

# 1. 实验名称及目的

## 1.1 实验名称

DLL模型接口FaultParamAPI.FaultInParams Matlab接口实验（仅限完整版及以上版本）

## 1.2 实验目的

FaultParamAPI.FaultInParams为RflySim平台DLL模型的故障参数输入接口，32维double型。该例程介绍如何通过Matlab的方式向FaultParamAPI.FaultInParams接口传入数据。

## 1.3 关键知识点

本实验需要电脑中部署Visual Studio

2022环境，部署方式见：[\[安装目](#)

[录\]\RflySimAPIs\1.RflySimIntro\2.AdvExps\6.VisualStudioInstall](#)

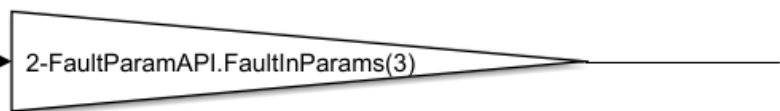
在 [Exp1\\_MinModelTemp\\_init.m](#) 中对FaultParamAPI.FaultInParams进行初始化：

```
Exp1_MinModelTemp_init.m × +
28
29 %% 故障与参数接口参数
30 % Define the 32-D FaultInParams vector for external modification
31
32 % 故障注入参数接口，32维
33 - FaultParamAPI.FaultInParams = zeros(32, 1);
```

DLL模型中将2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)作为inPWMs输入的增益。

PWM inputs from autopilot (16-dimensional float vector, range from -1-1)

