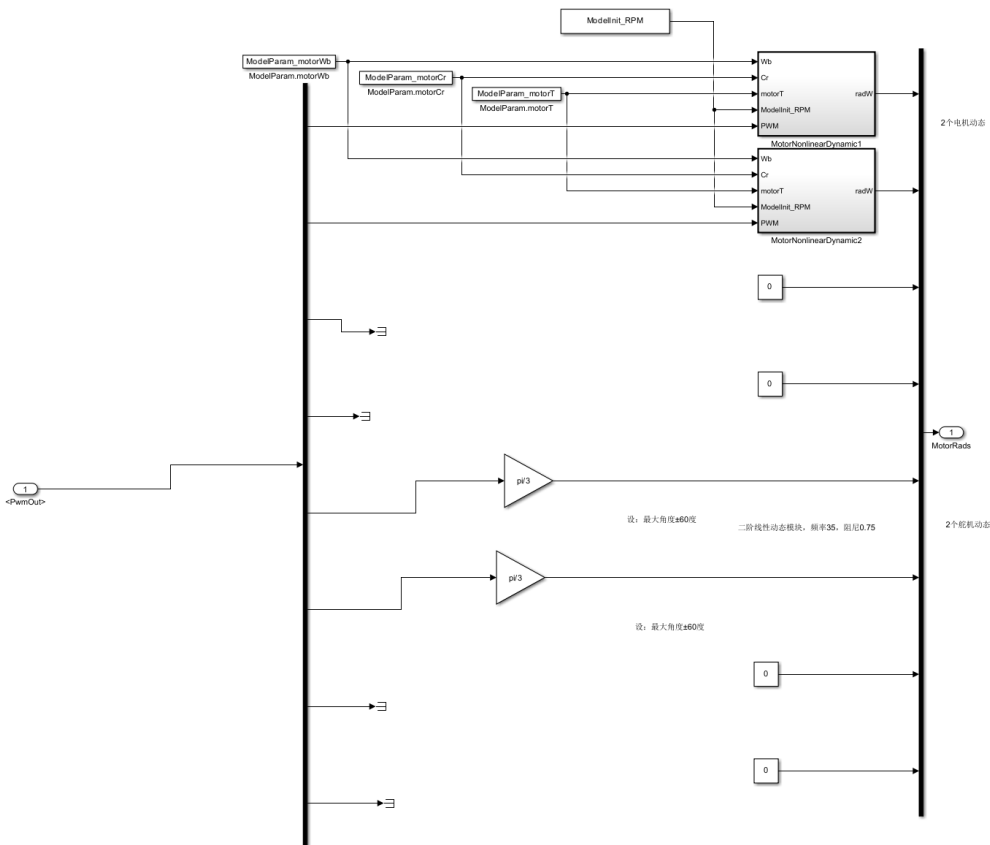


1. 实验名称及目的

双旋翼垂尾模型代码生成及软硬件在环仿真：通过该例程熟悉双旋翼垂尾模型的使用以及软硬件在环仿真步骤。

2. 实验原理

电机模块设置



机架配置

机架文件是一种用于描述模型物理结构和控制分配的脚本文件，每个机架文件都有一个唯一的 ID，对应 QGC 中的参数 SYS_AUTOSTART，双旋翼垂尾模型的机架配置在 \PX4PSP\Firmware\ROMFS\px4fmu_common\init.d\airframes\ 13001_caipirinha_vtol 中定义如下：

```
. ${R}etc/init.d/rc.vtol_defaults

执行 rc.vtol_defaults 脚本，它包含了垂起模型的默认参数设置，可以用来设置一些基本的系统参数

set PWM_OUT 123456
设置 PWM 输出为 123456 指定 1~6 号 PWM 通道是活跃的。

set MIXER vtol_tailsitter_duo
设置了混控器配置为 vtol_tailsitter_duo（双旋翼垂尾飞机特定的）。具体混控文件可参考 \PX4PSP\Firmware\ROMFS\px4fmu_common\mixers\ vtol_tailsitter_duo.main.mix，其混控逻辑
```

如下

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & -1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

- 输出通道 1（右电机）等于-1 倍的油门输入
- 输出通道 2（左电机）等于 1 倍的油门输入
- 输出通道 3 和 4 没有任何输入，始终为 0
- 输出通道 5（右升降舵）等于 1 倍的滚转输入加上 1 倍的俯仰输入
- 输出通道 6（左升降舵）等于 1 倍的滚转输入减去 1 倍的俯仰输入

3. 实验效果

能生成双旋翼垂尾的 DLL 模型；软硬件在环仿真时支持 QGC 航线任务，包括旋翼起飞、固定翼前飞、盘旋和旋翼降落。

4. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
tailsitter_duo.slx	双旋翼垂尾模型源程序。
tailsitter_duo_HITL.bat	双旋翼垂尾模型硬件在环仿真启动脚本。
tailsitter_duo_SITL.bat	双旋翼垂尾模型软件在环仿真启动脚本。
GenerateModelDLLFile.p	DLL 格式转化文件。
tailsitter_duo_init.m	双旋翼垂尾模型参数初始化文件。
MavLinkStruct.mat	MavLink 数据结构体 mat 文件
FSV900	双旋翼垂尾三维模型文件

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 ^①	1
2	RflySim 平台最新版	Pixhawk 6c 飞控 ^②	1
3	MATLAB 2017B 及以上 ^③	数据线	1

① 推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com>














② 须保证平台安装时的编译命令为：px4_fmuv6c_default，固件版本为：1.13.3。其他配套飞控请见：<http://doc.rflysim.com/hardware.html>

