

内
附

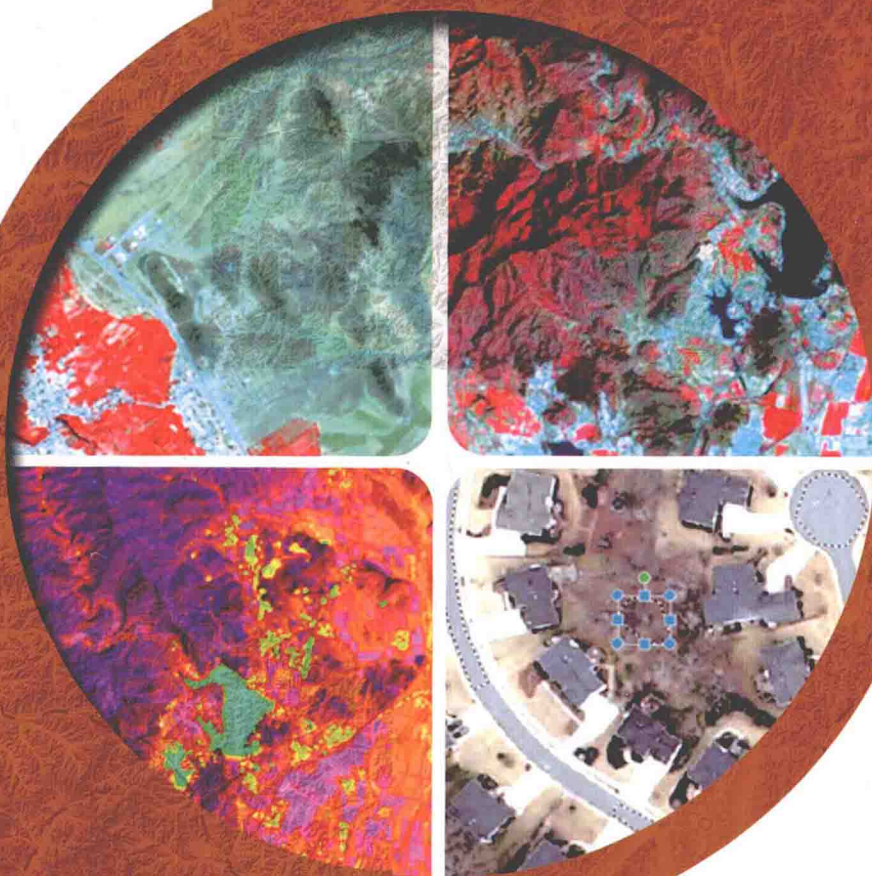
盘
光

遥感科学与技术教材

ERDAS图像处理 基础实验教程

Guide to ERDAS Image Processing

邓磊 孙晨 编著



 测绘出版社

遥感科学与技术教材

ERDAS 图像处理基础实验教程

Guide to ERDAS Image Processing

邓磊 孙晨 编著

测绘出版社

• 北京 •

© 邓磊 2014

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书是一本指导读者在掌握遥感原理的基础上运用遥感软件对遥感图像进行处理的书籍。着重介绍了借助 ERDAS 软件对遥感图像处理的方法。通过本书的学习,读者能够对遥感图像处理的基本原理有清晰的了解,并能够掌握遥感图像处理软件的具体操作方法,实现从学习到应用的快速转化。全书共有 19 个实验,前 17 个实验为结合遥感图像处理原理的实验操作,最后 2 个实验为结合实际应用的综合实验。

本书可供遥感和相关领域的师生和研究人员使用。

图书在版编目(CIP)数据

ERDAS 图像处理基础实验教程/邓磊,孙晨编著. —北京:测绘出版社,2014.6

ISBN 978-7-5030-3436-7

I. ①E… II. ①邓… ②孙… III. ①遥感图像—数字图像处理—应用软件—教材 IV. ①TP751.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 092001 号

责任编辑	吴 芸	封面设计	李 伟	责任校对	董玉珍	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010—83543956(发行部)		
地 址	北京市西城区三里河路 50 号				010—68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010—68531363(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.chinasmp.com		
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	10.5			字 数	260 千字		
版 次	2014 年 6 月第 1 版			印 次	2014 年 6 月第 1 次印刷		
印 数	0001—3000			定 价	30.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3436-7/P·720

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

序

随着科学的发展与进步,全球化、网络化和智能化的新时代已经到来,遥感技术的应用也快速由专业化走向了产业化与社会化。半个世纪以来,遥感技术已经渗透到人们生活、工作的诸多方面,尤其是在信息服务和灾害应急等与社会民生紧密相关的领域,愈加显示出其强大的力量。遥感技术作为一门应用性很强的科学,已经在社会各个行业得到了应用,影响广泛而深远。

