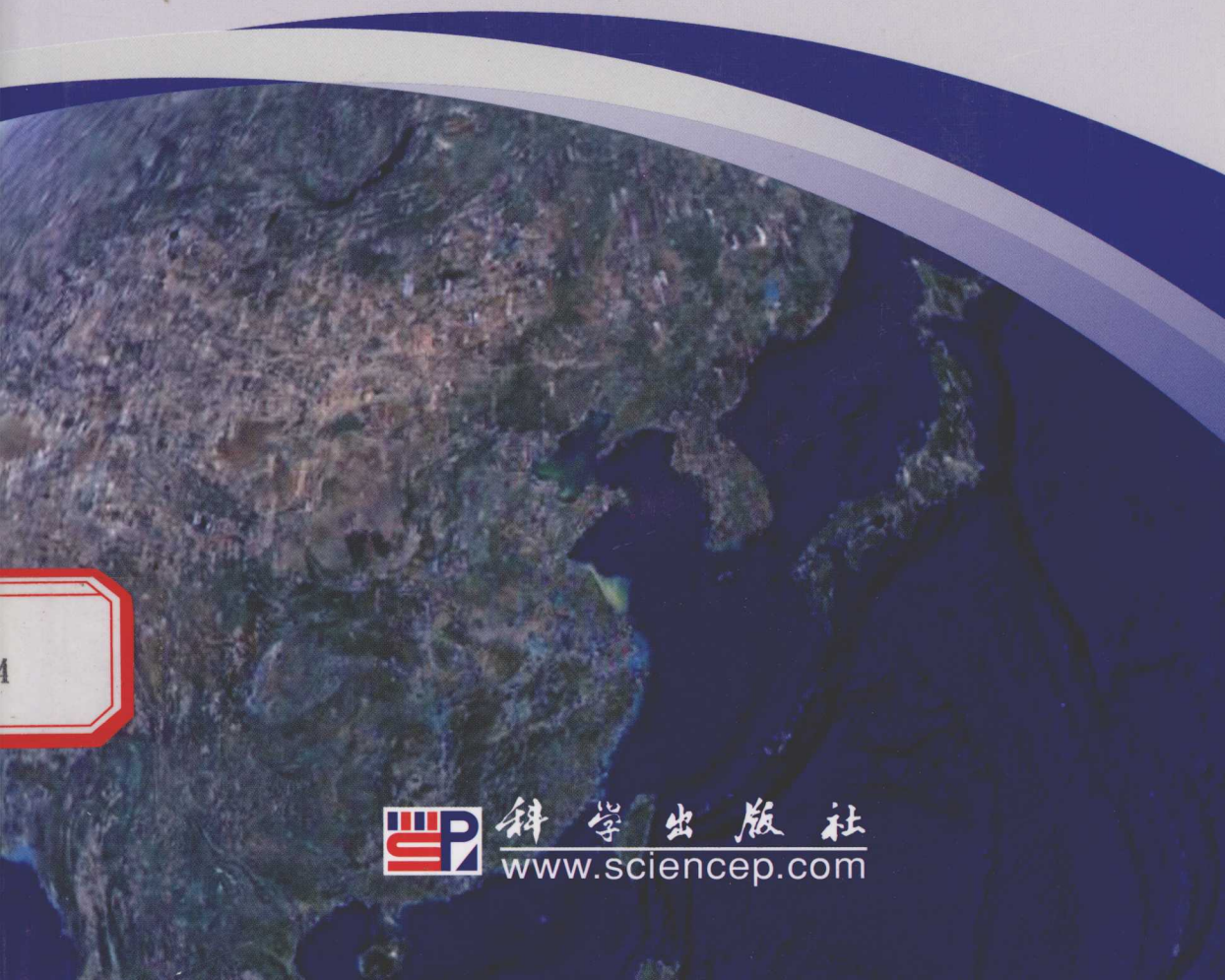




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 现代遥感导论

尹占娥 编著



科学出版社

[www.sciencep.com](http://www.sciencep.com)

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

# 现代遥感导论

尹占娥 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书主要介绍了遥感的概念、特征和基本原理以及遥感数据的特征和分析判读的原理与方法。全书分四大部分,共13章。第一部分(第1章)遥感绪论,主要阐述了遥感的概念、特性、技术系统、发展历程、现状与趋势,以及应用概述等内容。第二部分(第2~3章)遥感基本原理,主要阐述了遥感的物理基础与遥感获取的传感器原理。第三部分(第4~8章)遥感数据,介绍了遥感数据的主要类型及特征,包括航空数据、地球资源卫星数据、微波数据、热红外遥感数据及高光谱数据,其中以航空数据和陆地卫星数据为主介绍了遥感图像的目视判读和分析方法。第四部分(第9~13章)遥感数字图像的分析 and 处理方法,介绍了遥感数字图像分析的预处理方法、增强处理方法、分类方法和数据分类精度的评价方法。

