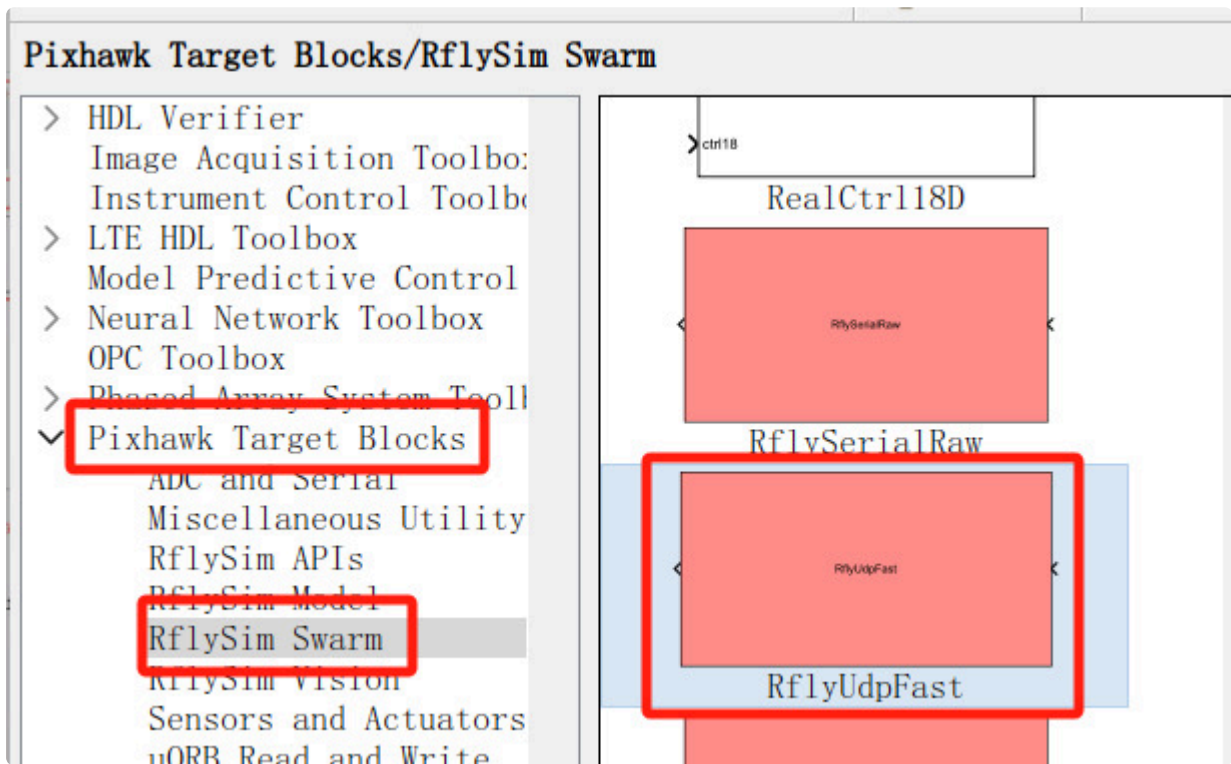


通信接口的SimpleData模式八机画圆实验

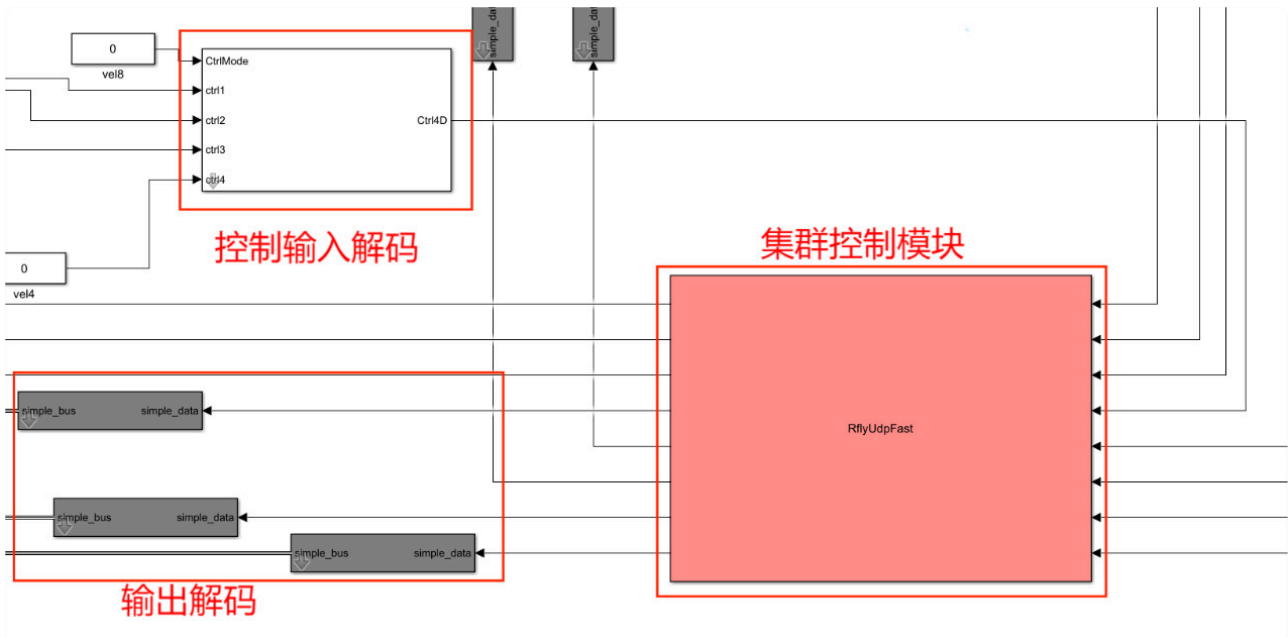
1. 实验目的

了解如何通过RflySim工具链的Simulink库 – Pixhawk Target Blocks – RflySim Swarm提供的RflyUdpFast传输模块。



接收无人机的状态信息，然后对单个无人机的局部位置运动控制进行Simulink建模，并发送控制指令到该模块。

- (1) 验证控制算法：测试集中式控制算法在协调八台无人机时的有效性和稳定性；
- (2) 数据传输效率：评估在SimpleData模式下，通过集中控制器进行数据交换的性能；
- (3) 集群行为分析：观察在不同任务和环境下，八机集群的协调与协作效果。



