本章目录

准备、安装、首跑与维护

第二章　实验平台配置

2.1　关键工具介绍

2.2　平台安装与首次仿真

2.3　平台架构与开发流程

2.4　API与SDK开发接口

2.5　例程体系与实验路线

2.6　习题与课堂讨论

本节 4 个教学单元

2.2.1 安装前准备与配置

教材对应：第 2.1.3 节

2.2.2 安装与配置

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.3 统一入口与首次仿真

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.4 硬件与维护分支

教材对应：第 2.1.5 节

2.2.1 安装前准备与配置：任务选择

按实验任务准备环境

环境/工具	环境/工具依赖	说明事项
软件在环（SITL）	满足性能要求的Windows 10/11 x64计算机，RflySim工具链	控制器与载具均在计算机中运行，无需实体自驾仪
MATLAB/ Simulink开发	MATLAB R2022b及以上版本，以及模型所需工具箱	建模工具，可结合SITL/HITL；仅建模无需实体板。
硬件在环（HITL）	Pixhawk自驾仪、遥控器、机载计算机（按需）等硬件	检验算法在真实控制板上的运行、通信与时序
真机实验	HITL硬件、载具实体及任务所需传感器，如相机、激光雷达	传感器数据和执行器控制指令，从仿真源变成真机接口

SITL环境已经能完成课程绝大多数实验，前提是计算机满足性能需求

2.2.1 安装前准备与配置：推荐配置

RflySim工具链推荐配置要求

- **系统：** Windows 10（1903及以上）或Windows 11，均为x64
- **处理器：** 英特尔酷睿i5十代及以上，或同等性能AMD处理器
- **显卡：** 英伟达GeForce RTX 2060 及以上，或同等性能AMD显卡
- **内存：** 容量16GB及以上，建议DDR4-3200或同等及以上性能
- **硬盘：** 安装盘剩余容量100GB及以上（推荐固态硬盘）
- **显示器：** 分辨率1080P（1920*1080）及以上（推荐双屏幕）
- **接口：** 至少有一个USB Type A接口（可用扩展器）
- **可选软件：** MATLAB R2022b或以上版本

注：视觉分辨率、场景复杂度和载具数量决定实际仿真负载。

注：底层开发的代码编辑负载较低，编译与仿真仍需内存和磁盘余量；视觉、SLAM与多机任务，还要按分辨率、目标帧率和数量评估处理器及显卡负载。
推荐配置详见：
HowToInstall.pdf

代码编辑负载较低；编译、实时解算与三维渲染仍依赖处理器、内存和显卡。

2.2.1 安装前准备与配置：MATLAB分支

MATLAB工具箱按模型任务配置

RflySim基础仿真不依赖MATLAB；第4、5章的建模与底层控制，以及第10章的Simulink集群控制，需要MATLAB R2022b及以上和下列工具箱：

- **飞行器建模：** Aerospace Blockset／Toolbox提供飞行器、环境和相关分析工具。
- **代码生成：** MATLAB Coder和Simulink Coder分别将受支持的函数与模型转为C/C++。
- **任务与接口：** UAV Toolbox支持自主任务，ROS Toolbox连接ROS节点与消息。
- **平台支持包（PSP）：** 注册后，库浏览器显示Pixhawk Target Blocks。
- **依赖关系：** 模型调用的模块决定所需工具箱，代码生成还依赖对应产品与编译环境。

基础仿真不依赖MATLAB，模型开发按建模、代码生成和外部接口选择工具箱。

本章目录

准备、安装、首跑与维护

第二章　实验平台配置

2.1　关键工具介绍

2.2　平台安装与首次仿真

2.3　平台架构与开发流程

2.4　API与SDK开发接口

2.5　例程体系与实验路线

2.6　习题与课堂讨论

本节 4 个教学单元

2.2.1 安装前准备与配置

教材对应：第 2.1.3 节

2.2.2 安装与配置

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.3 统一入口与首次仿真

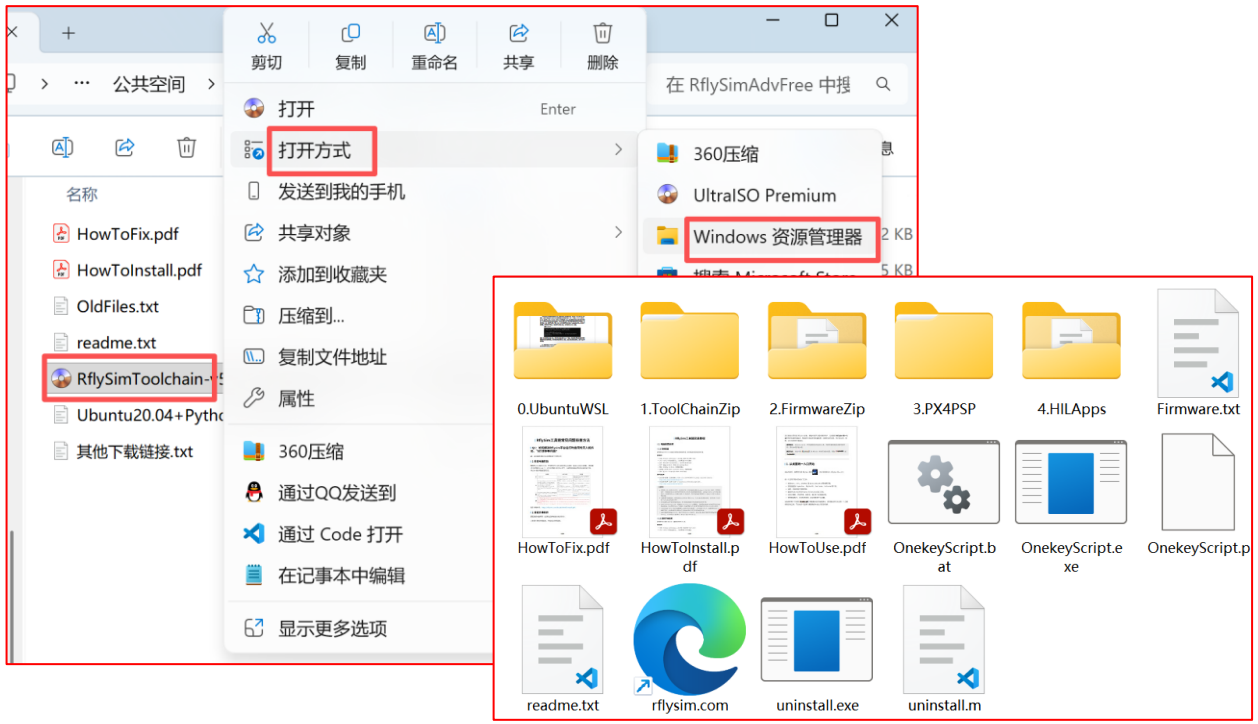
教材对应：第 2.1.4 节

2.2.4 硬件与维护分支

教材对应：第 2.1.5 节

2.2.2 安装与配置：安装包获取

安装镜像里的三类文件



图：当前安装包与说明文件

从https://rflysim.com/download 获取ISO镜像安装包，右键通过“**打开方式**”选择“**Windows资源管理器**”加载：

- **0.UbuntuWSL**：包含安装前的初始化脚本，配置WSL、运行库和设备驱动。
- **OnekeyScript.exe**：主安装程序，负责把1–4号组件包部署到安装目录。
- **PDF文档**：HowToInstall讲安装，HowToUse讲使用，HowToFix查故障。

