

半自助控制基础

1. 实验目的

用遥控器解锁多旋翼，实现手动控制。使用遥控器控制四旋翼时，四旋翼的姿态与水平位置的表现与自稳模式相同，当油门摇杆回中时，四旋翼高度能保持稳定。

2. 实验要求

- 软件要求：Windows 10及以上版本；RflySim工具链^[1]；MATLAB 2022b及以上。
- 硬件要求：笔记本/台式电脑1台；Pixhawk 6x飞控1台；遥控器1台；遥控器接收器1台；数据线、杜邦线等若干台^[2]。

3. 实验地址

例程目录：[\[安装目录\]\RflySimAPIs\5.RflySimFlyCtrl\1.BasicExps\e7-SemiAutoCtrl\e7.2](#)

- HIL/icon/FlightGear.png：FlightGear硬件图片
- HIL/icon/pixhawk.png：Pixhawk硬件图片
- HIL/icon/vehicle_local_position.mat：飞行器位置数据文件
- HIL/icon/F450.png：F450飞机模型图片
- HIL/HeightControl_HIL.slx：Simulink仿真模型文件
- [HIL/Init_control.m](#)：控制器初始化参数文件
- Sim/icon/UE_Logo.jpg：UE软件的Logo
- [Sim/icon/Init.m](#)：模型初始化参数文件
- Sim/icon/FlightGear.png：FlightGear硬件图片
- Sim/icon/pixhawk.png：Pixhawk硬件图片
- Sim/icon/SupportedVehicleTypes.pdf：机架类型修改说明文件
- Sim/icon/F450.png：F450飞机模型图片
- Sim/UE_Logo.jpg：UE_Logo图片文件

