

# 《摄影测量学》答卷（A）

## 一、填空题（20 分，每空 1 分）

- 1、摄影测量中常用的坐标系有 像平面直角坐标系、像空间直角坐标系、像空间辅助坐标系、地面摄影测量坐标系、地面测量坐标系。
- 2、解求单张像片的外方位元素最少需要 3 个 平高地面控制 点。
- 3、GPS 辅助空中三角测量的作用是 大量减少甚至完全免除地面控制点，缩短成图周期，提高生产效率，降低生产成本。
- 4、两个空间直角坐标系间的坐标变换最少需要 2 个 平高 和 1 个 高程 地面控制点。
- 5、摄影测量加密按平差范围可分为 单模型、单航带 和 区域网 三种方法。
- 6、摄影测量的发展经历了 模拟摄影测量、解析摄影测量 和 数字摄影测量 三个阶段。
- 7、恢复立体像对左右像片的相互位置关系依据的是 共面条件 方程。
- 8、法方程消元的通式为  $\bar{N}_{i,i+1} = \frac{N_{i,i+1} - N_{i,i}^T \bar{N}_{i,i}^{-1} N_{i,i}}{1 - N_{i,i}^T \bar{N}_{i,i}^{-1} N_{i,i}}$ 。

## 二、名词解释（20 分，每个 4 分）

- 1、内部可靠性：一定假设下，平差系统所能发现的模型误差的最小值。
- 2、绝对定向元素：确定模型在地面空间坐标系中的绝对位置和姿态的参数。
- 3、像主点：相机主光轴与像平面的交点。
- 4、带状法方程系数矩阵的带宽：带状法方程系数矩阵的主对角线元素沿某行（列）到最远非零元素间所包含未知数的个数。
- 5、自检校光束法区域网平差：选用若干附加参数构成系统误差模型，在光束法区域网平差中同时解求这些附加参数，从而在平差过程中自行检定和消除系统误差影响的区域网平差。

## 三、简答题（45 分，每题 15 分）

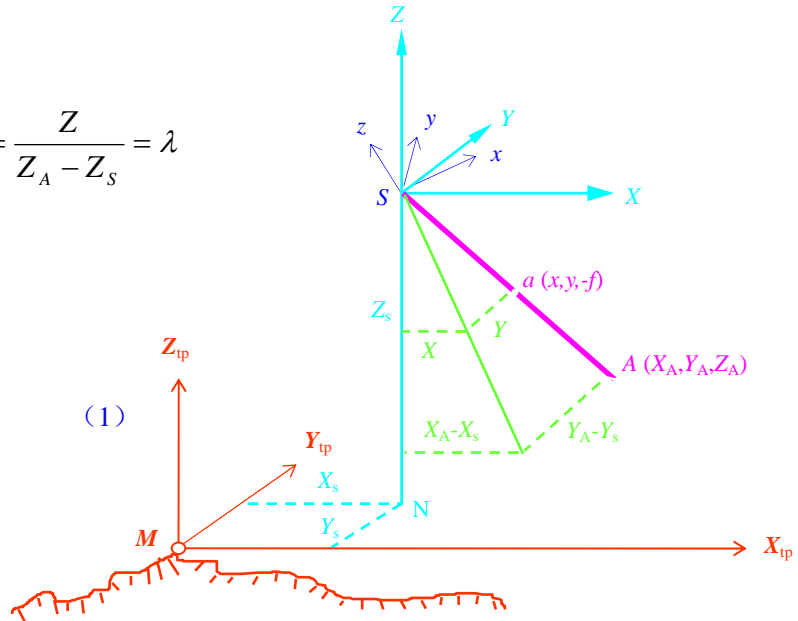
1、推导摄影中心点、像点与其对应物点三点位于一条直线上的共线条件方程，并简要叙述其在摄影测量中的主要用途。

【答】 设摄影中心  $S$  在某一规定的物方空间右手直角坐标系中的坐标为  $(X_s, Y_s, Z_s)$ ，任一地面点  $A$  在该物方空间坐标系中的坐标为  $(X_A, Y_A, Z_A)$ ， $A$  在像片上的构像  $a$  在像空间坐标和像空间辅助坐标分别为  $(x, y, -f)$  和  $(X, Y, Z)$ ，摄影时  $S$ 、 $a$ 、 $A$  三点共线(如下图)且满足如下关系：

$$\frac{X}{X_A - X_s} = \frac{Y}{Y_A - Y_s} = \frac{Z}{Z_A - Z_s} = \lambda$$

即

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \lambda \begin{bmatrix} X_A - X_s \\ Y_A - Y_s \\ Z_A - Z_s \end{bmatrix} \quad (1)$$



又像空间坐标与像空间辅助坐标系满足：

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ -f \end{bmatrix} = \mathbf{R} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中， $\mathbf{R} = \begin{bmatrix} a_1 & a_2 & a_3 \\ b_1 & b_2 & b_3 \\ c_1 & c_2 & c_3 \end{bmatrix}$  为由像片外方位角元素组成的正交变换矩阵。

将 (2) 式写成纯量形式并用第一、二式分别除以第三式，可得

$$\begin{aligned} x &= -f \frac{a_1(X_A - X_s) + b_1(Y_A - Y_s) + c_1(Z_A - Z_s)}{a_3(X_A - X_s) + b_3(Y_A - Y_s) + c_3(Z_A - Z_s)} \\ y &= -f \frac{a_2(X_A - X_s) + b_2(Y_A - Y_s) + c_2(Z_A - Z_s)}{a_3(X_A - X_s) + b_3(Y_A - Y_s) + c_3(Z_A - Z_s)} \end{aligned} \quad (3)$$

