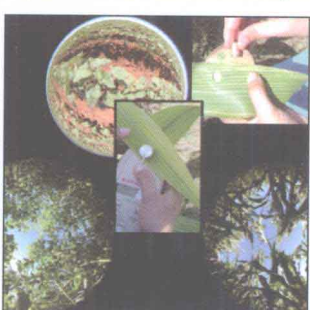
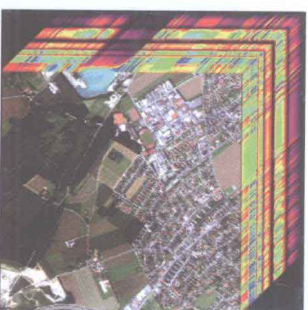
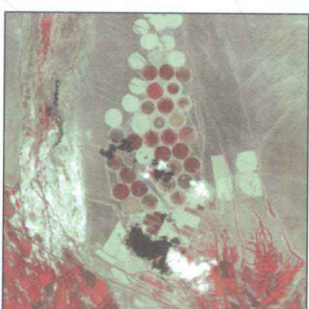
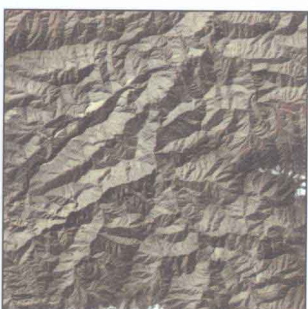
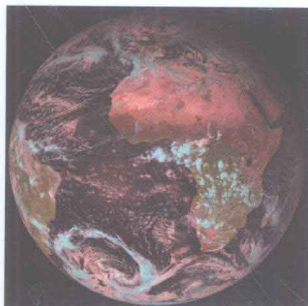


