

# 1. 实验名称及目的

## 1.1 实验名称

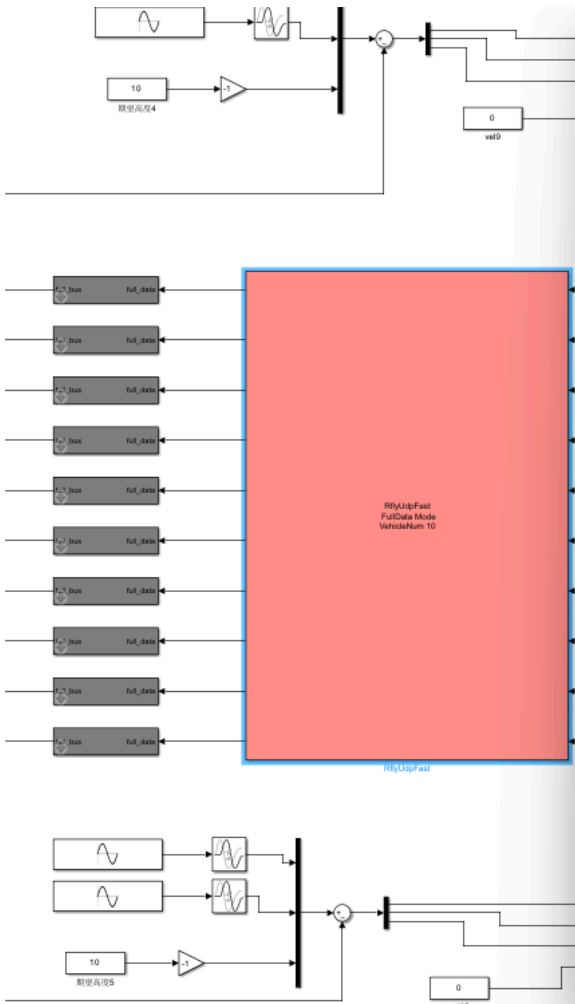
10架四旋翼无人机画圆飞行实验

## 1.2 实验目的

通过调用RflySim集群Simulink-RflyUdpFast接口实现多架无人机Offboard下控制飞行。

## 1.3 关键知识点

RflyUdpFast模块提供了两种UDP Mode（通信模式），分别为FullData Mode和SimpleData Mode，其中Full模式数据更全，但是数据量较大，适合少量飞机时的仿真与控制；Simple模式数据更精简，适合大规模集群时的控制。本例程10个飞机均使用FullData Mode模式。



模块参数: RflyUdpFast

RflyUdpFast API (mask) (link)

RflySimAPIs for multiple uav data acquire and control

1. Target IP: The IP of PC running CopterSims to receive data
2. Vehicle number: Total vehicle number with StartID=1. For example Vehicle number=3 for a CopterID list [1 2 3]
3. CopterID List: a vector of CopterIDs, like [1 2 3] or [1:3] or [4 5 7]
4. UDP Mode: Full or simple mode to transmit data
5. GPS Orin: the lat lon alt of GPS position for calculate global position
6. check the "Help" button for the definition

参数

Target IP Address  
127.0.0.1

Vehicle number or CopterID list (e.g., [1 3 4])  
10

UDP Mode  
FullData Mode

GPS Orin [Lat Lon (degree) Alt(m)] for GlobalPos  
[40.1540302, 116.2593683, 50.0] [40.154, 116.26, 50]

Sample Time  
1/30 0.033333

确定(O) 取消(C) 帮助(H) 应用(A)

## 1. IP Address

需要控制飞机的CopterSim所在电脑的IP地址，通常情况下，取本机地址“127.0.0.1”即可。如果要在本电脑上控

## 2. Vehicle Number (飞机数量)

Vehicle number飞机数量表示需要连接的CopterSim数量，该模块的输入输出端口数量由该选项控制，如果输入

## 3. CopterID List (飞机ID列表)

用一个向量表示，本模块一共仿真多少个飞机（向量长度），每个飞机的序号是多少（向量数值）

例如，[1:5] 等于 [1 2 3 4 5] 表示前五个飞机，或者[6:10]，或者[1 3 5 6]

## 4. UDP Mode (通信模式)

和CopterSim界面上的“通信模式”下的UDP\_Full和UDP\_Simple相对应。Full模式数据更全，但是数据量较大，

### A. FullData完整模式

模块输入为15维的double型向量，具体定义（实现MAVLink的Offboard消息）如下

第1维：time\_boot\_ms；%当前时间戳（填0即可，目前没有使用）

第2维：copterID；%飞机ID（填1即可，目前没有使用）

第3维：type\_mask；%输入控制模式（同Offboard定义）

第4维：coordinate\_frame；%坐标系模式（同Offboard定义）

第5~15维：ctrls[11]；%分别对应了3维的期望位置pos, 3维的期望速度vel, 3维的期望加速度acc, 1维的期望

模块输出为28维的double型向量（全部转发自Pixhawk内部滤波值），具体定义如下

第1~3维：gpsHome[3]；%Home点（上电之后不会变）的经纬高坐标，经纬度需要除以1e7才能得到度为单位的经纬

第4~6维：AngEular[3]；%Pixhawk估计得到的姿态欧拉角，单位弧度

第7~9维：localPos[3]；%Pixhawk估计得到的以gpsHome为原点的相对北东地位置向量，单位m，z轴向下为正

第10~12维：localVel[3]；%北东地的运动速度向量，单位m/s

第13~15维：GpsPos[3]；%实时的GPS位置，单位和gpsHome相同，但是会实时变化

第16~18维：GpsVel[3]；%GPS速度，需要除以100得到m/s为单位的速度

第19维：time\_boot\_ms；%上电时间

第20维：copterID； %飞机ID

第21维：relative\_alt； % GPS相对高度，需要除以1000得到m为单位的高度，向上为正

第22维：hdg； % GPS航向角，需要除以1000得到0~360度范围的角度

第23维：satellites\_visible； %可见卫星数量

第24维：fix\_type； %定位精度

第25维：resrveInit； % int类型的保留位

第26维：pos\_horiz\_accuracy； %水平定位精度，单位m

第27维：pos\_vert\_accuracy； %竖直定位精度，单位m

第28维：resrveFloat； % float型保留位，未被启用

第29-31维：GlobalPos [3]； % CopterSim全局位置，单位m。根据飞机的GPS坐标解算得到，以Ue地图的坐标

## B. SimpleData精简模式

输入为5维的double型向量，具体定义（实现MAVLink的Offboard消息）如下

第1维：ctrlMode； %第一位为标志位，0：表示地球速度控制模式Earth Vel； 1：机体速度控制模式Body Vel

第2~5维：如果ctrlMode =0，则这四维对应了地球坐标系（以解锁时的位置）下的vx,vy,vz 速度+ yawRate偏

一般ctrlMode=0比较多，直接给定全局速度做轨迹控制。如果做位置和速度的切换，需要实时修改ctrlMode的值。

注：如果ctrlMode<0 则不会发送控制指令。

输出为12维double型的向量，顺序定义如下

第1~3维：GlobalPos [3]； % CopterSim全局位置，单位m。根据飞机的GPS坐标解算得到，以Ue地图的坐标

第4~6维：AngEular[3]； % Pixhawk估计得到的姿态欧拉角，单位弧度

第7~9维：localPos[3]； % Pixhawk估计得到的，以gpsHome为原点的相对北东地位置向量，单位m，z轴向下

第10~12维：localVel[3]； % 北东地的运动速度向量，单位m/s。

## 5. GPS Orin (GPS坐标原点)

GPS坐标原点，本值用于解算每个飞机的GlobalPos，通过收到数据的当前GPS坐标，根据统一的GPS坐标原点，可

100  
107  
108  
109  
110

4.1.6 Sample Time (采样时间)  
Sample Time采样时间，该时间应该与Simulink仿真时间对应。

## 2. 实验效果

## 3. 文件目录

例程目录：

[安装目录]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\3.CustExps\e1.MatDISCtrlUAVsSim\3.SwarmCircleSim10

### 4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链完整版及以上版本。

①：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>

### 4.2 硬件要求

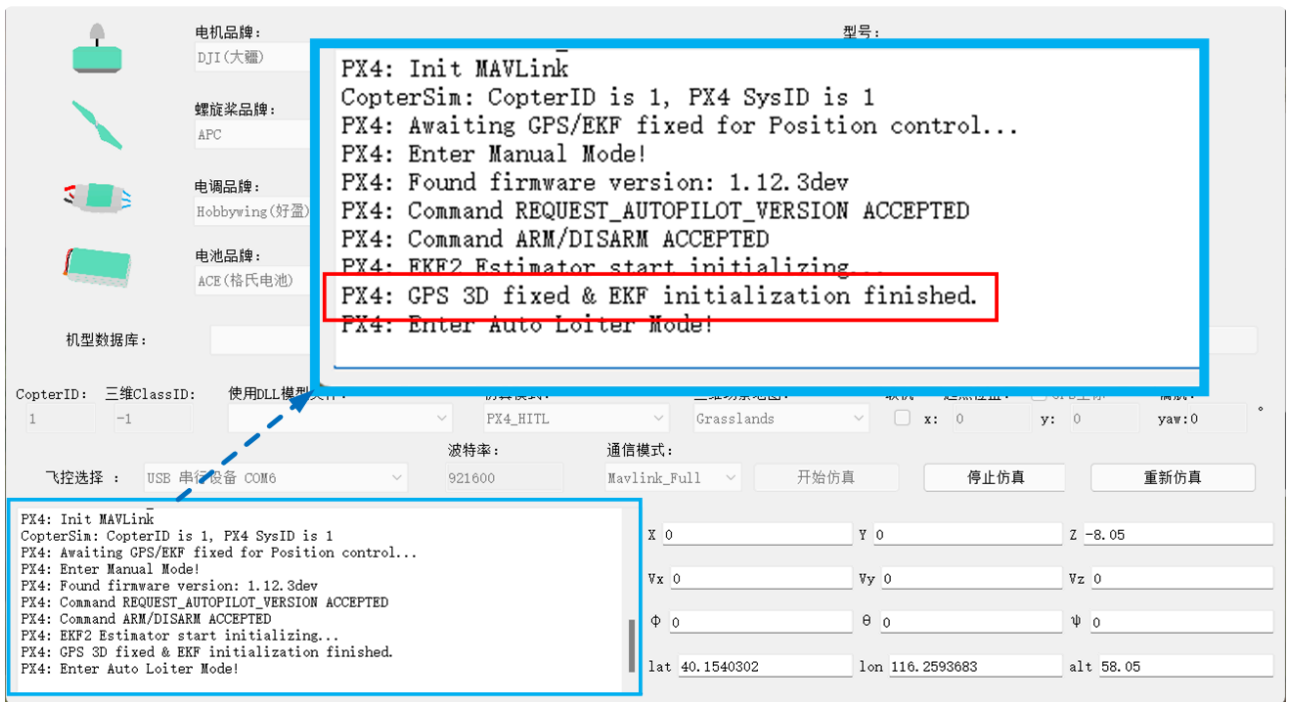
笔记本/台式电脑 1台；飞思集群仿真单元套装。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

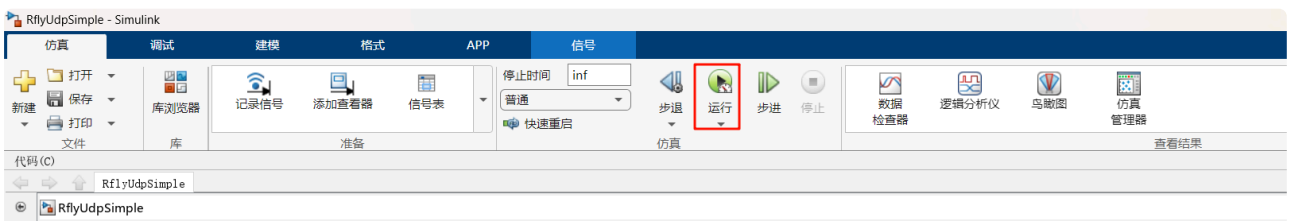
## 5. 实验步骤

### 4.1 软件在环仿真

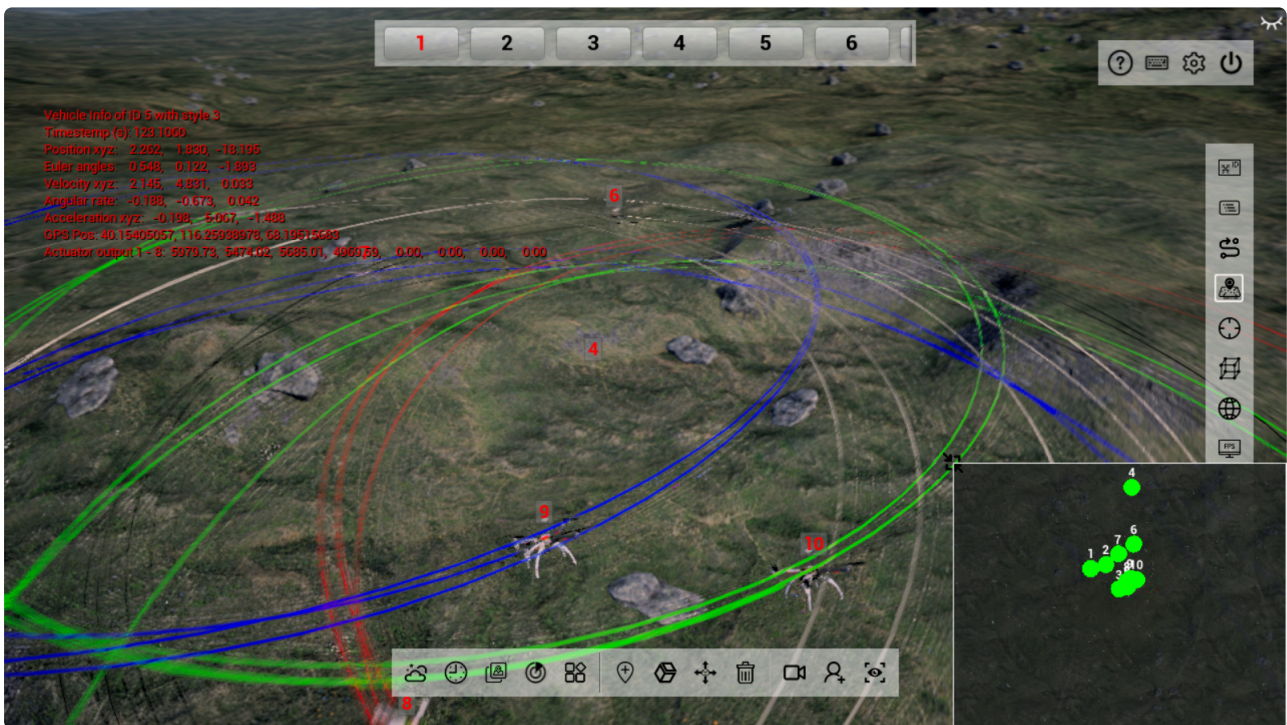
(1) 双击打开 [SITLRun.bat](#) 即可自动启动RflySim3D、CopterSim、QGroundControl软件，等待RflySim3D左上角显示：CopterSim/PX4 EKF 3DFixed:10/10。或者初始化的10个CopterSim左下角对话框中均显示：PX4: GPS 3D fixed & EKF initialized.



(2) 在MATLAB中打开 [RflyUdpSimple.slx](#) 文件并运行（或者直接双击运行 [RflyUdpSimple.exe](#)），该文件中定义了10架无人机通过Offboard模式下的地球坐标系（北东地）速度接口，起飞后，按照圆型轨迹飞行，点击上方运行按钮。



(3) 即可在RflySim3D中显示无人机两架无人机正常起飞并开始飞行，在RflySim3D窗口下按下“D”即可看到飞机的状态量，如下图所示，状态量与Simulink中设置的期望速度相同。

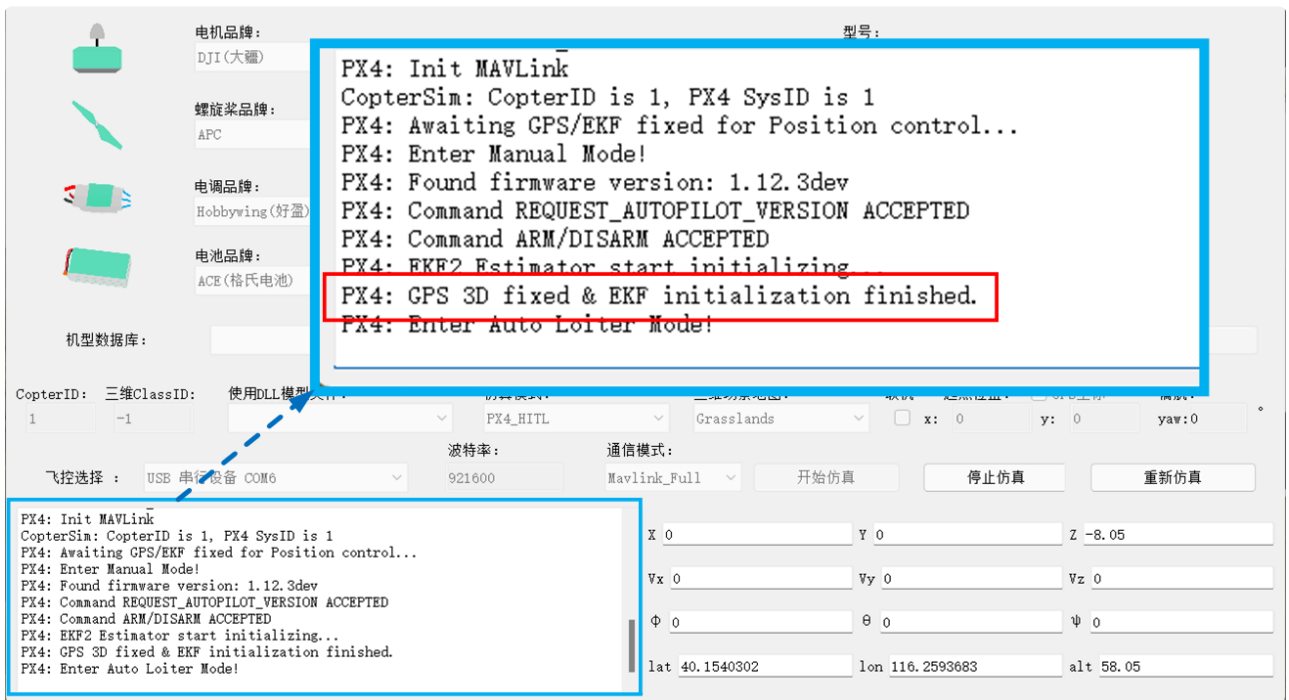


## 4.2 飞思集群仿真单元环境配置

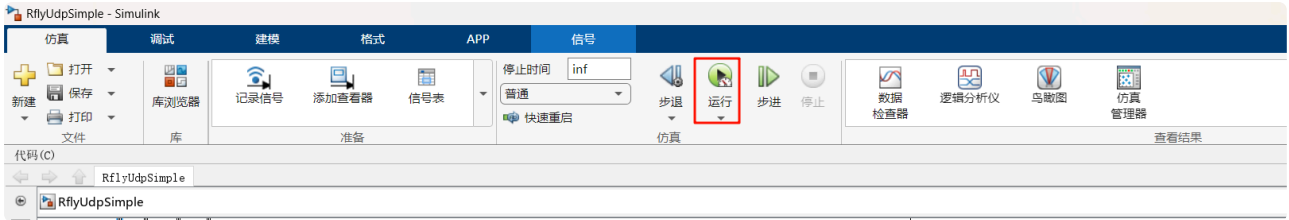
请按照文件 [飞思智能集群仿真单元配置说明.pdf](#) 文档中的流程将飞思集群仿真单元中的飞控环境进行还原。并按照该文件将飞思集群仿真单元套装与电脑链接。

## 4.3 硬件在环仿真

(1) 双击打开 [HITLRunPX4Net.bat](#) 即可自动启动RflySim3D、CopterSim、QGroundControl软件，等待RflySim3D左上角显示：CopterSim/PX4 EKF 3DFixed:10/10。或者初始化的10个CopterSim左下角对话框中均显示：PX4: GPS 3D fixed & EKF initialized.



(2) 在MATLAB中打开 [RflyUdpSimple.slx](#) 文件并运行（或者直接双击运行 [RflyUdpSimple.exe](#)），该文件中定义了10架无人机通过Offboard模式下的地球坐标系（北东地）速度接口，起飞后，按照圆型轨迹飞行，点击上方运行按钮。



(3) 即可在RflySim3D中显示无人机两架无人机正常起飞并开始飞行，在RflySim3D窗口下按下“D”即可看到飞机的状态量，如下图所示，状态量与Simulink中设置的期望速度相同。

