

# 固定翼无人机硬件在环仿真实验

## 1. 实验目的

1. 掌握将控制算法代码烧录至Pixhawk飞控的方法
2. 学会在RflySim平台上进行硬件在环仿真
3. 验证控制算法在实际飞控硬件上的运行效果

## 2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链;Visual Studio Code；MATLAB R2022b及以上。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台；Pixhawk 6X mini自驾仪或CubePilot Cube Orange 自驾仪1套；遥控器及接收机各1套及若干连接线<sup>[1]</sup>。

## 3. 实验地址

例程目录：

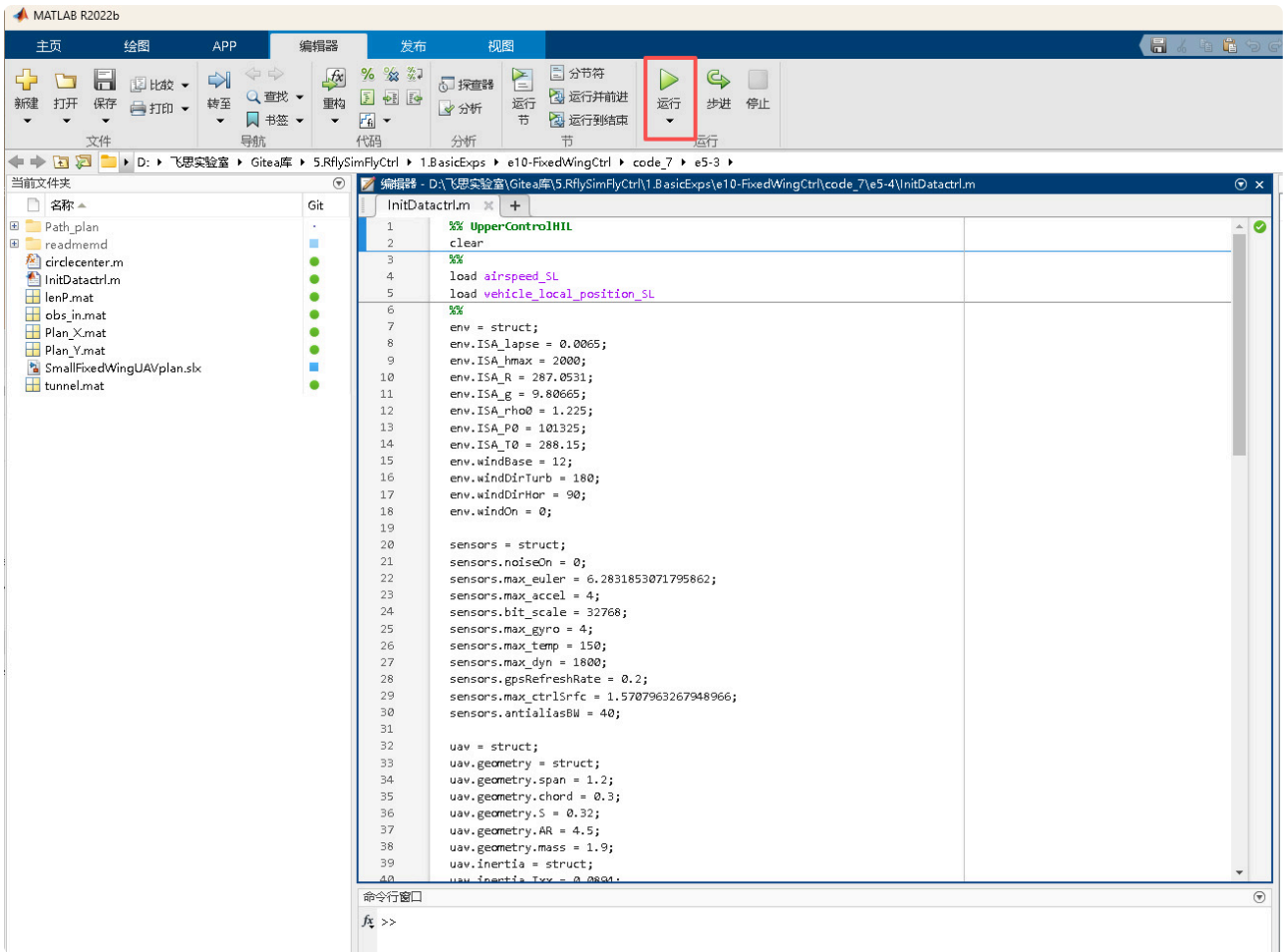
[\[安装目录\]\RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\1.BasicExps\e10-FixedWingCtrl\code\\_7\e5-4](#)

- [SmallFixedWingUAVupperHIL.slx](#)：固定翼无人机硬件在环仿真Simulink模型
- [InitDatactrl.m](#)：固定翼无人机状态初始化文件
- [AircraftMathworks\\_HITLRun.bat](#)：硬件在环仿真启动脚本
- [AircraftMathworks\\_HITLRunLowGPU.bat](#)：低GPU性能下的硬件在环仿真启动脚本

