



遥感数字图像预处理



遥感影像拼接



遥感裁剪



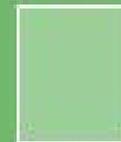
遥感影像投影变换



遥感影像几何校正

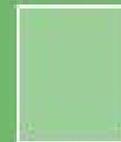


遥感影像辐射校正



4、几何校正

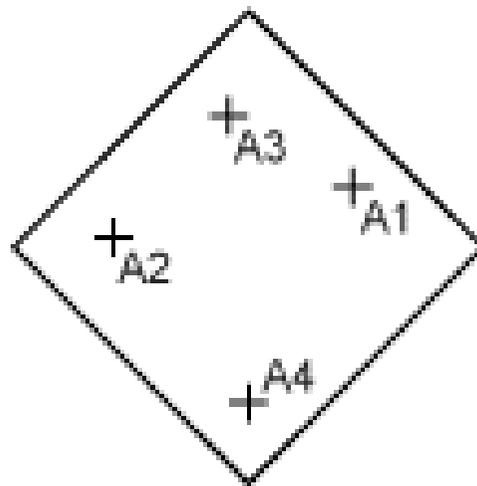
- **几何畸变**：遥感图像的几何位置上发生变化，产生诸如行列不均匀，像元大小与地面大小对应不准确，地物形状不规则变化等变形。
- **几何畸变是平移、缩放、旋转、偏扭、弯曲等作用的结果。**



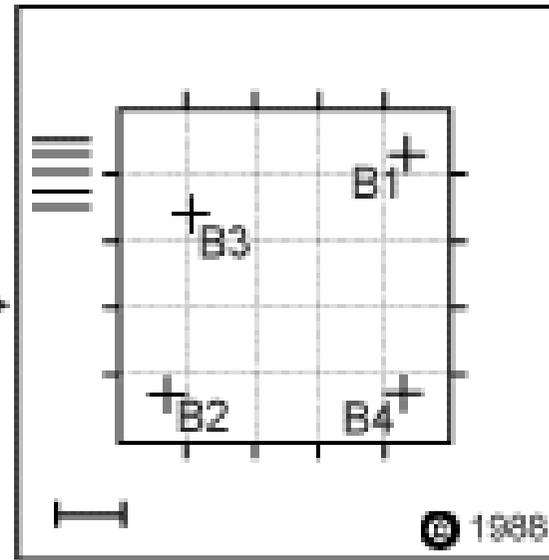
4、几何校正

◆ 遥感图像的几何变形有两层含义

- ◆ 一是指卫星在运行过程中，由于姿态、地球曲率、地形起伏、地球旋转、大气折射、以及传感器自身性能所引起的几何位置偏差。
- ◆ 二是指图像上像元的坐标与地图坐标系统中相应坐标之间的差异。



A



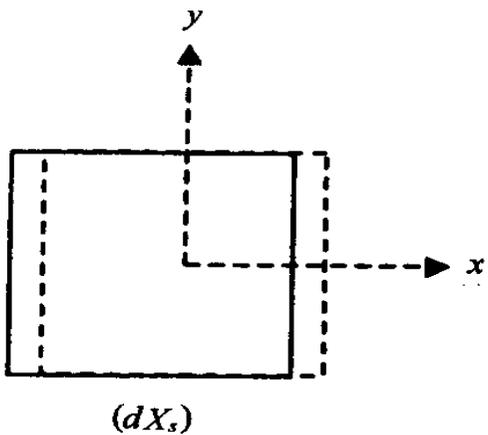
B



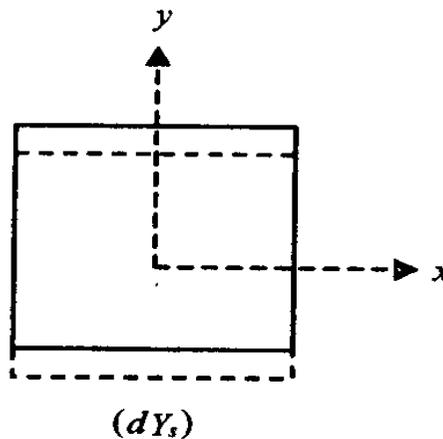
- The geometric registration process involves identifying the image coordinates (i.e. row, column) of several clearly discernible points, called ground control points (or GCPs), in the distorted image (A - A1 to A4), and matching them to their true positions in ground coordinates (e.g. latitude, longitude).
- The true ground coordinates are typically measured from a map (B - B1 to B4), either in paper or digital format.



