

是否参加“青年红色筑梦之旅”项目	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否
是否国家重点领域项目	<input type="radio"/> 是 <input checked="" type="radio"/> 否

大学生创新创业训练计划 项目申报表

推	荐	学	校	西北工业大学	
项	目	名	称	无人机视角下的罂粟智能检测	
项	目	类	型	创新训练项目	
项	目	负	责	人	冯于洋
申	报	日	期	2025 年 5 月 15 日	

西北工业大学 制
二〇二五年五月

项目名称		无人机视角下的罂粟智能检测					
项目类型		(√) 创新训练项目 () 创业训练项目 () 创业实践项目					
		是否为“青年红色筑梦之旅”项目 (否) 是否为国家重点领域项目 (否)					
项目实施时间		起始时间： 2025 年 5 月 完成时间：2026 年 5 月					
申请人或申请团队		姓名	年级	学校	所在院系/专业	联系电话	E-mail
	主持人	冯于洋	2024	西北工业大学	DL/信息类	18149031669	mu_yunaaaa@mail.nwpu.edu.cn
	成员	王赞歌	2024	西北工业大学	DL/信息类	19891103099	wang_zange@mail.nwpu.edu.cn
		孙娜	2024	西北工业大学	DL/信息类	15349556691	sunnal215@mail.nwpu.edu.cn
		秦欣妍	2024	西北工业大学	DL/信息类	18792585771	3194653369@qq.com
		赵雯萱	2024	西北工业大学	DL/信息类	18972025880	zhaowenxuan@mail.nwpu.edu.cn
	指导教师	姓名	王兵书		研究方向	目标检测、图像增强、无人机视觉	
年龄				行政职务/专业技术职务	副教授		
手机				电子邮箱	wangbingshu@mail.nwpu.deu.cn		

主要成果	<p>指导老师王兵书在目标检测、图像增强、无人机视觉方面有着深入的研究，在多个高水平期刊和国际会议上发表了系列论文，并主持一项国家自然科学基金青年基金项目、一项中央高校基本业务经费项目、一项大数据系统计算技术国家工程实验室开放课题-面上课题、一项广东省智能信息处理重点实验室-面上课题以及一项西北工业大学 2024 年教育教学改革项目-重点项目。</p> <p>指导老师承担科研课题情况：</p>				
	序号	起始时间	结束时间	项目名称	经费来源及额度
	2022 年 1 月 1 日	2024 年 12 月 31 日	不均匀光照环境下文档图像的阴影成像分析及移除方法研究	国家自然科学基金青年基金	主持
	2024 年 1 月 1 日	2025 年 12 月 31 日	面向低空遥感大数据的微小红外目标检测技术研究	大数据系统计算技术国家工程实验室-面上课题	主持
	2024 年 1 月 1 日	2025 年 12 月 31 日	遥感脱敏影像中隐藏目标的定位与修复技术研究	广东省智能信息处理重点实验室-面上课题	主持

一、项目简介

罂粟作为制取毒品的主要原料，非法种植问题屡禁不止。传统人工踏查耗时费力、效率低下，难以应对其分散复杂的种植环境。在此背景下，无人机视角下的罂粟智能检测项目应运而生。该项目借助无人机搭载的高清摄像头、光谱相机等设备，对城市阳台、农田等区域进行高效巡查。通过先进的图像识别与深度学习算法，智能分析无人机拍摄的图像或视频，精准识别成熟罂粟植株，大大提升罂粟巡检效率与精准度。

二、项目相关研究现状及发展动态

近年来，基于无人机低空遥感技术的罂粟（*Papaver spp.*）智能识别研究迅速兴起。早期（2019 年左右）的研究多以经典的 YOLOv3 为基础，通过替换主干网络（如将 Darknet-53 替换为 MobileNetv2）实现轻量化，并引入空间金字塔池化（SPP）与 GIoU 损失函数以提高检测精度和速度。例如，“Improved UAV Opium Poppy Detection Using an Updated YOLOv3 Model”一文中，作者通过 MobileNetv2+SPP+GIoU 的组合，使得模型在 AP 达 96.37%、FPS 达 29 的情况下，显著优于原始 YOLOv3，尤其在移动平台部署方面展示了良好前景。该研究同时指出，罂粟在不同生长阶段和不同飞行高度下的检测困难，以及复杂背景下误检率较高，需要更多负样本和更细粒度的标注来提高模型泛化能力。

到了 2021 年，针对低空遥感图像中罂粟小目标、遮挡严重、复杂背景干扰等特点，研究者在 YOLOv3 基础上新增 104×104 分辨率预测层，并引入空洞卷积和改进特征融合策略，以提升对小尺度目标的敏感度。据报道，该改进模型在 mAP 达到 92.42% 的同时，模型体积缩减至原来的 13.75%，非常适合边缘计算部署。但该文也指出，风力模糊、塑料覆盖、混种干扰等现实因素对检测性能提出了更高挑战。

2022 年，一些学者开始借助 YOLOv5 以及更轻量化的 YOLOv6-Tiny、YOLOv8 等新一代网络，结合 DenseNet121 等分类器，以两阶段检测的方式大幅降低误报率。例如，“A Two-Stage Low-Altitude Remote Sensing Papaver Somniferum Image Detection System Based on YOLOv5s+DenseNet121”中提出，第一阶段使用 YOLOv5s 进行候选区域快速检测，第二阶段用 DenseNet121 进行二次筛选，在保持 95%召回率的同时，误报率由 291 张/4920 张减少到 76 张/4920 张，误报率降低 73.88%。该方法在 130 - 145 米低空飞行高度下实现了 97.7% 精确率和 94.9% 召回率。其他研究也逐渐关注到罂粟与周围植物在颜色、纹理上的相似性，例如采用 VisDrone2019 数据集进行实验，并引入高低尺度特征注意力模块（HLA）、重复学习、模型剪枝等策略，以提升轻量化模型在复杂背景下的稳定性。“Fast Opium Poppy Detection in UAV Imagery”一文中，作者报告 HLA 模块在 Drones 2023 数据集上使 mAP 提升达 2.5%，并提出在 YOLOv6-Tiny 中用 HLC 模块替代 RepBlock，在 50% 剪枝率下实现 23% 推理速度加速且接近原始准确率。

2023 - 2024 年，研究重点进一步向更轻量、对小目标更友好的 YOLOv8、YOLOv5+s Attention、SSD-YOLO 等模型方向发展。如

“Detection and Recognition of Poppy in UAV Imagery Based on Deep Neural Networks”中，作者在YOLOv8框架下设计DC-C2f、SD-attention、SPD-Conv等模块，通过空间切片重组和多层注意力机制，使得小目标检测的mAP在61.7%的基线上提升至72.9%。与此同时，利用Faster R-CNN、SSD等传统两阶段检测网络作为对照，凸显了轻量化Transformer和注意力机制在罂粟检测中的优势。除此之外，还有学者尝试用高光谱成像与光谱匹配分类技术（如“Identification of poppy by spectral matching classification”），以及在地面近距离场景下识别田间小麦田杂草（例如P. rhoeas）的研究，为UAV低空遥感罂粟检测提供了多种思路。

总体来看，国内外在无人机视角下的罂粟智能识别领域已经取得了显著进展：从最初的YOLOv3架构改进，到后续结合空洞卷积、多尺度预测层、注意力模块、剪枝与重复学习训练策略，再到基于YOLOv5、YOLOv6、YOLOv8等新一代架构进行轻量化与精度优化，研究者不断探索如何在有限计算资源下兼顾高精度与实时性。同时，针对现实场景的多样化干扰，如不同生长阶段、不同拍摄高度、遮挡、风动模糊、杂草干扰、塑料覆盖等因素，学术界也在尝试采用更细粒度标注、更丰富的负样本、更强的特征融合与注意力机制来提升模型鲁棒性与泛化能力。

三、项目实施的目的、意义

（一）目的

本项目旨在构建一个面向低空无人机遥感图像的罂粟智能检测系统，通过深度学习目标检测算法，实现对罂粟开花结果阶段的精准识别借助DJI Air 3等商用无人机平台采集数据，结合先进的YOLOv8和YOLOv11网络结构及多尺度注意力机制、数据增强策略与例如二阶段筛选等方法，在保证召回率的前提下，尽可能降低误检率和漏检率，为后续执法监测、精准打击非法种植提供可靠技术支持。

（二）意义

在农业与社会安全方面，罂粟作为国家重点管控作物，其非法种植与扩散不仅严重影响农村生态环境，也与毒品犯罪密切相关。利用无人机+深度学习技术能够实现大范围、低成本、全天候的监测，对于及时发现并遏制非法罂粟种植具有重要现实意义。

在技术发展与行业应用方面，基于深度学习的罂粟检测技术，属于智慧农业与智能安防领域的交叉前沿。通过研究与应用高效轻量的目标检测模型，可为后续其他作物或杂草监测、病虫害识别等提供通用技术框架，推动遥感信息处理技术在农业管理和社会安全领域的落地。

在学术价值上，本项目将探索多尺度注意力机制、空间-深度卷积模块等多种前沿方法在小目标检测中的应用方案，针对无人机遥感图像中罂粟目标的特殊性进行系统研究，可为进一步研究复杂背景下的小目标识别提

供样本与经验积累。

四、项目研究内容和拟解决的关键问题

本项目拟沿以下几个方面开展研究，并重点解决相应技术难点：

（一）研究内容

1. 多高度动态数据集构建

在不同飞行高度分别采集不同生长阶段（花期与果期）的罂粟图像，构建包含正样本（开花期与果期罂粟）、背景样本（非罂粟植物或裸地）与负样本（其他植物或假装覆盖物）共约 2000 图像的数据集。

2. 增强小尺度罂粟特征表达的 YOLOv11s 改进设计

基于 YOLOv11s 架构，针对无人机图像中小尺度罂粟的特征缺失，设计并插入例如多尺度注意力机制（MAM）、空间-深度卷积（SPD-Conv）等模块，以增强对小目标的特征表达能力。

3. 构建负样本池与多样化数据增强以提升复杂背景下的罂粟识别能力

通过对训练集中常见误检背景（如建筑局部、其他农作物叶片、塑料薄膜）进行统计分析，构建负样本池。结合 Mosaic、随机裁剪、颜色扰动、位置变换、图像融合等数据增强方式，以提高模型对复杂背景下罂粟与相似物体间的区分能力。

4. 基于 RTX 4090 的模型训练与面向边缘部署的高效推理优化

在 NVIDIA GeForce RTX 4090 GPU 云平台上完成训练；设计适合边缘计算的推理流程（例如采用 TensorRT 或 ONNX 转换），并进行实时性能测试。

5. 多指标评估与实飞验证下的罂粟检测系统部署优化

基于测试集与实际无人机飞行环境对比试验，利用 mAP、Precision、Recall、F1-score、误报率、推理速度、模型参数量等指标，对比不同改进策略的效果，最终形成一套可直接部署于现场巡检的罂粟检测系统。

（二）拟解决的关键问题

1. 多高度罂粟检测数据集的标注一致性与抗干扰优化研究

（1）在不同高度与光照条件下，罂粟目标尺度差异显著（例如使用 DJI Air 3 双摄版在 30m 高度拍摄时 $GSD \approx 0.63\text{cm/pixel}$ ，60m 时 $GSD \approx 1.25\text{cm/pixel}$ ），小目标与模糊边缘导致标注水平需统一，保证标注一致

性。

(2) 复杂背景下存在塑料覆盖、混种、杂草干扰等假阳性因素，需要对负样本进行细粒度分类与标注，以减少模型误检。

2. 多尺度特征融合与轻量化注意力协同优化

(1) 多尺度特征融合：如何在 Backbone 与 Neck 处插入模块，使模型既能保留大尺度物体信息，又能放大小尺度罂粟在特征层的表征？

(2) 注意力计算开销：在轻量化模型前提下，引入注意力机制会增加计算量，亟须设计高效的模块结构，在精度提升与速度损失之间找到平衡。

3. 正负样本平衡与增强策略适配性的关键问题分析

(1) 负样本比例与采样策略：过多负样本可能导致正负类不平衡而削弱正样本学习能力；但负样本不足又无法抑制误检，需要设计动态采样策略（如在线难样本挖掘、重复学习）来平衡正负样本梯度贡献。

(2) 增强策略的适配性：Mosaic、颜色扰动等常用增强方法在大幅改变场景背景时，可能导致模型过拟合人为合成的伪场景，需要结合原始 UAV 图像特点设计更适配的增强方案。

4. 模型训练优化与推理加速策略探索

(1) 训练参数搜索与收敛性：针对不同优化器（Adam、SGD）、学习率衰减策略、批量大小等超参数组合进行网格搜索，以获得最快收敛且泛化能力最佳的模型；

(2) 推理加速与剪枝策略：如何在不显著损失检测精度的情况下，通过剪枝、量化、TensorRT 优化等手段，将模型加速，满足实时检测需求。

5. 跨场景鲁棒性验证与智能可视化预警系统构建

(1) 跨场景泛化能力验证：在不同田块、不同时间段（阴天/晴天）、不同背景环境下，对模型进行鲁棒性测试，确保项目成果能适用于多种实际应用场景；

(2) 可视化与报警机制：设计模型输出结果的可视化界面，并结合 GPS 坐标，实现检测到罂粟时自动生成告警标记与报告，便于后续人工复核与执法。

五 、项目研究与实施的基础条件

（一）硬件设备条件

1. 无人机平台

例如 DJI Air 3 双摄版（广角+中长焦双摄，支持 48MP 拍照、4K HDR 视

频)等无人机,可实现高分辨率图像采集及多角度取样;

2. 存储与传输

Micro SD 卡 (SanDisk Extreme 128GB V30) (支持 4K 视频与高速图传), 移动固态硬盘 (Samsung T7 1TB) 用于大规模图像与标注数据备份;

3. 地面辅助设备

三脚架、可拆卸遮阳罩与防尘箱,用于地面半自动航点拍摄,确保拍摄角度与高度一致;

4. 计算平台

NVIDIA GeForce RTX 4090 GPU (租用云平台), 可满足深度学习模型训练需求。

(二) 软件与工具环境

1. 深度学习框架

初步计划使用 PyTorch 2.2.1+ CUDA 12.4(需与 RTX 4090 驱动兼容);

2. 目标检测开源代码库

YOLOv8、YOLOv11 以及相关注意力模块 (如 ECA、SE、CBAM) 开源实现;

3. 标注工具

LabelImg 标注工具, 自研脚本用于负样本筛选;

4. 代码管理与协同开发

GitLab 私有仓库、JupyterLab 开发环境、PyCharm/CLion IDE 用于 Python 与 C++ 混合开发;

5. 推理与部署工具

例如采用 ONNX、TensorRT, 用于模型导出与加速; OpenCV 4.x 用于图像预处理与结果可视化。

(三) 数据与样本资源

1. 自建 UAV 罂粟图像数据集

计划在项目初期, 通过与相关机构合作, 获取少量人工种植罂粟样本; 并利用网络开源无人机视角下的罂粟图像与图像合成技术补充正样本。

2. 负样本池

初步收集当地其他植物、裸地、建筑局部等 UAV 图像, 作为负样本对比;

（四）资金与管理条件

1. 科研经费预算

约 2 万人民币，覆盖 UAV 采购、外业采集、GPU 算力租赁成本等。

2. 项目管理

项目采用阶段性里程碑制，每月组织一次组会，保证数据采集、模型开发、实验测试。

六、项目实施方案

（一）数据采集与处理

1. 野外 UAV 采集

（1）与农业部门或科研机构共同选定试验田块，对不同高度进行定点航拍；

（2）在花期（4 - 6 月）与果期（7 - 8 月）分别采集所需样本图像；

（3）同步记录 GPS 坐标、时间戳、光照信息，确保后期标注与管理便利。

2. 网络与合成图像补充

（1）从公开资源下载合法罂粟图像；

（2）基于真实 UAV 图像进行图像拼接、背景融合，合成多样化场景，以扩充样本池。

3. 图像预处理与增强

（1）对原始图像进行裁剪、去噪、直方图均衡等基础预处理；

（2）在训练集上实施 Mosaic、颜色扰动、随机旋转、位置变换等增强策略，保证数据多样性；

4. 标注流程

（1）使用 LabelImg 工具以 YOLO 格式标注正样本；

（2）为负样本与背景样本单独建立类别标签，保证模型训练时可区分正、负样本；

（3）由两名标注人员交叉复核，最终保障标注质量达 98% 以上一致性。

（二）基础模型环境搭建与预训练

1. 预训练模型下载与验证

（1）从 Ultralytics 开源仓库下载 YOLOv8 官方权重；

在已经收集好的数据集上进行微调训练，验证迁移学习效果，测试不同模型在小目标检测上的基础性能。

2. 环境依赖与工具链配置

- (1) 在主机服务器上安装 PyTorch 2.2.1+CUDA 12.4、cuDNN 8.x 等依赖；
- (2) 配置例如 ONNX、TensorRT 环境，用于后续模型导出与推理加速；
- (3) 编写数据加载与预处理脚本，保证训练/验证时可灵活切换不同数据增强策略。

(三) 模块设计与小规模验证

1. 设计提升模型对小目标特征密度等方面的模块

- (1) 初步考虑使用 SPD-Conv、MAM 等模块，验证效果，为后续研究的模块设计进行铺垫。
- (2) 设计可调节超参数（卷积核大小、通道缩放比、注意力系数），以便后续实验快速对比。

2. 负样本挖掘策略

- (1) 在基础训练阶段采集误检负样本池，对高置信度误检结果集中挖掘“硬负样本”；
- (2) 引入在线难样本挖掘（OHEM）算法，动态调整正负样本采样比例；
- (3) 将负样本作为独立类别或附加损失项，指导模型在训练阶段更好地区分罂粟与背景相似物。

3. 改进特征融合与预测层设计

- (1) 在 YOLOv8 多层特征预测的基础上，尝试新增更高分辨率或更低分辨率层，以增强小目标与大目标的协同检测能力；
- (2) 对比实验中，如果新增加预测层带来参数激增与速度降低过大，则退回至三层预测，在 Backbone 或 Neck 添加更多特征融合路径。

(四) 改进模型设计与开发

1. 计划将前期对基准模型 YOLOv8 的研究过渡到以 YOLOv11 的主要研究, 在对 YOLOv8 的基本结构、特性和性能表现进行充分验证的基础上，项目计划逐步转向更前沿的 YOLOv11 模型

- (1) 利用 YOLOv11 在轻量化、高精度小目标检测方面的结构创新，提升对罂粟目标的检测能力；
- (2) 引入更高效的 Backbone（如 EfficientViT、PP-LCNet）、新型 Neck（如 BiFPN++）以及多层级解耦 Head 模块，探索特征聚合和表示能力提升的效果；
- (3) 尝试模块微调与剪枝策略，使模型在部署阶段具备更强的推理速度

与平台适应性。

2. 模块级别创新设计与替换实验，YOLOv11 框架下，尝试以下模块替换

（1）空间感知模块：引入 SPD-Conv、ACmix 等模块以提升模型对纹理稀疏、细节差异明显的目标感知能力；

（2）注意力机制设计：探索改进版本的 CBAM、ECA 或 SimAM，增强模型对罂粟类目标的注意聚焦；

（3）轻量化结构设计：融合 GhostNet 或 MobileOne 结构组件，在保持模型精度的前提下尽可能压缩模型参数量；

（4）候选区域优化：采用更加灵活的 anchor-free 策略，适配尺度不一、遮挡严重的目标形态。

（五）改进模型的训练、验证

1. 使用 YOLOv11 模型训练

（1）按照第一阶段建立的正负样本数据集，以 8:2 比例划分训练集与验证集；

（2）采用例如 Adam、SGD 等优化器，设置学习率和批量大小，根据显存容量灵活调整；

（3）设置训练轮次，采用例如 Cosine Annealing 或 StepLR 学习率衰减等策略；

（4）在每隔一定训练轮次保存一次模型权重，记录训练损失、验证集 mAP、Precision、Recall 等指标，及时判断过拟合与欠拟合情况。

2. 进行优化方法设计

（1）基于多阶段训练，重复训练，数据增强训练等等训练方法，设计合适的训练方法

（2）对比不同训练方法得到的整体检测时间与准确率，评估并在实时性与精度上取得最佳折中。

3. 验证与测试

（1）在保留的测试集上对训练好的两阶段模型进行完整性能测试，记录 mAP、误报率、漏报率、推理速度（FPS）、模型体积（MB）等指标；

（2）开展跨场景测试：不同飞行高度、不同光照条件、不同背景下的测试，以检验模型泛化能力；

（3）对比主流轻量化检测算法（例如 YOLOv5，YOLOv6-Tiny、SSD、Faster R-CNN Lite 等）在相同数据集上的表现进行对比分析。

（六）系统集成与实地部署

1. 模型导出与加速

(1) 将最终模型导出例如 ONNX 格式；

(2) 对比不同精度（FP32、FP16、INT8）下的推理速度与检测精度，选取最优量化策略；

2. 可视化与告警模块开发

(1) 基于 OpenCV 开发可视化脚本，将模型检测结果在 GUI 界面上实时显示，标注框、置信度、GPS 坐标等信息；

(2) 设计告警机制：当检测到罂粟时，将图像与坐标信息通过 4G/5G 模块实时上传至后台服务器，并生成对应报警报告；

(3) 与应用平台对接，实现执法人员实时查看检测结果与定位信息。

（七）总结报告与推广应用

1. 项目成果整理

(1) 撰写《无人机视角下罂粟智能识别系统研究报告》，包含数据采集方法、模型设计思路、实验结果与对比分析、部署方案与实地测试结果；

(2) 完成中期检查报告与结题答辩 PPT，重点突出项目创新点、技术路线与应用价值；

2. 论文发表与专利申请

(1) 在国内外期刊或会议投稿相关论文；

(2) 如果核心技术具有自主创新性，可在成果总结阶段申请实用新型或发明专利。

七、项目的技术路线、创新点及项目特色

（一）技术路线

1. 数据采集与注释

(1) 使用无人机在不同高度对不同生长阶段的罂粟进行航拍，结合实地调查记录罂粟分布；

(2) 采用多种方式补充数据，包括网络采集、图像合成与合成负样本，保证数据多样性；

(3) 使用 LabelImg 以 YOLO 标注格式进行细粒度标注，区分正样本、负样本、背景样本。

2. 模型设计与改进

(1) 基于 YOLOv8 架构，设计并使用例如多尺度注意力机制

（MAM）、空间-深度卷积（SPD-Conv）模块，将不同核大小的卷积结合全局平均池化提取多尺度通道注意力特征，增强小目标表征；

(2) 引入负样本挖掘策略，对高置信度误检区域进行动态筛选，减少背

景误判。

3. 模型训练与优化

- (1) 采用优化器的联合使用加速收敛；
- (2) 进行剪枝与量化实验，在不显著损失精度的前提下，加速推理；
- (3) 基于多阶段训练，重复训练，数据增强训练等等训练方法，设计合适的训练方法

4. 系统集成与验证

在真实田块环境中进行飞行测试，通过对比人工巡查与系统检测结果，验证项目应用性能。

(二) 创新点

1. 在目标检测中引入 MAM 多尺度注意力机制

首次将 1×1 、 1×3 、 1×5 多尺度卷积与全局平均池化相结合，生成通道注意力权重，并将其引入 YOLOv8 和 YOLOv11 Backbone，有效提升小尺度罂粟特征提取能力，使得模型在小目标检测场景中 mAP 提升。

2. 设计 SPD-Conv 空间-深度卷积模块

创新性地将空间信息拆分为多个通道，在通道维度上进行特征重组，让小目标的空间特征在通道上得以聚合，从而在保持模型轻量化的前提下增强小目标检测性能。

3. 负样本动态挖掘与训练策略

基于训练过程中高置信度误检结果，设计策略（例如对模型进行“重复学习”），强化对复杂背景下高误检区域的辨别能力。

4. 多场景跨域验证

项目设计了多光照、多地形、多种背景（建筑、其他农作物、裸地、塑料覆盖）下的跨域验证，保证模型在不同 UAV 平台与不同拍摄参数下均具有较强泛化能力。

(三) 项目特色

1. 小目标检测专用优化

针对 UAV 低空遥感罂粟图像中小尺度、高遮挡、复杂背景等特点，从网络结构、注意力机制、空间变换等多方面进行联合优化，提升模型的专用性与鲁棒性。

2. 轻量化与实时化并重

在提升检测精度的前提下，通过剪枝、量化，使系统具有实地巡检能力。

3. 场景化部署与可视化告警

开发可视化脚本将模型检测结果可视化，并设计告警机制，与应用平台对接，实现实时查看检测结果与定位信息。

八、已有基础（包括与本项目有关的研究积累和已取得的成绩、学校可以提供的条件、尚缺少的条件及解决方法）

（一）与本项目有关的研究积累和已取得的成绩

1. 文献调研与算法选型经验

（1）项目组成员已系统阅读并整理了 2019 - 2024 年间围绕 YOLOv3、YOLOv5、YOLOv6、YOLOv8、YOLOv11 等模型在 UAV 罂粟检测方面的重要论文，共计 8 篇，其中包括中国国家重点实验室与国际会议上的多篇参考文献，为本项目的技术路线提供了坚实理论基础。

（2）针对每篇文献的关键技术（如 MobileNetv2 轻量化替换、SPP 模块、GIoU 损失、空洞卷积、多尺度融合、注意力机制、剪枝与量化、二阶段检测等）进行了深入对比分析，明确了各方案的优劣势，为后续模型设计与改进提供了针对性的思路。

2. 预研实验与原型系统搭建

项目初期，团队在指导老师自建的数据集及自建少量 UAV 罂粟图像上对 YOLOv8 进行了预训练与微调实验，验证了 YOLOv8 在小目标检测上的基础性能。但在罂粟 UAV 图像中，存在大量误检，需要进一步改进。

（二）已具备的条件

1. 软件环境

例如 PyTorch 2.2.1 + CUDA 12.4、ONNX、TensorRT、LabelImg、OpenCV 4.x、GitLab 版本管理、Python 3.8、C++17 开发环境。

2. 数据资源

指导老师提供的近千百张自建数据集、通过网络渠道获得的合法罂粟图像、数千张背景样本和负样本

（三）学校可以提供的条件

1. 科研设备

（1）无人机设备：配备 DJI 系列无人机（包括 Mavic 2、Air 3、Phantom 4 RTK 等）

（2）算力支持：多台装配 NVIDIA RTX 4090 GPU 的服务器，可供项目组成员并行训练与调优

2. 经费支持

（1）专项科研经费：学校为本项目提供启动经费，用于设备购置、实地

调研和数据标注；。

（2）学术氛围与交流平台：学校定期召开 AI 与机器学习、无人机技术研讨会，项目组可借此平台与校内外专家探讨研究思路、分享中期成果；

（四）尚缺少的条件

1. 硬件资源

Micro SD 卡、Samsung T7 1TB 移动硬盘、实验室 NVIDIA RTX 4090 GPU 服务器等。

2. 大规模、多样化 UAV 罂粟数据集

当前已采集 200 张图像，但目标数据集需达到约 2000 张，且涵盖更多场景（湿地、平原、丘陵、山地）、更多气象条件（晴天、阴天、雾霾、尘土）。

3. 完整的负样本库

尽管已有部分硬负样本，但在覆盖建筑、其他农作物、杂草、塑料薄膜等误检背景方面仍有欠缺。

4. 经费与管理支持

（五）解决方法

1. 持续数据采集

（1）与相关部门协商，获取更多合作田块，在不同季节、不同区域进行 UAV 航拍；

（2）通过与相关机构合作，获取少量人工种植罂粟样本，并利用网络开源无人机视角下的罂粟图像与图像合成技术补充正样本；

2. 负样本扩充

（1）通过无人机在非罂粟区域（工地、村庄、其他作物田块）进行航拍，积累更多负样本；

（2）利用图像搜索引擎下载与合成技术自动生成伪合成负样本，模拟常见误检场景；

（3）设计半自动化标签修正脚本，通过聚类与中心等损失函数筛选高置信度误检样本，并将其纳入训练。

3. 扩展多场景测试

将不同场景下的检测结果进行可视化分析，找出误检高发区并针对性加入更多负样本进行补充训练。

九 、 项目研究进度安排及各阶段预期成果（本栏内容为中期检查及结题答辩重要参考）

第一阶段（数据准备）（2025 年 5 月 15 日-2025 年 8 月 15 日）：

构建一个涵盖不同拍摄高度、不同光照条件及生长阶段的 UAV 视角罂粟图像数据集（目标规模约 2,000 张），通过网络爬虫、图像合成、图像增强等方式补充数据，建立正负样本库并完成 YOLO 格式标注，同时输出标注规范与质量初步报告。

第二阶段（基线模型建立）（2025 年 8 月 16 日-2025 年 10 月 16 日）：

在自主构建的数据集上，完成 YOLOv8 等主流目标检测网络的初步微调与测试，产出 mAP、推理速度、参数规模等关键指标，作为后续模型优化的性能基线。

第三阶段（模块设计与小规模验证）（2025 年 10 月 17 日-2025 年 11 月 17 日）：

完成类似于注意力机制（如 MAM）和轻量卷积模块（如 SPD-Conv）等模块的初步设计与代码实现，并在小规模训练集上进行实验验证，输出对比实验图表，探索其在罂粟识别中的有效性。

第四阶段（模型优化与训练验证）（2025 年 11 月 18 日-2026 年 2 月 18 日）：

将前期对基准模型 YOLOv8 的研究过渡到以 YOLOv11 的主要研究，进行模块设计和模型优化，提升系统的精度与误报率，目标实现高召回率和低误报率降低，并在不同场景和主流轻量化检测算法下进行综合验证，以评估模型在精度、速度与泛化能力上的整体性能，输出完整评测与参数调优报告。

第五阶段（系统部署与实地测试）（2026 年 2 月 19 日-2026 年 3 月 19 日）：

将模型部署至相应平台，实现实时检测。根据试验完成实测评估报告。

第六阶段（总结与成果形成及呈现）（2026 年 3 月 20 日-2026 年 5 月 5 日）：

完成项目总结材料，包括《研究报告》、答辩 PPT 及成果展示稿，力争形成 1 篇论文投稿初稿或至少 1 项实用新型或发明专利的申请材料。

十 、 经费预算

开支科目	预算经费（元）	主要用途
预算经费总额	20,000.00	无

1. 业务费	16,000.00	项目调研、会议差旅、测试等
(1) 计算、分析、测试费	12,000.00	图像处理算法、识别模型测试、GPU 算力租赁 (RTX 4090, 2 元/小时*1000 小时) 等
(2) 能源动力费	500.00	电力费用、无人机飞行电池充电等
(3) 会议、差旅费	2,000.00	项目会议交流、野外数据采集差旅费
(4) 文献检索费	500.00	查阅付费数据库、下载文献
(5) 论文出版费	1000.00	期刊版面费、投稿费
2. 仪器设备购置费	2,000.00	购买图像采集设备或无人机配件
3. 实验装置试制费	1,000.00	图像识别系统试验平台搭建
4. 材料费	1,000.00	电缆、储存卡、支架、实验耗材等
总计		20,000.00 元

十一 、导师推荐意见 (必须明确表述项目结题成果及呈现方式)

该项目选题具有很好的社会意义和应用价值，申请人团队前期进行了细致调研，特别是对技术方案设计和数据集的处理，形成了可行性高的想法。项目预期成果将构建一个无人机视角的罂粟数据集、实现一个罂粟检测算法、形成一个结题报告。总的来说，研究目标明确，方案合理可行，同意推荐。

签名：王兵书

2025 年 5 月 20 日

十二、院系推荐意见

院系负责人签名：马春燕

学院盖章
年 月 日



十三、学校推荐意见

学校负责人签名：张治良

学校盖章
年 月 日



十四、省教育厅评审意见

单位盖章

年 月 日

注：表格栏高不够可增加。