

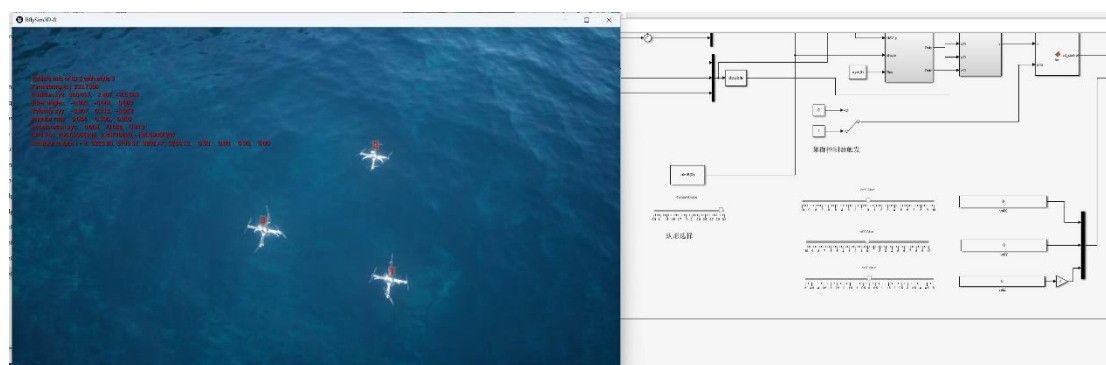
## 1. 实验名称及目的

自动防撞下控制地球速度(NED 坐标系)进行集群编队仿真实验：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. 实验原理

本平台碰撞检测功能原理请见：第 3 章 API 文件[../3.RflySim3DUE/API.pdf](#)。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。

## 3. 实验效果



## 4. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
SwarmFormEarthVelCTRL.slx	集群编队控制主文件程序
SwarmFormSITL.bat	软件在环仿真一键启动运行脚本文件
SwarmFormHITL.bat	硬件在环仿真一键启动运行脚本文件
RflyUdpFast.cpp	RflySim 平台集群 MATLAB 控制接口源文件。
RflyUdpFast.mexw64	RflyUdpFast.cpp 文件的 MEX 在 Windows 下的编译文件
dmys.m	饱和函数 1 文件
dmysigma.m	分段函数 1 文件
Init_control.m	控制器参数文件
mys.m	饱和函数 2 文件
mysat.m	饱和函数 3 文件
mysigma.m	分段函数 2 文件

## 5. 运行环境

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 <sup>①</sup>	1
2	RflySim 平台高级版	PX4 飞控 <sup>②</sup>	3

3	MATLAB 2017B	数据线	3
---	--------------	-----	---

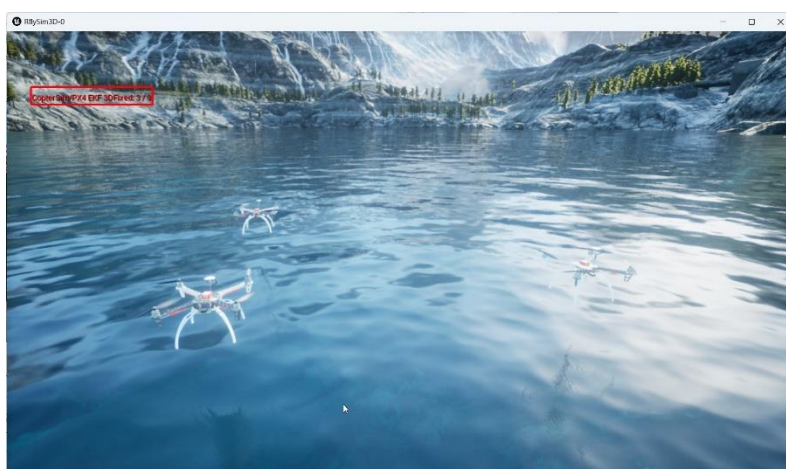
① 推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com/>

② 推荐使用飞控为 Pixhawk 6C 或 Pixhawk 6C mini，安装平台时的编译命令为：px4\_fmu-v6c\_default，推荐固件版本为：1.13.3。其他配套飞控请见：<http://doc.rflysim.com>

