍

人用双眼观察景物可判断其远近，得到景物的立体效应，这种现象称为**人眼的立体视觉**

人眼立体视觉



生理视差 $\sigma = ab - a'b'$



人眼的立体视觉是立体测图的基础

人造立体观察的条件

- 像对
- 分像条件
- 两像片上相同景物（同名像点）的连线与眼基线应大致平行
- 两像片的比例尺应相近（差别 $<15\%$ ）

4.2 人造立体观测

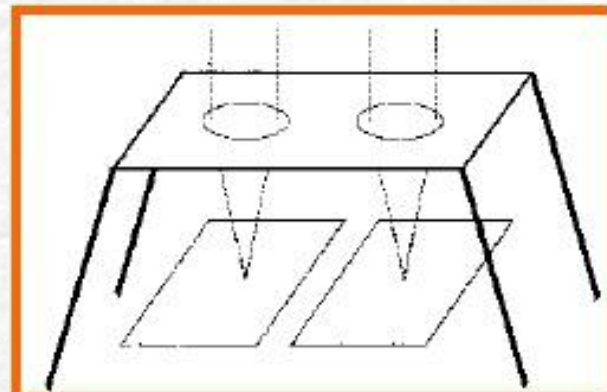
人造立体视觉产生的方法，主要是“分像”
——左眼看左像、右眼看右像

满足这一条件的方法很多

- (1) 立体镜观察法
- (2) 叠影影像的立体观察
- (3) 双目镜观测光路的立体观察

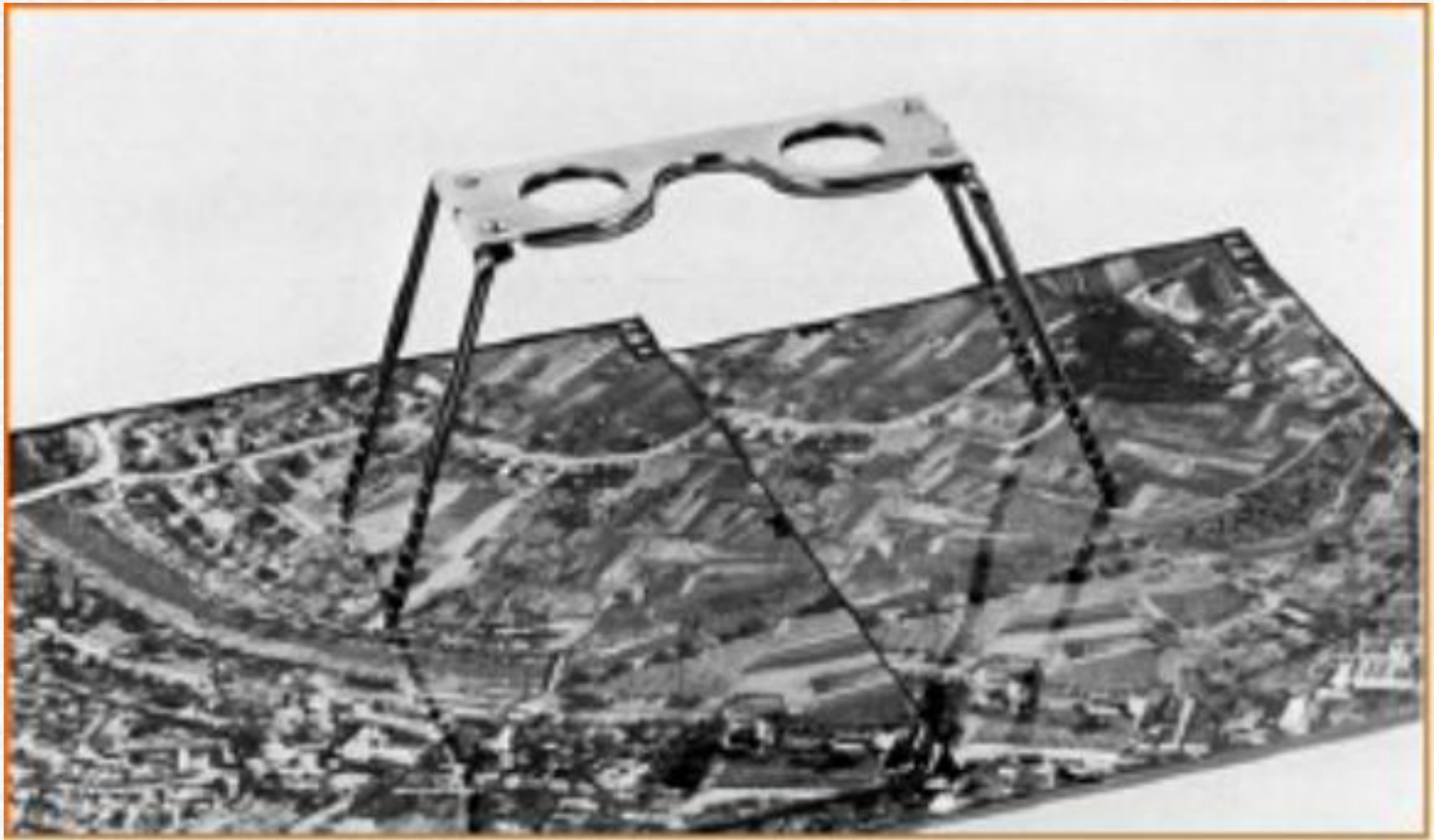
► 立体镜观察

桥式立体镜

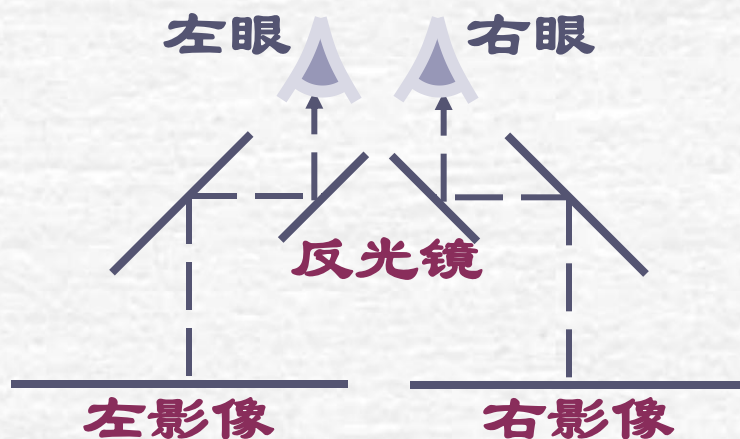
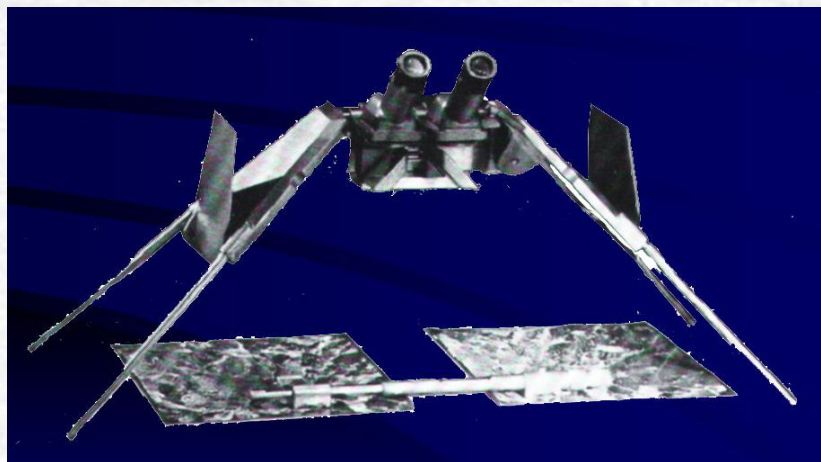