本书可作为地理、测绘、环境、空间信息等相关专业本科生教材,也可作为相关专业研究生、教师以及各领域的广大遥感科学工作者的参考用书。

### 图书在版编目(CIP)数据

现代遥感导论/尹占娥编著. —北京:科学出版社,2008

普通高等教育“十一五”国家级规划教材

ISBN 978-7-03-021760-8

I. 现… II. 尹… III. 遥感技术-高等学校-教材 IV. TP7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第058510号

责任编辑:杨红 王日臣 / 责任校对:鲁素

责任印制:张克忠 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

明辉印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2008年7月第 一 版 开本: B5(720×1000)

2008年7月第一次印刷 印张: 17 1/4

印数: 1—4 000 字数: 327 000

定价: 30.00 元 (含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈明辉〉)

## 前 言

遥感是采集地表空间信息,探测其动态变化的现代技术。进入21世纪以来,遥感技术和遥感数据的分析方法已经取得了长足的进步,遥感应用的领域日益广阔。特别是米级以下高分辨率遥感数据的成功获取,进一步开拓了遥感数据应用的行业领域。遥感技术每天向人类提供全方位的对地观测数据,应用遥感数据解决国民经济诸多领域的实际问题已成为趋势,遥感技术的发展已由研究阶段转入实用阶段。如何快速提取和挖掘遥感数据所提供的信息,是当前海量遥感数据在国民经济建设中发挥更大作用的关键。如果遥感数据能快速转入地理信息系统中,遥感技术就能更好地发挥实时管理决策的作用。

随着我国社会经济的迅速发展,急需培养利用遥感信息资源的大量人才,推广遥感技术在国民经济各领域的广泛应用。各高校的地理、地理信息系统、遥感、测绘、环境、生态、城市规划、国土资源等本科和研究生专业,都从不同的角度开设了各种类型的遥感课程。普通高等教育“十一五”国家级规划教材《现代遥感导论》是为高等院校各类相关专业遥感概论类课程而编写的,教材重点阐述遥感的基本原理、主要遥感数据的特征、遥感数据的目视分析解译和计算机分析处理等方法基础内容,突出遥感数据及其信息分析方法,注重遥感技术发展和前沿,加强遥感数据计算机处理的实践技能,强调遥感数据的信息理念,以满足高等院校本科遥感概论课程和研究生遥感应用课程的教学要求,为学生今后更进一步的深入学习和工作打下坚实的基础。

本书所附光盘主要是为教学使用方便而制作的,包括了教材中的重要示例遥感数据和图件(清晰图件),以及教材中有些章节设计的实习内容。实习内容编写成实习指导,配合书中相应章节的教学内容,加强遥感实践技能,理论联系实际,提高教学效果和水平。

本书是我们在长期教学实践过程中所编写的教学讲义的基础上,进一步修订而成的。为了适应遥感技术和分析方法的新发展,我们在本书编写过程中收集和整理了国内外大量相关教材和专著,并综合考虑了学生学习知识的渐进性以及知识体系的全面与实用性,力求读者使用本书时能获得全面系统的遥感应用原理与方法,了解和掌握遥感技术的前沿与进展。

具体编写分工是:尹占娥,第1章、第4~6章、第9~13章;张安定,第2、3章;林文鹏,第7章;施润和,第8章;李卫江,第10~13章部分内容和实习指导。戴盛、殷杰、暴雨杰、陈珂、王飞、景垠娜等协助收集整理国内外资

料、图表，并做了一些校对工作。全书由尹占娥统稿、修改和审定。

本书的编写得到教育部“十一五”国家级规划教材专家组的审定与支持，同时也得到了上海市教育委员会课程建设项目、重点学科建设项目“地理学与城市环境”(J50402)、国家自然科学基金重点项目(40730526)和上海师范大学重点培育学科项目(DZL801)的资助。华东师范大学许世远教授和刘敏教授，上海城市地理信息研究中心主任孙建中教授，上海师范大学温家洪教授都对本书的编写提出了不少建设性的建议。华东师范大学的益建芳老师提供了大量教学示例数据和资料。我们的很多同事和同行业专家学者也对本书的编写提供了大量的帮助和支持。在此一并致以衷心的感谢。

