

# 项 目 计 划 书

项目名称 : 基于 AI 的空地协同无人机水域救援检测系统设计与实现

项目单位 : 吉利学院

项目负责人 : 欧翔

项目成员 : 欧翔、谭怡萱、古历、孙一然、苟俪心、冯心源、冉金花、冯婕、毛怡慧

指导教师 : 王福平

---

## 目录

一、 项目概要 .....	3
1.1 项目概述 .....	3
1.2 政策背景 .....	3
1.3 项目创新点 .....	3
1.4 社会价值 .....	3
二、 市场分析 .....	5
2.1 市场现状 .....	5
2.2 发展趋势 .....	5
2.3 市场痛点 .....	6
2.4 市场需求分析 .....	7
2.5 用户划分 .....	8
三、 产品技术 .....	10
3.1 技术背景 .....	10
3.2 核心技术 .....	10
3.4 研究及技术成果 .....	11
3.4.1 无人机技术 .....	11
3.4.2 机械臂技术 .....	12
3.4.3 整体机技术 .....	12
四、 商业模式 .....	13
4.1 自主研发商业生产模式 .....	13
4.1.1 全流程自主生产体系构建 .....	13
4.1.2 供应链自主管理 .....	13
4.1.3 生产计划与产能调控 .....	13
4.2 委托生产商业生产模式 .....	14
4.2.1 代工商筛选与合作 .....	14
4.2.2 生产过程监督与质量把控 .....	14
4.2.3 生产协同与成本控制 .....	14
4.3 自主研发商业销售模式 .....	14
4.3.1 硬件销售核心驱动 .....	14
4.3.2 软件服务辅助增值 .....	15
4.3.3 数据增值补充盈利 .....	15
4.4 委托生产商业销售模式 .....	15
4.4.1 硬件销售主导盈利 .....	15
4.4.2 软件服务强化价值 .....	16
4.4.3 数据增值辅助创收 .....	16
五、 竞品分析 .....	17
5.1 头部竞品分析一大疆 M30 .....	17
5.2 其他中小品牌竞品分析 .....	17
六、 可行性论证 .....	18
6.1 高原测试 .....	18
6.2 项目实测 .....	18
七、 研发历程及成果 .....	20

---

八、 团队建设 .....	21
九、 教育背景 .....	22
十、 未来展望 .....	23

---

# 基于 AI 的空地协同无人机水域救援检测系统设计与实现

## 一、项目概要

### 1.1 项目概述

本项目基于 AI 实现无人机水面救援智能空投装置，采用无人机搭载机械臂的结构，具备模块化机械爪，可全自动或手动控制，解决传统水上救援响应速度慢、风险高的问题。可实现精准搜寻、稳定抓取、智能决策。有效提升水上救援效率。

### 1.2 政策背景

国家政策明确支持无人机在水上应急救援中的应用，提倡通过推动“智慧应急”建设，提升水上救援效率；加强航空应急救援体系建设，包括无人机协同作业。

《“十四五”应急体系规划》（2022 年）指出“推动无人机、机器人等无人智能装备在危险区域、复杂环境中的应用，提升应急救援效能。”“加强航空应急救援能力建设，完善无人机协同救援机制，提高快速响应能力。”

《关于加快应急机器人发展的指导意见》（2023 年，应急管理部等部委联合发布）指出“重点发展水上救援机器人、无人机等智能装备，提升洪涝、海上事故等应急救援能力。”

地方法规《广东省应急管理“十四五”规划》提出：“推广无人机在海上搜救、洪涝灾害监测等场景的应用，构建‘空天地一体化’应急监测网络。”

### 1.3 项目创新点

本项目的创新主要体现在应用创新，通过综合运用先进的计算、视觉、定位和机械控制技术，为水上应急救援提供了一种高效、可靠的解决方案。解决传统水上救援利用船只和人力导致的速度慢、风险高的问题。

### 1.4 社会价值

该项目能提高水域救援效率。利用 AI 技术对无人机采集的图像和视频数据进行实时分析，能够快速准确地识别水域中的遇险人员或物体，即使在复杂的环境条件下时，也能迅速锁定目标位置，为救援行动提供精准的定位信息。同时，空地协同机制能够使无人机与地面救援力量紧密配合，实现高效的协同作业，提高整体救援效率。

还可以降低救援风险。传统水域救援依赖船只和人力，容易遭遇二次危险。而使用无人机进行水域救援检测，可让救援人员在相对安全的地面进行操作，避免其直接接触危险水域，降低了救援人员自身的伤亡风险，提升救援成功率。准

---

确地投放到遇险人员附近，帮助他们维持生命，等待后续救援人员的到来，进一步提高救援成功率。

节约救援资源。传统的水域救援需要大量的人力进行搜索和救援工作，包括水上救援人员、岸边协助人员等。而该系统的应用可以减少对人力的依赖，将有限的人力资源集中在更需要的地方，提高了资源的利用效率。

## 二、市场分析

### 2.1 市场现状

2023 年全球无人机市场规模达 307 亿美元，其中，消费级占比 35%，工业级占比 50%，政府应用占比 15%。中国无人机市场规模约 870 亿-900 亿人民币，消费级无人机约 270 亿元（占比 31%），工业级无人机约 520 亿元（占比 60%），政府与军事应用约 80 亿元（占比 9%）。



**总体规模：**中国无人机市场规模在 870 亿 - 900 亿人民币区间。

**细分市场：**

消费级无人机规模约 270 亿元，占比 31%。主要面向摄影爱好者、航模爱好者等个人用户群体，产品注重便携性、拍摄功能等。

工业级无人机规模约 520 亿元，占比 60%。在电力巡检、农业植保、测绘地理信息等众多行业得到大量应用，随着行业数字化转型需求增长，市场前景广阔。

政府与军事应用规模约 80 亿元，占比 9%。涵盖警用侦查、边境巡逻、军事侦察等场景，对无人机的性能、可靠性等要求较高。

**市场规模趋势预测 (2025 - 2030 年)**

图表“2025 - 2030 年市场规模趋势预测”展示了未来几年市场规模的增长趋势。从柱状图和折线图趋势来看，市场规模呈逐年上升态势，预计到 2030 年市场规模将大幅增长。这反映出随着技术进步、应用场景拓展，无人机市场需求持续攀升，无论是消费级、工业级还是政府与军事应用领域，都有较大的增长空间。

### 2.2 发展趋势

当前市场对高精度识别需求增长，未来 AI 算法将在目标识别、行为分析上更精准。能快速区分水域中人员、物体，甚至预判溺水风险，还可结合多源数据

---

优化救援策略，依据水流、风向规划路径。为满足复杂水域环境检测，会融合激光雷达、热成像、高光谱相机等传感器。激光雷达用于精准测距避障，热成像在低能见度下找目标，高光谱相机分析水域环境，且传感器将更小型、低耗、高精度。随着 5G 及未来 6G 发展，通信将更高速、低延迟、稳定，保障数据实时传输。同时，自组网通信技术让无人机与其他设备形成网络，提升协同效率。

在市场需求趋势方面，当前消费级无人机市场占比可观且在增长，未来水域救援检测系统会面向更多民用场景，如水上运动赛事保障、景区水域安全防护等，满足大众对水上安全的需求，消费级产品将更注重易用性、便携性和成本效益。工业级无人机市场主导地位稳固，在行业应用上，未来会与更多行业融合。如与水利部门合作用于洪水预警、堤坝巡检；与渔业配合保障渔民安全、监测渔业资源；与环保部门协作，在水域污染救援中发挥作用。政府在公共安全、应急管理方面对无人机需求持续上升。未来政府将加大采购，用于水域治安巡逻、灾害应急响应等，对系统的可靠性、安全性、兼容性要求更高，且会推动相关标准制定。

## 2.3 市场痛点

### 产品性能痛点

在复杂恶劣水域环境下，或遭遇极端天气时，无人机的传感器性能和 AI 识别效果易受影响。雨水、雾气会降低摄像头清晰度，干扰 AI 对目标的识别；强风可能影响无人机飞行稳定性和定位精度，导致救援物资投放不准等。为满足长距离水域救援需求，需要无人机有长续航能力，但增加电池会加大重量，影响载荷能力，难以同时搭载高清摄像头、多种传感器、救援设备等。目前难以在续航和载荷间找到完美平衡，限制了系统综合性能。现有 AI 技术在复杂水域背景下，对部分遇险目标识别准确率不够高，存在误判、漏判情况。且不同水域环境对 AI 识别算法要求不同，通用性和适应性有待增强。空地协同涉及无人机与地面控制中心、其他救援设备通信与配合。当前通信易受干扰，导致协同指令传输不畅，出现无人机与其他设备行动不同步、配合失误等问题，影响救援效率和效果。

### 经济成本痛点

融合 AI、通信、传感器等多种前沿技术，前期研发投入大，包括技术研究、人才培养、设备购置等费用，导致产品定价较高，限制了部分救援机构和企业采购意愿。高性能无人机、先进传感器、配套地面控制设备等硬件价格贵，整套系统采购成本对很多地方救援部门、小型企业来说负担重，阻碍产品市场推广。无人机需定期维护保养，更换零部件；通信网络使用需费用；AI 算法要持续更新优化。这些运营维护成本长期积累下来较高，部分预算有限的用户难以承受。

---

### **消费便利痛点**

系统涉及无人机飞行操作、AI 软件使用、多种设备协同控制等，操作专业性强，对操作人员要求高。救援人员需经过长时间专业培训，掌握飞行技巧、AI 算法操作、故障排除等知识技能，增加学习成本，影响使用便利性。执行救援任务前，需进行场地勘察、设备调试、通信测试等准备工作，流程繁琐耗时。遇到紧急救援情况，难以及时快速部署开展救援行动。救援过程中产生大量数据，当前数据处理分析平台不够智能便捷，难以及时快速处理数据并转化为有效救援信息反馈给操作人员，影响救援决策及时性和准确性。

### **技术门槛痛点**

要实现 AI 与无人机、传感器、通信等技术有效融合并非易事，需解决不同技术间兼容性、数据交互等问题，对研发团队技术实力和跨学科整合能力要求极高，很多企业和机构缺乏相应技术储备和研发能力。既懂 AI 算法开发与优化，又熟悉无人机技术、水域救援业务的复合型人才匮乏。人才招聘难、培养周期长，限制了企业对产品技术升级和创新速度，也影响产品在实际应用中性能发挥和问题解决能力。AI、通信等技术发展迅速，为保持产品竞争力和性能优势，需不断跟进新技术，更新硬件设备、升级软件算法。这对企业研发资金、技术团队能力是持续挑战，稍有滞后产品就可能落后于市场需求。

## **2. 4 市场需求分析**

**现有市场需求规模及增长趋势：**全球及中国无人机市场规模持续增长，其中政府应用领域占一定比例且呈上升趋势。随着社会对公共安全重视度提升，政府部门在水域巡逻、灾害应急响应等场景对无人机需求增多。如在洪涝灾害、台风等极端天气引发的水域险情中，对基于 AI 的空地协同无人机水域救援检测系统需求尤为迫切，用于快速侦察、定位遇险人员和评估灾情，市场规模有望随灾害频次和应对需求增长而扩大。消费级无人机市场规模可观。在水上娱乐活动（如冲浪、帆船比赛）和运动赛事举办地，为保障参与者安全，对水域救援检测系统需求渐长。随着人们水上休闲活动增多，该领域市场需求将持续增加，推动系统在民用市场的应用和普及。

### **细分市场需求特点**

**救援机构：**消防、海事救援等专业救援队伍追求系统高性能，要求无人机续航长、载荷大，能搭载多种救援设备和高清传感器；AI 算法精准，快速准确识别遇险目标；通信稳定可靠，确保空地协同高效。同时，希望系统操作相对简便，便于救援人员快速掌握使用，提升救援效率，降低人员伤亡风险。

**旅游景区：**景区管理部门关注成本效益和易用性。在满足基本救援检测功能基础上，倾向采购价格适中、维护简单的系统。要求设备操作易上手，能快速部署响应，保障游客在水域活动安全，预防溺水等事故，提升景区安全管理能力和游客体验。

---

游客满意度。

除此之外，公众对水上安全重视度提高，对水域救援保障期望增强。学校、社区、企业等组织也更关注周边水域安全防范。这种安全意识提升，促使相关部门和机构采购水域救援检测系统，加强安全管理，形成市场需求增长动力。政府对公共安全领域投入和监管加强，出台政策鼓励使用先进救援技术设备。部分地区要求特定水域配备智能救援监测系统，为市场发展营造政策环境，推动系统在政府主导项目和相关行业应用落地，扩大市场需求。

## 2.5 用户划分

### 景区运营管理方

景区通常拥有湖泊、河流、海滨等水域景观，开展游船、水上乐园等水上项目，游客安全保障至关重要。他们需要一套能实时监测水域状况，及时发现游客溺水、船只故障等安全隐患的系统。要求系统操作简便，工作人员经简单培训即可上手，可与景区现有安防体系融合，实现统一监控与管理。同时，希望设备具备一定的环境适应性，能在景区复杂的自然环境下稳定运行。

为景区定制专属的系统操作界面，简化操作流程，设置一键启动、自动巡航等功能。配备高清摄像头和热成像仪，确保在白天和夜间都能清晰捕捉水域动态。优化 AI 算法，重点识别游客异常行为、船只偏离航道等情况，并及时发出预警。提供与景区安防系统的数据对接接口，实现信息共享与联动响应。考虑景区对设备外观的要求，设计美观、与景区环境协调的无人机和地面设备。

### 2. 科研机构与高校

科研机构和高校在开展水域生态研究、水文监测、灾害模拟等项目时，需要高精度、多参数的数据采集设备。他们期望系统能搭载专业的传感器，如水质传感器、流速仪等，获取丰富的水域环境数据。此外，要求系统具备开放性和可扩展性，便于集成新研发的传感器或算法，支持定制化的数据采集与分析任务。同时，对数据的准确性、完整性和实时性有较高要求，以满足科研实验和模型验证的需要。

提供具备多种传感器接口的无人机和地面站，方便科研人员根据研究需求灵活配置传感器。开放系统的部分底层代码和数据接口，支持用户自主开发和集成新算法。配备专业的数据处理软件，具备数据实时分析、可视化展示、存储与导出等功能，满足科研数据处理的复杂需求。提供技术支持与培训服务，帮助科研人员快速掌握系统操作与二次开发技巧。针对长期合作的科研机构，可定制专属的数据服务套餐，如定期提供特定水域的监测数据报告等。

### 3. 保险公司

保险公司在开展涉水保险业务（如水上意外险、游船保险等）时，面临着较高的理赔风险。他们希望通过引入先进的技术手段，降低保险事故发生率，提高

---

风险管理能力。该系统可用于对投保水域进行实时监测，及时发现潜在风险，协助保险公司提前采取防范措施。同时，在事故发生后，系统能够快速提供准确的现场信息，帮助保险公司进行事故勘查与理赔定损，减少理赔纠纷和成本。

与保险公司的业务系统对接，实现数据共享与风险预警联动。根据保险公司的风险评估需求，重点识别可能导致保险事故的风险因素，并及时向保险公司推送预警信息。在事故发生时，系统能够快速响应，为保险公司提供事故现场的高清视频、图像以及相关数据，辅助理赔人员进行勘查定损。根据保险公司的业务规模和风险状况，制定个性化的服务方案，如按救援次数或风险监测时长进行收费分成等合作模式。

## 三、产品技术

### 3.1 技术背景

随着无人机技术的飞速发展，在水上救援场景中，无人机能够迅速到达难以接近的区域，执行高效、精准的搜寻与救援任务。然而传统的无人机系统在搜寻与救援过程中，往往依赖于单一的传感器，无法实现对水面的全面监测，导致目标搜寻的准确性和效率较低。此外，当前无人机系统在面对环境中设备故障或定位装置失效时，缺乏足够的自主应变能力，容易影响救援行动的顺利进行，并且无人机的应用过于单一，无人机仅作为感知平台的作用单一，无法更有效的发挥无人机在空间上灵活的特性，因此将机械臂搭载在无人机底部，通过电信号转接无人机接收机，实现了通过遥控器同时灵活操控无人机和机械臂进行简单的抓取等操作已成为常见设备。

但现有的无人机机械臂的灵活性较差，在使用的机械臂抓取和投放救援物品的过程中，目前的带臂无人机，普遍存在着机械臂抓取动作不够灵活自如，抓取物体时工作效率低，不能根据水面救援任务工作的实际需要随时调换，使用时十分不便，故而提出一种基于无人机实现水面投放救援装置来解决上述所提的问题。

### 3.2 核心技术

#### 核心技术一：精准搜寻

利用遥感和热成像精准搜寻定位目标，形成激光测距+光流定位，大幅提升昏暗环境识别率。与此同时测绘地形图，并且在首次任务之后自动生成高精度救援地形图。另外，QGC 地面站进行无人机航线绘制，实现自动搜寻。解决了传统的无人机依赖单一传感器，无法实施水面全面监测的问题。

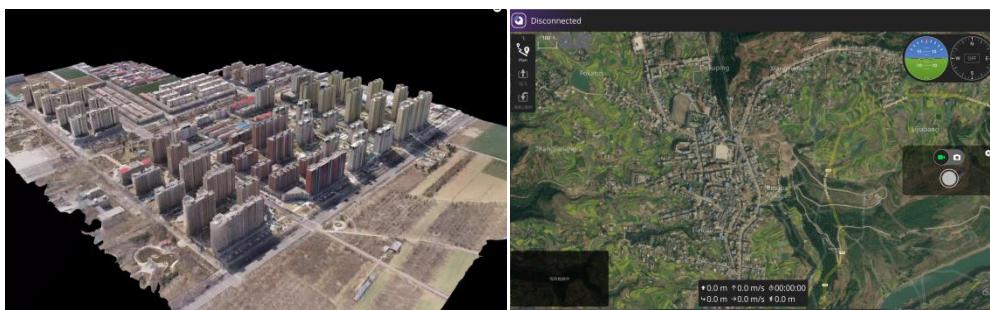


图 3-1、图 3-2：无人机绘制的地形图

---

## 核心技术二：稳定抓取

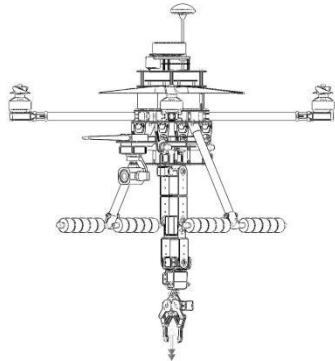


图 3-3: 机械臂模型



图 3-4: 红外高清摄像头

仅重 200g 的机械臂由碳纤维制成，具有坚固可靠、耐腐蚀、轻量化的特点。能够根据救援任务的需要灵活更换机械爪的类型，同时搭载红外高清摄像头，即使在光线昏暗的条件下也能准确投放物资。

## 核心技术三：智能跟踪

热成像画面下可实现任意物体跟踪。云台相机锁定目标，可大幅提升复杂环境中的救援效率。与 AI 跟踪模块协同控制，实现实时捕捉跟随目标。跟踪过程中，如果目标被短暂遮挡或离开监控画面，当其再次进入画面时，依然能够被自动识别与持续跟踪。

### 3.4 研究及技术成果

#### 3.4.1 无人机技术

##### (1) 机身及飞控

机身采用 F450 机型，飞控采用 Pixhawk2.4.8 飞控（即 stm32f427 搭配 5611 气压计），无人机飞控软件为 Ardupilot，配套地面站为 MissionPlanner2. 机载电脑为树莓派 4b，内置安装了 ubuntu20.04 系统，使用 4b 的 wifi 开机自建热点，PC 端可直连 4b 网络组建局域网，通过 ssh 命令远程连接树莓派。

##### (2) 稳定图传

配备 LQ 图数传 2.4G，可实现 3000 米的稳定图传。

##### (3) 复杂环境定位

搭载光流模块和激光定高模块可以实现室内室外无 GPS 信号环境下的定位导航。

##### (4) 智能视觉系统

云台相机采用思翼 A8mini 搭配图数传模块可实现稳定的 4K 画面录制，配备星光级传感器搭配超强感光性能 CMOS，低照度环境下也可获得清晰画面。

---

### 3.4.2 机械臂技术

#### (1) 轻量化耐腐蚀

机身采用阳极氧化铝铝合金坚固可靠耐腐蚀。

#### (2) 智能处理系统

采用 JETSON NANO 为主控，OpenCV 为图像处理库，使用 Python 为主要编程语言。

#### (3) 高效协同

内置 ROS 操作系统，采用逆运动学算法分解机械臂 6 个自由度的舵机运动控制，通过输入目标坐标计算各舵机的理论运动角度，结合舵机控制协议同时控制各个舵机运动。

#### (4) 自主学习

可进行机械臂 MoveIt 拟真控制，可自定义学习动作组。

#### (5) 智能视觉体系

机械臂搭载 USB 摄像头，拥有 30 万像素，110 度视场角，480p 分辨率为 OpenCV 的视觉分析提供硬件支撑。

#### (6) 多场景灵活操作

机械臂可通过拟真手臂的转动，舵机按照实际需求进行夹持抓取操作，更好的进行救援任务。

### 3.4.3 整体机技术

#### (1) 遥感测绘功能

通过相机定点抓拍照片，可通过大疆智图实现地形图绘制。

#### (2) 热成像搜寻

搭载  $640 \times 512 / 13 \text{ mm}$  热成像相机，可实现全局测温，搭载思翼 AI 跟踪模块可实现对目标实时跟随与捕捉，具有高对比度可实时搜寻。

#### (3) 避障雷达双模式

顶部搭载思蓝 A1 雷达可实现 360 度无障碍避障，底部搭载激光定高雷达为保证飞机安全执行提供强有力的保证。

#### (4) 自主飞行

搭载的机载电脑编写的 Dronekit-Python 控制可实现无人机自主飞行，自主降落，自主返航。

---

## 四、商业模式

### 4.1 自主研发商业生产模式

#### 4.1.1 全流程自主生产体系构建

在自主研发的商业生产模式下，企业需打造覆盖研发、设计、生产、组装的全流程体系。首先在研发阶段，依托专业的人工智能、无人机技术、通信工程等多领域融合的研发团队，对 AI 算法、无人机硬件结构、空地协同通信系统等核心模块进行持续创新。例如针对水域救援场景，优化 AI 图像识别算法，使其能在复杂光照、波浪干扰等条件下，精准识别溺水者、漂流物等目标。完成研发后进入设计环节，运用先进的计算机辅助设计（CAD）软件，对无人机机身结构、传感器布局、电路系统等进行精细化设计，确保各部件间兼容性与性能最优化。生产过程中，配置高精度的生产设备与自动化生产线，实现无人机机身的加工制造、传感器及电子元件的精密组装，保证产品质量的稳定性与一致性。

#### 4.1.2 供应链自主管理

企业自主掌控原材料采购与零部件供应，建立稳定的供应链体系。与优质的芯片供应商、传感器制造商、特种材料生产商等建立长期合作关系，直接采购核心原材料与零部件，降低中间环节成本。与知名的芯片厂商合作，确保 AI 处理芯片的稳定供应与性能领先；与特种材料供应商合作，获取高强度、轻量化的无人机机身制造材料。同时，对供应链进行严格的质量管控，建立原材料与零部件的检验标准与验收流程，从源头把控产品质量。通过定期对供应商进行评估与考核，激励供应商提升产品质量与服务水平，保障生产环节的顺利进行。

#### 4.1.3 生产计划与产能调控

根据市场需求预测与订单情况，制定科学合理的生产计划。利用大数据分析、市场调研等手段，准确把握景区、科研机构、政府部门等不同客户群体的需求变化趋势，提前规划生产数量与产品类型。在旅游旺季来临前，增加面向景区的水域救援检测系统生产；在科研项目申报高峰期，加大科研专用型系统的产能。此外，建立灵活的产能调控机制，通过调整生产线的工作时间、增加或减少生产班次、优化生产流程等方式，应对市场需求的波动，避免产能过剩或供应不足的情况发生，提高生产资源的利用效率。

---

## 4.2 委托生产商业生产模式

### 4.2.1 代工商筛选与合作

企业聚焦核心技术研发与产品设计，将生产制造环节外包给专业的代工商。在筛选代工商时，制定严格的评估标准，从工厂的生产规模、技术实力、质量管理体系、行业口碑、生产成本等多个维度进行综合考量。优先选择在无人机制造、电子设备生产领域具有丰富经验，且拥有先进生产设备与完善质量管控流程的代工商。确定合作对象后，与代工商签订详细的委托生产合同，明确产品技术参数、质量标准、生产周期、交货方式、价格条款等关键内容。同时，建立定期的沟通协调机制，确保双方在生产过程中信息畅通，及时解决出现的问题。

### 4.2.2 生产过程监督与质量把控

尽管生产环节外包，但企业需对代工商的生产过程进行严格监督与质量把控。派遣专业的质量管理人员常驻代工商生产现场，对原材料采购、生产工艺、组装流程、成品检测等各个环节进行全程跟踪检查。制定详细的质量检验标准与流程，要求代工商按照企业规定的标准进行生产与检验。定期对代工商生产的产品进行抽检与质量评估，运用专业的检测设备与技术手段，对产品的性能指标、可靠性、稳定性等进行全面检测。一旦发现质量问题，及时要求代工商进行整改，确保交付的产品符合企业的质量要求。

### 4.2.3 生产协同与成本控制

企业与代工商建立高效的生产协同机制，通过信息化管理系统实现生产进度、物料库存、质量数据等信息的实时共享。根据市场需求变化与订单情况，及时调整生产计划，并将指令准确传达给代工商，确保生产与市场需求同步。在成本控制方面，通过与代工商的谈判协商，优化生产价格条款，降低生产成本。同时，对物流运输、仓储管理等环节进行优化，减少中间环节成本，提高产品的市场竞争力。此外，定期对委托生产的成本进行核算与分析，寻找成本优化空间，实现成本的有效控制。

## 4.3 自主研发商业销售模式

### 4.3.1 硬件销售核心驱动

以高性能、定制化的硬件产品作为主要盈利点，针对不同客户群体的需求推出差异化硬件组合。面向景区，提供集高清摄像头、热成像仪、基础 AI 处理芯片于一体的标准款无人机，搭配轻便型地面控制终端，满足日常巡逻与基础救援检测需求；对于科研机构，推出可灵活搭载多类型专业传感器，且具备强大数据处理与存储能力的高端无人机，并配备功能完备的科研级地面数据分析平台。

---

采用“直销+分销”双渠道策略。直销团队直接对接政府救援部门、大型景区集团、重点科研院校等大客户，提供一对一的专业销售服务，根据客户需求定制硬件配置方案，通过长期合作协议与批量采购优惠政策，提高客户忠诚度与复购率；同时，与安防设备经销商、测绘仪器代理商等建立分销合作，借助其广泛的客户网络，将产品推广至中小景区、地方科研机构等长尾市场，扩大市场覆盖范围。

#### 4.3.2 软件服务辅助增值

为硬件产品配套基础软件系统，免费提供基础功能版本，吸引客户购买硬件产品。在此基础上，推出软件增值服务，针对景区客户，提供定制化的游客行为分析软件模块，可实时监测游客在水域周边的异常行为并预警，按年收取软件授权使用费；为科研机构开发数据深度处理与建模分析软件插件，支持客户基于采集数据进行专业科研分析，根据插件功能复杂度与使用时长计费。

此外，提供软件系统的升级维护服务，定期推出功能增强版软件，修复漏洞、优化性能，并为客户提供远程技术支持，确保软件系统稳定运行，按服务等级与时长收取相应服务费用，进一步提升客户对硬件产品的依赖度与粘性。

#### 4.3.3 数据增值补充盈利

依托硬件设备采集的海量水域数据，开展数据增值服务。对于科研机构，将经过脱敏、清洗与结构化处理的水文数据、环境监测数据等进行打包销售，提供按数据量、时间周期计费的数据订阅服务；针对景区与政府部门，基于数据挖掘与AI分析，提供安全风险评估报告、救援趋势预测分析等数据产品，帮助客户提前规划安全防范措施与资源调配，以项目制形式收取数据服务费用。同时，利用积累的行业数据构建水域救援数据模型，为新客户提供数据咨询与规划服务，进一步拓展盈利渠道，但整体数据增值服务作为硬件销售的补充，强化客户对硬件产品的价值认知。

### 4.4 委托生产商业销售模式

#### 4.4.1 硬件销售主导盈利

凭借委托生产模式下的成本优势与灵活生产能力，以高性价比的硬件产品作为市场竞争核心。与代工商合作，根据市场需求快速调整产品配置与生产规模，推出覆盖低、中、高端市场的硬件产品线。针对预算有限的小型景区与社区救援组织，提供入门级无人机套装，包含基础传感器与简化版地面控制设备；面向大型商业景区与专业救援队伍，提供高性能、高可靠的无人机系统，配备先进的AI识别模块与长续航电池。采用多元化销售渠道策略，除了通过自身销售团队与线上电商平台直接销售外，重点拓展与行业解决方案提供商的合作。与水利信息

---

化企业、安防集成商等合作，将无人机水域救援检测硬件系统嵌入其整体解决方案中，以联合品牌或 OEM 形式进行销售，借助合作伙伴的市场资源与行业影响力，快速打开市场，实现硬件产品的批量销售，获取主要盈利。

#### 4.4.2 软件服务强化价值

为硬件产品配备标准化软件系统，提供基础的无人机操作与数据查看功能。在此基础上，针对不同客户需求推出差异化软件服务套餐。对于景区客户，提供“基础版 + 高级版”分级软件服务，基础版满足日常监控需求，高级版增加智能预警、应急调度管理等功能，按功能模块收取软件授权费；为行业解决方案合作伙伴定制专用软件接口与数据对接服务，确保硬件系统与合作伙伴的软件平台无缝集成，按项目合作规模收取软件服务费用。同时，提供软件系统的远程培训、故障诊断等技术支持服务，提升客户对硬件产品的使用体验与满意度，间接促进硬件销售。

#### 4.4.3 数据增值辅助创收

利用硬件设备采集的数据资源，开展数据增值服务。针对购买硬件产品的客户，推出数据托管与分析服务，为客户存储、管理采集的数据，并运用 AI 算法进行初步分析，生成可视化数据报表，按数据存储量与分析复杂度收费；与科研机构、行业研究组织合作，共享匿名化后的行业数据资源，参与数据合作项目获取收益；同时，基于数据积累开发标准化的数据产品（水域安全风险指数报告、典型救援案例数据库等），面向行业客户进行销售，但数据增值服务在整体盈利结构中占比相对较低，主要作用是增强硬件产品的附加值，巩固以硬件销售为核心的盈利模式。

## 五、竞品分析

### 5.1 头部竞品分析——大疆 M30

	及时雨	DJI 经纬 M30
尺寸 (mm)	370x370x240	470x585x215
重量 (g)	1200	3770
最大载荷 (g)	500	230
镜头分辨率	4K	4K
热成像	640x512	无 (仅 M30T 含)
避障	双激光雷达	双目视觉+近红外
低光模式	有	有
激光测距	有	有
AI 追踪	可选	无
机械臂	可选	无
价格	¥ 10000	¥ 39999

### 5.2 其他中小品牌竞品分析

名称	及时雨	awesome	鸿升祥	智飞机农	金广辉	彤辉	迈优威
价格	1w	3.6w	3.4w	3w	5.5w	3w	5.88w
配置	无人机	机械臂	无人机	无人机	无人机	无人机	无人机
像素	200w	30w	1200w	200w	200w	2000w	2000w
分辨率	1080p	480p	1080p	1080p	1080p	1080p	1080p
续航	30min	无	35min	30min	30min	30min	1h
载重	1~2kg	500g~2kg	无载重	1~20kg	1~25kg	1~5kg	1~10kg
抗风	3~4 级微风					6 级	7 级
飞行高度	1km	无	120m 以上	500m 以上	120m 以上	7km	120m 以上
飞行距离	3km	无	5km	5km	5km	9km	3km
工作环境	零下5℃~60℃	零下5℃~60℃					
臂展		350mm					
舵机精度		≤1°					
机械臂自由度		6					
抓取范围		半径≤30cm 半圆					
夹爪最大开合距离		6cm					

无机械臂

## 六、可行性论证

### 6.1 高原测试

该项目在 2025 年 1 月 5 日顺利完成高原测试，地点为四川省雅安市夹金山垭口，海拔 4114 米，此时最低气温零下 18 摄氏度，最高风力达 5 级。

高原测试论证该项目具备在极端条件下工作的能力。

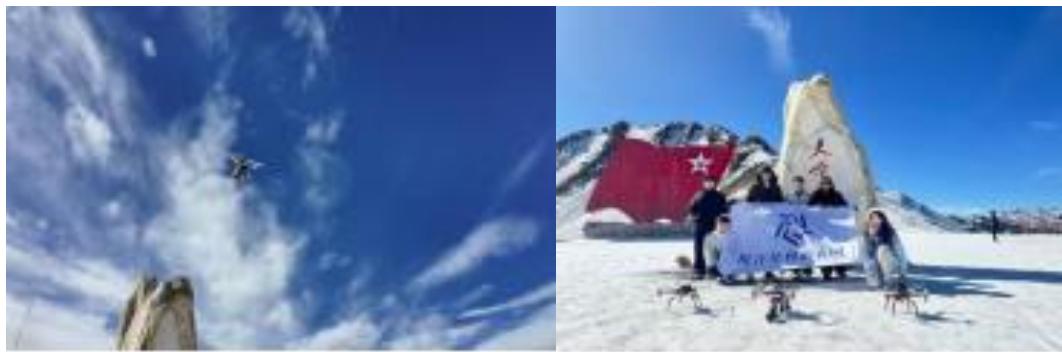
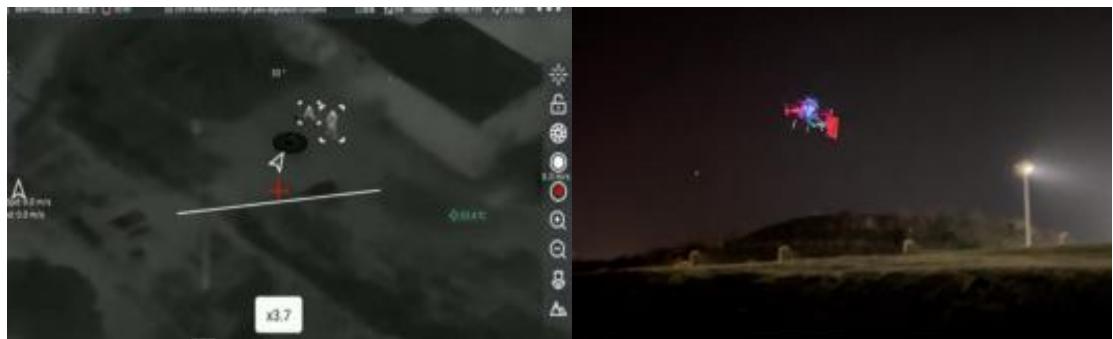


图 5-1：无人机在高原飞行

图 5-2：团队合影

### 6.2 项目实测

#### (1) 完成夜视飞行实测



#### (2) 建立空气动力学模型

充分考虑环境因素建立空气动力学模型，根据海拔、温度、空气密度来建立。

$$C_T = 0.25\pi^3 \lambda \xi^2 B_p K_0 \frac{\varepsilon \arctan \frac{H_p}{\pi D_p} - \alpha_0}{\pi A + K_0}$$

四旋翼无人机模型使用两套相同的固定螺距螺旋桨（两个顺时针两个逆时针）来控制升力和扭矩。本次计算为 4 个桨盘，桨盘平行于无人机，来流速度为 29.84m/S，每个桨盘半径为 0.288m，桨毂半径 0.0576m，桨盘厚度为 0.01m，桨叶翼型截面为 MH114 翼型，桨叶数目 5，桨盘转速 4549rpm。仿真计算时，对桨盘后滑流流场区域网格局部加密，求解器输出计算结果 cgns 文件。

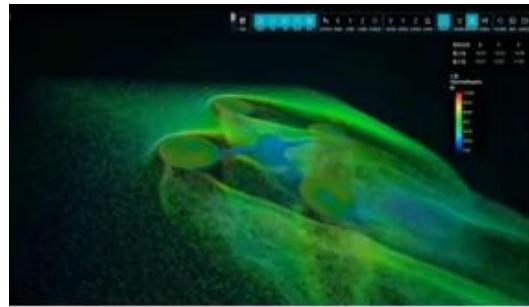


图 5-5 空气动力学模型

### (3) 机械臂轨迹仿真

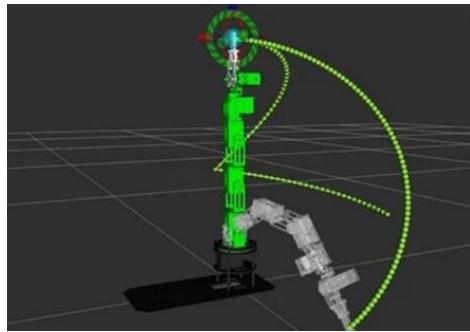


图 5-6 机械臂轨迹仿真

### (4) 企业联测

#### 四川万创智航机器人科技有限公司

关于欧阳等同学自主研发的  
《及时雨—基于 AI 水域救援智能空投装置》科技产品  
测试证明

吉利学院欧阳翔等同学自主研发的《及时雨—基于 AI 水域救援智能空投装置》的模型产品已在本公司的测试车间进行模拟水面救援投送测试。公司董事会认为，该科技产品可以有效替代公司目前的水面应急救援设备，其便捷性、可操作性均高于普通无人机、救生圈等应急设备，还具有可部署性强，针对特殊应急救援场景可选择对应的模块实现快速部署的特点。尤其是其操作采用自动和手动控制，有着高效、方便的特点，其中搭配的红外夜视云台相机和避障测距雷达模块可实现全天候全场景部署，能够从容应对水面救援的各种突发状况保证飞行安全。同时由于价格较为低廉，效果较为突出，不仅能够有效节约了机器采购成本，而且便于后期应用的大规模生产。

特此证明。  
四川万创智航机器人科技有限公司  
2020 年 6 月 1 日

图 5-7 企业飞行测试证明

本项目与四川万创智航机器人科技有限公司达成合作，并且顺利通过该公司 的飞行测试。该公司董事会认为：本科技产品可以有效替代公司目前的水面应急 救援设备，其便捷性、可操作性均高于普通无人机。针对特殊应急救援场景可选 择对应的模块实现快速部署的特点。尤其是其操作采用自动和手动控制，有着高 效、方便的特点，其中搭配的红外夜视云台相机和避障测距雷达模块可实现全天 候全场景部署，能够从容应对水面救援的各种突发状况保证飞行安全。

## 七、研发历程及成果

- 2024年3月：建立sw模型，2024年7月研发出第一代机实体  
2024年9月：研发出第二代无人机，并获四川省大学生嵌入式竞赛二等奖  
2024年12月：研发出第三代载重无人机，并进行高原测试  
2025年1月：研发出第四代无人机雷达避障快速投放（衍生机型）  
2025年3月至今：研发出第五代无人机水面救援投放装置

本项目已取得阶段性成果：1项专利、7项软著，在四川省嵌入式竞赛中获得省级二等奖，在计算机设计大赛中获得省级三等奖，通过了华为云服务计算微认证。



---

## 八、团队建设

### **项目负责人：欧翔**

计算机科学与技术专业，是技术主导人员，擅长软件技术的开发，负责统筹推进项目。以第一作者的身份拥有本项目的一项专利和四项软著，有两项国家级竞赛奖项，13项省级竞赛奖项。同时也是川吉星科创社团的技术负责人，吉利汽车研究院实习生。

### **产品经理：谭怡萱**

小学教育专业，主要负责项目的策划与外联，擅长各类文档和路演，有多次创新类竞赛的经验，获得两次校级奖项；获得计算机设计大赛省级三等奖；有本项目的一项专利和一项软著。

### **飞行器维护：古历**

电子信息工程专业，负责无人机的接线与维护。擅长嵌入式软件底层开发与调试，拥有多项竞赛经验，3项省级竞赛奖项。同时也是吉利汽车研究院实习生。

### **项目总监：孙一然**

机器人工程专业，项目团队工作的组织引领，丰富的领导经验，凝聚团队力量。拥有本项目一项专利和一项软著，有多项竞赛奖项。同时也是川吉星科创社团的主要负责人。

### **硬件开发：荀俪心**

车辆工程专业，负责无人机和机械臂的模块化硬件开发，主导材料选型及抗风性能优化，确保设备在极端环境下的稳定性。有两项省级竞赛奖项。

### **操控手：冯心源**

机器人工程专业，主要负责无人机的操控和调试，有丰富的嵌入式软件及上位机软件开发经验，拥有多项竞赛奖项。

### **线路规划：冉金花**

物流管理专业，负责无人机运行的线路设计，搭建运行模型，精通供应链优化与成本控制，高校协调资源，确保项目高效运营。有一项校级立项。

### **财务管理：冯婕**

财务管理专业，负责无人机的市场风险预测和财务分析，精通预算规划、风险管理及资本运作。有一项校级立项，多项校级奖项。

### **质量检测员：毛怡慧**

财务管理专业，负责硬件的统筹与维护，精通 python 等编程语言，为产品的模型检测提供保障。获得国际创新大赛省奖，拥有 5 项软著。

---

## 九、教育背景

本项目依托川吉星智能科创社团（团队成员均来自该社团），有独立的实验室和专业的指导教师，提供丰富的实践条件和学习资源。同时，本项目与中飞院的雏鹰之翼航模协会形成战略合作，相互交流借鉴。产教融合，协同发展。三家官方媒体对我们进行了报道，分别是中飞院、江油一中、南充嘉陵职业技术学院。



---

## 十、未来展望

### 1. 短期目标（1-2 年）

#### （1）技术优化与产品定型：

优化 AI 识别算法，提升复杂水域的救援精准度。增强机械臂的抓取稳定性，适应更高风速（7 级及以上）和极端温度（-25℃ 至 50℃）。开发轻量化设计，使整机重量降低 15%，续航提升至 120 分钟以上。

#### （2）试点应用与数据积累：

与地方消防、景区合作，在 3-5 个高风险水域部署试点。建立救援案例数据库，优化 AI 决策模型，提高自主判断能力。

### 2. 长期目标（3-5 年）

#### （1）多场景救援网络构建：

扩展至洪灾、海上事故等场景，形成“无人机+无人艇”立体救援体系。

#### （2）全球化与公益化：

进入东南亚等溺水高发地区，适配热带气候与咸水环境。联合国际红十字会等组织，为欠发达地区提供低成本公益救援方案。

#### （3）技术生态延伸：

开放 API 接口，兼容救生筏等第三方救援设备。探索“无人机+5G+边缘计算”，实现毫秒级远程协同救援。

我们的愿景是：让“及时雨”成为新时代的空中诺亚方舟，从“单点突破”到“生命救援物联网”，让每一片水域都有 AI 守护。