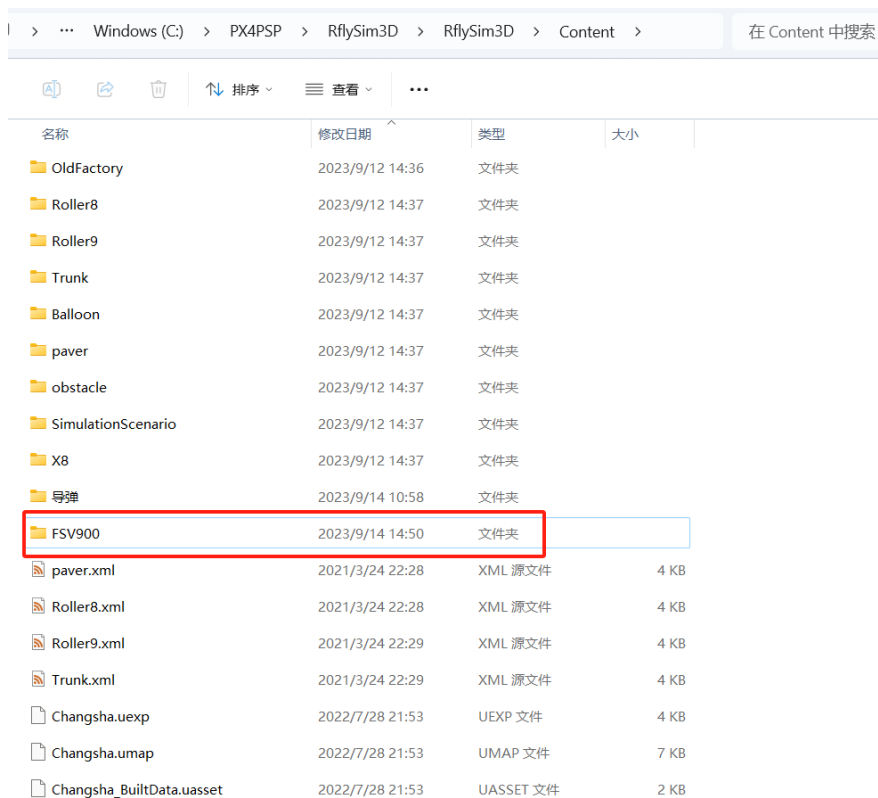
6. 实验步骤

6.1. 添加双旋翼垂尾三维模型

Step 1:

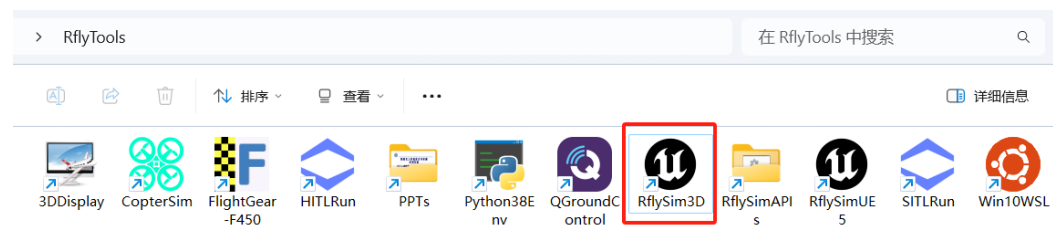
将“FSV900”整个文件夹复制到“C:\PX4PSP\RflySim3D\RflySim3D\Content”（此时平台安装在 C 盘，若平台安装在其他盘，如 D 盘，则为 D:\PX4PSP**）路径下。

名称	修改日期	类型	大小
 硬件在环调试.docx	2023/11/2 14:13	Microsoft Word ...	35,861 KB
 软件在环录屏.mkv	2023/11/1 16:41	MKV 文件	315,415 KB
 tailsitter_duo_SITL.bat	2023/11/1 16:30	Windows 批处理...	6 KB
 tailsitter_duo_init.m	2023/11/2 14:12	Objective C 源文件	11 KB
 tailsitter_duo_HITL.bat	2023/11/1 16:58	Windows 批处理...	6 KB
 tailsitter_duo.slx	2023/11/1 16:31	Simulink Model	261 KB
 tailsitter_duo.dll	2023/11/1 16:32	应用程序扩展	286 KB
 RflySimModelLab.slx	2023/5/22 16:53	Simulink Model	85 KB
 readme.docx	2023/10/27 16:58	Microsoft Word ...	14,476 KB
 MulticopterModel.zip	2023/11/1 16:31	压缩(zipped)文件...	207 KB
 MavLinkStruct.mat	2022/5/9 10:27	MATLAB Data	5 KB
 GenerateModelDLLFile.p	2023/10/5 11:51	MATLAB.p.9.14.0	6 KB
 FSV900	2023/11/2 14:14	文件夹	

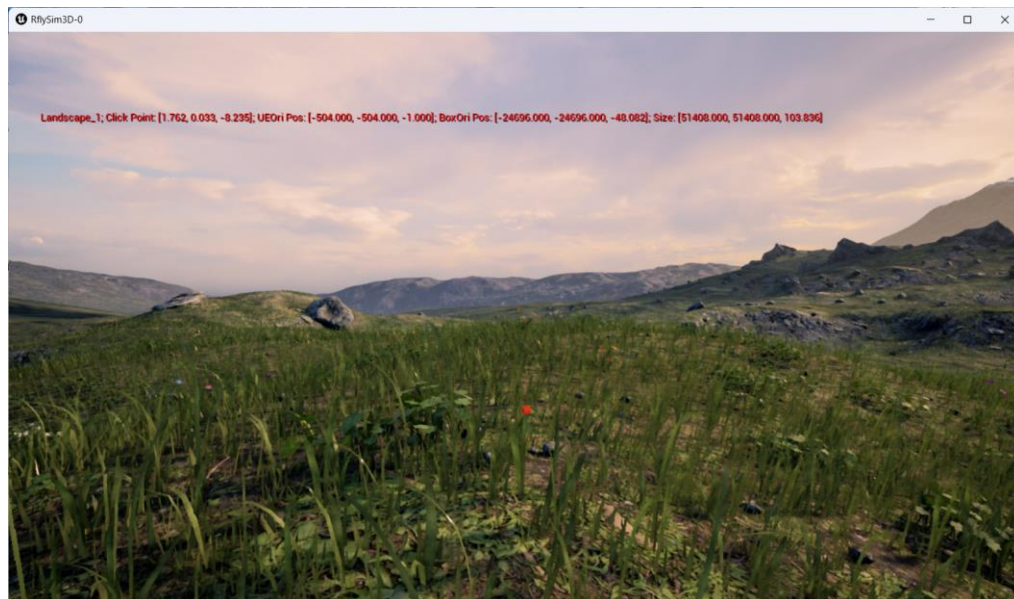


Step 2:

打开桌面 RflyTools 中的 RflySim3D 软件。



双击 RflySim3D 地图中的地面。



Step 3:

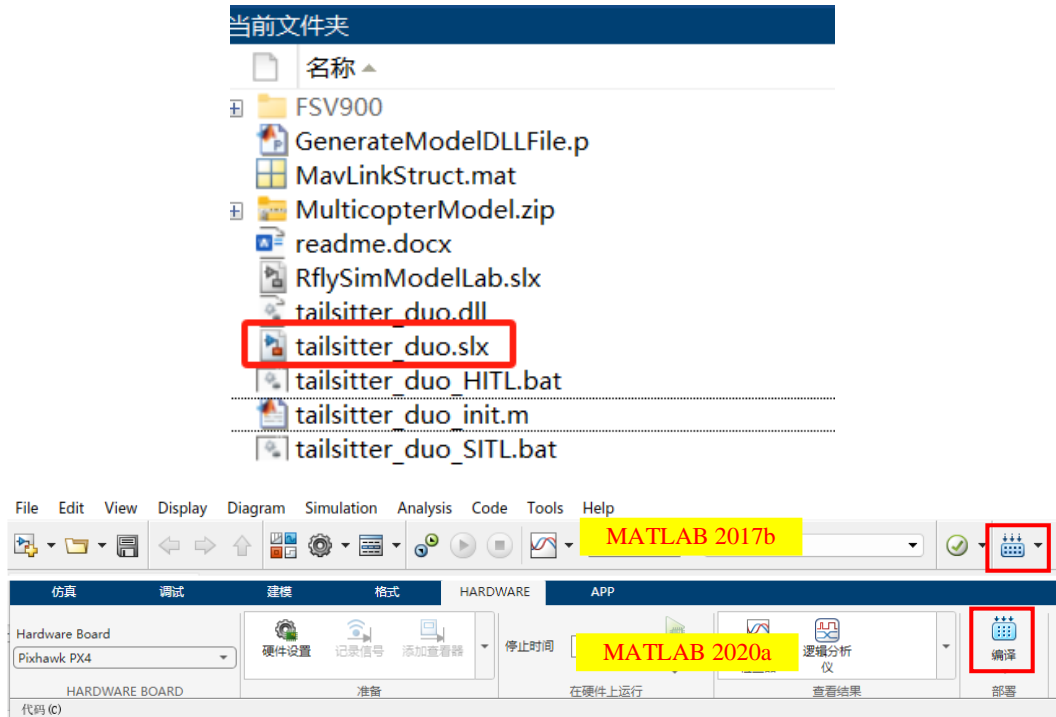
按下“O+201”, 如果能看到图中模型, 则双旋翼垂尾三维模型导入成功。(201 为 uavtype)。



6.2. DLL 模型生成

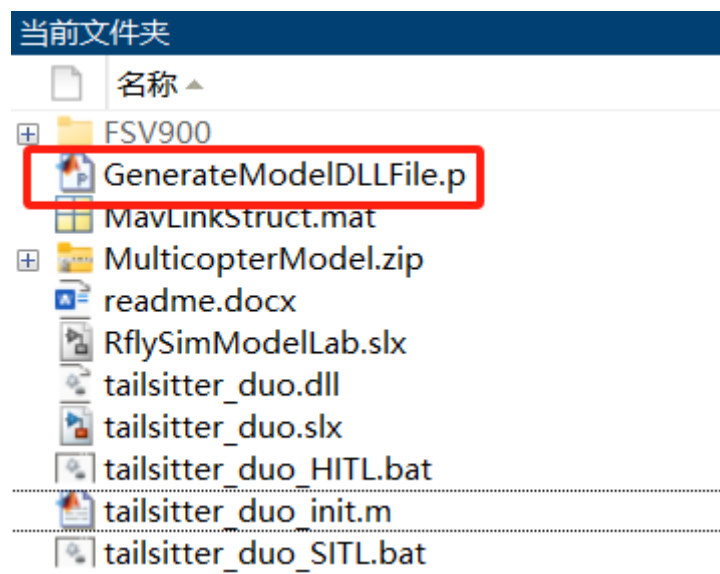
Step 1:

在 Matlab 中打开“tailsitter_duo.slx”Simulink 文件, 点击 Build Model 按钮生成代码。



Step 2:

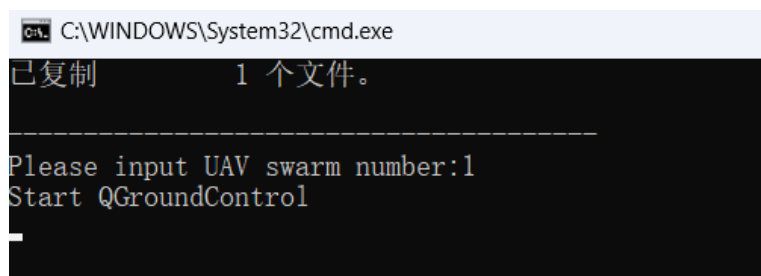
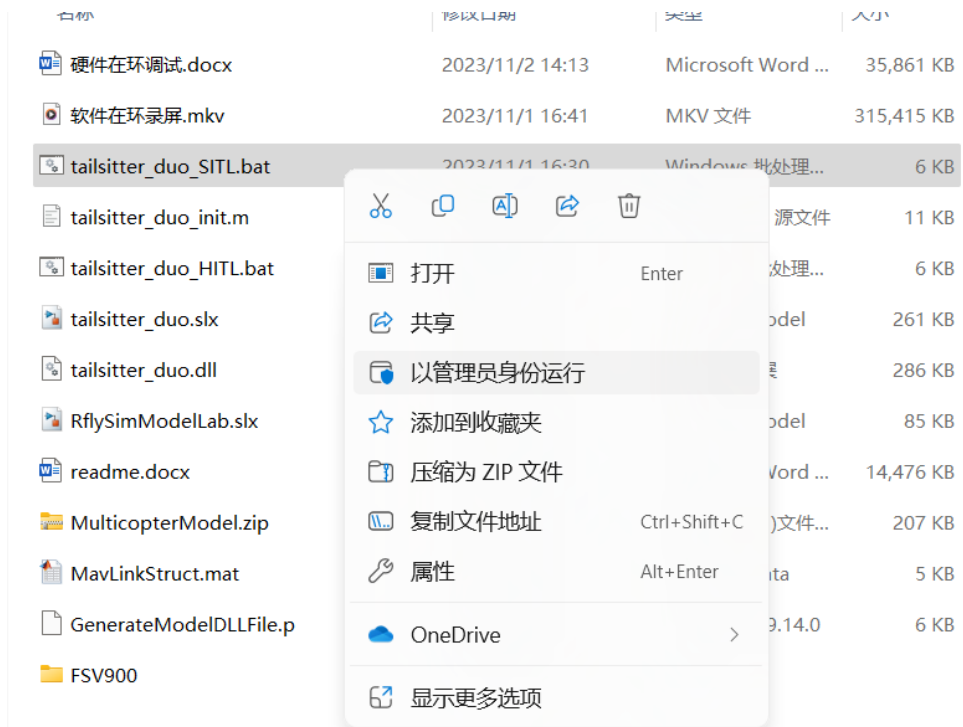
代码生成完毕后，在 matlab 中右键“GenerateModelDLLFile.p”文件，点击运行，生成 DLL 文件。



