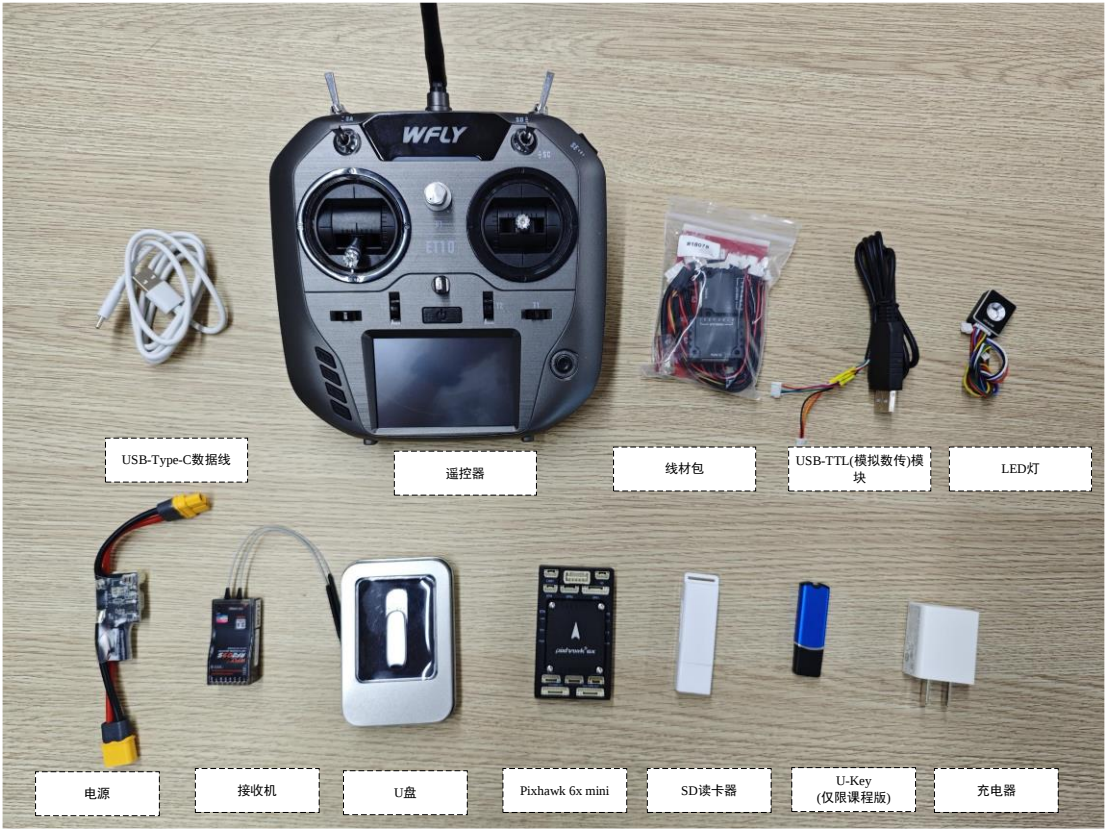


硬件在环仿真套装物品初识

1. 套装简介

硬件在环仿真套装是由北京卓翼智能科技有限公司旗下的飞思实验室开发的用于无人机硬件在环仿真（Hardware-in-the-Loop Simulation, HIL）测试阶段设计的实验装备。这套仿真套装不仅包含了 Pixhawk 6X mini 版飞控、WFLY 遥控器、USB-TTL 模块（模拟数传）等关键部件，配套丰富的实验例程，极大地丰富了套装的应用场景和使用范围。该套装特别适用于无人系统开发测试和无人机教育教学等领域，提供了从基础到高级的全方位实验指导和实践机会。通过这套硬件在环仿真套装，用户能够在一个安全和可控的环境中，对无人机的飞行控制系统进行测试和验证，从而在将无人机投放到实际应用之前，确保其性能的稳定性和可靠性。



此外，飞思实验室作为卓翼智能旗下专注于无人智能教育及科研的品牌，通过与国内 300 多所高校和科研院所的合作，提供了包括建模、设计、仿真、实装在内的一系列教学、科研及实训解决

