

固定翼集群实验(Simulink)

1. 实验目的

该例程以MATLAB/Simulink的形式，通过平台固定翼接口，实现、软硬件在环仿真过程中固定翼按期望指令飞行。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链^[1]；MATLAB2022B以上版本。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台^[2]。

3. 实验地址

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\1.BasicExps\e10-FixedWingCtrl\code_2\e2.2](#)

SmallFixedWingUAV.dll：固定翼DLL模型文件。

PosCtrlDemo.slx：固定翼速度、高度、偏航例程文件。

AircraftMathworksHITLRun.bat：硬件在环仿真批处理文件。

AircraftMathworksSITLRun.bat：软件在环仿真批处理文件。

[Init.m](#)：固定翼动力模型相关参数。

RflyUdpFast.mexw64：MEX编译之后的S函数文件。

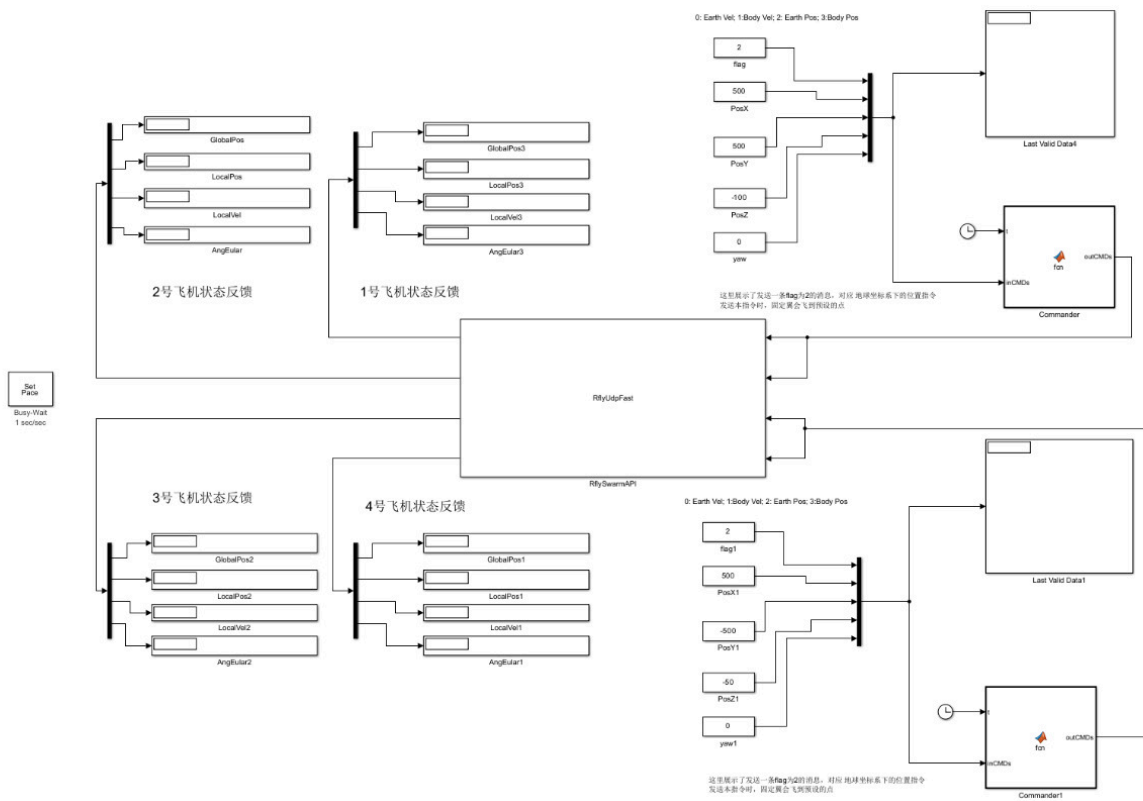
4. 实验内容或步骤

4.1 步骤1：软件在环仿真

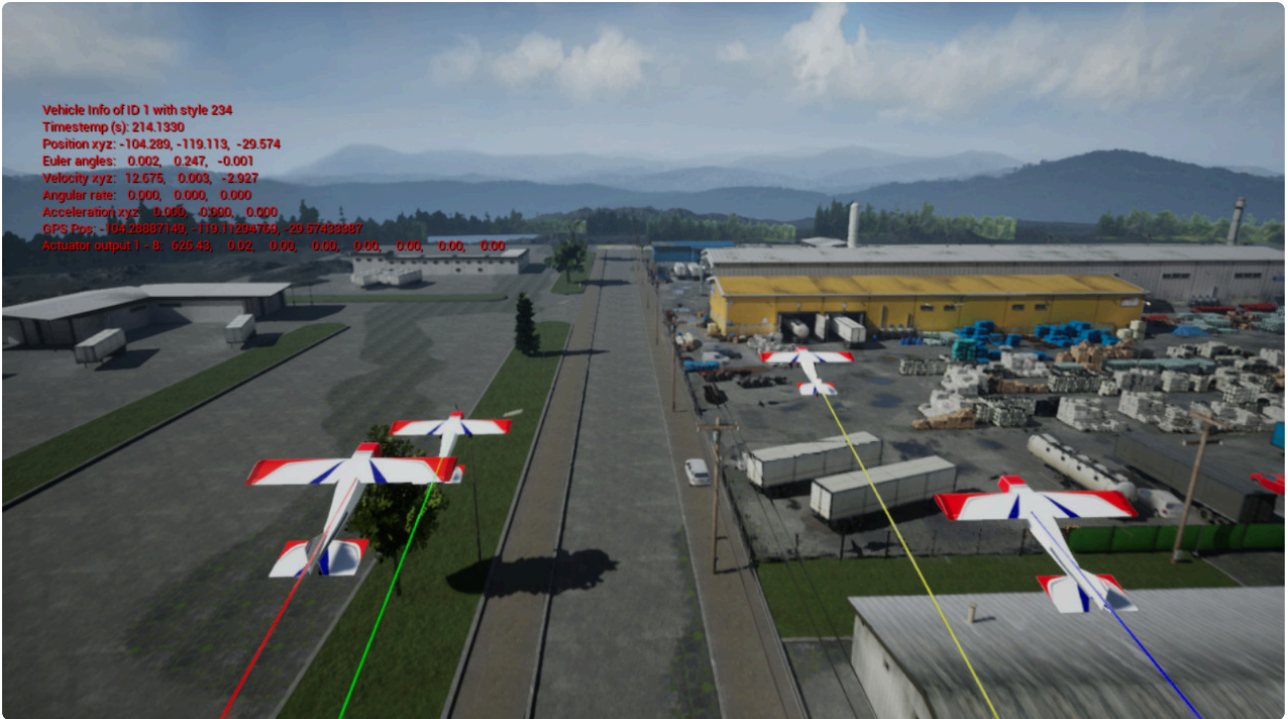
右键以管理员身份运行 [SmallFixedWingUAVSITLRun.bat](#) 批处理文件，等待RflySim平台运行，观察RflySim3D窗口显示CopterSim/PX4 EKF 3DFixed 4/4，即表示初始化完成。



在MATLAB中打开 [PosCtrlDemo.slx](#) 文件并运行，

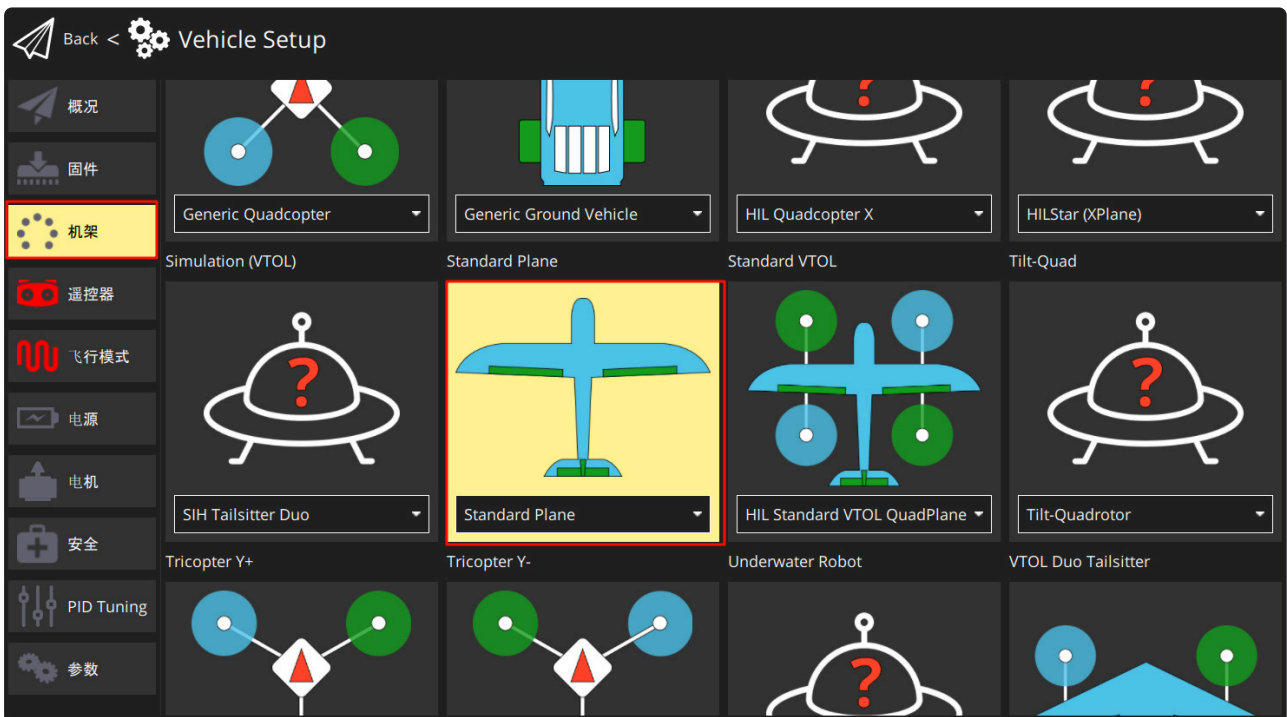


即可看到RflySim3D中飞机正常起飞。该文件中使用RflySwarmAPI模块用于4架固定翼集群仿真，其中，1、2号飞机发送的位置指令为地球坐标系下的 $(500, 500, -100)$ ，3、4号飞机发送的位置指令为地球坐标系下的 $(500, -500, -50)$ ，运行本文件后，即可在RflySim3D观察到固定翼经过起飞飞往指定位置后开始盘旋模式。

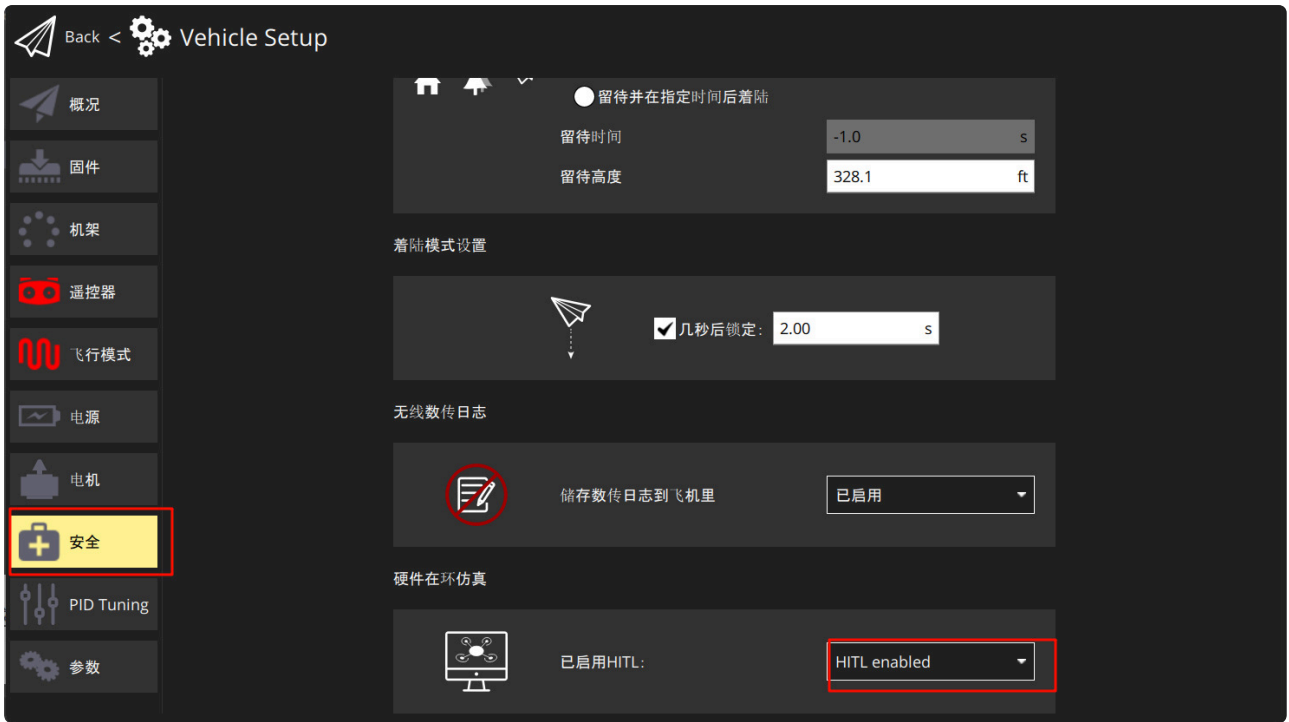


4.2 步骤2：硬件在环仿真

在QGC中在机架界面设置机架型号为"Standard Plane"，设置完毕后点击右侧"应用并重启"。



在"安全"界面，选择"HITL enabled"启动硬件在环仿真，之后在概况界面中确认配置完成后，重新插拔飞控完成设置。



关闭掉QGC后，用USB数据线链接4个飞控与电脑。右键以管理员身份运行 [SmallFixedWingUAVHITLRun.bat](#) 脚本在弹出的CMD对话框，输入4个飞控的串口号后，按下Enter。

```
C:\WINDOWS\system32\cmd. x + v
已复制 1 个文件。

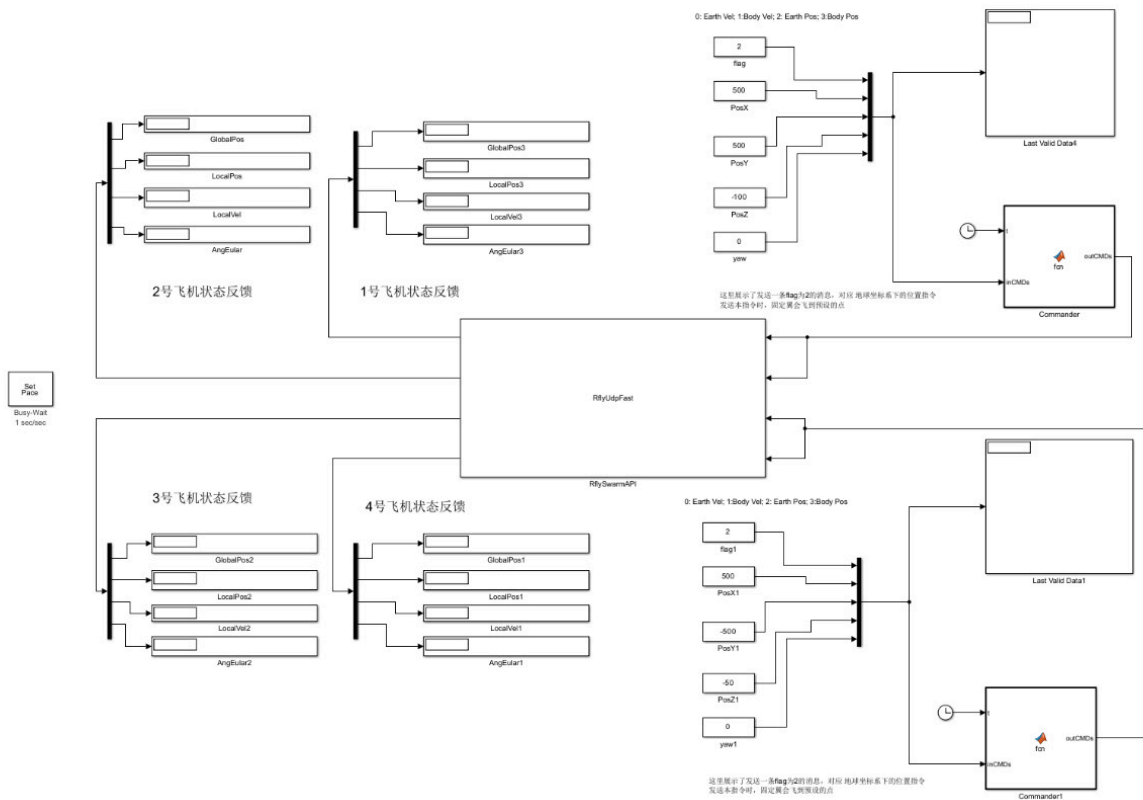
-----
Please input the Pixhawk COM port list for HIL
Use ',' as the separator if more than one Pixhawk
E.g., input 3 for COM3 of Pixhawk on the computer
Input 3,6,7 for COM3, COM6 and COM7 of Pixhawks

Available COM ports on this computer are:
COM9: USB ????
COM13: ??????????
COM14: ??????????
COM15: USB ????

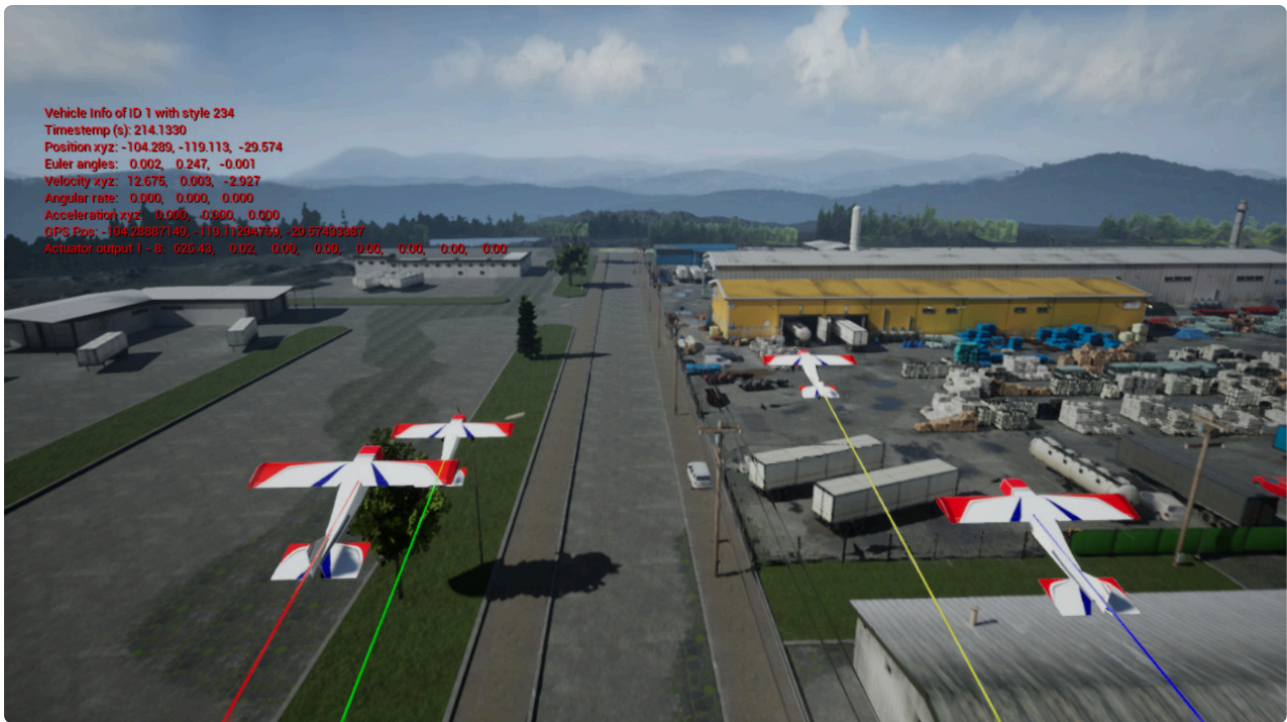
Recommended COM list input is: 9,13,14,15

-----
My COM list for HITL simulation is: 9,13,14,15
```

在MATLAB中打开 [PosCtrlDemo.slx](#) 文件并运行。



运行本文件后，即可在RflySim3D观察到固定翼经过起飞飞往指定位置后开始盘旋模式。



5. 关键知识点

关键知识点1：掌握固定翼位置控制原理与Simulink实现方法

- 通过Simulink模型实现固定翼无人机的位置控制算法
- 理解地球坐标系在位置控制中的应用
- 掌握RflySwarmAPI模块在多机协同控制中的使用

关键知识点2：熟悉Simulink与外部DLL模型的集成方法

- 学会将SmallFixedWingUAV.dll模型文件与Simulink集成
- 理解S函数(RflyUdpFast.mexw64)在数据通信中的作用
- 掌握 [Init.m](#) 参数初始化文件的配置方法

关键知识点3：掌握集群控制策略的设计与实现

- 理解多机协同控制的基本原理
- 学会为不同飞机设置不同的目标位置点
- 掌握飞机到达目标点后的盘旋模式控制逻辑

| 关键知识点4：理解软硬件在环仿真技术的应用

- 掌握软件在环仿真(SITL)的配置与运行方法
- 理解硬件在环仿真(HITL)的设置流程
- 学会使用RflySim平台进行可视化仿真验证

| 6.参考资料

1. 全权,高文瀚,刘润潇,陈鑫泉,戴训华,吕书礼,徐琳,李悦.微小型固定翼无人机飞行控制设计与实践. 北京, 2025.
2. PX4 User Guide. <https://docs.px4.io/main/en/>
3. MathWorks. MATLAB and Simulink Documentation. <https://www.mathworks.com/help/>
4. Steven LaValle. Planning Algorithms. Cambridge University Press, 2006.
5. Randall Beard, Tim McLain. Small Unmanned Aircraft: Theory and Practice. Princeton University Press, 2012.
6. RflySim Documentation. <https://rflysim.com/>

| 7.常见问题

| Q1：仿真过程中飞机无法正常起飞是什么原因？

A1：请检查以下几点：1) RflySim3D和CopterSim是否正常启动；2) MATLAB中Simulink模型是否正确运行；3) [Init.m](#)参数初始化文件是否配置正确。

| Q2：硬件在环仿真时飞控无法连接怎么办？

A2：请按以下步骤排查：1) 确认QGC中已设置机架型号为"Standard Plane"; 2) 确保"HITL enabled"已启用；3) 检查USB连接和串口号输入是否正确；4) 重新插拔飞控完成设置。

Q3: 固定翼无法到达指定位置或飞行轨迹异常如何处理?

A3: 这可能是控制参数设置问题, 请检查: 1) 目标位置坐标是否正确 (地球坐标系下); 2) RflySwarmAPI模块参数配置; 3) 控制算法参数是否适合固定翼飞行特性。

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