6.3. 软件在环仿真

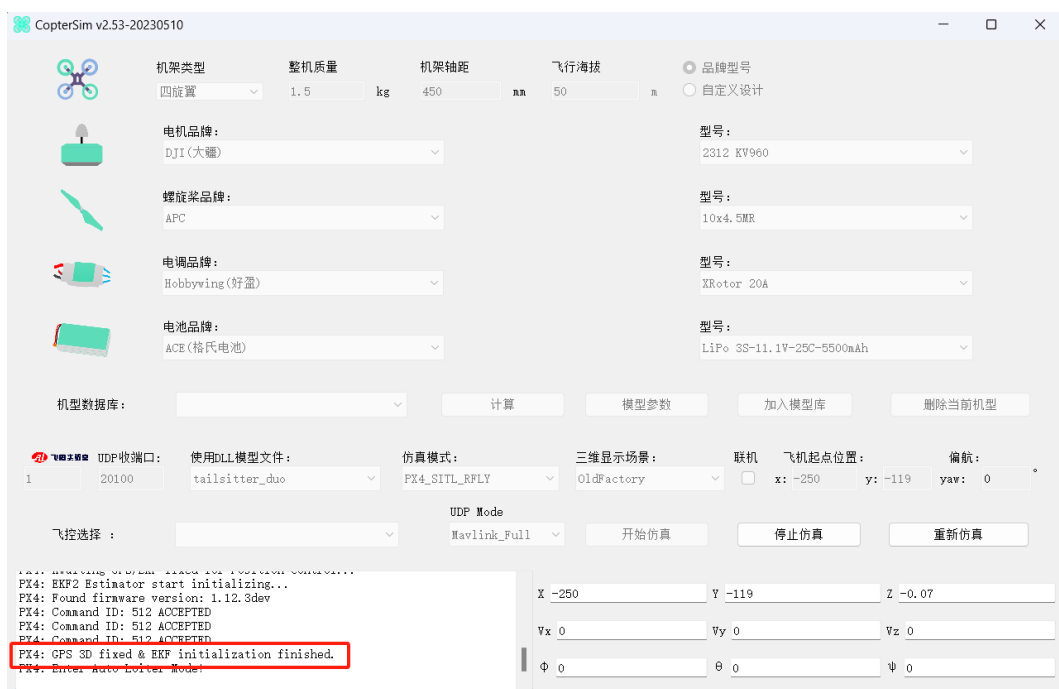
Step 1:

以管理员身份运行“tailsitter_duo_SITL.bat”批处理文件，在弹出的终端窗口中输入 1，启动 1 架双旋翼垂尾的软件在环仿真。



Step 2:

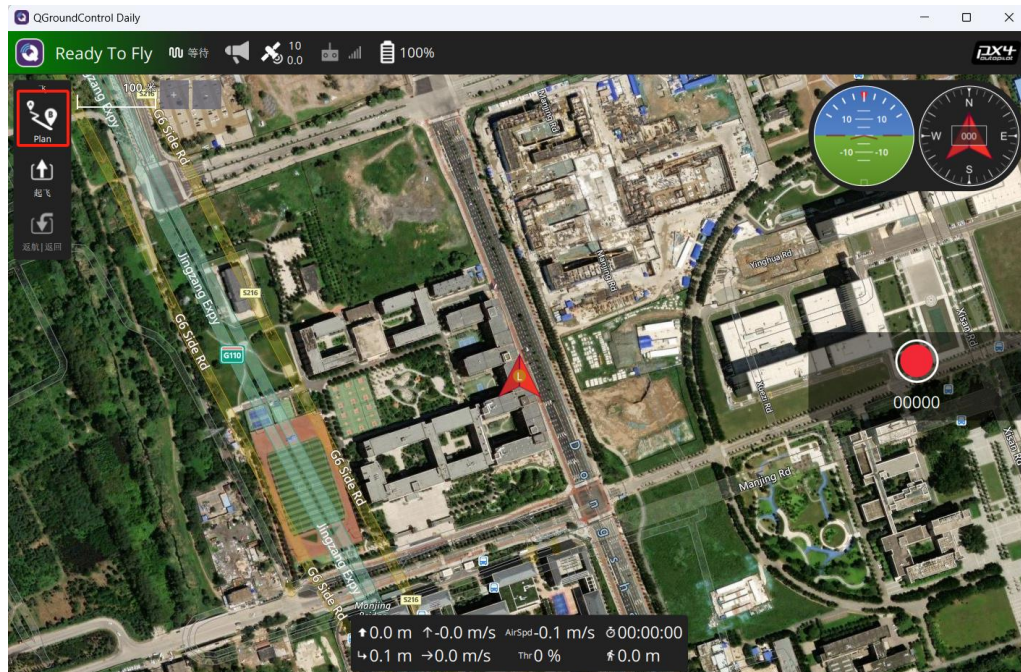
等待平台完成初始化。



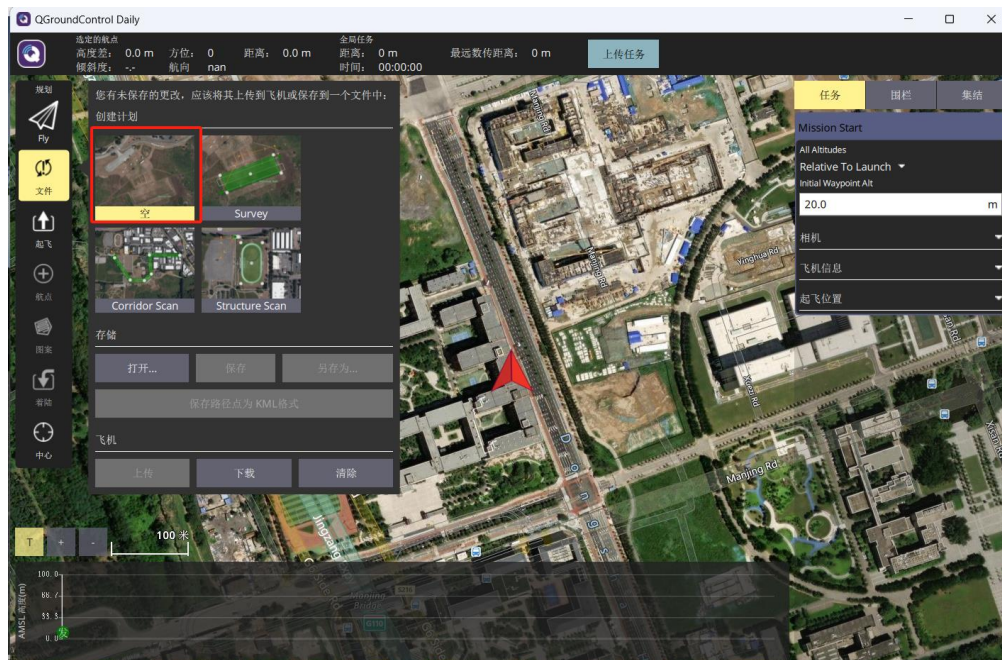
Step 3:

在 QGC 中上传航线：

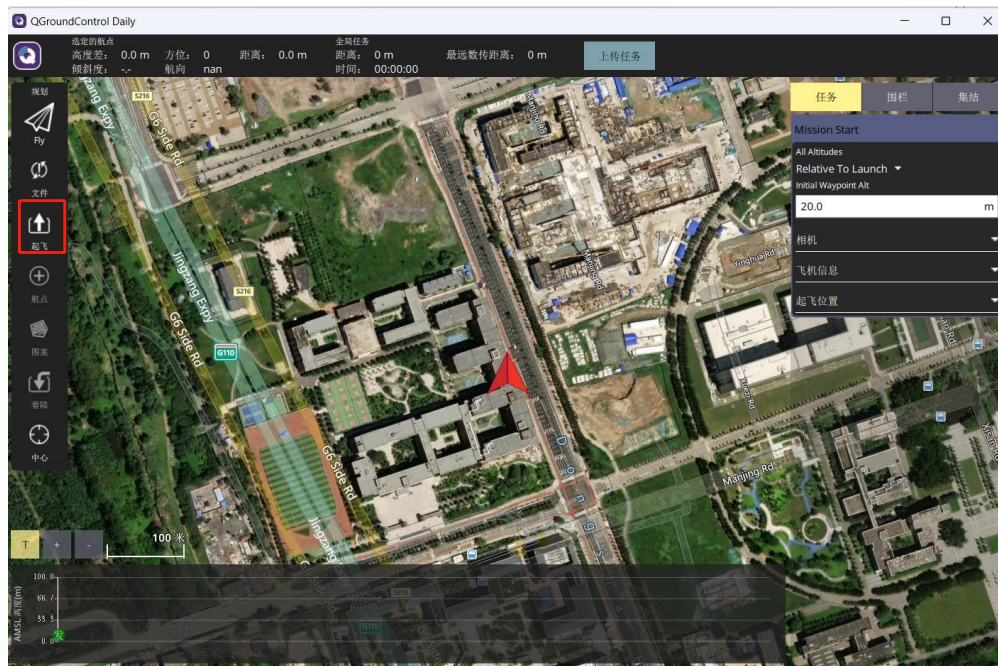
1) 点击 QGC 左上角的 “Plan”。



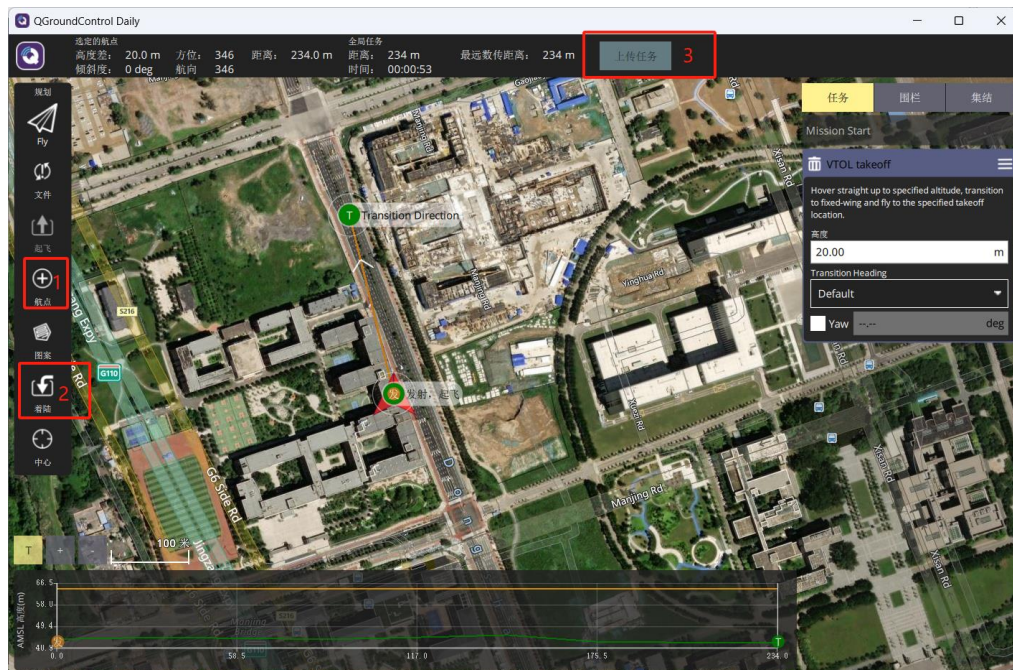
2) 点击 “空”，选择一个空的计划。



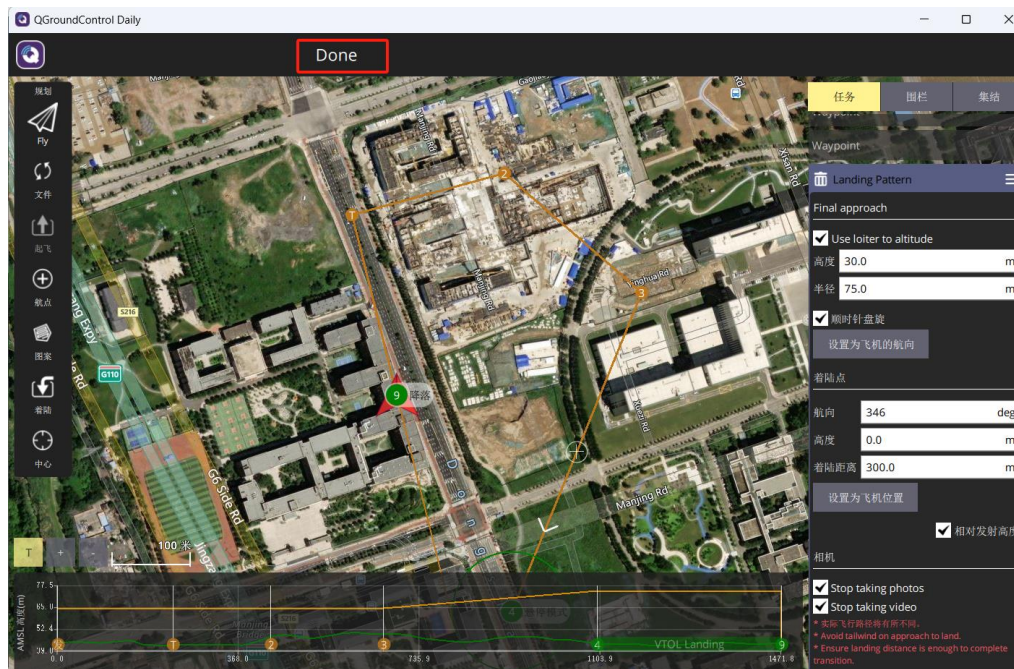
3) 点击 “起飞”。



4) 点击“航点”，在地图上随意添加几处航点；再点击“着陆”，在右侧选择“设置为飞机位置”；最后点击“上传任务”。

