

第一章 绪论

一、遥感的基本概念

1. 最早使用“遥感（Remote Sensing）”一词的是美国海军研究局的艾弗林·普鲁伊特。

广义遥感：_____

狭义遥感：_____

二、遥感过程与遥感技术系统

2. 遥感过程：_____

3. 遥感技术系统：_____

4. 传感器：远距离接收、记录目标物电磁波特征的仪器。

5. 遥感平台：携带遥感传感器的运输工具，按高度可分为地面、航空和航天平台。

三、遥感的类型与特点

6. 遥感的类型

- | | |
|----------------|-----------------|
| ● 根据遥感平台分类 | ● 按数据的显示形式分类 |
| ● 根据遥感对象分类 | ● 按波段宽度和波谱连续性分类 |
| ● 根据传感器的探测波段分类 | ● 按遥感的应用领域分类 |
| ● 按工作方式分类 | ● 按遥感应用的空间尺度分类 |

7. 根据传感器工作方式不同，遥感可以分为主动遥感和被动遥感。

主动遥感：_____，常用传感器包括侧视雷达、微波散射计、雷达高度计、激光雷达等。

被动遥感：_____。

8. 遥感的特点：

(1) _____

(2) _____

(3) _____

四、遥感的发展概况

9. 遥感发展的 5 个阶段

- 1、 无记录的地面遥感阶段
- 2、 有记录的地面遥感阶段
- 3、 常规航空摄影阶段
- 4、 航空遥感阶段
- 5、 航天遥感阶段

五、林业遥感的发展概况与特点

10. 中国林业遥感发展历程：根据林业遥感科研项目成果和行业应用表现出的阶段性特点，将中国林业遥感发展历程划分为 3 个阶段。

- 1951 年—1980 年为以航空遥感像片为主的目视解译应用阶段
- 1981 年—2000 年为卫星遥感开拓创新阶段
- 2001 年—2020 年为定量遥感发展与综合应用服务平台形成阶段

11. 林业遥感的特点：

- 林业资源的辽阔性，决定了林业资源调查工作的艰巨性和复杂性。
- 林业资源的再生性和周期性，决定了遥感技术提供林业资源信息的连续性，
- 林业资源包括林业用地面积、森林蓄积量及其动态变化，林业资源遥感强调定量分析。
- 林业环境取决于地理环境，同时又反作用于周围的地理环境，这就要求林业遥感具有不同类型的传感器，以接收和记录地物的各种属性。

六、遥感技术的发展趋势

第二章 电磁波与地物波谱特征

一、电磁波与电磁波谱

1. 电磁波：由振源发出的电磁振动在空间的传播。

电磁波的特性：真空中以光速传播，兼具波动性与粒子性。

传播无需介质，与物质作用时发生_____。

2. 电磁波谱：_____。

电磁波谱的划分（波长由短到长）： γ 射线 $\rightarrow$ X射线 $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ _____ $\rightarrow$ 微波 $\rightarrow$ 无线电波

3. 遥感常用波段：

- 可见光（_____ μm ）：地物识别主要波段。
- 红外（_____ μm ）：近红外（光红外）、热红外（中/远红外）。
- 微波（_____ m）：穿透云雾，全天候观测，有主动与被动之分，具有穿透能力。

4. 电磁辐射度量：任何物体都是辐射源，不仅能够吸收其它物体对它的辐射，也能够向外辐射。电磁波传递其实就是电磁能量的传递。因此，遥感探测实际上是辐射能量的测定。

- 辐射能量（ W ）：电磁辐射的能量， W ，单位是 J
- 辐射通量（ Φ ）：单位时间内通过某一面积的辐射能量， $\Phi = dW/dt$ ，单位 W
- 辐射通量密度（ E ）：单位时间内通过单位面积的辐射能量， $E = d\Phi/dS$ ，单位 W/m^2
- 辐照度（ I ）：被辐射的物体表面单位面积上的辐射通量， $I = d\Phi/dS$ ，单位 W/m^2
- 辐射出射度（ M ）：向外发出辐射的辐射源物体表面的辐射通量密度， $M = d\Phi/dS$ ，单位 W/m^2
- 辐射亮度（ L ）：在特定方向，垂直此方向的单位面积单位立体角内辐射出的辐射通量，单位 $\text{W/m}^2 \cdot \text{sr}$