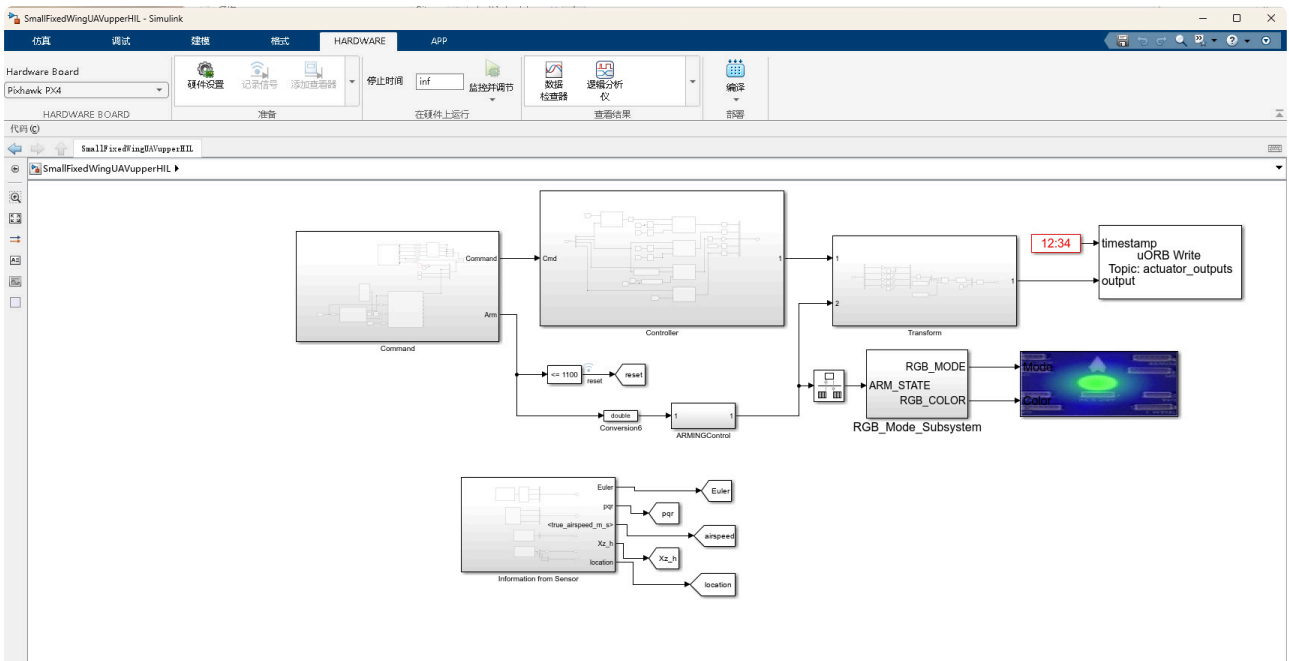
## 4. 实验内容或步骤

### 4.1 代码生成与烧录

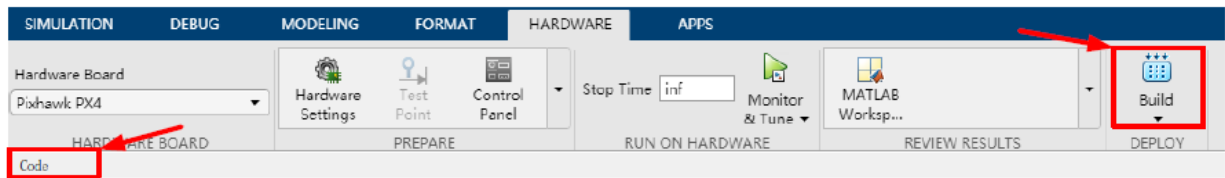
进入e5-4文件夹中，找到并运行初始化文件"[InitDatactrl.m](#)"，



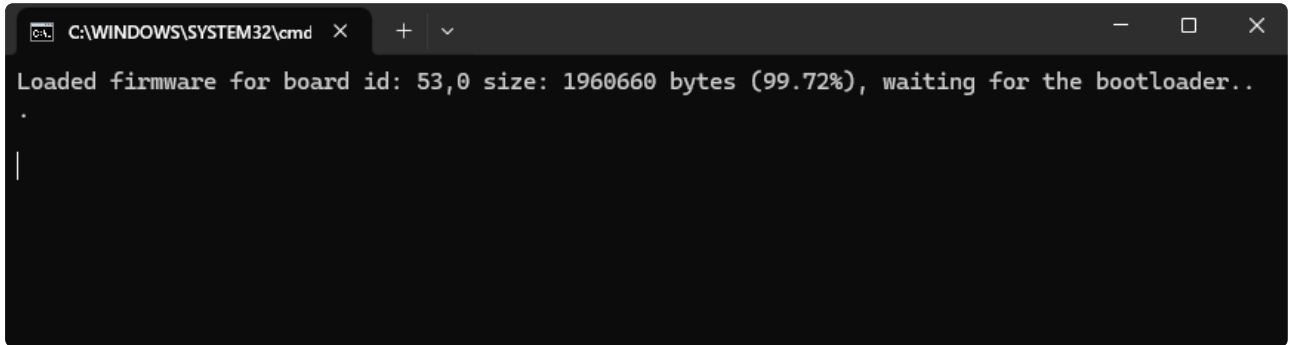
然后打开模型文件"SmallFixedWingUAVupperHIL.slx"



