



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

遥 感 导 论

梅安新 彭望琮 秦其明 刘慧平



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century

遥感导论

梅安新 彭望琮 秦其明 刘慧平



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是“面向 21 世纪课程教材”,同时也是全国高等学校地理类专业公共核心课程教材。

教材注重反映现代遥感技术的最新成果,结合经济建设实际,注重反映遥感应用内容。全书以较大的篇幅系统介绍了计算机遥感图像处理的内容,并且在诸如地物光谱、多光谱成像仪、微波遥感,特别是 3S(RS、GIS、GPS)集成等世界领先技术方面,注重适当引入。主要内容包括:遥感基本概念、电磁辐射和地物波谱、遥感成像原理、遥感图像特征、遥感图像分析的原理与方法、图像信息的提取与分类处理、遥感的应用及实例、3S 集成,以及新型遥感平台与传感器等,书后还附有遥感缩写字母表和常用词汇选编。

本教材在教学观念和教学方法上也注重了能力的培养。本书与《遥感实习教程》(附 CAI 光盘)构成系列教材,配合使用。

适合地学及相关专业作教材,也适合专业技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

遥感导论/梅安新等. —北京:高等教育出版社,
2001

ISBN 7-04-007264-5

I. 遥... II. 梅... III. 遥感技术—高等教育—教材
IV. TP7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 029951 号

遥感导论

梅安新 彭望球 秦其明 刘慧平

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

<http://www.hep.com.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京民族印刷厂

开 本 787 × 960 1/16

印 张 21

版 次 2001 年 7 月第 1 版

字 数 380 000

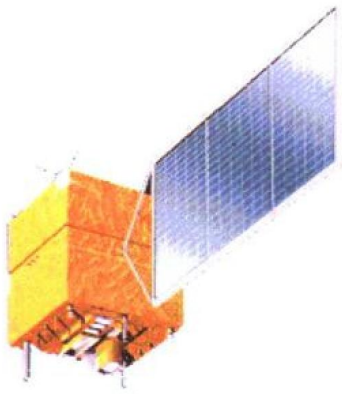
印 次 2001 年 9 月第 2 次印刷

插 页 3

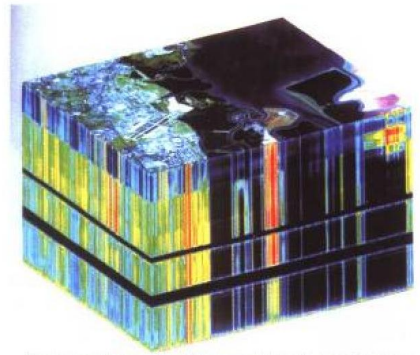
定 价 18.80 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究



彩图1 中巴地球资源卫星 (CBERS)