1  
inPWMs

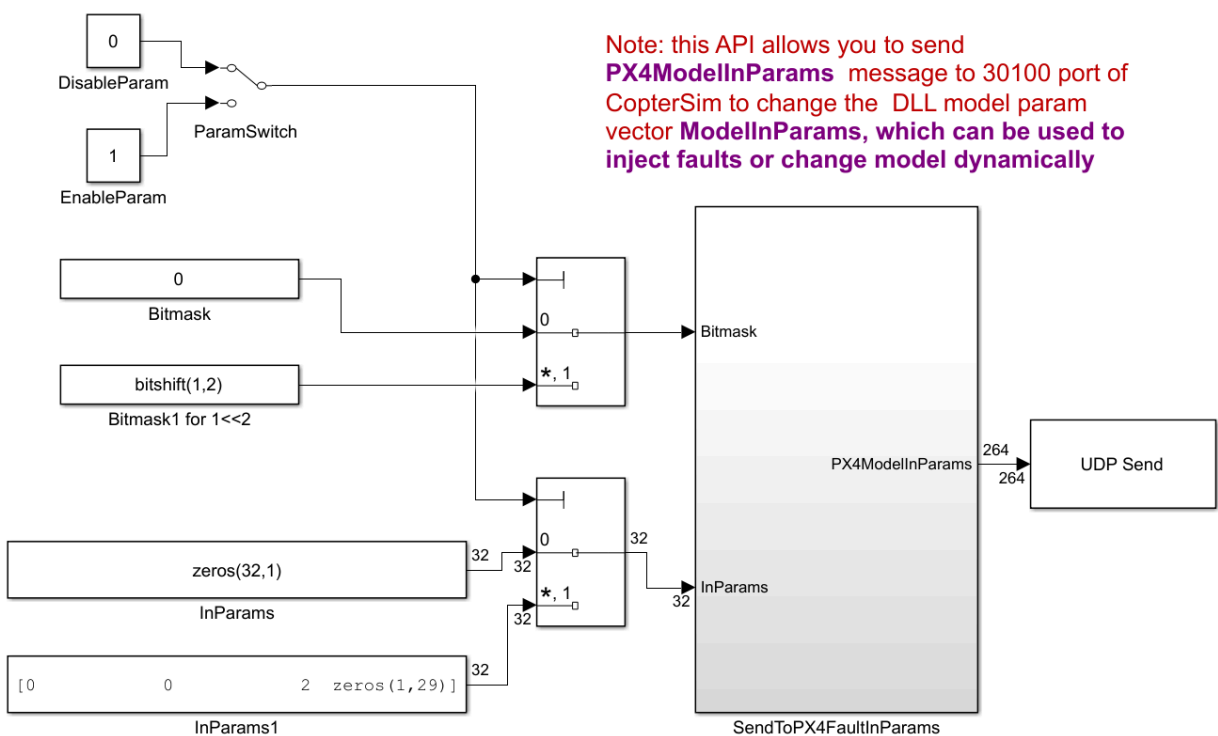


MotorFault

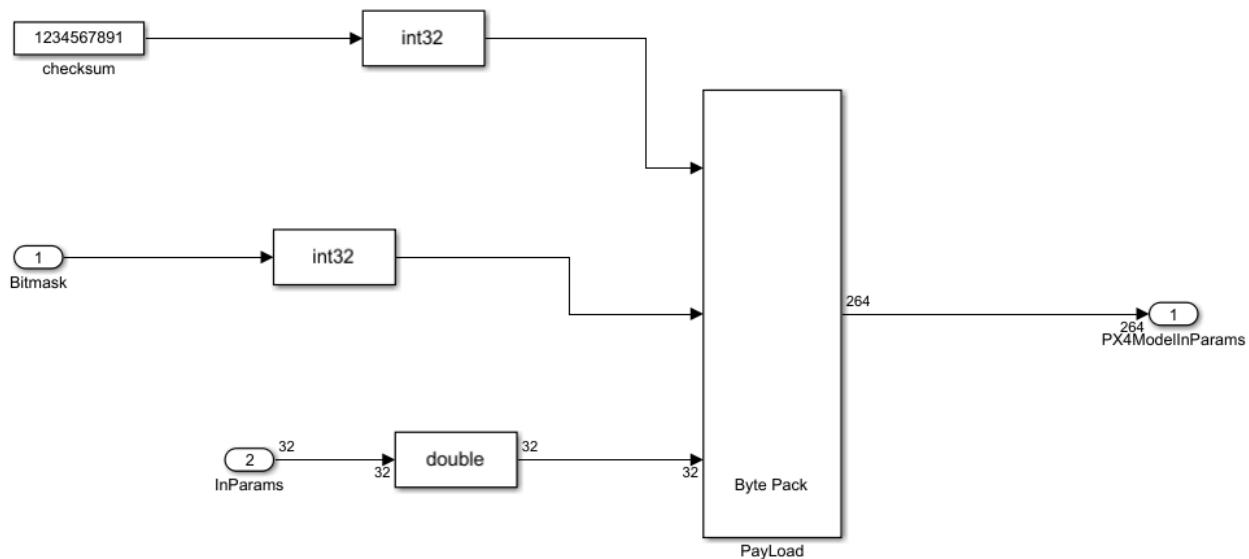
CopterSim中FaultParamAPI.FaultInParams结构体如下：

```
struct PX4ModelInParams{  
  
int checksum;//1234567891 for FaultInParam  
  
uint32_t Bitmask;  
  
double InParams[32];
```

PX4ExtMsgSender.slx中SendToPX4FaultInParams模块则是按照上述结构体打包数据，通过UDP 30100端口发出。



Send changing **FaultInParams** signal to CopterSim DLL model through port 30100, which can be used to fault injection.



```

struct PX4ModellnParams{
    int checksum;//1234567891
    int Bitmask;
    double InParams[32];
};

```

This message will be sent to PX4 DLL model's Params signals **ModellnParams[32]**.  
 The checksum should be set to 1234567891, and the data should be sent to port  $30100+(i-1)*2$ .  
 The bitmask specify which dimension of 32-D **ModellnParams vector**.