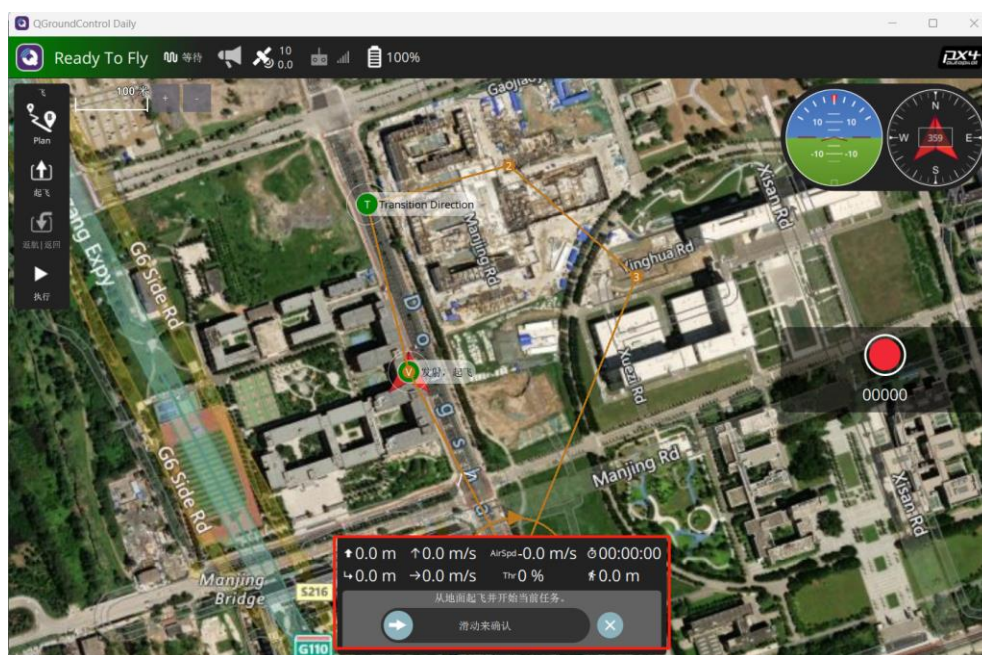


此时表明航线上传成功。



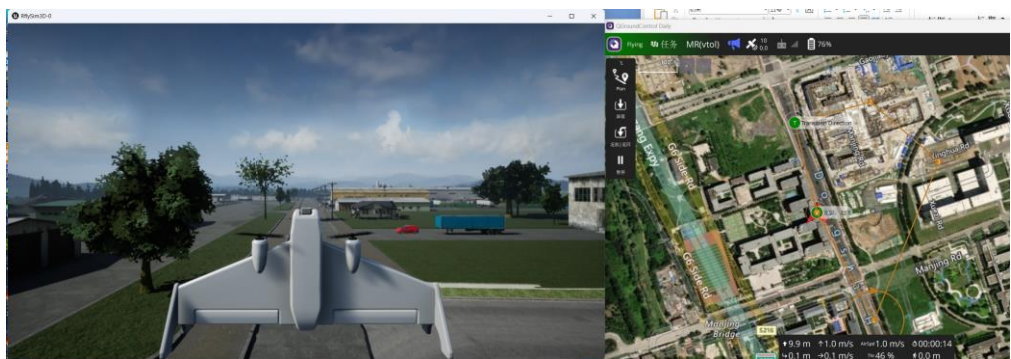
Step 4:

滑动滑块来解锁飞机并开始当前航线任务。

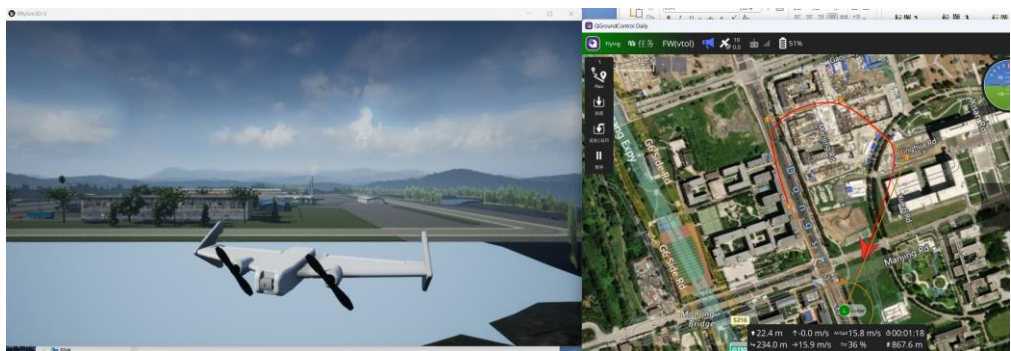
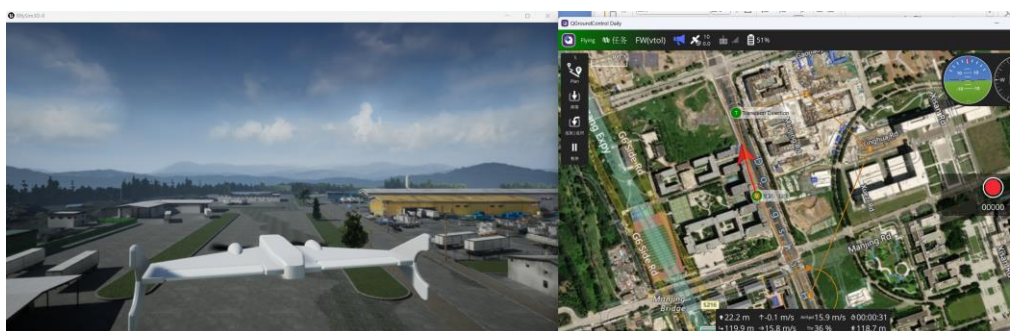


