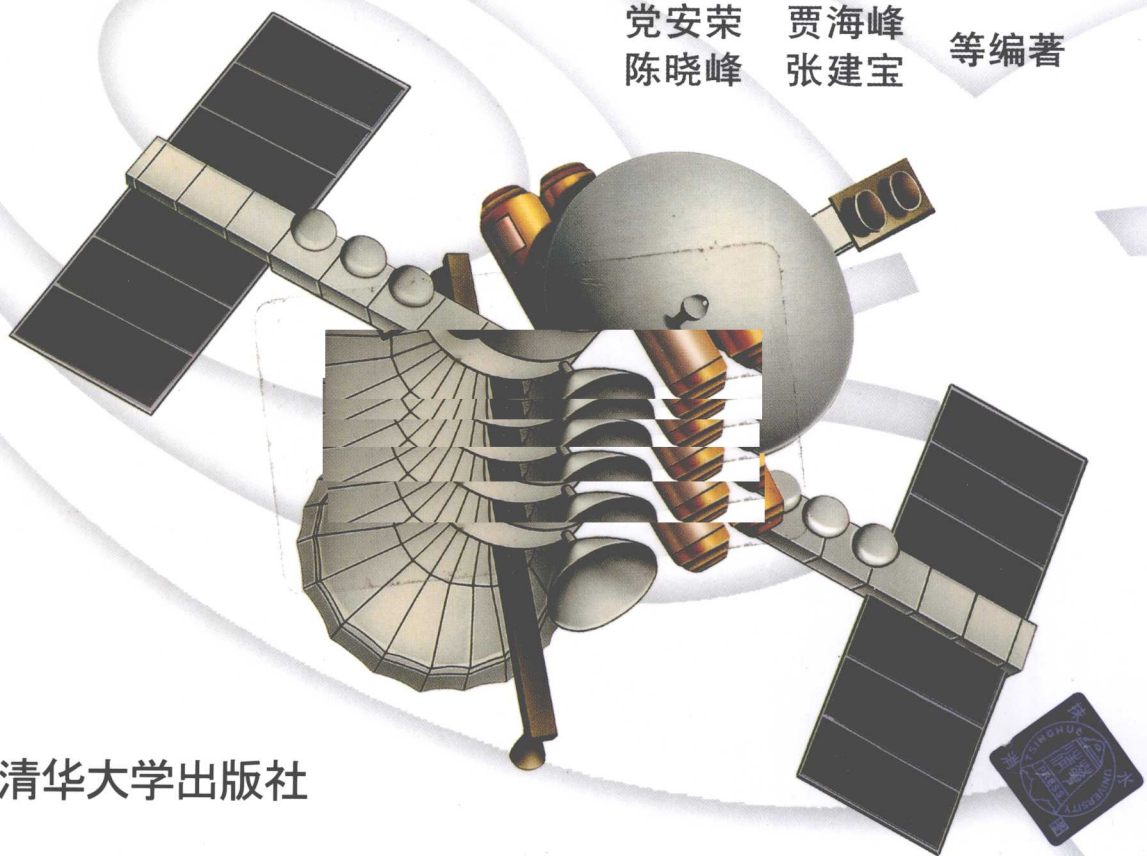




# ERDAS IMAGINE

## 遥感图像处理教程

党安荣 贾海峰 等编著  
陈晓峰 张建宝

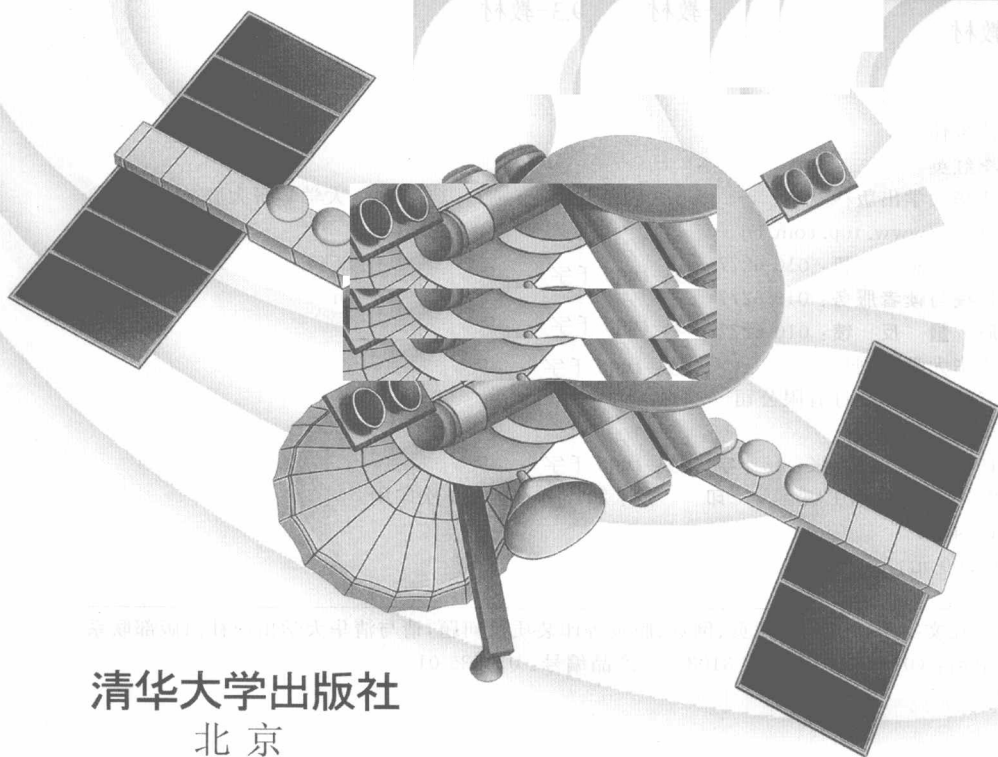


清华大学出版社



# ERDAS IMAGINE

## 遥感图像处理教程



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书根据作者多年遥感应用研究和 ERDAS IMAGINE 软件应用经验编著而成,系统地介绍了 ERDAS IMAGINE 9.3 的软件功能及遥感图像处理方法。全书分基础篇和扩展篇两部分,共 25 章。基础篇涵盖了视窗操作、数据转换、几何校正、图像拼接、图像增强、图像解译、图像分类、子像元分类、矢量功能、雷达图像、虚拟 GIS、空间建模、命令工具、批处理工具、图像库管理、专题制图等 ERDAS IMAGINE Professional 级的所有功能,以及扩展模块 Subpixel、Vector、OrthoRadar、VirtualGIS 等;扩展篇则主要针对 ERDAS IMAGINE 9.3 的新增扩展模块进行介绍,包括图像大气校正(ATCOR)、图像自动配准(AutoSync)、高级图像镶嵌(MosaicPro)、数字摄影测量(LPS)、三维立体分析(Stereo Analyst)、自动地形提取(Automatic Terrain Extraction)、面向对象信息提取(Objective)、智能变化检测(DeltaCue)、智能矢量化(Easytrace)、二次开发(EML)等十个扩展模块的功能。

本书将遥感图像处理的理论和方法与 ERDAS IMAGINE 软件功能融为一体,可以作为 ERDAS IMAGINE 软件用户的使用教程,对其他从事遥感技术应用研究的科技人员和高校师生也有参考价值。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

ERDAS IMAGINE 遥感图像处理教程 / 党安荣等编著. —北京:清华大学出版社, 2010. 4  
ISBN 978-7-302-21861-6

I. ①E… II. ①党… III. ①遥感图像-图像处理-应用软件, Erdas Imagine 9.3-教材  
IV. ①TP75-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 011216 号

责任编辑:夏兆彦

责任校对:徐俊伟

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:43 字 数:1093 千字

版 次:2010 年 4 月第 1 版 印 次:2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:69.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:034535-01

# 前 言

随着遥感技术的飞速发展,遥感应用的逐步深入,遥感图像处理系统如雨后春笋不断涌现。在众多的遥感软件当中,ERDAS IMAGINE 以其强大的综合功能、特别是与地理信息系统的有机集成,得到遥感界众多用户的青睐,越来越多的遥感机构、科技人员和高校师生,加入到 ERDAS IMAGINE 的应用和开发行列。

