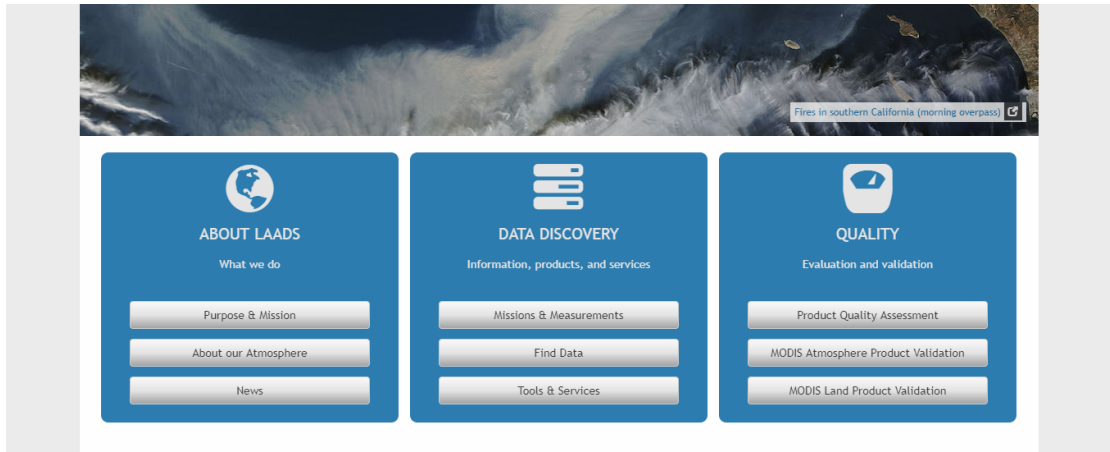


火点识别

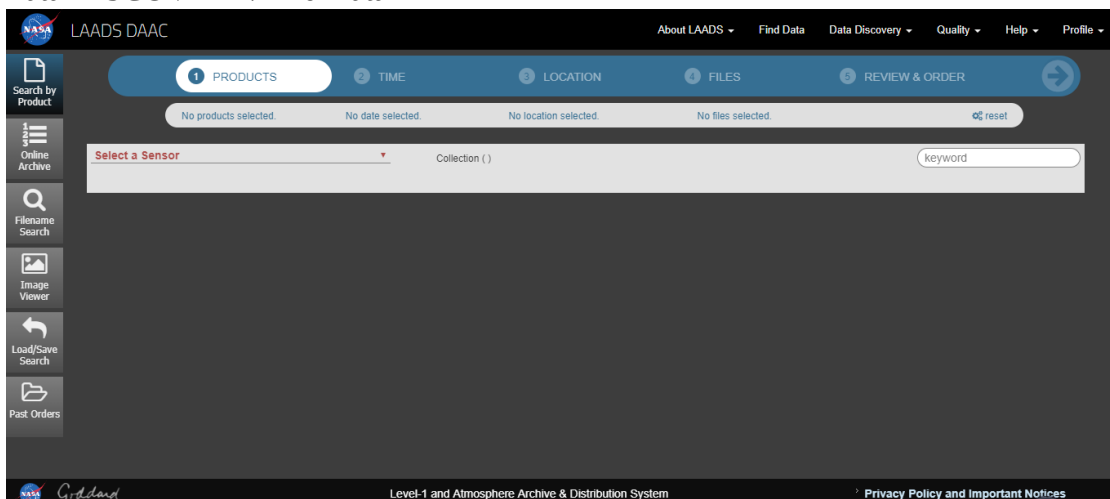
谷鹤

1、数据下载

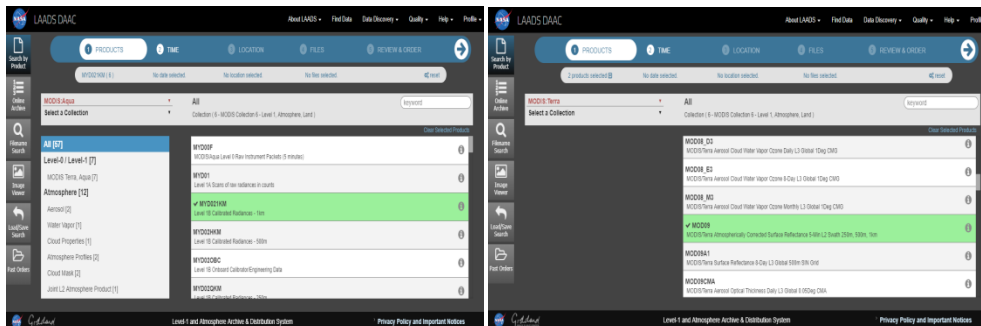
MODIS 下载地址: <https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/>



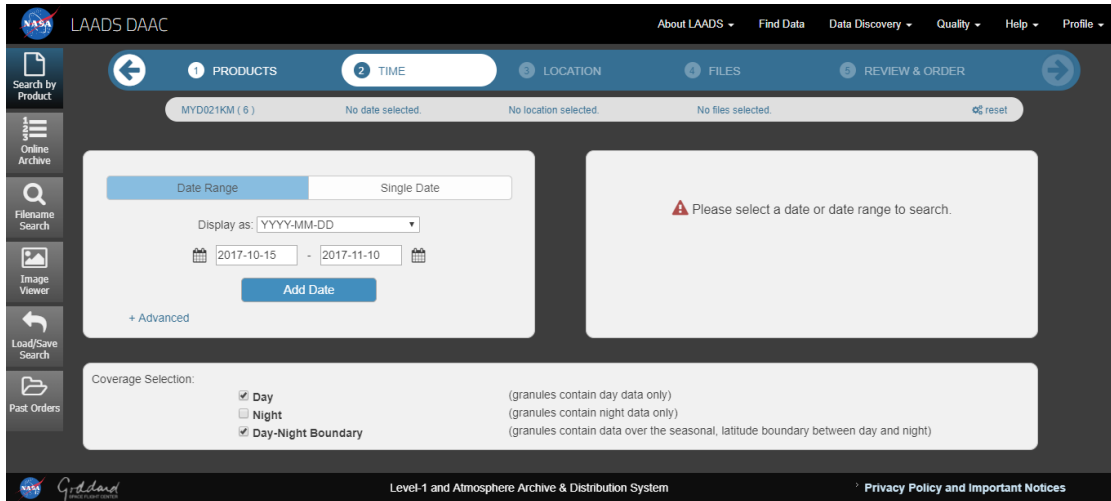
Data DISCOVERY/Find Data



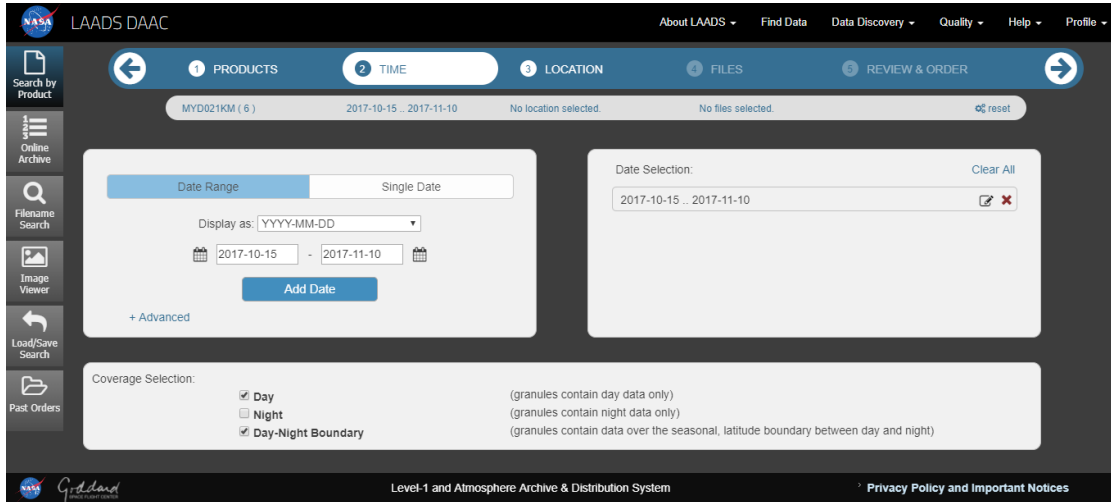
- Product/Select a Sensor, 1b 数据: MODIS: Aqua/MYD021KM, 09 数据: MODIS: Terra/MOD09



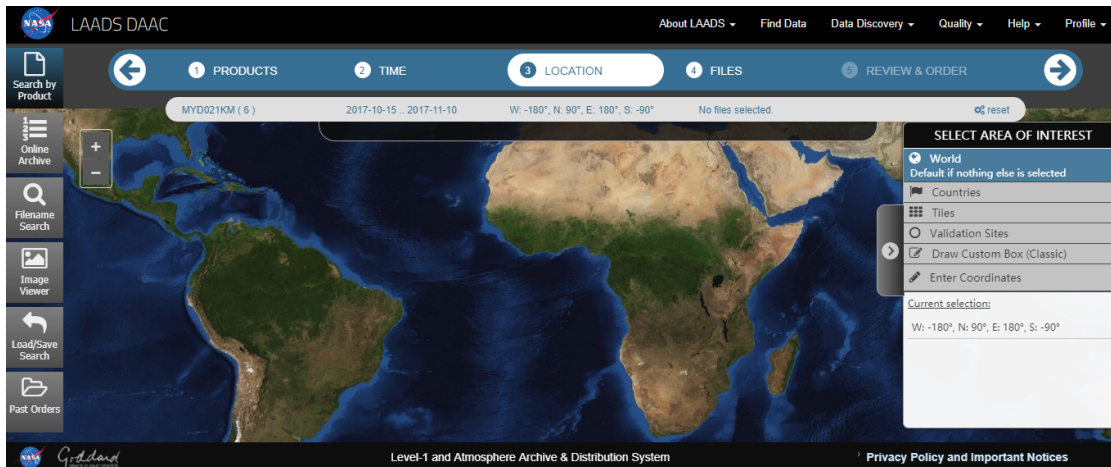
- Time/Date Range, 选择一个时间范围



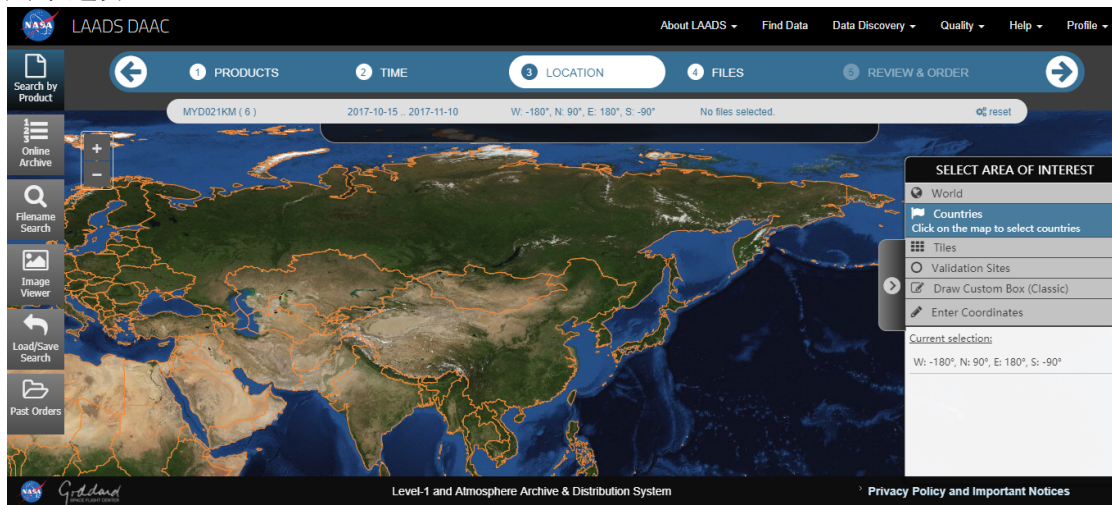
Data Selection 中选择:



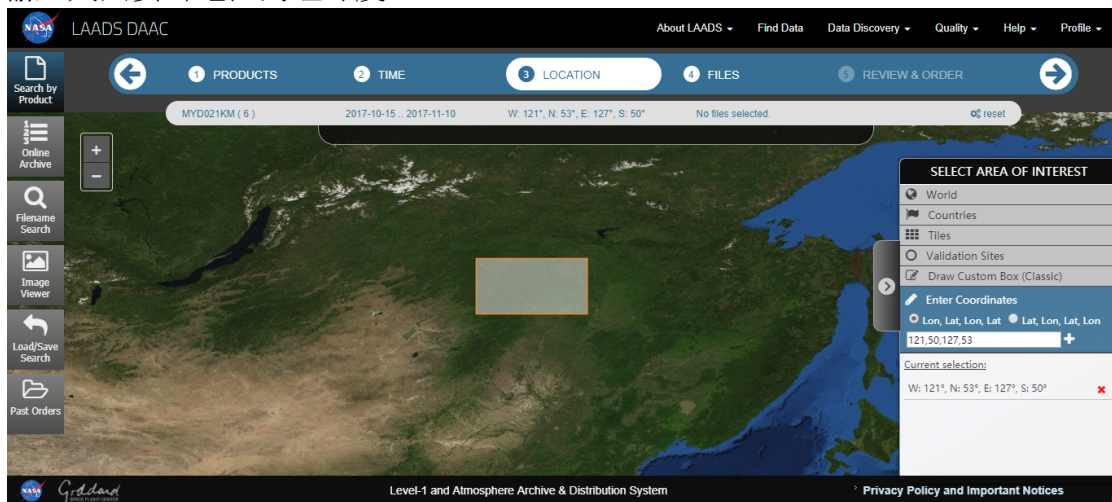
● Location
拖动地图



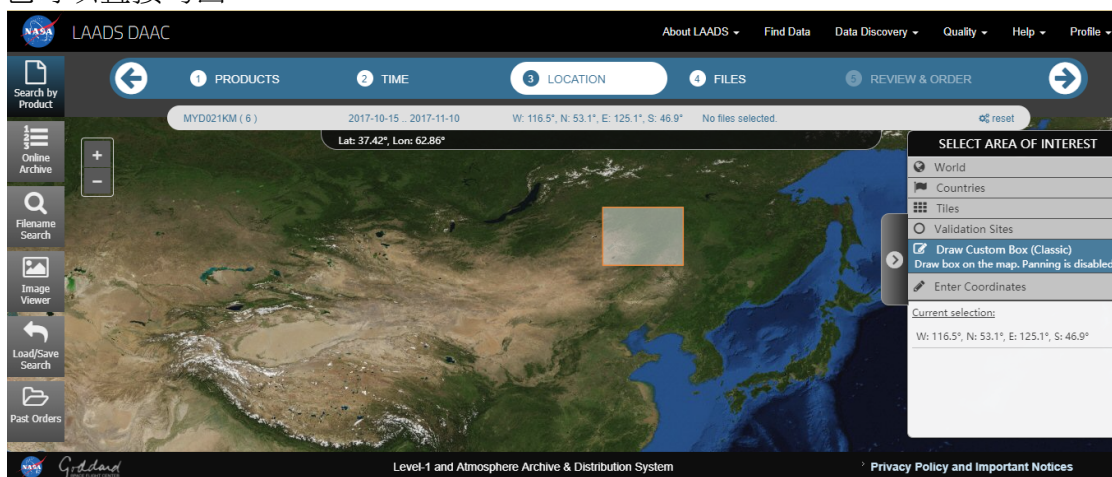
国家边界



输入大兴安岭地区的经纬度 Enter Coordinates

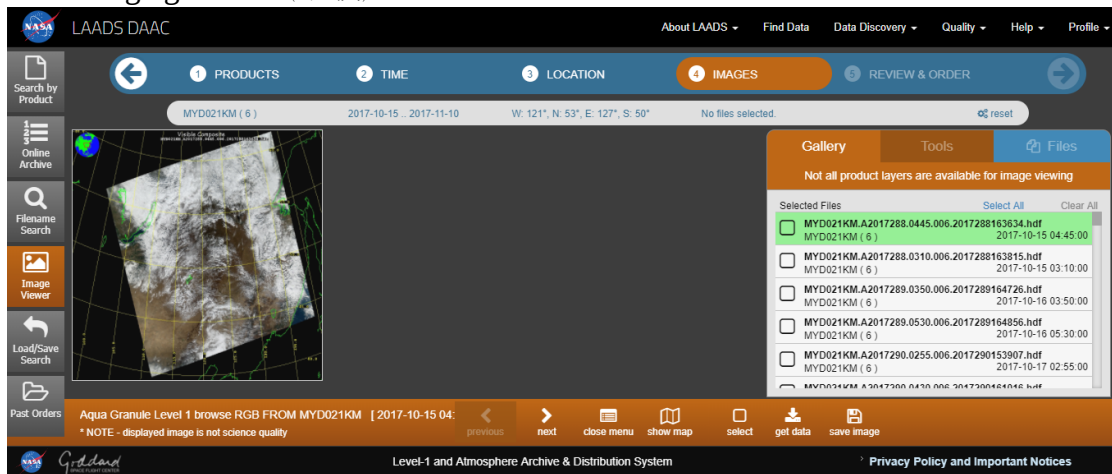


也可以直接勾画

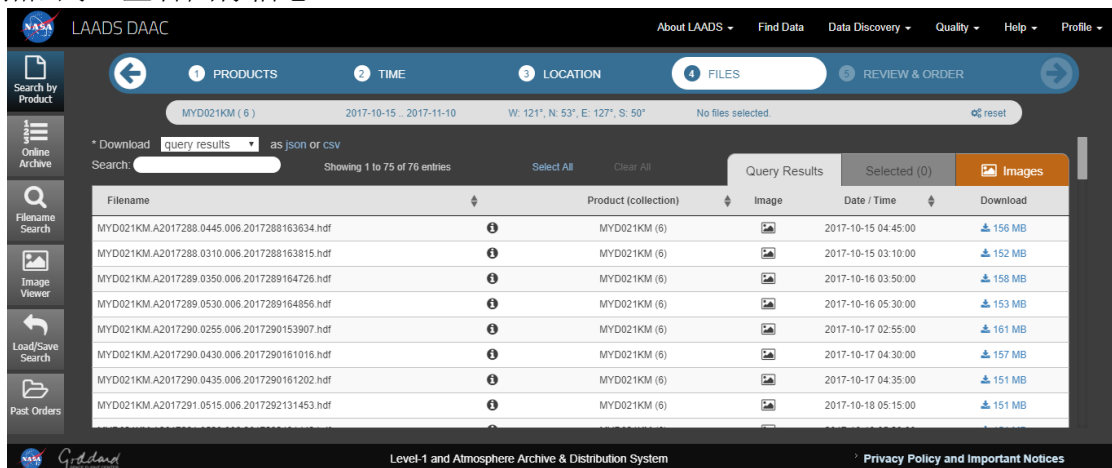


● Files

Load image/get data (下载)



点击小i 查看图像信息

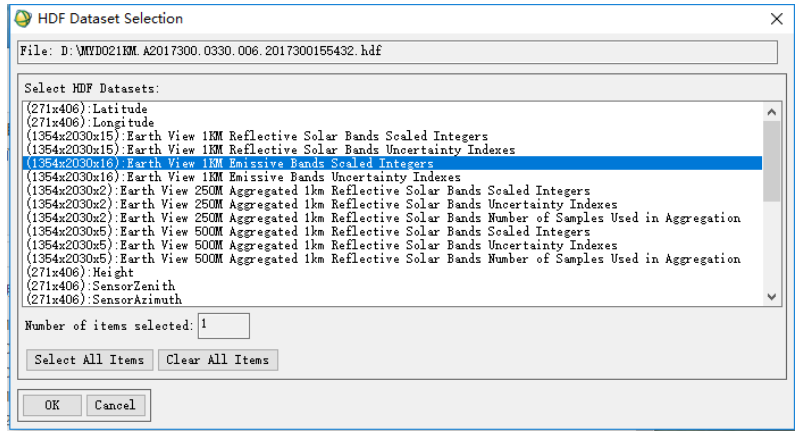


下载完成后

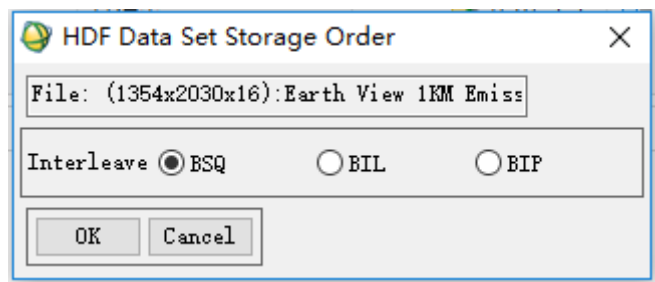


2、Envi/File/open external file/Generic Formats/HDF，打开外部文件格式

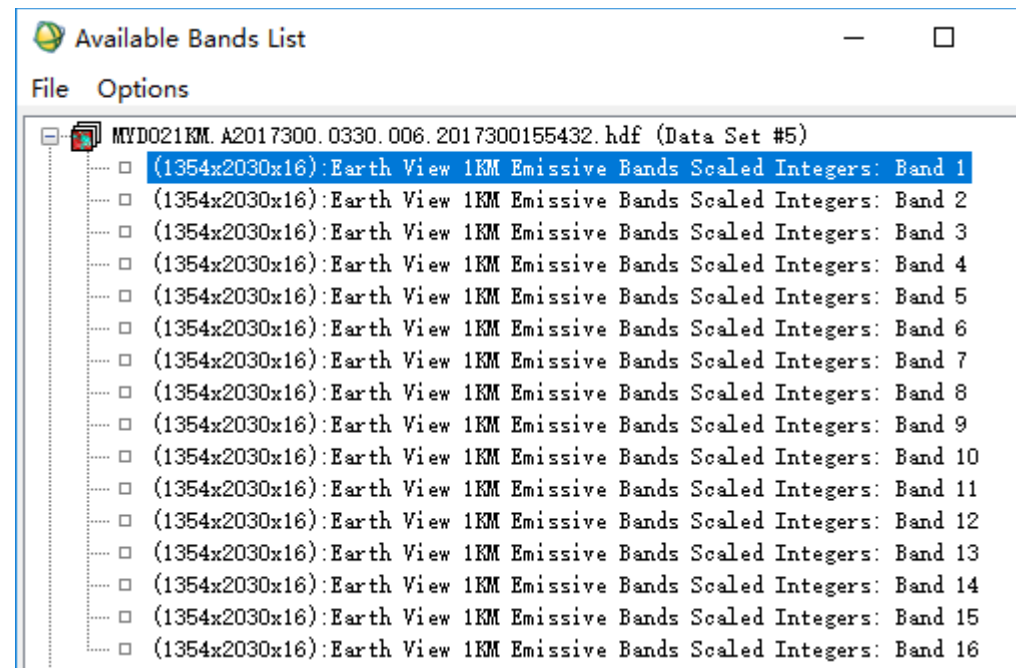
数据下载的是 1 公里的图像，1 公里图像中有被插值成 250m 和 500 米的图像，选择热红外传感器的波段。



BSQ 存储格式:



1-16 波段分别对应 20-36 波段



此次选择了 1、2、13lo、18、21、31 波段

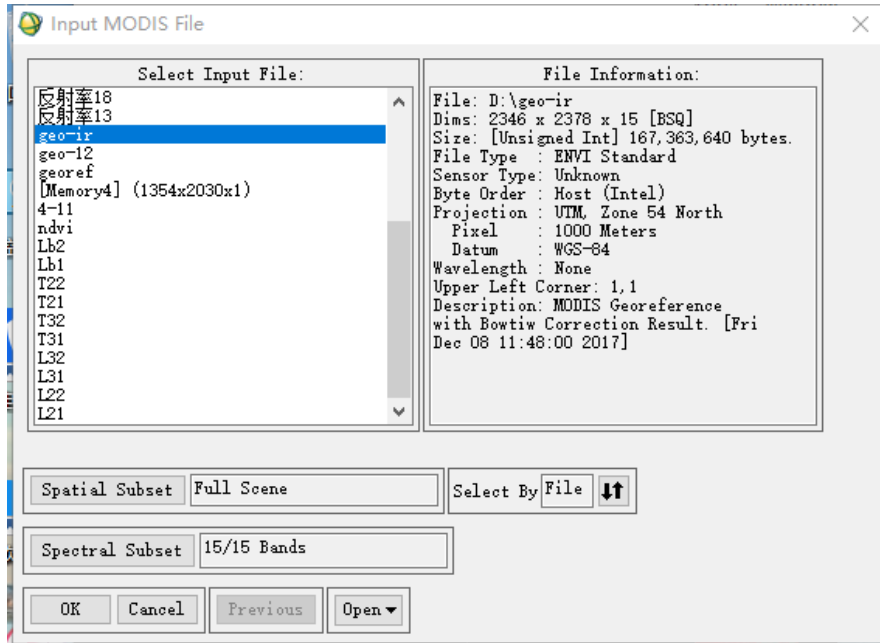
波段号	主要应用	分辨率*	波段宽度**	频谱强度***	要求的信噪比
1	植被叶绿素吸收	250	0.620-0.670	21.8	128
2	云和植被覆盖变换	250	0.841-0.876	24.7	201
3	土壤植被差异	500	0.459-0.479	35.3	243
4	绿色植被	500	0.545-0.565	29.0	228
5	叶面/树冠差异	500	1.230-0-1.250	5.4	74

6	雪/云差异	500	1.628-1.652	7.3	275
7	陆地和云的性质	500	2.105-2.155	1.0	110
8	叶绿素	1000	0.405-0.420	44.9	880
9	叶绿素	1000	0.438-0.448	41.9	838
10	叶绿素	1000	0.483-0.493	32.1	802
11	叶绿素	1000	0.526-0.536	27.9	754
12	沉淀物	1000	0.546-0.556	21.0	750
13	沉淀物, 大气层	1000	0.662-0.672	9.5	910
14	叶绿素荧光	1000	0.673-0.683	8.7	1087
15	气溶胶性质	1000	0.743-0.753	10.2	586
16	气溶胶/大气层性质	1000	0.862-0.877	6.2	516
17	云/大气层性质	1000	0.890-0.920	10.0	167
18	云/大气层性质	1000	0.931-0.941	3.6	57
19	云/大气层性质	1000	0.915-0.965	15.0	250
20	洋面温度	1000	3.660-3.840	0.45	0.05
21	森林火灾/火山	1000	3.929-3.989	2.38	2.00
22	云/地表温度	1000	3.929-3.989	0.67	0.07
23	云/地表温度	1000	4.020-4.080	0.79	0.07
24	对流层温度/云片	1000	4.433-4.498	0.17	0.25
25	对流层温度/云片	1000	4.482-4.549	0.59	0.25
26	红外云探测	1000	1.360-1.390	6.00	150
27	对流层中层湿度	1000	6.535-6.895	1.16	0.25
28	对流层中层湿度	1000	7.175-7.475	2.18	0.25
29	表面温度	1000	8.400-8.700	9.58	0.05
30	臭氧总量	1000	9.580-9.880	3.69	0.25
31	云/表面温度	1000	10.780-11.280	9.55	0.05
32	云高和表面温度	1000	11.770-12.270	8.94	0.05
33	云高和云片	1000	13.185-13.485	4.52	0.25
34	云高和云片	1000	13.485-13.785	3.76	0.25
35	云高和云片	1000	13.785-14.085	3.11	0.25
36	云高和云片	1000	14.085-14.385	2.08	0.35

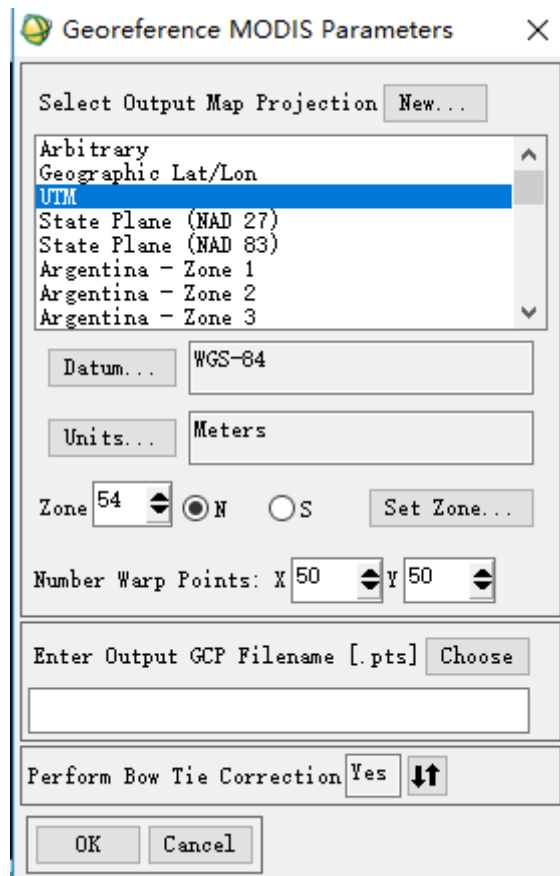
3、几何校正

Basic Tools/Preprocessing/Data-specific Utilities/MODIS/Georeference data

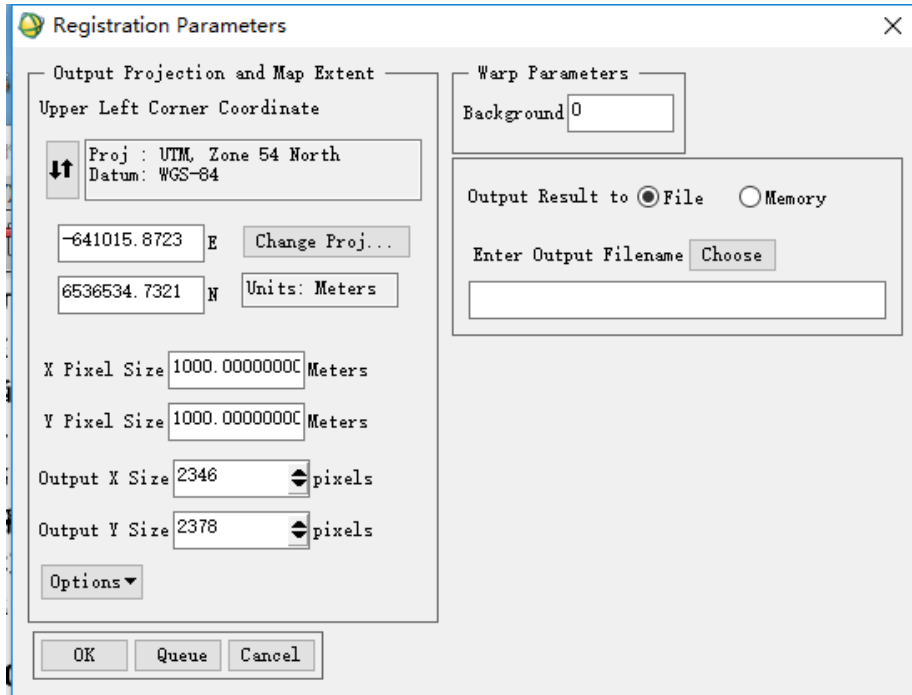
选择需要校正的波段 Input MODIS File:



在几何校正之前，选择投影坐标系，此实验使用 UTM/WGS-84 坐标系。勾选 Bow-tie correction 消除 MODIS 数据的“双眼皮”现象，其次，可以利用导出 GCP 的方法进行几何校正。



点击下一步，默认的参数基本不用改动，分辨率是 1km，输出一个文件名



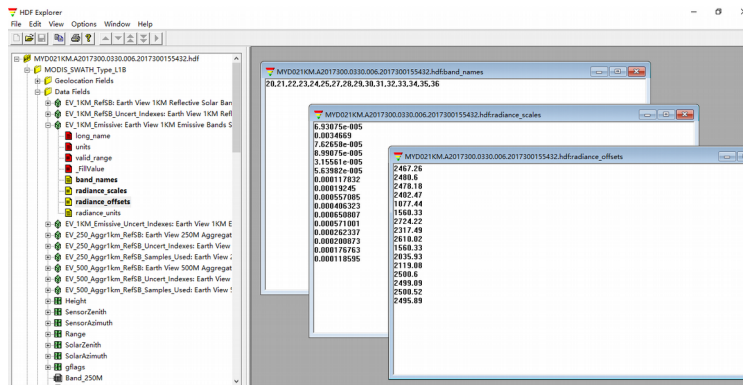
4、 辐亮度计算

由于得到的数据是影像的灰度值 (DN 值), 首先要计算传感器接收到的辐亮度。MODIS 是在轨定标, 不同波段、不同时刻的定标参数都不同, 因此要分别计算, 从 MODIS 数据的头文件中可以读到每一波段的增益量 ($scales$) 和漂移量 ($offsets$), 根据下面的公式来计算辐亮度 L ($W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$)

$$L = (DN - offset) * scales$$

式中, DN 为图像的灰度值, 分别对 21、31 波段进行运算。同理, 为了消除云的影响和计算 NDVI, 分别对 131o、18 波段和 1、2 波段也进行了如下运算。

- 增益量 ($scales$) 和漂移量 ($offsets$) 用 HDF Explorer 打开 (次序如图所示) :



- BandMath 计算公式

21 波段: $0.0034669 * (b_{21} - 2480.6)$ 31 波段: $0.000650807 * (b_{31} - 2035.93)$

5、 亮度温度计算

亮温是指辐射出与观测物体相等辐射能量的黑体温度, 也是传感器在卫星高度所观测到的辐亮度相对应的温度, 可以根据普朗克 (Planck) 公式计算得到, MODIS 第 31 和 32

波段的亮度温度 T_{31} 、 T_{32} 由下式计算:

$$T_i = \frac{C_2}{\lambda_i \ln(1 + \frac{C_1}{\lambda_i^5 R_i})}$$

其中: T_i 是 MODIS 第 $i(i=31,32)$ 波段的亮度温度, λ_i 是波段 i 的中心波长, 针对 MODIS 的第 31 和 32 波段, 其值可分别取 $\lambda_{31}=11.28 \mu\text{m}$ 和 $\lambda_{32}=12.02 \mu\text{m}$; C_1 和 C_2 是常量, 分别取 $C_1=1.19104356 \times 10^{-16} \text{W} \cdot \text{m}^2$ 和 $C_2=1.4387685 \times 10^4 \mu\text{m} \cdot \text{K}$ 。由于需要注意 C_1 、 R_i 、 λ_i 的单位转化问题, 为了便于计算, 可将该式进行简化, 设 $K_{i,2} = C_2 / \lambda_i$, $K_{i,1} = C_1 / \lambda_i^5$ 。则上式可转化为:

$$T_i = \frac{K_{i,2}}{\ln(1 + \frac{K_{i,1}}{R_i})}$$

其中 $K_{i,1}$, $K_{i,2}$ 为常量, 对于 31 波段: $K_{31,1} = 729.541636$, $K_{31,2} = 1304.413871$; 对于 32 波段: $K_{32,1} = 474.684780$, $K_{32,2} = 1196.978785$; 对于 21、22 波段: $K_1=3634.171508$, $K_2=122462$, 为计算 K 值, 这里需要转换一下单位, 进位为 6 位, 由此, 可计算出第 21、31 波段亮度温度, 即 T_{21} 、 T_{31} 。

- BandMath 计算公式 (带入上一步的辐亮度)
 - 21 波段亮温 $3634.171508 / \ln(1 + 122462 / b_{21})$
 - 31 波段亮温 $1304.413871 / \ln(1 + 729.541636 / b_{31})$

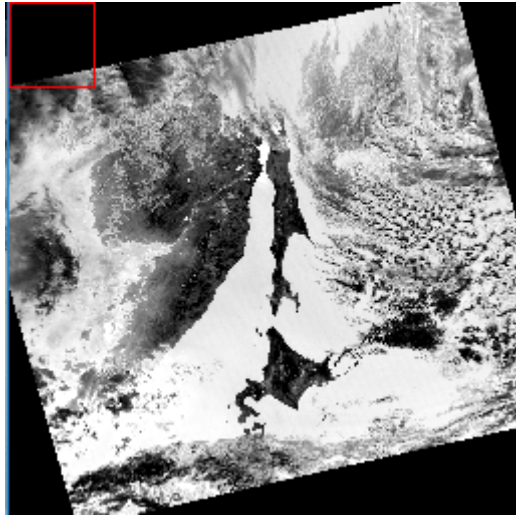
6、火点识别流程

- 去云影响

由于厚云所遮盖的地区探测不到火点, 可能会引起漏判, 因此, 首先要去除受云影响的区域。云在可见光波段具有高反射率, 在近红外波段的波谱特征与大气中的水含量有关。引入归一化云检测指数 CDI。

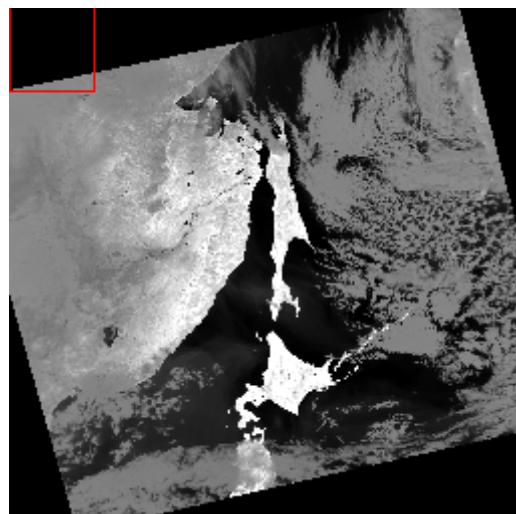
 - 云: $\text{CDI} > 0$
 - 土壤: $\text{CDI} = 0$
 - 植被: $\text{CDI} < 0$

下图为云检测指数图像, 可看出云和陆地的分界线特别清晰, 云突出显示, 可以达到消除云的影响。



- 植被指数

选 NDVI 作为判断地表植被的标准,地表有植被的区域一般 NDVI 较大, 这些地区才可能发生火灾。利用 MODIS 分辨率为 250 m 插值成 1 公里的第 1、2 波段计算 NDVI, 取 $NDVI \geq 0.3$, 这个公式根据他人文献经验获得。



- T4 取 21 波段, T11 取 31 波段。带入如下公式:

Filename: E:\temp火点\亮温21
Dims: Full Scene (5,578,788 points)

Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev
Band 1	198.625671	358.022278	280.277969	8.230813

Filename: E:\temp火点\亮温31
Dims: Full Scene (5,578,788 points)

Basic Stats	Min	Max	Mean	Stdev
Band 1	218.424576	294.727264	273.007578	10.960999

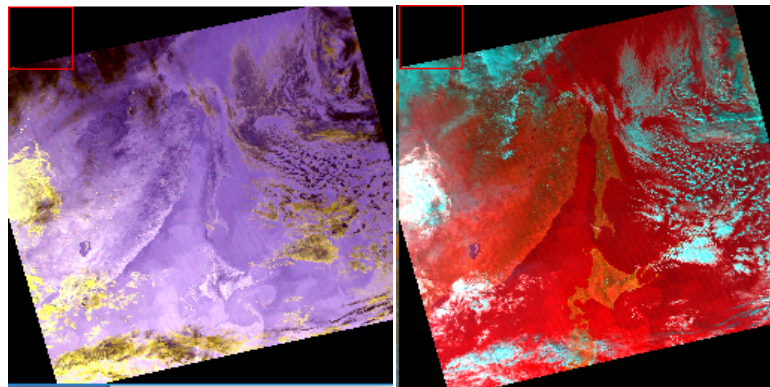
相对火点法
relative fire
detection

$$T_4 > \text{mean}(T_4) + 3 * \text{stddev}(T_4)$$

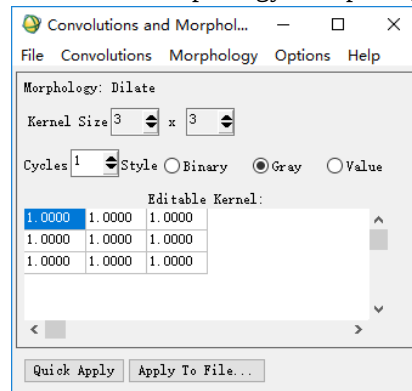
and

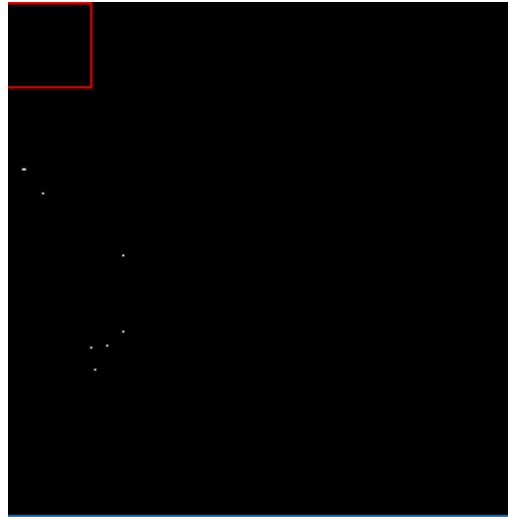
$$T_4 - T_{11} > \text{mean}(T_4 - T_{11}) + 3 * \text{stddev}(T_4 - T_{11})$$

左图为 21、22、31 合成，右图为 21、2、1 波段合成



膨胀之后的火点: filter/convolutions and morphology/ morphology/dilate





与 21、2、1 波段合成图像对比:

