

# 第6章

# 几何变换

王江浩

[wangjh@lreis.ac.cn](mailto:wangjh@lreis.ac.cn)

中国科学院地理科学与资源研究所  
资源与环境信息系统国家重点实验室

2018-10-24 @ UCAS

课件: [giser.me](http://giser.me)

# 主要内容



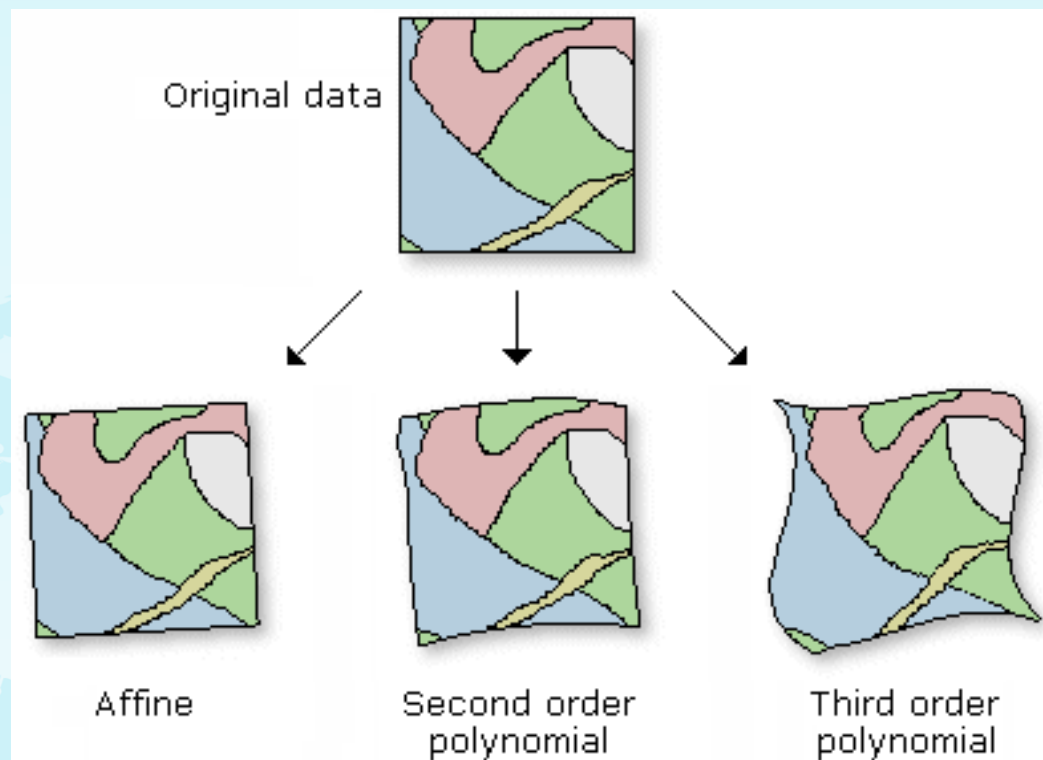
## 几何变换理论与方法

- 几何变换的**概念**
- 几何变换**模型与方法**
- 几何变换**精度评估**

## 几何变换上机实践

- 练习1：对扫描地图做地理参考和**校正**
- 练习2：用ArcScan**矢量化**栅格线条
- 练习3：完成图像到地图的**变换**

# 为什么要几何校正



# 几何变换的概念



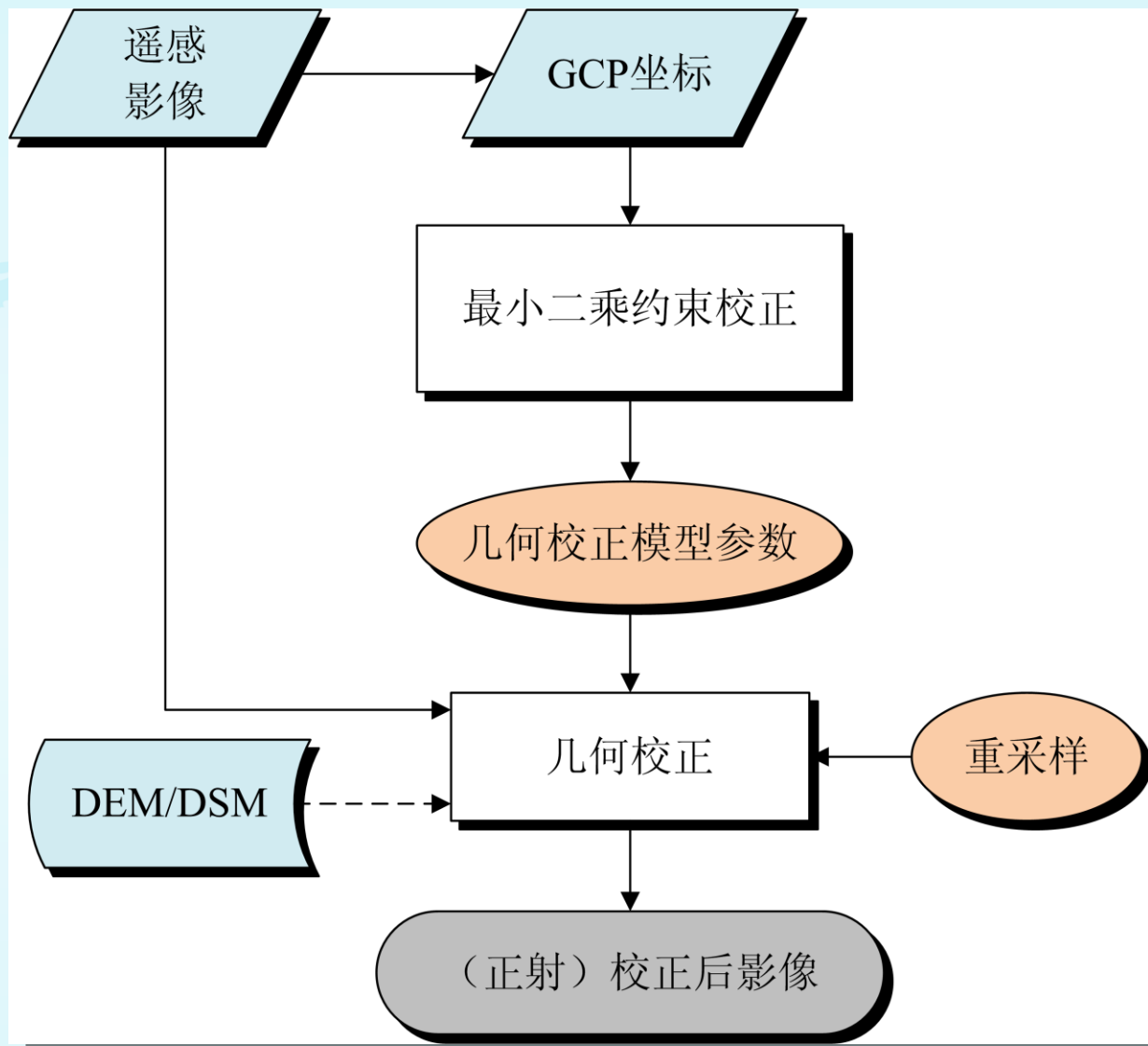
## 几何校正与配准

- **几何校正** (Geometric Correction, 图像对地图) : 消除或改正遥感影像几何误差的过程。
- **配准** (Registration, 图像对图像) : 指同一区域内以不同成像手段所获得的不同图像图形的地理坐标的匹配。

**几何变换:** 利用控制点建立数学模型, 使一个地图坐标系统与另一个坐标系建立联系, 或者使图像坐标和地图坐标建立联系。

**几何变换模型:** 建立影像像素坐标和实际地理坐标的构像关系, 是实现几何精确校正的基础。

# 几何校正处理流程



获取影像数据  
与元数据

获取GCPs

校正模型参数计算

影像校正

# 获取地面控制点



## ❖ 数据来源

同名控制点、GPS、航空摄影测量、地形图、GIS数据库、正射校正影像等。

## ❖ 数量与分布

- 根据模型的需要。如不同阶的多项式模型，越高阶的模型所需要的GCP数量越多； 当GCP数量比模型必须控制点的数量多时，一般采用平差方法。
- 要求GCP均匀分布

