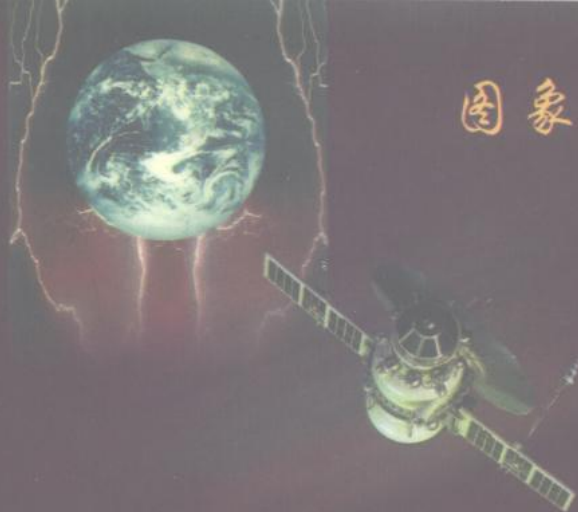


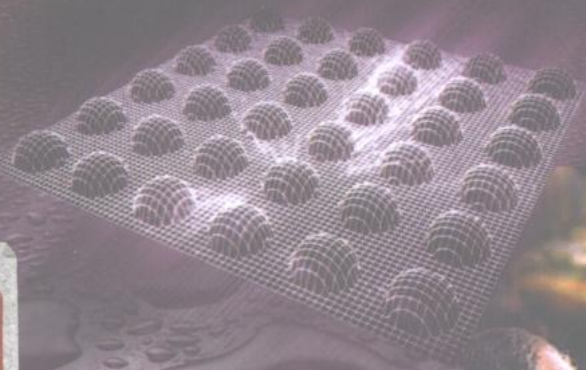
图 象 图 形 科 学 丛 书



朱述龙 张占睦 编著

遥感图象

获取与分析



科学出版社



87.3
200

图象图形科学丛书

遥感图象获取与分析

朱述龙 张占睦 编著



科学出版社

2000

2001069

内 容 简 介

本书从应用的角度系统阐述了遥感中的电磁波理论、遥感平台知识、传感器及其图象特性、遥感图象目视判读方法、遥感图象校正、遥感影像信息增强处理、遥感图象分类等问题。

本书适合于遥感应用领域内的广大科技工作者、工程技术人员参考使用，也可作为高等院校有关专业研究生和高年级本科生的教材和教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

遥感图象获取与分析/朱述龙, 张占陆编著. —北京:
科学出版社, 2000
(图象图形科学丛书)

ISBN 7-03-007238-3

I. 遥… II. ①朱… ②张… III. ①遥感图象-图象处理
②遥感图象判读- IV. TP75

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 71303 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号
邮政编码: 100717

北京双青印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

2000 年 4 月第 一 版 开本: 787×1092 1/16
2000 年 4 月第一次印刷 印张: 12
印数: 1—3 800 字数: 269 000

定价: 18.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换(环伟))

图象图形科学丛书编委会名单

主任委员

潘云鹤

副主任委员

(按姓氏笔划为序)

王宝兴 王淑兰 罗志安 章毓晋

委 员

(按姓氏笔划为序)

王宝兴 王淑兰 刘健勤 朱述龙 江 早
石教英 何江华 鲍虎军 罗志安 张永生
章毓晋 崔 屹 潘云鹤 潘志庚

丛书序言

图象图形是人类相互交流和认识客观世界的主要媒体。科学研究和统计表明,视觉系统帮助人类从外界获得 3/4 以上的信息,而图象图形带给我们的正是视觉世界中的所有信息。视觉信息所获得的客观作用是其他信息不能替代的,百闻不如一见就是一个非常形象的例子。图象图形是现代信息化社会的重要支柱。

图象图形科学是一门理论与现代高科技相结合来系统地研究各种视觉原理、技术和应用的综合性很强交叉学科。图象图形技术在广义上是各种与视觉有关技术的总称。人类基于视觉的活动,是一个广阔、复杂、富有挑战性的研究领域。图象图形科学和技术是这个领域的有力工具。该学科包括利用计算机和其他电子设备观察世界而获得的数据及按产生数据处理并且显示这些数据的理论和技术的研究。

图象图形科学具有涉及面广,内容丰富,跨行业、跨学科的特点。从它的研究方法来看,它与数学、物理学、生理学、心理学、电子学、计算机科学等许多学科可以相互借鉴;从它的研究范围来看,它与人工智能、神经网络、遗传算法、模糊逻辑等理论和技术都有密切的联系;它的发展应用与医学、遥感、通信、影视、文档处理和工业自动化等许多领域也是不可分割的。在科学史上,它代表了最活跃和令人振奋的边缘学科之一。

