

遥感知知识集锦

目录:

遥感知知识集锦--遥感技术应用

遥感知知识集锦--遥感数字图像计算机解译

遥感知知识集锦--遥感图像目视解译原理

遥感知知识集锦--遥感图像处理

遥感知知识集锦--遥感成像原理与遥感图像特征

遥感知知识集锦--电磁辐射与地球的光谱特征

遥感知知识集锦--遥感的基本概念

遥感知知识集锦--遥感技术应用

1. 资源调查与管理

1) 水体遥感

水体遥感主要任务:通过遥感影像分析,获得水体的分布、泥沙、有机质等状况和水深、水温等要素的信息,对一个地区的水资源和水环境等作出评价,为水利、交通、航运及资源环境等部门提供决策服务。

① 水体光谱特性

遥感器所接收到的辐射:水面反射光、悬浮物反射光、水底反射光和天空散射光。

② 水体界限确定

水体反射率总体较低(4%~5%),并随波长的增大逐渐降低,0.6 μm 处约2%~3%,过了0.75 μm ,水体几乎成为全吸收体。在近红外的遥感影像:清澈的水体呈黑色。区分水陆界线,应选择近红外波段的影像。

③ 水体悬浮物的确定--泥沙

浑浊水体的反射波谱曲线整体高于清水随着悬浮泥沙浓度的增加,差别加大;

波谱反射峰值向长波方向移动(“红移”)。清水0.75 μm 反射率接近零,而含有泥沙的浑浊水0.93 μm 反射率才接近于零;

④ 水体悬浮物的确定—叶绿素

水体叶绿素浓度增加,蓝光波段的反射率下降,绿光波段的反射率增高;

水面叶绿素和浮游生物浓度高时,近红外波段仍存在一定的反射率,该波段影像中水体不呈黑色,而呈灰色甚至浅灰色

2) 植被遥感

在高分辨率遥感影像上,不仅可以利用植物的光谱来区分植被类型,而且可以直接看到植物顶部和部分侧面的形状、阴影、群落结构等,可比较直接地确定乔木、灌木、草地等类型,还可以分出次一级的类型。

健康的绿色植物具有典型的光谱特征。植物生长状况发生变化,波谱曲线形态也会改变。

3) 土壤遥感

通过遥感影像的解译,识别和划分出土壤类型,制作土壤图,分析土壤的分布规律,为改良土壤、合理利用土壤服务。

在地面植被稀少情况下,土壤的反射曲线与其机械组成和颜色密切相关。颜色浅的土壤具有较高的反射率,颜色较深的土壤反射率较低。在干燥条件下同样物质组成的细颗粒的土壤,表面平滑且具有较高反射率,而较粗的颗粒具有相对较低的反射率。

土壤水的含量增加，会使反射率曲线平移下降，并有两个明显的水分吸收谷。当土壤水超过最大毛管持水量时，土壤的反射光谱不再降低。

遥感知识集锦--遥感数字图像计算机解译

1. 遥感数字图像的计算机（自动识别）分类

遥感图像计算机解译的主要目的是将遥感图像的地学信息获取发展为计算机支持下的遥感图像智能化识别，其最终目的是实现遥感图像理解。其基础工作就是遥感数字图像的分类。遥感图像的计算机分类方法包括监督分类和非监督分类。

1) 监督分类：事先有类别的先验知识，根据先验知识选择训练样本，由训练样本得到分类准则。

监督分类中常用的具体分类方法包括：

①最小距离分类法：classifier)：用特征空间中的距离表示像元数据和分类类别特征的相似程度，在距离最小时（相似度最大）的类别上对像元数据进行分类的方法。

②多级切割分类法：根据设定在各轴上的值域,分割多维特征空间的分类方法。

③特征曲线窗口法：特征曲线：地物光谱特征参数构成的曲线。以特征曲线为中心取一个条带，构造一个窗口，凡是落在此窗口范围内的地物即被认为是一类，反之则不属于该类。

④最大似然比分类法：求出像元数据对于各类别的似然度（likelihood），把该像元分到似然度最大的类别中去的方法。

2) 非监督分类：事先没有类别的先验知识，纯粹根据图像数据的统计特征和点群分布情况，根据相似性程度自动进行归类，最后再确定每一类的地理属性。

非监督分类的常用方法：

①分级集群法：分级集群法采用“距离”评价每个像元在空间分布的相似程度，把它们的分布分割或者合并成不同的集群。每个集群的地理意义需要根据地面调查或者与已知类型的数据比较后方可确定。

②动态聚类法：在初始状态给出图像粗糙的分类，然后基于一定原则在类别间重新组合样本，直到分类比较合理为止，这种聚类方法就是动态聚类。

2. 智能化识别分类的发展趋势

1)提取遥感图像多种特征并综合利用这些特征进行识别。提取稳定、有效的特征是提高遥感图像自动解译精度的关键。遥感图像特征:图像色调、颜色、形状、大小、纹理、图型、阴影、位置和相关布局。

2) 利用 GIS 数据减少自动解译中的不确定性

GIS 专题数据库可以在计算机自动解译中发挥以下重要作用：

①对遥感图像进行辐射改正，消除或降低地形差异的影响

②作为解译的直接证据，增加遥感图像的信息量

③作为解译的辅助证据，减少自动解译中的不确定性

④作为解译结果的检验数据，降低误判率

3) 建立适用于遥感图像自动解译的专家系统，提高自动解译的灵活性

从目前状况看，建立适用于遥感图像自动解译的专家系统，需要从以下方面开展工作：

①建立解译知识库和背景知识库。

②根据遥感图像解译的特点来构造专家系统。

4) 模式识别与专家系统相结合

专家系统和模式识别方法相结合,可以发挥图像解译专家知识的指导作用,在一定程度上为模式识别提供经验性的知识,又可以利用数字遥感图像本身提供的特征,有助于提高计算机解译的灵活性。

概括说来,遥感图像计算机解译具有探索性强,涉及的技术领域广,技术难度大等特点,需要采用模式识别、遥感图像处理、地理信息系统与人工智能(包括专家系统和人工神经网络)等多种技术综合研究。

遥感知识集锦--遥感图像目视解译原理

1. 遥感图像目视解译原理

遥感图像解译 (Imagery Interpretation) :是从遥感图像上获取目标地物信息的过程: 即遥感图像理解 (Remote Sensing Imagery Understanding) 分为目视解译和计算机解译。