HUANJING
YAOGAN JIANCE YU YINGYONG

环境 遥感监测与应用

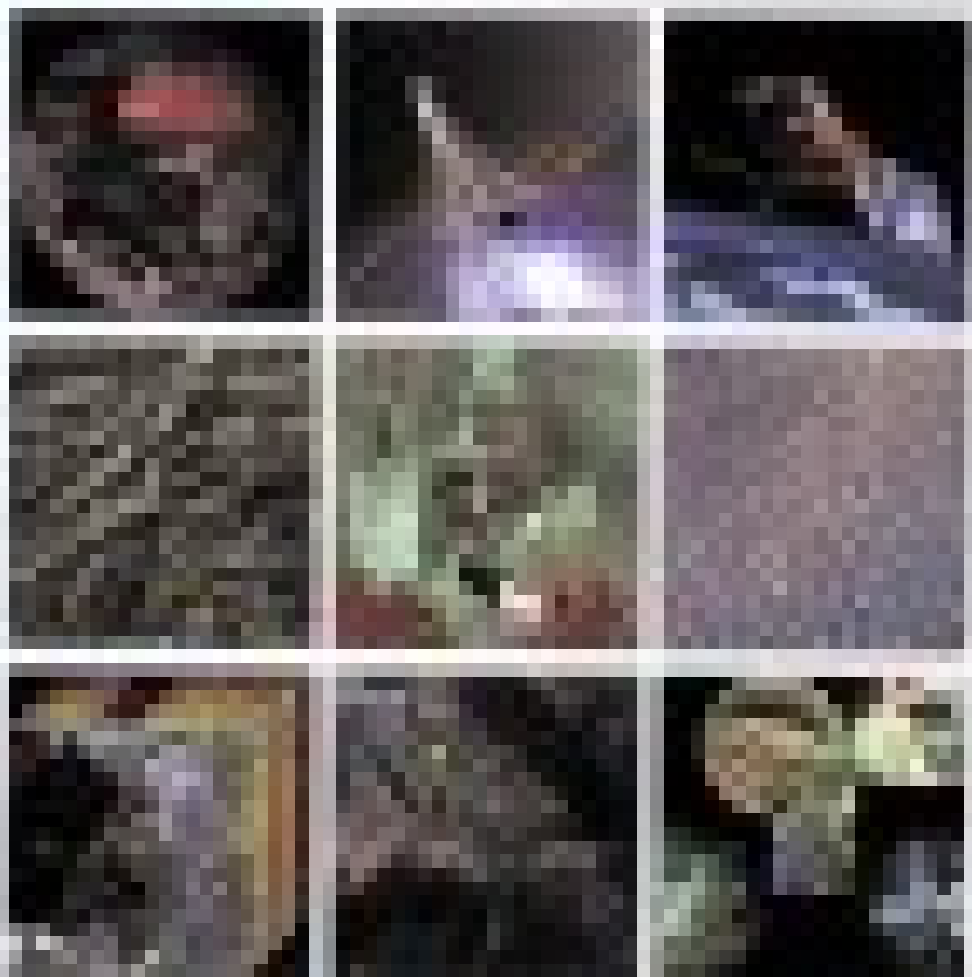
王文杰 蒋卫国 王维 侯鹏 等编著



中国环境科学出版社

环境 遥感监测与应用

环境遥感监测与应用



环境遥感监测与应用

环境遥感监测与应用

王文杰 蒋卫国 王维 侯鹏 编著
刘孝富 赵兴征 刘军会

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

环境遥感监测与应用/王文杰等编著. —北京: 中国环境科学出版社, 2010.12

ISBN 978-7-5111-0429-8

I. ①环… II. ①王… III. ①遥感技术—应用—环境监测 IV. ①X83

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 247310 号

责任编辑 葛 莉 王素娟

责任校对 扣志红

封面设计 玄石至上

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
联系电话: 010-67112765 (总编室)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)

印 刷 北京中科印刷有限公司

经 销 各地新华书店

版 次 2011 年 1 月第 1 版

印 次 2011 年 1 月第 1 次印刷

开 本 787×1092 1/16

印 张 20

字 数 450 千字

定 价 66.00 元

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载，侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题，请寄回本社更换

前 言

环保系统利用遥感技术开展区域环境监测、调查与评估工作始于 20 世纪 70 年代末期，主要利用遥感相片解译土地利用和判读云图，再根据土地利用类型分布特征来分析城市扩张对环境的影响、污水农业灌溉分布、海岸带环境变化，根据云图特征来分析大气过程对城市空气质量的影响。遥感应用停留在为科研、监测提供图片的一个辅助角色，应用深度为浅层次的目视判读解译，应用范围局限于局部区域，应用部门局限于科研院所。直至 20 世纪 90 年代末期，环保系统才开始系统地、大规模地利用遥感技术开展环境监测与应用工作。在总结多年环境监测综合技术研究与实践的基础上，中国环境监测总站最先提出了利用遥感、地理信息系统和全球定位系统“3S”技术开展环境综合分析、拓展环境监测领域的战略，并得到了原国家环保总局财政支持。1999 年，环保系统首个拥有多源卫星遥感数据、多比例尺基础地理数据和环境专题信息的遥感应用实验室在中国环境监测总站正式建成，首套极轨气象卫星地面接收系统投入运行，并以此为依托，开展了全国生态环境状况调查与评估、环境灾害监测与预警等监测与研究的工作。从此，遥感技术在环保领域进入了规模化、例行化阶段，遥感应用水平也从分类判读解译发展到以定量遥感反演、类型模式识别相互促进的阶段，遥感应用范围扩展到环境质量监测、生态监测、城市化监测、大型污染源监控、自然灾害评估、生物多样性保护等环境污染防治与生态保护相关领域。

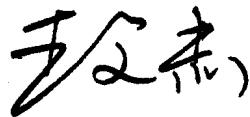
遥感的物理基础是电磁波，遥感技术核心是获取探测目标电磁波谱能量积分的能力，包括可探测目标的面积（空间分辨率）、可识别的光谱范围及光谱采样（光谱分辨率）能力。遥感目标的可探测性除了探测目标本身反射/辐射特征，还与探测目标与传感器之间的电磁波传输过程介质调置、遥感仪器等综合因素影响密切相关。因此，遥感信息的反演过程不是一个单纯物理学过程，而是一个在综合地物特征、辐射传输过程、遥感仪器等因素影响的电磁信号中去伪还真的过程。环境作为一个构成要素多样、要素组分复杂的系统，其特征目标多为痕量物质，特征光谱复杂、光谱响应信息弱，特征目标信息获取对遥感探测器专用性要求强、技术指标高，就目前遥感技术而言，环境痕量物质遥感监测难度大，探测技术尚不成熟。因此，我国环境遥感应用主要仍集中在生态环境监测、生物多样性监测、全球环境变化监测以及灾害环境影响监测等领域，其特征目标遥感机理清楚，探测目标信息反演与识别方法相对成熟；水环境和大气环境等领域中痕量物质遥感监测，由于商业化遥感专用仪器尚少，特征目标监测大多采用通用商业化传感器获取的数据，其反演机理、反演模式尚处于研究与探索阶段，反演模型与方法多以经验模型、半机理模型为主。

环境监测包括环境遥感监测和地面环境监测，环境遥感监测是环境监测的重要手段，不能替代地面环境监测，只是地面环境监测的拓展和补充。本书在分析环境遥感监测的业务需求、应用领域及发展趋势的基础上，通过系统介绍环境遥感的物理基础、地物光谱测量、数字图像处理及专题信息提取的理论与方法，从生态环境、水环境、大气环境与城市环境等领域探讨环境遥感监测与应用。本书强调遥感监测与地面协同的重要性，重视野外地物测量及相关环境信息的采集。