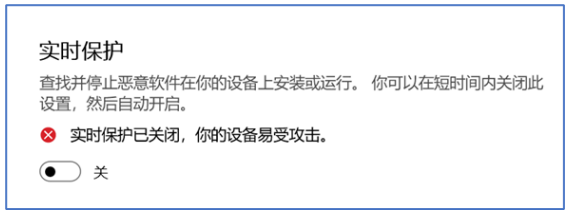
安装包提供组件、安装器与文档，OnekeyScript把它们部署到工作环境。

2.2.2 安装与配置：防护软件设置

安装期间避免防护软件误拦截

图中为关闭状态
非默认安装步骤

- **若遇拦截：**先核官网来源、签名或官方校验值，并查明被拦截的具体文件。
- **实时保护：**默认保持开启；确认误报后优先做可信单文件排除。
- **第三方杀毒：**默认保持开启；按拦截记录核对具体项目，不要盲目退出。
- **智能应用控制：**不默认关闭；若被拦截，先核发布方及当前系统版本的恢复方式。
- **装完之后：**复核排除项，并恢复任何临时调整的防护设置。



图：实时保护设置

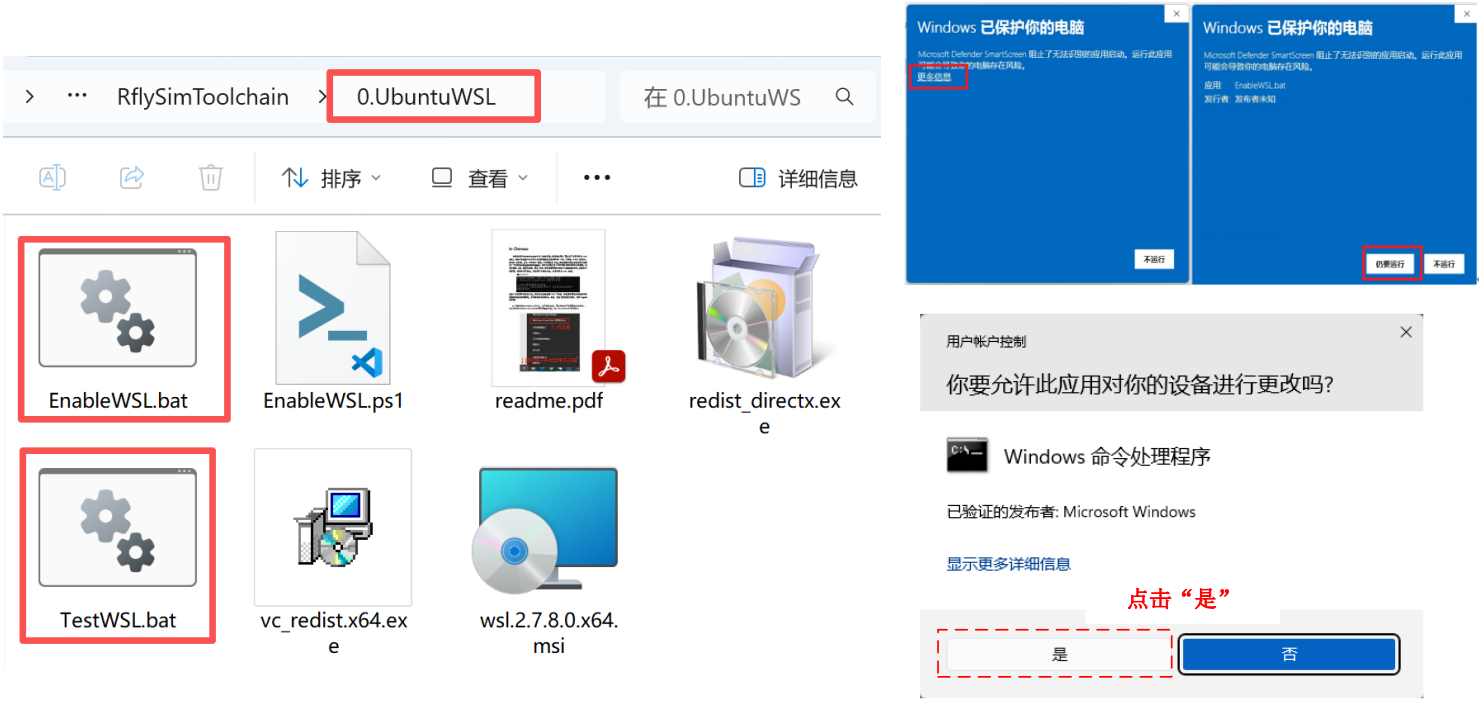


图：智能应用控制设置

默认保持防护开启；若遭拦截，先核安装包与具体文件，再作最小范围处理。

2.2.2 安装与配置：安装环境初始化

启用WSL：系统授权、重启与继续



图：初始化文件夹与运行授权

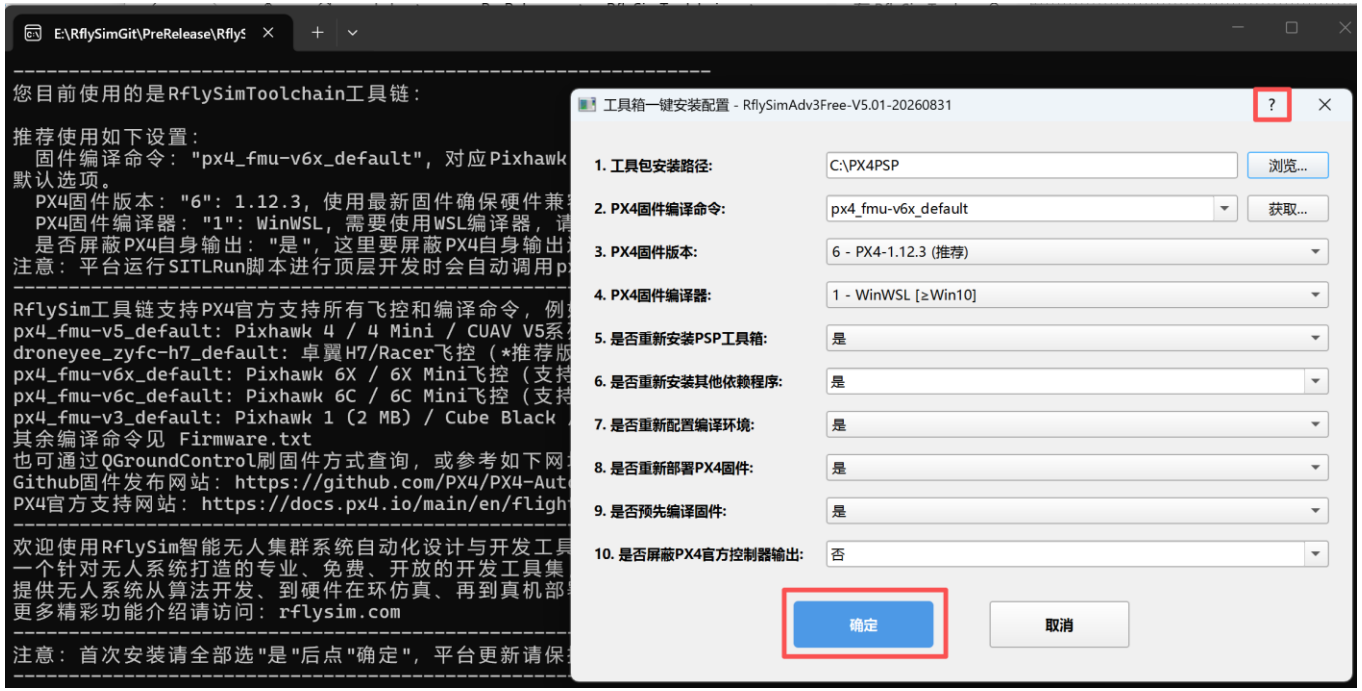
- **启动：**运行EnableWSL.bat；蓝色警告先核来源、签名/校验值，可信后再继续。
- **重启：**保存工作，按Y重启电脑，再次运行该脚本继续配置。
- **检查摘要：**PASS为通过；WARN核对影响；FAIL查失败组件与日志。
- **验收：**运行TestWSL.bat，出现“WSL is installed successfully”表示WSL可用。
- **WSL用途：**承载PX4编译、运行及ROS。

