

遥感技术在现代环境监测与环境保护中的应用

Application of Remote Sensing in Modern Environmental Monitoring and Environmental Protection

任 源¹ 杨晓晶²

(1. 华南理工大学环境科学研究所 广州 510641); (2. 广东省国土资源信息中心 广州 510075)

摘要 现代环境监测已经发展到环境质量监测为主的整体预防性监测,全球环境保护的国际性、跨学科及综合性性质,使得包括遥感在内的“3S”技术在区域环境质量监测和全球性的重大环境问题研究方面广泛应用。本文介绍了遥感技术在全球气候监测、水环境监测和大气污染监测等方面的应用实例,指出遥感技术应与地面监测紧密结合,进一步加强对环境资源的动态监测。

关键词 遥感 环境监测 环境保护 应用

Abstract The development of modern environmental monitoring has turn to the whole preventive environmental quality monitoring, the international and subject—crossing environmental protection promote widely application of the "3S" technology including remote sensing. This paper introduced the applications of remote sensing in global weather, water environmental monitoring and atmospheric pollution monitoring. The combination of remote sensing and ground monitoring will enhanced the dynamic monitoring of environmental resources.

Key words Remote Sensing Environmental Monitoring Environmental Protection Application

1 环境监测与保护的发展概况

环境监测从 50、60 年代的典型污染事故调查、污染源监督性监测发展到了目前以环境质量监测为主,力求运用各种先进的技术手段全时段、全方位综合考察,常规技术手段难以满足对全球环境监测和保护的要求。遥感技术(特别是卫星遥感技术)由于具有时间、空间和光谱的广域覆盖能力,特别适合宏观的环境监测。卫星遥感、卫星通信技术的应用大大降低了人力、物力和时间成本,为越来越多的政府决策和社会需求提供服务。《中国 21 世纪议程》中也提出要广泛采用现代遥感技术和自动化技术,建设中国大气监测自动化系统,加强对气候变化、生态环境有重要影响的温室气体的监测,发展以卫星通信为主的通信系统,形成分布式信息库和分发网^[1]。

2 遥感技术简介

遥感技术(Remote Sensing, 简称 RS)是在现代物理学、空间技术、计算机技术、数学方法和地球科学理论的基础上建立和发展起来的边缘科学,是一门先进的、实用的探测技术,目前正进入一个能快速、及时提供多种对地观测及测量数据的新阶段。

按遥感平台的高度大体上可分为航天遥感、航空遥感和地面遥感,按所利用的电磁波的光谱段分类可分为可见反射红外遥感,热红外遥感、微波遥感 3 种类型,按研究对象可分为资源遥感与环境遥感两大类。随着热红外成像、机载多极化合成孔径雷达和高分辨力表层穿透雷达和星载合成孔径雷达技术日益成熟,遥感波谱域从最早的可见光向近红外、短波红外、热红外、微波方向发展。波谱域的扩展将进一步适应各种物质反射、辐射波谱的特征峰值波长的宽域分布。高光谱遥感的发展,使得遥

收稿日期:2006—08—02

作者简介:任源(1970—),女,河南新乡人,博士研究生。

感波宽度从早期的 0.4 μ m(黑白摄影)、0.1 μ m(多光谱扫描)到 5nm(成像光谱仪), 遥感器波段宽度窄化, 针对性更强, 可突出特定地物反射峰值波长的微小差异; 同时, 成像光谱仪等的应用, 提高了地物光谱分辨力, 有利于区别各类物质在不同波段的光谱响应特性。

多数遥感是从高空对地面及其附近的事物进行的, 它具有空间、时间、波谱等方面的独特优势, 信息量大, 受地面条件限制少。遥感信息的处理包括数据收集、数据管理、辐射校正、几何校正、数据压缩、数据存贮和提取以及判读和应用。在观测系统中, 空间遥感由于其探测范围的全球性、探测器的同一性, 以及高时间分辨率和高空间分辨率等特点, 使它在地球观测系统中具有突出的、任何其它观测手段所无法取代的作用。遥感技术(RS)与全球卫星定位系统(Global Position System, 简称GPS)和地理信息系统(Geographic Information System, 简称GIS)结合的“3S”一体化的监测系统, 使我们在常规的监测分析系统之外, 又增加了对某些重大的灾害事件做出快速监测与评价的综合能力, 再加上地面常规环境监测技术, 形成一个时空一体化完整的监测技术体系。