图象图形技术已经迅速渗透到人类生活和社会发展的各个方面。图象图形技术无论在科学研究、工业生产、文化娱乐、管理部门都得到越来越多的重视。图象图形技术在工业检测、高空侦察、制导、文件处理、动画、虚拟现实、生物医学、人体科学、艺术、远程教育、科学可视化、计算机辅助设计、遥感、航天等方面都得到越来越多的应用。进入 21 世纪后,其发展将更加迅速。

“图象图形科学丛书”正是在这种形势下组织出版的。中国图象图形学会和科学出版社为该套书的出版付出了很多的努力。这套丛书比较全面地覆盖了图象图形科学的各个分支,是广泛了解图象图形领域基本理论、技术应用和发展动态的最好读物;也是从事图象图形领域研究、技术开发和实际应用人员的工具书。

“图象图形科学丛书”由我国该领域的专家编写,这些专家既对图象图形领域的发展有全面的把握,又分别在其中的某一方向上有深入的研究和独到的见解,充分反映了当前图象图形科技研究的前沿、进展和水平。希望该套书能为发展图象图形科学技术,活跃学术气氛,交流研究成果,促进科技发展,为迎接信息技术的挑战,为我国图象图形事业做出应有贡献。

潘雪鹤

2000 年 2 月 1 日

·iii·

序

遥感技术是近几十年迅速发展起来的一门综合性学科，已在国民经济建设和国防建设的诸多领域发挥了重要的作用。近年来，以卫星遥感技术为代表的现代遥感技术发展很快，已经能够动态、快速、准确、及时地提供多种对地观测数据。世界各国都十分重视遥感技术的研究和应用工作。70年代以来，我国先后发射并回收了一系列返回式科学实验卫星，建立了风云系列的气象卫星体系，传输型资源卫星乃至应用小卫星进行对地观测等也在顺利研制之中。与此同时，我国自行研制了包括全景扫描相机、大幅面框幅相机、恒星相机、CCD相机、成像光谱仪以及合成孔径侧视雷达等星载传感器。我国的遥感技术正在逐步与国际接轨。

目前遥感应用正由定性向定量、静态向动态方向发展，与之相适应的遥感图象处理与分析的新理论、新方法也不断涌现，因此迫切需要一些著作将这方面的理论和方法介绍给读者。朱述龙博士在从事遥感教学和科研工作的同时，潜心学习和钻研遥感技术的理论，撰写了《遥感图象获取与分析》这本专著。全书围绕遥感图象的应用，系统地阐述了遥感中的电磁波理论、遥感平台知识、传感器及其图象特性、遥感图象目视判读方法、遥感图象校正、遥感影象信息增强处理、遥感图象分类等问题，其中许多内容是作者多年科研经验的总结，可操作性强，具有较好的实用性；书中注意收录了诸如雷达图象处理、混合象元分类等新理论和新方法，在体系和章节安排方面也作了仔细推敲，具有新颖性和较高的学术价值。本书以清晰的思路向读者展示了遥感图象应用的理论和方法，值得遥感应用领域内的广大科技工作者参考和使用。

多年来，朱述龙博士全心投入遥感教学，孜孜不倦地进行科研工作，学术和技术涉及遥感基础理论、遥感影象处理、模式识别、计算机视觉、数字摄影测量等诸多方面，先后发表了20多篇学术价值较高的论文，出版专著2部。

朱述龙博士天资聪颖，治学态度严谨，工作勤奋踏实，为人谦虚谨慎，是当代优秀的青年学者。乐于为其新著《遥感图象获取与分析》作序。

王作

前 言

遥感作为一门综合性的技术，虽然是本世纪 60 年代提出来的，但已经渗透到国民经济建设和国防建设的各个领域，发挥着越来越重要的作用。随着传感器技术、遥感平台技术、数据通信技术等相关技术的发展，现代遥感技术已经进入一个能够动态、快速、准确、多手段提供多种对地观测数据的新阶段，同时遥感信息处理的理论研究也有了重要的进展，国际上相继推出了一批高水平的遥感影象处理商用软件，所有这些都为遥感技术的应用奠定了坚实的基础。

