

无人机高光谱在罂粟种植监测中的应用

前言

01

众所周知，在我国禁毒一直是重中之重。其中，罂粟是提取毒品鸦片的主要来源容易使用人成瘾、慢性中毒，严重危害社会稳定和公共安全。罂粟是在我国是明令禁止种植的毒品原植物，不管非法种植的数量多少和目的如何都不允许，一律应予强制铲除。对此，我国《刑法》第三百五十一条均对非法种植罂粟原植物做出了明确的定罪量刑标准。为了抵制毒品对于人类的危害，每年公安有关部门都在积极行动，实地拉网式侦查。在长期禁毒执法高压态势下，罂粟大面积非法种植已被有效遏制。但在我国部分乡村或野外地区依然存在，公安部门的禁毒、执法工作量较大。



图 1 罂粟植株随着行业级无人机的发展，利用无人机在高空巡航和遥控地面端人工识别的手段，可以克服传统的人工踏勘费时费力以及在人工难以进入的闭塞区域造成遗漏检测的弊端。然而，通过人工目视解译无人机图像的方法，效率和准确性依然不高。在一些农村地区，为了掩盖罂粟植株，多数农户会将其种植在复杂区域，利用相似地物掩饰混淆视听。将其穿插混种在菜地，以葱、蒜等外表相近的作物遮掩，或种植在房屋角落或荒废院落中，人迹稀少，杂物堆放不易发现，导致人工识别困难。



图 2 罂粟植株与干扰物体

无人机高光谱的优势

02

高光谱反映了高分辨率光学信息的特征，其利用很多很窄的电磁波波段（通常 $<10\text{nm}$ ）从感兴趣的物体获取有关数据。高光谱图像是由成像光谱仪获取的，成像光谱仪为每个像元提供数十至数百个窄波段光谱信息，产生一条完整而连续的光谱曲线。它使本来在宽波段遥感中不可探测的物质，在高光谱中能被探测。与无人机进行结合，可以实现高效大面积地物的高效监测。

无人机高光谱具有以下特点：

- (1) **光谱特征多**。成像光谱仪在可见光和近红外光谱区内有 300 个波段。
- (2) **光谱分辨率高**。成像光谱仪采样的间隔小，分辨率小于 3nm 。精细的光谱分辨率

反映了地物光谱的细微特征。

(3) **数据量丰富**。随着波段数的增加，数据量呈指数增加。

(4) **可提供空间域信息和光谱域信息，即“图谱合一”**，并且由成像光谱仪得到的光谱曲线可以与地面实测的同类地物光谱曲线相类比。

, 赞 69

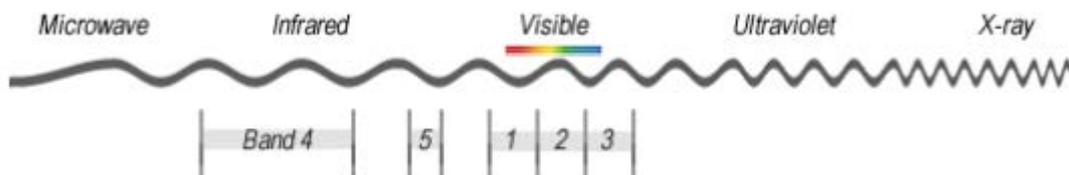
1. 与可见光结果相比

可见光图像仅仅有红绿蓝（RGB）三个波段的光信息组成，在对罂粟识别时通过人工肉眼判读进行监测，效率低下且准确度有限。而高光谱图像结果具有 300 个波段的光信息，对于罂粟可以提取其专属的波段特征，从而对其进行准确的识别，同时结合机器学习算法，可以实现自动化监测。

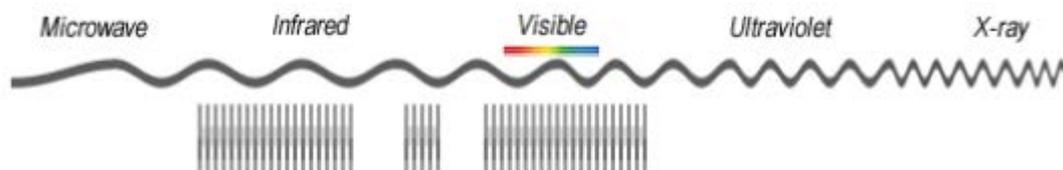
2. 与多光谱结果相比

多光谱和高光谱的主要区别是波段的数量和窄度。多光谱图像通常由 10-30 个波段的光信息组成，对于罂粟或其他地物的检测特征有限，容易与其他地物的反射光谱混淆。在高光谱图像中具有更高水平的光谱细节可以提供更好的植被区分能力，例如在检测罂粟时，高光谱图像可以有效区分罂粟与其他相似植物，提高准确率。

(1) 多光谱图像通常是指以像素表示的 10 到 30 个波段，每个波段可以通过使用遥感辐射计来获取。



(2) 高光谱图像包含很窄的波段 (<10 nm)，高光谱图像具有几百个波段（如 ATH9010 有 300 个波段）。



应用方法

03

罂粟的生长可分为4个周期，分别为苗期40天，蕾期20天，花期20天和果期20天，其中花果期由于罂粟的花朵形状独特、色彩艳丽，因此在该时间段内是罂粟巡查、铲除的黄金时期。所以每到春夏季节，全国各地的民警都会把查罂粟作为一个重点任务，此时无人机高光谱的优势不可取代，探查区域大、效率高。



图3 罂粟植株的生长周期

1. 飞行平台

奥谱天成无人机高光谱ATH9010，由飞行器、云台、高光谱相机和机载处理器等结构组成。飞行速度0-15m/s，最大载荷5kg，标准续航时间>50min，并且支持PPK/RTK定位。高光谱相机可以采集300个波段图像，波长范围为400-900nm，包含罂粟及其他植被的特征波段。可以对测区进行大面积高光谱原始数据采集。



图 4 无人机高光谱 ATH9010

2. 应用流程

活体的罂粟植株由于其特定的生理特征和结构，会对光线产生特定的反射率曲线，尤其在花果期阶段，这种反射率光谱曲线与其他植被存在特定的差异。利用这一特性，可以通过以下技术路线实现罂粟植株的自动识别。

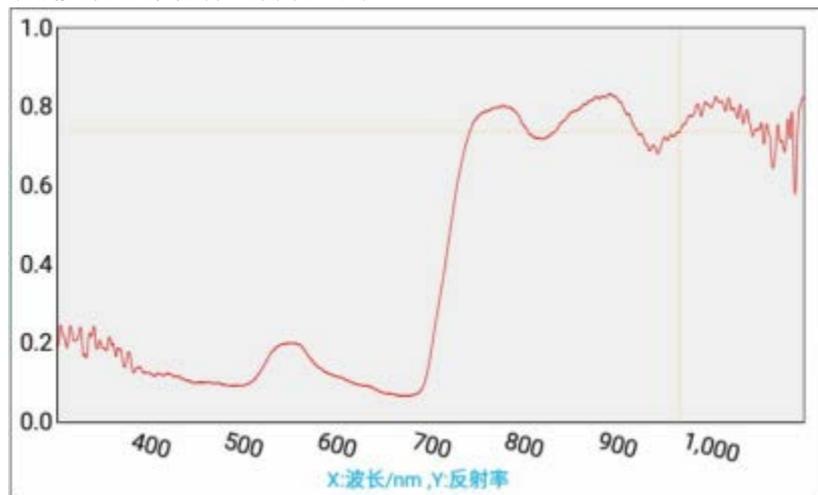


图 5 罂粟植株反射率光谱曲线示意图

(1) 利用无人机高光谱采集样本区域图像，样本区域中应该包含罂粟苗期或花果期的生长植株；

(2) 在图像处理软件中（如 ENVI）人工标记样本图像的罂粟植株区域，并区分苗期植株和花果期植株，制作成罂粟植株标准图像（ROI），并存储为罂粟植株数据库，后期监测中均可以使用；

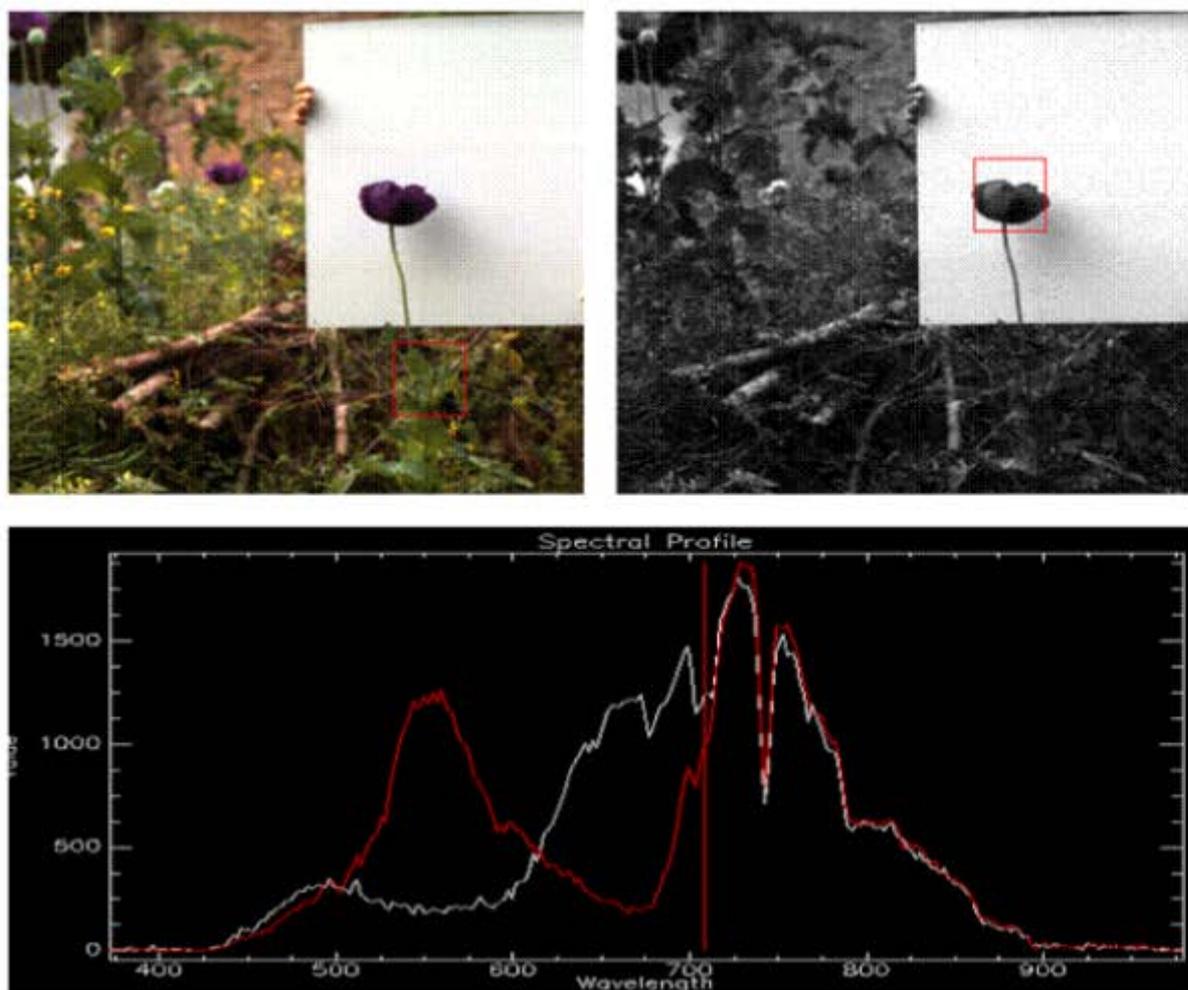


图 6 罂粟植株特征光谱和实地检测结果

(3) 利用 ENVI 或者公司开发的数据解译软件，将外业采集的图像导入软件中，应用机器学习方法和标准罂粟植株数据库对采集的原始进行自动检测，并自动标记出花果期或苗期的罂粟植株区域，最后结合人工目视图像检查，和实地检查进行铲除。

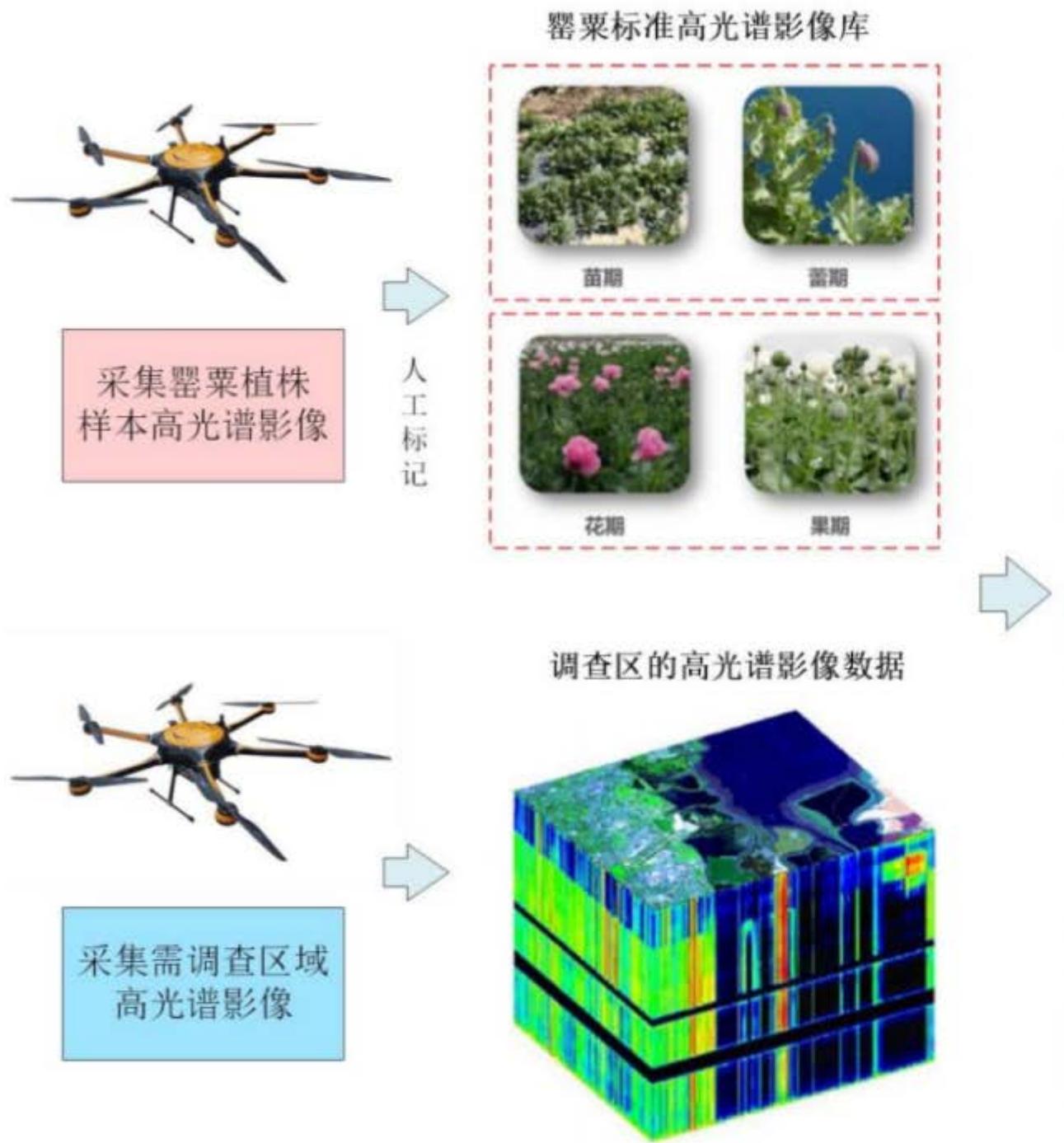


图7 罌粟植株无人机高光谱监测技术流程

奥谱天成致力于开发国际领先的光谱分析仪器，立志成为国际一流的光谱仪器提供商，基于特有的光机电一体化、光谱分析、云计算等技术，形成以拉曼光谱为拳头产品，

光纤光谱、高光谱成像仪、地物光谱、荧光光谱、LIBS 等多个领域，均跻身于世界前列，已出口到全球 50 多个国家。

- ◆ 承担“海洋与渔业发展专项资金项目”（总经费 4576 万元）；
- ◆ 2021 福建省科技小巨人科技部；
- ◆ 刘鸿飞博士入选科技部“创新人才推进计划”；
- ◆ 国家高新技术企业；
- ◆ 刘鸿飞博士获评福建省高层次人才 B 类；
- ◆ 主持制定《近红外地物光谱仪》国家标准；
- ◆ 国家《拉曼光谱仪标准》起草单位；
- ◆ 福建省《便携式拉曼光谱仪标准》评审专家单位；
- ◆ 厦门市“双百人才计划”A 类重点引进项目（最高等级）；
- ◆ 国家海洋局重大产业化专项项目承担者；
- ◆ “重大科学仪器专项计划”承担者。