1) 遥感图像目标地物的识别特征

目标地物特征:

色: 颜色, 色调、颜色和阴影等;

形: 形状, 形状、纹理、大小、图型;

位: 空间位置, 目标地物分布的空间位置、相关布局等;

目标地物识别特征:

色调 (tone): 全色遥感图像中从白到黑的密度比例叫色调 (也叫灰度)。如海滩的砂砾色调标志是识别目标地物的基本依据, 依据色调标志, 可以区分出目标地物。

颜色 (colour): 是彩色遥感图像中目标地物识别的基本标志。日常生活中目标地物的颜色: 遥感图像中目标地物的颜色: 地物在不同波段中反射或发射电磁辐射能量差异的综合反映。彩色遥感图像上的颜色: 真\假彩色. 真彩色图像上地物颜色能真实反映实际地物颜色特征, 符合人的认知习惯。目视判读前, 需了解图像采用哪些波段合成, 每个波段分别被赋予何种颜色。

阴影 (shadow): 遥感图像上光束被地物遮挡而产生的地物的影子, 根据阴影形状、大小可判读物体的性质或高度。不同遥感影像中阴影的解译是不同的。

形状 (shape): 目标地物在遥感图像上呈现的外部轮廓. 遥感图像上目标地物形状: 顶视平面图. 解译时须考虑遥感图像的成像方式。

纹理 (texture): 内部结构, 指遥感图像中目标地物内部色调有规则变化造成的影像结构。如航空像片上农田呈现的条带状纹理。纹理可以作为区别地物属性的重要依据等等。

2) 目视解译的认知过程

遥感图像的认知过程包括:

① 自下向上的信息获取、特征提取与识别证据积累过程:

图像信息获取 → 特征提取 → 识别证据选取

② 自上向下的特征匹配、提出假设与目标辨识过程:

特征匹配: 指人脑利用记忆存储中的地物类型模式与地物特征匹配的过程。

提出假设与目标辨识: 地物类型模式与目标地物全局特征进行相似性测量, 判别其相容性或不相容性。

2. 遥感图像目视解译基础

目视解译方法: 指根据遥感影像目视解译标志和解译经验, 识别目标地物的办法与技巧。

1) 遥感摄影像片的判读

①常见的遥感扫描影像类型:

MSS 影像: 多光谱扫描仪;

TM 图像: 为专题绘图仪获取的图像;

SPOT 图像: 具有较高的地面分辨率;

资源一号卫星 CBERS 影像

②摄影像片的特点

遥感摄影像片绝大部分为大中比例尺像片

遥感摄影像片绝大部分采用中心投影方式成像

从航空像片上看到的是地物的顶部轮廓

③摄影像片的解译标志

解译标志(又称判读标志):解译标志分为直接判读标志和间接解译标志。

(1) 直接判读标志:指能够直接反映和表现目标地物信息的遥感图像的各种特征包括遥感摄影像片的色调、色彩、大小、形状、阴影、纹理、图型。

(2) 间接解译标志:指能够间接反映和表现目标地物信息的遥感图像的各种特征,借助它可以推断与某地物属性相关的其他现象。

④遥感摄影像片上常用到的间接解译标志:

目标地物与其相关指示特征;

地物与环境的关系;

目标地物与成像时间的关系;

⑤遥感扫描影像特征:宏观综合概括性强;信息量丰富;动态观测;

扫描影像的判读遵循原则:“先图外、后图内”、“先整体,后局部”、“勤对比,多分析”。

⑥遥感扫描影像的主要解译方法

(1) 直接判读法

根据遥感影像目视判读直接标志,直接确定目标地物属性与范围的一种方法。

(2) 对比分析法:包括同类地物对比分析法、空间对比分析法和时相动态对比法。

同类地物对比分析法:在同一景遥感影像上,由已知地物推出未知目标地物的方法。

空间对比分析法:由已知熟悉影像区域为依据判读未知区域影像的一种方法。

时相动态对比法:利用同一地区不同时间成像的遥感影像加以对比分析,了解同一目标地物动态变化。

(3) 信息复合法

利用透明专题图或地形图与遥感图像重合,根据专题图或地形图提供的多种辅助信息,识别遥感图像上目标地物的方法。

(4) 综合推理法

综合考虑遥感图像多种解译特征,结合生活常识,分析、推断某种目标地物的方法。

(5) 地理相关分析法

根据地理环境中各种地理要素之间的相互依存,相互制约的关系,借助专业知识,分析推断某种地理要素性质、类型、状况与分布的方法。

2)、目视解译步骤

目视解译准备工作阶段

明确解译任务与要求;

收集与分析有关资料;

选择合适波段与恰当时相的遥感影像。

初步解译与判读区的野外考察

室内详细判读

野外验证与补判

目视解译成果的转绘与制图即遥感图像理解 (Remote Sensing Imagery Understanding)

遥感知识集锦--遥感图像处理

1. 光学原理与光学处理

电磁波谱中 $0.38\sim0.76\mu\text{m}$ 波段能够引起人的视觉。

1) 颜色视觉

①视觉特征:

亮度对比 (反差): 视场中对象与背景的亮度差与背景亮度之比。

颜色对比 (色差): 视场中相邻区域的颜色差异。

②颜色性质的描述

明度(lightness): 人眼对光源或物体明亮程度的感觉。(与物体的反射率有关)

色调(hue): 指色彩的差异。(与视觉接收到的波长有关)

饱和度(saturation): 指色彩纯洁的程度。(与色光中是否混有白光以及白光占有的比例)

③颜色立体

为了形象的描述颜色特性之间的关系,通常用颜色立体来表现一种理想化的示意关系。中间轴代表明度,从底端到顶端,由黑到灰再到白明度逐渐递增。

2) 加色法与减色法

互补色: 若两种颜色混合产生白色或者黑色,这两种颜色就称为互补色。

三原色: 若三种颜色,其中任一种都不能由其余两种混合相加产生,这三种颜色按一定比例混合,可以形成各种色调的颜色,称之为三原色。红、绿、蓝为最优的三原色。

2. 数字图像

数字图像是指能够被计算机存储、处理和使用的图像。遥感数据的表示既有光学图像也有数字图像。光学图像又称为模拟量,数字图像又称为数字量,它们之间的转换称为模/数转换,记做 A/D 转换。