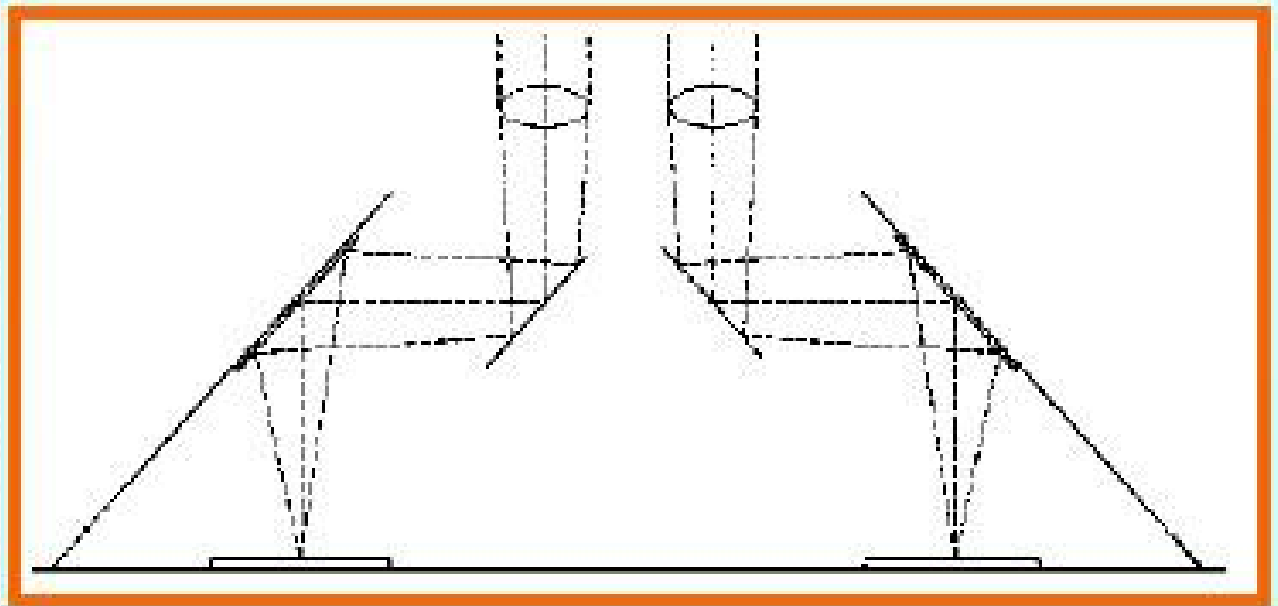
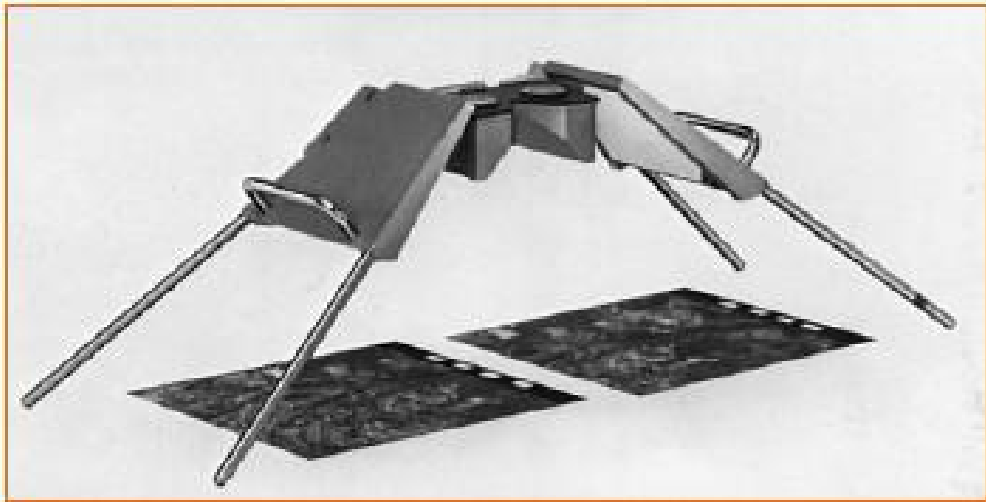
在一个桥架上安置两个相同的简单透镜

透镜光轴平行，间距约为眼基距，高度等于透镜主距



通过光学系统———如立体反光镜





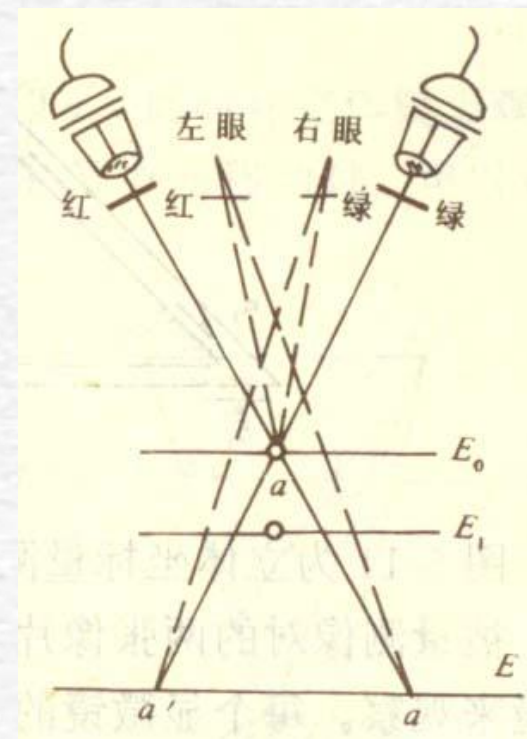
像
对
的
立
体
观
察
方
法

➤ 叠影影像立体观察

互补色法

在投影器中插入互补色滤光片
(品红色、蓝绿色)

