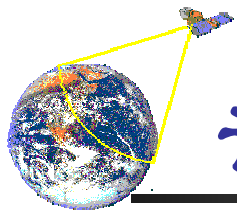


# 数字图像处理 与分析

刘定生

中科院中国遥感卫星地面站

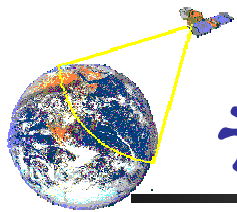
2005年春季学期



# 课程目标与安排

## ■ 课程目标

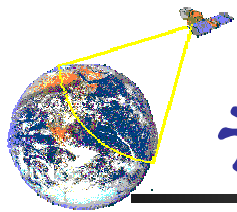
- 基本理解数字图像处理与分析的基本理论与研究方法，从“数字化”角度建立图像处理的基本概念
- 初步掌握进行数字图像处理与分析的基本技术
- 具备一定的实际处理能力与技巧
- 从研究角度，提高处理、分析与理解数字图像的能力
- 奠定开展数字图像处理与分析技术研究的理论与技术基础



# 课程目标与安排

## ■ 课程特色

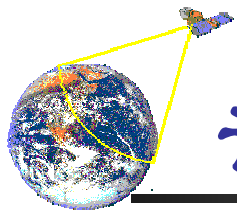
- 多学科交叉：光学、电子学、数学、摄影测量、计算机技术等，是一个高度综合的技术学科。
- 系统性不强，知识面宽但不很深
- 需要出色的分析与综合能力
- 需要很强的动手能力和程序设计能力



# 课程目标与安排

## ■ 课程内容安排

- 侧重于数字图像处理的基本原理与方法
- 着重讲解数字图象特征与分析方法
- 适当介绍三维数字图像处理与分析的技术与方法
- 本课程只讲述基本原理和一般方法，不涉及具体领域中的特殊方法，如医学图象处理、遥感图像处理等已经成为一个专门的研究领域，有许多特殊的处理方法。



# 课程目标与安排

## ■ 教学大纲安排—两大部分

### ➤ 上半部分—数字图像处理基本原理为主

第一章 图像处理与分析导论

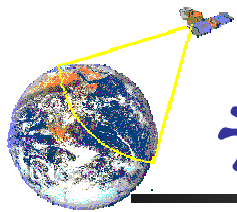
第二章 图像及其数字处理基本概念

第三章 数字图像处理基本运算

第四章 图像处理中的正交变换

第五章 图像增强

第六章 图像压缩编码



# 课程目标与安排

## ■ 教学大纲安排—两大部分

### ➤ 下半部分—数字图像分析为主

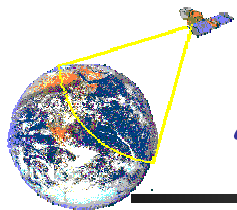
第七章 图像复原

第八章 图像重建

第九章 数字图像分析基础

第十章 模式识别的理论与方法概述

第十一章 三维图像处理与分析概述



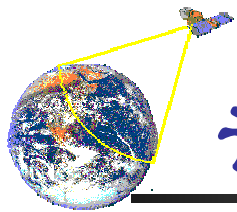
# 课程目标与安排

## ■ 基本教材

- 《数字图像处理学》，阮秋琦，电子工业出版社，2001

## ■ 基本参考书

- 《数字图像处理》（第二版），冈萨雷斯等，电子工业出版社，2003
- 《图像处理、分析与机器视觉》（第二版），Milan Sonka等，人民邮电出版社，2003
- 《图像处理与分析》，徐建华，科学出版社，1992
- 《数字图像处理》，K. R. Castleman，朱志刚等译，电子工业出版社，1998



# 课程目标与安排

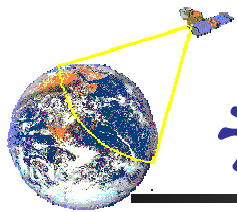
## ■ 上课方式

- 关键知识讲解与广泛的文献阅读相结合
- 书本知识学习与上机实验相结合
- 课后思考题、练习题与课堂互动式专题讨论相结合

## ■ 上机实验方式

- 利用通用或教学辅助软件
- 自己动手编制实验小程序

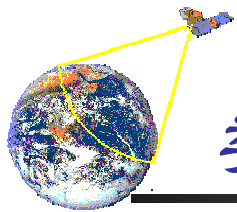




# 课程目标与安排

---

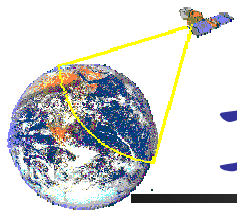
- 图像处理实验软件
  - 通用软件—**Photoshop**
  - 学习软件—数字图像处理演示软件
- 学习动手编程
  - **Windows**环境下，**C++**
  - **Matlab**软件



# 数字图像处理与分析

---

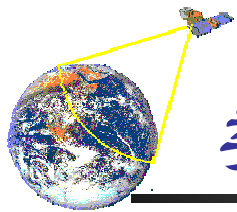
## 第一章：图像处理与分析导论



# 第一章：图像处理与分析导论

## ■ 数字图像处理与分析概述

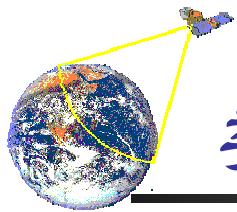
- 数字图像处理基本概念
- 数字图像处理历史发展
- 理论基础与学科关系



# 数字图像处理与分析概述

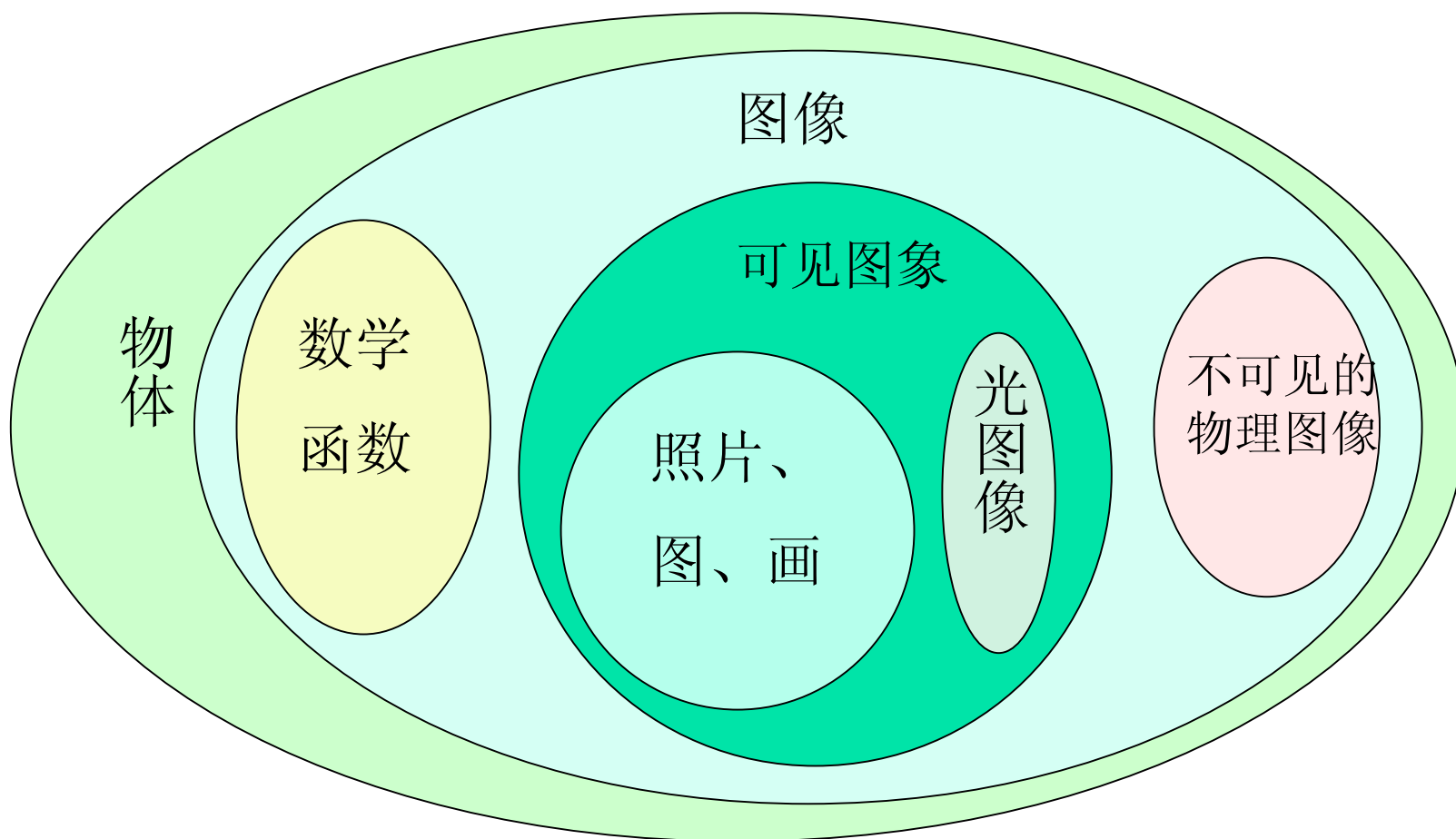
## ■ 什么是图像

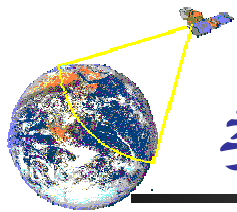
- “图”是物体投射或反射光的分布，“象”是人的视觉系统对图的接受在大脑中形成的印象或反映
- “一幅图像是一个东西的另一个表示”，是其所表示物体的信息的一个浓缩和高度概括
- 是客观和主观的结合
- 图像是对客观存在的物体的一种相似性的生动模仿或描述。是物体的一种不完全、不精确，但在某种意义上是适当的表示。



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 图像的分类





# 数字图像处理与分析概述

## ■ 什么是数字图像

➤ 模拟图像 ——  $I = f(x, y, z, \lambda, t)$

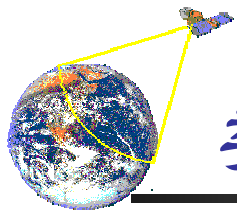
✓ 三维空间连续

✓ 时间上连续

✓ 波谱上连续

✓ 不可见物理图像

✓ 想象中的虚拟图像



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 什么是数字图像

### ➤ 什么是图像？

#### ✓ 5<sup>th</sup> Century B.C. – Chinese and Greeks

- ❖ In the wall of a darkened room, an inverted image of the outside is projected from the pinhole to the wall opposite the small hole.

