

1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

集群 Python 接口演示实验 (MAVLink_Full)

1.2. 实验目的

通过利用 RflySim 平台 mavlink 通信函数接口进行无人机位置控制、速度控制、航向控制。

1.3. 关键知识点

本例程的关键在于通过 PX4MavCtrl.PX4MavCtrler 函数新建 4 个 mav 通信实例，分别绑定四个 CopterSim 的接收端口 20100+2*i, 即 mav=PX4MavCtrler(20100)、mav1=PX4MavCtrler(20102)、mav2=PX4MavCtrler(20104)、mav3=PX4MavCtrler(20106), 然后, 依次使用 mav 到 mav3 控制四个飞机的飞行, 并获取四个飞机的状态。

本例子使用了 MAVLink_Full 的 UDP Mode 通信模式。在 Python 控制程序中使用默认值 mav.InitMavLoop()或指定值 mav.InitMavLoop(2); 在 bat 脚本中使用 UDPSIMMODE=2。发送期望位置和朝向可使用 SendPosNED 函数 (北东地为 xyz 轴的地面系) 和 SendPosFRD 函数 (前右下为 xyz 轴的机体系), 可配合 SendCopterSpeed 函数来设置飞往目标点的位置。发送期望速度和偏航速度可使用 SendVelNED 函数 (北东地为 xyz 轴的地面系) 和 SendVelFRD 函数 (前右下为 xyz 轴的机体系) 来实现。

2. 实验效果

通过使用平台提供的接口函数, 调用平台的 MAVLink_Full 的 UDP Mode 通信模式, 进行无人机的信息获取和控制。

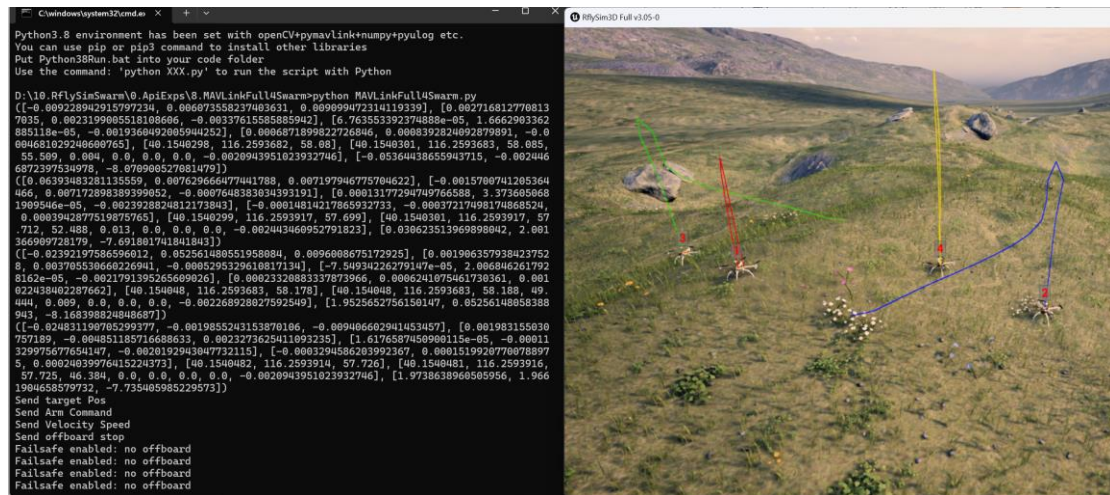


图 1 实验效果

3. 文件目录

例程目录: [\[安装目录\RflySimAPIs\10.RflySimSwarm\0.ApiExps\8.MAVLinkFull4Swarm\\]](#)

表 1 文件目录

文件夹/文件名称	说明
MAVLinkFull4Swarm.bat	软件在环仿真一键配置文件
HITLMAVLinkFull4Swarm.bat	硬件在环仿真一键配置文件
MAVLinkFull4Swarm.py	实现功能主文件
Python38Run.bat	Python 环境启动脚本
Readme.pdf	用户指南

4. 运行环境

表 2 运行环境

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量
1	Win 10/Win11 系统	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 工具链		1
3	Visual Studio Code	注：选做	1
4	飞控（或仿真盒子）	注：选做	4

①：推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com/1.1InstallMethod.html>

