

# 航空摄影技术

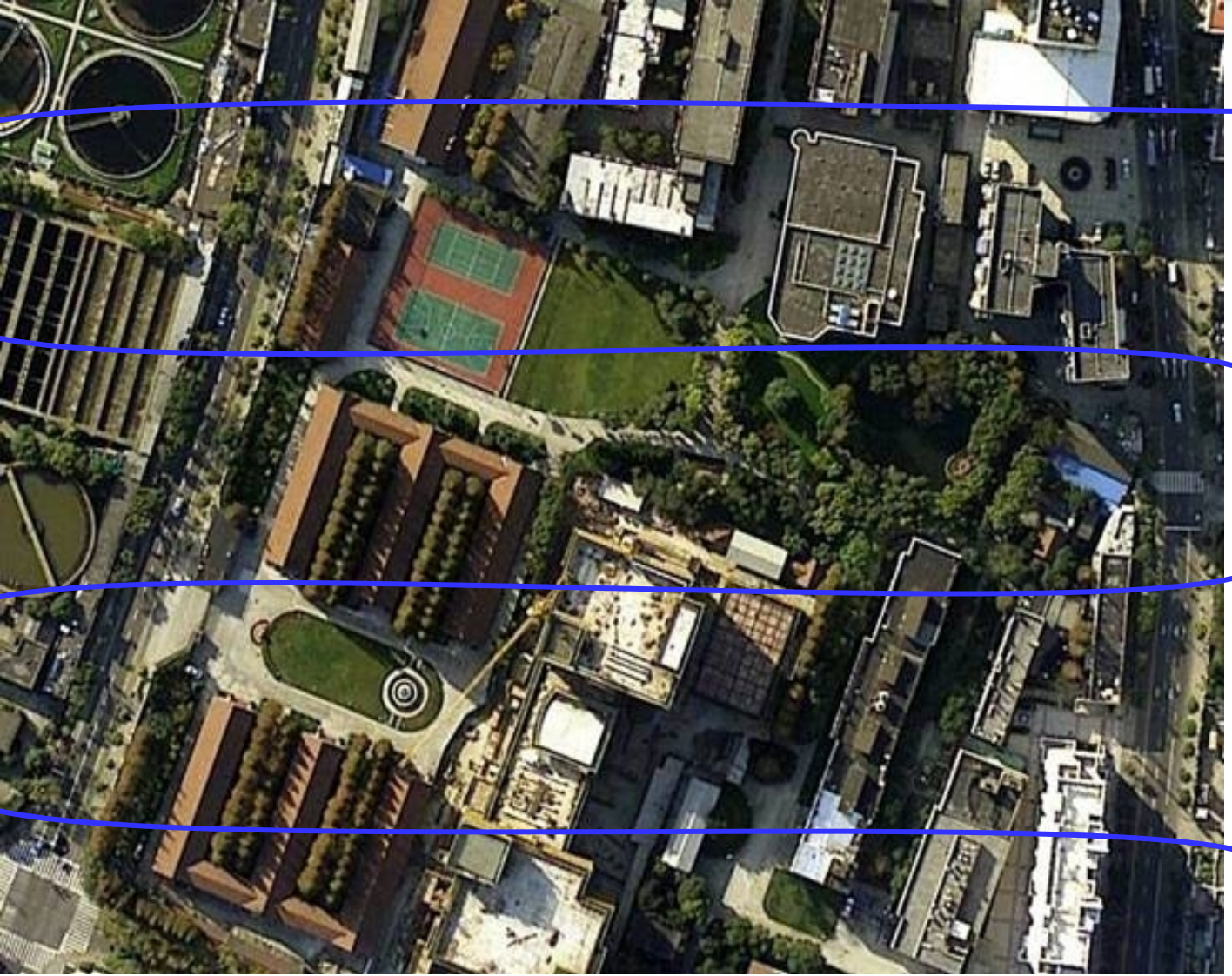
# 主要内容

- 1 航空摄影概述
- 2 航空摄影合同
- 3 航空摄影技术计划
- 4 航空摄影质量的要求与检查

## 1 航空摄影概述

### 1.1 航空摄影的概念

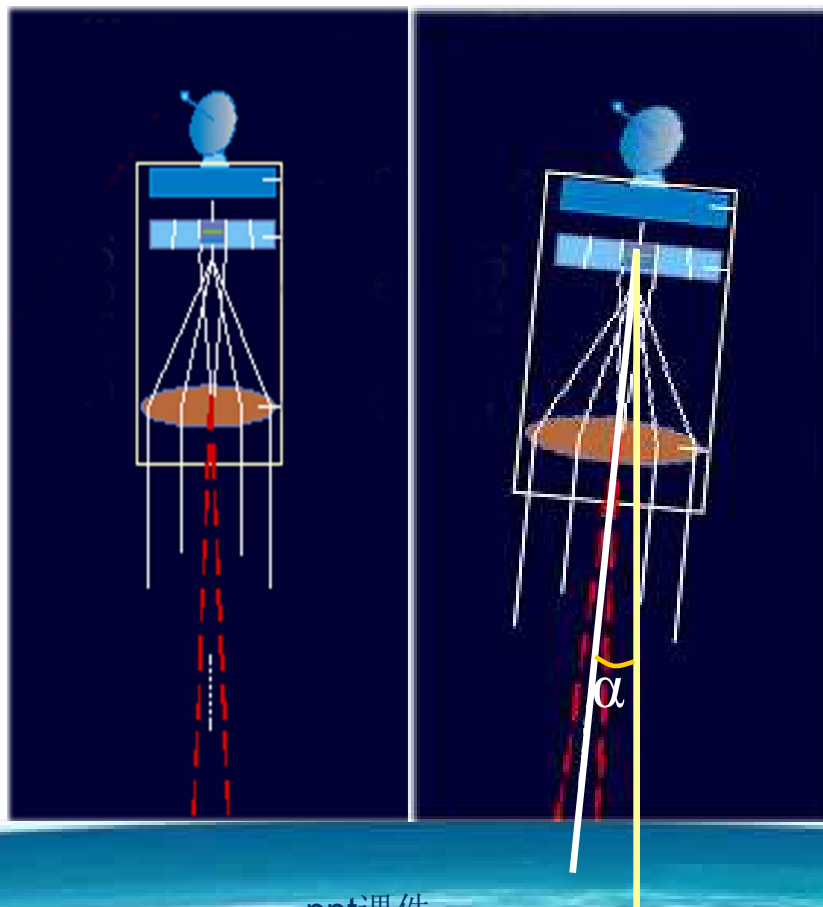
在飞机上利用航空摄影机（航摄仪）按照规定的技术要求摄取地面景物像片的过程称为**航空摄影**。



## 1 航空摄影概述

### 1.2 航空摄影的分类

像片倾斜角：摄影主光轴与铅垂线的夹角。