DLL模型中将2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)作为了输入的增益，因此当 FaultParamAPI.FaultInParams(3) $\geq$ 2时，输入会为0，电机转速为0，四旋翼将会坠地。

## 2. 实验效果

运行 [Exp1\\_MinModelTemp.bat](#) 启动软件在环仿真，通过QGC让四旋翼起飞到空中，运行 PX4ExtMsgSender.slx程序，切换ParamSwitch到EnableParam，可以看到四旋翼坠地。

## 3. 文件目录

例程目录：

[\[安装目录\]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\3.CustExps\e0\\_AdvApiExps\5.ParamAPI\2.FaultInParams\2.Matlab](#)

文件夹/文件名称	说明
Exp1_MinModelTemp.dll	修改后的动态链接库

文件夹/文件名称	说明
Exp1_MinModelTemp.slx	Simulink模型文件
Exp1_MinModelTemp_init.m	模型参数文件
Exp1_MinModelTemp.bat	软件在环仿真启动脚本
PX4ExtMsgSender.slx	Matlab测试例程

## 4. 运行环境

### 4.1 软件要求

Windows 10及以上版本；RflySim工具链；MATLAB 2017B及以上③。

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>

### 4.2 硬件要求

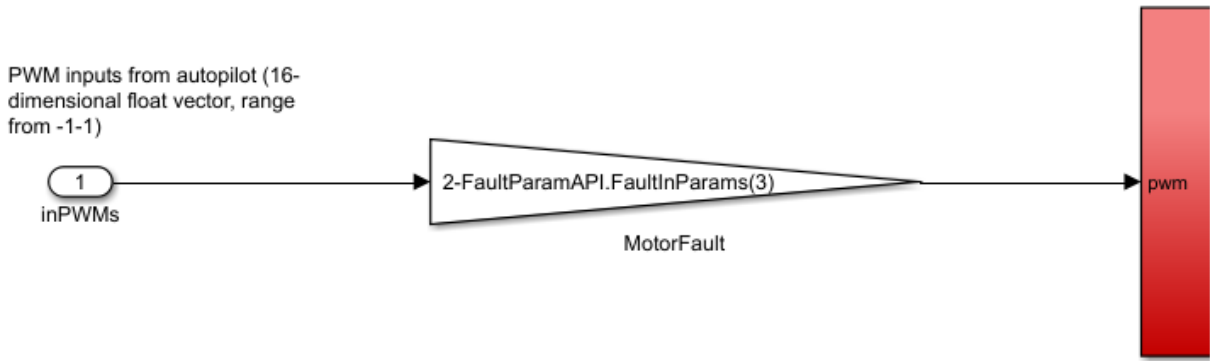
笔记本/台式电脑① 1台；\ \台；\ \台。

①：推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

## 5. 实验步骤

### Step 1: 修改模型并编译

在inPWMs输入链路上增加Gain，设置为2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)。



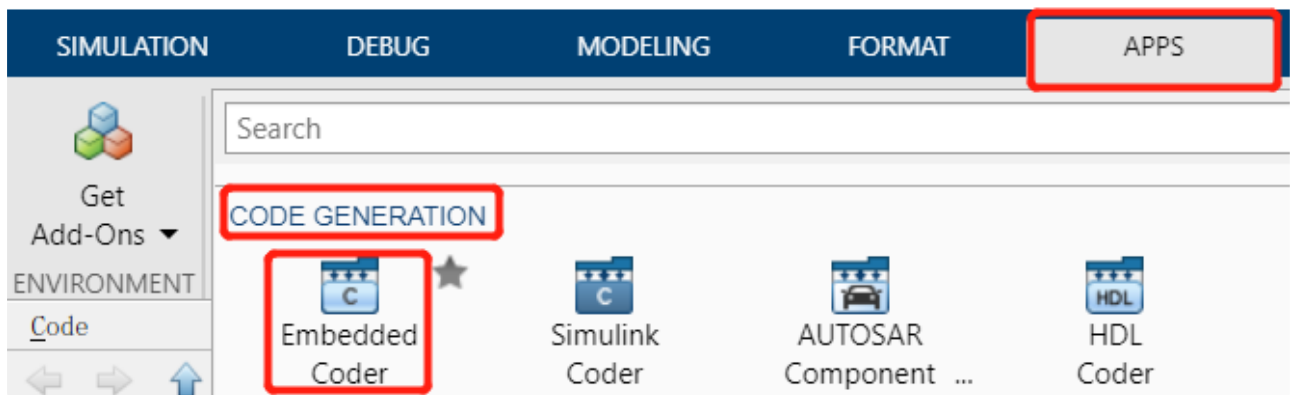
修改完成后，保存，并在Simulink中点击编译命令。

对于MATLAB 2019a及之前版本，工具栏样式见下图，直接点击它的编译按钮“Build”即可。

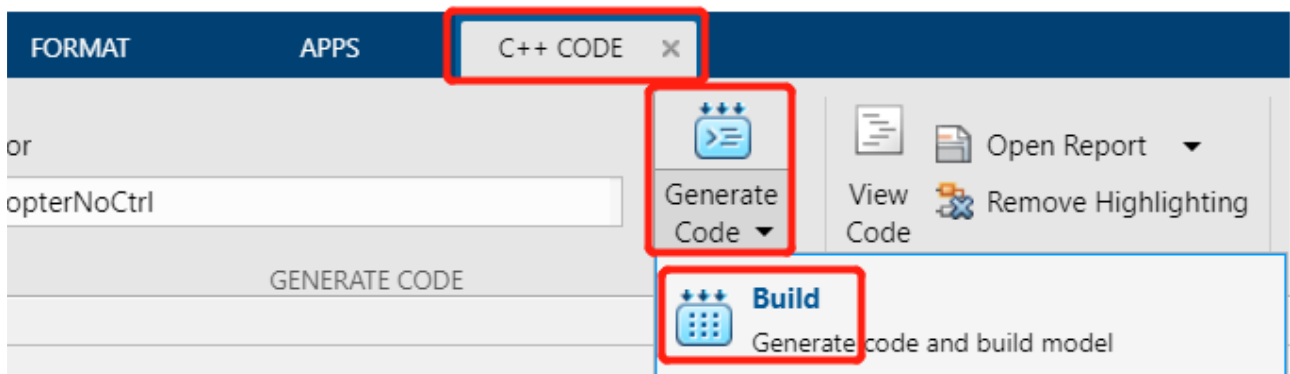


对于2019b及之后版本，点击APPS - CODE GENERATION - Embedded Coder才能弹出代码生成工具栏，在其中如下图所示点击“C++CODE” - “Generate Code” - “Build”按钮就能编译生成代码。

