飞控源码故障注入实验

1. 实验目的

本实验不在依靠自动生成代码进行故障注入实验，而是直接对源码进行修改，从而实现故障注入的效果。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链[1]；Visual Studio Code。

  > 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

- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台；V6X飞控 1台[2]。

3.实验地址

例程目录：[安装目录]\RflySimAPIs\7.RflySimPHM\2.AdvExps\e3_PX4FailureGenerator

例程介绍

- Firmware_1.11.3：PX4版本为1.11.3的故障注入源码
- Firmware_1.12.3：PX4版本为1.12.3的故障注入源码
- Firmware_1.13.3：PX4版本为1.13.3的故障注入源码
- PythonSender：进行故障注入的Python代码（ConnectRealVehicle.py为真机注入，FaultSend.py为串口/USB故障注入）

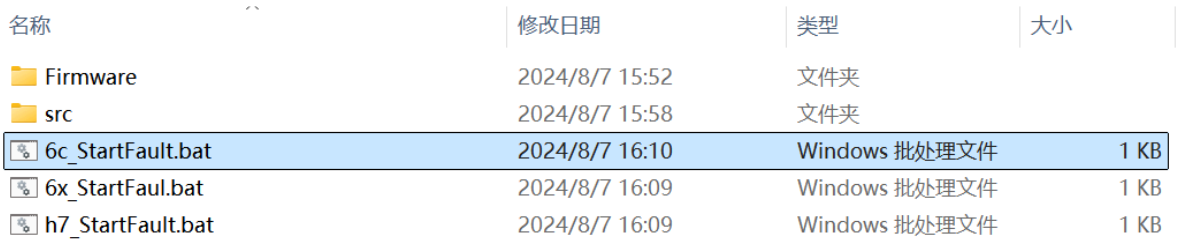
4. 实验内容或步骤

本实验通过对源码进行修改，导入到飞控中后，通过硬件在环来显示故障注入的效果。

4.1 步骤1：编译飞控固件

如果平台固件版本为1.12.3，则进入Firmware_1.12.3，如此处使用的飞控为6c，则点击6c_StartFault.bat，等待代码执行完毕以后，带有故障注入的固件已经编译完毕，存在Firmware文件夹中。

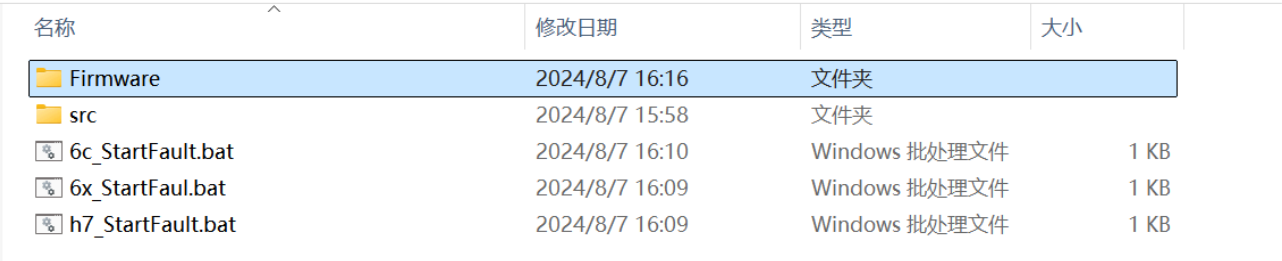
名称	修改日期	类型	大小
Firmware_1.11.3	2024/8/7 16:05	文件夹	
Firmware_1.12.3	2024/8/7 16:05	文件夹	
Firmware_1.13.3	2024/8/7 16:00	文件夹	
PythonSender	2024/8/7 15:58	文件夹	
dir.xlsx	2024/7/29 19:36	Microsoft Excel 工...	11 KB
readme.docx	2024/8/7 16:22	Microsoft Word 文档	4,410 KB
readme.pdf	2024/7/29 19:36	Microsoft Edge PD...	795 KB
readme_en.docx	2024/7/29 19:36	Microsoft Word 文档	4,340 KB
readme_en.pdf	2024/7/29 19:36	Microsoft Edge PD...	708 KB
故障注入流程.pdf	2024/7/29 19:36	Microsoft Edge PD...	204 KB



名称	修改日期	类型	大小
Firmware	2024/8/7 15:52	文件夹	
src	2024/8/7 15:58	文件夹	
6c_StartFault.bat	2024/8/7 16:10	Windows 批处理文件	1 KB
6x_StartFaul.bat	2024/8/7 16:09	Windows 批处理文件	1 KB
h7_StartFault.bat	2024/8/7 16:09	Windows 批处理文件	1 KB