全书共分九章。第一章绪论，由王文杰、蒋卫国、张哲负责编写；第二章环境遥感物理基础，由王文杰、侯鹏、蒋卫国、赵兴征、吴春丽负责编写；第三章环境遥感光谱测量，由王文杰、蒋卫国、赵兴征、陈强、李雪、雷璇、温月雷、刘小岚、李泰然负责编写；第四章遥感数字图像处理，由蒋卫国、黄山、李雪、蒋韬、吴昊、许超、刘孝富、刘铤负责编写；第五章遥感专题信息获取，由蒋卫国、王文杰、李雪、陈强、黄山、雷璇、蒋韬、白雪负责编写；第六章区域生态遥感监测，由王文杰、王维、吴昊、白雪、刘军会、张哲、刘孝富、许超负责编写；第七章水环境遥感监测，由王维、张慧、蒋卫国、李雪、杨微石、温月雷、雷璇、郎海鸥、李甜甜、聂新艳负责编写；第八章大气环境遥感监测，由侯鹏、刘军会、蒋卫国、刘晨峰、马红旺、冯宇负责编写；第九章城市环境遥感监测，由刘孝富、许超、王文杰、王维、白雪、蒋韬、杨微石负责编写。全书由王文杰、蒋卫国、刘孝富负责统稿。

本书参考了大量国内外学者、科研院所及环保系统的研究成果，封面图片来源于欧洲太空局（ESA），在此表示衷心感谢。希望本书的出版能够对我国环保系统的环境遥感监测与应用起到促进作用，为环保系统的同事及高等院校的同学提供有益参考。但由于作者学识和写作时间有限，书中肯定还有不少错误和不足之处，恳请广大读者批评指正。

中国环境科学研究院
环境信息研究所



2011年1月15日于北京

目 录

第一章 绪 论	1
一、环境监测现状与发展趋势	1
二、环境遥感监测需求及其进展	2
参考文献	9
第二章 环境遥感物理基础	12
第一节 环境遥感系统	12
一、遥感探测与信息采集	13
二、遥感数据传输与接收	14
三、遥感数据处理与应用	16
第二节 环境遥感电磁辐射测量基础	16
一、电磁辐射与电磁波谱	17
二、电磁辐射度量的基本参数	20
三、辐射测量特性	22
四、辐射波谱特征	25
第三节 环境遥感电磁辐射传输系统	31
一、辐射传输系统结构	31
二、辐射传输的几何光学基础	32
三、辐射传输方程	33
参考文献	34
第三章 环境遥感光谱测量	35
第一节 光谱测量的主要影响因素	35
一、主要影响因素概述	35
二、目标地物特征的影响	36
三、环境因素的影响	38
四、仪器测量因素的影响	40
五、小结	42

第二节 光谱测量技术与方法.....	42
一、光谱测量方案设计.....	43
二、光谱测量操作.....	48
三、光谱数据处理.....	53
四、水体光谱测量.....	56
第三节 光谱数据库建设与应用.....	59
一、光谱数据库概述.....	59
二、光谱数据库的创建.....	60
三、国外光谱数据库概况.....	64
四、国内光谱数据库概况.....	66
第四节 实测光谱的应用.....	69
一、实测光谱应用概述.....	69
二、实测光谱应用实例.....	72
参考文献.....	78
第四章 遥感数字图像处理.....	81
第一节 遥感图像校正.....	81
一、系统误差校正.....	82
二、辐射校正.....	83
三、几何校正.....	89
第二节 遥感图像变换.....	94
一、图像空间变换.....	94
二、图像光谱变换.....	98
第三节 多源信息融合.....	102
一、像素级融合.....	102
二、特征级融合.....	107
三、决策级融合.....	108
四、多源信息融合.....	109
参考文献.....	110
第五章 遥感专题信息获取.....	112
第一节 目视解译.....	112
一、可见光图像目视解译.....	113
二、热红外图像目视解译.....	118
三、雷达图像目视解译.....	119
四、高光谱图像目视解译.....	121
第二节 专题分类获取.....	122
一、监督分类.....	122

