

空间信息处理与应用丛书

ENVI YAOGAN YINGXIANG CHULI  
JIAOCHENG

# ENVI

## 遥感影像处理 教程

李小娟 宫兆宁 编译  
刘晓萌 李 静

- 是美国 ITT VIS 公司的旗帜产品
- 是由著名的遥感科学家基于交互式数据语言 IDL 开发的一套功能强大的遥感影像处理系统
- 可以轻松读取、显示、分析各种类型遥感数据，并提供了从影像预处理、信息提取到与地理信息系统整合过程中需要的各种工具
- 卓越的波谱分析工具能够快速准确地从遥感影像中提取出用户所需要的各种目标信息，凭借其自动高效的信息提取和目标识别能力

中国环境科学出版社

空间信息处理与应用丛书  
“211 工程”资助



# ENVI 遥感影像处理教程

李小娟 宫兆宁  
刘晓明 李 静

编译

中国环境科学出版社·北京

**图书在版编目(CIP)数据**

ENVI 遥感影像处理教程 / 李小娟等编译. —北京:  
中国环境科学出版社, 2007.2  
(空间信息处理与应用丛书)  
ISBN 978-7-80209-346-1

I. E… II. 宫… III. 遥感影像—影像处理—教材  
IV. TP751

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 072283 号

责任编辑 沈建 杨洁

责任校对 刘凤霞

封面设计 龙文视觉

---

出版发行 中国环境科学出版社  
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)  
网 址: <http://www.cesp.cn>  
联系电话: 010-67112765 (总编室)  
发行热线: 010-67125803

印 刷 北京市联华印刷厂  
经 销 各地新华书店  
版 次 2007 年 2 月第一版  
印 次 2007 年 2 月第一次印刷  
开 本 787×1092 1/16  
印 张 34.5  
字 数 710 千字  
定 价 68.00 元

---

【版权所有。未经许可请勿翻印、转载, 侵权必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

## 空间信息处理与应用丛书编委会

(按姓氏笔画排序)

王 佳 王志成 王 真 王 姗 王 颖 尹 宁  
刘晓萌 孙久虎 孙永华 孙 柳 张伟光 张 玮  
张 洁 张 鸥 李小娟 李佑钢 李京伟 李家存  
李 静 陈 妍 屈新原 郑卫江 郑佳栋 宫兆宁  
宫辉力 赵文吉 赵永强 赵秀怡 赵 敬 胡卓玮  
段福州 骆知萌 郭道宇 董瑞伶 陶 曼 焉 莉  
焦利娜 臧 克

## 前 言

空间信息处理与应用课程是空间信息科学相关专业的核心课程。空间信息科学是在卫星遥感、全球定位系统、地理信息系统、数字传输网络等一系列现代信息技术高度集成,以及信息科学与空间系统科学交叉的基础之上所形成的综合性科学体系。数据获取、数据处理和信息应用是空间信息科学需要解决的三大核心问题。当前,高校中与空间信息科学相关的专业都将空间信息处理与应用技术作为重要授课内容,通过主要遥感图像处理分析、地理信息系统等软件的课堂教学,加深学生对空间信息技术理论的认识与理解。在教学过程中以理论引导应用,以实践巩固理论,将软件操作作为课程的主要内容,逐步培养学生分析问题、解决问题的能力。

但是,到目前为止,我国还没有一套合适的空间信息处理与应用软件配套教材来指导高校空间信息处理与应用课程的课堂教学与实习。为此,我们组织一批具有多年教学经验的高校教师,并联合国内主要空间信息处理与应用软件生产商以及国外著名相关软件代理部门的技术人员,共同编写了这套《空间信息处理与应用》软件教程丛书。

本书以教授应用技能为主,但由于实际问题异常复杂,加之目前国内外遥感与地理信息系统软件较多,因此我们根据近年地理信息系统本科与研究生专业课堂教学情况,综合考虑教师与学生的反馈意见,首批选择三个软件作为教材丛书编写对象:遥感图像处理软件 PCI,遥感影像处理软件 ENVI,以及国产著名地图制图出版软件山海易绘(EzMap)。

本册丛书:ENVI 遥感影像处理教程。

ENVI(The Environment for Visualizing Images)遥感影像处理软件系美国 ITT VIS 公司(<http://www.ittvis.com/index.asp>)的旗帜产品。它是基于交互式数据语言 IDL 开发的一套功能强大的遥感影像处理系统,可以轻松读取、显示、分析各种类型遥感数据,并提供了从影像预处理、信息提取到与地理信息系统整合过程中需要的各种工具。ENVI 卓越的波谱分析工具能够快速准确地从遥感影像中提取出用户所需要的各种目标信息,凭借其自动高效的信息提取和目标识别能力,ENVI 已连续多年获得美国地理情报局(原 NIMA)遥感软件测评第一。

