

遥感技术在环境科学与工程应用中的进展

Progress of the Application of Remote Sensing Technology in Environmental Science and Engineering

施益强¹ 陈崇成¹ 陈玲²

(福建省空间信息工程研究中心¹;福州大学环境与资源工程系² 福州 350002)

“遥感”(Remote Sensing)这个术语最早是由美国人 Evelyn L. Pruitt(1962)在“环境遥感”(Remote Sensing of Environment)专题讨论会上提出并被正式采用的。自1972年美国第一颗地球资源技术卫星(ERTS-1)成功发射并获取了大量地球表面卫星图像后,遥感技术便开始在世界范围内迅速发展和广泛应用。通常把通过某种传感器,在不与被研究对象直接接触的情况下,去感测获取其特征信息,并对这些信息进行提取、加工、表达和应用的科学与技术称为遥感技术。遥感技术是新兴综合性科学技术,它集中了空间、电子、光学、计算机、生物学和地学等科学的最新成就,是现代高新技术领域的重要组成部分。遥感技术的出现,揭开了人类从外层空间观测地球的序幕,为人类认识国土、开发资源、监测环境、研究灾害、分析全球环境变化等提供了新的途径。

一、遥感技术在环境科学与工程应用中的优越性及范围

1. 遥感技术在环境科学与工程中应用的优越性

遥感技术的发展,是以传感器、遥感平台、图像增强、信息传输和数据处理等技术领域的重大进步为支柱的。对环境研究来说,其优点可归纳为以下几点。

(1) 高 指用高空鸟瞰的形式进行探测,洞悉地面调查的禁区和死角,把大面积的环境状况尽收眼底,提高了调查的彻底性和全面性。

(2) 远 指以远距离观察对象的方式进行探测,因而不损害研究对象及其环境条件,保证了观测资料的客观性。

(3) 多 包括多点位、多谱段、多时段、多高度的遥感影像和“多次增强”的遥感信息。多点位成像,使人们对遥感图像进行立体观察成为可能。多谱段,一是指能获取从紫外、可见、近红外到远红外和微波等不同波段的信息,把不可见光现象转化为可见的影像或可以运算的数据,拓宽了人眼的观察领域;二是把可见光波段划分为单色光或更小的波段,更详尽地暴露全色光现象的细节,提高了人眼的观察精度。多时相就是对同一目标进行多次的重

复遥感,提供现象在时间轴上演化的轨迹。多高度就是指从地面、高地、低空、高空及宇宙空间等不同高度对现象进行遥感,为环境研究提供依据。遥感信息的“多次增强”是指不同类型的遥感影像的各种匹配组合及其光学和数字处理,即通过因素的综合和分解、数据的运算和交换,提高遥感分析的效率和精度。

因此,在环境领域研究中遥感技术能提供空间和时间上连续的区域性同步信息。这些信息在因素相关上具有综合性和系统性、在时间演化上具有瞬时或同步的性质,体现了遥感技术应用的优越性。

2. 遥感技术在环境科学与工程中应用的范围

从遥感应用范围发展来看,遥感技术首先在资源宏观普查和动态监测上获得应用,而后才扩展到环境生态、环境污染等方面。20世纪90年代以来,环境遥感技术应用领域越来越广。从陆地的土地覆被变化、城市扩展动态监测评价、土壤侵蚀与地面水污染负荷产生量估算、生物栖息地评价和保护、工程选址以及防护林保护规划和建设;到水域的海洋和海岸带生态环境变迁分析,海面悬浮泥砂、叶绿素含量、黄色物质、海上溢油、赤潮、热污染等的发现和监测,珊瑚和红树林的现状调查和变化监测,堤坝的规划与水沙平衡分析,水下地形地貌调查以及水域初级生产力的估计;再到大气环境遥感中的城市热岛效应分析,大气污染范围识别与定量评价,大气气溶胶污染特征参数化,全球的水、气、化学元素等的循环研究,全球环境变化以及重大自然灾害的评估等,几乎涵盖整个地球系统。

