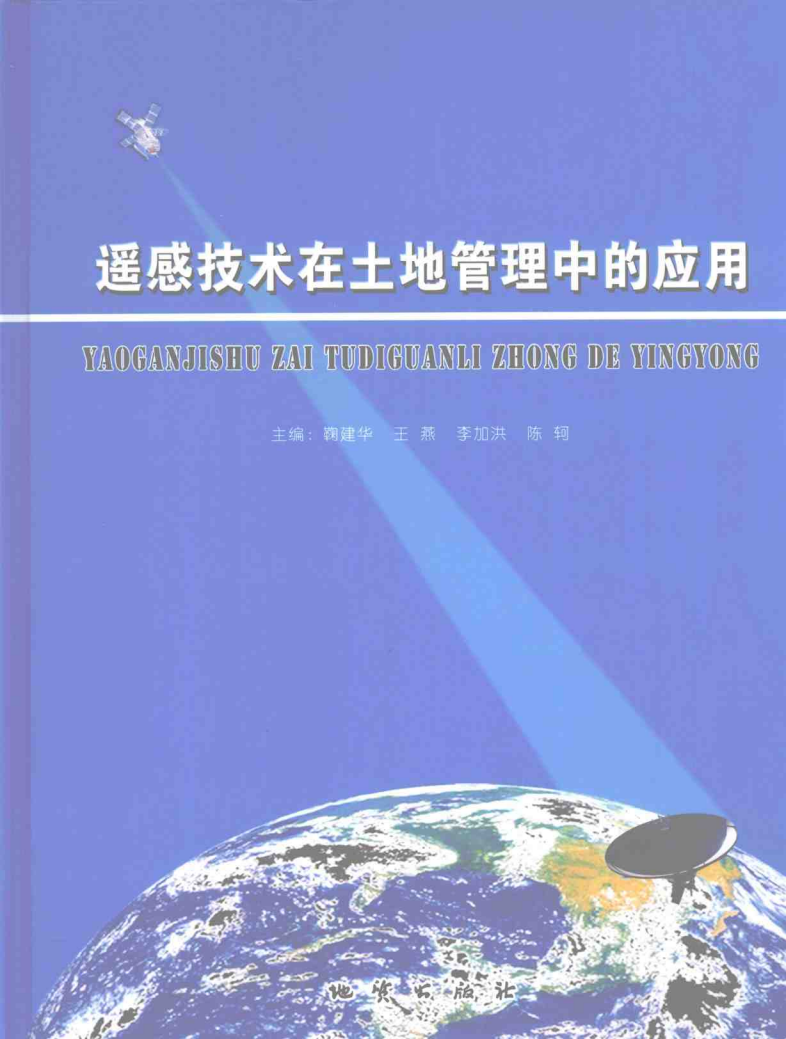




遥感技术在土地管理中的应用

YAOGANJISHU ZAI TUDIGUANLI ZHONG DE YINGYONG

主编：鞠建华 王 燕 李加洪 陈 轲

地 质 出 版 社

遥感技术在 土地管理中的应用

YAO GAN JI SHU ZAI TU DI GUAN LI ZHONG DE YING YONG

鞠建华 王 燕 李加洪 陈 轲 主编

地 质 出 版 社

· 北 京 ·

内 容 简 介

本书以通俗易懂的文字介绍了遥感技术在土地利用调查、监测与管理中的应用。全书共分上、中和下三篇。上篇为土地遥感概论,简要地介绍了遥感技术的基本概念及其主要应用领域。中篇为土地调查管理遥感应用方法篇,系统地介绍了包括土地利用调查基本方法及流程、土地利用现状分类、调查底图制作及室内解译、土地利用调查外业工作、土地调查数据库建设与数据汇总和成果质量评价及质量控制等土地利用现状遥感调查全过程。下篇为土地遥感应用展望篇,综述了高空间分辨率卫星遥感技术、高(超)光谱遥感与成像光谱技术、多角度遥感技术、微波遥感与 INSAR 技术和多源遥感协同探测与小卫星编队组网监测技术等国内外遥感新技术发展趋势。

本书可供遥感工作者及土地工作者阅读,并可供大专院校相关专业师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

