

# 1. 实验名称及目的

## 1.1 实验名称

RflyUdpFast通信接口的SimpleData模式全局坐标控制四机实验

## 1.2 实验目的

通过该实验，可以深入理解集中式控制和SimpleData模式对四机无人机集群的影响。结果将为未来的无人机集群控制策略、通信协议优化以及故障应对机制提供实证支持。

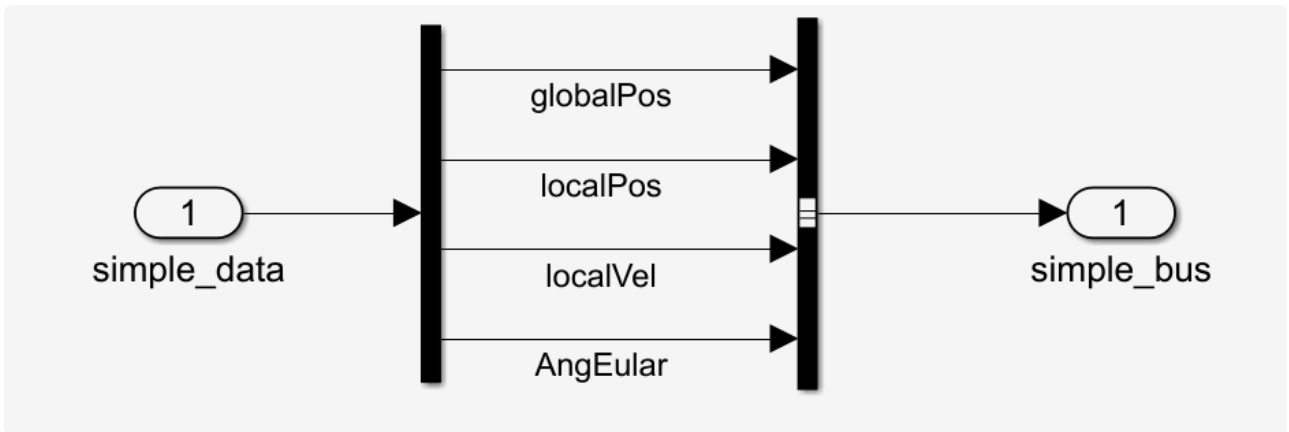
## 1.3 关键知识点

(1) 了解RflySim

Swarm的RflyUdpFast传输模块搭建Simulink模型参数配置信息，关键点“设置成SimpleData Mode”