2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链^[1]；MATLAB R2022b及以上版本。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台；飞思集群仿真单元1台^[2]。

3. 实验地址

例程目录：

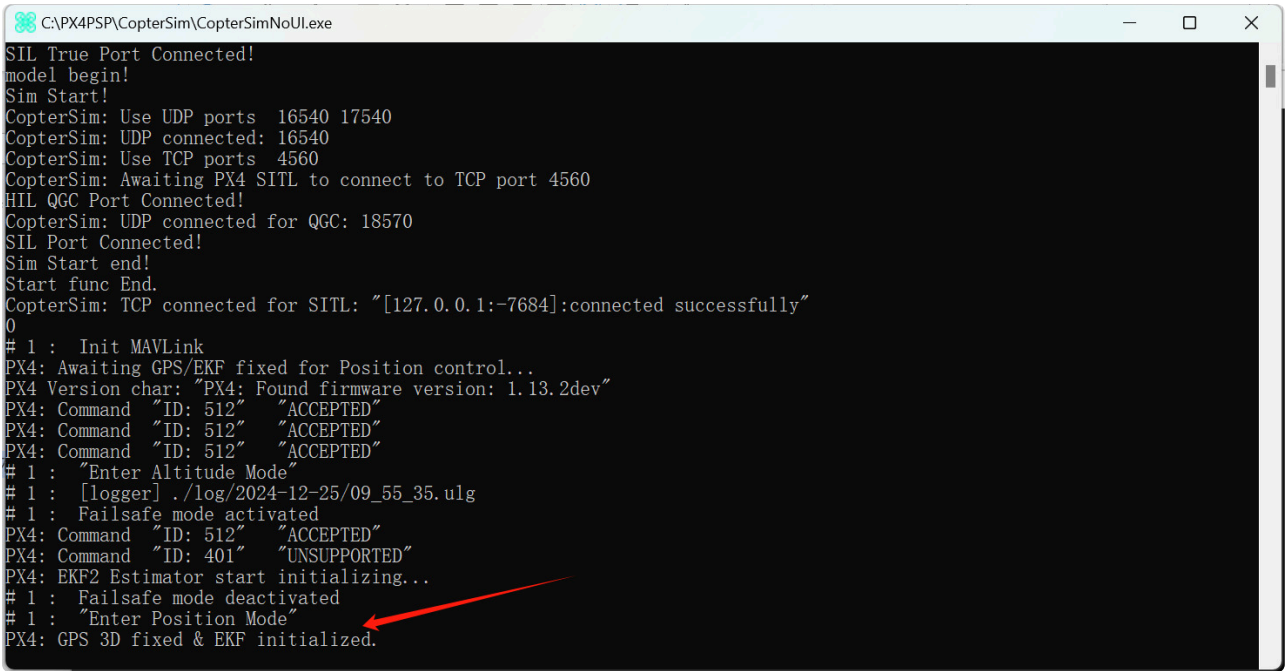
[安装目录]\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\2.AdvExps\e1.MatCentCtrlUAVsSim\1.RflyUdpUltraSimpleEight_Mat

- [`<HITLRunUdpSimple_net.bat>`](`HITLRunUdpSimple_net.bat`): 硬件在环仿真一键启动运行脚本文件
- [`<RflyUdpUltraSimpleEight.bat>`](`RflyUdpUltraSimpleEight.bat`): 启动仿真配置文件
- `<RflyUdpUltraSimpleEight.slx>`: 实现功能主文件
- `<RflyUdpUltraSimpleEight.exe>`: EXE格式的Simulink控制器文件
- `<GenerateSwarmExe.p>`: .exe文件生成一键运行脚本（限完整版才能运行）
- `<Readme.pdf>`: 用户指南

4. 实验内容或步骤

4.1 步骤1 软件在环仿真操作步骤

(1) 双击打开 <RflyUdpUltraSimpleEight.bat>，将会启动1个QGC地面站、8个CopterSimNoUI软件和1个RflySim3D软件，等待CopterSimNoUI软件的CMD窗口打印出GPS 3D fixed & EKF initialization finished字样代表初始化完成。

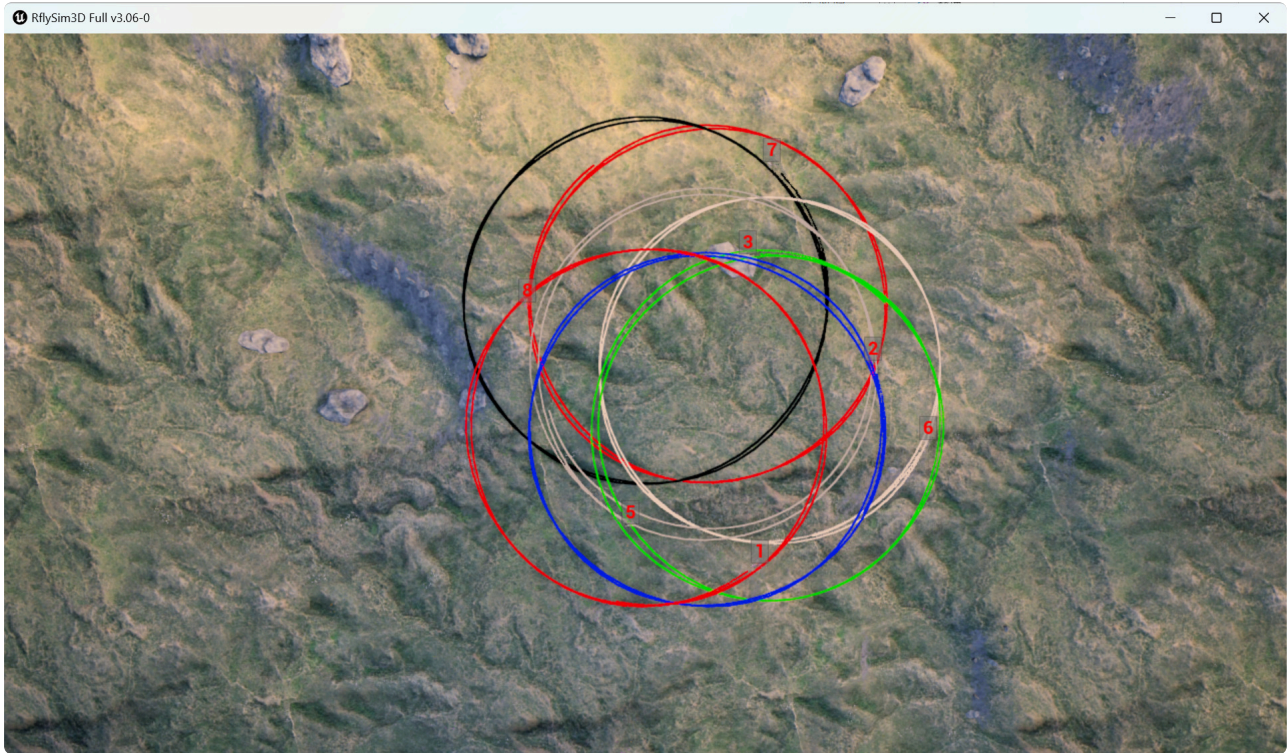


```
C:\PX4PSP\CopterSim\CopterSimNoUI.exe
SIL True Port Connected!
model begin!
Sim Start!
CopterSim: Use UDP ports 16540 17540
CopterSim: UDP connected: 16540
CopterSim: Use TCP ports 4560
CopterSim: Awaiting PX4 SITL to connect to TCP port 4560
HIL QGC Port Connected!
CopterSim: UDP connected for QGC: 18570
SIL Port Connected!
Sim Start end!
Start func End.
CopterSim: TCP connected for SITL: "[127.0.0.1:-7684]:connected successfully"
0
# 1 : Init MAVLink
PX4: Awaiting GPS/EKF fixed for Position control...
PX4 Version char: "PX4: Found firmware version: 1.13.2dev"
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
# 1 : "Enter Altitude Mode"
# 1 : [logger] ./log/2024-12-25/09_55_35.ulog
# 1 : Failsafe mode activated
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
PX4: Command "ID: 401" "UNSUPPORTED"
PX4: EKF2 Estimator start initializing...
# 1 : Failsafe mode deactivated
# 1 : "Enter Position Mode"
PX4: GPS 3D fixed & EKF initialized.
```

(2) 使用MATLAB打开 <RflyUdpUltraSimpleEight.slx>，并且点击运行。



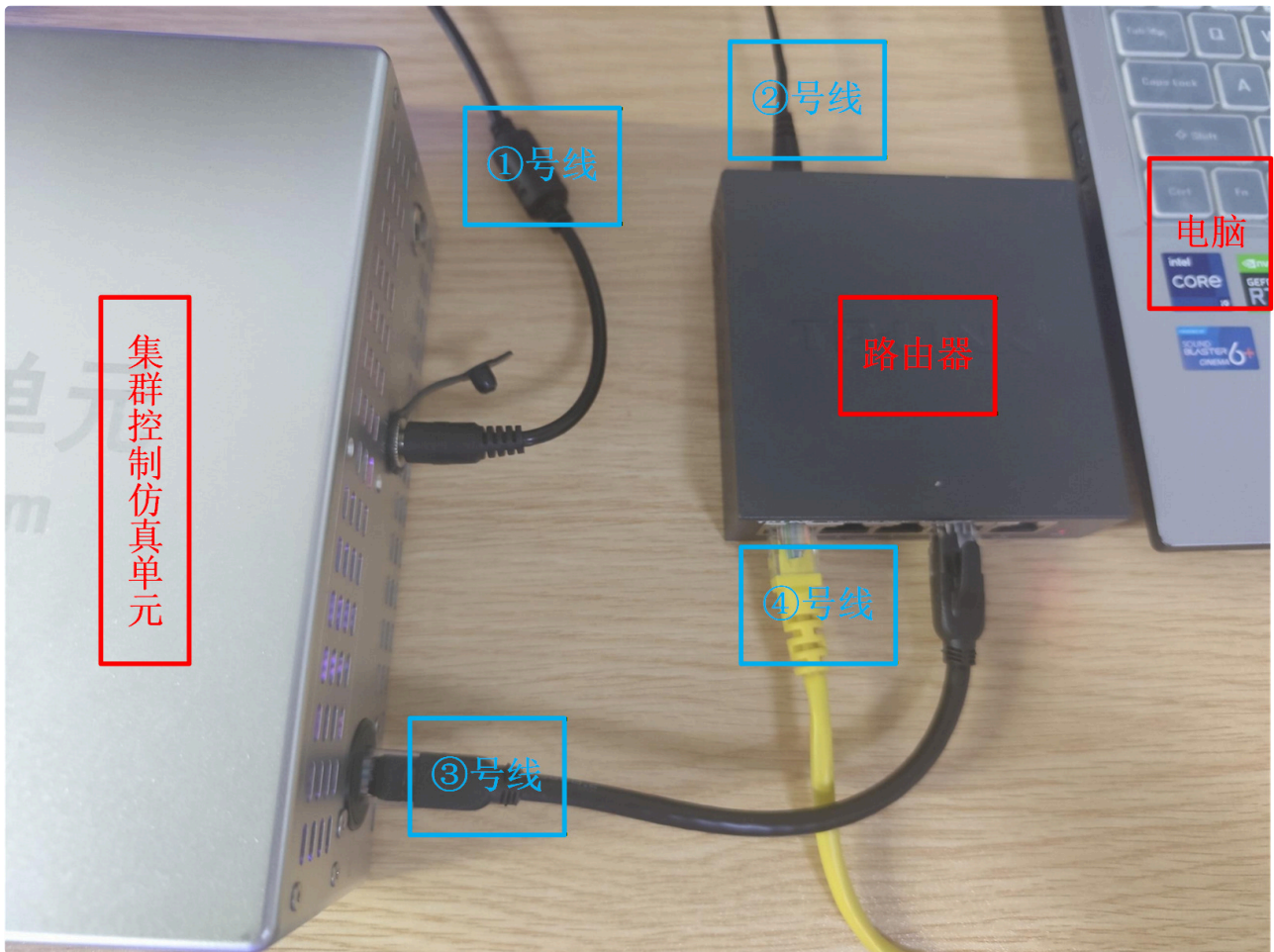
(3) 查看RflySim 3D软件，查看实验效果。



4.2 步骤2 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<HITLRunUdpSimple_net.bat>，将会启动1个QGC地面站、8个CopterSimNoUI软件和1个RflySim3D软件，等待CopterSimNoUI软件的CMD窗口打印出GPS 3D fixed & EKF initialization finished字样代表初始化完成。

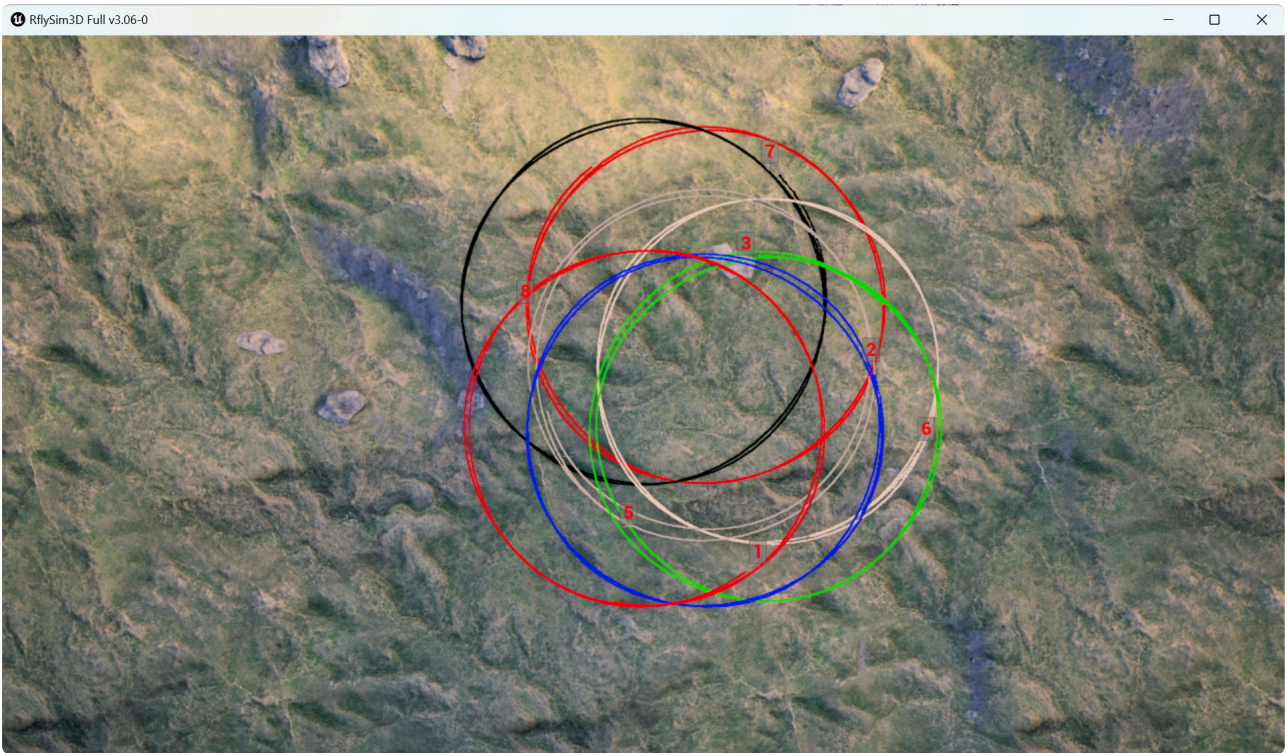
```

C:\PX4PSP\CopterSim\CopterSimNoUI.exe
SITL True Port Connected!
model begin!
Sim Start!
CopterSim: Use UDP ports 16540 17540
CopterSim: UDP connected: 16540
CopterSim: Use TCP ports 4560
CopterSim: Awaiting PX4 SITL to connect to TCP port 4560
HITL QGC Port Connected!
CopterSim: UDP connected for QGC: 18570
SITL Port Connected!
Sim Start end!
Start func End.
CopterSim: TCP connected for SITL: "[127.0.0.1:-7684]:connected successfully"
0
# 1 : Init MAVLink
PX4: Awaiting GPS/EKF fixed for Position control...
PX4 Version char: "PX4: Found firmware version: 1.13.2dev"
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
# 1 : "Enter Altitude Mode"
# 1 : [logger] ./log/2024-12-25/09_55_35.ulg
# 1 : Failsafe mode activated
PX4: Command "ID: 512" "ACCEPTED"
PX4: Command "ID: 401" "UNSUPPORTED"
PX4: EKF2 Estimator start initializing...
# 1 : Failsafe mode deactivated
# 1 : "Enter Position Mode"
PX4: GPS 3D fixed & EKF initialized.
  
```

(3) 使用MATLAB打开<RflyUdpUltraSimpleEight.slx>，并且点击运行。



(4) 查看RflySim 3D，查看实验效果。



5. 关键知识点

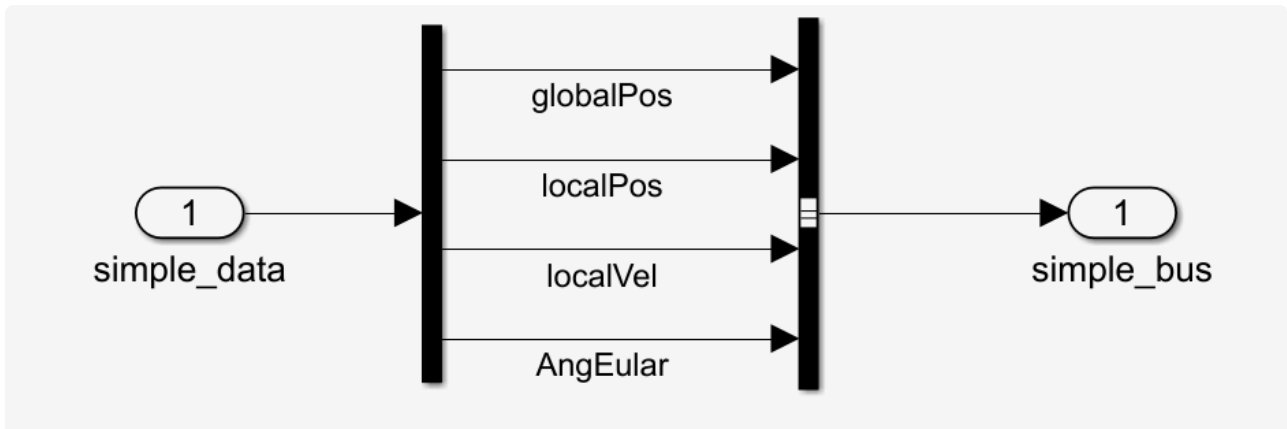
关键知识点1：RflyUdpFast传输模块参数配置

了解RflySim Swarm的RflyUdpFast传输模块搭建Simulink模型的参数配置信息，关键点"设置成SimpleData Mode";