在徕卡测量系统贸易(北京)有限公司的大力支持下,我们根据多年遥感应用研究和 ERDAS IMAGINE 软件应用经验,在 2003 年出版的《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法》(8.5 版)基础上,根据来自全国各界读者的建议和 ERDAS IMAGINE 9.3 最新功能,于 2009 年编写了《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理教程》。本书将遥感图像处理的基础理论和应用方法与 ERDAS IMAGINE 9.3 软件功能融为一体,可以作为 ERDAS IMAGINE 软件用户的应用教程,对其他从事遥感应用研究的科技人员和高校师生也有参考价值。

全书分基础篇和扩展篇两个部分,共 25 章。基础篇涵盖了视窗操作、数据转换、几何校正、图像拼接、图像增强、图像解译、图像分类、子像元分类、矢量功能、雷达图像、虚拟 GIS、空间建模、命令工具、批处理工具、图像库管理、专题制图等 ERDAS Professional 级的所有功能,以及常用扩展模块 Subpixel、Vector、OrthoRadar、VirtualGIS 等;扩展篇则主要讲述 ERDAS Professional 的扩展功能,包括图像大气校正(ATCOR)、图像自动配准(AutoSync)、高级图像镶嵌(MosaicPro)、数字摄影测量(LPS)、三维立体分析(Stereo Analyst)、自动地形提取(Automatic Terrain Extraction)、面向对象信息提取(Objective)、智能变化检测(DeltaCue)、智能矢量化(Easytrace)、二次开发(EML)10 个扩展模块。

本书是由 11 位作者通力合作完成的,其中第 1~5、10、11、15 和 23 章由党安荣和沈涛编写,第 8、12、13 和 14 章由贾海峰、王晓栋、陈玉荣编写,第 16、17、18 和 24 章由贾海峰和陈玉荣编写,第 6、7、9、19、20、21、22、25 章主要由陈晓峰和张建宝编写,编写过程中的技术与数据支持由徕卡测量系统贸易(北京)有限公司的李京伟、沈莎、袁辉、杨晓明完成,全书由党安荣和贾海峰完成统稿编辑工作。

本书第一作者党安荣,理学博士,清华大学教授、博导,清华大学人居环境信息实验室主任,中国地理学会环境遥感分会理事,中国地理信息系统协会(CAGIS)理事,中国海外地理信息系统协会(CPGIS)国内负责人,2008 年荣获中国高校十大 GIS 创新人物奖。

由于编写时间和作者水平所限,书中难免出现缺点和错误,真诚希望读者批评指正。

## 致 谢

在本书的编写过程中，得到诸多方面的支持与帮助，在此一并表示诚挚的谢意！

感谢徠卡测量系统贸易（北京）有限公司的大力支持！感谢清华大学人居环境信息实验室毛其智教授的关心和支持！感谢清华大学出版社冯志强主任和夏兆彦编辑的全力支持与辛勤工作！感谢所有给予我们技术及学术方面支持和帮助的《ERDAS IMAGINE 遥感图像处理方法》（8.5 版）读者及遥感界同仁！

## 约 定

在阅读本书之前，请注意下列几点约定：

- (1) 书中出现的 ERDAS、ERDAS IMAGINE 等，都是指 ERDAS IMAGINE 软件；
- (2) 书中使用数据主要来自 ERDAS 系统，位于<IMAGINE-HOME>\examples\下；
- (3) 书中使用的部分数据是操作过程中形成的中间结果，在 examples 下无法找到；
- (4) 书中出现的“单击左键、单击右键、双击”等术语，都是指对鼠标键的操作。

