

# 遥感技术 与 应用实验教程

孔祥生 钱永刚 李国庆 张安定 编著



科学出版社

# 遥感技术与应用实验教程

孔祥生 钱永刚 李国庆 张安定 编著

科学出版社

北京

## 内 容 简 介

本书是在系统总结教学和科研经验的基础上编写而成,介绍遥感图像处理软件ENVI的主要功能和基本操作,从遥感技术基本理论和概念入手,结合案例重点阐述遥感技术与应用相关实验教学规程,主要包括遥感数据预处理、图像增强、图像分类、矢量功能、空间分析、光谱分析、专题地图制作等图像处理实验和行星反射率、地表反射率、地表发射率、地表温度等定量遥感信息提取专题实验和遥感综合实习等内容。

本书可作为政府、企事业单位、高等院校及科研院所培养学生的教材,也可作为从事遥感、地理信息系统、地理学等实践工作及科研活动的研究人员和工作人员的参考书。

### 图书在版编目(CIP)数据

遥感技术与应用实验教程/孔祥生等编著. —北京: 科学出版社, 2017.11

ISBN 978-7-03-055600-4

I. ①遥… II. ①孔… III. ①遥感技术-应用-实验-高等学校-教材  
IV. ①TP79-33

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第287374号

责任编辑: 罗 莉 / 责任校对: 王 翔  
责任印制: 罗 科 / 封面设计: 墨创文化

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>

四川煤田地质制图印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

\*

2017年11月第一版 开本: 787×1092 1/16

2017年11月第一次印刷 印张: 12 3/4

字数: 302 328

定价: 39.00元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

# 目 录

实验一	ENVI 遥感图像处理软件基础	1
实验二	波段运算和光谱运算	6
实验三	普朗克黑体辐射定律数值模拟	20
实验四	卫星过境时刻日地距离计算	26
实验五	地物光谱野外测量	29
实验六	View_SPECPR 分析 USGS Splib 光谱数据	43
实验七	免费卫星遥感数据网络下载	61
实验八	卫星遥感数据行星反射率计算	74
实验九	几何校正处理	87
实验十	卫星遥感数据大气辐射校正处理	98
实验十一	卫星遥感影像镶嵌与裁剪	116
实验十二	多光谱卫星数据 K-T 变换增强处理	126
实验十三	卫星遥感影像监督分类与精度评价	136
实验十四	卫星遥感影像非监督分类处理与精度评价	146
实验十五	ERS 雷达遥感数据特征分析	155
实验十六	卫星遥感数据三维显示与路径飞行设计	158
实验十七	Landsat ETM + SLC-off 数据条带填充	166
实验十八	基于 TISI 的 MSG/SEVIRI 静止气象卫星遥感数据地表发射率反演	170
实验十九	Landsat8 OLI 卫星遥感数据地表温度反演	176
实验二十	遥感综合实习	183
	主要参考文献	194

# 实验一 ENVI 遥感图像处理软件基础

## 一、实验目的

掌握目前主流遥感图像处理软件的主要功能、目录结构,掌握 ENVI 软件的数据输入、显示等功能,为后续实验奠定基础。

## 二、实验内容

- (1) ENVI 的主要功能菜单、目录结构。
- (2) 遥感数据输入打开、显示、查看、存储。

## 三、原理与方法

正确读取遥感数据是遥感数据处理的第一步,也是关键一步。常用的遥感数据处理系统有 ENVI、ERDAS 和 PCI 等。本书涉及的实验内容主要采用 ENVI 软件进行操作。

ENVI 版本主要有 ENVI4.5、ENVI4.6、ENVI4.7、ENVI4.8、ENVI5.0、ENVI5.1 等不同版本。从 ENVI5.0 开始,其运行界面与传统界面不同,为保持与传统界面操作的连续性,保留了经典的操作模式 (Classic)。

ENVI 是一个完整的遥感图像处理平台,其软件处理技术包括图像数据的输入/输出、定标、图像增强、辐射校正、几何校正、图像镶嵌与裁剪、数据融合、数据变换、信息提取、图像分类、与 GIS 数据融合、三维显示、雷达数据处理、波谱分析和高光谱分析等功能,它与 IDL 有机结合在一起,构成了强大的遥感数据处理平台工具。ENVI 支持所有的 UNIX、Mac OS X 和 Linux 系统,以及 PC 机上的 Microsoft Windows2000 Professional、Windows XP Professional、Windows Vista、Windows7 等操作系统。