方案，推动了智能无人系统教育科研生态的构建，让无人智能科研变得更加简单和高效。

2. 套装清单

表 1 硬件在环仿真套装物品清单

序号	物品名称	型号	单位	数量	备注
1	飞控	Pixhawk 6X mini 版	个	1	
2	配件包	杜邦线等配件(见表 2)	套	1	
3	遥控器	WFLY ET10	个	1	美国手
4	遥控器接收机	WFLY RF209S	个	1	
5	遥控器充电器	ROMOSS TK05S 5V/2A 单口	个	1	
6	USB-TTL 模块 (模拟数传)	USB to 6pin(1.0mm)/6pin(1.25mm)	条	1	兼容 Pixhawk 系列飞控
7	USB-TypeC 数据线	USB to TypeC	条	1	
8	SD 卡读卡器	绿联 CM104	个	1	
9	U 盘	闪迪 TypeC-USB 双接口 -64GB (SDDDC4-128G-Z46)	个	1	教程/课程资源包
10	U-key	-	个	1	仅课程版配有
11	LED 灯	RGB	个	1	
12	使用说明书	-	本	1	

表 2 硬件在环仿真套装线材及配件包清单

序号	物品名称	型号	单位	数量	备注
1	CAN&I2C 连接线	GHR 1.25mm 4 to 4 pin cable	条	2	
2	TELEM 连接线	GHR 1.25mm 6 to 6 pin cable	条	2	
3	SPI 连接线	GHR 1.25mm 11 to 11 pin cable	条	2	
4	Debug 连接线	SH 1.0mm 10 to 10 pin cable	条	1	
5	Power 连接线	Molex 2.0mm 6 to 6 pin cable	条	1	
6	ETH 连接线	RJ45 to GHR 4 pin cable	条	1	
7	RC 连接线	GHR 1.25mm 5 to DuPont 2.54 3 pin cable	条	1	
8	PM02D 12S	-	个	1	
9	PWM Board	-	个	2	
10	CAN /I2C Splitter	-	个	1	

3. 开箱检查

为了您更好的使用硬件在环仿真套装，在收到该套装之后，请务必进行如下检查，若检查过程中有任何问题，请及时联系北京卓翼智能科技有限公司售后人员。

3.1. 物品清单检查

请对照上述表 1、表 2 中的清单，检查硬件在环仿真套装箱中的所有物品是否配置齐全。

3.2. 飞控检查

首先，检查飞控的外观是否有裂痕、损坏、瑕疵等。其次，通过 USB-TypeC 数据线将飞控与本地电脑进行链接。



3.3. 遥控器及其接收机检查

遥控器翻到背面，打开电池仓，将其供电线与遥控器链接。翻到正面长按开机键 3s 以上，观察遥控器显示屏幕是否正常点亮。



正常点亮后，拨动(或按动)遥控器正面的所有拨杆、按钮等，是否可以有卡顿或不灵活情况。检查无误后，按照下图方式链接遥控器接收机，观察遥控器接收机是否正常通电并在接收机上可以看到显示绿灯。



3.4. SD 卡读卡器检查

取出飞控中的 SD 卡，插入 SD 卡读卡器中。

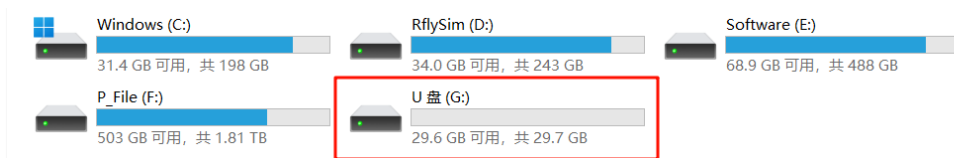


指甲按压飞控SD卡边部
SD卡自动弹出。



按照图示方式，将SD卡
插入读卡器中。

将读卡器插入电脑中，进入“我的电脑”，查看是否正常显示 U 盘磁盘项。



3.5. U 盘资料包检查

若您购买的是个人版，当将套装中的 U 盘插入电脑中，查看所有资料包是否如下图所示，其中，“MATLAB_R2022b_Windows.iso”为 MATLAB R2022b 安装包；“RflySimToolchain.iso”为 RflySim 平台安装包，具体安装步骤可见“RflySim 安装及使用教程.pdf”，“多旋翼/固定翼模型设计模块一硬件在环仿真套装(Pixhawk)用户手册.pdf”为本套装的使用手册电子版；“多旋翼/固定翼模型设计模块一硬件在环仿真套装(Pixhawk)资源包.zip”为本套装配套的例程资源包；您可查看“RflySim 安装及使用教程.pdf”进行 RflySim 平台安装。



若您购买的是课程版，当将套装中的 U 盘插入电脑中，查看所有资料包是否如下图所示。相较于个人版，我们将“多旋翼/固定翼模型设计模块—硬件在环仿真套装(Pixhawk)_个人版.zip”已经集成到了 RflySim 平台的安装包（即：图中的“RflySimAdvPack.iso”文件）中，在您安装完平台之后即可在桌面看到该文件夹的快捷方式。您可查看“RflySim 安装及使用教程.pdf”进行 RflySim 平台安装。**注：课程版 RflySim 安装前需要在电脑中插入套装中的 Ukey 硬件。**



4. 使用方法

4.1. 个人版

软件安装：RflySim 工具链和 MATLAB R2022b 软件（可使用更高版本）是本套装的必装的两个软件，MATLAB 您可在 U 盘中找到安装包，但软件的授权需要您自己进行。MATLAB 安装完成之后，可打开该软件继续安装 RflySim 工具链。具体安装步骤见“RflySim 安装及使用教程.pdf”文件。安装完成后，将“多旋翼/固定翼模型设计模块—硬件在环仿真套装(Pixhawk)资源包.zip”为本套装配套的例程资源包解压到电脑中任意位置即可进行使用。

硬件使用：完成上述所有软件安装之后，打开上一步解压的“多旋翼/固定翼模型设计模块—硬件在环仿真套装(Pixhawk)资源包”文件夹，可按照文件夹中的子文件夹顺序进行相关例程学习和使

用。

名称	修改日期	类型
1.RflySim相关功能介绍	2024/10/15 10:02	文件夹
2.硬件在环仿真套装使用方法介绍	2024/11/1 11:04	文件夹
3.RflySim与硬件在环仿真套装联机实验	2024/10/15 10:02	文件夹
4.硬件在环仿真套装配套教程	2024/10/15 10:02	文件夹
5.真机实飞迁移拓展教程	2024/10/15 10:02	文件夹

4.2. 课程版

软件安装：RflySim 工具链和 MATLAB R2022b 软件（可使用更高版本）是本套装的必装的两个软件，MATLAB 您可在 U 盘中找到安装包，但软件的授权需要您自己进行。MATLAB 安装完成之后，可打开该软件继续安装 RflySim 工具链。具体安装步骤见“RflySim 安装及使用教程.pdf”文件。

注：课程版 RflySim 安装前需要在电脑中插入套装中的 Ukey 硬件。

硬件使用：完成上述所有软件安装之后，在桌面可看到“多旋翼/固定翼模型设计模块—硬件在环仿真套装(Pixhawk)资源包”文件夹的快捷方式。可按照文件夹中的子文件夹顺序进行相关例程学习和使用。

1.RflySim相关功能介绍	2024/10/15 10:02	文件夹
2.硬件在环仿真套装使用方法介绍	2024/11/1 11:08	文件夹
3.RflySim与硬件在环仿真套装联机实验	2024/10/15 10:02	文件夹
4.硬件在环仿真套装配套教程	2024/10/15 10:02	文件夹
5.真机实飞迁移拓展教程	2024/10/15 10:02	文件夹
6.课程资源增量包	2024/11/1 11:09	文件夹

5. 核心部件介绍

5.1. 飞控介绍

Pixhawk 是世界上最出名的开源飞控硬件厂商 3DR 推出的开源飞控，使用基于 PX4 开源飞机架

构研发，满足多种机型的研发工作，避免直接使用真机所造成的损失。可通过串口连接多种外部设备，如外磁、GPS、电调、电机等，满足多种情况下的使用需求。Pixhawk-6x-mini 飞控具有可靠性高、性能强、运行稳定等特点。具备三轴陀螺仪、三轴加速度计、三轴磁罗盘，支持 SD 卡飞行记录，开放源代码支持二次开发。支持多旋翼、固定翼、垂直起降无人机、无人车、无人船等多种无人平台。采用内部集成电源模块，可直接从电池供电，减少连线，大大的提高了飞行可靠性。