EnableWSL.bat启用WSL系统功能、运行库与驱动，重启后继续配置并校验。

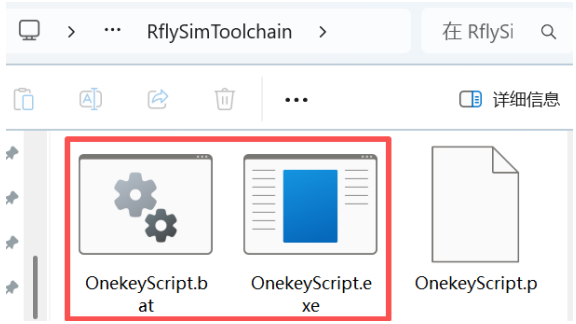
2.2 平台安装与首次仿真

2.2.2 安装与配置：安装入口

EXE入口与快速安装



图：一键安装脚本运行页面



安装脚本位置



帮助文档截图

- **安装入口：**运行OnekeyScript.exe；首次保持默认，路径须纯英文。
- **组件选项：**“是”全新重装，“否”不改，“自动”增量更新。
- **升级：**备份自改源码后，再运行新版安装，无需卸载。

注：OnekeyScript.bat包含了环境初始化和一键静默安装功能，适合批量部署。

首次安装核对默认选项；详细含义可通过“帮助”或HowToInstall.pdf查询。

2.2 平台安装与首次仿真

2.2.2 安装与配置：MATLAB安装入口

已装MATLAB时运行OnekeyScript.p

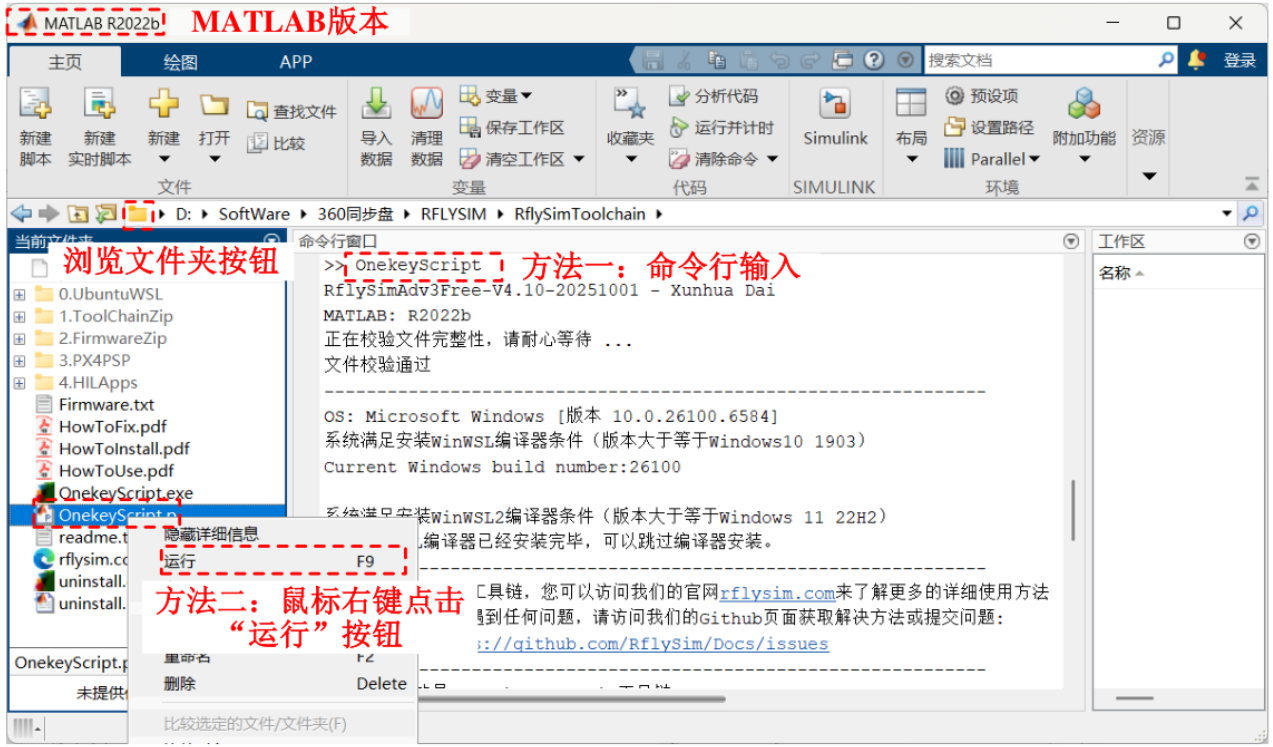


图2.3 一键安装脚本运行方法

适用版本：MATLAB R2022b及以上。

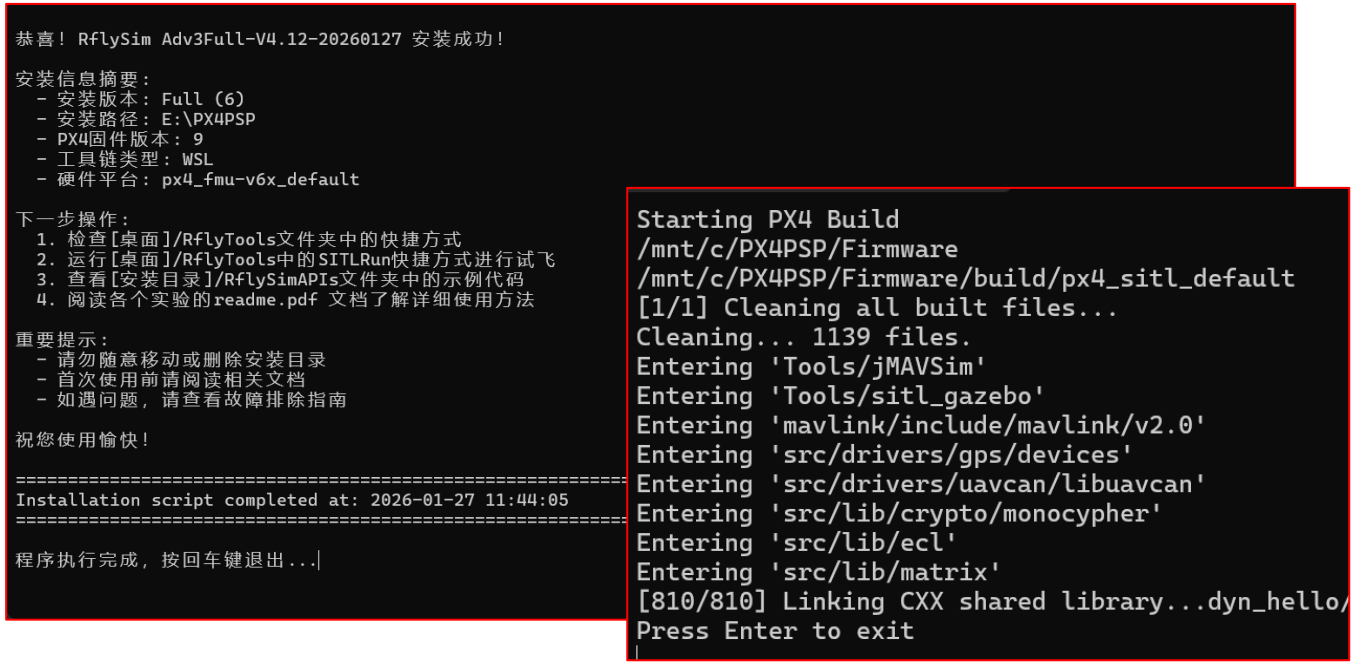
定位：点“浏览文件夹”，
选中加载后的镜像文件夹。

运行：命令行输入OnekeyScript，
或右键OnekeyScript.p选“运行”。

之后：弹出与EXE相同的配置界面；
卸载时对应运行uninstall.m。

2.2.2 安装与配置：部署回显

安装回显：组件部署到了哪里



图：HowToInstall中的安装成功摘要示例