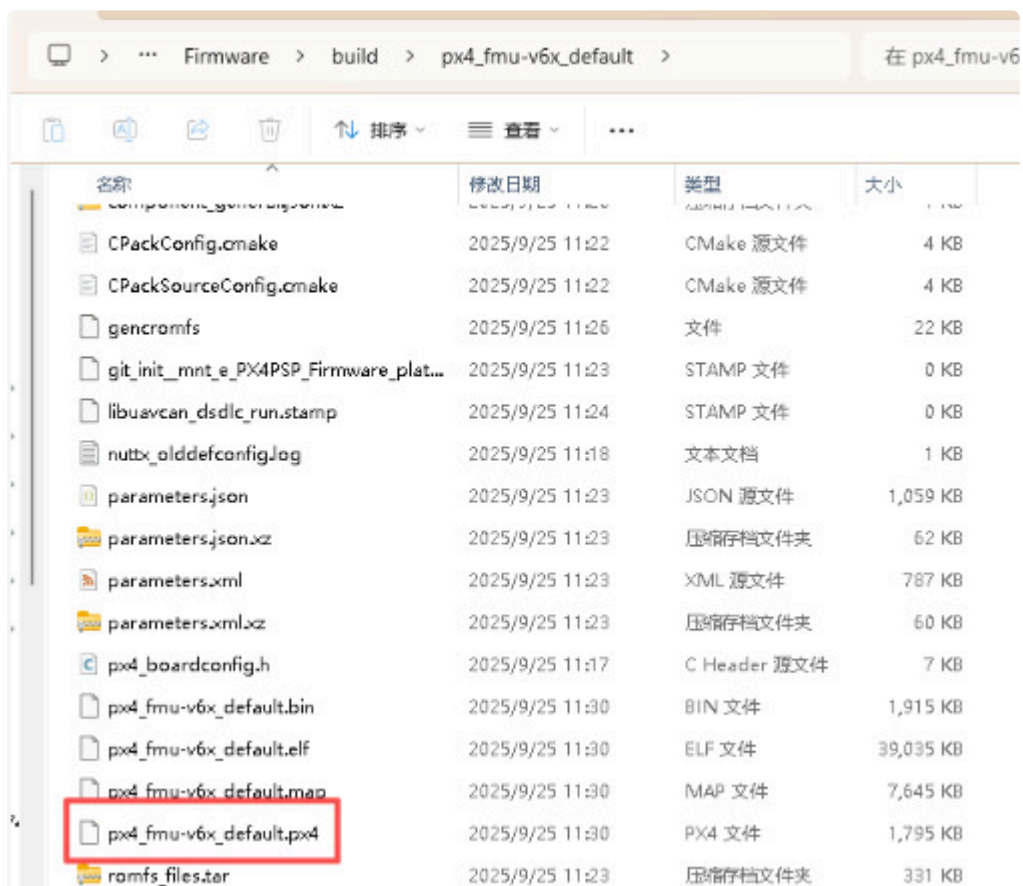
在工具栏中点击"Build"对当前程序进行编译，如图所示。成功编译后，将飞控与电脑连接，点击图中工具栏中的"code"，选择"PX4PSP Upload code to PX4FMU"，将代码烧录到Pixhawk 飞控中。



