

# GaiaSky-mini机载高光谱成像系统

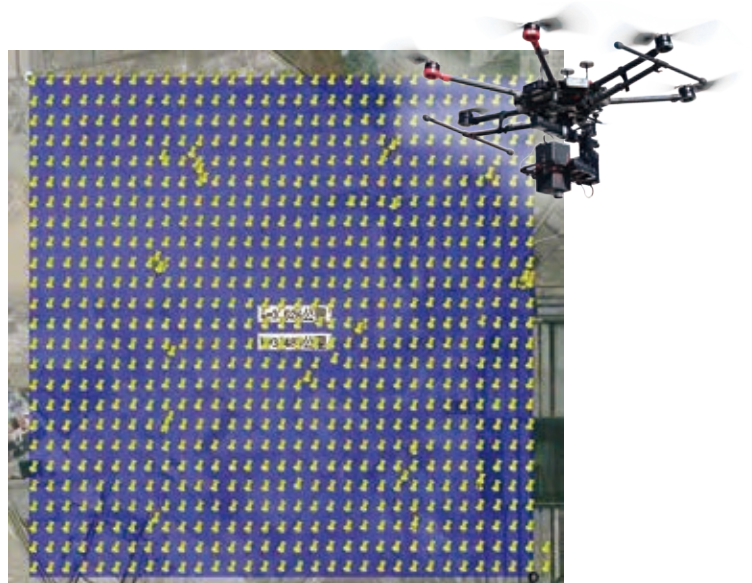
## GaiaSky-mini2-VN可见近红外高光谱无人机

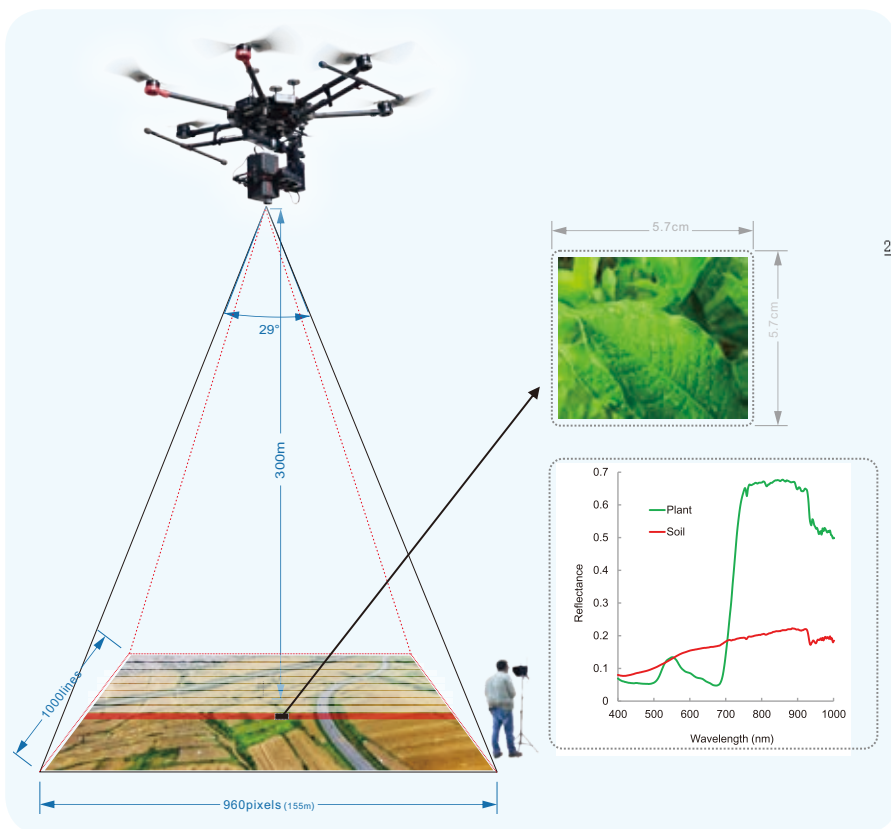
GaiaSky-mini 高光谱成像系统是针对小型旋翼无人机开发的高性价比机载高光谱成像系统。采用自有专利的内置扫描系统和增稳系统,成功克服了小型无人机系统搭载推扫式高光谱相机时,由于无人机系统的震动造成的成像质量差的问题。为高光谱成像技术在目标识别、伪装与反伪装军事领域,地面物体与水体遥测、现代精细农业等生态环境监测等领域的广泛应用奠定了基础。

- 完美适配M600 Pro, 极低的系统成本与测试成本
- 悬停拍摄与无人机推扫两种工作模式, 无需高精度惯导系统, 图像实时自动拼接
- 操作方便, 无需专业无人机操控手, 可实现单人操作
- 图像实时回传, 监控拍摄效果
- 辅助取景摄像头实现真正的所见即所得
- 通过地面站实时观测飞机采样地点并可利用地面站设置逐点采集的航线
- 数据预览及矫正功能: 辐射度校正、反射率校正、区域校正支持批处理
- 实时常用植被指数计算功能: 归一化植被指数(NDVI)、比值植被指数(RVI)、增强植被指数(EVI)、大气阻抗植被指数(ARVI)、改进红边比值植被指数(mSR 705)、Vogelmann 红边指数(VOG)、光化学植被指数(PRI)、结构不敏感色素指数(SIPI)、归一化氮指数(NDNI)、类胡萝卜素反射指数1(CRI1)、类胡萝卜素反射指数2(CRI2)、花青素反射指数1(ARI1)、花青素反射指数2(ARI2)、水波段指数(WBI)、归一化水指数(NDWI)、水分胁迫指数(MSI)、归一化红外指数(NDII)、归一化木质素指数(NDLI)、纤维素吸收指数(CAI)、植被衰减指数(PSRI)、调整土壤亮度的植被指数(SAVI)
- 支持自定义实时分析模型输入功能
- 数据格式完美兼容Evince、Envi等第三方数据分析软件