由于遥感技术的快速发展和编者水平的限制，书中不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

编著者

2008年4月于上海



# 目 录

## 前言

第 1 章 绪论	1
1.1 遥感概念	1
1.2 遥感的特性	2
1.3 遥感的分类	3
1.4 遥感技术系统	5
1.5 遥感的几个基本术语	8
1.6 遥感的发展历程	9
1.7 遥感的现状与趋势	15
1.8 遥感的应用	17
思考题	21
第 2 章 遥感电磁辐射基础	22
2.1 电磁波谱	22
2.2 辐射基本定律	24
2.3 太阳辐射	27
2.4 太阳辐射与大气的相互作用	29
2.5 太阳辐射与地面的相互作用	34
2.6 三种遥感模式	43
思考题	43
第 3 章 传感器	45
3.1 传感器的组成	45
3.2 传感器的分类	46
3.3 摄影型传感器	46
3.4 扫描方式的传感器	49
3.5 传感器的发展趋势	57
思考题	59
第 4 章 航空遥感数据	60
4.1 航空遥感平台	60
4.2 航空摄影	61
4.3 航空像片	68
4.4 航空像片的立体观测与立体量测	76

4.5	航空像片的目视判读	84
4.6	常见地物的像片判读	91
	思考题	96
<b>第5章</b>	<b>地球资源卫星数据</b>	<b>97</b>
5.1	概述	97
5.2	Landsat 卫星简介	97
5.3	Landsat 卫星轨道	99
5.4	Landsat 卫星工作系统	101
5.5	Landsat 卫星数据特征	104
5.6	卫星遥感数据的目视判读	108
5.7	其他地球资源卫星数据	115
5.8	气象卫星数据	125
	思考题	128
<b>第6章</b>	<b>微波遥感数据</b>	<b>130</b>
6.1	主动微波遥感	130
6.2	雷达图像的特点	135
6.3	激光雷达	142
	思考题	144
<b>第7章</b>	<b>热红外遥感数据</b>	<b>145</b>
7.1	热红外遥感原理	145
7.2	热红外遥感图像与解译	150
7.3	热容量制图系统	154
7.4	Landsat TM 热红外数据	155
7.5	热红外遥感数据应用	157
	思考题	158
<b>第8章</b>	<b>高光谱遥感数据</b>	<b>159</b>
8.1	概述	159
8.2	高光谱遥感原理	161
8.3	高光谱遥感的传感器	162
8.4	高光谱遥感影像分析	165
8.5	高光谱遥感的应用	170
	思考题	174
<b>第9章</b>	<b>遥感数字图像处理基础</b>	<b>175</b>
9.1	遥感数字数据存储格式	175
9.2	遥感数字图像基础	178
9.3	遥感图像处理软件	180

思考题	182
<b>第 10 章 遥感数据预处理</b>	183
10.1 特征提取	183
10.2 辐射预处理	188
10.3 几何校正	193
10.4 卫星影像的地图投影	200
10.5 数据融合	202
思考题	204
<b>第 11 章 遥感图像的增强处理</b>	205
11.1 彩色合成	205
11.2 直方图对比度调整	207
11.3 密度分割和灰度颠倒	210
11.4 邻域法增强处理	211
11.5 图像间的运算	214
11.6 多波段压缩处理	216
思考题	217
<b>第 12 章 遥感图像的分类</b>	218
12.1 概述	218
12.2 信息类别和光谱类别	220
12.3 非监督分类	221
12.4 监督分类	229
12.5 其他分类方法	240
12.6 不同分类方法的精度差异	244
12.7 分类中应用的辅助数据	245
12.8 图像分类的有关问题	246
思考题	247
<b>第 13 章 分类精度评价</b>	248
13.1 精度的概念和意义	248
13.2 分类误差的来源	248
13.3 误差特征	249
13.4 精度评价方法	250
13.5 误差矩阵的应用	256
思考题	260
<b>主要参考文献</b>	262



# 第 1 章 绪 论

## 1.1 遥感概念

人类自古以来就想方设法扩大自己感官的能力和感测的范围，古代神话中的千里眼和顺风耳即是人类梦寐以求的幻想。站得高看得远以及借助望远镜对月球进行观测是人类最初的遥感萌芽。直到 1858 年，人类利用气球获得巴黎上空的第一张鸟瞰照片，才真正实现了人类从遥远空中感知地表的梦想。

20 世纪初，莱特 (Wright) 兄弟成功飞上了蓝天，人类第一次可以从高空鸟瞰我们的地球。把照相机带上飞机，保存高空鸟瞰到的地面信息开启了航空摄影的时代。而当苏联宇航员加加林在遥远的太空，看到蔚蓝的地球时，航天遥感的时代就开始了。今天，随着航空航天技术的发展，人类可以自由地翱翔天空，随时随地监测我们生活的地球，这就是遥感探测技术的由来。

遥感是 20 世纪发展最迅速的科学技术之一。自 20 世纪 60 年代以后，遥感主要是利用航空航天技术，宏观地研究地球、综合评价地球环境、进行资源调查与开发管理的一种技术手段。它是伴随着现代物理学（包括光学技术、红外技术、微波技术、雷达技术和全息技术）、空间科学、计算机技术等逐渐发展起来的一种先进、实用的探测技术。

遥感，顾名思义，就是从遥远的地方观察地面，可以说是碧空慧眼。遥感的科学定义就是从远处采集信息，即不直接接触物体，从远处通过探测仪器接收来自目标地物的电磁波信息，经过对信息的处理，识别地物。而广义遥感是泛指一切无接触的远距离探测，包括对电磁场、力场、机械波（声波、地震波）等的探测。

图 1.1（清晰图片见光盘）是 1987 年 5 月 6 日中国科学院遥感卫星地面站接收的 Landsat 卫星（距地面 900km 余）大兴安岭林区森林大火的图像。1987 年 5 月，我国大兴安岭森林大火，过火有林地面积达 104.36 万  $\text{hm}^2$ 。有关部门根据卫星影像（图 1.1）测得东西两个火区位置及发展趋势，及时准确地掌握火情，正确设置防火隔离带，确认人工增雨灭火具体地点，为迅速有效地指挥现场灭火提供了非常及时有效的信息。

遥感技术以遥感图像的方式提供给我们地表的真实信息，一幅图像能够包含数千文字所表达的信息，图像能够表示物体的位置、大小以及相互关系。通过眼睛观察图像而获得地面信息，称为遥感图像的目视解译。

人类对图像目视解译获取复杂信息的能力非常强，就连计算机都无法完全复



图 1.1 Landsat 卫星遥感图像  
(北京地面接收站, 1987)

制人类的这种能力。但是,人眼只能观察到可见光波段的地表特征。凭借现代物理学的成就和发展,遥感可以探察到包括可见光之外的其他波段,如红外线、紫外线和微波等的地表特征。例如,利用红外遥感研究地热、热污染以及探测地下水等。

应用遥感图像研究地球表面很有优势,从影像上可以研究不同地物的分布模式和不同地物之间的空间关系。这样有利于用遥感图像监视地面的变化,测量面积大小、深度和高度。概括来说,遥感图像所获得的地面信息是其他方法无法比拟的,它真实客观地记录了某一时刻一定地域范围的状况。通过遥感图像可以提取各类地面信息,但遥感影像与我们日常见到的普通相片不同,因此我们必须学习和掌握遥感影像的特征和解译技巧,如遥感影像成像方式、比例尺和分辨率的概念、遥感探测的电磁波谱段等,才能正确应用遥感图像。

## 1.2 遥感的特性

### 1. 空间特性

运用遥感技术从飞机或卫星上获得的地面航空像片或卫星图像,比地面上观察的视域范围要大得多,为宏观研究地面各种自然现象及其分布规律提供了条件。根据探测距离的远近,目前遥感可以提供不同空间范围和宏观特性的图像,如一幅 1:1 万航空像片可以表示  $2.3\text{km} \times 2.3\text{km}$  的地面,连续拍摄的航空像片又可以镶嵌为更大的区域,以便进行全区域宏观的分析和研究。卫星遥感影像覆盖的空间范围更大,以美国陆地卫星 5 号(Landsat-5)为例,它距离地面的高度是 705.3km,对地球表面的扫描宽度是 185km,一幅 TM 图像代表的地表面积为  $185\text{km} \times 185\text{km}$ ,可以全部覆盖我国海南岛大小的面积。这为区域的宏观研究提供了有利的条件。

## 2. 时相特性

不论航空还是卫星都能够周期成像,有利于动态监测和研究。一般卫星的成像周期短,可以获得多时段遥感影像。例如,Landsat-5每天环绕地球14.5圈,覆盖地球一遍所需时间仅16天,如果两颗卫星同时运行,只需要8天。而气象卫星的周期更短,只有0.5天。航空遥感的成像周期取决于人为要求和计划,如上海的城市综合航空遥感飞行一般4~5年一次,近年来2~3年就重复飞行一次。总之,通过遥感的周期成像,可以反映地表过程动态变化,如作物病虫害、洪水、污染、火灾的情形和土地利用的变化、两极冰盖的变化等。

## 3. 波谱特性

遥感探测的波段从可见光向电磁波谱的两侧延伸,扩大了人们对地物特性的研究。目前遥感能探测的电磁波段有紫外线、可见光、红外线、微波。地物在各波段的性质差异很大,即使是同一波段内的几个更窄的波段范围也有不少差别。因此遥感可以探测到人眼观察不到的地物的一些特性和现象,扩大了人们观测的范围,加深了对地物的认识,如植物在近红外波段的高反射特性是人眼无法识别出来的,但是在彩色红外航片和TM的近红外波段的图像上能清晰地反映出来。

上述特性决定了遥感具有信息量巨大、受地面限制条件少、经济效益好、用途广等优势。例如,Landsat-5所携带的专题制图仪(TM)共有7个电磁波通道,可以记录从可见光到热红外的电磁波信息,每秒可接收100亿个信息单位,而最先进的成像光谱仪在可见光到红外波段具有100~200多个波段。遥感图像为在自然条件恶劣、地面工作困难的地区(高山峻岭、密林、沙漠、沼泽、冰川、极地、海洋等)或因国界限制而不宜到达地区开展研究工作提供了有利条件。

## 1.3 遥感的分类

目前遥感主要按照以下6个方面进行分类。

### 1) 遥感探测的对象

(1) 宇宙遥感:是对宇宙中的天体和其他物质进行探测的遥感。

(2) 地球遥感:是对地球和地球上的事物进行探测的遥感。以地球表层环境(包括大气圈、陆海表面和陆海表面下的浅层)为对象的遥感,叫做环境遥感,它属于地球遥感。在环境遥感中,以地球表层资源为对象的遥感,叫做地球资源遥感。

### 2) 遥感平台

(1) 航天遥感:在航天平台上进行的遥感称为航天遥感。航天平台有探测火箭、卫星、宇宙飞船和航天飞机。其中以卫星为平台的遥感叫做卫星遥感。航天平台一般处于海拔高度高于150km的空中。

(2) 航空遥感:在航空平台上进行的遥感称为航空遥感。航空平台包括飞机和气球,其中飞机是航空遥感的主要平台。航空平台一般处于海拔高度低于

12km 的空中。

(3) 地面遥感：平台处在地面或近地面的遥感。地面平台有三脚架、遥感车、遥感塔和船等。地面遥感一般只作为航空遥感和航天遥感的辅助手段，为它们提供地面试验的参考数据。

3) 遥感获取的数据形式

(1) 成像方式遥感：能获得遥感对象的图像的遥感。分为两类：①摄影方式遥感，以照相机或摄影机进行的遥感。②扫描方式遥感，以扫描方式获取图像的遥感。如 TM、雷达等。

(2) 非成像方式遥感：不能获取遥感对象的图像的遥感。如光谱辐射计只能得到一些数据而不能成像。

4) 传感器工作方式

(1) 被动遥感：传感器只能被动地接收地物反射的太阳辐射电磁波信息进行遥感，这样的遥感即被动遥感。目前主要的遥感方式是被动遥感。

(2) 主动遥感：传感器本身发射人工辐射，接收目标地物反射回来的辐射，这种探测地物信息的遥感即主动遥感。如雷达即属于主动遥感。

5) 遥感探测的电磁波

可见光遥感、红外遥感、微波遥感、紫外遥感等。现在常用的是前三种遥感，紫外遥感只用于某些特殊场合，如监测海面石油污染情况。

6) 遥感应用

地质遥感、地貌遥感、农业遥感、林业遥感、草原遥感、水文遥感、测绘遥感、环保遥感、灾害遥感、城市遥感、土地利用遥感、海洋遥感、大气遥感和军事遥感等。

遥感分类如下 (图 1.2)：

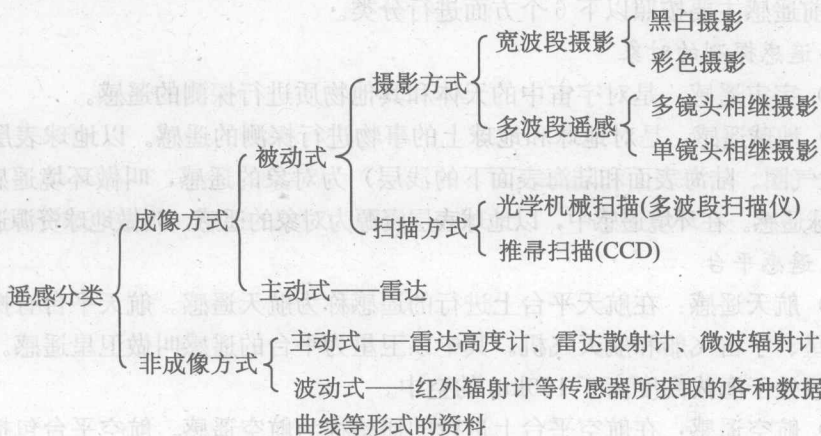


图 1.2 遥感分类示意图



## 1.4 遥感技术系统

遥感技术系统主要由遥感平台、传感器、遥感信息的接收和处理以及遥感图像的判读和应用4个部分组成。

### 1. 遥感平台

遥感平台(platform)是指遥感中搭载传感器的运载工具。遥感平台的种类很多,按平台距地面的高度大体上可分为3类:地面平台、航空平台和航天平台。

地面遥感平台是指用于安置传感器的三脚架、遥感塔、遥感车(图1.3)等,高度在100m以下。通常三脚架的放置高度在0.75~2.0m,在三脚架上放置地物波谱仪、辐射计、分光光度计等地物光波测试仪器,用以测定各类地物的野外波谱曲线。遥感车、遥感塔上的悬臂常安置在6~10m甚至更高的高度上,在这样的高度上对各类地物进行波谱测试,可测出地物的综合波谱特性。为了便于研究波谱特性与遥感影像之间的关系,也可将成像传感器置于同高度的平台上,在测定地物波谱特性的同时获取地物的影像。