彩图4 224个波段的高光谱AVIRIS航空可见光/红外成像光谱仪影像示意图



彩图2 第一次接收的中巴地球资源卫星 (CBERS)的CCD快视图像



左 中 右

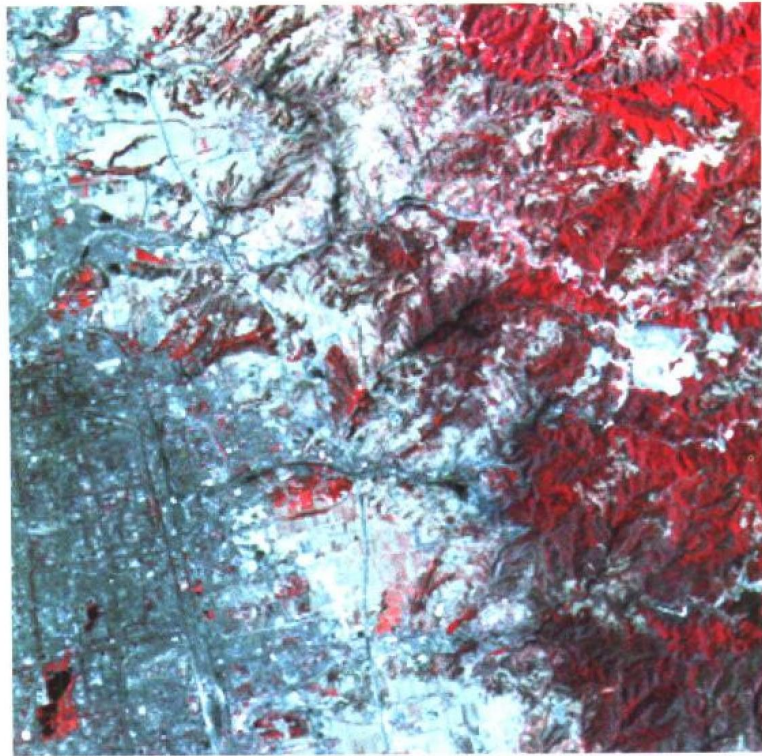
彩图3 不同空间分辨率遥感影像的比较

图中地表起伏不平，待播种的农田土壤裸露。红色区是草地树木，中间包围的白色是房屋，田地中的白色是高地，线状黑色是刚埋过地下排水管的低洼地。

左图是30m分辨率的TM影像(1998)

中图是4m分辨率的多光谱 IKONOS 影像(2000)

右图是0.6m分辨率的正射全色航空影像(1997)



图A



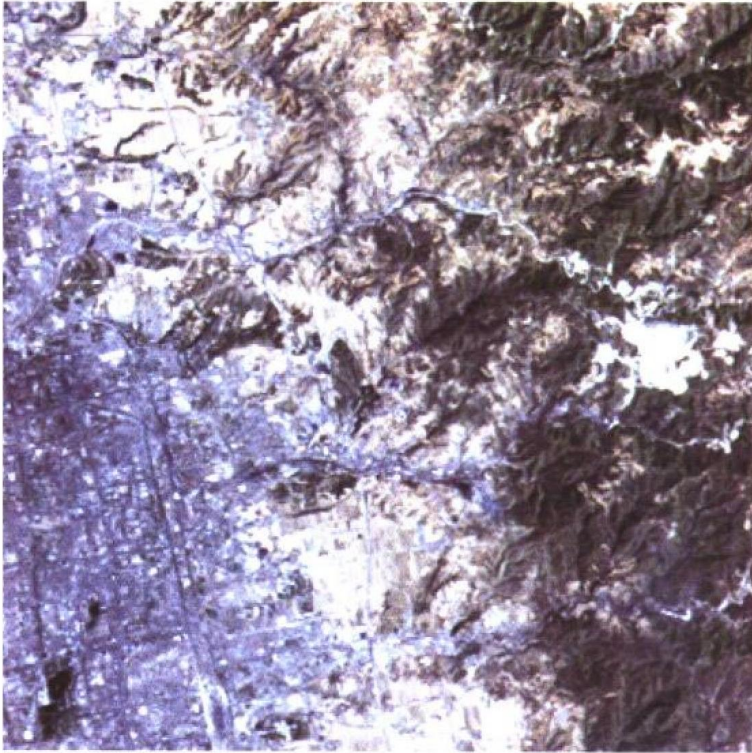
图B

彩图5 陆地卫星不同波段彩色合成效果比较

1997年山西省太原市城乡交界区TM影像

图A: TM标准假彩色合成影像。波段4(红),3(绿),2(蓝)

图B: TM波段7(红),4(绿),2(蓝)