- Sim/Init.m: 初始化参数文件
- Sim/HeightControl_Sim.slx: Simulink仿真模型文件

4. 实验内容或步骤

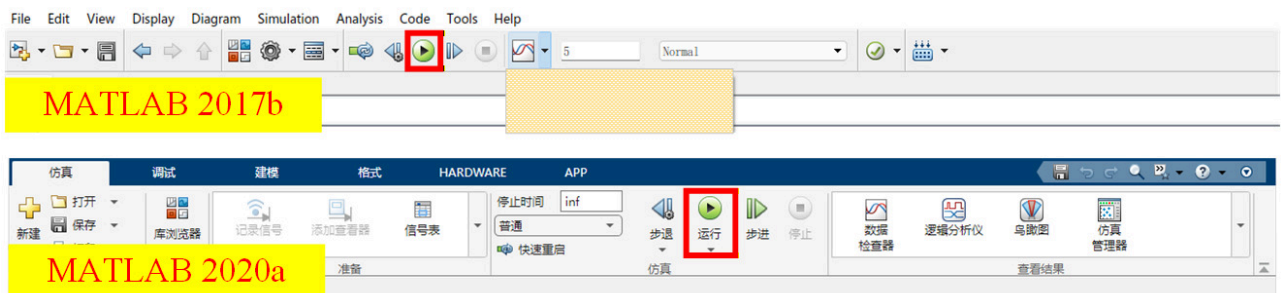
本实验包含软件在环仿真和硬件在环仿真两个部分。

4.1 软件在环仿真

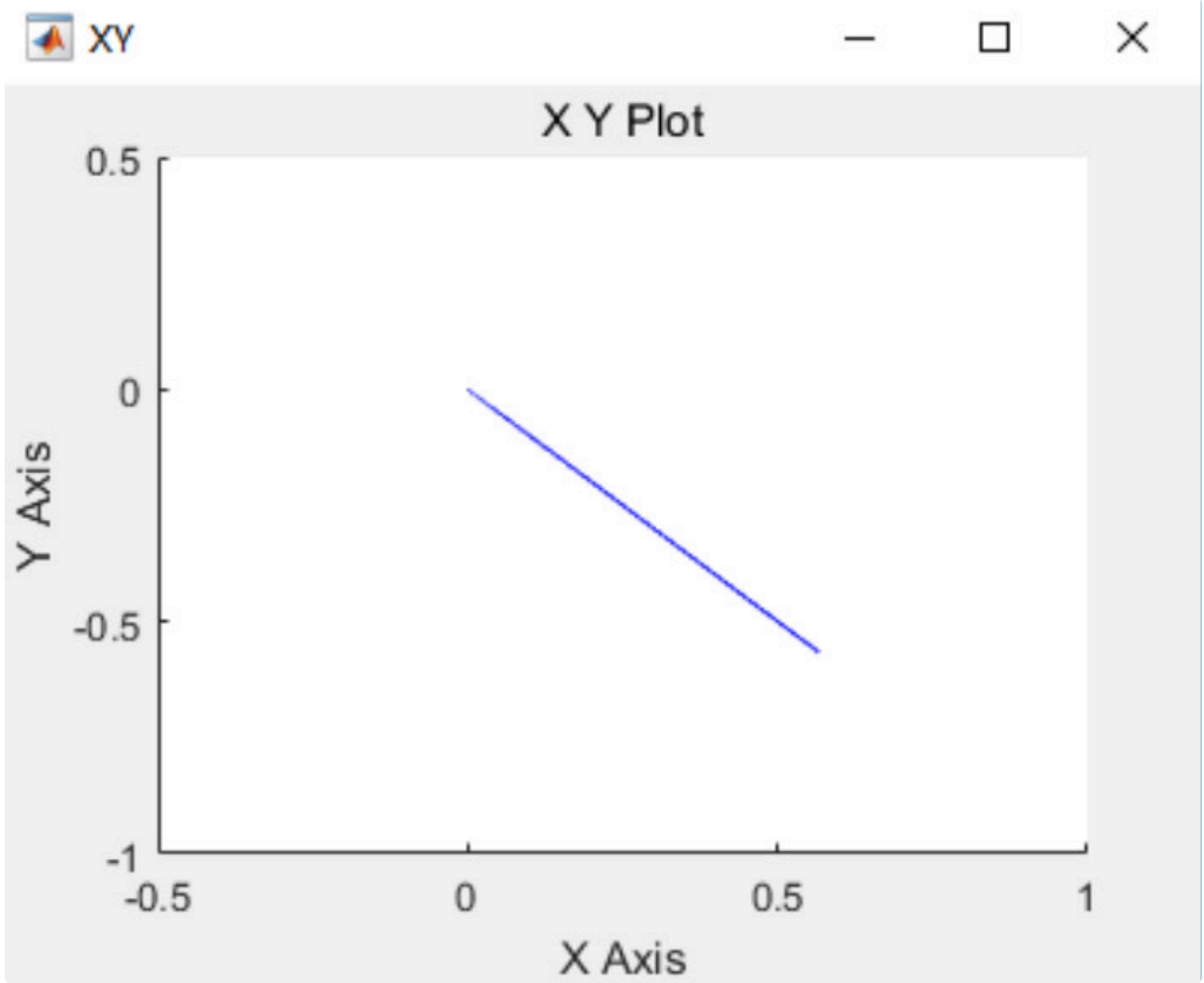
在MATLAB中，打开e7-SemiAutoCtrl\e7.2\Sim\Init_control.m文件，点击运行初始化参数，"HeightControl_Sim.slx"文件将会自动打开。