二、黑体辐射

5. 黑体：在任何温度下，对各种波长的电磁辐射的吸收系数等于 1（100%）的物体。

- 如果_____，则这个物体是绝对黑体，简称黑体。（吸收率恒等于 1，反射率恒等于 0。）

- 黑体的吸收系数 $\alpha(\lambda, T)=1$ ，反射系数为 0，与物体的温度以及电磁波的波长无关。

黑体辐射：_____。

6. 黑体辐射定律

- 普朗克热辐射定律：黑体的辐射出射度 M 与温度的关系，以及按波长分布的规律
- 黑体辐射的三个特征

(1) _____，每条曲线只有一个最大值。

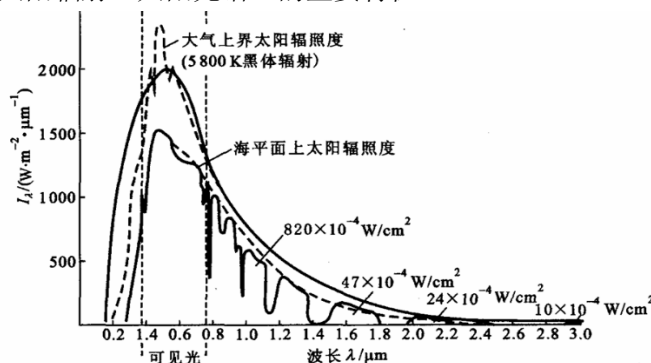
(2) 温度越高，_____，_____。

(3) 随着温度的升高，辐射最大值所对应的波长_____方向移动。

- 玻尔兹曼定律：绝对黑体的总辐射出射度与黑体温度的四次方成正比。
- 维恩位移定律：黑体辐射光谱中最强辐射的波长 $\lambda_{\max}$ 与温度 T 成反比。
- 基尔霍夫定律

三、辐射源

7. 太阳辐射（太阳光谱）的主要特征：



8. 自然辐射源：地球是远红外遥感的主要辐射源。
人工辐射源：主动式遥感的辐射源，雷达探测：分为微波雷达和激光雷达。
9. 大气对太阳辐射的影响：太阳辐射的衰减过程，太阳辐射经过大气层时，受大气分子、气溶胶、水滴等的影响，主要发生四种作用：_____，这四种作用会导致电磁波的衰减。
- 大气的散射作用：太阳辐射在传播过程中遇到小微粒而使传播方向改变，并向各个方向散开。
_____是太阳辐射衰减的主要原因。
 - 1) 瑞利散射：当微粒的直径比辐射波长小得多时，此时的散射称为瑞利散射。 d _____ λ
 - 2) 米氏散射：当微粒的直径与辐射波长差不多时的大气散射。 d _____ λ
 - 3) 非选择性散射：当微粒的直径比辐射波长大得多时所发生的散射。 d _____ λ
 - 大气反射
 - 大气的吸收作用
10. 大气窗口：_____。

四、地物的光谱特征

11. 地物的光谱特征：自然界中任何地物都有自身的电磁辐射规律，如反射、发射、吸收电磁波的特性。少数还有透射电磁波的特性。
12. 地物的反射光谱特性：地物对某一波段的反射能量与入射能量之比。
地物反射光谱：_____。
地物反射光谱曲线：_____。
地物电磁波光谱特征的差异是遥感识别地物性质的基本原理。传感器探测波段的设计，是通过分析比较地物光谱数据而确定的。
不同地物由于_____和_____具有不同的反射光谱特性。
13. 植被的反射波谱特征：
 - 植被在可见光的 $0.55\mu\text{m}$ ，_____
 - 在可见光的 $0.45\mu\text{m}$ （蓝光）以及 $0.65\mu\text{m}$ （红光）处有_____
 - 从近红外开始，_____
 - 在 $1.45\mu\text{m}$ 、 $1.95\mu\text{m}$ 以及 $2.6\sim 2.7\mu\text{m}$ 处，_____
14. 土壤的反射波谱特征：影响土壤反射率的内在、外在因素有很多，包括水分含量、土壤结构（砂、粉砂、黏土的比例）、有机质含量、氧化铁的存在以及表面粗糙度等。
 - 土壤水分含量与_____密切相关。
 - _____也是影响土壤光谱特性的一个重要参数。
15. 水体的反射波谱特征：
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
16. 岩石的反射波谱特征
17. 地物的光谱特性具有_____特性和_____特性。
18. 影响地物反射率变化的主要因素：