ENVI 具有六个主要特点。

- (1) 操作简单,易学易用,具有灵活、友好的界面。
- (2) 先进、可靠的图像分析工具。
- (3) 专业的光谱分析工具,高光谱分析一直处于世界领先地位。
- (4) 扩展性好。随心所欲扩展新功能,底层的 IDL 语言可以帮助用户轻松地添加、扩展 ENVI 功能,甚至开发、定制自己的专业遥感图像处理平台。
- (5) 流程化、向导式的图像处理工具,ENVI 将众多主流的图像处理过程集成到流程化 (Workflow) 图像处理工具中,进一步提高了图像处理的效率。
- (6) 与 ArcGIS 完美地结合。从 2007 年开始,与 ESRI 公司的全面合作,为遥感与 GIS 的一体化集成提供了一个典型的解决方案。

ENVI 支持多种遥感数据类型。按照不同的分类标准, 遥感数据可以分为不同的数据类型。按照传感器工作方式的差异, 可将遥感数据分为雷达数据和光学数据; 按照传感器平台高低, 可将遥感数据分为地面数据、航空数据和卫星数据。雷达数据与光学遥感数据成像机理有很大的不同, 雷达数据的处理一般由专门的软件或者是专门的模块来完成。

遥感数据存储格式多种多样, 其存储格式主要有 BSQ、BIP、BIL 三种。

(1) BSQ (band sequential) 数据格式。BSQ 格式是按波段顺序依次排列的数据格式。

(2) BIP (band interleaved by pixel) 数据格式。在 BIP 格式中, 每个像元按波段顺序交叉排序。数据排序遵循以下规律: 第一波段第一行第一个像素位居第一, 第二波段第一行第一个像素位居第二, 以此类推, 第  $n$  波段第一行第一个像素位居第  $n$  位; 然后第一波段第一行第二个像素位居第  $n+1$  位; 第二波段第一行第二个像素位居第  $n+2$  位; 其余数据排列依次类推。

(3) BIL (band interleaved line) 数据格式。BIL 格式是逐行按波段顺序排列, 数据排列遵循以下规律: 第一波段第一行第一个像素位居第一, 第一波段第一行第二个像素位居第二, 以此类推, 第一波段第一行第  $n$  个像素位居第  $n$  位; 然后第二波段第一行第一个像素位居第  $n+1$  位, 第二波段第一行第二个像素位居第  $n+2$  位; 其余数据排列位置依次类推。

三种格式适用于不同的情况, 可以相互转换。BSQ 格式最适合于对单个波谱波段中任何部分的空间 ( $x, y$ ) 存取, 便于图像的浏览和显示; BIP 格式为图像数据波谱的存取提供最佳性能。BIL 格式提供了空间和波谱处理之间的一种折中方式。ENVI 大气辐射校正处理中, 必须使用 BIL 或者 BIP 格式。

遥感数据一般由数据文件和元数据文件构成。数据文件记录地物的特性, 有 tiff 格式、HDF、raw 格式等。元数据就是描述数据的数据, 如 Landsat 系列卫星的元数据文件扩展名有 \*.wo、\*\_MTL.txt 等, Spot 的元数据文件扩展名为 \*.DIM。

## 四、实习仪器与数据

(1) ENVI5.0 Classic。

(2) Landsat OLI 数据 (Path/Row = 119/34, 时间为 2015 年 4 月 20)。

## 五、实验步骤

### 1. 安装 ENVI5.0

根据计算机操作系统 (Win7 分为 32 位和 64 位), 选择合适的安装版本, 按照提示完成安装。

### 2. 启动 ENVI5.0 Classic

ENVI 有三种启动方式, 一种是启动 ENVI; 二种是启动 ENVI + IDL; 第三种是先启动 IDL, 在 IDL 下启动 ENVI。

ENVI 启动：程序→ENVI5.0→Tools→ENVI Classic。

ENVI 启动后，显示 ENVI 主菜单界面（图 1-1），表 1-1 描述了 ENVI 的主菜单功能。

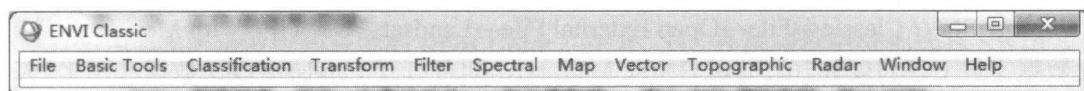


图 1-1 ENVI Classic 主菜单

表 1-1 ENVI 主菜单操作功能说明

菜单名称	主要功能	菜单名称	主要功能
File	文件打开、输出，退出程序等	Map	影像配准
Basic Tools	ENVI 中常用的工具	Vector	矢量分析
Classification	图像分类	Topographic	地形操作
Transform	转换	Radar	雷达操作
Filter	滤波	Window	窗口操作
Spectral	光谱分析	Help	帮助

