

Remote Sensing Technology and Its Application

Huagang Tian

Gansu Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Lanzhou, Gansu, 730000, China

Abstract

Aiming at the rapid development of remote sensing technology worldwide and its wide application in various industries, the paper briefly introduces the development and characteristics of remote sensing technology, remote sensing information access, application of remote sensing information, and application of remote sensing technology.

Keywords

remote sensing technology; remote sensing information

遥感技术及其应用

田华刚

甘肃省地质矿产勘查开发局, 中国·甘肃 兰州 730000

摘要

论文针对遥感技术在世界范围内迅速的发展和在各行各业的广泛应用, 简要介绍了遥感技术的发展和特点、遥感信息访问、遥感信息的应用以及遥感技术的应用。

关键词

遥感技术; 遥感信息; 应用

1 遥感技术的发展和特点

1.1 遥感技术的发展

遥感一词产生于20世纪六十年代初, 意思是遥感, 广义上说, 它是一种在物体不直接接触的情况下, 根据电磁波的反射和辐射特性, 远距离感知物体或自然现象的一种探测技术, 它是指利用可见光、红外、微波等各种传感器(如摄影、扫描仪、雷达等), 通过摄影或扫描、信息传感、数据传输和处理等手段, 从遥远、高空和外层空间的各种平台获取地球表面的信息, 从而实现对地球形状、大小、位置的研究, 自然环境与地物的关系是现代技术的一种应用。

遥感技术兴起于20世纪60年代, 是由空间技术、计算机技术、传感器技术等推动的, 遥感技术给摄影技术带来了革命性的变化, 它在地球科学和环境科学中的广泛应用产生了可观的经济效益和显著的社会效益, 目前人类面临着人口、环境、资源和灾害四大问题, 遥感技术是对这四大难题进行调查、监测和分析的最佳手段之一。

遥感技术包括遥感(又称传感器)技术、信息传输技术、

信息处理、提取与应用技术、目标信息分析与测量技术等, 现代遥感技术是集空间技术、应用光学技术、无线电电子技术、计算机技术等为一体的新技术。

遥感技术可分为电磁波遥感技术、声(如声纳)遥感技术、物理场(如重力场、磁场)遥感技术根据其遥感仪器所选择的光谱特性, 所谓电磁波遥感技术, 是指利用各种物体(物质)来反射或发射不同特性的电磁波到遥感, 分为可见光、红外、微波和其他遥感技术。根据遥感目标的能量功能, 主动遥感技术可分为主动遥感技术和被动式遥感技术, 所谓的主动遥感技术是利用人工辐射源发射一定能量, 利用一定波长的电磁波接收回波以达到遥感的目的, 所谓的被动遥感技术就是直接接收目标的反射和发射。根据记录信息的表示, 它可以分为图像模式和非图像(数据或曲线)模式。根据遥感所用的载体可分为: 空间遥感技术(空间)、航空遥感技术、地面遥感技术。根据遥感的应用领域可分为: 地球资源遥感技术, 环境遥感技术、气象遥感技术、海洋遥感技术等。

1.2 遥感技术系统

现代遥感技术系统一般由空间信息采集系统、地面接收

与预处理系统、地面实况调查系统、信息分析与应用系统四部分组成。

空间信息采集系统主要包括遥感平台和遥感平台, 远程传感平台是运载遥感传感器和为其提供工作条件的工具, 可以是飞行器或航天器, 远程传感器是一种采集、记录的设备, 并将目标的特征信息(反射或发射电磁波)传输到地面接收站, 远程传感器是整个遥感技术系统的核心, 体现了遥感技术的水平。

航空遥感获取的信息可以直接发回地面, 并在一定程度上进行处理, 空间遥感获取的信息通常以无线电的形式实时或非实时地传输, 预处理的主要功能是对信息中包含的噪声和误差进行辐射校正和几何校正, 对图像进行分割和标注, 为用户提供信息产品。

