

集群控制仿真单元 FS-ClusterSim 产品手册



飞思实验室

北京卓翼智能科技有限公司

二〇二五

目录

第一部分：产品概述.....	1
简介.....	1
功能亮点.....	2
物品清单.....	2
第二部分：安全操作指南.....	2
1. 使用前检查列表.....	2
2. 使用前须知.....	3
3. 部件使用须知.....	3
4. 保养.....	3
5. 免责声明与警告.....	4
第三部分：快速入门指南.....	5
1. 认识设备.....	5
2. 硬件接口介绍.....	5
第四部分：硬件在环实验操作.....	8
1. 设备准备.....	8
2. 基于网口的硬件在环仿真.....	8
第五部分：常见问题与解决方法.....	19

第一部分：产品概述

简介

集群控制仿真单元 FS-ClusterSim 是飞思智能仿真系统的重要组成部分，应用于无人机、无人车等无人系统的集群硬件在环仿真，支持单机控制仿真或多机集群的仿真。仿真单元集成 10 套工业级自驾仪等硬件设备，作为集群仿真的主要载体，基于飞思集群仿真平台 平台构建了 Linux+ROS 与 PX4 联动的仿真环境，在仿真计算机上部署飞思集群仿真平台后，在平台中提供城市、山区等各类集群飞行环境，从而实现丰富的多机集群仿真。

如图 1 所示：



图 1 外观展示图

功能亮点

- 集成 10 套飞控单元，支持进行多机的集群仿真
- 可同时启动运行多个飞控，实现快速部署集群仿真硬件
- 基于仿真平台，支持实现从软件在环、硬件在环仿真到真机实飞的全流程开发，有效提升研究人员开发效率，形成低成本、高效率、高可信的集群
- 仿真解提供系统的工具包及体系化的开发指导教程

物品清单

表 1 所示：

名称	型号	数量	单位
集群仿真单元	FS-ClusterSim	1	个
适配器	12V5A	1	个
小米数据线		10	根
U 盘		1	个
网线	2 米	2	根
包装箱		1	个
路由器		1	个

第二部分：安全操作指南

1. 使用前检查列表

- 仅适用配套设备，并保证所有部件工作状态良好。
- 确保无任何异物黏附于机身。
- 请勿在没有卓翼智能技术人员许可的情况下，更新固件，参数。
- 用户应该确保自己不在酒精，药物的影响下操控。

2. 使用前须知

为了能使您能更安全使用本产品，卓翼智能为用户提供了以下文档资料

- 《安全操作指南》
- 《快速入门指南》
- 《免责声明与警告》
- 《硬件在环实验操作》

建议用户首先查阅《免责声明与警告》，《安全操作指南》，再使用《快速入门指南》与《硬件在环实验操作》了解使用过程。

3. 部件使用须知

为避免可能的伤害和损失，请务必遵守以下各项：

- 使用原厂配件或者经过卓翼智能技术部门指导下购买的配件，使用非原厂配件可能造成使用效果不佳。

- 配发各部件内没有任何异物（如：水，油，沙土等）

- 切勿自行改装设备以及所涉及的线路，否则会影响设备性能，严重的会导致故障。

- 确保设备工作正常

- 严禁进行私自改装

- 确保机身各零部件无损伤。

4. 保养

为避免可能的伤害和损失，请务必遵守以下各项：

- 将设备均存放于干燥通风处，减少阳光直射以防止设备老化，电源过热，若长时间存放，推荐存放温度区间为 10℃~30℃。

- 切勿让设备接触液体，否则将会对设备造成永久损坏，切勿将设备存放于潮湿环境下的场所。

5. 免责声明与警告

- 为保护用户的合法权益，请您在使用本产品前务必仔细阅读本产品提供的使用文档、免责声明、法律法规和安全操作指南。卓翼智能保留对上述文档进行更新的权利。请您务必按照相关文档操作本产品。

- 本产品不适合未满 18 周岁及其他不具备完全民事行为能力的人士使用，请您避免上述人士接触本产品，在有上述人士出现的场合操作时请您格外注意。

- 本产品为科研教育性产品，源码开源支持二次开发，并非稳定的商业产品，使用时需有一定的基础，且稳定程度不能和商业产品相提并论。购买产品表示您知晓并理解此产品的特殊性。二次开发有一定门槛，需要使用者具备一定的开发能力、自主学习能力。

- 一旦开始使用本产品，即视为您已阅读、理解、认可和接受本产品的说明书、免责声明和安全操作指南的全部条款和内容。使用者承诺对自己的行为及因此而产生的所有后果负责。使用者承诺仅出于正当目的使用本产品，并且同意本条款及卓翼智能可能制定的任何相关政策或者准则。

- 在使用本产品的过程中，请您务必严格遵守并执行包括但不限于说明书和安全操作指南里的要求。对于违反安全指南所提示的使用行为或不可抗因素导致的一切人身伤害、事故、财产损失、法律纠纷，及其他一切造成利益冲突的不利事件，均由用户自己承担相关责任和损失，卓翼智能将不承担任何责任。

- 用户使用本产品直接或间接发生的任何违反法律规定的行为，卓翼智能将不承担任何责任。

- 在使用本产品前，请仔细阅读本文说明。一旦您开始使用本产品，表示您对本文全部内容的认可和接受。请严格遵守本文安装和使用说明。因用户不当使用、安装、私自改装等造成的任何结果和损失，卓翼智能将不承担法律责任。

第三部分：快速入门指南

1. 认识设备

- 检查物品是否齐全，如物品有差，请及时联系卓翼人员。
- 检查内部物品是否损坏。
- 给集群控制仿真单元供电，检查屏幕是否正常亮起。
- 使用 QGC 连接飞控检查飞控能否正常使用。
- 在集群控制仿真单元供电时，连接网线检查网口能否正常使用