### 3. ENVI 目录文件结构

ENVI 在默认安装路径“C:\Program Files\Exelis\ENVI50”目录下安装了相应的文件，其中主要文件目录如下所述。

Bin: ENVI 运行目录。

Data: 遥感数据目录，存放示例遥感数据。

Filt\_func: 传感器光谱库响应函数文件目录。常见的传感器光谱响应函数有 Aster、Modis、Spot、LandsatTM/ETM+，ENVI5.0 增加了 Landsat8 OLI 传感器光谱响应函数。

Help: ENVI 的帮助文档。

Lib: IDL 生成的可编译程序，用于二次开发。

Map\_proj: 投影信息目录。投影信息多为文本格式，客户可以进行定制。

Menu: ENVI 菜单文件目录，多为文本文件，用户可以修改。

Save: IDL 可视化语言编译好的、可执行的 ENVI 程序目录。

Save\_add: 用户自主研发的各种补丁程序目录。补丁程序一般为 IDL 研发，经编译运行导出，文件名为\*.sav，也可以是经过编译后的过程或函数文件\*.PRO。

Spec\_lib: 地物波谱库目录。存放一些科研机构/大学在实验室和野外测量的不同地物及矿物的光谱数据，用户也可以在野外或者实验室环境下采集地物光谱，构建光谱库。

### 4. ENVI 数据输入

输入就是将待处理的遥感数据导入 ENVI 中，常称之为打开数据。遥感数据格式多样，其打开的方式也不尽相同，一般有通用格式数据打开和特定格式数据打开两种。一些传感

器数据，需要安装单独的补丁程序才能打开。总之，遥感数据格式的多样性及快速发展，需要用户及时补充数据、读取补丁程序或者更新软件版本。

1) 指定格式数据打开

点击 ENVI Classic→File→Open External File→Landsat→GeoTIFF with Metadata，选择元数据文件 LC81190342015110LGN00\_MTL.txt，即可打开 Landsat8 OLI 数据（图 1-2）。