遥感技术在土地管理中的应用 / 鞠建华著; 鞠建华等

主编. —北京: 地质出版社, 2009. 4

ISBN 978-7-116-06076-0

I. 遥… II. ①鞠…②鞠… III. 遥感技术—应用—土地
管理 IV. F301.2-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 052865 号

责任编辑: 王 璞 孙亚芸

责任编辑: 谭 英

出版发行: 地质出版社

社址邮编: 北京海淀区学院路 31 号, 100083

咨询电话: (010)82324508(邮购部); (010)82324572(编辑室)

网 址: <http://www.gph.com.cn>

电子邮箱: zhe@gph.com.cn

传 真: (010)82310759

印 刷: 北京地大彩印厂

开 本: 889mm×1094mm 1/16

印 张: 9

字 数: 240 千字

印 数: 1—2100 册

版 次: 2009 年 4 月北京第 1 版·第 1 次印刷

定 价: 98.00 元

书 号: ISBN978-7-116-06076-0

(如对本书有建议或意见, 敬请致电本社; 如本书有印装问题, 本社负责调换)

遥感技术在土地管理中的应用

主编：鞠建华 王 燕 李加洪 陈 轲

编委：(按姓氏笔画为序)

于 光 王智勇 李志忠 李增元

杨日红 杨清华 张登荣 张 志

周进生 周 伟 柴 渊 赵继成

赵瑞云 党福星 葛榜军

序言

近10年来,遥感对地观测技术获得了巨大的发展。多分辨率、多时相、高光谱、超光谱、短周期获取的覆盖全球的数字遥感图像的应用,标志着遥感科学的发展进入了新阶段。空间遥感已成为重要的国土资源调查监测手段,为国土资源管理工作的现代化提供了巨大支撑。今后的20年里,将有更多的不同类型的对地观测卫星发射,组成星座或星群,形成全天候、多角度、高分辨率、高光谱及日覆盖的卫星遥感观测系统,人类将可以实时地开展空间对地观测,进行地球资源与环境的调查、监测与研究工作。

国土资源是社会发展的基础,从20世纪70年代开始就在国土资源领域开展了遥感研究与应用工作,如在地质填图、矿产资源调查、土地利用调查与监测、地质灾害预警、地下水寻找等方面都广泛地应用了空间(航空和航天)遥感技术,取得了良好的效果,为国土资源规划、调查和评价提供了有力的技术支持。

1999年,国土资源部启动了连续12年的国土资源大调查,土地资源调查与监测工程是计划的组成部分,其主要目的是监测全国土地利用变化,特别是耕地变化情况;检查土地变更调查数据的真实程度和准确性;检查土地利用总体规划及年度用地计划的执行情况;为执法检查乃至为国民经济建设和发展提供科学依据。

进入21世纪,国土资源供需的矛盾愈加突出,这是社会主义初级阶段发展的阶段性特征在国土资源领域的反映,也是特殊的资源国情所决定的。我国长期形成的资源结构性矛盾和粗放型增长方式尚未根本改变。同时,我国人多地少,人均耕地只有1.38亩^①,不足世界平均水平的40%;矿产资源总体不足,人均探明储量只有世界平均水平的58%。土地、矿产资源开发利用粗放浪费的现象普遍存在,违法违规开发利用资源的行为屡禁不止,经济增长的资源环境代价过大。长此以往,将难以为继,必将严重影响可持续发展。这种阶段性特征和特殊的资源国情,决定了国土资源部门要将解决保障发展和保护资源这个“两难”问题放在首位,坚定地走科学发展的道路。

^① 1亩=666.6 m²。

国土资源部徐绍史部长多次强调,构建保障科学发展和保护资源的新机制,提高国土资源对经济社会全面协调可持续发展的保障能力。按照责权利一致的要求,应加强国土资源保护与合理开发利用的部省协调配合,明确地方政府的责任主体地位和中央职能部门的监管职责,推动建立国土资源行政主管部门与相关部门协调联动工作机制,使保护和节约集约利用国土资源成为全社会的共同责任;大力推进审批制度改革,建立基于卫星遥感影像图和现状图的网上监管统一平台,落实土地违法问责制,健全与人民法院、人民检察院、公安和纪检监察机关联合执法机制。落实保障发展和保护资源的新机制,破解资源开发和保护的难题,离不开科技的支持,尤其是离不开空间遥感技术的支撑。