平台安装：终端显示“程序执行完成”后，核对摘要里的路径、固件版本和板型。

固件编译：若启用了预编译，另有PX4编译窗口。确认目标编译结束、无错误并出现退出提示后，再按提示关闭窗口。

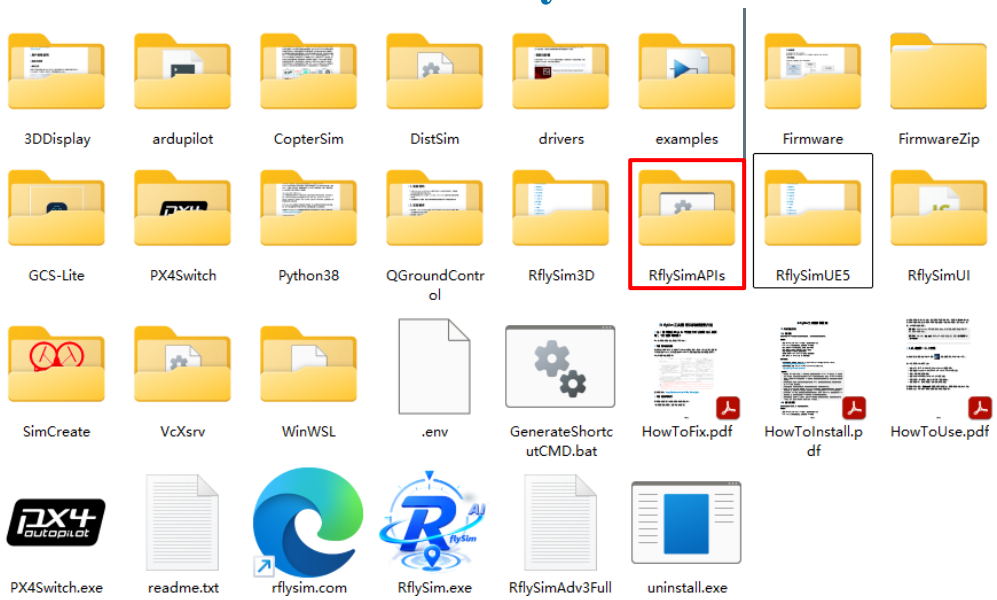
错误排查：保留首次错误及上下文，参照HowToFix.pdf定位；若被安全软件拦截，查拦截记录。

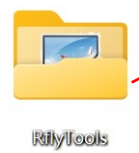
安装日志保存在[文档]\Ogre\log；首次错误及其上下文可帮助定位失败环节。

2.2.2 安装与配置：安装结果

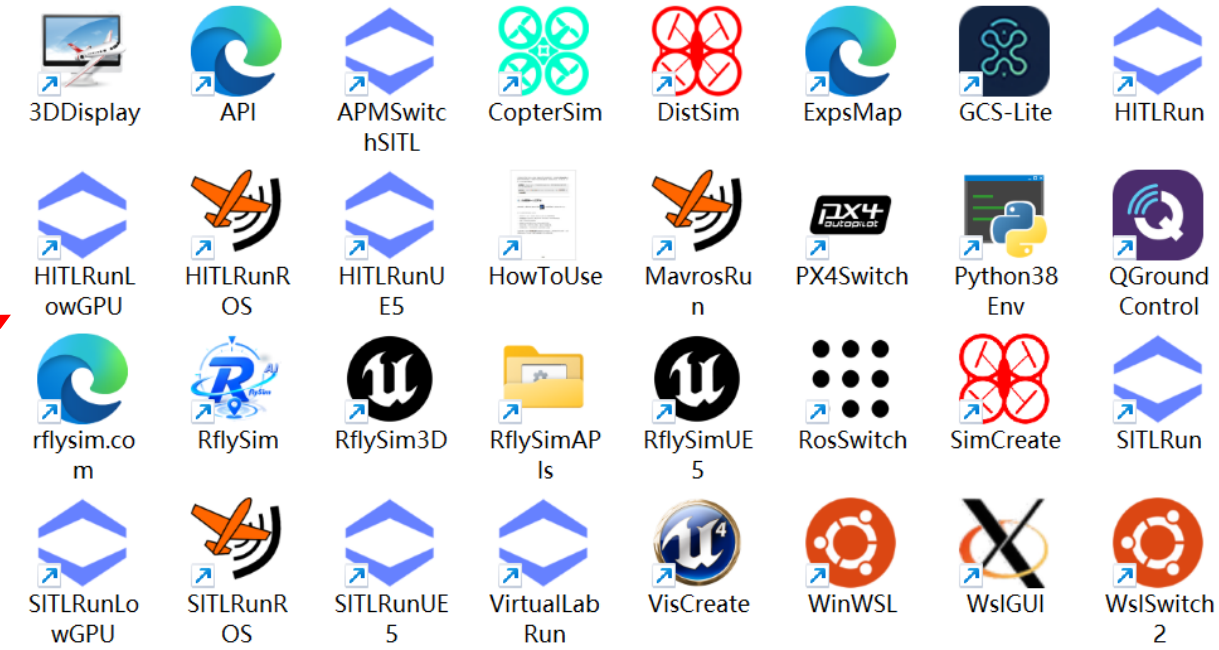
安装目录与桌面快捷方式

RflySimAPIs：全部例程与文档









图：安装目录（默认C:\PX4PSP）　　桌面快捷方式　　桌面RflyTools内工具快捷方式

安装目录保存工具与组件，桌面RflySim快捷方式打开统一入口。

2.2.2 安装与配置：WSL版本

WSL1与WSL2：默认选择与切换

对比项	WSL1（默认）	WSL2
原理	系统调用翻译层，无独立内核	轻量虚拟机，完整Linux内核
文件读写	读写Windows盘符文件快	Linux文件系统内快，跨系统慢
网络	直接使用Windows网络	Win11 22H2起支持镜像网络
GPU与Docker	不支持	支持，适合AI训练与容器部署

- **查看版本：**打开RflyTools中的WinWSL，输入uname -a，含WSL2即为WSL2。
- **切换方法：**本安装版WslSwitch2要求Win11 22H2+以配置镜像网络；