(1) _____	(2) _____
(3) _____	(4) _____
(5) _____	
19. 地物的发射光谱特性
发射光谱：_____
发射光谱曲线：_____
20. 地物的透射光谱特性

*** 课后作业**

1. 无云的晴天，天空为什么呈现蓝色？朝霞和夕阳为什么都偏橘红色？
2. 云雾为什么通常呈现白色？微波为什么具有穿云雾能力？
3. 我们看到的植物为什么呈现绿色？
4. 分别论述植被、水体和土壤的光谱学特征。
5. 遥感按照电磁波波段如何分类，说明每类遥感的实际用途。

第三章 遥感平台

一、传感器及其成像方式

1. 传感器分类
2. 传感器组成
3. 遥感图像的特征：_____、_____、_____。
4. 遥感图像的分辨率：
 - 空间分辨率：_____
 - 光谱分辨率：_____
 - 辐射分辨率：_____
 - 时间分辨率：_____
5. 摄影成像：
 - 单镜头框幅式摄影机
 - 缝隙式摄影机
 - 全景摄影机
 - 多光谱摄影机
6. 摄影相片几何特征：
 - 航空摄影的基本参数：像片倾斜角、航高、像片重叠度（航向重叠、旁向重叠）、
 - 航空像片的几何特征
 - 中心投影与垂直投影的区别：
 - 投影距离的影响
 - 投影面倾斜的影响
 - 地形起伏的影响
 - 像点位移：在中心投影的像片上，地形起伏除了引起像片比例尺变化外，还会引起平面上的点位在像片位置上的移动，这种现象称为像点位移。
 - 像点位移的规律：
 - 位移量大小与_____的距离成正比，
 - 位移量大小与_____成正比；
 - 位移量与_____、_____、_____成反比。
7. 扫描成像：
 - 多光谱扫描：光学/机械扫描成像、推扫式扫描成像
 - 热扫描成像
 - 高光谱成像光谱

二、卫星轨道

8. 轨道参数
9. 卫星姿态
10. 轨道类型：
 - 地球同步轨道：_____，其轨道高度为 35786 km
 - 太阳同步轨道：_____。
 - 极轨卫星：倾角为 90 度的轨道
11. 卫星的分类
12. 气象卫星：特点与优势
13. 陆地卫星：
 - 美国：Landsat、IKONOS、QUICKBIRD、GEO-EYES
 - 法国：SPOT
 - 日本：JERS