二、遥感技术在环境科学与工程应用中的进展

1. 陆地环境遥感

陆地环境遥感目标的范畴很广,实际上包括了地表生物圈、人文圈、岩石圈等领域。其中最为人类所关注的是利用遥感技术进行土地利用/土地覆盖(LU/LC)和城市生态环境的分析研究。

土地利用/土地覆盖的遥感分类是环境遥感的一个重要应用研究方向。20世纪80年代的土地覆盖遥感工作主要是基于传统的统计聚类方法,着重于土地类型的分析解译以及相应的光谱特征的描述。由遥感数据解译编制的土地覆盖图虽可以满足

某些应用目的,但其信息量有限,且很少涉及土地覆盖与其他自然景观要素的联系。针对这一局限性,Loveland等提出了所谓“灵活的土地覆盖数据库”的概念。这一新的土地覆盖分类策略在美国及全球1公里土地覆盖数据库的研制中得以应用,并取得了成果。

近年来出现了不少研究土地遥感影像分类的新方法,主要代表有决策树法、多元数据挖掘分析法、多元数据专家系统和计算机识别法及人工智能神经网络分类法等。Friedl等提出了土地覆盖分类的不同决策树法,并认为决策树法是一种非参数法,不受数据分布的严格限制,具有灵活、分类精度高等特点。邱凯昌等提出了一种归纳学习与传统分类法结合的基于空间数据挖掘的遥感影像分类法,能较好地解决遥感影像分类中同物异谱、同谱异物等问题。专家系统与计算机识别方法虽已在许多小范围的遥感影像分类研究中得到了应用,但还远未达到实用阶段,在全球和大区域土地覆盖遥感应用的领域中还未见报道。此外,Erol等改进传统的监督分类法,提出了多目标的基于块-块或像素-像素概率密度函数相比的多波段遥感影像分类新方法。杨存建等提出了一种基于知识的遥感影像土地利用分类法,该法不仅可促进GIS数据更新的自动化,还可以得到比常规最大似然法高的分类精度。

由于神经网络遥感影像分类方法较传统的统计分类方法,具有不受特征空间高斯正态分布的约束,具有更高的分类精度、更快的处理速度并能在分类过程中引入先验知识、物理约束、模糊规则、处理混合像元以及加入不同类型的空间数据等优势,所以开始被广泛地应用于土地覆盖分类。Ito等采用自组织神经网络模型和统计模型相结合进行遥感影像分类。靳文戟等结合多层神经网络和无监督分类算法提出了分级复合分类法,该算法适合于多类别遥感影像识别。Mannan等提出利用模糊神经网络监督分类法。骆剑承等融合了参数化统计分布模型和非参数化线性感知器映射模型的优点,初步提出了基于径向基函数(RBF)映射理论的神经网络分类法,并认为该法在学习速度、网络结构、融合领域知识等方面与BP神经网络方法相比具有一定优势;此后又在综合基于常规数理统计、人工神经网络、知识逻辑推理等的遥感影像分类方法后,提出了遥感地学智能图解模型支持下的LU/LC分类法,为实际遥感影像自动解译提供一种新的工作思路。Murai等建立了一个具有模式识别和错误校正功能的影像分类系统,由基于神经网络的分类系统和基于知识的后校正系统组成,并得到试验。贾永红等应用动量法和学习率自适应调整的策略,改进了BP神经网络遥感分类法。李强等提出基于人工神经网络和经验知识的遥感信息分类综合法,对森林类型划分、土地利用调查等遥感应用专题的分类精度有明显提高。熊桢等提出了一种用于高光谱遥感影像分类的高阶神经网络算法。毛建旭等提出基于模糊高斯基函数神经网络的遥感影像分类法,其精度也明显高于传统的最大似然法。