编 者

2009 年 6 月于清华园

# 目 录

## 基础篇

第1章 概述	2
1.1 遥感技术基础	2
1.1.1 遥感的基本概念	2
1.1.2 遥感的主要特点	2
1.1.3 遥感的常用分类	3
1.1.4 遥感的物理基础	3
1.2 ERDAS IMAGINE 软件系统	6
1.2.1 ERDAS IMAGINE 概述	6
1.2.2 ERDAS IMAGINE 安装	7
1.3 ERDAS IMAGINE 图标面板	11
1.3.1 菜单命令及其功能	11
1.3.2 工具图标及其功能	14
1.4 ERDAS IMAGINE 功能体系	14
第2章 视窗操作	16
2.1 视窗功能概述	16
2.1.1 视窗菜单功能	17
2.1.2 视窗工具功能	17
2.1.3 快捷菜单功能	18
2.1.4 常用热键功能	18
2.2 文件菜单操作	19
2.2.1 图像显示操作	20
2.2.2 图形显示操作	22
2.3 实用菜单操作	23
2.3.1 光标查询功能	23
2.3.2 量测功能	24
2.3.3 数据叠加显示	25
2.3.4 文件信息操作	27
2.3.5 三维图像操作	29
2.4 显示菜单操作	33
2.4.1 文件显示顺序	33
2.4.2 显示比例操作	33
2.4.3 显示变换操作	34
2.5 AOI 菜单操作	34
2.5.1 打开 AOI 工具面板	35
2.5.2 定义 AOI 显示特性	35
2.5.3 定义 AOI 种子特征	35

2.5.4 保存 AOI 数据层	36
2.6 栅格菜单操作	37
2.6.1 栅格工具面板功能	37
2.6.2 图像对比度调整	39
2.6.3 栅格属性编辑	40
2.6.4 图像剖面工具	43
2.7 矢量菜单操作	45
2.7.1 矢量工具面板功能	46
2.7.2 矢量文件生成与编辑	47
2.7.3 改变矢量要素形状	48
2.7.4 调整矢量要素特征	48
2.7.5 编辑矢量属性数据	49
2.7.6 定义要素编辑参数	50
2.8 注记菜单操作	50
2.8.1 创建注记文件	51
2.8.2 设置注记要素类型	52
2.8.3 放置注记要素	52
2.8.4 注记要素属性编辑	54
2.8.5 添加坐标格网	55
第3章 数据输入/输出	56
3.1 数据输入/输出概述	56
3.2 二进制图像数据输入	57
3.2.1 输入单波段数据	57
3.2.2 组合多波段数据	58
3.3 其他图像数据输入/输出	59
3.3.1 HDF 图像数据输入操作	59
3.3.2 JPG 图像数据输入/输出	60
3.3.3 TIFF 图像数据输入/输出	61
第4章 数据预处理	62
4.1 遥感图像处理概述	62
4.1.1 遥感图像几何校正	62
4.1.2 遥感图像裁剪与镶嵌	63
4.1.3 数据预处理模块概述	63
4.2 三维地形表面处理	64
4.2.1 启动三维地形表面	64
4.2.2 定义地形表面参数	65
4.2.3 生成三维地形表面	66
4.2.4 显示三维地形表面	67

4.3	图像几何校正	67	5.2.11	删减法融合	116
4.3.1	图像几何校正概述	67	5.2.12	Ehlers 图像融合	117
4.3.2	资源卫星图像校正	70	5.2.13	锐化增强处理	118
4.3.3	遥感图像仿射变换	76	5.3	辐射增强处理	120
4.3.4	航空图像正射校正	78	5.3.1	查找表拉伸	120
4.4	图像裁剪处理	81	5.3.2	直方图均衡化	120
4.4.1	图像规则裁剪	81	5.3.3	直方图匹配	121
4.4.2	图像不规则裁剪	82	5.3.4	亮度反转处理	122
4.4.3	图像分块裁剪	84	5.3.5	去霾处理	123
4.5	图像镶嵌处理	84	5.3.6	降噪处理	123
4.5.1	图像镶嵌功能概述	84	5.3.7	去条带处理	124
4.5.2	卫星图像镶嵌处理	90	5.4	光谱增强处理	124
4.5.3	航空图像镶嵌处理	93	5.4.1	主成分变换	124
4.6	图像投影变换	95	5.4.2	主成分逆变换	125
4.6.1	启动投影变换	95	5.4.3	独立分量分析	126
4.6.2	投影变换操作	96	5.4.4	去相关拉伸	127
4.7	其他预处理功能	96	5.4.5	缨帽变换	127
4.7.1	生成单值栅格图像	96	5.4.6	色彩变换	129
4.7.2	重新计算图像高程	97	5.4.7	色彩逆变换	129
4.7.3	数据发布与浏览准备	97	5.4.8	指数计算	130
4.7.4	产生或更新图像目录	98	5.4.9	自然色彩变换	131
4.7.5	图像范围与金字塔计算	99	5.4.10	ETM 反射率变换	131
5.4.11	光谱混合器	133	5.4.11	光谱混合器	133
第5章	图像解译	100	5.5	高光谱基本工具	135
5.1	图像解译功能概述	100	5.5.1	自动相对反射	135
5.1.1	图像空间增强	100	5.5.2	自动对数残差	136
5.1.2	图像辐射增强	101	5.5.3	归一化处理	136
5.1.3	图像光谱增强	101	5.5.4	内部平均相对反射	137
5.1.4	高光谱基本工具	102	5.5.5	对数残差	137
5.1.5	高光谱高级工具	103	5.5.6	数值调整	138
5.1.6	傅里叶变换	103	5.5.7	光谱均值	139
5.1.7	地形分析功能	104	5.5.8	信噪比功能	139
5.1.8	地理信息系统分析	104	5.5.9	像元均值	140
5.1.9	实用分析功能	105	5.5.10	光谱剖面	141
5.2	空间增强处理	106	5.5.11	光谱数据库	142
5.2.1	卷积增强处理	106	5.6	高光谱高级工具	142
5.2.2	非定向边缘增强	107	5.6.1	异常探测	142
5.2.3	聚焦分析	108	5.6.2	目标探测	147
5.2.4	纹理分析	109	5.6.3	地物制图	149
5.2.5	自适应滤波	110	5.6.4	光谱分析工程向导	153
5.2.6	统计滤波	111	5.6.5	光谱分析工作站	154
5.2.7	分辨率融合	111	5.7	傅里叶变换	156
5.2.8	改进 IHS 融合	112	5.7.1	快速傅里叶变换	156
5.2.9	HPF 图像融合	114	5.7.2	傅里叶变换编辑器	157
5.2.10	小波变换融合	115	5.7.3	傅里叶图像编辑	158