1) 数字图像的来源

①遥感卫星地面站(气象卫星接收站)提供计算机兼容的数字磁带,输入计算机图像处理系统,形成数字图像。

②记录在胶片上的影像(模拟图像)在专用设备上进行数字化。

2) 图像的数字化

把模拟图像分割成同样形状的小单元,进行空间离散化处理叫采样(sampling)。

以各个小单元的平均亮度值或中心部分的亮度值作为该单元的亮度值,为亮度值的离散化处理,即量化(quantization)。

3) 遥感数字图像表示方式

数字图像(数字化)图像,是一种以二维数组(矩阵)形式表示的图像。或者称为相应区域内地物电磁辐射强度的二维分布。将地球表面一定区域范围内的目标地物记录在一个二维数组(或二维矩阵)中。

①像素(像元)是遥感数字图像最基本的单位,成像过程的采样点,计算机图像处理的最小单元。

②像素具有空间特征和属性特征。

空间特征：地理位置的信息

属性特征：采用亮度值来表达

4) 数字图像的优点

便于计算机处理与分析;

图像信息损失低;

抽象性强;

5) 按照波段数量，遥感数字图像分类:

1. 二值数字图像
2. 单波段数字图像
3. 彩色数字图像
4. 多波段数字图像

3. 数字图像校正——辐射校正

进入传感器的辐射强度反映在图像上就是亮度值（灰度值）。辐射强度越大，亮度值越大。该值主要受两个物理量影响：一是太阳辐射照射到地面的辐射强度，二是地球的光谱反射率。当太阳辐射相同时，图像上像元亮度值的差异直接反映了地物目标光谱反射率的差异。但实际测量时，辐射强度值还受到其它因素的影响而发生改变。这一改变的部分就是需要校正的部分，故称为辐射畸变。

1) 引起辐射畸变有两个原因:

传感器仪器本身产生的误差

大气对辐射的影响

2) 传感器仪器本身产生的误差

仪器引起的误差是由于多个检测器之间存在差异，以及仪器系统工作产生的误差，这导致了接收的图像不均匀，产生条纹和“噪声”。一般来说，这种畸变应该在数据生产过程中，有生产单位根据传感器参数进行校正，而不需要用户自己校正，所以用户应该考虑的是大气影响造成的畸变。

3) 大气对辐射的影响

① 大气影响的定量分析

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。

假设无大气存在时，设 $E_0\lambda$ 为波长 λ 的辐照度， θ 为入射方向的天顶角，地面上单位面积的辐照度为：

假定地面是朗伯体，其表面是漫反射，则某方向物体的亮度为：

式中， $R\lambda$ 是地球反射率； π 是球面度。

传感器接收信号时，受仪器影响还有一个系统增益系数因子 $S\lambda$ ，这时进入传感器的亮度值为：

由于大气的存在，在入射方向有与入射天顶角 θ 和波长 λ 有关的透过率 $T\theta\lambda$ ；反射后，在反射方向上有与反射天顶角 ϕ 和波长 λ 有关的透过率 $T\phi\lambda$ 。因此

进入传感器的亮度值为：

大气对辐射散射后，来自各个方向的散射又重新以漫入射的形式照射地物，其辐照度为 E_D ，经过地物的反射及反射路径上大气的吸收进入传感器，其亮度值为：

相当部分的散射光向上通过大气直接进入传感器，这部分辐射称为程辐射度，亮度为 $p\lambda$ 。

可见，由于大气影响的存在，实际到达传感器的辐射亮度是前面所分析的三项之和，即

可以看出，大气的主要影响是减少了图像的对比度，使原始信号和背景信号都增加了因子。

②大气影响的粗略校正

I 去掉公式：

中的 L_p ，即程辐射度，从而改善图像质量。可以认为程辐射度在同一幅图像的有限面积内是一个常数，其值的大小只与波段有关。

I 校正方法

A. 直方图最小值去除法

直方图以统计图的形式表示图像亮度值与像元数之间的关系。最小值去除法的基本思想在于一幅图像中总可以找到某种或某几种地物，其辐射亮度或发射率接近 0。这时在图像中对应位置的像元亮度值应为 0。实测表明，这些位置上的像元亮度不为 0。这个值就应该是大气散射导致的程辐射度值。

校正方法很简单，首先确定条件满足，即该图像上确有辐射亮度或反射亮度应为 0 的地区，则亮度最小值必定是这一地区受大气影响的呈辐射度增值。校正时，将每一波段中每个像元的亮度值都减去本波段的最小值，使图像亮度动态范围得到改善，对比度增强，从而提高图像质量。

B. 回归分析法

假定某红外波段，存在程辐射为主的大气影响，且亮度增值最小，接近于 0，设为波段 a。现需要找到其他波段相应的最小值，这个值一定比 a 波段的最小值大一些，设为波段 b，分别以 a，b 波段的像元亮度值为坐标，作二维光谱空间，两个波段中对应像元在坐标系内用一个点表示。由于波段之间的相关性，通过回归分析在众多点中一定能找到一条直线与波段 b 的亮度 L_b 相交，且： $L_b = \beta L_a + \alpha$ ， β 为斜率。

式中： L_a ， L_b 分别为 a，b 波段亮度的平均值。

$a = L_b - \beta L_a$ ；式中 a 为波段 a 中的亮度为零处在波段 b 中所具有的亮度。可以认为 a 就是波段 b 的程辐射度。

校正方法是将波段 b 中每个像元的亮度值减去 a，来改善图像，去掉程辐射。

几何校正

几何畸变：当遥感图像在几何位置上发生了变化，产生诸如行列不均匀，像元大小与地面大小对应不准确，地物形状不规则变化等。遥感影像的总体变形（相对于地面真实形态而言）是平移、缩放、旋转、偏扭、弯曲及其他变形综合作用的结果。产生畸变的图像给定量分析及位置配准造成困难。

遥感影像变形的原因：

- 遥感器的内部畸变：由遥感器结构引起的畸变。
- 遥感平台位置和运动状态变化的影响
- 地形起伏的影响
- 地球表面曲率的影响
- 大气折射的影响
- 地球自转的影响