遥感图象的获取与分析是遥感应用的基础，本书旨在把这方面的理论和方法系统地介绍给读者。由于遥感图象获取与分析涉及到多学科的内容，并且与之密切相关的许多技术都处在不断发展之中，因此本书不可能包含这方面的全部内容，而只能从应用的角度阐述遥感中的电磁波理论、遥感平台知识、传感器及其图象特性、遥感图象目视判读方法、遥感图象校正、遥感影象信息增强处理、遥感图象分类等问题。为了便于读者了解遥感信息处理技术的情况，书中附录部分还对遥感图象处理软件的功能作了介绍。

本书是在综合国内外许多资料的基础上，经过反复酝酿而写成的，其中部分章节融入了作者近年来的研究成果。全书由朱述龙博士负责编写，张占睦副教授为第二章、第四章提供了部分素材。由于作者水平有限，编写时间仓促，书中必然还有许多缺陷和不妥之处，敬请读者批评指正。

在本书的编写和出版过程中，解放军信息工程大学钱曾波教授、潘时祥教授始终给予了热情指导和鼓励，并提出了许多宝贵的意见和建议，中国工程院院士王任享研究员欣然为本书写了序，体现了老一辈科学家对青年学者的关心和厚爱，科学出版社王淑兰老师在选题和出版过程中给予了大力支持，在此一并表示衷心的感谢。

作 者

1999 年 8 月于郑州

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 遥感的基本概念	(1)
1.2 遥感的发展历史和趋势	(2)
1.3 遥感技术系统的结构和功能	(4)
1.4 本书的主要内容和安排	(5)
第二章 遥感基础	(6)
2.1 电磁波与电磁波谱	(6)
2.1.1 电磁波的概念	(6)
2.1.2 电磁波的产生	(7)
2.1.3 电磁波的性质	(8)
2.1.4 电磁波谱	(9)
2.2 物体的电磁波发射特性	(11)
2.2.1 辐射量的定义	(11)
2.2.2 黑体辐射	(12)
2.2.3 太阳的波谱辐射特性	(14)
2.2.4 地物的波谱发射特性	(16)
2.2.5 红外波段中的太阳辐射与地物发射情况	(18)
2.3 物体的电磁波反射特性	(19)
2.3.1 物体反射电磁波的三种形式	(19)
2.3.2 地物的波谱反射特性	(20)
2.3.3 地物反射波谱特性的测量	(25)
2.4 大气对电磁波传输过程的影响	(26)
2.4.1 大气的组成和大气层的结构	(26)
2.4.2 大气对电磁波传输过程的影响	(28)
2.4.3 辐射传输方程	(32)
第三章 遥感平台	(33)
3.1 遥感平台的种类	(33)
3.2 遥感卫星	(34)
3.2.1 卫星在空间中的位置和姿态	(34)
3.2.2 几种遥感卫星简介	(38)
3.2.3 部分对地观测卫星计划	(41)
第四章 传感器及其图象特性	(44)

4.1	传感器的分类及其基本组成	(44)
4.1.1	传感器的分类	(44)
4.1.2	传感器的组成	(44)
4.2	摄影型传感器	(45)
4.2.1	单镜头框幅式摄影机	(45)
4.2.2	缝隙式摄影机	(47)
4.2.3	全景式摄影机	(48)
4.2.4	多光谱摄影机	(48)
4.3	摄影象片的特性	(50)
4.3.1	框幅式象片的几何特性	(50)
4.3.2	缝隙式象片的几何特性	(52)
4.3.3	全景象片的几何特性	(56)
4.3.4	摄影象片的地面分辨率	(58)
4.3.5	摄影象片的物理特性	(59)
4.4	扫描方式的传感器	(60)
4.4.1	光机扫描仪	(61)
4.4.2	推帚式扫描仪	(67)
4.5	扫描图象的特性	(72)
4.5.1	光机扫描图象的几何特性	(72)
4.5.2	CCD 固体扫描图象的几何特性	(75)
4.5.3	扫描图象的物理特性	(77)
4.6	侧视雷达成像	(79)
4.6.1	侧视雷达的一般结构	(80)
4.6.2	真实孔径侧视雷达	(80)
4.6.3	合成孔径侧视雷达	(82)
4.6.4	合成孔径侧视雷达的数字成像处理	(85)
4.6.5	INSAR 的基本原理	(87)
4.7	侧视雷达图象的特性	(89)
4.7.1	侧视雷达图象的几何特性	(89)
4.7.2	侧视雷达图象的色调特性	(92)
第五章	遥感图象目视判读	(96)
5.1	遥感图象的判读特征	(96)
5.2	遥感图象的目视判读方法	(100)
第六章	遥感图象校正	(105)
6.1	遥感图象的辐射量校正	(105)
6.1.1	光学镜头的非均匀性引起的边缘减光现象的改正	(106)
6.1.2	光电变换系统的特性引起的辐射误差校正	(106)
6.1.3	太阳高度引起的辐射误差校正	(107)
6.1.4	地形坡度引起的辐射误差校正	(107)
6.1.5	大气校正	(108)
6.2	遥感图象的几何变形	(109)