近年来,遥感领域飞速发展,在各方面取得了巨大的突破。遥感影像获取向着专业、及时、稳定和丰富的方向发展,高分辨率影像、多光谱影像、雷达影像以及专题影像的获取保证了影像来源的专业性与丰富性,卫星星座计划、星天地一体化获取等多源方式保证了影像来源的及时与稳定。大量的遥感影像及其产生的各种信息依托网络的发展,传播迅速、应用多元深入;信息全球共享、处理与应用社会化等新的遥感应用方式不断得到发展(如众包平台);遥感信息处理的定量化、高精度、高效率及其应用的综合化与集成化,已是大势所趋。这些遥感方面的创新与突破,使得带有地理编码的高分辨率遥感影像的应用也随之发展开来。例如,面对自然灾害,遥感技术能更高效地监测洪水、海啸及台风等;多时相的动态遥感影像数据能很好地反映土地利用状况,节省大量的人力物力;作为地理信息系统的核心数据源,遥感影像以丰富的信息,形成“谷歌地球”等产品,方便了人们生活。

在遥感应用领域迅猛拓展和快速更新的当前,现有科技进步和新的应用领域、新的目标需求等对人们处理遥感数据的能力也提出了更高的要求。高等院校“遥感科学与技术”专业的设置正是顺应了这一时代需求,它是在测绘科学、空间科学、电子科学、地球科学、计算机科学等多学科交叉渗透、相互融合的基础上发展起来的一门新兴边缘学科。目前,业界对遥感科学与技术人才的需求较大,相关人员的理论和实践能力都亟待提高。为了满足遥感学科发展的新要求,紧跟遥感技术取得的创新技术和理论成果,并指导“遥感科学与技术”专业学生理论和实践知识的学习,遥感科学与技术教学系列教材应运而生。

该系列教材既立足于遥感领域的发展现状,又紧跟遥感技术发展趋势,既注重对遥感技术基本理论的归纳,也强调实际操作技能的提高,对遥感技术方面的专业人员培养能起到较好的效果。该系列教材既包括对遥感图像处理理论与方法的解析,又涵盖针对 ENVI、ERDAS 和 eCognition 等商业软件的具体操作和应用的详细讲解,内容深入浅出,具有很强的可操作性。

该系列教材的编著者主要由长期扎根于遥感领域的中青年专家担纲。他们具有丰富的遥感科研实践经验,并承担相关课程的具体教学任务,这些工作经历都为系列教材的编纂打下了坚实基础并积累了丰富的素材。我衷心祝愿该系列教材对从事该领域科研、教学和管理的人员,以及高等学校相关专业的学生、研究生有所帮助,为国家信息化建设和国民经济的建设起到一定的推动作用。

宫辉力

2014年5月

前言

遥感技术宏观、综合、动态和快速的特点,决定了它能被广泛地应用于国民经济与社会发展的各个领域,充分体现出它强大的生命力和广阔的前景。遥感数据获取的速度和精度日益提高,而遥感图像处理和分析的手段,却远远没有发展到相应的水平。因此,加强遥感图像处理与分析具有重要的现实意义。

尽管近年来国内外出版了大量遥感图像处理类的优秀著作,但可作为高校学生教材的则相对缺乏,特别是缺少与遥感课程配套的、浅显易上手的书籍。如何针对遥感图像处理技术的最新发展,编写体现学科前沿与发展动向的、针对高校教学的教材,是遥感学科教育所面临的一个重要课题,这也正是本教材编写的动因和目标所在。本书着重介绍了借助 ERDAS 软件对遥感图像处理的方法。通过对本书的学习,读者能够对遥感图像处理的基本原理有清晰的了解,并能够掌握遥感图像处理软件的具体操作方法,实现从学习到应用的快速转化。

本书编写的指导思想和特点是:①注重实践能力的培养,以系列实验的形式组织教材,具有很强的可操作性和很高的参考价值;②突出高校教材编写的特点,在基础知识论述方面进行概括、归纳与提升,在保持体系完整的同时突出重点和主线;③充分吸收并借鉴国内外优秀教材和研究成果,保证教材的综合性和先进性;④面向技术发展前沿,融入编写组的最新科研成果,将 ATCOR、AutoSync、Subpixel、Objective、DeltaCue 和 LPS (Leica photogrammetry suite)等遥感图像处理的新技术、新功能作为教材的重要组成部分(用“*”标出);⑤对实验中的处理过程进行详细介绍,并配有具体步骤进行指导,每个实验后都设有“思考与练习”,使读者加深对实验方法的理解,进一步熟悉操作方法;⑥将重要知识点和操作中的小技巧以“小提示”的方式进行了说明,以提高读者理解知识的效率,帮助读者更快地解决实际操作中的问题。

本书大纲由邓磊拟定,共有 19 个实验。前 17 个实验为结合遥感图像处理原理的实验操作,最后 2 个实验为结合实际应用的综合实验。各实验具体编写分工为:实验一、二、三、四、五、十、十四由孙晨和邓磊编写;实验六、七、八、九、十三、十五、十八由孙萍、胡德勇和张儒侠编写;实验十一、十二由赵佳和闫亚男编写;实验十六由孙晨和段福洲编写;实验十七由房新智和付姗姗编写;实验十九由孙晨和胡德勇编写;邓磊、孙晨为全书统稿。