城市是人类主要的生存环境,遥感技术在城市生态环境变化及其动态扩展监测方面的应用备受关注。用于城市生态环境演变和城市动态变化监测

的遥感影像数字处理方法很多,不同的环境条件和应用目标,选用不同的算法和波段组合,并且各有优缺点。近年来主要的进展表现在传统方法改进和新方法不断出现两个方面。Ridd等提出一个新的称为Chi Square转换法用于城市环境动态监测。黎夏等利用多时相遥感影像叠置后的主成分分析法,提高了土地利用变化的遥感监测精度。Bruzzone等首次提出多波段选择利用变化检测方法,该法充分利用未参与检测的波段以达到消除配准噪音。Bhattacharya等对向后传播神经网络法进行了改进,用于道路类特征的变化检测。Hame等对两个时相的遥感影像进行先后两次非监督集群分类且作了对比后用于植被变化检测。陈本清等利用分类后比较法进行了厦门市城市热岛、地表湿度、植物覆盖、水体以及交通等城市环境因素的动态监测,分析和评估了厦门市的城市扩展和城市化进程。

2. 水域环境遥感

20世纪70年代开始,一些国家应用航空遥感监测海岸带污染,应用卫星遥感监测区域性的海上溢油、赤潮事件。80年代以来,开始利用卫星遥感监测污染浓度场的变化和污染环境的影响评价。遥感技术在海洋环境中的应用主要涉及海洋水文、气象、生物、物理以及海洋动力、海洋污染、近岸工程等领域。遥感技术通常在获取海洋深层信息是比较困难的,这也正是海洋遥感面临的一个难题。

水色遥感方面的重点是在近岸海水和海岸带。主要应用于污染物排放选址、水环境评价、环境污染事件(溢油和赤潮)、水体泥砂、浑浊度、叶绿素、黄色物质等的识别与监测。Tassan对近海、入海河流-海水交界的悬浮泥沙、叶绿素含量、黄色物质的遥感卫星TM影像的信息提取以及相应的分层遥感信息模型、大气订正分层等进行了深入的研究。很多学者对于悬浮泥沙浓度提取的研究工作进展、各种关系模型原理、遥感平台选择、提取误差分析等进行了介绍和总结。潘德炉等通过研究叶绿素、悬浮泥沙和黄色物质等海洋水色主要因子,分别从可见光波段和荧光波段对辐射的贡献出发,发展了海洋水体离水辐射率模式。曹文熙等分析了叶绿素、黄色物质和无机悬浮颗粒等要素对海水光谱反射率的贡献,在此基础上,利用主成分分析法,通过对光谱反射率数据的特征向量变换和主因子回归,建立了反演南海海水叶绿素和溶解有机碳的遥感算法。

水体污染物的提取和分析开始向技术集成、平台综合、算法优化、结果定量等方向发展,人工智能技术开始应用于提高污染物的定量提取的方法上,并且非常重视新概念、新理论、新参数的发展,应用范围也已突破近岸海水和地表水体,开始拓宽到地下水补给区的识别上。El Raey等采用非监督分类定训练区改进最大似然监督分类和专题主组分变换(TPC)的方法,进行了近海污染评价。Ferrier成功地利用AVIRIS机载高质量影像光谱数据圈定西班牙南部Rodaquilar金矿区因尾矿堆放渗滤和扩展引起的环境污染范围和含铁组分分布。Keiner等利用3层神经网络模型建立浑浊沿岸海水的水质参数与TM反射光谱信息之间的转换函数来估算海面的叶绿素、沉积物含量,并指出由此得到的非线性转换

函数优于传统的回归分析模型,具有广阔的前途。Hoogenboom等则进行了AVIRIS数据用于海岸带和内陆水体中叶绿素估计的灵敏度分析。Woodruff等尝试利用海水光衰减系数 K_{PAR} 与反射率 R_D 之间的半解释方程进行复杂光学特征的海湾水体透明度的遥感估计。