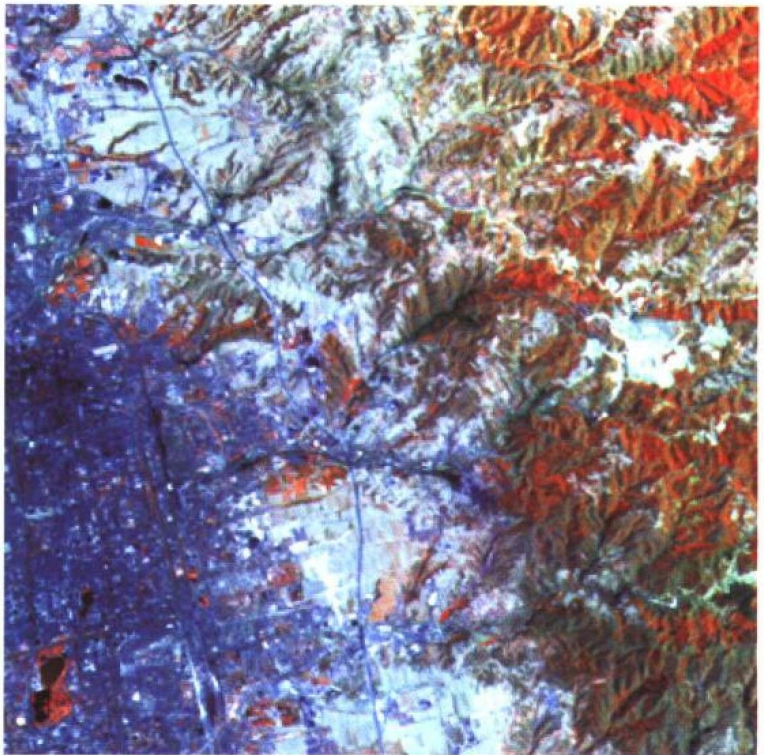
图C

彩图5 陆地卫星不同波段彩色合成效果比较

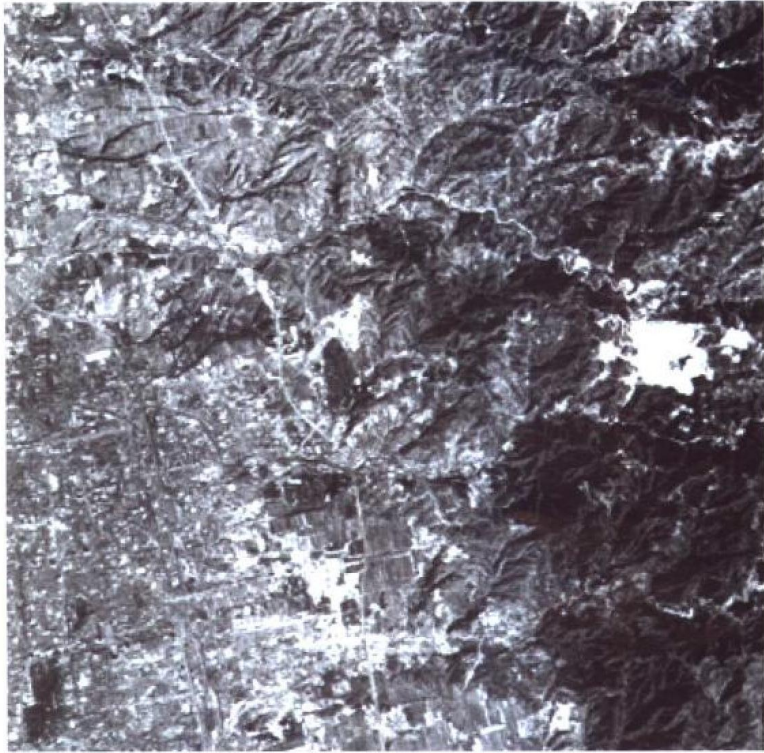
1997年山西省太原市城乡交界区TM影像

图C: TM波段3(红), 2(绿), 1(蓝)

图D: TM波段4(红), 5(绿), 3(蓝)



图D



彩图6上 10m分辨率
SPOT全色黑白影像
山西省太原城乡交界区



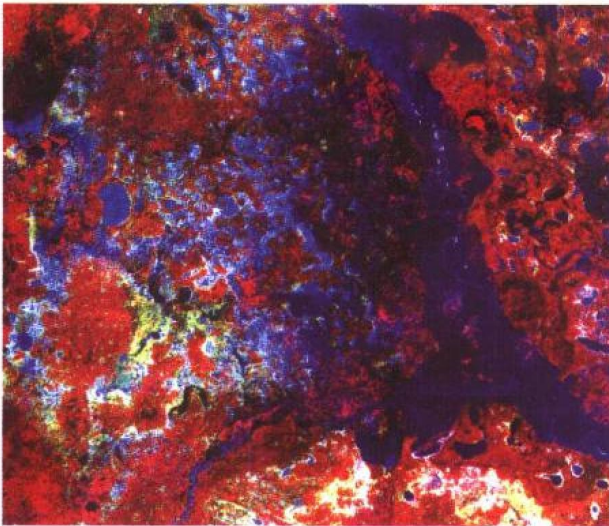
彩图6下 30m分辨率的
TM7, 4, 2波段与上图
SPOT图像的复合
对比两图,可以看出复
合后的图像既保留了TM
的光谱分辨率又保留了
SPOT的空间分辨率,图
像质量有所提高。



彩图7 植被在假彩色图像上的表现(北京天坛公园影像)
IKONOS卫星1999年10月的多光谱影像。影像分辨率4m，图像中的植被(主要为针叶林)为暗红色，祈年殿为矩形灰白色。



