



兰州大学 草地农业科技学院
COLLEGE OF PASTORAL AGRICULTURE SCIENCE AND TECHNOLOGY, LANZHOU UNIVERSITY

哨兵影像处理分类基础培训

Image Classification

封森耀

2020.08.25

哨兵影像处理分类基础培训



01 哨兵影像预处理



02 影像分类教学



01 哨兵影像预处理



- 01 软件下载与安装
- 02 数据下载
- 03 数据预处理



01 软件下载及安装

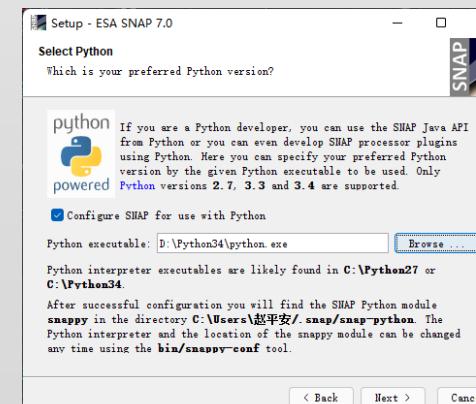
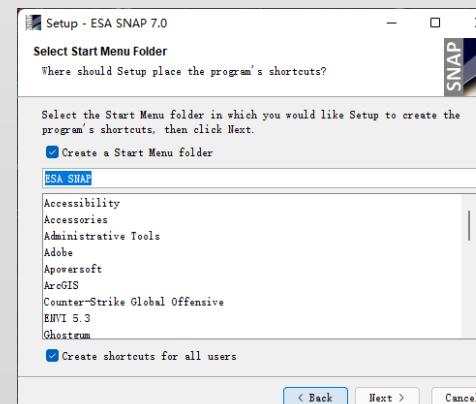
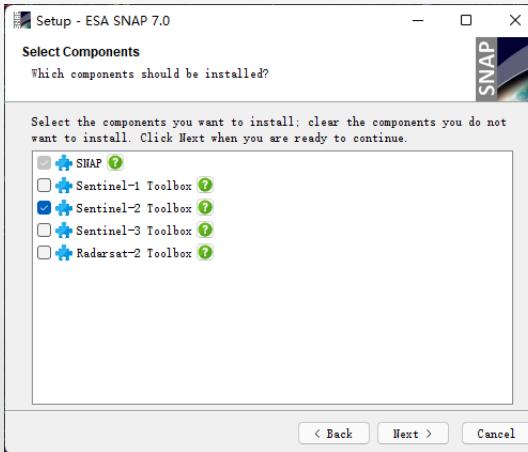
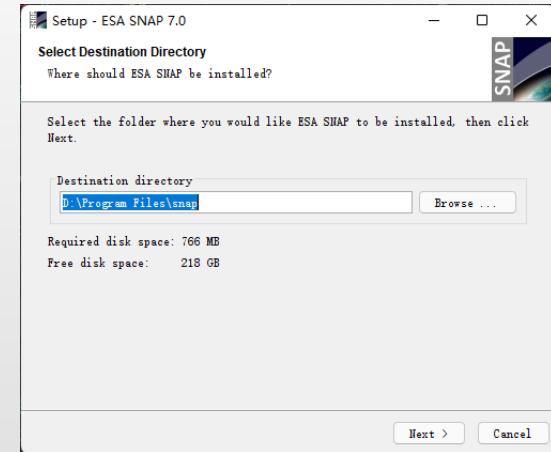
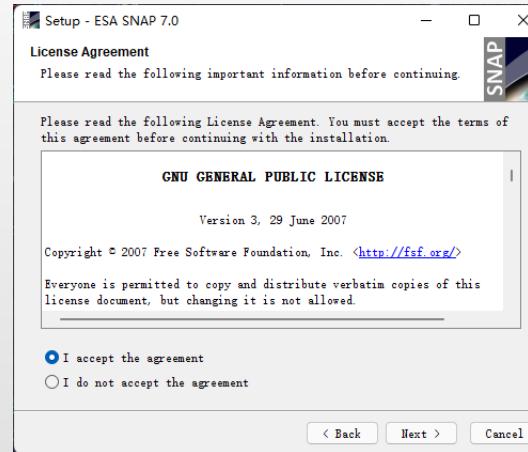
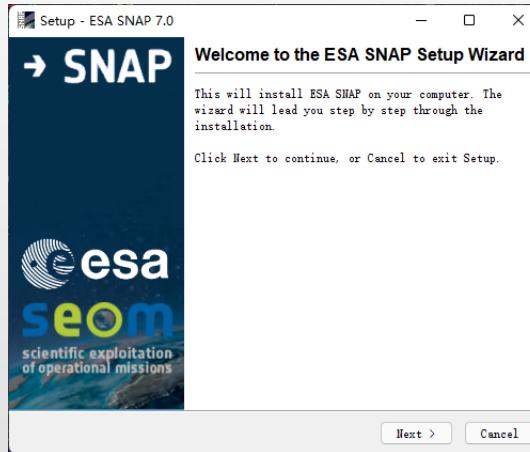
下载处理插件和环境

- 2、下载Python3.4, <https://www.python.org/downloads/windows/>;
- 3、SNAP: <https://step.esa.int/main/download/snap-download/previous-versions/>
(SNAP采用7.0版本，目前最高版本为8.0，但由于存在不可修复Bug，不建议下载)；
(本次实验已经准备好Python3.4和SNAP,位于SNAP插件和python3.4.4文件夹中)

SNAP 7.0.0

	Windows 64-Bit	Windows 32-Bit	Mac OS X	Unix 64-bit
Sentinel Toolboxes	These installers contain the Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 Toolboxes			
	Download	Download	Download	Download
SMOS Toolbox	These installer contains only the SMOS Toolbox. Download also the Format Conversion Tool (Earth Explorer to NetCDF) and the user manual .			
	Download	Download	Download	Download
All Toolboxes	These installers contain the Sentinel-1, Sentinel-2, Sentinel-3 Toolboxes, SMOS and PROBA-V Toolbox			
	Download	Download	Download	Download

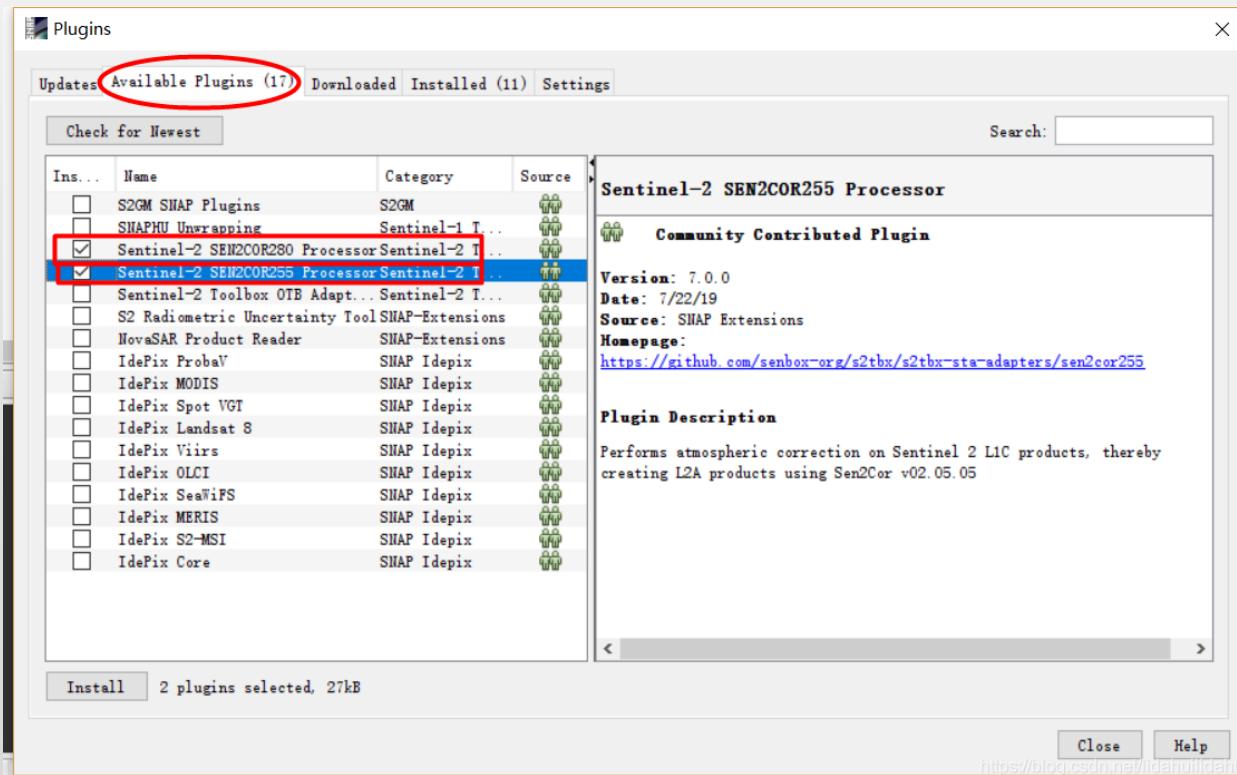
- 1、安装Python3.4，不建议使用Python3.6或者是2.0版本(以防止不兼容)直接打开文件夹，点击安装
- 2、运行SNAP安装程序，按照下列图片提示进行安装，没有给出图片的为默认，直接点击next；



01

配置sen2cor插件

- 1、运行SNAP;
- 2、打开工具栏---> Tools ---> Plugins
- 3、在Plugins窗口 Available Plugins选项卡下，选择SNAP提供的插件sen2corV2.8.0，勾选前面的勾，然后点击下面的install进行安装。
- 4、安装后可以在Optical---->Thematic Land Processing---->Sen2Cor Processor找到Sen2Cor V2.8.0

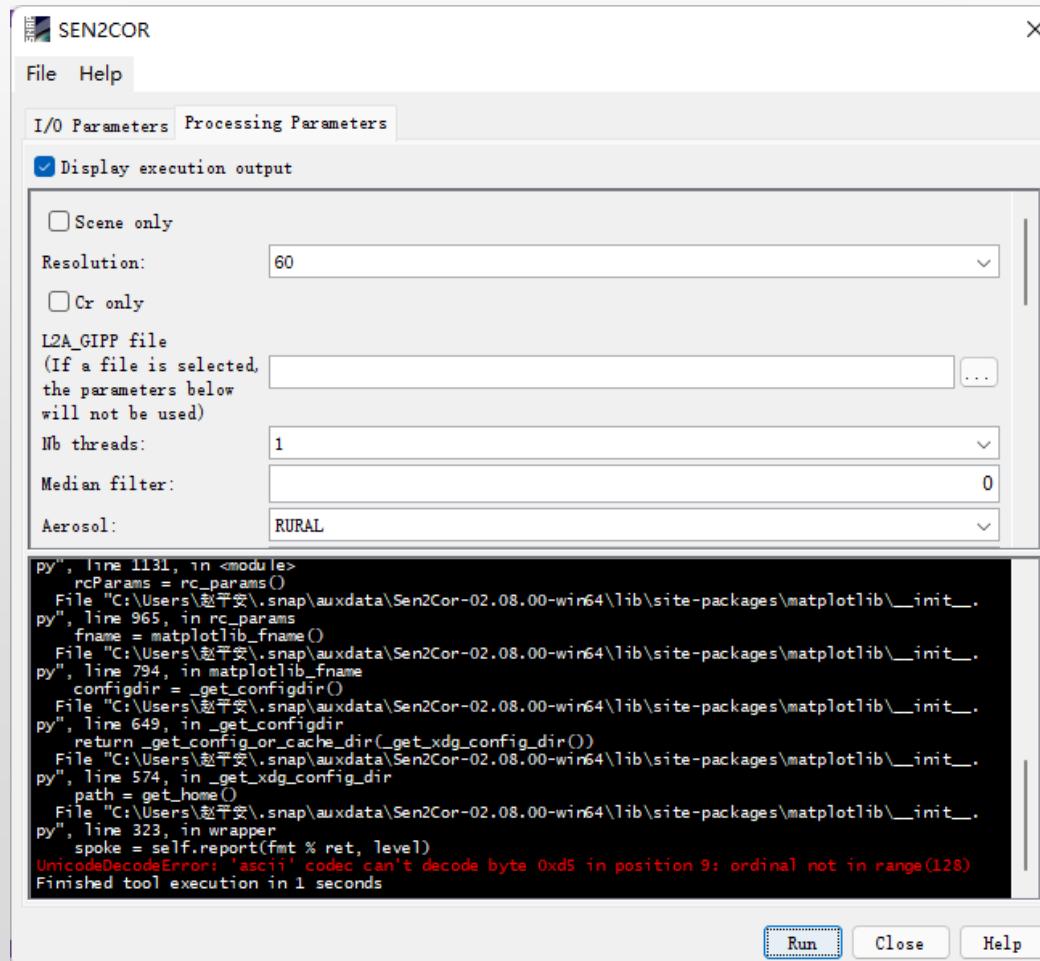


01

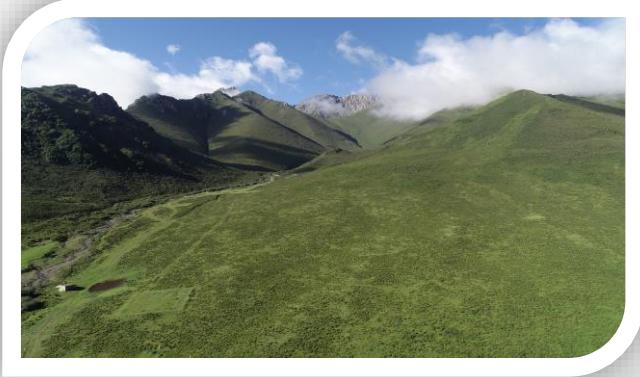
配置sen2cor插件

Ascii字符异常，在

C:\Users\用户\.snap\auxdata\Sen2Cor-02.08.00-win64\Lib\site-packages\glymur\jp2k.py下写入以下代码，点击保存，再次运行



```
import sys
reload(sys)
if sys.getdefaultencoding()!='GB2312':
    sys.setdefaultencoding('GB2312')
```



02 数据下载

Sentinel-2哨兵二号简介

► Sentinel-2 是高分辨率多光谱成像卫星，一颗卫星的重访周期为10天，两颗互补，重访周期为5天。分为2A和2B两颗卫星。2A于2015年6月23日01:52 UTC以“织女星”运载火箭发射升空。2B于2017年3月07日北京时间9时49分 UTC以“织女星”运载火箭发射升空。两者同时进入运行状态后，每5天可完成一次对地球赤道地区的完整成像，而对于纬度较高的地区，这一周期仅需3天。

Sentinel-2哨兵二号波段简介

- Sentinel-2 卫星携带一枚多光谱仪器(MSI)，可覆盖13个光谱波段，地面分辨率分别有10m、20m和60m

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

Sentinel-2哨兵二号产品简介

- Level-1C 是经过正射校正和几何精校正的大气表观反射率产品，并没有进行大气校正。
- Level-2A 主要包含经过大气校正的大气底层反射率数据（Bottom-of-Atmosphere corrected reflectance），但这个L2A数据需要用户根据需求自行生产，为此，ESA发布了专门生产L2A级数据的插件Sen2cor。
- Sen2cor下载地址 <https://step.esa.int/main/snap-supported-plugins/sen2cor/sen2cor-v2-10/>

Sentinel-2哨兵二号数据注册及下载

➤ <https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/self-registration>

➤ 首先在欧空局官网注册一个ESA账号才能下载数据(官网下载，浏览器建议选择用google浏览器或火狐浏览器)

The screenshot shows the registration form for the Copernicus Open Access Hub. At the top, there are logos for ESA and Copernicus, and a link to 'Register new account'. Below the header, a message states: 'Sentinel data access is free and open to all.' It explains that after registration, an email will be sent to validate the email address, allowing data download. It specifies character restrictions for the Username and Password fields. The form contains the following fields:

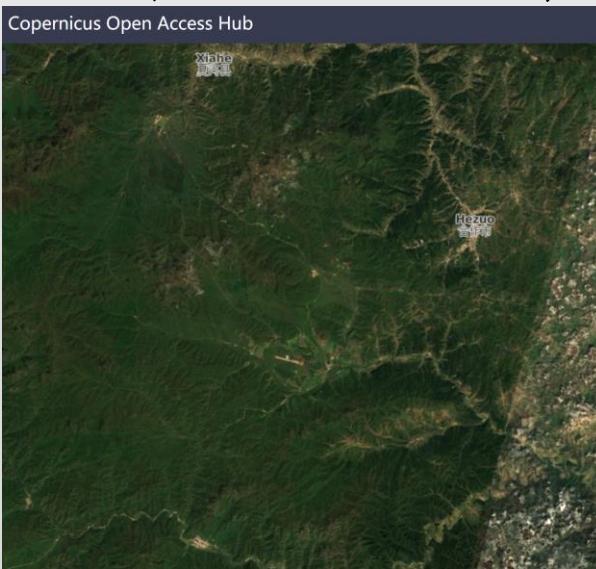
- Firstname (text input)
- Lastname (text input)
- Username (text input)
- Password (text input)
- Confirm Password (text input)
- E-mail (text input)
- Confirm E-mail (text input)
- Select Domain (dropdown menu)
- Select Usage (dropdown menu)
- Select your country (dropdown menu)

At the bottom, a note says: 'By registering in this website you are deemed to have accepted the T&C for Sentinel data use.' A 'REGISTER' button is at the very bottom right.

Sentinel-2哨兵二号数据下载

1、通过欧空局<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home>搜索目标区域影像，进行下载；

- 鼠标拖动绘制搜索区域，找到甘南州合作市附近
- 点击筛选图标输入筛选日期、传感器卫星等参数，完成后点击查找图标
- 本次实验的图像选择是2020年的



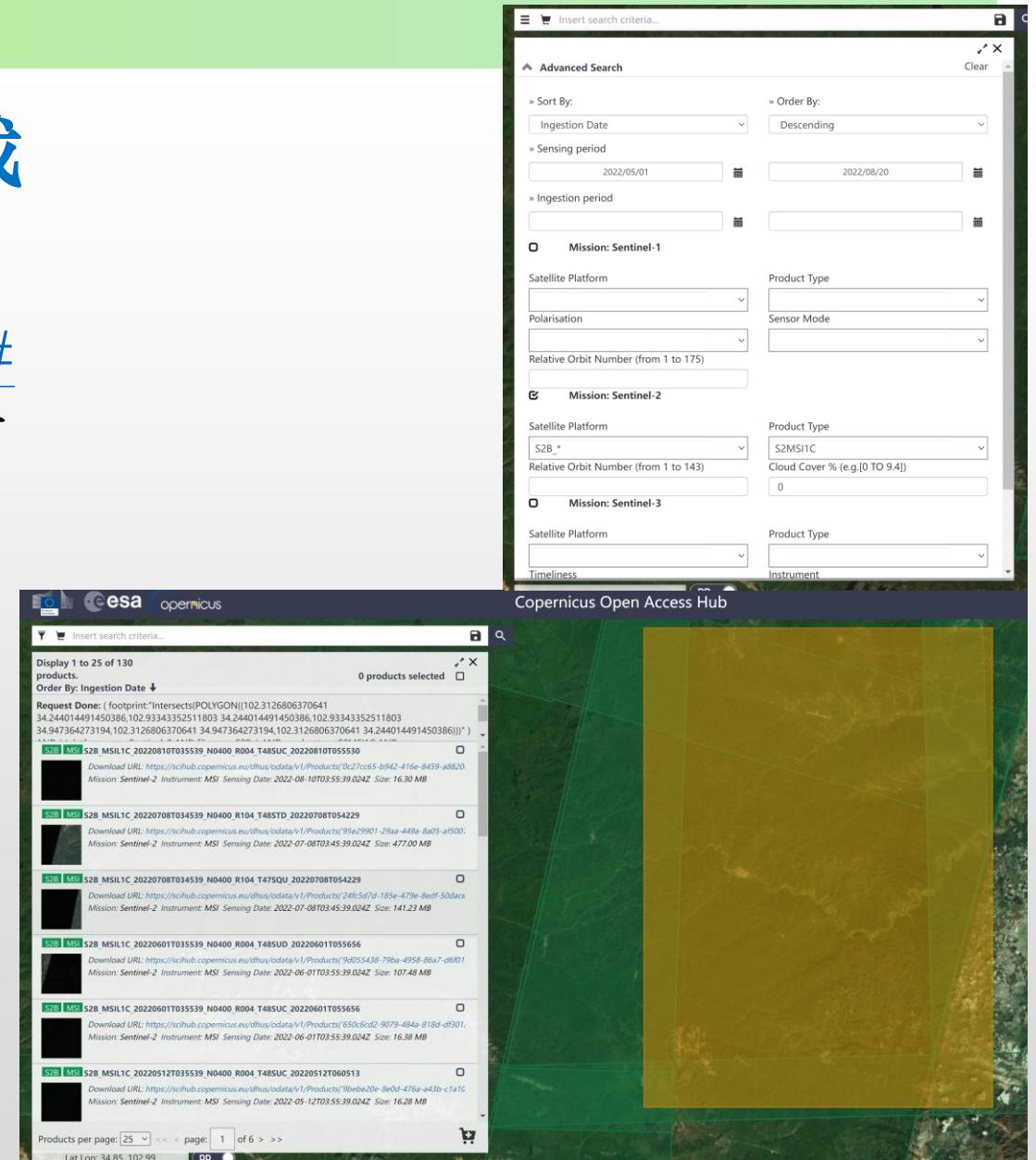
Sentinel-2哨兵二号数据下载

1、通过欧空局

<https://scihub.copernicus.eu/dhus/#/home> 搜索目标区域影像，进行下

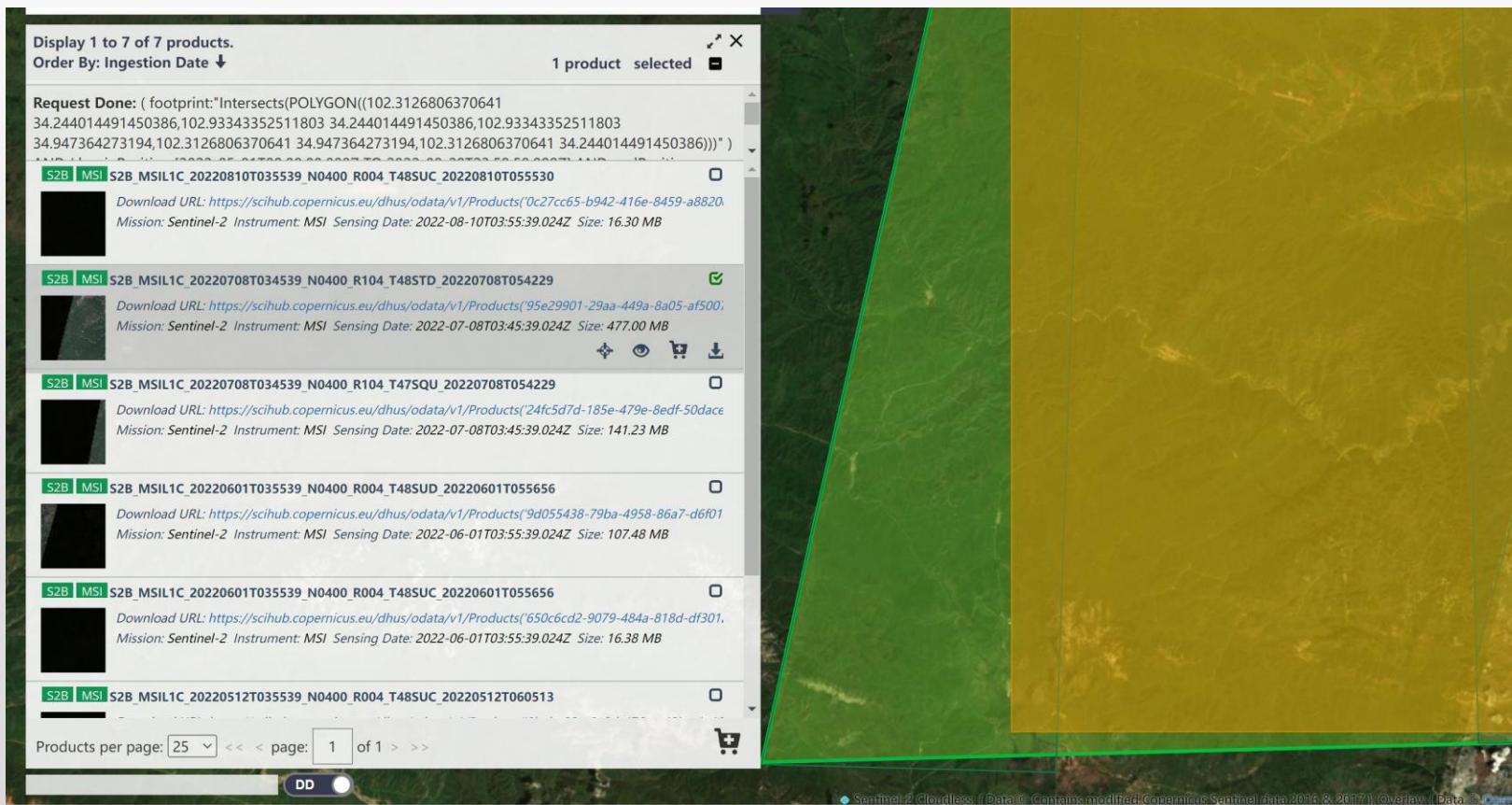
载；

- 鼠标拖动绘制搜索区域，找到甘南州合作市附近
- 点击筛选图标输入筛选日期、传感器卫星等参数，完成后点击查找图标
- 本次实验的图像选择是2022年07月08日的哨兵2 S2B影像
- 一张0云量的图像



Sentinel-2哨兵二号数据下载

2、点击对勾，将数据添加至待下载列表。



Sentinel-2哨兵二号数据下载

3、在下载列表中，点击对勾，点击下载，获取下载权限，需要半小时左右；

4、获取权限后，影像下载任务背景由灰色变为白色，表示可以下载；

本次实验的图像已经下载完毕，位于**哨兵2示例图片**文件夹中。

➤ 下载时间段最好是凌晨4-8点钟，白天其他时间段下载影像数据非常慢,速度只有120KB/s左右，而且只能同时下载2幅影像，同时下载多幅影像会报错)



03 数据预处理

02

数据预处理--数据格式转换

- 下载后的哨兵2号数据产品级别为Level-1C (L1C) 数据。要转换成L2A级产品需要用户自己进行处理生产。（L2A级数据主要包含经过辐射定标和大气校正的大气底层反射率数据（Bottom-of-Atmosphere corrected reflectance））如果是2A数据可以跳过该步骤，
 - 本次实验选择的是L1C数据，需进行进一步处理

S2A MSI S2A_MSIL2A_20200828T040551_N0214_R047_T47 SMC_20200828T062156 □



Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('f873c1db-71ce-4cb6-9bd4-1535ec3322ca'\)](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('f873c1db-71ce-4cb6-9bd4-1535ec3322ca')).
Mission: Sentinel-2 Instrument: MSI Sensing Date: 2020-08-28T04:05:51.024Z Size: 869.22 MB

✖️ ⚡ 🛒 ⏪

S2A MSI S2A_MSIL2A_20200828T040551_N0214_R047_T47 SNC_20200828T062156 □



Download URL: [https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products\('66134b54-7033-45c5-a395-0efa1b6fe1a0'\)](https://scihub.copernicus.eu/dhus/odata/v1/Products('66134b54-7033-45c5-a395-0efa1b6fe1a0')).
Mission: Sentinel-2 Instrument: MSI Sensing Date: 2020-08-28T04:05:51.024Z Size: 1.09 GB

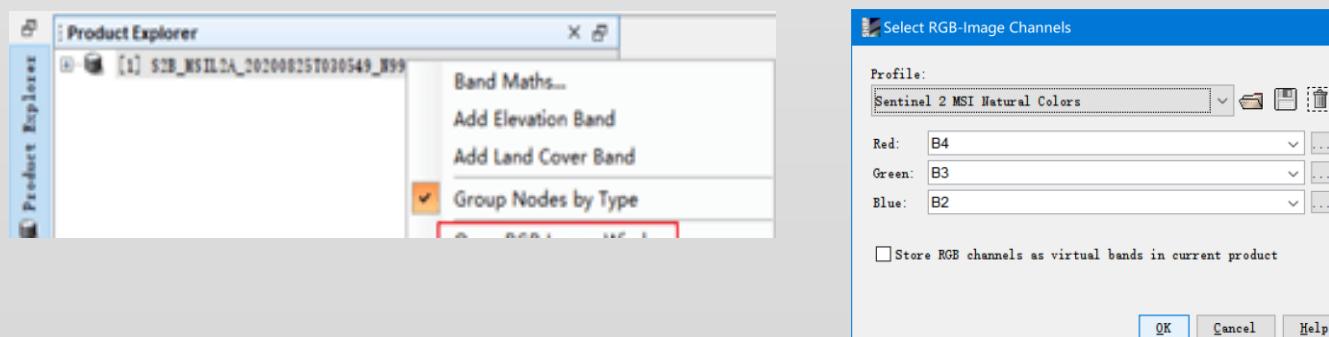
- 哨兵的格式转换主要通过SNAP软件进行处理：
- 打开先前我们安装好的Snap软件
- 导入影像， 打开Import→ Optical Sensors→ Sentinel-2→S2-MSI-L1C



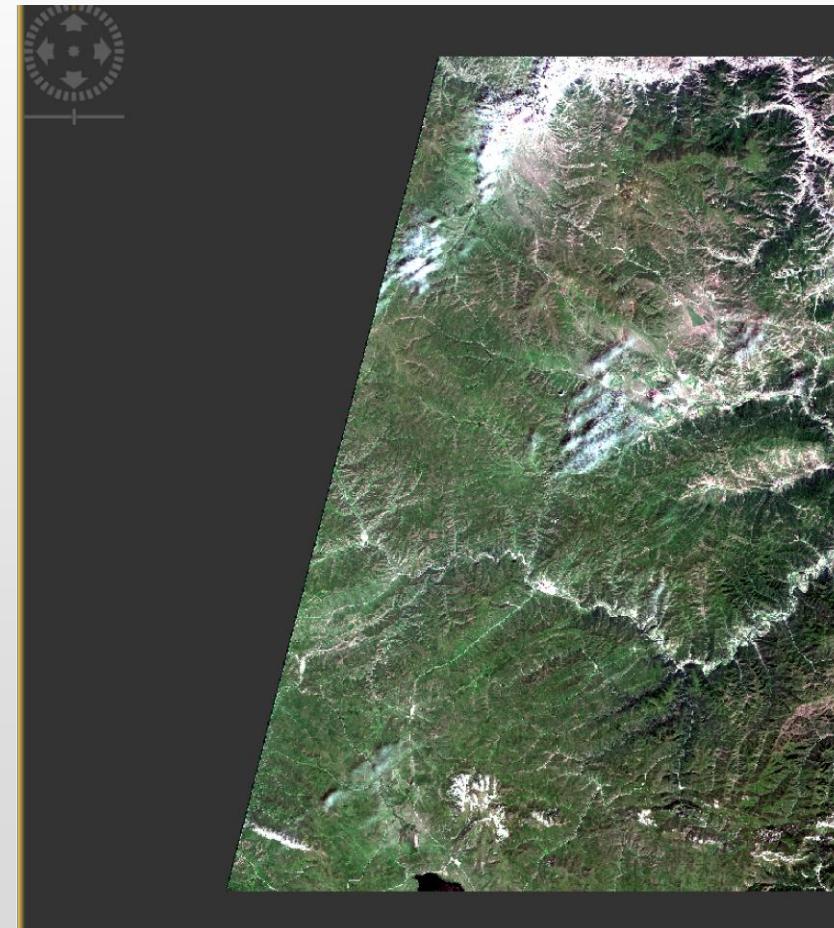
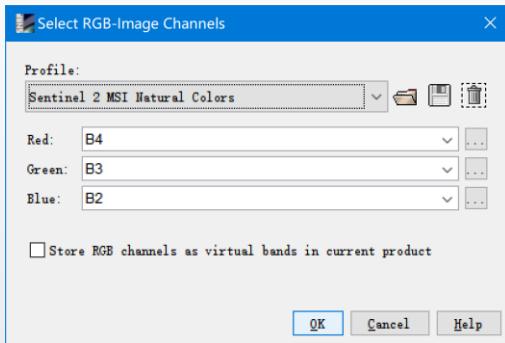
➤ 打开以MTD开头的以.XML结尾的文件，在Product Explorer中可以看到影像的相关属性信息



➤ 右键导入的文件→Open RGB Image Window，使影像以真彩色显示



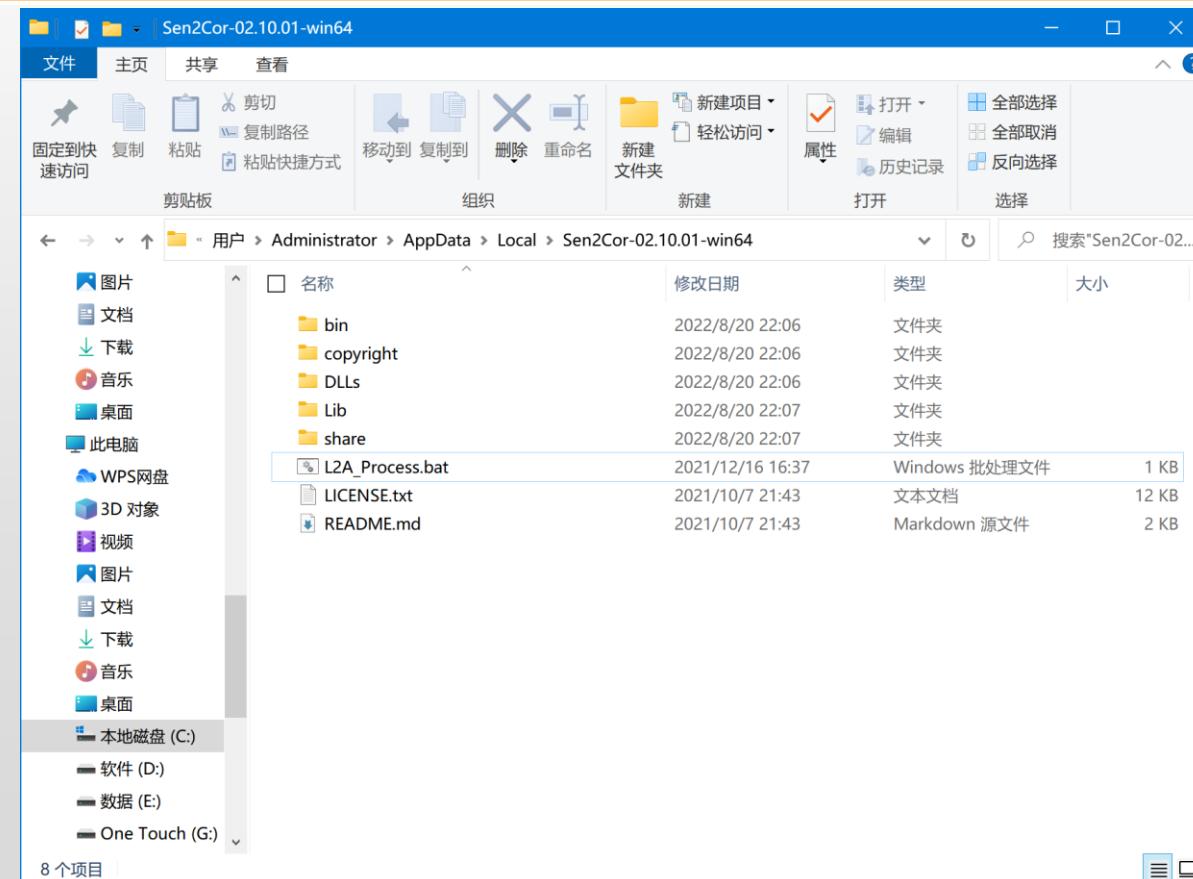
➤ 右键 导入的文件—>Open RGB Image Window，使影像以真彩色显示



数据预处理一大气校正

打开Sen2cor插件文件夹，将其放置在用户文件夹下，双击运行L2A_Process文件

C:\Users\Administrator\AppData\Local\



打开命令提示符CMD(win+R)，在cmd内切换到路径到Sen2Cor-2.4.0-win64，具体命令如下： cd 路径。

1. 输入：

cd

C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64

2. 输入命令：

L2A_Process – help

如果返回以下结果（见图）且无报错，那么即为配置成功。否则跳转至方法二进行配置。

```

C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64>L2A_Process --help
C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64\Lib\site-packages\sen2cor\cfg\l2a_gipp.xml -> C:\Users\Administrator\Documents\sen2cor\2.10\cfg\l2a_gipp.xml
复制了 1 个文件
usage: L2A_Process.py [-h] [--mode MODE] [--resolution {10, 20, 60}]
                      [--datastrip DATASTRIP] [--tile TILE]
                      [--output_dir OUTPUT_DIR] [--work_dir WORK_DIR]
                      [--img_database_dir IMG_DATABASE_DIR]
                      [--res_database_dir RES_DATABASE_DIR]
                      [--processing_centre PROCESSING CENTRE]
                      [--archiving_centre ARCHIVING CENTRE]
                      [--processing_baseline PROCESSING BASELINE] [--raw]
                      [--tif] [--sc_only] [--sc_classic] [--sc_cog]
                      [--cr_only] [--debug] [--GIP_L2A GIP_L2A]
                      [--GIP_L2A_SC GIP_L2A_SC] [--GIP_L2A_AC GIP_L2A_AC]
                      [--GIP_L2A_PB GIP_L2A_PB]
                      input_dir

Sen2Cor. Version: 02.10.01, created: 2021.12.13, supporting Level-1C product
version 14.2 - 14.9.

positional arguments:
  input_dir           Directory of Level-1C input

optional arguments:
  -h, --help          show this help message and exit
  --mode MODE         Mode: generate_datastrip, process_tile
  --resolution {10, 20, 60}
                      Target resolution, can be 10, 20 or 60m. If omitted,
                      only 20 and 10m resolutions will be processed
  --datastrip DATASTRIP
                      Datastrip folder
  --tile TILE         Tile folder
  --output_dir OUTPUT_DIR
                      Output directory
  --work_dir WORK_DIR
                      Work directory
  --img_database_dir IMG_DATABASE_DIR
                      Database directory for L1C input images
  --res_database_dir RES_DATABASE_DIR
                      Database directory for results and temporary products
  --processing_centre PROCESSING CENTRE
                      Processing centre as regex: ^[A-Z_]{4}$, e.g. "SGS_"
  --archiving_centre ARCHIVING CENTRE
                      Archiving centre as regex: ^[A-Z_]{4}$, e.g. "SGS_"
  --processing_baseline PROCESSING BASELINE
                      Processing baseline in the format: "dd.dd", where
                      d=[0:9]
  --raw               Export raw images in rawl format with ENVI hdr
  --tif               Export raw images in TIFF format instead of JPEG-2000
  --sc_only           Performs only the scene classification at 60 or 20m
                      resolution
  --sc_classic        Performs scene classification in Sen2Cor 2.9 mode
  --sc_cog            Export SCL image in COG format instead of JPEG_2000
  --cr_only           Performs only the creation of the L2A product tree, no
                      processing
  --debug             Performs in debug mode
  --GIP_L2A GIP_L2A   Select the user GIPP
  --GIP_L2A_SC GIP_L2A_SC

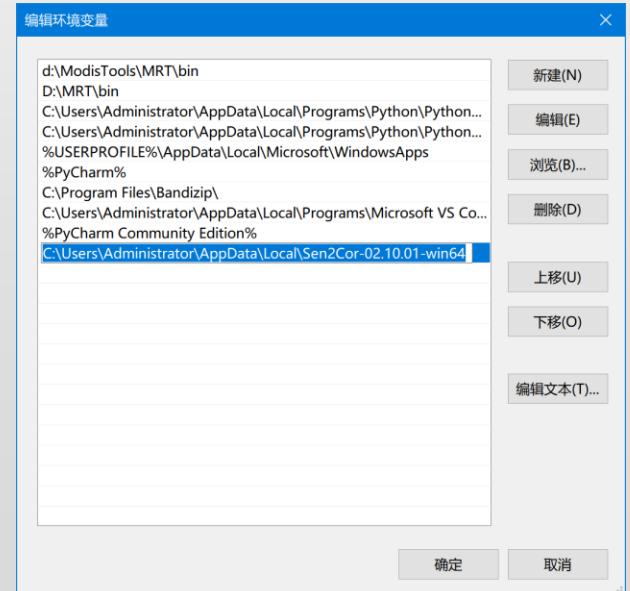
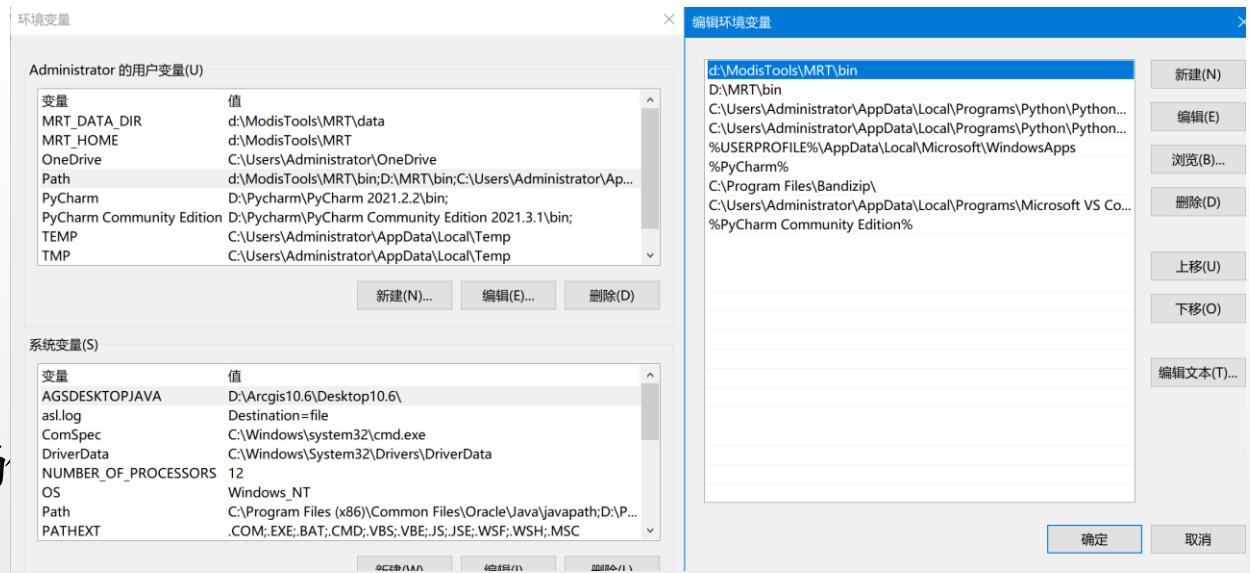
```

数据预处理一大气校正

配置成功后打开我的电脑-右击，属性-高级系统设置，选择环境变量-Path-编辑，

然后将Sen2cor-2.4.0-win64文件夹的路径添加到变量值，保存。

C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64



数据预处理一大气校正

处理命令，L2A_Process.bat+ “下载的L1C的位置”（注意，处理中路径最好不要出现中文字符）

L2A_Process.bat

G:\S2B_MSIL1C_20220708T034539_N0400_R104_T48STD_20220708T054229.SAFE

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - L2A_Process.bat G:\S2B_MSIL1C_20220708T034539_N0400_R104_T48STD_20220708T054229.SAFE
Microsoft Windows [版本 10.0.19043.1151]
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>cd C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64
C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64>L2A_Process.bat G:\S2B_MSIL1C_20220708T034539_N0400_R104_T48STD_20220708T054229.SAFE
Sen2Cor. Version: 02.10.01, created: 2021.12.13, supporting Level-1C product version 14.2 – 14.9 started ...
Product version: 14.9
Operation mode: TOOLBOX
Processing baseline: 99.99
Progress[%]: 0.00 : Generating datastrip metadata
L2A datastrip successfully generated
No resolution specified, will process 20 and 10 m resolution
20 m resolution will be downsampled to 60 m
Progress[%]: 0.07 : PID=12984, L2A_ProcessTile: processing with resolution 20 m, elapsed time[s]: 1.725, total: 0:00:08.864000
Progress[%]: 0.07 : PID=12984, L2A_ProcessTile: start of pre processing, elapsed time[s]: 0.001, total: 0:00:08.865000
Progress[%]: 0.07 : PID=12984, L2A_Tables: start import, elapsed time[s]: 0.040, total: 0:00:08.905000
Progress[%]: 0.10 : PID=12984, L2A_Tables: band B01 imported, elapsed time[s]: 0.772, total: 0:00:09.677000
Progress[%]: 0.22 : PID=12984, L2A_Tables: band B02 imported, elapsed time[s]: 3.147, total: 0:00:12.824000
```

数据预处理一大气校正

该界面即显示开始大气校正，这是一张影像的校正
大约需要30分钟一张，依电脑配置决定
处理完毕的图像会在L1C图像相同的目录下生成，并以L2A开始命
名 生成完毕会显示 successfully

```
C:\Windows\system32\cmd.exe - L2A_Process.bat G:\S2B_MSIL1C_20220708T034539_N0400_R104_T48STD_20220708T054229.SAFE
Microsoft Windows [版本 10.0.19043.1151]
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。

C:\Users\Administrator>cd C:\Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64

C:\Users\Administrator>L2A_Process.bat G:\S2B_MSIL1C_20220708T034539_N0400_R104_T48STD_20220708T054229.SAFE
Sen2Cor. Version: 02.10.01, created: 2021.12.13, supporting Level-1C product version 14.2 – 14.9 started ...
Product version: 14.9
Operation mode: TOOLBOX
Processing baseline: 99.99
Progress[%]: 0.00 : Generating datastrip metadata
L2A datastrip successfully generated
No resolution specified, will process 20 and 10 m resolution
20 m resolution will be downsampled to 60 m
Progress[%]: 0.07 : PID-12984, L2A_ProcessTile: processing with resolution 20 m, elapsed time[s]: 1.725, total: 0:00:08.864000
Progress[%]: 0.07 : PID-12984, L2A_ProcessTile: start of pre processing, elapsed time[s]: 0.001, total: 0:00:08.865000
Progress[%]: 0.07 : PID-12984, L2A_Tables: start import, elapsed time[s]: 0.040, total: 0:00:08.905000
Progress[%]: 0.10 : PID-12984, L2A_Tables: band B01 imported, elapsed time[s]: 0.772, total: 0:00:09.677000
Progress[%]: 0.22 : PID-12984, L2A_Tables: band B02 imported, elapsed time[s]: 3.147, total: 0:00:12.824000
```

rogress[%]: 34.30 : PID-12984, L2A_Tables: stop export, elapsed time[s]: 0.110, total: 0:14:41.885000
rogress[%]: 100.00 : Application terminated successfully.

: \Users\Administrator\AppData\Local\Sen2Cor-02.10.01-win64>

数据预处理—批量大气校正情况

需要批量大气校正时，做法和单张处理是类似的

```
for /D %s in (F:\L1C\S2A_MSIL1C*) do L2A_process %s
```

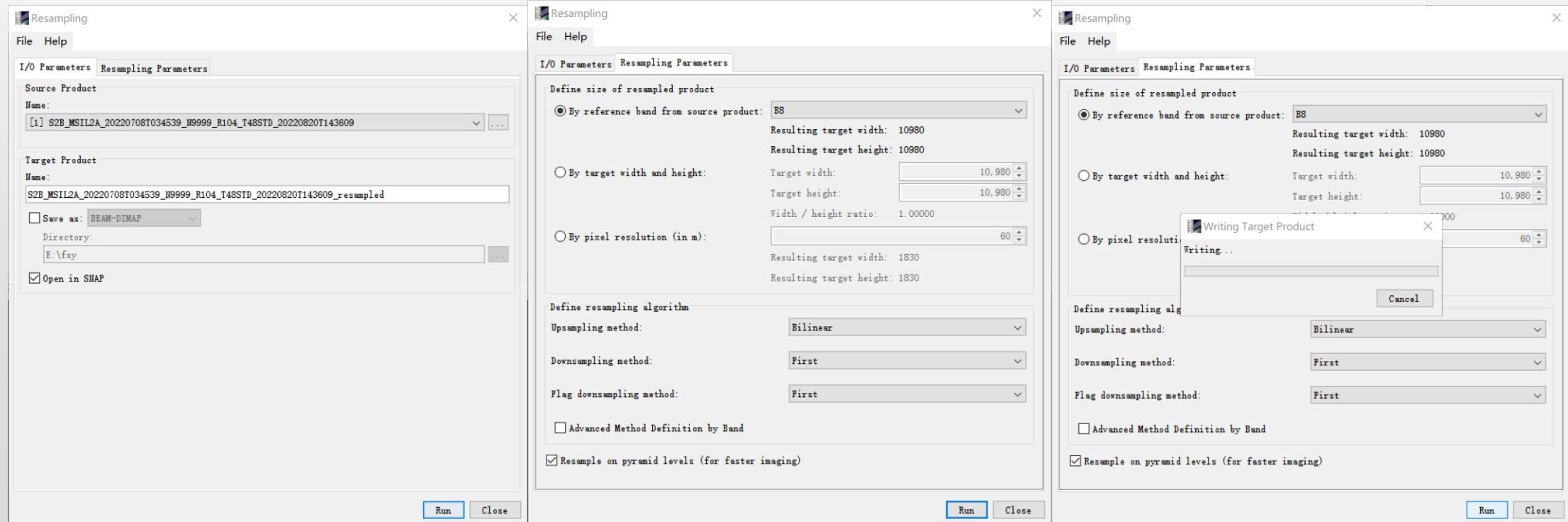
注释：（）中填写L1C数据所在地址，注意，这里是S2A数据，当使用S2B数据时后面需要调整S2B_MSIL1C*

批量处理的结果，生成的L2A文件会和L1C位于同一目录下

```
(c) Microsoft Corporation。保留所有权利。
C:\Users\xiaochi>F:
F:\>cd S2B\Sen2Cor-02.08.00-win64
F:\S2B\Sen2Cor-02.08.00-win64>for /D %s in (F:\L1C\S2A_MSIL1C*) do L2A_process %s
F:\S2B\Sen2Cor-02.08.00-win64>L2A_process F:\L1C\S2A_MSIL1C_20210527T030541_N0300_R075_T49SGA_2021052
Sentinel-2 Level 2A Processor (Sen2Cor). Version: 2.8.0, created: 2019.02.20, supporting Level-1C pro
    14.5 started ...
Product version: 14.5
Operation mode: TOOLBOX
Processing baseline: 99.99
Progress[%]: 0.00 : Generating datastrip metadata
L1C datastrip found, L2A datastrip successfully generated
No resolution specified, will process 20 and 10 m resolution
20 m resolution will be downsampled to 60 m
```

数据预处理—重采样影像

我们需要将处理好的L2A影像进行重采样，使得每个波段的分辨率均为10m。若以B1波段重采样的话，结果所有波段都会为60m分辨率，数据质量会下降。而设置为10m或者以B2波段重采样，结果波段的空间分辨率变为10m，这对于非10m分辨率的波段，虽然分辨率提高了，但实质并无变化。所以，所有的波段全部采样为B8波段的分辨率10m

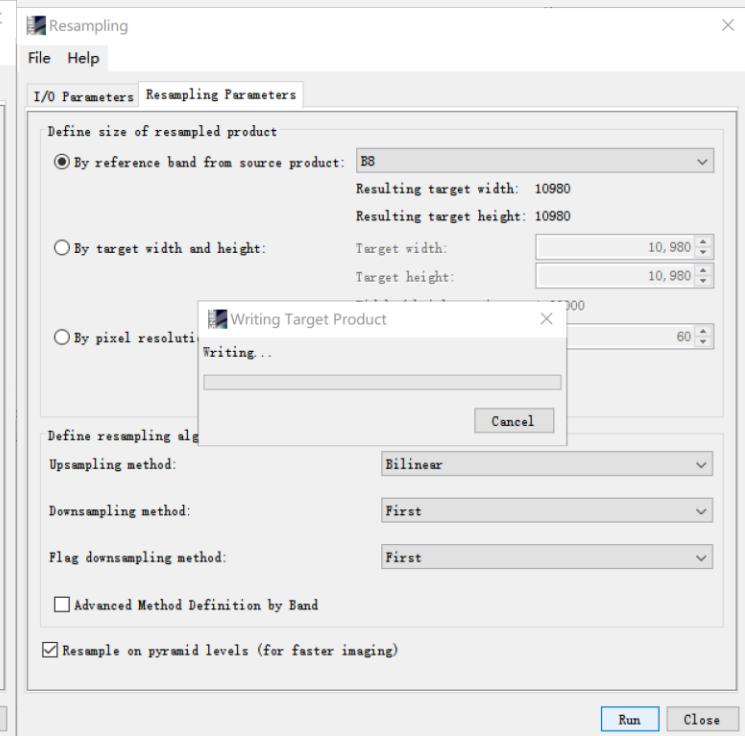
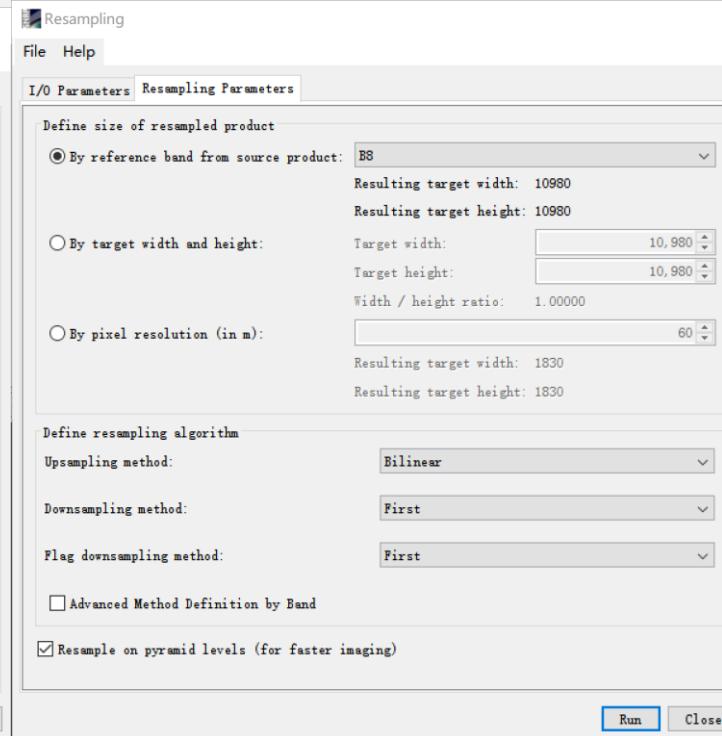
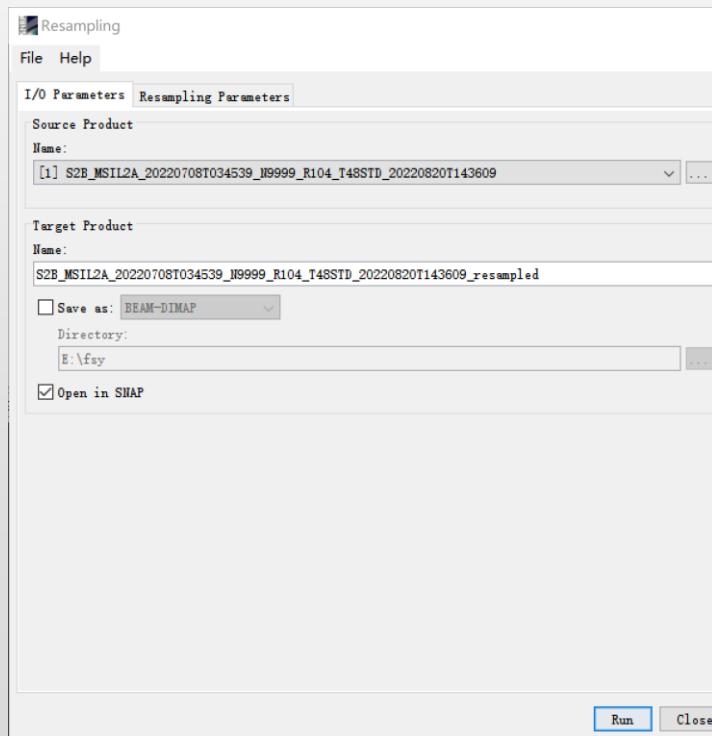


打开SNAP

首先打开刚才处理好的L2A影像

Raster--->GO--->Resampling；采用双线性内插bilinear

S2B_MSIL2A_20220708T034539_N9999_R104_T48STD_20220820T143609.SAFE



02

数据预处理—影像质量控制，去云处理

我们会获得一个带有Resampled后缀的文件

[2] S2B_MSIL2A_20220708T034539_N9999_R104_T48STD_20220820T143609_resampled

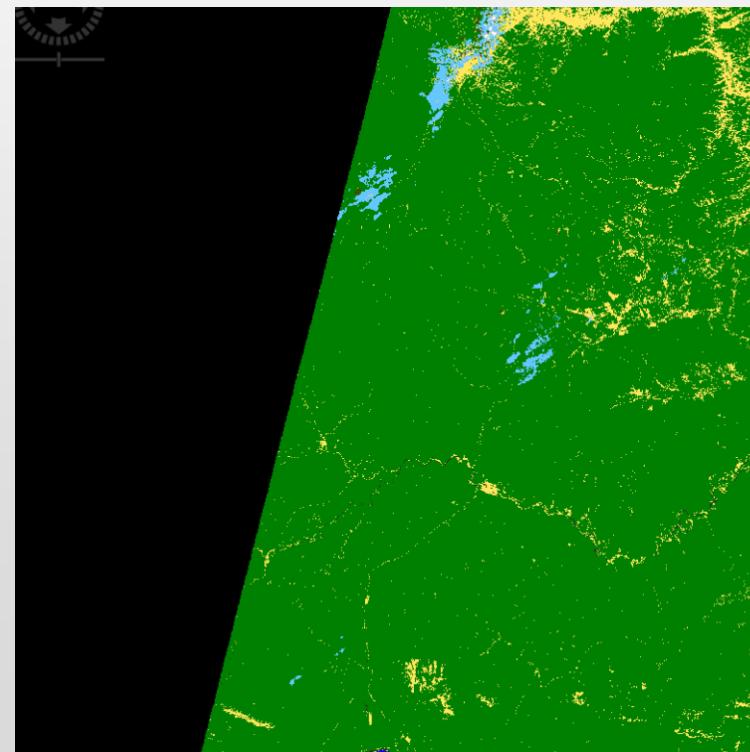
接下来，我们需要对影像进行去云处理，首先找到quality_scene_classification波段→右键open image window，这是云检测波段的图像，我们将通过它进行去云

S2B_MSIL2A_20220708T034539_N9999_R104_T48STD_20220820T143609_resampled

- Metadata
- Index Codings
- Vector Data
- Bands
 - sun
 - view
 - quality
 - quality_sot
 - quality_vvp
 - quality_cloud_confidence
 - quality_snow_confidence
 - quality_scene_classification
 - B1 (443 nm)
 - B2 (490 nm)
 - B3 (560 nm)
 - B4 (665 nm)
 - B5 (705 nm)
 - B6 (740 nm)
 - B7 (783 nm)
 - B8 (842 nm)
 - B8A (865 nm)
 - B9 (945 nm)

Navigation - [2] quality_scene_classification Colour Manipulation - [2] quality_scene_classification Layer Editor World Map

Label	Colour	Value	Frequency	Description
NO DATA		0	37.983%	No data
SATURATED...	Red	1	0.000%	Saturated...
DARK_FEA...	Black	2	0.068%	Dark fea...
CLOUD_SHADOW	Brown	3	0.034%	Cloud shadow
VEGETATION	Green	4	58.204%	Vegetation
NOT_VEGET...	Yellow	5	2.981%	Not veget...
WATER	Blue	6	0.044%	Water
UNCLASSIFIED	Grey	7	0.007%	Unclassified
CLOUD_MED...	Light Blue	8	0.027%	Cloud (me...
CLOUD_HIG...	Light Green	9	0.010%	Cloud (hi...
THIN_CIRRUS	Cyan	10	0.642%	Thin cirrus
SNOW_ICE	Pink	11	0.000%	Snow or Ice



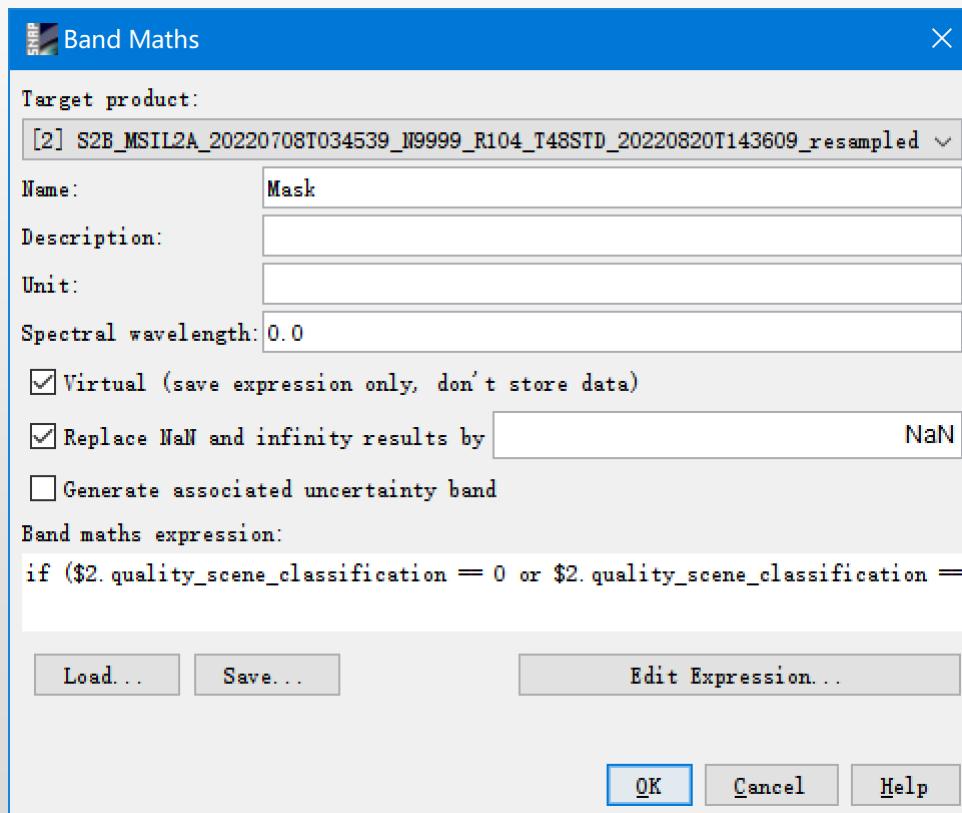
02

数据预处理—影像质量控制，去云处理

我们会获得一个带有Resampled后缀的文件

quality_scene_classification 波段 → 右键 Band Maths

命名为 Mask，并且将右侧的表达式粘贴在 Band maths expression 中，点击确定

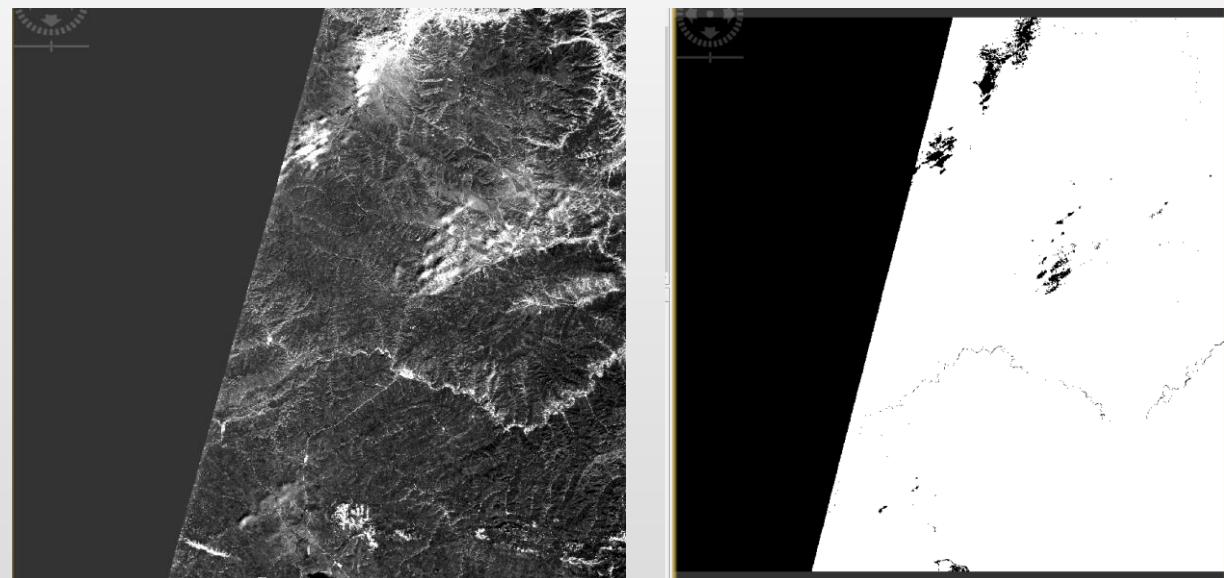
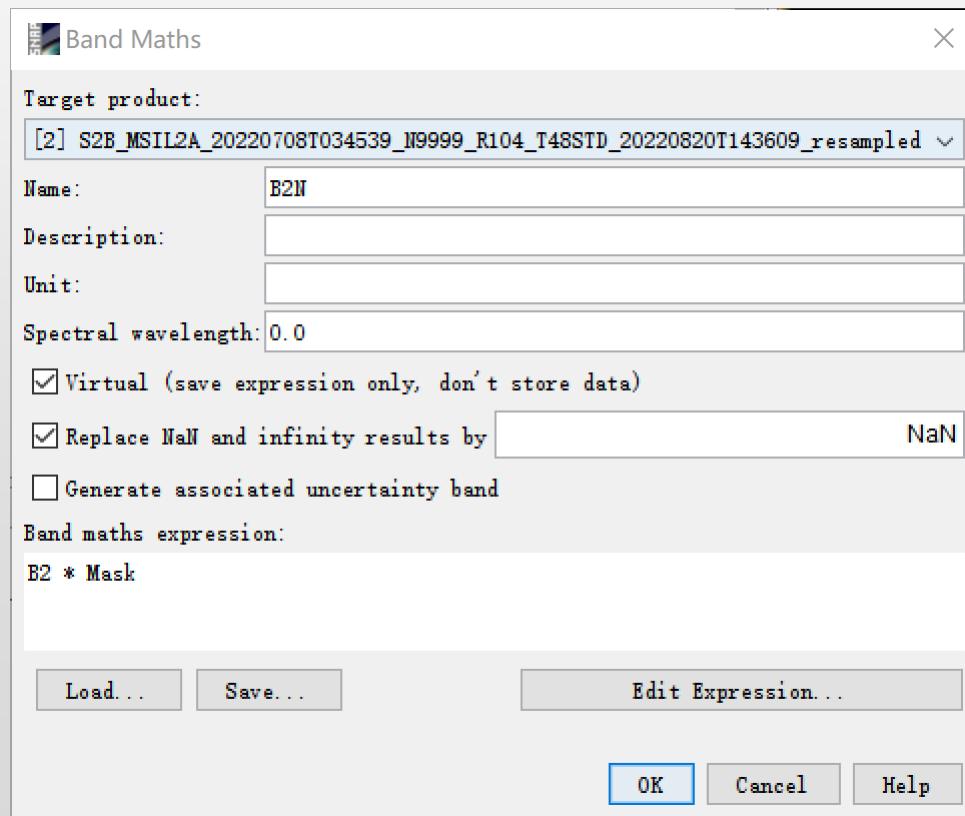


```
if ($2.quality_scene_classification == 0 or  
$2.quality_scene_classification == 1 or  
$2.quality_scene_classification == 2 or  
$2.quality_scene_classification == 3 or  
$2.quality_scene_classification == 8 or  
$2.quality_scene_classification == 9 or  
$2.quality_scene_classification == 10) then  
    0 else 1
```

数据预处理—影像质量控制，去云处理

我们会获得一个Mask波段，其中，白色的位置表示无云，黑色的位置表示有积云和卷云

接下来，我们点击B2波段→右键Band maths，
将新波段命名为B2N，将其与Mask波段相乘



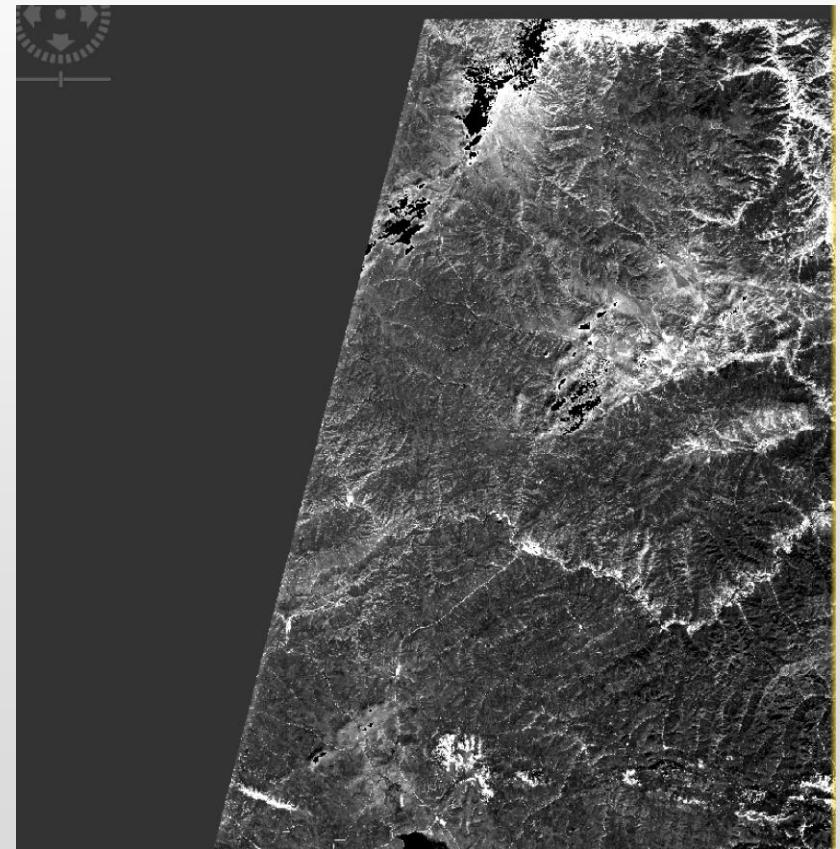
数据预处理—影像质量控制，去云处理

我们会获得一个Mask波段，其中，白色的位置表示无云，黑色的位置表示有积云和卷云

接下来，我们点击B2波段→右键Band maths，将新波段命名为B2N，将其与**Mask波段**相乘

可以看到，图中有云的位置已经被去除了变为黑色的区域，现在B2波段图像的云被去除了，

我们需要将所有波段与Mask波段相乘，得到所有的无云图像(B1~B12)



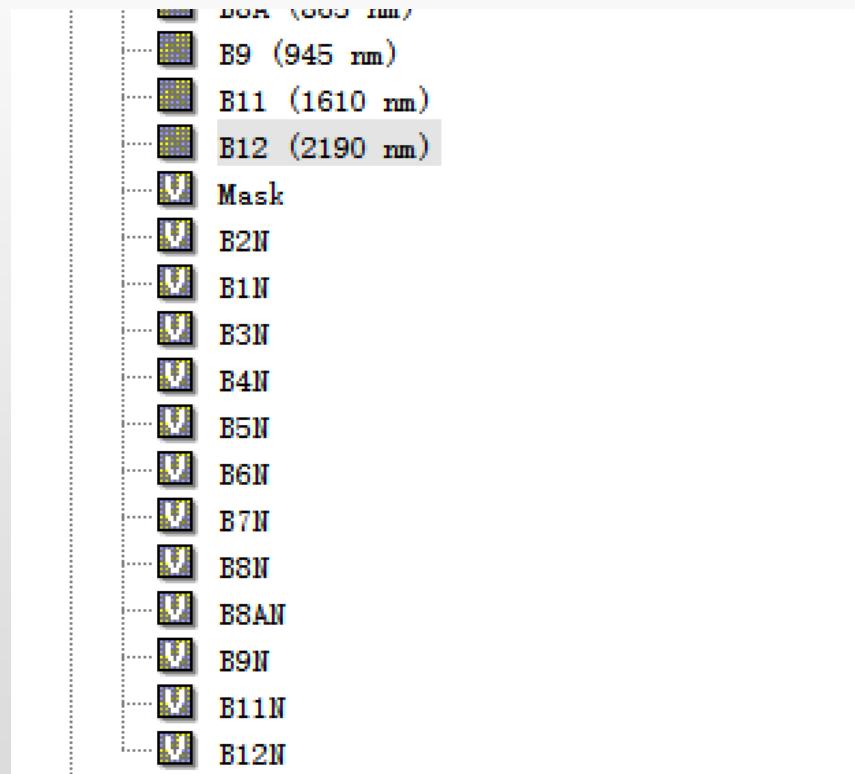
数据预处理—影像质量控制，去云处理

我们会获得一个Mask波段，其中，白色的位置表示无云，黑色的位置表示有积云和卷云

接下来，我们点击B2波段→右键Band maths，将新波段命名为B2N，将其与**Mask**波段相乘

可以看到，图中有云的位置已经被去除了变为黑色的区域，现在B2波段图像的云被去除了，

我们需要将所有波段与Mask波段相乘，得到所有的无云图像(B1N~B12N)



数据预处理—常用植被指数的计算

接下来我们需要计算集中常用的植被指数，

$$\text{NDVI} = \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red}}$$

$$\text{NDWI} = \frac{\text{Green} - \text{NIR}}{\text{Green} + \text{NIR}}$$

$$\text{NDBI} = \frac{\text{SWIR} - \text{NIR}}{\text{SWIR} + \text{NIR}}$$

$$\text{SAVI} = 1.6 \times \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + \text{Red} + 0.6}$$

$$\text{EVI} = 2.5 \times \frac{\text{NIR} - \text{Red}}{\text{NIR} + 6 \times \text{Red} - 7.5 \times \text{Blue} + 1}$$

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

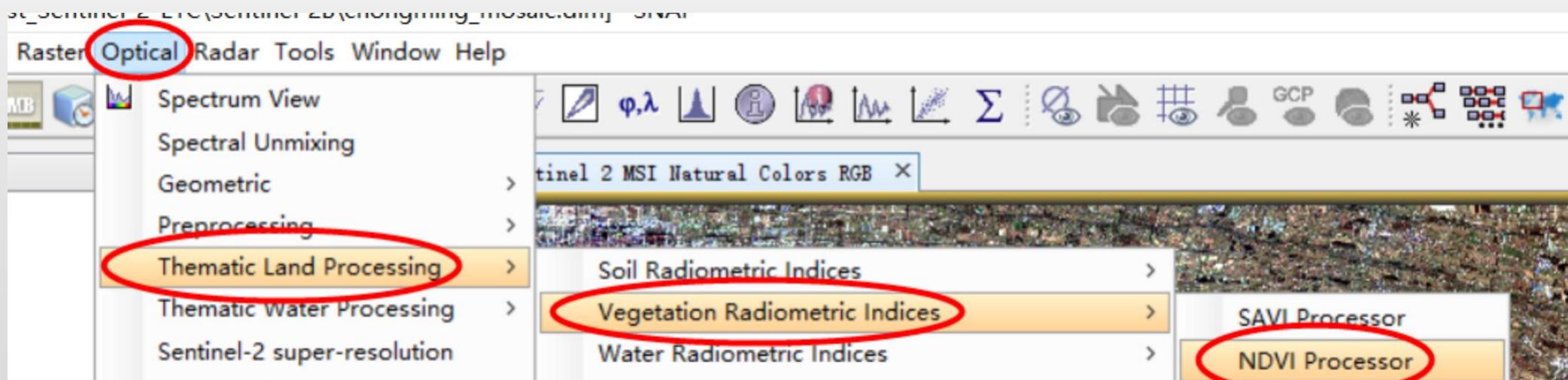
本次实验，我们以NDVI作为实例，用两种方法进行计算

数据预处理—常用植被指数的计算NDVI

方法1—通过NDVI Processor 工具进行计算：

选择Optical—>Thematic Land Processing—>Vegetation Radiometric Indices—>NDVI Processor。

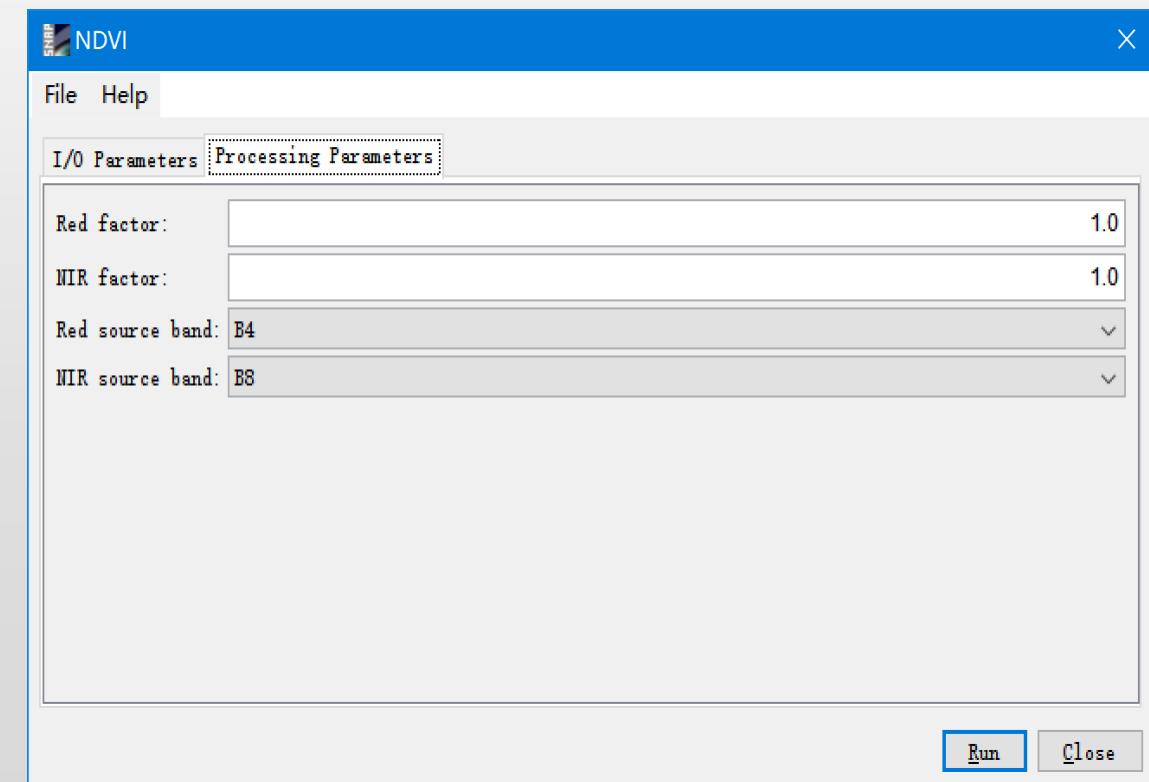
此外，还可以在Vegetation Radiometric Indices（植被辐射指数）找到许多定义好的植被指数计算工具。



方法1—通过NDVI Processor 工具进行计算：

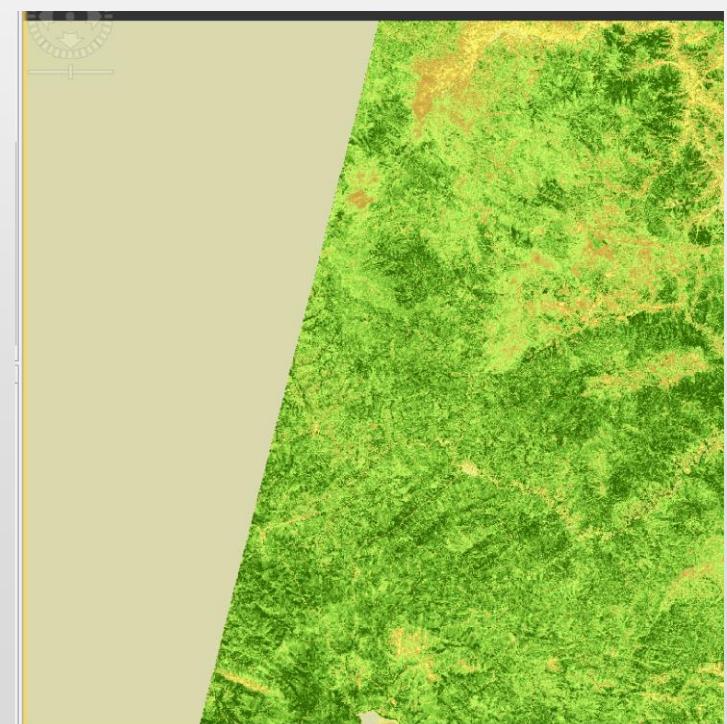
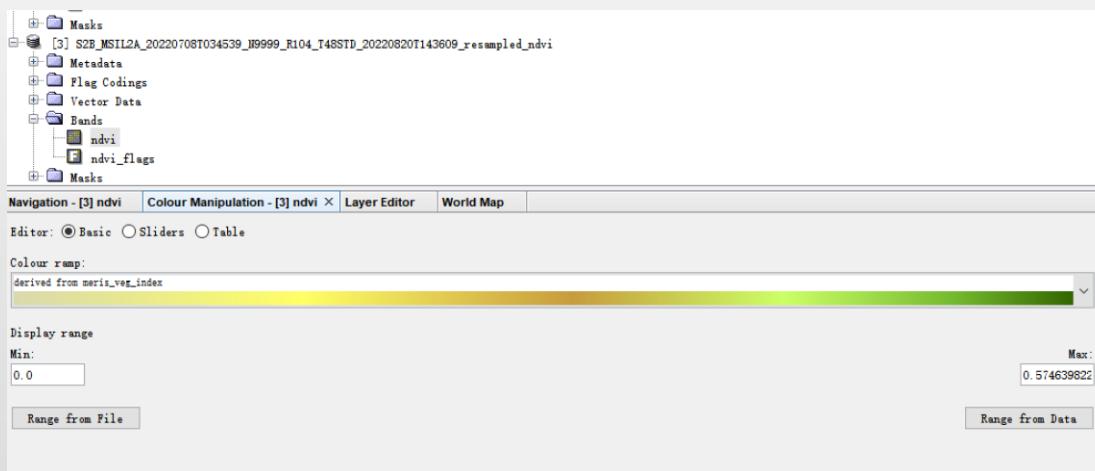
选择Optical—>Thematic Land Processing—>Vegetation Radiometric Indices—>NDVI Processor。

I/O Parameters保持默认即可，这样我们即可获得NDVI的影像



方法1—通过NDVI Processor 工具进行计算：
我们获得NDVI的影像

可以在下方的Band→ndvi右键→Open Image Window→展示图像→左下方的Colour Manipulation-ndvi可以调整配色，可以调整为自己喜欢的色带。

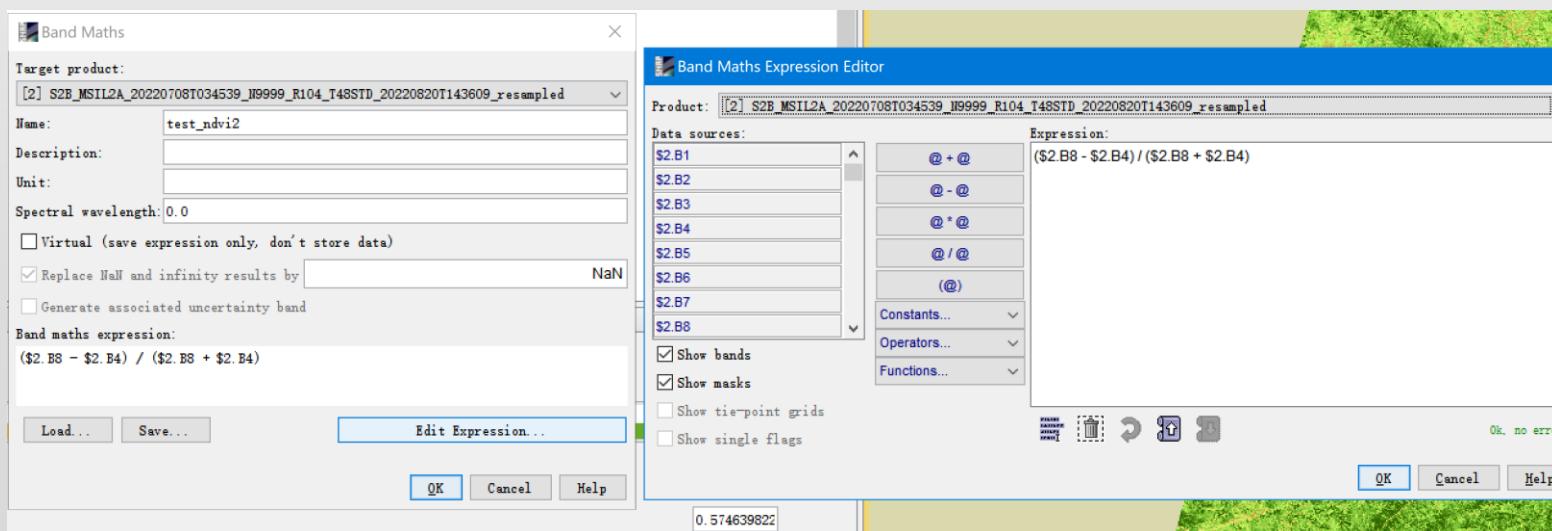


方法2—通过Band Maths工具进行计算：

使用波段代数（Band Maths）工具可以自定义计算各种代数表达式（数值表达式，关系表达式、逻辑表达式等）。和先前的去云方法是类似的

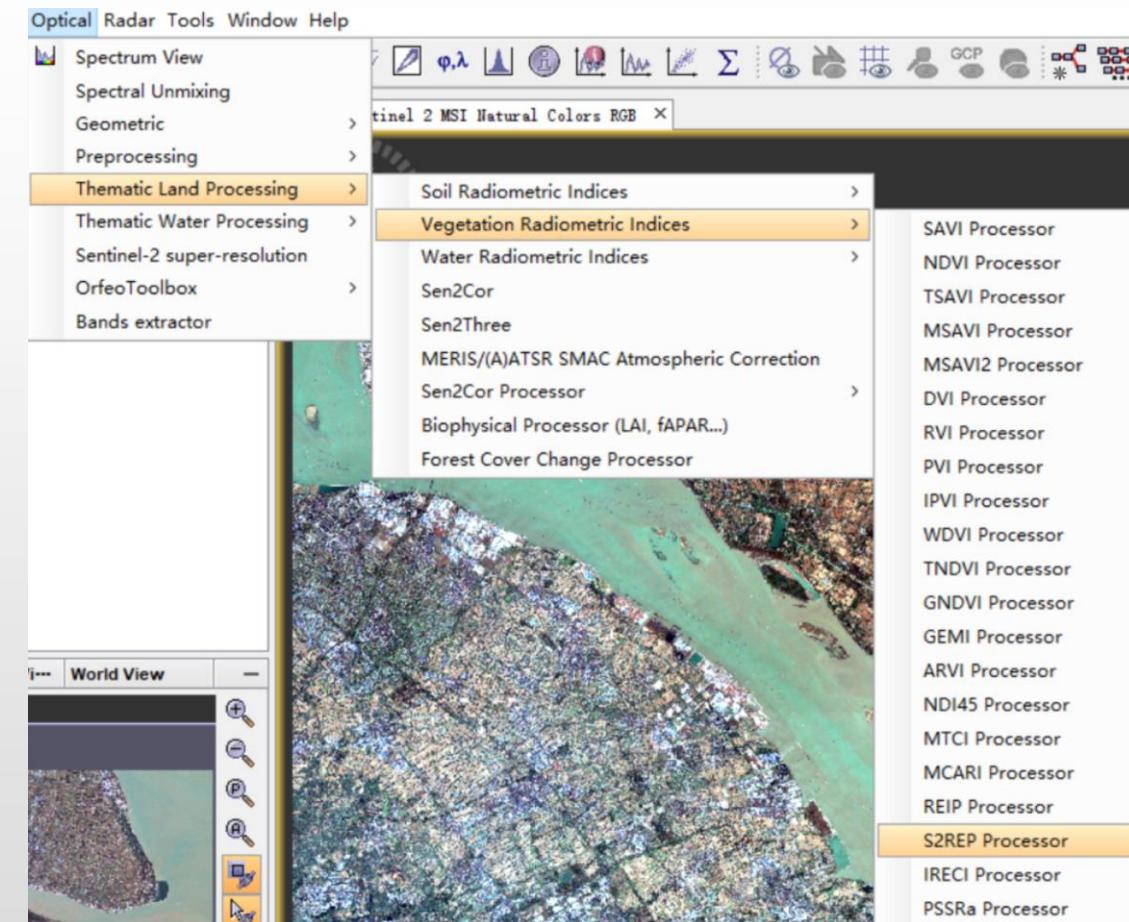
选中数据集

S2B_MSIL2A_20220708T034539_N9999_R104_T48STD_20220820T143609_resampled
→Raster→Band Maths→点击Edit Expression→输入如下公式 $(\$2.B8 - \$2.B4) / (\$2.B8 + \$2.B4)$ →点击运行→即可获得NDVI影像



Sentinel-2在红光与近红外波段的红边区域(670—760 nm)内具有3个波段，这里利用它来计算红边波段被认为对植被分类具有更好的分辨。这里使用欧空局经过测试确定得到的红边位置指数REPI (Red-Edge Position Index) 计算工具(特别针对Sentinel-2而设计的)来计算。红边波段以及短波红外波段都是欧空局等研究机构经过大量研究和实践而设定(具体频谱范围，数量多少都是有讲究的)。既然如此，提取其用植被分类等地物分类应该具有不错的效果。这里利用

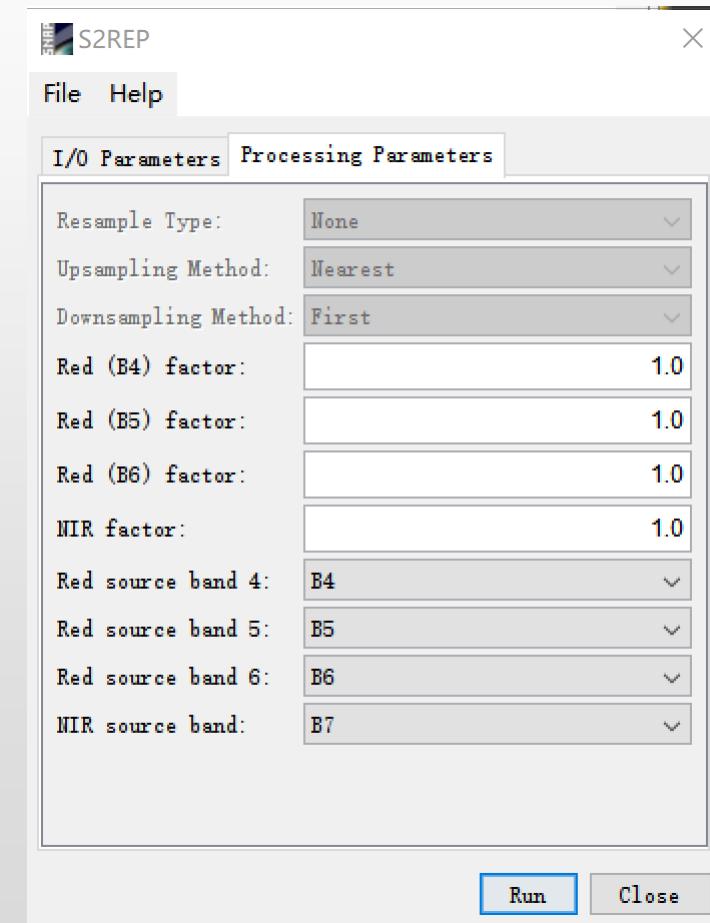
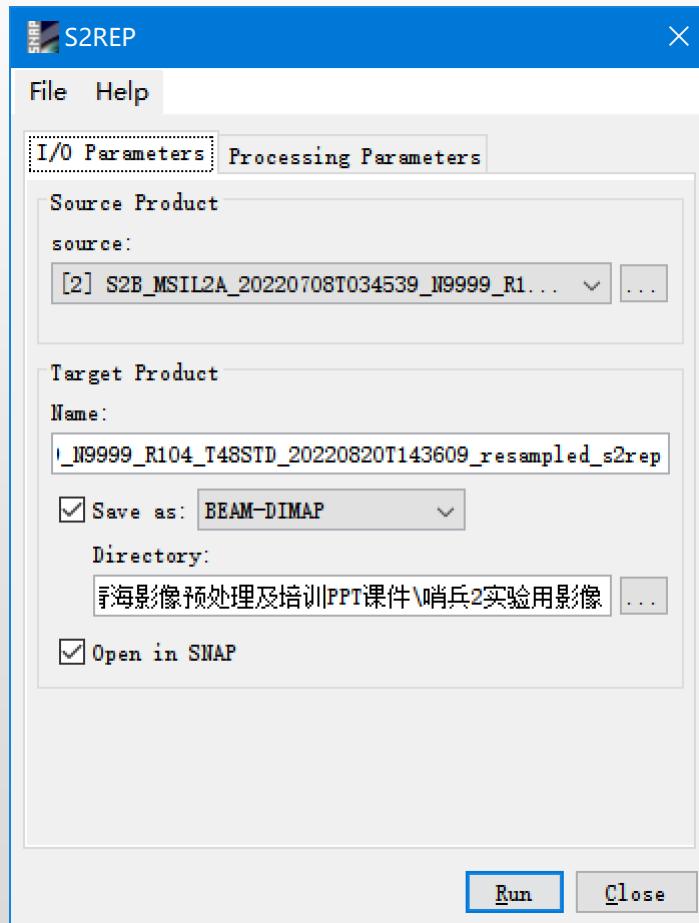
S2REP Processor来计算(这个是针对Sentinel-2而设计，对于Landsat等卫星可能不一定合适)。



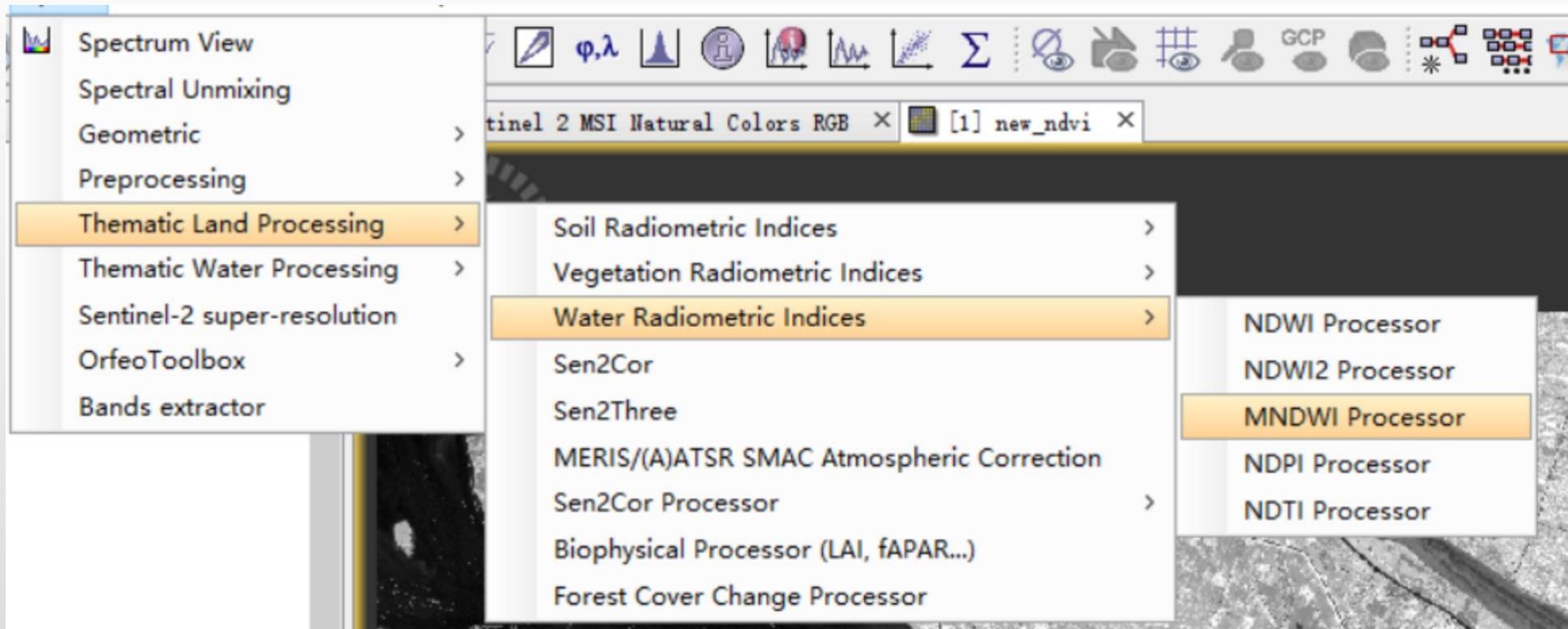
02

数据预处理—常用植被指数的计算S2REP

参数面板设置，点击运行即可获得：



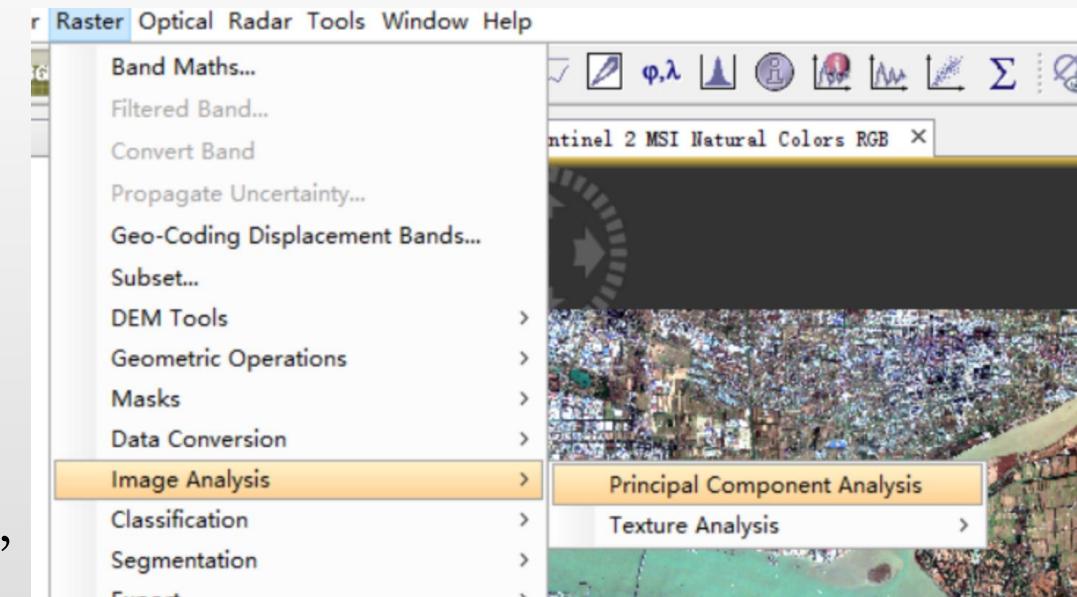
MNDWI Processor工具位置：



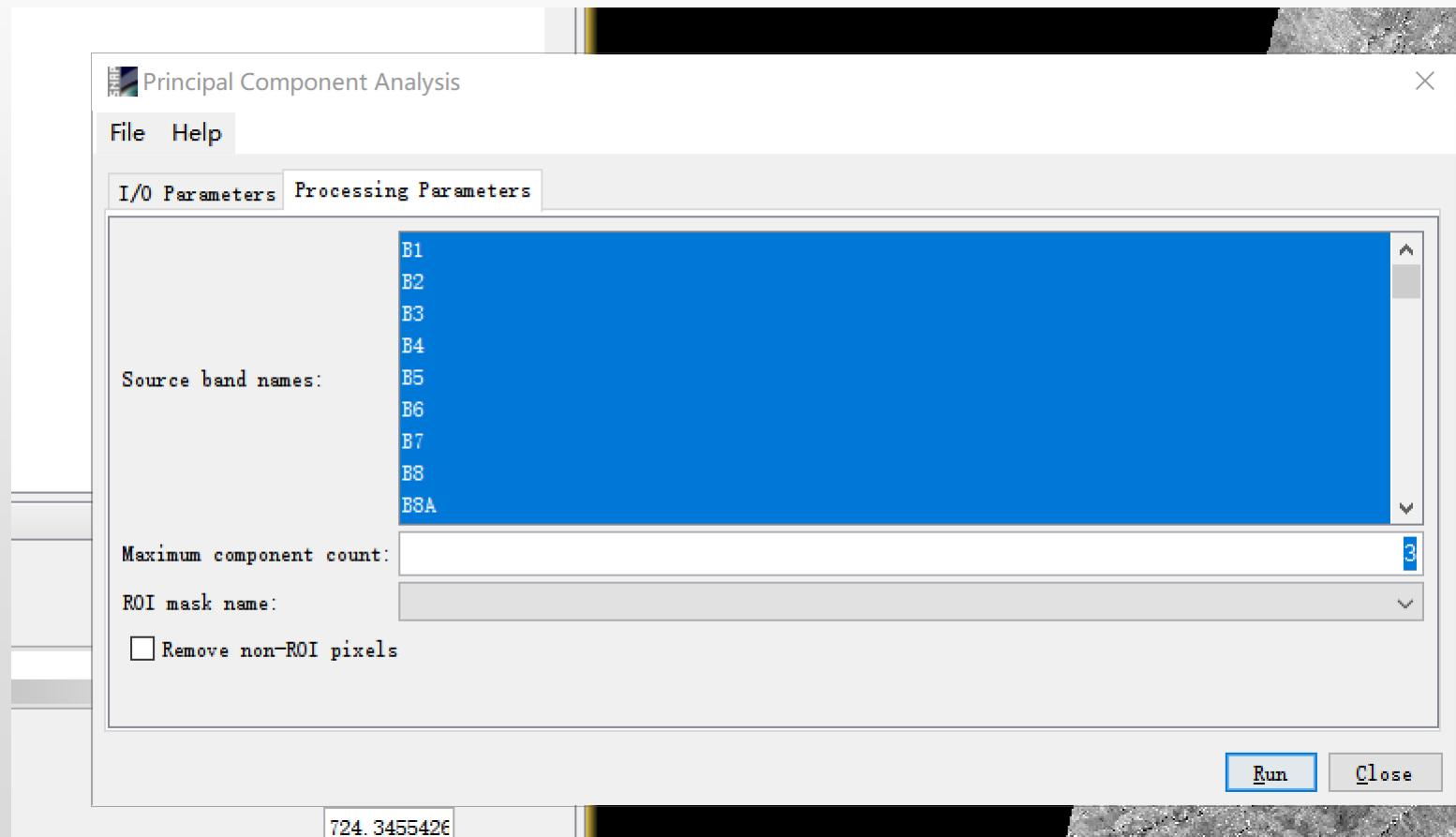
邻近波段之间往往具有高度的相关性，存在着大量冗余和重复的信息，需从这些数据中提取那些无冗余的有效信息来识别目标地物。主成分变换（PCA, principal components analysis），可以提取几个不相关的成分，从而有效压缩冗余信息。

（每一个波段都可以提取纹理特征，如果每一个波段都提取的话，纹理特征将会非常多）且存在一定的信息交叉，参考前人研究经验，在对原始影像进行主成分分析之后选取第一主成分(第一个主成分方差占比均大于0.75)获取来提取纹理特征。一般而言，用分辨率最高的波段提取纹理特征较为合适，因为分辨率越高，能反映的纹理特征便更多，且更细致。

工具位置 Raster→Image Analysis→Principal Component Analysis

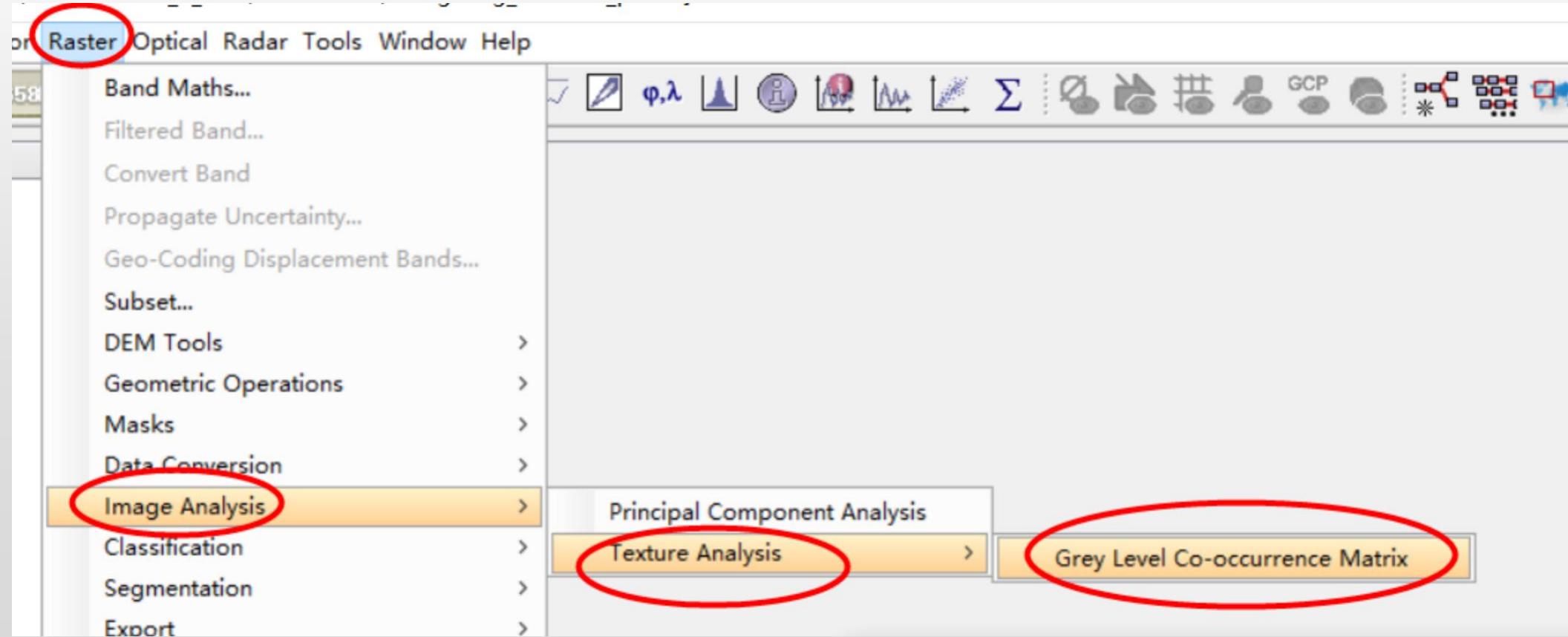


参数面板中只选择光谱光谱波段（B1,B2,B3,B4,B5,B6,B7,B8,B8A,B9,B11,B12,按住Ctrl键可以选择，鼠标左键单击，可以实现选择多个波段）；Maximum component count指的是主成分的数量，这里设置的是3.点击run，即可对数据进行PCA



参数纹理反映了图像灰度模式的空间分布，包含了图像的表面信息及其与周围环境的关系，更好地兼顾了图像的宏观结构与微观结构。(CLCM-灰度共生矩阵)

没有做主成分变换时，可以使用NDVI来提取纹理特征，并且含有较丰富的光谱信息。



参数设置窗口，可以查看想要计算纹理特征的波段信息：

该操作是基于灰度共生纹理矩阵提取的，

Window Size: 统计像元的窗口大小； Angle: 角度 (0° , 45° , 90° , 135° , All) 沿那个方向（角度）提取纹理；这里选择45； Quantizer: 量化器（划分器），选择默认值Probabilistic Quantizer(等概率量化，可以理解为等比例划分)，Equal Distance Quantizer(等距离量化，可以理解为等区间划分)； Quantizations Level: 指灰度量化级（为2的倍数），选择默认值32。displace, 默认。
source band: 只选择NDVI(不要选NDVI_flag)。

得到的纹理特征结果（想要几个就选择几个）

Contrast Group Features (对比度组特征) :

Contrast (对比度), Dissimilarity (非相似性),

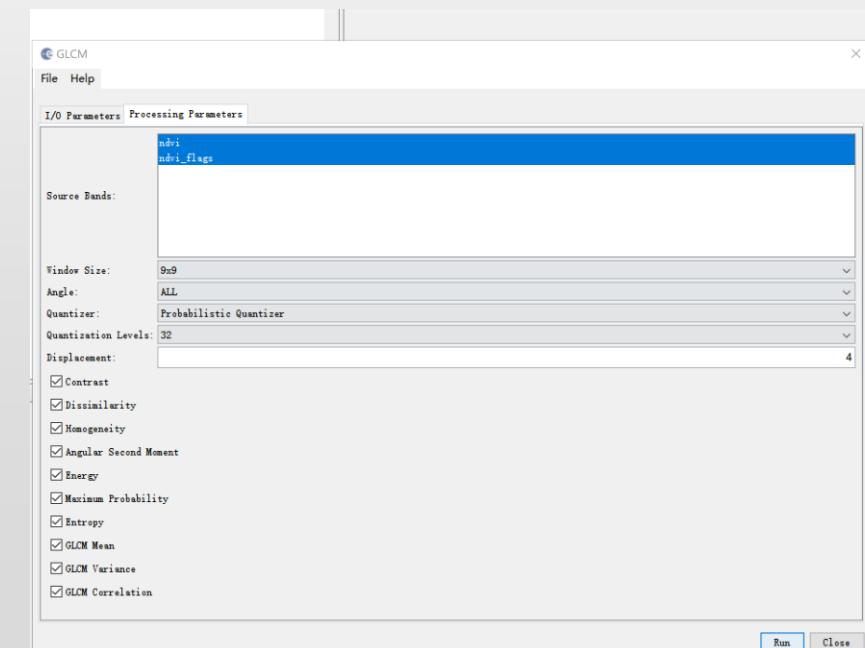
Homogeneity (均匀性) ;

Orderliness Group Features (有序性组特征) :

Angular Second Moment(二阶矩), Maximum Probability
(最大概率), Entropy (熵) ;

Statistics Group Features (统计组特征) :

GLCM Mean (均值), GLCM Variance (方差), GLCM Correlation (相关性) ;



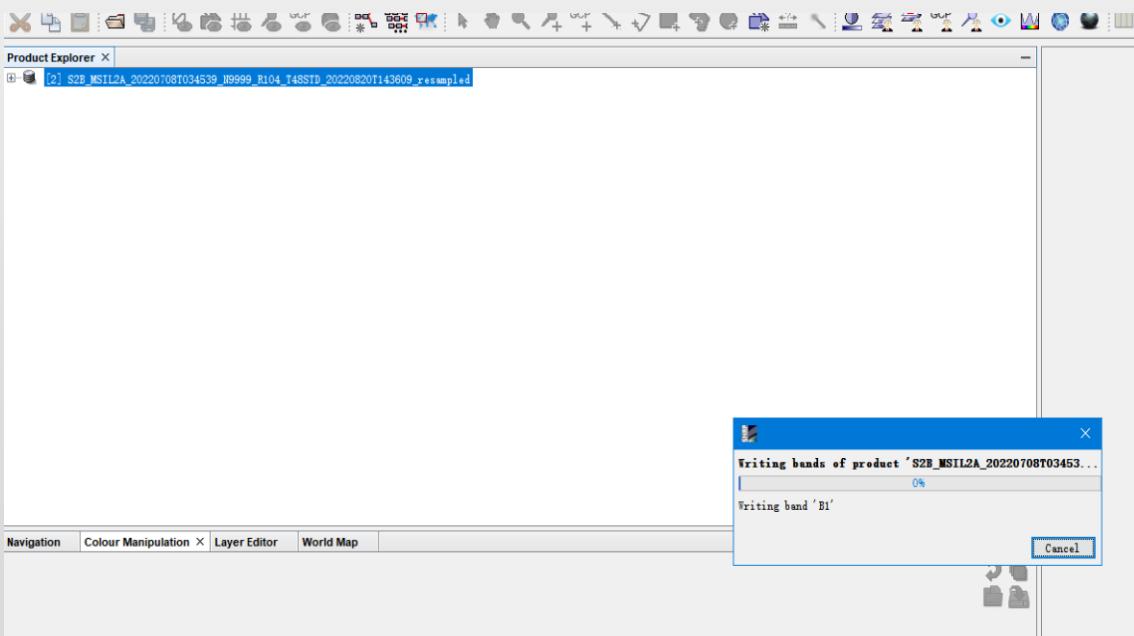
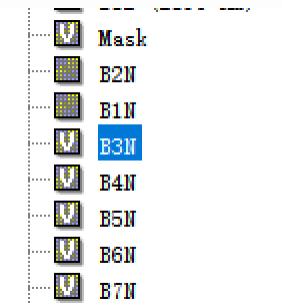
02

数据预处理—保存和导出影像数据

我们需要将之前处理过的影像进行保存后导出，
右键B2N图层→Convert Band→删除B1-B12和B1N-B12N之外的所有图层

File→Export→ENVI

我们就能将所需要的图层保存下来，导出的文件将以HDR格式储存下来，可以用ENVI进行后续的处理。

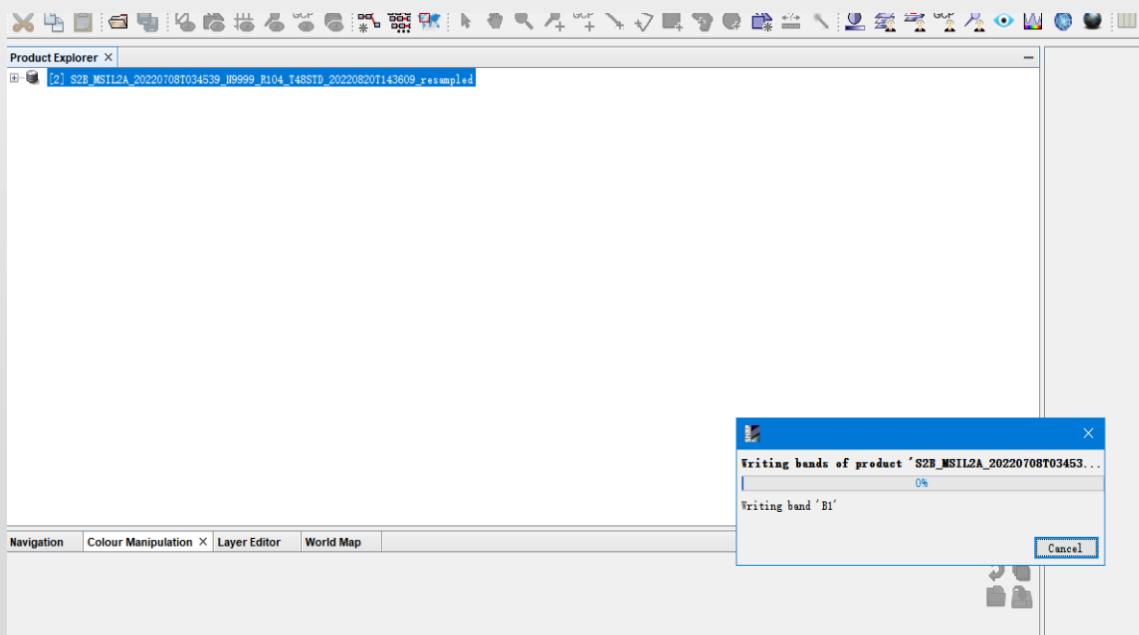
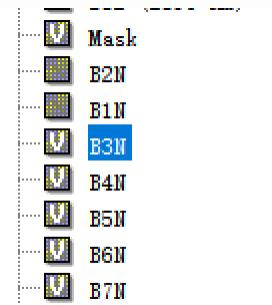


名称	修改日期	类型	大小
B1N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B2N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B3N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B4N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B5N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B6N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B7N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B8AN.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B8N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B9N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B11N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B12N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB

我们需要将之前处理过的影像进行保存后导出，
右键B2N图层→Convert Band→删除B1-B12和B1N-B12N之外的所有图层

File→Export→ENVI

我们就能将所需要的图层保存下来，导出的文件将以HDR格式储存下来，可以用ENVI进行后续的处理。



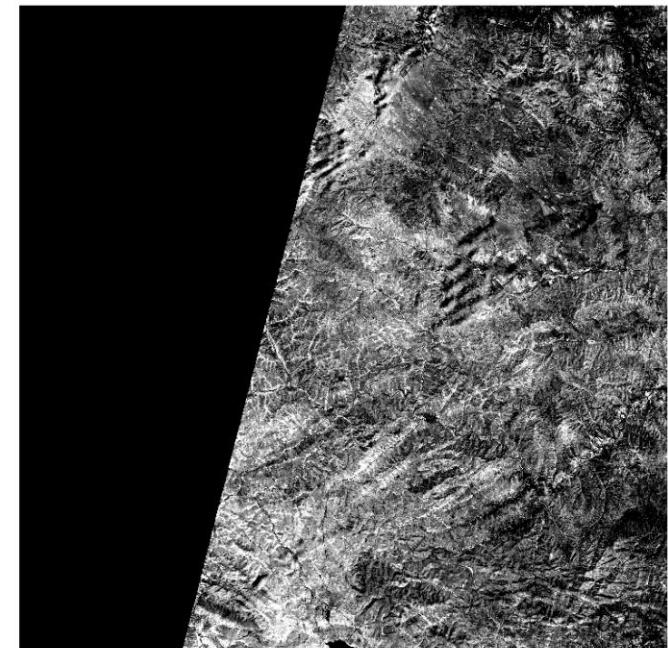
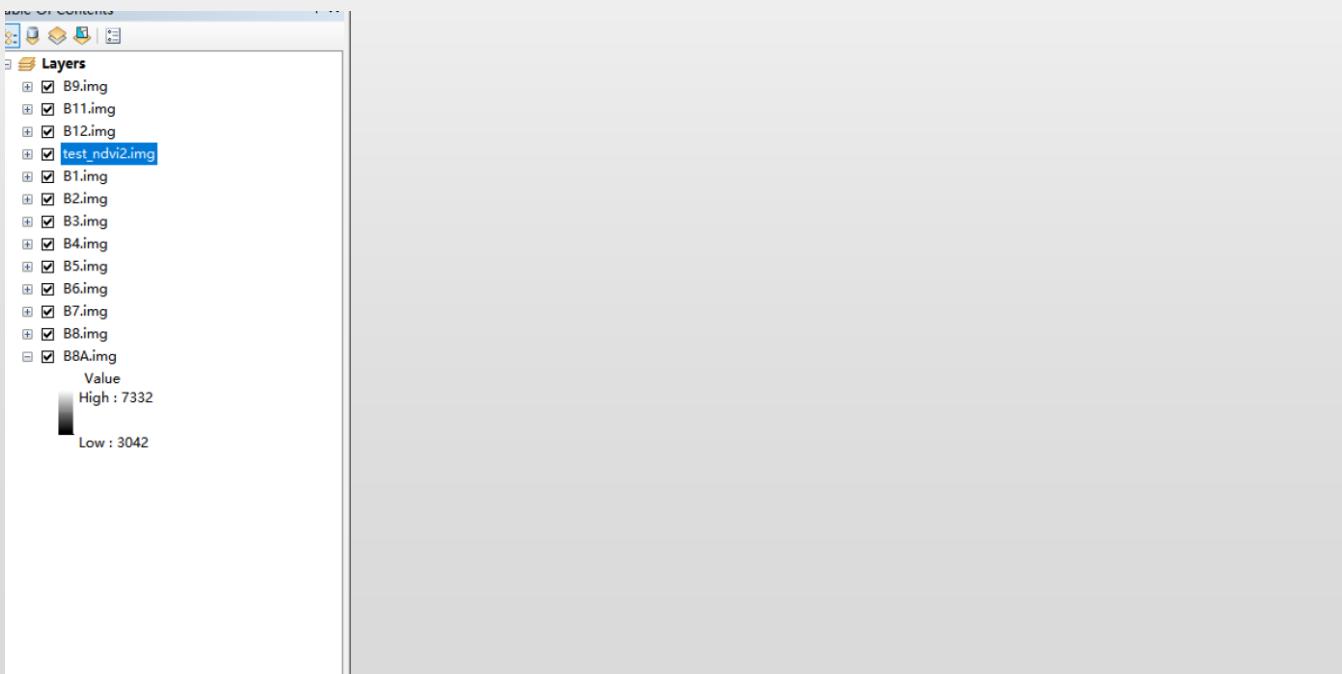
名称	修改日期	类型	大小
B1N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B2N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B3N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B4N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B5N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B6N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B7N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B8AN.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B8N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B9N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B11N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB
B12N.img	2022/8/21 18:40	IMG 文件	470,940 KB

02

数据预处理—影像数据-Arcgis基本处理

我们获得的可用于Arcgis的影像文件在哨兵2实验用影像文件夹中
→S2B_MSIL2A_20220708T034539_N9999_R104_T48STD_20220820T1
43609_resampledK

我们使用Arcgis10.6对这些img格式的文件进行处理
打开Arcgis→将所有图片拖入打开→不要点创建金字塔

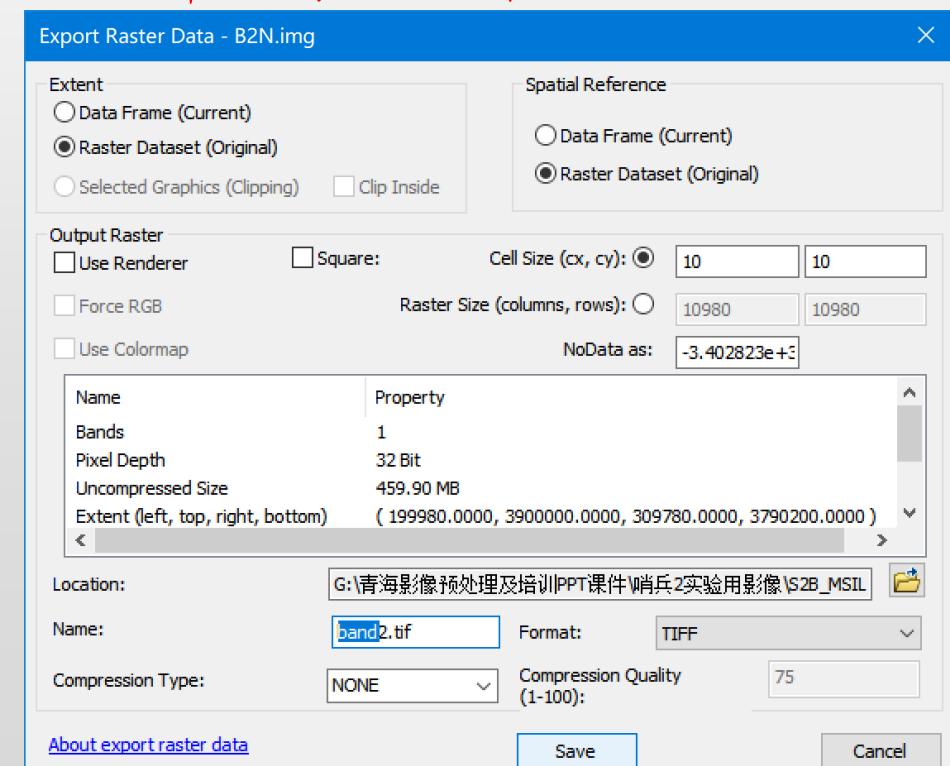
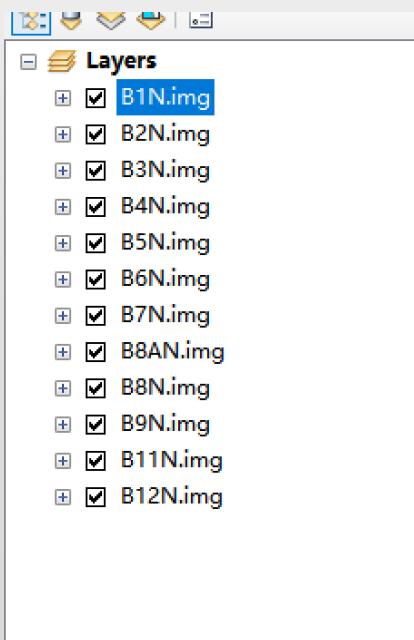


数据预处理—影像数据-Arcgis基本处理-将影像由img转为tif

我们获得的可用于Arcgis的影像文件在**哨兵2实验用影像文件夹中**
→**S2B_MSIL2A_resampledK**

我们使用Arcgis10.6对这些img格式的文件进行处理

打开Arcgis→将所有图片拖入打开→不要点创建金字塔→右键B1N图层→Data→Export Data→选择Format为TIFF、选择保存路径并重新命名文件→点击Save→即可将img转为tif



我们需要将得到的TIFF影像进行真彩色合成才能显示出彩色，所以这一步操作是介绍如何利用ArcGIS进行真彩色合成

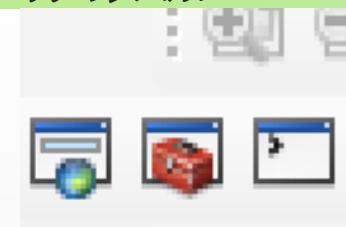
打开G:\青海影像预处理及培训PPT课件\哨兵2实验用影像\RGB波段合成文件夹，打开band4、3、2波段影像，可以看到，哨兵2的真彩色影像是由红、绿、蓝波段组合而成的，我们可以通过ArcGIS进行合成

Sentinel-2 Bands	Central Wavelength (μm)	Resolution (m)
Band 1 - Coastal aerosol	0.443	60
Band 2 - Blue	0.490	10
Band 3 - Green	0.560	10
Band 4 - Red	0.665	10
Band 5 - Vegetation Red Edge	0.705	20
Band 6 - Vegetation Red Edge	0.740	20
Band 7 - Vegetation Red Edge	0.783	20
Band 8 - NIR	0.842	10
Band 8A - Vegetation Red Edge	0.865	20
Band 9 - Water vapour	0.945	60
Band 10 - SWIR - Cirrus	1.375	60
Band 11 - SWIR	1.610	20
Band 12 - SWIR	2.190	20

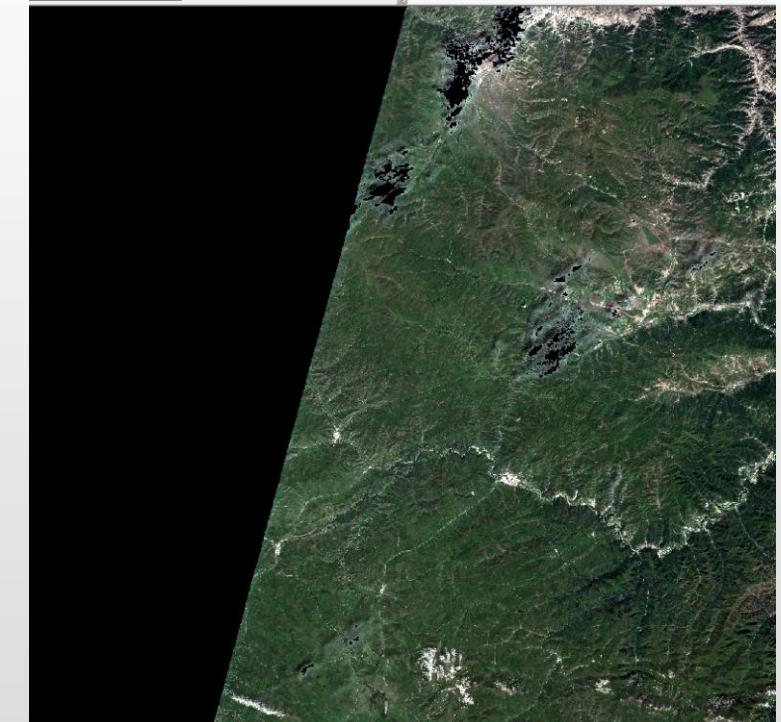
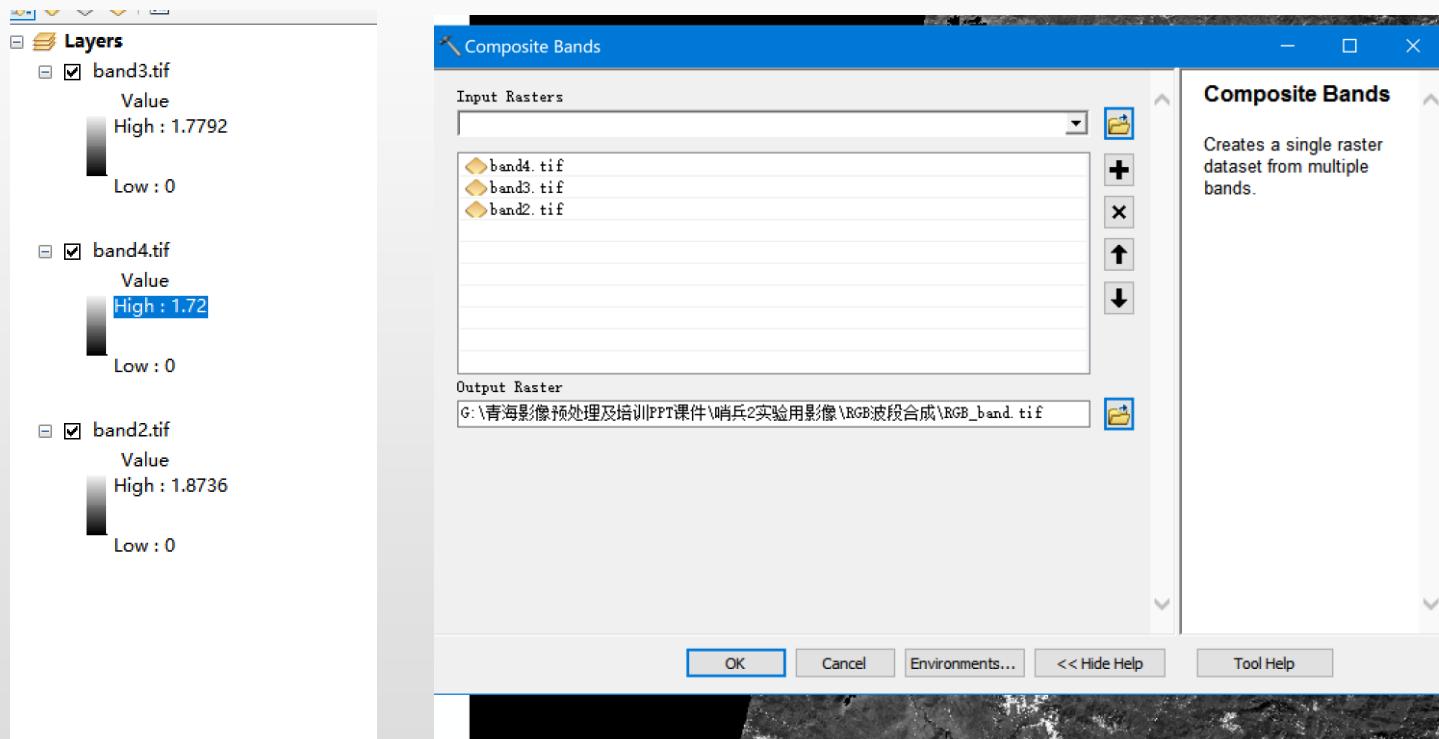
02

数据预处理—影像数据-Arcgis基本处理-RGB波段合成

打开ArcToolbox
Raster Processing



然后，找到Data Management Tools→Raster→
→Composite Bands 即可合成波段



数据预处理—影像数据-Arcgis基本处理-影像裁剪和拼接

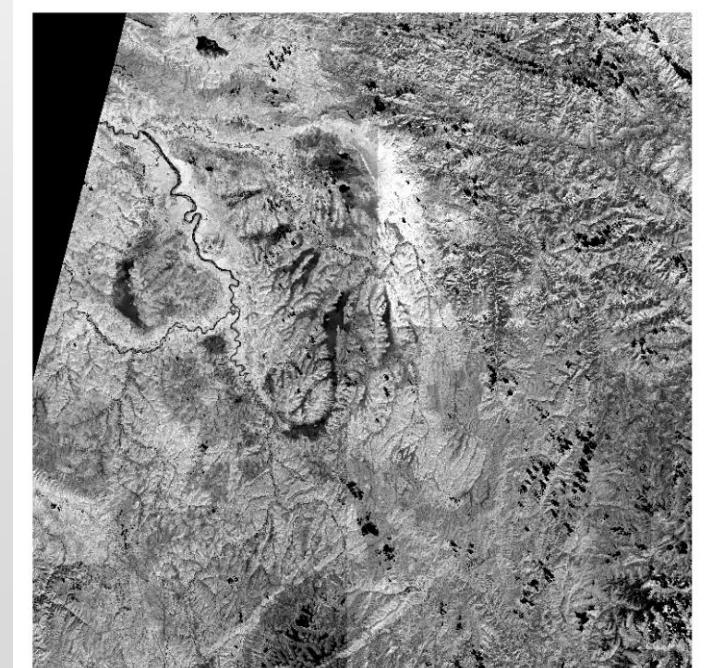
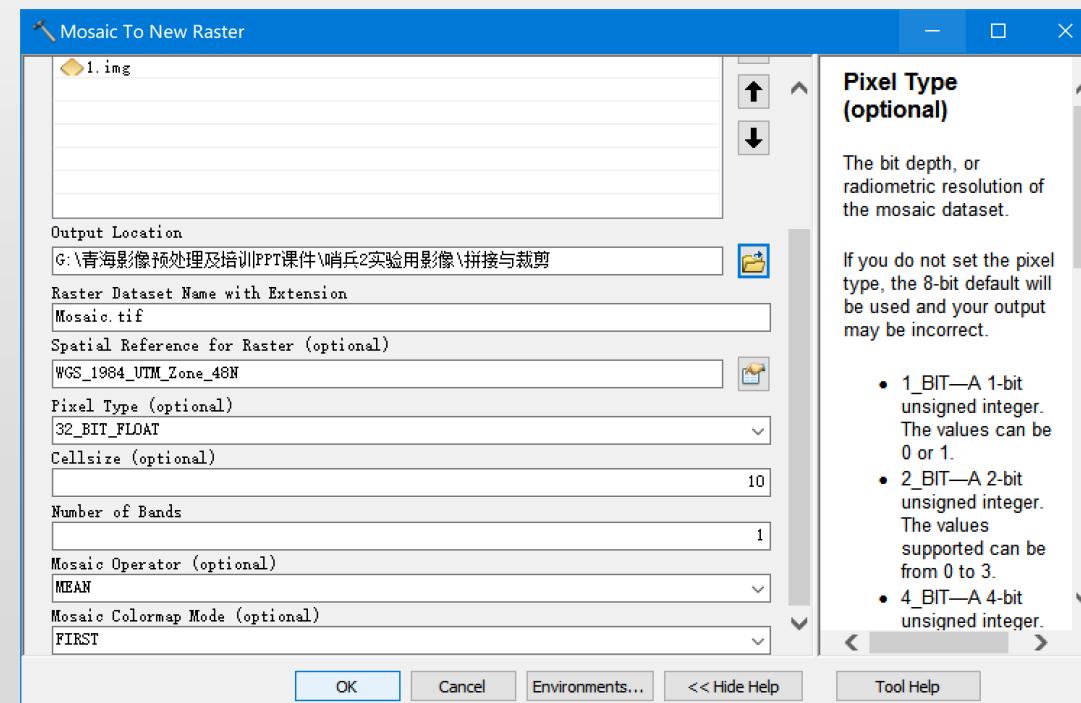
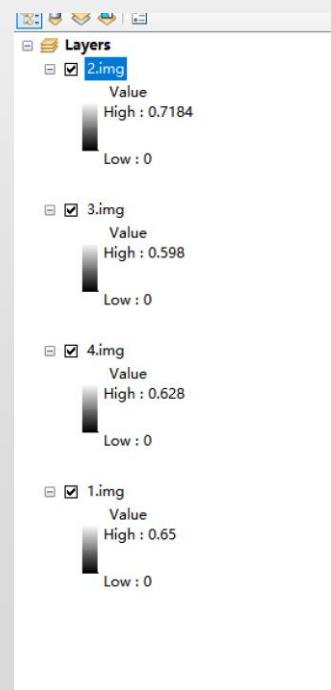
我们可以通过ArcGIS对多张图像进行拼接和裁剪。

拼接：打开（拼接与裁剪）文件夹

拼接：打开ArcToolbox-->数据管理工具Data Management tool-->栅格Raster-->栅格数据集Raster Dataset-->镶嵌至新栅格Mosaic to new raster

即可将多张图像进行拼接

工具页面设置如下→设置输出路径，名称，像元深度32位浮点型，波段数量，像元大小

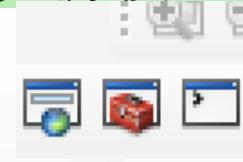


02

数据预处理—影像数据-Arcgis基本处理-影像裁剪和拼接

我们可以通过ArcGIS对多张图像进行拼接和裁剪。

裁剪：打开（拼接与裁剪）文件夹



裁剪：打开ArcToolbox-->空间分析工具Spatial AnalystTool-->提取分析
Extraction Analysis-->按掩膜提取Extract by Mask

然后将已经拼接好的影像裁剪为若尔盖的大小形状

本步骤以若尔盖县为行政边界，将 Mosaic.tif 按照若尔盖县的矢量边界数据进行裁剪练习：

The screenshot shows the ArcGIS interface with the following components:

- Layers Panel:** Shows two layers: "Ruoergai" (checked) and "Mosaic.tif". A color bar indicates values from 0 to 2.
- Map View:** Displays a grayscale satellite image of a mountainous region, with a large blue polygon representing the Ruoergai administrative boundary.
- Extract by Mask Dialog:**
 - Input raster:** Set to "Mosaic.tif".
 - Input raster or feature mask data:** Set to "Ruoergai".
 - Output raster:** Set to "G:\青海影像预处理及培训PPT课件\哨兵2实验用影像\拼接与裁剪\Ruoergai.tif".
- Resulting Raster:** On the right, a smaller grayscale image shows the same mountainous area but only within the boundaries of the Ruoergai polygon.

数据预处理—影像数据-ENVI基本处理-波段合成

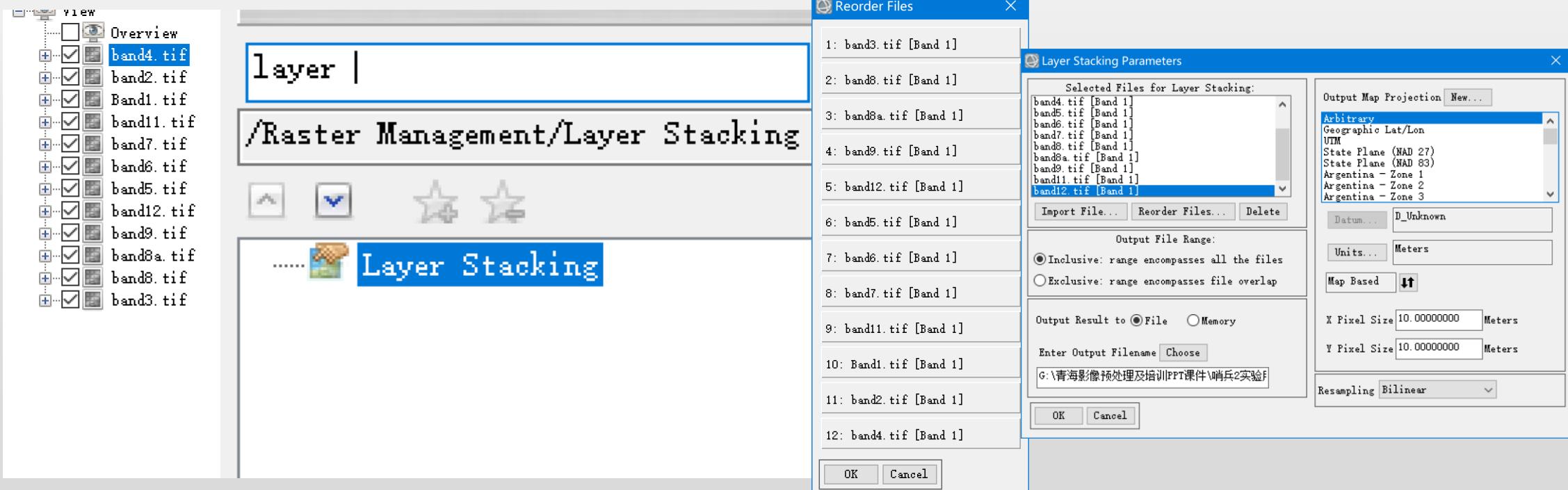
我们通过ENVI对多个波段的TIFF图像进行波段合成。

首先打开（波段合成）文件夹，将所有TIFF图像拖入ENVI中

波段合成：点击ENVI右侧的Toolbox-->搜索Layer Stacking-->点击Reorder Files-->调整波段的顺序-->设置输出路径名称-->点击OK进行波段合成

（注意，一定不要加后缀名TIFF，因为保存为集合文件必须要保证ENVI可以识别）

工具页面设置如下→设置输出路径，名称，



02 影像分类教程

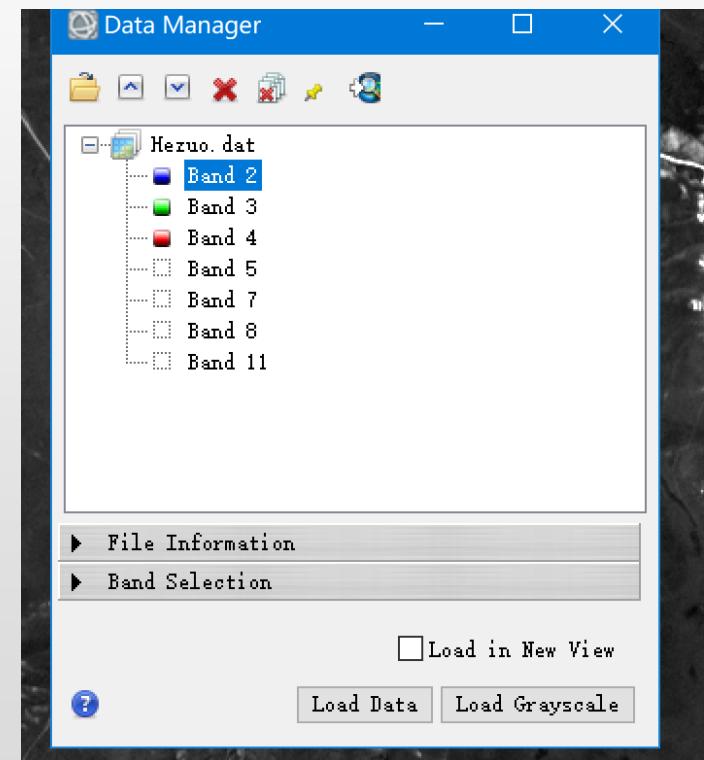
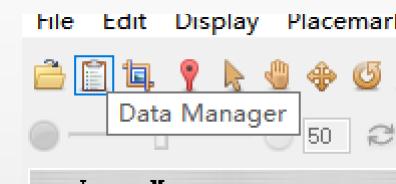


- 01 非监督分类
- 02 监督分类
- 03 分类后处理

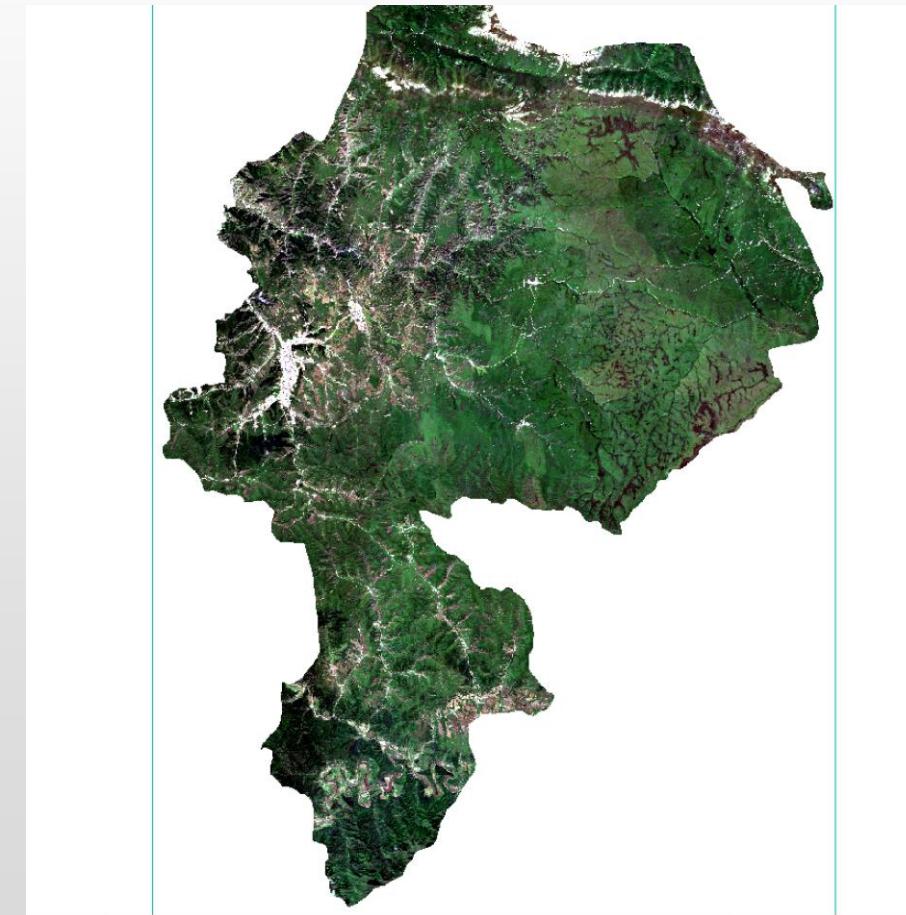
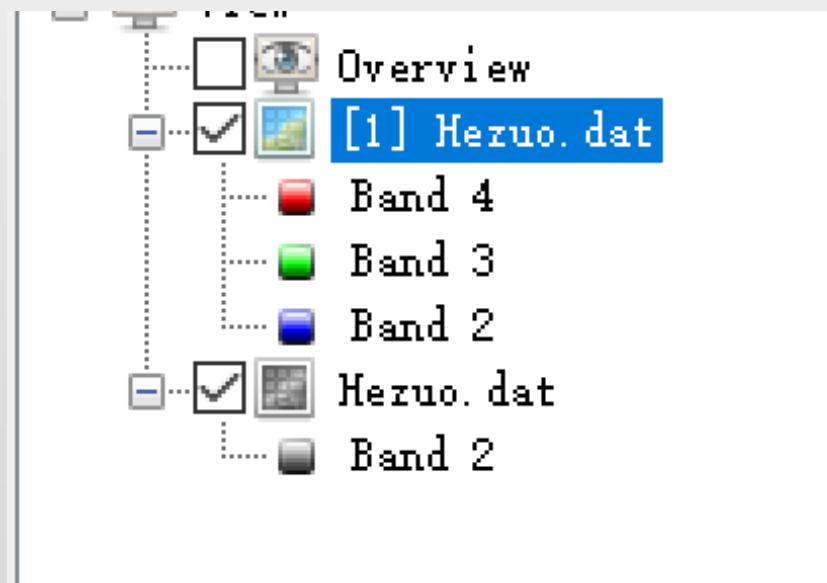
- 此次以合作市为例，对研究区进行非监督分类和监督分类实验
- ENVI5.3的模块支持最大似然法、支持向量机法分类等方法

➤合作市的哨兵影像位于影像分类实验文件夹→合作影像文件夹下：Hezuo.dat文件，共包含了哨兵2的2、3、4、5、7、8、11共7个波段的多光谱影像。

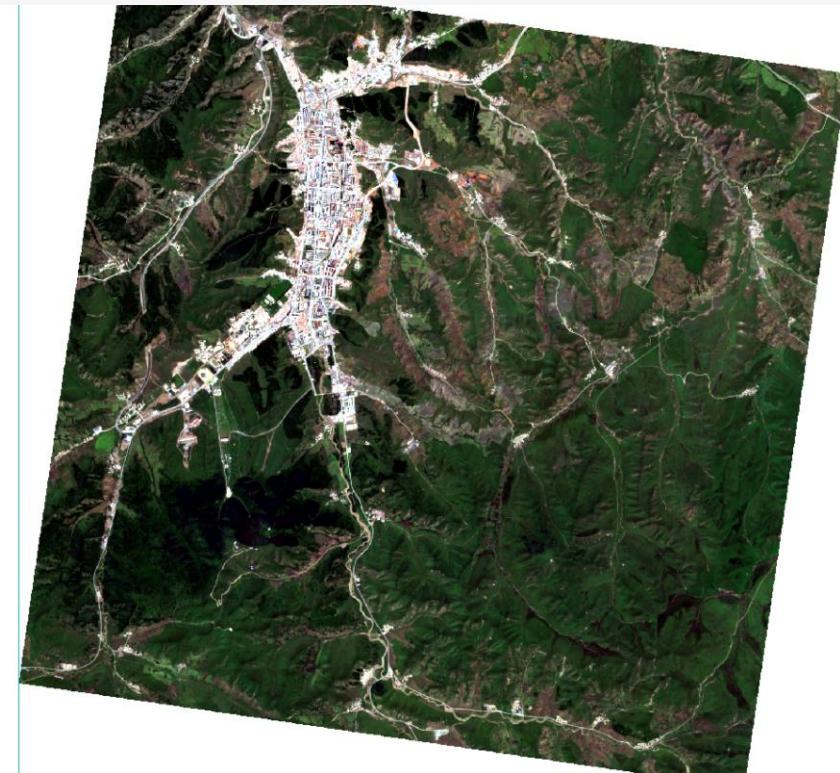
- 打开ENVI，然后可以将该文件拖入，同时点击Data Management标识，
- 打开可以看到，Hezuo影像所包含的7个波段，依次点击4\3\2\波段，可以以真彩色显示合作市的图像



➤ 右键点击图像→zoom to layer extent→可以缩放展示整个研究区的影像。

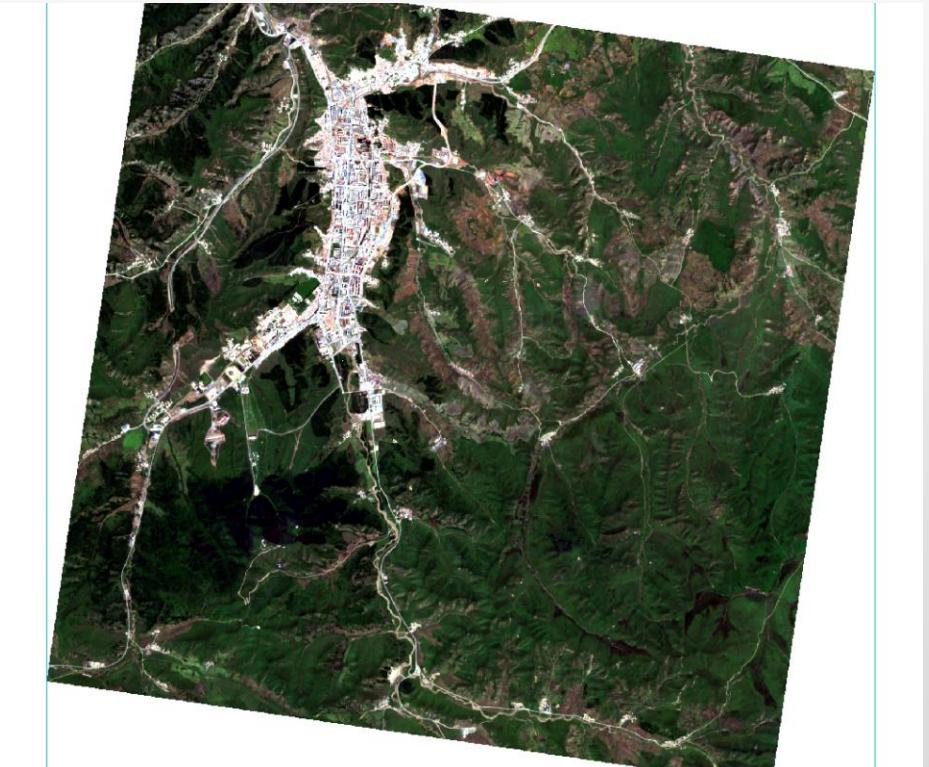


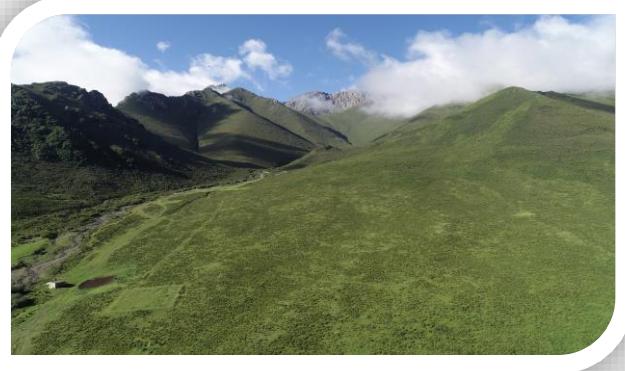
- 右键点击图像→zoom to layer extent→可以缩放展示整个研究区的影像。
- 由于计算量大，我们仅选择
- 合作县城附近区域进行分类
- 学习



影像分类教程

► 我们在这次学习中，将影像的地物类型拟分为建设用地、林地、草地、农田、水体、湿地和未利用地

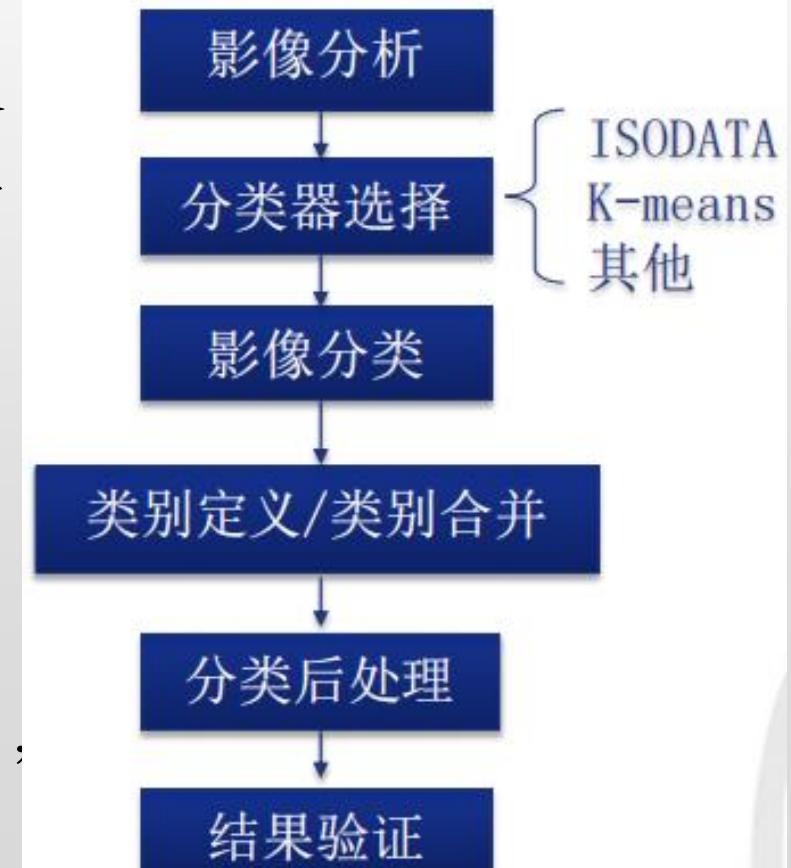
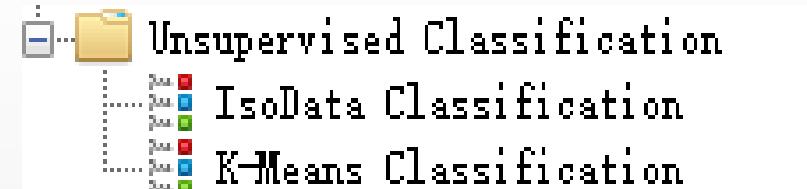




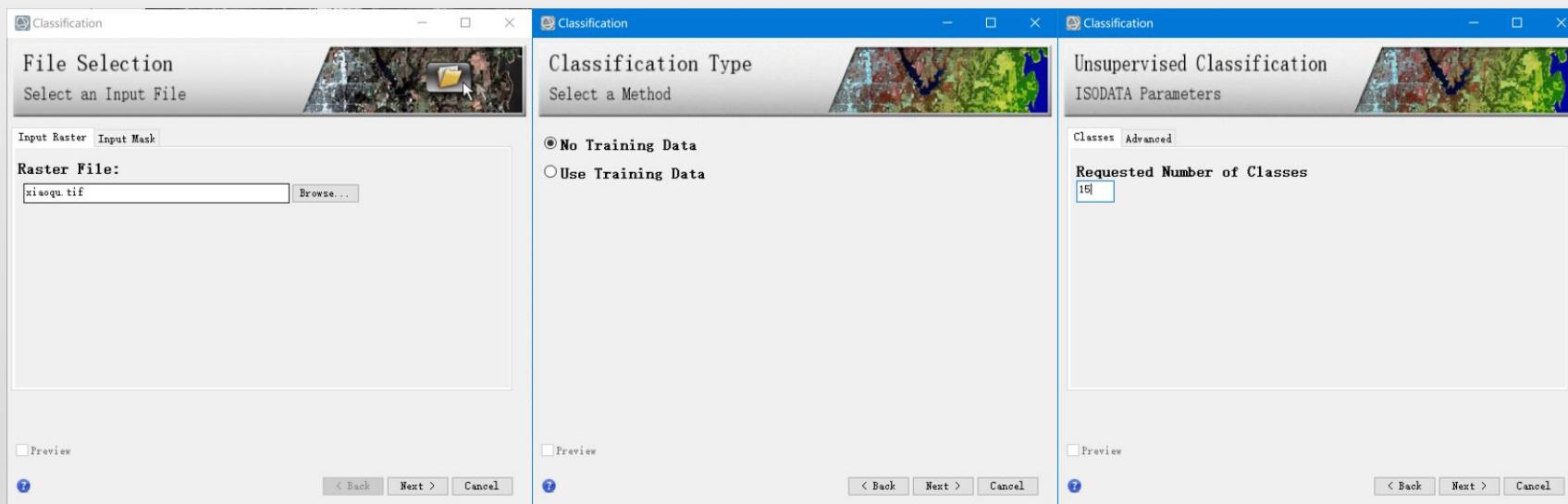
01 非监督分类

非监督分类示例

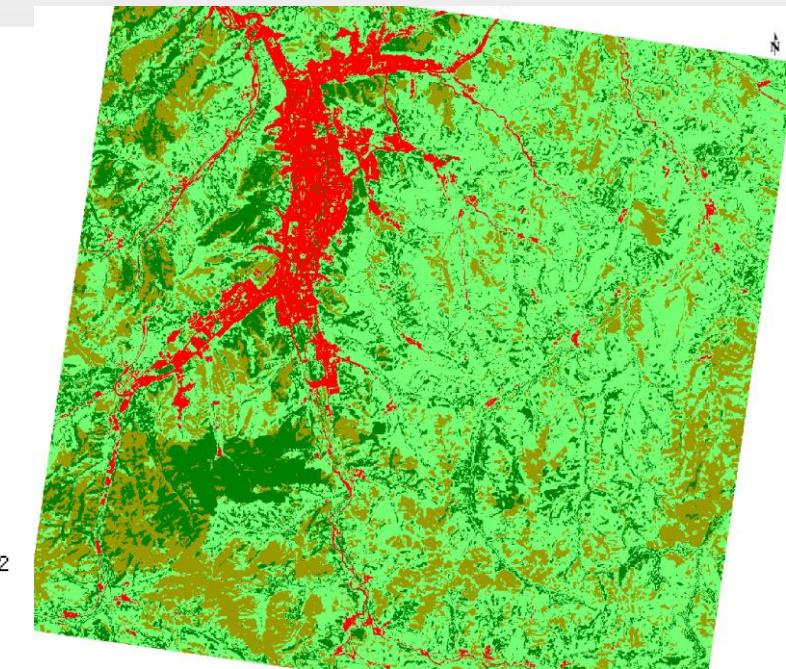
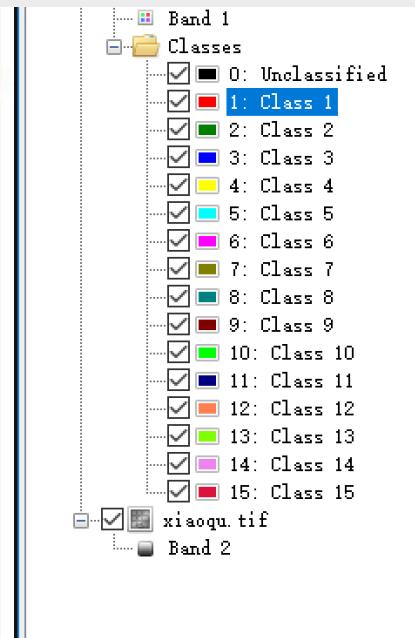
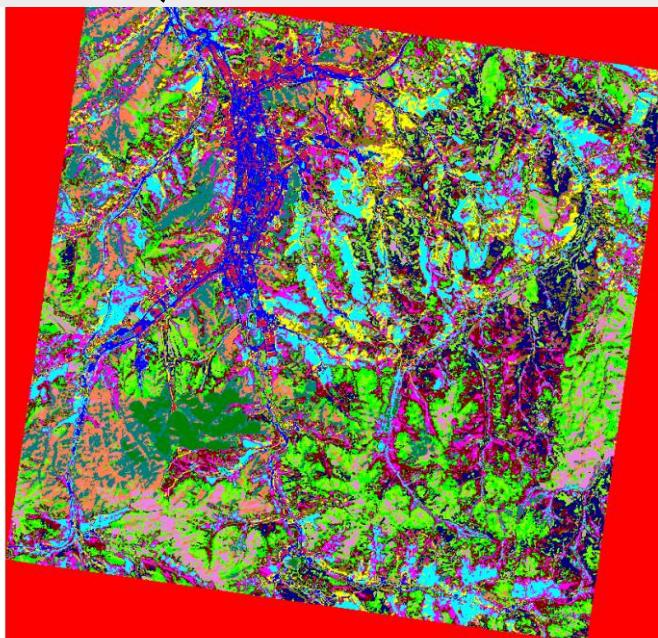
- ENVI所支持的非监督分类包括了ISODATA和K-Mean方法
- 根据分类目的、影像数据自身特征和研究区收集的信息确定研究区的分类系统；ISODATA (Iterative Self-Organizing Data Analysize Technique) 重复自组织数据分析技术，计算数据空间中均匀分布的类均值，然后用最小距离技术将剩余像元进行迭代聚合，每次迭代都重新计算均值，且根据所得的新均值，对像元进行再分类。
- K-Means使用了聚类分析方法，随机地查找聚类簇的聚类相似度相近，即中心位置，是利用各聚类中对象的均值所获得一个“中心对象”（引力中心）来进行计算的，然后迭代地重新配置他们，完成分类过程。



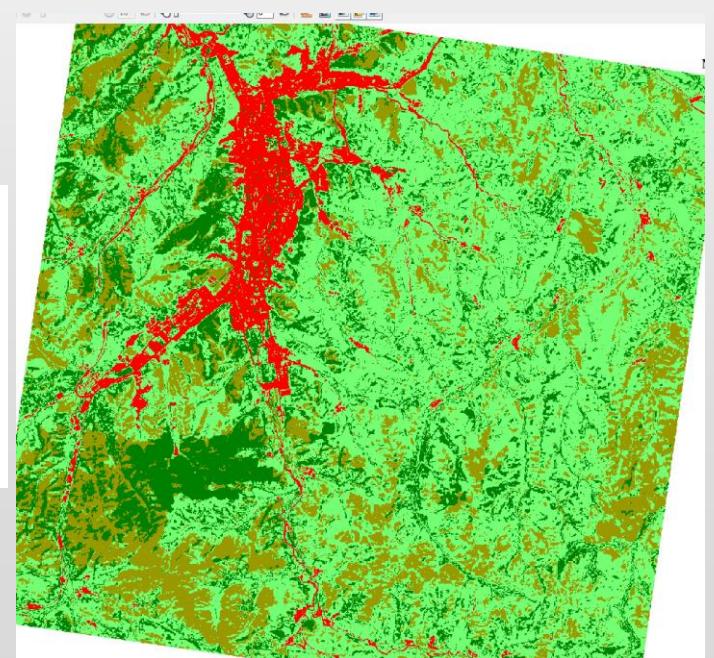
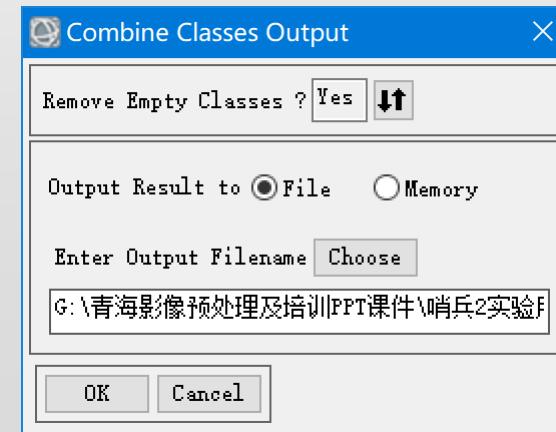
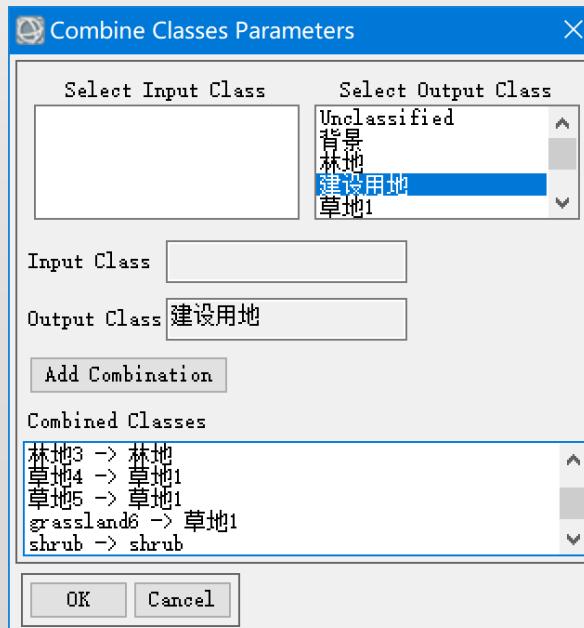
- 影像分类
- 工具：ENVI5.3->toolbox->Classification Workflow->Unsupervised->IsoData或者K-Means。
- 大体上判断主要地物的类别数量。一般**非监督分类**设置分类数目比最终分类数量要多**2-3倍**为宜，这样有助于提高分类精度。例如，林地、草地/灌木、耕地、裸地、沙地、其他六类。确定在非监督分类中的类别数为**15**。迭代次数（Maximum Iteration）为10。

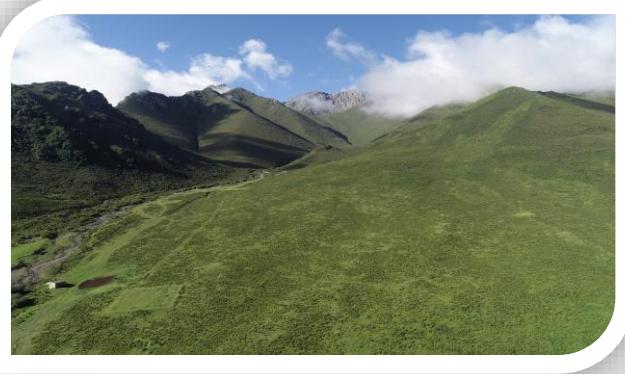


- 类别判定
- 类别定义: Toolbox—raster management—edit envi header。在header info中, 选择edit attributes— classification info, 输入相应的类型。或者直接点击右键→修改地类名称和颜色
- 类别合并: Toolbox— Classification--Post Classification - Combine Classes。把同一类的类别合并成一类。建议先目视判断类别进行标注, 再进行类别合并
- (*注: 分类后处理和分类精度验证与监督分类一致)



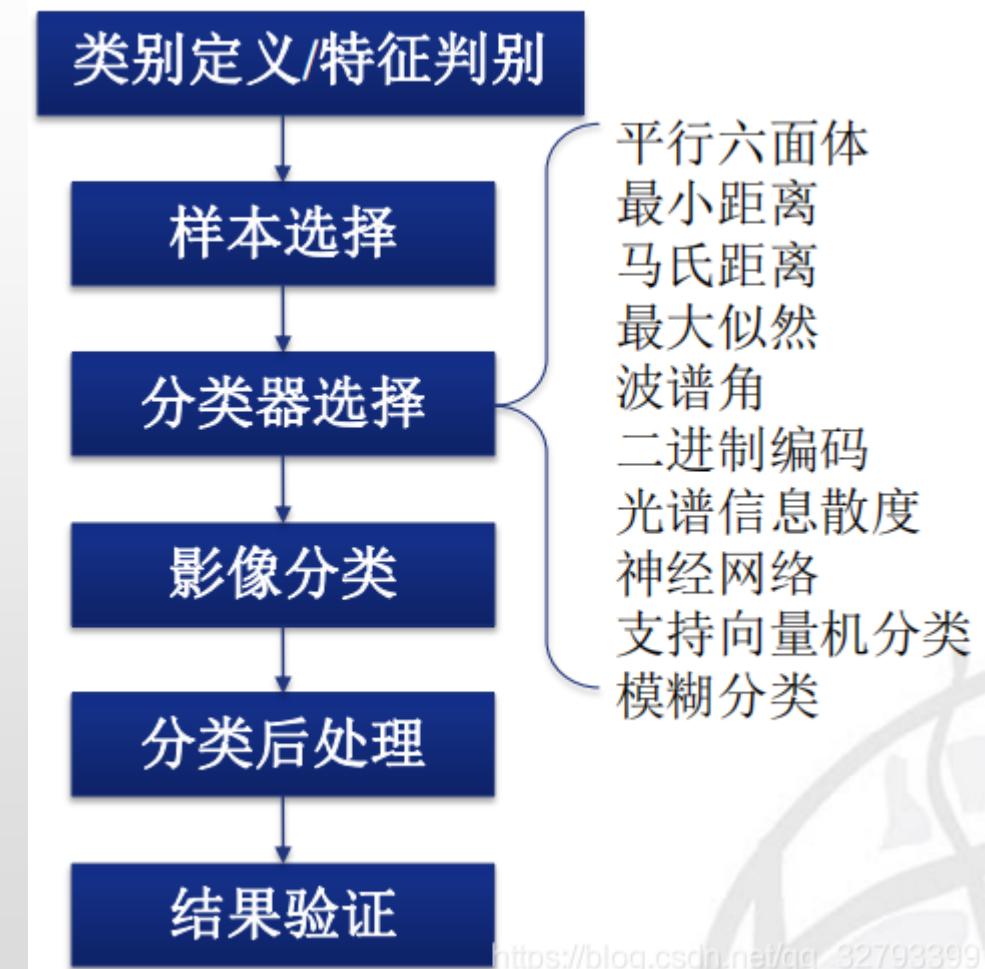
- 类别判定
- 类别定义: Toolbox—raster management—edit envi header。在header info中, 选择edit attributes— classification info, 输入相应的类型。或者直接点击右键→修改地类名称和颜色
- 类别合并: Toolbox— Classification--Post Classification - Combine Classes。把同一类的类别合并成一类。建议先目视判断类别进行标注, 再进行类别合并
- (*注: 分类后处理和分类精度验证与监督分类一致)





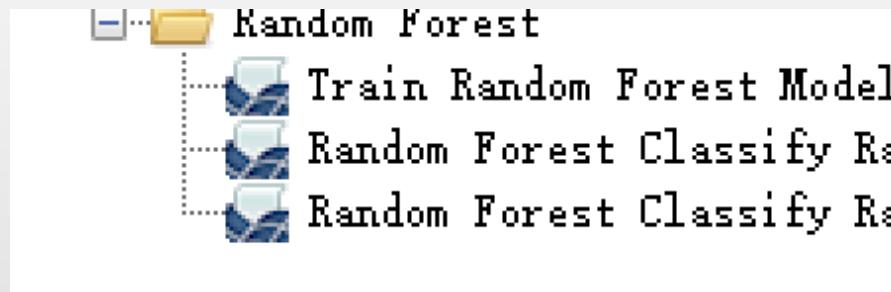
02 监督分类

➤ 遥感影像的监督分类一般包括以下6个步骤，如右图所示：

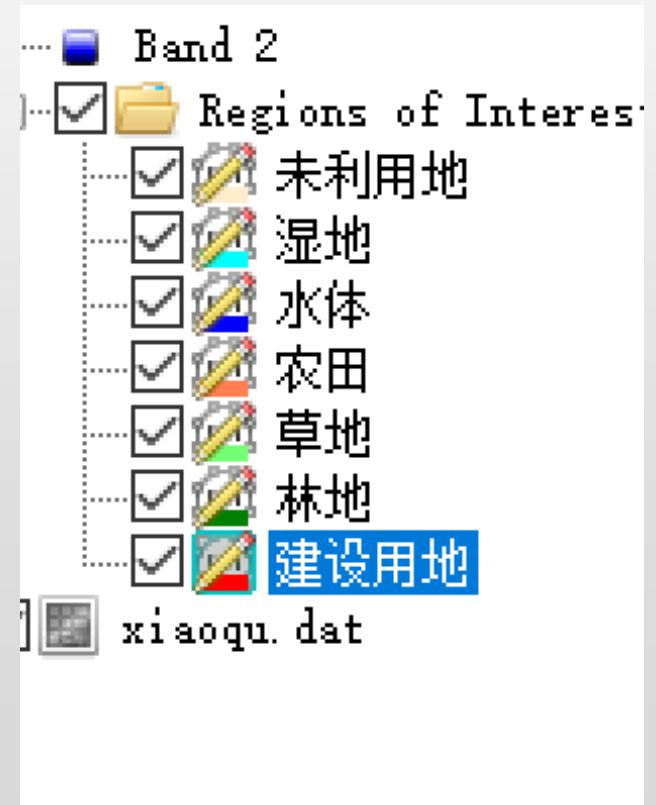
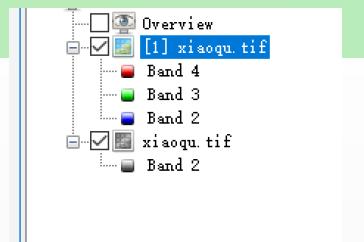


- 我们此次用监督分类中的随机森林方法作为分类示范方法。
- ENVI有第三方的随机森林工具箱，在本次实验中，我们需要下载 <https://envi.geoscene.cn/appstore/ranftscnew>
- 位于ENVI5.3随机森林插件文件夹中
ENVIRandomForestClassification_V5.3_3.zip解压，将得到的 extensions 和 custom_code 文件夹拷贝到如下 ENVI 安装路径，覆盖同名文件夹即可：
 - ENVI 5.3 - C:\Program Files\Exelis\ENVI53\
 - ENVI 5.4 及以上 - C:\Program Files\Harris\ENVI5x\
 - 重启 ENVI 即可使用。

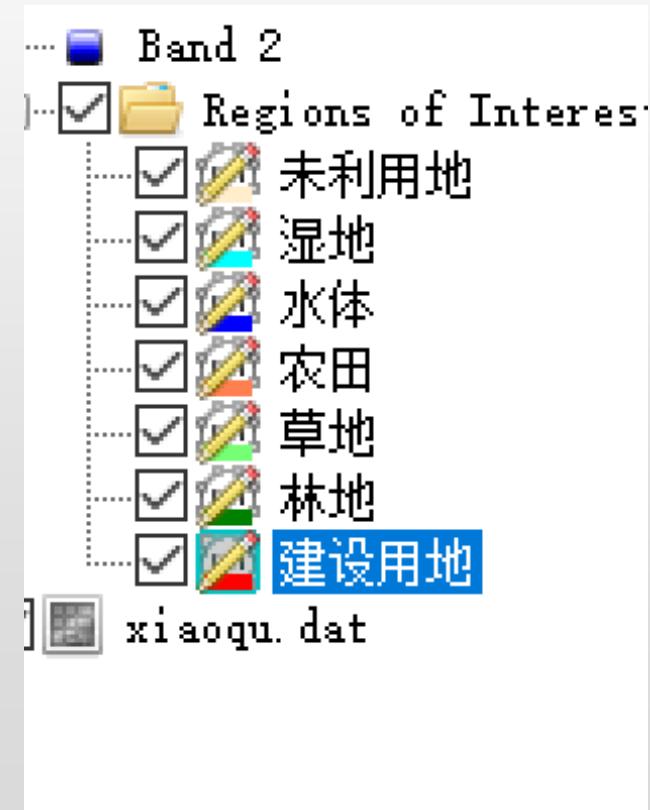
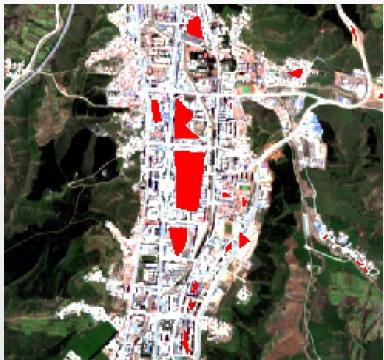
- 本工具包提供3个工具，均位于Toolbox/Extensions/Random Forest/…，如下所示：



- 1. 打开分类底图合作市的哨兵2影像，以RGB: 432显示。
- 2. 在图层管理器Layer Manager中-->影像图层上右键-->选择新感兴趣区 “New Region Of Interest”， 打开Region Of Interest(ROI) Tool 面板上，设置如下参数：
 - ROI Name: 建设用地、林地、草地、农田、水体、湿地和未利用地
 - ROI Color: 自己定义不同的颜色



➤ 1. 选择样本时应保证均匀，每种类别均有涉猎，均有选择，同时，要保证样本的均匀分布。例如：



➤ 3. 默认绘制的ROI类型为多边形

Polygon，左击开始绘制，双击鼠

标左键或者点击鼠标右键，选择

Complete and Accept Polygon，完成

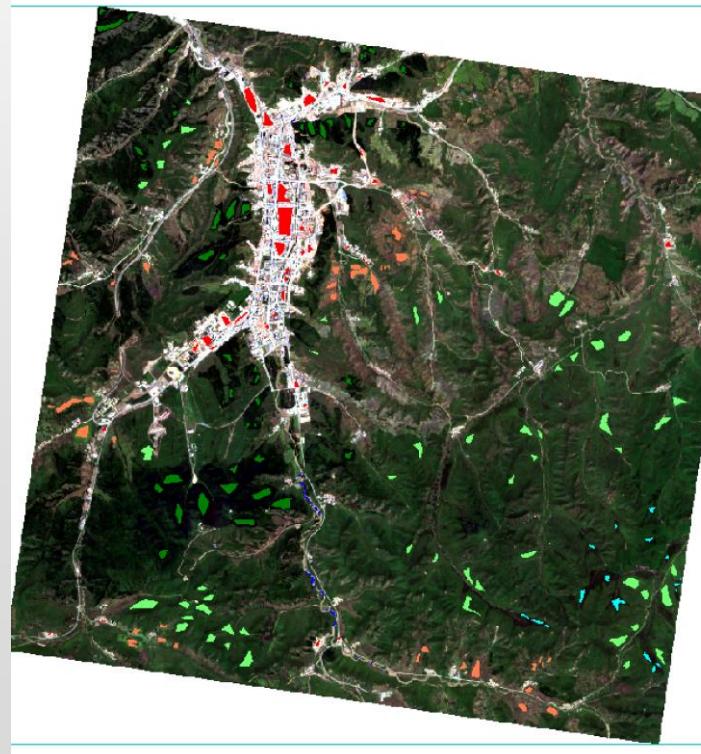
一个样本绘制；



➤ 4. 同样方法，在影像的其他区域进
行绘制样本，样本的分布尽量均
匀。



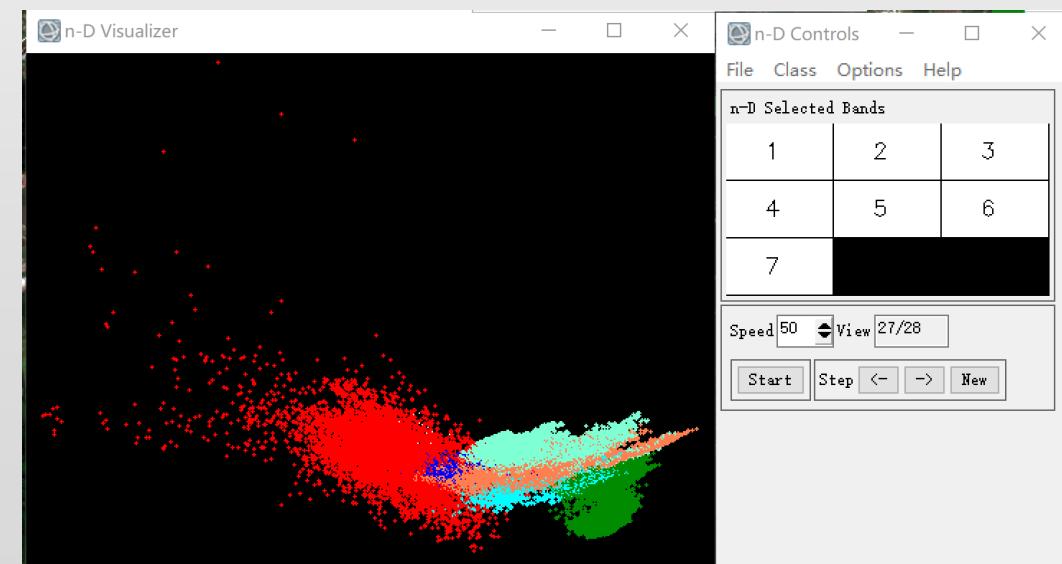
➤ 5. 在图像上右键选择New ROI，或者在Region of Interest (ROI), 或者在Region of Interest(ROI)Tool面板上，选择工具。重复草地样本的选择方法，分别所有的土地利用类型选择样本：下图为选择好的样本：



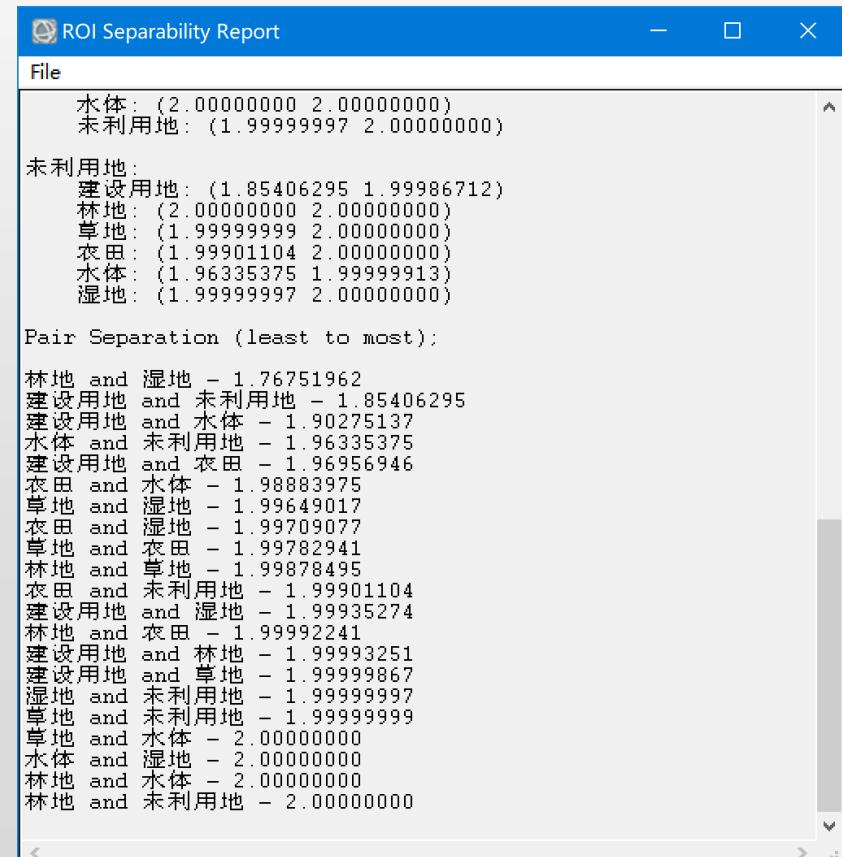
➤ 6. 样本质量评价，分为定性评价和定量评价两种方法。

➤ (1) 定性评价

定性评价法：在Region of Interest(ROI) Tool面板上选择Options-->Send ROIs to n-D Visualizer..., 然后选择所有的地物类型，选择所有的波段，点击图中的Start按钮，即可动态观看左图的图像。



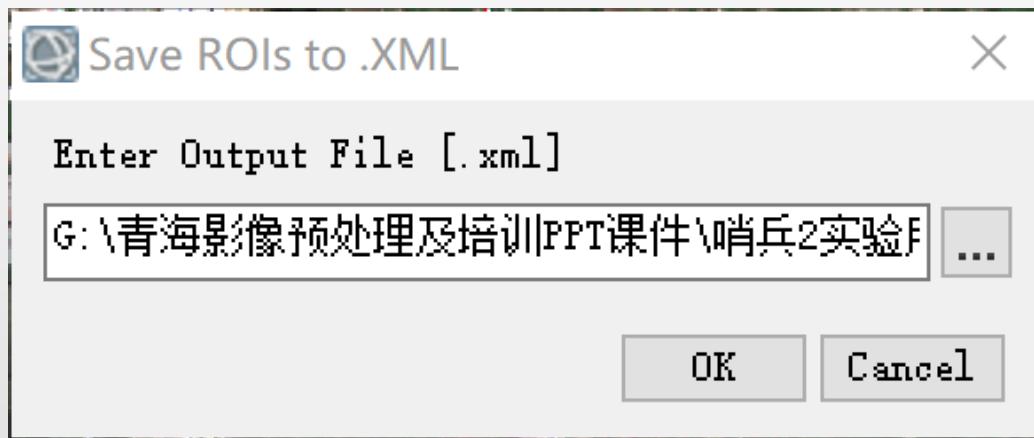
- 6. 样本质量评价，分为定性评价和定量评价两种方法。
- (2) 定量评价(计算样本的可分离度): 在Region of Interest(ROI) Tool面板上选择Options-->Compute ROI Separability, 在Choose ROIs面板上，将几类样本都打勾，点击OK
 - *(分离度大于1.83即合格));
 - 1.9以上为佳)

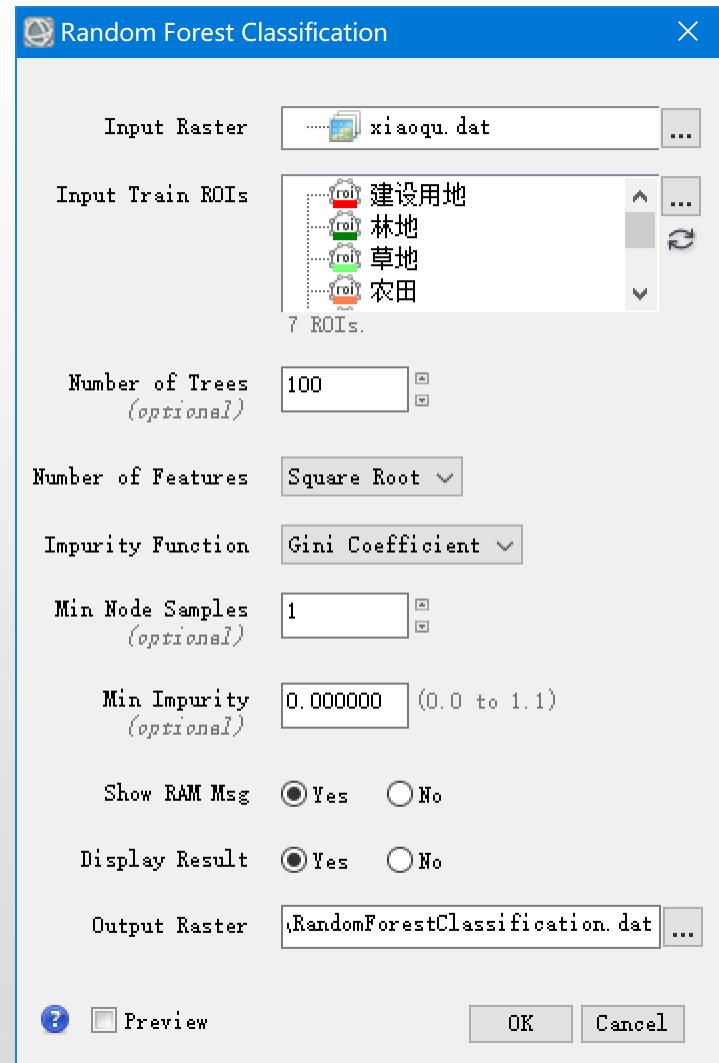
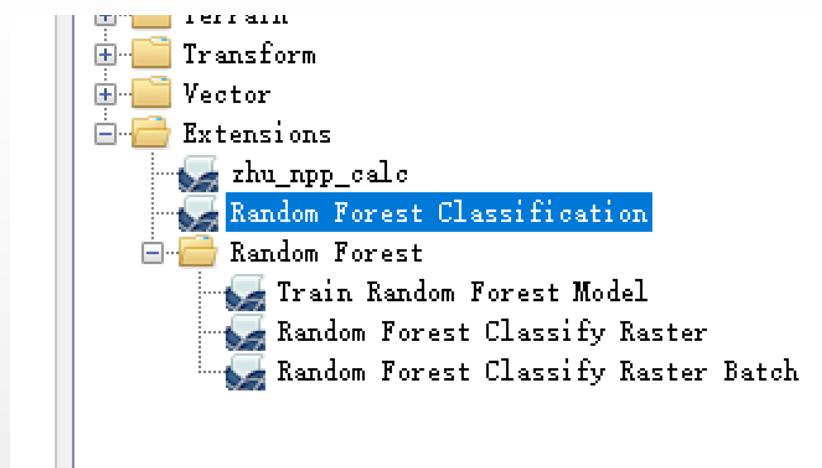


- 7. 样本修改：若之前选择的ROI质量不高，可以在分类之前做出调整。
 - (1) 定性评价法：在n-D Controls中的Class中选择一种颜色A，然后在n-D Visualizer窗口中，用鼠标圈定与颜色A颗粒掺杂在一起的颜色B颗粒，这样便能将颜色B颗粒更改为颜色A颗粒。
 - (2) 定量评价法：在ROI Tool中选择分离度较低的地物类型，使用Goto按钮-->一一查看其样本，并使用Delete Part按钮将不理想的样本逐一删除。

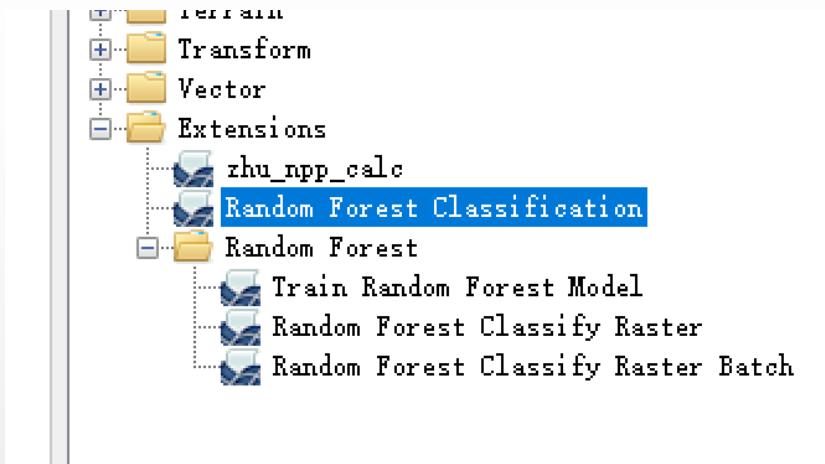
- (3). 合并样本：如果两类地物的样本可分离度太低，还可以考虑将两类地物直接合并。
- 合并时可在Region of Interest(ROI) Tool面板上选择Options-->Merge(Union/Intersection)ROIs，在Merge ROIs面板中，选择要合并的类别，勾选Delete Input ROIs。

- 8. 样本保存：在图层管理器中，选择Region of Interest，点击右键，save as，保存为.xml或.roi格式的样本文件。

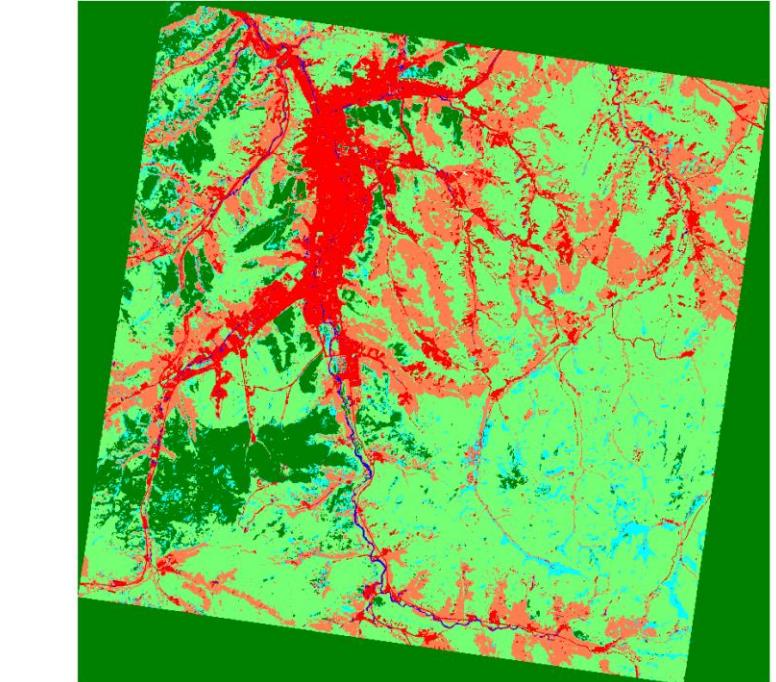


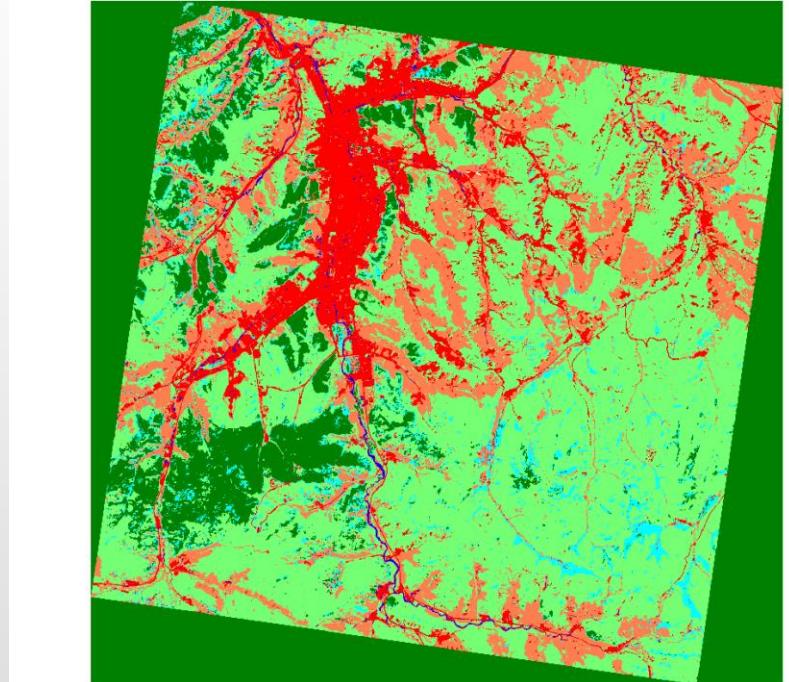
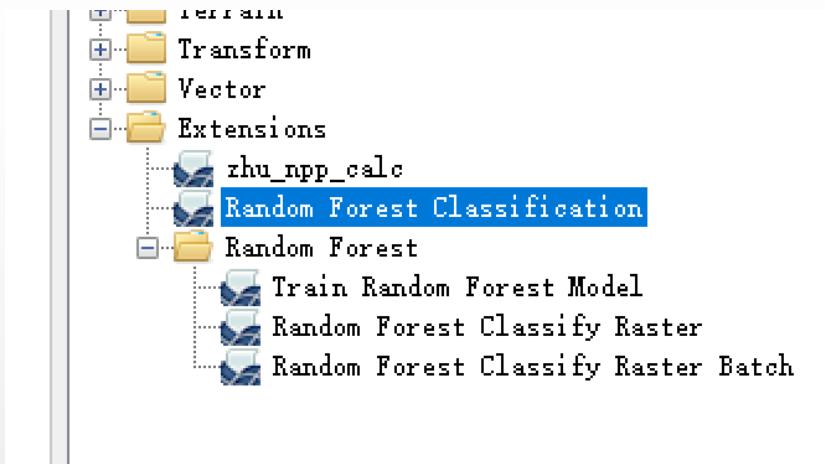


- 选择toolbox→Extension→Random Forest Classification
- Number of Trees 随机森林树的数量，值越大，构建耗时越长，反之用时越少。默认为100。
- Impurity function to determine the impurity。可选项为 Gini Index、Entropy。默认为 Gini Index。
- Number of Feature 选择平方根
- Output Classification Raster: 可选项。若设置分类图像输出路径，则在模型训练完毕后，自动将模型应用于输入图像，得到分类结果。



- 选择toolbox→Extension→Random Forest Classification
- Number of Trees 随机森林树的数量，值越大，构建耗时越长，反之用时越少。默认为100。
- Impurity function to determine the impurity。可选项为 Gini Index、Entropy。默认为 Gini Index。
- Number of Feature 选择平方根
- Output Classification Raster: 可选项。若设置分类图像输出路径，则在模型训练完毕后，自动将模型应用于输入图像，得到分类结果。





- 选择toolbox→Extension→Random Forest Classification
- Number of Trees 随机森林树的数量，值越大，构建耗时越长，反之用时越少。默认为100。
- Impurity function to determine the impurity。可选项为 Gini Index、Entropy。默认为 Gini Index。
- Number of Feature 选择平方根
- Output Classification Raster: 可选项。若设置分类图像输出路径，则在模型训练完毕后，自动将模型应用于输入图像，得到分类结果。可以将该结果进行后续评价

03 分类后处理



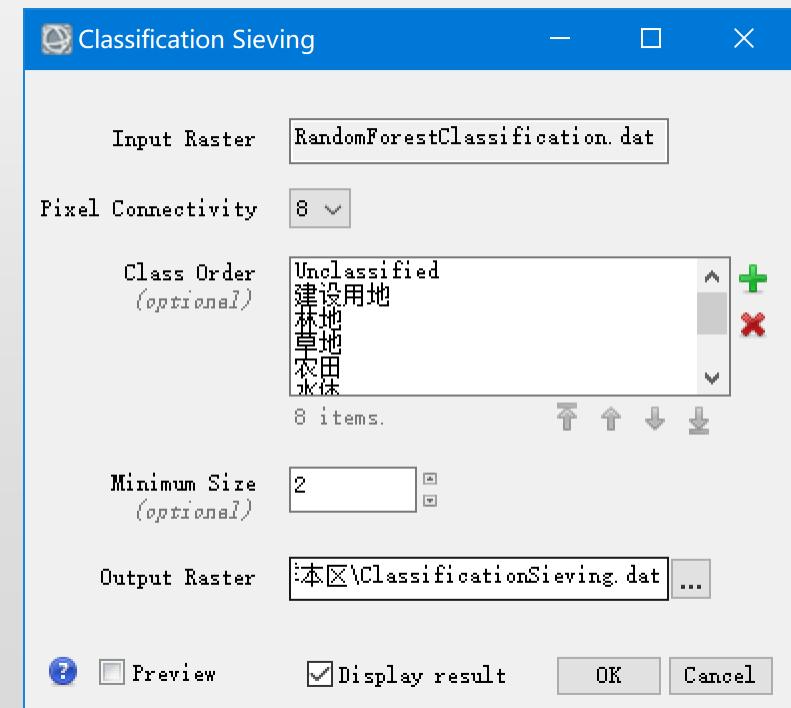
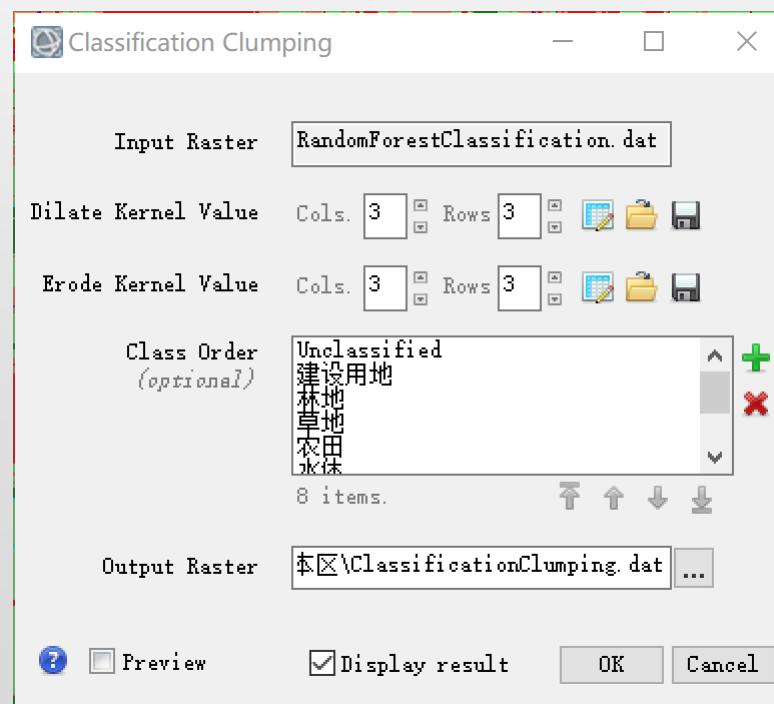
- 01 分类后处理(Post processing)
- 02 分类结果评价(Verification)
- 03 简单土地利用制图教程

- 常用分类后处理包括:小斑块处理、分类后统计、分类叠加、栅矢转换、更改类别颜色等。
- >1、小斑块去除:目前常用的方法有 Majority/Minority分析、聚类处理(clump)和过滤处理(Sieve)。
- (1)Majority和Minority分析:是将周围的“小斑点”合并到大类当中。

01

分类后处理

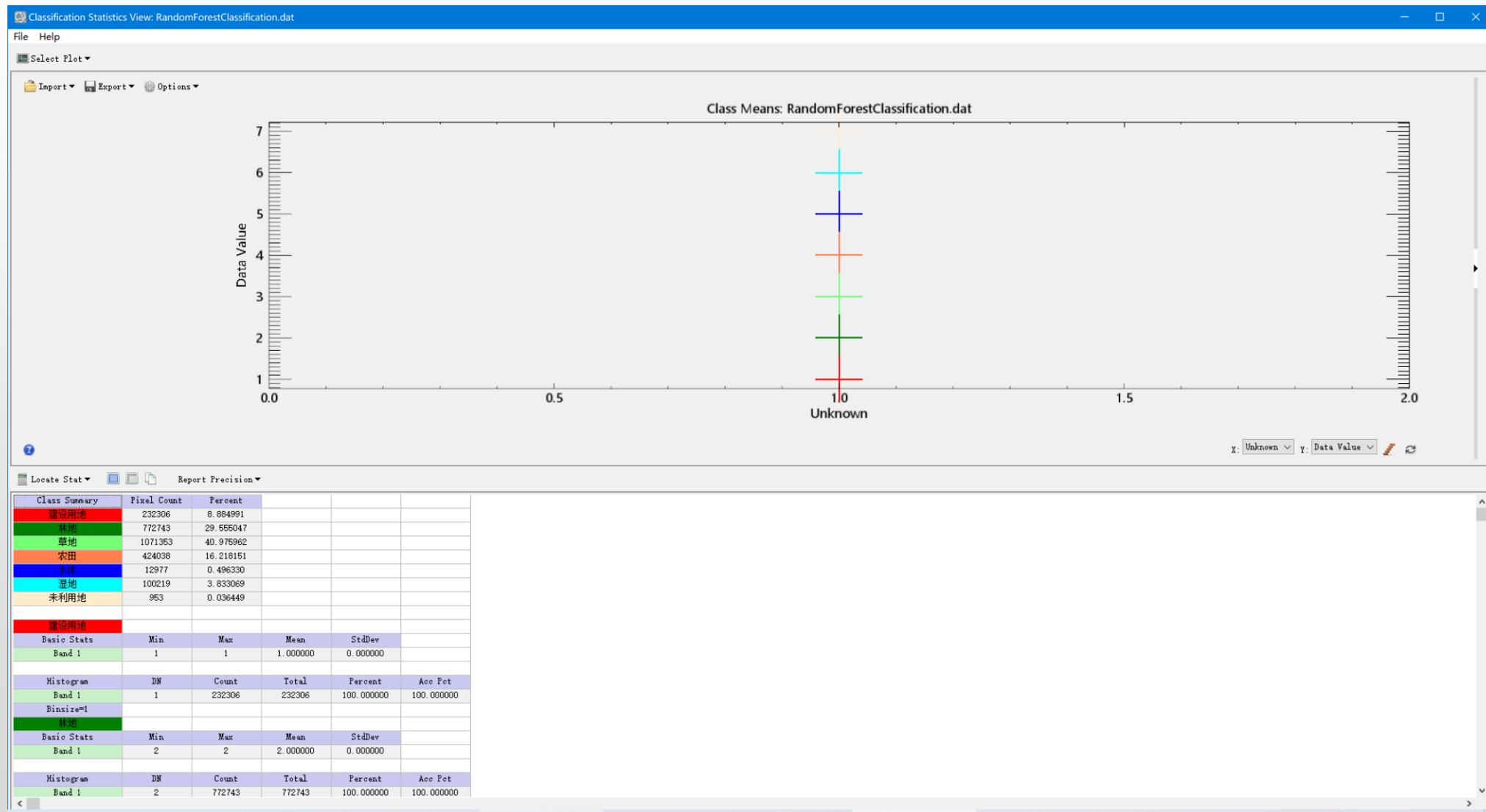
- (2)聚类处理(Clump): 是将周围的“小斑点”合并到大类当中去
- (3)过滤处理(Sieve): 是将不符合的“小斑点”直接剔除



- 2. 分类统计(Class statistics): 基于分类结果计算源分类图像的统计信息。 (Compute Statistic Parameters)
 - 基本统计包括:类别中的像元数、最小值、最大值、平均值以及类中每个波段的标准差等。
 - 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。

01

分类后处理



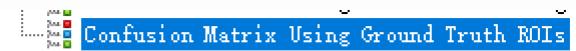
➤ 评价分类结果

- 执行监督分类后，需要对分类结果进行评价，确定分类的精度和可靠性。常用的精度评价的方法有两种：一是混淆矩阵；二是ROC曲线。本例中选用混淆矩阵。
- 真实参考源可以使用两种方式：一是标准的分类图；二是选择的兴趣区（验证样本区）。本例选用兴趣区。
- 真实的兴趣区参考源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。由于没有更高分辨率的数据源，本例中就把原分类的S2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。

02

分类结果评价

- 混淆矩阵 Confusion Matrix 说明:
- 总体分类精度:等于被正确分类的像元总和除以总像元数。
被正确分类的像元数目沿着混淆矩阵的对角线分布，总像元数等于所有真实参考源的像元总数。
- Kappa系数:是通过把所有真实参考的像元总数(N)乘以混淆矩阵对角线(X)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。
- 式中:r是错误矩阵中总列数(即总的类别数);X_{ij}是错误矩阵中第i行、第j列上像元数量(即正确分类的数目);X_{i+}和X_{+i}分别是第i行和第j列的总像元数量:N是总的用于精度评估的像元数量。

 Confusion Matrix Using Ground Truth ROIs

$$K_{\text{hat}} = \frac{N \sum_{i=1}^r x_{ii} - \sum_{i=1}^r (x_{i+} x_{+i})}{N^2 - \sum_{i=1}^r (x_{i+} x_{+i})}$$

- 错分误差:指被分为用户感兴趣的类, 而实际属于另一类的像元
- 漏分误差:指本身属于地表真实分类, 而没有被分类器分到相应类别中的像元数。
- 制图精度:是指分类器将整个影像的像元正确分为A类的像元数(对角线值)与A类真实参考总数(混淆矩阵中A类别列的总和)的比率
- 用户精度:是指正确分到A类的像元总数(对角线值)与分类器将整个影像的像元分为A类的像元总数(混淆矩阵中A类行的总和)比率

➤ 评价分类结果

- 利用ROI工具，在Sentinel-2A影像上选择真实参考源，即验证样本。
- 再通过Confusion Matrix Using Ground Truth ROIs



Class Confusion Matrix

File
Confusion Matrix: G:\青海影像预处理及培训PPT课件\哨兵2实验用影像\影像分类实验\监督分类\RandomForestClassification.d...

Overall Accuracy = (182/190) 95.7895%
Kappa Coefficient = 0.9464

Class	Ground Truth (Pixels)				
	建设用地	林地验证	草地验证	农田验证	水体验证
Unclassified	0	0	0	0	0
建设用地	28	0	1	0	1
林地	0	24	0	0	0
草地	0	0	18	0	0
农田	0	0	0	15	0
水体	0	0	0	0	12
湿地	0	2	0	0	0
未利用地	0	0	0	0	0
Total	28	26	19	15	13

Class	Ground Truth (Pixels)		Total
	湿地验证	未利用地	
Unclassified	0	0	0
建设用地	0	0	30
林地	4	0	28
草地	0	0	18
农田	0	0	15
水体	0	0	12
湿地	13	0	15
未利用地	0	72	72
Total	17	72	190

Class	Ground Truth (Percent)			
	建设用地	林地验证	草地验证	农田验证
Unclassified	0.00	0.00	0.00	0.00
建设用地	100.00	0.00	5.26	0.00
林地	0.00	92.31	0.00	0.00
草地	0.00	0.00	94.74	0.00
农田	0.00	0.00	0.00	100.00
水体	0.00	0.00	0.00	92.31
湿地	0.00	7.69	0.00	0.00
未利用地	0.00	0.00	0.00	0.00
Total	100.00	100.00	100.00	100.00

存在问题（光谱分类）：

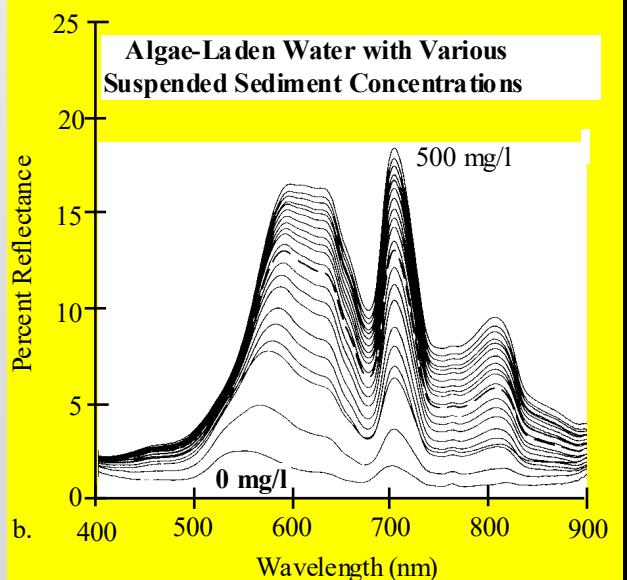
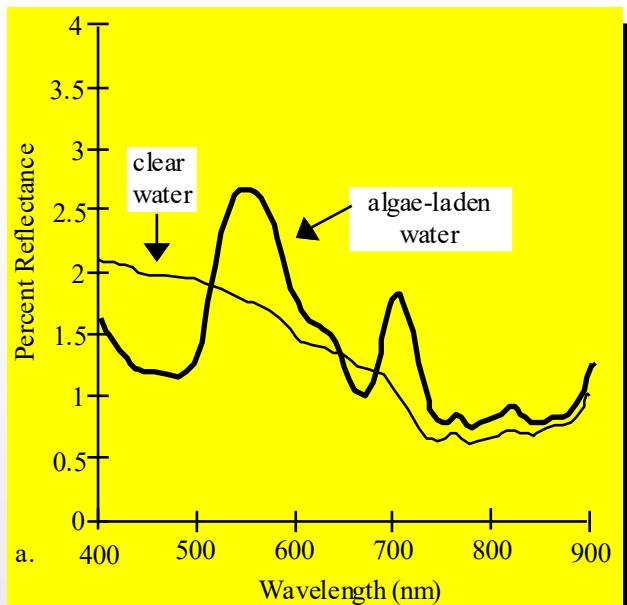
同物异谱：同类地物具有不同的光谱特征

异物同谱：不同的地物可能具有相似的光谱特征。

如：

同一作物，生长状态不同，光谱特征有差异；

不同的植被类型可能有相似的光谱特征



水体光谱特征的变化：同物异谱

清水和长满藻类的水体的实测光谱曲线

叶绿素a在 400 与500 nm间和 675 nm处的强烈吸收

长满藻类并含有不同浓度悬浮物的水体 (0 - 500 mg/l) 的光谱曲线

存在问题：光谱类和信息类不对应

光谱类 (spectral class)：基于光谱特征形成的类别

如房屋的阳面和阴面光谱特征不同，不同的光谱类

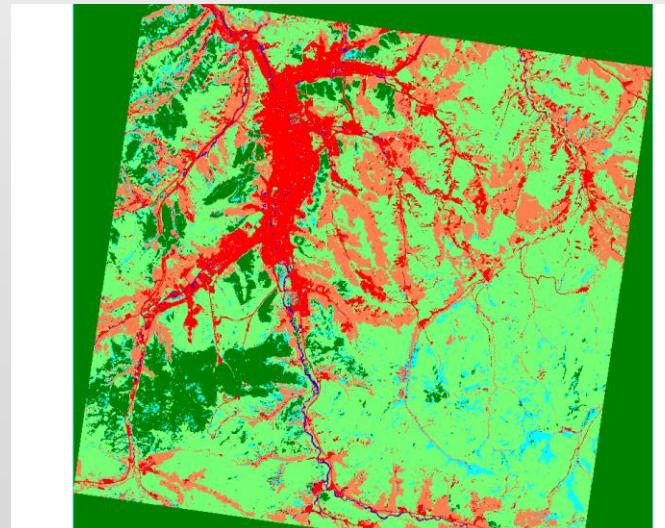
信息类 (information class)：根据实际需要待分的类别，人为的划分

如城市类由道路、建筑物、水体、绿地等不同地物组成，不同地物光谱特征不同

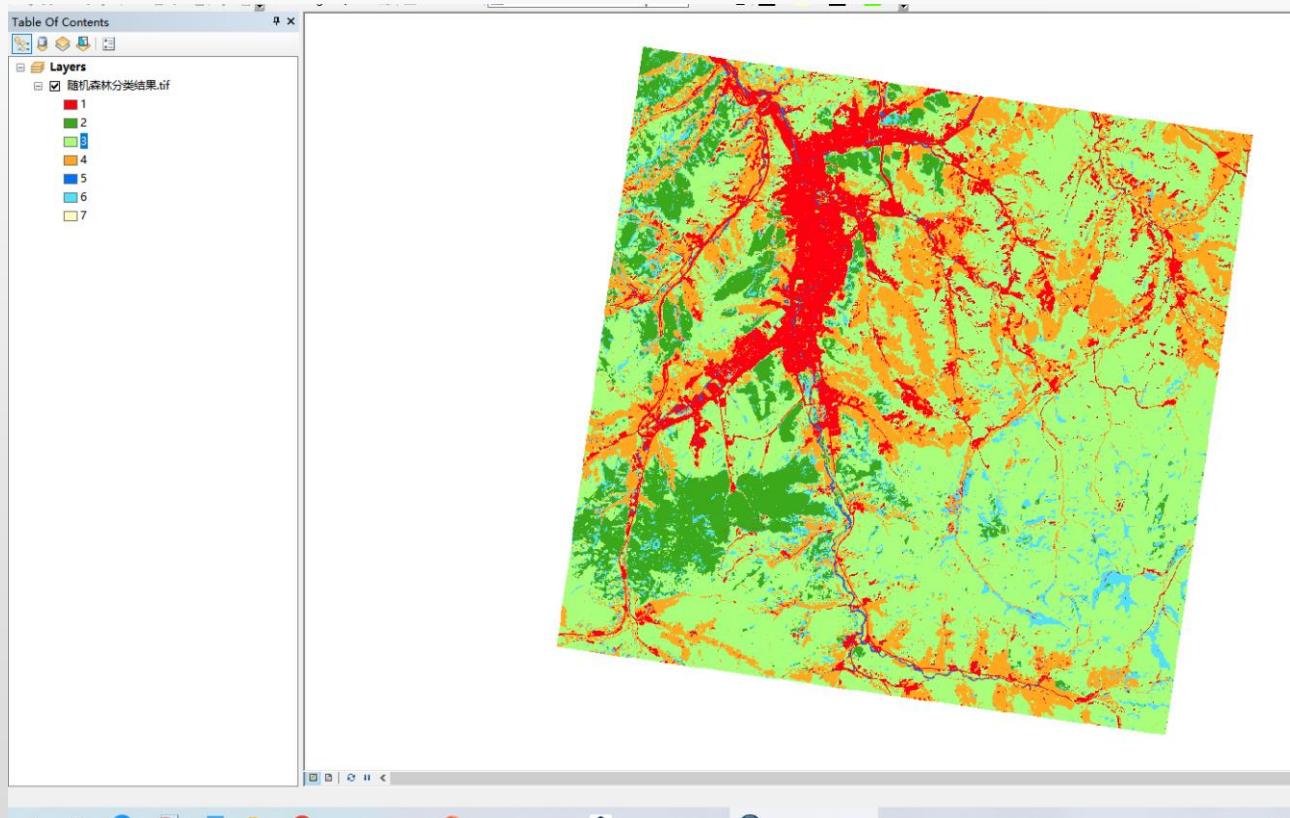
砖场：烟囱（窑）、取土坑、堆砖处、房屋等

我们将刚才获得的随机森林分类结果保存为TIFF格式，通过Arcgis可以制作成土地利用分类图

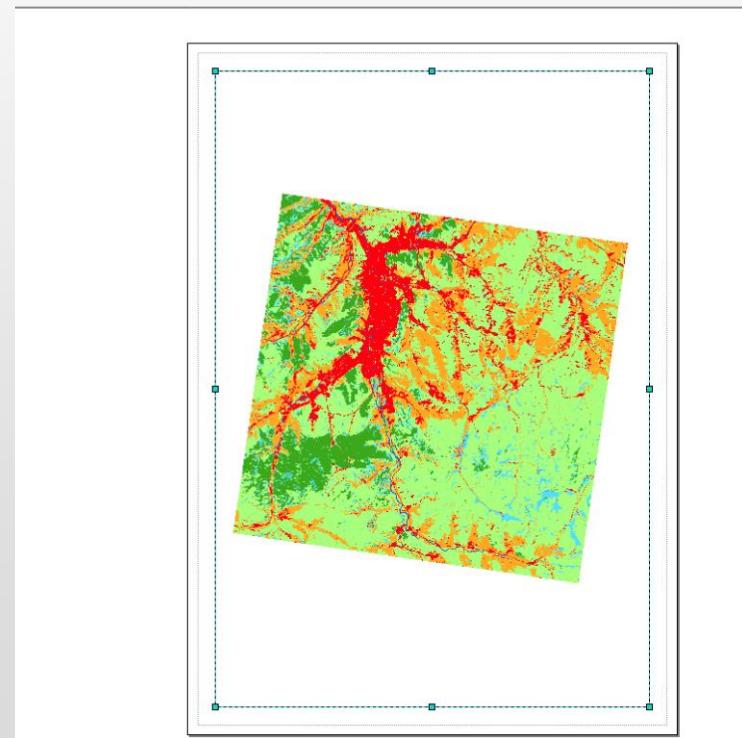
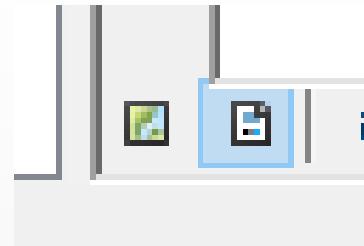
右键RandomForestClassification.DAT 文件→Export Layer to TIFF→选择保存路径至简单制图教程文件夹→保存文件→关闭ENVI，打开Arcgis



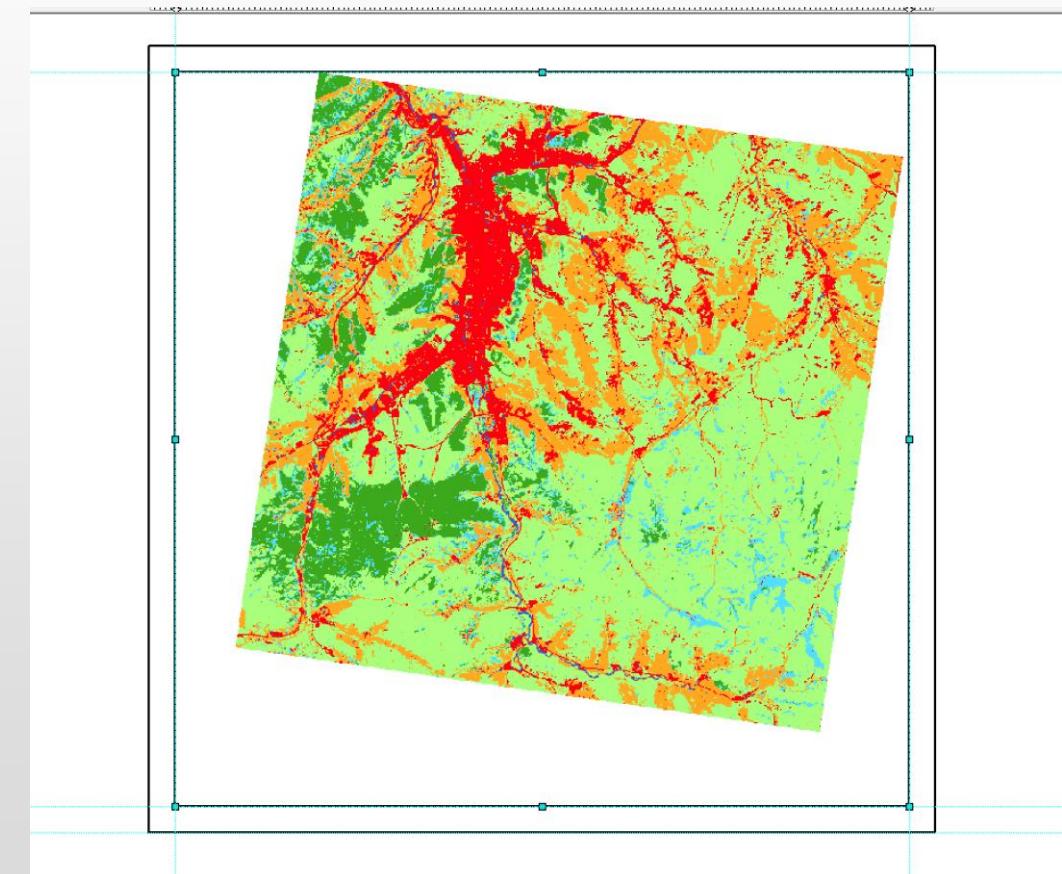
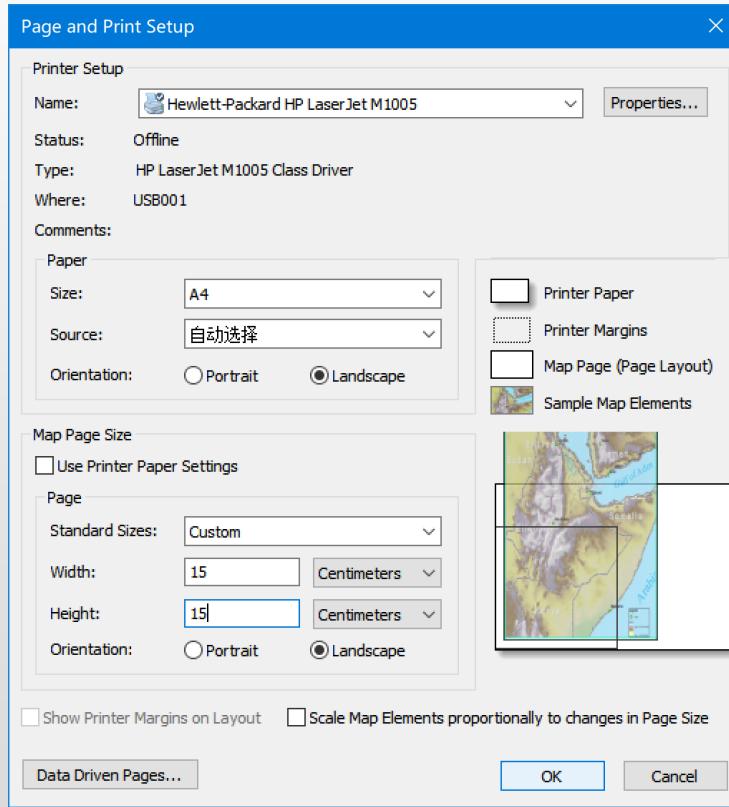
打开Arcgis→拖入分类结果图：



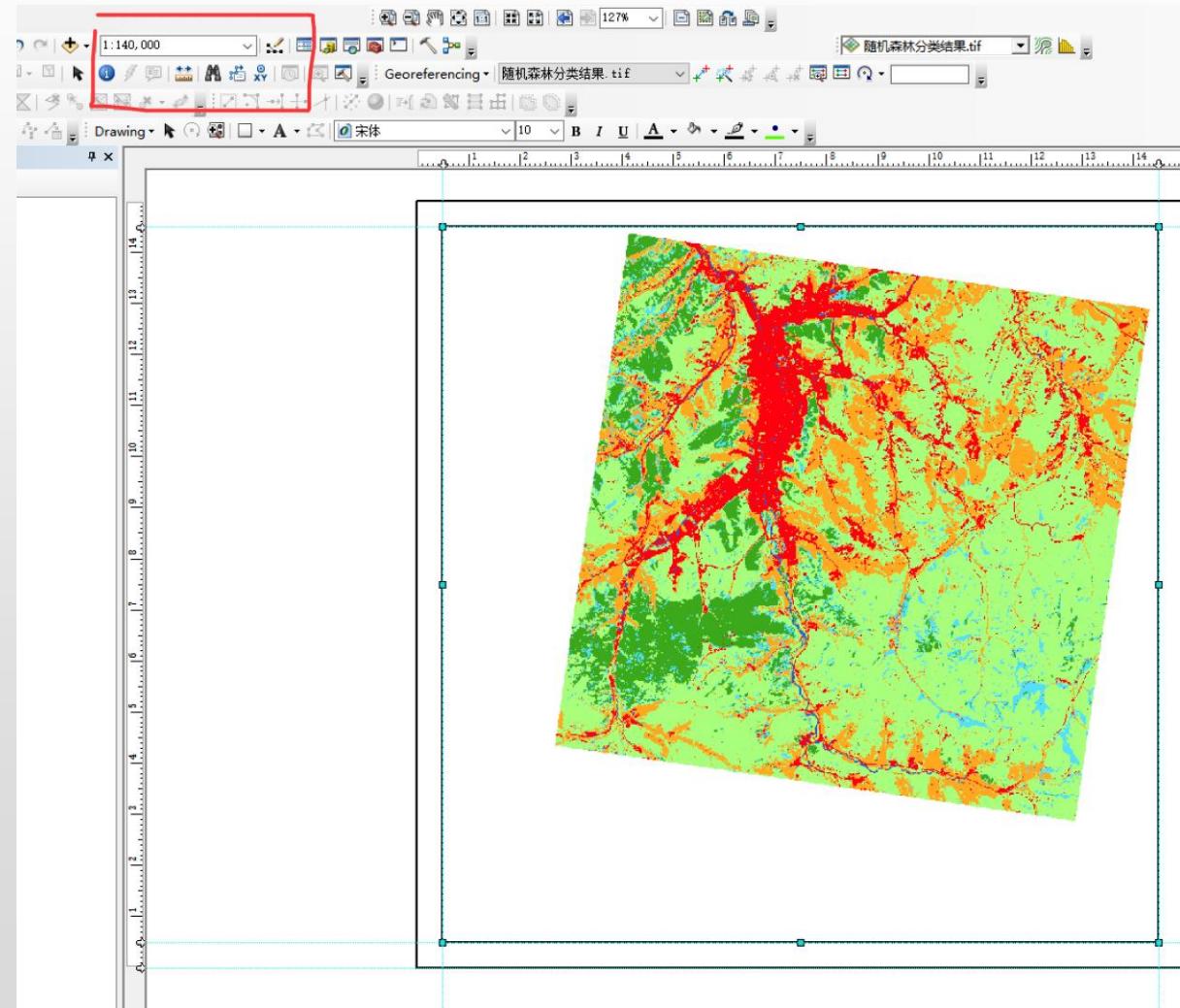
点击Arcgis窗口左下方的作图视窗：



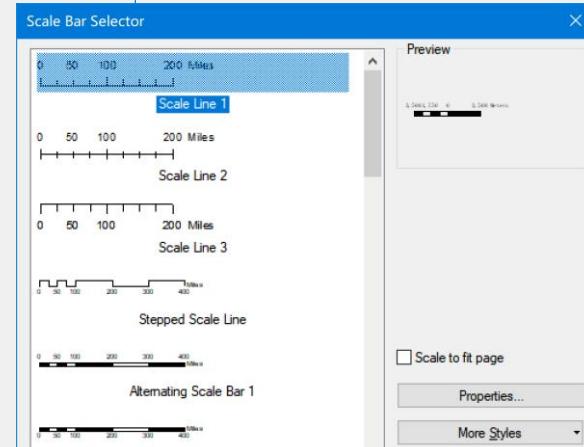
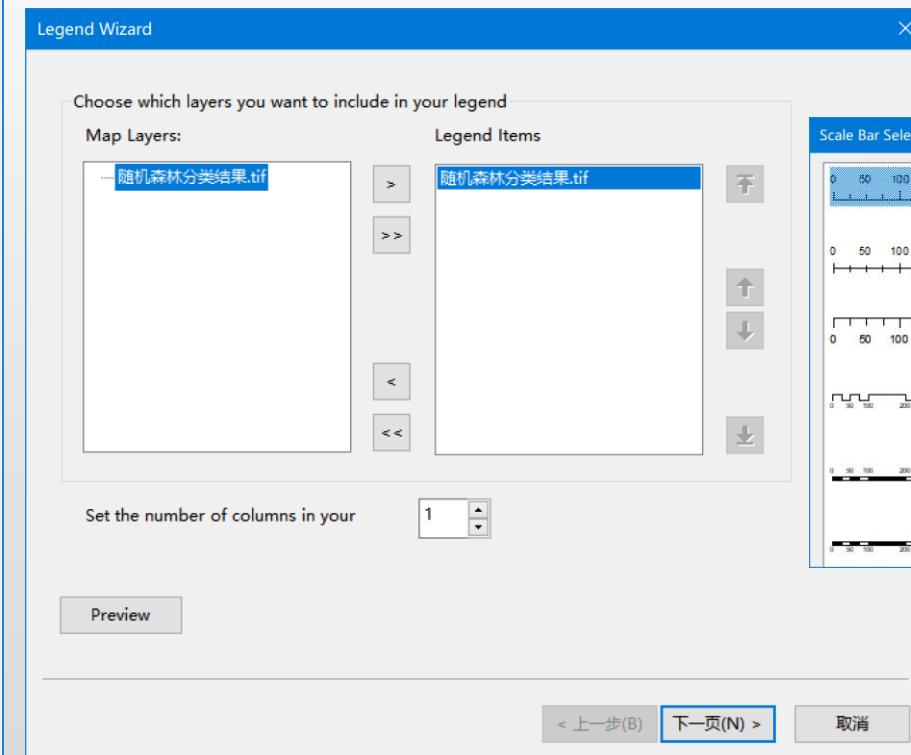
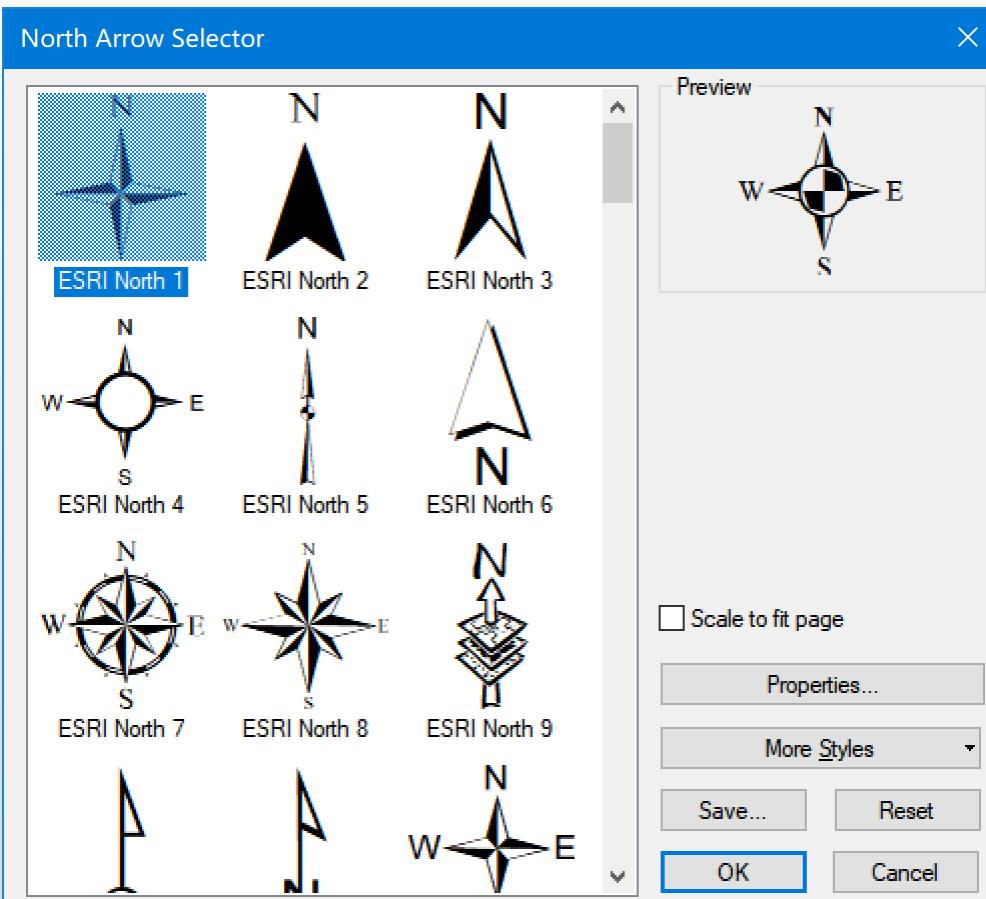
右键空白处→Page and Print Set up→调整绘图窗口大小



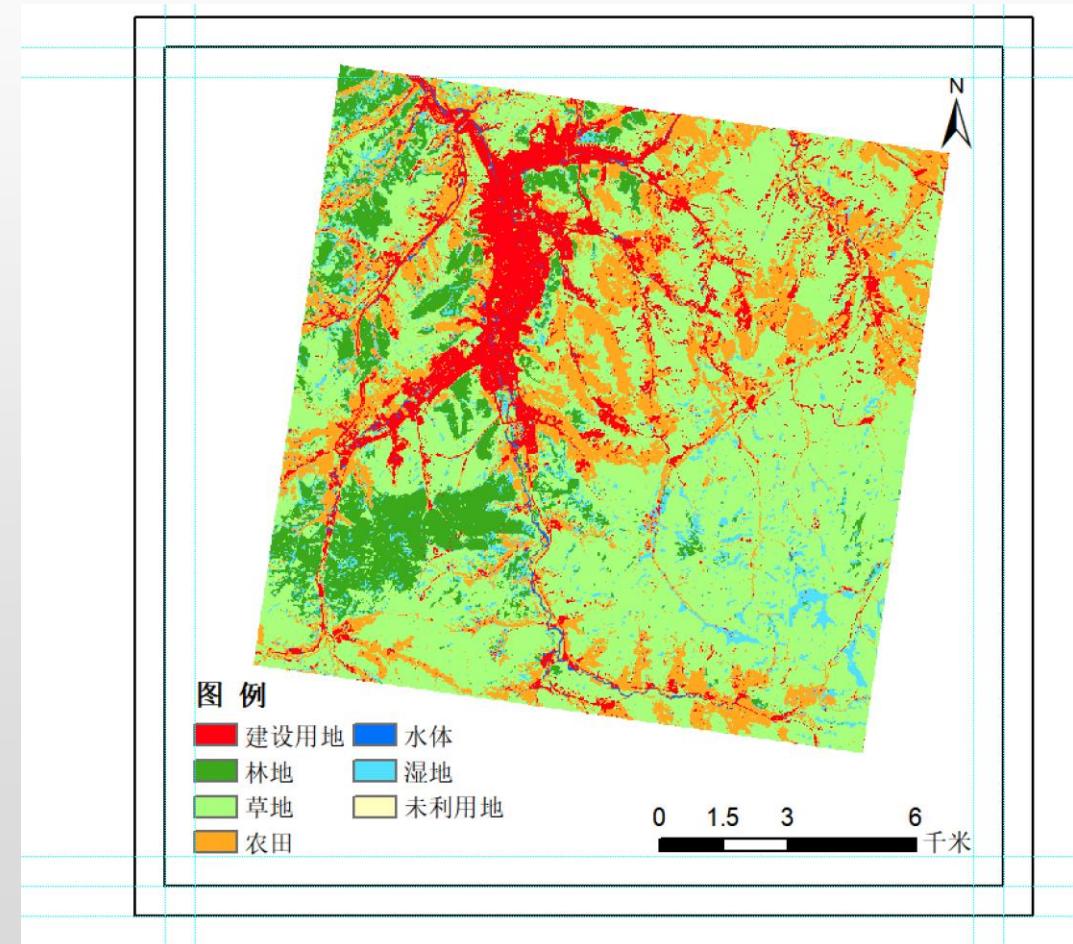
调整绘图比例尺大小



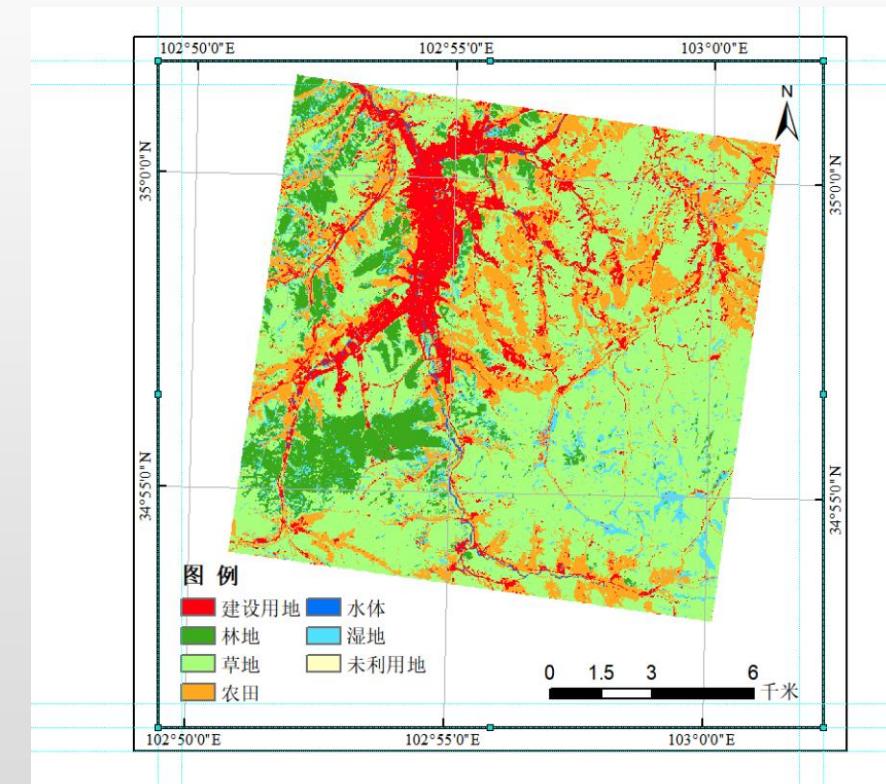
添加绘图三要素：Insert 图例、指北针、比例尺



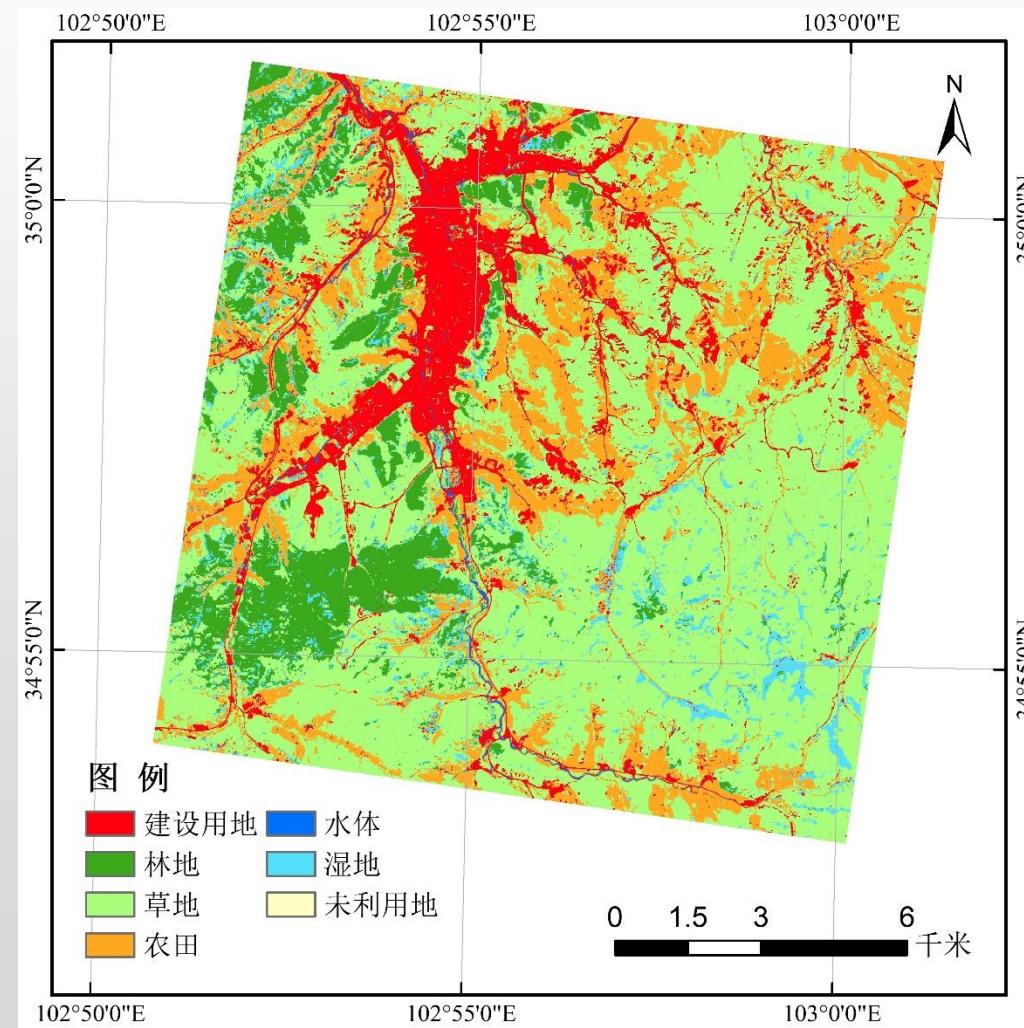
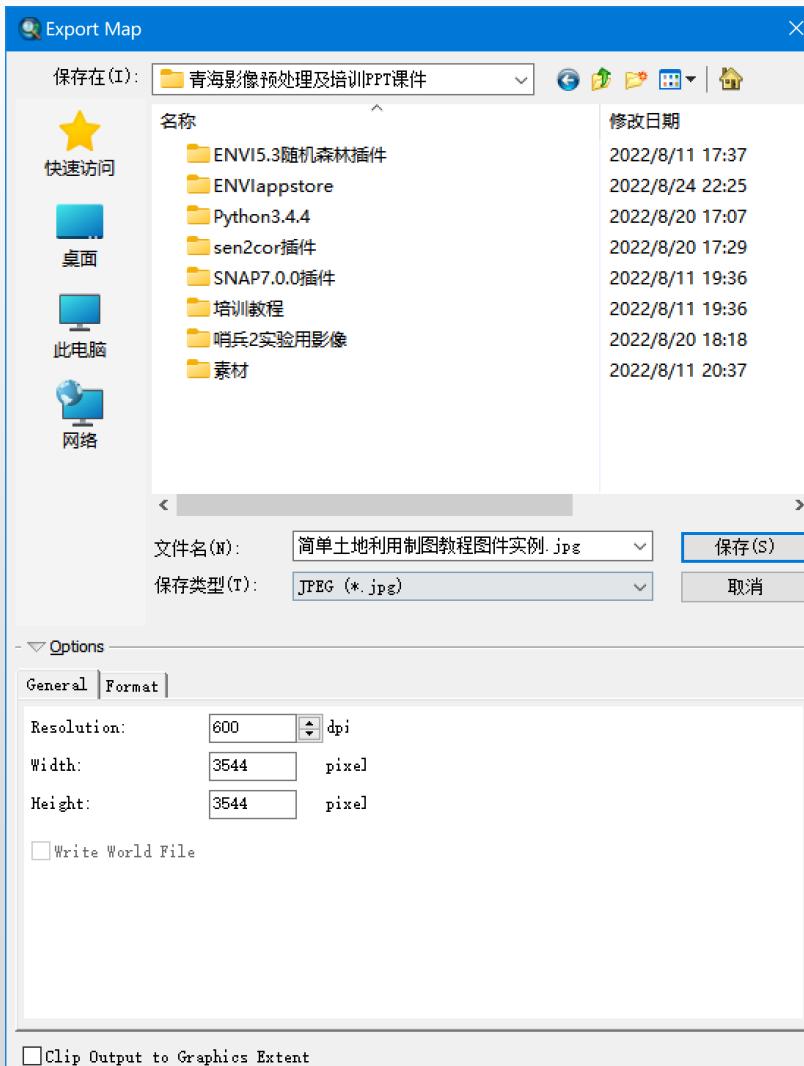
调整各个绘图要素的大小和位置：如图



右键图框内空白处→找到最后一项Properties→Grids添加格网和经
纬度→new grid→



File→Export Map→将制图结果另存为jpg格式→制图完毕!





兰州大学 草地农业科技学院
COLLEGE OF PASTORAL AGRICULTURE SCIENCE AND TECHNOLOGY, LANZHOU UNIVERSITY

谢谢各位！

封森耀
2020.08.25