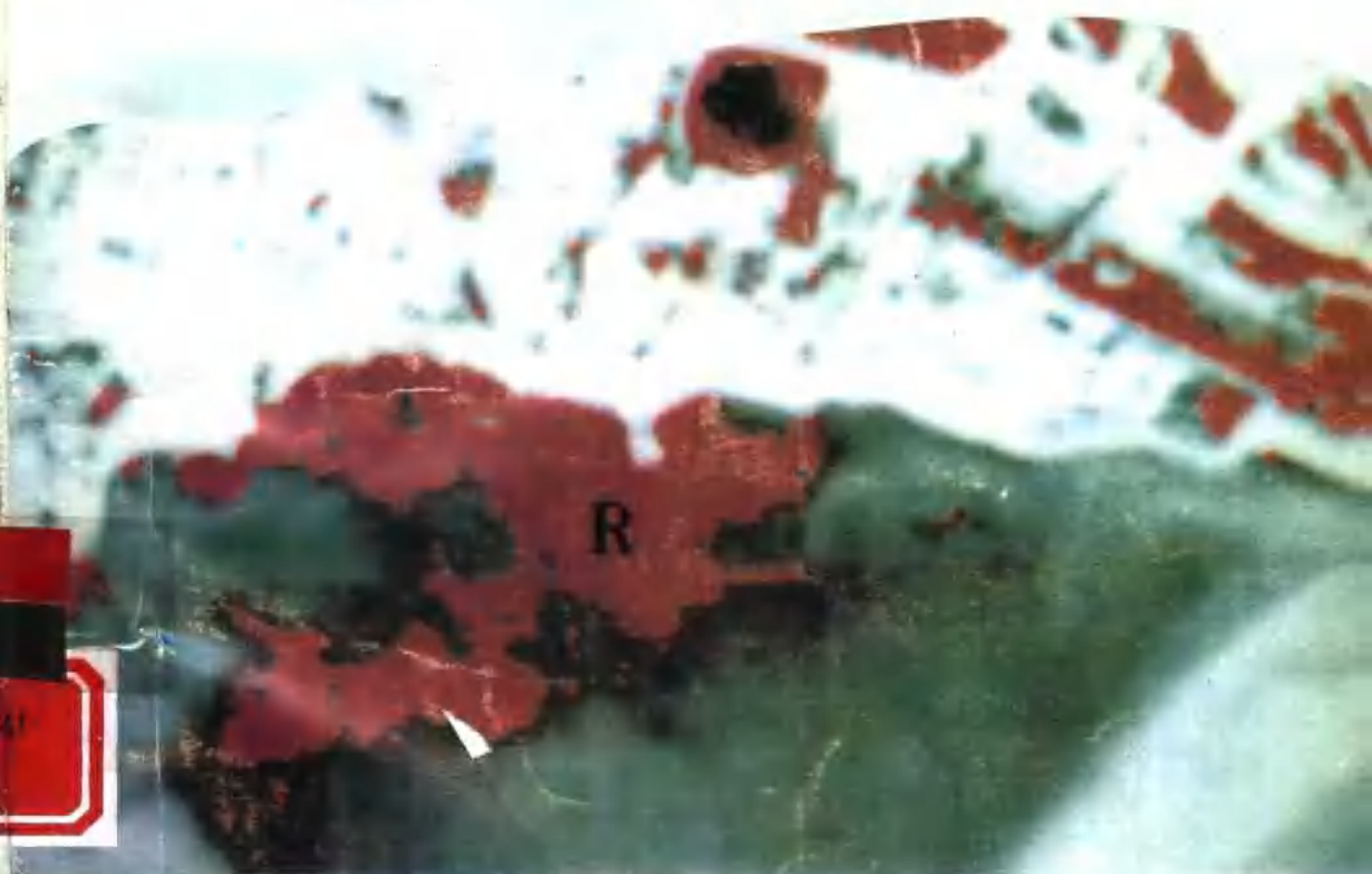


遥感应用技术

YAOGAN YINGYONG JISHU

仇肇悦 李军 郭宏俊 编著



武汉测绘科技大学出版社

遥感应用技术

仇肇悦 李 军 郭宏俊 编著

武汉测绘科技大学出版社

(鄂)新登字 14 号

内 容 提 要

随着社会的发展,遥感技术在国民经济中的地位越来越重要。本书就是为了适应这种形势及高等院校教学之需要而编写的。书中除对遥感基本原理、遥感信息获取及处理技术进行必要的介绍外,重点阐述了遥感技术在陆地水资源调查、土地资源调查、植被资源调查、地质调查、城市调查以及海洋调查方面的应用。另外,为了反映测绘学科的发展,还就航天遥感图像在测绘中的应用及学科最新发展趋势进行了介绍。为了方便教师教学和扩大学生的知识面,书后还附有教学实习内容及相关的阅读材料。

本书可作为高等院校及成人教育的教学用书,也可作为有关专业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感应用技术/仇肇悦,李军,郭宏俊编著. —武汉:
武汉测绘科技大学出版社,1995. 11