一般用 $\alpha$   
表示

## 1.2 航空摄影的分类

### 1.2.1 按航空摄影倾角分类

(1) 竖直航空摄影  $\alpha \leq 3^\circ$

(2) 倾斜航空摄影  $\alpha > 3^\circ$

## 1.2 航空摄影的分类

### 1.2.2 按航空摄影区域分类

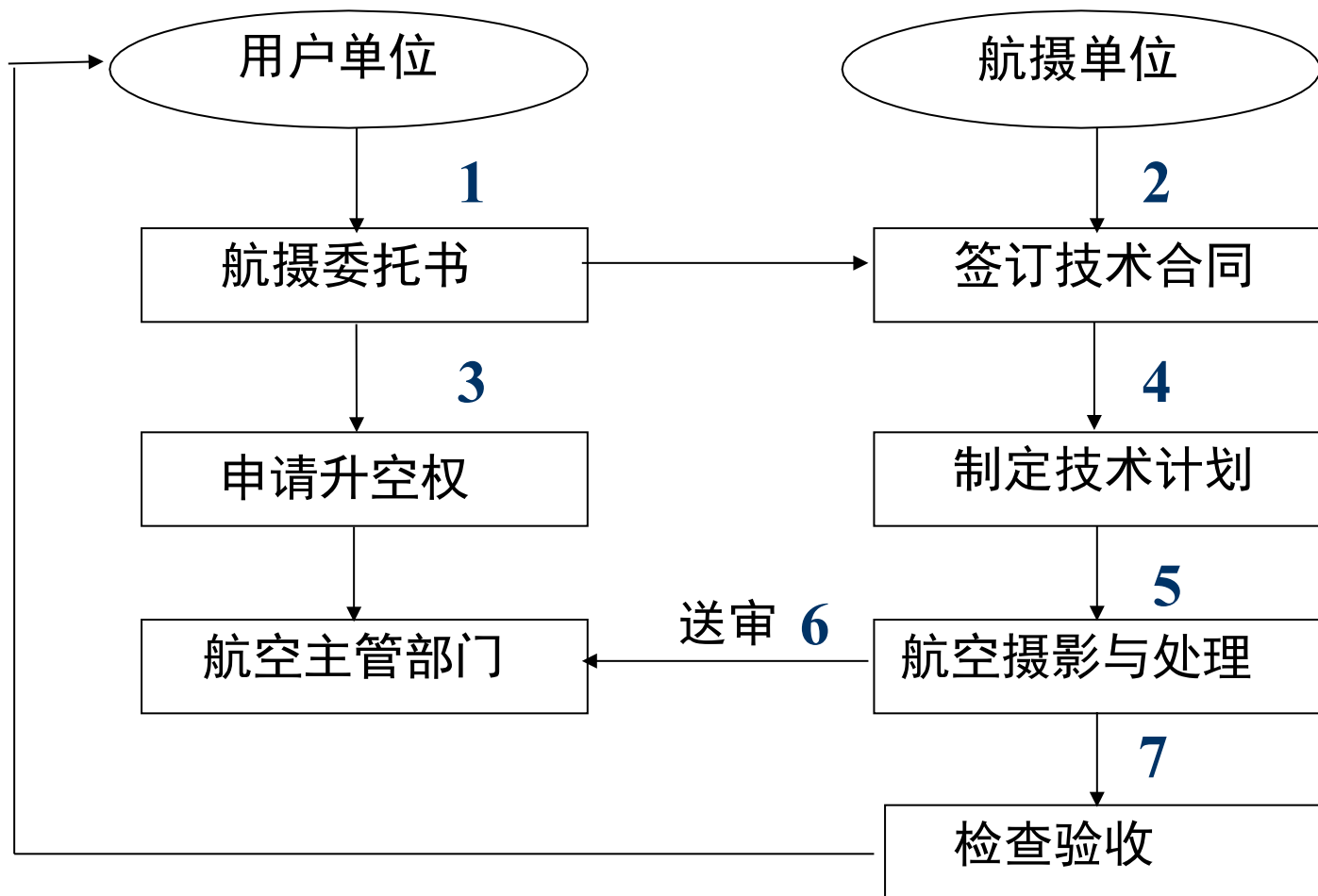
- (1) 大面积航空摄影
- (2) 线状地带航空摄影
- (3) 小面积或独立地块航空摄影