# 几何变换模型



❖ **经验模型**：直接采用数学函数的形式来描述地面点和相应像点之间的几何关系

- 包括**仿射模型**、多项式模型、有理函数模型
- 不需要知道遥感平台和传感器的参数，一般需要提供大量的GCP信息，适合与在平台和传感器参数未知或者参数不准确的情况

❖ **物理模型**：依据不同传感器成像特性或几何成像关系而建立的校正模型。

- 一般不需要控制点或只需要少量控制点
- 需要遥感平台和传感器的准确的参数信息

# 仿射模型



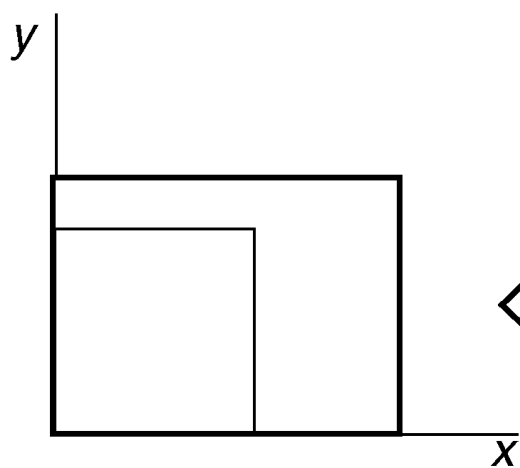
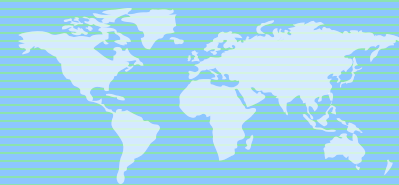
## ❖ 图像/影像几何畸变

由于遥感影像成像过程的复杂性，影像几何畸变往往是**非线性的**，可以看做是**平移、缩放、仿射、偏扭、弯曲以及更高次的基本变形的综合作用结果**

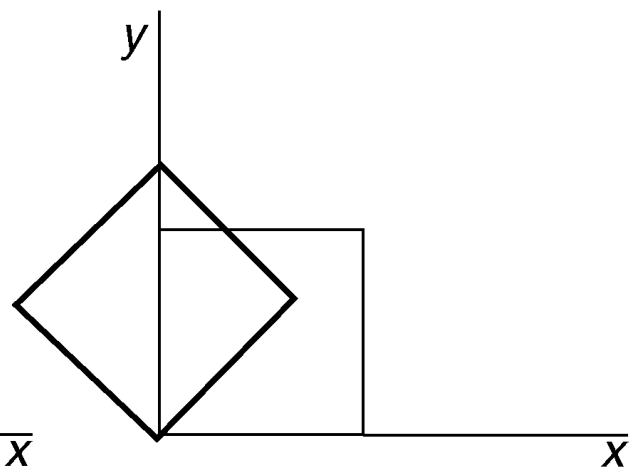
仿射变换	$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \rho \begin{bmatrix} \cos \theta & \sin \theta \\ -\sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X + X_0 \\ Y + Y_0 \end{bmatrix}$
二次变换	$\begin{aligned} x &= a_0 + a_1 X + a_2 Y + a_3 XY + a_4 X^2 + a_5 Y^2 \\ y &= b_0 + b_1 X + b_2 Y + b_3 XY + b_4 X^2 + b_5 Y^2 \end{aligned}$



