
1. 实验名称及目的

1.1. 实验名称

Offboard 模块 OffboardAdvCtrlAPI, OffboardAttCtrlAPI, OffCtrlMsgAll 验证实验

1.2. 实验目的

OffboardAdvCtrlAPI 是 OffboardPvaCtrlAPI 接口的进阶版本，能够在弹出配置窗上勾选需要控制的通道，并通过 Ctrl 输入匹配序号和维度的控制量。

1.3. 关键知识点

预备知识

Offboard 模式通常是指一种飞行模式，其中多旋翼通过外部计算机（通常是地面站）发送的命令来控制。在 Offboard 模式下，多旋翼不依赖于自身的传感器数据或内部算法进行飞行控制，而是依赖外部计算机提供的指令。

Offboard 模式的一般解析：

通信接口：Offboard 模式的关键是与外部计算机之间的通信。这通常通过一种无线通信协议（如 Wi-Fi、蓝牙、或者专用的无线电链路）实现。多旋翼通过这个通信接口接收来自外部计算机的控制指令，并将飞行状态信息发送回外部计算机用于监控和反馈。

地面站软件：外部计算机通常运行着地面站软件，用于生成控制指令并监控多旋翼的状态。地面站软件可以提供图形用户界面（GUI）或命令行界面，使操作员能够轻松地与多旋翼进行交互。

控制算法：外部计算机上运行的控制算法负责生成适当的控制指令，以实现期望的飞行动作。这些控制指令通常基于多旋翼的当前状态以及用户输入的指令。

实时性要求：Offboard 模式对通信的实时性要求较高，因为多旋翼需要及时地接收和执行外部计算机发送的控制指令。延迟过高可能会导致多旋翼失去控制，甚至发生事故。

安全性考虑：由于多旋翼的控制权被外部计算机接管，因此必须考虑安全性问题。通信链路需要加密和验证机制以防止未经授权的访问和指令篡改。

总的来说，Offboard 模式提供了一种灵活的飞行控制方式，使我们能够通过外部计算机实现复杂的飞行任务和自主飞行。但是，使用 Offboard 模式需要考虑通信的可靠性和安全性，并确保控制算法的准确性和稳定性。

更多信息可以参考 [API.pdf](#)。

实验原理

实验一：Exp1_OffboardAdvCtrlAPI1_Pos.slx

1、OffboardAdvCtrlAPI 是 OffboardPvaCtrlAPI 接口的进阶版本，能够在弹出配置窗上勾选需要控制的通道，并通过 Ctrl 输入匹配序号和维度的控制量。

2、OffboardAdvCtrlAPI 的使用更简单，但是灵活度较弱，没法在运行过程中修改通道

数量，和使能位。

3、可以通过多勾选，暂时不想控制的通道赋值 NaN 的方法，来实现控制通道的调整。例如，同时勾选 x y z vx vy vz，但是 x y z 赋值 NaN，则只响应速度 vx vy vz 通道。

实验二：Exp2_OffboardAdvCtrlAPI2_Vel.slx

和 Exp1_OffboardAdvCtrlAPI1_Pos 完全相同，都使用了 OffboardAdvCtrlAPI 接口。

实验三：Exp3_OffboardAdvCtrlAPI3_Acc.slx

和 Exp1_OffboardAdvCtrlAPI1_Pos 完全相同，都使用了 OffboardAdvCtrlAPI 接口。

实验四：Exp4_OffboardAttCtrlAPI_Euler.slx

1、通过进入 offboard 模式，并分别发送 vehicle_rates_setpoint 和 vehicle_attitude_setpoint 两条消息，来实现姿态或角速度控制。

2、OffboardAttCtrlAPI 还会根据是否为 VTOL 且处于固定翼还是多旋翼模式，来发送 mc_virtual 或 fw_virtual 消息，因此本接口还支持 VTOL 垂起无人机的控制。

3、本接口支持真机和 HIL 仿真，且姿态环的 offboard 不需要 GPS 定位就能实现切换，在室内也可以测试。

实验五：Exp5_OffboardAttCtrlAPI_Rate.slx

和 Exp4_OffboardAttCtrlAPI_Euler.slx 完全相同，都使用了 OffboardAttCtrlAPI 接口。

实验六：Exp6_OffboardPvaCtrlAPI.slx

1、OffboardPvaCtrlAPI 的 PVAYR11d 和 Enlist11d 相互配合，实现灵活的速度、位置外部控制切换。

2、EnList 是 11 维的 boolean 类型的向量，分别表示 x y z vx vy vz ax ay az yaw yawrate 十一个维度的响应规则，置于 true，则 PX4 会响应本通道控制量。

3、PVAYR 是 11 维的控制量输入，如果设置为 NaN，则 PX4 也会忽略本通道。因此，可以 EnList 设置为全 true，然后 PVAYR 选择性设置 NaN 的方法，也能实现通道的启用和屏蔽。两者配合能够实现更灵活的控制。

4、配置页面上的 Auto arm/loiter 选项，分别决定了 isEnCtrl 变为 true 时，是否自动解锁；变为 false 时，是否自动切换悬停；auto unblock 选项勾选，会自动解除 PX4 的控制屏蔽，使得能够使用 PX4 官方控制器的 offboard 功能。

5、GenOffCtrl 接收 CH5 的通道，低位时不启用 Offboard，中位时 isEnCtrl 变为 true，解锁并进入 Offboard，同时发送[0 0 -10]位置控制量将飞机控制到 10 米高，CH5 高位时切换[2 0 0]速度控制模式，以 2 米每秒向前飞。

实验七：Exp7_OffCtrlMsgAll.slx

1、本实验展示用利用 OffCtrlMsgAll 接口，来订阅到所有 Offboard 控制相关的数据，

主要包括以下 uORB 消息：

```
vehicle_status
offboard_control_mode
trajectory_setpoint
vehicle_attitude_setpoint
vehicle_rates_setpoint
```

2、每个消息内字段的详细定义，可以去 PX4PSP\Firmware\msg 目录下查看。

3、本接口展示了订阅到 offboard 控制相关的 x y z vx vy vz yaw yawrate 数据，并用 rfly_px4 发出去，被 QGC 的 Control_Target 消息接收。

4、利用本接口，可以接收外部的 offboard 消息，并自定义设计控制算法，输出到力+力矩层，或者电机层，实现 PX4Offboard 功能的覆盖。

2. 实验效果

该实验通过 QGC 和 RflySim3D 观察，四旋翼是否落在预设的位置。

3. 文件目录

文件夹/文件名称	说明
Exp1_OffboardAdvCtrlAPI1_Pos.slx	Offboard 模式下位置控制模型
Exp2_OffboardAdvCtrlAPI2_Vel.slx	Offboard 模式下速度控制模型
Exp3_OffboardAdvCtrlAPI3_Acc.slx	Offboard 模式下加速度控制模型
Exp4_OffboardAttCtrlAPI_Euler.slx	Offboard 模式下欧拉角控制模型
Exp5_OffboardAttCtrlAPI_Rate.slx	Offboard 模式下欧拉角速率控制模型
Exp6_OffboardPvaCtrlAPI.slx	Offboard 模式下 API 控制模型
Exp7_OffCtrlMsgAll.slx	Offboard 模式下 Msg 信息控制模型
Exp7_OffCtrlMsgAll.bat	Offboard 模式下 Msg 信息控制硬件在环仿真脚本
Exp7_OffCtrlMsgAll.py	Offboard 模式下 Msg 信息控制 python 脚本

4. 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 ^①	1
2	RflySim 工具链		
3	MATLAB 2022b 及以上		

①：推荐配置请见：<https://doc.rflysim.com>

②：须保证平台安装时的编译命令为：px4_fmu-v6x_default，固件版本为：1.12.3。其他配套飞控请见：<http://rflysim.com>

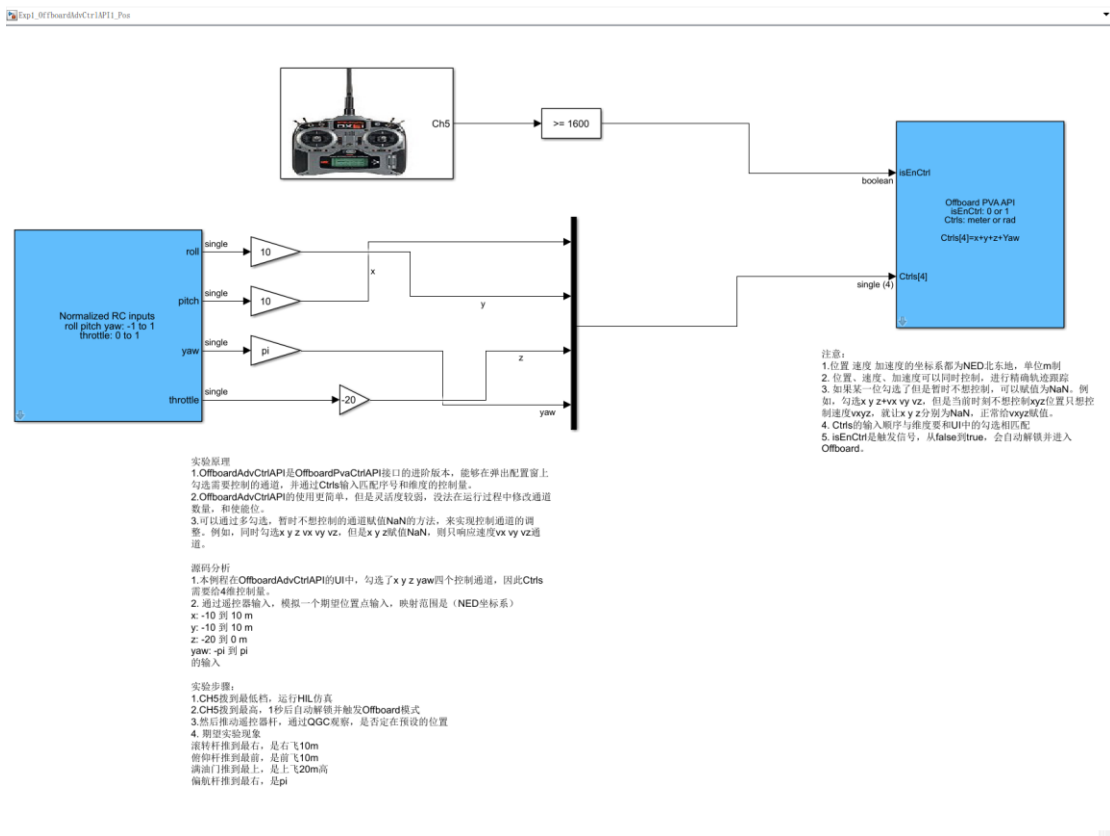
注：本实验不屏蔽 PX4 输出。

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：<https://rflysim.com/doc/zh/B/3.1ET10.html>

5. 实验步骤

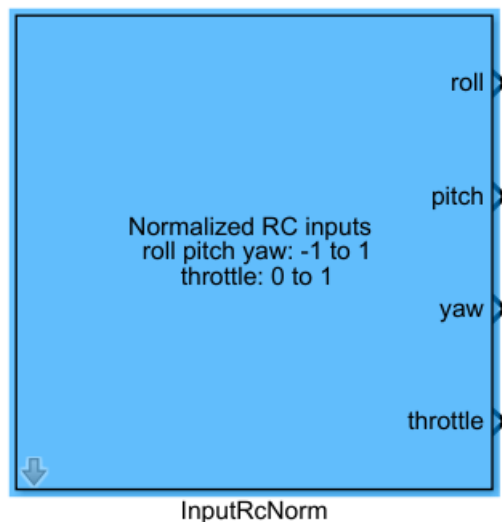
5.1. Exp1_OffboardAdvCtrlAPI1_Pos.slx—Offboard 模式下位置控制模型

如下图所示，打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#) 中的 Exp1_OffboardAdvCtrlAPI1_Pos.slx 文件。该系统模型主要由 InputRcNorm、input_rc 和 OffboardAdvCtrlAPI 模块构成。



5.1.1. InputRcNorm—遥控器信号归一化模块

将遥控器的数据通过归一化处理映射到的-1~1 范围数据中。



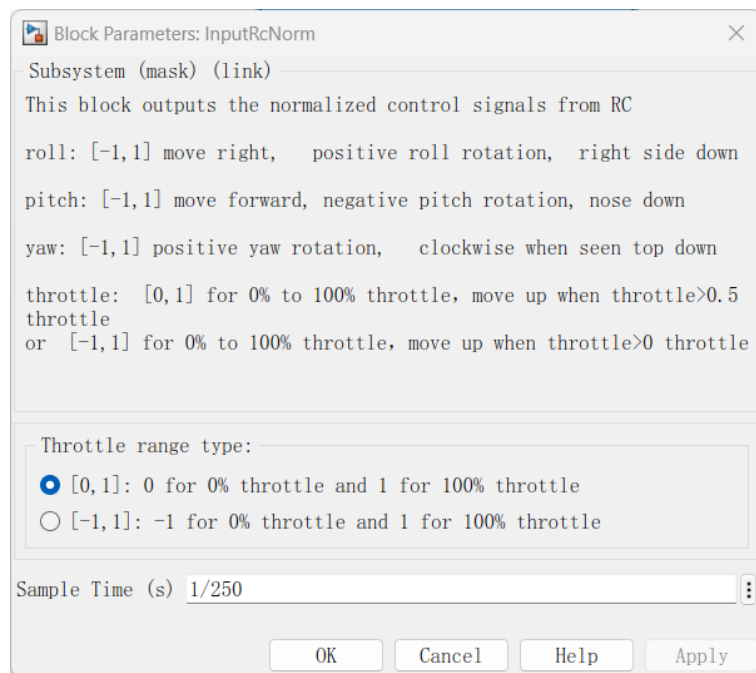
CH1: 为输出滚转通道，范围为：-1~1，1 表示向最右方飞行；

CH2: 为输出俯仰通道，范围为：-1~1，1 表示向最下方飞行；

CH3: 为输出油门通道，范围为：0~1 或-1~1，1 表示向最上方飞行；

CH4: 为输出偏航通道，范围为：-1~1，1 表示向右方转动；

双击打开本模型的配置页面后，其具体定义如下：



若勾选[0,1]：则 CH3 端口输出数据范围为 0~1。

若勾选[-1,1]：则 CH3 端口输出数据范围为-1~1。

Sample Time(s)：采样时间。

5.1.2. input_rc—遥控器输入模块

该模块允许用户访问来自 RC 发射机的信号，通过这个模块可以选择输出的信号，包括多个遥控器通道的值，以及其他的一些信息。如下图所示，这些包括：

1. Channel Selection—通道选择

- a) uint16 数据类型，表示来自控制器的 PWM(在使用中)值。
- b) 测量每个支持通道的脉冲宽度。

2. Channel Count—通道数

- a) Uint32 位数据类型，被 PX4 检测器检测的通道数。

3. RC Failsafe—遥控器信号失效保护

- a) 布尔数据类型，指示 RC Tx 正在发送 FailSafe 信号（如果设置正确）
- b) 显示 failsafe 标志：在 Tx 失败或者 Tx 超出范围时为 true, 否则为 false。
- c) 只有真实状态是可靠的，因为市场上有一些（PPM）接收器在没有明确告诉我们的情况下进入故障安全。

4. RC Input Source—遥控器信号输入源

- a) 枚举数据类型，指示 RC 输入来自哪个源。
- b) 在 ENUM 文件中找到有效值：

RC_INPUT_SOURCE_ENUM.m

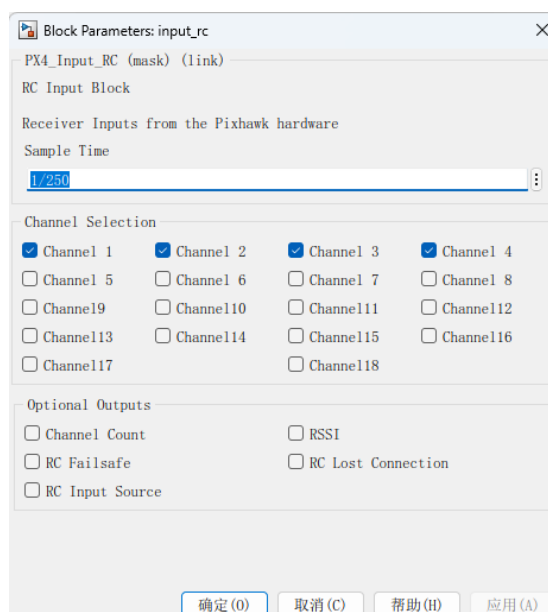
RCINPUT_SOURCE_UNKNOWN	(0)
RCINPUT_SOURCE_PX4FMU_PPM	(1)
RCINPUT_SOURCE_PX4IO_PPM	(2)
RCINPUT_SOURCE_PX4IO_SPEKTRUM	(3)
RCINPUT_SOURCE_PX4IO_SBUS	(4)

