



中国矿业大学

China University of Mining and Technology

《遥感原理与应用》课程实习

姓 名： 张清昱

班 级： 地信 17-01 班

学 号： 07172336

中国矿业大学环境与测绘学院

2020-01-09

实验一 影像配准

一、实验目的

几何校正，是利用地面控制点和几何校正数学模型来矫正非系统性因素产生的误差，将图像投影到平面上使其符合地图投影系统的过程。

不同的数据需要使用不同的几何校正方法，对于重返周期短、空间分辨率较低的卫星数据，这时可以利用卫星传感器自带的地理定位文件进行几何校正，校正精度主要受地理定位文件的影响。实验中将以 MODIS 和 ASAR 数据为例，学习 Georeference 工具的使用以及以风云三号卫星影像为例学习基于 GLT 方法的几何校正。

而对于需要手动矫正的影像来说，ENVI提供以下选择控制点的方式：从栅格图像上选择；从矢量数据中选择；从文本文件中导入；键盘输入。同时ENVI也提供三个几何校正模型：仿射变换、多项式和局部三角网。

ENVI也可以通过在像片上选取一些地面控制点，并利用原来已经获取的该像片范围内的数字高程模型数据，对影像同时进行倾斜改正和投影差改正，将影像重采样成正射影像，即正射矫正。

而在实际数据生产中，经常会遇到同一地区的图像或者相邻地区有重叠区的图像。遇到这种情况，可以利用重叠区的匹配点和相应的计算模型进行精确配准。图像配准就是将不同时间、不同传感器或不同条件下获取的两幅或多幅图像进行匹配、叠加的过程。本课程学习使用Image Registration Workflow对两幅几何位置有偏差的影像进行配准。

二、实验数据介绍

数据名称	数据说明
MOD2336.dat	MODIS Georeference with Bowtiw Correction Result. [Sun Dec 15 16:11:01 2019]
ASA2336.dat	Registration Result. Method: Triangulation w/ cubic convolution [Sun Dec 15 16:40:17 2019]
5wDRG\taian-drg2336.tif	1:5万地形图数据
5wDRG\GCP2336.pts	包括9个控制点的控制点文件
TM与spot\bldr_sp2336.img(和.hdr)	带有地理坐标的、10米分辨率的SPOT 全色图像
TM与spot\bldr_tm2336.img(和.hdr)	没有地理坐标、30米分辨率的TM多光谱图像
Points2336.pts	ENVI格式的控制点文件
005606990010_01_P008_MUL文件夹	L1B级Quickbird多光谱数据，覆盖区域美国亚利桑那州菲尼克斯
BaseImage.dat	参考数据，2.5米分辨率的DOM图像，UTM坐标系。
phoenix_DEM_subset.tif	GCS_WGS_1984坐标系的DEM数据

phoenixGCPs.pts	ENVI格式的控制点文件
01-b.img hdr、02-b.img (.hdr)	2.5 米空间分辨率、不同成像时间的影像数据
多光谱图像.dat (hdr)、全色图像.dat (.hdr)	2.1 米全色、6.8米多光谱的影像数据

三、实验过程

(一)基于自带定位信息的几何校正

1) MODIS 数据几何校正

1. 打开数据文件

在 ENVI 工具栏中选择 File-Open As...- ENVISAT-ASAR 打开数据文件，此时可以发现有多种卫星及其传感器型号所对应的数据文件格式，可以在需要的时候选择不同的打开方式。而本次的 MODIS 数据是以 HDF 格式保存的，HDF (Hierarchical Data Format) 的全称为层次是文件格式，HDF 文件格式是一种具有自我描述性、可扩展性、自我组织性的可用于绝大多数科学研究的储存形式。



图 1 文件导入

2. 选择矫正模型

此处的所谓矫正模型，指的是 ENVI 的 Toolbox 中多种的、在不同需求下使用的不同工作，以满足对不同数据的处理。在 Toolbox 中，打开 Geometric Correction-Georeference by Sensor-Georeference MODIS。在 Input MODIS File 对话框中 选择相应的数据集，可在右边列表中查看文件信息。这里选择大气表面反射率数据 (Reflectance)，进入下一步 Georeference MODIS Parameters 对话框。可在右侧 File Information 中看到选中项为影像的 Reflectance 数据。

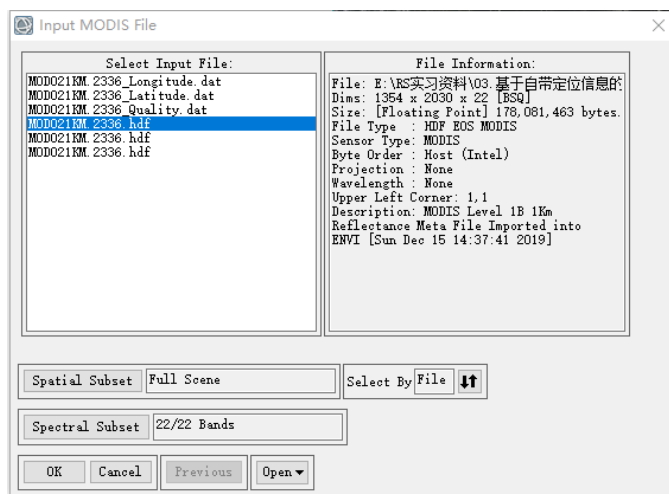


图 2 Georeference MODIS Parameters 对话框

3. 设置输出参数

可选择输出坐标系、系统自动计算起始点的坐标值、像元大小、图像行列数据、XY 方向上矫正点的数量，需要设置后者是因为 **Georeference** 的工具主要思想是利用数据中提供的经纬度数据自动生成一系列的控制点，如这里选择设置 **50x50** 个控制点，这就能免除了在地面手工选点的繁琐过程。同时可以选择收否消除 MODIS 影像的“蝴蝶结效应”，即由于传感器自身的成像特点—其横向扫描角度的变化范围达到 $\pm 55^\circ$ ，再加上其探测器对地观测的视场几何特征、地球表面曲率、地形起伏和运动中自射抖动等因素的共同影响，导致数据存在几何畸变等，俗称“蝴蝶结效应”。

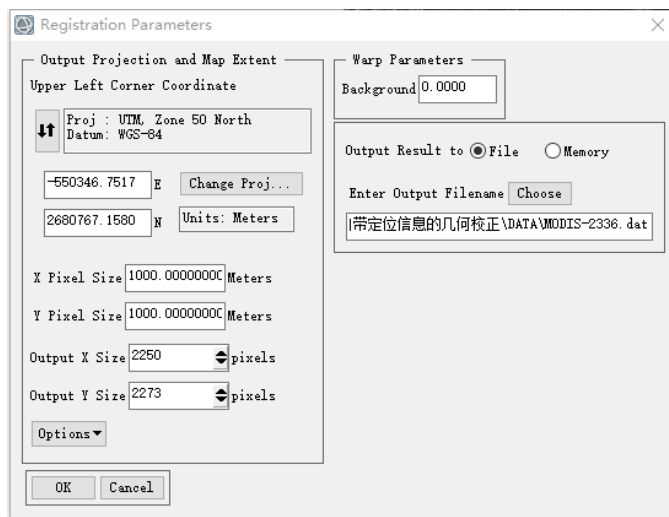


图 3 Registration Parameters 面板

输出结果如图所示，为校正结果，由于选择的是 UTM 坐标系，两边有一定范围的裁剪，如果要得到完整的图像，可以在 **Registration Parameters** 面板中手动将输出列大小 **Output X Size** 数字设置大一些。

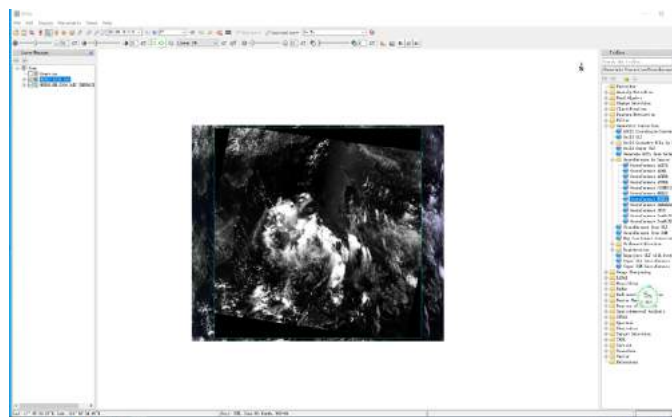


图 4 矫正结果

2) ASAR 数据几何校正

1. 打开数据文件

选择主菜单 File-Open As-ENVISAT-ASAR 打开数据文件，ENVISAT 的数据只有一个文件，文件头包含在这个文件中。每个文件都会有长长的一个名字，名字中包含了少量的信息，可以供数据使用人员对数据有一个大致的了解。如本次的数据文件 ASA_IMP_1PNDPA20040429_034506_000000162026_00233_11309_0457. N1 代表：ASA 代表传感器为 ASAR；IMS 代表斜距影像；1P 表示产品等级为 1 级；N 代表近实时 (Near Real Time) 产品；DPA 为产品 ID；20040429 为成像日期；034506 为成像起始时间；00000016 为影像覆盖时间；2 为任务模式；026 为任务模式中的圈数；00233 为影像起始点所在的相对轨道 (Relative orbit)；11309 为影像起始点所在的绝对轨道 (Absolute orbit)；0457 用以记录在原始数据的基础上进行了多少步处理；而“N1”表示卫星编号，其中 N1 代表的是 ENVISAT-1。

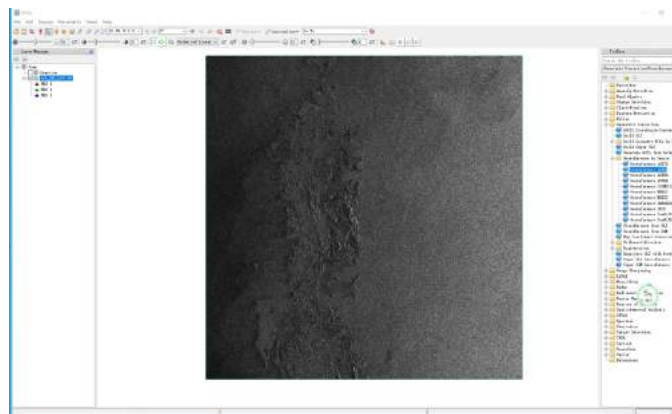


图 5 数据导入

2. 选择矫正模型

在 Toolbox 中选择 Geometric Correction - Georeference by Sensor - Georeference ASAR。在 Select ENVISAT File 对话框中选择文件，单击 OK 打开 Select Out Projection 对话框。可以发现此时与上半部分实验所使用的工具事实上是相同的，只不过换了不同的卫星传感器，同样都是 Georeference 地理参考，因为同样都是在已有定位信息下进行的几何校正。

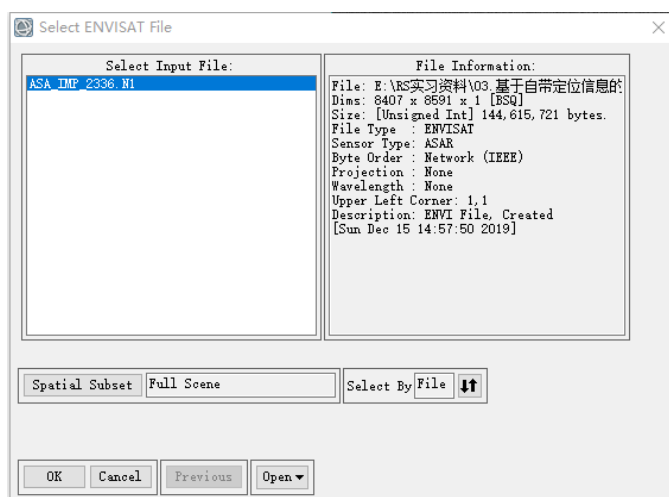


图 6 Select Out Projection 对话框

3. 设置输出参数

在 Select Out Projecti 对话框中，设置输出文件的投影参数。选择 Geographic Lat/Lon 坐标类型，Rotate and Transpose if Descending: No (该数据为升轨)，单击 OK 打开 Registration Parameters 对话框。在该对话框里选择矫正方法为 Triangulation，重采样方法为 Cubic Convolution，即局部三角网矫正模型以及三次卷积插值处理。升轨则指的是卫星是从南至北飞过。点击 OK 进行矫正。

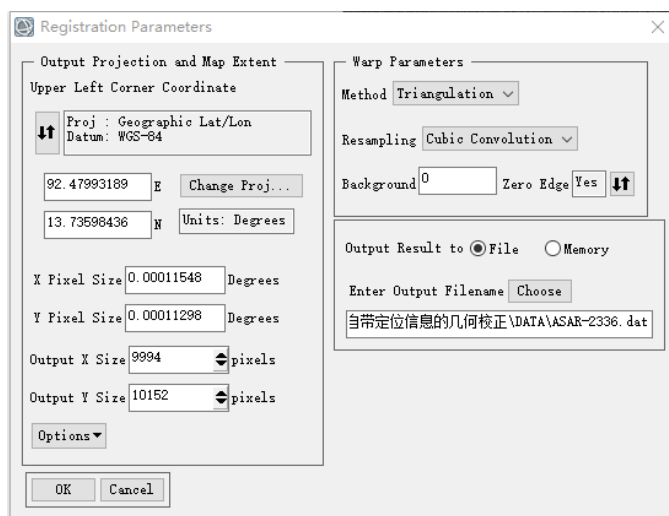


图 7 Registration Parameters 对话框

4. 查看/验证结果

在电脑安装了谷歌地球的情况下，在 Toolbox 中打开 SPEAR SPEAR Google Earth Bridge，可以利用流程化工具将校正结果叠加到 Google Earth 中显示，可以看到结果和 Google Earth 中的底图基本吻合。但由于实验电脑上未安装必要软件，显示结果如下图所示。

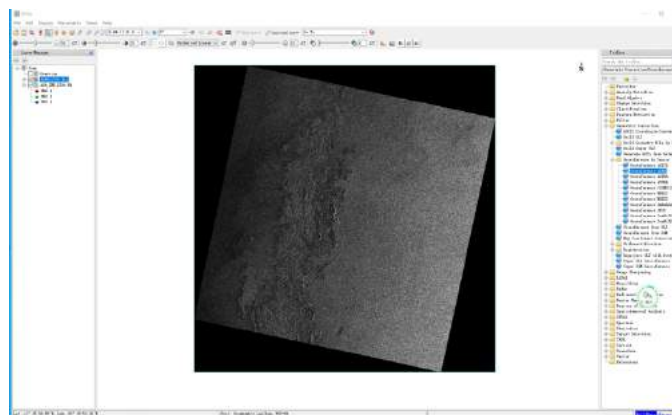


图 8 矫正结果

(二)图像几何校正

1) 扫描地形图的几何矫正

1.打开并显示图像文件

打开 ENVI Classic，选择主菜单-File -Open Image File，将 taian-drg.tif 文件打开，并显示在 Display 中。



图 9 选择波段界面

2.启动几何矫正模块

可以通过主菜单-Map-Registration-Select GCPs:Image to map，打开几何校正模块。选择 Beijing_1954_GK_Zone_20，X/Y Pixel Size 分别输入 4。在视图中，定位到左上角第一个公里网交互处，从图上读取 X: 20500000，Y: 4003000，填入在 Image to Map Registration 面板中的 E 和 N，单击 Add Point 按钮，即可添加这第一个控制点。如图 10 所示：

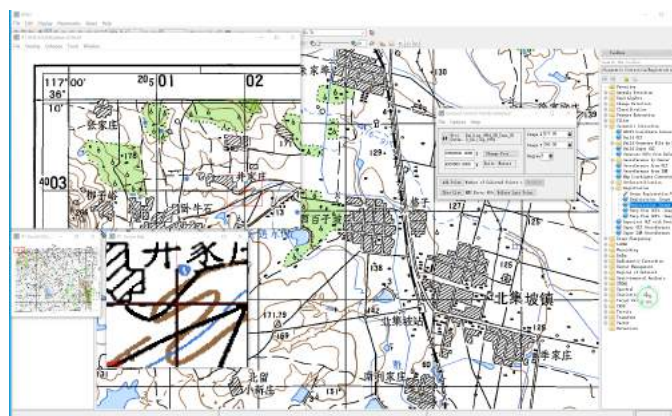


图 10 添加控制点

在视图使用鼠标进行移动，便可变更想要添加控制点的位置，再次单击 Add

Point, 即可再次添加控制点。在均匀添加三次控制点后, Pretict 按钮会亮起, 可以在 E 和 N 中输入坐标, 单击 Pretict 按钮便可根据坐标值在图上进行大致定位, 也可以使用手动移动的方法, 以此类推添加共计 9 个控制点, 完成后打开 GCP List, 同时可以选择保存点文件。效果如图所示:

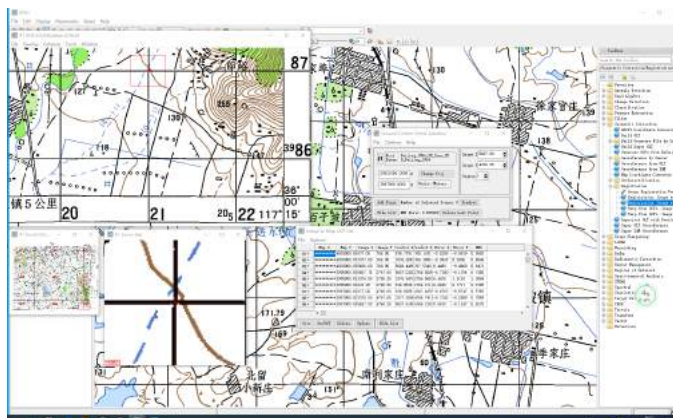


图 11 控制点添加完毕

在 Ground Control Points Selection 上, 选择 Options -Warp File, 选择校正文件 taian-drg.tif 点击 OK。在校正参数面板中, 校正方法选择多项式 (2 次)。重采样选择 Bilinear, 背景值为 0。选择输出路径和文件名, 单击 OK 按钮完成。其中的 Bilinear 即为双线性插值算法, 它是通过取采样点到周围 4 邻域像元的距离加权, 首先在 Y 方向做一次内插(或 X 方向), 再在 X 方向(或 Y 方向)内插一次, 通过距离加权计算得到该像元的栅格值。背景值为 0 即使代表黑色 (0~255)。

3) Landsat5 影像几何校正

1. 打开并显示图像文件

打开 ENVI Classic 主菜单, 选择 File-Open Image File, 将 bldr_sp.im 和 bldr_tm.img 两个文件打开, 并分别在 Display 中显示两个影像。效果如图所示:

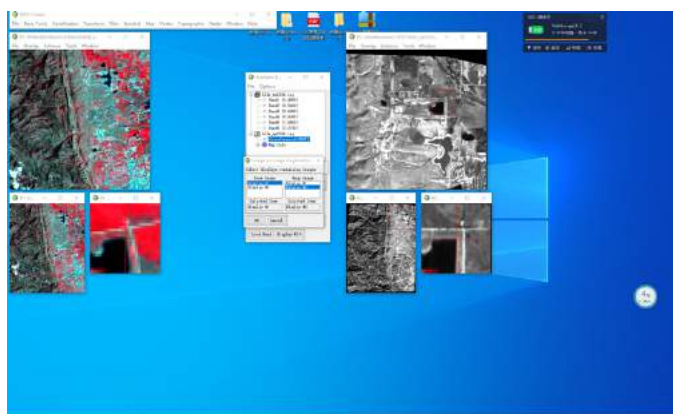


图 12 打开两幅影像

选择主菜单-Map-Registration-Select GCPs:Image to Image, 打开几何校正模块。选择显示 SPOT 文件的 Display 为基准影像, 显示 TM 文件的 Display 为待校正影像, 点击 OK 进入采集地面控制点。由于本次时图像几何校正, 所以都需要手动从图像上进行选点工作, 与之前的自带定位信息的几何校正不同, 控制点不是电脑选定而是通过手动选择, 这样既有好处也有坏处, 好处是人工检视的结果一般比电脑随机选点的结果要精确一些, 同时也可以选出一些电脑无法解译的点,

但是坏处同时也是如此，人工方面出现的误差可能会太大，因为选的点可能完全不正确。打开定位十字光标，将十字光标到相同点上，点击 **Ground Control Points Selection** 上的 **Add Point** 按钮，将当前找到的点加入控制点列表。

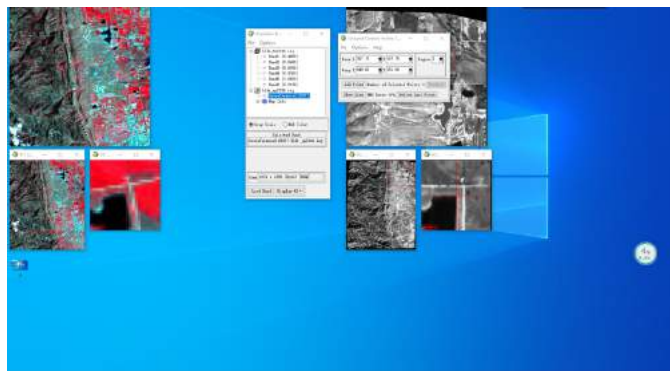


图 13 添加控制点

3. 采集地面控制点

同上个实验，在手动添加了三个点之后，便可以通过电脑预测的方式来添加点，电脑预测的结果完全取决于之前三个点是否准确，因为一般情况下，线性矫正都至少需要三个点 ($Ax+By+C=0$) 才能开始进行粗糙的矫正。注意观察对话框内的 RMS 值，该值即为均方根值，实际可以理解为有效值，就是一组统计数据的平方的平均值的平方根，在此处能有效判断手动选点是否可靠，RMS 值越低越好（大于 0）。同时也可以通过选择波段来进行批量找点。选择 **Options-Automatically Generate Points**，选择一个匹配波段，弹出自动找点参数设置面板设置 Tie 点的数量，以及 **Search Window Size** 数即可。点击 **Ground Control Points Selection** 上的 **Show List** 按钮，可以看到选择的所有控制列表。

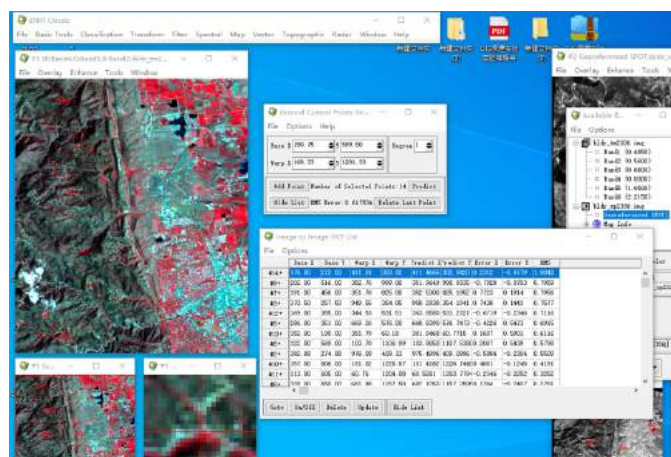


图 14 点列表

在这里可以对点进行编辑，RMS 过高的点可以直接删除，直到 RMS 值低于 1.0，同时也要保证选点的数量。也可以对点进行重新定位，启动几何校正模块窗口上，将十字光标重新定位到正确的位置，点击 **Image to Image GCP List** 上的 **Update** 即可。可对点文件进行保存。

4. 选择矫正参数输出

在 **Ground Control Points Selection** 上，选择 **Options-Warp File**，选择校正文件。在校正参数面板中，校正方法选择多项式（2 次）。重采样选择 **Bilinear**，背

景值 Background 为 0。选择输出路径和文件名，单击 OK 按钮即可输出矫正结果，这种校正方式得到的结果，它的尺寸大小、投影参数和像元大小都和基准图像一致。效果如图所示：

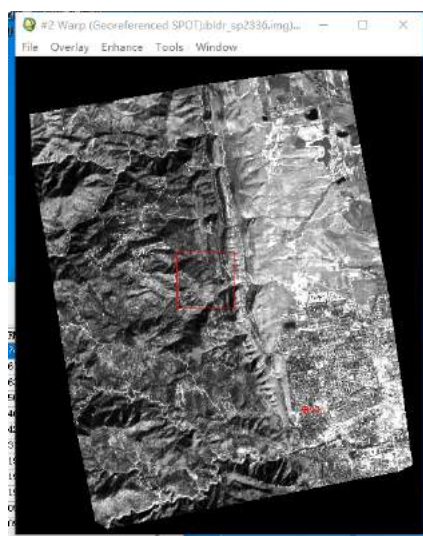


图 15 矫正结果

5. 检验矫正结果

本次选择在 ENVI 正式版中打开原来的两幅影像并创建窗口进行对比，可以看到矫正后有了明显的区别，之前的 TM 影像有明显的“皱褶”现象存在，在矫正之后影响质量有了明显的提升，在 ENVI 中打开的效果如图所示：

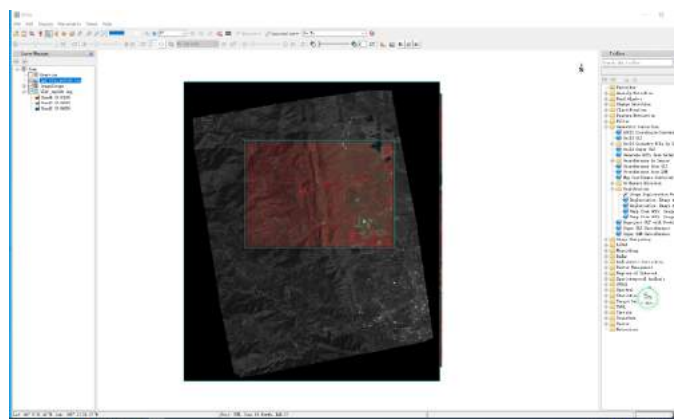


图 16 矫正结果对比显示

（三）图像正射矫正

1) ENVI5.3 正射矫正

1. 打开数据

在 ENVI 5.x 中选择菜单 File-Open As-QuickBird，在弹出的对话框中选择文件 05JUL11182931-M1BS-00005606990010_01_P008.TIL，同时打开 DEM 数据 phoenix_DEM_subset.tif，效果如图所示：

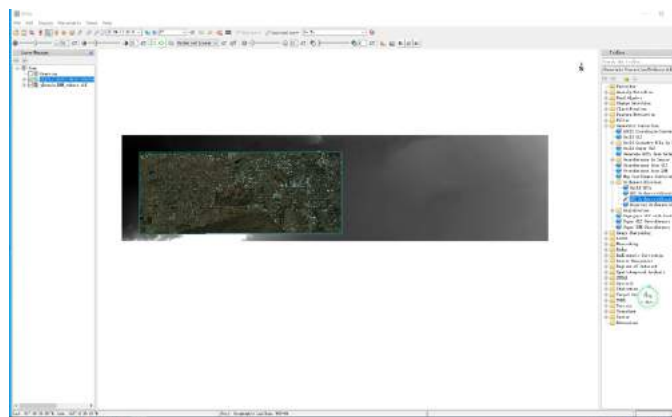


图 17 打开数据文件

在 Toolbox 中，打开 Geometric Correction-Orthorectification-RPC Orthorectification Workflow 在弹出的 File Selection 对话框中 Input File 选择输入文件 DEM File 选择 DEM 数据。RPC 有理多项式系数 (Rational Polynomial Coefficient) 是 ENVI 支持的两种正射矫正模型之一，在没有 RPC 文件的情况下，ENVI 还可以根据地面控制点或者外方位元素建立 RPC 文件，校正一般的推扫式卫星传感器、框幅式航空相片和数码航空相片。



图 18 RPC Orthorectification 对话框

2. 选择控制点/设置参数

PRC 正射校正流程化工具使用 Earth Gravitational Model (EGM) 1996 来进行大地水准面校正，自动确定偏移量。参数和控制点设置完成后，可以点击流程化工具左下角的 Preview 进行结果预览。工作流完成后效果如图 19 所示，该图为创建视窗后的细节前后图对比。

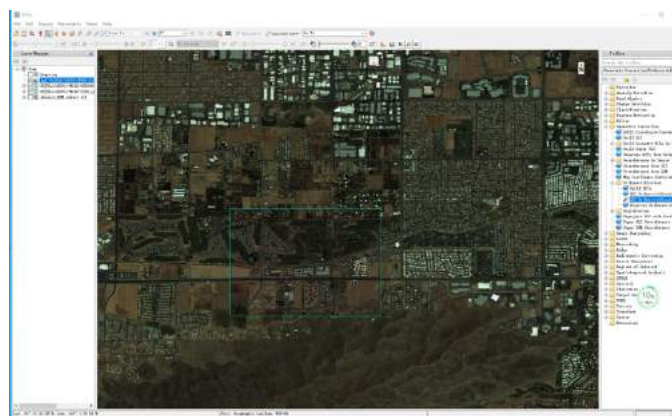


图 19 与原图进行对比的正射矫正图

2) ENVI Classic 正射矫正

1. 打开数据

打开 Classic，打开待校正 Quickbird 数据，打开参考数据，打开 DEM 数据。将参考数据与 DEM 文件进行绑定，方便后续控制点高程导入。在标准文件 BaseImage.dat 文件名上点击右键，选择 Edit Header 在弹出的对话框中选择 Edit Attributes-Associate DEM File...选择“phoenix_DEM_subset.tif”即可点击 OK。绑定后将 DEM 显示在三视窗内，双击鼠标取值可以同时看到 DN 值和 DEM 值。其中 DN 值是遥感影像像元亮度值，记录的地物的灰度值。无单位，是一个整数值，值大小与传感器的辐射分辨率、地物发射率、大气透过率和散射率等有关。DN 值存在于遥感数据中，DEM 值存在于 DEM 数据文件中，两个同时显示不仅说明了导入成功，同时也说明了两个影像的地理坐标允许他们进行相匹配。效果如图所示：

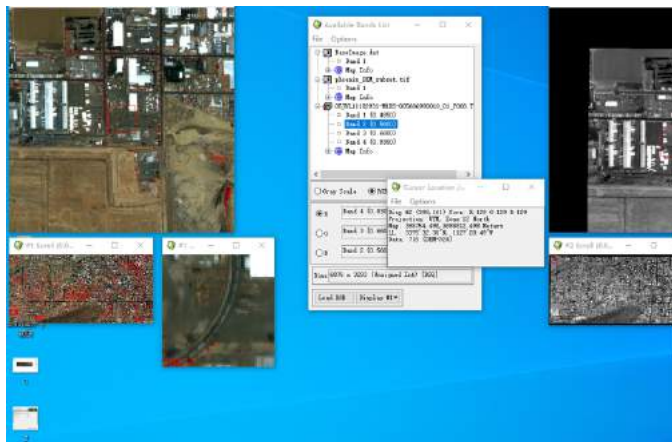


图 20 导入图像信息查看

2. 选择控制点

将待校正和参考数据均显示在三视窗内。然后选择菜单 Map - Orthorectification -QuickBird-Orthorectify Quickbird with Ground Control 在弹出的对话框内选择待校正文件对应的窗口编号。在 Ground Control Points Selection 面板中，单击 Change Proj 按钮修改控制点坐标系与参考数据的坐标系一致。

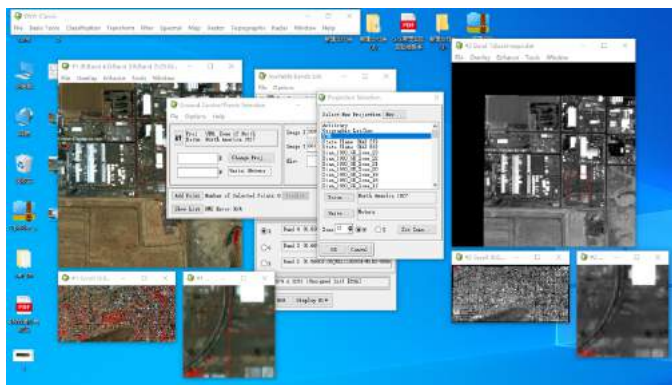


图 21 修改坐标系

在待校正和参考数据的窗口内选择同名点，然后在参考数据窗口右键选择 Pixel Locator 菜单点击 Export 按钮如下图所示，将参考数据上的控制点信息自动输出到 Ground Control Points Selection 面板，点击 Add Point 按钮添加控制点。由于待校正图像已经读取了 RPC 文件有了粗略的地理位置。可以使用地理链接

Geographic Link 工具辅助寻找同名点。在显示参考数据的 Display 中右键选择 Geographic Link 在 Geographic Link 面板上将显示参考数据和待校正数据的 Display 设置为 On。大致定位后，设成 Off 取消地理链接再精确定位。选择一系列同名控制点，控制点分布需要相对均匀，否则会出现只有部分图像发生了明显扭曲的错误结果。RMS Error 需要控制在 1~2 个像元大小左右。



图 22 控制点信息

3. 执行正射矫正

在 Ground Control Points Selection 面板，选择 Options-Orthorectify File...；在弹出对话框中选择待校正文件，点击 OK 在弹出的 Orthorectification Parameters 对话框中设置正射校正参数。如下图所示左侧设置输入文件和 DEM 重采样方法、背景值等参数，在左侧下边设置输出路径；右侧设置输出投影坐标系和像元大小等参数。输出的投影坐标系可以与参考数据不一致。设置完成后，点击 OK 执行正射校正。如果修改输出的 X/Y Pixel Size 需要在修改后按 Enter 键 ENVI 会自动重新计算输出文件的行列数，否则会导致输出结果错误。

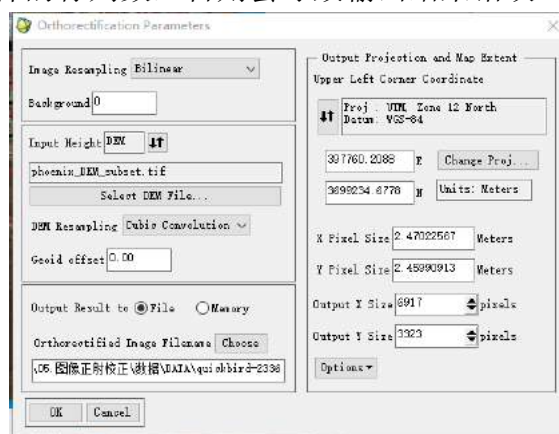


图 23 参数设置

在新 ENVI 中打开前后数据，可以仔细观察校正结果：

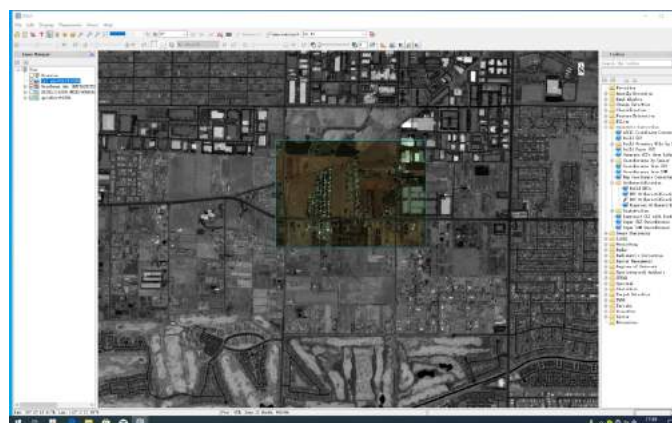


图 24 校正结果

(四) 图像自动配准-不同分辨率影像的自动配准

Image Registration Workflow 是自动、准确、快速的影像配准工作流，将繁杂的参数设置步骤集成到统一的面板中，在少量或者无需人工干预的情况下能快速而准确的实现影像间的自动配准。

1. 数据导入

Image Registration Workflow 工具需要两幅影像，其中一幅是基准影像，另一幅则是待配准影像。基准图像必须包括标准的地图坐标或者 **RPC** 信息，不能是像素坐标、有坐标没有投影信息和伪坐标；待配准影像没有严格约束，但如果没有坐标信息需要手动选择至少 3 个同名点。如果可输入的影像数据中某一个具有更高的定位精度，或是正射影像，那么最好用这个影像作为基准影像。

