

第六章遥感图像判读与计算机分类

本章主要内容：

- § 6.1 遥感图像特性
- § 6.2 景物特征和判读标志
- § 6.3 目标判读的一般过程和方法
- § 6.4 遥感图像目视判读举例
- § 6.5 计算机自动分类基础知识
- § 6.6 特征变换和特征选择
- § 6.7 监督分类
- § 6.8 非监督分类
- § 6.9 监督分类和非监督分类的结合
- § 6.10 分类后处理和误差分析

遥感图像判读

- ◆ “判读”是对遥感图像上的各种特征进行综合分析、比较、推理和判断，最后提取出你所感兴趣的信息。
- ◆ 目视判读，借助一些光学仪器或在计算机显示屏幕上，凭借丰富的判读经验，扎实的专业知识和手头的相关资料，通过人脑的分析、推理和判断，提取有用的信息。
- ◆ 运用人工智能方法和一些准则，将专家的知识 and 经验，在计算机中建立知识库，将遥感数据和其它资料建立数据库，模拟人工判读。



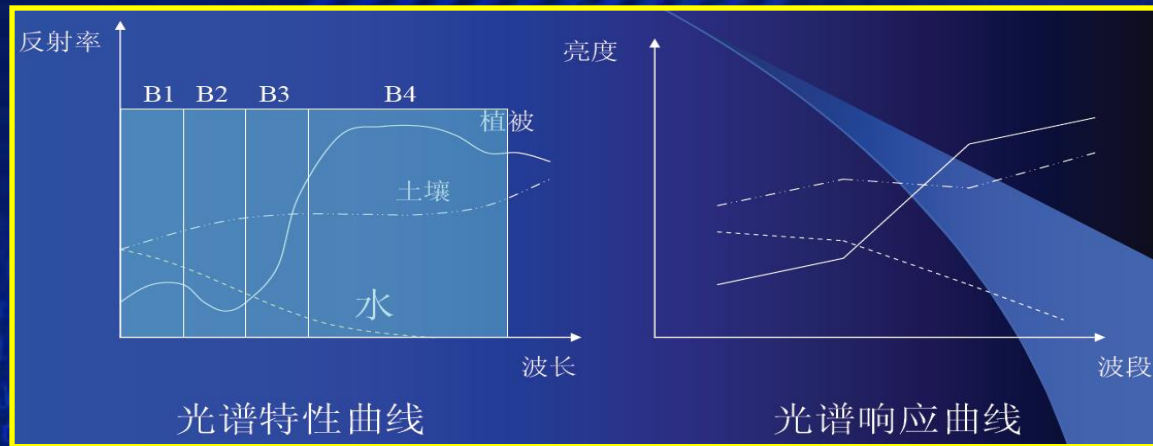
§ 6.1景物特征和判读标志

- ◆ 光谱特征及判读标志
- ◆ 空间特征及判读标志
- ◆ 时间特征及判读标志
- ◆ 影响景物特征及判读的因素

§ 6.1 景物特征和判读标志

6.1.1 光谱特征及判读标志

◇ 地物的波谱响应曲线与其光谱特性曲线的变化趋势是一致的。地物在多波段图像上特有的这种波谱响应就是地物的光谱特征的判读标志。



波谱响应值与地物在该波段内光谱反射亮度的积分值相应

§ 6.1景物特征和判读标志

6.1.2空间特征及判读标志

- ◇景物的各种几何形态为其空间特征，它与物本的空间坐标X、Y、Z密切相关，这种空间特征在像片上也是由不同的色调表现出来。
- ◇全色遥感图像中从白到黑的密度比例。色调标志是识别目标地物的基本依据，依据色调标志，可以区分目标。
- ◇目标地物和背景之间必需存在能被人的视觉所分辨的色调差异，目标才能被区分。

6.1.2 空间特征及判读标志

- ◇ 形状
- ◇ 大小
- ◇ 图形
- ◇ 阴影
- ◇ 位置
- ◇ 纹理
- ◇ 类型



形状

- ◇指各种地物的外形、轮廓。从高空观测地面物体形状是在X-Y平面内的投影。
- ◇不同物体显然其形状不同，其形状与物体本身的性质和形成有密切关系。



大小

◇地物的尺寸、面积、体积、在图像上按比例缩小后的相似性记录。



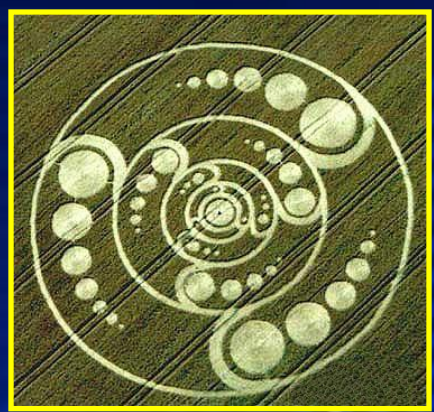
图形

◇ 自然、人造地物所构成的图形。



图形

◇ 自然、人造地物所构成的图形。



阴影

◇ 由于地物高度的变化，阻挡太阳光照射而产生的阴影。



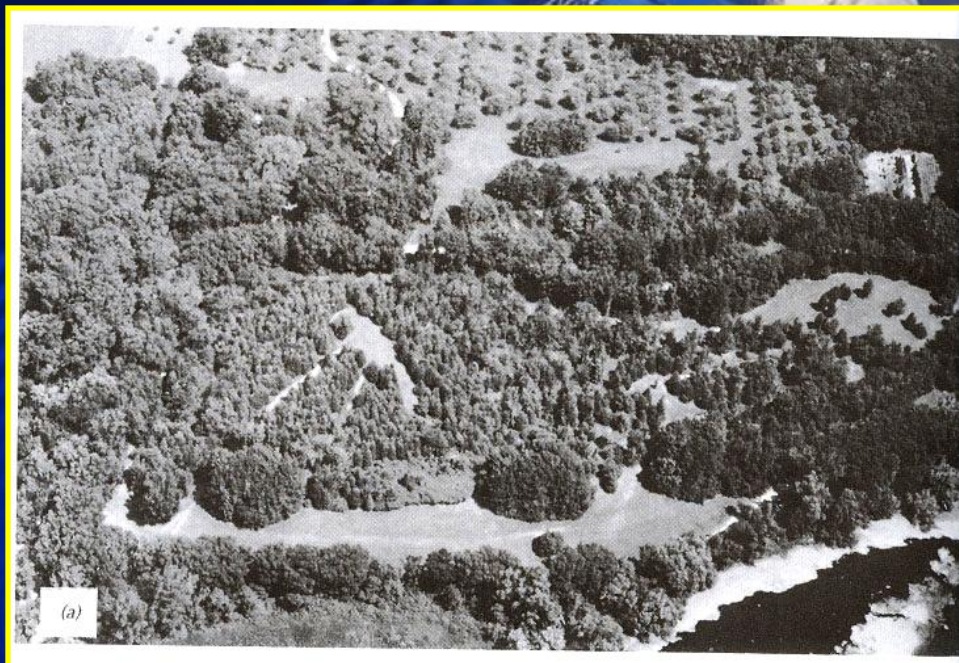
位置

- ◇ 地物存在的地点和所处的环境。
- ◇ 图像上除了地物所在的位置还与它所处的背景有很大的关系。例如处在阳坡、阴坡的树，可能长势不同或品种不同。



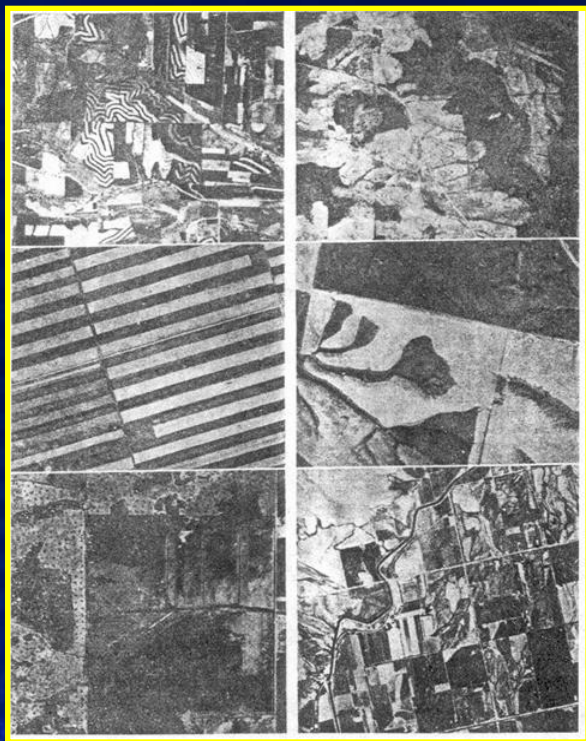
纹理

- ◇ 图像上细部结构以一定频率重复出现，是单一特征的集合。

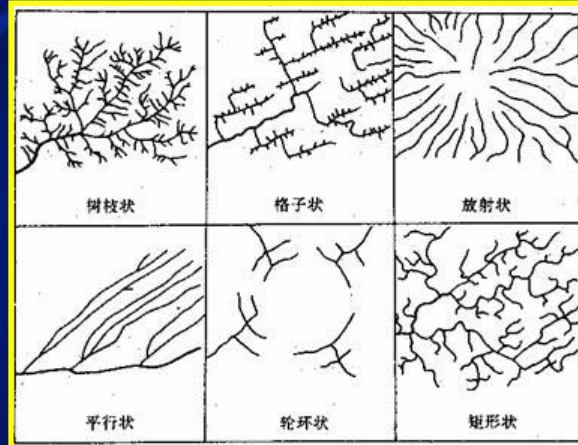
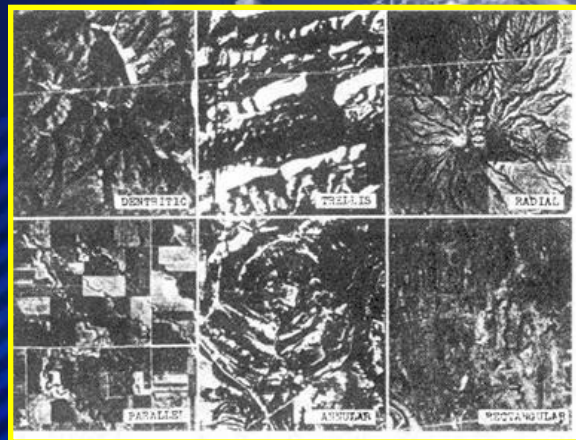


类型

◇ 土地利用类型



◇ 水系类型



耕地、林地、草地——农业用地
建设用地——非农业用地

地物特征



各种地物特征

地物	颜色	纹理	几何形状	相关要素
玉米	深褐、红褐	细腻分明	规则	大片分布
水稻	暗红	粗糙	规则	片状分布
小麦	红	细腻	规则	长势好或地块集中
道路	深灰色	规则	呈条带状分布	
房屋	灰绿,灰	规则		
河水	深绿	细腻	规则	呈条带状分布
清水河 浑浊水	不太清楚,色调有区别			

6.1.3 时间特征及判读标志

- ◇ 对于同一地区景物的时间特征表现在不同时间地面覆盖类型不同，地面景观发生很大变化。
- ◇ 景物的时间特征在图像上以光谱特征及空间特征的变化表现出来。

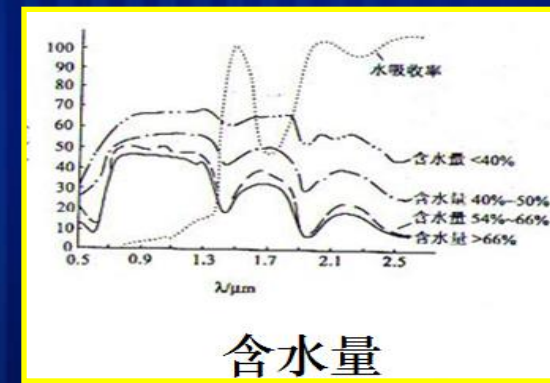
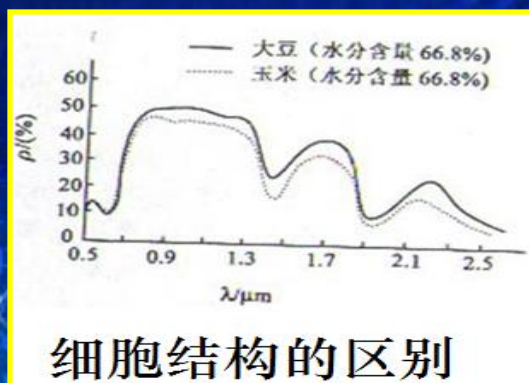
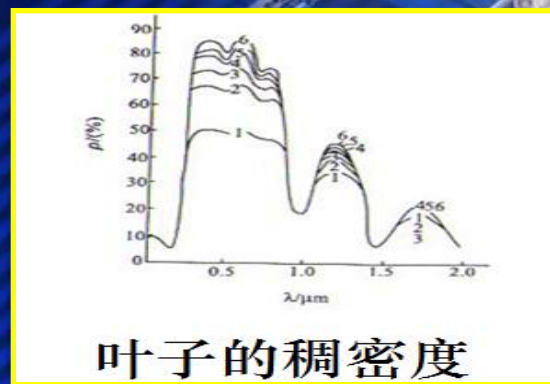
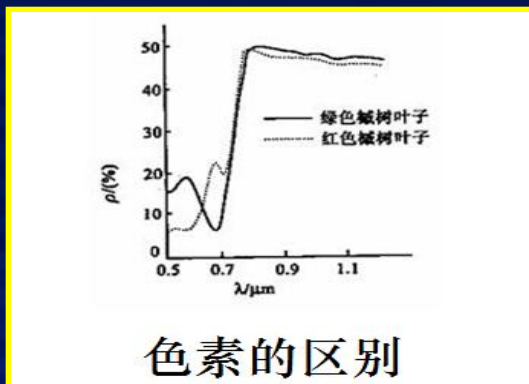
6.1.3 时间特征及判读标志



- ◇ 武汉市ETM (432) 图象，描述下列各类地物的特征：光谱特征(色调)，空间特征(几何形状)，其他特征(如纹理)。

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 地物本身的复杂性



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 地物本身的复杂性

● 土壤

- 特性
- 含水量
- 有机质

● 水

- 水泥沙
- 叶绿素
- 工业污染



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

- 几何分辨率
- 辐射分辨率
- 光谱分辨率
- 时间分辨率

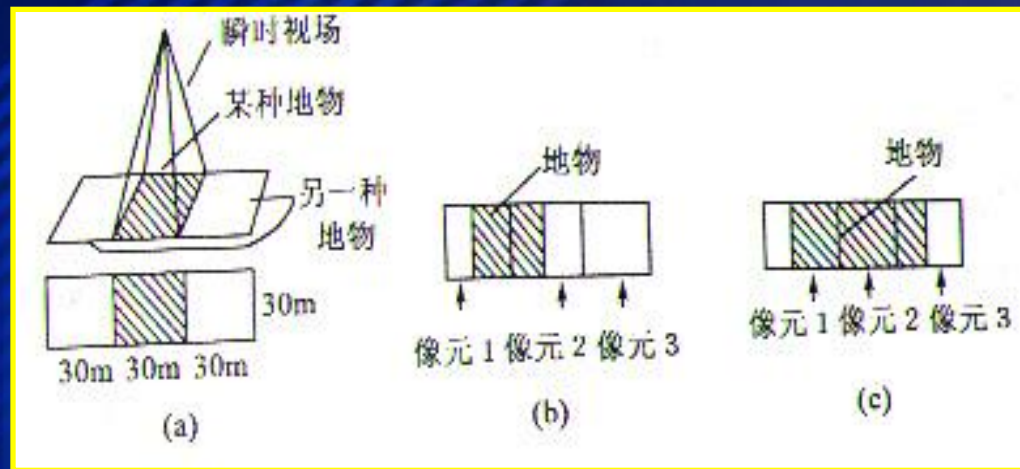
6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 几何分辨率

空间分辨力：传感器瞬时视场内所观察到地面的大小

几何分辨力：能分辨出的最小地物的大小。几何分辨力 = 3倍空间分辨力



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 地面分辨率和影像分辨率

地面分辨率：影像能够详细区分的最小单元（像元）能代表的地面尺寸的大小。

影像分辨率：地面分辨率在不同比例尺的具体影像上的反映。

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 地面分辨率

卫星 / 传感器	地面分辨率 (pan / ms) (m)	图像宽幅 (km × km)	制图比例尺 (pan/ ms) (1 : 1000)
IKONOS	1 / 4	13x13	5 / 20
SPOT/HRV	2.5 / 5	60x60	25 / 50
Landsat/ETM	15 / 30	180x180	75 / 150
Landsat/TM	30	180x180	150
Terra/MODIS	250 - 1000	continental	< 1500
NOAA/AVHRR	> 1100	continental	< 5000