4.2 步骤2：查看编译好的.px4文件

编译完后，进入Firmware文件夹中，可见后缀为.px4的固件，如px4_fmu-v6c_default.px4。



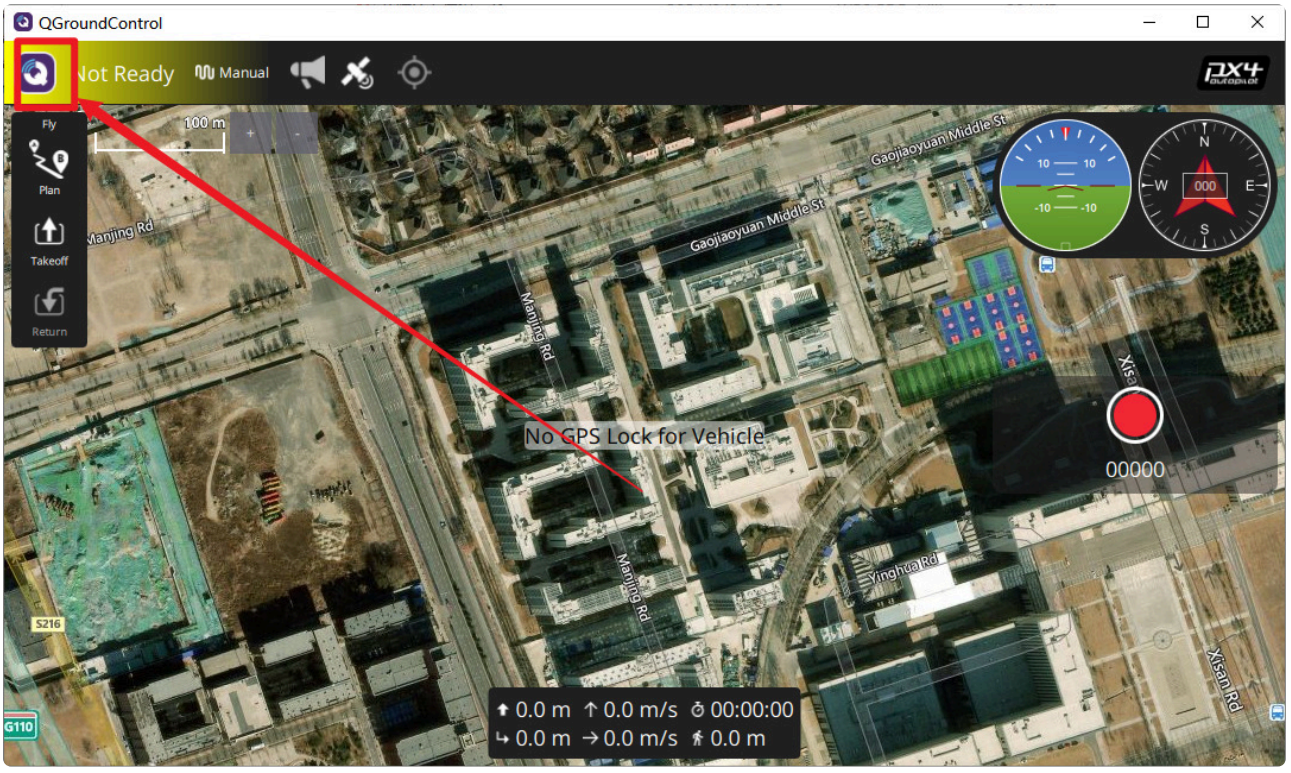
名称	修改日期	类型	大小
Firmware	2024/8/7 16:16	文件夹	
src	2024/8/7 15:58	文件夹	
6c_StartFault.bat	2024/8/7 16:10	Windows 批处理文件	1 KB
6x_StartFaul.bat	2024/8/7 16:09	Windows 批处理文件	1 KB
h7_StartFault.bat	2024/8/7 16:09	Windows 批处理文件	1 KB

名称	修改日期	类型	大小
1.12.3-X150-flow.params	2024/7/9 15:41	PARAMS 文件	27 KB
px4_fmu-v6c_default.px4	2024/8/7 14:50	PX4 文件	1,646 KB

