

2024年全国大学生电子设计竞赛赛区赛 立体货架盘点无人机系统 (D题) 解析

肖建 xiaoj@njupt.edu.cn

南京邮电大学

创新创业教育学院

2024年9月21日

目 录

[01]

赛题内容

[02]

赛题技术解析

[03]

江苏赛区现场测评情况

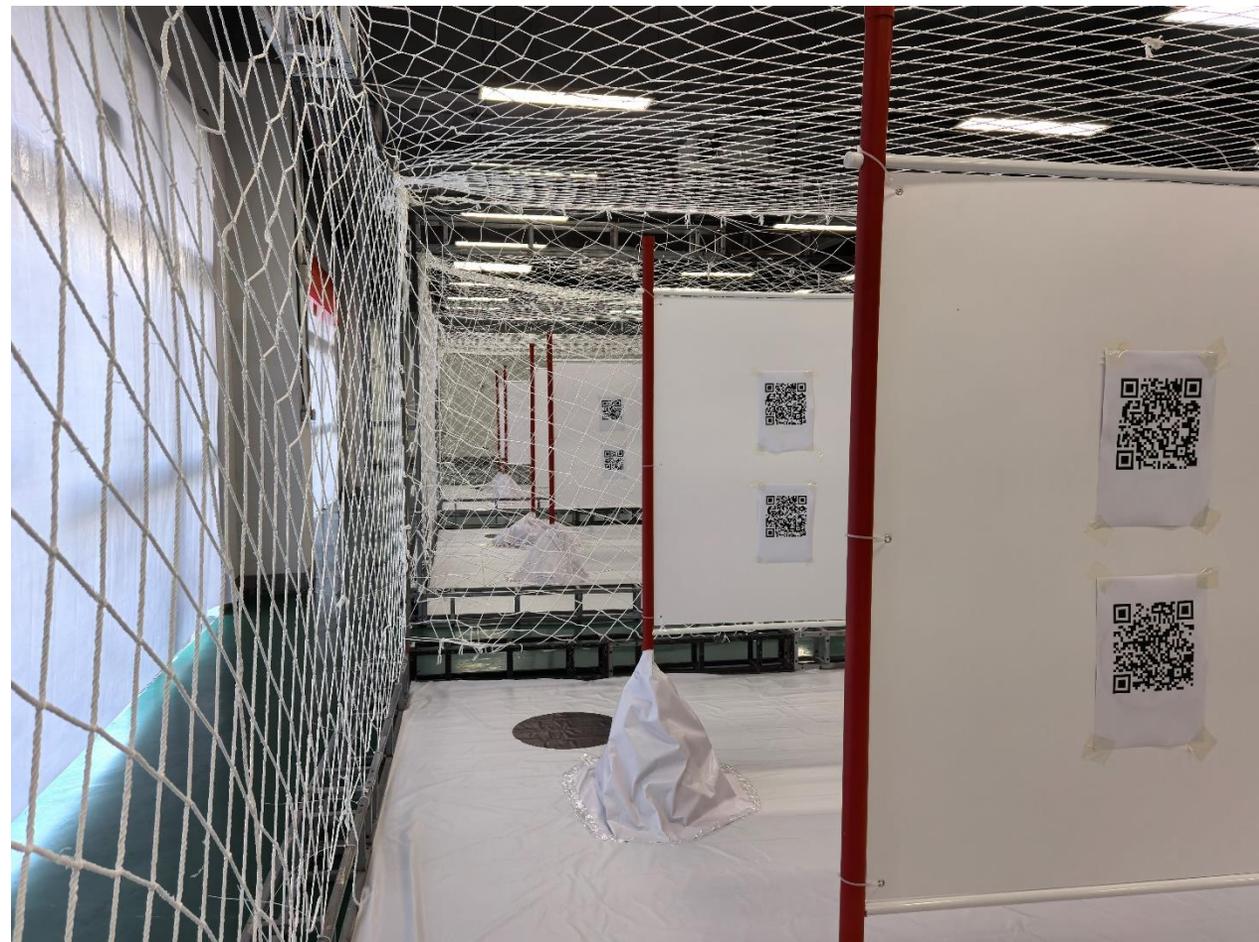
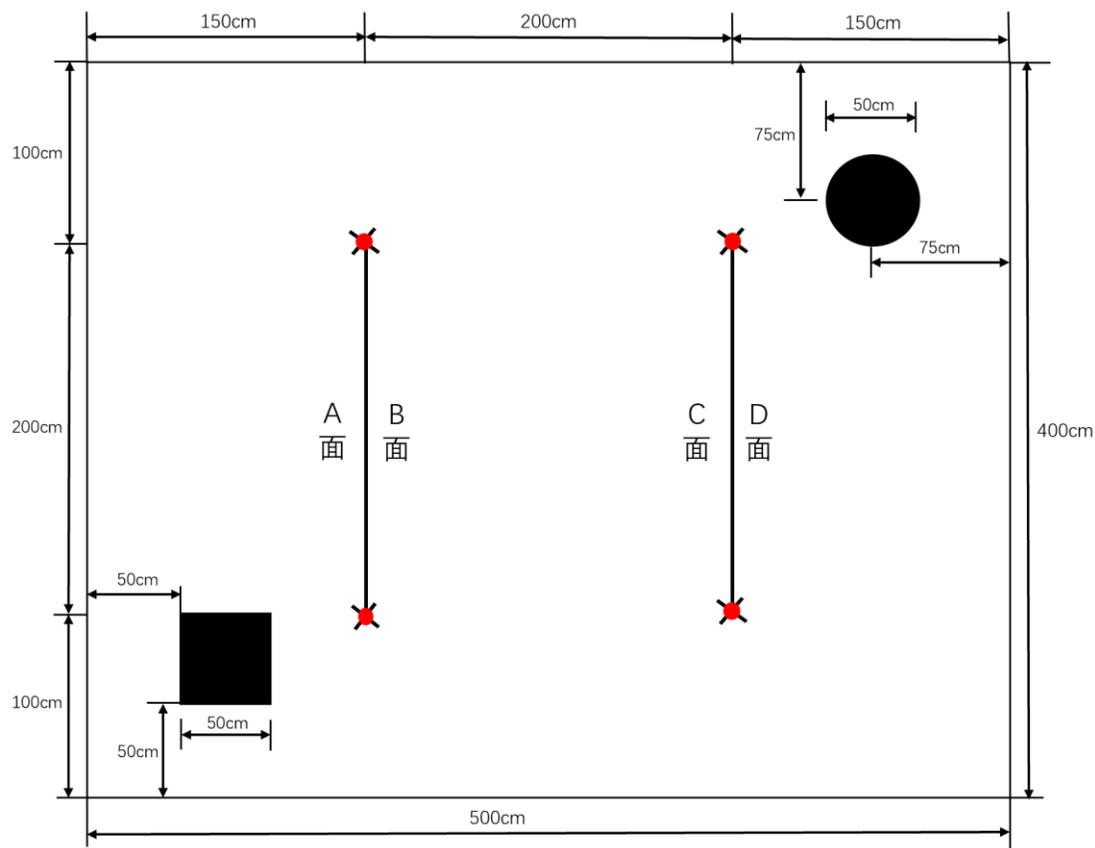


01

赛题内容

01

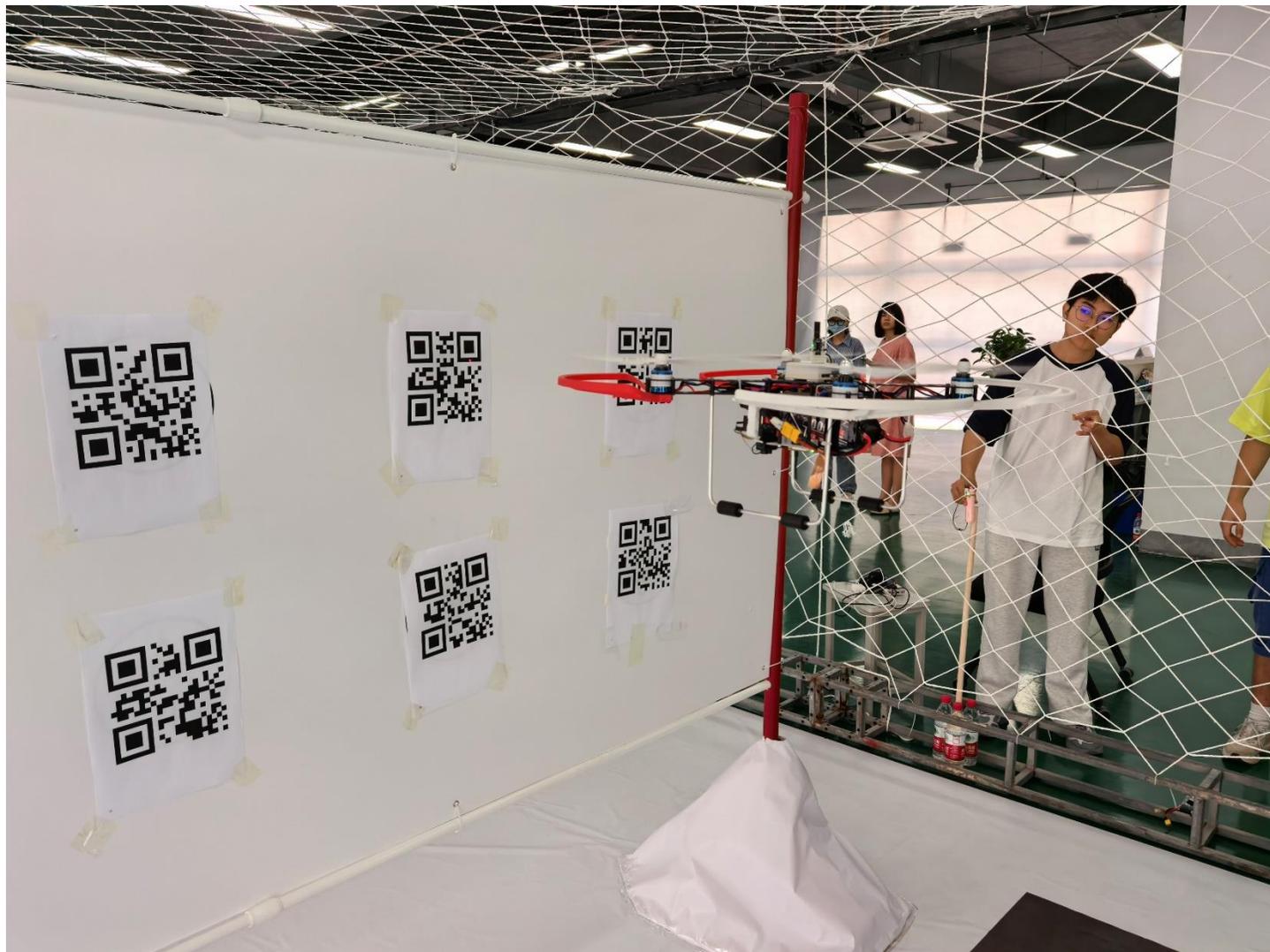
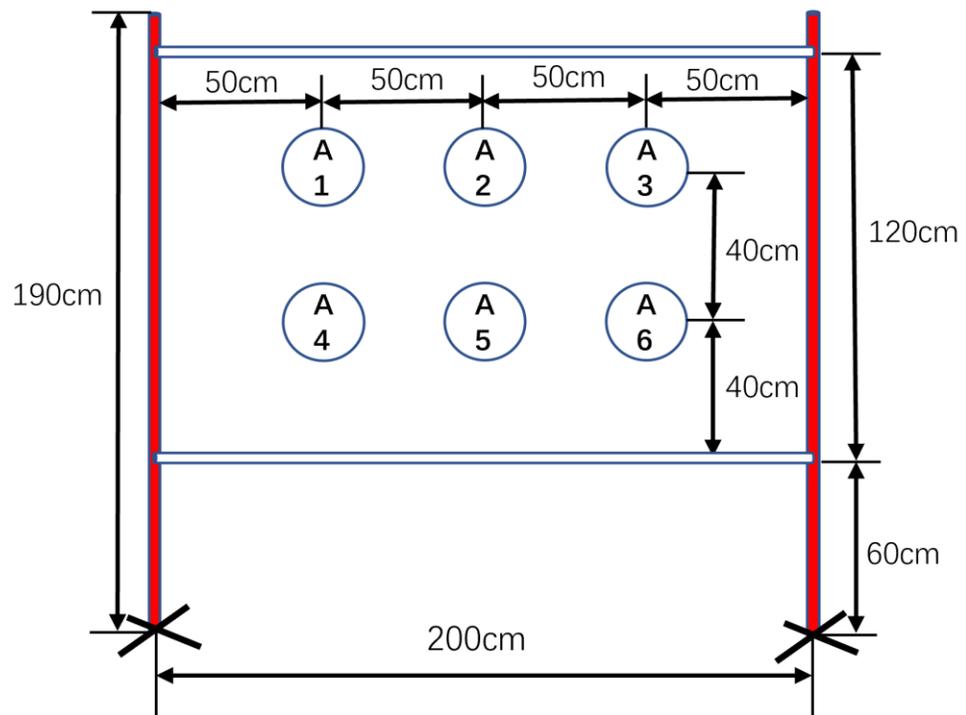
赛题内容

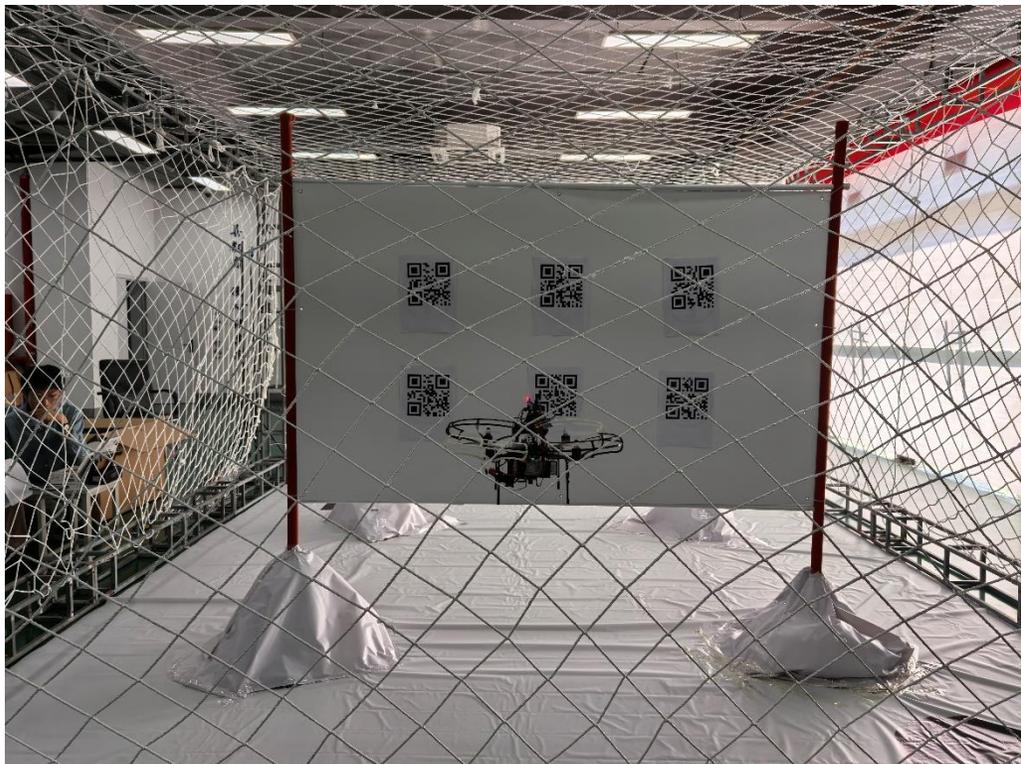


设计并制作一款由多旋翼飞行器和带显示器的无线地面站构成的系统，能够实现对立体货架上全部货物的自主巡检、盘点，以及对特定货物的单独盘点；地面站能显示盘点结果信息。

01

赛题内容





二、要求

(1) 完成对立体货架的遍历盘点，地面站实时显示相关盘点结果信息。←

1) 无人机在起飞点垂直起飞，至 $150\pm 10\text{cm}$ 的高度；(5分) ←

2) 无人机自主完成对 2 个货架 4 个面上全部货物的遍历盘点：←

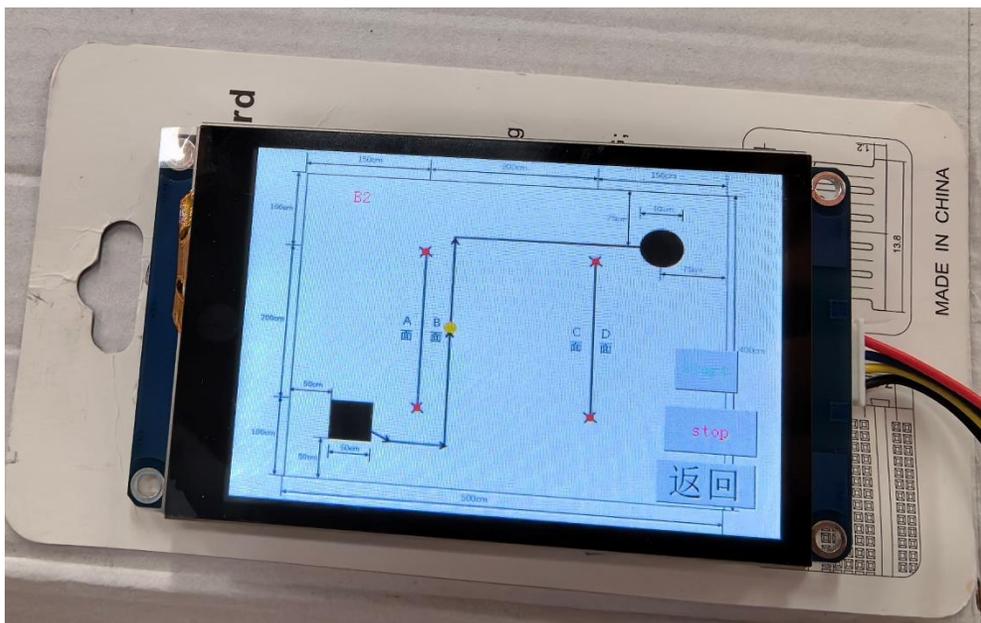
① 盘点过程中，无人机使用机身上的激光笔指示盘点对象；盘点过程中激光笔关闭，成功收集一个货物信息，激光笔在被盘点的二维码范围内点亮一次（亮 0.5 秒左右）；(24分) ←

② 盘点过程中，地面站端用不小于 3.5 吋的 LCD 显示屏实时显示盘点结果，即货物编号和位置坐标信息(货物编号为 1~24 的数值；坐标信息为 A1~A6、B1~B6、C1~C6、D1~D6)；无人机每盘点到一个货物，地面站上的 LED 灯亮灭一次（亮 1 秒左右）；(12分) ←

3) 完成遍历盘点后，无人机稳定降落在降落点，无人机几何中心点不超出降落区域；(5分) ←

4) 盘点结束后，地面站可显示全部盘点结果，并可输入货物编号查询，显示货物坐标信息；(5分) ←

5) 遍历盘点过程用时越少越好。(10分) ←

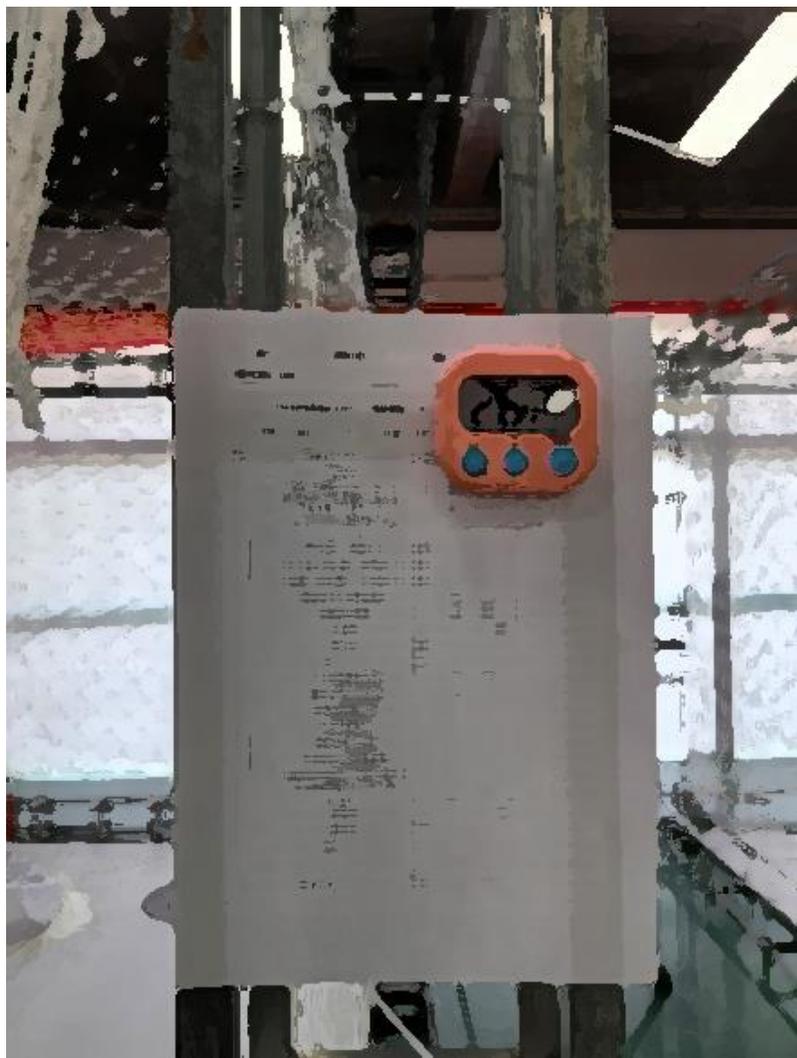


(2) 完成指定货物的定向盘点。←

- 1) 无人机上电后，给无人机识别 1 张抽取的二维码，无人机报送识别的货物编号给地面站显示；(2 分) ←
- 2) 地面站 LCD 显示屏上显示规划的定点盘点航线图；(8 分) ←
- 3) 启动无人机在起飞点垂直起飞，按照 2-(2) 所规划航线飞往目标货物，激光笔在被盘点的二维码范围内点亮一次（亮 0.5 秒左右），识别目标货物二维码信息并传回地面站，地面站显示货物编号和坐标信息，地面站上的 LED 灯亮灭一次（亮 1 秒左右）；(9 分) ←
- 4) 完成定点盘点后，无人机稳定降落在降落点，无人机几何中心点不超出降落区域；(5 分) ←
- 5) 定点盘点过程用时越少越好。(10 分) ←

(3) 其他。(5 分) ←

(4) 设计报告。(20 分) ←



三、说明

(1) 立体货架说明

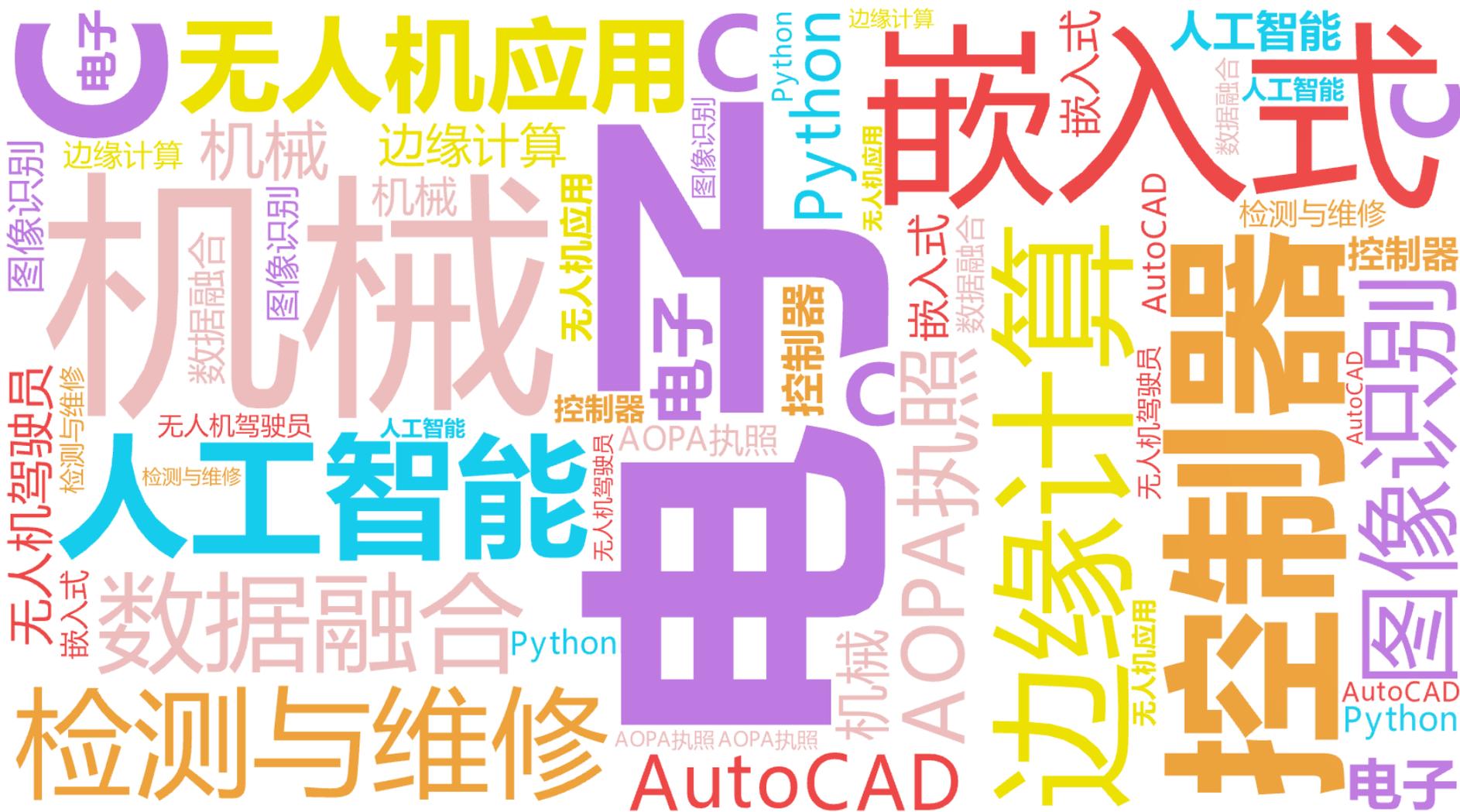
- 1) 参赛队在赛区提供的场地测试，不得擅自改变测试环境条件。
- 2) 货架板面采用厚度为 5mm 的硬质白色 PVC 板制作，在板的双面固定位置上随机张贴本题提供的 24 张二维码图像（内容为 1-24 的数字值），二维码打印在白色 A4 纸张上，尺寸为 19cm×19cm 左右。
- 3) 货架两端支架采用直径为 3~4cm 的红色（R-255、G-0、B-0）圆形杆，高度不低于 190cm；应考虑到材料及颜料导致存在色差的可能性；2 个圆形杆之间横向固定 2 个硬质白色杆子，货架板上可制作多个孔用于使用扎带等固定在四周杆体上。
- 4) 400cm×500cm 作业区四周及顶部设置安全网，安全网支架安装在安全网外。安全网外测试现场避免阳光直射，但不排除顶部照明灯及窗外环境光照射，参赛队应考虑到测试现场会受到外界光照或室内照明不均等影响因素，测试时不得提出光照条件要求。

(3) 测试要求与说明

- 1) 无人机起飞至降落连续完成，期间不得人为干预。
- 2) 要求 1 的盘点过程必须在 270 秒内完成，超时相关评分模块不得分。
- 3) 要求 2 的盘点过程必须在 180 秒内完成，超时相关评分模块不得分。
- 4) 每次测试全过程中不得更换电池；两次测试之间允许更换电池，更换电池时间不大于 2 分钟。
- 5) 飞行期间，无人机触及地面后自行恢复飞行的，扣 5 分；触地后 5 秒内不能自行恢复飞行视为失败，失败前完成动作仍计分。
- 6) 平稳降落是指在降落过程中无明显的跌落、弹跳及着地后滑行等情况出现。

02

赛题技术解析



无人机可使用在影视航拍、创客教育、农业植保、海上监视与救援，环境保护、电力巡线、渔业监管、消防、城市规划与管理、气象探测、交通监管、地图测绘、国土监察等。



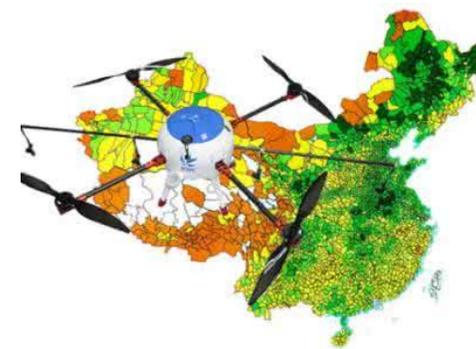
消防救援



电力巡线



农业植保



地图测绘



影视航拍



无人机快递



国土监察

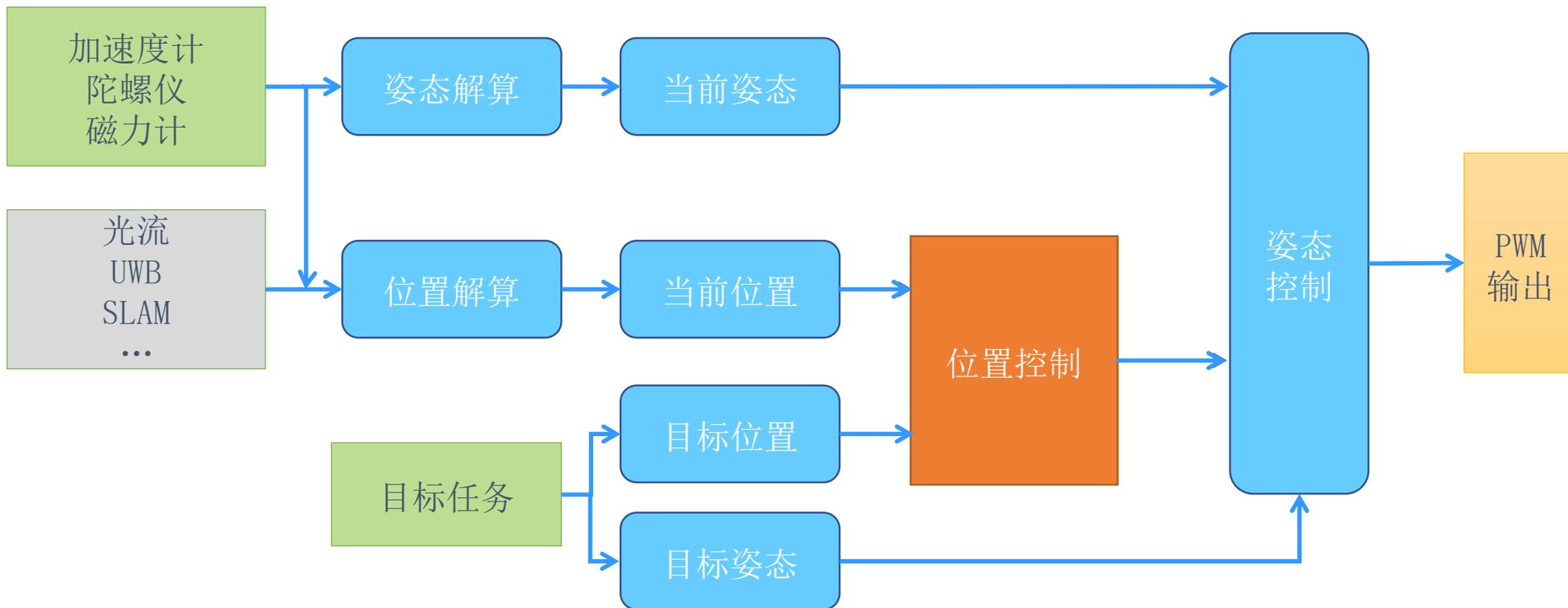


海上监视与救援

- ◆ 无人机硬件平台包括飞控、机架、无刷电机、电调（无刷电机调速器）、电池、电源模块，以及大量传感器模块。



- ◆ 飞控算法包括传感器驱动、姿态解算、位姿控制、PWM输出、状态可视化、通信以及飞行任务规划等，其中姿态解算与位姿控制是飞控算法中的核心。



2013年四旋翼自主飞行器(B题)

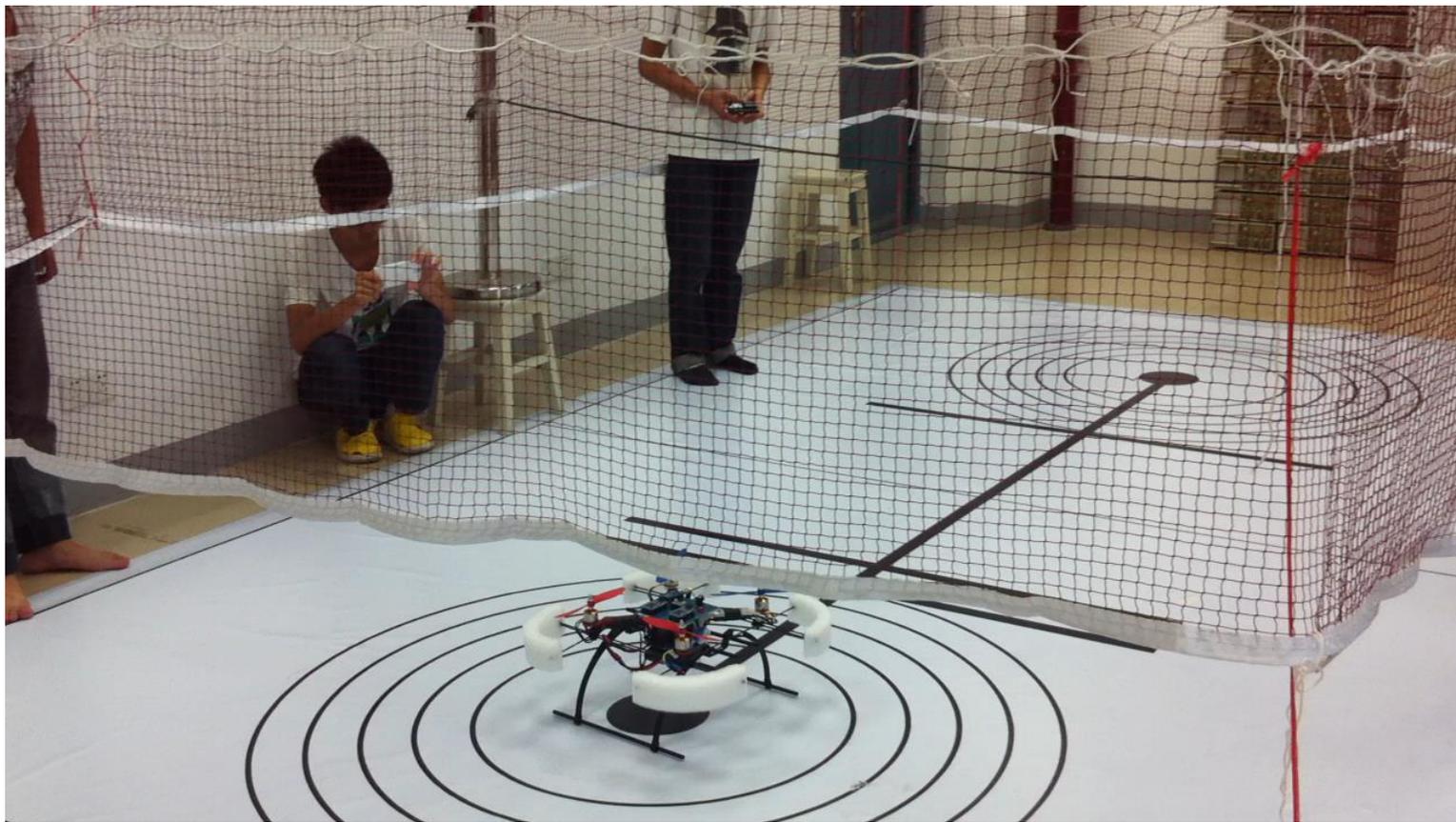
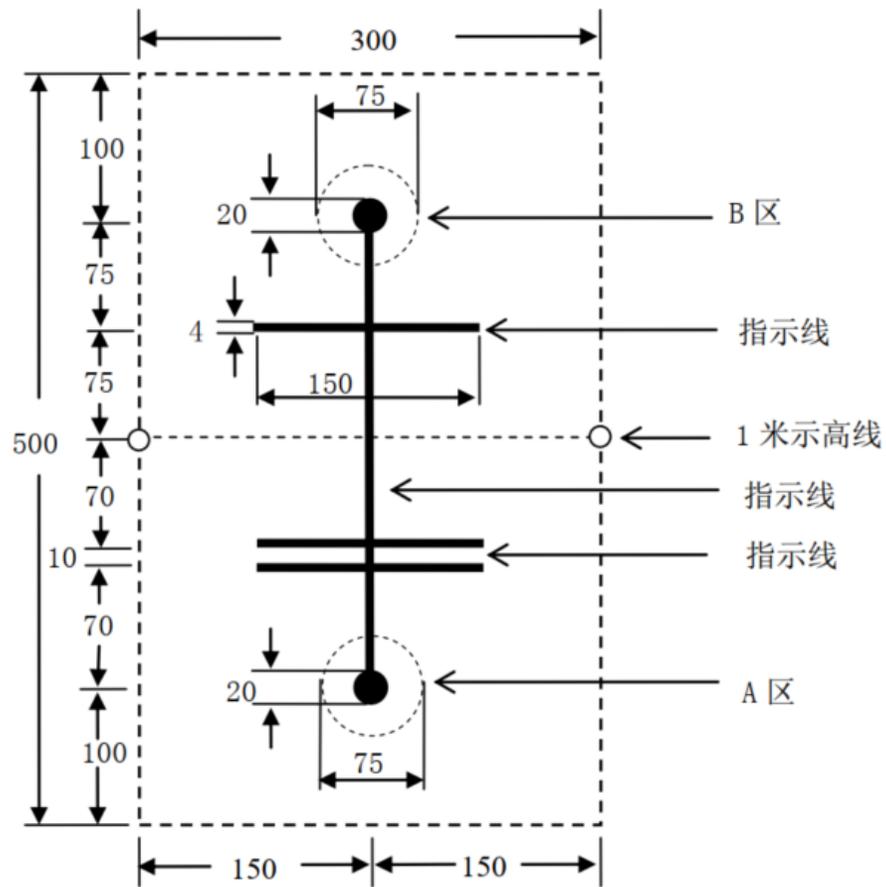


图1 飞行区域俯视图 (图中单位: cm)

稳定飞行

2014年四旋翼飞行器(A题)

四旋翼飞行器能够完成以下飞行动作：

- (1) 飞行器能够根据起飞前预置的指令起飞，飞离地面高度应超过 30cm，飞行距离（水平）应超过 60cm，然后飞行器应能平稳降落。（30 分）
- (2) 飞行器能够根据指定（键盘设定）的飞行高度及降落地点（方向及距离）连续稳定地完成起飞、指定高度水平飞行、平稳降落等动作。（20 分）
- (3) 飞行器能够根据起飞前预置的指令垂直起飞，起飞后能够在 50cm 以上高度平稳悬停 5s 以上，然后再平稳缓慢降落到起飞地点；起飞与降落地点水平距离不超过 30cm。（30 分）
- (4) 其他自主发挥设计的飞行动作。（20 分）
- (5) 设计报告（20 分）



光流传感器

2015年多旋翼飞行器(C题)

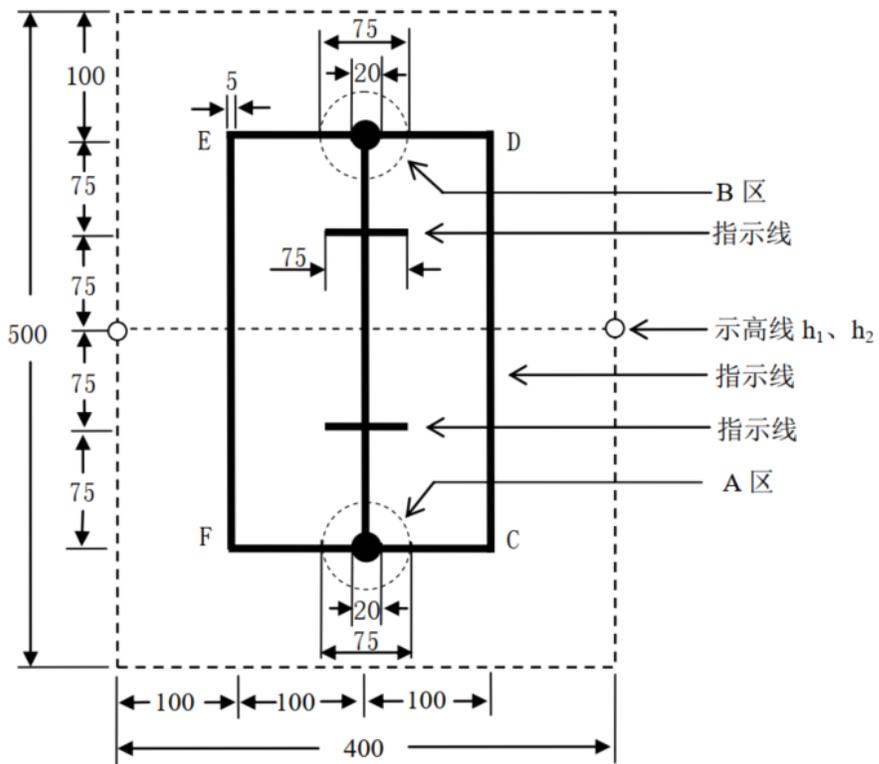


图1 飞行区域俯视图 (图中长度单位: cm)



商用飞控、CCD摄像头

2017年四旋翼自主飞行器探测跟踪系统(C题)

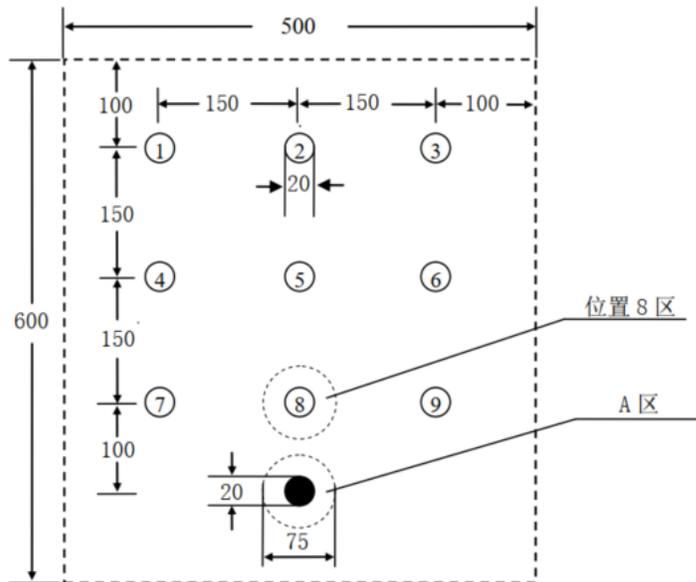
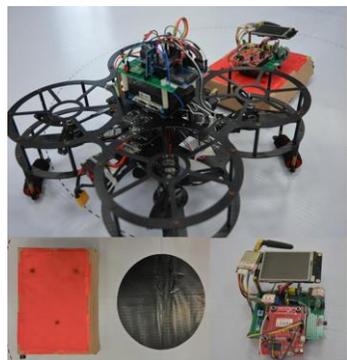


图1 飞行区域俯视图 (图中单位: cm)



无人机、小车协同 OpenMV

2019年巡线机器人(B题)

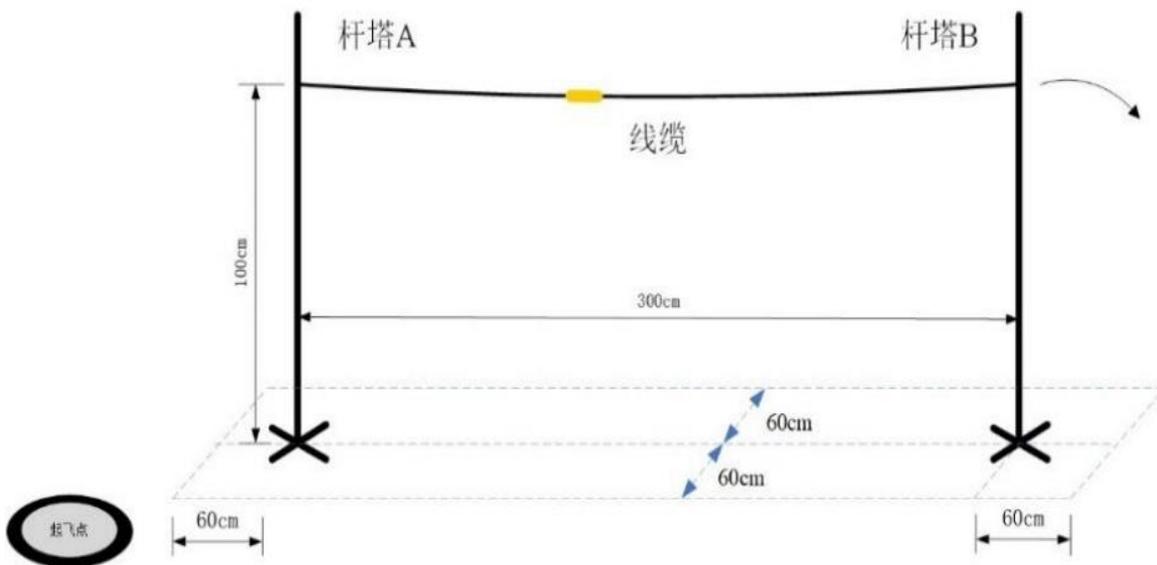
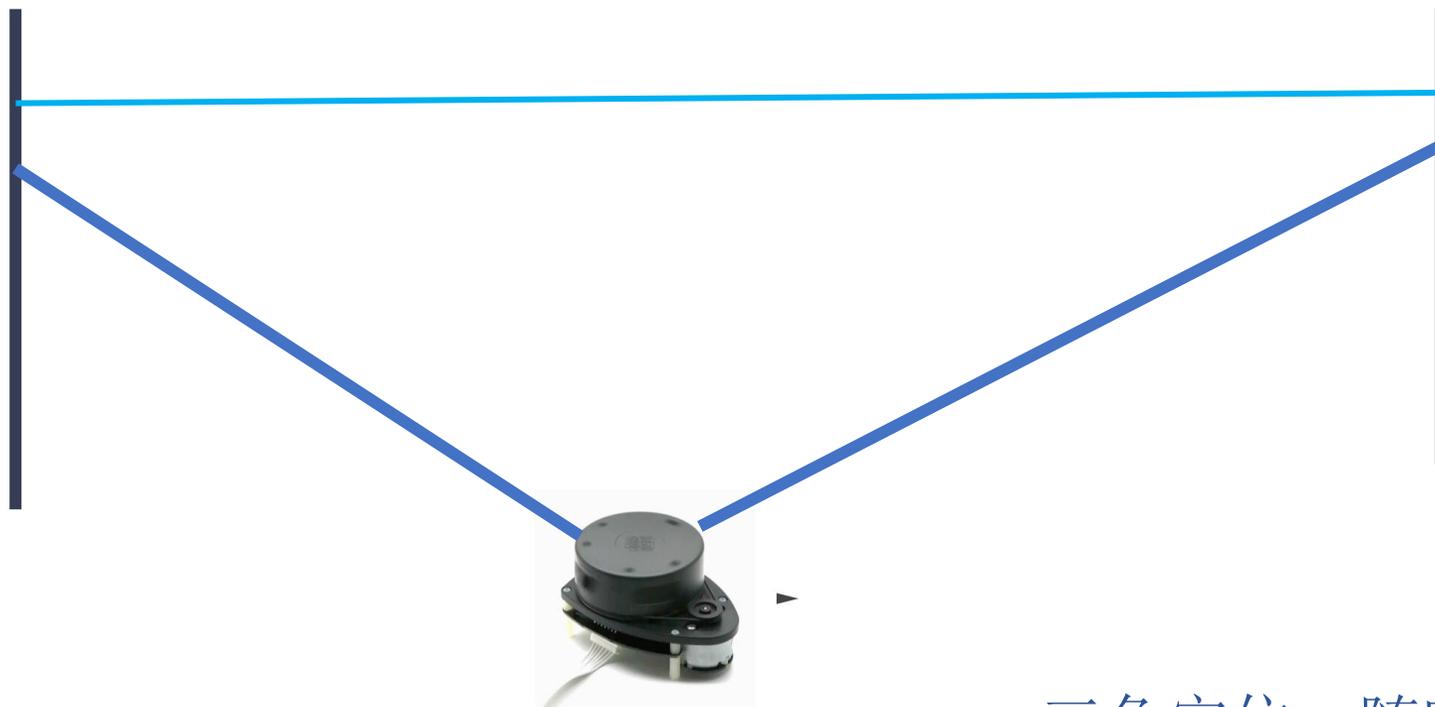


图1 杆塔与线缆示意图

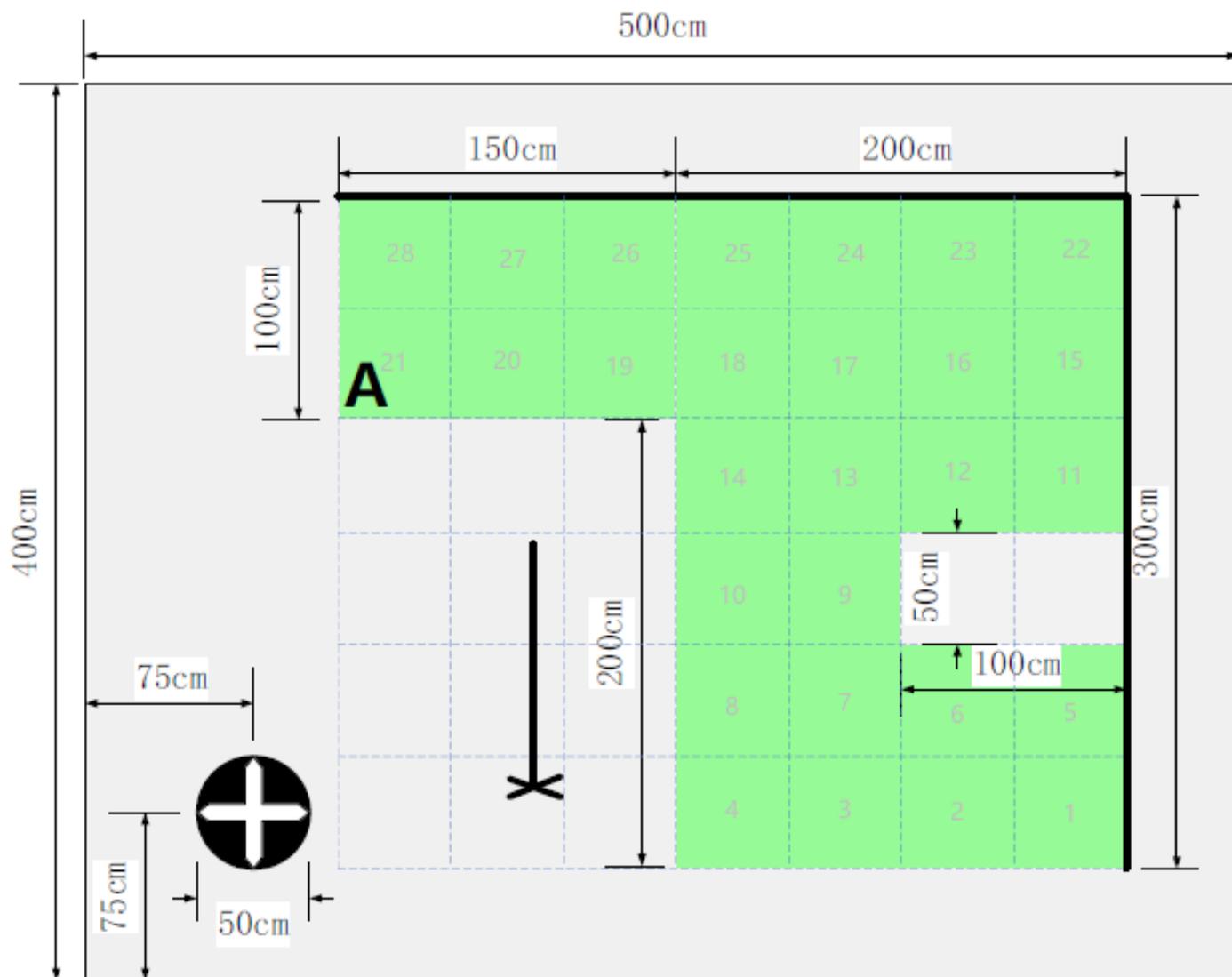
赛题简介：设计一基于四旋翼飞行器的巡线机器人，能够巡检电力线路及杆塔状态（见图1），发现异常时拍摄存储，任务结束传送到地面显示装置上显示。巡线机器人中心位置需安装垂直向下的激光笔，巡线期间激光笔始终工作，以标识航迹。



出现激光雷达



三角定位，随时知道自己在哪里很重要！



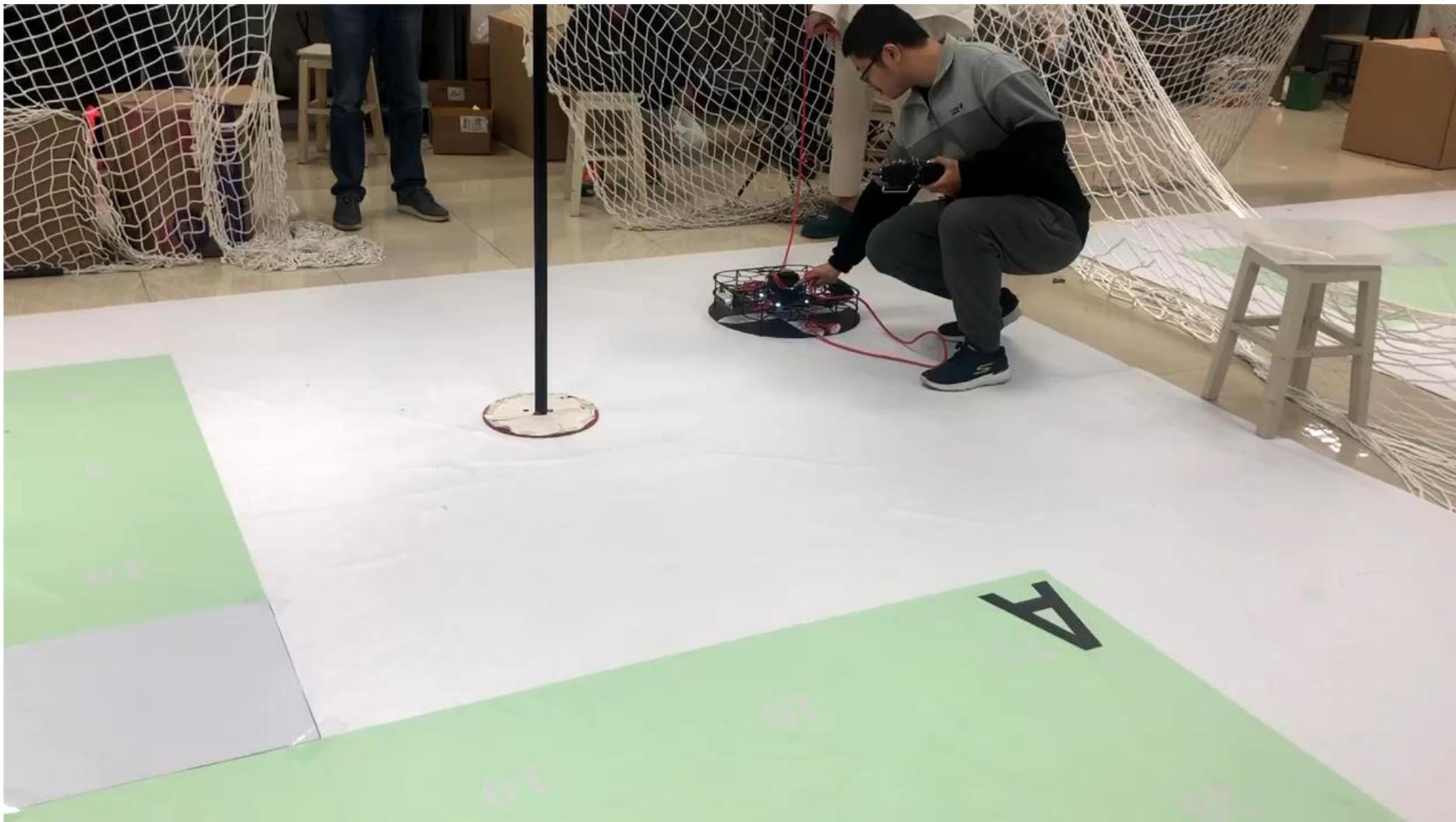
视觉惯性里程计、出现UWB

2021年 植保飞行器(G题)

关键核心:

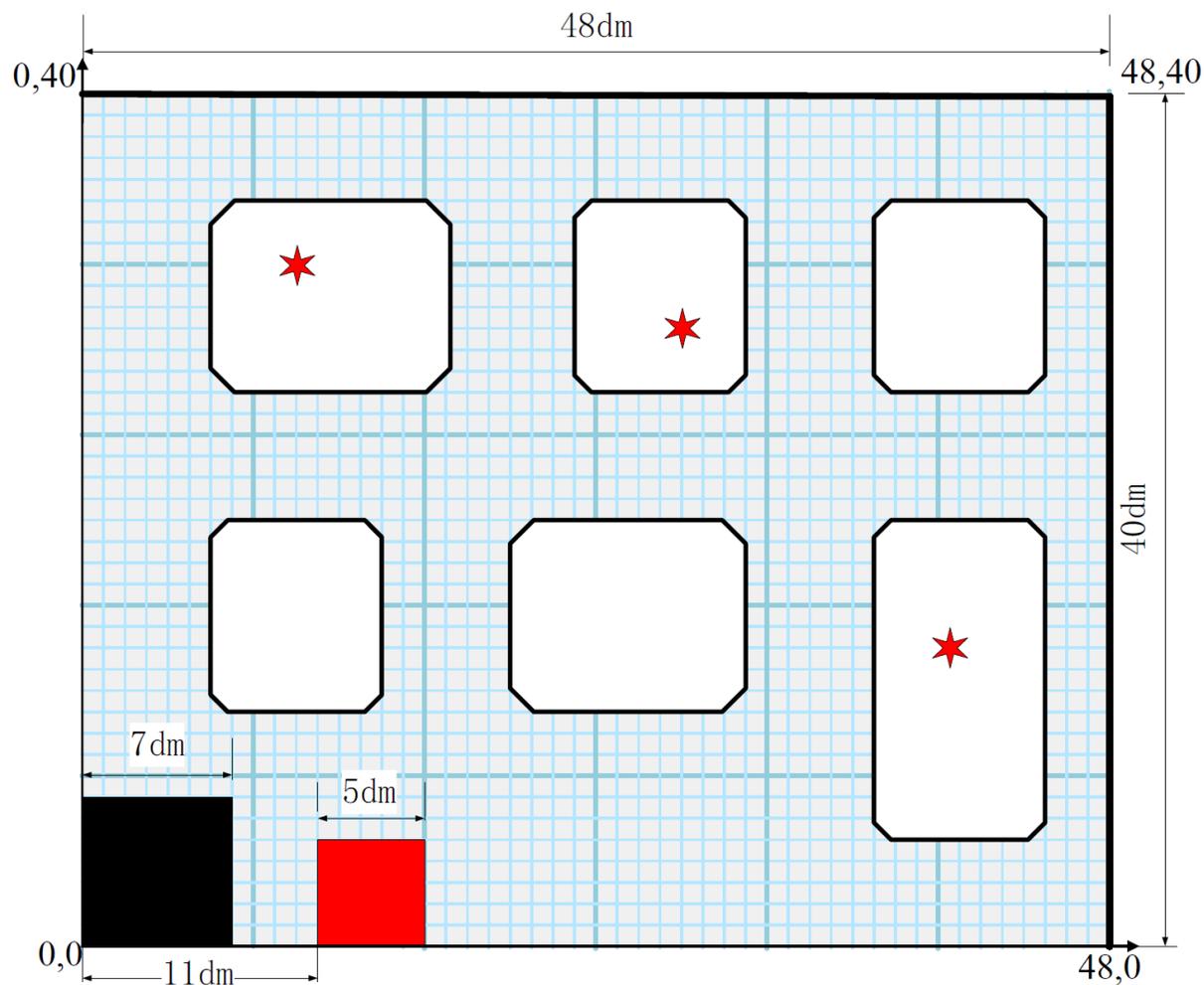
1. 精确定位
 - 视觉里程计
 - 辅助定位 (UWB等)
2. 颜色识别
3. 路径策略





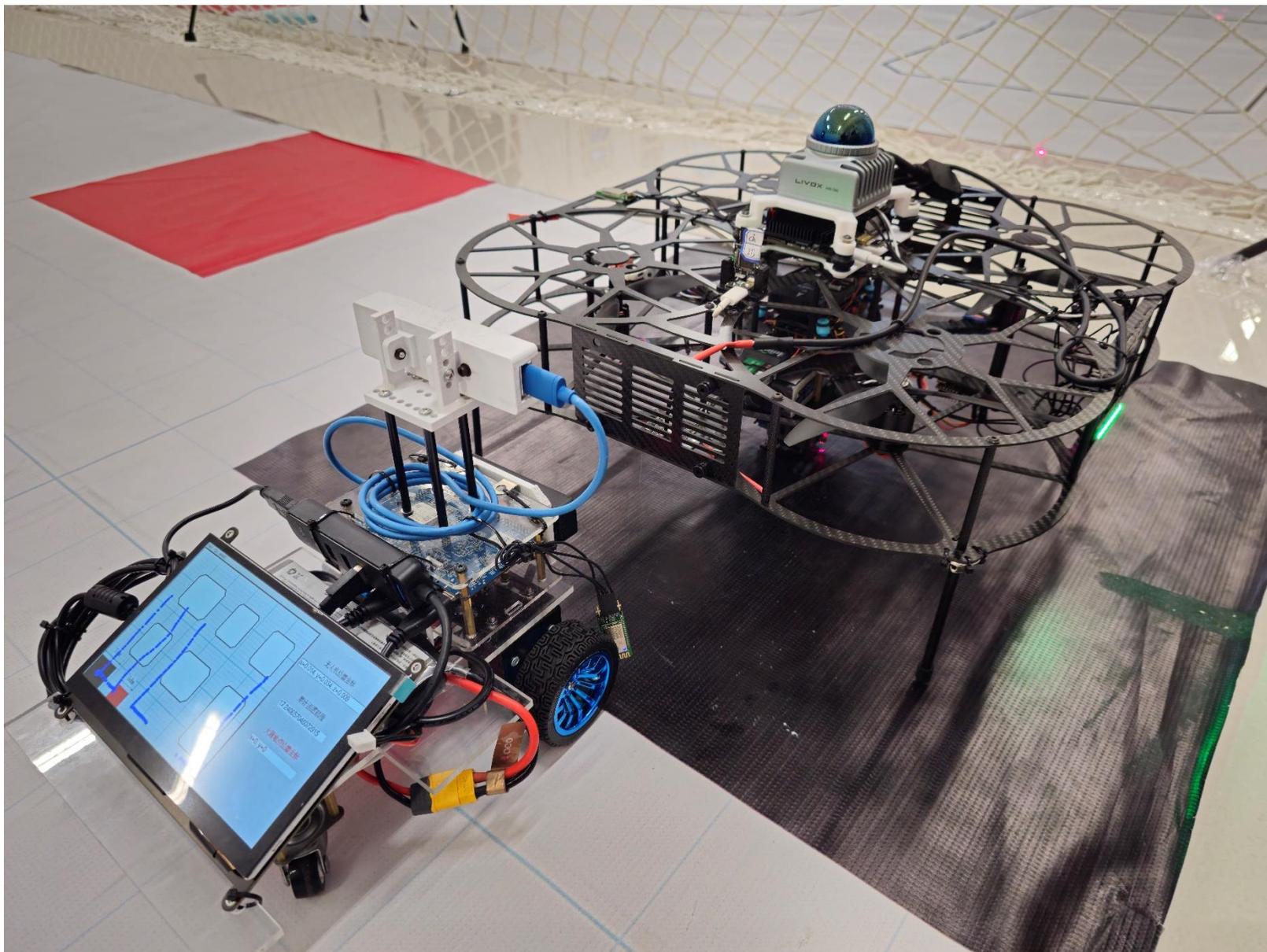
2023年空地协同 智能消防系统（G题）

设计一个由四旋翼无人机及消防车构成的空地协同智能消防系统。无人机上安装垂直向下的激光笔，用于指示巡逻航迹。巡防区域为 $40\text{dm} \times 48\text{dm}$ 。无人机巡逻时可覆盖地面 8dm 宽度区域。以缩短完成全覆盖巡逻时间为原则，无人机按照规划航线巡逻。发现火情后立即采取初步消防措施，并将火源地点位置信息发给消防车，使其前往熄灭火源。空地协同巡逻及消防工作完成时间越短越好。

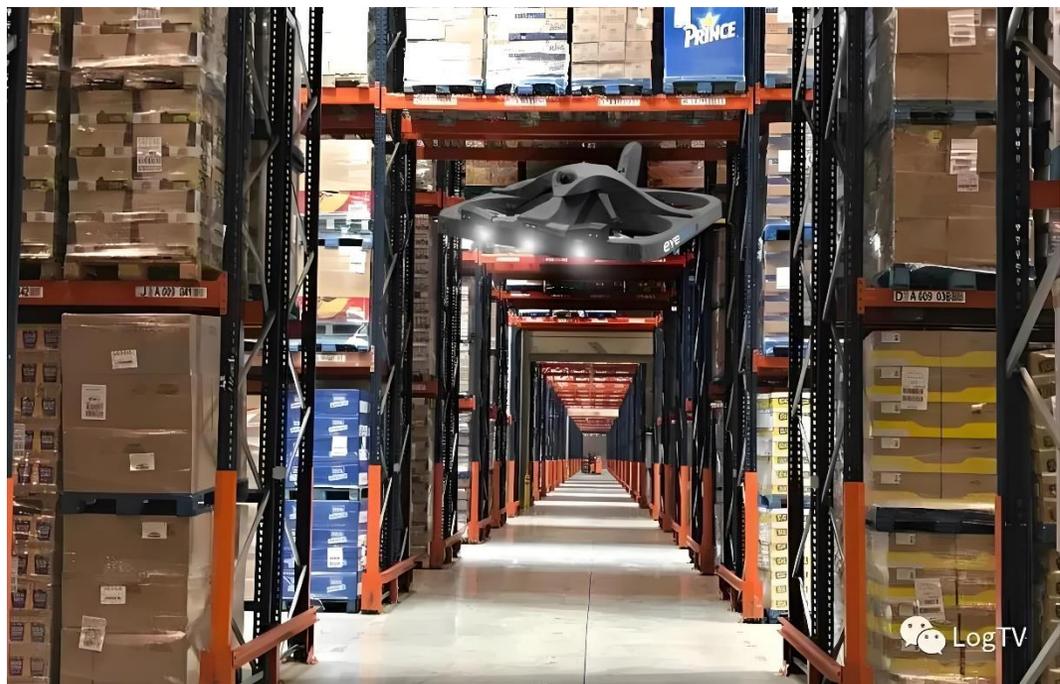


无人机、小车协同； 出现多线激光雷达 3D SLAM

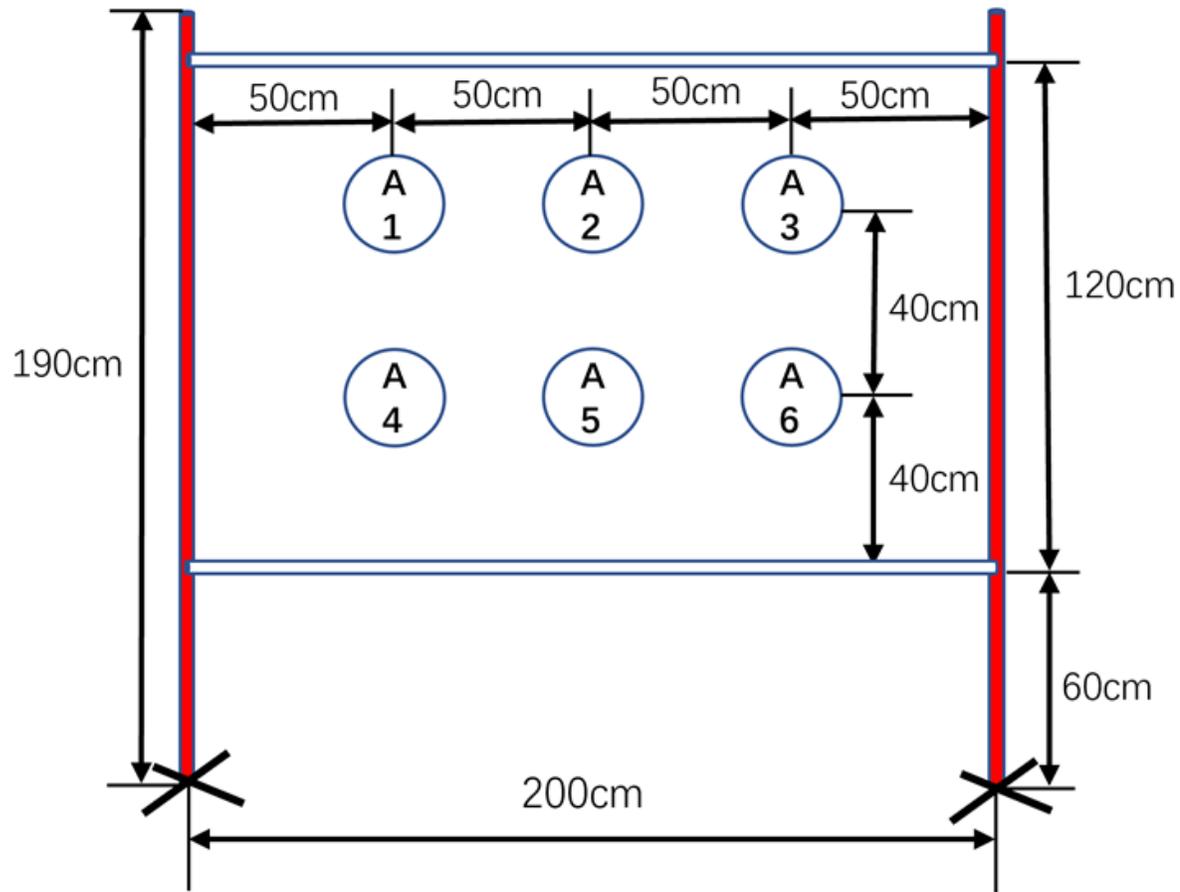
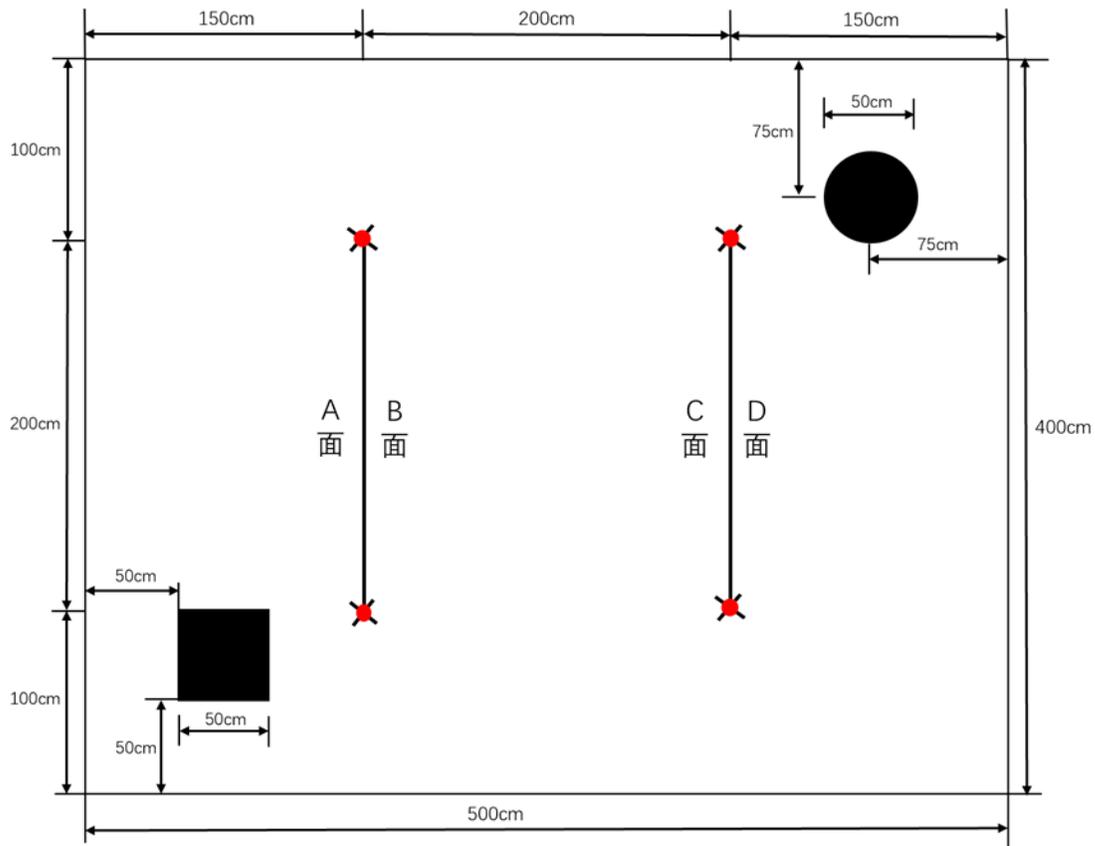




立体货架盘点无人机系统（D题）



立体货架盘点无人机系统 (D题)



关键技术：

1. 室内高精度定位技术；（激光雷达、视觉里程计、光流...）
2. 无人机飞行控制；（各类飞控，较为成熟）
3. 二维码图像识别；（OpenMV、嵌入式板卡+摄像头...）
4. 无人机-地面站无线通信；（WIFI、蓝牙...）
5. 嵌入式界面编程；（串口屏、嵌入式开发板+LCD...）
6. 路径规划；（最稳、最短、最快）
7. 定点盘点。

室内无人机定位技术主要包括以下几种:

<https://yiyan.baidu.com/chat/4606627326>

文心一言

1. 光流法

光流法利用视觉传感器（光流传感器）进行定位。当目标运动时，图像中原本位置的亮度会随之产生变化。通过估计前后两帧图像亮度变化，可以计算出图像中物体运动的瞬时速度，进而分析空间中目标的运动。光流法常用于估计图像中目标的运动信息，并常与其他传感器数据结合使用，以提高定位的准确性和鲁棒性。

2. 超宽带（UWB）技术

超宽带技术是一种无载波的无线电通信技术，利用无线电波来确定无人机在空间中的位置。该技术具有高精度、抗干扰、低功耗、高容量的优势。通过测量超宽带无线电信号从发射源（UWB标签）到达多个已知位置的接收器（UWB基站）的时间差，利用这些时间差计算出距离差，再通过三角定位算法确定标签在空间中的精确位置，实现厘米级的室内定位精度。

3. 光学动作捕捉系统

光学动作捕捉系统以红外光学为原理，用于测量物体（如无人机）在室内三维空间中的运动信息。该系统由光学标记点、动作捕捉相机、传输设备以及数据处理工作站组成，能够达到亚毫米级别的定位精度。通过在无人机上贴上反光标记点，动作捕捉镜头上的LED灯向外发射红外光，并接收反光标记点反射回来的红外光，从而确定无人机在空间中的位置。

室内无人机定位技术主要包括以下几种:

4. 激光SLAM

激光SLAM (Simultaneous Localization and Mapping, 即时定位与地图构建) 是**机器人领域中的关键技术之一**。该技术通过激光雷达采集物体信息, 生成点云数据, 并通过对不同时刻点云的匹配与比对, 计算激光雷达相对运动的距离和姿态的改变, 从而实现对无人机的定位。激光SLAM在机器人自主导航、智能交通等领域具有广泛应用。

5. 视觉惯性里程计 (VIO)

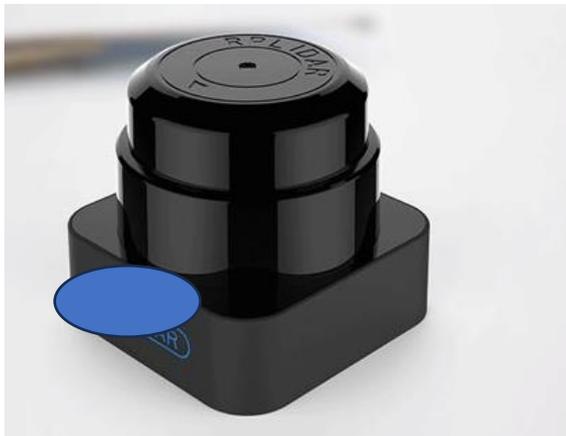
视觉惯性里程计是一种融合视觉信息和惯性测量单元 (IMU) 数据的定位技术。该技术通过滤波或优化方法实现对无人机的六自由度运动估计, **适用于快速运动或视觉信息不足的环境**。视觉传感器在纹理丰富的环境中能提供准确的定位信息, 而IMU能够实时测量载体的加速度和角速度, 两者结合可以提高定位的精度和鲁棒性。

6. 多传感器融合技术

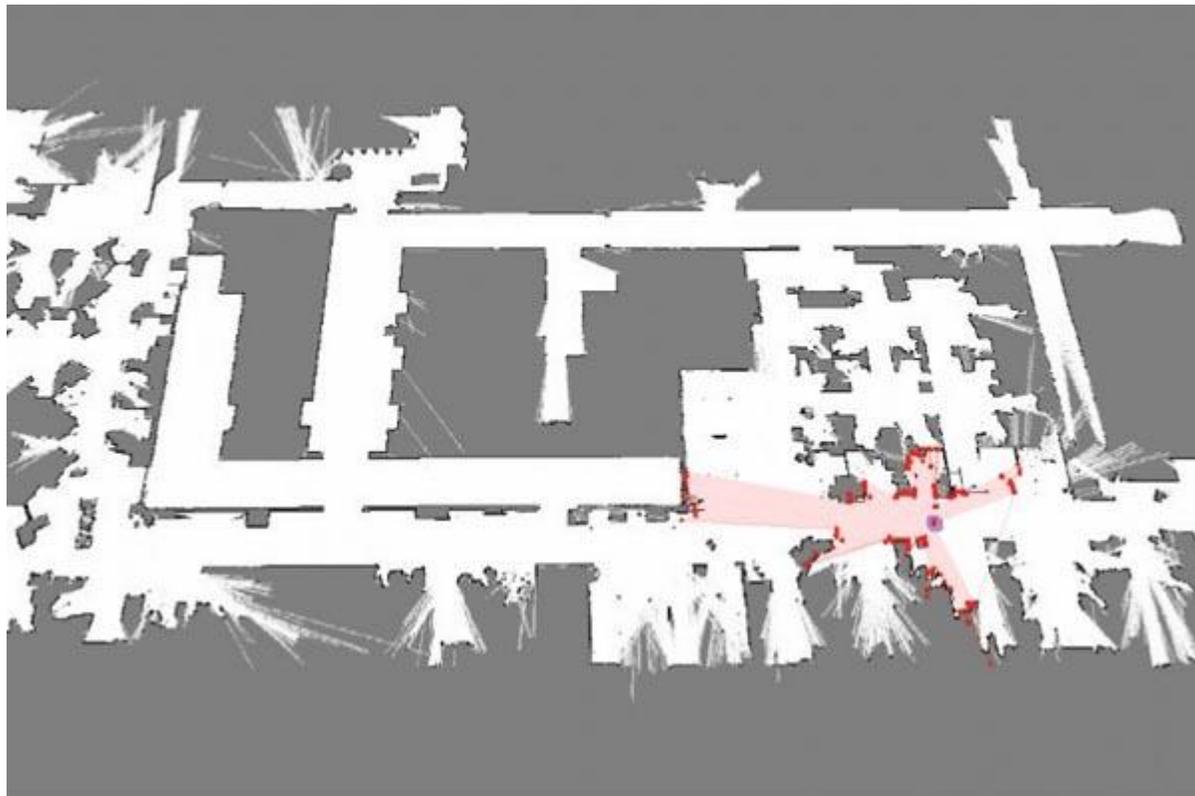
为了进一步提高室内无人机定位的精度和稳定性, 还可以采用多传感器融合技术。将光流传感器、IMU、激光雷达等多种传感器数据进行融合处理, 可以充分利用各种传感器的优势, 弥补单一传感器的不足, 从而提高整体定位性能。

综上所述, 室内无人机定位技术包括光流法、超宽带技术、光学动作捕捉系统、激光SLAM、视觉惯性里程计以及多传感器融合技术等。这些技术各有优缺点, 在实际应用中可以根据具体需求和环境条件选择合适的定位方案。

SLAM, 英文是Simultaneous Localization and Mapping, 即时定位与建图, 包括 VSLAM, 2D SLAM, 3D SLAM



ROS



2D SLAM

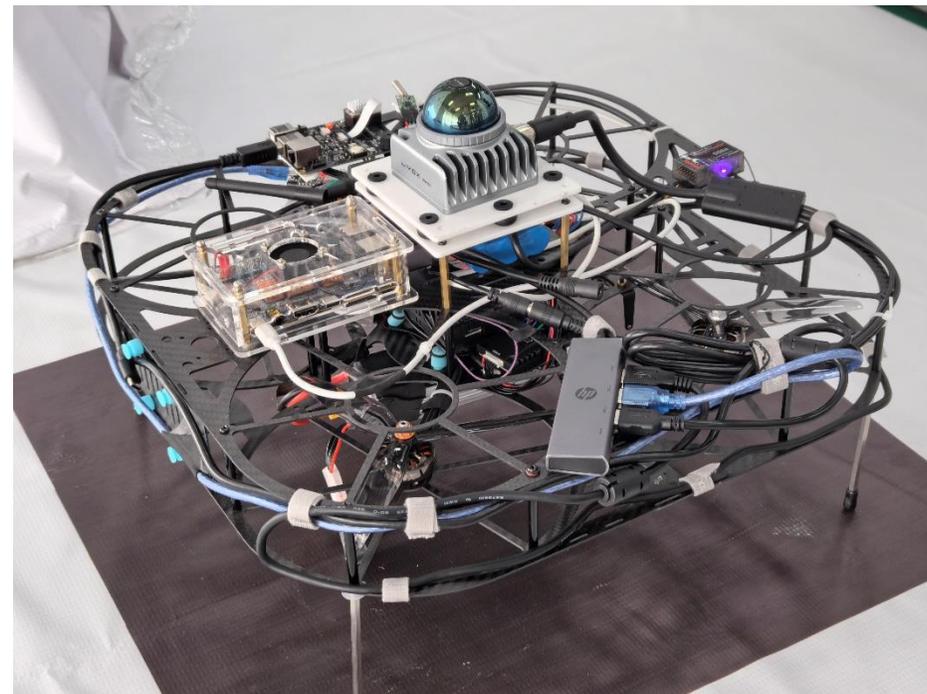
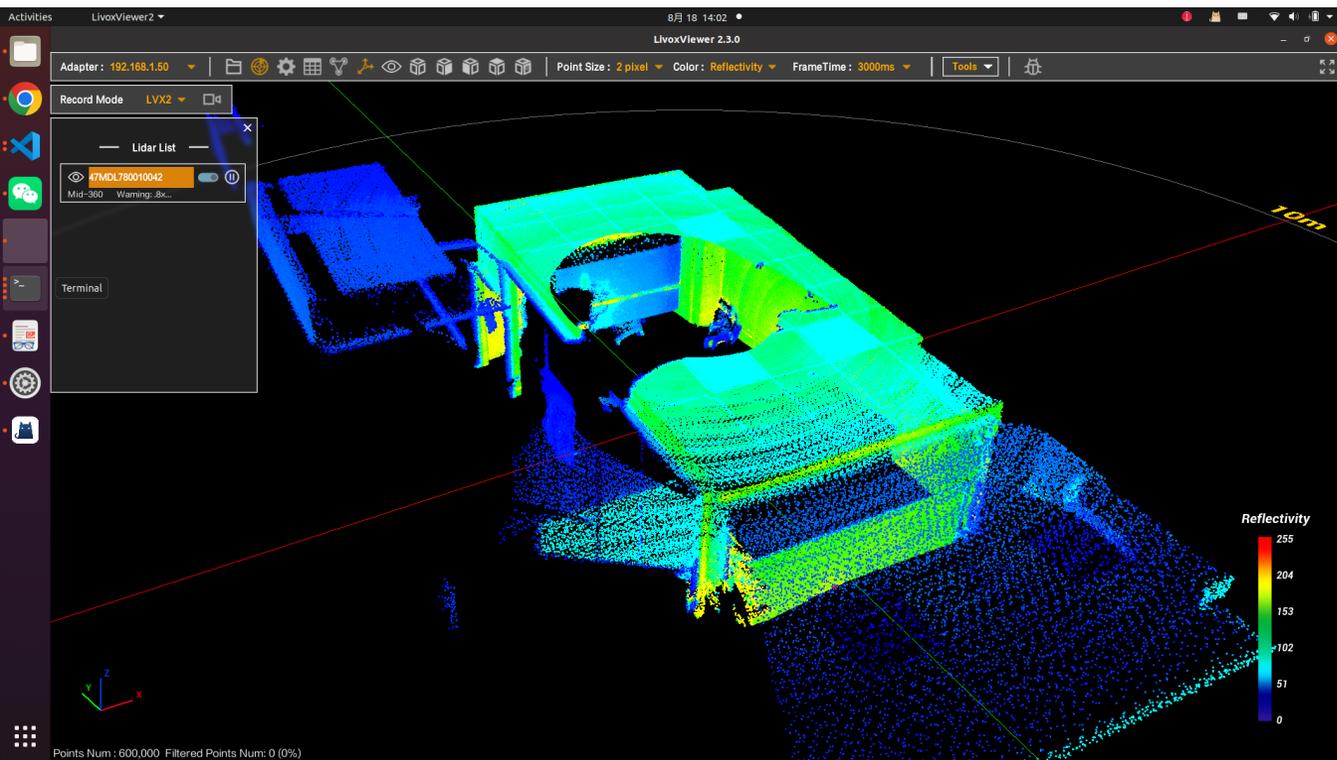
(本题还需要高度信息)



3D SLAM

例：

Mid-360+ 香橙派 (RK3588处理器, 四核Cortex-A76 + 四核Cortex-A55) + ROS框架+ Fast-LIO SLAM算法





基于视觉惯性里程计（VIO）T265
（英特尔，2019年）的VSLAM无人机：

- 体积小、功耗低；
- 易受光线影响

[T265 Intel Realsense Tracking Camera \(VIO\) | PX4 自动...](#)



2012年3月20日 Tracking Camera T265 (opens new window) provides odometry information that can be used for VIO, augmenting or replacing other positioning systems on PX4.提...

[docs.px4.io/master/zh/peripher...](#) [百度快照](#)

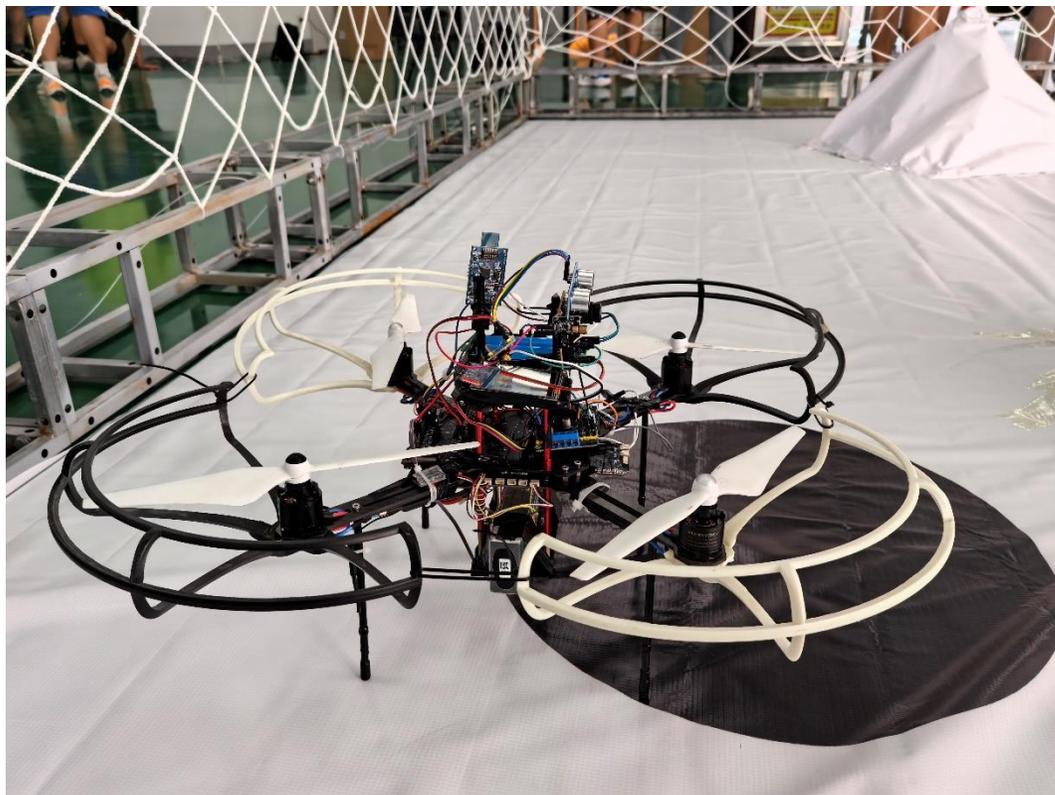


https://blog.csdn.net/qq_38768959/article/details/127775815

UWB

高精度；
定位误差可达10cm内；
稳定性强；
长续航；

同型号相互干扰





OpenMV

```
import cv2
```

```
# 读取图片
```

```
image = cv2.imread('qrcode.png')
```

```
# 创建二维码检测器对象
```

```
qrDecoder = cv2.QRCodeDetector()
```

```
# 检测二维码并解码
```

```
data, vertices_array, _ = qrDecoder.detectAndDecode(image)
```

```
# 如果检测到二维码，打印解码后的数据
```

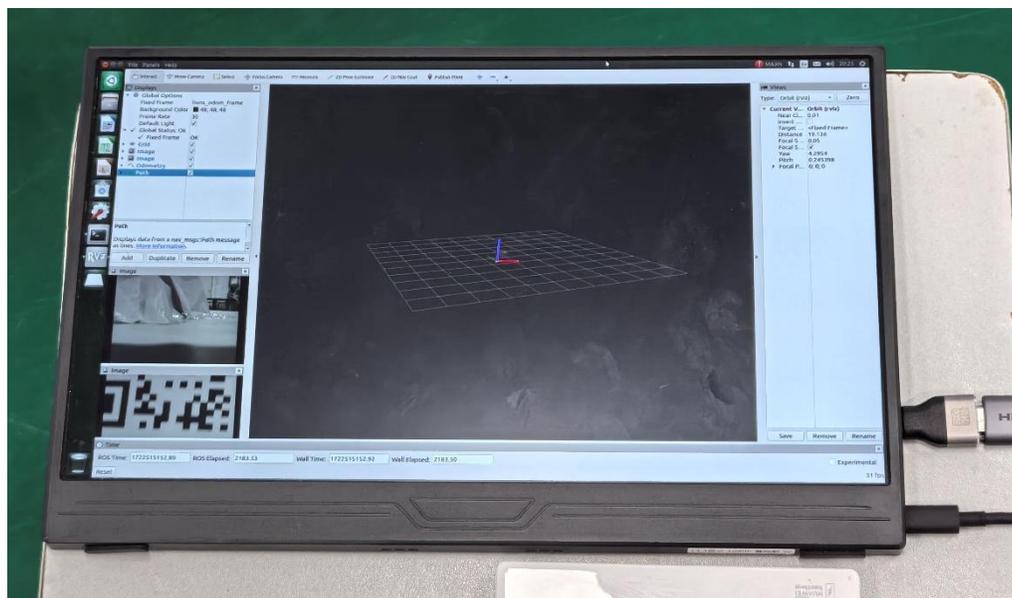
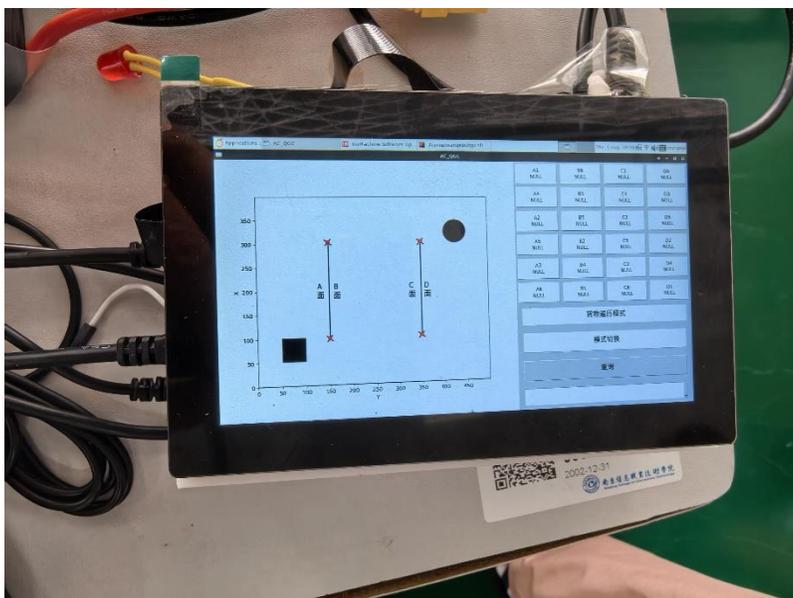
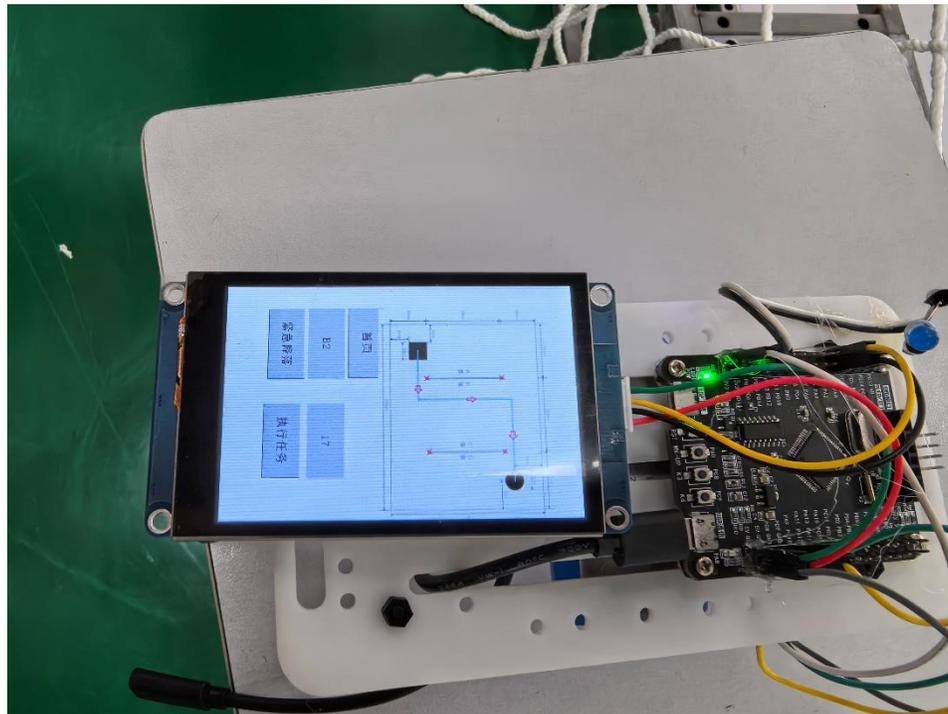
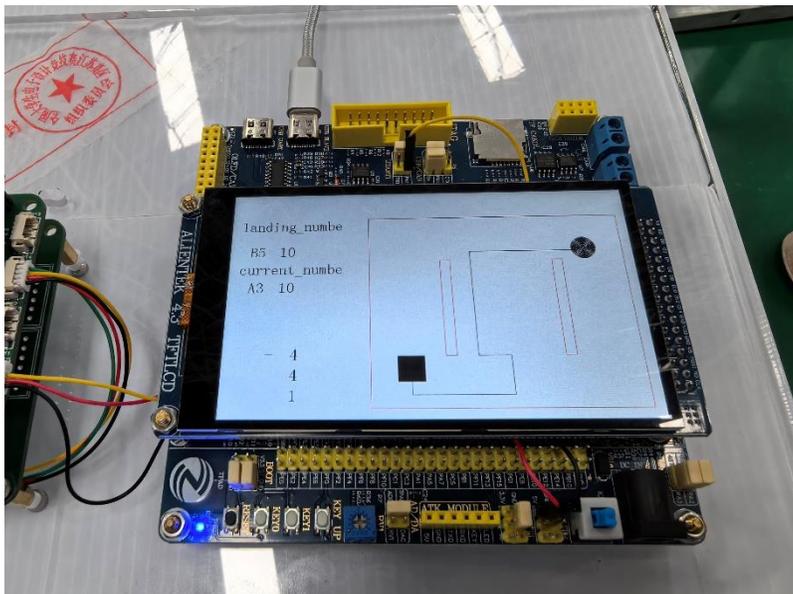
```
if vertices_array is not None:
```

```
    print("Decoded Data:", data.decode('utf-8'))
```

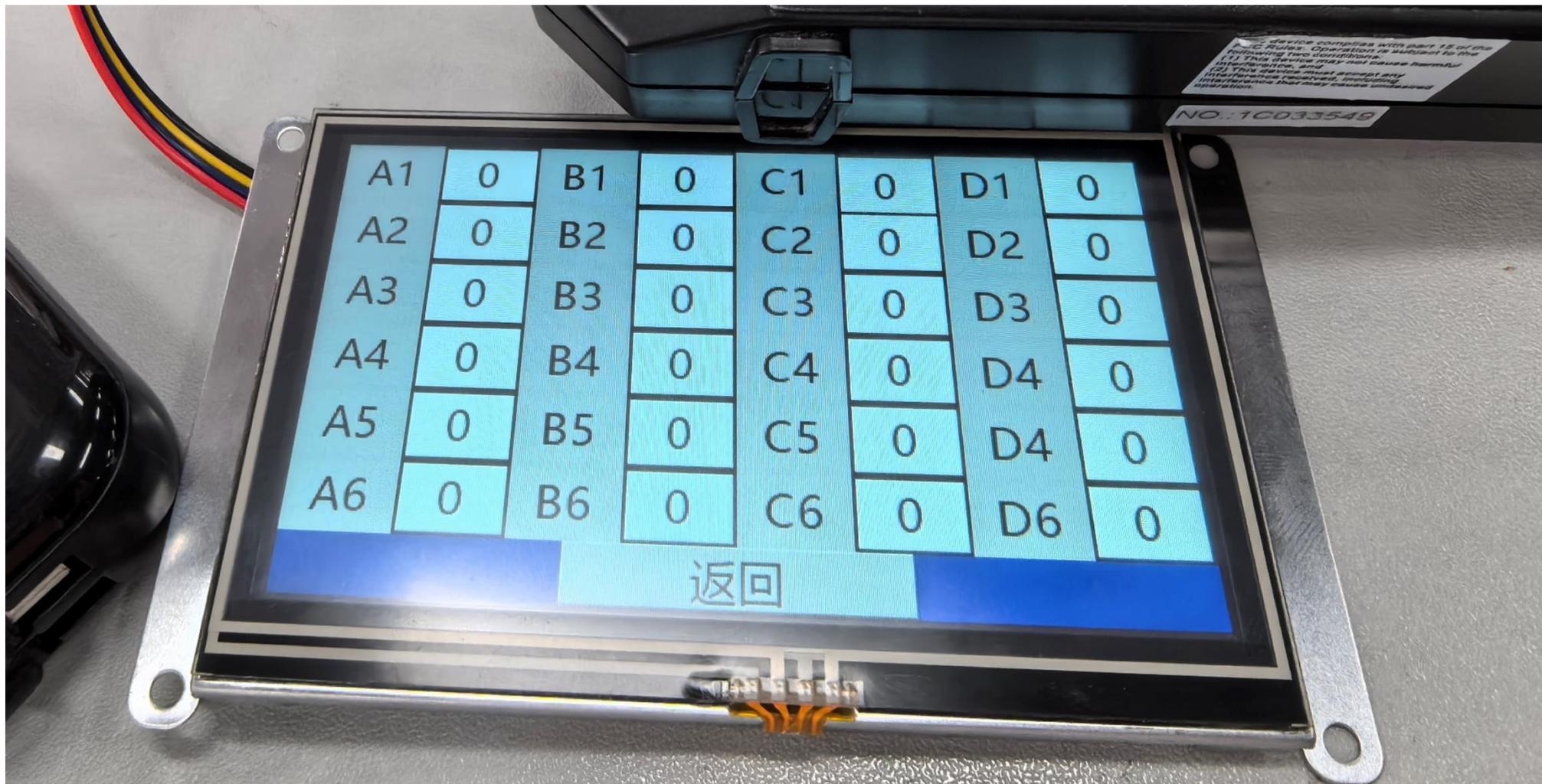
```
else:
```

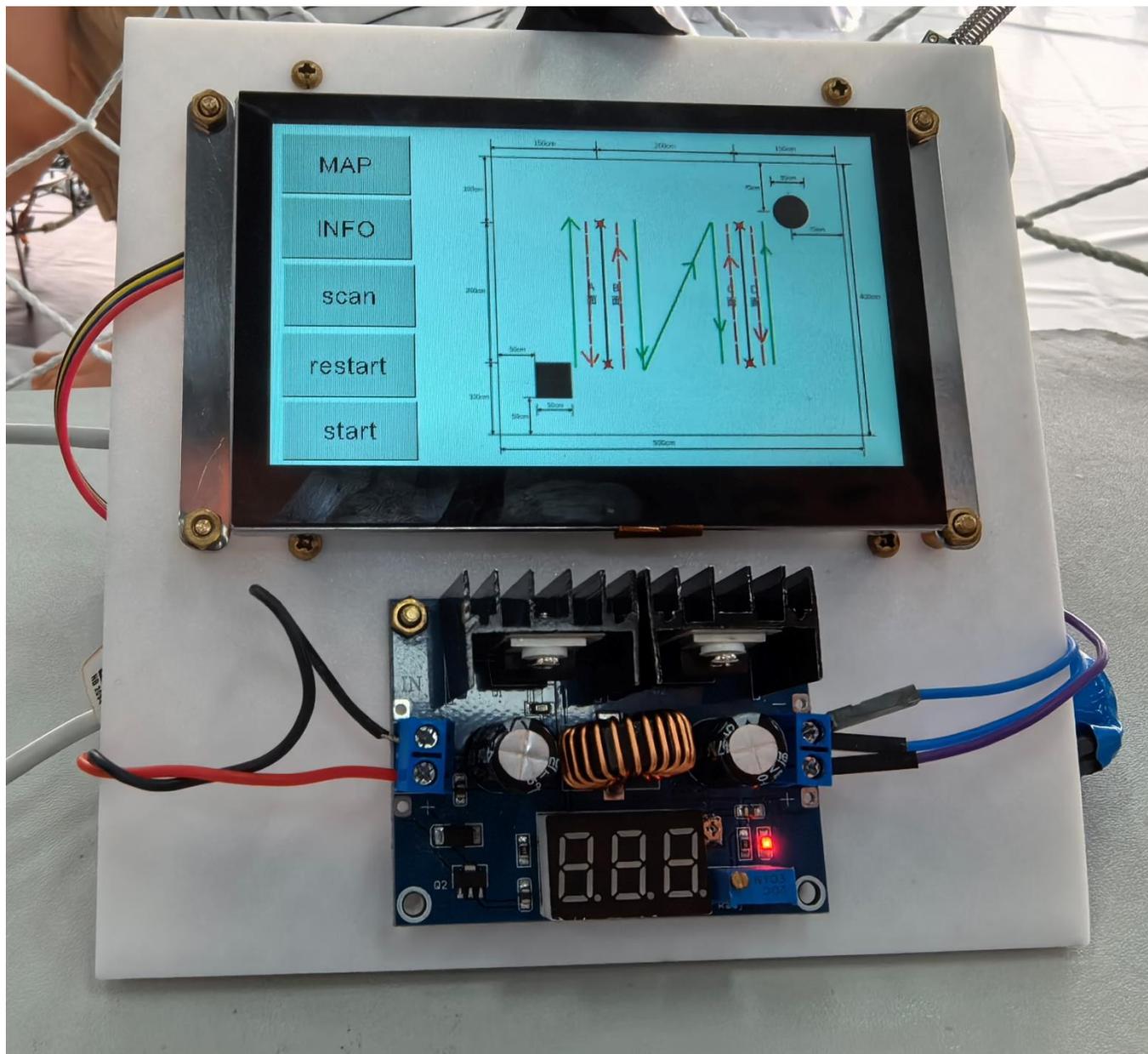
```
    print("No QR code detected.")
```

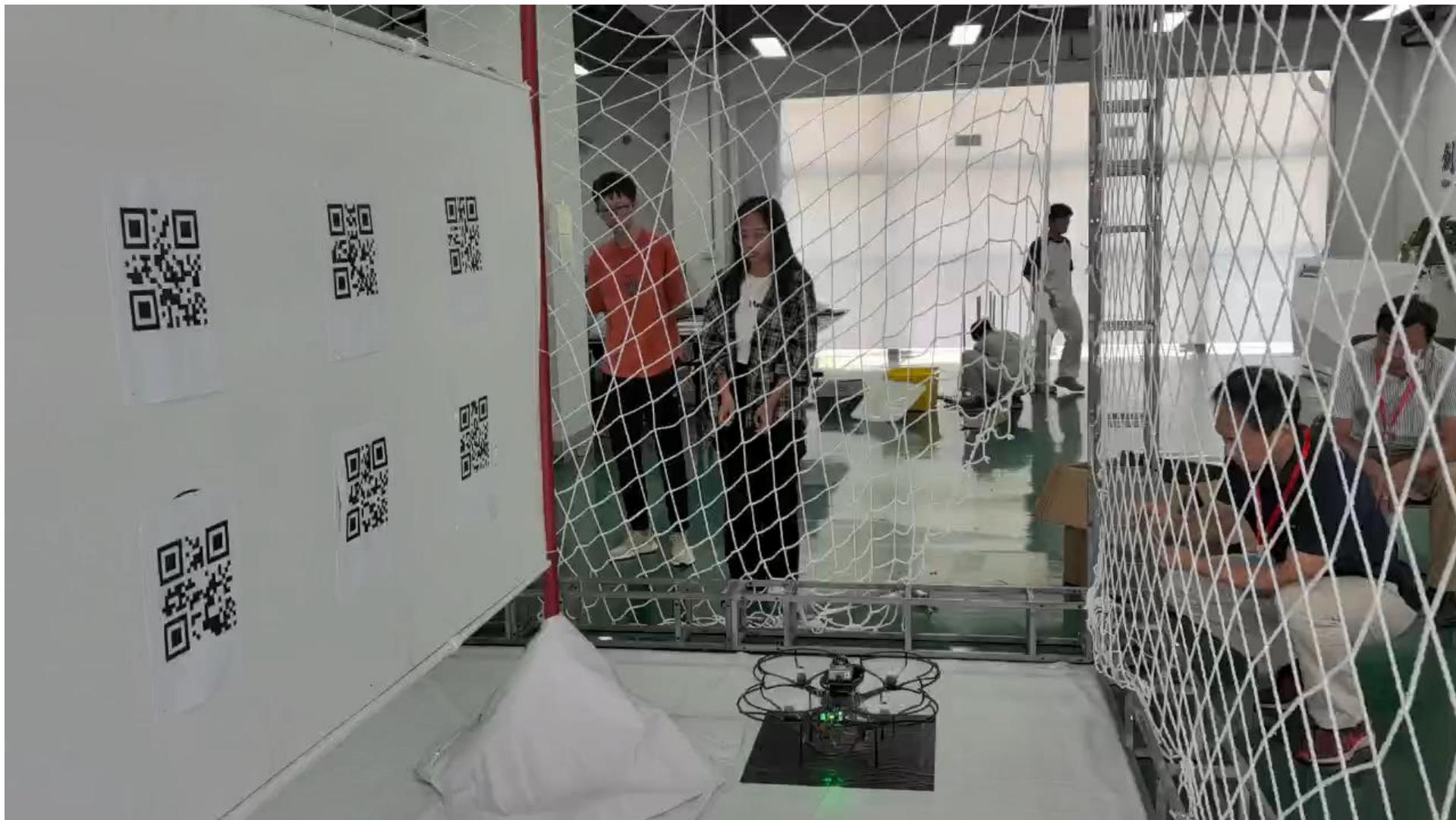
OpenCV

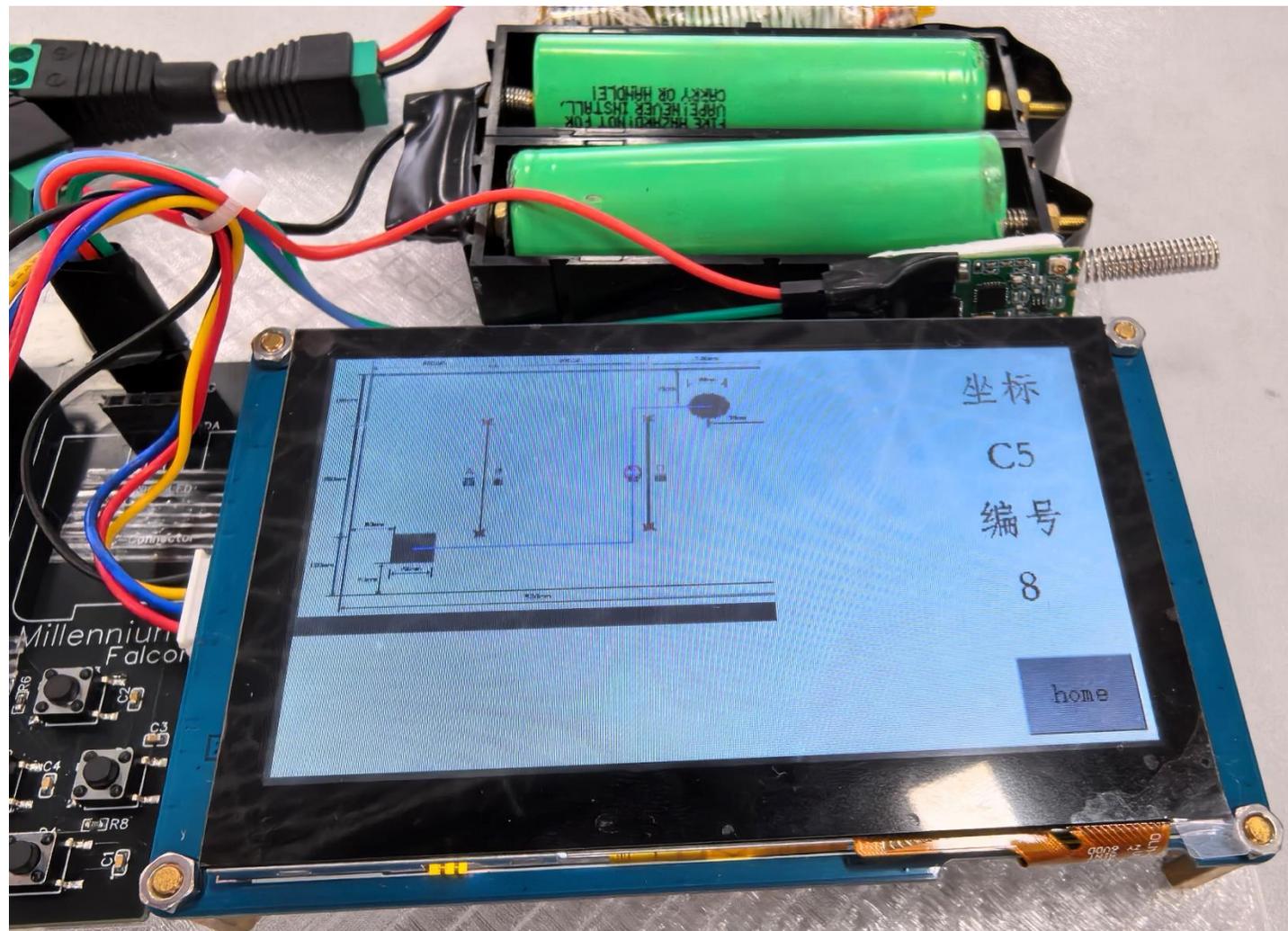
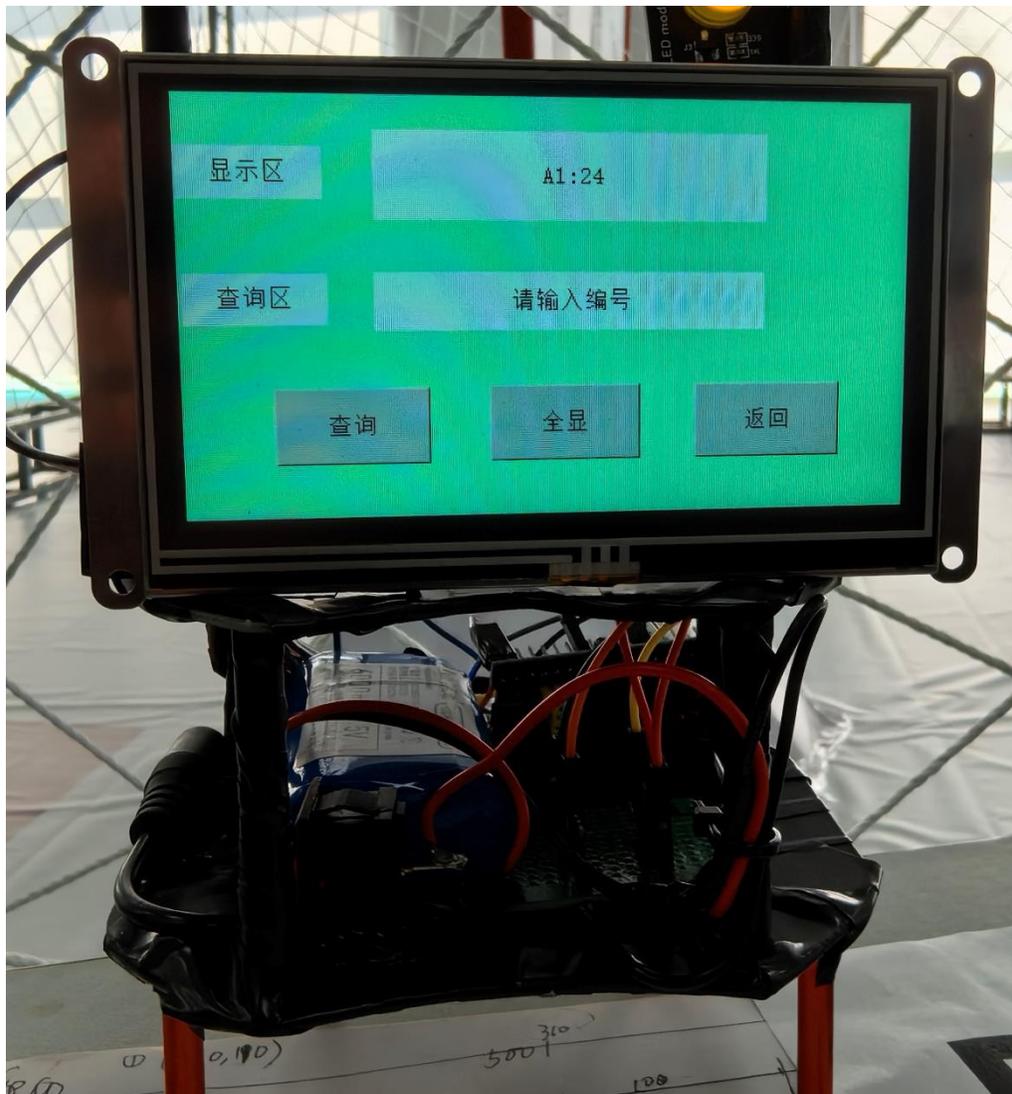






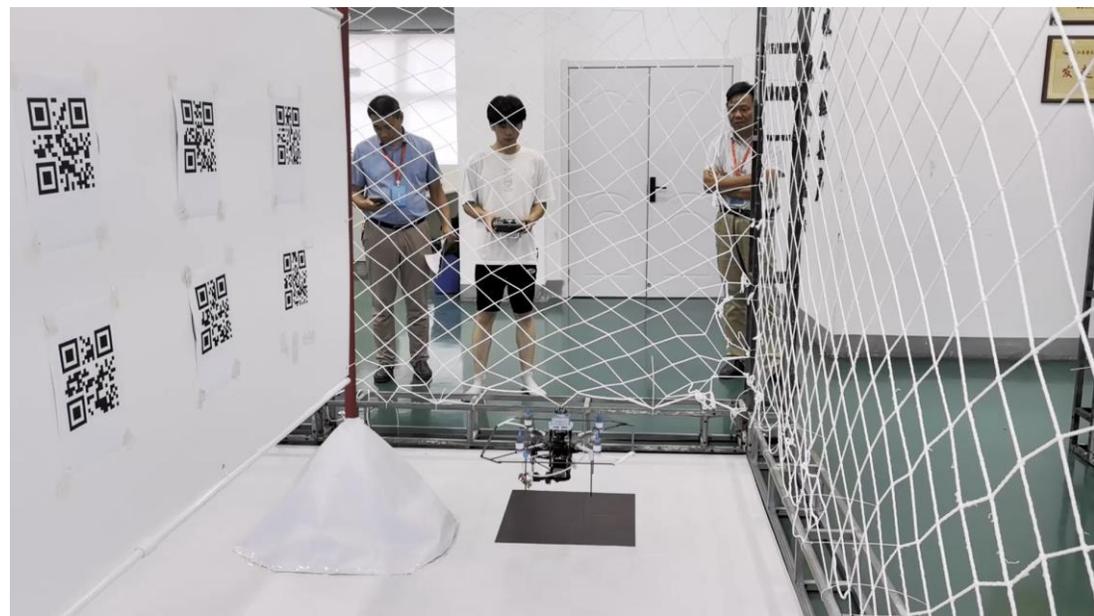


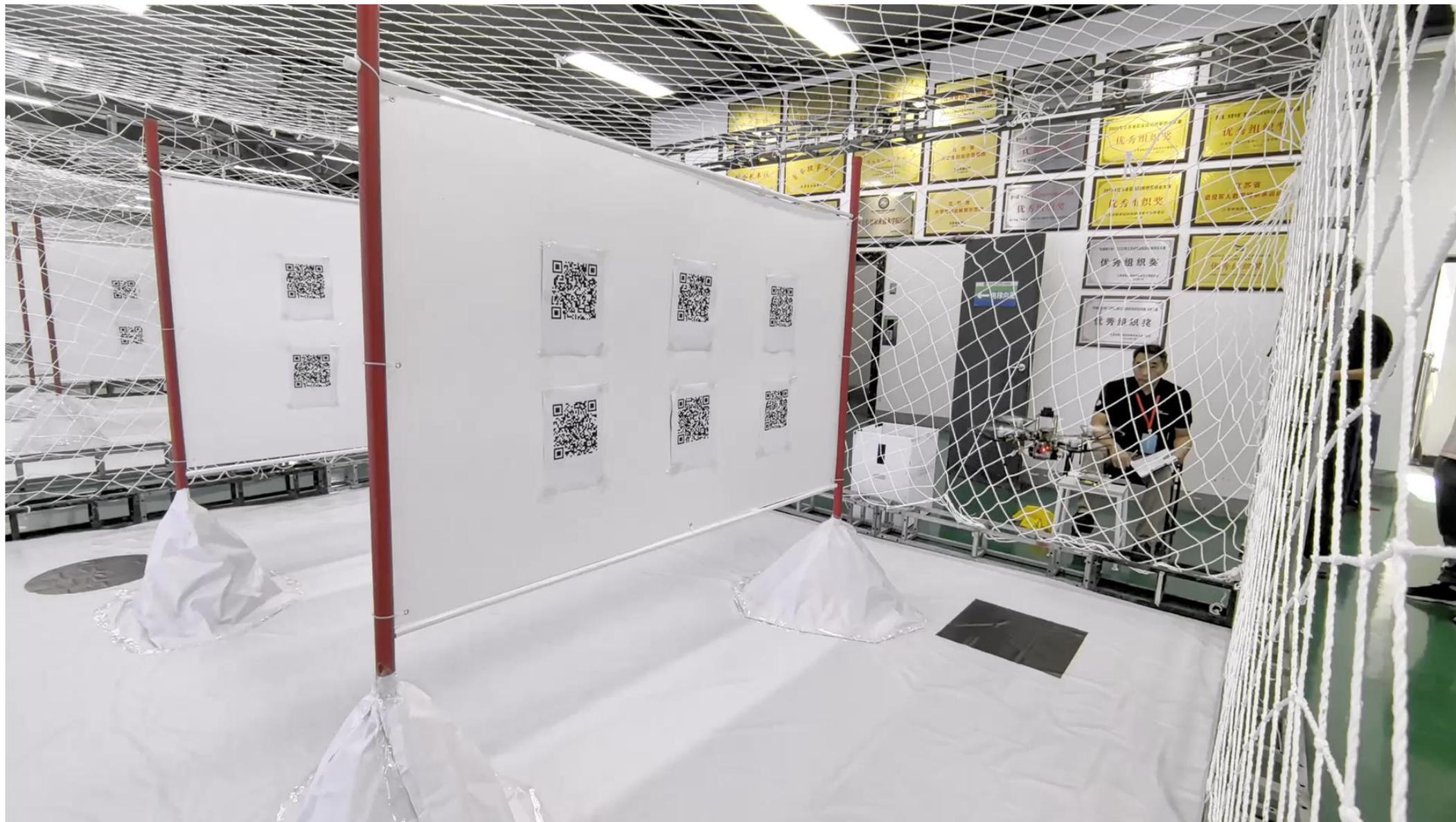




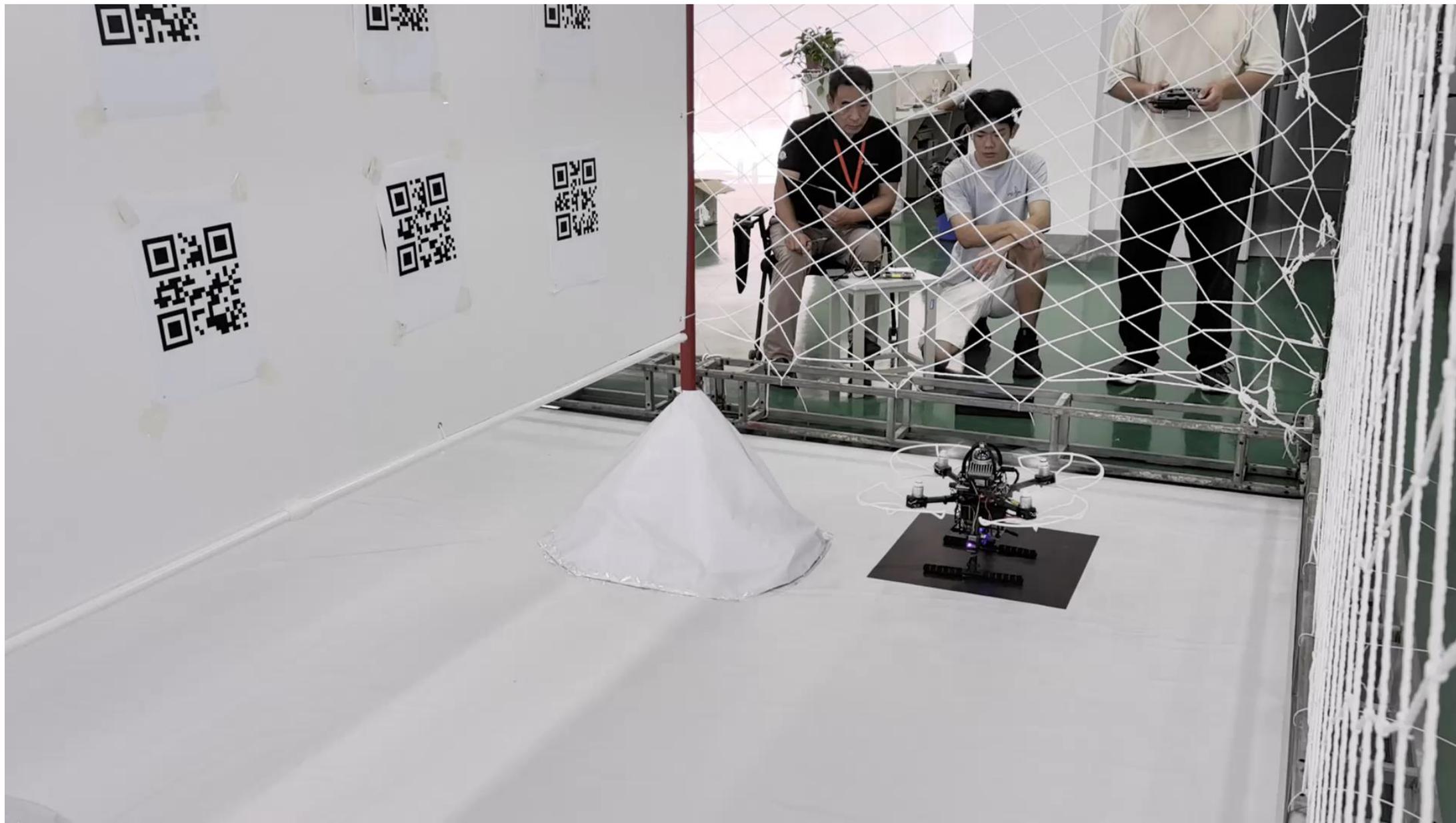
03

江苏赛区现场
测评情况













谢谢~

2024年9月21日