本书的部分内容来源于作者主持和参加的国家自然科学基金项目(40801172)和北京市自然科学基金(4142011)。本书是作者在该领域教学工作的小结,汇聚了首都师范大学资源环境与旅游学院集体的智慧。感谢首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室和首都师范大学地理学教学团队的支持;感谢首都师范大学遥感科学与技术系全体教师付出的辛勤劳动。

由于作者水平有限,书中难免存在不妥之处,恳请读者批评指正。

2013 年 10 月

目 录

ERDAS IMAGINE 简介	1
实验一 视窗操作.....	2
实验二 数据的输入与输出.....	6
实验三 波段的合成与显示	10
实验四 遥感图像辐射校正	14
实验五 遥感图像几何校正	25
实验六 遥感图像彩色增强	42
实验七 遥感图像 IHS 空间变换	45
实验八 遥感图像对比度增强	48
实验九 遥感图像空间增强	55
实验十 遥感图像融合	61
实验十一 遥感图像监督分类	68
实验十二 遥感图像非监督分类	85
实验十三 Subpixel 混合像元分解 *	92
实验十四 Objective 面向对象的信息提取 *	99
实验十五 空间建模.....	107
实验十六 LPS 数字图像正射校正 *	114
实验十七 DeltaCue 智能变化检测	128
实验十八 城市热岛遥感监测.....	137
实验十九 面向洪水灾体信息的遥感数据融合.....	148
参考文献.....	158

ERDAS IMAGINE 简介

ERDAS IMAGINE(简称 ERDAS)是由美国 ERDAS 公司开发的遥感图像处理系统,是一款功能强大,集遥感与地理信息系统于一体的专业软件。其主要功能包括图像处理、地形分析、数字化、栅格地理信息系统等。其中,图像处理还包括数据预处理、图像增强、监督分类和非监督分类,以及分类后处理等功能,同时还具备图像自动配准、图像镶嵌、三维立体分析等功能。

ERDAS 面向不同需求的用户,对于系统的扩展功能采用开放的体系结构,以 IMAGINE Essentials、IMAGINE Advantage、IMAGINE Professional 的形式为用户提供了低、中、高三档产品架构,并有丰富的功能扩展模块供用户选择,使产品模块的组合具有极大的灵活性。

在较高的版本中(以 2011 年发布的 ERDAS 2011 为例),ERDAS 包含有丰富的功能扩展模块,如图像大气校正模块(ATCOR),图像自动配准模块(AutoSync),面向对象的信息提取模块(Objective),混合像元分解模块(Subpixel),以及数字摄影测量模块(LPS)等,使遥感图像的处理更加方便快捷。

实验一 视窗操作

一、简介

ERDAS IMAGINE 二维视窗是显示数据层的主要窗口,二维视窗主要由菜单条、工具条、显示窗和状态条四部分组成,此外还有滑动条和标题条。视窗的功能主要包括数据层的二维显示、数据信息的查看,以及创建感兴趣区域(area of interest,AOI)等。

二、实验目的

- (1)熟悉 ERDAS 软件中视窗的基本操作。
- (2)掌握利用 ERDAS 软件,在视窗中创建感兴趣区的操作方法。

三、实验内容

在 ERDAS 中打开一幅多光谱图像,查看图像信息;然后,在图像中创建水体感兴趣区,生成感兴趣区文件;最后,通过光标查询功能查看水体的像素值。

四、实验数据

路径	名称	格式	说明
实验 1\数据\	test1	img	TM 多波段图像

五、实验步骤

- (1)在 ERDAS 主界面中选择 Viewer(后文中称为视窗),如图 1-1 所示。

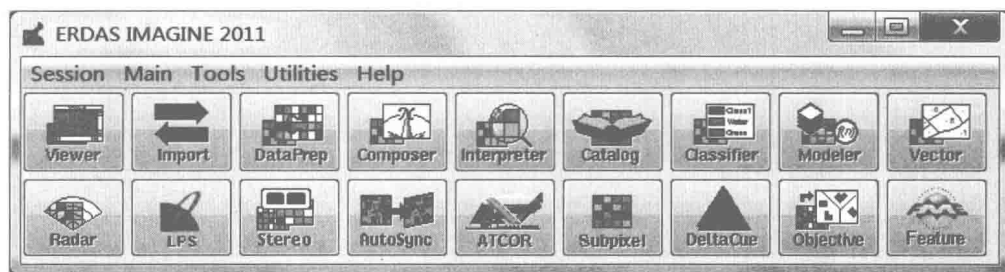


图 1-1 ERDAS 2011 的主界面

- (2)弹出视窗窗口,在菜单栏选择 File→Open→Raster Layer(或者在视窗工具条中单击 ) ,打开 Select Layer To Add 对话框,Files of type 项选择文件格式为 IMAGINE Image (*.img),在 Look in 中选择“实验 1\数据\test1.img”,如图 1-2 所示。