ISBN 7-81030-410-0

I. 遥… I. ①仇… ②李… ③郭… III. 遥感技术-应用
N. TP79

中国版本图书馆 CIP 数据核字(95)第 06938 号

武汉测绘科技大学出版社出版发行

(武汉市珞喻路 39 号,邮编:430070)

武汉测绘科技大学出版社印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:13.375 插页:4 字数:341 千字

1995 年 11 月第 1 版 1995 年 11 月第 1 次印刷

印数:0001~3 500 册 定价:14.80 元

本书如有印装质量问题,由承印厂负责调换(邮编:430070)

前 言

当代新技术特别是信息技术和航天技术的发展使遥感技术得到了迅速的发展和广泛的应用,遥感技术在国民经济发展中的地位越来越重要。为了适应培养“遥感技术”人才之需要,我们编写了这本教材。

本教材是在集多年教学科研经验体会和博采众长的基础上写成的。其重点着眼于阐述遥感技术的基本理论、基础知识、基本技能和遥感技术的实际应用。本着“少而精”的原则,考虑到多种专业、多种层次和多种形式的教学需要,本教材在深度与广度、理论与实践的结合上,具有一定的授课弹性和取舍灵活性。例如对摄影测量与遥感专业专科,可以针对培养目标,删减其中较多的理论内容;而对非摄影测量与遥感专业,还可根据专业需求,删减其较广的应用内容。删减之后,仍不失其教材的系统性。考虑到多种形式的授课特点,在内容结构、理论阐述、数学分析等方面力求使其深入浅出,通俗易懂,便于自学(例如函授生)。教材的每一章都给出若干练习与思考题,最后还有附录,以供授课和自学时参考。总之,我们相信在围绕人才培养目标上,本教材能够较好地反映当代遥感技术发展的水平,有利于提高学生适应社会需求的基本能力。

教材在编写过程中,陈军教授、边馥苓教授、蓝云超教授参加过教材大纲的讨论,陈军教授、曹灿霞高级工程师和李建松等同志提供了若干参考资料和图件,武汉测绘科技大学教材委员会对该教材进行了初审和复审,在此一并致谢。

由于水平所限,不足不妥之处,恳望读者批评指正。

编著者

目 录

第一章 绪论

- § 1-1 遥感技术及其发展 (1)
- § 1-2 遥感技术系统 (3)
 - 一、遥感技术系统 (3)
 - 二、遥感信息的特点 (5)

第二章 遥感信息获取

- § 2-1 电磁波与电磁波谱 (7)
 - 一、电磁波 (7)
 - 二、电磁波谱 (11)
- § 2-2 电磁波的发射辐射源 (12)
 - 一、太阳发射辐射 (12)
 - 二、地物发射辐射 (12)
 - 三、人工发射辐射 (16)
- § 2-3 地物的反射辐射 (16)
- § 2-4 大气对电磁辐射传输的影响 (20)
 - 一、地球大气层 (20)
 - 二、大气对电磁辐射传输的影响 (21)
 - 三、大气窗口和遥感谱段 (23)
- § 2-5 辐射传输方程 (24)
- § 2-6 地物波谱特征的测定 (25)
 - 一、地物波谱特征的概念 (25)
 - 二、地物波谱特征的测定原理 (25)
 - 三、地物波谱特征的测定步骤 (27)
- § 2-7 遥感平台简介 (28)
 - 一、陆地资源卫星 (28)
 - 二、航天飞机 (32)
- § 2-8 遥感仪器概述 (33)
- § 2-9 MSS 和 TM 信息获取 (37)
 - 一、MSS 和 TM 收集探测地面信息的原理 (37)
 - 二、MSS 和 TM 的信息传输和地面处理 (40)
 - 三、MSS 和 TM 信息产品的形式 (40)
- § 2-10 HRV 和 SLAR 信息获取 (42)
 - 一、HRV 信息获取 (42)
 - 二、SLAR 信息获取 (44)

第三章 遥感信息应用处理

§ 3-1 遥感资料的选购与查询	(50)
一、选购遥感资料的原则	(50)
二、选购遥感资料的几个技术问题	(50)
三、遥感资料的查询	(56)
§ 3-2 遥感图像的几何关系	(56)
一、光学图像与数字图像的概念	(56)
二、遥感图像的坐标系统	(58)
三、遥感图像的投影方程式	(58)
§ 3-3 遥感图像的误差来源	(64)
一、外部误差	(64)
二、内部误差	(67)
三、处理误差	(68)
§ 3-4 遥感图像的几何处理	(68)
一、遥感图像的光学纠正	(68)
二、遥感图像数字纠正原理	(70)
三、遥感图像的多项式纠正法	(73)
四、遥感图像的共线方程纠正法	(74)
§ 3-5 多图像几何配准	(76)
§ 3-6 遥感图像的光学增强	(78)
一、图像增强的意义	(78)
二、相关掩模技术	(78)
三、光学增强的方法	(78)
§ 3-7 遥感图像的数字增强	(81)
一、数字增强的基本原理	(81)
二、数字增强的方法	(81)
§ 3-8 遥感图像目视判读	(89)
一、判读标志	(89)
二、图像判读的原则和方法	(92)
三、图像判读的程序	(92)
§ 3-9 遥感图像计算机自动分类的基本原理	(92)
§ 3-10 遥感图像计算机自动分类前的预处理	(94)
一、大气校正	(94)
二、特征变换	(95)
三、特征选择	(98)
四、判别函数	(99)
§ 3-11 遥感图像计算机自动分类方法	(100)
一、监督分类法	(100)
二、非监督分类法	(100)
三、分类后处理	(102)