二、非监督分类.....	125
三、神经网络分类.....	128
四、支持向量机分类.....	131
五、决策树分类.....	132
六、面向对象分类.....	133
七、分类提取实例.....	136
第三节 知识发现获取.....	141
一、概述.....	141
二、空间结构信息发现.....	143
三、光谱信息发现.....	145
四、定量反演模式.....	147
参考文献.....	150
第六章 区域生态遥感监测.....	152
第一节 区域生态遥感监测概述.....	152
一、生态环境遥感监测的现状与趋势.....	152
二、生态环境遥感监测原理.....	154
三、生态环境遥感监测的应用领域.....	156
第二节 土地生态分类技术.....	158
一、土地生态分类的原则.....	158
二、主要土地生态分类系统.....	159
三、土地生态分类的遥感信息源选取.....	162
四、土地生态分类信息的遥感提取方法.....	163
第三节 生态定量遥感监测.....	163
一、植被指数.....	163
二、植被覆盖度.....	168
三、地表反照率.....	168
四、光合有效辐射比率.....	168
五、地表蒸散量.....	169
六、地表温度.....	169
七、叶面积指数.....	170
八、植被生物量.....	170
九、植物生化组分.....	171
十、初级净生产力.....	171
十一、土壤侵蚀量.....	172
十二、土壤含水量.....	172
十三、景观指数.....	172

第四节 生态环境遥感监测应用与示范.....	176
一、西部生态环境调查与评价.....	176
二、三峡库区生态景观格局演变——以重庆开县为例.....	182
三、洞庭湖湿地生态系统特征与水禽生境适宜性评价.....	189
四、汶川地震生态环境影响评价.....	195
五、极端干旱气象对西南生态系统影响遥感分析.....	199
参考文献.....	205
第七章 水环境遥感监测.....	207
第一节 国内外水环境遥感监测现状与趋势.....	207
一、国外水环境遥感监测现状.....	207
二、水环境遥感监测在内陆水体污染监测中的应用.....	208
三、水环境遥感监测在海洋污染监测中的应用.....	208
四、未来发展方向.....	209
第二节 水环境遥感监测原理.....	209
一、水体的辐射传输原理.....	209
二、水体辐射信息.....	210
第三节 水环境遥感监测的指标与方法.....	212
一、水环境遥感监测指标体系的确定.....	212
二、水环境遥感监测主要指标的反演方法.....	213
第四节 水环境遥感监测的应用与示范.....	220
一、大型水体水环境遥感监测.....	220
二、流域非点源污染监测.....	232
参考文献.....	242
第八章 大气环境遥感监测.....	245
第一节 大气环境遥感监测原理.....	245
一、大气组分和结构.....	245
二、大气传输.....	247
三、吸收作用.....	247
四、散射作用.....	247
第二节 二氧化硫遥感监测.....	249
一、差分光学吸收光谱法.....	251
二、波段残差法.....	252
第三节 氮氧化物遥感监测.....	254
第四节 大气颗粒物遥感监测.....	257
一、气溶胶遥感监测.....	257
二、沙尘暴遥感监测.....	262

第五节 臭氧遥感监测.....	266
第六节 温室气体遥感监测.....	271
参考文献.....	274
第九章 城市环境遥感监测.....	276
第一节 城市环境遥感监测概述.....	276
一、城市中的生态环境问题.....	276
二、城市环境遥感监测研究进展.....	276
三、典型区选择与城市环境遥感监测指标体系.....	279
第二节 北京土地利用遥感监测.....	280
一、数据源.....	280
二、技术路线与方法.....	280
三、结果分析.....	283
第三节 北京市城市热岛效应遥感监测.....	286
一、数据源.....	286
二、技术路线与方法.....	286
三、结果分析.....	287
第四节 北京市水体污染遥感监测.....	290
一、数据源.....	290
二、技术理论与方法.....	290
三、结果分析.....	290
第五节 北京市大气污染遥感监测.....	292
一、数据源.....	292
二、技术理论与方法.....	292
三、结果分析.....	296
第六节 城市固体废物污染遥感监测.....	299
一、数据源.....	299
二、技术理论与方法.....	299
三、结果分析.....	300
参考文献.....	302
附录.....	305

第一章 绪 论

环境监测是伴随着环境污染的产生而发展起来的，至今已有半个多世纪的历史。国内外环境监测发展大体经历了以典型污染事故调查监测、以污染源监督性监测和以环境质量监测为主的三个阶段，现阶段表现为以地面监测为主、对地遥感监测为辅的综合性、集成性和立体性监测发展阶段。经过 30 多年的发展，我国环境监测已初具规模，形成了监测要素相对齐全、区域代表性科学、覆盖全国的环境监测网络；环境监测对象由单纯的环境要素理化监测扩展到以生态系统对象的生态监测；监测手段也由单纯的地面监测扩展到以地面监测为主、以遥感监测为辅的协同环境监测体系；环境监测广度和深度得到进一步提高。目前，我国环保部门已经建立了由 2 500 多个地面监测站构成的环境监测网，地面监测是环境监测的一种比较系统、常规、传统的监测手段；遥感监测是利用卫星等遥感技术远程监测地表环境，是一种新型的、高技术的环境监测手段，是地面环境监测的延伸与发展。同时，环境遥感监测也是研究区域环境现象发生、发展及变化机制的重要手段。

