

# 自动防撞速度控制(NED坐标系)进行集群编队仿真实验

## 1. 实验目的

本实验中通过软、硬件在环仿真分别演示了无人机不同队形的变换以及编队功能。

## 2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链<sup>[1]</sup>；MATLAB R2022b及以上版本。

若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令为：px4\_fmu-v6x\_default，推荐PX4固件版本为：1.12.3。其他配套飞控及编译命令请见：

<https://rflysim.com/doc/zh/1/Hardware.html>

- 硬件要求：笔记本/台式电脑<sup>①</sup> 1台；飞思集群仿真单元 1台<sup>[2]</sup>。

## 3. 实验地址

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\2.AdvExps\e5.AntiCollFormCtrlExps\2.SwarmEarthVelCtrlColl\_Mat

- [ `./SwarmFormSITL.bat` ](./SwarmFormSITL.bat)：软件在环仿真一键启动运行脚本文件
- [ `./SwarmFormHITL.bat` ](./SwarmFormHITL.bat)：硬件在环仿真一键启动运行脚本文件
- `SwarmFormEarthVelCTRL.slx`：集群编队控制主文件程序
- `GenerateSwarmExe.p`：.exe文件生成一键运行脚本（限完整版才能运行）
- [ `./dmys.m` ](./dmys.m)：饱和函数1文件
- [ `./dmysigma.m` ](./dmysigma.m)：分段函数1文件

- [ `./Init_control.m` ](./Init\_control.m): 控制器参数文件
- [ `./mys.m` ](./mys.m): 饱和函数2文件
- [ `./mysat.m` ](./mysat.m): 饱和函数3文件
- [ `./mysigma.m` ](./mysigma.m): 分段函数2文件
- `Readme.pdf` : 用户指南文件

## 4. 实验内容或步骤

本实验通过软、硬件在环仿真分别演示了无人机不同队形的变换以及编队功能。

### 4.1 步骤1：软件在环仿真实验步骤

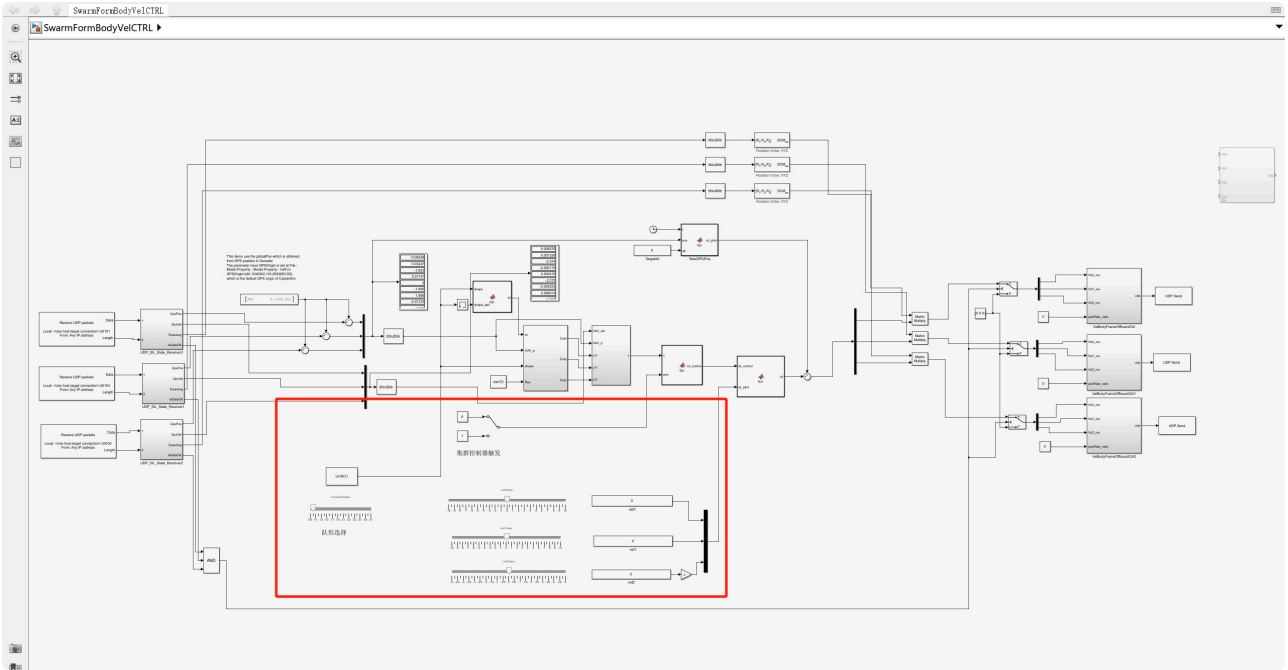
(1) 双击打开[ `./SwarmFormSITL.bat` ](./SwarmFormSITL.bat), 将会启动1个QGC地面站, 3个Coptersim, 和一个RflySim 3D, 等待CopterSim界面均打印出语句"GPS 3D fixed & EKF initialization finished"和"Enter Auto Loiter Mode", 说明初始化完毕。



(2) 使用MATLAB打开 `SwarmFormEarthVelCTRL.slx` , 并运行。



(3) 在simulink模型中把集群控制器触发, 拨到'1'出, 在调整队形选择。



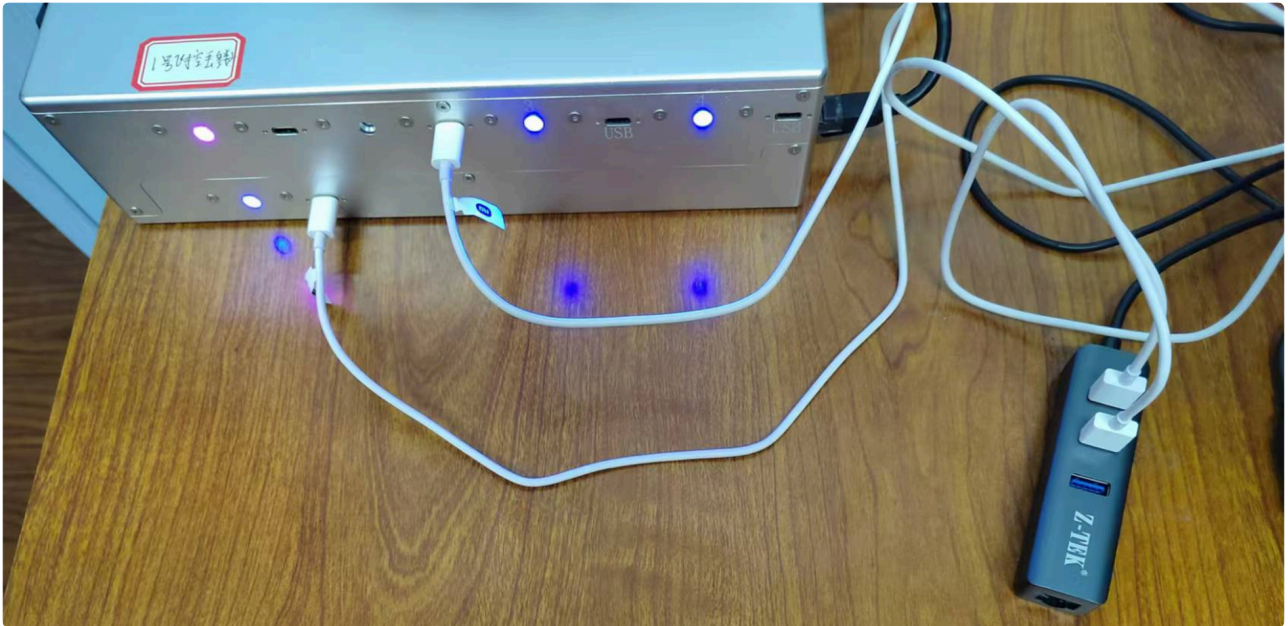
(4) 在RflySim 3D中查看实验效果，一共有3种队形，三角，横一，竖一。





## 4.2 步骤2：硬件在环仿真实验步骤

(1) 使用3根USB线连接飞思集群仿真单元与电脑。



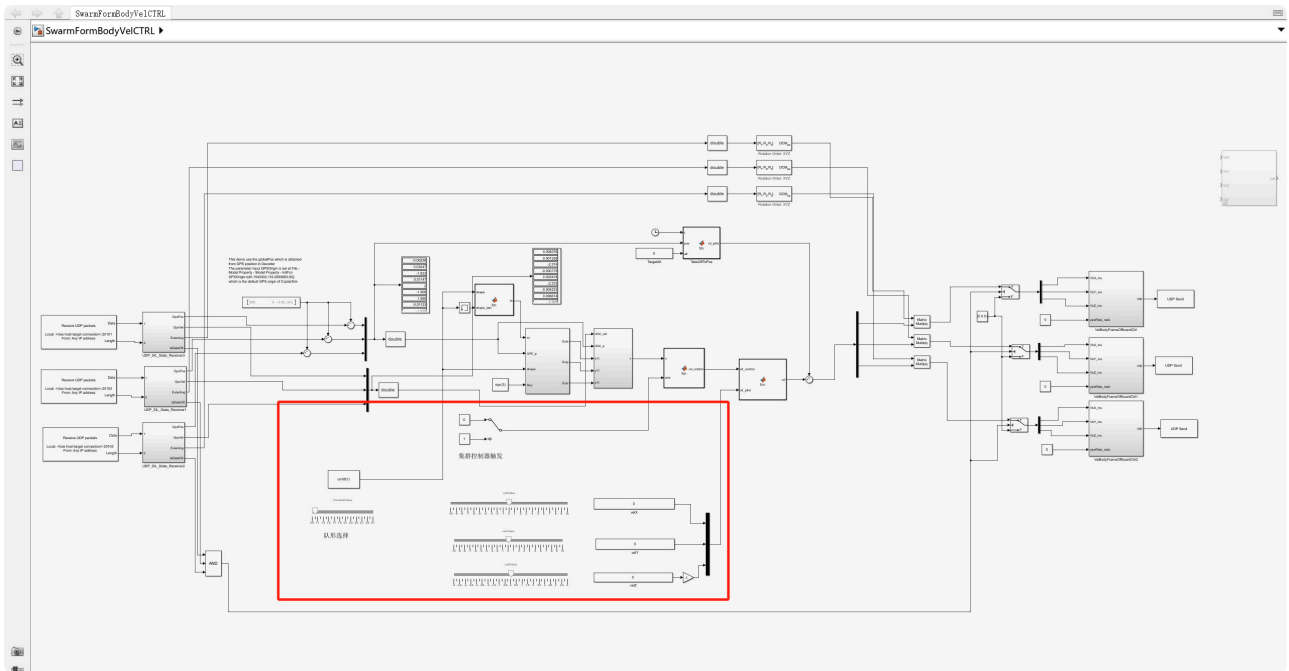
(2) 双击打开[ `./SwarmFormHITL.bat` ](./SwarmFormHITL.bat), 将会启动1个QGC地面站, 3个Coptersim, 和一个RflySim3D, 等待CopterSim界面均打印出语句"GPS 3D fixed & EKF initialization finished"和"Enter Auto Loiter Mode", 说明初始化完毕。



(3) 使用MATLAB打开 `SwarmFormBodyVelCTRL.slx` , 并运行。



(4) 在simulink模型中把集群控制器触发, 拨到'1'出, 在调整队形选择。



(5) 在RflySim 3D中查看实验效果，一共有3种队形，三角，横一，竖一。





## 5. 关键知识点

### 关键知识点1：碰撞检测功能原理

本平台碰撞检测功能原理请见：第3章API文件

[\[RflySim安装目录\]/RflySimAPIs/3.RflySim3DUE/API.pdf](#)。

## 关键知识点2：集群编队控制原理

本例程的主要原理是通过给定的队形，飞机通过人工势场等算法自动飞过去，并进行避障，不需要规定每个飞机的轨迹。在Simulink中自动控制无人机进行集群编队的变换和形成。

## 6.参考资料

1. [RflySim官方文档](#)
2. [RflySim3DUE API文档](#)
3. [PX4固件安装指南](#)

## 7.常见问题

### Q1：为什么仿真启动后无人机无法进入预设队形？

A1：请检查 `init_control.m` 中的初始位置参数是否与实际仿真环境匹配，同时确认控制器已切换至激活状态（开关置为1）。此外，请确保所有无人机均已成功初始化，即显示"GPS 3D fixed & EKF initialization finished"和"Enter Auto Loiter Mode"。

### Q2：多机仿真时出现碰撞现象该如何解决？

A2：这可能是由于初始位置设置不当或避障参数不合适导致的。请调整 `init_control.m` 中的初始位置，确保各无人机间有足够的距离。同时，可以适当增大人工势场算法中的斥力系数和安全半径参数。

### Q3：如何修改队形类型和参数？

A3：可在Simulink模型中找到队形选择模块进行切换。如需自定义队形，需修改 `init_control.m` 文件中的队形参数矩阵，按照注释说明调整相对位置参数即可。

- 
1. <https://rflysim.com/> ↩

2. 推荐配置请见: <https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf> ↩