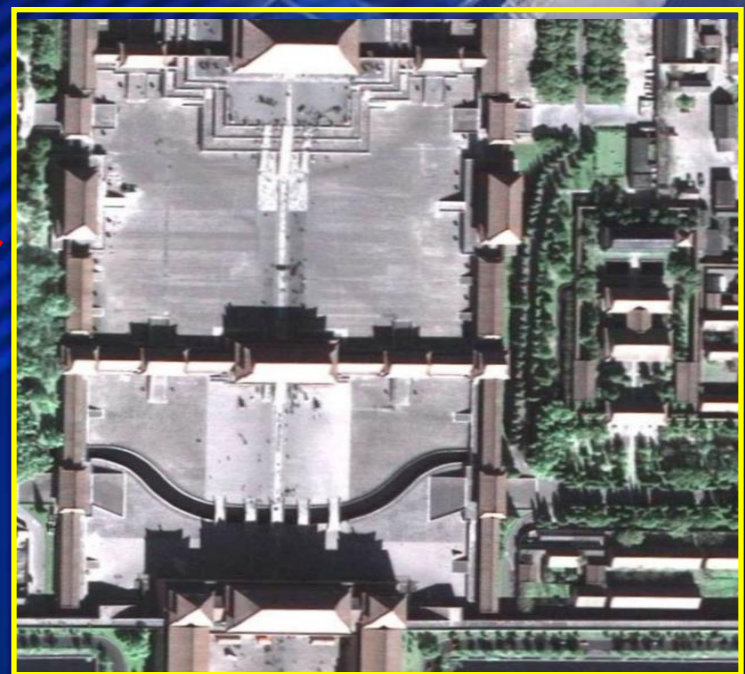
6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 地面分辨率-同一地区不同地面分辨率影像



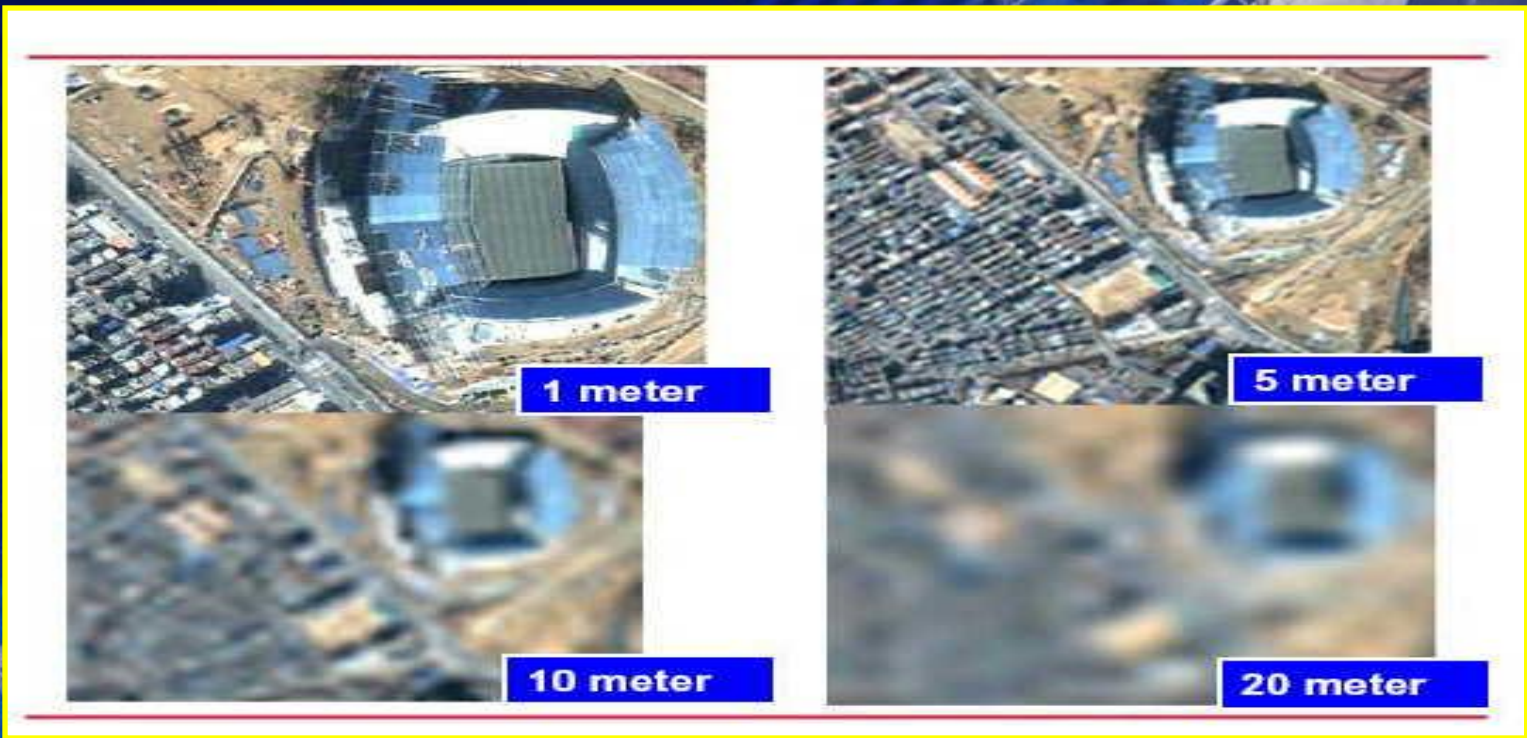
北京故宫_SPOT_2.5m



北京故宫_QuickBird_0.6m

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

- ◇ 传感器特性的影响
- 地面分辨率



不同分辨率的IKONOS影像

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

- ◇ 传感器特性的影响
- 影像分辨率

影像分辨率随影像的比例尺不同而变化。



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 辐射分辨率

- 传感器区分两种辐射强度最小差别的能力
- 传感器的输出包括信号和噪声两大部分。如果信号小于噪声，则输出的是噪声。如果两个信号之差小于噪声，则在输出的记录上无法分辨这两个信号。
- 辐射分辨率用等效噪声功率衡量。

通道	TM1	TM2	TM3	TM4	TM5	TM6	TM7
辐射灵	NE Δ P%	NE Δ P%	NE Δ P%	NE Δ P%	NE Δ P%	NE Δ T K	NE Δ T K
敏度	0.8	0.5	0.5	0.5	1.0	0.5	2.0

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 光谱分辨率

- 光谱探测能力，包括：传感器总的探测波段的宽度、波段数、各波段的波长范围和间隔。
- 波段太多，输出数据量太大，加大处理工作量和判读难度。
- 最佳探测波段，是指这些波段中探测各种目标之间和目标与背景之间，有最好的反差或波谱响应特性的差别。

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

● 光谱分辨率

卫星/传感器	波段范围 (μm)	卫星/传感器	波段范围 (μm)	卫星/传感器	波段范围 (μm)
Landsat TM	0.45—0.52 (蓝)	MODIS	0.620—0.670	MODIS	0.915—0.965
	0.52—0.60 (绿)		0.841—0.876		3.600—3.840
	0.63—0.69 (红)		0.459—0.479		3.929—3.989
	0.76—0.90 (近红外)		0.545—0.565		3.929—3.989
	1.55—0.75 (中红外)		1.230—1.250		4.020—4.080
	10.4—12.4 (热红外)		1.628—1.652		4.433—4.498
	2.05—2.35 (中红外)		2.105—2.155		4.482—4.549
NOAA-AHRR	0.58—0.68 (红)		0.405—0.420		1.360—1.390
	0.72—1.10 (近红外)		0.438—0.448		6.535—6.895
	3.55—3.93 (热红外)		0.483—0.493		7.175—7.475
	10.3—11.3 (热红外)		0.526—0.536		8.400—8.700
	11.3—12.5 (热红外)		0.546—0.556		9.380—9.800
SPOT-HRV	0.50—0.59 (绿)		0.662—0.672		10.780—11.280
	0.61—0.68 (红)		0.673—0.683		11.770—12.270
	0.79—0.89 (近红外)	0.743—0.753	13.185—13.485		
	0.51—0.73 (可见光)	0.862—0.877	13.485—13.785		
		0.890—0.920	13.785—14.085		
	0.931—0.941	14.085—14.385			

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

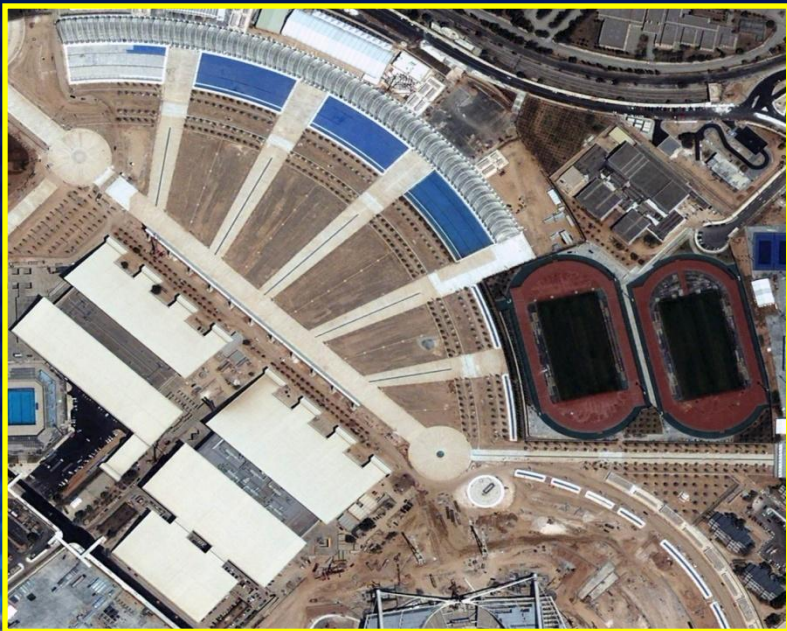
● 时间分辨率

- 定义：我们把传感器对同一目标进行重复探测时，相邻两次探测的时间间隔成为遥感图像的时间分辨率。
- 应用：土地利用变化、洪水、绿地消长、城市热岛等

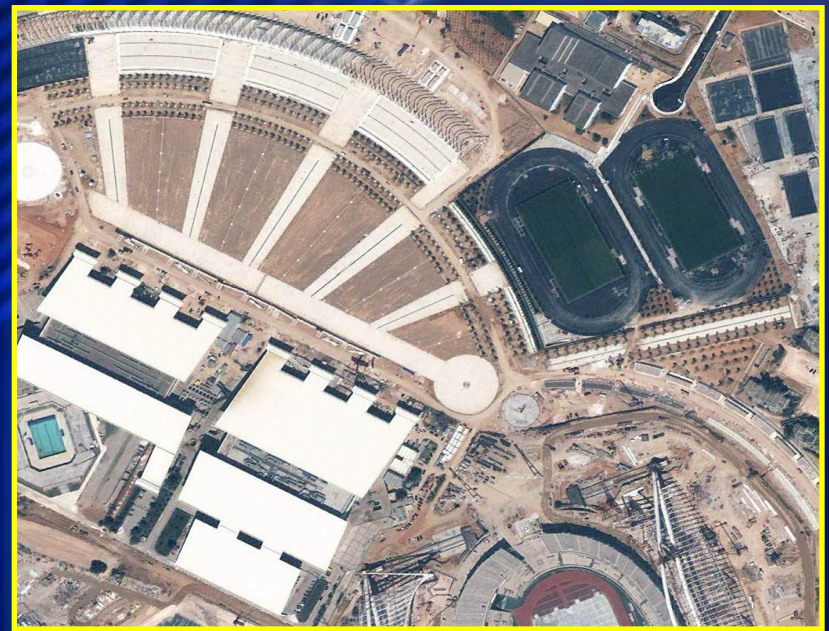
卫星	重复周期/天	时间分辨率/天
Landsat-1, 2, 3	18	18
Landsat-4, 5	16	16
Skylab	20	20
SPOT	26	2-26

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

- ◇ 传感器特性的影响
- 时间分辨率-不同时相影像



athens_olympic_july5_2004

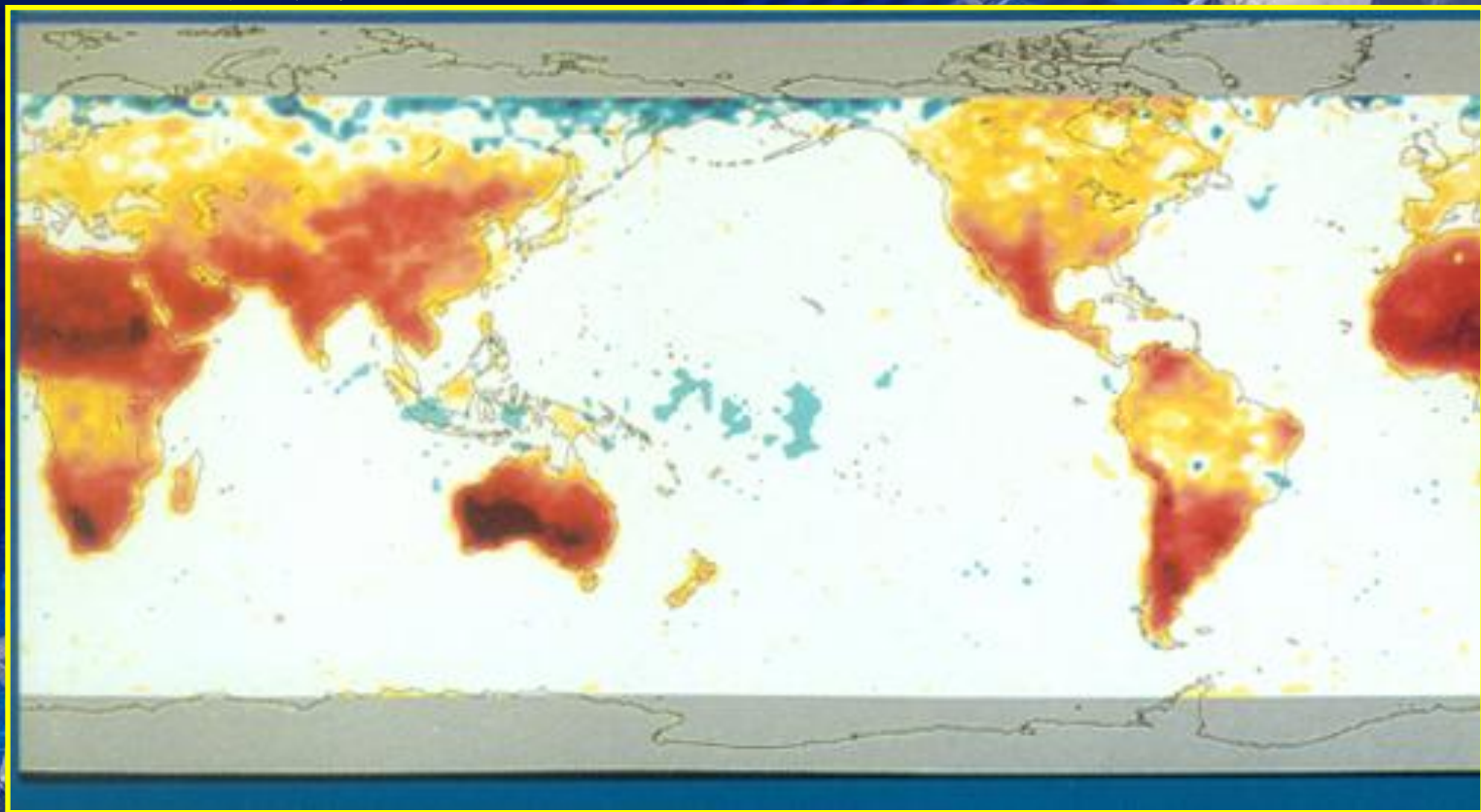


athens_olympic_may7_2004

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响

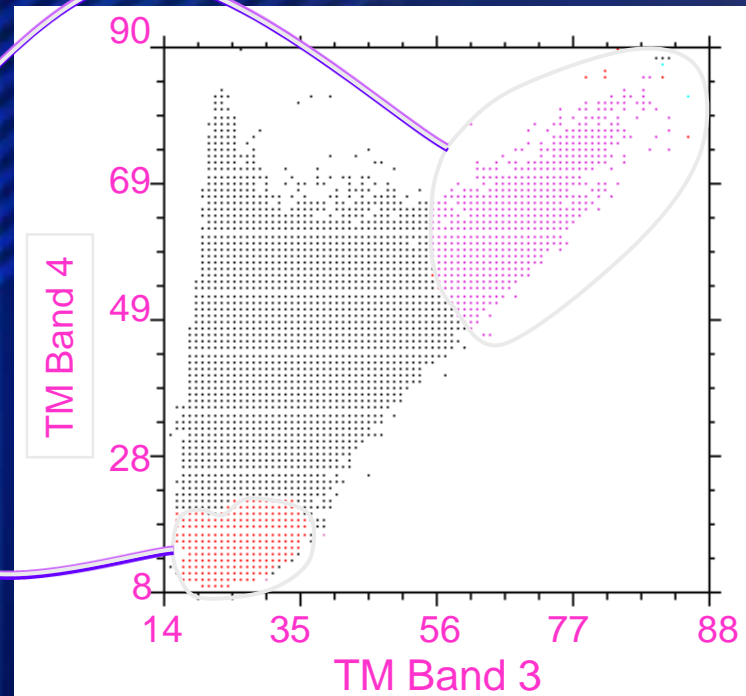
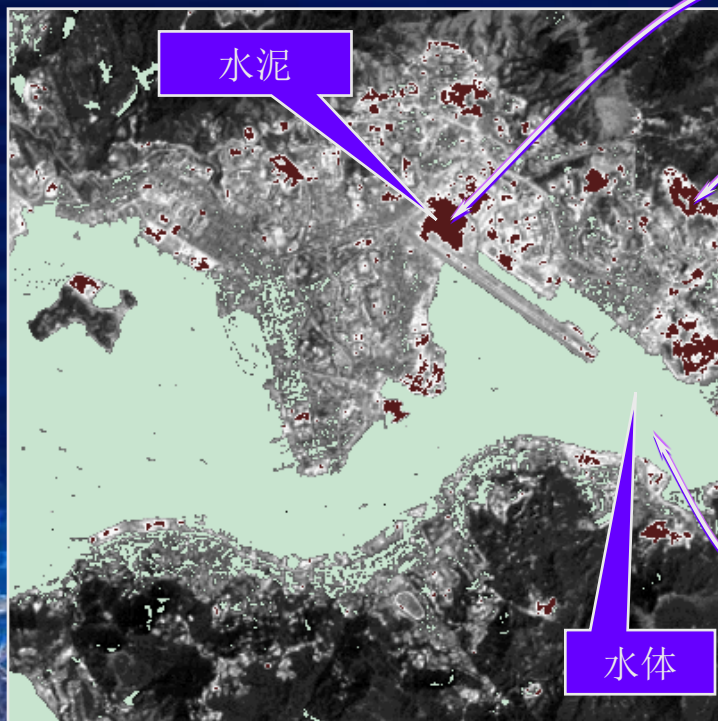
● 时间分辨率-全球昼夜温差