1) 遥感平台位置和运动状态变化的影响

航高：卫星运行的轨道本身就是椭圆的。航高始终发生变化，而传感器的扫描视场角不变，从而导致图像扫描行对应的地面长度发生变化。航高越向高处偏离，图像对应的地面越宽。

航速：卫星的椭圆轨道本身就导致了卫星飞行速度的不均匀，其他因素也可导致遥感平台航速的变化。航速快时，扫描带超前，航速慢时，扫描带滞后，由此可导致图像在卫星前进方

向上（图像上下方向）的位置错动。

俯仰：遥感平台的俯仰变化能引起图像上下方向的变化，即星下点俯时后移，仰时前移，发生行间位置错动。

翻滚：遥感平台姿态翻滚是指以前进方向为轴旋转了一个角度。可导致星下点在扫描线方向偏移，使整个图像的行翻滚角引起偏离的方向错动。

偏航：指遥感平台在前进过程中，相对于原前进航向偏转了一个小角度，从而引起扫描行方向的变化，导致图像的倾斜畸变。

地形起伏的影响当地形存在起伏时，会产生局部像点的位移，由于高差的原因，实际像点 P 距像幅中心的距离相对于理想像点 P_0 距像幅中心的距离移动了 Δr 。

地表曲率的影响地球是椭球体，地球表面是曲面。这一曲面的影响主要表现在两个方面，一是像点位置的移动，当选择的地图投影平面是地球的切平面时，使地面点 P_0 相对于投影平面点 P 有一高差 Δh 。

地表曲率的影响：全景畸变：当传感器扫描角度较大时，影响更加突出，造成边缘景物在图像显示时被压缩。

大气折射的影响，折射后的辐射传播不再是直线而是一条曲线，从而导致传感器接收的像点发生位移。

地球自转的影响，例如：卫星自北向南接收图像运动，这时地球自西向东自转。相对运动的结果，使卫星的星下位置逐渐产生偏离。

2) 遥感数字图像的几何校正

①几何校正方法：控制点校正法

校正步骤：

A、原始图像与校正图像统一坐标系、投影

B、确定 GCP (Ground Control Point)，即在原始畸变图像空间与标准空间寻找对应的控制点对

C、选择畸变数学模型，并利用 GCP 数据求出畸变模型的未知参数，然后利用此畸变模型对原始畸变图像进行几何精校正

D、再采样计算，得到校正后的新图像

基本思路：校正的最终目的是确定校正后图像的行列数，然后找到新图像中每一像元的亮度值。

②具体步骤——1) 像素坐标变换（空间上的重采样）

找到一种数学关系，建立变换前图像坐标 (x, y) 与变换后图像坐标 (u, v) 的关系

计算校正后图像中的每一点所对应原图中的位置 (x, y) 。计算时按行逐点计算，每行结束后进入下一行计算，直到全图结束。

多项式的项数（即系数个数） N 与其阶数 n 有着固定关系： $N=(n+1)(n+2)/2$

多项式系数 a_i, b_j ($i, j=0, 1, 2, \dots, N-1$) 一般利用已知控制点的坐标值按最小二乘法求解。

③计算方法：内插计算（灰度值重采样）

计算每一点的亮度值。纠正后的新图像的每一个像元，根据变换函数，可得到它在原始图像上的位置。如果求得的位置为整数，则该位置处的像元灰度就是新图像的灰度值。

计算方法：如果位置不为整数，新点的亮度值介于邻点亮度值之间，常用内插法计算。

有几种方法：

最近邻法：距离实际位置最近的像元的灰度值作为输出图像像元的灰度值。

双线性内插法：取 (x, y) 点周围 4 邻点，在 y 方向（或 x 方向）内插二次，再在 x 方向（或 y 方向）内插一次，得到 (x, y) 点的亮度值 $f(x, y)$ ，该方法称双线性内插法。

三次卷积内插法：取与计算点 (x, y) 周围相邻的 16 个点，先在某一方向上内插，每 4 个值依次内插 4 次，求出 $f(x, j-1)$ ， $f(x, j)$ ， $f(x, j+1)$ ， $f(x, j+2)$ ，再根据这四个计算结果在另一方向上内插，得到 $f(x, y)$ 。

④控制点的选取

几何校正的第一步便是位置计算，对所选取的二元多项式求系数。

控制点选取原则：1)特征变化大的地区应多选些。2)图像边缘部分要选取控制点，以避免外推。

3) 表征空间位置的可靠性，道路交叉点，标志物，水域的边界，山顶，小岛中心，机场等。

4) 同名控制点要在图像上均匀分布；

5) 清楚辨认；

6) 数量应当超过多项式系数的个数 $((n+1)*(n+2)/2)$ 。

数字图像增强

当一副图像的目视效果不太好，或者有用的信息突出不够时，就需要作图像增强处理。例如，图像对比度不够，或者希望突出的某些边缘看不清，就可以用计算机图像处理技术改善图像质量。这样可以提高图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。

1) 对比度变换

通过改变图像像元的亮度值来改变图像像元的对比度，从而改善图像质量的处理方法。因为亮度值是辐射强度的反映，所以也称之为辐射增强。

常用的方法是：对比度线性变换和非线性变换。

假定像元亮度随机分布时，直方图应是正态分布的。

I 峰值偏向亮度坐标轴左侧，图像偏暗。

I 峰值偏向坐标轴右侧，图像偏亮，

I 峰值提升过陡、过窄，图像的高密度值过于集中

以上情况均是图像对比度较小，图像质量较差的反映。

①线性变换

A. 线性变换变换函数是线性的或分段线性的，这种变换就是线性变换。线性变换是图像增强处理最常用的方法。

B. 亮度值 0~15 图像拉伸为 0~30，要设计一个线性变换函数，横坐标 x_a 为变换前的亮度值，纵坐标 x_b 为变换后的亮度值。当亮度值 x_a 从 0~15 变换成 x_b 从 0~30，变换函数在图中是一条直线，方程式为：

线性变换前图像亮度范围 x_a 为 $a_1 \sim a_2$ ，变换后图像亮度范围 x_b 为 $b_1 \sim b_2$ ，变换关系是直线，则变换方程为：

通过调整参数 a_1 ， a_2 ， b_1 ， b_2 ，即改变变换直线的形态，可以产生不同的变换效果：

$a_2 - a_1 < b_2 - b_1$ ，亮度范围扩大，图像被拉伸，

$a_2 - a_1 > b_2 - b_1$ ，亮度范围缩小，图像被压缩。

对于 a_2 与 a_1 ，是取在图像亮度值的全部或部分，偏亮或偏暗处，均可根据对图像显示效果的需要而人为地设定。

有时为了更好的调节图像的对比度，需要在一些亮度段拉伸，而在另一些亮度段压缩，这种变换称为分段线性变换。

②非线性变换

当变换函数是非线性时，即为非线性变换。非线性变换的函数很多，常用的是指数变换和对数变换。

指数变换：其意义是在亮度值较高的部分扩大亮度间隔--属于拉伸，在亮度值较低的部分缩小亮度间隔--属于压缩，数学表达式为：

a, b, c 为可调参数，可以改变指数函数曲线的形态，从而实现不同的拉伸比例。

对数变换：与指数变换相反，意义是在亮度值较低的部分拉伸，而在亮度值较高的部分压缩，其数学表达式为：

a, b, c 仍为可调参数，由使用者决定其值。

2) 空间滤波

对比度扩展的辐射增强：通过单个像元的运算从整体上改善图像的质量。

空间滤波：以重点突出图像上的某些特征为目的的采用空间域中的邻域处理方法。属于几何增强处理，主要包括平滑和锐化。

①图像卷积运算

空间滤波是图像卷积运算的一种特殊应用。在空间域上对图像作局部检测的运算，以实现平滑和锐化。

具体作法：选定一卷积函数（又称“模板”，实际上是一个 $M \times N$ 图像），二维的卷积运算是在图像中使用模板来实现运算的。

从图像左上角开始开一与模板同样大小的活动窗口，图像窗口与模板像元的亮度值对应相乘再相加。假定模板大小为 $M \times N$ ，窗口为 $\Phi(m, n)$ ，模板为 $t(m, n)$ ，则模板运算为：

②平滑

图像中某些亮度变化过大的区域，或出现不该有的亮点（“噪声”），采用平滑的方法减小变化，使亮度平缓或去掉不必要的“噪声”点。具体方法有：

（1）均值平滑：是将每个像元在以其为中心的区域取平均值来代替该像元值，以达到去掉尖锐“噪声”和平滑图像的目的。区域范围取作 $M \times N$ 时，求均值公式为：

（2）中值滤波：是将每个像元在以其为中心的邻域内取中间亮度值来代替该像元值，以达到去尖锐“噪声”和平滑图像目的。

（3）锐化（边界增强）：为了突出图像的边缘、线状目标或某些亮度变化率大的部分，可采用锐化方法。锐化后的图像已不再具有原遥感图像的特征而成为边缘图像。常用几种：

 罗伯特梯度

 索伯尔梯度

 拉普拉斯算法

 定向检测

3) 彩色变换

不同的彩色变换可大大增强图像的可读性，常用的三种彩色变换方法。

单波段彩色变换

多波段彩色变换

HSI 变换

①单波段彩色变换（密度分割）

单波段黑白遥感图像按亮度分层，对每层赋予不同的色彩，使之成为一幅彩色图像。即按图像的密度进行分层，每一层所包含的亮度值范围可以不同。

②多波段彩色变换

加色法彩色合成原理---选择遥感影像的某三个波段---分别赋予红、绿、蓝三种原色---合成彩色影像。

真彩色合成

假彩色合成

多波段影像合成时，方案的选择决定彩色影像能否显示较丰富的地物信息,或突出某一方面的信息。

③HSI 变换

HSI 代表色调、饱和度和明度（hue, saturation,intensity）。色彩模式可以用近似的颜色立体来定量化。颜色立体曲线锥形改成上下两个六面金字塔状。

4) 图像运算

两幅或多幅单波段影像，完成空间配准后，通过一系列运算，可以实现图像增强，提取某些信息或去掉某些不必要信息。

①差值运算

即两幅同样行、列数的图像，对应像元的亮度值相减。两个波段相减,反射率差值大的被突出出来。图像的差值运算有利于目标与背景反差较小的信息提取，如冰雪覆盖区，海岸带的潮汐线等。

差值运算还常用于研究同一地区不同时相的动态变化。如监测森林火灾发生前后变化和计算过火面积；监测水灾发生前后的水域变化和计算受灾面积及损失；监测城市在不同年份的扩展情况及计算侵占农田的比例等。

②比值运算

两幅同样行、列数的图像，对应像元的亮度值相除（除数不为 0）

植被指数，常用算法：近红外波段 / 红波段或（近红外-红）/（近红外+红）

5) 多光谱变换

多光谱变换通过函数变换，达到保留主要信息，降低数据量；增强或提取有用信息的目的。其变换的本质：对遥感图像实行线性变换，使多光谱空间的坐标系按一定规律进行旋转。

6. 多源信息复合

1) 信息复合的概念：

定义：信息复合指同一区域内遥感信息之间或遥感信息与非遥感信息之间的匹配复合。

内容：包括空间配准和内容复合

目的：突出有用的专题信息，消除或抑制无关的信息，改善目标识别的图像环境。

各具有一定的空间分辨率、波谱分辨率与时间分辨率

信息复合:非多种信息源简单叠加，而是可得到原来几种单个信息所不能提供的新信息

2) 信息复合的发展

同种遥感信息多波段、多时相的信息复合

不同类型遥感数据的复合

遥感与非遥感信息的复合

3) 遥感信息的复合

遥感信息复合包括:不同传感器的遥感数据和不同时相的遥感数据

复合方式的确定：根据目标空间分布、光谱反射特性及时相规律方面的特征选择不同的遥感图像；在空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率方面相互补充