在我国,遥感技术经过30年的发展和应用,为未来发展奠定了坚实基础。明显呈现出如下几个特点:①计算机技术的发展提高了数据处理速度,使海量数据的处理成为现实,为虚拟现实技术的实现提供了基础;②遥感应用的不断深入,对高分辨率数据产生了巨大的需求,推动了遥感市场的多元化;③互联网技术提高了数据分发速度和数据共享程度。

遥感技术的发展,为建立天上看、地上查、网上管的国土资源天地一体化监管体制的建立提供了保障,使我们对搞好国土资源管理工作充满了信心。

《遥感技术在土地管理中的应用》一书由中国遥感应用协会国土资源遥感分会和航空物探遥感中心组织国内长期从事遥感技术开发和土地遥感调查的专家共同编写,他们把多年从事技术研究的经验体会用通俗流畅的语言介绍给大家。全书内容丰富,不仅包含了遥感技术的原理和方法、航空航天遥感技术系统介绍,还包括了遥感图像的处理和信息的提取方法,更主要的是针对土地遥感应用的技术方法和流程做了全面深入的阐述,条理清楚,可操作性强。感谢各位专家的辛勤努力!

是为序。

北京市国土资源局副局长

中国地质大学(北京)兼职教授,博士生导师

许波奇 2008.12.15.

前言

建设中国特色社会主义,实现小康社会,必须全面贯彻落实科学发展观。科学发展观要求我们走生产发展、生活富裕、生态良好的文明发展之路,要求我们建立资源节约型、环境友好型社会,实现人口资源环境互相协调。经济社会发展对国土资源管理工作提出了更高的要求。

目前,空间遥感技术在地球资源与环境调查监测中的地位越来越重要,为各级政府的管理提供了有力的决策支持,并产生了巨大的社会效益。

为贯彻落实国土资源部“科教兴地”战略,实现保障发展和保护资源这一双重目标,统筹好国土资源与城乡建设的关系,按照《国土资源科技普及行动纲要》的要求,北京市国土资源局委托中国国土资源航空物探遥感中心、中国遥感应用协会国土资源遥感分会和中国地质学会遥感地质专业委员会,组织相关领域的专家学者编写了《遥感技术在土地管理中的应用》一书,向国土资源系统的各级行政和业务管理干部通俗系统地介绍国内外遥感技术的理论、应用知识和土地调查技术方法的遥感应用,具有知识性、科普性、实用性和可操作性,力求从不同视角向读者展示遥感领域的新成果。

本书由国土资源部规划司鞠建华,北京市国土资源局王燕、陈轲,科技部国家遥感中心李加洪担任主编。全书共10章,具体分工如下:第一章由鞠建华、李加洪和中国国土资源航空物探遥感中心李志忠编写;第二章由中国空间技术研究院葛榜军、中国国土资源航空物探遥感中心杨日红和中国林业科学院李增元编写;第三章由中国测绘科学院赵继成、赵瑞云和中国地质大学(武汉)张志编写;第四章由中国土地勘测规划院柴渊、中国国土资源航空物探遥感中心杨清华、李志忠和中国地质大学(北京)周进生、周伟编写;第五章由中国国土资源航空物探遥感中心杨清华、齐建伟、中国地质大学(北京)于光和中国林业科学院李增元、国土资源部规划司鞠建华编写;第六章由中国土地勘测规划院柴渊、北京二十一世纪空间技术应用股份有限公司王智勇、北京市国土资源局王燕编写;第七章由中国国土资源航空物探遥感中心李志忠、杨日红和浙江大学空间

信息技术研究所张登荣编写；第八章由科技部国家遥感中心李加洪和浙江大学张登荣编写；第九章由鞠建华、李加洪、陈珂编写；第十章由柴渊、李加洪、杨清华、李志忠编写；全书由鞠建华、李加洪、王燕、李志忠和杨日红统稿。

为了全面反映近年遥感技术的有关新进展，本书编者不仅总结了我国近几年遥感技术在资源环境应用领域中的科研和实践工作，也借鉴、吸收、参考了国内外同行的最新成果。书中大量使用了有关成果的图件资料，目的是用多彩的图件更好地向读者展示遥感技术丰富的内涵。由于时间匆忙，部分资料没有注明出处，在此对引用资料较多的单位如中国国土资源航空物探遥感中心、北京天目创新影像技术公司、北京中科长城空间技术公司、北京国遥新天地信息技术有限公司、北京宇视蓝图信息科技有限公司和北京东方泰坦科技有限公司等单位表示感谢！