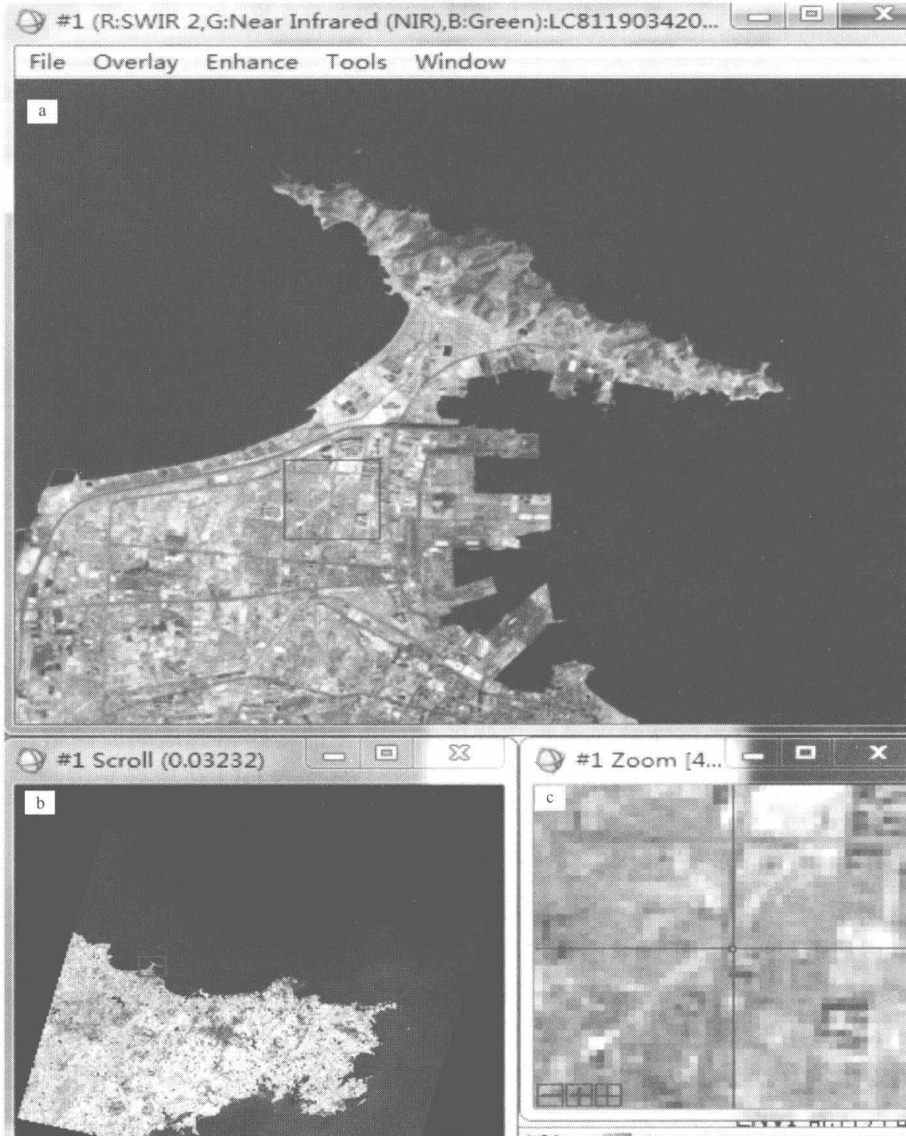


图 1-2 ENVI Classic 图像显示窗口

a. 图像窗口； b. 滚动窗口； c. 放大窗口

2) 一般格式数据打开

点击 ENVI Classic→File→Open Image File，选择一般格式数据文件即可。

## 5. ENVI 数据显示

ENVI 用三个窗口显示数据，用波段列表来显示打开数据的波段。数据显示有灰度显示和 RGB 彩色显示两种方式。

点击图 1-3 所示波段列表中的 RGB Color，在 R、G、B 选项框中分别选择 SWIR2、NIR、Green 三个通道，之后点击 Load RGB，在视窗中打开要显示的图像。

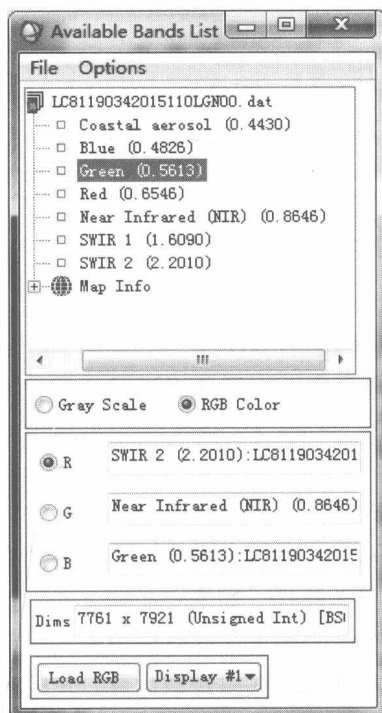


图 1-3 ENVI Classic 波段列表

图像窗口：显示原始分辨率遥感图像。

滚动窗口：完整显示一整幅图像，用于快速移动显示图像位置。

放大窗口：放大图像窗口，默认为 4 倍。

三个窗口组合使用，可以快速定位、浏览图像。

波段列表：显示打开图像的波段名称、中心波长等信息。

## 6. 数据输出

点击 ENVI Classic→File→Save File As，选择不同的数据格式，如 ENVI Standard、ArcView Raster、ERDAS IMAGINE、PCI 及 TIFF/GeoTIFF 等。

## 六、撰写实验报告

按照实习报告格式要求撰写，重点内容包括：ENVI 目录结构、图像打开方式、图像窗口构成、波段列表、图像输出方式等。

## 实验二 波段运算和光谱运算

### 一、实验目的

掌握 ENVI 波段运算 (Band Math) 和光谱运算 (Spectral Math) 的语法规则, 学会使用波段运算和光谱运算设计满足遥感信息提取计算方法。

### 二、实验内容

- (1) 波段运算和光谱运算语法规则。
- (2) 计算一幅 Landsat 遥感影像的 NDVI。
- (3) 计算 Landsat 遥感影像典型地物平均光谱曲线。

