

1、实验名称及目的

传感器标定实验：基于前面的基础实验和分析实验，独立完成磁力计的标定。根据给出的磁力计误差模型，设计磁力计数据采集模型，用测得的数据和 LM 算法函数求出模型参数的最优解，完成磁力计的标定，并绘制标定前后的指标对比图。

2、实验效果

标定后的最优化指标比标定前的最优化指标更小，最优化指标随着迭代次数的增加收敛的很快，并且趋向于常值 0.5。

3、文件目录

文件夹/文件名称		说明
rawdataFile	e_acc_A.bin	飞控飞行日志文件。
px4_read_binary_file.m		MATLAB 飞行日志读取处理函数。
acquire_data_ag.slx		获取飞控中加速度计数据模型文件。
calFunc.m		加速度计误差模型函数
calLM.m		对飞控中采集到的数据基于误差模型进行计算并标定。
lm.m		Levenberg–Marquardt 求解最小值函数。
readdata.m		飞控中的数据读取程序。

4、运行环境

序号	软件要求	硬件要求	
		名称	数量(个)
1	Windows 10 及以上版本	笔记本/台式电脑 ^①	1
2	RflySim 平台免费版及以上	卓翼 H7 飞控 ^②	1
3	MATLAB 2017B 及以上	遥控器 ^③	1
4		遥控器接收器	1
5		数据线、杜邦线等	若干

①：推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com/1.1InstallMethod.html>

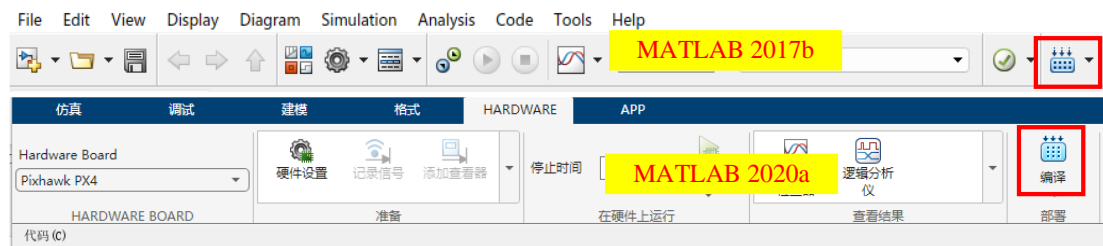
②：须保证平台安装时的编译命令为：droneyee_zyfc-h7_default，固件版本为：1.12.1。其他配套飞控请见：<http://doc.rflysim.com/hardware.html>

③：本实验演示所使用的遥控器为：福斯 FS-i6S、配套接收器为：FS-iA6B。遥控器相关配置见：<http://doc.rflysim.com/hardware.html>

5、实验步骤

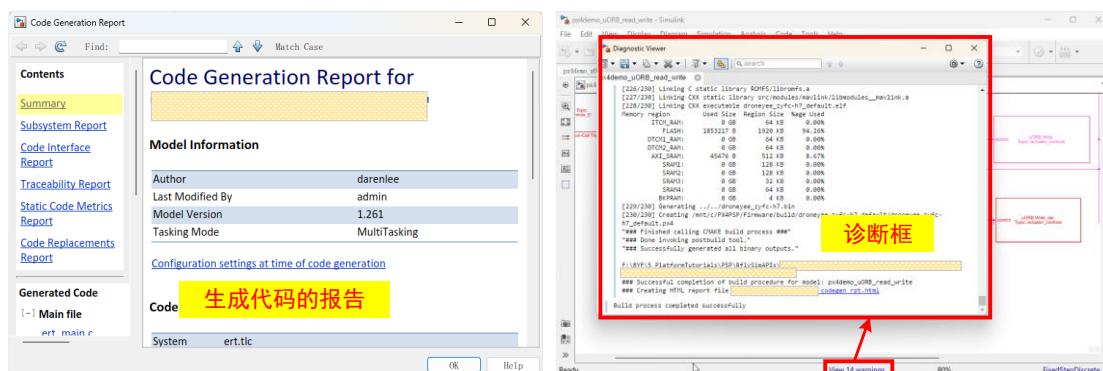
Step 1:

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开 acquire_data_ag.slx 文件，在 Simulink 中，点击编译命令。



Step 2:

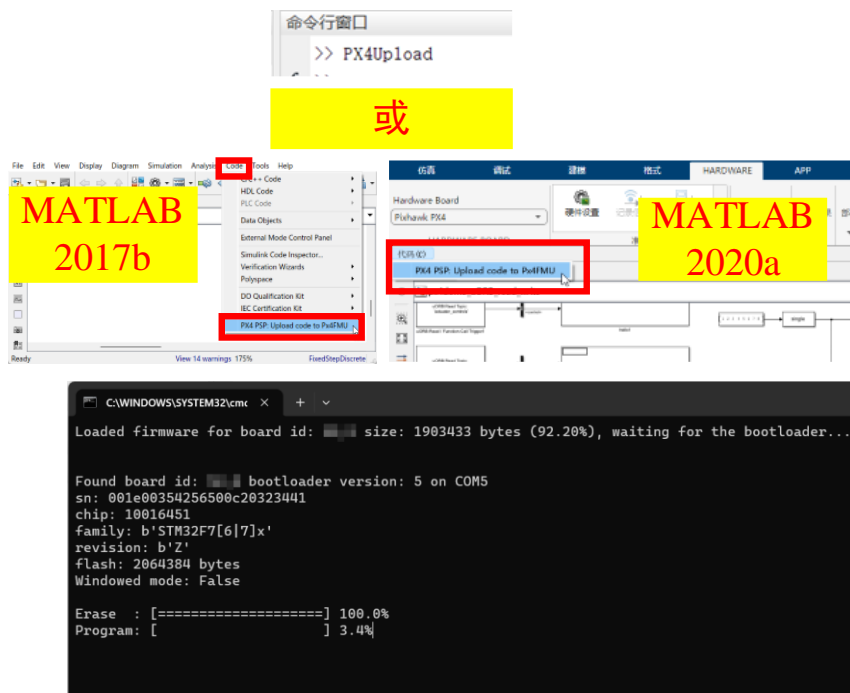
在 Simulink 的下方点击 View diagnostics 指令，即可弹出诊断对话框，可查看编译过程。在诊断框中弹出 Build process completed successfully，即可表示编译成功，左图为生成的编译报告。



Step 3:

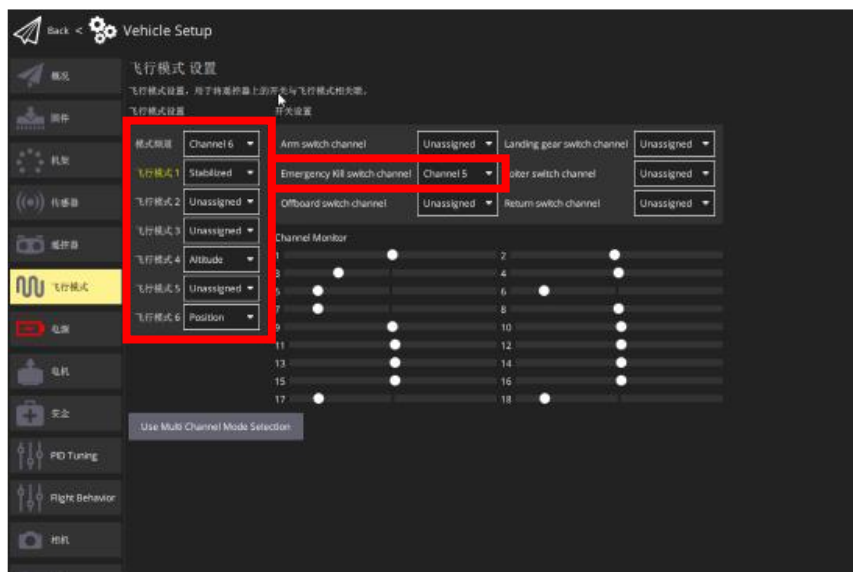
用 USB 数据线链接飞控与电脑。在 MATLAB 命令行窗口输入：PX4Upload 并运行或点击 PX4 PSP: Upload code to Px4FMU，弹出 CMD 对话框，显示正在上传固件至飞控中，等待上传成功。





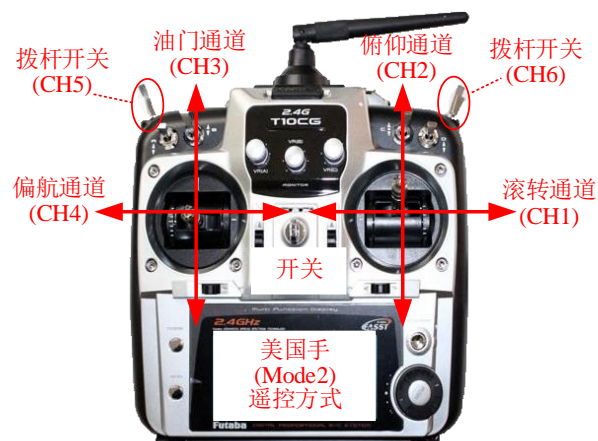
Step 4:

上传成功后，打开 QGroundControl 软件。确认无人机机架及遥控器通设置如下：



Step 5:

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。



Step 6:

拨动遥控器的 CH5 到最底部，即：CH5>1500，自驾仪开始往 SD 卡中写入数据，然后按照下图所示面向六个方向放置自驾仪，并分别在每个方向逆时针或顺时针旋转自驾仪。最后，将遥控器 CH5 通道拨到最顶部，即：CH5<1500，会停止采集数据。

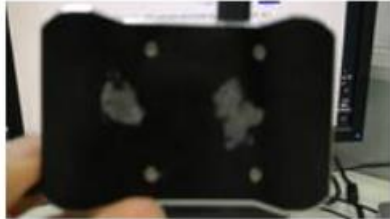
注：若暂时无法采集到飞控中的数据，可使用本实验文件夹中的“rawdataFile/e3_m_A.bin”文件，也可进行下一步实验，但需将 e3_m_A.bin 文件复制到本实验文件夹中。



① 朝上



② 朝下



③ 朝左



④ 朝右



⑤ 朝上



⑥ 朝下

Step 7:

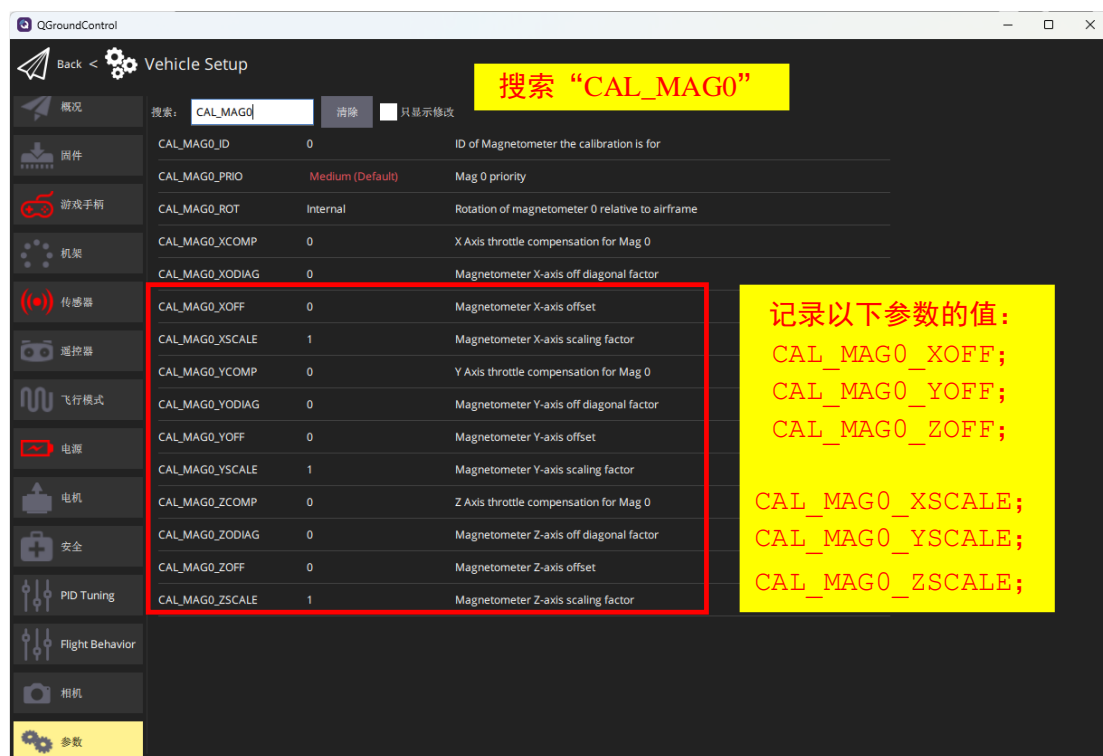
读取数据。将 SD 卡取出，使用读卡器将文件“log/e3_m_A.bin”复制到目录到本实验文件夹中，使用本实验所提供的函数，在 MATLAB 命令行中依次逐行输入：

```
clear;clc;  
[datapoints, numpts]=px4_read_binary_file('e3_m_A.bin');
```

最终数据保存在“datapoints”中，数据个数保存在“numpts”中。

Step 8:

打开 QGC 软件，在飞控与电脑正常连接的情况下，在“Vehicle Setup”-“参数”中，进行如下图的操作。



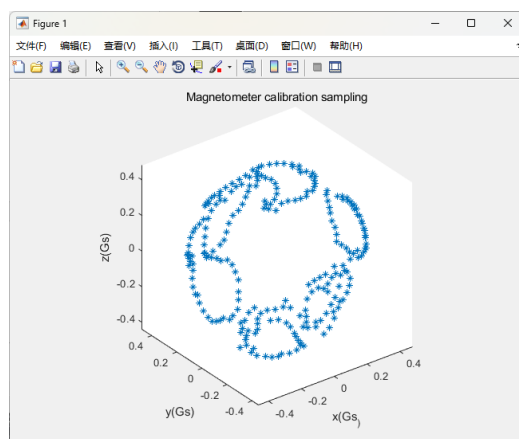
将记录的数值对应填写在 calLM.m 文件中，如下所示：

```
% 确认第 8 行程序中的 bin 文件名称是否与采集到的文件名称对应。
[datapoints, numpoints] = px4_read_binary_file('e3_m_A.bin');

CAL_MAG_SCALE = [1, 1, 1]';
CAL_MAG_OFF = [0, 0, 0]';
```

Step 9

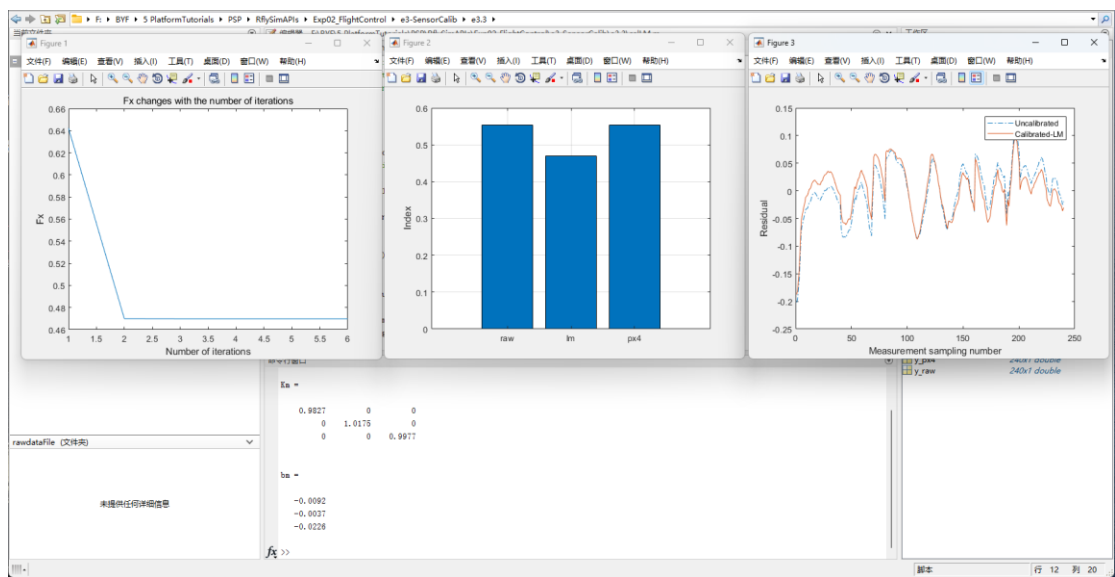
在 MATLAB 中，运行 readdata.m 文件，MATLAB 将会弹出如下图像，该图像表示的是 Step 6 中采集的飞控中的磁力计数据。



Step 10:

运行 calLM.m 文件，即可弹出标定的结果如下图所示。其中 Figure 1 表示利用 LM 法迭代过程中适应度函数的变化；Figure 2 表示未标记数据、LM 法标记数据、PX4 标记数据

的指标函数对比；Figure 3 表示未标定和标定后的数据对比。



MATLAB 命令行中也将弹出，最终标定后的参数，如下图所示。

```
命令窗口  
  
Km =  
  
    0.9827    0    0  
    0    1.0175    0  
    0    0    0.9977  
  
|  
bm =  
  
   -0.0092  
   -0.0037  
   -0.0226  
  
fx >>
```

6、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.