打开高光谱数据及全色数据，在工具选择 **Portal** 工具浏览两个数据叠加情况发现有一定的偏差。

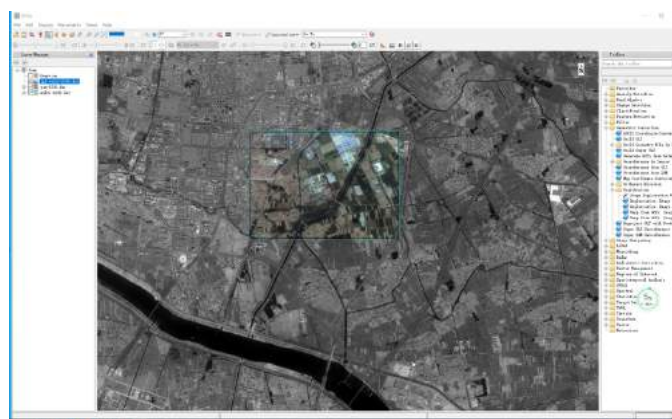


图 25 导入数据

2. 选择图像配准的文件

以全色图像作为基准影像，以多光谱图像作为待配准影像，读入数据，点击 **Next**，进入下一步。

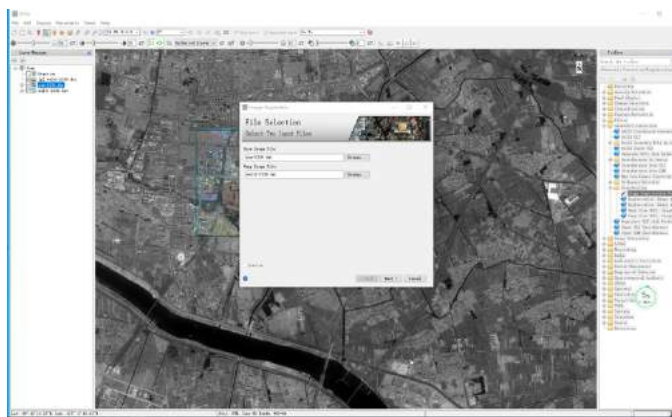


图 26 选择文件

3. 生成 Tie 点

Matching method 选单提供以下方法：

算法名称	简介
匹配算法	提供 两种算法, Cross Correlation 一般用于相同 形态的图像 如都是光学图像 Mutual Information 一般用于不同形态的图像, 如光学雷达图像、热红外可见光等。
最小 Tie 点匹配度阈值	自动找点功能会给找到的点计算一个分值, 分值越高精度越高。当找到的 Tie 点低于这个阈值, 则会自动删除不参与校正。阈值范围 0~1。
几何模型	提供三种过滤 Tie 点的几何模型, 不同模型适用不同类型的图像, 以及需要设置不同的参数。

表格 1 Matching method 选单可选参数

此处参数全选默认, 直接生成 Tie 点。

4. 检查 Tie 点和待配准影像

生成的 Tie 点均匀的分布在图像上, 单击 Show Table 打开 Tie 点列表, 选择检察点, 可以对连接点进行编辑, 最右列为误差值右键选择 Sort by selected column reverse 误差排序, 可以直接删除误差较大的点。如图所示, RMS Error 值 0.27, 数据质量较好。

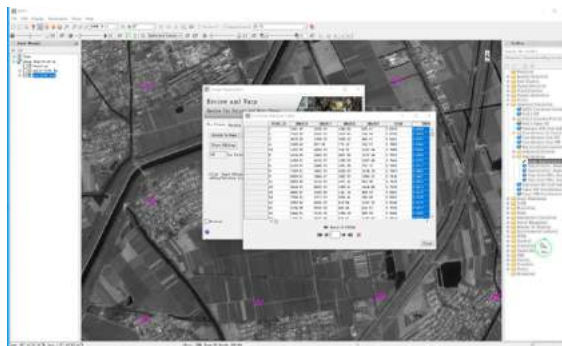


图 27 Tie 点表及 Tie 点生成情况

5. 输出图像配准结果

设置输出路径和文件名，点击 **Finish**，输出配准结果。如下图所示，小窗口中，就是多光谱数据配准之后的结果与之前的对比。

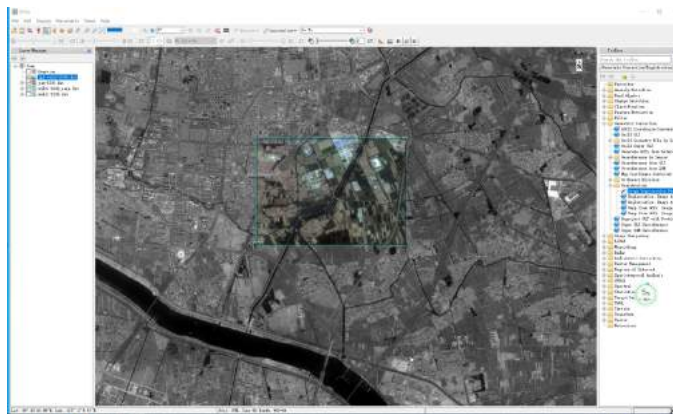


图 28 矫正结果

通过实验指导书上另一实验的流程，大致可总结出 Image Registration Workflow 工具中进行图像自动配准的特定步骤如下：



图 29 影像配准工作流程

整个过程都是在流程化操作 Image Registration Workflow 工具中完成的。

四、实验体会

初识 ENVI，并且是在第一天一下子就做了四个实验，对这个软件的了解也是越来越深刻，虽然因为在电脑上插了一天的 U 盘导致 U 盘无法识别，还好最后在文件找回工具的帮助下才拿回数据。这一天的实验当然不止影像配准这一项，所涉及的内容虽然多，但对认识整个软件来说还只是很小的一步，同时也有 ENVI classic 的使用让我了解到二者略微的不同。当然 ENVI 的使用只是遥感学习过程中不是那么必要的一部分，踏实理论知识的学习才是正道。

实验二 影像镶嵌

一、 实验目的

图像镶嵌指的是在一定的数学控制下，把多景相邻遥感图像拼接成一个大范围、无缝的图像的过程，本实验将使用无缝镶嵌工具，包括控制图层的叠放顺序，进行颜色校正、羽化，自动或手动生成接边线，甚至匀色预览等功能，以为合成一幅单一的合成影像。

图像裁剪的目的是将研究之外的区域去除。常用的方法是按照行政区划边界或者自然区划边界进行头像裁剪；在基础数据生产中个，还经常要进行标准分幅裁剪。本课程学习在 ENVI 下进行图像的规则裁剪、利用矢量数据进行图像的不规则裁剪。

二、 实验数据介绍

数据名称	数据介绍
2002apr01. dat	"GCS_North_American_1983", 481500.000, 4428000.000
2004apr13_warp. dat	"GCS_North_American_1983", 480266.768, 4428211.266
Beijing_TM. dat	"GCS_WGS_1984", 429255.000, 4429725.000
矢量. shp	北京老皇城范围 shp 数据

三、 实验过程

（一）遥感影像镶嵌

1) 启动无缝镶嵌工具并加载数据

在 ENVI 中打开两份数据，可以看到两份影像同时显示时有明显的重叠部分，此时需要使用无缝镶嵌工具将两幅影像进行合并处理，使其成为完整的一幅影像。在 Toolbox 中依次点击 Mosaicking-Seamless Mosaic，启动无缝镶嵌工具，在左上角的加号点中后选择刚才的两幅影像，添加到处理视窗中。

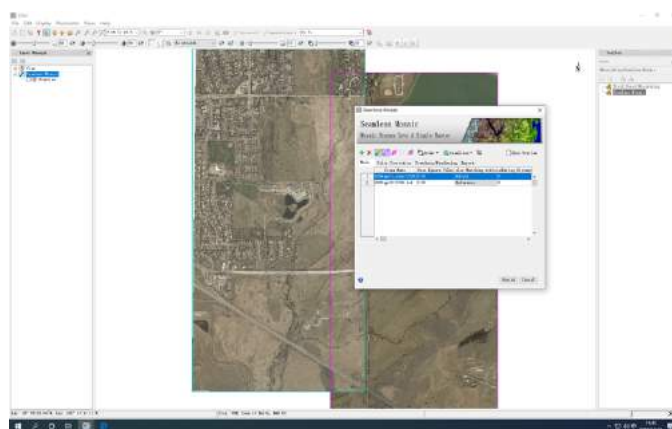


图 30 输入影像

2) 匀色处理

ENVI 采用颜色平衡的方法，尽量避免由于镶嵌图像颜色不一致而影

响镶嵌结果。以一副图像为基准，统计各镶嵌图像的直方图（可以选择整幅基准图像或者重叠区的直方图），采用直方图匹配法匹配其他镶嵌图像，使得镶嵌图像具有相近的灰度特征。首先确定一个图像作为基准，在 Color Matching Action 中单击鼠标右键可以设置选中文件作为待校正图像（Adjust）以及基准图像（Reference）或者不处理（None），设置如图所示：

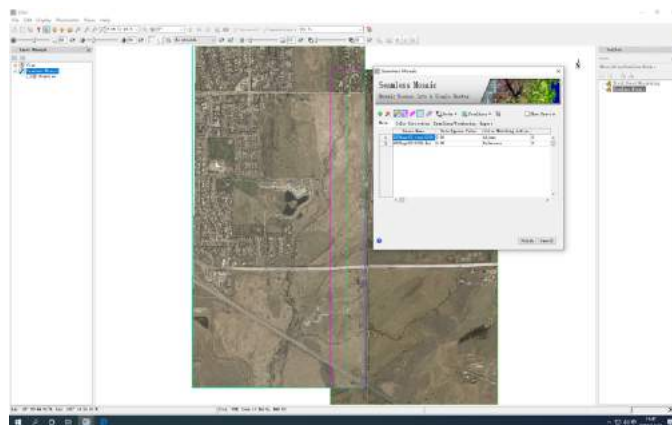


图 31 导入影像基础设置

3) 生成接边线

选择 Seamlines-AutoGenerateSeamlines 自动生成接边线，同时也可以对接边线进行编辑，店家 Starteditingseamlines 即可进行手绘接边线，一般为了让结果看上去更加自然，会沿着图中的纹理进行绘制，本次选用一段路线进行绘制，绘制结果如下：

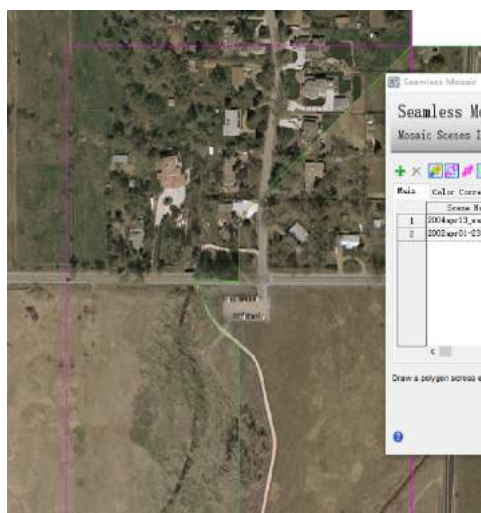


图 32 绘制接边线

4) 羽化设置

单击 Main 选项卡，在 FeatheringDistance (Pixels) 列表中可以设置每个图像的羽化距离，一般不建议设置的太大，因为会和匀色过程相参照，成品图可能会在某一处看上去突然模糊。

5) 输出结果

单击 Export 选项卡，设置参数完成后即可输出成品，如图所示：

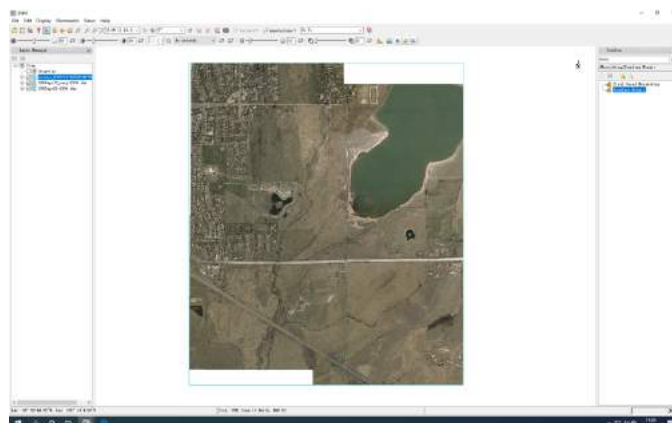


图 33 镶嵌结果

(二) 图像裁剪

1) 规则图像裁剪

1. 打开图像,为了颜色看得得体一些,按 Linear2%拉伸显示,如图所示:

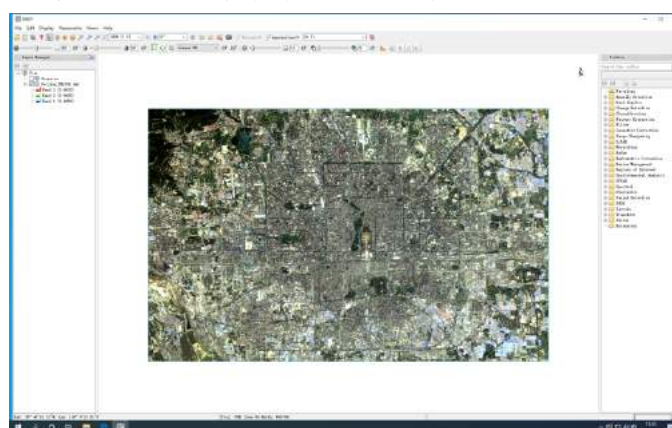


图 34 数据导入

2. 依次点击 File-Save As, 打开右侧裁剪区域选择功能, 在右方选中想要裁剪的边框, 也可以在下方手动输入裁剪范围与位置, 选择输出后即裁剪成功, 选择 Display result 即可直接显示裁剪结果。

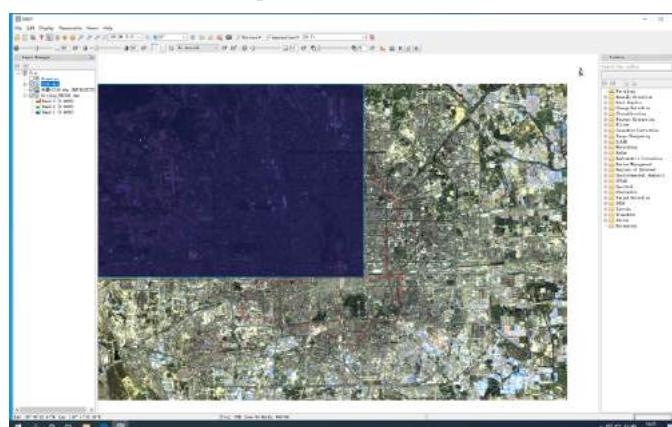


图 35 规则裁剪结果

2) 手动绘制裁剪区域 (不规则影像裁剪)

1. 打开图像, 按 Linear2%拉伸显示, 在左侧右键选中该文件, 选择新建 ROI, 在出现对话框后便可绘制多边形, 同时也可修改兴趣区域名称,

颜色等参数。并选择保存 ROI 文件。绘制效果如图所示：

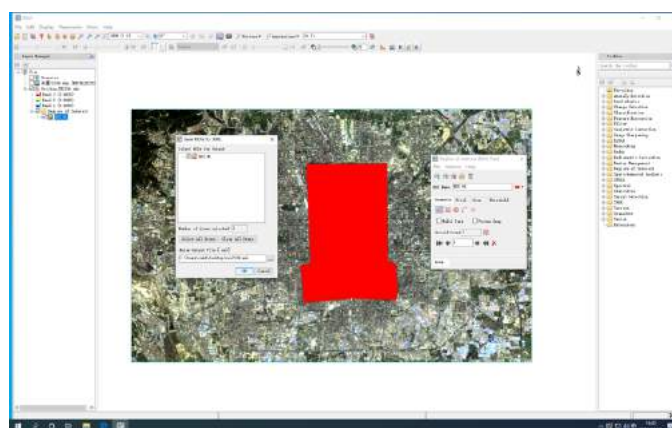


图 36 新建 ROI

2. 在 Toolbox 中打开 Regions of Interest Subset Data from ROIs, 选择 Beijing_TM.dat, 在新弹出来的面板中选择刚才的矢量文件, 在 Mask pixels output of ROI 处选择 NO, 否则将按边框区域进行裁剪, 设置背景值为 0, 使得背景为白色。结果如图所示：

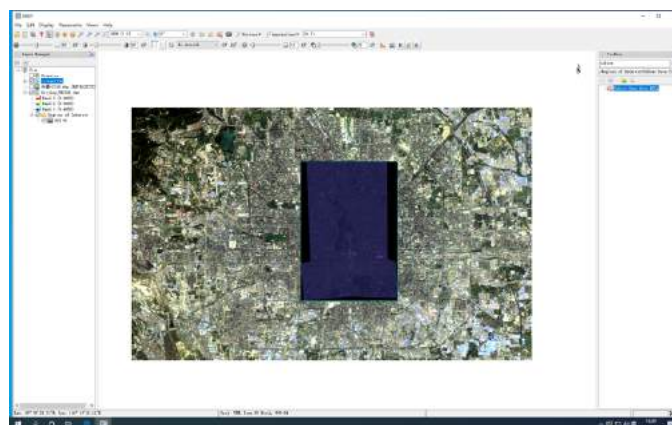


图 37 不规则裁剪

3) 外部矢量数据裁剪影像

在相同的一幅影像上, 打开 shp 文件数据, 矢量文件的边框将会出现在视图内, 与上一实验相同的工具, 使用 Regions of Interest Subset Data from ROIs 即可按照 shp 文件对影像进行裁剪, 下图为裁剪结果:

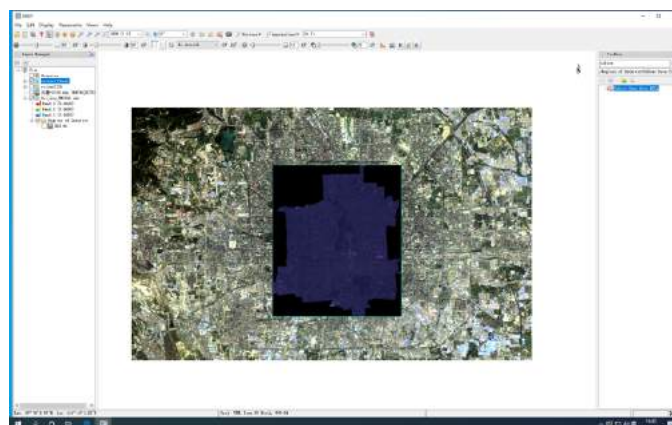


图 38 外部矢量数据裁剪

四、实验体会

本次实验所学习的影像镶嵌技术，也是遥感图像处理中非常常用的手段，通过影像镶嵌技术，可以剔除冗余信息，压缩信息存储量，从而更加有效地表示信息，比如自己的电脑可能不能像机房电脑一样有着强大的 CPU 与处理能力，就可以通过影像裁剪的方法裁掉一部分的数据，让在普通的笔记本电脑上也能处理遥感影像，何况大多数情况下处理的都是较小范围的影像，过大范围的影像分类也不一定能分准。

实验三 高光谱数据分析

一、实验目的

高光谱分辨率遥感用很窄而连续的光谱通道对地物持续遥感成像的技术。在可见光到短波红外波段其光谱分辨率高达纳米数量级，通常具有波段多的特点，光谱通道数多达数十甚至数百个以上，而且各光谱通道间往往是连续的，因此高光谱遥感又通常被称为成像光谱遥感。本课程学习 ENVI 的高光谱基本分析功能，包括波谱库的浏览与创建、基本的高光谱物质识别流程。

图像融合，是将低分辨率的多光谱影像与高分辨率的单波段影像重采样生成一副高分辨率多光谱影像遥感的图像处理技术，使得处理后的影像既有较高的空间分辨率，又具有多光谱特征。本次试验以 SPOT 的 10 米全色波段和 Landsat5 TM 30m 多光谱的融合操作、相同传感器的图像融合为例，学习图像融合的操作流程。