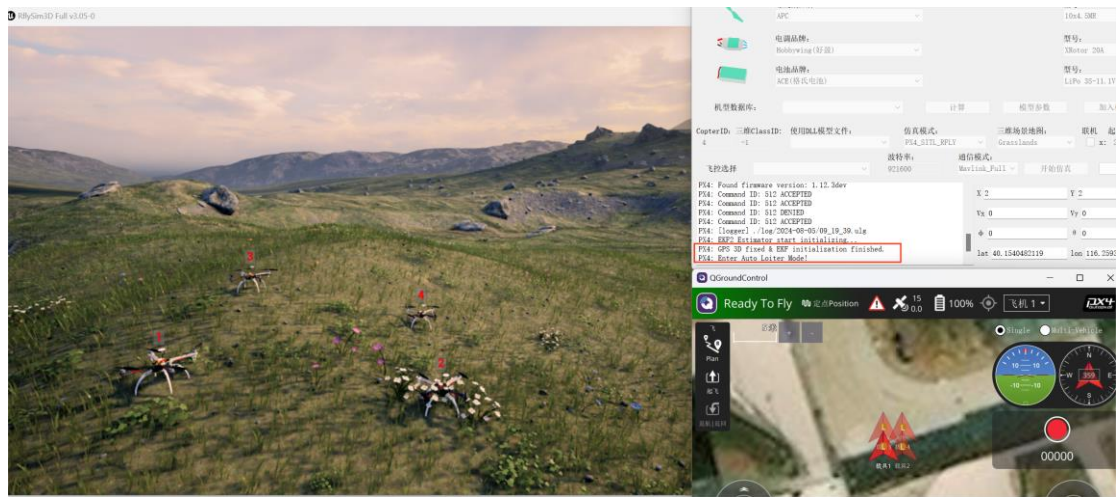
5. 实验步骤

本实验分为三个小实验，其中前一个实验为必做实验，后两个为选做实验。实验规划中分为软件在环实验和硬件在环实验，结合起来进行非常有意义，可以全面评估控制算法在仿真和实际硬件环境中的性能。

5.1 必做实验（软件在环仿真）

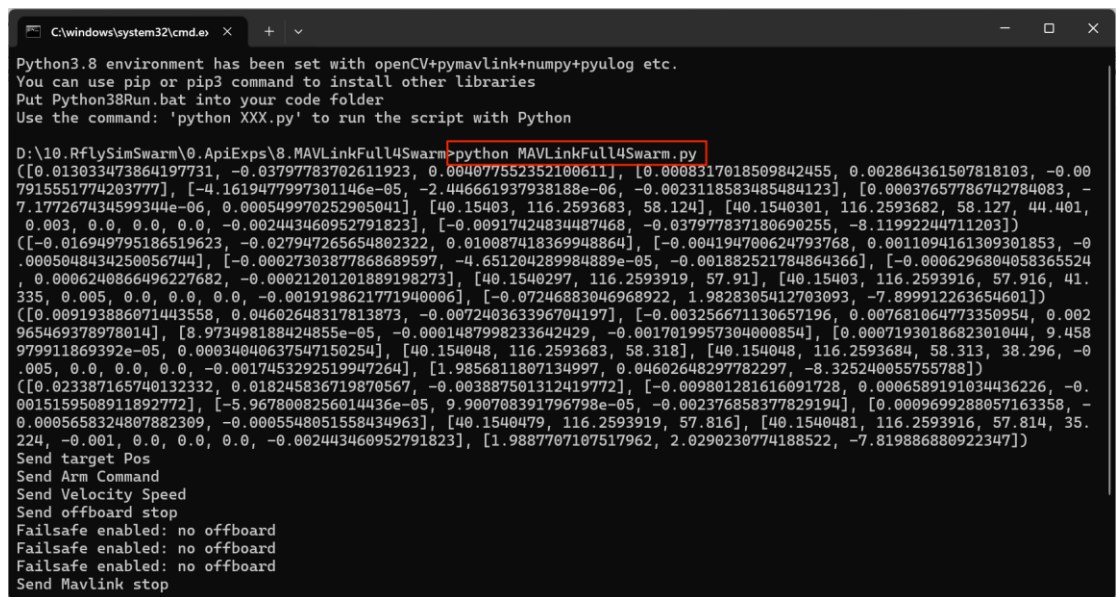
Step 1: 开启软件在环仿真并等待初始化完毕

执行命令 MAVLinkFull4Swarm.bat 文件。将会启动 QGC 地面站，4 个 CopterSim 软件,等待 CopterSim 软件下侧日志打印出 GPS 3D fixed & EKF initialization finished 字样代表初始化完成，并且 RflySim3D 软件内有 4 架飞机。