### 1.2.3 按航空摄影比例尺分类

- |              |                           |
|--------------|---------------------------|
| (1) 大比例尺航空摄影 | $1/m \geq 1/10000$        |
| (2) 中比例尺航空摄影 | $1/10000 > 1/m > 1/50000$ |
| (3) 小比例尺航空摄影 | $1/m \leq 1/50000$        |



## 1.3 航空摄影技术过程





## 1.4 航空摄影中的几个概念

1.4.1 重叠度

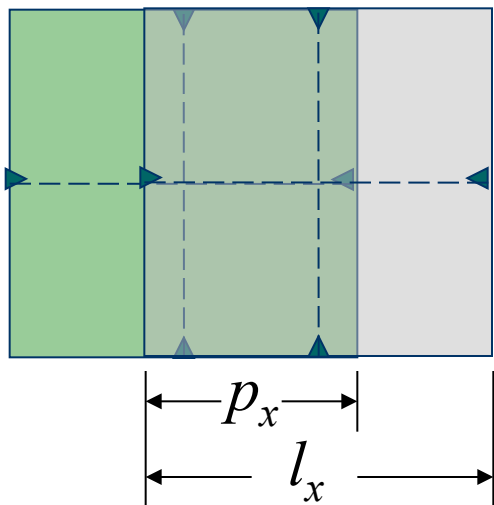
1.4.2 基高比

1.4.3 垂直夸大(超高感)