☆小提示

若要在视窗中显示多波段图像中某一单独波段的灰度图,需将在 Raster Options 标签下将 Display as 设置为 Gray Scale(灰度图像),在 Display Layer 中可以选择显示的波段。

(3)单击【OK】,打开图像,如图 1-3 所示。

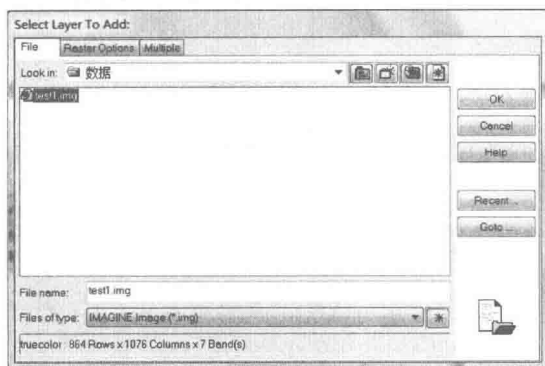


图 1-2 选择图像文件

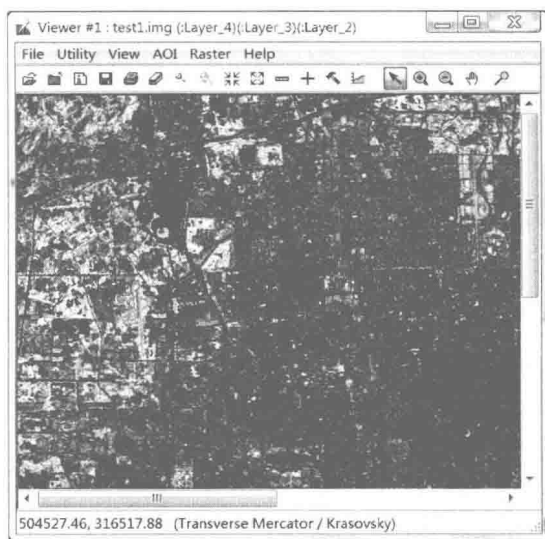


图 1-3 打开图像

☆小提示

(1)利用视窗工具条中的工具,可以对图像进行放大或缩小浏览。

(2)在视窗中单击鼠标右键,选择 Fit Image To Window,可以在窗口中显示全图。

(4)在视窗中选择 Utility→Layer Info,打开 Image Metadata 对话框(见图 1-4),对话框中显示如下主要内容。

- 文件信息(File Info):文件名、文件类型、数据层数、文件大小及修改日期等;
- 图层信息(Layer Info):图像的行、列、数据类型、压缩信息等;
- 统计信息(Statistics Info):最小值、最大值、均值、中值、方差等;
- 地图信息(Map Info):坐标范围、图像的空间分辨率、坐标单位等;
- 投影信息(Projection Info):图像的投影类型、椭球体名称等。

(5)关闭 Image Metadata 对话框,回到视窗。在视窗的菜单栏中选择 Utility→Inquire Cursor,打开 Inquire Cursor 对话框,同时在视窗中出现“十”字查询光标,如图 1-5 所示。

