

《遥感概论》课程

第二章 电磁波谱与地物波谱特征

主讲教师：秦其明

北京大学地球与空间科学学院





本节主要内容

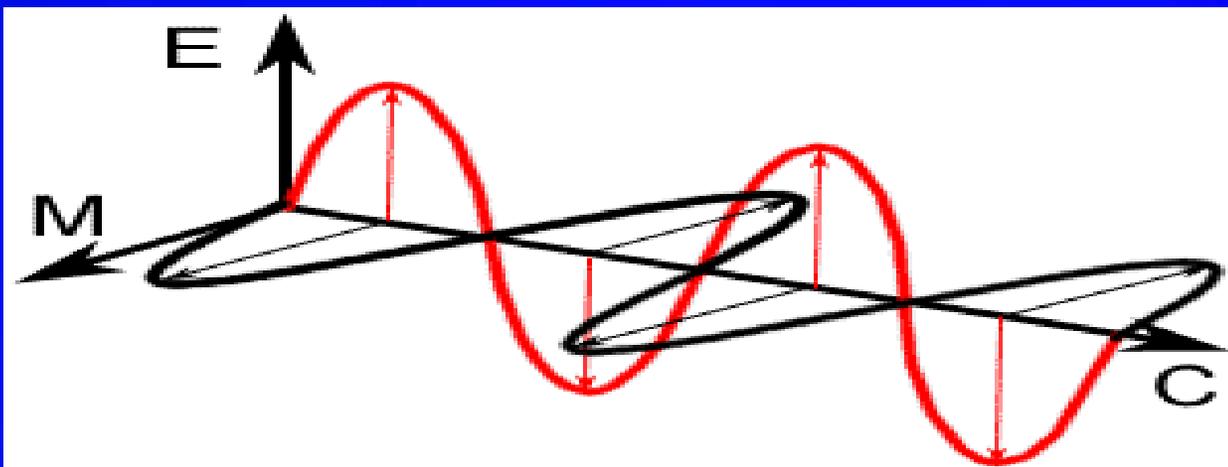
- 电磁波与电磁辐射
- 太阳辐射及大气对辐射的影响
- 地球的辐射及地物波谱





电磁波

- 电磁波:当电磁振荡进入空间,变化的磁场激发了涡旋电场,变化的电场又激发了涡旋磁场,使电磁振荡在空间传播
- 电磁波在传播中遵循波的反射,折射,衍射,干涉,吸收,散射等传播规律





电磁波

- 横波, 在真空以光速传播

- 满足方程:

$$f \cdot v = c$$

- 描述物理量

$$E = h \cdot f$$

- 频率
- 相位
- 能量
- 极化





电磁波谱

- 按电磁波在真空中传播的波长或频率，递增或递减排列，则构成了电磁波谱

波段	波长	
长波	>3000m	
中波和短波	10-3000m	
超短波	1-10m	
微波	1mm-1m	
红外波段	超远红外	15-1000 μ m
	远红外	6-15 μ m
	中红外	3-6 μ m
	近红外	0.76-3 μ m
可见光	0.38-0.76 μ m	
紫外线	10^{-3} - 3.8×10^{-3} μ m	
X射线	10^{-6} - 10^{-3} μ m	
γ 射线	$< 10^{-6}$ μ m	





电磁波的度量

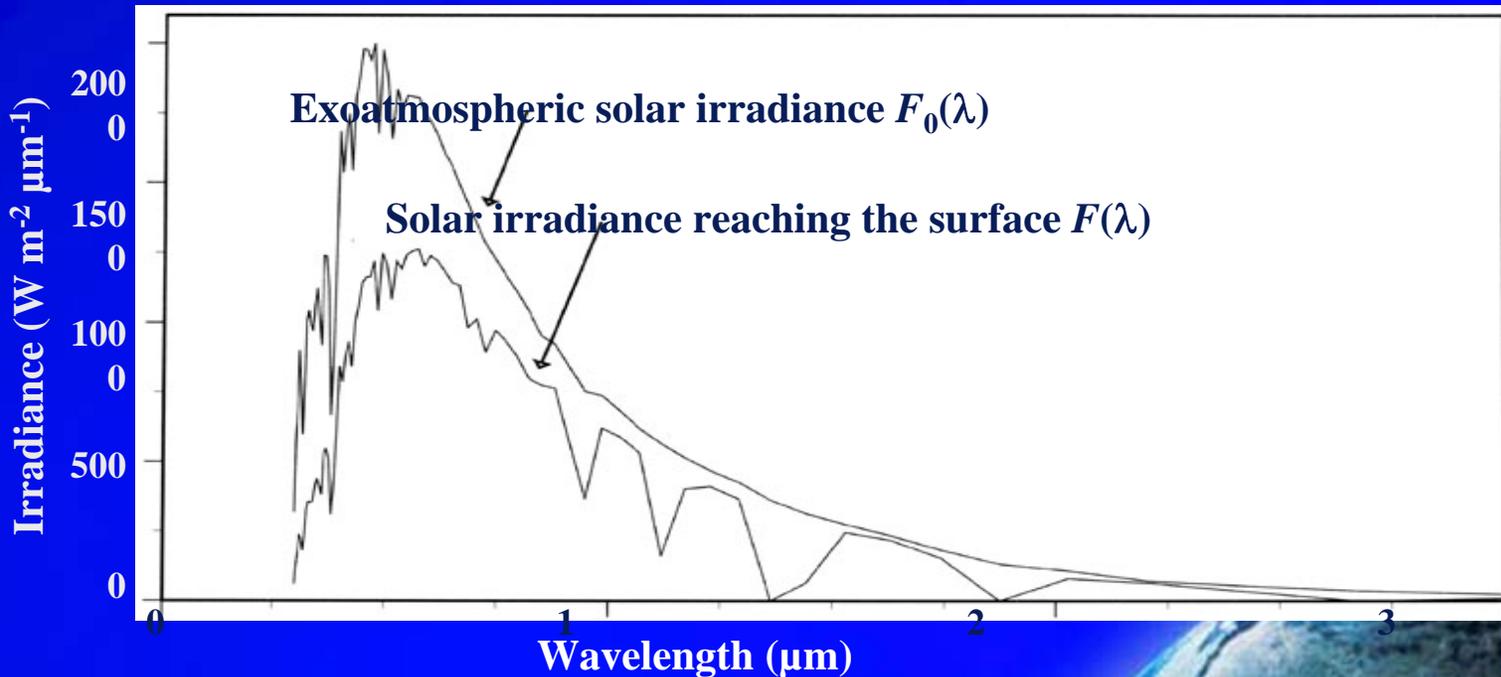
- 遥感信息是从遥感器定量记录的地表物体电磁辐射数据中提取的
 - 辐射测量 (radiometry)
 - 光度测量 (photometry)
 - 比辐射率
 - 亮温