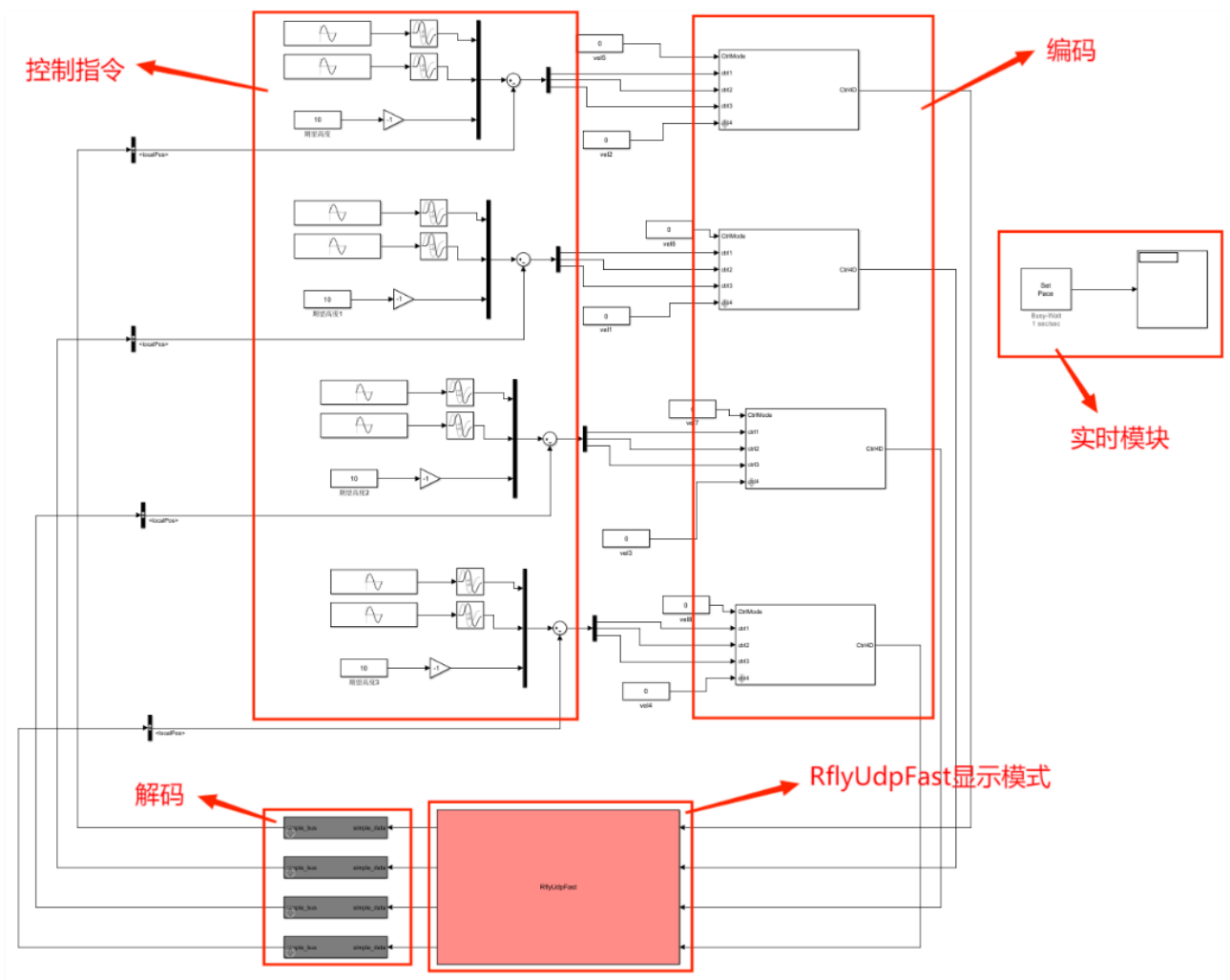
(2) SimpleData精简模式输出bus支持的消息如下；



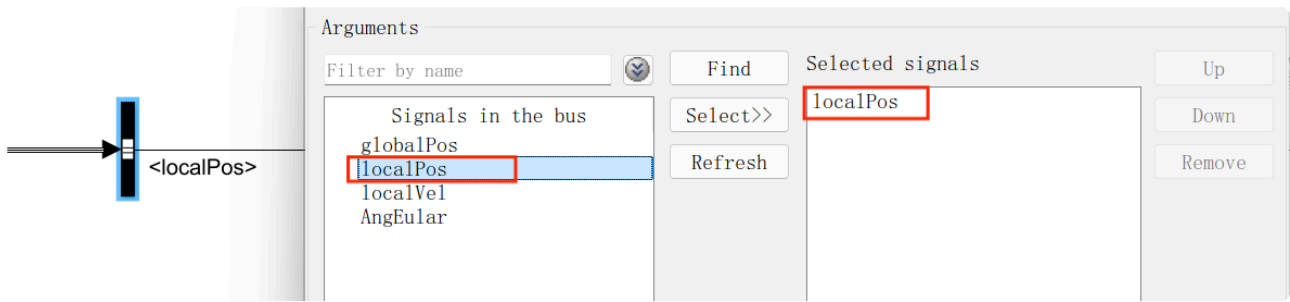
(3) 熟悉使用RflyUdpFast传输模块开展软件在环实验及硬件在环实验

使用RflySim工具链提供的RflyUdpFast传输模块来接收四旋翼无人机的状态信息。这个传输模块可以通过UDP快速传输数据，以实现实时信息的接收。

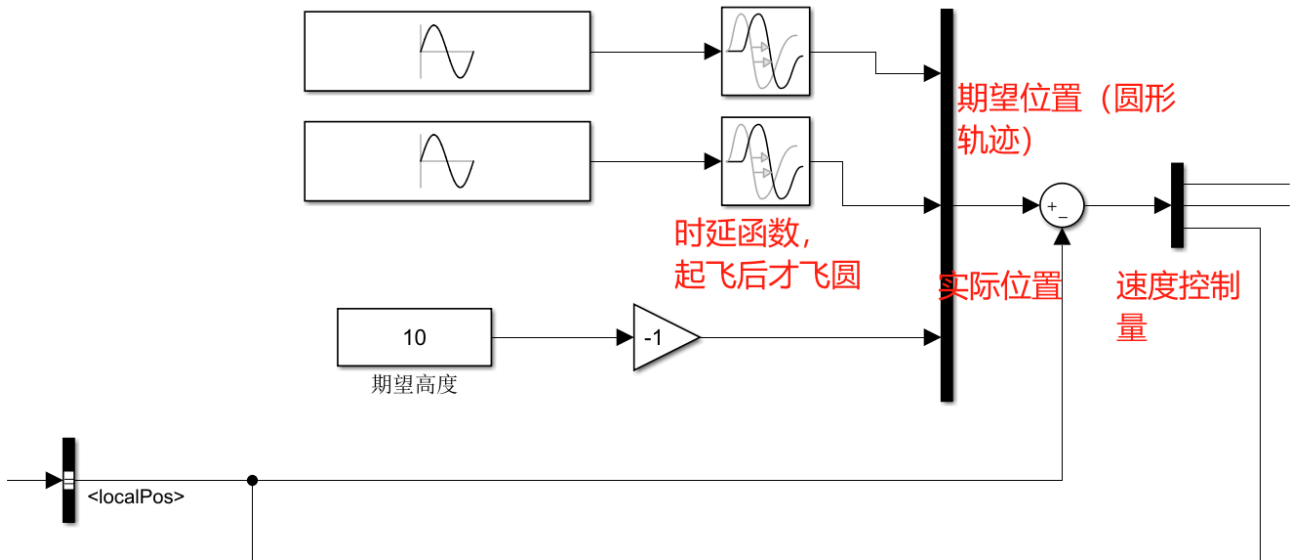
(1) 在Simulink中建立一个模型，包括RflyUdpFast传输模块和用户搭建的控制算法模块；



(2) 本例程订阅SimpleData总线输出的localPos位置数据；



(3) 和期望轨迹做差（一个圆形飞行轨迹），生成速度控制指令；

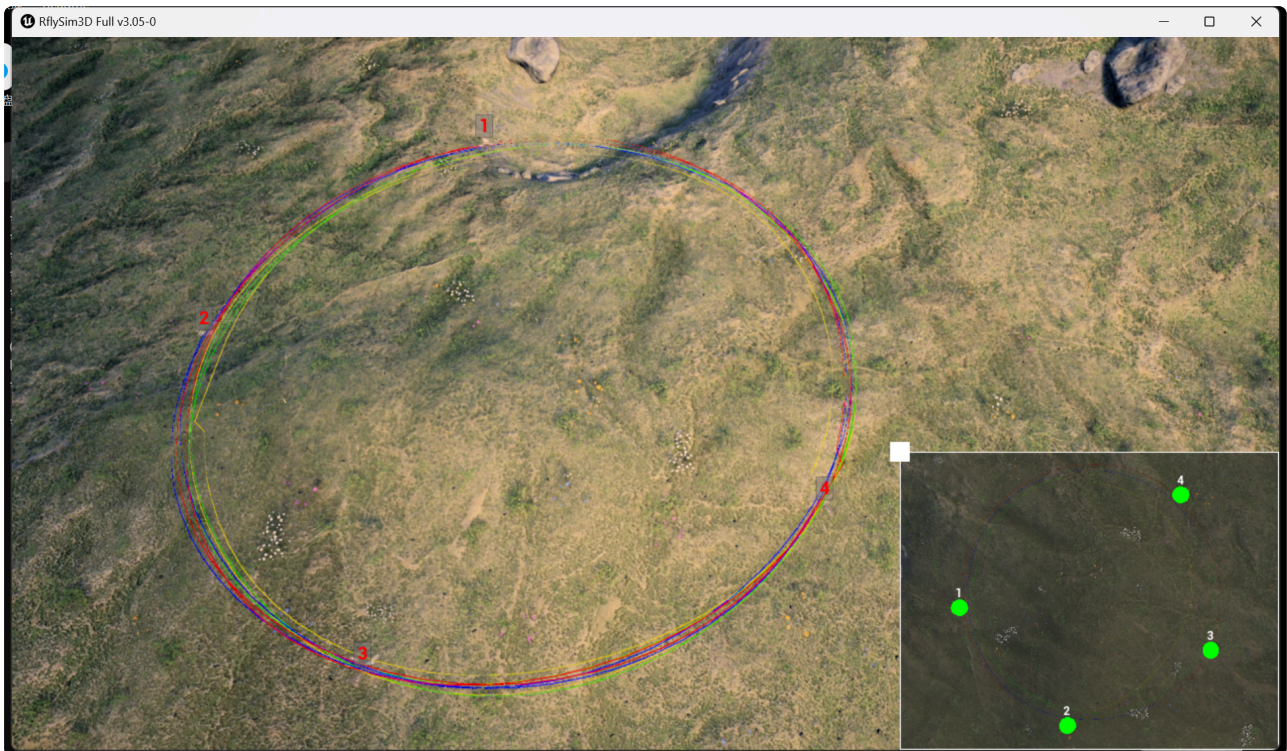


(4) 经过SimpleCtrl4D模块，将速度指令CtrlMode、ctrl1、ctrl2、ctrl3、ctrl4，转化为RflyUdpFast需要的信号维度并最终通过offboard的信号发给飞控；

(5) 运行模型进行仿真，观察控制指令的发送和四旋翼无人机的全局位置运动控制效果。

通过这个实验，您可以为集中式控制系统的设计和实现提供宝贵的数据支持和理论依据，同时帮助优化机器间的通信效率与稳定性。请注意调整模型参数和算法设计，以满足您的具体实验要求和目的。

## 2. 实验效果



## 3. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
<HITLPosStrGPS.bat>	Pixhawk 6x的网口仿真模式（限完整版）
<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.bat>	纯软件在环仿真
<GenerateSwarmExe.p>	.exe文件生成一键运行脚本 (限完整版才能运行)
<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.slx>	Simulink控制模型主程序
<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.exe>	生成好的exe版本程序，支持高性能运行
<Readme.pdf>	用户指南

## 4. 运行环境

### 4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB R2022b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 1台；飞思集群仿真单元 1台。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

## 5. 实验步骤

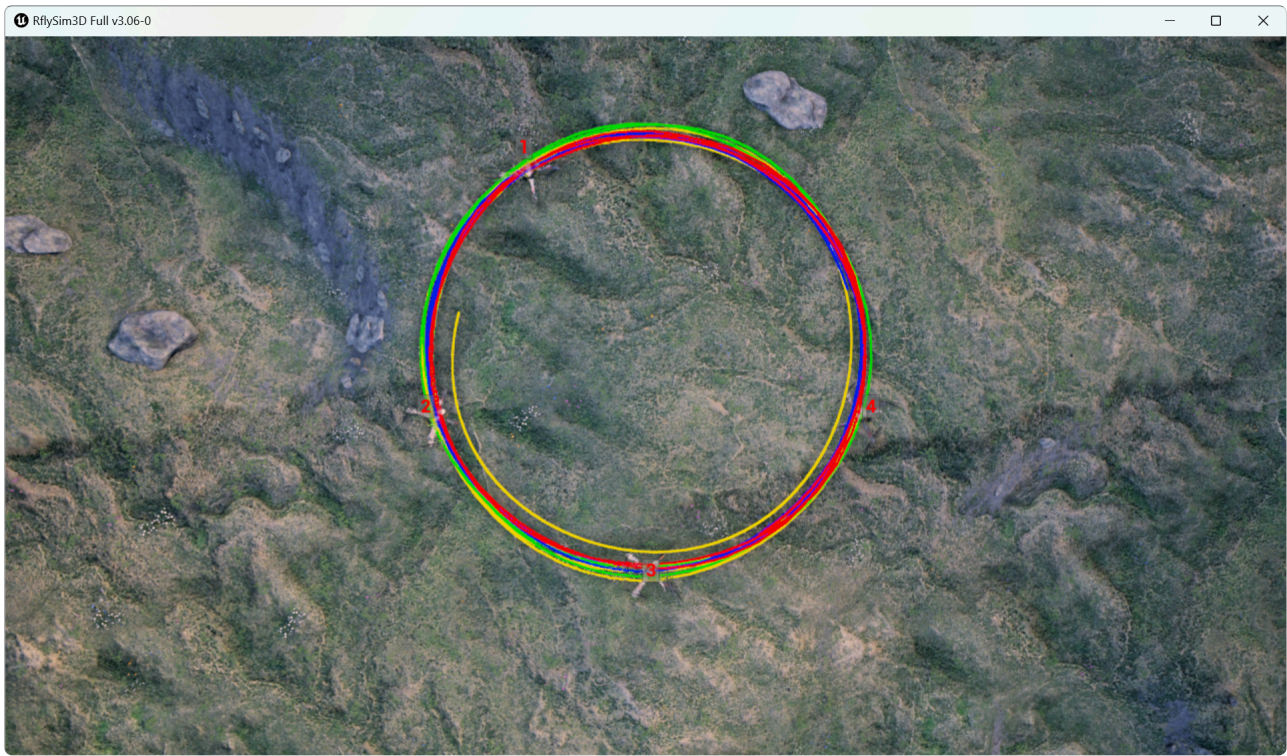
### 软件在环仿真实验步骤

(1) 双击打开<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.bat>，启动仿真脚本，会自动开启四个飞机的软件在环仿真，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) 在MATLAB打开<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.slx>文件，点击上方运行按钮。



(3) 查看RflySim3D窗口，按S键打开飞机标号，T键开启飞机飞行轨迹，N+数字6键，切换自由视角。



## 硬件在环仿真单元实验步骤（网口模式）

(1) 根据下图进行连接，并配置相同网段。

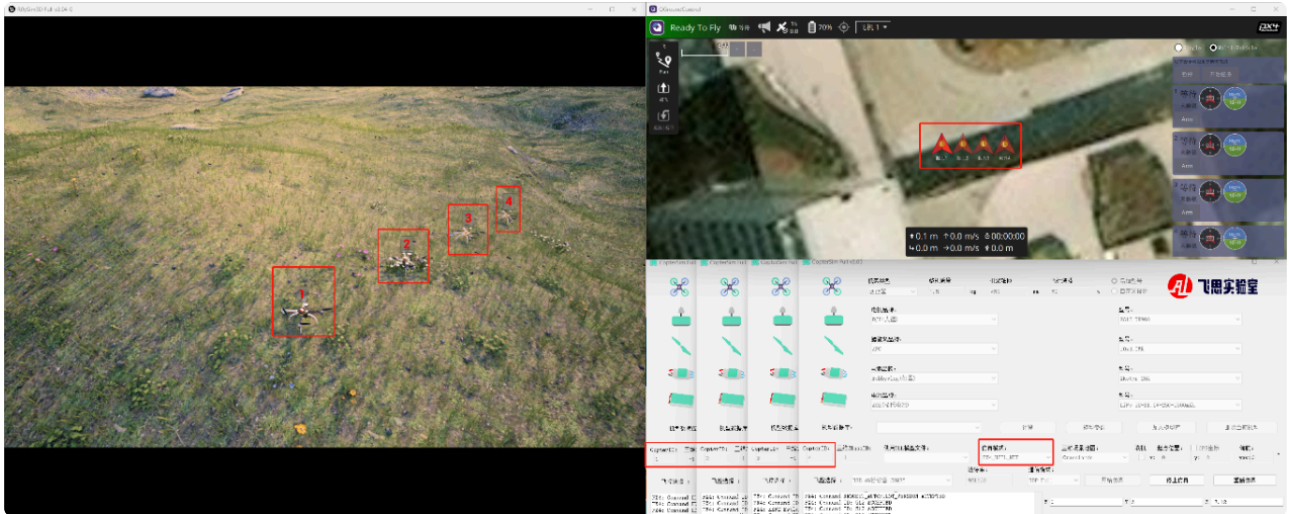
- ① 号线：集群控制仿真单元电源线。
- ② 号线：路由器电源线。
- ③ 号线：网线（路由器与集群控制仿真单元）。
- ④ 号线：网线（与电脑连接）。

(2) 双击打开<HITLRunPX4Net.bat>，一键启动脚本，在CMD命令行输入4，启动4个CopterSim，一个RflySim 3D，一个QGroundControl，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。

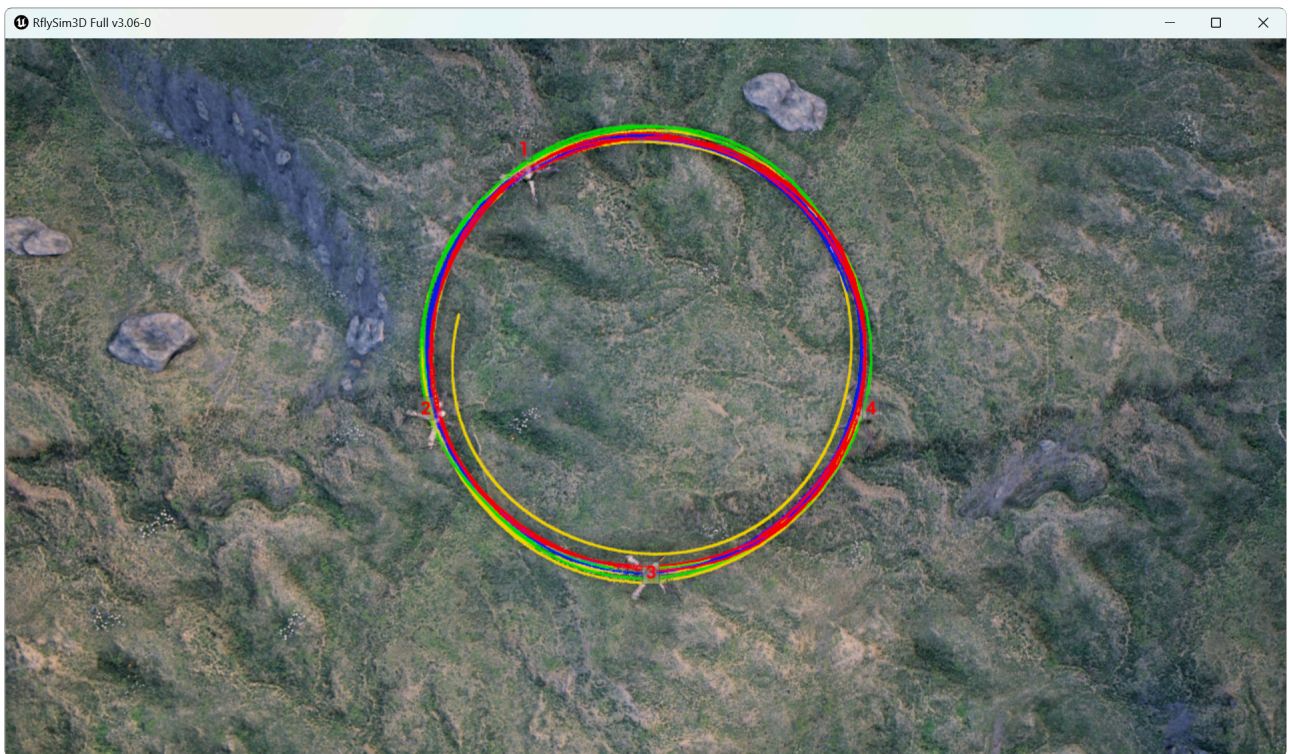
```
C:\Windows\System32\cmd.exe
With this SIL script, you can initialize your vehicle(s) anywhere you want
Please enter the x, y position (unit m) and yaw angle list with the separator ','
For example, PosX list:1.1,2.2 and PosY list:0,0 and Yaw:0,0 will create two vehicles.

-----
Please input UAV swarm number:4
```

(3) 并自动连接上了1号飞控，并完成了初始化，进入Loiter模式。



(4) 使用MATLAB打开<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.slx>, 或者直接运行<RflyUdpSimpleFourGlobalPos.exe>, 都可以开启控制算法, 查看RflySim 3D实验效果。



## 6. 参考资料

### 1. 通信接口的SimpleData模式数据协议

详见“【安装目录】\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\1.BasicExps\e1\_RflyU-SwarmExp\4.RflyUdpSimpleOne\_Mat\Readme.pdf”。

### 2. 通信接口Offboard\_full数据协议

详见“【安装目录】\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\1.BasicExps\e1\_RflyU-SwarmExp\4.RflyUdpSimpleOne\_Mat\Readme.pdf”。

### 3. 帮助页面

详见“【安装目录】\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\1.BasicExps\e1\_RflyU-SwarmExp\4.RflyUdpSimpleOne\_Mat\Readme.pdf”

### 4. 关键参数讲解

详见“【安装目录】\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\1.BasicExps\e1\_RflyU-SwarmExp\4.RflyUdpSimpleOne\_Mat\Readme.pdf”。

## 7. 常见问题


Q1: 飞控配置确认(出厂默认)

A1: 如出现飞控无法正常工作或连接的情况，请按照一下流程进行检查。飞控USB线连接到电脑上，并开启QGroundControl，确认以下参数是否正确配置。

1) 进入Vehicle Setup（载具设置） - 参数（Parameters） - MAVLink页面；

QGroundControl

# Vehicle Setup

Back <  工具

搜索:  清除  只显示修改

- 概况
- 固件
- 机架
- 遥控器
- 飞行模式
- 电源
- 电机
- 安全
- PID Tuning
- 参数**

Actuator Outputs	MAV_2_BROADCAST	Always broadcast	Broadcast heartl
Hover Thrust Estimator	MAV_2_CONFIG	Ethernet	Serial Configurat
Land Detector	MAV_2_FLOW_CTRL	Auto-detected	Enable serial flo
Manual Control	MAV_2_FORWARD	Enabled	Enable MAVLink
<b>MAVLink</b>	MAV_2_MODE	External Vision	MAVLink Mode f
Magnetometer Bias Estimator	MAV_2_RADIO_CTL	Disabled	Enable software
Multicopter Rate Control	MAV_2_RATE	100000 B/s	Maximum MAVL
Mixer Output	MAV_2_REMOTE_PRT	6001	MAVLink Remote
Autotune	MAV_2_UDP_PRT	6001	MAVLink Networ
Multicopter Attitude Control	MAV_COMP_ID	1	MAVLink compo
Mission	MAV_FWDEXTSP	Enabled	Forward externa
PWM Outputs	MAV_HASH_CHK_EN	Enabled	Parameter hash
Miscellaneous	MAV_HB_FORW_EN	Enabled	Heartbeat messa
Follow target	MAV_ODOM_LP	Disabled	Activate ODOME
Precision Land	MAV_PROTO_VER	Default to 1, switch to 2	MAVLink protocc
Radio Calibration	MAV_RADIO_TOUT	5 s	Timeout in seco
	MAV_SIK_RADIO_ID	0	MAVLink SIK Rad
	<b>MAV_SYS_ID</b>	<b>1</b>	MAVLink system

 Back <  Vehicle Setup

概况

搜索:

mav\_

清除

 只显示修改

MAV_2_BROADCAST	Always broadcast	Broadcast heartbeats on local network for MAVLink instance 2
MAV_2_CONFIG	Ethernet	Serial Configuration for MAVLink (instance 2)
MAV_2_FORWARD	Enabled	Enable MAVLink Message forwarding for instance 2
MAV_2_MODE	External Vision	MAVLink Mode for instance 2
MAV_2_RADIO_CTL	Disabled	Enable software throttling of mavlink on instance 2
MAV_2_RATE	100000 B/s	Maximum MAVLink sending rate for instance 2
MAV_2_REMOTE_PRT	6002	MAVLink Remote Port for instance 2
MAV_2_UDP_PRT	6002	MAVLink Network Port for instance 2
MAV_SYS_ID	2	MAVLink system ID
MAV_TYPE	Quadrotor	MAVLink airframe type

固件

机架

遥控器

飞行模式

电源

电机

安全

PID Tuning

参数

 Back <  Vehicle Setup

概况

搜索:

mav\_

清除

 只显示修改

MAV_2_BROADCAST	Always broadcast	Broadcast heartbeats on local network for MAVLink instance 2
MAV_2_CONFIG	Ethernet	Serial Configuration for MAVLink (instance 2)
MAV_2_FORWARD	Enabled	Enable MAVLink Message forwarding for instance 2
MAV_2_MODE	External Vision	MAVLink Mode for instance 2
MAV_2_RADIO_CTL	Disabled	Enable software throttling of mavlink on instance 2
MAV_2_RATE	100000 B/s	Maximum MAVLink sending rate for instance 2
MAV_2_REMOTE_PRT	6003	MAVLink Remote Port for instance 2
MAV_2_UDP_PRT	6003	MAVLink Network Port for instance 2
MAV_SYS_ID	3	MAVLink system ID
MAV_TYPE	Quadrotor	MAVLink airframe type

固件

机架

遥控器

飞行模式

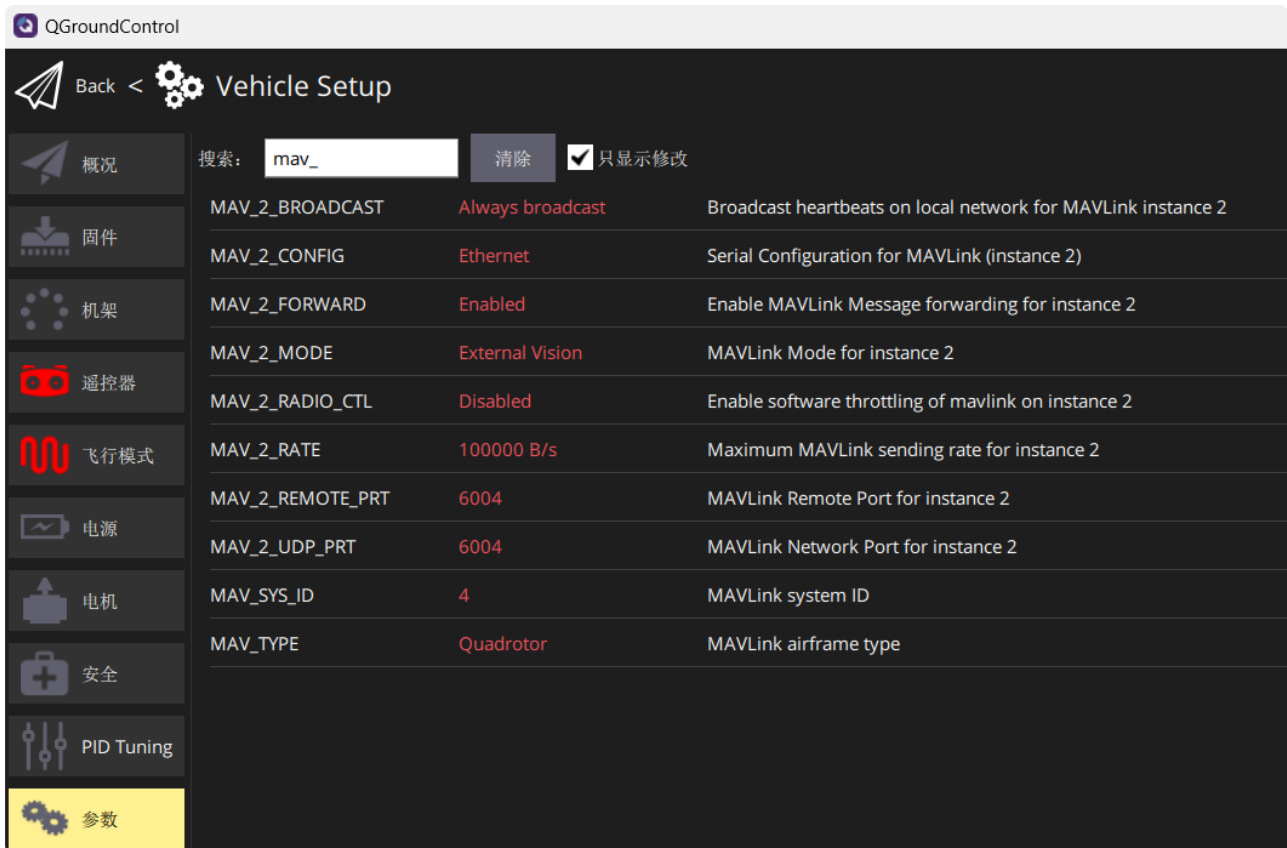
电源

电机

安全

PID Tuning

参数

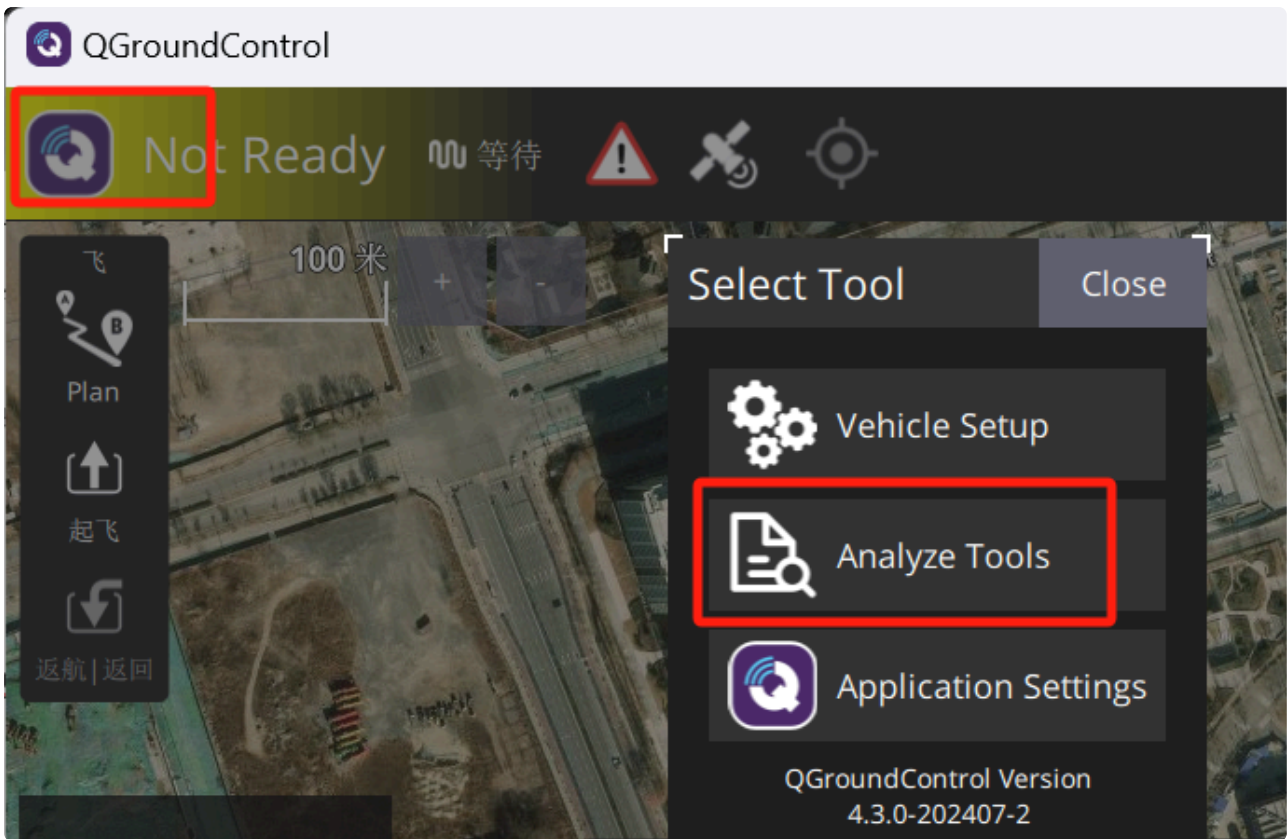


(1) 确认MAV\_SYS\_ID的设定值，应该与飞控的外观标签一致。注：上图设定为1号飞控，如果有多个飞控，则要分开设定本值。

