

# 南方科技大学

## 大学生创新创业训练计划项目 申请书

项目名称: 多旋翼无人机低成本全自动高兼容性察打一体方案设计

项目负责人: 马国恒

所在院系: 电子与电气工程系

专业班级: 2022 级信息工程

联系电话: 18603267985

E - mail: 12211611@mail.sustech.edu.cn

指导教师: 张宏 职称 讲席教授

申请日期: 2024 年 4 月 11 日

南方科技大学教学工作部 制

## 填 表 说 明

一、请严格按照表中要求填写各项。要求实事求是，表达明确、严谨。

二、项目只能由全日制本科生提出申请，原则上以二、三年级学生为主。申请者要品学兼优、学有余力，有较强的独立思考能力和创新意识，对科学研究、科技活动或社会实践有浓厚的兴趣。

三、“项目类别”指 A--创新训练项目；B--创业训练项目；C--创业实践项目。

四、申请书中第一次出现外文名词时，要写清全称和缩写，再出现同一词时可以使用缩写。

五、申请书用 A4 纸双面打印，于左侧装订成册。由指导教师和所在院系审查并签署意见后报送教学工作部，同时提交电子文档。

六、如表格不够，可以加附页。

项目 简 况	项目名称	基于多种定位技术的多旋翼无人机察打一体方案优化设计									
	项目类别	(A )     A--创新训练项目；B--创业训练项目；C--创业实践项目									
	申请资助经费	20000 元				项目起止时间		2024 年 4 月至 2026 年 4 月			
项目 负 责 人	姓    名	马国恒		性别	男		出生年月		2003 年 6 月 18 日		
	专业年级	信息工程专业 2022 级					学院（系、部）		电子与电气工程系		
	学分绩点及专业排名	3.45/29					电    话		18603267985		
项目 组 主 要 成 员	姓    名	性别	出生年月	专业年级	所在学院（系、部）		项目分工		签    字		
	王秉旸	男	2003.10.18	信息工程专业 2022 级	电子与电气工程系		定位系统		王秉旸		
	应逸雯	女	2004.6.15	信息工程专业 2022 级	电子与电气工程系		视觉算法		应逸雯		
	吴蔚芷	女	2004.8.30	信息工程专业 2022 级	电子与电气工程系		机械设计		吴蔚芷		
指 导 教 师	姓    名	性    别		出生年月	职    称		最高学历	最后学位	研究方向		
	张宏	男		1959 年 7 月	加拿大外籍院士、IEEE Fellow、讲席教授		博士研究生	博士	计算机视觉 (SLAM) 图像处理		
	高立豪	男		1994 年 11 月	讲师		研究生	博士	飞行器总体设计		
	电    话	18510600551			E-mail		hzhang@ualberta.ca				

**一、 立项依据**（包括项目的意义，国内外研究现状与存在的问题，自身具备的知识条件,自己的特长、兴趣，相关经历，开展研究的前期准备工作等）

近年来，多旋翼无人机在工农业生产、物流运输、国防军事等领域得到了日益广泛的应用。其中，利用无人机携带一定载荷，通过机载设备对目标进行侦察、定位，并通过自动或人工导航飞行方式将载荷投放到目标处的“察打一体”任务模式，是多旋翼无人机应用的基本方式之一，典型代表如民用的快递外卖运送无人机和军用的战术无人机，均已取得了一定的应用成果。得益于垂直起降、灵活机动的特点，多旋翼无人机在越来越多应用场景中展现出了难以替代的优势；对其察打一体任务模式的优化和升级，将能够进一步拓展多旋翼无人机任务能力、提升任务执行效率和可靠性、降低任务成本，具有重要的工程 and 实际意义。

多旋翼无人机察打一体功能实现的核心在于“察”和“导”，即通过一定的机载传感器准确识别并定位目标，规划到达目标空域的飞行路线，并进行实时导航。目前，上述过程可以通过纯人工手动、半自动或全自动方式完成。其中，实现目标侦察的手段主要有手工侦察、固定翼无人机飞机和卫星侦察，这些侦察技术在人员成本，定点长时间侦察和侦察的准确性和清晰度上都有自己的各自的优点，但是都不能兼顾这些侦察需要具备的性质；进行定位与导航的技术主要为 GPS（Global Positioning System），优点是在有卫星直接照射的室外可以快速部署，且成本低，可以快速投入使用，但是缺点也十分显而易见，GPS 精度较低，只能达到分米级精度，并且在室内这种有建筑物遮挡的地方无法实现定位功能。

目前国内外投入使用的察打一体无人机，受限于技术成熟度和成本，多以纯人工手动遥控或半自动方式进行飞行，依赖高水平操作手和空地双向数据链的支持，在取得一定应用成果的同时，缺点也较为明显地暴露出来：首先，操作无人机需要专业的技能和经验。操作人员必须具备良好的无人机操控能力，这需要经过长时间的培训和实践。此外，在军用场景中，操作人员往往会成为明显的被观察和打击的目标，因为他们需要暴露在战场上，与无人机保持通信和控制。其次，无人机依赖于电磁波传输控制和图像信号，容易受到城市内部日益复杂的电磁环境、战场上强电磁干扰的影响，这不仅限制了无人机的任务范围 and 安全性，还可能导致任务失败以及设备损失。再次，无人机缺乏实时自主任务更新和路径规划能力，高度依赖地面指令或预设任务、路线，难以应对复杂

为了解决上述问题，迫切需要一种基于多种定位模式、具有良好兼容性和全自主任务能力的多旋翼无人机，以替代传统的简单小型人工操作无人机。这种新型无人机能够更好地适应当前应用场景、具备更高的任务执行效率和安全性。因此，我们以提高无人机兼容性和多场景实用性为目标，通过综合应用 UWB（Ultra-Wideband）室内定位技术、RTK（Real-Time Kinematic）室外高精度定位技术、mavros-PX4（MAVLink to ROS Interface）开源飞控上位机控制系统，进行新型多旋翼无人机察打一体技术方案的开发，具体技术路线和方案为：在 Intel NUC 上搭载的 Ubuntu 系统中运行上位机 ROS 机器人控制系统，通过 mavROS 节点与烧写 PX4 飞控固件的 PX4 进行通信，从而进行飞机的控制和任务执行。此外基于上位机的多种接口，部署两套定位系统分别是室外使用的 RTK 系统，室内使用的 UWB 系统，其中两套系统搭配另外一台上位机进行快速部署操作；无人机上挂载基于 librealsense 系统的深度相机 D435i 和下视基础相机，从而实现多维度的视觉识别功能；上位机用高刷新率数传与电脑连接，并搭配高清晰度高刷新率数字图传，和舵机操作系统实现投掷物的释放功能。

围绕项目技术路线和方案，我们已进行了该项目的准备和预研工作。在项目条件方面，我们依托南方科技大学航模社和力航系航空航天工程专业教学平台，已经具备了室内室外试飞调试四旋翼无人机的能力，并且有各类加工设备如 3D 打印机，激光切割机等，对各类搭载设备机械链接，保证无人机的稳定性。项目预研方面，目前我们已经对 UWB 技术，mavros-PX4 无人机控制算法进行了预演和试验机实验，实现了室内基于位置信息的稳定控制飞行，和一定的视觉识别能力。

我们的团队由四位大二的学生组成。

马国恒同学目前在南方科技大学电子与电气工程系孟庆虎教授课题组进行无人机基于视觉的路径规划方向的研究工作，同时担任南方科技大学航模队无人机组组长，对于机械结构、开源飞行控制系统和机器人的先进控制手段有所研究。有较多的项目经验，较熟练掌握基本电路知识，独立完成多次电路 PCB 设计制作。对于无人机及其相关设计较为感兴趣且有一定经验，此前曾参加 2023 届全国大学生电子设计竞赛无人机题目的设计完成工作。

王秉旻同学目前在南方科技大学电子与电气工程系张宏教授课题组中，参与过基于视觉的“示教-重复”无人摆渡车相关工作，对于计算机视觉与基于视觉的机器人定位

与导航有所研究。

应逸雯同学目前在南方科技大学电子与电气工程系张宏教授课题组进行视觉识别的研究工作，对于计算机视觉和移动机器人定位和导航有所研究，对于视觉识别、机器人操作系统、嵌入式系统设计感兴趣且有一定经验。

## 二、项目研究内容（包括 1.具体研究内容和技术考核指标；2.拟解决的关键问题；3.项目可行性分析）

研究内容：

- 无人机稳定的机械设计；

对于四旋翼无人机来说机械结构的稳定性和可靠性直接与其鲁棒性相关，成熟可靠的机械设计是一个稳定的系统必须具有的。。

- 通过飞行控制器对无人机进行控制；

实现无人机在上位机的控制下，通过 mavros-PX4 飞行控制算法，脱离操作员控制的稳定飞行。

- UWB 及 RTK 定位系统的搭建；

UWB 作为今年来的新兴技术，配套设施和商品级技术方案尚未成熟，我们希望能通过上位机和具有电源载板功能的支架等设计，使其可以高效的部署，稳定的与飞行系统连接通信。

- 视觉算法识别；

视觉算法是执行任务的灵魂，我们的设计目标是使无人机可以通过对外界的视觉识别具有一定的自主执行任务的能力。

- 上位机算法优化控制；

在 mavros-PX4 飞行控制算法中与用到了大量封装的库函数，具有大量的优化加速空间，在我们的前期调研中得知，上位机通信更底层的使 mavlink 通信协议，并且已经更新至 mavlink-v2，具有了更多高速算法和新功能，我们希望通过学习研究实现更多功能且快速稳定的飞行控制。

- 自主任务设计；基于现实具体问题需求，设计无人机的任务模板，为没有开发能力的使用者创造更方便的使用方法。

技术考核指标：

- 定位系统搭建效率；

提高目标定位精度、获得高质量图像数据、增强飞行控制能力、延长任务持久性以及降低任务风险，这些优势使得无人机在军事、情报、安全等领域发挥着越来越重要的作用。无人机空中稳定精度；

- 视觉识别特殊标志精度；

提供关键的情报支持、增强目标跟踪和监视能力，并提高导航和定位服务的准确性和可靠性

- 任务完成速度；

- 应对不同情况鲁棒性；

该项目无人机是为了多任务实用性而设计的，在不同情况下和场景下的适用性应该是判断其符合设计标准的一个重点

- 不同定位系统切换后的稳定性；

多任务适用性的同时也应该兼具在不同场景下切换定位系统的速度及切换完成后是否还能正常执行任务的能力

关键问题：

- 嵌入式系统开发；

嵌入式系统是无人机的核心控制系统，负责控制飞行、导航、传感器数据处理等关键功能，对于确保任务无人机能够安全、准确地执行各种任务至关重要。

- 识别所需算法；

视觉识别算法可以帮助无人机感知周围环境，包括障碍物、地形等，并进行实时的避障决策，因此视觉识别算法需要能够在短时间内快速准确地识别目标，以确保任务的顺利执行。

- 高精度快响应飞行器控制算法；

高精度的飞行器控制算法需要具备系统稳定性和可靠性，确保在长时间的飞行任务中系统不会出现崩溃或故障。这对于确保无人机能够持续、可靠地执行任务至关重要。

项目可行性:

技术路线可行: 本项目技术路线所基于的 RTK、UWB 和 mavros-PX4 控制技术, 均已较为成熟, 其中 UWB 常用为厂房车间人员定位, 物品定位等; RTK 技术在农业无人机中有相应的应用; PX4 开源算法作为任务无人机最常见的算法, 在四旋翼无人机科研领域有相应的应用; 本项目规划的 UWB 定位系统加 mavros-PX4 定位技术方案, 已有试验机成功稳定飞行的基础, 主要开发难点为多定位技术的融合切换及视觉算法与无人机任务的配合实现, 对应的解决措施为换用最新的 openCV 库, 并且改变上位机核心架构, 查找相关论文, 难度可控。

人员配置可行: 本项目组成员均为相关专业学生, 具备一定的项目实现能力、具有较为丰富的项目相关经验, 并且在各自擅长的领域有一定的研究基础。能够完成项目规划任务和方案。

支持条件可行: 本项目依托全国电子设计竞赛和 CUADC (全国大学生飞行器设计创新大赛) 赛题实现, 已具备的前期试验机定点飞行能力和可以使用的各类加工设备及飞行场地能够较好支撑本项目的进行。

成本进度可行: 本项目所需要的主要条件和关键设备都已具备, 关键技术已经过预研或已完成关键开发, 成本、进度、难度可控。



**三、项目实施方案**（包括 1.项目人员组成及分工；2. 项目研究进度安排：包括查阅资料、选题、自主设计项目研究方案、开题报告、实验研究、数据统计、处理与分析、研制开发、填写结题表、撰写研究论文和总结报告、参加结题答辩和成果推广；3.配套条件要求：包括仪器设备、场地、材料、资料、实验课时及指导教师要求等）

项目人员组成及分工：

马国恒（本科大二学生，电子与电气工程系，嵌入式工程师），

上位机控制无人机定点飞行，飞行器调试

王秉旻（本科大二学生，电子与电气工程系，算法工程师）

多种定位系统的搭建和连接

应逸雯（本科大二学生，电子与电气工程系，算法工程师）

视觉算法

吴蔚芷（本科大二学生，电子与电气工程系，机械工程师）

无人机机械设计

项目进度安排：

查阅资料及选题:2024 年一月至四月

自主设计项目研究方案：2024 年四月上半月

开题报告：2024 年四月下半月（截止至四月 21 日）

实验研究及数据统计：2024 年五月至九月

处理与分析：2024 年九月至十二月

研制开发：2025 年全年

填写结题表、撰写研究论文和总结报告：2026 年一月至四月

参加结题答辩和成果推广：2026 年四月

配套条件要求：

场地：室内试飞场地（已具备），加工设备如 3D 打印机（已具备）激光切割机（已具备）

仪器设备： 3D 打印机（已具备）激光切割机（已具备），遥控器（已具备）

材料：四旋翼无人飞行器复合材料结构件（自行设计、外包加工），飞行控制器，摄像头，机载计算单元，两套定位系统（已具备），室内飞行防护网，3D 打印耗材

资料：仪器设备操作指引，相应论文资料，对应学习课程资料

实验课时：300 课时

指导教师要求：无

四、项目经费预算（包括大概支出科目、金额、计算根据及理由）

序号	支出科目	预算金额	计算根据及理由
1	调研	2000 元	赴相关厂家、单位调研、学习的差旅费
2	资料、复印	1000 元	论文下载、打印等费用
3	实验材料	10000 元	项目研制所需的耗材、设备等
4	加工测试	5000 元	复合材料等外包加工费用
5	上机机时费	2000 元	仿真计算机时费用等
合计		20000 元	

五、预期成果（研究论文、专著、调研报告、设计方案、专利、软件、产品、成果鉴定等）

预期可以产生一项关于多旋翼无人机低成本全自动高兼容性察打一体方案设计的发明专利，并投稿多传感器在不同环境下的融合定位及视觉识别方面的研究论文；

项目将完成易操作，高精度度的多旋翼无人机系统及配套操作和参数标定软件系统，该系统将具备全自主执行察打一体任务能力，将自主侦察、自主识别、自主判断靶标，并将公斤级载荷以不超过 2 米的精度投放到位。

除产品外，在设计方法层面，本项目将总结无人机控制算法、视觉算法的设计经验和思路，产生对类似问题（可以快速部署的察打一体任务多旋翼无人机）的一整套设计方案。

六、本项目的创新之处

系统功能创新：本项目基于多种定位系统的自主飞行任务无人机在不同的需求下均具有良好适用性，应用范围和任务可靠性得到了较大提升，且自动化程度高，降低了无人机系统的使用难度和操作手培训成本。

应用场景创新：能快速部署的多场景适用性任务无人机在很多新型应用场景都有不错的应用场景，如：交通运输和物流；农业和林业的检测；建筑和基础设施中土地勘测和建筑结构检查；环境保护和监测中覆盖大范围的地区，提供实时的环境数据；城市规划和管理中提供的高分辨率图像和实时数据可以帮助城市规划者和政府决策者更好

地了解城市发展和管理的需求等等，而我们的创新设计可以为这些应用场景搭建合适的应用平台，会在更多的领域发挥作用

实现方法创新：如今的大多数无人机都是基于现成无人机系统直接装载上位机实现的，如 ZD550 等经典机架，本项目基于设计需求重新设计研制适用于搭载上位机的任务无人机可以提高稳定性，降低成本，使无人机系统空间利用更加高效科学；并且加装外置接口，使无人机系统具有强大的可拓展性。

## 七、项目诚信承诺

本项目负责人和全体成员郑重承诺，该项目研究不抄袭他人成果，不弄虚作假；按项目研究进度保质保量完成各项研究任务。

项目负责人签名：

项目组成员签名：

应逸雯

王秉昶

吴蔚芷

年 月 日

年 月 日

## 八、指导教师意见（包括项目研究的选题意义及研究方案的科学性、可行性等）

本项目从当前多旋翼无人机应用所面临的重点难点问题出发，通过全自主察打一体能力的构建解决无人机地面遥控数据链易被干扰、操作手培训难度大等问题，研究成果在军、民用领域均具有良好的适用性，是一项有潜力的研究。本项目侧重对现有技术方案整合再利用，拥有较为坚实的基础，难度和成本可控，同时在应用和工程层面又具有良好的创新性和科学性，符合项目团队的能力预期和本科生水平。该项目成果实用性突出，有较大深入开发与产业转化潜力，建议项目组完成本项目研究后继续深入推进研究，争取早日实现成果转化。

指导教师签字：张亮

年 月 日

九、院、系初审意见
<div data-bbox="710 969 896 1019">负责人签字：</div> <div data-bbox="1098 1048 1307 1097">年 月 日</div>
十、学校意见
<div data-bbox="553 1861 742 1910">负责人签字：</div> <div data-bbox="1114 1861 1279 1910">(盖 章)</div> <div data-bbox="1098 1939 1307 1986">年 月 日</div>