一、环境监测现状与发展趋势

（一）环境监测的现状

我国环境监测事业起步于 20 世纪 70 年代初期，随着管理“三废”工作的开展，各省市相继建立了环境监测站。经过 30 多年的发展，我国环境监测初步建立了以环境质量监测为核心的国家级环境监测网络，主要包括环境各要素的监测业务网络、监测管理网络、监测信息网络。同时，初步建立了具有中国特色的环境监测技术体系，主要包括环境监测学基础理论体系、技术路线体系、技术规范体系、分析方法体系、质量评价体系、质量管理体系六个体系（万本太，1995，2005）。

环境监测业务主要包括环境空气、地表水、地下水、近岸海域、噪声、污染源、生态环境、固体废物、土壤、生物等要素 200 多个项目的环境质量监测、污染源监测、污染物总量控制监测、污染源解析监测和环境污染治理工程效果监测等（万本太，2005；但德忠，2005）。

环境监测管理网络主要分为国家、省、市、县四级。2009 年，我国环保系统拥有 2 535 个监测站，其中，国家级 1 个、省级 39 个、市级 337 个、县级 2 158 个。我国的环境监测网络多为行政管理型，同时也组建了以环境要素为基础的跨部门、跨行政区的监测网络，如三峡生态环境监测网、“三江源”生态环境监测网、全国酸雨监测网、沙尘暴监测

网、国家海洋环境监测网等（但德忠，2005）。

环境监测信息网络主要包括数据报告、信息传输和在线监控网络系统（万本太，2005）。

（二）环境监测的发展趋势

目前，我国环境监测工作的主要任务是：①需要快速、准确、全面地摸清全国环境质量的现状和变化趋势，尤其是环境保护重点区域的生态环境质量现状和变化趋势。②需要摸清污染源主要污染物的排放总量。③需要摸清全国环境质量变化的原因，提出生态环境保护与污染防控对策。④需要加强环境污染事故的应急监测，形成应急响应技术支撑能力。⑤需要为我国环境履约工作提供环境监测技术支撑（李国刚，2004）。

为了更好地满足环境管理的需要、环境监测现代化的需要和环境监测的现实需求，更好地摸清环境质量现状和变化趋势、摸清重点污染源主要污染物排放总量和摸清环境质量变化原因，全面提升环境监测的现代化水平和科技保障能力，未来一段时间内，环境监测将围绕以下4个方面发展：

（1）环境监测天地立体化。现有环境监测主要是基于地面布点采样的物理或化学分析测量的方法进行，缺乏时空上的连续性。随着遥感、地理信息系统及全球定位系统等空间技术的快速发展，环境监测将从地面监测发展到空间监测，发展到天地协同监测。

（2）环境监测区域化、流域化及全球化。现有环境监测范围主要是点监测、断面监测与局地监测。现有环境监测站点主要分布在城市及重点地区和重点流域，站点稀少，代表性不够，难以全面、及时、准确地反映区域、流域及全球环境状况及其发展趋势。未来环境监测范围将从点监测、断面监测与局地监测，发展到区域监测、流域监测、全国监测、全球监测等大尺度监测，发展到数十公里、数百公里乃至数千公里范围监测。

（3）环境监测自动化、连续化及动态化。以前环境监测主要靠人工监测，这样既耗时间又耗精力，而且效率低。随着传感器监测技术、无线传输技术、在线监测技术等发展与应用，我国逐渐建立了城市空气质量自动监测系统、地表水质自动监测系统、污染源自动监测系统、近岸海域自动监测系统，从间断性监测逐步过渡到自动连续监测，从定点监测发展到连续监测，从静态监测发展到动态监测。

（4）环境监测早期预警化、应急响应化。目前我国环境监测主要是开展常规监测，对于环境质量变化的早期预警监测、突发环境污染事故的应急监测等方面的基础研究比较薄弱。对于生态环境质量变化的环境保护重点区域，要及早诊断、预测、预警其变化趋势与规律，提出环境保护与污染防控对策。对于突发环境污染事故要大力加强环境应急监测、应急响应的技术和预案研究，将常规环境监测发展到环境预警监测与应急监测。

二、环境遥感监测需求及其进展

（一）环境遥感监测的发展阶段

环境遥感是根据电磁波的理论，应用各种传感器对远距离目标辐射和反射的电磁波信息，进行收集、处理，最后形成信号或图像，从而实现了对地球表层系统中可探测的环

境要素、生态系统特征探测和识别的一种综合技术,是由对地观测技术发展而逐渐形成的一个新兴领域。

1962年,国际科技文献首先提出“环境遥感”一词。1964年,美国国家航空航天局、国家科学院和海军海洋局联合提出一个以地球为目标的空间观测计划,从空间研究地球环境。1967年,美国国家航空航天局制订了地球资源和环境观测计划。1972年,美国发射了第一颗陆地资源卫星 Landsat-1。1975年和1978年又相继发射了陆地资源卫星2号和3号。之后环境遥感技术得到了不断发展和应用,卫星携带的遥感仪器种类越来越多,波段覆盖了紫外、可见光、红外、微波等波段,地面分辨率由千米级发展到米级、厘米级,波谱分辨率由几百纳米发展到几个纳米,重访周期由月发展到几小时、几十分钟。

我国的环境遥感监测起步于20世纪70年代末期,与环境监测大体同步发展,至今已有30多年的发展历程,大致可划分为四个发展阶段。

第一个阶段为20世纪70年代末至80年代初,这一阶段是以学术探讨、调研实验、技术模仿为主,开展土地利用遥感分类以及环境污染监测为主(刘玉机,1997)。70年代末,我国已经尝试用遥感影像进行土地利用解译。到80年代初期,我国采用陆地资源卫星 MSS 数据编制了全国818幅1:25万土地利用图,全国1:200万土地利用卫星影像图(陈述彭,2007)。在环境污染监测方面,从1978年开始遥感影像被利用评估和监测海洋或海河口污染,特别是油污染,在此期间开展了渤海湾、胶州湾等石油污染遥感试验(郑胡德,1980;赵瑞夫,1980;郑全安,1980;邹景忠,1981)。在这些油污染遥感监测研究中,主要是向发达国家学习技术方法,大量采用国际上成功的遥感半定量试验研究方法(刘玉机,1997)。

第二个阶段为20世纪80年代中期至90年代初,这一阶段环境遥感的主要特征表现为土地分类精度逐步提高,污染监测对象从海洋扩大到内陆水体,再扩展到了大气、绿地、土壤重金属污染以及城市固体废物等。1984年和1986年随着美国陆地卫星5号及SPOT1卫星的升空,可供研究的遥感影像有了更多的选择,同时遥感影像分辨率也由此提高。由于历史数据的获取,开始了土地动态变化的研究(刘兴汉,1985)。土地遥感监测的精度和自动化水平得到了很大的提高,逐步建立了土地利用分类自动识别系统(李道清,1993)。同时水体污染遥感监测也逐步由海洋油污染扩大到湖泊富营养化(杨铨大,1984)、污染水体光谱特性(王西川,1988;孔庆瑜,1990),以及水体中特征污染物的遥感监测研究(贾兰有,1989)。与此同时,大气环境污染的遥感监测也取得了一些发展,20世纪80年代末张士林介绍了苏联利用激光遥感监测大气污染的情况(张士林,1989),梁保国等介绍了遥感解译主成分分析法在大气污染监测半定量化中的应用(梁保国,1989),邓新民等系统介绍了雷达技术在大气污染监测中的应用(邓新民,1991)。这一阶段虽在定性分析方面取得了进步,但在定量分析方面还存在很多的不足,因此环境污染的遥感监测还主要停留在模型与方法的研究上面,并没有得到广泛应用。

第三个阶段为20世纪90年代中期至21世纪初期,这一阶段是环境遥感的蓬勃发展时期。这个阶段是环境遥感技术进入实用化阶段。在实施资源、环境领域遥感项目经验的基础上,实施多层次遥感数据获取、数据分析处理、遥感数据综合应用及综合研究等。城市中心区、工业区、矿区由于其人口聚集区高,环境污染比较严重,成为遥感监测的

重点对象。城市大气环境、矿区大气环境以及受大气环境影响较为严重的植被成为首要的研究目标。1995年盛业华等对工矿城市地面热场进行了遥感调查,并对大气污染的影响进行了阐述(盛业华,1995)。之后,国内众多大气污染比较严重的城市如呼和浩特、佳木斯、本溪等相继开展了污染遥感监测示范研究(张韬,1995;于宝山,1996;戴昌达,1998)。遥感技术也被广泛应用在生态质量评价(任志远,1997;高志强,1998)、建设项目环境影响评价(蔡李,1997;薛联青,2000;刘秀云,2001)、城市规划与土地利用监察(朱霞,1997;洪宗设,1997;谭建军,1998)、自然保护区规划与监测(陆锋,1998;刘庆生,2001)、土壤侵蚀与荒漠化调查(涂军,1998)、生物多样性评估(郭中伟,2001)等方面。

