



# 第六讲 地理空间数据数字化 与可视化表达

张新长 教授/博士生导师

中山大学 地理科学与规划学院



# 章节结构



数字化技术与方法

符号化技术与方法

GIS可视化技术

GIS可视化表示方法与应用发展

# 第一节 数字化技术与方法



# 知识点

GIS数据采集方法概述

手扶跟踪地图数字化技术

扫描矢量化技术方法

## 基本概念

数据采集是把现有资料转换为计算机可以处理的形式，保证这些数据的完整性与逻辑的一致性。

### GIS 数据采集方法概述

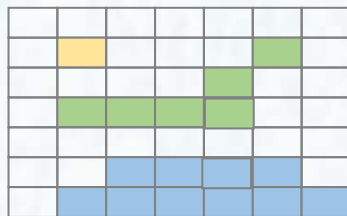
现实世界

连续的  
任意形态



GIS数据采集

空间离散化



属性编码描述

序号	类型	代码
001	住宅用地	R11

二进制的  
对象

计算机  
处理对象



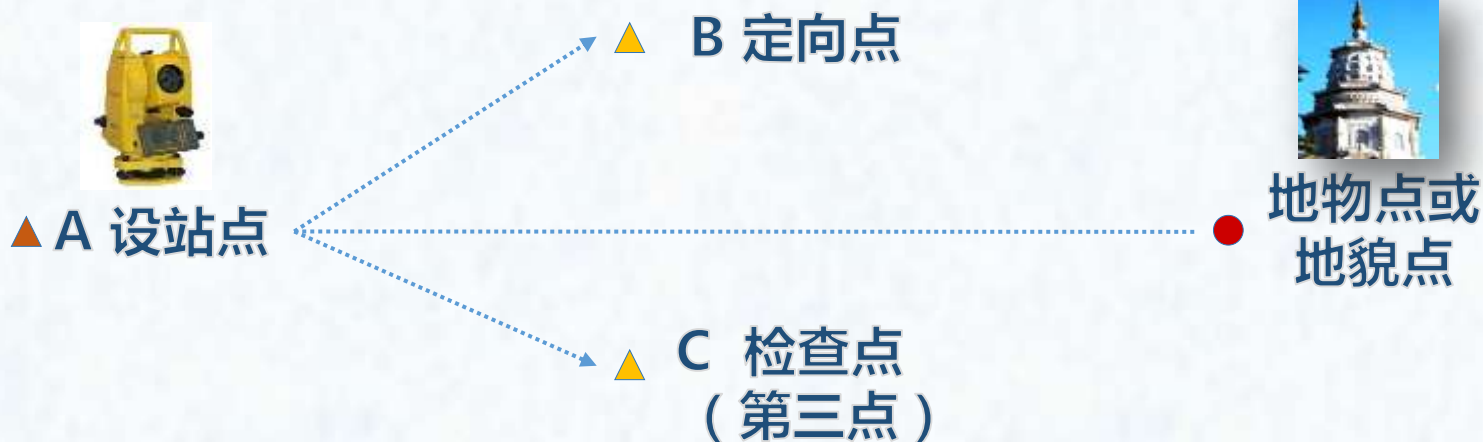


## 地理空间数据采集方法

### GIS 数据采集方法概述

野外实地  
测量

使用传统测量方法测得地理空间数据，经质量检查后，再输入到空间数据库中制成数字地图。



测量  
方式



全站仪测量



GPS测量

特点

- 详细、准确
- 花费人力多
- 工作周期长

## 地理空间数据采集方法

### GIS 数据采集方法概述

地图  
数字化

将纸质地图转换成计算机能存储和处理的数字地图，称为地图数字化。

纸质  
地图