5.7.4	傅里叶逆变换	168	6.2.1	获取初始分类	209
5.7.5	傅里叶显示变换	169	6.2.2	调整分类结果	210
5.7.6	周期噪声去除	169	6.3	监督分类	212
5.7.7	同态滤波	170	6.3.1	定义分类模板	213
5.8	地形分析	171	6.3.2	评价分类模板	221
5.8.1	坡度分析	171	6.3.3	执行监督分类	226
5.8.2	坡向分析	171	6.3.4	评价分类结果	227
5.8.3	高程分带	172	6.4	分类后处理	231
5.8.4	地形阴影	173	6.4.1	聚类统计	232
5.8.5	彩色地势	173	6.4.2	过滤分析	232
5.8.6	地形校正	175	6.4.3	去除分析	233
5.8.7	栅格等高线	175	6.4.4	分类重编码	233
5.8.8	点视域分析	176	6.5	专家分类器	234
5.8.9	路径视域分析	181	6.5.1	知识工程师	235
5.8.10	三维浮雕	182	6.5.2	变量编辑器	239
5.8.11	高程转换	183	6.5.3	建立知识库	242
5.9	地理信息系统分析	184	6.5.4	知识分类器	248
5.9.1	邻域分析	184	第7章	子像元分类	251
5.9.2	周长计算	186	7.1	子像元分类简介	251
5.9.3	查找分析	186	7.1.1	子像元分类的基本特征	251
5.9.4	指标分析	187	7.1.2	子像元分类的基本原理	252
5.9.5	叠加分析	188	7.1.3	子像元分类的应用领域	253
5.9.6	矩阵分析	189	7.1.4	子像元分类模块概述	254
5.9.7	归纳分析	190	7.2	子像元分类方法	256
5.9.8	区域特征	190	7.2.1	子像元分类流程	256
5.10	实用分析功能	191	7.2.2	图像质量确认	258
5.10.1	变化检测	191	7.2.3	图像预处理	259
5.10.2	函数分析	192	7.2.4	自动环境校正	260
5.10.3	代数运算	192	7.2.5	分类特征提取	263
5.10.4	色彩聚类	193	7.2.6	分类特征组合	269
5.10.5	高级色彩聚类	194	7.2.7	分类特征评价	271
5.10.6	数值调整	195	7.2.8	感兴趣物质分类	274
5.10.7	图像掩膜	196	7.2.9	分类后处理	276
5.10.8	图像退化	197	7.3	子像元分类实例	277
5.10.9	去除坏线	197	7.3.1	图像预处理	277
5.10.10	投影变换	198	7.3.2	自动环境校正	277
5.10.11	聚合处理	199	7.3.3	分类特征提取	278
5.10.12	形态学计算	199	7.3.4	感兴趣物质分类	279
第6章	图像分类	202	7.3.5	查看验证文件	281
6.1	图像分类简介	202	7.3.6	分类结果比较	282
6.1.1	非监督分类	202	第8章	矢量功能	283
6.1.2	监督分类	203	8.1	空间数据概述	283
6.1.3	专家系统分类	206	8.1.1	矢量数据	283
6.2	非监督分类	208	8.1.2	栅格数据	284



8.1.3	矢量和栅格数据结构比较	285	9.2	雷达图像模块概述	337
8.1.4	矢量数据和栅格数据转换	286	9.3	基本雷达图像处理	337
8.2	矢量模块功能简介	289	9.3.1	斑点噪声压缩	338
8.3	矢量图层基本操作	289	9.3.2	边缘增强处理	340
8.3.1	显示矢量图层	289	9.3.3	雷达图像增强	341
8.3.2	改变矢量特性	290	9.3.4	图像纹理分析	344
8.3.3	改变矢量符号	291	9.3.5	图像亮度调整	345
8.4	要素选取与查询	298	9.3.6	图像斜距调整	346
8.4.1	查看选择要素属性	298	9.4	正射雷达图像校正	347
8.4.2	多种工具选择要素	299	9.4.1	正射雷达图像校正概述	347
8.4.3	判别函数选择要素	300	9.4.2	地理编码 SAR 图像	348
8.4.4	显示矢量图层信息	302	9.4.3	正射校正 SAR 图像	352
8.5	创建矢量图层	303	9.4.4	GCP 正射校正 SAR 图像	355
8.5.1	创建矢量图层的基本方法	303	9.4.5	比较 OrthoRadar 校正效果	358
8.5.2	由 ASCII 文件创建点图层	307	9.5	雷达像对 DEM 提取	359
8.5.3	镶嵌多边形矢量图层	308	9.5.1	雷达像对 DEM 提取概述	359
8.5.4	创建矢量图层子集	310	9.5.2	雷达立体像对数据准备	359
8.6	矢量图层编辑	311	9.5.3	立体像对提取 DEM 工程	360
8.6.1	编辑矢量图层的基本方法	311	9.6	干涉雷达 DEM 提取	369
8.6.2	变换矢量图层	313	9.6.1	干涉雷达 DEM 提取概述	369
8.6.3	产生多边形 Label 点	314	9.6.2	干涉雷达图像数据准备	369
8.7	建立拓扑关系	314	9.6.3	干涉雷达 DEM 提取工程	370
8.7.1	Build 矢量图层	315	9.6.4	DEM 高程生成	375
8.7.2	Clean 矢量图层	315	9.7	干涉雷达变化检测	376
8.8	矢量图层管理	316	9.7.1	干涉雷达变化检测模块	376
8.8.1	重命名矢量图层	316	9.7.2	干涉雷达变化检测操作	377
8.8.2	复制矢量图层	317	第 10 章	虚拟地理信息系统	381
8.8.3	删除矢量图层	317	10.1	VirtualGIS 概述	381
8.8.4	导出矢量图层	318	10.2	VirtualGIS 视窗	382
8.9	矢量与栅格转换	318	10.2.1	启动 VirtualGIS 视窗	382
8.9.1	栅格转换矢量	318	10.2.2	VirtualGIS 视窗功能	382
8.9.2	矢量转换栅格	320	10.3	VirtualGIS 工程	385
8.10	表格数据管理	322	10.3.1	创建 VirtualGIS 工程	385
8.10.1	INFO 表管理	322	10.3.2	编辑 VirtualGIS 视景	387
8.10.2	区域属性统计	328	10.4	VirtualGIS 分析	391
8.10.3	属性转换为注记	329	10.4.1	洪水淹没分析	391
8.11	Shapefile 文件操作	331	10.4.2	矢量图形分析	394
8.11.1	重新计算高程	331	10.4.3	叠加文字注记	396
8.11.2	投影变换操作	332	10.4.4	叠加三维模型	398
9.1	干涉雷达 DEM 提取	336	10.4.5	模拟雾气分析	405
9.1.1	干涉雷达 DEM 提取	336	10.4.6	威胁性与通视性分析	406
9.1.2	干涉雷达 DEM 提取	336	10.4.7	立体视景操作	409
9.1.3	干涉雷达 DEM 提取	336	10.4.8	叠加标识图像	410
9.2	干涉雷达 DEM 提取	336	10.4.9	模拟云层分析	412