(3) 式就表示了摄影中心点、像点与其对应物点三点位于一条直线上的共线条件方程。

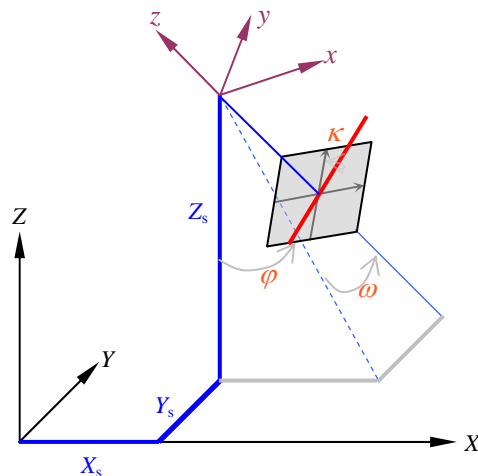
共线条件方程在摄影测量中的主要应用如下：

➤ 单片后方交会和立体模型的空间前方交会；

- 求像底点的坐标；
- 光束法平差中的基本方程；
- 解析测图仪中的数字投影器；
- 航空摄影模拟；
- 利用 DEM 进行单张像片测图。

2、像片外方位元素的作用是什么？用图示意以  $y$  轴为主轴的航摄像片的外方位元素。

【答】 像片外方位元素可用于恢复摄影瞬间像片在物方空间坐标系中的位置  $(X_s, Y_s, Z_s)$  和姿态  $(\varphi, \omega, \kappa)$  的。以  $y$  轴为主轴的航摄像片的外方位元素可示于下图：



3、如果拥有一套 POS 系统，你打算如何用其快速确定地面点的三维坐标（简要叙述基本思想和具体解算过程）？

【答】 由 POS 系统获得像片的 6 个外方位元素。当没有地面控制点时，直接利用同名点前方交会，获得地面点坐标；当有控制点时，先利用共线方程对 POS 系统获得的像片外方位元素进行检校，消除系统误差，然后利用同名像点前方交会可获得地面坐标。具体解算过程如下：

- ✧ 同名像点识别，量测像点坐标  $x_1, y_1, x_2, y_2$ ；由 POS 系统获得的像片外方位线元素计算基线分量  $B_X, B_Y, B_Z$ ；
- ✧ 由 POS 系统获得的像片外方位角元素计算像空间辅助坐标  $X_1, Y_1, Z_1, X_2, Y_2, Z_2$ ；计算点投影系数  $N_1, N_2$ ；计算地面坐标  $X_A, Y_A, Z_A$ 。

#### 四、综合题（15 分）

设某区域由两条航线组成（如图 1 所示），试根据光束法区域网平差原理回答下列问题：

- 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 a 中标出像片排列顺序号并求出带宽；
- ③ 在图 b 中绘出改化法方程系数矩阵结构图(保留像片外方位元素)。

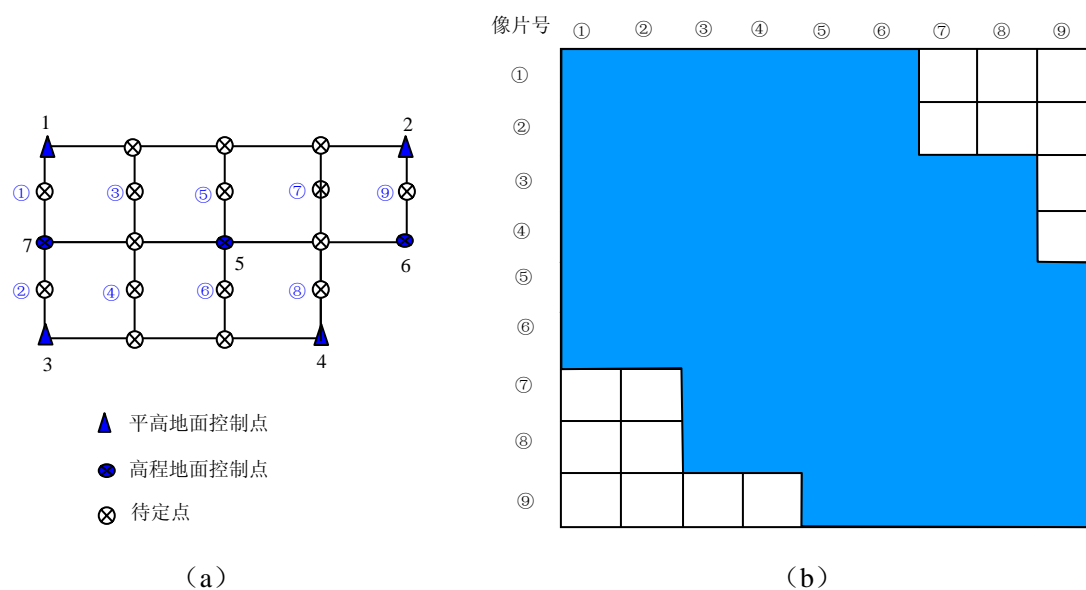


图 1

【答】1) 观测值个数  $n=(6 \times 4+9 \times 5) \times 2=138$ ;

未知数个数  $t=(6 \times 9+16 \times 3+3 \times 2)=108$ ;

多余观测数  $r=n-t=30$ 。

2) 按最小带宽原则，像片应按图(a)所示的垂直于航线方向排列；

带宽  $m=(2 \times 2+2) \times 6=36$ 。

3) 改化法方程系数矩阵结构如图(b)所示。