3 遥感技术在环境监测与环境保护方面的应用

3.1 世界气候监测

遥感卫星, 特别是气象卫星已经成为世界各国研究气候变化、预报天气形势的重要手段。美国、欧空局、日本和俄罗斯的地球同步轨道气象卫星组成的静止气象卫星监测系统昼夜不停地观测着地球的气象变化, 并将观测数据向世界各国播发。利用气象卫星, 可以得到全球范围内的大气参数、海洋参数(海温、海冰、海流等)、地表状况(冰雪覆盖、地表反照率和植被指数等)、辐射收支和臭氧分布等^[2]。这些参数对于全球变暖、平流层中臭氧减少以及厄尔尼诺现象的研究都是十分重要的。

3.2 水环境监测

在江湖海各种水体中, 污染物种类繁多, 一般分为泥沙污染、石油污染、废水污染、热污染和富营养化等几种类型。

3.2.1 利用红外扫描仪监视石油污染 海洋石油污染和向海洋倾倒废弃物是海洋环境恶化的重要原因, 全世界每年排入海洋的石油及其制品多达

1000 多万 t。利用多光谱航片可对海面油污进行半定量分析。将彩色航片同步拍照与近红外片做的彩色密度分割图相比较, 可以更精密地判断和解译片上的信息, 并参照图片画出不同油膜厚度的大致分级图。通过彩色密度分割图像, 特别是数字密度分割图, 可以更清楚而准确地判断油量的分布情况。通过彩色密度分割可把厚度仅差零点零几的海面油膜区分出层次来, 这有利于用航空遥感对海面油的扩散分布和半定量的研究。浓度大的地方是黄色, 往外扩散的油膜变薄, 呈黄紫混在一起的颜色, 再往外扩散的油膜就更薄些呈紫色。通过对污染发生后各天的气象卫星图像的对比分析, 可以确定油膜的漂移方向, 计算出其扩散速度和扩散面积^[3]。

3.2.2 利用遥感手段对湖泊(海洋)生态的监测与研究 浮游植物中的叶绿素对蓝光、红光有较强的吸收作用, 可用来推算水体中的叶绿素分布情况: 赤潮区海水光谱特征是藻类生物体、泥沙和海水的复合光谱。此外, 有机、无机颗粒物质可吸收入射光, 影响水体的透明度等。

国家海洋环境监测中心于 2004 年完成了“海洋赤潮卫星遥感监测系统”的开发, 其遥感探测模型主要由 3 部分构成: 第 1 部分包括赤潮生物学要素遥感模型, 如浮游植物细胞数遥感模型和叶绿素 a 差值法和比值法模型, 基本完成了 MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer, 中分辨率成像光谱辐射计)叶绿素荧光高度模型, 得到了叶绿素荧光峰高度随赤潮条件下高叶绿素浓度的变化规律; 第 2 部分为赤潮环境要素遥感模型, 包括冬季和夏季模式的 SST(Sea Surface Temperature, 海洋表面温度)模型、SDD(Secchi — disk depth, 塞氏盘深度, 用以表征水体透明度)模型和 SPM(Suspended Particulate Matter, 悬浮物)模型(总悬浮物、无机悬浮物和有机悬浮物等), 建立了赤潮海表温度判别模型。第 3 部分为赤潮判别模型, 通过遥感手段判别赤潮的范围和浮游植物细胞增殖速率。

3.2.3 水体热污染调查 电力等工业中使用的冷却水, 超过允许的热水排放标准而排入江河湖海时, 使自然水体的温度上升, 引起水体物理、化学和生物过程的变化, 就构成了热污染。应用红外扫描仪记录地物的热辐射能量, 能真实地反映地物的温度差异。在热红外图像上, 热水温度高, 发射的能

量多呈浅色调;冷水或冰发射的能量少,呈深色调。热排水口排出的水流,通常呈白色或灰白羽毛状,呈热水羽流。利用光学技术和计算机对热图像作密度分割,根据少量的同步实测水温,可确实地绘出水体的等温线。

3.2.4 水体综合污染调查 国内外都有大量的用遥感手段探测综合水污染的方法。水体综合污染具有多来源和分布位置变化大的特点,污染区域的分布与污染源和水流状态关系密切。早期是根据污染水域色调变化的程度对污染情况定性调查,现阶段多数是测量各种水体的光谱特性,并用回归分析等方法建立某个可见光波段的遥感数据与污染浓度之间的经验公式,以此来对水污染信息进行定量提取。这种方法简单易行,但对水面实测数据及其遥感数据的同步性依赖性较大。