§ 3-12 遥感专题制图	(102)
一、遥感专题制图的含义	(102)
二、遥感专题制图的一般要求	(103)
三、遥感专题地图的表示方法	(104)
四、遥感专题地图的编制	(106)
§ 3-13 面积量算	(107)
一、面积量算的方法	(107)
二、面积量算的精度要求	(108)
三、面积量算中的几项改正	(109)
第四章 陆地水资源遥感调查	
§ 4-1 地表水资源遥感调查	(112)
一、河流、沟渠的判读	(112)
二、湖泊、水库、池塘的判读	(113)
三、降水量测量	(114)
§ 4-2 水文动态迹象分析	(114)
一、水文动态迹象与水体演变分析	(114)
二、洪水分析	(116)
§ 4-3 地下水资源调查	(117)
§ 4-4 水污染监测	(119)
一、液态污染	(119)
二、固态污染	(120)
第五章 土地资源遥感调查	
§ 5-1 陆地地貌遥感调查	(121)
一、山地和丘陵	(121)
二、高原与平原	(122)
三、流水地貌	(122)
四、岩溶地貌	(124)
五、冰川地貌	(124)
六、风沙地貌	(125)
§ 5-2 土壤调查	(125)
§ 5-3 农村土地利用现状调查	(127)
§ 5-4 土壤侵蚀与土壤退化调查	(129)
第六章 植被资源遥感调查	
§ 6-1 农作物遥感调查	(132)
一、农作物调查的主要内容	(132)
二、农作物遥感调查的方法	(132)
三、农作物估产	(134)
四、病虫害监测和预报	(136)
§ 6-2 森林遥感调查	(136)
一、有关森林的几个术语	(136)

二、森林分布的一般规律	(137)
三、森林遥感调查的内容和方法	(138)
四、编制森林间伐计划与探测森林火灾和虫害	(141)
§ 6-3 草场资源调查	(141)
§ 6-4 芦苇和沼泽资源调查	(143)
一、野生芦苇调查	(143)
二、沼泽资源调查	(144)
§ 6-5 水生植物调查与植被变迁定量分析	(145)
一、水生植物调查	(145)
二、植被变迁定量分析	(148)
第七章 地质遥感调查	
§ 7-1 地质体的目视判读标志	(150)
§ 7-2 岩性的判读	(151)
一、侵入岩的判读	(152)
二、火山岩的判读	(152)
三、沉积岩的判读	(152)
四、变质岩的判读	(152)
§ 7-3 地质构造的判读	(152)
一、地质构造的判读标志	(153)
二、褶皱构造的判读	(153)
三、断裂构造的判读	(154)
§ 7-4 地质活动构造的判读	(154)
§ 7-5 遥感在地质其他方面的应用	(155)
一、遥感技术用于找矿	(155)
二、遥感技术用于区域地质填图	(156)
第八章 城市遥感调查	
§ 8-1 城市遥感调查概述	(157)
§ 8-2 城市土地利用现状遥感调查	(158)
§ 8-3 城市用地特征参数调查	(161)
一、平均建筑层数调查	(161)
二、建筑密度和建筑面积密度调查	(161)
三、居住建筑密度和居住建筑面密度调查	(162)
四、人口毛密度调查	(162)
五、城市绿化覆盖率调查	(162)
§ 8-4 城市环境质量调查	(163)
一、城市环境污染遥感调查	(164)
二、城市环境质量评价	(166)
§ 8-5 城市演变调查	(167)
§ 8-6 城市边缘区调查	(169)
一、城市边缘区的特点	(169)