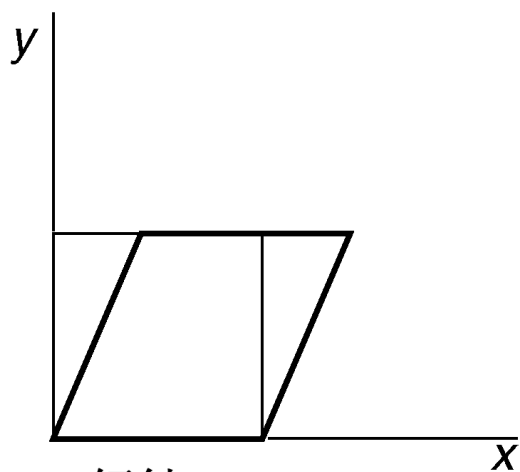
# 仿射变换



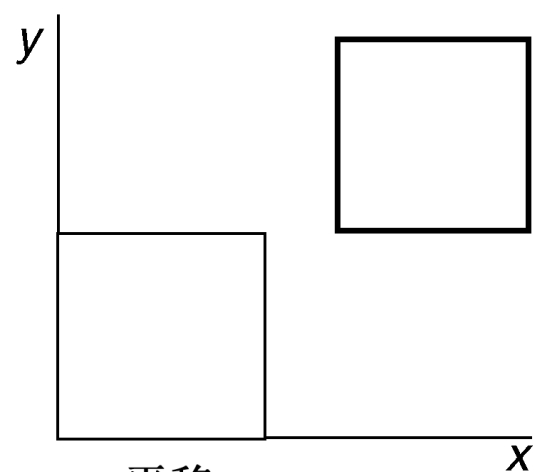
不均匀缩放



旋转

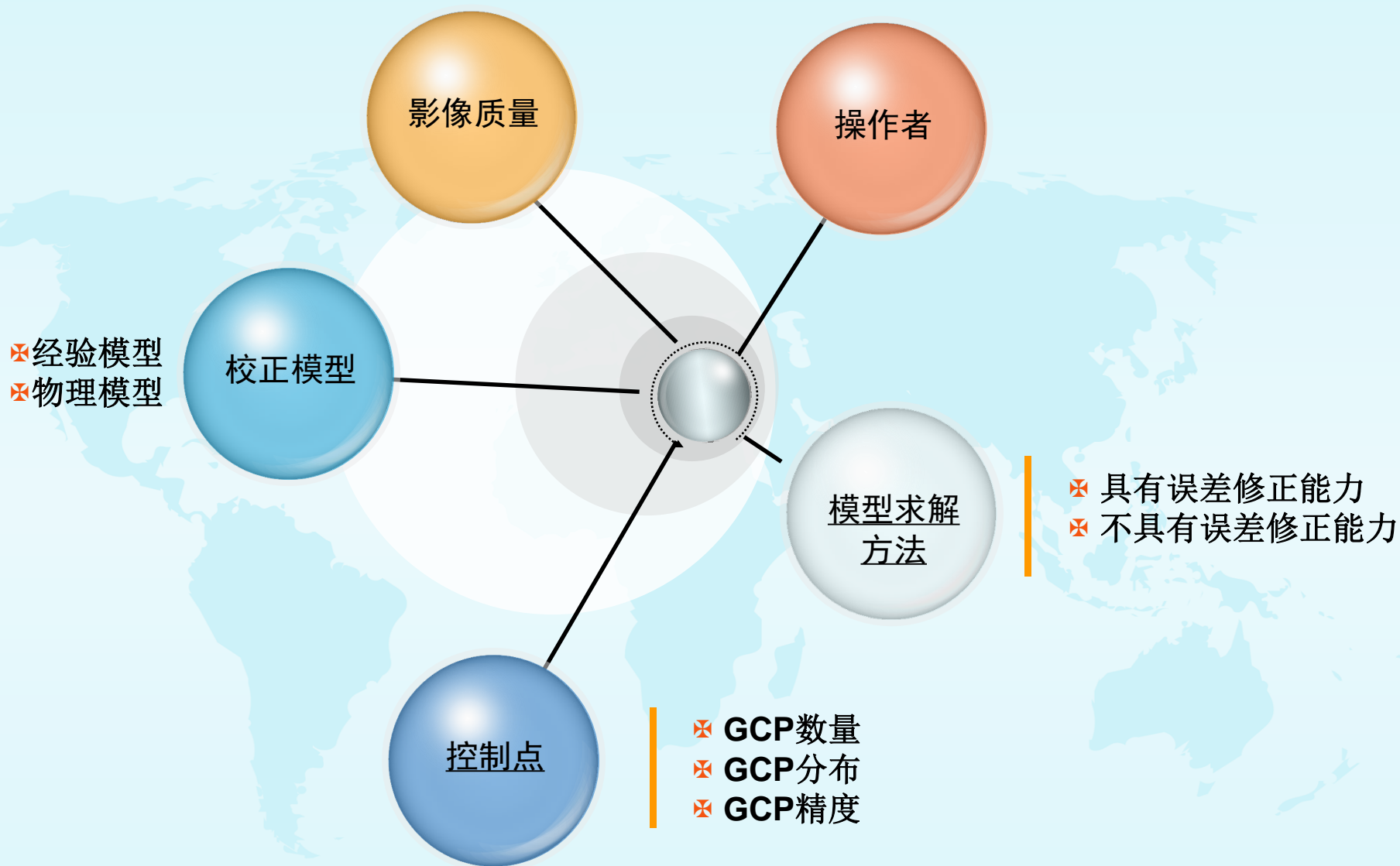


倾斜



平移

# 几何变换的不确定性来源



# 几何校正精度评价



## ❖ 均方根误差RMSE

X方向RMSE	$\delta_x = \pm \sqrt{\frac{\Delta_x \Delta_x}{N}}, \quad \Delta_x = (X_{act} - X_{est})^2$
Y方向RMSE	$\delta_y = \pm \sqrt{\frac{\Delta_y \Delta_y}{N}}, \quad \Delta_y = (Y_{act} - Y_{est})^2$
总的RMSE	$\delta_{xy} = \pm \sqrt{\frac{\delta_x \delta_x + \delta_y \delta_y}{N}}$