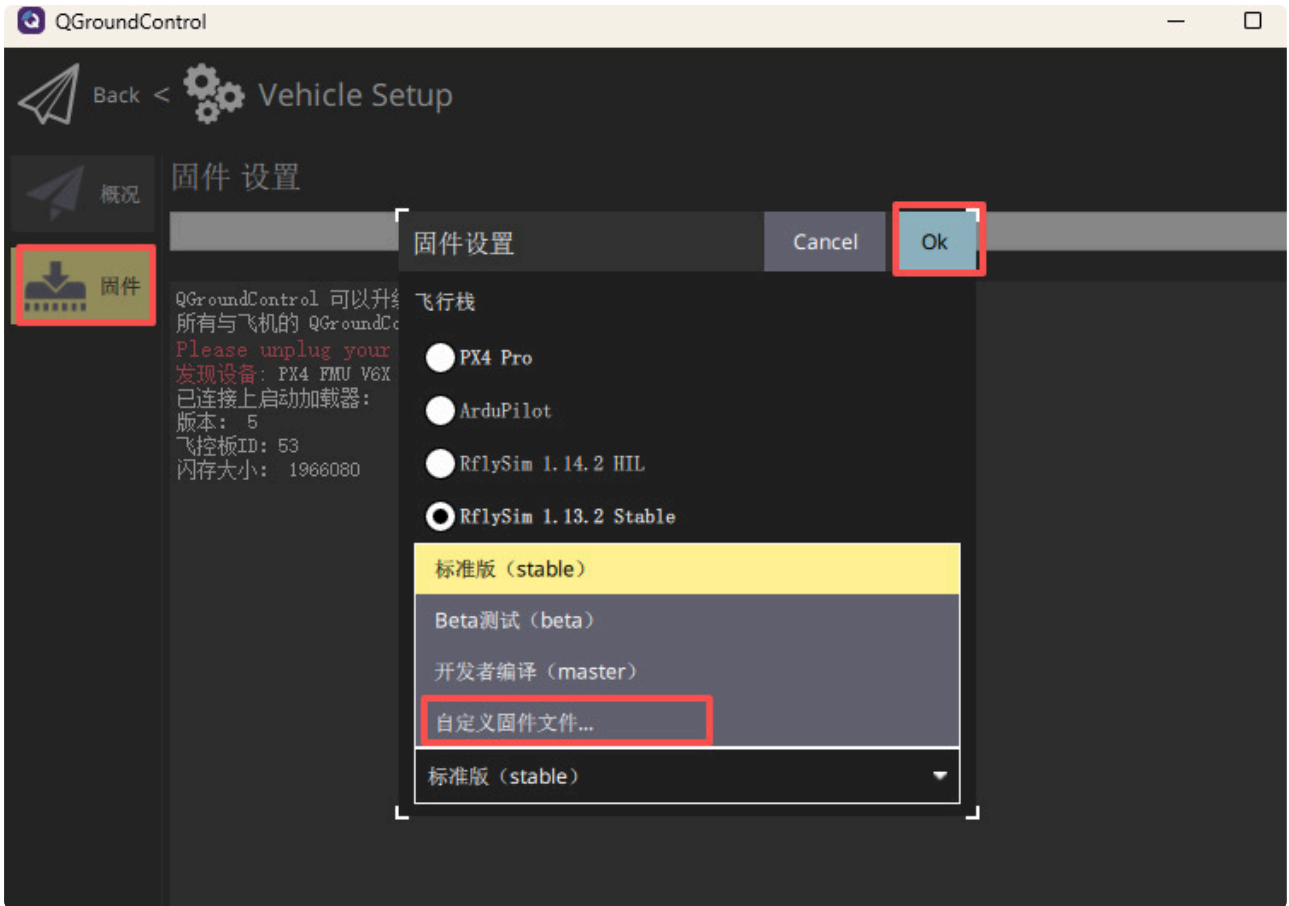
如果烧录到Pixhawk 飞控一直卡着不动，如图所示，则改用QGC进行烧录。



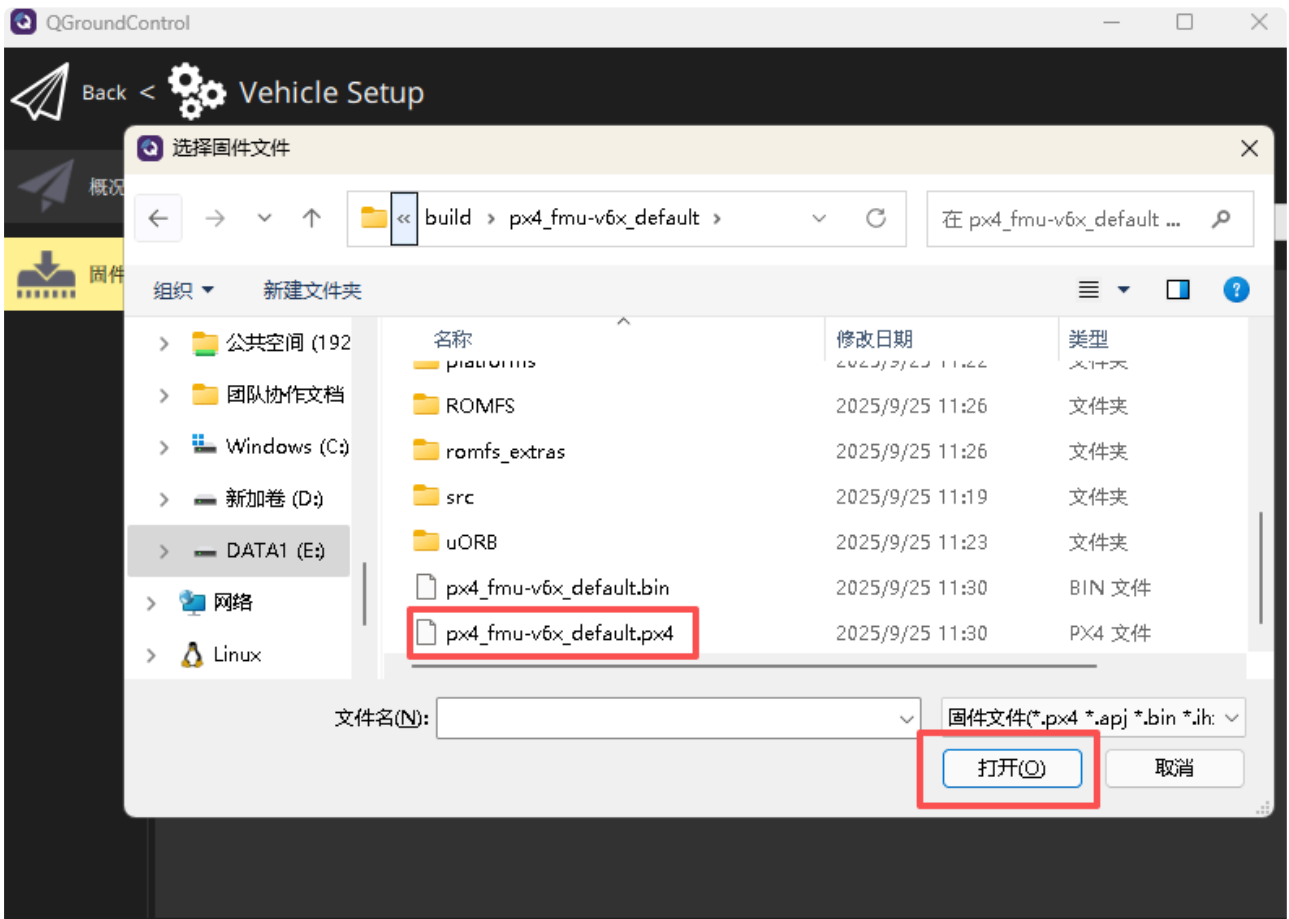
进入 [RflySim安装路径]\PX4PSP\Firmware\build\[自驾仪编译命令] 文件夹中，根据编译的时间找到此例程生成的\*.px4文件，如图：



