

# 广东省科技创新战略专项资金 作品申报书

## (科技发明制作类)

申报者基本情况	姓名	王旭劼	学校	南方科技大学	
	学历	本科在读	系别、专业、年级	电子电气工程系 通信工程 二年级	
	联系电话	18420102466	电子邮箱	12311702@mail.sustech.edu.cn	
	项目名称		具有自主任务能力的通用便携无人机系统		
合作者情况	姓名	性别	所在单位	专业	学历
	应逸雯	女	南方科技大学	信息工程	本科在读
	曹正阳	男	南方科技大学	数学与应用数学	本科在读
	陈子皓	男	南方科技大学	微电子科学与工程	本科在读
	吴蔚芷	女	南方科技大学	信息工程	本科在读
	张子恒	男	南方科技大学	通识通修	本科在读
	马国恒	男	南方科技大学	信息工程	本科在读
指导教师	姓名	职称	所在单位	联系方式	
	王小静	教学实验员	电子电气工程系	wangxj@sustech.edu.cn	
	高立豪	讲师	力学与航空航天工程系	gaolh@sustech.edu.cn	
项目所属领域	<p>( B ) A. 机械与控制 (包括工程与技术科学基础学科、测绘科学技术、矿山工程技术、冶金工程技术、机械工程、动力与电气工程、土木建筑工程、水利工程、交通运输工程、航空、航天科学技术等)</p> <p>B. 信息技术 (包括信息科学与系统科学、电子、通信与自动控制技术、计算机科学技术等)</p> <p>C. 数理 (包括数学、力学、物理学、天文学、地球科学等)</p> <p>D. 生命科学 (包括生物学、农学、林学、畜牧、兽医科学、水产学、基础医学、临床医学、预防医学与卫生学、军事医学与特种医学、药学、医学、中医学与中药学等)</p> <p>E. 能源化工 (包括化学、材料科学、能源科学与技术、化学工程、纺织科学技术、食品科学技术、环境科学技术、安全科学技术等)</p>				

项目设计、  
发明的目  
的和基本  
思路

1. 项目背景

无人机（Unmanned Aerial Vehicle, UAV）作为一种无人飞行器，因其不载人、体积小、易于操控等优点，广泛应用于军事、农业、科学研究等多个领域，尤其在执行危险任务时具备特别突出的优势。与传统的载人飞行器相比，无人机不仅能够承担侦查测绘、灭火救灾和监控追踪等任务，还可以在复杂环境中实现更高的任务灵活性。

目前市场上的无人机类型主要包括无人直升机、多旋翼无人机和固定翼无人机，其中多旋翼无人机因其小巧灵活、垂直起降、精准悬停等优点，受到广泛应用。然而，多旋翼无人机也存在诸多限制，如机动性和飞行高度较低、负载能力较小、续航时间有限。此外，传统无人机的操作方式依赖飞手的实时操控，不仅操作复杂，而且飞手需要时刻专注于操控，无法有效关注周围环境。这在紧急情况和突发事件中可能导致反应不及时，影响任务执行。

现如今，无人机已经深入到我们每个人的生活中，大到军事任务，小到外卖投送，都有无人机的身影，一些餐饮公司如美团已开始尝试利用无人机进行外卖配送，缩短送餐时间，提高效率，一些无人机公司如大疆已开始尝试利用无人机进行大型物资运输，减少运输成本，扩大运输范围。但是在城市，特别是有高楼的城市中，无人机对飞行的安全性与通讯方式有着很高的要求。



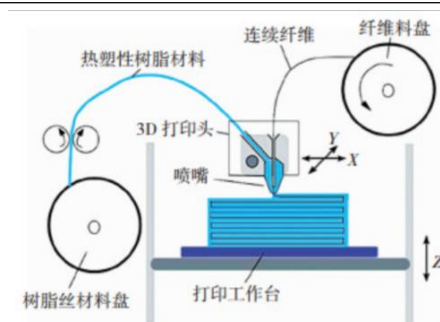
图一：一些企业的无人机

为了应对上述挑战，特别是在复杂任务场景中提升无人机的任务执行能力，我们设计了一款多功能便携式无人机系统，这个系统的地面端可以通过预选的点位自主规划路径，地面端的集成化优势能让无人机的控制更加便捷，这个系统的地飞行器有着模块化与轻量化的特点，可以灵活的更换不同模块（如 rtk 与 UWB）以适应不同的环境需求，在有高楼大厦、通信塔和其他建筑物可能导致无人机发生碰撞的环境中，无人机可配备高效的避障模块，通过激光雷达和摄像头等传感器实时识别周围环境，使用连续纤维打印材料打印机身，在保证机身强度的情况下减轻整机重量。对于地面站与无人机的通讯方面，并且优化了天线的通信方式，通过可动定向天线通过改变其波束方向，使其能够更精准地实现定向通信。

2. 项目设计目的

本项目的主要设计目的包括以下几方面：

**提升无人机的负载能力与续航时间：**通过应用新型材料（连续纤维 3D 打印）和结构优化技术，解决多旋翼无人机在执行长时间、高负荷任务时的局限性，使其在复杂环境中具备更高的任务适应性。



图二：连续纤维打印示意图

**简化操作流程：**传统的无人机操作依赖飞手的精细控制，操作复杂且容易产生操作失误。我们希望通过自主飞行技术，减少对操作者的实时操作需求，使飞行控制更加智能化、自动化，减轻飞手的负担，更快做出决策，提高任务成功率。

**增强通信与环境感知能力：**现有无人机系统在复杂电磁环境中容易出现通信中断等问题，影响任务执行。我们旨在通过优化通信系统和引入实时监控技术，确保无人机与地面站之间的稳定连接，并使操作者能够全面掌控飞行状态和环境信息。

**提升无人机的任务精度：**在复杂地形中，现有无人机避障与导航的能力相对不足，尤其是在空投任务等需要高精度操作的场景下。本项目希望通过先进的避障和导航算法，提升无人机在精细任务中的表现，增强其在救援、侦察等任务中的实用性。

### 3. 设计思路

**轻量化设计与新材料应用：**无人机的机体结构采用了连续纤维增强复合材料的增材制造技术，显著降低了无人机的整体重量，增强了机身的强度和耐用性。通过这种轻量化设计，不仅提高了无人机的负载能力，也延长了其续航时间，使其能够在执行长时间任务时具备更好的稳定性和可靠性。

**自主飞行与智能化控制：**针对传统无人机操作的复杂性，我们基于mavros-PX4飞行控制算法开发了一套自主飞行控制系统，简化了操作者的操作过程。通过一体化的地面站设计，操作者无需进行细节化的实时操控，而只需通过高层次的任务指令（如指定飞行路径或目标位置）进行任务下达，无人机能够自主完成飞行与任务执行。这一设计极大地减轻了操作者的操作压力，提高了任务执行效率。

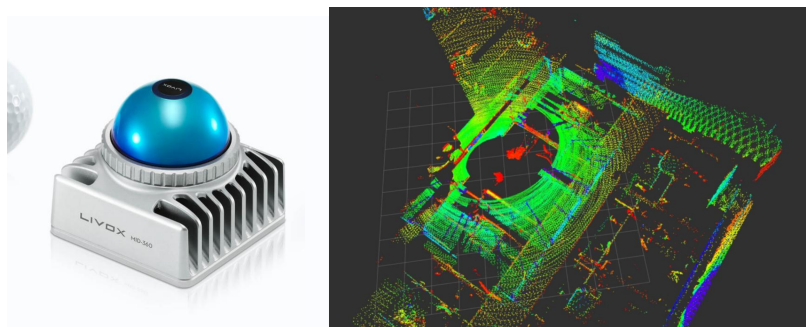
**地面站系统采用了背包式设计：**背包式地面站便于单人携带，在紧急任务或复杂环境中，操作者可以快速部署无人机，并随时通过地面站的屏幕实时监控无人机的飞行状态、位置信息和图传画面，确保任务的全程可控。

**高效通信与数据传输：**为了确保无人机与地面站之间的稳定通信，地面站搭载了高功率数传设备，特别适用于复杂电磁环境下的任务执行。地面站不仅能实时显示无人机的飞行状态，还可以通过搭载的高算力设备弥补无人机在执行高精度任务时的算力不足问题，特别是在进行图像识别或复杂数据处理任务时提供额外的计算支持。



图三：现在已有的 RTK 地面系统

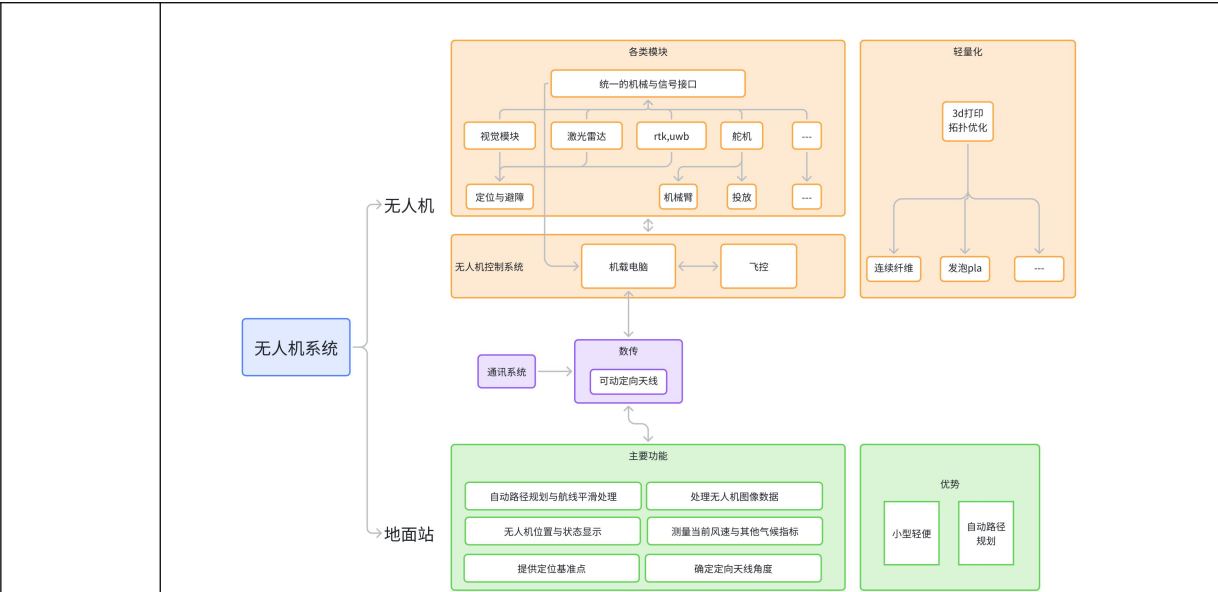
**激光雷达导航与精确避障：**为提高无人机在复杂环境中的避障与导航能力，引入了激光雷达优化的导航算法。该算法能够准确感知无人机周围的障碍物并实时调整飞行路径，确保无人机在障碍物密集的区域能够安全飞行。同时，这一技术也提高了无人机在执行空投任务时的精度，确保投放物资能够准确到达指定目标区域，尤其适用于救援任务中的物资投放和农林业中的药物投放。



图四：mid360 激光雷达与其输出的点云分布

**定向天线校准与远程控制优化：**针对无人机与地面站的远程通信问题，设计了一套定向天线校准系统，通过定位与里程计数据，解算出地面站与无人机的相对角度，并自动调整天线方向，确保通信链路的稳定。这一设计在无人机执行远程任务时尤为重要，保证了通信不中断，并提升了任务执行的可靠性。





图五：设计思路流程图

#### 4. 参考文献

[1] 马子玉,何明,刘祖均,等. 无人机协同控制研究综述[J]. 计算机应用,2021,41(05):1477-1483.

[2] 陈向明,姚辽军,果立成,等. 3D 打印连续纤维增强复合材料研究现状综述[J]. 航空学报,2021,42(10):174-198.

[3] 闫超,涂良辉,王聿豪,等. 无人机在我国民用领域应用综述[J]. 飞行力学,2022,40(03):1-6+12. DOI:10.13645/j.cnki.f.d.20220412.006.

[4] 沈成. 视觉辅助定向天线无人机组网技术[D]. 四川:电子科技大学,2023.

[5] 杨来侠,刘波,刘腾飞,等. 3D 打印连续纤维增强聚碳酸酯复合材料预浸丝制备与性能[J]. 复合材料学报,2023,40(10):5654-5665. DOI:10.13801/j.cnki.fhclxb.20230213.003.

[6]. 黄鼎键,杨华山,钟勇,等. 基于 ROS 和激光雷达 SLAM 的动态避障研究[J]. 自动化仪表,2024,45(5):30-34. DOI:10.16086/j.cnki.issn1000-0380.2023010023.

项目的科学性、先进性及独特之处	<p>一. 项目的科学性</p> <p>1) <b>科学问题:</b> 优化飞行控制算法以提升无人机在复杂环境中的稳定性和响应速度是基础,而有效融合来自 GPS、IMU、激光雷达和摄像头等不同传感器的数据,则是提高定位精度和环境感知能力的关键。设计高效的通讯协议以确保多无人机系统之间及与地面站之间的实时数据传输,也对系统的整体性能至关重要。在多变的应用场景中,无人机如何适应地形障碍和信号干扰等复杂环境条件,成为了系统设计的一大挑战。同时,需要优化任务调度与路径规划,旨在提高工作效率与降低能耗。需要增强模块化与集成化设计,提升系统的灵活性与可维护性。需要增强信号传输的隐蔽性并且提高型号质量,以确保无人机在任务执行过程中的安全性与可靠性,需深入研究故障检测与容错机制,以防止潜在的数据窃取和数据丢失。</p> <p>2) <b>理论可行性:</b> 该项目基于现有的通信协议和现代飞行控制算法的发展,</p>
-----------------	--

从理论上具备高度的可行性。目前的传感器、处理器和通信模块已经能够支持无人机长时间、高效飞行，也支持对双向定向天线的设计与制作。同时，借连续纤维的 3D 打印,项目得以有效优化无人机的机械结构,减少整体重量,提升飞行效率与适应性。因此，从科学理论角度而言，该项目能够依托现有技术进行创新与优化，具有广泛的发展潜力。

目前，项目已实现无人机自主巡航及简单任务的执行，能够建立无人机与地面站之间的基础通信。经过多次实验验证，系统表现出可靠的性能和稳定的数据传输能力。

二. 项目的先进性

1) **轻量化设计:** 背包式地面站相比无人机更加轻便，尤其在复杂的户外环境和作战场景中，显著提升了设备的便携性与响应速度。通过精简结构并优化内部设计，系统去除了冗余部件，减轻了整体重量。同时，采用连续纤维尼龙打印等轻质材料，使设备具备了出色的强度与轻便性，确保在减少重量的同时不牺牲设备的耐用性和性能。轻量化设计不仅保证了系统功能的完整性和可靠性，还使用户能够轻松携带地面站设备，随时实现对无人机的远程操控。在应对紧急任务时，这种设计能够帮助快速部署和操作，减少用户的体力负担，进一步增强了系统的灵活性与实战性能。

2) **模块化与集成化设计:** 无人机及地面站的设计以模块化理念为核心，旨在提升系统的维护、升级与可替换性。模块化设计允许系统在面对不同任务需求时，通过快速更换功能模块灵活调整，确保系统在任务场景变化时保持高效运行。各个系统组件，如通讯模块、飞控模块和电源模块，均采用高度集成的设计，将多个功能单元整合为独立模块，既简化了内部结构，又减少了设备的体积和重量。集成化设计不仅提升了设备的可靠性与稳定性，还优化了系统能效，降低能量损耗，确保无人机在复杂任务环境中具备长时间、高效的飞行能力。

3) **地面站便携:** 地面站作为无人机的操作平台，具有良好的便携性与操作简便性，支持用户远程下达飞行指令、实时监控飞行轨迹，并选择工作模式。通过地面站，用户可以远程控制无人机的飞行方向和功能切换，避免因接近无人机带来的潜在安全风险。地面站能够实时显示无人机的飞行状态和返回的数据，简化了调试过程，并提升了系统的易用性。此外，该系统还具备广泛的兼容性，能够与多种平台配合使用，进一步提高了整体操作的便捷性与稳定性。

4) **机动性优势:** 无人机飞行控制系统通过优化算法和轻量化设计，具备高机动性和快速响应能力，能够适应多种复杂飞行环境。无论是在崎岖的地形、建筑物密集区域，还是在恶劣气候下，无人机都能灵活执行任务。优化后的飞控算法确保了实时的飞行姿态调整和精确的飞行路径控制，能够进行高速机动与微小角度调整，以应对突发状况和复杂任务需求。无人机因此在监控、侦察、搜救等任务中展现出更高的效率和精准性，并能在复杂空中环境中保持稳定的飞行表现。

5) **系统扩展性:** 系统设计具有高度的扩展性，采用标准化接口和协议，便于集成各类新型传感器、摄像头等外部设备，以满足不同应用场景需求。系统配备多种通信接口，包括多个 USB 端口，方便外部设备的连接和使用。此外，系统内置的嵌入式板卡能够支持接入自定义模块，进一步增强了系统的功能扩展能力。该设计确保系统在未来技术发展中保持灵活性与兼容性，

为后续的升级与新设备的集成提供了坚实的基础。

6) **通讯距离与质量的提升:** 通过定向波束信号与无人机之间通讯, 定向波束信号可以集中信号能量于特定方向, 从而提高接收信号的强度和质量。这有助于减少干扰和噪声, 提高信号的清晰度和可靠性, 通过 AODV 协议建立其与无人机快速移动之间的通讯需求, 通过地面站与无人机接收端两个可动定向天线以提升信号质量, 保持无人机与地面站之间快速清晰的通讯需求。

三. 项目的独特之处

1) **模块化与集成化设计:**

每个功能模块 (如飞控模块、通讯模块、电源模块等) 采用标准化接口, 使用户能够根据不同的应用需求进行扩展与替换。例如, 飞行控制系统可以快速更换为更高精度的控制器, 通讯模块可以适配不同的通讯协议 (如 4G、Wi-Fi、LoRa 等)。这种设计不仅提升了系统的灵活性和可维护性, 还简化了维修过程, 故障时能够迅速定位并更换模块, 减少维修时间。

采用集成化设计, 通过合理集成不同功能模块, 避免冗余布线, 减少整体重量, 同时增强了设备的稳定性。此设计提升了抗干扰能力和数据处理效率, 使无人机在复杂环境中依然保持稳定运行。



图六: 一些已有但还未设计连接方式的模块

2) **使用拓扑优化与 3D 打印优化机身的力学性质:**

无人机的机身材料需要良好的刚性与较轻的质量, 连续纤维 3D 打印能在保持强度的同时减少材料的使用, 从而减轻整体重量通, 并且可通过过拓扑优化等设计方法, 创建符合特定力学要求的轻量化结构, 自定义碳纤密度与打印件形状, 在减少碳板不合理过强部分的同时, 设计机身立体结构, 可以更好的兼容不同的组件并且有更好的气动外形。

3) **扩展性强:**

该无人机系统的设计以未来扩展为导向。硬件方面, 通过标准化接口, 用户可以根据需求灵活添加或替换不同的模块, 如摄像头、激光雷达和传感器等, 显著提高了功能多样性。在软件扩展性方面, 系统预留了多种更新接口, 支持新算法和功能扩展。例如, 飞控算法可通过软件更新升级为更先进的自主避障算法, 减少人工干预。此外, 系统支持接入云平台, 实现远程数据监控和设备状态管理, 确保系统始终处于最佳运行状态。这样的设计使得开发者能够快速适应新任务, 提高开发效率。

4) **双向的全动定向天线增强隐蔽性:**

通过使用双向的全动定向天线, 在相同功率下信号传输的质量与最远接受距离增高, 并且定向天线大大减少了信号被截取的可能, 减少对外影响的同时也增加了隐蔽性, 能够胜任需要高隐蔽性的场所。

<p>项目的 应用价值 和 转化前景</p>	<p>一.应用价值</p> <p>1) <b>军事领域:</b>具备自主任务能力的无人机系统在军事领域有着广泛的应用,如物资补给、察打一体任务和蜂群战术等。该系统能够为排级或班级的信息化作战平台提供技术支持。无人机凭借其高度机动性和实时通信能力,可以在复杂、动态的作战环境中快速响应,执行多种作战任务,确保作战人员的安全并提高任务的成功率。同时,便携式地面站的设计增强了操作人员的隐蔽性和安全性,有效保障了无人机系统的稳定运行和战场应用。</p> <p>2) <b>科研与教学:</b>通用无人机系统可用于航空航天和自动化领域的科研与教学。通用无人机操作平台具有高度的可扩展性和适应性,能够满足不同研究需求,支持学生和科研人员进行飞行控制算法的测试、复杂环境中的路径规划实验以及多传感器数据融合的研究。通过对无人机系统的实际操作与测试,能够提升科研人员和学生的实验技能和理论水平,加速科研与教学的技术革新。</p> <p>3) <b>环保监测:</b>无人机系统在环境监测领域的应用具有显著优势。通过集成高清摄像头、激光雷达、气体传感器等多种传感器,无人机能够快速、高效地获取空气质量、水质、植被覆盖率等环境数据,并进行实时分析。无人机还可以在自然灾害的预警和应对中发挥关键作用,提供远程数据采集功能,帮助环保部门监测和评估环境状况,及时采取相应的应对措施。</p> <p>4) <b>应急救援:</b>在应急救援领域,无人机在灾区侦察和物资投放任务中展现了不可替代的优势。特别是在恶劣天气或复杂地形下,无人机可以迅速抵达受灾区域,进行实时数据采集与分析,辅助救援队伍做出科学的救援决策。无人机系统的模块化设计允许快速安装如热成像设备和夜视摄像头等特殊设备,以增强其在特殊环境下的任务执行能力,提升救援工作的精准性和效率。</p> <p>5) <b>工业检查:</b>在危险的工业场所,如核电站、石油化工设施等,无人机可替代人工完成设备巡检、物资运输等任务,降低工作人员暴露于危险环境的风险,显著提高安全性和检查效率。无人机凭借其小巧灵活的特点,可以进入狭小复杂空间进行精密检查,监测结构的完整性、耐火材料的状况以及潜在的腐蚀或裂纹问题,帮助企业及时发现隐患,进行预防性维护,确保设备的安全运行。</p> <p>6) <b>农业监控与作物管理:</b>无人机在现代农业中的应用日益广泛。通过搭载高清摄像头、红外传感器和多光谱传感器,无人机可以实时监测农作物的生长状况、土壤湿度、病虫害以及植被覆盖率,从而为农民提供精准的农业数据支持,帮助他们优化灌溉和农药的使用,减少资源浪费,提高作物产量。此外,无人机通过预设的自动化飞行模式,可以快速覆盖大面积的农田,及时识别农田中的问题,通知农民采取适当的措施,促进农业生产的智能化和高效化。</p> <p>7) <b>物资配送与日常生活应用:</b>无人机系统在物资配送领域展现了强大的应用潜力,尤其是在日常生活中如外卖、快递等场景中,无人机能够实现精准高效的配送。通过智能路径规划和自主飞行技术,无人机能够避开交通拥堵,极大地缩短配送时间。此外,无人机具备自动避障功能,能够应对城市复杂环境中的各种挑战,确保配送任务的顺利完成。相较于传统配送方式,无人机在降低人力成本、提升配送效率方面具有显著优势,特别是在提高末端配送的速度和可靠性上具有巨大的应用价值。</p>
------------------------------------	--



	<p><b>二. 转化前景</b></p> <p>1) <b>市场推广:</b>该无人机系统在多个领域展现了广泛的市场推广前景,尤其在军事、环保监测、应急救援和工业检查等行业。随着无人机技术的快速发展及其应用场景的不断拓展,市场需求正呈现持续增长的趋势。目前低空经济盛行,研制无人机系统符合目前深圳市和国家战略发展需要。该系统能够满足行业多样化的需求,其高效、灵活的特性将进一步推动其在多个行业中的规模化应用和市场渗透,成为推动无人机行业创新和发展的关键力量。</p> <p>2) <b>技术创新:</b>该项目以飞行控制算法优化和多传感器数据融合技术为核心,显著提升了无人机系统在复杂环境中的适应性和稳定性。通过不断改进自主飞行、避障以及数据处理能力,无人机能够在各类复杂任务中展现出卓越的表现。系统的轻量化与模块化设计使其具有极高的灵活性与可扩展性,能够快速调整和适配多种使用场景,满足不同领域的应用需求,进一步推动无人机技术在多元化场景中的广泛应用。</p> <p>3) <b>产业合作:</b>无人机系统具有与多种产业开展合作的潜力,包括无人机制造商、传感器供应商、软件开发公司等。通过整合上下游产业链资源,并依托协同创新,能够推动无人机系统在设计、制造、应用等各环节的优化与进步。产业合作不仅能够促进无人机技术的快速迭代,还能加速其在更多行业中的应用落地,推动形成无人机行业的生态体系,进一步促进该技术的规模化发展与商业化应用。</p>
项目已有研究成果	<p><b>一、已有进展</b></p> <p>本项目经过 6 个月技术迭代,现已基本上实现无人机自主飞行与地面站通讯。</p> <p>无人机空载 3.5kg,在主要受力部位部分实现用 3D 打印件代替,可灵活更换多种电机执行任务,在使用特定型号电机可实现载重 1.5kg 并投掷负荷或续航 10min 以上,并可搭载市面上多款图传、视觉识别相机加强性能;已实现自主飞行与投掷任务执行,在地面人员确定飞行规划后全流程全自动运作,飞行过程中能实现厘米级定位、定高、航线规划。</p> <p>通讯方面,地面站能通过数传与无人机实时稳定连接,地面站提供的可靠电源能保证信号发射功率,具备一定的抗电磁干扰能力;地面站具备强大的处理系统与各类必要传感器,能使用 RTK、激光雷达对无人机的定位、视觉识别等提供可靠信息与充足的算力,实时更新环境情况。当下已实现任务中的厘米级精度定位与结合激光雷达数据的定位方法。</p> <p>地面站目前已确定各类设备的布局,具有各模块的替代方案,为实现集成化确定了定位模块、通讯模块、地面测量模块、主处理系统的基本构架。</p>



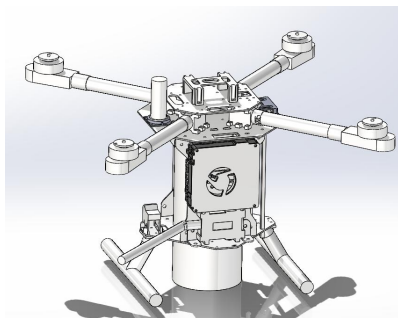
图七：飞行器飞行记录

## 二、研究内容基础

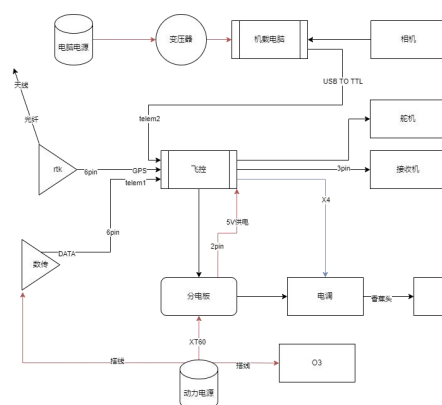
在对本项目内容进行调研的基础之上，项目成员通过查阅资料并进行讨论，确认了项目实施的可行性。在此基础之上，对于项目需要使用到的模块以及器件进行了选型，如下表所示：

模块名称	数量
（无人机控制）CUAV NORA 飞控	2
（自主控制主系统）Intel NUC 主机	2
（动力）T-tiger MN4112 电机	7
（动力）T-tiger MN4006 电机	10
DJI 03 图传	2
投放机构	2
（通讯）定向天线与舵机	2
（通讯）CUAV P9-Radio 数传	4
（定位）CUAV C-RTK 9PS	4
（定位）Livox-mid360 激光雷达	1

接着根据计划购买成品器件尺寸信息，团队已经对本项目的多旋翼机器进行了 Solidworks 建模，如图八为整机的设计模型模型；图九所示为设计完成的飞控系统布线图，图十为无人机的实物图



图八：无人机建模



图九：飞控系统的示意图



图十：无人机实物图

### 一、主要研究内容及关键问题

本项目将聚焦多旋翼无人机的核心技术研发，旨在加强地面站与无人机的通讯，飞控系统优化及轻量化结构，实现稳定的飞行控制和高效的能源利用。主要研究内容及拟解决的关键问题如下：

1) **地面站与无人机通讯设计:**采用 QGC 地面站,并利用大功率数传于无人机进行通讯,以便远程监视无人机状态,以及远程对其发送指令。地面站主要需解决便携性与能力之间的平衡,保证复杂实际情况下防护可靠性、功能稳定性、续航确定性。利用 DJI O3 高清图传,实现地面到无人机的实时视频流传输技术,并优化天线位置布局,降低图像传输延迟,增加传输距离。无人机通讯是地面站功能的重点,需保证复杂电磁环境下通讯稳定性和多无人机并行通讯的承载压力。

通过集成化设计使所有功能都集中于一个背包大小的空间内,设计携带方式使其能够轻便的携带并且简单的使用。

2) **飞控系统的研发与优化:** 构建低功耗、高效能的飞控硬件系统, 并采用开源的PX4飞控固件, 充分利用其可扩展性和开放性, 使飞控系统的优化更加灵活和高效。通过对硬件架构的深入优化, 进一步提升系统在能耗与性能之间的平衡。大功率无线数传模块的集成为系统提供了远程控制和实时监控的能力, 同时支持故障自诊断功能, 显著增强了系统的可靠性与实用性。此外, 项目还将机器学习算法融入飞控系统, 实现飞行路径的动态优化和复杂环境中的自动避障功能。该系统能够根据环境变化自主调整飞行策略, 提升飞行任务的智能化水平, 并能够适应更多复杂的应用场景, 进一步推动无人机自主飞行技术的发展。

3) **机械结构的轻量化设计:** 为提高多旋翼无人机的续航能力及便携性,应用大量碳纤维材料和 3D 打印技术,同时在关键部位采用铝柱相连,保证了轻量化、高强度的机体结构。通过结构拓扑优化在保证强度的同时减轻机架重量,还需解决计算复杂性、加工困难、算法收敛性问题以及材料均一性问题。并设计模块化结构,以便快速组装和维护,提高系统的可靠性。

设计统一标准的机械与电气接口，并且与各个现有或者在设计的模块结合，使之能够与无人机良好的适配。

4) **多场景应用适应性:** 开发多模式飞行控制, 适用于城市、农村及复杂地形环境。例如, 城市电磁环境较为复杂, 通过自适应调节信号传输功率, 同时保障了信号稳定性及续航能力。通过采用 RTK 厘米级定位技术, 同时建

项目研究的未来工作安排（主要研究内容、进度安排及拟解决关键问题）

	<p>立失控保护机制，使无人机能在各种条件下安全运行。下设投放装置，可运用到外卖运输、信息化战争等方面。</p> <p><b>二、进度安排</b></p> <p>各阶段的具体任务及目标如下：</p> <p>2024/03-2024/06：项目调研与方案设计阶段（已完成）</p> <p>通过广泛的市场调研与技术需求分析，明确了无人机设计的核心功能和应用场景。调研结果为后续设计提供了坚实的理论基础，并初步制定了系统的技术路线和实施方案。</p> <p>2024/07-2024/09：无人机设计与其自主飞行测试（已完成）</p> <p>已设计出可自动沿预设航线飞行，并利用激光雷达获取目标位置，实现精准投放，并配备高清图传，进行无人探查任务的无人机。</p> <p>2024/10—2025/01：核心技术研发与仿真测试阶段</p> <p>完成通讯和飞控系统的优化，并通过仿真平台进行功能测试和验证。并继续对无人机的动力系统和能效进行仿真优化，提升续航，确保设计符合能效要求。添加合适的机械与电气接口，并且设计各类适配无人机的多功能模块。对天线的信号传输进行仿真与迭代，完成天线的设计。</p> <p>2025/02—2025/03：原型机制作与系统集成测试阶段</p> <p>制作多旋翼无人机原型机，集成最新研发的飞控系统和通讯模块。在实验环境中测试原型机的机械性能和飞行稳定性，分析飞行日志，调整滤波及各轴 PID，实现响应速度快、电机发热量小，以保证平稳飞行。</p> <p>实现地面站对随意已有点位的路径规划，利用 SLAM（同时定位与地图构建）技术来构建环境地图，实现无人机对规划路径上的障碍物的自动避让。</p> <p>2025/04—2025/05：实地测试与性能优化阶段</p> <p>在多种真实环境中进行飞行测试，测试信号传输是否稳定，收集操作数据，分析系统表现。再根据实地测试结果进行系统优化，提高机械结构和飞控系统的整体性能和可靠性。并将集成机器学习算法，实现飞行路径的动态优化，保证高度自动化，结合投放装置与各种多功能模块，高效完成各种复杂任务。</p> <p>2025/06：项目总结与成果汇报阶段</p> <p>团队将全面回顾项目研发过程，重点总结关键技术创新及其对无人机性能提升的作用，梳理技术挑战和解决方案，形成完整的技术报告。同时，准备实物演示、数据分析和应用可行性报告，并申报技术专利。最后，团队将组织研讨会，向利益相关方展示成果，突出无人机系统在多领域的应用潜力及市场价值。</p>
预期成果形式和效益	<p><b>一、预期成果：</b></p> <p>1) 完成《具有自主任务能力的通用便携无人机系统》相关的使用专利及外观专利的申请；</p> <p>2) 设计出一款无人机系统，包括地面站，天线，无人机机身以及模块的设计，其可以做到由操作者进行操控，地面站能通过输入点自主规划路径，无人机能通过激光雷达等自主避障和高质量的信号通讯，并且实现地面站控制不同模块的通讯功能。</p> <p>3) 根据机器人的实现原理、操作方法、适用环境等信息撰写产品说明书。</p> <p><b>二. 预计效益：</b></p>



	<p><b>1. 经济效益：</b></p> <p>1) <b>市场潜力：</b>随着无人机技术的不断进步，应用领域也在快速扩展，如农业、物流、环境监测等。多功能无人机因其适应性强、应用范围广，具备更高的市场潜力。根据市场预测，民用无人机市场将在未来几年呈现持续增长态势，特别是在大数据、智能化操作等领域，该无人机系统具备显著优势，能够在多领域的应用中占据重要位置。</p> <p>2) <b>成本效益：</b>无人机的引入可大幅降低传统巡检、监测等任务的人工成本，并有效提升作业效率。相比传统的操作方式，这款便携式、多功能无人机不仅易于操作，还能够快速部署，进一步优化资源配置，降低运营成本，尤其在广域监控、远程探测等场景中具有显著的经济效益。</p> <p><b>2. 社会效益</b></p> <p>1) <b>教育与培训：</b>通用无人机平台可以广泛应用于航空航天、自动化控制等相关领域的教育与培训。其模块化设计与高扩展性使得教学平台能够快速适应新技术需求，加速了相关课程的研发与实施，培养新一代技术人才。</p> <p>2) <b>公共安全：</b>无人机在高危环境中的应用能够显著降低对人工操作的依赖，减少因危险作业导致的工伤事故。无人机所配备的定向天线增强了抗干扰能力，提高了任务的安全性和稳定性，能够在复杂环境中（如火灾、地震等自然灾害或工业事故现场）快速部署并执行任务，保障公众安全。</p> <p><b>3. 科研价值</b></p> <p>1) <b>技术创新：</b>本项目所设计的新型通讯系统为无人机在隐蔽通讯领域提供了新的思路，显著提升了其在军事、科研等领域的技术应用潜力。通过引入先进的通讯与传感技术，项目进一步推动了无人机隐蔽性与通讯稳定性的技术前沿。</p> <p>2) <b>跨学科合作：</b>该项目集成了机械工程、电子工程、计算机科学等多个学科的知识与技术，促进了多学科的深度融合。跨学科的合作为新技术的实现和功能扩展提供了更为广泛的研究视角，赋能无人机系统的进一步发展和创新。</p> <p><b>4. 环境保护</b></p> <p>1) <b>环境监测：</b>无人机搭载的多种传感器（如视觉、激光雷达等）以及人工智能模型，可以对地形进行快速测绘，并实时监测环境状况，尤其是在难以到达的区域，无人机能够更加高效、便捷地进行环境数据采集与分析，为生态保护提供精准的科学依据。</p> <p>2) <b>环境保护：</b>无人机的高度模块化设计支持加载药剂、种子等环保材料，可用于植树造林、精准农业等环保活动。无人机可以在极端或复杂地形条件下，完成自动播种、喷洒农药等任务，为环境修复和保护提供简便高效的技术手段，进一步推动绿色科技的发展。</p> <p><b>5. 军事应用</b></p> <p>1) <b>战术灵活性：</b>无人机系统与便携式地面站的高度集成，使得操作更为简便灵活，减少了个人携带和移动的难度。无人机模块化设计使其在不同任务场景下，能够快速展开并执行任务，极大地提升了战术灵活性，能够应对多样化的战场需求。</p> <p>2) <b>隐蔽性与通讯安全：</b>无人机配备的双向全动定向天线显著提升了隐蔽性和通讯安全性，能够在复杂环境中（如城市、森林等）有效抵御信号干扰并确保通讯稳定性。这种天线能够在多个方向上接收与发射信号，减少信号</p>
--	---

	暴露风险，适用于特种作战等对隐蔽性要求极高的任务场景，确保了通信与数据传输的安全性。
学校团委 推荐意见	<div>(盖章)</div> <div>年 月 日</div>