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响-空间、光谱和时间分辨率的关系

● 空间—光谱分辨率关系



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

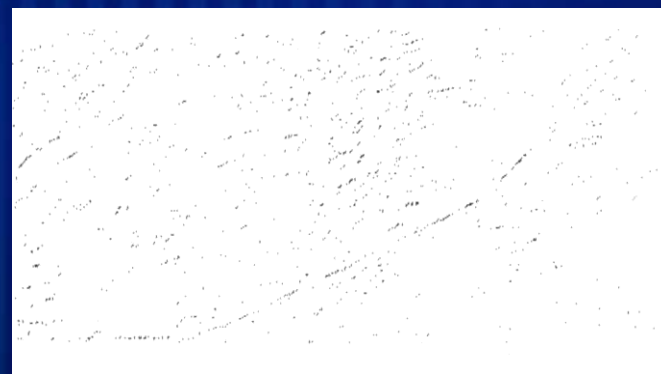
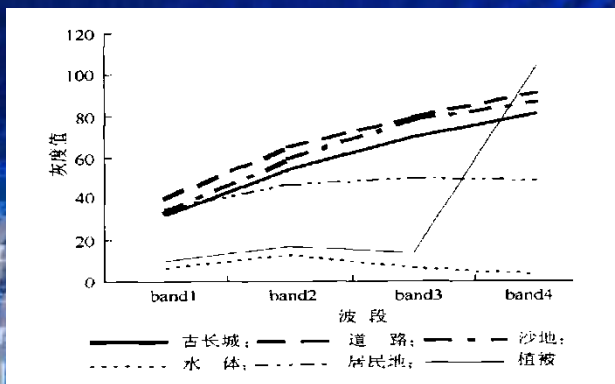
◇ 传感器特性的影响-空间、光谱和时间分辨率的关系

● 空间—光谱分辨率关系



IKONOS321
波段真彩色
合成图

典型
地物
波谱
响应
曲线

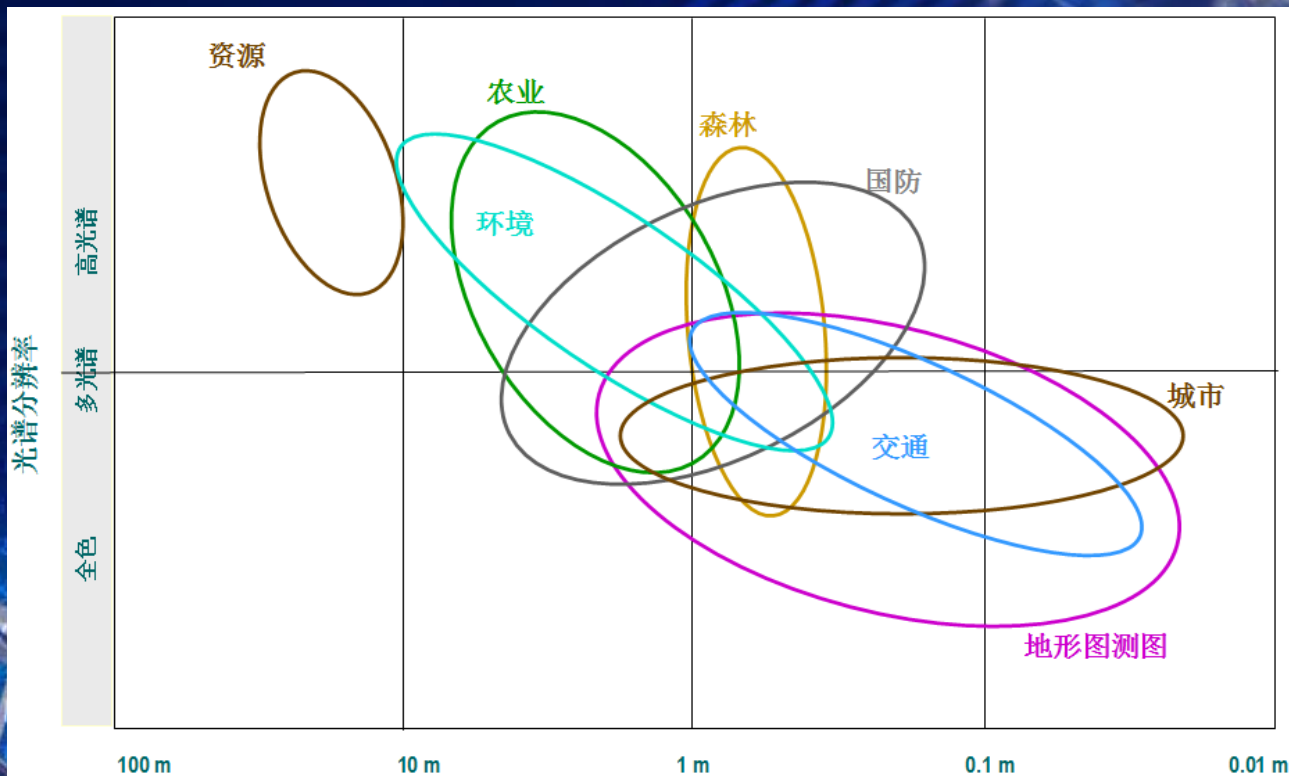


长城
提取
的结果
图

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

◇ 传感器特性的影响-空间、光谱和时间分辨率的关系

● 空间—光谱分辨率关系



空间
分辨率

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

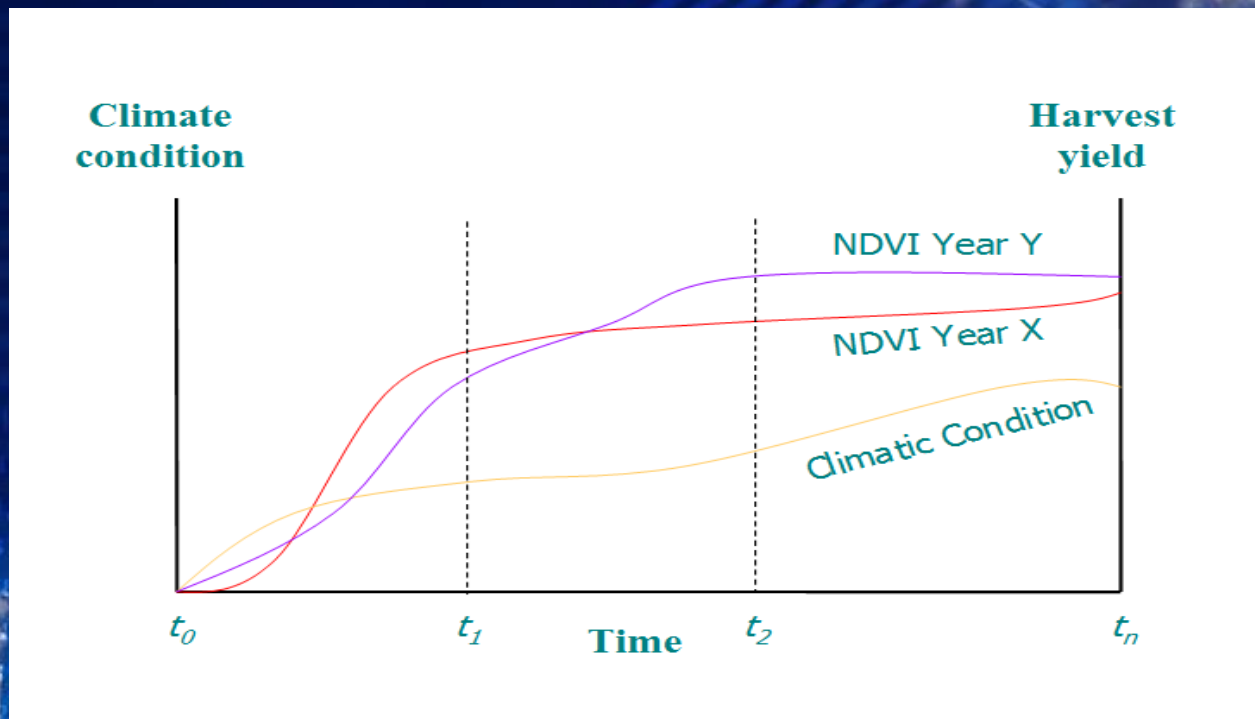
- ◇ 传感器特性的影响-空间、光谱和时间分辨率的关系
- 空间—时间分辨率关系



上海城市
扩展图

6.1.4 影响景物特征及判读的因素

- ◇ 传感器特性的影响-空间、光谱和时间分辨率的关系
 - 空间—时间分辨率关系



6.1.4 影响景物特征及判读的因素

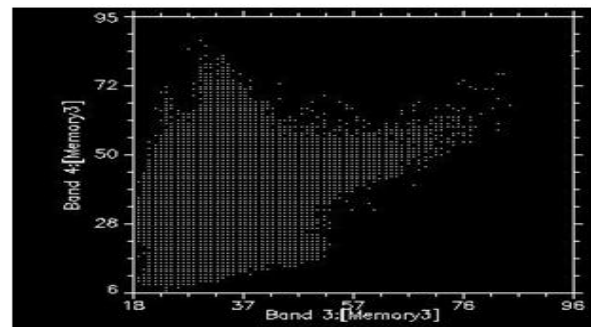
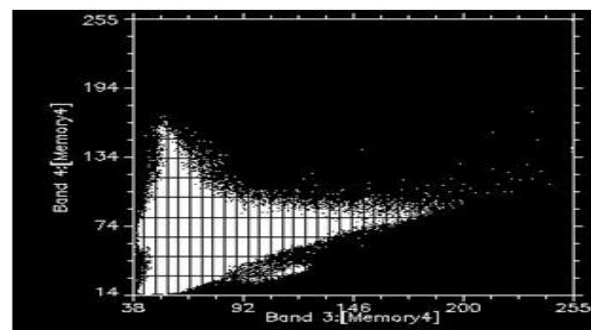
- ◇ 传感器特性的影响-空间、光谱和时间分辨率的关系
 - 空间—时间分辨率关系



2002年ETM影像 (RGB:321)



1988年TM影像(RGB:321)