二、城市边缘区遥感调查的内容	(170)
§ 8-7 城市区域自然条件调查	(170)
§ 8-8 城市规划实施跟踪调查	(172)
第九章 海洋遥感调查	
§ 9-1 海洋状况遥感测定	(175)
一、海温遥感测定	(175)
二、海洋水深遥感测定	(176)
三、海洋水色遥感测定	(178)
四、海冰遥感测定	(179)
五、海洋盐度遥感测定	(179)
六、海洋浊度遥感测定	(180)
七、洋流遥感测定	(181)
§ 9-2 海洋资源遥感调查	(181)
一、海洋生物资源的遥感调查	(181)
二、海岸带资源的遥感调查	(182)
§ 9-3 海洋遥感监测	(186)
一、海洋污染的遥感监测	(186)
二、河口及海岸悬浮泥沙监测	(187)
三、海岸、滩涂监测	(187)
四、海况要素监测	(187)
五、海洋气象监测预报	(187)
第十章 航天遥感图像在测绘中的应用	
§ 10-1 利用航天遥感图像进行解析空中三角测量	(188)
§ 10-2 利用航天遥感图像测制地形图	(189)
§ 10-3 正射影像地图	(190)
§ 10-4 地图的修测与更新	(191)
§ 10-5 “3S”的综合应用	(192)
一、RS 与 GIS 的结合应用	(192)
二、RS 与 GPS 的结合应用	(193)
三、“3S”的综合应用	(193)
附录一 实习内容	(195)
附录二 图像数据 CCT 磁带格式	(196)
附录三 遥感图像处理系统	(198)
附录四 数字图像彩色处理技术	(200)
附录五 关于法定计量单位的使用	(202)
主要参考文献	(204)

第一章 绪 论

§ 1-1 遥感技术及其发展

“遥感”(Remote Sensing)一词产生于 60 年代初期,意思是遥远的感知。

自然界有各种遥感现象。例如:

蝙蝠不仅能够向外发射 25 000~70 000Hz 的强超声波,而且能够接收这些超声波的反射回波。因此,蝙蝠在漆黑的环境中可以判明障碍物的距离、方位和性质,以至能自由快速地飞翔,即使是透明的玻璃窗它也不会碰撞。蝙蝠还利用这种超声波来觅食。

人的眼睛之所以能够看见和识别各种物体,是因为物体反射(或发射)的可见光,经过人眼的光学系统(水晶体)成像于视网膜的感觉细胞,并经光化学反应刺激视神经,进而传到大脑(如图 1-1 所示),最后通过大脑的分析、对比、推理、判断,来感知和记忆各种物体。

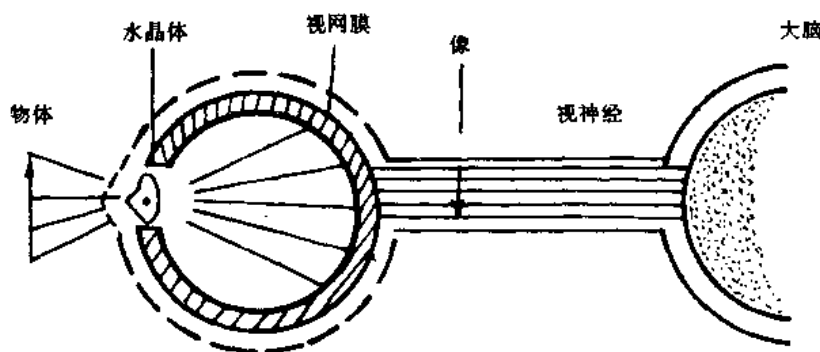


图 1-1 人眼成像原理

狗的鼻子能够嗅出 100 万种物质的气味,利用训练的狗可以破案和找矿石。

上述现象,虽然在形式上不相同,但其共性却都有“遥远”“感知”的含义。在科学技术的领域中,人们通常认为:使用某种遥感器,不直接接触被研究的目标,感测目标的特征信息(一般是电磁波的反射辐射或发射辐射),经过传输、处理,从中提取人们感兴趣的信息,这个过程叫做遥感(如图 1-2 所示)。遥感技术则是实现这种过程所采取的各种技术手段的总称。显然,大家所熟悉的摄影与空中摄影及摄影测量等都在广义的遥感范畴之中。

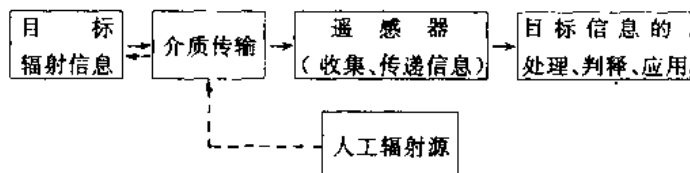


图 1-2

遥感技术包括遥感器(也称传感器)技术,信息传输技术,信息处理、提取和应用技术,目标信息特征的分析与测量技术,等等。由此可见,现代遥感技术是空间技术、应用光学技术、无线

电电子技术、计算技术等相结合的一门新技术。

遥感技术和遥控技术、遥测技术是有区别的。遥控技术虽然也是不直接接触目标物,但它发射无线电信号的目的是用于控制目标运动的轨迹、方位和姿态。遥测技术有两种形式:一种是遥测仪器直接接触目标物,如用于遥测宇宙飞船内的温度和各种仪器的工作参数。另一种遥测形式虽然也是不直接接触目标物(如雷达测距和定位),但所测量的参数、传输的内容都相对比较少。