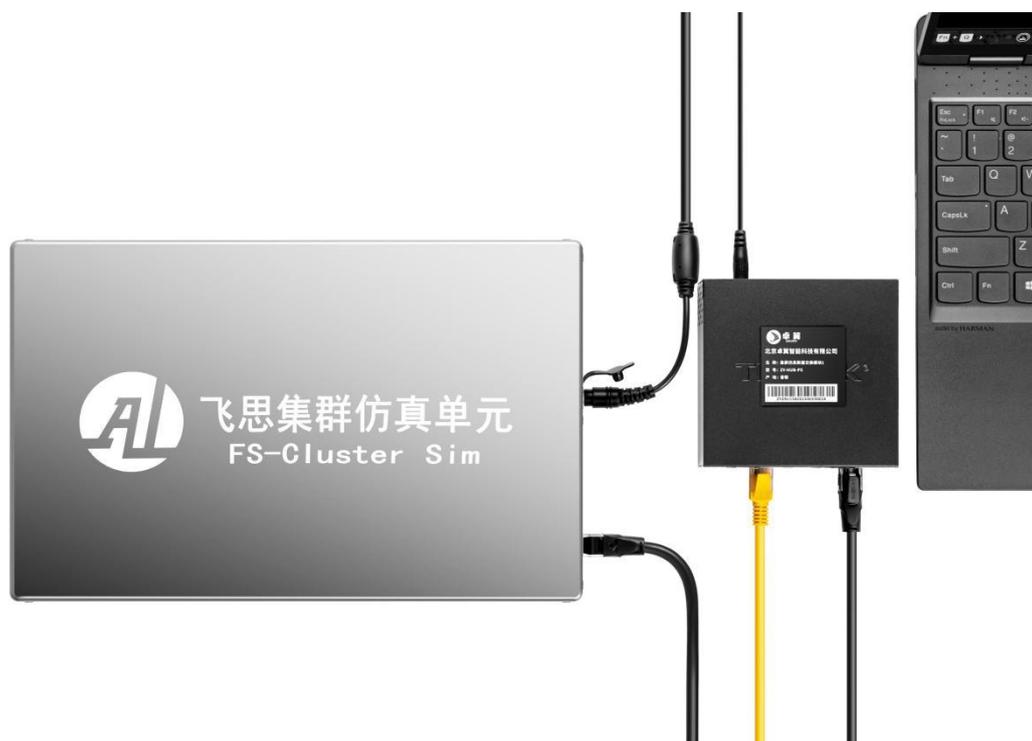


图 2 硬件连接图

2. 硬件接口介绍

集群控制仿真单元共提供 1 个网络接口、1 个电源接口、1 个控制整个单元的电源开关和 10 个飞控 USB 接口，其中每个飞控还一一对应一个信号警示灯。以下是其详细介绍：



图 3 飞思智能仿真单元侧视图

网口接口：图 3 上的 1 号编号，连接着内置的千兆级交换机，主要通过网线连接上路由器，将仿真单元内置 10 个飞控与主机进行 UDP 通信。

电源接口：图 3 上的 2 号编号，使用配置的 12V 电源适配器与电源进行连接，为仿真单元提供稳定电压。

电源开关：图 3 上的 3 号编号，主要控制整个仿真盒子的通关电源。



图 4 飞思智能仿真单元正视图

飞控编号：如图 4 上的 1 号编号，作用是区分仿真盒子的飞控，并对应下方的指示灯，以及右下方的 USB 接口，便于用户对单个飞控进行操作。

飞控 USB 开关：如图 4 上的 2 号编号，主要通过 USB 线和飞控进行串口通信连接。

飞控指示灯：如图 4 上的 3 号编号，主要便于用户进行观察，并给与相应提示，其中有三种不同颜色的提示：



图 5 蓝色待机指示灯

蓝色警示灯表示：飞控处于待机状态，表示可以正常进行工作。如图 5 所示飞控 1、2、3、5 号共四个飞控都处于待机状态。



图 6 绿色正常工作指示灯

绿色灯表示：飞控处于正常工作状态。如图 6 所示，飞控 1、2 号共两个飞控处于工作模式，既正在进行相应的仿真。



图 7 红色警示灯示意图

红色灯表示：飞控故障警示灯，可能是硬件或者参数错误，这个时候我们就要对出故障的飞控进行排查。如图 7 所示，2 号飞控进行警报，表明此飞控参数

故障（基本都是这个原因导致）或者硬件错误。

第四部分：硬件在环实验操作

1. 设备准备

实验操作前，请准备好以下物料

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	飞思集群仿真平台工具链 ^①	智能控制仿真单元 ^②	1