散点图

6.2 目标判读的一般过程和方法

◆ 判读前的准备

◆ 判读的一般过程

6.2 目标判读的一般过程和方法

6.2.1 判读前的准备

◇ 判读员的训练

◇ 搜集充足的资料

◇ 了解图像的来源、性质和质量

- 传感器、日期和地点、波段、比例尺、航高、投影性质

- 几何分辨力、辐射分辨力、光谱波段的个数和波长区间、时间重复性、像片的反差、最小灰度和最大灰度等

◇ 判读仪器和设备

- 像片观察、像片量测、像片转绘

6.2 目标判读的一般过程和方法

6.2.2 判读的一般过程

◇ 发现目标

- 先大后小、由易入难、由已知到未知
- 先反差大的目标后反差小的目标
- 先宏观观察后微观分析

◇ 描述目标

- 光谱特征、空间特征、时间特征

◇ 识别和鉴定目标

- 资料、特征、经验、推理

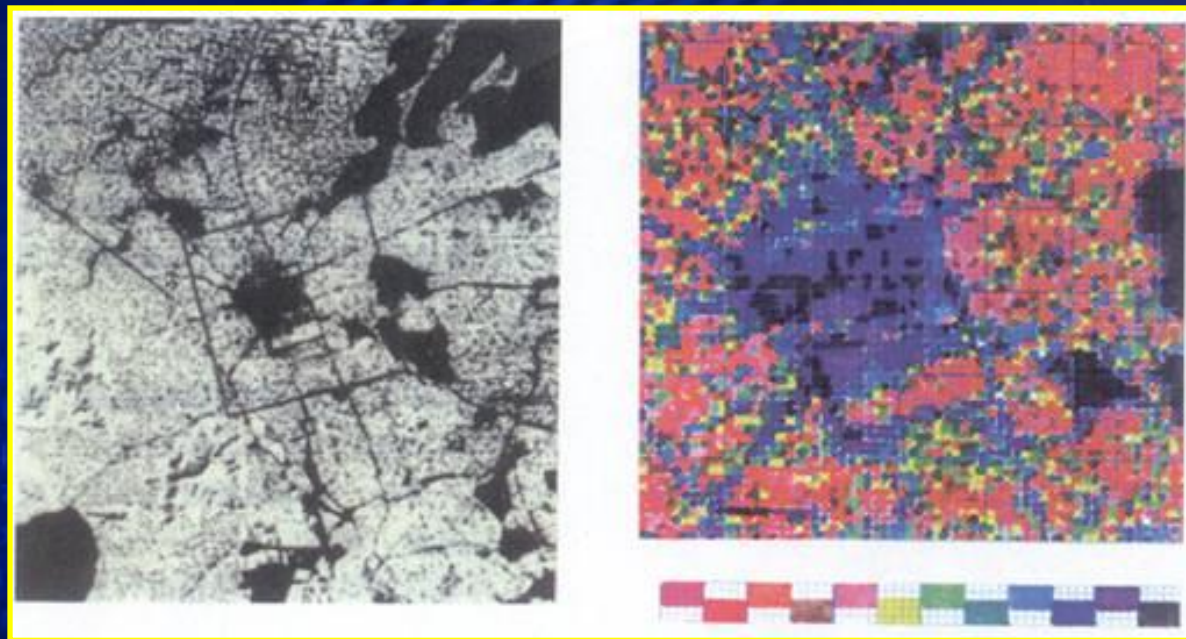
◇ 清绘和评价目标（专题图）

6.3 遥感图像的目视判读举例

- ◇ 单波段像片的判读
- ◇ 多光谱像片的判读
- ◇ 热红外像片的判读
- ◇ 侧视雷达像片的判读
- ◇ 多时域图像的判读

6.3 遥感图像的目视判读举例

- ◇ 单波段像片的判读
- 色调特征和空间特征
- 图像增强
- 密度分割



6.3 遥感图像的目视判读举例

◇ 多光谱像片的判读

- 光谱特性曲线
- 比较判读
- 假彩色合成
- 空间特征

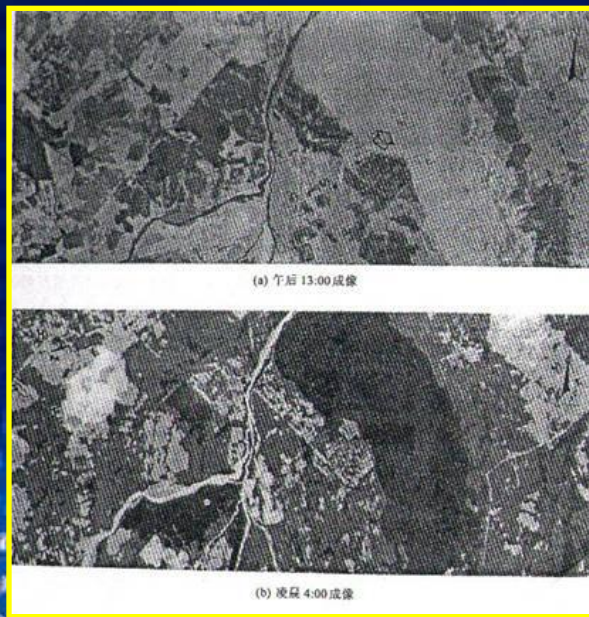


6.3 遥感图像的目视判读举例

◇ 热红外像片的判读

● 温度、发射率；

● 热特性：热容量、热传导率、热惯量。



6.3 遥感图像的目视判读举例

◇ 侧视雷达像片的判读

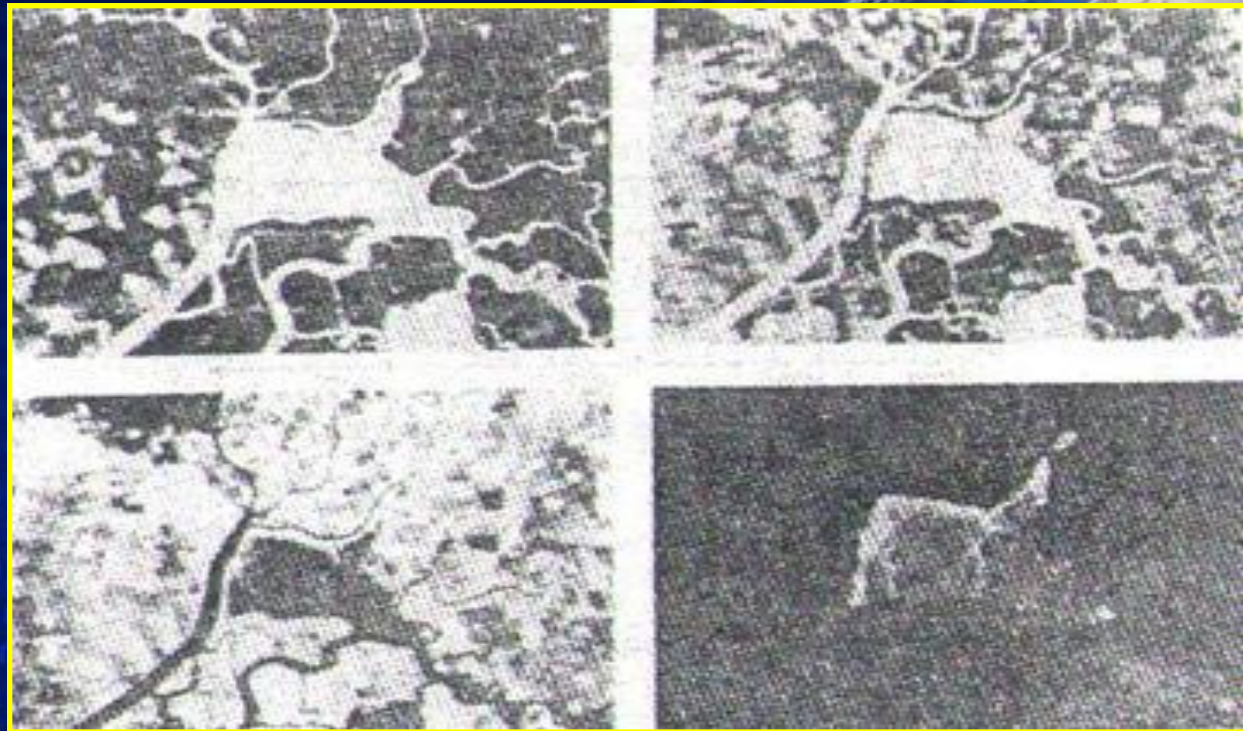
- 色调特征：入射角，地面粗糙度，地物电特性
- 几何特征：比例尺失真，地形起伏影响
- 穿透特性：可以得到地面图象
- 散射特性：可以反映地下状况



6.3 遥感图像的目视判读举例

◇ 多时域图像的判读

● 景物的时间特性以光谱特征和空间特征表现

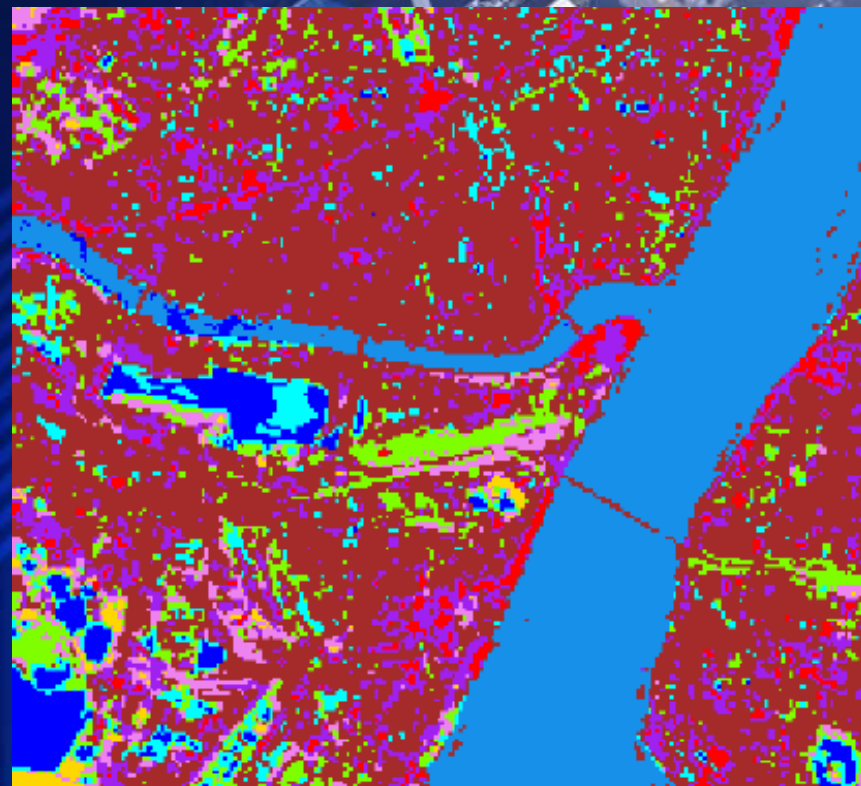


两个时间的MSS图像叠合提取洪水淹没区范围

6.4 计算机自动分类基础知识

- ◇ 多时域遥感图像的计算机分类，是模式识别技术在遥感技术领域中的具体运用
- ◇ 目视判读是人类的自然识别智能
- ◇ 计算机分类是人工模拟人类的识别功能
- ◇ 采用决策理论或统计方法
- ◇ 提取一组反映模式属性的量测值，称之为特征
- ◇ 光谱特征和纹理特征

6.4 计算机自动分类基础知识



6.4 计算机自动分类基础知识

◇ 模式与模式识别

◇ 光谱特征空间

◇ 地物在特征空间中的聚类统计特性

6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.1 模式与模式识别

一个模式识别系统对被识别的模式作一系列的测量，然后将测量结果与“模式字典”中一组“典型的”测量值相比较。若和字典中某一“词目”的比较结果是吻合或比较吻合，则我们就可以得出所需要的分类结果。这一过程称为**模式识别**。

这一组**测量值**就是一种模式。

6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.1 模式与模式识别



ROCKETS

11

姚明

ROCKETS

11

模式获取 → 模式分割 → 模式识别

6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.2 光谱特征空间

- 不同的地物在同一波段图像上表现的亮度一般互不相同
- 不同的地物在多个波段图像上亮度的呈现规律也不相同
- 同名地物点在不同波段图像中亮度的观测量将构成一个多维随机向量 X ，称为光谱特征向量

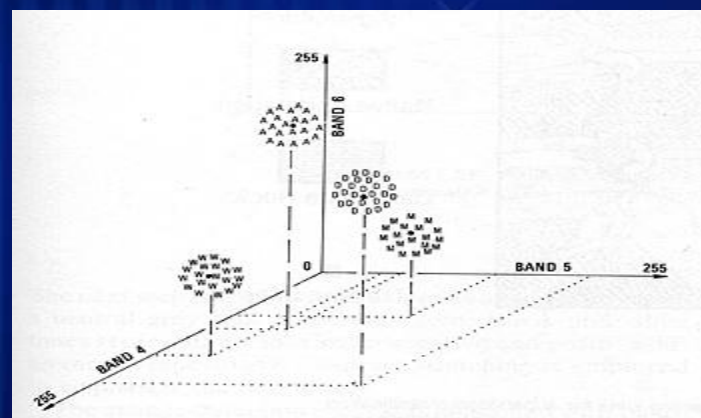
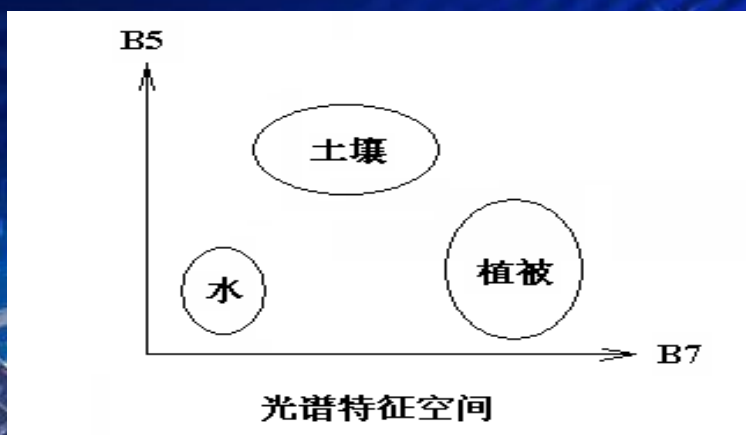
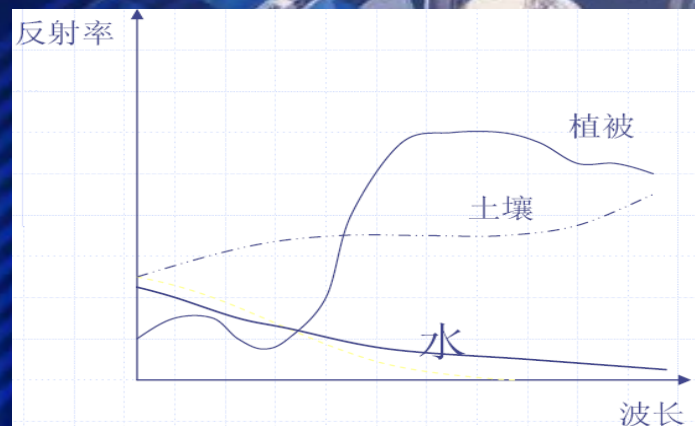
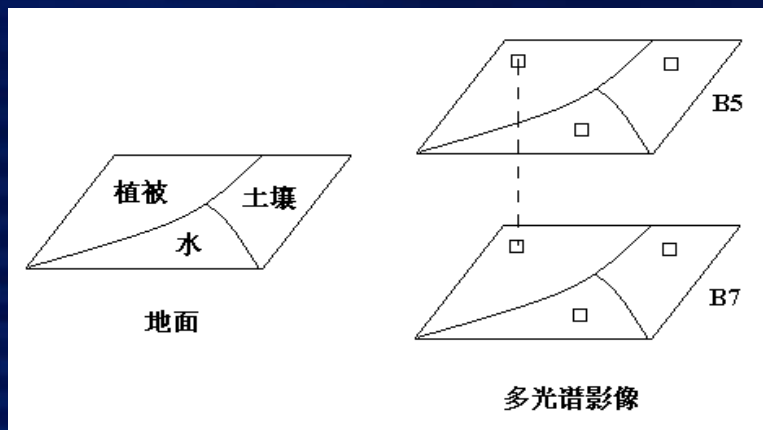
$$X = [x_1 \quad x_2 \quad \cdots \quad x_n]^T$$

- 如TM图像上任一个点

$TM = [TM1, TM2, TM3, TM4, TM5, TM6, TM7]$

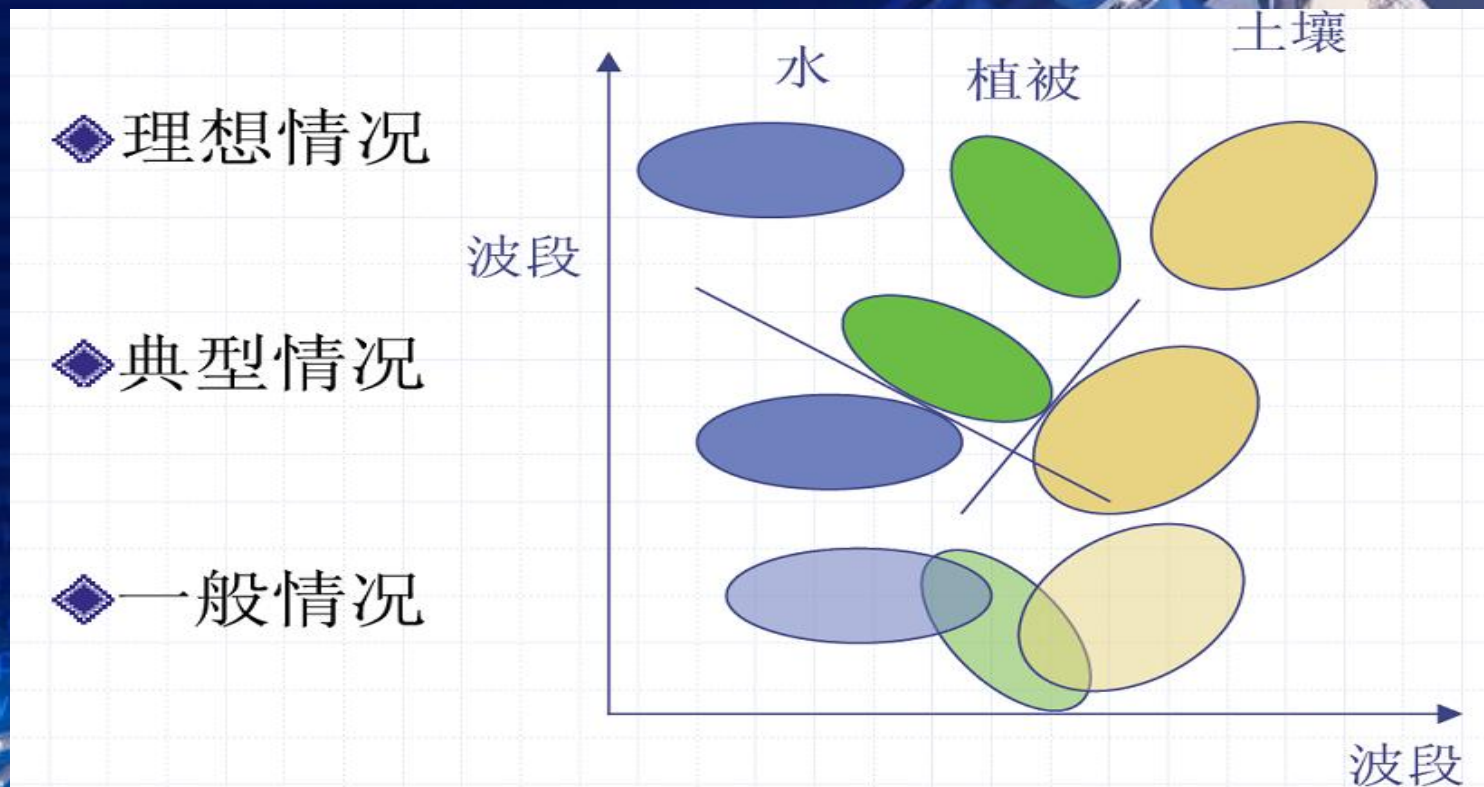
6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.2 光谱特征空间-地物与光谱特征空间的关系