5. RSSI—接收信号强度指标

- a) 接收信号强度指标（RSSI）：<0：未定义；0：无信号；255：全接收。

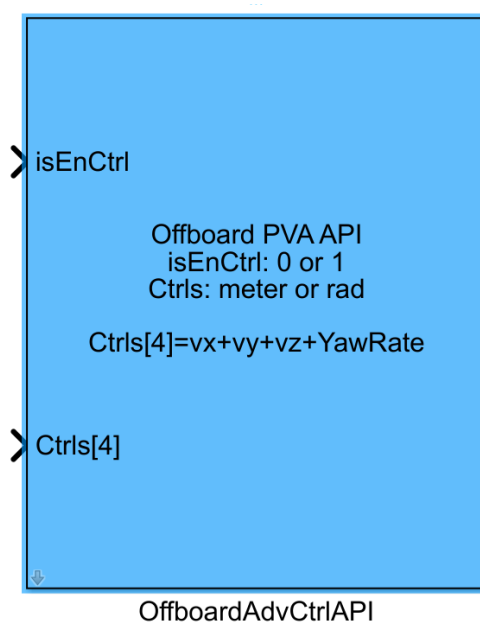
6. RC Lost Connection—遥控器信号丢失连接

- a) 指示 RC 接收器连接状态的布尔数据类型。
- b) 如果没有帧在预期时间内到达，则为 True, 否则为 false。
- c) True 通常意味着接收器已断开连接，但也可以表示在“愚蠢的”系统上无线电链路丢失。
- d) 如果带有 failsafe 选项的 RX 在链路丢失后继续传输帧，则保持 false。



5.1.3. OffboardAdvCtrlAPI—Offboard 模式高级控制模块

本模块可使能载具进入 Offboard 模式，通过发送的指令(可以是：x、y、z、vx、vy、vz、ax、ay、az、yaw、yawrate)控制载具在 Offboard 模式下运动。



isEnCtrl: 当 isEnCtrl 端口输入为 true 时，则发送 Ctrls[*]端口控制数据；否则不发送且 PX4 将进入 Loiter 模式。

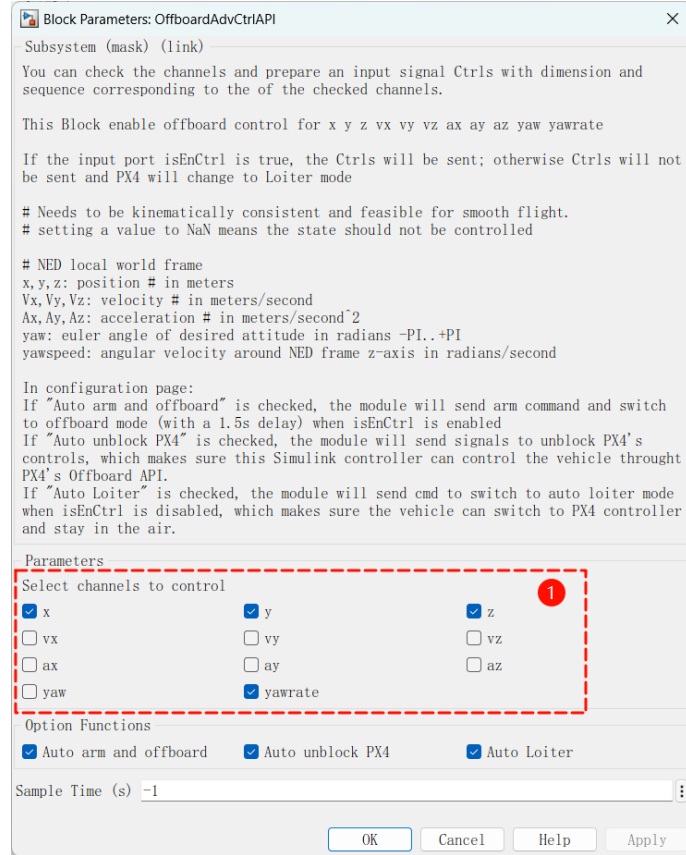
Ctrls[*]: 为该模块输入*维归一化控制信号，用于 Offboard 模式的控制指令。具体协议如下：

NED 坐标系下：
x、y、z: 位置控制 (m)
Vx、Vy、Vz: 速度控制 (m/s)
Ax、Ay、Az: 加速度控制 (m/s²)
Yaw: 偏航控制 (rad, 范围: -pi~pi)
Yawrate: 偏航速度控制 (rad/s)

% 为了平稳飞行，需要保持运动学上的一致性和可行性。

% 将值设置为 NaN 表示不应控制状态

双击打开本模型的配置页面后，其具体定义如下：



➤ ①：控制通道选择区域可以根据个人需求自定义选择不同的 Offboard 模式的控制指令。

➤ 若勾选 Auto arm，当 isEnCtrl 端口输入为 true 时，模块将发送解锁指令。

➤ 若勾选 Auto block PX4，则模块将发送信号屏蔽 PX4 的输出。当 isEnCtrl 接口输入为 true 时，将使用 Simulink 控制器控制载具。

➤ 若勾选 Auto Loiter，模块将发送命令解除对 PX4 输出的屏蔽，并切换到自动 Loiter 模式，当 isEnCtrl 接口输入为 false 时切换到 Loiter 模式，从而确保载具可以切换到 PX4 控制器并保持在空中。

Sample Time(s)：采样时间。

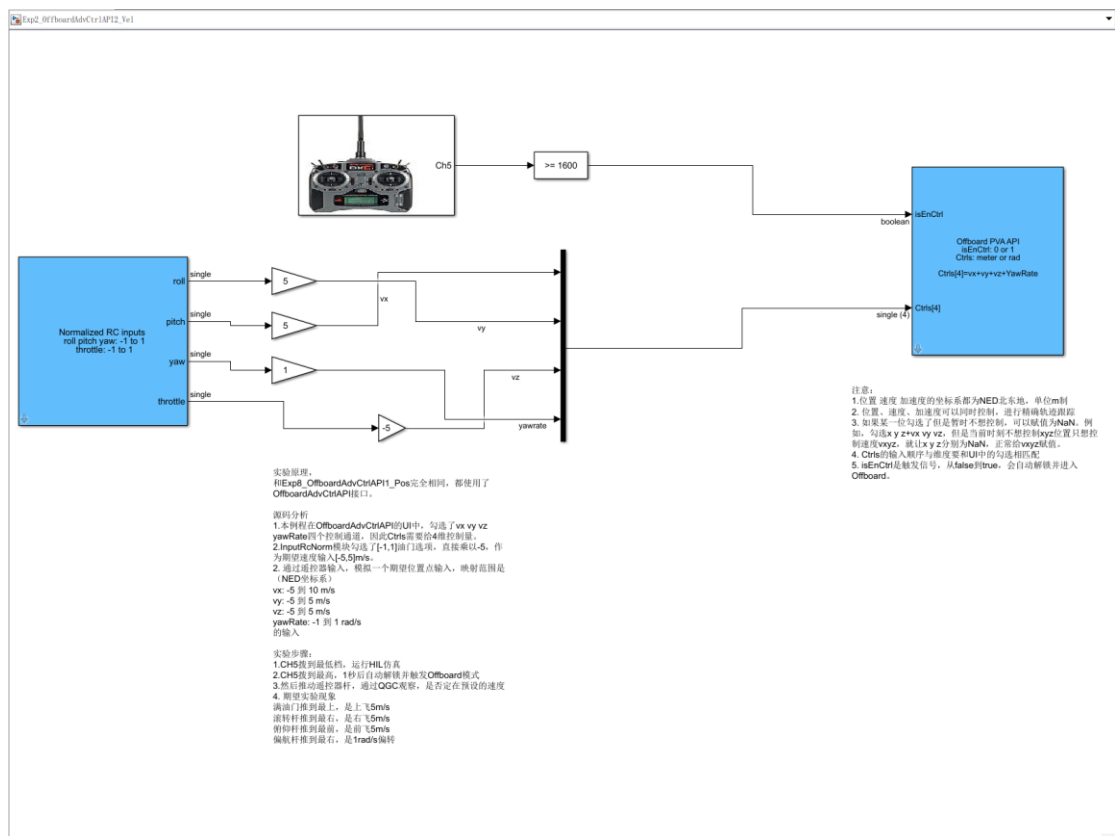
5.2. Exp2_OffboardAdvCtrlAPI2_Vel.slx—Offboard 模式下速度控制模型

制模型

如下图所示，打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 Exp2_OffboardAdvCtrlAPI2_Vel.slx 文件。该系统模型主要由 InputRcNorm、input_rc 和 OffboardAdvCtrlAPI 模块构成

InputRcNorm、input_rc 和 OffboardAdvCtrlAPI 模块的详细介绍请参考：[InputRcNorm](#)、

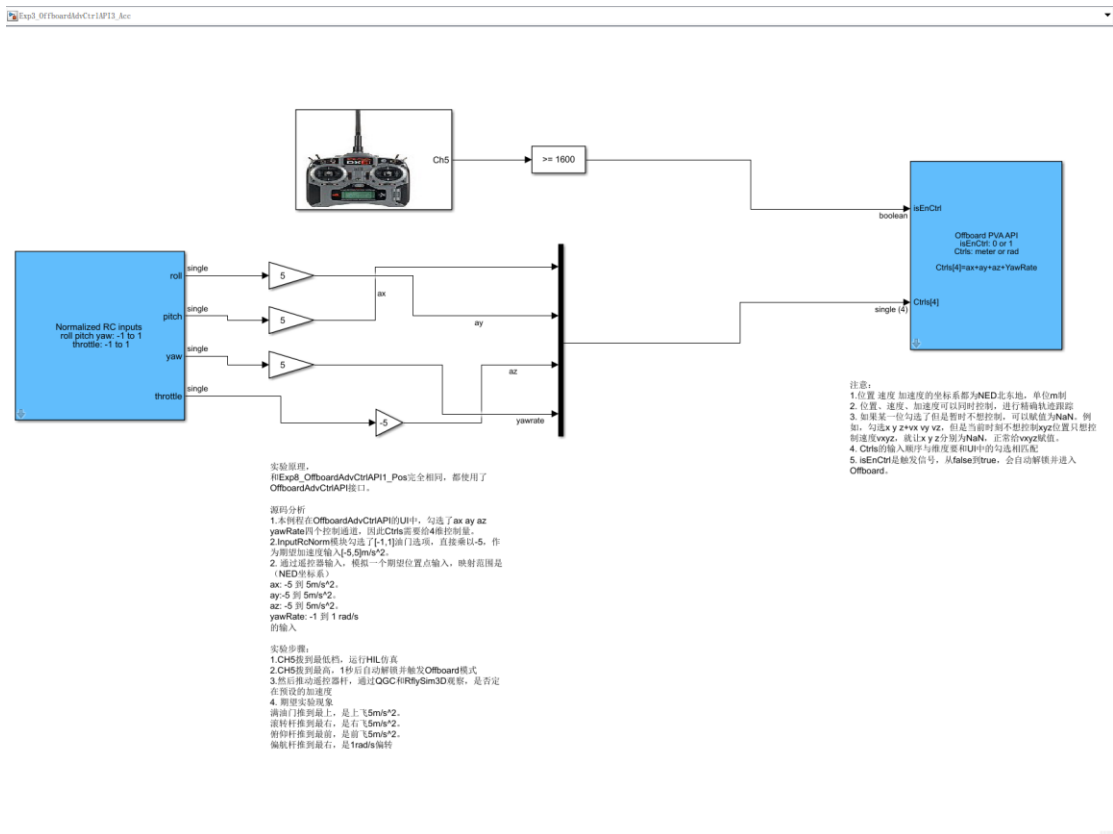
input_rc 和 OffboardAdvCtrlAPI



5.3. Exp3_OffboardAdvCtrlAPI3_Acc.slx—Offboard 模式下加速度控制模型

如下图所示，打开[安装目录]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI 中的 Exp3_OffboardAdvCtrlAPI3_Acc.slx 文件。该系统模型主要由 InputRcNorm、input_rc 和 OffboardAdvCtrlAPI 模块构成

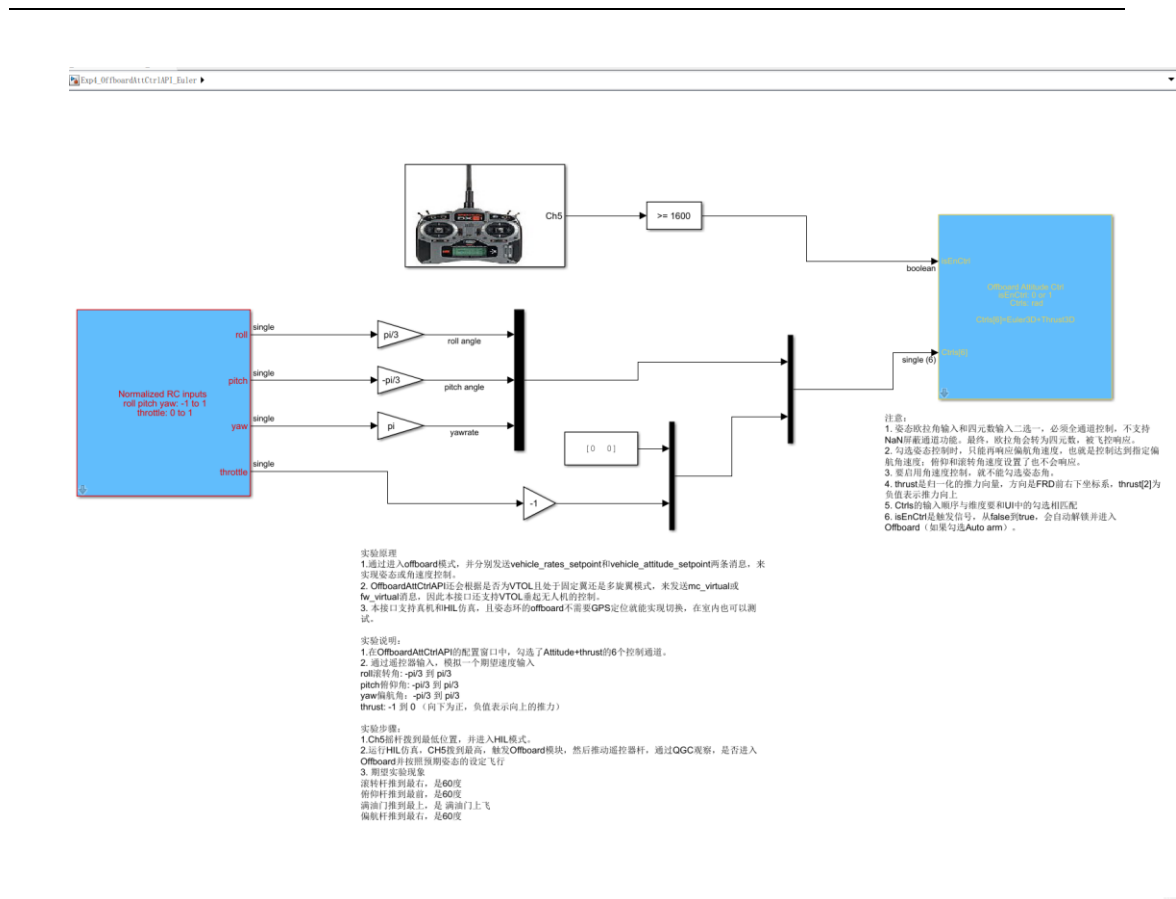
InputRcNorm、input_rc 和 OffboardAdvCtrlAPI 模块的详细介绍请参考：[InputRcNorm](#)、[input_rc](#) 和 [OffboardAdvCtrlAPI](#)



5.4. Exp4_OffboardAttCtrlAPI_Euler.slx—Offboard 模式下欧拉角控制模型

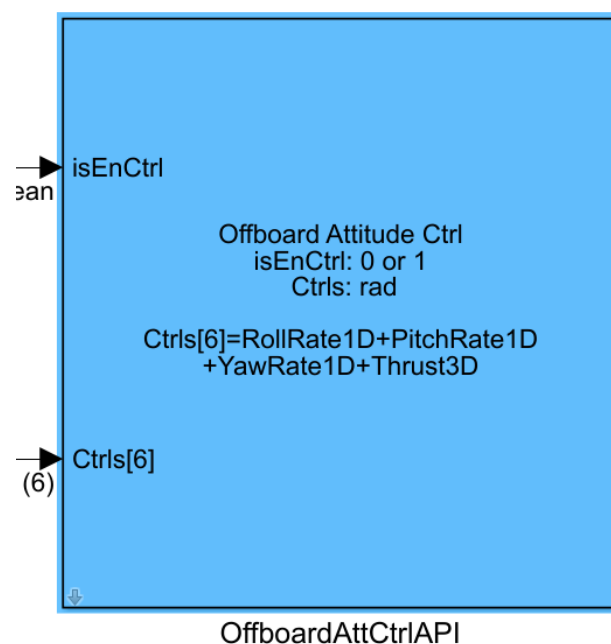
如下图所示, 打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 Exp4_OffboardAttCtrlAPI_Euler.slx 文件。该系统模型主要由 InputRcNorm、input_rc 和 Offboard AttCtrlAPI 模块构成

InputRcNorm 和 input_rc 模块的详细介绍请参考: [InputRcNorm](#) 和 [input_rc](#)



5.4.1. OffboardAttCtrlAPI—Offboard 模式姿态控制模块

本模块可使能载具进入 Offboard 模式，通过发送的姿态指令(可以是：欧拉角度和四元数)控制载具在 Offboard 模式下运动。



isEnCtrl: 当 isEnCtrl 端口输入为 true 时，则发送 CtrlS[*]端口控制数据；否则不发送且 PX4 将进入 Loiter 模式。对于多旋翼模型，CtrlS[i]=1000~2000 将对应匹配到 CopterSim 中

DLL 文件的 0~1；对于固定翼模型，CtrlS[i]=1000~2000 将对应匹配到 CopterSim 中 DLL 文件的-1~1。

CtrlS[*]: 为该模块输入*维控制信号，用于 Offboard 模式的姿态控制指令。该控制信号可以是：

机体坐标系下：

三维欧拉角: [roll_body, pitch_body, yaw_body], 单位 rad

或

四元数: [w, x, y, z]

或

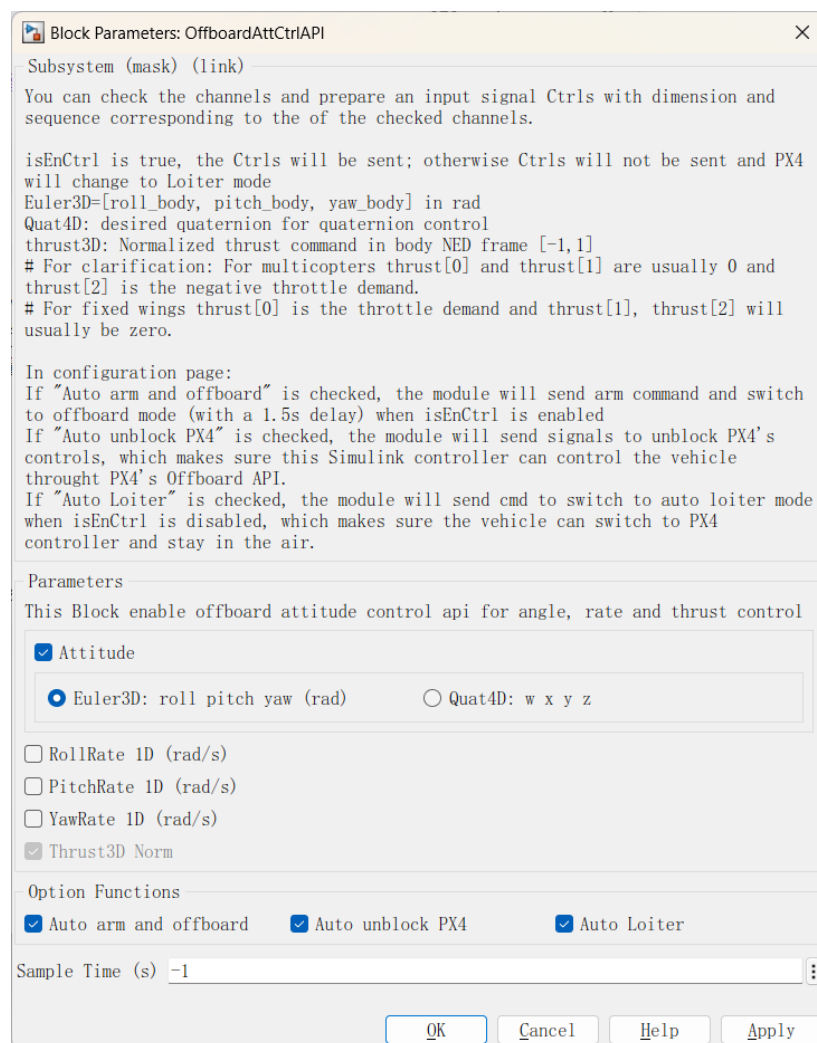
RollRate 1D (rad/s)

PitchRate 1D (rad/s)

YawRate 1D (rad/s)

Thrust3D Norm 默认选择，但：对于多旋翼，Thrust[0]和 Thrust[1]通常为 0，Thrust[2]是负油门请求。对于固定翼，Thrust[0]是油门需求，Thrust[1]、Thrust[2]将通常为 0。

双击打开本模型的配置页面后，其具体定义如下：



- Attitude 区域：该区域可以选择控制指令为欧拉角或四元数。
- RollRate：若勾选则表示通过滚转角速率(rad/s)进行控制。

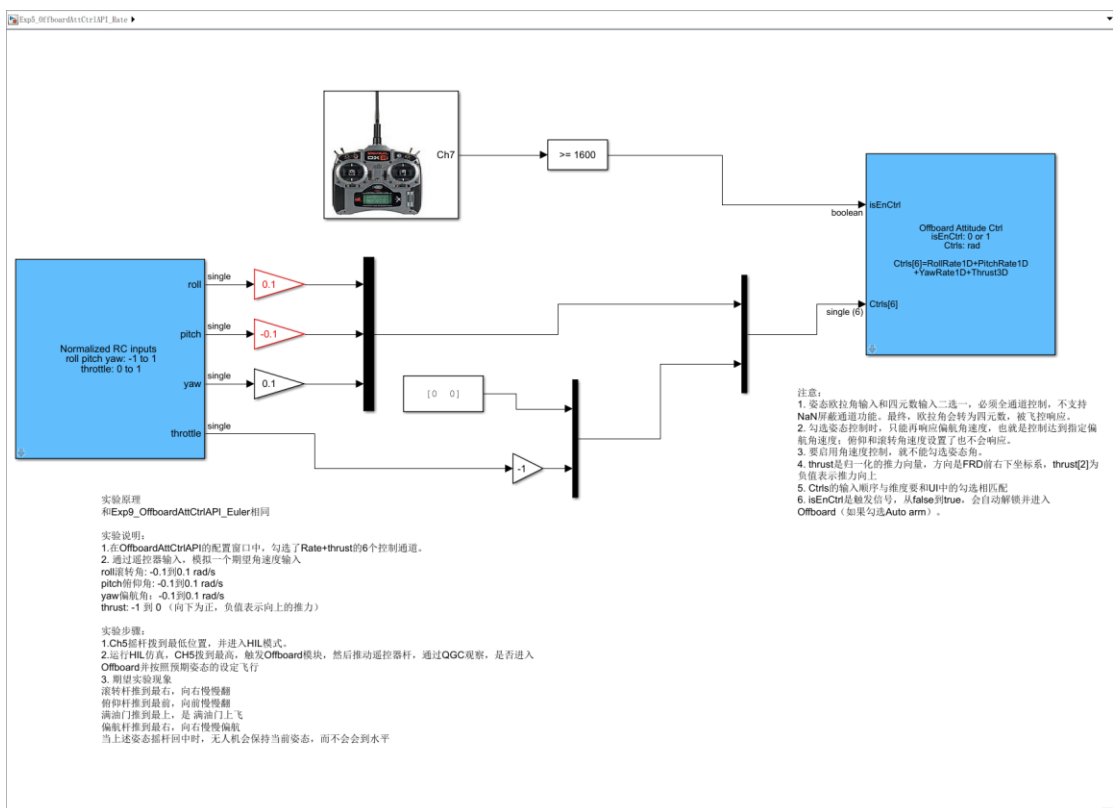
- **PitchRate**: 若勾选则表示通过俯仰角速率(rad/s)进行控制。
- **YawRate**: 若勾选则表示通过偏航角速率(rad/s)进行控制。
- 若勾选 **Auto arm**, 当 **isEnCtrl** 端口输入为 **true** 时, 模块将发送解锁指令。
- 若勾选 **Auto block PX4**, 则模块将发送信号屏蔽 PX4 的输出。当 **isEnCtrl** 接口输入为 **true** 时, 将使用 Simulink 控制器控制载具。
- 若勾选 **Auto Loiter**, 模块将发送命令解除对 PX4 输出的屏蔽, 并切换到自动 Loiter 模式, 当 **isEnCtrl** 接口输入为 **false** 时切换到 Loiter 模式, 从而确保载具可以切换到 PX4 控制器并保持在空中。

Sample Time(s): 采样时间。

5.5. Exp5_OffboardAttCtrlAPI_Rate.slx—Offboard 模式下欧拉角速率控制模型

如下图所示, 打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#) 中的 **Exp5_OffboardAttCtrlAPI_Rate.slx** 文件。该系统模型主要由 **InputRcNorm**、**input_rc** 和 **Offboard AttCtrlAPI** 模块构成

InputRcNorm、**input_rc** 和 **OffboardAttCtrlAPI** 模块的详细介绍请参考: [InputRcNorm](#)、[input_rc](#) 和 [OffboardAttCtrlAPI](#)

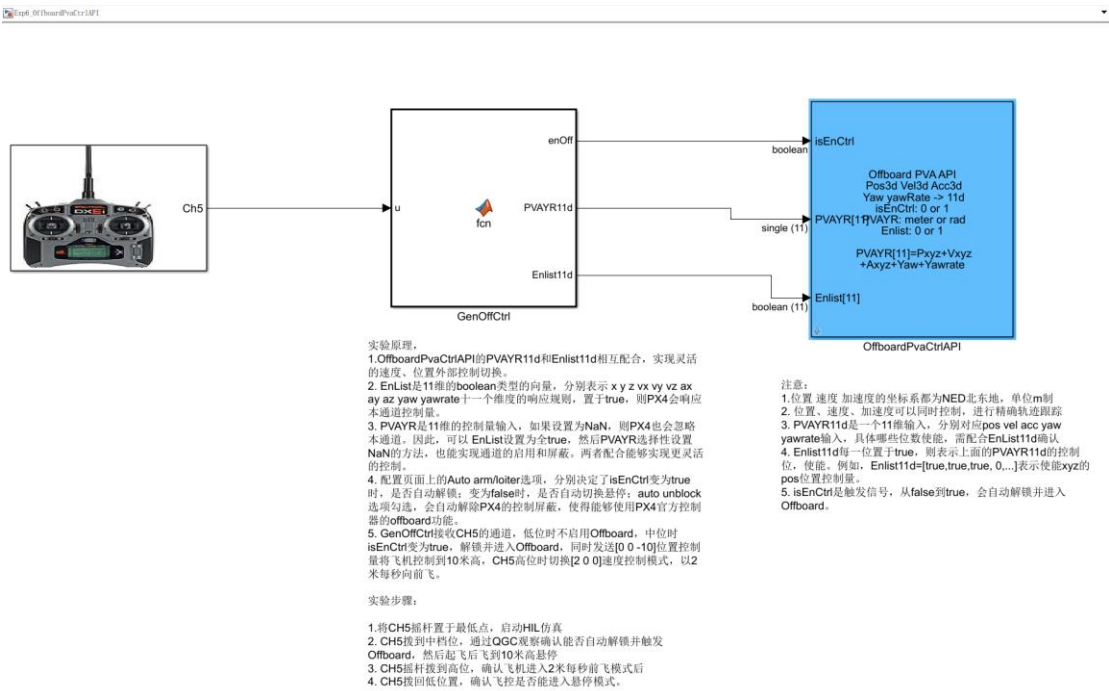


5.6. Exp6_OffboardPvaCtrlAPI.slx—Offboard 模式下 API 控制模型

如下图所示, 打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#) 中 **Exp6_**

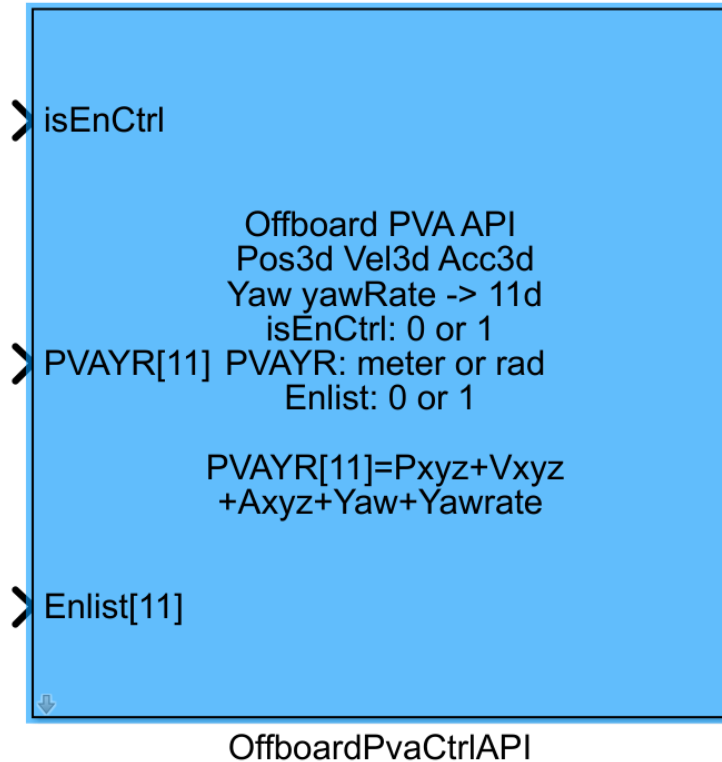
OffboardPvaCtrlAPI.slx 文件。该系统模型主要由 InputRcNorm、input_rc 和 OffboardPvaCtrl API 模块构成

InputRcNorm 和 input_rc 模块的详细介绍请参考：[InputRcNorm](#) 和 [input_rc](#)



5.6.1. OffboardPvaCtrlAPI—Offboard 模式下控制方式切换控制模块

本模块可使能载具进入 Offboard 模式, 通过发送的指令(可以是: 位置控制、速度控制、加速度控制)控制载具在 Offboard 模式下运动, 并且可在位置控制、速度控制、加速度控制中切换不同的控制方式。



isEnCtrl: 当 isEnCtrl 端口输入为 **true** 时，则发送控制数据并进入 Offboard；否则不发送且 PX4 将进入 Loiter 模式。当指令从 **false** 到 **true** 时，会自动解锁并进入 Offboard。