10.5	VirtualGIS 导航	414	12.3.1	改变栅格图像类型	455
10.5.1	设置导航模式	414	12.3.2	计算图像统计值	456
10.5.2	VirtualGIS 漫游	415	12.3.3	图像金字塔操作	457
10.6	VirtualGIS 飞行	416	12.3.4	图像地图模式操作	458
10.6.1	定义飞行路线	417	12.3.5	图像地图投影操作	459
10.6.2	编辑飞行路线	419	12.3.6	图像高程信息操作	459
10.6.3	执行飞行操作	420	12.3.7	图像文件常规操作	461
10.7	三维动画制作	420	<b>第 13 章</b>	<b>批处理操作</b>	462
10.7.1	三维飞行记录	421	13.1	批处理功能概述	462
10.7.2	三维动画工具	422	13.2	批处理系统设置	462
10.8	虚拟世界编辑器	422	13.3	批处理操作过程	463
10.8.1	虚拟世界编辑器简介	422	13.3.1	单文件单命令批处理	463
10.8.2	创建一个虚拟世界	425	13.3.2	多文件单命令立即批处理	465
10.8.3	虚拟世界的空间操作	429	13.3.3	多文件单命令随后批处理	467
10.9	空间视域分析	431	13.3.4	多文件多命令批处理	469
10.9.1	视域分析数据准备	431	<b>第 14 章</b>	<b>图像库管理</b>	473
10.9.2	生成多层视域数据	432	14.1	图像库管理概述	473
10.9.3	虚拟世界视域分析	434	14.2	图像库环境设置	473
10.10	设置 VirtualGIS 默认值	436	14.3	图像库功能介绍	474
10.10.1	默认值设置环境	436	14.3.1	打开默认图像库	474
10.10.2	默认值设置选项	436	14.3.2	图像库管理功能	475
10.10.3	保存默认值设置	439	14.3.3	图像库图形查询	476
<b>第 11 章</b>	<b>空间建模工具</b>	440	<b>第 15 章</b>	<b>地图编制</b>	479
11.1	空间建模工具概述	440	15.1	地图编制概述	479
11.1.1	空间建模工具的组成	440	15.1.1	地图编制工作流程	479
11.1.2	图形模型的基本类型	441	15.1.2	地图编制模块概述	479
11.1.3	图形模型的创建过程	441	15.2	地图编制操作过程	480
11.2	模型生成器功能组成	442	15.2.1	准备制图数据	480
11.2.1	模型生成器菜单命令	442	15.2.2	创建制图文件	480
11.2.2	模型生成器工具图标	443	15.2.3	确定地图制图范围	481
11.2.3	模型生成器工具面板	444	15.2.4	放置整饰要素	482
11.3	空间建模操作过程	444	15.2.5	地图打印输出	489
11.3.1	创建图形模型	444	15.3	制图文件路径编辑	489
11.3.2	注释图形模型	447	15.4	系列地图编制工具	490
11.3.3	生成文本程序	448	15.4.1	准备系列地图编辑文件	490
11.3.4	打印图形模型	449	15.4.2	启动系列地图编辑工具	490
11.4	条件操作函数应用	450	15.4.3	显示系列地图分幅信息	491
<b>第 12 章</b>	<b>图像命令工具</b>	453	15.4.4	系列地图输出编辑	491
12.1	图像信息管理技术	453	15.4.5	保存系列地图文件	492
12.1.1	图像金字塔	453	15.4.6	系列地图输出预览	492
12.1.2	图像世界文件	453	15.5	地图数据库工具	492
12.2	图像命令工具概述	454			
12.3	图像命令功能操作	455			