遥感技术依其遥感仪器所选用的波谱性质可分为:电磁波遥感技术,声学(如声纳)遥感技术,物理场(如重力场和磁力场)遥感技术。本书只讨论电磁波遥感技术。所谓电磁波遥感技术是利用各种物体(物质)反射或发射出不同特性的电磁波去进行遥感的。它又分为可见光、红外、微波等遥感技术。按照感测目标的能源作用可分为:主动式遥感技术和被动式遥感技术。所谓主动式遥感技术是采用人工辐射源向物体发射一定能量和一定波长的电磁波,接收其回波达到遥感的目的。所谓被动式遥感技术是直接接收目标物反射和发射的电磁波达到遥感的目的。按照记录信息的表现形式可分为:图像方式和非图像(数据或曲线)方式两大类。按照遥感器使用的运载工具可分为:航天遥感技术(空间),航空遥感技术,地面遥感技术。按照遥感的应用领域可分为:地球资源遥感技术,环境遥感技术,气象遥感技术,海洋遥感技术,等等。

近20年来,遥感技术获得了迅猛的发展,它作为一种空间探测技术,至今已经历了地面遥感、航空遥感和航天遥感三个阶段。广义地说,遥感技术是从19世纪初期(1839年)出现摄影术开始的。19世纪中叶(1858年),就有人使用气球从空中对地面进行摄影。1903年飞机问世以后,便开始了现在可称作航空遥感的第一次试验,从空中对地面进行摄影,并将航空像片应用于地形测量和地图制图等方面。这种只局限于可见光范围(波长 $0.4\sim 0.76\mu\text{m}$)的地面摄影和航空摄影,可以说揭开了当今遥感技术的序幕。

随着空间技术、无线电电子技术、光学技术和计算机技术的发展,20世纪中期,遥感技术有了很大发展。遥感器从第一代的航空摄影机,第二代的多光谱摄影机、扫描仪,很快发展到第三代的固体扫描仪(CCD);遥感器的运载工具,从飞机很快发展到卫星、宇宙飞船和航天飞机;遥感谱段从可见光发展到红外和微波;遥感信息的记录和传输从图像的直接传输发展到非图像的无线电传输;而图像像元也从地面 $80\text{m}\times 80\text{m}$,很快发展到 $40\text{m}\times 40\text{m}$, $30\text{m}\times 30\text{m}$, $20\text{m}\times 20\text{m}$, $10\text{m}\times 10\text{m}$, $6\text{m}\times 6\text{m}$ 。

在这期间,我国遥感技术的发展也十分迅速。我们不仅可以直接接收、处理和提供Landsat和SPOT卫星的遥感信息,而且具有航空航天遥感信息采集的能力,能够自行设计制造像航空摄影机、全景摄影机、红外扫描仪、多光谱扫描仪、合成孔径侧视雷达等多种用途的航空航天遥感仪器和用于地物波谱测定的仪器。而且,进行过多次规模较大的航空遥感试验。如云南腾冲地区的综合试验,天津城市环境监测试验,长春地面光谱测试试验和典型图像分析试验,北京城市航空遥感综合调查等。

近十几年来,我国还自行设计制造了多种遥感信息处理系统。如假彩色合成仪,密度分割仪,TJ-82图像计算机处理系统,微机图像处理系统等。

1988年9月7日我国成功地利用“长征四号”运载火箭发射了“风云一号”气象卫星。这颗卫星载有两台高分辨率的扫描辐射仪,可以探测白天和夜间的云图、地表图像、海洋水色图像和水体边缘、海面温度、冰雪覆盖及植物生长状况。它标志着我国空间技术和遥感技术已经跨入了世界先进行列。

§ 1-2 遥感技术系统

一、遥感技术系统

现代遥感技术系统一般由四部分组成,如图 1-3 所示。

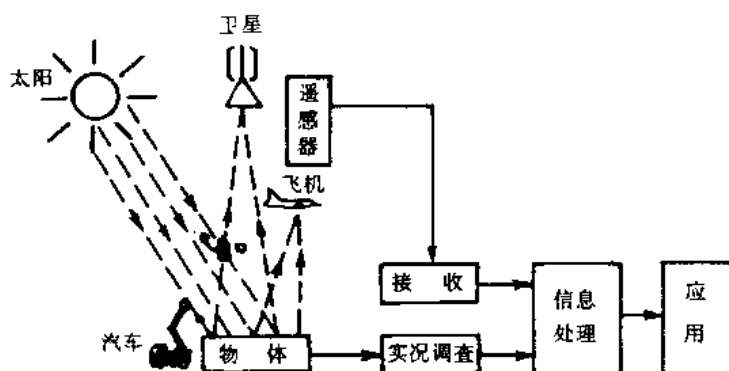


图 1-3 遥感技术系统的组成

1. 空间信息采集系统

空间信息采集系统主要包括遥感平台和传感器两部分。遥感平台是运载传感器并为其提供工作条件的工具,它可以是航空飞行器,例如飞机和气球等,也可以是航天飞行器,例如人造地球卫星、宇宙飞船、航天飞机等。显然,遥感平台的运行状态会直接影响传感器的工作性能和信息获取的精确性。传感器是收集、记录被测目标的特征信息(反射或发射电磁波)并发送至地面接收站的设备。传感器是整个遥感技术系统的核心,体现着遥感技术的水平。

在空间信息采集中,通常有多平台信息获取,多时相信息获取,多波段或多光谱信息获取几种形式。多平台信息是指同一地区采用不同的运载工具获取的信息;多时相信息是指同一地区不同时间(年、月、周、日)获取的信息。多波段信息是指传感器使用不同的电磁波段获取的信息,如可见光波段、红外波段、微波波段等。多光谱信息是指传感器使用某一电磁波段中不同光谱范围获取的信息,如可见光波段中的 $0.4\sim 0.5\mu\text{m}$, $0.5\sim 0.6\mu\text{m}$, $0.6\sim 0.7\mu\text{m}$ 等。多波段和多光谱有时互为通用。

2. 地面接收和预处理系统

航空遥感获取的信息,可以直接送回地面并进行一定的处理。航天遥感获取的信息一般都是以无线电的形式进行实时或非实时性地发送并被地面接收站接收和进行预处理(又称前处理或粗处理)。预处理的主要作用是对信息所含有的噪音和误差进行辐射校正和几何校正,图像的分幅和注记(如地理坐标网等),为用户提供信息产品,例如光学图像或计算机用的数字数据磁带。

3. 地面实况调查系统

地面实况调查系统主要包括在空间遥感信息获取前所进行的地物波谱特征(地物反射电磁波及发射电磁波的特性)测量,在空间遥感信息获取的同时所进行的与遥感目的有关的各种遥测数据的采集(如区域的环境和气象等数据)。前者是为设计传感器和分析应用遥感信息提供依据,后者则主要用于遥感信息的校正处理。

4. 信息分析应用系统

信息分析应用系统是用户为一定目的而应用遥感信息时所采取的各种技术,主要包括遥感信息的选择技术,应用处理技术,专题信息提取技术,制图技术,参数量算和数据统计技术等内容,如图 1-4 所示。其中遥感信息的选择技术是指根据用户需求的目的、任务、内容、时间和条件(经济、技术、设备等),在已有各种遥感信息的情况下,选购其中一种或多种信息时必须考虑的技术。当没有但需要最新遥感信息时(如航空遥感),应按照遥感图像的特点(如多波段或多光谱),因地制宜,讲求实效地提出航空遥感的技术指标。