MulticopterCtrlVelocity/Force and Moment Model - Simulink

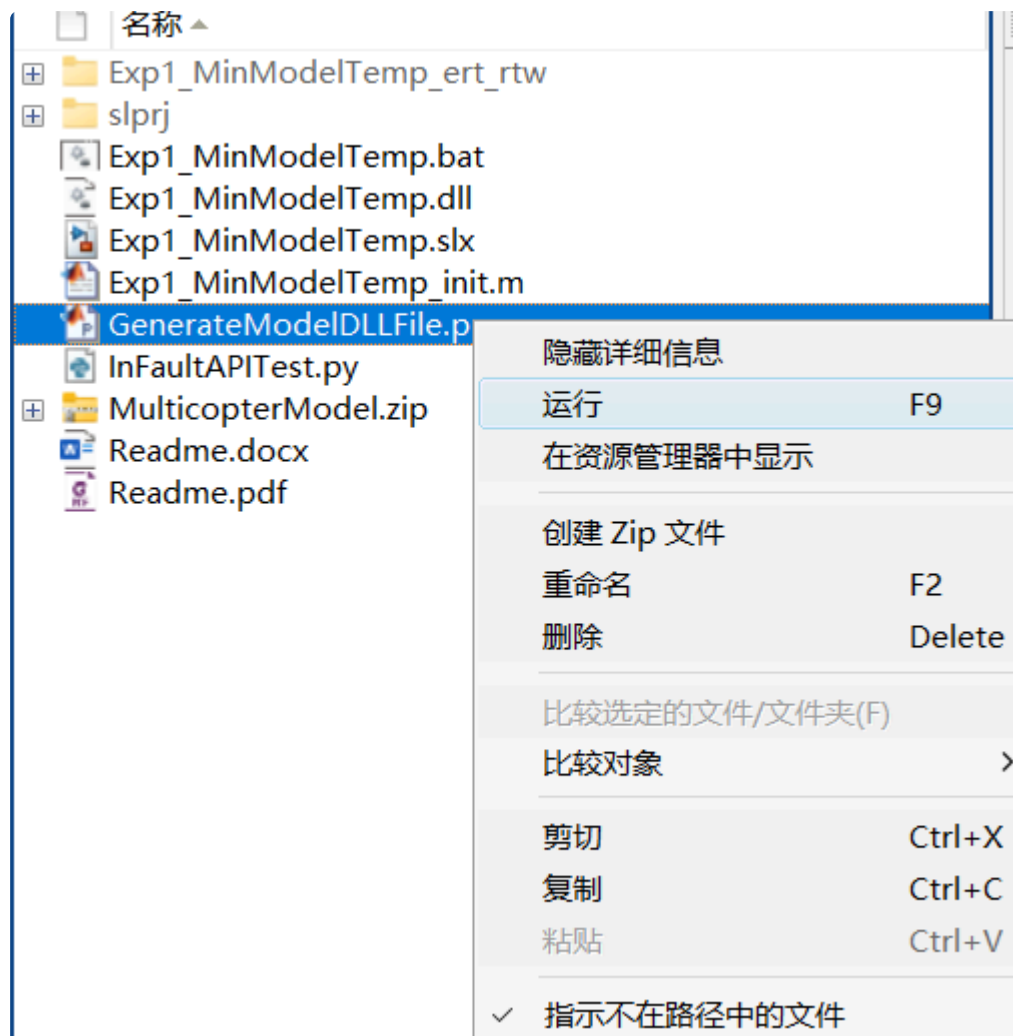


k



## Step 2: 生成DLL模型

右键运行 GenerateModelDLLFile.p 文件或在命令行窗口中输入 GenerateModelDLLFile后回车，得到修改后的动态链接库Exp1\_MaxModelTemp.dll。



## Step 3: 开启仿真

运行Exp1\_MaxModelTempSITL.bat,

slprj	2024/5/7 17:44	文件夹	
Exp1_MinModelTemp.bat	2024/4/18 16:30	Windows 批处理...	6 KB
Exp1_MinModelTemp.dll	2024/5/7 16:15	应用程序扩展	221 KB
Exp1_MinModelTemp.slx	2024/5/7 17:00	Simulink Model	63 KB
Exp1_MinModelTemp_init.m	2024/5/7 14:49	Objective C 源文件	3 KB
GenerateModelDLLFile.p	2024/4/30 16:04	MATLAB.p.23.2.0	7 KB
MulticopterModel.zip	2024/5/7 16:15	压缩(zipped)文件...	95 KB
PX4ExtMsgSender.slx	2022/7/27 22:17	Simulink Model	41 KB
PX4ExtMsgSender.slxc	2024/5/7 17:44	MATLAB.slxc.23....	16 KB
Readme.docx	2024/5/7 17:48	Microsoft Word ...	7,575 KB