地面实况探测系统主要包括获取空间遥感信息前对地物光谱特性(反射电磁波和发射电磁波特征)的测量。与遥感相关的各种遥测数据的采集和空间遥感信息(如区域环境和气象数据)的获取。为遥感传感器的设计和遥感信息的分析与应用提供了依据。后者主要用于遥感信息的校正和处理。

信息分析应用系统是用户为特定目的应用遥感信息所采用的多种技术, 主要包括遥感信息选择技术、应用处理技术、专题信息提取技术、制图技术、参数计算技术和数据统计技术等, 其中遥感信息的选择技术是指根据目的、任务、内容, 用户需求的时间和条件(经济、技术、设备等), 以及在获得各种遥感信息时, 在购买这些信息中的一个或多个信息时必须考虑的技术。

1.3 遥感信息的特点

黑白航空照片具有真实性、直观性、时效性、图像性和特征相似性等特点, 能够客观地记录和反映可见范围内的人类活动和自然景观, 其他现代航空遥感仪器可以获得比黑白照片更多的信息。

此外, 空间遥感信息具有以下特点: ①探测范围大; ②新数据, 能快速反映动态变化; ③快速测绘; ④数据采集方便, 不受地形的限制。

总之, 遥感技术的发展已经从利用单波段遥感数据分析和应用, 逐步发展到利用多平台、多波段、多光谱、多时相遥感数据进行综合分析和应用, 从资源环境的定性调查、测绘到定量分析、评价和预测, 从对各种事物和过程表面现象

的描述, 到对其内在规律的探索; 从为各部门日常管理提供基本信息, 到建立各种信息数据库和地理信息系统进行科学、现代管理, 实践证明, 遥感信息应用技术具有明显的效益和巨大的潜力。

2 遥感信息访问

利用遥感仪器采集、探测和记录目标特征信息的技术称为信息获取。对于地球资源而言, 遥感信息的获取一般是指采集、检测和记录物体的电磁特性, 即电磁波的发射或反射电磁波的特性。

2.1 电磁波和电磁波谱

根据电磁场理论, 电和磁是两种密切相关的运动形式, 变化的电场可以引起周围磁场的变化, 同样地, 变化的磁场也能引起周围电场的变化, 这种交变电磁场称为空间内从近到远传播过程中的电磁波。紫外线、可见光、红外线、微波、无线电波等是电磁波, 这些电磁波在性质上是相同的, 只不过它们有不同的频率(或波长)和不同的特性。

电磁波是一种具有波动、粒子、叠加、相干与非相干、衍射与偏振、多普勒效应等特征的横波。

根据波长的大小(或频率)将各种电磁波排列成图表, 这个表称为电磁波谱。波长从小到大的顺序是宇宙射线、 γ 射线、X射线、紫外线、可见光、红外线、微波和无线电波。

2.2 电磁波发射极

自然界中的所有物体都具有在一定温度下发射辐射电磁波的特性。

(1) 太阳发射辐射太阳是一个巨大的电磁辐射源, 太阳表面温度高达 6000K, 每秒钟辐射出的热量多于 $3.48 \times 10^{26} \text{J}$, 送到地球的约有 $1.73 \times 10^{17} \text{J}$, 地球能量的主要来源就是太阳。太阳电磁辐射的波长从短于 10-14m 的 γ 射线一直到波长大于 10km 的无线电波。在太阳电磁辐射中, 可见光的辐射强度最大, 可见光和红外线两部分的辐射通量占总辐射通量的 90% 以上, 紫外线、x 射线和无线电波在太阳电磁辐射的总通量中占的比例很小。

(2) 地物发射辐射任何物体当它的温度高于绝对温度的零度 (-273.16°C) 时, 就存在着分子的热运动, 因此它必然会向空间辐射出一定的能量, 在红外波段这种辐射称为热辐射。根据一般物体的斯蒂-波尔兹曼定律可知: 一般物