地图数字化

数字  
地图



手扶跟踪  
数字化

扫描  
矢量化



- 扫描数字化的作业效率高于手扶跟踪数字化。
- 地图数字化后，位置精度不会高于原地图的精度。

## 地理空间数据采集方法

### GIS 数据采集方法概述

数字摄影  
测量

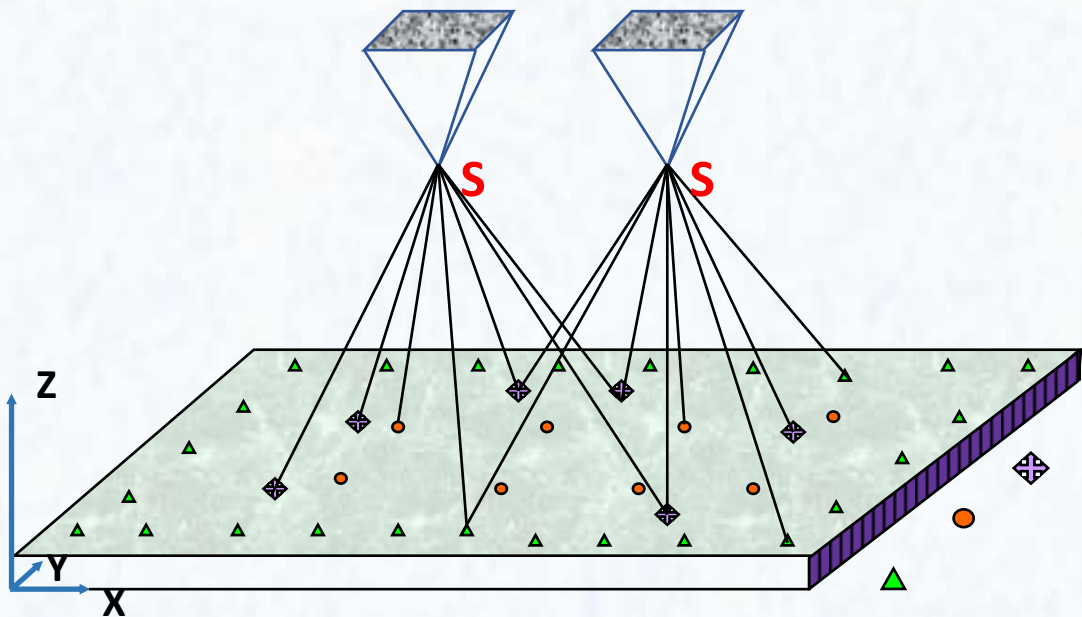
航空摄影

航测外业

内业加密

测绘产品

基于摄影测量的基本原理，通过所获取的数字/数字化影像进行处理，获得各种形式的数字产品和目视化产品。



- 典型的国产数字摄影测量系统: Virtuozo; JX-4C DPS

特点

● 范围大

● 速度快

● 信息广



## 地理空间数据采集方法

### GIS 数据采集方法概述

遥感图像  
解译

根据遥感图像的**空间特征**、**光谱特征**和**时间特征**，按照解译者的认知程度进行目标的**探测**、**识别**和**鉴定**。



遥感传感  
平台



遥感影像

色调  
纹理图案  
形状  
...



目视解译



计算机数字  
图像处理



- 几何信息
- 属性特征
- 变化动态

# 数字化技术与方法

## 属性数据采集方法

### GIS 数据采集方法概述

遥感  
数据  
获取



社会  
调查



已有  
统计  
资料



- 水域面积、森林覆盖率、人口年龄、收入与消费、工业生产、商业经营、医疗保险.....