ENVI 软件进入中国市场十多年来,凭借其强大的遥感影像处理功能、丰富的遥感数

据格式支持、简单易用的使用风格、中文化的菜单支持、全面的操作系统支持及强大的可扩展能力被广大的遥感用户逐步熟悉和使用，并被广泛应用于国土、地质、环境、林业、农业、军事、自然资源勘探和海洋资源管理等多个领域。随着 ENVI 软件在中国推广与应用的逐步深入，它已经在诸多研究与应用领域提供了许多成熟、可行的业务解决方案，其用户群体正在不断壮大，许多高校也开始选用它作为遥感图像处理教学与实践的软件平台。然而，目前国内市场上还没有一本对 ENVI 软件功能进行全面讲解并引导读者应用该软件快速解决实际问题的中文教材。因此，首都师范大学资源环境与旅游学院、首都师范大学三维信息获取与应用教育部重点实验室与美国 ITT VIS 公司中国地区独家代理商和增值服务商——航天星图科技（北京）有限公司合作编写了这本《ENVI 遥感影像处理教程》教材。

全书共分十三章，涵盖了遥感数据读取、影像预处理、大气校正、几何校正、滤波、分类、变化信息检测、多光谱数据分析、高光谱数据分析、矢量分析、DEM 分析和三维地形模拟、雷达数据分析、专题制图等方面的内容。以菜单索引的方式对 ENVI 软件的各项功能由浅入深地进行了详尽介绍，除介绍各功能的理论背景和操作过程外，还对各种操作过程中的参数选择进行了详细描述，并列出了部分算法的参考文献。

全书由李小娟主持编译和通稿校对，第一章至第四章由宫兆宁编译，第五章至第九章由刘晓萌编译，第十章至第十三章由李静编译。

本书可作为普通高校本科生教学与实习教材，同时可为空间信息技术应用研究工作者提供有关 ENVI 软件的第一手参考资料。

作 者

2007 年 1 月

# 目 录

|                              |    |
|------------------------------|----|
| <b>第一章 ENVI 基础</b> .....     | 1  |
| 1.1 ENVI 简介 .....            | 1  |
| 1.2 ENVI、ENVI RT 和 IDL ..... | 1  |
| 1.3 ENVI 功能概览 .....          | 2  |
| 1.4 启动 ENVI .....            | 3  |
| 1.5 ENVI 图形用户界面 (GUI) .....  | 4  |
| 1.6 通用图像显示概念 .....           | 5  |
| 1.7 数据管理 .....               | 8  |
| 1.8 内存管理 .....               | 9  |
| 1.9 ENVI 基础 .....            | 10 |
| 1.10 ENVI 文件格式 .....         | 19 |
| 1.11 ENVI 支持的输入文件格式 .....    | 21 |
| 1.12 ENVI 支持的输出文件格式 .....    | 23 |
| <b>第二章 文件管理</b> .....        | 24 |
| 2.1 File 菜单 .....            | 24 |
| 2.2 打开图像文件 .....             | 24 |
| 2.3 打开外部文件 .....             | 26 |
| 2.4 打开矢量文件 .....             | 41 |
| 2.5 打开以前的文件 .....            | 46 |
| 2.6 编辑 ENVI 头文件 .....        | 47 |
| 2.7 生成测试数据 .....             | 55 |
| 2.8 数据浏览器的使用 .....           | 56 |
| 2.9 文件的存储 .....              | 57 |
| 2.10 输入 IDL 变量 .....         | 61 |
| 2.11 输出为 IDL 变量 .....        | 61 |
| 2.12 编辑 IDL 代码 .....         | 62 |
| 2.13 IDL CPU 参数设置 .....      | 62 |
| 2.14 磁带工具 .....              | 64 |
| 2.15 扫描目录列表 .....            | 77 |
| 2.16 处理文件和脚本文件 .....         | 80 |
| 2.17 ENVI 队列管理 .....         | 80 |
| 2.18 生成处理信息日志 .....          | 81 |