①不同传感器的遥感数据复合

复合步骤：

配准：先完成配准,使两幅图像所对应的地物吻合，分辨率一致。

复合：彩色合成方法的效果比较明显应尽可能生成三幅新图像，分别赋予红、绿、蓝色，进行彩色合成

②不同时相的遥感数据复合

步骤：

配准：直方图调整：图像亮度值趋于协调，便于比较。

复合：用来研究时间变化所引起的各种动态变化。

遥感知识集锦--遥感成像原理与遥感图像特征

遥感平台是搭载传感器的工具。在遥感平台中，航天遥感平台目前发展最快、应用最广。根据航天遥感平台的服务内容，可以将其分为气象卫星系列、陆地卫星系列和海洋卫星系列。

1. 气象卫星概述

第一代：20 世纪 60 年代 TIROS、ESSA、Nimbus、ATS

第二代：1970-1977 年 ITOS-1、SMS、GOES、GMS、Meteosat

第三代：1978 年以后 NOAA 系列

我国的气象卫星发展较晚。“风云一号”气象卫星（FY-1）是中国发射的第一颗环境遥感卫星。其主要任务是获取全球的昼夜云图资料及进行空间海洋水色遥感实验。

2. 气象卫星特点

1) 轨道

气象卫星的轨道分为两种：低轨和高轨。

(1) 高轨气象卫星：轨道高度：36000 公里

信息采集时间周期：约 20 分钟

分辨率：1.25 ~ 5 公里

主要应用领域：全球性大气环流；全球性天气过程

(2) 低轨气象卫星：轨道高度：36000 公里

信息采集时间周期：约 20 分钟

分辨率：1.25 ~ 5 公里

主要应用领域：全球性大气环流；全球性天气过程

2) 短周期重复观测

3) 成像面积大，有利于获得宏观同步信息，减少数据处理容量

4) 资料来源连续、实时性强、成本低

3. 陆地卫星系列

1) 陆地卫星（Landsat）

轨道:太阳同步的近极地圆形轨道

重复覆盖周期:16 18 天

图象覆盖范围：185 * 185 km（Landsat 7 185*170 km）。

Landsat 上携带传感器空间分辨率不断提高，从 80 m 到 30 m 到 15 m

2) 法国 SPOT 卫星系列

地球观察卫星系统。由瑞典、比利时等国家参加，由法国国家空间研究中心（CNES）设计制造。1986 年发射第一颗，到 2002 年已发射 5 颗。

特点：太阳同步圆形近极地轨道高度 830 km

覆盖周期 26 天扫描宽度: 60 (×60) 公里

主要传感器:2 台 HRV

空间分辨率: 全色 10m; 多光谱 20m

能满足资源调查、环境管理与监测、农作物估产、地质与矿产勘探、土地利用、测制地图及地图更新等多方面需求

SPOT 卫星系列优势特征: 卫星搭载的传感器具有倾斜(侧视)能力

信息获取的重复周期: 一般地区 3~5 天; 部分地区达到 1 天

3) 中巴地球资源卫星 CBERS: 1999.10.14, 我国第一颗地球资源遥感卫星(又称资源一号卫星)在太原卫星发射中心成功发射

CBERS 卫星特点: 太阳同步近极地轨道, 轨道高度 778 km, 卫星重访周期 26 天携带的传感器的最高空, 间分辨率是 19.5 m

4) 高空间分辨率陆地卫星(IKONOS、QUICKBIRD 等)

4. 摄影成像

数字摄影是通过放置在焦平面的光敏元件, 经过光电转换, 以数字信号来记录物体的影像。依据探测波长的不同, 可分为近紫外摄影、可见光摄影、红外摄影、多光谱摄影等。

1) 摄影机分类

①分幅式: 一次曝光得到目标物一幅像片; 镜头: 常角、宽角和特宽角

②全景式: 分为缝隙式和镜头转动式

对可见光遥感, 摄影机外壳只需是不透光材料, 对红外摄影, 只能用金属材料。镜头则需根据摄取的波段选择材料。

③多光谱摄影机: 多相机组合、多镜头组合、光束分离型

可同时直接获取可见光和近红外范围内若干个分波段影像

2) 摄影像片的几何特征

根据摄影机主光轴与地面的关系, 可分为垂直摄影和倾斜摄影。

①垂直摄影像片的几何特征:

1. 像片的投影: 中心投影

中心投影与垂直投影的区别

(1) 投影距离的影响

(2) 投影面倾斜的影响

(3) 地形起伏的影响

②摄影胶片的物理特性

感光度: 指胶片的感光速度。胶片感光度高, 在光线较弱时也能方便摄影。

反差: 指胶片的明亮部分与阴暗部分的密度差。

灰雾度: 未经感光的胶片, 显影后仍产生轻微的密度, 呈浅灰色, 故称灰雾。

宽容度: 指胶片表达被摄物体亮度间距的能力。

解像力: 通常称为感光胶片的分辨力。

③常用的遥感摄影胶片:

1. 黑白摄影胶片: 色盲片, 分色片, 全色片, 红外黑白片

2. 天然彩色胶片

3. 红外彩色片

5. 扫描成像

扫描成像是依靠探测元件和扫描镜对目标物体以瞬时视场为单位进行的逐点、逐行取样, 以得到目标地物电磁辐射特征信息, 形成一定谱段的图像。其探测波段可包括紫外、红外、可见光和微波波段。

1) 光/机扫描成像

光机扫描的几何特征:取决于瞬时视场角、总视场角

进行扫描成像时,总视场角不宜过大,否则图像边缘的畸变太大。通常在航空遥感中,总视场角取 70~120

光机扫描仪可分为单波段和多波段两种。多波段扫描仪的工作波段范围很宽,从近紫外、可见光至远红外都有。

多波段扫描仪:地面物体的辐射波束---扫描---反射-----聚焦---分光---再聚焦到感受不同波长的探测元件上。

2) 固体自扫描成像

固体扫描是用固定的探测元件,通过遥感平台的运动对目标进行扫描的一种成像方式。

用固定的探测元件,通过遥感平台的运动对目标地物进行扫描的成像方式。

目前常用的探测元件是电荷耦合器件 CCD

3) 高光谱成像扫描

对遥感而言,在一定波长范围内,被分割的波段数愈多,即波谱取样点愈多,愈接近于连续波谱曲线,因此可以使得扫描仪在取得目标地物图像的同时也能获取该地物的光谱组成。这种既能成像又能获取目标光谱曲线的“谱像合一”的技术称为成像光谱技术。按该原理制成的扫描仪称为成像光谱仪。

高光谱成像光谱仪:图像由多达数百个波段的非常窄的连续的光谱波段组成

光谱波段覆盖了可见光,近红外,中红外和热红外区域全部光谱带

多采用扫描式或推帚式,可以收集 200 或 200 以上波段的数据。图像中的每一像元均得到连续的反射率曲线

6. 微波遥感与成像

在电磁波谱中,波长在 1mm~1m 的波段范围称微波。

微波遥感是指通过微波传感器获取从目标地物发射或反射的微波辐射,经过判读处理来识别地物的技术。

1) 微波遥感的特点

①全天候、全天时的信息获取能力

②对某些地物的特殊识别能力,如水和冰(微波波段发射率的差异)