WSL2本身也支持符合条件的Win10。

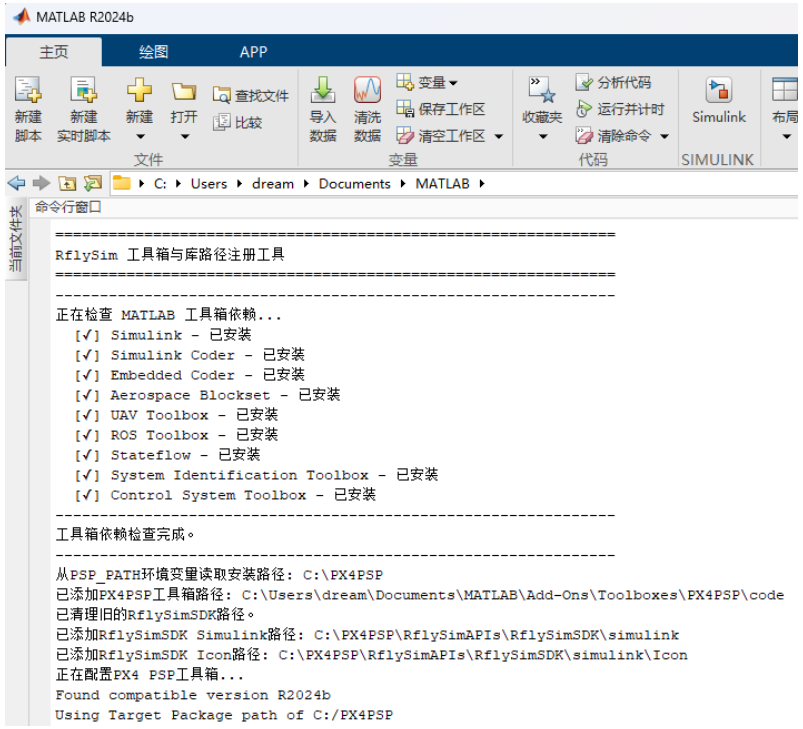
RflySim默认用WSL1编译运行SITL，需GPU、Docker或编译出错时切到WSL2。

2.2 平台安装与首次仿真

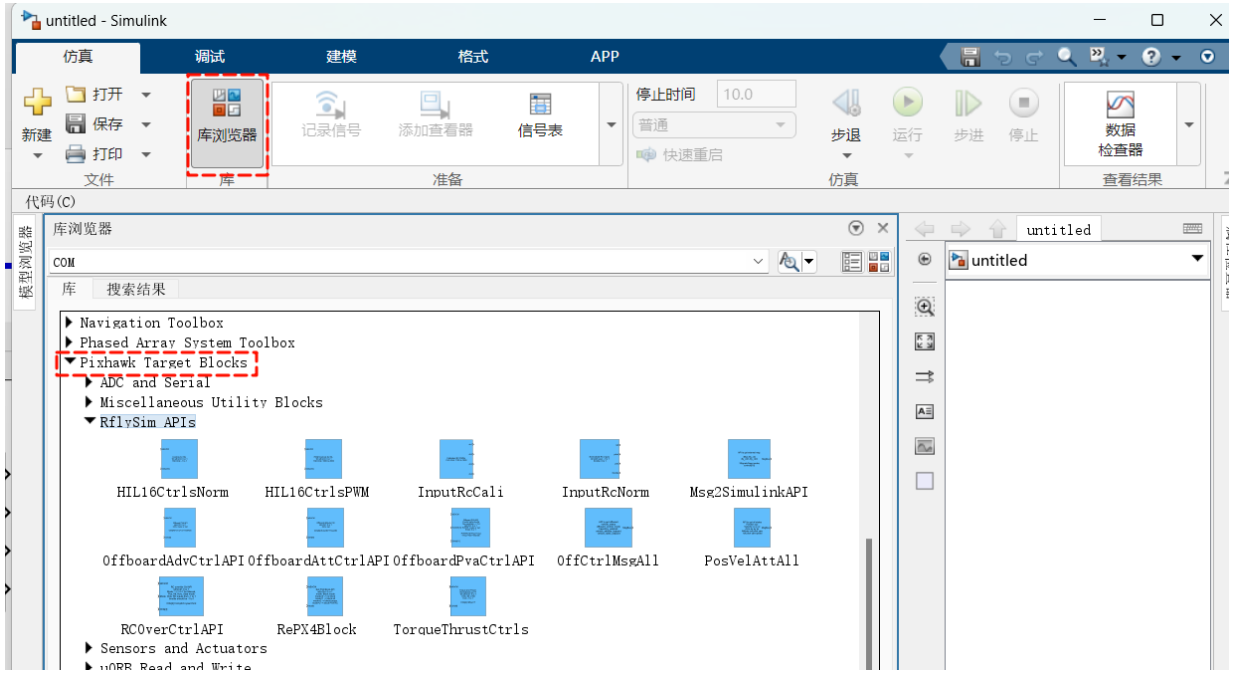
2.2.2 安装与配置：MATLAB适配

MATLAB自动识别与注册

注：安装后首次启动MATLAB会自动注册RflySim支持包。若未生效，在MATLAB中运行安装目录下的RflySimAPIs\RflySimSDK\simulink\RegisterMatlab.p，再重启检查模块库。



图：MATLAB首次打开自动注册RflySim



图：Simulink库浏览器可看到Pixhawk Target Blocks

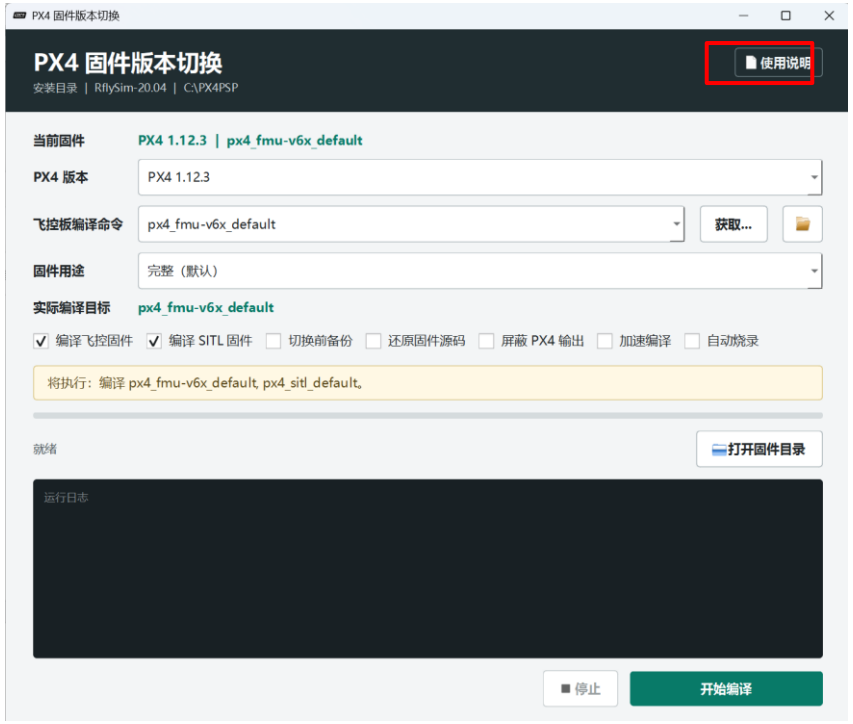
自动注册后，Pixhawk Target Blocks提供RflySim配套的Simulink建模模块。