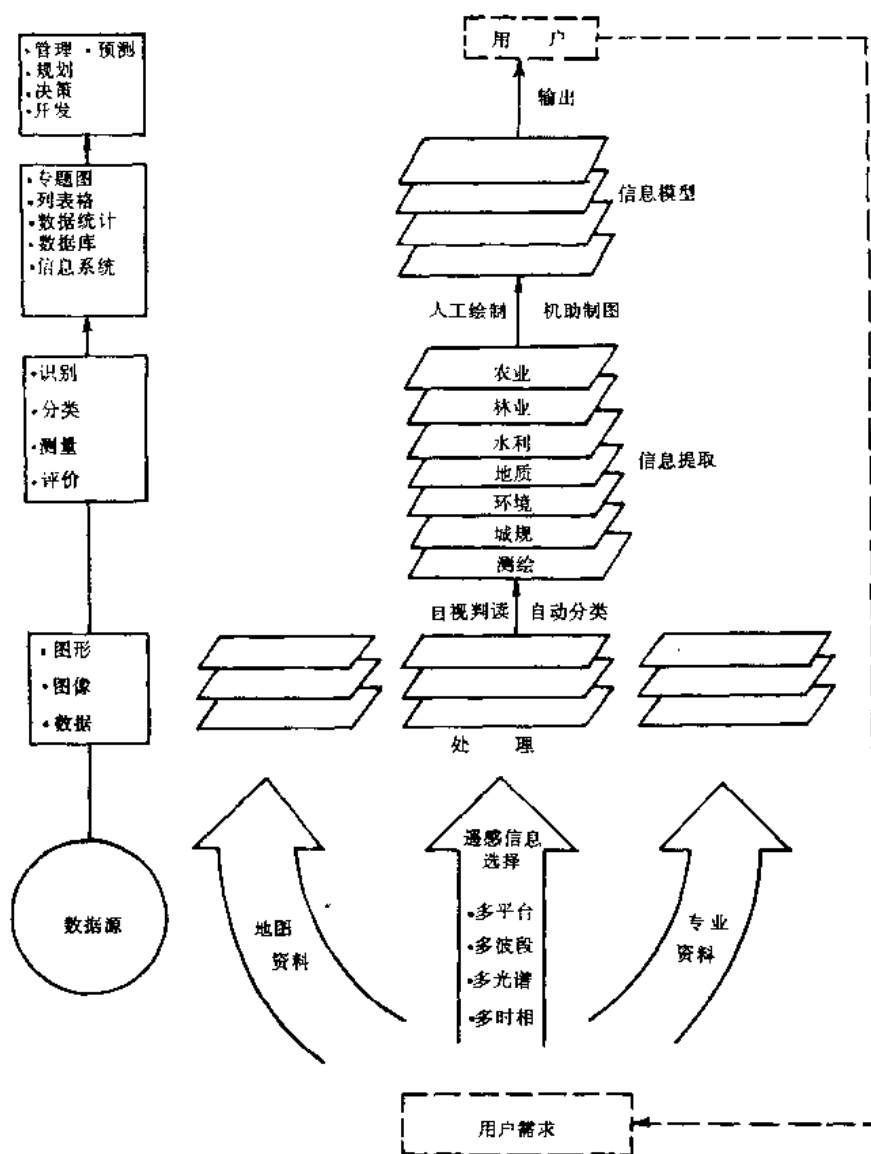


图 1-4 信息分析应用系统

二、遥感信息的特点

黑白航空像片,大家比较熟悉。它能客观地记录和反映可见光范围内人类活动和自然景观的全貌,具有真实性、直观性、时间性、影像和地物相似性的特点。现代机载的其它遥感仪器,能够获得比黑白像片更多的信息。例如,利用多波段或多光谱遥感仪器,可以同时取得同一地区的多波段或多光谱图像。利用这些图像能够大大提高识别地物的能力。例如,工作在微波波段的侧视雷达,就能在夜间或有云雾的情况下探测到可见光波段探测不到的目标。1987年5月,我国利用机载红外扫描仪,探测到大兴安岭的烟火、残火、暗火200多处,为扑火前线指挥部的决策提供了及时准确的信息。

除此之外,航天遥感信息还有如下的特点:

(1)探测范围大。一张ERTS图像的覆盖面积等于 $185\text{km} \times 185\text{km}$,这样大的范围为人们宏观地研究各种自然现象和规律提供了十分有利的条件。例如,对农林业病虫害的蔓延观察,地质构造的大面积观察和分析,国土规划与决策,以及各种自然环境的了解,等等。人们的视野扩大了,对各种现象间的相互联系的认识提高了,克服了地面工作的局限性。

(2)资料新颖,能迅速反映动态变化。卫星不停地绕地球运转重复地获得最新颖、最现时的情报资料,及时监测和发现各种自然现象的异常和变化规律。例如,掌握植物的生长变化、冰雪的消融、云量和降水的变化情况,为气象预报、水文监测、病虫害防治、粮食估产、洪水预报等提供科学依据。

(3)成图迅速。由于卫星离地面较远,卫星摄影接近正射投影,所以地表每一点似乎都在与卫星垂直的平面上,这就可以提高成图的工效。例如,全国的像片镶嵌图仅需500~600张ERTS像片就够了,这不仅可以在几周之内完成,而且能反映地物、地貌各要素的现势性。

(4)收集资料方便,不受地形限制。对于高山冰雪、戈壁沙漠、海洋等用一般方法不易获得有关资料的地区,用卫星图像可以获得大量有用的资料。卫星还可以不受任何政治地理的限制,遥感地球的任何一角。

由此可见,遥感信息是人们了解自然、认识自然、改造自然、保护环境和保护资源的重要信息源。遥感信息的上述特点,使遥感技术广泛应用于测绘、国土资源调查(森林、土壤、土地、地矿、水利、海洋等)、农业生产和环境监测、城乡规划、军事侦察等许多方面。例如,1982年我国利用陆地资源卫星多光谱图像进行的“全国土地资源遥感调查”(测算出了我国15种土地利用面积,编制了1:2 000 000的全国土地利用图和分省各种土地利用图);山西省利用航天和航空遥感资料进行的“山西农业资源遥感综合调查”(编制了土地利用、地貌、植被、水资源和区划评价等17种系列图件);内蒙古自治区利用遥感资料进行的“以生态环境系统为基础的草资源调查”(编制了10种图件,量算了草资源的面积,定量地估算了载畜量跟产草量的相互关系);煤炭部利用热红外航空遥感资料和卫星多光谱图像“探测新煤区”(如大兴安岭西坡远景产煤区);武汉测绘科技大学利用遥感技术,研究分析“湖北洪湖水生植物资源分布”和“江汉湖群的面积和演变”;研究和探测“西藏那曲地区地形测绘和草场分布”;“城市规划和管理基础资料调查、城市形态演变”;等等。

值得指出的是,遥感应应用技术的发展已经逐步地从利用单一波段的遥感资料进行分析、应用,向利用多平台、多波段、多光谱、多时相的遥感资料进行综合分析、应用发展;从对资源与环境的定性调查与制图,向定量分析、评价和预测发展;从对各种事物与过程表面现象的描述,向对其内在规律的探测发展;从为各部门的常规管理提供基础资料,向为科学化现代化管理建立

各种信息数据库和地理信息系统发展。实践证明,遥感信息应用技术已经显示出它的明显效益和巨大潜力。

练习与思考

1. 什么是遥感和遥感技术?
2. 遥感技术和遥控技术、遥测技术有什么主要异同点?
3. 举例说明什么叫主动式遥感和被动式遥感?
4. 遥感技术系统一般由哪几部分组成?每一部分又包括哪些主要技术?
5. 航天遥感信息有哪些主要特点?
6. 当前遥感技术的发展趋势主要表现在哪些方面?
7. 为什么说我国遥感技术已跨进世界先进行列?