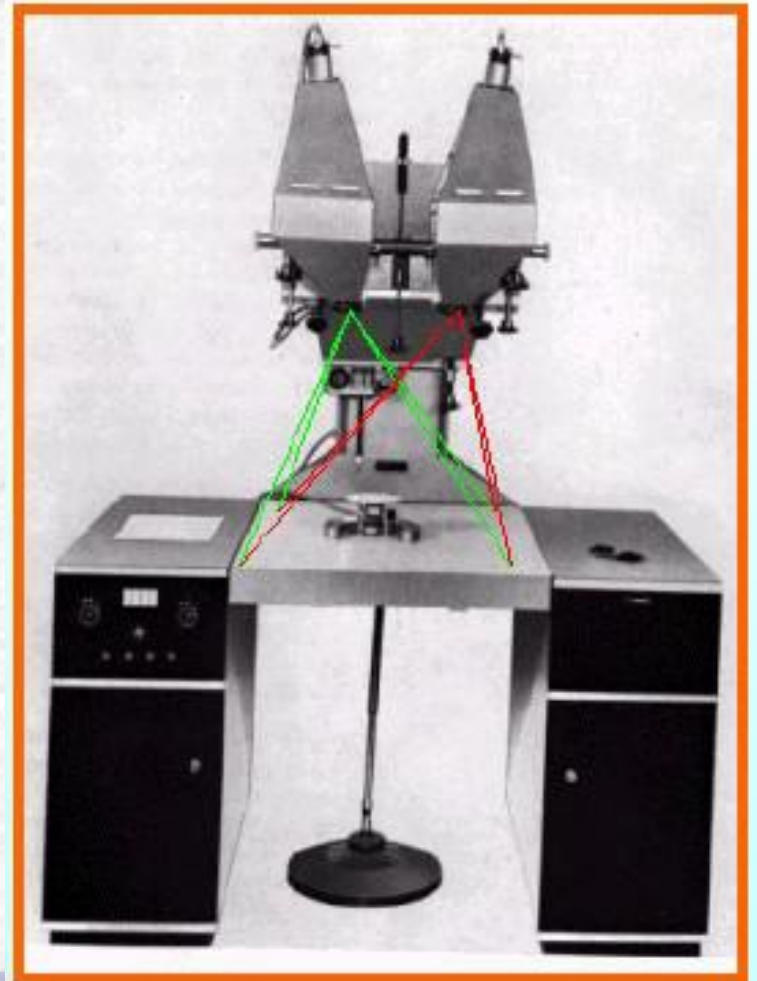
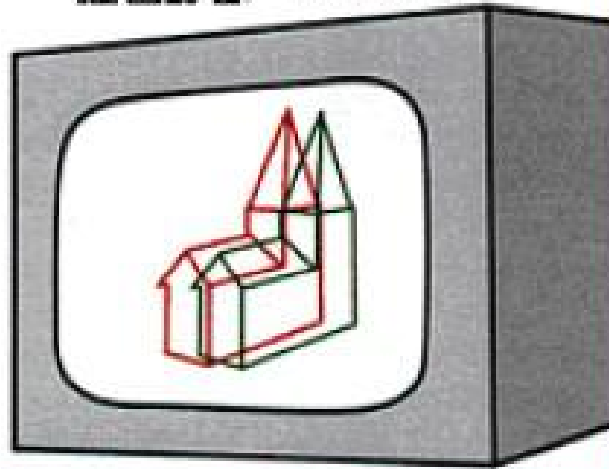
观测者双眼分别带上同色镜片



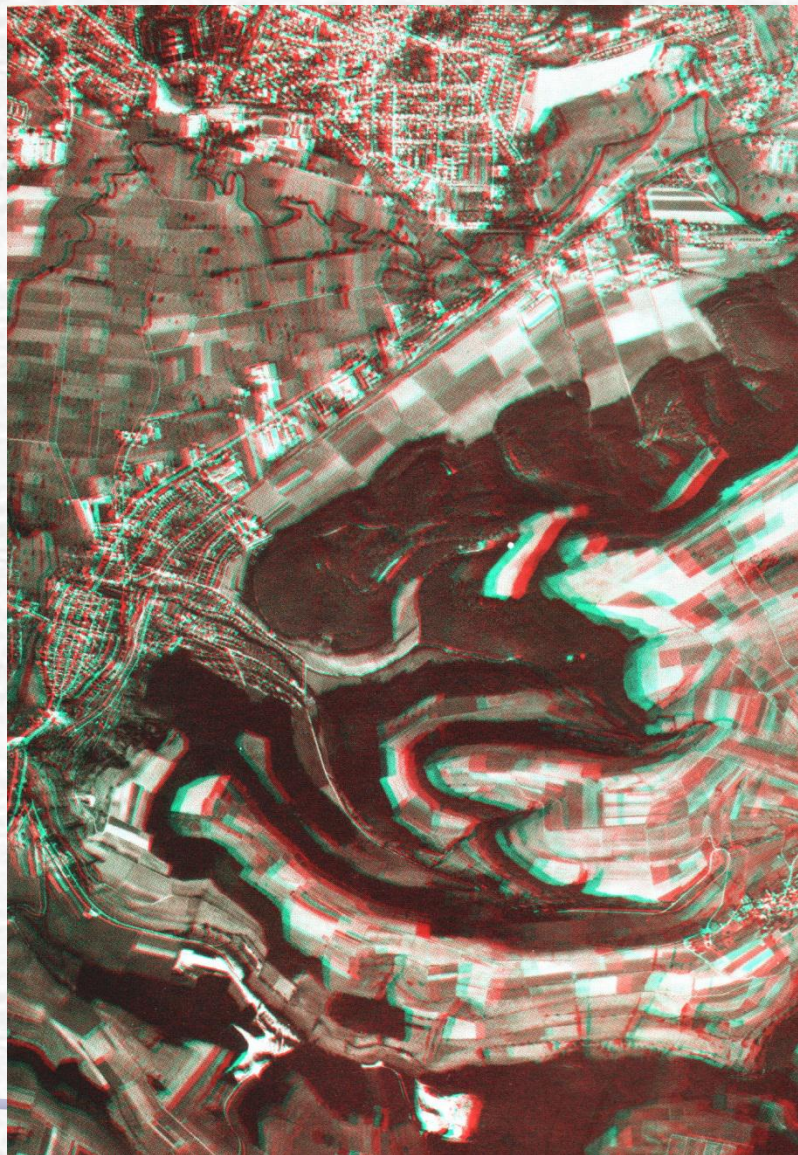
互补色眼镜



红色影像 绿色影像



互补色 —— 如 红绿眼镜





像
对
的
立
体
观
察
方
法

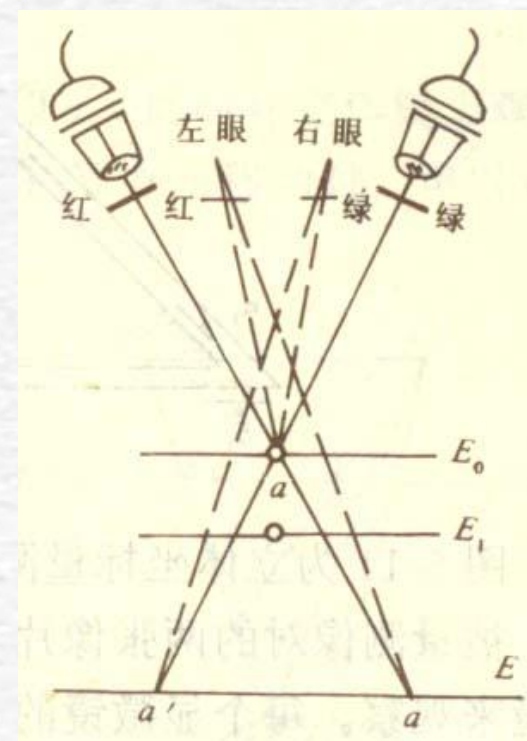
► 叠映影像立体观察

光闸法

在两投影光路中各安装一光闸
(一个打开、一个关闭)