二、实验数据介绍

数据名称	数据说明
CupriteReflectance.hdr	AVIRIS 高光谱传感器的反射率图像，已经过 FLAASH 大气校正、结果子区剪、坏波段移除。成像时间：2011 年 8 月 8 日，空间分辨率：15.5m。
bldr_sp.img	SPOT4 10 米全色波段影像
TM-30m.img	Landsat5 TM 30 米多光谱影像
qb_boulder_msi.img	快鸟多光谱影像
qb_boulder_pan.img	快鸟全色影像

三、实验过程

（一）基本光谱分析

1) 标准波谱库与浏览

ENVI 自带多种标准波谱库，用户可直观地看到每一种波谱库中的文件个数，以及更为方便的查看每一种波谱文件的波谱曲线。

启动 ENVI，在主菜单分别选择 Display-Spectral Library View，显示出的是 ENVI 自带的波谱库文件，选择打开 Veg_lib (99) 中的几个植被波谱文件，可以在右侧看到对应的波谱曲线以及波谱的基本属性。

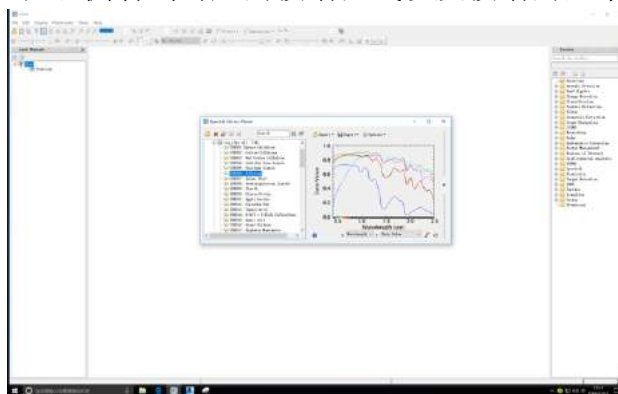


图 39 波谱库查看

2) 波谱库创建

1. 输入波长范围

在 Toolbox 中选择 Spectral Libraries-Spectral Library Builder, 选择“以第一次输入的波谱曲线的波长信息为准”。

2. 波谱收集

选择 Display-Profile-Spectral, 在 Spectral Profile 对话框中, 将会显示当前鼠标点的剖面曲线。找到要收集的像元, 鼠标选中, 该像元的波谱曲线就会显示, 在 Spectral Library Builder 中可以选择将选择像元的波谱信息导入。可以修改波谱名称与颜色, 如图所示:

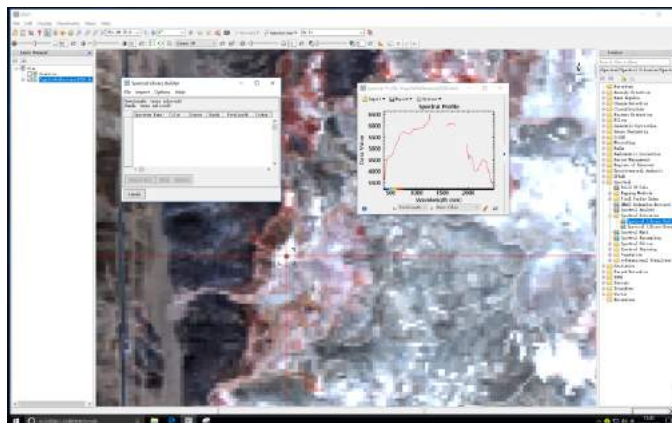


图 40 单像元波谱信息导入

也可以通过 ROI 或矢量文件来获取范围内的平均波谱, 选择 Options from ROI/EVF from input file 选择高光谱文件 CupriteReflectance.dat 作为波谱来源。选择新建的 ROI, 点击 plot 即可同样绘制感兴趣区的平均光谱曲线, 如图所示:

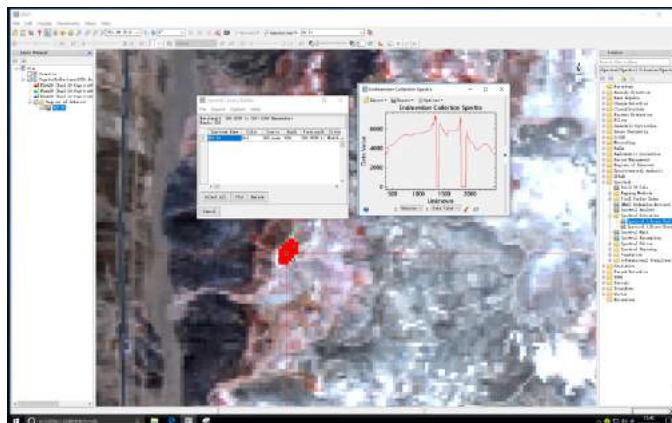


图 41 兴趣区平均波谱曲线

3. 保存波谱库

在 Spectral Library Builder 面板中, 将样本全部选中, 选择 File Save Spectra As Spectral Library, 在 Output Spectral Library 面板中设置相关参数, 即可保存波谱库至 ENVI 默认库。保存后即可在 Spectral Library View 中查看:

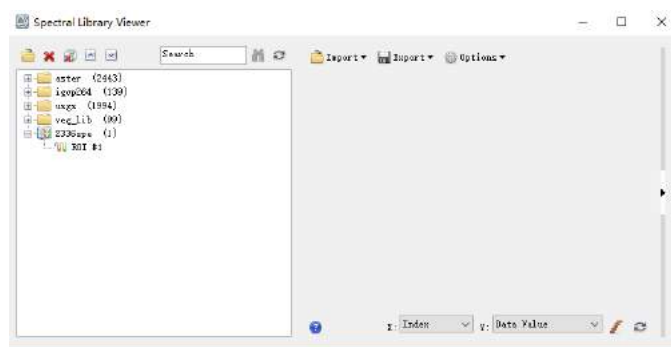


图 42 查看波谱库

3) 高光谱地物识别-从标准波普库选择端元进行地物识别

1. 端元波谱收集

打开数据，单击主菜单 Display Spectral Library Viewer，打开 usgs (1994) -minerals_asd_2151.sli，点击 Alunite、Calcite、Prehnite、Protlanndite，收集这些矿物的端元波谱并自动绘制在右侧的窗口中将这四条光谱曲线绘制在新的波谱显示窗口修改每条曲线为中文名：明矾石、方解石、葡萄石、氢氧钙石。

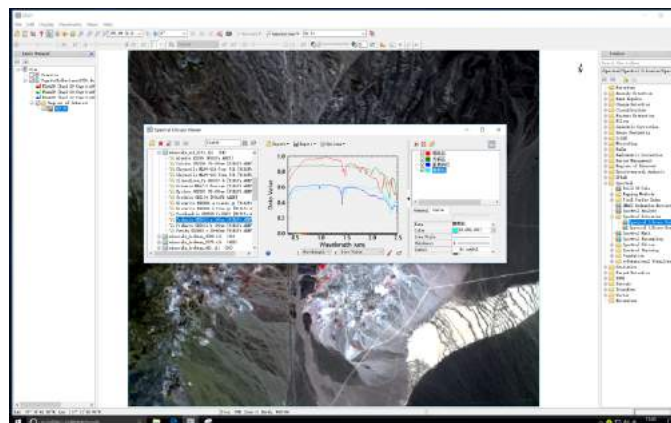


图 43 选择矿物波谱曲线

2. 物质识别

在 Toolbox 中选择 Endmember Collection 工具，在文件对话框中选择高光谱数据 CupriteReflectance.dat，选择 from Plot Windows，将 4 个端元波谱全部选中后选择波谱角识别方法，选择所有的端元波谱，运行波谱角法制图。波谱角分类是一个基于自身的波谱分类，它是在 N 维空间将像元与参照波谱进行匹配。这一算法是通过计算波谱间的角度（将它们作为具有维数等于波段数特征的空间矢量进行处理），判定两个波谱间的相似度。

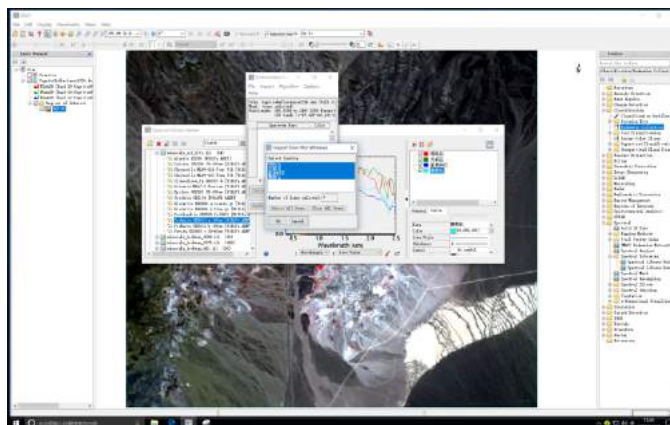


图 44 选择所有的端元波谱

3. 结果输出

设置波谱角阈值以及输出路径和名称后点击 OK，运行结果如图所示：

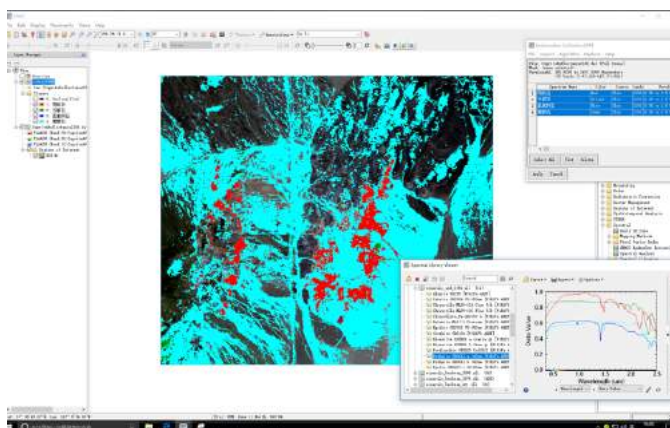


图 45 矿物识别结果

4) 高光谱地物识别-自定义端元进行地物识别

1. 构建端元波谱数据库

在工具栏 Go To 输入 467,412，将该像元的光谱曲线显示在窗口中，单击主菜单 Display-Profiles-Spectral，在图像上定位到该像素坐标。打开 Endmember Collection 工具，在文件对话框里选择打开的数据，按照第一步实验的步骤，将单个像素的波谱曲线收集好，以此类推，搜集好目标区域内的端元波谱。并将他们的图像显示出来：

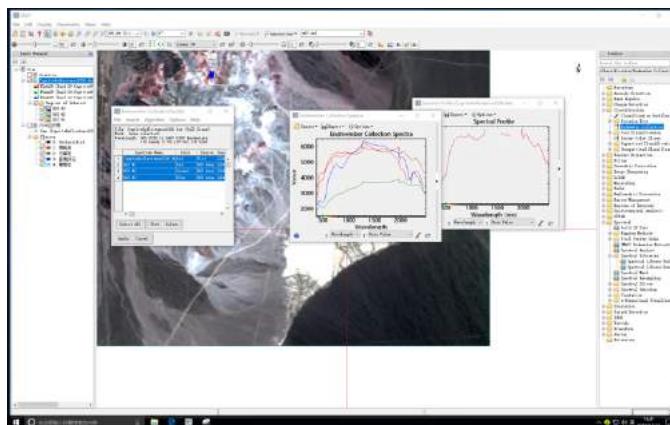


图 46 收集目标波谱信息

2. 确定端元波谱类型

在 Toolbox 中, 选择 Spectral Analyst, 选择在对话框的右下角选择 Spectral Library, 需要选定以 usgs_min.sli 作为对比波谱库, 否则没有参考样本, 此时也可以选择前面步骤中手动输入的波谱库。在识别方法权重上按照默认。在 Spectral Analyst 面板上, 设置 X Data Multiplier 为 0.001, 设置 Y Data Multiplier 为 0.0001。在 Spectral Analyst 面板上单击 Apply 按钮, 选择之前步骤中得到的第一个波谱进行分析, 将分值最高对应的地物输入到端元合集窗口中。

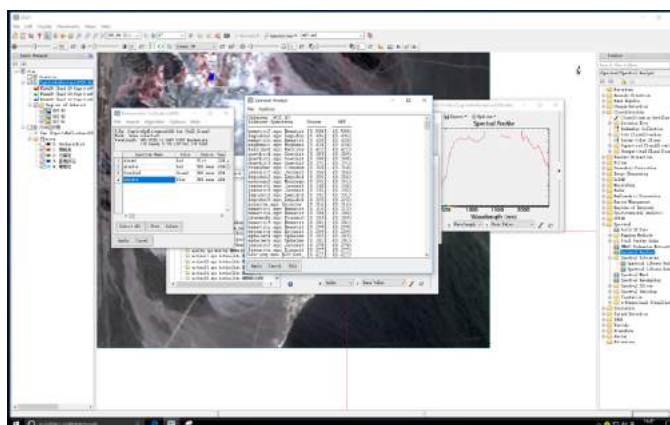


图 47 进行波谱曲线分析

3. 物质识别

在端元集合面板中, 选择波谱角识别方法, 选择所有的端元波谱运行波谱角法制图, 设置波谱角阈值与输出路径名称后输出制图。结果如图所示。即仅为选中波谱的分类结果, 其余都没有被分类:

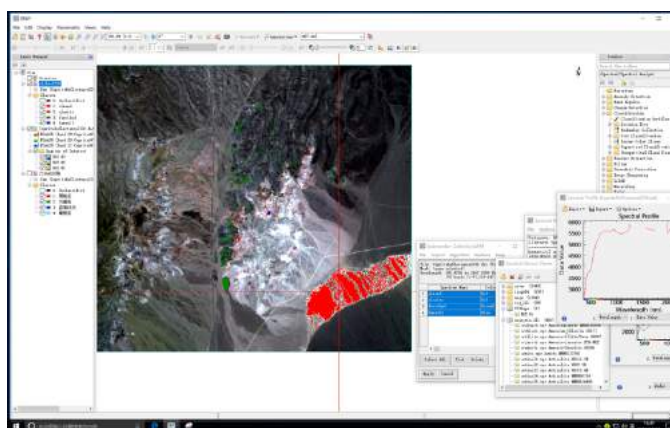


图 48 矿物识别结果 (仅选中波谱)

(二) 拓展内容: 图像融合

1) 不同传感器图像融合

选择打开两幅不同传感器的数据, 在 Toolbox 里选择 Gram Schmidt Pan Sharpening, 选择低分辨率影像和高分辨率影像。设置传感器类型、重采样方法等参数后选择 OK 进行处理。融合结果如下所示:



图 49 图像融合结果

2) 相同传感器图像融合

打开影像文件 qb_boulder_msi.img 和 qb_boulder_pan.img，选择 Toolbox 中 Gram-Schmidt Pan Sharpening，选择低分辨率影像和高分辨率影像，同样设置参数，其中由于本次使用的是同一传感器影像，所以传感器类型选择 QuickBird，输出成果如下图所示：



图 50 图像融合结果

四、实验体会

通过地物反射光谱曲线的不同辨别地物是遥感识别地物性质的基本原理，所以这一节的内容就显得尤为重要，从开始的查看光谱库就已经能一窥 ENVI 的强大，识别过程中用到的各个地物的光谱反射曲线我们不仅是能看得到的，而且是能随时查看，随意修改，甚至是创建个人的地物波谱库，这在管理的时候便捷了不少，而且能将波谱库导出，这样在任何一台电脑上都可以浏览自己的波谱库，这样的功能不仅是方便了用户，更是让我对这个软件的喜爱更加一层。

实验四 非监督分类

一、实验目的

遥感图像分类是将图像的所有像元按其性质分为若干个类别的技术过程，其中非监督分类是一种无先验（已知）类别标准的分类方法。本次实验将使用非监督分类，体会其利用图像数据本身能在特征测量空间中聚集成群的特点，先形成各个数据集，然后再核对这些数据集所代表的物体类别。

基于专家知识的决策树分类是基于遥感图像数据及其他空间数据，通过专家经验总结、简单的数学统计和归纳方法等获得分类规则并进行遥感分类。本次实验将体验自创决策树体验进行流程化分类的过程。

二、实验数据介绍

数据名称	数据说明
can_tmr.img	Canon City, Colorado, Landsat TM, Calibrated to Reflectance
boulder_dem.dat	对应区域 DEM 数据
boulder_tm2336.dat	对应区域 Landsat TM5 遥感数据

三、实验过程

（一）非监督分类

1) 初步分类

类别定义的根据可以通过更高分辨率图像上目视解译出来，也可以是基于野外实地调查数据。打开数据后可以大致通过生活经验与地物理解对图像进行初步的划分，可以通过更改 linear 来使得颜色接近真彩色。初步看看上面都有些什么地物，以便在后续操作中快速分类。本次使用 ISODATA 法来进行分类，在 Toolbox 中打开 ISODATA Classification，选择要分类的影像，主要设置类别数量范围 Number of Classes，根据之前的第一印象大致设置地物种类为 5 种，这里设定 5~10。最大迭代次数 Maximum Iteration 设置的越大得到的结果越精确运算时间也就越长。最终结果如下图所示：

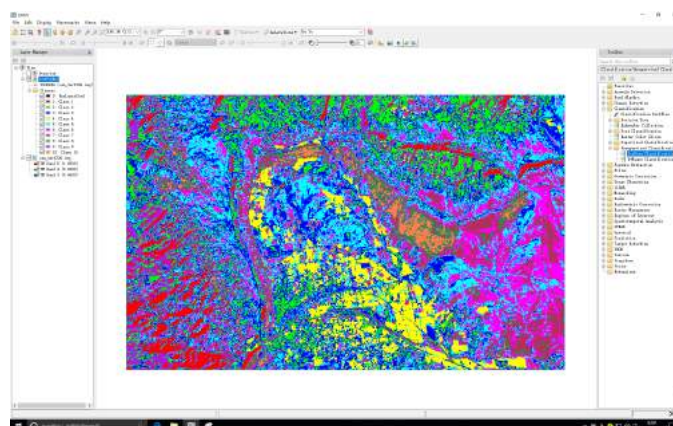


图 51 非监督分类结果

2) 类别定义

执行非监督分类之后只得到了一个初步的结果，需要进行后续操作，首先是进行类别定义，需要用到 Toolbox 工具箱中的 Edit ENVI Header 工具，

在文件输入对话框中选择 TM 非监督分类结果。选择 Classification Info, 在打开的面板中选择对应的类别并根据习惯重命名类名, 同时也可以选择修改颜色, 最好一次性全部修改。为了方便建议同类类后面加上数字以便后续合并, 如图所示:

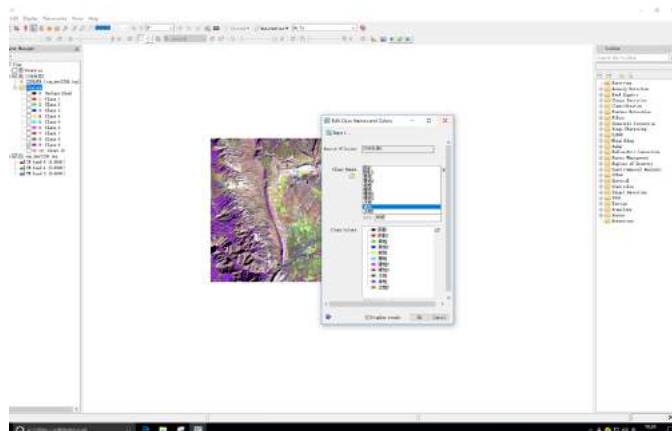


图 52 重定义类名

3) 合并子类

现在已经分好了类, 在 Toolbox 中双击 Combine Classes 工具, 选择定义好的分类结果, 在弹出的面板中选择合并的类别, 在右侧预览合并结果, 并可进行再次修改。确认合并方法后, 输出时选择 Remove empty classes 为 YES, 为了将空白类移除。合并后比之前颜色看上去少了很多, 如图所示, 注意观察左侧分类:

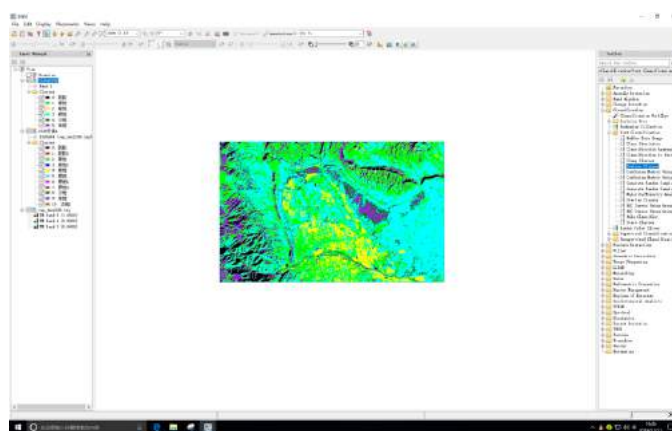


图 53 分类合并结果

(二) 基于专家知识决策树分类

1) 规则获取

根据经验和专家知识可获得如下数据:

Class1 (缓坡植被): $NDVI > 0.3$, $slope < 20$

Class2 (朝北陡坡植被): $NDVI > 0.3$, $slope \geq 20$, $90 \leq aspect \leq 270$

Class3 (朝南陡坡植被): $NDVI > 0.3$, $slope \geq 20$, $aspect < 90$ 或 $aspect > 270$

Class4 (水体) $NDVI \leq 0.3$, $0 < b4 < 20$

Class5 (裸地) $NDVI \leq 0.3$, $b4 \geq 20$

Class6 (无数据区, 背景): $NDVI \leq 0.3$, $b4 = 0$

2) 制作决策树

先打开待分类数据及其他多源数据，选择 Toolbox 新建决策树工具 New Decision Tree，此时默认只有一个节点和两个类别，接下来便开始进行编辑。通过 NDVI 可以区分植被与非植被，通过在节点输入名称及表达式即可进行编辑，如 $NDVI > 0.3$ 即为 {ndvi} gt 0.3，此时可以发现，ndvi 是 ENVI 内置的参数，不需要单独进行计算，但需要指定数据源，此处为 boulder_tm.dat。因为所选数据具有波长信息 ENVI 自动根据波长识别红波段与近红外波段，如果没有波长，需要手动指定这两个波段。条件表达式语法此处不多赘述。按照指导书输入所有节点与规则，并指定数据源，结果如图所示：

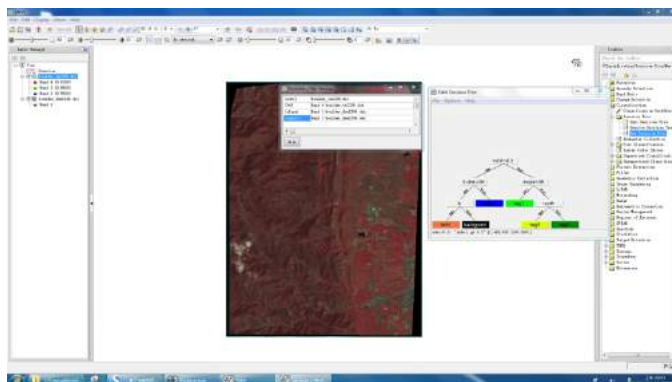


图 54 决策树制作结果

3) 执行决策树

选择 Options-Execute 可以执行决策树，由于使用了多源数据，各个数据可能拥有不同的坐标系、空间分辨率等。在弹出的 Decision Tree Execution Parameters 对话框中，需要选择输出结果的参照图像，即输出的分类结果的坐标系和空间分辨率等信息与 boulder_tm.dat 相同。选择输出路径及文件名后即可查看分类结果，如图所示：

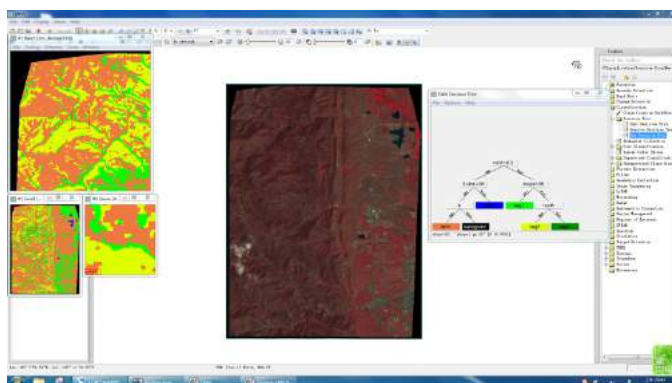


图 55 执行决策树结果

四、实验体会

从在书本上学习到非监督分类的那一刻起，我知道这方面的操作一定是只能在 ENVI 或其他电脑软件里实现的了，而 ENVI 带给我的似乎不止我之前想象的那样强大，或许我应该像没学过遥感基础知识的人一样对瞬间精准分类的遥感影像啧啧称奇，在尝试了改变参数、改变学习方法后，我可能更加理解了非监督分类的不利用训练场地直接进行分类的特质。而决策树在我看来更像是一道程序，IF 函数的图像化，不仅可视化了处理，更是能自定义处理过程。

实验五 监督分类

一、实验目的

监督分类是在分类之前通过目视判读和野外调查，对遥感图像上某些样区中影像地物的类别属性有了先验知识，对每一种类别选取一定数量的训练样本，计算机计算每种训练样区的统计或其他信息，同时用这些种子类别对判决函数进行训练，使其符合于对各种子类别分类的要求，随后用训练好的判决函数去对其他待分数数据进行分类。本课程以 Landsat TM5 数据 Can_tmr.img 为数据源，学习 ENVI 中的监督分类过程。

监督分类和决策树分类等分类方法得到的一般是初步结果，难于达到最终的应用目的。因此需要对初步的分类结果进行一些处理，才能得到满足需求的分类结果，这些处理过程就通常称为分类后处理。本课程将以几种常见的分类后处理操作为例，学习分类后处理工具。

二、实验数据介绍

数据名称	数据说明
Can_tmr.img	Landsat TM5 对应区域数据

三、实验过程

（一）遥感图像监督分类

1) 类别定义/特征判别

根据分类目的、影像数据自身的特征和分类区收集的信息确定分类系统；对影像进行特征判断，评价图像质量，决定是否需要影像增强等预处理。这个过程主要是一个目视查看的过程，为后面样本的选择打下基础。同样可以根据目视来初步判断有多少种类以方便后续流程。

2) 样本选择

新建 ROI 兴趣区，选择利用样本。

1. 在 Region of Interest 面板上，设置参数，设置类别名称、颜色、形状，从影像上辨别各种区域并单击鼠标左键进行绘制，可绘制不止一个多边形来表示一种区域，同时保证样本尽量均匀分布在整个图像上。修改 ROI 方法与之前相同。为图像选择林地、草地、耕地、裸地、沙地、其他样本，下图为选择好的样本：

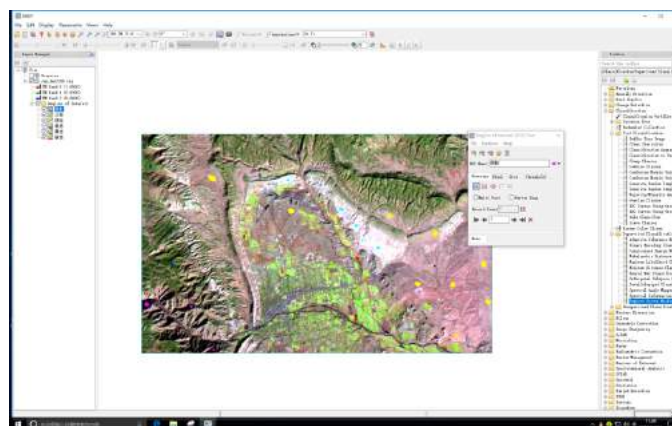


图 56 训练样本的选择

2. 计算样本的可分离型，在 Region of Interest (ROI) Tool 面板上，选择 Option-Compute ROI Separability，在 Choose ROIs 面板将几类样本都打勾，点击 OK，ENVI 使用 Jeffries-Matusita, Transformed Divergence 参数表示各个样本类型之间的可分离型，最好大于 1.9，小于 1 考虑合并两个种类，小于 1.8 需要重新编辑。如图中草地与林地指数为 1.46，则后续操作中选择合并了两类。图层管理器中可以选择保存 ROI 数据。

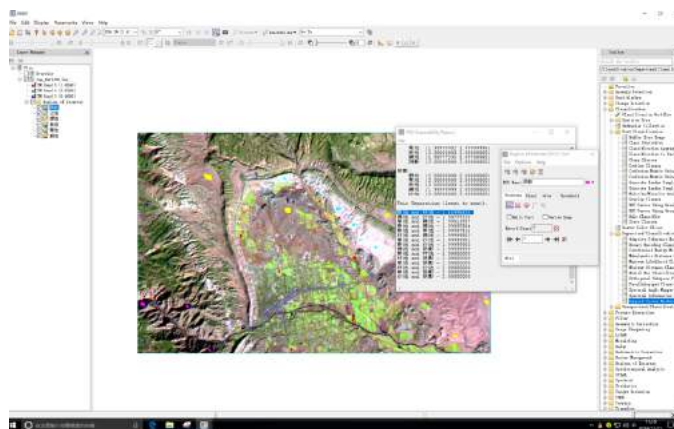


图 57 样本可分离型

3) 分类器选择

根据分类的复杂度、精度需求等确定哪一种分类器。目前 ENVI 的监督分类可分为基于传统统计分析学的，包括平行六面体、最小距离、马氏距离、最大似然，基于神经网络的，基于模式识别，包括支持向量机、模糊分类等，针对高光谱有波谱角 (SAM)，光谱信息散度，二进制编码。

分类器名称	特性
平行六面体	根据训练样本的亮度值形成一个 n 维的平行六面体数据空间，其他像元的光谱值如果落在平行六面体任何一个训练样本所对应的区域，就被划分其对应的类别中。
最小距离	利用训练样本数据计算出每一类的均值向量和标准差向量，然后以均值向量作为该类在特征空间中的中心位置，计算输入图像中每个像元到各类中心的距离，到哪一类中心的距离最小，该像元就归入到哪一类。
马氏距离	计算输入图像到各训练样本的协方差距离（一种有效的计算两个未知样本集的相似度的方法），最终技术协方差距离最小的，即为此类别。
最大似然	假设每一个波段的每一类统计都呈正态分布，计算给定像元属于某一训练样本的似然度，像元最终被归并到似然度最大的一类当中。

神经网络	指用计算机模拟人脑的结构，用许多小的处理单元模拟生物的神经元，用算法实现人脑的识别、记忆、思考过程。
支持向量机	支持向量机分类是一种建立在统计学习理论基础上的机器学习方法。SVM 可以自动寻找那些对分类有较大区分能力的支持向量，由此构造出分类器，可以将类与类之间的间隔最大化，因而有较好的推广性和分类准确率。
波谱角	它是在 N 维空间将像元与参照波谱进行匹配，通过计算波谱间的相似度，之后对波谱之间相似度进行角度的对比，较小的角度表示更大的相似度。

4) 影像分类

本次选择支持向量机分类方法，在 Toolbox 中选择 Support Vector Machine Classification，选择待分类影像，按照默认参数设置输出分类结果。分类结果如图所示：

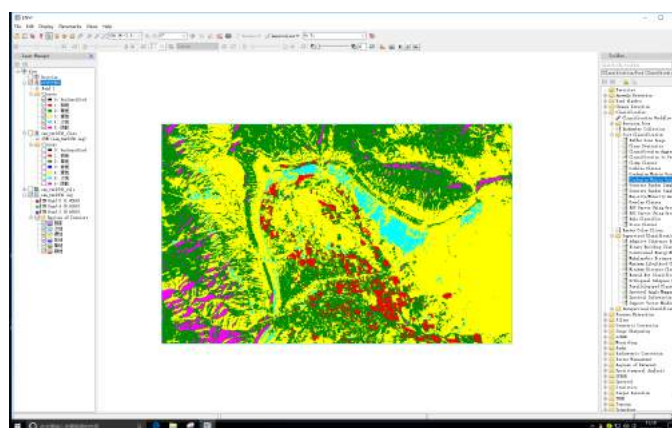


图 58 分类结果

5) 精度验证

改进目的是对分类结果进行评价，确定分类的精度和可靠性。真实的感兴趣区验证样本的选择可以是在高分辨率影像上选择，也可以是野外实地调查获取，原则是获取的类别参考源的真实性和可靠性。由于没有更高分辨率的数据源，本例中就把原分类的 TM 影像当作是高分辨率影像，在上面进行目视解译得到真实参考源。因为分类时的依据便是开始绘制的区域，而在精度评定时需要更客观、更真实的区域分类来进行对比判别，所以我们需要导入新的验证样本 ROI，如若还是选择之前的 ROI，则大概率出现 100% 匹配度，这个数字本身是不真实的，不可能有分类结果 100% 与现实吻合。在 Toolbox 中选择 Confusion Matrix Using Ground Truth ROIs，选择分类结果，软件会根据分类代码自动匹配，成果如图 4 所示。其中总体分类精度等于被正确分类的像元总和除以总像元数。Kappa 系

数它是通过把所有真实参考的像元总数乘以混淆矩阵对角线的和，再减去某一类中真实参考像元数与该类中被分类像元总数之积之后，再除以像元总数的平方减去某一类中真实参考像元总数与该类中被分类像元总数之积对所有类别求和的结果。

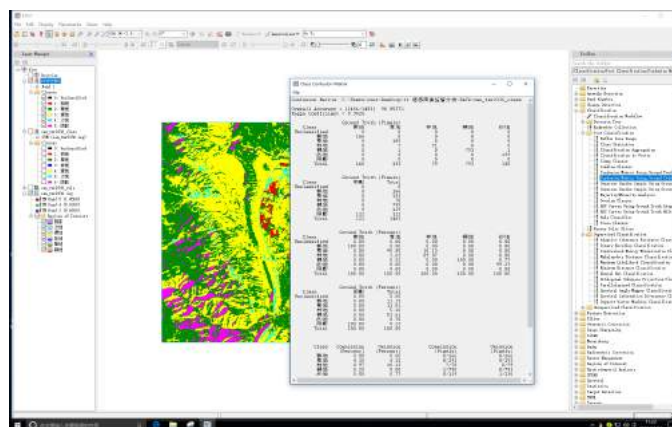


图 59 分类精度评价混淆矩阵

(二) 分类后处理

1) 小斑块去除

应用监督分类或者非监督分类以及决策树分类，分类结果中不可避免地会产生一些面积很小的图斑。无论从专题制图的角度，还是从实际应用的角度，都有必要对这些小图斑进行剔除或重新分类，目前常用的方法有 Majority/Minority 分析、聚类处理和过滤处理。

方法名称	特点
Majority/Minority 分析	类似于卷积计算，定义一个变换核，将变化核中占主要地位的像元类别代替中心像元的类别或相反 (Minority)
聚类处理	运用形态学算子将临近的类似区域聚类并合并，分类区域中斑点或洞的存在，缺少空间连续性。
过滤处理	斑点分组，判断是否同组，删除的归为未分类。

打开 Majority/Minority 分析工具，选择处理对象后在弹出的对话框中选择所有类型，输出结果如图所示：

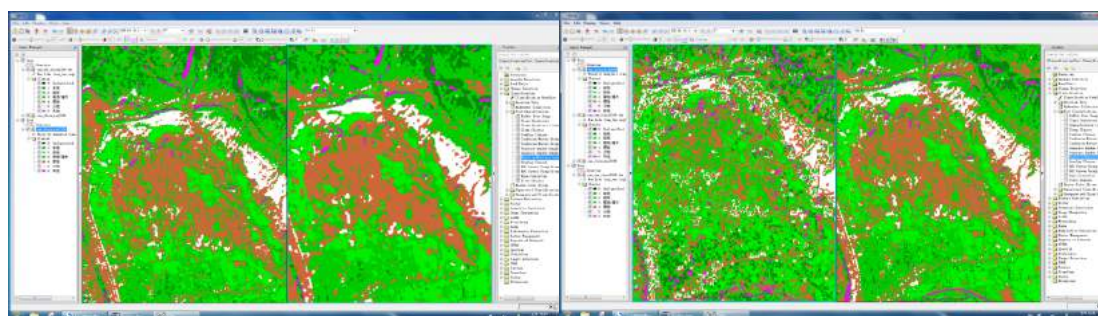


图 60 Majority/Minority 分析工具分析结果及比较

打开 Clump Classes 分析工具，操作与上无大同小异，结果如图所示：

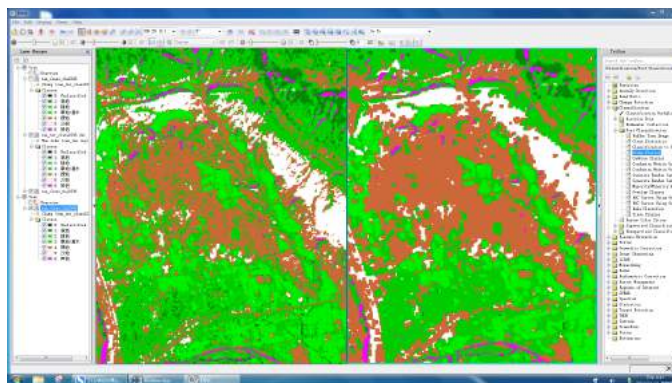


图 61 聚类处理分析结果

打开过滤处理工具，路径为 Toolbox /Classification/Post Sieve Classes 在弹出对话框中选择待处理数据，设置参数后结果与原图对比如下图所示：

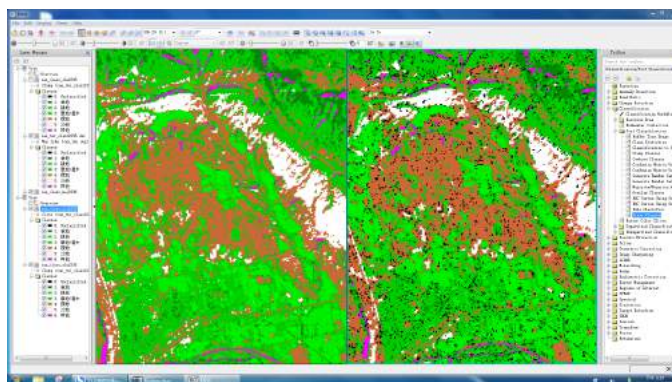


图 62 滤波分析处理结果

上述结果看来是聚类处理效果相对较好，但 Majority 分析时也可指定中心像元权重来使得结果更加平滑，具体情况具体分析。

2) 分类统计

分类统计可以基于分类结果计算源分类图像的统计信息。可以绘制每一类对应源分类图像像元值的最小值、最大值、平均值以及标准差，还可以记录每类的直方图，以及计算协方差矩阵、相关矩阵、特征值和特征向量，并显示所有分类的总结记录。打开分类统计工具，选择原始影像，统计所有分类信息，则会显示统计结果的窗口，效果如图所示：

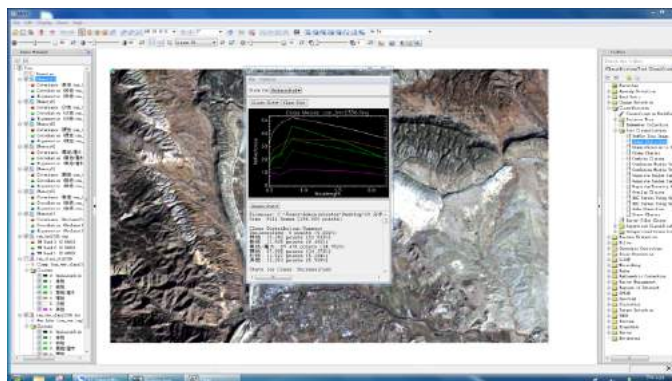


图 63 统计结果

3) 分类叠加

该步主要是为了生成 RGB 地图，预览起来方便的，可以任意选择分类的结果进行叠加合成图像。

打开原始影像，选择拉伸工具 Stretch Data，选中波段 123 后设置参数，拉伸数据，使得颜色更加接近真实。打开 Overlay Classes 分类叠加工具，RGB 通道选择 Band321，接下来选择想要叠加显示的类别，选择好之后设置输出路径并预览，效果如图所示：

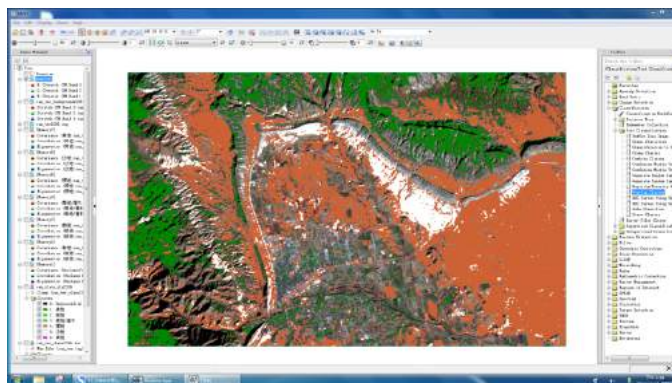


图 64 叠加效果

4) 分类结果转矢量

可以将分类处理后的结果输出矢量图，以便传播甚至是制作专题地图。打开 Classification to Vector 转矢量工具，选择波段后点击想要输出的类别，同时可以选择是统一到一个文件里还是分开输出。查看输出结果，如下图所示：

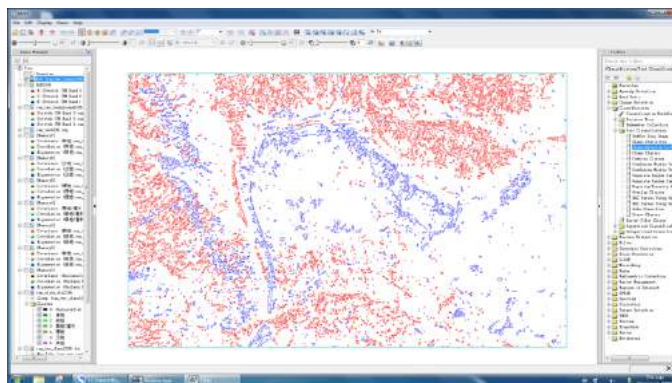


图 65 矢量显示结果

5) 制作专题地图

由于实验数据不适合满足本次要求，制作专题地图使用徐州 Landsat 8 影像，截取 600*600 大小范围，经过监督分类、分类后处理以及输出矢量图等过程，在 Arc GIS 中制作并导出该地区各类地物的专题地图，最终效果如图 11 所示。过程中曾多次使用 Majority 分析工具，使得最终结果的地物看起来并不那么分散，由于监督分类初步结果中小的分散的图斑太多，使得地图看起来杂乱无章，此时更能凸显分类后处理的重要性。

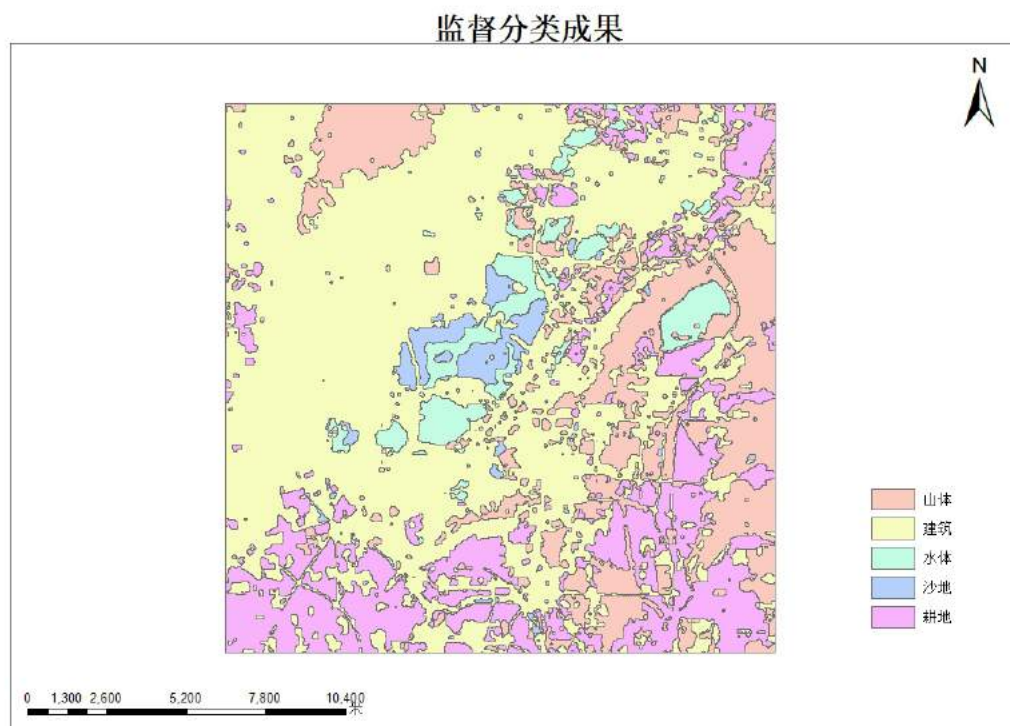


图 66 专题地图

四、实验体会

在体验了非监督分类之后，紧接着的监督分类似乎有些让人生厌，因为不仅要自己选择训练场地，还要在选择的过程中根据系统给出的数据来改变自己选择的区域，甚至是在分好类之后删除或合并类别，这似乎并不如非监督分类那样方便快捷，但仔细想想，在经过了人为目视解译之后的结果似乎应该更比电脑进行自动分类后的结果更加准确，机器终归是机器，监督分类能充分利用分离地区的先验知识预先确定分类的类别，并且能够不断的提高分类精度，这是机器所不能做到的。而在制作专题图的时候第一次感觉到了之前学到的所有知识的应用，是否融会贯通便看专题图的制作是否顺畅。

实验六 快速制图模式下的影像分割分类

一、实验目的

熟悉易康软件，掌握快速制图模式下的影像分割和分类的操作步骤，理解影像分割和分类的原理。本实验将体验使用多尺度分割方法对影像进行分割，使用最近邻分类方法对影像进行分类，并对同一类别数据进行合并。

二、实验数据介绍

数据名称	数据介绍
QuickBird_Yokosuka3.TIF	快鸟横须贺地区遥感数据

三、实验过程

- 1) 打开易康时选择以第一种模式（快速制图）打开
- 2) 新建工程文件，并对每个波段进行修改，利用不同的波段组合进行影像的显示，以便观察图像时更加方便。
- 3) 开始准备分割，添加分割方法，本次选择多尺度分析方法（Multiresolution）。这是一种从下到上的像素聚类合并的过程，从单个像素开始，两两比较相邻的两个对象的相似性。执行影像分割。分割结果如下图所示：

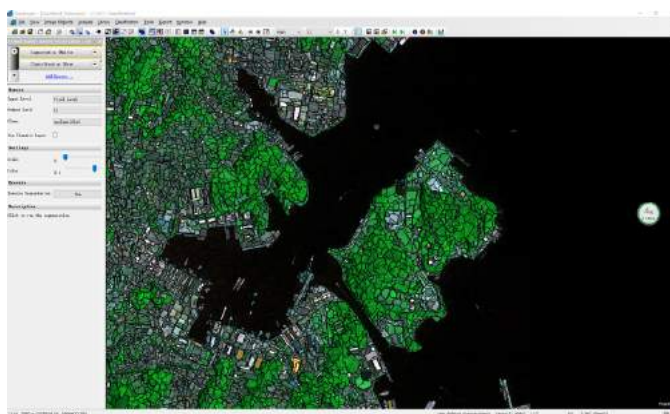


图 67 图像快速分割

- 4) 开始准备分类，添加分类方法，本次选择最近邻方法（Nearest Neighbor），即为了判定未知样本的类别，以全部训练样本作为代表点，计算未知样本与所有训练样本的距离，并以最近邻者的类别作为决策未知样本类别的唯一依据。一边添加新类，一边选择样本，如图所示：

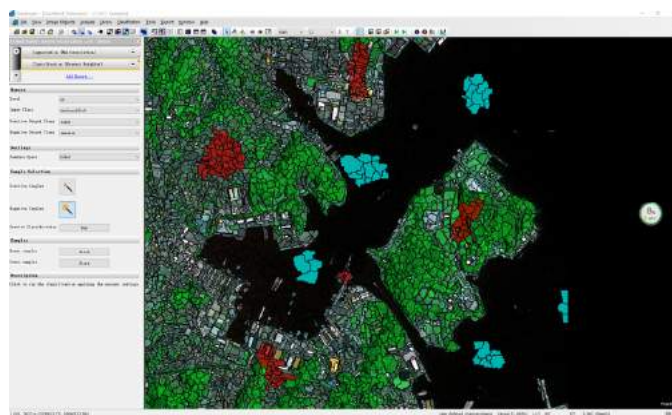


图 68 样本选择

5) 选择执行，执行分类，结果如图所示：

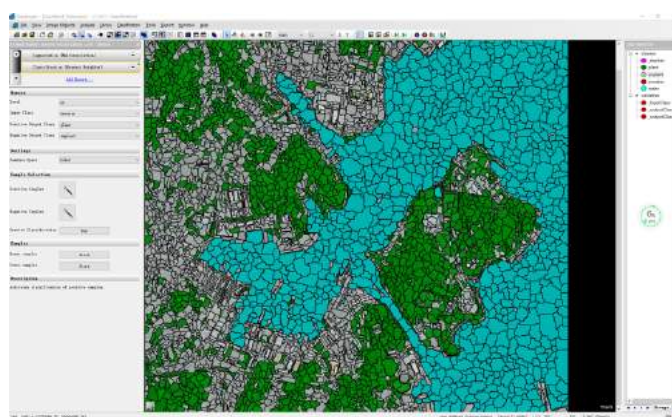


图 69 分类结果

四、实验体会

个人感觉在需要不那么高精度的快速分类时，易康较 ENVI 好用一些，不仅能快速计算，方法也不需要到 Toolbox 里找半天，左边的流程化视图看起来也十分清爽，结果也能导出矢量图在 Arc GIS 里进行编辑，如下图所示为尝试按照类名属性性字段导出的矢量图在 ArcGIS 中的渲染。

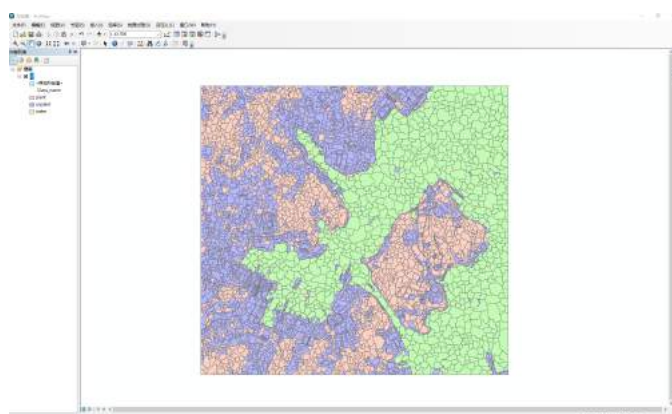


图 70 Arc GIS 渲染矢量图

实验七 规则集模式下的影像分割

一、实验目的

了解影像分割的不同方法，比较不同分割方法的区别，掌握规则集模式下的影像分割的基本操作。

二、实验数据介绍

数据名称	数据介绍
naip.img	实验区域影像

三、实验过程

1) 新建工程并导入和显示数据

2) 新建规则集，选择棋盘算法并设置分割尺度参数为 100，即将图像分为若干个 100*100 的小块，效果如图所示：

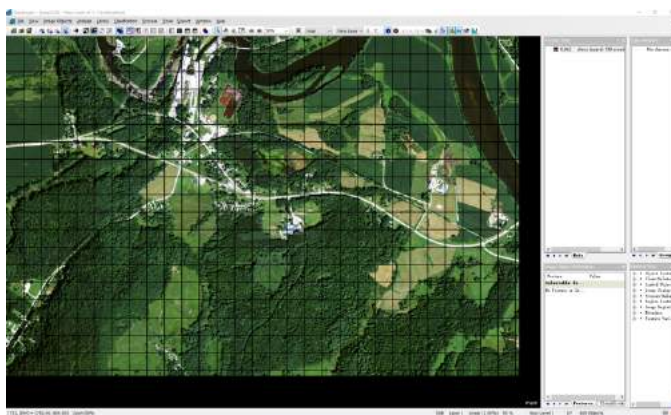


图 71 参数为 100 的棋盘算法

3) 再次选择棋盘算法并设置分割尺度参数为 999999，此时分割出来成果看起来是未分割，实际是分割参数大于图像整体大小，效果如图所示：

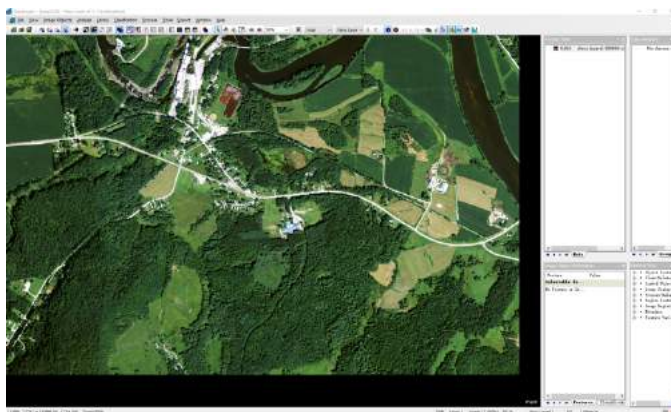


图 72 参数为 999999 的棋盘算法

4) 选择多尺度分割算法，设置参数为 1, 1, 0, 0, 2, 1，即每个图层参与分割的权重，效果如下图所示：

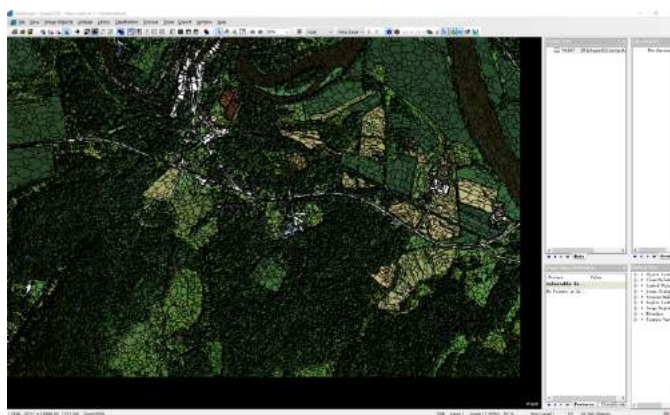


图 73 多尺度分割算法

- 5) 加入光谱条件进行分割，即将对象的光谱均值差值为 5 的进行合并，选择 spectral difference segmentation，结果如图所示：

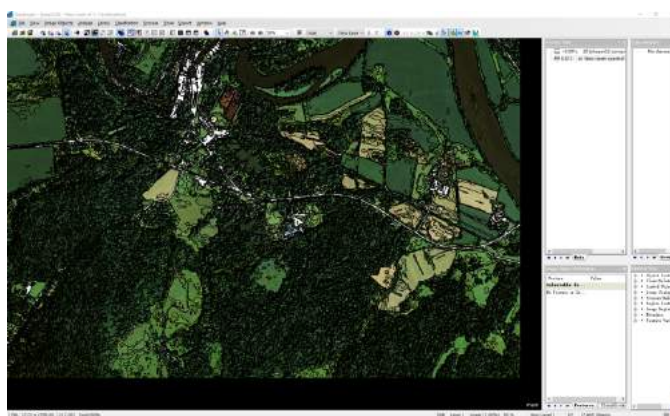


图 74 加入光谱条件的多尺度分割

- 6) 选择四叉树分割算法，分割结果如图所示：

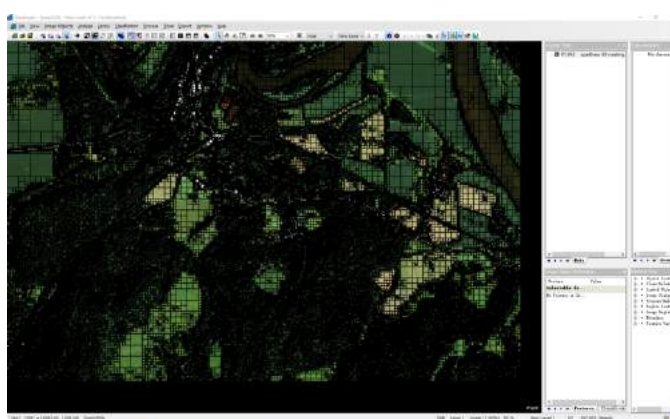


图 75 四叉树分割算法

- 7) 也可加入光谱条件进行四叉树分割算法，需要设置对象的光谱均值差值，结果如图所示：

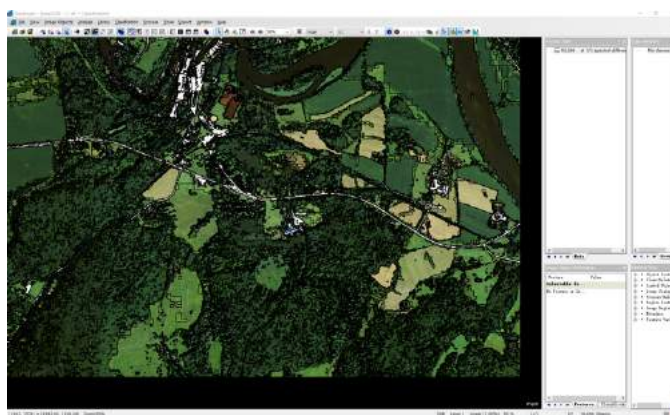


图 76 加入光谱条件的二叉树分割算法

- 8) 在进行阈值分割前新建 Ta11 类，使用 copy map 算法将 main 复制到 map2 中，利用多阈值分割法对影像进行分割，对象均值在 2-255 之间的归为 Ta11，结果如图所示：

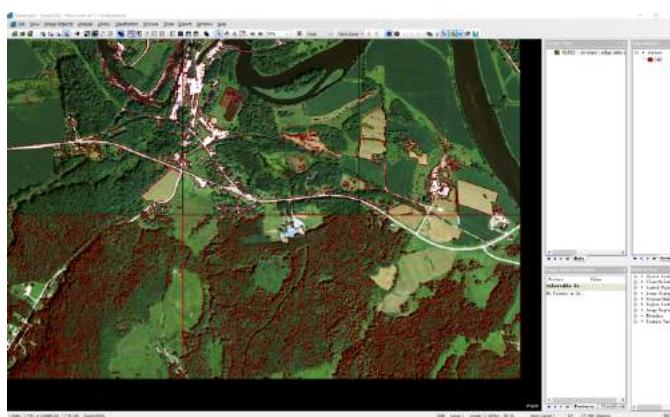


图 77 多阈值分割法

四、实验体会

本次实验更像是体验性的对易康的一些功能以及算法的使用与试验，本次是在一张图上使用多种算法来体会不同算法带来的差距与不同的效果为后续的实验打好基础。

实验八 规则集模式下的影像分类

一、实验目的

了解影像分类的不同方法，比较不同分类方法的原理，掌握规则集模式下的样本选择的方法，掌握规则集模式下的影像分类的基本操作。本次实验将会利用监督分类思想进行分类，以及利用已有训练样本进行分类，体验决策树分类和支持向量机分类方法进行影像分类。

二、实验数据介绍

数据名称	数据说明
Classifier Example Image.TIF	横须贺地区快鸟影像

三、实验过程

1) 最近邻分类法

1. 新建工程并导入数据，并更改波段名称为：B, G, R, NIR
2. 使用四窗口显示模式，并在过程树里新建多尺度分割
3. 在 Class Hierarchy 窗体创建新的建筑、植被、水类别，因为在影像上目视出大致有这几类
4. 选择样本，并打开 Sample 工具栏进行样本选择，如图所示：

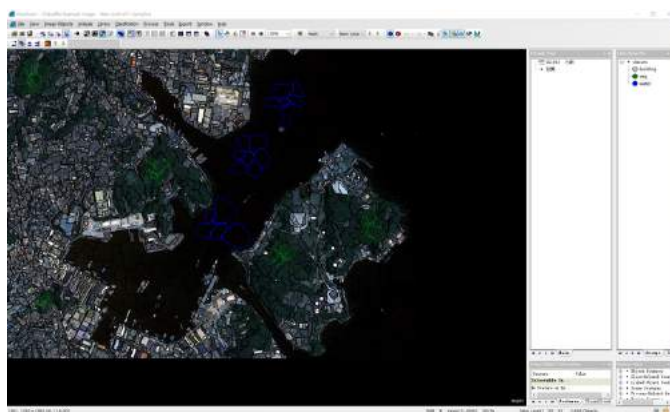


图 78 样本选择

5. 在 sample editor 中右击选择第一个，将四个波段添加为特征。
6. 点击 active class 中的一个，随便在影像中选择一个对象，将出现该对象的特征在 building 类中所处的位置（红色小箭头），以此来看样本选择是否合理，红色箭头所指的位置越在黑色柱形内，说明样本越可靠，如图，选择一小块水体并将对照类选为 **water**，可以看到全都集中在黑色柱形下：

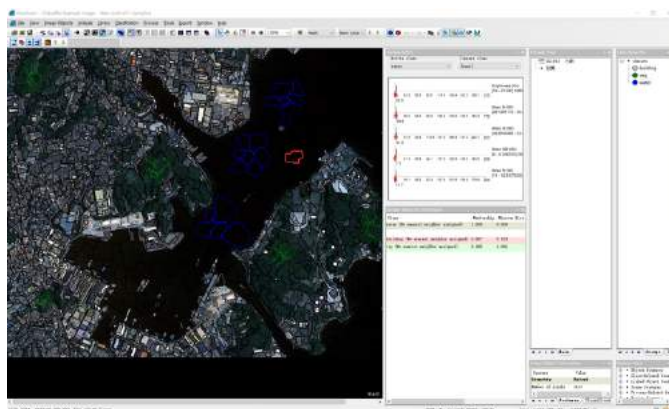


图 79 检查样本

7. 使用最近邻特征进行分类并配置特征，即使用波段作为分类特征，再次 append new，选择 classification，并选择要分的类，最终点击 execute，分类结果如下：

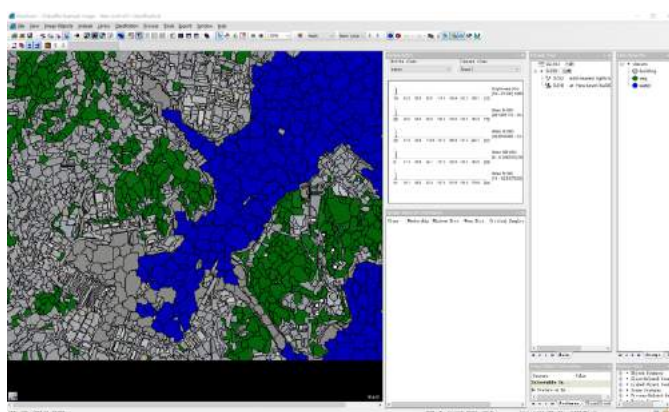


图 80 分类结果

8. 以遥感影像方式输出分类结果，并在 classic 中打开进行密度分割，最终效果如图 5 所示，其目的是使结果更具易读性。

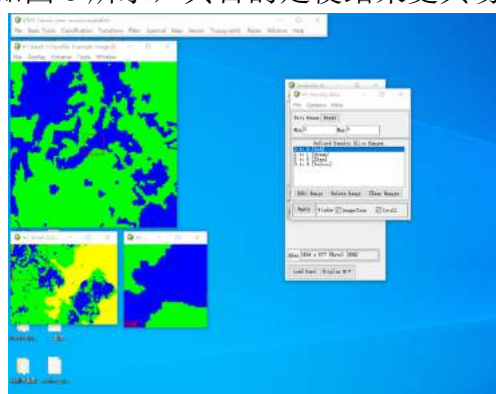


图 81 密度分割结果

四、实验体会

本次实验所使用的影像依旧是上个实验的影像，但本次是在规则集模式下进行的分类，与之前相比步骤多了不少，但同时精度也提升了不少，此时能发现的是，在易康的界面中，能观察到分隔后的块并且进行手动选择，这又比 ENVI 环境下的监督分类爽快了不少。

实验九 利用矢量数据辅助分类

一、实验目的

了解矢量数据时如何进行辅助分类的，对影像中的不同区域如何分别进行分类。学习使用矢量数据对影像进行分割，对不同的区域分别利用多尺度分割和棋盘分割方法进行影像分割，并且分别进行影像分类。

二、实验数据介绍

数据名称	数据说明
02MAR02_multi_Subset_Maps_Regions.TIF	操作区域数据图像文件
ManagableLandUnits_noGeo.shp	同坐标系下的矢量文件

三、实验过程

- 1) 打开影像及矢量文件，注意先打开影像，再在上面插入矢量文件，并选择波段显示
- 2) 选择显示矢量影像，点击 view/view setting, layer 选择第二个，将矢量文件叠加到影像上，叠加效果如图所示：

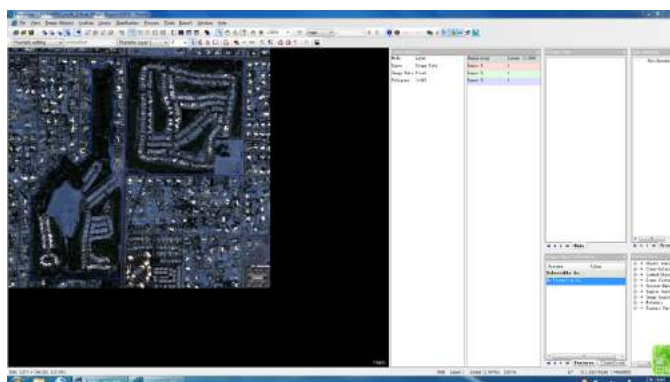


图 82 矢量叠加

- 3) 使用矢量文件进行辅助分割，将图像分割为三块，并根据矢量分割后的结果，使用 update region 创建新的区域 region1, region2, 条件是两块图像的 ID 号不同，本次是 2 与 8，可以在 Thematic Layer Attribute Table 中查看 Id 号，如下图所示：

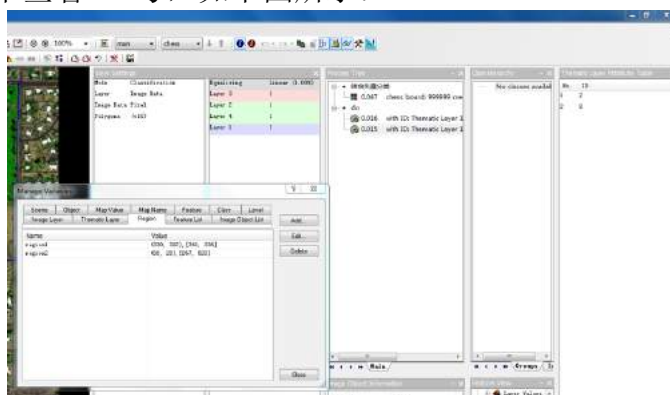


图 83 创建新区域

- 4) 根据以前的知识，分别对两个区域执行棋盘分割与多尺度分割，并创建三个类别，以便后续的分类工作

- 5) 分别选择三个类别的样本，并在 Process Tree 中添加最近邻特征，使用 classification 执行分类命令，对两个区域进行分类，下图为分类结果：

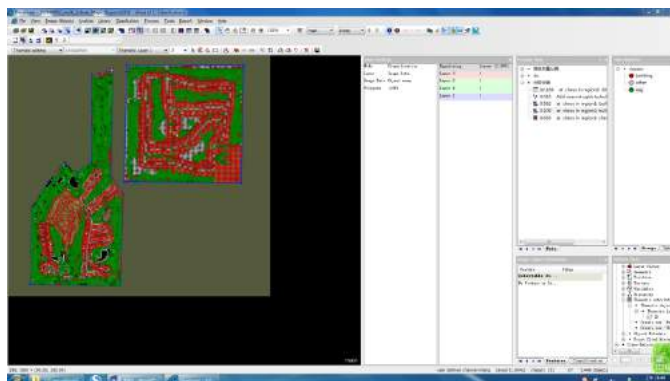


图 84 区域分类结果

四、实验体会

本次实验相当于是之前几个实验的综合体，既有分隔也有分类，不同的是通过矢量图形能分隔兴趣区，来展现出不同分类结果与分隔效果的不同对比，大多时候可能更需要矢量图形来裁剪出目标城市或目标地区的影像。

实验十 变化检测

一、实验目的

掌握变化检测的原理，学会自己创建在不同需求时候的算法，掌握变化检测的基本操作。

二、实验数据介绍

02MAR02_multi_ChangeDetection.TIF

02MAR02pan_ChangeDetection.TIF

04MAR17_multi_Maps_ChangeDetection.TIF

02MAR17pan_ChangeDetection.TIF

三、实验结果

1) 导入数据

打开易康软件，以第二种模式打开，选择并导入四个实验数据，将每个波段
的名称进行更改以便后续操作。

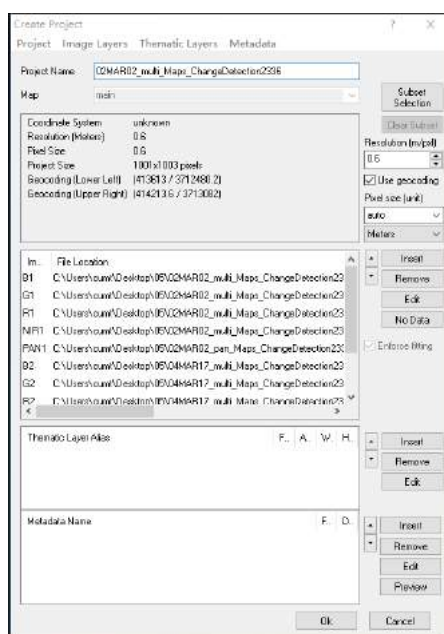


图 85 数据添加与更改名称

2) 添加步骤

将四个总体步骤添加到过程树规则集里，做好变化检测的前期准备工作。

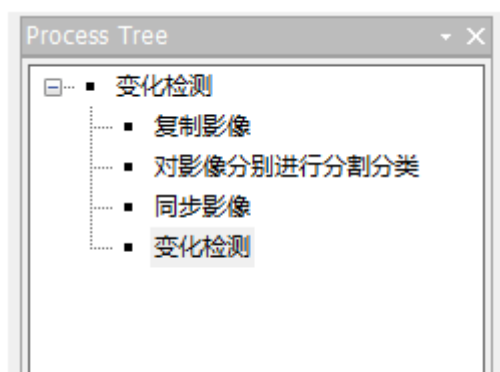


图 86 Process Tree 过程

还需要建立之后分类的依据参数，本次主要是判断植被变化，所以采用 NDVI（植被归一化指数）来对影像进行分类。但易康本身是没有该内置参数的，所以需要手动添加 NDVI 的算法来作为执行操作时的参数。下面介绍如何添加：首先在 Feature View 窗口，添加 R1，NIR1 的均值，再在该窗口中构建 NDVI 算法，需要手动输入 $NDVI1 = (NIR1 - R1) / (NIR1 + R1)$ ，效果如图所示：

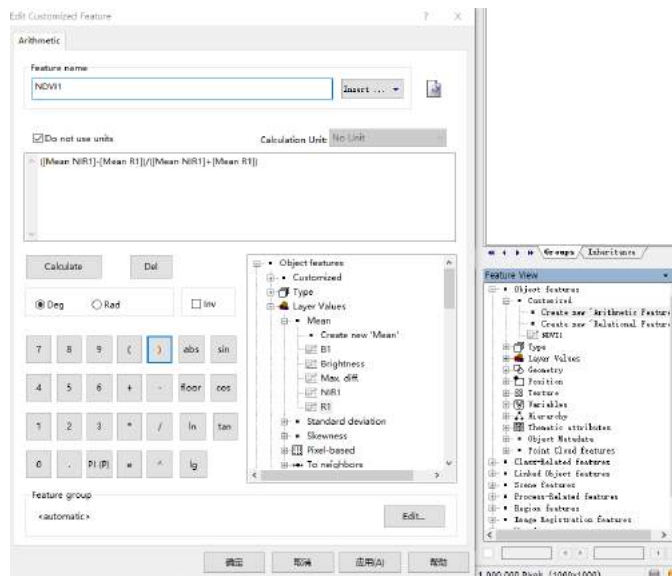


图 90 NDVI 的设置

创建好 NDVI 后便可利用 NDVI1 进行植被的阈值分类，在 class 窗口新建植被和非植被两类，同时注明将是 T1 的类别。在 T1 分割分类中，使用 assign class 算法，选择阈值大于 0.3 的为植被，参数设置如图所示：

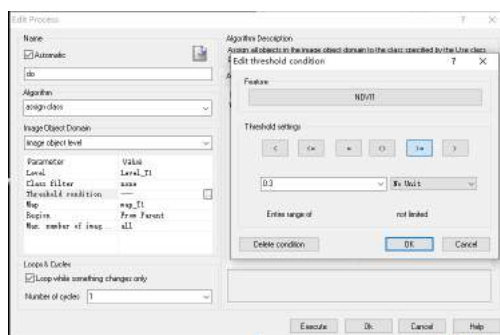


图 91 分类算法参数设置

现在已经将植被分类了出来，接下来再次使用 assign class 算法，选择 unclassified 的为非植被，参数设置如下：

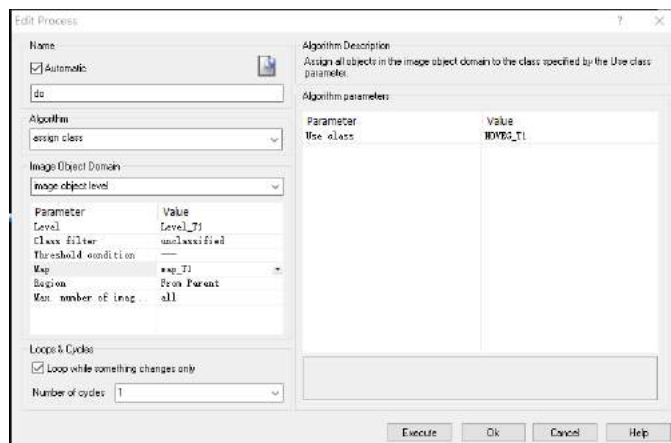


图 92 非植被分类参数设置

现在图像中已经将植被与非植被分类了出来，此时我们还需要将这些小块进行区域合并，在“T1 分割分类”中使用 merge region 算法，参数设置如下图所示（以合并植被为例），同时将非植被也进行合并操作。

