

点击**Current Layer**颜色框或者右击颜色框并从菜单选择一个更明显的颜色来显示矢量。点击**Apply**更新矢量的颜色。

2、矢量图层编辑

- 1) 在**Vector Parameters**对话框中，点击刚创建的新矢量层，然后选择**Mode → Edit Existing Vectors**。
- 2) 在主影像窗口中，点击在上一节中所生成的某个多边形。
 - a) 该多边形就会高亮显示出来，并且多边形的节点会标记成钻石形。当矢量被选定，就可以进行如下的修改：
- 3) 单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择 **Delete Selected Vector**，删除整个多边形。
- 4) 单击节点，并拖曳到新的位置来移动节点。
- 5) 单击鼠标右键，选择 **Accept Changes** 保存修改并重新绘制多边形。
- 6) 通过点击鼠标中键或在右击显示的快捷菜单中选择 **Clear Selection**，退出修改，不进行任何变动。
- 7) 要在多边形中添加或删除节点，可以在右击显示的快捷菜单中按如下步骤进行选择：
 - i. 要添加一个节点，右击并选择**Add Node**，然后将该节点拖曳到一个新的位置。
 - ii. 要删除节点，单击节点，然后从快捷菜单中选择**Delete Node**。
 - iii. 要改变每次添加的节点数，右击选择**Number of Nodes to Add**。在对话框中，输入节点的数目。
 - iv. 要删除一系列的节点，用右键点击该范围内的第一个点，然后选择**Mark Node**。再用右键点击该范围的最后一个点，再次选择**Mark Node**。最后，右击选择 **Delete Marked Nodes**即可。
- 8) 结束这一部分，从ENVI主菜单中选择**Window → Available Vectors List**，然后在显示的可用波段中选择新创建的矢量层，并点击**Remove Selected**来删除它们。注意不要删除 `vectors.shp` 矢量层，后面还会用到的。

3、屏幕数字化

- 1) 从**Vector Parameters**对话框中选择**File → Create New Layer**来创建一个新的矢量层。在**New Vector Layer Parameters**对话框中，输入新矢量层的名字。点击**Memory**单选按钮，并点击**OK**。
- 2) 在**Vector Parameters**对话框中，点击新生成的矢量层的名字，就会初始化新生成的.dbf文件。
- 3) 选择**Mode → Add New Vectors**。
- 4) 在本专题中将创建多边形矢量，选择**Mode → Polygon**。
- 5) 在影像显示窗口中（如果在**Vector Parameters**对话框中选择了**Window**单选按钮，则也可以在滚动窗口或缩放窗口中进行），按以下的步骤用鼠标来定义一个新的多边形区域：
- 6) 点击鼠标左键，绘制多边形的各线段。
- 7) 点击鼠标中键，来擦除刚绘制的线段。
- 8) 点击鼠标右键，固定多边形的形状。再次点击鼠标右键，从弹出的快捷菜单中选择 **Accept New Polygon** 接受新建的多边形。
- 9) 以影像中区域的轮廓为参考，绘制一些多边形。
- 10) 在**Vector Parameters**对话框中选择**Edit → Add Attributes**，给新创建的多边形添加属性。在**Attribute Initialization**对话框中，在**Name**字段输入**Field_ID**，点击**Type**按钮菜单并选择**Character**。在对话框的底部，点击**Add Field**按钮，在**Name**字段中输入第二个名为**Field Area**的属性，将**Type**改为**Numeric**。点击**OK**创建属性表。

- 11) 按专题第一部分所描述的方法来修改属性表。在属性表字段中双击鼠标，使其可以编辑，输入一个值，并按下键盘上的**Enter**键。
 - i. 为了知道属性表中每一行所对应的多边形区域，可以从**Vector Parameters**对话框中选择**Mode → Cursor Query**，然后在每一行的标签上点击即可。
- 12) 在属性表顶部的菜单中选择**File → Cancel**，关闭属性表。

4、矢量属性查询

- a) 在**Vector Parameters**对话框中，选择**Mode → Cursor Query**。
- b) 在**Vector Parameters**对话框中，点击**vectors.shp**矢量层的名字。选择**Edit → View/Edit/Query Attributes**打开属性表。
- c) 查看**RANCH**属性字段，可以注意到主要有三个所有者：“gloria”、“lanini”和“sharpe”。选择**File → Cancel**关闭属性表。
- d) 在**Vector Parameters**对话框中，选择**Edit → Query Attributes**。在**Layer Attribute Query**对话框中的**Query Layer Name**中输入**Gloria Ranch**，并点击**Start**按钮。
- e) 在**Query Condition**对话框中，单击**AREA**按钮从下拉菜单中选择**RANCH**。点击 **>** 按钮，将条件设为 **==**，并在**String Value**文本框中输入字符串**gloria**（确信能与属性表相匹配）。选择**Memory**单选按钮，点击**OK**。
 - i. 由查询所生成的新的矢量层将在**Vector Parameters**对话框中列出。
- f) 在对话框中点击层的名字，并选择**Edit → Edit Layer Properties**菜单来改变层的参数。点击**Polygon Fill**按钮，从下拉菜单中选择**Line**，点击**OK**。
 - i. 所有的**Gloria Ranch**将作为一个新层突出显示出来。
- g) 通过在**Vector Parameters**对话框中选中矢量层的名字，选择**Edit → View / Edit / Query Attributes**来查看该层的属性。检查查询的结果。
- h) 关闭属性表，并重复查询步骤，对**lanini**和**sharp**的**ranches**进行查询，用不同的颜色和图案突出显示出来。
- i) 选择**Layer Attribute Query**对话框中的逻辑条件运算，尝试进行其它属性的多项联合查询。

5、栅格转矢量

- 1) 要将感兴趣区转换成矢量多边形，在**ROI Tool**对话框中选择**File → Export ROIs to EVF**，打开**Export Region to EVF**对话框。
- 2) 高亮显示区域的名字来选择其中某个区域。选择**All points as one record**单选按钮选项，在**Layer Name**文本框中输入层的名字，点击**Memory**，然后点击**OK**转换第一个感兴趣区。
 - i. 重复上面的步骤，转换第二个感兴趣区。
 - ii. 矢量层的名字都会在可用矢量列表中列出。
- 3) 在可用矢量列表中，点击**Select All Layers**，然后点击**Load Selected**按钮。
- 4) 在**Load Vector**对话框中，选择**New Vector Window**打开一个新的矢量显示窗口。
 - i. 这些矢量将以多边形的方式加载到**Vector Window #1**对话框中。
- 5) 在**Vector Window #1**对话框中，选择**Edit → Add Attributes**给多边形添加属性信息。
- 6) 按照本专题辅导209页所描述的内容来添加属性信息。
 - i. 这样就可以同其它矢量数据一同使用查询和GIS分析功能了。通过在**Vector Window Parameters**对话框中，选择**File → Export Active Layer to Shapefile**，将这些矢量导出成shape文件。