观测者双眼分别带上与投影器
光闸同步的光闸眼镜

光闸起闭频率 $> 100\text{Hz}$



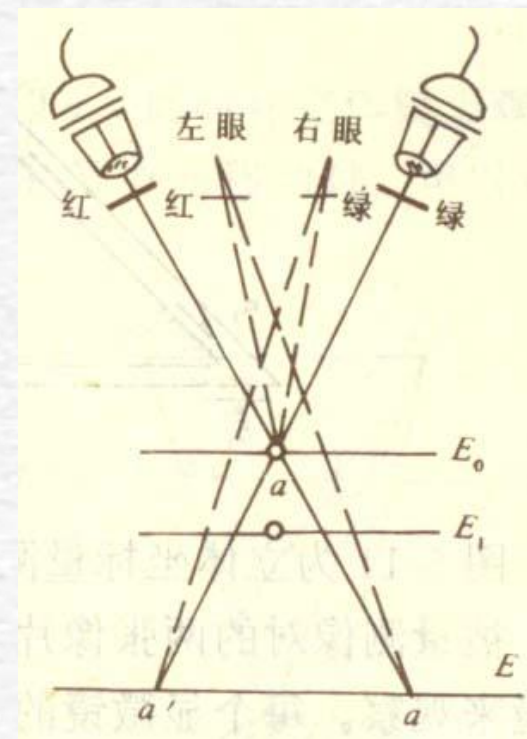
像
对
的
立
体
观
察
方
法

➤ 叠映影像立体观察

偏振光法

在两投影光路中安装两块偏振平面互成 90° 的起偏镜

观测者带上一副检偏镜片与起偏镜相同
左右偏振平面相互垂直



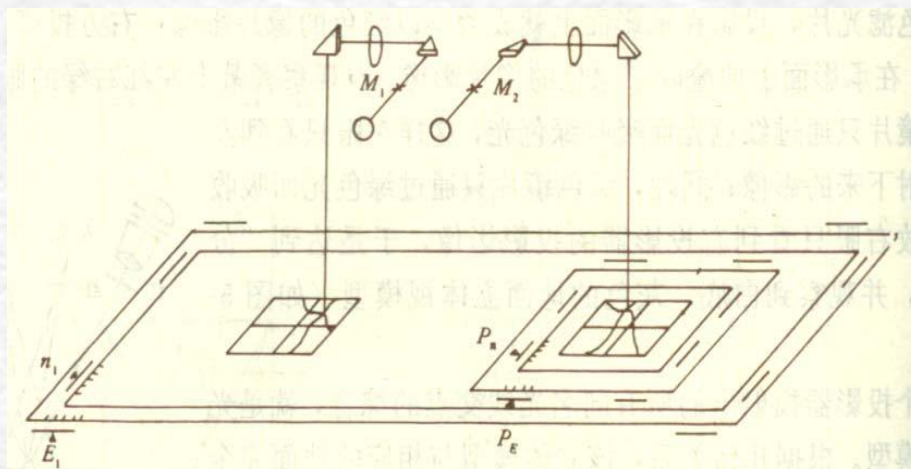
•液晶闪闭法

由液晶眼镜和红外发生器组成，使用时红外发生器的一端与通用的图形显示卡相连，图像显示软件按照一定的频率交替显示左右图像，红外发生器则同步地发射红外线，控制液晶眼镜交替闪闭，从而达到左右眼睛各看一张像片的目的。



像对的立体观察方法

► 双目镜观测光路的立体观察

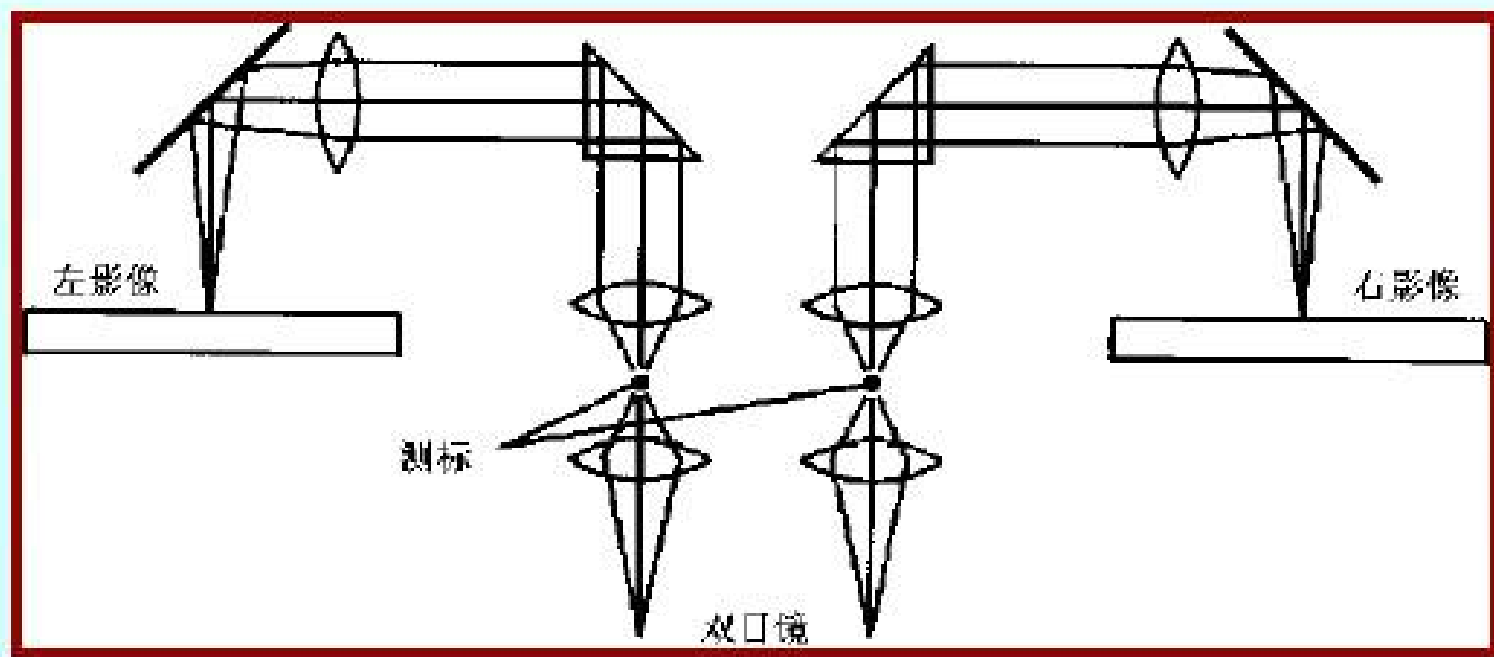
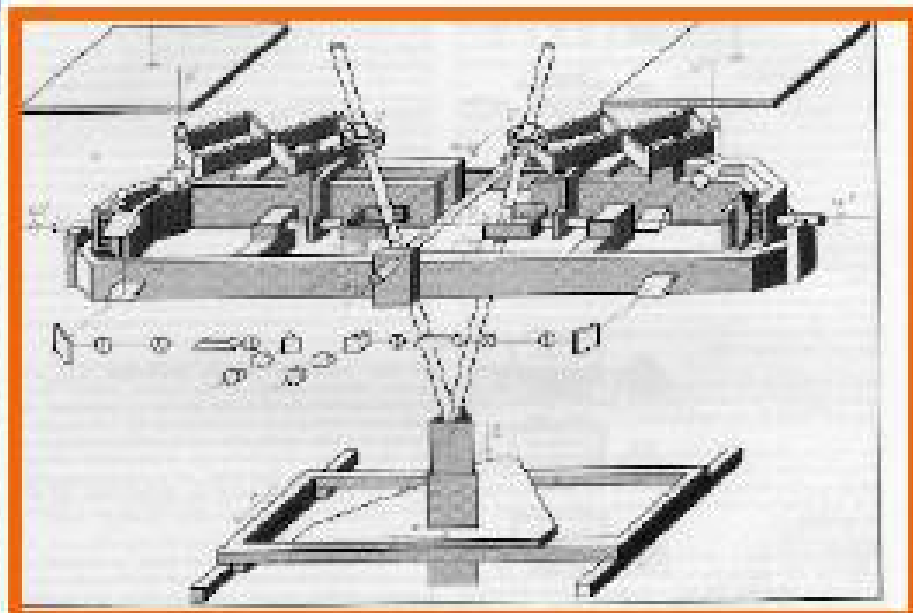