2.2.2 安装与配置：PX4固件版本切换

选择固件版本与编译目标



注：还支持自动识别、生成并烧录匹配飞控固件，用于支撑HITL仿真。



图：PX4Switch界面与“使用说明”入口

PX4Switch修改本机PX4版本与板型目标，供固件开发和HITL使用。

固件选择：PX4 1.12及以上；以本机固件包为准，切换前备份自改源码。

编译目标：决定为哪块板生成固件；Pixhawk 6X用px4_fmu-v6x_default。

执行结果：查看编译日志与固件；只有勾选“自动烧录”并连接飞控才会烧录。

安装完成后，如需切换固件版本和编译命令，可使用PX4Switch。

本章目录

准备、安装、首跑与维护

第二章　实验平台配置

2.1　关键工具介绍

2.2　平台安装与首次仿真

2.3　平台架构与开发流程

2.4　API与SDK开发接口

2.5　例程体系与实验路线

2.6　习题与课堂讨论

本节 4 个教学单元

2.2.1 安装前准备与配置

教材对应：第 2.1.3 节

2.2.2 安装与配置

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.3 统一入口与首次仿真

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.4 硬件与维护分支

教材对应：第 2.1.5 节

2.2.3 统一入口与首次仿真：RflySim主界面

RflySim统一入口与功能导航





- **首页：**启动SITL、HITL仿真；首次使用先做环境检测。
- **工具导航：**按功能分类查找工具，查看用途并直接启动。
- **例程广场：**包含课程十章内容的例程，对应RflySimAPIs文件夹。
- **二次开发：**包含二次开发所需的SDK和API文档。
- **智能助手：**咨询平台操作与学习问题，答案需本机验证。

统一入口集中索引工具与学习资料，具体开发和仿真由对应程序执行。

2.2.3 统一入口与首次仿真：六步总览

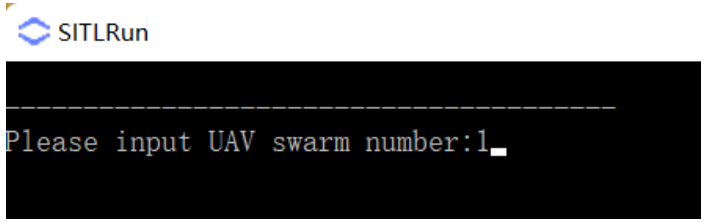
首次起飞：六步到稳定悬停

注：EKF是扩展卡尔曼滤波状态估计器；3DFixed表示三维定位就绪。异常时查HowToFix.pdf。





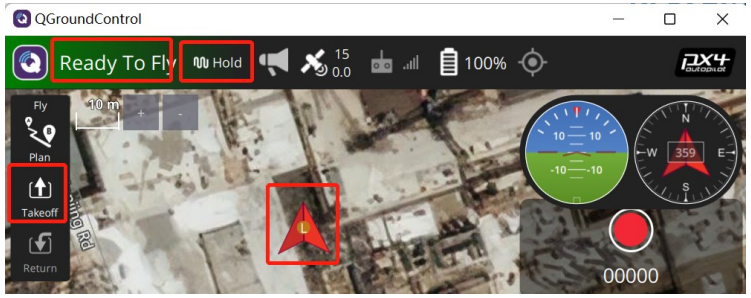
1. 从首页或工具导航启动SITLRun



2. 输入载具数量1



3. 三维端EKF 3DFixed



4. QGC确认Hold并点击“Takeoff”起飞



5. 向右拖动确认滑块

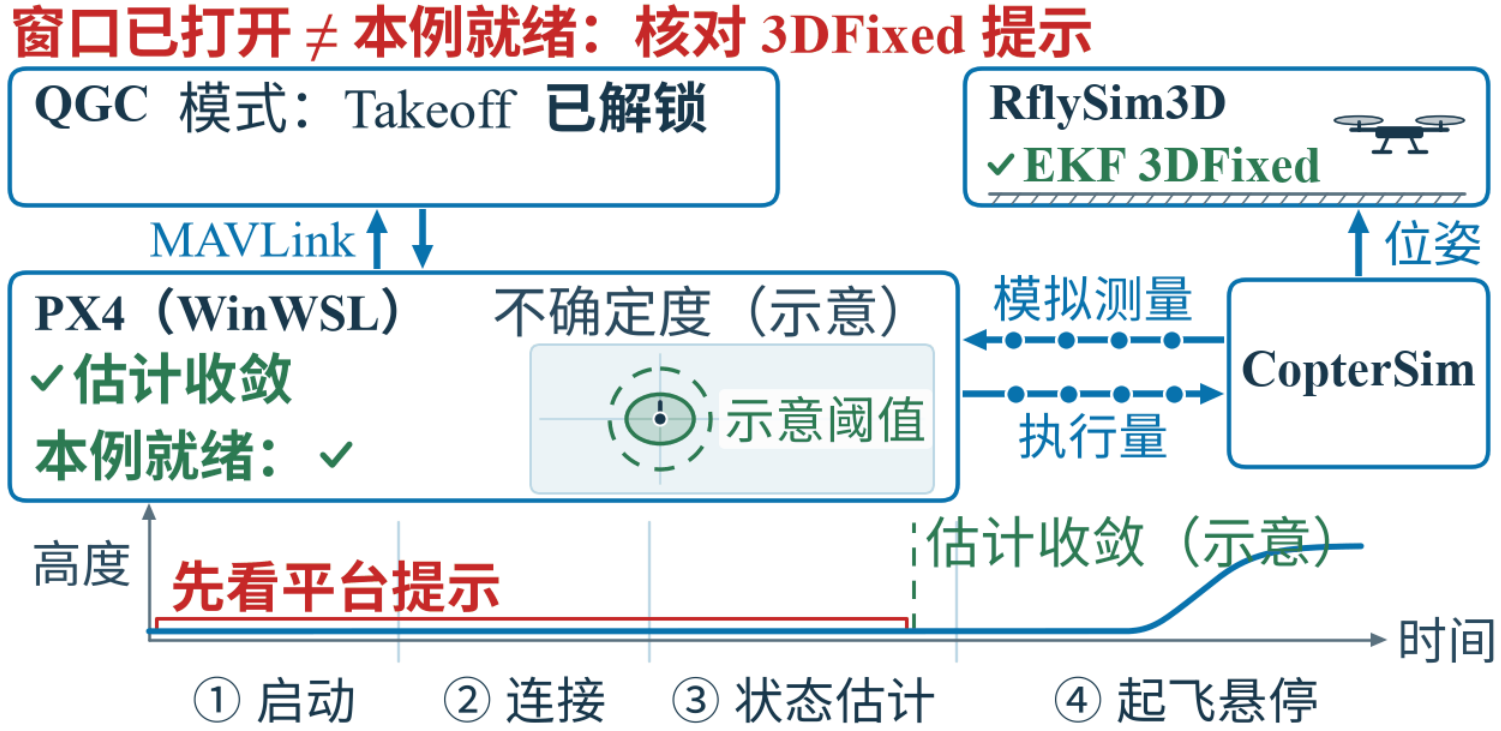


6. 观察起飞与悬停

单机起飞并稳定悬停，表明本次仿真的控制、运动与显示链路已连通。

2.2.3 统一入口与首次仿真：首跑时序

窗口打开后，何时才进入起飞流程



图：SITL首跑阶段与起飞悬停（教学仿真）

- **看阶段：**启动、连通、估计，再起飞悬停。
- **辨标记：**3DFixed 是平台提示；圆环阈值仅为教学示意。
- **看动作：**Hold 中选 Takeoff，滑动确认。

核对平台提示与完整预检后，再在 Hold 中发起 Takeoff。

2.2 平台安装与首次仿真

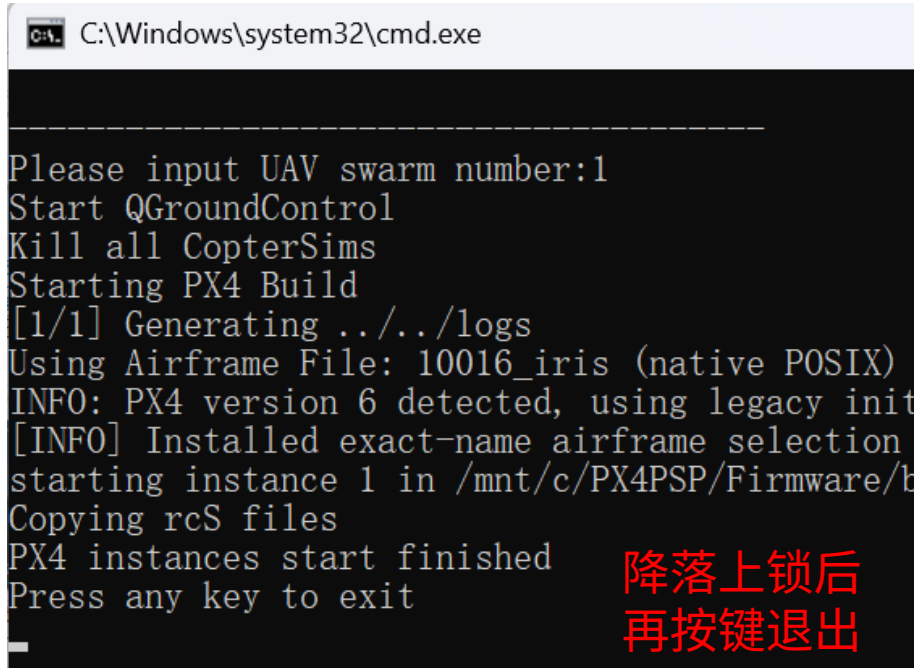
2.2.3 统一入口与首次仿真：退出

降落上锁后退出仿真

注：先用QGC刷入兼容PX4固件，选择HIL（即HITL）机架，再运行HITLRun并输入串口号。



图：下一单元预览，HITL启动



图：SITL退出提示

飞行结束后回到启动终端，按任意键即可结束仿真，并关闭关联程序。

2.2.3 统一入口与首次仿真：故障定位

从故障现象追踪到具体组件

图2.2(c)(d) 历史wslconfig回显



注： 命令帮助不等于环境就绪；用wsl -l -v核对发行版及版本，再实际启动验证。

现象	优先定位的环节	检查与恢复动作
WSL不可用	Linux运行环境	核对发行版与版本，实际启动验证。
QGC未连接	PX4进程与MAVLink链路	检查PX4、重复QGC及端口。
初始化未完成	传感反馈与估计器	先查日志与链路，误拦截才放行。
端口被占用	重复启动或残留进程	查明占用者，正常退出后再检测。
画面卡顿	渲染与实例负载	减少数量或使用SITLRunLowGPU。