③对冰、雪、森林、土壤(尤其对干燥、松散物质)有一定的穿透能力

④适宜对海面动态情况(海面风、海浪)进行监测

2) 微波遥感方式和传感器

①主动微波遥感

是指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遥感方式。主要传感器是雷达。

雷达意为无线电测距和定位。其工作波段大都属微波范围。雷达是有发射机通过天线在很短时间内,向目标地物发射一簇很窄的大功率电磁波脉冲,然后用同一天线接受目标地物反射的回波信号而进行显示的一种传感器。不同物体,回波信号的振幅、相位不同,故接收处理后,可测出目标地物的方向、距离等数据。

②被动微波遥感

是指通过传感器,接收来自目标地物发射的微波,而达到探测地物的遥感方式。

3) 遥感图像的特征

目标地物——传感器——遥感图像——遥感图像处理

空间分辨率——几何特征——目标地物的大小、形状及空间分布

光谱分辨率（辐射分辨率）——物理特征——目标地物的属性特点

时间分辨率——时间特征——目标地物的变化动态特点

①空间分辨率/地面分辨率

图像的空间分辨率指像素所代表的地面范围的大小

扫描成像——像元：扫描仪瞬时视场所对应的地面实际大小

摄影成像——线对/米。（线对：能分辨的地物的最小距离）

②波谱分辨率

指传感器在接收目标辐射的波谱时能分辨的最小波长间隔。

传感器的波段选择须考虑目标的光谱特征值，才能取得好效果。

③辐射分辨率

指传感器接收波谱信号时，能分辨的最小辐射度差。在遥感图像上表现为每一像元的辐射量化级。

④时间分辨率

卫星的覆盖周期、重访周期。

重复获得同一地区的最短时间间隔。（注意和卫星运行周期的区别）

遥感知识集锦--电磁辐射与地球的光谱特征

1. 电磁波谱与电磁辐射

（1）基本概念

1) 波：振动的传播。如：水波、声波、地震波等。

2) 机械波：振动的是弹性介质中的位移矢量。

3) 电磁波：电磁振源产生的电磁振荡在空间中的传播。

4) 电磁波的特点

①不需要传播介质

②电磁波是横波，在真空中以光速传播

③满足波粒二象性

④波长与频率成反比，且两者之积为光速： $f \times \lambda = c$ 。

⑤传播遇到气体、固体、液体介质时，会发生反射、投射、折射、吸收等现象。

5) 电磁波谱：按照电磁波波长的长短，依次排列成的图表称为电磁波谱。

（2）电磁辐射的量度

1) 辐射源：任何物体都是辐射源，既能吸收其它物体的辐射，也能向外辐射电磁波。

2) 辐射能量：电磁辐射的能量，单位：J（焦耳）。

3) 辐射通量：单位时间内通过某一面积的辐射能量，单位：W。

4) 辐射通量密度：单位时间内通过表面单位面积上的辐射通量。

5) 辐照度：被辐射的物体表面单位面积上的辐射通量。

6) 辐射出射度：辐射源物体表面单位面积上的辐射通量。

7) 辐射亮度：辐射源在某一方向，单位投影表面，单位立体角内的辐射通量。

8) 黑体辐射定律

①普朗克公式：描述黑体辐射出射度与温度、波长等的关系

②斯蒂芬—玻尔兹曼定律

③维恩位移定律

9) 实际物体的辐射

物体的发射率是温度和波长的函数，且与种类、物理状况（如粗糙度、颜色等）等有关。按照发射率和波长的关系，辐射源可分为：

①黑体： $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = 1$

②灰体： $\varepsilon_\lambda = \varepsilon = \text{常数} < 1$

③选择性辐射体： $\varepsilon_\lambda < 1$, 且随波长而变

基尔霍夫定律：即物体的发射率等于该物体的吸收率

2. 太阳辐射及大气对辐射的影响

1) 太阳辐射源：太阳是太阳系唯一的恒星，它集中了太阳系 99.865%的质量。太阳是一个炽热的气体星球，没有固体的星体或核心。太阳能量的 99%是由中心的核反应区的热核反应产生的。太阳中心的密度和温度极高。太阳大气的主要成分是氢（质量约占 71%）与氦（质量约占 27%）。

2) 大气成分组成：①永久气体：氮气、氧气、CO₂、惰性气体、氢气、甲烷等。

②浓度可变的气体：水蒸气、臭氧、SO₂、氨气等。

③固体和液体微粒。

3) 大气垂直分层(大气结构)：电离层：距地面 85km 直到几百千米的范围均为热电离层，温度范围为 500K 到 2000K

平流层：在平流层最下面直到 20km 的高度之内，温度几乎为常数

对流层：厚约为 10km，温度随高度的增加而降低

4) 大气辐射衰弱的原因：反射、吸收、散射。

大气吸收 17%， 散射 22%，反射 30%，其余 31%太阳辐射到达地面。

5) 散射：①瑞利(Rayleigh) 散射：当大气中粒子的直径比辐射波长小得多时发生的散射；散射强度与波长的四次方成反比。

②米氏散射：当大气中粒子的直径与波长相当时发生的散射；散射强度与波长的二次方成反比。

③非选择性散射：当大气中粒子的直径比波长大得多时发生的散射；散射强度与波长无关

6) 吸收作用：大气吸收电磁辐射的主要物质是：水、二氧化碳和臭氧

7) 反射作用：云量越多、云层越厚， 反射越强

8) 折射作用：折射率与大气密度有关，密度越大折射率越大。

3. 地球的辐射与地物波谱特征

1) 太阳辐射与地表的相互作用

①温度为 300K 的黑体，其电磁辐射的波长范围是：2.5~50μm(0.3-2.5um)。

②地球表面的发射辐射能量集中于近红外波段和热红外波段；在热红外波段，地球的发射辐射

能量远远大于太阳的电磁辐射能量，通常称地球的发射辐射为热辐射

③地球表面的热辐射（能量）与自身的发射率、波长、温度有关

2) 地物波谱特征

在可见光与近红外波段，地表物体自身的热辐射几乎等于零。所以地物发出的波谱主要以反射太阳辐射为主。

到达地面的太阳辐射能量=反射能量+吸收能量+透射能量

①反射率：物体反射的辐射能量 占总入射能量 的百分比

②物体的反射：镜面反射、漫反射和实际物体的反射。

遥感知识集锦--遥感的基本概念

1. 遥感的基本知识

“遥感”一词来自英语 Remote Sensing，从字面上理解就是“遥远的感知”之意。顾名思义，遥感就是不直接接触物体，从远处通过探测仪器接受来自目标物体的电磁波信息，经过对信息的处理，判别出目标物体的属性。