6.2.1	成象投影方式引起的图象变形	(109)
6.2.2	传感器外方位元素变化引起的图象变形	(110)
6.2.3	地形起伏引起的图象变形	(113)
6.2.4	地球曲率引起的图象变形	(114)
6.2.5	大气折射引起的图象变形	(115)
6.2.6	地球自转引起的图象变形	(117)
6.3	遥感图象的几何校正	(119)
6.3.1	遥感图象几何校正的一般过程	(119)
6.3.2	图象几何校正中的重采样和内插方法	(120)
6.3.3	遥感图象的多项式校正	(122)
6.3.4	几种遥感图象的精确校正	(122)
6.3.5	图象的镶嵌处理	(132)
第七章	遥感信息增强处理	(135)
7.1	彩色合成	(135)
7.2	遥感影象信息融合	(136)
7.2.1	基于 HIS 变换的遥感影象信息融合	(136)
7.2.2	基于小波变换的遥感影象信息融合	(138)
7.2.3	遥感影象和 DTM 数据之间的复合	(140)
7.3	主成分分析	(140)
7.3.1	主成分分析算法及其应用	(140)
7.3.2	快速近似主成分分析算法	(142)
7.4	K-T 变换及其应用	(146)
7.4.1	K-T 变换在 MSS 数据分析中的应用	(146)
7.4.2	K-T 变换在 TM 数据分析中的应用	(149)
7.5	植被指数特征及其应用	(149)
7.5.1	植被指数模型	(149)
7.5.2	植被指数特征的应用	(151)
第八章	遥感图象分类	(153)
8.1	遥感图象分类的基本原理	(153)
8.2	遥感图象监督分类	(155)
8.2.1	基于最小错误概率的 Bayes 分类器	(155)
8.2.2	子空间分类器	(157)
8.2.3	概率松弛算法	(159)
8.3	遥感图象非监督分类	(161)
8.3.1	聚类中的相似性度量	(161)
8.3.2	K-均值算法	(162)
8.3.3	ISODATA 算法	(162)
8.3.4	模糊聚类算法	(164)
8.4	基于混合象元的遥感图象分类	(165)
8.5	非光谱信息在遥感图象分类中的应用	(166)
8.5.1	高程信息在遥感图象分类中的应用	(167)

8.5.2 纹理信息在遥感图象分类中的应用	(167)
8.6 基于知识的遥感图象分类	(170)
附录 遥感图象处理软件包简介	(173)
参考文献	(176)

第一章 绪 论

1.1 遥感的基本概念

遥感 (Remote Sensing) 是一种远距离的、非接触的目标探测技术和方法。通过对目标进行探测, 获取目标的信息, 然后对所获取的信息进行加工处理, 从而实现对目标进行定位、定性或定量的描述。目标信息的获取主要是利用从目标反射和辐射来的电磁波, 接收从目标反射和辐射来的电磁波信息的设备称之为传感器 (Remote Sensor), 如航空摄影中的航摄相机等。搭载这些传感器的载体称之为遥感平台 (Platform), 如航摄飞机、人造地球卫星等。由于地面目标的种类及其所处环境条件的差异, 地面目标具有反射或辐射不同波长电磁波信息的特性, 遥感正是利用地面目标反射或辐射电磁波的固有特性, 通过观察目标的电磁波信息以达到获取目标的几何信息和物理属性的目的。图 1-1-1 表示遥感数据采集时的情况, 图 1-1-2 表示不同地面目标所固有的电磁波特性受到太阳及大气等环境条件的影响后, 再通过传感器收集并经过数据加工处理, 最终应用到各种领域的的数据流程。