限于作者水平，书中难免会有不当之处，敬请读者批评指正。

本书编写过程中得到了童庆禧院士、李小文院士、王平教授、郭华东研究员、王长耀研究员、沙志刚教授、袁春教授和吴秋华研究员等许多专家的指导，在此表示感谢！

编 者

2008年12月

目 录

CONTENTS

上篇 土地遥感概论

第一章 遥感技术	1
第一节 遥感概念	2
第二节 遥感的应用领域	3
第二章 卫星遥感	7
第一节 陆地卫星	8
第二节 气象卫星	11
第三节 海洋卫星	13
第四节 高分辨率遥感卫星、雷达卫星及宇宙飞船	14
第三章 航空遥感	17
第一节 国外航空遥感的发展	17
第二节 中国航空遥感的发展	18
第三节 航空遥感传感器	19
第四节 摄影测量与遥感	21
第四章 土地遥感应用的基本图像处理方法	25
第一节 图像处理的技术流程	25
第二节 图像处理方法	28
第三节 信息提取方法	34
第四节 三维立体影像技术	36
第五节 常用遥感图像处理软件	37

中篇 土地调查管理遥感应用方法

第五章 土地利用现状遥感调查	39
第一节 土地利用现状调查概述	39
第二节 土地利用现状分类系统	46

第三节 土地利用调查基本方法及流程	53
第四节 调查底图制作及室内预判	55
第五节 土地利用调查外业工作	67
第六节 土地调查数据库建设与数据汇总	70
第七节 成果质量评价及质量控制	73
第六章 土地利用变化监测	78
第一节 土地利用变化监测的内容	78
第二节 土地利用变化遥感监测方法	79
第三节 土地利用变化监测关键技术	82
第四节 土地利用变化监测应用案例	87
第七章 遥感辅助土地利用规划	91
第一节 土地利用规划概述	91
第二节 遥感辅助土地规划编制及修编	94
第三节 遥感在土地规划中的应用	96

下篇 土地遥感应用展望

第八章 国内外遥感新技术发展趋势	100
第一节 高空间分辨率卫星遥感技术	100
第二节 高(超)光谱遥感与成像光谱技术	102
第三节 多角度遥感技术	104
第四节 微波遥感与INSAR技术	105
第五节 天基激光雷达技术	108
第六节 太赫兹遥感技术	110
第七节 多源遥感协同探测与小卫星编队组网监测技术	111
第九章 土地遥感应用技术进展	113
第一节 土地资源遥感调查与监测	113
第二节 土地质量和生态安全	114
第三节 我国土地遥感技术应用中的主要问题	116
第十章 土地遥感应用的发展趋势	118
第一节 遥感基础理论和技术方法将进一步突破	118
第二节 遥感技术在国土资源领域的应用将进一步深化	119
第三节 土地遥感应用技术展望	124
附录	127
附件	128
主要参考文献	134



上篇

土地遥感概论

第一章

遥感技术

山外看山,楼外看楼,换一个角度从遥远的太空看地球、看城市,给人一种全新的感受,这就是遥感。遥感并不神秘,遥感是人类探索宇宙的手段之一,是现代科学技术的结晶。

在远古时代,人们对地球的理解犹如盲人摸象,完全来自于想象和局部的观察,因此有天圆地方之说。从遥远的太空看我们生活的地球,长期以来一直是人类的梦想。美国的怀特兄弟第一次驾驶着飞机从高空看地球那种君临天下的感受是如此的惊喜,令全球的科学探索者为之为一振;法国人第一次从空中拍摄了地面的照片,激起了人们从另一个角度看地球的想法。在 20 世纪中期的太平洋彼岸,火箭一声巨响把人类的梦想带到了天外,人们可以从全新的角度观察自己赖以生存的摇篮。

