



福建師範大學
FUJIAN NORMAL UNIVERSITY

地理科学学院、碳中和未来技术学院

《遥感数字图像处理》
实验报告

学 号： 109090000000

姓 名： 许愿

专业班级： 地理信息科学 2023 级

授课教师： 李新通

成绩： 评阅日期：

2025 年 10 月

实验三：影像融合

1 实验目的与意义

本次实验旨在掌握遥感图像融合的基本原理和方法，并学习使用专业遥感软件对多源遥感数据进行融合处理。

遥感图像融合是一项关键的图像处理技术，其意义在于克服单一传感器的局限性，通过融合不同来源（如不同传感器、不同时相、不同波段）的图像信息，生成一幅信息更丰富、更易于解译的新图像。在对地观测中，往往需要同时具备高空间分辨率和高光谱分辨率的影像，但受技术和成本限制，传感器通常难以兼顾两者。例如，全色影像空间分辨率高但缺少光谱信息，而多光谱影像光谱信息丰富但空间分辨率较低。图像融合技术可以将高空间分辨率全色影像的细节信息与多光谱影像的丰富光谱信息相结合，生成兼具两者优点的高质量影像，从而显著提高影像的解译能力和分析精度，为后续的分类、目标识别和变化检测等应用提供更好的数据基础。

2 实验原理

图像融合是指将多个传感器在同一时间或不同时间获取的关于同一区域的图像信息加以综合，生成一幅新的、信息更全面的图像的过程。图像融合的目的是增强有用信息，消除或抑制无关信息，改善图像的解译环境。本次实验主要采用的是像元级图像融合，融合方法有多种，常见的包括 IHS 变换融合、PCA 变换融合、小波变换融合等。

本实验使用的 PANSARP2 工具，其核心原理之一是主成分分析变换。主成分分析变换是一种基于统计特征的多维正交线性变换，其基本思路如下：

- ① 主成分变换：对低空间分辨率的多光谱影像进行 PCA 变换，将其从原始

高度相关的多波段空间转换到一组互不相关的新坐标空间中，生成多个主成分分量。第一主成分通常包含了原始多波段图像中的绝大部分方差信息，反映了地物的总体亮度和主要空间结构信息。

② 分量替换：由于高空间分辨率的全色影像包含了丰富的空间细节信息，其特征与第一主成分相似。因此，用经过直方图匹配的全色影像替换掉多光谱影像的第一主成分分量。

③ 逆变换：将替换后的主成分分量（即全色影像和其余的主成分分量）进行 PCA 逆变换，将其转换回原始的多光谱空间，最终得到一幅既有高空间分辨率又有丰富光谱信息的融合影像。

此外，IHS 变换也是一种常用的融合方法，它将 RGB 彩色空间的图像转换到 IHS 颜色空间，用高分辨率的全色影像替换其中的亮度（I）分量，再通过逆变换回到 RGB 空间，从而实现融合。

3 实验工具与实验数据

3.1 实验工具

① 文字处理软件：金山 WPS Office，用于实验报告的撰写和排版。

② 专业软件：PCI Geomatica 2016 SP2，用于数据处理。

3.2 实验数据

① Landsat 9 影像：LC09_L1TP_119042_20250322_20250322_02_T1，包括 B1-B7 多光谱波段及 B8 全色波段。

② GF-6 影像：GF6_PMS_E119.3_N26.1_20250322_L1A1420558852-PAN.tiff。

③ 实验二中已完成校正的 GF-6 多光谱影像：ex2_oGF6_PMS_PIX.pix。

④ 实验二中拼接好的哨兵 2 号影像 s2b1_4j.pix，用于高分六号影像的几何校正。

⑤ 数字高程模型：福建省_DEM_30m 分辨率_ASTER 数据.tif，用于在几何

校正中提供高程信息。

4 实验方法

① **LC09 影像融合**: 首先使用 **Data Merge** 工具将 **Landsat 9** 影像的 **B1-7** 多光谱波段合并为一个多波段文件。然后利用 **PANSHARP2** 算法, 将合并后的多光谱影像与 **B8** 全色影像进行融合, 生成高分辨率的多光谱影像。

② **高分六号影像融合**: 首先, 在 **OrthoEngine** 模块中, 以实验二校正好的哨兵 2 号影像为参考, 结合 **DEM** 数据, 对高分六号的全色影像进行精确的几何校正。然后利用 **PANSHARP2** 算法, 将校正后的高分六号全色影像与实验二中校正好的高分六号多光谱影像进行融合。

③ **结果对比分析**: 将融合前的多光谱影像、全色影像与融合后的影像在同一区域进行目视对比, 评价融合效果, 分析其在空间细节和色彩保真度上的提升。

5 实验步骤

5.1 LC09 影像融合

① 合并 **LC09_L1TP_119042_20250322_20250322_02_T1** 的 **B1-7** 波段。

I. 在 **PCI** 中打开 **LC09_L1TP_119042_20250322_20250322_02_T1** 的 **B1-7** 波段。

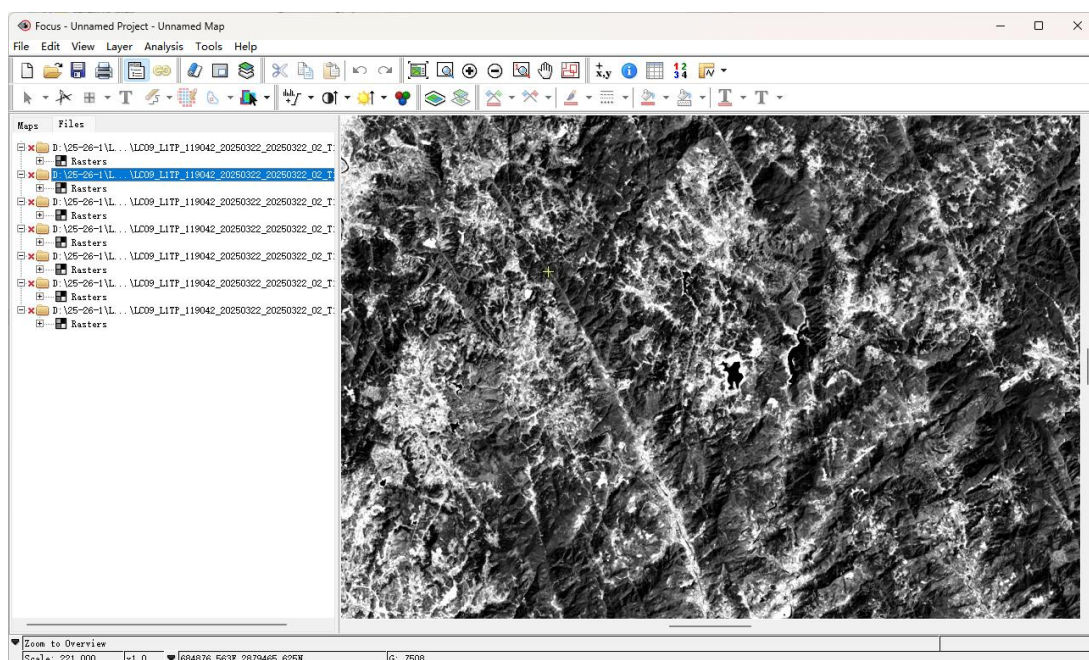


图 1：LC09 B1-7 波段载入界面

II. 选择菜单栏中的【Tools】-【Data Merge】，打开数据合并界面。在选中所有波段后点击【Next】。

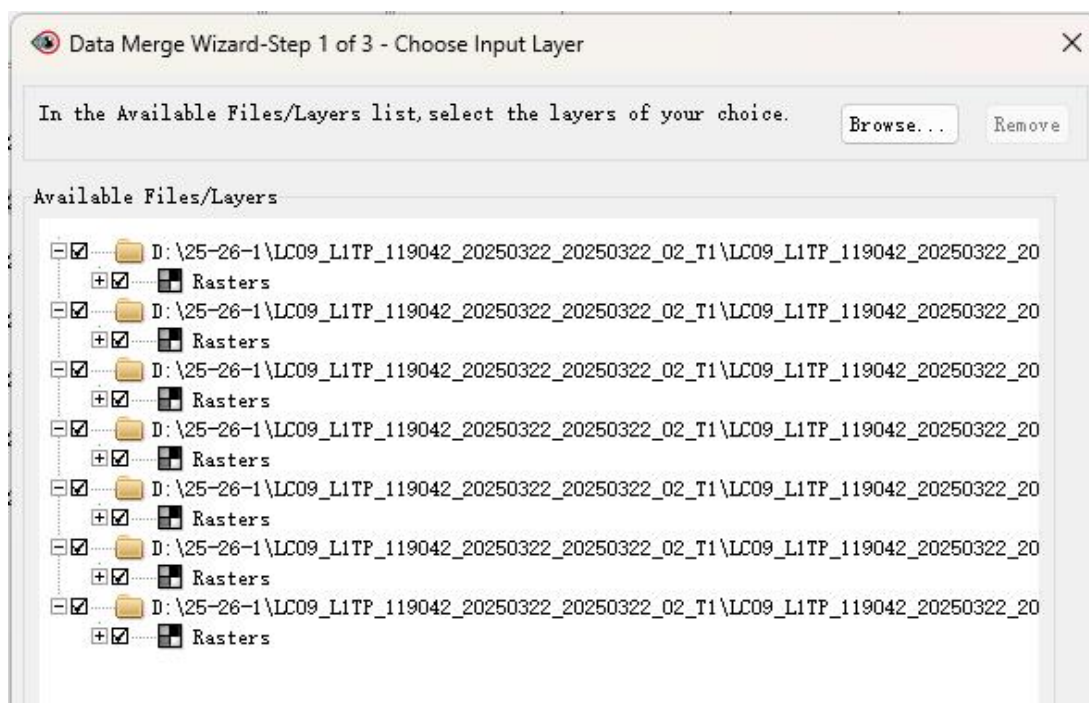


图 2：数据合并 Step1 选择波段

III. 设置输出文件名为 lc09_merge_b1-7_result.pix, Projection、Extents、Resolution 部分均选择 From File, 选中 B5 波段。如图 3 所示。

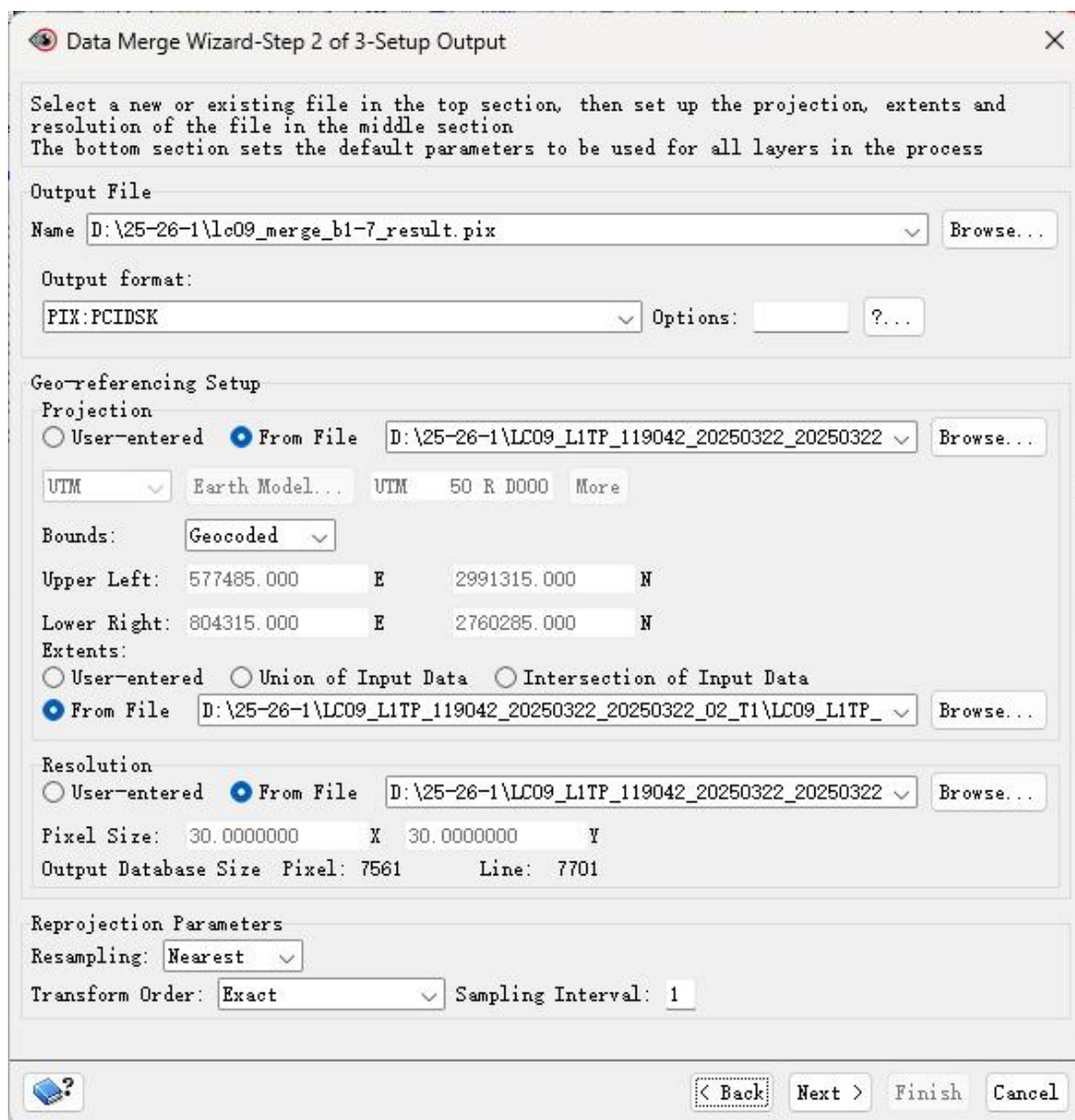


图 3: 数据合并 Step2 设置参数

IV. 点击【Next】, 确认要合并的内容并进行波段重命名后点击【Finish】完成数据合并操作。

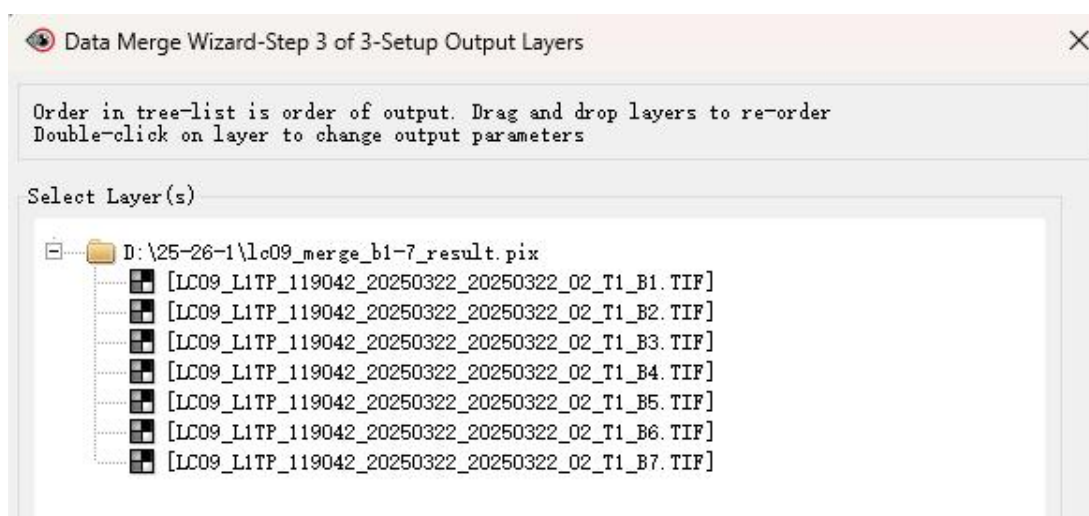


图 4：数据合并 Step3 设置输出波段名

- ② 在 PCI 中打开 LC09_L1TP_119042_20250322_20250322_02_T1 的 B8 波段。
- ③ 点击菜单栏中的【Tools】-【Alognithm Librarian】，依次选择【Image Processing】-【Data Fusion】-【PANSHARP2】，进入 PANSHARP2 的控制面板。

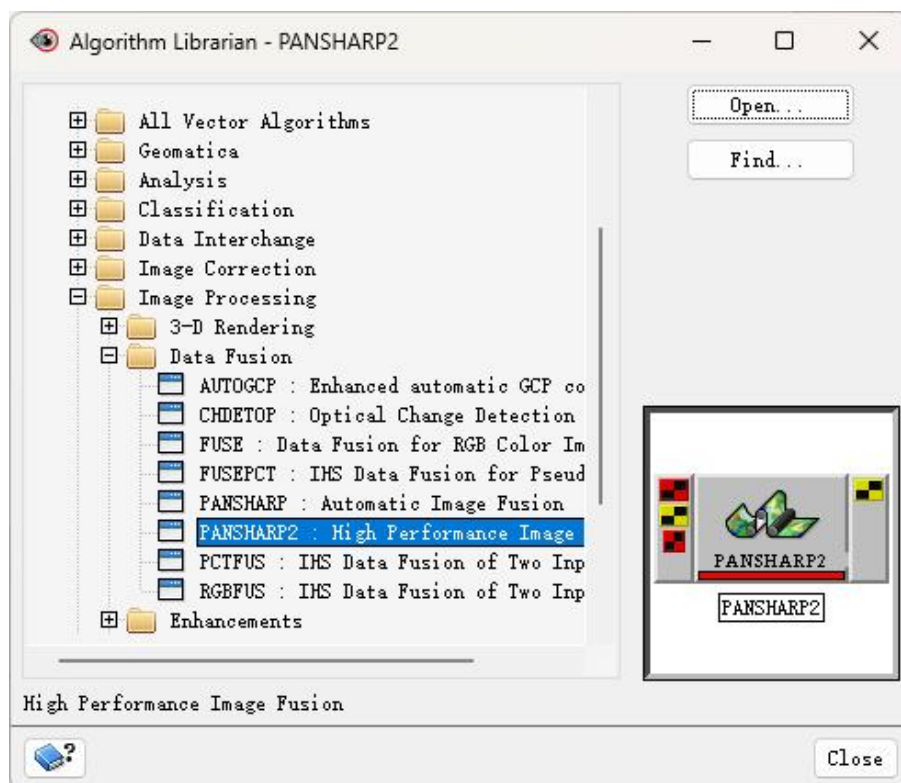


图 5：Algorithm Librarian 工具窗口

④ 在 Input 中选中 B1-7 波段；在 InputRef 中选中 B3、B4 波段作为参考波段，以保证色彩不变异；在 InputPan 中选中 B8 波段；在 Output 中指定输出路径及文件名为 ex3_lc09_pansharp2_result.pix，如图 6 所示。



图 6: PANSARP2 工具 控制面板

⑤ 点击界面右下角的【Run】进行运算，执行成功后的运算结果如图 7 所示。

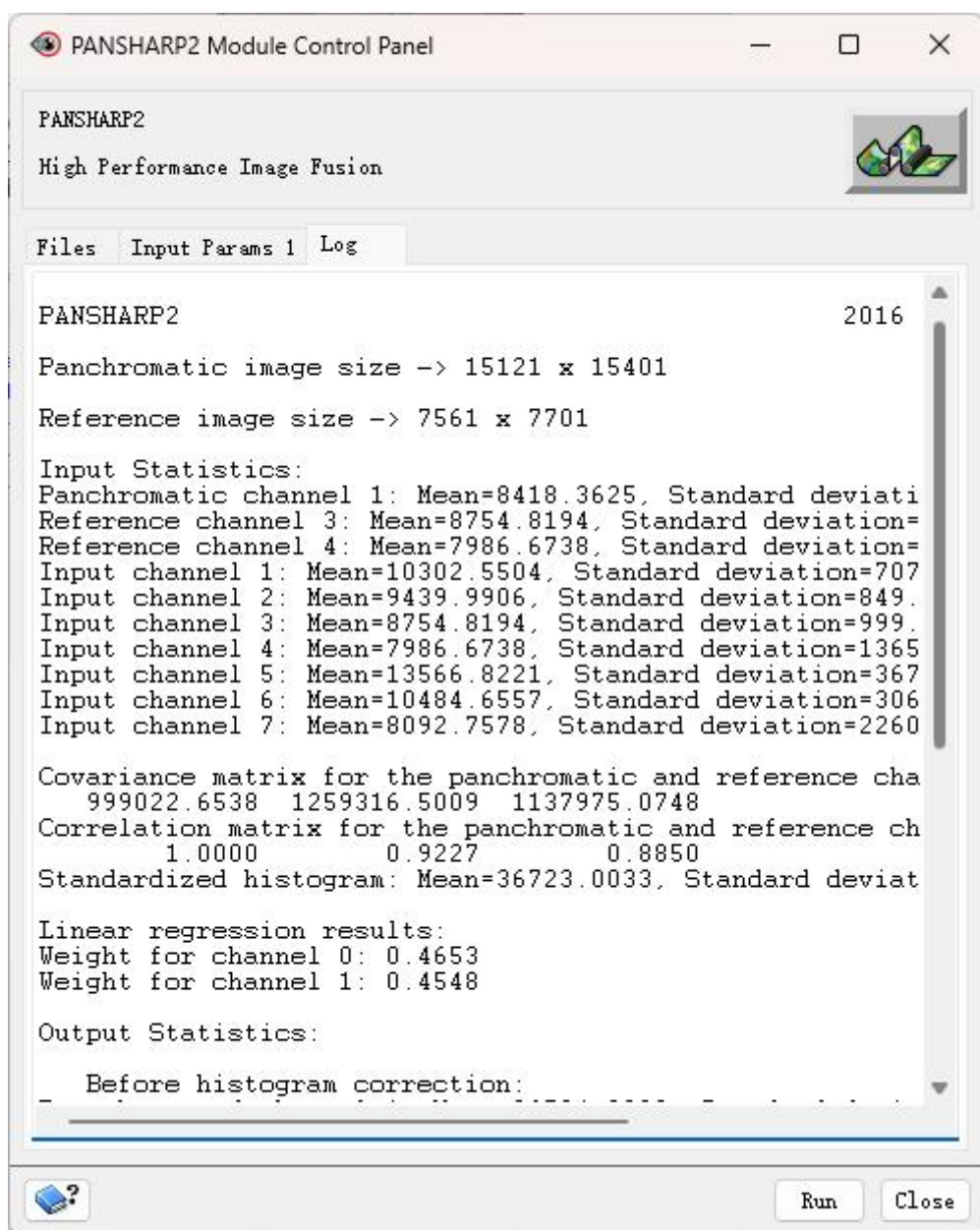


图 7: PANSARP2 工具 运算结果

⑥ 在 PCI 中打开生成出的 ex3_lc09_pansharp2_result.pix 文件, 如图 8 所示。

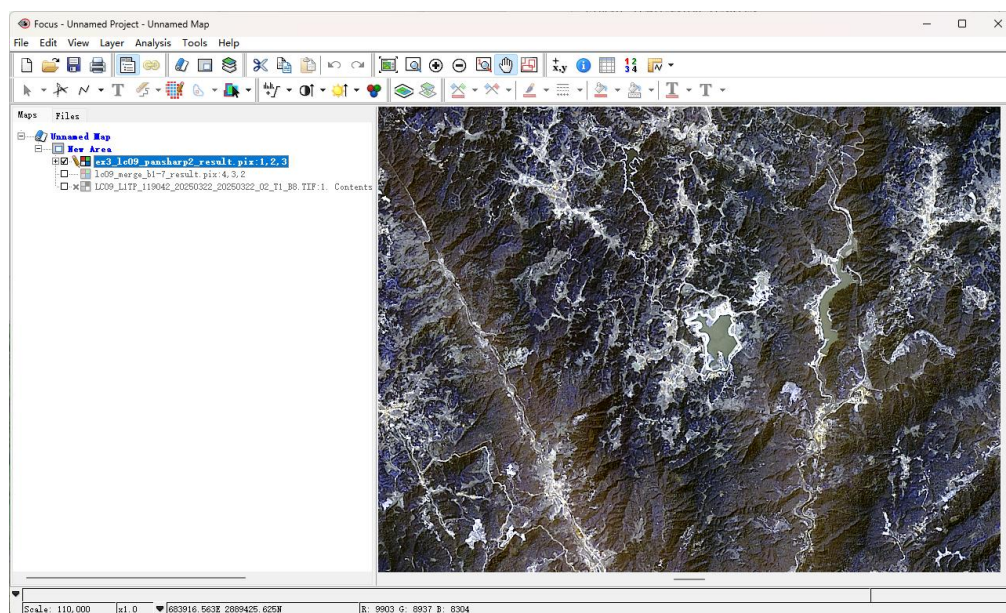


图 8：PANSARP2 融合后影像

⑦ 对未融合的多光谱影像、全色影像及融合后的影像对比结果如下：

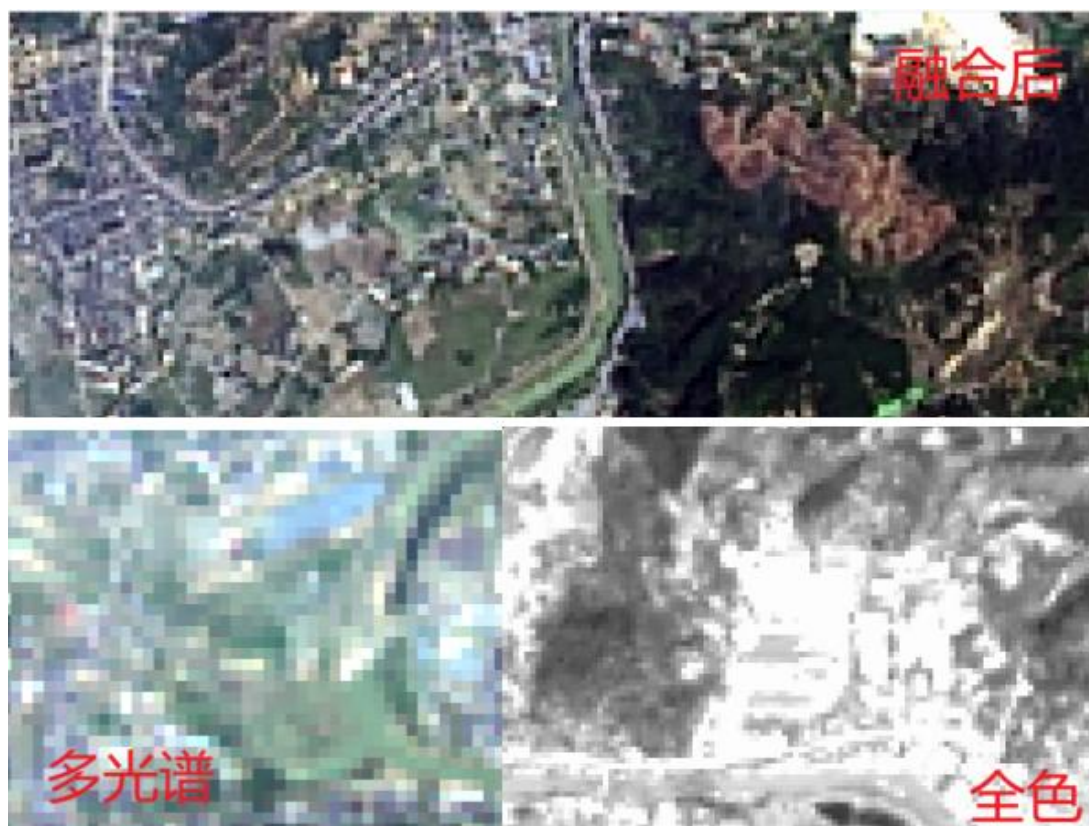


图 9：影像对比

5.2 高分 6 号影像融合

① 在 PCI 中打开 GF6_PMS_E119.3_N26.1_20250322_L1A1420558852-PAN.tiff，在菜单栏中依次选中【File】-【Utility】-【Import to PCIDSK】，设置导出的文件名为 ex3_gf6pan.pix，如图 10 所示。点击【Import】进行导入，得到 PIX 格式的影像。

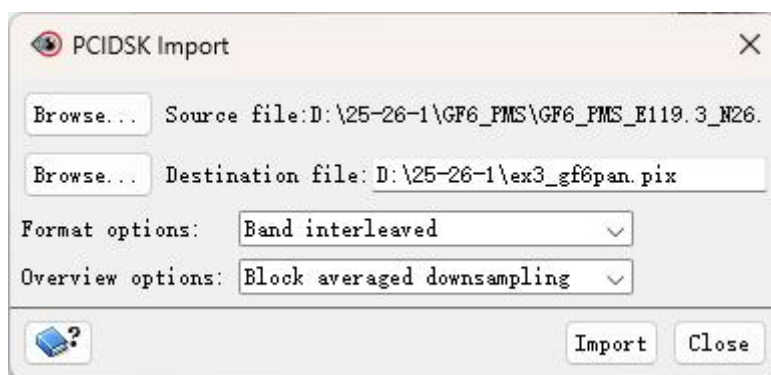


图 10: PCIDSK 导入参数配置界面

② 在 Geomatica 中打开 OrthoEngine 模块，在菜单栏中选中【File】-【New】创建一个新项目。设置项目文件名为 ex3-ortho.prj，在 Math Modelling Method 中依次选择【Optical Satellite Modelling】-【Rational Function(Extract from image)】，点击 OK。如图 11 所示。

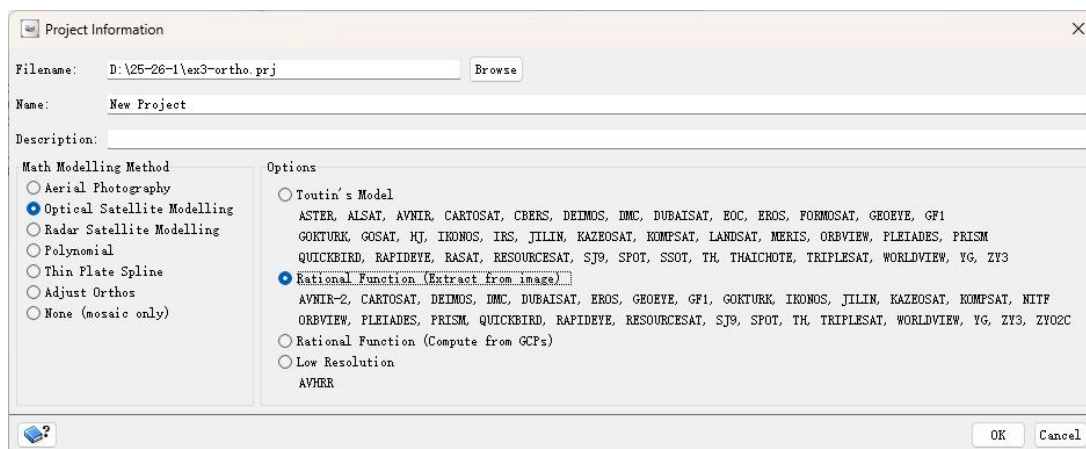


图 11: OrthoEngine 创建项目界面

③ 在 Set Projection 中选择 UTM 方法，依次选择 D000 - WGS 1984、Zone 50、

Row R。设置输出分辨率为 2*2m。将 GCP Projection 与 Output Projection 均按照该方法完成设置。随后点击【Set GCP...】，然后点击 OK 确认。

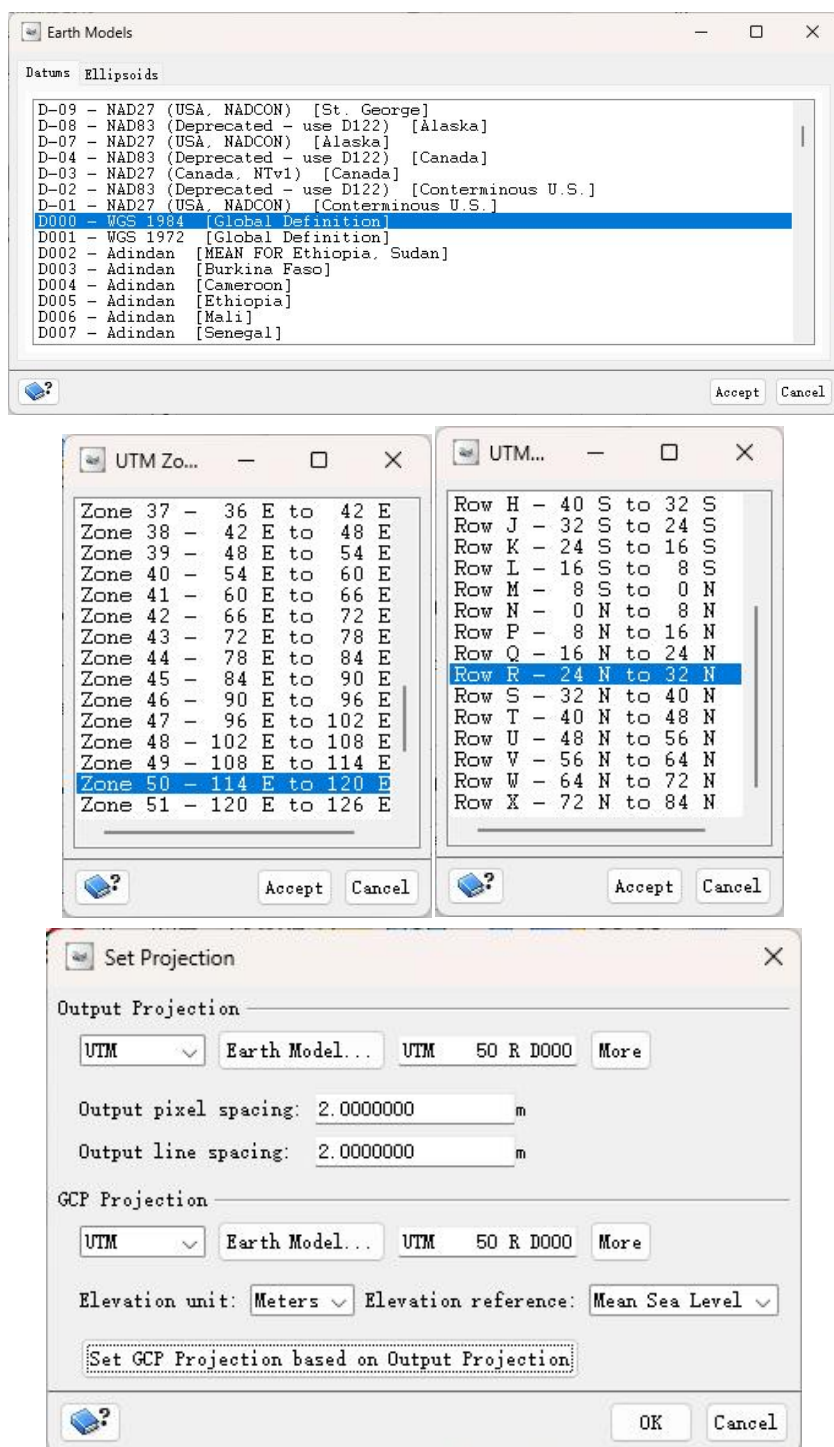


图 12：坐标参数选择界面

④ 在 OrthoEngine 界面的 Processing step 处选择 Data Input, 点击 Open a new or existing image, 进入 Open Image 界面。点击 Add Image, 选择上一步转化的 ex3_gf6pan.pix, 点击 Open。如图 13 所示。

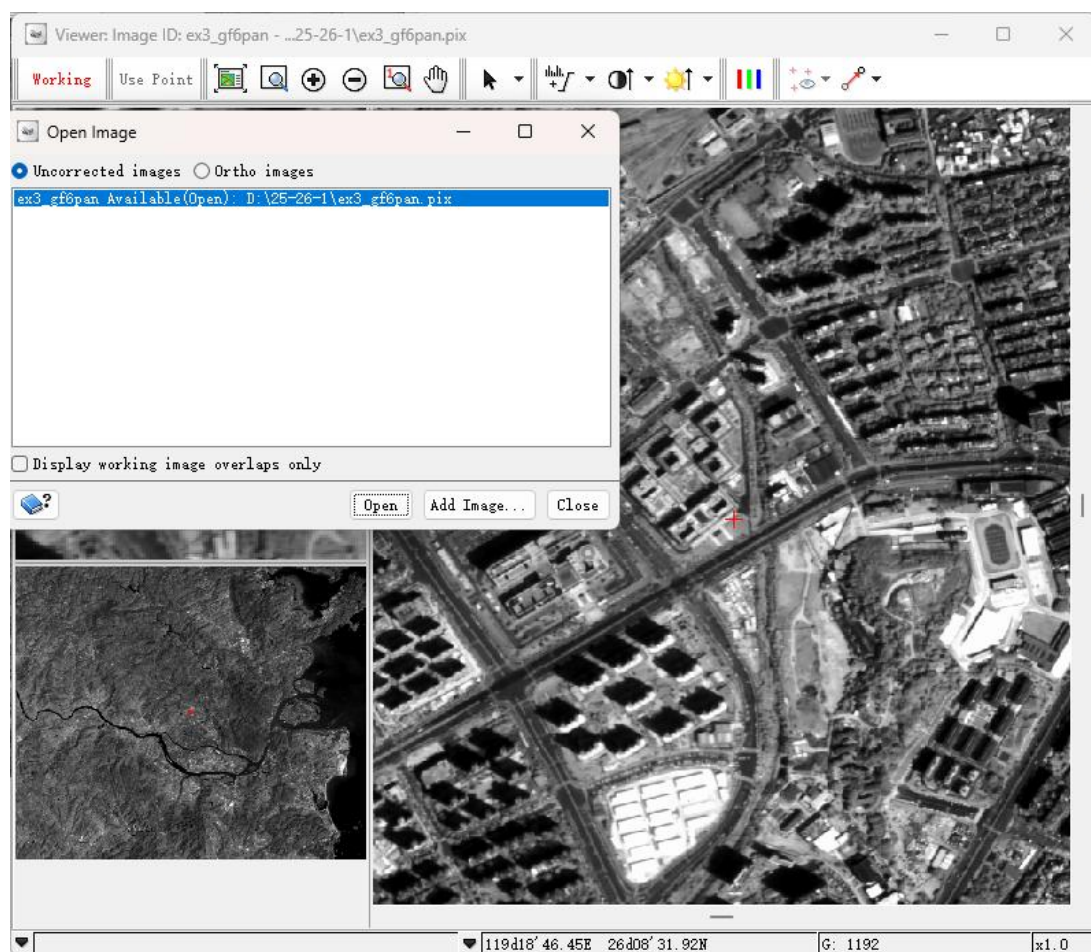


图 13: 几何校正影像选择界面

⑤ 在 OrthoEngine 界面的 Processing step 处选择 GCP/TP Collection, 打开 Collect GCPs Manually。在 GCP Collection 界面上方选择 Geocoded image, 选择之前实验二拼接好的哨兵 2 号影像 s2b1_4j.pix 以打开参考影像, 如图 14 所示。

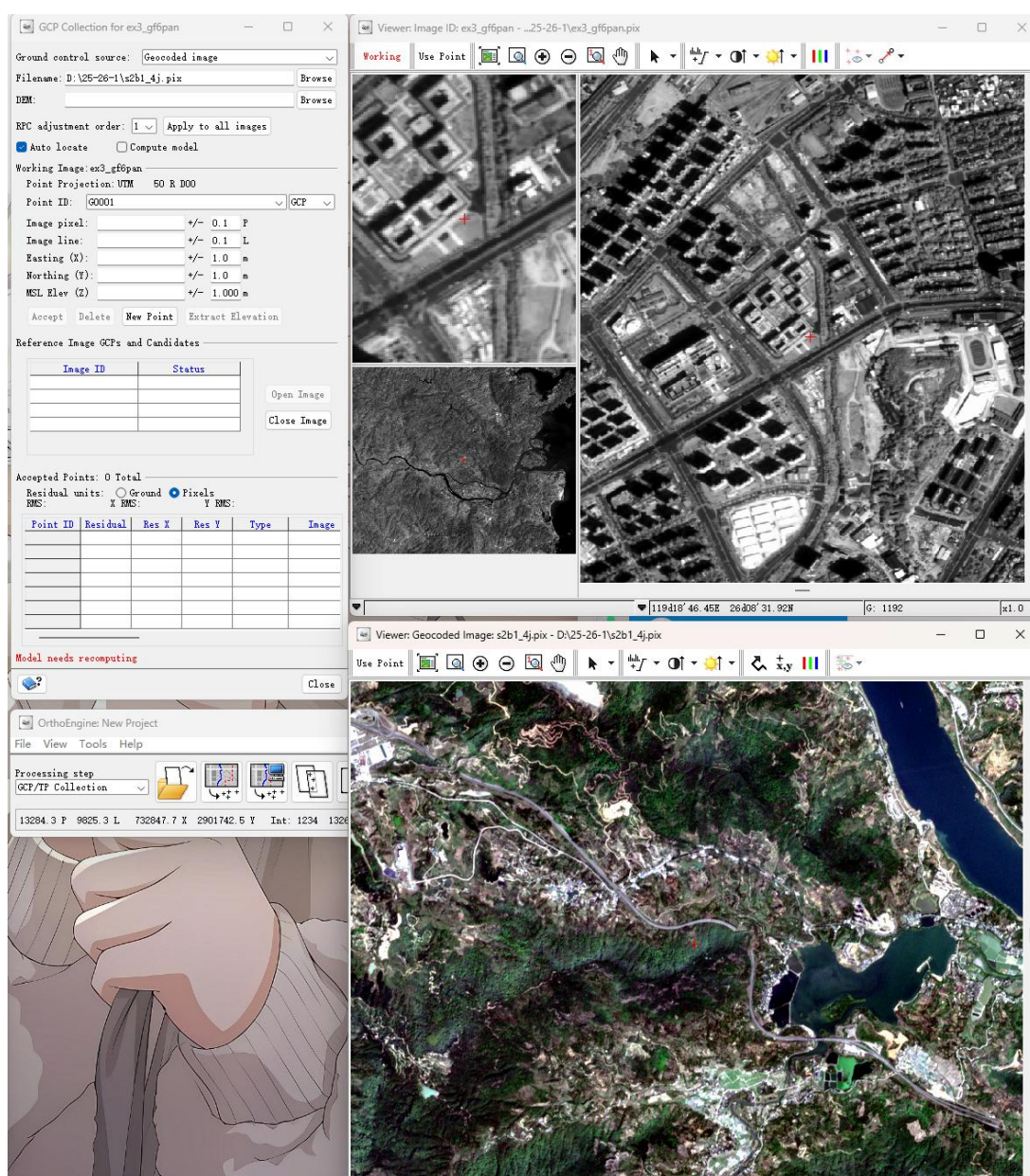


图 14：几何校正坐标点选择界面

- ⑥ 在 GCP Collection 中勾选 Compute model, 在 DEM 处选择“福建省_DEM_30m 分辨率_ASTER 数据.tif”，点击 OK。
- ⑦ 按照实验二中的方法在两张图像之间添加控制点，完成对黑白影像的含 DEM 高程的几何校正。

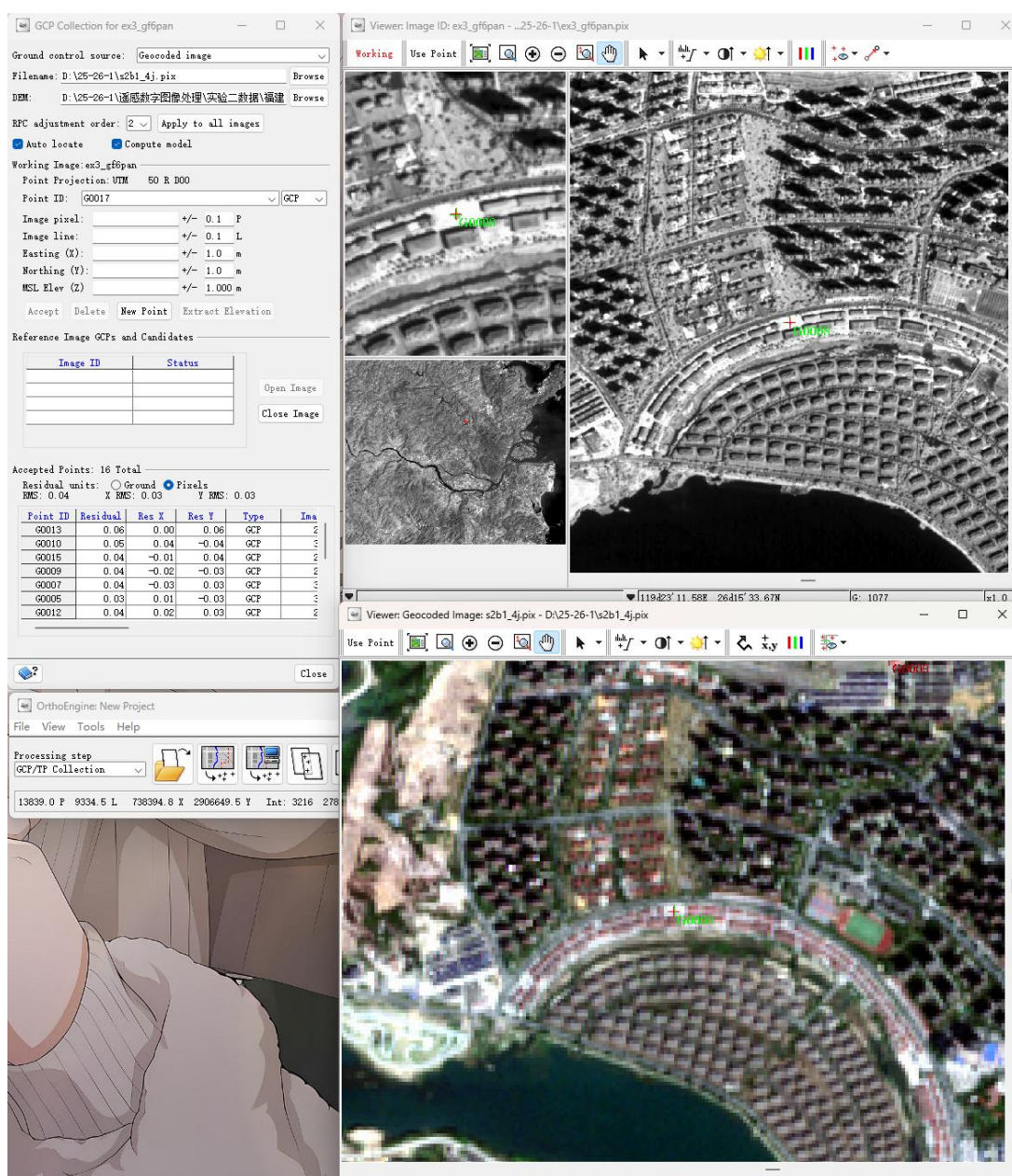


图 15：几何校正坐标点选择结果

⑧ 在 OrthoEngine 界面选择 Ortho Generation，点击 Schedule ortho generation，打开导出工具。在 File 处为文件命名为 ex3_gf6pan_result.pix，在 Elevation Information 中选择“福建省_DEM_30m 分辨率_ASTER 数据.tif”，在 Resampling 处选择 Bilinear，最后点击 Generate Orthos 导出校正后的影像。

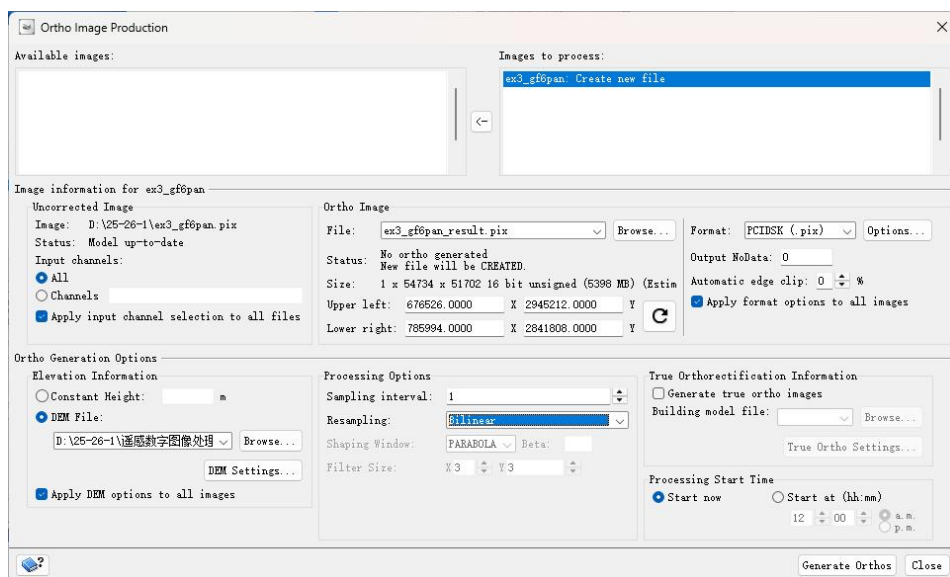


图 16: OrthoEngine 导出参数设置界面

5.3 高分 6 号黑白影像和彩色影像融合

① 在 PCI 主界面打开上一步校正好的影像 ex3_gf6pan_result.pix 及实验二中最终完成的含 DEM 校正的全彩影像 ex2_oGF6_PMS_PIX.pix。

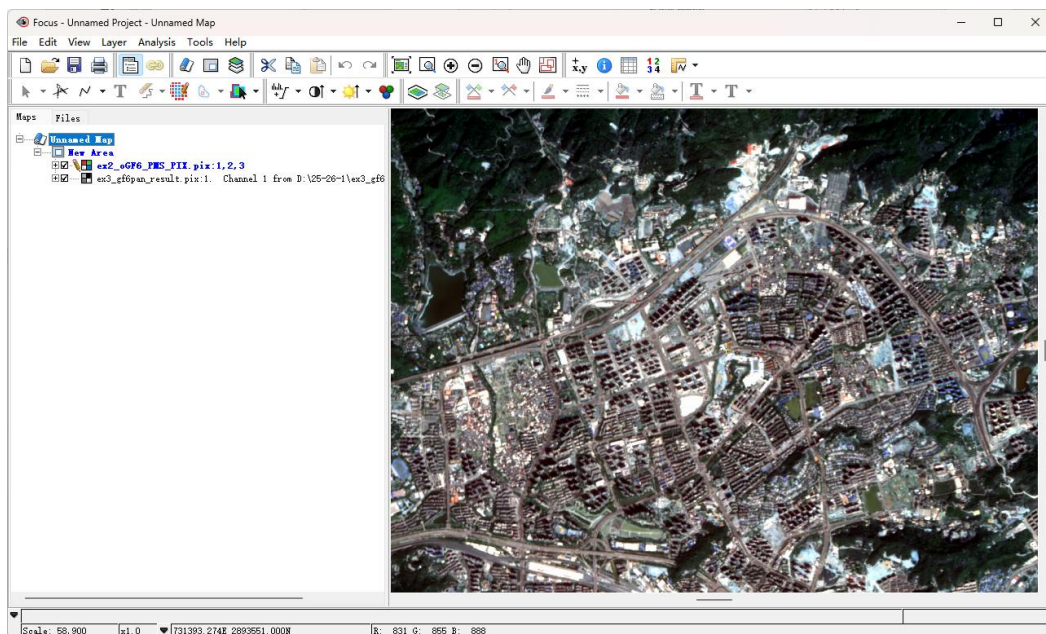


图 17: 实验所需影像

② 点击菜单栏上的【Tools】-【Alogrithm Librarian】，打开 PANSHARP2。在 Input 中选择全彩影像的所有波段（共四个）；在 InputRef 中同样选择全彩影像的所有波段；在 InputPan 中选择上一步校正好的影像；设置输出路径及文件名为 ex3_final_result.pix，如图 18 所示。

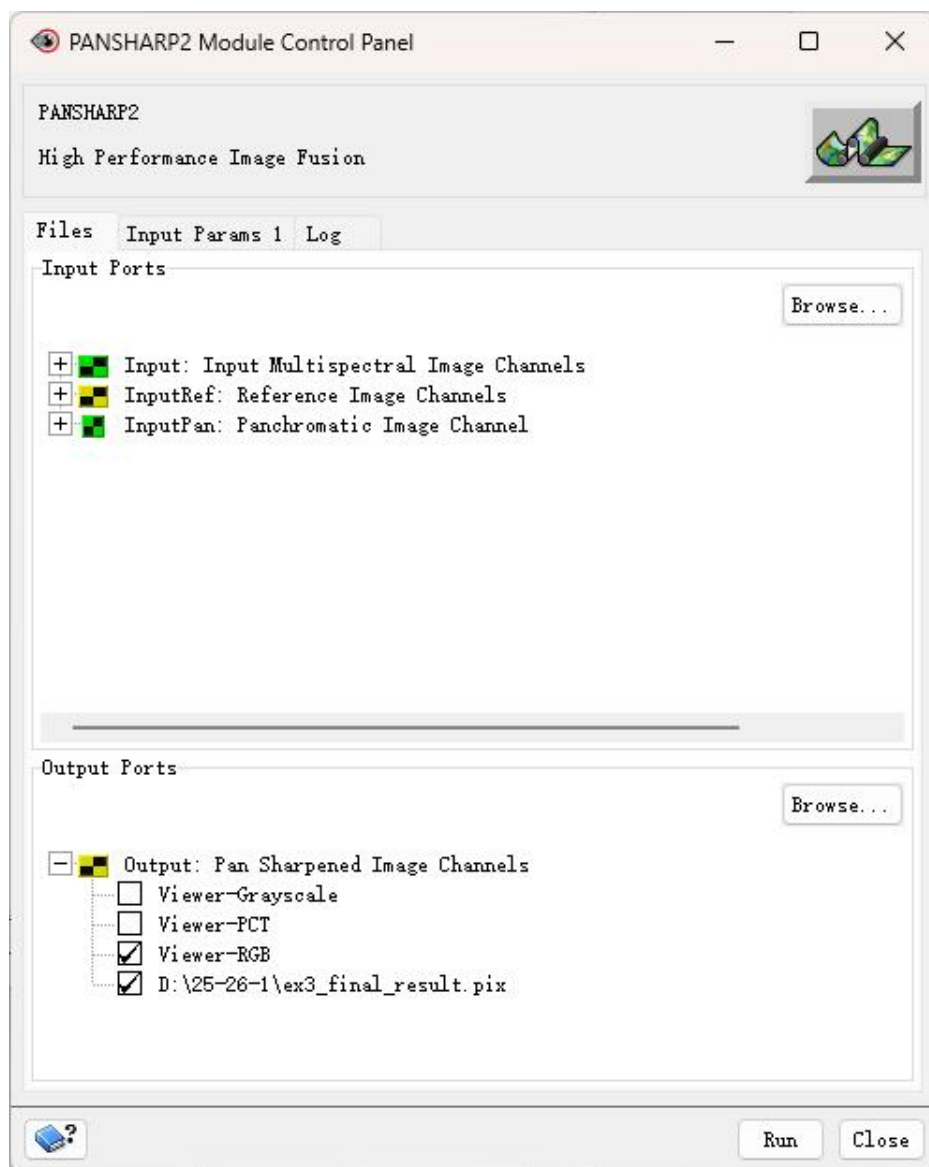


图 18: PANSHARP2 输出参数设置界面

③ 点击 Run 运行。输出结果如图 19 所示。

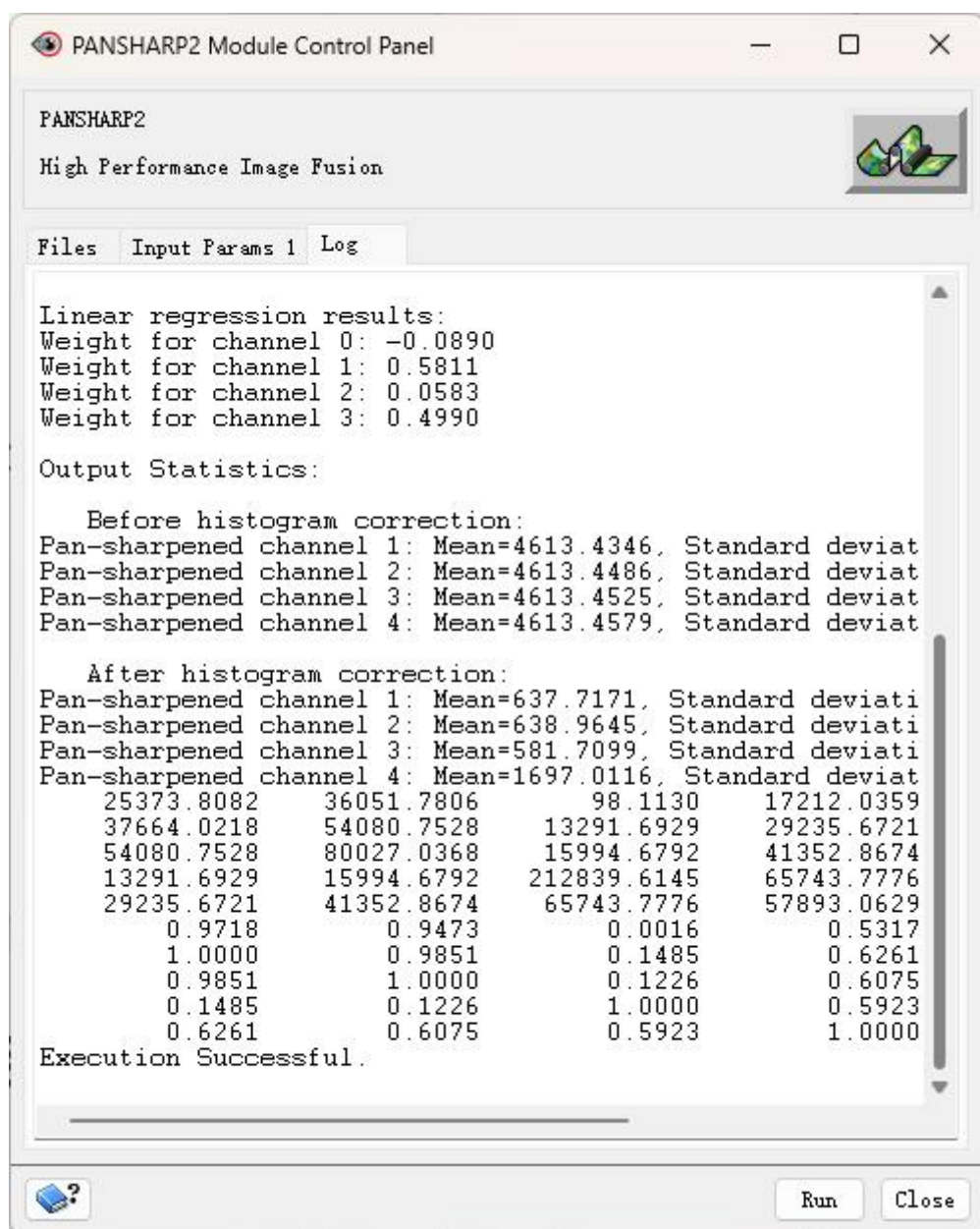


图 19: PANSARP2 输出结果

④ 对全色影像、校正后影像及融合后影像进行对比。效果如图 20 所示。

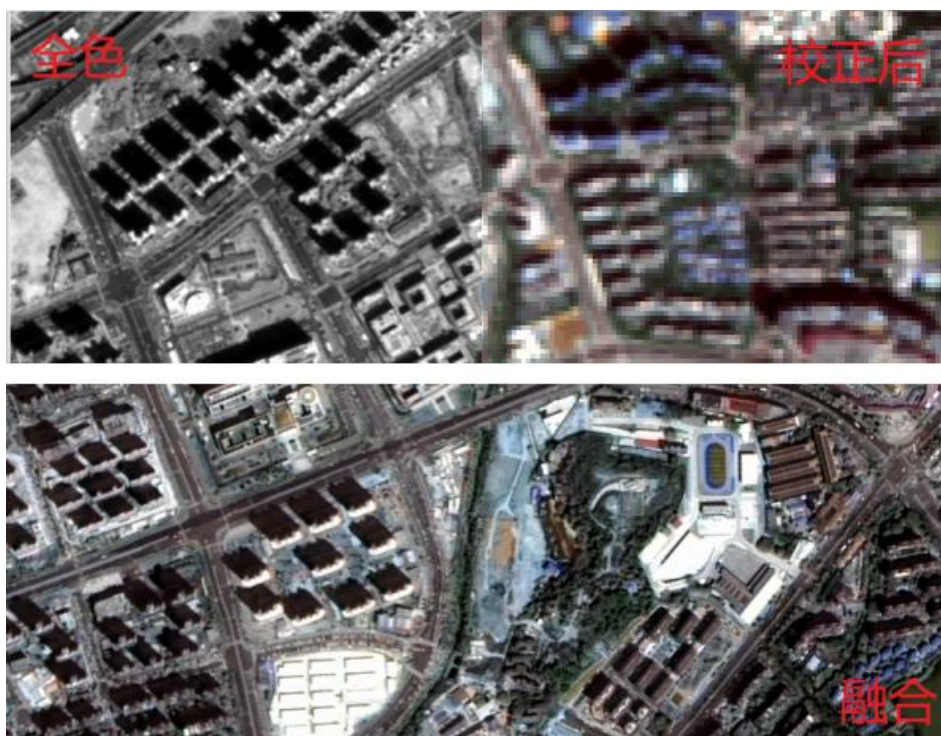


图 20：影像对比

6 实验结果

6.1 LC09 影像融合结果



图 21：LC09 影像融合结果对比

6.2 高分六号影像融合结果

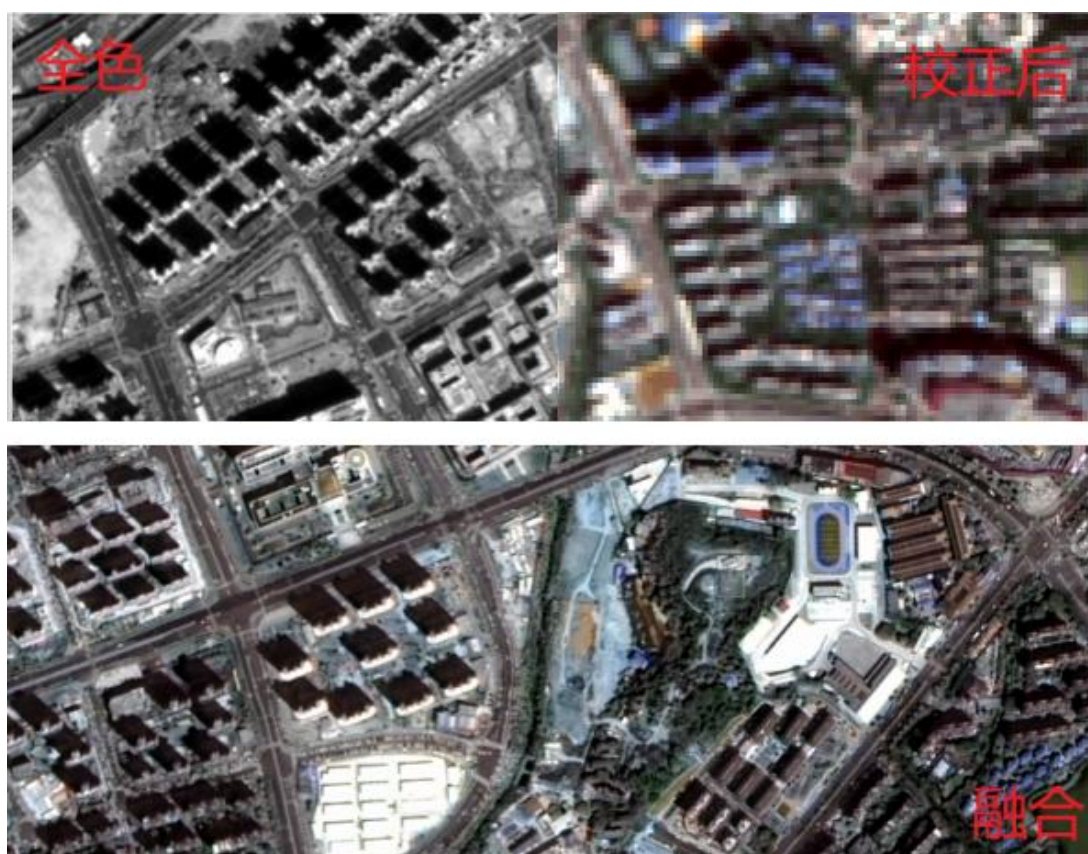


图 22：高分六号影像融合结果对比

7 分析及总结

7.1 结果分析

从实验结果的对比图可以看出，影像融合取得了显著的效果。

对于 LC09 数据，融合后的影像（15m 分辨率）相较于原始的多光谱影像（30m 分辨率），其地物轮廓、道路网络和建筑物的纹理细节清晰度大幅提升，几乎达到了全色影像的空间分辨率水平。同时，影像保留了原始多光谱影像的色彩信息，使得地物（如植被、水体、建筑）能够通过颜色进行有效区分。

对于高分六号数据，融合后的影像（2m 分辨率）在空间细节上表现得更

为出色。建筑物的轮廓、道路上的车辆、体育场的细节都清晰可见，而这些细节在原始的 8m 多光谱影像中是模糊不清的。这证明 PANSHARP2 算法成功地将全色影像的高频空间信息注入到了多光谱影像中，同时较好地维持了原始地物的光谱特征，色彩失真较小。

7.2 实验总结

本次实验通过对 Landsat 9 和高分六号两种不同传感器的遥感数据进行融合处理，我成功掌握了使用 PCI Geomatica 软件进行影像融合的基本流程和 PANSHARP2 算法的应用。

实验过程让我深刻理解到图像融合的实际意义：它是一种有效的数据增强手段，能够生成兼具高空间细节和丰富光谱信息的高质量遥感产品，极大地提升了遥感影像的目视解译效果和应用价值。同时，我也认识到精确的预处理是成功融合的关键前提。在高分六号影像的处理中，必须先对全色和多光谱影像进行精确的几何校正，确保二者在空间上完全配准，否则融合结果会出现重影和错位，导致信息错误。

通过本次实验，我不仅学会了一项重要的遥感图像处理技能，也对不同遥感数据的特性以及数据处理中“先校正、后融合”的原则有了更深入的理解。