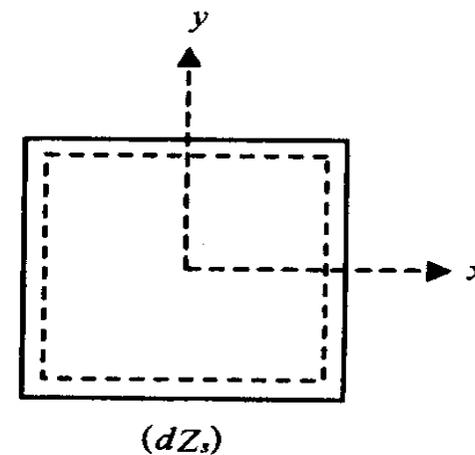
4.1 遥感影像变形的原因



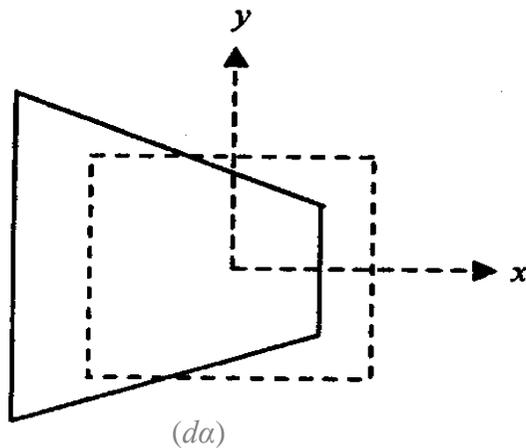
位移变化



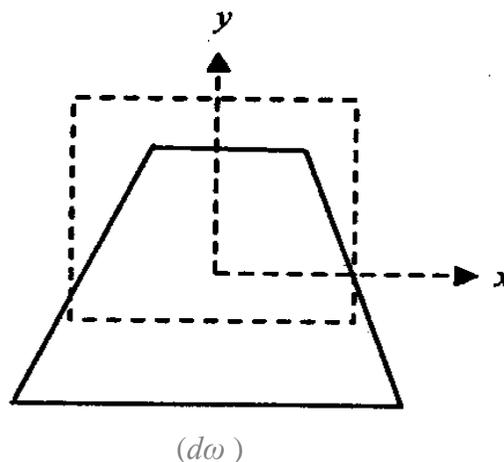
速度变化



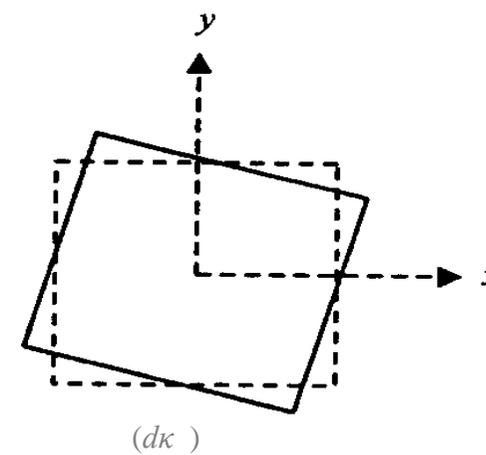
高度变化



侧翻变化



俯仰变化



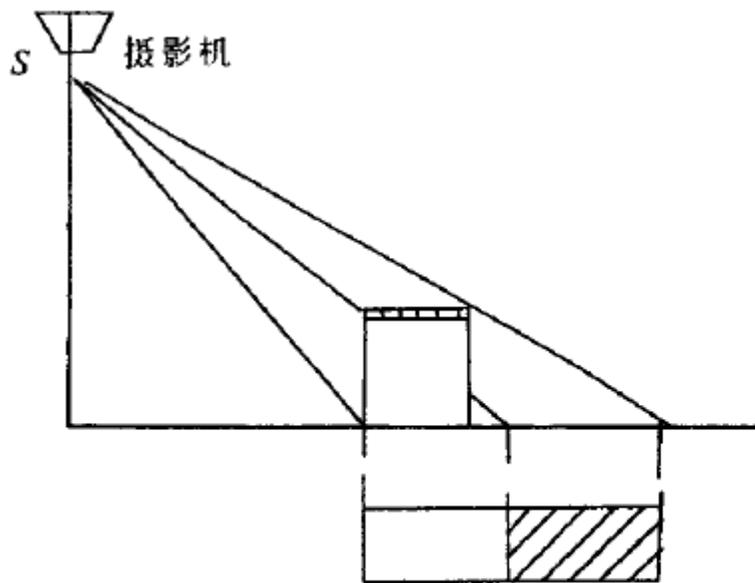
偏航变化



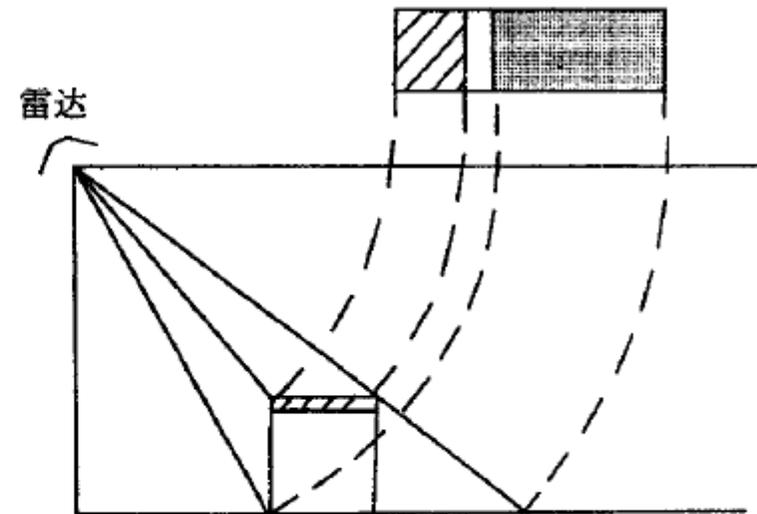
4.1 遥感影像变形的原因



② 地形起伏的影响：产生像点位移。



(a) 中心投影情况

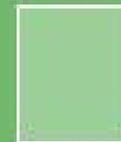


(b) 斜距投影情况

图 4-3-4 地球起伏的影响

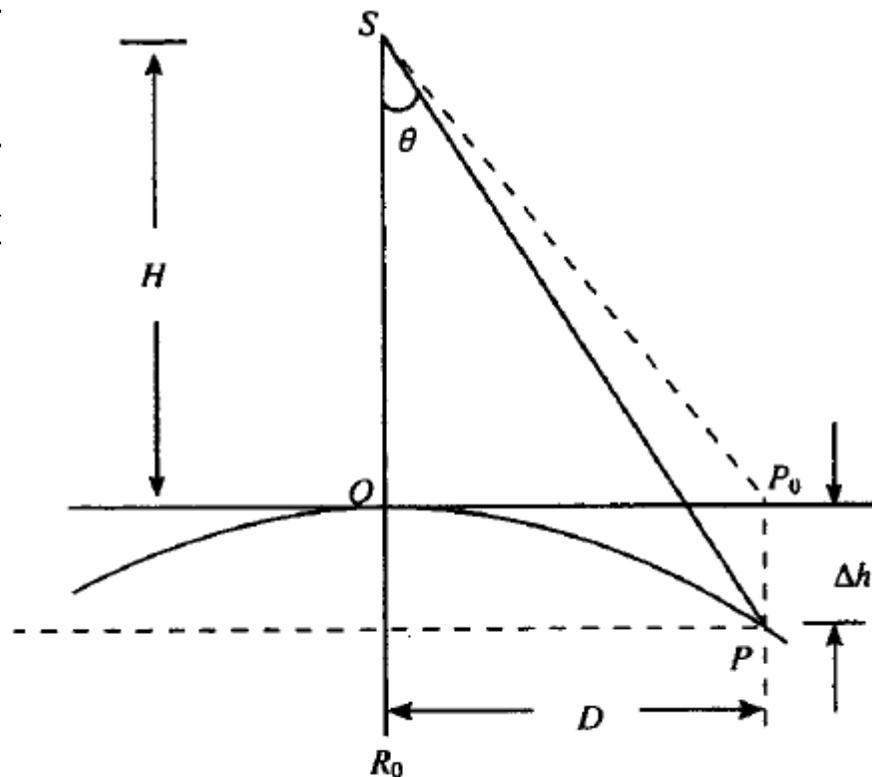


4.1 遥感影像变形的原因



③ 地球表面曲率的影响：

- ◆ 一是像点
- ◆ 二是像元大，对应

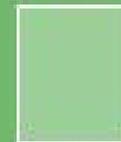


元畸变愈

图 4-3-5 地球曲率的影响



4.1 遥感影像变形的原因



- ④ 大气折射的影响：产生像点位移。

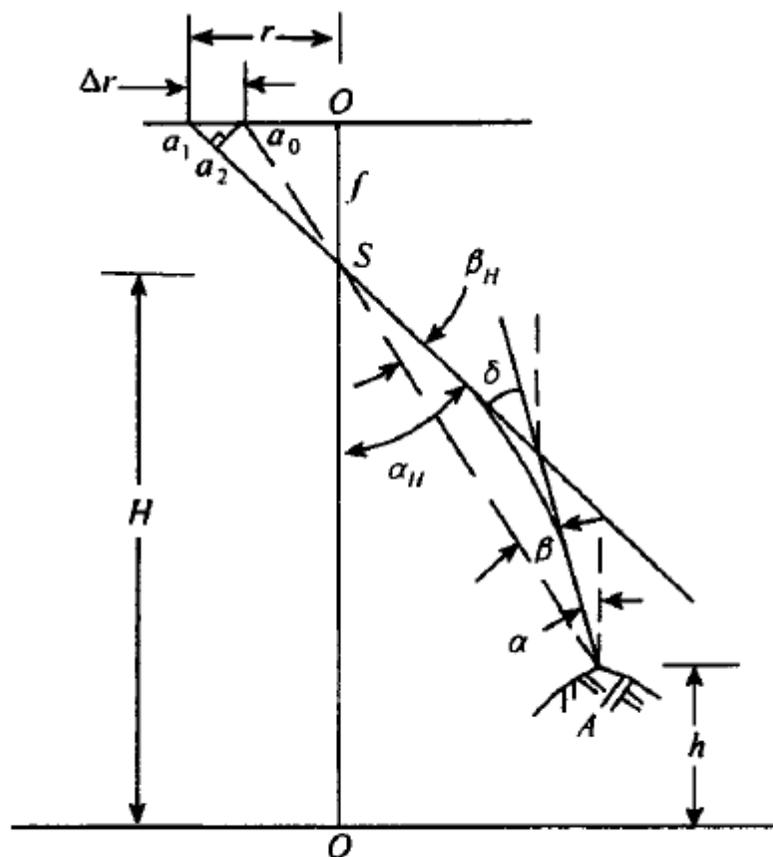
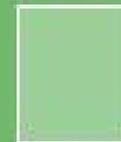