彩图8 彩色航空像片上的各种地物(北京颐和园影像)
摄于20世纪80年代中期,经过数字图像处理,可以清楚地看到湖中水下的河道及周围各种景观。



彩图9 TM与SAR的影像复合(吉林镇赉县)
通过TM3,4与SAR(C波段)覆盖,突出了水体(影像中的蓝色)和线状地物信息,反映了洪水淹没情况。



彩图10 激光数码成像仪制作的遥感影像(阿尔金山)
MSS假彩色遥感影像。中国国土资源航空物探遥感中心制作。

前 言

遥感,作为采集地球数据及其变化信息的重要技术手段,在世界范围内以及我国的许多政府部门、科研单位和公司得到广泛的应用。

自 20 世纪 80 年代以来,随着遥感技术的发展,我国各高等院校都相继开设了遥感课程,培养了一大批遥感方面的科研和教学人才,充实了我国遥感队伍。遥感技术也在理论上、技术上和实际应用上发生了重大变化。在遥感数据源向着更高光谱分辨率和更高空间分辨率发展的同时,处理技术也更加成熟;在应用上,结合了地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS),向着更系统化,更量化方向发展,使遥感数据的应用更加广泛和深入。

本教程是我国综合性大学和高等师范院校地学类专业的大学本科学生学习遥感知识的教材,也可作为研究生及教师的阅读参考资料。为了适应遥感技术的新发展,本教程力求采用新思路,新体系,新内容。在编写过程中,参考并吸收了国内外有关教材的部分内容,但在体系上作了一些调整,以尽可能地适应遥感技术的迅速发展变化。由于航天遥感成像水平已向高空间分辨率和高光谱分辨率的航空遥感成像水平接近,航天和航空遥感在成像和解译方法上的界线,摄影与扫描成像手段上的界线正在逐渐地被打破。本教程为反映这些趋向,作了一些尝试。首先,在章节安排上,不再对航空和航天遥感分章论述。其次,对于基础知识部分,适当增加了深度。第三,增加了最新的前沿研究发展介绍,例如:图像处理中的不同分辨率图像的复合技术及遥感与非遥感信息的复合技术;图像理解中的特征抽取技术;遥感应用中的高光谱分辨率遥感应用介绍;还增加了 GIS、GPS 和专家系统等内容。本教程的主要目的是通过学习使学生掌握遥感的基础知识,在内容上着重于遥感基本原理和方法的介绍,而不是侧重介绍某一具体遥感技术系统。具体的遥感平台及传感器仅作为实例或附录加以介绍,以扩大学生的知识面。学生可以在课程学习的基础上,很容易掌握新的航天器和新传感器知识。在学习时,对各章节的内容,各高校在教学中可作适当调整,将讲课和学生阅读相结合,理论学习和教学实习(另书)相结合,以取得更好的教学效果。

本书编写的分工如下:第 1 章、第 3 章第 2~5 节、第 7 章第 1~4 节由梅安新(华东师范大学)编写;第 2 章、第 4 章、第 7 章第 5 节和附录由彭望球(北京师范大学)编写,第 5 章、第 6 章、第 8 章由秦其明(北京大学)编写,第 3 章第 1 节

由刘慧平(北京师范大学)编写,刘慧平还参与部分书稿整理工作,初稿完成后,彭望球对全书个别内容进行了出版前必要的补充,全书由梅安新统稿。

本教程在编写过程中,得到了教育部高等学校理科地理科学教学指导委员会及许多大学老师的关心和帮助,得到了中国科学院陈述彭院士的指导和帮助。中国科学院遥感卫星地面站提供了部分卫星影像。高等教育出版社的靳剑辉编辑付出了辛勤的劳动,作了大量细致的工作。各作者所在学校的同事、研究生对书稿也做了很多具体工作,在此一并表示感谢。

本书的主体于1999年脱稿,为了跟上遥感新技术的迅速发展,出版前又作了一些补充。由于遥感技术的迅速发展和编者水平的限制,书中有些地方尚不能反映当前遥感的最新成就,内容和体系尚存有缺点、错误和不完善之处,敬请读者批评指正。