近年来遥感技术应用于赤潮、溢油监测的研究受到有关方面的关注。黄韦良等利用SeaStar卫星资料开展海域赤潮监测和多要素实时遥感预测的研究,成功地预报了1997年7月发生在浙江嵊泗海区的夜光藻赤潮和1997年11月发生在广东沿海的金囊藻赤潮。国家海洋局(1998)也成功地对渤海发生的赤潮进行了动态观测和遥感影像制图。陈晓翔等认为赤潮的监测和预报必须依靠多层次的海洋观测系统和多学科的综合研究才能实现。在溢油方面,张永宁等利用AVHRR和TM资料,对几次海上溢油事故的油膜图像进行处理和解译,得到较为清晰的与事故现场调查结果相吻合的溢油影像。Espedal等研究了利用SAR图像进行溢油事故遥感监测的新方法,对解决油膜厚度等能提供较大的帮助。现在应用遥感技术已经能够对海面油膜的覆盖范围和厚度、溢油数量和油种进行监视测量。

3. 大气环境遥感

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,对灾害性天气气候以及全球环境变化的监测和预测都具有极为重要的意义。由于遥感技术本身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。城市尺度上的研究,目前还是集中在城市热岛效应、大气订正、气溶胶厚度定量计算和大气环境污染的定性识别上,较少涉及大气环境污染程度的定量研究分析上。

城市热岛效应是城市环境遥感经久未衰的研究课题。城市热岛的遥感研究主要是通过对城市下垫面的热红外遥感来进行的。1965年Chandler发表了第一张完整的城市热岛气温分布图,揭示了城市热岛水平结构。利用热红外遥感信息进行城市热岛及其环境效应的研究具有独特有利之处,国内外众多学者对此作了大量的研究。自1980年以来,我国分别在天津、北京、上海等地进行过城市环境遥感、城市热岛形成和漂移分析等试验。目前城市热岛研究,开始注重利用遥感信息模型和大气污染迁移扩散数值模拟相结合的方法进行城市热岛时空分析和预测模拟。

大气校正是空间对地遥感定量地获取地面真实反射率必须进行的重要步骤,在遥感数据深加工和处理之前均须进行必要的大气和几何校正。Kaufman对大气订正理论和方法作了详细的介绍,并提出了可见光和近红外影像的自动大气校正算法。胡宝新等提出了BRDF大气订正环方法。秦益等发展了能够适用于计算与方位有关的辐射强度。

大气气溶胶是一种很重要的大气成分,而气溶胶散射光学厚度则是气溶胶粒子各个特性参量的综合效应。要利用遥感数据精确测定大气气溶胶光学厚度是一个十分困难的问题。计算大气气溶胶光学厚度的方法很多,不同的方法适用的条件、内容不同,亦各有优缺点。Sifakis等提出求取气溶胶光学

厚度的新方法——温度衰减法。刘广员等提出的双通道算法除了能较好地应用于均匀洋面上,还能较好地应用于各向同性程度很高的白沙等地区。

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等对法国西部城市Mantes研究后得出:遥感表观温度与BP总量高度相关,与 SO_2 一次浓度也存在着一定程度的相关,并且发现各组分 NO_2 、 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订正时必须考虑这种城市大气污染效应。此外,Cao等利用SPOT和TM数据通过耦合植被天窗的叶面反射遥感信息模型和叶面去除酸沉降模型进行区域气态物质干沉降模拟;Keller等已成功利用SPOT XS3数据与大气污染物扩散模型联合对高速公路引起的降尘负荷分布进行定量计算。这些试验研究为促进遥感城市环境污染的定量刻画和评价提供了很有益的帮助。

三、环境遥感技术的发展趋势

遥感技术问世30多年来,以应用为导向,技术方法与手段日臻完善,应用深度和广度也在不断拓展。一系列新构思、新理论、新技术和新工艺的发展,如光谱信息的成像化、雷达成像的多极化、光学探测的多向化、地学分析的智能化、环境研究的动态化以及资源研究的定量化,都极大地促进了遥感由定性向定量、由静态研究向动态研究的方向发展,明显地提高了遥感的实时性和运行性。遥感技术正在向“多尺度、多频率、全天候、高精度、高效快速”的目标发展。

1. 遥感影像获取技术的发展

从技术上讲,遥感总是在解决空间分辨率和光谱分辨率这一对矛盾中前进的。空间分辨率向米级发展、光谱分辨率进一步细化、微波遥感向多极化、多波段及多种工作模式的发展,这些都将促进遥感数据精度的提高,并将进一步扩展遥感技术的应用,特别是在城市环境动态监测与定量评价上。