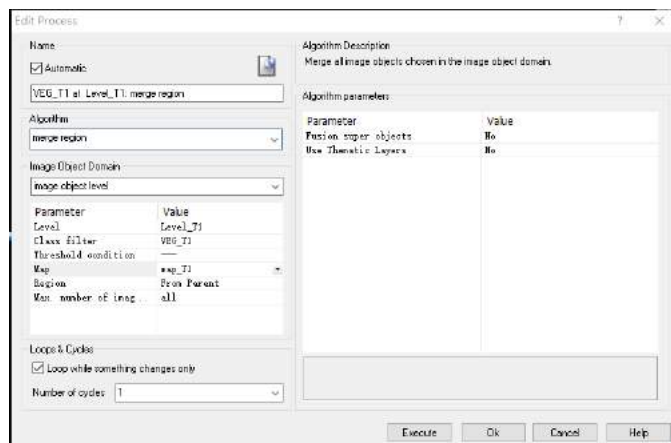


图 93 merge region 算法参数设置

全部合并完毕后，效果如图所示：

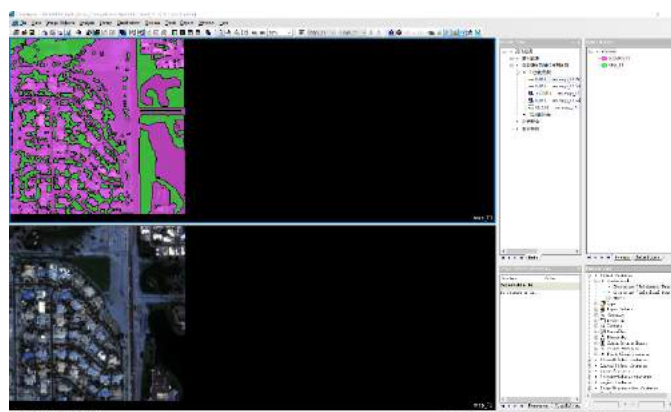


图 94 T1 分割合并后结果

对 T2 也进行相同的操作，最终结果如图所示：

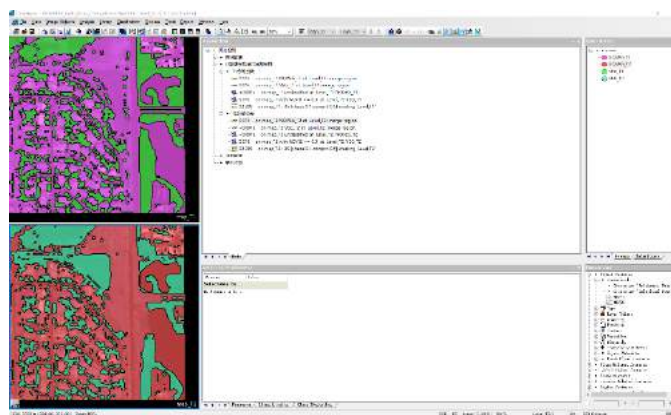


图 95 分割分类合并最终结果

3. 同步影像

在“同步影像”中，使用 synchronize map 算法，将 map_T1 中的 level_T1 同步到 main 中的 level_T1 层，参数设置如下：

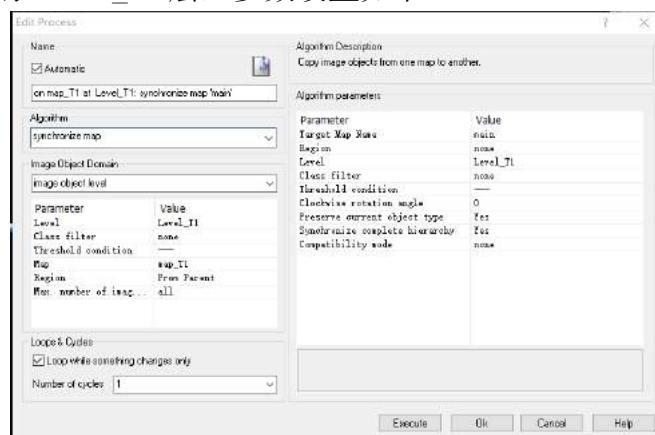


图 96 synchronize map 算法参数设置

再利用 copy image object level 算法，将 main 中的 level_T1 同步到 main 中的 level_T2 层，参数设置如下：

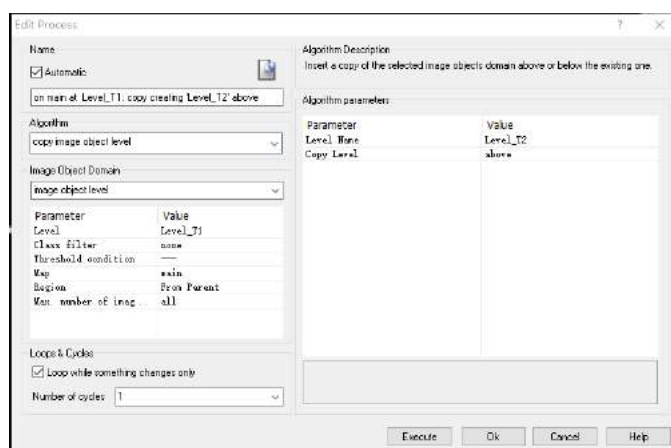


图 97 copy image object level 算法参数设置

利用 synchronize map 算法，将 map_T2 中的 level_T2 同步到 main 中的 level_T2 层，参数设置如下：

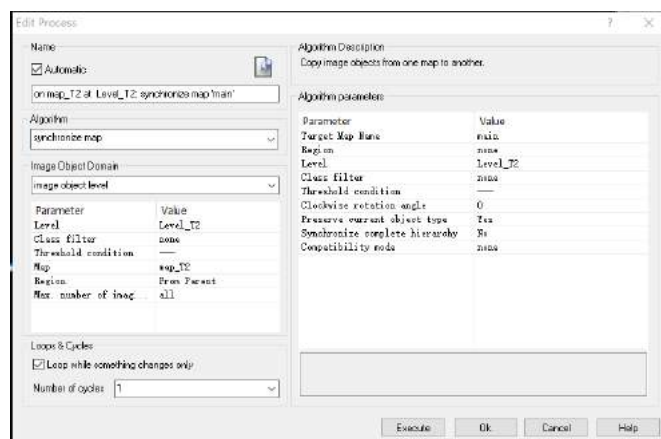


图 98 synchronize map 算法参数设置

此时已经将 T1T2 的分类后内容复制到了 main 图层内，且同步到了一幅图像内，以便在变化检测中选择图层。

4. 变化检测

利用 convert to sub-objects 算法，用 main 中的 level_T1 切割 main 中的 level_T2，参数设置如下：

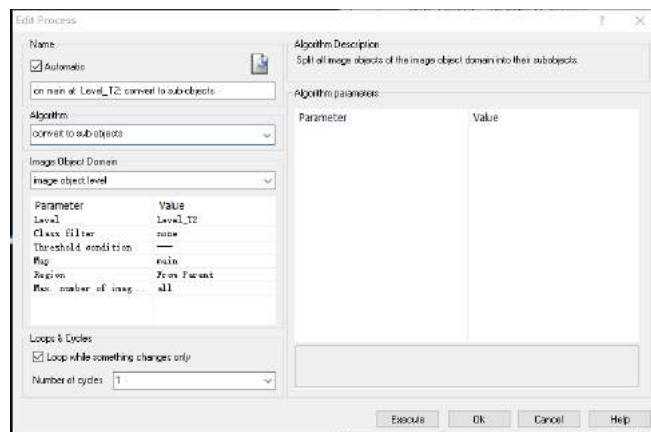


图 99 convert to sub-objects 算法参数设置

切割结果如图所示：

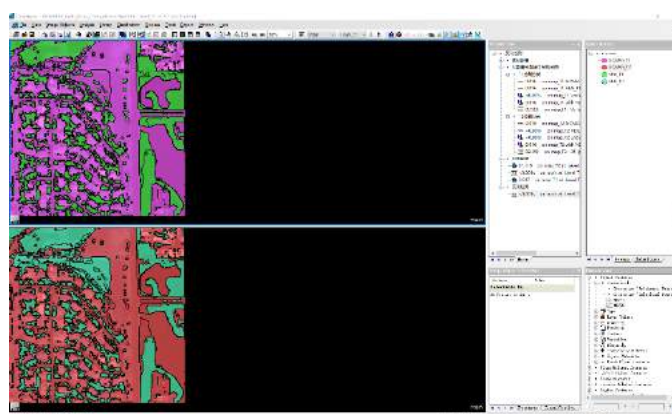


图 100 切割结果

利用 copy image object level 算法，将 main 中的 level_T2 同步到 main 中的 Level_change 层，参数设置如图所示：

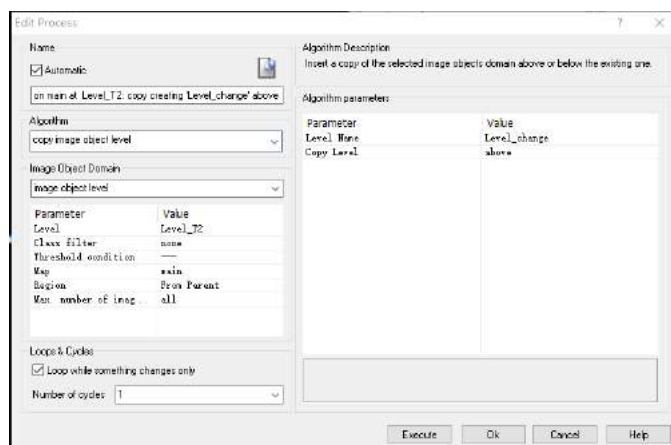


图 101 copy image object level 算法参数设置

利用 remove classification 算法，清除 level change 层中的类别，参数设置如图所示：

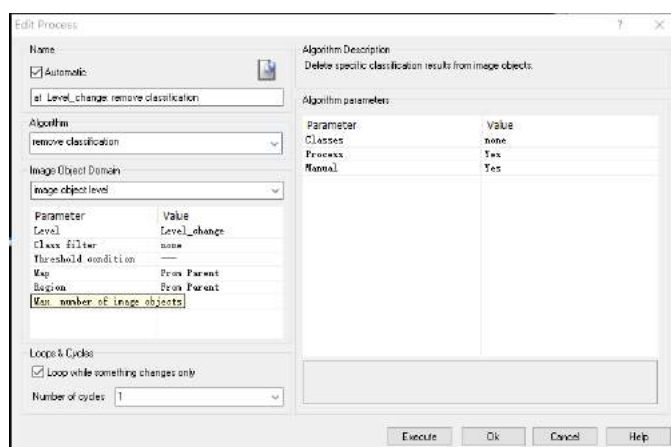


图 102 remove classification 算法

清除了 level_change 中的类别之后，开始执行变化检测。首先需要设置 main 中各个图层之间的距离关系，在 Feature view 窗口中设置：

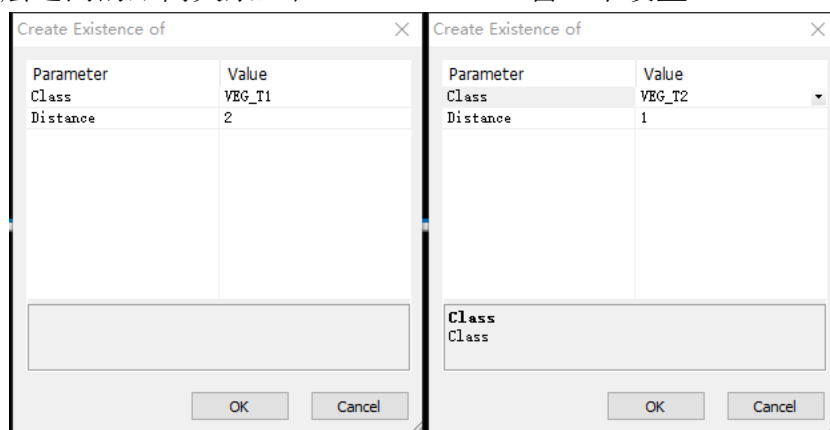


图 103 各类距离关系设置

添加植被增加、植被不变、植被减少三种类别，并分别进行定义。即之前有后来没有的为植被减少，之前没有后来有的为植被增加，之前有后来也有的为植被不变。

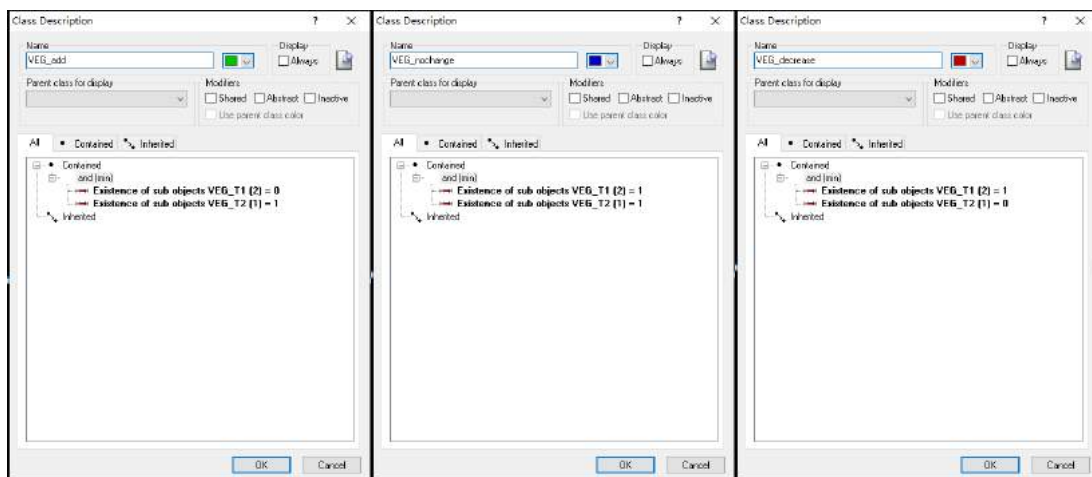


图 104 添加三种类别

此时所有的前期准备已经结束，开始执行变化检测，选择 classification 算法，参数设置如图所示：

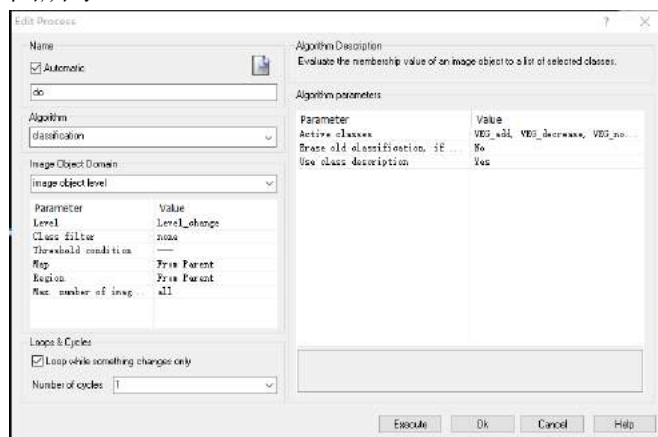


图 105 classification 算法参数设置

最后的结果如图所示：

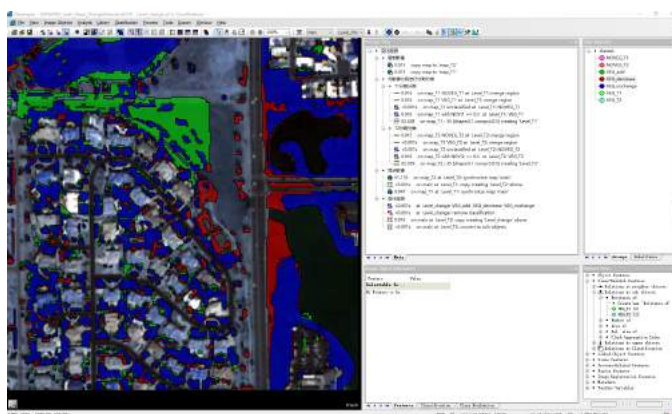


图 106 最终结果及操作流程

四、实验总结

本次实验一定是这十次实验里最需要注意每一步，最仔细小心的一个实验，易康的不可倒转上一步的特性使得每一步骤都是如履薄冰，而最重要的变化检测步是在实验的最后，所以前面基本功的扎实就为后面最终成果奠定了基础，在看最后成果的 Process Tree 时，有一种长吁一口气的感觉。

课程实习总结

本次实习横跨两周，且在两门考试以及一门课程设计之前，在最后的考试周前给予了我们非常适当的压力，每天早晨就去环测楼，晚上回宿舍，中午也有可能是在机房里吃的，但其实各个实验并不算很困难，只是有的实验相对较为繁琐，而且对于 ENVI 与 易康都是第一次接触，有很多不同的地方也需要在边操作中边学习，其中 ENVI 还包括了 classic 版本，是相对较老但也更加稳定的一个版本，对于这些软件的认知便成了我们需要在这几天里最重要的任务。

ENVI 是一个十分完整的遥感图像处理平台，覆盖了图像数据的输入输出、图像增强、几何纠正、正射校正、图像镶嵌、图像的后处理等等等等的方面，而我们需要在五天的时间里需要对这个软件进行操作并有自己的理解，是一件比较困难的事情，多亏了学姐的耐心讲解，回答我们各种各样的问题，才得以顺利完成。我记得很清楚的一件事就是在做几何矫正的时候我的十字丝没有在 classic 的窗口中显示出来，我没有仔细看实验指导书，也没有主动思考，就直接举手问了学姐，学姐耐心的解答了这个问题，事实上只需要一步就能显示十字丝，而且实验指导书上也对这个问题进行了描述，当下就觉得很不好意思。很多同学在老师或者学姐进行讲解的时候会进行视频录像，生怕漏下某个细节，开始还觉得这样做没有必要，直到最后一个实验我也录下了全程近一个小时的视频，也发现了不管是讲解者还是听的人都有不同程度的辛苦。

其实本次实验表面上是对于各个软件的使用，实际上可以理解成是对学习新事物以及理解和应用的实例，这样的过程抽象出来其实可以运用到任何的学习过程中，在面对新事物的时候需要有一定的决心以及魄力朝那个方向走去，本次实验更是有着基础知识作为支撑，在地基上建起一座高楼不止需要钢筋水泥还需要建造者的努力和付出。

我的舍友在我在机房的时候在外面寒冷的天气中立尺测绘，与我们操作软件进行实习似乎有着不小的差别，相比起来似乎多了些枯燥，但我相信学到的东西不比其他人少，在一间屋子里洋溢着学习的氛围也是很重要的学习东西，感谢这十天让我认识到的不知是知识。