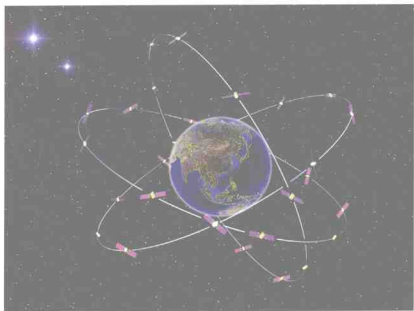


图 1-1 地球——人类的家园



当您观看遥感图片或三维数字地球景观时,您一定会为地球的神奇、壮观、美丽深深地打动。我们的地球犹如一个在空中飘动的五彩球(图 1-1),我们伟大的祖国艳丽多姿,我们的城市浓缩为一个色彩斑斓、形态各异的图斑,城市和城市之间千差万别、千姿百态令人目不暇接。再仔细观察,城市的内部结构和布局是错综复杂的,公路和铁路如人体的血管一样分布在城市的各个部位,构成了一个活脱脱的生命体。

科学家们运用遥感图像,从另外一个角度研究地球的结构、分析地表的变化与城市的变迁,于是遥感科学出现了。遥感为人类认识地球、开展各项工程建设提供了许多有用而且快速准确、形象生动的信息,给人类带来了丰厚的回报。因此,世界上许多国家都在大力发展空间遥感技术,竞相往太空发射遥感卫星,以期及时地获得地球表面的遥感信息,通过卫星图像分析世界各国的资源环境状况,为本国制定合理的规划决策。因此,抢占空间资源,争夺遥感市场的无烟战争日趋激烈。

随着科学技术的发展,20 世纪已有 5000 余颗人造卫星升空,遥感卫星平台构成了“天罗地网”,有飞出太阳系的“旅行者”1 号、2 号等空间探测器;也有以空间轨道为主的卫星与宇宙飞船,还有往返于空间与地面的航天飞机。目前正在使用的航天遥感卫星主要有: Landsat 系列卫星、SPOT 系列卫星、NOAA/TIROS 卫星、GMS 卫星、Seasat 海洋水色卫星、ERS 卫星、MODIS 卫星、JERS 卫星、我国的风云气象系列卫星、美国 IKONOS 卫星、韩国 COMPSAT 卫星等。我国于 1999 年 10 月与巴西合作发射了第一颗地球资源卫星(CBERS-1),其波段设置和地面分辨率等各项技术指标介于法国的 SPOT 和美国的 Landsat 之间。我们自己的资源卫星已经为我国的经济建设提供了积极的支持,在资源勘查、洪水监测、农业估产、作物病虫害监测、三峡工程等建设中都发挥了重要的作用。

第一节 遥感概念

遥感,从广义来说泛指各种非接触、远距离探测物体的技术;而人们谈论的遥感是指电磁波遥感,即狭义的遥感,其定义是从远距离、高空以至外层空间的平台上,利用可见光、红外、微波等探测仪器,通过摄影扫描、信息感应、传输和处理等技术过程,识别地面物体的性质和运动状态的现代化技术系统。

空间信息的获取技术有多种方式,利用遥感技术进行目标探测是获取信息的重要方式。目前空间信息获取技术已基本成熟。用遥感数据制作数字正射影像图,并用交互式方法进行目标提取的技术也已基本成熟,已生产大量遥感数字正射影像产品。

遥感技术系统包括空间信息采集系统(包括遥感平台和传感器)(图 1-2)、地面接收和预处理系统(包括辐射校正和几何校正)、地面实况调查系统(如收集环境和气象数据)、信息分析应用系统(图 1-3)。



图 1-2 遥感卫星——天眼的结构

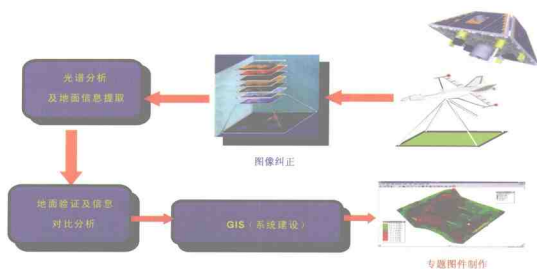


图 1-3 遥感的工作流程

从卫星上传输下来的遥感图像具有不同的数据格式和不同的清晰度（专业术语叫空间分辨率），图 1-4 显示了不同分辨率图像的特点。

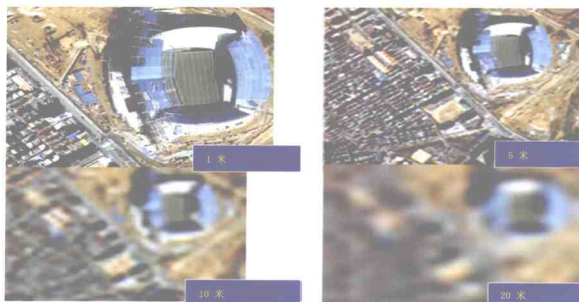


图 1-4 不同分辨率的遥感图像

第二节 遥感的应用领域

近年来,随着卫星影像分辨率(空间、时间和光谱)的显著提高,以及影像校正、增强、融合等图像处理技术的创新和完善,卫星影像在天气预报、海洋环境监测、大气监测、地质调查与分析、国土资源调查、资源管理、城市规划、城市环境调查、建筑、交通、农业估产、林业调查、水文观测、地图测绘、灾害