打开"\桌面\RflyTools\RflySim3D.lnk"的RflySim3D。

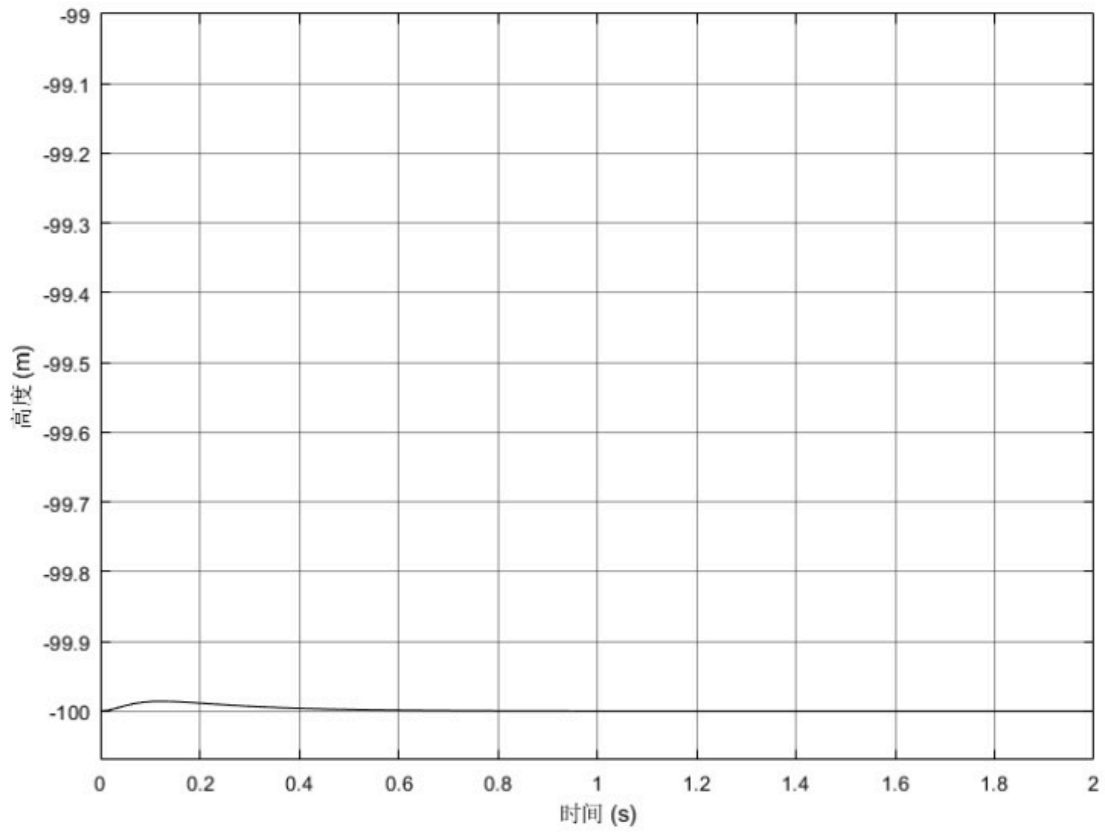
在Simulink中运行HeightControl_Sim.slx文件。



运行"e7/e7.2/Sim/HeightControl_Sim.slx"文件。观察示波器结果可知，姿态和水平位置输出与自稳模式下相同，即姿态能保持稳定，而水平位置不能保持稳定，如下图所示：