图 4-3-6 方向投影成像时大气折射的影响



4.1 遥感影像变形的原因



⑤ 地球自转的影响：产生影像偏离。

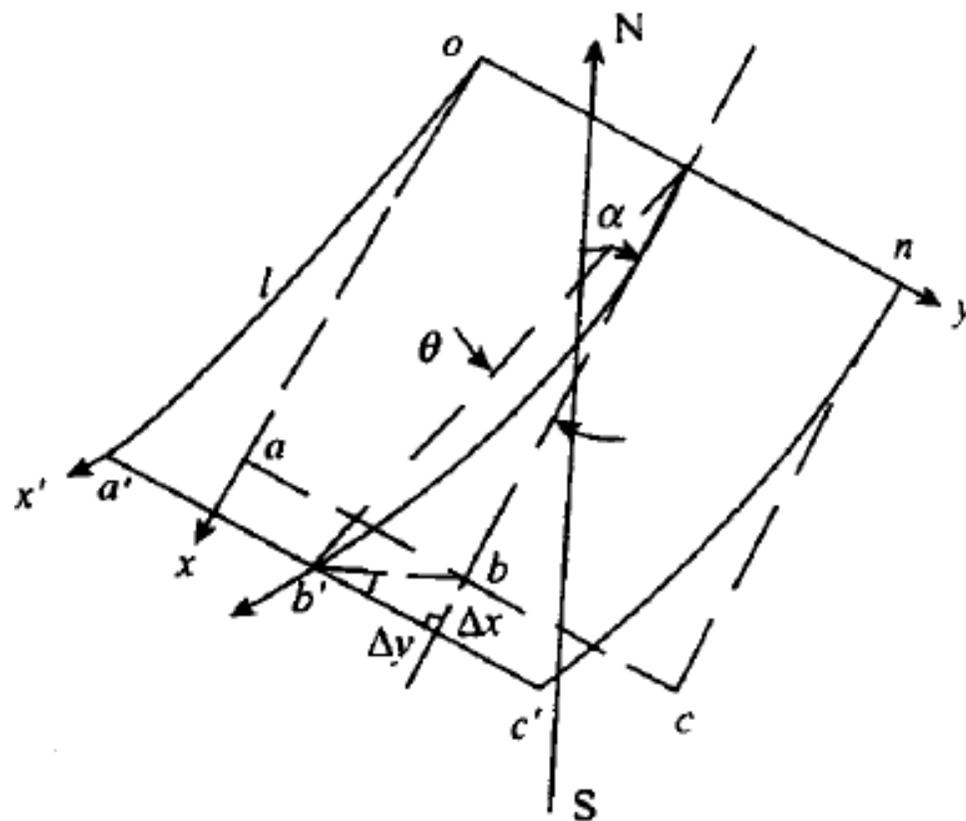


图 4-3-8 地球自转的影响



4.2 几何畸变校正



- ① **几何精纠正**：利用控制点（GCP）的图像坐标和地图坐标的对应关系，近似地确定所给图像坐标系和地图坐标系之间的变换关系。
- ② **基本思路**：把存在几何畸变的图像，纠正成符合某种地图投影的图像，且要找到新图像中每一像元的亮度值。



4.2 几何畸变校正



③ 具体步骤

- 1) 计算校正后每一点所对应原图中的位置；
- 2) 计算每一点的亮度值。

④ 计算方法

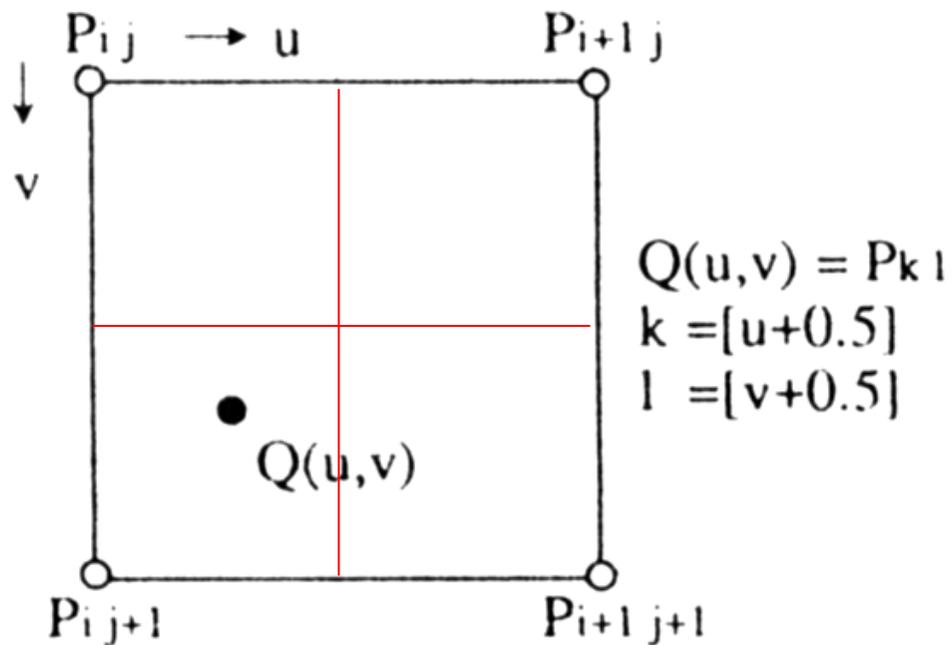
- 1) 建立两图像像元点之间的对应关系；
- 2) 求出原图所对应点的亮度：**最近邻法、双线性内插法、三次卷积内插法。**



图像内插法一：最近邻法 (NN, Nearest Neighborhood)



- **最近邻法**：以距内插点最近的观测点的像元值为所求的像元值。
- 该方法最大可产生 $1/2$ 像元的位置误差，但优点是不破坏原来的像元值，处理速度快。

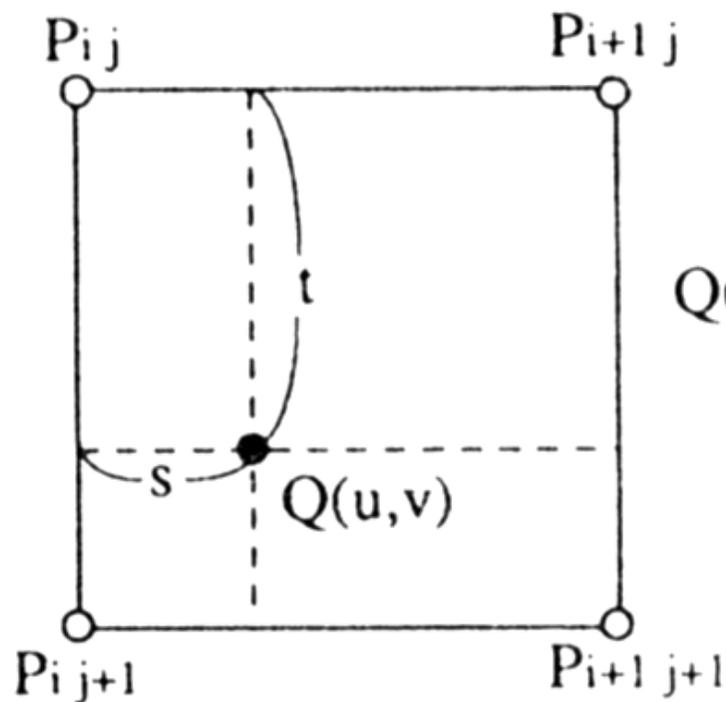




图像内插法二：双线性内插法 (BL, Bi-Linear)