①：仿真软件安装与获取方式请见：

<https://rflysim.com/doc/zh/HowToInstall.pdf>

②：仿真软件详细说明文档请见：

<https://rflysim.com/doc/zh/B/1.1HILs.html>

表 3

RflySim 平台下载

下载网址为 <https://rflysim.com/download.html>，可以通过填写邮箱获取。

可扫描二维码进入网站进行下载：



2. 基于网口的硬件在环仿真

使用集群控制仿真单元进行基于网口硬件在环仿真是利用飞控的网络通信功能实现的硬件在环仿真，主要包含以下步骤：

步骤一：连接集群控制仿真单元相关硬件

实验需要一个飞思集群控制仿真单元、一台装有 RflySim 的仿真测试电脑、一体化千兆路由器和若干网线。线路连接如图 8 所示。

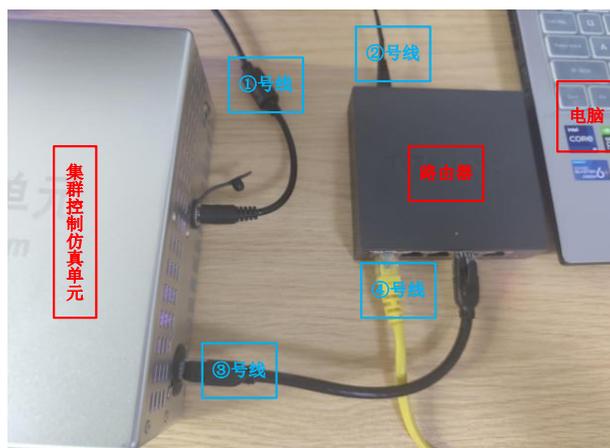


图 8 飞思集群仿真单元实物连接图

- ① 号线：集群控制仿真单元电源线。
- ② 号线：路由器电源线。
- ③ 号线：网线。
- ④ 号线：网线。

根据以上飞思集群仿真单元实物连接图，逐步进行以下操作：

- (1) 使用①号线，将集群控制仿真单元连接电源，如图 9 所示。



图 9 飞思集群仿真单元连接电源

- (2) 使用②号线，将路由器连接电源，如图 10 所示。



图 10 路由器连接电源

(3) 使用③号线，网线两头分别连接集群控制仿真单元与路由器，如图 11 所示。



图 11 集群控制仿真单元连接路由器

(4) 使用④号线，网线两头分别连接路由器与电脑，如图 12 所示。

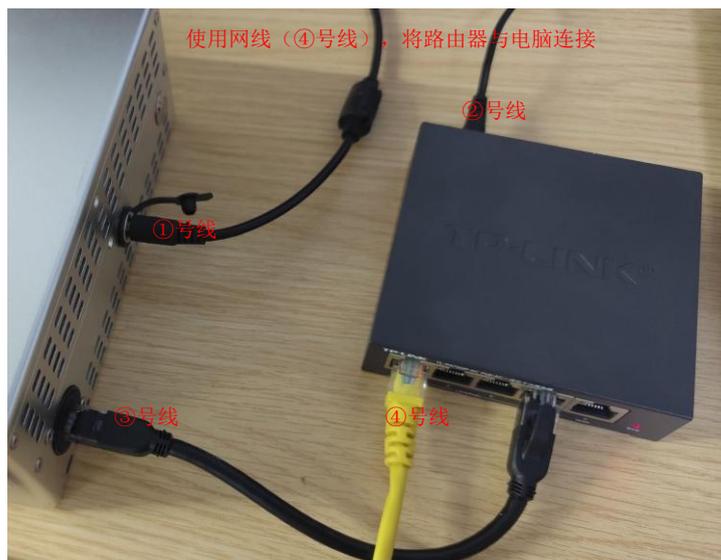


图 12 路由器连接电脑

(5) 等待所有状态灯都变为蓝色，如图 13 所示。集群盒子的状态灯需要都

变为蓝色，表示每个飞控都可以正常使用。如遇飞控一直为红灯的情形，请参见问题 1：集群控制仿真单元出现个别飞控状态灯一直为红色。



图 13 等待所有飞控的状态灯变为蓝色

步骤二：运行 RflyUdpMavlinkRealHILNet.bat 一键启动 RflySim 仿真

(1) 在“模块 2-集群控制”主目录下，找到“实验 2-1_点到点飞行控制实验”文件夹，打开“2. 硬件在环实验”文件夹，如所示，双击运行 RflyUdpMavlinkRealHILNet.bat 脚本一键启动硬件在环仿真，在弹出的对话框中选择“是”，本实验为单机实验，如图 15 所示，在终端界面中输入 1 后点回车，之后将自动启动 QGC、CopterSim、RflySim3D 三个软件。

 PosControl.slx	2024/10/22 15:18	Simulink Model	87 KB
 PosControl_init.m	2024/10/9 9:29	MATLAB Code	1 KB
 RflyUdpMavlinkRealHILCom.bat	2024/9/29 9:26	Windows 批处理...	6 KB
 RflyUdpMavlinkRealHILNet.bat	2024/9/29 9:26	Windows 批处理...	5 KB
 view.py	2024/9/29 9:26	Python 源文件	3 KB

图 14 打开“RflyUdpMavlinkRealHILNet.bat”脚本

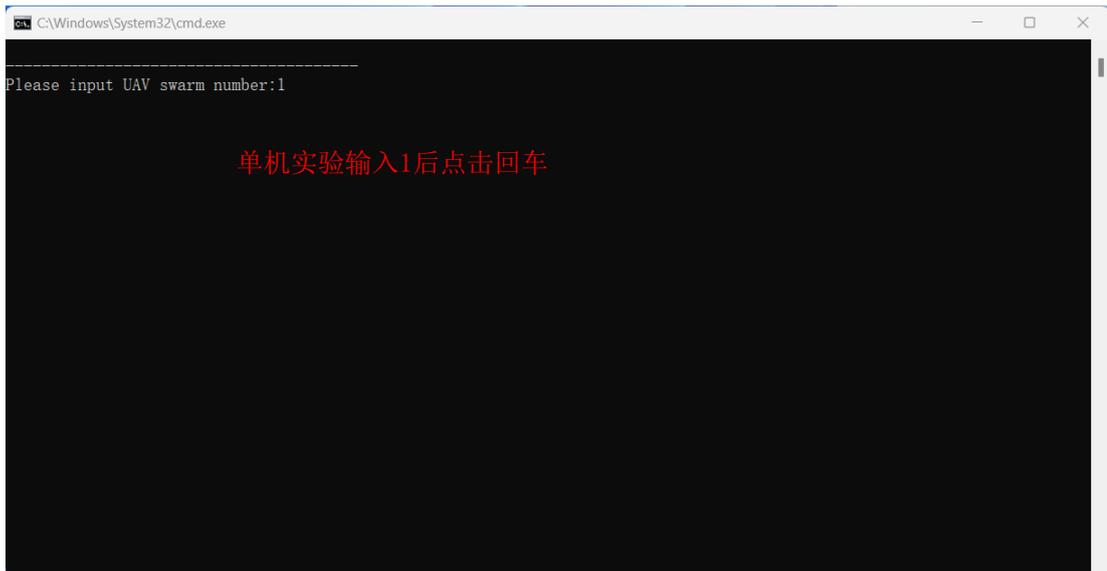


图 15 终端输入飞机数量

(2) 等待软件 CopterSim 左下方的消息栏中显示：“PX4: GPS 3D fixed & EKF initialization finished”，代表 PX4 软件初始化完成，如图 16 所示。