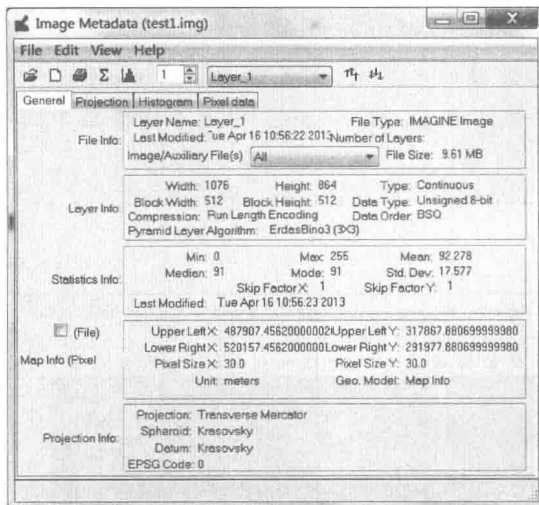


图 1-4 查看图像信息

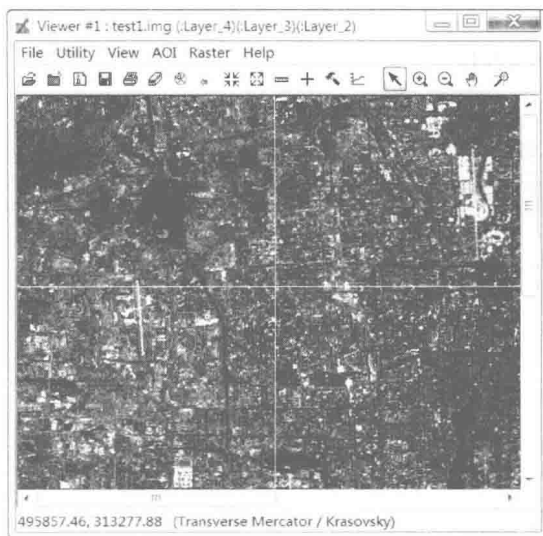


图 1-5 查询光标

(6)在视窗中移动“十”字查询光标,对话框中的数据动态更新。对话框中内容主要包括:坐标信息、投影信息、数据层信息,如图 1-6 所示。

☆小提示

(1)在对话框左上角的选择按钮中,可以选择坐标信息为 Map(地图坐标)、File(文件坐标)、Lat/Lon(地理坐标)和 Paper(图纸坐标)。

(2)数据层信息包含合成数据的波段信息(红绿蓝显示)、数据层的灰度值、像素直方图信息等。

(7)创建水体感兴趣区。在视窗的菜单栏中选择 AOI→Tools,打开工具面板(见图 1-7)。

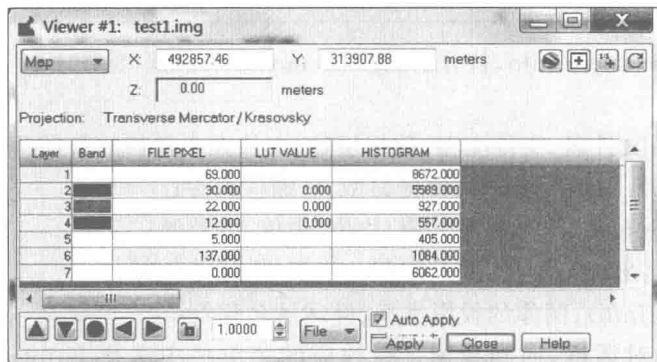


图 1-6 Inquire Cursor 对话框



图 1-7 AOI 工具面板

(8)在图像中找到黑色区域代表的水体,在视窗的工具条中点击放大图像。在 AOI 工具面板中选择 ,在图像中创建水体感兴趣区,双击鼠标左键完成,如图 1-8 所示。重复此步,

在图像中创建多个水体感兴趣区。



图 1-8 创建水体多边形区域

(9)将步骤(8)建立的多个 AOI 区域保存为一个 AOI 文件。在视窗的菜单条中选择 File→Save→AOI Layer as..., 打开 Save AOI as 对话框, 保存为“实验 1\结果\water.aoi”, 如图 1-9 所示。

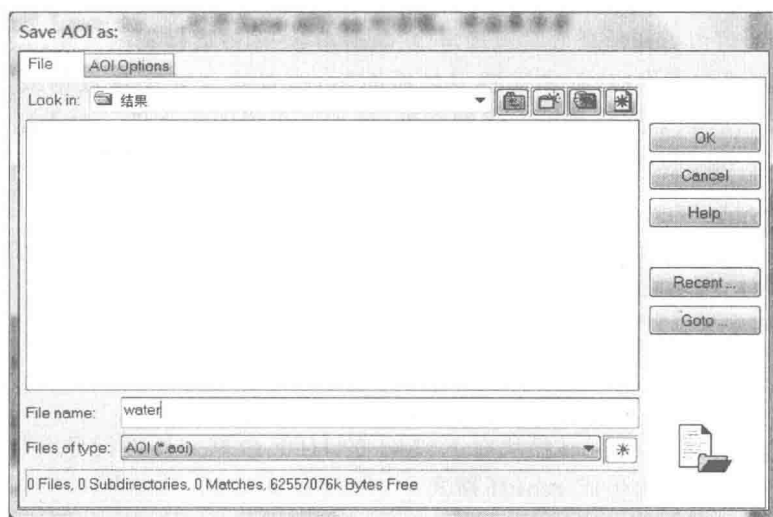


图 1-9 保存 AOI 文件

六、思考与练习

在视窗中显示 test1.img 的第四波段灰度图像, 并利用光标查询功能查看不同地物在第四波段图像的灰度值。

实验二 数据的输入与输出

一、简介

遥感数字图像必须以一定的格式存储才能有效地进行分发和利用。自遥感技术诞生以来,人们采用过很多数据存储格式,而在进行遥感图像处理时,往往又需要在不同平台或处理模块之间进行数据交互共享。由于不同平台支持的格式不同,为了处理方便,需要进行不同遥感图像格式之间的转换。

ERDAS 软件具有强大的输入、输出功能,几乎所有常见的数据格式都可被其接受。它支持 100 多种图像及矢量数据格式的输入、输出和双向转换,并支持多种格式图像文件的直接调入。