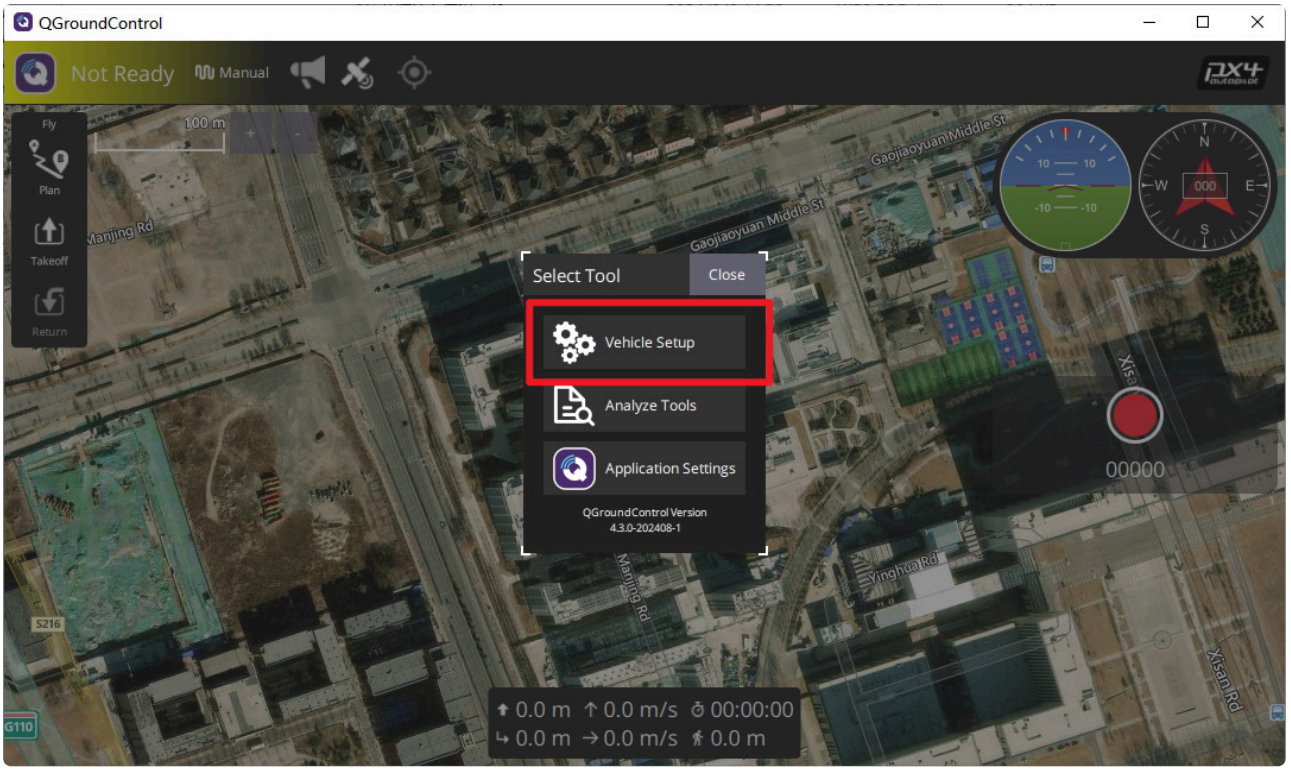
4.3 步骤3：为飞控硬件烧录固件

在编译完成之后，打开QGC，插入飞控，将编译完成后的固件进行烧录。找到对应的px4文件。

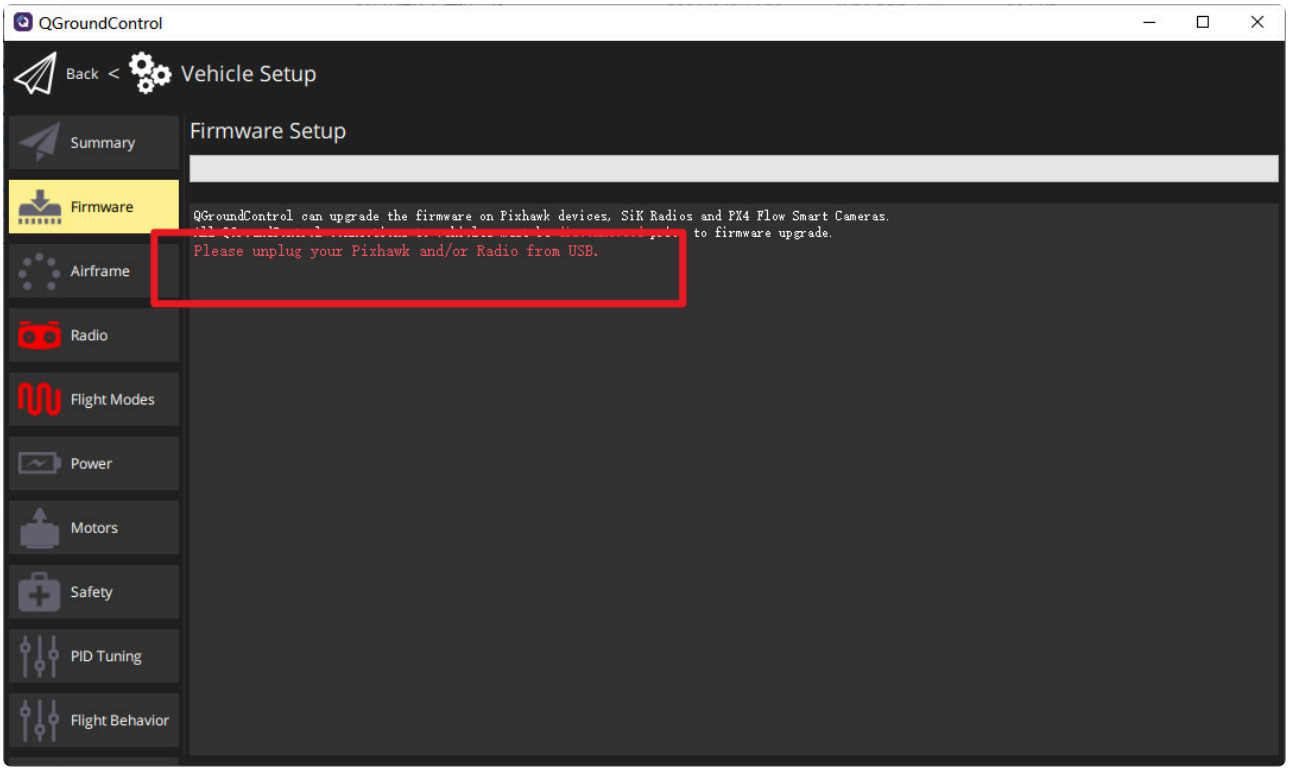
打开QCG，点击此处



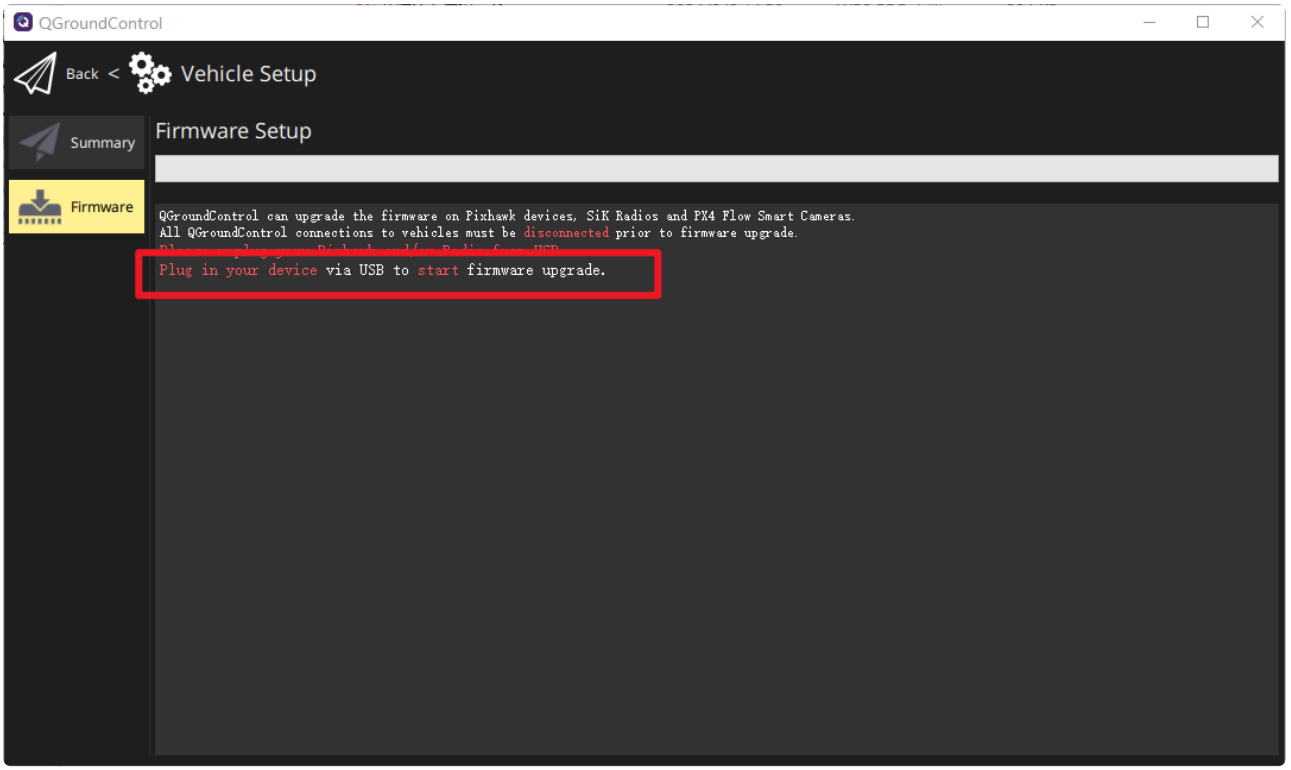
选择vehicle setup



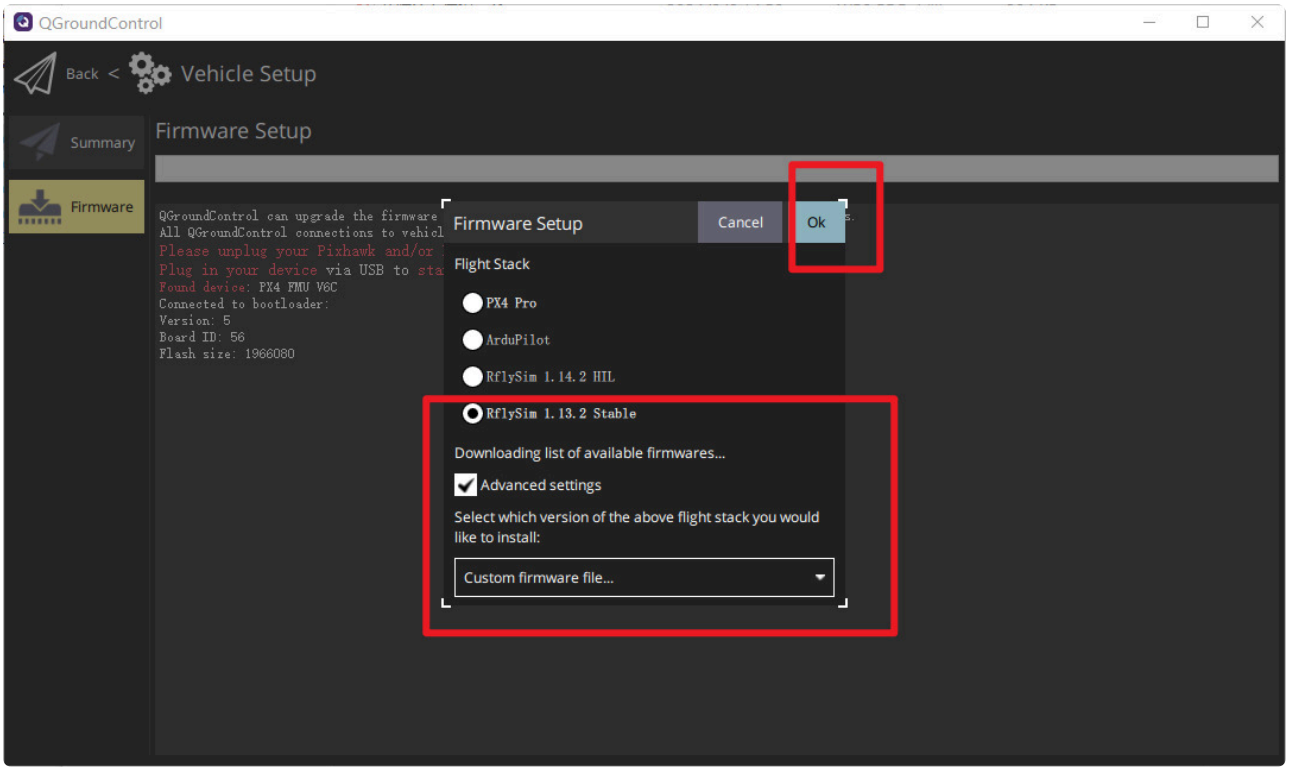
出现该提示语，拔出飞控



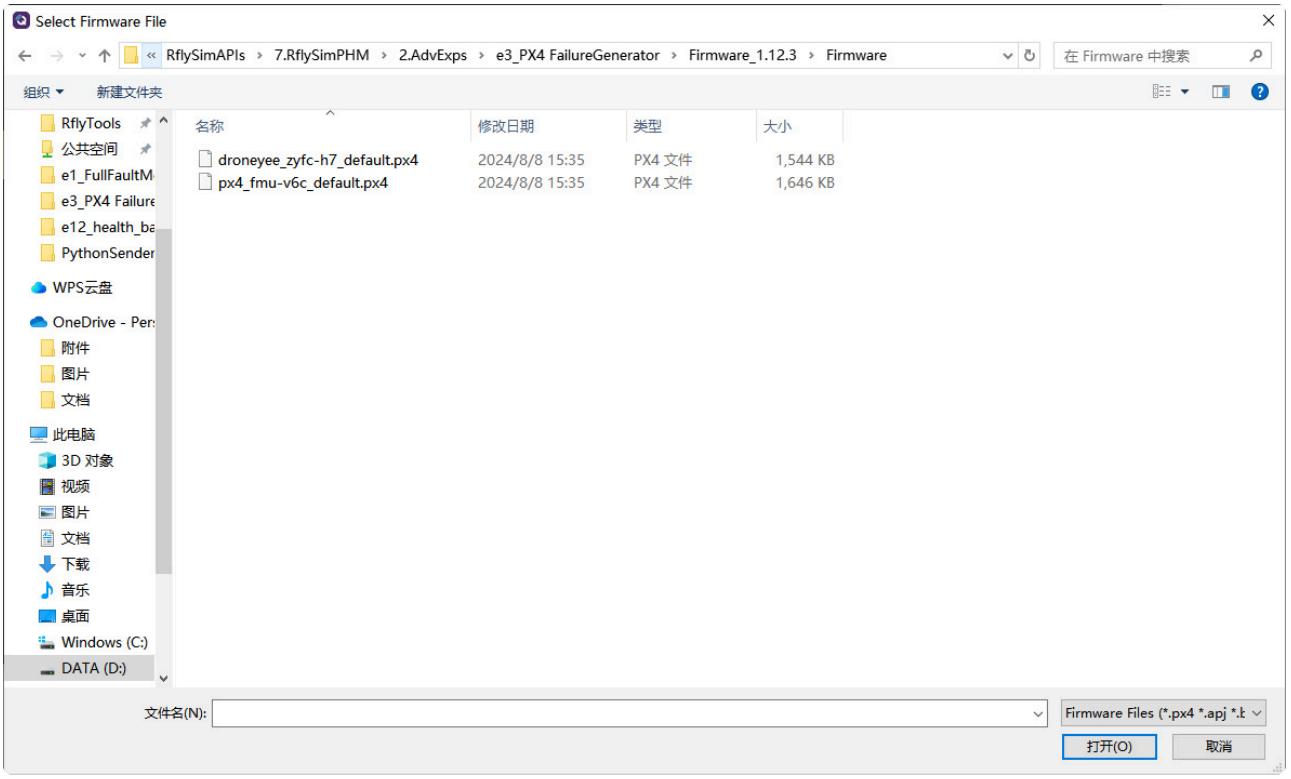
出现以下提示语时重新插入飞控。



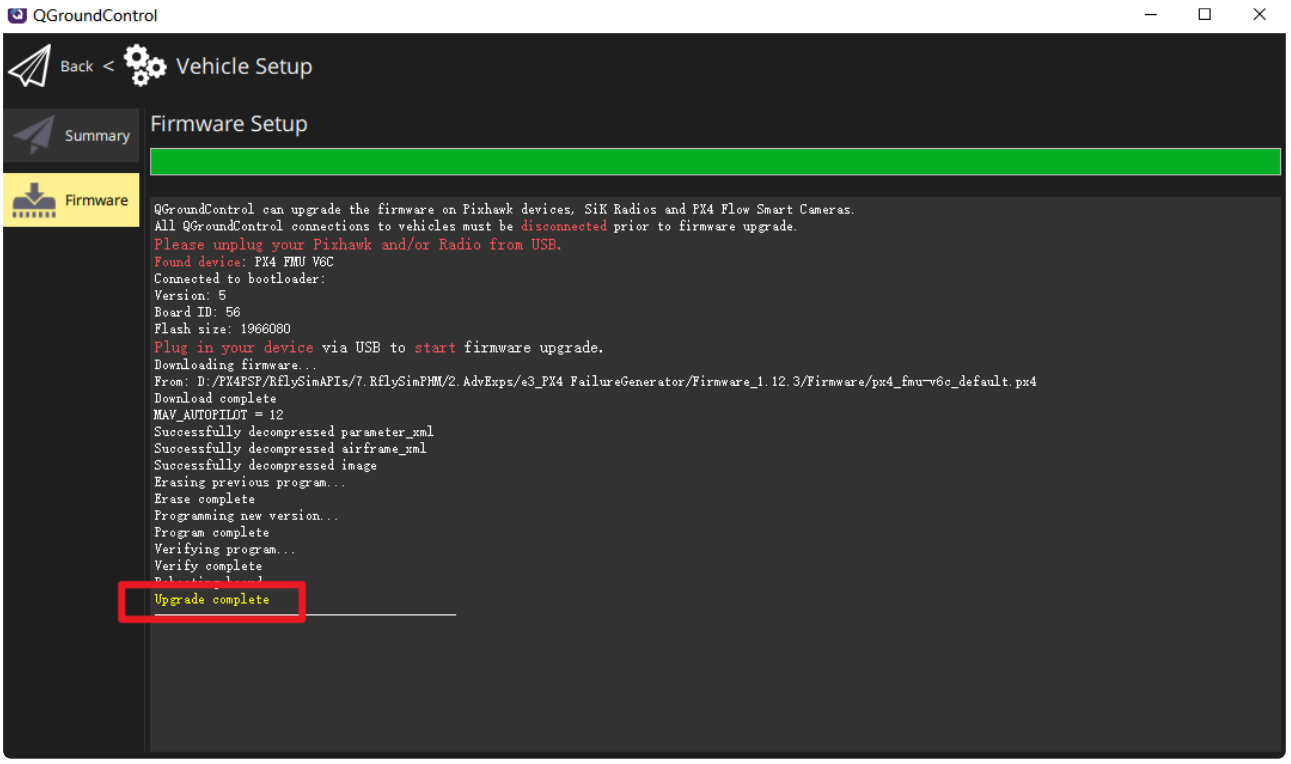
选择如下选项，然后点击ok



回到例程中Firmware文件夹下（具体如图），选择对应型号的.px4飞控驱动文件。（平台默认使用v6x型号飞控。）