先定位故障所属链路，才能把通信、估计与渲染问题分开处理。

本章目录

准备、安装、首跑与维护

第二章　实验平台配置

2.1　关键工具介绍

2.2　平台安装与首次仿真

2.3　平台架构与开发流程

2.4　API与SDK开发接口

2.5　例程体系与实验路线

2.6　习题与课堂讨论

本节 4 个教学单元

2.2.1 安装前准备与配置

教材对应：第 2.1.3 节

2.2.2 安装与配置

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.3 统一入口与首次仿真

教材对应：第 2.1.4 节

2.2.4 硬件与维护分支

教材对应：第 2.1.5 节

2.2.4 硬件与维护分支：HITL准备

HITL增加真实自驾仪/遥控器等硬件

注：推荐Pixhawk 6X，需刷兼容固件、设HIL（即HITL）机架并核对串口；实机先拆桨断电。

计算机仿真

模拟传感量
发送运动反馈

➡

真实自驾仪

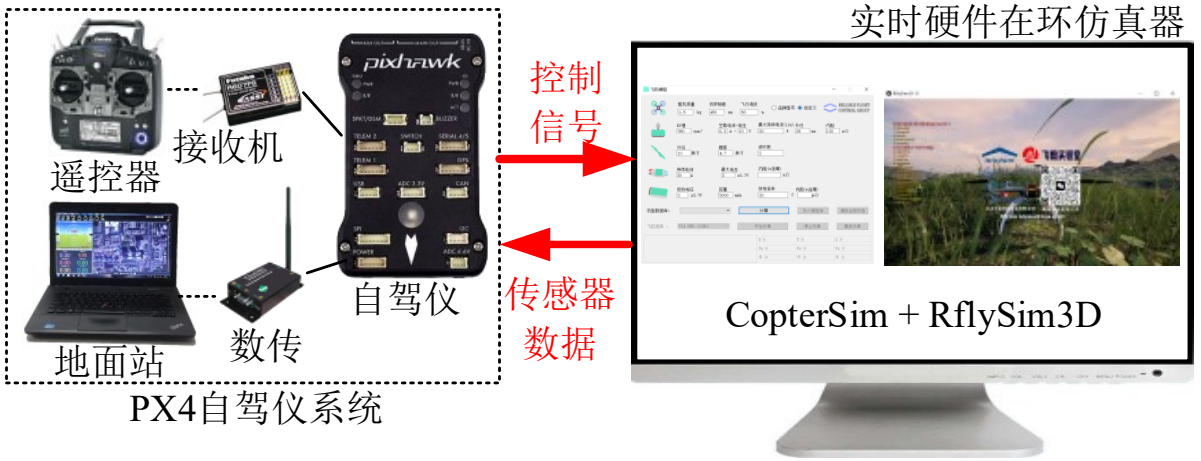
状态估计与控制
产生执行输出

➡

计算机仿真

根据执行量
更新载具运动

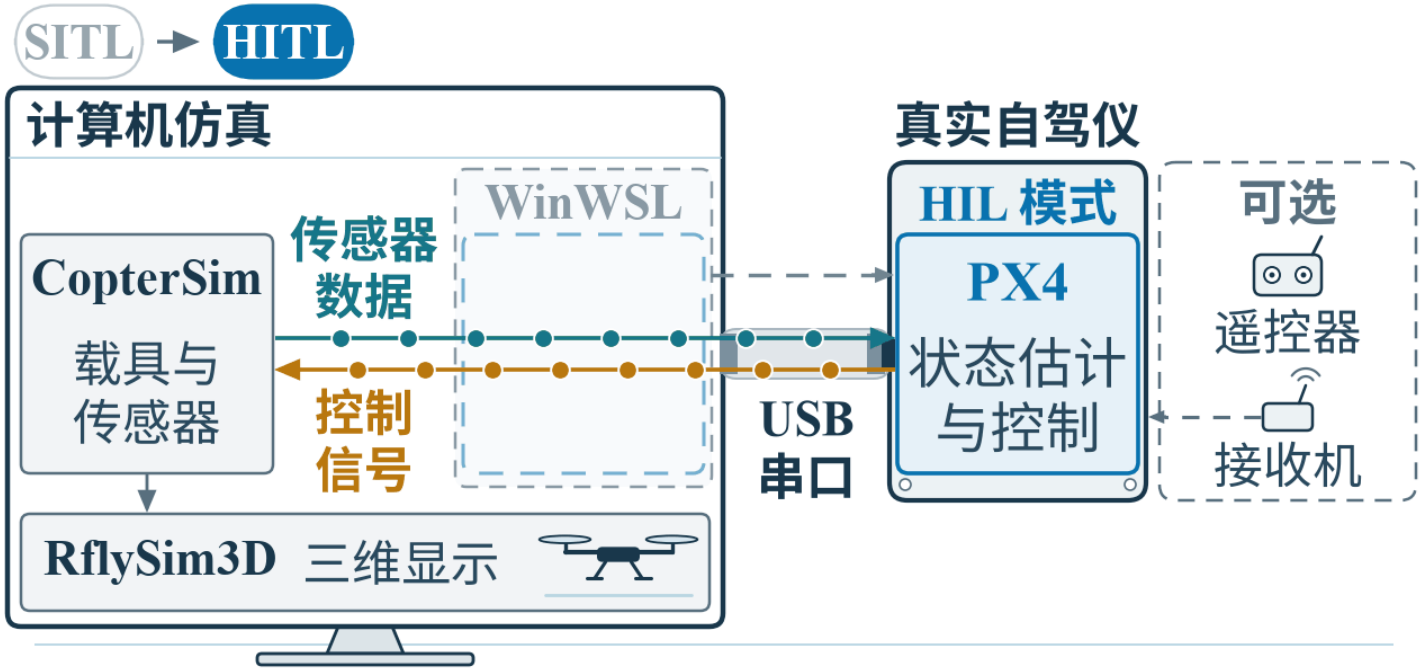




HITL把控制计算移到真实自驾仪，载具运动与传感器反馈仍由计算机仿真。

2.2.4 硬件与维护分支：HITL准备

从SITL到HITL：控制器位置变，闭环不变



图：SITL与HITL的控制器替换位置（原理示意）

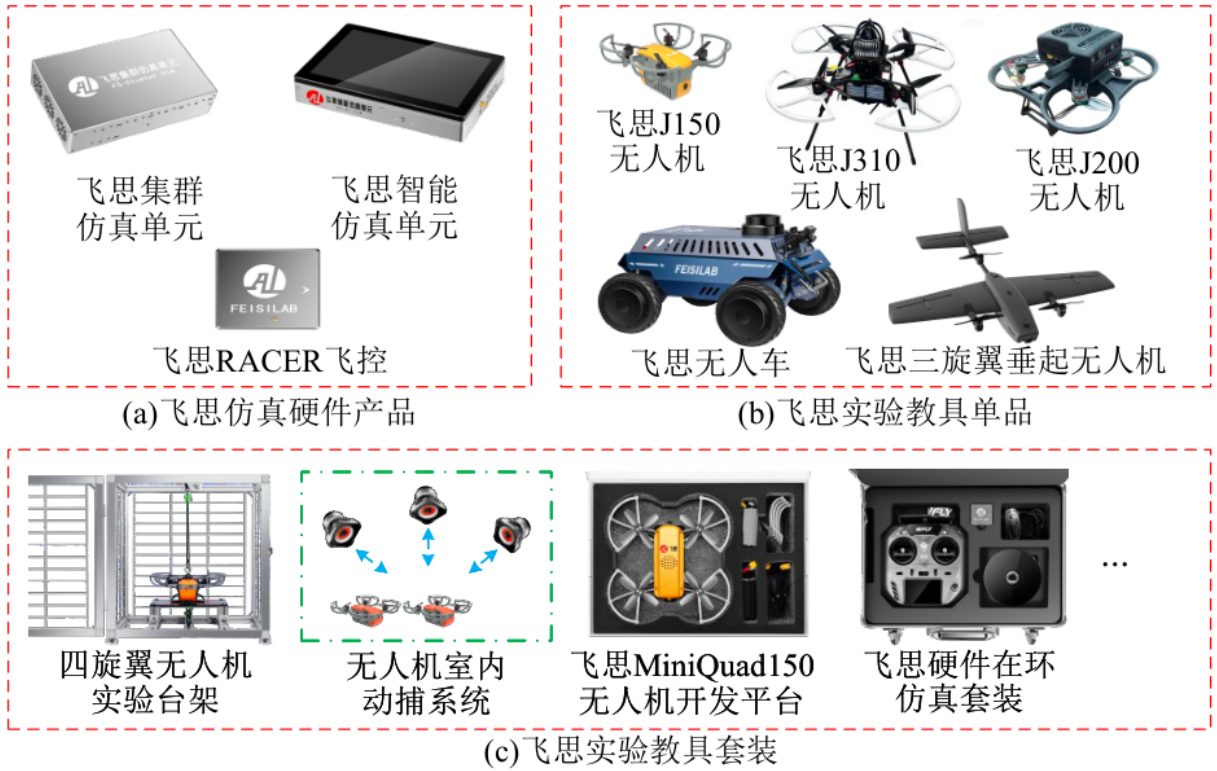
- **看位置：** PX4 从 WinWSL 迁至真实自驾仪。
- **看回路：** 仿真传感数据送至PX4，控制量返回CopterSim。
- **看边界：** 载具运动和传感反馈仍由计算机仿真。

HITL：真实自驾仪接管控制，载具与传感反馈仍由计算机仿真。

2.2.4 硬件与维护分支：教具总览

教具组合与实验分工

真机实验可对接基于PX4的无人载具，需匹配载具模型、控制配置与硬件接口；可自行配备或选用飞思教具。



- **仿真硬件(a)：**将控制板和机载计算机接入闭环。
- **实验载具(b)：**提供多旋翼、地面运动和垂起转换等对象。
- **实验套装(c)：**补足台架、定位、开发与HITL条件。
- **选型顺序：**先确定实验，再匹配接口、定位和场地。

图2.8 典型教具产品总览，详见：https://rflysim.taobao.com/

2.2.4 硬件与维护分支：卸载分支

卸载：先备份，再按对象清理

- **先备份：**另存个人成果、参数、日志与WSL数据；保留[文档]\Ogre中的sn*.txt。
- **自动卸载：**优先用[安装目录]\uninstall.exe；安装包内卸载器或MATLAB卸载脚本为备用。
- **手动工具箱：**删除快捷方式，再移除[文档]\MATLAB\Add-Ons\Toolboxes\PX4PSP及其路径条目。
- **手动环境：**用wsl -l -v查发行版名称，再用wsl --unregister <名称>注销，数据会永久删除；临时目录与地图缓存按需清理。
- **最后删除：**核验备份后删除实际安装目录（如C:\PX4PSP），与文档工具箱目录分开处理。

先备份数据与授权文件，再分开处理工具箱、WSL环境和安装目录。

本节能力自检

完成首跑后应能解释的四个问题

- **为什么可以不插飞控：**SITL在计算机中运行PX4控制器，由仿真器提供载具模型与传感反馈。
- **为什么窗口出现还要等：**进程启动、组件连接与EKF初始化是不同阶段，位置控制需要可用状态。
- **怎样确认动作已完成：**起飞后高度增加、位置进入稳定悬停，地面站数值与三维画面相互对应。
- **怎样正常结束并复现：**降落接地、确认上锁，按终端提示退出，保存版本、配置与日志。

控制器依靠估计状态完成起降，版本、配置与日志保留复现实验的条件。

学习资料与衔接

学习资料与2.3衔接

安装、升级与卸载	https://rflysim.com/doc/zh/1.Start/install.html
单机SITL与HITL首跑	https://rflysim.com/doc/zh/1.Start/quick.html
工具手册与SDK索引	https://rflysim.com/doc/zh/index.html
第二章课程与例程	https://rflysim.com/doc/zh/2.Course/ch2/index.html

本机手册：HowToInstall.pdf查安装，HowToUse.pdf查操作，HowToFix.pdf查故障。

下一步：2.3 平台架构与开发流程

首跑要看到状态与运动响应，窗口打开不代表闭环已运行。