航空平台主要是指高度在12km以内的飞机和气球平台。按照不同的飞行高度,又可分为低空平台、中空平台和高空平台。在航空平台上进行的遥感称为航空遥感。

航天平台(图1.4)是指高度在150km以上的人造地球卫星、宇宙飞船、空间轨道站和航天飞机等。在航天平台上进行的遥感称为航天遥感。航天遥感可以对地球进行宏观的、综合的、动态的和快速的观察。目前对地观测中使用的航天平台主要是人造地球卫星。按人造地球卫星运行轨道高度和寿命,可分为3种类型:①低高度、短寿命卫星,轨道高度为150~350km,寿命只有几天到几十天。

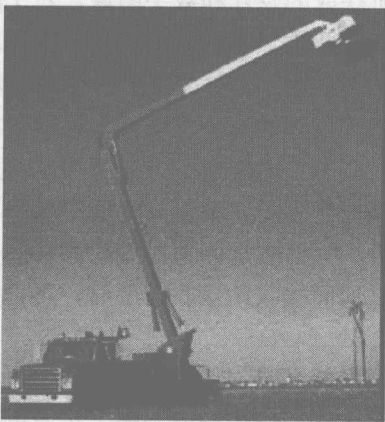


图 1.3 遥感车

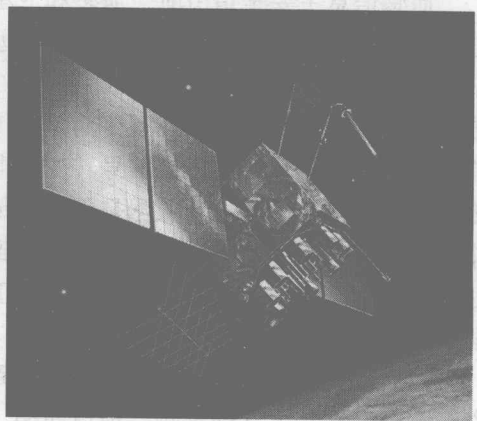


图 1.4 航天平台

(清晰图片见光盘)



可获得较高地面分辨力的图像,多数用于军事侦察,最近发展的高空间分辨率小卫星遥感多采用此类卫星。②中高度、长寿命卫星,轨道高度为350~1800km,寿命一般为3~5年。属于这类的有陆地卫星、海洋卫星、气象卫星等,是目前遥感卫星的主体。③高高度、长寿命卫星,也称为地球同步卫星或静止卫星,高度约为36000km,寿命更长达10年以上。这类卫星已大量用作通信卫星、气象卫星,也用于地面动态监测,如监测火山、地震、林火及预报洪水等。

气象卫星是以研究全球大气要素为目的,海洋卫星是以研究海洋资源和环境为目的,陆地卫星是以研究地球资源和环境动态监测为目的。这三者构成了地球环境卫星系列,它们在实际应用中互相补充,使人们能从不同角度对大气、陆地和海洋等以及它们之间的相互联系进行研究,或用来研究地球或某一个区域各地理要素之间的内在联系和变化规律。

## 2. 传感器

传感器也称遥感器或探测器,是远距离感测和记录地物环境辐射或反射电磁波能量的遥感仪器,通常安装在不同类型和不同高度的遥感平台上。它的性能决定遥感的能力,即传感器对电磁波段的响应能力、传感器的空间分辨率及图像的几何特征、传感器获取地物信息量的大小和可靠程度。传感器是遥感技术系统的核心部分。

传感器根据记录方式的不同,分为成像方式和非成像方式两类。非成像方式是传感器把所探测到的地物辐射能量,用数字或曲线图表示,如光谱辐射计、微波辐射计、红外辐射温度计、激光高度计等。成像方式是传感器把所探测到的地物辐射能量,用图像形式表示,如航空摄影机、多光谱扫描仪(MSS)、专题绘图仪(TM)等。