- 使用内插点周围的4个观测点的像元值，对所求的像元值进行线性内插。该方法的缺点是破坏了原来的数据，但具有平均化的滤波效果。



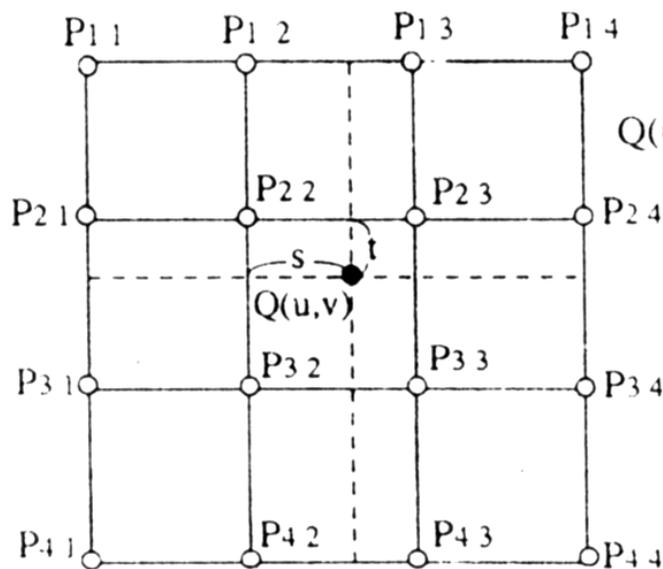
$$Q(u,v) = (1-s)(1-t)P_{i,j} - (1-s)t P_{i,j+1} \\ + s(1-t) P_{i+1,j} + s t P_{i+1,j+1}$$



图像内插法三：3次卷积内插法 (CC, cubic convolution)



- 使用内插点周围的16个观测点的像元值，用3次卷积函数对所求像元值进行内插。
- 该方法的缺点是破坏了原来的数据，但具有图像的均衡化和清晰化的效果，可得到较高的图像质量。



$$Q(u,v) = [f(1+t) \ f(t) \ f(1-t) \ f(2-t)] \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{21} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{31} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{41} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} f(1+s) \\ f(s) \\ f(1-s) \\ f(2-s) \end{bmatrix}$$

ex)

$$f(x) = \sin(\pi x) / (\pi x)$$

$$\doteq \begin{cases} 1 - 2|x|^2 + |x|^3 & (0 \leq |x| < 1) \\ 4 - 8|x| + 5|x|^2 - |x|^3 & (1 \leq |x| < 2) \\ 0 & (2 \leq |x|) \end{cases}$$

$$f(1+y) = -y(1-y)^2 \quad f(y) = (1-y) + y(1-y)^2$$

$$f(1-y) = y + y^2(1-y) \quad f(2-y) = -y^2(1-y)$$

$Q(u,v)$: 内插点的位置(u,v)及其图像数据(P)

P_{ij} : 观测的图像数据及其位置(i,j)

[]: 高斯记号 (取整数部分)

$$s = u - [u] \quad t = v - [v]$$



4.2 几何畸变校正



⑤ 控制点的选取

- ◆ 数目的确定： $6 \times (n+1) * (n+2) / 2$ 个
- ◆ 选择的原则
 - ✓ 易分辨、易定位的特征点：道路的交叉口，水库坝址，河流弯曲点等。
 - ✓ 特征变化大的地区应多选些。
 - ✓ 尽可能满幅均匀选取。



