

1

<< CHAPTER 1

环境遥感概述

1.1 环境空间数据的采集

1.1.1 引言

所有宏观的或区域性的环境问题都涉及空间地理数据,因此相应的环境规划管理人员、科研人员等都可能涉及空间数据的收集、处理、分析以及基于这些数据的决策等问题。而这些空间数据经过处理分析后得到的信息可为各种管理服务,如水环境管理、土地管理、资源管理等。下面用几个例子来说明实际工作中对环境空间数据的需求。

(1) 针对全球环境变化,很多管理者和学者都很关心厄尔尼诺(EI Nino)现象。而要理解厄尔尼诺现象的原因,就需要很多与空间有关的数据,比如海流、海表面温度、海平面等气象参数以及陆地与水面的能量交换等。

(2) 对于近年来频发的区域性的沙尘灾害,为了进行沙尘灾害的预报、监测、防治,需要掌握沙漠、戈壁、裸露土地等沙尘源地的空间分布信息,还需要不同尺度的大气环流、强风及垂直对流等气候方面的数据,此外还要掌握人类影响造成的荒漠化分布及其动态变化等。

(3) 对于沿海的赤潮现象,为了对其进行预报、预警,需要对沿海水体氮、磷、透明度、水温等水质指标,叶绿素 a、浮游植物种群特性等水生生物指标,日照、气温等气象因子的数值及其空间分布进行监测及分析预测。

(4) 对于流域水环境管理,人们需要流域工业和城市等点污染源的负荷及其空间分布的数据,水体不同功能区的水质指标数据,与非点源有关的流域土地覆被/土地利用等情况。

(5) 对于环境工程设施的选址,需要了解候选地的生态环境现状,周围的地形、地貌、地质情况,周围的居住区、工厂等社会情况,以及当地的风向等气象情况……

上面的例子都涉及对空间问题的分析和处理。实际上,更确切地说是时空问题,因为时间是另一个非常重要的维度。为了满足上述例子中对信息的需求,可以采用各种各样的方法,如访问、现场调查、实验室样品监测、卫星影像解译、现场传感器测量、数学模型模拟等。不过,针对环境空间数据的获取,上述方法可以归为两类:基于地面的采集方法(ground-based methods)和基于遥感的采集方法(remote sensing methods)。

1.1.2 基于地面的空间数据采集方法

基于地面的采集方法是指在真实的世界环境中进行的数据采集方法,它包括现场观测、实际测量及实际调查等。基于地面的采集方法的过程如图 1-1 所示。



图 1-1 基于地面的空间数据采集方法

1.1.3 基于遥感的空间数据采集方法

基于遥感的采集方法是指基于如航空摄像、扫描器或雷达等传感器获取的影像数据进行数据解译的方法。采用基于遥感的采集方法,意味着信息是来自于影像数据,而影像数据只是真实世界的(有限的)表现(见图 1-2)。

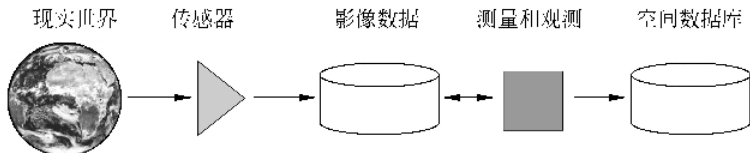


图 1-2 基于遥感的空间数据采集方法

本书主要介绍基于遥感的采集方法。首先对遥感物理的基本概念进行介绍,包括电磁波与地物光谱、遥感的传感器及其平台等;随后对遥感影像的处理过程进行介绍;然后介绍环境遥感的主要应用,并给出一些典型的环境遥感应用案例。

1.2 遥感技术的发展

1.2.1 遥感的定义

关于遥感有很多定义,下面给出几个典型的定义。

(1) 遥感是一门关于获取、处理和解译记录了电磁能量和地物之间相互关系的影像的科学。(Sabins F F. *Remote Sensing: Principle and Interpretation*. Third edition. New York: Freeman, 1996)