编者

2001年3月

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 遥感的基本概念	1
1.1.1 广义的遥感	1
1.1.2 狭义的遥感	1
1.2 遥感系统	1
1.2.1 目标物的电磁波特性	3
1.2.2 信息的获取	3
1.2.3 信息的接收	3
1.2.4 信息的处理	3
1.2.5 信息的应用	3
1.3 遥感的类型	3
1.3.1 按遥感平台分	4
1.3.2 按传感器的探测波段分	4
1.3.3 按工作方式分	4
1.3.4 按遥感的应用领域分	4
1.4 遥感的特点	5
1.4.1 大面积的同步观测	5
1.4.2 时效性	5
1.4.3 数据的综合性和可比性	5
1.4.4 经济性	6
1.4.5 局限性	6
1.5 遥感发展简史	6
1.5.1 无记录的地面遥感阶段(1608—1838 年)	6
1.5.2 有记录的地面遥感阶段(1839—1857 年)	7
1.5.3 空中摄影遥感阶段(1858—1956 年)	7
1.5.4 航天遥感阶段(1957—)	8
1.6 中国遥感事业的发展	10
思考题	13
第 2 章 电磁辐射与地物光谱特征	14
2.1 电磁波谱与电磁辐射	14
2.1.1 电磁波谱	14

2.1.2	电磁辐射的度量	16
2.1.3	黑体辐射	19
2.2	太阳辐射及大气对辐射的影响	24
2.2.1	太阳辐射	24
2.2.2	大气吸收	26
2.2.3	大气散射	29
2.2.4	大气窗口及透射分析	30
2.3	地球的辐射与地物波谱	33
2.3.1	太阳辐射与地表的相互作用	34
2.3.2	地表自身热辐射	35
2.3.3	地物反射波谱特征	36
2.3.4	地物波谱特性的测量	41
	思考题	44
第3章	遥感成像原理与遥感图像特征	46
3.1	遥感平台	46
3.1.1	气象卫星系列	46
3.1.2	陆地卫星系列	50
3.1.3	海洋卫星系列	52
3.2	摄影成像	53
3.2.1	摄影机	54
3.2.2	摄影像片的几何特征	57
3.2.3	摄影胶片的物理特性	63
3.3	扫描成像	67
3.3.1	光/机扫描成像	67
3.3.2	固体自扫描成像	69
3.3.3	高光谱成像光谱扫描	70
3.4	微波遥感与成像	71
3.4.1	微波遥感的特点	72
3.4.2	微波遥感方式和传感器	74
3.5	遥感图像的特征	80
3.5.1	遥感图像的空间分辨率	80
3.5.2	遥感图像的波谱分辨率	81
3.5.3	遥感图像的辐射分辨率	82
3.5.4	遥感图像的时间分辨率	83
	思考题	83
第4章	遥感图像处理	84
4.1	光学原理与光学处理	84

4.1.1 颜色视觉	84
4.1.2 加法法与减色法	87
4.1.3 光学增强处理	91
4.2 数字图像的校正	95
4.2.1 数字图像	95
4.2.2 辐射校正	98
4.2.3 几何校正	103
4.3 数字图像增强	112
4.3.1 对比度变换	112
4.3.2 空间滤波	116
4.3.3 彩色变换	120
4.3.4 图像运算	122
4.3.5 多光谱变换	123
4.4 多源信息复合	127
4.4.1 遥感信息的复合	128
4.4.2 遥感与非遥感信息的复合	130
思考题	132
第5章 遥感图像目视解译与制图	134
5.1 遥感图像目视解译原理	135
5.1.1 遥感图像目标地物识别特征	135
5.1.2 目视解译的生理与心理基础	138
5.1.3 目视解译的认知过程	141
5.2 遥感图像目视解译基础	144
5.2.1 遥感摄影像片的判读	144
5.2.2 遥感扫描影像的判读	153
5.2.3 微波影像的判读	163
5.2.4 目视解译方法与基本步骤	171
5.3 遥感制图	176
5.3.1 遥感影像地图	176
5.3.2 常规制作遥感影像图	177
5.3.3 计算机辅助遥感制图	178
思考题	186
第6章 遥感数字图像计算机解译	187
6.1 遥感数字图像的性质与特点	187
6.1.1 遥感数字图像	187
6.1.2 遥感数字图像表示方法	189
6.1.3 航空像片的数字化	192