- 5) 要在掩膜中包含当前显示的注记形状，选择 **Options > Import Displayed Annotation**。
 - a) **注意：**
 - b) 只有矩形、椭圆和多边形注记可被导入到掩膜定义中。
- ✧ 有限数据值掩膜
 - c) 要建立一个包含所有有限数据值的掩膜：
- 6) 选择 **Options > Mask Finite Values**。
- 7) 在波段选择对话框中，选择一个波段，然后点击“OK”。
 - a) 该波段将被列入 **Mask Definition** 对话框中。
- ✧ 无限数据值掩膜
 - b) 要建立一个包含所有 NaN (Not a Number) 和 Inf (Infinite) 数据值的掩膜：
- 8) 在 **Mask Definition** 对话框中，选择 **Options > Mask “NaN” / “Inf” Values**。
- 9) 波段选择对话框中，选择一个波段，然后点击“OK”。
 - a) 该波段将被列入 **Mask Definition** 对话框中。
- ✧ 输入感兴趣区 (Including ROIs)
 - b) 使用 **Import ROIs** 或 **Import ROI intersection** 工具可以在掩膜中包含感兴趣区，方法描述如下：
- ✧ 输入标准感兴趣区
- 10) 在 **Mask Definition** 对话框中，选择 **Options > Import ROIs**。
- 11) 当出现 **Mask Definition Import ROI** 对话框时，在感兴趣区名上点击，选择所需要的感兴趣区。
- 12) 点击“OK”。
 - a) **注意：**
 - b) 所有输入的感兴趣区被当作一个掩膜层处理。
- ✧ 输入感兴趣区交集
 - c) 使用 **Import ROI Intersection** 工具可以动态计算两个或更多感兴趣区的交集，并将它们输入到掩膜中。感兴趣区的交集被计算完毕后，将根据交集的点创建一个点类型的感兴趣区。
 1. 在 **Mask Definition** 对话框中，选择 **Options > Import ROI Intersection**。
 2. 在 **Mask Input ROI Intersection** 对话框中，点击交集区域的名称，然后点击“OK”。
 - d) 新的感兴趣区被列在 **Mask Definition** 对话框中。
 - e) **注意：**
 - f) 所有选择的感兴趣区必须是相交的。
- ✧ 输入 ENVI 矢量文件
- 13) 在 **Mask Definition** 对话框中，选择 **Options > Import EVFs**。
- 14) 当出现 **Mask Definition Input EVFs** 对话框时，通过点击文件名，选择所需要输入的矢量文件。
- 15) 点击“OK”。
- ✧ 区域选择
 - a) 从下列选项中选择，来定义掩膜区域。
- 16) 要把掩膜中定义的区域设置为 1 (On) 或 0 (Off)，选择 **Options > Selected Areas “On” / “Off”**。掩膜通过对列表中的所有选项进行逻辑或 (Logical OR) 或逻辑与 (Logical AND) 运算来建立。系统默认使用逻辑或运算——使用所有定义的区域来生成掩膜。逻辑与运算只使用所有定义区域的重叠区域来生成掩膜。

b. 形态学滤波: morphology

- 腐蚀: 常称作“皱缩”或“减小”, 是用来在二值或灰阶图像中消除比结构元素(变换核)小的元素岛的。
- 溶解: 一般地称“填充”、“膨胀”或“生长”, 是用来在二值或灰阶图像中填充比结构元素(变化核)小的孔。
- 开放: 图像腐蚀后, 紧跟着是同样的结构元素溶解。开放图像平滑轮廓, 打破窄窄的地峡, 消除小岛, 使峰和岬更趋尖锐。Opening=腐蚀之后再溶解。
- 封闭: 图像溶解后, 紧跟着是同样结构元素进行腐蚀。封闭图像平滑轮廓, 融合窄缝和长而细的海湾, 消除小孔, 并用轮廓填充间隙。Closing=溶解之后再腐蚀。

4、影像镶嵌/色彩平衡

(包括: 将以像元为基础的图像或应用地理坐标系的图像镶嵌起来两种方式)

1) 基于pixel: 将以像元为基础的图像镶嵌起来, Map—Mosaicking—Pixel Based。

envidata\avmosaic\dv06_2.img, dv06_3.img

操作步骤:

- ✧ 选择Map—Mosaicking—Pixel Based, 打开Pixel Based Mosaic镶嵌界面。
- ✧ Import—Import Files—选择要镶嵌的影像, 定义镶嵌范围(行列号、影像拉框选择、地理坐标, 引入其他文件范围等), 键入镶嵌输出的维数(或尺寸), 选择镶嵌所用的波段—OK。
- ✧ 选择或键入镶嵌尺寸的大小—OK。
- ✧ 调整、确定影像的相对位置。
- ✧ 分别选择影像—右键点击—Edit Entry: 对背景值、羽化值、匀光等进行设置。
- ✧ 所有参数设置完成以后—File—Save Template: 生成临时效果影像, 方便检查、调整。
- ✧ 生成最终结果: File—Apply—确定输出象素大小、重采样方式、输出路径及文件名、背景值等—OK。

2) 基于地理坐标: Map—Mosaicking—Georeferenced。

envidata\avmosaic\lch_olw.img; lch_02w.img

操作步骤:

- ✧ 选择Map—Mosaicking—Georeferenced, 打开Map Based Mosaic镶嵌界面。
- ✧ Import—Import Files—选择要镶嵌的影像, 定义镶嵌范围(行列号、影像拉框选择、地理坐标, 引入其他文件范围等), 键入镶嵌输出的维数(或尺寸), 选择镶嵌所用的波段。
- ✧ 分别选择影像—右键点击—Edit Entry: 对背景值、羽化值、匀光等进行设置。
- ✧ 所有参数设置完成以后—File—Save Template: 生成临时效果影像, 方便检查、调整。
- ✧ 生成最终结果: File—Apply—确定输出象素大小、重采样方式、输出路径及文件名、背景值等—OK。

3) 折线、曲线等其他方式确定镶嵌影像范围:

- ✧ 主影像窗口—Overly—Annotation打开添加注记对话框—选择折线、曲线等线形;
- ✧ 画线: 选择在Images、Scoll或Zoom窗口进行画线, 定义范围, 注意选择线的粗细和颜色(画线注意: 一定要将线的头尾画到影像的边缘, 左键开始, 右键结束, 右键确定);
- ✧ 添加标记: Annotation: Rectangle 窗口—Object—Symbol—选择符号—更改颜色和大

小一将标记加在不要的影像一边;

- ✧ 画好线、添加完标记以后, 进行存储: Annotation: Rectangle 窗口—File—Save Annotation—确定路径和文件名, 保存为: *.ann文件;
- ✧ Import—Import Files—引入要镶嵌的影像;
- ✧ 分别选择影像—右键点击—Edit Entry, Outline Feathering—Select Outline Annotation File引入*.ann文件, 给定Outline羽化值, OK。

4) 匀光:

envidata\avmosic\mosaic1_equal.dat; mosaic_2.dat

Entry—Color Balancing—分别确定基准影像和调整影像—Ok。

七、彩色空间变换及影像融合

1) 自动融合: 如果影像没有地理坐标, 需要对像元大小进行调节, 影像进行重采样, 融合的影像地理位置相同, 行列数相同。

Transform—>Image Sharpening—>HSV

HSV (hue, saturation, and value: 色调, 饱和度, 数值)

HLS (hue, Lightness, saturation: 色调, 亮度, 饱和度)

envidata\lontmsp\lon_sopt; lnt_tm, 2.8004; 2.8018: TM影像的行列数为 1007×560 ; SPOT影像的行列数为 2820×1569 ; 两影像的范围一致, 像元需要调节的系数为 $2820/1007 = 2.8004$; $1569/560 = 2.8018$ 。