体的辐射出射度决定于温度和发射率两个参量。由此还可看出：①一切物体只要它不是处在绝对零度，总是不断地发射辐射；②物体的温度越高，发射出射度就越大，而最大发射出射度的最大波长就愈向短波方向移动；③当温度一定时，每一种物体都有自己固定的发射率（即同样的温度不同的物体其发射率是不同的）；同样的物体不同的温度其发射率也是有差异的。

（3）人工辐射无线电发射设备是电磁波的人工辐射源，具有一定波长和一定频率的光束可以人工发射，然后接收到目标所遇到的波束反射信号，从而确定目标的方位和距离。

2.3 物体的反射辐射

在电磁辐射与物体相互作用的过程中，存在着三种情况：部分能量被反射，部分能量被吸收，部分能量被传递，它们之间的关系遵循能量守恒与转换的规律。

进一步讨论表明，物体的反射辐射可分为四种类型：反射镜反射、漫反射、定向反射和混合反射。

反射镜的特点是反射能集中在反射角等于入射角的方向。扩散反射，又称朗伯反射，其特征是反射能量在所有方向上均匀分布，其反射辐射（单位立体角反射的单位面积的辐射通量）和观测到的方向与表面法线角的余弦成正比。

所谓定向反射（也称定向漫反射）是指物体表面的电磁辐射，由于地形起伏和地面结构的复杂性，反射能量在各个方向上的分布不均匀，但在某一方向有最强的反射，这种反射比镜面反射和漫反射更为复杂。

所谓的混合反射，是物体表面的电磁辐射，是反射镜的一部分，而另一部分是漫反射。

从上述四种反射辐射表面的简要描述可以看出，反射镜反射是最简单的，但只发生在极少数情况下，扩散反射有很大的意义。在空间遥感中，地球表面相对于传感器的高度可以近似看作是朗伯表面，当太阳辐射照度恒定时（一般高度角 $> 45^\circ$ ），传感器所记录的物体在空间的辐射度仅与物体的反射率有关，这不仅决定了物体的可见性，同时也直接反映了各种地面物体的固有反射特性，定向反射和混合反射是常见的，它们的辐射特性与入射方向和电磁辐射观测方向不同，在航空遥感中有着重要的意义。

物体的反射辐射与物体的性质有关，不同物体在同一波长上的反射率差别很大，相似物体的反射率也因其内部差异

而不同。多波段遥感技术主要是基于波长变化的不同物体的反射率，通过光谱截面的适当选择和组合，我们可以有效地探测和识别不同的地物。

应该指出的是，物体的自然环境和地理位置对物体的反射辐射有很大的影响，在大范围内，物体的反射率随着纬度的增加而增大，物体的反射率有日变化（因为太阳的高度角每天都在变化）。可见，在空间遥感地面时，需要测量物体在野外的反射光谱。

2.4 地物光谱特性的确定

地物光谱又称物体光谱，地物的光谱特征是指各种地物的电磁波特性（发射辐射或反射辐射），不仅是遥感仪器光谱的选择和设计的依据，也是用户解释的依据。遥感图像的分析，其意义与探测的手印相同，在遥感技术的发展过程中，世界各国都十分重视地物光谱特性的确定。苏联学者克里诺夫就测试并公开了自然物体的反射光谱。美国测试了七、八年的地物光谱才发射陆地资源卫星。

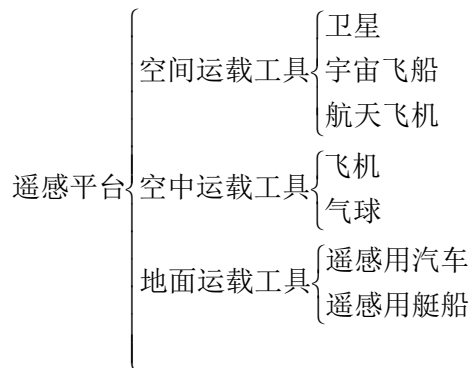
通过间接测试各种地物的反射电磁波特性，可以得到各种地物发射的辐射电磁波的特性。因此，地物的光谱特性通常用反射辐射电磁波谱来描述，而反射辐射电磁波谱实际上是指电磁波反射率在给定的光谱范围内的变化规律。