太阳辐射

- 太阳发出的电磁波辐射
- 太阳辐射在从近紫外到中红外这一波段内能量最集中而且相对来说最稳定，太阳强度变化最小



太阳辐照度分布曲线



大气成分

- 大气成分主要有：
 - 气体分子（氮气\氧气\二氧化碳）
 - 其它微粒（水汽\气溶胶\其他粒子等）
- 它们对电磁辐射具有吸收与散射作用



大气吸收作用

- 太阳辐射穿过大气层时，大气分子对电磁波的某些波段有吸收作用，引起这些波段的太阳辐射强度衰减

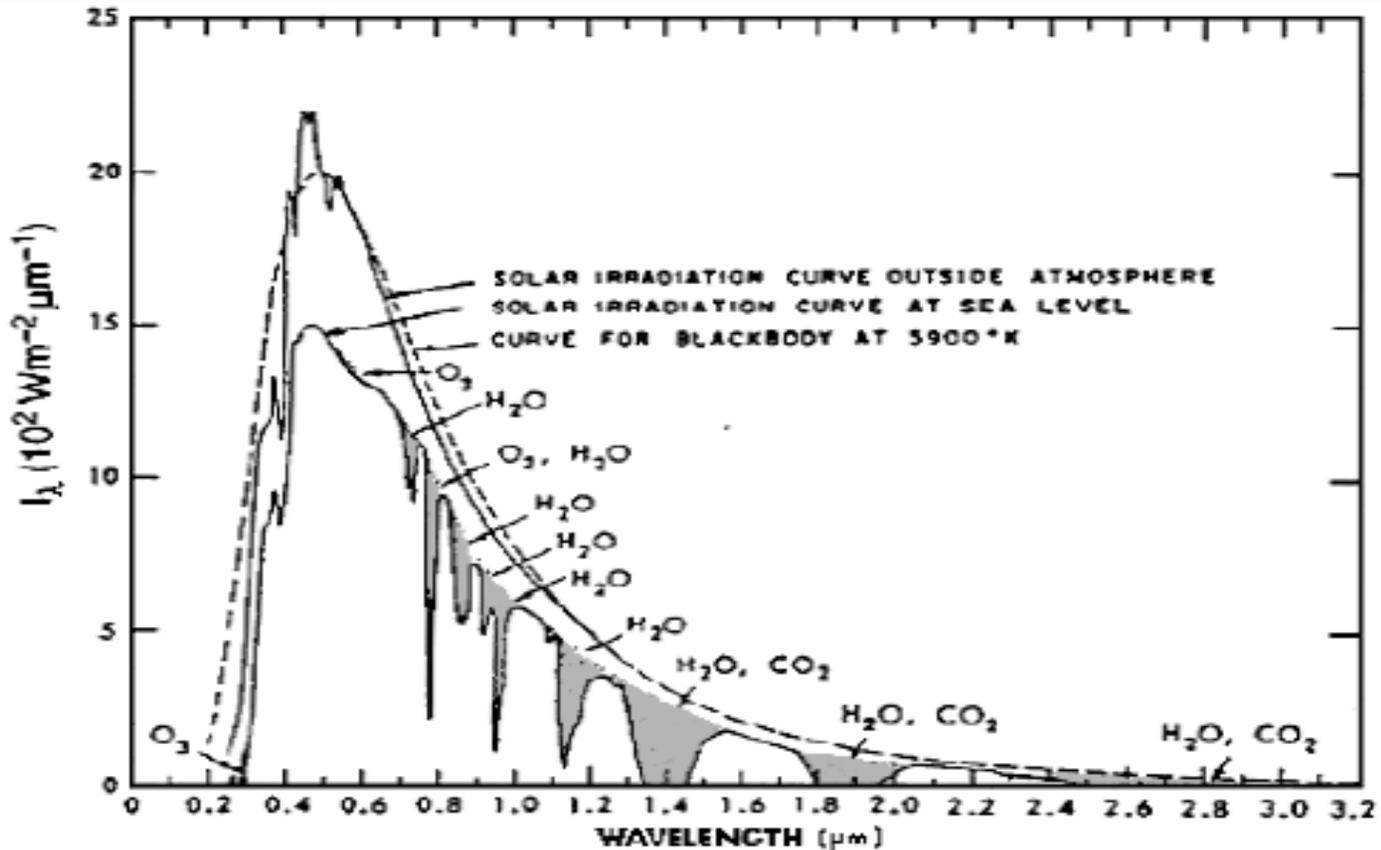
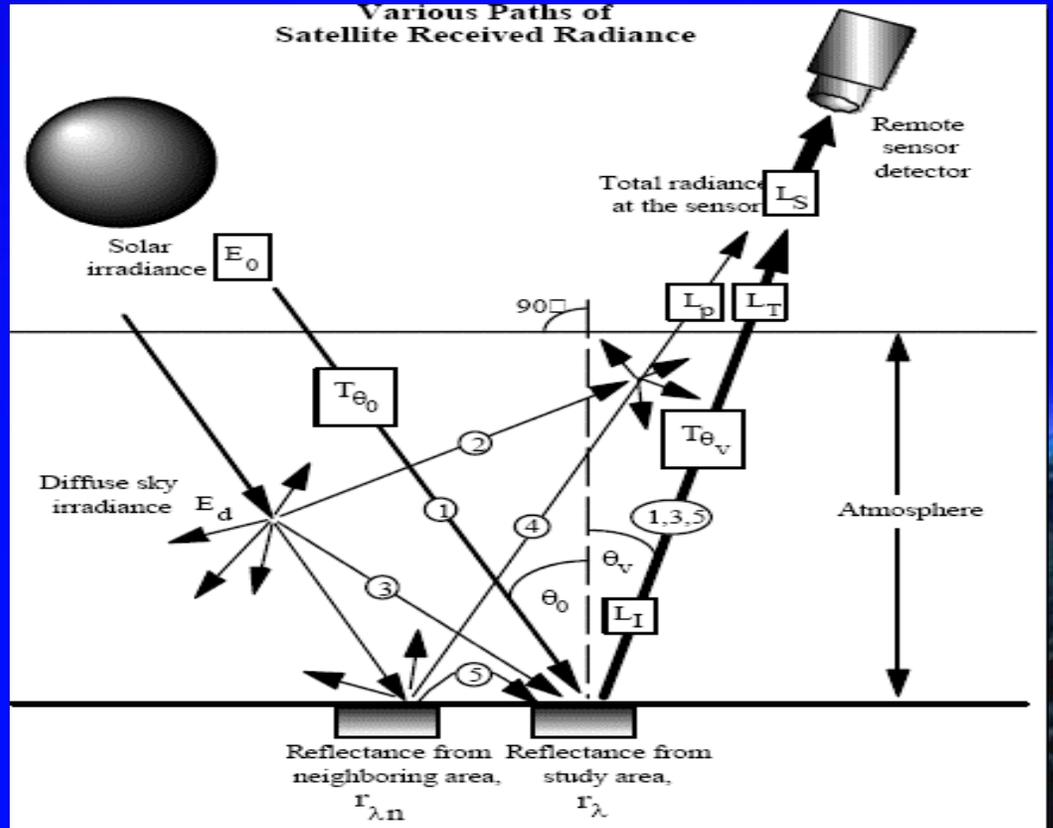
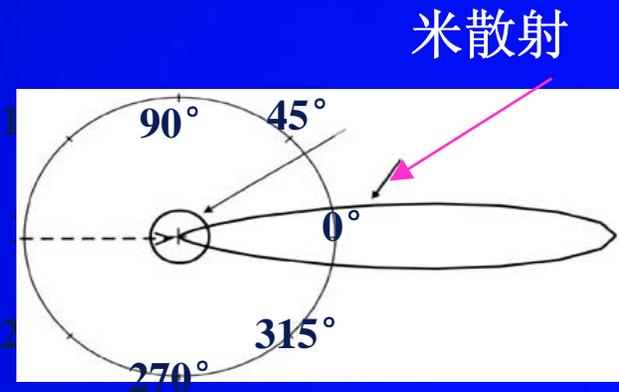
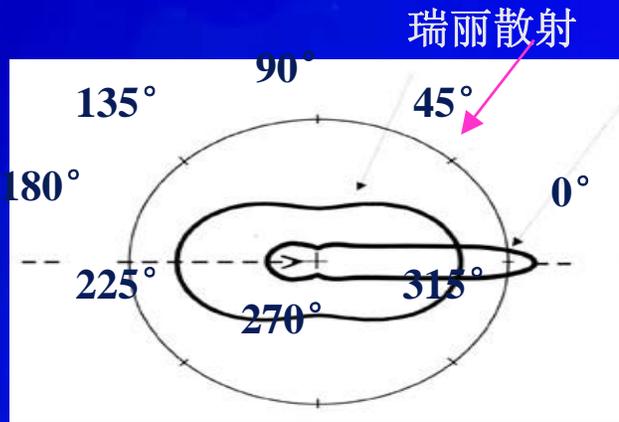


Figure 2: Solar irradiance at the top and bottom of the earth's atmosphere, for the sun at the zenith. Shaded are indicate absorption by atmospheric gases. After Valley (1965).



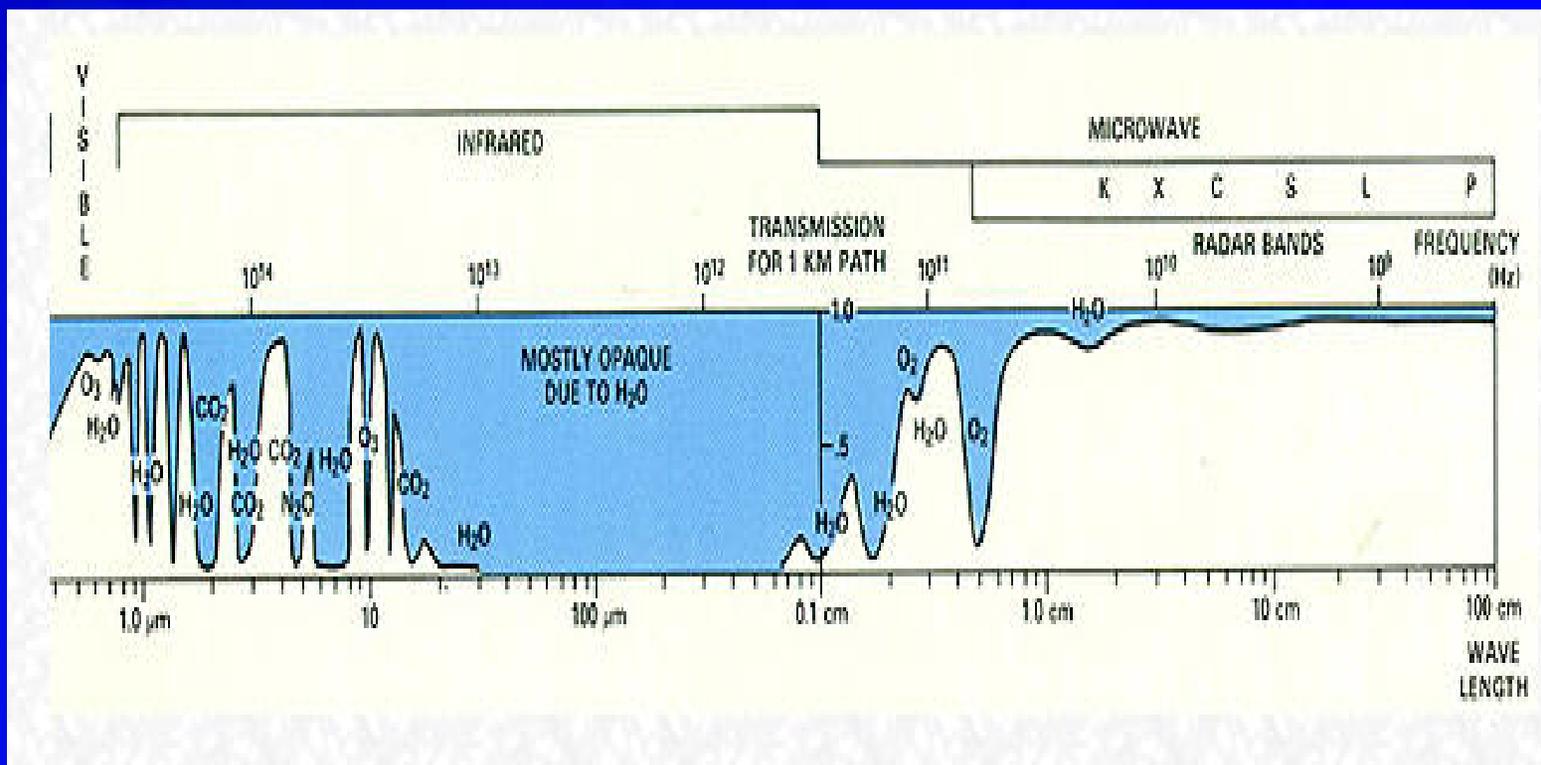
大气散射作用

- 电磁波与物质相互作用后电磁波偏离原来的传播方向



大气窗口

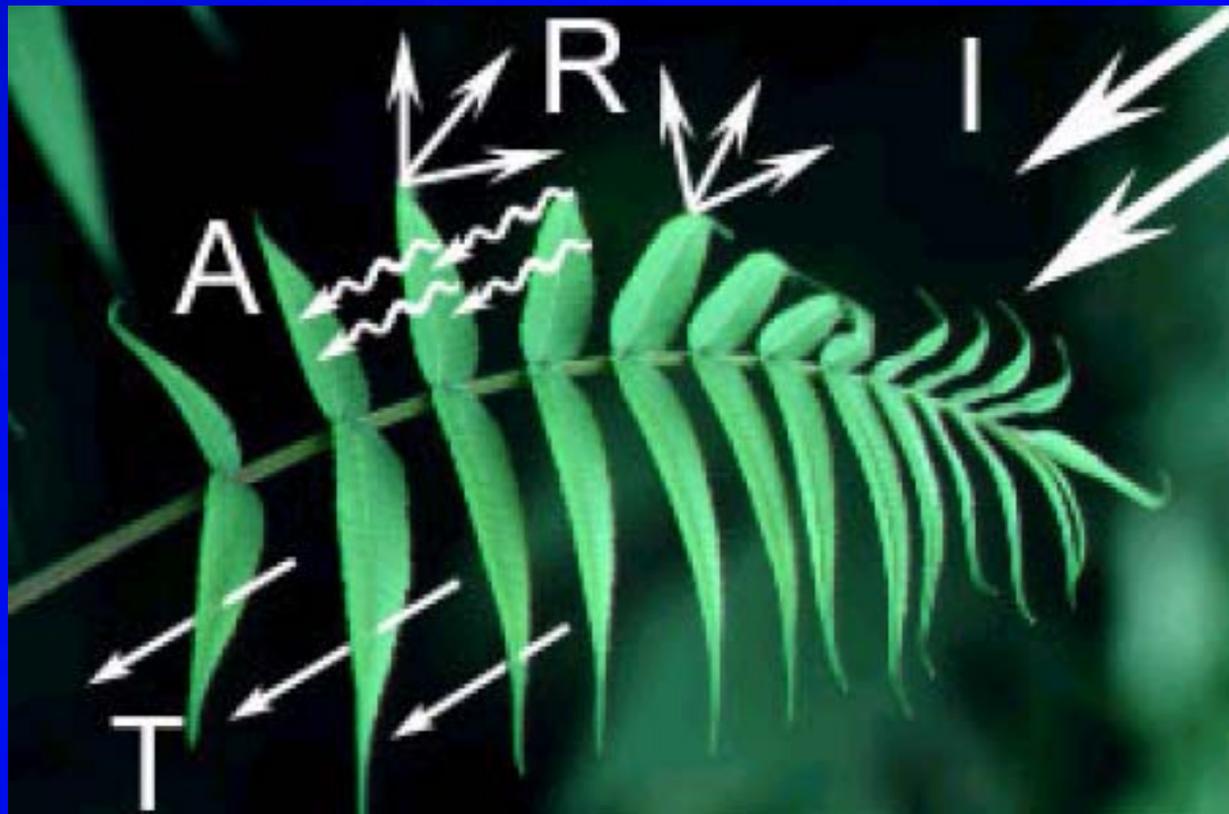
- 电磁波通过大气层时较少被反射、吸收和散射的，透过率较高的波段