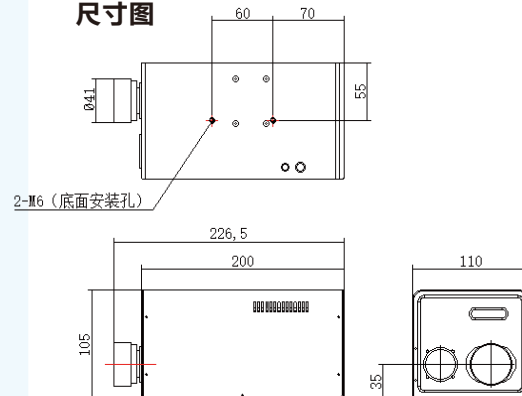


## 大面积高光谱数据测试





尺寸图



后备箱轻松承载全套实验设备



## 技术参数

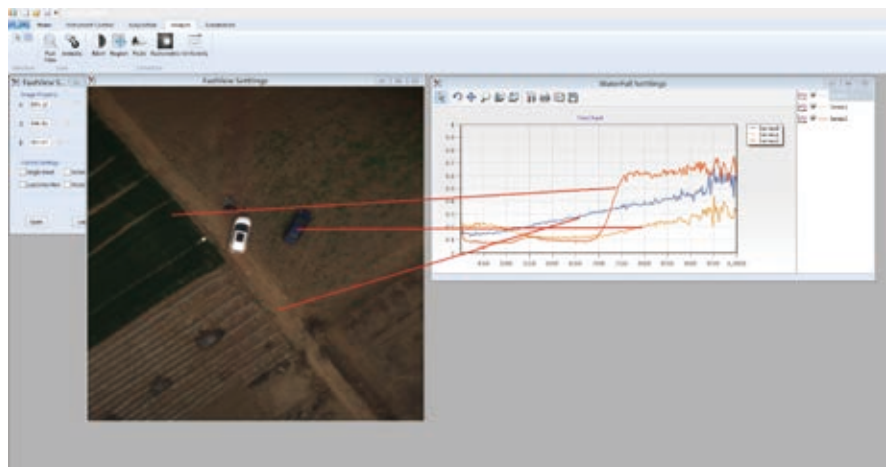
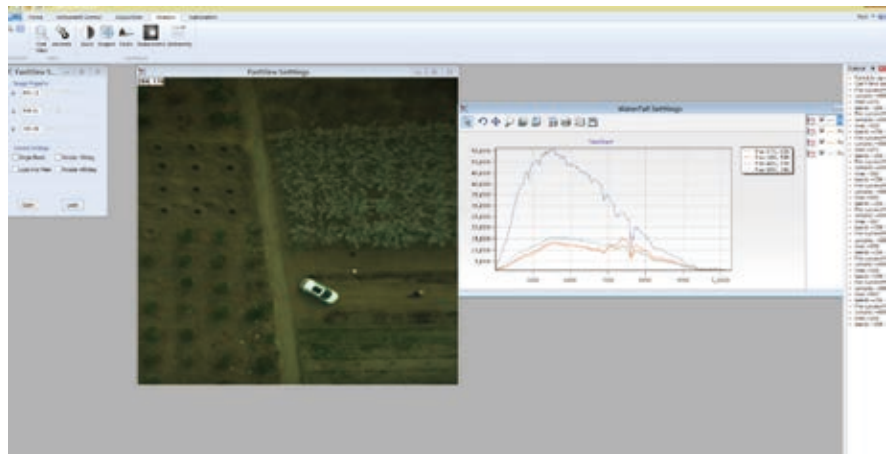
型号	Gaiasky-mini2-VN		Gaiasky-mini-VN		Gaiasky-mini-VN-W	
光谱范围	400-1000nm					
光谱分辨率(30um)	3.5nm					
数值孔径	F/2.8					
光谱采样率	0.5nm		0.7nm		0.7nm	
全幅像素	1936 (空间维)x 1456(光谱维)		1392 (空间维)x 1040(光谱维)		1392 (空间维)x 1040(光谱维)	
像素间距	4.54um		6.45um		6.45um	
相机输出	14(bit)					
连接方式	USB 3.0		USB 2.0		USB 2.0	
工作电压	12~19V					
功率	45W					
拍摄方式	悬停(内置扫描)、无人机外置推扫两用				无人机外置推扫	
搭载平台	旋翼无人机、无人飞艇、无人直升机、固定翼无人机等, 推荐: 大疆M600 Pro					
镜头	18.5mm, 23mm					
横向视角(FOV <sub>ac</sub> , °)	26.7@18.5mm, 21.5@23mm		27.3@18.5mm, 22.08@23mm		27.3@18.5mm, 22.08@23mm	
横向视场	142米@18.5mm, 115米@23mm(飞行高度300米)		146米@18.5mm, 117米@23mm(飞行高度300米)		146米@18.5mm, 117米@23mm(飞行高度300米)	
单幅图像分辨率	1920X2080(1X), 960X1040(2X)		1392X1400(1X), 696X700(2X)		无	
光谱通道数	1440(1X), 720(2X), 360(4X), 176(8X)		1040(1X), 520(2X), 256(4X), 128(8X)		1040(1X), 520(2X), 256(4X), 128(8X)	
空间分辨率	0.118(@23mm, 高度300米)		0.168(@23mm, 高度300米)		0.168(@23mm, 高度300米)	
扫描速度(line images/s)	125(360通道)	160(176通道)	60(360通道)	84(176通道)	60(360通道)	84(176通道)
单幅拍摄速度(秒)	9@360通道	7@176通道	13@360通道	9@176通道	无	
重量	1.5kg(相机及内置控制器)				1kg(相机及内置控制器)	
存储	240G SSD(512G, 1T可选)					
云台及相机安装空间	>=330(悬挂高度)*200*260mm					
选配附件	面阵航拍高清相机(1英寸传感器, 有效像素1530W), 实现同步航拍数据拍摄及以航拍相机影像为基准, 精准配准, 纠正高光谱影像的细微几何变形					

## 数据采集软件介绍

- 采集功能：光谱相机控制，数据采集，自动曝光，自动扫描速度匹配，辅助摄像头功能，支持远程遥控，支持巡航+惯导（BGC IG-500N）采集模式，数据支持ENVI等第三方分析软件。
- 数据预处理功能：反射率校正、区域校正、辐射度校正、光谱及图像数据预览功能等（两年内免费更新）



## 采集控制界面

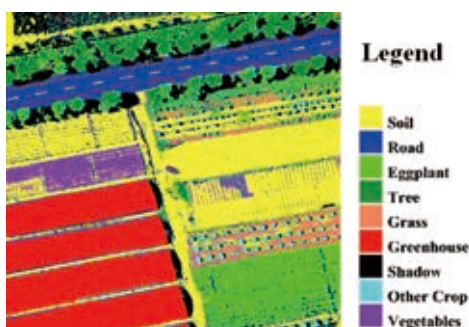




## GaiaSky-mini机载高光谱成像系统 应用案例

### 农作物快速识别分类

当作物不止一种时，快速分类识别就非常重要，因为不同作物，肥料种类和用量都不一样，如果只根据长势图施肥可能导致一些作物施肥过量而另一些施肥不足。无人机高光谱系统相比多光谱系统有更多波段和更高光谱分辨率，因而可以在不同波段获取不同作物的不同响应，进而达到快速有效识别。其识别率可高达95%。



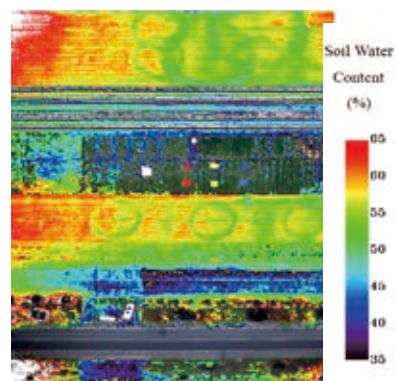
无人机高光谱图像快速分类  
(总体识别精确率: 95.6%, Kappa: 96.3%)

### 土壤含水量与土壤肥力分析

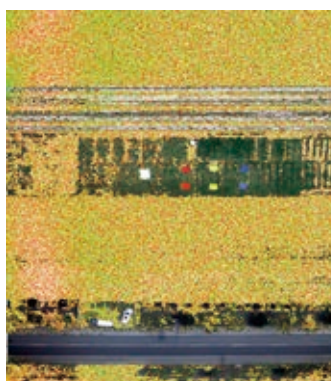
无人机高光谱系统可以在其高光谱图像采集过程中获得土壤水分含量，土壤总肥力含量和有机质含量分布图。根据土壤水分含量和土壤肥力分布图，农户可以定量灌溉和施肥，从而解决开支、避免环境污染。



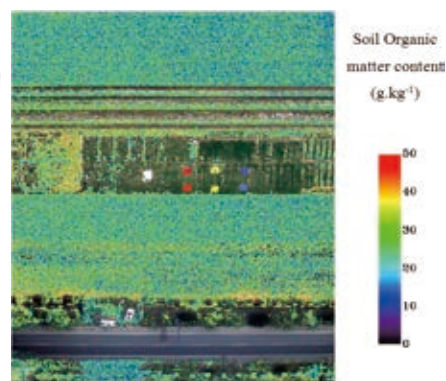
无人机高光谱三波段彩色合成图  
(R: 640 nm, G: 550 nm, B: 460 nm)



土壤含水量分布图

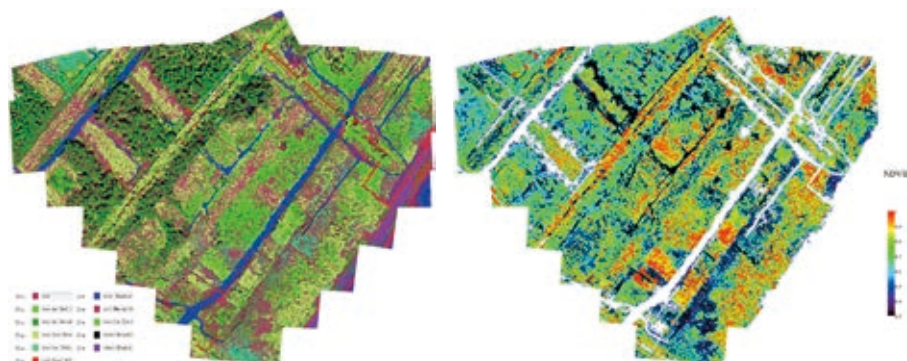


总含氮量分布



有机质含量分布图

### 红树林树种分类与NDVI长势图



## 农作物生化参数检测

无人机高光谱系统获取影像过程中农户可以选择不同的植被指数来反映作物成长情况和疾病。植被指数如绿色归一化植被指数 (GNDVI)、改进型叶绿素吸收指数 (TCARI)、可见光大气阻抗指数 (VARI) 比值植被指数 (RVI)、土壤调节植被指数 (OSAVI)。农户也可以选择直接反映作物指标, 如叶片氮磷钾含量、叶绿素含量、叶面积指数、P 含量、K 含量。用户也可以根据需要自定义植被指数进行实时演示, 如图表 1、2 所示。

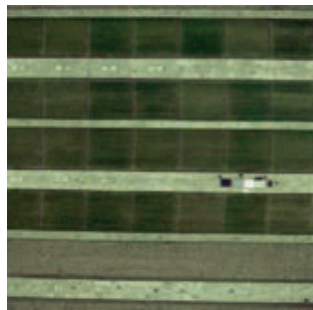
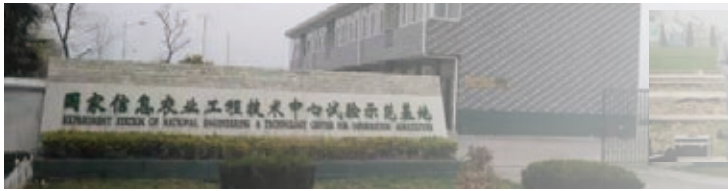
表1 无人机高光谱植被指数

Abbreviation	Index	Object
NDVI	Normalized Difference Vegetation Index	Plant、Soil
EVI	Enhanced Vegetation Index	Plant
RVI	Ratio Vegetation Index	Plant、Soil
SAVI	Soil-Adjusted Vegetation Index	Plant
MNDWI	Modified Normalized Difference Water Index	Water
TCARI	Chlorophyll Absorption Ratio Index	Plant
ARVI	Atmospherically Resistant Vegetation Index	Plant、Atmosphere
SGI	Sum Green Index	Plant、Camouflage
MSVAI	Improved Soil Adjusted Vegetation Index	Plant、Soil
VARI	Visible Light Atmospheric Impedance Vegetation Index	Plant、Atmosphere
Others	User-defined	User-defined

表2 无人机高光谱生化指数

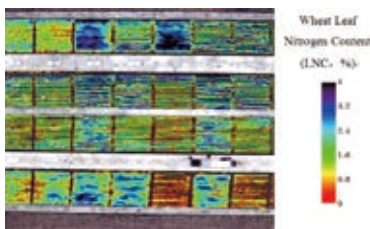
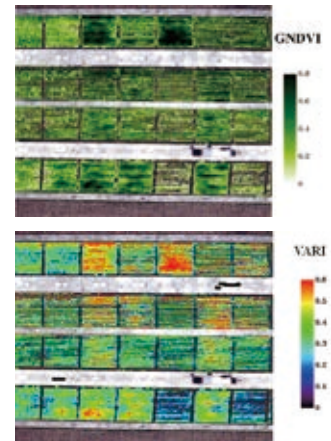
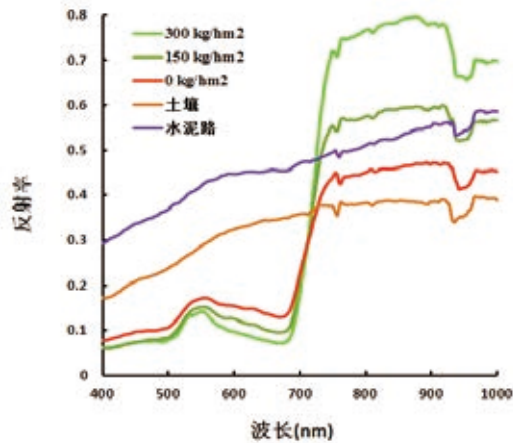
Abbreviation	Biochemical Indicators	Object
LNC	Leaf Nitrogen Content	Plant
LNA	Leaf Nitrogen Accumulation	Plant
Chlorophyll	Chlorophyll a/b	Plant
TN	Total Nitrogen	Soil
Anthocyanin	Anthocyanin	Plant
LAI	Leaf Area Index	Plant
LDW	Leaf Dry Weight	Plant
WC	Water Content	Plant、Soil
P、K	P、K Content	Plant、Soil
OMC	Organic Matter Content	Soil
Others	User-defined	User-defined

## 如皋市国家信息农业工程技术中心试验基地演示(80m)

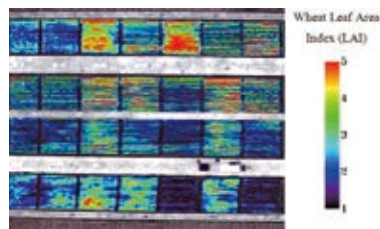


伪彩色合成图

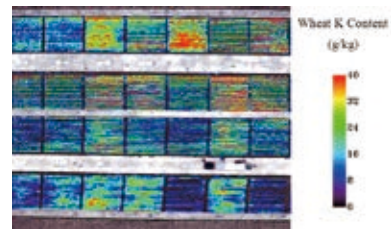
说明: 此图为2016年3月份在南京农业大学如皋试验基地返青期不同施氮水平小麦的光谱曲线差异 (阴天拍摄) 及根据采集的高光谱图像构建的NDVI图。



小麦氮含量分布图



小麦LAI指数分布图



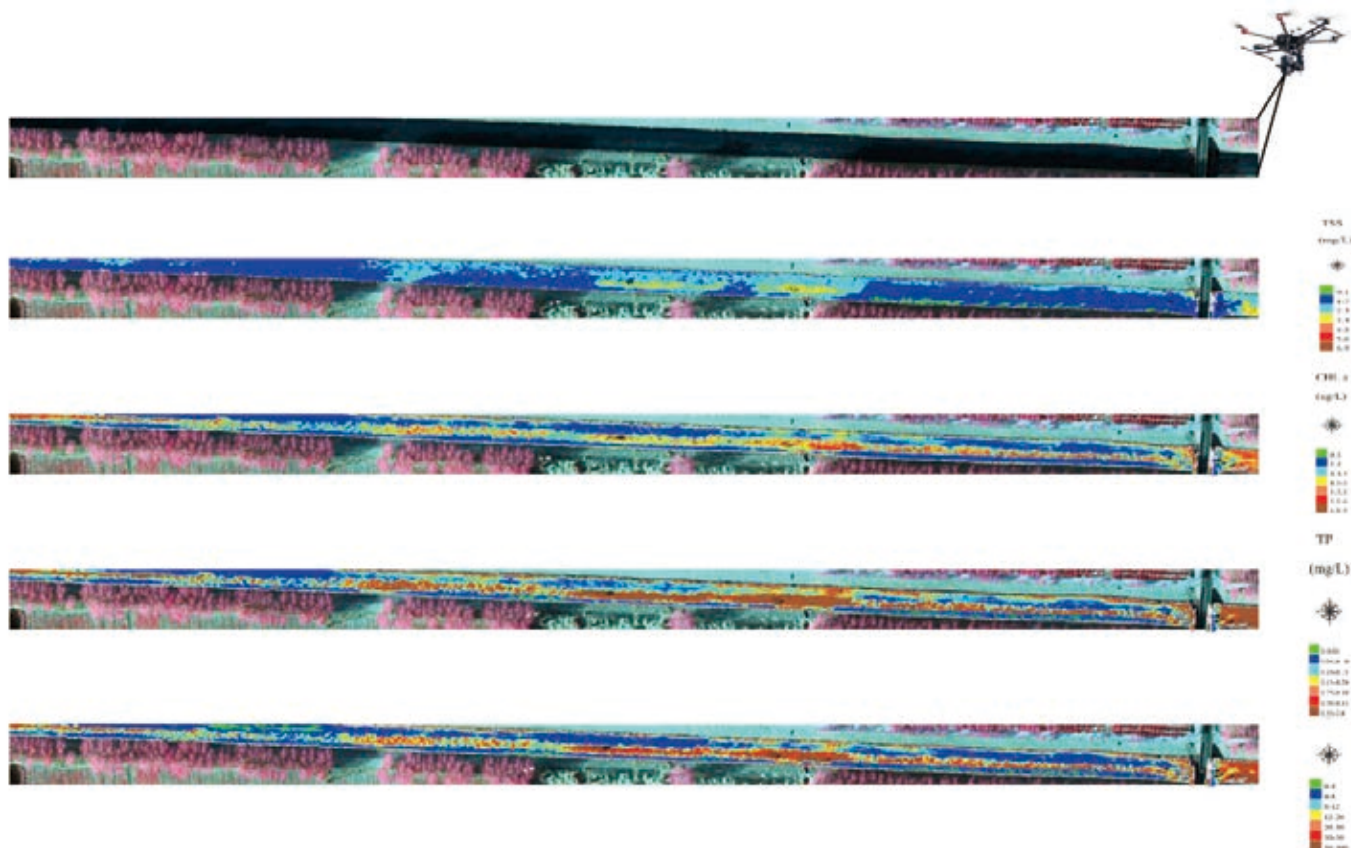
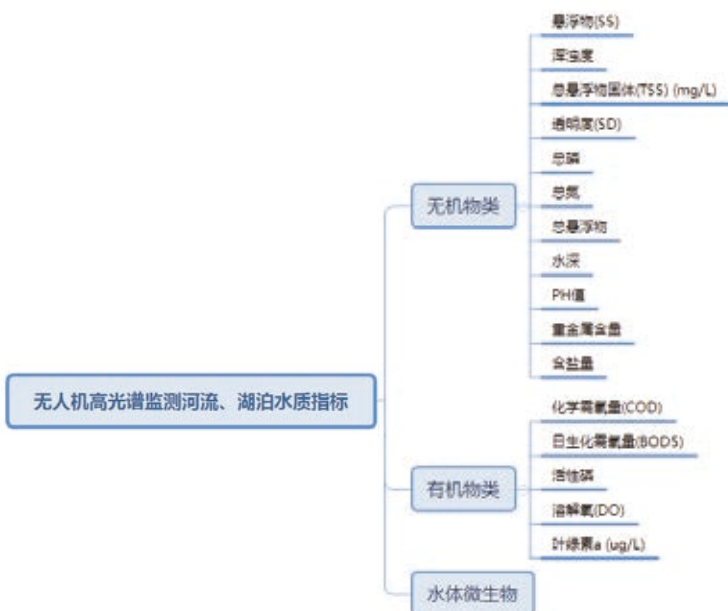
K含量分布图