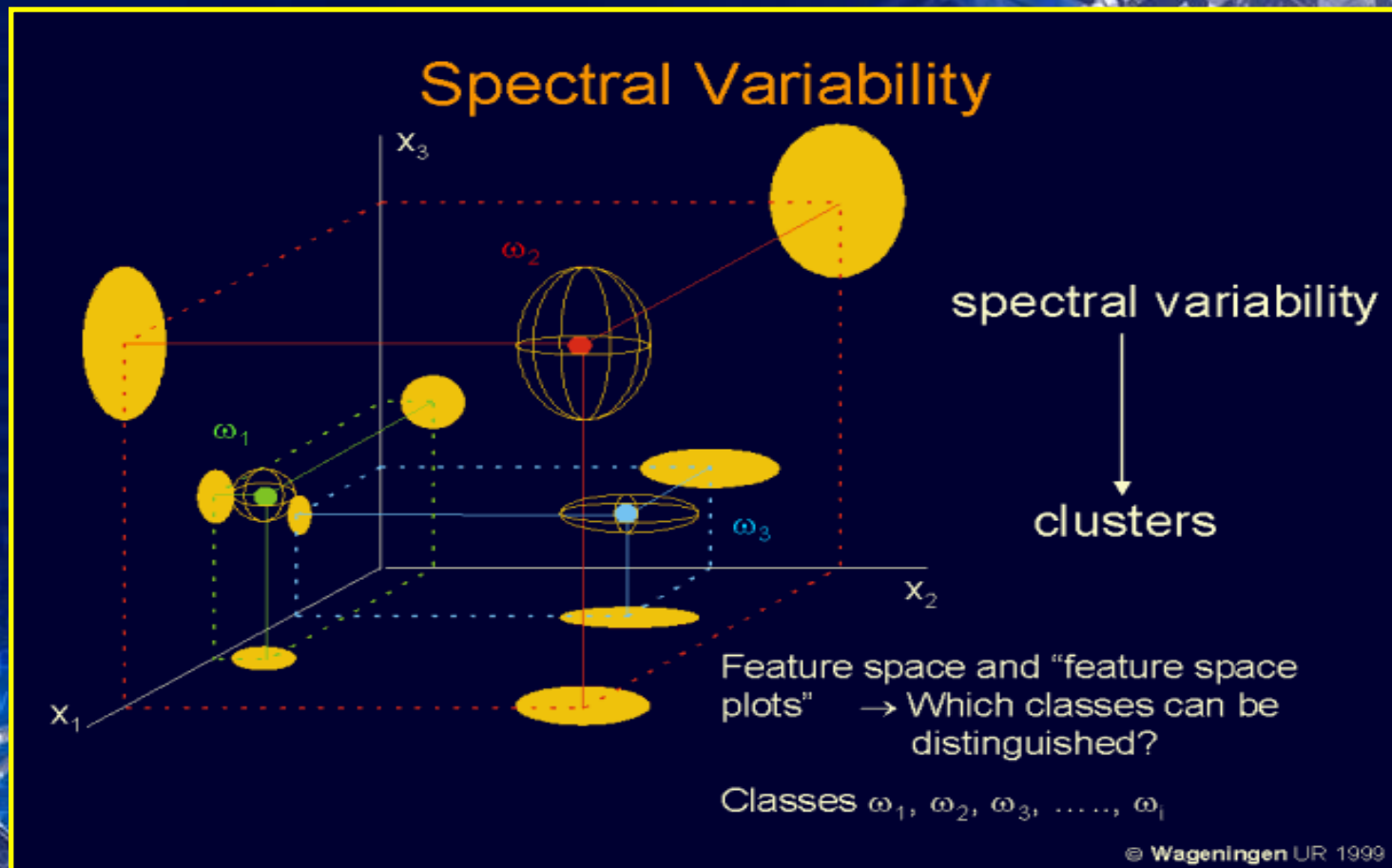
6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.2 光谱特征空间-地物在特征空间中的聚类情况



6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.2 光谱特征空间-地物在特征空间中的聚类情况



6.4 计算机自动分类基础知识

6.4.2 光谱特征空间-地物在特征空间中的聚类统计特性

- 地物在特征空间的聚类通常是用特征点（或其相应的随机矢量）分布的概率密度函数来表示

$$P(X) = \frac{|\Sigma|^{-\frac{1}{2}}}{(2\pi)^{\frac{n}{2}}} \exp\left[-\frac{1}{2}(X - M)^T \cdot \Sigma^{-1} \cdot (X - M)\right]$$

$$M = [m_1 \quad m_2 \quad \dots \quad m_n]$$

$$m_i = \frac{1}{N} \sum_k x_{ik}$$

$$\Sigma = \begin{bmatrix} \delta_{11} & \delta_{12} & \dots & \delta_{1n} \\ \delta_{21} & \delta_{22} & \dots & \delta_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \delta_{n1} & \delta_{n2} & \dots & \delta_{nn} \end{bmatrix}$$

$$\delta_{ij} = \frac{1}{N} \sum_k (x_{ik} - m_i)(x_{ik} - m_j)$$

6.5 特征变换和特征选择

- 目的：减少参加分类的特征图像的数目，从原始信息中抽取能更好进行分类的特征图像。
- 特征变换——将原有的 m 量值集合通过某种变换，然后产生 n 个 ($n \leq m$) 特征
- 特征选择——从原有的 m 个测量值集合中，按某一准则选择出 n 个特征

6.5 特征变换和特征选择

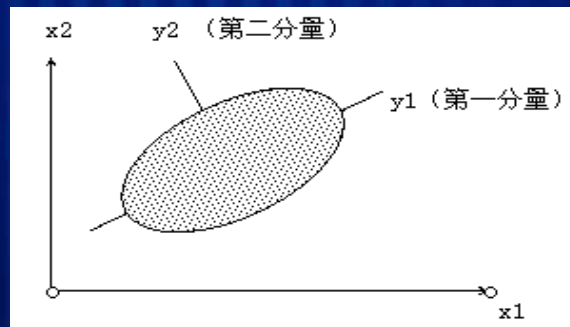
6.5.1 特征变换

- **概念：**将原始图像通过一定的数字变换生成一组新的特征图像，这一组新图像信息集中在少数几个特征图像上。
- **目的：**数据量有所减少，去相关，有助于分类。
- **常用的特征变换：**主分量变换、哈达玛变换、穗帽变换、比值变换、生物量指标变换。

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-1.主分量变换

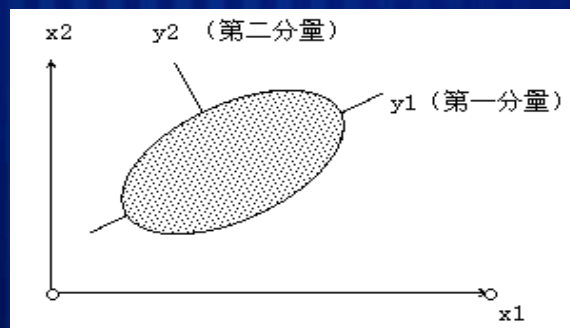
- 主分量变换也称为KL变换，是一种线性变换，是就均方误差最小来说的最佳正交变换
- KL变换能够把原来多个波段中的有用信息集中到数目尽可能少的特征图像组中去，达到数据压缩的目的。
- KL变换还能够使新的特征图像间互不相关，使新的特征图像包含的信息内容不重叠，增加类别的可分性。



6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-1.主分量变换

- 主分量变换也称为KL变换，是一种线性变换，是就均方误差最小来说的最佳正交变换
- KL变换能够把原来多个波段中的有用信息集中到数目尽可能少的特征图像组中去，达到数据压缩的目的。
- KL变换还能够使新的特征图像间互不相关，使新的特征图像包含的信息内容不重叠，增加类别的可分性。



6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-1.主分量变换

主分量变换计算步骤

- (1) 计算均值向量 M 和协方差矩阵 C ;
- (2) 计算矩阵 C 的特征值和特征向量;
- (3) 将特征值按由大到小的次序排序
- (4) 选择前几个特征值对应的几个特征向量构造变换矩阵 φ_n 。
- (5) 根据 $Y = \varphi_n X$ 进行变换, 得到的新特征影像就是变换的结果, X 为多光谱图像的一个光谱特征矢量。

6.5特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-1.主分量变换

TM主分量变换前后的信息量分布

光谱波段	方差	占总信息量/(%)	主分量结构轴	方差	占总信息量/(%)
TM-1	104.44	2.67	PC-1	2728.68	71.26
TM-2	142.60	3.65	PC-2	780.56	20.38
TM-3	440.20	11.27	PC-3	278.21	7.27
TM-4	862.94	22.10	PC-4	17.34	0.45
TM-5	1357.52	34.76	PC-5	13.25	0.35
TM-6	714.28	18.29	PC-6	7.93	0.21
TM-7	283.38	7.26	PC-7	3.16	0.08

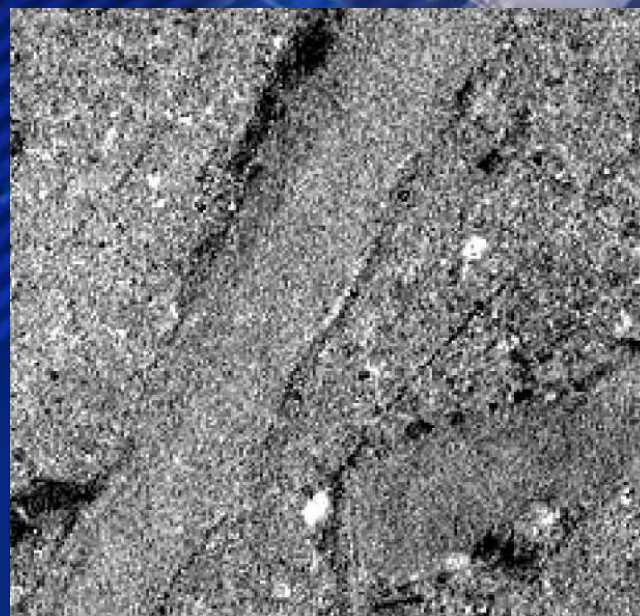
6.5特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-1.主分量变换

主分量变换



PC-1



PC-7

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-2. 哈达玛变换

- 哈达玛变换是利用哈达玛矩阵作为变换矩阵新实施的遥感多光谱域变换。
- 哈达玛矩阵的变换核为

$$H' = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix}$$

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-2. 哈达玛变换

- 哈达玛矩阵的维数 N 总是2的倍数

$$N = 2^m (m = 1, 2, \dots)$$

- 每个高阶哈达玛矩阵都由其低一阶的哈达玛矩阵按如下形式组成

$$H^{m+1} = \begin{bmatrix} H^m & H^m \\ H^m & -H^m \end{bmatrix}$$

- 哈达玛变换定义为：

$$I_H = H \cdot X$$

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-2. 哈达玛变换

哈达玛变换的几何意义

- 由哈达玛变换核可知，哈达玛变换实际是将坐标轴旋转了45°的正交变换

$$\begin{bmatrix} h_1 \\ h_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix} = \sqrt{2} \begin{bmatrix} \sin 45^\circ & \cos 45^\circ \\ \cos 45^\circ & -\sin 45^\circ \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \end{bmatrix}$$

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-2. 哈达玛变换

哈达玛变换的几何意义

- 以四波段的陆地卫星图像的哈达玛变换为例，取二阶哈达玛变换矩阵

$$H = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & -1 & 1 & -1 \\ 1 & 1 & -1 & -1 \\ 1 & -1 & -1 & 1 \end{bmatrix}$$

$$h_0 = (x_4 + x_5) + (x_6 + x_7)$$

$$h_1 = (x_4 + x_5) - (x_6 + x_7)$$

$$h_2 = (x_4 - x_5) - (x_6 - x_7)$$

$$h_3 = (x_4 - x_5) + (x_6 - x_7)$$

$$I_h = [h_0 \quad h_1 \quad h_2 \quad h_3]^T$$

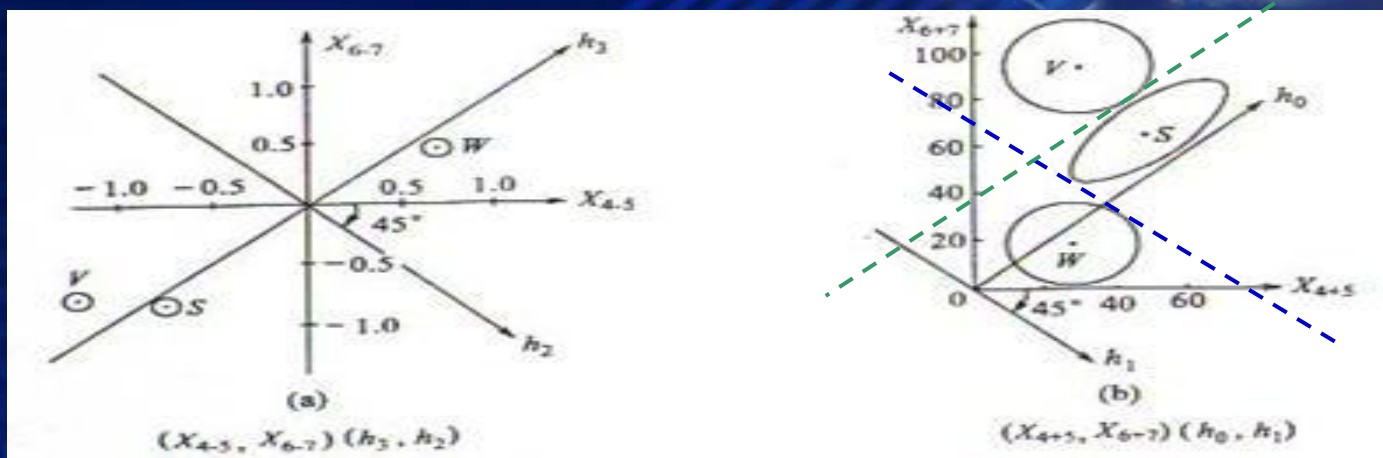
$$\begin{bmatrix} h_0 \\ h_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{4+5} \\ X_{6+7} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} h_3 \\ h_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{4-5} \\ X_{6-7} \end{bmatrix}$$

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-2. 哈达玛变换

哈达玛变换的几何意义



- 特征图像 h_0 把水同土壤与植被的混合体区分开来
- 特征图像 h_1 把植被同水和土壤的混合体区分开来
- 特征图像 h_3 和特征图像 h_2 主要表现为噪声图像，通常在特征选择过程中可舍去，达到数据压缩的目的。

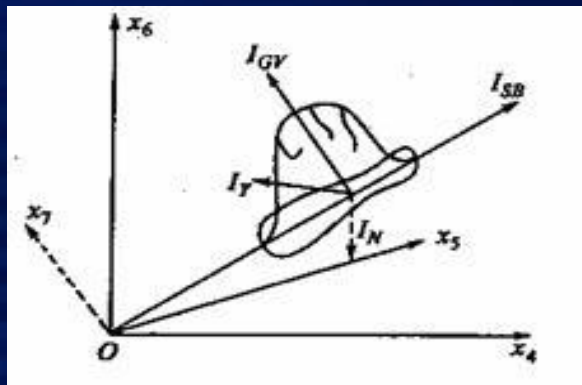
6.5特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-3.穗帽变换

- 又称K-T变换，由Kauth—Thomas提出，也是一种线性特征变换。
- MSS图像信息随时间变化的空间分布形态是呈规律性形状的，像一个顶部有缨子的毡帽。
- 特点1：在MSS图像中，土壤在特征空间（光谱空间）的集群，随亮度的变化趋势沿从坐标原点出发的同一根辐射线方向上出现。
- 特点2：若把土壤和植被的混合集群投影到MSS5和MSS6波段图像所组成的特征子空间中，形成一个近似的帽状三角形

6.5特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-3.穗帽变换



$$A = \begin{bmatrix} 0.433 & 0.632 & 0.586 & 0.264 \\ -0.290 & -0.562 & 0.600 & 0.490 \\ -0.824 & 0.533 & -0.050 & 0.185 \\ 0.223 & 0.012 & -0.543 & 0.809 \end{bmatrix}$$

$$Y = A \cdot X$$

$$Y = (I_{SB} \ I_{GV} \ I_Y \ I_N)^T$$

$$X = (X_4 \ X_5 \ X_6 \ X_7)$$

I_{SB}——土壤亮度轴的像元亮度值

I_{GV}——植物绿色指标轴的像元亮度值

I_Y——黄色轴

I_N——噪声轴

X_i——地物在MSS四个波段上的亮度值

- SB分量和GV分量一般情况下等价于主分量变换中的第一主分量PC1和第二主分量PC2
- SB分量集中了大部分土壤信息，所以对土壤的分类是有效的
- GV分量对植被的分类是有效的值

6.5 特征变换和特征选择

6.5.1 特征变换-4. 生物量指标变换

$$I_{bio} = \frac{x_7 - x_5}{x_7 + x_5}$$

- I_{bio} ——生物量变换后的亮度值。
- x_7 , x_5 为MSS7和MSS5图像的像元亮度值。
- 经变换后，植物、土壤和水都分离开来，因此可独立地对绿色植物量进行统计

6.5 特征变换和特征选择

6.5.2 特征选择

- 选择一组最佳的特征影像进行分类

定量选择方法

- 距离测度
- 散布矩阵测度
 - 类内散矩阵
 - 类间散布矩阵
 - 总体散布矩阵

$$d_{norm} = \frac{|\mu_1 - \mu_2|}{\sigma_1 + \sigma_2}$$

$$S_w = \sum_{i=1}^m P(w_i) \Sigma_i$$

$$S_b = \sum_{i=1}^m P(w_i) (M_i - M_0)(M_i - M_0)^T$$

$$S_m = S_w + S_b$$

6.5 特征变换和特征选择

6.5.2 特征选择

- 选择前面所述内容主要为分类前的预处理。预处理工作结束后，就将参与分类的数据准备，接下来的工作就是从这些数据提供的信息中让计算机“找”出所需识别的类别方式有两种：一种就是监督分类法；另一种称为非监督分类法。下面先介绍监督分类法。

6.6 监督分类

- 监督分类：是基于我们对遥感图像上样本区内地物的类属已知，于是可以利用这些样本类别的特征作为依据来识别非样本数据的类别。
- 监督分类的思想：首先根据已知的样本类别和类别的先验知识，确定判别函数和相应的判别准则，其中利用一定数量的已知类别函数中求解待定参数的过程称之为学习或训练，然后将未知类别的样本的观测值代入判别函数，再依据判别准则对该样本的所属类别作出判定。