辐射传输

- 辐射传输是电磁辐射与不同介质相互作用的复杂过程



地球辐射

- 地球表面和大气电磁辐射的总称

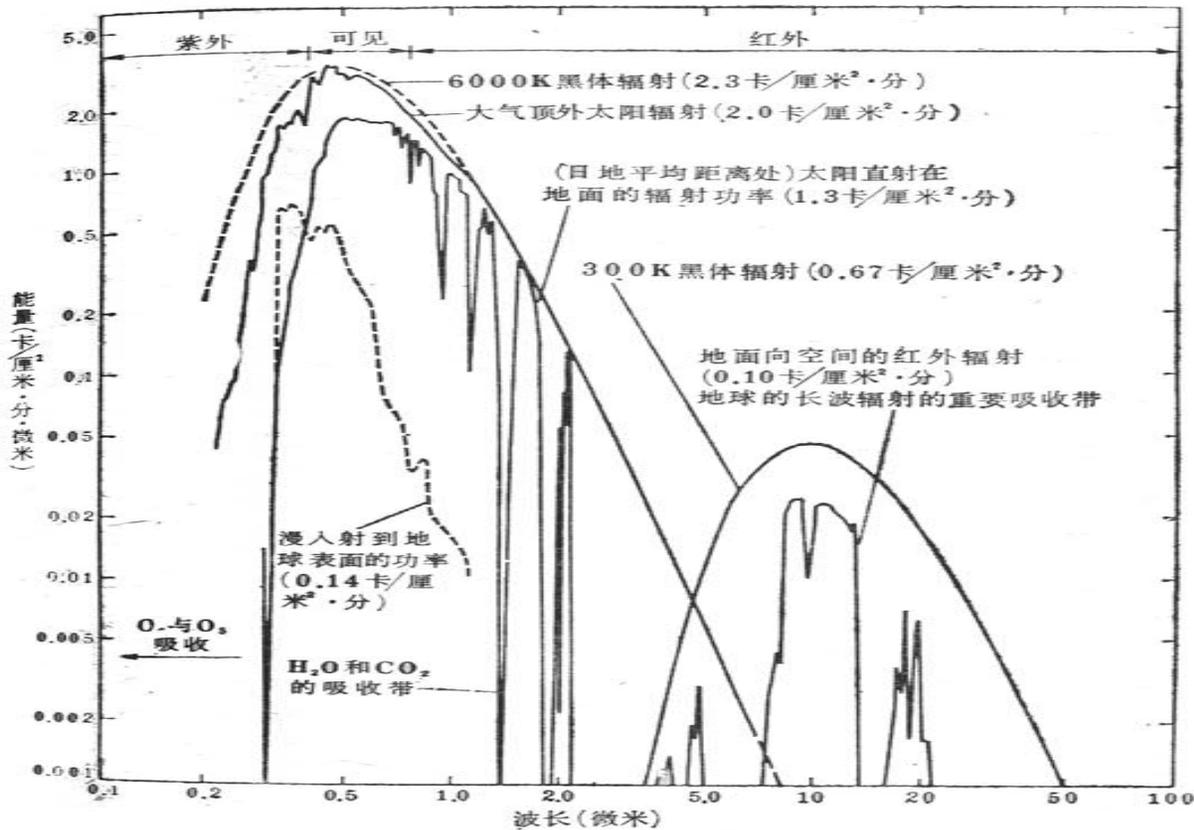


图 3.13. 太阳与地表辐射的电磁波谱。

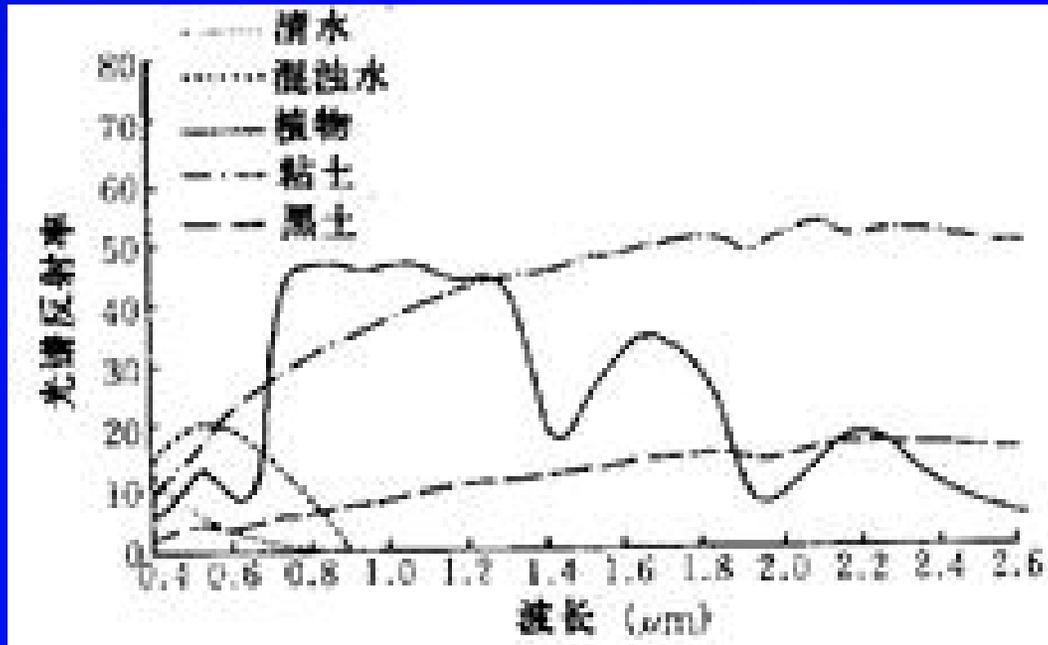


地球辐射的分段特性

- 0.3-2.5微米波段（主要在可见光与近红外波段），地表以反射太阳辐射为主，地球自身的辐射可以忽略
- 2.5-6.0微米波段（主要在中红外波段），地表反射太阳辐射和地球自身的热辐射均为被动遥感的辐射源
- 6.0微米以上的热红外波段，地球自身的热辐射为主，地表反射太阳辐射可以忽略不计