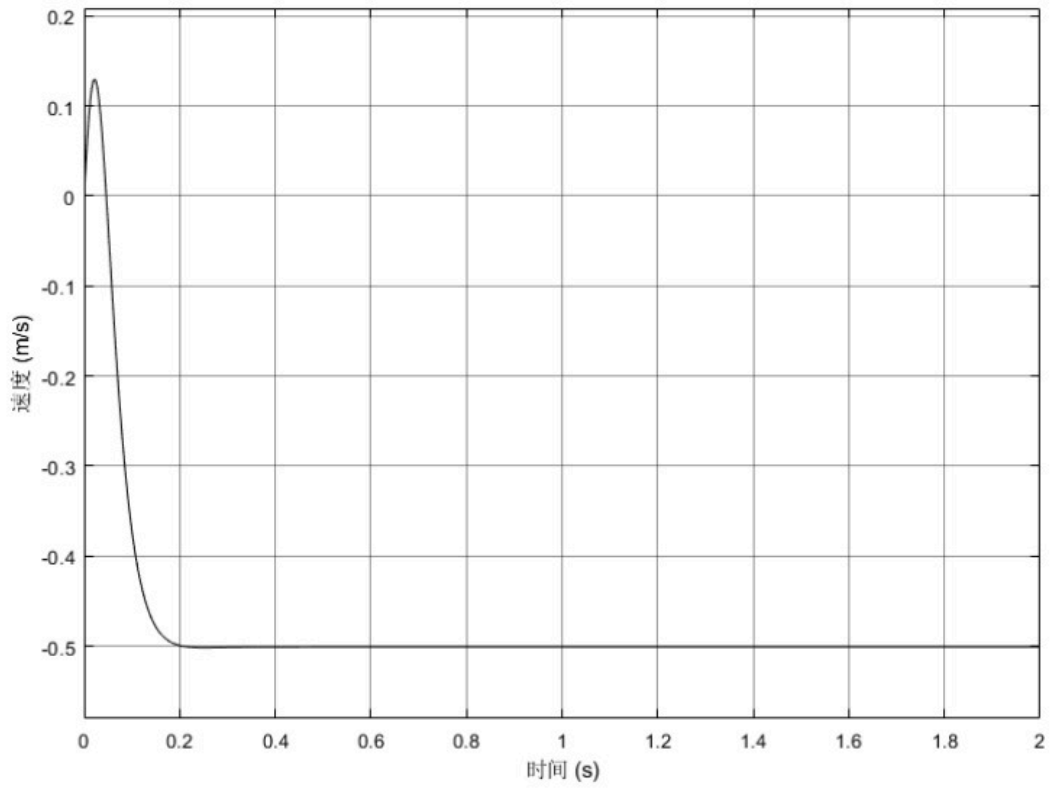
当高度输入在1460~1540之间时，即油门摇杆在中间死区时，如下图所示：



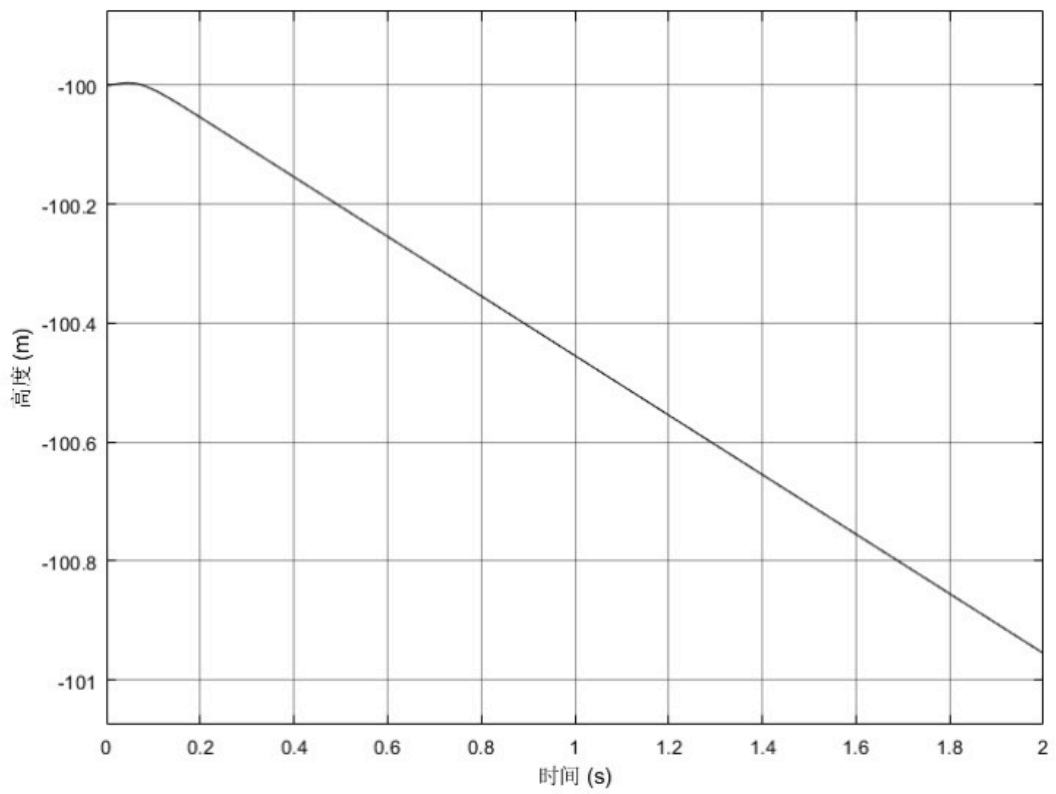
可以看到高度波动很小误差在 $\pm 0.002\text{m}$ 之间，可以认为高度保持稳定成立。当油门超过死区，如油门输入为 1600 时，可以看到沿