# 重采样方法



## ①坐标计算过程（Geometric Operations）

计算原始影像中每个象元转换成影像地图时的坐标；  
直接法和**间接法**。

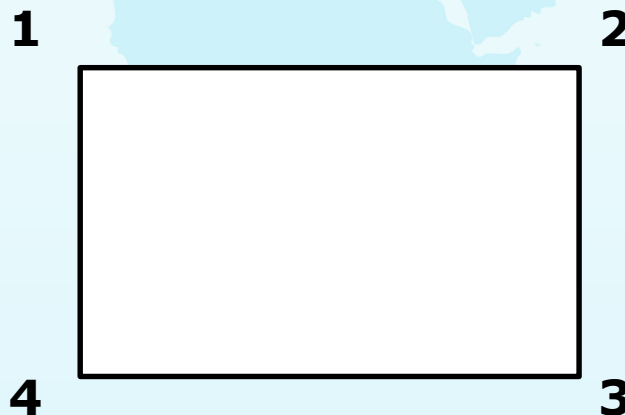
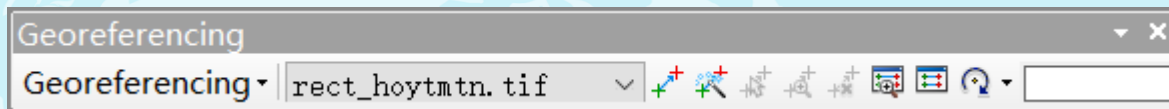
## ②重采样过程（Radiometric Operation）

根据原始影像中象元的DN值计算影像地图中对应象元的DN值。

- **最近邻方法**是将原始图像的最邻近像元值填充新图像的每个像元。简单，计算速度快，但是视觉效应差
- **双线性插值法**把基于三次线性插值得到的4个最邻近像元值的平均值赋予新图像的相应像元。双线性插值会使图像轮廓模糊
- **三次卷积插值法则**用五次多项式插值法求出16个相邻像元值的平均值。三次卷积法产生的图像较平滑，有好的视觉效果，但计算量大，较费时。