|                          |            |
|--------------------------|------------|
| 2.19 设置 ENVI 参数 .....    | 81         |
| <b>第三章 显示管理 .....</b>    | <b>86</b>  |
| 3.1 Window 菜单 .....      | 86         |
| 3.2 窗口查找器的使用 .....       | 86         |
| 3.3 启动新的显示窗口 .....       | 87         |
| 3.4 启动新的矢量窗口 .....       | 87         |
| 3.5 启动新的绘图窗口 .....       | 87         |
| 3.6 可用文件列表 .....         | 88         |
| 3.7 可用波段列表 .....         | 90         |
| 3.8 ENVI 图像显示窗口 .....    | 96         |
| 3.9 可用矢量列表 .....         | 103        |
| 3.10 ENVI 矢量窗口 .....     | 107        |
| 3.11 显示工具 .....          | 110        |
| <b>第四章 交互式显示功能 .....</b> | <b>113</b> |
| 4.1 显示窗口的菜单栏 .....       | 113        |
| 4.2 显示窗口中的功能 .....       | 114        |
| 4.3 矢量层的创建 .....         | 115        |
| 4.4 显示组的保存 .....         | 115        |
| 4.5 设置显示参数 .....         | 115        |
| 4.6 叠加 .....             | 117        |
| 4.7 图像注记 .....           | 118        |
| 4.8 分类图的叠加 .....         | 131        |
| 4.9 等高线的绘制 .....         | 134        |
| 4.10 交互式密度分割 .....       | 138        |
| 4.11 网格线 .....           | 138        |
| 4.12 定义感兴趣区 .....        | 141        |
| 4.13 快速制图 .....          | 159        |
| 4.14 矢量叠加 .....          | 162        |
| 4.15 对比度拉伸和快速滤波 .....    | 178        |
| 4.16 显示滤波 .....          | 179        |
| 4.17 应用默认（快速）拉伸 .....    | 179        |
| 4.18 直方图匹配 .....         | 180        |
| 4.19 交互式拉伸 .....         | 181        |
| 4.20 交互式分析工具 .....       | 187        |
| 4.21 链接与动态覆盖 .....       | 188        |
| 4.22 交互式剖面 and 波谱图 ..... | 191        |
| 4.23 交互式绘图功能 .....       | 195        |

|                                  |            |
|----------------------------------|------------|
| 4.24 极化信号提取 .....                | 204        |
| 4.25 彩色制图 .....                  | 205        |
| 4.26 像元定位器的使用 .....              | 210        |
| 4.27 点的收集 .....                  | 211        |
| 4.28 测量工具 .....                  | 212        |
| 4.29 像元可视化计算器 .....              | 213        |
| 4.30 空间像元编辑器 .....               | 214        |
| 4.31 波谱像元编辑器 .....               | 215        |
| 4.32 生成动画 .....                  | 216        |
| 4.33 二维散点图 .....                 | 218        |
| 4.34 3-D 曲面浏览 .....              | 225        |
| 4.35 显示管理 .....                  | 225        |
| 4.36 显示输出选项 .....                | 229        |
| <b>第五章 基础工具 .....</b>            | <b>236</b> |
| 5.1 Basic Tools 菜单 .....         | 236        |
| 5.2 数据调整 (空间/波谱) .....           | 236        |
| 5.3 通过感兴趣区构建数据子集 .....           | 241        |
| 5.4 图像旋转 .....                   | 241        |
| 5.5 层的叠加 .....                   | 242        |
| 5.6 数据格式转换 (BSQ, BIL, BIP) ..... | 243        |
| 5.7 数据拉伸 .....                   | 243        |
| 5.8 统计工具 .....                   | 245        |
| 5.9 对变化进行探测分析 .....              | 251        |
| 5.10 测量工具 .....                  | 257        |
| 5.11 波段运算 .....                  | 259        |
| 5.12 波谱运算 .....                  | 269        |
| 5.13 图像分割 .....                  | 269        |
| 5.14 感兴趣区 .....                  | 270        |
| 5.15 图像镶嵌 .....                  | 274        |
| 5.16 掩膜 .....                    | 274        |
| 5.17 定标工具 .....                  | 278        |
| 5.18 通用工具 .....                  | 287        |
| 5.19 特定数据工具 .....                | 291        |
| <b>第六章 分类 .....</b>              | <b>300</b> |
| 6.1 分类菜单 .....                   | 300        |
| 6.2 端元波谱收集 .....                 | 300        |
| 6.3 监督分类 .....                   | 306        |