地物波谱

- 地物的电磁波响应特性随电磁波长改变而变化的规律
- 不同类型的地物，其电磁波响应特性不同，因此地物波谱特征是遥感识别地物的基础



不同地物的波谱特性



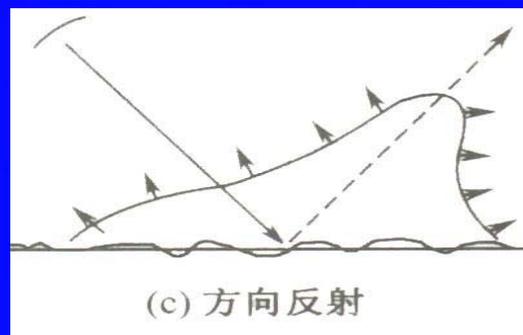
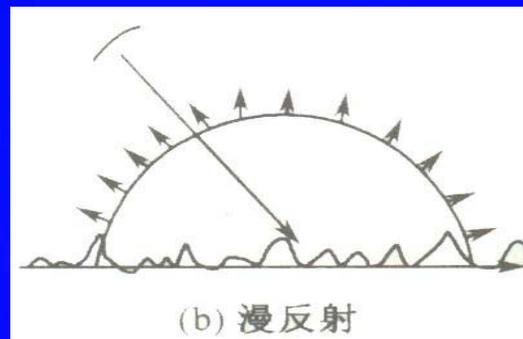
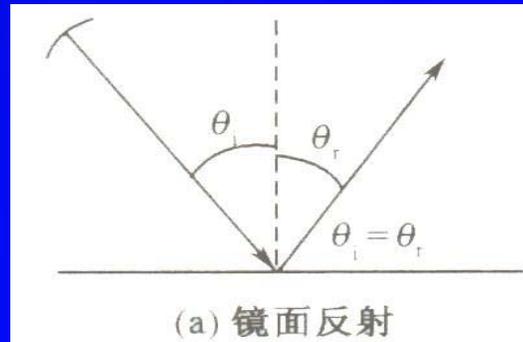
不同电磁波段中地物波谱特性

- 可见光和近红外波段
 - 表现为反射与吸收
- 远红外波段
 - 表现为地物热辐射
- 微波波段
 - 主动遥感：表现为地物后向散射
 - 被动遥感：表现为地物微波辐射