图 16PX4 软件初始化完成

(3) 如果出现初始化未成功的情况，尝试重启仿真程序和集群控制仿真单元，具体参见**问题 2：硬件在环仿真过程中出现自检不通过**。

步骤三：打开并运行 Simulink 模型 PosControl.slx

(1) “模块 2-集群控制”主目录下，找到“实验 2-1_点到点飞行控制实验”文件夹，打开“1. 硬件在环实验”文件夹，找到“PosControl.slx”文件。鼠标左键双击“PosControl.slx”即可打开模型文件，如图 17 所示。



图 17 双击打开“PosControl.slx”

(2) 等待模型启动。不同性能的电脑启动时间不一样，有时可能需要等待 1 分钟，直至弹出如图 18 所示界面，方可进行进一步操作。

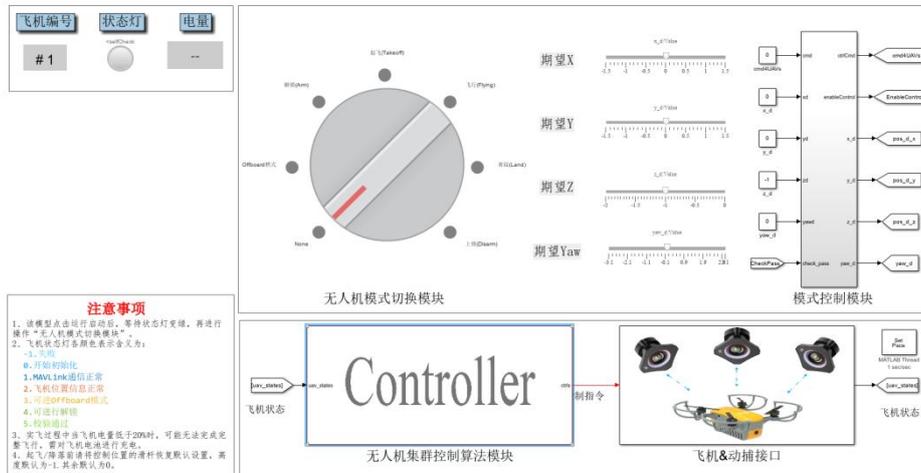


图 18 “PosControl.slx” 文件启动完成界面

(3) 运行程序前确保控制飞机位置和偏航的滑杆在默认位置处。如图 19 所示，是同时控制两架飞机的滑杆及其关联的模块。控制飞机的控制量包含期望 X、期望 Y、期望 Z 和期望 Yaw。期望 X、期望 Y、期望 Yaw 的默认值为 0，期望 Z 的默认值为-1。通过双击滑杆关联的常量可以将期望 X、期望 Y、期望 Z 和期望 Yaw 设置为默认值。

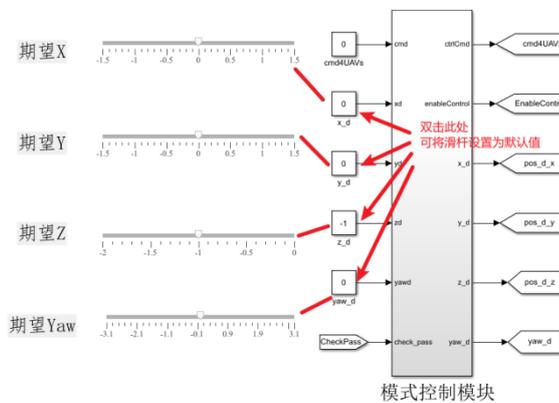


图 19 确保控制飞机位置和偏航的滑杆在默认位置

(4) 在 Simulink 界面上点击“运行”按钮，如图 20 所示。开始运行 Simulink 模型，等待所有飞机状态灯变为绿色才可以进行进一步操作。



图 20 运行“PosControl.slx”模型

(5) 如果出现状态灯校验不通过的情况，请重启 MATLAB 控制程序。具体参见：问题 2：硬件在环仿真过程中出现自检不通过

步骤四：模式切换模块发送指令完成起飞

(1) 等待状态灯为亮绿色（校验通过）如图 21 所示，则把模式切换旋钮切至 Offboard 档，QGC 中飞机进入 Ready To Fly 状态，且进入板外 Offboard 模式。