Step 5:

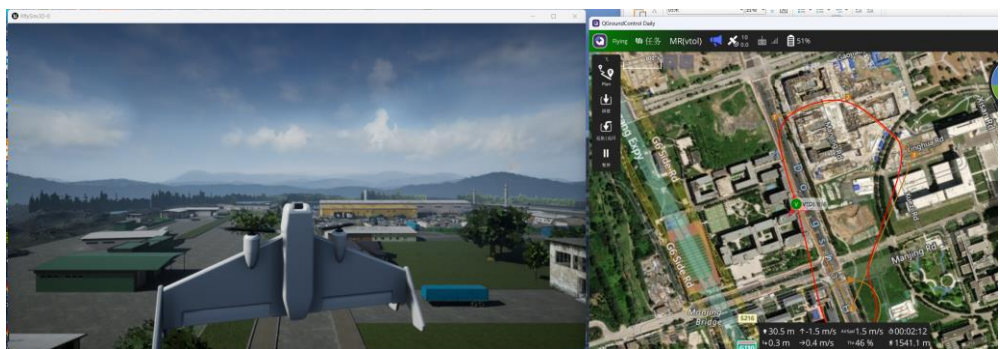
可看到飞机先以旋翼模式起飞。



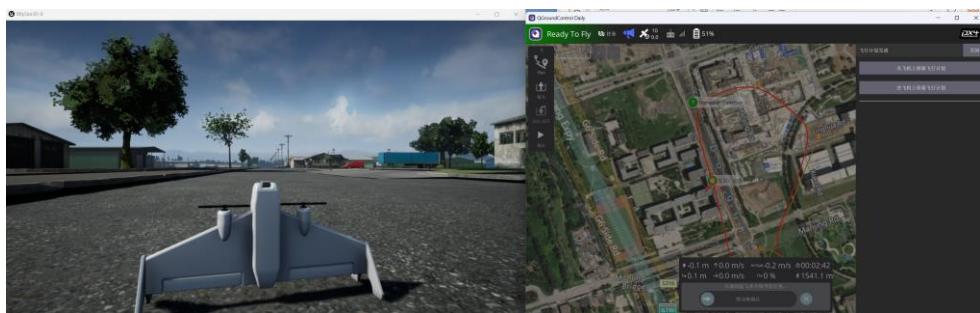
飞到指定高度后，切换为固定翼模式，并按航点飞行。



到达目标点后，以旋翼模式降落。



航线任务执行完成。



6.4. 硬件在环仿真

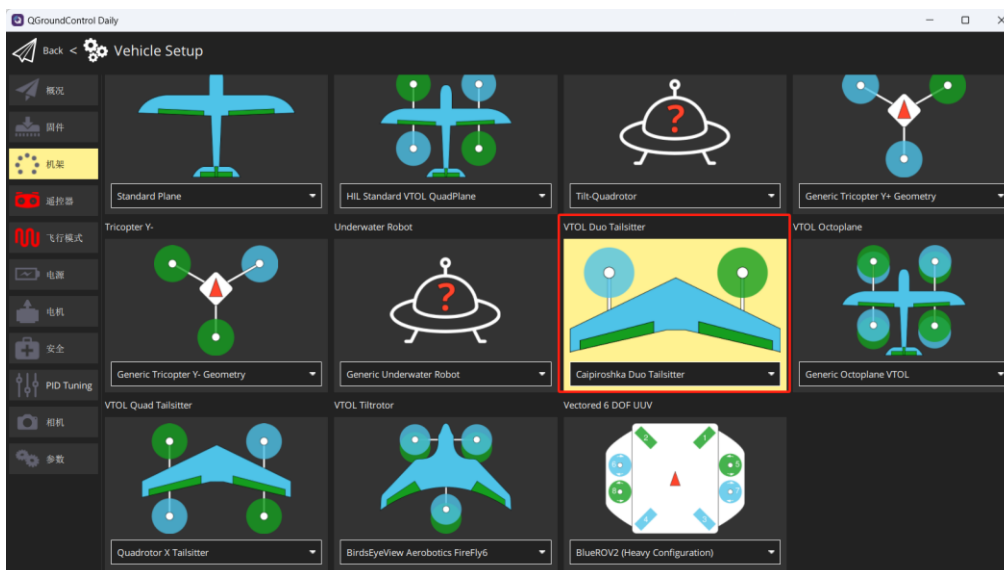
Step 1:

按下图所示将飞控与计算机连接。

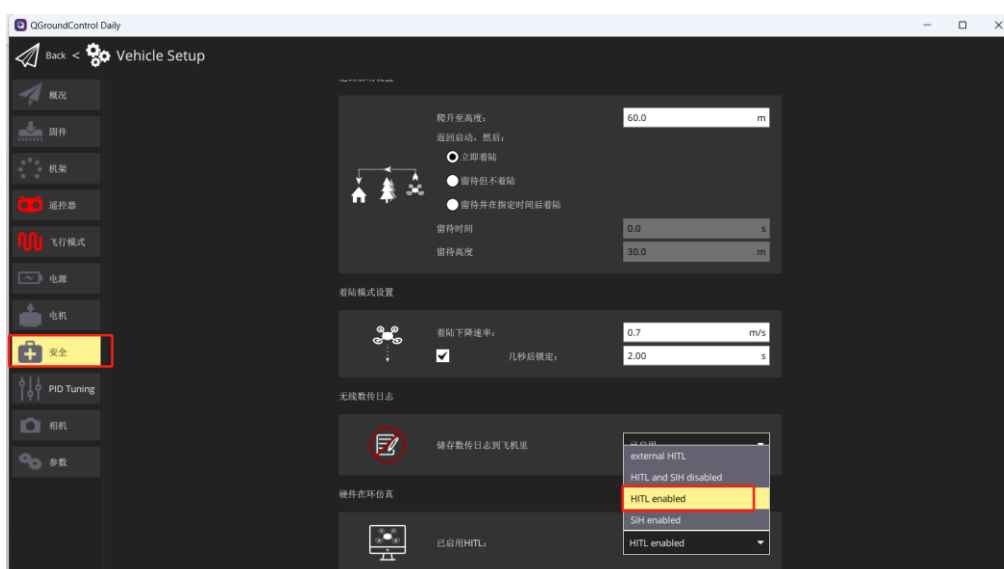


Step 2:

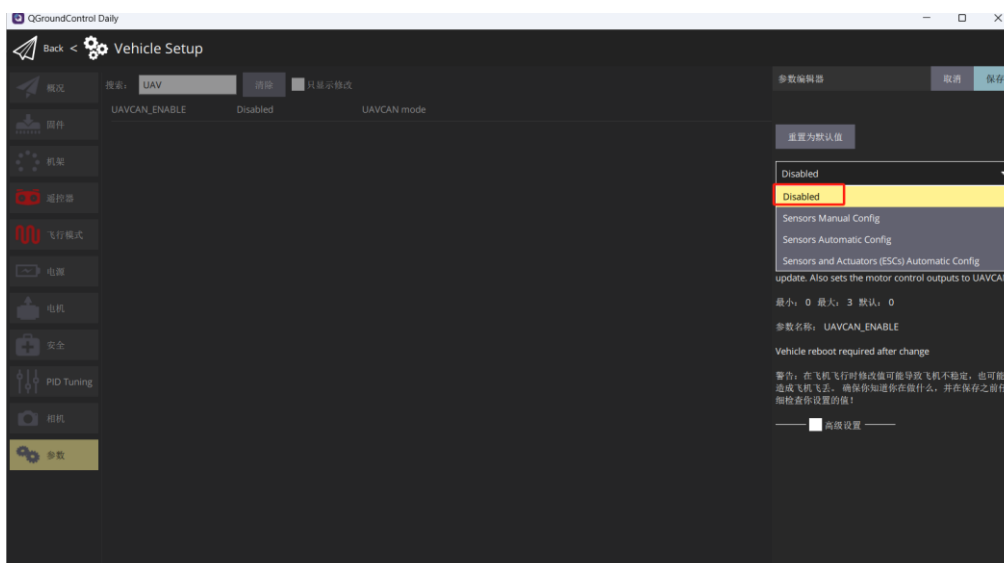
烧录 1.13.3 固件后，点击“机架”，设置机架类型为 Caipiroshka Duo Tailsitter，点击右上角的“应用并重启”。



点击“安全”，设置为“HITL enabled”

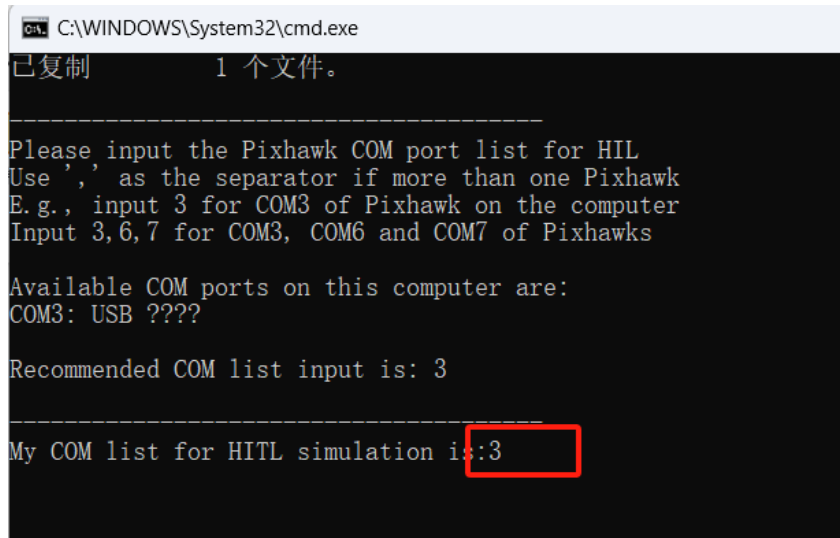


点击“参数”，搜索 UAVCAN_ENABLE，设置为“Disabled”，重新插拔飞控。



Step 3:

右键以管理员身份运行“tailsitter_duo_HITL.bat”，在提示框中输入飞控端口号后回车。



```
C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
已复制 1 个文件。

-----
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

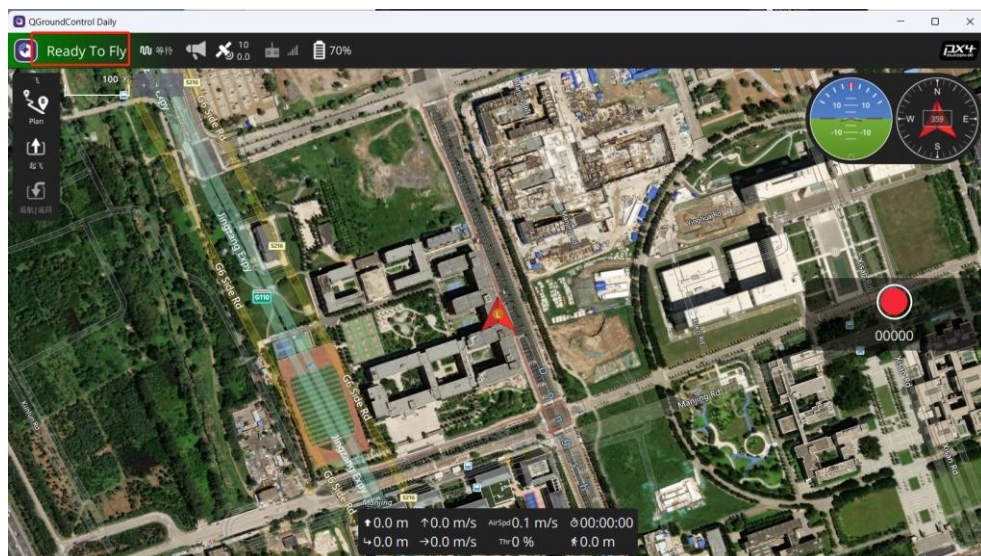
Available COM ports on this computer are:
COM3: USB ???

Recommended COM list input is: 3

-----
My COM list for HITL simulation is: 3
```

Step 4:

QGC 左上角显示“Ready To Fly”，并且 CopterSim 左下角显示“GPS 3D fixed &EKF initialization finished”时，表明初始化完成，可以开始硬件在环仿真。



Step 5:

参照软件在环 Step 3，上传航线后解锁执行任务，仿真效果和软件在环一致。

7. 参考资料

- [1]. DLL/SO 模型与通信接口 [..\..\API.pdf](#)
- [2]. 外部控制接口 [..\..\API.pdf](#)

8. 常见问题

Q1.

A1.