(1) 随着高性能新型传感器的研制开发水平的提高以及环境资源遥感对高精度遥感数据要求的提高,高空间和高光谱分辨率已是卫星遥感影像获取技术的总发展趋势。对于遥感传感器的改进和突破将主要集中在成像雷达和成像光谱仪(以其卓越的光谱分辨率使得在光谱域内进行定量遥感分析和研究地物化学成份成为可能)两个热点。高分辨率的遥感资料对地质勘探和陆地、海洋生物资源调查将十分有效。

(2) 雷达遥感技术将会得到更广泛的应用。雷达遥感具有全天候全天时影像的获取能力以及对一些地物的穿透能力,能在对地观测领域中发挥其他手段所难以发挥的作用,因此其已成为目前遥感的前沿领域。干涉雷达技术、被动微波合成孔径成像技术、三维成像技术和植被穿透性宽波段雷达技术将会在经过一系列实验、研究和发展之后成为下一世纪的重要遥感技术,成为实现全天候对地观测的主要技术手段,从而大大提高环境资源动态监测

的能力。

(3) 热红外遥感技术也将会得到广泛应用。开发和完善陆地表面温度和发射率的分离技术, 定量估算和监测陆地表面的能量交换和平衡过程, 将在全球变化的研究中发挥更大的作用。

(4) 以地球为研究对象的综合对地观测数据获取系统必将是当前发展的重要方向之一。该系统将由航天、航空、地面观测台站网络等子系统组成。它是一种具有提供定位、定性、定量以及全天候、全时域、全空间的数据能力的综合性技术系统, 可为地学研究、资源开发、环境保护、区域经济协调和持续发展提供系统的科学数据和信息服务。

2. 遥感信息处理方法及遥感信息模型的发展

遥感信息模型和先进技术的引进, 如神经网络、小波、分形、认知模型、地学专家知识与影像处理系统的集成等, 都将大大提高多源遥感数据的融合、分类识别以及提取的精度和可靠性。把统计分类、模糊技术、专家知识与神经网络分类有机结合构成一个复合的分类器, 将能大大提高分类的精度和类数。多源遥感数据(多平台、多层面、多传感器、多时相、多光谱、多角度和多空间分辨率)的融合和复合应用, 是当前遥感技术应用的重要发展方向之一。国内外很多学者研究过遥感信息融合技术, 如主成分变换融合、色彩变化融合、乘积变换融合、Brovey 交换融合、小波变换融合、决策层目标识别数据融合等。遥感信息机理模型的发展和拓宽, 特别是不确定性遥感信息模型与人工智能决策支持系统的开发与综合应用, 也将是一个重要方向。有学者认为遥感信息模型是集地形模型、物理模型和数学模型之大成, 是利用遥感信息和地理信息影像化的方法建立起来的一种可视化模型, 是一种注重知识表达和影像理解的模型。如唐军武提出了一种半分析的基于遥感反射率的多成分水色反演算法, 建立了一个三维 Monte Carlo 海洋光学模型。

3. “3S”一体化集成趋势

空间技术和计算机技术的发展、遥感和地理信息系统的各自优缺点、信息共享的需要、地球空间数据和生态环境数据具有的空间分布式、动态时序等特点, 将推动着“3S”技术的进一步融合集成。未来以遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)作为主体构成的空间信息集成技术系统将完成其从理论、方法、技术框架到实施步骤的研究和应用, 形成具有多维信息获取与实时处理特点的新的综合技术领域。“3S”一体化集成正向着快速、精确、实用和深入的方向发展。

全球定位系统为遥感对地观测信息提供准实时或实时的定位信息和地面高程模型; 遥感为地理信息系统提供自然环境信息, 为地理现象的空间分析提供定位、定性和定量的空间动态数据; 地理信息系统为遥感影像处理提供辅助, 用于图像处理时的几何配准和辐射订正、选择训练区、辅助关心区域等。在环境模拟分析中, 遥感与地理信息系统的结合可以实现两者的交互操作和相互配合, 并可实现环境分析结果的可视化。“3S”一体化集成将最终建成新型的地面三维信息和地理编码影像的实时或准实时获取与处理系统, 形成快速、高精度的信息处理流程。这对遥感技术在环境保护领域的应用