万余庆等^[4]利用水体光谱反射率计算泥沙含量,在含有各类土壤的水体在波长为 1550 ~ 1850nm、1350 ~ 1380nm 之间光谱反射率与泥沙含量线性相关性明显。波长在 368 ~ 831nm 之间的反射率可以反演水体深度,波长在 433nm 处反射率与水体深度指数相关性最密切。

3.3 空气环境监测

3.3.1 臭氧层监测 臭氧层位于地球上空 25 ~ 30km 的平流层中,它对 0.3 μ m 以下紫外区的电磁波吸收严重,可用紫外波段来测定臭氧层的臭氧变化。臭氧层在 2.74 μ m 处也有一个吸收带,可用频率为 11083MHz 的地面微波辐射计来测定臭氧在大气中的垂直分布。又由于臭氧层吸收太阳紫外线而升温,可使用红外波段来探测。如用 7.75 ~ 13.3 μ m 热红外探测器测定臭氧层的温度变化,参照浓度与温度的相关关系,推算出臭氧浓度的水平分布^[5]。

3.3.2 大气气溶胶监测 通常所指的烟、雾、尘等都是气溶胶。利用遥感图象可分析大气气溶胶的分布和含量。工厂排放的烟雾、森林或草场失火形成的浓烟及大规模尘暴,在遥感图象上都有清晰影像,可直接圈定大致范围。利用周期性的气象卫星图可监测尘暴运动,估计其运动速度,预报尘暴发生;森林或草场失火也可通过卫星资料及早发现,把灾害损失降到最低。大比例图片可用来调查城市烟囱的数量和分布,还可以通过烟囱阴影的长度计算其大致高度。用计算机对影象进行微密度分割,建立烟雾浓度与影象灰度值的相关关系,可

测出烟雾浓度的等值线图^[6]。

3.3.3 有害气体监测 彩红外相片可较好的监测有毒气体对污染源周围树木和农作物危害的情况——可以通过植物对有害气体的敏感性来推断某地区大气污染的程度和性质。一般说来,污染较轻的地区,植被受污染的情况不宜被人察觉,但其光谱反射率却会明显变化,在遥感图象上表现为灰度的差异。生长正常的植物叶片对红外线反射强,吸收少,在彩红外相片上色泽鲜红、明亮。受到污染的叶子,其叶绿素遭到破坏,对红外线的反射能力下降,反映在彩红外相片上颜色发暗。如白蜡树受污染后呈紫红色,柳树呈品红色夹带有蓝灰色^[6]。

3.4 城市环境监测与管理

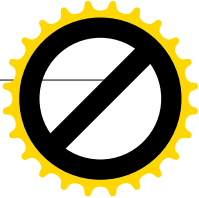
彩红外遥感影像可监测固体废弃物引起的生态环境变化,用热红外遥感调查工业热流(污水、废气等)对水体和周围环境的污染可监测城市、工矿的“三废”排出状况。除此之外,系统还可在城市沉降监测、生态破坏、噪声污染,城市热岛及治理等方面进行监测与管理。另外,通过专业模型的集成,可以拓宽系统的功能,在城市环境监测与管理方面发挥更大的作用。

3.5 生态环境的监控

近年来我国的生态环境质量日趋严峻,遥感技术是调查、监测、研究土地沙漠化、植被环境变化、湿地环境等生态环境的重要手段。范文义等^[7]确定了植被、土壤、水资源状况、地表特征及反射率和土地覆盖类型作为荒漠化监测指标,通过成像光谱数据剔除大气、地形及传感器等干扰因素,进行地物光谱重建,获得了地物的“真实”反射率、指标盖度和生物量,结合反映土壤中 N、P、K 和水份的微观监测指标,即可采样统计的手段得到初步的监测结果。

3.6 自然灾害的监控

遥感技术对于暴雨、水土流失、地震、山体滑坡等地质灾害的调查、监测也很有成效。以地震为例,地震与地球活动构造块体分布及其活动方式密切相关。地震孕育进入非线性时间段($10^3 \sim 10^4$ d)时,将表现出不同程度的各种物理异常现象。利用卫星预测地震技术主要集中在电磁波辐射和电离层异常监测、地表形变监测、红外辐射监测和卫星重力监测等方面。俄罗斯地震学家发现地震震源上空的大气层和电离层出现显著的电磁异常和等



离子异常,可在震前 2~48h 作出预报^[8]。

4 遥感技术的优点及其发展

值得指出的是,卫星对地的遥感监测并不能取代传统的地面监测,相反,正需要与地面监测的数据相对照,才能建立准确的信息系统。相对地面监测,卫星遥感对于污染源的监测是宏观的、广泛的,地面监测机构可在遥感信息的指导下,对重点地区污染源进行详查,从而获得更丰富更准确的数据。

目前,美国、欧空局、日本、加拿大和我国都发射了多颗气象、资源、环境监测卫星,这一系列大型对地观测计划的实施使得全球尺度资源环境的实用化观测波段从可见光、近红外、短波红外、热红外扩展至微波,原有波段的细分又提高了定性定量精度。多种对地观测系统的发展,尤其是雷达遥感成倍地提高了信息的覆盖频率,从而大大增强了对资源环境的动态监测能力。随着科学技术的进一步发展,各项新技术不断地交叉融合,将使人们认识自然、改造自然的能力得到极大的提高。

参 考 文 献

1. 中国 21 世纪议程编制组. 中国 21 世纪议程: 中国 21 世纪人口、环境与发展白皮书[M]. 北京: 中国环境科学出版社, 1994.
2. 葛榜军. 应用航天遥感技术提高环境监测与保护能力[J]. 中国航天, 1995(11): 6~8.
3. 刘玉机. 遥感技术在环境监测中的应用[J]. 环境监测管理与技术, 1995, 7(1): 14~17.
4. 万余庆, 张凤丽, 阎永忠. 高光谱遥感技术在水环境监测中的应用研究[J]. 国土资源遥感, 2003(3): 10~14.
5. 孙家炳, 舒宁, 关泽群. 遥感原理、方法和应用[M]. 北京: 测绘出版社, 1997. 411~426.
6. 胡著智, 王慧麟, 陈钦峦. 遥感技术与地学应用[M]. 南京: 南京大学出版社, 1999.
7. 范文义, 叶荣华. 高光谱遥感在荒漠化监测中的应用[J]. 东北林业大学学报, 2000, 28(5): 139~141.
8. 王晓青. 地震监测预报卫星研究进展[A]. 庄逢甘, 陈述彭. 2004 遥感科技论坛—中国遥感应用协会 2004 年年会论文集[C]. 北京: 中国宇航出版社, 2004. 265~270.

(上接第 73 页)

$$R_3 = \begin{bmatrix} 0.015 & 0.057 & 0.037 \\ 0.025 & 0.134 & 0.039 \\ 0.093 & 0.535 & 0.154 \\ 0.139 & 0.071 & 0.539 \\ 0.728 & 0.103 & 0.231 \end{bmatrix}$$

4.2.1 进行一级评价 由 $b_j = \bigoplus_{i=1}^m a_i r_{ij}$ 得出的矩阵已经是归一化后的矩阵, 不需要再进行归一化处理。

$$B' = \begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \\ b_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.0303 & 0.1953 & 0.2229 & 0.4256 & 0.1259 \\ 0.0141 & 0.0588 & 0.2282 & 0.4258 & 0.2731 \\ 0.0281 & 0.0546 & 0.2134 & 0.1893 & 0.5146 \end{bmatrix}$$

4.2.2 进行二级评价 $B = A \circ B'$ 得到 $B = (0.0254 \quad 0.1089 \quad 0.2725 \quad 0.4559 \quad 0.3553)$

4.2.3 结果处理及评分 对总目标渝合高速公路人文景观评价的综合得分为 $P = YB^T = 93.214$

分。

5 结论

公路景观不同于单纯的造型艺术、观赏景观。为满足运输通行功能, 公路景观有其自身的体态性能、组织结构。同时公路景观又包含一定的社会、文化、地域、民俗等涵义。它具有自然属性也具有社会属性, 对于公路景观的量化评价就显得很重要。本文根据公路景观的特性, 结合综合评价的方法, 探讨了公路景观中人文景观的综合评价。

参 考 文 献

1. 杜栋, 庞庆华. 现代综合评价方法与案例精选[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005.
2. 董小林. 公路建设项目环境后评价[M]. 北京: 人民交通出版社, 2004.