- 印度：BHaskara、IRS
- 俄罗斯：Meteosat-Nature
- 中国：国土资源普查卫星、CBERS-1、资源三号、高分一号、高分二号等

14. 海洋卫星：特点

三、微波遥感

15. 微波遥感：_____。

16. 微波传感器的分类：

- 主动微波遥感
- 被动微波遥感

17. 微波遥感的特点：

- _____
- _____
- _____
- _____
- _____

18. 主动微波遥感：通过向目标地物发射微波并接受其后向散射信号来实现对地观测的遥感方式。

主要传感器为雷达、侧视雷达、真实孔径侧视雷达、合成孔径侧视雷达。

19. 被动微波遥感：是指通过传感器，接受来自目标地物发射的微波，而达到探测目的的遥感方式。

* 课后作业

1. 叙述中外陆地资源卫星的发展历程和差异。
2. 分别说明中国高分系列卫星的基本情况，这些卫星的发射具有什么意义。

第四章 遥感数字图像处理

一、光学图像与数字图像

- 遥感数据分类：
 - 数字图像 (D)：也称数字量，用数字表示的图像
 - 光学图像 (A)：也称模拟量，以胶片的方式记录
- 数字化：_____。通常是以像元的亮度值表示，对应为一个函数值。
数字图像的表示：数字图像中像元值可以是整型、实型或者字节型。
- 数字图像直方图：_____。
直方图的作用：直观地了解图像的亮度值分布范围、峰值的位置、均值以及亮度值分布的离散程度。
直方图的曲线可以反映图像的质量差异。
 - 正态分布：反差适中，亮度分布均匀，层次丰富，图像质量_____。
 - 偏态分布：图像偏亮或偏暗，层次少，质量_____。
- 遥感数字图像：以数字表示的遥感图像，其最基本的单元是像素。像素具有_____特征和_____特征。
像素的属性特征采用亮度值来表达：相同地点上亮度值在不同的波段上的亮度值是不一样的，地物在不同波段上电磁辐射不同造成的。
- 数字图像的表示方式：
 - 遥感数字图像是以二维数组来表示的，坐标隐含
 - 遥感图像按照波段数量
 - 多波段数字图像的三种数据格式：
 - _____格式 (按波段顺序依次排列) 有利于图像空间分布信息的显示与处理
 - _____格式 (按波段次序交叉排列) 有利于图像元光谱信息的显示与处理
 - _____格式 (逐行按波段次序排列) 兼顾了图像空间分布信息与像元光谱信息的显示与处理
 - HDF 格式
- 光学图像数字化：_____。
 - 空间采样
 - 属性量化
- 光学图像的颜色视觉
- 遥感影像对应颜色的法则：
 - 单个工作波段上的影像显示为_____
 - 单个工作波段上的影像表示为_____
 - 单个工作波段上的影像表示为_____
 - 三个工作波段的影像可以叠加显示为_____

二、数字图像的预处理

- 噪声去除
 - 噪声来源
 - 探测元件周期性变化或者故障
 - 传感器组件之间的干扰
 - 数据传输和记录过程中的错误
 - 条带：传感器探测元件的不同响应及数据记录传输过程出现的错误
 - 扫描线丢失：传感器扫描与采样设备故障及数据传输记录过程中产生的错误
- 辐射校正
辐射畸变：地物的光谱反射率差异在实际测量时，受到传感器本身、大气辐射等因素影响而发生改变化称为辐射畸变。
辐射校正：_____
 - 辐射定标：_____

- 大气校正：进入大气的太阳辐射会发生反射、折射、吸收、散射和透射。其中对传感器接收影响较大的是吸收和散射。_____，称作大气校正。
- 大气校正方法

- _____
- _____
- _____

- 太阳高度和地形校正

11. 几何校正

- 遥感图像的几何变形
- 遥感影像变形的原因：
 - _____：航高、航速、俯仰、翻滚、偏航
 - _____：像点位移
 - _____：像点位置的移动、像元对应于地面宽度不等、全景畸变
 - _____：像点位移
 - _____：影像偏离
- 几何畸变校正的分类：
 - 几何粗校正：针对引起几何畸变的原因进行的
 - 几何精校正：利用地面控制点进行的几何校正
- 几何校正的方法：_____、_____、_____

三、数字图像增强与变换

12. 数字影像增强目的：增强目视效果、提高影像质量和突出所需信息、有利于分析判读或作进一步的处理。

13. 数字增强的方法：_____、_____、_____、_____、_____

14. 对比度变换：

直方图与图像质量：通过像元亮度直方图可以判断影像质量

对比度变换方法：

- 线性变换：_____、_____
- 非线性变换：_____、_____、_____

15. 图像滤波：以重点突出图像上某些特征为目的，属于几何增强，包括平滑和锐化。

图像卷积运算：在空间域上对图像作局部检测的运算，实现平滑和锐化目的。

- 低通滤波（平滑）：
 - 平均值法（均值滤波）
 - 中间值法（中值滤波）
- 高通滤波（锐化、边缘增强）

16. 彩色增强：

- 单波段彩色变换：_____。这种方法又叫密度分割。

- 多波段彩色变换：根据加色法彩色合成原理，选择遥感影像某三个波段，分别赋予红、绿、蓝三种原色，就可以合成彩色影像。

- _____，生成的合成色能真实或近似反映地物本来的颜色，称真彩色合成。

- _____，因此生成的合成色不是地物真实的颜色，因此这种合成叫做假彩色合成。

- 以陆地卫星 Landsat 的 TM 影像为例，TM4、3、2 波段被分别赋予红、绿、蓝色时，即____波段赋蓝，____波段赋绿，____波段赋红时，这一合成方案被称为标准假彩色合成。