在QGC中打开自定义固件，选择此例程生成的.px4文件，如图所示。

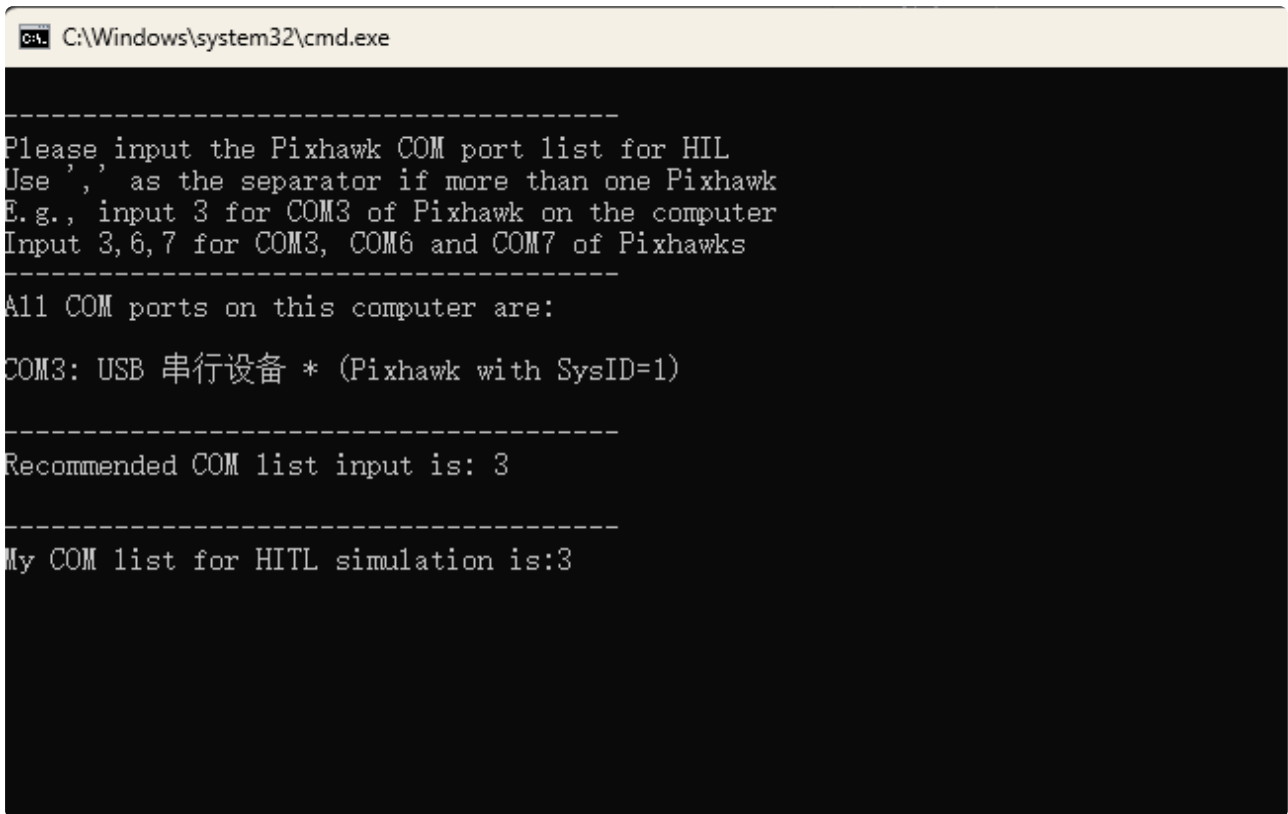


在QGC中选择进行固件烧录。



## 4.2 启动硬件在环仿真环境

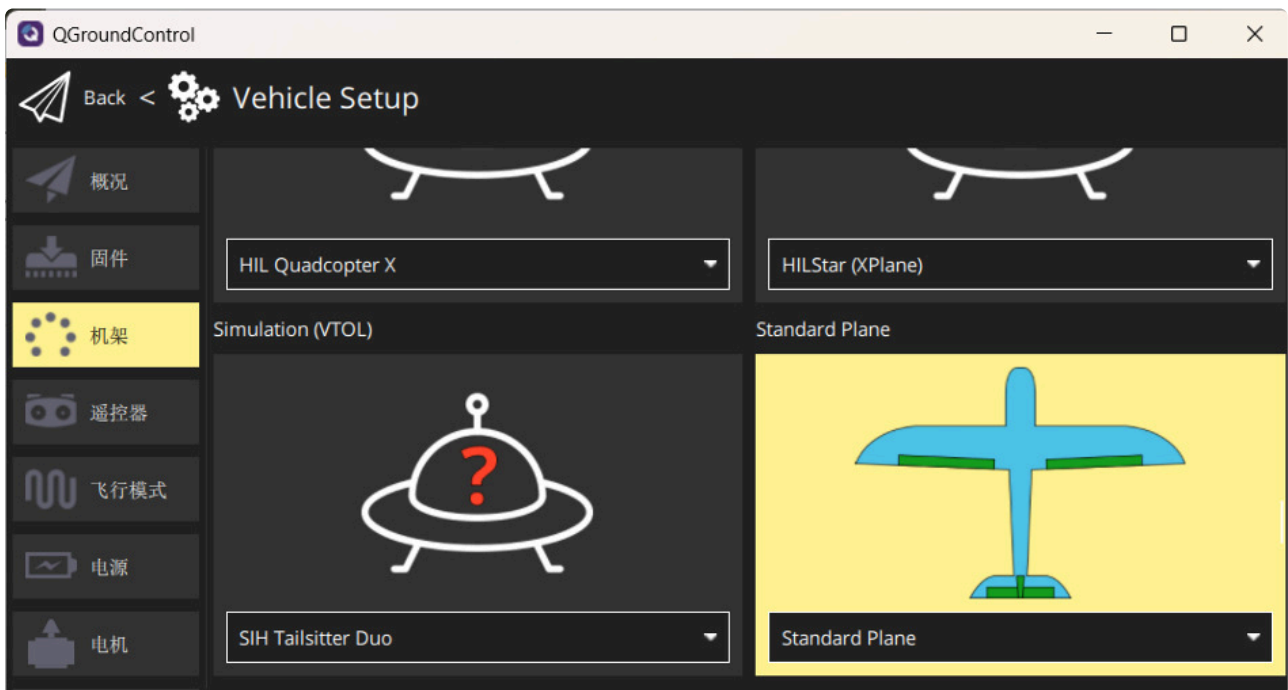
在e5-4文件夹中，找到并双击"AircraftMathworks\_HITLRun.bat"脚本启动固定翼硬件在环仿真环境，选择当前Pixhawk飞控连接的端口，如图所示：



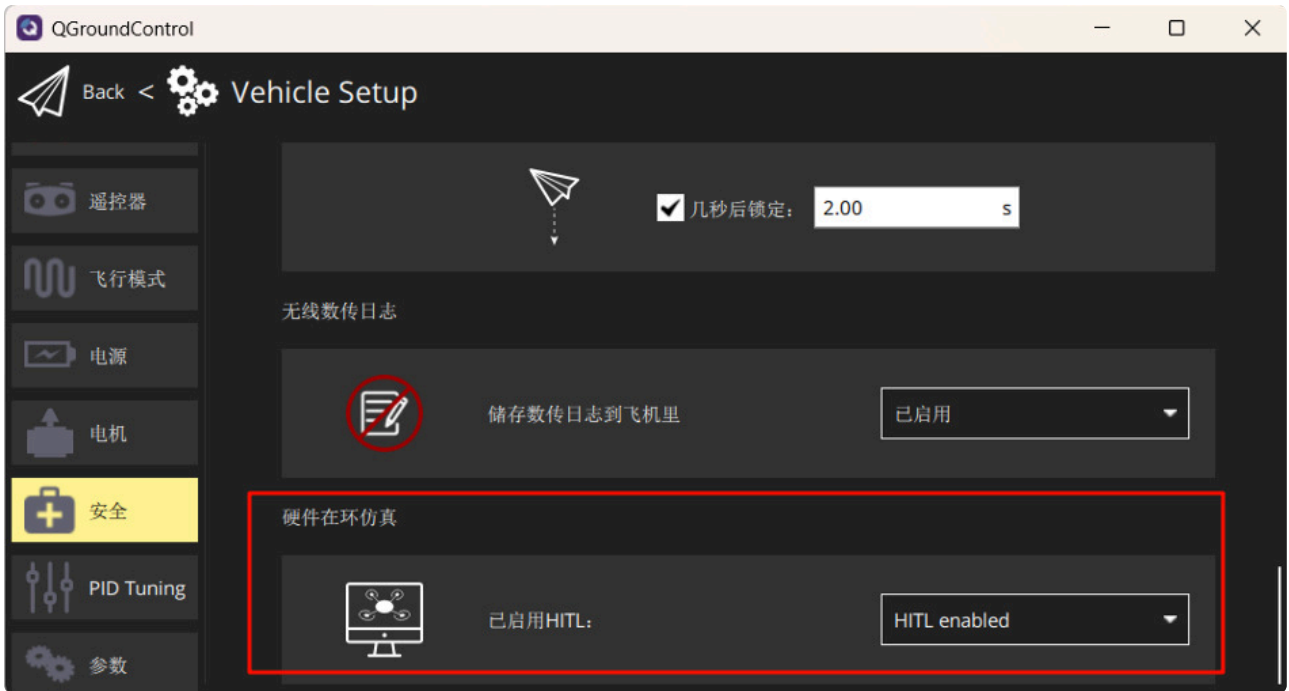
```
C:\Windows\system32\cmd.exe

-----
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
-----
All COM ports on this computer are:
COM3: USB 串行设备 * (Pixhawk with SysID=1)
-----
Recommended COM list input is: 3
-----
My COM list for HITL simulation is:3
```