与发展具有深远的意义。

4. 高速、大容量和高精度的遥感数据处理系统的建立

未来空间遥感技术发展将导致传感器空间分辨率和光谱分辨率的大幅度增加, 并且随着“3S”一体化集成技术系统的投入运行, 资源与环境的遥感数据量和计算机处理运算量也将大幅度增加, 这就要求遥感数据处理系统必须具有较高的处理速度、处理能力和精度。面对这种发展趋势, 神经网络计算机和专家系统将为这种系统的建设提供强有力的支持。采用神经网络, 利用其全并行处理、自适应学习、联想功能等特点, 在解决计算机视觉、模式识别等特大数据量、信息特别复杂的问题上将表现出明显优于传统计算机处理的优势; 在认真科学地总结专家知识的基础上建立知识库, 将有利于专家系统在遥感图像识别中得到实际应用; 寻求和研究定量精确化的算法、新的理论以及发展快速有效的遥感数据压缩算法等也将会促进系统的建设。

5. 国家环境与资源信息系统的建立

建立国家环境与资源信息系统是环境遥感技术实用化的必然结果。国家环境资源信息是国家的重要战略资源, 环境与资源数据库是国家环境与资源信息系统建设的核心。由于当前缺乏全国性有关资源、环境、经济、社会之间相互作用与演变的时空分布与发展的基础信息, 因而难以在此基础上进行环境与资源定量研究和评价, 难以做到较准确掌握经济和社会发展对环境和资源所造成的冲击规模、强度和趋势以及资源环境对社会的反馈作用。为了改变这种被动局面, 有必要建立这样的信息系统以提高对环境和资源的宏观调控能力, 为我国经济和社会可持续发展战略、布局 and 趋势预测, 为资源管理、环境保护以及实现资源环境、经济、社会的宏观调控, 提供科学的数据和决策支持。

6. 国家环境遥感应用系统的建设

国家环境遥感应用系统将利用卫星遥感数据和地面环境监测数据, 建立天地一体化的国家级生态环境遥感监测预报系统以及重大污染事故应急监测系统, 可定期报告生态环境、水环境、大气环境的状况及污染趋势。环境遥感监测预报系统将由4个主要部分组成: 环境遥感地理信息系统是其支撑系统, 在各种应用软件辅助下实现环境遥感数据的存储、处理和管理; 环境遥感专业应用系统是其应用平台, 在环境专业模型支持下实现环境遥感数据的环境应用; 环境遥感决策支持系统是其最上层系统, 在环境预测评价和决策模型驱动下进行环境预测评价分析, 形成环境保护的辅助决策方案; 数据网络环境是其数据输入输出的开放网络环境, 实现环境海量数据的快速流通。

主要参考文献

- [1] 陈述彭, 童庆禧, 郭华东. 遥感信息机理研究. 北京: 科学出版社, 1998
- [2] 徐冠华, 田国良, 王超等. 遥感信息科学的进展和展望. 地理学报, 1996, 51(5): 385-397
- [3] 陈崇成. 基于空间信息集成技术的城市环境时空分析研究. 中国科学院地理科学与资源研究所博士学位论文, 2000
- [4] 刘纪远. 中国资源环境遥感宏观调查与动态研究.