第四个阶段为21世纪初至今,这一阶段是环境遥感最活跃阶段,也是深层次的发展阶段。这一阶段我国先后发射了中巴资源卫星、北京一号小卫星以及环境与减灾小卫星,加之国外高分辨率遥感卫星的普及化,以及数据挖掘手段的不断提高,使得环境遥感的应用领域越来越广泛,所取得的成果也越来越丰富。21世纪初启动的中国西部生态环境质量调查,获取了全国三个时相的土地利用矢量数据,以后几乎每年都能获取当年土地利用数据,为全国土地利用宏观动态研究奠定了基础。水污染遥感监测从传统的定性分析扩展到特征污染物浓度定量分析,如COD、悬浮物、叶绿素、有机物、总磷、总氮等指标(张霄宇,2005;黄家柱,2005;黄妙芬,2006;孙德勇,2009;温小乐,2009;杜聪,2009)。大气污染遥感监测也从宏观的气溶胶、臭氧等扩展到大气特征污染物浓度,如 CO_2 、 SO_2 、 NO_x 、 CH_4 及其他成分(魏合理,2001;杨朝刚,2007;王刚,2009;石广玉,2010)。针对地面垃圾堆放造成的环境污染和各大城市乃至乡村地带随处可见“垃圾围城”的普遍现象,遥感监测开展了工业和生活垃圾的堆放状况、堆放点分布、堆放点的面积、数量以及垃圾处理处置场优化等方面的研究(樊华,2004;赵敬,2005)。针对重点工程和开发项目还设立了长期的遥感动态监测机制,如三峡工程(杨武年,2003;孙丹峰,2003;刘爱霞,2009;董立新,2009)、南水北调工程(杨胜天,2002;沙占江,2009)、青藏铁路(张慧,2004;杨春艳,2005)等。

(二) 环境遥感监测的业务需求

环境遥感监测的业务主要包括:生态环境遥感监测、水环境遥感监测和大气环境质量遥感监测,这三大业务是环境遥感监测的具体需求和战略指导。

1. 生态环境遥感监测需求

国家要求从区域生态保护、生态保护监管、农村污染防治、土壤污染防治、生态示范创建等多个方面推进生态保护工作。结合国家生态保护工作重点,生态环境遥感监测开展以下方面的工作:

区域生态环境监测方面,一是利用遥感技术开展区域生态环境遥感调查,动态反映区域土地覆盖、生物物理参数(如植被指数、叶面积指数、生物量、净初级生产力、土壤含水量等)的时空变化;二是利用遥感技术支持区域生态功能区划,确定不同地区的生态环境承载力和主导生态功能,指导生态保护分区、分级、分类工作;三是对自然保护区、重要水源涵养区、洪水调蓄区、防风固沙区、水土保持区及重要物种资源集中分

布区等国家重点生态功能保护区进行动态监测；四是对天然植被、土地退化、草原沙化、湿地生态、海洋生态环境动态变化进行遥感宏观监控；五是对天然林保护、天然草原植被恢复、退耕还林、退牧还草、退田还湖、防沙治沙、水土保持和防治石漠化等生态治理工程进行遥感宏观监控。

区域生态环境质量评价方面，一是从生态安全、生态系统健康、生态环境承载力等方面对区域、流域生态环境质量进行系统的遥感评价；二是综合利用卫星遥感等数据对生态环境质量进行评估，对全国和重点区域生态环境质量进行定期评价；三是在遥感调查、监测、评价的基础上，对重点流域及重点生态功能保护区生态变化趋势进行预警，及时反映这些地区的生态安全状况和变化趋势。

城市生态环境质量监测方面，一是从城市景观要素构成与空间格局变化对城市生态影响监测与评价；二是对城市建设工程生态环境恢复措施进行监视性监测；三是对城市生态安全专项调查与监测（如饮用水水源区、城市垃圾堆放场、生态保护屏障、生物安全廊道、生物多样性、生物生境和生物丰度等）；四是对城市生态环境质量综合考核指标（可遥感监测指标监测）监测。

农村生态环境质量监测方面，一是开展土壤污染现状遥感调查与评价，针对不同土壤污染类型（重金属、有机污染等），选取有代表性的典型区（污灌区、固体废物堆放区、矿山区、油田区、工业废弃地等）开展遥感宏观监测；二是开展农村面源污染遥感监测，进行农产品产地环境变化遥感监控；开展重点流域、区域农村面源污染遥感调查，摸清农村面源污染负荷及特征；三是开展农产品生产基地和生产加工企业周边地区的环境变化遥感监测。

