

## iSpecHyper-VM 无人机高光谱成像系统

(多平台通用版)

iSpecHyper-VM 无人机高光谱成像系统是莱森光学 (LiSen Optics) 一款基于多平台通用的小型多旋翼无人机机载高光谱成像系统, 该系统由高光谱成像相机、稳定云台、机载控制与数据采集模块、机载供电模块等部分组成。

iSpecHyper-VM 无人机高光谱成像系统采用了独有内置或外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, 同时具有高光谱分辨率和优异的成像性能。



iSpecHyper-VM200/400 无人机高光谱成像系统



iSpecHyper-VM 无人机高光谱成像系统配合定制开发的高性能稳定云台, 能够有效降低飞行过程中无人机抖动引起的图像扭曲与模糊。该系统支持多种无人机, 广泛应用于农业、林业、水环境等行业领域, 系统支持配件升级及定制化开发, 为教育科研、智慧农业、目标识别、军事反伪装等行业高端应用领域提供了高性价比解决方案。



## 典型应用



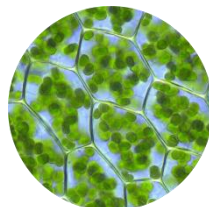
植被研究  
农作物健康  
森林树冠研究



林业科学  
环境调查  
农业调查



水体研究  
气候研究  
生态研究



氮含量测量  
叶片叶绿素含量



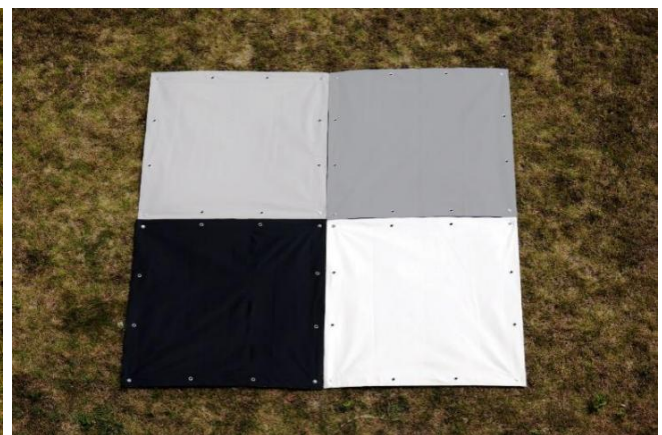
土壤分析  
生物质研究  
海洋监测

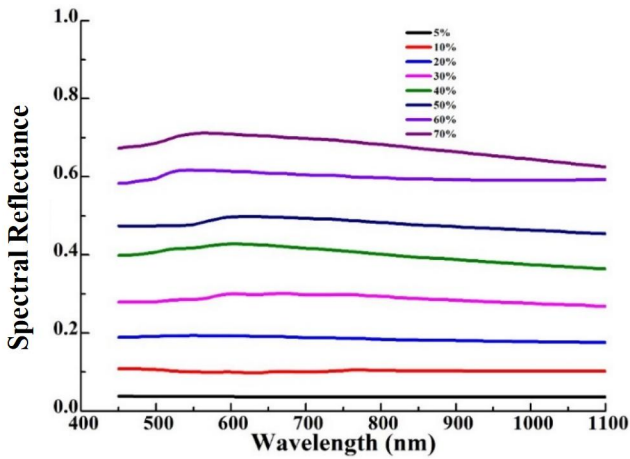
## 技术优势特点

- 光谱范围 400-1000nm/900-1700nm，分辨率优于 3nm/5nm
- 高性能分光系统、大靶面 CMOS/InGaAs(TE Cooled)图像传感器，高灵敏度、高像质
- 全靶面高成像质量光学设计，高光谱分辨率，大视场、点列斑直径优于0.5像元
- 实现自动靶标识别与自动反射率计算实时显示、目标光谱动态识别实时显示功能

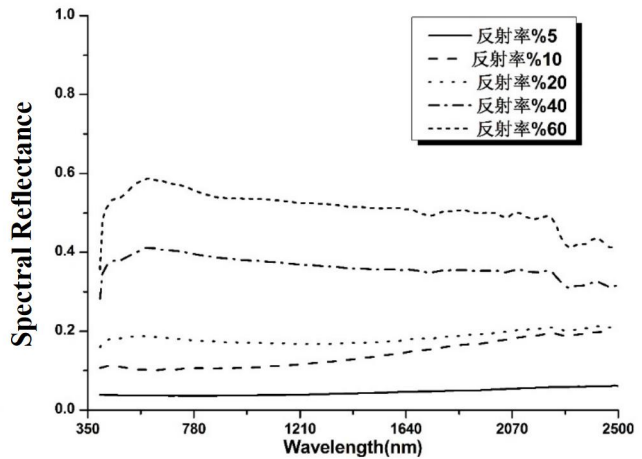
- 对地面观测目标的实时光谱反射率分类并实时进行颜色分类分布显示，自动识别潜在地物分类
- 与 GPS 同步触发，实现可见光照片匹配同步 GPS 信息；通过地面实时数据平台实时观测飞行器采样点并可利用地面端设置采集的航线预览，利用地面站设置逐点采集的航线、数据预览及矫正功能
- 1500万高清相机可实时可见、监控拍摄效果，动态实时显示高光谱图像及光谱曲线；实时合成单波段、真假彩色图像
- 高光谱相机控制支持数据采集、自动曝光、自动扫描速度匹配、辅助摄像头功能、支持远程遥控、支持巡航、惯导采集模式
- 实时常用植被指数计算功能：归一化植被指数（NDVI）、比值植被指数（RV）、增强植被指数（E/1）、大气阻抗植被指数（ARVI）、改进红边比值植被指数（mSR705）、Vogelmann红边指数（VOG）、光化学植被指数（PR）等无需第三方软件即可获取宽带绿度、窄带绿度等20种以上常见植被指数，并支持用户自定义算法
- 数据格式完美兼容 ENVI 等数据分析软件

## 无人机靶标布





1.2米×1.2米无人机靶标光谱反射率



1.2米×1.2米无人机靶标光谱反射率

## ■ 无人机靶标标准板



- 1、光谱范围：250-2500nm
- 2、反射率：3%/5%/10%/20%/30%/40%/50%/60%/70%/80%/≥98% (带原厂溯源反射率数据测试报告)
- 3、尺寸：500×500mm
- 4、专业便携式手提箱、PET 防尘保护、带除尘套装

## 高光谱数据软件介绍

### ■ 机载控制及数据采集系统

可实时预览光谱图像及光谱曲线、实时参数反演，与 GPS 同步触发，实现可见光照片匹配同步 GPS

信息，光谱相机控制支持数据采集、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、惯导采集模式；高光谱数据格式支持 ENVI 等主流遥感软件。

## ■ 远程智控系统

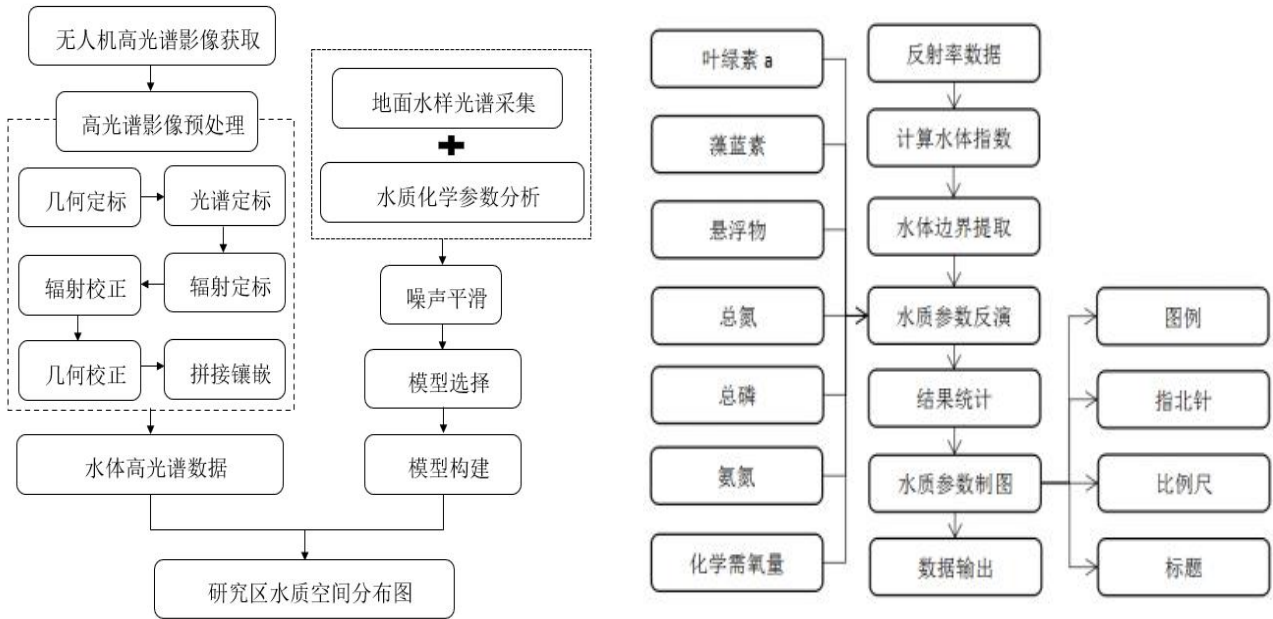
通过大疆无人机遥控器可实现实时图谱查看，通过地面实时数据平台实时观测飞行器采样点并可利用地面端设置采集的航线预览；辅助相机可实时可见、监控拍摄效果，动态实时显示高光谱图像及光谱曲线；实时合成单波段、真假彩色图像等远程智能控制，同时也可以通过 PC 端软件光谱动态实时监控采用图像映射方式自动靶标识别自动反射率计算、采用硬链接方式获取数据、对地面观测目标分类以光谱反射数据动态映射。



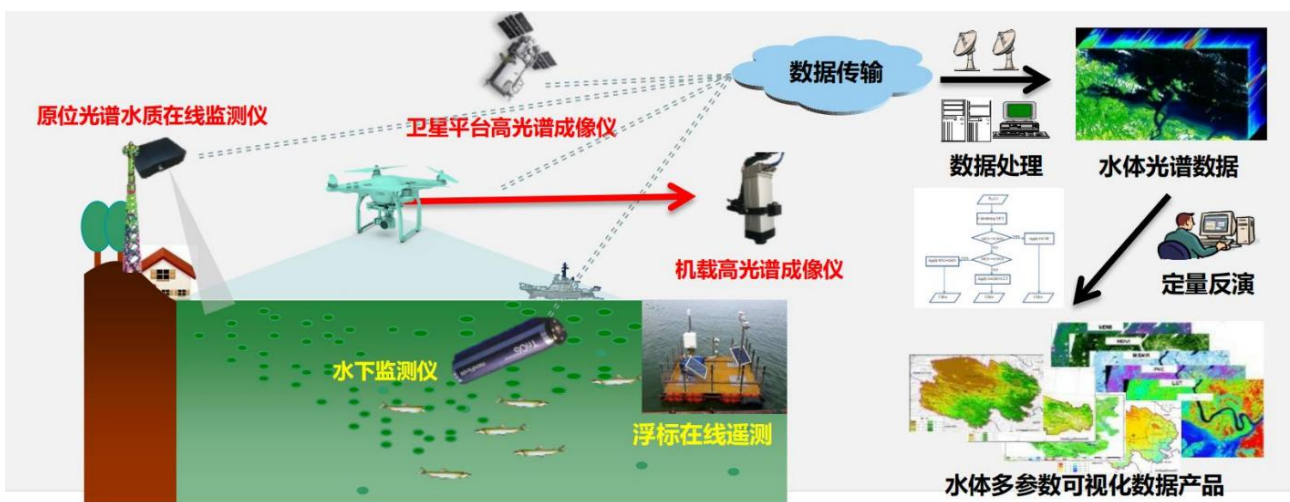
机载端采集控制软件（专业版）操作界面

## ■ 无人机高光谱水体多参数解析流程

基于高光谱技术的天空地一体化水质监测解决方案，包括无人机载、地面定点和水面水下等多款产品，并通过定量反演实时监测河道水体的总氮、总磷、叶绿素、氨氮、浊度和高锰酸盐指数（COD）等多个参数。



无人机高光谱水环境监测技术路线图



多维空间水质监测方案

■ 高光谱数据预处理与分析软件

## 检测 参数

**COD**

**DO**

**总氮**

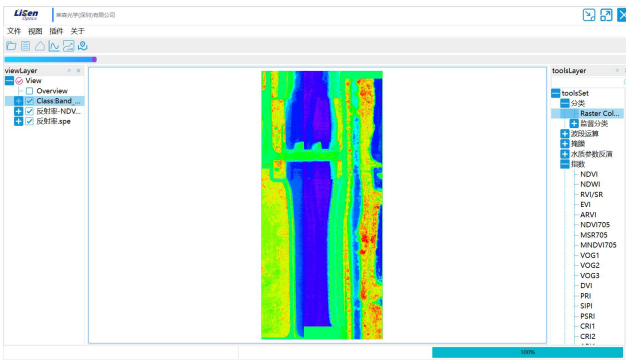
**总磷**

**叶绿素**

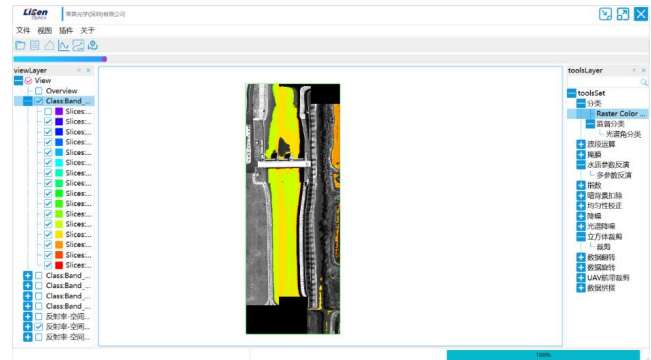
**浊度**

绝大部分指标精  
度达到80%以上

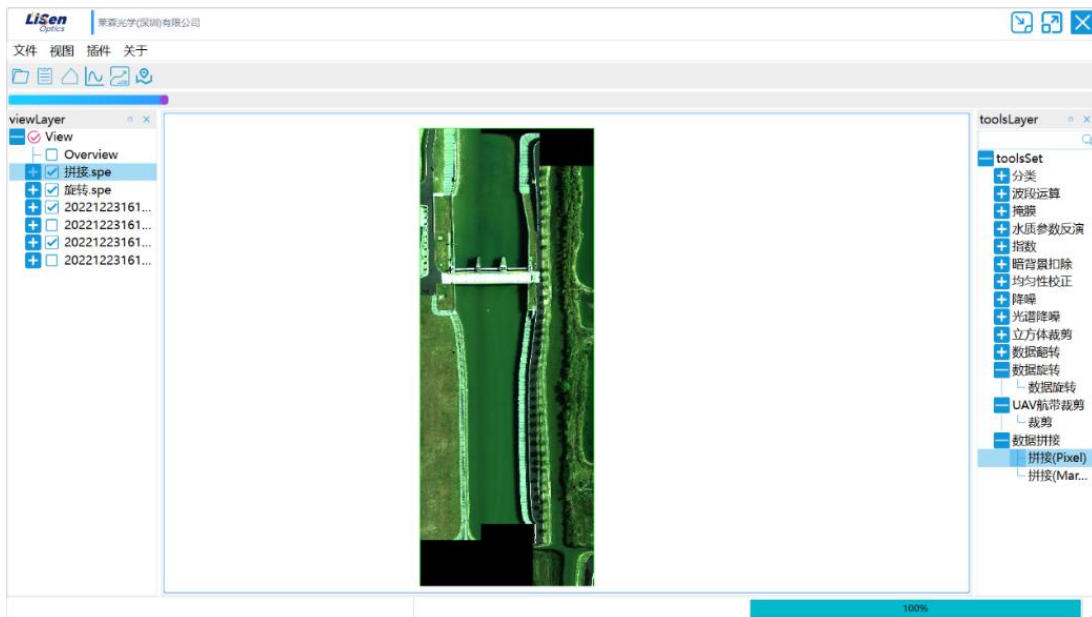
水质反演快视功能包含解析软件，可实现影像查看、水体提取以及水质参数反演、结果统计及水质参数制图等功能。影像查看功能可将处理好的高光谱反射率数据导入并查看，点选。水质提取功能首先计算水体指数，之后进行水体边界提取。水质参数反演可实现叶绿素 a、悬浮物、总氮、总磷、氨氮、化学需氧量等的水体参数反演。结果统计及水质参数制图功能可对反演参数进行数据输出，并用不同色块显示不同浓度等级，对大部分指标精度达到 80%以上。



航带拼接展示 (植被)



航带拼接展示 (水质)

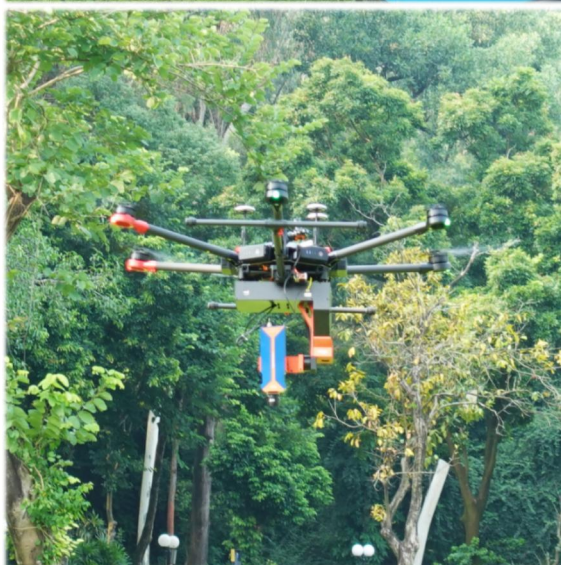


高光谱数据预处理与分析软件软件操作界面

高光谱数据预处理与分析软件功能介绍	LiSpecView-Hyper (基础版)	LiSpecView-Hyper-WQ (基础+水质版)	LiSpecView-Hyper-WQ-P RO (专业版)
无需第三方软件即可实现光谱及图像数据查看、反射率计算、辐射校正、滤波、暗背景扣除、光谱降噪、空间降噪、掩膜导出、高光谱图像的裁切、旋转、翻转等。	√	√	√
无需第三方软件即可实现高光谱图像拼接，无需借助 GPS 数据对多条带的高光谱数据进行裁切及拼接，内置拼接线匀光算法，拼接线可手动调整优化。	√	√	√
无需第三方软件即可计算：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)、红边归一化植被指数(NDVI 705)、改进红边比值植被指数(mSR 705)、改进红边归一化植被指数(mNDVI 705)、Vogelmann 红边指数(VOG1、2、3)、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)、植被衰减指数(PSRI)、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)。	√	√	√
内置光谱角等高光谱数据分析算法，支持自建模型的监督分类，支持自定义分析模型输入功能，自定义波段运算。	√	√	√
无需第三方软件即可计算叶绿素、总氮、总磷、氨氮、高锰酸盐指	×	√	√

数、悬浮物、溶解氧等水质参数的反演。			
几何校正：无需对无人机载高光谱数据进行几何校正，消除畸变，并对投影变换加以校正，得到带地理信息的高光谱数据。	×	×	√

## 产品实物



## 应用案例



## 主要技术指标

### 多平台通用版

型号	iSpecHyper-VM200-SCE	iSpecHyper-VM200-Pro
光谱范围	400-1000nm	400-1000nm
光谱分辨率	≤3.5nm(4x)	≤2.8nm(4x)
空间分辨率	0.71mrad @F=35mm	0.71mrad @F=35mm
视场角	15.6°@F=35mm	15.6°@F=35mm
空间通道数	1920(1x), 960(2x), 480(4x),	1920(1x), 960(2x), 480(4x), 支持

	支持调节	调节
光谱通道数	1200(1x), 600(2x), 300(4x), 支持调节	1200(1x), 600(2x), 300(4x), 支持调节
探测器类型	CMOS	CMOS
探测器接口	USB 3.0	USB 3.0
探测器靶面	1/1.2", 11.3mm×7.1mm	1/1.2", 11.3mm×7.1mm
探测器原始分辨率	1920×1200	1920×1200
探测器原始像元尺寸	5.86 μm×5.86 μm	5.86 μm×5.86 μm
像素位深	12bits	12bits
帧频	全谱段采集最高 41fps	全谱段采集最高 128fps
镜头焦距	12.5mm/16mm/25mm/35mm 可选	12.5mm/16mm/25mm/35mm 可选
高清相机像素	1500w	1500w
自稳定系统	高稳云台, 两轴 2 电机, 稳定精度 0.08°	高稳云台, 两轴 2 电机, 稳定精度 0.08°
机载数据采集系统	CPU: i7, 内存: 16GB, 硬盘: 1TB	CPU: i7, 内存: 16GB, 硬盘: 1TB
远程智控系统 (含地面站)	实时图谱查看, 远程智能控制	实时图谱查看, 远程智能控制
惯导系统	GPS, 支持 RTK, 定位精度 10CM	GPS: 支持 RTK, 定位精度 10CM; IMU 姿态角精度: 0.01°
重量	约 4.5kg	约 5kg
功耗	约 40w	约 45w
机载端采集控制软件	基础版: 采集控制、实时预览光谱图像及光谱曲线等	专业版: 采集控制、实时预览光谱图像及光谱曲线、实时参数反演等
地面端远程智控软件	远程智能控制	远程智能控制
高光谱数据预处理与分析软件	专业版	专业版
配件	高稳三脚架、地面站供电模块 (12V, 19200mAh)、照度计、电脑、无线键鼠、资料 U 盘等	高稳三脚架、地面站供电模块 (12V, 19200mAh)、照度计、电脑、无线键鼠、资料 U 盘等

### 多平台通用红外版

型号	iSpecHyper-VM400-SCE	iSpecHyper-VM400-Pro
光谱范围	900-1700nm	900-1700nm
光谱分辨率	优于 6nm	优于 6nm
空间分辨率	0.85mrad@f=35mm	0.85mrad@f=35mm
视场角	15.6°@F=35mm	15.6°@F=35mm
空间通道数	640	640
光谱通道数	512	512
探测器类型	InGaAs(TE Cooled)	InGaAs(TE Cooled)
探测器接口	GigE	CameraLink
探测器靶面	9.6mm×7.68mm	9.6mm×7.68mm
探测器原始分辨率	640*512	640*512
探测器原始像元尺寸	30 μm×30 μm	15 μm×15 μm
像素位深	14 bits	14 bits
帧频	全谱段采集最高 100fps	全谱段采集最高 125fps
镜头焦距	25mm/35mm 可选	25mm/35mm 可选
高清相机像素	1500w	1500w
自稳定系统	高稳云台，两轴 2 电机，稳定精度 0.08°	高稳云台，两轴 2 电机，稳定精度 0.08°
机载数据采集系统	CPU: i7, 内存: 16GB, 硬盘: 1TB	CPU: i7, 内存: 16GB, 硬盘: 1TB
远程智控系统 (含地面站)	实时图谱查看，远程智能控制	实时图谱查看，远程智能控制
惯导系统	GPS, 支持 RTK, 定位精度 10CM	GPS: 支持 RTK, 定位精度 10CM; IMU 姿态角精度: 0.01°
重量	约 6kg	约 6kg
功耗	约 50w	约 50w

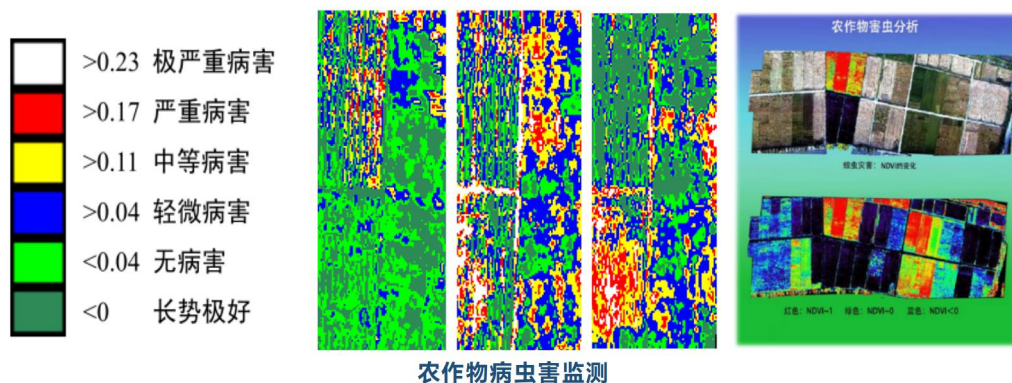
机载端采集控制软件	专业版：采集控制、实时预览光谱图像及光谱曲线、实时参数反演等	专业版：采集控制、实时预览光谱图像及光谱曲线、实时参数反演等
地面端远程智控软件	远程智能控制	远程智能控制
高光谱数据预处理与分析软件	专业版	专业版
配件	高稳三脚架、地面站供电模块（12V, 19200mAh）、照度计、电脑、无线键鼠、资料U盘等	高稳三脚架、地面站供电模块（12V, 19200mAh）、照度计、电脑、无线键鼠、资料U盘等

## 典型应用领域

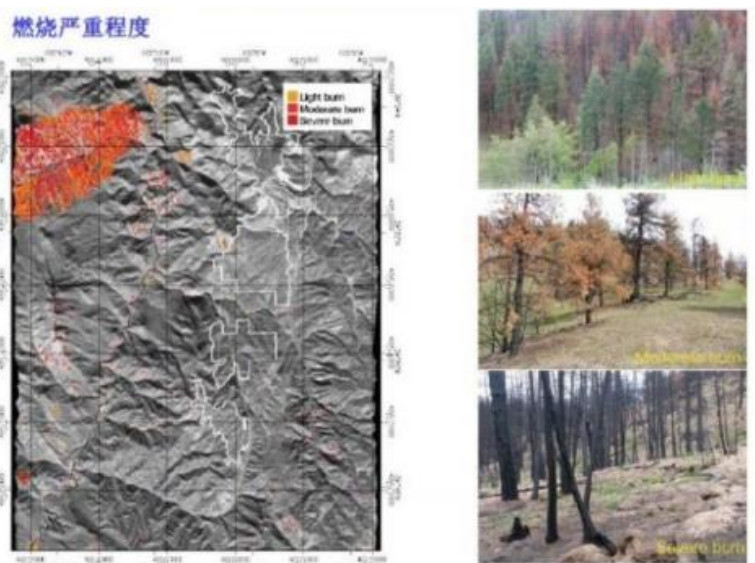
### ■ 农林领域应用

#### 1. 农林灾害监测

运用高光谱图像监测农作物遭受病虫害的程度和作物的长势，根据图像的颜色判断病害程度。如下图



利用森林植被覆盖度和土壤的相关指数监测森林火灾的发生和燃烧严重程度，对大面积的森林火灾评估有重要的经济作用。

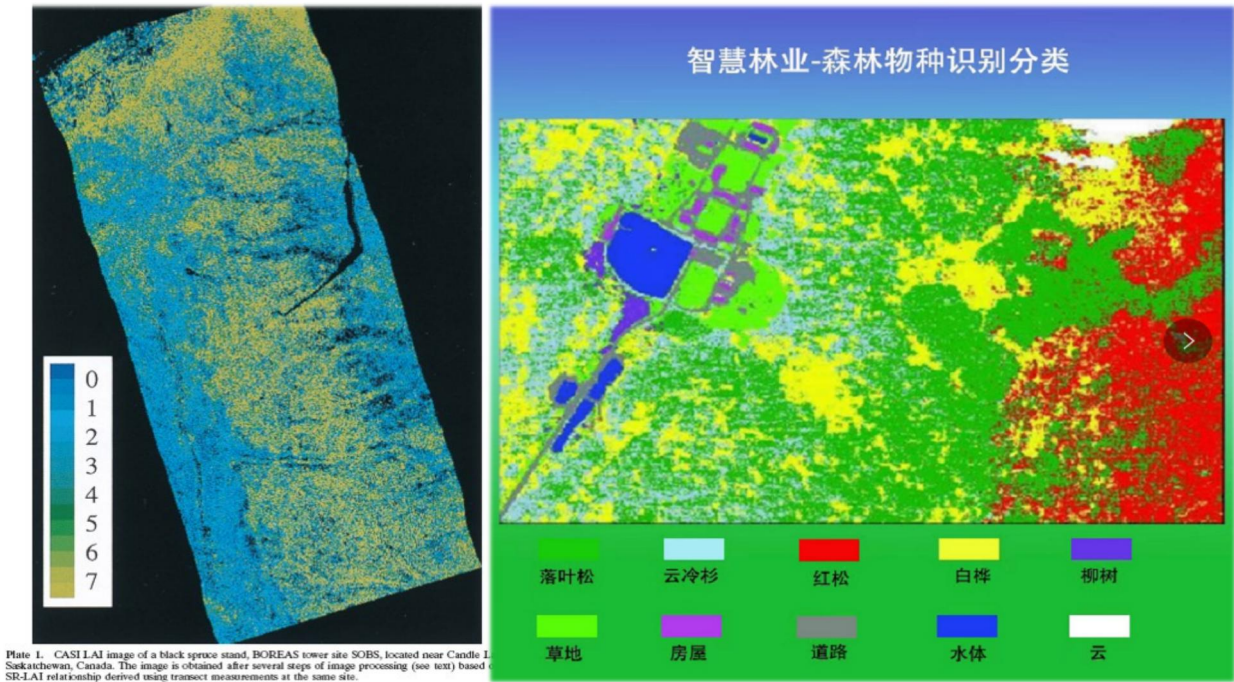


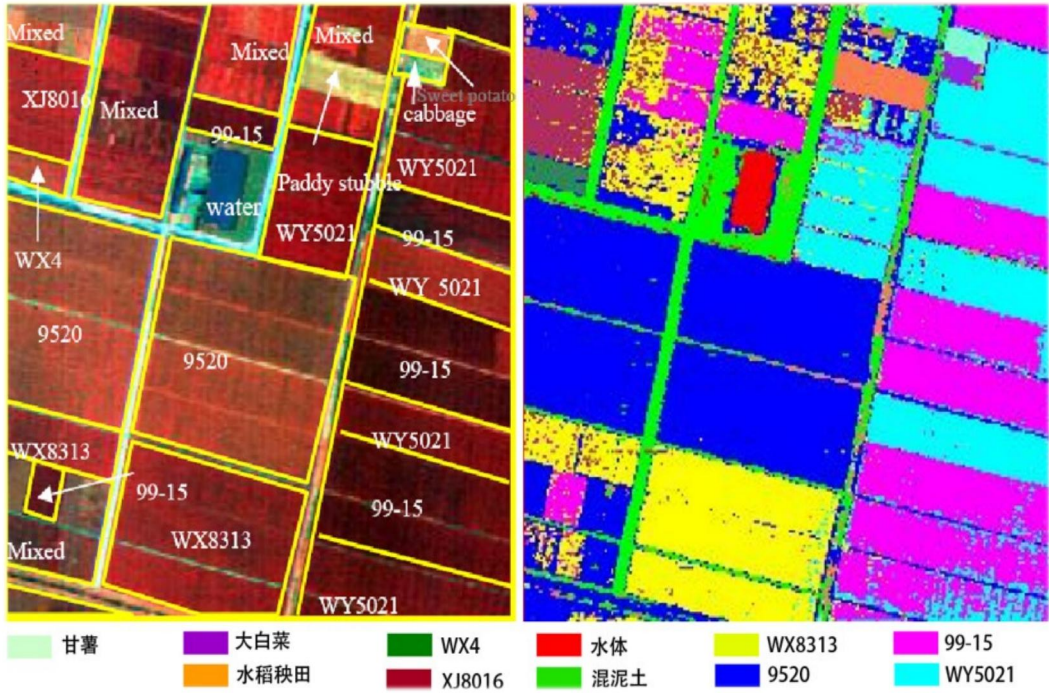
## 2. 精细农林业数据监测

高光谱遥感在农业应用中监测作物的养分供应状况，对于及时了解作物的长势，采取有效的增产措施均具有积极的意义，主要针对作物养分失调的形态诊断和化学分析适用于有限面积的作物及土壤的诊断和分析。另外，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，因而可以在不同波长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%。

## 3. 植被/农林生态调查

植被中的非光合作用组分用传统宽带光谱无法测量，而用高光谱对植被组分中的非光合作用组分进行测量和分离则较易实现。因此，可以通过高光谱遥感定量分析植冠的化学成分，监测由于大气和环境变化引起的植物功能的变化。

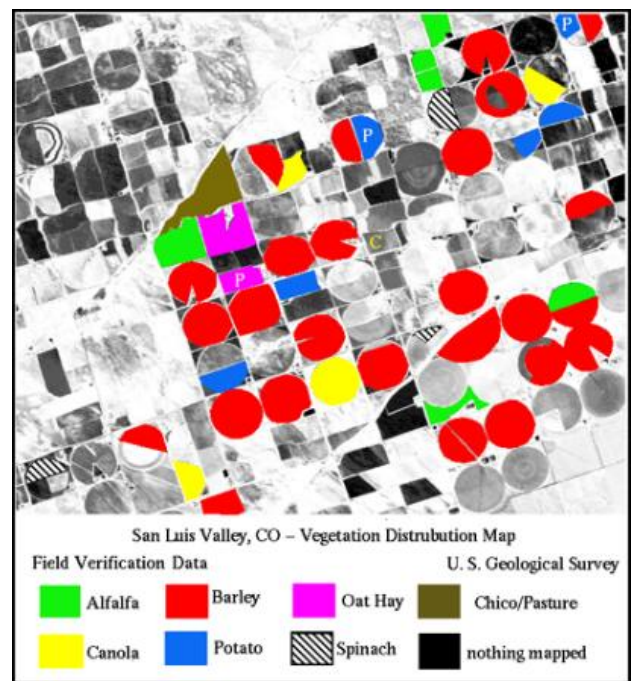
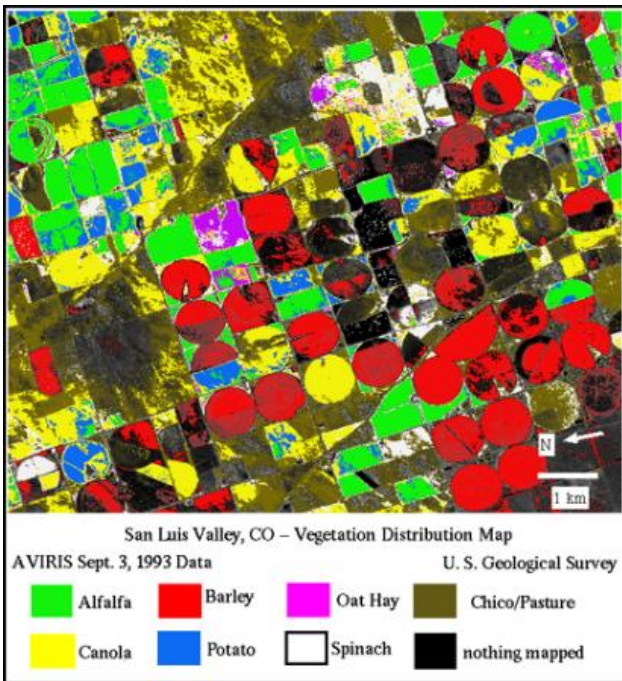


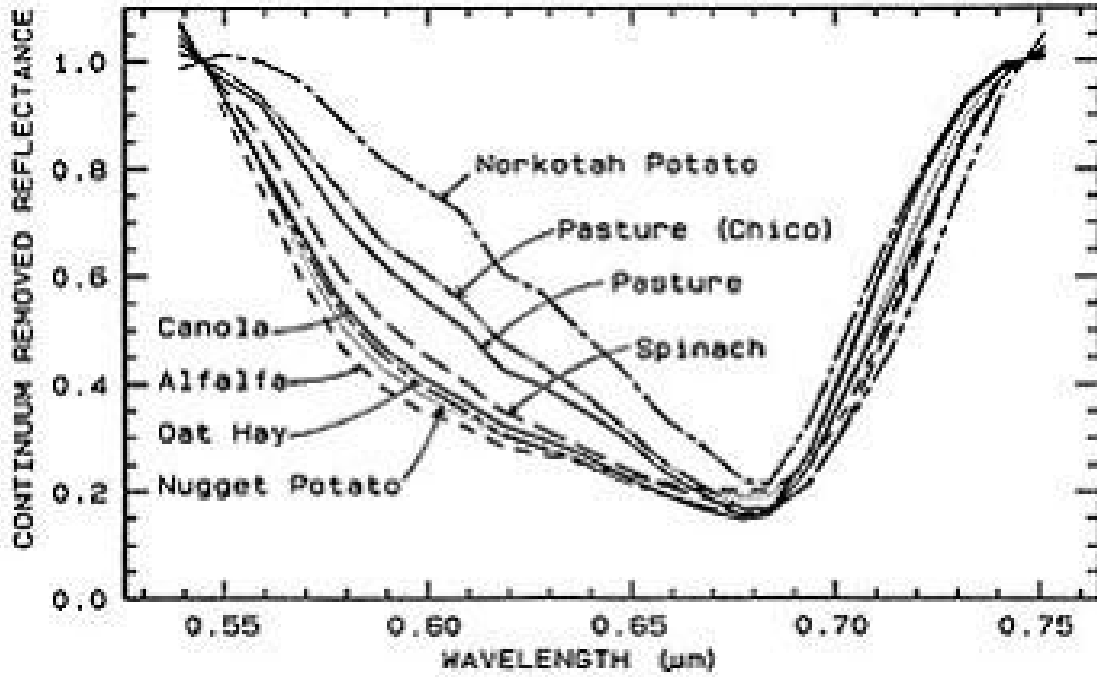


农作物快速识别分类

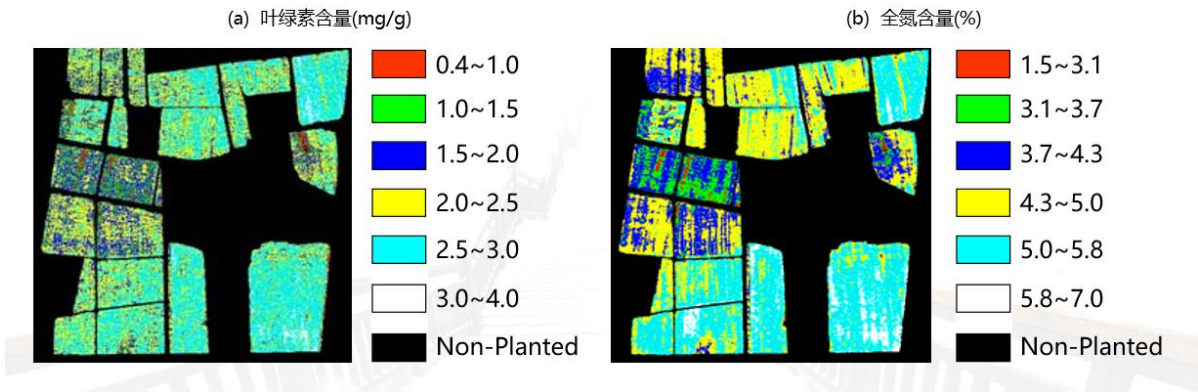
叶面积指数估算

- 植被群落、植被种类的分类与识别;
- 冠层结构、状态或活力的评价、冠层水文状态与冠层生物化学性质的估计;
- 叶片的基本生物物理化学成分的研究;





AVIRIS 植被种类制图，验证精度可达 90%



农作物生化组分填图

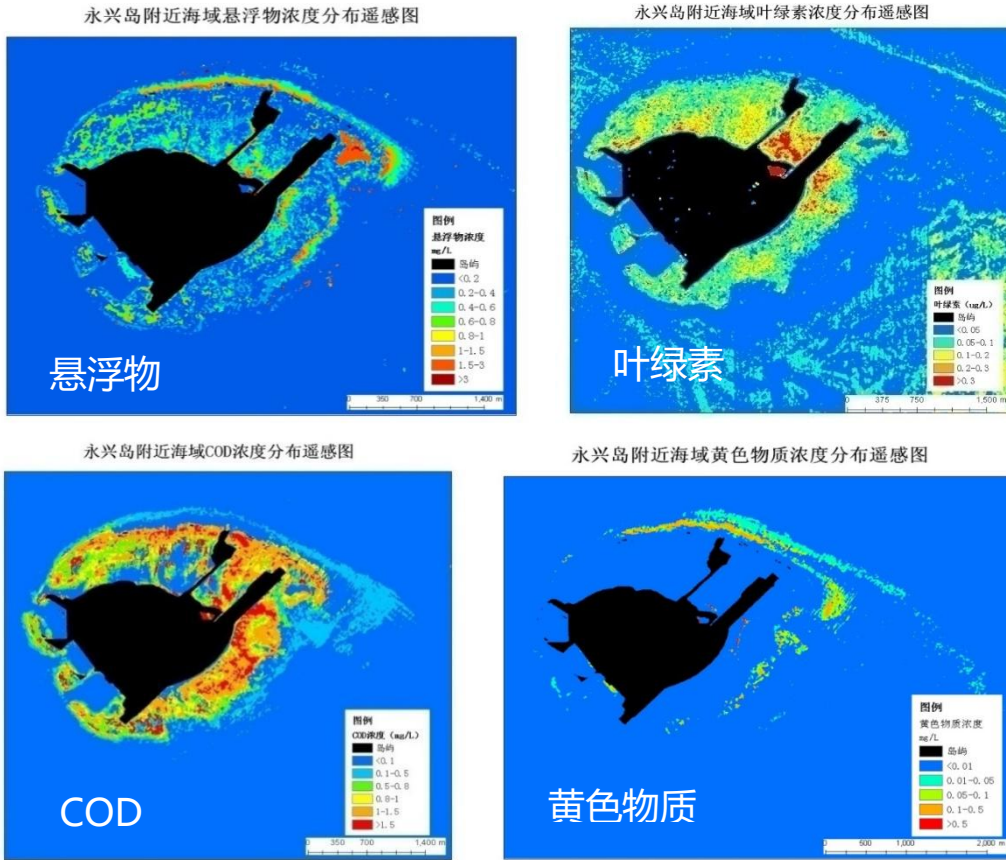
## ■ 水质、地质及环境监测领域应用

### 1. 水质监测

高光谱遥感数据的精细光谱分辨率可用于识别和估算水体中叶绿素、单宁酸和沉淀物的含量。进而监测藻类生长和推断水产研究中浮游生物的分布和鱼群的位置。

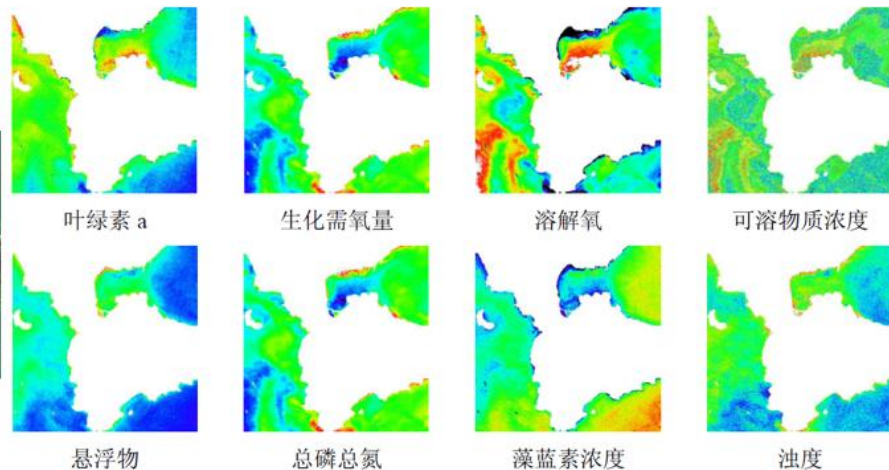
- 估算和分析水域中  $d$  的吸收和散射成分，如叶绿素、浮游生物、不可溶解的有机质、悬浮沉淀物、半淹没水生植物；

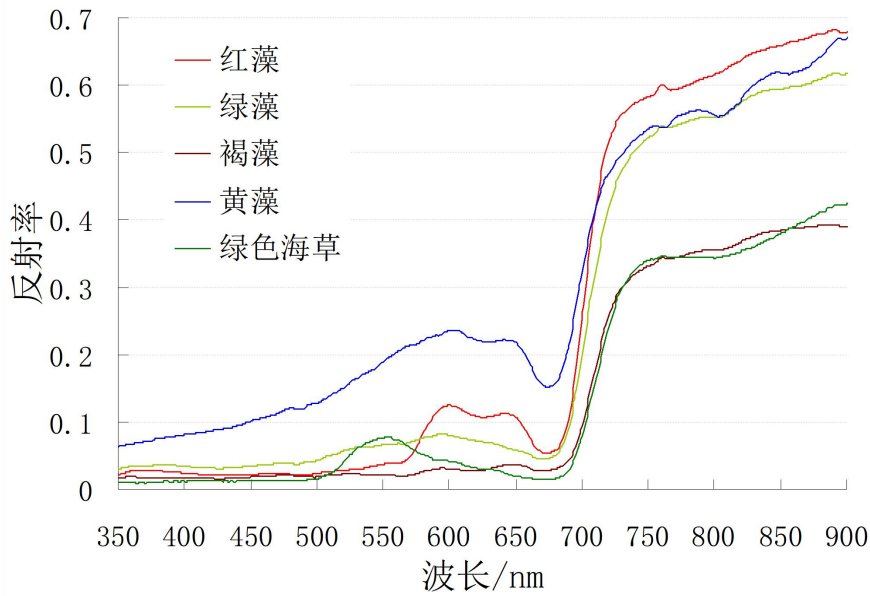
- 识别和估算水域中叶绿素、黄色物质及悬浮物的含量并用于水质监测；



- 通过对叶绿素的估算，监视浮藻生长、浮游生物的分布位置和鱼群位置，估算浮游生物的生物量和第一生产力。

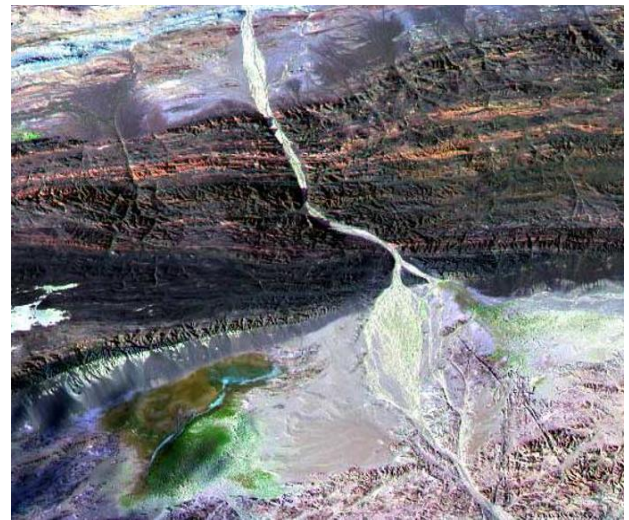
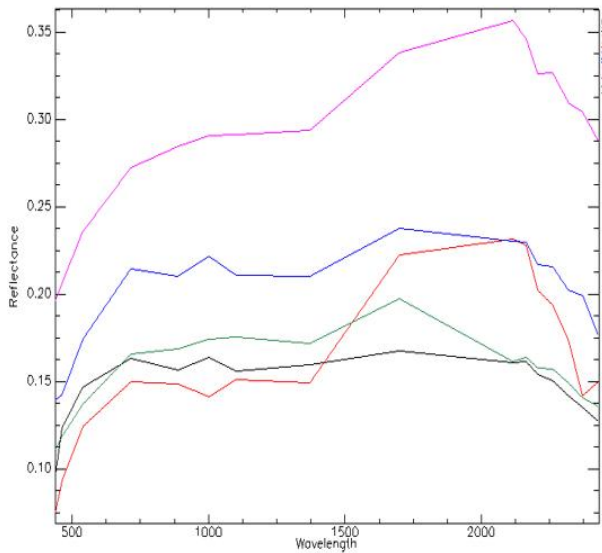
### 水环境监测





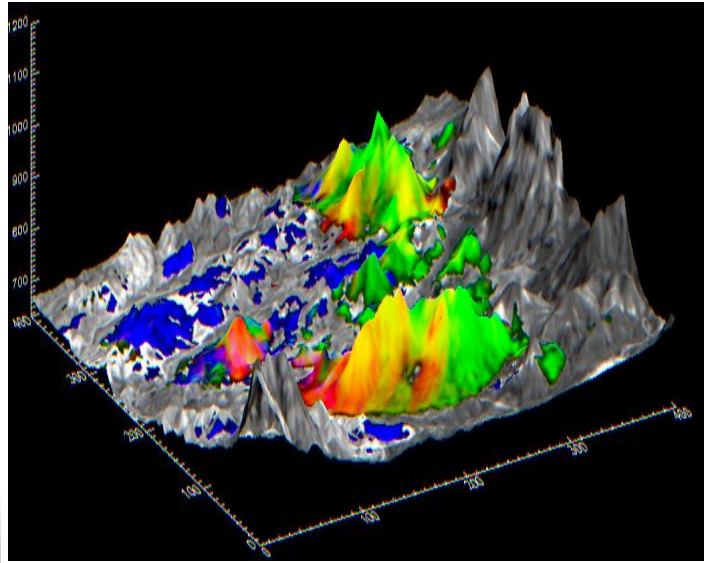
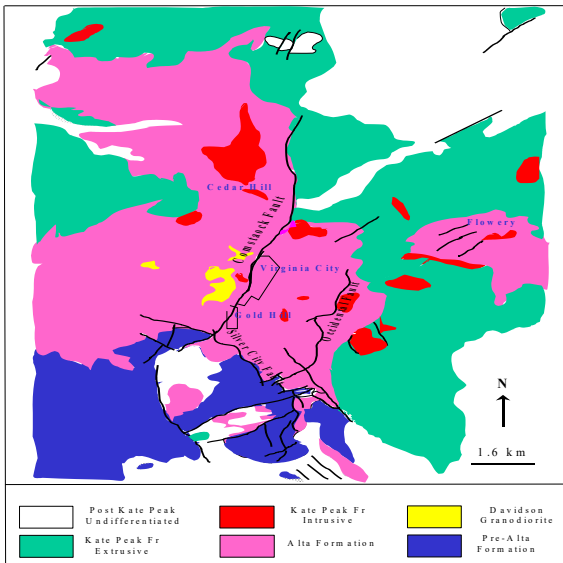
## 2. 地质勘探/土壤监测

高光谱遥感技术通过对地表矿物质识别用于寻找矿产资源，尤其对热液蚀变矿床的勘探最为有效，并用于地球化学填图和地质制图。高光谱遥感已经在地质领域扮演了重用角色，依据实测的岩石矿物波谱特征，对不同岩石类型进行直接识别，达到直接提取岩性的目的。

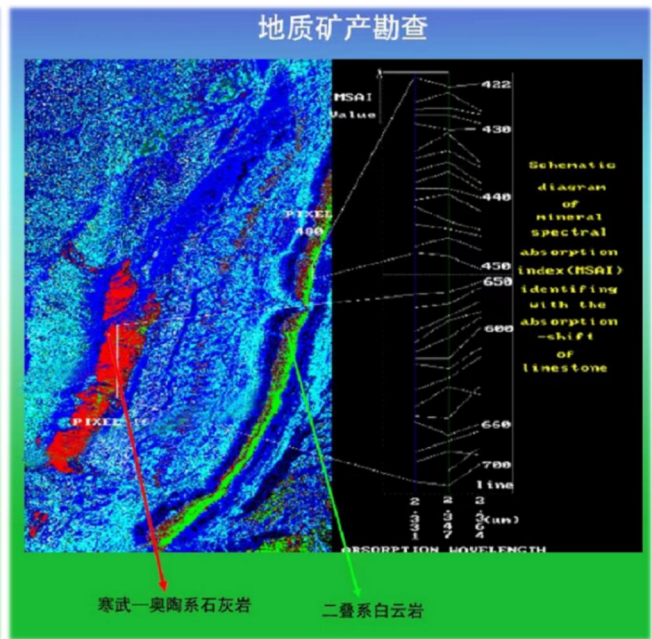


地质岩性识别

地物中不同元素在光谱响应中均对应有不同的响应波段。不同矿物在中远红外波段区间的响应会存在不同的差异。因此可以根据不同矿物的化学组分提取矿物的详细信息。



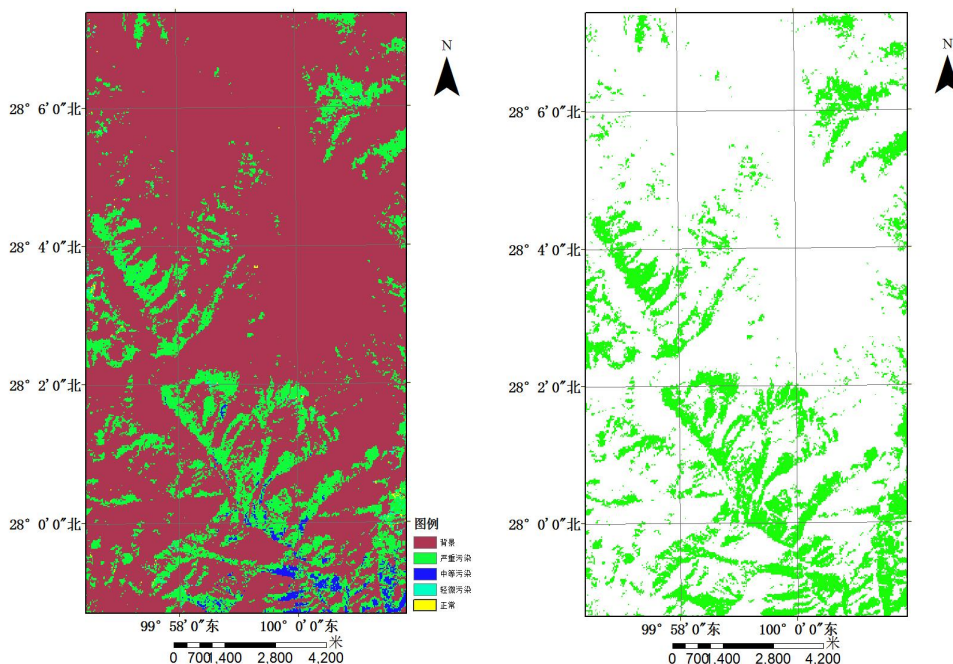
矿物填图与DTM制图



### 3. 环境监测

红边位置是绿色植物的光谱曲线在 680nm-760nm 区间反射率增长最快的点，也就是曲线在此区间的拐点，红边位置向左或者向右移动能够间接反应出植被的长势及健康状况，植被长势好将向右移动，长势差将向左移动，俗称“蓝移”。

#### 4. 大气环境评价



利用 MODIS 推算大气气溶胶光学厚度

大气中的分子和粒子成分在太阳反射光谱中有强烈反应，常规宽波段遥感方法无法识别出由于大气成分的变化而引起的光谱差异，高光谱由于波段很窄，能够识别出光谱曲线的细微差异。

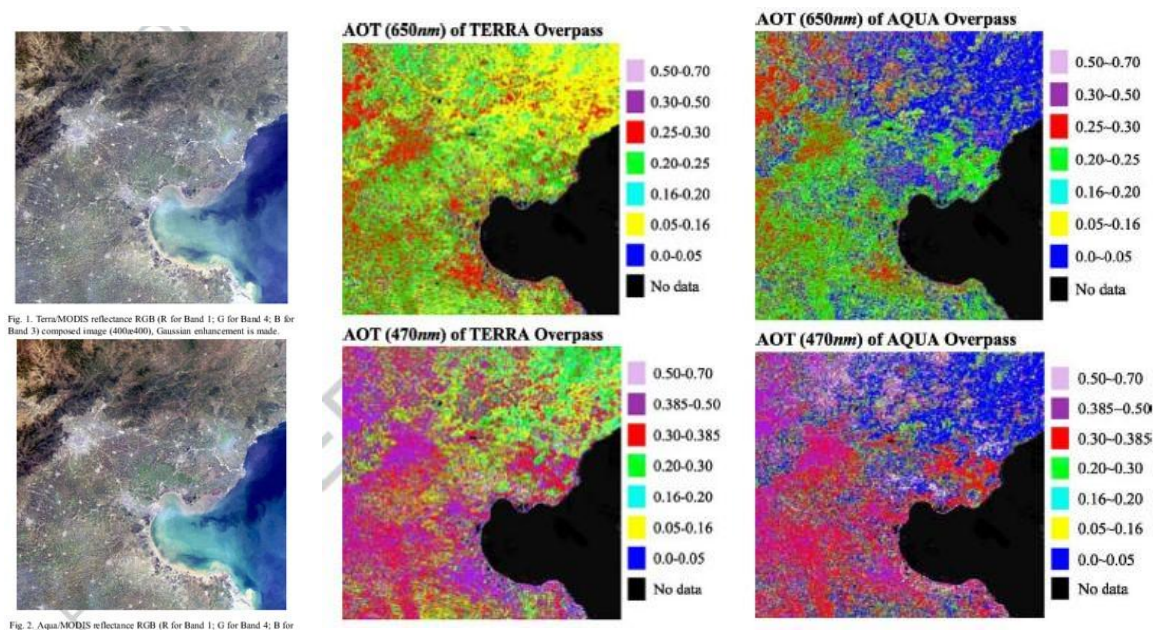


Fig. 1. Terra-MODIS reflectance RGB (R for Band 1; G for Band 4; B for Band 3) composed image (400m-400), Gaussian enhancement is made.  
Fig. 2. Aqua-MODIS reflectance RGB (R for Band 1; G for Band 4; B for Band 3) composed image (400m-400), Gaussian enhancement is made.

综合污染等级

植被密集区域



## ■ 军事领域应用

根据目标光谱与伪装材料光谱特性的不同，利用高光谱技术可以从伪装的物体中自动发现目标，在调查武器生产方面，超光谱成像光谱仪不但可探测目标的光谱特性、存在状况，甚至可分析其物质成分，根据工厂产生烟雾的光谱特性，直接识别其物质成分，从而可以判定工厂生产武器的种类，特别是攻击性武器利用短波红外高光谱成像识别战场环境中伪装网，上图为真彩色原始图像，下图为经过处理的伪装网识别图像。

通过机载高光谱对机场小飞机目标进行探测，在原始影像中提取飞机目标的均值光谱作为探测的目标光谱，采用目标探测算法，提取机场中非可视的小目标。