测量地物光谱特性（反射辐射）的原理是利用分光计（放置在不同波长或光谱波段）测量、记录和计算地物对每个光谱的电磁波的反射率，以探测被测物体和标准板。反射率定律（也可以画成光谱曲线）是物体的光谱特性（反射辐射）。

测量太阳反射辐射的仪器称为辐射光谱仪，根据光谱色散的原理，可分为滤光型、棱镜型和光栅式光谱仪。

2.5 遥感平台简介

遥感平台是携带遥感仪器并为其提供工作条件的一种手段。根据车辆的高度，有以下几种遥感平台：



将各种遥感仪器放置在不同高度的遥感平台上,从地面获取各种遥感信息。

2.6 遥感仪器概览

根据遥感仪器的相应波段,可分为可见光遥感器、红外遥感器和微波遥感器,可见光遥感器和红外遥感器往往结合在一起形成多光谱遥感器。

常规航空框幅式摄影机的像幅,一般为 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 和 $23\text{cm} \times 23\text{cm}$,焦距通常为 $100\sim 300\text{mm}$,其地面分辨率为 $0.3\sim 3\text{m}$ 。

航天框幅式摄影机的像幅有多种,一般为 $11.5\text{cm} \times 11.5\text{cm}$ 、 $18\text{cm} \times 18\text{cm}$ 、 $30\text{cm} \times 30\text{cm}$ 和 $23\text{cm} \times 46\text{cm}$ 。摄影机的焦距,一般为 $140\sim 1000\text{mm}$,其地面分辨率为 $5\sim 60\text{m}$ 。

框架式相机的产品主要有黑白照片、彩色胶片和彩色红外胶片,也有多镜头多光谱照片和单镜头多光谱照片。

值得一提的是,在框架式相机中,近年来,轻型飞机用于小型图像航空摄影已受到遥感工作者的广泛关注,所谓轻型飞机是指一架发动机单一的小型飞机,其最大起重极限为 3000m ,有效载荷为 20万公斤 ,航行时间相对较短,小图像摄影是指图像幅值小于 $70\text{mm} \times 70\text{mm}$ 的相机。小型图像航空摄影具有成本低、机动性强、可以方便地替代平面上小型相机的黑匣子,可以用普通的小型设备进行处理。

目前,一种新的遥感仪器,成像光谱仪在世界上得到了迅速的发展,它是将传统的二维成像技术与地物光谱技术相结合的三维遥感仪器,它可以同时获得数十到数百波段(反射太阳能量)在地球表面的反射光谱图像。

3 遥感信息的应用

3.1 在选择和购买遥感数据以及选择和购买遥感数据时应遵循的原则

- (1) 明确了遥感数据应用的目的和任务。
- (2) 因地制宜,因地制宜
- (3) 水平协作,联合开发。

在选择和购买遥感数据时,应考虑几个方面的问题(包括图像分辨率和地面分辨率)、遥感光谱的选择、遥感信息的时态阶段、遥感图像的定义和尺度等。

中国遥感数据获取的主要单位包括中国民用航空服务公司、国土资源部地质遥感中心、国家测绘局、中国科学院航空遥感中心、国家遥感信息服务中心和卫星地面接收站。

3.2 遥感图像的误差来源

遥感图像的误差可分为三类:由遥感本身引起的内部误差;由外部因素引起的外部误差;在处理过程中产生的处理误差。在这三种误差中,有的是系统误差,有的是随机误差。

一些误差影响图像的几何位置,称为几何误差,有些误差影响图像的密度(灰度、灰度),称为辐射误差。辐射误差和几何误差是由外部因素引起的,其中几何误差包括地球曲率引起的图像变形、大气折射等。遥感器的地形起伏、地球自转、轨道位置和姿态。