## 3. 遥感信息的接收和处理

遥感信息主要是指由航空遥感和卫星遥感所获取的胶片和数字图像。对于航空遥感信息一般是航摄结束后待航空器返回地面时回收,又叫直接回收方式。对于卫星遥感信息(如Landsat卫星等),不可能用直接回收方式,而是采用视频传输方式接收遥感信息。视频传输是指传感器将接收到的地物反射或发射电磁波信息,经过光电转换,将光信号转变为电信号,以无线电传送的方式将遥感信息传送到地面接收站。根据数据是否立即传送回地面接收站,又可分为实时传输和非实时传输。实时传输是指传感器接收到信息后,立即传送回地面接收站。非实时传输是将信息暂时存储在磁盘中,待卫星通过地面接收站接收范围时,再把数据发送到地面接收站,也叫延时传输。

地面接收站接收到的遥感信息,受到多种因素的影响,如传感器性能、平台姿态不稳定性、大气的影晌、地球曲率、地形起伏等,使得遥感图像上记录的地物几何特性和光谱特性发生变化,即几何畸变和光谱畸变。因此,必须经过地面接收站的一系列校正后,主要是辐射校正和几何校正,才能提供给用户使用。辐

射校正是消除图像在灰度方面的失真和干扰，几何校正是消除图像的几何畸变，进行图像的投影变换和配准等。

#### 4. 遥感图像判读和应用

遥感图像的判读就是将遥感图像的光谱信息转化为用户的类别信息，也就是为了有效地利用遥感数据，对数据进行分析分类和解译，从而将图像数据转化为能解决实际问题的有用信息。只有掌握了遥感数据的解译方法和解译过程，才能有效提取影像上不同类型的地物信息。从不同的应用角度研究相同的遥感数据，能产生不同的解译结果。因此，根据分析的不同目的，一幅影像经过解译后能提供诸如土壤、土地利用或者水文等信息，因此遥感图像判读是遥感信息应用的基础。图像判读分为目视判读和计算机分类，目视判读是通过人眼观察，依据判读标志和遥感图像的成像原理以及区域的地理特征等，识别地物的类型或属性，并编制判读专题地图。计算机分类是依据图像灰度值的统计特征，采用一定算法对数字图像进行归类，形成分类图。根据分类方法的不同，有监督分类、非监督分类、模糊分类、神经网络分类、模式识别等分类方法。

图像判读是按照应用目的和要求进行的。例如，应用于农业，要判读出土壤类别信息和作物类型信息，形成土壤分类图和作物分类图等；应用于林业和生态，要判读出植物或植被类型信息，形成植被分类图；应用于地质，要判读出岩石类型信息和地质构造信息，形成岩石类型图和地质构造图；应用于地貌，要判读出地貌类型信息，形成地貌类型图；应用于土地研究，要判读出土地利用类型信息，形成土地利用类型图等。遥感图像经过判读出的数据可以与其他数据集成在 GIS 系统中解决某些实际问题，如遥感数据能提供精确的土地利用信息，这些信息能与土壤、地质或交通信息和行政边界等集成在 GIS 系统中，进行垃圾掩埋场选址、土地利用规划、矿产开采或水体质量制图等。

遥感技术系统和遥感过程如图 1.5 所示。

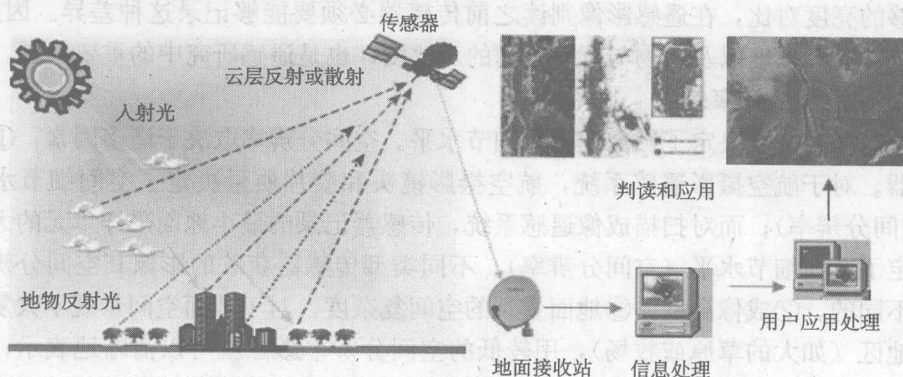


图 1.5 遥感过程和技术系统示意图

(清晰图片见光盘)

## 1.5 遥感的几个基本术语

遥感技术及其应用还处于发展阶段,所以它的基本理论和方法并不完善,很多科学家还致力于研究遥感中许多基本原理和方法。下面列出目前遥感技术及应用中一些重要的概念和术语。