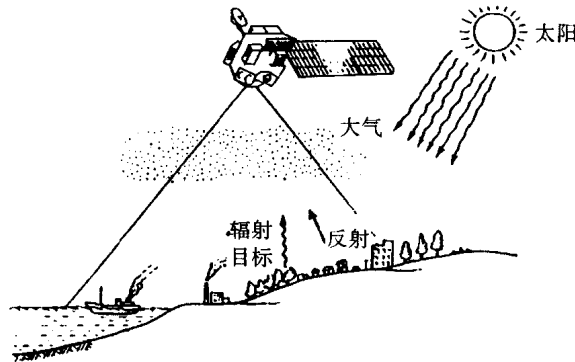


图 1-1-1 遥感数据采集示意图

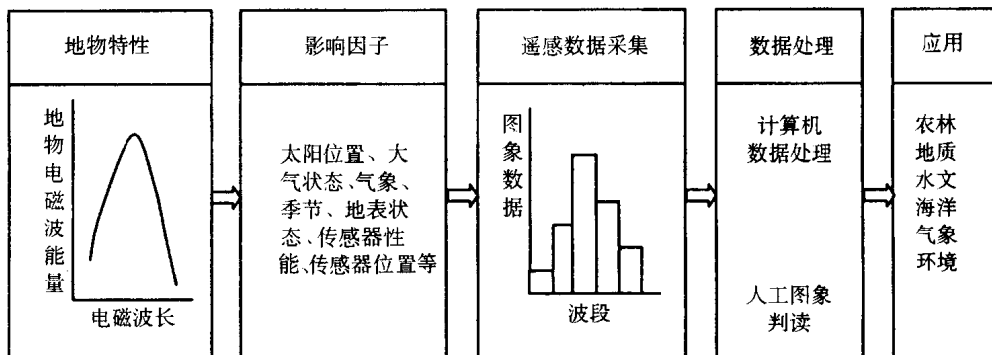


图 1-1-2 遥感数据流程图

遥感的应用领域非常广泛,从室内的近景摄影测量到大范围的陆地、海洋信息的采集以至全球范围内的环境变化监测,遥感技术都可以发挥巨大的作用。例如,利用遥感技术可以进行城市绿地植被的变化监测,可以制作全国范围的影象地图,可以掌握全球范围内的沙漠化等自然环境变化的情况。在海洋研究中,利用遥感技术可以收集到海面水位、混浊状况、海面温度等信息。在大气研究中,利用遥感技术可以调查大气中二氧化碳和臭氧等微量元素的组成,分析气象现象等。在环境变化监测等区域性和全球性的问题研究中,只有遥感技术才能从宏观上把握研究对象的变化规律,对其发展状况和发展趋势作出科学的结论。

1.2 遥感的发展历程和趋势

遥感作为一门综合性的技术是 20 世纪 60 年代提出来的。1960 年美国学者 E.L.Pruitt 为了比较全面地概括探测目标的技术和方法,把以摄影方式和以非摄影方式获得被探测目标的图象或数据的技术称作为“遥感 (Remote Sensing)”,这个名词在 1962 年美国密执安大学等单位举行的环境科学讨论会上被正式采用。

航空遥感技术最早用在军事上,1903 年莱特兄弟发明了人类历史上第一架飞机,1915 年底世界上又有了第一台航空摄影专用相机,此后航空摄影技术被广泛应用于军事侦察领域,直到 1920 年以后航空摄影方法才开始在地质、土木工程中的勘察和制图、农业中的牧场土地调查等民用领域获得应用。第二次世界大战中,随着伪装技术的不断改进,普通的航空照相技术已不能完全准确地获取敌方目标的信息,因此出现了彩色、红外和光谱带照相技术。

多光谱空中摄影技术是航空遥感技术的重要发展。多波段摄影技术最早是由电影界实现的,20 世纪 60 年代初,科学家们开始把多谱段概念实际应用到地形特征的航空勘测上,最早是采用多相机型传感器获得多光谱图象,然后是采用多镜头型传感器获得多光谱图象,与此同时,还研制成功了多谱段彩色合成系统。