由于这些误差的存在,导致图像模糊,导致几何变形,需要对遥感图像进行几何校正。

3.3 遥感图像的可视化解释

(1) 遥感图像的视觉解译是基于图像特征的。这些图像特征是图像的解译标志,可分为直接判读和间接判读两类。

直接判读标志是地物属性在图像上的反映,即地物的属性可以直接由图像特征决定,这些属性包括:形状、大小、颜色和色调、阴影、位置、结构、纹理等。

间接解释标志是通过反映在与之相关的其他特征图像上的特征来推断地物的类别属性,如地貌、水系统格局、自然景观特征的植被分布、土地利用和人类历史等,大多采用逻辑推理和类比的方法引用间接解释标志。

值得指出的是,直接与间接标志是一个相对概念,常常是同一个判读标志对甲物体是直接判读标志,对乙物体可能是间接判读标志。因此,必须综合分析,首先是判读员发现和识别物体,其次是对物体进行测量,之后,根据判读员掌握的专门知识和取得的信息对物体进行研究。判读员必须具备把自己对物体的理解和物体的意义联系起来的能力,也就是具备生活的和实践的经验。

上面列出的解译标记是遥感影像视觉解译中常用的基本符号。由于遥感图像种类繁多,在投影性质、光谱特征、色调、尺度等方面存在差异,因此在使用上述解译标记时,应区分不同遥感图像的不同特征,在具体应用中必须注意。

(2) 图像解译的原则和方法一般应遵循以下原则:①图像解译标志的综合分析,论证与反证明相结合的原则;②卫星影像与航空影像相结合,主影像与辅助影像相结合,影像与地形图相结合,专业地图与文字数据相结合;③室内判读与现场控制相结合的原则。

图像解译的基本方法是从宏观到微观,从浅到深,从已知到未知。从易到难,分步骤进行,从分析推理的角度来看,有直接判断法、对比法、综合判断识别法和历史比较法。

(3) 图像解译过程包括:准备、室内解译、实地检查和结果整理,准备工作包括:收集航空照片、卫星胶片、地形图、专业地图、相关文本数据、简易设备(如放大镜、立体镜、转置仪等);数据分析和必要处理(如卫星放大、伪彩色合成、尺度归化等);实地调查;编制解释方案和规范,确定解释方法等。室内解译包括建立解释标志,根据解释内容的要求(有时借助仪器)观察和分析图像,绘制特征的属性和分布边界。现场检查主要是检查,修改和补充室内口译的结果。结果安排包括照片的传递、整理和标记,以及文本注释。

3.4 计算机自动分类遥感图像的基本原理和方法

遥感图像计算机自动分类是利用计算机设备和模式识别理论来实现遥感图像自动判读的目的,因此常被称为计算机解译(分类)。

所谓模式是指某种事物的标准形式或可以这样做的标准形式。例如,某一物体的光谱特征曲线是物体的反射特征,所以这条曲线是物体特征的模型。模式识别是一系列需要识别或分类的物体的度量,然后,由这些已知类的度量系列形成的模式比较其他的特征模式,看哪一个是相同的或非常相似的,也就是说,它被认为是属于哪种特征。

计算机解释和视觉解释的目的是相同的,视觉解译主要基于图像的空间特征(特征几何特征和光谱特征的空间反射),计算机解译主要基于图像像素的灰度(直接反映地物光谱特征),即通过统计、运算,对图像像素灰度进行比较和归纳,实现对地物的判读和分类。

计算机解释是基于以下几点:

①相似目标具有相同(相似)的光谱特征(光谱模式)、不同的地物光谱特征,它们的光谱特征有明显的差异。由于影响地物光谱特征的因素很多,图像的解译和分类都是基于统计分析的。