GCP选择途径



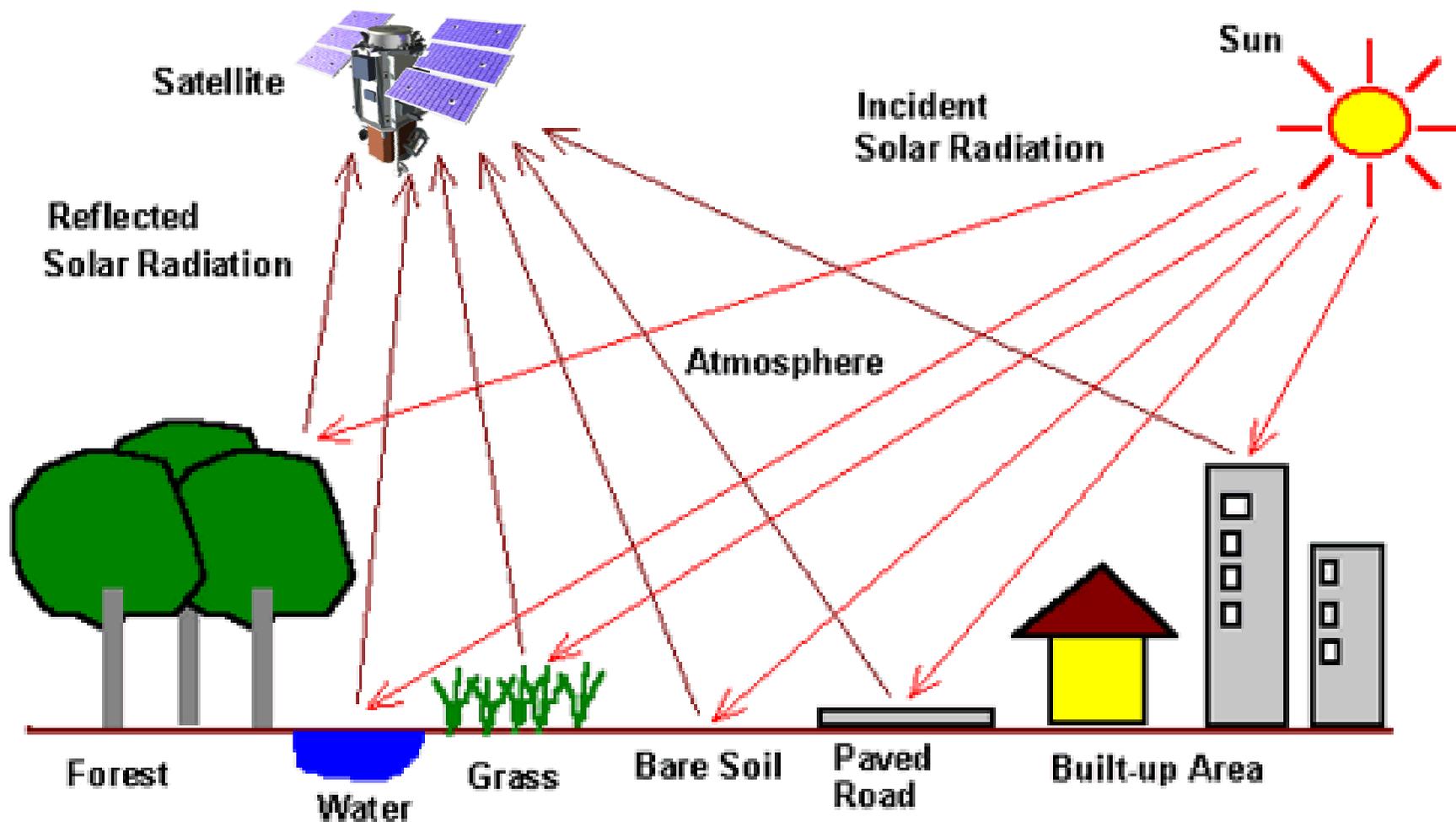
1. 从已经过几何配准的遥感图形上选取地面控制点；
2. 从电子地图中读取地面控制点的坐标；
3. 从地形图读取地面控制点的坐标，数据可通过键盘、数字化仪输入；
4. 野外GPS定点数据采集；
5. 其它



五、遥感图像的辐射校正

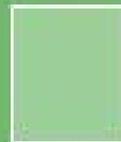


◆ 遥感过程





五、遥感图像的辐射校正



1、基本概念

- ◆ **理想遥感图像**：如实而毫不歪曲地反映地物的辐射能量分布和几何特征的图像
- ◆ **图像畸变**：实际得到的图像都在不同程度上与地物的辐射能量或亮度分布有差异，即存在着畸变和降质，即图像畸变
- ◆ **图像恢复**：对一个退化的图像进行处理，使它恢复到原始目标的状态



五、遥感图像的辐射校正



2、图像畸变的分类

- ◆ **辐射畸变**：指遥感传感器在接收来自地物的电磁波辐射能时，电磁波在大气层中传输和传感器测量中受到遥感传感器本身特性、地物光照条件（地形影响和太阳高度角影响）以及大气作用等影响，而导致的遥感传感器测量值与地物实际的光谱辐射率的不一致。
- ◆ **几何畸变**：当原始图像上各地物的几何位置、形状、尺寸、方位等特征与在参照系统中的表达要求不一致时，就产生几何畸变。



五、遥感图像的辐射校正



3、遥感图像辐射处理

- ◆ 辐射校正：消除或改正遥感图像成像过程中附加在传感器输出辐射能量中的各种噪声。



五、遥感图像的辐射校正



4、辐射畸变产生的原因

- ◆ 传感器本身的性能引起的辐射误差
- ◆ 地形影响和光照条件变化引起的辐射误差
- ◆ 大气散射和吸收引起的辐射误差



五、遥感图像的辐射校正



5、地形坡度辐射误差校正

- ◆ 太阳光线和地表作用以后再反射到传感器的太阳光的辐射亮度和地面倾斜度有关。
- ◆ 若处在坡度为 α 的倾斜面上的地物影像为 $g(x, y)$ ，则校正后的图像 $f(x, y)$ 为：

$$f(x, y) = \frac{g(x, y)}{\cos \alpha}$$

- ◆ 地形坡度引起的辐射校正方法需要有图像对应地区的**DEM**数据，校正较为麻烦，一般情况下对地形坡度引起的误差不做校正。



五、遥感图像的辐射校正



6、太阳高度角的辐射误差校正

- ◆ 太阳高度角引起的畸变校正就是将太阳光线倾斜照射时获取的图像校正为太阳光线垂直照射时获取的图像。
- ◆ 太阳高度角的校正是通过调整一幅图像内的平均灰度来实现的。
- ◆ 多光谱图像上的阴影可以通过图像之间的比值予以消除。比值图像是用同步获取的相同地区的任意两个波段图像相除而得到的新图像。

