

# 武汉大学 2007~2008 学年上学期

## 《摄影测量基础》试卷 (A)

学号：                      姓名：                      院系： 遥感信息工程    专业： 遥感科学与技术    得分：

---

### 一、填空题 (25 分，每空 1 分)

- 1、中心投影的共线条件方程表达了 摄影中心、像点 和 对应地物点 三点位于 同一直线 的几何关系，利用其解求单张像片 6 个外方位元素的方法称为 单片空间后方交会，最少需要 3 个 平高地面控制 点。
- 2、摄影测量中，为了恢复立体像对两张像片之间的相互位置关系，可以根据左右像片上的 同名像点 位于 同一核面 的几何条件，采用 相对定向 方法来实现，最少需要量测 5 对同名像点。
- 3、摄影测量发展经历了 模拟摄影测量、解析摄影测量 和 数字摄影测量 三个阶段。
- 4、矩阵  $Q_w P$  主要用于研究 观测值的可靠性，其秩等于 平差系统的多余观测数。
- 5、摄影测量中常用的坐标系有 像平面坐标、像空间坐标、像空间辅助坐标、地面摄影测量坐标、大地测量坐标。
- 7、空间坐标变换中的正交变换矩阵的 9 个元素中只有 3 个独立元素。
- 8、摄影测量加密按数学模型可分为 航带法、独立模型法 和 光束法 三种。

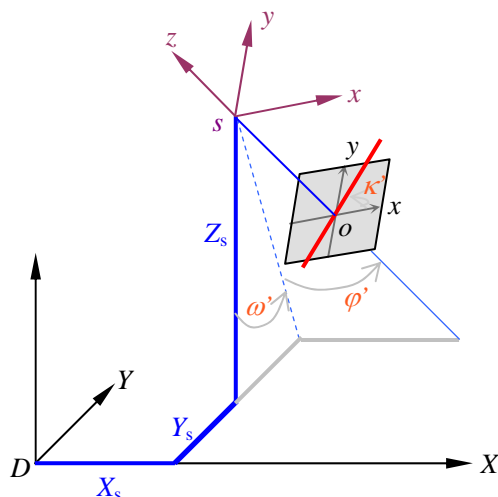
### 二、名词解释 (15 分，每个 3 分)

- 1、影像核线：立体像对中，同名光线与摄影基线所组成核面与左右像片的交线
- 2、内部可靠性：一定假设条件下，平差系统所能发现的模型误差的下限值
- 3、人造立体视觉：人眼观察立体像对获得立体视觉的效应。人造立体视觉需要满足 4 个条件：在不同摄站获取具有一定重叠度的两张影像；一只眼眼睛只能看一张像片；两张像片上同名点的连线大致与眼基线平行；两张像片的摄影比例尺相差不大，一般不超过 15%
- 4、单模型绝对定向：相对定向所构建的立体模型经平移、缩放、旋转后纳入到地面坐标系中的过程
- 5、GPS 辅助空中三角测量：将基于载波相位观测量的动态 GPS 定位技术获取的摄影中心曝光时刻的三维坐标作为带权观测值，引入光束法区域网平差中，整体求解影像外方位元素和加密点的地面坐标，并对其质量进行评定的理论和方法

### 三、简答题（40 分，每题 10 分）

1、画图示意以  $X$  轴为主轴的航摄像片的 6 个外方位元素，并说明图中各符号的意义。

【答】航摄像片的 6 个外方位元素如下图所示。其中,  $D-XYZ$  为地面摄影测量坐标系  $s-xyz$  为像空间坐标系;  $o-xy$  为像平面坐标系。 $X_s, Y_s, Z_s$  为像片外方位线元素,  $\omega'$  为旁向倾角,  $\varphi'$  为航向倾角,  $\kappa'$  为像片旋转角。



2、今利用带 POS 系统的数字航摄影定点拍摄了一立体像对，试问如何快速确定感兴趣点的地面三维坐标？在 POS 系统提供的影像外方位元素无误差的情况下，简要叙述其计算过程。

【答】首先人工量测或者自动匹配获取感兴趣的同名点像平面坐标。在无控制点的情况下，直接利用 POS 提供的外方位元素进行同名点前方交会，获取地面点的三维空间坐标；如有足够多的控制点，则先利用共线方程解求精确的像片外方位元素，并对 POS 提供的数据进行检校，然后再进行前方交会获取地面三维坐标。

当外像片方位元素无误差时，具体计算过程如下：

- (1) 量测并计算像点坐标:  $x_1, y_1, x_2, y_2$ ;
- (2) 根据 POS 系统提供的像片外方位线元素计算摄影基线分量:  $B_X, B_Y, B_Z$ ;
- (3) 根据 POS 系统提供的外方位角元素计算同名像点的像空辅助坐标:  $X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, Z_2$ ;
- (4) 计算点投影系数:  $N_1, N_2$ ;
- (5) 计算地面点的三维坐标:  $X, Y, Z$ 。

3、设在航高  $H$  处利用主距为  $f$  的航摄影对同一地物拍得一张理想的和一张倾斜的航摄像片，试推导某地物点在两张像片上构像的像平面坐标间的几何关系，并详细说明式中各符号的意义。

【答】 根据共线条件方程，倾斜像片上一像点的像平面坐标与其对应地面点的三维坐标具有如下关系：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = \lambda \mathbf{R}^{-1} \begin{bmatrix} X_A - X_S \\ Y_A - Y_S \\ Z_A - Z_S \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中， $x, y$  为像点的像平面坐标； $f$  为航摄影主距； $X_A, Y_A, Z_A$  为地面点坐标； $X_S, Y_S, Z_S$  为像片外方位线元素； $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix}$  表示由像片外方位角元素组成的正交变换矩阵。对于同一

摄站所拍摄的理想像片  $\mathbf{R}$  为单位阵，当同一地面点在理想像片的构像为  $x_t, y_t$  时，有

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t \\ -f \end{bmatrix} = \lambda_t \begin{bmatrix} X_A - X_S \\ Y_A - Y_S \\ Z_A - Z_S \end{bmatrix} \quad (2)$$

将 (1) 式代入 (2) 式，得到：

$$\begin{bmatrix} x_t \\ y_t \\ -f \end{bmatrix} = \frac{\lambda_t}{\lambda} \mathbf{R} \begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} \quad (3)$$

展开后得到：

$$\begin{aligned} x_t &= -f \frac{a_1 x + a_2 y - a_3 f}{c_1 x + c_2 y - c_3 f} \\ y_t &= -f \frac{b_1 x + b_2 y - b_3 f}{c_1 x + c_2 y - c_3 f} \end{aligned} \quad (4)$$

(4) 式即为某地物点在两张像片上构像的像平面坐标间的几何关系。

4、如图 1 所示，已知物空间上的一点A高出平均高程面E为 $h$ ，若航摄影在S处对其进行摄影，则在像片P上会产生投影差  $\delta_h$ ，请在图 1 中图示  $\delta_h$ 。

【答】 图 1 所示的红色线段为  $\delta_h$ 。其中， $n$  为像底点， $i$  为主合点。

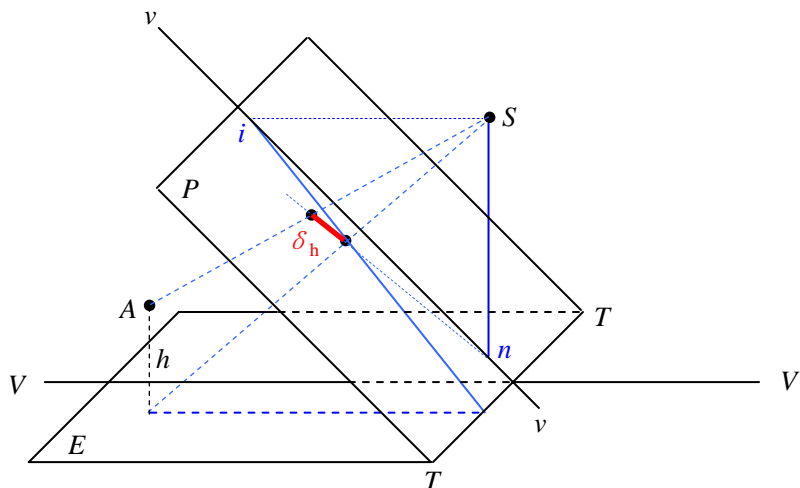


图 1

#### 四、综合题（20 分，第①、②题各 5 分，第③题 10 分）

设某区域覆盖有 3 条航线 14 张像片（图 2），当采用光束法区域网平差时

- ① 当控制点无误差时，观测值个数  $n$ 、未知数个数  $t$ 、多余观测数  $r$ ；
- ② 按最小带宽原则在图 2 中标出像片排列顺序号并求出带宽；
- ③ 绘出改化法方程系数矩阵结构图(保留像片外方位元素)。

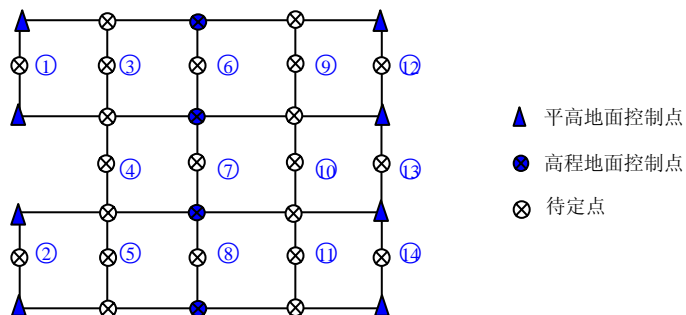


图 2

【答】① 当控制点无误差时

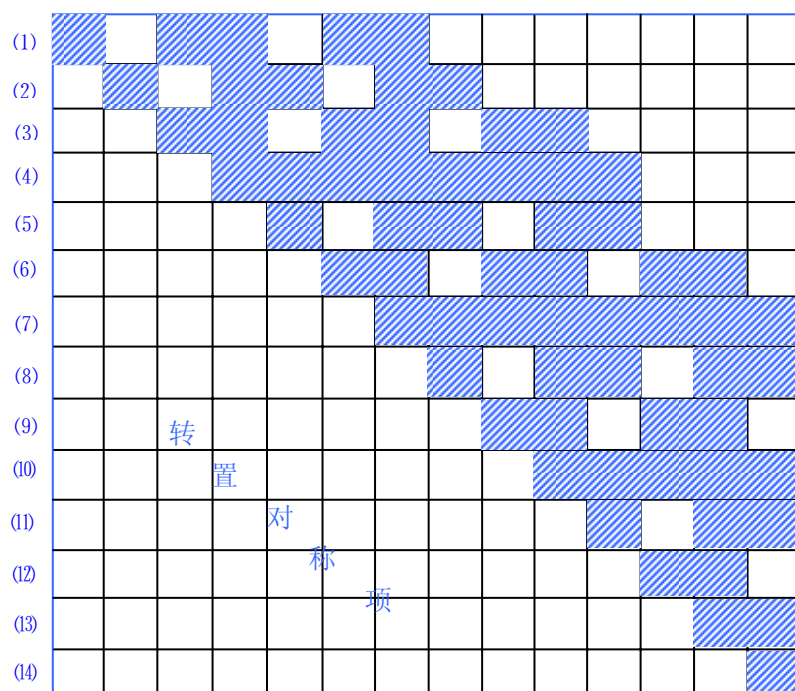
观测值个数为： $n = (8 \times 9 + 6 \times 6) \times 2 = 216$ ；

未知数个数为： $t = 6 \times 14 + 22 \times 3 + 2 \times 4 = 158$ ；

多余观测数为： $r = n - t = 216 - 158 = 58$ 。

- ② 若按航线方向编排像片，则带宽为  $(5 + 3) \times 6 = 48$ ；  
若按垂直航线方向编排像片，带宽为  $(2 \times 3 + 2) \times 6 = 48$ ；  
由此可见，无论如何排列像片，带宽是相同的。图 2 给出了像片的排列顺序号。

- ③ 下图为垂直航向排列像片的改化法方程系数结构图。



改化法方程系数结构图