1.4.4 构架航线

## 1.4.1 重叠度

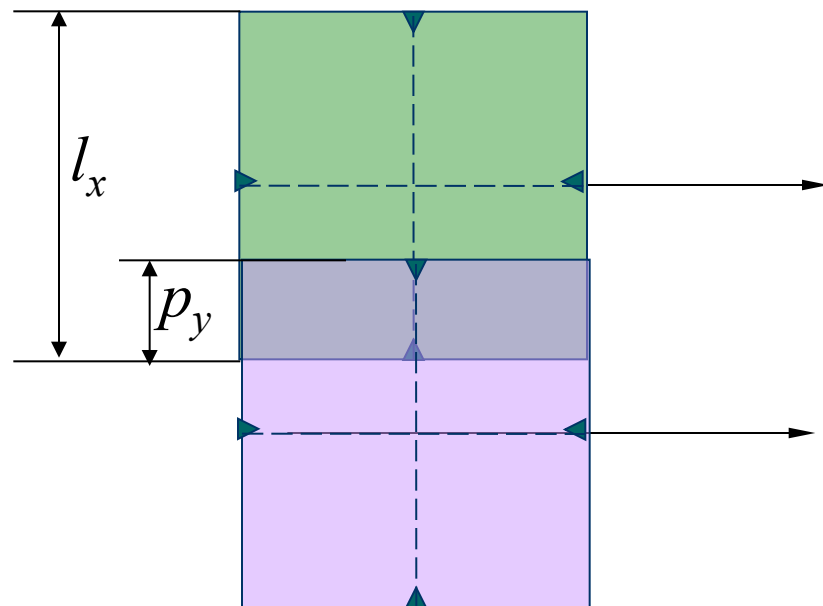
### (1) 航向重叠度



航线方向相邻像片的重叠长度与像片尺寸的百分比称为航向重叠度。

$$q_x = \frac{p_x}{l_x} 100\%$$

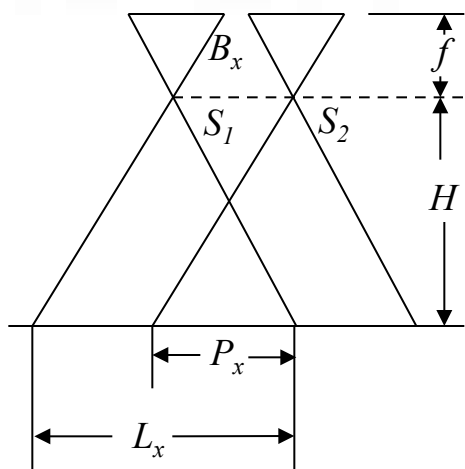
### (2) 旁向重叠度



相邻航线的重叠长度与像片尺寸的百分比称为旁向重叠度。

$$q_y = \frac{p_y}{l_y} 100\%$$

### (3) 用地面距离表示重叠度



$$P_x = m \cdot p_x \quad L_x = m \cdot l_x$$

$$q_x = \frac{mp_x}{ml_x} 100\% = \frac{P_x}{L_x} 100\%$$

相邻摄站间的距离 $B_x$ 称为摄影基线，相邻航线距离 $B_y$ 称为航线间隔。

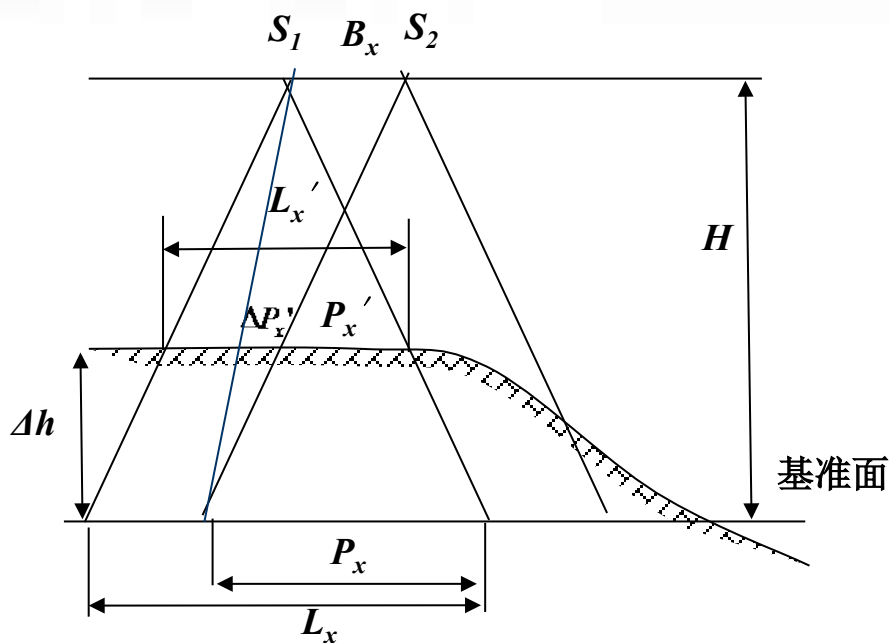
$$B_x = (1 - q_x) \cdot m \cdot l_x$$

$$B_y = (1 - q_y) \cdot m \cdot l_y$$

**结论：**控制重叠度主要是控制摄影基线 $B_x$ 和航线间隔 $B_y$ 。

## 1.4.1 重叠度

### (4) 地形起伏对重叠度的影响



$$\frac{\Delta P_x' + P_x'}{L_x'} = \frac{P_x}{L_x} = q_x$$

$$q_x - q_x' = \frac{\Delta P_x'}{L_x'}$$

$$\frac{\Delta P_x'}{\Delta h} = \frac{B}{H} = \frac{(1 - q_x')L_x'}{H}$$

$$\Delta P_x' = \frac{\Delta h \cdot (1 - q_x')L_x'}{H}$$

$$q_x - q_x' = \frac{\Delta P_x'}{L_x'} = \frac{\Delta h \cdot (1 - q_x')}{H}$$

● **结论1:**  $q_x = q'_x + (1 - q'_x) \frac{\Delta h}{H} = q'_x + (1 - q'_x) \frac{\Delta h}{f \cdot m}$

$$\Delta h = h_{\text{最高}} - h_{\text{平均}} = h_{\text{平均}} - h_{\text{最低}} = \frac{1}{2} (h_{\text{最高}} - h_{\text{最低}})$$

**结论2:** ①海拔越高，重叠度越小；由于地形起伏的影响，为了达到用户要求的重叠度 $q'_x$ ，平均基准面上的重叠度 $q_x$ 必须大于 $q'_x$ ，即必须在用户规定的重叠度基础上增加地形起伏引起的重叠度改正数。  $q_x > q'_x$