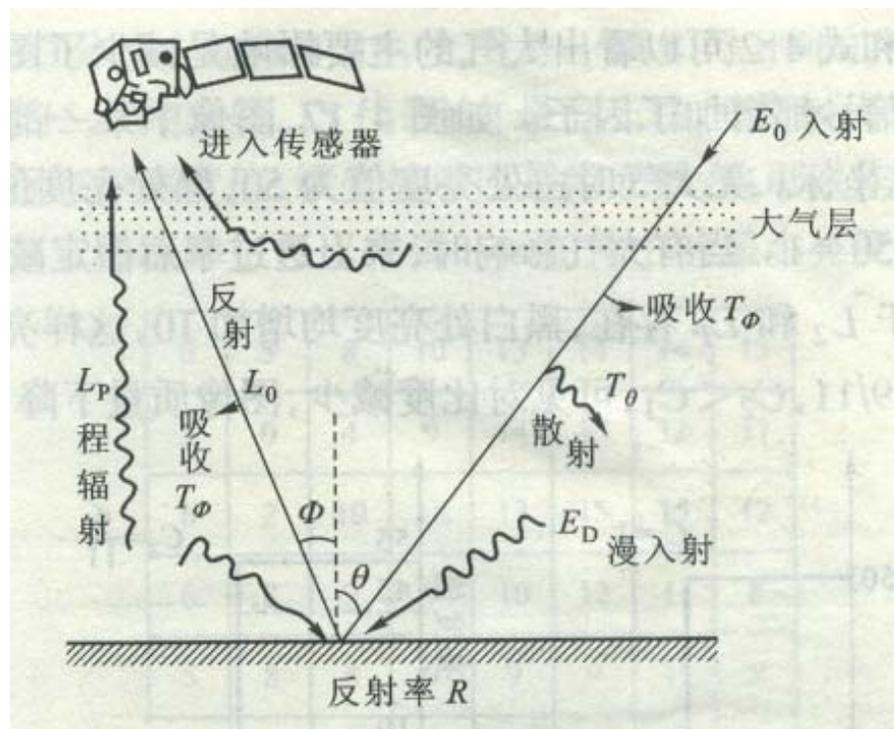


五、遥感图像的辐射校正



7、遥感图像的大气校正

- ◆ 地物发射的电磁能在经过大气层时，大气对电磁波的吸收和散射对遥感图像的影响，其中主要的影响因素是大气散射。
- ◆ 大气校正是指大气散射校正，即消除大气散射对辐射失真的影响。包括大气的消光（吸收和辐射）、天空光照射、路径辐射。





五、遥感图像的辐射校正



7、遥感图像的大气校正

- ◆ 绝对大气校正
 - ◆ 将遥感系统记录的亮度值转换为折合表面反射率值
- ◆ 相对大气校正
 - ◆ 归一化单时相遥感影像不同波段间的强度
 - ◆ 将多时相影像遥感数据各个波段的强度归一化到某一选定的标准影像上



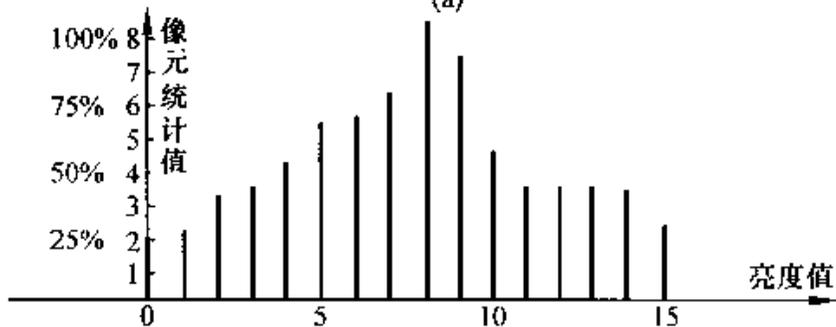
7、大气校正—相对大气校正



①直方图最小去除法

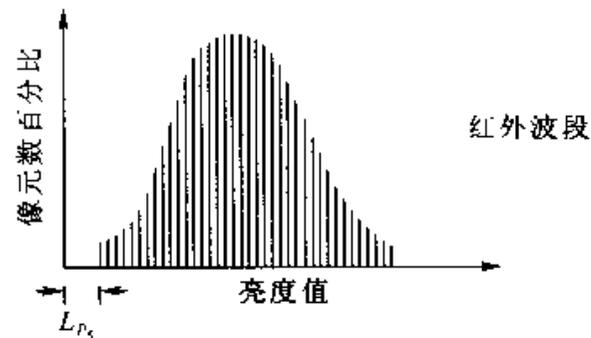
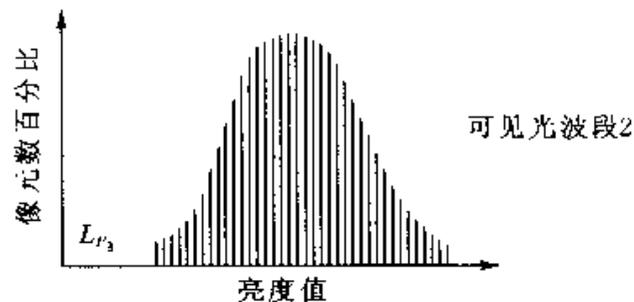
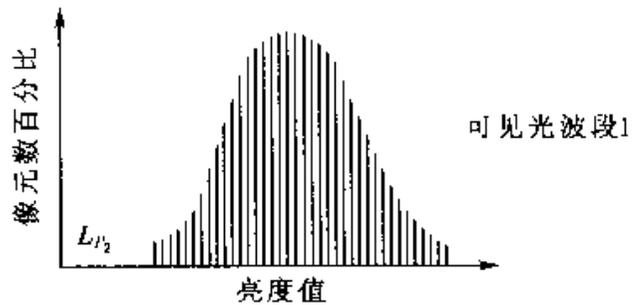
0	5	8	10	13	14	14	13
5	0	4	9	14	15	12	11
6	2	10	10	13	15	15	12
6	8	9	9	10	12	11	8
5	8	8	9	9	9	11	9
5	7	7	8	8	7	7	8
3	4	7	6	6	3	4	5
1	1	4	6	7	3	2	2

(a)



(b)

数字图像(a)及其直方图(b)