## 扩展篇

第 16 章 图像大气校正	496	18.2 高级图像镶嵌工作流程	546
16.1 大气校正模块概述	496	18.2.1 航空图像镶嵌	546
16.1.1 ATCOR 模块主要特征	496	18.2.2 卫星图像镶嵌	553
16.1.2 ATCOR 模块功能组成	497	18.2.3 图像匀光处理	559
16.2 太阳位置的计算	497	第 19 章 数字摄影测量	561
16.3 ATCOR2 工作站	498	19.1 数字摄影测量基本原理	561
16.3.1 ATCOR2 工程文件	498	19.1.1 数字摄影测量处理过程	561
16.3.2 光谱分析模块	502	19.1.2 数字图像的内定向	562
16.3.3 常数大气模块	507	19.1.3 图像核线数字相关	563
16.3.4 增值产品模块	510	19.1.4 建立规则格网 DEM	563
16.4 ATCOR3 工作站	511	19.1.5 图像正射校正处理	564
16.4.1 ATCOR3 生成地形	512	19.2 LPS 工程管理器	566
16.4.2 ATCOR3 工程文件	512	19.2.1 LPS 工程管理器功能概述	566
16.4.3 光谱分析模块	515	19.2.2 LPS 工程管理器视窗组成	567
16.4.4 常数大气模块	515	19.3 摄影图像摄影测量处理	570
16.4.5 增值产品模块	516	19.3.1 摄影图像处理流程	570
第 17 章 图像自动配准	518	19.3.2 创建 LPS 工程文件	570
17.1 图像自动配准模块概述	518	19.3.3 向 LPS 工程加载图像	572
17.2 地理参考配准	519	19.3.4 定义摄影相机几何模型	573
17.2.1 准备图像数据	519	19.3.5 定义地面控制点与检查点	576
17.2.2 产生自动配准点	520	19.3.6 图像同名点自动量测	583
17.2.3 选择几何模型	523	19.3.7 执行航空三角测量	584
17.2.4 定义投影类型	525	19.3.8 图像正射校正处理	587
17.2.5 确定输出图像	526	19.4 数码图像摄影测量处理	588
17.3 图像边缘匹配	527	19.4.1 数码图像处理流程	589
17.3.1 准备输入图像	527	19.4.2 创建 LPS 工程文件	589
17.3.2 产生自动匹配点	528	19.4.3 向 LPS 工程加载图像	592
17.3.3 定义匹配策略	528	19.4.4 定义数码相机几何模型	593
17.3.4 选择投影类型	529	19.4.5 自动量测图像同名点	595
17.3.5 确定输出图像	529	19.4.6 执行航空三角测量	597
17.4 自动配准工程	529	19.4.7 图像正射校正处理	600
17.4.1 保存自动配准工程文件	529	19.5 扫描图像摄影测量处理	601
17.4.2 打开自动配准工程文件	530	19.5.1 扫描图像处理流程	601
17.5 自动配准工作站	530	19.5.2 创建 LPS 工程文件	601
17.5.1 自动配准工作站功能概述	530	19.5.3 加载并定义第一幅图像	603
17.5.2 自动配准工作站应用流程	535	19.5.4 加载并定义第二幅图像	610
第 18 章 高级图像镶嵌	543	19.5.5 图像同名点自动量测	613
18.1 高级图像镶嵌功能概述	543	19.5.6 执行空间三角测量	614
18.1.1 MosaicPro 模块特点	543	19.5.7 图像正射校正处理	616
18.1.2 MosaicPro 启动过程	543	第 20 章 三维立体分析	618
18.1.3 MosaicPro 视窗功能	544	20.1 三维立体分析基本原理	618
		20.1.1 基于立体像对的高程	
		模型提取	618
		20.1.2 三维场景重建的实现方法	619

20.2	三维立体分析模块概述	621	23.1.1	图像预处理	643
20.2.1	三维立体分析模块特点	622	23.1.2	变化检测方法	643
20.2.2	三维立体分析模块功能	622	23.1.3	变化定量分析	648
20.3	创建非定向数字立体模型	623	23.2	智能变化检测应用特点	649
20.3.1	启动三维立体分析模块	623	23.2.1	智能变化检测技术特征	649
20.3.2	加载三维立体分析图像	623	23.2.2	智能变化检测工作特点	650
20.3.3	调整图像显示参数	625	23.3	智能变化检测应用操作	650
20.3.4	保存三维立体模型	627	23.3.1	智能变化检测向导模式	651
<b>第 21 章</b>	<b>自动地形提取</b>	<b>628</b>	23.3.2	智能变化检测图像显示	653
21.1	LPS 自动地形提取概述	628	23.3.3	智能变化检测场地检测	656
21.1.1	DTM 及其自动提取方法	628	<b>第 24 章</b>	<b>智能矢量化</b>	<b>657</b>
21.1.2	LPS 自动地形提取功能	628	24.1	智能矢量化模块概述	657
21.1.3	LPS 自动地形提取过程	629	24.1.1	模块的关键特征	657
21.2	LPS 自动地形提取操作	630	24.1.2	模块的局限性	657
21.2.1	创建 LPS 工程文件	630	24.2	智能矢量化模块应用	658
21.2.2	DTM 提取参数设置	632	24.2.1	模块操作快捷键	658
21.2.3	DTM 提取选项设置	633	24.2.2	启动智能矢量化模块	658
21.2.4	DTM 自动提取和检查	637	24.2.3	跟踪线状地物中心线	659
<b>第 22 章</b>	<b>面向对象的信息提取</b>	<b>639</b>	24.2.4	跟踪面状地物边界线	662
22.1	面向对象的信息提取简介	639	24.3	智能矢量化模块使用技巧	663
22.1.1	IMAGINE Objective 框架设计	639	<b>第 25 章</b>	<b>二次开发工具</b>	<b>665</b>
22.1.2	IMAGINE Objective 关键特征	639	25.1	二次开发宏语言 EML 概述	665
22.2	道路信息提取	640	25.2	编写 EML 二次开发程序	666
22.2.1	道路信息提取模型	640	25.2.1	编写 EML 程序的过程	666
22.2.2	道路信息提取过程	640	25.2.2	执行 EML 程序的过程	667
<b>第 23 章</b>	<b>智能变化检测</b>	<b>643</b>	25.2.3	丰富 EML 程序的功能	667
23.1	智能变化检测原理	643	25.3	EML 接口 C 程序开发包	671
			<b>参考文献</b>		<b>674</b>



# 第1章 概述

## 本章学习要点

- 遥感的基本概念
- 遥感的主要特点
- 遥感的物理基础
- ERDAS IMAGINE 软件系统
- ERDAS IMAGINE 图标面板
- ERDAS IMAGINE 功能体系

## 1.1 遥感技术基础

### 1.1.1 遥感的基本概念

遥感 (Remote Sensing, RS) 一词的字面含义是“遥远的感知”，遥感技术是一种不直接接触探测目标，应用探测仪器从远距离获取探测目标信息，从而揭示探测目标特性的综合性探测技术。目前，对探测目标进行的探测主要是利用目标反射或辐射的电磁波，属于狭义遥感的范畴；此外，力场、机械波（声波、地震波）、重力场等也可作为信息获取媒介，包含在广义遥感之中。