②焦距越长，地形起伏引起的重叠度改正数越小。越有利于减少像片数量并减少成图工作量。

## 1.4.2 基高比

摄影基线与航高的比值称为基高比，即：

$$\text{基高比} = \frac{B_x}{H} = \frac{(1 - q_x) \cdot l}{f}$$

基高比与航高、航向重叠度和主距成反比，而与沿航向的像幅边长成正比。基高比越大，航向重叠度越小。

摄影测量的高程测量精度为：

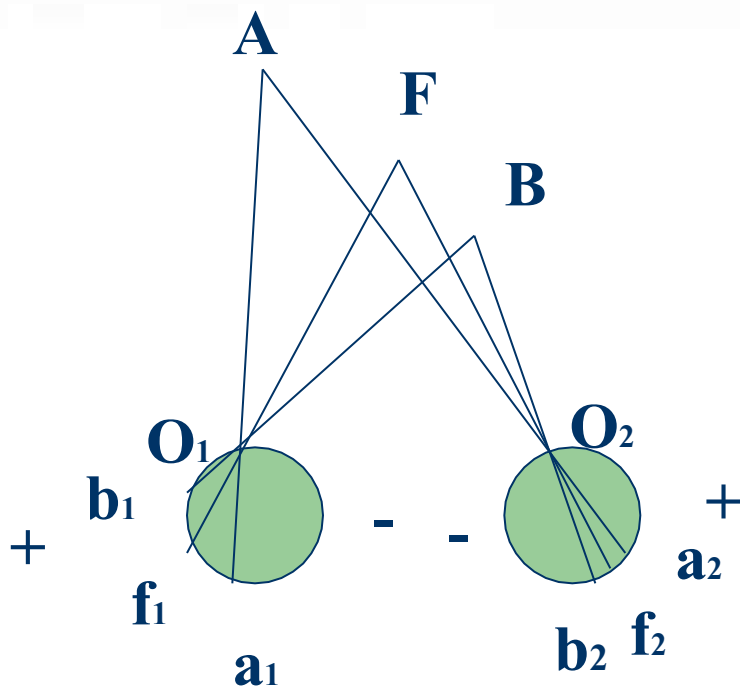
$$m_h = \pm 1.21 \frac{H}{B_x} \frac{1}{2\sqrt{2}R}$$