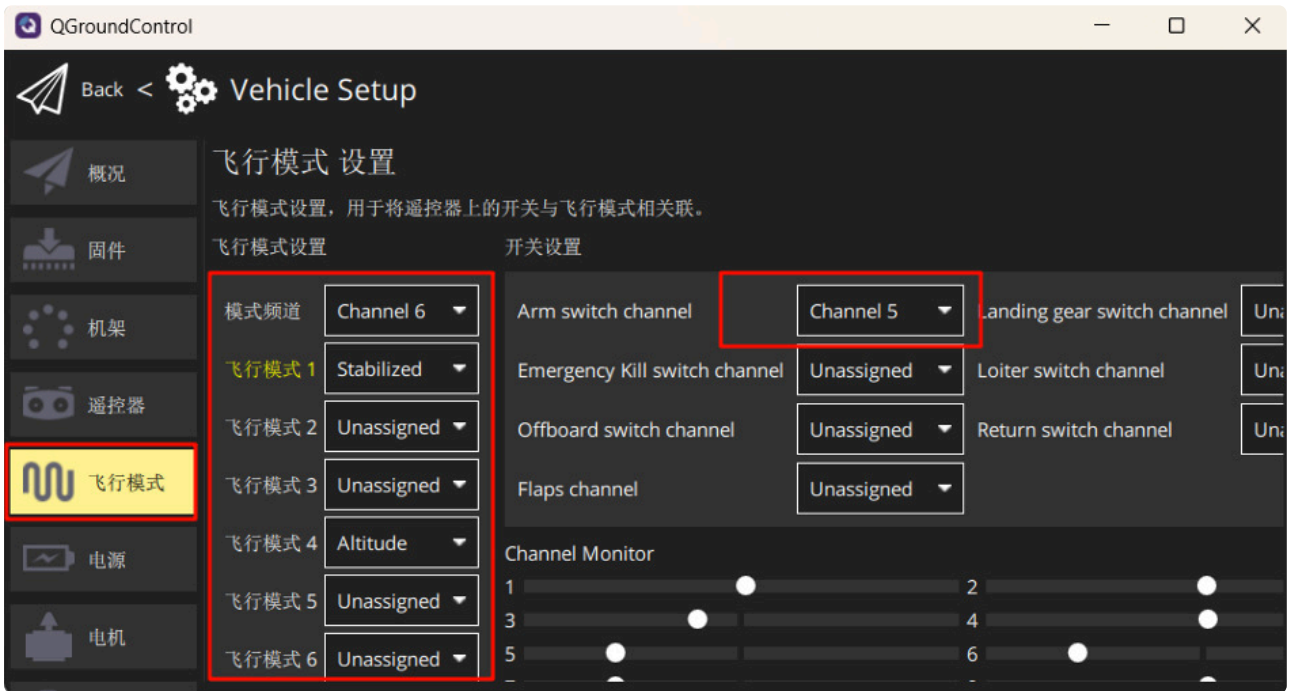
在QGC地面站中确认机架设置如下：



安全选项中已启用HIL仿真

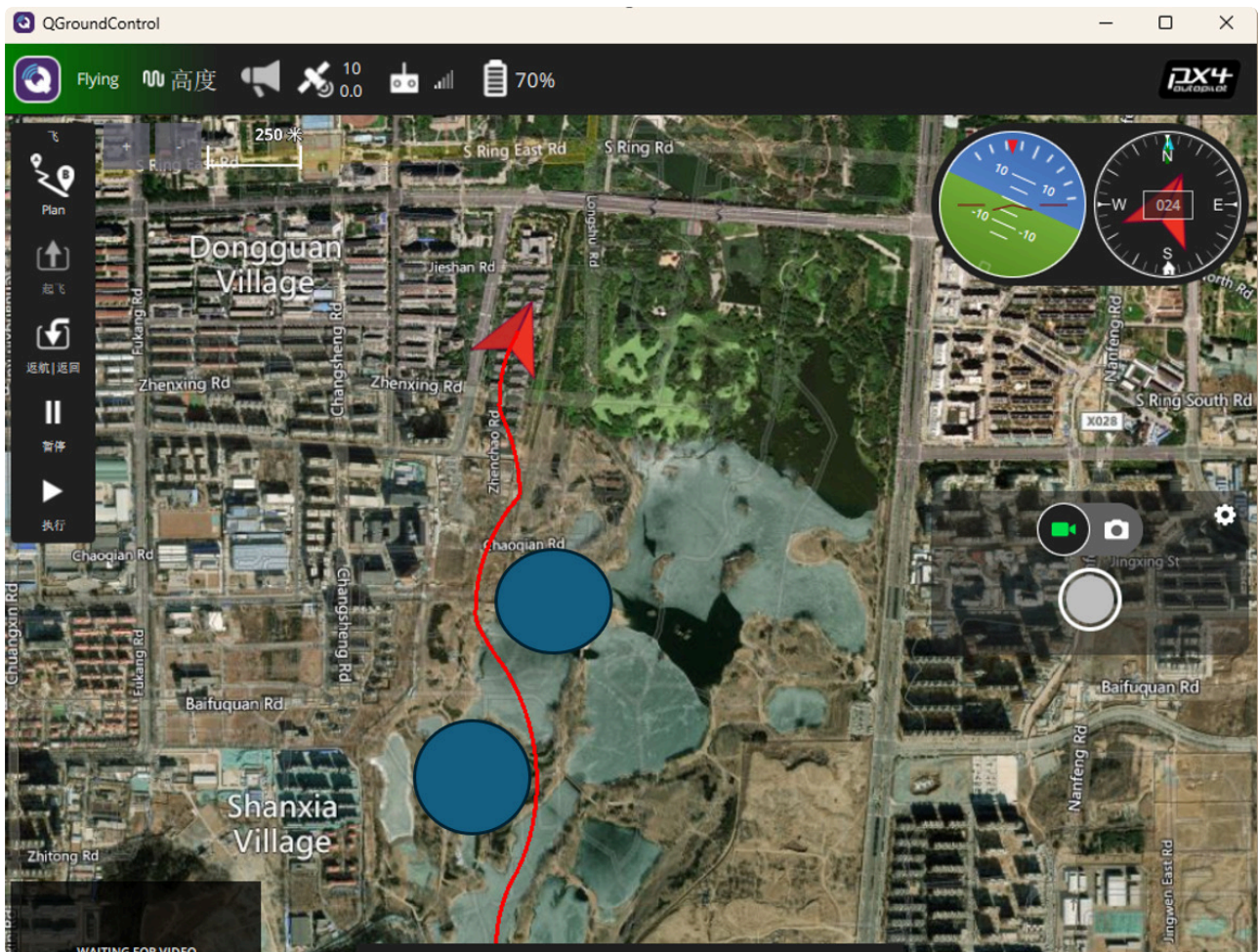


已设置CH5为解锁通道，CH6设置成飞行模式。



## 4.3 运行硬件在环仿真

设置通过"ch5"高位解锁飞机，"ch6"高位启动自动航线飞行，因此在开始仿真前保证遥控器"ch5"、"ch6"通道均处于低位。等待硬件在环仿真环境启动完成后，首先拨动"ch5"将其拨至高位解锁飞机，然后拨动"ch6"将其拨至高位启动自动航线飞行，若需现实在QGC中观察飞行航线，则需按照官方飞控的解锁信号进行解锁，QGC中实际飞行航线如图所示，与软件在环仿真中轨迹一致。



## 5. 关键知识点

### 关键知识点1：代码烧录与飞控配置

将通过代码生成得到的控制算法烧录到Pixhawk飞控是硬件在环仿真的关键步骤：

1. 编译生成适用于Pixhawk的代码
2. 通过QGroundControl或MATLAB/Simulink将代码烧录至飞控
3. 配置飞控参数，确保与仿真环境一致
4. 验证代码烧录是否成功

### 关键知识点2：硬件在环仿真环境搭建

硬件在环仿真需要搭建完整的仿真环境：

1. 启动RflySim仿真平台
2. 连接Pixhawk飞控硬件

3. 配置通信接口和参数
4. 启动仿真环境并加载场景

## 关键知识点3：遥控器配置与飞行控制

在硬件在环仿真中，需要通过遥控器控制无人机：

1. 配置遥控器通道映射
2. 设置解锁和模式切换开关
3. 验证遥控器指令能够正确传递到飞控
4. 通过遥控器启动自动航线飞行

更多详细实验原理可见：全权,高文瀚,刘润潇,陈鑫泉,戴训华,吕书礼,徐琳,李悦.微小型固定翼无人机飞行控制设计与实践. 北京, 2025

## 6.参考资料

1. [RflySim官方文档](#)
2. [PX4飞控固件官方文档](#)
3. 全权,高文瀚,刘润潇,陈鑫泉,戴训华,吕书礼,徐琳,李悦.微小型固定翼无人机飞行控制设计与实践. 北京, 2025.

## 7.常见问题

### Q1：代码烧录失败？

A1：检查Pixhawk或CubePilot飞控连接是否正常，确保驱动程序已正确安装。检查编译过程是否有错误，确认目标硬件配置是否正确。

### Q2：仿真环境无法启动或连接失败？

A2：检查RflySim平台是否正确安装，确认Pixhawk飞控或CubePilot飞控连接端口设置是否正确。检查防火墙设置，确保相关端口未被阻止。

## Q3: 遥控器无法控制无人机?

A3: 检查遥控器与接收机配对是否正确, 确认通道映射设置是否正确。检查飞控遥控器参数配置, 确保与遥控器设置一致。

---

1. 推荐配置请见: <https://rflysim.com/> ↩