地物的反射

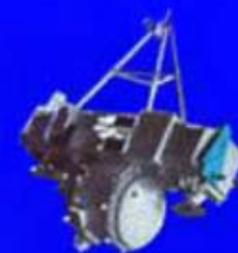
- 镜面反射
- 漫反射
- 实际地物反射





常见的几种地物类型波谱特征

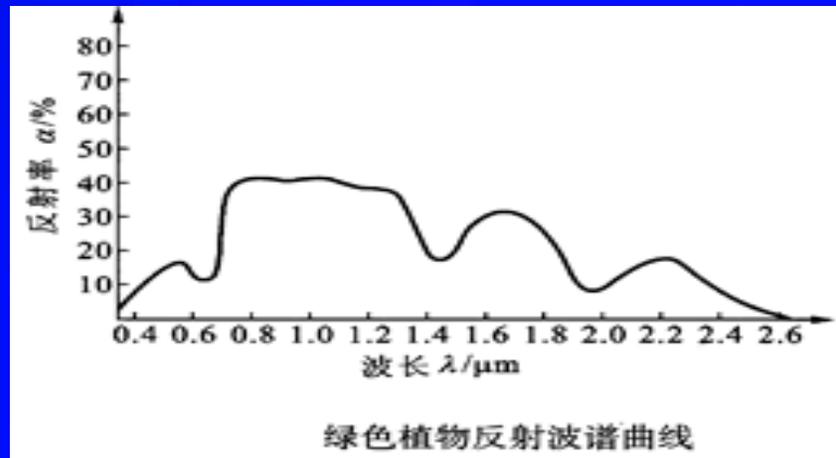
- 植被
- 水体
- 土壤
- 岩石





植被的波谱特征

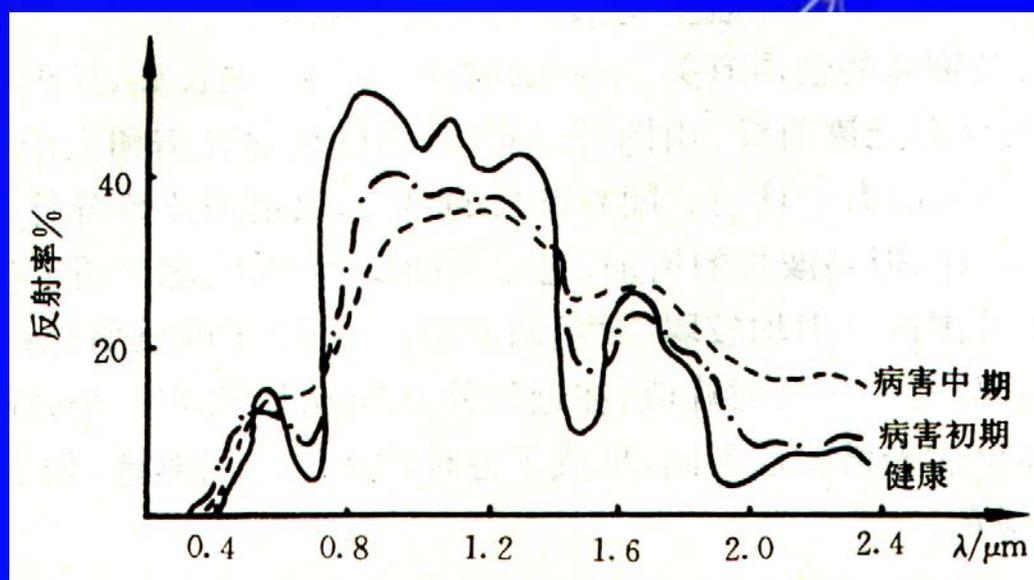
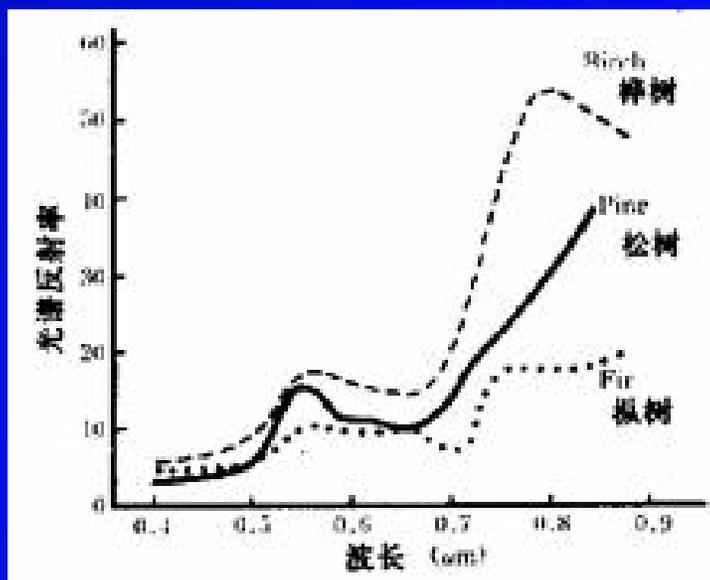
- 可见光波段：在0.45微米附近区间（蓝色波段）有一个吸收谷，在0.55微米附近区间（绿色波段）有一个反射峰，在0.67微米附近区间（红色波段）有一个吸收谷
- 近红外波段：从0.76 μm 处反射率迅速增大，形成一个爬升的“陡坡”，至1.1 μm 附近有一峰值，反射率最大可达50%，形成植被的独有特征
- 中红外波段：1.5-1.9微米光谱区反射率增大，在1.45 μm ，1.95 μm 和2.7 μm 为中心的附近区间受到绿色植物含水量的影响，反射率下降，形成低谷