## 6. 软件在环仿真实验步骤

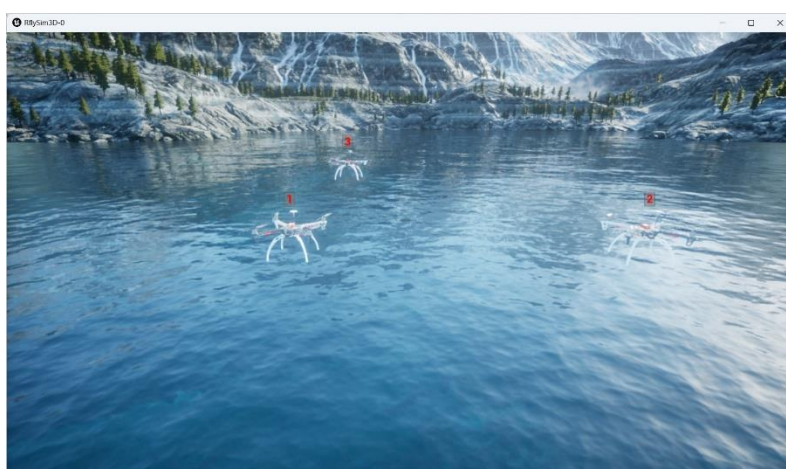
### Step 1:

双击运行 SwarmFormSITL.bat 文件。将会启动 1 个 QGC 地面站、3 个 CopterSim 软件和 1 个 RflySim3D 软件，等待 RflySim3D 软件的左下角消息栏中打印出 CopterSim/PX4 EK F 3DFixed 3/3 字样代表初始化完成，并且 RflySim3D 软件内有 3 架飞机。如下图所示：



### Step 2:

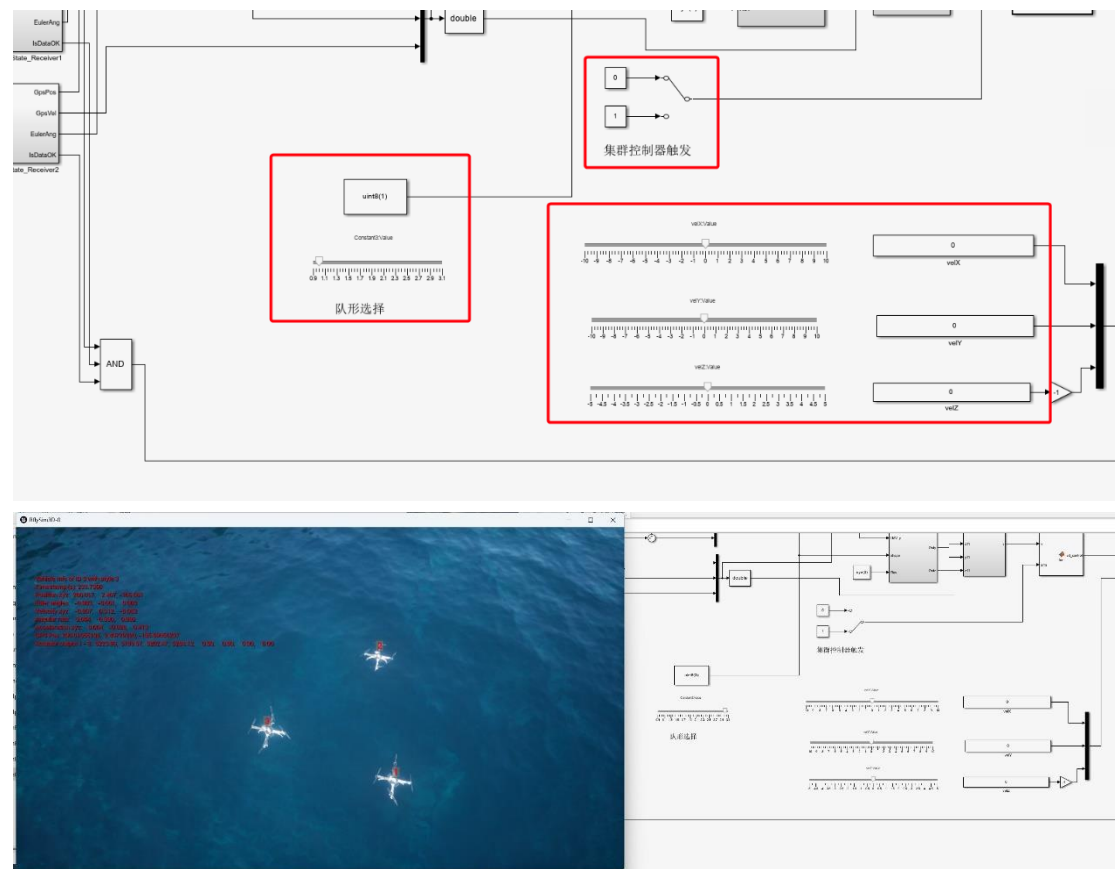
在 MATLAB 中双击打开 SwarmFormEarthVelCTRL.slx 文件，可以在 RflySim3D 观察到飞机慢慢起飞（按下键盘“S”键可以观看每个飞机 ID），如下图：



### Step 3:

等到飞机起飞并平稳后，将其中的“集群控制器触发”开关拨到“1”，可以看到飞机

组成竖直“1”字编队。将“队形选择”摇杆拨到中间，可以看到飞机变换队形编程“横一”字。将“队形选择”摇杆拨到最后（取值为3），可以看到飞机编程三角队形。拖动“syz速度控制滑块”，就可以控制三角队形整体前后左右上下的运行。



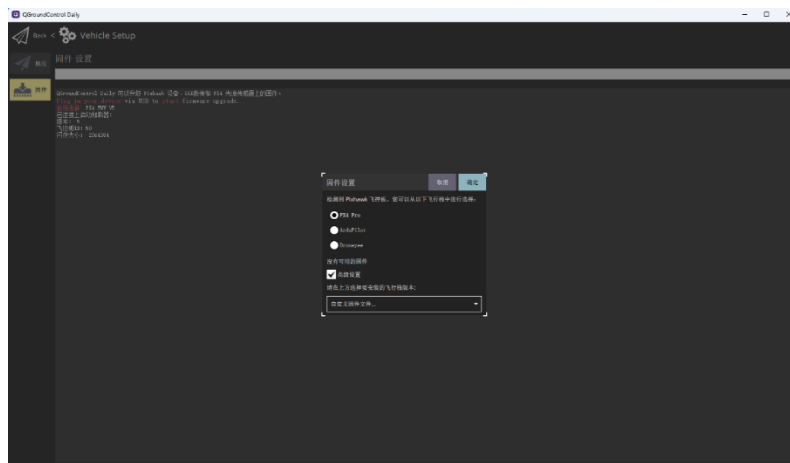
## 7. 硬件在环仿真实验步骤

### Step 1:

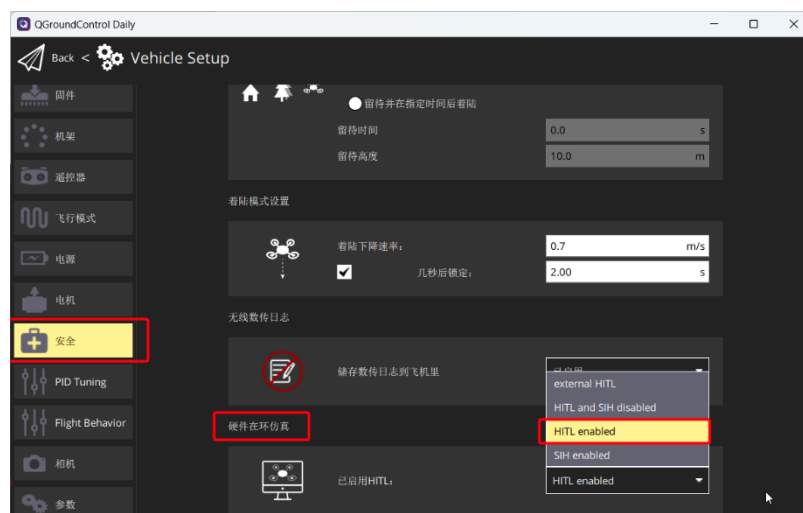
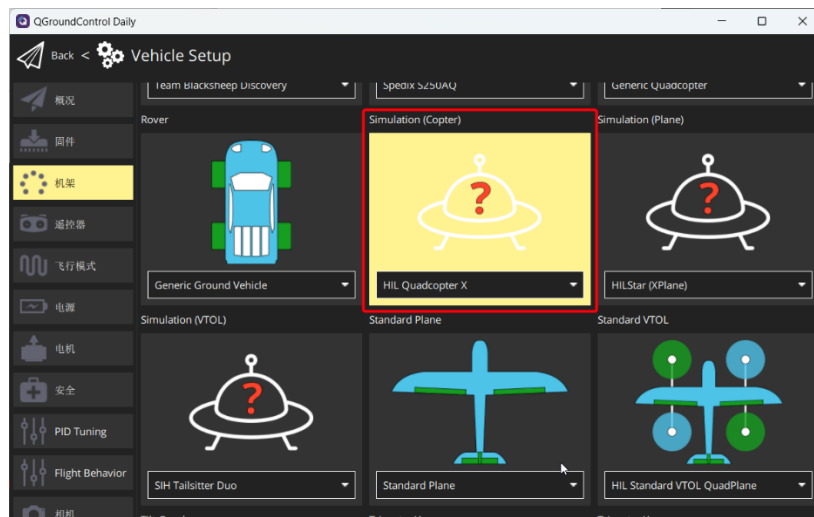
按下图所示依次将3个飞控与计算机链接。**注：遥控器接收机非必须链接。**



在 Rflytools 文件夹中打开 QGC 地面站。点击进入左侧“固件”界面后，勾选下方“高级设置”选择自定义固件文件。

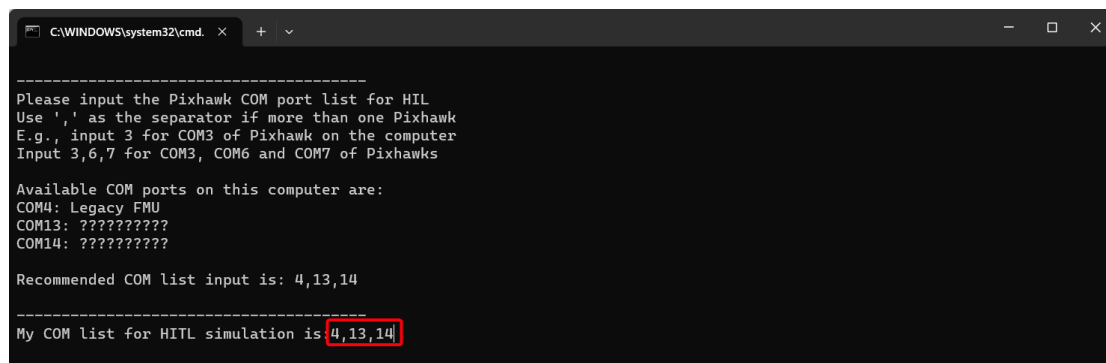


等待烧录成功后，在机架界面设置机架型号为“Standard Plane”，设置完毕后点击右侧“应用并重启”。



## Step 2:

右键以管理员身份运行 `SwarmFormHITL.bat` 批处理文件，在弹出的终端窗口中根据提示输入串口号，启动 3 架飞机的硬件在环仿真。



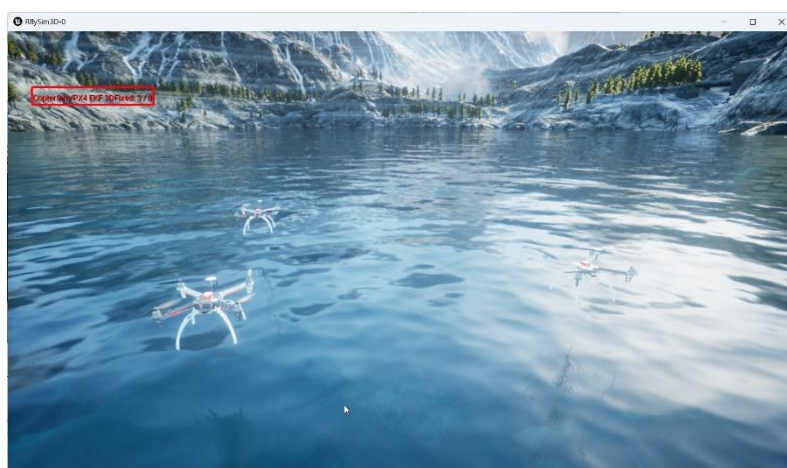
```
-----
Please input the Pixhawk COM port list for HITL
Use ',' as the separator if more than one Pixhawk
E.g., input 3 for COM3 of Pixhawk on the computer
Input 3,6,7 for COM3, COM6 and COM7 of Pixhawks

Available COM ports on this computer are:
COM4: Legacy FMU
COM13: ??????????
COM14: ??????????

Recommended COM list input is: 4,13,14

-----
My COM list for HITL simulation is 4,13,14
```

平台将会启动 1 个 QGC 地面站、3 个 CopterSim 软件和 1 个 RflySim3D 软件，等待 RflySim3D 软件的左下角消息栏中打印出 `CopterSim/PX4 EKF 3DFixed 3/3` 字样代表初始化完成，并且 RflySim3D 软件内有 3 架飞机。如下图所示：



## Step 3:

其余操作步骤按照[软件在环仿真实验步骤](#)中的 [Step 2:](#) ~ [Step 3:](#) 进行。

## 8. 参考资料

[1] 无。

## 9. 常见问题

A1: 无

Q1: 无