6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则

- 各个类别的判别区域确定后，某个特征矢量属于哪个类别可以用一些函数来表示和鉴别，这些函数就称为**判别函数**。
- 当计算完某个矢量，在不同类别判决函数中的值后，我们要确定该矢量属于某类必须给出一个判断的依据。如若所得函数值最大则该矢量属于最大值对应的类别。这种判断的依据，我们称之为**判别规则**。

6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-最大似然分类法

● 概率判别函数：某特征矢量 落入某类集群的条件概率

贝叶斯判别规则：把X落入某集群 w_i 的条件概率 $P(w_i / X)$ 最大的类为X的类别。贝叶斯判别规则以错分概率或风险最小为准则的判别规则。

假设：同类地物在特征空间服从正态分布，则类别的概率密度函数如式 (8-2) 所示。根据贝叶斯公式可得：

$$p(w_i / x) = \frac{p(x / w_i) \cdot p(w_i)}{p(x)}$$

6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-最大似然分类法

● 概率判别函数 $d_i(X) = P(w_i / X)P(w_i)$

$$d_i(X) = -\frac{1}{2}(X - M_i)^T \Sigma_i^{-1} (X - M_i) - \frac{1}{2} \ln |\Sigma_i| + \ln P(w_i)$$

假设：相应的贝叶斯判别规则：

若对于所有可能的 $j=1, 2, \dots, m; j \neq i$

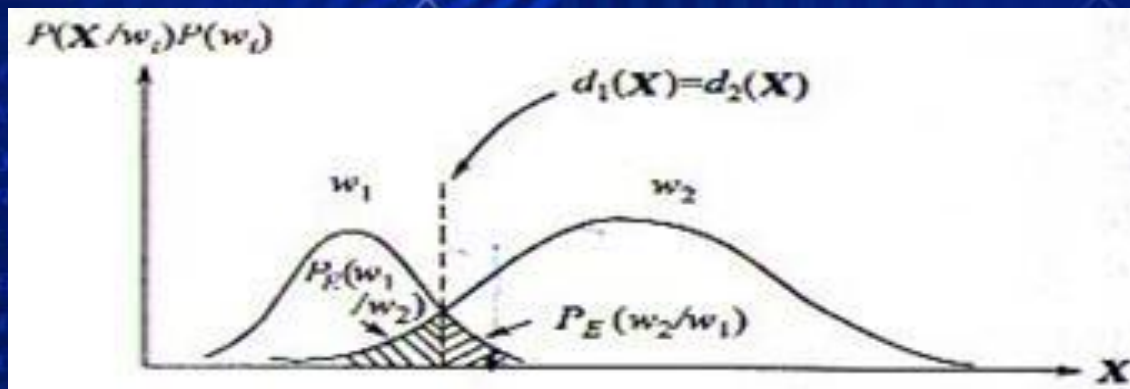
有 $d_i(X) > d_j(X)$ ，则 X 属于类 w_i 。

判决边界为 $d_1(X) > d_2(X)$ （假设有两类）。

6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-最大似然法分类的错分概率

- 错分概率是类别判决分界两侧做出不正确判决的概率之和。贝叶斯判决边界使这个数错误为最小，因为这个判决边界无论向左还是向右移都将包括不是1类便是2类的一个更大的面积，从而增加总的错分概率。贝叶斯判决规则是以错分概率最小的最优准则。



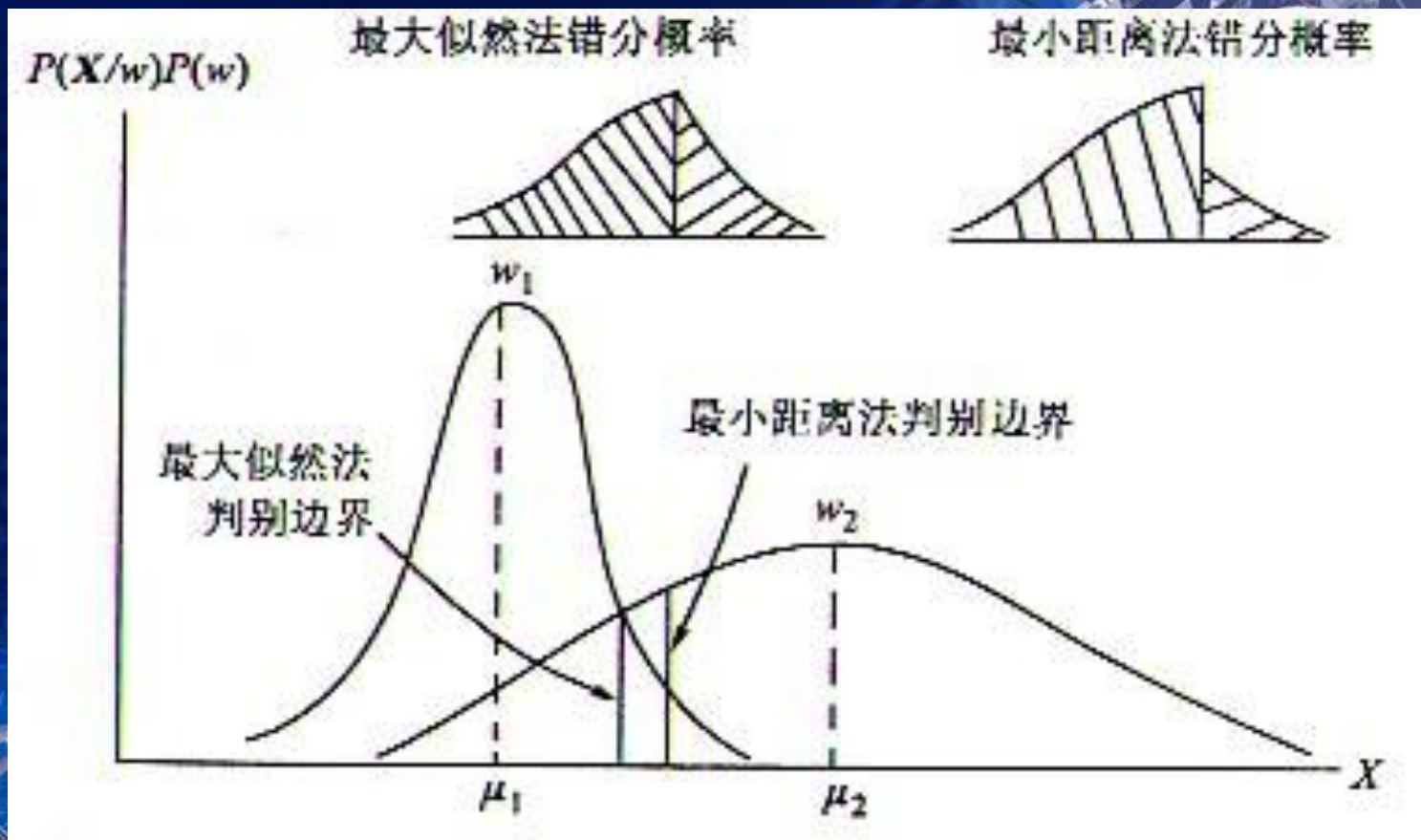
6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-最小距离分类法

- 基本思想：计算未知矢量 X 到有关类别集群之间的距离，哪类距离它最近，该未知矢量就属于哪类。
- 马氏距离
- 欧氏距离
- 计程距离

6.6 监督分类

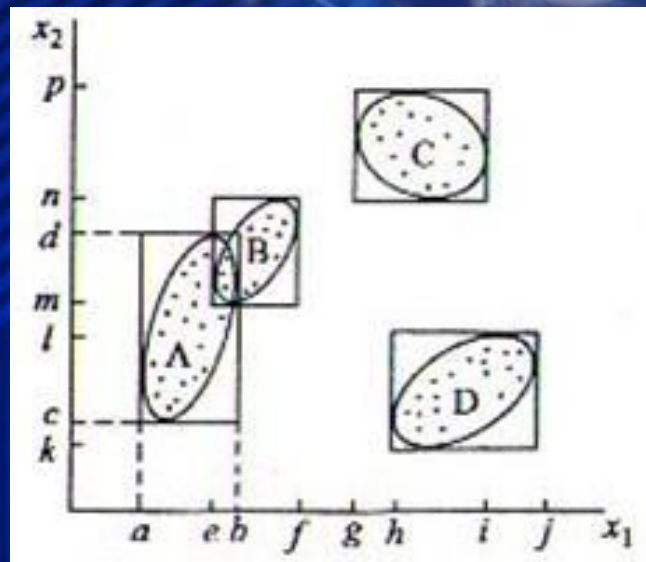
6.6.1 判别函数和判别规则-错分概率及判决边界



6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-盒式分类法

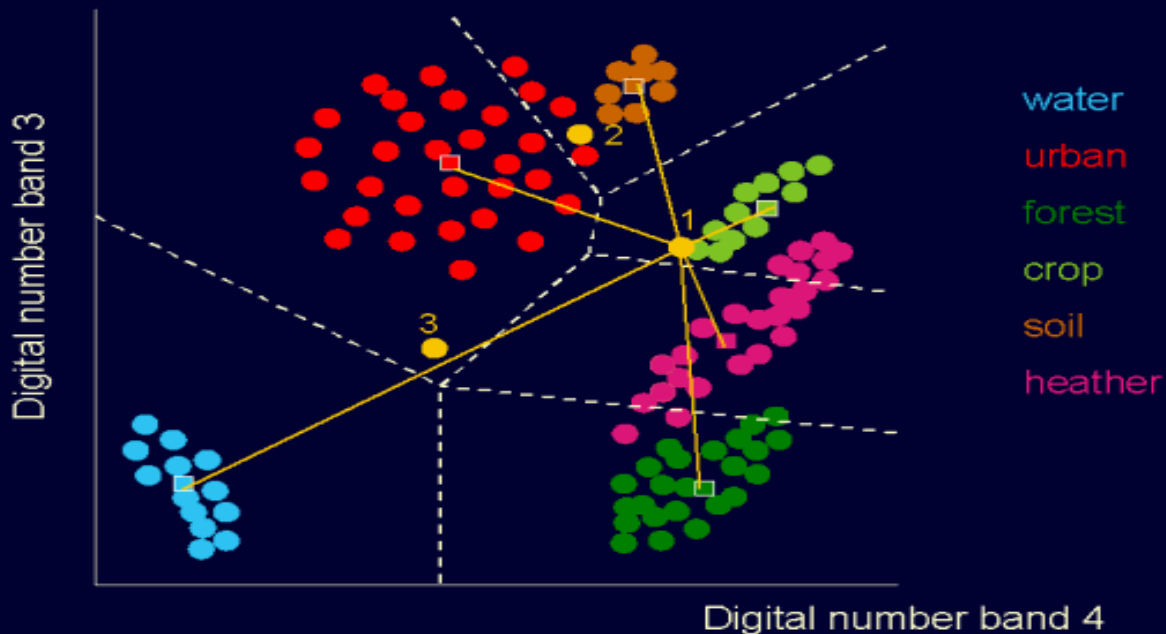
- 基本思想：首先通过训练样区的数据找出每个类别在特征空间的位置和形状，然后以一个包括该集群的“盒子”作为该集群的判别函数。判决规则为若未知矢量 X 落入该“盒子”，则 X 分为此类，否则再与其它盒子比较。



6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-盒式分类法

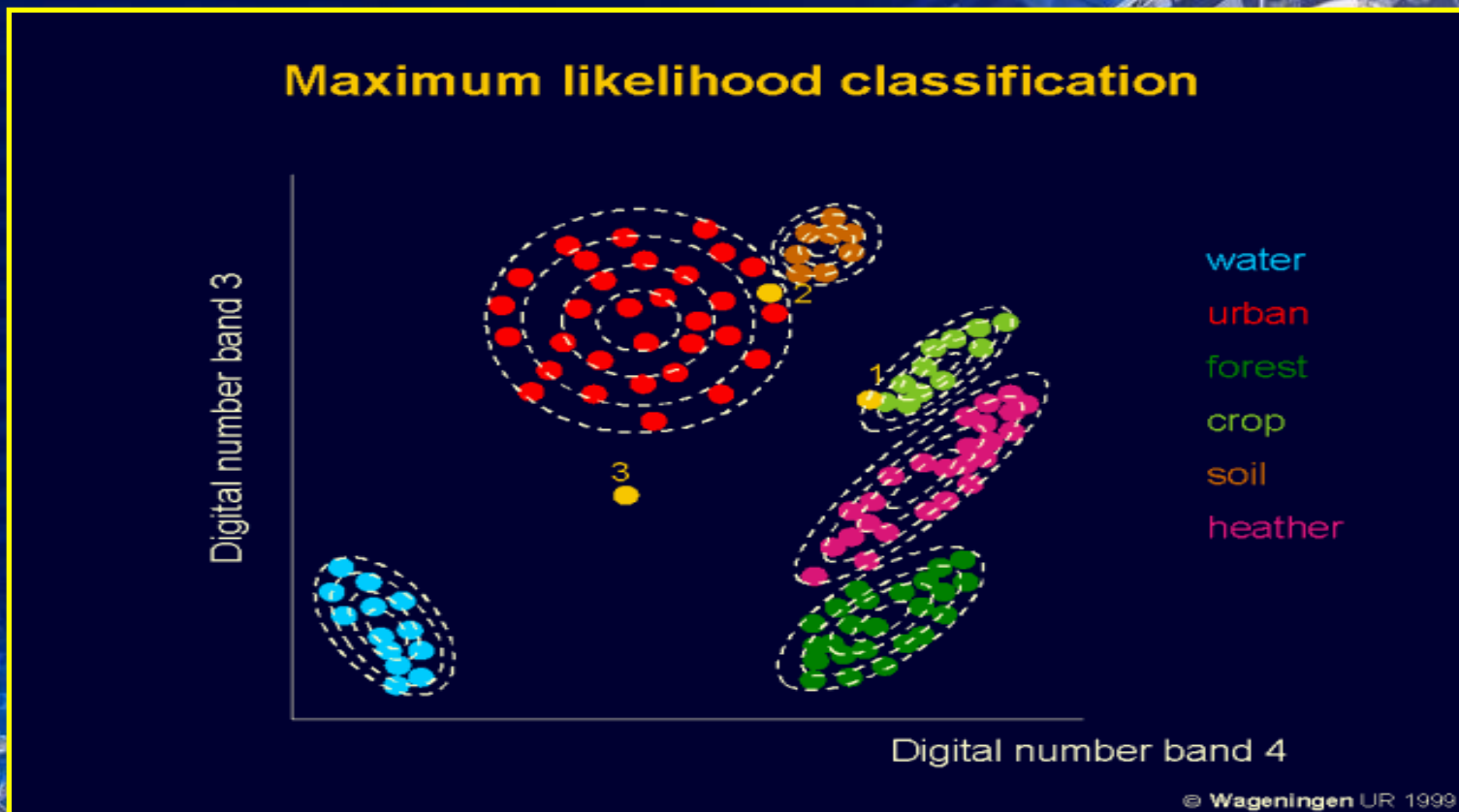
Minimum distance to means classification



© Wageningen UR, 1999

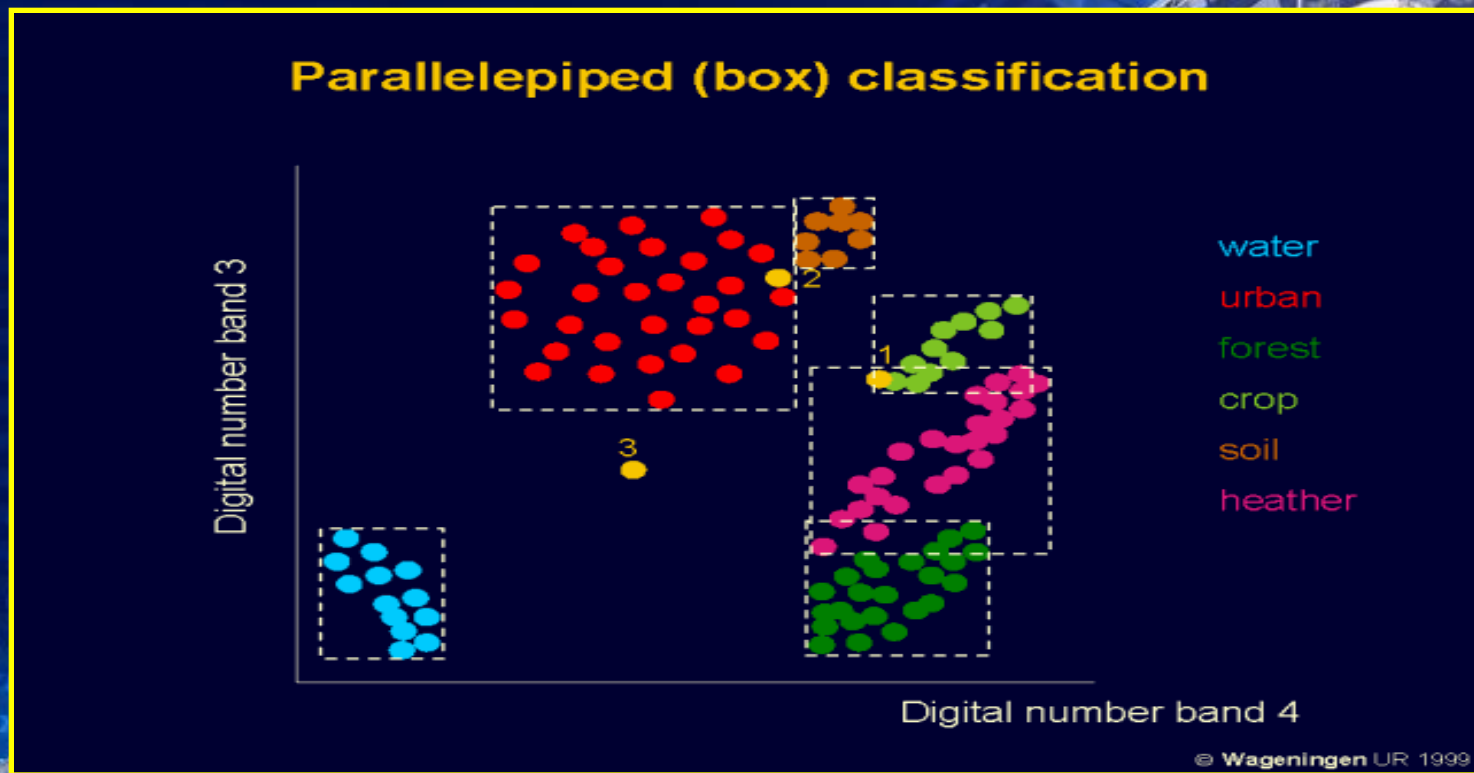
6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-盒式分类法