$$O_e z_e$$

轴实际速度能够跟随期望速度并保持稳定，如下图所示：

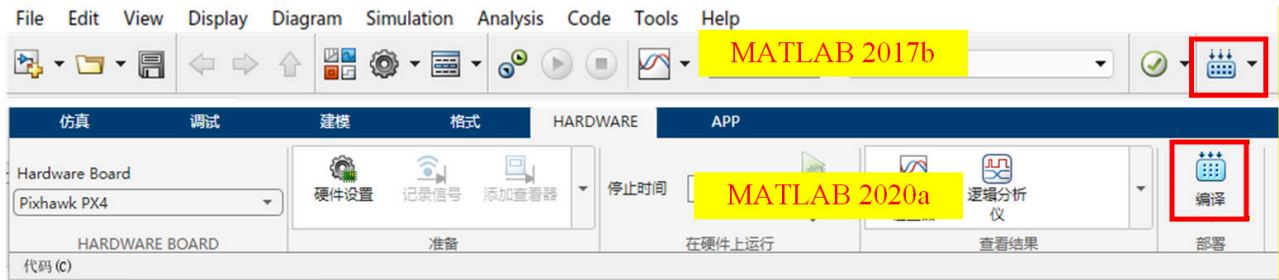


高度持续升高，如下图所示：

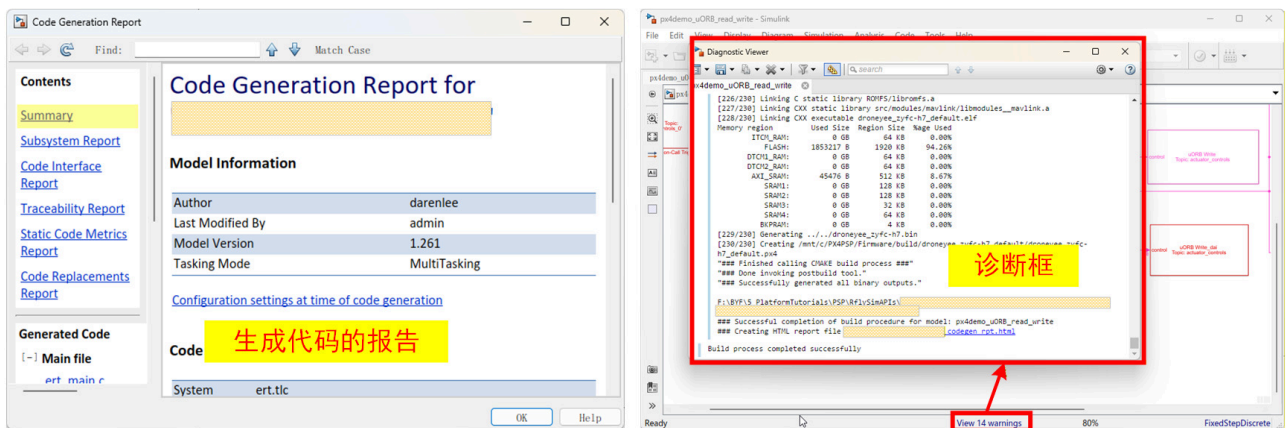


4.2 硬件在环仿真

在MATLAB中运行e7-SemiAutoCtrl\e7.2\HIL\Init_control.m文件，将自动打开HeightControl_HIL.slx文件，在Simulink中，点击编译命令。



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。

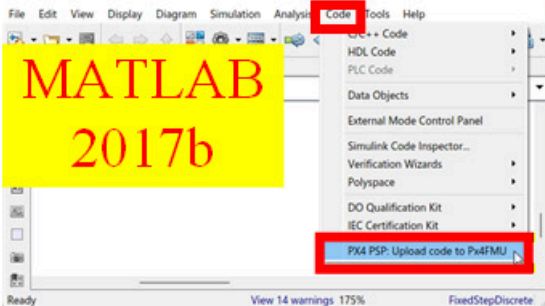


用USB数据线链接飞控与电脑。在MATLAB命令行窗口输入：PX4Upload并运行或点击PX4 PSP: Upload code to Px4FMU，弹出CMD对话框，显示正在上传固件至飞控中，等待上传成功。



```
命令行窗口
>> PX4Upload
```

或



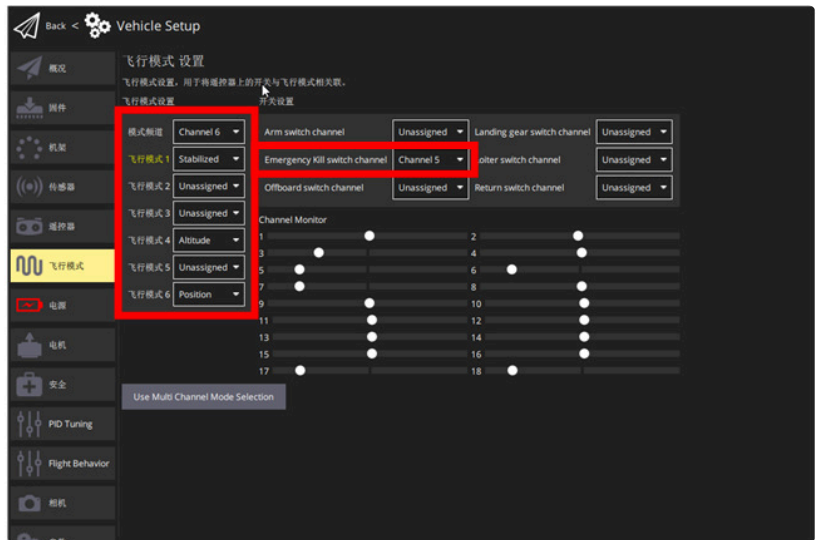
```
C:\Windows\SYSTEM32\cmd.exe
Loaded firmware for board id: 1010,0 size: 1798496 bytes (98.01%), waiting for the bootloader...
Attempting reboot on COM3 with baudrate=57600...
If the board does not respond, unplug and re-plug the USB connector.

Found board id: 1010,0 bootloader version: 5 on COM3
sn: 0044004b3232511537343834
chip: 20036450
family: b'STM32H7[4|5]x'
revision: b'V'
flash: 1966080 bytes
Windowed mode: False

Erase : [=====] 100.0%
Program: [=====] 100.0%
Verify : [=====] 100.0%
Rebooting. Elapsed Time 75.630

C:\Users\admin\Desktop\e7.1\HIL>
```

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：



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。



油门：控制上下运动，对应固定翼油门杆
偏航：控制机头转向，对应固定翼方向舵
俯仰：控制前后运动，对应固定翼升降舵
滚转：控制左右运动，对应固定翼副翼

通过遥控器给定四旋翼一个期望的姿态，可以看到四旋翼能够快速跟踪上期望的姿态，当遥控器摇杆全部回中时，四旋翼姿态基本保持水平，在RflySim3D中按下快捷键“T”，即可显示飞机的轨迹线，可以看到四旋翼轨迹仍在移动，说明四旋翼位置在漂移。

5. 关键知识点

- 飞行模式中定高模式和自稳模式的区别
- 四旋翼姿态和位置响应特点
- RflySim平台软硬件在环仿真

6. 参考资料

1. [RflySim官方文档](#)
2. 若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令为：px4_fmuv6x_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>
3. 推荐配置请见：<https://rflysim.com/>

7. 常见问题

Q1：若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令是什么？

A1：若使用Pixhawk 6X飞控，平台安装时的编译命令为：px4_fmuv6x_default，推荐PX4固件版本为：1.12.3。

Q2：软件在环仿真时，姿态和水平位置的输出特点是什么？

A2：姿态和水平位置输出与自稳模式下相同，即姿态能保持稳定，而水平位置不能保持稳定。

Q3：当油门摇杆在中间死区时，高度的稳定性如何？

A3：当高度输入在1460~1540之间时，即油门摇杆在中间死区时，高度波动很小误差在±0.002m之间，可以认为高度保持稳定成立。

1. <https://rflysim.com/> ↩

2. 推荐配置请见: <https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf> ↩