生态工业园:我国工业可持续发展的战略抉择

Eco - Industrial Park: A Strategic Option of Sustainable Development of China's Industry

王兆华 王国红 武春友

(大连理工大学管理学院 大连 116024)

纵观全球各国工业发展历程,工业在为全球带来财富的同时,也给人类的生存环境带来了巨大的威胁。目前人类因工业直接和间接造成的生态和环境破坏主要有:大气污染;水污染严重和淡水资源缺乏;天然植被破坏严重;耕地沙化、退化;垃圾泛滥,固体废物污染;生物多样性锐减;化石能源和不可再生资源濒临枯竭;酸雨灾害严重;气温升高,灾害性的气候异常;臭氧层被破坏。这十大环境和资源问题给人类带来的危害,足以被称作“生态危机”,也是人类的生存危机。因此,如何使工业在为人类造福的同时不再产生负面影响已经成为一个迫切需要解决的问题。工业生态学是为综合解决工业发展过程中各种环境问题所采取的一种系统化、一体化的理论工具体系,以该理论为基础而建立的生态工业园是实践中最为成功的应用。在生态工业园内,各种业务上具有关联关系的企业聚集在一起,一家企业产生的废物将是另一家企业的生产原料,这些企业依照顺序形成一个高效率的闭环系统(Closed Loop System),既提高了经济效益又从根本上改善了生态环境。因此,生态工业园将是解决我国工业污染问题、实现可持续发展的一条可行途径。

一、我国工业发展现状分析

自改革开放以来,特别是近20年从计划经济向市场经济过渡和转型以来,我国的经济建设、工农业生产均有了突飞猛进的发展。从行业来看,能源、冶金、化工、建材等基础工业的年增长则更高,

这些企业一般来说均为重污染型的行业。从地域来看,城市仍是重点,特别是那些以粗放经营为主的资源型、工业密集型重工业城市。迅猛发展的乡镇企业,由于技术水平低,设备陈旧;单位产品能耗高、资源消耗大;污染物排放量大,污染源数量多、分布广;生产管理不善,造成资源能源严重浪费,环境污染严重,给污染控制和管理带来很大困难。从污染来源来看,虽然我国的生活污染和农业生产带来的污染有增加趋势,但当前污染物主要来自工业,工业污染物占排放总量的70%。因此在今后相当一段时期内,工业污染防治仍将是我国环境工作的重点。

我国的耕地、淡水、能源等人均占有率不及世界人均水平的1/3~1/2,而单位产品用水量比发达国家高5~10倍,主要工业产品能耗比国外平均高40%,过量使用的水、原料、能源既造成废物污染又额外消耗人力、物力和财力。因此,如何有效地防治“三废”将直接影响到我国工业发展的整体水平。在《中国环境保护行动计划》中指出:我国工业污染防治的主要目标是:有效削减有害物质的排放,努力降低万元产值的排污量,控制住废水中化学耗氧物质排放的增长,增加SO₂治理能力,提高工业废弃物的综合利用率,逐步开展有毒有害废物的集中处理,重点防治占全国工业污染负荷85%的约9000家重点污染源,污染控制的重点产业是化学工业、冶金工业、建材和轻工业。目前,我国防治工业污染的主要措施是加强对企业的技术改造、推广清洁生产,即对生产过程与产品采取整体预防性的环境策

- 北京:中国科学技术出版社,1996
- [5] 倪绍祥,查勇,蒋建军. 我国资源与环境遥感研究的进展与展望. 南京师大学报(自然科学版),1995,18(3):81-94
- [6] 冯筠,黄新宇. 遥感技术在资源环境监测中的作用及发展趋势. 遥感技术与应用,1999,14(4):59-70
- [7] 马蔼乃. 遥感信息模型. 北京:北京大学出版社,1997
- [8] 易秀. 遥感技术在城市生态系统分析和研究中的应用. 西安工程学院学报,2000,22(2):75-78

- [9] Ridd, M. K., Liu, J., A Comparison of four algorithms for change detection in an urban environment. Remote Sensing of Environment,1998,63:95-100
- [10] Phinn, S. K., A framework for selecting appropriate remotely sensed data dimensions for environmental monitoring and management. International Journal of Remote Sensing, 1998,19(17):3457-3463
- [11] Kim, H. H., Urban heat island. International Journal of Remote Sensing,1992,13:2319-2336

(责任编辑 肖庆山)

遥感技术的应用

(见施益强等人文)