下面以 Landsat 图像数据存储格式为例,说明数据存储格式的复杂性。

(1)Landsat-5 EOSAT FAST FORMAT-B 格式,简称 FASTB,该数据为 Landsat-5 图像数据格式,它包含两类文件:头文件和图像文件,后缀均为.dat。头文件是数据的说明文件,共 1 536 字节,全部为 ASCII 码字符,包括该数据的产品标识、轨道号、获取时间、增益偏置、投影信息、图像四角点和中心地理坐标等信息。图像文件只含有图像数据,不包括任何辅助数据信息。

(2)1999 年美国发射的陆地资源卫星 Landsat-7 所携带的传感器 Enhanced Thematic Mapper Plus 获得的多光谱图像 ETM+,具有与早期陆地资源卫星图像不同的数据格式——层次数据结构(hierarchical data format,HDF)。HDF 采用分层式数据管理结构,并通过所提供的“总体目录结构”可以直接从嵌套的文件中获得各种信息。因此,打开一个 HDF 文件,在读取图像数据的同时可以方便地获取其地理定位、轨道参数、图像属性和图像噪声等各种信息。

(3)用户从遥感数据供应商(如遥感卫星地面站)购置的 TM 图像数据或其他图像数据,往往是经过转换以后的单波段普通二进制文件,外加一个说明头文件。对于这种数据,必须按照二进制(generic binary)格式输入,而不能按照 TM 图像或 SPOT 图像输入。

二、实验目的

- (1)认识遥感图像的存储格式。
- (2)熟悉 ERDAS 软件数据输入、输出功能。

三、实验内容

应用 ERDAS 软件的 Import 模块对 ETM+的 HDF 数据文件进行导入生成 img 格式数据,再将 img 格式图像导出生成 geotiff 格式。

四、实验数据

路径	名称	格式	说明
实验 2\数据\	L71123032_03220000430_HDF	llg	TM Landsat-7 图像
实验 2\数据\	band1	dat	二进制图像
实验 2\数据\	ProductDescription	self	行列信息

五、实验步骤

(1)在 ERDAS 主界面中选择 Import 模块,打开 Import/Export 对话框,如图 2-1 所示。选择 Import,在 Type 中选择 TM Landsat-7 HDF Format,Media 设置为 File,Input File 为“实验 2\数据\L71123032_03220000430_HDF.L1G”,在 Output File 中输入“实验 2\结果\Landsat ETM+_HDF.img”。

(2)单击【OK】。打开 TM Landsat HDF Format Importer 对话框,如图 2-2 所示。该对话框显示了图像的相关信息,包括获取数据的 Spacecraft(遥感平台)为 Landsat-7,获取数据的 Sensor(传感器)为 ETM+,HDF 图像数据的 Product Type(产品类型)为 L1G,图像数据获取的 Date(日期)为 2000 年 4 月 30 日等。在 Radiometric Calibration Options 选项中选择图像的辐射校正方式为 None。