出现upgrade complete后说明飞控驱动更新成功。

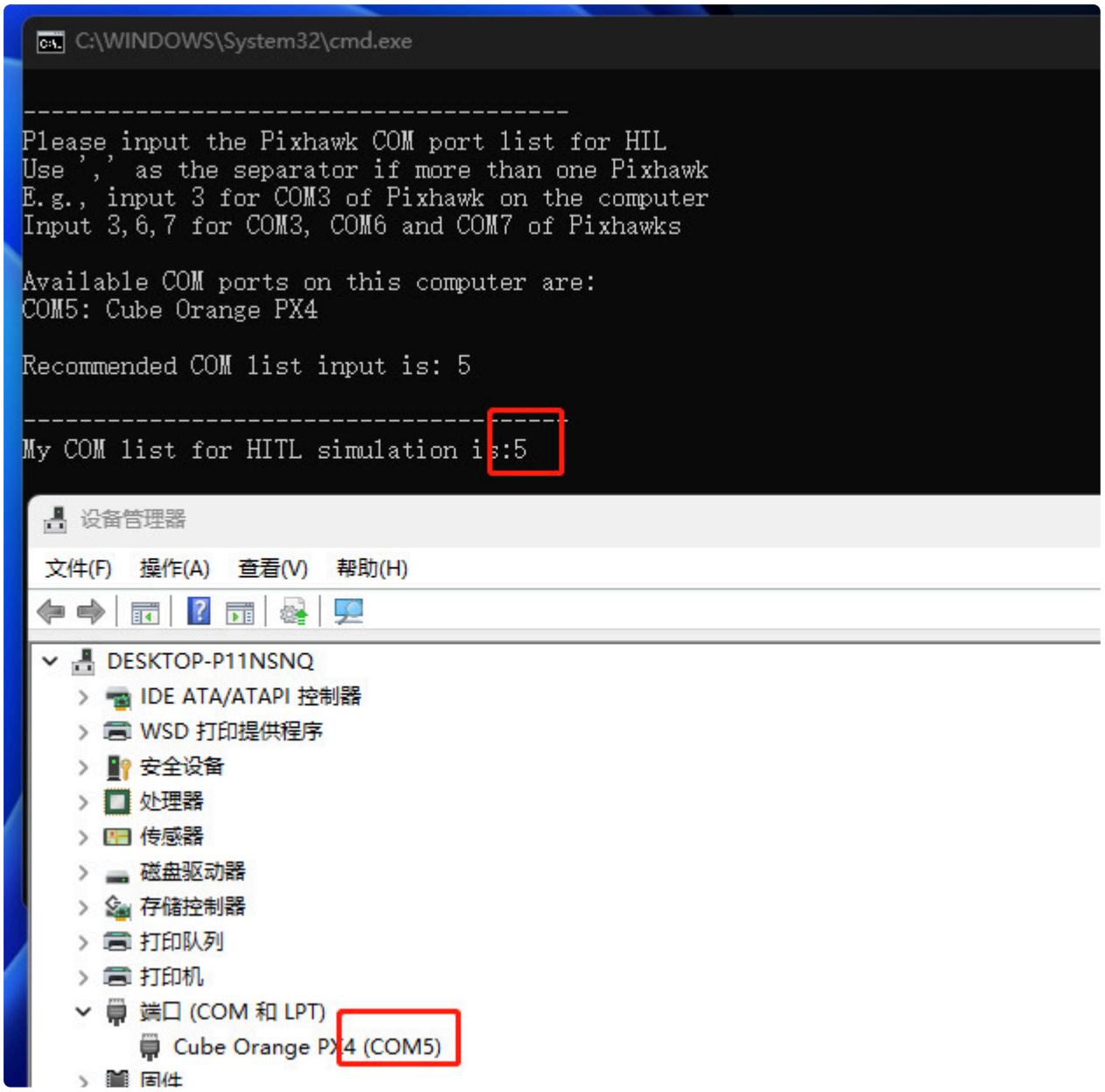


4.4 步骤4：打开硬件仿真

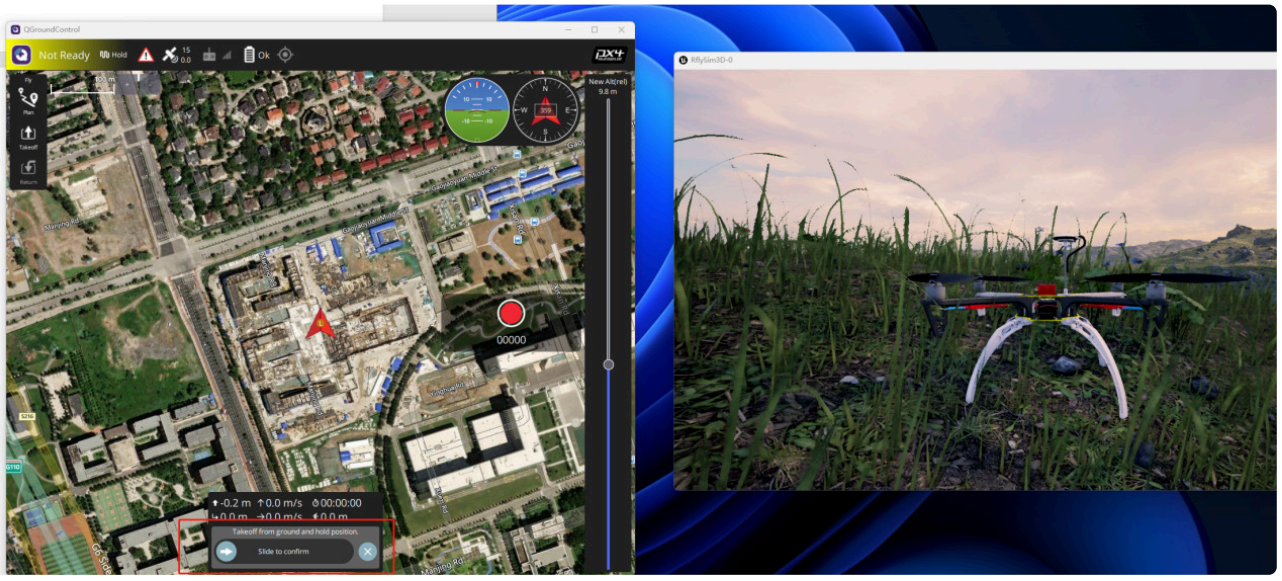
本次演示是通过udp进行连接飞控。（串口模式下后续操作步骤相同）

打开安装平台时自动安装在桌面的快捷方式："Desktop\RflyTools\HITLRun.lnk"，打开硬件在环仿真。

输入连接飞控板的端口数字

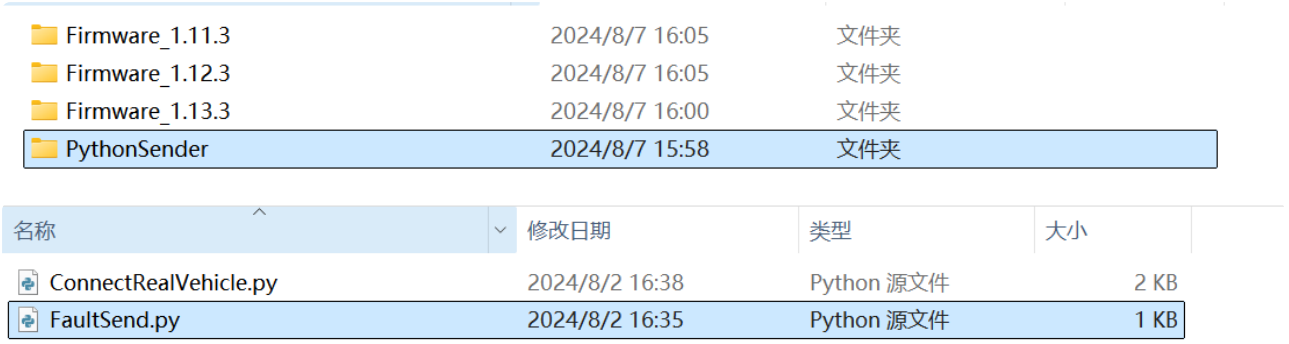


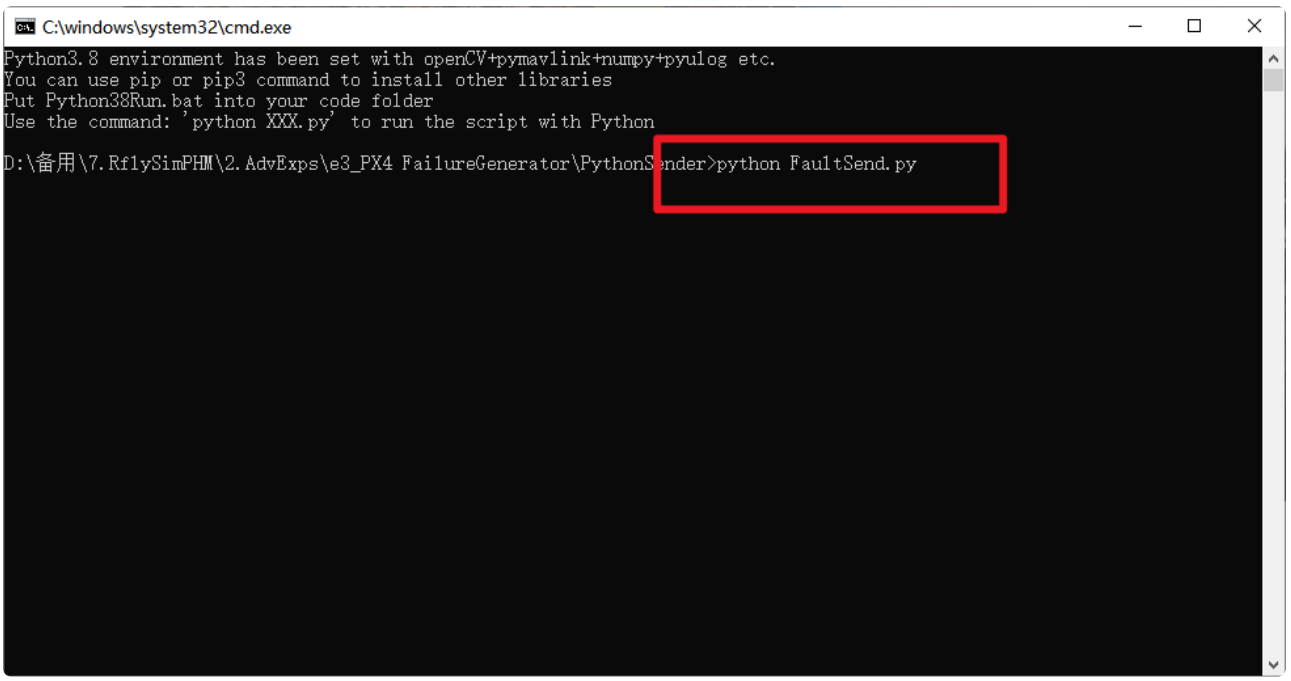
在QGC中点击起飞飞机。



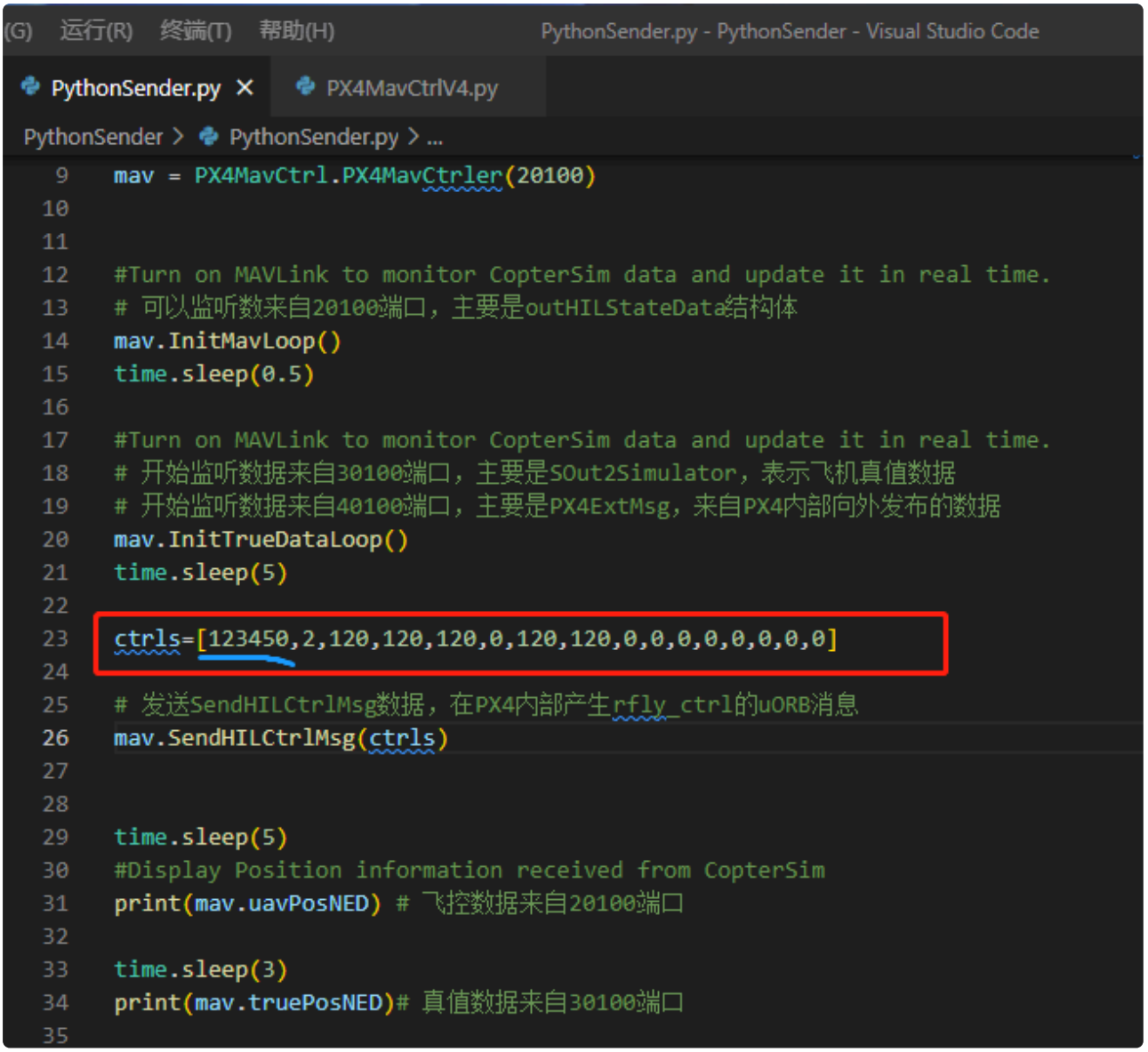
4.5 步骤5：运行py文件

用管理员权限打开PythonSender文件中的bat文件。使用bat文件运行FaultSend.py文件。





打开PythonSender文件中的FaultSend.py文件。



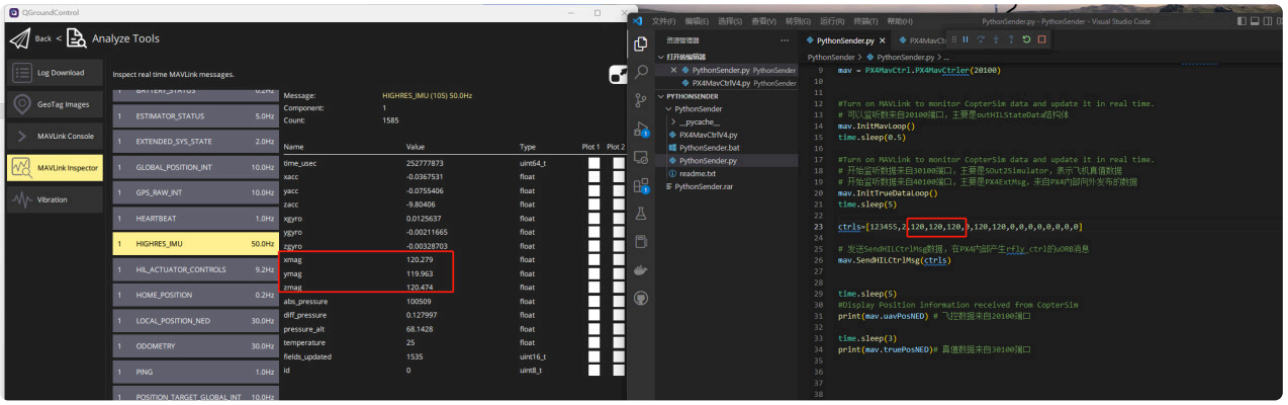
进行故障注入的参数 (重点)：

红色框为我们在msg文件中设置的16位控制数，其中蓝色划线为ID端口

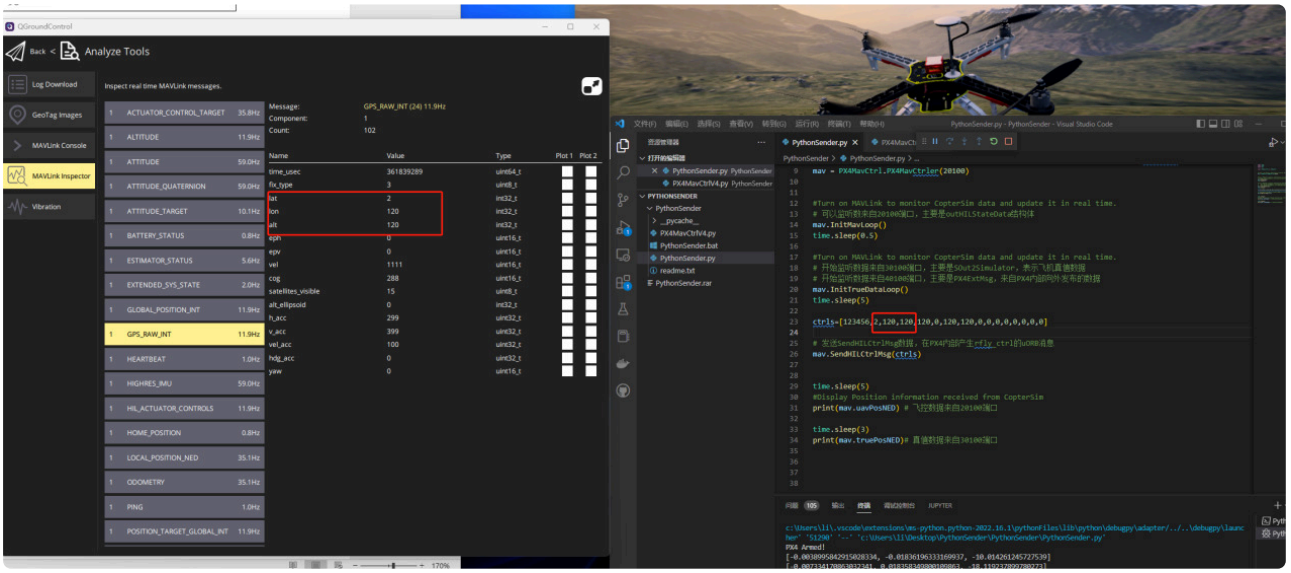
类型	ID号	备注
地磁	123455	第0位是ID，第一位是选择位（若为1，则是赋值方式，若为2，则是叠加方式），2，3，4位是参数
GPS	123456	第0位是ID，第一位是选择位，2，3，4位是参数
遥控器	123457	第0位是ID，第一位是选择位，后面是参数，根据遥控输出个数定

类型	ID号	备注
电机	123450	第0位是ID，第一位是选择位，后面是参数，参数个数根据电机输出个数定
加速度计	123542	第0位是ID，第一位是选择位，后面是参数，参数设定是X Y Z

地磁故障注入



GPS故障



5. 关键知识点

5.1 关键知识点1：导入模块和创建通信实例

导入所需的Python模块和PX4MavCtrlV4模块。根据实际情况选择使用UDP连接（默认）或串口连接来创建PX4MavCtrler实例。

5.2 关键知识点2：初始化飞行循环和离板控制模式

调用InitMavLoop方法来初始化MAVLink通信循环，以实时监控和更新无人机数据。调用initOffboard方法来配置无人机进入离板控制模式。

5.3 关键知识点3：发送HIL控制消息

使用SendHILCtrlMsg方法发送一系列控制指令给无人机，通常用于仿真环境中发送控制指令到无人机的仿真模型。

5.4 关键知识点4：主要功能点

- PX4MavCtrl.PX4MavCtrler(1)：创建MAVLink通信实例，1表示端口号，如果是USB连接，使用UDP默认端口。
- mav.InitMavLoop()：初始化与无人机的通信循环。
- mav.initOffboard()：初始化无人机的离板控制模式，这是一种不需要GPS信号的控制方式。
- mav.uavPosNED：获取无人机的位置信息。
- mav.SendMavArm(1)：发送指令给无人机，准备起飞（被注释，未执行）。
- mav.sendMavTakeOff：发送起飞指令（被注释，未执行）。
- mav.SendVelNED(0,0,-20)：发送指令给无人机，以特定的速度和方向移动（被注释，未执行）。
- time.sleep(2)：暂停程序执行，等待一段时间。
- ctrl：定义一个控制指令列表，包含了一系列的控制参数。
- mav.SendHILCtrlMsg(ctrl)：发送硬在环（Hardware-in-the-Loop）控制消息，用于控制无人机的模拟仿真。

5.5 关键知识点5：注意事项

代码中的注释部分提供了如何发送起飞和移动指令的示例，但这些功能在当前脚本中未启用。SendHILCtrlMsg方法通常用于仿真环境，可以发送控制指令到无人机的仿真模型。脚本中的print(mav.uavPosNED)将输出无人机的当前位置，但这需要无人机已经发送了位置信息。

6.参考资料

1. RflySim官方文档
2. PX4开发者指南
3. MAVLink协议规范

7.常见问题

Q1：编译固件时出现错误怎么办？

A1：检查开发环境是否正确配置，确认是否安装了正确的工具链和依赖库。确保使用的是支持的PX4固件版本（如1.11.3、1.12.3或1.13.3）。如果仍有问题，请尝试重新下载固件源码包。

Q2：固件烧录失败如何解决？

A2：首先确认飞控设备已正确连接到计算机，检查设备管理器中是否有可用的COM端口。确保QGroundControl中没有正在进行的连接。如果使用QGC进行烧录，请确保选择了正确的.px4固件文件和对应的飞控型号。

Q3：故障注入不起作用可能是什么原因？

A3：检查故障注入参数是否设置正确，确认发送故障消息的ID号和参数格式是否符合协议。确保飞控端已正确接收故障注入消息，同时验证仿真环境或实际硬件处于正常工作状态。

1. https://rflysim.com/ ↩
2. 推荐配置请见： https://rflysim.com/ ↩