2) 手动融合: 融合前需调整为分辨率一致, 尺寸一致。

- A、选择多光谱波段组合, 调色, 突出地物反差, 存储;
- B、高分辨率全色波段增强 (滤波等), 存储; (本步骤可选)
- C、多光谱影像和高分辨率全色波段需要调整为统一空间分辨率, 且裁为尺寸大小一致; (用 Basic Tools—>ResizeData 可实现空间重采样和取子区)
- D、对多光谱影像进行彩色空间变换; (Transform—>Color Transforms—>RGB to HSV (USGS Munsell))
- E、将高分辨率全色波段与彩色空间变换后的 V 波段进行直方图匹配, 并保存为 V 波段的数据类型; (本步比较关键, 否则融合之后的结果较原始多光谱色调会有很大差异)
 - (1) 分别将高分辨率全色波段和 V 波段的直方图打开 (Image 窗口: Enhance—>Interactive Stretching)
 - (2) 在高分辨率全色波段影像的直方图窗口中, 选择 Options—>Histogram Parameters, 分别将 Histogram Min 和 Histogram Max 的值改为 V 波段影像的对应值。回车确认。
 - (3) 在高分辨率全色波段影像的直方图窗口中, 将 Stretch_type 选为 Arbitrary, 以便于用指定的直方图曲线来拉伸。
 - (4) 用鼠标将 V 波段影像直方图的输入拖动至在高分辨率全色波段影像的直方图的输出窗口中, 然后按 “apply” 应用。
 - (5) 在高分辨率全色波段影像的直方图窗口中, 选择 File—>Export Stretch, 将 “Output Data Type” 改为 “Floating Type”, 然后给定文件名存储。
- F、彩色空间变换的反变换。 (Transform—>Color Transforms—>HSV to RGB (USGS Munsell)), 用 H、S 和经过 E 步骤处理的高分辨率全色波段影像进行反变换即可。
- G、对融合后的影像进行色调 (如需要)

八、定义感兴趣区及分类

主窗口—Classification: 监督分类, 非监督分类, 决策树分类。

2) 监督分类: 按照分类以前自定义的样本进行分类。

✧ 样本选择: 主影像窗口—Tools—Region Of Interest—ROI Tool 调出感兴趣区工具窗口进行样本选择, 可以进行样本编辑(名称, 颜色, 填充方式等), 样本选择越精确, 分类结果越好。

✧ 选择分类方式: 分类方式包括平行六面体法、最短距离法、马氏距离法、最大似然法、波谱角分类以及二进制编码法等, 选择合适的分类方式。

✧ 引入影像—确定分类范围和波段—选择样本—给定阈值—确定存储路径和文件名—OK。

平行六面体法: 用一条简单的判定规则对多波谱数据进行分类。判定边界在图像数据空间中, 形成了一个N维平行六面体。平行六面体的维数由来自每一种选择的分类的平均值的标准差的阈值确定。如果像元值位于N个被分类波段的低阈值与高阈值之间, 则它归属于这一类。如果像元值落在多个类里, 那么ENVI将这一像元归到最后一个匹配的类里。没有落在平行六面体的任何一类里的区域被称为无类别的。

最短距离法: 用到每一个终端单元的均值矢量, 计算每一个未知像元到每一类均值矢量的欧几里德距离。所有像元都被归为最近的一类, 除非限定了标准差和距离的极限(这时, 会出现一些像元因不满足选择的标准, 而成为“无类别”)。

马氏距离法: 是一个方向灵敏的距离分类器, 分类时用到了统计。它与最大似然分类有些类似, 但是假定所有类的协方差相等, 所以是一种较快的方法。所有像元都被归到最临近的ROI类, 除非用户限定了一个距离阈值(这时, 如果一些像元不在阈值内, 就会被划为无类别)。

最大似然法: 假定每个波段每一类统计呈均匀分布, 并计算给定像元属于一特定类别的可能性。除非选择一个可能性阈值, 所有像元都将参与分类。每一个像元被归到可能性最大的那一类里。

波谱角分类: (SAM) 是一个基于自身的波谱分类, 它是用n维角度将像元与参照波谱匹配。这一算法是通过计算波谱间的角度(将它们处理为具有维数等于波段数的空间矢量), 判定两个波谱间的类似度。这一技术用于校准反射数据时, 对照明和反照率的影响相对不灵敏。SAM 用到的终端单元波谱可以来自ASCII文件、波谱库或直接从图像中抽取(作为ROI平均波谱)。SAM 将终端单元波谱矢量和每一个像元矢量放在n维空间比较角度。较小的角度代表与参照波谱匹配紧密。远离指定的弧度阈值最大角度的像元被认为无法分类。

二进制编码法: 将数据和终端单元波谱编码为0和1(基于波段是低于波谱平均值, 还是高于波谱平均值)。“异或”逻辑函数用于对每一种编码的参照波谱和编码的数据波谱进行比较, 生成一幅分类图像。所有像元被分类到与其匹配波段最多的终端单元一类里, 除非指定了一个最小匹配阈值(这时, 如果一些像元不符合标准, 它们将不参与分类)。

样本提纯技术: Spectral—n Dimensional Visualizer N维散度可视分析, 是ENVI比较有特色的功能, 可以使样本更加纯净, 提高分类精度。

3) 非监督分类: 仅仅用统计方法对数据集中的像元进行分类, 不需要样本。

✧ **Isodata** (独立数据) 非监督分类计算数据空间中均匀分布的类均值, 然后用最小距离技术将剩余像元迭代聚集。每次迭代重新计算均值, 且用这一新的均值对像元进行再分类。重复分类是分割、融合和删除基于输入的阈值参数的。除非限定了标准差和距离的阈值(这时, 如果一些像元不满足选择的标准, 就无法参与分类), 所有像元都被归到与其最临近的一类里。这一过程持续到每一类的像元数变化少于选择的像元变化阈值或已经到了迭代的最大次数。

(2) **IsoData法:** 也称为迭代自组织数据分析算法。它与K_Means算法有两点不同: 第

一，它不是每调整一个样本的类别就重新计算一次各类样本的均值，前者称为逐个样本修正法，后者称为成批样本修正法；第二，ISODATA算法不仅可以通过调整样本所属类别完成样本的聚类分析，而且可以自动地进行类别的“合并”和分裂，从而得到类数比较合理的聚类结果。

◇ **K-Means** (K均值) 非监督分类计算数据空间上均匀分布的最初类均值，然后用最短距离技术重复地把像元聚集到最近的类里。每次迭代重新计算均值，且用这一新的均值对像元进行再分类。除非限定了标准差和距离的阈值（这时，如果一些像元不满足选择的标准，就无法参与分类），所有像元都被归到与其最临近的一类里。这一过程持续到每一类的像元数变化少于选择的像元变化阈值或已经到了迭代的最大次数。

(1) **K-Means法**：其准则是使每一聚类中，多模式点到该类别的中心的距离的平方和最小。其基本思想是，通过迭代，逐次移动各类的中心，直至得到最好的聚类结果为止。

4) **决策树分类**：基于知识的分类，可以同时应用影像和DEM信息进行分类。

envidata\decision\bouldr_tm.dat; boulder_dem.dat

- ◇ **{NDVI} ge 0.3** 将植被和非植被区分开来；
- ◇ **{slope} lt 20** 将坡上的植被和坡下的植被区分开来；
- ◇ **{aspect} lt 20 or {aspect} gt 340** 将阴坡和阳坡区分开来；
- ◇ **b4 lt 20** 因为第四波段 (b4) 对水体比较敏感，所以应用b4，将非植被中的水体区分开来；
- ◇ **b1 eq 0** 由于边缘的值均为0，小于20，所以被分入水体类，应用b1，将边缘和水体区分开来。

NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) 归一化植被指数：是一个普遍应用的植被指数，将多波谱数据变换成唯一的图像波段显示植被分布。NDVI 值指示着像元中绿色植被的数量，较高的NDVI值预示着较多的绿色植被。NDVI 变换可以用于 AVHRR、Landsat MSS、Landsat TM、SPOT 或 AVIRIS 数据，也可以输入其他数据类型的波段来使用。

5) **分类后处理**：Classification—Post Classification

- ◇ **分类统计**：Classification—Post Classification—Class Statistics：包括每一类的点数、最小值、最大值、平均值以及类的每个波段的标准差等。其中每一类的最小值、最大值、平均值以及标准差可以以图的方式进行显示。可以显示出每一类的直方图，并且计算其协方差矩阵、相关矩阵、特征值和特征矢量等。
- ◇ **两个分类结果的比较**：Confusion Matrix：分类结果的精度，显示在一个混淆矩阵里（用来与地表真实信息进行比较）。分类结果比较记录了总体精度、准确度、Kappa系数、混淆矩阵、commission 误差（每类中额外像元占的百分比）和冗长误差（类左边的像元占的百分比）等等。ENVI可以通过用分类结果和地表真实图像或地表真实感兴趣区 (ROIs) 相比较来计算混淆矩阵。当地表真实图像时，还可以输出每类图像中没有被正确分类的那些像元。
- ◇ **类别集群**：细小块的合并，将一些碎块进行合并。
- ◇ **类的合并**：Classification—Post Classification—Combine Classes：将分过的类进行选择性的合并，可以合并为一类或几类。
- ◇ **修改类的颜色**：Tools—Color Mapping—class color mapping：当一个分类后的图像被导入一个显示窗口时，每类自动呈现出不同的颜色。每类的颜色与监督分类

中选择的感兴趣区的颜色或非监督分类中预先选择的每类颜色相对应。未分类区域在图像中呈黑色，可以改变每类的颜色。

- ◇ **类的叠合:** Classification—Post Classification—Overlay Class: 用一幅彩色合成影像或灰阶影像生成一幅影像地图，并且类的颜色叠置在一起，输出一幅3波段的 RGB图像。
- ◇ **分类结果的矢量输出:** Classification—Post Classification—Classes to Vector Layers: 将选择的类变换为矢量多边形进行输出。
- ◇ **在分类结果中使用注记:** Classification Keys Using Annotation: Overlay—Annotation—Object—Map Key, 可以直接将各类的图例加载上去，并且可以进行颜色、名称等编辑。

九、高级多光谱/高光谱影像分析

由于高光谱数据不多，运行过程较长，不适合做教学，而且ENVI中的很多高光谱数据处理功能适用于多光谱数据，故以多光谱数据为例。

1) MNF: 最小噪声分离

- ◇ MNF结束后的显示结果为：1、2、3波段组合后影像，可以看到影像很细腻，几乎看不到噪声；
- ◇ 动态显示6个波段，进行对比，可以看出从1到6波段，噪声越来越多，有用信息越来越少。此处可以调节速度、显示顺序等。
- ◇ 波段能量变化直方图：可以看出，1波段到2波段能量变化是最快的，2到3、3到4次之，4到5到6，能量变化最缓，而后面几个波段的能量值也很小，所含有用信息较少，噪声较多。

2) PPI: 像元纯净指数

- ◇ Number of PPI Iterations: 迭代次数；
- ◇ PPI Threshold Value: PPI阈值；
- ◇ PPI Maximum Memory use: PPI内存使用设置；
- ◇ 可以看到迭代次数和迭代变化，曲线越来越光滑，值越大表示像元越纯净。
- ◇ 将结果引入N维散度可视分析界面，可以看出，系统自动进行样本提纯的结果，此处系统提出了4类样本，可以看到还有其他一小团集结的很好，可以将其提出作为新的样本，这样将所有样本作为感兴趣区进行导出，共5类感兴趣区。

3) SAM: 波谱角分类

- ◇ 对原始影像进行波谱角分类，显示分类结果，可以看到分类结果很好。

4) 进行最小噪声分离变换

最小噪声分离 (Minimum Noise Fraction, MNF) 变换是同主分量变换相似的一种方法，它被用来分离数据中的噪声，确定数据内在的维数，减少随后处理的计算量 (Green 等人, 1988; Boardman 和 Kruse, 1994)。对于高光谱影像数据 (至少为多光谱影像数据)，MNF 变换将把数据空间分为两部分：一部分为大的特征值和相干特征影像；另一部分为近似为 1 的特征值和噪声占主导地位的影像。它被用作一个预处理变换，将感兴趣的信息放在前几个光谱波段中，并按最感兴趣到最不感兴趣的顺序排列这些波段。

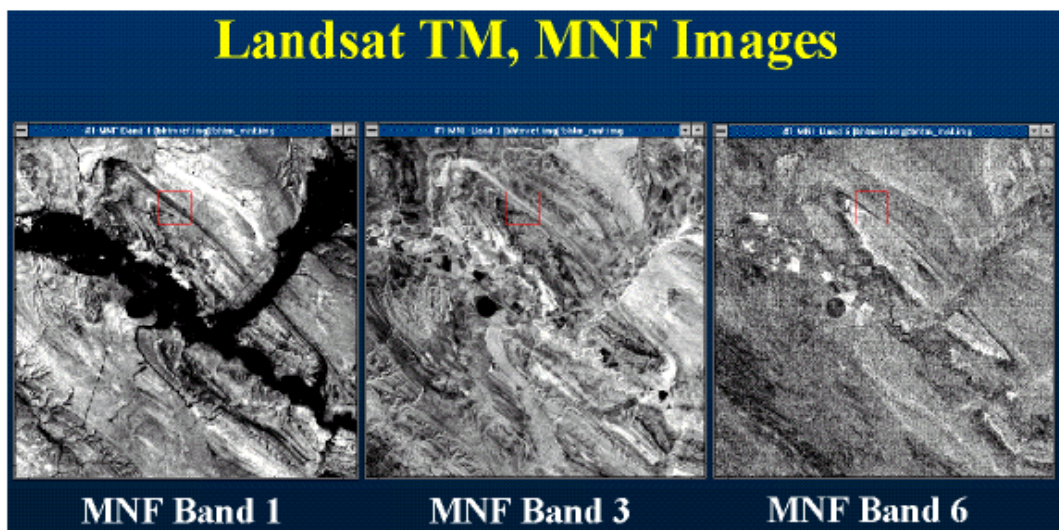


图 23-7: MNF 变换结果图

请参见高光谱专题辅导，以获取额外背景知识和使用的例子。

要从 TM 影像的反射率数据中计算 MNF 变换：

1. 从 ENVI 主菜单栏中，选择 **Window** → **Start New Plot Window**，检查预先计算生成的 MNF 特征值绘制图 `bhtm_mnf.asc`。
2. 在绘图窗口菜单栏中，选择 **File** → **Input Data** → **ASCII**，加载 `bhtm_mnf.asc` ASCII 码文件。
3. 接着 **Input ASCII File** 对话框就会出现在屏幕上。点击 **OK**，将输入文件数据绘制成图。

