

遥感技术在环境监测中的应用探讨

张春鹏^{1,2} 郭雅芬¹, 过仲阳¹

(1. 华东师范大学 教育部地球信息科学实验室, 上海 200062; 2. 辽东学院, 辽宁 丹东 118003)

摘 要: 环境监测作为环境污染防治的重要手段之一, 在环境保护领域发挥着日益重要的作用, 随着航空遥感和卫星遥感技术的发展, 它的高效、即时更新、连续性好等优势为环境监测工作者所认识, 在此主要介绍了遥感技术的主要特点, 说明了遥感技术在环境监测领域中的应用, 着重阐述了高光谱遥感技术在环境监测中新的发展趋势, 最后提出了遥感技术在环境监测中的发展方向。

关键词: 遥感; 环境监测; 高光谱

中图分类号: P237 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672—5867(2006)04—0032—03

Application of Remote Sensing Technology in Environment Monitoring

ZHANG Chun-peng², GUO Ya-fen¹, GUO Zhong-yang¹

(1. Laboratory of Geographic Information Science of Ministry of Education East China Normal University Shanghai 200062 China; 2. Liaodong College Dandong 118003 China)

Abstract: Environment monitoring is one of the main means in environment pollution prevention and cure. It also plays great role in environment protection. On the other hand, with the development of aviation remote sensing and satellite remote sensing technology, its advantage is gradually understood by the people who work in environment monitoring. In this project, the characteristic of remote sensing was presented. And the application of remote sensing in environment monitoring was also introduced. Especially, the future development of hyperspectral remote sensing and remote sensing in environment monitoring were discussed.

Key words: remote sensing; environment monitoring; hyperspectral

0 引 言

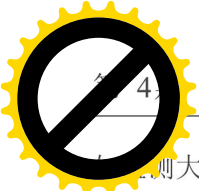
进入新世纪后,我国正处于人口增加、经济高速发展的阶段,与此同时人们对于环境保护的认识也逐步提高,环境监测作为环境监督管理的重要手段其重要性日益显现。目前,在我国各地环保局布有地面监测站网,主要以城市,尤其是大城市为主,采用常规监测手段进行日常环境要素监测。但这种方式覆盖区域有限,得到的数据滞后。遥感技术作为采集地球数据及其变化的重要手段具有解决这个问题的优势与希望。遥感图像覆盖面广,反映信息及时,适用于长期动态监测。

环境监测工作者在此方面也进行了探索,对大气溶胶、水污染、绿化等方面利用遥感技术监测和分析,采用计算机辅助制图,制作城市环境信息图集。环境监测如果能够和遥感技术有效地结合,会使环境监测工作进入一个新的发展阶段,对保护我国环境与发展经济都具有

重要的作用。

遥感技术是一种利用物体反射或辐射电磁波的固有特性,远距离不直接接触物体而识别、测量并分析目标物性质的技术^[1]。遥感技术在实际工作中主要以两种方式分类:一是按遥感平台分为地面遥感、航空遥感、航天遥感、航宇遥感,其中航天遥感又包括陆地卫星遥感和气象卫星遥感。二是按传感器的探测波段分为紫外遥感(0.05~0.38 μm)、可见光遥感(0.38~0.76 μm)、红外遥感(0.76~1 000 μm)、微波遥感(1 mm~10 m)、多波段遥感(可见光和红外波段范围内,再分成若干窄波段来探测目标)。当前,遥感的应用已深入到农业、林业、渔业、地理、地质、海洋、水文、气象、环境监测、地球资源勘探、城乡规划、土地管理和军事侦察等诸多领域,从室内测量到大范围的陆地、海洋、大气信息的采集以至全球范围的环境变化的监测。

根据环境监测调查的目的,应选择相应的遥感方法。



探测大气污染、温室效应、水质污染、固体废弃物污染,可采用可见光、近红外遥感技术;监测大范围地表的温度状况,可采用热红外遥感技术(MS波段或 TM6波段);如需获得夜间或常有云或雨地区资料、探测隐藏在林下、埋藏于地下的目标,可使用微波遥感,因为微波的波长比红外波要长得多,所以散射要小得多,在大气中衰减较少,基本上不受烟、云、雨、雾的限制。