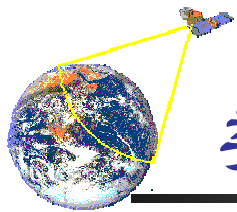
#### ✓ Aristotle (384-322 B.C.)

##### ❖ - eclipses

- One day standing under a tree, Aristotle understood the optical principle due to the partially eclipsed sun projected on the ground through the gaps between the leaves of the tree.

#### ✓ Leonardo da Vinci (1490)

- ❖ Suggested the use for art students
  - The images are very lifelike.

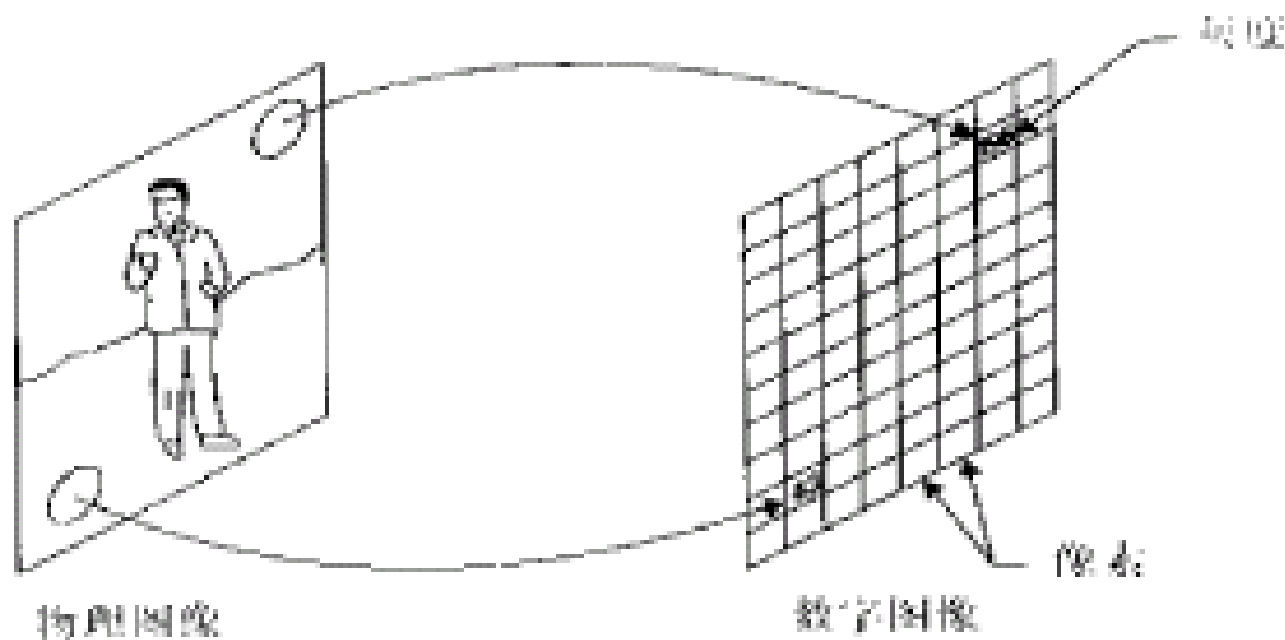


# 数字图像处理与分析概述

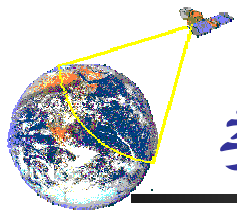
## ■ 什么是数字图像

➤ 单幅图像—平面、单色、静止： $I=f(x,y)$

➤ 数字图像—单幅图像的数字表示  $I=f[x,y]$

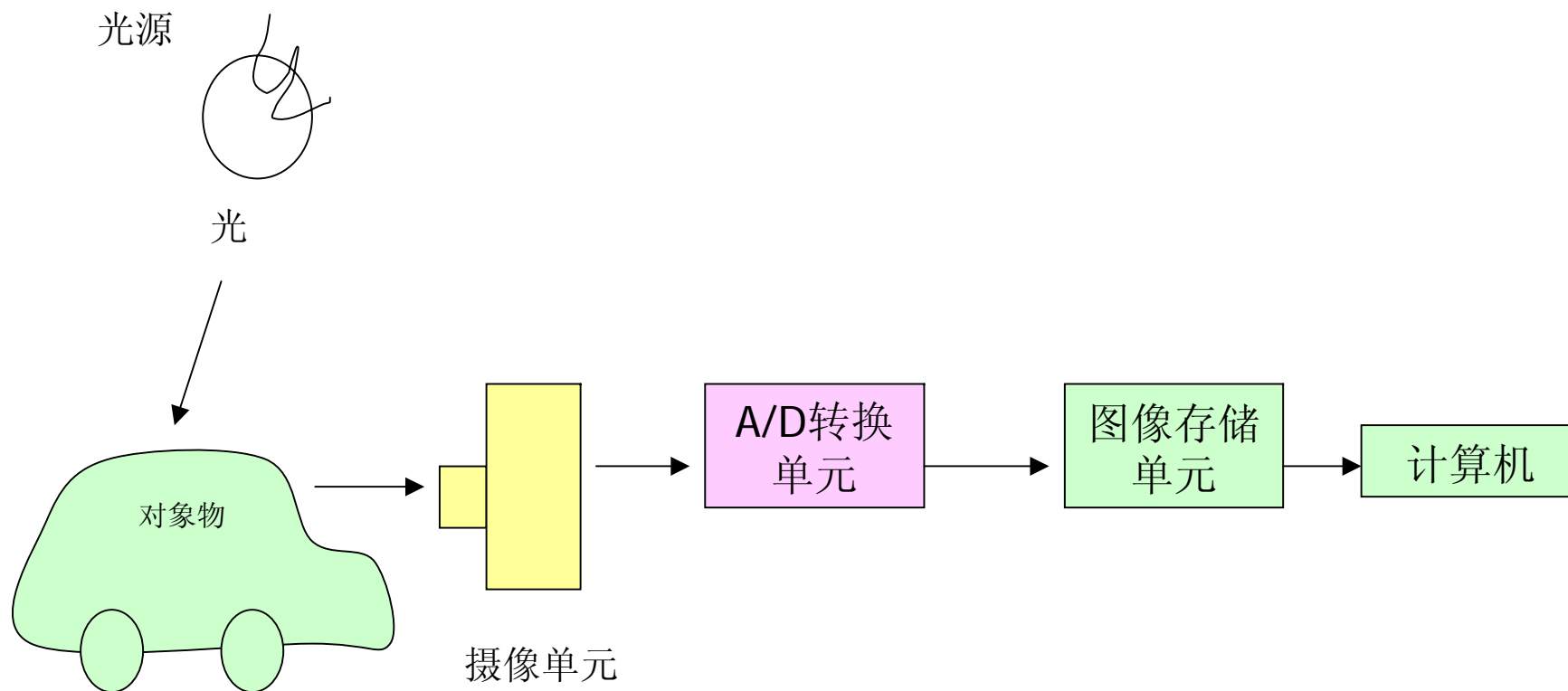


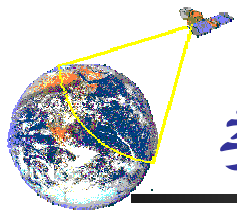




# 数字图像处理与分析概述

## ■ 形成数字图像的基本过程

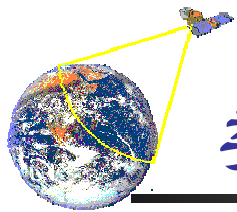




# 数字图像处理与分析概述

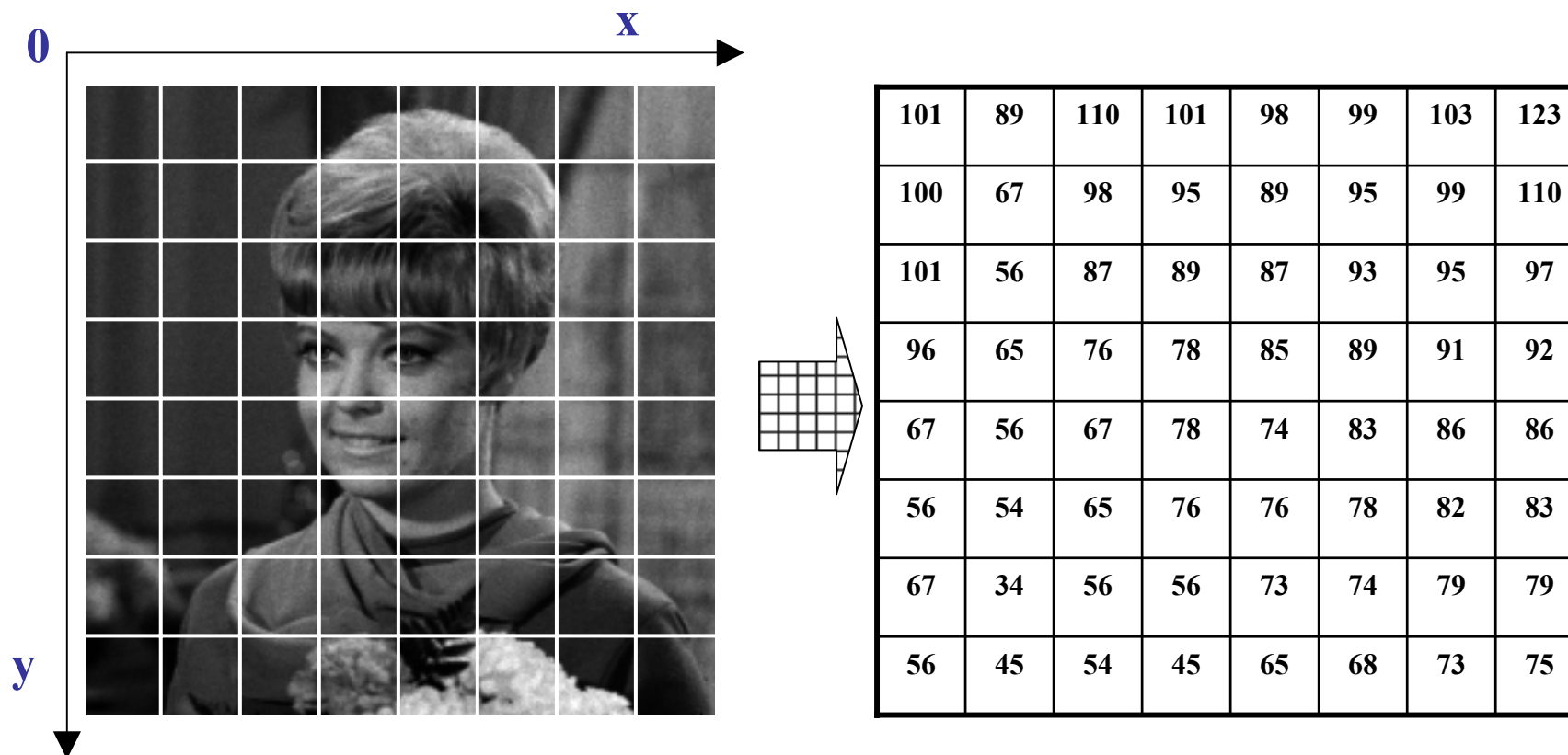
## ■ 数字图像处理与分析基本系统

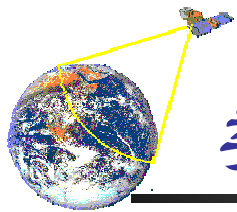




# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像表示——二维矩阵

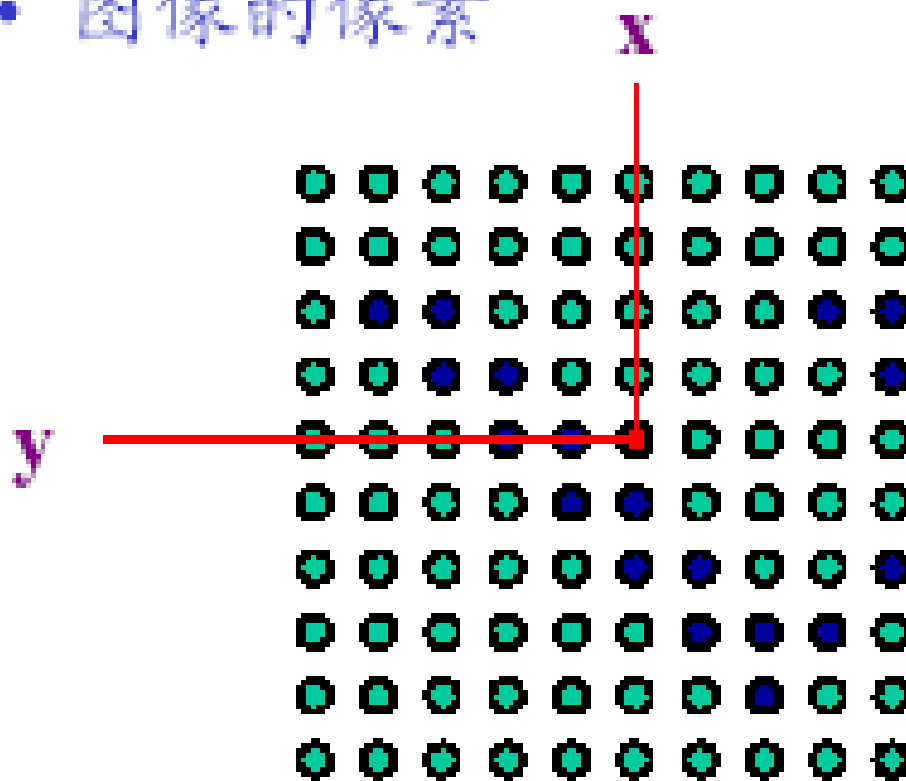


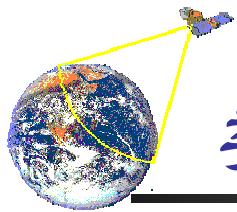


# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像的基本要素——像素

### • 图像的像素



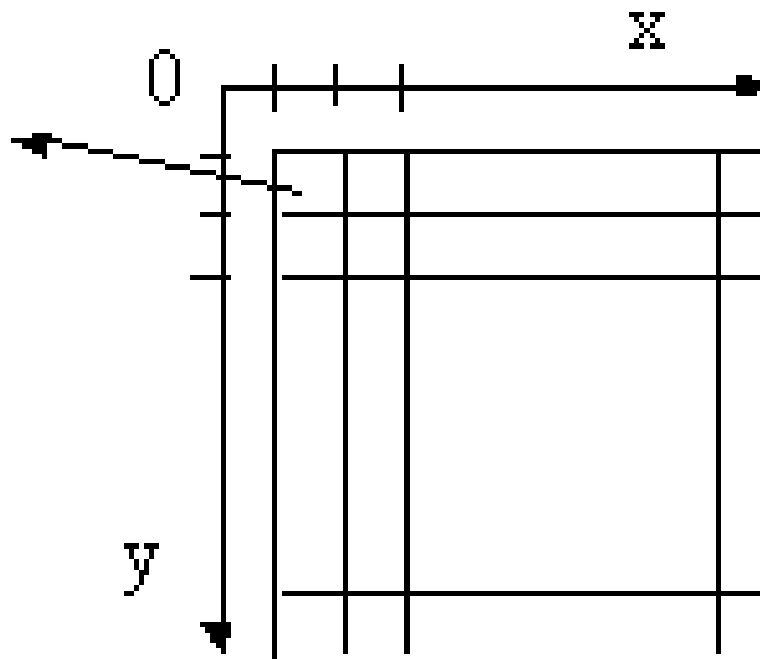


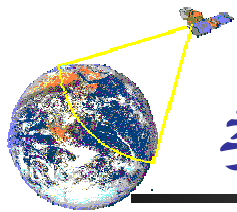
# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像的基本要素

➤ 像素坐标系——对图像分布进行二维空间采样