名称	参数
处理器	STM32H753
加速度计	3x ICM-45686
陀螺仪	3x ICM-45686
磁罗盘	BMM150
气压计	2x BMP388
日志存储	TF 存储卡
遥控器输入	1 个，其中支持 PPM、SBUS 输入
PWM 接口	16 个
串口	4 个
GPS 接口	2 个（包含于串口中）
CAN 接口	2 个
IIC 接口	1 个
电源接口	2 个（带 SMBus）
以太网接口	1 个
SPI 接口	1 个
USB 接口	1 个，Type-C
RGB-LED 指示灯	3 个
尺寸	43.4mm* 72.8*14.2 mm

更多详细信息可见：<https://docs.holybro.com/~gitbook/pdf?page=rq5MYR1llsxMQayzPnbG&only=yes>或扫码直接查看。

5.2. 遥控器遥控器及其接收机介绍

天地飞 ET10 遥控器是由深圳市天地飞科技开发有限公司设计的 10 通道遥控器，支持全比例控制，配备有 3.5 英寸的电阻触摸屏，具备 4096 分辨率，工作在 2.4GHz 频段，并采用全新 FHSS 跳频技术确保通信的稳定性和安全性。ET10 适用于多种模型飞机，包括直升机、固定翼、多旋翼、车和船等，具备丰富的功能设置，如模型选择、模型命名、飞行模式切换、油门曲线调整、混控功能以及遥测单位设置等，同时支持通过 USB 接口



进行在线升级，满足不同用户的需求，是航模爱好者和专业飞手的理想选择。

天地飞 RF209S 设计用于与 ET10 遥控器配套使用，支持 2.4GHz 频段通信，拥有 9 个 PWM 通道、1 个 PPM/W.BUS 通道以及 1 个 W.BUS2 通道，适用于直升机、固定翼、多旋翼以及车船等多种模型。RF209S 接收机具备全通道 4096 分辨率，支持双向传输功能，内置失控保护机制，确保飞行安全。此外，它还具备在线升级能力，可通过 USB 接口进行固件升级，以适应不断更新的技术需求。RF209S 以其高稳定性和强大功能，为模型飞行提供可靠的信号接收和处理能力。



更多详细信息可见：<http://www.wflysz.com/static/upload/file/20240819/1724036228292653.pdf> 或扫码直接查看。

5.3. USB-TTL 模块介绍

目前飞控与电脑（或机载板卡）连接主要分为两种方式：无线连接或有线连接。飞机与地面电脑的通信通常使用无线连接方式，这种方法能够确保飞机不会受到线缆的约束，但是需要考虑无线通信距离、通信速率、干扰、劫持、可靠性等因素。飞机与机载电脑的通信或地面调试阶段飞控与地面电脑的通信，通常使用有线连接方式，这种方式更加可靠、传输速度更快、稳定性更高。无线通信又主要细分为两类：数传通信（数传、图传、数据链等，通常在 433 或 915Mhz 等低频段范围，传输距离远但速率通常较慢）和 WIFI/4G 通信（和手机通信采用同样的频段，速度快但距离短）。USB-TTL 模块可以模拟数传的功能，从而实验更加上层的算法验证和仿真。

5.4. U 盘资料包介绍

该 U 盘中的资料包可见：[U 盘资料包检查](#)，由于本资源包中部分实验是基于 MATLAB 进行开发的，推荐使用 MATLAB 软件来安装 RflySim 平台，MATLAB 和 RflySim 平台的安装教程可见“Rfly Sim 安装及使用教程.pdf”文件。当 RflySim 安装完成后，可在桌面看到一个名称为“硬件在环仿真套装资源包”的快捷方式，该快捷方式中包含本套装的所有实验例程和课程资源。

6. 使用须知

6.1. 注意事项

为避免可能的伤害和损失，请务必遵守以下各项：

- ① 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。

- ② 确保各部件内没有任何异物。（如：水，油，灰尘等）
- ③ 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。
- ④ 确保设备工作正常。
- ⑤ 可根据自身不同情况下的需求对飞控添加外部设备，请使用串口线进行连接，同时确保串口线所使用的串口正确。

6.2. 设备保养

- ① 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，若长时间存放，推荐存放温度区间为 10℃~30℃。
- ② 切勿让飞控接触液体，否则将会对飞控造成永久损坏，切勿将设备存放于潮湿环境下的场所。
- ③ 建议每一次使用时，对硬件在环仿真套装进行一次全面检查。
- ④ 设备每次使用完毕后，放在专用箱中放置，避免损坏或丢失。