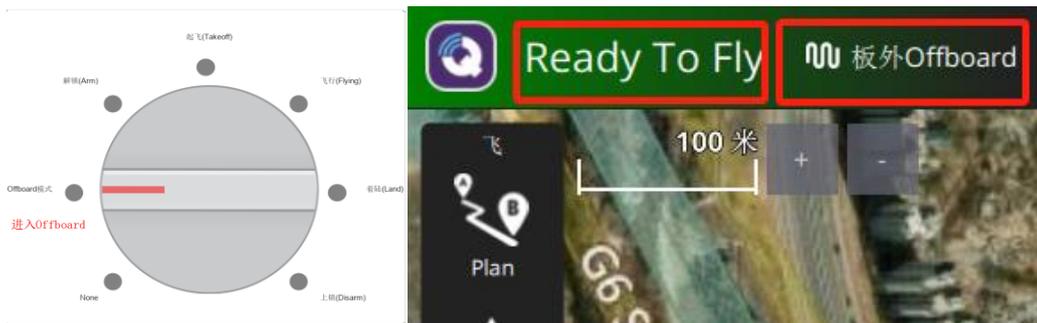


图 21 切换进 Offboard 模式

(2) 模式切换旋钮切至解锁(Arm)档，飞机进入 Armed 状态（解锁状态），如图 22 所示。

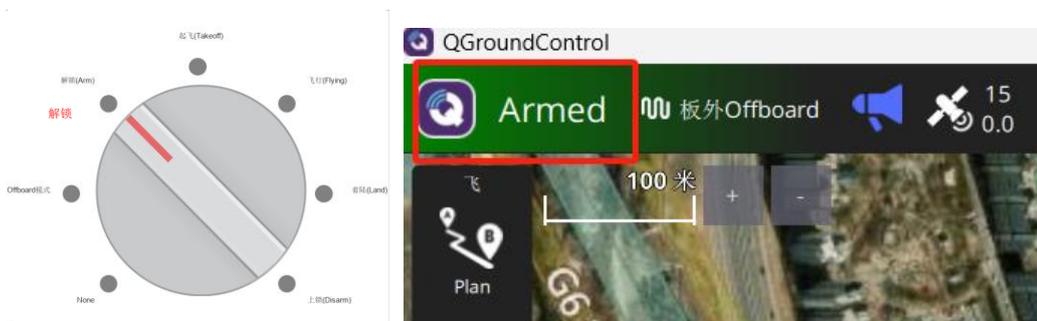


图 22 解锁飞机

(3) 模式切换旋钮切至起飞(Takeoff)，飞机将起飞并悬停，QGC 显示进入 Flying 状态，如图 23 所示。



图 23 控制飞机起飞

步骤五：滑杆控制飞机移动

(1) 模式切换旋钮切至飞行 (Flying) 档，如图 24 所示，QGC 显示飞机继续保持 Flying 状态，此时用户修改的位置才会生效。

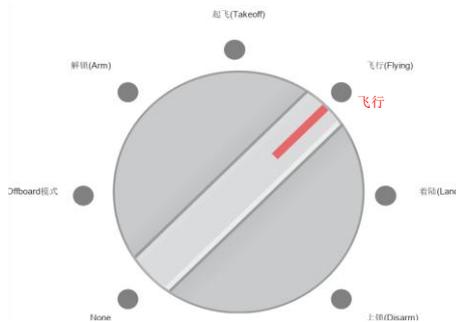


图 24 切换至 Flying 档

(2) 如图 25 所示，滑动设置期望 X 的滑杆至大约 1m 处。可通过鼠标左键在滑杆 1m 处单击实现滑动，可在 RflySim3D 中观察到飞机沿着 X 方向运动。

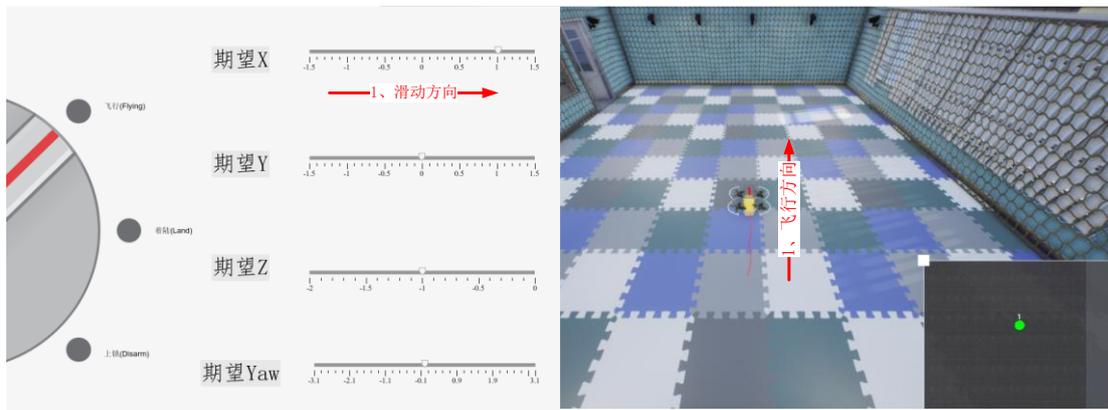


图 25 滑动滑杆期望 X 无人机沿 X 轴飞行

(3) 如图 26 所示，滑动设置期望 Y 的滑杆至大约-1m 处。可通过鼠标左键在滑杆-1m 处单击实现滑动，可在 RflySim3D 中观察到飞机沿着 Y 方向运动。

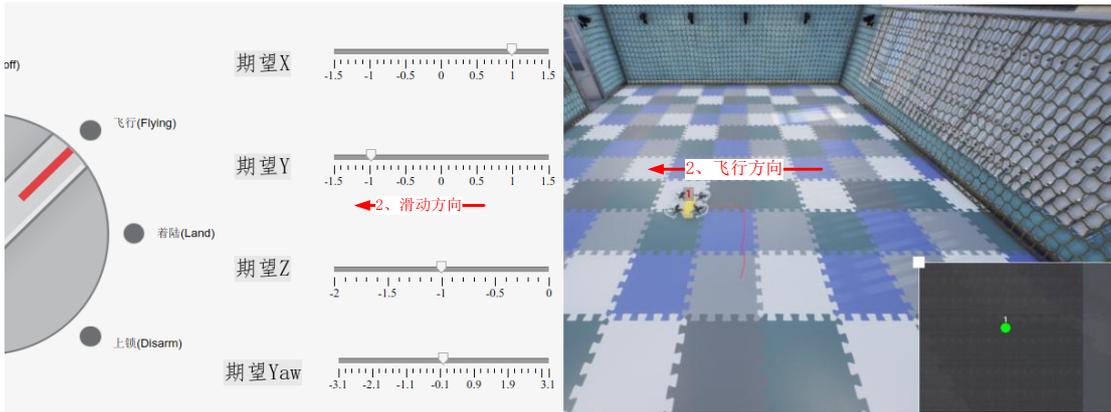


图 26 滑动滑杆期望 Y 无人机沿 Y 轴飞行

(4) 如图 27 所示，滑动设置期望 Z 的滑杆至大约-2m 处。可通过鼠标左键在滑杆-2m 处单击实现滑动，可在 RflySim3D 中观察到飞机向上运动。

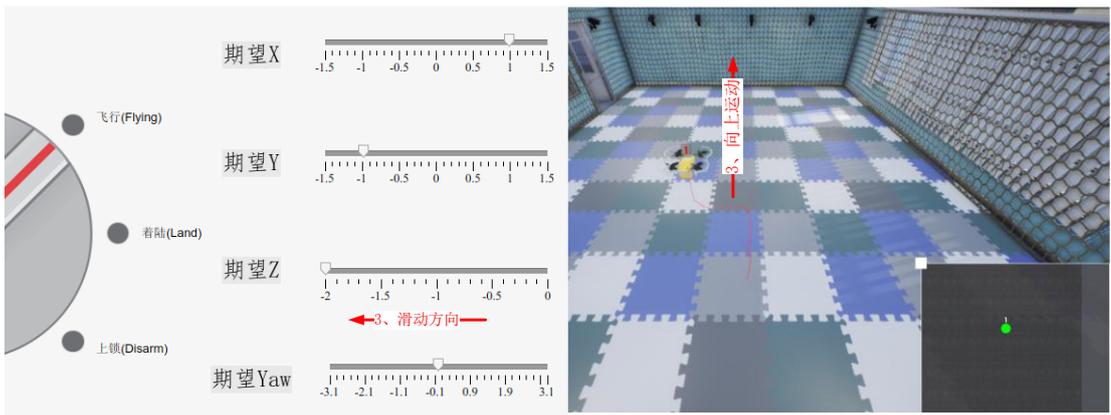


图 27 滑动滑杆期望 Z 无人机沿 Z 轴飞行

(5) 如图 28 所示，滑动设置期望 Yaw 的滑杆至大约 1rad 处。可通过鼠标左键在滑杆 1rad 处单击实现滑动，可在 RflySim3D 中观察到飞机发生转动。

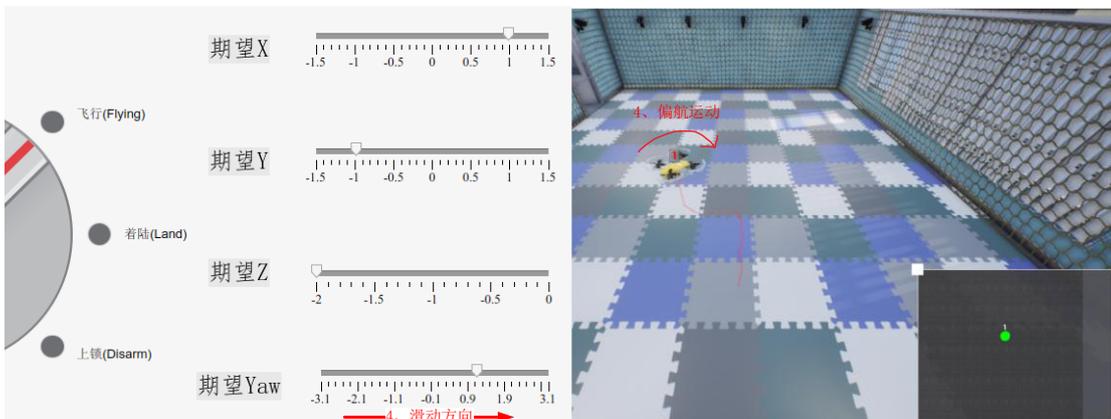


图 28 滑动滑杆期望 Yaw 无人机发生偏航运动

(6) 如图 29 所示，将期望 X、期望 Y、期望 Z 和期望 Yaw 回中，此时期望 X、期望 Y 和期望 Yaw 的值接近 0，期望 Z 的值接近-1。只有回中后飞机才能安全降落。