(pixel, line) or  
(column, row)





# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像的基本要素

➤ 像数值—对单个像素灰度值进行数字化采样

4 bits/pixel

6 bits/pixel

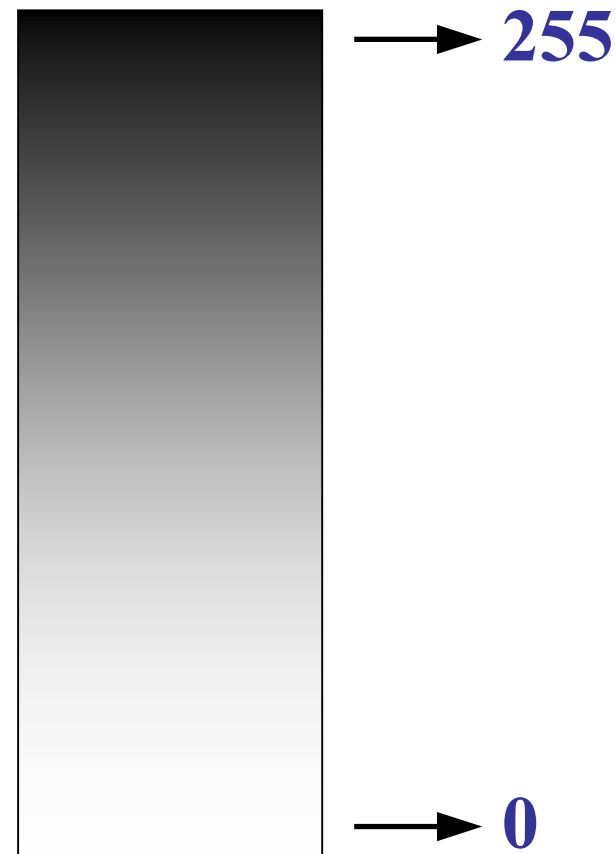
8 bits/pixel

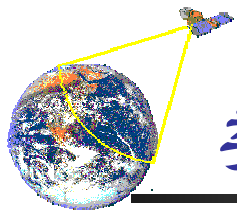
12 bits/pixel

16 bits/pixel

:

➤ 不同灰度图像的比较





# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像的基本要素

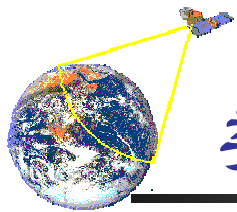
➤ 图像尺寸——一幅数字图像矩阵的大小

✓ 32X32、64X64、128X128、256X256、512X512、  
1024X1024、... ..

✓ 5280X6940、6000X6000、10000X10000、.....

✓ ... ..

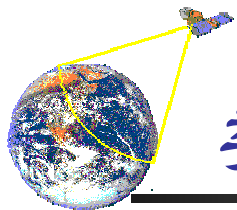
➤ 不同尺寸图像的比较



# 数字图像处理与分析概述

- 数字图像处理与分析定义？
  - 利用计算机对数字图像进行各种目的的处理
- 数字图像处理方式：
  - 将一幅图像变为另一幅经过加工的图像，图像到图像的过程
  - 将一幅图像转化为一种非图像的表示，分析、识别与理解的过程

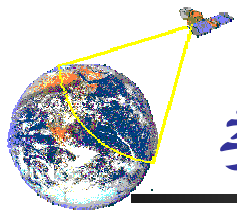




# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像处理与分析研究的实质

- 研究如何对一幅连续图像取样、量化以产生包含全部或所需信息的数字图像
- 如何对数字图像做各种变换以方便处理
- 如何滤去图像中的无用噪声
- 如何压缩图像数据以便存储和传输
- 如何从图像中提取所需信息，从而形成对图像所含信息的理解与识别
- 如何形成抽象事物的模拟图像，从而帮助人类更好地认识客观事物



# 数字图像处理与分析概述

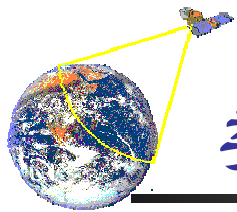
## ■ 数字图像处理与分析研究的内容（一）

### ➤ 图像变换

- ✓ 改变图像的空间或频谱分布，获取或突出感兴趣信息
- ✓ 空域变换：放大、缩小、旋转、.....
- ✓ 空域—频域变换：傅立叶变换、Walsh变换、离散余弦变换、小波变换、.....

### ➤ 图像编码

- ✓ 减少描述图像的数据量，节省图像传输、处理时间，减少存储空间
- ✓ 熵编码、预测法编码、变换编码、分形编码.....



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像处理与分析研究的内容（二）

### ➤ 图像增强和恢复

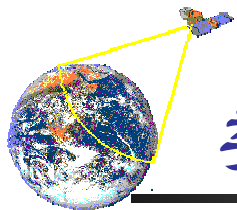
- ✓ 提高图像质量（去除噪声、提高图像的清晰度）
- ✓ 灰度修正、平滑、几何校正、图像锐化、频域增强、维纳滤波、卡尔曼滤波、.....

### ➤ 图像分割

- ✓ 提取出感兴趣的对象，为进一步的理解和识别做准备
- ✓ 灰度阈值分割、基于纹理的分割、区域生长法.....

### ➤ 图像的理解和识别

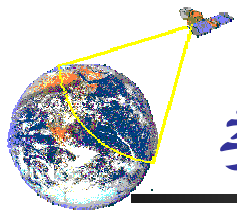
- ✓ 从图像中提取抽象化的特定信息
- ✓ 统计模式分类和句法模式分类



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 历史发展

- 二十世纪二十年代: 压缩图像以传输
- 五十年代: 开始利用计算机处理图像
- 六十年代: 阿波罗登月计划实施过程中发挥巨大作用, 初步形成数字图像处理与分析学科
- 七十年代: 医学X射线图像处理、CT图像处理上的成功应用, 带动数字图像处理与分析技术的深入发展
- 八十年代: 普及
- 九十年代: 多媒体
- 二十一世纪: .....



# 数字图像处理与分析概述

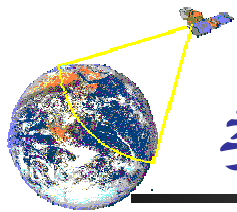
## ■ 数字图像处理与分析的哲学观点（一）

### ➤ 连续与离散

- ✓ 物理图像—时、空与辐射强度均连续的自然物体的表示—— $I=f(x,y,z,\lambda,t)$
- ✓ 数字图像—物理图象某一时刻二维空间离散采样点的集合—— $I=f[x,y]$

### ➤ 表示与处理

- ✓ 物理图像—可用连续函数进行较好地描述、分析与处理
- ✓ 数字图像—时空与幅度均为离散的数据矩阵，常借助于连续函数的分析结果与处理方法进行离散处理



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像处理与分析的哲学观点（二）

### ➤ 结果与效应

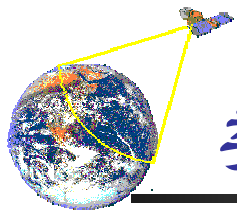
- ✓ 结果一致——进行连续处理和离散处理的结果相一致
- ✓ 显著不同——采样效应

### ➤ 不同观点

- ✓ 以连续的观点看待数字图像处理与分析——危险
- ✓ 局限于离散数学与逻辑运算——不明智

基本出发点：用离散技术处理连续世界的图像，处理的结果一般地也要以连续的形式演绎

“数字图像处理”不是指“处理数字图像”，而是指“图像的数字处理”



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 总结

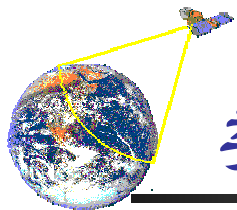
### ➤ 方法前提

- ✓能够刻画对连续形式的图像进行离散化后的影响
- ✓寻求从模拟到数字、再由数字到模拟的转换过程中，保证我们感兴趣内容不丢失或不明显损失的方法
- ✓能够预测采样效应，并能采取有效措施消除它们的影响，或降低到可以容忍的地步

### ➤ 我们所处理的数字图像在本质上等价于它所表示的连续图像

### ➤ 本课程中对数字图像处理与分析的定义：

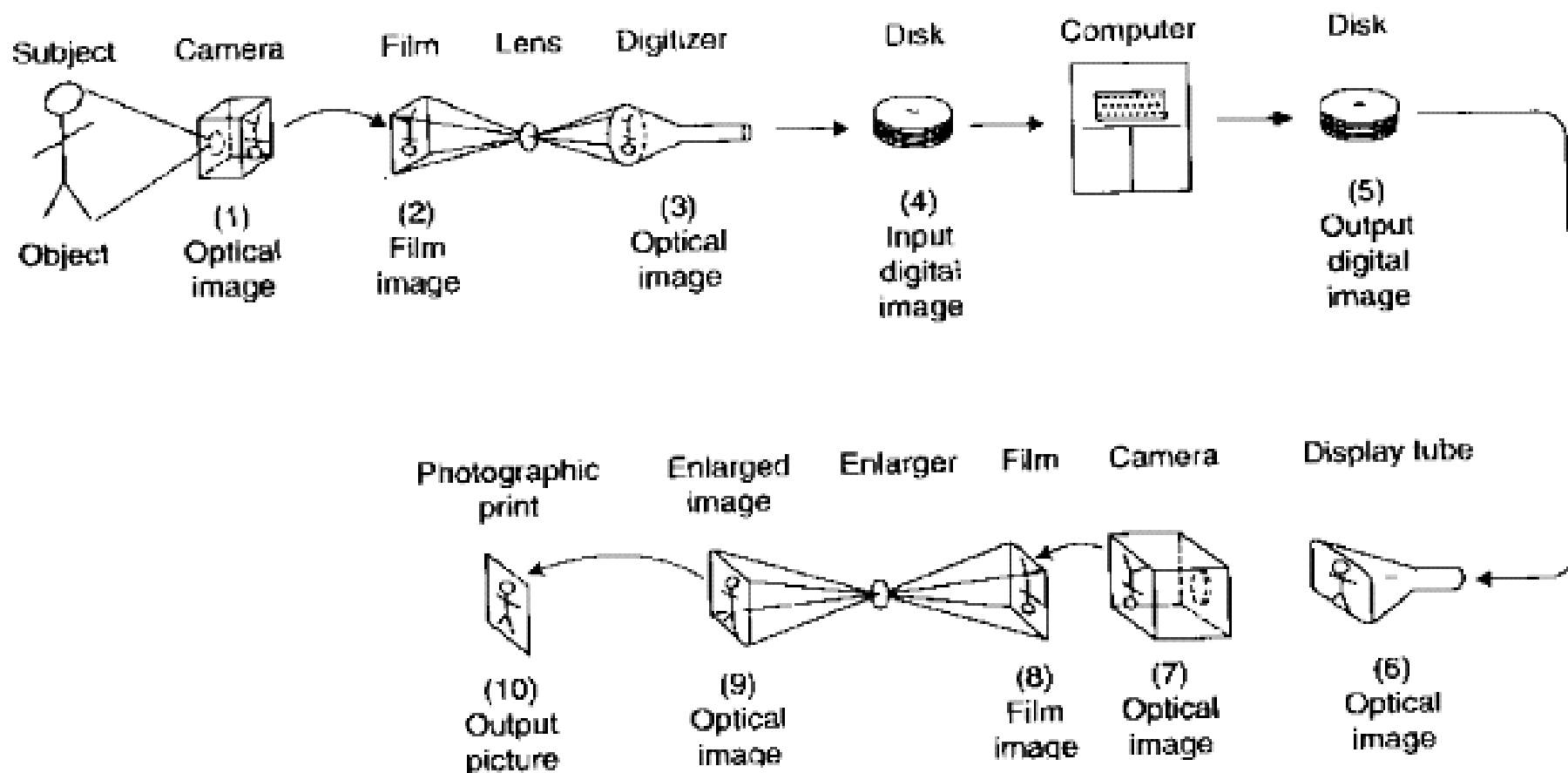
对一个物体的数字表示——二维矩阵——施加一系列的操作，以得到所期望的结果



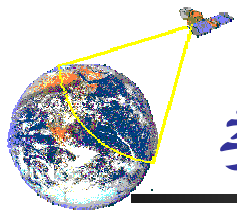
# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像处理过程中的退化

➤ 图像处理流程中的对应——每一步中可能产生的误差





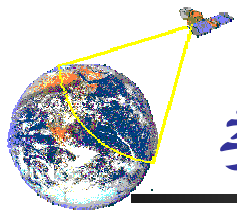


# 数字图像处理与分析概述

## ■ 基础理论与技术沿革

### ➤ 信息与通讯理论

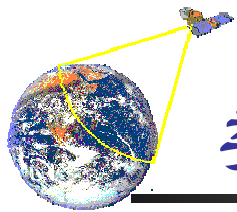
- ✓ Shannon“通信中的数学理论”（A Mathematical Theory of Communication）的发表
- ✓ 图像信息论属于信息论科学中的一个分支
- ✓ 图像处理理论将通信理论中的一维问题推广到二维空间
- ✓ 通信理论研究一维空间的信息，图像理论则研究二维空间的信息
- ✓ 通信中的一维问题大都可以推广到二维，尽管有些地方还不是很贴切，但对于图像处理理论体系的新词句有极大的借鉴意义



# 数字图像处理与分析概述

## ■ 基础理论与技术沿革

- 色彩学——色彩理论、色彩构成、色彩应用
  - ✓ 认识色彩、色彩体系、色彩混合与原色、色彩对比、色彩感觉、色彩应用
- 图形学
- 独有技术

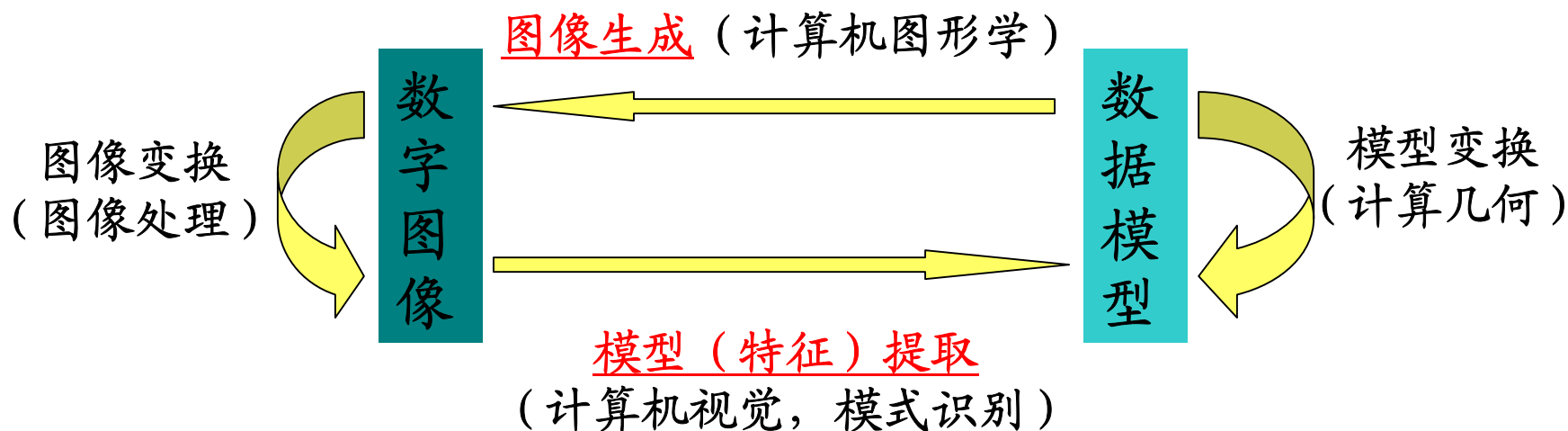


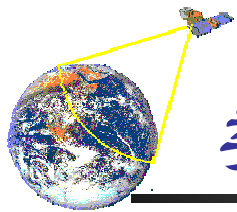
# 数字图像处理与分析概述

## ■ 与图形学的关系

- 图像处理——重点研究自然图像的处理
- 图形学——重点研究怎样用数字计算机生成、处理和显示图形

## ■ 发展特点：交叉、界线模糊、相互渗透





# 数字图像处理与分析概述

## ■ 数字图像处理与分析特点

➤ 图像中信息量大：“一幅图像胜过1000个单词”

➤ 图像处理数据量大

$512 \times 512 = 256 \text{ KB}$

$1024 \times 1024 = 1 \text{ MB}$

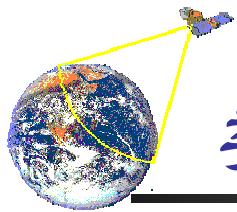
:

一景TM图像  $\approx 260 \text{ MB}$

一幅QuickBird图像  $\approx 700 \text{ MB} \sim 1.4 \text{ GB}$

➤ 处理过程重复性运算量大

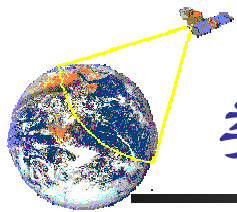
➤ 处理技术综合性强



# 数字图像处理与分析概述

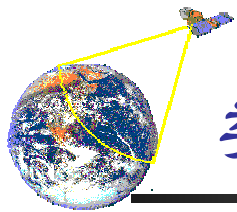
## ■ 数字图像处理与分析发展趋势

- 高速度、高分辨率、立体化、多媒体化、智能化和标准化
- 三维与多维图像的成像与处理
- 与图形学研究、人工智能研究等相结合，形成新的研究领域和开拓新的应用
  - ✓ 图像处理：图像进 → 图像出
  - ✓ 图像分析：图像进 → 测量结果出
  - ✓ 图像理解：图像进 → 高级描述出
  - ✓ 虚拟景观、智能机器人、.....
- 软件固化、高速处理芯片化
- 新理论与新算法研究



# 数字图像处理与分析应用概述

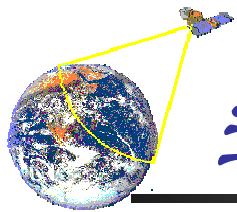
- 遥感
- 医疗诊断
- 工业检测与测量
- 视觉监视、保安
- 宇宙探险、军事国防
- 通讯广播
- 影视业、娱乐、公众服务
- .....



# 数字图像处理与分析应用概述

---

## 数字图像处理与分析 在遥感领域的应用 概述

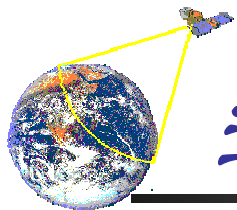


# 遥感图像处理概述

## ■ 历史发展

- 1839—第一架照相机诞生
- 1858—从气球上首次获得80米空中的照片
- 1903—第一架飞机诞生
- 1906—利用风筝首次获得2000英尺高空大面积照片
- 19世纪末最新奇的遥感平台—欧洲著名的鸽子飞行队
- 1910~45—第一、二次世界大战中，利用航空照片解译进行空中侦察
- 1957—前苏联第一颗人造卫星上天
- 1960—第一颗气象卫星上天
- 1972—美国 Landsat-1 上天

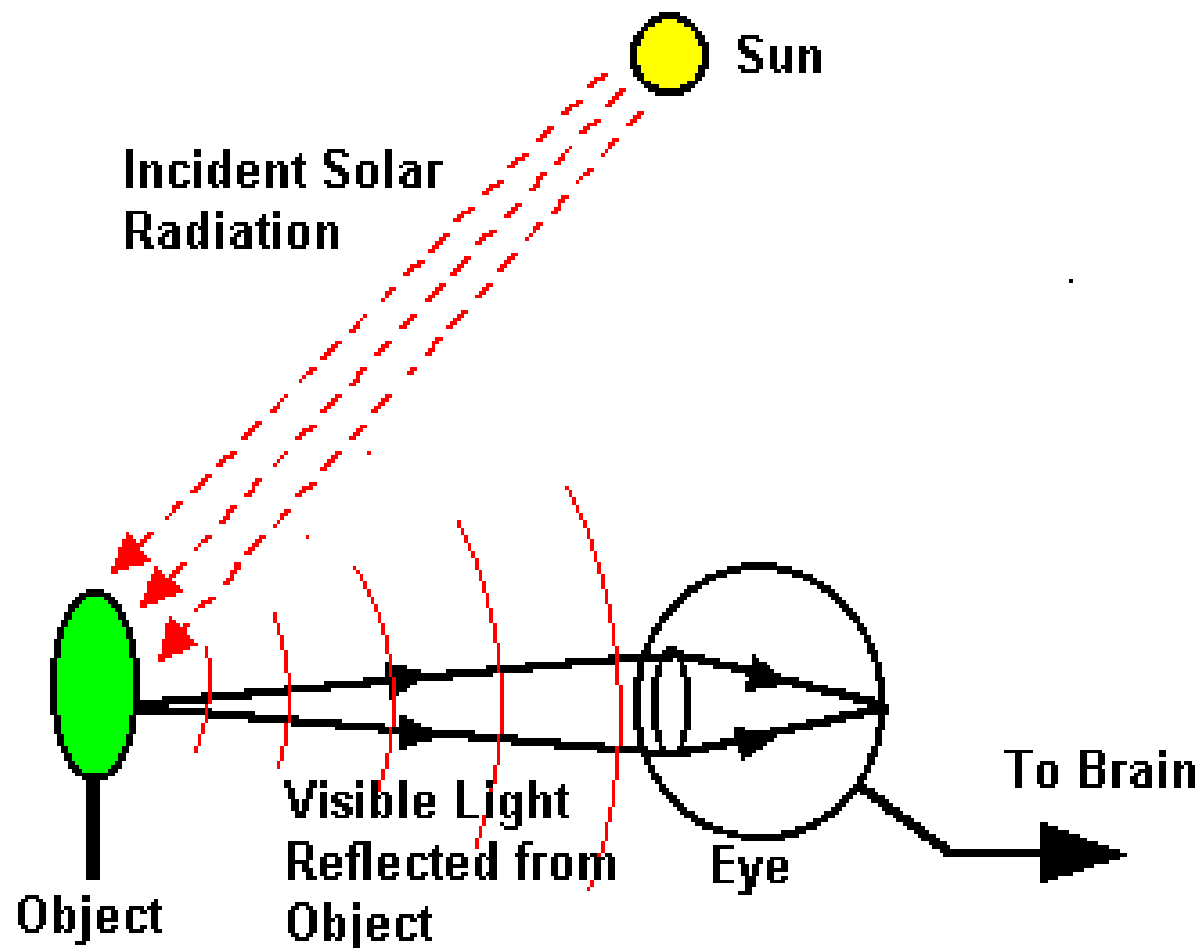


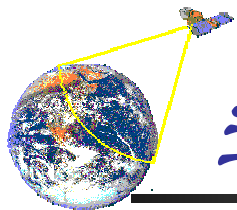


# 遥感图像处理概述

## ■ 遥感系统组成的三要素

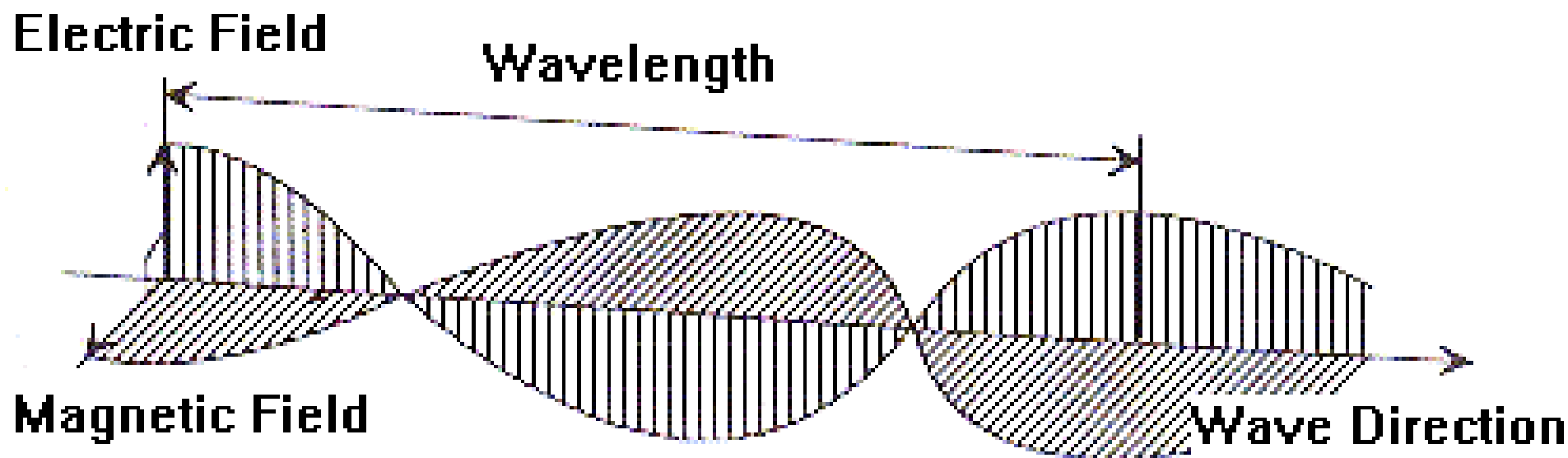
- 目标物体
- 从目标物体传过来的光线
- 感受光线的传感器



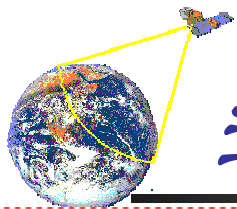


## 遥感图像处理概述

- 光——可看作为自由空间中的电磁波

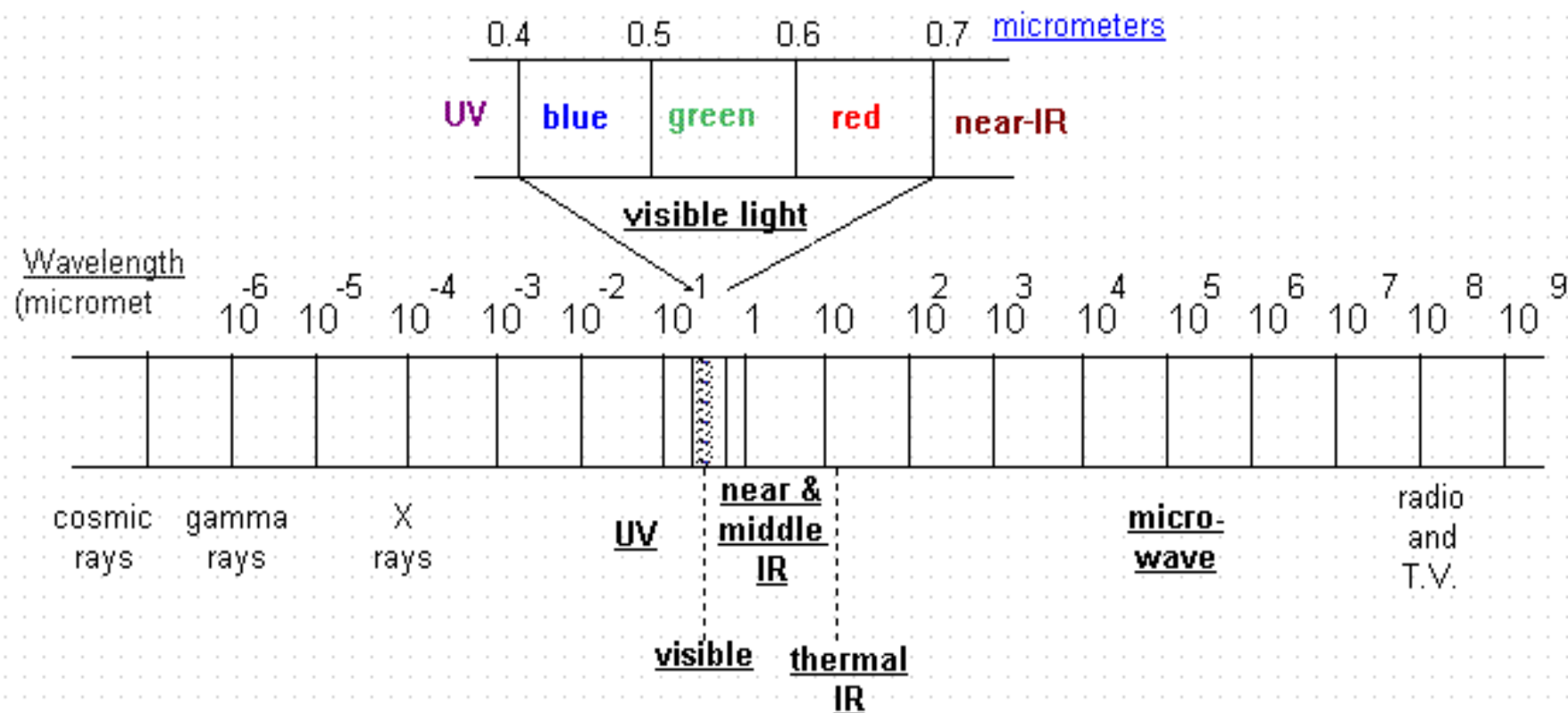


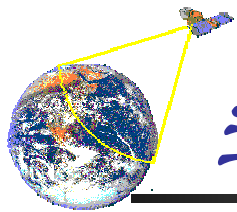
- 波——可由其波长或频率来描述



# 遥感图像处理概述

## ■ 电磁波谱范围





# 遥感图像处理概述

## ■ 遥感图像的波谱范围

紫外 (0.3–0.4mm)

可见光 (0.4–0.7mm)

红外 (0.7–14mm)

反射红外 (0.7–3mm)

中红外 (3–6mm)

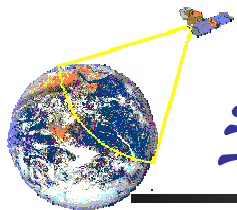
远红外 (6–15mm)

热红外 (8–14mm)

近红外 (0.7–1.3mm)

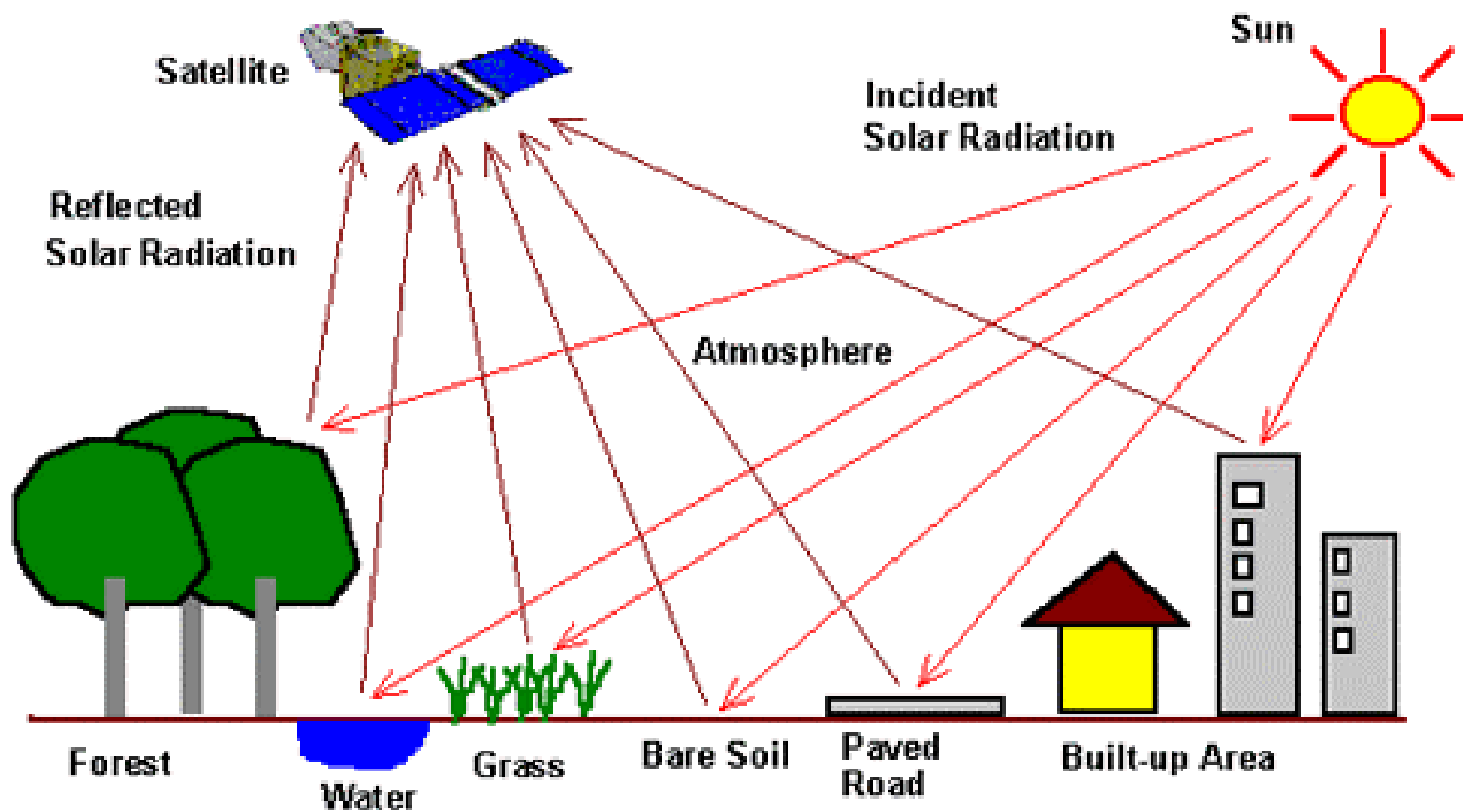
短波红外 (1.3–3mm)

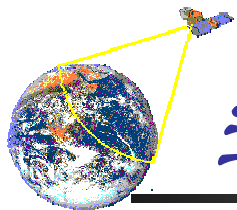
微波 (0.1–100cm)



# 遥感图像处理概述

## ■ 光学遥感数据获取





# 遥感图像处理概述

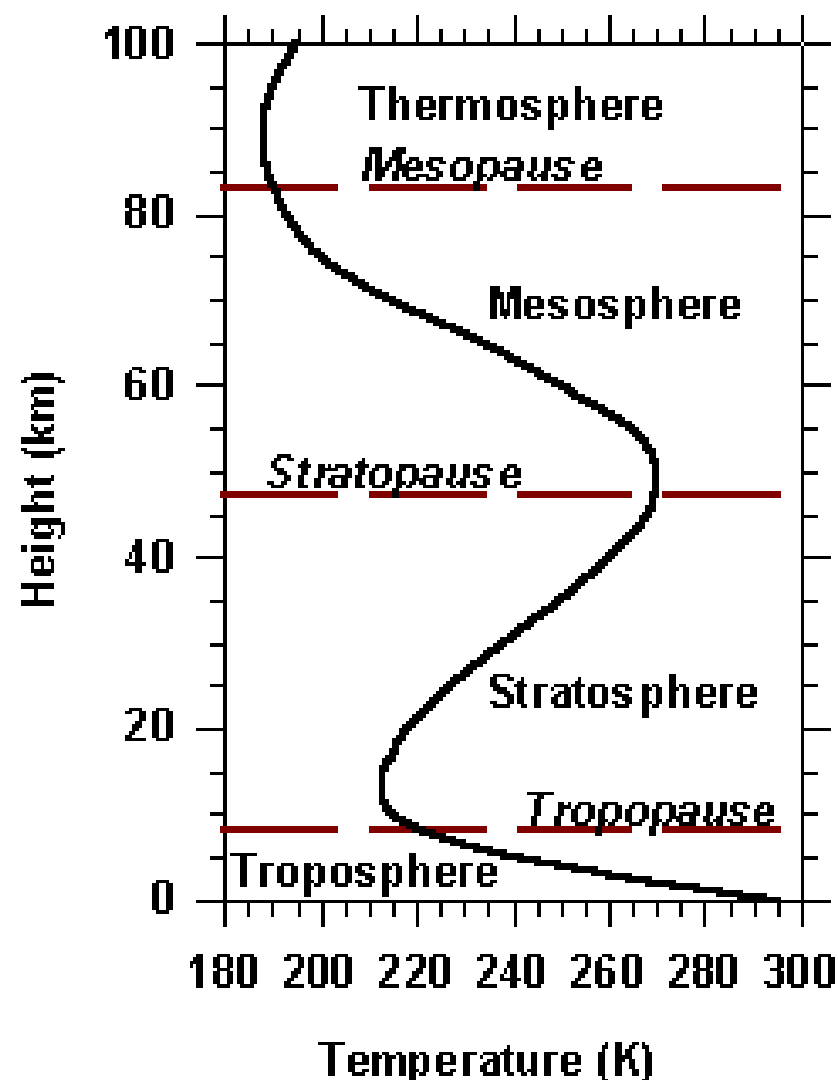
## ■ 大气层对遥感数据获取的影响

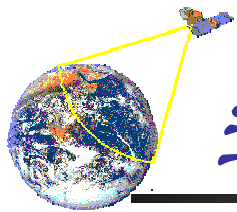
### ➤ 分为4层

- ✓ 对流层—troposphere
- ✓ 平流层—stratosphere
- ✓ 中间层—mesosphere
- ✓ 热电离层—thermosphere

### ➤ 对数据获取的影响

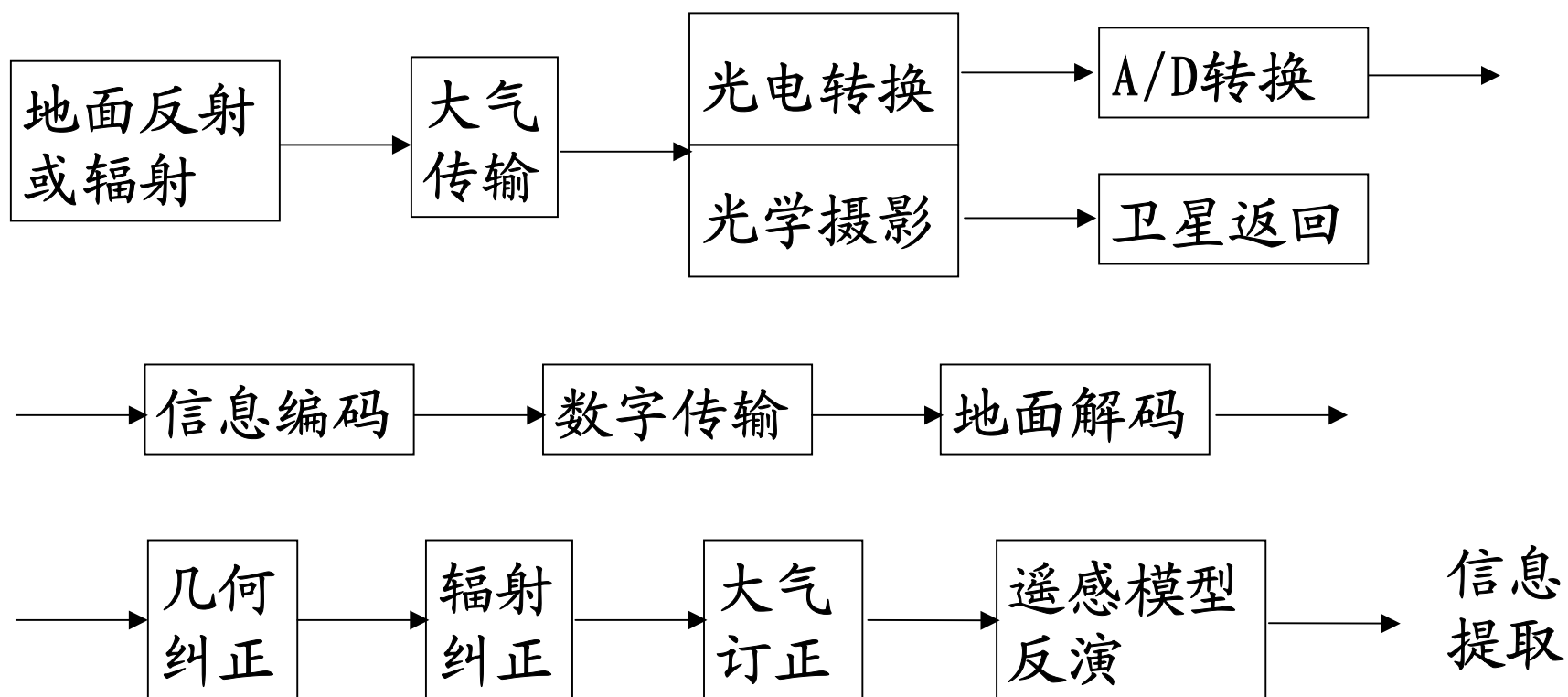
- ✓ 大气吸收
- ✓ 大气散射
- ✓ 大气噪声

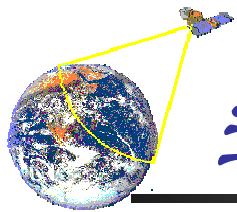




# 遥感图像处理概述

## ■ 遥感过程





# 遥感图像处理概述

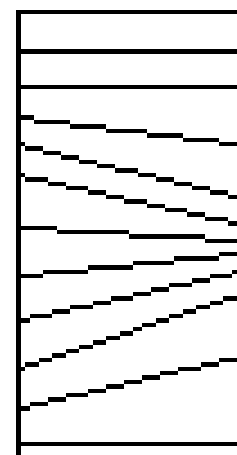
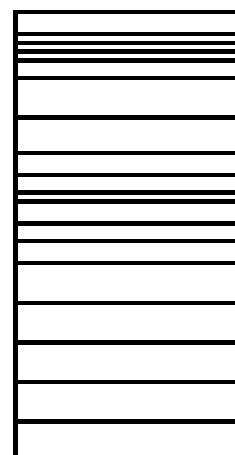
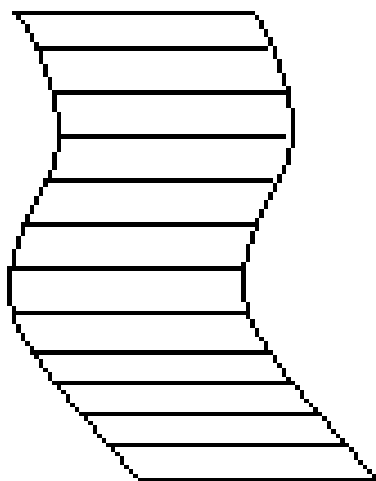
遥感图像获取过程中的失真

Roll

Pitch

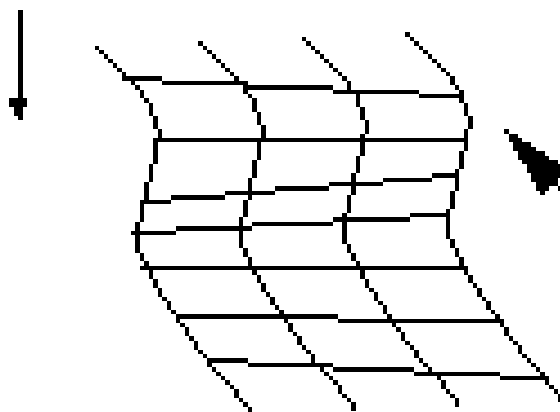
Yaw

Image  
acquired

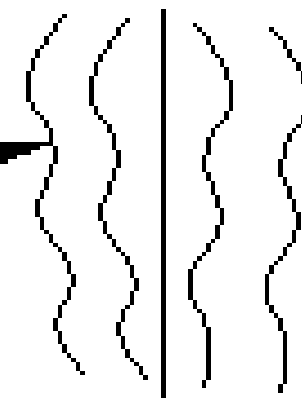


Over-sampling

The scale of the images will be changed as the followin



Smaller  
scale

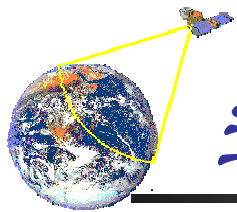




## ■ 遥感面对的对象



## 第一章：图像处理与分析导论



# 遥感图像处理概述

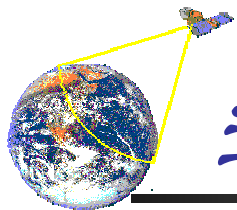
## ■ 遥感图像的基本描述

### ➤ 频谱分辨率

- ✓ 遥感器在接收目标辐射的光谱时，实际能分辨的最小波长间隔。

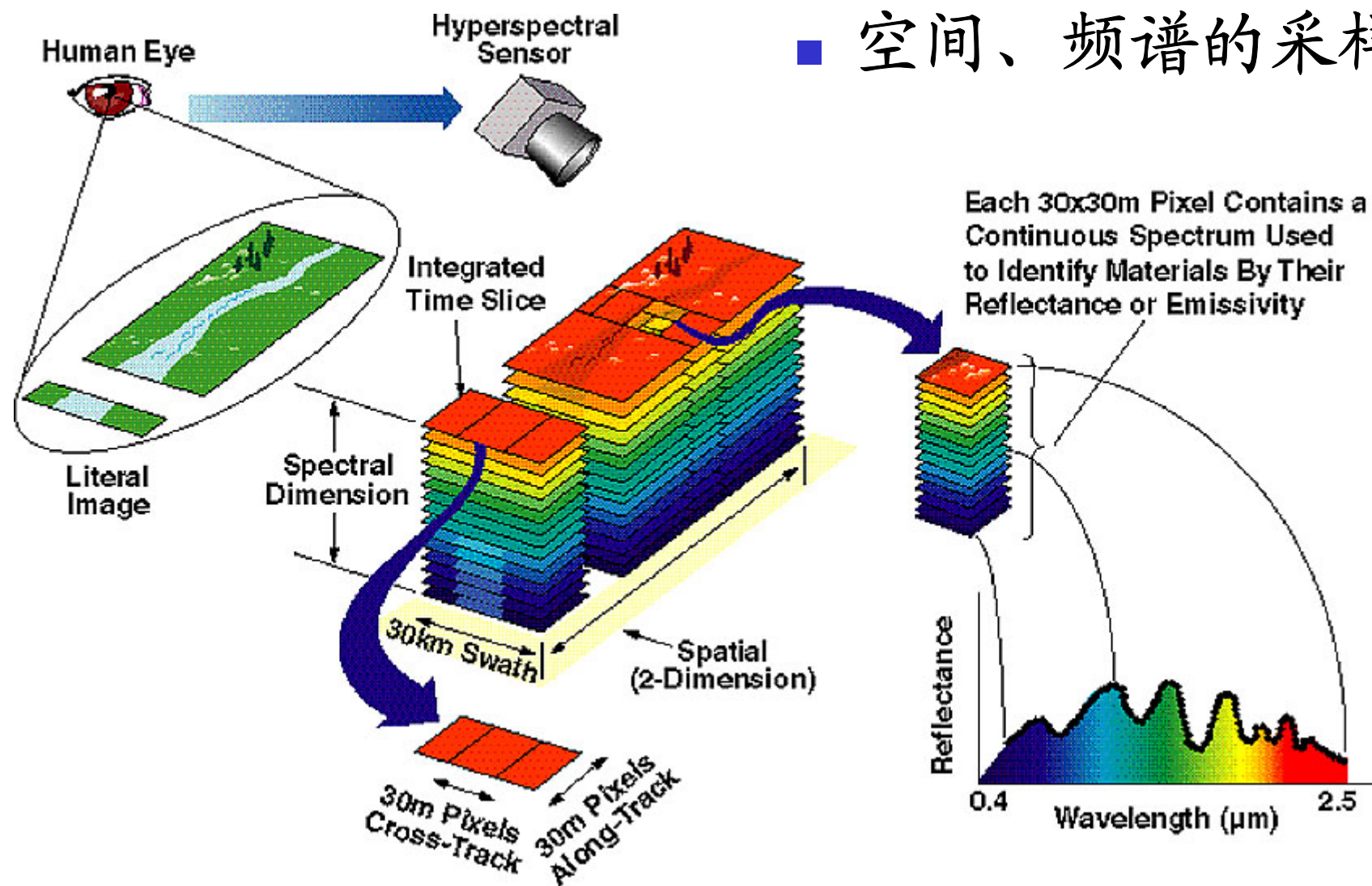
### ➤ 频谱采样率

- ✓ 遥感器在接收目标辐射的光谱时，对光谱进行采样时的最小波长间隔。

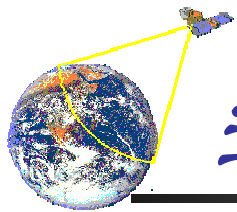


# 遥感图像处理概述

## ■ 空间、频谱的采样







# 遥感图像处理概述

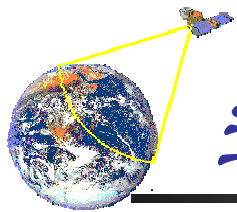
## ■ 遥感图像的基本描述

### ➤ 辐射分辨率

- ✓ 传感器在接收波谱信号时，能分辨的最小辐射度差。

### ➤ 辐射采样率

- ✓ 对传感器接收信号进行量化时，每个像素所采用的比特数。



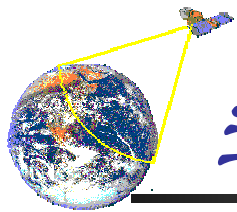
# 遥感图像处理概述



**8-bit quantization (256 levels)**



**6-bit quantization (64 levels)**



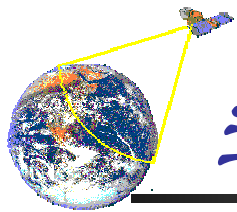
# 遥感图像处理概述



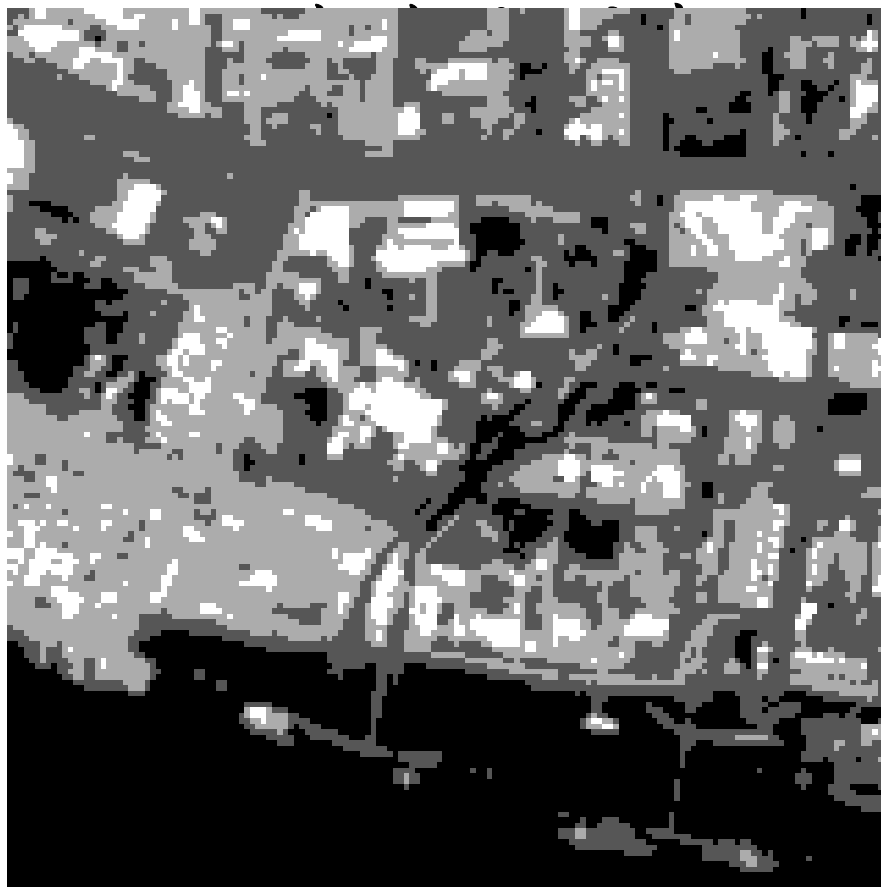
**4-bit quantization (16 levels)**



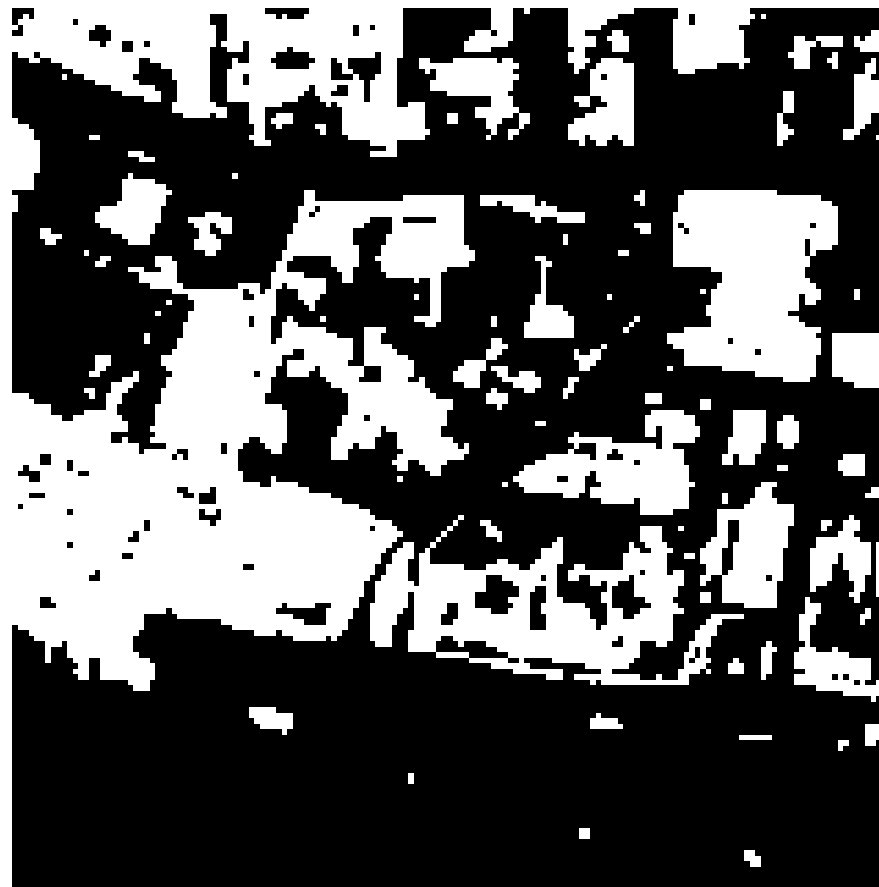
**3-bit quantization (8 levels)**



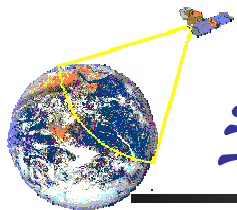
# 遥感图像处理概述



2-bit quantization (4 levels)



1-bit quantization (2 levels)



# 遥感图像处理概述

## ■ 遥感图像处理基本内容

### ➤ 遥感图像的辐射和几何纠正

- ✓ 遥感图像的辐射纠正，遥感图像的几何变形分析，几何纠正的基本技术方法。

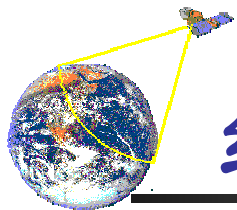
### ➤ 遥感信息增强处理

- ✓ 彩色合成，信息融合，主成分分析，遥感图像变换，遥感图像专题特征提取。

### ➤ 遥感信息提取及图像分类

- ✓ 遥感图像目视判读，监督分类，非监督分类，相关分类模型，分类结果评估。





结束

---

# 第一章结束

[Dslu@ne.rsgs.ac.cn](mailto:Dslu@ne.rsgs.ac.cn)

62652103