影响植被波谱特征的主要因素

- 植物类型
- 植被生长季节
- 植被生长状态（病虫害影响）

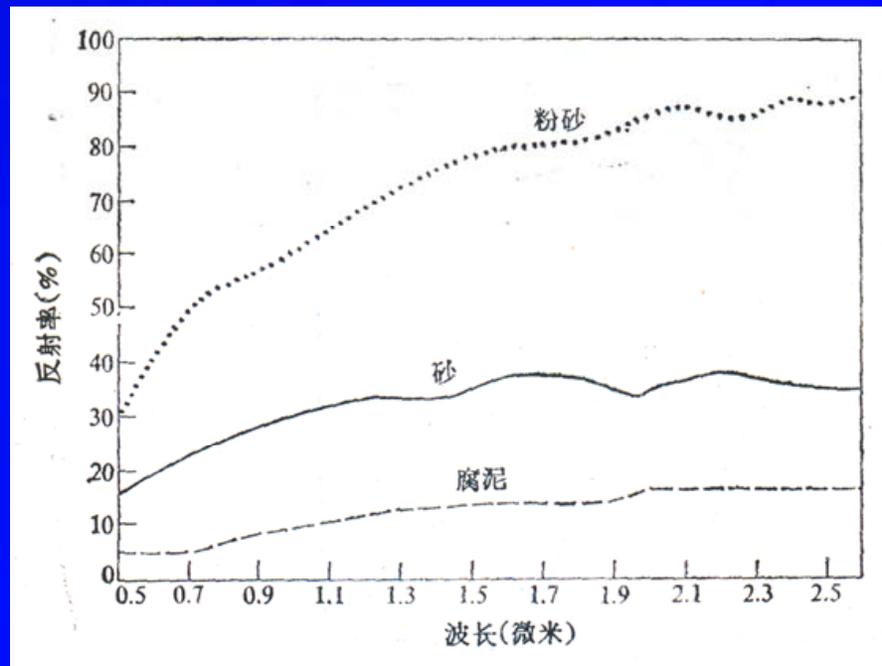


不同植被类型的光谱反射率 病虫害对于植物光谱反射率的影响



土壤的波谱特征

- 自然状态下土壤表面反射曲线呈比较平滑的特征，没有明显的反射峰和吸收谷
- 在干燥条件下，土壤的波谱特征主要与成土矿物（原生矿物和次生矿物）和土壤有机质有关



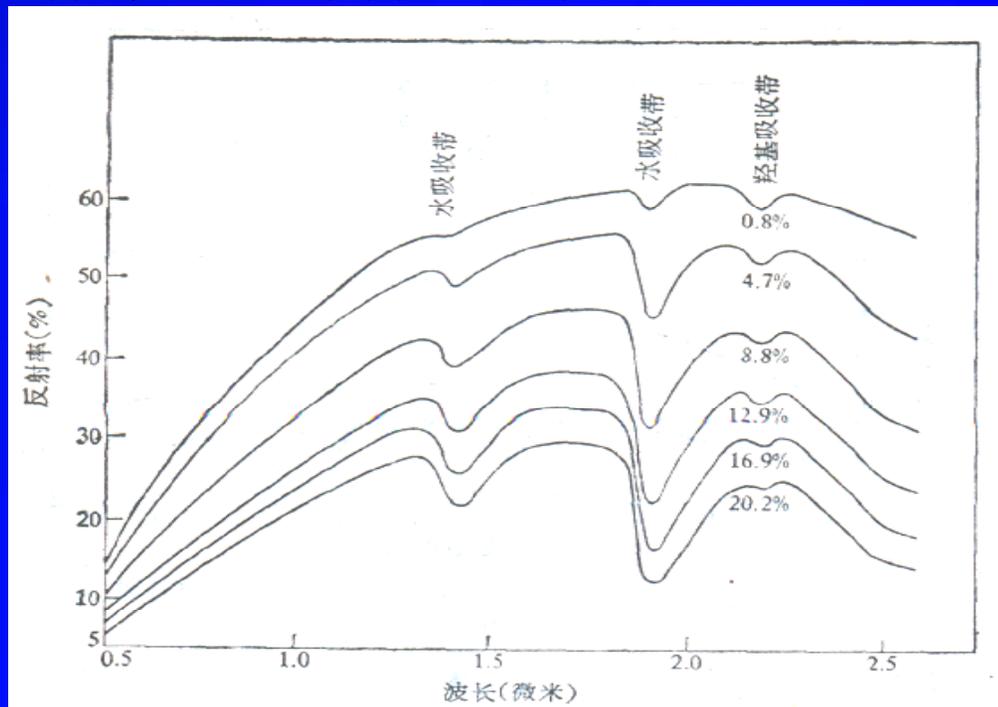
三种不同类型土壤在干燥环境下的反射光谱曲线

北京大学遥感与地理信息系统研究所 2005.7



不同含水量 对土壤反射光谱率的影响

- 土壤含水量增加，土壤的反射率就会下降，在水的各个吸收带（1.4，1.9和2.7微米处附近区间），反射率的下降尤为明显

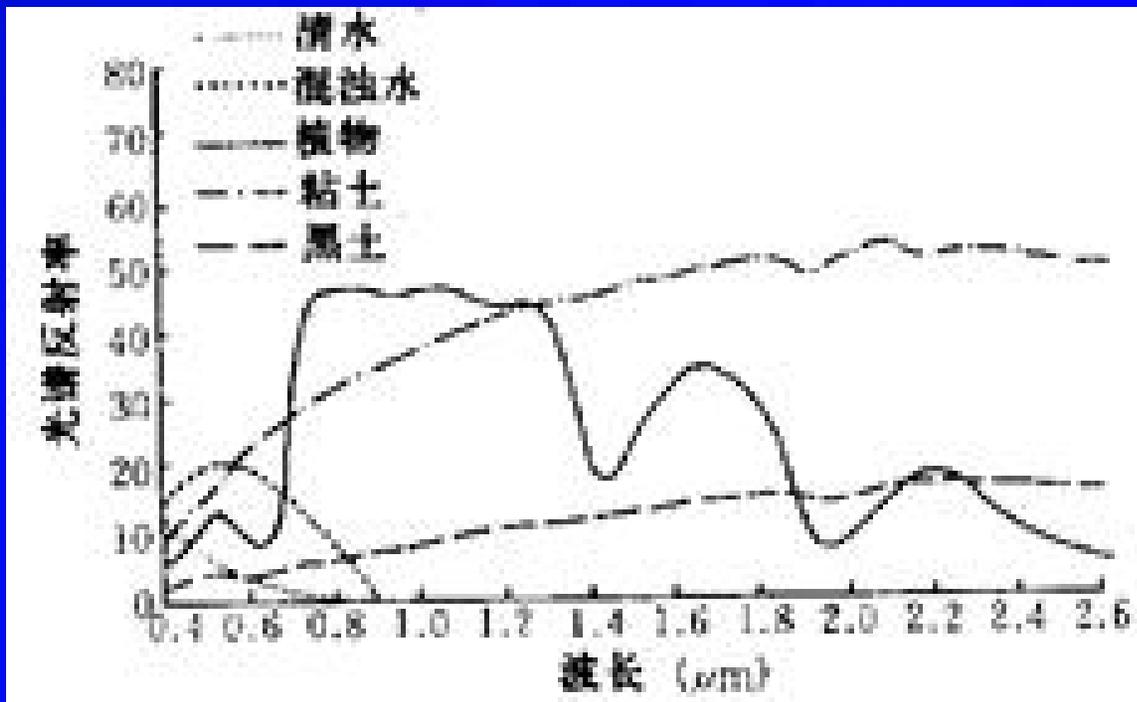


粉砂土壤不同含水量情况下的光谱反射率曲线图



水体的波谱特征

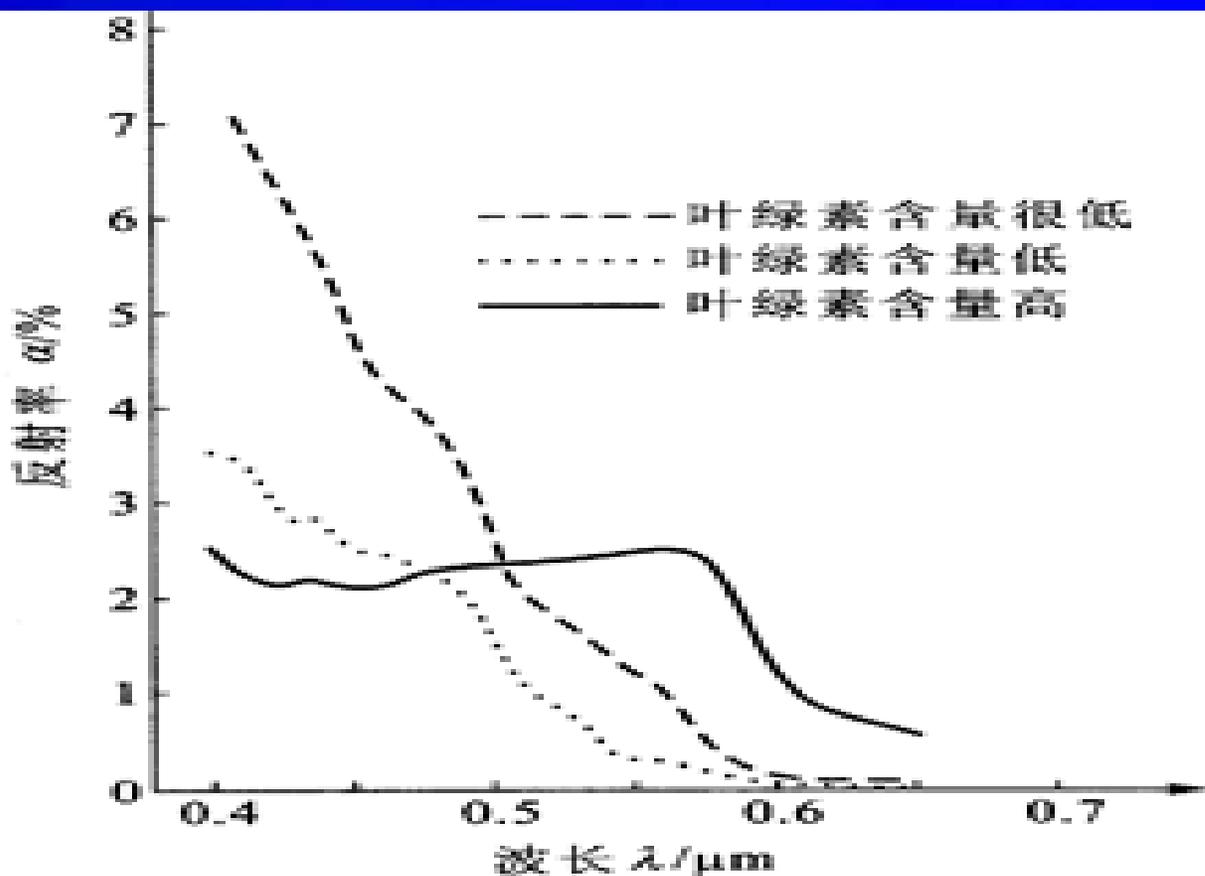
- 纯净水体的反射主要在可见光中的蓝绿光波段，可见光其它波段反射很低，在近红外和中红外波段纯净的自然水体的反射率很低，几乎趋近于零



水体的波谱反射率曲线



不同叶绿素含量时水体的波谱曲线

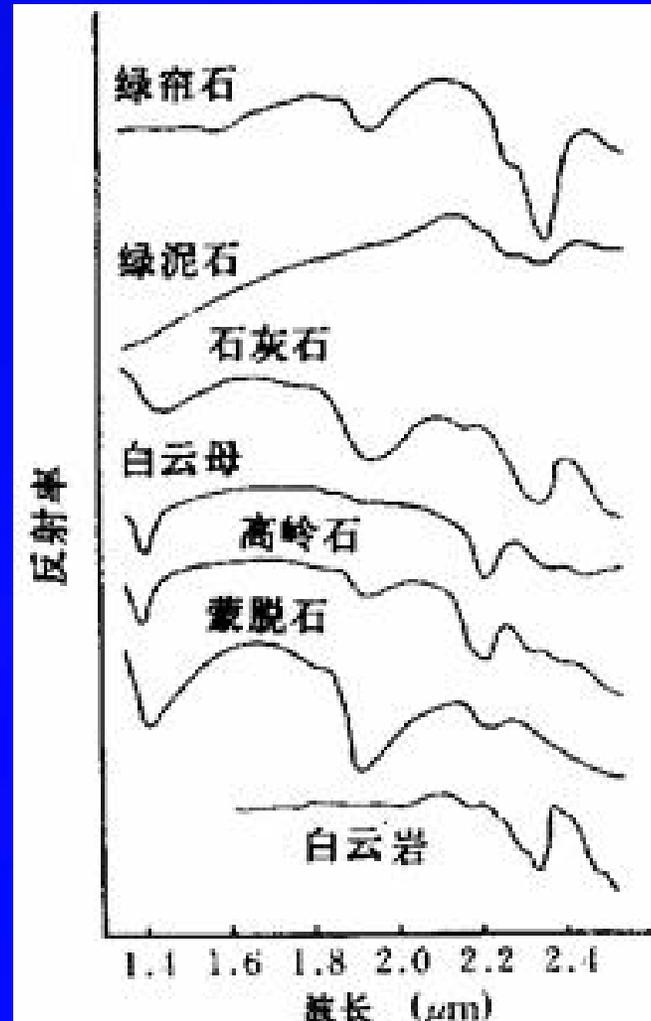


具有不同叶绿素浓度的海水的波谱曲线

岩石矿物的波谱曲线

- 矿物成分
- 矿物含量
- 物质结构

岩石的光谱反射率





影响岩石矿物波谱曲线的因素

- 岩石风化程度
- 岩石含水状况
- 矿物颗粒大小
- 岩石表面光滑程度
- 岩石色泽





Image References

C.Mayhew & R. Simmon (NASA/GSPC), NOAA/ NGDC, DMSP Digital Archive

Dousset, B., and F. Gourmelon, 2003. Satellite multi-sensor data analysis of urban surface temperatures and landcover, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 58:43-54.

Stila, U., U. Soergel, and U. Thoennesen, 2003. Potential and limits of InSAR data for building reconstruction in built-up areas, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 58:113-123.

Chen, C.-M., G.F. Hepner, and R.R. Forster, 2003. Fusion of hyperspectral and radar data using the HIS transformation to enhance urban surface features, ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 58:19-30.