卫星遥感技术的广泛应用始于 20 世纪 70 年代。美国于 1967 年制定了地球资源技术卫星 (ERTS) 计划,1972 发射了第 1 颗地球资源技术卫星 ERTS-1,1975 年发射了第 2 颗地球资源技术卫星,由于在第 2 颗卫星发射前整个计划更名为陆地卫星 (LANDSAT) 计划,因此第 1 颗地球资源技术卫星 ERTS-1 被称为 LANDSAT-1,第 2 颗卫星被称为 LANDSAT-2,到目前该计划共发射了 6 颗卫星 (第 6 颗卫星 1993 年 10 月发射后脱离轨道失去联系),现在运行的是 5 号卫星, LANDSAT-4, 5 上载有多光谱扫描仪 (MSS) 和专题成图仪 (TM) 两种传感器, LANDSAT 的数据主要用于陆地资源调查和环境监测等领域。20 世纪 80 年代后,法国相继发射了 SPOT 系列卫星,欧空局相继发射了 ERS 系列卫星,日本发射了 JERS 系列卫星,印度相继发射了 IRS-1 系列卫星,俄罗斯发射了 ALMA22 卫星 (1996 年) 和 RESOURS-02 卫星 (1995 年),加拿大 1995 年 11 月发射了 RADARSAT 雷达卫星,这些卫星多数已进入商业运行阶段,众多商业遥感卫星的应用使航天遥感技术进入了全面发展和应用的新阶段。

热红外成象技术和微波遥感技术是近十几年来发展起来的具有美好应用前景的两类遥感技术。利用热红外成象技术可以探测到地球表面的温度变化情况,而地球表面的温

度又和地表层中热辐射有关, 由于热红外成象技术主要是利用地面目标的热辐射信息来成象的, 因此可以日夜获得目标的数据, 是一种全天时的遥感技术。微波遥感技术是靠地面目标反射从雷达发射来的电磁波成象的, 由于它采用主动式的向目标发射电磁波的探测方法, 因此可以在阴雨天和夜晚成象, 是一种全天候的遥感技术。

随着传感器技术、航空和航天平台技术、数据通讯技术的发展, 现代遥感技术已经进入一个能够动态、快速、准确、多手段提供多种对地观测数据的新阶段。新型传感器不断出现, 已从过去的单一传感器发展到现在的多种类型的传感器, 并能在不同的航天、航空遥感平台上获得不同空间分辨率、时间分辨率和光谱分辨率的遥感影象。现代遥感技术的显著特点是尽可能地集多种传感器、多级分辨率、多谱段和多时相技术于一身, 并与全球定位系统 (GPS)、地理信息系统 (GIS)、惯性导航系统 (INS) 等高技术系统相结合以形成智能型传感器。

目前遥感应用正由定性向定量、静态向动态方向发展。遥感影象的空间分辨率已达到米级; 光谱分辨率已达到纳米级, 波段数已增加到数十甚至数百个; 回归周期可达几天甚至十几小时, 如 NOAA 的一颗卫星每天可对地面同一地区进行两次观测; 微波遥感已逐渐采用多极化技术、多波段技术及多种工作模式。例如美国计划在 1999 年秋季发射的商业卫星 ORBVIEW 可达到 1m 的空间分辨率, 通过 45°任意方向旋转可获得同轨和异轨的高分辨率立体图象; 美国计划 1998 年发射的 EOS 卫星上的 MODIS-N 传感器具有 35 个波段; 加拿大 1995 年发射的 RADARSAT、欧空局的 ERS-1、日本的 JERS-1 和印度的 IRS-1C 等卫星中的微波遥感器已采用了多极化技术、多波段技术和多种工作模式。与遥感应用紧密相关的遥感信息处理理论和技术也有了实质性的进展。在遥感信息模型研究方面, 已有热扩散系数遥感信息模型、表观热惯量遥感信息模型、土壤含水量遥感信息模型、作物旱灾损失估算遥感信息模型、土壤侵蚀量遥感信息模型、土地生产潜力遥感信息模型、三维海洋温度遥感信息模型、地质构造应力场遥感信息模型等许多成熟的研究成果。在遥感数据处理软件方面, 国际上相继推出了一批高水平的遥感影象处理商业软件包, 如加拿大 ERM 公司研制的 ER MAPPER、美国 ERDAS 公司推出的 ERDAS IMAGINE、新加坡 3-Link 公司研制的 ENVI 等遥感图象处理系统。所有这些都为遥感的应用奠定了坚实的基础。

我国在航空、航天遥感领域也有了重要的发展。利用航空遥感技术测制地形图已形成了完备的教学、科研和生产体系。此外中国还发展了两套重要的机载航空遥感系统, 即高空机载遥感系统和洪水监测遥感系统。高空机载遥感系统以中国科学院 1986 年引进的两架赛斯纳奖状-II 型飞机为遥感平台, 该机最高航速为 760km/h, 最大航高为 13000m, 最大航程 3300km, 机上装有 LTN-72 型惯性导航系统, 其中一架飞机安装了可见光和红外传感器, 另一架飞机安装了微波传感器, 该系统已在我国的资源环境调查、城市监测、工程规划、地质找矿、海岸调查和灾害监测等领域发挥了积极的作用。洪水监测遥感系统是水利部遥感中心 1987 年至 1989 年在国家科委的支持下建立的一套全天候、实时 (准实时) 洪水灾情监测遥感信息系统, 机上安装的是 8mm 真实孔径的侧视雷达, 该系统不仅可以使国家防汛指挥部观察到洪水的实况, 迅速了解洪水的水位及其变化趋势, 而且可以根据传回的洪水图象计算出洪水造成的损失, 为科学决策提供依据。