## 水体监测

遥感技术的发展与进步为河流、湖泊水体的监测和研究开辟了新的途径。遥感水质监测技术具有高动态、低成本和宏观性等显著特点，在河流、湖泊水质污染研究方面有着常规检测不可替代的优点。它既可以满足大范围水质监测的需要，也可以反映水质在空间和时间上的分布和变化情况，弥补了单一采用水面采样的不足，同时还能发现一些常规方法难以揭示的污染源的分布以及污染物的迁移特征和影响范围，为科学布设水面采样点提供依据。高光谱遥感由于其高精度、多波段、信息量大等特点被广泛应用于遥感水质监测，大大提高了水质参数的估测精度。伴随着遥感技术的不断进步，水质监测已由定性描述转向定量分析，同时可监测的水质参数逐渐增加，反演精度也不断提高，在水资源的保护、规划和可持续发展方面发挥了重大作用。

无人机高光谱影像不仅包含有河流，还有其他的树木、杂草、土壤、道路、建筑物等，从影像中提取感兴趣的目标物，通常的方法有非监督分类、监督分类、决策树、面向对象分类等，本研究采用监督分类的马氏距离法对拼接好的无人机高光谱影像进行分类，从而提取了中山市和深圳市的某河流信息，并对河流进行叶绿素 a、总氮、总磷、悬浮物和浑浊度等水质参数的反演。

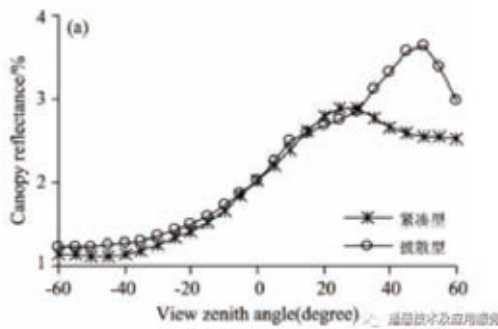
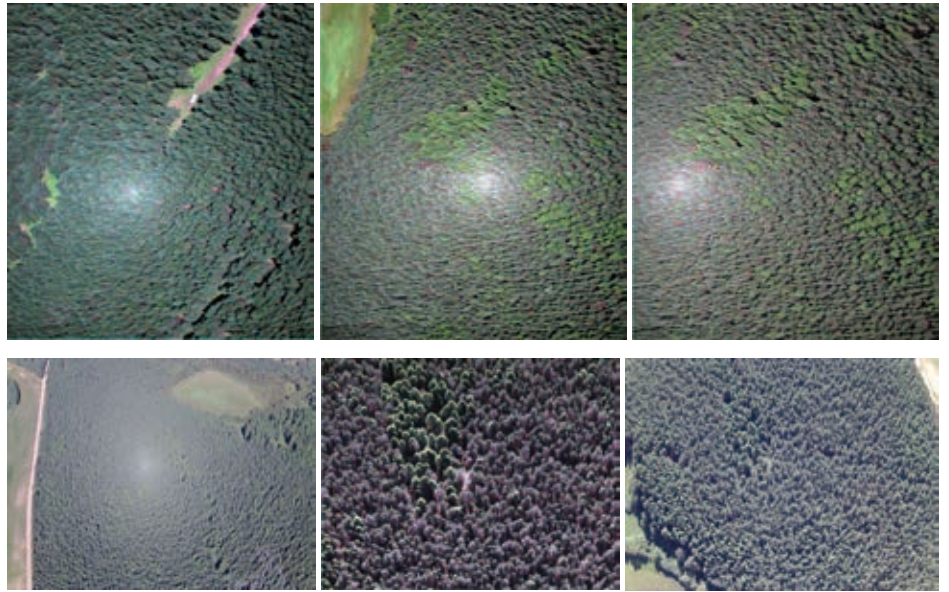


## 森林植被健康监测（热点&暗点）

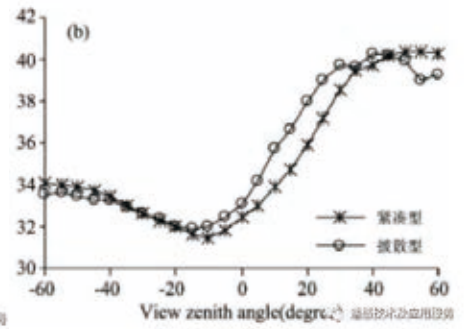
在自然条件下，植物的光合作用与叶绿素荧光的关系非常密切，植被叶绿体对光能吸收量的多与少、快与慢等都会直接或者间接表现出植被的健康状态。通过探测叶绿素荧光这种类似“探针”的监测手段，可以间接了解植物在自然光条件下光合作用荧光特性与植物自身的营养、受胁迫程度等紧密关联起来，进而了解植物的生理、生长、病害、受胁迫状态等特性的分析和监测。

由于太阳方向与观测方向不同，在一个像素内存在光照植被、光照土壤、阴影植被和阴影土壤四个分量。当观测方向与太阳方向完全重合时，像元内只能观测到光照植被和光照土壤，此时像元最亮，这称为热点。热点效应可以准确推断冠层结构，并且可以反演出叶子大小和形状、树冠大小，以及低叶面积指数的冠层高度等冠层结构参数。

高层植被（例如：森林），在太阳光的照射下，从特定的角度利用高光谱无人机成像系统可以很好的获取到植被的“热点”区域，而这种“热点”的分布可观察角度是非常难以捕捉到的，“热点”分布是有一定的层次性，通过分析这种“热点”的分布、量化指标等再结合地物光谱仪获取相应的理化、生化指标等对其进行建模、定性、定量等处理后可以获取目标的生理、生长、病害等特性的研究和分析。同样的技术手段可以获取相应的“暗点”，并对其进行分析处理。



两种类型小麦在红光区域不同角度下的光谱反射率值变化



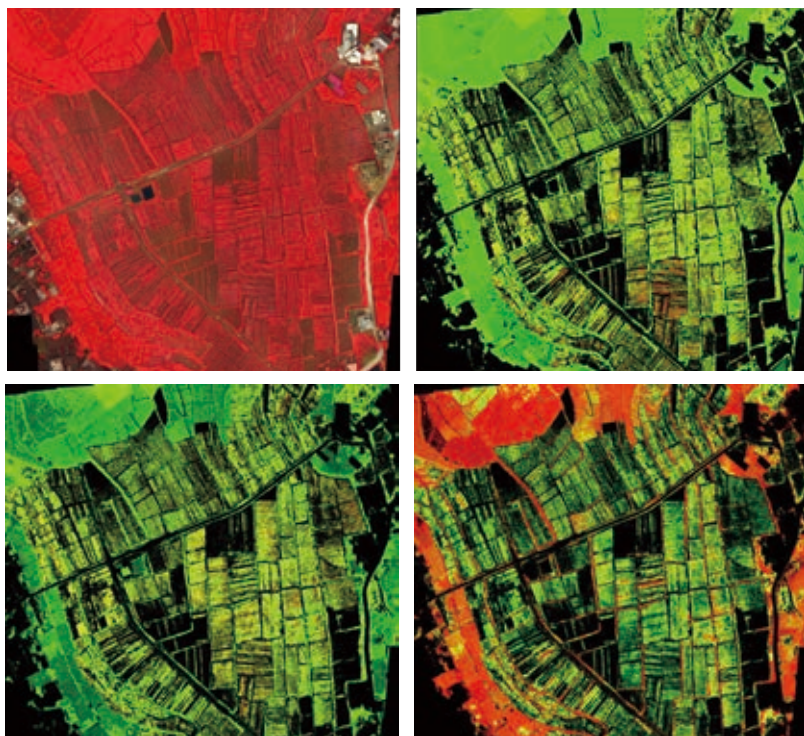
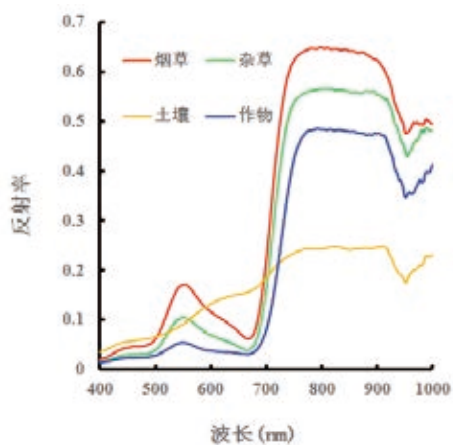
两种类型小麦在近红外区域不同角度下的光谱反射率值变化

由图中看出两种株型小麦在后向散射区域存在热点效应，并且红光波段的热点效应比近红外波段更显著。红光波段紧凑型和披散型小麦的热点分别在后向散射区域20°附近和50°附近，近红外波段紧凑型和披散型小麦的热点角度大致在后向40°附近50°附近。这是由于红光波段小麦植株叶绿素的强吸收增强了该波段的各向异性，而近红外波段叶片多重散射效应增强，降低了植被在该波段的各向异性。另一方面，紧凑型小麦叶片主要集中在植株中上层，披散型小麦植株的上中下层均有叶片。且叶片披散程度比紧凑型小麦大，同一时期观测视场内不同株型小麦的植株信息和土壤信息比例不同。



## 烟草生化指标分析

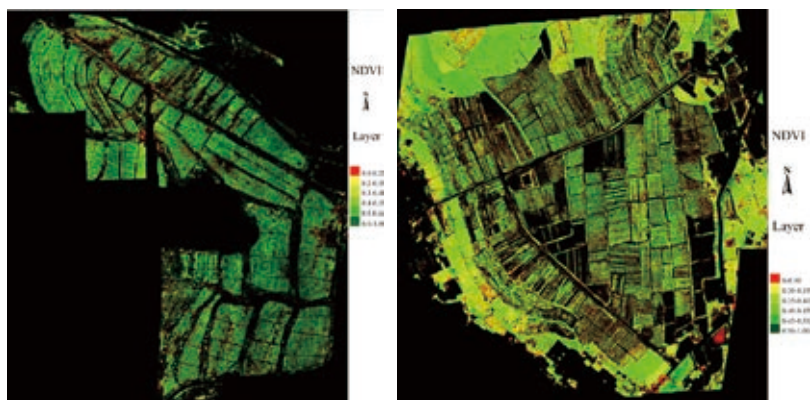
烟草与其他地物的光谱反射率曲线



当作物受到胁迫作用时，相应的氮、色素、酶等发生变化，通过应用各种植被指数监测这些生理指标变化，可判断作物胁迫情况、生长状况以及产量情况。右图为大理、楚雄、石板桥镇烟草基地烟草的 NDVI 分布图（NDVI 采用的绿光波长与红光波长的），NDVI 值越大则说明长势越好。



大理烟草基地烟草NDVI分布图

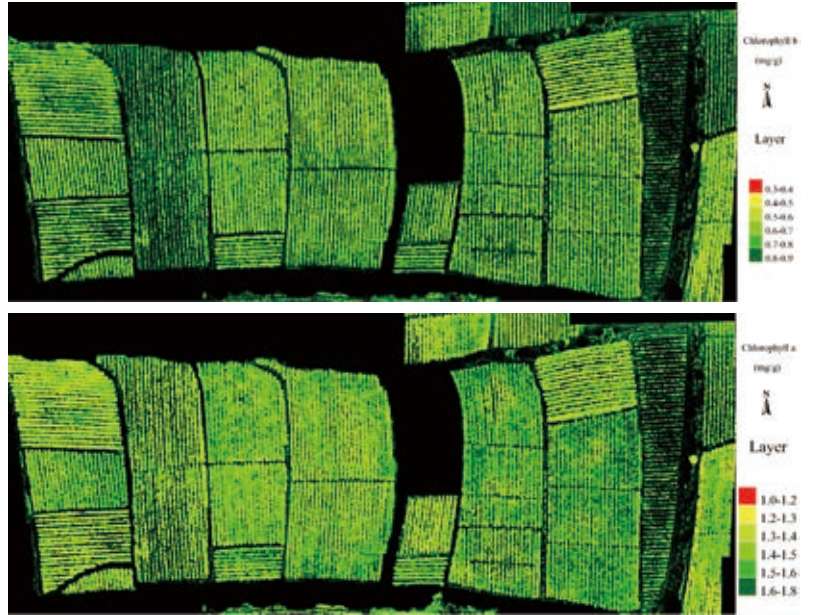


楚雄烟草基地烟草NDVI分布图

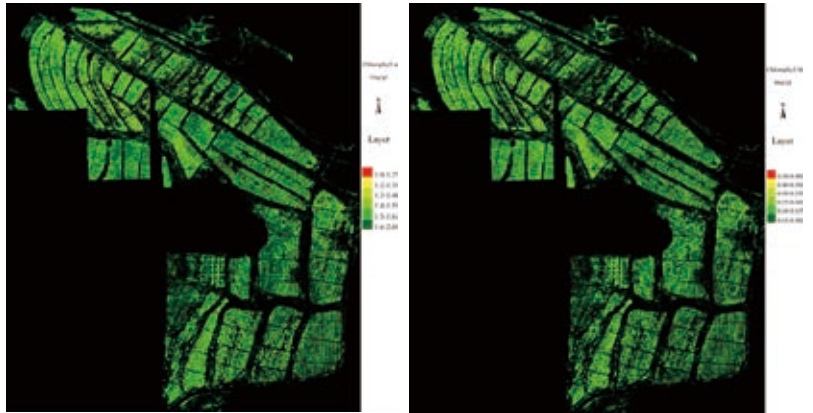
石板桥镇烟草基地烟草、作物、杂草的NDVI分布图



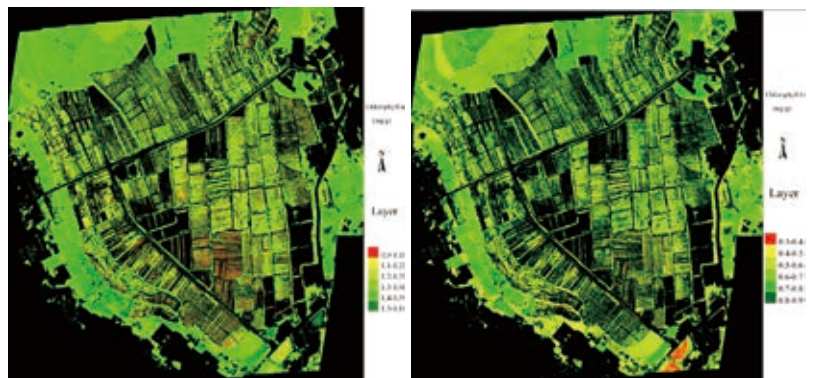
针对烟草叶绿素的监测研究，本研究利用云南农业大学研究的模型进行反演，右图分别对大理、楚雄和石板桥镇烟草基地的烟草进行叶绿素a和叶绿素b进行反演。



大理烟草基地烟草叶绿素a和叶绿素b的反演图



楚雄烟草基地烟草叶绿素a和叶绿素b的反演图

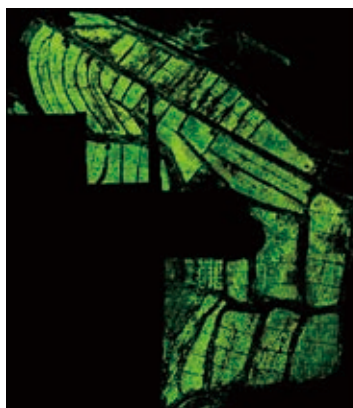


石板桥镇烟草基地烟草、作物、杂草叶绿素a和叶绿素b的反演图

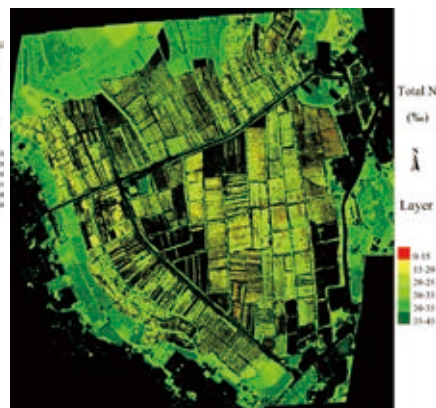
利用现有的烟草总氮非线性模型，通过算法分析，反演大理、楚雄、石板桥镇烟草基地烟草的总氮含量，如图所示。



大理烟草基地烟草总氮反演图

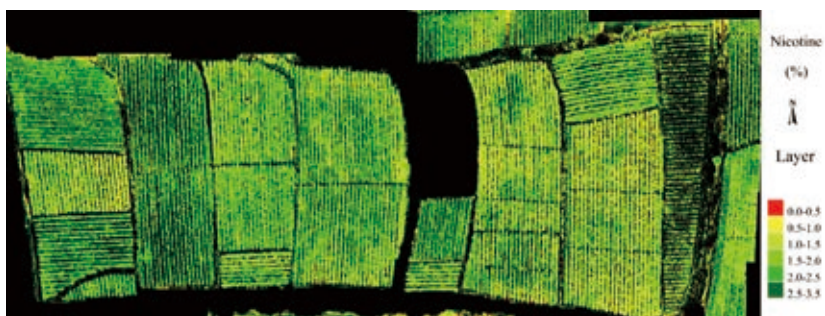


楚雄烟草基地烟草总氮反演图

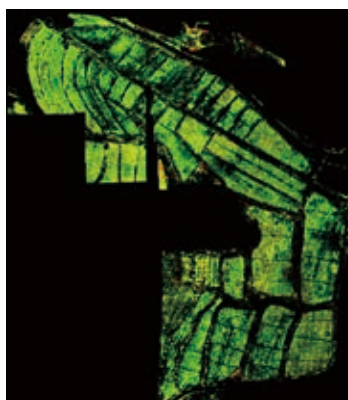


石板桥镇烟草基地烟草、作物、杂草总氮反演图

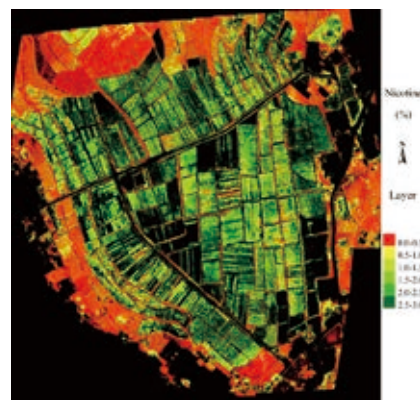
研究者利用光谱设备研究烟草观察烟碱的模型反演到大尺度无人机高光谱影像上，从而分析得到每一田块烟草烟碱的含量分布情况，如图所示。



大理烟草基地烟草烟碱含量反演图



楚雄烟草基地烟草烟碱含量反演图

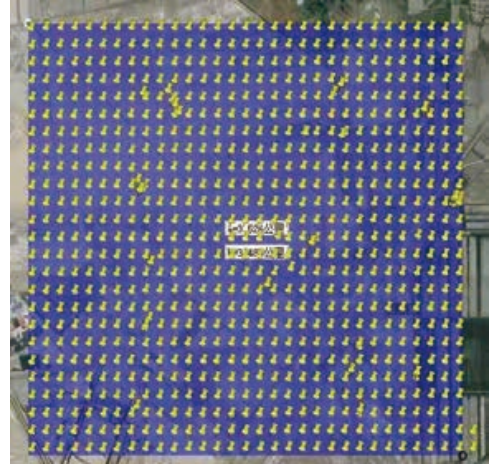


石板桥镇烟草基地烟草、作物、杂草烟碱含量反演图

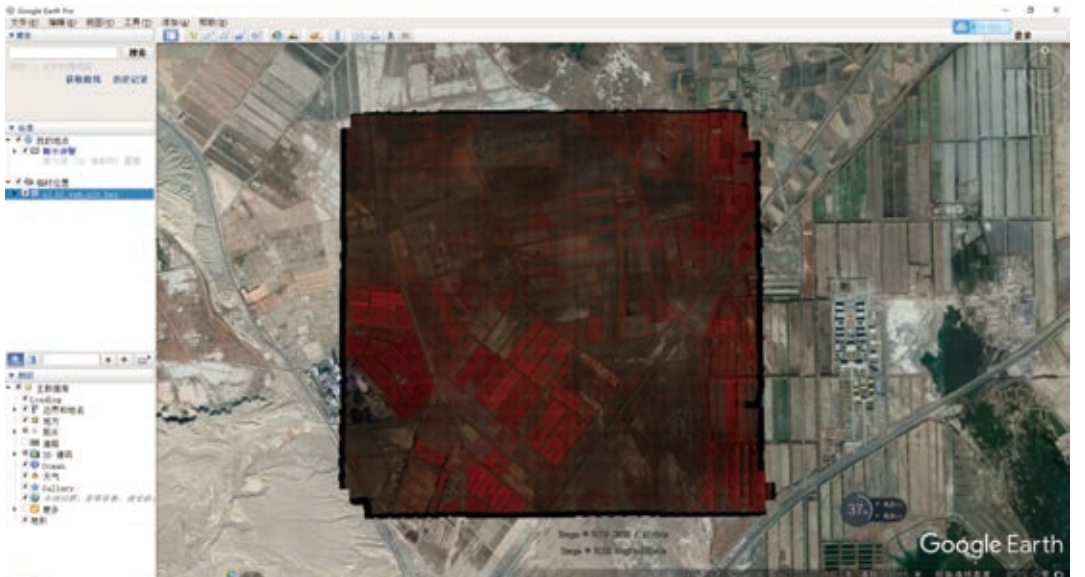


## 大面积测试

面积：12平方公里，测试周期4天（40架次），飞行高度500米，空间分辨率：25cm,波段数：176



大面积高光谱数据测试(12平方公里测试航点)



12平方公里高光谱拼接数据与Google Earth配准效果

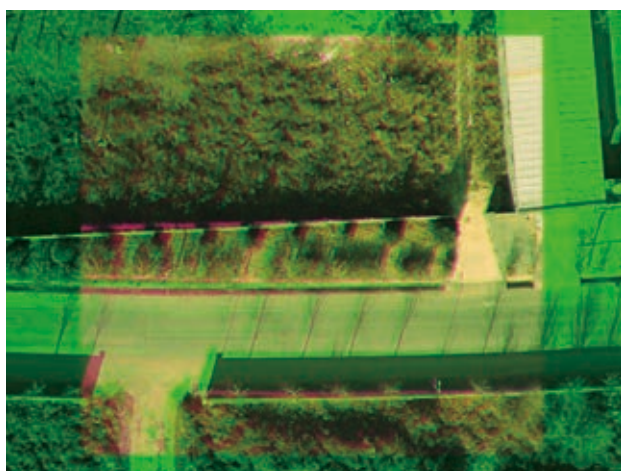
## 同步航拍相机高清相机实现精准配准



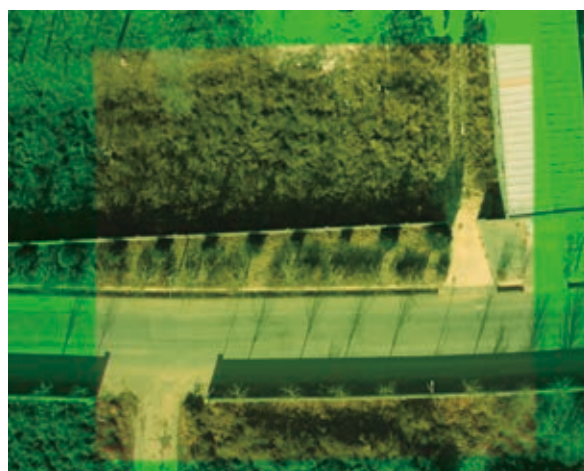
高光谱图像



同步航拍高清影像



配准前高光谱



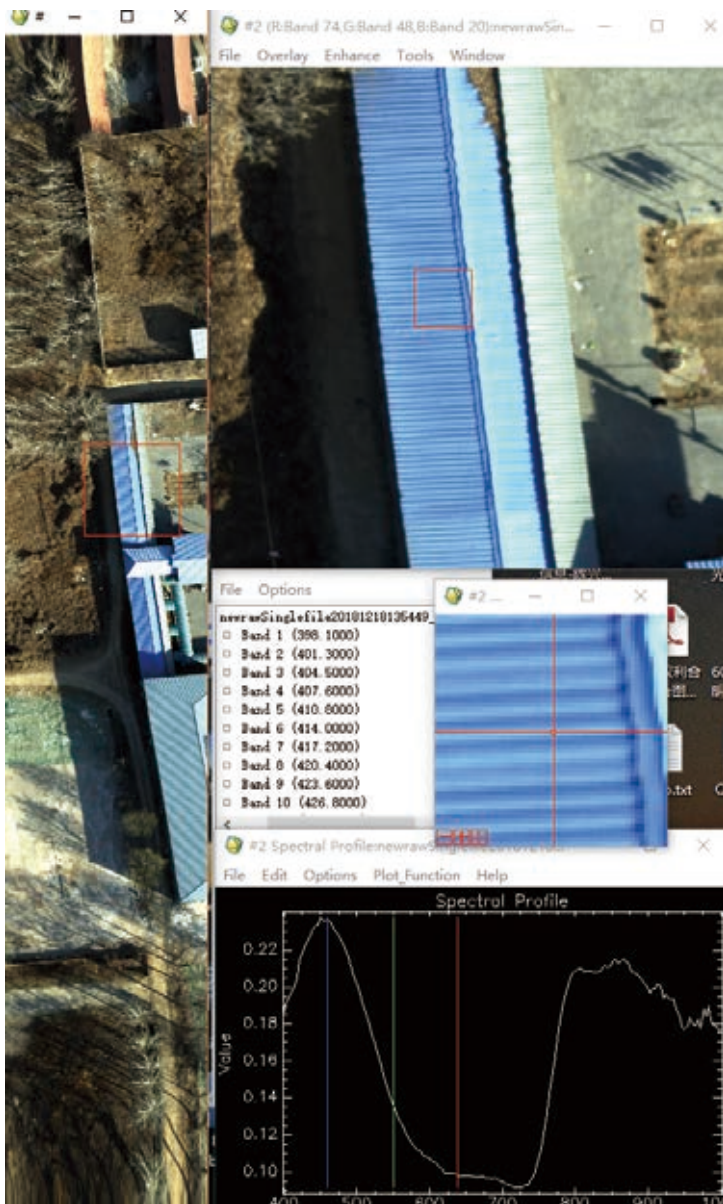
配准后高光谱



拼接高光谱数据与Google Earth配准图



## 无人机外置推扫模式拍摄数据



光谱成像系统

分光模组

光谱相机

偏振相机

附件