在上述遥感概念中，接收探测目标反射或辐射电磁波的装置称为遥感器或者传感器 (Sensor)，而搭载遥感器（传感器）的工具称为遥感平台 (Platform)。

### 1.1.2 遥感的主要特点

#### 1. 宏观性

遥感器在离地面一定高度的遥感平台上获取探测目标信息，航天遥感平台的高度通常为 200~1000 千米，静止轨道气象卫星甚至高达 36000 千米；航空遥感平台的高度一般也在 1 千米以上，高者可达 50 千米。在如此高空的广阔视野中俯瞰地球，观察地面的范围从几十千米到几千千米不等，所获取的遥感信息具有明显的宏观性，为人类进行大范围的宏观规律性研究提供了有益手段，是传统方法望尘莫及的。

#### 2. 综合性

宏观性决定了遥感技术所获取的信息能够宏观地反映地球上各种事物或现象的形态与分布，综合地体现一个区域的地质、地貌、土壤、植被、水文、人工构筑物等地形与地物的特征，全面地揭示地理事物或现象之间的关联性。另一方面，由传感器性能所决定的遥感信息的空间分辨率，体现了对探测目标信息的综合程度，特别是中低分辨率的遥感信息中包含大量的混合像元，所反映的往往是多种地物的综合信息。

#### 3. 丰富性

丰富性是指遥感技术探测目标的手段很多，获取的信息量大。根据不同的任务，可选用不同的遥感平台、传感器、遥感波段来获取信息，例如可采用可见光探测物体，也可采用紫外线、

红外线和微波探测物体。利用不同波段对物体不同的穿透性,还可获取地物内部信息,例如地面深层、冰层下的水体,沙漠下面的资源特性等。此外,微波波段还可以全天候工作。

#### 4. 实用性

遥感技术能够在较短的时间内,从空中或太空对大范围地区进行探测,获取有价值的信息。这些数据拓展了人们的视觉空间,为宏观掌握地物的现状情况创造了极为有利的条件,同时也为自然现象和规律的宏观研究提供了宝贵的第一手资料。此外,对于那些自然条件极为恶劣,人类难以到达的区域,如沙漠、沼泽、高山等,都可以应用遥感技术进行探测获取信息。

#### 5. 经济性

尽管遥感系统是一个复杂而昂贵的系统,对用户而言,虽然还需要承担遥感数据及其处理软硬件系统的费用,但总的来看遥感还是一种成本效益很好的空间信息采集方式。遥感技术与传统的探测技术相比,可以大大地节省人力、物力、财力和时间,具有很高的经济效益和社会效益。有人估计过,美国陆地卫星的经济投入与取得的效益之比为1:80,甚至更大。

### 1.1.3 遥感的常用分类

#### 1. 按遥感平台分类

- 地面遥感 传感器设置在地面上,如:车载、手提、高架平台等。
- 航空遥感 传感器设置在航空器上,如:气球、飞机、航空器等。
- 航天遥感 传感器设置在航天器上,如:人造地球卫星、航天飞机等。
- 航宇遥感 传感器设置在星际飞船上,指对地月系统外的目标进行的探测。

#### 2. 按探测波段分类

- 紫外遥感 探测波段在  $0.05\sim 0.38\mu\text{m}$  之间。
- 可见光遥感 探测波段在  $0.38\sim 0.76\mu\text{m}$  之间。
- 红外遥感 探测波段在  $0.76\sim 1000\mu\text{m}$  之间。
- 微波遥感 探测波段在  $1\text{mm}\sim 10\text{m}$  之间。

#### 3. 按工作方式分类

根据传感器是主动还是被动获取目标物电磁波信号的工作方式,可以分为以下两种。

- 主动遥感 由传感器主动发射一定电磁波能量并接收目标的后向散射信号。
- 被动遥感 传感器仅接收目标物的自身发射和对自然辐射能量的反射信号。

根据传感器是否成像的工作方式,可以分为以下两种。

- 成像遥感 传感器接收的目标电磁辐射信号可以转换成(数字或模拟)图像。
- 非成像遥感 传感器接收的目标电磁辐射信号不能形成图像。

#### 4. 按应用领域分类

从总体的应用领域可以分为外层空间遥感、大气遥感、陆地遥感、海洋遥感等。

从具体的应用领域可以分为资源遥感、环境遥感、农业遥感、林业遥感、渔业遥感、地质遥感、气象遥感、水文遥感、城市遥感、军事遥感等。

### 1.1.4 遥感的物理基础

#### 1. 电磁波与电磁波谱

电磁波是在真空或物质中通过传播电磁场的振动而传输电磁能量的波。电磁波的传输可以

从麦克斯韦方程式中推导出。电磁波具有以下特点：① 不需要传播介质即可传播；② 电磁波是横波，在真空中以光速传播；③ 具有波粒二象性；④ 波长与频率成反比，且两者之积为光速；⑤ 传播遇到气体、固体、液体介质时，会发生反射、折射、吸收等现象。

电磁波的范围非常广泛，实验证明， $\gamma$  射线、X 射线、紫外线、可见光、红外线、无线电波都是电磁波，它们的区别仅在于频率或波长具有差别。人们按照电磁波在真空中传播的波长或频率，以递增或递减的顺序进行排列，就构成了电磁波谱。表 1-1 列出了电磁波段的划分。

表 1-1 电磁波谱

波段名称	波长	
$\gamma$ 射线	小于 $10^{-6}\mu\text{m}$	
X 射线	$10^{-6}\sim 10^{-3}\mu\text{m}$	
紫外线	$10^{-3}\sim 0.38\mu\text{m}$	
可见光波段	紫光波段	0.38~0.43 $\mu\text{m}$
	蓝光波段	0.43~0.47 $\mu\text{m}$
	青光波段	0.47~0.50 $\mu\text{m}$
	绿光波段	0.50~0.56 $\mu\text{m}$
	黄光波段	0.56~0.59 $\mu\text{m}$
	橙光波段	0.59~0.62 $\mu\text{m}$
	红光波段	0.62~0.76 $\mu\text{m}$
	红外波段	近红外波段
短波红外波段		1.3~3 $\mu\text{m}$
中红外波段		3~8 $\mu\text{m}$
热红外波段		8~14 $\mu\text{m}$
远红外波段		14 $\mu\text{m}\sim 1\text{mm}$
无线电波		微波
		厘米波 1~10cm
		分米波 0.1~1m
		超短波 1~10m
		短波 10~100m
		中波 1.1~1km
		长波 1~10km
	超长波 大于 10km	

## 2. 电磁辐射与辐射源

能量以电磁波的形式通过空间传播的现象称之为电磁辐射。电磁辐射按照其形式可分为发射辐射、入射辐射、反射辐射、透射辐射、散射辐射等。自然界中的一切物体，只要温度在绝对温度零度以上，都以电磁波的形式时刻不停地向外传送电磁能量。所以，任何物体都可能是辐射源，既可以向外辐射电磁能量，也可以吸收、反射或透射其他物体传送的入射辐射；只有黑体能够完全吸收入射的全部电磁辐射，既无反射也无透射。

下面是电磁辐射相关基本概念。

(1) 辐射源：任何物体都可以是辐射源，向外辐射电磁能量。

(2) 辐射能量 ( $w$ )：电磁辐射的能量，单位：J。

(3) 辐射通量 ( $\Phi$ )：单位时间内通过某一面积的辐射能量，单位：W。辐射通量是波长的函数。



定义(4) 辐射通量密度 ( $E$ ): 单位时间内通过单位面积上的辐射通量。

定义(5) 辐照度 ( $I$ ): 被辐射的物体表面单位面积上的辐射通量。

定义(6) 辐射出射度 ( $M$ ): 辐射源物体表面单位面积上的辐射通量。

定义(7) 辐射亮度 ( $L$ ): 辐射源在某一方向、单位投影表面、单位立体角内的辐射通量。

(8) 朗伯体: 辐射亮度与观察角无关的辐射体, 称为朗伯体。

(9) 黑体: 指入射的全部电磁波被完全吸收, 既无反射也无透射的物体。

### 3. 地物波谱及其特征

自然界中任何地物都具有其自身的电磁辐射规律, 如具有反射和吸收外来的紫外线、可见光、红外线和微波的某些波段的特性; 它们又都具有发射某些红外线、微波的特性; 少数地物还具有透射电磁波的特性, 这种特性称为地物的波谱特性。

当电磁辐射能量入射到地物表面上, 将会出现 3 种过程: 一部分入射能量被地物反射; 一部分入射能量被地物吸收, 成为地物本身内能或部分再发射出来; 一部分入射能量被地物透射。

(1) 地物的反射特性: 不同地物对入射电磁波的反射能力是不一样的, 通常采用反射率来表示。反射率不仅是波长的函数, 同时也是入射角、物体的电学性质(电导、介电、磁学性质等)以及表面粗糙度和质地等的函数。一般来说, 当入射电磁波波长一定时, 反射能力强的地物, 反射率大, 在黑白遥感图像上呈现的色调就浅。反之, 反射入射电磁辐射能力弱的地物, 反射率小, 在黑白遥感图像上呈现的色调就深。

(2) 地物的辐射特性: 任何地物当温度高于绝对零度时, 组成物质的原子、分子等微粒在不停地做热运动, 都有向周围空间辐射红外线的能力。地物发射率根据物质的介电常数、表面的粗糙度、温度、波长、观测方向等条件而变化, 发射率的差异也是遥感探测的基础和出发点。

(3) 地物的透射特性: 当电磁波入射到两种介质的分界面时, 部分入射能穿越两介质的分界面的现象称为透射。透射率就是入射光透射过地物的能量与入射总能量的百分比, 地物的透射率随着电磁波的波长和地物的性质而不同。例如, 水体对  $0.45\sim 0.56\mu\text{m}$  的蓝绿光波具有一定的透射能力, 较混浊水体的透射深度为  $1\sim 2\text{m}$ , 一般水体的透射深度可达  $10\sim 20\text{m}$ 。一般情况下, 绝大多数地物对可见光都没有透射能力。红外线只对具有半导体特征的地物才有一定的透射能力。微波对地物具有明显的透射能力, 这种透射能力主要由入射波的波长而定。因此, 在遥感技术中, 可以根据它们的特性, 选择适当的传感器来探测水下、冰下某些地物的信息。

### 4. 典型地物反射波谱特性

地物反射波谱不仅随不同地物反射率而不同, 同种地物在不同内部结构和外部形态条件下也有差异。一般来说, 地物反射率随波长变化有规律可循, 从而为遥感图像的解译提供依据。

(1) 植物的反射波谱特性: 由于植物均进行光合作用, 所以各类绿色植物具有很相似的反射波谱特性, 其特征是: 在可见光波段  $0.55\mu\text{m}$  (绿) 附近有反射率为  $10\%\sim 20\%$  的一个波峰, 两侧  $0.45\mu\text{m}$  (蓝) 和  $0.67\mu\text{m}$  (红) 则有两个吸收带。这一特征是由于叶绿素的影响造成的, 叶绿素对蓝光和红光吸收作用强, 而对绿色反射作用强。在近红外波段 ( $0.8\sim 1.0\mu\text{m}$ ) 有一个反射的陡坡, 至  $1.1\mu\text{m}$  附近有一峰值, 形成植被的独有特征。这是由于植被叶的细胞结构的影响, 除了吸收和透射的部分, 形成的高反射率。在中红外波段 ( $1.3\sim 2.5\mu\text{m}$ ) 受到绿色植物含水量的影响, 吸收率大增, 反射率大大下降, 特别是以  $1.45\mu\text{m}$ 、 $1.95\mu\text{m}$  和  $2.7\mu\text{m}$  为中心是水的吸收带, 形成低谷。植物波谱在上述基本特征下仍有细部差别, 这种差别与植物种类、季节、病虫害影响、含水量多少有关系。

(2) 水体的反射波谱特性: 水体的反射主要在蓝绿光波段, 其他波段吸收率很强, 特别在