环境监测与评估、风景区和开发区规划与管理、重大工程区生态地质环境调查与监测等领域中的作用越来越大。遥感作为一种技术手段,已在许多领域中得到应用,为国民经济和社会的发展提供服务。按研究对象,遥感应用领域可分为资源遥感与环境遥感两大类:

资源遥感 以地球资源作为调查研究对象的遥感方法,调查自然资源状况和监测再生资源的动态变化,是遥感技术应用的主要领域之一。利用遥感信息勘测地球资源,成本低,速度快,有利于克服自然界恶劣环境的限制,减少工作强度,提高工作效率(图 1-5)。



图 1-5 资源调查遥感图

环境遥感 利用各种遥感技术,对自然与环境的状况及动态变化进行监测并作出评价与预报。由于人口的增长与资源的开发、利用,自然与环境随时都在发生变化,利用遥感多时相、周期短的特点,可以迅速为环境监测、评价和预报提供可靠依据(图 1-6)。

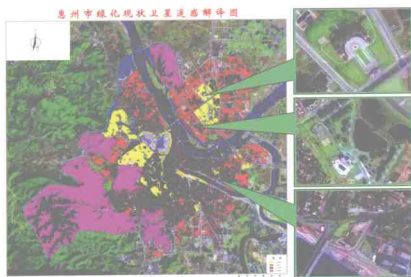


图 1-6 环境遥感监测图

遥感应用研究按应用空间尺度分类可分为全球遥感、区域遥感和城市遥感。





全球遥感 面向全球的大范围资源与环境状况及其变化的监测研究,为全球变化研究快速提供宏观资源环境空间监测信息。

区域遥感 以区域资源开发和环境保护为目的的遥感信息工程,它通常按行政区划(国家、省区等)和自然区划(如流域)或经济区进行。

城市遥感 以城市规划、环境、生态作为主要调查研究对象的遥感工程,为城市的合理规划提供战略决策服务(图 1-7)。



图 1-7 城市街道高分辨率卫星遥感影像(GeoEye-1)——美国宾夕法尼亚州的库茨敦大学鸟瞰图

遥感获得的地物电磁波特性数据可综合地反映地球上丰富的自然、人文信息。红外遥感昼夜均可实现对地球进行探测,微波遥感可实现全天时全天候对地球观测,人们可以从中有选择地提取所需的信息。地球资源卫星所获得的地物电磁波特性可较综合地反映地质、地貌、土壤、植被、水文等特征,其在许多领域均可得到应用。由于遥感的探测波段、成像方式、成像时间、数据记录等均可按要求设计,其获得的数据具有同一性或相似性。同时考虑到新的传感器和信息记录都可兼容,所以数据具有可比性。与传统地面调查和考察比较,遥感数据可以较大幅度地排除人为干扰。遥感的费用投入与所获取的效益,与传统的方法相比,可以大大节省人力、物力、财力和时间,具有很高的经济效益和社会效益。有人估计,美国陆地卫星的投入与取得的效益比为 1:80,甚至更大,这充分体现了科学技术创新对国民经济发展的重要性。

遥感目前已经成为一门综合性的技术,它涉及地理学、测绘学、计算机科学与技术、规划管理等许多学科。它的概念和基础是物理学、测绘学、地质学、地理学;它的技术支撑是航天技术、计算机技术和图像处理技术。伴随着航天技术的巨大进步,空间遥感对地观测获得了巨大的发展。1972 年美国第一颗陆地资源卫星(Landsat-1)发射升空,人类第一次从数百千米的高度观测地球,以空间分辨率 79 米,16 天的短周期获取覆盖全球的数字遥感图像,标志着遥感科学的发展进入了新阶段。之后的 30 年里,对地观测技术不断发展,由最初的单纯陆地资源探测发展到今天多角度立体观测和微波遥感的全天候地球环境与地球动力学的观测。空间遥感已成为重要的地学手段,将为地学重大发现和地质工作现代化作出巨大贡献。可以预测今后的 15 到 20 年里,将有更多的不同类型的对地观测卫星发射,组成