图 2-1 输入图像

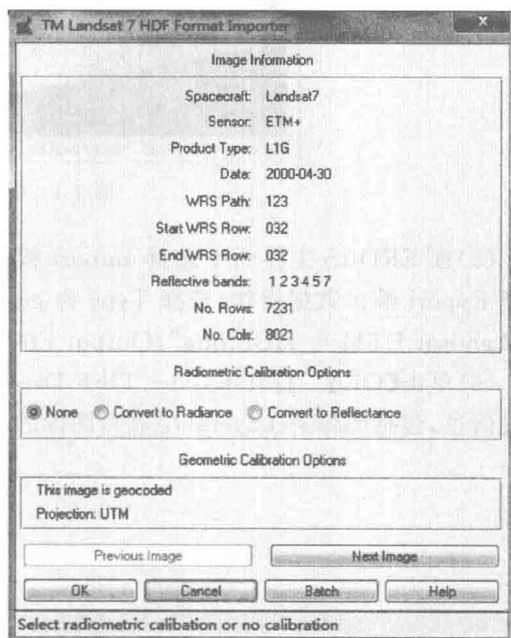


图 2-2 显示图像信息

(3)单击【OK】。显示 Importing HDF Data 进度条,如图 2-3 所示。处理完成后单击【OK】按钮,关闭状态条,完成数据的导入。

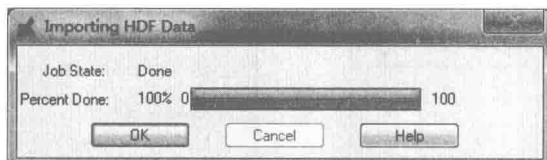


图 2-3 转换过程进度

(4)在 ERDAS 主界面中选择视窗,单击视窗左上角的 ,打开格式转换后的图像 Landsat ETM+_HDF.img,如图 2-4 所示。

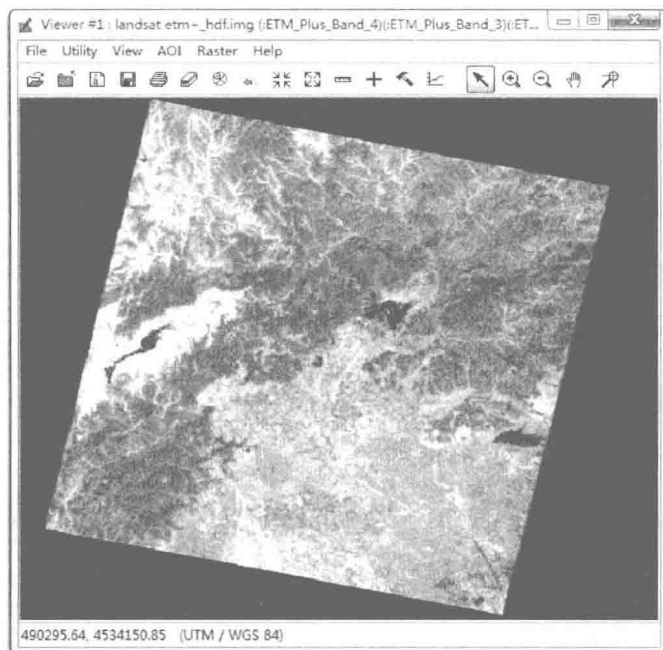


图 2-4 格式转换后图像

(5)在 ERDAS 主界面中选择 Import 模块,打开 Import/Export 对话框,如图 2-5 所示。选择 Export 输出数据操作,选择 Type 为 geotiff,选择 Media 为 File,Input File 为“实验 2\结果\Landsat ETM+_HDF.img”,Output File 为“实验 2\结果\Landsat ETM+_HDF.tif”。

(6)单击【OK】。打开 Export TIFF Data 对话框,如图 2-6 所示。对话框中显示了图像的相关信息,包括图像的 Layers(层数),图像的 Rows(行数)和 Cols(列数)。



图 2-5 选择图像输出格式

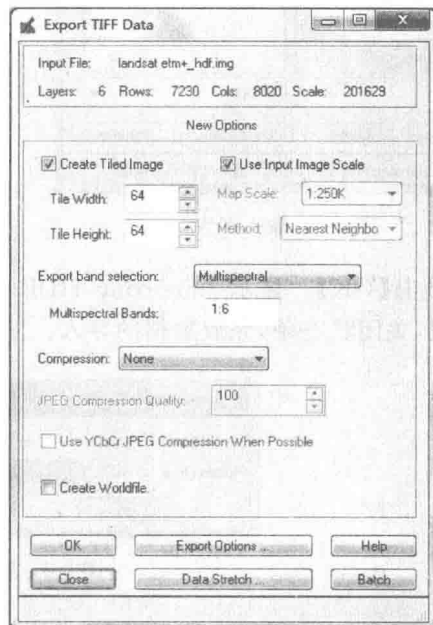


图 2-6 设置图像输出信息

☆小提示

在 Export band selection 选项中可以选擇图像导出的波段形式,其中包括单波段灰度图像(Grayscale),RGB 图像和多光谱图像(Multispectral)。若选择为单波段灰度图像或 RGB 图像,则可在选项下选择需要输出的波段。

(7)单击【OK】。显示 Exporting TIFF Data 对话框,如图 2-7 所示,待处理完成后单击【OK】关闭进度条,完成数据的导出。

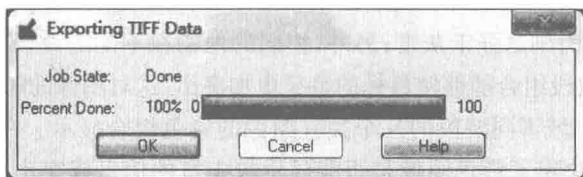


图 2-7 输出图像过程

六、思考与练习

试运用 ERDAS 软件 Import 模块将二进制图像数据“实验 2\数据\band1.dat”转换为 img 格式,并查看图像信息(提示:图像的行列信息可在 ProductDescription.self 文件中找到)。

实验三 波段的合成与显示

一、简介

遥感图像数据的显示十分重要。从本质上讲,多波段遥感图像的各个波段均为灰度图像,遥感成像系统的辐射分辨率决定了各种不同地物间的辐射差异。人眼对灰度图像的分辨能力只有 20~60 级,而对彩色的分辨能力则远强于灰度;另外,相同的地物在不同的波段组合情况下会表现出不同的颜色,因此,适当的波段组合能够使目标的特征更加突出,这对图像的解译和判读有重要意义。

彩色合成就是同一区域不同波段的几个独立图像的彩色组合显示。在进行遥感图像合成时,波段的选择十分重要,它决定了彩色图像是否能显示较丰富的信息或突出某一方面的信息。实际应用时,常常根据不同的应用目的进行对比和分析,寻找最佳合成方案,以达到最好的目视效果。