第二章 遥感信息获取

借助运载工具,用遥感仪器收集、探测、记录目标特征信息的技术,称之为信息获取。对地球资源来说,遥感信息获取,一般是指收集、探测、记录地物的电磁波特征,即地物的发射辐射电磁波或反射辐射电磁波特征。

§ 2-1 电磁波与电磁波谱

一、电磁波

根据电磁场的理论,电和磁是紧密联系着的两种运动形式。变化的电场能够在它的周围激起磁场的变化,同样,变化的磁场也能在它周围激起电场的变化,这种交变的电磁场在空间由近及远的传播过程称为电磁波,如图 2-1 所示。 γ 射线、 x 射线、紫外线、可见光、红外线、微波、无线电波等都是电磁波。这些电磁波的本质完全相同,只是它们的频率(或波长)不同而具有不同的特性。

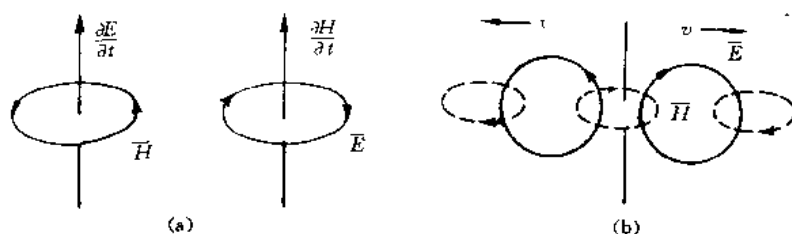


图 2-1 电磁波

1. 电磁波是一个横波

电磁波的电场矢量和磁场矢量互相垂直,且都垂直于波的传播方向,如图 2-2 所示。

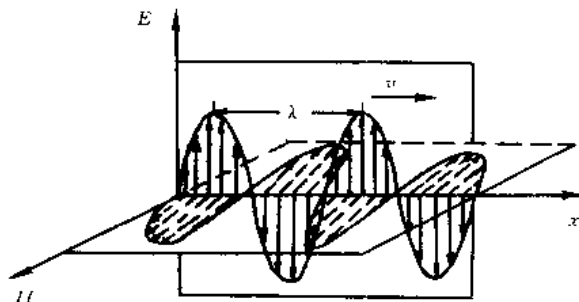


图 2-2 电磁波示意图

2. 电磁波的波动性

单色波的波动性可用波函数来描述,如图 2-3 所示。其解析表达式可写作

$$\psi = A \sin[(\omega t - kx) + \varphi] \quad (2-1)$$

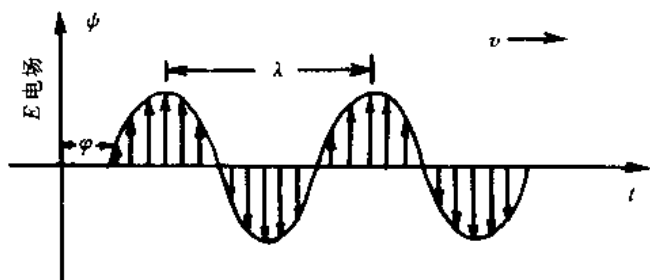


图 2-3 用波函数表示单色波的波动性

式中: A ——振幅;

ω ——角频率, $\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi\nu$;

t ——时间变量;

k ——圆波数, $k = \frac{2\pi}{\lambda} = 2\pi N$;

x ——空间变量;

φ ——初位相。

式(2-1)是一个时空周期性函数,其时间周期性用周期 T (或频率 $\nu = \frac{1}{T}$)来描述,空间周期性用波长 λ (或波数 $N = \frac{1}{\lambda}$)来描述。

按照波速的定义

$$c = \frac{\lambda}{T} = \lambda\nu; \quad \nu = \frac{c}{\sqrt{\epsilon\mu}} \quad (2-2)$$

式中: c ——光速($c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$);

ϵ ——介质中的相对介电常数;

μ ——介质中的相对磁导率。

当 $\epsilon = \mu = 1$ 时(在真空中),则电磁波的传播速度等于光速。在介质中的电磁波的传播速度小于光速。

3. 电磁波的粒子性

电磁波是以“场”的形式存在于自然界中的一种物质。由于电场(或磁场)具有能量,所以随着电磁波的传播必有能量的传播。这种以电磁波形式传播出去的能量叫辐射能,其传播表现即为光子(或称量子)组成的粒子流的运动。在物理学中我们知道,光子具有一定的能量和动量。实验证明,光子的能量与其频率成正比,即

$$E = h\nu \quad (2-3)$$

光子的动量与其波长成反比,即

$$P = \frac{h}{\lambda} \quad (2-4)$$

式中 $h = 6.626\,075\,5 \times 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$, 称普朗克常数。