|                       |            |
|-----------------------|------------|
| 6.4 非监督分类.....        | 314        |
| 6.5 决策树分类.....        | 317        |
| 6.6 根据感兴趣区生成分类图像..... | 322        |
| 6.7 分类后处理.....        | 322        |
| <b>第七章 变换工具.....</b>  | <b>343</b> |
| 7.1 变换菜单.....         | 343        |
| 7.2 图像锐化.....         | 343        |
| 7.3 波段比的计算.....       | 346        |
| 7.4 主成分分析 (PCA) ..... | 348        |
| 7.5 最小噪声分离变换.....     | 352        |
| 7.6 彩色变换.....         | 358        |
| 7.7 去相关拉伸.....        | 361        |
| 7.8 目视效果拉伸.....       | 361        |
| 7.9 饱和度拉伸.....        | 362        |
| 7.10 生成彩色合成图像.....    | 362        |
| 7.11 植被指数计算.....      | 363        |
| <b>第八章 滤波.....</b>    | <b>365</b> |
| 8.1 滤波菜单.....         | 365        |
| 8.2 卷积滤波.....         | 365        |
| 8.3 形态学滤波.....        | 368        |
| 8.4 纹理滤波器.....        | 371        |
| 8.5 自适应滤波.....        | 373        |
| 8.6 频率域滤波器 FFTs.....  | 377        |
| <b>第九章 波谱工具.....</b>  | <b>381</b> |
| 9.1 波谱菜单.....         | 381        |
| 9.2 波谱库.....          | 382        |
| 9.3 波谱分割.....         | 387        |
| 9.4 MNF 变换.....       | 388        |
| 9.5 纯净像元指数.....       | 388        |
| 9.6 $n$ 维可视化分析.....   | 391        |
| 9.7 制图方法.....         | 400        |
| 9.8 波谱“沙漏”向导.....     | 409        |
| 9.9 波谱分析.....         | 416        |
| 9.10 多范围波谱特征拟合.....   | 420        |
| 9.11 波谱运算.....        | 421        |
| 9.12 波谱数据文件重采样.....   | 425        |

|                                   |            |
|-----------------------------------|------------|
| 9.13 Gram-Schmidt 波谱锐化 .....      | 425        |
| 9.14 PC 波谱锐化 .....                | 425        |
| 9.15 CN 波谱锐化 .....                | 426        |
| 9.16 EFFORT Polishing 工具 .....    | 426        |
| 9.17 三维图像立方体 .....                | 428        |
| <br>                              |            |
| <b>第十章 制图工具 .....</b>             | <b>430</b> |
| 10.1 Map 菜单 .....                 | 430        |
| 10.2 配准 .....                     | 430        |
| 10.3 正射投影校正 .....                 | 441        |
| 10.4 图像镶嵌 .....                   | 448        |
| 10.5 根据输入的几何信息进行地理坐标定位 .....      | 457        |
| 10.6 SPOT 数据地理坐标定位 .....          | 461        |
| 10.7 SeaWiFS 数据地理坐标定位 .....       | 462        |
| 10.8 AVHRR 数据地理坐标定位 .....         | 464        |
| 10.9 MODIS 1B 数据地理坐标定位 .....      | 465        |
| 10.10 选择地图投影类型 .....              | 465        |
| 10.11 自定义地图投影 .....               | 466        |
| 10.12 地图投影转换 .....                | 467        |
| 10.13 层的叠加 .....                  | 468        |
| 10.14 地图坐标转换 .....                | 469        |
| 10.15 ASCII 坐标转换 .....            | 470        |
| 10.16 合并旧的投影文件 .....              | 470        |
| 10.17 GPS 链接 .....                | 470        |
| <br>                              |            |
| <b>第十一章 矢量工具 .....</b>            | <b>473</b> |
| 11.1 矢量菜单 .....                   | 473        |
| 11.2 打开矢量文件 .....                 | 473        |
| 11.3 可用矢量列表 .....                 | 474        |
| 11.4 矢量窗口 .....                   | 474        |
| 11.5 创建矢量层 .....                  | 486        |
| 11.6 创建世界性边界矢量层 .....             | 487        |
| 11.7 栅格图像转换 .....                 | 487        |
| 11.8 分类图像转换 .....                 | 488        |
| 11.9 不规则点栅格化 .....                | 488        |
| 11.10 将感兴趣区转换为 DXF 文件 .....       | 489        |
| 11.11 将注记文件转换为 DXF 文件 .....       | 489        |
| 11.12 将 ENVI 矢量文件转换为 DXF 文件 ..... | 490        |

|                           |     |
|---------------------------|-----|
| <b>第十二章 地形工具</b> .....    | 491 |
| 12.1 地形菜单.....            | 491 |
| 12.2 打开地形文件.....          | 491 |
| 12.3 地形建模.....            | 491 |
| 12.4 提取地形特征.....          | 493 |
| 12.5 生成山区阴影图像.....        | 495 |
| 12.6 替换坏值.....            | 496 |
| 12.7 不规则点栅格化.....         | 497 |
| 12.8 矢量地形图转化为栅格 DEMs..... | 497 |
| 12.9 3-D 曲面浏览.....        | 498 |
| <b>第十三章 雷达工具</b> .....    | 509 |
| 13.1 雷达菜单.....            | 509 |
| 13.2 打开雷达文件.....          | 509 |
| 13.3 雷达文件定标.....          | 511 |
| 13.4 消除天线增益畸变.....        | 512 |
| 13.5 斜距校正.....            | 513 |
| 13.6 生成入射角图像.....         | 514 |
| 13.7 自适应滤波器.....          | 514 |
| 13.8 纹理滤波器.....           | 515 |
| 13.9 合成彩色图像.....          | 515 |
| 13.10 极化工具.....           | 515 |
| 13.11 TOPSAR 工具.....      | 530 |
| <b>参考文献</b> .....         | 532 |

# 第一章 ENVI 基础

## 1.1 ENVI 简介

ENVI (the Environment for Visualizing Images) 软件是一套开创性的图像处理系统。它是为经常使用卫星和航空遥感数据的人员设计的, 以满足其众多特定需要。通过一个创新并友好的界面, ENVI 可以为任何尺寸和类型的图像提供全面的数据可视化和分析。

- ENVI 优势

ENVI 的优势之一在于它为图像处理提供了独一无二的技术——它使用交互式的功能将基于波段和基于文件的技术相结合。当打开一个数据输入文件时, 它的波段被保存在一个列表中, 可以在其他系统功能内使用。如果打开了多个文件, 不同数据类型的波段可以被当做一组数据来处理。ENVI 在 8 bit 或 24 bit 显示窗口中对这些波段进行显示。显示窗口组包含一个主图像窗口、一个缩放窗口、一个滚动窗口, 所有的窗口都可以重新调整尺寸。通过这些窗口, 用户可以开启许多 ENVI 提供的交互式分析功能。ENVI 的多重动态链接功能使在多个显示中的图像对比变得简单。从多光谱和高光谱数据中进行实时提取并链接空间/波谱剖面的功能为用户提供了一种新的对高维数据的浏览方式。ENVI 也为矢量和 GIS 属性的浏览和分析提供了交互式工具。ENVI 用户可以使用大量的标准工具, 其中对比度拉伸和二维散点图仅是其中的一小部分。

ENVI 的优势之二在于它有功能强大的可视化界面, 该界面是由全面的算法库所支撑的。用户可以通过一个友好的图形用户界面 (GUI), 使用交互式点击选择的方法对 ENVI 提供的所有基础图像处理工具进行访问。正是由于这个用户界面的使用, 使所有的基础处理功能变得简单了。这些功能包括: 数据转换、滤波、分类、配准、几何纠正、波谱分析工具以及雷达工具。由于 ENVI 没有对可处理的波谱波段数给予限制, 因此多光谱和高光谱数据集都可以使用。ENVI 还为雷达数据集的分析提供了许多改进型的工具。

ENVI 的优势之三在于它一直致力于解决图像处理领域中的一些常见问题并取得了显著成果, 包括: 非标准数据类型的输入; 大幅图像的浏览和分析; 用户自定义的对分析功能的简单扩展 (插件程序)。ENVI 软件含众多学科所需的许多图像处理工具, 而且为用户根据自身策略而自定义的程序提供了很强的灵活性。

## 1.2 ENVI、ENVI RT 和 IDL

ENVI 是用交互式数据语言 (IDL) 编写的。IDL 是一种用于图像处理的功能强大的结构化程序语言。在运行 ENVI 时需要启动 IDL, ENVI 强大的灵活性在很大程度上来源

于 IDL 的功能。有两种类型的 ENVI 环境——ENVI/IDL 完全开发版本和 ENVI 运行环境 (ENVI RT)，后者不带有底层 IDL 开发平台。ENVI 用户可以通过自定义所需的命令执行功能，充分展示 IDL 的强大实力。专业 ENVI 用户应该对 IDL 交互式特性所提供的灵活性进行充分研究，这将为进行动态图像分析提供有力支持。ENVI RT 提供所有的 ENVI 功能，但是不能编写自定义程序。

### 1.3 ENVI 功能概览

ENVI 在提供灵活的显示以及基于地理坐标的图像浏览功能的同时，简化了对海量多波段数据集、图像尺寸、波谱图和波谱库以及感兴趣区图像的全面交互式处理过程。ENVI 提供了大量交互式功能，包括：X、Y、Z 剖面；图像裁切；线性和非线性直方图以及对比度拉伸；颜色表；密度分割和分类彩色制图；快速滤波预览；感兴趣区的定义和处理；特殊像元定位的简单方法；空间/波谱像元的交互式编辑；交互式散点图，包括二维散点图和  $n$  维可视化器；图像链接和生成动态覆盖图；创建包含 GIS 属性的矢量叠加图；在图像上添加地图或像元网格以及注记；三维浏览；曲面阴影；图像拖放；图像动画；几何纠正和镶嵌。

ENVI 功能不仅局限于它的交互式模式，它还可以作用于整个数据文件、作用于所选取的子集。为用户提供了一整套的工具，用于处理全色图像、AVHRR 数据、Landsat MSS 数据、Landsat TM 数据、其他多光谱和高光谱图像以及处理来源于当前和未来的改进型 SAR 系统的数据。使用 AVHRR 工具可以进行如下操作，包括：显示 ephemeris 数据；数据定标；几何纠正；计算海面温度。ENVI 提供的 Landsat 工具包括：为 1979 年前的 MSS 数据去斜和纵横比较正；去除大气影响所造成的条带并进行大气纠正；使用发射前的增益和偏移进行反射率定标。ENVI 也包括将热红外数据定标为发射率的三种方法。

ENVI 包含以下数据变换工具：主成分变换；波段比值变换；色度—饱和度—值变换；去相关拉伸；生成植被指数。ENVI 提供的滤波功能包括：可以使用不同变换核的低通滤波、高通滤波、中值滤波、直通滤波、边缘探测滤波，ENVI 也支持用户自定义的变换核（小于  $M \times N$  即可），所有的变换核都可以进行交互式编辑。ENVI 还提供一些特定类型的滤波，包括：Sobel 滤波、Roberts 滤波、扩展滤波、侵蚀滤波以及自适应滤波（Lee、Frost、Gamma 和 Kuan 滤波）；纹理滤波以及对一些参数的测量方法，包括：数据范围、均值、方差、熵、偏移、同质性、对比度、相异性和相关性。使用 ENVI 更易于进行正向 FFT 变换、频率域滤波（FFT）和逆向 FFT 计算。

ENVI 提供的非监督分类方法包括 K 均值法和 Isodata 方法。ENVI 使用所收集的训练区进行以下监督分类，包括：平行六面体分类、最小距离分类、马氏距离分类、最大似然分类、波谱角分类、二进制编码分类。ENVI 还提供分类后处理的工具，包括：对分类的聚合、筛选和合并；对分类的交互式显示；生成用于估计分类精度的混淆矩阵和 Kappa 系数统计；生成用于选择决策阈值的 ROC 曲线。

ENVI 为高光谱数据提供了一整套的处理工具，包括使用图像或波谱库端元进行线性波谱分离和匹配滤波的特定制图工具；访问波谱库，并将库波谱与图像波谱相比较。使用 ENVI 提供的纯净像元指数（PPI）工具可以在图像中寻找最纯净的波谱像元，用于选

择波谱端元。ENVI 提供的独特的  $n$  维可视化器可以把散点图放在  $n$  维空间进行交互式浏览, 用于选择特定的端元要素以及它们的相应波谱。使用波谱特征拟合技术, 可以对岩石、矿物、植被以及其他要素进行识别。线性波谱分离功能有助于你决策相应的波谱权重。根据与波谱库中波谱的比较, ENVI 还提供波谱分析技术, 用于对要素进行识别。用户还可以使用灵活的波段运算和波谱运算功能, 根据输入的数学表达式、函数以及程序, 利用 IDL 的强大功能对数据进行处理。

ENVI 还包含全面的 SAR 处理功能。除了可以使用所有标准 ENVI 处理程序对雷达数据进行处理以外, ENVI 还提供了许多特定的雷达数据分析工具, 包括: 获取标准 SAR 格式的 Radarsat 和 ERS-1 数据; 从 CEOS 格式数据中浏览和读取头文件信息; 消除天线增益畸变; 斜距校正; 生成入射角图像; 自适应和纹理滤波; 合成彩色图像; 大范围的极化数据分析工具。

最后, ENVI 提供了将图像数据转换到最终地图格式的工具。包括: 图像—图像和图像—地图的配准; 正射校正; 图像镶嵌; 地图合成。使用 ENVI 提供的一整套矢量 GIS 输入、输出和分析工具可以将行业标准的 GIS 数据加载到 ENVI 中, 并对矢量和 GIS 属性进行浏览和分析, 编辑现有矢量; 进行属性查询; 使用矢量层进行栅格分析或从栅格图像的处理结果中生成新的矢量 GIS 层, 并生成标准的 GIS 输出格式文件。

ENVI 提供的大部分功能都可以直接在图像分析界面和对话框中完成。

## 1.4 启动 ENVI

启动前, 确定已正确安装 ENVI。

### (1) 在 UNIX 下启动 ENVI

要启动 ENVI, 在 UNIX 命令行中键入 `envi`; 要启动 ENVI RT, 在 UNIX 命令行中键入 `envi_rt`。

### (2) 从 Macintosh 系统启动 ENVI

指定使用 OroborOSX 安装器。

双击 OroborOSX 图标。OroborOSX 发出 Xdarwin 并在一个 OS X 窗口显示一个 UNIX X-Windows 命令行。

操作下列步骤之一: 要启动 ENVI, 在 OroborOSX 命令提示行中键入 `envi`; 要启动 ENVI RT, 在 OroborOSX 命令提示行中键入 `envi_rt`。

### (3) 从 Windows 系统启动 ENVI

选择 **Start > Programs > ENVI 4.0 > ENVI**。程序成功加载和运行 ENVI 以后, ENVI 主菜单将出现。

### (4) ENVI 启动的命令行选择

你也可以改变 ENVI 和 IDL 的启动方法, 通过设置一个相应的命令行开关来启动 ENVI。

## (5) ENVI 启动的 UNIX 开关

可以在 UNIX 平台使用如下命令来启动 ENVI:

以 32 bit 模式启动 IDL, 否则对于那些支持 64 bit 的平台, 将以默认的 64 bit 模式启动 IDL。如果你没有安装 64 bit 译本, 32 bit 译本将被自动打开。如果你没有安装 32 bit 译本, 那么这个“flag”将无法工作。例如, %envi -32。

## 1.5 ENVI 图形用户界面 (GUI)

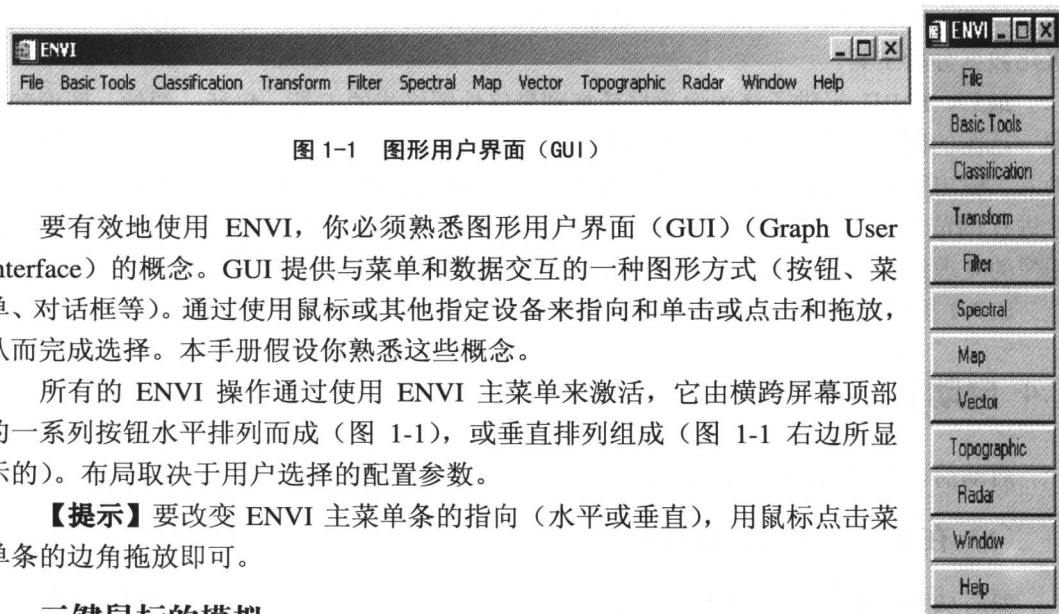


图 1-1 图形用户界面 (GUI)

要有效地使用 ENVI, 你必须熟悉图形用户界面 (GUI) (Graph User Interface) 的概念。GUI 提供与菜单和数据交互的一种图形方式 (按钮、菜单、对话框等)。通过使用鼠标或其他指定设备来指向和单击或点击和拖放, 从而完成选择。本手册假设你熟悉这些概念。

所有的 ENVI 操作通过使用 ENVI 主菜单来激活, 它由横跨屏幕顶部的一系列按钮水平排列而成 (图 1-1), 或垂直排列组成 (图 1-1 右边所显示的)。布局取决于用户选择的配置参数。

**【提示】**要改变 ENVI 主菜单条的指向 (水平或垂直), 用鼠标点击菜单条的边角拖放即可。

### 三键鼠标的模拟

要使用所有 ENVI 的动能, 你需要一个三键鼠标或一个模拟 3 个按键的方式。没有至少 3 个按键的鼠标 (或模拟 3 个按键的方式) 和适当的鼠标驱动程序的系统, 将不能运行 ENVI 要求第 3 个鼠标按键完成的部分。对于 ENVI for Macintosh 和 ENVI for Windows, 包括了三键模拟。

#### ● Windows 平台鼠标模拟

对于一个双键鼠标, 左键是键 1, 右键是键 3 和中间按键是键 2 的模拟是通过同时按 **Ctrl** 键和鼠标左键来实现的。

#### ● Macintosh 平台鼠标模拟

对于 Mac OS X 单键鼠标: 使用鼠标作为鼠标左键 (键 1)。右键 (键 3) 的模拟是通过同时按 **Option** 键和鼠标按键实现的。中间按键 (键 2) 的模拟是通过同时按 **Command** 键和鼠标按键实现的。

## 1.6 通用图像显示概念

ENVI 中的图像显示由一组三个不同的图像窗口组成：主图像窗口、滚动窗口和缩放窗口。ENVI 图像显示的一个例子如图 1-2 所示。一个显示组的单个图像窗口可以被缩放和放置在屏幕的任何一处，也可以选择显示风格（包含三个窗口）。参见第 81 页的“设置 ENVI 参数”以获得关于设置显示参数详细介绍。可以通过多图像显示来同时显示多幅图像。

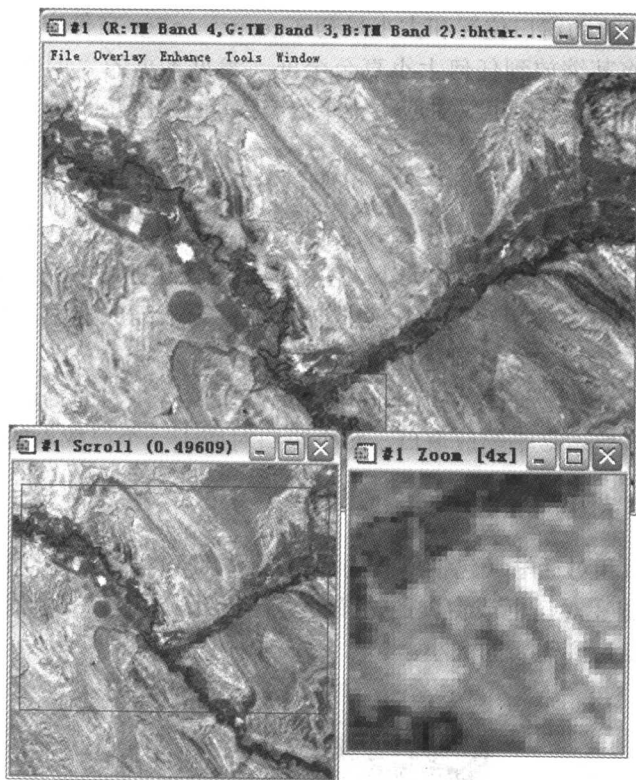


图 1-2 ENVI 显示窗口

### (1) 主图像窗口

主图像窗口由一幅以全分辨率显示的图像的一部分组成。该窗口在第一次载入一幅图像时自动显示。窗口的起始大小由在 `envi.cfg` 配置文件中设置的参数控制。它也能动态地被缩放（参见第 6 页的“调整窗口大小”）。ENVI 允许装载多个主图像窗口及相应的滚动和缩放窗口。

### (2) 主图像窗口内的功能菜单

在主图像窗口（如果使用不同的显示窗口风格就是缩放窗口）中，功能菜单条包括 5 个下拉菜单，控制所有的 ENVI 交互显示功能，这包括：图像链接和动态覆盖；空间和