### 1. 地物光谱差异

地物光谱的差异是进行遥感的基础,地物的光谱差异主要表现在以下几个方面:①不同地面物体反射或发射能量之间的光谱差异。遥感图像通过记录这个能量差异来判别地表不同物体的属性和分布特征。如由于玉米和小麦两种作物的光谱特征差异,在遥感影像上就能够把它们区分开来。②不同地面物体的反射或发射能量是随波长而变化的。利用不同波长的电磁波探测地面物体,获得遥感的多波段图像能反映这种地物随波段的光谱差异,从而可以获得识别地物的有用信息。③不同时期地物的反射或发射能量之间的光谱差异。就同一种农作物光谱特征来说,在播种的时候是一种光谱反射值,在生长初期是另一种光谱反射值,而在成熟和收获阶段又有着完全不同的光谱反射值。因此,同一种作物在其不同的生长期反射信息也是有差异的。不同时间进行遥感探测,就可以获得地物的不同光谱特征差异的图像,从而可以区分不同的地物类型。因此,在特定的时间和地点,应用不同地物的光谱反射差异,可以作为区分地物的重要特征。研究地物光谱特征差异是进行遥感的基础工作。“光谱特征”这个术语就是用来表达在某个波长范围内观测地物所得到的反射信息(Parker and Wolff, 1965)。对于初学者而言,这个术语是比较难以准确掌握的,因为它所表达的光谱差异是很难用眼睛在自然界中观察到的。

### 2. 辐射记录差异

研究任何遥感影像都取决于物体和目标地物的亮度差异。影像本身必须要有足够的亮度对比,在遥感影像判读之前传感器必须要能够记录这种差异。因此,传感器的灵敏度以及地物与背景之间的对比度,也是遥感研究中的重要问题。

### 3. 空间分辨率差异

空间分辨率决定了影像的空间细节水平。空间分辨率取决于诸多因素:①传感器。对于航空摄影遥感系统,航空摄影镜头和胶片质量决定了空间细节水平(空间分辨率);而对扫描成像遥感系统,传感器记录的最小地面采样单元的大小决定了空间细节水平(空间分辨率)。不同类型传感器获取的影像其空间分辨率是不同的。②成像高度。③地面景观的空间复杂度。对于地面空间景观不太复杂的地区(如大的草原或牧场),用较低的空间分辨率影像就可以清晰地表示;而对于地面景观极其复杂的地区,则需要较高的空间分辨率影像才能较好地反映地物特征,如城市空间景观就需要高分辨率的影像。

#### 4. 几何误差

每幅遥感影像都是用一定几何关系来表达地面景观,这种几何关系是由遥感仪器的设计、成像方式、地形起伏以及其他一些因素所决定的。理想的情况是遥感仪器获得的影像与地面景观具有一致几何关系,即地面点与影像上相应点之间的精准几何关系,这样的影像能够进行精确的面积和距离等测量工作。而实际上,任何影像都具有一定的位置误差,这主要是由传感器镜头的观察角度、扫描仪的运动,地形起伏和地球的曲率造成的。不同的遥感影像具有不同的误差源,但几何位置误差是所有遥感影像所共有的,并非偶然发生,这也是遥感影像的一个共同特点。我们可以用不同的方法消除或者减少这种位置误差,但遥感影像用于测量面积和距离时,一定存在几何误差问题。因此在应用遥感数据时,几何误差是应该加以讨论的。

#### 5. 像片格式与数字格式的可转换性

大多数遥感系统都能形成地球表面的像片格式,而任何影像又都能以数字格式来表示。像片格式的影像通过重采样用离散的格网形式的值来表示地物的亮度,就转换成了数字格式;相反,数字格式的遥感影像,可以生成和输出为像片格式的影像。

像片格式与数字格式这两种类型的遥感数据是两种不同的数据表示方法,但它们所要表达的信息却是相同的。根据研究需要任何影像可以采取任意一种表示格式,但这两种格式转换时会有一定的信息损失。

#### 6. 遥感成像系统

遥感成像过程中的各组成部分是一个有机的系统。仅仅提高传感器镜头的质量还不够,只有胶片的质量也相应提高才能记录下高质量镜头所能观察到的细节水平,影像的空间分辨率才能提高,获得的影像才能表达更详细的信息。

解译人员不但要全面了解遥感成像系统,还要明确解译的目标,包括需要的分辨率、数据获取的最佳时间、最佳光谱波段等。因此,解译人员的知识和经验也会相互作用,从而构成不可分割的有机整体。

#### 7. 大气作用

对于可见光和近红外的卫星遥感而言,传感器所接收的能量必须要经过相当厚度的地球大气层。太阳辐射的强度和波长在经过地球大气层时会与大气中的粒子和气体发生吸收和散射作用,这会影响到遥感影像的质量,降低解译精度。所有能量到达遥感仪器前都经过了这种大气的衰减作用,这就是所谓的大气作用。

### 1.6 遥感的发展历程

遥感领域发展中的重要事件(表1.1)体现了这一领域的发展历程,主要有以下几个阶段: