



德中天地无人机高光谱数据 质量评价报告

产 品 名 称 : 德中天地无人机高光谱数据

日 期 : 2015 年 10 月

目 录

一、概述.....	1
1.1 试验目标.....	1
1.2 测区概况.....	1
1.3 作业依据.....	2
1.4 技术总结依据.....	2
1.5 飞行试验技术路线.....	3
二、高光谱影像数据获取	3
2.1 影像数据获取技术路线.....	3
2.2 数据采集流程.....	3
2.3 影像数据获取情况.....	7
2.3.1 影像数据获取情况.....	7
2.3.2 影像元数据灰度直方图.....	7
三、高光谱影像数据处理	8
3.1 Flight-1.....	8
3.1.1 影像数据处理技术路线.....	8
3.1.2 波段配准.....	9
3.1.3 标准白板校正.....	10
3.2 Flight-2.....	12
3.2.1 影像数据处理技术路线.....	12
3.2.2 波段分类.....	13
3.2.3 单波段影像数据镶嵌.....	14
3.2.4 波段配准.....	15
3.2.5 标准白板校正.....	15
四、高光谱影像数据质量评价	17
4.1 Flight-1.....	17
4.1.1 定性质量评价.....	17
4.1.2 定量质量评价.....	19
4.2 Flight-2.....	23
4.2.1 定性质量评价.....	23
4.2.2 定量质量评价.....	27
五、总结与展望	30
5.1 高光谱影像数据综合质量评价.....	30
5.2 工作展望.....	30

德中天地无人机高光谱数据质量评价报告

一、概述

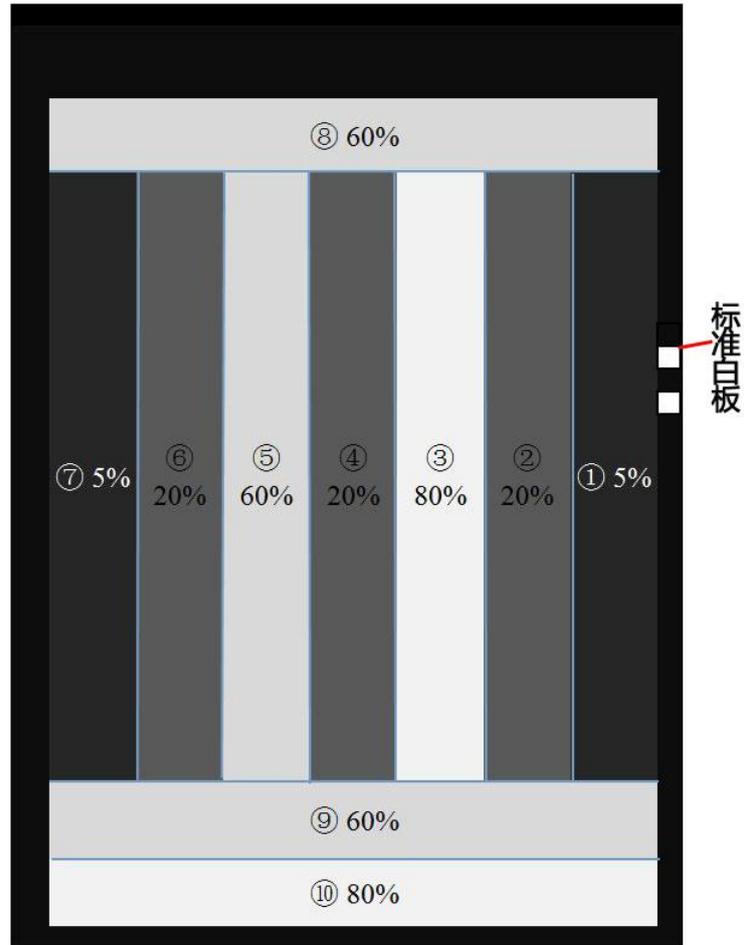
1.1 试验目标

通过稳定的数据源获取保障渠道和科学严谨的数据处理手段,确保获取数据的时效性、信息量及分辨率最优。数据清晰、准确,质量满足国家标准,满足环境监测、水质监测、精准农业(农作物监测、作物长势诊断、作物估产、精准施肥、病虫害预警)、土壤污染、艺术真迹鉴定等各方面的科研、工作需求。

本次项目的任务是:对京浪岛文化体育公园内布设靶标区域进行无人机高光谱航拍,针对 10 条靶标,设计 2 个架次(Flight-1、Flight-2)飞行,并在此基础上提供高光谱影像数据及相应数据质量评价报告。

1.2 测区概况

试验区位于北京门头沟区的京浪岛文化体育公园内,在公园内一处空地布设有 10 条不同反射率测试靶标及 1 块标准白板-漫反射标准参照板(MFB99-42-14),各靶标反射率如下图所示:



1.3 作业依据

- 1) CH/T1015.3-2007 《基础地理信息数字产品 1： 10000 1： 50000 生产技术规程第 3 部分： 数字正射影像图（DOM）》
- 2) GB/T 7930-2008 《1： 500、 1： 1000、 1： 2000 地形图航空摄影测量内业规范》
- 3) GB/T 23236-2009 《数字航空摄影测量 空中三角测量规范》
- 4) GB/T12342-90 《1:25000 、 1:50000、 1:100000 地形图图式》

1.4 技术总结依据

- 1) CH/T 1001-2005 《测绘技术总结编写规定》
- 2) GB/T 24356—2009 《测绘成果质量检查与验收》

1.5 飞行试验技术路线

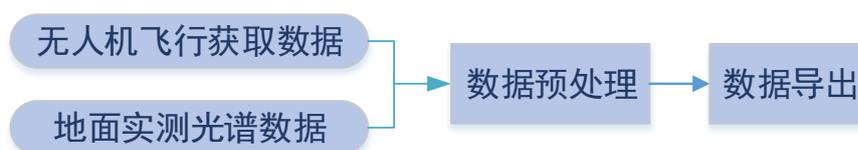
首先采用蜘蛛雀八旋翼无人机搭载德中天地高光谱成像仪在试验区内进行影像数据获取，并同步使用 ASD-FR 获取标准白板及各靶标地面实测光谱数据；然后利用高光谱仪配套软件、AMIPS、ENVI5.1、ATCOR4 软件对航飞影像进行数据处理，获得校正后高光谱反射率影像数据；最后对处理后高光谱影像数据从定性及定量两个角度对其进行质量评价，定性主要从影像目视效果、地物光谱曲线可靠性来分析；定量主要从影像信噪比、灰度直方图、靶标光谱曲线吻合度来分析。技术流路简线如下图：



二、高光谱影像数据获取

2.1 影像数据获取技术路线

利用蜘蛛雀八旋翼无人机搭载德中天地高光谱成像仪在试验区内进行影像数据获取，并同步使用 ASD-FR 获取标准白板及各靶标地面实测光谱数据；然后利用高光谱仪配套软件进行黑板校正，获得校正后高光谱辐射量影像数据。技术流路简线如下图：



影像获取技术路线图

2.2 数据采集流程

1) Flight-1: 蜘蛛雀100m高度悬停获取数据



Flight-2: 蜘蛛雀按照航线设计飞行获取数据

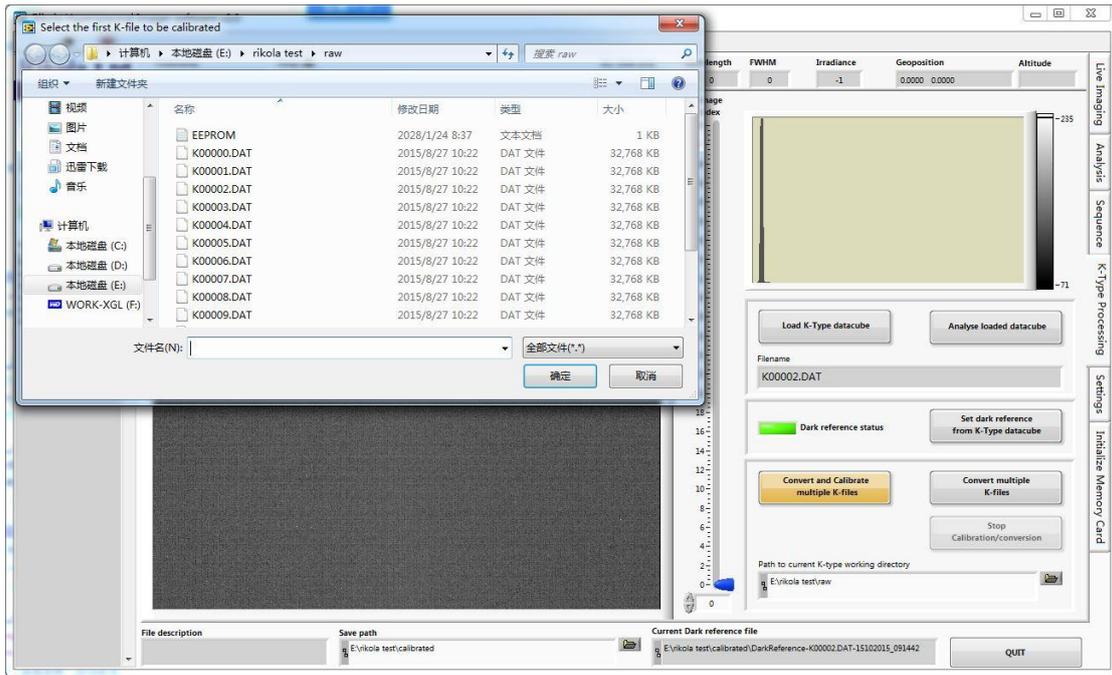


2) 使用ASD-FR获取标准白板及靶标地面光谱实测数据



3) 数据预处理——黑板校正

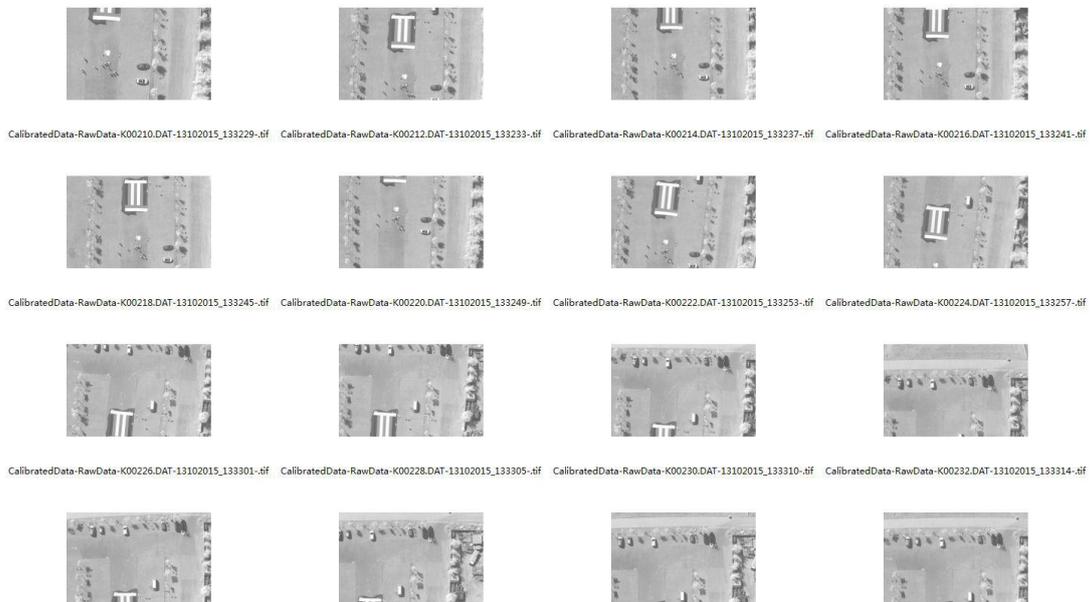
采用德中天地高光谱成像仪配套软件对高光谱数据进行黑板校正, 校正后影像的像素值为辐射量。



黑板校正界面

4) 数据导出

导出格式为ENVI通用格式。



2.3 影像数据获取情况

2.3.1 影像数据获取情况

飞行作业时间： 11: 00 Am-2:00 Pm。

地面风力： <4级

飞行速度： 0-6m/s

Flight1-1:

飞行方式： 手动飞行悬停获取

相机： 德中天地高光谱成像仪

飞行高度： 100m

飞行速度： 0-6m/s

影像景数 (景)	飞行高度 (m)	空间分辨率 (m)	覆盖面积 (km ²)
1	100m	6.5cm	0.0028
波段范围 (nm)	波段个数 (个)	FWHM (nm)	图像大小
500-900nm	50	10	1010*648

Flight-2:

飞行方式： 自动飞行航线获取

相机： 德中天地高光谱成像仪

飞行高度： 120m

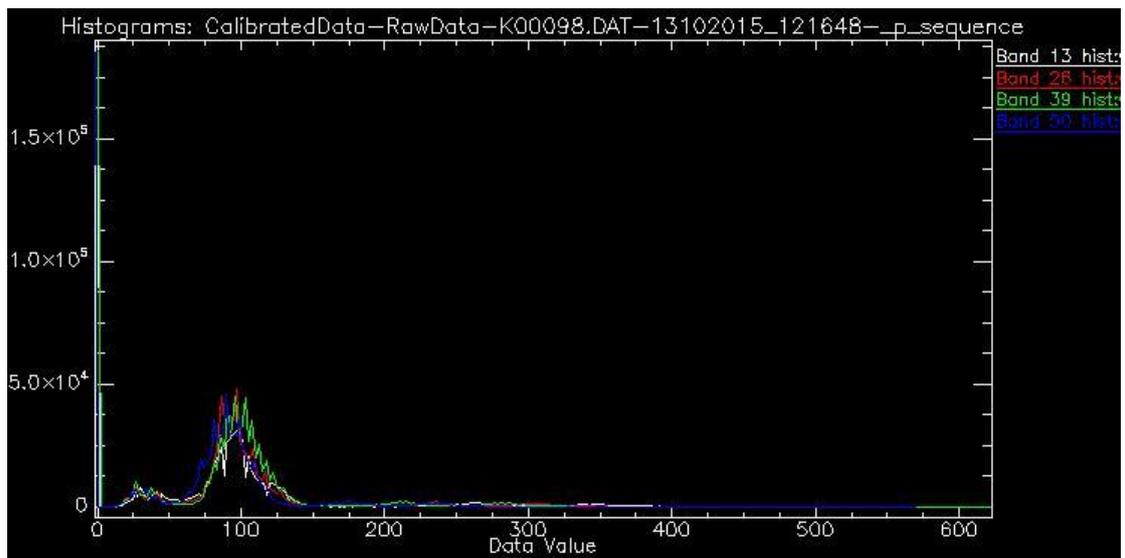
飞行速度： 4m/s

影像景数 (景)	飞行高度 (m)	空间分辨率 (m)	覆盖面积 (km ²)
61	120m	7.8cm	0.0126
波段范围 (nm)	波段个数 (个)	FWHM (nm)	图像大小
500-900nm	50	10	1010*648

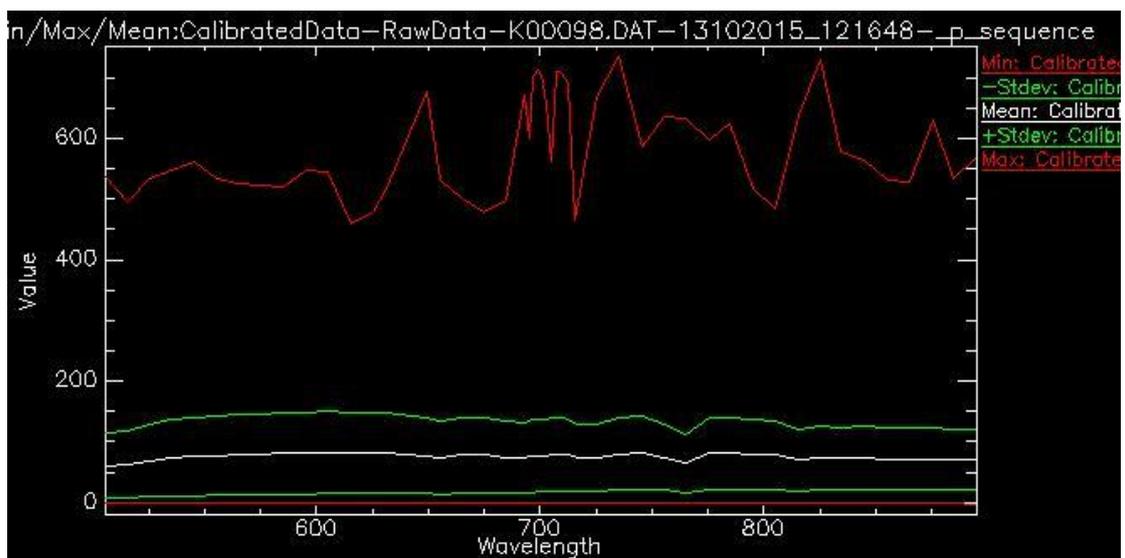
2.3.2 影像元数据灰度直方图

通过对高光谱元数据的基础数据、灰度直方图进行计算，得到结果如下。不同波段间的

亮度值分布稳定，标准差为 50 左右，说明获取数据的稳定性。



Band13、band26、band39、band50 的灰度直方图



最大值、最小值、平均值、标准差曲线图

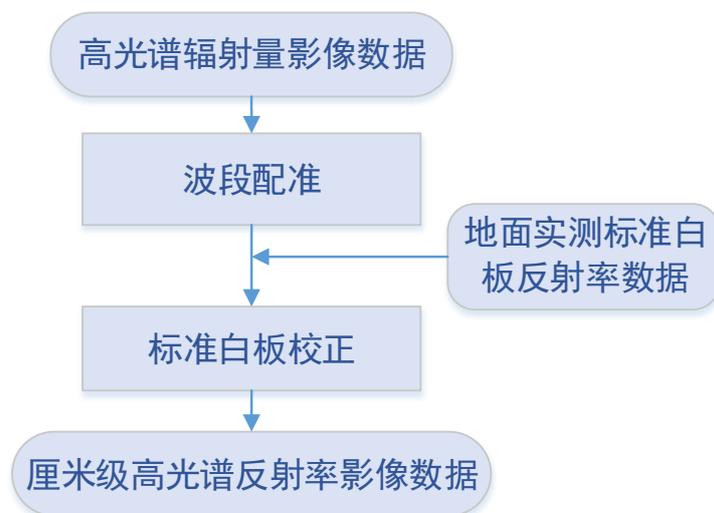
三、高光谱影像数据处理

3.1 Flight-1

3.1.1 影像数据处理技术路线

首先对经过黑板校正预处理后的高光谱辐射量影像数据进行波段配准，使其各波段影像的同名点重合；然后利用地面实测标准白板反射率数据进行白板校

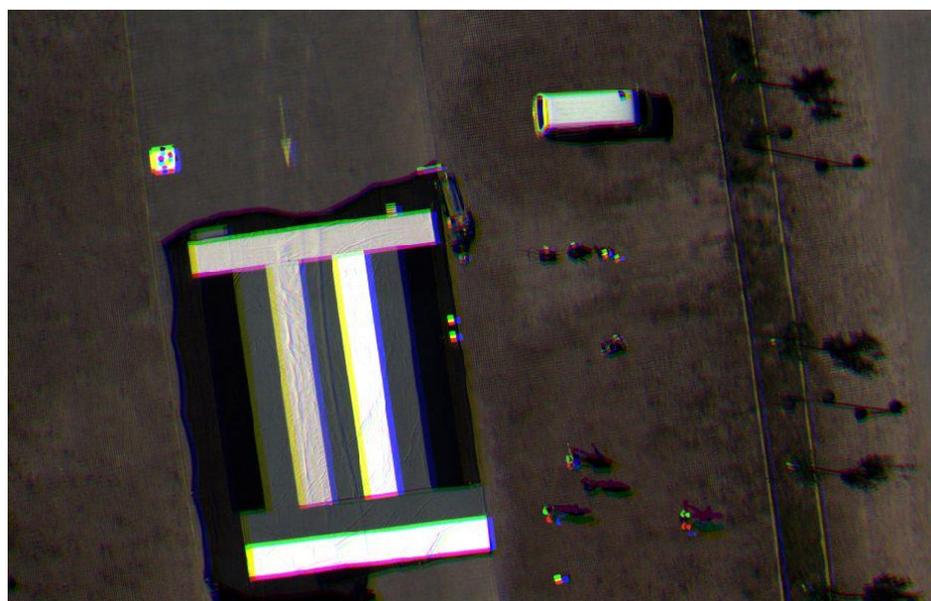
正，最终得到高光谱反射率影像数据，数据处理技术路线图如下所示：



Flight-1 高光谱数据处理技术路线图

3.1.2 波段配准

高光谱数据每个波段为一张影像，由于飞行姿态及飞行速度影像，需要进行波段配准。利用 AMIPS 软件对单景影像的 50 个波段进行几何配准。波段配准前后对比如下图所示：



波段配准前高光谱数据



波段配准后高光谱数据

3.1.3 标准白板校正

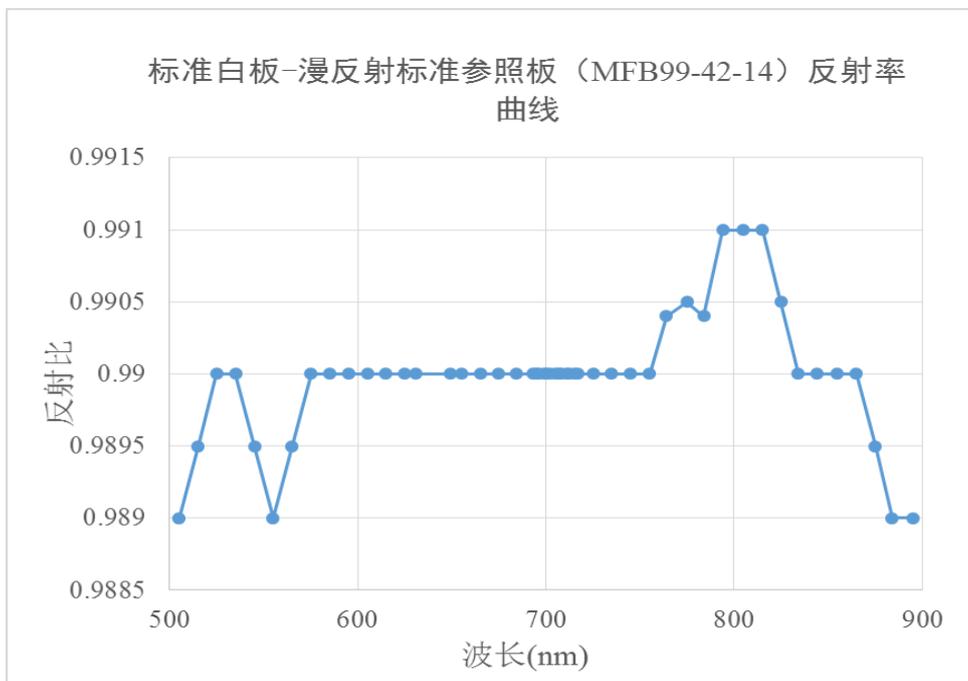
利用地面实测标准白板反射比数据，对无人机高光谱数据进行白板校正，从而获得高光谱反射率数据。

公式： $Reflectance = \text{辐射量} * \text{白板反射比} / \text{白板辐射量}$

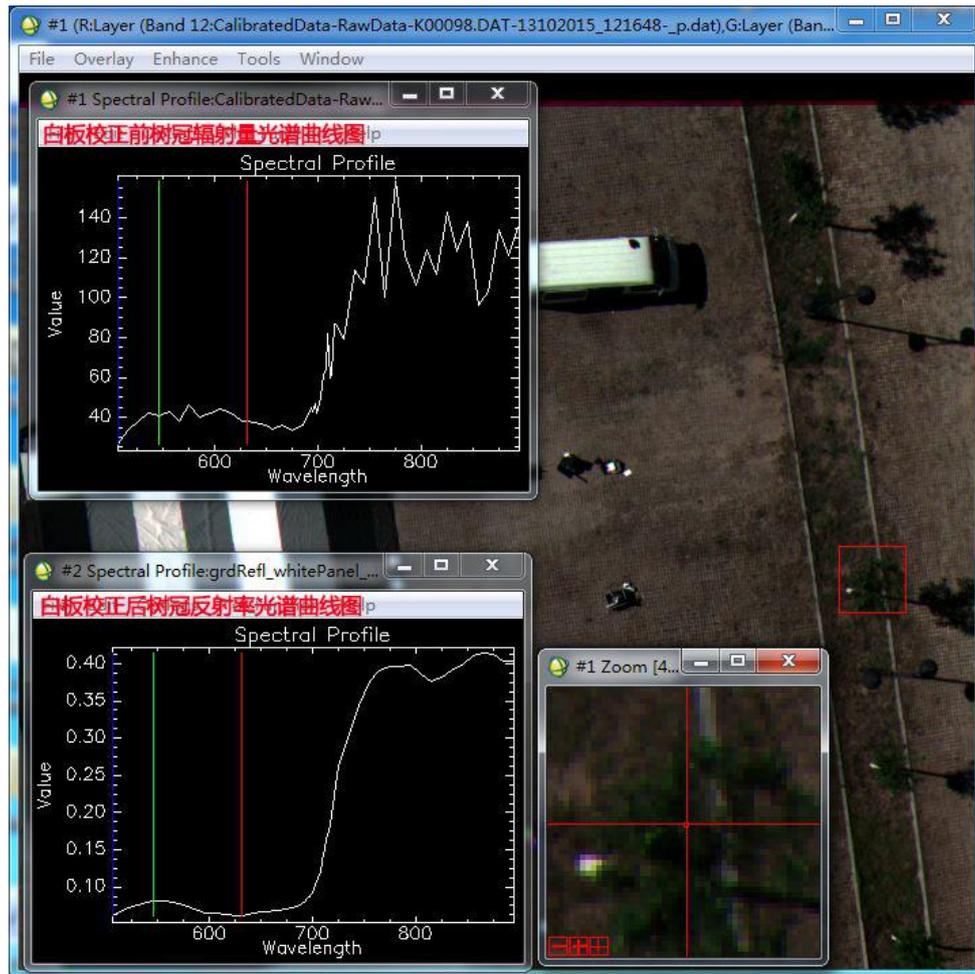
标准白板-漫反射标准参照板（MFB99-42-14）方向-半球反射比数据：

波长 (nm)	反射比	波长 (nm)	反射比
505	0.989	705	0.99
515	0.9895	707	0.99
525	0.99	708	0.99
535	0.99	711	0.99
545	0.9895	712	0.99
555	0.989	715	0.99
565	0.9895	717	0.99
575	0.99	725	0.99
585	0.99	735	0.99
595	0.99	745	0.99
605	0.99	755	0.99
615	0.99	764	0.9904
625	0.99	775	0.9905
631	0.99	784	0.9904

649	0.99	794	0.991
655	0.99	805	0.991
665	0.99	815	0.991
675	0.99	825	0.9905
684	0.99	834	0.99
693	0.99	844	0.99
695	0.99	855	0.99
696	0.99	865	0.99
699	0.99	875	0.9895
700	0.99	884	0.989
702	0.99	895	0.989



标准白板-漫反射标准参照板 (MFB99-42-14) 反射率曲线

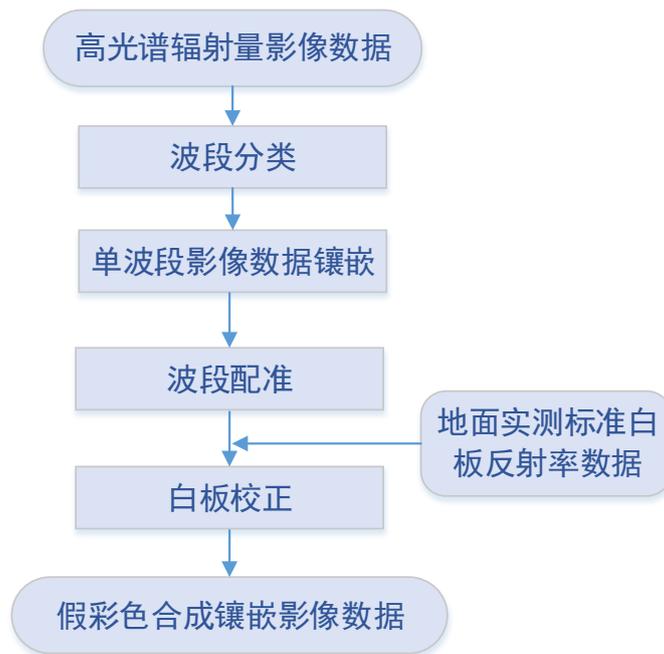


校正前后光谱曲线图对比

3.2 Flight-2

3.2.1 影像数据处理技术路线

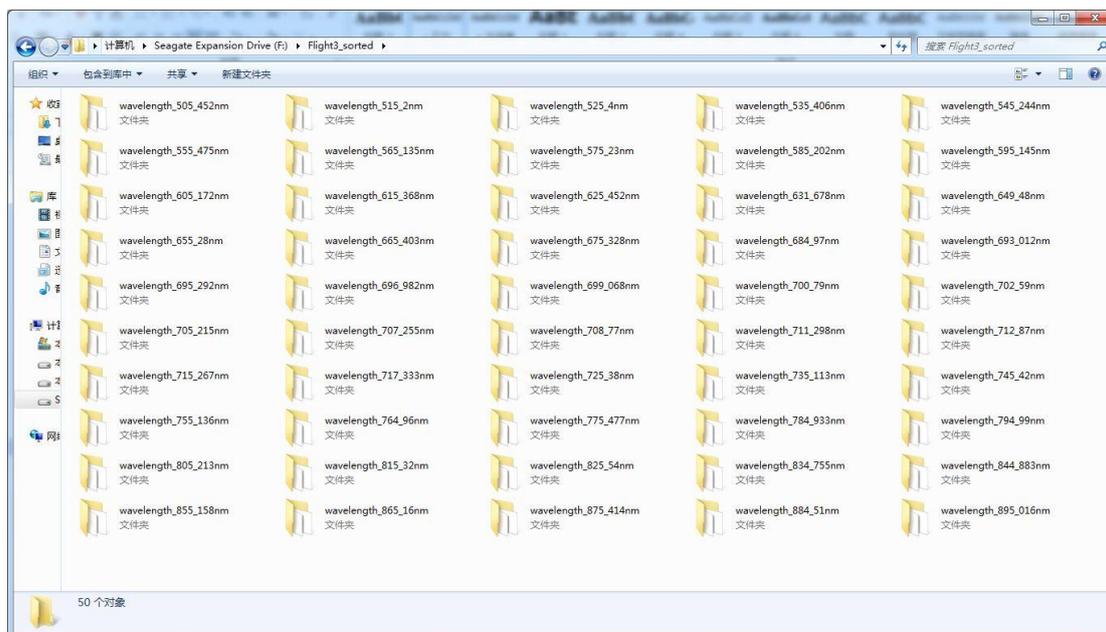
首先使用高光谱配套软件对经过黑板校正预处理后的高光谱辐射量影像数据进行波段分类，即将同一个波段的影像分到同一个文件夹下；然后使用 PhotoScan 软件对各单波段影像进行镶嵌处理，这里暂时采用中心波长分别为 595nm、715nm、895nm 做一个高光谱影像数据拼接试验；再使用 AMIPS 软件对镶嵌后影像进行波段配准；最后利用地面实测标准白板反射率数据进行白板校正，最终得到 RGB 假彩色合成反射率影像数据，数据处理技术路线图如下所示：



Flight-2 高光谱数据处理技术路线图

3.2.2 波段分类

使用高光谱配套软件对经过黑板校正预处理后的高光谱辐射量影像数据进行波段分类，即将同一个波段的影像分到同一个文件夹下，共计 50 个文件夹，每个文件夹中有 61 张照片。



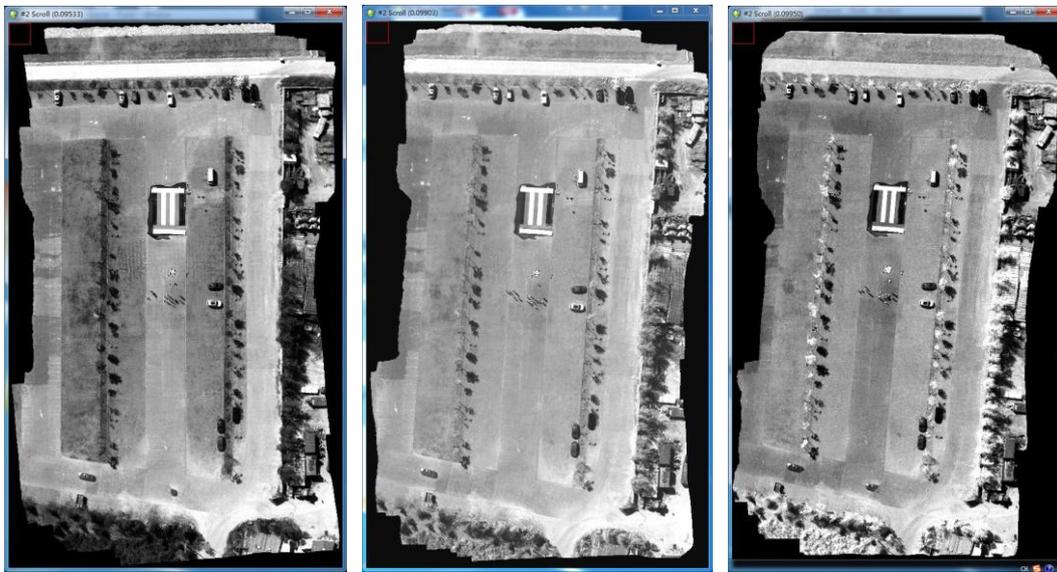
波段分类结果

3.2.3 单波段影像数据镶嵌

然后使用 PhotoScan 软件对各单波段影像进行镶嵌处理，这里暂时采用中心波长分别为 595nm、715nm、895nm 的单波段数据做一个镶嵌试验，以验证高光光谱数据镶嵌的可行性。镶嵌结果如下：



镶嵌前各分景影像



595nm

715nm

895nm

镶嵌后各波段整景影像

3.2.4 波段配准

使用 AMIPS 软件对镶嵌后影像进行波段配准后,进行 R: 895nm、G: 715nm、B: 595nm 假彩色合成显示, 如下图所示:



假彩色合成镶嵌图

3.2.5 标准白板校正

利用地面实测标准白板反射比数据,对无人机高光谱数据进行白板校正,从而获得高光谱反射率数据。

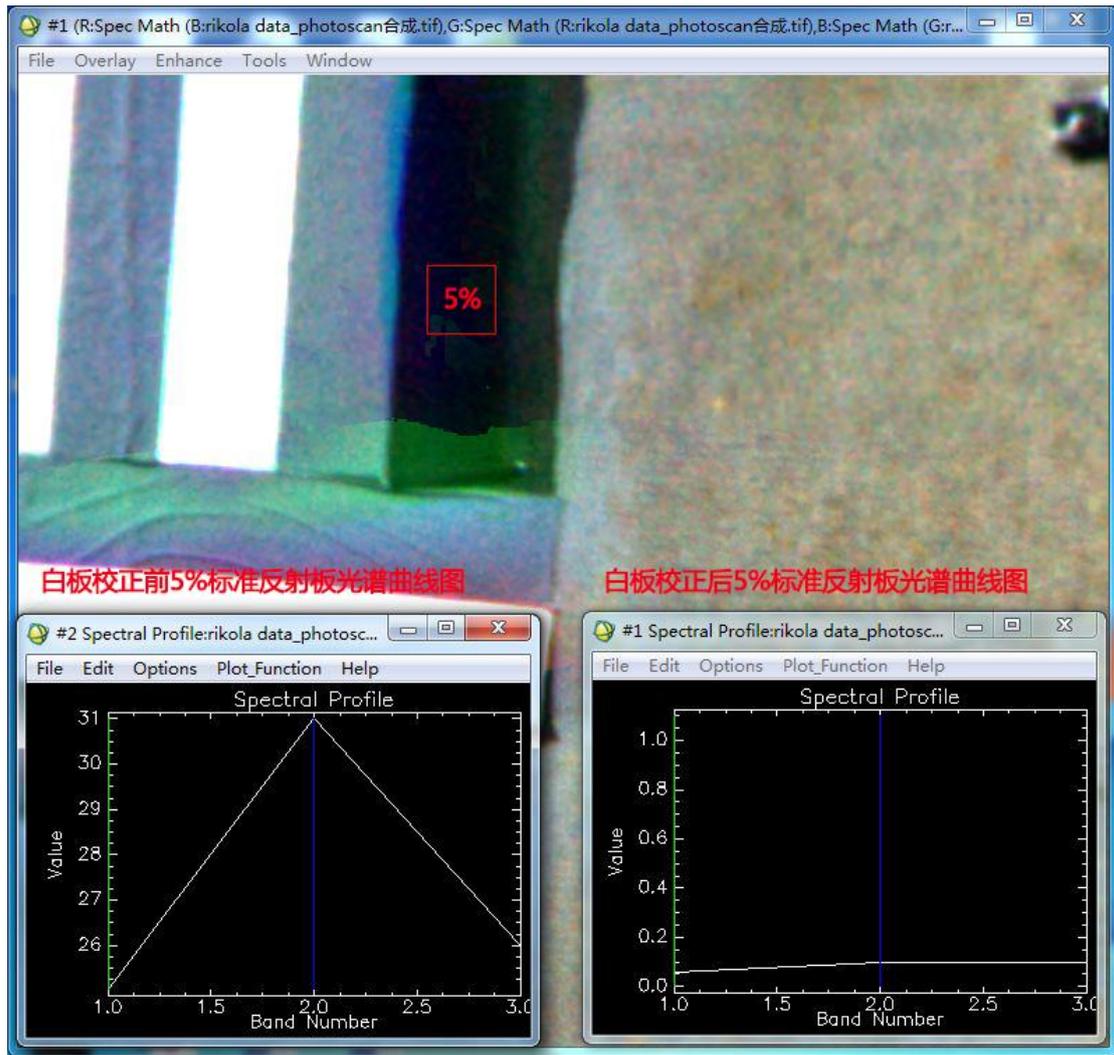
公式: $Reflectance = \text{辐射量} * \text{白板反射比} / \text{白板辐射量}$

标准白板-漫反射标准参照板 (MFB99-42-14) 方向-半球反射比数据:

波长 (nm)	反射比
595	0.99
715	0.99
895	0.989



白板校正后假彩色合成镶嵌图



Whiteboard calibration before and after 5% standard reflectance board spectral curve comparison

四、高光谱影像数据质量评价

4.1 Flight-1

4.1.1 Qualitative quality evaluation

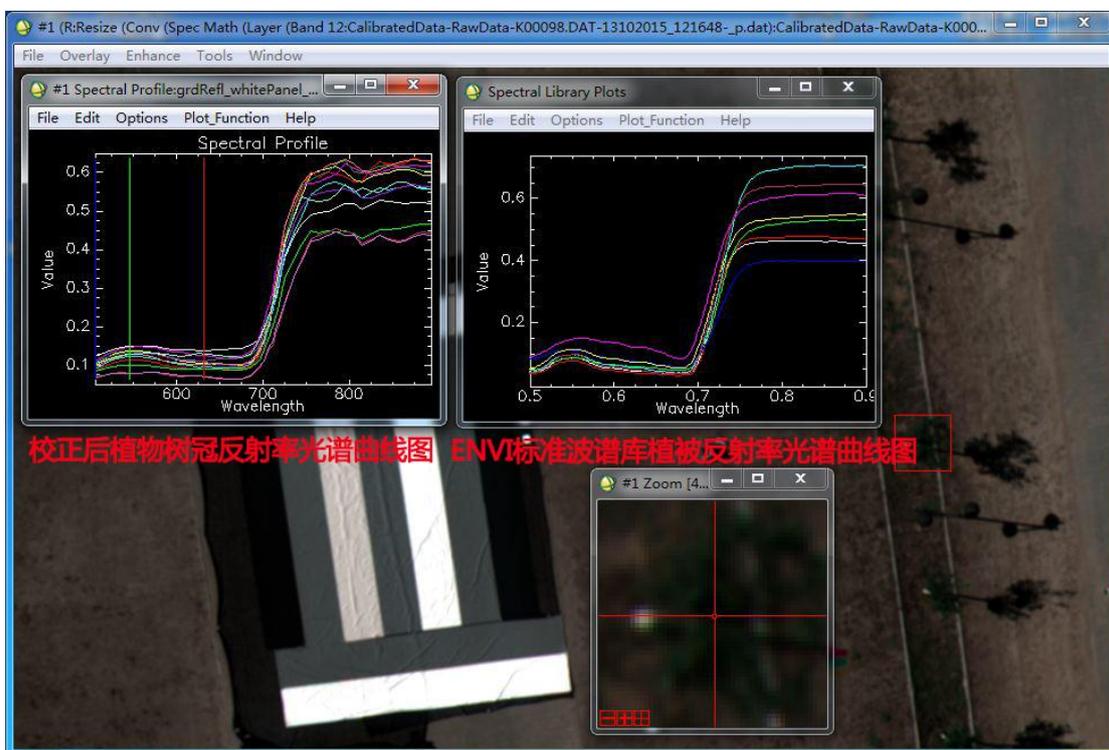
4.1.1.1 Visual effect data quality evaluation

From the visual effect of the true color display of the image data, the image is clear, the resolution is high, the color is realistic, and the texture details are clear.



4.1.1.2 植被光谱曲线

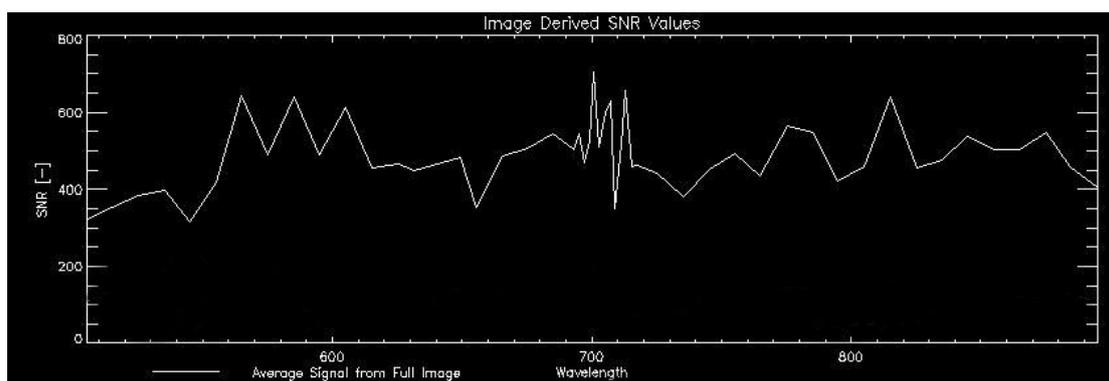
将影像中植被树冠的光谱曲线图与 ENVI 标准波谱库中的植被光谱曲线图进行比较，可以看出处理后影像数据光谱性能可靠。



4.1.2 定量质量评价

4.1.2.1 信噪比

采用 PARGE 软件对处理后高光谱数据进行信噪比计算，得到结果普遍大于 300:1，信噪比高，信息量大，数据质量可靠。处理后高光谱数据的信噪比数据表及信噪比曲线图如下所示。



处理后高光谱数据信噪比曲线图

表 高光谱数据信噪比数据表

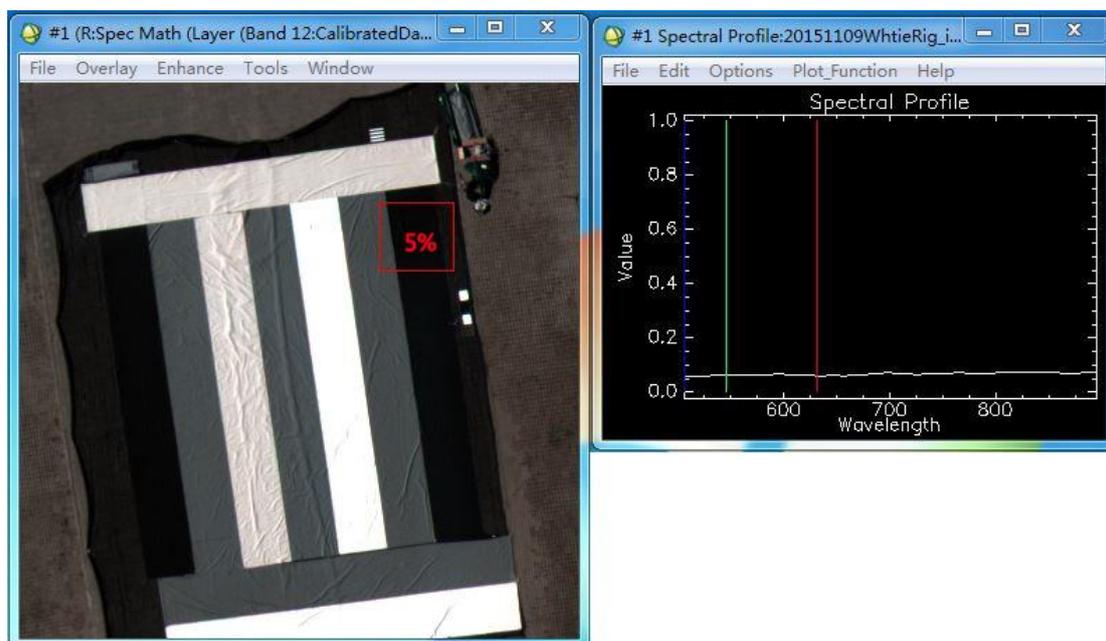
Band	Wavelength	Signal_IMG	Noise	SNR_IMG
1	505.452	0.222529	0.000689	323.001
2	515.2	0.225286	0.000636	353.99
3	525.4	0.230393	0.000598	385.402
4	535.406	0.233897	0.000587	398.219
5	545.244	0.235861	0.000747	315.539
6	555.475	0.237998	0.000568	419.278
7	565.135	0.242598	0.000376	644.542
8	575.23	0.247547	0.000504	491.049
9	585.202	0.248247	0.000389	638.422
10	595.145	0.251765	0.000514	489.587
11	605.172	0.252636	0.000413	612.266
12	615.368	0.257426	0.000564	456.104
13	625.452	0.259977	0.000559	465.372
14	631.678	0.259499	0.000577	449.899
15	649.48	0.263025	0.000547	481.2

16	655.28	0.261701	0.000743	352.295
17	665.403	0.262861	0.000542	484.552
18	675.328	0.263884	0.000523	504.938
19	684.97	0.267983	0.000492	544.451
20	693.012	0.270552	0.000538	502.524
21	695.292	0.273079	0.000502	544.067
22	696.982	0.277231	0.000591	469.461
23	699.068	0.278499	0.000529	526.248
24	700.79	0.28075	0.000398	705.413
25	702.59	0.282042	0.000551	511.618
26	705.215	0.284756	0.000476	598.228
27	707.255	0.284929	0.000452	629.838
28	708.77	0.283676	0.000812	349.162
29	711.298	0.287153	0.000555	517.78
30	712.87	0.289464	0.000441	656.411
31	715.267	0.288979	0.000629	459.599
32	717.333	0.289037	0.000624	463.454
33	725.38	0.296662	0.000671	441.81
34	735.113	0.301972	0.000792	381.434
35	745.42	0.304925	0.000675	451.913
36	755.136	0.312131	0.000635	491.816
37	764.96	0.308012	0.000708	435.138
38	775.477	0.3125	0.000554	564.421
39	784.933	0.319197	0.000583	547.167
40	794.99	0.324452	0.000771	420.636
41	805.213	0.319899	0.000696	459.674
42	815.32	0.313108	0.000489	640.514
43	825.54	0.314434	0.00069	455.654
44	834.755	0.31845	0.000667	477.596
45	844.883	0.319463	0.000595	536.621
46	855.158	0.322521	0.000641	503.532
47	865.16	0.325288	0.000646	503.921
48	875.414	0.329945	0.000604	545.971
49	884.51	0.333107	0.000729	457.247
50	895.016	0.334214	0.000829	403.214

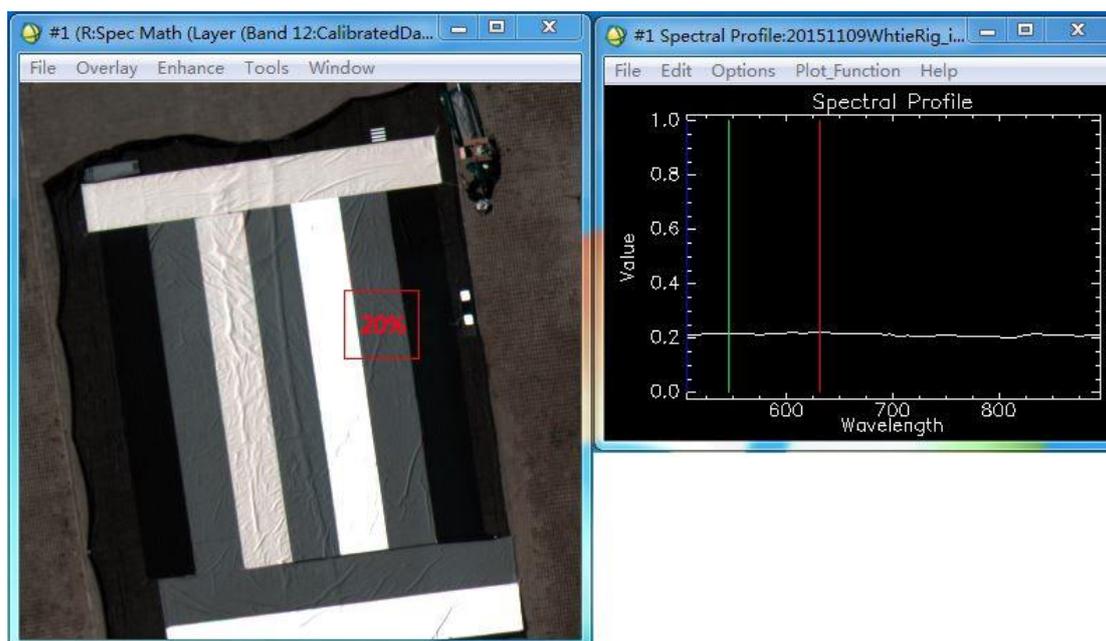
4.1.2.2 光谱曲线

将处理后高光谱影像中的靶标光谱曲线与实际靶标反射率比对,可看到校正后高光谱影像数据的光谱曲线与实际靶标反射率高度吻合,高光谱数据光谱信息

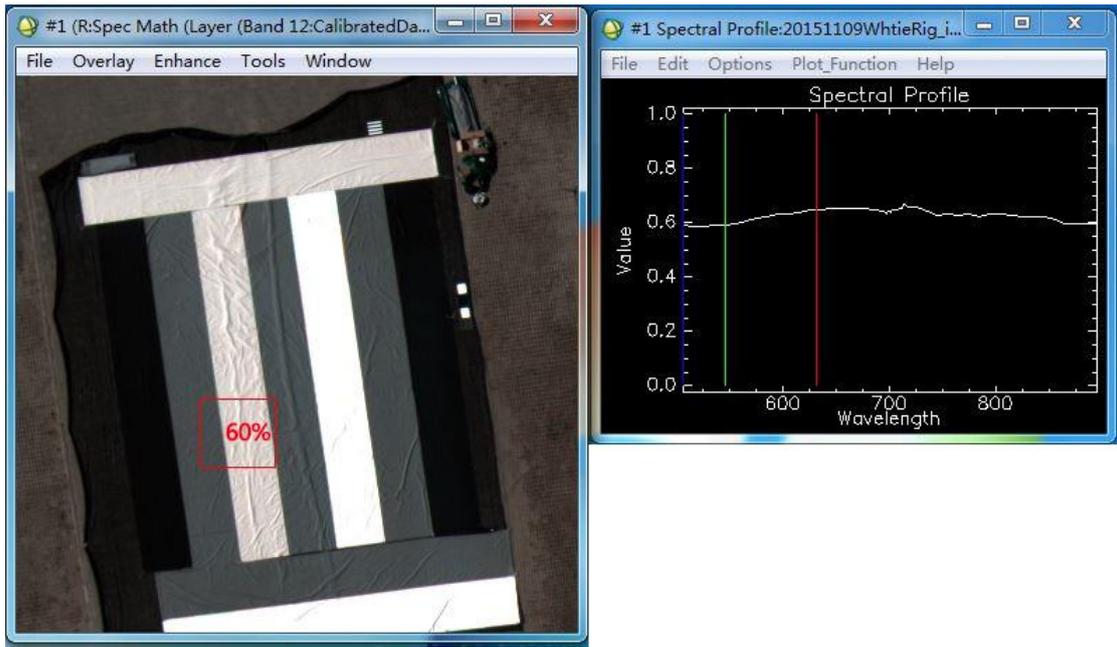
可靠。



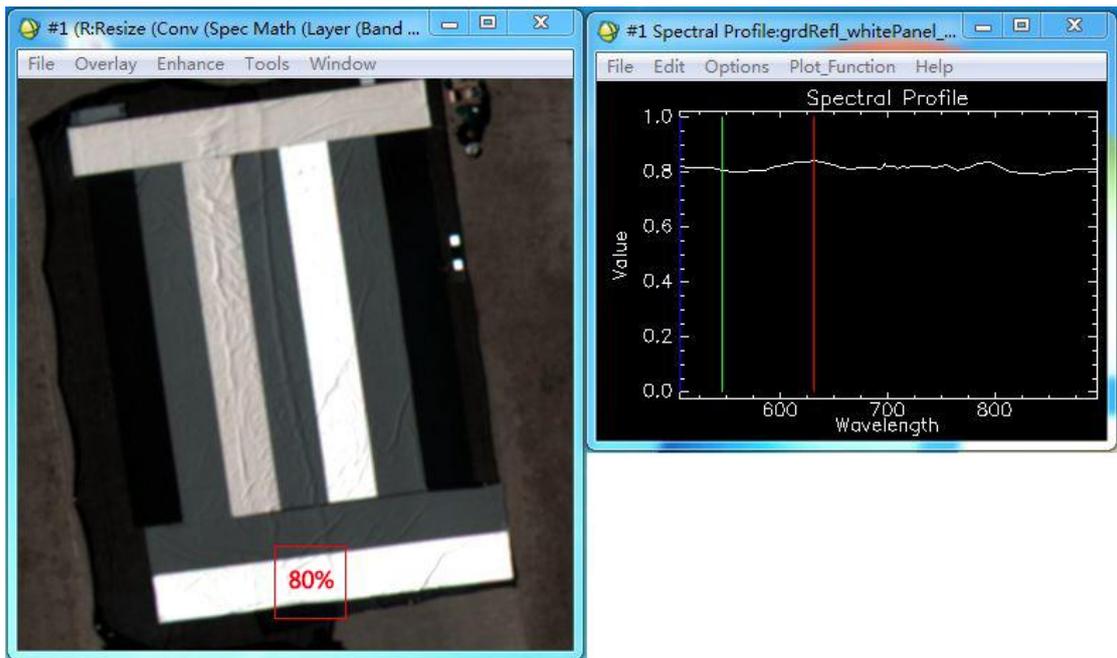
5% 靶标及对应光谱反射率图



20% 靶标及对应光谱反射率图



60% 靶标及对应光谱反射率图



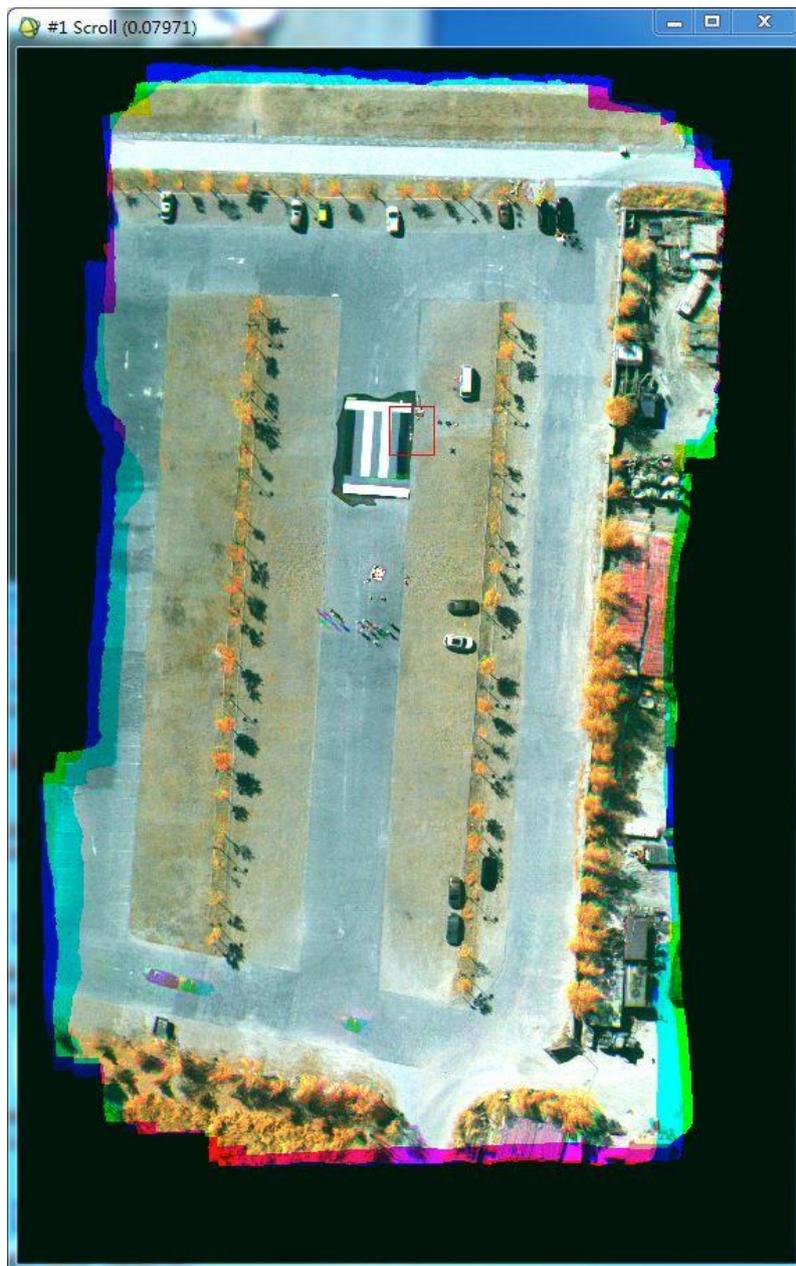
80% 靶标及对应光谱反射率图

4.2 Flight-2

4.2.1 定性质量评价

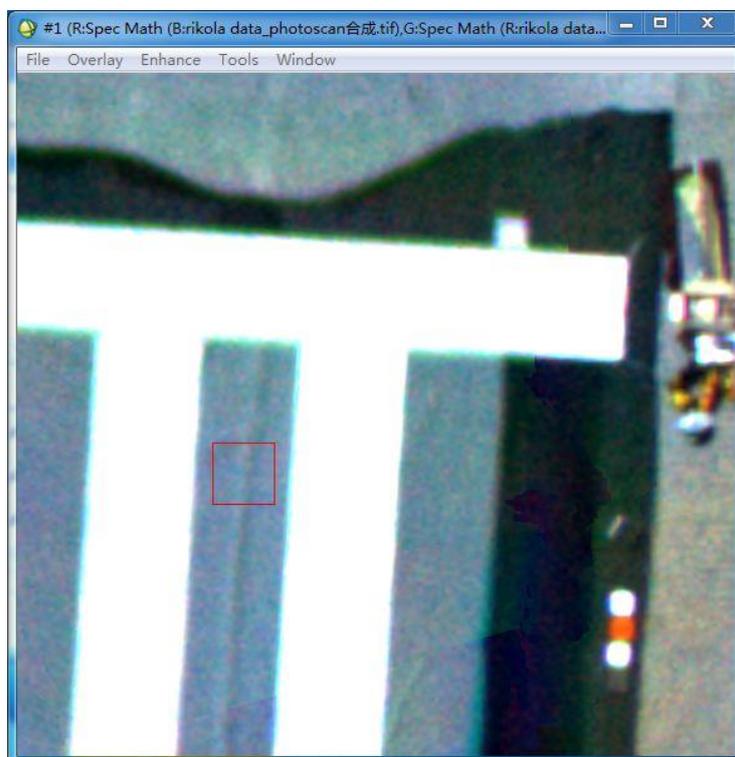
4.2.1.1 目视效果数据质量评价

从假彩色合成影像数据整体目视效果来看，影像清晰，分辨率高、地物区分明显、纹理细节清晰。



白板校正后假彩色合成影像镶嵌图

从细节效果来看，大部分数据配准精度高，如下两图所示的标准反射板及汽车的边缘细节清晰，水泥地、稀疏草地影像清晰。

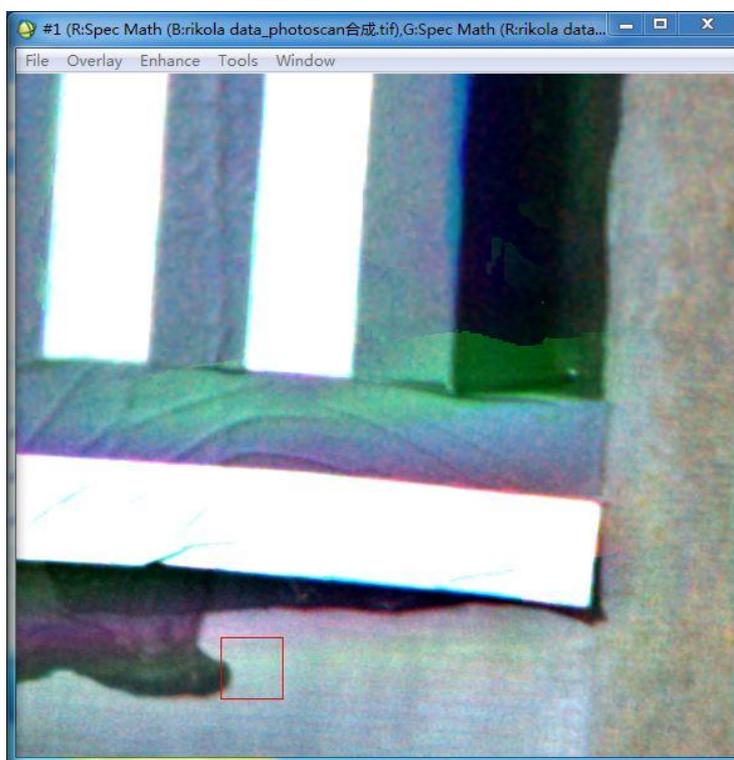


假彩色合成镶嵌图细节图 — 标准反射板



假彩色合成镶嵌图细节图 — 草地和汽车

但是从细节效果来看，有一部分数据也存在着问题，如下两图所示的标准反射板边缘及植被树冠有光谱溢出，未能完全配准。

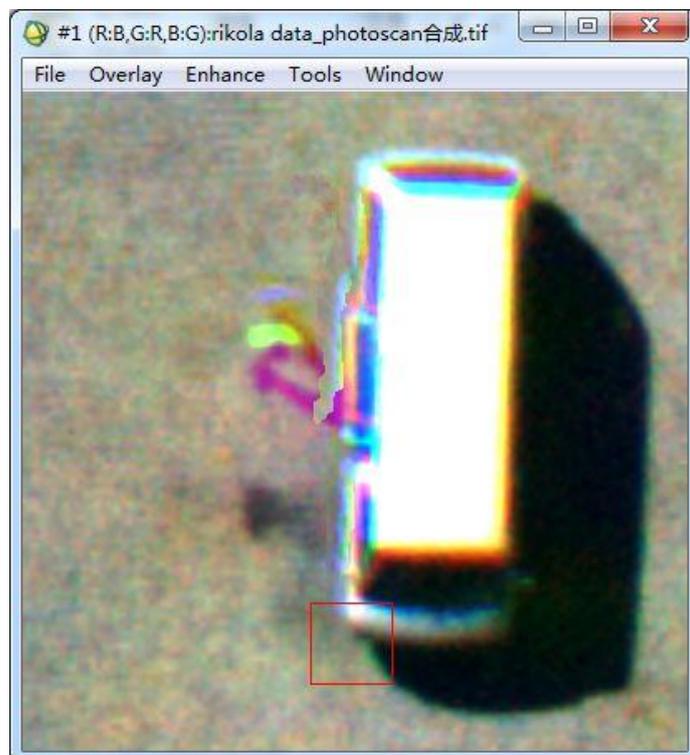


假彩色合成镶嵌图细节图 — 标准反射板



假彩色合成镶嵌图细节图 — 树冠

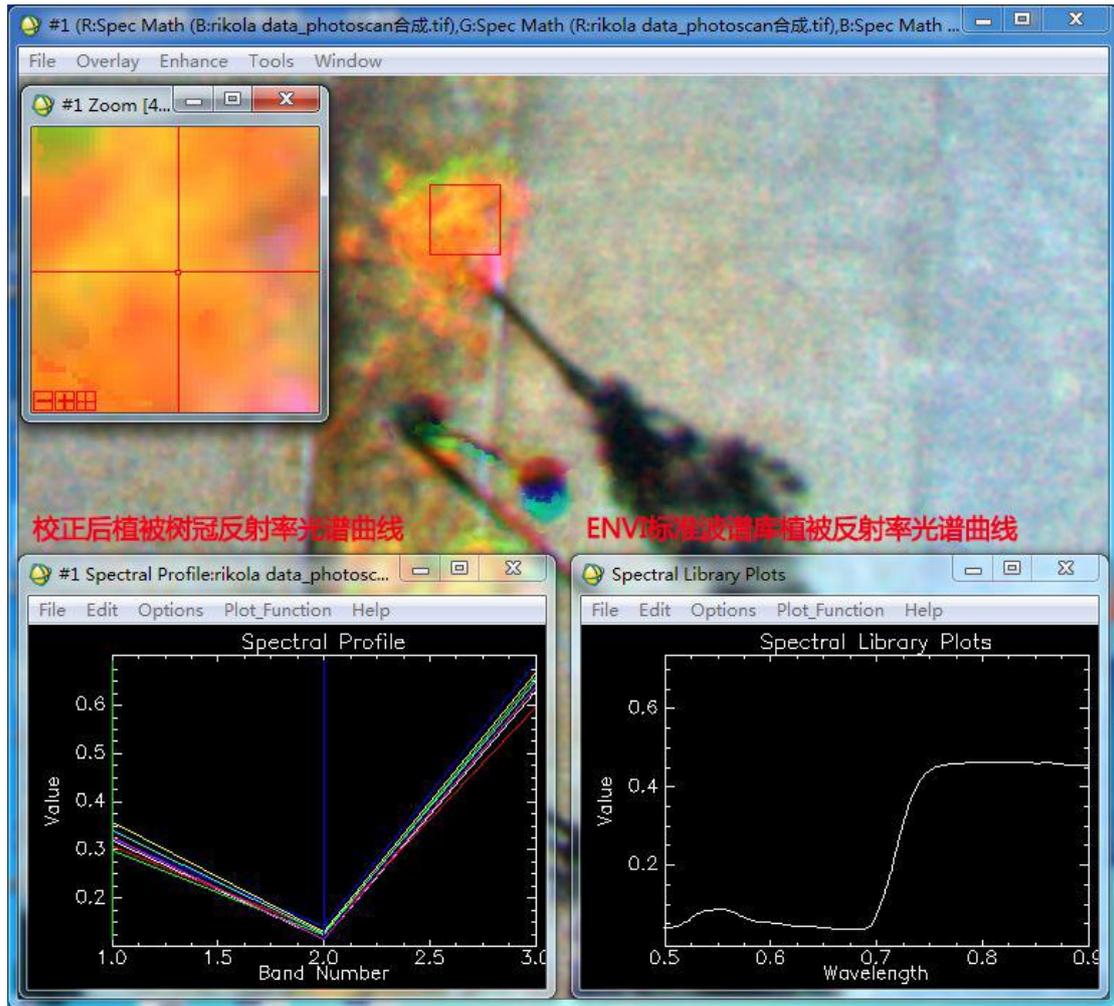
从细节效果来看，有的汽车侧面配准存在问题，原因未知，有待进一步研究；飞行试验区内的人由于不是静止的，配准基本无法实现。



假彩色合成镶嵌图细节图 — 汽车侧面与行人

4.2.1.2 植被光谱曲线

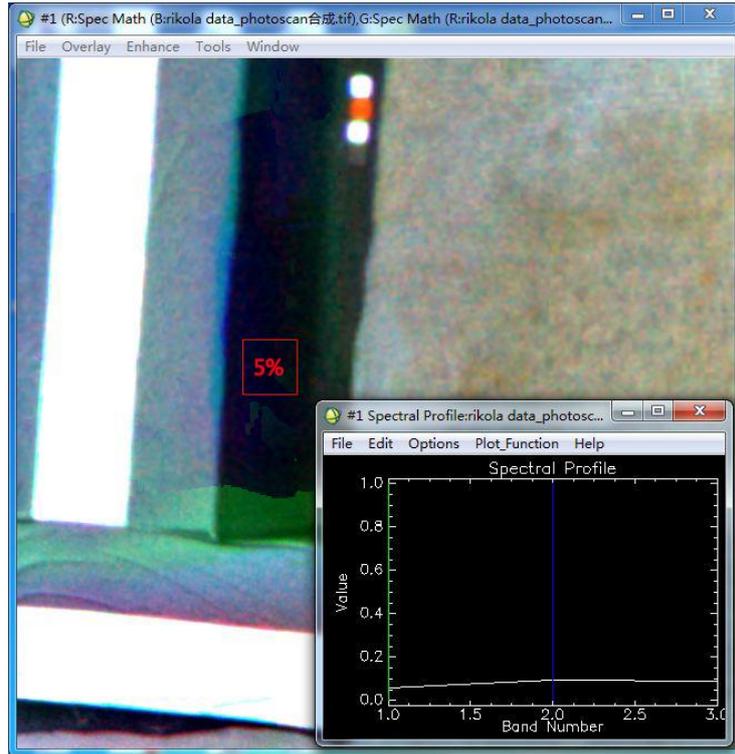
将影像中植被树冠的光谱曲线图与 ENVI 标准波谱库中的植被光谱曲线图进行比较，光谱反射率拐点与光谱曲线大致趋势与 ENVI 标准波谱库中的植被光谱曲线大致一致，证明该镶嵌方法具有可行性。



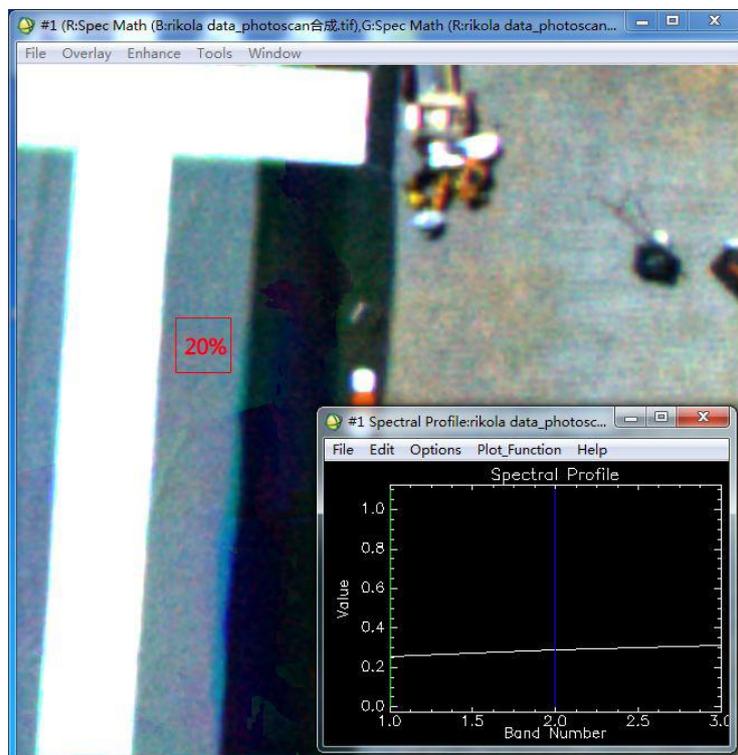
4.2.2 定量质量评价

4.2.2.1 光谱曲线

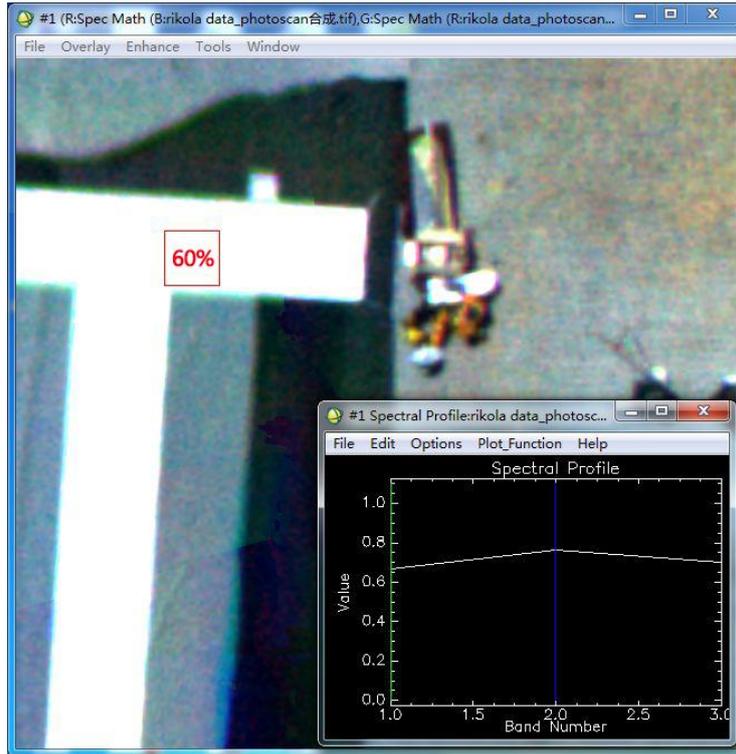
将处理后高光谱影像中的靶标光谱曲线与实际靶标反射率比对,可看到校正后高光谱影像数据的光谱曲线与实际靶标反射率基本吻合,证明镶嵌方法具有可行性。



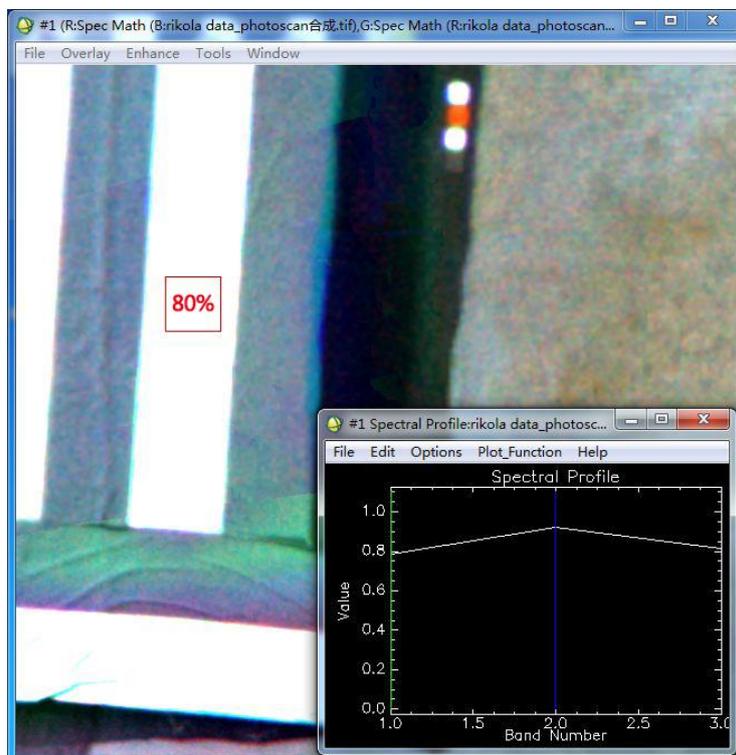
5% 靶标及对应光谱反射率图



20% 靶标及对应光谱反射率图



60% 靶标及对应光谱反射率图



80% 靶标及对应光谱反射率图

五、总结与展望

5.1 高光谱影像数据综合质量评价

综上所述，通过稳定的数据源获取保障渠道和科学严谨的数据处理手段，确保了获取到的元数据的时效性、信息量及分辨率最优。

处理后的 Flight-1 高光谱影像数据空间分辨率高、色彩真实、纹理细节清晰；同时光谱信息稳定、信噪比高、地物光谱曲线可靠，影像质量好；可满足环境监测、水质监测、精准农业（农作物监测、作物长势诊断、作物估产、精准施肥、病虫害预警）、土壤污染、艺术真迹鉴定等各方面的科研、工作需求。

镶嵌处理后的 Flight-2 假彩色合成影像数据整体目视效果来看，影像清晰，分辨率高、地物区分明显、纹理细节清晰。从细节效果来看，大部分数据配准精度高，但是有一部分数据也存在着问题，未能完全配准。镶嵌后影像光谱信息基本可靠，证明此镶嵌方法具备一定可行性。

5.2 工作展望

本次飞行试验同时设计了 2 条飞行高度 15m 的航线，获取共计 80 景高光谱影像数据，多景高光谱影像数据的镶嵌工作尚处于试验阶段。现拟采用两种方法分别进行高光谱数据镶嵌试验：

- 1、先利用 AMIPS 软件进行各景影像的波段配准，再利用全自动高光谱影像拼接软件进行拼接（软件在研制中）；

- 2、利用 PhotoScan 软件将各单波段进行拼接，再利用 AMIPS 软件对各单波段拼接后影像进行波段配准，下一步计划做 50 个波段拼接并配准，验证此拼接方法的可行性。

拼接试验尚在进行中，有待进一步深入研究，推动无人机高光谱数据的大面积应用。