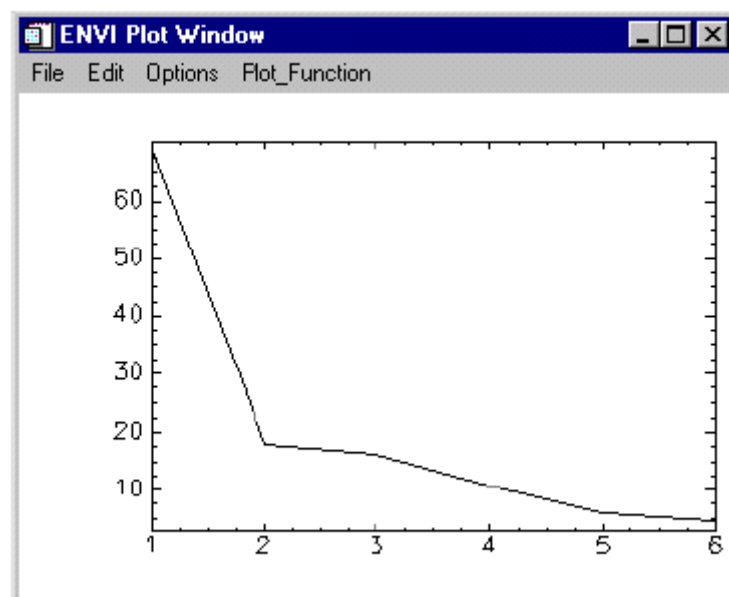


图 23-8: MNF 特征值绘制图

4. 在可用波段列表对话框中，选择 **File** → **Open Image File**，加载并检查 MNF 影像文件 `bhtm_mnf.img`。务必要查看 MNF 波段序号低和高的影像。在可用波段列表对话框中，打开一个新的显示窗口，加载 MNF 波段 1。
5. 然后，在可用波段列表对话框中，打开另一个新的显示窗口，加载 MNF 波段 6。查看这两个不同 MNF 波段的影像，注意空间一致性随着 MNF 波段号增加而减小。

上面的特征值绘制图反映出了随着 MNF 波段号的增加特征值减小的特点，这显示出了在波段序号大的 MNF 波段中噪声是如何分离出来的。

5) 进行PPI处理查找端元

纯净像素指数 (Pixel Purity IndexTM, PPITM) 方法能够在多光谱和高光谱影像数据中查找光谱最纯净的像元 (Boardman 和 Kruse1994)。这些与物质对应的的光谱可以线性组合出影像中的所有光谱。我们将 N 维散点图投影到二维空间中，并在每个投影中标出纯净像元，计算出纯净像元指数。这个处理过程会输出一幅影像 (PPI 影像)，影像汇总每个像素的数字值 (DN) 都与像素被标化出纯净的次数相一致。因此，影像中的亮像素就表示出了光谱端元的空间位置。我们将使用影像阈值选取后续分析中所需的几千个像素，这样就可以显著的减少要查看的像素个数。请参见高光谱专题辅导，获取额外的 PPI 背景知识和使用的例子。

1. 要进行 PPI 分析，可以在 ENVI 主菜单中，选择 **Spectral** → **Pixel Purity Index** → **[FAST] New Output Band**。

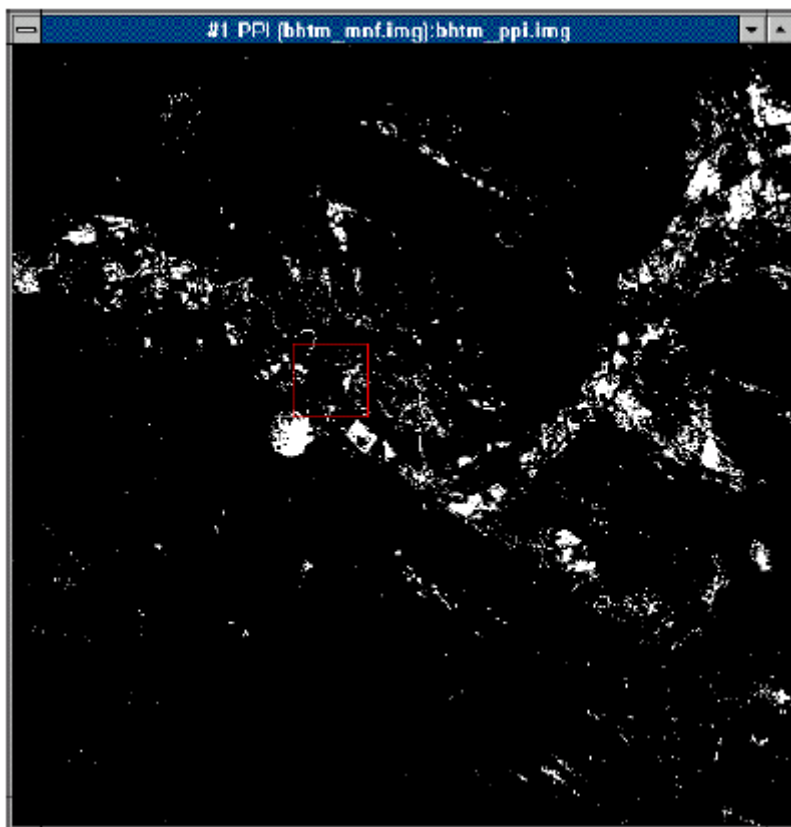


图 23-9: PPI 影像

这将在内存中计算 PPI 影像。

注意:

如果你的计算机硬件没有足够大的可以RAM，那么你可能需要选择**Spectral** → **Pixel Purity Index** → **New Output Band**菜单，这将会使得执行的速度变慢几个数量级。

2. 在可用波段列表对话框中，选择 **File** → **Open Image File**。在 **Enter Data Filenames**

对话框中，选择预先计算生成的 PPI 影像 `bhtm_ppi.img`。

3. 选择 PPI 文件并将其加载到一个新的显示窗口中。
或者，你可以将 `bhtm_mnf.img` 数据作为输出文件，提取仅包含那些一致较好的 MNF 波段（如前面确定的波段序号低的影像）的光谱子集。
在 **Fast Pixel Purity Index Parameters** 对话框中，输入几千（例如 4000）作为迭代的次数，并在 **Threshold Factor** 文本框中输入 3，然后点击 **OK**。
当这些处理完成之后，PPI 影像将会出现在可用波段列表对话框中。
4. 从主影像窗口菜单中，选择 **Tools** → **Region of Interest** → **ROI Tool**，将 ROI 文件 `bhtm_ppi.roi` 加载到 **ROI Tool** 对话框中。
或者，在主影像窗口中显示 PPI 影像，然后选择 **Tools** → **Region of Interest** → **Band Threshold to ROI**，通过影像的阈值提取感兴趣区。
选择 PPI 影像为输入文件，然后输入最小阈值为 5，再点击 **OK**。
接着所选择的像素将会被输入到 ENVI 的 **ROI Tools** 对话框中。

6) N维可视化器和端元提取

虽然上面介绍的 MNF 和 PPI 操作都能很有效的减小分析迭代中的数据大小，但是高级的高光谱数据则需要先进的可视化技术。ENVI 的 N 维可视化器是一个交互式的 N 维散点绘制工具，它能在 N 维空间中实时的旋转散点图（Boardman 等人，1995）。N 维可视化器通过将 N 维散点图投影到二维平面空间中来简化分析。因此，动画显示的散点图就能够提供同时使用所有波段进行交互式分析的能力。科学家的目视判断技巧和散点图的几何特性被用来寻找光谱端元。请参见高光谱主题辅导和 ENVI 用户手册（*ENVI User's Guide*）以及在线帮助，来获取额外的背景知识和使用的例子。

1. 在 ENVI 主菜单中，选择 **Spectral** → **n-Dimensional Visualizer** → **Visualize With Previously Saved Data**。在 **Enter n-D State Filename** 对话框中，选择可视化器使用的文件 `bhtmppi.ndv`。
或者，选择 **Spectral** → **n-Dimensional Visualizer** → **Visualize With New Data**，使用创建的感兴趣区，该感兴趣区是根据前面描述的 PPI 影像以及作为输入的 MNF 影像所创建生成的。
当 **n-D Visualizer** 窗口和 **n-D Controls** 对话框出现在屏幕上时，在对话框中点击波段号（1, 2, 3），选择 MNF 的前三个波段。
通过点击 **Start/Stop** 按钮，开始或停止动画旋转显示。
2. 寻找散点图中的拐角，然后使用 ENVI 的 ROI 定义工具，将包含拐角的像素绘制到感兴趣区中。
3. 从 **n-D Controls** 对话框顶部的菜单栏中，选择 **Options** → **Z Profile**，将 TM 反射率影像作为获取反射率光谱曲线的文件。
4. 在 **n-D Visualizer** 窗口中点击鼠标中键，提取特定散点图位置上的光谱曲线。

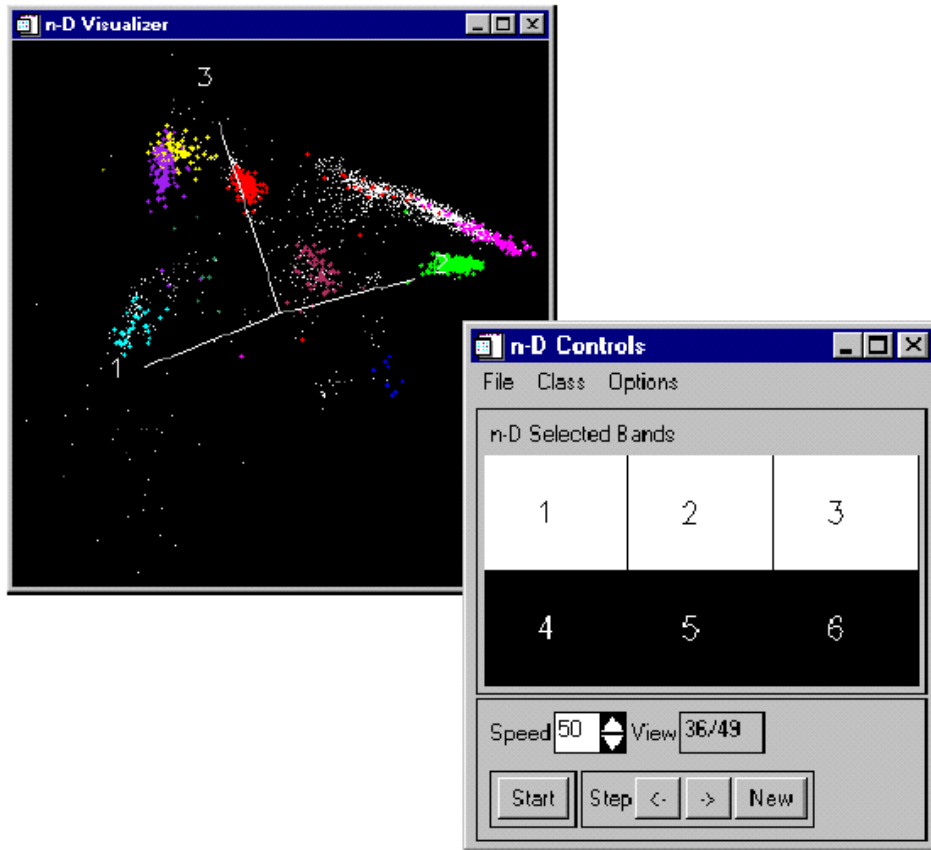


图 23-10: N 维可视化器

5. 在 **n-D Visualizer** 窗口中点击鼠标右键，提取多个光谱的影像。

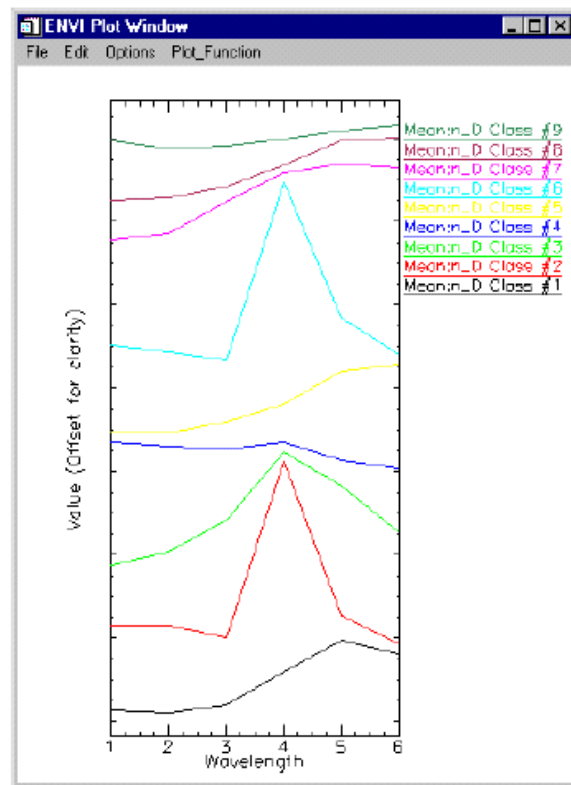


图 23-11: N 维可视化器提取的端元光谱

6. 将你在 **n-D Visualizer** 窗口中选取的光谱端元导出到 **ROI Tool** 对话框中。
或者，在 **n-D Profile** 绘图窗口中，选择 **File→Input Data→ASCII**，加载并查看文件 **bhtm_em.asc** 中的光谱，以代替你所选择的光谱。
在 **n-D Controls** 对话框的菜单栏中，选择 **Options → Export All**，完成该处理步骤。
7. 在 **ROI Tool** 对话框中，选择 **Options → Mean for All Regions**，绘制光谱曲线。

7) 将影像光谱同光谱库中的光谱进行比较

ENVI 允许将影像光谱同实验室所测的光谱以及保存在光谱库中的光谱进行比较。ENVI 提供了几种光谱分辨率相对较高的光谱库。

1. 在 ENVI 主菜单中，选择 **Spectral → Spectral Libraries → Spectral Library Viewer**。
2. 打开 **Spectral Library Viewer** 对话框。点击列表中的几种矿物或者植被的光谱名称。接着所选的物质的光谱将在 **Spectral Library Plots** 绘图窗口中绘制出来。
3. 在 **Spectral Library Input File** 对话框中，点击 **Open Spec Lib** 按钮，从 *ENVI Tutorial and Data* 第一张光盘的 **envidata\spec_lib\usgs_min** 目录下，选择 ENVI 的光谱库文件 **usgs_min.sli**，再点击 **OK**。
4. 将这些高分辨率的光谱与 TM 的光谱端元进行比较。
5. 使用 ENVI 的光谱工具，对整个光谱库重采样成 Landsat 的波长和分辨率。
6. 在 ENVI 主菜单中，选择 **Spectral → Spectral Libraries → Spectral Library Resampling**。
7. 选中 **usgs_min.sli** 光谱库，以 Landsat TM5 为基准进行重采样。
8. 点击 **OK**，接着将会重采样这些光谱，并把它们放置在可用波段列表对话框中。
9. 在 ENVI 主菜单中，选择 **Spectral → Spectral Libraries → Spectral Library Viewer**。
10. 选择你刚刚创建的光谱库文件，并点击几种矿物和植被的光谱，显示它们的重采样后的光谱曲线。
11. 将这些光谱与 Landsat TM 影像的光谱进行比较。

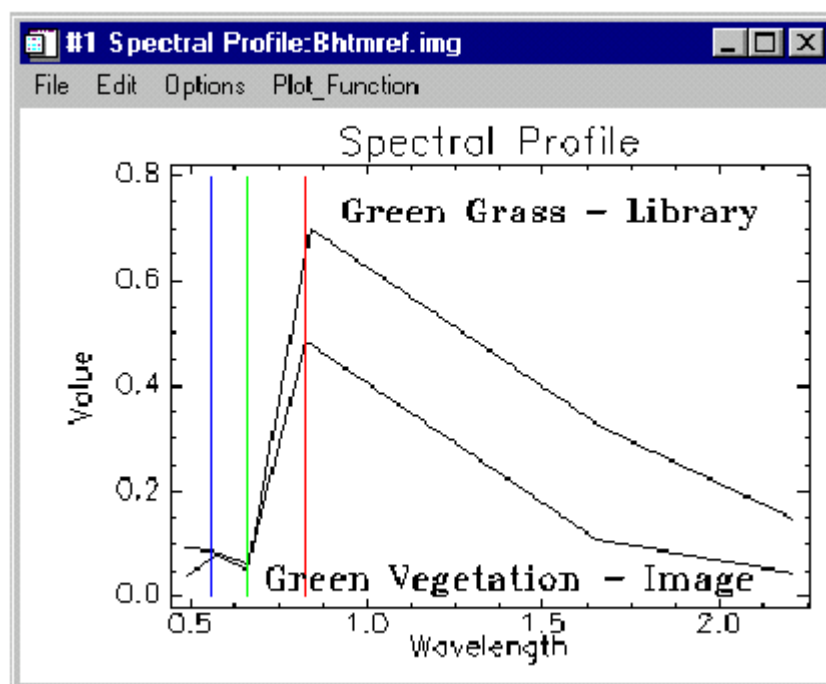


图 23-12: 影像光谱与光谱库中光谱的比较

8) 波谱角填图分类

波谱角填图 (SAM) 将测量 N 维空间的未知光谱和参考光谱之间的相似性。被看作 N 维空间矢量的光谱之间的角度称为光谱角。下图 23-13 展示了二维情况下的光谱角。该方法假定数据已经被减化为表观反射率数据, 且只使用了光谱的方向, 而不使用其长度。因此 SAM 分类对亮度影响不是很敏感。请参见高光谱专题辅导和 ENVI 用户手册 (*ENVI User's Guide*) 以及在线帮助, 来获取额外的背景知识和使用的例子。

要进行波谱角填图分类:

1. 在主影像窗口中, 选择 **Tools** → **Region of Interest** → **ROI Tool**。使用 **File** → **Restore ROIs**, 加载文件 `bhtm_em.asc` 中的感兴趣区。
或者, 选择 **Classification** → **Supervised** → **Spectral Angle Mapper**。
将 Landsat TM 的反射率数据 `bhtmref.img` 作为输入文件输入。
当 **Endmember Collection: SAM** 对话框出现在屏幕上时, 选择 **Import** → **from ROI from Input File**, 然后在 **n-D Visualizer** 窗口中选择你创建的感兴趣区。
2. 在 **Endmember Collection: SAM** 对话框中, 点击 **Apply**, 输入要输出文件名, 开始进行波谱角填图分类。

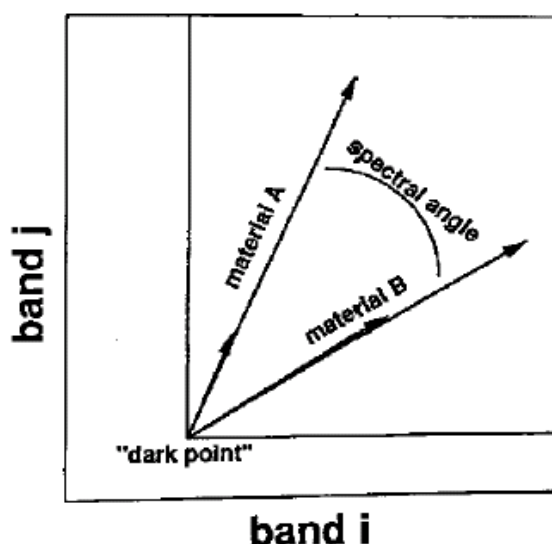


图 23-13: 二维 SAM 分类示意图

分类的结果为规则影像和 SAM 分类影像, 其中规则影像同你选择的端元个数相对应。当首次显示规则影像时, 黑色像素表明匹配最好。但是通常最好用亮像素表示规则影像中匹配较好的位置。你可以在主影像显示窗口菜单栏中选择 **Tools** → **Color Mapping** → **ENVI Color Tables**, 并将 **Stretch Bottom** 和 **Stretch Top** 滑动条拉动到相反的位置上, 以此来反色显示规则影像。

下图 (图 23-14) 显示了每个像素最佳匹配情况, 且为每个端元进行了彩色编码 (采用默认的阈值 0.10 弧度)。

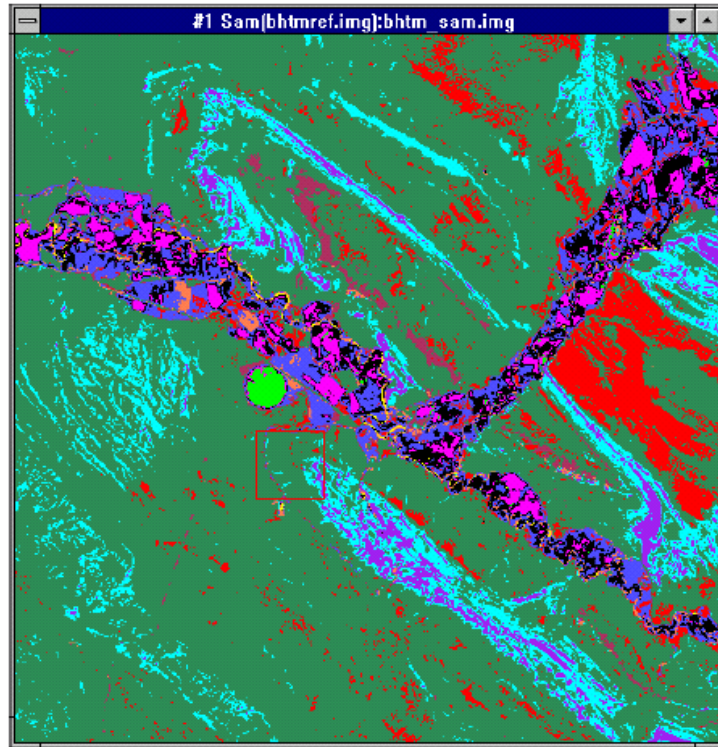


图 23-14: SAM 分类结果图

9) 线性光谱分离

影像像素通常表示 1 到几平方米的区域。在这些像素中，地球表面由混合物质所组成，纯净像素非常少（Boardman）。大多数的影像系统所接收到的混合光谱都是纯净或者端元光谱的线性组合，并根据该区域的百分比含量加权合成。我们可以使用数学模型来分析混合像素，其中观测到的光谱是混合纯净端元光谱与端元丰度相乘的结果。混合的结果仍然可以使用几何模型来可视化分析，它的基础就是 N 维散点图的二维平面投影。请参见 ENVI 的高光谱专题辅导和 ENVI 用户手册（*ENVI User's Guide*）以及在线帮助，来获取额外的背景知识和使用的例子。

要使用 ENVI 进行线性光谱分离：

1. 显示预先计算生成的影像结果 `bhtm_unm.img`。
或者，使用上面 **n-D Visualizer** 提取的端元光谱。选择 **Spectral** → **Mapping Methods** → **Linear Spectral Unmixing**，选择校正后的 TM 反射率数据作为输入文件。
在 **Endmember Collection:Unmixing** 对话框顶部的菜单栏中，选择 **Import** → **from ROI from Input File**，在 **n-D Visualizer** 窗口中选择你所创建的感兴趣区，然后点击 **Apply**。

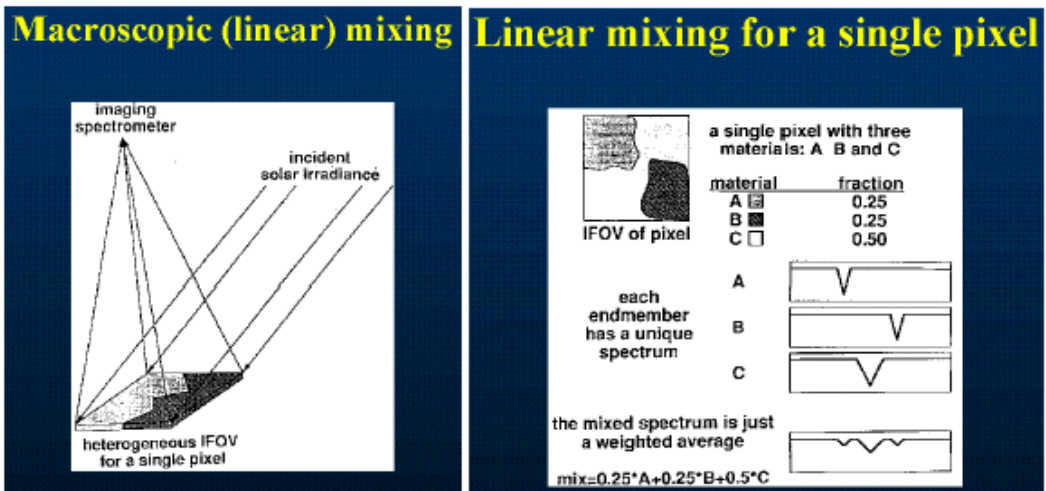


图 23-15: 航空混合=线性混合 (左) + 线性光谱混合 (右)

当这些处理完成后, 光谱分离端元影像将会出现在可用波段列表对话框中。

2. 在可用波段列表对话框中显示这些影像。此外, 在分析过程中将会产生均方根(RMS)误差影像。

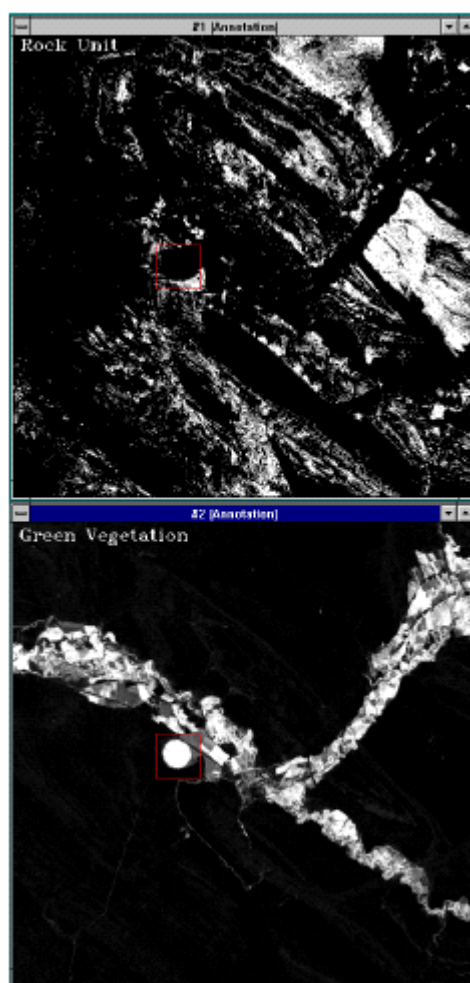


图 23-16: 线性光谱分离丰度影像

丰度影像中的亮值代表了高的丰度; 光标值/位置功能 (Cursor Value/Location) 可以用于查看实际的像素值。

- 在默认情况下，ENVI 使用的是无约束的分离算法。这意味着如果你没有选择正确的端元，那么在数量上结果将是错误的。如果任意一个端元出现了负的丰度值，或者相同像素所有端元丰度值的数量和大于 1，那么分离将没有任何实际意义。最好的改进方法是反复的运行 ENVI 的线性光谱分离算法，并查看丰度影像和 RMS 误差影像。
- 在 RMS 影像中寻找误差大的区域，并提取该区域的光谱，然后设置新的端元，再重新进行线性光谱分离处理。

当均方根 (RMS) 误差影像中没有任何较高的误差，且所有的丰度影像像素值非负，总和小于等于 1 时，就完成了线性光谱分离处理操作。该迭代方法比试图人工约束的混合方法更精确，在多次迭代计算之后，它同约束方法相比能在几个数量级上很有效的减少计算的时间。

十、三维地形模型

- 1) **文件读取**: 美国地质勘察数字高程模型 (USGS DEM) 数据、美国国防部制图机构数字地形高程数据 (DMA DTED) 以及 Spatial Data Transfer Standard (SDTS DEM) 格式能被 ENVI 直接读取。
- 2) 地形模型:
 - ◇ ENVI能处理USGS DEMs和其它的DEM数据，生成lambertian (地形晕渲图) 表面——当Topo Model Parameters 对话框出现时，在“Sun Elevation Angle”和“Sun Azimuth Angle”文本框处键入需要的值，为晕渲地形图 (shaded relief image) 指定太阳高度和方位角。
 - ◇ ENVI还可以提取参数信息，包括坡度和方位角。坡度用度测量，在水平面上为0度。ENVI将正北方向的方位角设为0度，角度顺时针增加。
 - ◇ 同时生成一幅均方根 (root mean square, RMS) 误差图像，表征9个像素的平面性。
- 3) 地貌特征分析:
- 4) 产生山体阴影图像:
- 5) **替换坏值**: 通过使用表面拟合方法计算数值，来填充数字高程模型 (DEMs) 中的坏值。坏像元经常出现在干涉雷达生成的DEM的阴影中。当你输入坏像元的 DN 值或一个坏数值范围，DEM 图像中的坏像元位置被确定了。你也可以生成坏像元的一个掩模，并使用它来定位需要被替代的像元。表面拟合使用 Delaunay 三角网，用周围好的高程值计算得到的三角形，来填充坏像元。
- 6) 散点栅格化:
- 7) 等值线生成DEM:
- 8) 3D曲面飞行:

十一、制图输出

image主窗口—quickmap (注意给个title, 否则可能会出错。)

envidata\ys_tmsub;

- 1) **添加文字注记**: Overlay—Annotation—Object—text—font—ture type 41: 60—宋体—右键结束。
- 2) **添加符号**: Object—Symbol
- 3) **Scale bar注记**: Object—Scale bar
- 4) **添加map key**: Object—mapkey
- 5) **覆盖分类结果**: Overlay—classification
- 6) **添加bitmap图**: Object—Images—Select New Images—RGB—选择放置窗口和位置，右键结束。

7) 保存为grp文件: File—存储—组窗口为一*. grp

十二、自定义功能

- 波段运算功能
- 用户自定义函数