实际工作中，重力、磁力、声波、机械波等的探测被划为物理探测（物探）的范畴，因此，只有电磁波探测属于遥感的范畴。

根据遥感的定义，遥感系统包括：被测目标的信息特征、信息的获取、信息的传输与记录、信息的处理和信息的应用这五大部分。

1. 目标物的电磁波特性

任何目标物体都具有发射、反射和吸收电磁波的性质，这是遥感探测的依据。

2. 信息的获取

接受、记录目标物体电磁波特征的仪器，称为“传感器”或者“遥感器”。如：雷达、扫描仪、摄影机、辐射计等。

3. 信息的接收

传感器接受目标地物的电磁波信息，记录在数字磁介质或者胶片上。胶片由人或回收舱送至地面回收，而数字介质上记录的信息则可通过卫星上的微波天线输送到地面的卫星接收站。

4. 信息的处理

地面站接收到遥感卫星发送来的数字信息，记录在高密度的磁介质上，并进行一系列的处理，如信息恢复、辐射校正、卫星姿态校正、投影变换等，再转换为用户可以使用的通用数据格式，或者转换为模拟信号记录在胶片上，才能被用户使用。

5. 信息的应用

遥感技术是一个综合性的系统，它涉及到航空、航天、光电、物理、计算机和信息科学以及诸多应用领域，它的发展与这些科学紧密相关。

2. 遥感的分类

1) 按遥感平台分

地面遥感：传感器设置在地面上，如：车载、手提、固定或活动高架平台。

航空遥感：传感器设置在航空器上，如：飞机、气球等。

航天遥感：传感器设置在航天器上，如：人造地球卫星、航天飞机等。

2) 按传感器的探测波段分

紫外遥感：探测波段在 $0.05\sim 0.38\mu\text{m}$ 之间。

可见光遥感：探测波段在 $0.38\sim 0.76\mu\text{m}$ 之间。

红外遥感：探测波段在 $0.76\sim 1000\mu\text{m}$ 之间。

微波遥感：探测波段在 $1\text{mm}\sim 10\text{m}$ 之间。

3) 按工作方式分

主动遥感：有探测器主动发射一定电磁波能量并接受目标的后向散射信号。

被动遥感：传感器仅接收目标物体的自身发射和对自然辐射源的反射能量。

4) 按遥感的应用领域分

外层空间遥感、大气层遥感、陆地遥感、海洋遥感等。

3. 遥感发展简史

最早使用“遥感”一词的是美国海军研究所的艾弗林*普鲁伊特。1961年，在美国国家科学院和国家研究理事会的支持下，在密歇根大学的威罗*兰实验室召开了“环境遥感国际讨论会”，此后，在世界范围内，遥感作为一门新兴学科飞速发展起来。

1) 无记录的地面遥感阶段（1608---1838年）

1608年，汉斯*李波尔赛制造了世界第一架望远镜，1609年伽利略制作了放大倍数3倍的科学望远镜，从而为观测远距离目标开辟了先河。但望远镜观测不能把观测到的事物用图像记录下来。

2) 有记录的地面遥感阶段（1839---1857年）

对探测目标的记录与成像始于摄影技术的发展，并与望远镜相结合发展为远距离摄影。

3) 空中摄影遥感阶段（1858---1956年）

1858年，G.F.陶纳乔用系留气球拍摄了法国巴黎的“鸟瞰”像片。

1860年，J.布莱克乘气球升空至630m，成功的拍摄了美国波士顿的照片。

1903年，J.钮布郎特设计了一种捆绑在飞鸽身上的微型相机。这些试验性的空间摄影，为后来的实用化航空摄影打下了基础。

在第一次世界大战期间，航空摄影成了军事侦察的重要手段，并形成了一定规模。与此同时，像片的判读水平也大大提高。一战以后，航空摄影人员从军事转向商务和科学研究。美国和加拿大成立了航测公司，并分别出版了《摄影测量工程》及类似性质的刊物，专门介绍有关技术方法。

1924年，彩色胶片出现，使得航空摄影记录的地面目标信息更为丰富。

二战中，微波雷达的出现及红外技术应用于军事侦查，使遥感探测的电磁波谱段得到了扩展。

4) 航空遥感阶段（1957---）

1957年10月4日，苏联第一颗人造地球卫星的发射成功，标志着人的空间观测进入了新纪元。此后，美国发射了“先驱者2号”探测器拍摄了地球云图。真正从航天器上对地球进行长期探测是从1960年美国发射TIROS-1和NOAA-1太阳同步卫星开始。

此外，多宗探测技术的集成日趋成熟，如雷达、多光谱成像与激光测高、GPS的集成可以同时取得经纬度坐标和地面高程数据，由于实时测图。

总之，随着遥感应用向广度和深度发展，遥感探测更趋于实用化、商业化和国际化。

4. 遥感应用的一个简单例子

大兴安岭森林火灾发生的时候，由于着火的树木温度比没有着火的树木温度高，它们在电磁波的热红外波段会辐射出比没有着火的树木更多的能量，这样，当消防指挥官面对着熊熊烈火担心不已的时候，如果这时候正好有一个载着热红外波段传感器的卫星经过大兴安岭上空，传感器拍摄到大兴安岭周围方圆上万平方公里的影像，因为着火的森林在热红外波段比没有着火的森林辐射更多的电磁能量，在影像着火的森林就会显示出比没有着火的森林更亮的浅色调。当影像经过处理，交到消防指挥官手里时，指挥官一看，图像上发亮的范围这么大，而消防队员只是集中在一个很小的地点上，说明火情逼人，必须马上调遣更多的消防员到不同的地点参加灭火战斗。

5. 中国遥感技术的发展

我国自1970年4月24日发射“东方红1号”人造卫星后，相继发射了数十颗不同类型的人造地球卫星，使得我国开展宇宙探测、通讯、科学实验、气象观测等研究有了自己的信息源。1999年10月14日中国---巴西地球资源卫星CBERS---1的成功发射，使我国拥有了自己的资源卫星。

在遥感图形处理方面，已开始从普遍采用国际先进的商品化软件向国产化迈进。在科技部、

信息产业部的倡导下，国产图像处理软件从研制走向了商品化，并占有一定的市场份额，如 photomapper 等。

在遥感应用方面，国家将遥感列入重点攻关项目和“863”工程。