17. 图像运算：_____，达到提取某些信息或去掉某些不必要信息的目的。

- 差值运算
- 比值运算

18. 多光谱变换（光谱增强）：针对多光谱影像存在的一定程度上的相关性以及数据冗余现象，通过函数变换，达到保留主要信息，降低数据量，增强或提取有用信息目的的方法。

- K-L 变换（主成分变换）
- K-T 变换（缨帽变换）

四、多源信息复合

19. 多源信息复合：_____。

20. 图像融合：_____。

第五章 遥感图像的目视解译

一、遥感图像目视解译原理

1. 目视解译，又称目视判读：判读者通过直接观察或借助判读仪器（放大镜、立体镜、密度分割仪和彩色合成仪等）研究地物在遥感图像上反映的各种影像特征（如形状、大小、色彩、阴影、图型结构等），并通过地物间的相互关系推理分析，达到识别所需地物信息的过程。
2. 目标地物特征是地物电磁辐射差异在遥感图像上的典型反映。
按表现形式可概括为“____、____、____”三大类，是遥感影像解译的主要依据。
3. 图像解译基本要素：
 - 形状
 - 大小
 - 色调与颜色
 - 阴影
 - 纹理
 - 图形
 - 位置
 - 组合
4. 摄影像片解译标志：
 - 直接判读标志
 - 间接解译标志

二、目视解译方法及程序

5. 目视解译方法：_____、_____、_____、_____、_____
6. 遥感图像目视解译步骤
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
 - _____
7. 影像目视解译效果的因素
 - _____：地理要素、像元本身
 - _____：光谱特征复杂、同物异谱、时空属性
 - _____：空间、辐射、光谱
 - _____：知识水平、工作经验
 - _____：特定地物对象与比例尺

三、不同遥感图像的解译

8. 单波段摄影相片
9. 多光谱扫描图像
10. 热红外影像解译
11. 微波影像的判读

第六章 遥感数字图像的计算机解译

一、分类原理与基本过程

1. 图像分类：是通过模式识别理论，利用计算机将遥感图像自动分成若干地物类别的方法。
分类依据：遥感图像像素的相似度。
2. 同物异谱：_____。
同谱异物：_____。
3. 遥感数字图像计算机分类基本过程：
 - 首先明确遥感图像分类的目的及其需要解决的问题，在此基础上根据应用目的选取特定区域的遥感数字图像，图像选取中应考虑图像的空间分辨率、光谱分辨率、成像时间、图像质量。
 - 根据研究区域，收集与分析地面参考信息与有关数据。为提高计算机分类的精度，需要对数字图像进行辐射校正和几何纠正。
 - 对图像分类方法进行比较研究，掌握各种分类方法的优缺点，然后根据分类要求和图像数据的特征，选择合适的图像分类方法和算法。
 - 找出代表这些类别的统计特征。
 - 测定总体特征，在监督分类中可选择具有代表性的训练场地进行采样，测定其特征。在非监督分类中，可用聚类等方法对特征相似的像素进行归类，测定其特征。
 - 对遥感图像中各像素进行分类。包括对每个像素进行分类和对预先分割均匀的区域进行分类。
 - 分类精度检查。在监督分类中把已知的训练数据及分类类别与分类结果进行比较，确认分类的精度及可靠性。在非监督分类中，采用随机抽样方法，分类效果的好坏需经实际检验或利用分类区域的调查材料或专题图进行核查。
 - 对判别分析的结果统计检验。
4. 图像分类过程：
 - _____；
 - _____；
 - _____；
 - _____；
 - _____。

二、图像分类方法

5. 监督分类：_____
6. 非监督分类：_____
7. 监督分类与非监督分类的区别：根本区别在于_____。
 - _____
 - _____。当两地物类型对应的光谱特征差异很小时，分类效果不如监督分类效果好。

* 课后作业

1. 论述遥感技术在林业上的应用。

学号: _____ 姓名: _____