国家生态安全预警方面，一是利用遥感技术加强资源开发的生态环境监管，监控破坏地表植被的开发建设活动，监控水土流失，重点监控农牧交错区的土地退化和草原沙化；二是对资源开发活动的生态破坏状况开展系统的遥感调查与评估，开展生态敏感区域旅游开发项目的环境变化遥感监控；三是开展生态功能区、生态敏感区和脆弱区遥感监控，调查我国典型生态敏感区和脆弱区的类型与空间分布，对我国重点生态系统服务功能的变化进行监测；四是利用遥感技术监测和评估国家重大工程开发项目如三峡工程、南水北调工程、青藏铁路工程等的环境影响及其变化。

2. 水环境遥感监测需求

国家要求优先保护饮用水水源地，加快城市污水处理，加强工业废水治理，以流域治理为重点，全面推进水污染防治。结合国家水环境监测工作重点，水环境质量遥感监测开展以下方面的工作：

流域和近海海域水污染监测方面，以大型水体叶绿素、悬浮物、可溶性有机物、水温、透明度等遥感监测为重点，对淮河、海河、辽河、松花江、三峡水库库区及上游、黄河小浪底水库库区及上游、南水北调水源地及沿线、太湖、滇池、巢湖，以及渤海等重点海域和河口地区水环境质量进行遥感监测、预警和评价。

饮用水水源地环境监测方面，利用卫星遥感技术协助划定饮用水水源保护区，开展饮用水水源地环境状况遥感调查；开展水源地水土保持、水源涵养、面源污染遥感监测；对水源保护区上游建设水污染严重的化工、造纸、印染等大型企业群进行遥感监控。

工业废水排放监测方面，以沿江沿河的化工企业为重点，利用遥感技术调查有毒有害物质的工业污染源及工业污水排放口，并定期提交调查报告。

3. 大气环境遥感监测需求

国家要求以环保重点城市和城市群地区的大气污染综合防治为重点，努力改善城市区域的大气质量；以火电厂建设脱硫设施为重点，确保完成二氧化硫排放量减少 10% 的目标，遏制酸雨发展。结合国家环境空气监测工作重点，环境空气质量遥感监测需要开展以下方面的工作：

城市环境空气质量监测方面，以颗粒物，特别是可吸入颗粒物遥感监测为重点，对长三角、珠三角、京津冀等城市群及典型环境空气污染区域进行遥感监测、预警和评价。

酸雨和二氧化硫污染监测方面，以重工业区二氧化硫和氮氧化物排放遥感监测为重点，对大中城市及其近郊、酸雨污染严重和大气二氧化硫浓度不达标地区及大型燃煤电厂建设进行遥感监测、预警和评价。

工业废气污染源监测方面，以二氧化硫排放量较大的 6 000 多家国控重点污染源监测为重点，对煤炭、冶金、石油化工、建材等行业的工业废气污染源进行遥感监测、预警和评价。

温室气体监测方面，以二氧化碳、甲烷、臭氧等气体遥感监测为重点，对全球变化敏感区域与敏感生态系统的环境空气质量变化进行遥感监测、预警和评价。

农业区秸秆焚烧监测方面，以全国主要农业区为遥感监测的重点，对农作物秸秆焚烧进行监测和评价。

（三）环境遥感监测的应用领域

目前，环境遥感监测应用及其进展主要体现在宏观生态环境遥感监测应用、地表水环境遥感监测应用和大气环境遥感监测应用三个方面。

1. 生态环境遥感监测应用

生态环境遥感监测的应用主要以土地生态分类、生态景观、生态系统及生物多样性调查为基础，反映区域生态环境问题，并开展区域生态环境质量及生态建设成效评估。利用遥感技术可进行土地生态分类分区，我国已经建立国家、区域、局地三个尺度的土地生态分类分区体系，在全国范围内形成一级分区 32 个，二级分区 89 个，三级分区主要依据实际工作的需要具体展开。

利用遥感技术可以定量提取生态遥感参数，主要包括：植被指数、植被覆盖度、叶面积指数、光合有效辐射比率、植被生化组分、植物生物量、植被初级生产力、地表反照率、地表温度、地表蒸散、土壤含水量、景观指数等。

在土地生态分类分区及生态遥感参数的基础上，可以开展生态环境质量遥感监测与评价、生态交错带遥感监测与评价，城市生态遥感监测与评价、环境污染的生态效应遥感监测与评价、生物多样性遥感监测与评价、自然保护区遥感监测与评价、大型工程与区域开发遥感监测与评价、生态建设区遥感监测与评价、重要生态服务功能区遥感监测与评价、区域生态环境灾害遥感监测与评价、土壤退化遥感监测与评价以及全球环境变化遥感监测与评价等研究与应用，形成一系列生态环境遥感专题数据产品和应用数据产