星座或星群,形成全天候、多角度、高分辨率、高光谱及日覆盖的卫星遥感观测系统,人类将可以实时地开展空间对地观测,进行地球资源与环境的调查、监测与研究工作。遥感科学已经形成了一个完整的体系(图 1-8)。

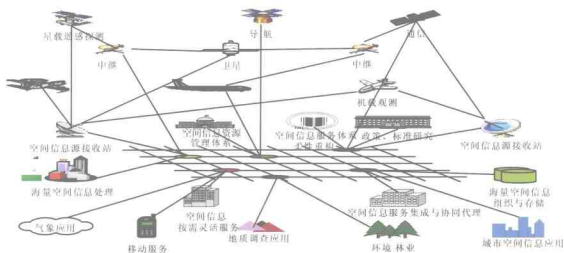


图 1-8 天地一体化的空间对地观测与服务系统



第二章

卫星遥感

遥感卫星是众多应用卫星的一种。它利用装载在卫星上的传感器对地球表面和低层大气进行光学、红外和微波电子探测从而获取人们所需要的地球上的有关信息,因而也称对地观测卫星。

遥感卫星具有视点高、视域广、数据获取快和可重复覆盖、连续观测等优点。利用遥感卫星勘测地球资源、监测地球灾害、进行保护环境,有利于克服自然界恶劣环境条件的限制,速度快、成本低,并且可连续地获取数据,做到动态监测。

地球表面是由水、土、植被和其上覆盖的大气组成的,人们根据对地球不同探测目标在卫星上装载不同的传感器,如可见光相机、红外相机、可见光-红外扫描辐射计、合成孔径雷达、真实孔径雷达等,以获取不同地表类型的遥感数据来满足不同应用目的的需求。不同的传感器获取的遥感数据的类型及用途也不尽相同。

根据卫星数据获取和传输方式可将遥感卫星分为返回式遥感卫星和数据传输型遥感卫星;根据卫星的主要应用领域又可分为地球资源卫星、气象卫星、海洋卫星和军事侦察卫星。根据传感器成像方式又可分为光学成像和雷达成像卫星。不过这种划分也不是绝对的,气象卫星也可用于海洋观测和陆地资源调查,资源卫星同样也可用于气象和海洋观测,只不过是传感器配置不同、观测重点不同而已;民用卫星战时可作为军用,军用卫星平时可为民用服务。

1960年4月1日,世界上第一颗遥感卫星——美国的泰罗斯气象卫星发射成功,揭开了人类利用卫星进行地球遥感的序幕,迄今包括美国、俄罗斯、日本、欧空局、中国、法国、印度在内的许多国家和空间组织都发射了多个地球遥感卫星,形成了资源(陆地)卫星系列、气象卫星系列和海洋卫星系列,获取了大量地球表面及空间环境的探测数据,为人类探测地球资源,合理开发利用资源,监测全球变化、提供气象服务,以及灾害监测、灾害预警及灾害评估、灾后救援提供了及时、准确、全面的科学依据。

随着空间技术的发展和遥感数据需求的不断提高,遥感卫星也将进一步发展,形成全球资源、环境监测网络,特别是高分辨率遥感卫星的不断涌现,将为数字化地球和信息化社会提供更加精确的有关地球的信息。

作为世界航天大国,我国遥感卫星的发展也取得了巨大的成就,至今已经发展形成了资源卫星系列、返回式遥感卫星系列、气象卫星系列及海洋卫星系列。截至2004年12月31日,已经发射了20颗返回式遥感卫星(成功回收19颗)、5颗资源卫星、7颗气象卫星和1颗海洋卫星。2008年由3颗小卫星组成的环境监测小卫星星座中的两颗已经发射成功,资源卫星的后续星也已进入立项阶段,海洋环境卫星(海洋二号)和海洋动力学卫星(海洋三号)也已经列入规划之中。目前,我国在太空中运行的资源卫星、气象卫星和海洋卫星已经基本形成了全球连续观测能力,为我国的国民经济建设、国防建设、