在 Landsat 的 TM 图像中,波段 2 为绿波段($0.52\sim0.60\mu\text{m}$),波段 3 为红波段($0.63\sim0.69\mu\text{m}$),波段 4 为近红外波段($0.76\sim0.90\mu\text{m}$),对 4、3、2 波段分别赋予红、绿、蓝色合成的假彩色图像称为标准假彩色图像。类似的,对于 MSS 图像,选择波段 4、2、1 分别赋予红、绿、蓝色合成可得标准假彩色图像,SPOT 图像的标准假彩色合成方案为 3(红)、2(绿)、1(蓝)。在标准假彩色图像中,突出了植被、水体、城乡、山区、平原等特征,植被为红色,水体为黑色或蓝色,城镇为深色,地物类型信息丰富。

二、实验目的

- (1)了解遥感图像波段合成显示的原理及意义。
- (2)学习将遥感图像各个单波段图像合成一个多波段图像的方法。
- (3)掌握不同波段组合显示的操作方法。

三、实验内容

在 ERDAS 中将多个波段的灰度图像合成为一个具有多个波段的多光谱图像。查看合成后的图像,选择不同的波段组合进行显示,查看不同波段组合下地物色彩发生的变化。

四、实验数据

路径	名称	格式	说明
实验 3\数据\	band1	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band2	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band3	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band4	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band5	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band6	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	band7	img	北京地区 TM 单波段图像
实验 3\数据\	TM_bjcity	img	北京地区 TM 多波段图像

五、实验步骤

(1) 在 ERDAS 主菜单中选择视窗, 单击 , 打开单波段图像文件“实验 3\数据\band1.img”, 显示单波段灰度图像, 如图 3-1 所示。

(2) 在 ERDAS 主界面中选择 Interpreter 模块, 将单波段图像合成多波段文件 Interpreter→Utilities→Layer Stack..., 如图 3-2 所示。

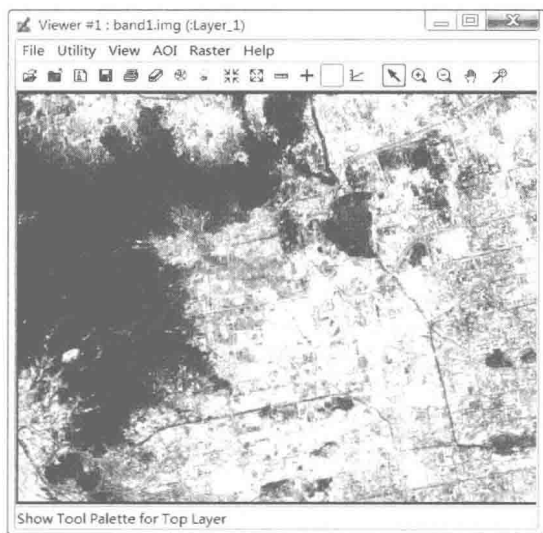


图 3-1 TM 图像 band1

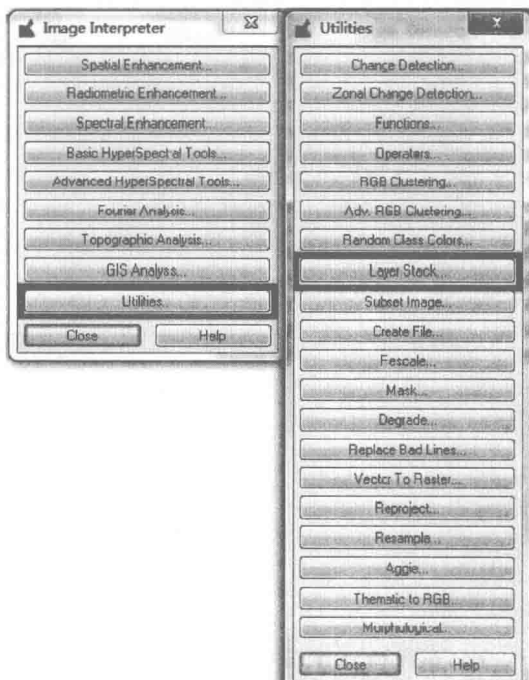


图 3-2 选择波段合成选项

(3) 在出现的 Layer Selection and Stacking 对话框中, 依次选择所需的 TM 波段, 每选择一个波段点击【Add】按钮添加一次。在 Output file 中选择输出文件路径和文件名“实验 3\结果\multiple.img”。Data Type 设置为 Unsigned 8 bit, Output Option 设置为 Union。设置之后的界面应如图 3-3 所示。单击【OK】, 合成多光谱图像。

(4) 选择视窗, 单击  打开合成后的多光谱图像 multiple.img, 如图 3-4 所示。

☆小提示

- (1) Union: 在输出图像中保留输入图层包含的所有区域。
- (2) Intersection: 在输出图像中仅保留输入图层中的公共区域。

(5) 回到视窗中, 选择 Raster→Band Combinations, 在弹出的对话框中可以选择不同的波段组合进行图像的彩色显示, 如图 3-5 所示。