输入1，启动1架无人机的软件在环仿真。

```

C:\WINDOWS\System32\cmd.exe
1 file(s) copied.
-----
Please input UAV swarm number:1

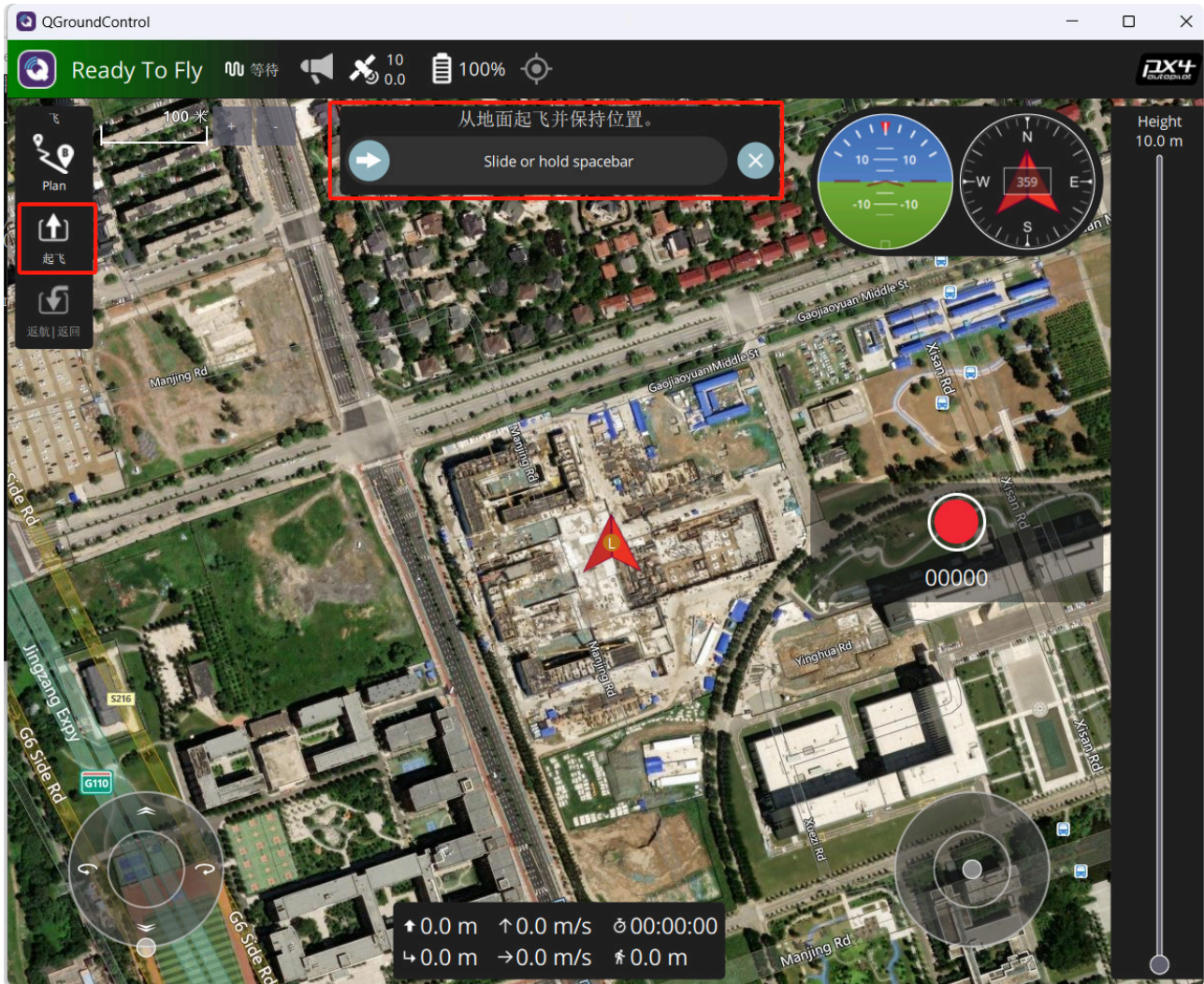
```