# 练习1：对扫描地图做地理参考和校正

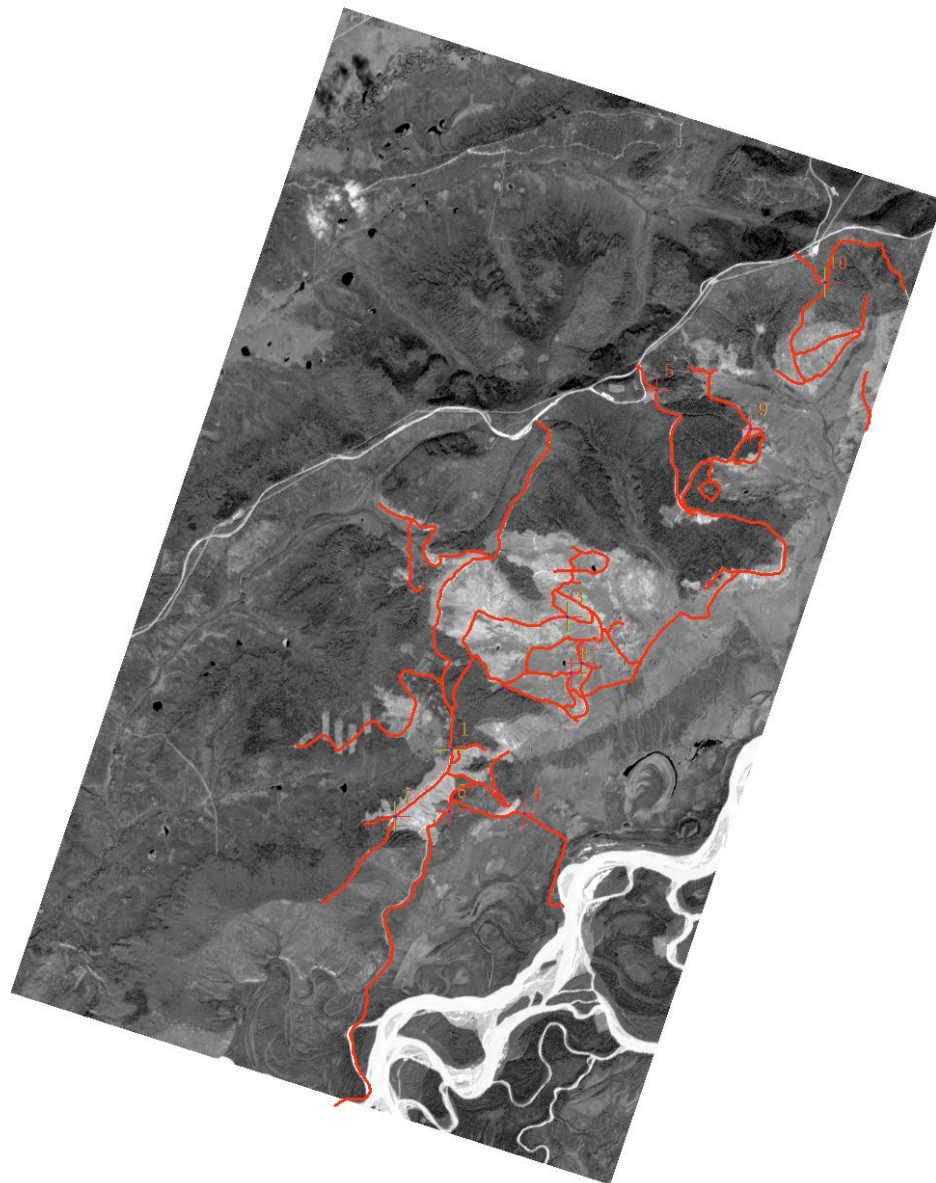
Tic-id	x	y
1	575672.2771	5233212.6163
2	585131.2232	5233341.4371
3	585331.3327	5219450.4360
4	575850.1480	5219321.5730



# 练习2：用ArcScan矢量化栅格线条



# 练习3：完成图像到地图的变换



# Thanks!

## Q & A



王江浩CAS

<http://jianghao.wang>