

# **D-MSPC2000 多光谱植被分析推荐方案**

# 目录

一、行业背景	4
二、多光谱技术介绍	4
2.1 多光谱成像技术	4
2.2 多光谱成像的优点	5
2.3 应用成果	5
2.3.1 植被光谱	5
2.3.2 植被曲线	6
2.4 常用植被指数	7
三、飞马 D2000+MSPC2000 多光谱作业流程	10
3.1 航线设计	10
3.2 标定	10
3.3 智能飞行	12
3.4 数据处理	12
3.4.1 反射率转换	12
3.4.2 数据添加	13
3.4.3 反射率标定	13
3.4.4 执行处理	15
3.5 影像拼接	16
3.5.1 创建工程	16
3.5.2 处理设置	20
3.5.3 执行处理	21

3.6 ArcMap 合并波段 .....	23
3.6.1 转为浮点型 .....	23
3.6.2 栅格计算器 .....	24
3.6.3 合并波段 .....	25
四、无人机+多光谱系统介绍 .....	27
4.1 D2000 .....	27
4.1.2 系统参数 .....	28
4.2 D-MSPC2000 多光谱 .....	29
4.2.1 系统概述 .....	29
4.2.2 系统参数 .....	29

# 一、行业背景

森林、草原是我国重要的自然资源与经济资源，植被覆盖度评估是林草资源保护的首要任务，也是国家评估林木储量的重要手段。随着我国“林长制”政策的不断推进，定量评估林草的植被覆盖度逐渐已经成为林草保护重要举措之一。在此背景下，遥感技术与无人机技术作为众多衍生产业中发展速度较快的行业，带动了千亿级的行业市场，无人机载多光谱遥感作为二者合并的新技术，逐渐成为植被信息获取的有效手段。



## 二、多光谱技术介绍

### 2.1 多光谱成像技术

多光谱图像传感器通过电磁光谱捕获特定频率的图像数据。这些波长可以通过滤光器或通过使用对特定波长敏感的仪器（包括来自超出我们可见视线的频率的光），来分离，除此之外光谱成像还可以提取人眼未能捕获的其它附加信息。人眼仅对 400 至 700 nm 之间的波长敏感，这被称为可见光谱。人们可以感受到从紫色到红色的各种颜色。然而，光的波长

可以比我们可见的视力更短（紫外）或更长（红外）。尽管我们看不到它们，但这些看不见的波段很好的显示了土壤，植物和作物的特征。

## 2.2 多光谱成像的优点

多光谱图像是评估土壤生产力和分析植物健康的非常有效的工具。以肉眼判别植物的种类和覆盖率非常困难，而多光谱传感器技术能够比肉眼看到更多的东西。

多光谱成像产生的数据有如下几点好处：

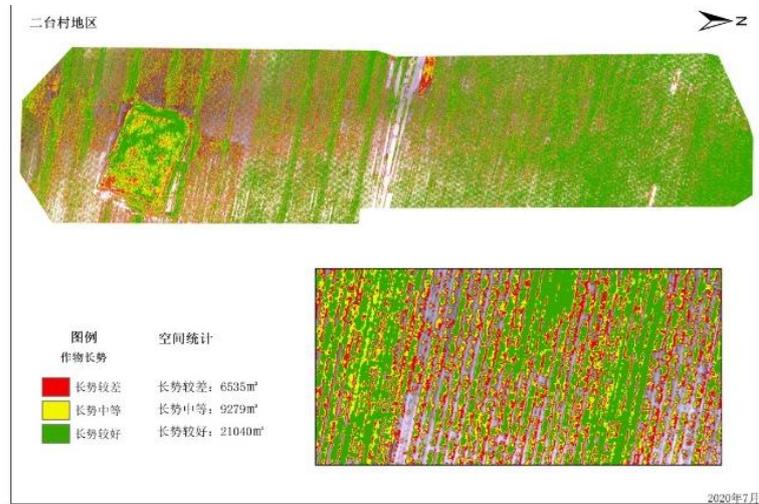
- 基于不同作物在不同波段光谱反射率差异，同时以各项波段组合、纹理特征辅助，综合实现作物种类空间分布自动化分类统计。
- 通过 NDVI 指数，可以把植物和土壤、岩石、道路完美区分开，有效提取植被。并通过定义种植密度的计算单元，统计面积占比完成密度计算。
- 通过选择合适的波段进行组合筛选，完成对植物生长状态的判别。
- 对于不同作物的病虫害高发期，提高长势监测频率、及时关注外部条件变化等，通过判断长势突变的区域，可辅助预测病虫害爆发位置。
- 测量灌溉。通过识别怀疑水分胁迫的地区来控制作物灌溉。根据多光谱数据进行土地改良，如安装排水系统和水路；

## 2.3 应用成果

### 2.3.1 植被光谱

物体的反射特性取决于具体材料及其物理和化学状态（如水分），表面粗糙度以及几何环境（例如阳光的入射角）。最重要的表面特征是颜色，结构和表面纹理，物体感知的颜色对应于具有最大反射率的可见光谱的波长。这些差异使得可以通过分析其光谱反射率模式或

光谱特征来识别不同的地球表面特征或材料。这些特征可以以所谓的光谱反射曲线作为波长的函数来显现。



### 2.3.2 植被曲线

健康绿色植被的光谱反射率曲线在植物叶片中的颜料产生的电磁光谱的可见部分具有显著的最小反射率。健康的植被将在蓝色和红色的波段吸收，产生所谓的“绿色健康植被”。与此同时，近红外线的反射率急剧增加。受胁迫的植被也可以被检测出来，因为受胁迫植被的红外线反射率要低得多。

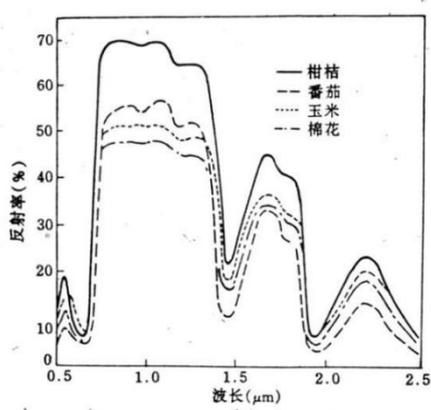


图 不同植被类型光谱差异

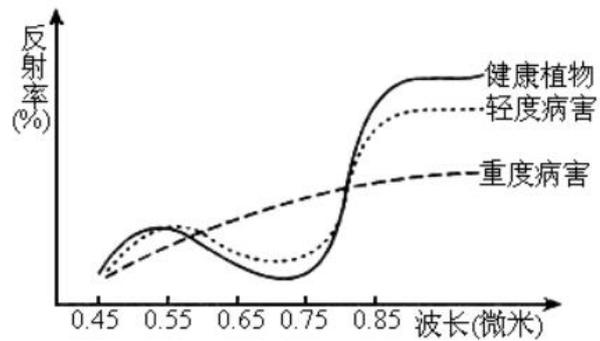


图 作物不同长势光谱差异

## 2.4 常用植被指数

植被反射率属性用于得出植被指数 (VI)，这些指标用于分析各种生态。植被指数由两个或多个波长的反射率测量构成，以分析植被的特定特征，如总叶面积和含水量。

植被与太阳辐射相互作用与其他天然材料 (如土壤和水体) 不同。太阳辐射的吸收和反射是与不同植物材料的许多相互作用的结果，其随波长的变化很大。

水，颜料，营养物质和碳分别在 400nm 至 2500nm 的反射光谱中表现，具有经常重叠但光谱不同的反射行为。这些已知的特性，使科学家能够组合不同波长的反射率测量，以通过定义植被指数 (VI) 来增强特定的植被特征。

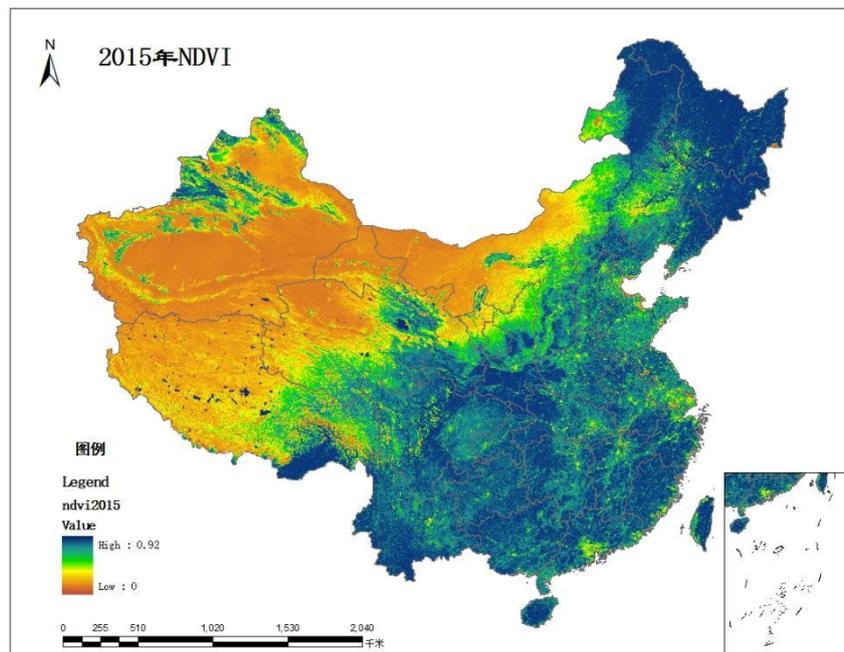
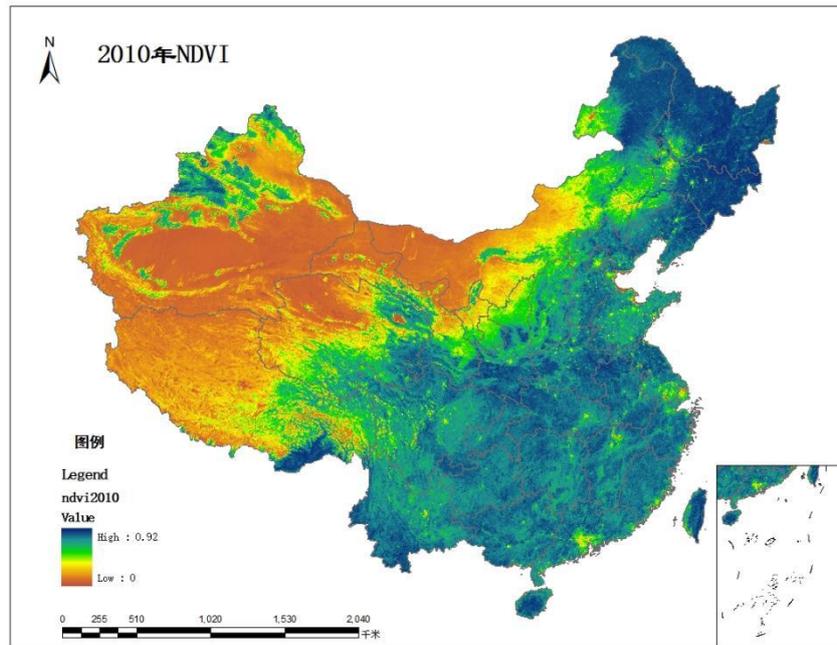
### 1.5.1 NDVI

归一化差异植被指数 (NDVI) 是植物“绿色度”或光合作用指数，是植被指数最常用的指标之一，植被指数是基于不同的表面反射不同类型的光的观察。

NDVI 的计算公式如下：

$$NDVI = \frac{NIR - R}{NIR + R}$$

特别是光合作用活跃的植被吸收了大部分红光，同时反射出大部分近红外光。死亡或受到胁迫 (不健康) 的植被反射了更多的红光和更少的近红外光。同样地，非植被物质表面在光谱上具有更均匀的反射率。



通过从图像中获取红色和近红外波段的比例，可以定义植被指数“绿色度”，归一化差异植被指数（NDVI）可能是这些植被指数中最常见的。NDVI 是以每像素为基础计算出为来自图像的红色和近红外波段之间的归一化差异。NDVI 可以由任何具有红色和近红外波段的图像计算出来，NDVI 的生物物理解释是吸收的光合有效辐射的分数。许多因素影响 NDVI 值，如植物光合作用，总植物覆盖，生物量，植物和土壤水分以及植物胁迫，因此，NDVI

与研究人员和管理者感兴趣的许多农业和生态系统属性相关（例如，净初级生产力，冠层覆盖率，裸地面覆盖率）。

此外，由于它是两个频带的比例，NDVI 有助于补偿图像中由于斜率和方面而在照明中的差异，以及图像之间的差异，例如当获取图像时的时间或时间。因此，像 NDVI 这样的植被指数使得随着时间的推移可以比较图像，寻找农业和生态重要的变化。

## 三、飞马 D2000+MSPC2000 多光谱作业流程

### 3.1 航线设计

作业区域为两块相近的海岛，为提高效率，采用联合航线方式进行作业。

这里采用飞马无人机管家的智航线模块进行航线设计，将测区范围导入智航线模块，软件将根据参数自动划分测区并自动生成最佳航线。



### 3.2 标定

多光谱载荷使用之前需要标定，具体操作如下：

1. 把相机挂载在飞机上，给无人机上电，用手机或者平板连接相机 WIFI，(wifi 名称：

MS600V2+ 相机序列号，密码：yusense2020)

2. 打开手机浏览器，在地址栏输入 192.168.18.1，登录相机，登录成功以后会看到下面的画

面，此时点击下面的“进入相机”即可



3. 在监控页面查看并确认相机基本信息，确保卫星颗数在 8 颗以上，相机状态提示正常



4. 将灰板放置在平整地面，一人把无人机抬起，高度约 80 厘米左右，保持相机对准灰板，使二维码和灰板落在预览通道中心位置，如下图，要求灰板处无遮挡、无阴影；另一人进入“预览”页面，点击中间红色预览按钮，再点击左侧拍照按钮，完成拍摄，或者点击右侧“CR”灰板自动拍摄按钮，自动完成灰板拍摄，为保险起见左边的拍摄按钮至少点击三次；



注：拍照时保证相机镜头与灰度板平行

### 3.3 智能飞行

给无人机上传航线起飞

### 3.4 数据处理

#### 3.4.1 反射率转换

由于当前 D-MSPC2000 无法在 pix4D 中实现辐射定标, 因此需要在 YusenseRef 软件中实现该步骤。

反射率转换的目的是将原始灰度影像的 DN 值转换为地物实际反射率, 以用于 PIX4D 执行拼接。

### 3.4.2 数据添加

打开 YusenseRef 软件后，分别指定原始影像所在目录及输出影像目录，选择文件夹即可，软件会自动读取文件夹下的所有 tif 格式的原始灰度影像。

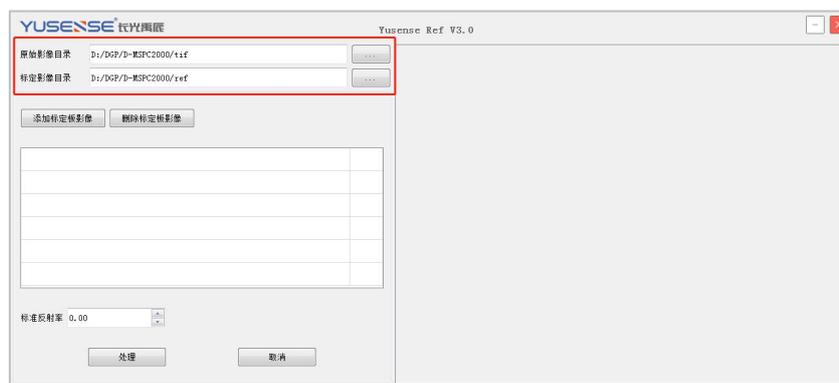


图 添加输入输出目录

### 3.4.3 反射率标定

选择界面内的添加标定板影像功能，添加全部波段的标定影像。

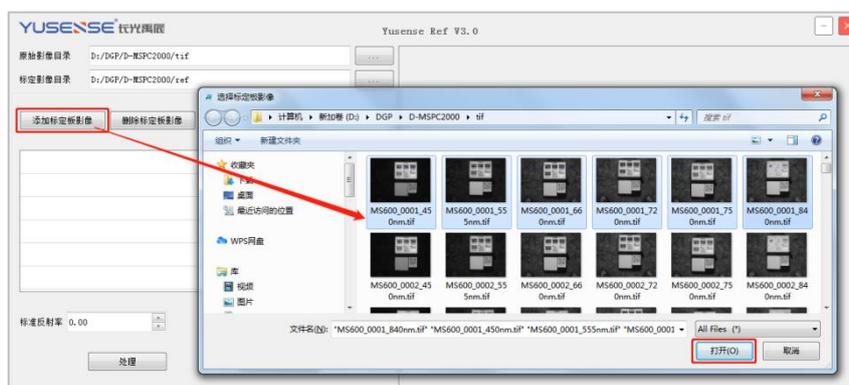


图 添加标定板影像

选择一个波段的标定影像，在右侧窗口中的标定影像上绘制标定范围。左键单击开始绘制，点击四个角点后在开始角点单击，软件会自动捕捉闭合，左侧列表显示为√即可。按照此步骤依次对剩余影像执行操作即可。

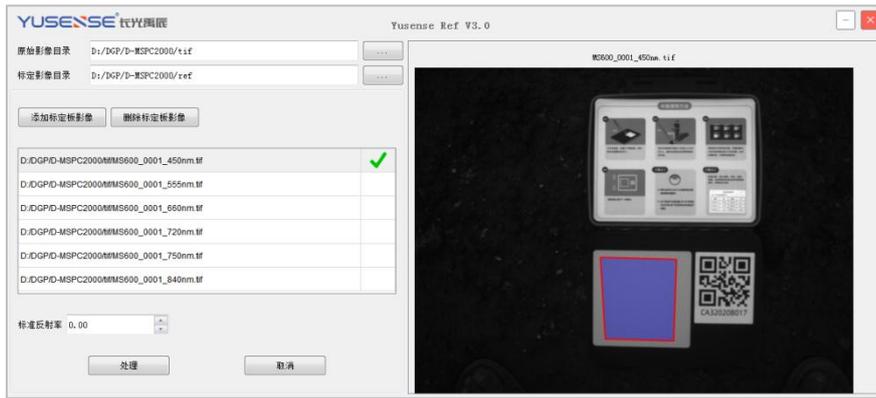


图 绘制标定范围

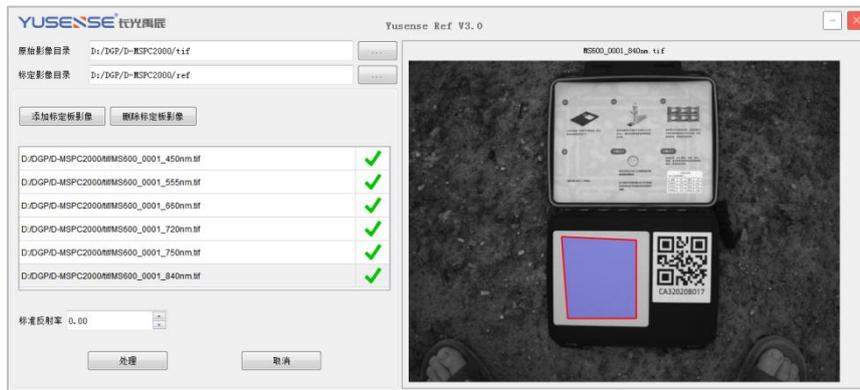


图 标定范围绘制结束

根据反射率板中的反射系数，分别对应各个波段进行输入设置。



图 反射率板

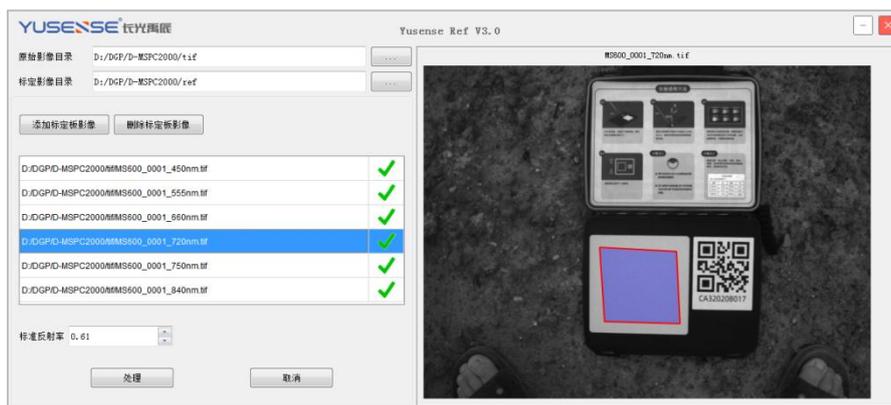


图 设置反射系数

### 3.4.4 执行处理

所有参数设置结束后，点击处理即可。

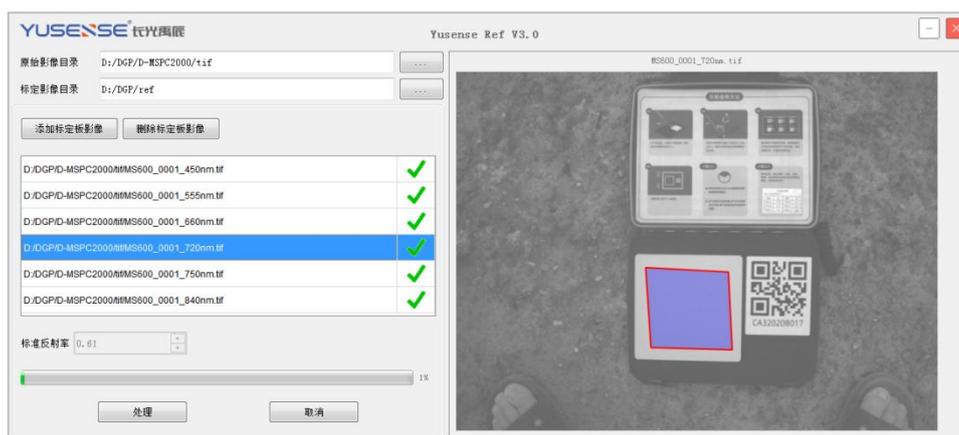


图 数据处理

下图为转化以后的图片对比，在图中可以看出，波长短的光影像明显会偏暗一些，这是由于大部分地物在短波的部分，反射率都会偏低，所以在校正后，影像的灰度值整体更小。

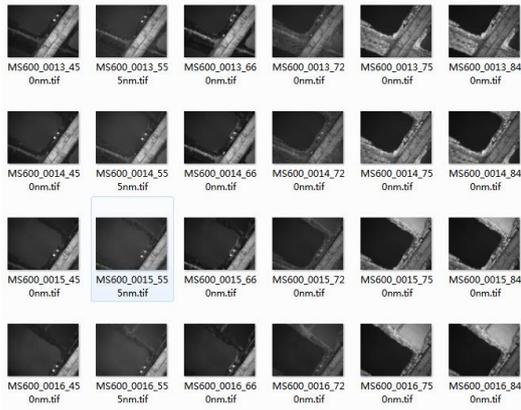


图 原始影像

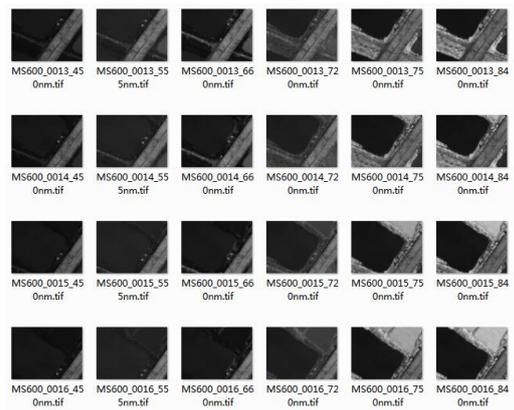


图 转换后影像

软件转换速度较快，测试的一个数据效率如下，可作为参考。

影像数量	处理时间	电脑配置
3492	6min	Win7 32 位 Intel(R) Core(TM) i74790K CPU @4.00GHz NVIDIA GeForce GTX 1060 6GB

### 3.5 影像拼接

影像拼接部分使用 Pix4D 软件实现。若拼接 D-MSPC2000 多光谱载荷的数据，需使用 Pix4D 4.3 及以上版本。

#### 3.5.1 创建工程

打开软件，选择新项目，输入工程名称，选择工程保存路径；

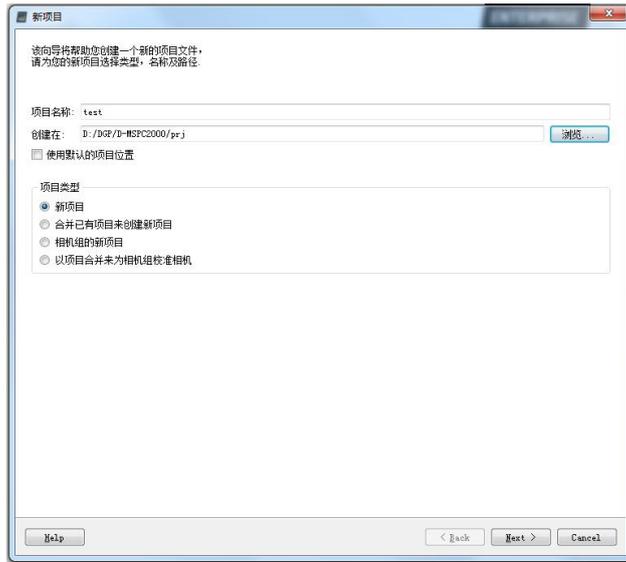


图 新建项目

添加原始影像，支持两种添加方式，分别为添加影像及添加路径。仅添加飞行获取的影像即可；

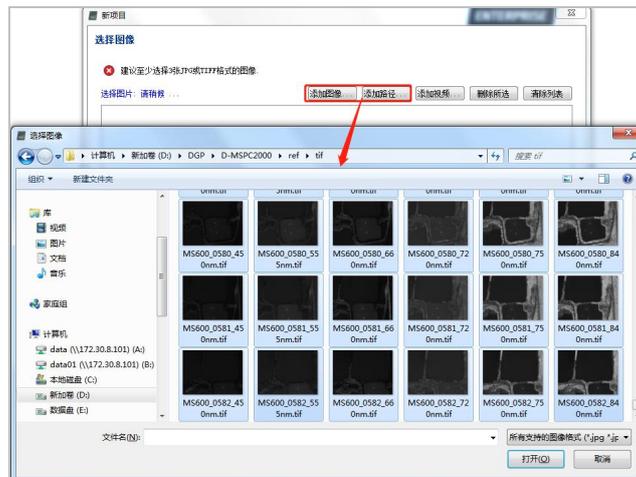


图 添加影像

影像添加结束后，单击下一步，软件会自动读取照片属性中的 POS 数据；

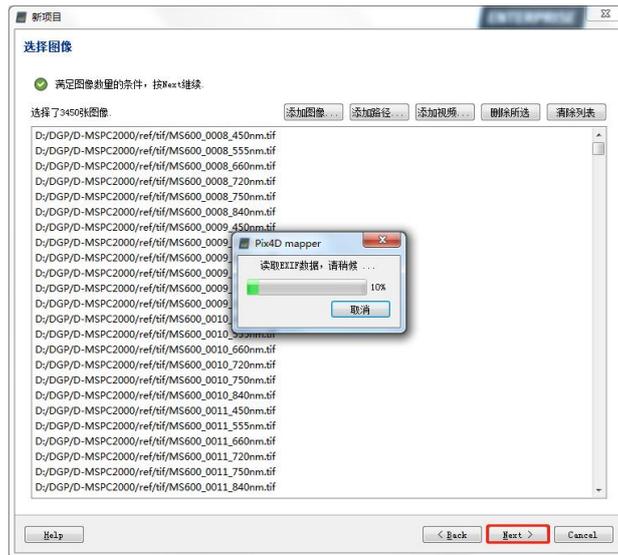


图 读取 POS 数据

进入到图片属性界面后，需检查相机型号是否为 Ysense 组，该相机组下会有对应 6 个波段的相机参数；

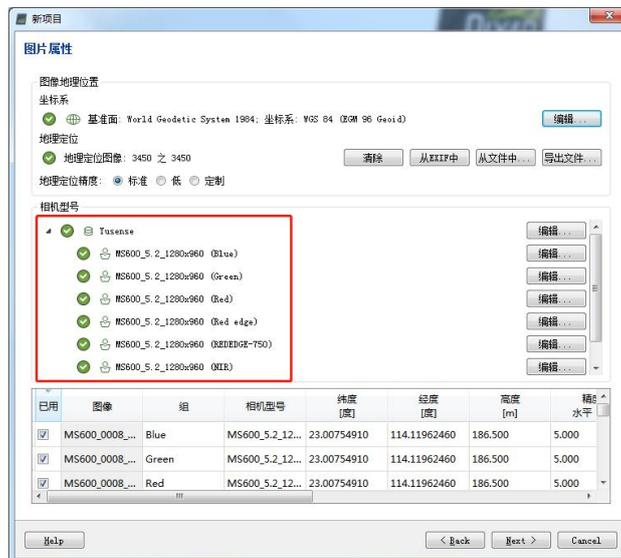


图 确认相机组

选择下一步，设置输出坐标系，软件会默认输出为 WGS 84UTM 投影坐标系下的成果；

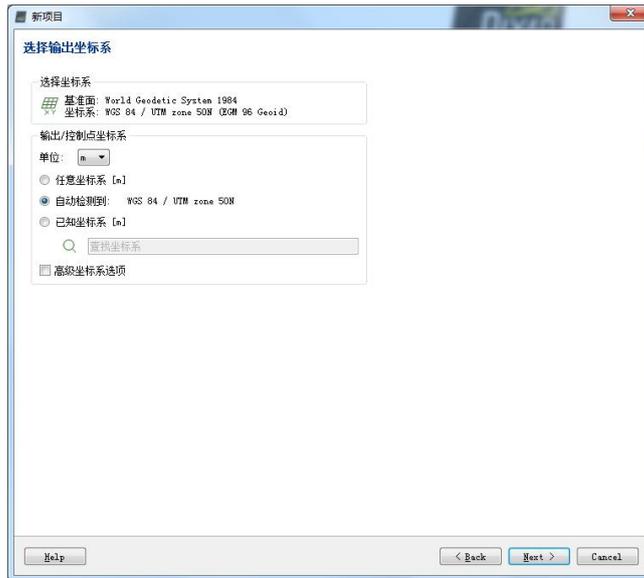


图 设置成果坐标系

处理选项需选择为农业多光谱类型；

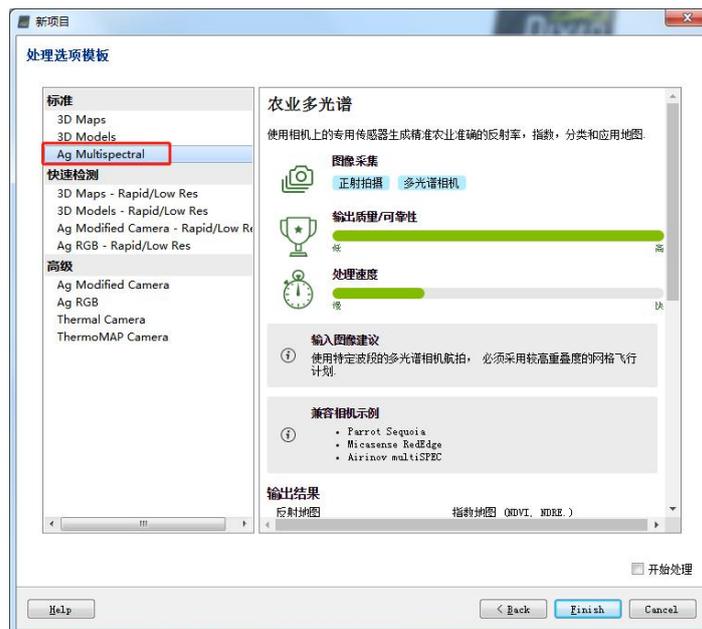


图 选择农业多光谱

点击结束，完成工程创建。此时软件界面内会显示照片分布情况，如下图所示。

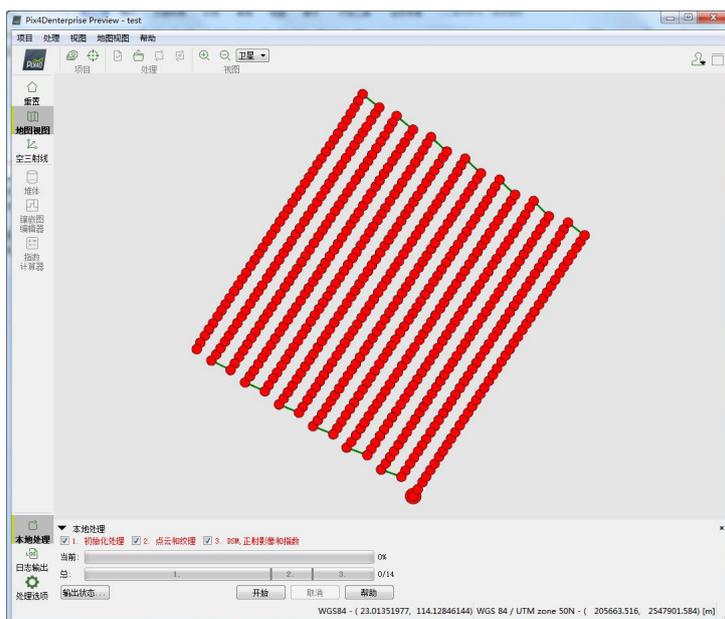


图 完成工程创建

### 3.5.2 处理设置

选择界面内的处理选项，3 个输出步骤均需勾选；

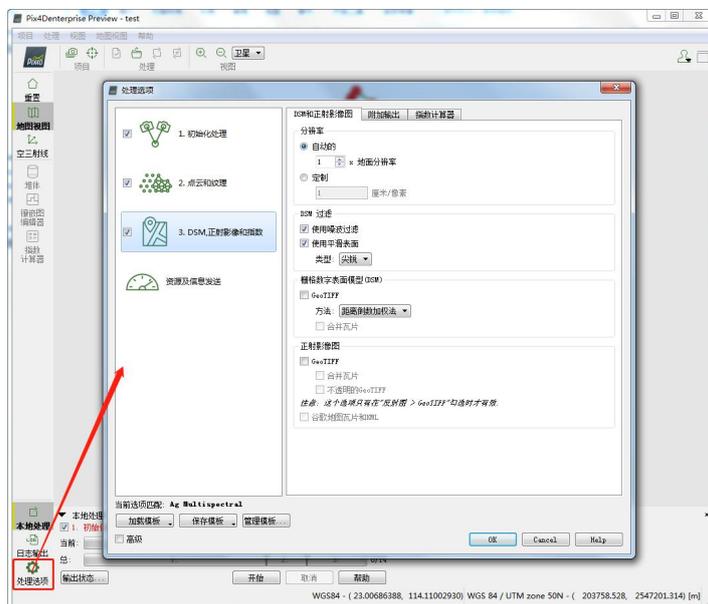


图 处理选项

在第三步 DSM 正射影像和指数选项下，勾选 DSM 纠正正射影像图的正射影像图输出选项，并选择合并瓦片功能；

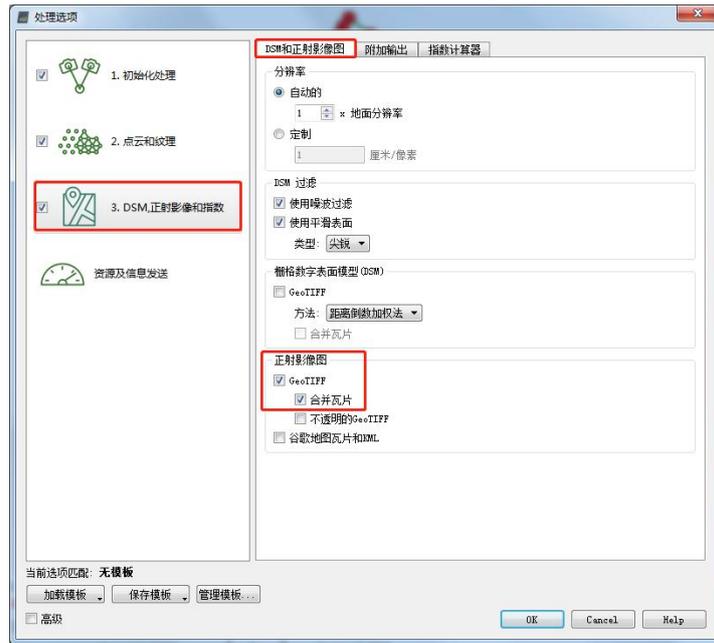


图 正射设置

并且取消勾选指数计算器中的反射地图输出项，且在该界面下，无须进行校准操作。

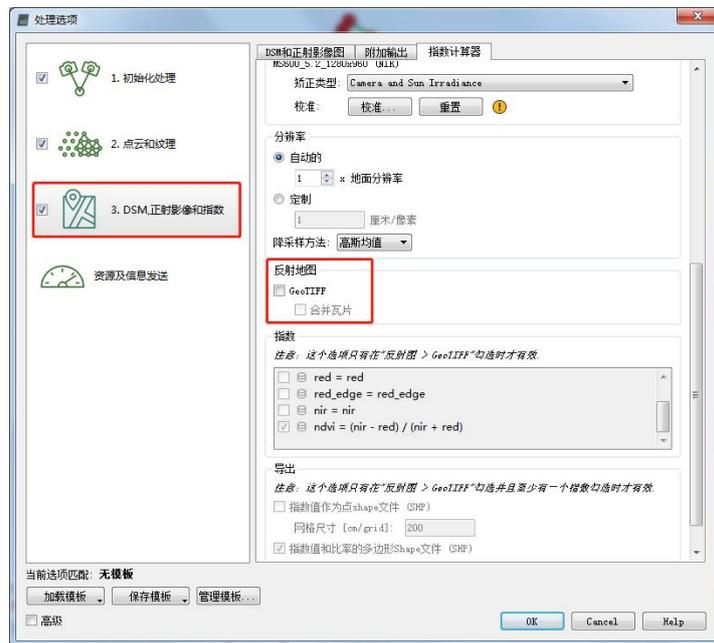


图 取消输出反射地图

### 3.5.3 执行处理

点击界面内的开始，执行处理。

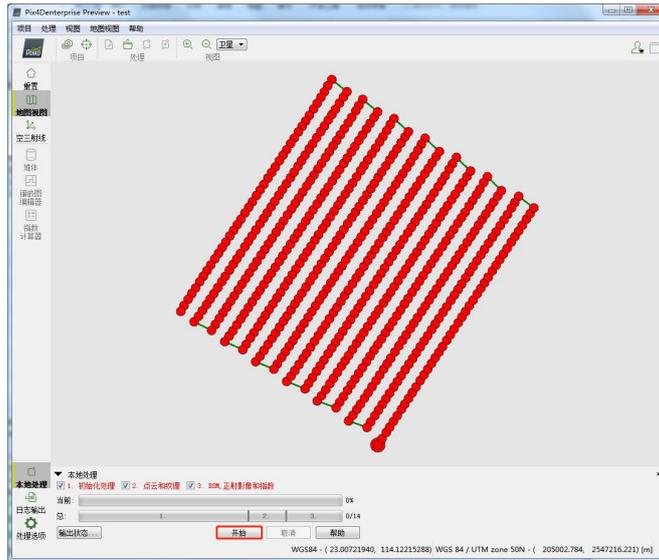


图 开始处理

处理结束后，成果输出在工程目录下 3\_dsm\_ortho 文件夹内，输出的成果为各个波段分别拼接的成果图。

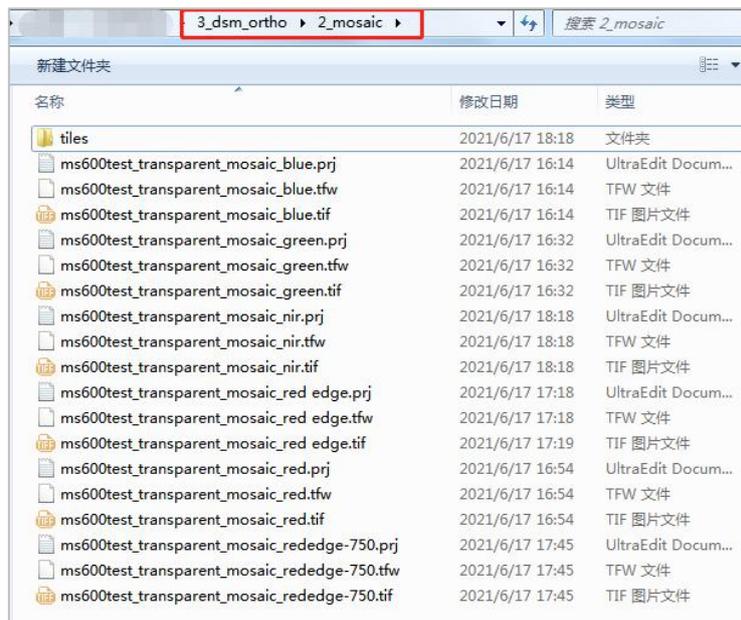


图 成果路径

## 3.6 ArcMap 合并波段

### 3.6.1 转为浮点型

反射率是小数，而得到的数据是整型，为了得到小数的反射率数据需要先将整型转成浮点型。在 ArcMap 软件中将 pix4d 生产好的各波段成果图依次转为浮点型。

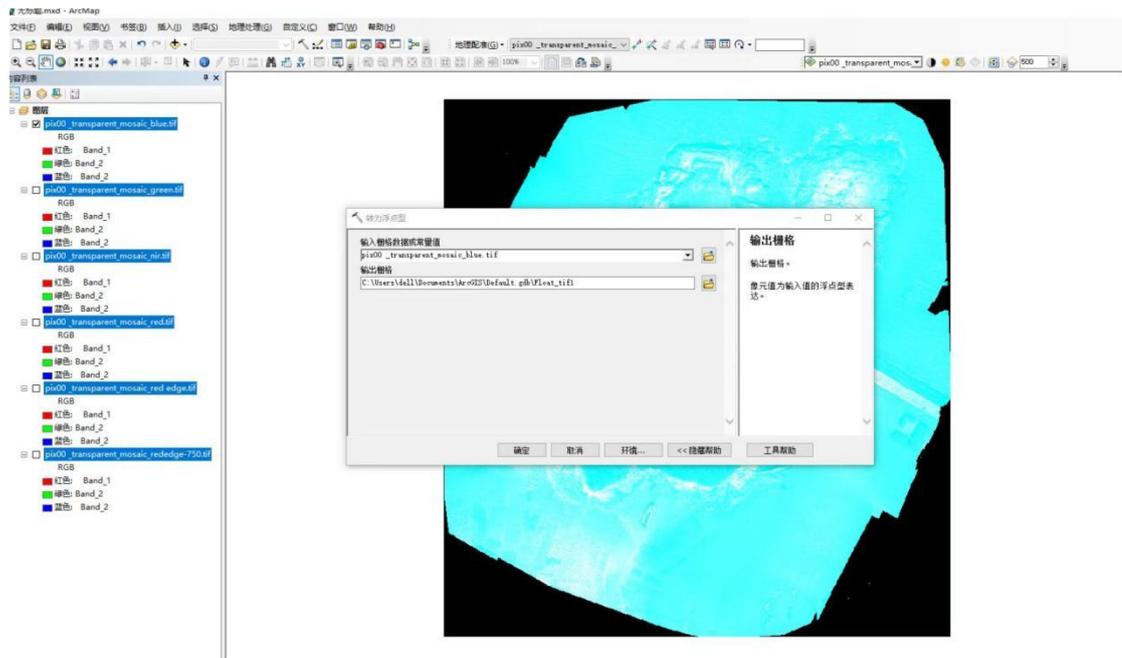


图 转为浮点型

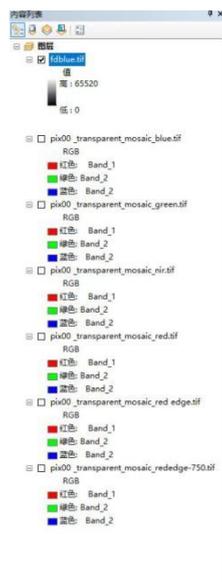


图 浮点型

### 3.6.2 栅格计算器

将转为浮点型的各波段图依次进行栅格计算。

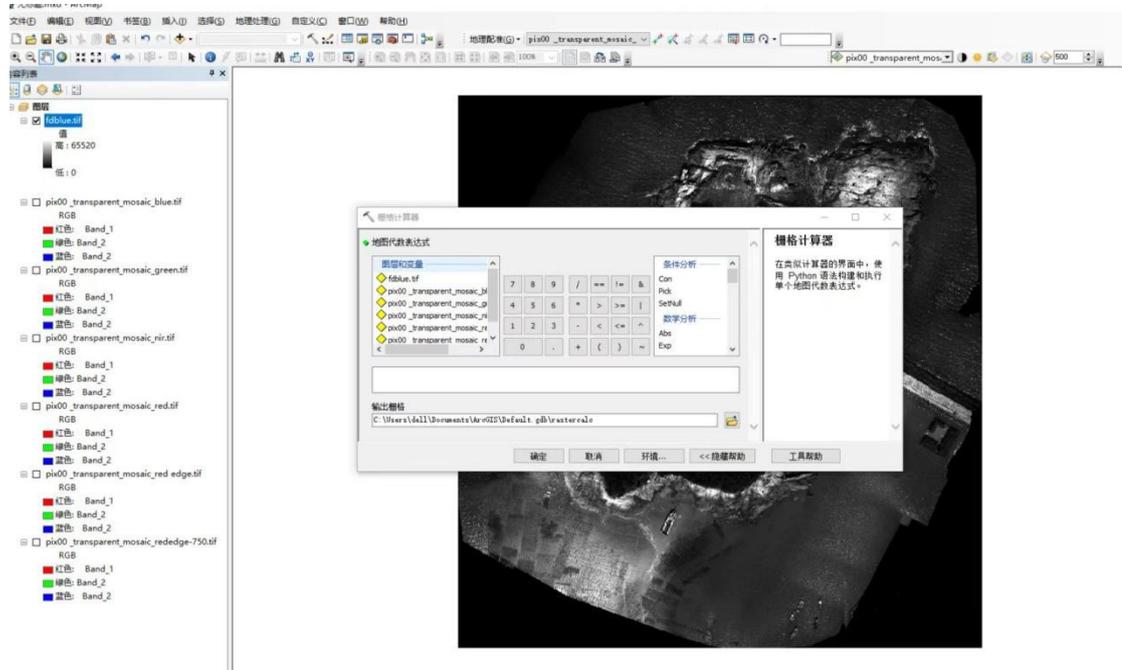


图 栅格计算器

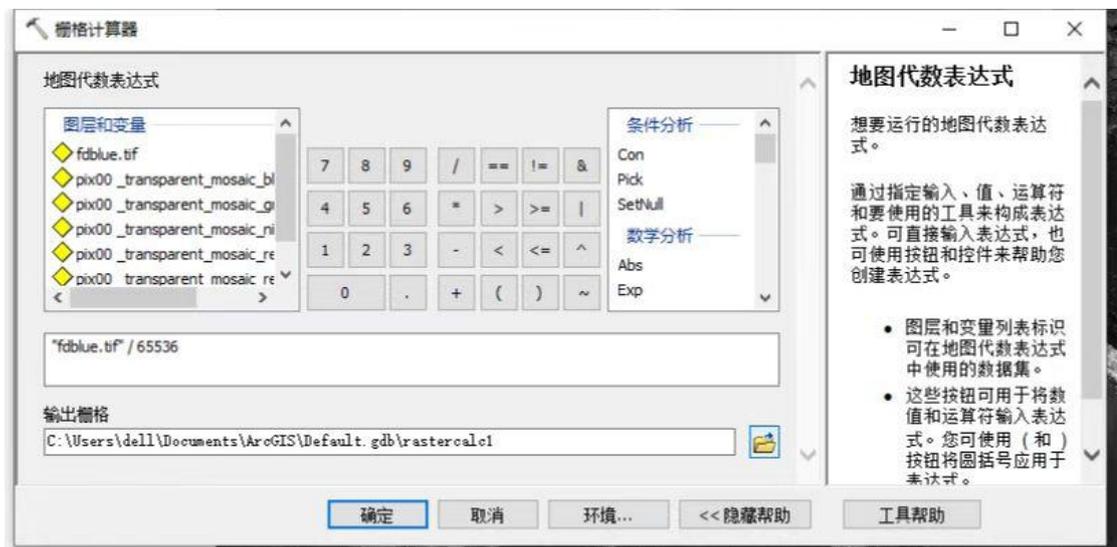
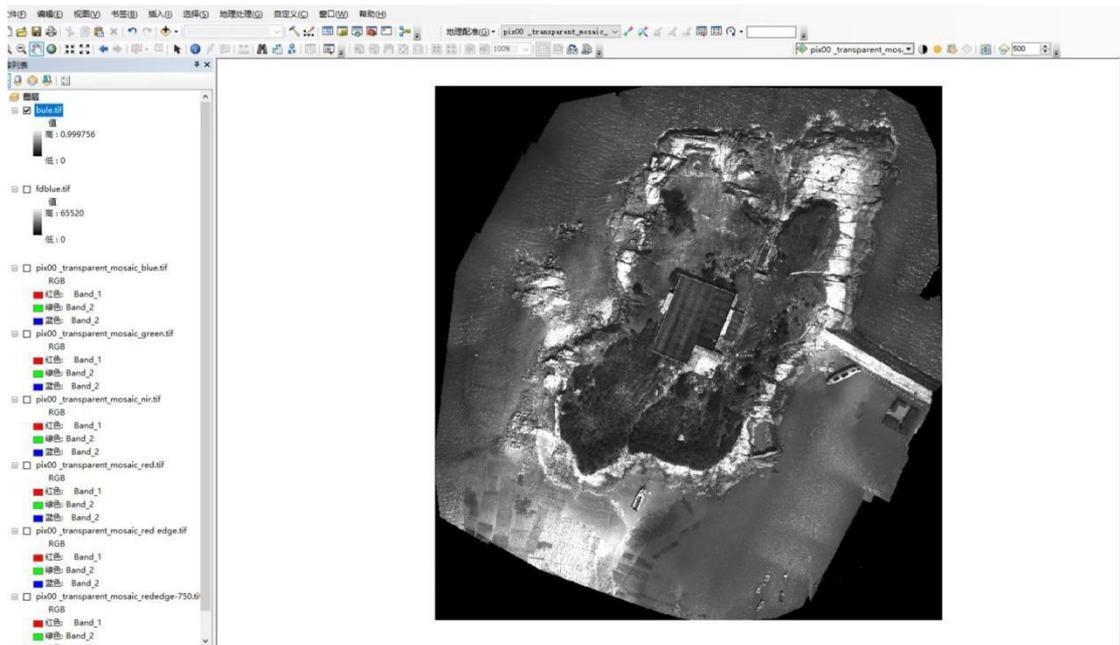
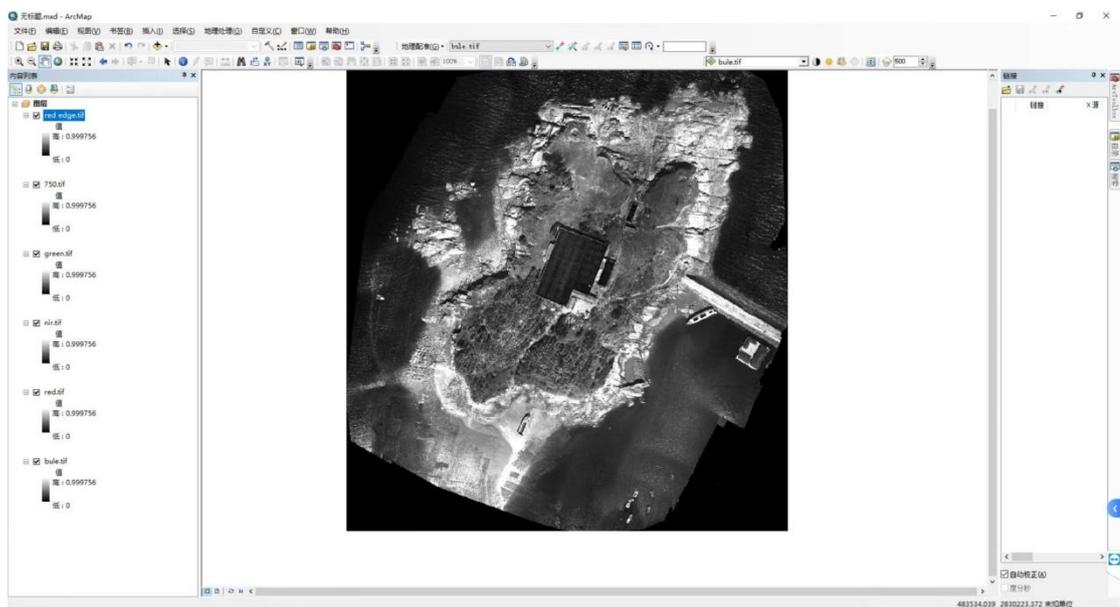


图 除以 65536



### 3.6.3 合并波段

将所有栅格计算后的波段图全部加载进来。



按照红、绿、蓝、红边、750、近红外的顺序进行合并。

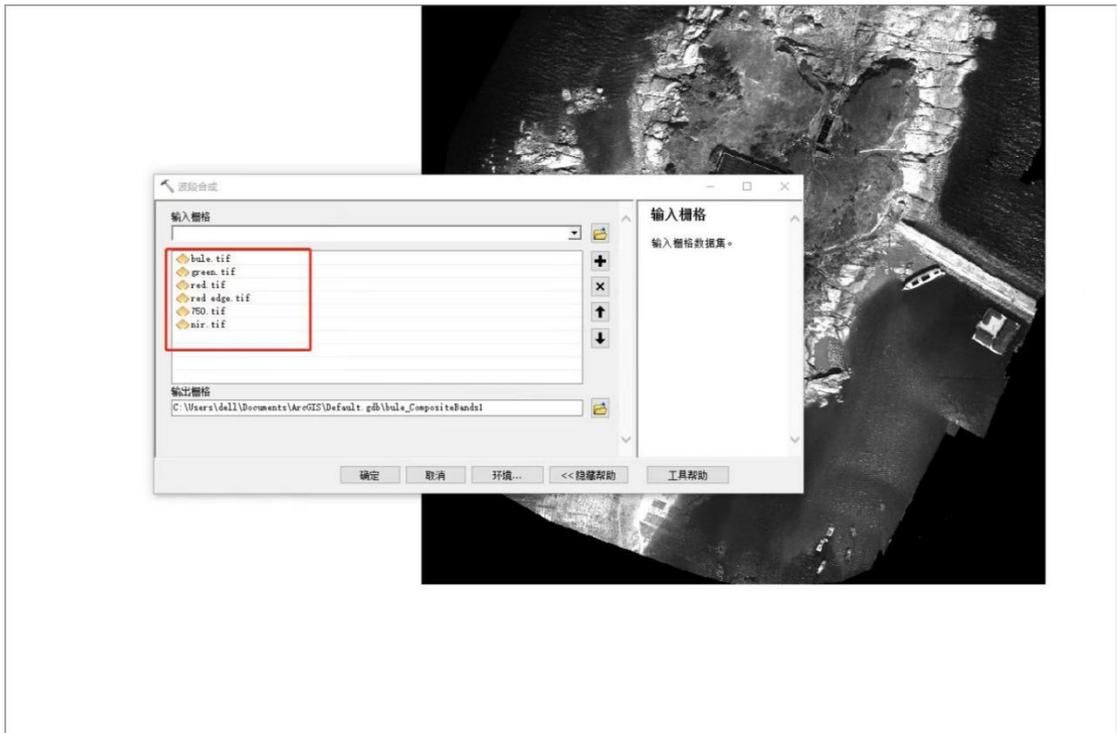


图 合并波段



图 合并后成果

## 四、无人机+多光谱系统介绍

### 4.1 D2000

#### 4.1.1 系统概述

D2000 无人机系统是飞马全新研发的一款小型、长航时但同时能满足高精度测绘、遥感及视频应用的多旋翼无人机系统，可搭载航测模块、倾斜模块、可见光视频模块、热红外视频模块、热红外遥感模块等，具备多源化数据获取能力。系统标准起飞重量 2.8kg,标准载荷 200g,续航时间 74 分钟。全系统模块化分解后可集成 在一个作业箱中，便于携行、运输。

D2000 的任务载荷采用模块化设计，搭配多种载荷，可满足航测、真三维模型、遥感监测应用；此外还可换装可见光视频模块、热红外视频模块等视频应用载荷，搭载远距高清图传，可实现目标识别、目标定位、目标实时追踪和目标位置'速度 估算等功能。

D2000 配备高精度差分 GNSS 板卡，同时标配网络 RTK、PPK 及其融合解算服务；可实现无控制点的 1:500 成图，支持高精度 POS 辅助空三，实现免像控应用。配备“无人机管家专业版（测量版）”软件，具备各种应用需求的航线模式。支持精准三维航线规划、三维实时飞行监控、GPS 融合解算、控制点量测、空三解算、一键成图、一键导出立体测图，提供 DOM、DEM、DSM、TDOM 等多种数据成果处理及浏览。



#### 4.1.2 系统参数

##### 飞行平台参数

规格参数	
空机重量	2.6kg
最大起飞重量	3.35kg
标准起飞重量	2.8kg
最大载重能力	750g
对称电机轴距	598mm
外形尺寸	展开 495×442×279mm (不含桨叶) 折叠 495×442×143mm (不含桨叶)
导航卫星	GPS, BeiDou, GLONASS
动力方式	电动
飞行器最大速度	20m/s
最远航程巡航速度	16.0m/s (最远航程 49Km)
最长航时巡航速度	7.0m/s (最长航时 74 分钟)
悬停时间	<74min (挂载单相机载荷海平面悬停)
最大爬升速度	8.0m/s (手动) 5.0m/s (自动)

最大下降速度	5.0m/s（手动）3.0m/s（自动）
悬停精度 RTK	水平 1cm+1ppm 垂直 2cm+1ppm
最大起飞海拔高度	6000m
抗风能力	6 级（10.8~13.8m/s）
任务响应时间	展开≤10min，撤收≤15min
测控半径	图传≤10km 数传≤20km（空旷无遮挡）
起降方式	无遥控器垂直起降
工作温度	-20~45℃

## 4.2 D-MSPC2000 多光谱

### 4.2.1 系统概述

D-MSPC2000 是搭载在飞马 D2000 系列旋翼机飞行平台上的多光谱载荷系统，使用了国产长光禹辰的 MS600 系列多光谱相机，单相机为 6 通道设计。载荷应用场景为林业调查、精准农业、水污染等场景，可根据客户需要，选择特定的波段镜头（有偿定制）。



### 4.2.2 系统参数

D-MSPC2000 参数表

搭载平台	D2000 系列	地面分辨率	GSD:8.65cm/pix, AGL:120m
传感器参数	CMOS:1/3" 全局快门	存储	最大 128GB

有效像素	120 万	工作环境温度	-20°C~+50°C
分辨率	1280×960	存储环境温度	-30°C~+70°C
传感器尺寸	4.8mm×3.6mm	重量	
焦距	5.2mm	尺寸	
视场角	HFOV:49.6°, VFOV: 38°	波段配置 (标准)	450nm(35nm)
光圈	F/2.2		555nm(25nm)
量化位数	12bit		660nm(22.5nm)
拍摄速度	1 次/秒		720nm(10nm)
典型幅宽	110m*83m@AGL=120m		750nm(10nm)
			840nm(30nm)