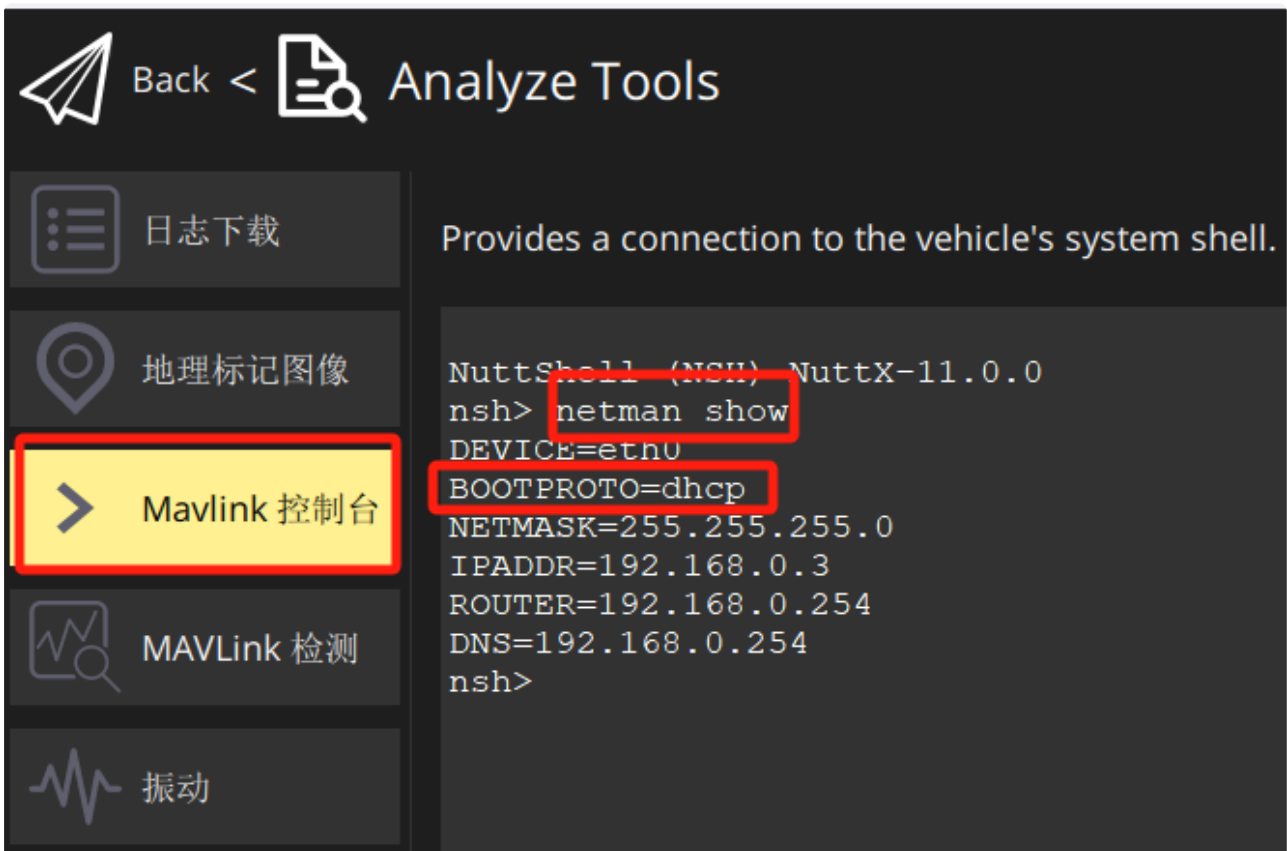
(2) MAV\_2\_REMOTE\_PRT和MAV\_2\_UDP\_PRT分别为飞控MAVLink数据的UDP收发端口，需要设定为6000+MAV\_SYS\_ID的数值。1号飞控是6001，如果是2号飞控就是6002。

其他选项请严格按照图中设定，包括广播数据，传输传输模式等

2) 进入“Analyze Tools”（分析工具）页面 – MAVLink控制台；



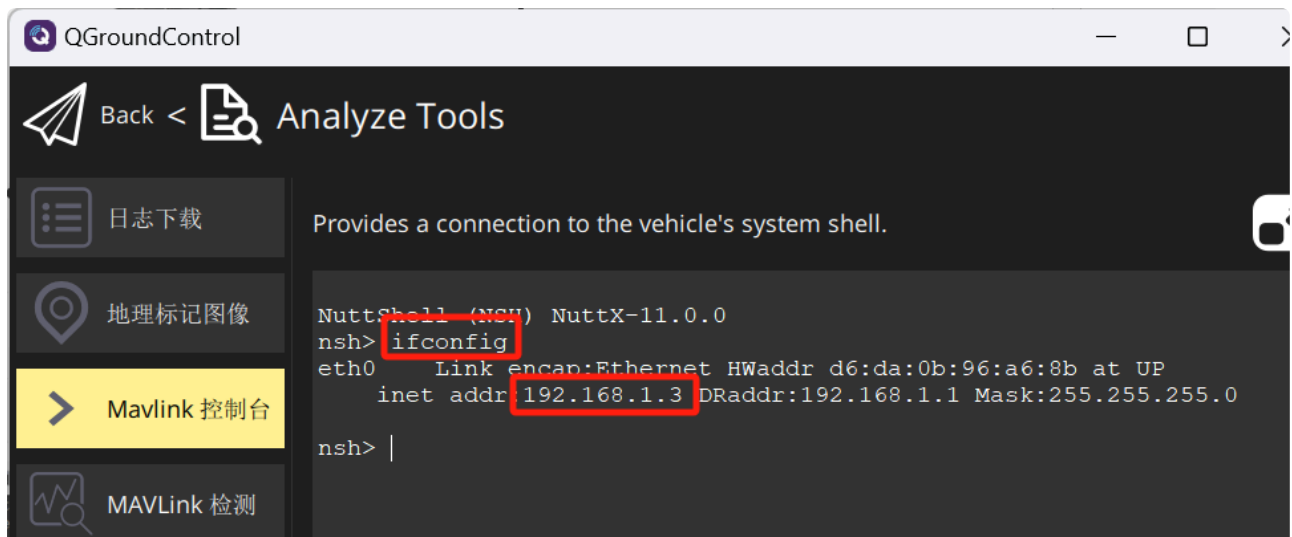
在控制台输入netman show，确认BOOTPROTO是否为dhcp；



注：如果不是dhcp的话，请输入如下命令，并重新插拔飞控。

```
echo BOOTPROTO=dhcp >> /fs/microsd/net.cfg
```

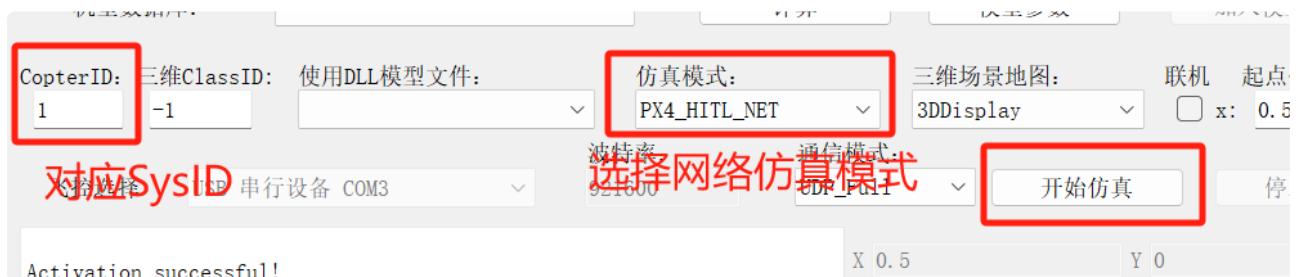
在控制台输入ifconfig，确认是否正确分配到IP地址。



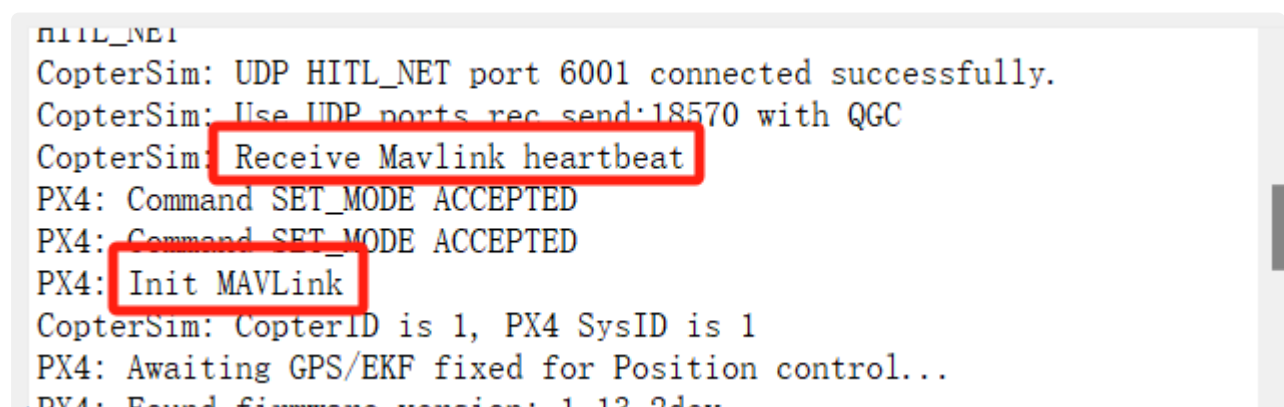
注意：如果inet addr显示的地址不是0.0.0.0，说明正确分配了IP地址。

3) 打开CopterSim确认通信。

将CopterID修改到与飞控SYS\_ID相同，然后在仿真模式中选择“PX4\_HITL\_NET”网络仿真模式，再点“开始仿真按钮”；



如果左下角消息框提示“Receive Mavlink heartbeat”，说明收到了网络心跳包，能够开始正常的飞控网络硬件在环仿真。



注：如果无法连接飞控，请尝试用ping指令，测试连接飞控的IP地址。如果能ping通，可能是飞控端口配置问题；如果不能ping通，可能是电脑系统防火墙的问题。

注：飞思集群仿真单元的配置方式完全相同，需要根据说明书找到各个的网口和USB口。