②相似地物的灰度概率在单波段(一维空间),符合正态分布规律。

③多维图像(即多波段)中的像素值(灰度)向量,在几何上等价于多维空间中的一个点。相似特征的像素值不是

集中在一个点上,也不是随机分布的,而是相对密集的,形成一个点群(点群是一类特征),一般情况下,点群的边界不是绝对的,它有少量重叠和交错的情况。

当利用计算机基础目标光谱特征的相似性进行自动解释和分类时,只要能够确定特征空间的位置、范围和边界,就可以完成解释和分类的任务。

遥感图像的计算机自动分类方法主要有监督分类和非监督分类,其中,监督分类法也称为训练场地法或分类后的第一次学习法,即先选择有代表性的试验区(训练区),然后根据各种地物的已知光谱特征对计算机进行训练,以获得识别和分类规则,并作为标准,该方法具有极大似然分类和树分类等多种分类方法。无监督分类也称为空间乘积分类、点群分析或聚类分析。通过对光谱响应曲线的分析和实地调查数据的比较,确定了未知区域遥感数据的归属。

3.5 遥感专题制图

为了达到一定的目的和完成一定的任务,利用遥感数据进行分析、解释和统计制作的地图称为遥感专题制图,设计和制作过程称为专题地图。突出和完善了地图的内容和用途,使其成为专题地图,为经济和国防建设提供了自然、经济、社会和环境的综合信息,是规划、设计、管理和科研的重要参考资料。

专题地图有多种类型,根据其内容的主题性,可分为地质图、地貌图、气象气候图、土壤图、植被图、行政区划图、居民分布图、经济图、文化图等三种类型;其他专题地图,如航海图、航空图、城市规划图等,根据其反映内容的一般程度,也可分为三种类型:分析型(又称解析型),如城市人口密度等级图、污染源分布图、绿地分布图等;组合型(又称复合型),如土地利用评价图、环境质量评价图、经济发展预测图等;综合型(又称复合型),如城市土地利用现状图、综合经济图等。

4 遥感技术的应用

近40年来,由于各国对遥感技术的广泛研究、试验和应用,以及其他高新技术与遥感技术的发展与融合,遥感技术得到了突飞猛进的发展,同时,遥感技术也被广泛应用于测绘、国土资源调查(森林、土壤、土地)等领域,地质学、水利、海洋等)、农业生产与环境监测、城乡规划、军事侦

察等。例如,1982年,中国利用陆地卫星多光谱图像进行了全国土地资源遥感调查。利用气象卫星遥感资料对山东省1986、1987年冬小麦产量进行了估算,误差小于2。利用航空航天和航空遥感资料对山西省农业资源进行综合调查(编制了17幅土地利用、地貌、植被、水资源及区划评价系列图);以内蒙古自治区生态环境系统为基础,利用遥感数据(绘制10幅地图、测量草地资源面积、牲畜载重与产草量之间的关系)进行草地资源调查。原煤炭部利用热红外航空遥感数据和卫星多光谱图像“探测新的煤区”(例如,武汉测绘技术大学,大兴安岭西坡有发展前景的煤炭产区,利用遥感技术。

湖北省洪湖水生植物资源分布,“西藏那曲地区城市规划与管理基本数据调查、城市规划管理调查、草地分布调查、城市形态演变”等方面的研究与探索。

参考文献

- [1] 王晓延,薛红琳.GIS和RS技术在城市绿地规划方面的应用[J].国土资源科技管理,2003(04):51-54.
- [2] 张元兴,张绍良,郑群飞,等.RS技术在土地详查中的应用研究[J].安徽农学通报,2007,13(015):52-53.
- [3] 熊苹.RS技术与GIS技术在考古领域的应用[C]//中国地理信息系统协会第八届年会论文集.2004.