6.6 监督分类

6.6.1 判别函数和判别规则-盒式分类法



6.6 监督分类

6.6.2 分类过程

- (1) 确定感兴趣的类别数
- (2) 特征变换和特征选择
- (3) 选择训练样区
- (4) 确定判决函数和判决规则
- (5) 根据判决函数和判决规则对非训练样区的图像区域进行分类

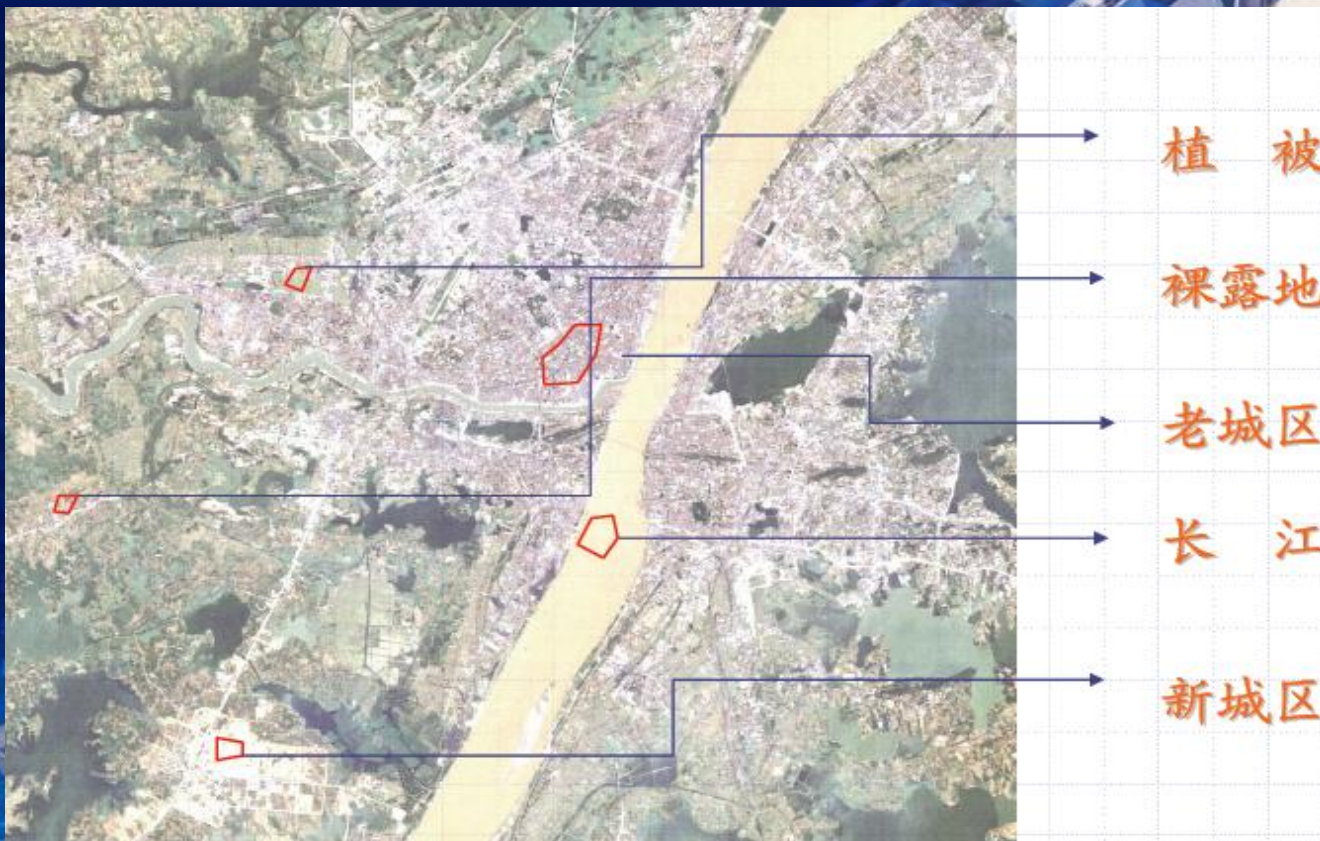
6.6 监督分类

6.6.2 分类过程-对训练样区的要求

- 准确性、代表性和统计性。
- 准确性：要确保选择的样区与实际地物一致；
- 代表性：所选样区为某一地物的代表，还要考虑到地物本身的复杂性，反映同类地物光谱特性的波动情况；
- 统计性：指选择的训练样区内必须有足够多的像元，以保证由此计算出的类别参数符合统计规律。

6.6 监督分类

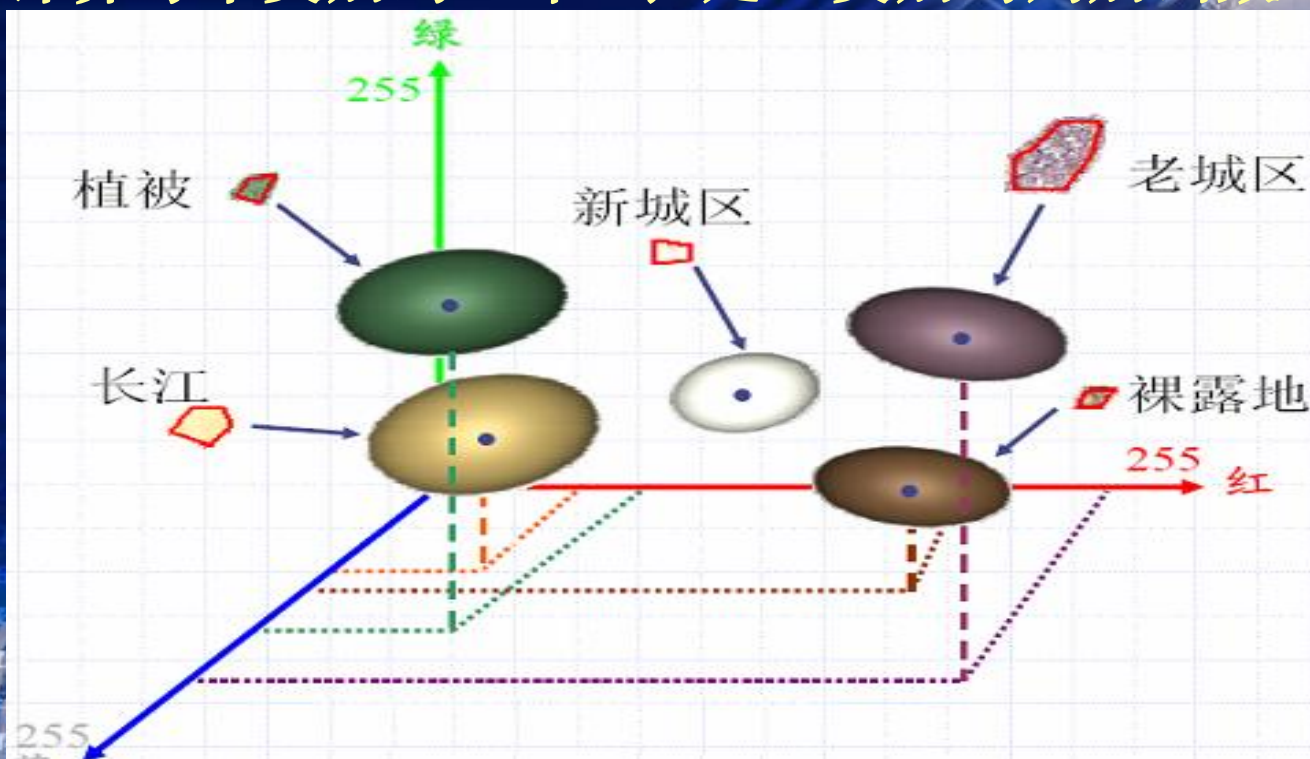
6.6.2 分类过程-初始类别参数的形成



6.6 监督分类

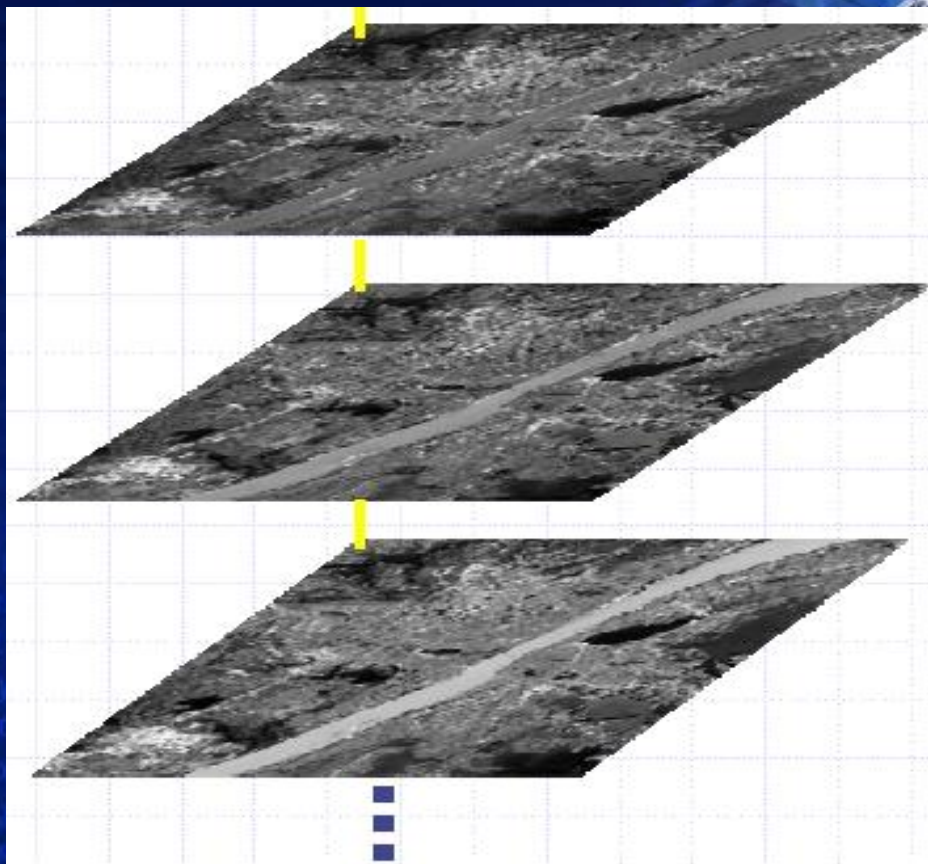
6.6.2 分类过程-样本数据的训练

- 计算每个类别的M 和 Σ ，建立类别的判别函数



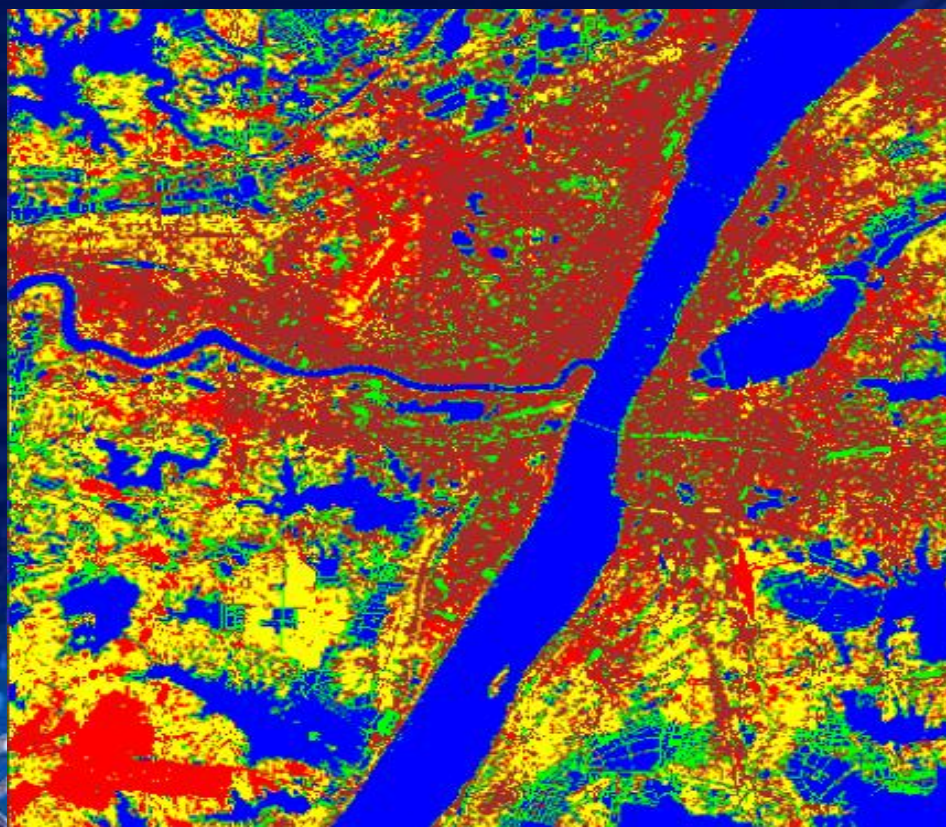
6.6 监督分类

6.6.2 分类过程-逐像素分类判别



6.6 监督分类

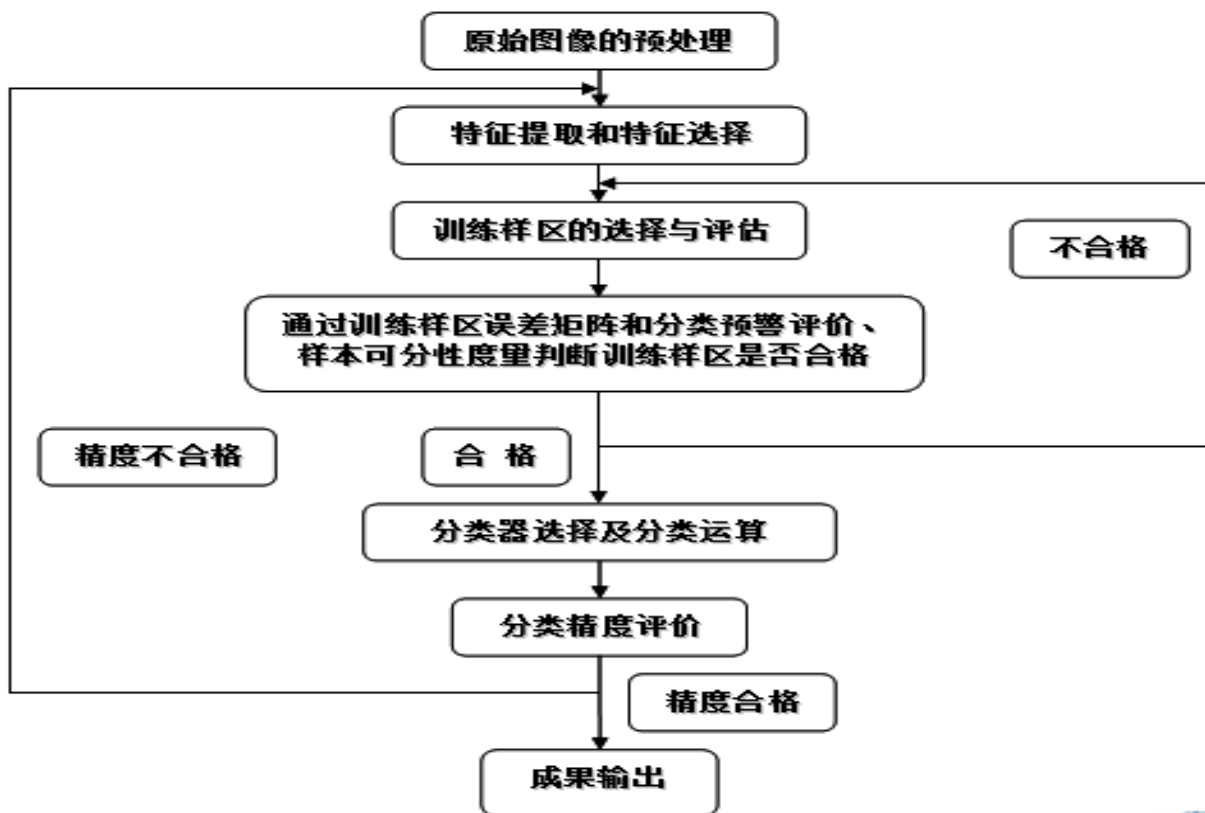
6.6.2 分类过程-分类得到专题图



类别	颜色
水	蓝色
植被	绿色
老城区	棕色
耕地	黄色
新城区	红色

6.6 监督分类

6.6.2 分类过程-监督分类流程



6.6 监督分类

6.6.2 分类过程-监督分类的缺点

- 主观性
- 由于图像中间类别的光谱差异，使得训练样本没有很好的代表性
- 训练样本的获取和评估花费较多人力时间
- 只能识别训练中定义的类别

6.7非监督分类

- 非监督分类：也称聚类分析，是事先对分类过程不施加任何先验知识，仅凭遥感图像地物的光谱特征的分布规律，进行自动分类。
- 分类方法：
 - K-均值聚类法
 - ISODATA算法聚类分析
 - 平行管道发聚类分析