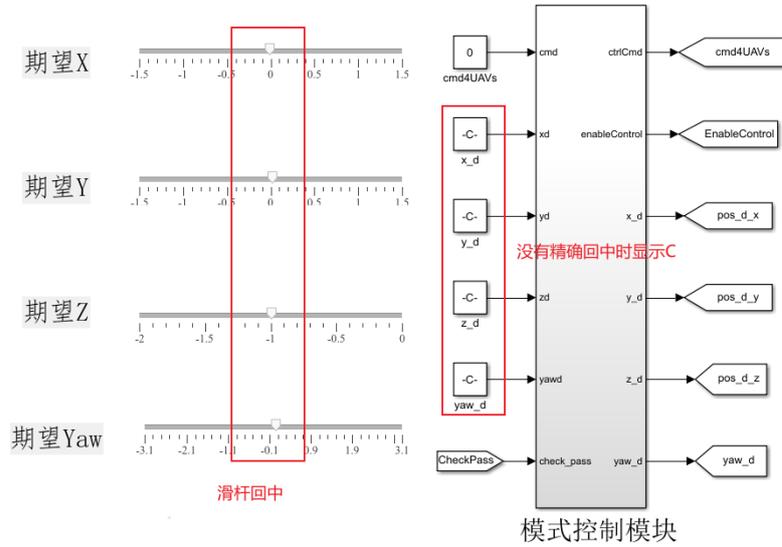


图 29 将所有滑杆回中，容许稍有误差

步骤六：切换到 Land 飞机着陆并结束程序

(1) 如图 30 所示，旋钮切至着陆(Land)。着落之前请确保滑杆已经回中，允许回中略有偏差。降落后，飞机的螺旋桨仍然在旋转。

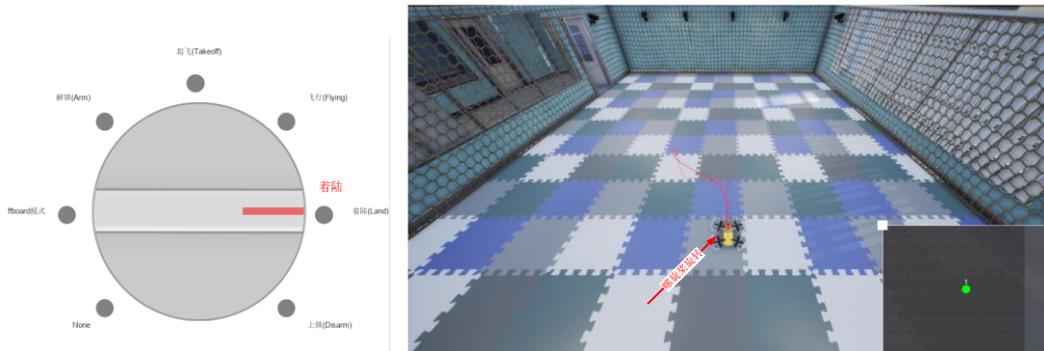


图 30 切换到 Land 着陆

(2) 如图 31 所示，切换旋钮切至上锁(Disarm)。当无人机接近地面时上锁，模式切换旋钮切至上锁(Disarm)，飞机将上锁并螺旋桨停止旋转。

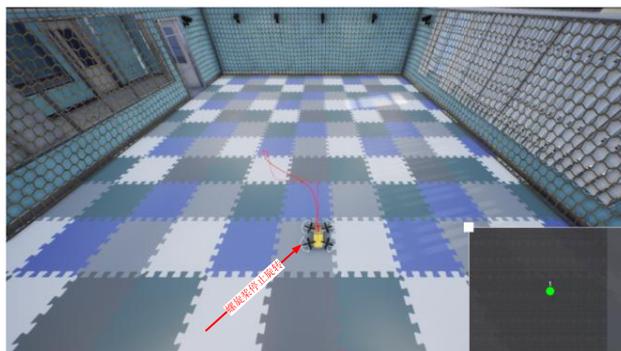
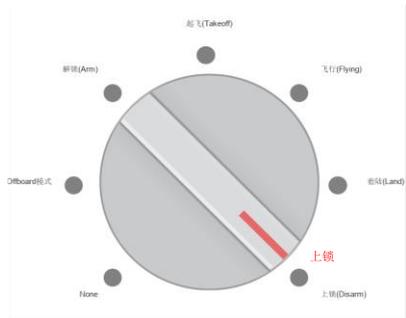


图 31 切换到 DisArm 上锁

(3) 如图 32 所示，结束 MATLAB 控制程序。停止运行并且关闭打开的“PosControl. slx”文件页面，仿真结束。界面将提示是否保存，请选择“否”，如图 33 所示。



