

# 1. 实验名称及目的

**失效保护逻辑设计实验：**根据基础实验和分析实验，实现四旋翼返航和遥控器失联时能自动着陆。

# 2. 实验原理

将前几个实验设计调参的控制器进行编译烧录进飞控中，然后使用飞思 X200 无人机进行实飞，最后观察控制指令与实时响应的控制情况。

详细内容请参考文献[3]第 12 讲\_实验八\_失效保护逻辑设计实验.pptx，文献[4]第 14 讲\_健康评估和失效保护 V2.pptx。

# 3. 实验效果

实现四旋翼返航和在遥控器失联时多旋翼能自动返航着陆。

# 4. 文件目录

文件夹/文件名称		说明
icon	Init.m	模型初始化参数文件。
	MavLinkStruct.mat	MAVLink 结构体数据文件。
	pixhawk.png	Pixhawk 硬件图片。
	readme.pdf	机架类型修改说明文件。
	UE_Logo.jpg	RflySim3D 软件图片。
	F450.png	F450 飞机模型图片。
msg	costom_failsafe_e8.msg	自定义的 uORB 消息。
	PX4uORBMsgGen.m	自动生成自定义 uORB 消息脚本。
Init_control.m		控制器初始化参数文件。
FailsafeLogic_FLY.slx		实飞模型文件(遥控器输入归一化处理)。
zyfc-h7_0.0.8.px4		卓翼 H7 官方实飞固件
X450.params		X450 飞机参数。

# 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 <sup>①</sup>	1
2	RflySim 平台免费版及以上版本	飞思 X450 飞机 <sup>②</sup>	1
		遥控器 <sup>③</sup>	1
		数据线、杜邦线等	若干

①：推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com>

②：本实验中所使用的飞机为飞思 X450 飞机的模型设计版，该飞机所搭载的飞控为 Pixhawk 6 C mini，须保证平台安装时的编译命令为：px4\_fmu-v6c\_default，固件版本为：1.13.3。  
其他配套飞控请见：<http://doc.rflysim.com>。

③：本实验演示所使用的遥控器为：天地飞 ET10、配套接收器为：WFLY RF209S。遥控器相关配置见：[..\e11\\_RC-Config\Readme.pdf](#)

## 6. 官方固件实飞步骤

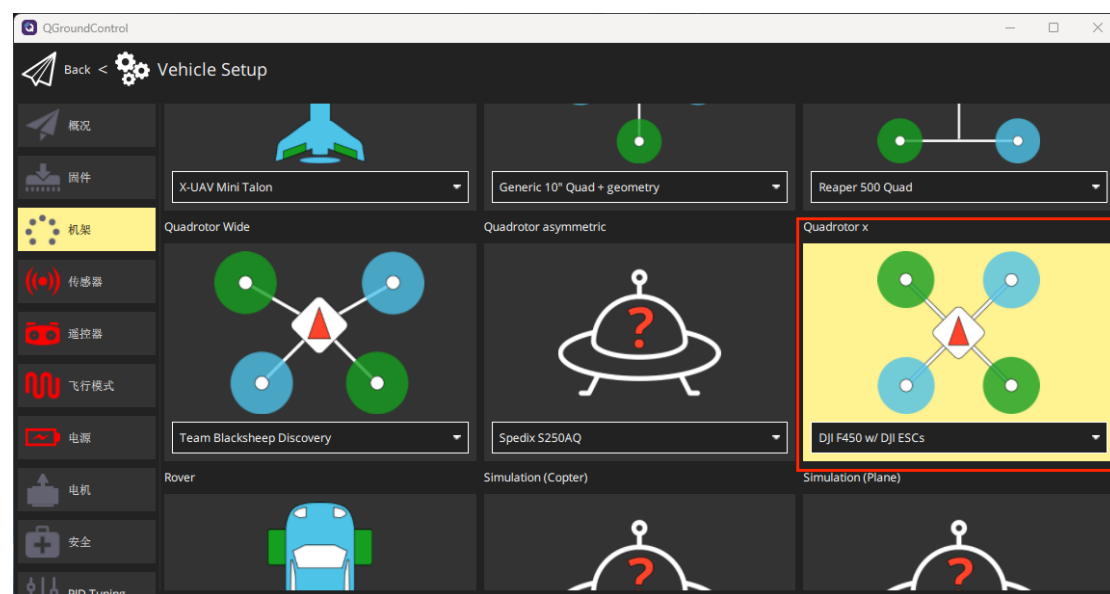
### Step 1:

请扫码或点击下方二维码，将本例程文件夹下：[px4\\_fmu-v6c\\_default1133.px4](#)(飞控固件)上传至飞控中。



### Step 2:

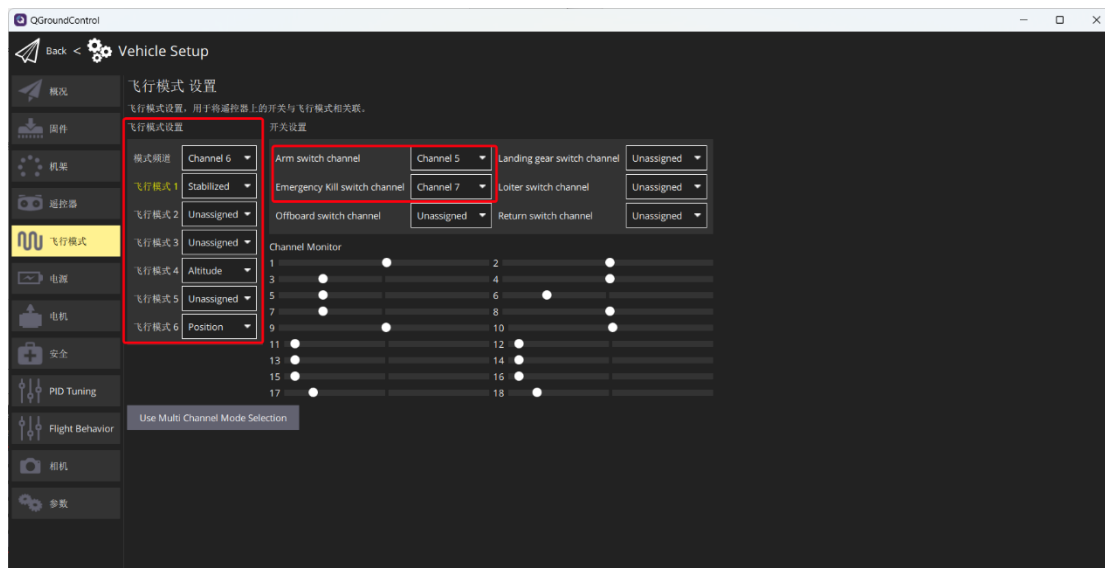
将飞机通过 USB 与电脑进行连接，打开 QGC 软件，设置机架为：DJI F450 w/ DJI ES Cs;



### Step 3:

选择加载本例程文件夹下的参数文件：[X450.params](#) 文件。

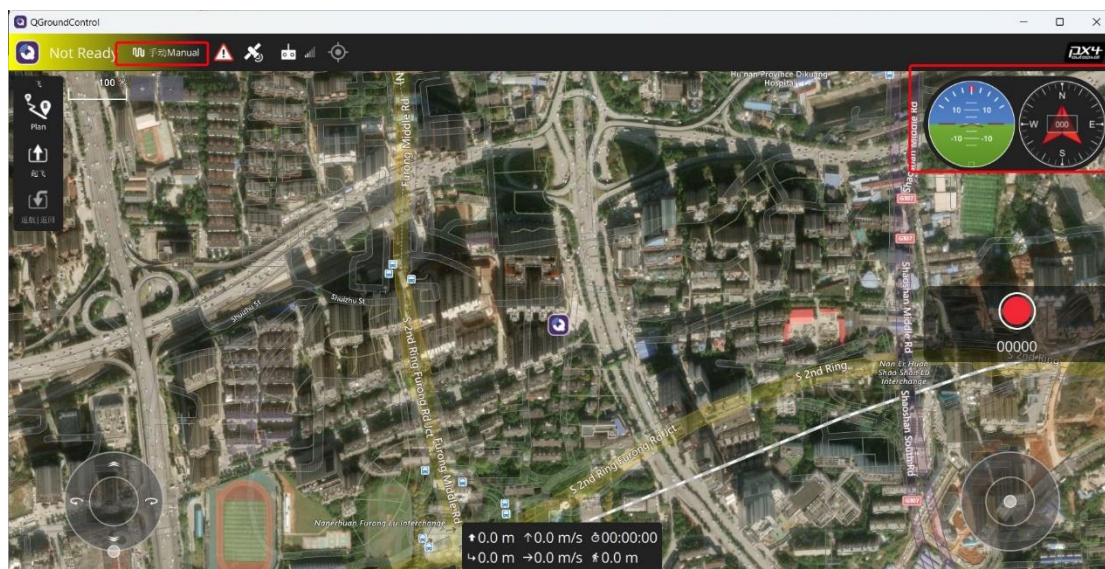




注：该飞行模式中的各通道设置须于遥控器中所设置的通道对映。

## Step 5:

手动摆动飞机，查看 QGC 右上角仪表盘的显示情况，并确认飞机状态切换到手动 Manual 模式下。



## Step 6:

请在指定飞场进行无人机实飞，若正常起飞，说明无人机状态良好；若未正常起飞，请检查传感器校准、参数设置等，具体请联系飞机生产厂家进行解决。**请务必保证飞机状态良好的情况下，再进行下一步操作。**

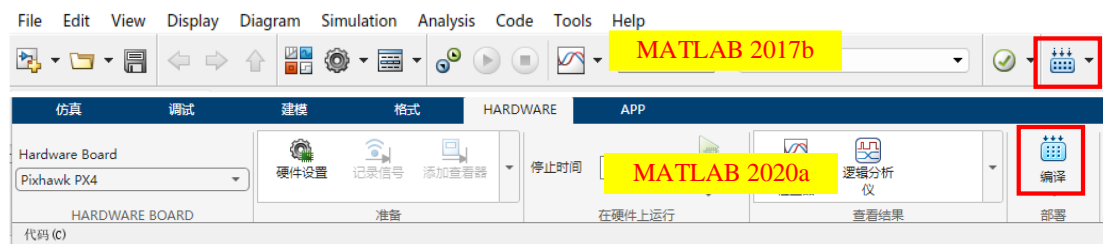
## 7. 本实验步骤

### Step 1:

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中先运行 FLY-X450/msg/ PX4uORBMsgGen.m 文件，再打开 FLY-X450/Init\_control.m 文件，点击运行，运行之后会自动打开 FailsafeLogic\_FLY.slx 文件。

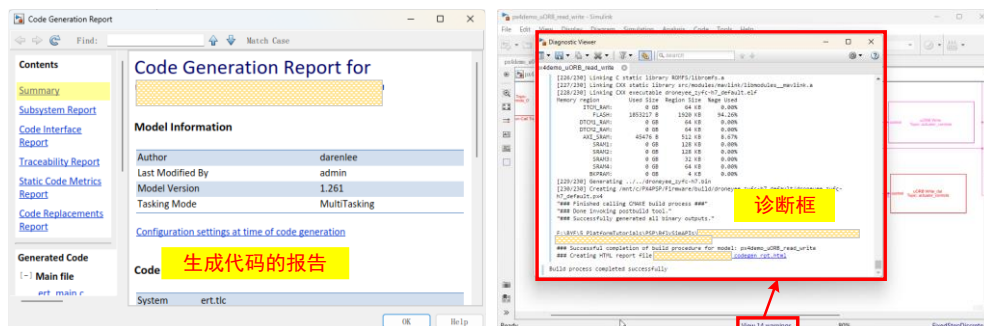
### Step 2:

在打开的 FailsafeLogic\_FLY.slx 文件的 Simulink 模型界面下，点击编译命令。



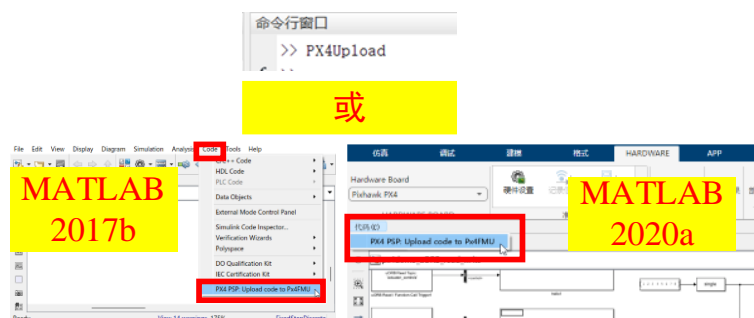
### Step 3:

在 Simulink 的下方点击 View diagnostics 指令，即可弹出诊断对话框，可查看编译过程。在诊断框中弹出 Build process completed successfully，即可表示编译成功，左侧为生成的编译报告。



### Step 4:

用 USB 数据线链接飞控(或飞机)与电脑。在 MATLAB 命令行窗口输入：PX4Upload 并运行，弹出 CMD 对话框，显示正在上传固件至飞机中，等待上传成功。





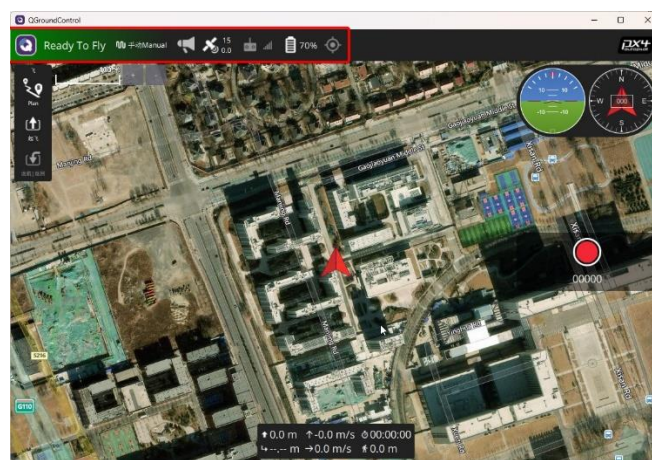
```
C:\WINDOWS\SYSTEM32\cmd
Loaded firmware for board id:  size: 1903433 bytes (92.20%), waiting for the bootloader...

Found board id:  bootloader version: 5 on COM5
sn: 001e0035425650c20323441
chip: 10016451
family: b'STM32F7[6|7]x'
revision: b'Z'
flash: 2064384 bytes
Windowed mode: False

Erase : [=====] 100.0%
Program: [ ] 3.4%
```

## Step 5:

打开 QGroundControl 软件，等待飞机连接成功。确认无人机机架类型选择如下图，并设置遥控器通道如下，其中 CH5 为解锁，CH6 为模式切换。



## Step 6:

遥控器的设置如下图。注：遥控器设置中，CH5 通道需设置为二段式开关，CH6 通道设置为三段式开关。具体设置请见本平台的[遥控器配置手册](#)。



## Step 7:

为确保安全，可在飞机上系上安全绳，并将安全绳的另一端固定在重物上。飞行时人

---

在安全半径以外，解锁多旋翼，先在手动模式下飞行一段时间，然后关闭遥控器电源，这意味着遥控器失联了，可以看到飞行器自动返航并着陆。



## 8. 参考文献

- [1]. 全权,杜光勋,赵峙尧,戴训华,任锦瑞,邓恒译.多旋翼飞行器设计与控制[M],电子工业出版社,2018.
- [2]. 全权,戴训华,王帅.多旋翼飞行器设计与控制实践[M],电子工业出版社,2020.
- [3]. 第 12 讲\_实验八\_失效保护逻辑设计实验.pptx.
- [4]. 第 14 讲\_健康评估和失效保护 V2.pptx.

## 9. 常见问题

Q1: 无

A1: 无