### 三、原理与方法

遥感图像处理和信息提取依赖于算法来实现。遥感图像处理和应用中, 往往需要编写算法满足用户功能需求。遥感图像软件 (如 ENVI 等) 的功能模块是封装完备的, 操作简便, 易于上手, 但难以满足个性化的需求, 可以使用专门的编程软件来实现, 但编程软件构成复杂。本实验讲解 ENVI 的波段运算和光谱运算, 介绍 NDVI 波段计算和光谱均值计算功能。

#### 1. 波段运算

波段运算是 ENVI 中一个灵活的遥感图像处理工具, 本质就是对一个或者多个波段按照公式逐像元进行计算的过程。

图 2-1 描述了三个波段求和的处理过程。表达式框中有三个变量  $b_1$ 、 $b_2$  和  $b_3$ , 每一个变量都代表图像的一个波段, 求和的结果是生成一个新的图像。如将一个文件赋值给  $b_1$ , 而  $b_2$  和  $b_3$  则被赋值为单个波段, 结果则是文件与  $b_2$  和  $b_3$  的和图像。需要注意的是, 参与运算的文件和波段, 必须满足空间坐标系相同和空间大小完全一致等两个条件。

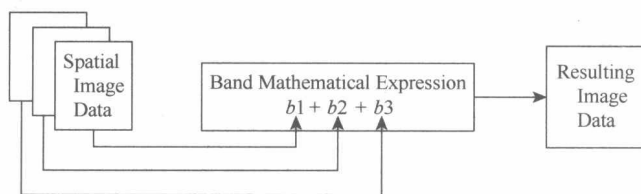


图 2-1 波段运算表达式示意

## 1) 波段运算变量命名规则

波段运算变量的命名遵循以下两条基本规则。

(1) 遵守 IDL 语言规则。

(2) 只能以字母单个“b”或“B”开头，不区分大小写，后面跟最多不超过 5 位数字。

下面几个变量都是有效的，如 b1、B1、b12345。但 a1、A1 及 B123456 这几个字母和数字组合就不符合变量的命名规则，是无效的。

## 2) 变量类型

数据类型：有字节型、整数型、浮点型等，其名称及转换函数等信息如表 2-1 所示。

表 2-1 波段运算变量类型及说明

变量类型	转换函数	Shortcut	值域范围	字节数
Byte	byte ( )	B	0~255	1
Integer	fix ( )		-32768~+ 32767	2
Unsigned integer	uint ( )	U	0~65535	2
Long integer	long ( )	L	约 $\pm 2 \times 10^9$	4
Unsigned long integer	ulong ( )	UL	约 $0 \sim 4 \times 10^9$	4
64-bit integer	long64 ( )	LL	约 $\pm 9 \times 10^{18}$	8
64-bit Unsigned integer	ulong64 ( )	ULL	约 $0 \sim 2 \times 10^{19}$	8
Floating-point	float ( )	(decimal point)	$\pm 1 \times 10^{38}$	4
Double precision	double ( )	D	$\pm 1 \times 10^{38}$	8
Complex floating-point	complex ( )		$\pm 1 \times 10^{38}$	8
Complex double precision	dcomplex ( )		$\pm 1 \times 10^{38}$	16

进行波段运算时，要考虑变量类型及其存储数据范围，避免数据溢出，出现错误结果。当参与运算的波段为整数型时，得到的结果也是整数。做除法运算时，执行的是向下取整运算。要想得到非整数型数值，通常需要将其中一个波段变量类型由整数型转换为浮点型。如 b1、b2 两个变量为整数型，那么 b1/b2 的结果就为整数型，float (b1) /float (b2) 的计算结果就是浮点型。

## 3) 波段运算符号及函数

运算符号和函数是波段运算的重要组成部分，如表 2-2 所示。

表 2-2 波段运算符号及函数

类别	符号及函数	功能
计算符号	+	加法运算
	-	减法运算
	*	乘法运算
	/	除法运算

续表

类别	符号及函数	功能
计算符号	^	乘方运算, 如 $^2$ 表示2次方, $^3$ 表示三次方等
	()	括号
三角函数运算	$\sin(b1)$	对 $b1$ 求正弦运算
	$\text{asin}(b1)$	对 $b1$ 求反正弦运算
	$\cos(b1)$	对 $b1$ 求余弦运算
	$\text{acos}(b1)$	对 $b1$ 求反余弦运算
	$\tan(b1)$	对 $b1$ 求正切运算
	$\text{atan}(b1)$	对 $b1$ 求反正切运算
	$\sinh(b1)$	对 $b1$ 求双曲正弦运算
	$\cosh(b1)$	对 $b1$ 求双曲余弦运算
	$\tanh(b1)$	对 $b1$ 求双曲正切运算
关系运算	LT	小于 (little)
	LE	小于等于 (little equation)
	EQ	等于 (equation)
	NE	不等于 (not equation)
	GT	大于 (great)
	GE	大于等于 (great equation)
	AND	与运算
	OR	或运算
	NOT	非运算
	XOR	异或运算
极大值运算	$\max(b1)$	对 $b1$ 求最大值运算
	$\min(b1)$	对 $b1$ 求最小值运算
取整函数	$\text{round}(b1)$	对 $b1$ 做四舍五入求整运算, 如 $b1 = 1.5$ , 结果为 2
	$\text{ceil}(b1)$	对 $b1$ 做向上求整运算, 如 $b1 = 1.5$ , 结果为 2
	$\text{floor}(b1)$	对 $b1$ 做向下求整运算, 如 $b1 = 1.5$ , 结果为 1
其他函数	$\exp(b1)$	对 $b1$ 求自然幂指数运算
	$\text{alog}(b1)$	对 $b1$ 求对数运算
	$\text{alog}_{10}(b1)$	对 $b1$ 求以 10 为底的对数运算
	$\text{sqrt}(b1)$	对 $b1$ 求开平方根运算
	$\text{abs}(b1)$	对 $b1$ 求绝对值运算

#### 4) 波段运算表达式及计算顺序

波段运算表达式就是将变量、数字、运算符及函数组合后所形成的能表达一定意义的式子，按照表达式逐像元进行计算可以得到一幅新图像，波段运算和光谱运算表达式要在半角下书写。

波段运算表达式的计算顺序如表 2-3 所示。

表 2-3 波段运算符计算顺序及说明

优先级顺序	运算符	说明
1	()	括号，将表达式分开
2	^	指数运算
3	*	乘法运算
	/	除法运算
4	+	加法运算
	-	减法运算
5	LT	小于 (little)
	LE	小于等于 (little equation)
	EQ	等于 (equation)
	NE	不等于 (not equation)
	GT	大于 (great)
	GE	大于等于 (great equation)
6	AND	与运算
	OR	或运算
	NOT	非运算
7	?	条件表达式

#### 5) 波段变量要求

参与运算的波段变量必须具有相同的空间大小。一个表达式可以有一个变量，也可以有多个变量，单一变量的计算，没有特殊的要求，当一个表达式中有 2 个以上的波段变量时，给波段变量所赋值的数据在空间大小上必须完全一致，否则，表达式尽管从语法上没有问题，但是也无法进行计算。

波段运算中的输入变量可以是波段，也可以是文件，既可以是同一个卫星传感器的光谱数据，也可以是不同卫星传感器的波段数据，还可以是其他来源的数据，总之，只要参与运算的波段满足相同的空间大小条件，表达式就能正确计算。

## 2. 光谱运算

光谱运算将一个数学表达式或者是 IDL 过程运用到多光谱数据、光谱数据或者 ASCII 光谱文件中，是 ENVI 处理光谱数据的一个有效工具。

图 2-2 描述了三个光谱求和的处理过程。表达式中有三个变量  $s_1$ 、 $s_2$  和  $s_3$ ，每一个变量都代表图像的一条光谱，求和的结果是生成一个新的光谱曲线，如将一条光谱曲线赋值给  $s_1$ ，另外两条光谱曲线分别赋值给  $s_2$  和  $s_3$ ，计算结果是求和后的光谱曲线。

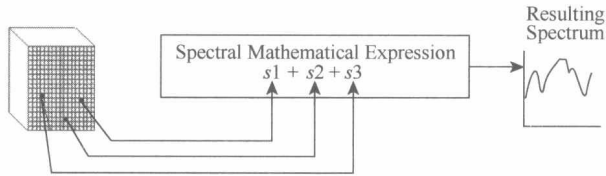


图 2-2 波谱运算示意图

### 1) 光谱运算变量命名规则

光谱运算变量的命名遵循以下规则。

(1) 遵守 IDL 语言规则。

(2) 只能以字母单个“s”或“S”开头，不分大小写，后面跟最多不超过 5 位数字。

下面几个变量都是有效的，如  $s_1$ ， $S_1$ ， $S12345$ 。但  $a_1$ 、 $A_1$  及  $B123456$  这几个变量就不符合光谱运算变量的命名规则，是无效的。

### 2) 变量类型

变量的类型有字节型、整数型、浮点型等，其名称及转换函数等信息如表 2-4 所示。

表 2-4 光谱运算变量类型及说明

变量类型	转换函数	值域范围	字节数
字节型	byte ( )	0~255	1
整数型	fix ( )	-32768~+ 32767	2
无符号整数型	uint ( )	0~65535	2
长整数型	long ( )	约 +/-2×10 <sup>9</sup>	4
无符号长整数型	ulong ( )	约 0~4×10 <sup>9</sup>	4
64 位整数型	long64 ( )	约 +/-9×10 <sup>18</sup>	8
64 位无符号整数型	ulong64 ( )	约 0~2×10 <sup>19</sup>	8
浮点型	float ( )	+/-1×10 <sup>38</sup>	4
双精度	double ( )	+/-1×10 <sup>38</sup>	8
双精度浮点型	complex ( )	+/-1×10 <sup>38</sup>	8
双精度复数型	dcomplex ( )	+/-1×10 <sup>38</sup>	16

### 3) 光谱运算符号及函数

运算符号和函数是光谱运算的重要组成部分，详细信息如表 2-5 所示。

表 2-5 光谱计算主要符号及函数

类别	符号及函数	功能
计算符号	+	加法运算
	-	减法运算
	*	乘法运算
	/	除法运算
	^	乘方运算, 如 $^2$ 表示2次方, $^3$ 表示三次方等等
	()	括号
三角函数运算	$\sin(s1)$	对 $s1$ 求正弦运算
	$\text{asin}(s1)$	对 $s1$ 求反正弦运算
	$\cos(s1)$	对 $s1$ 求余弦运算
	$\text{acos}(s1)$	对 $s1$ 求反余弦运算
	$\tan(s1)$	对 $s1$ 求正切运算
	$\text{atan}(s1)$	对 $s1$ 求反正切运算
	$\sinh(s1)$	对 $s1$ 求双曲正弦运算
	$\cosh(s1)$	对 $s1$ 求双曲余弦运算
关系运算	$\tanh(s1)$	对 $s1$ 求双曲正切运算
	LT	小于 (little)
	LE	小于等于 (little equation)
	EQ	等于 (equation)
	NE	不等于 (not equation)
	GT	大于 (great)
	GE	大于等于 (great equation)
	AND	与运算
	OR	或运算
	NOT	非运算
极值运算	XOR	异或运算
	$\max(s1)$	对 $s1$ 求最大值运算
取整函数	$\min(s1)$	对 $s1$ 求最小值运算
	$\text{round}(s1)$	对 $s1$ 做四舍五入求整数值运算, 如 $b1 = 1.5$ , 结果为 2
	$\text{ceil}(s1)$	对 $s1$ 做向上求整数值运算, 如 $b1 = 1.5$ , 结果为 2
其他函数	$\text{floor}(s1)$	对 $s1$ 做向下求整数值运算, 如 $b1 = 1.5$ , 结果为 1
	$\exp(s1)$	对 $s1$ 求自然幂指数运算
	$\text{alog}(s1)$	对 $s1$ 求对数运算
	$\text{alog10}(s1)$	对 $s1$ 求以 10 为底的对数运算
	$\text{sqrt}(s1)$	对 $s1$ 求开平方根运算
	$\text{abs}(s1)$	对 $s1$ 求绝对值运算

#### 4) 光谱运算表达式及计算顺序

光谱运算表达式就是将变量、数字、运算符号及函数进行组合,形成具有一定意义的式子,按照表达式逐光谱进行计算可以得到一条新光谱。光谱运算表达式的计算顺序如表 2-6 所示。

表 2-6 运算符计算顺序及说明

优先级顺序	运算符	说明
1	( )	括号将表达式分开
2	^	指数运算
3	*	乘法运算
	/	除法运算
4	+	加法运算
	-	减法运算
5	LT	小于 (little)
	LE	小于等于 (little equation)
	EQ	等于 (equation)
	NE	不等于 (not equation)
	GT	大于 (great)
	GE	大于等于 (great equation)
6	AND	与运算
	OR	或运算
	NOT	非运算
7	?	条件表达式

#### 5) 光谱图像要求

参与运算的光谱必须具有相同的光谱分辨率。光谱运算表达式是按照逐波段、逐像元原理进行的,因此输入的波段变量所代表的光谱必须在光谱分辨率上完全一致。

## 四、实验仪器与数据

(1) ENVI5.0 Classic。

(2) Landsat5 TM 数据, Path/Row = 120/34, 时间 2006 年 10 月 27 日。

## 五、实验步骤

下面以 Landsat 数据为数据源,介绍本次实验的两个内容,一是使用波段运算计算 NDVI,另外一个为光谱运算。

## 1. 波段运算计算 NDVI

NDVI (normalized difference vegetation index), 称为归一化差值植被指数, 又称标准化植被指数, 在使用遥感数据进行植被研究以及植物物候研究中得到广泛应用, 与植被分布密度呈线性相关, 是植物生长状态以及植被空间分布密度的最佳指示因子。

NDVI 用下式计算:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_R}{\rho_{NIR} + \rho_R} \quad (2-1)$$

式中, NIR 表示近红外波段; R 表示红光波段;  $\rho$  表示反射率。

## 1) 输入图像

点击 ENVI Classic→File→Open External File→Landsat→GeoTIFF with Metadata, 输入 Landsat 元数据文件 L5120034\_03420061027\_MTL.txt, 点击 OK 按钮, 数据被导入 ENVI 的波段列表中。

点击 ENVI Classic→File→Edit ENVI Header, 在 Edit Header Input File 对话框中, 选择具有六个反射波段的 L5120034\_03420061027\_MTL.txt (图 2-3), 点击 OK。

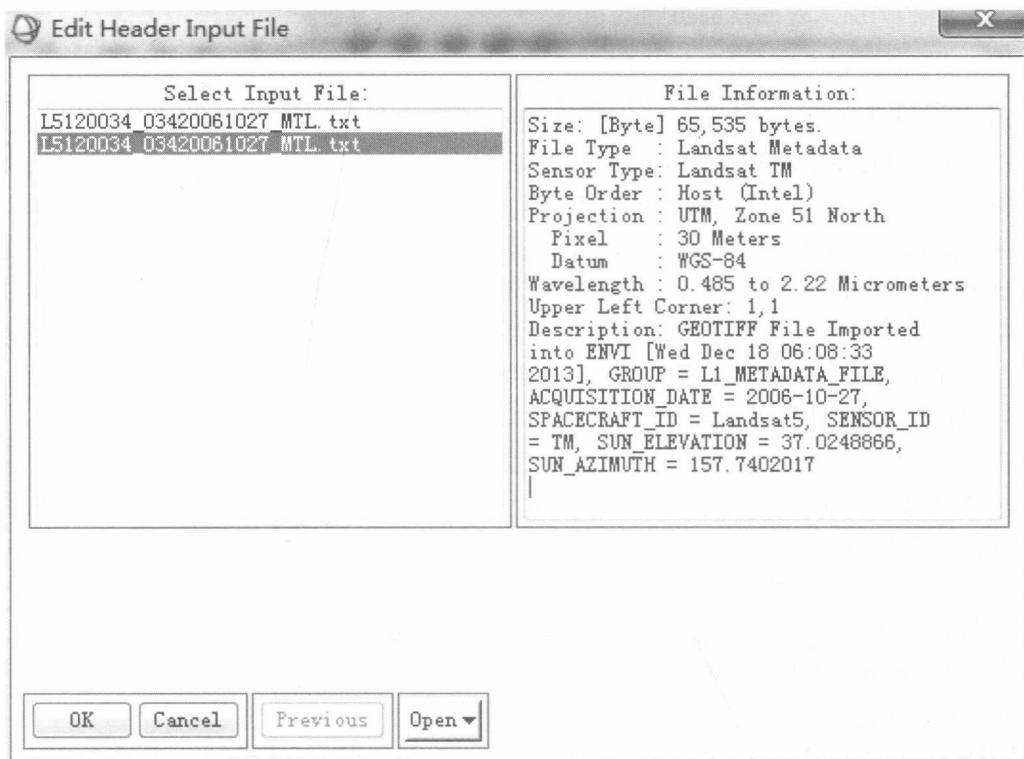


图 2-3 编辑头文件输入选择对话框

头文件输入选择对话框 (图 2-3) 显示了文件有关信息, 如大小、文件类型、传感器类型、字节顺序、投影类型、像素大小、水准面和波长范围等。在头文件编辑对话框 (图 2-4)