1 遥感在环境监测中的应用

1.1 在大气监测领域

大气环境遥感是利用遥感技术监测大气的结构、状态及其变化,对全球环境变化的监测和预测都具有极为重要的意义。由于遥感技术的特点和大气环境问题的独特性,大气环境遥感主要用在全球环境变化研究上。

影响大气环境质量的主要因素是气溶胶含量和各种有害气体,这些物理量通常不可能直接识别。水汽、二氧化碳、臭氧、甲烷等微量气体成分具有各自分子所固有的辐射和吸收光谱,所以,实际上是通过测量大气的散射、吸收及辐射的光谱而从其结果中推算出来的,或者通过监测与有害气体相关的植被变化(可见光遥感)作出判断。

大气遥感光谱监测是大气环境污染监测的一项高新技术,具有灵敏度高、分辨率高、多组分、实时、快速监测等特点。Wald等^[2]对法国西部城市 Mantes研究后得出:遥感表观温度与总悬浮颗粒物(TSP)总量高度相关,与二氧化硫(SO_2)一次浓度也存在着一定程度的相关,并且发现各组分二氧化氮(NO_2)、一氧化氮(NO)等用日均浓度与表观温度相关比一次浓度相关程度高,并指出在进行遥感数据大气校正时必须考虑这种城市大气污染效应。

1.2 在水体监测领域

在水体监测方面,遥感的任务是通过通过对遥感影像的分析,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,从而对一个地区的水资源和水环境等作出评价,为环境部门提供决策服务。为了进行水质监测,可以采用以水体光谱特性和水色为指标的遥感技术,且应用卫星遥感技术来监测水域变化及引起的后果,分析人为活动在其中起的作用方面。

遥感监测视野开阔,对大面积范围里发生的水体扩散过程容易通览全貌,观察出污染物的排放源、扩散方向、影响范围,从而查明污染物的来龙去脉。在江河湖海各种水体中,为了便于利用遥感方法研究各种水污染,习惯上将其分为泥沙污染、石油污染、废水污染、热污染和水体富营养化等几种类型^[3]。

在城市污水监测中,由于城市大量排放的工业废水和生活污水中带有大量有机物,它们分解时耗去大量氧气,具有较高的化学耗氧量(COD)和生物耗氧量

(BOD),使污水发黑发臭。运用遥感技术来探测时,水体的反射率显著降低。而使用红外传感器,能根据水中含有的染料、氢氧化合物等物质的红外辐射光谱弄清楚水污染的状况。水体污染状况在彩红外像片上与背景水色有明显的差异。如上海的苏州河在污染最严重时,黑色的河水注入黄浦江,与黄色的黄浦江水形成明显的差异色调,可以在可见光波段的影像上被明显识别出来。

水体富营养化是指水域中一些浮游生物爆发性繁殖引起水色异常的现象,又叫赤潮,主要发生在近海海域。赤潮中浮游生物大量吸收水中溶解氧,造成生态系统的混乱。由于浮游植物体内含的叶绿素对可见和近红外光具有特殊的“陡坡效应”,随浮游植物含量的增高,其光谱曲线与绿色植物的反射光谱越近似。在可见光的 $0.45\mu\text{m}$ 和 $0.65\mu\text{m}$ 附近有两个明显的吸收谷,因此在彩色红外图像上,富营养化水体呈红褐色或紫红色。

在对水体热污染监测中,由于水体的热容量大,在热红外波段有明显特征,在遥感影像上表现为热红外波段辐射低,呈暗色调。当水体受到热污染,与周围水体有明显温差,可以在热红外波段影像上被识别。因此热红外图像能基本上反映热污染区温度的特征,达到定量解译的目的。

1.3 在城市热岛监测领域中的应用

城市是人类文明的集中表现。在20世纪六七十年代,发达国家运用机载热红外辐射计研究城市热特性时发现,大部分城市市区温度普遍高于郊区,称之为“城市热岛”。由于热岛的热动力作用,往往会形成由郊区吹向市区的局地风,从而把市区扩散到郊区的污浊空气又送回市区,加剧市区空气污染。因此调查分析热岛状况是监测、评价城市环境质量的重要组成部分。

对城市环境而言,城市热岛也是一种大气热污染现象,城市热岛已成为一个独立的研究领域。红外遥感图像能反映地物辐射温度的差异,可为研究城市热岛提供依据。根据不同时相的遥感资料,还可对城市热岛的日变化和年变化规律进行研究,在此基础上,总结城市热岛与下垫面性质的相关关系,这对于制约那些形成城市热岛的因素,防止城市环境的进一步恶化具有重要的现实意义。

2 高光谱遥感技术

2.1 高光谱遥感及其特点

高光谱遥感技术又称为成像光谱技术,是指利用很多很窄的电磁波段从感兴趣的物体中获取有关数据^[1]。它源于多光谱遥感技术,以测谱学为基础。它可以在电磁波的紫外、可见光、近红外、中红外以至热红外区域获取许多非常窄且光谱连续的图像数据。

高光谱遥感与一般遥感的主要区别在于:高光谱遥感的光谱仪可以分离成几十个甚至数百个很窄的波段来



信息,每个波段宽度均小于 10 nm ,所有波段排列在一起能形成一条连续的完整的光谱曲线,光谱的覆盖范围从可见光到热红外的全部电磁辐射波谱范围。而常规遥感的传感器只有几个、十几个波段,每个波段宽度大于 100 nm 且这些波段在电磁波谱上不连续。例如:TM数据第3波段为 $0.63\sim 0.69\mu\text{m}$ 而第4波段是 $0.76\sim 0.90\mu\text{m}$ 中间 $0.69\sim 0.76\mu\text{m}$ 之间完全没有数据。所有波段加起来也不可能覆盖可见光到热红外的整个波谱范围。高光谱遥感的出现是遥感界的一场革命,其丰富的光谱信息,使具有特殊光谱特征的地物探测成为可能,因而具有广阔的发展前景。

2.2 高光谱遥感在环境监测领域中的应用

最初的成像光谱仪主要是用来识别地质矿物,20世纪80年代后期,成像光谱测定法已被成功地应用于大气科学、生态、地质、水文和海洋等学科中,证实了高光谱遥感的应用潜力,而高光谱遥感技术在环境监测领域中的应用,在我国则刚刚起步。

2.2.1 在大气监测领域中的应用

对水蒸气、卷云、气溶胶等大气成分、状况的监测。Gao等^[1]采用三通道比值技术从水蒸气吸收波段 $0.94\mu\text{m}$ 和 $1.14\mu\text{m}$ 的 AVIRIS数据中提取水蒸气变化信息。他们在美国堪萨斯州 Coffeyville地区和墨西哥湾利用 $1.38\mu\text{m}$ AVIRIS图像上用阈值方法来识别卷云,取得了较好的效果。而 Kaufman等^[1]在稠密的森林覆盖地区,用 $2.1\mu\text{m}$ 波段的光谱反射率来探测气溶胶光学厚度,取得较好的效果,该法的缺点是只适用于有植被覆盖的上空。

2.2.2 在水环境监测领域中的应用

高光谱遥感以其特有的高光谱分辨率,对水体污染浓度进行有效识别,因而对调查和监测环境问题具有独到的效果。例如,在对海洋赤潮的监测中,以往利用遥感技术进行监测,因受传感器性能的限制,不能进行定量分析,无法对赤潮作出准确检测,更无法对赤潮进行进一步的分类研究。而高光谱遥感数据因其具有分辨率高、波谱连续性强的特点,不但使对赤潮的准确检测成为可能,而且可对其进行分类和识别^[4]。

在内陆水环境遥感研究领域,万余庆等人^[5]以靖边县城的芦河为例定量研究了不同泥土含量与水体光谱反射率的关系,分析了高光谱遥感探测水污染程度的可行性。澳大利亚科研机构 CSIRO^[6-8]曾选用 Mokoan湖地区的 CAS高光谱数据,结合地面取样和实验室分析,选用特定模型,进行了以下三方面的工作:①探测混浊水体中的低浓度藻类空间分布并制图;②识别海藻的种类;③估算颗粒、海藻和色素的浓度,取得了较好的结果。此外,他们还利用遥感数据来反演水体的吸收系数和散射系数,以此来判别水体的污染状况。

2.2.3 在其他领域中的应用

范文义等人^[9]研究了高光谱遥感在荒漠化监测中的

应用,并提出了基于高光谱分辨率数据处理算法的荒漠化监测评价指标信息提取方法。而谭炳香提出了在森林监测领域中利用高光谱遥感技术来估计森林健康状态的方法^[10]。

2.3 高光谱遥感在环境监测领域中的问题及发展前景

2.3.1 存在的问题

高光谱遥感作为一种高新技术,目前已在环境监测领域得到了广泛的应用,但高光谱遥感并不能解决所有的环境监测问题,其缺陷主要体现在以下几个方面:

①目前的高光谱遥感技术在大气影响校正、几何精校正、地物反射和遥感数据的定量反演模型等方面还存在许多问题。当前的数据处理方法还不能完全解决上述问题,因而从遥感数据中提取的反射率、温度等参数存在较大的误差。

②遥感卫星每天都要下传大量数据,如何对这些海量数据进行快速处理并为环境监测服务是目前环境监测领域存在的主要问题之一。

③传统的数据压缩和信息提取方法不完全适用而新的方法又不成熟。

④目前,还缺乏通用的成像光谱仪图像处理系统进行成像光谱数据的存储、显示和分析。上述问题限制了当前高光谱遥感的应用范围。

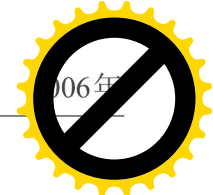
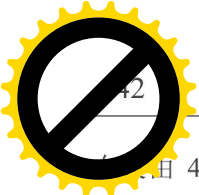
2.3.2 发展前景

环境监测的重点首先是城市,尤其是大城市,在经济发展与人口的双重压力下,城市监测正与日俱增。环境监测的另一个重要领域是江河流域。例如,对三河(淮河、海河、辽河)三湖(太湖、巢湖、滇池)的监测和治理。“三河三湖”流域是中国人口最稠密的地区之一,是中国重要的工农业基地和政治文化中心。由于近年来经济的快速发展和人口剧增,工业、农业和生活污染物的排放使该流域受到了严重污染。

在进行治理改造环境的同时,我们应该考虑由局部的污染防治进入区域的生态系统协调,环境监测需要采用高新技术手段,由点源观测扩大到面源扫描,由定点采样到连续自动记录。高光谱影像由于能反映丰富的地面信息,使大范围、区域性环境定量监测成为可能,因而为提高环境监测质量带来了新的希望。遥感技术从定性为主向更高精度的定量遥感发展,同时其所拥有的巨大的信息量,为其向更广领域的拓展提供了巨大的潜力。

3 结 语

目前世界上已有22个对地观测卫星在运行,未来10年已列入各国计划的还有56个。21世纪将有大量的遥感卫星、全球定位卫星和数字通讯卫星,特别是超波段、高几何分辨率的卫星。21世纪是信息的社会,环境监测的综合性、区域性、动态性都很强,对信息 (下转第42页)



由 4 条基线一个点减为 8 条基线一个点, 因此控制点的数量增加有限。内业测图工作量并不与像对数量成正比, 内业工作量增加不到 2 倍。

2) JXD45 追求的是大的视场角, 5 k 方向相当于焦距为 150 mm 的传统相机, 4 k 方向相当于 200 mm 焦距的传统相机。低的飞行高度, 焦距只有 35 mm; 在高楼大城市区域拍照正摄影像时, 投影差太大, 不合适, 而作向量测图时没有影响。

3.3 解决上述缺点的出路

3.3.1 为解决覆盖小, 像对数加多, 正在研制更大视场角的相机 (如 JXD58), 既保留云下拍摄优点、覆盖又与传统相机相当。

3.3.2 拍摄时带 DGPS 对天线进行无分量安装, 暂不安装光纤陀螺, 而是每次上天顺便拍摄架构航线, 这样就可以大大减少外业控制点, 甚至不要外业控制点。

3.3.3 研制新一代面向区域自动跨像对的全数字 JXDPS 作业的工作量与像对无关, 只与区域面积有关。

3.3.4 目前的成图放大倍数是按传统相机设计, 而数码相机潜力巨大, 经过一定生产试验后, 可以大胆提高航高拍摄可获得大的覆盖面积。

3.3.5 生产可更换镜头的数码相机, 这样就可以用同一套数字后配备不同的镜筒、镜头来实现长焦、短焦的更

换, 解决大城市的高楼投影差问题。

4 结 论

此次试验的成功, 使我国航空摄影测量由胶片时代迈进了数码相机时代。超轻型飞机的使用、手持 GPS 布地标、RTK 像控点测量、GPS 定点导航型航拍、自动相关软件检查航向旁向漏洞、GPS 定点补拍、空三、正射均在测区一次完成, 大大缩短航测成图周期, 并满足了大比例尺成图的精度要求, 加快了航测内外业一体化的进程。

参考文献:

- [1] 张祖勋. 航空数码相机及其有关问题 [J]. 测绘工程, 2004 (6): 1—5.
- [2] 冯文灏. 数码相机实施摄影测量的几个问题 [J]. 测绘信息与工程, 2002 (3): 3—5.
- [3] 毛志红, 王晓临. 石家庄市航空摄影测量综述 [J]. 测绘通报, 2001 (5): 24—26.
- [4] 萧敏凯, 等. 航测内外业一体化的探讨和实践 [J]. 遥感信息, 2000 (4): 78—80.
- [5] L. ZHANG, A. GRUEN. Sensor Modeling for Aerial Triangulation with Three-Line Scanner (TLS) Images [C] // Commemorative Volume for the 60th birthday of Prof. Dr. Armin Gruen, 2004.

[责任编辑: 栾丽杰]

(上接第 34 页)

的需求是不言而喻的。而我国也准备发射高分辨率的海洋卫星和资源卫星用于区域环境监测。

遥感技术在环境监测中应用的基本趋势是航空、航天遥感数据和图像与全球定位系统、地理信息系统在网络上实现一体化。此外, 海量的数据处理及二次开发环境监测半自动或全自动软件, 具备自动识别、快速智能、制图、预报的功能, 这可为区域的可持续发展提供决策信息。

参考文献:

- [1] 浦瑞良, 宫鹏. 高光谱遥感及应用 [M]. 北京: 高等教育出版社, 2000.
- [2] 张均萍, 张晔, 周迁显. 成像光谱技术超谱图像分类研究现状与分析 [J]. 中国空间分析技术, 2001, 23(1): 37—44.
- [3] 胡著智, 等. 遥感技术与地学应用 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1999.
- [4] 范学炜, 等. 成像高光谱数据在赤潮检测和识别中的应用研

究 [J]. 国土资源遥感, 2003 20(3).

- [5] 万余庆, 等. 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 26(3).
- [6] Saunders JS, Jupp DLB. Mapping Optical Water Quality of the Hawkesbury River Using CASI Airborne Spectrometer Data [C] // Presented at the 7th Australian Remote Sensing Conference, Melbourne Australia March 12—14 1994.
- [7] Jupp DLB. The Use of Highly Discriminating Spectral Information for Mapping and Monitoring Optical Water Quality and Shallow Benthic Cover [C] // Presented at 8th Australian Remote Sensing Conference, Canberra 25—29 March 1996.
- [8] Jupp DLB. Detection, Identification and Mapping of Cyanobacteria Using Remote Sensing to Measure the Optical Quality of Turbid Inland waters [J]. Aust Mar Freshwater Res 1994 45: 801—828.
- [9] 范文义. 荒漠化程度评价高光谱遥感信息模型 [J]. 林业学报, 2002 (2): 61—67.
- [10] 谭炳香. 高光谱遥感森林应用研究探讨 [J]. 世界林业研究, 2003 16(4).

[责任编辑: 栾丽杰]