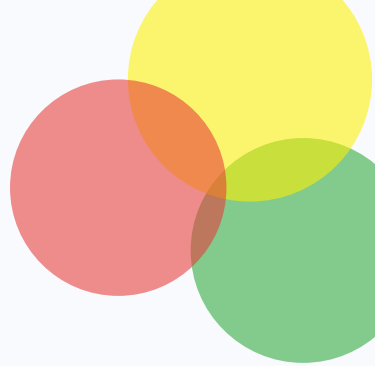




无人机载日光诱导叶绿素 荧光谱及反射谱系统

Gaiasky-SP-SIF



江苏双利合谱科技有限公司

Jiangsu Dualix Spectral Imaging Technology Co.,Ltd.

双利合谱介绍

江苏双利合谱科技有限公司是一家集光学、精密机械、电子、计算机技术等于一体的国家级高新技术企业，成立于2014年，原北京卓立汉光仪器有限公司高光谱事业部，在光栅光谱仪等核心技术基础上，不断发展创新，聚焦光栅分光式、马赛克快照式等高光谱测量技术，为广大客户提供门类齐全的高光谱系统解决方案，重点聚焦高光谱成像的高端分析仪器研发、生产与销售的高新技术企业。双利合谱自成立之日起，一直坚持走以自主技术开发为主的创新型发展道路，建立了产学研一体化的结构。在精准农业、水质监测、食品检测、目标识别、工业分选、文物保护、刑侦物证鉴定等领域、行业为客户提供优质的产品和定制化的解决方案。

合作方式与核心竞争力

配套资源

- 典型、独特的光谱/图像处理算法
- 全面的教学演示训练系统分析软件

文档教程

- 实验指导教案
- 原理/实训课程体系

健全的方案架构

- 从原理基础到高级的建模实验系统性方案
- 从理论到实践的渐进式系统学习方案

优质的技术支持

- 专业的售前咨询
- 高效的售后培训

全面的战略合作

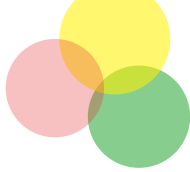
- 长期人才储备和输出体系
- 多元化/体系化的实训方式



双利合谱

Dualix Spectral Imaging

www.dualix.com.cn



01 Gaiasky-SP-SIF 无人机载日光诱导叶绿素荧光系统

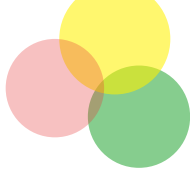
基本原理

日光诱导叶绿素荧光监测系统与旋翼无人机的结合开辟了精准农业监测的新型应用。叶绿素荧光包含丰富的光合信息，通过提取能够表征植被、农作物、叶片、树木冠层等反射光谱信号中的荧光信息，再结合荧光参数、叶绿素等生理生化参数（地面瞬时环境条件下测定），可判断不同环境下（肥料、水分、病胁迫、病虫害等）作物的叶绿素荧光光谱特征及其荧光指标与其他参数（对冠层温度、表面的辐照度、叶绿素含量测量）之间的关系，因此机载叶绿素荧光监测技术是高效、适时、快速、灵敏、无损探测作物植被等生理状态及其与所处环境关系的理想监测技术，可广泛应用于评价植被等的健康状态。



系统配置技术指标

	技术指标	叶绿素荧光测试光谱仪
技术参数	光谱范围	650-800nm
	光谱仪狭缝SMA	1mm高x25μm宽
	通讯方式	USB2.0
	探测器尺寸	24μm*24μm
	像素	1044*64
	光谱采样间隔	0.17nm
	信噪比SNR	1000:1
	Fiber input	SMA905
	A/D转换	18bit
功能描述	光谱校准	采用Hg、Ne、Ar等作为标准光源对光谱进行波长校准定标
	实时太阳光采集校准系统	A、因探测器探测结果与太阳直接辐射的强度、方向以及散射辐射的强度及其空间分布相关，所有采样余弦校准器结构实时获取太阳光光照信息，使得探测器精准的按照余弦定律来采集，用于相对光谱强度和绝对光谱强度测量、发射光谱测量等 B、在对地（或者植被目标）一侧同样有一个余弦校准器结构，可快速的获取到目标的亮度等信息 C、系统在出厂时，利用国家计量单位标定的光源系统完成绝对辐射亮度定标（ $\text{pw.cm}^2\text{sr}^{-1}\text{nm}^{-1}$ ）
	光纤传导	光纤使用特殊结构，同步采集上行和下行的辐射及暗背景信号 内置不同探测器收集同一标定区域的平均光谱
	暗背景采集	采样电子Shutter，在光纤入光口前设计电子快门结构，通过控制主板发送相应的指令，Shutter实现不同采集环境下的背景信号（上行和下行均设计有快门结构）
	成像镜头	采用35mm/50mm定焦镜头，通过相应的技术定标处理，使得不同焦距镜头下，内置各种探测器能够采集到特定区域的平均光谱而无监控偏差，裸光纤或定焦镜头模式可选
	辐射校准	绝对辐射定标
	辅助相机	借助辅助摄像功能，可以获取监控目标区域的RGB等图像，以便更好的对研究区域进行定位 系统搭载在无人机上，通过无人机的图传模块，可以触发系统进行采集，所采集的区域可以通过辅助相机拍摄视场中标定的指示区域来确定
	GPS定位	获取被监测对象的经纬度信息，获取太阳升降时间的信息，以便触发系统运行与关闭等功能 同时也可以利用无人机的GPS模块，软件可以对其各参数进行记录，提高采集数据位置信息的精准度
	多种数据格式输出等	输出txt格式的文本数据；数据存储在内置SD存储卡
	操作系统	树莓派
	系统封装	系统所有涉及到的硬件结构全部封装在相应的运输箱体内部 无需对光纤、信号线等进行大量的拆卸。适合长时间野外目标监测使用。内部结构布局、材料选择均符合技术应用需求



系统结构介绍

模块化集成，结构标准化，无需调试、调整系统结构，只需按照要求安装在无人机上即可，通过无线图传数据线实现系统与无人机、地面监控平台的互通。通过无人机云台给系统提供独立的供电。下行光纤与独立模块固定便于成像镜头的切换，辅助相机集成在独立模块上，以便观察、监控采集区域。上行余弦校正功能实现模块化，实时采集太阳光照信号，其透过率高，匀化效果好，适应波段范围广。GPS 信息可以精准定位采集区域的位置信息。



图 系统主体



图 系统搭载在无人机上

技术优势

- 系统集成度高；
- 系统操控性好，操作简单；
- 辅助监控，精准定位采集区域；
- 一键采集；
- 反射、荧光光谱显示及输出；
- 定点巡航；
- 绝对辐射定标；
- 实时太阳光余弦校正模块；
- GPS模块；
- 35mm/50mm成像镜头及裸光纤模式切换；
- 特殊光纤结构，快速完成上行下行信号的切换，确保上下行实现同步采集；
- 可无人机、地面两用；
- 高清图传数传一体结构确保对系统控制（操控、数据回传等）；
- 多种数据处理模型；



基本原理

无人机载日光诱导叶绿素荧光 (SIF) 自动观测系统 (专利号: 2020202517297) (GaiaSky-SIF) 的硬件构成包括光纤光谱仪、光纤、光路切换模组及开关、监控相机、采集控制单元以及校准模组等部分。目前主要采用高灵敏度光纤光谱仪及其配件, 可用于植被叶绿素荧光及高光谱野外连续稳定的高频观测。系统可实现在无人机载平台下的植被冠层高频 / 超光谱观测。观测频率可达到 10s/ 次, 一次飞行可观多条光谱。同时, 该系统上行和下行两个通道双冗余观测, 地物的检测范围大幅提高, 市场唯一商业化的产品。

- 日光诱导叶绿素荧光 SIF(Sun/Solar-induced Chlorophyll Fluorescence)是植物在太阳光照条件下, 由光合中心发射出的光谱信号(650—800 nm), 具有红光(690 nm左右)和近红外(760 nm左右)两个波峰, 能直接反映植物实际光合作用的动态变化。
- SIF遥感是近年迅速发展起来的植被遥感技术, 可弥补当前植被遥感观测的不足, 为陆地生态系统碳循环和植被监测等提供了新的思路和技术。
- 以基于“绿度”观测的植被指数(如NDVI)为代表的植被遥感在过去30年极大地促进了从宏观尺度上来理解和认识地球生物圈, 但其只能通过“绿度”来探测植物“潜在光合作用”。
- 叶绿素荧光在植被光合生理探测方面具有独特的技术优势, 是“实际光合作用”的直接探测方法。
- 可以说植被叶绿素荧光遥感是近10年来植被遥感领域最具突破性的研究前沿。随着研究和技术的发展, SIF遥感最近10几年来得到了长足的进步。

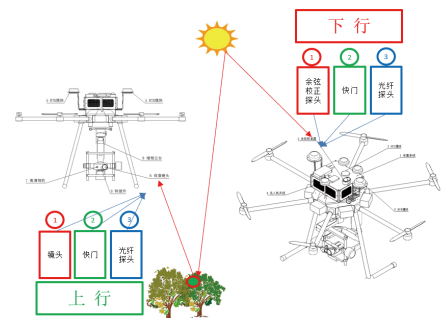
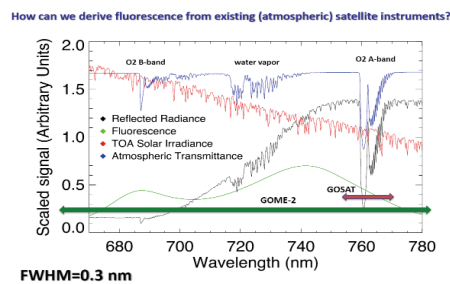
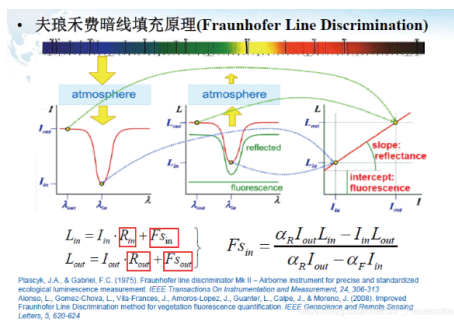


图 理论分析

图 测试原理图

同步性!!!
上下时间偏差在1~2秒!

Downwelling 下行 (余弦采集太阳光)	Upwelling 上行 (采集目标反射信息)	执行流程	备注
●	●	1.Acquire downwelling: 下行采集 (太阳光)	采集流程:
●	●	2.Acquire upwelling: 上行采集 (植被目标特征光谱)	1. VIS/Fluo光谱仪 对太阳光信号的采集 (下行采集), 及各自的下行暗背景采集;
●	●	3.Acquire dark: 暗背景采集	2. VIS/Fluo光谱仪 对植被目标信号的采集 (上行采集), 及各自的上行暗背景采集;

图 采集示意

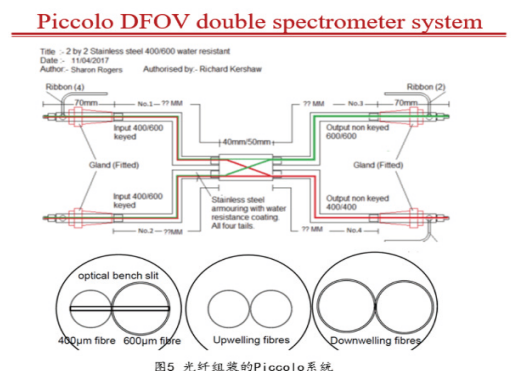


图5 光纤组装的Piccolo系统

图 光纤结构

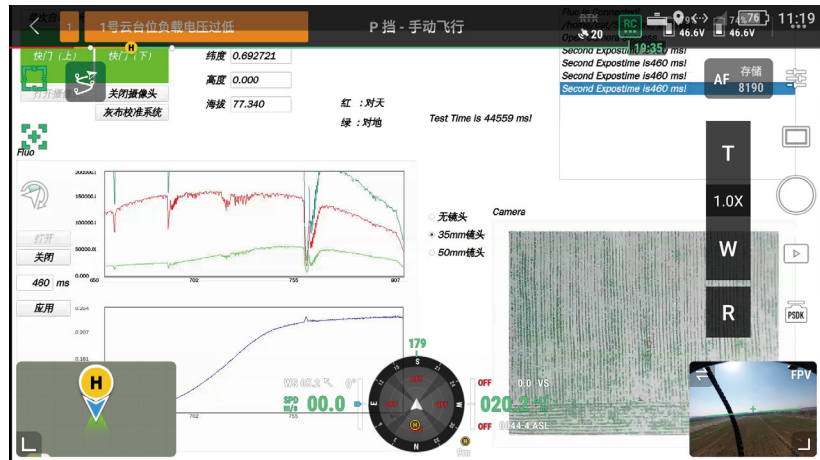
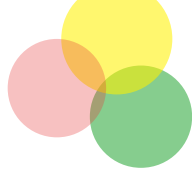


图 区域信息获取 (非成像)

辐射定标:

整个光路系统需进行辐射定标，以将光谱仪采集的 DN 值转化成辐照度 ($\text{mW}/\text{m}^2/\text{nm}$) 或者辐亮度的单位 ($\text{mW}/\text{m}^2/\text{nm}/\text{sr}$)。辐射定标需对裸光纤和连接余弦校正器的光路分别定标。辐射定标是指用一台已知光谱输出功率的灯来校准光谱仪每个像元下的响应强度。绝对辐射定标改变了整个光谱的形状和大小，校正了仪器的单个仪器响应函数 (IRF)，并将光谱仪所测的 Digital Number (DN) 转化为物理量。定标系数由以下公式计算：

其中 α 为计算的辐射定标系数， L 为标准光源的辐亮度或辐照度， DC 为光谱仪在不进光的情况下所测的暗电流值。通过辐射校准后的光谱的单位是单位面积单位波长的功率输出，标准光源通常单位表达为 $\mu\text{W}/\text{cm}^2/\text{nm}$ ，最好将其数值乘以 10 以使单位转化为 $\text{mW}/\text{m}^2/\text{nm}$ ，辐亮度转化关系相同。

$$\alpha = \frac{L}{DN - ED}$$

大尺度、高通量植物叶绿素荧光成像测量分析提供完美的解决方案，完全适用于陆空双基高光谱遥感分析。主要应用于以下领域：

- 植物光合作用和荧光测量
- 植物制图和植被健康特征
- 森林资源调查评估
- 农作物生长评估
- 陆空双基高光谱遥感监测



双利合谱
Dualix Spectral Imaging



双利合谱公众号



双利合谱视频号

江苏双利合谱科技有限公司

Jiangsu Dualix Spectral Imaging Technology Co.,Ltd.

无锡：江苏省无锡市南湖大道飞宏路58-1-108 | 电话：0510 68790503

南京：江苏省南京市玄武区童卫路4号南京农业生物高新技术创业中心1号楼423室 | 电话：136 0190 8732

深圳：深圳市龙华新区民治梅龙路七星商业广场B1101室 | 电话：0755 83205020

成都：成都市顺城大街206号四川国际大厦七楼G座 | 电话：028 84895322

西安：陕西省西安市高新区高新六路38号腾飞创新中心B座206室 | 电话：029 89562755

郑州：河南省郑州市中原区建设西路92号荣成大厦1215室 | 电话：15003896875

北京：北京市通州区金桥产业基地联东U谷中试区68B | 电话：010 56370168 696