70 年代以来，我国先后发射了一系列返回式遥感卫星，研制了包括成像光谱仪和多极化合成孔径雷达在内的多种传感器。近年来，制定和实施了以气象卫星和资源卫星为代表的传输型对地观测计划以及雷达卫星计划。代表性的有“风云一号”气象卫星和“资源 1 号”卫星（中国和巴西间的国际合作计划）。进一步将在资源 1 号卫星的基础上发展以星载合成孔径雷达为主要载荷的雷达卫星，这种卫星既具有全球观测能力，又具有对中国七大江河主要洪涝灾区经常性的监测能力。

1.3 遥感技术系统的结构和功能

将遥感技术和方法应用到某个专业领域便构成了一个遥感技术系统。一个完整的遥感技术系统通常由三部分组成：空基系统、地基系统和研究技术支持系统。空基系统主要包括遥感平台、各种传感器、监视控制系统和遥感数据传输系统等，主要完成遥感数据的采集和传输工作。地基系统主要完成遥感数据的接收、处理存档、分发和应用开发工作。研究技术支持系统主要完成定标、地面试验、光谱数据测量等基础性工作以及与遥感发展和应用密切相关的高技术研究和开发任务。遥感技术的三个组成部分既有分工，又相互紧密联系，共同完成遥感技术系统能够对地面目标进行探测、进而实现目标定位、定性或定量描述的目的。图 1-3-1 是中国科学院“七五”期间建立的航空遥感系统的功能和结构框图。

从遥感技术系统的结构和功能来看，遥感技术的研究内容非常广泛，它涉及到电磁波理论、传感器理论、航空航天平台技术、信号接收和处理技术、遥感信息处理技术和专业领域知识等许多学科的内容，遥感工作者应当努力学习有关的知识并跟踪这些领域内的最新进展，及时地将遥感的最新成果应用到自己的专业领域中来。从应用的角度来看，各领域内的遥感科技工作者应重点掌握各种遥感图象的成象机理、各类遥感图象的几何特性和物理特性、遥感数据处理原理和应用方法等内容。本书正是从这一考虑出发，在比较全面地介绍遥感技术主要内容的同时，重点阐述地物光谱知识、传感器及其图象特性、遥感图象几何和辐射处理方法、遥感影象信息增强和遥感图象分类等内容。希望本书的内容能对读者学习和应用遥感技术的基本理论有所帮助。

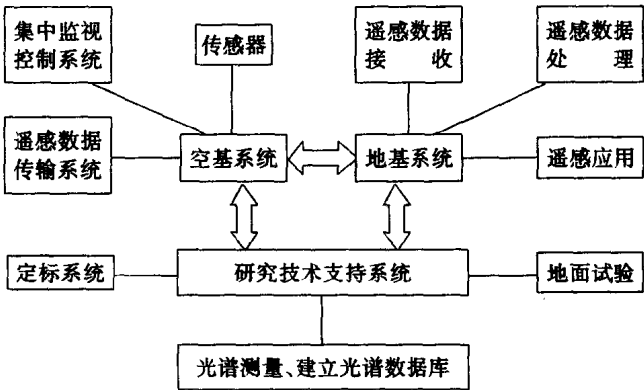


图 1-3-1 航空遥感技术系统的功能和结构框图

1.4 本书的主要内容和安排

遥感作为一门综合性的技术，它涉及到多学科的内容，任何一本书籍要想包含遥感技术的全部内容是不可能的。本书力争把与遥感应用有关的遥感图象获取与处理的基本知识、基本理论和基本方法介绍给读者。本书共分八章，各章节内容安排如下：

第一章，绪论，介绍了遥感的基本概念，回顾并总结了遥感技术的发展历程和发展趋势，分析了遥感技术系统的基本结构和基本功能，使读者建立遥感技术的整体概念。

第二章，系统阐述了电磁波的基本概念、地物反射和辐射电磁波的特性、大气对电磁波传输过程的影响。地物反射或辐射的电磁波信息是遥感成象的基础，也是遥感影象判读、处理和分析的依据。