**R：空间分辨率（GSD）**

基高比越大，高程精度越高，反之，越低。空间分辨率（GSD）越高，高程精度越高。

## 1.4.3 垂直夸大(超高感)

生理视差：同一物体像点的左右距离之差



$f_1$ 、 $f_2$ 为视网膜中心

**F点的生理视差为0，比F点远的A点，生理视差 $< 0$ ，而比F点近的B点，生理视差 $> 0$ 。**

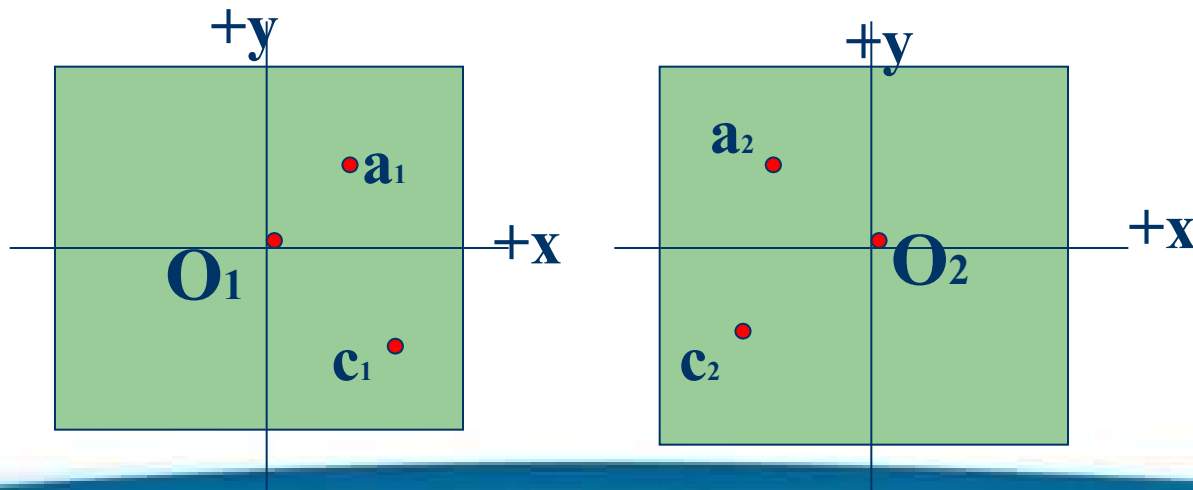


## 1.4.3 垂直夸大(超高感)

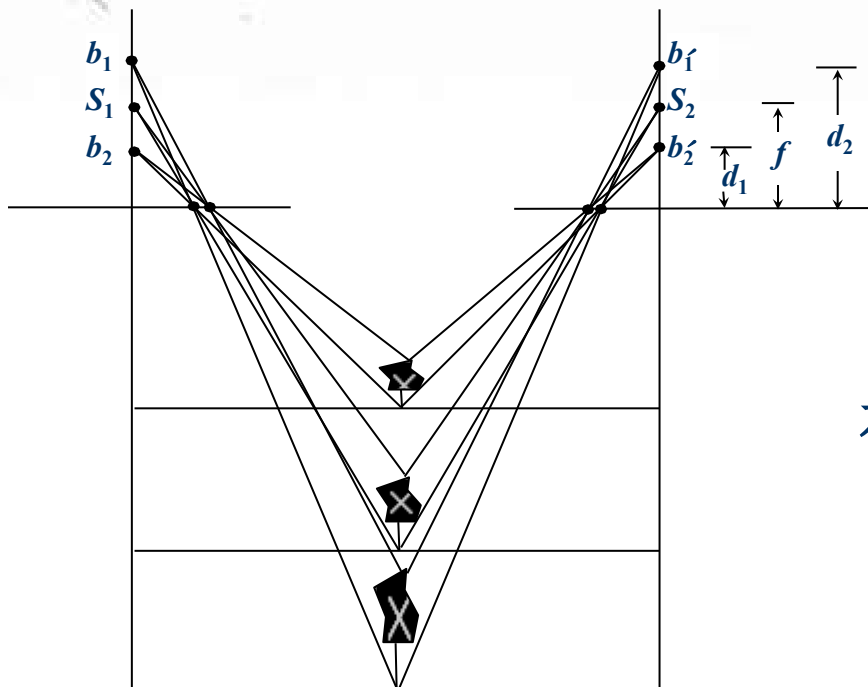
**像点的视差：**指立体像对上同名像点的左右坐标之差。在理想像对上，像点的上下视差（纵视差）等于0。左右视差也即横视差一般不为0，常用P表示。

$$Pa = x_{a1} - x_{a2}$$

$$Pc = x_{c1} - x_{c2}$$



## 1.4.3 垂直夸大(超高感)



高差:

$$\Delta h = B_x f \frac{\Delta P}{P_o P_a}$$

在立体模型中观测到的高差

$$\Delta h' = b_e d \frac{\Delta P}{P_o P_a}$$

- $\Delta P$  : 左右视差较;  $B_x$ :摄影基线;  $f$ :航摄影焦距
- $P_o$ : 起始点的左右视差;  $P_a$ : A点的左右视差。
- $b_e$ : 观测者的眼基线
- $d$ : 立体镜主距 (立体镜透视中心至像片的距离)
- $\Delta h$  : A点与O点的高差

## 1.4.3 垂直夸大(超高感)

$$\frac{1}{m_v} = \frac{\Delta h'}{\Delta h} = \frac{d}{f} \frac{b_e}{B_x} \quad \frac{1}{m_p} = \frac{b_e}{B_x} \quad V = \frac{d}{f}$$

**mv**:在立体镜内所观测到的立体模型在垂直方向上的比例尺。

**mp** :立体模型在水平方向的比例尺。

**V**:立体模型在垂直方向的比例尺与水平方向的比例尺之比，表示立体模型在垂直（高程）方向的变形。

航空像片立体观察时，观察到的立体模型垂直比例尺大于水平比例尺，使立体模型看起来比实地陡峭，这种现象称为立体观察时的垂直夸大或超高感。如立体模型中的山体被拉升变高。

垂直夸大与基高比成正比。

$$V = \frac{1/m_v}{1/m_p} = \frac{H'/H}{be/B} = \frac{B/H}{be/H'}$$

**H'**: 立体模型中，模型点离开立体镜透视中心的距离。

## 1.4.3 垂直夸大(超高感)

垂直夸大是造成坡度夸大的直接原因。

**坡度夸大**：设地面本身的坡度是 $a$ ，立体观测时立体模型中对应的坡度为 $a'$ ，立体模型的坡度夸大为 $S=a'/a$ 。

## 1.4.4 构架航线

- 构架航线是指摄影测区内，为减少野外控制点的布设，在航线两端加飞的若干条与测图航线垂直的航线。同义词：控制航线；骨架航线。
- A. 构架航线的摄影比例尺应比测图航线的摄影比例尺大25%左右，航向重叠度应不小于80%，应保证隔号像片能构成正常重叠的立体像对。
- B. 位于测区周边的构架航线，要保证其像主点落在测区边界线之外，两端要超出测区边界线四条基线。
- C. 位于摄区内部的构架航线，应保证其像主点落在所跨乘的图廓线两侧测图航线半条基线的范围内。
- D. 控制航线间的交叉衔接处，要保证有不少于四条基线的相互重叠。

## 2 航摄委托书(合同)的拟定

根据测图需要，拟定航摄任务，由航摄委托单位和航摄执行单位共同商定有关具体事项，制定航摄计划，签订**航摄合同**。

**航摄合同的主要技术内容**应包括：

- (1)航摄地区和摄区范围（选择基础地理数据，在旧地形图上标出）、航摄分区；
- (2)航摄仪检定、测图比例尺和摄影比例尺或空间分辨率；
- (3)航线敷设方法、像片航向和旁向重叠度；
- (4)航摄仪类型、技术参数和航摄附属设备；
- (5)航摄季节和时间；
- (6)飞行质量和影像质量的检查、补摄与重摄。
- (7)需提供的航摄成果的名称和数量；
- (8)其它特殊技术要求等。

# 航摄计划与航摄设计

## ——设计用基础地理数据的选择

2011

设计用基础地理数据应选择摄区最新制作的地形图、影像图或数字高程模型，其比例尺一般应根据测图比例尺按下表规定选用。

测图比例尺	设计用数字高程模型	设计用图比例尺
1 : 500	≥1 : 50 000	1 : 10 000
1 : 1 000		
1 : 2 000		
1 : 5 000		
1 : 10 000		
1 : 25 000	≥1 : 250 000	1 : 50 000
1 : 50 000		1 : 100 000



## 摄区范围图



胶片航空摄影比例尺**确定原则**：

在满足成图精度和影像判读需要的条件下，应尽量减小摄影比例尺。

表2 航摄比例尺与成图比例尺之间的关系

成图比例尺	航摄比例尺
1:500	1:2000-1:3500
1:1000	1:3500-1:7000
1:2000	1:7000-1:14000
1:5000	1:10000-1:20000
1:10000	1:20000、1: 25000、1:32000
1:25000	1:25000-1:60000
1:50000	1:50000
1:100000	1:60000-1:100000

问题：数字航空摄影的摄影比例尺如何确定？

**GSD的确定？** 地面分辨率的选择**2011**

**GSD**决定着最高测图精度和判读能力。

测图比例尺	地面分辨率值 (cm)
1 : 500	<8
1 : 1 000	8~12
1 : 2 000	15~25
1 : 5 000	30~40
1 : 10 000	40~50
1 : 25 000	50~60
1 : 50 000	60~100

# 4、航摄计划与航摄设计——航线的敷 设

航线敷设应遵循以下原则：

- ① 航线一般按东西向平行于图廓线直线飞行，特定条件下亦可作南北向飞行或沿线路、河流、海岸、境界等方向飞行；
- ② 航线间隔（曝光点）应尽量采用数字高程模型依地形起伏逐点确定；
- ③ 单条航线最长飞行时间一般不应超过25min，最大不应超过30min。
- ④ 水域、海区常规敷设航线时，应尽可能避免像主点落水，要确保所有岛屿覆盖完整，并能构成正常重叠的立体像对。
- ⑤ 按常规方法敷设航线，航线应平行于图廓线。位于摄区边缘的航线应敷设在外缘图廓线上或图廓线外。

**像片重叠度**

**航向重叠度：60-65%，旁向重叠度：30%**

# 4、航摄计划与航摄设计

## ——飞行地速的设计

$$GS \leq 3.6 \times \frac{GSD}{CT}$$

- $GS$  ——地速，单位为千米每小时（ $\text{km/h}$ ）；
- $GSD$  ——地面分辨率，单位为米（ $\text{m}$ ）；
- $CT$  ——传感器扫描周期，单位为秒（ $\text{s}$ ）。
- 像移：目标点在像片上的构象点与其理想点位的差异。

# 4、航摄计划与航摄设计

## ——航摄仪的选择与检 定

- 航摄仪的选择主要根据飞行平台、地面分辨率和测图精度等要求综合考虑确定。所选航摄仪的基本性能不应低于以下要求：
  - a)内方位元素可精确测定；
  - b)综合分解力每毫米内不应少于**40**线对；
  - c)单相机综合畸变差改正后的残差应小于**0.3**个像素；
  - d)航摄仪的全色波段和天然真彩色波段的光谱响应范围应覆盖**400nm~700nm**，多光谱的近红外波段光谱响应范围应覆盖**700nm~900nm**；



## 航摄仪的选择

- e) 探测器面阵上连续出现的坏点数一般不应多于4个，总坏点数不应大于总像素数的百万分之一；
- f) 灰度记录的动态范围，全色影像不应低于12bit，天然真彩色或多光谱影像每通道不应低于12bit；
- g) 数据存储设备应满足一个满架次数据存储要求。