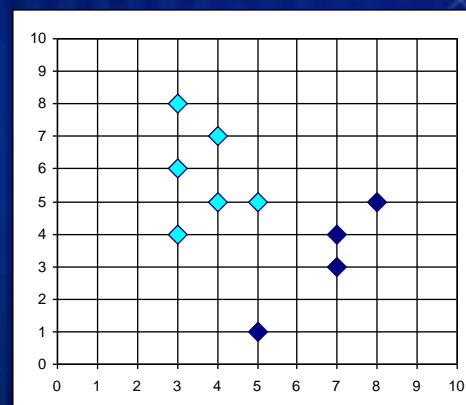
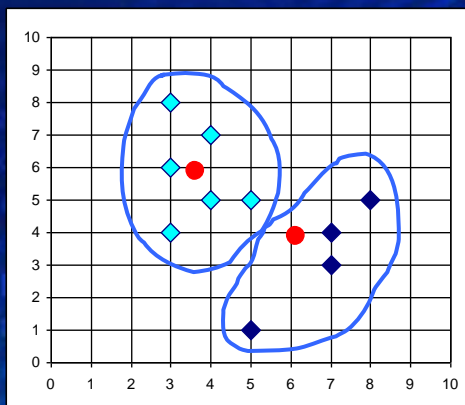
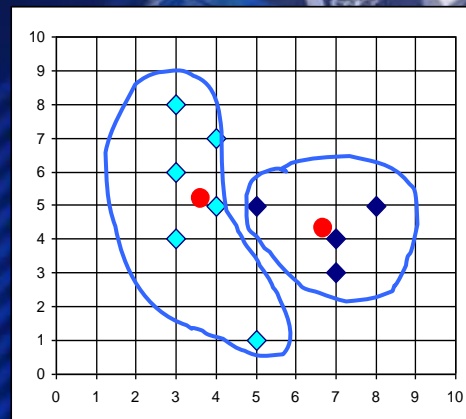
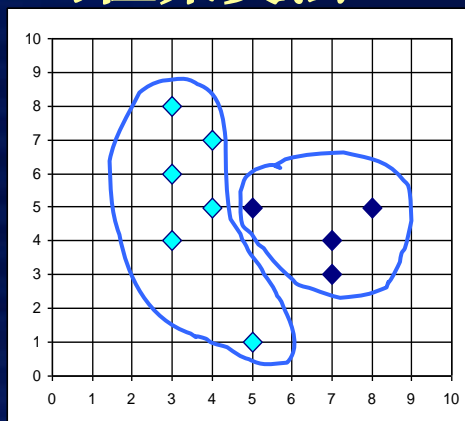
6.7非监督分类

6.7.1 K-均值聚类法

- 算法准则：多模式点到类别中心的距离的平方和最小。
- 算法步骤：
 - (1)选择m个类的初始中心
 - (2)按照到类中心距离最小的原则对像元分类
 - (3)重新计算类中心
 - (4)类中心不变，算法结束；否则返回(2)

6.7 非监督分类

6.7.1 K-均值聚类法



6.7非监督分类

6.7.2 K-ISODATA算法聚类分析

- 第一，它不是每调整一个样本的类别就重新计算一次各类样本的均值，而是在每次把所有样本都调整完毕之后才重新计算一次各类样本的均值，前者称为逐个样本修正法，后者称为成批样本修正法。
- 第二，ISODATA算法不仅可以通过调整样本所属类别完成样本的聚类分析，而且可以自动地进行类别的“合并”和“分裂”，从而得到类数比较合理的聚类结果。

6.7非监督分类

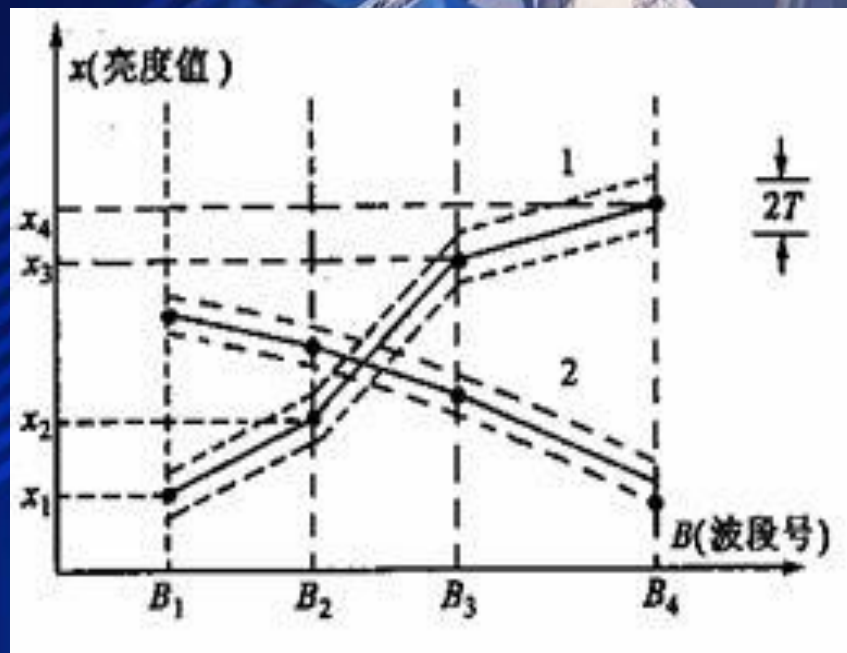
6.7.2 K-ISODATA算法聚类分析- ISODATA算法

- 1.初始化;
- 2.选择初始中心;
- 3.按一定规则(如距离最小)对所有像元划分;
- 4.重新计算每个集群的均值和方差; 按初始化的参数进行分裂和合并;
- 5.结束, 迭代次数或者两次迭代之间类别均值变化小于阈值;
- 6.否则, 重复3-5;
- 7.确认类别, 精度评定.

6.7 非监督分类

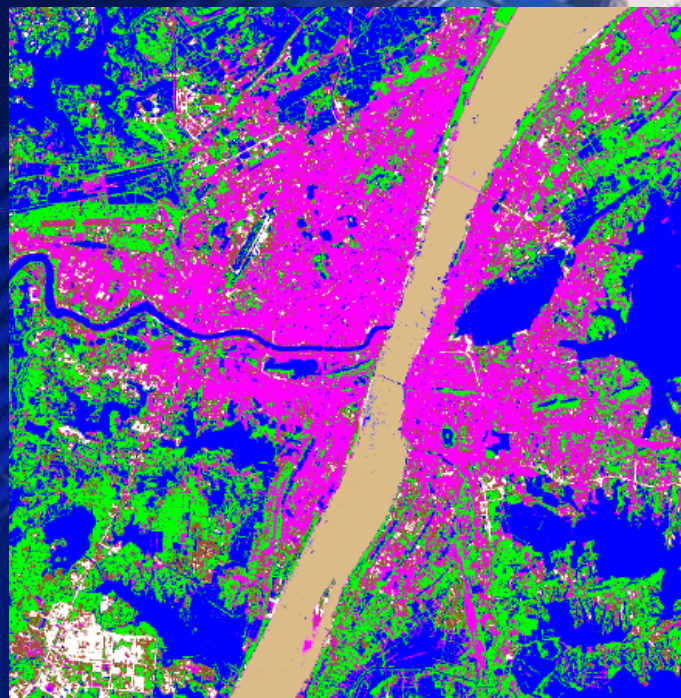
6.7.3 平行管道发聚类分析

- 以地物的光谱特性曲线为基础，假定同类地物的光谱特性曲线相似作为判决的标准。设置一个相似阈值
- 同类地物在特征空间上表现为以特征曲线为中心，以相似阈值为半径的管子，此即为所谓的“平行管道”。



6.7非监督分类

非监督分类结果



	建筑物
	裸露地
	植 被
	水泥地
	长 江
	其 它

6.7 非监督分类

非监督分类特点

● 优点

- 不需要预先对所分类别的区域有广泛的了解，需要用一定的知识来解释得到的集群组；
- 人为误差的机会减少；
- 量小的类别能被区分。

● 缺点

- 得到的集群组类别不一定对应分析者想要的类别；
- 难对产生的类别进行控制；
- 不同图像之间的对比困难。

6.8 非监督分类和监督分类的结合

- 选择一些有代表性的区域进行非监督分类。
- 获得多个聚类类别的先验知识。
- 特征选择。选择最适合的特征图像进行后续分类。
- 使用监督法对整个影像进行分类。
- 输出标记图像。

6.8 非监督分类和监督分类的结合

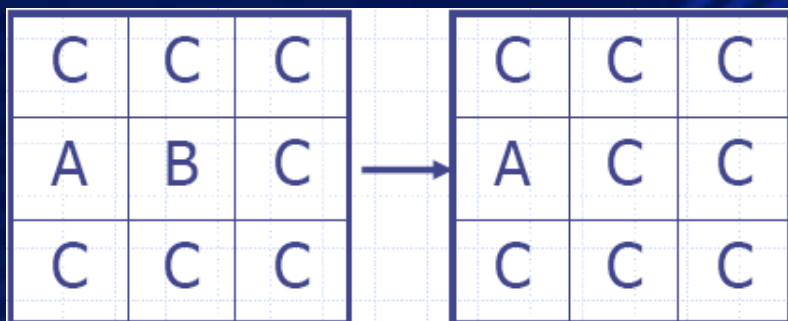
6.8.1 分类后处理和误差分析-分类后处理

- 用光谱信息对影像逐个像元地分类，在结果的分类地图上会出现“噪声”。
- 分类是正确的，但某种类别零星分布于地面，占的面积很小，希望用综合的方法使它从图面上消失。
- 分类平滑技术可以解决以上的问题。
- 逻辑运算，非代数运算。
- 处理原则服从多数原则。

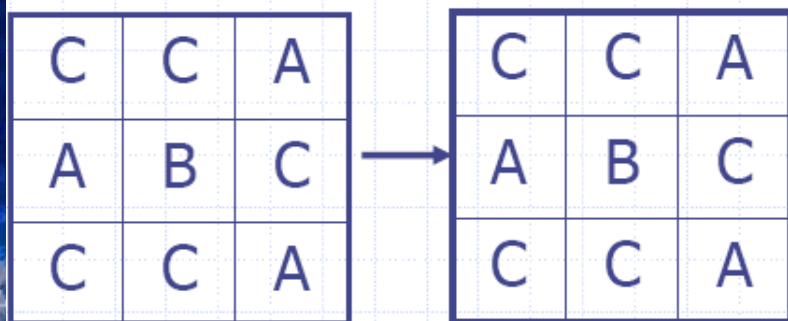
6. 8非监督分类和监督分类的结合

6.8.1 分类后处理和误差分析-分类后处理

多数平滑过程



中间像素B的邻接像素有六个C，所以将B调整为C

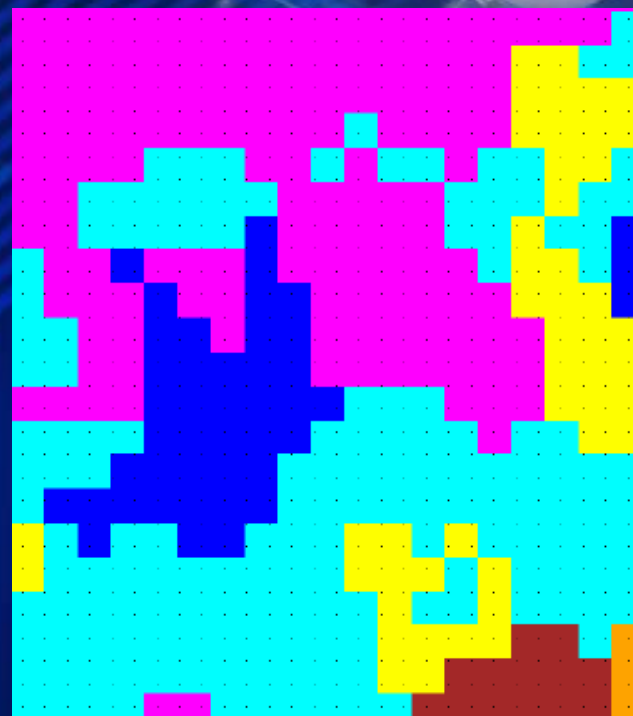
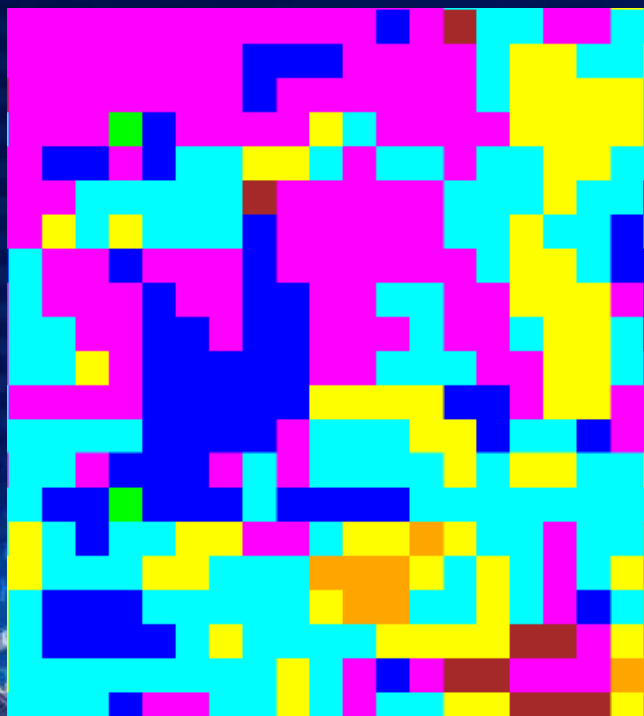


中间像素B的邻接像素没有六个C，所以B不变。

6. 8非监督分类和监督分类的结合

6.8.1 分类后处理和误差分析-分类后处理

多数平滑



6. 8非监督分类和监督分类的结合

6.8.1 分类后处理和误差分析-分类后误差分析

- 采用混淆矩阵来进行分类精度的评定。
- 对检核分类精度的样区内所有的像元，统计其分类图中的类别与实际类别之间的混淆程度。
- 混淆矩阵中，对角线上元素为被正确分类的样本数目，非对角线上的元素为被混分的样本数。

6. 8非监督分类和监督分类的结合

6.8.1 分类后处理和误差分析-分类后误差分析

针对误差矩阵的统计估计量

- 总体分类精度：表述的是对每一个随机样本，所分类的结果与地面所对应区域的实际类型相一致的概率。

$$P_c = \sum_{k=1}^n P_{kk} / P$$

- 用户精度：表示从分类结果（如分类产生的类型图）中任取一个随机样本，其所具有的类型与地面实际类型相同的条件概率。

$$P_{u_i} = P_{ii} / P_{i+}$$

- 制图精度：它表示相对于地面获得的实际资料中的任意一个随机样本，分类图上同一地点的分类结果与其相一致的条件概率。

$$P_{A_j} = P_{jj} / P_{+j}$$

- Kappa分析

本章重点与难点

◆ 1.重点

◆ 计算机分类的基础知识

◆ 监督分类法

◆ 非监督分类法

◆ 2.难点

◆ 几种典型的监督分类法

◆ 非监督分类法具体分类过程

本章思考题

- ◆1.说明遥感影像判读的标志分为哪些？若何进行遥感影像判读？
- ◆2.什么是模式识别？
- ◆3.监督分类法的基本思想是什么？
- ◆4.什么是主分量变换？说明它的变换过程。
- ◆5.非监督分类法的基本思想是什么？
- ◆6.什么是最小距离法？说明它的变实现过程。