等待RflySim3D初始化完成。



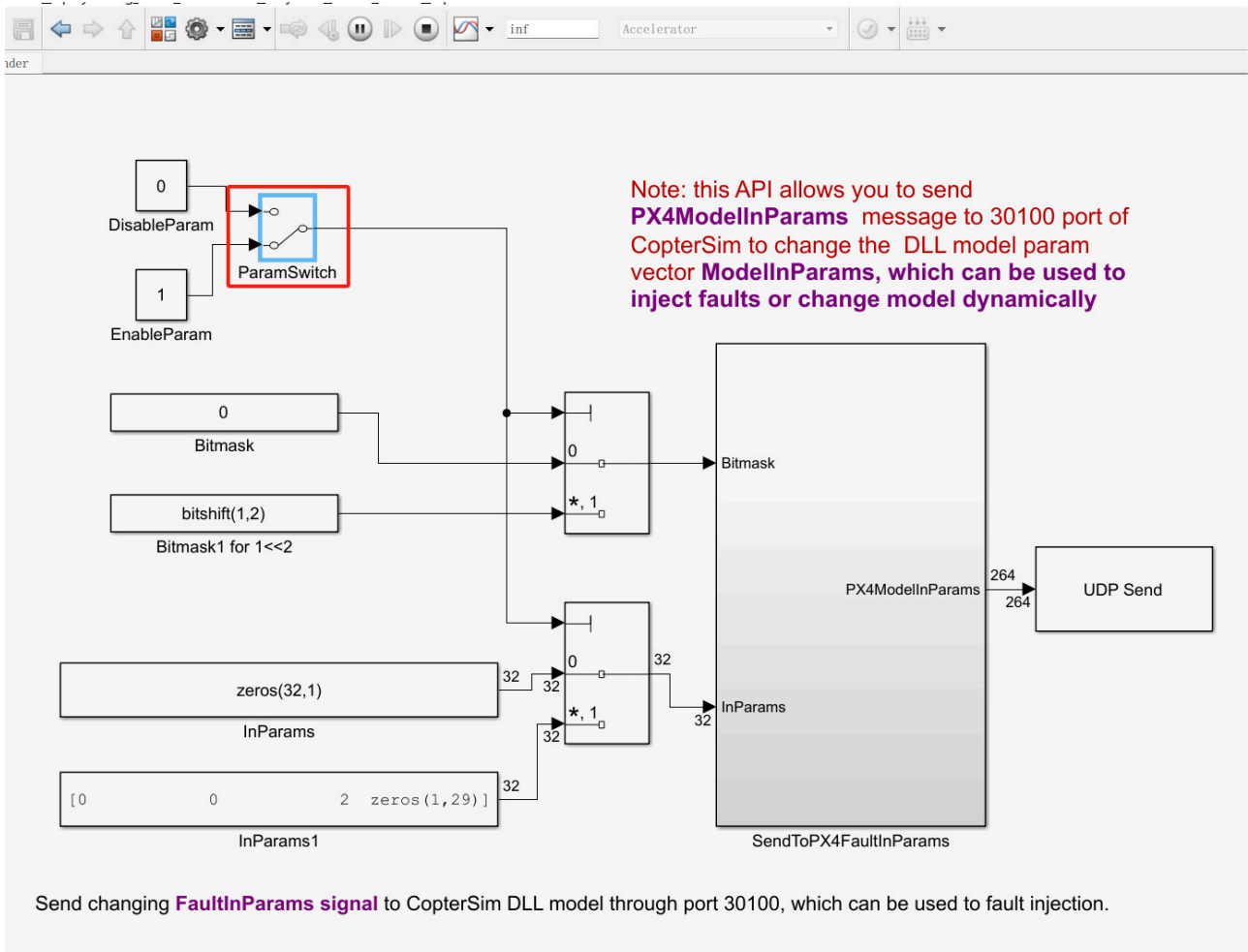
## Step 4: 起飞

通过QGC让四旋翼起飞到空中。



## Step 5: 观察结果

打开PX4ExtMsgSender.slx并运行，将ParamSwitch切换到EnableParam。



可以看到：

通过2-FaultParamAPI.FaultInParams(3)让输入为0，电机转速变为0，四旋翼坠地，触发故障。

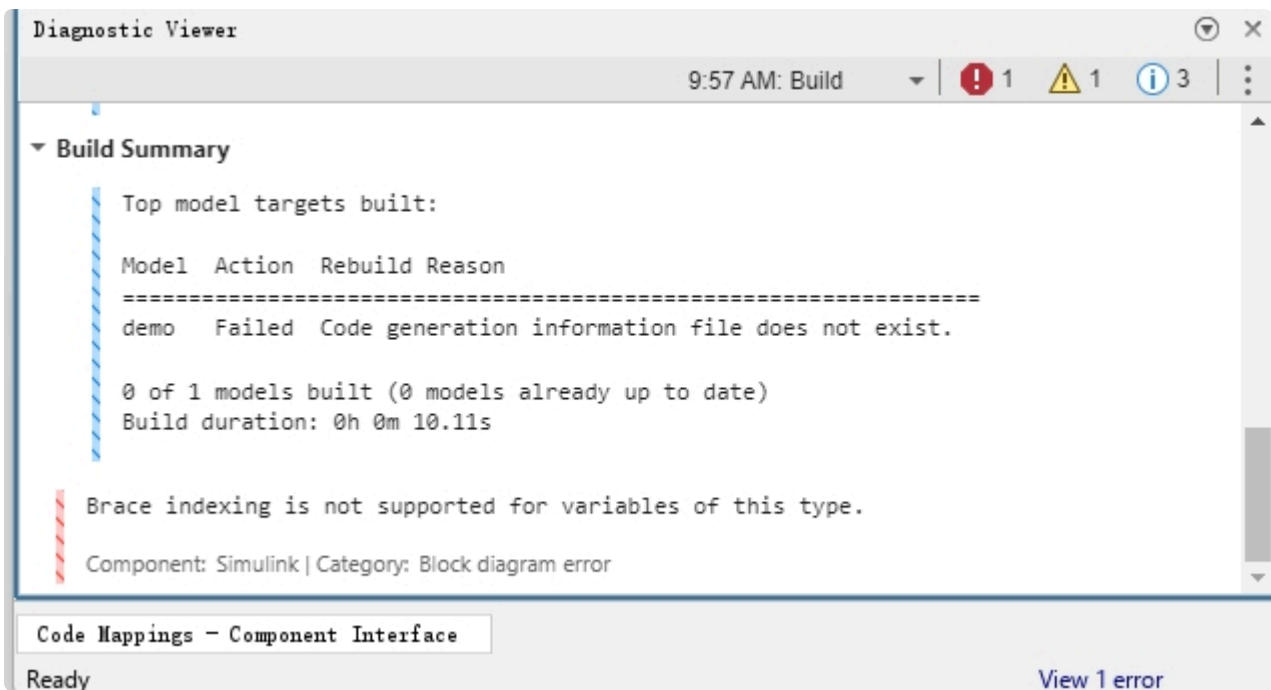


## 6.参考资料

1. DLL/SO模型与通信接口 [..\..\PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf](#)
2. 外部控制接口 [..\..\PX4PSP\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf](#)
- 3.

## 7.常见问题

Q1: 未正确安装visual studio c++编译环境并配置mex，导致Simulink文件编译失败



A1: 首先将低于当前MATLAB版本的Visual Studio C++编译环境安装到VS默认安装目录，然后在MATLAB的命令行窗口中输入指令“mex -setup”，一般来说会自动识别并安装上支持的编译器（例如Visual C++ 2017），命令行显示“MEX 配置使用 ‘Microsoft Visual C++ 2017’ 以进行编译”的字样说明安装正确。详细环境配置参考” [RflySim平台安装目录]\RflySimAPIs\4.RflySimModel\API.pdf “中的环境配置

Q2: 编译报错，无法加载库文件



A2: 这可能是由于安装平台时PX4PSP工具箱未更新到最新版，更新RflySim安装包后按照如下配置重新安装平台即可

Toolbox one-key installation script: RflySimA... — □ ×

(1) Software package installation directory  
C:\PX4PSP

(2) PX4 firmware compiling command: firmware versions <= PX4-1.8 use format px4fmu-v3\_default; >= PX4-1.9 use format px4\_fmu-v3\_default  
px4\_fmu-v6c\_default

(3) PX4 firmware version (1: PX4-1.7.3, ... , 6: PX4-1.12.3, 7: PX4-1.13.2, 8: PX4-1.14.4, 9: PX4-1.15.0)  
9

(4) PX4 firmware compiling toolchain (1: WinWSL[suitable for all versions], 2: Msys2[suitable for <= PX4-1.8], 3: Cygwin[for >=PX4-1.8])  
1

(5) Whether to reinstall PSP toolbox (yes to reinstall and no to remain current installation)  
yes

(6) Whether to reinstall the dependent software packages (CopterSim, QGroundControl, CopterSim, etc. About 5 minites)  
no

(7) Whether to reinstall the selected compiling toolchain (yes to reinstall and no to remain unchanged, about 5 minites)  
no

(8) Whether to reinstall the selected PX4 firmware source code (yes to reinstall and no to remain unchanged, about 5 minites)  
no

(9) Whether to pre-compile the selected firmware with the selected command (yes to compile and no to remain unchanged, about 5 minites)  
no

(10) Whether to block the actuator outputs in the PX4 firmware code ("yes" to use Simulink controller, "no" to use PX4 official controller)  
no

OK Cancel