尽量利用已有的资料，以减少作业成本，缩短工作周期。

## 新型数据采集方式

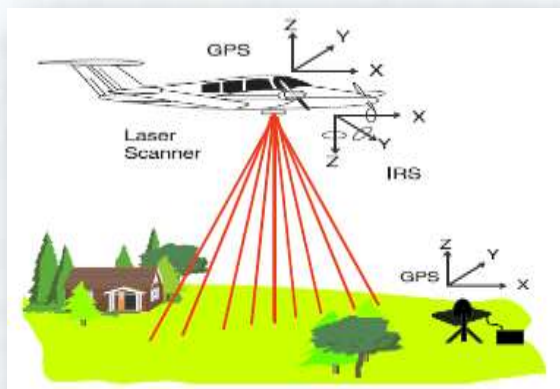
- 车载移动数据采集



- 无人机CCD摄影



- 航空和地面三维激光扫描



- 雷达干涉测量





## 手扶跟踪地图数字化

### 手扶跟踪地图数字化技术

#### 原理

手扶跟踪数字化的原理是将**图纸平铺**并固定到**数字化板上**，然后用**定标器**将图纸上的图形逐一输入到计算机里。



- 定标设备
- 感应板



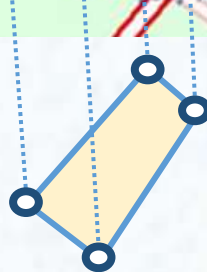
- 工作底图为纸质地图、聚酯薄膜图、黑图等。



读取图上坐标  
( $X, Y$ )

转换成地理坐标  
( $X', Y'$ )

构造图形





# 数字化技术与方法

## 技术步骤



确定数字化  
技术路线

地图  
预处理

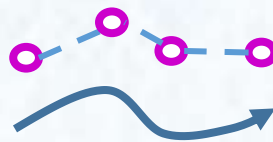
地图数字化  
操作

手扶跟踪地图数字化技术

技术路线

采点的方式

- 点方式
- 流方式



定位点的选取

- 图廓点定位
- 控制点定位



确定  
图上坐标  
地理坐标

选择数字化底图

- 纸制地图、  
聚酯薄膜图



数字化要素

- 建筑物、道路、  
河流、植被

如何分幅分层

- 按专题要素进行分层。
- 参考地形图规范进行分幅



# 数字化技术与方法

## 技术步骤



确定数字化  
技术路线

地图  
预处理

地图数字化  
操作

手扶跟踪地图数字化技术

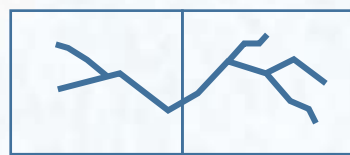
复制

- 把纸张质量不是很好的地图复制到聚酯薄膜上。



外扩

- 将内图框相交的线划要素向外延伸5-10mm。



5-10mm

分段

- 对于地图上交叉的线划要素进行分段。



分格

- 对于非国家标准分幅地图，应打上网格，以利于控制点坐标精度的量取。



规则格网

# 数字化技术与方法

## 技术步骤

### 手扶跟踪地图数字化技术



确定数字化  
技术路线

地图  
预处理

地图数字化  
操作

- 打开通信端口
- 打开数据文件
- 初始化数字化仪
- 输入控制点及其坐标



### 控制点采集

图像纠正

已采集控制点:

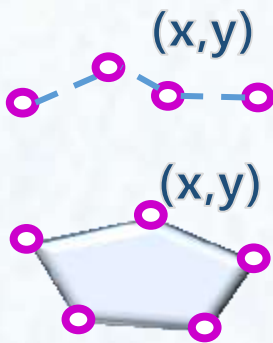
No.	源X	源Y	目标X	目标Y	误差

版面: 东 53.54509001 北 98.27021998

实际: 东 0 北 0

纠正方法: 线性变换

- 读取X, Y坐标值
- 图形显示X, Y坐标点
- 记录要素代码



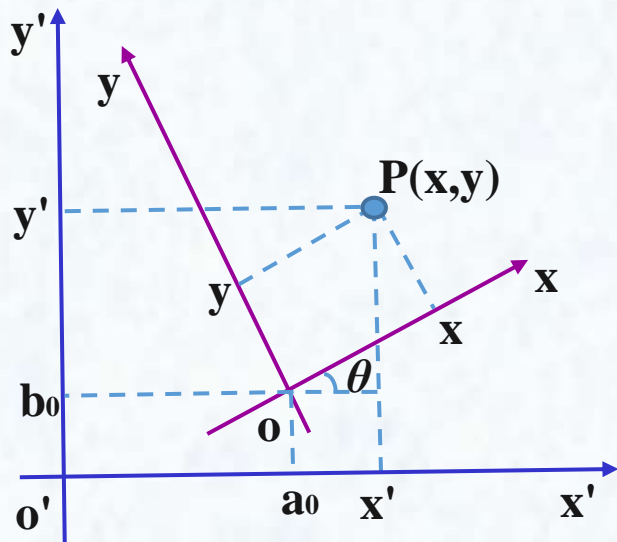
- 保存数据文件
- 关闭数字化仪端口
- 关闭数据文件



## 图上坐标向地理坐标的转化

### 最小二乘法

在数字化过程中，需要将地图上点的数字化仪平面坐标转换为实际地理坐标，最小二乘法是最为常用的方法。



设点 P 在数字化仪坐标系（或栅格图像坐标系）中的坐标为  $(x, y)$ ，转换到实际地理坐标系中的坐标为  $(x', y')$  的，则有：

$$x' = m(x \cos \theta - y \sin \theta) + a_0$$

$$y' = n(x \sin \theta + y \cos \theta) + b_0$$

令：

$$\begin{aligned} b_2 &= n \sin \theta & a_2 &= -m \sin \theta \\ b_1 &= n \cos \theta & a_1 &= m \cos \theta \end{aligned}$$

$$\begin{cases} x' = a_0 + a_1 x + a_2 y \\ y' = b_0 + b_1 x + b_2 y \end{cases}$$



## 图上坐标向地理坐标的转化

误差方程：

$$\begin{cases} Q_x^2 = \sum (x' - \hat{x})^2 = \sum (x' - \hat{a}_0 - \hat{a}_1 x - \hat{a}_2 y)^2 \\ Q_y^2 = \sum (y' - \hat{y})^2 = \sum (y' - \hat{b}_0 - \hat{b}_1 x - \hat{b}_2 y)^2 \end{cases}$$

式中， $\hat{x}$ ， $\hat{y}$  分别为  $x'$ ， $y'$  的估计值。

最小二乘法：偏差的平方差最小。

令  $\frac{\partial Q_x^2}{\partial a_i} = 0$  和  $\frac{\partial Q_y^2}{\partial b_i} = 0, i = 0, 1, 2$  解得：

$$\hat{a}_0 = \bar{x}' - \bar{x}a_1 - \bar{y}a_2, \hat{a}_1 = \frac{L_{x'x}L_{yy} - L_{x'y}L_{xy}}{L_{xx}L_{yy} - (L_{xy})^2}, \hat{a}_2 = \frac{L_{x'y}L_{xx} - L_{x'x}L_{xy}}{L_{xx}L_{yy} - (L_{xy})^2}$$

$$\hat{b}_0 = \bar{y}' - \bar{x}b_1 - \bar{y}b_2, \hat{b}_1 = \frac{L_{y'x}L_{yy} - L_{y'y}L_{xy}}{L_{xx}L_{yy} - (L_{xy})^2}, \hat{b}_2 = \frac{L_{y'y}L_{xx} - L_{y'x}L_{xy}}{L_{xx}L_{yy} - (L_{xy})^2}$$

式中，  $L_{xx} = \sum x^2 - (\sum x)^2 / n$ ,  $L_{xy} = \sum xy - (\sum x \sum y)^2 / n$ 。

# 数字化技术与方法

## 扫描矢量化

原理

把地图扫描成栅格影像，并进行栅格转矢量的运算，一般称为扫描矢量化。

扫描矢量化



纸质地图

扫描的地图  
地图栅格影像



扫描仪



屏幕数字化软件



自动矢量化



矢量数据编辑



矢量数据文件



空间数据库

# 数字化技术与方法

## 屏幕矢量化步骤

### 原理

在计算机屏幕上描绘扫描地图上的地理要素，生成矢量数据，该技术目前被广泛使用。

### 扫描矢量化



配准

创建数据集

屏幕交互矢量化

属性数据的录入

数据检查和编辑

编号	类型	名称
1001	建筑物	地环大楼





# 谢谢大家！