(2) 遥感是获取有关特定对象、区域或现象的信息的一门科学和艺术,它是通过对特定设备获取的数据进行分析进而获得所调查对象、区域或现象的相关信息,并且该特定设备并不与所调查的对象、区域或现象接触。(Thomas M Lillesand, Ralph W K. *Remote Sensing and Image Interpretation*. Third edition, New York: John Wiley & Son, 1994)

(3) 遥感是以一定距离观测地球表面,并进而对所观测的影像或数据进行解译以获取地球上特定对象有用信息的设备、技术和方法。(Henk J B, Jan G P W C. *Land Observation by Remote Sensing: Theory and Applications*. Gordon & Breach, 1993)

(4) 遥感是应用探测仪器,不与探测目标相接触,从远处把目标的电磁波特性记录下来,通过分析,揭示出物体的特性性质及其变化的综合性探测技术。(梅安新,等. 遥感导论. 北京: 高等教育出版社, 2001)

上述定义的共同之处是,有关地球表面特征的数据是由不直接接触观测对象的设备收集的,其获得的数据通常存储为影像格式的数据,而传感器记录的特征是地球表面反射或放射的电磁波能量。记录的电磁波能量为电磁波光谱的特定波段的信息,通常为可见光,不过也可以是红外光或无线电波。现在有很多种类型的传感器,它们与特定的平台结合,根据与地球表面的距离,可以分为航空传感器和卫星传感器。

在影像数据变成有价值的关于感兴趣目标物或自然现象的信息之前,需要对其进行处理,因此信息提取和分析是遥感科学的重要部分,这也是本书重点讨论的内容。

1.2.2 遥感技术的特征

遥感技术兴起于 20 世纪 60 年代,涉及众多自然学科和工程技术专业的大量基础知识,主要包括辐射场基本理论、遥感探测原理和特性、遥感探测设备、传感器运载工具、数据记录方式、遥感数据传输、遥感数据处理、遥感应用等。在航天技术、计算机技术和传感器技术的推动下,遥感技术发展迅速。总的来说,在距离上从地面发展到空间,从几米发展到 36000km 高的地球同步轨道;工作波段从紫外线到微波;工作范围从地球到宇宙。遥感技术的特点可以概括为以下几个方面:

(1) 大面积同步观测

运用遥感技术可以在更远的距离、更大的范围来研究地球环境。遥感技术所获得的图像资料提供了连续的地面景象,可以观察到很大的区域,还可以进行立体测量。

在宏观环境监测中,遥感的这种优势是其他技术手段无可比拟的,有时其他现场观测技术也是不可能实现的,尤其是在辽阔的海洋或人迹罕至的地方,遥感可能是惟一的观测手段。

(2) 工作波段长,并具有全天候工作的特点

遥感资料不仅能够反映物体在可见光波段的信息,而且还能够给出在紫外线、红外线、微波等波段中的人们用肉眼看不见的信息。因此由遥感影像获得的电磁波特性数据可以综合反映地球上的很多自然、人文信息。红外遥感昼夜均可以探测,微波遥感可全天时全天候探测。

(3) 具有瞬时成像的功能,并且可以动态地掌握信息

遥感影像真实客观地记录了一定范围的瞬时情况,而且资料更新周期短。比如美国的 Landsat、法国的 SPOT 以及中国与巴西合作的 CBERS 分别用 16 天、26 天和 4~5 天对同一地区重复观测一次,这样人们能够通过对不同时期的遥感影像进行对比分析,研究地面物体和现象的动态变化。

(4) 遥感解译需要地面观测的配合

尽管没有其他地面观测信息就可以对遥感数据进行解译和处理,但为了得到最好的结果,必须将遥感观测与地面现场测量或观测结合起来,如图 1-3 所示。这种遥感与地面观测相互补充的思想是极其重要的。