6.2 遥感数字图像的计算机分类	193
6.2.1 分类原理与基本过程	193
6.2.2 图像分类方法	196
6.2.3 图像分类的有关问题	201
6.3 遥感图像多种特征的抽取	203
6.3.1 地物边界跟踪法	203
6.3.2 形状特征描述与提取	205
6.3.3 地物空间关系特征描述与提取	208
6.4 遥感图像解译专家系统	212
6.4.1 遥感图像解译专家系统的组成	213
6.4.2 图像处理与特征提取子系统	214
6.4.3 遥感图像解译知识获取子系统	215
6.4.4 遥感图像解译专家系统的机理	216
6.4.5 计算机解译的主要技术发展趋势	219
思考题	224
第7章 遥感应用	225
7.1 地质遥感	225
7.1.1 岩性的识别	225
7.1.2 地质构造的识别	230
7.1.3 构造运动的分析	235
7.2 水体遥感	236
7.2.1 水体的光谱特征	237
7.2.2 水体界线的确定	237
7.2.3 水体悬浮物质的确定	238
7.2.4 水温的探测	238
7.2.5 水体污染的探测	238
7.2.6 水深的探测	239
7.3 植被遥感	240
7.3.1 植物的光谱特征	240
7.3.2 不同植物类型的区分	242
7.3.3 植物生长状况的解译	244
7.3.4 大面积农作物的遥感估产	245
7.3.5 遥感植被解译的应用	247
7.4 土壤遥感	249
7.4.1 土壤的光谱特征	249
7.4.2 土壤类型的确定	250
7.5 高光谱遥感的应用	253

7.5.1 高光谱遥感在地质调查中的应用	254
7.5.2 高光谱遥感在植被研究中的应用	256
7.5.3 高光谱遥感在其他领域中的应用	258
思考题	260
第 8 章 遥感、地理信息系统与全球定位系统综合应用	261
8.1 遥感、地理信息系统与全球定位系统综合应用概述	261
8.1.1 地理信息系统及其在 3S 技术中的作用	261
8.1.2 全球定位系统及其在 3S 技术中的作用	264
8.1.3 遥感技术及其在 3S 技术中的作用	267
8.2 遥感、地理信息系统与全球定位系统综合应用实例	268
8.2.1 3S 技术在车辆导航与车辆监控系统中的综合应用	268
8.2.2 3S 技术在海洋渔业资源开发中的综合应用	272
8.2.3 3S 技术在精细农业发展中的综合应用	276
8.2.4 3S 技术在土地研究中的综合应用	280
8.2.5 3S 技术在全球变化研究领域中的综合应用	282
8.2.6 3S 技术在其他领域中的综合应用	284
思考题	286
附录 1 近期卫星发射一览	287
附录 2 近期地球观测传感器概览	296
附录 3 遥感常用英文缩写、全称及中文译名	306
附录 4 遥感词汇选编(英汉对照)	312
参考文献	321

彩图目录

- 彩图 1 中巴地球资源卫星(CBERS)
- 彩图 2 第一次接收的中巴地球资源卫星(CBERS)的 CCD 快视图像
- 彩图 3 不同空间分辨率遥感影像的比较
- 彩图 4 224 个波段的高光谱 AVIRIS 航空可见光/红外成像光谱仪影像示意图
- 彩图 5 陆地卫星不同波段彩色合成效果的比较
- 彩图 6 上 10 m 分辨率 SPOT 全色黑白影像
- 彩图 6 下 30 m 分辨率的 TM7,4,2 波段与 10 m 分辨率全色 SPOT 的复合
- 彩图 7 植被在假彩色图像上的表现
- 彩图 8 彩色航空像片上的各种地物
- 彩图 9 TM 与 SAR 的影像复合
- 彩图 10 激光数码成像仪制作的遥感影像

1.1 遥感的基本概念

遥感是 20 世纪 60 年代发展起来的对地观测综合性技术。通常有广义和狭义的理解。

1.1.1 广义的遥感

遥感一词来自英语 Remote Sensing, 即“遥远的感知”。广义理解, 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。

实际工作中, 重力、磁力、声波、地震波等的探测被划为物探(物理探测)的范畴。因而, 只有电磁波探测属于遥感的范畴。

1.1.2 狭义的遥感

遥感是应用探测仪器, 不与探测目标相接触, 从远处把目标的电磁波特性记录下来, 通过分析, 揭示出物体的特征性质及其变化的综合性探测技术。

遥感不同于遥测(Telemetry)和遥控(Remote Control)。遥测是指对被测物体某些运动参数和性质进行远距离测量的技术, 分接触测量和非接触测量。遥控是指远距离控制目标物运动状态和过程的技术。

遥感, 特别是空间遥感过程的完成往往需要综合运用遥测和遥控技术。如卫星遥感, 必须有对卫星运行参数的遥测和卫星工作状态的控制等。

1.2 遥感系统

根据遥感的定义, 遥感系统包括: 被测目标的信息特征、信息的获取、信息的传输与记录、信息的处理和信息的应用五大部分(图 1.1)。