- ▲ 福州市Landsat TM遥感影像(凌飞龙等, 2002年)
- ◀ 厦门市数字高程模型(陈崇成等, 2000年)
- ▼ 福州市Landsat TM遥感影像(凌飞龙等, 2002年)



封面简介

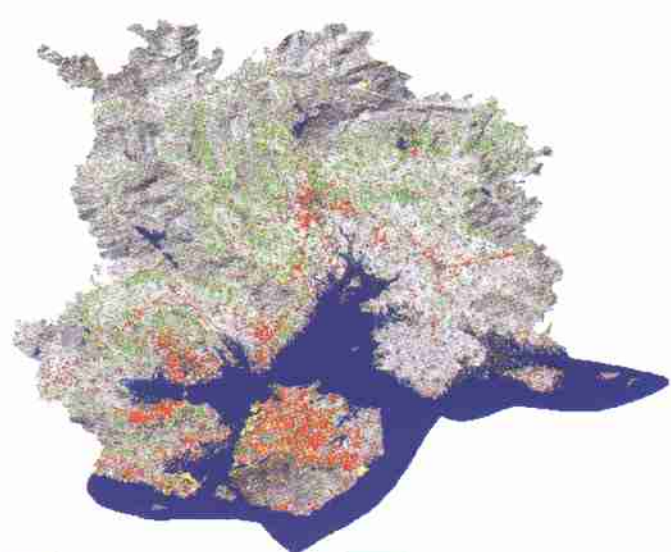
洪水灾害是当今世界给人类带来损失最大的自然灾害之一。据不完全统计,自1986年到1995年的10年中,在世界范围内,由洪水引起的国民经济损失约占有所有自然灾害损失总额的1/3,死亡人数约占自然灾害总死亡人数的一半以上。我国是一个洪水灾害影响深重的国家,1931年、1935年、1954年和1998年的特大洪水,给我国人民生命和财产造成重大灾

洪水特性与减灾方法研究

害。为给从根本上缓解我国防洪减灾面临的严峻形势提供理论依据,国家自然科学基金委员会及时立项,与长江水利委员会联合资助重大项目“洪水特性与减灾方法研究”,项目主持人:沈泰(长江科学院)、杨国录(武汉大学)。目前项目的进展良好。

遥感技术的应用

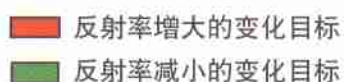
(见施益强等人文)



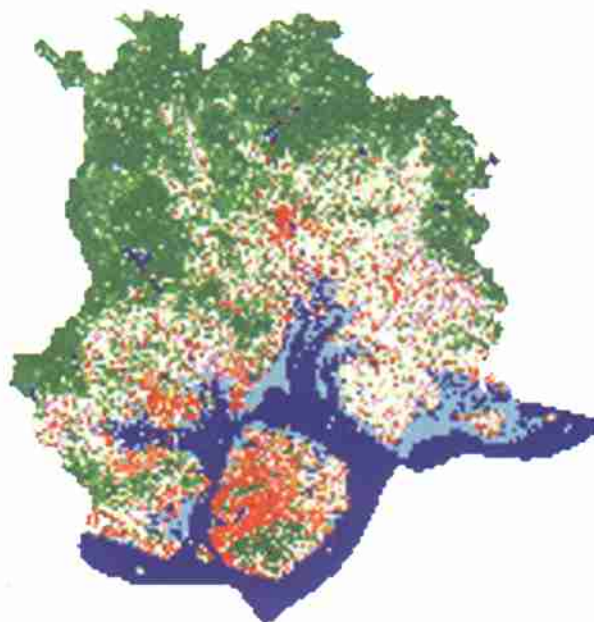
利用Landsat TM影像监测的厦门市1988~1998年土地利用变化(陈崇成等, 2000)



1995~2000厦门市植被变化图(陈本清, 2002年)。红色表示植被减少部分; 绿色表示植被增加部分



利用差值法得到的厦门市1988~1998土地利用/覆盖变化目标(陈崇成等, 2000年)



TM影像分类和专题信息提取得到的1998年厦门市土地利用/覆盖分布(陈崇成等, 2000年)