直方图最小值比较



7、大气校正—相对大气校正



②回归分析法

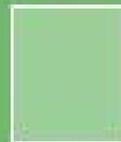
- ◆ 用长波数据来校正短波数据
- ◆ **作法：** 在不受大气影响的波段（如**TM5**）和待校正的某一波段图像中，选择由最亮至最暗的一系列目标，将每一目标的两个待比较的波段灰度值提取出来进行回归分析。
- ◆ **例如：**

$$\bar{Y} = a_1 + b_1 \bar{X}$$

式中 \bar{X} 为TM5波段的亮度均值； \bar{Y} 为TM1亮度均值；



7、大气校正—相对大气校正



②回归分析法

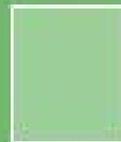
- ◆ 用长波数据来校正短波数据
- ◆ **作法：** 在不受大气影响的波段（如**TM5**）和待校正的某一波段图像中，选择由最亮至最暗的一系列目标，将每一目标的两个待比较的波段灰度值提取出来进行回归分析。
- ◆ **例如：**

$$\bar{Y} = a_1 + b_1 \bar{X}$$

式中 \bar{X} 为TM5波段的亮度均值； \bar{Y} 为TM1亮度均值；



7、大气校正—相对大气校正



②回归分析法

$$\bar{Y} = a_1 + b_1 \bar{X}$$

式中 \bar{X} 为TM5波段的亮度均值； \bar{Y} 为TM1亮度均值；

a_1, b_1 计算如下：

$$b_1 = \frac{\sum [(T_5 - \bar{T}_5)(T_1 - \bar{T}_1)]}{\sum (T_5 - \bar{T}_5)}$$

$$a_1 = \bar{T}_1 - b_1 \bar{T}_5$$

$$T_1' = T_1 - a_1$$

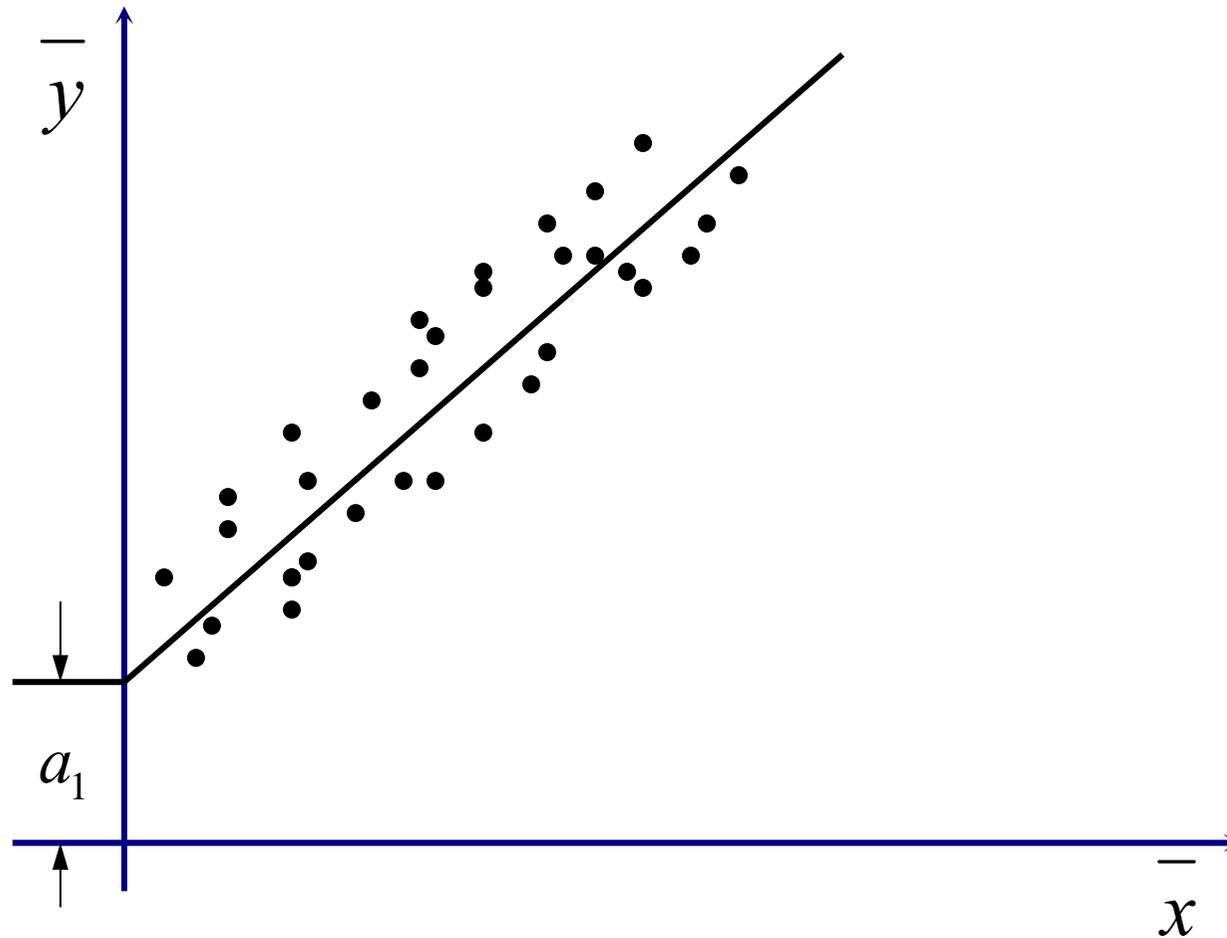
T_1 、 T_5 表示TM₁与TM₅波段灰度值， T_1' 为TM1波段校正后的灰度值。



7、大气校正—相对大气校正



②回归分析法—辐射回归分析图



Thank You!