Parameters	
Target IP Address	
<input type="text" value="127.0.0.1"/>	控制本机飞机
Vehicle number or CopterID list (e.g., [1 3 4])	
<input type="text" value="8"/>	数量为8
UDP Mode	
<input type="text" value="SimpleData Mode"/>	精简数据模式

关键知识点2：SimpleData精简模式输出bus支持的消息

SimpleData精简模式输出bus支持的消息如下

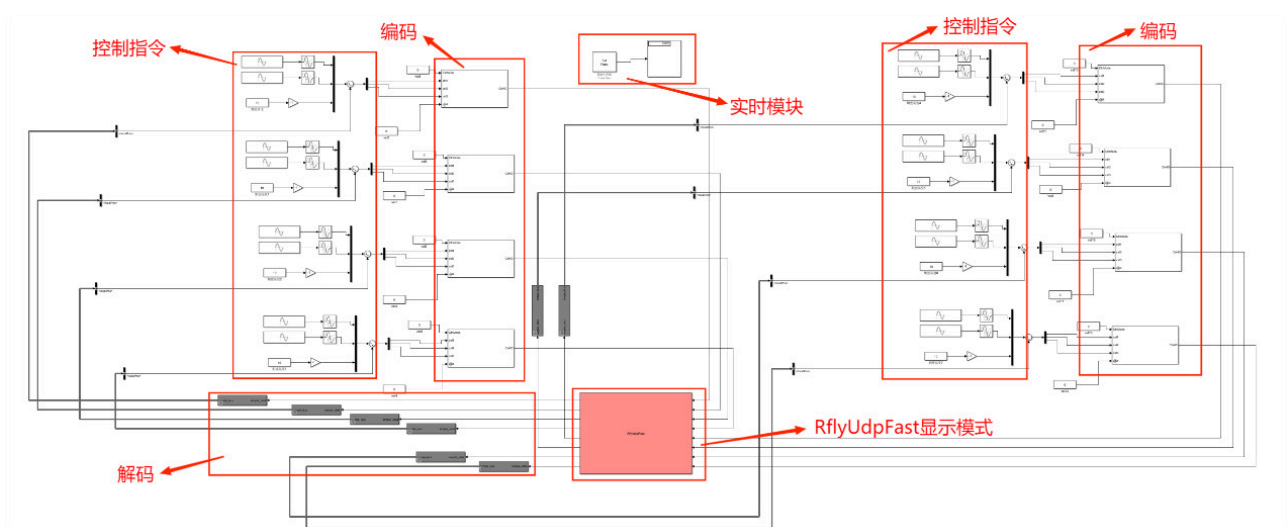


关键知识点3：使用RflyUdpFast传输模块开展软硬件在环实验

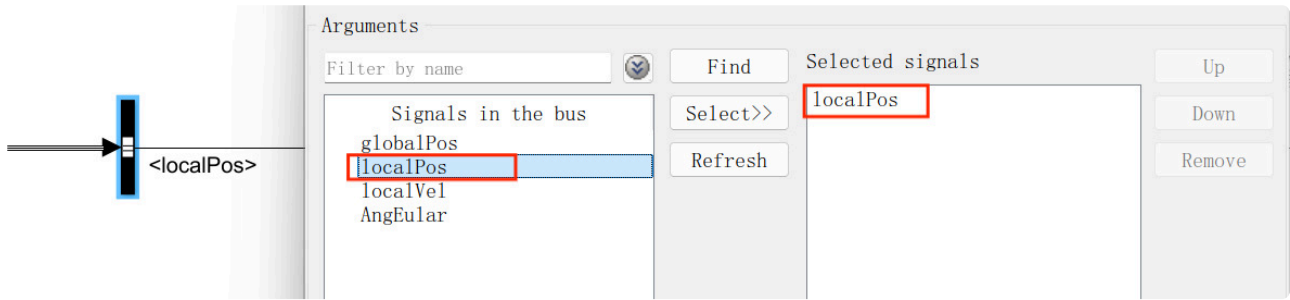
熟悉使用RflyUdpFast传输模块开展软件在环实验及硬件在环实验。

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。

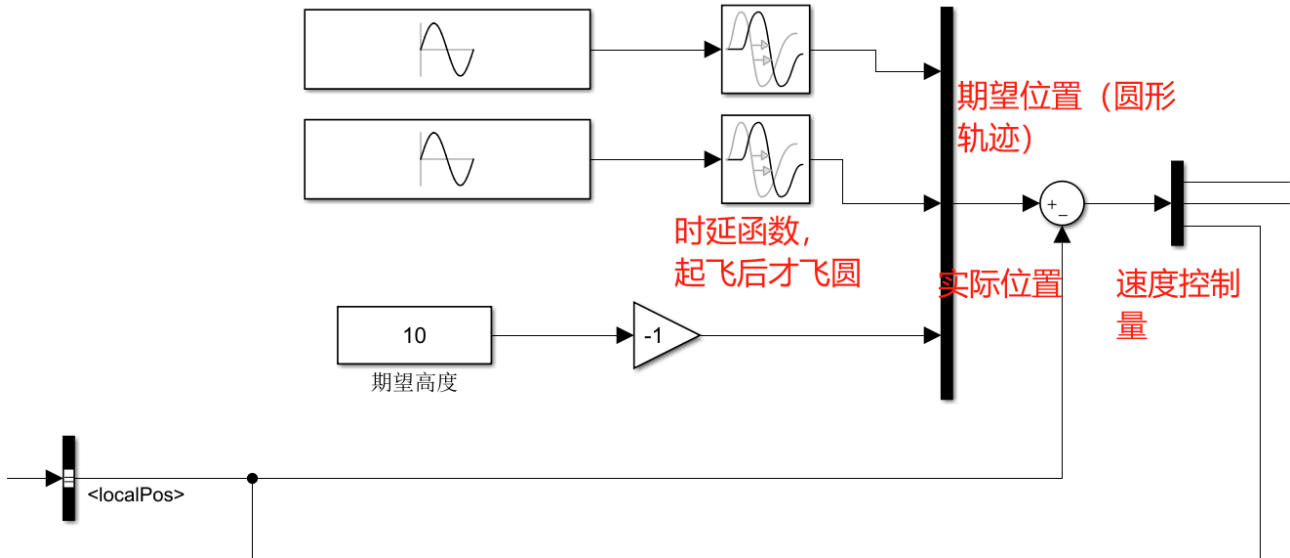
(1) 在Simulink中建立一个模型，包括RflyUdpFast传输模块和用户搭建的控制算法模块；



(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局部位置运动控制效果。

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。

6. 参考资料

RflySim:如何快速将集群仿真算法部署到室内真机集群平台上，本视频观看地址：优

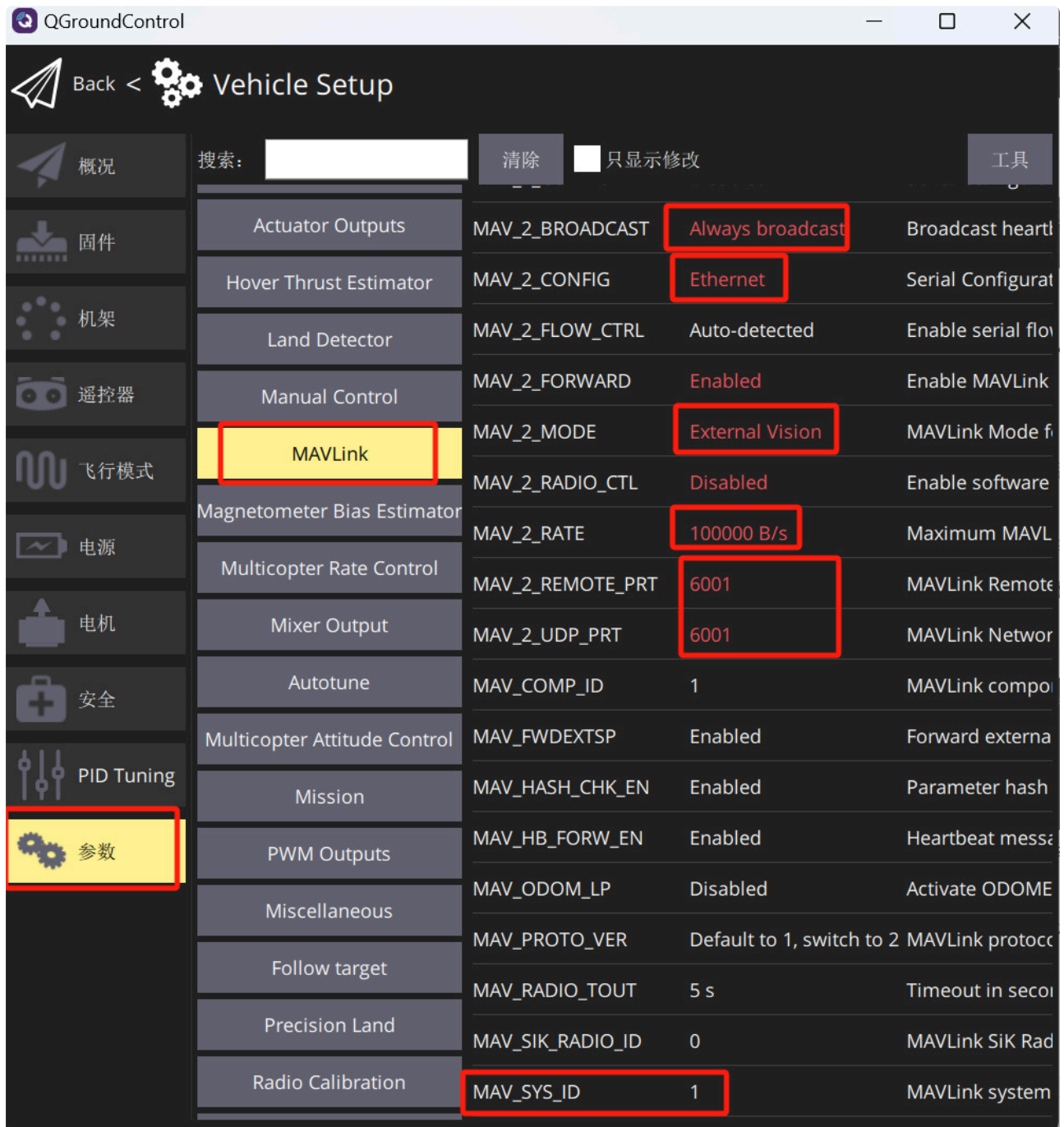
1. 酷
2. YouTube
3. B站

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;



The screenshot shows the QGroundControl interface for Vehicle Setup. The 'Parameters' tab is selected, and the 'MAVLink' category is highlighted. Several parameters are circled in red to indicate their default values:

Parameter Name	Value	Description
MAV_2_BROADCAST	Always broadcast	Broadcast heartbeats
MAV_2_CONFIG	Ethernet	Serial Configuration
MAV_2_FLOW_CTRL	Auto-detected	Enable serial flow control
MAV_2_FORWARD	Enabled	Enable MAVLink
MAV_2_MODE	External Vision	MAVLink Mode for External Vision
MAV_2_RADIO_CTL	Disabled	Enable software radio control
MAV_2_RATE	100000 B/s	Maximum MAVLink rate
MAV_2_REMOTE_PRT	6001	MAVLink Remote Port
MAV_2_UDP_PRT	6001	MAVLink Network Port
MAV_COMP_ID	1	MAVLink component ID
MAV_FWDEXTSP	Enabled	Forward external sensor data
MAV_HASH_CHK_EN	Enabled	Parameter hash check
MAV_HB_FORW_EN	Enabled	Heartbeat message forwarding
MAV_ODOM_LP	Disabled	Activate ODOM mode
MAV_PROTO_VER	Default to 1, switch to 2	MAVLink protocol version
MAV_RADIO_TOUT	5 s	Timeout in seconds
MAV_SIK_RADIO_ID	0	MAVLink SIK Radio ID
MAV_SYS_ID	1	MAVLink system ID

QGroundControl

Back < Vehicle Setup

概况 搜索: 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

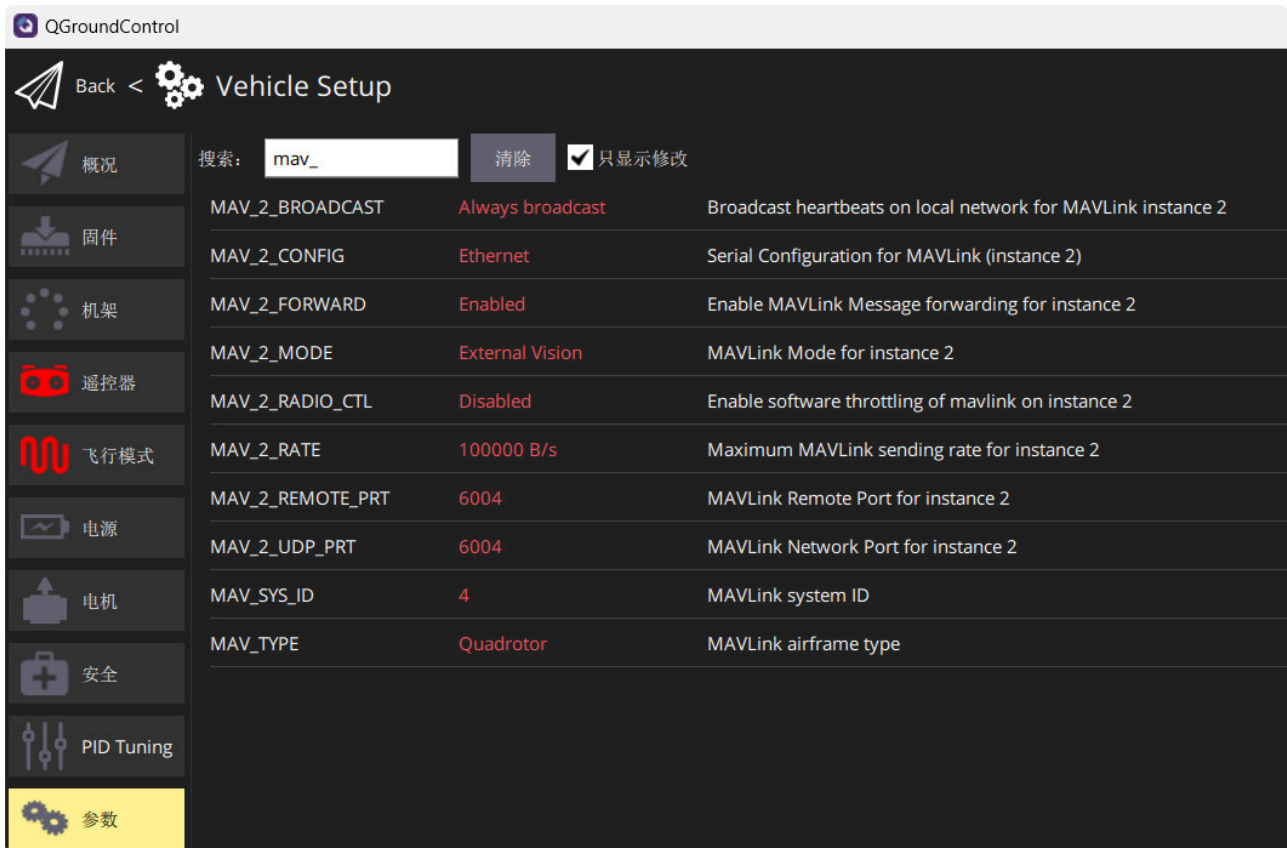
QGroundControl

Back < Vehicle Setup

概况 搜索: 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

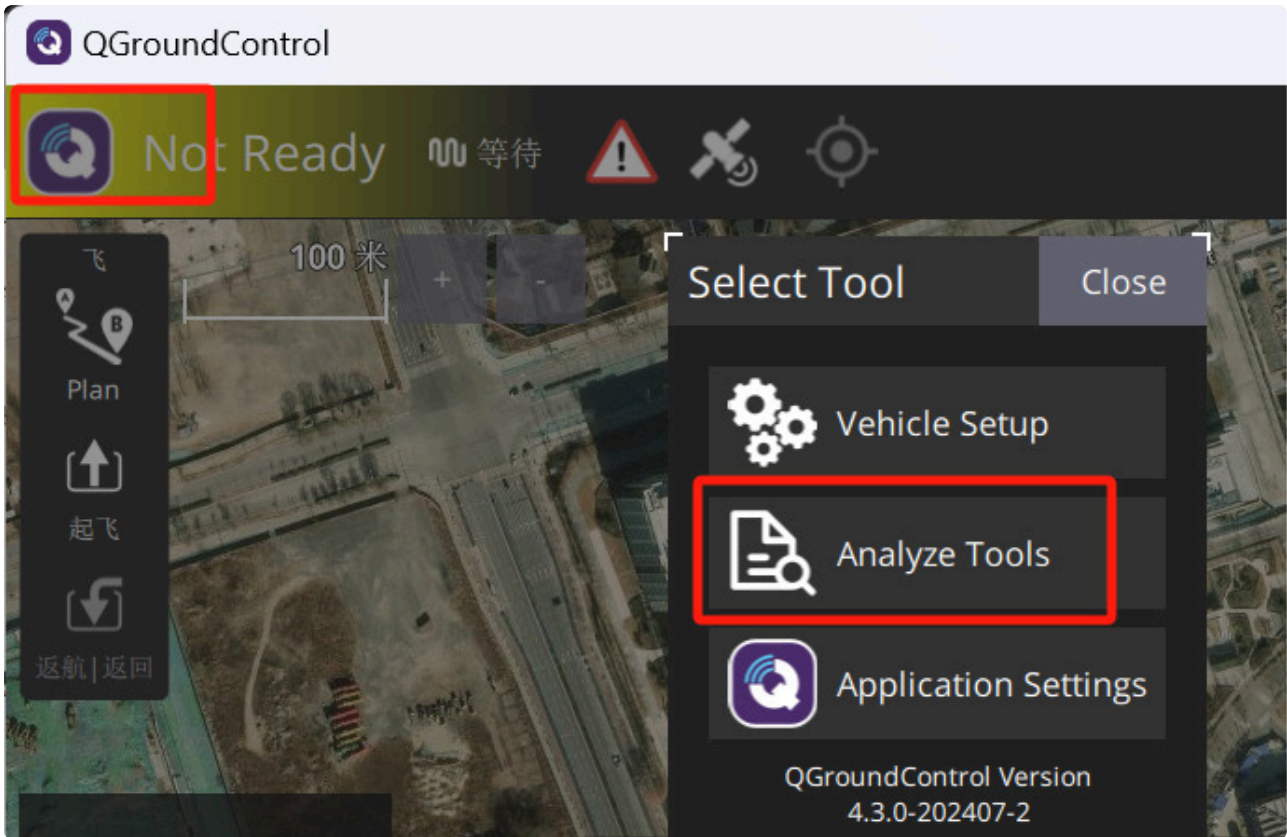


(1) 确认MAV_SYS_ID的设定值，应该与飞控的外观标签一致。注：上图设定为1号飞控，如果有多个飞控，则要分开设定本值。

(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；



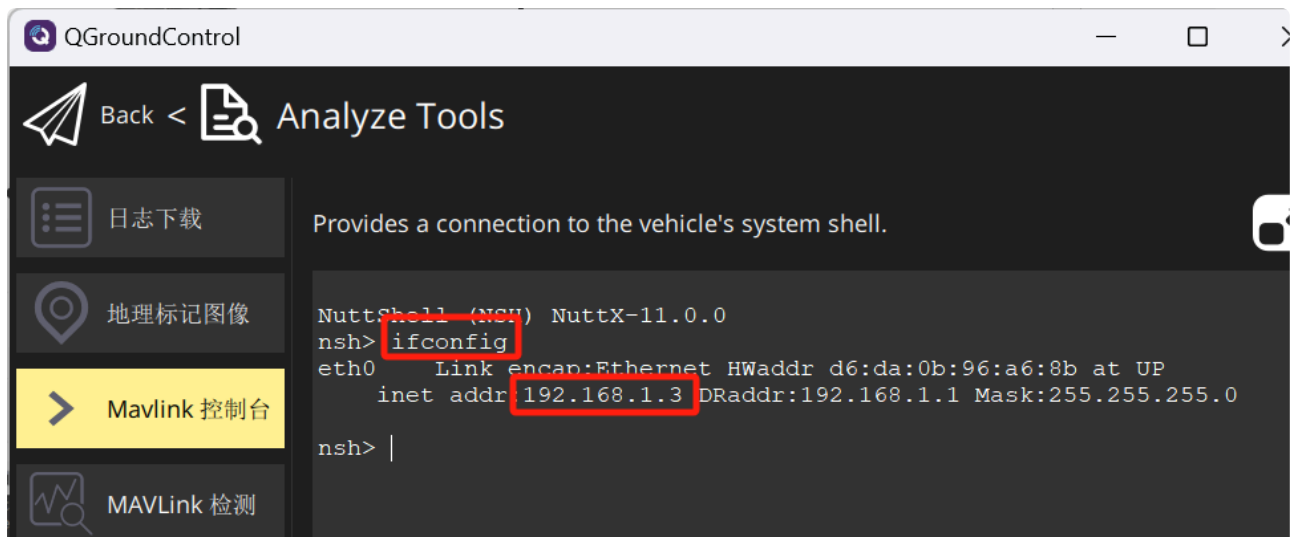
在控制台输入netman show，确认BOOTPROTO是否为dhcp；



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
```

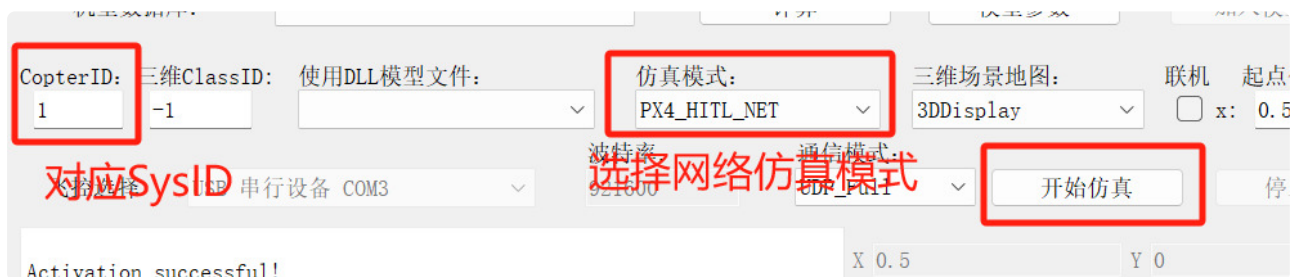
在控制台输入ifconfig，确认是否正确分配到IP地址。



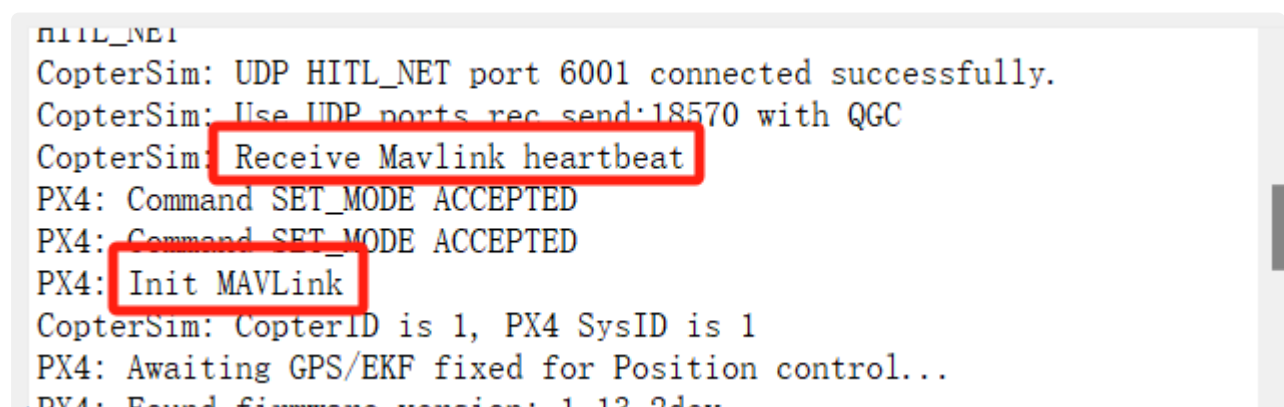
注意：如果inet addr显示的地址不是0.0.0.0，说明正确分配了IP地址。

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。

1. <https://rflysim.com/> ↩

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