Step 2: 启动仿真

在文件夹下，双击 Python38Run.bat，打开集成好的 python 环境，在该环境下运行 MAVLinkFull4Swarm.py 文件，输入 python MAVLinkFull4Swarm.py，接着按回车即可启动仿真，然后在 Python38Run 上就会出现无人机的仿真状态数据。



Step 3: 观察实验效果

进入 RflySim3D 窗口，点击键盘 S 键打开四旋翼飞行器标号、T 键开启四旋翼飞行器飞行轨迹，仿真开始后即可看到无人机先起飞接着悬空最后落下，如图 4 所示。

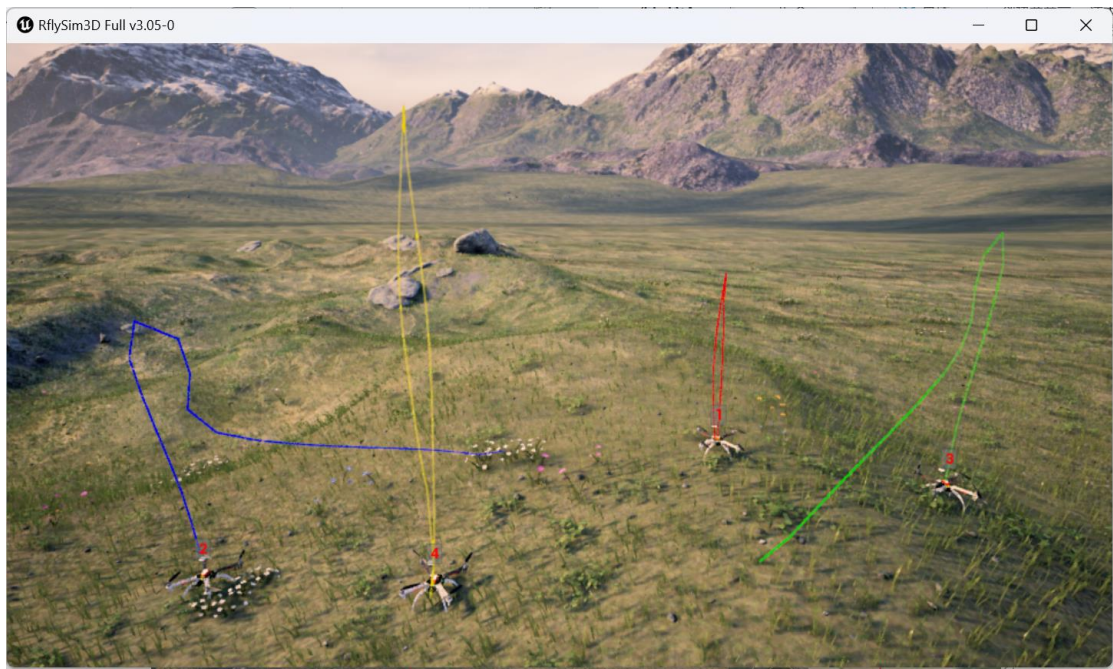


图 4 实验效果

5.2 选做实验（VS Code 调试运行）

Step 1: 准备工作

先确保已经按 [RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\le3 PythonConfig\Readme.pdf](#) 步骤，正确配置 VS Code 环境。或者配置了自己的 Pycharm 等自定义 Python 环境。

Step 2: VS code 调试运行

其他步骤与上文相同，在 Step2 启动仿真时，用 VScode 打开到本实验路径文件夹，运行 MAVLinkFull4Swarm.py 文件，开启仿真，然后在 VS code 终端上就会出现无人机的仿真状态数据。

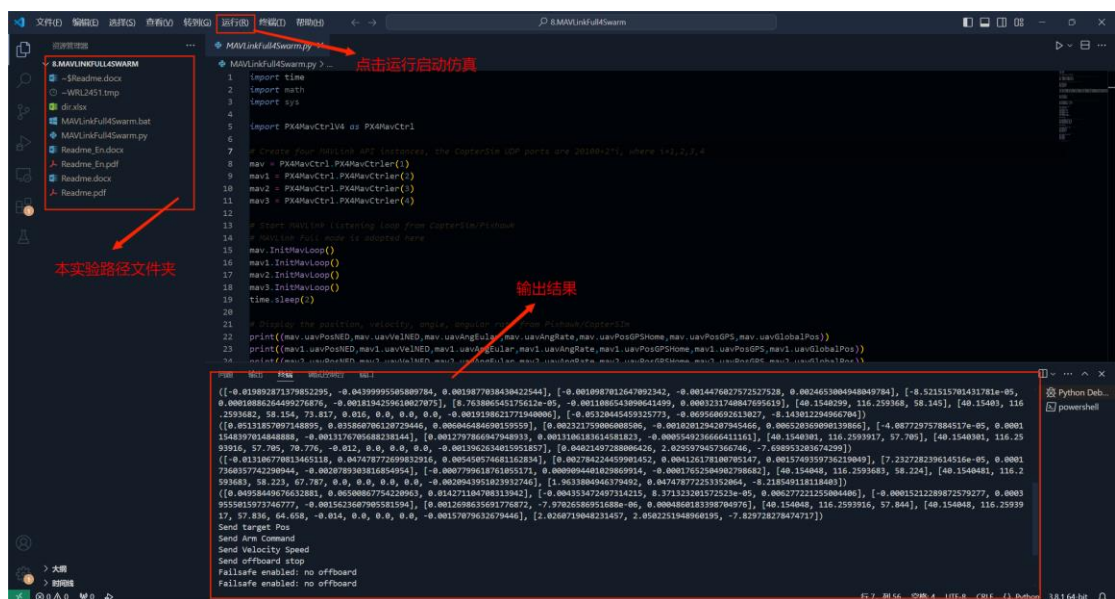


图 5 VS code 调试运行

5.3 选做实验（硬件在环仿真）

本实验为基于 USB 口的飞控硬件在环仿真实验，需要准备 4 个飞控，并配置好进入 HIL 仿真模式，以及配置为四旋翼的控制机架模式。

Step 1: 飞控连接电脑

先使用 USB 线将四个飞控的 TypeC 端口与电脑连接，推荐使用四个飞控单独连到电脑上的四个 USB 口，不建议使用 USB hub 分线器，容易产生供电和数据带宽冲突。



图 6 飞控 USB 口示意图（Pixhawk 6x 为例）

Step 2: 硬件在环仿真初始化

双击运行 HITLMAVLinkFull4Swarm.bat 脚本一键启动硬件在环仿真，在弹出的对话框中，输入与本实验相同飞机数量飞控的端口号并按回车，即可与 SIL 仿真实验类似，打开相同数量的 RflySim3D、QGC、CopterSim 软件，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。

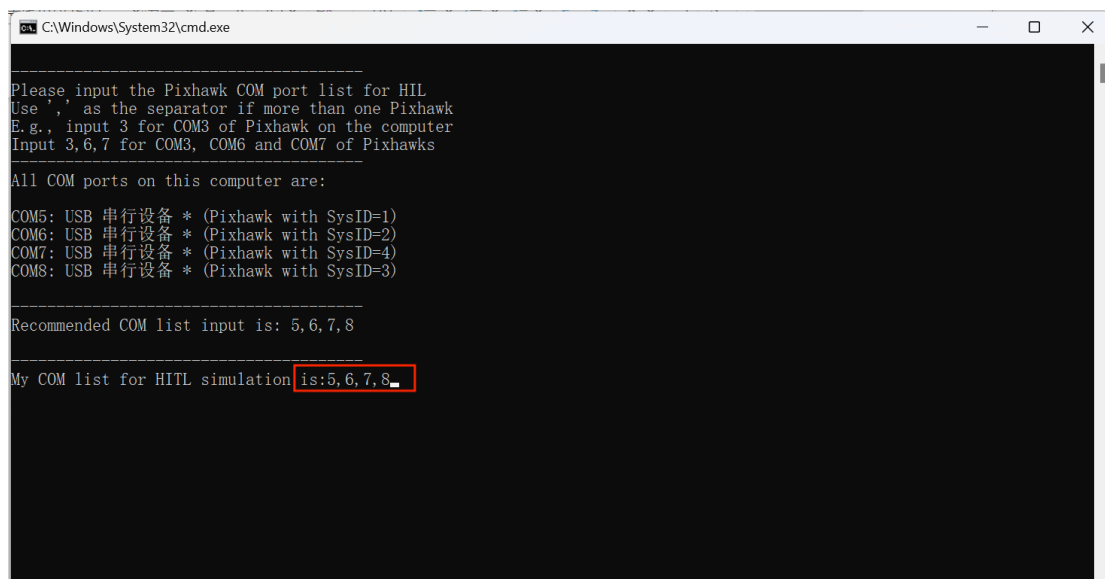


图 7 端口号输入并开启 HITL 仿真



图 8 CopterSim 连接飞控串口信息

Step 3: 启动仿真

在文件夹下，双击 Python38Run.bat，打开集成好的 python 环境，在该环境下运行 MAVLinkFull4Swarm.py 文件，输入 python MAVLinkFull4Swarm.py，接着按回车即可启动仿真，然后在 Python38Run 上就会出现无人机的仿真状态数据。

注：参考实验 6.2，使用 VS code 运行 MAVLinkFull4Swarm.py 文件也可以达到同样效果。

```
C:\windows\system32\cmd.exe
Python3.8 environment has been set with openCV+pymavlink+numpy+pyulog etc.
You can use pip or pip3 command to install other libraries
Put Python38Run.bat into your code folder
Use the command: 'python XXX.py' to run the script with Python

D:\10.RflySimSwarm\0.ApiExps\8.MAVLinkFull4Swarm>python MAVLinkFull4Swarm.py
[[0.013033473864197731, -0.03797783702611923, 0.004077552352100611], [0.0008317018509842455, 0.002864361507818103, -0.00
7915551774203777], [-4.1619477997301146e-05, -2.446661937938188e-06, -0.0023118583485484123], [0.00037657786742784083, -
7.177267434599344e-06, 0.000549970252905041], [40.15403, 116.2593683, 58.124], [40.1540301, 116.2593682, 58.127, 44.401,
0.003, 0.0, 0.0, 0.0, -0.002443460952791823], [-0.00917424834487468, -0.037977837180690255, -8.11992244711203]]
[[-0.016949795186519623, -0.027947265654802322, 0.010087418369948864], [-0.004194700624793768, 0.0011094161309301853, -0
.0005048434250056744], [-0.00027303877868689597, -4.651204289984889e-05, -0.001882521784864366], [-0.0006296804058365524
, 0.0006240866496227682, -0.00021201201889198273], [40.1540297, 116.2593919, 57.91], [40.15403, 116.2593916, 57.916, 41.
335, 0.005, 0.0, 0.0, 0.0, -0.0019198621771940006], [-0.07246883046968922, 1.9828305412703093, -7.899912263654601]]
[[-0.009193886071443558, 0.04602648317813873, -0.007240363396704197], [-0.003256671130657196, 0.007681064773350954, 0.002
965469378978014], [8.973498188424855e-05, -0.0001487998233642429, -0.0017019957304000854], [0.0007193018682301044, 9.458
979911869392e-05, 0.00034040637547150254], [40.154048, 116.2593683, 58.318], [40.154048, 116.2593684, 58.313, 38.296, -0
.005, 0.0, 0.0, 0.0, -0.0017453292519947264], [1.9856811807134997, 0.04602648297782297, -8.325240055755788]]
[[-0.023387165740132332, 0.018245836719870567, -0.003887501312419772], [-0.009801281616091728, 0.0006589191034436226, -0
.0015159508911892772], [-5.9678008256014436e-05, 9.900708391796798e-05, -0.002376858377829194], [0.0009699288057163358, -
0.0005658324807882309, -0.0005548051558434963], [40.1540479, 116.2593919, 57.816], [40.1540481, 116.2593916, 57.814, 35.
224, -0.001, 0.0, 0.0, 0.0, -0.002443460952791823], [1.9887707107517962, 2.0290230774188522, -7.819886880922347]]
Send target Pos
Send Arm Command
Send Velocity Speed
Send offboard stop
Failsafe enabled: no offboard
Failsafe enabled: no offboard
Failsafe enabled: no offboard
Send Mavlink stop
```

图 9 仿真状态数据

Step 4: 观察实验效果

进入 RflySim3D 窗口，点击键盘 S 键打开四旋翼飞行器标号、T 键开启四旋翼飞行器飞行轨迹，仿真开始后即可看到无人机先起飞接着悬空最后落下，如下图所示。

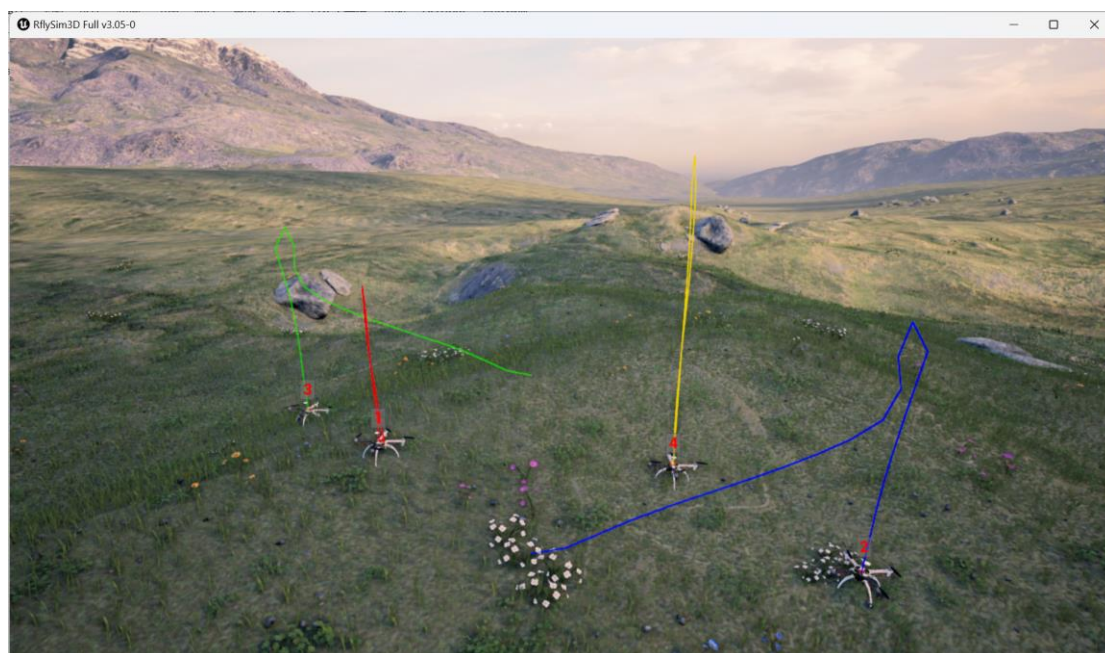


图 10 实验效果

其他硬件支持教程

- 1) 如果使用飞思智能仿真单元（视觉盒子），请按如下图所示，连接盒子上的飞控 USB 口，按上面的步骤，进行硬件在环仿真。



图 9 飞思智能仿真单元

- 2) 如果使用飞思实验室的集群盒子，请按如下图所示，连接盒子上的飞控 USB 口，进行本实验。



图 10 飞思实验室的集群盒子

- 3) 其他飞控支持。任意刷好 PX4 固件的飞控产品，按“RflySimAPIs\1.RflySimIntro\ 2.AdvExps\2_FCUIntro”步骤配置好飞控硬件在环仿真模式，将 USB 口插入电脑，按前文步骤即可完成实验。

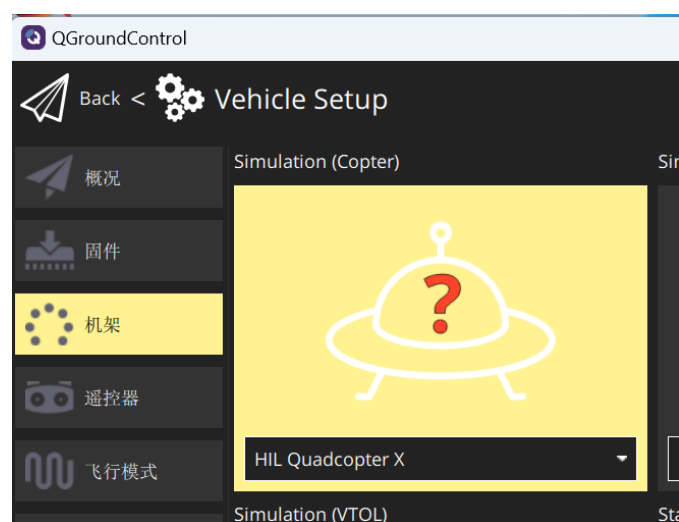


图 11 机架配置

6. 参考资料

- [1]. 无

7. 常见问题

Q1: ***

A1: ***