航摄仪附件应齐全、性能良好，并满足以下要求：

- a) 滤光镜的两表面应平整和相互平行，垂直入射的照准光线通过滤光镜所产生的偏转角不应大于10"，整个滤光镜的偏转角之差不应大于2"；
- b) 航摄仪的各种数据显示和记录装置齐全；
- c) 置平设备能对航摄仪俯仰角、侧滚角和旋偏角进行调整；
- d) 控制设备能够利用设计文件进行定位导航与定点曝光。



## 航摄仪的检定

- ① 新购或距前次检定超过两年；
- ② 快门曝光次数超过20000次；
- ③ 经过大修或主要部件进行拆卸或更换后；
- ④ 使用或运输过程中产生剧烈震动后。

## 航摄仪的焦距

航摄仪焦距的选择主要考虑成图方法和测区的地形特征。

- 1.当采用综合法成图(是航空摄影和普通测量相结合的测图方法,地物平面位置用航空摄影方法求得,地面高程或等高线用普通测量方法求得),应考虑像片平面上地物点由于高差引起的投影差,不应超出成图精度的许可范围。

航摄仪焦距越长,投影差越小,因此综合法成图时,一般都选择长焦距的航摄镜箱。

# 航摄仪的焦距

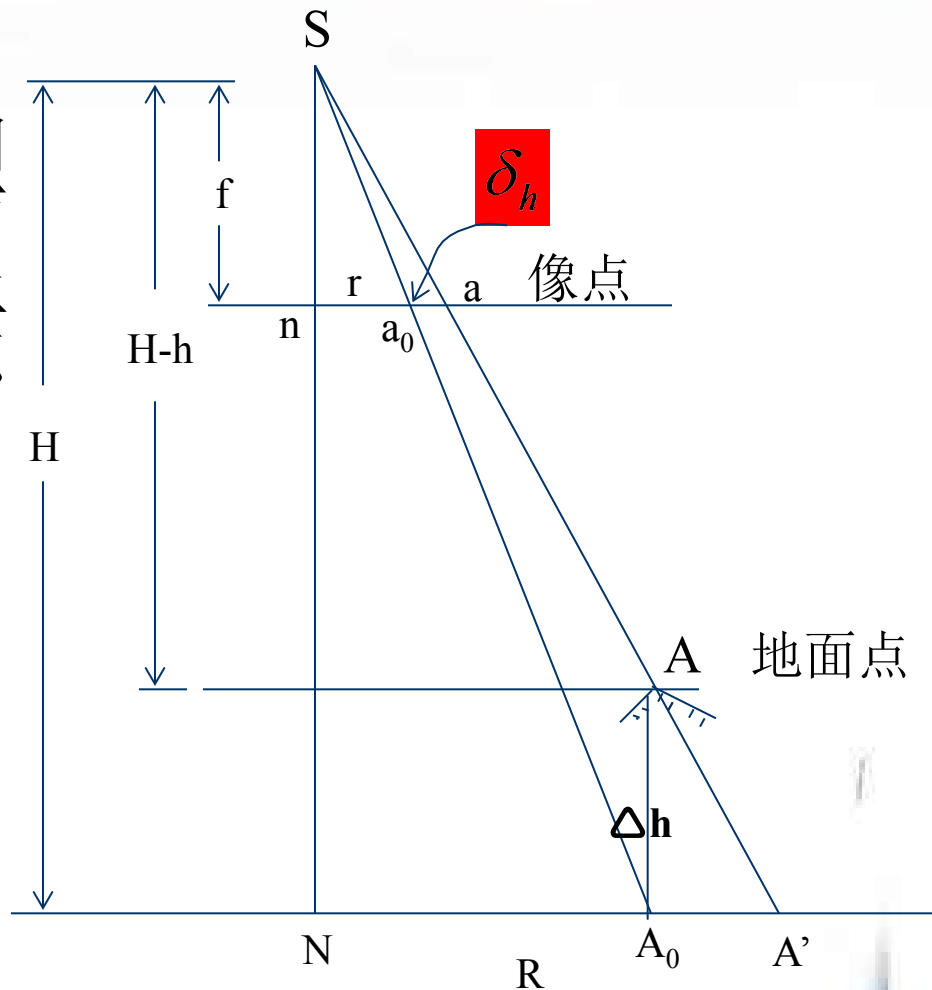
在中心投影的像片上，地形的起伏除引起像片比例尺变化外，还会引起平面上的点位在像片上的位置移动，这种现象称为像点位移。

$$\delta h = \Delta h \cdot \frac{r}{H} = \Delta h \cdot \frac{r}{f \cdot m}$$

$r$ 为像点至像底点的距离

$\Delta h$  为地物点相对基准面的高差

$H$ 为基准面航高



以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/167114151131010005>