(5) 遥感技术本身只能获取地表信息

原则上,遥感仅能提供地球表面上层几毫米内地物的信息。有些技术,特别是微波技术,可能探测再深一些的地物信息。这种仅表现地表信息的特性

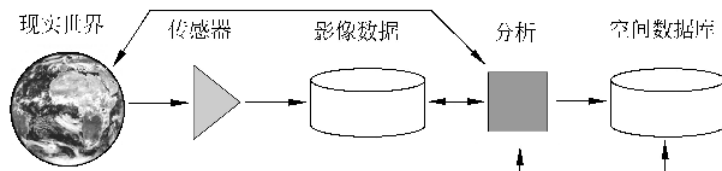


图 1-3 遥感观测与地面现场测量或观测的相互补充

实际上是遥感技术的限制之一。不过为了要估计地下的特征,可以辅以一些模型或专业知识。

(6) 遥感是一种有成本效益的空间信息采集方式

遥感系统是复杂而昂贵的,对应用用户而言,尽管还需要承担遥感数据及其遥感处理软硬件系统的费用,但总的来看,遥感还是一种有成本效益的空间信息采集方式。

比如对于一个研究厄尔尼诺现象的国际科学研究项目,如果在大洋上安装和维护测量浮标要花费大量的成本,而利用免费的气象卫星数据则是一项相对便宜的技术。对于区域土地利用数据而言,利用遥感解译也可避免大量而耗时的现场勘查。有人估计,美国陆地卫星的经济投入与取得的效益比为 1:80 或更大。

1.2.3 遥感的分类及应用领域

从不同的角度出发,遥感的分类方法有很多种。

按照遥感的工作波段,可分为:

- (1) 紫外遥感 探测波段为 $0.05\sim0.38\mu\text{m}$;
- (2) 可见光遥感 探测波段为 $0.38\sim0.76\mu\text{m}$;
- (3) 红外遥感 探测波段为 $0.76\sim1000\mu\text{m}$;
- (4) 微波遥感 探测波段为 $1\text{mm}\sim10\text{m}$;
- (5) 多波段遥感 指探测波段在可见光波段和红外波段范围内,再分成若干个更短的波段来探测地物对象,它可以进一步分为多光谱遥感和高光谱遥感。

按遥感工作方式可分为:

- (1) 被动遥感 就是传感器被动收集来自地面目标自身发射和对自然辐射源反射的电磁波;
- (2) 主动遥感 是由探测器主动向地面目标发射一定能量的电磁波然后

再由传感器收集返回的电磁波信号。

按信息资料类型可分为：

(1) 成像遥感 是把目标物体反射或发射的某波段电磁波强度,用深浅色调或彩色的影像直观地表现出来；

(2) 非成像遥感 传感器接收的目标电磁波信号不能形成图形,而是用数据或曲线形式表示出来。

按传感器成像类型可分为：

(1) 光学成像 是把信息直接记录在感光胶片或相纸上,也称为模拟影像；

(2) 扫描成像 把接收到的信息经过模数转换记录在磁带上,也称数据影像。

按工作平台可分为：

(1) 地面遥感 传感器设置在地面平台上,如车载、船载、手提、固定或活动高架平台上；

(2) 航空遥感 传感器以飞机或气球为平台；

(3) 航天遥感 传感器以火箭、卫星、空间站或航天飞机为平台；

(4) 航宇遥感 传感器设置在星际飞船上,用于对地月系统外的目标的探测。

此外,按遥感应用对象可分为环境遥感、资源遥感、农业遥感、林业遥感、地质遥感、气象遥感、水文遥感、军事遥感等。

在遥感应用方面,经过近几十年的发展,遥感技术已广泛渗透到国民经济的各个领域,对于推动社会进步、经济建设、环境保护、资源开发以及国防建设起到了重大作用。比如,由遥感观测到的全球气候变化和厄尔尼诺现象及其影响、全球荒漠化、绿波(指植被)推移、海洋冰山漂流等动态现象已经引起人们的广泛关注和重视；在海洋渔业、海上交通、海洋生态等研究中,遥感技术都已成为重要的工具。矿产资源、土地资源、森林草场资源、野生动物资源、水资源的调查和农作物的估产都少不了遥感手段的应用；此外,在灾害监测,如水灾、火灾、地震、农作物病虫害和气象灾害等的预测、预报和灾后评估中,遥感技术都发挥了巨大的作用。

在不同的大型工程建设中,如大型水利工程、港口工程、核电站、路网、机场建设和城市规划中,不同尺度、不同层次的遥感数据都发挥了重要作用。还有,在军事领域,近十多年来国际上重要的军事行动中,都从遥感中获取了非常重要的信息。