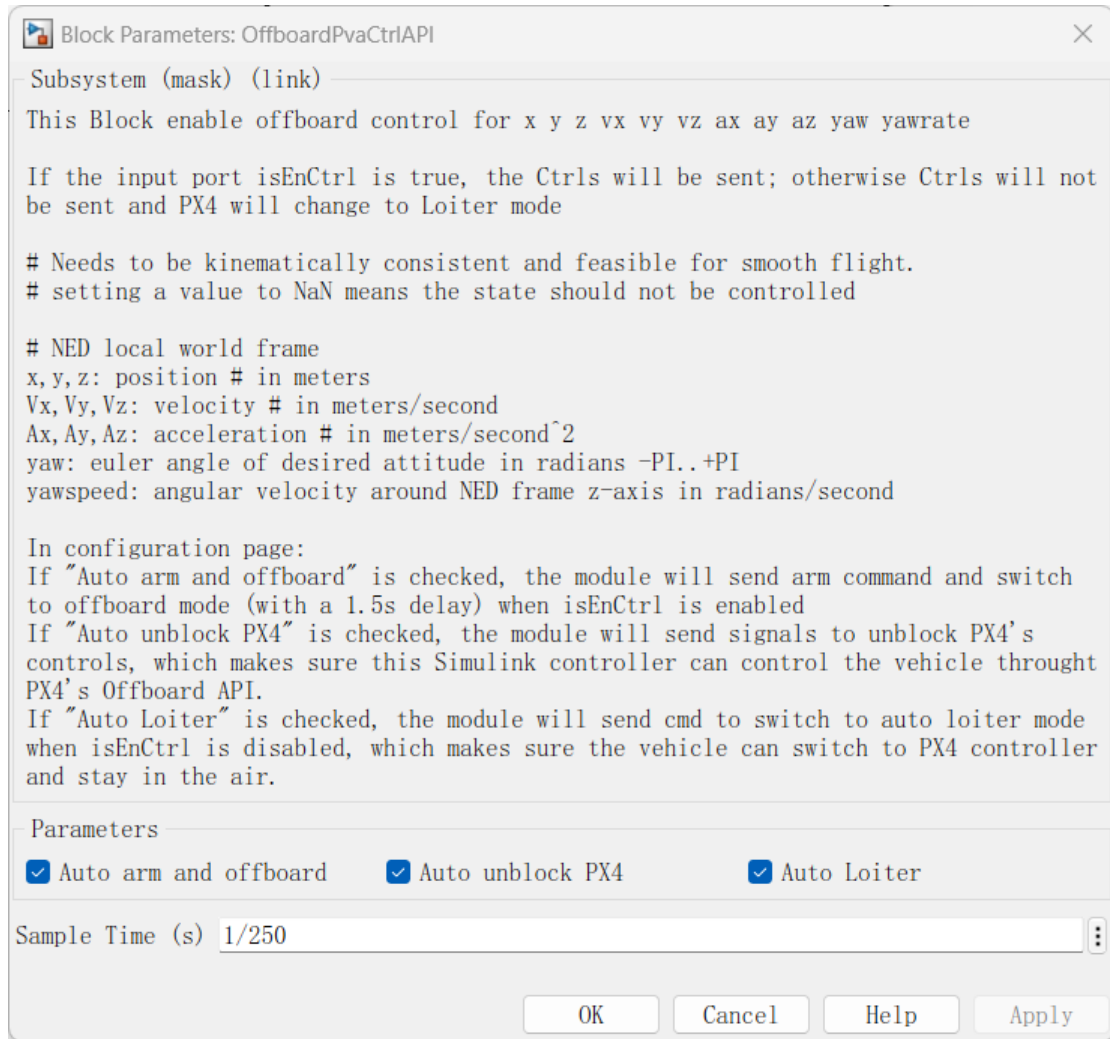
PVAYR[11]: 可输入 11 维 **single** 类型控制信号，用于 Offboard 模式的控制指令。具体协议如下：

NED 坐标系下：
x、y、z: 位置控制 (**m**)
Vx、Vy、Vz: 速度控制 (**m/s**)
Ax、Ay、Az: 加速度控制 (**m/s²**)
Yaw: 偏航控制 (**rad**, 范围: $-\pi \sim \pi$)
Yawrate: 偏航速度控制 (**rad/s**)

% 为了平稳飞行，需要保持运动学上的一致性和可行性。
 % 将值设置为 **NaN** 表示不应控制状态

EnList[11]: 可输入 11 维 **boolean** 类型的向量，每一维对应上述的具体的控制信号，当某一维置于 **true**，则 PX4 会响应本通道控制量。例如，**Enlist11d=[true,true,true, 0,...]**表示使能 xyz 的 pos 位置控制量。

双击打开本模型的配置页面后，其具体定义如下：



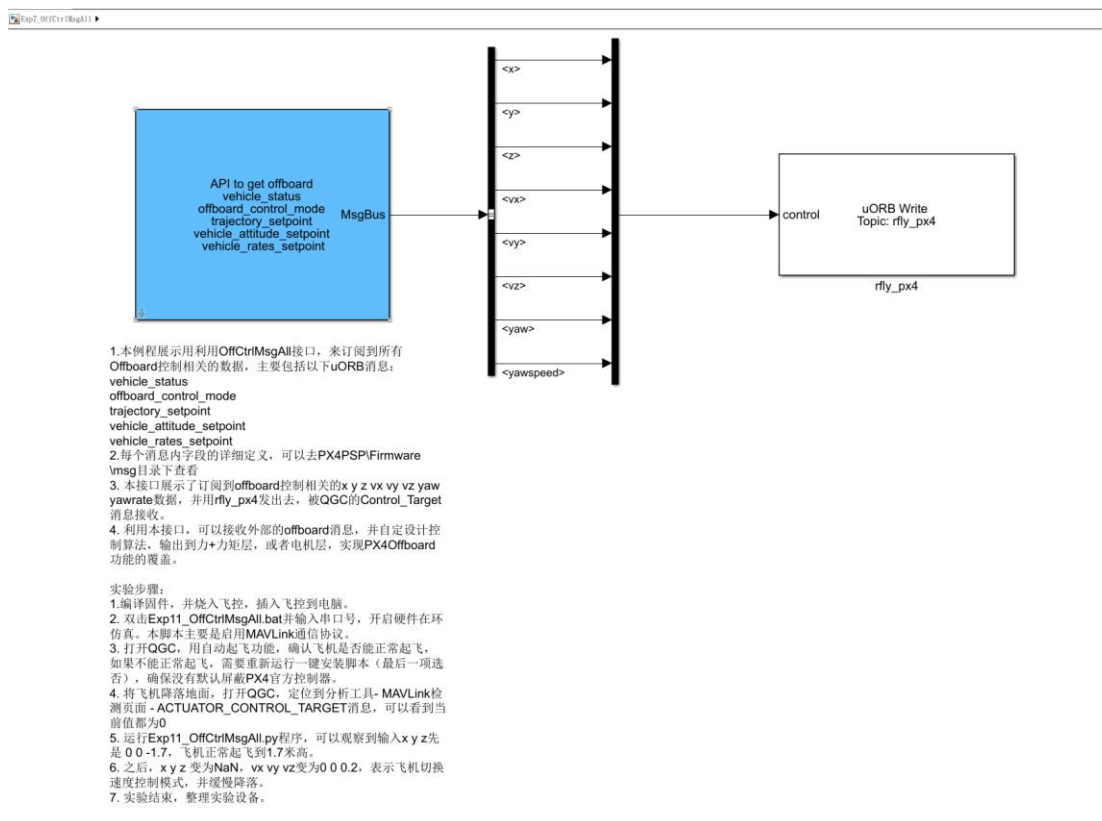
- 若勾选 Auto arm，当 isEnCtrl 端口输入为 true 时，模块将发送解锁指令。
- 若勾选 Auto block PX4，则模块将发送信号屏蔽 PX4 的输出。当 isEnCtrl 接口输入为 true 时，将使用 Simulink 控制器控制载具。
- 若勾选 Auto Loiter，模块将发送命令解除对 PX4 输出的屏蔽，并切换到自动 Loiter 模式，当 isEnCtrl 接口输入为 false 时切换到 Loiter 模式，从而确保载具可以切换到 PX4 控制器并保持在空中。

Sample Time(s): 采样时间。

5.7. Exp6_OffboardPvaCtrlAPI.slx—Offboard 模式下 API 控制模型

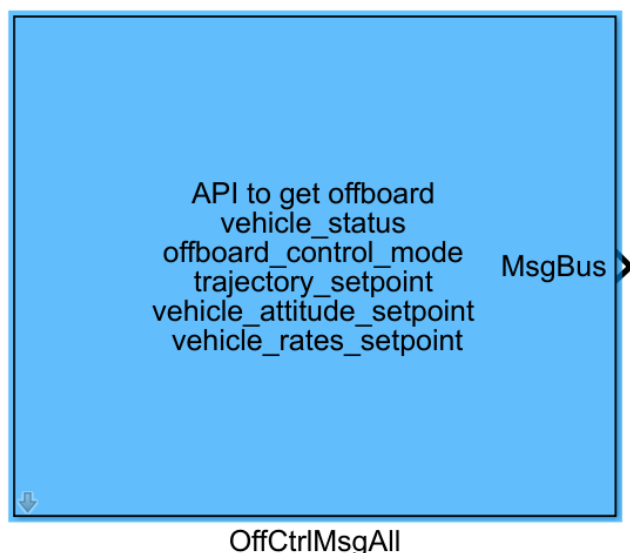
如下图所示，打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中 Exp6_OffboardPvaCtrlAPI.slx 文件。该系统模型主要由 OffCtrlMsgAll 和 rfly_px4 模块构成。

rfly_px4 消息的具体用法请参考：[API.pdf](#)



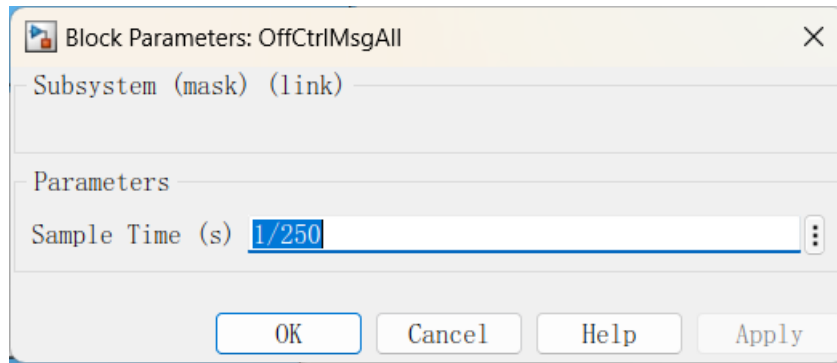
5.7.1. OffCtrlMsgAll—Offboard 模式相关控制消息

本模块中订阅了关于 Offboard 控制相关的数据，主要包括以下 uORB 消息：vehicle_status、offboard_control_mode、trajectory_setpoint、vehicle_attitude_setpoint、vehicle_rates_setpoint。每个消息内字段的详细定义，可以去【RflySim 安装目录】\Firmware\msg 目录下查看。



MsgBus: 输出 vehicle_status、offboard_control_mode、trajectory_setpoint、vehicle_attitude_setpoint、vehicle_rates_setpoint 的 uORB 消息中定义的数据，

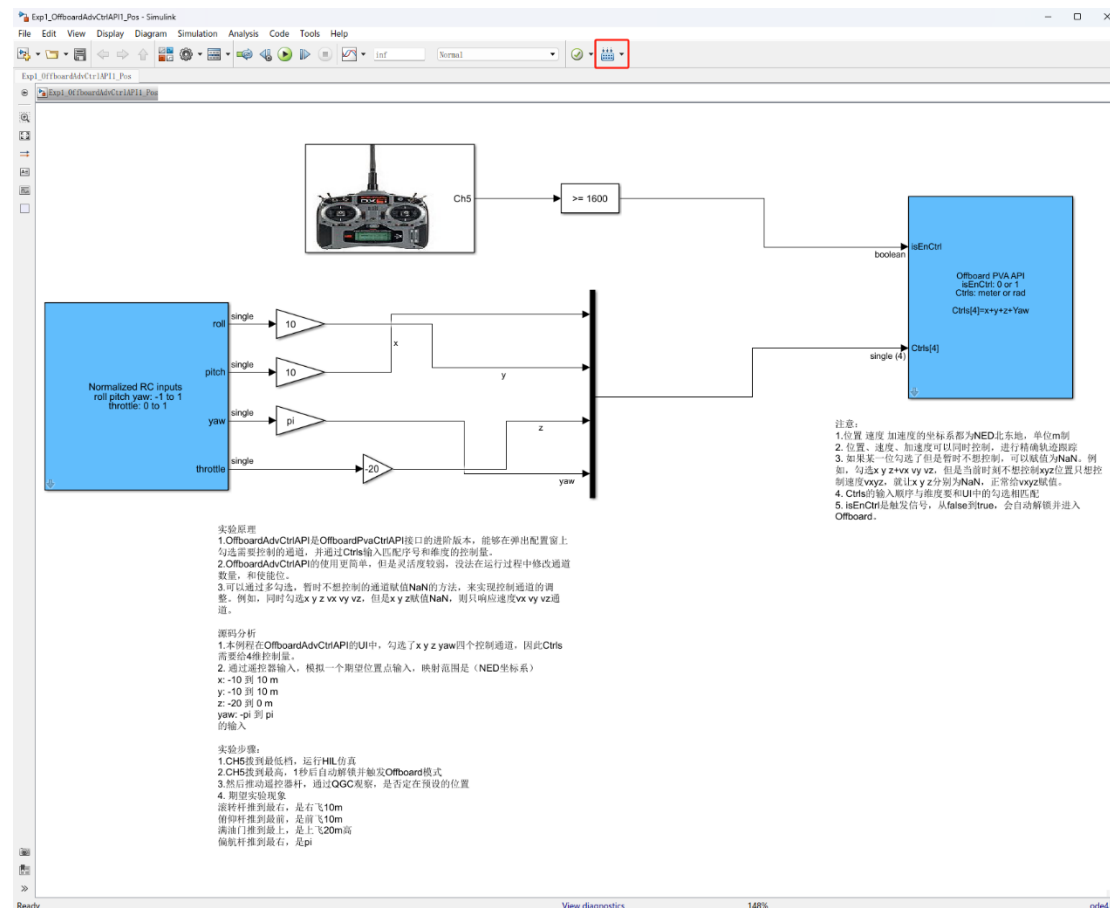
双击打开本模型的配置页面后，其具体定义如下：



Sample Time(s): 采样时间。

5.8. Offboard 模式下位置控制模型

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 `Exp1_OffboardAdvCtrlAPII_Pos.slx` 文件，点击编译，等待编译完成后将固件烧录到飞控。



遥控器 CH5 拨到最低档，以管理员的身份运行 RflyTools 中的 HITLRun 脚本，开启硬件在环仿真。

```
CA\Windows\System32\cmd.exe

-----
Please input the Pixhawk COM port list for HITL
Use ',' as the separator if more than one Pixhawk
E.g., input 3 for COM3 of Pixhawk on the computer
Input 3,6,7 for COM3, COM6 and COM7 of Pixhawks

Available COM ports on this computer are:
COM4: USB ???

Recommended COM list input is: 4

-----
My COM list for HITL simulation is:4_
```

Back

Vehicle Setup

概况

固件

机架

遥控器

飞行模式

电源

电机

安全

PID Tuning

Flight Behavior

参数

您将会从以下信息中看到飞机设置的概况。右边是每个组件的设置菜单。

机架	遥控器	飞行模式	电源
系统 ID 1	模式 1	模式切换开关 1	Channel 5 4
机架类型 Simulation (Copter)	模式 2	飞行模式 1 2	Stabilized 4
飞机 HIL Quadcopter X	水平 4	飞行模式 2 3	Unassigned 3
固件版本 1.13.2.dev	油门 3	飞行模式 3 Unassigned	
自定义固件、版本 0.0.0	辅助1 失败	飞行模式 4 Offboard	
	辅助2	飞行模式 5 Unassigned	
		飞行模式 6 Unassigned	

安全

低电量故障保护
Warning

故障信号丢失故障保护
未知: 0

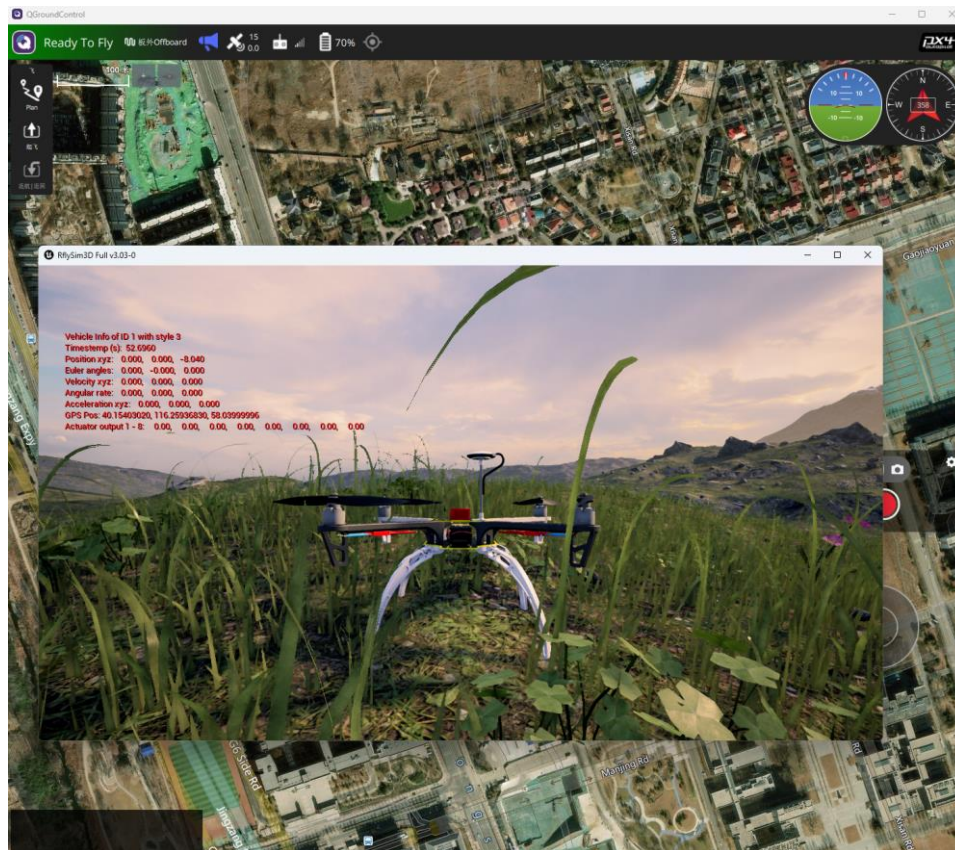
遥控器信号丢失保护
0.5 s

数据连接丢失故障保护
Disabled

返航爬升高度
30.0 m

返航、然后
立即着陆

CH5 拨到最高，1 秒后自动解锁并触发 Offboard 模式

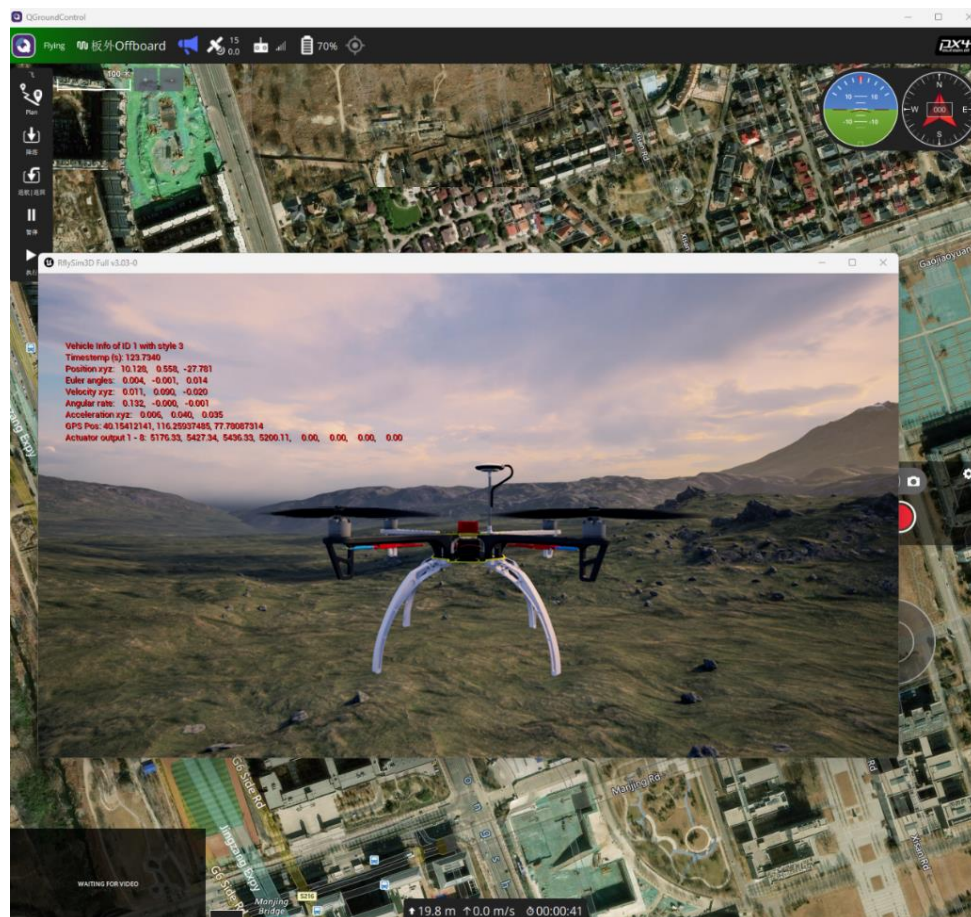


然后推动遥控器杆，通过 QGC 观察，是否落在预设的位置。

滚转杆推到最右，是右飞 10m

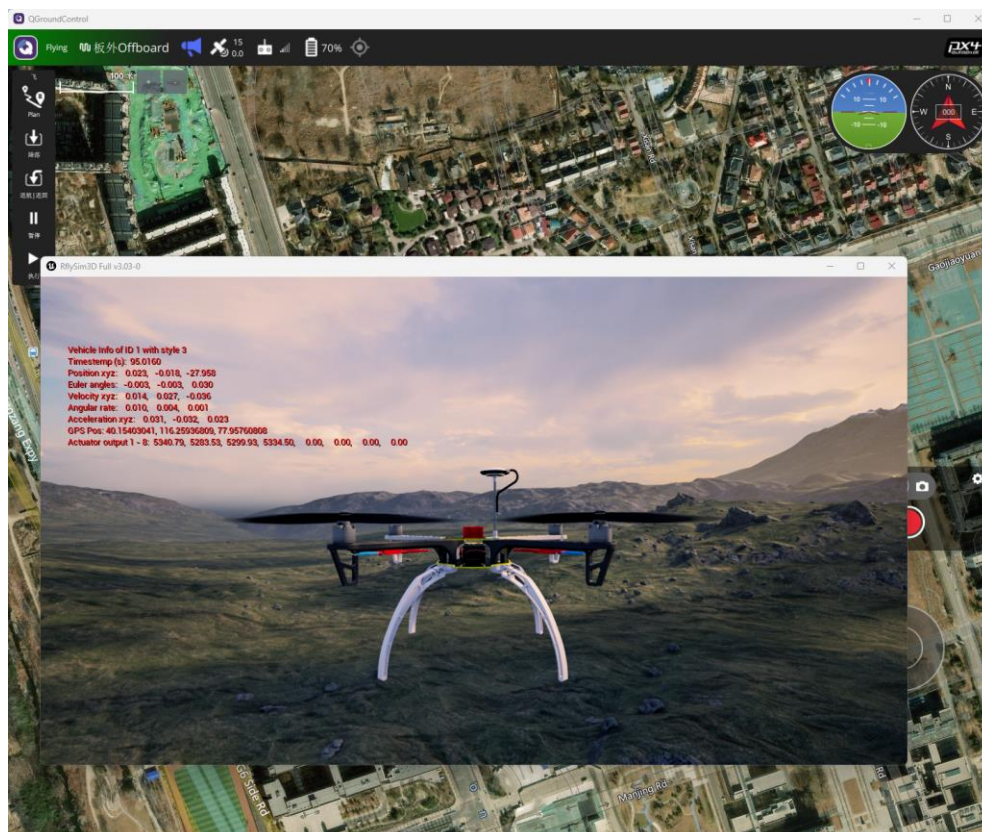


俯仰杆推到最前，是前飞 10m

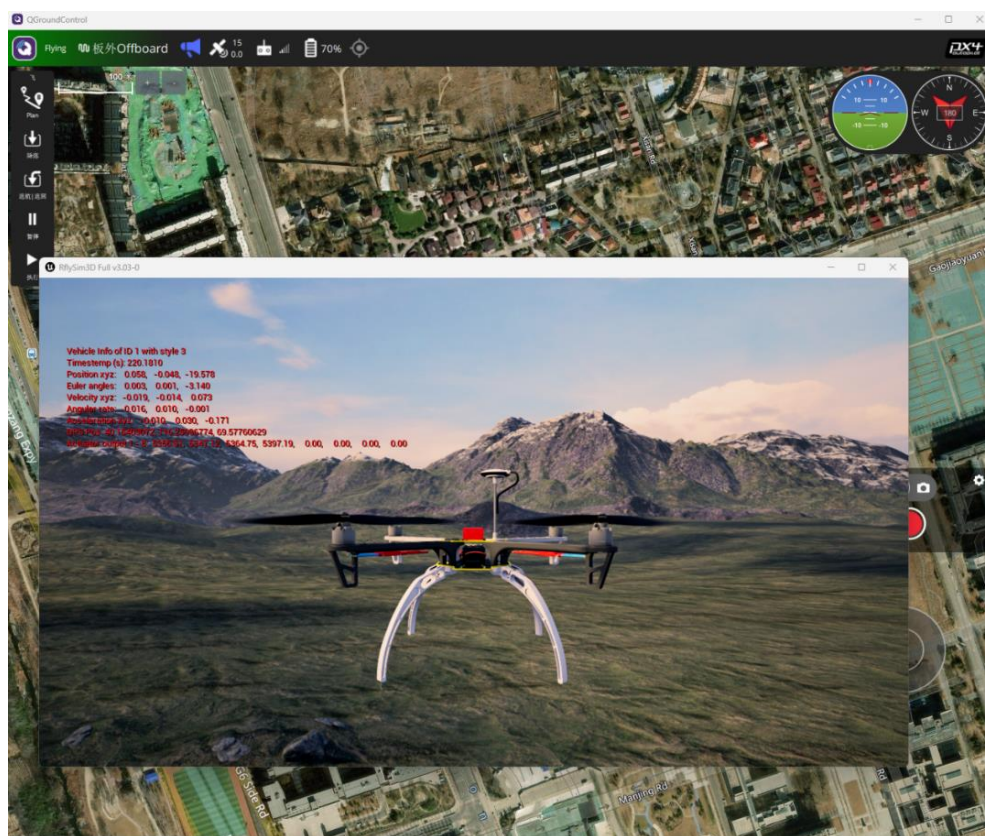


满油门推到最上，是上飞 20m 高

注：初始高度在-8m 左右。

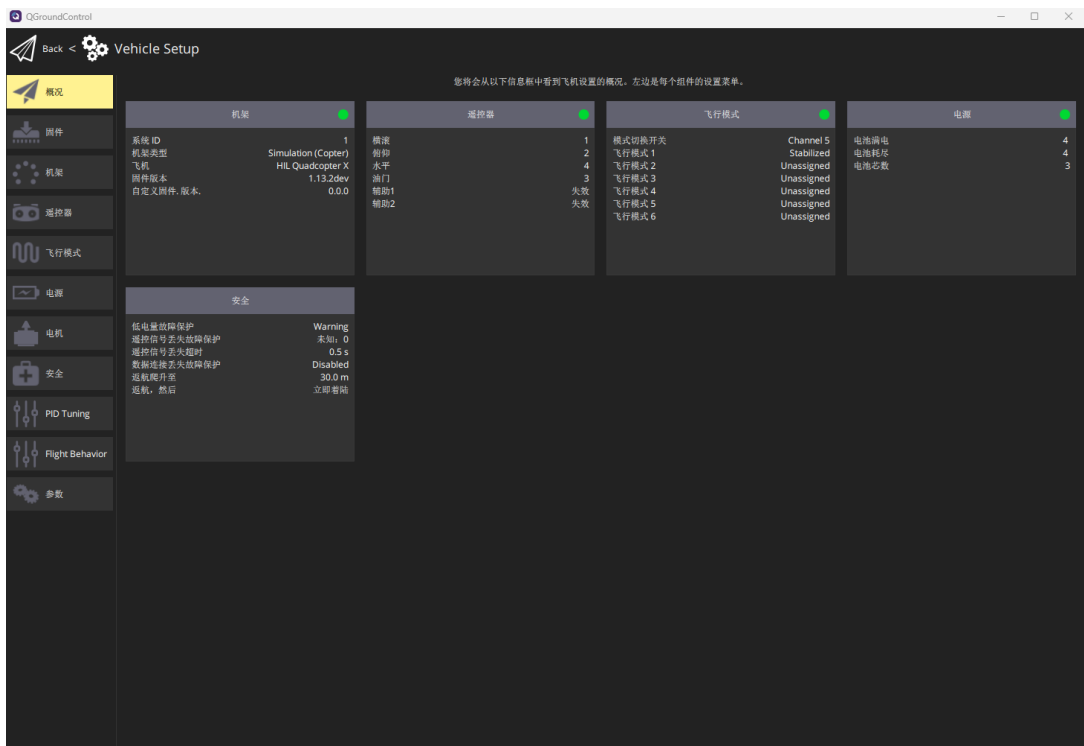


偏航杆推到最右，是 π

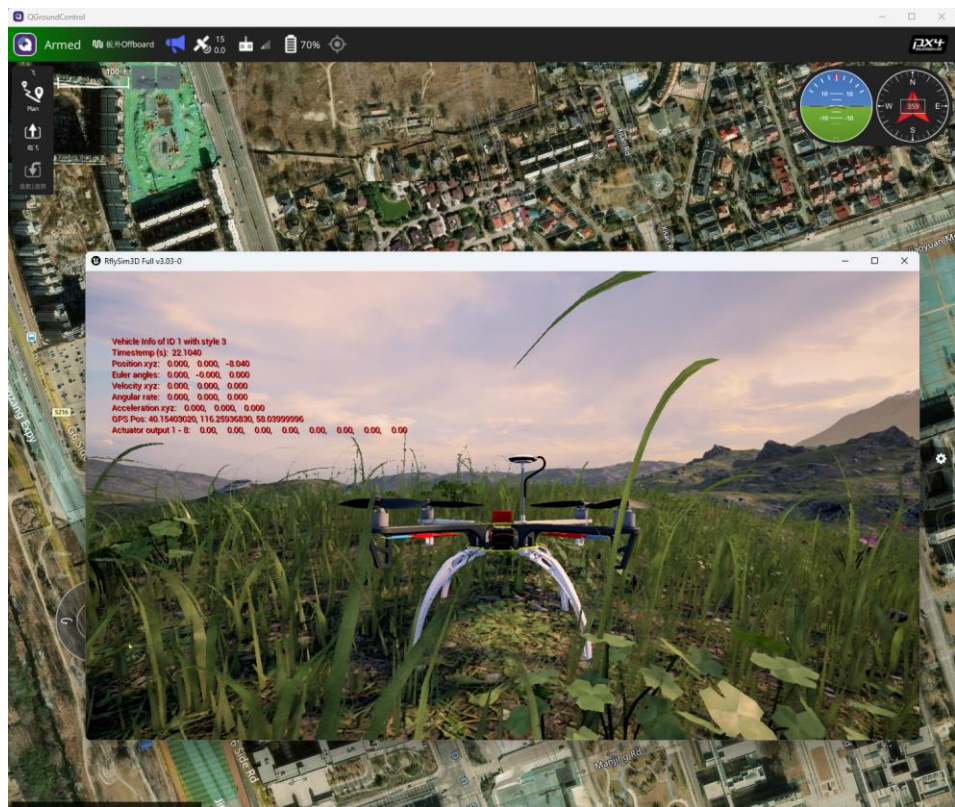


5.9. Offboard 模式下速度控制模型

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 Exp2_OffboardAdvCtrlAPI2_Vel.slx 文件，点击编译，等待编译完成后将固件烧录到飞控。

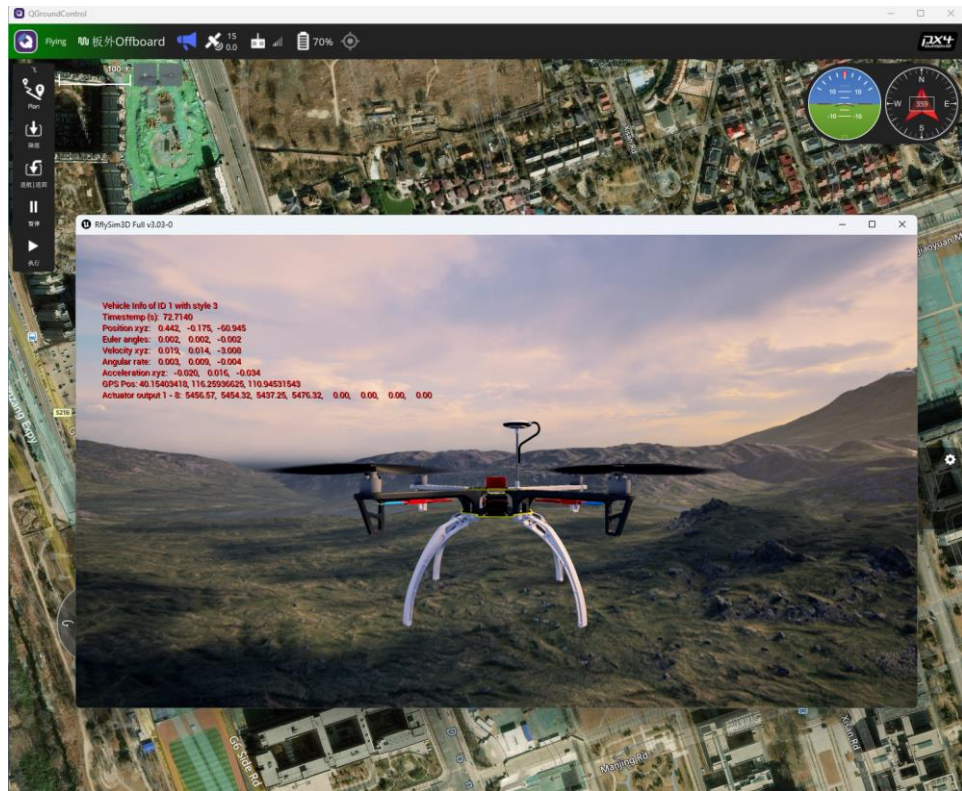


CH5 拨到最高，1 秒后自动解锁并触发 Offboard 模式

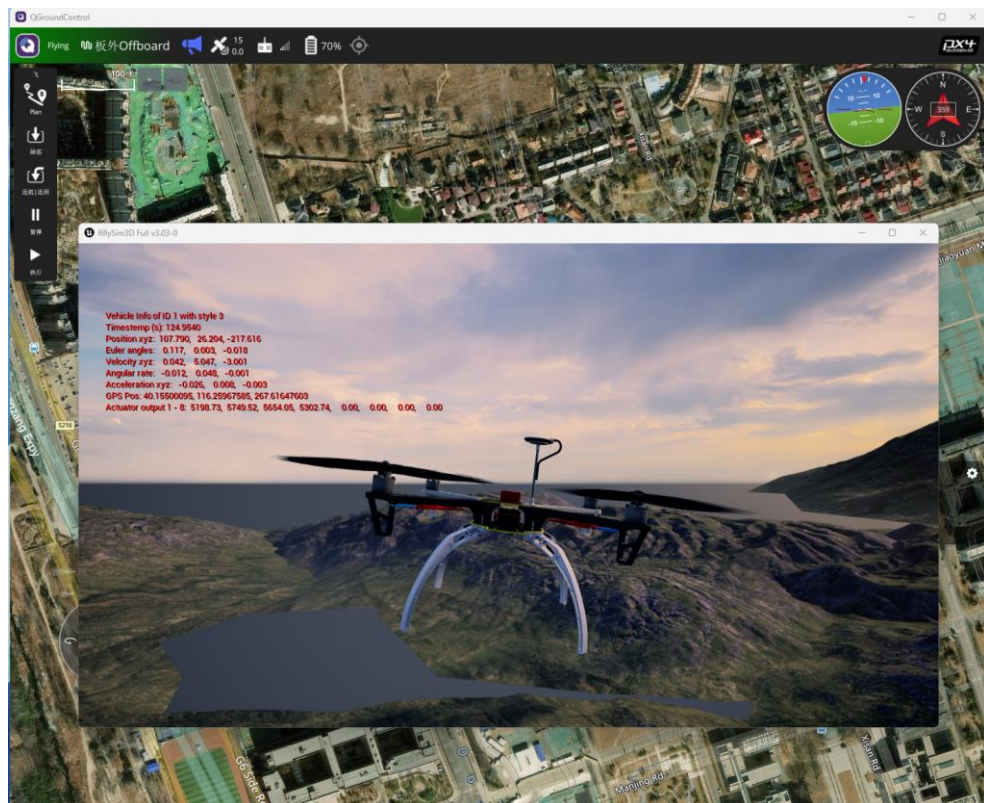


然后推动遥控器杆，通过 QGC 观察，是否定在预设的位置。

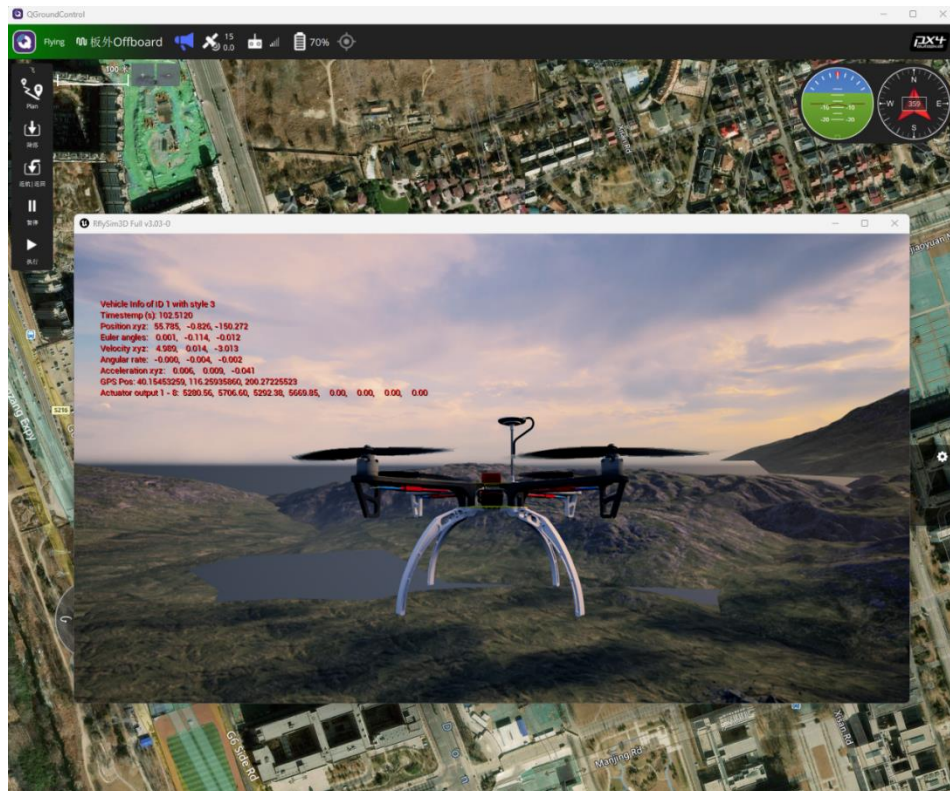
满油门推到最上，是上飞 3m/s



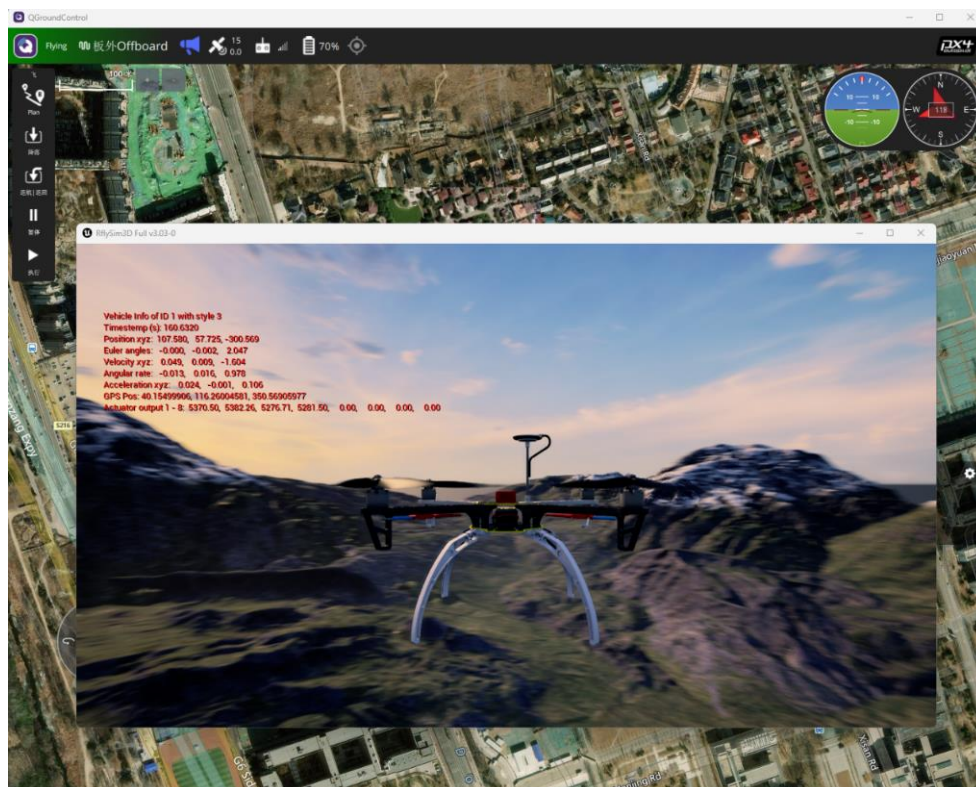
滚转杆推到最右，是右飞 5m/s



俯仰杆推到最前，是前飞 5m/s



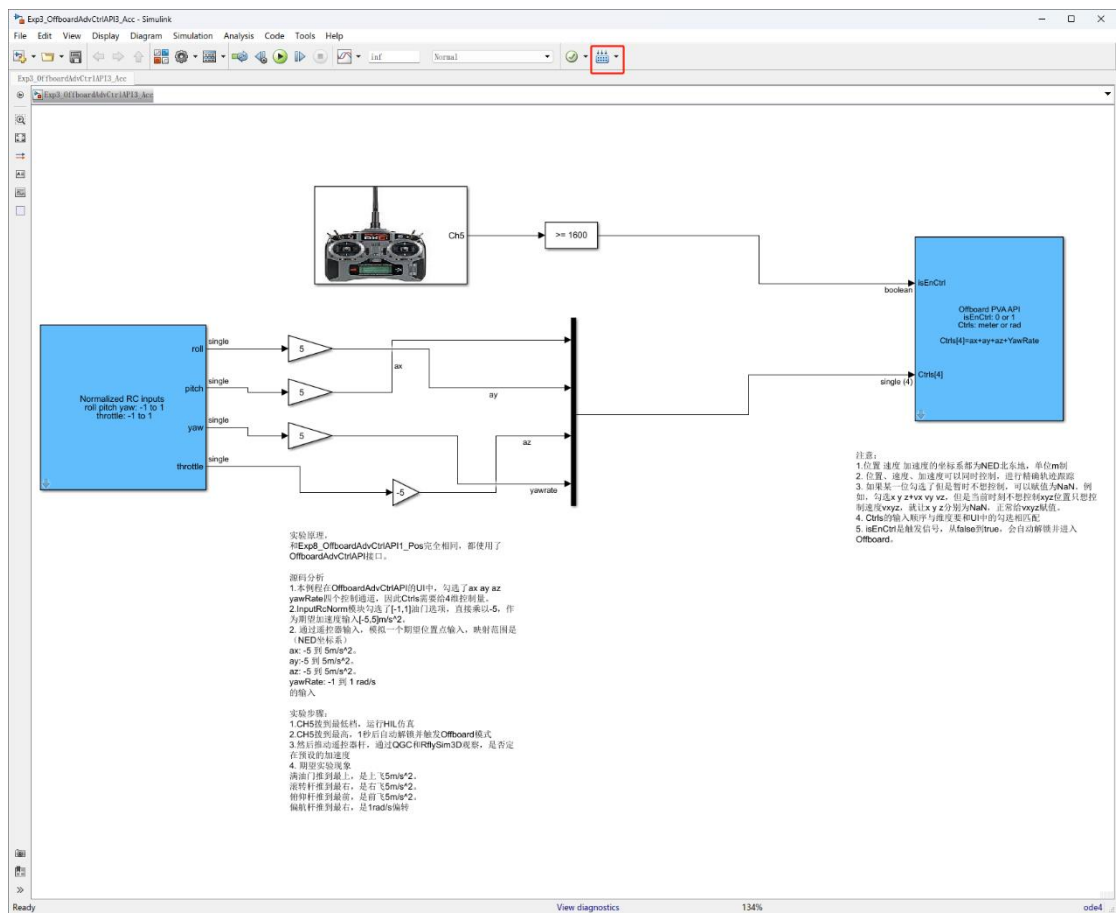
偏航杆推到最右，是 1rad/s 偏转



5.10. Offboard 模式下加速度控制模型

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 Exp3_OffboardAdvCtrlAPI3_Acc.slx 文件，点击编译，等待编译完成后将

固件烧录到飞控。



遥控器 CH5 拨到最低档，以管理员的身份运行 RflyTools 中的 HITLRun 脚本，开启硬件在环仿真。

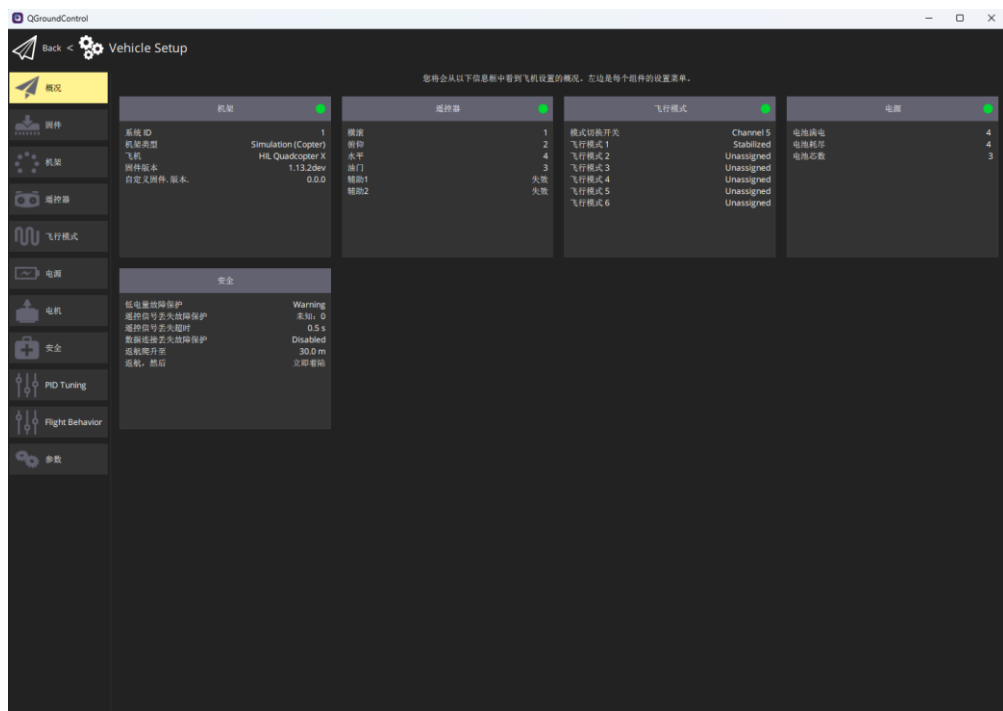
```
C:\Windows\System32\cmd.exe

Please input the Pixhawk COM port list for HITL
Use ', ' as the separator if more than one Pixhawk
E.g., input 3 for COM3 of Pixhawk on the computer
Input 3,6,7 for COM3, COM6 and COM7 of Pixhawks

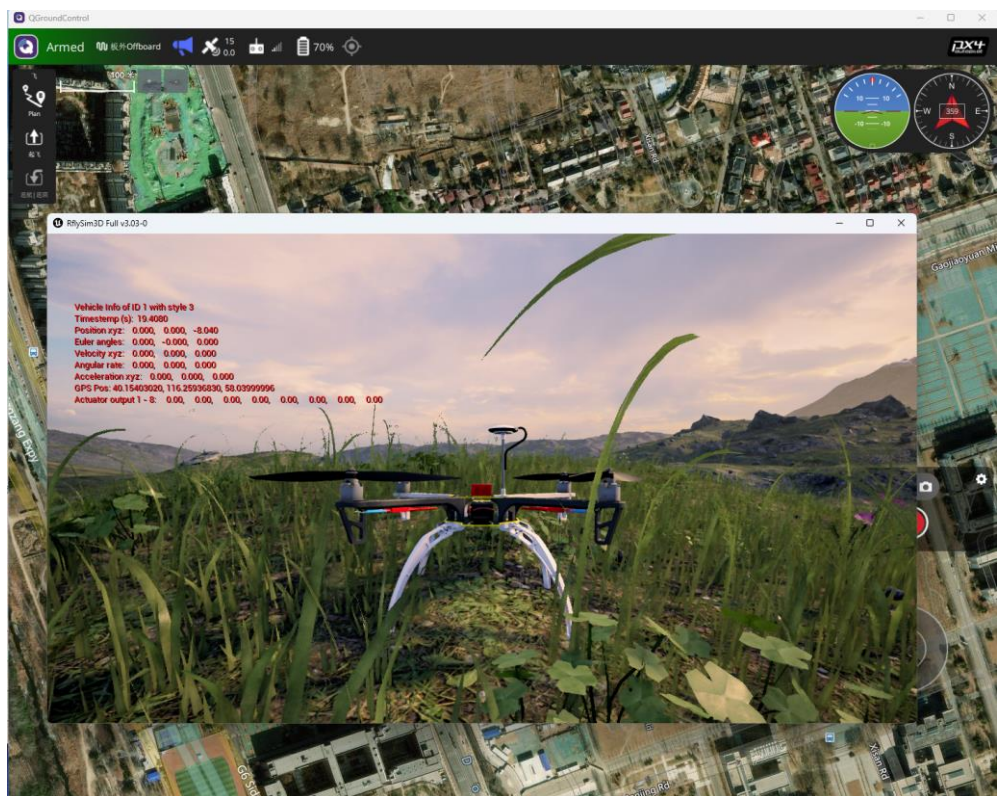
Available COM ports on this computer are:
COM4: USB ???

Recommended COM list input is: 4

My COM list for HITL simulation is:4
```

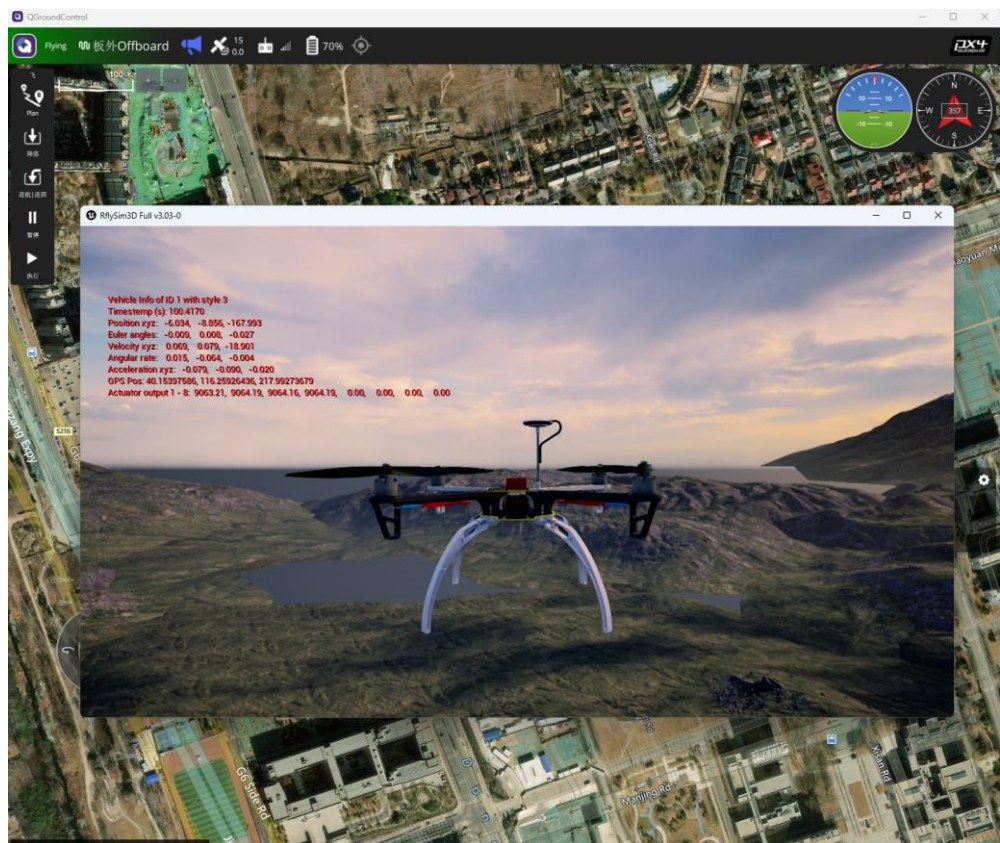


CH5 拨到最高，1 秒后自动解锁并触发 Offboard 模式

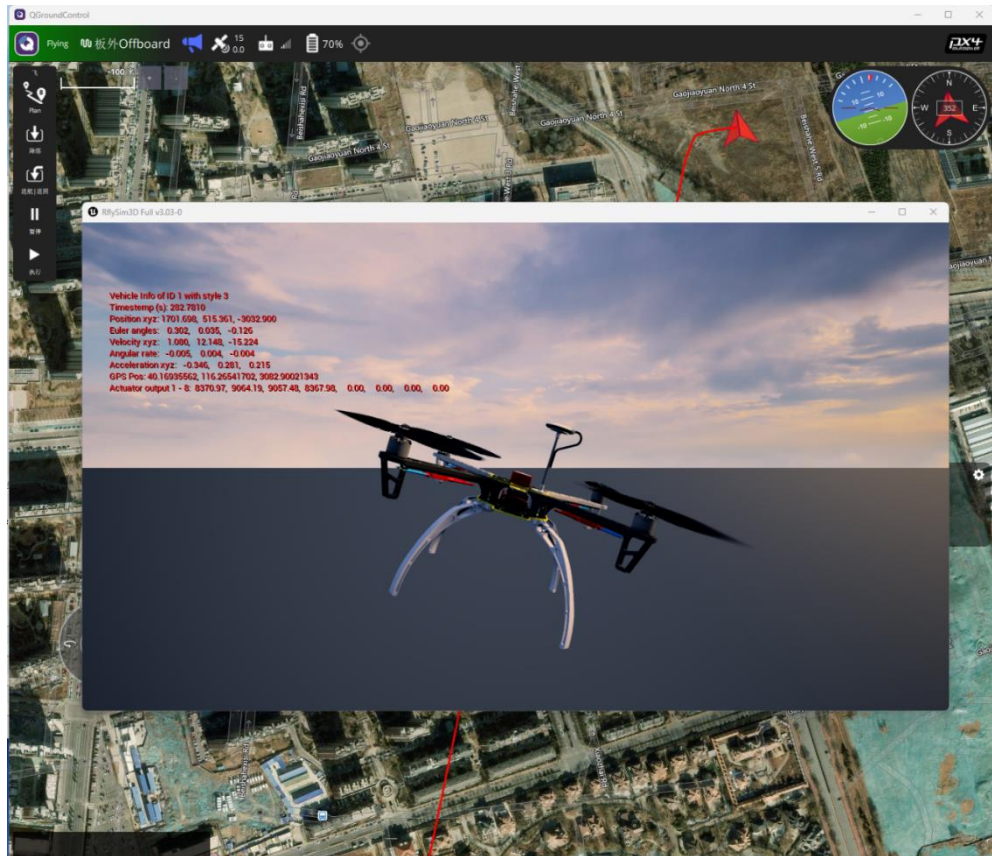


然后推动遥控器杆，通过 QGC 观察，是否落在预设的位置。

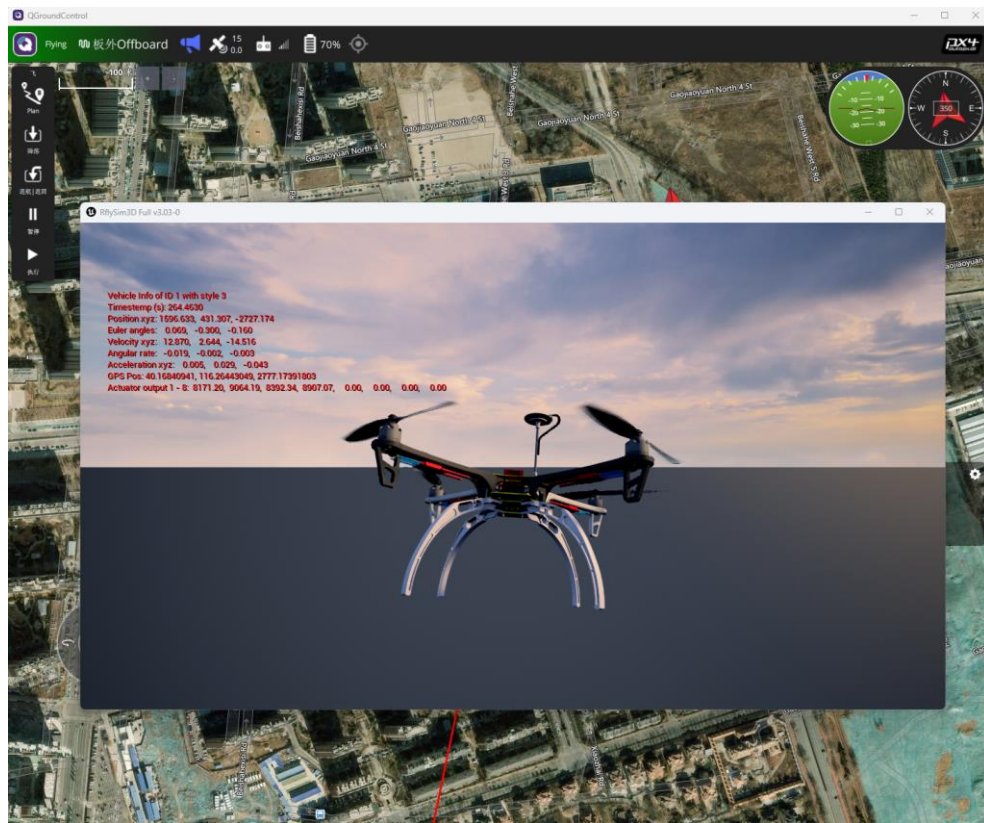
满油门推到最上，是上飞 5m/s^2 。



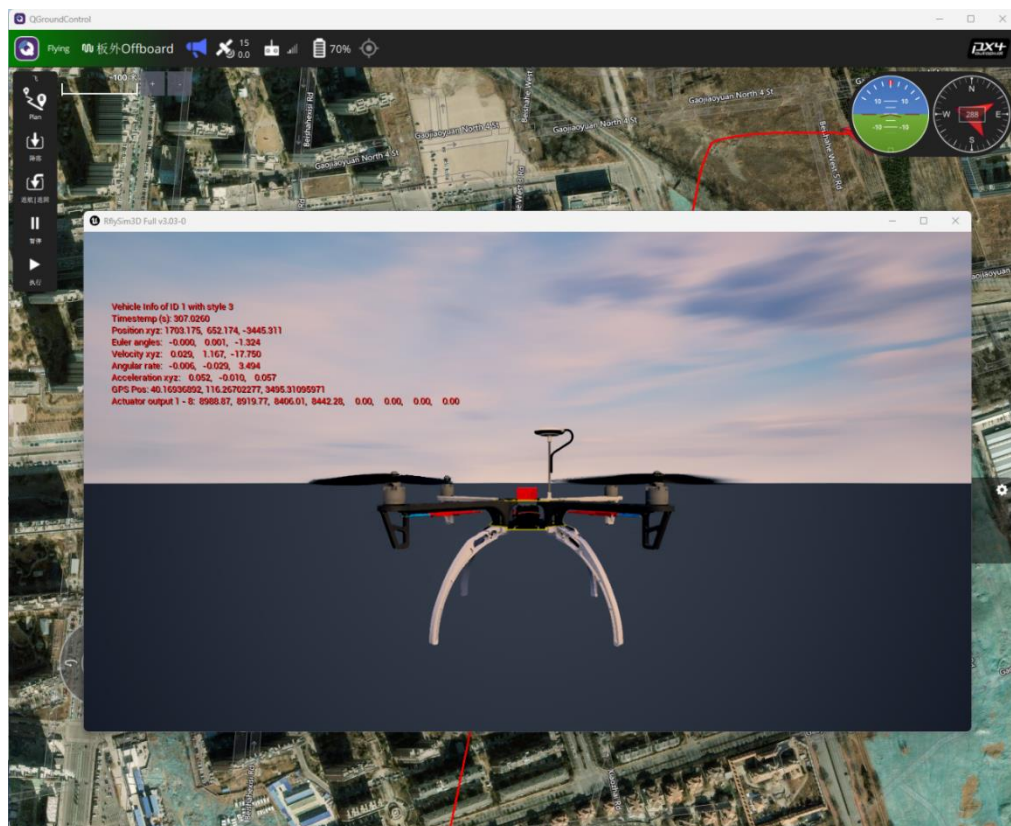
滚转杆推到最右，是右飞 5m/s^2 。



俯仰杆推到最前，是前飞 5m/s^2 。

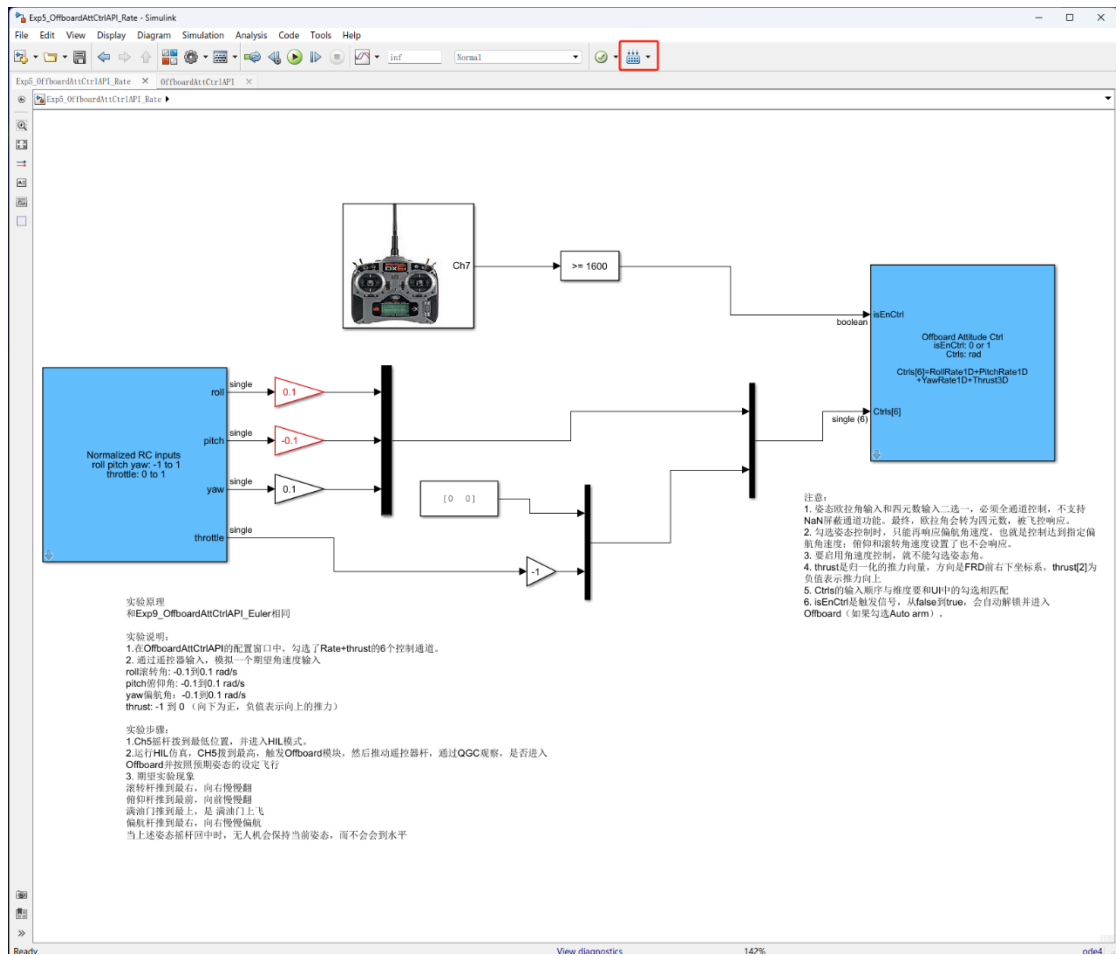


偏航杆推到最右，是 1rad/s 偏转



5.11.Offboard 模式下欧拉角控制模型

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.Off](#)



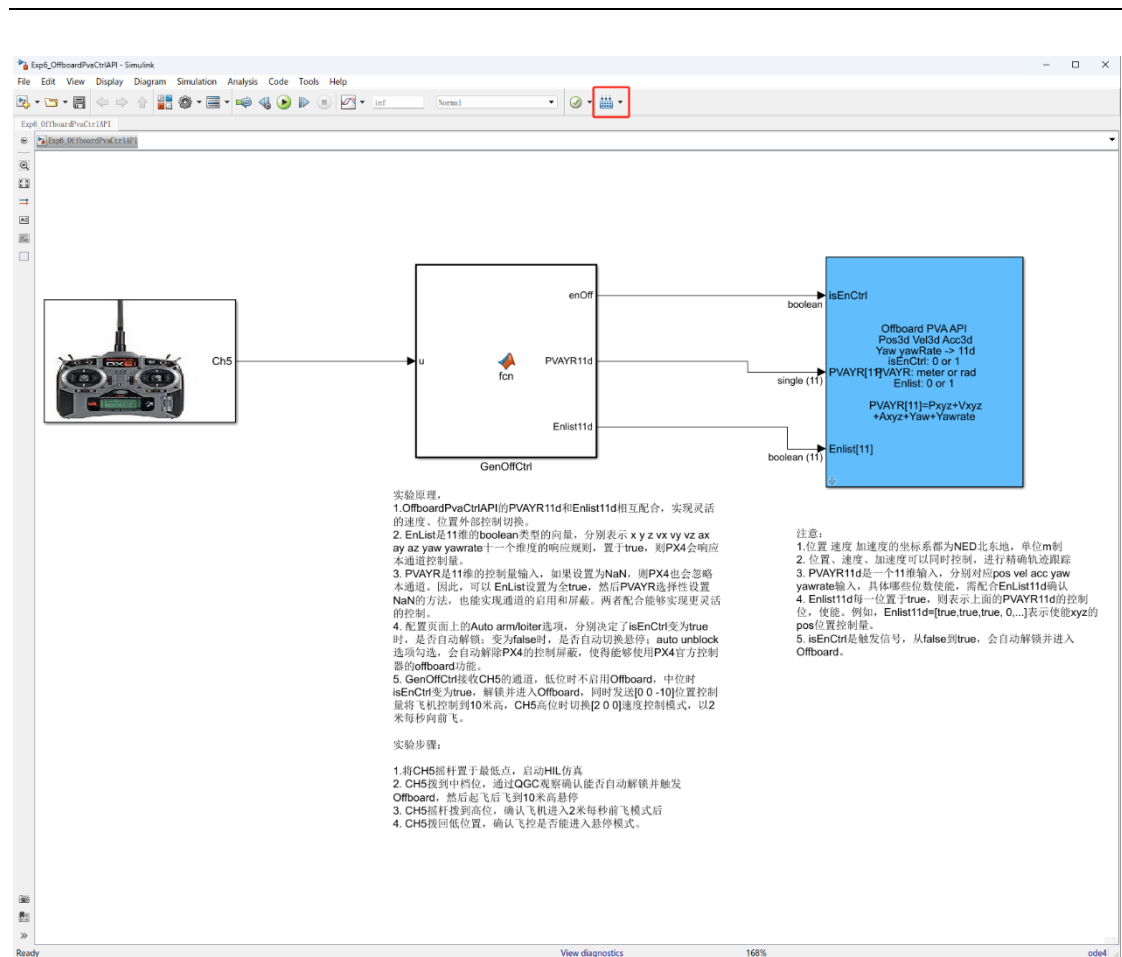
遥控器 CH5 拨到最低档，以管理员的身份运行 RflyTools 中的 HITLRun 脚本，开启硬件在环仿真。

实验现象为：

滚转杆推到最右向右慢慢翻、俯仰杆推到最前向前慢慢翻、满油门推到最上是满油门上飞和偏航杆推到最右向右慢慢偏航，当上述姿态摇杆回中时，无人机会保持当前姿态，而不会回到水平。

5.13.Offboard 模式下 API 控制模型

打开 MATLAB 软件，在 MATLAB 中打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#) 中的 Exp6_OffboardPvaCtrlAPI.slx 文件，点击编译，等待编译完成后将固件烧录到飞控。



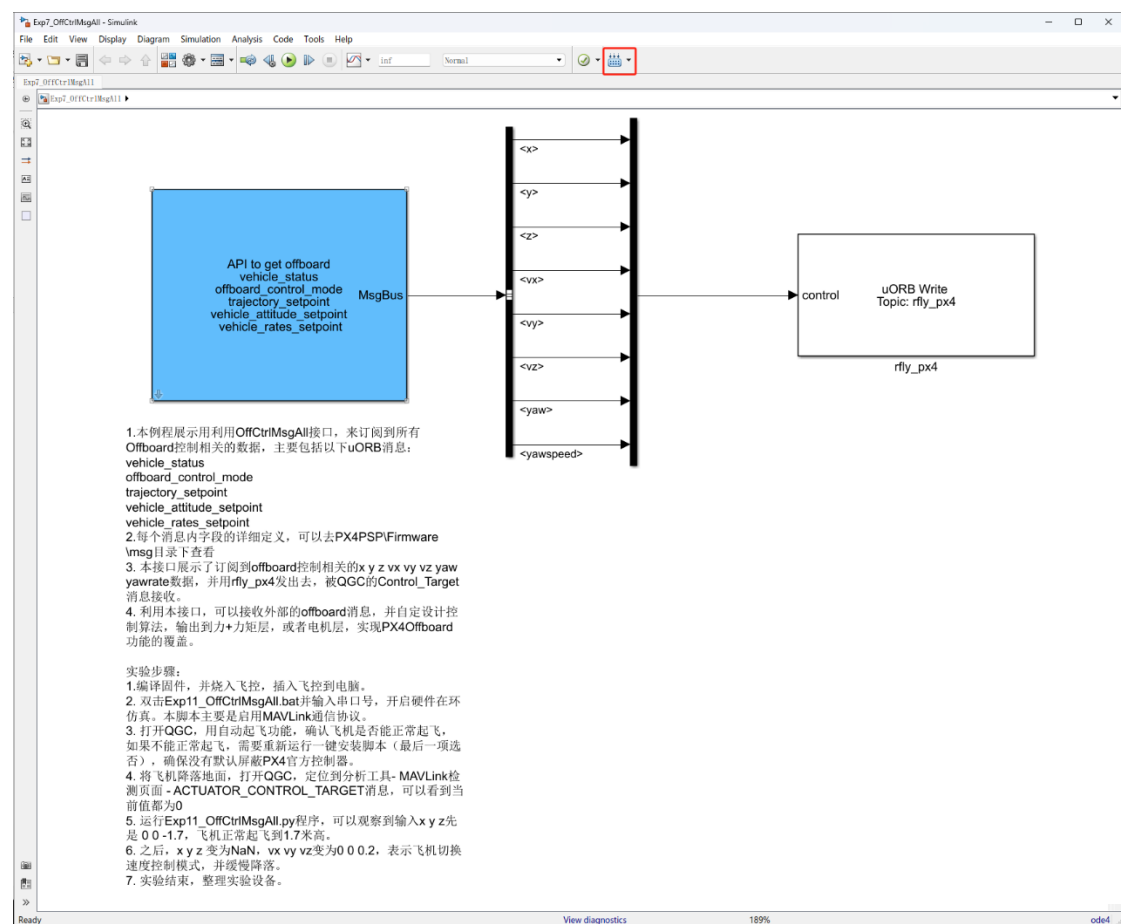
遥控器 CH5 拨到最低档, 以管理员的身份运行 RflyTools 中的 HITLRun 脚本, 开启硬件在环仿真。

实验现象为:

CH5 拨到中档位, 通过 QGC 观察确认能否自动解锁并触发 Offboard, 然后起飞后飞到 10 米高悬停。CH5 摇杆拨到高位, 飞机进入 2 米每秒前飞模式; CH5 拨回低位位置, 飞控进入悬停模式。

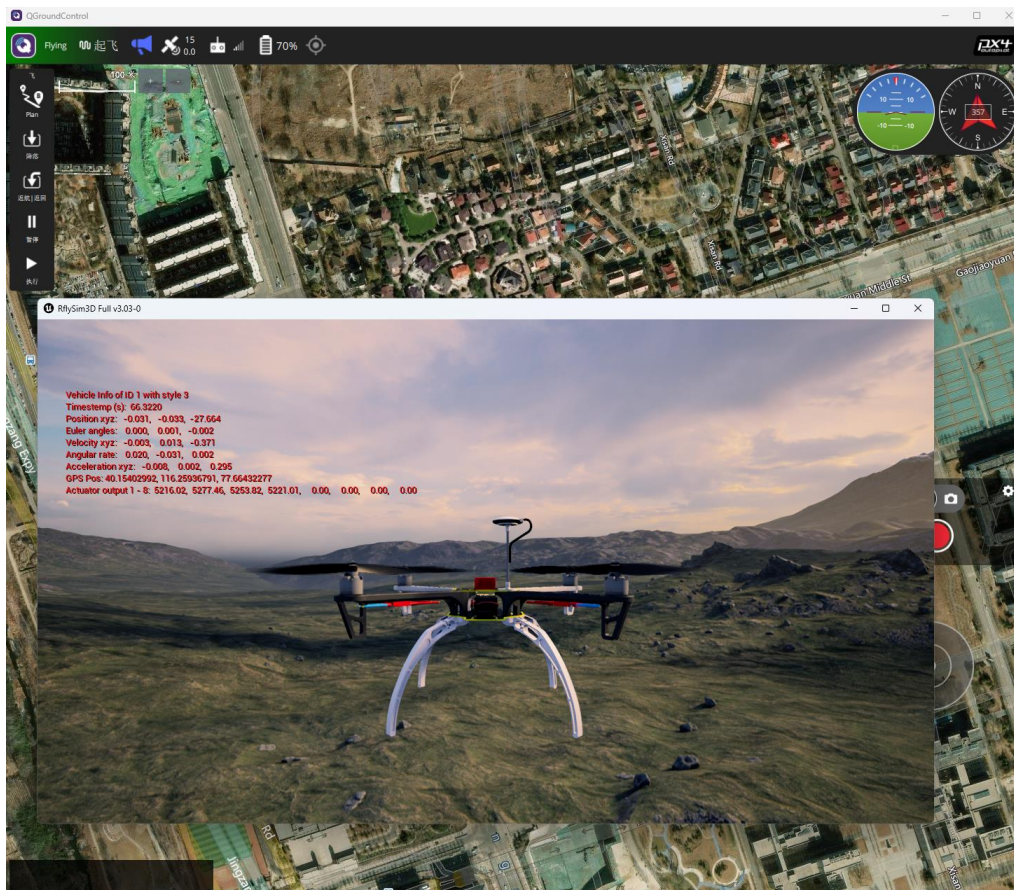
5.14.Offboard 模式下 Msg 消息控制模型

打开 MATLAB 软件, 在 MATLAB 中打开[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 Exp7_OffCtrlMsgAll.slx 文件, 点击编译, 等待编译完成后将固件烧录到飞控。

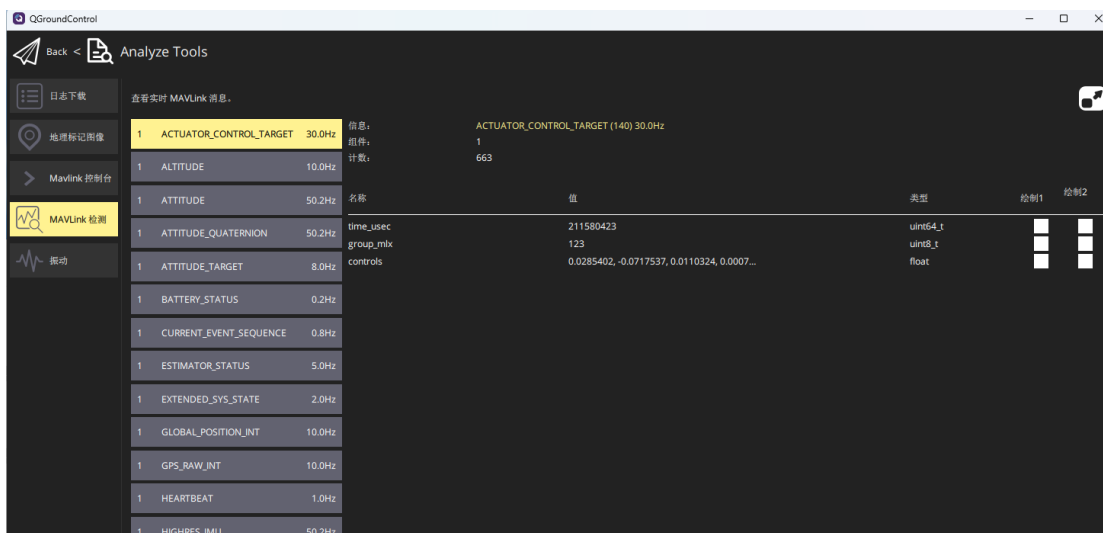


遥控器 CH5 拨到最低档，以管理员的身份运行[\[安装目录\]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI](#)中的 Exp7_OffCtrlMsgAll.bat 脚本，开启硬件在环仿真。

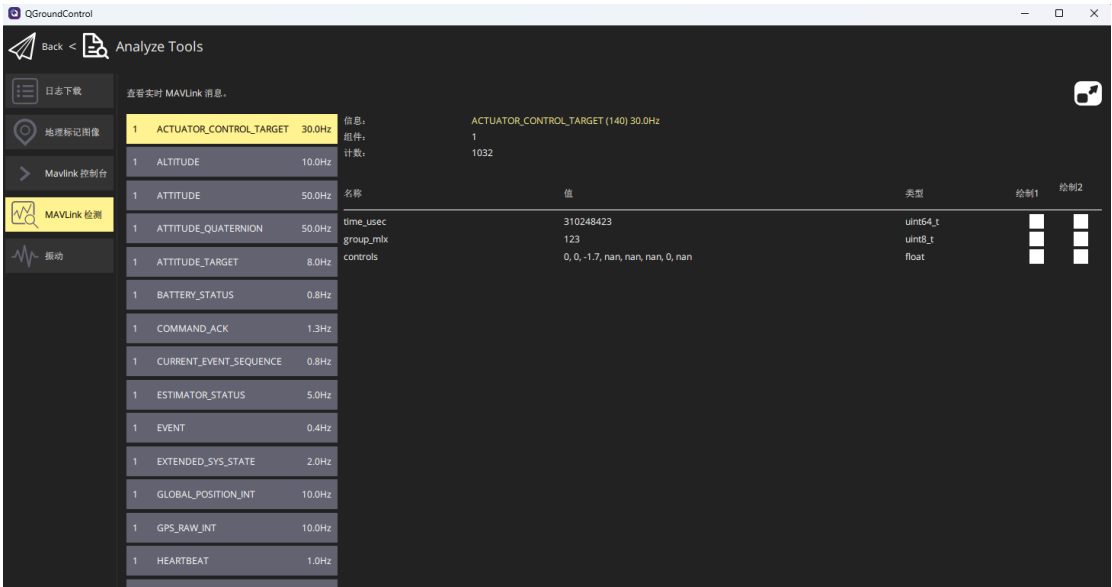
进入 QGC,用自动起飞功能，确认飞机是否能正常起飞。



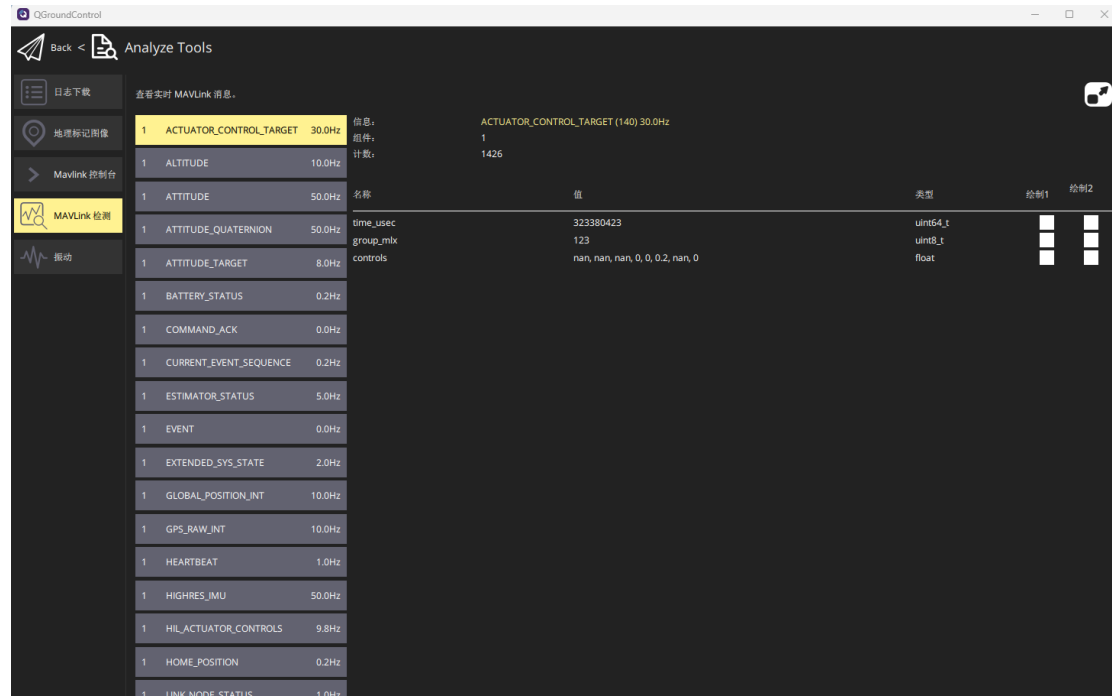
将飞机降落地面，打开 QGC，定位到分析工具- MAVLink 检测页面 -
 ACTUATOR_CONTROL_TARGET 消息，可以看到当前值都为 0



运行[安装目录]\5.RflySimFlyCtrl\0.ApiExps\17.OffboardCtrlsAPI 中的 Exp7_ OffCtrlMsg
 All.py 程序，可以观察到输入 x y z 先是 0 0 -1.7，飞机正常起飞到 1.7 米高。



之后，x y z 变为 NaN，vx vy vz 变为 0 0 0.2，表示飞机切换速度控制模式，并缓慢降落。



6. 参考资料

[1] 无。

7. 常见问题

Q1: ***

A1: ***