通过双筒望远镜观察

每个望远镜像面有一固定的测标

像片可在两个相互垂直方向共同移动，也可一张像片相对于另一张像片移动

可以分别对左右像片进行调焦、亮度调节及必要旋转，观测系统放大倍率可调节



2. 立体量测

- **立体像对**：在两摄站点对同一地面景物摄取有一定影像重叠的两张像片
- **双像立体测图**是指利用一个**立体像对**重建地面立体几何模型，并对该几何模型进行量测，直接给出符合规定比例尺的地形图，获取地理基础信息。
- 使用立体像对构建地面立体模型的方法称为**立体摄影测量**。

2. 立体量测

- 在摄影测量中不仅需要像对进行立体观察，建立立体模型，而且还需要对立体模型进行量测。

《摄影测量学》第四章

二，双目视觉几何基础



摄影测量

二维影像

三维空间立体



2→3



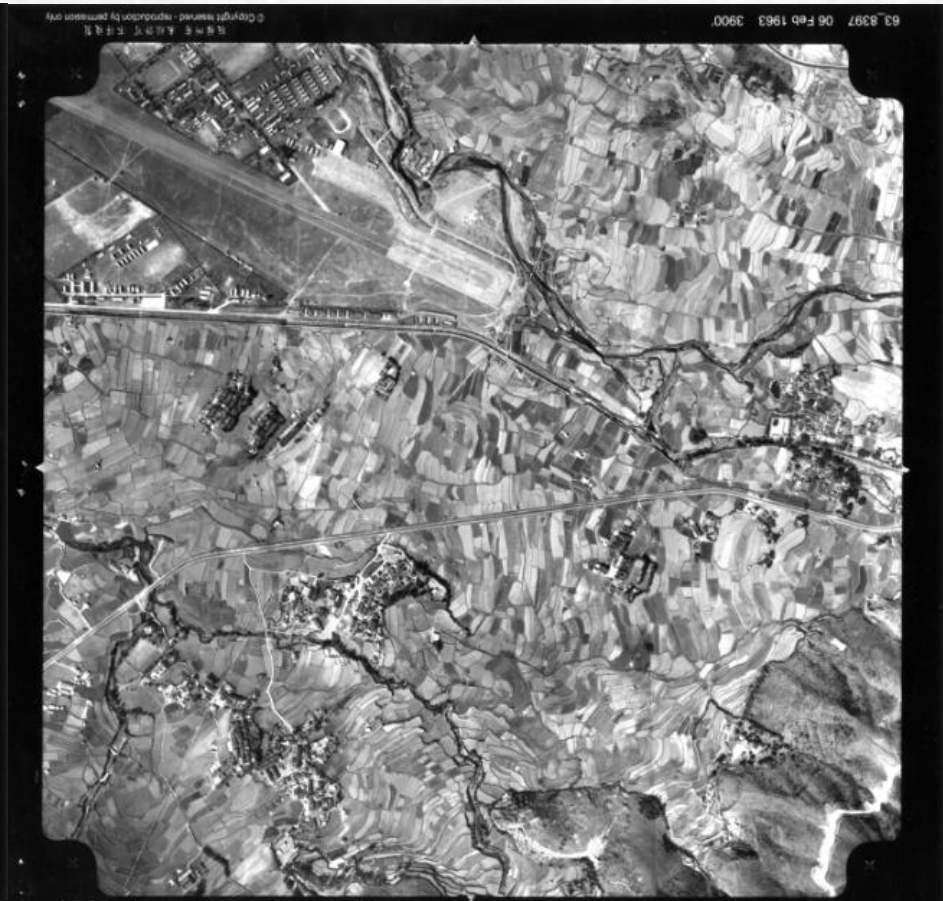
摄影测量的基本任务：求解影像外方位元素

基本方法：

- 1, 利用共线条件方程式（单像空间后方交会）
- 2, 相对定向->模型连接->绝对定向->地面点坐标->空间后方交会



左影像



右影像

立体像对：(同一传感器)在不同位置获取的同一场景的两幅影像



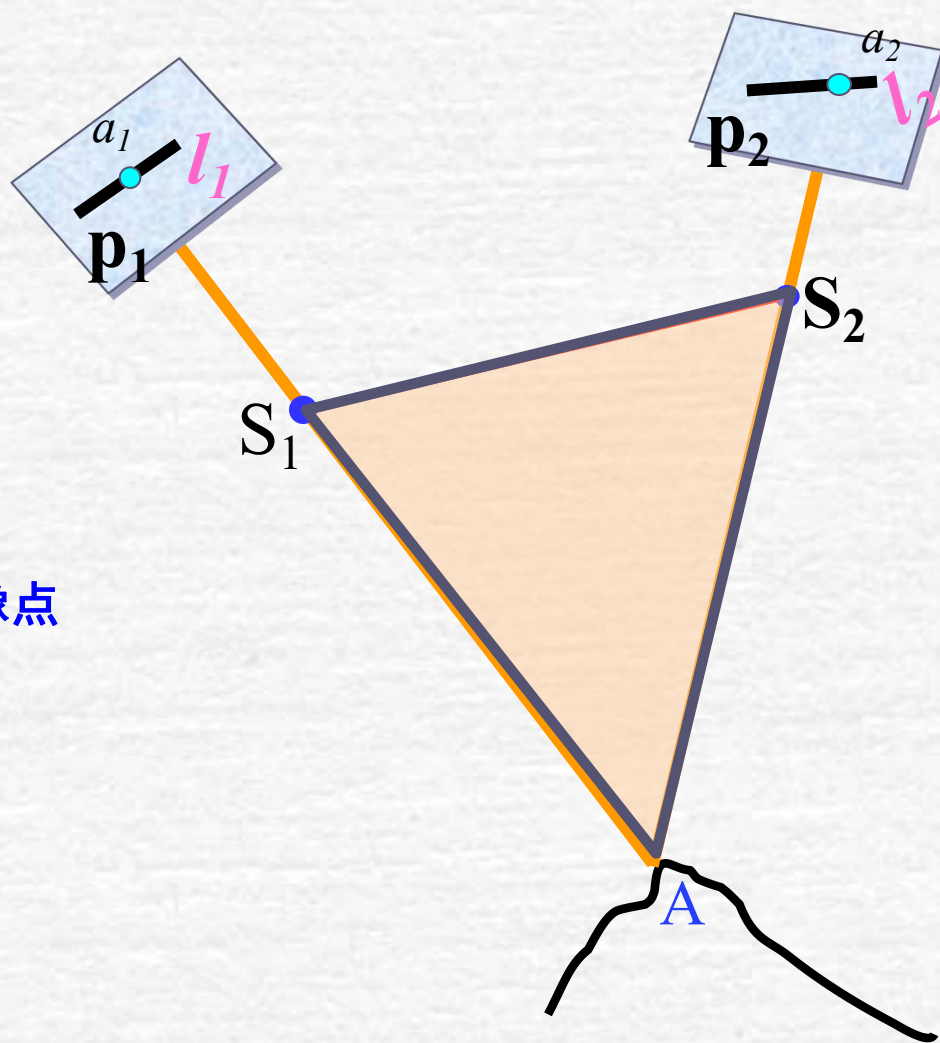
左影像

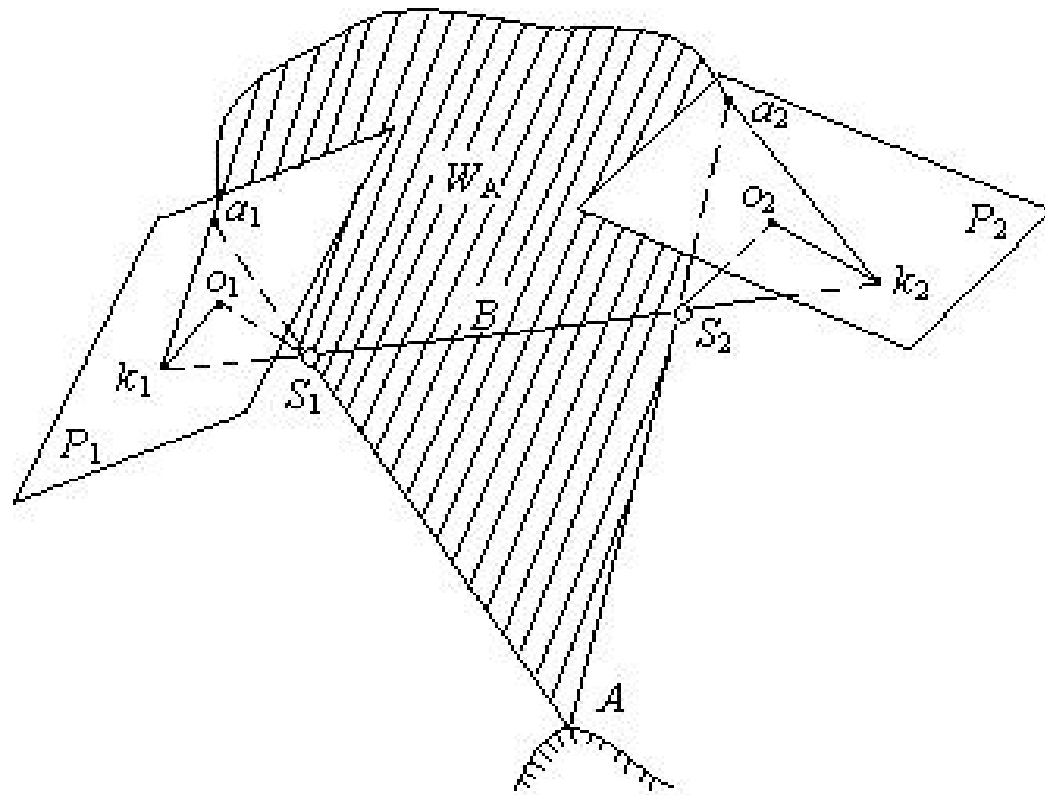


右影像

一、立体像对的重要点线面

- 1 摄影基线：两个摄影中心的连线
- 2 同名像点：地面点在不同影像上的像点
- 3 同名光线：地面点与同名点的连线
- 4 核面：过摄影基线的平面
- 5 同名核线：核面与像平面的交线





1 核点：摄影基线与像平面的交点（核线必过核点）

2 主核面：过像主点的核面

3 垂核面：与地面垂直的核面

- **核点**：基线的延长线与左右像片面的交点。

$$k_1、k_2$$

- **核线**：核面与像片的交线，核线会聚于核点

$$k_1a_1、k_2a_2$$

✓ 在倾斜像片上诸核线汇聚于核点。

✓ 同名核线，同名像点在同名核线上

- **主核面**：通过像主点的核面。一般情况下，通过左右像片主点的两个主核面不重合，成为左主核面和右主核面。
- **垂核面**：通过像底点的核面。一个像对只有一个垂核面。

二、立体像对的相对定向

目的:

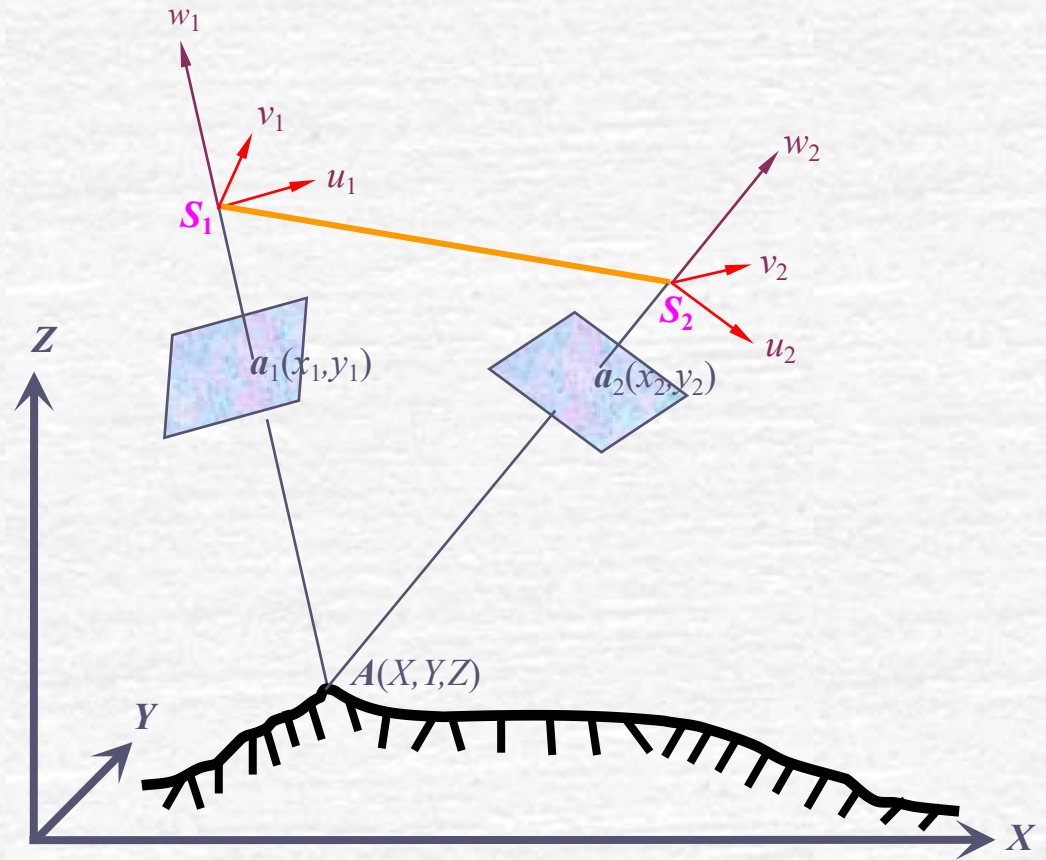
构建一个与地面相似,但大小和方向任意的地面模型。

理论基础:

立体相对构成立体视觉

技术:

立体像对的相对定向



三、相对定向的数学模型

共面条件方程(摄影测量的第二个基本方程)

混合积为**0**:

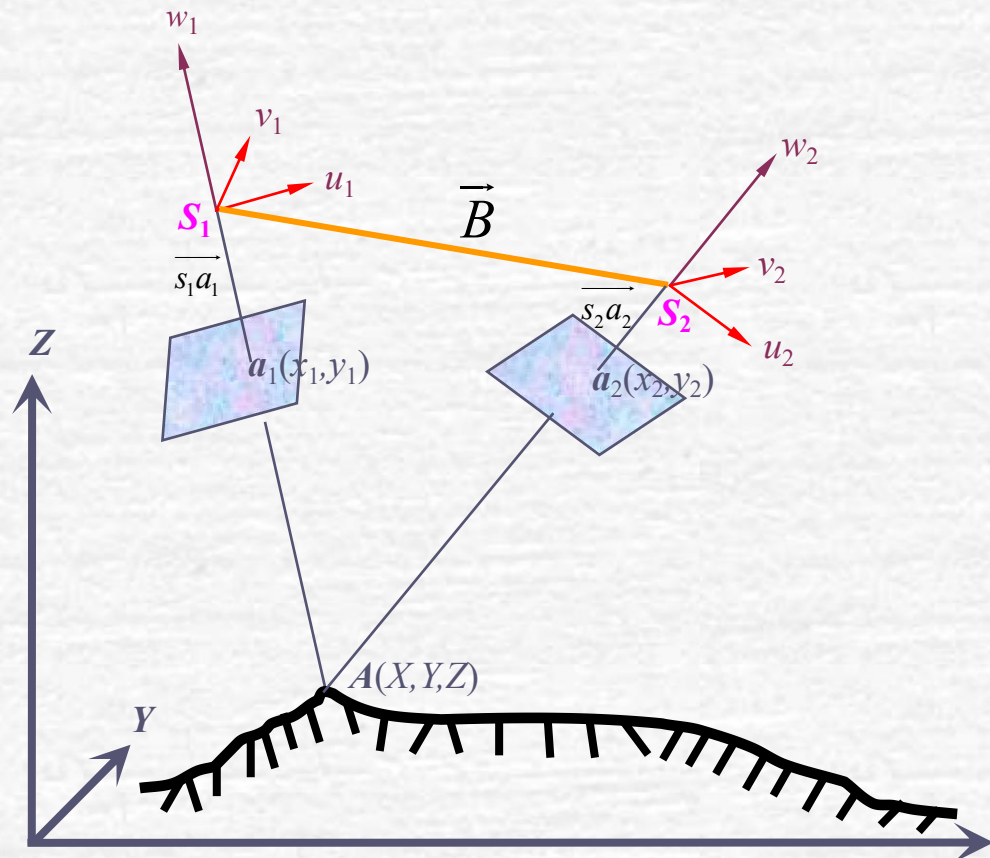
$$\vec{B} \bullet (s_1 \vec{a}_1 \times s_2 \vec{a}_2) = 0$$

行列式形式:

$$\begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X & Y & Z \\ X' & Y' & Z' \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

由像空间辅助坐标系的构建方法, 形成两种相对定向模型:

- 1, 连续模型法相对定向
- 2, 独立模型法相对定向



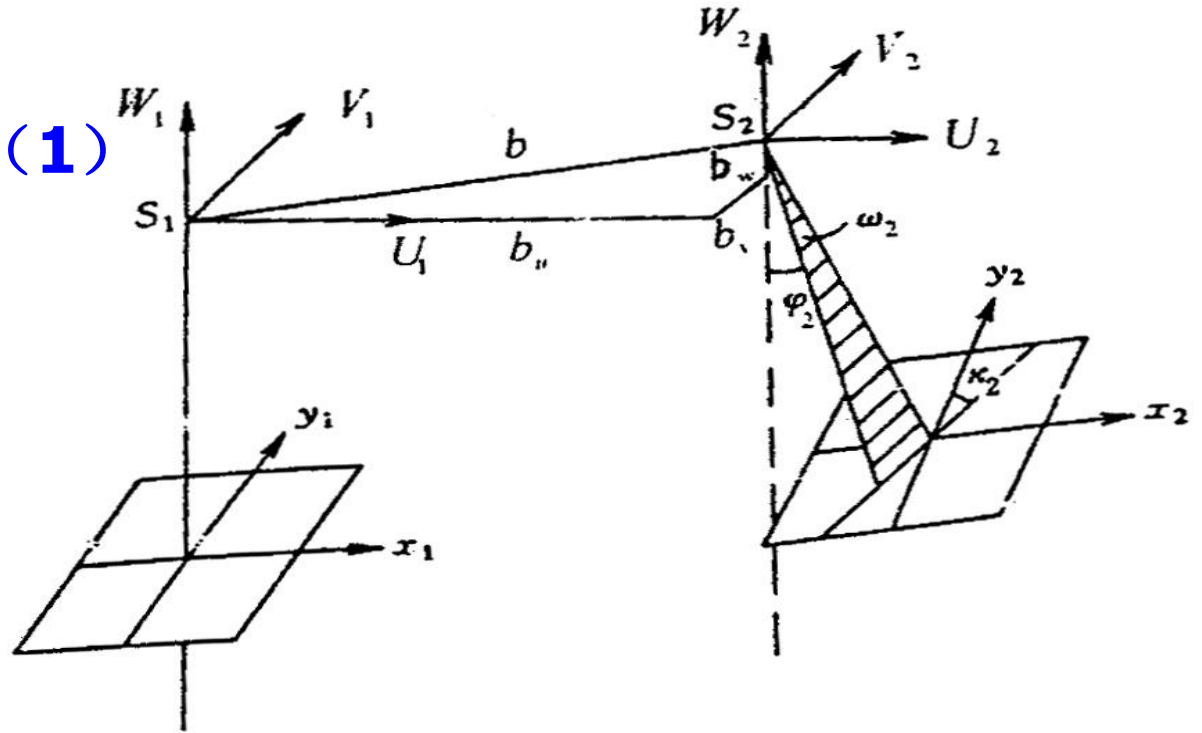
1. 连续法相对定向元素

以左像空间坐标系为基础，右像片相对于左像片的相对方位元素

$$\begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X & Y & Z \\ X' & Y' & Z' \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ -f' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{bmatrix}$$



R为使用 ϕ_2 、 ω_2 、 κ_2 组成的旋转矩阵

式 (1) 中有5个未知数，即 $b_y=B_y/B_x$ 、 $b_z=B_z/B_x$ 、 ϕ_2 、 ω_2 、 κ_2 ，成为连续模型法的5个相对方位元素。由于每对同名点可以列出一个方程，因此要求5个相对方位元素，至少需要5对同名点。

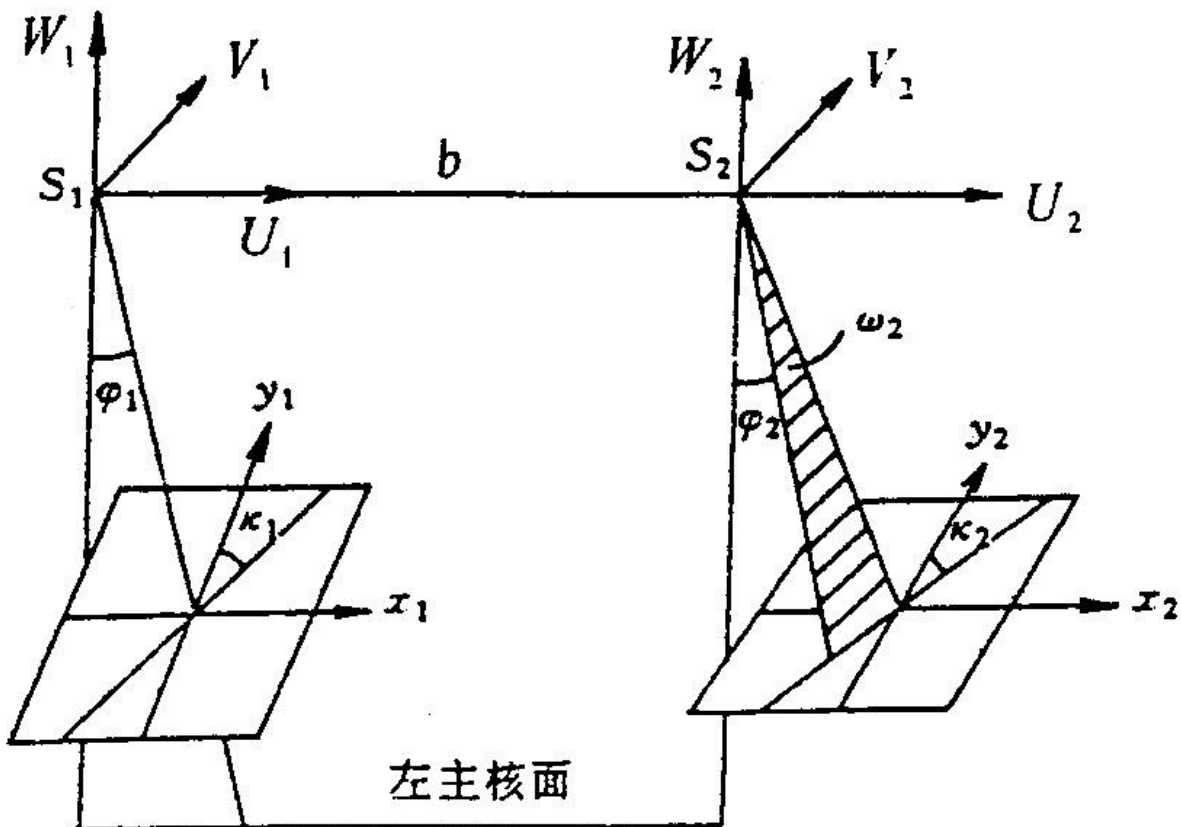
2. 单独法相对定向

在以左摄影中心为原点、左主核面为 UW 平面、摄影基线为 U 轴的右手空间直角坐标系中，左右像片的相对方位元素

$$\begin{vmatrix} B_x & B_y & B_z \\ X & Y & Z \\ X' & Y' & Z' \end{vmatrix} = 0 \quad (1)$$

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = R_1 \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} X' \\ Y' \\ Z' \end{bmatrix} = R_2 \begin{bmatrix} x' \\ y' \\ -f' \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} B_x \\ B_y \\ B_z \end{bmatrix}$$



R_1 为使用 ϕ_1 、 ω_1 、 κ_1 组成的旋转矩阵； R_2 为 ϕ_2 、 ω_2 、 κ_2 组成的旋转矩阵； $(B_x, B_y, B_z) = (1, 0, 0)$ 。与连续模型法相对定向一样，式(1)有5个未知参数，分别为 ϕ_1 、 κ_1 、 ϕ_2 、 ω_2 、 κ_2 ，称为单独法相对定向的相对方位元素，至少需要5对同名点求解。