第三章，介绍了遥感平台的种类，重点讨论了与遥感影象几何处理密切相关的卫星位置和姿态的描述和测量方法、LANDSAT 卫星系统和 SPOT 卫星系统的组成、轨道参数、观测仪器、观测数据和应用范围，还介绍了部分正在和将要实施的遥感卫星计划。

第四章，重点讨论了摄影型传感器、扫描型传感器、侧视成象雷达等传感器的成象机理、成象过程和成象特点以及这些传感器所获取图象的几何特性和物理特性。本章的内容是非常重要的，是遥感图象解译、处理和分析的基础。

第五章，简要介绍了遥感图象的判读特征和目视判读方法。

第六章，简要介绍了遥感图象辐射量误差的来源和校正方法，详细讨论了遥感图象几何误差产生的原因以及画幅式影象、SPOT 影象和 SAR 影象的几何校正方法和过程。

第七章，重点介绍了彩色合成、遥感信息融合、主成分分析、K-T 变换、植被指数特征提取和应用等遥感影象信息处理中的特有方法。

第八章，详细讨论了多光谱遥感图象分类（识别）的原理以及几种监督分类和非监督分类算法，介绍了概率松弛法在遥感图象分类中应用、混合象元分类的概念、非光谱信息的应用和基于知识的遥感图象分类的基本情况。

为了便于读者了解遥感信息处理技术的现状，本书附录部分还简要介绍了遥感图象处理软件的基本情况。

应当指出，遥感图象获取与分析涉及到许多学科中的问题，本书不可能包含这方面的全部内容。希望本书能够帮助读者建立遥感图象处理与分析的理论框架，为进一步应用遥感技术奠定基础。

第二章 遥感基础

不同类型的地物具有反射或辐射不同波长电磁波的特性，遥感技术是利用地物反射和辐射电磁波的固有特性来探测地面目标的。因此，关于电磁波辐射的基本原理就成为遥感技术的理论基础，本章仅从“遥感”的角度简述一些有关问题。

2.1 电磁波与电磁波谱

2.1.1 电磁波的概念

在真空中或介质中通过传播电磁场的振动而传输电磁能量的波叫电磁波，如光波、热辐射、微波、无线电波等。电磁波是通过电场和磁场之间的相互联系和转化传播的，是物质运动能量传递的一种特殊形式，即空间任一处只要存在着电磁场，也就存在着能量，任何变化的电场都将在它的周围产生变化的磁场，而变化的磁场又会在它周围感应出变化的电场。在电磁波里，电场强度矢量 E 和磁场强度矢量 H 相互垂直，并且都垂直于电磁波的传播方向 x ，故电磁波是一种横波，如图 2-1-1 所示。

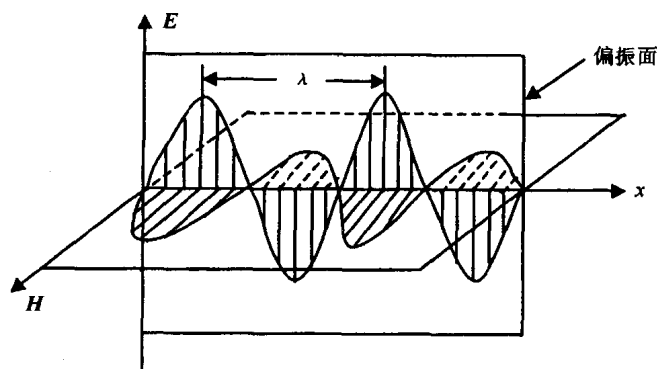


图 2-1-1 电磁波

根据麦克斯的电磁场理论，可写出下列方程组

$$\frac{\mu}{c} \frac{\partial H}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial x}, \quad \frac{\epsilon}{c} \frac{\partial E}{\partial t} = -\frac{\partial H}{\partial x} \quad (2-1-1)$$

式中 ϵ 为介质的相对介电常数， μ 为相对导磁率， c 为光速， t ， x 分别为时、空变量。将 (2-1-1) 中的第一式对 x 微分，第二式对 t 微分，消去 H 项得

$$\frac{\partial^2 E}{\partial t^2} = \frac{c^2}{\epsilon \mu} \frac{\partial^2 E}{\partial x^2} \quad (2-1-2)$$

这就是电磁波的波动方程，与物理学中波动方程相比，电磁波的电场强度在媒介中沿 x 方向的传播速度 v 为