图 32 结束 MATLAB 控制程序



图 33 选择“否”不保存当前的更改

(4) 结束仿真程序。找到如图 34 窗口，点击窗口，然后在键盘上按任意键即可退出仿真程序。那么 CopterSim、QGC、RflySim3D 都将退出。

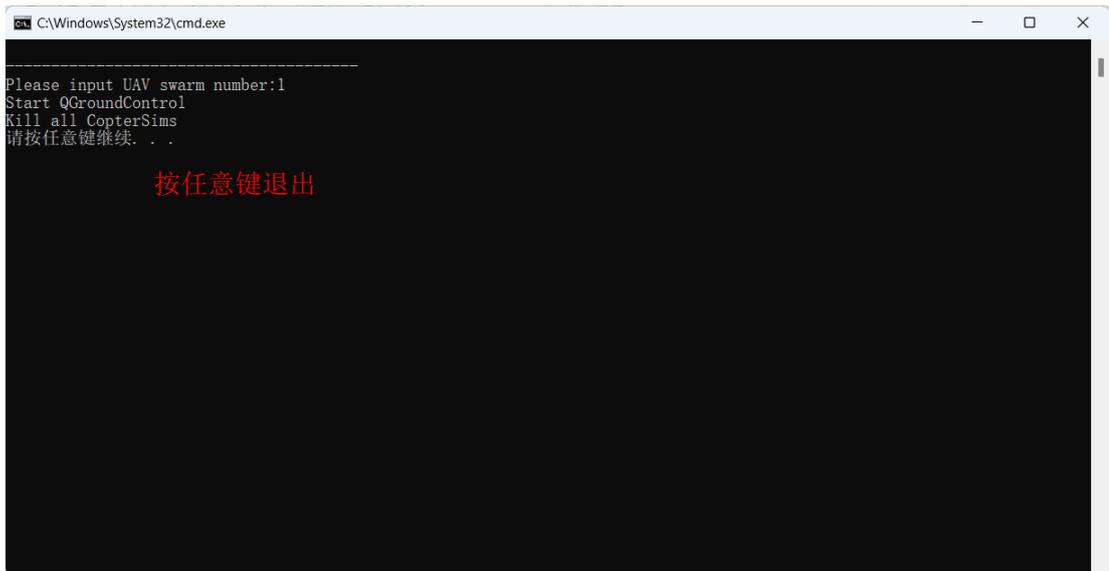


图 34 结束 RflySim 仿真程序

(5) 将集群控制方案单元关机，根据**错误!未找到引用源。**，将 3 号电源开关按至弹出，表示已经断电。并将集群仿真控制单元、路由器的电源断掉。

第五部分：常见问题与解决方法

问题 1：集群控制仿真单元出现个别飞控状态灯一直为红色



集群仿真单元出现 1 号飞控为红色

回答 1：同学可以从 2 号飞控开始仿真。需要按如图 35 所示步骤修改仿真的起始 ID 为 3。

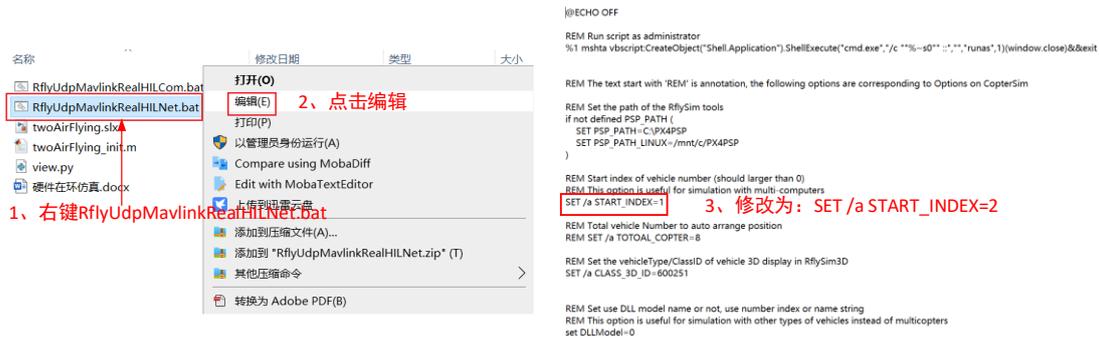


图 35 修改仿真的起始 ID 以跳过异常的飞控

回答 2: 另一种解决方案是选择基于 USB 的硬件在环仿真方案, USB 线直接按所示的方式连接即可, 参见错误!未找到引用源。。

回答 3: 可以通知老师按照“模块 1-环境搭建/2_硬件在环仿真实验环境搭建”对飞控进行修复或者获取卓翼飞思实验室官方支持。

问题 2: 硬件在环仿真过程中出现自检不通过

回答 1:

1) 关闭 MATLAB 控制程序, 参见 4.1 节**步骤六: 切换到 Land 飞机着陆并结束程序**中的第 (3) 步。

2) 重启 RflySim 仿真程序, 参见 4.1 节**步骤六: 切换到 Land 飞机着陆并结束程序**中的第 (4) 步。那么 CopterSim、QGC、RflySim3D 都将退出。

3) 集群控制仿真单元重新上电。如错误!未找到引用源。所示, 将开关弹出即可断电。

问题 3: 基于 USB 仿真时识别的飞控数量少于连接的数量

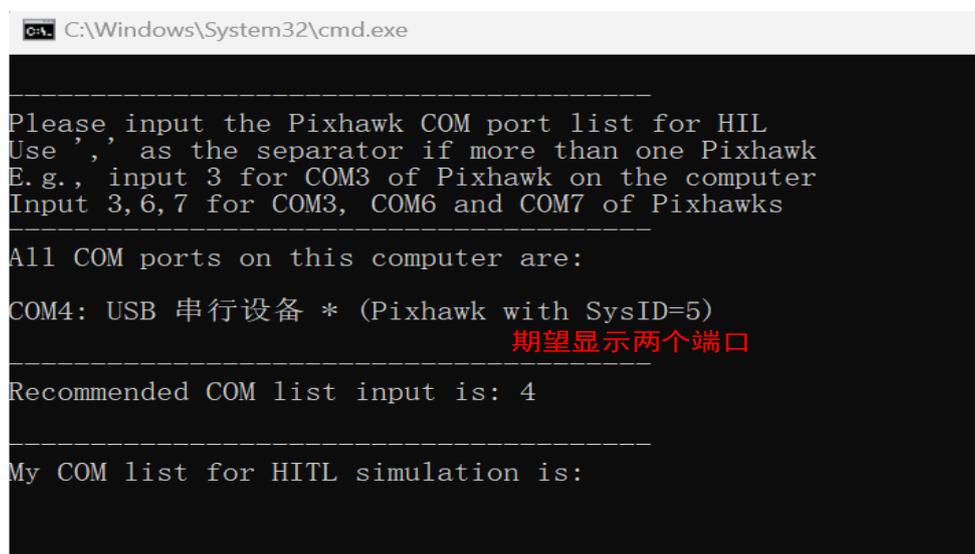


图 36 期望显示两个端口实际只显示 1 个端口

回答 1: 首先将仿真程序退出, 参考图 。然后按 4.2 节**错误!未找到引用源。**重新来一遍。

回答 2: 如果飞控超过三个, 可能是供电不足导致的, 需要使用带电源的 USB 扩展坞。

问题 4: UE 显示看到楼顶看不到飞机

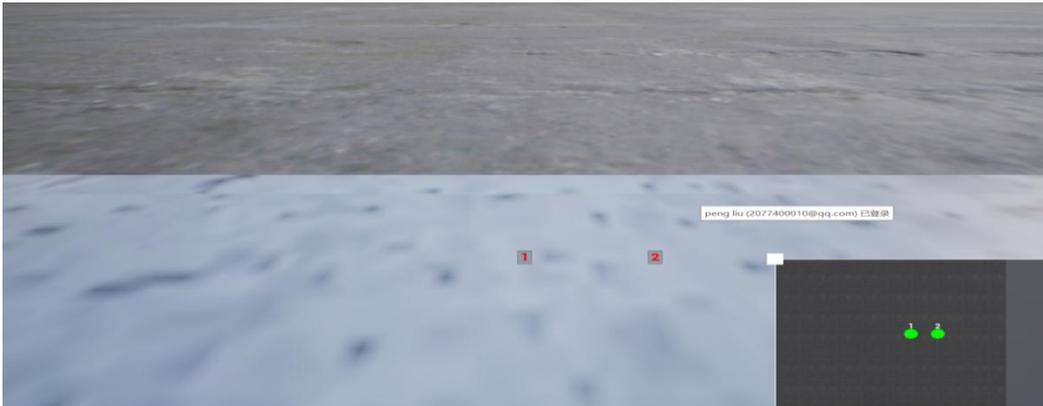


图 36UE 显示看到房顶看不到飞机

回答 1: 这是正常现象。这是因为滑动了鼠标滚轮导致视角变化而看到了房顶。通过将鼠标滚轮往前滑动, 即可将视角调整至室内。

公司网站: <http://www.droneyee.cn>

联系电话: 010-62064221

公司地址: 北京市大兴区庆祥北路 3 号院金隅高新产业园 A6

公 众 号:

